

Das Blüte-Bestäuber-Netz auf Brachflächen

Biozöologische Untersuchung
zur Bedeutung von Brachen
in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Naturwissenschaften
(Dr. rer. nat.)
in der Wissenschaftsdisziplin

Ökologie

eingereicht an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam

von Robert Hahn
geboren am 17.4.1974 in Berlin

Potsdam, im Juni 2002

1	Einleitung	1
2	Methoden	9
2.1	<i>Untersuchungszeitraum</i>	9
2.2	<i>Untersuchungsgebiet</i>	9
2.3	<i>Untersuchungsflächen</i>	10
2.4	<i>Standortcharakterisierung</i>	11
2.5	<i>Charakterisierung der Biotischen Grundlagen</i>	12
2.6	<i>Blüte-Bestäuber-Interaktion</i>	18
2.7	<i>Verwendete statistische Verfahren</i>	22
3	Ergebnisse	28
3.1	<i>Standortcharakterisierung</i>	28
3.1.1	<i>Bodenkundliche Untersuchungen</i>	28
3.1.2	<i>Klimatische Untersuchungen</i>	29
3.2	<i>Biotische Grundlagen</i>	31
3.2.1	<i>Phytozönose</i>	31
3.2.2	<i>Blühphänologie</i>	36
3.2.3	<i>Zoozönose</i>	42
3.2.4	<i>Nahrungsangebot und -nutzung</i>	47
4	Diskussion	58
4.1	<i>Standortcharakterisierung</i>	58
4.2	<i>Biotische Grundlagen</i>	59
4.2.1	<i>Pflanzensoziologie</i>	59
4.2.2	<i>Blühphänologie</i>	65
4.2.3	<i>Zoozönosen</i>	73
4.3	<i>Blüte-Bestäuber-Interaktion</i>	82
4.3.1	<i>Nahrungsangebot und Insektenvorkommen</i>	82
4.3.2	<i>Nektarangebot und -nutzung</i>	84
4.3.3	<i>Pollenangebot und -nutzung</i>	90
4.3.4	<i>Nischenbreiten und Nischenüberlappungen</i>	96
4.3.5	<i>Struktur der Rhopalocera-Blütenbesuche</i>	98
4.3.6	<i>Strategien der Blüte-Bestäuber-Interaktion</i>	99
4.4	<i>Naturschutzaspekte</i>	103
5	Zusammenfassung und Ausblick	106
6	Literaturverzeichnis	112
7	Anhang	A - 1

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Übersicht über den Verlauf des prozentualen Anteiles der Stilllegungsflächen.	9
Abbildung 2	Artenzahl in den pflanzensoziologischen Aufnahmen in Abhängigkeit von der Zahl der Aufnahmeflächen.	23
Abbildung 3	pH-Werte des Bodens der Untersuchungsstandorte in unterschiedlicher Tiefe.	28
Abbildung 4	Verlauf der Durchschnittstemperatur der Klimastation Neubrandenburg in den Jahren 1998-2000.	30
Abbildung 5	Monatsmittel der Niederschläge im Untersuchungszeitraum sowie das langjährige Mittel.	30
Abbildung 6	Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort I.	32
Abbildung 7	Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort II.	33
Abbildung 8	Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort III.	34
Abbildung 9	Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort IV.	35
Abbildung 10	Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort V.	36
Abbildung 11	Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort I im Vergleich der Untersuchungsjahre.	36
Abbildung 12	Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort II im Vergleich der Untersuchungsjahre.	38
Abbildung 13	Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort III im Vergleich der Untersuchungsjahre.	39
Abbildung 14	Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort IV im Vergleich der Untersuchungsjahre.	40
Abbildung 15	Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort V im Vergleich der Untersuchungsjahre.	42
Abbildung 16	Arten-Individuen-Verteilung der Syrphidae-Zönose, Daten aller Untersuchungsjahre.	43
Abbildung 17	zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Syrphidae auf den Brachetypen.	44
Abbildung 18	zeitliche Verteilung der Individuenzahlen der vier dominanten und subdominanten Syrphidae.	44
Abbildung 19	Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera-Zönose, Daten aus den Beobachtungen aller Untersuchungsjahre. .	45
Abbildung 20	zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Rhopalocera auf den Brachetypen.	46
Abbildung 21	Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort I im Jahresverlauf.	47
Abbildung 22	Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort I.	48
Abbildung 23	Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort II im Jahresverlauf.	49
Abbildung 24	Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort II.	50
Abbildung 25	Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort III im Jahresverlauf.	51
Abbildung 26	Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort III.	52
Abbildung 27	Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort IV.	53
Abbildung 28	Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort IV.	54
Abbildung 29	Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort V im Jahresverlauf.	55
Abbildung 30	Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort V.	57
Abbildung 31	Übersicht über die Lage der Untersuchungsstandorte im Ökogramm nach ELLENBERG (1996).	62
Abbildung 32	Verlauf des Blütenangebotes der Gesamtheit aller Brachflächen im Vergleich der Untersuchungsjahre.	69
Abbildung 33	Verteilung der Artenzahlen entomophiler Blütenpflanzen der Standorte auf die phänologischen Jahreszeiten.	70
Abbildung 34	Verlauf der Preston-Verteilung der Syrphidae, nach Standorten aufgeschlüsselt.	74
Abbildung 35	Verlauf der Preston-Verteilung der Syrphidae, zusammengefasst.	75
Abbildung 36	Clusteranalyse (UPGMA-Verfahren) der Arten-Individuen-Zusammensetzung der Syrphidae.	76
Abbildung 37	Verlauf der Preston-Kurven der Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera, nach Standorten aufgeschlüsselt ...	78
Abbildung 38	Verlauf der Preston-Kurve der Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera, zusammengefasst.	78
Abbildung 39	Clusteranalyse (UPGMA-Verfahren) der Arten-Individuen-Zusammensetzung der Rhopalocera-Zönose.	79
Abbildung 40	zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Lepidopteren- und Syrphidenzönose.	80
Abbildung 41	Verlauf des standörtlichen Produktionspotentials und des tatsächlichen Nektarangebotes.	84
Abbildung 42	Übersicht über flächenbezogene Zuckermengen der Nektarproduktion verschiedener Kultur- und Wildpflanzen. ...	86
Abbildung 43	Prozentualer Anteil der Individuen in Abhängigkeit von der Anzahl der aufgenommenen Pollentypen.	96
Abbildung 44	Übersicht über die Körnungsprofile der einzelnen Standorte.	A - 1
Abbildung 45	Verlauf der Standorttemperaturen 1998 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg.	A - 2
Abbildung 46	Verlauf der Standorttemperaturen 1999 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg.	A - 3
Abbildung 47	Verlauf der Standorttemperaturen 2000 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg.	A - 4
Abbildung 48	tagesgenaue Niederschlagsverteilung in den Untersuchungs Jahren 1998 – 2000.	A - 5
Abbildung 49	Zusammenfassender Blühkalender von Standort I.	A - 6
Abbildung 50	Zusammenfassender Blühkalender von Standort II.	A - 9
Abbildung 51	Zusammenfassender Blühkalender von Standort III.	A - 14

Abbildung 52	Zusammenfassender Blühkalender von Standort IV	A - 18
Abbildung 53	Zusammenfassender Blühkalender von Standort V	A - 23
Abbildung 54	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort I.....	A - 28
Abbildung 55	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort II.....	A - 28
Abbildung 56	Detailansicht des Anteiles einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort III.....	A - 29
Abbildung 57	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort IV.....	A - 30
Abbildung 58	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort V.....	A - 30
Abbildung 59	Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf Standort I.....	A - 31
Abbildung 60	Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf Standort II.....	A - 31
Abbildung 61	Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf Standort III.....	A - 31
Abbildung 62	Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf Standort IV.....	A - 31
Abbildung 63	Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf Standort V.....	A - 31
Abbildung 64	Übersicht über die Blühdauer in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens auf Standort I.....	A - 32
Abbildung 65	Übersicht über die Blühdauer in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens auf Standort II.....	A - 32
Abbildung 66	Übersicht über die Blühdauer in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens auf Standort III.....	A - 32
Abbildung 67	Übersicht über die Blühdauer in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens auf Standort IV.....	A - 32
Abbildung 68	Übersicht über die Blühdauer in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens auf Standort V.....	A - 32
Abbildung 69	Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 33
Abbildung 70	Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot auf Standort II.....	A - 33
Abbildung 71	Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot auf Standort III.....	A - 33
Abbildung 72	Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot auf Standort IV.....	A - 33
Abbildung 73	Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot auf Standort V.....	A - 33
Abbildung 74	Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 34
Abbildung 75	Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot auf Standort II.....	A - 34
Abbildung 76	Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot auf Standort III.....	A - 34
Abbildung 77	Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot auf Standort IV.....	A - 35
Abbildung 78	Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot auf Standort V.....	A - 35
Abbildung 79	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 36
Abbildung 80	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 36
Abbildung 81	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 36
Abbildung 82	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 36
Abbildung 83	Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot auf Standort I.....	A - 36
Abbildung 84	zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Syrphidae auf den Untersuchungsstandorten.....	A - 37
Abbildung 85	zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Rhopalocera auf den Untersuchungsstandorten.....	A - 38
Abbildung 86	Gruppierung der Syrphidae und Rhopalocera nach ökologischen Ansprüchen und bevorzugten Biotopen.....	A - 39
Abbildung 87	Blühverlauf 1999 und 2000 sowie Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort I.....	A - 40
Abbildung 88	Blühverlauf 1999 und 2000 sowie Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort II.....	A - 41
Abbildung 89	Blühverlauf 1999 und 2000 sowie Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort III.....	A - 42
Abbildung 90	Blühverlauf 1999 und 2000 sowie Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort IV.....	A - 43
Abbildung 91	Blühverlauf 1999 und 2000 sowie Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort V.....	A - 44
Abbildung 92	Übersicht über die zeitlichen Verläufe des Blütenangebotes und der Abundanz der Syrphidae.....	A - 45
Abbildung 93	Übersicht über die zeitlichen Verläufe des Nektarangebotes und der Abundanz der Lepidoptera.....	A - 46
Abbildung 94	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 1998, zusammengefasst.....	A - 47
Abbildung 95	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 1999, zusammengefasst.....	A - 48
Abbildung 96	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 2000, zusammengefasst.....	A - 49
Abbildung 97	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 1998, einzelne Standorte.....	A - 51
Abbildung 98	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 1999, einzelne Standorte.....	A - 55
Abbildung 99	Blütenangebot und Pollentypvorkommen in der Nahrung der Syrphidae, 2000, einzelne Standorte.....	A - 60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht über die Gliederung der Phänophasen und die Zuordnung zu phänologischen Jahreszeiten.....	4
Tabelle 2	Übersicht über die Gruppierung der ‚nectar-sugar-ratio‘- Werte nach BAKER & BAKER (1990)	7
Tabelle 3	Übersicht über die von verschiedenen Bestäubergruppen präferierte Nektarkonzentration und –zusammensetzung	8
Tabelle 4	Übersicht über die Dominanzstruktureinteilung nach SCHUBERT (1991).....	24
Tabelle 5	Einordnung der ermittelten Korngrößenprofile der Böden der Untersuchungsstandorte.	29
Tabelle 6	Übersicht über die Gehalte an organischer Substanz in den Böden der Untersuchungsstandorte.	29
Tabelle 7	Übersicht über regenarme Perioden in den Untersuchungsjahren 1998 – 2000.	31
Tabelle 8	Artenzahlen der Phytozönose der Untersuchungsstandorte	31
Tabelle 9	durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort I	32
Tabelle 10	durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort II	33
Tabelle 11	durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort III	34
Tabelle 12	durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort IV.....	35
Tabelle 13	durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort V.....	35
Tabelle 14	Übersicht über die nachgewiesenen Artenzahlen der Syrphidae.....	43
Tabelle 15	Übersicht über die Artenzahlen der Rhopalocera, nach Standorten und Untersuchungsjahren getrennt.....	45
Tabelle 16	Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort I.	48
Tabelle 17	Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort II.	50
Tabelle 18	Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort III.	52
Tabelle 19	Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort IV.....	54
Tabelle 20	Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort V.....	56
Tabelle 21	Übersicht über die pflanzensoziologische Einordnung der Untersuchungsstandorte	62
Tabelle 22	Übersicht über die mittleren Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit, qualitatives Berechnungsverfahren.....	63
Tabelle 23	Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Phytozönosen von Agrar- und Brachbiotopen.	64
Tabelle 24	Übersicht über die berechneten Diversitätsindizes der Pflanzenbestände aller Standorte.	65
Tabelle 25	Übersicht über die Attraktivität des Blütenangebotes für Syrphidae im Jahresverlauf.....	67
Tabelle 26	Übersicht über die Attraktivität des Blütenangebotes für Rhopalocera im Jahresverlauf.....	67
Tabelle 27	Merkmale phytophänologischer Entwicklung im Vergleich der Standorte.....	68
Tabelle 28	Übersicht über die Gesamtzahl der nachgewiesenen entomophilen Blütenpflanzenarten	71
Tabelle 29	Entomophile Blütenpflanzenarten mit zwei Blühperioden im Jahresverlauf	71
Tabelle 30	Veränderung von Blühdauer und Blumendeckung zwischen den beiden Untersuchungsjahren 1999 und 2000.....	72
Tabelle 31	Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Syrphidenzönosen der Agrar- und Brachbiotope.	73
Tabelle 32	Anzahl der nachgewiesenen Syrphidae-Arten, nach Standorten und Untersuchungsjahren aufgeschlüsselt.....	73
Tabelle 33	Übersicht über die Arten-Individuenverteilungen und die Diversitäts-Indizes der Syrphidenzönosen aller Standorte.....	74
Tabelle 34	Ausgleichskonstanten der Preston-Verteilung der Syrphidae, Daten aller Untersuchungsjahre.	75
Tabelle 35	Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Tagfalterzönosen verschiedener Wiesenformationen	77
Tabelle 36	Übersicht über die Arten-Individuenverteilungen und die berechneten Diversitätsindizes der Rhopalocera-Zönosen.....	77
Tabelle 37	Übersicht über Charakteristika des Nektarangebotes und –nutzung bei <i>Cirsium arvense</i>	85
Tabelle 38	Übersicht über einige Daten des Nektarangebotes auf den einzelnen Untersuchungsstandorten	87
Tabelle 39	Übersicht über die Deckungswerte der Pflanzenarten einzelner Pollentypen 1999 und 2000.....	90
Tabelle 40	Stetigkeit und Häufigkeit verschiedener Pollentypen in der Nahrung der untersuchten Schwebfliegenarten.....	91
Tabelle 41	Übersicht über die statistischen Analysen der Pollen-Angebots/Nutzungsstruktur (Spearman-Rang-Korrelation)	91
Tabelle 42	Übersicht über Angebot und Nutzung der dominanten Pollentypen im Standortvergleich für 1999	92
Tabelle 43	Übersicht über Angebot und Nutzung der dominanten Pollentypen im Standortvergleich für 2000	92
Tabelle 44	Literaturvergleich der prozentualen Blütenbesuche von Schmetterlingszönosen auf Brachestandorten.	98

Tabelle 45	Verteilung der Kurztracht- und Langtracht-Strategie auf alten und jungen Brachflächen	101
Tabelle 46	Zusammenfassung des Witterungsverlaufes in den Untersuchungsjahren 1998-2000	A - 61
Tabelle 47	Gesamtartenliste der nachgewiesenen Pflanzenarten	A - 62
Tabelle 48	Gesamtartenliste der nachgewiesenen Syrphidae	A - 65
Tabelle 49	Gesamtartenliste der nachgewiesenen Lepidoptera	A - 66
Tabelle 50	Kartierungsstufen der pflanzensoziologischen Aufnahmen.....	A - 67
Tabelle 51	Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort I	A - 67
Tabelle 52	Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort II.....	A - 67
Tabelle 53	Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort III.....	A - 68
Tabelle 54	Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort IV.....	A - 68
Tabelle 55	Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort V.....	A - 68
Tabelle 56	Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort I.....	A - 69
Tabelle 57	Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort II.....	A - 70
Tabelle 58	Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort III.....	A - 71
Tabelle 59	Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort IV	A - 72
Tabelle 60	Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort V	A - 74
Tabelle 61	Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort I.....	A - 75
Tabelle 62	Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort I.....	A - 76
Tabelle 63	Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort I nachgewiesenen Pollentypen	A - 77
Tabelle 64	Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort II.....	A - 78
Tabelle 65	Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort II.....	A - 79
Tabelle 66	Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort II nachgewiesenen Pollentypen	A - 80
Tabelle 67	Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort III.....	A - 81
Tabelle 68	Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort III.....	A - 82
Tabelle 69	Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort III nachgewiesenen Pollentypen	A - 83
Tabelle 70	Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort IV	A - 84
Tabelle 71	Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort IV	A - 85
Tabelle 72	Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort IV nachgewiesenen Pollentypen.....	A - 86
Tabelle 73	Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort V	A - 87
Tabelle 74	Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort V	A - 88
Tabelle 75	Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort II nachgewiesenen Pollentypen	A - 89
Tabelle 76	Übersicht über die Nektarkonzentrationen der mit Kapillaren beprobten Arten	A - 90
Tabelle 77	Zuordnung der nach der Nektarkonzentration erwarteten Hauptbestäuberguppen zu den Pflanzenarten.....	A - 92
Tabelle 78	Zuordnung der nach der Nektarzusammensetzung erwarteten Hauptbestäuberguppen zu den Pflanzenarten	A - 92
Tabelle 79	Übersicht über die Beobachtungsdaten zum Blütenbesuchverhalten der Rhopalocera-Zönose	A - 93
Tabelle 80	Übersicht über die Ergebnisse der statistischen Analysen zum Fremdpollengehalt im Untersuchungsjahr 1999.....	A - 94
Tabelle 81	Übersicht über die Ergebnisse der statistischen Analysen zum Fremdpollengehalt im Untersuchungsjahr 2000.....	A - 95
Tabelle 82	Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für <i>Episyrphus balteatus</i>	A - 96
Tabelle 83	Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für <i>Sphaerophoria scripta</i>	A - 96
Tabelle 84	Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für <i>Eupeodes corollae</i>	A - 96
Tabelle 85	Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für <i>Syrpita pipiens</i>	A - 97
Tabelle 86	Renkonen-Werte der interspezifischen Ressourcenüberlappung	A - 97
Tabelle 87	Renkonen-Werte der intraspezifischen Ressourcenüberlappung	A - 97
Tabelle 88	Hurlberg-Index der quantitativen Ressourcenüberlappung	A - 97

Formelverzeichnis

Formel 1	Berechnung des ‚nectar-sugar-ratio‘ nach BAKER & BAKER 1982	7
Formel 2	Umrechnung der Nektarkonzentrationswerte von Masse/Volumen– auf Masse/Masse-Basis	17
Formel 3	Berechnungsvorschrift für den dimensionslosen Parameter Nektarkoeffizient.	19
Formel 4	Berechnung der Gesamtpollenzahl eines Pollentyps durch Auszählung einer Stichprobe	20
Formel 5	Berechnung der Arten-Individuenzahl-Verteilung nach PRESTON (1949)	24
Formel 6	Diversitätsindizes nach HAYEK & BUZAS (1997)	24
Formel 7	mathematische Zusammenhänge zwischen den Diversitätsindizes S, H und E.	25
Formel 8	Indizes der Nischenbreite nach KREBS (1998)	25
Formel 9	Indizes der Nischenüberlappung nach KREBS (1998)	26
Formel 10	Selektions-Index nach KREBS (1998)	26

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten ist in vielen Regionen der Welt eine Abnahme der Biodiversität in der Blüte-Bestäuber-Interaktion festgestellt worden (PIERRE et al. 1999, KREMEN & RICKETTS 2000). Teilweise kommt es sogar zum „Zerreißen des Bestäubungsnetzes“, welches durch Blütenpflanzen und die mit ihnen assoziierte Fauna gebildet wird (COX & ELMQVIST 2000, PATON 2000). Inzwischen wird von mehreren Autoren eine „global pollination crisis“ festgestellt (ALLENWARDELL et al. 1998, KEARNS et al. 1998), die schwerwiegende Auswirkungen sowohl auf natürliche als auch auf anthropogen geformte Ökosysteme hat. Die Ursachen für diese Entwicklung sind weltweit ähnlich – es sind vor allem Habitatfragmentierung, Habitatzerstörung und Artenverlust zu nennen (KREMEN & RICKETTS 2000, BRANQUART & HEMPTINNE 2000). In besonderem Maße sind in den letzten Jahrzehnten Agrarökosysteme von dieser Entwicklung betroffen. Die Beseitigung von Begleitstrukturen, die Standortnivellierung und die biotische Verarmung der Systeme durch die Produktionsintensivierung und den verstärkten Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln führen in ausgedehnten Bereichen der Agrarlandschaft zu einer dramatischen Ausdünnung des Bestäubungsnetzes.

Es liegt daher nahe anzunehmen, dass Strukturen mit einem dauerhaften Blütenangebot eine zunehmende Bedeutung für den Erhalt der Biodiversität in der Agrarlandschaft haben. Solche Bereiche sind unter anderem Stilllegungsflächen, die in den intensiv agrarisch genutzten Landschaften des Nordostdeutschen Tieflandes eine der wenigen flächig ausgebreiteten Strukturen bilden, die während der gesamten Vegetationsperiode ein Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten bieten können. In der vorliegenden Arbeit wurde daher das Potential dieser Brachflächen für den Erhalt der Stabilität und Diversität des Bestäubungsnetzes in intensiv agrarisch genutzten Räumen untersucht.

Die Untersuchungen fanden im Raum der Feldberger Seenlandschaft statt. Das Gebiet zeichnet sich durch eine starke agrarische Nutzung aus und weist keine größeren Besonderheiten hinsichtlich Flora, Insektenzönose und Habitatausstattung auf, so dass es als repräsentatives Beispiel einer Agrarlandschaft des Nordostdeutschen Tieflandes gelten kann.

Stilllegungsflächen entstanden aus vorwiegend wirtschaftlichen Überlegungen heraus. Zur Verminderung der Überproduktion beschloss am 21. Mai 1992 der Agrarministerrat der EU eine Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP). In deren Folge kam es insbesondere durch das Inkrafttreten des „konjunkturellen Flächenstilllegungsprogramms“ in ganz Deutschland zur Stilllegung von rund 10% der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Daneben wurden durch die ebenfalls im Zuge der Agrarreform beschlossenen „Maßnahmen zur Förderung einer umweltgerechten Landwirtschaft“ weitere Flächen meist dauerhaft stillgelegt. Aspekte der Ökologie und des Naturschutzes spielten bei der Auswahl und Art der Stilllegung kaum eine Rolle. Die Möglichkeiten einer naturschutzgerechten Gestaltung und Pflege dieser Flächen werden jedoch seit geraumer Zeit untersucht (SCHMIDT 1981, 1993, WICKE 1996). Die Arbeiten konzentrierten sich dabei unter anderem auf die floristische und faunistische Artenvielfalt und auf die Entwicklungsmöglichkeiten für gefährdete Arten. Das Beziehungsgefüge zwischen Tier- und Pflanzenarten war dagegen nur in Ausnahmefällen Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (z.B. TSCHARNTKE 1998).

Für diese Untersuchungen schlägt CORBET (2000) im mitteleuropäischen Raum eine Unterteilung des Bestäubungsnetzes in verschiedene Kompartimente sowie die Herausarbeitung der redundanten und singulären Funktionen dieser Teilsysteme vor. Im Ergebnis sollen bei Schutzmaßnahmen nicht länger Einzelarten, sondern die Stabilität der übergeordneten Kompartimente im Vordergrund stehen. Das schließt die Identifikation sog. „keystone species“ ein, die besonders wichtig für die Funktion der betreffenden Subsysteme sind. In der vorliegenden Arbeit wurden die beiden Teilnetze „Syrphidae“ (Schwebfliegen) und „Rhopalocera incl. Hesperidae“ (Tagschmetterlinge) sowie das gesamte entomophile Blütenangebot untersucht. Diese Einschränkungen wurde vorgenommen, da aus zeitlichen und fachlichen Gründen eine Bearbeitung der Insektenzönose immer nur für wenige Gruppen möglich ist.

Bei beiden Gruppen handelt es sich neben den apoiden Hymenoptera (Bienen) um die individuenreichsten, effizientesten und damit wichtigsten Bestäubergruppen (KRATOCHWIL 1984, RÖDER 1990, SSYMANK 1991). Sie weisen ein breites Spektrum in der larvalen Lebensweise auf, sind jedoch als Adulte bei der Nahrungsaufnahme in fast allen Fällen vom Blütenbesuch abhängig. Lepidoptera sind als adulte Tiere durch ihre speziell gestalteten Mundwerkzeuge (Proboscis) auf Nektar als einzige Nahrungsquelle angewiesen. Sie reagieren daher besonders sensibel auf die Änderung dieser Ressource. Zudem ermöglicht ihnen die Länge des im Ruhezustand spiralg aufgerollten Saugapparates eine exklusive Nutzung des Nektars von Blüten mit tiefer Röhrenstruktur. Syrphidae nutzen sowohl Pollen als auch Nektar. Diese Tiergruppe speichert den Pollen über längere Zeit im Verdauungstrakt (MÜHLENBERG 1989). Durch die Möglichkeit, den gefressenen Pollen zu entnehmen, aufzuarbeiten und zu bestimmen, lassen sich exakte Nutzungsmuster einzelner Individuen darstellen. Syrphidae treten in hohen Individuenzahlen auf und sind durch ihren charakteristischen Flug im Feld relativ leicht erkennbar. Es finden sich zudem viele Vertreter, die als wichtigste natürliche Gegenspieler verschiedener Aphiden (Blattläuse) fungieren, was in den untersuchten agrarischen Räumen von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung sein kann (BASTIAN 1986, BRANQUART & HEMPTINNE 2000).

Nahrungspräferenzen und Blütenstetigkeiten sind bei den beiden Gruppen unterschiedlich gut untersucht. Unter Nahrungspräferenz wird dabei die Spezialisierung einzelner Arten auf bestimmte Blüten oder Blütentypen, unter Blütenstetigkeit die Spezialisierung einzelner Individuen verstanden. Für die Gruppe der Syrphidae finden sich nur wenige und zum Teil differierende Aussagen in der Literatur. Es gibt wohl im Allgemeinen keine Präferenzen für bestimmte Pflanzenarten, sondern nur für bestimmte Grundtypen. Nach BRANQUART & HEMPTINNE (2000) werden große Infloreszenzen und flache Blütenstrukturen (z.B. bei den Apiaceae, Rosaceae, Ranunculaceae und Asteraceae) häufig beflogen, doch scheint es sowohl Arten zu geben, die auf ganz bestimmte Pflanzengruppen spezialisiert sind (z.B.: Apiaceae, Poaceae, blühende Bäume), als auch Arten, die ausschließlich einzelne Gattungen bis hin zu Einzelarten besuchen (GOOT & GRABANDT 1970, RÖDER 1990, BRANQUART & HEMPTINNE 2000). HASLETT (1989b) konnte zeigen, dass auch bei den Syrphidae die Farbe eine wichtige Rolle bei der Blütenauswahl spielt. Er benutzte Spektralmessgeräte und wies eine allgemeine Präferenz für Gelb und Weiß nach, wobei es mit *Rhingia campestris* auch eine Art mit klarer Blau/Violett-Präferenz gab. Auch die Existenz einer Blumenstetigkeit ist noch nicht ausreichend belegt. Während manche Autoren keine Stetigkeit und ein quasi dem Blütenangebot folgendes Besuchsverhalten konstatieren (für *Episyrphus balteatus*, *Eristalis tenax* und *E. pertinax* HASLETT

1989b), finden sich in den Veröffentlichungen anderer Autoren Hinweise auf eine „passive“ Stetigkeit, also einen bevorzugten oder ausschließlichen Beflug dominanter Arten (DE BUCK 1990) bis hin zu Beispielen einer aktiven Selektion und Blütenstetigkeit bestimmter Nahrungsquellen, auch wenn diese in nur geringen Mengen blühten (GOULSON & WRIGHT 1998).

Bei den Lepidoptera ergaben bisherige Arbeiten eine starke Nahrungspräferenz für Blüten im rot-violetten Farbbereich, mit Ausnahme einiger Arten, die gelbe und blaue Blüten bevorzugten. Die Ursachen für die verschiedenen Farbpräferenzen liegen in anatomisch-physiologischen Unterschieden des Auges bei den einzelnen Schmetterlingsfamilien begründet: Der Pieriden-Papilioniden-Typ besitzt ein rottüchtiges (mindestens) tetrachromatisches System und kann damit neben blauen auch rote und rot-violette Blüten erkennen, während der Nymphaliden-Satyriden-Typ, zu dem auch die Lycaenidae gehören, ein rotblindes trichromatisches System aufweist, welches rot-violette Töne schlecht vom Hintergrund abhebt. Sie befliegen daher spontan vorzugsweise gelbe und blaue Blüten. Als morphologische Blütenstruktur wird der Köpfchenblumentyp bevorzugt, bei dem viele kleine Einzelblüten von eng-röhrieger Gestalt zu Blütenköpfen zusammengefasst sind. Beispiele für solche Strukturen finden sich bei den Asteraceae und Dipsacaceae (KUGLER 1970, PENZLIN 1991, EGUCHI & TOMINAGA 1999). Bei den bisher untersuchten Arten ist eine starke Blumenstetigkeit festgestellt worden (GOULSON & WRIGHT 1998 und die darin zitierte Literatur).

Nahrungspräferenz und Blumenstetigkeit setzen jedoch ein relativ konstantes Blütenangebot voraus. Da sich der Blütenflor im Jahresverlauf ändert, müssen daher länger fliegende Arten zwangsläufig ein breites Blütenspektrum nutzen. Der phänologischen Abfolge verschiedener Blütenpflanzen haben sich die Nutzer in einem co-evolutiven Prozess angepasst. Die entstehenden Co-Phänologien sind in vielen Arbeiten dokumentiert worden (GOTTSBERGER 1985, 1989, 1993, 1996 und die darin zitierten Arbeiten). KRATOCHWIL (1988) konnte dabei eine Bindung der Co-Phänologien an Ursprungsregionen der jeweiligen Partner nachweisen. Er arbeitete im Gebiet des Kaiserstuhl, wo eurosibirische, submediterrane und subkontinentale Arten aufeinandertreffen. Es lässt sich dort eine hohe Übereinstimmung im zeitlichen Auftreten der jeweilig entsprechenden Floren- und Faunenelemente feststellen, die sich zu einer „biogeografischen Phänologie“ verdichten lassen.

Die Veränderung des Blütenangebotes durch die Abfolge einzelner „Blumenwellen“ unterliegt Gesetzmäßigkeiten, nach denen DIERSCHKE das Konzept der Phänophasen entwickelte (DIERSCHKE 1989, 1995a, 1995b). Es beruht auf der Beobachtung, dass es in ihrem Blühverhalten relativ einheitliche Arten gibt, die in teilweise überlappenden Blühwellen vom Frühjahr bis zum Herbst gruppiert sind. Die einzelnen Blühwellen erscheinen entsprechend dem Witterungsverlauf von Jahr zu Jahr in zeitlicher Abweichung, die ihnen zugrundeliegenden Sippen bleiben jedoch innerhalb der Gruppe. Aus dieser regelhaften Abfolge von Blühaspekten lassen sich entsprechende Phänophasen ableiten. Ursachen für diese phänologische Rhythmik sind exogene und endogene Taktgeber wie Schwellwert-Temperaturen, Schwellwert-Temperatursummen, Belichtungstärke und Tageslänge (STEUBING & SCHWANTES 1981, SCHUBERT 1991, HEIDE 1994, WALKER 1995).

Das Konzept der Phänophasen verfolgt einen symphänologischen Ansatz, dem der Rhythmus ganzer Pflanzengesellschaften zugrunde liegt. Den einzelnen Phasen lassen sich jedoch die phänologischen Jahreszeiten zuordnen, die auf den Daten der mehr auf Einzelpflanzen

gegründeten Phytophänologie des Wetterdienstes beruhen (Tabelle 1 nach DIERSCHKE 1995a, verändert).

Für die Zuordnung einer Art zu einer bestimmten Phänophase wird der Zeitraum von Blühbeginn bis zur Vollblüte benutzt, der nach DIERSCHKE (1989) erreicht ist, wenn über 50% der Knospen erblüht sind. In der vorliegenden Arbeit wurde generell von einer Übereinstimmung des Blühmaximums des Gesamtbestandes einer Art mit der Phänophase ausgegangen.

Tabelle 1 Übersicht über die Gliederung der Phänophasen, die Zuordnung zu phänologischen Jahreszeiten sowie die Einordnung wichtiger Arten der Untersuchungsstandorte (nach DIERSCHKE 1995b).

Phänophase	Phänozahl	Zuordnung Phänophase - phänologische Jahreszeit	phänologische Jahreszeiten des Deutschen Wetterdienstes	Arten der Untersuchungsstandorte
<i>Corylus-Leucojum</i> -Phase	1	Vorfrühling	Vorfrühling	<i>Erophila verna</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Veronica spec.</i>
<i>Acer platanoides-Anemone nemorosa</i> -Phase	2	Beginn Erstfrühling	Erstfrühling	<i>Primula veris</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Myosotis spec.</i>
<i>Prunus avium-Ranunculus auricomus</i> -Phase	3	Ende Erstfrühling		<i>Prunus spinosa</i> , <i>Pyrus spec.</i> , <i>Taraxacum officinale</i>
<i>Fagus-Lamium</i> -Phase	4	Beginn Vollfrühling	Vollfrühling	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Sorbus aucuparia-Galium odoratum</i> -Phase	5	Ende Vollfrühling		<i>Crataegus spec.</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i>
<i>Cornus sanguinea-Melica uniflora</i> -Phase	6	Beginn Frühsommer	Frühsommer	<i>Crepis capillaris</i>
<i>Ligustrum-Stachys sylvatica</i> -Phase	7	Ende Frühsommer		<i>Achillea millefolium</i> , <i>Hypericum perforatum</i>
<i>Clematis vitalba-Galium sylvaticum</i> -Phase	8	Hochsommer	Hochsommer	<i>Cirsium arvense</i> , <i>Daucus carota</i>
<i>Hedera-Solidago</i> -Phase	9	Frühherbst	Frühherbst	
Herbstphase	10	Herbst	Herbst	
Ruhephase	11			

Die Zahl der Feldstudien über Diversität und Abundanz verschiedener Insektengruppen ist groß, ebenso die der Arbeiten über Blühphänologien und Vegetationszusammensetzung verschiedener Biotope. Ein großer Mangel vieler dieser Studien liegt jedoch in der unzureichenden Verknüpfung der Daten über Vorkommen und Nahrungspräferenzen verschiedener Insektengruppen mit Daten zu Vegetationsstrukturen (z.B. Dauer und Abundanz der Blüte) und Daten zum Nahrungsangebot (z.B. Menge und Zusammensetzung des Nektars). Dieser Ansatz einer blütenökologischen Betrachtung auf bioökologischem Niveau ist im mitteleuropäischen Raum eher selten zu finden (GOTTSBERGER et al. 1991), obwohl die Bedeutung dieser Forschung immer wieder hervorgehoben wird (z.B. GOTTSBERGER 1993, 1996, KRATOCHWIL & SCHWABE 1997). Wichtige Fragestellungen aus Ökologie, Evolution und Naturschutz lassen sich auf dem Niveau einzelner Arten nicht beantworten, denn Ökosysteme sind komplexe Strukturen, die trotz ihrer Stabilität eine große Dynamik mit starken Fluktuationen und Modifikationen aufweisen. Die wenigen aus Deutschland vorliegenden Arbeiten mit bioökologischem Ansatz umfassen Biotopkomplexe der Wälder (SSYMANK 1991, 1992), der Wiesen (KRATOCHWIL 1989, SEIFERT 1994) sowie der Halbtrocken- und Trockenrasen (KRATOCHWIL 1984, STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 2001).

Übereinstimmend zeigten die obengenannten Arbeiten eine hohe Dynamik im Blütenangebot mit charakteristischen, von einzelnen Arten gebildeten Blumenwellen. Die Bestäuberfauna wies überwiegend eine starke Spezialisierung auf bestimmte Blumentypen, -farben und -formen auf,

war jedoch in keinem Fall auf einzelne Arten spezialisiert. Diese lockeren, größtenteils unspezialisierten Verbindungen zwischen anemophiler Fauna und entomophiler Flora haben nach GOTTSBERGER (1996) ein gutes Pufferungsvermögen gegenüber Störungen und sind für die gemäßigte Klimazone typisch. Die Arbeiten zeigten außerdem, dass auch kleinräumige und kurzzeitige Nahrungsressourcen besucht wurden. Diese bilden sich oftmals in einem mit klassischen pflanzensoziologischen Methoden nicht näher differenzierbaren kleinräumigen Muster verschiedener Blühintensität. So konnte zwar in einigen Arbeiten eine Bindung bestimmter Faunenelemente an pflanzensoziologische Einheiten herausgearbeitet werden (SEIFERT 1994, KRATOCHWIL & AßMANN 1996), doch wiesen auch pflanzensoziologisch derselben Einheit zugeordnete Bereiche ein durchaus unterschiedliches Blühverhalten auf (KRATOCHWIL 1984).

Die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Flächen weisen einen grundlegenden Unterschied zu den oben genannten Biotoptypen auf. Die Autoren arbeiteten in stabilen, wenn auch teilweise regelmäßig gestörten Biozönosen. Brachflächen hingegen sind durch starke Sukzessionsvorgänge geprägt und damit einer ständigen gerichteten Veränderung unterworfen. Die Sukzession verläuft theoretisch geradlinig. Sie beginnt auf offenen störstellenreichen Standorten mit therophytenreicher Pioniervegetation, die sich im ersten und zweiten Jahr nach der Stilllegung bildet. Über ein Zwischenstadium der Ruderalfluren erfolgt eine rasche Verbuschung; die Vegetation der Flächen bildet nach kurzer Zeit Vorwald- und Waldstadien (ELLENBERG 1996). In den wenigen Langzeitstudien, bei denen Brachflächen über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten untersucht wurden (SCHMIDT 1993, SCHREIBER 1997), konnte eine derartige gerichtete Sukzession jedoch nicht beobachtet werden. Dagegen kam es zu einer auffälligen Entmischung der krautigen Vegetation mit starker Musterbildung einzelner Arten. Zudem hielten sich über lange Zeiträume Arten der Grünlandgesellschaften und verhinderten das Einwandern von Saum- und Ruderalarten und von Gehölzen. Teilweise kam es sogar zu einer Rückentwicklung in die Ausgangsgesellschaften der Wirtschaftswiesen. Haben sich jedoch erst einmal Baum- und Straucharten auf der Fläche etabliert, erfolgt eine gerichtete und rasche Bildung von Vorwald- und Waldstadien.

In der vorliegenden Arbeit werden die drei Hauptetappen der Sukzession, das ‚Pionierstadium‘, die ‚Wiesenbrachen-Stadium‘ und das ‚Verbuschungsstadium‘ untersucht. Bei der Flächenauswahl wird zudem ein Gradient von mäßig trockenen zu mäßig feuchten Standortverhältnissen erfasst, so dass ein Überblick über die verschiedenen Brachestadien unter mittleren Bedingungen entsteht.

Zur Auswirkung der Brachflächensukzession auf das Bestäubungsnetz gibt es in der Literatur widersprüchliche Aussagen. Während SEIFERT (1994) einen negativen Einfluss der Bewirtschaftungsaufgabe auf Falterzönosen nachwies, hebt CORBET (1995) die positiven Effekte einer Langzeitsukzession auf die abhängige Fauna hervor.

Beide betonen jedoch, dass neben mikroklimatischen Faktoren vor allem das Nahrungsangebot der Flächen entscheidend ist. Daher wird in dieser Arbeit der Versuch unternommen, quantitativ das Nektar- und Pollenangebot der einzelnen Standorte zu erfassen und damit Aussagen über Stoffflüsse zu treffen. Sie beruhen auf der Erfassung der Blütenmengen und des Produktionspotentials der einzelnen Blütenarten.

Trotz der recht einfachen Methodik finden sich kaum Veröffentlichungen, in denen Blühmengen einzelner Arten oder gesamter Bestände genannt werden. Das erschwert einen Vergleich der

Ergebnisse mit denen anderer Autoren. Der Versuch einer Charakterisierung des Nahrungsangebotes durch Nektarmessungen ist bisher nur für Einzelarten vorgenommen worden, wobei zum einen Kulturpflanzen und zum anderen die Haupttrachtpflanzen von *Apis mellifera*, der Honigbiene, untersucht wurden. Daten für Gesamtbiotope und damit quantitative Aussagen über den Energiefluss in Blüte-Bestäuber-Beziehungen konnten aus dem mitteleuropäischen Raum nicht ermittelt werden.

Dabei bietet gerade das Nektarangebot ein interessantes Studienfeld für blütenökologische Untersuchungen: Von den beiden Hauptenergiequellen für blütenbesuchende Insekten gehört Pollen zum primären Fortpflanzungssystem der Pflanzen und wird in vielen seiner Eigenschaften von den Bedürfnissen der Pflanze bestimmt (Größe, Form, chemische Zusammensetzung). Nektar dagegen, nicht zum primären Fortpflanzungssystem der Pflanzen gehörend, wird in seinen Eigenschaften hauptsächlich von den Bedürfnissen der Nutzer geformt (KEARNS et al. 1998, DAFNI 1992). Man findet eine enge Korrelation zwischen Ansprüchen und Verhalten blütenbesuchender Insekten und der Menge, der Konzentration und der Zusammensetzung des angebotenen Nektars. Diese Korrelation ist durch eine enge Koevolution beider Partner entstanden. Die einzelnen Eigenschaften des Nektars und deren Bedeutung seien nachfolgend erläutert:

Die Menge des angebotenen Nektars wird von zwei Faktoren bestimmt. Es muss zum einen genug Nektar angeboten werden, um die Pflanze attraktiv erscheinen zu lassen, zum anderen darf nur soviel Nektar enthalten sein, dass Bestäuber auf der Suche nach weiterer Nahrung abfliegen und damit als Pollenvektoren dienen (KLINKHAMER & DE JONG 1993, KLINKHAMER 1994, IWASA et al. 1995, PAPPERS et al. 1999). Es gibt zudem in der Literatur zahlreiche Belege für eine ungleichmäßige Verteilung hochproduktiver Blüten, wodurch eine räumliche Konzentration des Nektars, ein sogenanntes ‚patch‘-Muster in Pflanzenbeständen entsteht. Zwischen diesen Bereichen hohen Nahrungsangebots gibt es Blüten, die nur geringe Nektarmengen produzieren und damit die Nutzer zum Abflug animieren (PYKE 1978, PLEASANTS & ZIMMERMAN 1979, 1983, FERDY et al. 1998, RATHCKE 1992). Damit beeinflusst die Nektarmenge sowohl auf dem Individual- als auch auf dem Populationsniveau das Bestäuberverhalten mit dem Ziel einer möglichst weiten Verbreitung des Pollens.

Zwei Stoffgruppen finden bei Untersuchungen zur chemischen Zusammensetzung des Nektars besondere Beachtung: Zucker und Aminosäuren, wobei auf letztere nicht näher eingegangen werden soll. Nektar enthält neben den drei Hauptzuckern Saccharose, Glukose und Fruktose gelegentlich auch noch Galaktose und Arabinose, Mannose, Maltose und Melibiose, Melezitose und Raffinose, seltener Cellobiose und Stachyose sowie Gentobiose, Lactose, Manninotriose und Trelahose (BAKER & BAKER 1982 und die darin zitierte Literatur), die jedoch in so geringen Mengen auftreten, dass sie für die Berechnung des ‚nectar-sugar-ratio‘ keine Rolle spielen. Dieser Wert bezeichnet das Verhältnis des Disaccharids Saccharose zu den beiden Monosacchariden Fruktose und Glukose (Formel 1), das bei vielen Arten eine enge Beziehung zu den Bestäubern aufweist (BAKER & BAKER 1982, 1990, SCHWERDTFEGER 1995, KEARNS et al. 1998), da bestimmte Gruppen unterschiedliche Zuckerarten präferieren (ROMEIS & WACKERS 2000).

Formel 1 Berechnung des ‚nectar-sugar-ratio‘ nach BAKER & BAKER 1982.

$$V_{S/(G+F)} = \frac{m_{Sacch}}{m_{Glu} + m_{Fru}}$$

m_{Sacch} - Gewicht der Saccharose im Nektar
 m_{Glu} - Gewicht der Glukose im Nektar
 m_{Fru} - Gewicht der Fruktose im Nektar

Die erhaltenen Werte lassen sich den in Tabelle 2 aufgeführten Gruppen zuordnen.

Tabelle 2 Übersicht über die Gruppierung der ‚nectar-sugar-ratio‘- Werte nach BAKER & BAKER (1990)

Nektar-Kategorie	VS/(G+F)
Hexosedominant	<0,1
Hexosereich	0,1-0,5
Saccharosereich	0,5-1
Saccharosedominant	>1

Die Konzentration der enthaltenen Zucker spielt eine wichtige Rolle bei der Frage nach der Attraktivität einer Nahrungsquelle. Nahezu alle blütenbesuchenden Insekten verfolgen die Ernährungsstrategie der Maximierung der Nettoenergieaufnahme (PYKE 1980, HEYNEMAN 1983, DREISIG 1997). Die maximale Energieaufnahme entspricht einem Optimum der Nektarzuckerkonzentration. Diese liegt bei den verschiedenen Möglichkeiten der Nektaraufnahme (Saugrüssel der Lepidoptera, leckend-saugende Mundwerkzeuge der Diptera und Hymenoptera sowie beißende Mundwerkzeuge der Coleptera) bei unterschiedlichen Werten, da z.B. ein zu hoher Zuckeranteil das Fließen des Nektars im dünnen Nahrungskanal der Lepidoptera-Proboscis überproportional beeinträchtigt (BAKER & BAKER 1982, PERRET et al. 2001). Die Konzentration wird jedoch auch durch äußere Faktoren wie Luftfeuchtigkeit, Bodenwasserpotential und Temperatur bestimmt (SHUEL 1956, 1957, CORBET 1979, CORBET et al. 1979, JAKOBSEN & KRISTJANSON 1994, WYATT et al. 1992, ZIMMERMANN 1988) und ist daher nicht immer im optimalen Konzentrationsbereich der Bestäuber.

Entscheidend für die Energiebilanz ist jedoch nicht allein die Aufnahme der Zuckerlösung beim Nektartrinken, sondern die Gesamtheit aus Energiegehalt des Nektars, Aufnahmezeit, erforderlicher Energie während der Aufnahme, Zwischenzeiten (benötigter Flug- und Ruhezeiten) sowie den Flugkosten. Aus der Variation der Verhältnisse der einzelnen Größen zueinander ergeben sich verschiedene Verhaltensmuster, die als „Ernährungsstrategien“ bezeichnet werden. Wie anhand vieler Feldstudien belegt werden konnte, wird von Nektarnutzern diese durch ihre Ernährungsstrategie für sie optimale Zuckerkonzentration bevorzugt, wenn nicht andere physiologische Bedürfnisse und Beschränkungen dem entgegenwirken (PYKE 1978 und die darin zitierte Literatur). Ein Beispiel für eine derartige Beschränkung ist der Wassermangel bei Bestäubern, der zur Aufnahme von Nektar geringer Zuckerkonzentration führt.

Anhand der dargestellten Präferenzen lassen sich aus Menge und chemischen Eigenschaften des Nektars Rückschlüsse auf mögliche Nutzer ziehen (Tabelle 3). Es muss jedoch betont werden, dass das ‚nectar-sugar-ratio‘ und die Nektarkonzentration für sich allein genommen noch keine Bestimmung der Hauptbestäubergruppen ermöglichen. Sie können aber zusammen mit Blütenmorphologie, Blütezeit, Farbe, Duft und anderen Merkmalen als Indikatoren für das Bestäubungssystem dienen.

Tabelle 3 Übersicht über die von verschiedenen Bestäubergruppen präferierte Nektarkonzentration und –zusammensetzung (nach HEYNEMAN 1983, BAKER & BAKER 1982, 1990, SCHMELZ 1999).

Nutzergruppe	opt. Konz.	präf. Zusammensetzung
Schwärmer (Sphingidae)	19	Saccharosereich und -dominant
sitzende Nachtfalter (Noctuidae, Geometridae, Pyralidae etc.)	22	
Tagfalter	25	
langrüsselige Kleinbienen (Rüssel>6mm)	25	
Honigbiene, größere Bienen, Wespen, Hummeln	>35	
Tagfalter und kurzrüsselige Kleinbienen	25	Hexosereich und -dominant
kurzrüsselige Kleinbienen (Rüssel<6mm)	25	
Fliegen	30	
Käfer	>50	

Das zeitlich-räumliche Muster des Auftretens dieser Bestäubungssysteme und die Menge der angebotenen Nahrung ist entscheidend für die Struktur, Dynamik und Stabilität der Blüte-Bestäuber-Beziehung.

Gestützt auf die skizzierten bisherigen Forschungsergebnisse versucht die vorliegende Arbeit eine weiterführende umfassende blütenökologisch-biozöologische Charakterisierung des Biotoptyps „Brache“ in einer intensiv agrarisch genutzten Landschaft: durch die Dokumentation des Nahrungsangebotes, durch die Erfassung wichtiger Nutzergruppen, durch die quantitative Bestimmung von Nutzungsintensitäten im Blüte-Bestäuber-System, durch daraus abgeleitete Aussagen über Konkurrenzbeziehungen, Flächenbindung sowie Nischenbreiten und -überlappungen blütenbesuchender Insekten. Dabei wird durch die Untersuchung von Brachen in unterschiedlichen Sukzessionsstadien und Standortverhältnissen eine genaue Klärung der Bedeutung dieser Flächen für Diversität und Stabilität des Bestäubungsnetzes angestrebt, verbunden mit einigen Handlungsempfehlungen für den praktischen Naturschutz.

Es werden damit Biotoptypen untersucht, die in den bisherigen biozöologisch-blütenökologischen Arbeiten nur geringe Berücksichtigung fanden. Mit der Wahl des Untersuchungsgebietes „Feldberger Seenlandschaft“ erweitert die Arbeit auch regional das Forschungsfeld, da Untersuchungen bislang fast nur im Westen und Südwesten Deutschlands erfolgten.

2 Methoden

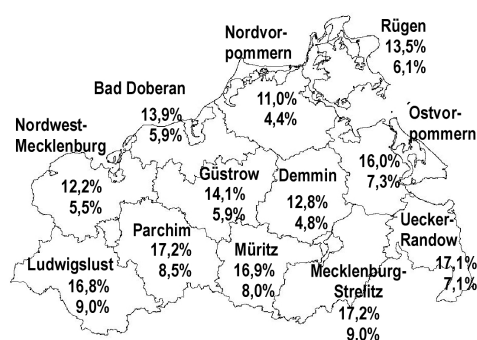
2.1 UNTERSUCHUNGSZEITRAUM

Die Freilanduntersuchungen fanden im Zeitraum April 1998 bis Oktober 2000 statt. Da die Datenreihen des Jahres 1998 aus organisatorischen Gründen erst im Juni beginnen und damit nur einen Teil der Vegetationsperiode umfassen, bleiben sie in der Auswertung teilweise unberücksichtigt.

2.2 UNTERSUCHUNGSGEBIET

Die Untersuchungen fanden im Raum der Feldberger Seenlandschaft statt, einer typischen vom Jungpleistozän geprägten Landschaft Nordostdeutschlands. Sie befindet sich im Endmoränenbereich des Pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit. Die enge räumliche Anordnung zweier Endmoränenbögen ist Ursache des ausgeprägten Reliefs. Diese hat eine hohe Strukturvielfalt des Gebietes zur Folge (Karte 2, in der Kartentasche der hinteren inneren Umschlagsseite). Das Gebiet zeichnet sich durch ein leicht kontinentales Klima mit Jahresniederschlägen von durchschnittlich 612 mm aus (SCHMIDT & KRAUSCH 1997).

Das Gebiet wird agrarisch stark genutzt. Der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtfläche des betreffenden Landkreises Mecklenburg-Strelitz beträgt 55%, wobei die ackerbauliche Nutzung mit 82,3% deutlich über der Grünlandwirtschaft mit 17,5% liegt (Bodennutzungshaupterhebung 1999). Die Böden im Gebiet lassen sich nach den Daten der Mittelmaßstäblichen Landwirtschaftlichen Kartierung (MMK) der Gruppe der lehmigen Sande bis sandigen Lehme zuordnen und weisen hohe Ertragsmesszahlen auf (SCHMIDT & DIEMANN 1991). Trotz dieser guten Voraussetzungen für eine profitable landwirtschaftliche Nutzung findet sich im Gebiet seit Anfang der Neunziger Jahre eine dauerhafte Stilllegungsquote, die nach über 15% in den Jahren 1991 bis 1995 auf zwischenzeitlich rund 10% der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche gesunken ist. Der Anteil in den letzten Jahren ist jedoch deutlich auf gegenwärtig 12,5% gestiegen (Karte 1, Abbildung 1).



Karte 1 Bracheanteil in % an der landwirtschaftlichen Produktionsfläche der Landkreise Mecklenburg-Vorpommerns. Daten der vierjährig durchgeführten Bodennutzungshaupterhebungen 1995 (obere Zahlen) und 1999 (untere Zahlen). Quelle: Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern.

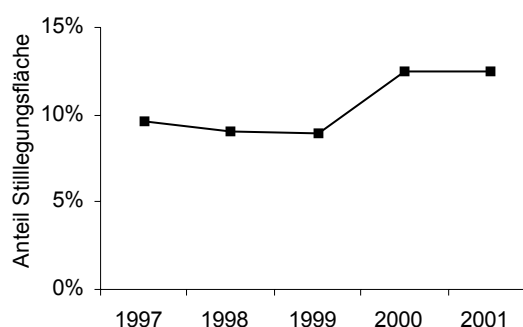


Abbildung 1 Übersicht über den Verlauf des prozentualen Anteiles der Stilllegungsflächen an der landwirtschaftlichen Produktionsfläche. Nach unveröffentlichten Daten des Statistischen Landesamtes Mecklenburg-Vorpommern und des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei Mecklenburg-Vorpommerns.

Der Landkreis liegt damit an der Spitze der Flächenstilllegungen im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern.

2.3 UNTERSUCHUNGSFLÄCHEN

Die Lage der Untersuchungsflächen im Gebiet ist in Karte 3 (in der Kartentasche der hinteren inneren Umschlagsseite) dargestellt, die Koordinaten wurden mit GPS eingemessen. Es handelt sich um jeweils rund 120-250m² große, homogen erscheinende Landschaftsausschnitte, die in Anlehnung an KRATOCHWIL (1984) in kleinere Teilflächen (2x2 m) unterteilt wurden.

Es wurden Bestände über sandigem bis schwach lehmigem Boden untersucht. Diese stellen nach MANTHEY (1999) in Mecklenburg-Vorpommern einen der häufigsten Brachetypen dar. Bei der Auswahl wurde zum einen darauf geachtet, einen Gradienten bezüglich unterschiedlicher Wasserversorgung abzubilden. Zum anderen sollte durch die Auswahl unterschiedlich alter Flächen eine Sukzessionsentwicklung nachgebildet werden, die von jungen, frisch angelegten Brachen bis zu Verbuschungsstadien reicht. Da die ausgewählten Standorte nicht grundwasserbeeinflusst sind, entstehen Unterschiede in der Wasserversorgung durch verschieden starke Hangneigung und –exposition.

Die Standorte lassen sich in folgendem Schema zusammenfassen:

Alter (Untersuchungsbeginn)	Trockenheit	mäßig trocken	mittlere Wasserversorgung	mäßig frisch
	6-7 Jahre, Pionierstadium		IV		II
6 Jahre; junge Ruderalflur			I	
rund 20 Jahre; hohe Ruderalflur mit beginnender Verbuschung		V		III

Beschreibung der einzelnen Untersuchungsflächen:

I Bis zu 20 m hohe Schwelle südlicher Orientierung. Nördlich (oberhalb der Schwelle) Ackernutzung (Getreidekulturen), südlich gelegen feuchte Talebene mit dreischüriger Wiese. Grasdominiert (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*) mit einzelnen Herden von *Cirsium arvense* und kleinen *Rosa*-Sträuchern. *Rubus caesius* erreicht teilweise hohe Deckungsgrade. Die Flächengröße beträgt 128m².

II Bis zu 10 m hohe Schwelle mit mittlerer westlicher Hanglage. Viel *Hypericum perforatum* und *Cirsium arvense*. Östlich schließt sich ein jährlich frisch gemulchter Streifen an, dahinter Ackernutzung (Getreidekulturen). Standort II liegt in Nachbarschaft zu Standort I, ist jedoch insgesamt feuchter, mit geringerem Neigungswinkel und durch die andere Neigungsrichtung auch nicht so stark besonnt. Die Flächengröße beträgt 128m².

III Bis zu 10 m hoher Südhang zwischen Acker (Getreidekulturen) und feuchter Niederung (Seggenried). Alte Brachfläche mit verschiedenen Verbuschungsstadien: Bäume und übermannshohe Gebüsche umschließen einen Offenbereich mit dichten Buschinseln, offenen Bereichen, dazwischen breite Übergänge mit vielen Sträuchern. Die Flächengröße beträgt 258m².

IV Sehr steiler Südhang eines dreikuppigen Hügels (teilweise >25% Gefälle). An südlichster und steilster Stelle viel *Artemisia* und *Cirsium arvense*, weiter westlich *Tanacetum vulgare*.

Unterhalb Ackernutzung, westlich beweidet und gemäht. Die Vegetation hat Pioniercharakter und weist viele Störstellen auf. Die Flächengröße beträgt 112m².

V Am Rande eines kleineren Wäldchens an der Straßengabel Fürstenwerder-Lichtenberg-Feldberg. Eine von *Prunus spinosa* umschlossene Lichtung (Durchmesser 25 m), von den Rändern her zuwachsend, einzelne Sträucher auch im Zentrum der Fläche anzutreffen. Die Flächengröße beträgt 92m².

Alle untersuchten Flächen wurden vor der Stilllegung als Wiesen genutzt. Die Standorte III, IV und V waren früher Weideflächen, die Standorte I und II Mähwiesen. Die beiden verbuschten Flächen (Standorte III und V) wurden Anfang der Achtziger Jahre stillgelegt. Bei den Standorten I und II erfolgte die Stilllegung 1992, auf Standort IV 1993. Da die Vegetation auf den Standorten II und IV durch Wildtiere stark gestört wird, hat sie trotz des Flächenalters den Charakter frisch angelegter Stilllegungsflächen.

Nachfolgend werden die Standorte II und IV als Pionierstadium, Standort I als Wiesenstadium und die Standorte III und V als Verbuschungsstadium bezeichnet. In der Ergebnisdarstellung und Diskussion werden zudem Pionier- und Wiesenstadium als junge Brachflächen zusammengefasst und dem Verbuschungsstadium (alte Brachen) gegenübergestellt.

2.4 STANDORTCHARAKTERISIERUNG

Artenpotential, Vegetationszusammensetzung und korrespondierende Zoozönose hängen ganz wesentlich von den vorherrschenden abiotischen Bedingungen ab. Daher ist eine Beschreibung der abiotischen Voraussetzungen Grundlage für eine Beurteilung der biotischen Potentiale.

2.4.1 Bodenkundliche Untersuchungen

Zur standörtlichen Charakterisierung fanden einmalig bodenkundliche Untersuchungen statt. Diese umfassten Analysen der Korngrößenverteilung nach DIN 19683, des pH-Wertes nach DIN 19682-13 (abgewandelt mit 0,1N KCl-Lösung) sowie des Anteiles an organischer Substanz nach DIN 19684-3. Die Einordnung der Korngrößenverteilungen erfolgte auf der Grundlage der DIN-Norm 4220. Dafür wurden Anfang Mai 1998 Bodenproben mit einem Quirlbohrer bis aus 2 m Tiefe gezogen und jeweils Abschnitte von 10 cm untersucht.

2.4.2 Untersuchungen zum Lokalklima

Als Grundlage für die Aussagen zu klimatischen Verhältnissen dienten die Datenreihen der Stationen des Deutschen Wetterdienstes. Die Abweichungen lokaler Klimaverhältnisse von den vorliegenden Messreihen wurden durch fortlaufende Temperaturmessungen über automatische Datenlogger des Typs Tinytalk (Messabstand 30 Minuten) dokumentiert, wobei diese vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt in der Hauptblühschicht positioniert wurden. Auf den alten Brachflächen (Standorte III und IV) lag diese in rund 50 cm Höhe, auf den jungen Brachflächen (Standorte I, II und IV) in Bodennähe bei rund 10 cm Höhe. Niederschlagsmessungen wurden aufgrund des hohen Wartungsaufwandes an den Messgeräten nicht durchgeführt. Als Referenz wurden die Daten folgender Klimastationen ausgewertet:

Parameter	Stationsnamen (ID des DWD)	Entfernung von Untersuchungsflächen				
		I	II	III	IV	V
Niederschlag	Göhren (1677)	2,0 km	1,5 km	4,9 km	5,5 km	6,9 km
	Lichtenberg (5896)	6,0 km	6,4 km	1,7 km	1,3 km	1,8 km
	Parmen-Weggun (3872)	6,6 km	6,9 km	6,1 km	5,6 km	4,8 km
Temperatur	Neubrandenburg (3478)	27,0 km	26,5 km	25,6 km	25,6 km	26,6 km

2.5 CHARAKTERISIERUNG DER BIOTISCHEN GRUNDLAGEN

2.5.1 Phytozönose

Zur Charakterisierung der Pflanzenbestände wurden pflanzensoziologische Aufnahmen nach der Methode von BRAUN-BLANQUET erhoben. Die Kartierungsskala wurde differenziert, um auch geringe Deckungsunterschiede in ihren Auswirkungen auf den Blütenflor abbilden zu können. Sie orientierte sich im wesentlichen an den Kartierungsskalen von LONDO (LONDO 1976) und BURKHART (BURKHART 1998). Eine Beschreibung der einzelnen Kartierungsstufen findet sich in Tabelle 50, Seite A-67. Zusätzlich wurde bei der Kartierung der Soziabilitätswert erfasst. 1998 wurden für eine erste Einschätzung der pflanzensoziologischen Einordnung pro Untersuchungsstandort 5 repräsentative Teilflächen aufgenommen, 2000 erfolgte die Kartierung aller Flächen.

Die blühphänologischen Daten ergänzen die pflanzensoziologischen Aufnahmen, da vor allen sehr früh im Jahr erscheinende, ephemere Arten (z.B. *Veronica spec.*) darin nur lückenhaft erfasst wurden. Solche Ergänzungen sind stets mit dem Deckungswert + gekennzeichnet und daran zu erkennen, dass Sie keinen Soziabilitätswert besitzen, da dieser aus den blühphänologischen Aufnahmen nicht abgeleitet werden kann. Die Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach ROTHMALER (1994b), zur Bestimmung wurden weiterhin ROTHMALER (1994a), OBERDORFER (1994) sowie SCHMEIL & FITSCHEN (1996) verwendet. Die pflanzensoziologischen Aufnahmen finden sich in der Tabellentasche der hinteren inneren Umschlagsseite. eine Liste aller nachgewiesenen Arten unter Tabelle 47, Seite A-62. Zusätzlich enthalten die Aufnahmen hinter jeder Art die ELLENBERG-Zeigerwerte für das Verhalten gegenüber Stickstoff und Feuchtigkeit und eine Einordnung des Verbreitungsschwerpunktes in das dezimale pflanzensoziologische System von Ellenberg (alle Angaben aus ELLENBERG 1996). Um das Verhalten des Gesamtbestandes in Bezug auf Bodenfeuchtigkeit und Stickstoffversorgung beurteilen zu können, wurden die Ellenberg-Zeigerwerte N und F der einzelnen Arten zusammengefasst. Es gibt dabei die Möglichkeit der qualitativen (alle Arten gehen ohne Berücksichtigung ihrer Abundanz zu gleichen Anteilen in die Berechnung ein) und der quantitativen Mittelwertbildung (der unterschiedliche Deckungsgrad der einzelnen Sippen wird berücksichtigt). Die Frage, welchem Verfahren der Vorrang gegeben werden soll, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. KOWARIK & SEIDLING (1989) führten Berechnungen zum Vergleich der beiden Methoden durch und kamen zu dem Ergebnis, dass sich bei der Zusammenfassung mehrerer Aufnahmen die Werte um weit weniger als eine halbe Zeigerwertstufe unterscheiden und damit Differenzen zwischen den beiden Verfahren vernachlässigbar gering sind. Bei einzelnen Aufnahmen allerdings können Differenzen von bis zu

zwei Zeigerwertstufen auftreten. Auf Ackerbrachen sollte allerdings nach WALDHARDT & SCHMIDT (1993) nur die qualitative Mittelwertbildung benutzt werden, da auf diesen Standorten oftmals Massenentwicklungen anemochorer Arten auftreten. Diese Arten spiegeln nicht die standörtlichen Verhältnisse wieder. Das gilt besonders für die sonst enge Korrelation zwischen den mittleren N-Zahlen und dem N-Mineralisationswert eines Standortes.

In der vorliegenden Arbeit wurden beide Verfahren angewandt, um aus dem Vergleich der Ergebnisse weitere Schlussfolgerungen ziehen zu können. Die Ergebnisse des Verfahrens der qualitativen Mittelwertbildung werden nachfolgend als ungewichtete, die der quantitativen Mittelwertbildung als gewichtete Mittelwerte bezeichnet.

Zu den *prinzipiellen Problemen* der Mittelwertberechnungen gehört, dass Zeigerwerte ordinale und keine kardinalen Größen sind und damit die Mittelwertbildung nach mathematisch-formalen Gesichtspunkten unzulässig ist. Dennoch lassen sich die Ergebnisse dieses mathematisch unstatthaften Verfahrens (WALDHARDT & SCHMIDT 1993, KOWARIK & SEIDLING 1989) sinnvoll interpretieren.

Darüber hinaus finden sich zahlreiche *praktische Probleme*, z.B.:

- Beschränkung auf ein bestimmtes geografisches Bezugsgebiet (Einschränkungen der Aussagekraft der Zeigerwerte z.B. durch Auftreten von Kleinarten und Ökotypen).
- Vernachlässigung der ökologischen Amplitude (Zeigerwerte entsprechen dem ökologischen Optimum einer Art). Das einzelne Individuum kann aber durchaus unter suboptimalen Bedingungen vorkommen, zumal in Sukzessionsbeständen, in denen viele Arten der früheren Bestände noch vertreten sind.
- Unterschiedliche Entwicklungszustände einer Pflanze bevorzugen verschiedene ökologische Bedingungen. Nach KOWARIK & SEIDLING (1989) gedeihen z.B. Keimlinge von *Acer pseudoplatanus*, dessen Zeigerwert mit N=7 stickstoffreiche Standorte anzeigt, auch auf nährstoffarmen (Sand)böden.
- Die Anpassung an andere Standortbedingungen unter wechselnden Konkurrenzverhältnissen, besonders in anthropogen geschaffenen oder beeinflussten Gesellschaften. Die ökologischen Zeigerwerte nach Ellenberg beschreiben nach ihrer Definition das ökologische *Verhalten* einer Art im Gelände, auf keinen Fall deren *Ansprüche*. Das ökologische Verhalten bestimmt sich jedoch in erster Linie durch die Konkurrenz um Ressourcen. Ändern sich die Konkurrenzpartner, ist auch ein verändertes ökologisches Verhalten nicht auszuschließen. Bei der Zuordnung der Wiesenpflanzen zum Beispiel orientierte man sich an den klassischen Grünlandgesellschaften. Vorkommen der gleichen Arten in ruderalisierten Beständen müssen zum Teil anders bewertet werden. So besiedelt *Poa palustris*, mit F=9 ein Nässezeiger in landwirtschaftlichem Grünland, in Ruderalfluren die trockeneren Convolvulo-Agropyron-Bestände (KOWARIK & SEIDLING 1989).

Mit Rücksicht auf diese Probleme wurden Arten aus der nachfolgend beschriebenen Zeigerwertberechnung weggelassen, bei denen offensichtlich die in der Literatur genannten Feuchte- und Stickstoffzahlen nicht mit dem tatsächlichen, im Freiland zu beobachtenden ökologischen Verhalten übereinstimmen. Das betrifft für die Feuchtezahl F die Arten *Poa palustris* und *Epilobium hirsutum*, für die Stickstoffzahl die Art *Acer pseudoplatanus*.

Für *Epilobium hirsutum* gilt die Zuordnung zum Convolvulion sepium (Nitrophytische Uferstauden- und Saumgesellschaften der kleineren Flüsse, Bäche und Gräben) im Gebiet nicht. Vielmehr stellte MANTHEY (1998b) in der Gliederung der Ruderalflächen Mecklenburg-

Vorpommerns ein höchstes Auftreten von *Epilobium hirsutum* auf lehmigen Böden mittlerer Durchfeuchtung fest.

Die Berechnung der mittleren Zeigerwerte erfolgte direkt aus den Deckungsgraden der Aufnahmen, wobei die Werte 4a, 4b und 4m übereinstimmend den Wert 4 (2a, 2b und 2m dementsprechend den Wert 2) sowie m*, + und r den Wert 1 erhielten.

2.5.2 Insektenzönose

Die Erfassung der Rhopalocerazönose erfolgte nach der ‚Transektmethode‘ (MÜHLENBERG 1989). Dabei wurde das Gelände nach einer festgelegten Route durchlaufen und die jeweiligen Arten, gegebenenfalls mit den besuchten Blüten, notiert. Kritische Arten, vor allem Vertreter der Lycaenidae (Bläulinge), wurden zur Determination gekeschert. Als Bestimmungsliteratur diente KOCH (1991), WEIDEMANN (1995) sowie TOLMAN & LEWINGTON (1998). Einige Arten wurden von Dr. Kühling, Potsdam nachbestimmt. Die Syrphidenzönose wurde bei Transektgängen durch Handkescherfänge erfasst, eine Bestimmung erfolgte zum Teil unmittelbar nach dem Fang, zum Teil im Anschluss an die Fangperiode. Als Bestimmungsliteratur wurden die Arbeiten von BOTHE (1989), STUBBS & FALK (1983) sowie BASTIAN (1986) verwendet. Die Nomenklatur richtet sich nach STARK & MENZEL (1999). Bei kritischen Arten halfen Frau Dr. Duty, Rostock und Herr Rothe, Potsdam bei der Bestimmung. Der Einsatz von Gelb- und Weißschalen wurde verworfen. Die Daten hätten nicht in erforderlicher Genauigkeit vorgelegen, der Beifang-Anteil wäre zu hoch und das Zerstörungsrisiko der Anlagen zu groß gewesen. Auch wird von verschiedenen Autoren (SALVETER & NENTWIG 1993, SSYMANK 1991) die höhere Artenzahl bei Handfängen mit dem Kescher im Vergleich zu Schalenfängen betont.

2.5.3 Das Nahrungspotential für blütenbesuchende Insekten

Die beiden einzigen relevanten Nahrungsressourcen für blütenbesuchende Insekten sind Nektar und Pollen. Zur Bestimmung von Menge und Dynamik des nutzbaren Angebotes sind folgende Angaben erforderlich:

- Die Blumenmengen der einzelnen Blütenpflanzenarten. Die Erfassung erfolgt über die Aufnahme blühphänologischer Daten.
- die Produktionsleistung einzelner Pflanzenarten.
- die Erreichbarkeit und Nutzbarkeit der angebotenen Lockstoffe für einzelne Insektenarten.

Aus der Zusammenschau dieser Daten lassen sich dann Aussagen zum Nahrungspotential und damit zur Attraktivität der untersuchten Standorte für einzelne Nutzergruppen treffen.

2.5.3.1 Blühphänologische Aufnahmen

Zur Bestimmung des Blütenangebotes fanden im wöchentlichen Abstand Standortbegehungen statt. Dabei wurden an jedem Standort in allen Teilflächen die blühenden entomophilen Arten gezählt bzw. bei hoher Individuendichte geschätzt, und zwar jeweils die blütenökologisch-bestäubungsbiologische Einheit („Blume“). Es handelte sich dabei entweder um Einzelblüten oder um Infloreszenzen unterschiedlichen Grades. Die jeweilige Zählleinheit ist in Tabelle 47,

Seite A-62 vermerkt, die Gliederung der Infloreszenzgrade richtet sich nach KRATOCHWIL (1984):

- 1) Einzelblüten (z.B. *Hypericum perforatum*, *Convolvulus arvensis*)
- 2) Infloreszenzen (z.B. *Cirsium arvense*, *Tanacetum vulgare*)
- 3) Synfloreszenzen 1. Ordnung (z.B. *Daucus carota*, *Trifolium repens*)
- 4) Synfloreszenzen 2. Ordnung (z.B. *Achillea millefolium*)

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in sogenannten Blühkalendern. In ihnen ist das Blühverhalten aller Arten in Diagrammen aufgetragen. Da für fast alle blütenbesuchenden Insektenarten die Fernerkennung der Blüten über optische Signale erfolgt, ist der Deckungsgrad der Blütenstrukturen ein quantitatives Maß für die vorhandene „Menge an Blumensignalen“ (KRATOCHWIL 1984). Die Berechnung des Deckungsgrades erfolgte unter Annahme einer Kreisform, der idealisierte Durchmesser wurde direkt im Feld durch Messungen mit einem Lineal bestimmt. In weiteren Auswertungsstufen werden den erfassten Pflanzenarten die von DIERSCHKE (1995b) bestimmten Phänophasen zugeordnet.

2.5.3.2 Untersuchungen zur Nektarproduktion

Es wurde angestrebt, bei Untersuchungen zur Nektarproduktion stets sowohl Menge, Konzentration als auch Zuckerzusammensetzung zu bestimmen. Im Verlauf der Vegetationsperiode wurden von häufig blühenden sowie stark besuchten Pflanzen Nektarproben entnommen. Die Häufigkeit der Probennahme richtete sich vor allem nach den Witterungsbedingungen.

2.5.3.2.1 Entnahmetechniken

Je nach Blütenmorphologie und Sekretionsort mussten verschiedene Entnahmetechniken angewandt werden. Dabei wurde stets darauf geachtet, den Nektar möglichst vollständig zu entnehmen und die Blütenstruktur nicht zu beschädigen.

Bei der Entnahme über kalibrierte Glaskapillaren (Marke Hirschmann, 1µl) wurde die jeweilige Füllhöhe der Kapillaren nach der Entnahme vermessen. Die Füllmenge lässt sich daraus mit einer Verhältnisgleichung errechnen. Der erhaltene Nektar wurde auf Filterpapier übertragen, getrocknet und bis zur Analyse in Plastik verschweißt tiefgefroren. Dieses Verfahren kam vor allem bei röhriigen und trichterförmigen Blütenstrukturen zum Einsatz, zum Beispiel bei *Centaurea scabiosa* und *Convolvulus arvensis*.

Durch Waschen in destilliertem Wasser konnten die offen liegenden und sehr kleinen Einzelblüten der Doldenblütler beprobt werden. Dabei wurden jeweils 3-5 Dolden in einem Becherglas mit rund 200ml geschwenkt. Anschließend wurde die wässrige Nektarlösung gefiltert, tiefgefroren und gefriergetrocknet. Bei diesem Verfahren ist keine Bestimmung der Nektarkonzentration möglich. Die Ausbeute (es verbleibt ein Teil der Lösung an den gespülten Dolden) beträgt nach SCHMELZ (1999) rund 93%.

Für den verborgen liegenden Nektar der aus vielen kleinen Einzelblüten zusammengesetzten Synanthien der Asteraceae wurde ein Zentrifugationsverfahren gewählt. Dabei wurden einzelne Blütenstände von den Flächen entnommen, in Plastik verpackt, nach dem Transport aus dem Feld in Eppendorfgläsern befestigt und zentrifugiert. Die Zentrifugationsgeschwindigkeit muss bei jeder Art durch Vorversuche bestimmt werden, da ab einem bestimmten Wert die Blütenstrukturen zerreißen. Der Nektar sammelt sich in den Eppendorff-Gläsern und kann mit

kalibrierten Kapillaren entnommen werden. Vorversuche ergaben, dass bei Raumtemperaturen (22°C) bis zu zwei Stunden zwischen Blütenstandentnahme im Feld und Nektarentnahme vergehen können, ohne dass sich Nektarkonzentration und Nektarmenge signifikant ändern. Während der Arbeit war in den meisten Fällen der zeitliche Abstand jedoch bedeutend kürzer. Die Entnahme über Filterpapierstreifen ist bei den offen liegenden Blüten verschiedener Rosaceae (*Prunus*, *Malus*) das geeignetste Verfahren. In diesen Blüten wird der Nektar aufgrund der Verdunstung mit hohen Zuckerkonzentrationen und durch das Fehlen von nektarsammelnden blütenmorphologischen Strukturen eher diffus am Blütenboden angeboten. Mit schmalen Streifen wird der Blütenboden abgetupft, der aufgesogene Nektar trocknet. Die einzelnen Streifen werden auf nummerierten Klebebändern fixiert und in Plastik verschweißt tiefgefroren. Auch bei einigen Blüten des Stielteller-Typus (*Primula*, *Geranium*, *Silene*) führt eine Entnahme mittels dieser Technik zu deutlich besseren Ergebnissen als die Entnahme über Mikrokapillaren (SCHMELZ 1999).

2.5.3.2.2 Aufbereitungstechniken, Analytik

Sämtliche Nektarproben wurden mit Hilfe der HPLC (**H**igh **P**ressure **L**iquid **C**hromatographie) nach der im Labor der Universität Potsdam etablierten Methodik (Gehrmann, pers. Mitt.) analysiert, wobei zur Trennung der einzelnen Zuckerkomponenten eine Aminosäule (Eurosphere-100 NH₂) und zur Detektion ein Differential-Refraktometer (Knauer A 0298) eingesetzt wurden. Jede Nektarprobe wurde aus dem umgebenden Filterpapier ausgeschnitten, in ein Eppendorff-Gefäß überführt, mit 0,5 ml Lösemittel (Acetonitril:Wasser = 3:1) überschichtet und 1h im Kühlschrank bei +4°C aufbewahrt. In dieser Zeit löst sich der Zucker des Nektars vollständig vom Papier. Das Lösemittel verhindert selbst bei längerem Aufbewahren mikrobielle Abbauprozesse und eine enzymatische Saccharosespaltung. Die Laufzeit der Probe betrug 13 min mit Lösemittel als Laufmittel. Als Referenzsubstanzen wurden Ribose, Fruktose, Glukose, Saccharose und Maltose, in Vorversuchen zusätzlich Galactose, Melibiose und Melezitose eingesetzt. 1999 und 2001 erfolgte die Injektion über einen automatischen Probengeber (1999 PROMIS II, 2001 MIDAS, Spark Holland), 2000 manuell durch eine Injektionsspritze. Zur Auswertung der Läufe wurde 1999 die Software Eurochrom™ 2000, Version 1.57, in den Jahren 2000 und 2001 Eurochrom™ 2000 for Windows genutzt. Mittels Kalibrierkurven errechnen diese Programme die in der Injektion enthaltene Menge der jeweiligen Zuckerkomponente durch Peakintegration. Aus diesen Daten wurde der Gehalt der einzelnen Zucker in der Gesamtprobe ermittelt.

2.5.3.2.3 Berechnung der Nektarkonzentration

Da Zucker in wässrigen Lösemitteln unbegrenzt löslich sind und mithin kein Löslichkeitsprodukt besitzen, kann eine Konzentrationsangabe nicht wie üblich als prozentualer Anteil des gelösten Stoffes am Löslichkeitsprodukt angegeben werden. Es hat sich daher (nach längerer Uneinigkeit in der Literatur) die Einheit Gewichtsprozent, d.h. $\text{g(Zucker)}/\text{g(Lösung)}$ durchgesetzt. Da die HPLC-Daten in der Einheit $\text{g(Zucker)}/\text{ml(Lösung)}$ vorliegen, müssen sie in $\text{g(Zucker)}/\text{g(Lösung)}$ umgerechnet werden. Da sich mit wachsendem Zuckeranteil die Dichte der Lösung ändert, ist die Beziehung nicht linear. Die auf Konvertierungstabellen beruhende Näherungsgleichung ist in Anlehnung an SCHMELZ (1999) ein Polynom zweiten Grades, die entsprechenden Zahlenwerte wurden KEARNS et al. (1998) entnommen (Formel 2).

Formel 2 Umrechnung der Nektarkonzentrationswerte von Masse/Volumen- auf Masse/Masse-Basis im Bereich 0,5% bis 80%. Die Berechnung erfolgt mit den Zahlenwerten unter Vernachlässigung der Einheiten.

$$Y = -0,22043 \cdot X^2 + 0,95386 \cdot X$$

(R = 0,9998)

Y	-	Zuckergewicht/Nektargewicht [mg/mg]
X	-	Zuckermasse/Nektarvolumen [mg/μl]

2.5.3.3 Untersuchungen zur Pollenproduktion

Das quantitative Pollenangebot eines Standortes lässt sich direkt nur unter großem Aufwand bestimmen (KEARNS et al. 1998, DAFNI 1992). Grundlage sind Zählungen der Gesamtpollenmenge einzelner Blüten mit Zählkammern unter dem Mikroskop oder automatischen Partikelzählern. Kombiniert mit Beobachtungen zur Lebensdauer einzelner Blüten (Pollen ist eine nicht nachgebildete Ressource) ergeben sich daraus Hochrechnungen für Pflanzenbestände. Aufgrund des hohen experimentellen Aufwandes war es daher geboten, sich auf eine reine Literaturlauswertung zu beschränken.

Die Abschätzung der Attraktivität einer Blütenpflanze als Pollenspenderin erfolgt unter Zuhilfenahme des Trachtwertes, einer in der Apidologie entwickelten Einteilung in eine vierstufige Skala, in der das Produktionspotential für Pollen und Nektar beschrieben wird (1-gering, 2-mäßig, 3-gut, 4-sehr gut).

2.5.3.4 Blumentypen

Aus Angaben zur Systematik und Biologie der entomophilen Pflanzenarten können Informationen über die Erreichbarkeit des Nektars und Pollens für einzelne Nutzergruppen gezogen werden. So können zum Beispiel bestimmte Fabaceae nur von Insekten mit einem Mindestgewicht genutzt werden. Das Gewicht muss ausreichend sein um den Öffnungsmechanismus der Blüte auszulösen. Kleineren Insekten bleibt die Nahrungsquelle dagegen versperrt.

Die relative Abundanz einzelner Pflanzenfamilien und Blumentypen liefert damit ökologische Aussagen. Die Blumentypen sind ein auf der pflanzlichen Blütenmorphologie aufbauendes Ordnungsprinzip, bei dem durch die äußere Erscheinung Rückschlüsse auf das Besucherspektrum und den Grad der Spezialisierung beim Bestäubungsvorgang gezogen werden können.

In der Einleitung finden sich Ausführungen zu einem Optimum der Nektarzuckerkonzentration, bedingt durch die unterschiedliche Morphologie der Mundwerkzeuge der verschiedenen Insektengruppen. Die verschiedenen Zuckerkonzentrationen korrespondieren mit verschiedenen Blumentypen, wobei röhrlige Strukturen (Körbchen- und Köpfchentyp der Asteraceae und Dipsacaceae) einen relativ niedrigkonzentrierten Nektar anbieten, während flach ausgebreitete Strukturen (Scheiben- und Schalentyp der Ranunculaceae und Rosaceae) einen sehr hochkonzentrierten bis kristallinen Nektar enthalten. Der der jeweiligen Art zugeordnete Blumentyp findet sich unter Tabelle 47, Seite A-62, eine Übersicht über die Klassifizierung der Typen gibt Liste 1.

Liste 1 Übersicht über das Erfassungsschema der Blumentypen nach KUGLER (1970) und KRATOCHWIL (1984).

- | | | |
|--|--------------------------------|--|
| 1. Radiäre Einzelblume | 2. Dorsiventrale Einzelblume | 3. Pseudanthium (Infloreszenz als Blume) |
| 1.1. Schalenblume | 2.1. Lippenblume | 3.1. Köpfchenblume |
| 1.1.1. Pollenblume (ohne Nektar) | 2.1.1. eigentliche Lippenblume | 3.1.1. ausschließlich Röhrenblüten |
| 1.1.2. nektarführend; Nektar offen | 2.1.2. Rachenblume | 3.1.2. ausschließlich Zungenblüten |
| 1.1.3. nektarführend; Nektar verborgen | 2.1.3. Maskenblume | 3.1.3. Röhren- und Zungenblüten |
| 1.2. Trichterblume | 2.1.4. Viola-Typ | 3.2. Scheibenblume |
| 1.3. Glockenblume | 2.1.5. Verbascum-Typ | 3.2.1. Nektar offen |
| 1.4. Stieltellerblume | 2.2. Schmetterlingsblume | 3.2.2. Nektar verborgen |
| 1.4.1. Staubblätter innen | 2.2.1. Klappeinrichtung | 3.3. Knäuelblume |
| 1.4.2. Staubblätter außen | 2.2.2. Schnelleinrichtung | |
| | 2.2.3. Pumpeinrichtung | |
| | 2.2.4. Bürsteneinrichtung | |

2.6 BLÜTE-BESTÄUBER-INTERAKTION

2.6.1 Nutzung des Nektarangebotes

Das Nektarproduktionspotential beschreibt die Menge des von einer Blüte produzierten Nektars (KEARNS et al. 1998). Es ist nicht nur artspezifisch, sondern hängt auch von exogenen Faktoren wie Temperatur, Luftfeuchte, Bodenfeuchte sowie endogenen Faktoren wie Blütenalter, Zeit seit Beginn der Blüte des Individuums und bisherigem Bestäubungserfolg ab (BOETIUS 1948, SHUEL 1956, 1957, CORBET 1978, 1979, CORBET et al. 1979, WYATT et al. 1992, JAKOBSEN & KRISTJANSON 1994, SCHWERDTFEGER 1995, DAVIS 1997).

Das Produktionspotential kann unter Laborbedingungen oder im Freiland bestimmt werden, wenn der Besuch von Insekten und damit die zwischenzeitliche Entnahme von Nektar verhindert wird. Dies geschieht im Allgemeinen durch das Verhüllen der betreffenden Pflanzenteile mit Gaze netzen. Damit wird Insektenbesuch generell unterbunden, und man kann Aussagen über die unter den jeweiligen Standortbedingungen theoretisch möglichen Produktionsleistungen der Art treffen. Über die Angabe des Nektarproduktionspotentials und den Vergleich dieser Werte mit Daten von unverhüllten Blüten, die die Möglichkeit eines Insektenbesuches hatten, lässt sich die Intensität der Nutzung einzelner Blütenpflanzenarten abschätzen. Es ist jedoch nicht möglich, die von Insekten entnommene absolute Menge des Nektars zu berechnen. Folgende Faktoren stehen dem entgegen:

Unvorhersagbarkeit mehrmaliger Entnahmen: Durch die Möglichkeit eines mehrmaligen Besuches von Insekten kann aus der Blüte eine wesentlich höhere als die durch einfache Subtraktion ermittelte Nektarmenge entnommen worden sein, da dann auch eine mehrmalige Nachproduktion eingesetzt hat (CRUDEN 1997).

Sättigungsverhalten der ungestörten Nektarproduktion: Bei vielen Arten kommt es zu einer Einstellung der Nektarproduktion, wenn eine bestimmte Nektarmenge in der Blüte enthalten ist (CRUDEN 1997).

gesteigerte Nektarproduktion bei Entnahme: Bei einigen Arten konnte eine gesteigerte Nektarproduktion bei Insektenbesuch nachgewiesen werden (BOETIUS 1948). Andere Arten dagegen zeigen sich in ihrer Sekretionsrate unbeeinflusst von Auftreten und Häufigkeit einer Entnahme (BURQUEZ & CORBET 1991).

Resorption: Manche Arten zeigen eine Rückgewinnung nicht entnommenen Nektars bis hin zur völligen Resorption der Kohlenhydrate, bis jetzt konnte jedoch kein verallgemeinerndes Gruppenmerkmal gefunden werden, welches die Vorhersage dieser Fähigkeit zuließe (BURQUEZ & CORBET 1991, BOETIUS 1948).

Aus diesen Gründen wird als vergleichendes Maß für die Nutzungsintensität der Parameter NK (Nektarkoeffizient) eingeführt (Formel 3).

Formel 3 Berechnungsvorschrift für den dimensionslosen Parameter Nektarkoeffizient.

$$NK = \frac{M_U}{M_V}$$

NK - Nektarkoeffizient
 M_U - Mittelwert der Nektarmenge unverhüllter Blüten in mg Nektarzucker.
 M_V - Mittelwert der Nektarmenge verhüllter Blüten in mg Nektarzucker.

Mit ihm lassen sich vergleichend die Ausnutzung und mithin die Attraktivität einzelner Nahrungsressourcen abschätzen. Im Allgemeinen liegt der Nektarkoeffizient zwischen 0 und 1. Bei hohem NK findet eine schwache Nutzung der betreffenden Nahrungsressource statt, kleine Werte zeigen eine starke Nutzung an. In Einzelfällen waren die Nektarmengen unverhüllter Blüten größer als die der verhüllten Blüten. Damit ergaben sich Werte > 1 . Die Ursachen dafür werden unter 4.3.2 diskutiert. Diese Werte sind auch der Grund, weshalb der von SCHMELZ (1999) benutzte Parameter der prozentualen Nutzung für die Auswertung nicht verwendet wurde. Bei allen $NK > 1$ wären Berechnungsfehler aufgetreten.

Der Nektarkoeffizient NK ist ein relatives Maß für die Nutzungsintensität einer bestimmten Ressource. Eine Berechnung der absolut genutzten Nektarmenge ist nicht möglich. Dabei wird die Nutzungsintensität durch den Besuch aller Blütenbesucher, also auch der nicht untersuchten Gruppen, bestimmt. In der Ergebnisdarstellung wird der NK einzelner Pflanzenarten eines Standortes zusammengefasst. Man erhält dann die durchschnittliche Gesamtnutzung des Nektarangebotes.

Für die Berechnung des Gesamtnektargehaltes werden die Daten der blühphänologischen Aufnahmen mit den durchschnittlichen Zuckergehalten des Nektars einer Blume verknüpft, so dass man die durchschnittliche Zuckermenge als flächenbezogenes Maß im Jahresverlauf erhält.

2.6.2 Nutzung des Pollenangebotes

Die Nutzung des Pollenangebotes wurde nicht von der Produzentenseite, sondern der Konsumentenseite her untersucht. Dabei wurden die individuellen Nutzungsmuster dominanter und subdominanter Syrphidenarten erfasst. 4 Arten (*Episyrphus balteatus*, *Metasyrphus corollae*, *Sphaerophoria scripta* sowie *Syrirta pipiens*) mit insgesamt 863 Individuen wurden beprobt. Durch die Verknüpfung der Daten zum Fraßverhalten mit den Abundanzwerten des Blütenangebotes lässt sich die Attraktivität einzelner Pollentypen vergleichend darstellen.

Bei der Darstellung der Pollennutzung werden das Angebot eines Pollentypes und der Anteil des Pollentypes an der Gesamtmenge des aufgenommenen Pollens ins Verhältnis gesetzt. Als Maß für das Pollenangebot dient die prozentuale Blütendeckung der korrespondierenden Pflanzen. Bei der Berechnung wird eine Addition der Deckungswerte im Blühkalender vorgenommen. Mit dieser „Quasi-Integration“ findet der zeitliche Verlauf des Blühgeschehens Berücksichtigung.

2.6.2.1 Aufarbeitung der gefressenen Pollen

Kropf und Darm der betreffenden Exemplare wurden nach NAKOTT (1983) und SCHNEIDER (1958) präpariert und in ein mit 1 ml Wasser gefülltes Eppendorff-Gefäß überführt. Jeder Probe wurde als interner Standard außerdem eine Sporentablette hinzugefügt. In dieser befanden sich eine bestimmte Anzahl leicht kenntlicher *Lycopodium*-Sporen. Produzent der Tabletten ist das Department of Quaternary Geology der Universität Lund, Schweden. Für die Auswertung wurden die Chargen #124961 mit 12542 ± 416 sowie #938934 mit 10679 ± 191 Sporen verwendet. Durch die Zugabe dieses internen Standards war es möglich, nur einen Teil der Probe auszuzählen und durch Hochrechnung den Gesamtpollengehalt des Tieres zu ermitteln. Der Darmtrakt wurde mit einem Glasstab homogenisiert, so dass der gefressene Pollen als Suspension gleichmäßig verteilt vorlag. Da die Pollenbestimmungsliteratur (MOORE et al. 1991, FAEGRI 1993) von acetolysierten Pollen ausgeht, wurden auch die eigenen Proben diesem Verfahren unterzogen. Durch diese Aufarbeitung kommt es zu einer Veränderung bestimmungsrelevanter Merkmale wie Größe und Aperturstrukturen, und die Pollen werden angefärbt. Die Zählung der Pollen erfolgte unter dem Mikroskop bei 500facher, die Bestimmung der einzelnen Pollentypen bei 1000facher Vergrößerung. Es wurde der Inhalt eines Objektträgers ausgezählt, mindestens jedoch 100 *Lycopodium*-Sporen. Das entsprach rund 1% der Gesamtprobe.

2.6.2.2 Auswertung der Pollenfunde

Die einzelnen Pollentypen einer Probe wurden anschließend nach Formel 4 auf die Gesamtprobe hochgerechnet.

Formel 4 Berechnung der Gesamtpollenzahl eines Pollentyps durch Auszählung einer Stichprobe

$$A = a \cdot \frac{B}{b}$$

a	– Anzahl der Pollen des gezählten Pollentyps in der Stichprobe
A	– Anzahl der Pollen des gezählten Pollentyps in der Gesamtprobe
b	– Anzahl der <i>Lycopodium</i> -Sporen in der Stichprobe
B	– Anzahl der <i>Lycopodium</i> -Sporen in der Gesamtprobe

Es wurde für jeden Pollentyp ermittelt, ob die Möglichkeit bestand, dass er auf den Untersuchungsflächen aufgenommen wurde. In diesem Fall wird der Pollentyp nachfolgend als „flächeneigen“ bezeichnet. Stammt der Pollentyp von Pflanzen außerhalb der Untersuchungsflächen, wurde er als „flächenfremd“ eingestuft. Die Zuordnung hängt sowohl vom Arteninventar der Untersuchungsflächen (kommt eine pollenproduzierende Art vor oder nicht) als auch vom Blühzeitpunkt der betreffenden Pollenspender ab. Da Schwebfliegen Lebenszeiten von bis zu 6 Wochen aufweisen können (RÖDER 1990, SALVETER & NENTWIG 1993) und auch der Pollen während der gesamten Dauer im Darmtrakt der Tiere verweilen kann, wurde ein Pollentyp auch dann als flächeneigen betrachtet, wenn die ihn produzierenden Arten in diesem Zeitraum vor dem Fang des untersuchten Individuums auftraten.

In jedem Fall wurde die Zuordnung auf ihre Plausibilität überprüft. So erscheint es als unwahrscheinlich, dass Pollentypen, die in großem Umfang in den Proben nachgewiesen wurden, deren korrespondierende Blütenpflanzen jedoch nur in Einzelexemplaren auf den Flächen vorkamen, als flächeneigen bezeichnet werden können. Es liegt in diesem Fall die Vermutung nahe, dass diese Pollen außerhalb der Untersuchungsflächen in Biotopen aufgenommen wurden, in denen die betreffenden Blütenpflanzen in größerer Menge vorkamen. In solchen Fällen wurde der Pollentyp als flächenfremd eingestuft.

Im Zusammenhang mit den Blühkalenderdaten und den Angaben zum Pollenangebot lassen sich Aussagen über die relative Attraktivität einzelner Blütenpflanzen, über die Standortattraktivität (aus dem Anteil flächeneigener Pollen an der Nahrung) und über artspezifische Einnischungen treffen.

Mit der hier vorgestellten Methodik erfolgt zum ersten Mal der Versuch einer quantitativen, flächenbezogenen Darstellung der Pollennutzung durch Schwebfliegen. Bisherige Arbeiten (SCHNEIDER 1958, NAKOTT 1983, HICKMAN et al. 1995, IRVIN et al. 1999, BRANQUART & HEMPTINNE 2000, HASLETT 1989a, HASLETT 1989b) zur Pollennutzung durch Schwebfliegen erfassten entweder die auftretenden Pollentypen nur qualitativ oder halbquantitativ, oder es fehlten Aussagen zur Blütenstruktur der Biotope. Die gewonnenen Aussagen unterliegen jedoch folgenden Einschränkungen:

- Oft lassen sich den nachgewiesenen Pollentypen die entsprechenden Blütenpflanzen nicht auf Artniveau zuordnen, teilweise sind ganze Gattungen, im Falle der Apiaceae eine ganze Familie in einem Pollentyp vereinigt.
- Die Einordnung in die Kategorie ‚flächeneigen‘ enthält die grundsätzliche methodische Ungenauigkeit, dass der Pollen auch außerhalb der Untersuchungsstandorte aufgenommen worden sein kann. Eine Unterscheidung, ob tatsächlich Pflanzen der Standorte oder Arten des gleichen Pollentyps außerhalb der Flächen genutzt wurden, ist nicht möglich. Nur in den Fällen, in denen sich die umgebende Landschaft in ihrem Blütenangebot auf dem Niveau der Pollentypen deutlich von der Ausstattung der untersuchten Brachflächen unterschied, konnte davon ausgegangen werden, dass die nachgewiesenen „flächeneigenen“ Pollen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch auf den Flächen gefressen wurden. Dazu muss die umgebene Landschaft unter Berücksichtigung des Aktionsradius der blütenbesuchenden Schwebfliegen betrachtet werden. In der Literatur finden sich nur spärliche Hinweise zu Aktionsradien einzelner Syrphiden. Untersuchungen von HIRSCH & WOLTERS (2001) und Hirsch (unveröfftl.) zeigten, dass rund 150 m zum normalen Aktionsradius der untersuchten Arten gehören. *Syrpita pipiens* und *Sphaerophoria scripta* ließen sich sogar noch 200 m von jeglicher Blütenquelle entfernt nachweisen. Mit qualitativen Kartierungen wurden daher die häufigen Pollentypen der Umgebung erfasst. Die Ergebnisse flossen in die Einteilung in flächeneigene oder flächenfremde Pollen ein.

2.7 VERWENDETE STATISTISCHE VERFAHREN

2.7.1 Grundlagen

Da die Erfassung auch von Teilzönosen im Allgemeinen nicht zur Gänze möglich ist, wird mit Stichproben gearbeitet, die eine möglichst realistische Einschätzung der gesamten Teilzönose ermöglichen sollen. Dazu muss diese Stichprobe einigen Bedingungen genügen:

2.7.1.1 Umfang

Im Normalfall sind Untersuchungen der Zoozönosen individuenbasiert. Zahlreiche empirische Arbeiten ergaben, dass bei der Untersuchung der meisten Teilzönosen zwischen 200 und 500 Individuen erforderlich sind, um aussagekräftige Ergebnisse zu Artenzusammensetzung und Dominanzstruktur zu erhalten (KREBS 1998). Für **Syrphidae** findet sich bei KRATOCHWIL (1991) eine Darstellung verschiedener PRESTON-Kurven für Fangzahlen zwischen 500 und 8600 Individuen, die in ihrem prinzipiellen Verlauf nahe beieinander liegen. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass für eine qualitativ gute Erfassung auch der Syrphidenzönose Fangzahlen von 500 Individuen ausreichen. Für **Lepidoptera** gilt grundsätzlich das Gleiche, hier liegen die Vergleichswerte mit 700 Individuen etwas höher (KRATOCHWIL 1991).

Phytozönosen werden in der Regel nicht individuen- sondern flächenbasiert erfasst. Ausführungen zur Größe der erforderlichen Stichprobe finden sich deshalb im Punkt ‚Skala‘.

2.7.1.2 Skala

Die Wahl der räumlichen Bezugsgröße ist wesentlich für die erhobenen Freilanddaten. Am Beispiel der in dieser Arbeit vorgestellten Standortuntersuchungen gäbe eine zu kleine Bezugseinheit einen nur unvollständigen Einblick in die biozönotische Struktur, eine zu große Bezugseinheit würde hingegen Prozesse und Eigenschaften abbilden, die jenseits des Standortes liegen (z.B. Landschaftsdiversität statt Standortdiversität).

Für **pflanzensoziologische** Untersuchungen gilt als Regel für das erforderliche Aufnahmeareal „Bestandeshöhe in dm entspricht der Aufnahmefläche in m²“. Ab dieser Flächengröße tritt in der Regel eine Artensättigung auf. Aufgrund des stark gruppierten und entmischten Vorkommens vieler entomophiler Arten (z.B. *Cirsium arvense*, *Rubus caesius*, *Centaurea scabiosa*) wurden die Untersuchungsflächen vergrößert (zum Design siehe 2.3). Dass damit auch die pflanzensoziologischen Aufnahmen wesentlich artenreicher wurden, zeigt Abbildung 2. Man erkennt, dass die Artenzahlen den Verlauf von Sättigungskurven haben, jedoch bis zum Schluss auf allen Standorten neue Arten gefunden werden.

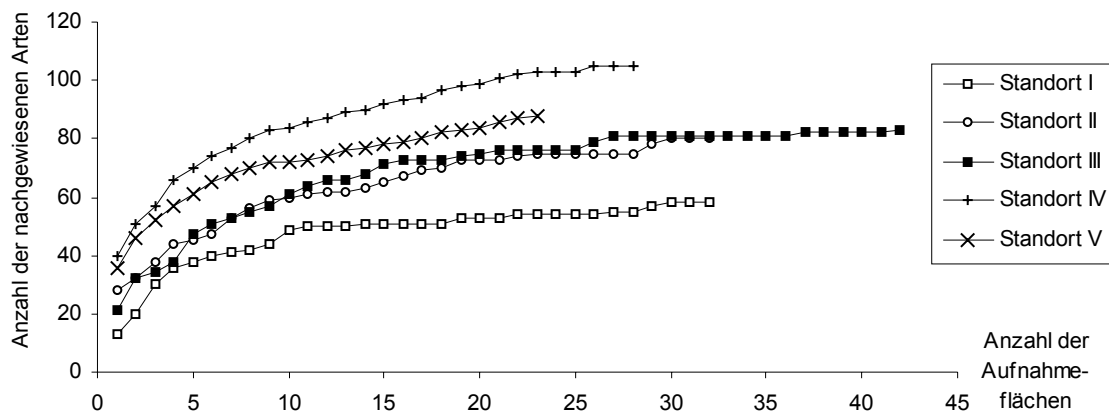


Abbildung 2 Anzahl der nachgewiesenen Pflanzenarten in den pflanzensoziologischen Aufnahmen in Abhängigkeit von der Zahl der Aufnahme-flächen.

Bei der Analyse der **Syrphidae**- und **Lepidoptera**-Gemeinschaften kann nur z.T. auf der Ebene einzelner Pflanzengesellschaften gearbeitet werden. Oft werden aufgrund eines polyvolvinen Entwicklungszyklus oder einer langen Flugzeit mehrere Pflanzengesellschaften in zeitlicher Abfolge genutzt (KRATOCHWIL & AßMANN 1996). Einige Arten präferieren zudem für verschiedene Lebensfunktionen unterschiedliche Biotope (SALVETER & NENTWIG 1993, SSYMANK 1991).

2.7.1.3 Periodizität

Neben der angemessenen räumlichen Skala ist die Wahl der richtigen Zeitskala ein weiteres wichtiges Kriterium der Datenerhebung. Viele biologische Phänomene verlaufen periodisch oder manifestieren sich nur temporär, so dass der zeitlichen Dichte der Untersuchungen entscheidende Bedeutung für die Datenqualität zukommt.

Alle über den gesamten Verlauf der Untersuchungen erhobenen Felddaten (Blühkalenderaufnahmen, Transektbegehungen, Schwebfliegenfänge) wurden im wöchentlichen Rhythmus erfasst, Einzelmessungen wie die Nektarproduktion in dichteren Zeitabständen.

2.7.2 Indizes zur Beschreibung einzelner Biozönosen

2.7.2.1 Arten-Individuen-Verteilungen

Fast alle Teilzönosen zeigen einen typischen Verlauf der Arten-Individuen-Verteilung: einige wenige Arten sind in größeren Abundanzen vorhanden, und der Großteil der Arten wird mit wenigen Individuen nachgewiesen.

Die einfachste Form der Erfassung der Arten-Individuen-Verteilung ist die Einteilung in Dominanzklassen, z.B. nach SCHUBERT (1991) (Tabelle 4).

Tabelle 4 Übersicht über die Dominanzstruktureinteilung nach SCHUBERT (1991).

prozentualer Anteil der Individuen einer Art an der Gesamtindividuenzahl	Status in der Dominanzstruktureinteilung
36-100%	Eudominant
16-36%	Dominant
4-16%	Subdominant
1-4%	Rezedent
<1%	Subrezedent

Unter der Annahme, dass sowohl Arten- als auch Individuenzahlen in einem Lebensraum lognormal verteilt sind, lässt sich die Anzahl von Arten und Individuen vorhersagen. Die **PRESTON-Verteilung** ist dabei eines der häufig angewandten Verfahren. Bei ihrer Darstellung werden die Arten in Häufigkeitsklassen eingeteilt, die oktav gebildet werden. Eine Oktave entspricht dem Intervall, in dem sich die Anzahl der Individuen verdoppelt. Die niedrigste Häufigkeitsklasse umfasst Arten mit einem Individuennachweis. Arten, deren Individuenzahl zwei Häufigkeitsklassen zuzuordnen ist, werden je Häufigkeitsklasse nur zur Hälfte gewertet. Für viele verschiedene Tiergruppen konnte das Verteilungsmuster nach PRESTON (1949) auch durch Freilanduntersuchungen untermauert werden (HAYEK & BUZAS 1997, KRATOCHWIL 1998 und die darin zitieren Arbeiten). Es gibt jedoch auch Ausnahmen, so z.B. die Gruppe der Apidae (Hymenoptera), die durch die höheren Individuenzahlen sozial lebender Arten einen zweigipfligen Verlauf zeigen (KRATOCHWIL 1991). Die Werte der theoretischen Verteilung der Arten-Individuen-Verteilung werden nach Formel 5 berechnet. Bei allen bisherigen Untersuchungen nahm die Konstante *a* stets einen Wert nahe 0,2 an, was als grundlegendes, aber bisher ungeklärtes Phänomen der Populationsbiologie gilt (HAYEK & BUZAS 1997).

Formel 5 Berechnung der Arten-Individuenzahl-Verteilung nach PRESTON (1949)

$$y = n_o \cdot e^{-(a \cdot R)^2}$$

<i>R</i>	Oktavzahl in ganzzahligen Schritten
<i>R</i> _{max}	maximale Oktave
<i>y</i>	Anzahl der Arten in der R-ten Oktave
<i>n</i> _o	Artenzahl der Modaloktave (Oktave mit der höchsten Artenzahl)
<i>n</i> _{Rmax}	Artenzahl der maximalen Oktave
<i>a</i>	Ausgleichskonstante

$$a = \sqrt{\frac{\log_2\left(\frac{n_o}{n_{Rmax}}\right)}{R_{max}^2}}$$

2.7.2.2 Diversitätsindizes

Einer der einfachsten Diversitätsindizes einer Teilzönose ist die **Artenzahl S**. Daneben gibt es eine Fülle weiterer Möglichkeiten, Artenvielfalt und Individuenverteilung statistisch zu erfassen. Nach HAYEK & BUZAS (1997) bietet sich dabei der SHANNON-Index H in Verbindung mit BUZAS' E im besonderen Maße an (Formel 6).

Formel 6 Diversitätsindizes nach HAYEK & BUZAS (1997)

Shannons H

$$H = -\sum p_i \ln(p_i)$$

Buzas' & Gibsons E

$$E = \frac{e^H}{S}$$

<i>S</i>	Anzahl der nachgewiesenen Arten
<i>p</i> _i	prozentualer Anteil der Individuen der Art <i>i</i> an der Gesamtindividuenzahl

SHANNONS H wächst mit steigender Artenzahl und zunehmender Gleichverteilung der Individuen in diesen Arten. H nimmt sein Maximum an, wenn alle Arten gleich verteilt sind. Der Wert beträgt dann $H = \ln(S)$. **BUZAS & GIBSONS E** ist ein weiterer Parameter, der sich auf die Individuenverteilung bezieht, er wird auch als Maß für die Gleichverteilung und Dominanz bezeichnet. Je gleichmäßiger die Individuen auf die verschiedenen Arten verteilt sind, umso höhere Werte nimmt E an, der maximal erreichbare Wert beträgt $E = 1$.

Zur Diskussion der Diversität einer Zönose reicht oftmals ein einziger Diversitätsindex nicht aus. So führt die Verknüpfung von Artendiversität und Verteilung beim SHANNON-Index häufig zu Interpretationsproblemen. Das veranlasste HAYEK & BUZAS (1997) zur Entwicklung der SHE-Analyse, bei der diese drei Diversitätsmaße im Komplex diskutiert werden. Grundlage der Analyse sind die Zusammenhänge in Formel 7. Damit lässt sich der Einfluss der Individuenverteilung auf den SHANNON-Index berechnen.

Formel 7 mathematische Zusammenhänge zwischen den Diversitätsindizes S, H und E.

$$\begin{aligned} H &= \ln(S) + \ln(E) & S &= \text{Artenzahl} \\ H &= H_{\max} + \ln(E) & H &= \text{SHANNON-Index} \\ & & E &= \text{BUZAS' \& GIBSONS Gleichverteilung} \end{aligned}$$

$\ln(E)$ nimmt stets negative Werte an

Bei pflanzensoziologischen Aufnahmen liegen keine Individuenzahlen vor. An ihrer Stelle wurde die Stetigkeit einer Art verwendet. Unter Stetigkeit wird hier der relative Anteil des Aufnahmen mit der betreffenden Art an der Gesamtheit der Aufnahmen eines Untersuchungsstandortes verstanden.

2.7.2.3 Nischenbreiten und Nischenüberlappungen

Nischenbreiten geben an, in welchem Maße eine Art in der Lage ist, die verschiedenen Ressourcen einer Kategorie zu nutzen. Es wird dabei angenommen, dass die Individuen die einzelnen Ressourcen in gleichem Maße wahrnehmen und nutzen können. In der vorliegenden Untersuchung sind die Ressourcen die einzelnen Blütenpflanzen und die Kategorie die Gesamtheit aller entomophilen Blüten. Zur Berechnung werden die Verfahren von LEVIN und SMITH angewandt. Ersteres ist ein qualitatives Verfahren ohne, letzteres ein quantitatives Verfahren mit Berücksichtigung der unterschiedlichen Ressourcenabundanz (KREBS 1998). Beides sind standardisierte Werte, deren Bereich von 0 (keine Nutzung, minimale Nischenbreite) bis zu 1 (gleichmäßige Nutzung aller Ressourcen, maximale Nischenbreite) reicht. Bei der Berechnung muss beachtet werden, dass die Nahrungsressourcen einer starken zeitlichen Veränderung unterliegen. Damit können nur Individuen eines Fangtages als Probenumfang gelten.

Formel 8 Indizes der Nischenbreite nach KREBS (1998)

LEVIN -Index	$B_A = \frac{B-1}{n-1}$ mit $B = \frac{1}{\sum p_i^2}$	B_A LEVINS standardisierte Nischenbreite
		B LEVINS Nischenbreite
SMITH-Index		FT SMITHS standardisierte Nischenbreite
$FT = \sum \sqrt{p_i a_i}$		n Anzahl der möglichen Ressourcen (n>1)
		a _i Prozentualer Anteil der Ressource i am Angebot der Gesamtheit der Ressourcen
		p _i Prozentualer Anteil der Ressource i an der Nutzung der Gesamtheit der Ressourcen

Werden die Ansprüche mehrerer Arten untersucht, so ist neben einem Vergleich der Nischenbreite auch die Frage von Interesse, in welchem Maße sich die genutzten Ressourcen der Arten überschneiden. Der einfachste und am besten interpretierbare Index ist der RENKONEN-Index, der auch als prozentuale Überlappung bezeichnet wird. Er beschreibt den prozentualen Anteil der überlappenden Fläche an den Kurven der Ressourcennutzung der Arten. Wird der Umstand berücksichtigt, dass die einzelnen Ressourcen in unterschiedlicher Abundanz vorliegen, erhält man in Erweiterung des RENKONEN-Index den HURLBERT-Index (Formel 9).

Formel 9 Indizes der Nischenüberlappung nach KREBS (1998)

RENKONEN-Index	P_{jk}	Prozentuale Nischenüberlappung zwischen den Arten j und k
$P_{jk} = 100 \sum \min(p_{ij}, p_{ik})$	p_{ij}	Anteil der Ressource i an der Gesamtheit der von der Art j genutzten Ressourcen
HURLBERT-Index	P_{ik}	Anteil der Ressource i an der Gesamtheit der von der Art k genutzten Ressourcen
$L = \sum \frac{p_{ij} p_{ik}}{a_i}$	a_i	Prozentualer Anteil der Ressource i an der Gesamtheit der Ressourcen

Der HURLBERT-Index ist nicht standardisiert. Er ist 1 bei einer gleichmäßigen und der Ressourcen-Abundanz entsprechenden Nutzung durch beide Arten, 0 bei keiner gemeinsam genutzten Ressource und >1 bei einer gemeinsamen verstärkten Nutzung der Ressourcen.

Bei den vorliegenden Daten können für einen Teil der genutzten Ressourcen, nämlich für die flächenfremden Pollentypen, keine Angaben zur Abundanz gemacht werden. Daher wird für die Gesamtheit des Datensatzes mit dem LEVIN- und RENKONEN-Index gerechnet, für den Teil des Datensatzes ohne flächenfremde Pollentypen wird zusätzlich der SMITH- und HURLBERT-Index bestimmt.

Es muss betont werden, dass Nischenüberlappung nicht einfach mit Konkurrenz gleichgesetzt werden kann. Sie ist eher ein beschreibendes Maß für die Struktur der untersuchten Zönose. Dass auch bei großer Nischenüberlappung Arten erfolgreich koexistieren können, zeigen die Ergebnisse vieler Untersuchungen (KREBS 1998).

2.7.2.4 Nahrungspräferenzen

Die bisherigen Indizes der Ressourcennutzung beziehen sich alle auf die Nutzer, die Blütenbesucher. Nahrungspräferenzen können aber auch von der Seite der Ressourcen, der Blüten, her errechnet werden. Auch für die Berechnung dieser Nahrungspräferenzen gibt es zahlreiche Indizes, doch fehlt bisher eine evaluierende Arbeit, die die Qualität und Fehlertoleranz der verschiedenen Indizes an Modellen überprüft (KREBS 1998). Es wird sich daher im folgenden auf einen sehr einfachen und leicht interpretierbaren Index beschränkt, den Selektions-Index (Formel 10).

Formel 10 Selektions-Index nach KREBS (1998)

$w_i = \frac{o_i}{p_i}$	w_i	Selektions-Index der Ressource i
	o_i	Anteil der Ressource i an der Gesamtheit der genutzten Ressourcen
	p_i	Anteil der Ressource i an der Gesamtheit der vorhandenen Ressourcen

Werte größer als 1 zeigen eine Präferenz des Nutzers für die betreffende Ressource an, Werte kleiner als 1 weisen auf eine Meidung der Ressource hin.

2.7.3 Indizes zur vergleichenden Betrachtung von Biozönosen

Um Unterschiede und Gemeinsamkeiten der untersuchten Standorte und ihrer Biozönosen quantitativ zu beschreiben, bietet sich als besonders anschauliche Analyse eine Clusteranalyse an. Als besonders häufig auf ökologische Fragestellungen angewandte Methode wird die UPGMA-Clusterung (unweighted pair-group method with arithmetic averages) verwendet. Die Berechnung erfolgte mit WinSTAT®, Version 2001.1.

2.7.4 Statistische Tests

Für den Vergleich der Datenreihen <Nektarproben verhüllter und unverhüllter Blüten> wurde der U-Test nach WILCOXON, MANN und WHITNEY angewandt. Lagen mehr als zwei Stichproben vor, wurde der H-Test nach KRUSKAL und WALLIS benutzt. Der SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test prüfte, ob sich der Anteil flächenfremder Pollen im Jahresverlauf signifikant verändert. Alle Tests wurden auf dem 95%-Signifikanzniveau durchgeführt. Die Testauswahl folgte den Empfehlungen von SACHS (1999). Die Berechnung erfolgte mit WinSTAT®, Version 2001.1.

3 Ergebnisse

3.1 STANDORTCHARAKTERISIERUNG

3.1.1 Bodenkundliche Untersuchungen

Die in 0,1 N KCl gemessenen **pH-Werte** (Abbildung 3) weisen einen neutralen bis leicht basischen Boden aus.

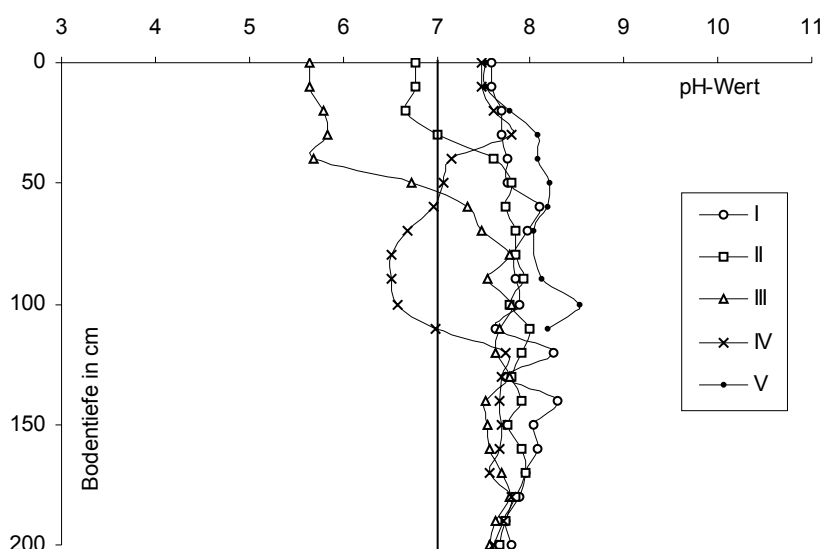


Abbildung 3 pH-Werte des Bodens der Untersuchungsstandorte in unterschiedlicher Tiefe.

Auf zwei Standorten (II und III) findet sich ein deutlich niedrigerer pH-Wert in den oberen Bodenschichten. Auf Standort II betrifft es die oberen 40 cm, der Wert fällt von 7,8 auf 6,8. Auf Standort III sinkt er in den oberen 60 cm von 7,3 auf 5,7. Auffällig ist auch ein deutlich niedrigerer pH-Wert in mittlerer Bodentiefe (40-120 cm) an Standort IV. Die Werte aller Standorte nähern sich mit zunehmender Tiefe aneinander an und liegen bei 7,7.

Nach der **Korngrößenfraktionierung** (Abbildung 44, Tabelle 5) liessen sich die Böden aller Standorte den schluffigen und lehmigen Sanden nach DIN-Norm 4220/1 zuordnen. Dabei weisen die Standorte I, II und III höhere Lehm- und Tonanteile auf und gehören damit in die Gruppe der stärker bindigen Sande. Die Böden der Standorte IV und V stehen aufgrund ihres höheren Anteiles an grobkörnigem Material in der Gruppe der schwachbindigen Sande.

Tabelle 5 Einordnung der ermittelten Korngrößenprofile der Böden der Untersuchungsstandorte in die Bodenarten des Feinbodens nach DIN 4220/1. Es bezeichnen Su – schluffige Sande, SI – lehmige Sande sowie Ls – sandige Lehme. Die nachfolgend angeführten Ziffern bedeuten 2 – schwach, 3 – mittel und 4 – stark. SI u bezeichnet schluffig-lehmigen Sand, diese Bodenart steht vom Gehalt des bindigen Substrates zwischen SI 2 und SI 3.

Bodentiefe in cm	Standort				
	I	II	III	IV	V
10	Su 3	SI u	Su 3	Su 3	Su 2
20	Su 3	SI u	SI 3	SI 2	Su 2
30	SI 3	SI 3	Ls 3	SI 2	SI 2
40	SI 3	SI 3	SI u	SI 3	Su 2
50	SI 3	SI 3	SI u	St 2	SI 2
60	SI 2	SI 4	SI u	Su 2	Su 2
70	SI 2	SI 3	SI 4	Su 2	SI 2
80	SI 4	SI 3	SI u	Ls 2	Su 2
90	SI 4	SI 3	SI 4	Su 3	Su 2
100	SI 4	Ls 2	SI 3	Su 3	SI 2

Die Böden weisen einen nur geringen **Gehalt an organischer Substanz** auf (Tabelle 6). Er nimmt auf allen Standorten mit zunehmender Tiefe ab. Auf den beiden alten Brachen (Standorte III und V) finden sich in den oberen Schichten deutlich höhere Gehalte an organischer Substanz als auf den jungen Brachflächen.

Tabelle 6 Übersicht über die Gehalte an organischer Substanz in den Böden der Untersuchungsstandorte.

Bodentiefe in cm	Standort				
	I	II	III	IV	V
10	3,6%	3,2%	8,3%	2,7%	6,1%
20	3,2%	3,3%	5,7%	2,4%	3,7%
30	2,5%	2,9%	4,0%	1,9%	1,9%
40	2,0%	2,1%	3,3%	1,6%	1,4%
60	1,6%	1,7%	3,1%	1,1%	1,0%
80	1,7%	1,6%	1,7%	2,1%	1,0%
100	1,9%	1,6%	1,8%	1,4%	0,8%

3.1.2 Klimatische Untersuchungen

Das **Regionalklima** weist Niederschlagsmengen von 550mm-680mm, im langjährigen Mittel 591 mm auf. Die Niederschläge fallen mit einem leichten Maximum im Juni und Juli gleichmäßig über das Jahr verteilt. Der Temperaturverlauf ist im Vergleich zu den allgemeinen Klimaverhältnissen des Nordostdeutschen Tieflandes ausgeglichener (SCHMIDT & KRAUSCH 1997).

Die allgemeinen Witterungsverhältnisse in den Untersuchungsjahren 1998 bis 2000 sind in Tabelle 46 zusammengefasst. Abbildung 4 zeigt den regionalen Temperaturverlauf (Station Neubrandenburg) der Untersuchungsjahre im Vergleich zum langjährigen Mittel. Hierbei zeigen sich vor allem die überdurchschnittlich milden Witterungsbedingungen der Jahre 1999 und 2000 sowie die starke Sommerhitze 1999. Auch der sehr kühle Sommer 2000 ist gut zu erkennen.

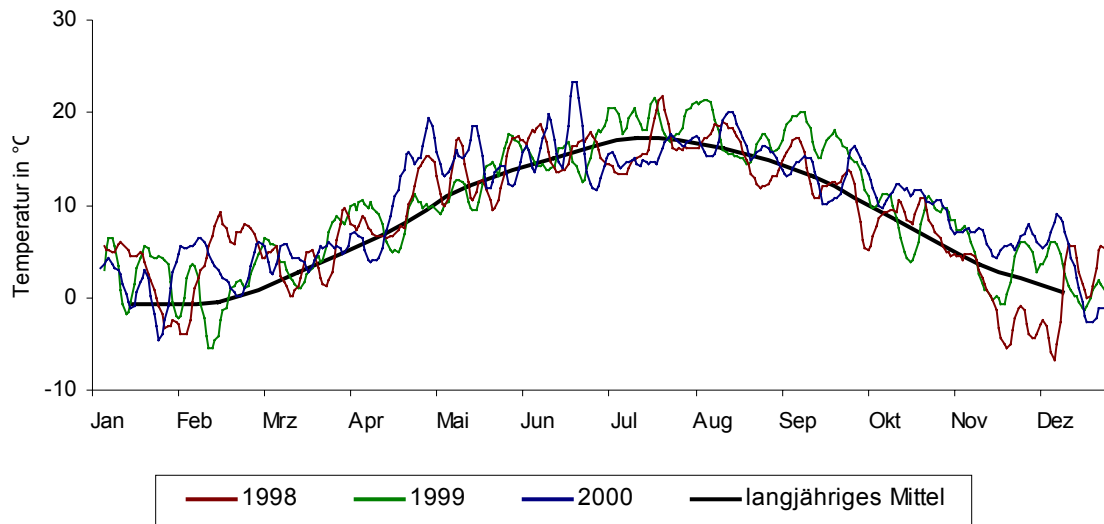


Abbildung 4 Verlauf der Durchschnittstemperatur der Klimastation Neubrandenburg in den Jahren 1998-2000. Dargestellt ist der fünf-tägige gleitende Durchschnitt sowie das langjährige Mittel der Messstation (Daten aus BRAMER et al. 1991).

Die **Niederschlagsverteilung** war in den drei Untersuchungs-jahren recht unterschiedlich und wich stark vom langjährigen Mittel ab (Abbildung 5). Die Jahresmengen waren 1998 leicht überdurchschnittlich, 1999 und 2000 dagegen leicht unterdurchschnittlich.

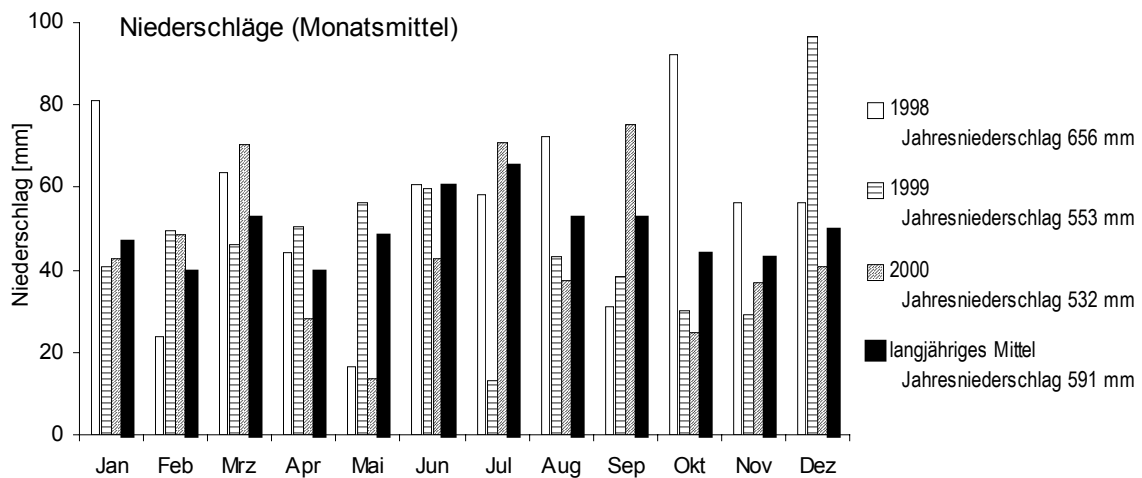


Abbildung 5 Monatsmittel der Niederschläge im Untersuchungszeitraum sowie das langjährige Mittel, gebildet aus den Mittelwerten aller vier meteorologischer Stationen.

In den gemittelten monatlichen Niederschlagsmengen werden ausgesprochene Trockenzeiten im Mai (1998, 2000) und Juli (1999) deutlich. Abbildung 48, Seite A-5 zeigt die tagesgenauen Niederschlagsverteilungen. Anhand ihrer lassen sich weitere Trockenzeiten im August 1998 und 2000 finden. Die regenarmen Perioden des Untersuchungszeitraumes sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7 Übersicht über regenarme Perioden in den Untersuchungsjahren 1998 – 2000.

1998	1999	2000
3.5. – 28.5.	25.4. – 7.5.	17.4. – 13.5.
16.7. – 25.7.	26.6. – 29.7.	6.8. – 14.8.
5.8. – 19.8.		20.8. – 2.9.
1.9. – 12.9.		

Überdurchschnittliche monatliche Niederschläge traten vor allem in Zeiten ausserhalb der Hauptvegetationsperiode auf (1998: Januar und Oktober, 1999: Dezember, 2000: September). Der Vergleich der **lokalen Standorttemperaturen** (Abbildung 45 bis Abbildung 47) mit den Messreihen der Klimastation Neubrandenburg zeigte eine leicht erhöhte Durchschnittstemperatur aller Standorte gegenüber der Referenzstation. Dies war vor allem durch die höheren Maximaltemperaturen bedingt, die auf allen Standorten fast stets über den Vergleichswerten lagen. Es treten dabei hohe Temperaturdifferenzen von teilweise über 30K auf. Die Tagestiefsttemperaturen dagegen sind gegenüber den Werten der Klimastation kaum verändert.

3.2 BIOTISCHE GRUNDLAGEN

3.2.1 Phytozönose

Auf den Untersuchungsflächen konnten insgesamt 188 Arten teils durch pflanzensoziologische Erfassungen, teils durch die Aufnahmen der Blühkalender nachgewiesen werden (Tabelle 47). Die Gesamtartenzahlen der einzelnen Standorte sind in Tabelle 8 dargestellt. Es überwogen Arten mit Vorkommensschwerpunkten in der krautigen Vegetation oft gestörter Plätze und den anthro-po-zoogenen Heiden und Rasen. Unter letztgenannten dominierten Arten aus den Klassen der Magerrasen- und Grünlandgesellschaften.

Tabelle 8 Artenzahlen der Phytozönose der Untersuchungsstandorte

Artenzahlen	Standort	I	II	III	IV	V
Gesamtartenzahl		58	85	87	99	91
davon	Arten der krautigen Vegetation oft gestörter Plätze	26	41	28	58	19
	Arten der anthro-po-zoogenen Heiden und Rasen	18	20	24	28	32

Nachfolgend seien die Stufen der in die Ergebnisdarstellung und Diskussion eingehenden Ellenberg-Zeigerwerte genannt:

F=Feuchtezahl

- 1 Starktrockniszeiger, an oftmals austrocknenden Stellen lebensfähig und auf trockene Böden beschränkt.
- 2 zwischen 1 und 3 stehend
- 3 Trockniszeiger, auf trockenen Böden häufiger vorkommend als auf frischen; auf feuchten Böden fehlend.
- 4 zwischen 3 und 5 stehend
- 5 Frischezeiger, Schwergewicht auf mittelfeuchten Böden, auf nassen sowie auf öfter austrocknenden Böden fehlend.
- 6 zwischen 5 und 7 stehend
- 7 Feuchtezeiger, Schwergewicht auf gut durchfeuchteten, aber nicht nassen Böden.

N=Stickstoffzahl

- 3 auf stickstoffarmen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf reicheren.
- 4 zwischen 3 und 5 stehend
- 5 mäßig stickstoffreiche Standorte anzeigend, auf armen und reichen seltener
- 6 zwischen 5 und 7 stehend
- 7 an stickstoffreichen Standorten häufiger als auf mittelmäßigen und nur ausnahmsweise auf ärmeren

Die pflanzensoziologischen Tabellen befinden sich in der Tasche der hinteren inneren Umschlagseite.

3.2.1.1 Standort I

Hauptaspektbildend und in höchster Stetigkeit traten Arten der gedüngten Frischwiesen (*Arrhenatheretalia*) auf (*Arrhenatherum elatius*, *Poa pratensis*, *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*). Dabei war *Arrhenatherum elatius* mit durchschnittlich 65% Deckung überaus dominant vertreten. In der Artenkombination finden sich deutliche Anzeichen einer Verbrachung. Die Mehrzahl der nachgewiesenen Arten sind Ruderalisierungs- und Versaumungszeiger. Meist traten sie jedoch in nur wenigen Aufnahmen und in geringer Deckung auf. Lediglich einige Arten, darunter *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Hypericum perforatum* und *Campanula rapunculoides*, waren höchstet auf den Flächen zu finden. Die durchschnittlichen N-Werte der Ruderalisierungszeiger erweisen sich für mN(ungewichtet) gegenüber den Frischwiesenarten als unverändert (Tabelle 9). Bei Bildung der gewichteten Mittelwerte sind die Ruderalisierungszeiger sogar anspruchsloser. Die Zahlenwerte weisen auf einen stickstoffreichen Standort hin.

Tabelle 9 durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort I

Artengruppen	Mittlere N-Zahl		Mittlere F-Zahl	
	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Gesamtbestand	5,6	6,5	4,4	5,0
Arten der Wirtschaftswiesen	6,0	6,8	4,9	5,2
Ruderalfluren	6,2	5,9	4,4	4,1

Die mittleren Feuchtezahlen der Vegetation $mF(\text{gewichtet})=5,0$ und $mF(\text{ungewichtet})=4,4$ ergeben das Bild eines mäßig frischen Standortes.

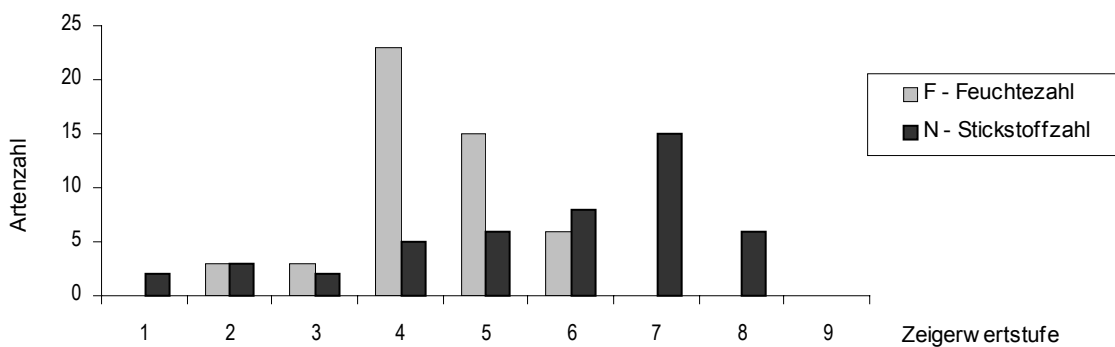


Abbildung 6 Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort I

In der Grafik der Zeigerwertverteilung (Abbildung 6) erkennt man den deutlichen Schwerpunkt der Artenzusammensetzung beim Zeigerwert N=7, jedoch auch ein langes Auslaufen der Verteilungskurve in die niedrigeren Werte hinein. Der Bereich der F-Werte ist wesentlich enger gefasst, lediglich die Zeigerwerte 4 und 5 sind in stärkerem Maße vertreten. Etliche der Magerkeits- und Trockenheitszeiger wie *Myosotis ramosissima* und *Potentilla argentea* siedelten auf kleinsträumig vorhandenen Rohboden-Sonderstandorten wie Ameisenhügeln und sind daher auch nicht repräsentativ für die Verhältnisse des Gesamtbestandes.

3.2.1.2 Standort II

Als dominante Arten wuchsen auf Standort II *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* sowie *Epilobium adenocaulon*. Mit einer Gesamtdeckung von rund 80% und durch das Fehlen bestandsbildender Obergräser war das Vegetationsbild eher schütter. Der Standort war von Ruderalarten geprägt, die Arten der Wirtschaftswiesen fanden sich mit nur geringen Deckungswerten. Nach den mittleren ungewichteten N-Werten ist der Artenblock der ‚Ruderalisierungszeiger‘ deutlich stickstoffliebender als die Gesamtvegetation. Der N-Wert dieser Artengruppe liegt um 1,2 Punkte über dem Durchschnittswert des Gesamtbestandes (Tabelle 10).

Tabelle 10 durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort II

Artengruppen	Mittlere N-Zahl		Mittlere F-Zahl	
	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Gesamtbestand	5,9	6,8	4,8	(4,8)
Arten der Ruderalfluren	7,1	7,0	5,2	(5,0)

Die durchschnittlichen F-Werte weisen einen frischen Standort aus. Die gewichteten F-Werte sind allerdings auf diesem Standort wenig aussagekräftig, da die beiden dominanten Arten *Agropyron repens* und *Cirsium arvense* ein gegenüber dem Wasserfaktor indifferentes Verhalten aufweisen und daher nicht mit in die Berechnung eingehen.

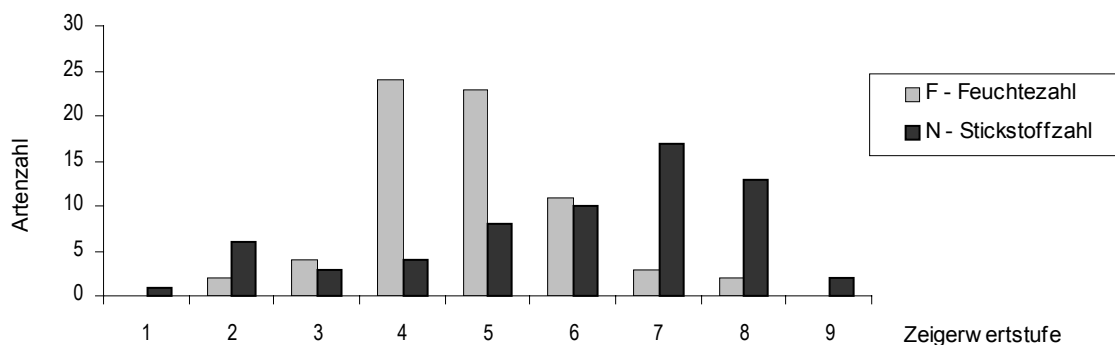


Abbildung 7 Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort II

Die Zeigerwertverteilung (Abbildung 7) gleicht dem Bild auf Standort I, doch findet sich hier ein weites Auslaufen der F-Werte in den feuchtigkeitsliebenden Bereich hinein.

3.2.1.3 Standort III

Der Artenschwerpunkt auf Standort III lag im Frischwiesenbereich. *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis stolonifera*, *Holcus mollis* und *Galium mollugo* hatten hohe Deckungs- und Stetigkeitswerte. Auch der Block der Ruderalarten war mit *Anthriscus sylvestris*, *Tanacetum vulgare* und *Cirsium arvense* stark auf der Fläche vertreten.

Die weit ausgebreiteten Säume und Gebüschinseln wurden vor allem von *Prunus spinosa* gebildet.

Tabelle 11 durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort III

Artengruppen	Mittlere N-Zahl		Mittlere F-Zahl	
	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Gesamtbestand	5,4	5,9	4,8	4,8
Arten der Wirtschaftswiesen Ruderalfluren	5,3	5,7	4,9	5,0
	6,5	6,5	5,0	5,0

Die mN- und mF-Zahlen der Vegetation weisen einen stickstoffreichen und frischen Standort aus. Das stickstoffliebendere Verhalten der Ruderalarten ist deutlich zu erkennen, gegenüber dem Wasserfaktor ist keine größere Veränderung zu erkennen (Tabelle 11).

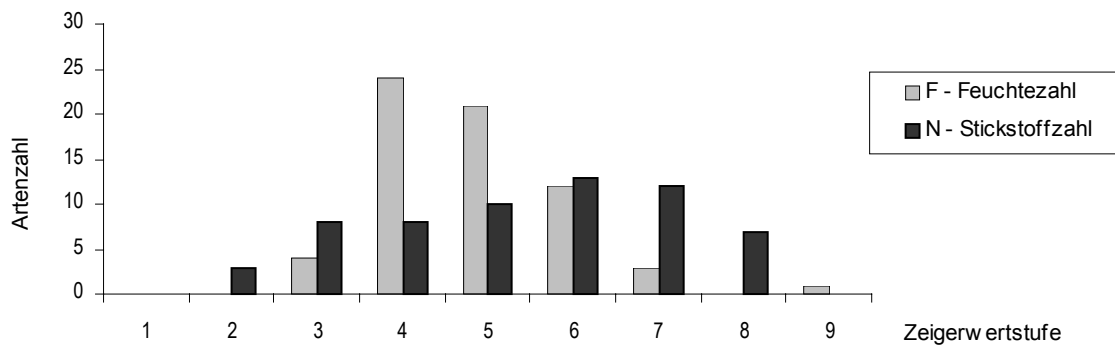


Abbildung 8 Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort III

Die Zeigerwertspektren (Abbildung 8) haben für die F-Wert-Verteilung eine große Ähnlichkeit zum Standort II – auch hier liegt der Schwerpunkt bei Arten mit mF=4 oder 5, und es findet sich die breit zu den Seiten hin auslaufende Kurve. Auch die N-Zeigerwertverteilung haben einen sehr breiten Verlauf, das Maximum bei Arten mit N = 6 und 7 ist undeutlich. Im Vergleich zu den Standorten I und II sind deutlich mehr Arten mit niedrigeren Zeigerwerten vertreten.

3.2.1.4 Standort IV

Standort IV zeichnete sich durch eine schütterere, lückige Vegetation aus. Einzelne hohe Stauden (*Cirsium arvense*, *Artemisia absinthium*) waren in den ansonsten kleinwüchsigen Bestand eingestreut. Zahlreiche offene Rohbodenstellen wurden von Pionieren besiedelt, die vor allem aus der Gruppe der Halbtrocken- und Magerrasenarten sowie der Arten der Ackerbegleitkrautfluren stammten. Die mittleren N- und F – Werte der Vegetation zeigen einen mäßig anspruchsvollen Bestand unter mittleren Feuchtigkeitsbedingungen (Tabelle 12). Auffällig

ist die starke Streuung der N-Werte, wo der Block der ‚Halbtrockenrasenarten‘ um über 4 Stufen unter dem Wert der Artengruppe ‚Ruderalisierungszeiger‘ liegt.

Tabelle 12 durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort IV

Artengruppen	Mittlere N-Zahl		Mittlere F-Zahl	
	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Gesamtbestand	5,4	6,0	4,5	4,8
Arten der Wirtschaftswiesen	5,5	5,7	5,0	5,3
Ruderalfluren	6,5	7,3	4,6	4,7
Ackerbegleitkrautfluren	5,3	5,4	4,6	4,6
Halbtrockenrasen	2,1	1,9	3,4	3,2

Die N-Zeigerwerte (Abbildung 9) sind dementsprechend sehr breit verteilt, vor allem in den Bereich der Magerkeitszeiger hinein, und haben ein schwaches Maximum bei den Werten 6 und 7. Die Verteilung der Feuchtezahlen ist um die Zeigerwerte 4 und 5 gruppiert.

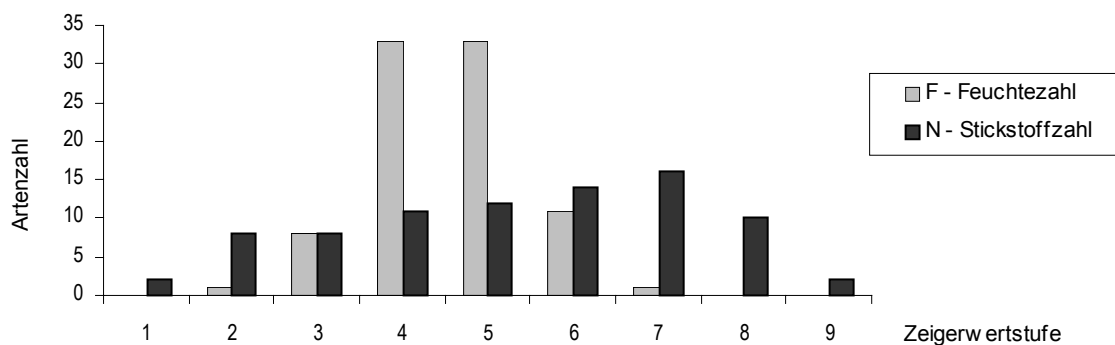


Abbildung 9 Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort IV

3.2.1.5 Standort V

Standort V war ein verbrachter und verbuschter Bestand, der in den Randbereichen stark durch *Prunus spinosa*, im Flächenzentrum durch zahlreiche Arten der Wirtschaftswiesen und Halbtrockenrasen geprägt wurde.

Ruderalarten fanden sich höchstet, jedoch mit nur geringen Deckwerten. Die mittleren Zeigerwerte der Vegetation lassen den deutlich stickstoffliebenderen Charakter der Ruderalflora und die geringen Ansprüche der zahlreichen Halbtrockenrasenarten erkennen (Tabelle 13). Zwischen beiden Artengruppen liegt eine Zeigerwertdifferenz von über 4 Stufen. Die mittleren F-Werte differieren nicht in diesem Maße, sie bewegen sich zwischen 3,5 und 4,9 und weisen damit auf mittlere bis mäßig trockene Verhältnisse hin.

Tabelle 13 durchschnittliche N- und F-Werte der Vegetation auf Standort V

Artengruppen	Mittlere N-Zahl		Mittlere F-Zahl	
	ungewichtet	gewichtet	ungewichtet	gewichtet
Gesamtbestand	4,6	5,2	4,5	4,4
Arten der Wirtschaftswiesen	5,2	6,5	4,9	5,0
Ruderalfluren	6,8	6,3	4,7	4,6
Säume und Waldränder	4,0	4,2	4,5	4,3
Halbtrockenrasen	2,5	3,2	3,5	3,1

Das Zeigerwertspektrum (Abbildung 10) zeigt in Übereinstimmung mit den anderen Standorten ein klares Maximum bei F=4 und 5. Auffällige Unterschiede fanden sich hingegen bei der Verteilung der Zeigerwerte für Stickstoff. Der Großteil der Arten findet sich im Bereich von N=2 bis N=6, ohne jedoch ein klares Maximum aufzuweisen.

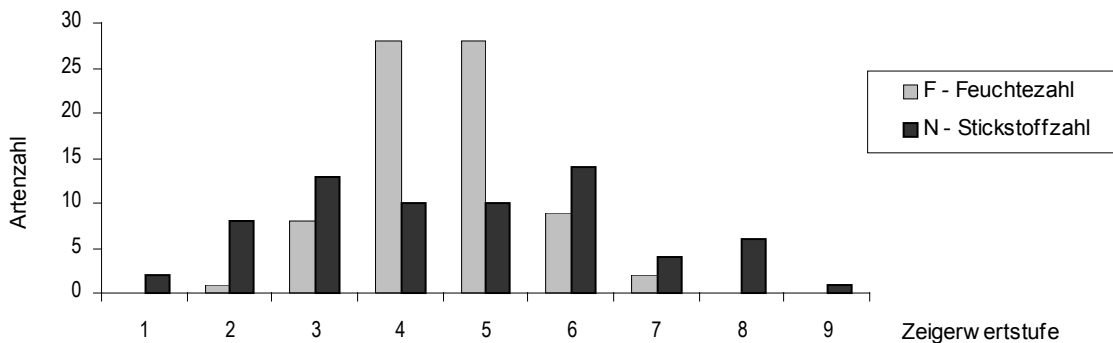


Abbildung 10 Zeigerwertspektrum der Ellenberg-Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit auf Standort V

3.2.2 Blühphänologie

In den folgenden Kapiteln werden die Ergebnisse der blühphänologischen Aufnahmen vorgestellt. Jeder Standort wird dabei getrennt betrachtet. Bei den Grafiken zeigt der Blühkalender die zeitliche Verteilung der Blüte aller mit über fünf Blumen nachgewiesenen Arten. Dabei werden unabhängig von der prozentualen Blumendeckung alle Abundanzen in gleicher Höhe dargestellt. Im Gesamtblühverlauf wird die prozentuale Blumendeckung als Summe aller blühenden Pflanzen dargestellt, daneben finden sich in separaten Diagrammen wichtige Einzelarten in ihrem Blühverhalten. Weiterhin wird für jeden Standort die Phänophasenverteilung, die Zahl der blühenden Arten im Jahresverlauf sowie die Unterteilung in Blumentypen und Pflanzenfamilien gezeigt. Der größte Teil der Diagramme befindet sich ab Seite A-1 im Anhang.

3.2.2.1 Standort I

Standort I war durch einen kontinuierlichen Ablauf der Blühmaxima (Abbildung 49) geprägt. Die Mehrzahl der Arten fand sich 1999 im Vollfrühling/Frühsummer, 2000 dagegen zum einen im Erstfrühling, zum anderen im Sommer. Ein Herbstaspekt war nur 1999 zu beobachten.

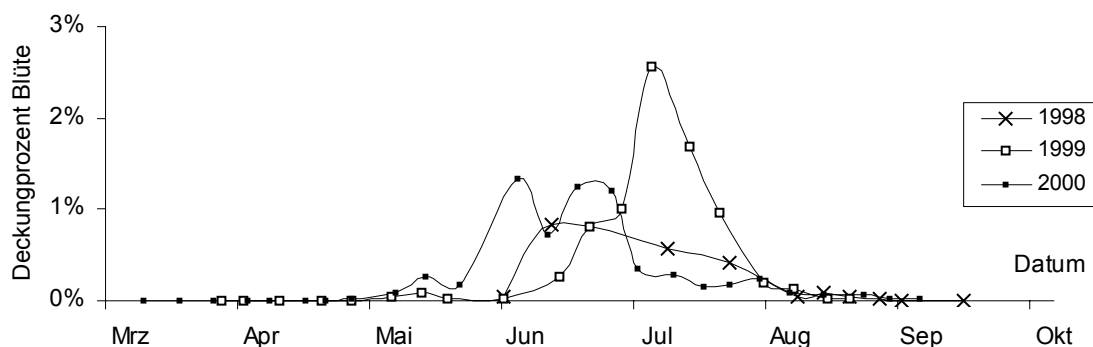


Abbildung 11 Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort I im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Im Blühverlauf war Standort I klar hochsommerdominiert (Abbildung 11). Es gab jedoch zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren große Unterschiede: während es 1998 und 1999 ein Maximum gab, fand sich 2000 eine deutliche Zweigipfligkeit. Auch die Höhe des Blütenangebotes unterschied sich: 1998 lag die maximale Deckung bei 0,1%, 1999 bei 3,0% und 2000 bei 1,5% Gesamtblütendeckung. Einzige dominante Blütenpflanze war *Convolvulus arvensis* mit jeweils über 80% der Gesamtblühdeckung (Abbildung 54, Tabelle 56).

Die Phänophasenverteilung innerhalb der einzelnen phänologischen Jahreszeiten (Tabelle 51) folgte der prinzipiellen Einteilung aus Tabelle 1. Lediglich im Hochsommer 2000 fanden sich vorrangig Arten, deren Blühschwerpunkt eigentlich im Frühsommer liegt.

Die Anzahl der blühenden Arten im Jahresverlauf war zweigipflig (Abbildung 59): nach einem Frühjahrsaspekt, der von Ende April bis Mitte Mai reichte und von Arten der Phänostufen 2 und 3 gebildet wurde (unter anderem *Veronica hederifolia*, *Viola arvensis*, *Barbarea vulgaris*, *Lamium amplexicaule*), ging die Zahl zunächst zurück. Diese Tendenz kehrte sich erst durch den Sommeraspekt (Arten der Phänostufen 6-8, u.a. *Geranium pyrenaicum*, *Rubus caesius*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Silene alba*) wieder um. Beide Artengruppen erscheinen in den Aufnahmen des Blühkalenders als stark getrennte Blöcke. Die Arten des Frühjahrsblockes wiesen eine kurze Blühdauer auf, während die Arten des Sommerblockes eine ausgedehnte Blühzeit besaßen, die sich teilweise über mehrere Monate hinzog (Abbildung 64).

Beim Anteil einzelner Phänophasen an der Gesamtzahl der Blütenpflanzen wird ebenfalls die Blockbildung zwischen Frühjahrsblühern (Phänophasen 1 bis 3) und Sommerarten (Phänophasen 6 bis 8) deutlich. Die Anteile der Phänophasen an der prozentualen Deckung lagen durch die Dominanz von *Convolvulus arvensis* bis auf Phänophase 7 sehr niedrig (Abbildung 69).

Bei der Verteilung der Blumentypen lagen die Schwerpunkte innerhalb der radiären Einzelblumen bei den Schalenblumen sowie innerhalb der Pseudanthien bei den Vertretern mit Röhren und/oder Zungenblüten. (Abbildung 74). Die drei artenreichsten Pflanzenfamilien auf Standort I waren die Asteraceae (11 Arten), Caryophyllaceae (6 Arten) und Scrophulariaceae (4 Arten) (Abbildung 79). In der quantitativen Verteilung kommt wieder die dominante Rolle von *Convolvulus arvensis* zum Tragen.

3.2.2.2 Standort II

Der Blühkalender (Abbildung 50) weist in allen drei Jahren einen prinzipiell gleichen Verlauf auf. Der Artenschwerpunkt lag im Sommer, was im Untersuchungsjahr 2000 deutlicher wird als 1999. Ein Herbstaspekt war nur 1998 zu beobachten.

Auch die Gesamtblütendeckung zeigt den hochsommerlichen Schwerpunkt. 1998 und 1999 kam es erst in dieser phänologischen Jahreszeit zu einer nennenswerten Blütendeckung. Früher blühende Arten (*Anthriscus sylvestris*, *Ranunculus repens*) hatten nur geringe Deckungswerte (Tabelle 57). Im Untersuchungsjahr 2000 hingegen trat *Anthriscus sylvestris* mit höheren Deckungswerten auf, so dass ein deutlicher Frühjahrsaspekt und ein deutlich zweigipfliger Verlauf entstand.

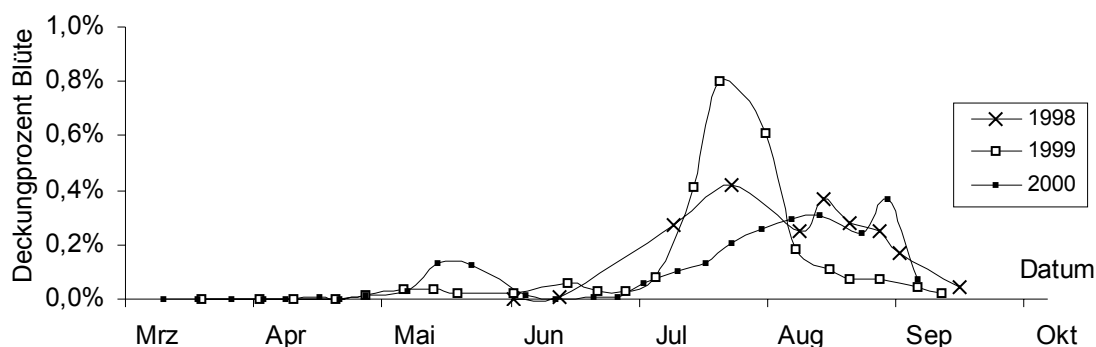


Abbildung 12 Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort II im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Die Hochsommeraspekte unterschieden sich zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren sowohl hinsichtlich des Verlaufes als auch hinsichtlich der beteiligten Pflanzenarten. Dabei lag das Maximum der Gesamtblütendeckung 1999 mit 0,8% fast doppelt so hoch wie 1998 (0,5%) und 2000 (0,3%). 1998 wurde der Hochsommeraspekt fast ausschließlich von *Cirsium arvense* gebildet, ein später folgender Nebengipfel durch *Cirsium vulgare*. 1999 waren die beiden Arten *Cirsium arvense* und *Hypericum perforatum* die beiden Hauptarten des Hochsommeraspektes, während im Jahr 2000 *Hypericum perforatum* die einzige bedeutende Blütenpflanze der Untersuchungsfläche darstellte, in einem Nebengipfel erschien im Frühherbst *Matricaria maritima*. Die Kurve verlief 2000 flacher und weiter ausgezogen, da *H. perforatum* eine sehr lange Blühzeit aufwies. Der Artenwechsel lässt sich an den prozentualen Anteilen einzelner Arten an der Gesamtdeckung ablesen (Tabelle 57).

Die Phänophasenverteilung innerhalb der einzelnen phänologischen Jahreszeiten (Tabelle 52) zeigt neben der großen Übereinstimmung der beiden phänologischen Systeme auch ein starkes Auftreten von Arten früherer Phänophasen im Frühsommer und Sommer.

Die Anzahl blühender Arten (Abbildung 60) zeigte wie auch schon auf Standort I eine Zweigipfligkeit. Als Frühlingsarten der Phänostufen 2 bis 4 traten unter anderem *Veronica chamaedrys*, *V. serpyllifolia*, *V. hederifolia*, *Myosotis stricta* sowie *Holosteum umbellatum* auf. Der hochsommerliche Schwerpunkt mit Arten der Phänostufen 7 und 8 wurde von *Achillea millefolium*, *Cirsium arvense*, *C. vulgare*, *Convolvulus arvensis*, *Conyza canadensis*, *Epilobium adenocaulon* und *Hypericum perforatum* gebildet. Auch auf diesem Standort gibt es eine klare Trennung der beiden Blöcke ‚kurzblütige Frühlingsarten‘ und ‚langblütige Sommerarten‘ (Abbildung 65). Im Gegensatz zu Standort I traten verstärkt kurzblütige Arten auch in den Sommermonaten auf.

Die Mehrzahl der Arten konzentrierte sich auf die Phänophasen 6-8, frühjahrbühende Arten bildeten ein nur schwaches Nebenmaximum. Die höchsten Werte am prozentualen Anteil der einzelnen Phänophasen an der Gesamtblütendeckung hatten die Phänophasen 7 und 8. Standort II war damit sowohl von der Zahl der blühenden Arten als auch von den Deckungswerten der einzelnen Phänophasen her gesehen ein klar hochsommeraspekt-dominierter Standort (Abbildung 70).

Bei der Verteilung der Blumentypen lagen die Schwerpunkte sowohl bei den Einzelblüten mit 23 Arten als auch bei den Pseudanthien mit 20 Arten auf den radiärsymmetrischen Formen. Bei den Einzelblüten überwog der Typus der Schalenblume mit geborgenem Nektar, der von vielen Insekten besucht werden kann, bei den Pseudanthien verschiedene Asteraceae-Typen. Als

Anthriscus sylvestris kamen Frühlingsarten mit einer längeren Blütezeit (2000: beide Arten je 60 Tage) vor, die zwischen dem Block der kurzblütigen Arten der Phänophasen 2 und 3 (*Ranunculus ficaria*, *Gagea pratensis*, *Primula veris*, *Prunus spinosa*, *Barbarea vulgaris*, *Taraxacum officinale*) und dem Block der langblütigen Sommerarten der Phänophasen 6 bis 8 (hier z.B. *Stellaria graminea*, *Lathyrus pratensis*, *Galium mollugo*, *Achillea millefolium*, *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense* und *Hypericum perforatum*) vermittelten (Abbildung 66). Die Phänophasenverteilung (Tabelle 53) wies in allen drei Untersuchungsjahren ein verstärktes Auftreten von Arten des Frühlommers im Hochsommeraspekt auf. 1998 zeigte sich auch in den anderen phänologischen Jahreszeiten eine geringe Übereinstimmung mit den Phänophasen. Die Mehrzahl der Blütenpflanzen fand sich in den Phänophasen 6 bis 8, die mit jeweils über 10 Arten die deutlich artenreichsten waren. Bedingt durch das vegetationsbestimmende Auftreten von *Prunus spinosa* und *Anthriscus sylvestris* dominierten die Phänophasen 3 und 5 die Verteilung der Phänophasen auf die Blumendeckung.

Auf Standort III waren die Arten auf die großen Gruppen der Blumentypen gleichmäßig verteilt (Abbildung 76). Als artenreichste Einzelgruppe traten die Schalenblumen mit geborgenem Nektar (12 Arten) auf. In der prozentualen Verteilung dominierten Arten mit offen abgeschlossenem Nektar. Die drei artenreichsten Familien auf Standort III waren die Asteraceae mit 12, die Fabaceae mit 9 sowie die Rosaceae mit 8 Arten.

3.2.2.4 Standort IV

Der Blühkalender (Abbildung 52) deutete in den Jahren 1998 und 2000 auf einen hochsommeraspektdominierten Standort, 1999 dagegen auf einen Schwerpunkt in den früheren phänologischen Jahreszeiten. Ausschließlich 1999 war ein schwacher Herbstaspekt zu verzeichnen.

Die Gesamtblütendeckung war deutlich in einen kurzen Frühlingsaspekt (*Taraxacum officinale*) und einen länger andauernden, durch mehrere Arten gebildeten Sommeraspekt (Abbildung 14) geteilt. Dabei unterschieden sich die einzelnen Untersuchungsjahre: 1998 gab es mit maximal 0,2% Deckung in den Sommermonaten einen nur noch spärlichen Blütenflor, die Jahre 1999 und 2000 dagegen zeigten mit 5% bzw. 2% hohe Blütendeckungen.

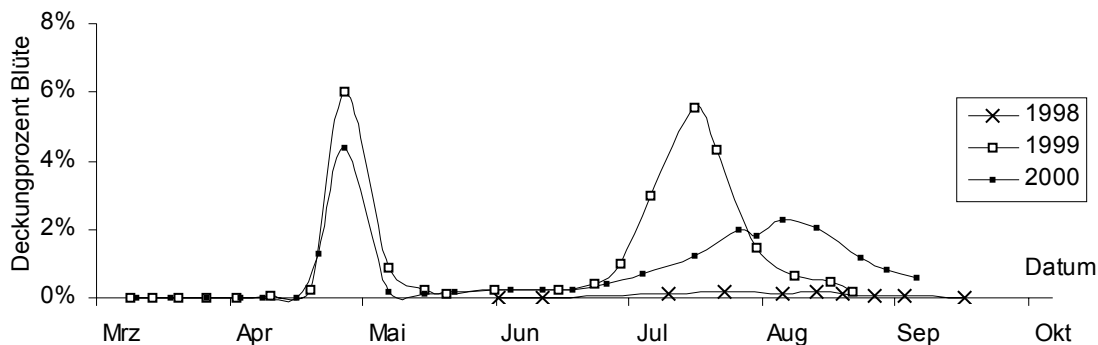


Abbildung 14 Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort IV im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Diese wurden in den einzelnen Untersuchungsjahren von verschiedenen Arten aufgebaut, weshalb die Kurvenverläufe sich auch nicht deckten. Zwischen den Untersuchungsjahren 1999 und 2000 gab es große Unterschiede in der Deckung einzelner Arten (Tabelle 59), darunter sowohl stark abnehmende (*Torilis japonica*, *Trifolium arvense*) als auch stark expandierende

Vertreter (*Daucus carota*, *Achillea millefolium*). Die Anteile dieser Arten am Verlauf des Gesamtblütenangebots lassen sich aus Abbildung 57 ablesen.

Die Zahl der gleichzeitig blühenden Arten ging sowohl 1999 als auch 2000 im späten Frühjahr leicht zurück. Der weitere Verlauf der Kurven war aber sehr unterschiedlich (Abbildung 62): 1999 stieg die Anzahl der gleichzeitig blühenden Arten bis Anfang Juni stetig an, es folgte eine Plateauphase bis Anfang Juli und ein anschließender Rückgang der Artenzahl. Gänzlich anders das Bild 2000: Schon Ende April kam es zu keiner weiteren Zunahme der Artenzahl, das Plateau verharrt bis Ende Juni (auf verglichen mit 1999 niedrigerem Niveau), im Juli und August tritt ein zweiter, starker Anstieg in der Zahl blühender Arten auf. Dieser Anstieg hielt bis Anfang August an, im weiteren Verlauf des August sank dann die Artenzahl rasch wieder ab.

Die Blühdauer in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des ersten Auftretens (Abbildung 67) zeigte ein gänzlich anderes Muster als auf den anderen Standorten: nach einigen sehr zeitigen ephemeren Arten der Phänophasen 1 und 2 traten eine ganze Reihe frühblühender Arten mit langer Blühdauer auf, z.B. *Capsella bursa-pastoris*, *Arabidopsis thaliana*, *Lamium purpureum* und *Erodium cicutarium*. Eine Zweiteilung in kurzblütige Frühlings- und langblütige Sommerarten ist nicht zu erkennen.

Die Phänophasenverteilung (Tabelle 54) wies 2000 ein verstärktes Auftreten von Arten der Fröhsommer-Phänophasen im Hochsommeraspekt auf. 1998 zeigte sich keine Übereinstimmung der Phänophasen mit den phänologischen Jahreszeiten. Der eindeutige Schwerpunkt der Phänophasenverteilung lag im Fröhsommer mit Arten der Phasen 6 bis 8, sowohl bezüglich der Artenzahl als auch bezüglich der prozentualen Verteilung der Blütendeckung (Abbildung 72). Der Fröhsommeraspekt war nur schwach ausgeprägt.

Bei der Unterteilung in Blumentypen waren alle drei großen Gruppen, die radiären Einzelblumen, die dorsiventralen Einzelblumen sowie die radiären Pseudanthien artenreich vertreten. Innerhalb dieser Gruppierung waren die Schalenblumen und die Köpfchenblumen die artenreichsten Vertreter. Letztere bildeten den eindeutigen Schwerpunkt bei der Verteilung nach Deckungsprozenten. Mit 21 Arten und damit rund 28% des Gesamtartenbestandes war die Familie der Asteraceae überragend präsent. Als weitere artenreiche Familien folgten in deutlichem Abstand die Fabaceae sowie die Scrophulariaceae, hier wiederum ausschließlich durch *Veronica*-Arten vertreten.

3.2.2.5 Standort V

Der Blühkalender (Abbildung 53) zeigte einen prinzipiell gleichen lückenlosen Verlauf in allen Untersuchungsjahren, wobei 1999 deutlich artenreicher als 2000 war. 1999 trat ein schwacher Herbstaspekt auf.

Die Gesamtblütendeckung (Abbildung 15) verläuft dreigeteilt mit einem zweigeteilten Fröhsommer- und einem Hochsommeraspekt. Die Einzelabundanzen der beiden ersten Maxima waren zwischen den Untersuchungsjahren unterschiedlich. Während 1999 das erste Maximum, gebildet von *Prunus spinosa* und *Primula veris*, mit 2,6% deutlich unter dem zweiten Maximum (*Anthriscus sylvestris*) lag, kehrten sich die Verhältnisse im Jahr 2000 um (7,9% gegenüber 1,5%). Auffällig ist das phänologische Verhalten von *Crataegus monogyna*. Die Art trat 1999 im ersten und 2000 im zweiten Blütendeckungsmaximum auf.

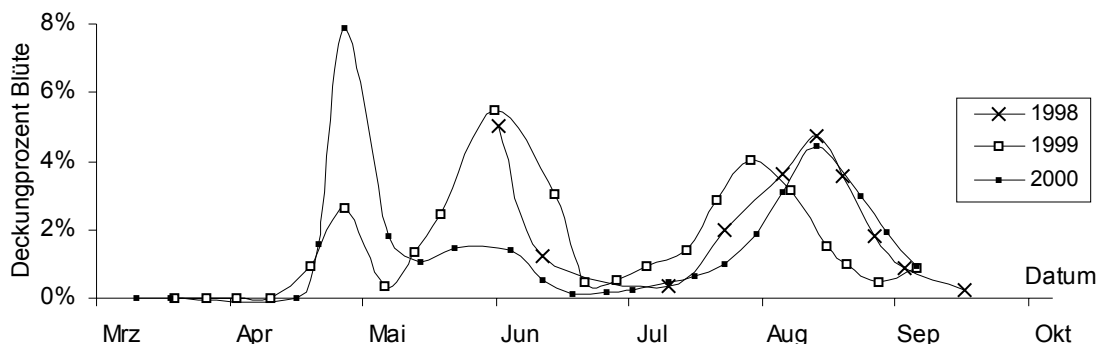


Abbildung 15 Übersicht über die Gesamtblütendeckung auf Standort V im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Auf Standort V ging die Zahl blühender Arten nach dem Frühjahrsaspekt nicht zurück, es bildete sich ein Plateau, das erst Anfang (1999) bzw. Mitte (2000) Juni von einem erneuten Anstieg der Kurve durch das Auftreten zahlreicher Sommerarten abgelöst wurde. Ähnlich wie auch schon auf Standort IV verliefen die Kurven unterschiedlich. 1999 zeigte einen schnelleren und steileren Anstieg und schon Anfang Juli einen Rückgang in der Zahl blühender Arten. Im Untersuchungs-jahr 2000 dagegen steigt diese Zahl bis Mitte August gleichmäßig an. Die Verteilung der Blühdauer gleicht den Verläufen der Standorte I bis III - relativ kurzblütige Frühjahrsarten werden von langblütigen Sommerarten abgelöst. Eine „Blockbildung“, wie sie auf den anderen Standorten zu beobachten war, war allerdings nicht zu erkennen. Die meisten Blütenpflanzenarten fanden sich in der Phänophase 6, also im Frühsommer. Die nach Deckungsprozenten wichtigsten Phänophasen allerdings waren 3 und 5 (Erstfrühlings- und Vollfrühlingsaspekt) sowie die Phase 8 (Hochsommeraspekt). In der Phänophasenverteilung (Tabelle 55) traten in allen drei Unter-suchungsjahren Arten des Frühsommers im Hochsommeraspekt auf. Der mit Abstand häufigste Blumentyp waren die radiären Einzelblumen mit 27 Arten (46% der Gesamtartenzahl). Unter diesen bildeten die Schalenblumen mit leicht zugänglichem Nektar die häufigste Gruppe. Als die drei häufigsten Familien traten die Fabaceae (12), Rosaceae (11) und Asteraceae (10) auf, wobei viele Rosaceae-Arten eher am Rand der Fläche und in den angrenzenden Gebüschern vorkamen (z.B. *Rosa canina*, *Pyrus pyraster*, *Crataegus spec.*). Die Apiaceae hatten den größten prozentualen Deckungsanteil.

3.2.3 Zoozönose

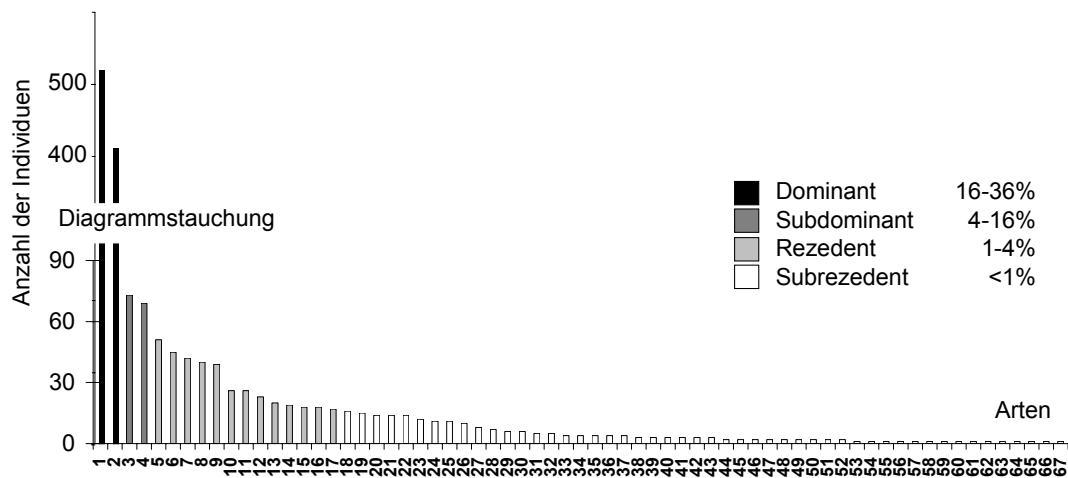
3.2.3.1 Syrphidae

Es kamen auf allen Standorten artenreiche Syrphidenzönosen vor (Tabelle 14). In jedem der Untersuchungsjahre wurden Arten neu nachgewiesen, insgesamt wurden 67 Arten bestimmt (Tabelle 48). Es konnte eine Rote-Liste-Art nachgewiesen werden (*Orthonevra intermedia* – RL 2 (stark gefährdet)), des weiteren wurden mehrere Arten der Vorwarnliste gefunden (*Chrysotoxum vernale*, *Chrysotoxum verralli*, *Neoasciella geniculata*, *Parhelophilus versicolor* sowie *Xanthogramma festivum*). Die alten Brachen waren wesentlich artenreicher als die Pionierstadien und das Wiesenstadium.

Tabelle 14 Übersicht über die nachgewiesenen Artenzahlen der Syrphidae, nach Standorten und Untersuchungsjahren getrennt.

Jahr \ Standort	Standort					Gesamt
	I	II	III	IV	V	
1998	11	10	14	11	13	22
1999	15	16	33	22	28	49
2000	12	11	31	15	29	49
Gesamt	23	20	49	28	42	67

Die Arten-Individuen-Verteilung zeigt nach SCHUBERT (1991) zwei dominante (*Episyrphus balteatus* und *Sphaerophoria scripta*) und zwei subdominante Arten (*Eupeodes corollae* und *Syrirta pipiens*) (Abbildung 16).



1-*Episyrphus balteatus*, 2-*Sphaerophoria scripta*, 3-*Eupeodes corollae*, 4-*Syrirta pipiens*, 5-*Scaeva pyrastris*, 6-*Melanostoma scalare*, 7-*Syrphus vitripennis*, 8-*Syrphus ribesii*, 9-*Eoseristalis interrupta*, 10-*Helophilus trivittatus*, 11-*Melanostoma mellinum*, 12-*Helophilus pendulus*, 13-*Triglyphus primus*, 14-*Eristalis tenax*, 15-*Eoseristalis intricaria*, 16-*Eristalinus sepulchralis*, 17-*Eoseristalis pertinax*, 18-*Epistophe eligans*, 19-*Myathropa florea*, 20-*Chrysotoxum arcuatum*, 21-*Eoseristalis abusiva*, 22-*Eoseristalis arbustorum*, 23-*Helophilus hybridus*, 24-*Platycheirus clypeatus*, 25-*Sphaerophoria interrupta* - Gruppe, 26-*Cheiliosia impressa*, 27-*Eoseristalis horticola*, 28-*Cheiliosia vernalis*, 29-*Cheiliosia vulpina*, 30-*Xanthogramma festivum*, 31-*Cheiliosia albitarsis*, 32-*Chrysogaster solstitialis*, 33-*Eupeodes luniger*, 34-*Pipiza lugubris*, 35-*Platycheirus angustatus*, 36-*Platycheirus peltatus*, 37-*Sphaerophoria rueppellii*, 38-*Cheiliosia pagana*, 39-*Chrysotoxum bicinctum*, 40-*Leucozona lucorum*, 41-*Pipiza bimaculata*, 42-*Pipizella viduata*, 43-*Pipiza noctiluca*, 44-*Chrysotoxum verralli*, 45-*Epistophe grossulariae*, 46-*Meliscaeva auricollis*, 47-*Neoascia podagrica*, 48-*Parhelophilus versicolor*, 49-*Platycheirus scutatus*, 50-*Rhingia campestris*, 51-*Tropidia scita*, 52-*Xanthogramma pedissequum*, 53-*Cheiliosia gigantea*, 54-*Cheiliosia latifrons/pagana*, 55-*Cheiliosia proxima*, 56-*Cheiliosia variabilis*, 57-*Chrysotoxum cautum*, 58-*Chrysotoxum vernale*, 59-*Dasyrphus venustus*, 60-*Eoseristalis jugorum*, 61-*Eoseristalis picea*, 62-*Lapposyrphus lapponicus*, 63-*Melangyna umbellatarum*, 64-*Neoasciella geniculata*, 65-*Orthonevra intermedia*, 66-*Sphaerophoria batava*, 67-*Volucella pellucens*

Abbildung 16 Arten-Individuen-Verteilung der Syrphidae-Zönose, Daten aller Untersuchungsjahre.

Die Schwebfliegen traten in einem sowohl im Vergleich der Untersuchungsjahre als auch im Vergleich der Brachetypen unterschiedlichen Muster auf (Abbildung 84): 1999 zeigte sich auf den jungen Brachen ein ausgeprägter Sommeraspekt sowohl in der Arten- als auch der Individuenzahl. Dieser Aspekt teilte sich in zwei Maxima, einen Hochsommergipfel in der ersten Julihälfte und ein Spätsommergipfel Anfang August. 2000 findet sich diese Verteilung nur in den Arten-, nicht jedoch in den Individuenzahlen. Dafür erscheint ein ausgeprägter Herbstpeak auf Standort II, woran vor allem *Sphaerophoria scripta* beteiligt war. Die alten Brachen zeigten zudem in beiden Jahren einen starken Frühjahrspeak in Arten- und Individuenzahl.

Werden die einzelnen Standorte zusammengefasst (Abbildung 17), zeigt sich sowohl für die Arten- als auch für die Individuenzahlen eine deutliche Fünfteilung:

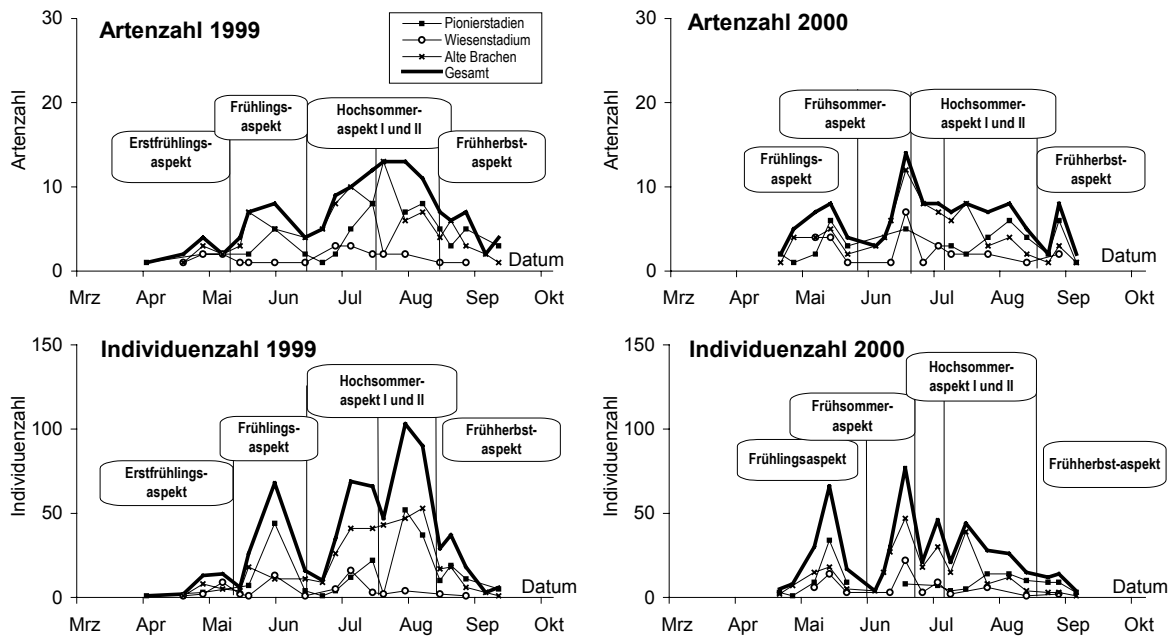


Abbildung 17 zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Syrphidae auf den Brachetypen.

Ein Frühjahrsaspekt im Mai und ein Frühsommeraspekt im Juni, die sich nur auf den alten Brachen ausprägten, die auf beiden Brachetypen auftretenden Sommeraspekte im Juli und August, und ein Herbstaspekt Anfang September, der auf den jungen Brachen deutlicher hervortrat. 2000 war diese Unterteilung deutlicher zu erkennen. Die vier dominanten und subdominanten Arten folgten dieser Verteilung weitestgehend. Der Frühlingsaspekt ist jedoch nur schwach ausgeprägt (Abbildung 18).

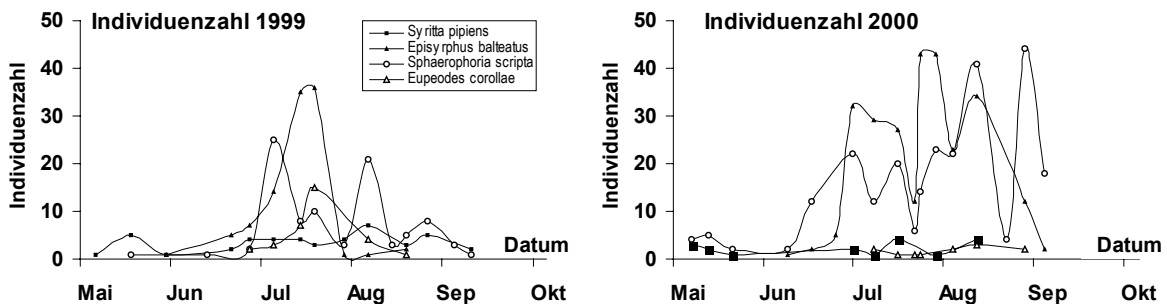


Abbildung 18 zeitliche Verteilung der Individuenzahlen der vier dominanten und subdominanten Syrphidae.

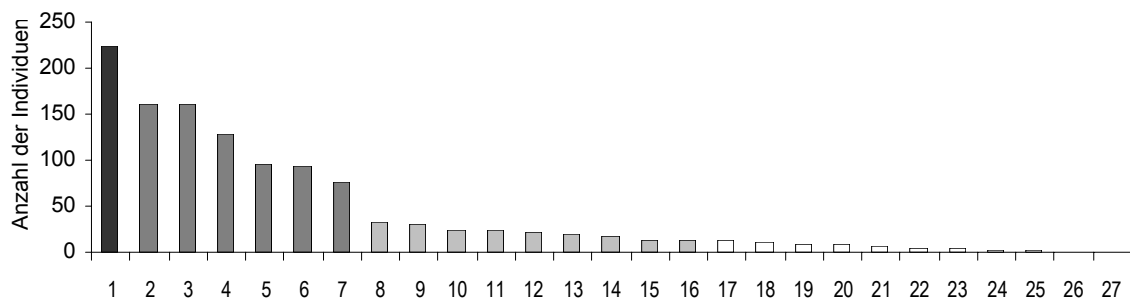
3.2.3.2 Rhopalocera

Es wurde in allen drei Untersuchungsjahren eine artenarme Rhopalocera-Zönose vorgefunden. *Pieris*-Arten dominierten über weite Bereiche. Die Zahl der insgesamt nachgewiesenen Arten beläuft sich auf 27 (Tabelle 49). Es konnten mehrere „Rote-Liste-Arten“ der Kategorie 3 (gefährdet), und zwar *Thecla betulae*, *Papilio machaon*, *Heteropterus morpheus*, *Coenonympha glycerion* sowie *Coenonympha arcania* nachgewiesen werden. Die Verteilung der Arten zeigte keine systematischen Unterschiede zwischen den einzelnen Brachestadien (Tabelle 15).

Tabelle 15 Übersicht über die Artenzahlen der Rhopalocera, nach Standorten und Untersuchungsjahren getrennt.

Jahr \ Standort	I	II	III	IV	V	Gesamt
	1998	5	11	14	9	14	20
1999	9	12	18	12	13	23
2000	10	6	15	12	13	22
Gesamt	12	16	22	17	18	27

In der Arten-Individuen-Verteilung nach SCHUBERT (1991) tritt eine dominante Art auf (*Coenonympha pamphilus*). Daneben gibt es eine große Anzahl subdominanter Arten (*Aphantopus hyperantus*, *Polyommatus icarus*, *Pieris napi*, *P. rapae*, *P. brassicae*, *Melanargia galathea*).



1-*Coenonympha pamphilus*, 2-*Aphantopus hyperantus*, 3-*Polyommatus icarus*, 4-*Pieris napi*, 5-*Pieris rapae*, 6-*Melanargia galathea*, 7-*Pieris brassicae*, 8-*Thymelicus lineolus*, 9-*Inachis io*, 10-*Araschnia levana*, 11-*Coenonympha arcania*, 12-*Colias hyale*, 13-*Thymelicus silvestris*, 14-*Vanessa atalanta*, 15-*Ochlodes venatus*, 16-*Gonepteryx rhamni*, 17-*Plebicula amanda*, 18-*Aglais urticae*, 19-*Issoria lathonia*, 20-*Anthocharis cardamines*, 21-*Papilio machaon*, 22-*Coenonympha glycerion*, 23-*Vanessa cardui*, 24-*Thecla betulae*, 25-*Heteropterus morpheus*, 26-*Heodes tityrus*, 27-*Pararge aegeria*

Abbildung 19 Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera-Zönose, Daten aus den Beobachtungen aller Untersuchungsjahre.

Der Jahresverlauf der Arten- und Individuendichten entwickelte sich auf den einzelnen Standorten uneinheitlich (Abbildung 85). Auf den jungen Brachflächen waren sie von großen Schwankungen geprägt und verliefen auf niedrigem Niveau. Die alten Brachen dagegen wiesen ein deutliches Sommermaximum auf.

Bei einer Zusammenfassung der Einzelstandorte ist analog der Syrphidenzönose eine Fünfteilung im Jahresverlauf zu erkennen (Abbildung 20). Allerdings sind die Maxima zeitlich verschoben.

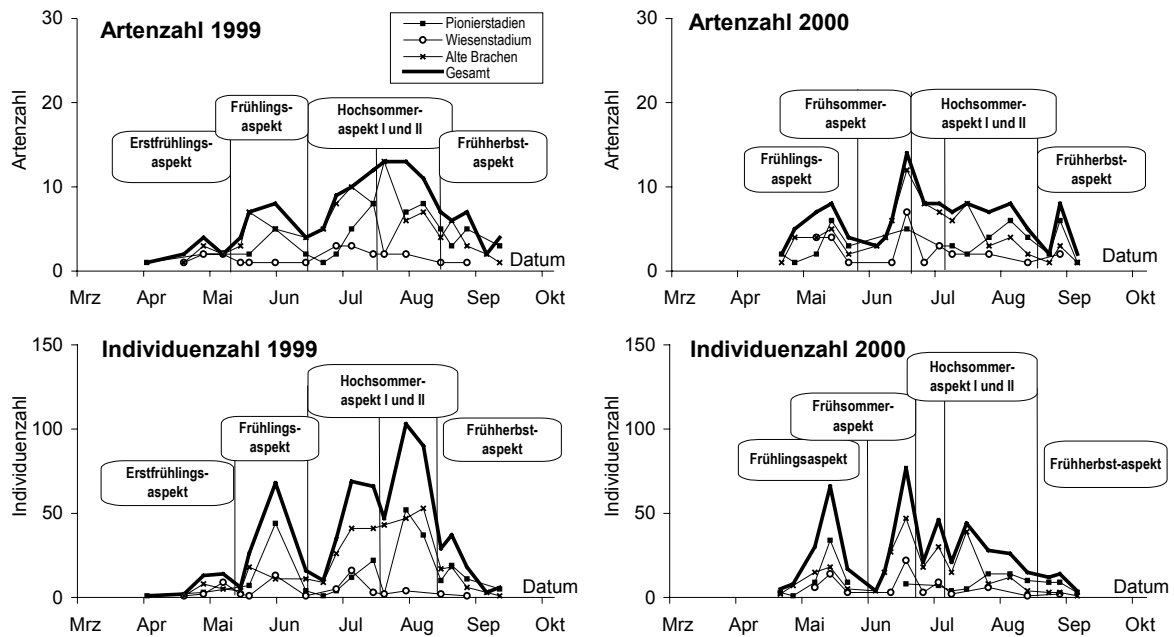


Abbildung 20 zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Rhopalocera auf den Brachetypen.

1999 findet sich der erste Peak bereits Ende April, ein zweiter Frühlingsaspekt Anfang Juni (nur auf den jungen Brachen), die auf beiden Brachetypen auftretenden Hochsommeraspekte während des gesamten Juli und Anfang August (diese fließen auf den alten Brachen zu einem einzigen Sommermaximum zusammen), sowie ein schwaches Frühherbst-Maximum Ende August, das nur in den Individuenzahlen auftritt. Im Untersuchungsjahr 2000 sind die Sommermaxima der Individuenzahlen deutlich niedriger.

3.2.4 Nahrungsangebot und -nutzung

3.2.4.1 Standort I

Bei den **Nektar**untersuchungen wurde aufgrund ihres dominanten Vorkommens vor allem die Art *Convolvulus arvensis* beprobt. Daneben wurden Proben von *Cirsium arvense*, *Geranium pyrenaicum* und *Barbarea vulgaris* genommen. In Abbildung 87 finden sich der Blühverlauf und die durchschnittlichen Zuckermengen des Nektars verhüllter und damit vor Insektenbesuch geschützter sowie unverhüllter und damit möglicherweise von Insekten besuchter Blüten. Die Gesamtverläufe des Produktionspotentials und des tatsächlichen Nektarzuckerangebotes sind in Abbildung 21 dargestellt.

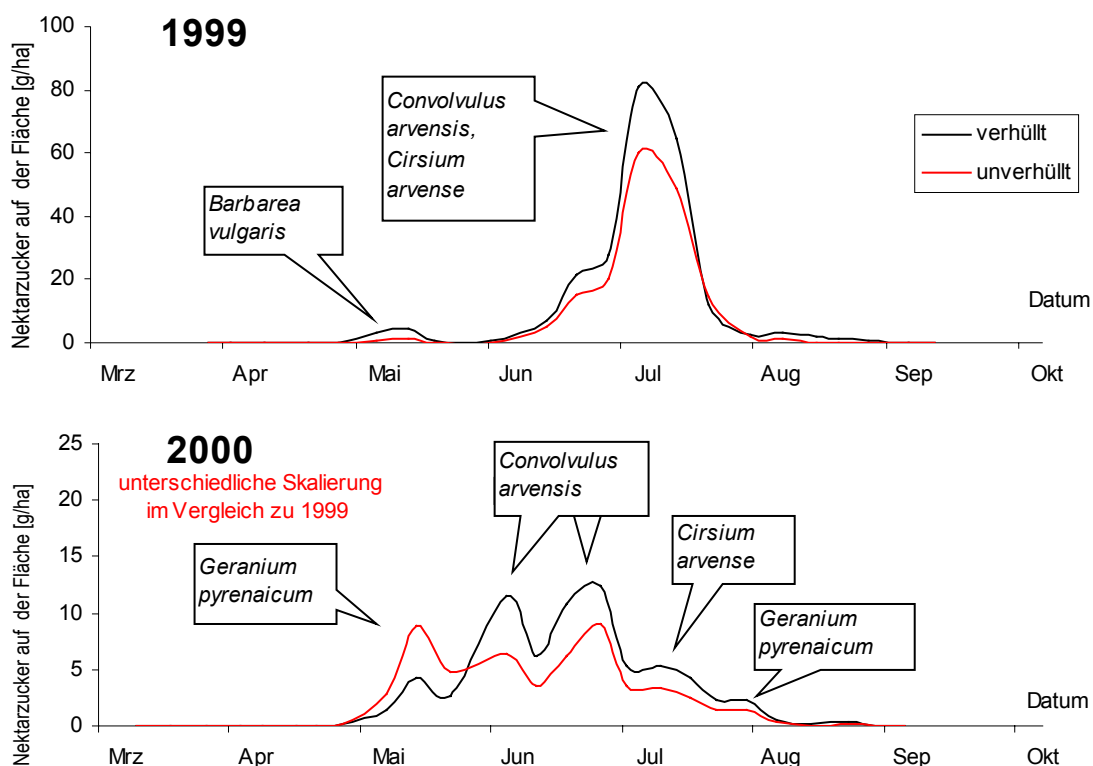


Abbildung 21 Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort I im Jahresverlauf (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion verhüllter und damit vor Insekten geschützten Blüten bzw. unverhüllter und damit für Insektenbesuch zugänglichen Blüten).

Die beiden Kurven 1999 und 2000 unterschieden sich stark, sowohl in der Höhe der Zuckermengen (Maximalwert 1999: 81g/ha, 2000: 12g/ha) als auch im Kurvenverlauf. 1999 zeigte sich ein Hauptmaximum, gebildet von *Convolvulus arvensis*, im Frühjahr ein schwaches Nebenmaximum durch *Barbarea vulgaris*. 2000 dagegen kommt es zu einem wesentlich ausgeglicheneren Nektarangebot mit insgesamt 4 Maxima, vertreten sind hier zusätzlich *Geranium pyrenaicum* und *Cirsium arvense*. *Convolvulus arvensis* tritt nicht mehr so stark in den Vordergrund.

Tabelle 16 gibt einen Überblick über die Nektarkoeffizienten aller untersuchten Arten.

Tabelle 16 Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort I.

Art	1999	NK	2000	NK
<i>Convolvulus arvensis</i>	08.07.99	0,72	12.06.00	0,57
	20.07.99	3,87	21.06.00	0,75
	10.08.99	1,68		
<i>Geranium pyrenaicum</i>	02.06.99	0,55	16.05.00	2,08
			24.05.00	0,39
<i>Cirsium arvense</i>	08.07.99	0,82	21.06.00	0,54
	19.07.99	0,18		
	01.08.99	0,05		
<i>Barbarea vulgaris</i>	17.05.99	0,26	09.05.00	1,54

Er liegt mehrfach über 1, in diesen Fällen war die Nektarmenge in unverhüllten Blüten größer als in verhüllten. Der Koeffizient gerade auch der Haupttrachtpflanze *Convolvulus arvensis* wies bei einem großen Teil der Beprobungen auf eine nur geringe Ausnutzung des Angebotes hin. Bei einzelnen Arten nahm der NK-Wert ab, es gab damit die Tendenz einer zunehmenden Nutzung im Verlauf der Blütezeit. Beispiele sind 1999 *Cirsium arvense* und 2000 *Geranium pyrenaicum*. Der Gesamt-NK-Wert zeigt in beiden Untersuchungsjahren einen verschiedenen Verlauf (Abbildung 22). 1999 ist er bis Ende Juli leicht zunehmend (abnehmende Nektarnutzung), ab Anfang August sinkt er schnell auf geringe Werte ab (starke Nektarnutzung). 2000 hingegen, nach Frühlingswerten um 2, liegt er ab Anfang Juni bei Werten um 0,5.

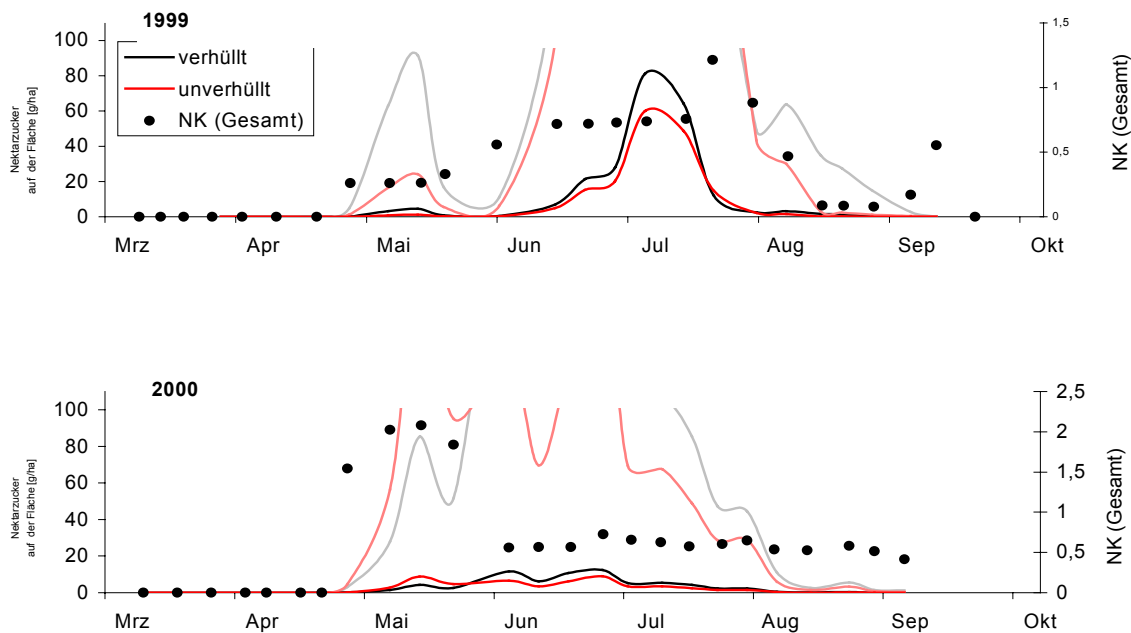


Abbildung 22 Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort I. Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen der Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten) und des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten).

Das **Pollenangebot** macht die überragende Stellung des *Convolvulus*-Typs sichtbar, der weit über 80% der Pollenmenge ausmachte. Ihm folgte der *Hypericum*-Typ, der unter 2,5% bleibt (Tabelle 61).

Die Pollennutzung zeigt eine hohe Zahl genutzter Typen. Der überwiegende Teil hatte jedoch keinerlei quantitative Bedeutung. Vielmehr war bei allen untersuchten Arten eine hohe Stetigkeit

und Häufigkeit nur weniger Typen zu sehen (Tabelle 62). Für die Gesamtheit aller Proben waren es 1999 drei, 2000 sogar nur zwei Pollentypen, die weit über 70% des Gesamtpollenkonsums ausmachten. Auch der Anteil flächenfremder Pollen war sehr unterschiedlich. Während 1999 mehr als ein Drittel (34%) aller Pollen von Arten stammte, die zu dieser Zeit nicht auf den Flächen vorkamen, so waren es im Untersuchungsjahr 2000 nur 5%. Ursache war vor allem der fehlende Sambucus-Typ in den Proben des Untersuchungsjahres 2000.

Auffällig sind einige Pollentypen, die geringe Häufigkeits-, jedoch hohe Stetigkeitswerte hatten. Zu ihnen zählen der Apiaceae- und der Cichorium-intybus-Typ.

Die Pollennutzungskoeffizienten weisen drei Arten aus, die in beiden Untersuchungsjahren präferiert wurden (Tabelle 63). Es handelte sich um den Galium-, den Anthemis- und den Cirsium-Typ. Der Anthemis-Typ war dabei in beiden Jahren auch quantitativ einer der bedeutendsten Pollen (1999: 29,4%, 2000: 53,74%), während sowohl Galium als auch Cirsium von nur untergeordneter Bedeutung für die Versorgung mit Pollen waren. *Convolvulus arvensis* wurde als Pollentyp gemieden, der Anteil am Blütenangebot lag wesentlich höher als in der aufgenommenen Pollennahrung.

3.2.4.2 Standort II

Das **Nektarangebot** wurde, ähnlich wie auf Standort I, auch auf Standort II über lange Zeiträume von einer einzigen Art produziert. Es handelte sich um *Cirsium arvense* (Abbildung 88). Dabei traten zwischen 1999 und 2000 große Unterschiede in der produzierten Nektarzuckermenge auf (Abbildung 23).

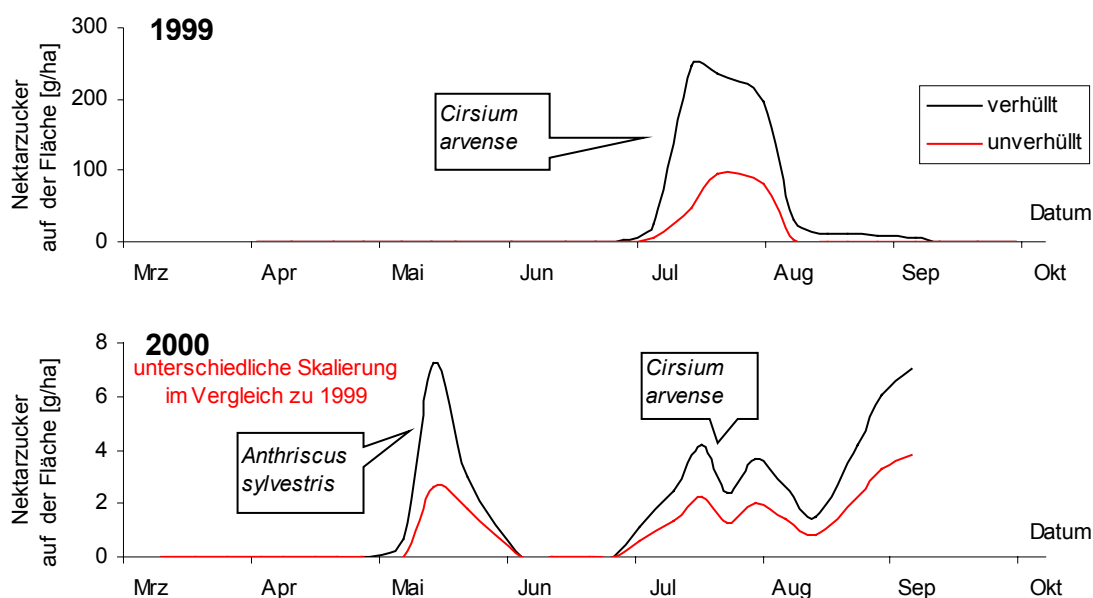


Abbildung 23 Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort II im Jahresverlauf (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion verhüllter und damit vor Insekten geschützten Blüten bzw. unverhüllter und damit für Insektenbesuch zugänglichen Blüten).

Der Rückgang erstreckte sich über zwei Zehnerpotenzen von maximal 250 g/ha im Jahr 1999 auf maximal 8 g/ha im Jahr 2000. Der Standort wies damit im Untersuchungsjahr 2000 kein nennenswertes Nektarangebot auf.

Die Nektarkoeffizienten der beiden beprobten Arten zeigen eine überwiegend starke Nutzung der Haupttrachtpflanze *Cirsium arvense* (Tabelle 17).

Tabelle 17 Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort II.

Art	Datum	NK
<i>Anthriscus sylvestris</i>	01.06.99	1,01
	09.05.00	0,16
	16.05.00	0,86
	24.05.00	0,53
<i>Cirsium arvense</i>	08.07.99	0,19
	19.07.99	0,32
	01.08.99	0,08
	06.07.00	0,57

Anthriscus sylvestris wurde überwiegend schwach genutzt. In der Veränderung der Nutzungsintensität während der Blühperiode ist keinerlei Tendenz zu erkennen. Der Gesamt-NK-Wert des Standortes lag in beiden Jahren niedrig (Abbildung 24).

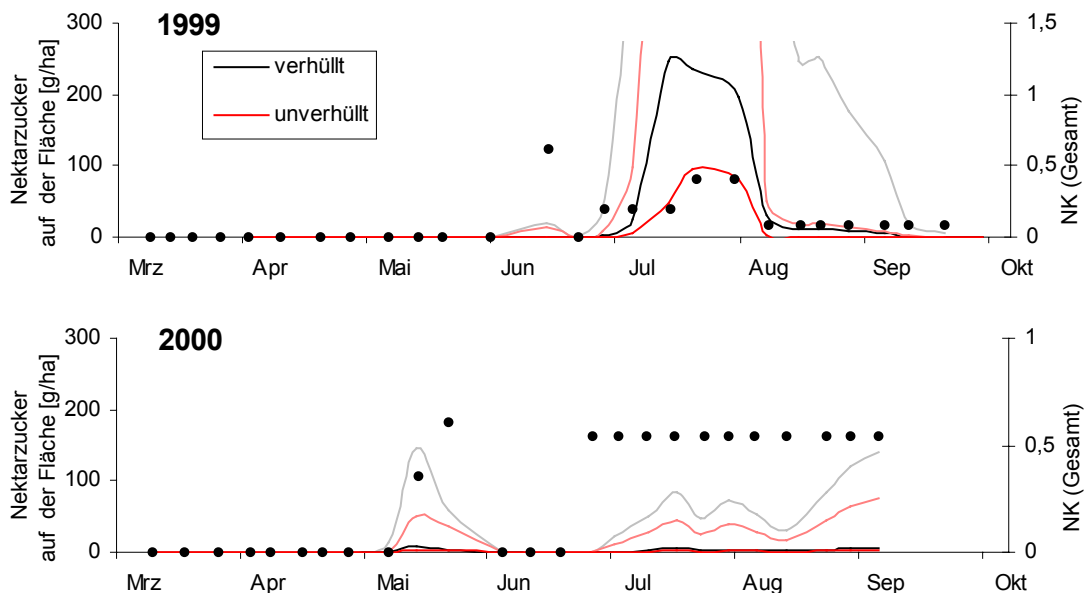


Abbildung 24 Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort II. Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen der Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten) und des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten).

Im **Pollenangebot** des Standortes (Tabelle 64) spiegeln sich deutlich die Veränderungen, die sich durch die Vegetationsentwicklung ergaben. 1999 war der *Cirsium*-Typ mit 48% der überragend präsenzte Pollentyp, während er im Folgejahr nur noch 5% erreichte. Dem gegenüber steht die Zunahme von drei Pollentypen (*Hypericum*-, *Anthemis*- und *Apiaceae*-Typ), die im Jahr 2000 zusammen rund 86% des Gesamtpollenangebotes umfassten.

Die Pollennutzung zeigte ein dem Standort I sehr ähnliches Bild (Tabelle 65). Wiederum waren es nur wenige Pollentypen, die eine quantitative Rolle bei der Ernährung spielten, obwohl eine Vielzahl von Pollentypen in der Nahrung nachgewiesen wurden. Die Hauptpollenquellen waren in beiden Untersuchungsjahren übereinstimmend *Hypericum perforatum* und Arten des

Anthemis-Typen. Sie stellten jeweils weit über 70% aller aufgenommenen Pollen, 2000 waren es sogar über 90%. Wiederum fanden sich einige Pollentypen, die eine hohe Stetigkeit, jedoch eine nur geringe Häufigkeit besaßen. Zu ihnen zählten erneut der Apiaceae- und der Cichorium-intybus-Typ, daneben auch der Cirsium- und Aster-Typ.

Der Anteil der Fremdpollen war zwischen den Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich (1999: 12 Typen mit 10,9%, 2000: 17 Typen mit 0,5%). Vor allem die frühblühenden Bäume und Sträucher (*Tilia cordata* und *Sambucus nigra*) spielten 1999 eine bedeutende, 2000 jedoch gar keine Rolle im Pollenspektrum der untersuchten Exemplare.

Nur wenige Pollentypen wurden in beiden Untersuchungsjahren präferiert, es waren der Hypericum-, Sinapis- und Galium-Typ (Tabelle 66). Damit zählte einer der beiden Hauptpollentypen zu den überdurchschnittlich stark genutzten Nahrungsquellen. Sinapis- und Galium-Typ dagegen zeigten hohe Präferenzwerte auf sehr niedrigem Niveau sowohl des Angebotes als auch der aufgenommenen Mengen.

Unter den gemiedenen Pollenquellen fanden sich durchweg Arten der Asteraceae. Allerdings gab es nur beim Cirsium-Typ hohe Angebots- und Nutzungswerte.

3.2.4.3 Standort III

Im Rahmen der **Nektar**untersuchungen wurden auf Standort III insgesamt 5 Arten beprobt. (Abbildung 89). In beiden Jahren war das Angebot vom Frühjahrsaspekt dominiert, der sich von Mitte April bis Mitte Juni in einem Doppelpeak zeigte. Danach wies der Standort keine größeren Nektarvorkommen mehr auf (Abbildung 25).

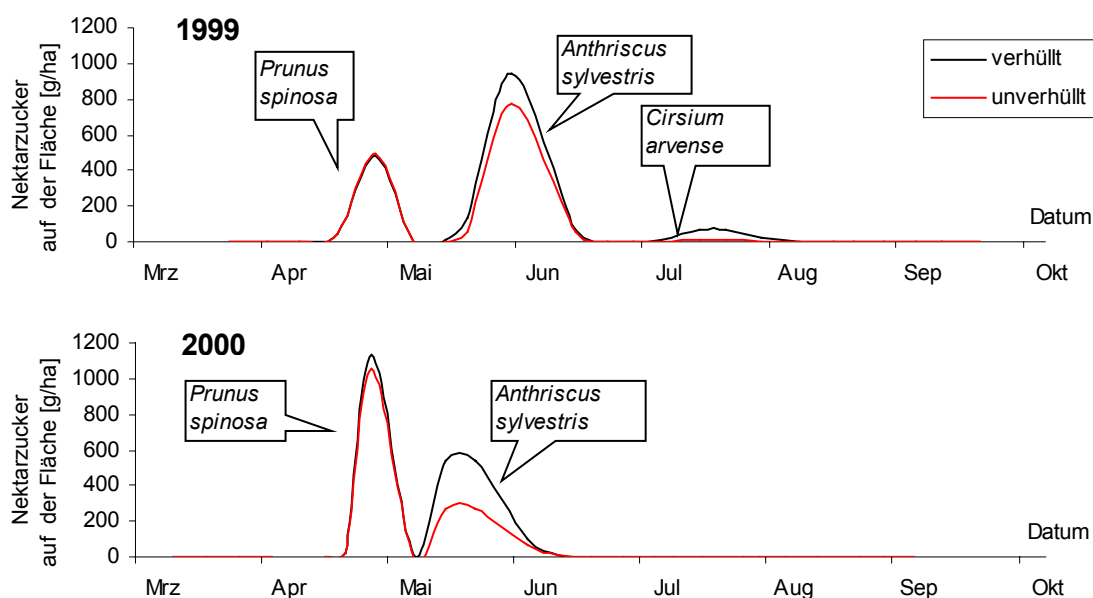


Abbildung 25 Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort III im Jahresverlauf (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion verhüllter und damit vor Insekten geschützten Blüten bzw. unverhüllter und damit für Insektenbesuch zugänglichen Blüten).

Die Gesamtzuckermenge sowie das Größenverhältnis der beiden Haupttrachtarten untereinander unterschieden sich zwischen den Untersuchungsjahren: Während 1999 das Maximum von *Prunus spinosa* deutlich unter dem von *Anthriscus sylvestris* lag (1210 zu 2350 g/ha), zeigte

im Jahr 2000 *Prunus* einen deutlich höheren Wert als *Anthriscus* (1130 zu 540 g/ha). Insgesamt blieb das Angebot 2000 deutlich hinter dem von 1999 zurück. Die einzelnen Trachtpflanzen wurden unterschiedlich stark genutzt (Tabelle 18).

Tabelle 18 Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort III.

Art	Datum 1999	NK	Datum 2000	NK
<i>Anthriscus sylvestris</i>	17.05.99	0,44	08.05.00	0,39
	01.06.99	0,82	16.05.00	0,51
			24.05.00	0,68
<i>Prunus spinosa</i>	29.04.99	1,01	28.04.00	0,93
	30.04.99	0,58		
<i>Barbarea vulgaris</i>	09.05.00	0,39		
<i>Galium mollugo</i>	24.05.00	0,30		
<i>Cirsium arvense</i>	18.07.99	0,14	11.08.00	0,36
	01.08.99	0,03		

So zeigte *Prunus spinosa* bei zwei von drei Messungen fast keine Unterschiede zwischen verhüllten und unverhüllten Blüten. *Cirsium arvense*, *Barbarea vulgaris* und *Galium mollugo* hingegen wiesen in beiden Untersuchungsjahren starke Unterschiede zwischen den verhüllten und den unverhüllten Blüten auf, wurden also von Blütenbesuchern stark genutzt. Bei *Anthriscus sylvestris* fand sich eine abnehmende Nutzungsintensität. Der sich ergebende Verlauf des Gesamt-NK-Wertes zeigte in beiden Jahren einen abnehmenden Verlauf, 1999 wurden jedoch bedeutend kleinere Werte erreicht (Abbildung 26).

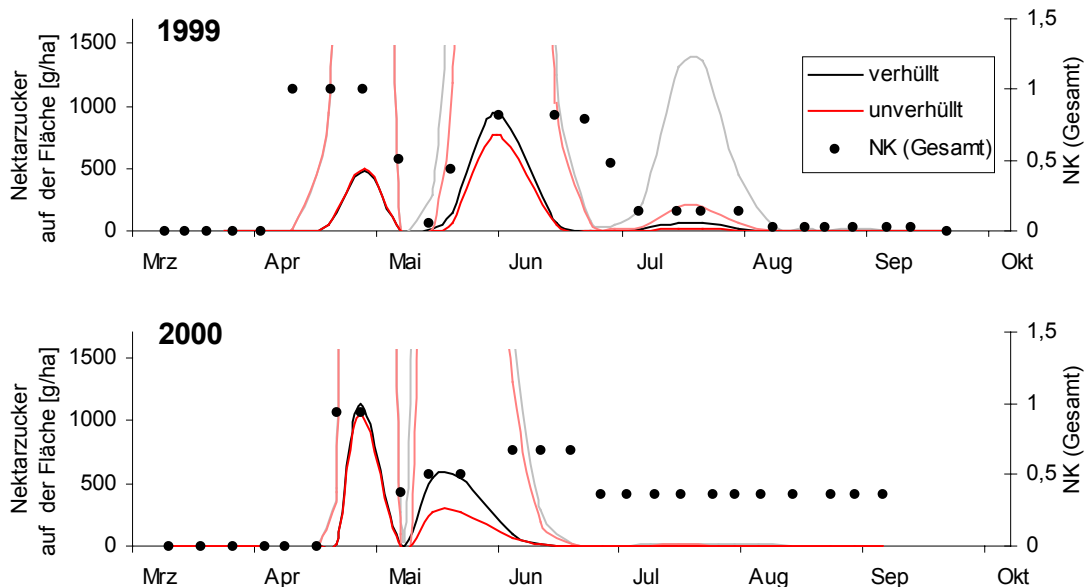


Abbildung 26 Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort III. Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen der Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten) und des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten).

Das **Pollenangebot** (Tabelle 67) weist auf den dominanten Anteil von zwei Pollentypen: der Apiaceae- und Rosaceae-Typ bildeten in beiden Untersuchungsjahren jeweils über 85% des Gesamtpollenangebotes. Andere Typen waren in nur geringer Menge vertreten.

Die Pollennutzung (Tabelle 68) zeigt wieder einige wenige dominante Typen (Galium-, Hypericum- und Anthemis-Typ), die mit über 70 % den größten Teil der Nahrung stellten, sowie einige hochstete, aber nicht häufige Arten (Apiaceae-, Cirsium-, Cichorium-intybus- und Cerastium-fontanum-Typ). Auffällig ist, dass die den Standort bestimmenden dominanten Arten des Frühlings und Frühsommers, *Prunus spinosa* und *Anthriscus sylvestris*, keine quantitative Rolle spielten. Der Apiaceae-Typ erreichte zumindest hohe Stetigkeiten (in beiden Jahren 23%), doch der Rosaceae-Typ war in nur sehr geringem Maße vertreten. Der Anteil flächenfremder Pollen-Typen lag mit 10,8% 1999 bedeutend höher als 2000 (5,6%), auch wenn die Zahl der meist in Einzelfunden vorliegenden Pollentypen 2000 wesentlich höher war (10 gegenüber 28 Typen).

Die Pollenangebot/nutzungsmatrix (Tabelle 69) weist eine ganze Reihe präferierter Typen aus, darunter auch die Hauptnahrungspollen Galium- Hypericum- und Anthemis-Typ sowie die beiden hochsteten Typen Cirsium und Cichorium intybus. Lediglich beim Sinapis-Typ errechnete sich die Präferenz aus geringen Angebots- und Nachweiswerten.

3.2.4.4 Standort IV

Der größte Teil des **Nektarangebotes** auf Standort IV wurde durch *Taraxacum officinale* produziert. Die Art bildete einen starken Frühjahrsaspekt. Im Sommer traten in geringerer Abundanz weitere Nektarspender hinzu (Abbildung 90). Zwischen 1999 und 2000 zeigten sich große Unterschiede im Verlauf des Nektarangebotes (Abbildung 27).

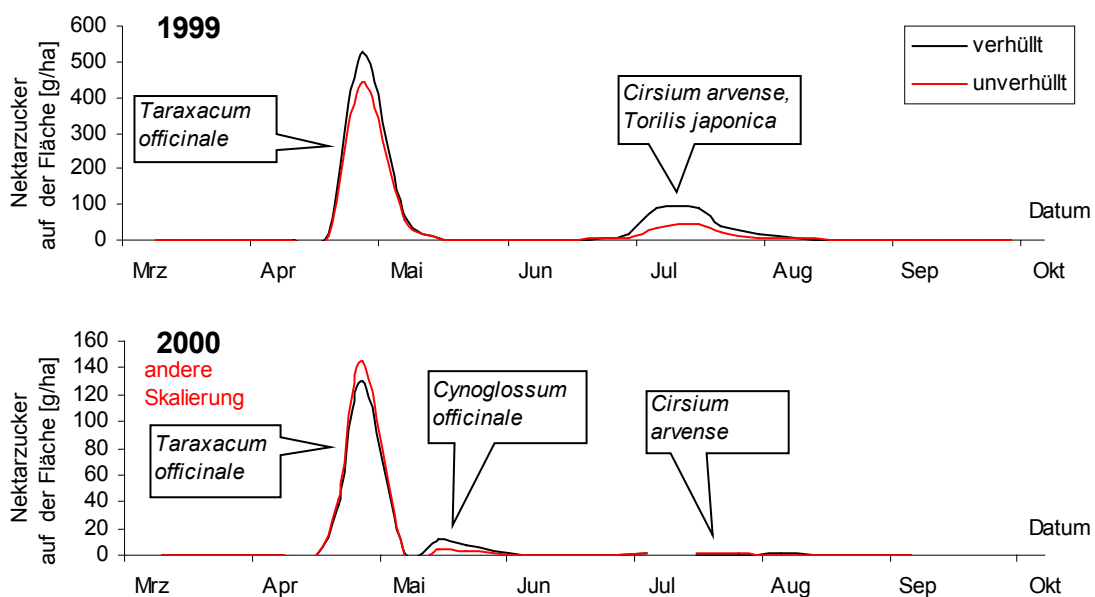


Abbildung 27 Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort IV im Jahresverlauf (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion verhüllter und damit vor Insekten geschützten Blüten bzw. unverhüllter und damit für Insektenbesuch zugänglichen Blüten).

2000 wurde nur ein Bruchteil der Nektarzuckermenge produziert (Maximum: 1999 – 525 Gramm Zucker/Hektar, 2000 – 130 Gramm Zucker/Hektar). Überdies fiel der Sommeraspekt 2000 gänzlich aus. Dies lag sowohl am Rückgang der Blütendeckungswerte einzelner Nektarproduzenten (*Cirsium arvense*, *Torilis japonica*) als auch an der gesunkenen

Nektarproduktion einzelner Arten (*Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*). Aus den Werten der Nektarkoeffizienten lassen sich keine vorrangig genutzten Arten erkennen (Tabelle 19).

Tabelle 19 Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort IV.

Art	Datum 1999	NK	Datum 2000	NK
<i>Taraxacum officinale</i>	29.04.99	0,62	28.04.00	3,97
	30.04.99	1,36	08.05.00	0,23
	03.05.99	4,41		
<i>Cirsium arvense</i>	19.07.99	0,33	06.07.00	0,96
	01.08.99	0,59		
<i>Daucus carota</i>			06.07.00	0,08
			11.08.00	0,81
<i>Torilis japonica</i>	18.07.99	5,37		
<i>Crepis capillaris</i>	22.07.99	0,67		
<i>Cynoglossum officinale</i>			09.05.00	0,55
			16.05.00	0,32

Besonders auffällig ist das häufige Auftreten von NK-Werten > 1, d.h. unverhüllte und damit dem Insektenbesuch ausgesetzten Blüten enthielten mehr Nektar als verhüllte. Der NK-Wert des Standortes lag hauptsächlich bei Werten um 1, lediglich in den Sommermonaten 1999 sank er zwischenzeitlich auf 0,5 ab (Abbildung 28).

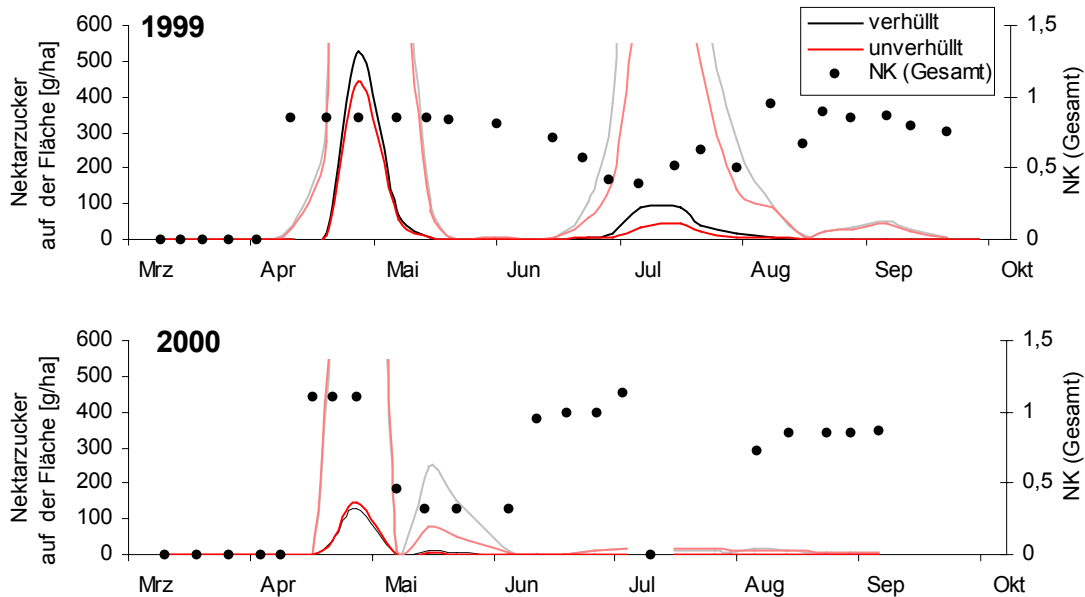


Abbildung 28 Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort IV. Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen der Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten) und des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten).

Das **Pollenangebot** zeigte zwei in beiden Untersuchungsjahren in großen Anteilen vorhandene Pollentypen, den Apiaceae- und den Cichorium-intybus-Typ (Tabelle 70). Daneben kamen 1999 der Trifolium- und 2000 der Anthemis-Typ in größerem Ausmaß vor. Insgesamt machten diese drei Pollentypen jeweils über 70% des Pollenangebotes innerhalb der Untersuchungsjahre aus.

Bei der Pollennutzung fällt die breite Verteilung der Häufigkeitswerte auf (Tabelle 71). Bei der Betrachtung der Daten aller vier untersuchten Arten wurden 1999 fünf Pollentypen häufig genutzt, 2000 waren es vier Vertreter, auf die insgesamt rund 80% der Nahrung entfielen. Auch die Zahl der Pollentypen mit hohen Stetigkeitswerten, die auf häufigen und regelmäßigen Blütenbesuch der betreffenden Arten hinweisen, ist groß. Die flächenfremden Pollen hatten nur einen geringen Anteil an der Gesamtpollenmenge. 1999 lag der Wert bei 0,6%, im Jahr 2000 bei 2,6% der Gesamtpollenmenge. Einige der Fremdpollen traten mit hoher Stetigkeit auf, so der *Centaurea-cyanus*- mit 18% und der *Sinapis*-Typ mit 19%.

Die Selektionsindex-Tabelle aus Pollenangebot und -nutzung (Tabelle 72) zeigt in beiden Untersuchungsjahren vier bevorzugte Pollentypen (*Galium*-, *Hypericum*-, *Cirsium*- und *Aster*-Typ). Dabei hatten nur *Cirsium* 1999 und *Hypericum* 2000 einen nennenswerten Anteil am Gesamtpollenkonsum. Beim *Galium*- und *Aster*-Typ dagegen errechneten sich die Präferenzen auf sehr niedrigem Angebots-Nutzungs-Niveau. Andere häufig aufgenommene Pollentypen finden sich in den Gruppen mit zwischen den Untersuchungsjahren unterschiedlichem NK (*Apiaceae*- und *Anthemis*-Typ) oder in der Gruppe der gemiedenen Pollentypen (*Cichorium-intybus*- und *Trifolium*-Typ).

3.2.4.5 Standort V

Das Nektarangebot des Standortes V wurde durch besonders viele Arten gebildet. An insgesamt 11 Arten wurden Nektarproben entnommen (Abbildung 91). Der Verlauf des Gesamtnektarangebotes (Abbildung 29) war 1999 gleichmäßig. *Prunus spinosa* bildete den höchsten Peak im Frühjahr, im weiteren Jahresverlauf gab es produktive Nektarspender auch während des Vollfrühlings, des Frühsommers und des Hochsommers.

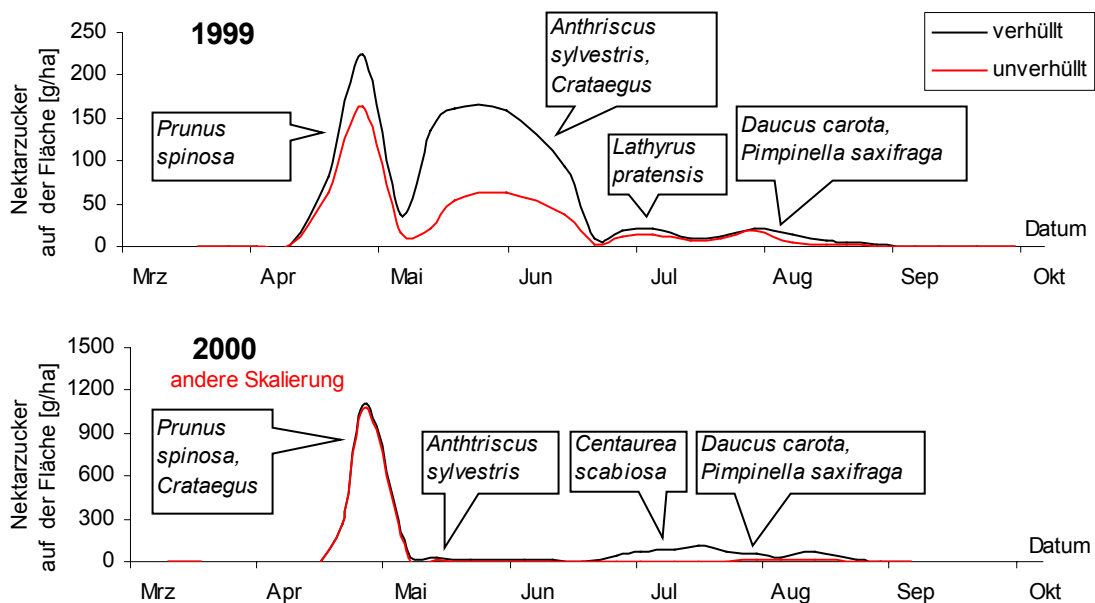


Abbildung 29 Das standörtliche Produktionspotential und das tatsächliche Nektarangebot auf Standort V im Jahresverlauf.

Im Jahr 2000 dagegen ist der Verlauf des Gesamtnektarangebotes ungleichmäßiger. Nach einem um eine Zehnerpotenz größeren Nektarangebot im Frühjahr war das Angebot im weiteren Verlauf der Vegetationsperiode bedeutend geringer und wies auch nicht mehr einen solch

kontinuierlichen Verlauf auf. Die Nektarkoeffizienten zeigen eine starke Nutzung der Trachtpflanzen an (Tabelle 20).

Tabelle 20 Überblick über den Nektarkoeffizienten für die beprobten Arten auf Standort V.

Art	Datum 1999	NK	Datum 2000	NK
<i>Primula veris</i>	29.04.99	0,55	28.04.00	2,45
<i>Prunus spinosa</i>	29.04.99	0,87		
	30.04.99	0,72		
<i>Anthriscus sylvestris</i>	01.06.99	0,39	24.05.00	0,23
<i>Crataegus oxyacantha</i>	21.05.99	0,13		
<i>Crataegus monogyna</i>	21.05.99	0,94	09.05.00	0,47
<i>Pyrus pyraeaster</i>			28.04.00	0,71
<i>Lathyrus pratensis</i>	30.06.99	1,52		
<i>Lotus corniculatus</i>	17.06.99	0,09		
<i>Centaurea scabiosa</i>			19.06.00	0,015
			27.06.00	0,010
			04.07.00	0,064
			07.08.00	0,003
			11.08.00	0,001
<i>Daucus carota</i>	01.08.99	0,86	07.08.00	0,72
	08.08.99	0,43	11.08.00	2,11
			15.08.00	0,13
			24.08.00	1,64
<i>Pimpinella saxifraga</i>	08.08.99	1,03	07.08.00	0,77
			11.08.00	2,24
			15.08.00	0,13
			24.08.00	7,64

Bei *Centaurea scabiosa* und *Lotus corniculatus* wurde der Nektar von den Nutzern nahezu vollständig entnommen. Doch auch bei den als Massentrachten auftretenden Arten *Pyrus*, *Crataegus* und *Anthriscus* gab es niedrige NK-Werte, und auch *Prunus spinosa* zeigt zumindestens 1999 eine deutliche Nektarnutzung. Der Gesamt-NK-Wert des Standortes zeigte zwischen den Untersuchungsjahren deutliche Unterschiede (Abbildung 30).

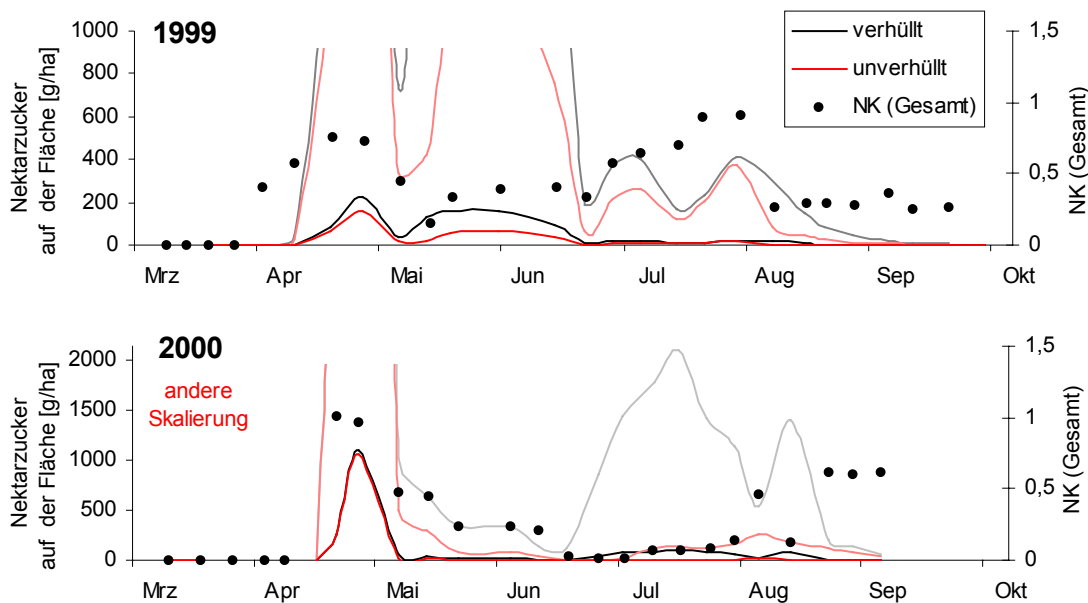


Abbildung 30 Verlauf des Nektarangebotes und des Gesamt-NK-Wertes auf Standort V. Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen der Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten) und des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten).

Während 1999 NK(Gesamt) im Verlauf der Vegetationsperiode leicht anstieg und erst im Spätsommer auf niedrige Werte abfiel, war im Jahr 2000 die Kurve gegenläufig. Die Werte sanken im Jahresverlauf bis auf Werte um 0,1 ab und stiegen im Spätsommer auf rund 0,5. Das **Pollenangebot** (Tabelle 73) wies in großer Ähnlichkeit zum Standort III als dominante Pollentypen den Apiaceae- und Rosaceae-Typ auf. Andere Typen traten in den Hintergrund. Die Pollennutzung (Tabelle 74) zeigt für 1999 drei und für 2000 vier häufige Pollentypen (Apiaceae-, Anthemis- und Hypericum-Typ, 2000 zusätzlich noch der flächenfremde Artemisia-Typ). Auffällig ist die große Anzahl hochsteter Pollentypen (1999: 9 Typen, 2000: 12 Typen), die auf die regelmäßige Nutzung eines sehr vielfältigen Angebotes hinweisen. Dabei ist ein beträchtlicher Teil der aufgenommenen Pollenmenge als flächenfremd einzustufen. 1999 handelte es sich um 20 Pollentypen mit einem Gesamtanteil von 9%, 2000 waren es 30 Typen mit einem Anteil von 29%. In der Angebots/Nutzungs matrix (Tabelle 75) gibt es acht präferierte Pollentypen. Von diesen spielten jedoch nur der Hypericum- sowie der Anthemis-Typ eine wichtige Rolle im genutzten Pollenspektrum. Die anderen Typen berechnen sich auf sehr niedrigem Nutzungs/Angebots-Niveau. Sieben Pollentypen wurden gemieden, darunter auch die häufig aufgenommenen Rosaceae- und Apiaceae-Typen.

4 Diskussion

4.1 STANDORTCHARAKTERISIERUNG

Die bodenkundliche Standortcharakterisierung weist auf eine anlehmgige Endmoräne hin, wie sie für die jüngeren Geschiebformationen Norddeutschlands typisch ist. Durch die hohen pH-Werte von übereinstimmend $\text{pH}=7,7$ in den tieferen Schichten können Nährstoffe, die durch die frühere Nutzung auf die Flächen gelangten, gut gebunden werden. Die auf den Standorten II und III vorgefundenen geringeren pH-Werte in den oberen Bodenschichten lassen sich auf die bessere Wasserversorgung zurückführen. Beide Standorte hatten auch nach den Zeigerwertberechnungen eine feuchtere Ausprägung. Durch diese kommt es zu einer stärkeren Auswaschung von Kalk und damit zu einer leichten Versauerung der oberen Bodenschichten. Die pH-Werte sanken jedoch nicht in einen Bereich ab, in dem Nährstoffe in stärkerem Maße aus dem Boden gelöst und in tiefere Schichten verlagert werden können. Der niedrigere pH-Wert der mittleren Bodenschichten auf Standort IV kann nicht schlüssig erklärt werden. Ob es einen ursächlichen Zusammenhang mit dem in dieser Tiefe liegenden lehmhaltigeren Substrat gibt, ist ungewiss.

Die Abnahme der organischen Substanz mit zunehmender Bodentiefe ist eine logische Konsequenz der geringer werdenden biologischen Aktivität und Durchwurzelung. Durch die fehlende Bewirtschaftung kommt es zu einer Akkumulation organischen Materials. Der Abbau wird durch die Trockenheit des Materials, die vor allem ein Resultat der hohen Temperaturen in Bodennähe ist, gebremst. So wiesen die beiden alten Brachen (Standorte III und V) deutlich höhere Gehalte an organischer Substanz auf. Neben der Anreicherung toter Biomasse waren Faktoren wie die verstärkte Spreueinarbeitung durch die Bodenmeso- und Makrofauna und die stärkere Durchwurzelung der oberen Bodenschichten für die höheren Werte verantwortlich.

Das Regionalklima im Untersuchungsraum nimmt im Vergleich zum allgemeinen Klimaverlauf des Nordostdeutschen Tieflandes eine gewisse Sonderstellung ein. Die Niederschlagsmengen sind überdurchschnittlich hoch und der Temperaturverlauf ist ausgeglichener. Nach SCHMIDT & KRAUSCH (1997) mildern die Höhenlage der Grundmoränenplatte und der Endmoränen von rund 100 m über NN und der ausgleichende Effekt der großen Seenflächen das leicht kontinentale Klima des Großraumes im Feldberger Raum. Dadurch bedingt fehlen viele Xerothermpflanzen, die kontinentalere Klimabedingungen bevorzugen (FUKAREK 1984, 1985). Die allgemeinen Witterungsverhältnisse in den Untersuchungsjahren 1998 bis 2000 waren durch überdurchschnittlich milde Bedingungen und geringere Sommerniederschläge geprägt. Das hatte starke Auswirkungen auf den phänologischen Kalender, der 1998-2000 für das Untersuchungsgebiet einen um bis zu zwei Wochen früheren Beginn der ersten phänologischen Jahreszeiten gegenüber dem langjährigen Mittel zeigte (TRAMPF & JANSSEN 1998, TRAMPF 1999, 2000).

Die starken Abweichungen der Maximaltemperaturen auf den Untersuchungsstandorten, auf denen teilweise Werte von über 60°C gemessen wurden, waren durch den offenen Charakter des Geländes bedingt. In den Mittags- und Nachmittagsstunden kam es durch die Sonneneinstrahlung zu einer starken Aufheizung der bodennahen Luftschichten, in der sich auch

die Temperaturmessgeräte befanden. Die Temperaturen lagen zum Teil weit über den Optima der meisten Organismen. Auswirkungen sind vor allem eine verminderte Flugaktivität bei Insekten (RÖDER 1990, GROSSER & KLAPPERSTUECK 1977). Auch ELLENBERG (1996) weist auf die extrem hohen Temperaturen hin, die auf offenen Flächen auftreten können, und nennt Hochsommer-Monatsmittel der Temperaturmaxima von 55°C. Die Tagestiefsttemperaturen dagegen waren gegenüber den Werten der Klimastation kaum verändert, eine verstärkte nächtliche Auskühlung war nicht zu beobachten.

Die in allen Untersuchungsjahren auftretenden regenarmen Perioden wirkten vor allem in der Hauptvegetationsperiode beeinträchtigend auf den Pflanzenwuchs, die Blütenentwicklung und die Nektarproduktion. Darauf wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich eingegangen.

4.2 BIOTISCHE GRUNDLAGEN

4.2.1 Pflanzensoziologie

Standort I war ein ruderalisierter Glatthaferwiesenbestand, wie der in hohen Stetigkeiten und Deckungswerten auftretende Block der Frischwiesen-Charakterarten nahe liegt. Die Stellung dieser Bestände wird in der Literatur unterschiedlich diskutiert. Zum Teil werden eigene Gesellschaften beschrieben, zum Teil werden sie nur als Assoziations-Phasen angesehen (ELLENBERG 1996, (NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1985), die durch sekundäre Sukzession entstehen und sich bei normaler Bewirtschaftung in die Ausgangsgesellschaften zurückbilden. POTT (1995) nennt das *Tanaceto vulgaris-Arrhenatheretum elatioris*, dem der Bestand trotz des Fehlens des namengebenden *Tanacetum vulgare* zwanglos zugeordnet werden könnte, da die Mehrzahl der Charakterarten in hoher Stetigkeit auf der Fläche vorkamen (*Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Arrhenatherum elatius*). SCHUBERT et al. (1995) beschreiben diese Gesellschaft als eine stark in Ausbreitung begriffene häufige Ruderalisierungsform der Glatthaferwiesen auf frischen und nährstoffreichen Standorten, die sich bei unregelmäßiger oder fehlender Mahd an Wegrändern und Böschungen ausbreitet. Der Bestand wies darüber hinaus große Ähnlichkeit mit den von NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1985) beschriebenen reicheren Untervarianten des ungemähten *Arrhenatheretum elatioris* auf, insbesondere in dem höchsteten Auftreten von *Campanula rapunculoides*, *Convolvulus arvensis* und *Festuca rubra*. Diese Varianten erhalten jedoch nicht den Rang eigener Gesellschaften. Das Auftreten von *Festuca rubra* ist ein Zeichen für mittlere Feuchtigkeitsverhältnisse. Die Art wird durch eine sich stark akkumulierende Streuschicht am Wachstum gehindert und kann damit als Population zusammenbrechen (SCHMIEDEKNECHT 1994). NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1985) stellten diesen Effekt jedoch nur bei den trockeneren und ärmeren Ausbildungen des ruderalisierten *Arrhenatheretum elatioris* fest. Der Bestand lässt sich zusammenfassend als nährstoffreiches, stark verbrachtes *Arrhenatheretum elatioris* mit mittlerem Feuchtigkeitsanspruch charakterisieren.

Auf **Standort II** traten *Agropyron repens*, *Cirsium arvense* und *Epilobium adenocaulon* dominant auf. MANTHEY (1999) wies *Agropyron repens* als höchstes Element aller Brachflächen nach. Das Optimum findet die Art auf anlehmigen und lehmigen Sanden. Dort bildet sie auf 4 bis 5-jährigen Brachen Dominanzbestände aus. Das verstärkte Auftreten mehrerer *Epilobium*-Arten wird sowohl von MANTHEY (1998b) als auch von HILBIG (1996) und WOLLERT &

BOLBRINKER (1993) dokumentiert; alle sehen den Vorkommensschwerpunkt dieser Gattung innerhalb der ruderalen Brachen auf frischen bis feuchten lehmigen Standorten. Zusammen mit *Convolvulus arvensis* und dem stark ausgeprägten Artenblock der Pionierbesiedler weisen die oben genannten Arten auf die *Agropyretalia repentis*, die halbruderalen Pionierrasen. Sie besiedeln nach POTT (1995) wechsellrockene Böschungen, aufgelassene Äcker und deren Randstreifen auf basenreichen, meist lehmigen Standorten, wobei je nach Entwicklungsstadium Beziehungen zu den Gesellschaften der Ackerwildkräuter, der Wirtschaftswiesen sowie der nitrophytischen Staudenfluren und Halbtrockenrasen auftreten. Es gibt zahlreiche Bezugspunkte zur *Convolvulus arvensis-Elymus repens*-Gesellschaft: „Die Ackerwinden-Quecken-Gesellschaft ist auf nährstoffreichen Böden als Zentralgesellschaft ohne eigene Kennarten ausgebildet und deswegen nur ranglos als Gesellschaft gefasst. Schwer erfassbare Initialgesellschaft; fast überall verbreitet. In der Regel auf lückigen, ruderalen Standorten an Ufern, an Weg- und an Straßenrändern. Eine der häufigsten Quecken-Pionierrasen überhaupt.“ (Zitat aus POTT 1995): Die Vegetation auf **Standort III** ließ sich als stark ruderalisierter und in der Verbuschung begriffener Glatthaferwiesenbestand ansprechen, wie an dem häufigen und dominanten Auftreten vieler *Arrhenatherion*-Arten erkennbar ist (*Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis stolonifera*, *Holcus mollis* und *Galium mollugo*). Deutliche Ruderalisierungstendenzen zeigen sich in dem starken Auftreten von *Anthriscus sylvestris* und *Tanacetum vulgare*. Damit lässt auch dieser Standort sich, wie auch schon Standort I, zwanglos in das *Tanacetum vulgare* - *Arrhenatherum elatioris* einordnen, hier allerdings in der Variante eines Verbuschungsstadiums.

Die weit ausgebreiteten Säume und Gebüschinseln, die vor allem von *Prunus spinosa* gebildet wurden, deuten dabei auf eine Entwicklung zu Schlehen-Gebüsch hin. Innerhalb der *Prunetalia spinosae* zeigen sich Tendenzen zum *Crataego-Prunetum spinosae* (*Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Quercus robur*). Die Gesellschaft wird in der pflanzensoziologischen Literatur uneinheitlich diskutiert, sowohl was die Benennung als auch ihre Zuordnung zum Verband *Carpino betuli-Prunetum spinosae* (mesophile Schlehengebüsche) oder zum *Berberidion vulgare* (Xerotherme Gebüschgesellschaften) betrifft, da sie zwischen beiden vermittelt (POTT 1995). Sie gilt als häufige anthropogene Ersatzgesellschaft und typischer Vertreter der Hecken und Gebüsch in Agrarlandschaften, ist allerdings durch Flurbereinigungsmaßnahmen und durch Eutrophierung leicht bedroht (SCHUBERT et al. 1995).

Standort IV wies eine Artenkombination auf, die durch viele Vertreter der Ackerbeikrautfluren sowie der Halbtrocken- und Magerrasen geprägt wurde. Gute Bezugspunkte gibt es daher zu Formationen der Ackerunkraut-Gesellschaften, insbesondere zum *Papaveretum argemones*, welches nach POTT 1995 auf mageren lehmigen Sandböden gedeiht. Eines seiner Hauptverbreitungsgebiete liegt in Mecklenburg und Brandenburg. Diese Assoziation wird durch viele frühblühende Arten wie *Veronica triphyllus*, *V. hederifolia*, *V. arvensis*, *Erophila verna*, *Arabidopsis thaliana*, *Myosotis stricta* und *Holosteum umbellatum* geprägt, der Sommeraspekt wird durch *Papaver argemone*, *P. dubium*, *Erodium cicutarium* und *Anchusa arvensis* gebildet. Pflanzensoziologische Beziehungen bestehen auch zu den Wirtschaftswiesen. In POTT (1995) wird unter den Fragmentgesellschaften des *Arrhenatherion elatioris* die *Agropyron repens-Agrostis capillaris*-Gesellschaft geführt, in der unter anderem *Agrostis capillaris*, *Achillea millefolium* und *Festuca rubra* dominieren. Diese Gesellschaft tritt auf leicht eutrophierten Sandböden vor allem in pleistozänen Landschaften auf und wird als zu den Sandtrockenrasen

vermittelnde Wegrandgesellschaft charakterisiert. Ähnlichkeiten bestehen auch zum *Crepido capillaris-Festucetum rubrae*, welches zum einen durch starke Trittbelastung entstehen kann, zum anderen aber auch durch nachlassende Düngung von Glatthaferwiesen (*Dauci-Arrhenatheretum*), besonders auf Böden mit höherer Sandkomponente. In solchen ruderalisierten Wiesen können kurzfristig *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis* und *Festuca rubra* wechselweise hervortreten (POTT 1995).

Anknüpfungspunkte zu den Ruderalfluren gab es durch das Auftreten zahlreicher Ruderalisierungszeiger wie *Cirsium arvense* und *Taraxacum officinale*, aber auch durch Arten wie *Artemisia absinthium*, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in dem eher xerophilen Verband *Artemisio-Agropyrion* haben.

Aufgrund der dargestellten pflanzensoziologischen Verbindungen lässt sich Standort IV in die Magerwiesen mit starken Beziehungen zu den Ackerbegleitkrautfluren einordnen.

Standort V ist als ein stark verbrachter und verbuschter *Arrhenatherion*-Bestand anzusprechen. Zahlreiche Arten der Wirtschaftswiesen weisen darauf hin. Er findet sich im trockenen Flügel dieses Verbandes, da die Vegetation starke Tendenzen zu den Halbtrockenrasen aufweist.

In POTT (1995) wird unter den Fragmentgesellschaften des *Arrhenatherion elatioris* die *Picris hieracioides-Brachypodium pinnatum*-Gesellschaft als eine auf trockenen, basenhaltigen Böden wachsende Böschungsgesellschaft mit hohen Anteilen an *Arrhenatherum elatius*, *Achillea millefolium*, *Centaurea scabiosa*, *Daucus carota* und *Pimpinella saxifraga* beschrieben. Die dort erwähnten starken Tendenzen zu Mesobromion-Gesellschaften zeigen sich deutlich durch Arten wie *Campanula rotundifolia*, *Agrostis capillaris* und *Thymus pulegioides*. Auch *Primula veris*, eine Verbandscharakterart des *Bromion erecti* (Trespen-Halbtrockenrasen), tritt hochstet auf und bildet im Frühjahr die erste „Blumenwelle“. Als weitere Bindeglieder zum Mesobromion treten *Medicago lupulina*, *Sanguisorba minor* und *Linum catharticum* auf.

Die Saumbereiche lassen sich in die Ordnung der *Prunetalia spinosae* (Schlehengebüsche) gliedern und haben dort mit *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina* und *Quercus robur* ihren Schwerpunkt im Carpino-Prunion, dem Verband der Gebüsche auf mäßig-trockenen, basen- und nährstoffreichen Laubwaldstandorten. Das häufige Auftreten der *Crataegus*- und *Rosa*-Arten im Komplex mit Mesobromion-Gesellschaften (s.o.) wird in POTT (1995) beschrieben. Mit *Euonymus europaea* zeigen sich jedoch auch Tendenzen zum Verband *Berberidion vulgaris*, dem Verband der Gebüsche auf trockenen und nährstoffreichen Standorten. Der in beiden Verbänden erwähnte Nährstoffreichtum wird unterstrichen durch eine Reihe nitrophiler Krautarten, unter anderem *Hieracium laurinum*, *Urtica dioica*, *Galium aparine* und *Anthriscus sylvestris*.

Der Standort gehört zum xerothermen Flügel der *Arrhenatherion elatioris* mit starken Verbindungen zu den Halbtrockenrasen.

In Anlehnung an das unter 2.3 dargestellte Schema der Untersuchungsflächen lassen sich die pflanzensoziologischen Einordnungen zusammenfassen (Tabelle 21). Deutlich wird die Dominanz von *Arrhenatherion*-Gesellschaften, vor allem in den späteren Brachestadien. Auf den Flächen im Pionierstadium hingegen finden sich auch noch starke Tendenzen zu anderen pflanzensoziologischen Einheiten.

Tabelle 21 Übersicht über die pflanzensoziologische Einordnung der Untersuchungsstandorte

Wasserfaktor Alter	mäßig trocken	mittlere Wasserversorgung	mäßig frisch
6-7 Jahre, Pionierstadium	IV Agropyron repens-Agrostis cappularis- Gesellschaft (Arrhenatherion - elatioris - Fragment) und Papaveretum argemones		II Convolvulus arvensis - Elymus repens - Gesellschaft (Agropyretalia repentis- Zentralgesellschaft)
6 Jahre; junge Ruderalflur		I Tanaceto vulgaris- Arrhenatheretum elatioris	
rund 20 Jahre; Ruderalflur mit Verbuschung	V Picris hieracioides-Brachypodium pinnatum-Gesellschaft (Arrhenatherion - elatioris - Fragment)		III Tanaceto vulgaris - Arrhenatheretum elatioris
	Randbereiche: Crataego-Prunetum spinosae Carpino-Prunion		Randbereiche: Crataego-Prunetum spinosae

4.2.1.1 Allgemeine Aspekte

Die unter 3.2.1 diskutierten pflanzensoziologischen Bezüge zu den verschiedenen klassischen Grünlandgesellschaften sind in Abbildung 31 schematisch dargestellt. Die bei der Auswahl der Untersuchungsstandorte beabsichtigte Reihung bezüglich des Wasserfaktors wird deutlich sichtbar. Alle Standorte fanden sich im mittleren bis trockenen Bereich des Arrhenatherion-Verbandes im neutralen Milieu. Vor allem die Standorte IV und V zeigten Bezüge zu verschiedenen Mesobromion-Beständen.

Abbildung 31 Übersicht über die Lage der Untersuchungsstandorte im Ökogramm der gedüngten Wiesengesellschaften nach ELLENBERG (1996). Grau eingetragene sind die Verbände der ungedüngten Wiesengesellschaften.

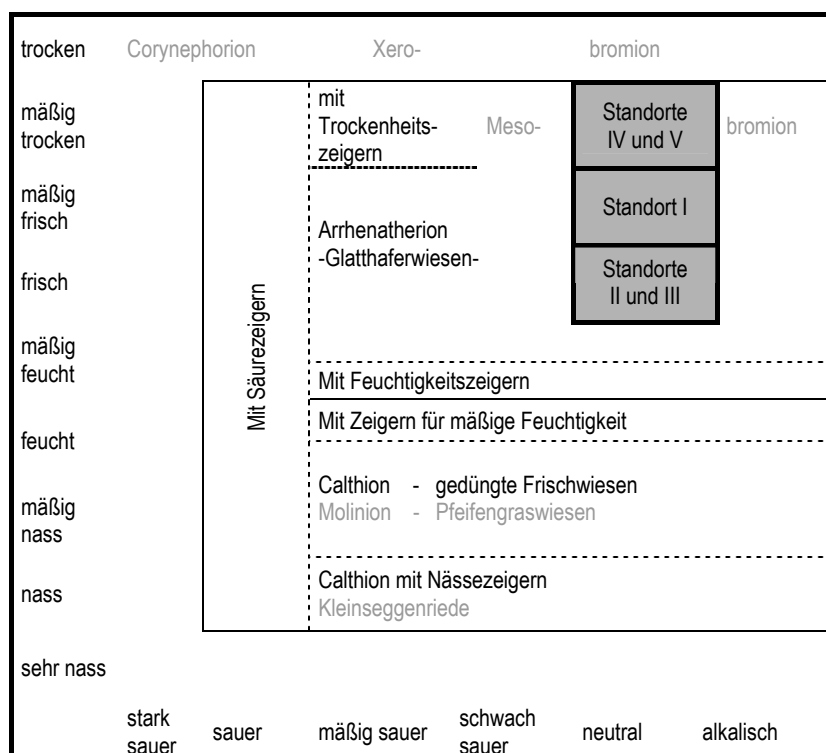


Tabelle 22 zeigt eine Übersicht über die errechneten ungewichteten Zeigerwerte des Gesamtbestandes für Stickstoff und Feuchtigkeit.

Tabelle 22 Übersicht über die mittleren Zeigerwerte für Stickstoff und Feuchtigkeit, qualitatives Berechnungsverfahren.

Standorte	N-Zahl	F-Zahl
I	5,6	4,4
II	5,9	4,8
III	5,0	4,8
IV	5,3	4,6
V	4,6	4,5

Die mittleren Feuchtezahlen lagen übereinstimmend im Bereich von 4,4 bis 4,8 und damit innerhalb der in der Literatur genannten Wertespanne. Mittlere Werte von $mF=5,2$ für die typische und $mF=4,8$ für die trockene Ausbildung ruderalisierter Bestände werden bei BRIEMLE et al. (1991) genannt. MITTL (1994) kam bei ihren Untersuchungen auf Werte von $mF=4,2$, nennt aber ebenfalls leicht höhere Angaben aus der Literatur (HAUSER 1988: $mF=4,8$). Untereinander zeigten die mF -Werte keine klaren Unterschiede, obwohl in der pflanzensoziologischen Diskussion die Zuordnungen und Bezüge der einzelnen Bestände zu verschiedenen Formationen (frische Bestände bei Standort II und III, trockene Glatthaferwiesen und Halbtrockenrasen bei den Standorten IV und V) deutlich geworden wurden. Hier werden die Grenzen der numerischen Auswertung über gemittelte Zeigerwerte deutlich, da charakteristische Zeigerarten in der Datenmenge untergehen, während sie in der verbalbeschreibenden Analyse eine höhere Wertigkeit erhalten.

Die mittleren Stickstoffzahlen deuten auf eine gute Stickstoffversorgung aller Standorte, wobei eine leichte Abnahme sowohl mit fortgeschrittenem Alter der Brache (Standort III verglichen mit Standort II und Standort V im Vergleich mit Standort IV) als auch mit zunehmender Trockenheit (Standort II verglichen mit Standort IV und Standort III im Vergleich mit Standort V) sichtbar wurde. In der Literatur werden Zahlen für mN -Werte genannt, die deutlich unter den ermittelten Werten liegen: MITTL (1994) nennt die Spanne 3,2 bis 3,8 für Wiesenbrachen sowie 2,8 bis 3,2 für Halbtrockenrasenbrachen, BRIEMLE et al. (1991) gehen von dem Bereich 3,0 bis 4,5 für trockene bis mäßig frische Bestände sowie 4,8 bis 6,5 für frisch bis mäßig feuchte Bestände aus und nennen als weitere Literaturdaten die durchschnittliche N-Zahl von 4,3 für (genutzte) Glatthaferwiesen. Lediglich ELLENBERG (1996) verweist auf Göttinger Dauerversuche zur Brachen-Entwicklung, bei denen junge Flächen Werte um 6,5 aufwiesen und damit den Beikrautfluren gut gedüngter Getreideäcker entsprachen. Auch diese Werte gingen jedoch innerhalb weniger Jahre auf unter 4,5 zurück. Es wird ersichtlich, dass es sich bei den untersuchten Standorten um im Vergleich mit anderen Brachen deutlich nährstoffreichere Bestände handelte.

Ursache für die überhöhten Werte kann ein Eutrophierungsprozess sein, der durch fehlende Mahd angetrieben wird. Es kommt dabei zur Ausbildung eines pflanzeninternen Stickstoffkreislaufes (Verlagerung der Nährstoffe in tiefergelegene Speichergewebe am Ende der Vegetationsperiode), der vor allem höherwüchsige Kräuter und Stauden von der Mineralisierungsrate des Standortes unabhängig macht und damit die Ausbreitung stickstoffliebender Arten ermöglicht (SCHMIDT 1981). NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA (1985) sprechen dabei von einer „allochthonen“ Eutrophierung, SCHREIBER (1997) von einer „Auteutrophierung“ des Standortes. Vor allem der als ‚Ruderalisierungszeiger‘ bezeichnete

Artenblock weist höhere mN-Werte als der Gesamtbestand auf und ist durch diesen Prozess in seiner Verbreitung begünstigt. Die Eutrophierung ist ein deutlicher Verbrachungseffekt, da sie erst durch die Nutzungsaufgabe entsteht.

Ein weiteres Zeichen für die fortgeschrittene Ruderalisierung ist die charakteristische Entmischung der Pflanzenbestände. In Dauerversuchen konnte die geklumpfte Verteilung dominanter Arten immer wieder beobachtet werden (SCHMIDT 1993, SCHREIBER 1997). Auf den Untersuchungsflächen waren vor allem die Arten *Cirsium arvense*, *Tanacetum vulgare*, *Bromus inermis* und *Dactylis glomerata* an der Musterbildung beteiligt. Als einzige häufige Art war *Arrhenatherum elatius* relativ gleichmäßig über die Untersuchungsflächen verteilt. Vor allem auf den Standorten I und III trat sie in hoher Stetigkeit und Häufigkeit auf. Die herausgehobene Stellung dieser Art mit einer sich verstärkenden Dominanz im Bestand wird in der Literatur an mehreren Stellen erwähnt (NEUHÄUSL & NEUHÄUSLOVA-NOVOTNA 1985, SCHMIEDEKNECHT 1994) und kann als weiteres Zeichen ausgeprägter Verbrachung interpretiert werden.

Deutlichster Effekt der Nutzungsauflassung ist jedoch die Einwanderung verschiedener Arten, die in den bewirtschafteten Grünlandbeständen nicht oder nur in Ausnahmen vorkommen. Als starke Gruppen erschienen Arten der Halbtrockenrasen und Ackerbegleitkrautfluren, die von den offenen Störstellen der ersten Brachejahre profitierten (Standorte II und IV). Verstärkt wandern auch Arten der Ruderal- und Hochstaudenfluren ein (Standorte I, II und IV), in späteren Stadien auch Saum- und Waldrandarten (Standorte III und V). Eine Schlüsselart der späten Sukzessionsstadien ist *Prunus spinosa*, die durch ihre dichten Bestände andere Arten zurückdrängt und damit ausgedehnte Flächen als Ein-Art-Bestand besiedelt.

Im Ergebnis der Nutzungsauflassung finden sich auf Brachflächen Arten aus verschiedensten „klassischen“ pflanzensoziologischen Einheiten, die ein neues Vegetationsgefüge bilden (MANTHEY 1999). Dabei können sich artenreiche neuen Gemeinschaften entwickeln. Mit insgesamt 188 Arten konnten rund 37% der Gebietsflora nachgewiesen werden (BENKERT et al. 1996), was angesichts des relativ schmalen Ausschnittes aus dem Spektrum der vorhandenen Biotope ein sehr hoher Wert ist. Auch die Werte der einzelnen Aufnahmeflächen liegen im Vergleich mit Literaturangaben im oberen Bereich (Tabelle 23).

Tabelle 23 Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Phytozönosen von Agrar- und Brachbiotopen.

Autor	Untersuchungsgebiet, Biotopstruktur	Gesamtartenzahl	einzelne Artenzahlen
MANTHEY 1999	Mecklenburg-Vorpommern, Brachflächen	318	durchschnittlich 18-30
MANTHEY 1998a	Brandenburg (Stechlinsee), Brachflächen	137	11-40
SEIFERT 1994	Niedersachsen, Brachflächen	70	16-53
WOLLERT & BOLBRINKER 1993	Mecklenburg-Vorpommern, einjährige Brachfläche	52	30-39
eigene Untersuchung	Mecklenburg-Vorpommern, Brachflächen	190	9-51, durchschnittlich 16-42

Doch gab es hinsichtlich des Artenreichtums und der Diversität zwischen den Standorten auch beträchtliche Unterschiede. Werden neben der Artenzahl *S* auch die Diversitätsindizes *H* und *E* analysiert (Tabelle 24), so wies Standort IV die höchste Diversität auf: SHANNONS *H* liegt hier am höchsten, der Wert für *E* zeigt eine hohe Gleichverteilung an.

Tabelle 24 Übersicht über die berechneten Diversitätsindizes der Pflanzenbestände aller Standorte.

Diversitäts-Indizes \ Standorte	I	II	III	IV	V
Artenzahl S	58	80	83	105	88
Shannons H	3,60	3,96	3,97	4,31	4,16
Buzas' & Gibsons E	0,64	0,66	0,64	0,71	0,73
H(max)	4,06	4,38	4,42	4,65	4,48

Ihm folgt Standort V, der eine geringere Artenzahl aufwies, dessen Arten jedoch in ihrer Häufigkeit gleichmäßiger verteilt waren, erkennbar an einem höheren E. Damit hatte die Artenverteilung einen stärkeren Einfluss auf den Parameter H. Die beiden Standorte II und III wiesen ähnlich hohe Biodiversitätswerte auf, sowohl die Artenzahlen als auch H und E liegen sehr dicht beieinander. Als Standort mit der geringsten Biodiversität kann Standort I angesehen werden. Er wies eine deutlich geringere Artenzahl als alle anderen Untersuchungsflächen auf. Die Verteilung der Arten (BUZAS' E), liegt jedoch im Bereich der Werte der anderen Standorte.

4.2.2 Blühphänologie

Auf **Standort I** war der Gesamtblühverlauf zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren sehr unterschiedlich. Das ist auf das Blühverhalten der Art *Convolvulus arvensis* zurückzuführen. Sie bestimmte mit jeweils über 80% Verlauf und Höhe des Blütenangebotes entscheidend und stellte damit eine Schlüsselart im Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten dar. *Convolvulus arvensis* gehört nach der Einteilung von KUGLER (1970) zum morphologischen Typ der Trichterblumen, die von einem breiten Bestäuberspektrum angefliegen werden und Nektar und Pollen offen anbieten. Die Hauptnektarquelle ist also im Prinzip für viele Insektengruppen nutzbar. Auch innerhalb der Blütenbesuchergruppe der Schwebfliegen zeichnet sich *Convolvulus arvensis* durch ein breites Spektrum an besuchenden Arten aus. So gibt DE BUCK (1990) für Belgien 34 Arten an, von denen Blütenbesuche an *Convolvulus arvensis* registriert wurden. Für Schmetterlinge ist die Art aufgrund ihrer weissen Blütenfarbe weniger attraktiv.

Die Deckungswerte der einzelnen Arten waren in den drei Untersuchungsjahren relativ konstant. Einzig *Hypericum perforatum* nahm in seiner Blütendeckung kontinuierlich ab. Die Art scheint durch die stickstoffliebende und hochwüchsige Vegetation zurückgedrängt zu werden, ist sie doch nach OBERDORFER (1994) eine Magerkeit anzeigende Lichtpflanze.

Die Mehrzahl der auftretenden Sippen gehört Blumentypen an, deren Nektar geborgen angeboten wird, so dass Blütenbesucher gewisse Voraussetzungen mitbringen müssen, um die Nahrung entsprechend nutzen zu können. Die artenreichsten Familien der Asteraceae und viele Caryophyllaceae bergen ihren Nektar in tiefen Röhren, sie haben daher ein eingeschränktes Spektrum an Nektarnutzern. Der Pollen jedoch wird offen präsentiert und auch von Vertretern verschiedenster Insektenfamilien reichlich genutzt (LEINS & ERBAR 1999, LEINS 2000). Gerade die Syrphidae können sich beim Nahrungserwerb auf reine Pollenaufnahme beschränken und damit auch Blüten nutzen, deren Nektar ihnen nicht zugänglich ist. Von der häufig auftretenden Art *Cirsium arvense* wird berichtet, dass der Nektar in den äußerst engen Kronröhren der Einzelblüten kapillar emporsteigt und damit auch von kurzüsseligen Insekten entnommen werden kann (MÜLLER 1873). Bei den Vertretern der Scrophulariaceae handelte es sich ausschließlich um *Veronica*-Arten, die aufgrund ihrer sehr kleinen Blüten vor allem von Wildbienen und Schwebfliegen besucht werden (KUGLER 1970).

Standort II wurde durch eine Umschichtung der bestimmenden Blütenpflanzenarten des Hochsommeraspektes von *Cirsium*-Arten hin zu *Hypericum perforatum* und *Matricaria maritima* geprägt, als Frühjahrsaspekt trat *Anthriscus sylvestris* 2000 zum ersten Mal in Erscheinung. Solch starke Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung sind für Pionierstandorte typisch (ELLENBERG 1996). Mit der Veränderung der dominanten Blütenarten änderte sich auch die Struktur des Blütenangebotes grundlegend. *Cirsium arvense* mit hohen Nektarproduktionswerten (siehe auch Tabelle 37) wurde von der reinen Pollenblume *Hypericum perforatum* und der schwachen Nektarspenderin *Matricaria maritima* abgelöst. Für die beiden untersuchten Teilzönosen bedeutete das eine über die Jahre zunehmende Attraktivität der Flächen für Syrphidae (Zunahme gelber und weißer Blüten, reichliches Pollenangebot, in einem zusätzlichen Frühjahrsaspekt *Anthriscus sylvestris*), jedoch eine abnehmende Attraktivität für Lepidoptera (Abnahme violetter Blüten, geringeres Nektarangebot).

Die meisten Blumentypen auf Standort II haben unspezialisierte Blüte-Bestäuber-Beziehungen. Radiärsymmetrische Typen werden eher als Generalisten gegenüber Blütenbesuchern angesehen (KUGLER 1970, KRATOCHWIL 1984). Die in ihrem Bestäuberspektrum stärker spezialisierten dorsiventralen Blumentypen spielten mit 10 Arten und rund 1% des quantitativen Blütenangebotes nur eine untergeordnete Rolle. Das den radiärsymmetrischen Blumen zugerechnete *Pseudanthium* verschiedener Asteraceae-Arten ist in der Erreichbarkeit des Nektars deutlich eingeschränkt. Nektar kann bei diesen Arten nur von bestimmten Insektengruppen genutzt werden. Andere Nutzer müssen sich auf das Pollenangebot der Pflanzen beschränken. Ausgenommen davon ist, wie bereits oben erwähnt, *Cirsium arvense*.

Auf **Standort III** traten in den dominanten Frühjahrsaspekten (74% für *A. sylvestris* und 16% für *Prunus spinosa*, Werte bezogen auf das Gesamtblütenangebot) zwei für Syrphidae überaus attraktive Blütenpflanzen auf. Sie übernahmen, wenn auch nur kurzzeitig, Schlüsselfunktion im Blütenangebot (Tabelle 58).

Im weiteren Jahresverlauf kamen für beide untersuchten Insektengruppen weitere nutzbare Arten hinzu, allerdings nur in geringen Abundanzen. Für die Gruppe der Rhopalocera sind *Cirsium arvense*, *Centaurea scabiosa* und *Knautia arvensis* zu nennen, für die Syrphidae *Daucus carota* und *Hypericum perforatum*.

Die beiden häufigsten Familien des Standortes (Asteraceae und Fabaceae) enthielten Arten mit geborgenen Nektarangebot. Die Asteraceae haben einen frei liegenden Pollen. Bei den Fabaceen wird auch der Pollen in den Blütenstrukturen geborgen. Diese Blüten haben spezialisierte Besuchergruppen. Schwebfliegen zählen nicht dazu (KUGLER 1970, RÖDER 1990). Die Rosaceae als dritte häufige Familie dagegen haben offene Blütenstrukturen, bei denen sowohl Nektar als auch Pollen von unspezialisierten Besuchern genutzt werden können.

Auf **Standort IV** blühten die meisten entomophilen Pflanzenarten aller untersuchten Standorte, es handelte sich 1999 und 2000 um jeweils rund 60 Arten (Tabelle 28). Darunter sind viele, die zweimal innerhalb einer Vegetationsperiode blühten. Daneben traten schon im Frühjahr viele langblütige Arten auf. Es handelte sich um Rohbodenpioniere, deren Samen jederzeit keimen können und die keine ausgesprochene phänologische Einnischung aufweisen. Solange daher günstige Witterungsbedingungen herrschen, sind diese Arten blühend anzutreffen.

Die Asteraceae als herausragende Familie hinsichtlich Artenzahl und Blütendeckung weisen einen meist geborgenen Nektar und offen angebotenen Pollen auf. Das Blütenangebot für die

Gruppen der Syrphidae und Rhopalocera enthielt daher eine ganze Reihe attraktiver Arten. Besonders hervorzuheben sind *Taraxacum officinale*, *Crepis capillaris*, *Lactuca serriola* und *Cirsium arvense*. Für Syrphidae können daneben Arten der Apiaceae (*Torilis japonica*, *Daucus carota*) wichtige Nahrungsquellen sein. Die häufig auftretenden Fabaceae, vor allem *Trifolium arvense*, werden von den beiden Gruppen kaum genutzt (MÜLLER 1873).

Auf **Standort V** lässt sich das phänologische Geschehen als mehrere aufeinanderfolgende „Blumenwellen“ (KRATOCHWIL 1984) charakterisieren. Zuerst traten ein starker Erstfrühlingsaspekt (*Prunus spinosa* und *Primula veris*), später ein Vollfrühlingsaspekt (*Anthriscus sylvestris*) auf. Im weiteren Jahresverlauf folgten *Agrimonia eupatoria*, *Centaurea scabiosa*, *Daucus carota* und *Pimpinella saxifraga*. Diese Arten bildeten über weite Zeiträume ein attraktives Blütenangebot für Syrphidae. So finden sich bei RÖDER (1990) alle aufgezählten Arten in oberen Rängen der Blütenbesuchshäufigkeit. Den größten Anteil am Blütenangebot hatten die Familien der Apiaceae und Rosaceae. Sowohl Nektar als auch Pollen wird in diesen Familien offen präsentiert, die Arten können daher ein breites Bestäuberspektrum anlocken. Für Rhopalocera dagegen sind diese Blütentypen weniger attraktiv. Ihr Nahrungsangebot ist im wesentlichen auf *Centaurea scabiosa* und einige in geringer Abundanz blühende Asteraceae beschränkt.

Die Attraktivität des Blütenangebotes der Standorte im Jahresverlauf ist für die beiden untersuchten Zoozönosen zusammenfassend in Tabelle 25 und Tabelle 26 dargestellt. Danach war das Blütenangebot für Syrphidae deutlich geeigneter als für die Rhopalocera. Für die letztgenannte Gruppe existierte über große Zeiträume hinweg kein adäquates Nahrungsangebot.

Tabelle 25 Übersicht über die Attraktivität des Blütenangebotes der Untersuchungsstandorte für Syrphidae im Jahresverlauf. (–) zeigt das fehlende oder ungenügende, (+) das spärliche, + das mäßige und ++ das reichliche Vorhandensein eines adäquaten Angebotes an.

phän. Jahreszeiten \ Standorte	I	II	III	IV	V
Vor- und Erstfrühling	(–)	(–)	++	++	++
Vollfrühling	(+)	(–) 1998, 1999 + 2000	++	(+) 1998, 2000 (–) 1999	++
Frühsommer	+	(–)	(+)	+	(–)
Hochsommer	+	+	+	+ 1998, 2000 ++ 1999	++

Tabelle 26 Übersicht über die Attraktivität des Blütenangebotes der Untersuchungsstandorte für Rhopalocera im Jahresverlauf. Symbole siehe Tabelle 25.

phän. Jahreszeiten \ Standorte	I	II	III	IV	V
Vor- und Erstfrühling	(–)	(–)	(–)	++	(–)
Vollfrühling	(–)	(–)	(–)	(–)	(–)
Frühsommer	(–)	(–)	(+)	+	(+)
Hochsommer	+	+ 1998 (+) 1999 (–) 2000	+	+ 1998, 2000 ++ 1999	++

4.2.2.1 Allgemeine Aspekte

In Tabelle 27 sind Charakteristika der blütenphänologischen Entwicklung der einzelnen Standorte zusammengestellt. Insgesamt wiesen die alten Brachflächen ein wesentlich höheres Blütenangebot auf als die jungen Brachen. Auch prägte sich auf ihnen das Phänomen mehrerer Blütenwellen wesentlich stärker aus: während auf den jungen Brachen ein bis maximal zwei Arten hohe Deckungswerte erreichten, traten auf den alten Brachen zwischen fünf und acht Arten auf, die zeitlich versetzt mit hohen Abundanzen blühten. Mit steigendem Flächenalter wird das Blüte-Bestäuber-System komplexer und reicher an Subsystemen. Auch die zunehmende Spezialisierung in der Blüte-Bestäuber-Beziehung weist auf eine steigende Komplexität hin. So dominierten auf den jungen Brachen Pflanzenfamilien und Blumentypen mit unspezialisierten Bestäubergruppen, während auf den alten Brachen mit den Fabaceae eine Familie mit spezialisierten Nutzern an Bedeutung gewann.

Tabelle 27 Merkmale phytophänologischer Entwicklung im Vergleich der Standorte. Die Blütendeckwerte sind aus dem Mittel aller Untersuchungsjahre zusammengefasst.

Parameter \ Standorte	I	II	III	IV	V	
Gesamtzahl der Blütenpflanzenarten	41	54	58	71	60	
Anzahl dominant blühender Arten	1	1-2	5	2	8	
Blütendeckwerte im	Vor- und Erstfrühling	0,01%	0,01%	5,57%	5,22%	5,23%
	Vollfrühling	0,10%	0,06%	9,02%	0,36%	2,44%
	Frühsommer	0,72%	0,32%	3,95%	0,69%	1,78%
	Sommer	0,61%	0,29%	0,61%	2,81%	3,00%
Artenreichste Phänophase	6 und 8	8	7	6	6	
Artenreichster Blumentyp	Schalenblumen Köpfchenblumen	Schalenblumen Köpfchenblumen	Schalenblumen	Schalenblumen Köpfchenblumen	Schalenblumen	
Artenreichste Pflanzenfamilien	Asteraceae Caryophyllaceae Scrophulariaceae	Asteraceae Caryophyllaceae Scrophulariaceae	Asteraceae Fabaceae Rosaceae	Asteraceae Fabaceae Scrophulariaceae	Fabaceae Rosaceae Asteraceae	

Auf den Flächen im Pionierstadium, insbesondere auf Standort IV, traten die Asteraceae sehr stark hervor. Diese phylogenetisch junge Familie weist formenreiche Sippen mit hoher ökologischer Plastizität auf. Sie besiedeln daher besonders häufig anthropogen geschaffene Pflanzengemeinschaften, die oft durch mehr oder minder häufige Störungen charakterisiert sind (KRATOCHWIL 1984). Darin liegt wohl eine der Ursachen für den Etablierungserfolg dieser Familie auf den störungsreichen Standorten II und IV. Auf ihnen fanden sich darüber hinaus starke Schwankungen in der Zusammensetzung des Blütenangebotes. Ursache dieser Dynamik ist der offene Charakter der Vegetation. Die Flächen wiesen viele vegetationsfreie Störstellen auf, die durchschnittliche Deckung war mit 70% bis 80% schütter. Eine bodendeckende Spreuschicht war noch nicht ausgebildet. Solche Standorte weisen noch kein festes Artengefüge auf, sie sind in der Artenzusammensetzung auch weniger von zwischenartlicher Konkurrenz denn vom Etablierungserfolg der einzelnen Arten in Auseinandersetzung mit abiotischen Standortparametern abhängig (SCHREIBER 1997). Der jeweilige Witterungsverlauf ist daher entscheidend für die quantitative Vegetationszusammensetzung in den einzelnen Jahren.

Der Verlauf des Blütenangebotes auf den einzelnen Standorten war dynamisch wechselnd. Phasen überaus reicher Nahrungsverfügbarkeit lösten Phasen ausgeprägter Blütenarmut ab.

Vegetationsperiode blühten. Dieser Anstieg hielt bis Anfang August an, mit der Rückkehr der sommerlich trocken-warmen Witterung im weiteren Verlauf des August sank dann die Artenzahl rasch wieder ab.

Auch die Gesamtzahl der Blütenpflanzen in den einzelnen phänologischen Jahreszeiten wies auf die große Witterungsabhängigkeit hin (Abbildung 33).

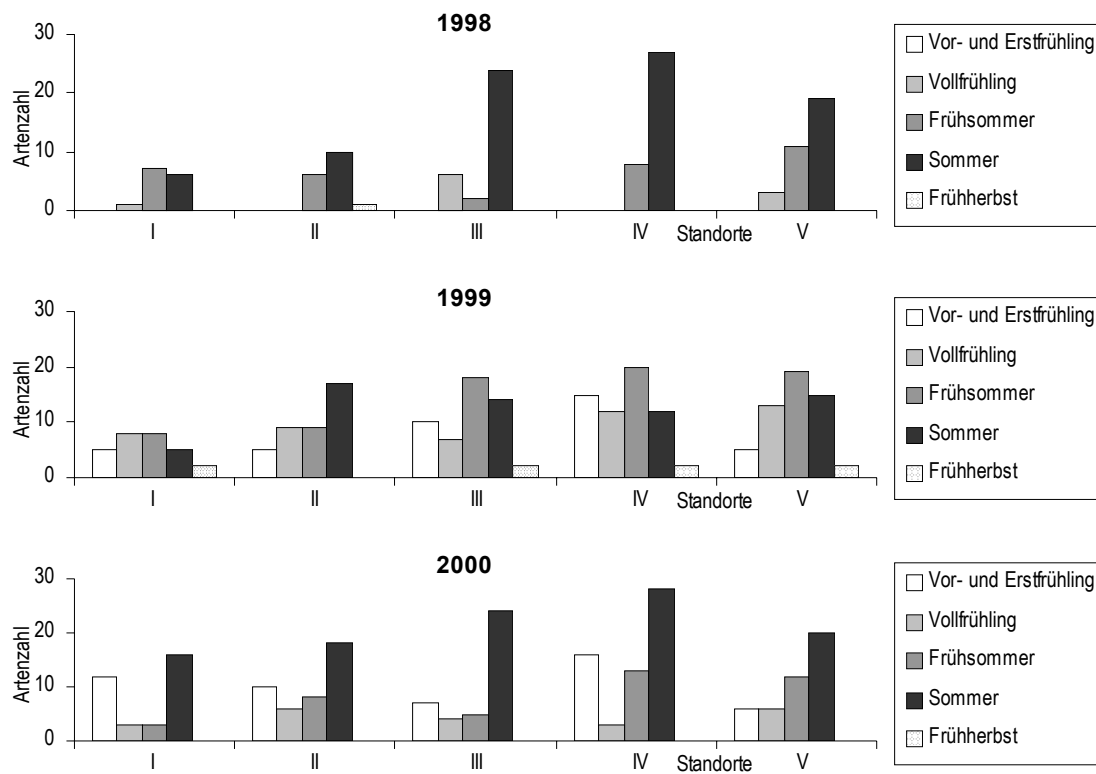


Abbildung 33 Verteilung der Artenzahlen entomophiler Blütenpflanzen der Standorte auf die phänologischen Jahreszeiten

Niederschläge und Artenzahl waren miteinander verknüpft. 1998 und 2000 lag der Artenschwerpunkt aller Standorte im feuchten Sommer. 2000 zeigten sich darüber hinaus artenreiche Erstfrühlingsblütengemeinschaften, der trockene Vollfrühling und Frühsommer dagegen waren relativ artenarm. 1999 hingegen war die Mehrzahl der Arten im (feuchten) Vollfrühling und Frühsommer zu finden, die in diesem Jahr auch eine größere zeitliche Dauer hatten. Im trockenen Sommer 1999 dagegen betrug die Artenzahl teilweise nur die Hälfte der Werte des Jahres 2000. Die Gesamtartenzahlen gingen 2000 gegenüber 1999 auf den alten Brachflächen (Verbuschungsstadium, Standorte III und V) zurück, auf den Flächen im Pionierstadium (Standorte II und IV) stagnierten sie, und auf dem Standort III (Wiesenbrachen-Stadium) stieg die Artenzahl (Tabelle 28). Der Rückgang auf den alten Brachflächen ist auf den im Juni liegenden Entwicklungsschwerpunkt der meisten Arten zurückzuführen (KRATOCHWIL 1984). Günstige Bedingungen in dieser Zeitspanne wirken sich im besonderen Maße positiv auf die Artenvielfalt aus, ungünstige Trockenzeiten dagegen verhindern die Entwicklung empfindlicherer Arten. Auf den Standorten im Pionierstadium dagegen fanden sich viele Arten, die keine ausgeprägte phänologische Einnischung aufwiesen und sich in ihrem Entwicklungsrhythmus daher stärker an die Witterungsbedingungen anpassen konnten. Damit war das Artengefüge

auch weniger anfällig gegenüber Trockenperioden, vor allem da der nachfolgende Sommer 2000 mit seinen kühl-feuchten Bedingungen eine spätere Entwicklung ermöglichte.

Tabelle 28 Übersicht über die Gesamtzahl der nachgewiesenen entomophilen Blütenpflanzenarten. 1998 erfolgten die Aufnahmen erst ab Anfang Juni.

Untersuchungsjahr \ Standort	I	II	III	IV	V
1998	14	17	32	34	33
1999	28	40	51	61	54
2000	34	42	40	60	44

Die starke Witterungsabhängigkeit des Blühverlaufes bedingt eine größere phänologische Plastizität der langblütigen (Sommer)arten gegenüber den sehr kurzblütigen Erstfrühlingsarten. So fand sich bei vielen Arten im Jahr 2000 (während der kühl-feuchten Periode Ende Juni bis Mitte August) eine zweite Blüte, die vor allem bei Arten der Phänophasen 4 bis 6 (Charakterarten des Vollfrühlings und des Frühsommers) auftrat (Tabelle 29).

Tabelle 29 Entomophile Blütenpflanzenarten mit zwei Blühperioden im Jahresverlauf. In Klammern ist die betreffende Phänophase angegeben.

Standort \ Jahr	1999	2000
I	<i>Geranium pyrenaicum</i> (5), <i>Silene alba</i> (6)	<i>Cerastium holosteoides</i> (4), <i>Capsella bursa-pastoris</i> (1), <i>Rubus caesius</i> (6)
II	<i>Geum urbanum</i> (6)	<i>Cerastium cerastoides</i> , <i>Geum urbanum</i> (6), <i>Stellaria graminea</i> (6)
III	<i>Tragopogon pratensis</i> (5)	<i>Veronica chamaedrys</i> (4), <i>Anthriscus sylvestris</i> (5), <i>Ranunculus bulbosus</i> (4), <i>Lotus corniculatus</i> (6)
IV	<i>Taraxacum officinale</i> (3), <i>Medicago lupulina</i> (5), <i>Geranium pusillum</i> (6)	<i>Veronica agrestis</i> , <i>Veronica persica</i> (1), <i>Veronica triphyllos</i> (3), <i>Capsella bursa-pastoris</i> (1), <i>Taraxacum officinale</i> (3), <i>Viola arvensis</i> (3), <i>Matricaria maritima</i> (8), <i>Holosteum umbellatum</i> (2), <i>Cerastium cerastoides</i> , <i>Senecio vernalis</i> (4), <i>Papaver rhoeas</i> (6), <i>Vicia tetrasperma</i> (7)
V	<i>Lotus corniculatus</i> (6)	<i>Cerastium arvense</i> , <i>Veronica chamaedrys</i> (4), <i>Anthriscus sylvestris</i> (5), <i>Lotus corniculatus</i> (6), <i>Lathyrus pratensis</i> (7), <i>Geum urbanum</i> (6)

Diese zweite Blütezeit zog sich zum Teil weit in den Herbst hinein. HOFFMANN (2001) berichtete von insgesamt 198 im Dezember blühenden Taxa im östlichen Brandenburg, wobei ein Schwerpunkt der Blühtätigkeit auf Ruderalfluren und Ackerbrachen lag. Dabei muss man zwischen einer „echten“ zweiten Blütezeit vieler anueller Arten (*Veronica*, *Capsella bursa-pastoris*) und einer proleptischen (vorzeitigen) Blüte mehrjähriger Arten (z.B. *Anthriscus sylvestris*) unterscheiden. Vermutlich führt eine zweite Blütezeit zu einer Schwächung der Gesamtpopulation, da es in kaum einem Fall zu einer Fruchtbildung kommt (HOFFMANN 2001). Eine der Ursachen dafür sind die fehlenden Bestäuber.

Beim Vergleich der beiden phänologischen Systeme, dem auf Einzelpflanzen beruhenden System der phänologischen Jahreszeiten und dem symphänologischen System der Phänophasen nach DIERSCHKE (1995b), kann man neben großen Übereinstimmungen auch Differenzen erkennen. So fanden sich auf allen Standorten, in besonderem Maße jedoch auf den Wiesenbrachen- und Verbuschungsstadien, Arten der Phänophasen 6 und 7 (nach Tabelle 1 Arten des Frühsommers) im Hochsommeraspekt. Sie zeigten also eine verzögerte Blühphänologie. Ursache dafür kann eine vorausgehende verzögerte vegetative Entwicklung sein. Durch fehlende Nutzung kommt es zu einer Anreicherung toten Pflanzenmaterials, das in immer stärkerem Maße den Boden

bedeckt. Diese Schicht wird mit Beginn der Vegetationsperiode als erstes von triebkräftigen hochwüchsigen Arten durchstoßen. Wuchsschwächere Arten werden in ihrer Entwicklung gehemmt, so dass es zu einer langsameren vegetativen Entwicklung kommt, wie auch ARENS (1976) in Dauerversuchen feststellen konnte. Diese Verzögerung wiederum bedingt eine spätere Blüte und findet sich vor allem bei Arten des Frühlommers, die, wie bereits oben ausgeführt, eine hohe phänologische Plastizität haben.

Das von KRATOCHWIL (1984) beschriebene Phänomen, dass eine im Vergleich der Untersuchungsjahre geringere Blumendeckung häufig mit einer verlängerten Blühdauer korreliert, kann für die hier untersuchten Standorte nicht bestätigt werden (Tabelle 30). Vielmehr veränderten sich in dem vorliegenden Datenmaterial beide Parameter gleichsinnig, wobei der überwiegende Teil sowohl in der Blütezeit als auch im Deckungsgrad abnahm.

Tabelle 30 Übersicht über die Zahl der Arten, bei denen eine Veränderung von Blühdauer und Blumendeckung zwischen den beiden Untersuchungsjahren 1999 und 2000 festgestellt wurde.

Parameter \ Standorte	I	II	III	IV	V	Gesamt
Zunahme Blumendeckung und Blühdauer	7	4	8	12	12	43
Abnahme Blumendeckung und Blühdauer	8	12	15	21	21	77
Abnahme Blumendeckung, Zunahme Blühdauer	2	3	9	7	7	28
Zunahme Blumendeckung, Abnahme Blühdauer	6	9	4	2	2	23

STEFFNY et al. (1984) betonen den Umstand, dass sich in allen untersuchten Rasengesellschaften immer nur eine Art als bestimmendes Element einer Blumenwelle findet. Dies traf auch für die jungen Brachen in der eigenen Untersuchung zu. Auf den älteren Brachflächen dagegen konnte gleich in mehreren Fällen eine synchrone Phänologie dominanter/aspektbildender Arten beobachtet werden. Das war zum einen der Frühjahrsaspekt mit *Prunus spinosa* und *Crataegus monogyna/C. laevigata* sowie im Sommer das gemeinsame Auftreten von *Daucus carota* und *Pimpinella saxifraga*. Auffällig ist, dass es sich in beiden Fällen um äußerlich sehr ähnliche Blüten desselben Blumentyps handelt. Auch RATHCKE (1988) beschreibt diese Überlappung mehrerer dominant blühender Arten, die zudem dasselbe Bestäuberspektrum nutzen. Nach KRATOCHWIL (1984) ist diese „Blumentyp-Konvergenz“ ein gemeinsames Ausnutzen von Bestäubern, die als lernfähige Blütenbesucher diesen Blumentyp als „Suchbild“ bzw. „Ökoschema“ einer lohnenden Nahrungsquelle erfasst haben (GOULSON 2000).

4.2.3 Zoonosen

4.2.3.1 Syrphidae

Tabelle 48 umfasst 67 Arten, bei einer für Norddeutschland angenommenen Gesamtartenzahl von 301 (BARKEMEYER 1994) fanden sich damit rund 22% des Gesamtarteninventars. Berücksichtigt man die kurze Untersuchungszeit, den relativ kleinen Geländeausschnitt und die begrenzte Auswahl an Lebensräumen, handelte es sich um außerordentlich artenreiche Syrphidenzönosen. Andere Untersuchungen in Agrarlandschaften zeigen bei der Betrachtung der beiden Parameter Artenzahl und Probenumfang eine zum Teil deutlich geringere Biodiversität in diesem Landschaftstyp (Tabelle 31). Die Zahlen verdeutlichen, dass auch in agrarisch intensiv genutzten Bereichen hohe Artendichten auftreten können.

Tabelle 31 Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Syrphidenzönosen der Agrar- und Brachbiotope.

Autor	Untersuchungsgebiet	gefundene Artenzahl	Individuenzahl
SALVETER & NENTWIG (1993)	Berner Seenland, Schweiz	38	11 005
GROSSER & KLAPPERSTUECK (1977)	Halle, Deutschland	46	7 330
SSYMANK (1997)	Wachtberg bei Bonn, Deutschland	28	396
HONDELMANN (1998)	Niedersachsen, Deutschland	81	35 959
KRATOCHWIL (1984)	Kaiserstuhl, Deutschland	68	517
RUPPERT (1993)	Darmstadt, Deutschland	61	3218
eigene Untersuchung	Feldberg, Deutschland	67	1 692

Die einzelnen Nachweise verteilen sich wie in Tabelle 48 gezeigt auf die einzelnen Standorte. Die zusammengefassten Artenzahlen sind in Tabelle 32 dargestellt. Die höheren Artenzahlen der alten Brachen (Standorte III und V) sind deutlich zu erkennen. Die Mehrzahl der nachgewiesenen Arten (68%) kam ausschließlich auf diesem Flächentyp vor. Darunter fanden sich überwiegend Besiedler der Säume und lichten Wälder. Als Charakterarten können *Melanostoma scalare* und *Epistophe eligans* gelten. Auch *Episyrphus balteatus* fand sich vorrangig auf den alten Brachflächen, war jedoch in derartig hohen Abundanzen auch auf den jungen Brachflächen zu finden, dass von keiner klaren Präferenz gesprochen werden kann.

Aus den ausschließlich auf jungen Brachen nachgewiesenen Tieren ließen sich keine typischen Charakterarten ableiten. Neben einigen Einzelnachweisen fand sich in größerer Individuenanzahl nur *Eristalis tenax*. Sie besiedelt nach RÖDER (1990) als eurytope Art jedoch bis auf geschlossene Wälder alle Standorte ohne Präferenzen. Bei Arten mit Vorkommensschwerpunkt in den jungen Brachen hingegen ließ sich eine Art herausarbeiten, die als Charakterart gelten kann. *E. corollae* wird als eurytop mit einer deutlichen Bevorzugung offenen Geländes und Verbreitungsschwerpunkten in Trockengebieten und Steppenlandschaften beschrieben (RÖDER 1990).

Tabelle 32 Anzahl der nachgewiesenen Syrphidae-Arten, nach Standorten und Untersuchungsjahren aufgeschlüsselt.

Jahr \ Standort	Standort					Gesamt
	I	II	III	IV	V	
1998	11	10	14	11	13	22
1999	15	16	33	22	28	49
2000	12	11	31	15	29	49
Gesamt	23	20	49	28	42	67

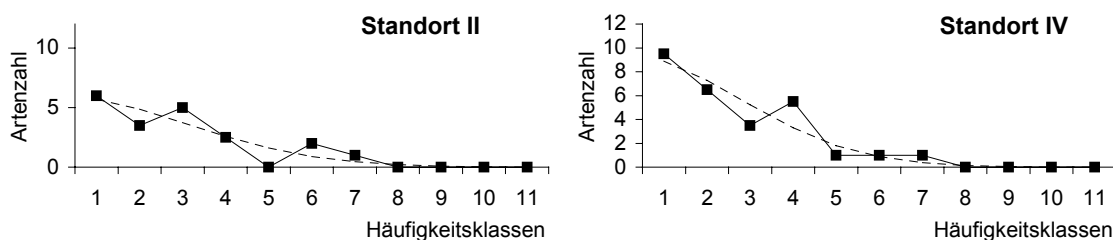
Die höheren Artenzahlen der alten verbuschten Flächen gegenüber den reinen Offenflächen der jungen Brachen wurden schon in einer Reihe anderer Untersuchungen belegt (KRATOCHWIL & AßMANN 1996, RÖDER 1990). Dies liegt zum einen an der Larvalbiologie vieler Arten, deren Larven an oder in verrottendem Holz leben, zum anderen aber an dem ausgeglicheneren Verlauf der Tagestemperatur- und Luftfeuchte, der die oftmals wenig sklerotisierten Tiere vor Austrocknung schützt (RÖDER 1990). Obwohl Standort III die höchste Artenzahl aufwies, hat Standort V einen höheren SHANNON-Index (Tabelle 33), da auf Standort III die Individuen ungleicher auf die Arten verteilt waren, wie der deutlich niedrigere BUZAS'-Wert zeigt. Alle anderen Standorte zeigten eine ausgeglichenerere Arten-Individuen-Verteilung, sichtbar in den (gegenüber Standort III) deutlich höheren E-Werten.

Tabelle 33 Übersicht über die Arten-Individuenverteilungen und die Diversitäts-Indizes der Syrphidenzöosen aller Standorte.

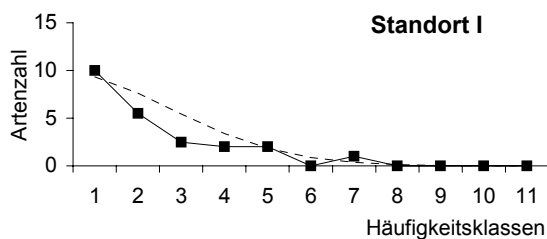
Parameter \ Standort	I	II	III	IV	V	Gesamt
Artenzahl	23	20	49	28	42	67
Individuenzahl	178	246	584	278	406	1692
SHANNONS H	2,11	2,13	2,24	2,31	2,70	2,64
BUZAS' & GIBSONS E	0,36	0,42	0,19	0,36	0,35	0,21
H(max)	3,14	3,00	3,89	3,33	3,74	4,21

Die PRESTON-Verteilungen der verschiedenen Standorte verlaufen wie erwartet ähnlich (Abbildung 34).

Pionierstadium



Wiesenbrachen-Stadium



Verbuschungsstadium

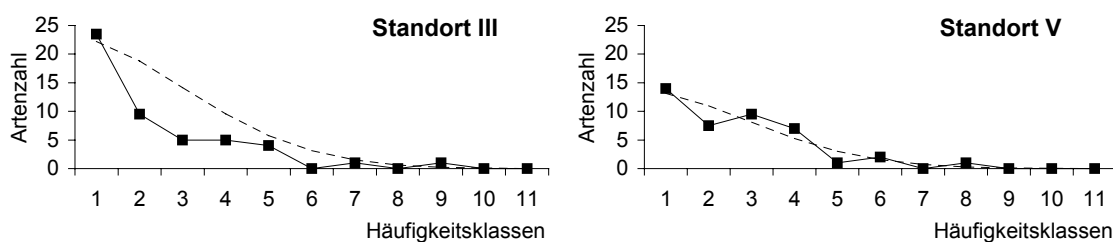


Abbildung 34 Verlauf der PRESTON-Verteilung der Syrphidae, nach Standorten aufgeschlüsselt, Daten aus allen Untersuchungsjahren. Die durchgezogene Linie zeigt die eigenen Daten, die gestrichelte Linie den errechneten theoretischen Verlauf.

Aus dieser Abbildung geht auch deutlich hervor, weshalb das Maß der Artengleichverteilung E auf Standort III deutlich niedriger liegt als auf allen anderen Standorten: Der Anteil von Arten mit nur einem oder zwei Nachweisen war höher. Die Übereinstimmung der Verteilung mit den berechneten Kurven ist hoch. Lediglich auf den Standorten I und III kommt es im Bereich mittlerer Häufigkeitsklassen zu größeren Abweichungen. Der Gesamtverlauf über alle nachgewiesenen Individuen (67 Arten, 1692 Individuen) schwankt um die berechnete Kurve der vorhergesagten Arten-Individuen-Verteilung (Abbildung 35).

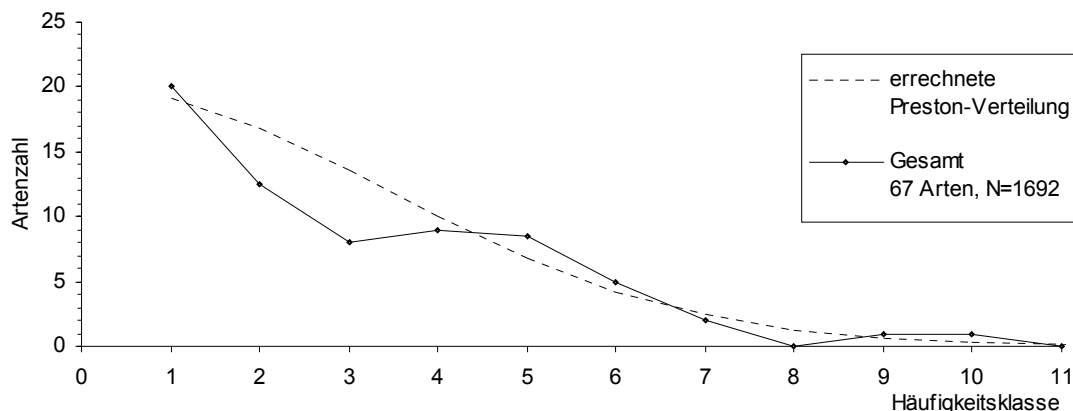


Abbildung 35 Verlauf der PRESTON-Verteilung der Syrphidae, die Daten aller Standorte und aus allen Untersuchungsjahren zusammengefasst. Die durchgezogene Linie zeigt die eigenen Daten, die gestrichelte Linie den errechneten theoretischen Verlauf.

In den oberen Häufigkeitsklassen ist die Kongruenz zwischen berechneten und erhobenen Daten besser als im Bereich mittlerer Häufigkeitsklassen, in denen die theoretische Verteilung deutlich über den tatsächlichen Artenzahlen liegt. Die Zahl der mit nur einem oder zwei Individuen nachgewiesenen Arten stimmt wieder gut mit der PRESTON-Berechnung überein.

Die Werte für die Konstante a liegen im Bereich der theoretischen Annahmen. Die einzelnen Standorte haben Werte von deutlich über 0,2, während der Wert des Gesamtdatensatzes mit 0,208 sehr nahe am theoretischen Idealwert liegt (Tabelle 34).

Tabelle 34 Ausgleichskonstanten der PRESTON-Verteilung der Syrphidae, Daten aller Untersuchungsjahre.

Standort	I	II	III	IV	V	Gesamt
PRESTONS a	0,260	0,230	0,237	0,257	0,247	0,208

Die Ähnlichkeit der Zönosen zueinander wurde über eine Clusteranalyse bestimmt (Abbildung 36).

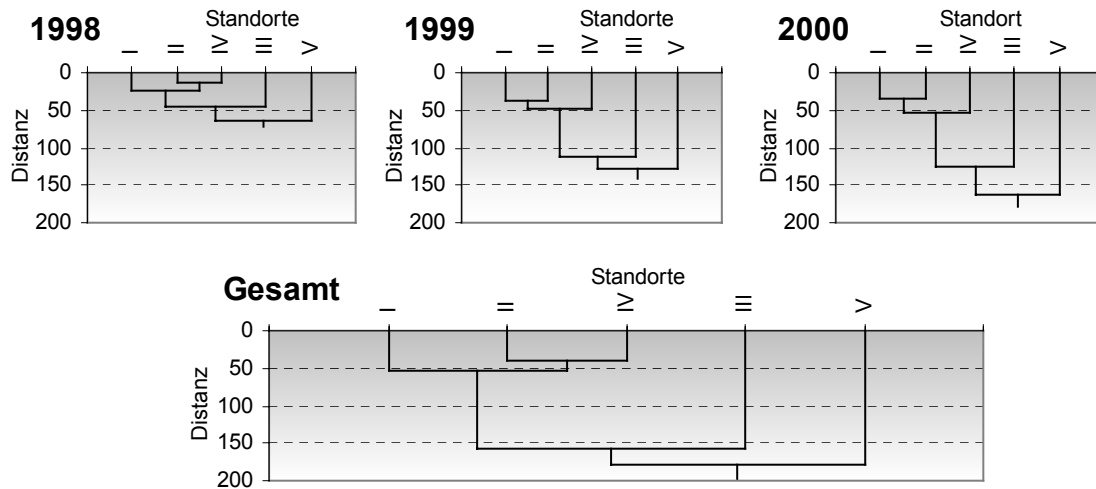


Abbildung 36 Clusteranalyse (UPGMA-Verfahren) der Arten-Individuen-Zusammensetzung der Syrphidae der einzelnen Standorte über die einzelnen Untersuchungsjahre sowie über den Gesamtdatensatz.

Man erkennt eine deutliche Zweiteilung in alte und junge Brachen. Die jungen Brachen (Pionier- und Wiesenbrachen-Stadium) haben dabei geringe Distanzwerte und hatten damit ähnliche Syrphidenzönosen. Die beiden alten Brachflächen dagegen zeigen untereinander und zu den jungen Brachen eine hohe Distanz und waren damit in der Zusammensetzung der Zönose in hohem Maße verschieden. Dieser Trend verstärkte sich im Laufe der Untersuchungsjahre. Ursache der großen Distanz der alten Brachflächen zueinander ist vor allem der hohe Anteil an Arten, die auf jeweils nur einem Standort nachgewiesen wurden. Insgesamt je 13 Arten wurden auf nur einer der beiden Flächen gefangen.

Durch die Existenz von Charakterarten und die gute Trennung zwischen alten und jungen Brachflächen eignen sich Schwebfliegenzönosen damit gut zur Charakterisierung dieser beiden Brachetypen, wie auch schon KRATOCHWIL & AßMANN (1996) feststellen konnten. Zwischen Pionierstadium und Wiesenbrachenstadium dagegen kann nicht differenziert werden.

4.2.3.2 *Rhopalocera*

Bei insgesamt 115 in Brandenburg nachgewiesenen Tagfaltern (GERSTBERGER & MEY 1993) entsprechen die nachgewiesenen 27 Arten rund 23% des Gesamtarteninventars. Diese Zahlen liegen deutlich unter den bei anderen Kartierungen auf vergleichbaren Flächentypen gefundenen Werten: STEFFNY et al. (1984) sowie SEIFERT (1994) konnten auf verschiedenen Wiesenformationen innerhalb eines Jahres 55 Arten nachweisen, andere Autoren (KRATOCHWIL 1984, WEIDNER 1991) kamen auf rund 40 Arten. Dies entspricht jeweils zwischen 40 % und 60% der Gesamtartenausstattung der Gebiete. Darüber hinaus werden 56% der in der eigenen Untersuchung nachgewiesenen Arten als anspruchslose r-Strategen angesehen (WEIDEMANN 1995).

Tabelle 35 Übersicht über in der Literatur genannte Artenzahlen von Tagfalterzönosen verschiedener Wiesenformationen

Autor	Biotopstruktur	Gesamtartenzahl	Artenzahlen einzelner Flächen
STEFFNY et al. (1984)	Xero- und Mesobrometen, Arrhenathereten, verbuschte Brachen	55	13-35
STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1994)	Ackerbrachen	36	11-44
KRATOCHWIL (1984)	Mesobrometum	39	39
SEIFERT (1994)	Mesobrometum, Arrhenathereten, Weiden, Molinieten	55	7-42
WEIDNER (1991)	Calthion, Arrhenathereten, Mesobrometen	43	6-31
eigene Untersuchungen	trockene Arrhenathereten, verbuschte Brachen	27	12-22

Im Gegensatz zur Syrphidenzönose fand sich bei den Tagschmetterlingen kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Brachenalter und Artenreichtum:

Standort III war der artenreichste der untersuchten Standorte. Standort I (junge Brache) war im Vergleich zu den anderen Untersuchungsstandorten deutlich artenärmer, Standort II, IV (junge Brachen) und V (alte Brache) wiesen eine vergleichbare Artenvielfalt auf.

Der SHANNON-Diversitätsindex zeigt die höchsten Werte für die Standorte V und II. Verursacht wird dies durch die auf diesen Standorten höhere Ungleichverteilung der Individuen innerhalb der Arten, was seinen Ausdruck in einem höheren BUZAS-Wert findet.

Tabelle 36 Übersicht über die Arten-Individuenverteilungen und die berechneten Diversitätsindizes der *Rhopalocera*-Zönosen.

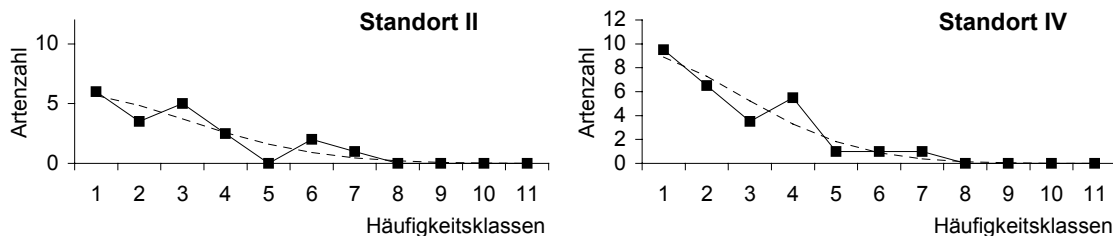
Parameter	Standort	I	II	III	IV	V
	Artenzahl		12	16	22	17	18
Individuenzahl		146	96	534	327	285
Shannons H		1,80	2,20	2,15	1,75	2,26
Buzas' & Gibsons E		0,50	0,56	0,39	0,34	0,53
H(max)		2,48	2,77	3,09	2,83	2,89

Auffällig sind auch hier die höhere Artenzahl und die wesentlich höheren Individuenzahlen auf den alten Brachen. Dies kann unter anderem auf die windbrechenden Eigenschaften der Gebüschstrukturen zurückgeführt werden, die ein für Schmetterlinge besseres Mikroklima bilden. Der hohe Wert von Saumstrukturen und Waldrändern wird auch von WEIDEMANN (1995) betont, der für 149 Arten Biotopangaben auflistet. Danach bevorzugen 34% aller untersuchten Arten mehr oder weniger ausgeprägt Waldsäume und -ränder. Lediglich

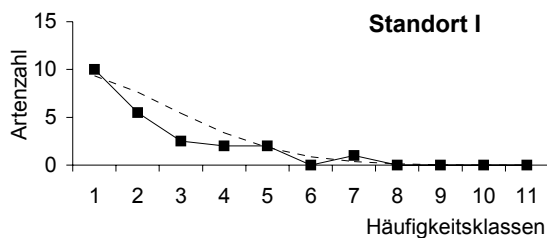
xerotherme Offenflächen sind noch attraktiver, wie auch STEFFNY et al. (1984) bei Kartierungen in Vegetationskomplexen mit Gebüsch und offenen Meso- und Xerobrometen zeigen konnten.

Die PRESTON-Verteilungen der einzelnen Untersuchungsjahre zeigen einen übereinstimmend untypischen Verlauf (Abbildung 37):

Pionierstadium



Wiesenbrachen-Stadium



Verbuschungsstadium

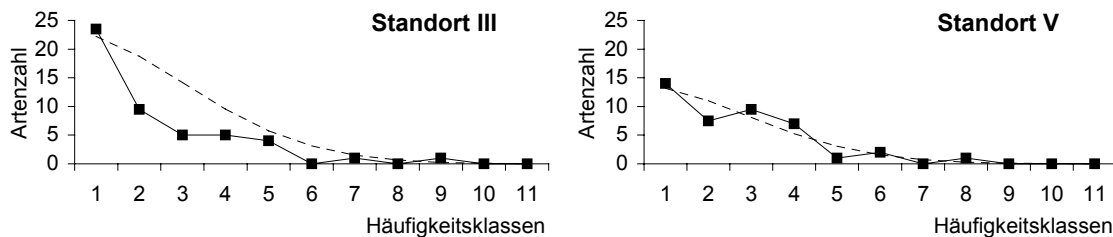


Abbildung 37 Verlauf der PRESTON-Kurven der Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera, nach Standorten aufgeschlüsselt, Daten aus allen Untersuchungsjahren.

Das Maximum der Arten kam in mittleren Häufigkeitsklassen (8-32 Individuen) vor. In der Zusammenfassung aller Untersuchungsjahre (Abbildung 38) kommt es zusätzlich zu einem zweiten Maximum bei sehr individuenreichen Arten, hier finden sich in den Häufigkeitsklassen 7 und 8 die oben genannten dominanten und subdominanten Arten.

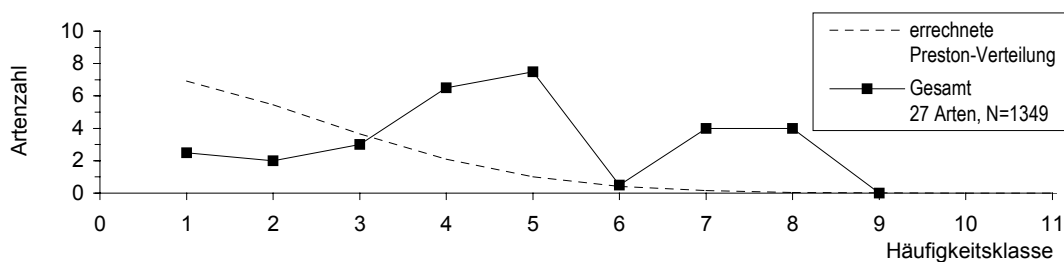


Abbildung 38 Verlauf der PRESTON-Kurve der Arten-Individuen-Verteilung der Rhopalocera, die Daten aller Standorte und aus allen Untersuchungsjahren zusammengefasst, sowie der berechnete theoretische Kurvenverlauf.

Legt man THIENEMANNs biozönotische Grundprinzipien zugrunde, handelte es sich bei den untersuchten Standorten um einen für Schmetterlinge sehr einseitigen Lebensraum. Nach diesen Grundprinzipien verändern sich bei einseitiger werdenden Umweltbedingungen Zönosen hin zu artenärmeren und individuenreicheren Gemeinschaften. Tatsächlich wies das Wiesenbrachen-Stadium, das, wie im nachfolgenden Kapitel erläutert, für Schmetterlinge die schlechtesten Bedingungen aufweist, die arten-, nicht jedoch die individuenärmste Zönose auf (Tabelle 36). Die Teilzönose der Rhopalocera trennt sich in der Clusteranalyse mit zu den Syrphidae analogen Ergebnissen, wenn auch bei weitem nicht so deutlich (Abbildung 39).

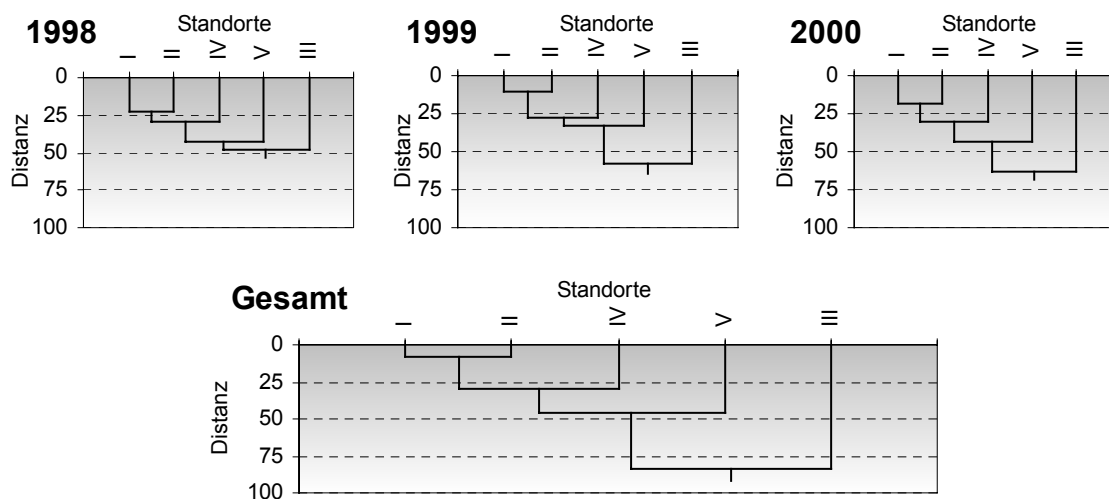


Abbildung 39 Clusteranalyse (UPGMA-Verfahren) der Arten-Individuen-Zusammensetzung der Rhopalocera-Zönose über die einzelnen Untersuchungsjahre sowie über den Gesamtdatensatz.

Ursache ist die geringere Artenzahl sowie das standortübergreifend dominante Auftreten von *Pieris*-Arten. Trotzdem sind die hohe Ähnlichkeit der jungen Brachen und die höheren Distanzwerte der alten Brachen untereinander und zur vorgenannten Gruppe deutlich. Hochstete und häufige Arten, die in nur einem der betrachteten Brachetypen vorkamen und damit als Charakterarten gelten können, waren nicht zu finden. Schmetterlingszönosen sind damit nur bedingt für die Charakterisierung der verschiedenen Brachetypen geeignet.

4.2.3.3 Allgemeine Aspekte

Die Teilzönosen der Schwebfliegen und Schmetterlinge wiesen viele Gemeinsamkeiten auf. So waren in beiden Fällen die alten Brachen arten- und individuenreicher. Die Flächen wurden dabei vorrangig von Waldrand- und Saumarten besiedelt, xerophile Offenlandarten nahmen nur einen ganz geringen Teil des Arten- und Individuenspektrums ein (Abbildung 86). Übereinstimmend kam es zu einer Fünfteilung der Arten- und Individuenzahlen im Verlauf der Vegetationsperiode, allerdings waren die Phasen zeitlich leicht versetzt (Abbildung 40).

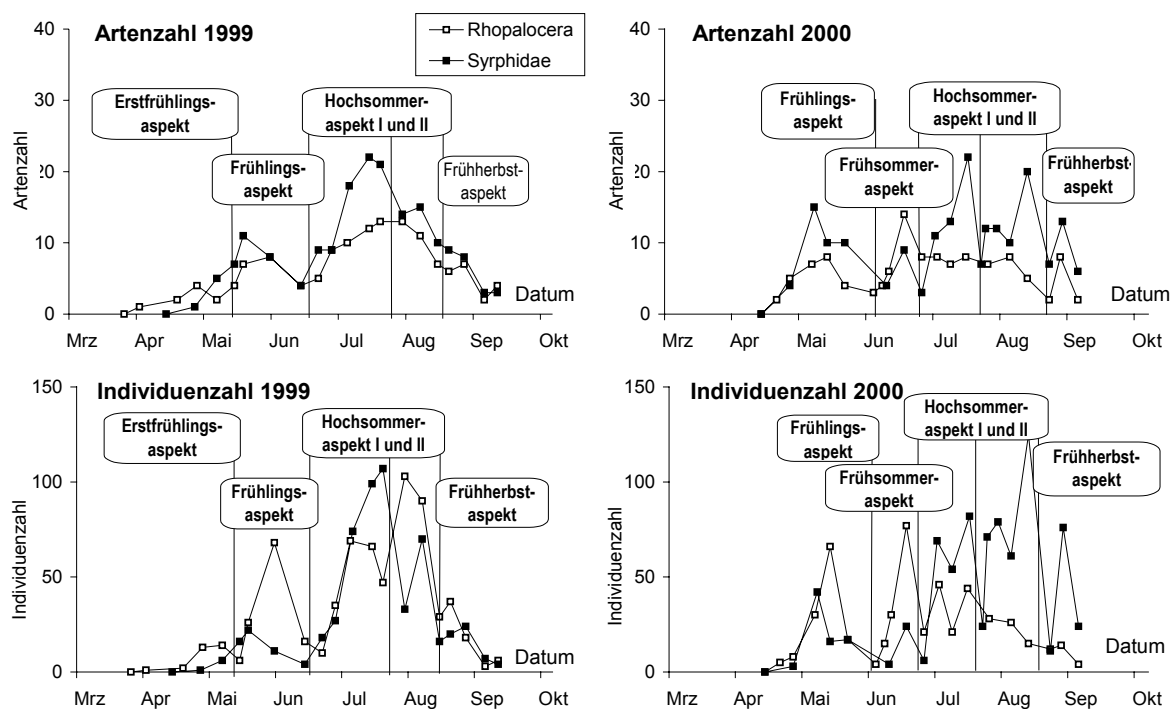


Abbildung 40 zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Lepidopteren- und Syrphidenzönose auf allen Brachflächen.

Auch die Clusteranalysen zeigten ähnliche Ergebnisse.

Unterschiede zwischen den beiden Teilzönosen traten vor allem im Artenreichtum auf. Sie lassen sich durch die ökologisch relevanten Bedingungen für die Arten erklären. Dazu zählen:

- Larvallebensräume: Schmetterlingsraupen sind zum größten Teil phytophag. Wichtig ist jedoch neben der Futterpflanzenart auch ihre Wüchsigkeit. Nach SEIFERT (1994) bevorzugen viele Arten kleinwüchsige Exemplare in lückiger Vegetation. Hochwüchsige Brachlandvegetation (im Besonderen das Wiesenbrachenstadium) mit den Monokulturen der umgebenden landwirtschaftlichen Nutzflächen sind als Eiablageplatz dagegen ungeeignet. Syrphidenlarven haben ein extrem weites Spektrum der Larvallebensweise (phytophag, schizophytophag, xylophag, microphag filtrierend, coprophag, detritophag in Hymenoptera-Staaten sowie zoophag). Die meisten Arten, unter ihnen auch die sehr häufigen Syrphinae, sind aphidivor, und es kann angenommen werden, dass zumindestens in der landwirtschaftlich genutzten unmittelbaren Umgebung ein reiches Nahrungsangebot vorhanden ist.

- Nahrung der Imagines: Aus einer Analyse von WEIDNER (1991) geht hervor, dass rund 80% aller Blütenbesuche an Pflanzenarten erfolgen, die stickstoffarme Standorte präferieren (N=3). Bei einer Auswertung der registrierten Blütenbesuche der Syrphidae ergibt sich kein derartiger Zusammenhang (Daten aus RÖDER 1990, DE BUCK 1990). Da häufig auch die Larvalfutterpflanzen eher auf stickstoffarmen Standorten vorkommen (bzw. dort die präferierte lückig-kleinwüchsige Vegetation ausbilden), sind Lepidoptera in der durch Düngemittelgaben mit Stickstoff angereicherten Agrarlandschaft generell beeinträchtigt. Nährstoffarme Biotope finden sich nur inselartig, da Düngergaben auch von den eigentlichen Einsatzbiotopen verfrachtet werden und es damit, neben dem aerogenen Stickstoffeintrag, zu einer gleichmäßigen Hebung des Stickstoffniveaus in der Landschaft kommt.

- Mikroklima und Struktur der Krautschicht: Viele Falterarten bevorzugen ein trocken-warmes Mikroklima, und insbesondere viele Raupen sind auf eine geringe Luftfeuchtigkeit und eine hohe Temperatur der Krautschicht angewiesen. Neben der Nährstoffarmut ist dies die zweite wesentliche Ursache für den großen Falterreichtum der Halbtrockenrasen (SEIFERT 1994). Das kühlere und feuchtere Mikroklima der untersuchten Brachflächen dagegen ist für Tagfalter weniger geeignet. Dafür sprechen auch die Ergebnisse von STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1994), die auf frisch angelegten Brachen mit lückiger Vegetation wesentlich höhere Tagschmetterlings-Artenzahlen fanden als in den eher grasdominierten 4-jährigen Brachestadien.

Syrphidae hingegen bevorzugen meist feuchtere und kühlere Biotope, da sie als wenig sklerotisierte Insekten auf heiß-trockenen Flächen schneller austrocknen. Nach RÖDER (1990) finden sich in der deutschen Schwebfliegenfauna zu 47% waldliebende, 23% feuchtigkeitlebende, 10% xerophile sowie 8% eurytope Arten.

- Klimatische Verhältnisse: Bewölkung, Wind und niedrige Temperaturen haben einen rein negativen Effekt auf die Lepidopterenzönose. Auf Syrphiden hingegen wirken diese Faktoren zum Teil auch positiv, da neben den direkten Klimaeinflüssen auch Veränderungen von Prädatoren, Parasiten und Blattläusen (als Nahrungsgrundlage aphidivorer Larven) eine sehr große Rolle spielen. Schmetterlinge sind damit anfälliger gegenüber ungünstigen Witterungsbedingungen als Schwebfliegen.

- Saumstrukturen: Für viele Arten beider Gruppen haben Gehölze, Waldränder und Saumstrukturen eine große Bedeutung. Vor allem den flugschwächeren Rhopalocera bieten sie Windschutz, und Syrphidae finden in dem schattig-feuchteren Mikroklima Schutz vor Austrocknung.

Damit muss der Lebensraum der Brachflächen für die Gruppe der Rhopalocera als weniger geeignet als für die Gruppe der Syrphidae eingeschätzt werden. Dies betrifft insbesondere das Wiesenstadium. Auch SEIFERT (1994) konnte die geringe Eignung dieses Brachflächentyps für Tagfalter nachweisen. Sie haben lediglich als Restlebensraum nach Mahd oder Beweidung angrenzender Lebensräume eine Bedeutung, können jedoch die Ansprüche vieler Arten hinsichtlich Vegetationszusammensetzung und -struktur nicht befriedigen.

Es wird ebenfalls deutlich, dass viele Faktoren in größerem Zusammenhang und damit jenseits der konkreten Standortbedingungen wirken. Beispiele wären die Verteilung von nährstoffarmen Habitaten und von Wald- und Saumstrukturen in der Landschaft.

4.3 BLÜTE-BESTÄUBER-INTERAKTION

Die Frage nach der Attraktivität einzelner Flächen lässt sich nicht allein aus der Darstellung der Abundanz der Blütenpflanzen und dem Auftreten potentieller Nutzer beantworten. Es bleibt vielmehr zu klären, wie eng die Verknüpfungen zwischen Vegetation und blütenbesuchenden Insekten sind. Dazu bieten sich mehrere Betrachtungsmöglichkeiten an:

- Gibt es Korrelationen zwischen dem Nahrungsangebot der Blüten und den Arten- und Individuenzahlen der Blütenbesucher?
- Welches Nektar- und Pollenangebot existierte auf den Flächen, und in welchem Maße wurde es genutzt? Gibt es Korrelationen zwischen dem Pollenangebot eines Standortes und der Stetigkeit und Häufigkeit der einzelnen aufgenommenen Pollentypen?
- Lassen sich Veränderungen der Attraktivität der untersuchten Flächen im Jahresverlauf feststellen?
- Welche Muster lassen sich in den dokumentierten Blütenbesuchen der Lepidoptera erkennen? Gibt es dabei Hinweise auf die Präferenz bestimmter Nektareigenschaften?

4.3.1 Nahrungsangebot und Insektenvorkommen

Oft werden zwischen Blütenpflanzen und ihren Bestäubern enge zeitliche Beziehungen festgestellt, die sich in gegenseitiger Beeinflussung herausgebildet haben und in Cophänologien darstellen lassen (KRATOCHWIL 1988, ZIMMERMANN 1988, COLLEY & LUNA 2000). Es stellt sich die Frage, ob auch auf den untersuchten Flächentypen Zusammenhänge zwischen der Anzahl der Blütenbesucher und dem zeitlich dynamischen Blütenangebot bestanden. Eine zeitliche Übereinstimmung der Abundanzschwankungen kann als Hinweis auf eine Bindung der Insekten an das Nahrungsangebot interpretiert werden. In Abbildung 92 und Abbildung 93 sind die Verläufe sowohl für jeden einzelnen Standort als auch die aggregierten Diagramme für die jungen und die alten Brachen sowie die Gesamtheit aller Standorte dargestellt. Aus ihnen lässt sich folgendes entnehmen:

Für die Gruppe der **Syrphidae** ergab sich in den Sommermonaten eine teilweise gute Korrelation zwischen Blütenangebot und Nutzerabundanz. Besonders deutlich wurde dies auf den Standorten II, IV und V. Es bleibt jedoch die Frage, ob der Grund für ein verstärktes Auftreten in den Sommermonaten nicht eher mit dem Entwicklungszyklus vieler Arten zusammenhängt als mit dem Blütenangebot des konkreten Standortes. Indizien für diese Vermutung fanden sich in den Kurvenverläufen des Standort I. Hier traten starke Unterschiede im Blütenangebot zwischen den Untersuchungsjahren dahingehend auf, dass sich im Jahr 2000 das Maximum der Blütendeckung witterungsbedingt um fast einen Monat nach vorne verschob, während sich das Maximum der Syrphiden-Abundanz um einen ganzen Monat nach hinten verlagerte. Im Resultat lag 1999 eine gute Übereinstimmung zwischen den beiden Maxima vor, während im Jahr 2000 Blüh- und Syrphiden-Maximum zwei Monate auseinander lagen. Das lässt vermuten, dass die Übereinstimmung 1999 keine kausale Grundlage hatte und daher auch keine Cophänologie darstellte. Inwieweit diese Schlussfolgerung auf die anderen Untersuchungsstandorte übertragbar ist, muss offen bleiben. Das überwiegende Fehlen von Frühjahrsarten auf den zu dieser Zeit zum Teil sehr reichblütigen Standorten ist jedoch ein weiteres Indiz für die These, dass das Auftreten der Syrphidae eher von entwicklungs-

biologischen denn von nahrungsökologischen Aspekten bestimmt wurde. Die Mehrzahl der Syrphiden überwintert als Larve und verpuppt sich im nächsten Frühjahr. Einige wenige Arten überdauern die kalte Jahreszeit als Puppe, andere als Imago; im letztgenannten Fall überleben vielfach nur die befruchteten Weibchen. Obwohl von RÖDER (1990) rund 20% der Arten als Frühlingsarten eingestuft werden und auch bei Arten, bei denen kein strenges phänologisches Verhalten nachgewiesen werden konnte, die Flugzeit oft im April beginnt, liegt das Individuenmaximum klar in den Sommermonaten (SALVETER & NENTWIG 1993). Auch GROSSER & KLAPPERSTÜCK (1977) konnten bei mehrjährigen Untersuchungen in Agrarzönosen keine oder nur extrem kleine Frühjahrsgenerationen bei Arten nachweisen, die als Imagos überwintern.

Noch deutlicher wurde das Auseinanderklaffen zwischen Blütendeckung und Nutzerabundanz bei den **Lepidoptera**. Hier ist es eher die Regel, dass Maxima der Individuenabundanz mit Minima des Nektarangebotes zusammenfallen. Beispiele hierfür sind die Standorte IV und V. Gute Korrelationen dagegen gab es auf Standort III, besonders im Untersuchungsjahr 1999. Auch hier liegt jedoch die Vermutung nahe, dass es sich um ein zufälliges Zusammenfallen handelte, wurden doch im Untersuchungsjahr 2000 die beiden höchsten Individuendichten zu Zeiten relativer Blütenarmut nachgewiesen. Es muss in diesem Zusammenhang jedoch darauf verwiesen werden, dass der größte Teil der Schmetterlinge nicht beim Blütenbesuch, sondern überfliegend erfasst wurde.

Es kann damit festgestellt werden, dass die Abundanzen der Syrphidae und Lepidoptera eine nur geringe Korrelation zum Blütenangebot aufwiesen. Der Jahresverlauf der Abundanz wird von anderen Faktoren bestimmt. Eine Erklärungsmöglichkeit für das geringe Maß an Cophänologie ist der instabile Zustand der Untersuchungsflächen. Sukzessionsstadien mit stark wechselnder Artenzusammensetzung und –abundanz eignen sich in nur geringem Maße für längerfristige Prozesse wie die Etablierung zeitlich adaptierter Nutzer.

4.3.2 Nektarangebot und -nutzung

Von insgesamt 24 Arten wurden 1846 Nektarproben entnommen, um das Nektarangebots- und -nutzungsmuster zu dokumentieren. Der Verlauf der Nektarproduktion für die Gesamtheit aller Brachflächen (Abbildung 41) zeigte eine Dreiteilung des Nektarangebotes in einen Erstfrühlings-, einen Frühling/Frühsummer- und einen Hochsommeraspekt.

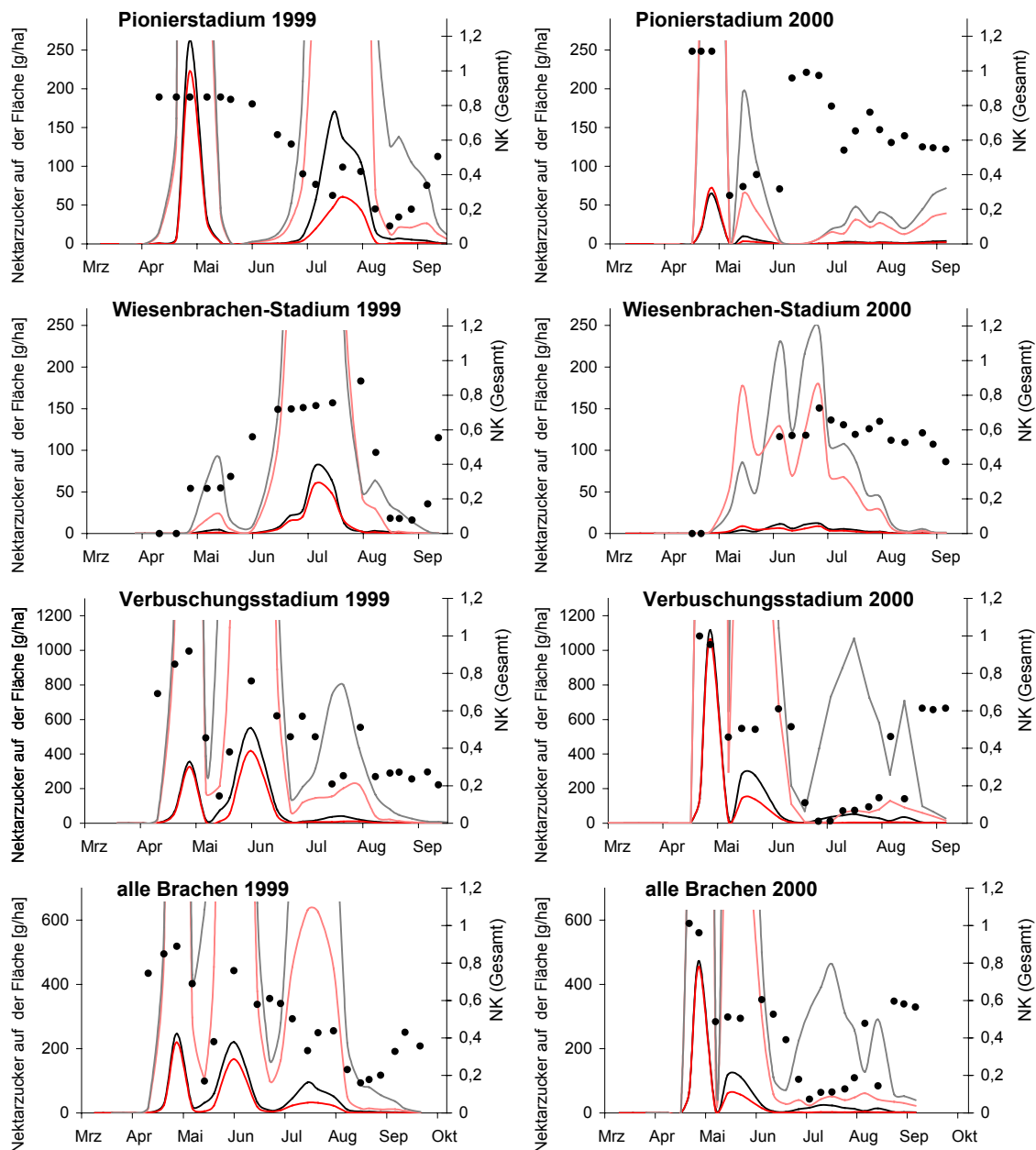


Abbildung 41 Verlauf des standörtlichen Produktionspotentials (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion verhüllter und damit vor Insekten geschützten Blüten - schwarze Linie) und des tatsächlichen Nektarangebotes (ermittelt aus Werten der Nektarproduktion unverhüllter und damit für Insektenbesuch zugänglichen Blüten - rote Linie) auf den einzelnen Brachestadien sowie der Gesamtheit der Untersuchungsflächen 1999 und 2000 sowie NK(Gesamt), dargestellt als schwarze Punkte. Die in hellen Farben gezeichneten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Werte.

Die Menge des produzierten Nektars (die Maxima der Aspekte) nahm im Jahresverlauf ab. Wie auch schon der Blühverlauf und die Nektarproduktion einzelner Arten war auch das

Gesamtnektarangebot stark witterungsabhängig, wie die Unterschiede zwischen 1999 und 2000 belegen. Dabei verstärkten sich in den vorliegenden Datenreihen die geringere Blumendeckung und die geringere Nektarmenge pro Blume. Betroffen waren vor allem der Frühling/Frühsummer- und der Hochsummeraspekt. Ursache war das warme und trockene Frühjahr 2000, das eine Entwicklung der Vegetation beeinträchtigte. An vielen Kulturpflanzen traten in dieser Zeit Dürreschäden auf, und auch die feuchtigkeitsliebende Art *Anthriscus sylvestris* wurde in ihrer Blühentwicklung gehemmt. Das betraf besonders den Standort V, auf dem die Art in allen drei Untersuchungsjahren nur in den feuchteren Randbereichen blühte. Es folgte ein sehr kühler und niederschlagsreicher Sommer, der die phänologische Entwicklung stark verzögerte und ebenfalls zu einer Beeinträchtigung der Vegetation führte.

Unter diesen Witterungsbedingungen kam es zu deutlich niedrigerer Nektarproduktion der einzelnen Blüten. Der Einfluss sei näher für *Cirsium arvense* betrachtet, die als einzige nektarspendende Art auf vier von fünf Standorten blühte (Tabelle 37).

Tabelle 37 Übersicht über Charakteristika des Nektarangebotes und –nutzung bei *Cirsium arvense*.

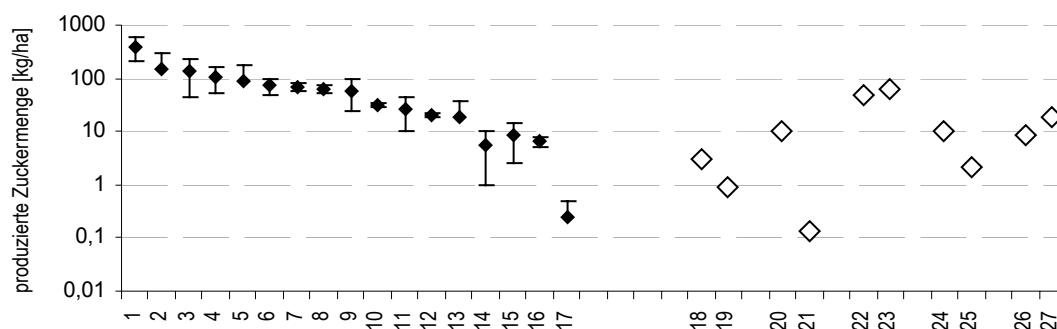
Standorte	1999			2000		
	Zuckermenge pro Synanthium	Nektarkonzentration	Nektarkoeffizient	Zuckermenge pro Synanthium	Nektarkonzentration	Nektarkoeffizient
I	0,87mg	40,7%	0,26	0,33 mg	14,7%	0,54
II	0,93 mg	55,9%	0,22	0,28 mg	10,2%	0,48
III	1,25 mg	30,5%	0,13	0,19 mg	5,1%	0,36
IV	0,33 mg	35,2%	0,51	0,03 mg	3,3%	0,96

Unter den kühl-feuchten Bedingungen des Sommers 2000 war im Vergleich zum warm-trockenen Sommer 1999 eine Verringerung der sekretierten Zuckermenge um 60% bis 90% zu beobachten. Auch die Nektarkonzentration nahm ab. Die Blüten wurden im Jahr 2000 in geringerem Maße genutzt, erkennbar an einem höheren Nektarkoeffizienten. Ob diese schwächere Nutzung allerdings direkt auf das geringere Nektarangebot oder die weniger attraktiven Nektareigenschaften (niedrigere Konzentration) zurückzuführen war, oder aber der Insektenflug durch die ungünstigere Witterung allgemein geringer war, kann aus den vorliegenden Daten nicht geschlussfolgert werden. Zumindestens die Teilzönose der *Rhopalocera* zeigte allerdings im Jahr 2000 geringere Individuendichten.

Es gibt kaum Untersuchungen mit Daten zur gesamten prozentualen Blumendeckung oder zu flächenbezogenen Nektarenergiemengen. Zwar wird das Berechnungsverfahren aus der mittleren Flächengröße einer Blume und der Anzahl der gezählten Einheiten an mehreren Stellen erläutert (so in KRATOCHWIL 1984 und SUNDERMEIER 1997), doch werden in den betreffenden Arbeiten keine dahingehenden Daten genannt. Bei STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1996) finden sich lediglich „mittlere Deckungsgrade“, bei denen das gesamte Blütenangebot eines Jahres zusammengefasst wird. Sie liegen für ein- bis fünfjährige Brachen bei rund 12%. SUNDERMEIER (1997) nennt aus mehrjährigen Untersuchungen auf Magerrasen Deckungswerte von Einzelarten, die in keinem der dargestellten Fälle 0,1% überschritten, ohne auf die Gesamt-Blühphänologie der Standorte einzugehen. Auch andere Autoren sprechen von „blütenreich“ und „ausreichendem Nahrungsangebot“, ohne betreffende Zahlen zu nennen. Lediglich bei PAHLKE (1989) werden für arktische Pflanzenbestände 1-1,5 kg Nektarzucker pro ha und Vegetationsperiode bilanziert. So ist

die Frage nicht einfach zu beantworten, ob in den Zeiten der oben diskutierten niedrigen Blumendeckungen auch ein Nahrungsmangel für blütenbesuchende Insekten eintrat.

In der Literatur finden sich Trachtwertangaben verschiedener Kultur- und Wildpflanzen (SCHICK & SPÜRGIN 1997, GLEIM 1985, PAHLKE 1989), aus denen sich flächenbezogene Nektarzuckermengen berechnen lassen. Werden diese im Vergleich zu den Werten der eigenen Untersuchung dargestellt (Abbildung 42), finden sich die alten Brachflächen im mittleren Wertebereich, während die jungen Brachen (bis auf die Werte des Standortes IV 1999) am unteren Rand liegen. Dabei ist zusätzlich zu beachten, dass es sich bei den zum Vergleich herangezogenen Daten um Durchschnittswerte einzelner Arten handelt, während in derselben Grafik die Summen aller Trachtpflanzen der Standorte dargestellt sind.



1-*Salvia officinalis*, 2-*Epilobium angustifolium*, 3-*Centaurea jacea*, 4-*Thymus pulegioides*, 5-*Trifolium repens*, 6-*Brassica napus*, 7-*Mellilotus alba*, 8-*Helianthus annuus*, 9-*Medicago sativa*, 10-*Onobrychis viciifolia*, 11-*Sinapis arvensis*, 12-*Calluna vulgaris*, 13-*Rubus idaeus*, 14-*Vaccinium uliginosum*, 15-*Vaccinium myrtillus*, 16-*Vaccinium vitis-idaea*, 17-*Lamium purpureum*, 18-Standort I 1999, 19-Standort I 2000, 20-Standort II 1999, 21-Standort II 2000, 22-Standort III 1999, 23-Standort III 2000, 24-Standort IV 1999, 25-Standort IV 2000, 26-Standort V 1999, 27-Standort V 2000

Abbildung 42 Übersicht über flächenbezogene Zuckermengen der Nektarproduktion verschiedener Kultur- und Wildpflanzen im Vergleich mit den experimentell bestimmten Werten der einzelnen Untersuchungsstandorte.

Trotzdem schien das Nahrungsangebot auf den Flächen ausreichend zu sein, fanden sich doch gerade auch zu Zeiten geringen Nahrungsangebotes Blütenbesucher auf den Flächen (Abbildung 17, Abbildung 20). Es kam jedoch bei dem Wechsel blütenarmer und blütenreicher Zeiten zu einer grundsätzlichen Änderung in der Angebots-Nutzungs-Struktur und der Konkurrenz um Nahrung und Bestäuber:

Die Kurve des Koeffizienten aus der Nektarmengen unverhüllter und verhüllter Blüten NK(Gesamt) weist auf eine zunehmende Nutzung des vorhandenen Angebotes (Abbildung 41). NK(Gesamt) nahm im Verlauf der Vegetationsperiode kontinuierlich ab und stieg erst Anfang September mit nachlassender Insektenbesuchsdichte wieder an.

In den Zeiten der Massentrachten war die Nutzung des Angebotes nur gering, die im Untersuchungsraum vorkommenden blütenbesuchenden Insekten konnten offensichtlich die angebotene Nahrung nicht vollständig ausnutzen. Deutlich wird dies im parallelen Verlauf der beiden Kurven von verhüllten und unverhüllten Blüten (Abbildung 41), wobei die Differenz zwischen den beiden oftmals sehr gering ist. In Zeiten im Überfluss vorhandener Nahrung kann angenommen werden, dass die Konkurrenz um Blütenbesucher besonders hoch war, da auf jede einzelne Blüte berechnet nur wenige Bestäuber zur Verfügung standen. In den Zeiten niedrigeren Blütenangebotes kam es zu einer wesentlich stärkeren Nutzung des Nektarangebotes. Die Kurven der Nektarwerte verhüllter und unverhüllter Blüten laufen nicht parallel, vielmehr bewegt sich der Wert der von den Blütenbesuchern vorgefundenen Nahrungsmenge mit kleineren Schwankungen um 2,5 g/ha. Es scheint dies die Menge zu sein, die

auch bei starker Nutzung der Ressourcen konstant auf den Flächen vorgefunden werden kann, sei es durch die beständige Nachproduktion des entnommenen Nektars, sei es dass Blütenbesucher nicht den gesamten Nektar einer Blüte entnehmen. Letztgenannter Aspekt wird gestützt durch Beobachtungen von SCHMELZ (1999), nach denen Rhopalocera nur einen Teil des Nektars einer Blüte entnehmen. HODGES & WOLF (1981) machten bei *Bombus* dieselbe Beobachtung. Im wesentlichen fanden sich die Perioden starker Nutzung während des gesamten Sommers 2000 (Mitte Juni bis Ende August) sowie in der zweiten Augushälfte des Jahres 1999.

Zu Zeiten geringeren Blütenangebotes kann angenommen werden, dass die Konkurrenz um Blütenbesucher und –bestäuber nur gering ist, da für die einzelne Blüte wesentlich mehr Bestäuber zur Verfügung stehen. Die maximale Abschöpfung des Nahrungsangebotes lässt im Gegenzug darauf schließen, dass es jetzt die Bestäuber sind, die um die spärlichere Nahrung konkurrieren.

Der Konkurrenzdruck verschob sich also im Jahresverlauf von der Seite der Blüte hin zur Seite der Nutzer. Trotz dieser starken Nutzung und des relativ geringen Nektarangebotes waren die Flächen für Blütenbesucher attraktiv, wie die hohen Individuenzahlen der Nutzer belegen. Arten-Individuen-Verteilungen, die auf eine Bewegung zwischen einzelnen Standorten hindeuten, fanden sich nicht. Damit kann der Befund von KRATOCHWIL & AßMANN (1996) nicht bestätigt werden. Diese stellten eine ausgeprägte Wanderung einzelner Arten zwischen verschiedenen Biotopkomplexen fest, die dem Muster der größten Nektar- und Pollenvorkommen folgten. Die Autoren untersuchten eine kleinräumig strukturierte Hudelandschaft Nordwestdeutschlands. Hier lag der Arten- und Individuenschwerpunkt blütenbesuchender Insekten in Gebüsch- und Waldrandstrukturen (*Crataego-Prunetum*, *Alliario-Chaerophylletum*) im Frühling und Frühsommer, in feuchteren offenen Strukturen (*Lolio-Cynosuretum*) während des Sommers und in offenen trockenen Vegetationsstrukturen (*Diantho-Armerietum*, *Spergulo-Coryneporetum*) im Spätsommer, wo selbst im September noch ein hohes Blumenangebot vorhanden war. Diese Bewegung der Blütenbesucher hin zu trockenen und offenen Strukturen konnte bei der eigenen Untersuchung nicht bestätigt werden. Vielmehr wiesen übereinstimmend sowohl die offenen jungen als auch die verbuschten alten Brachflächen ihren Arten- und Individuenschwerpunkt im Hochsommer auf, und es konnten keine Abundanzänderungen einzelner Syrphidae-Arten festgestellt werden.

Einige Daten zur Nektarproduktion auf den Untersuchungsstandorten sind in Tabelle 38 im Überblick dargestellt. Sie verdeutlichen die oben genannten Ergebnisse hinsichtlich der Unterschiede zwischen alten und jungen Brachen.

Tabelle 38 Übersicht über einige Daten des Nektarangebotes auf den einzelnen Untersuchungsstandorten. Die jeweiligen Maxima der Nektarproduktion sind durch graue Schattierung der Felder hervorgehoben.

Parameter	I		II		III		IV		V	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Anzahl wichtiger nektarspendender Arten	2	2	1	0	2	3	3	1	6	4
Summe der Zuckermengen [g/ha]	233	70	777	39	1867	2352	882	194	1015	2054
höchste Zuckermenge [g/ha] gesamt	81	12	247	7	943	1129	525	130	225	1106
Erstfrühling	0	0	0	0	46	1129	16	130	82	1106
Frühling	5	12	0	7	943	537	525	12	225	52
Frühsommer	81	12	247	2	68	14	89	1	93	89
Sommer	2	4	13	6	1	1	89	1	21	106

Von der ungünstigen Witterung waren die jungen Brachen wesentlich stärker betroffen als die alten Brachflächen. Auf ihnen fand sich 2000 nur ein Bruchteil der 1999 gemessenen

Nektarmenge, während sich auf den alten Brachen die Werte noch in derselben Größenordnung bewegten.

Der Standort I, die grasdominierte verbrachte Frischwiese, wies in beiden Untersuchungsjahren das geringste Nektarangebot auf. Auch Standort II, das Pionierstadium auf frischem Boden, hatte sehr niedrige flächenbezogene Zuckermengen. Der Schwerpunkt des Nektarangebotes dieser beiden Standorte lag zeitlich hinter dem der anderen Standorte, deren Hauptblühaspekt im Frühjahr war. Die alten Brachen (Standorte III und V) zeigten in beiden Untersuchungsjahren die höchsten Nektarangebote in Form sehr ausgeprägter Frühjahrsaspekte, vor allem durch *Prunus spinosa* und *Anthriscus sylvestris*.

Die starke klimatische Abhängigkeit zeigte sich vor allem im Untersuchungsjahr 2000. Man fand auf allen drei jungen Brachen einen überaus starken Rückgang der Gesamtzuckermengen. Auch auf den alten Brachen gehen die Gesamtwerte zurück, auch wenn die Maximalwerte teilweise eine entgegengesetzte Richtung zeigen (Standort V).

Ein weiterer auffälliger Aspekt klimatischer Abhängigkeit ist die Verschiebung der Maximalwerte der Nektarproduktion um jeweils eine phänologische Jahreszeit nach vorn. Dieser Effekt entstand jedoch nicht durch eine zeitliche Verschiebung der Blütezeit, sondern durch die Hemmung der Blüte von Arten der späteren Phänophasen. Die Artenzusammensetzung der einzelnen phänologischen Jahreszeiten an sich blieb relativ konstant, wobei ein teilweiser oder totaler Ausfall von Nektarspendern eintrat, wie die Anzahl wichtiger und häufiger Arten zeigt.

4.3.2.1 Aspekte der Nektarkonzentration und -zusammensetzung

Die Differenzen in der Nektarkonzentration verhüllter und unverhüllter Blüten waren gering: in nur zwei Fällen konnten Unterschiede auf dem 5%-Signifikanzniveau nachgewiesen werden (Tabelle 76). Aus der Ähnlichkeit der Datenreihen lässt sich ableiten, dass es trotz Insektenbesuches zu einer Aufrechterhaltung des Konzentrationsbereiches kam, der von der Sekretionsleistung der Pflanzen und von Witterungsbedingungen bestimmt wurde. Das dies nicht immer der Fall sein muss, zeigen Hinweise auf eine Nachproduktion wesentlich geringer konzentrierten Nektars bei verschiedenen Arten (BOETIUS 1948, HAHN 1998, SCHMELZ 1999). Der Witterungseinfluss auf die Nektarkonzentration war weitaus stärker: so wurden bei *Cirsium arvense* unter den heiß-trockenen Bedingungen 1999 Konzentrationen um 30% bis 50%, während der feucht-kühlen Witterung 2000 Konzentrationen von 10% bis 18% vorgefunden (Tabelle 37).

Der Vergleich der in der Literatur angegebenen Optimalkonzentrationen bestimmter Nutzergruppen mit den gemessenen Werten der Nektarkonzentration und den tatsächlichen Bestäubern deckten sich in nur geringem Maße (Tabelle 77). Die Optimalkonzentrationen (Tabelle 3) liegen sehr dicht beieinander, oftmals deckt die Schwankungsbreite der gemessenen Nektarkonzentration die Präferenzbereiche mehrerer Bestäubergruppen ab. Daneben traten bei einer ganzen Reihe von Arten Konzentrationen auf, die deutlich unter den Optimalkonzentrationen tagaktiver Nutzer lagen. Es muss daher geschlussfolgert werden, dass sich das Konzept der konzentrationsgesteuerten selektiven Anlockung einzelner Nutzergruppen (HEYNEMAN 1983, BAKER & BAKER 1983) auf die konkreten Verhältnisse schlecht übertragen lässt. Dafür sprechen auch die Ergebnisse anderer Autoren, die ebenfalls einen vorrangigen Einfluss der wechselnden Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse auf die Nektarkonzentration feststellten (CORBET et al. 1979, KEARNS et al. 1998).

Als wichtigerer Faktor bei der Bestimmung des Bestäubungstyps wird das nectar-sugar-ratio angesehen. Die in der Literatur dargestellten Zusammenhänge zwischen Bestäubergruppen und Nektarzusammensetzung korrelierten auch gut mit den eigenen Daten (Tabelle 78, Detaildaten in Tabelle 76). Vor allem die aus MÜLLER (1873) hinzugefügten Besuchsdaten der einzelnen Wildbienenengattungen zeigen die gute Trennung der kurzrüsseligen und langrüsseligen Arten entlang des ‚nectar-sugar-ratios‘. Lediglich *Anthriscus sylvestris* fällt aus dem Schema: Die Blüten der Art sind wie alle Apiaceae morphologisch für den Besuch kurzrüsseliger Insekten gestaltet, sie wiesen jedoch einen saccharosereichen Nektar auf. Nach PERCIVAL (1961) ist die Art die Einzige unter 15 untersuchten Apiaceae mit diesem Nektarmuster. Die abweichende Nektarzusammensetzung kann als blütenökologische Einnischung im Zusammenhang mit der frühen Blütezeit und der damit einhergehenden Besuchsdominanz staatenbildender Apidae (Präferenz saccharosereicher Nektare) interpretiert werden.

Mehrfach traten im Verlauf der Analysen Nektarkoeffizienten größer als 1 auf, d.h. der Zuckergehalt unverhüllter und damit von Insekten nutzbarer Blüten lag über den Werten verhüllter und damit ungenutzter Blüten. Dies kann zum Beispiel dann der Fall sein, wenn bei nur geringer Besuchsfrequenz durch Insektenbesuch eine gesteigerte Nektarproduktion angeregt wird. Für andere Arten wurde dies bereits experimentell nachgewiesen (BOETIUS 1948). Extrem hohe Werte wie $NK > 2$ sind damit jedoch nicht zu erklären. Der Einfluss der Verhüllung ist gering, wie CRUDEN & HERMANN (1983) in einer methodischen Arbeit zeigen konnten. Als Erklärungsmöglichkeit verbleibt die Rückresorption, die bei manchen Blütenpflanzenarten auftritt und bei der nichtentnommener Nektarzucker von den Pflanzen aktiv aufgenommen wird. Von den betreffenden Arten dieser Untersuchung (*Convolvulus arvensis*, *Taraxacum officinale*, *Primula veris*, *Pimpinella saxifraga*) ist dies bisher nicht bekannt, und es bedarf weiterer Untersuchungen zur Klärung dieser Frage.

SCHMELZ (1999) fand bei gleichartigen Untersuchungen verschiedener Trachtpflanzen der Halbtrockenrasen Nutzungsintensitäten von 65% bis 96%, was NK-Werten von 0,35 bis 0,04 entspricht, und konnte bei gleicher Methodik in keinem Fall höhere Werte bei unverhüllten Blüten feststellen. Die in der jetzigen Untersuchung ermittelten NK-Werte lagen zum größten Teil deutlich über diesen Zahlen. Daher muss die Nutzungsintensität des Nektarangebotes als teilweise sehr gering eingeschätzt werden.

In einigen Fällen konnte bei langblütigen Arten ein im Verlauf der Vegetationsperiode sinkender NK-Wert und damit eine zunehmende Nutzung dokumentiert werden. Es kann vermutet werden, dass durch Lernen und Blumenstetigkeit der Nutzer eine während der Blütezeit zunehmende Spezialisierung auf diese Arten stattfand. Dass verschiedene Insektengruppen in ihrem Blütenbesuchsverhalten lernfähig und blumenstet sind, wurde mehrfach nachgewiesen (GOOT & GRABANDT 1970, KUGLER 1970, HASLETT 1989b, SCHICK & SPÜRGIN 1997), vor allem bei der Gruppe der apoiden Hymenoptera, deren Individuen zum größten Teil wechselnd monophag sind (PRITSCH 1952, MAURIZIO 1953, STEFFNY et al. 1984).

4.3.3 Pollenangebot und -nutzung

4.3.3.1 Muster von Angebot und Nutzung

Bei einer Betrachtung des Pollenangebotes fällt auf, dass nur wenige Pflanzenarten für die Ernährung der Syrphidae von quantitativer Bedeutung waren. Es waren Arten des *Apiaceae*- und *Rosaceae*-Typus sowie der *Asteraceae* (*Anthemis*-, *Cichorium-intybus*-, *Cirsium* sowie *Aster*-Typ) und als Ein-Arten-Pollentypen *Hypericum perforatum*, *Convolvulus arvensis* und *Centaurea scabiosa*. Die Anteile der einzelnen Typen zeigten zwischen den einzelnen Untersuchungsjahren geringfügige Unterschiede, waren jedoch (erwartungsgemäß) in der Grundstruktur ähnlich (Tabelle 39). Die Pollentrachtwerte der häufigen Pollentypen liegen im unteren Bereich (1-2), d.h. es sind vorrangig Arten mit schwacher bis mäßiger Pollenattraktivität auf den Flächen zu finden. Einzig *Hypericum perforatum* und *Taraxacum officinale* (aus dem *Cichorium-intybus*-Typ) weisen die höchste Stufe des Pollentrachtwertes auf.

Tabelle 39 Übersicht über die Summe der Deckungswerte der korrespondierenden Pflanzenarten einzelner Pollentypen in den Untersuchungsjahren 1999 und 2000, dargestellt als prozentuale Bedeckung der Untersuchungsflächen, darunter als prozentualer Anteil des Gesamtblütenangebotes.

Pollentypen	Pollen-tracht-wert*	Standort I		Standort II		Standort III		Standort IV		Standort V		Gesamt-ergebnis
		1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000	
Apiaceae-Typ	1-2 (1,8)	0,03%	0,14%	0,01%	0,35%	22,19%	24,68%	8,92%	4,32%	21,89%	18,07%	10,06%
Rosaceae-Typ	1-3 (2,4)	0,04%	0,08%	0,01%	0,00%	3,92%	8,05%			7,44%	12,50%	4,01%
Convolvulus-Typ	2	7,10%	5,37%	0,01%	0,01%	0,07%	0,03%	0,33%	0,23%			1,64%
Cichorium-intybus-Typ	1-4 (2,4)	0,00%	0,01%	0,06%	0,02%	0,07%	0,00%	8,27%	7,11%	0,01%	0,01%	1,55%
Anthemis-Typ	1-3 (2)	0,11%	0,16%		0,03%	1,46%	0,73%	0,38%	6,34%	0,26%	0,17%	1,07%
Trifolium-Typ	1-3 (1,8)			0,01%	0,02%	0,00%	0,00%	5,83%	0,17%	0,14%	0,06%	0,78%
Artemisia-Typ	k.A.							0,59%				0,59%
Centaurea-scabiosa-Typ	2	0,11%	0,12%	0,04%	0,03%	0,01%	0,01%			1,22%	1,61%	0,39%
Hypericum-Typ	4	0,19%	0,01%	0,77%	1,16%	0,42%	0,19%	0,14%	0,19%	0,05%	0,05%	0,32%
Cirsium-Typ	2	0,14%	0,05%	1,28%	0,12%	0,10%	0,02%	0,63%	0,09%			0,30%
Aster-Typ	1-2 (1,6)	0,00%	0,00%	0,23%	0,57%	0,01%		0,63%	0,55%			0,28%
Apiaceae-Typ	1-2 (1,8)	0,3%	2,1%	0,5%	14,4%	73,9%	71,6%	33,1%	21,7%	65,0%	54,0%	33,7%
Rosaceae-Typ	1-3 (2,4)	0,5%	1,2%	0,2%	0,2%	13,1%	23,4%			22,1%	37,4%	12,3%
Convolvulus-Typ	2	89,8%	81,8%	0,3%	0,4%	0,2%	0,1%	1,2%	1,1%			21,9%
Cichorium-intybus-Typ	1-4 (2,4)	0,0%	0,1%	2,1%	0,8%	0,2%	0,0%	30,7%	35,7%	0,0%	0,0%	7,0%
Anthemis-Typ	1-3 (2)	1,4%	2,4%		1,2%	4,9%	2,1%	1,4%	31,8%	0,8%	0,5%	5,2%
Trifolium-Typ	1-3 (1,8)			0,2%	0,7%	0,0%	0,0%	21,6%	0,8%	0,4%	0,2%	3,0%
Artemisia-Typ	k.A.							2,2%				2,2%
Centaurea-scabiosa-Typ	2	1,3%	1,9%	1,6%	1,2%	0,0%	0,0%			3,6%	4,8%	1,8%
Hypericum-Typ	4	2,4%	0,2%	28,7%	47,8%	1,4%	0,5%	0,5%	1,0%	0,1%	0,1%	8,3%
Cirsium-Typ	2	1,8%	0,8%	47,8%	4,8%	0,3%	0,1%	2,4%	0,5%			7,3%
Aster-Typ	1-2 (1,6)	0,0%	0,0%	8,6%	23,5%	0,0%		2,3%	2,7%			5,3%

*Bei Pollentypen, die Arten unterschiedlicher Trachtwerteinstufung enthalten, wird die Spanne und in Klammern der ungewichtete Mittelwert angegeben. „k.A.“ bedeutet keine Angabe; in diesem Fall fand sich in keiner der Übersichten eine Angabe zum Pollentrachtwert. Vermutlich werden Pflanzen dieses Pollentyps von *Apis mellifera* nicht befliegen.

Das Pollenangebot der Untersuchungsstandorte wurde in sehr unterschiedlichem Maße genutzt. Auch wenn eine beträchtliche Anzahl verschiedener Pollentypen als Nahrungsquelle zur Verfügung stand (1998: 37; 1999: 48, 2000: 46 Typen) und in der Nahrung der untersuchten Tiere nachgewiesen werden konnte (1998: 33; 1999: 50, 2000: 75 Typen), so waren es doch nur 4 Typen, die für die Ernährung eine quantitative Rolle spielen (Tabelle 40): *Hypericum*-, *Anthemis*-, *Galium*- und *Apiaceae*-Typ. Bei Arten dieser Pollentypgruppen handelt es sich ausschließlich um weiß- und gelbblütige Vertreter mit offen angebotenen Pollen und flächig ausgebreiteten Blütenstrukturen. Dass Schwebfliegen diese Farben und Formen spontan

bevorzugen, konnte an mehreren Arten nachgewiesen werden (KUGLER 1970, HASLETT 1989b, HOLLOWAY et al. 1997, GOULSON & WRIGHT 1998, SUTHERLAND et al. 1999).

Tabelle 40 Übersicht über die Stetigkeit und Häufigkeit verschiedener Pollentypen in der Nahrung der untersuchten Schwebfliegenarten, sortiert nach der durchschnittlichen Gesamthäufigkeit im Mittel aller Standorte.

Pollen-Typ	Durchschnitt Stetigkeit				Durchschnitt Häufigkeit			
	1998	1999	2000	Gesamt	1998	1999	2000	Gesamt
Hypericum-Typ	51%	41%	51%	48%	24%	26%	27%	26%
Anthemis-Typ	65%	54%	67%	62%	23%	22%	24%	23%
Galium-Typ	5%	17%	29%	17%	17%	9%	11%	13%
Apiaceae-Typ	16%	39%	38%	31%	1%	18%	17%	12%
Hornungia-Typ	10%	1%	14%	8%	15%	0%	2%	5%
Cirsium-Typ	51%	37%	19%	36%	8%	4%	1%	4%
Cichorium-intybus-Typ	18%	25%	21%	21%	2%	6%	3%	4%
Sambucus-Typ		6%	1%	3%		4%	1%	2%
Artemisia-Typ	5%	3%	6%	5%	0%	0%	6%	2%
Rubus-Typ	15%			15%	2%			2%
Aster-Typ		19%	20%	19%		1%	2%	2%
Centaurea-scabiosa-Typ	12%	3%	9%	8%	2%	0%	1%	1%
Tilia-cordata-Typ	8%	3%		6%	1%	1%		1%
Convolvulus-Typ	3%	12%	12%	9%	0%	2%	1%	1%
Lactuca-sativa-Typ		2%		2%		1%		1%
Rosaceae s.l.		6%	11%	9%		1%	0%	1%
Fallopia-convolvulus-Typ			6%	6%			1%	1%
Sinapis-Typ	2%	6%	10%	6%	0%	1%	1%	1%

In fast allen Fällen waren die quantitativ häufigeren Pollen auch mit hoher Stetigkeit vertreten. In mehreren Fällen jedoch trat auch die Kombination hohe Stetigkeit und geringe Häufigkeit auf (*Cirsium*- und in geringerem Ausmaß auch *Cichorium-intybus*-, *Aster*- und *Rubus*-Typ). Die Gründe können sowohl in der niedrigen Abundanz der Pflanzen als auch in der Aufnahme nur weniger Pollenkörner beim Putzverhalten zu finden sein, wobei die betreffenden Pflanzen dann meist aus anderen Gründen als der Pollenaufnahme aufgesucht werden, z.B. zur Nektaraufnahme oder Eiablage (GILBERT 1981).

Es gab in beiden Untersuchungsjahren keine statistischen Zusammenhänge zwischen Vegetation (Pollenangebot) und der Häufigkeit und Stetigkeit der nachgewiesenen Pollentypen (Nutzung), die Signifikanzwerte (und damit die Irrtumswahrscheinlichkeit) der Korrelation zwischen diesen beiden Parametern liegen sehr hoch (Tabelle 41).

Tabelle 41 Übersicht über die statistischen Analysen der Pollen-Angebots/Nutzungsstruktur (SPEARMAN-Rang-Korrelation)

Parameter \ Standort	I	II	III	IV	V
<i>Angebot/Nutzung 1999</i>					
Korrelationskoeffizient	-0,09	0,06	-0,04	0,32	-0,05
gültige Fälle	37	37	41	39	47
einseitige Signifikanz	0,29	0,36	0,41	0,21	0,38
<i>Angebot/Nutzung 2000</i>					
Korrelationskoeffizient	0,07	0,21	0,21	0,11	-0,02
gültige Fälle	35	35	49	43	47
einseitige Signifikanz	0,36	0,11	0,08	0,24	0,45

Unabhängig vom Blütenangebot fanden sich auf allen Standorten gleiche Pollentypen als häufige Nahrungsquellen bei den untersuchten Schwebfliegen (*Anthemis*- und *Hypericum*-Typ). Daneben gab es Typen, die nur auf einem Teil der Standorte häufig in der Nahrung vertreten

waren, zum geringen Teil bestand dort eine Übereinstimmung zwischen Nahrungsangebot und Nutzung, so beim *Convolvulus*-Typ auf Standort I und beim *Cichorium-intybus*-Typ auf Standort IV (Tabelle 42, Tabelle 43).

Tabelle 42 Übersicht über Angebot und Nutzung der dominanten Pollentypen im Standortvergleich für 1999. Es bedeutet A-Angebot (Deckung in % der Gesamtblütendeckung) und N-Nutzung (Anzahl der Pollen in % der Gesamtanzahl der Pollen).

Pollentypen \ Standort	I		II		III		IV		V	
	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N
Anthemis-Typ	1%	29%		29%	5%	24%	1%	11%	1%	10%
Hypericum-Typ	2%	1%	29%	48%	1%	13%	1%	10%	0%	19%
Apiaceae-Typ	0%	0%	1%	1%	74%	5%	33%	36%	65%	49%
Sambucus-Typ		18%		4%		8%				0%
Convolvulus-Typ	90%	25%	0%	1%	0%	0%	1%	0%		
Galium-Typ	0%	2%	0%	0%	0%	39%	0%	5%	0%	3%
Cirsium-Typ	2%	3%	48%	7%	0%	1%	2%	11%		4%
Cichorium-intybus-Typ	0%	1%	2%	0%	0%	1%	31%	22%	0%	0%
Trifolium-Typ			0%		0%		22%	0%	0%	0%
Rosaceae-Typ	0%	2%	0%	1%	13%	0%		0%	22%	3%

Tabelle 43 Übersicht über Angebot und Nutzung der dominanten Pollentypen im Standortvergleich für 2000. Es bedeutet A-Angebot (Deckung in % der Gesamtblütendeckung) und N-Nutzung (Anzahl der Pollen in % der Gesamtanzahl der Pollen).

Pollentypen \ Standort	I		II		III		IV		V	
	A	N	A	N	A	N	A	N	A	N
Anthemis-Typ	2%	54%	1%	21%	2%	5%	32%	13%	1%	17%
Hypericum-Typ	0%	25%	48%	71%	1%	43%	1%	28%	0%	21%
Apiaceae-Typ	2%	0%	14%	0%	72%	3%	22%	21%	54%	21%
Convolvulus-Typ	82%	7%	0%		0%	0%	1%	0%		0%
Galium-Typ	0%	1%	0%	0%	0%	36%	0%	2%	0%	1%
Cichorium-intybus-Typ	0%	1%	1%	1%	0%	1%	36%	17%	0%	1%
Artemisia-Typ		0%		0%		0%		6%		19%
Aster-Typ	0%	0%	24%	4%		0%	3%	4%		0%
Rosaceae-Typ	1%	1%	0%	0%	23%	0%		0%	37%	1%

Zwischen den beiden Untersuchungs Jahren zeigten sich Unterschiede in einer ganzen Reihe von Arten. Einer der auffälligsten ist wohl das auf 1999 beschränkte Auftreten des (flächenfremden) *Sambucus*-Types. Dieser frühblühende Strauch ist im allgemeinen für Syrphidae überaus attraktiv (RÖDER 1990, DE BUCK 1990). Auch der *Cirsium*-Typ blieb im wesentlichen auf das Untersuchungs Jahr 1999 beschränkt und war 2000 nur noch mit Einzelfunden vertreten. Warum diese Arten im zweiten Untersuchungs Jahr in nur geringem Maße nachgewiesen wurden, konnte nicht geklärt werden.

Die in dieser Untersuchung gefundenen Pollentyppräferenzen stimmen mit Literaturangaben überein. Es gibt inzwischen eine ganze Reihe von Arbeiten, die das Pollennutzungsverhalten der Syrphidae qualitativ oder halbquantitativ beschreiben. Dazu zählen KRATOCHWIL & AßMANN (1996), NAKOTT (1983), DE BUCK (1990), KORMANN (1976a, 1976b), HICKMAN et al. (1995), GOOT & GRABANDT (1970) und HASLETT (1989b). So fanden KRATOCHWIL & AßMANN (1996) in einem kleinräumigen Biotopkomplex 39 von Syrphidae genutzte Pflanzenarten, die sich 22 Pollentypen zuordnen lassen. Übereinstimmend mit den eigenen Ergebnissen waren auch hier Arten des *Galium*-, *Anthemis*- und *Rosaceae*-Types unter den hauptsächlich genutzten Arten. Gänzlich fehlt in der Liste *Hypericum perforatum*, welches jedoch in anderen Quellen als wichtige und stetige Nahrungsquelle aufgeführt wird (NAKOTT 1983, DE BUCK 1990).

Die Ergebnisse der Nutzungsanalysen lassen darauf schließen, dass die untersuchten Individuen der Syrphidae die Strategie einer aktiven Nahrungsauswahl unter Selektion bestimmter

Pollentypen verfolgten. Dabei wurden aus dem breiten Angebotsspektrum nur wenige Typen aufgenommen, auch wenig abundante Pflanzen können dabei stark genutzt werden. So war *Galium mollugo* trotz seiner geringen Deckung eine der Hauptpollenquellen und wies auf allen Standorten den höchsten Selektions-Index auf. Das quantitative Nahrungsspektrum richtete sich also in nur geringem Maße nach dem quantitativen Blütenangebot. Es war zudem eher auf dem Landschaftsniveau (Gesamtheit aller Brachflächen) mit dem Blütenangebot korreliert als auf der Ebene des einzelnen Standortes.

Die Zusammenhänge zwischen Pollenangebot und -nutzung erwiesen sich im Jahresverlauf als wechselnd intensiv. So wurden die überaus reichlichen Frühjahrs-Massentrachten von den untersuchten Insektengruppen nur in geringem Umfang genutzt, während in späteren, wesentlich blütenärmeren Zeiten die Flächen in starkem Umfang befliegen wurden. Ganz ähnliche Resultate finden sich auch bei KRATOCHWIL & AßMANN (1996). Die Autoren wiesen für Gebüsch- und Waldrandstrukturen zeitliche Unterschiede zwischen Haupt-Blütenangebot und Hauptnutzung nach. Die betreffenden Biotope zeigten, ähnlich den eigenen Untersuchungen, mit *Prunus spinosa* und *Crataegus laevigata* das bedeutendste Blütenangebot im Mai, während die Blütenbesucher erst im Juni und Juli auftraten.

4.3.3.2 Abundanz einzelner Pollentypen

Ein weiteres Indiz für die Enge der nahrungsökologischen Verknüpfung ist die Synchronität zwischen Blühverlauf und Pollenaufnahme. Wenn sich die Kurven von Nahrungsangebot und -aufnahme gleichsinnig ändern, kann man von einer engen Beziehung ausgehen, bei der das vorhandene Angebot in hohem Maße genutzt wird. Ist die Beziehung eher locker, wird also das Nahrungsangebot nur in geringem Maße genutzt oder stammen die in der Nahrung nachgewiesenen Pollen nicht von den Untersuchungsflächen, so kann von einer geringen bis fehlenden Synchronität ausgegangen werden.

Zur Auswertung kamen in einer ersten Stufe die Daten aller Standorte und aller Arten, wobei die Blütendeckung als Summenkurve und die aufgenommenen Pollenmengen als Mittelwerte abgebildet wurden. Diese Zusammenfassung hat den Vorteil einer breiten Datenbasis (Abbildung 94 bis Abbildung 97). Der Nachteil liegt in der Vernachlässigung standörtlicher Unterschiede, weshalb in der sich anschließenden zweiten Stufe der Auswertung die Daten nach Standorten getrennt wurden (Abbildung 97 bis Abbildung 99).

In den Verläufen der gemittelten Kurven ist ein hohes Maß an Synchronität sichtbar. Das betrifft im Besonderen den Beginn des Auftretens, im geringeren Maße auch die Maxima und Nebenmaxima. Auffälligerweise traten 1999 in mehreren Fällen hohe Pollenmengen gleich zu Blühbeginn, noch deutlich vor dem Blühmaximum der betreffenden Arten, auf. Beispiele hierfür waren der *Anthemis*- , der *Cerastium-fontanum*- sowie der *Galium*-Typ.

Neben Arten mit einer hohen Synchronität gibt es auch Beispiele für einen offensichtlich unabhängigen Verlauf der Kurven des Nahrungsangebots und der Nutzung des Pollentyps. Dies betrifft vor allem Arten mit geringen Deckungswerten, Beispiele hierfür waren im Untersuchungsjahr 1999 der *Hornungia*- und der *Stachys-sylvatica*-Typ, bei denen zu Zeiten des Auftretens des Pollentyps in der Nahrung über einen längeren Zeitraum überhaupt kein Blütenangebot auf den Standorten existierte. Man kann daher davon ausgehen, dass diese

Pollentypen von anderen, nicht auf den Untersuchungsstandorten vorkommenden Pflanzen aufgenommen wurden.

Bei einer Betrachtung der einzelnen Standorte differenziert sich das Bild stark. Auf einzelnen Standorten kam es zu einem starken Rückgang der Synchronität. Im Besonderen betrifft das den Standort I, auf dem ein Großteil der Arten in ihrem Blühverlauf nicht mit dem zeitlichen Verlauf der gefundenen Pollentypen der Nutzer übereinstimmen. Auf den anderen Standorten hingegen blieb der synchrone Verlauf von Angebot und Nutzung weitestgehend erhalten. Es fanden sich jedoch Pollentypen, die auf mehreren Standorten eine nur mangelhafte Synchronität zeigen, die sich im Mittel aller Standorte ausglich. Ein gutes Beispiel für einen solchen Fall ist der *Cichorium-intybus*-Typ, der 1999 auf den Standorten I und V und 2000 auf den Standorten I,II,III und V als ‚nicht synchron verlaufend‘ eingestuft werden kann, im Gesamtverlauf jedoch (Abbildung 95 und Abbildung 96) eine gute Übereinstimmung zeigte. In einigen Fällen fanden häufige und stetig auftretende Pollentypen keine Entsprechung im Blühkalender, so dass sie in den Grafiken nicht erscheinen. Beispiele hierfür wären der *Aster*- und *Cirsium*-Typ auf Standort V.

Das Nahrungsangebot der Brachflächen und die Pollennutzung durch Schwebfliegen korrelierten also auf dem Landschaftsniveau sehr gut miteinander. Wesentlich weniger eng war die Beziehung auf der Ebene der einzelnen Standorte.

4.3.3.3 Der Anteil flächeneigener Pollen im Jahresverlauf

Syrphidae sind im Regelfall hochmobile Tiere ohne Revierverhalten und Flächenbindung. So zeigten die Fang-Wiederfang-Experimente von SALVETER & NENTWIG (1993) einen nur geringen Anteil wiedergefundener Individuen. Ein hoher Anteil flächeneigener Pollentypen in der Nahrung der untersuchten Syrphidae würde eine hohe Attraktivität von Brachflächen anzeigen, fände doch die Nahrungsaufnahme dann vorrangig in diesen Strukturen statt. Die Änderungen im Jahresverlauf ließen sich als Änderung der Attraktivität interpretieren.

In Tabelle 80 und Tabelle 81 sind die Ergebnisse der statistischen Analysen über Anteil und Verlauf des Fremdpollenanteiles zusammengefasst. Man erkennt, dass der überwiegende Teil der untersuchten Individuen ausschließlich flächeneigene Pollentypen im Nahrungsspektrum aufwies. Bei den Individuen, die auch flächenfremde Pollen aufnahmen, war der Anteil dieser Pollentypen teilweise recht hoch, er schwankte zwischen 0,1 und 98% und lag im Mittel bei allen untersuchten Individuen bei 18% (1999) bzw. 24% (2000).

Die Annahme, dass der Anteil der flächeneigenen Pollentypen an der Gesamtnahrung im Jahresverlauf steigt, weil durch die landwirtschaftliche Aktivität auf den umliegenden Agrarflächen bedingt sich die Attraktivität der Brachen erhöht, konnte nur teilweise bestätigt werden. Es fand sich in den Datenreihen der Tiere mit flächenfremden Pollentypen 1999 in einem von zwölf Fällen ein signifikanter Rückgang des Anteils an flächenfremden Pollen, 2000 konnte der Trend für 5 der elf Datenreihen statistisch abgesichert werden. Werden die Tiere ohne flächenfremde Pollentypen in die Analyse mit einbezogen, so traten 1999 in 2 von 15 Fällen und 2000 in 5 von 14 Fällen signifikante Rückgänge der flächenfremden Pollentypen auf. Einige Datenreihen weisen dagegen einen signifikant steigenden Fremdpollenanteil auf.

Fasst man die Datenreihen der einzelnen Standorte zusammen, so zeigte sich 1999 und 2000 bei *Episyrphus balteatus* ein hochsignifikanter Rückgang des Anteiles flächenfremder Pollen-

typen, bei den anderen Arten jedoch nicht. Auch nach einer Trennung der Tiere nach Geschlechtern wurde das Ergebnis nicht eindeutig.

Die Annahme, dass der Anteil der Tiere ohne flächenfremde Pollen im Jahresverlauf steigt, ließ sich nicht bestätigen. In keinem Fall ergab sich ein statistisch abgesicherter Zusammenhang zwischen dem Anteil der Tiere mit Fremdpollen und dem Fangdatum.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Brachflächen eine große Attraktivität für pollenfressende Syrphiden aufwiesen, da ein hoher Anteil der gefressenen Pollen von Pflanzenarten der Untersuchungsflächen stammte. Der Nachweis flächenfremder Pollentypen über den gesamten untersuchten Ausschnitt der Untersuchungsjahre zeigte jedoch auch die Fähigkeit dieser Tiere, Nahrung in der intensiv genutzten, ausgeräumten Agrarlandschaft zu finden und zu nutzen. Eine Steigerung der Attraktivität im Jahresverlauf ließ sich nur teilweise belegen.

4.3.4 Nischenbreiten und Nischenüberlappungen

Aufgrund der Nahrungsuntersuchungen war es möglich, die Nahrungs-Nischenbreiten der Syrphidae sowohl für einzelne Individuen als auch für die untersuchten Arten insgesamt zu bestimmen.

Von den Nischenbreiten der Arten wurde angenommen, dass sie in jedem Fall die Tendenz zur Euryanthie zeigen, da die betreffenden Nutzer in mehreren Generationen und daher in einer blühphänologisch wechselnden Umgebung fliegen. Für die Art als Gesamtheit ist daher die Nutzung verschiedener Nahrungsressourcen erforderlich. Dies muss jedoch für einzelne Individuen nicht der Fall sein. Verschiedene Autoren, unter ihnen STEFFNY et al. (1984) und GEGEAR & LAVERTY (1998), konnten aufzeigen, dass trotz eines euryanthen Verhaltens der Art einzelne Individuen eine relativ hohe Blumenstetigkeit aufwiesen. Von *Apis mellifera* als hocheffektivem Blütenbesucher ist bekannt, dass fast alle Individuen Pollen von nur einer einzigen Blütenart eintragen (PRITSCH 1952, MAURIZIO 1953).

Abbildung 43 gibt einen Überblick über die Zahl der gefundenen Pollentypen in einzelnen Individuen.

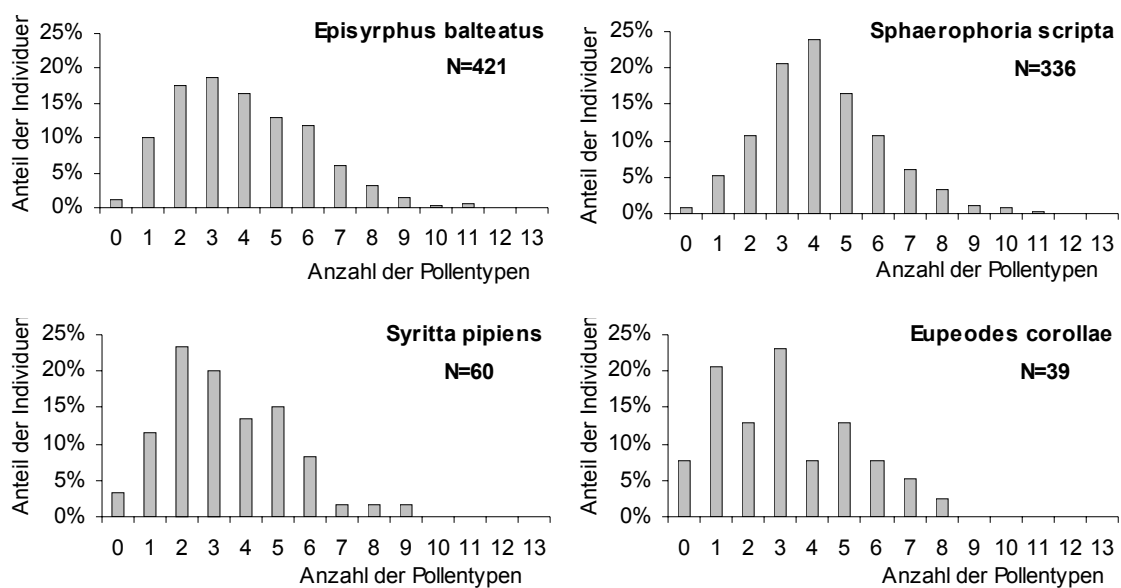


Abbildung 43 Prozentualer Anteil der Individuen in Abhängigkeit von der Anzahl der aufgenommenen Pollentypen, Zusammenfassung aller Untersuchungsjahre und aller Standorte.

Man erkennt, dass ein Großteil der Tiere mehr als nur einen Pollentyp aufnahm, bei *Episyrphus balteatus* und *Sphaerophoria scripta* fanden sich bei mehr als der Hälfte aller untersuchten Individuen vier oder mehr Pollentypen, bei *Eupeodes corollae* und *Syritta pipiens* waren es drei oder mehr Pollentypen. Es muss allerdings beachtet werden, dass in den meisten Fällen ein Pollentyp quantitativ vorherrschte, während die anderen Pollentypen eine geringere Rolle spielten. Damit handelt es sich bei den Untersuchungsobjekten um euryanthe Arten. Das Pollenangebot wurde auf dem Individualniveau vielfältig genutzt. Auch von anderen Arten ist bekannt, dass sie mehr als einen Pollentyp aufnehmen. So fanden HICKMAN et al. (1995) bei

Melanostoma fasciatum im Mittel drei, maximal sechs verschiedene Pollentypen je Individuum bei insgesamt 15 verschiedenen Typen.

Für die Nischenbreiten der einzelnen Arten ergab sich Folgendes (Tabelle 82 bis Tabelle 85): LEVINS standardisierte Nischenbreite nahm während der drei (bzw. zwei) Untersuchungsjahre bei allen vier Arten deutlich ab. Dies liegt jedoch nicht an einer kleineren Nische (also an einer Verkleinerung der Anzahl der genutzten Pollentypen), sondern an einer Vergrößerung der Ressourcenanzahl (der Anzahl der nachgewiesenen Pollentypen). Das wird auch darin deutlich, dass die korrespondierenden Werte der unstandardisierten Nischenbreite nicht in demselben Maße sanken. Insgesamt sind die erhaltenen Werte als sehr niedrig einzuschätzen, das heißt bei einer qualitativen Betrachtung erscheint die Nischenbreite der untersuchten Arten klein, was auf eine hohe Selektivität bei der Nahrungsaufnahme schließen lassen würde. Die korrespondierenden Werte des SMITH-Index dagegen zeigen wesentlich höhere Werte an. Wird die unterschiedliche Abundanz der Ressourcen also mit in die Betrachtung der Nahrungsnutzung einbezogen, wiesen die untersuchten Arten eine große Nischenbreite auf, was auf eine geringere Selektivität bei der Nahrungsaufnahme und mithin auf ein euryanthes Verhalten deutet. Der Durchschnitt des SMITH-Index stieg (bis auf *Eupeodes corollae*) mit den Untersuchungsjahren leicht an. Auch dies ist ein Effekt der gestiegenen Anzahl der genutzten Ressourcen.

Es stellt sich in einem weiteren Schritt die Frage, in welchem Maße sich die Nischen der einzelnen Arten überlappten. Der RENKONEN-Index, der die prozentuale Überlappung der Ressourcen qualitativ angibt, zeigt eine mittlere Übereinstimmung der genutzten Ressourcen und damit eine hohe Übereinstimmung in der Nahrungsnutzungsstruktur (Tabelle 86). Die Werte liegen in den allermeisten Fällen im Bereich zwischen 30% und 70%. Unerwartet gering hingegen war die innerartliche Nischenüberlappung zwischen männlichen und weiblichen Tieren: hier liegen die prozentualen Nischenüberlappungen um die 50%, wobei *Eupeodes corollae* noch deutlich geringere Werte aufweist (Tabelle 87).

Bei der Berechnung des HURLBERG-Index, der die verschiedenen Abundanzen der Ressourcen berücksichtigt, war aufgrund der Individuenverteilung eine sinnvolle Analyse der Nischenüberlappung nur zwischen den Arten *Episyrphus balteatus* und *Sphaerophoria scripta* möglich, da ausreichende Individuenstärken zu den einzelnen Fangzeiten bei den anderen Arten nicht vorlagen. Die Werte zeigen ein uneinheitliches Bild: An bestimmten Tagen ergaben sich Werte >1 , die eine starke gemeinsame Nutzung der vorhandenen Ressourcen und damit eine große Nischenüberlappung signalisieren. An drei Untersuchungstagen wiederum fanden sich Werte nahe 1, was auf eine gleichmäßige Nutzung der Ressourcen entsprechend ihrer Abundanz hinweist. An zwei Tagen dagegen zeigte der Hurlberg-Index Werte deutlich <1 , was auf eine geringe gemeinsame Nutzung der Ressourcen schließen lässt und als eine Besetzung unterschiedlicher Nahrungsnischen interpretiert werden kann.

Untersuchungen zu Nischenbreiten und Nischenüberlappungen bei Schwebfliegen finden sich in der Literatur nicht. In den bisherigen Arbeiten fehlt die Verknüpfung zur umgebenden Vegetation, so dass sich auch nachträglich keine Aussagen ableiten lassen. Doch finden sich Daten bezüglich der Blütennutzung für andere Insektengruppen. STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (2000) untersuchten die Struktur von Wildbienenengemeinschaften und die Nahrungsnutzung in Konkurrenz zur Honigbiene auf trockenen artenreichen Graslandinseln in einer stark agrarisch genutzten Landschaft, wobei sich aus der Ähnlichkeit der Landschafts-

struktur gute Vergleichsmöglichkeiten ergeben. Die prozentuale Nischenüberlappung betrug zwischen Honig- und Wildbienen 45,5%, der Wert des Hurlberg-Index lag bei $L=3,1$. Damit zeigt sich auch für diese beiden Insektengruppen eine starke Übereinstimmung in der Ressourcennutzung. Trotz der gemeinsamen Ressourcennutzung kam es jedoch in keinem Fall zu einer Verdrängung der gegenüber der Honigbiene konkurrenzschwächeren Wildbienen. Diese Koexistenz vieler Arten bei ähnlicher Blütennutzung, die auch von anderen Autoren belegt wird, kann mehrere Ursachen haben:

- In vielen Arbeiten werden Blütenbesuchsbeobachtungen allgemein dokumentiert, ohne die beiden Ressourcen Nektar und Pollen getrennt zu behandeln. Gerade bei der oben erwähnten Honigbiene ist jedoch eine starke Trennung im Artenspektrum der genutzten Blüten bezüglich dieser beiden Hauptlockstoffe dokumentiert (MAURIZIO 1953, MAURIZIO & GRAFL 1969, GLEIM 1985, SCHICK & SPÜRGIN 1997). Es kann sich also um eine nur scheinbare Überlappung im Nutzungsspektrum handeln.
- Im Jahresverlauf ist ein ausreichendes Nahrungsangebot vorhanden, welches eine Koexistenz artenreicher blütenbesuchender Zoozöosen zulässt, da bezüglich der Nahrung zwar eine Nischenüberlappung, jedoch keine Konkurrenz besteht. Diese Vermutung wird bei der Arbeit von STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (2000) durch die hohen Werte der durchschnittlichen Blütendeckung gestützt (zwischen 7 und 22% Bedeckung mit mellitophilen Pflanzen).
 - Nischenüberlappung und Konkurrenz lassen sich nicht auseinander ableiten. Vielmehr scheint die Nischenüberlappung eher ein beschreibender Parameter der Biozöosen-Struktur zu sein (KREBS 1998) und damit auch Ausdruck verschiedener Strategien in der Blüte-Bestäuber-Interaktion, auf die im nächsten Kapitel näher eingegangen werden soll.

Auch bei den untersuchten Schwebfliegenarten scheint es trotz großer Überlappungen im Nutzungsspektrum keine konkurrenzgetriebenen Verdrängungen zu geben, wie aus den Abundanzen der einzelnen Arten entnommen werden kann (Abbildung 18).

4.3.5 Struktur der *Rhopalocera*-Blütenbesuche

Bei der nach der Transektmethode erfassten *Rhopalocera*-Gemeinschaft wurden insgesamt 1423 Datensätze erhoben. Davon entfielen 298 auf Blütenbesuchsbeobachtungen, 986 auf Überflugsbeobachtungen sowie 139 auf Beobachtungen von sich in der Vegetation aufhaltenden Faltern (Tabelle 79). Im Vergleich zu anderen Erhebungen findet sich der prozentuale Anteil der Blütenbesuche an den Gesamtbeobachtungen am unteren Rand des Wertebereiches (Tabelle 44).

Tabelle 44 Literaturvergleich der prozentualen Blütenbesuche von Schmetterlingszönosen auf Brachestandorten.

Autoren \ Parameter	Flächenanzahl	Artenzahl	Individuenzahl	Zahl der Blütenbesuche
SEIFERT (1994)	16	55	10100	4395 (43,5%)
WEIDNER (1991)	32	53	4899	1544 (31,5%)
STEFFNY et al. (1984)	9	55	7351	1514 (20,6%)
eigene Untersuchung	5	28	1423	298 (20,9%)

Ein solch niedriger Anteil von blütenbesuchenden Faltern an der Gesamtheit der Beobachtungen lässt auf eine geringe Attraktivität der Flächen schließen. Ein Großteil der Individuen wurde offensichtlich beim bloßen Überqueren der Flächen angetroffen.

Unter den besuchten Blüten dominierte der Köpfchenblumentyp: auf *Cirsium arvense*, *Centaurea scabiosa*, *Knautia arvensis* und *Cirsium vulgare* entfielen insgesamt über 70% aller Blütenbesuche. Dieses Besuchsmuster steht in guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren. In der Arbeit von SEIFERT (1994) entfielen rund zwei Drittel aller Besuche auf rot- und blauviolette Blüten, auch wurde der Köpfchentyp (Asteraceae, Dipsacaceae) mit 76% am häufigsten befliegen. WEIDNER (1991) ermittelte 75% und 78% als Anteile violetter bzw. Köpfchentyp-Blumen, und auch SSYMANK (1999) wies einen hohen Anteil von 70% bis 80% Besuch an dieser Blüthengruppe nach. Die Erklärung für die Präferenz des Blumentyps liegt auf der Hand: die tiefen Röhren, in denen der Nektar geborgen wird, bieten den Lepidoptera mit ihren langrüsseligen Mundwerkzeugen einen Konkurrenzvorteil gegenüber kurzrüsseligen Insekten. Zudem bieten die Blütenstrukturen große und stabile Landeflächen, was für Schmetterlinge als größte einheimische Blütenbesucher ebenfalls ein wichtiges Kriterium ist.

Die beiden erstgenannten Autoren verweisen auch auf die Besonderheit einer Weiß-Gelb-Präferenz von *Coenonympha pamphilus*, die in den eigenen Daten ebenfalls gefunden werden kann: *Tanacetum vulgare* und *Achillea millefolium* sind die beiden bevorzugten Nektarpflanzen dieser Art. Diese Art gehört als Vertreter der Lycaenidae zum Nymphaliden-Satyriden-Typ und ist damit rotblind. Damit sind auch rotviolette Farbtöne (wie z.B. bei *Centaurea scabiosa*) für diese Falter nur schlecht auszumachen. Sie sind jedoch gelbtüchtig und befliegen daher spontan bevorzugt gelbe und blaue Strukturen (KUGLER 1970).

Die Nektarzusammensetzung der vorrangig genutzten Arten entsprach den präferierten nectar-sugar-ratios.

4.3.6 Strategien der Blüte-Bestäuber-Interaktion

Bei der Auswertung der eigenen Untersuchungsdaten und verschiedener Literaturquellen wurde immer wieder deutlich, dass in der Blüte-Bestäuber-Interaktion zwei primäre Strategien zu existieren scheinen. Die erste Strategie beruht auf einer raschen Ausnutzung schnellblütiger Massentrachten durch individuenstarke Nutzergruppen bei hoher Spezialisierung im Nahrungsangebot. Die zweite Strategie bildet sich durch einen Beflug von Blüten geringerer Abundanz und langer Blütezeit durch individuen schwache Nutzergruppen bei einer hohen Diversität im Nahrungsspektrum. Die Strategien sollen nachfolgend im einzelnen erläutert werden.

Die individuenstarken Völker der staatenbildenden Insekten aus der Gruppe der apoiden Hymenopteren sind im Jahresverlauf die ersten Blütenbesucher, die in großen Abundanzen auftreten. *Apis* beginnt den Reinigungsflug Anfang März und mit dem Eintragen der für die spätere Volkstärke entscheidenden Entwicklungstracht im März und April. Zum Zeitraum der Frühjahrmassentrachten im Mai sind die Völker dann bereits zu voller Stärke gewachsen (GLEIM 1985). Auch *Bombus* weist einen vergleichbaren Rhythmus auf. Als Sommerstaatbildner fliegen im März jedoch nur die Königinnen, individuenreiche Nester gibt es erst ab Mitte April (BELLMANN 1995). Sozial lebende Wildbienen (*Halictus*, *Lasioglossum*) haben dagegen eine kürzere und später beginnende Flugzeit (v. HAGEN 1990).

Nur diese individuenstarken Völker sind in der Lage, die Massentrachten der Bäume und Sträucher so zu befliegen, dass eine Bestäubung des Großteils der Blüten auch gesichert ist. Die Bestäubungsleistung in möglichst kurzer Zeit zu erhalten, ist für die Blütenpflanzen dieser Jahreszeit wichtig, da die meist noch sehr instabile Wetterlage (häufige Niederschläge, Spätfröste) eine lange Blütezeit zu unsicher macht. Als Beispiel für die extrem kurze Dauer solcher Massentrachten sei auf die Blüte von *Prunus spinosa* im Untersuchungsjahr 2000 verwiesen: Sie trat innerhalb nur einer Woche auf und war nach 8 Tagen bereits völlig beendet (Abbildung 58, Seite A-30). Die Möglichkeit, mit Massentracht und intensivem Beflug durch staatenbildende Insekten im Vor- und Erstfrühling die Bestäubungsleistung zu sichern, hat diese Beziehung in einer konkurrenzarmen Zeit entstehen lassen – sowohl vom Blütenangebot als auch von den auftretenden Nutzer aus betrachtet. Doch auch im weiteren Jahresverlauf treten in fast lückenloser Folge Massentrachten auf, die bevorzugtes Ziel apoider Hymenopteren sind und die sich in ihren blütenbiologischen Eigenschaften als ‚Bienenblumen‘ nach KUGLER (1970) ansprechen lassen: im Frühjahr die Obstbaumblüte von *Malus*, *Prunus* und *Cerasus*, im Frühsommer die häufigen Bäume *Robinia*, *Tilia* und *Sambucus*, während des Hochsommers verschiedene *Trifolium*-, *Melilotus*- und *Centaurea*-Arten, im Spätsommer *Solidago* und *Hedera*. Die Aufzählung ist selbstverständlich unvollständig, doch soll hier verdeutlicht werden, dass es während der gesamten Vegetationsperiode Arten gibt, die die Strategie einer kurzzeitigen Massentracht verfolgen und von den entsprechenden Nutzern auch befliegen werden. Individuenreiche Gemeinschaften staatenbildender Apidae sind damit weniger von der Vielfalt des Blütenangebotes abhängig als vielmehr von der Dominanz einiger weniger, gut nutzbarer Nahrungsressourcen, wie die Untersuchungen von STEFFNY et al. (1984), GLEIM (1985), STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1996) und MAURIZIO (1953) an *Apis mellifera* und verschiedenen *Bombus*-Arten belegen. Während einer solchen Massentracht findet eine starke Spezialisierung statt: MAURIZIO (1953) wies für 97% aller eintragenden Bienen die Nutzung eines einzigen Pollentyps nach, STEFFNY et al. (1984) konnten dieses Sammelverhalten an *Bombus* belegen. Nach der Abblüte einer Tracht erfolgt dann die Spezialisierung auf die nächste Pflanzenart. Die Strategie einer kurzen Blütezeit mit hoher Produktivität und individuenstarken temporär monophagen Bestäubern aus der Gruppe der staatenbildenden apoiden Hymenoptera soll nachfolgend als „Kurztrachtstrategie“ bezeichnet werden.

Mit wesentlich geringeren Individuenzahlen treten solitäre Nutzer auf, die solche Massentrachten nicht vollständig nutzen können und damit auch keine kompetenten Bestäuber für diese Pflanzenarten sein können. Sie nutzen verstärkt Arten, die in geringeren Mächtigkeiten blühen, dafür jedoch oft eine längere Blühzeit aufweisen. Häufig sind diese Blüten auch von kleinerer, fragilerer Struktur, da auch die Nutzer oftmals ein geringeres Gewicht aufweisen. Beispiele solcher Arten sind während des Frühjahrs verschiedene *Veronica*-Arten und in den Frühsommer- und Sommermonaten Vertreter der *Asteraceae* und *Apiaceae*.

Ein weiteres Merkmal ist die Vielfalt der genutzten Nahrungsquellen. Die Abundanz dieser Nutzer hängt in stärkerem Maße von der Artenvielfalt des Blütenflors ab denn von der Blumenmenge (STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 1988, STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 1996), da in den oftmals spezialisierten Nahrungsbeziehungen damit die Möglichkeit des Auftretens kontinuierlich ausbeutbarer Nahrungsquellen steigt. Die Menge der gebildeten Blüten tritt dabei in den Hintergrund. Für die Gruppe der solitären Wildbienen

konnten STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1996) diesen Zusammenhang belegen. Da die Witterung in den Sommermonaten zudem bessere Rahmenbedingungen für Blütenbildung und Bestäubung bietet, kann auf einen schnellen Blütenaufbau mit hohen Investitionskosten zugunsten eines langsameren Blühverlaufes mit niedrigeren Investitionskosten pro Zeiteinheit verzichtet werden. Die Strategie der Langblütigkeit und der zeitlichen Streckung der Investition in Blütenstrukturen verspricht unter dem Gesichtspunkt der Maximierung des Fortpflanzungserfolges den größeren Erfolg. Faktoren wie Bestäubungsrate, Samenbildung und Ressourcenverfügbarkeit im Vegetationsverlauf können dann auf die weiterhin erfolgende Blütenbildung rückwirken und den weiteren „Bedarf“ an Blüten steuern. Beispiele solcher Regelkreise finden sich bei den verschiedensten Arten. Sie können sich jedoch nur bei langer Blütezeit in vollem Maße entfalten (ZIMMERMANN 1988, OLLERTON & LACK 1998, LADIO & AIZEN 1999, VOGLER et al. 1999, MOTHERSHEAD & MARQUIS 2000). Diese Strategie einer langen Blütezeit geringer Abundanz mit einem polyphagen Nutzerkreis geringer Individuendichte soll nachfolgend als „Langtracht-Strategie“ bezeichnet werden.

Beide untersuchte Nutzergruppen gehören tendenziell der Langtracht-Strategie an. Sie bilden mit wenigen Ausnahmen Populationen mit mittleren bis geringen Individuendichten, haben ein breites Blütenbesuchsspektrum und befliegen dabei auch Blüten, die in geringerem Maße vorkommen.

Natürlich gibt es immer wieder Überschneidungen in den Blütenbesuchsspektren der verschiedenen Nutzer. So finden sich bei Nahrungsuntersuchungen von Syrphiden Pollen von Arten, die der ersten Strategie zuzuordnen wären (z.B. *Acer*, *Taraxacum*), und bei Imkern ist der Beflug von Blüten mit geringer Abundanz durch *Apis* bei mangelnden Massentrachten bekannt (wird aber bezeichnenderweise ‚läppern‘ genannt, Ausdruck einer geringeren Produktivität).

Bei den untersuchten Brachflächen lässt sich feststellen, dass diese beiden Strategien im Jahresverlauf nicht gleichmäßig ausgebildet sind (Tabelle 45).

Tabelle 45 Verteilung der Kurztracht- und Langtracht-Strategie auf alten und jungen Brachflächen. (x) – auf einem Teil der Flächen ausgebildet, x - auf allen Flächen ausgebildet

Flächentyp und Strategie		phänologische Jahreszeit				
		Erstfrühling	Vollrühling	Frühsommer	Hochsommer	Frühherbst
junge Brachflächen	Kurztracht-Strategie		(x)		x	
	Langtracht-Strategie	(x)	x	x	x	x
alte Brachflächen	Kurztracht-Strategie		x		x	x
	Langtracht-Strategie		x	x	x	x

Der Erstfrühling war auf den Brachflächen eine blütenarme Zeit. Lediglich auf Standort IV entwickelten sich Frühlingsephemere. Im Frühjahr war auf den alten Brachflächen die Kurztrachtstrategie stark ausgeprägt (*Prunus spinosa*, *Crataegus spec.*), auf den jungen Brachen fand sich nur auf Standort IV *Taraxacum officinale*. Die beiden anderen Standorte der jungen Brachflächen boten zu dieser Zeit noch überhaupt keine nennenswerten Blüten an. Für die Langtracht-Strategie stehen *Veronica*-Arten, die vorwiegend auf Standort IV (junge Brache) zu finden waren und zu dieser Jahreszeit vor allem von solitären Wildbienen besucht wurden. Im

Frühsommer fanden sich ausschließlich Arten geringerer Deckung („Langtracht-Strategie“). Vergleicht man diesen Verlauf der Blühabundanz mit den Ergebnissen anderer Autoren, so zeigt sich, dass das Phänomen des „Frühsommerloches“ in der Blütenabundanz weit verbreitet ist. So bemerkte KRATOCHWIL (1984) einen Einbruch in der Blühabundanz eines Halbtrocken-Rasens (Mesobrometum) von Mitte Juni bis Anfang Juli (bei gleichzeitig hoher Zahl blühender Arten) und in weiteren Untersuchungen (STEFFNY et al. 1984) auch auf den trockeneren Xerobrometum-Rasen sowie den gemäßigteren Arrhenatheretum-Gesellschaften. Er bezeichnete dieses Erscheinungsbild als „phänologische Lücke“. Aber auch in Waldgesellschaften, auf Schlagfluren (SSYMANK 1991), Weideflächen (KRATOCHWIL & AßMANN 1996) und in Frischwiesen (SEIFERT 1994) kommt dieser so charakteristische Rückgang der Blütendeckung nach den Massentrachten der Vorfrühlings- und Frühlingsarten vor. MAURIZIO (1953) nennt die „Sommertrachtlücke“ eine Charakteristik des gesamten Schweizer Mittellandes, RATHCKE (1988) beschreibt dieses Phänomen für Saumstrukturen aus ganz New England, USA. Formationen ohne diese blühphänologische Ruhepause scheinen wesentlich seltener aufzutreten, kleinräumig aber dennoch zu existieren (SSYMANK 1991). Es scheint sich bei diesem Strategie-Wechsel also um ein für fast alle Gesellschaften typisches Phänomen zu handeln, zeitlich abgestimmt auf die in diesem Zeitraum verstärkt auftretenden solitären Nutzer. Erst im Hochsommer dominieren auf den Untersuchungsstandorten wieder Massentrachten. Das betraf *Cirsium arvense* auf den jungen Brachflächen und *Daucus carota* und *Pimpinella saxifraga* auf einem Teil der alten Brachen. An den beiden der Gruppe der Fliegenblumen zugeordneten Umbelliferen konnte in allen Untersuchungsjahren mit großer Regelmäßigkeit der Besuch von *Apis mellifera* registriert werden. Auch die beiden Arten *Hypericum perforatum* und *Centaurea scabiosa* können, wenn auch in geringerem Maße, hinzugezählt werden, erstere wiederum vor allem auf den jungen, letztere auf den alten Brachflächen. Im Spätsommer traten Arten geringerer Deckung in den Vordergrund, und Massentrachten fanden sich nicht mehr. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass auf den Untersuchungsstandorten im Verlauf der Vegetationsperiode ein zweimaliger Wechsel in der Dominanz der verschiedenen Bestäubungsstrategien stattfand. Die alten Brachflächen wurden eher von der Kurztracht-Strategie, die jungen Standorte eher von der Langtracht-Strategie bestimmt.

4.4 NATURSCHUTZASPEKTE

Bemühungen um den Schutz der Umwelt haben mit dem Eintritt der Biodiversitätsdebatte in das öffentliche Bewusstsein Anfang der achtziger Jahre einen starken Auftrieb erhalten. Heute wird Biodiversität als Vielfalt von Strukturen, Funktionen und Komponenten gesehen und auf den Ebenen genetischer, organismischer und systemischer Vielfalt betrachtet (RIO 1992, WALDHARDT 2002). Die alpha-Diversität beschreibt die Artendiversität einzelner Lebensgemeinschaften, die beta-Diversität die Änderungen in der Artenzahl zwischen einzelnen Biozönosen und die gamma-Diversität Gesamtvieftalt einer Landschaft oder eines Vegetationskomplexes (WHITTAKER 1972, BEIERKUHNLEIN 1998). Seltener betrachtet werden Diversitätsebenen unterhalb der Artebene (genetische Diversität, morphologische Variabilität) und oberhalb der Landschaftsebene (delta-Diversität als Änderung zwischen Landschaften innerhalb einer Region und epsilon-Diversität als regionale Diversität, bezogen auf große Gebiete mit verschiedenen Landschaftstypen).

Bisher konzentrierten sich Naturschutzbemühungen stark auf den Komponenten-Anteil (Artendiversität) und die alpha-Diversität (Artenzahlen einzelner Biotope). Bei Untersuchungen verschiedener Brachen zeigten die einzelnen Sukzessionsstadien unterschiedliche Naturschutzpotentiale.

Frisch angelegte Brachflächen im ‚Pionierstadium‘ weisen einen hohen Naturschutzwert auf, finden sich auf ihnen doch eine große Anzahl seltener Pflanzenarten. Vor allem Ackerbegleitkräuter, die durch die intensive Bewirtschaftung in den Kulturen nicht mehr auftraten, können sich aus dem Bodensamenpotential regenerieren. Die oftmals erstaunlich lange Zeit, die Samen im Boden überdauern können, ist in verschiedenen Arbeiten dokumentiert (FUHR-BOßDORF et al. 1999). Durch die lückige Vegetation und das sich dadurch einstellende warm-trockene Mikroklima ähneln diese Brachen zudem strukturell Halbtrockenrasen und weisen daher auch eine hohe Artenzahl mobiler Faunenelemente auf (TSCHARNTKE et al. 1996). Die beschriebenen Standorte II und IV lassen sich diesem Stadium zuordnen, auch wenn die Vegetationsstörungen nicht durch frisches Anlegen der Fläche, sondern durch fortdauernde Wühltätigkeit verschiedener Wildtiere erfolgten.

Die sich anschließenden Zwischenstadien der 5- bis 10jährigen Brachen (‚Wiesenbrache-Stadium‘) zeigen sich als eher artenarme, grasdominierte Bestände, die zudem durch Auteutrophierung eine stickstoffliebende, hochwüchsige krautige Vegetation aufweisen, die von vielen Tiergruppen gemieden wird (TSCHARNTKE et al. 1996). Der in dieser Arbeit untersuchte Standort I ist ein Beispiel für dieses Stadium.

Die späteren durch Verbuschung geprägten Brachestadien (‚Verbuschungsstadium‘), weisen viele Eigenschaften der Säume auf und bieten ein günstigeres Mikroklima für viele Faunenelemente. Durch den ausgesprochenen Ökoton-Charakter integrieren sie Ansprüche der Offenland- und Waldbewohner und weisen damit sehr artenreiche Biozönosen auf (POTT 1995, SCHUBERT et al. 1995). Botanische Seltenheiten finden sich in ihnen in nur geringem Maße. Die Standorte III und V in dieser Arbeit sind Beispiele dieses Biotoptyps.

Die eigene Untersuchung zeigte an den Artenzahlen der Phytozönose (Tabelle 8) deutlich die große Vielfalt auf offenen, oft gestörten Stadien (Standorte II und IV), die wesentlich geringeren Artenzahlen grasdominierter Zwischenstadien (Standort I) sowie die artenreiche, komplexe Vegetationsstruktur der Altbrachen (Standorte III und V). Der integrierende Charakter der verbuschten Altbrachen wird in dem Auftreten zahlreicher Waldrand- und Saumbesiedler der untersuchten Teilzönosen deutlich (Abbildung 86). Auch KRATOCHWIL & AßMANN (1996) betonen den hohen Wert der Ökoton-Struktur von Säume und Waldränder für Blütenbesuchergemeinschaften.

Der direkte Einfluss einzelner Brachflächen auf die Artendiversität der untersuchten Teilzönosen ist jedoch begrenzt. Innerhalb der Phytozönosen fanden sich zwar artenreiche Gemeinschaften, doch bestehen diese vorrangig aus häufigen Arten anderer Biotope. Rote-Liste-Arten oder Biotopspezialisten wurden nicht gefunden, auch andere Autoren konnten solche Arten nur selten nachweisen (MANTHEY 1999). In der Teilzönose der Rhopalocera wurde eine geringe Artendiversität mit einem überproportionalen Anteil an häufigen Arten (*Pieris spec.*, *Coenonympha pamphilus*) registriert. Die Ursachen dieser Artenarmut haben einen standörtlichen und landschaftsbezogenen Hintergrund. Als besonders wesentlich gelten die Standortstruktur, die Existenz von Saumstrukturen und das Stickstoffniveau der Landschaft (SEIFERT 1994). Auch die Ursachen für den Artenreichtum der Syrphidenzönose sind eher landschaftsbezogene und weniger standörtliche Faktoren. Die Diversität dieser Tiergruppe wird nach BASTIAN (1986) vorrangig von der Uniformität der Gesamtlandschaft bestimmt und weniger von der Ausstattung einzelner Biotope.

Landschaftsbezogene Faktoren wirken in gleicher Weise auch bei der Diversität anderer Tiergruppen (BORK 1995, TSCHARNTKE et al. 1996). Artenreichtum hat seine Ursache vor allem in der Strukturvielfalt auf Landschaftsebene. Daher ist für das Netz aus Bestäubern und Blüten auch die Verteilung und Struktur von Brachflächen in der Landschaft bedeutender als Eigenschaften einzelner Standorte. Dieser Biotoptyp hat jedoch aufgrund seiner flächigen Ausdehnung in besonderem Maße das Potential, Flächen mit hohem Naturschutzwert zu bilden, denn schmale Strukturen (weniger als 5 Meter Breite) werden durch Nährstoffeinträge aus den angrenzenden Nutzflächen stark eutrophiert und bieten damit nur noch artenarmen Biozönosen Lebensraum (BORK 1995).

Für einen positiven Einfluss der Brachen auf die Diversität im Agrarraum ist neben der Verteilung der Flächen im Landschaftsraum auch ein gezieltes Eingreifen in die Sukzessionsentwicklung nötig. Dabei bieten sich zwei sich gegenseitig ergänzende Möglichkeiten an: Die erste ist eine komplette Offenhaltung der Flächen, wobei durch regelmäßige Maßnahmen wie Mahd oder Mulchen ein ‚Halten‘ der Bestände im Stadium frisch angelegter Brachen angestrebt werden sollte. Bei diesen Brachflächen handelt es sich dann um vorwiegend dem botanischen Artenschutz vorbehaltene Bereiche, auf denen gefährdete Ackerbegleitkräuter Lebensräume finden. Daneben finden hier Faunenelemente ein, die auf störungsreiche Pionierstandorte spezialisiert sind. Ein frühes Mulchen bis Ende Juni hat dabei trotz der (kurzfristigen) Zerstörung des Blütenangebotes die günstigsten Auswirkungen auf Artenreichtum und Deckung der Blütenschicht, da das dominante Auftreten von Gräsern, insbesondere der Quecke *Agropyron repens*, damit am wirksamsten behindert wird. Die fehlende Beschattung durch hochwüchsige Gräser ermöglicht wiederum einer Vielzahl konkurrenzschwächerer Arten die Entwicklung (ARENS & MÜTZE 1991, SCHREIBER 1997, SCHMIDT 1984).

Die zweite Möglichkeit ist eine rasche Entwicklung der Flächen in das Stadium später Brachen mit verbuschten Bereichen. Dabei sollte unbedingt von der Möglichkeit gezielter Eingriffe, z.B. durch Einbringen von Sträuchern und Gehölzen, Gebrauch gemacht werden. Die Erfahrungen der wenigen bisherigen Langzeitstudien zeigen, dass die grasdominierten Zwischenstadien der Sukzession (entgegen den theoretischen Erwartungen) über längere Zeiträume stabile Systeme bilden und eine Weiterentwicklung in Richtung Gebüsch- und Vorwaldstadien unterbinden können (ELLENBERG 1996, SCHMIDT 1981, 1993). Die Bestände sich einfach selbst zu überlassen würde daher die Etablierung langlebiger strukturarmer grasdominierter Bestände mit geringem Blütenangebot begünstigen. Diese Flächen im Übergangsstadium zwischen artenreichen ein- bis zweijährigen Brachen und verbuschten Altbrachen weisen einen geringen Naturschutzwert nicht nur hinsichtlich Stabilität und Diversität der Blüte-Bestäuber-Beziehung, sondern auch hinsichtlich der floristischen und faunistischen Artenvielfalt auf.

Mit den skizzierten Handlungs- und Entwicklungsmöglichkeiten können Brachflächen zur Strukturvielfalt der Landschaft beitragen und damit auch positiven Einfluss auf die Diversität der Blüte-Bestäuber-Beziehung nehmen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In vielen Regionen der Welt ist das Blüte-Bestäuber-Netz in seiner Diversität und Stabilität bedroht. In besonderem Maße sind in den letzten Jahrzehnten Agrarökosysteme von dieser Entwicklung betroffen. Die Beseitigung von Begleitstrukturen, die Standortnivellierung und die biotische Verarmung der Systeme führen in der Agrarlandschaft zu einer Ausdünnung des Bestäubungsnetzes.

Es liegt daher nahe anzunehmen, dass nichtgenutzte Strukturen wie Brachflächen eine wichtige Rolle für die Biodiversität des Blüte-Bestäuber-Netzes haben. Der Anteil der Brachflächen in der Agrarlandschaft ist deutschlandweit in den letzten Jahren durch das „konjunkturelle Flächenstilllegungsprogramm“ der EU stark gestiegen. Brachen nehmen heute einen bedeutenden Teil der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche ein.

In der vorliegenden Arbeit wurde daher das Potential von Brachflächen für den Erhalt der Stabilität und Diversität des Bestäubungsnetzes eines intensiv agrarisch genutzten Raumes untersucht.

Die Untersuchung fand 1998-2000 in der Feldberger Seenlandschaft, einer intensiv agrarisch genutzten Landschaft des Nordostdeutschen Tieflandes, statt. Sie umfasste Brachen von unterschiedlichem Alter und Standortcharakter. Dabei wurde eine Sukzessionsreihe, beginnend mit störungsreichen offenen Standorten („Pionierstadium“) über grasdominierte Ruderalfluren („Wiesenbrachen-Stadium“) hin zu verbuschten Flächen mit deutlichem Saumcharakter („Verbuschungsstadium“) untersucht. Durch Blühkalenderaufnahmen und Nektarentnahmen an häufigen Pflanzenarten wurde das Nahrungsangebot dokumentiert, mit den Rhopalocera (Tagschmetterlinge) und Syrphidae (Schwebfliegen) zwei der wichtigsten Nutzergruppen in ihrer Artenvielfalt und Abundanz erfasst. Das Auftreten und Verhalten der Rhopalocera wurde mittels der ‚Transekt-Methode‘ auf Artniveau dokumentiert. Durch eine quantitative Nahrungsanalyse wurde die Pollennutzung der Syrphidae auf Individualniveau bestimmt. Daraus ließen sich Aussagen über Nutzungsmuster der Blütenbesucher und ihre Bindungsstärken an die Flächen ableiten sowie Nischenbreiten und –überlappungen berechnen.

Es traten deutliche Unterschiede zwischen den drei Brachflächen-Typen sowohl hinsichtlich des Artenreichtums der Phytozönose als auch hinsichtlich der Abundanz und zeitlichen Verteilung der Blühvorkommen auf. Die floristische Diversität nahm bei der Entwicklung der Standorte des ‚Pionierstadiums‘ zu grasdominierten Ruderalfluren ab und stieg erst mit einsetzender Verbuschung wieder an. Es fand eine starke Veränderung der Vegetation statt, wobei viele kurzlebige Therophyten verschwanden und sich mehrjährige Arten im Verlauf der Sukzession immer stärker etablierten. Die faunistische Diversität war auf den alten verbuschten Flächen deutlich höher als auf den jüngeren Brachen. Ursache dieser Verteilung ist das Auftreten vieler Saum- und Waldbewohner, die auf den gebüschnahen offenen Flächen der Altbrachen, nicht jedoch auf den strukturärmeren jungen Flächen vorkamen. Innerhalb der jungen Brachen zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen dem Pionierstadium und Wiesenbrachen-Stadium.

Die Blütendeckung und damit das Nahrungsangebot für blütenbesuchende Insekten war durch einen starken Wechsel der Abundanzen gekennzeichnet. Zeiten mit reichblütigen Massentrachten wechselten sich mit mehrwöchigen Phasen geringeren Blütenangebotes ab. In der Gesamtheit ergab sich eine dreigeteilte Blühabundanz mit einem Erstfrühlings-, einem Vollfrühlings- und einem Hochsommeraspekt. Dabei trat der Erstfrühlingsaspekt nur auf den alten Brachen auf, und das Vollfrühlingsmaximum war auf das ‚Pionierstadium‘ und die alten Brachflächen beschränkt. Erst der Hochsommeraspekt bildete sich auf allen Brachflächen aus. Insgesamt betrachtet wiesen die alten Brachflächen ein wesentlich höheres und gleichmäßigeres Nahrungsangebot auf als die beiden jungen Flächentypen.

Das Nahrungsangebot der Brachflächen wurde jedoch nicht nur vom Brachestadium, sondern auch von der Witterung bestimmt. Das zweite und dritte Blühmaximum (Vollfrühling und Hochsommer) erwiesen sich sowohl in der zeitlichen Dynamik als auch in der Abundanz der einzelnen Blütenarten als stark witterungsabhängig. Dabei verringerten heiß-trockene Witterungsperioden im Frühjahr die Blühabundanz, während sie im Sommer Stärke und Artenvielfalt des Blütenangebotes steigerten. Auch auf die untersuchten Zoozönosen hatte die Witterung einen teilweise großen Einfluss. So zeigten sich die Rhopalocera stark von warm-trockenen Bedingungen abhängig. Ihre Abundanz sank durch den kühl-nassen Sommer im Jahr 2000. Die Syrphidae dagegen wurden von den unterschiedlichen Witterungsbedingungen der beiden Untersuchungsjahre nicht beeinflusst.

Die Nutzung des Nektarangebotes der Blütenpflanzen wurde im Verlauf der Vegetationsperiode stärker, erkennbar an einer steigenden Differenz zwischen realem Angebot und der Produktionskapazität auf den einzelnen Standorten. Während des gesamten Frühlings und Frühsommers differierten die Werte nur geringfügig, und der Verlauf beider Kurven war ähnlich. Das Angebot wurde damit in nur geringem Maße genutzt. Daraus kann auf eine Konkurrenz der Blüten um ihre Bestäuber geschlossen werden. Im Hochsommer dagegen unterschieden sich die Werte des realen Angebots und der Produktionskapazität deutlich, und die Kurven verliefen nicht mehr gleichsinnig. Während des Hochsommermaximums stieg das Produktionspotential über mehrere Wochen auf rund 35 g Zucker/ha an, die Werte des realen Nektarangebotes dagegen lagen in dieser Zeit konstant um 2,5 g Zucker/ha. Bei dieser fast vollständigen Ausnutzung des Nektarangebotes kann auf eine Konkurrenz der Bestäuber um die Nahrungsressourcen geschlossen werden. Das trotz intensiver Nutzung auf den Flächen verbleibende reale Angebot ergab sich aus der Nachproduktion der Blüten und der unvollständigen Entnahme des Nektars durch die Nutzer.

Die Rhopalocera präferierten deutlich blau-violette Blüten des Köpfchentyps, mit Ausnahme der Arten der Nymphalidae und Lycaenidae, die Gelb und Weiß bevorzugten. Diese Unterschiede erklären sich durch ein unterschiedliches Farbsehvermögen. Der geringe Anteil der Blütenbesucher an der Gesamtheit der erfassten Individuen wies auf eine mangelnde Attraktivität der Flächen für Tagsschmetterlinge.

Die dominanten und subdominanten Arten der Syrphidenzönosen (*Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta*, *Syrirta pipiens*, *Eupeodes corollae*) wiesen übereinstimmend die bevorzugte Nutzung von weiß- und gelbblütigen Arten mit offen angebotenen Pollen und

flächig ausgebreiteten Blütenstrukturen auf. Die individuellen Nutzungsmuster zeigten bei einer großen Vielfalt aufgenommener Typen die Dominanz in Häufigkeit und Stetigkeit von nur wenigen Pollentypen (*Hypericum-perforatum*-, *Anthemis*- *Galium*- und *Apiaceae*-Typ). Der Vergleich der Angebots- mit der Nutzungshäufigkeit ergab keinen Zusammenhang. Dies lässt auf ein aktives Nahrungsauswahlverhalten mit hoher Selektivität gegenüber einzelnen Pollentypen schließen. Die Berechnung der Nischenbreiten zeigten die Tendenz eines euryanthen Verhaltens bei qualitativen Indizes (viele genutzte Typen) sowie eine wesentlich geringere Nischenbreite bei quantitativen Indizes (nur wenige Haupttypen). Die Nischenüberlappung, die nur zwischen *Episyrphus balteatus* und *Sphaerophoria scripta* berechnet wurde, ergab kein eindeutiges Ergebnis.

Das Blütenangebot der untersuchten Flächen war für die pollennutzenden Schwebfliegen sehr attraktiv. Nur ein geringer Teil der untersuchten Tiere enthielt überhaupt ‚flächenfremde‘ Pollentypen, und auch bei diesen Individuen fand sich fast immer ein hoher Anteil an flächeneigenen Pollentypen. Eine Attraktivitätssteigerung der Flächen, erkennbar in einem Anstieg des Anteils der Tiere mit ausschließlich ‚flächeneigenen‘ Pollentypen oder in einem Anstieg des Anteils dieser Pollentypen bei Individuen mit ‚flächenfremden‘ Pollentypen, ließ sich statistisch nur bei einem Teil der Arten nachweisen.

Die dargestellten Schwankungen in der Blühabundanz, der Abundanzen der Zoozöosen und der Nutzungsintensität des Nahrungsangebotes finden ihre Erklärung in der Existenz zweier grundsätzlicher Strategien in der Blüte-Bestäuber-Interaktion. Bei der ‚Kurztracht-Strategie‘, finden sich temporär monophage individuenreiche Arten aus der Gruppe der staatenbildenden apoiden Hymenoptera. Diese befliegen die innerhalb eines kurzen Zeitraumes auftretenden reichblütigen Massentrachten. Die Blütenbesucher sind in hohem Maße lernfähig, um die im Jahresverlauf wechselnden Blüten effektiv zu nutzen. Bei der ‚Langtracht-Strategie‘, werden Pflanzenarten mit langer Blütezeit und geringer Abundanz von polyphagen Nutzern befliegen, die in kleineren Individuenzahlen vorkommen. Für die ‚Kurztracht-Strategen‘ ist die Abundanz der Nahrungsquellen entscheidend, die der ‚Langtracht-Strategie‘ folgenden Blütenbesucher sind dagegen in erster Linie von der Diversität des Nahrungsangebotes abhängig. Beide untersuchten Teilzoozöosen, die Tagschmetterlinge (Rhopalocera) und die Schwebfliegen (Syrphidae), folgten der Langtracht-Strategie. Sie finden sich auch in den Zeiten geringeren Blütenangebotes in hoher Arten- und Individuenzahl auf den Untersuchungsflächen.

Während auf den untersuchten Flächen für ‚Langtracht-Strategen‘ im gesamten Zeitraum vom Erstfrühling bis in den Hochsommer ein Blütenangebot existierte, war das Blütenangebot für ‚Kurztracht-Strategen‘ nur für jeweils wenige Wochen im Erstfrühling, Vollfrühling und im Hochsommer vorhanden.

Im gesamten Jahresverlauf wurden die untersuchten Flächen, trotz des teilweisen Fehlens eines adäquaten Angebotes, von blütenbesuchenden Insekten besucht. Gerade in Zeiten geringer Nahrungsverfügbarkeit werden Brachen stark genutzt und dienen damit der Stabilität der Blüte-Bestäuber-Beziehung.

Die Phytozönosen waren artenreich, doch bestanden sie vorrangig aus häufigen Arten anderer Biotope. Auch die Syrphiden-Zönosen zeigten bei großem Artenreichtum einen hohen Anteil an Vertretern mit Verbreitungsschwerpunkt in Wäldern. Die Rhopalocera-Zönosen waren artenarm mit einem überproportionalen Anteil an häufigen Arten.

Die einzelnen Brachflächen hatten auf die Artenvielfalt der untersuchten Zoozönosen einen nur begrenzten Einfluss. Die diversitätsbeeinflussenden Faktoren liegen größtenteils jenseits der standörtlichen Bedingungen. Die faunistische Artenvielfalt im Blüte-Bestäuber-Netz ist mehr von der Verteilung der Brachen auf der Landschaftsebene und der Existenz weiterer Biotoptypen abhängig als von den konkreten Standortbedingungen auf einzelnen Flächen.

Zur Verbesserung der Struktur von Brachflächen wurden konkrete Handlungsvorschläge abgeleitet, so dass bei der Planung und Durchführung von Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen künftig verstärkt Naturschutzaspekte berücksichtigt werden können. Möglichkeiten sind dabei der Erhalt des ‚Pionierstadiums‘ durch regelmäßiges frühes Mulchen sowie die Entwicklung von ‚Verbuschungsstadien‘ durch Einbringen von Gehölzen.

Aus der Arbeit ergeben sich mehrere weiterführende Fragestellungen.

Zukünftige biozöologisch-blütenökologische Untersuchungen auf Brachen sollten auf weitere Bestäuber ausgeweitet werden. So konnte in der vorliegenden Arbeit mit den Wildbienen (Hymenoptera: Apoidea) eine wichtige Gruppe nicht berücksichtigt werden. Arbeiten von STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE (1988, 2000) deuten auf eine starke Abhängigkeit dieser Tiere vom Nahrungsangebot des Nisthabitates. Aber auch an seltener betrachteten Bestäubergruppen wie verschiedenen Diptera- und Coleoptera-Familien sollten die Beziehungen zum Blütenangebot untersucht werden.

In der vorliegenden Arbeit wurde eine Änderung der Konkurrenzverhältnisse innerhalb der Blüte-Bestäuber-Beziehung im Jahresverlauf nachgewiesen. Es wäre zu prüfen, ob dieser Wechsel (Konkurrenz der Blüten um Bestäuber am Beginn der Vegetationsperiode, später Konkurrenz der Blütenbesucher um Nahrung) auch in anderen Lebensräumen auftritt. Arbeiten aus dem aussereuropäischen Raum deuten darauf hin (ARMSTRONG 1991).

In der Diskussion wurden zwei grundsätzliche Blüte-Bestäuber-Strategien vorgestellt. Auf allen untersuchten Flächen kam es durch die Veränderungen im Blütenangebot zu einer verschieden starken Ausprägung dieser Strategien. Zumindestens für den Vollfrühling ist dieser Wechsel auch aus anderen Lebensräumen bekannt (siehe auch 4.3.6). Dass es auch im weiteren Jahresverlauf zu Änderungen kommt, kann aus Literaturberichten zu Blütendeckung und Bestäuberabundanz vermutet werden (KRATOCHWIL 1984). Über die allgemeine zeitlich-räumliche Ausprägung der Strategien ist jedoch noch wenig bekannt.

Das konjunkturelle Stilllegungsprogramm der Europäischen Union wird zumindest mittelfristig ein Steuerinstrument der Agrarpolitik bleiben (WICKE 1996). Es wird damit auch die weitere Entwicklung der Agrarlandschaft beeinflussen. Verschiedene Szenarien zeigen, dass Dauerbrachen auch künftig einen hohen Flächenanteil im Nordostdeutschen Raum einnehmen werden (BORK 1995). Unter den jetzigen Rahmenbedingungen der Stilllegung, die die beteiligten Betriebe lediglich zu einem zweijährigen Pflegeschnitt der Bestände verpflichtet, wird es zu einer Zunahme des ‚Wiesenbrachen-Stadiums‘ kommen, wie verschiedene Autoren feststellen konnten (SCHMIDT & WALDHARDT 1995, WICKE 1996, RANTZAU 1996, WALDHARDT 1996). Dieses Stadium weist jedoch einen nur geringe faunistische und floristische Artenreichtum auf. Künftige Arbeiten sollten daher prüfen, welchen Umfang Maßnahmen zur Verbesserung der Brachstruktur haben müssen, um die Biodiversität im agrarisch genutzten Raum zu erhalten und zu fördern. Mehrere Arbeiten zur Diversität einzelner Teilzönosen liegen bereits vor (u.a. BRAUCKMANN et al. 1987, SCHOLL 1993, STEFFAN-DEWENTER & TSCHARNTKE 1994, KRAMER 1995, ROSCHE & KLOSE 1996, WICKE 1996). Untersuchungen zur Diversität der Blüte-Bestäuber-Beziehung auf Landschaftsebene hingegen fehlen bisher. Zu klären wäre dabei insbesondere, welche landschaftsbezogene Brachenstruktur besonders günstig auf die Artenvielfalt im Bestäubungsnetz wirkt und ob sich Mindestflächengrößen und maximale Flächenabstände ermitteln lassen.

Auch in anderen Regionen Deutschlands werden Flächen in großem Umfang stillgelegt. Besonders der Mittelgebirgsraum mit seiner wirtschaftlich wenig profitablen Landwirtschaft weist hohe Stilllegungsquoten auf. Auch für diese Regionen gehen Prognosen von einem langfristig hohen Anteil an Brachflächen aus. Da es sich um andere Naturräume handelt, können andere Beziehungsgefüge im Blüten-Bestäuber-Netz angenommen werden. Eine vergleichende blütenökologische Untersuchung von Brachen verschiedener Landschaftsräume steht jedoch noch aus.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof Dr. A. Gzik, seiner engagierten Betreuung, seiner Ermutigung, Unterstützung und großen Anteilnahme an dieser Arbeit.

Katja Geissler und Dr. Steffen Wolters danke ich für die vielfältigen und fruchtbaren Diskussionen.

Gabriele Gehrman unterstützte tatkräftig die Laborarbeiten. Rosemarie Heise, Barbara Hahn, Manfred Hahn und Katja Geissler lasen Teile der Arbeit. Herr Bothe, Dr. Duty, Dr. Faust, Dr. Kraudelt, Dr. Kühling, Prof. Nawrotzki und Dr. Schindler gaben Rat und halfen bei einzelnen Problemen. Die Landwirte Herr Disterweg und Herr Hargemann erlaubten die Arbeiten auf ihren Flächen.

Allen sei dafür ganz herzlich gedankt.

Die Arbeiten wurden durch die finanzielle Förderung der Universität Potsdam und des Studienwerkes der Heinrich-Böll-Stiftung ermöglicht. Auch dafür mein herzlicher Dank.

6 Literaturverzeichnis

- ALLEN-WARDELL, G.; Bernhardt, P.; Bitner, R.; Burquez, A.; Buchmann, S.; Cane, J.; Cox, P. A.; Dalton, V.; Feinsinger, P.; Ingram, M.; Inouye, D.; Jones, C. E.; Kennedy, K.; Kevan, P.; Koopowitz, H.; Medellin, R.; Medellin-Morales, S.; Nabhan, G. P.; Pavlik, B.; Tepedino, V.; Torchio, P.; Walker, S. (1998) The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation Biology* 12 [1], S. 8-17.
- ARENS R. (1976) Die Vegetationsentwicklung auf Brachflächen und Möglichkeiten ihrer Steuerung durch technische Maßnahmen. *Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch* 6, S. 732-738.
- ARENS, R.; Mütze, G. (1991) Wirkungen mechanischer Pflegemaßnahmen auf die Bestandeszusammensetzung von Wiesenbrachen bei unterschiedlichen Feuchtebedingungen. *Eichhof-Berichte Reihe A* 14, S. 732-738.
- ARMSTRONG, D. P. (1991) Nectar depletion and its implications for honeyeaters in heathland near Sydney. *Australian Journal of Ecology* 16 (1), S. 99-109.
- BAKER, H. G.; Baker, I. (1982) Floral nectar constituents in relation to pollination type. In: JONES, C.E.; Little, R.J.: *Handbook of experimental pollination biology*. Reinhold van Nostrand, New York, S. 117-141.
- BAKER, H. G.; Baker, I. (1983) A brief historical review of the chemistry of floral nectar. In: BENTLEY, B.; Elias, T.: *The Biology of Nectaries*. Columbia University Press, New York, S. 126-152.
- BAKER, H. G.; Baker, I. (1990) The predictive value of nectar chemistry to the recognition of pollinator types. *Israel Journal of Botany* 39 [1-2], S. 157-166.
- BARKEMEYER W. (1994) Untersuchung zum Vorkommen der Schwebfliegen in Niedersachsen und Bremen (Diptera: Syrphidae). *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen* 31, S. 1-514.
- BASTIAN, O. (1986) *Schwebfliegen*. Ziemsen Verlag, Wittenberg.
- BEIERKUHNEIN, C. (1998) Biodiversität und Raum. *Die Erde* 128, S. 81-101.
- BELLMANN, H. (1995) *Bienen, Wespen, Ameisen*. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH, Stuttgart.
- BENKERT, D.; Fukarek, F.; Korsch, H. (1996) *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Ostdeutschlands*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BOETIUS, J. (1948) Über den Verlauf der Nektarabsonderung einiger Blütenpflanzen. *Beiträge zur Schweizerischen Bienen-Zeitung* 17 [2], S. 258-315.
- Bork, H.-R. (1995) Agrarlandschaftswandel in Nordost-Deutschland unter veränderten Rahmenbedingungen : ökologische und ökonomische Konsequenzen. Verlag Ernst, Berlin.
- BOTHE, G. (1989) *Bestimmungsschlüssel für die Schwebfliegen Deutschlands und der Niederlande*. Offsetdruckerei Kappes, Hamburg
- BRAMER, H.; Hendl, M.; Marcinek, J.; Nitz, B.; Buchholz, K.; Slobodda, S. (1991) *Physische Geographie*. Hermann Haack Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- BRANQUART, E.; Hemptinne, J. L. (2000) Selectivity in the exploitation of floral resources by hoverflies (Diptera : Syrphinae). *Ecography* 23. S. 732-742.
- BRAUCKMANN, H. J.; Hemker, M.; Kaiser, M. (1987) Faunistische Untersuchungen auf Bracheversuchsflächen in Baden-Württemberg. *Veröffentlichungen des Projekts angewandte Ökologie Karlsruhe*. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 27, S. 1-158.
- BRIEMLE, G.; Eickhoff, D.; Wolf, R. (1991) Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer Sicht. *Praktische Anleitung zur Erkennung, Nutzung und Pflege von Grünlandgesellschaften*. Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege in Baden-Württemberg 60, S. 1-160.
- BURKHART, M. (1998) *Die Grünlandvegetation der unteren Havelaue*. Martina Galunder-Verlag, Wiehl.
- BURQUEZ, A.; Corbet, S. A. (1991) Do flowers reabsorb nectar? *Functional Ecology* 5, S. 369-379.
- COLLEY, M. R.; Luna, J. M. (2000) Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera : Syrphidae). *Environmental Entomology* 29, S. 1054-1059.
- CORBET, S. A. (1978) Bees and the nectar of *Echium vulgare*. In: RICHARDS, A.J. (ed): *The pollination of flowers by Insects*. Academic Press, London. S. 21-30.
- CORBET, S. A. (1979) Postsecretory determinants of sugar concentration in nectar. *Plant, Cell and Environment* 2, S. 293-308.
- CORBET, S. A. (1995) Insects, plants and succession: Advantages of long-term set-aside. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 53, S. 201-217.
- CORBET, S. A. (2000) Conserving compartments in pollination webs. *Conservation Biology* 14, S. 1229-1231.

- CORBET, S. A.; Unwin, D. M.; Prys, A.; Jones, O. E. (1979) Humidity, nectar and insects visit to flower, with special references to *Crataegus*, *Tilia* and *Echium*. *Ecological Entomology* 4, 9-22.
- COX, P. A.; Elmqvist, T. (2000) Pollinator extinction in the Pacific Islands. *Conservation Biology* 14. S. 1237-1239.
- CRUDEN, R. W. (1997) Implications of evolutionary theory to applied pollination ecology. *Acta Horticulturae* 437. S. 27-51.
- CRUDEN, R. W.; Hermann, S. M. (1983) Studying nectar? Some observations on the art. In: BENTLEY, B., Elias, T.: *The Biology of Nectaries*. Columbia University Press New York, S. 223-241.
- DAFNI, A. (1992) *Pollination Ecology - a Practical Approach*. Oxford University Press.
- DAVIS, A. R. (1997) Influence of floral visitation on nectar-sugar composition and nectary surface changes in *Eucalyptus*. *Apidologie* 28 [1], S. 27-42.
- DE BUCK, N. (1990) Bloembezoek en bestuivingsecologie van Zweefvliegen (Diptera, Syrphidae) in het bijzonder voor België. Studiendocumenten van het K.B.I.N. 60, Brüssel.
- DIERSCHKE, H. (1989) Symphänologische Aufnahme- und Bestimmungsschlüssel für Blütenpflanzen und ihre Gesellschaften in Mitteleuropa. *Tuexenia* 9, S. 477-484.
- Dierschke, H. (1994) *Pflanzensoziologie : Grundlagen und Methoden*. Verlag Ulmer, Stuttgart.
- DIERSCHKE, H. (1995b) Phänologische und symphänologische Artengruppen von Blütenpflanzen Mitteleuropas. *Tuexenia* 15, S. 523-560.
- DREISIG, H. (1997) Why do some nectar foragers perch and others hover while probing flowers? *Evolutionary Ecology* 11, S. 543-555.
- EGUCHI, E.; Tominaga, Y. (1999) *Atlas of Arthropod Sensory Receptors*. Springer Verlag, Tokio.
- ELLENBERG, H. (1996) *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- FAEGRI, K. (1993) *Bestimmungsschlüssel für die nordwesteuropäische Pollenflora*. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- FERDY, J. B.; Gouyon, P. H.; Moret, J.; Godelle, B. (1998) Pollinator behavior and deceptive pollination: Learning process and floral evolution. *American Naturalist* 152 [5], S. 696-705.
- FUHR-BOßDORF, K.; Waldhardt, R.; Otte, A. (1999) Auswirkungen der Landnutzungsdynamik auf das Potential von Pflanzengemeinschaften und Pflanzenarten einer peripheren Kulturlandschaft (1945 - 1998). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 29, S. 519-530.
- FUKAREK, F. (1984) Über die Verbreitung einiger kontinentaler Arten im Norden der DDR. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg* 33, S. 63-76.
- FUKAREK, F. (1985) Ein Beitrag zur Verbreitung kontinentaler Florenelemente im Norden der DDR. *Flora* 176, 289-308.
- GEGEAR R. J.; Laverty T. M. How many flower types can bumble bees work at the same time? *Can.J.Zool.* 76 [7], S. 1358-1365. 1998.
- GERSTBERGER, M.; Mey, W. (1993) *Fauna in Berlin und Brandenburg - Schmetterlinge und Köcherfliegen*. Fördererkreis der naturwissenschaftlichen Museen Berlins.
- GILBERT, F. S. (1981) Foraging ecology of hoverflies: morphology of the mouthparts in relation to feeding on nectar and pollen in some common urban species. *Ecological Entomology* 6, S. 245-262.
- GLEIM, K.-H. (1985) *Die Blütentracht*. Delta-Verlag, Sankt Augustin.
- GOOT, V. S. V.; Grabandt, R. A. (1970) Some species of the genera *Melanostoma*, *Platycheirus* and *Pyrophæna* (Diptera, Syrphidae) and their relation to flowers. *Entomologische Berichten* 30, S. 135-143.
- GOTTSBERGER, G. (1985) *Floral Ecology. Report on the Years 1981 (1979) to 1985*. *Progress in Botany* 47, S. 384-417.
- GOTTSBERGER, G. (1989) *Floral Ecology. Report on the Years 1985 (1984) to 1988*. *Progress in Botany* 50, S. 352-379.
- GOTTSBERGER, G. (1993) *Floral Ecology. Report on the Years 1988 (1987) to 1991 (1992)*. *Progress in Botany* 54, S. 461-504.
- GOTTSBERGER, G. (1996) *Floral Ecology. Report on the Years 1992 (1991) to 1994 (1995)*. *Progress in Botany* 57, S. 368-415.
- GOTTSBERGER, G.; Hartmann, U.; Pirl, M. (1991) Bestäubungsökologie und Reproduktionsbiologie von Ökosystemen - eine synoptische Forschungsperspektive für Naturschutz, Landschaftspflege und die Dynamik der Waldregeneration. *Phytocoenologia* 20 [1], S. 95-110.
- GOULSON, D. (2000) Are insects flower constant because they use search images to find flowers? *Oikos* 88 [3], S. 547-552.
- GOULSON, D.; Wright, N. P. (1998) Flower constancy in the hoverflies *Episyrphus balteatus* (Degeer) and *Syrphus ribesii* (L.) (Syrphidae). *Behavioral Ecology* 9 [3], S. 213-219.
- GROSSER, N.; Klapperstück, J. (1977) *Ökologische Untersuchungen an Syrphiden zweier Agrobiozönosen*. *Hercynia* 14, S. 124-144.
- v. HAGEN, E. (1990) *Hummeln*. Natur-Verlag, Augsburg.
- HAHN R. (1998) *Die Variabilität der Nektarproduktion von *Echium vulgare* L.* Unveröfftl. Diplomarbeit Universität Potsdam.

- HASLETT, J. R. (1989a) Adult feeding by holometabolous insects: pollen and nectar as complementary nutrient sources for *Rhingia campestris* (Diptera: Syrphidae). *Oecologia* 81, S. 361-363.
- HASLETT, J. R. (1989b) Interpreting pattern of resource utilisation: randomness and selectivity in pollen feeding by adult hoverflies. *Oecologia* 78, S. 433-442.
- HAUSER, K. (1988) Pflanzengesellschaften der mehrschürigen Wiesen (Molinio-Arrhenatheretea) Nordbayerns. Dissertationes Botanicae 128.
- HAYEK, L. A.; Buzas, M. A. (1997) Surveying Natural Populations. Columbia University Press, New York.
- HEIDE, B. O. H. (1994) Control of flowering and reproduction in temperate grasses. *New Phytologist* 128, S. 347-362.
- HEYNEMAN, A. J. (1983) Optimal sugar concentrations of floral nectar - dependence on sugar intake efficiency and foraging costs. *Oecologia* 60, S. 198-213.
- HICKMAN, J. M.; Loevei, G. L.; Wratten, S. D. (1995) Pollen feeding by adults of the hoverfly *Melanostoma fasciatum* (Diptera: Syrphidae). *New Zealand Journal of Zoology* 22, S. 387-392.
- HILBIG, W. (1996) Die Vegetation mehrjähriger Ackerbrachen und ihre Veränderung im Verlauf eines fünfjährigen Beobachtungszeitraumes. *Journal of Applied Botany - Angewandte Botanik* 70, S. 57-75.
- HIRSCH, M.; Wolters, V. (2001) Räumliche Isolation und Blütenbesuch an *Centaurea jacea*. *Peckiana* 1, S. 9-15.
- HODGES, C. M.; Wolf, L. L. (1981) optimal foraging in bumblebees: Why is nectar left behind in flowers? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 9, S. 41-44.
- HOFFMANN, J. (2001) Beobachtungen zur Blühphänologie bei sehr milder Witterung im November und Dezember 2000 im östlichen Brandenburg. *Verhandlungen des Botanischen Vereins von Berlin und Brandenburg* 134, S. 61-78.
- HOLLOWAY, G. J.; Marriot, C. G.; Crocker, H. J. (1997) Phenotypic plasticity in hoverflies: the relationship between colour pattern and season in *Episyrphus balteatus* and other Syrphidae. *Ecological Entomology* 22, S. 425-432.
- HONDELMANN, P. (1998) Zur Schwebfliegen-Fauna (Diptera, Syrphidae) von Agrarökosystemen am Beispiel der Lößböden Südniedersachsens. *Drosera* 12 [2], S. 113-122.
- IRVIN, N. A.; Wratten, S. D.; Frampton, C. M.; Bowie, M. H.; Evans, A. M.; Moar, N. T. (1999) The phenology and pollen feeding of three hover fly (Diptera : Syrphidae) species in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 26 [2], S. 105-115.
- IWASA, Y.; De Jong, T. J.; Klinkhamer, P. L. (1995) Why pollinators visit only a fraction of the open flowers on a plant - the plants point-of-view. *Journal of Evolutionary Biology* 8 [4], S. 439-453.
- JAKOBSEN, H. B.; Kristjansson, K. (1994) Influences of temperature and flower age on nectar production in *Trifolium repens*. *Annals of Botany* 74 [4], S. 327-334.
- KEARNS, C. A.; Inouye, D. W.; Waser, N. M. (1998) Endangered mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29, S. 83-112.
- KLINKHAMER, P. L. (1994) Why plants can be too attractive. *Journal of Ecology* 82 [1], S. 191-194.
- KLINKHAMER, P. L.; De Jong, T. J. (1993) Attractiveness to pollinators - a plant dilemma. *Oikos* 66 [1], S. 180-184.
- KOCH, M. (1991) Schmetterlinge. Neumann Verlag, Radebeul.
- KORMANN, K. (1976a) Schwebfliegen als Blütenbesucher an frühblühenden Sträuchern und Blumen (Diptera, Syrphidae). *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 11, S. 9-13.
- KORMANN, K. (1976b) Schwebfliegen als Blütenbesucher an *Rubus idaeus* und *Ranunculus repens* (Diptera, Syrphidae). *Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz* 11, S. 341-344.
- KOWARIK, I.; Seidling, W. (1989) Zeigerwertberechnungen nach ELLENBERG - Zu Problemen und Einschränkungen. *Landschaft und Stadt* 21 [4], S. 132-143.
- KRAMER, I. (1996) Biodiversität von Arthropoden in Wanderbrachen und ihre Bewertung durch Laufkäfer, Schwebfliegen und Stechimmen. *Agrarökologie* 17.
- KRATOCHWIL, A. (1984) Pflanzengesellschaften und Blütenbesucher-Gemeinschaften: Biozöologische Untersuchungen in einem nicht mehr bewirtschafteten Halbtrockenrasen (Mesobrometum) im Kaiserstuhl (Südwestdeutschland). *Phytocoenologia* 11 [4], S. 455-669.
- KRATOCHWIL, A. (1988) Co-phenology of plants and anthophilous insects: a historical area-geographical interpretation. *Entomologia Generalis* 13 [1/2], S. 67-80.
- KRATOCHWIL, A. (1989) Biozöotische Umschichtungen im Grünland durch Düngung. *NNA-Berichte* 2, S. 46-58.
- KRATOCHWIL, A. (1991) Die Stellung der Biozöologie in der Biologie, ihre Teildisziplinen und ihre methodischen Ansätze. Beihefte zu den Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 2, S. 9-44.

- KRATOCHWIL, A. (1998) Zur Gültigkeit der Inseltheorie bei Festland-Ökosystemen - eine kritische Betrachtung für den Naturschutz. Braunschweiger Geobotanische Arbeiten 5, S. 7-37.
- KRATOCHWIL, A.; Aßmann Th. (1996) Biozönotische Konnekte im Vegetationsmosaik nordwestdeutscher Hudelandschaften. Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft 8, S. 237-282.
- KRATOCHWIL, A.; Schwabe A. (1997) Die Bedeutung von biozönotischen Untersuchungen für die naturschutzfachliche Bewertung von Landschaftsausschnitten. NNA-Berichte 3, 61-93.
- KREBS, C. J. (1998) Ecological Methodology. Addison-Welsey Educational Publishers, Menlo Park.
- KREMEN, C.; Ricketts, T. (2000) Global perspectives on pollination disruptions. Conservation Biology 14, S. 1226-1228.
- KUGLER, H. (1970) Blütenökologie. Gustv-Fischer-Verlag, Stuttgart,
- LADIO, A. H.; Aizen, M. A. (1999) Early reproductive failure increases nectar production and pollination success of late flowers in south Andean *Alstroemeria aurea*. Oecologia. 120 [2], S. 235-241.
- LEINS, P. (2000) Nektarien, die wichtigen Blütenfunktionen und die diesbezüglichen. In: LEINS, P., Erbar, C.: Blüte und Frucht - Aspekte der Morphologie, Entwicklungsgeschichte, Phylogenie, Funktion und Ökologie. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, S. 117-242.
- LEINS, P.; Erbar, C. (1999) Verschwendung oder Sparsamkeit? - Über den Umgang der Blütenpflanzen mit ihren Pollen. Biologie in unserer Zeit 29, S. 268-277.
- LONDO, G. (1976) The decimal scale for relevés of permanent quadrats. Vegetatio 33, S. 61-64.
- LÖPMEIER, F.-J. (1999) Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 1999. DWD - Online-Veröffentlichung.
- LÖPMEIER, F.-J. (2000) Die agrarmeteorologische Situation im Jahr 2000. DWD - Online-Veröffentlichung.
- MANTHEY, M. (1998a) Vegetations- und standortkundliche Untersuchungen auf Ackerbrachen im Stechlinsee-Gebiet. Tuexenia 18, S. 331-356.
- MANTHEY M. (1998b) Vegetationsentwicklung auf Ackerbrachen unterschiedlicher Standorte in Nordostdeutschland. unveröffentl. Tagungsbeitrag, Tagung des AK Agrarökologie der GfÖ September 1998, Ulm.
- MANTHEY, M. (1999) Vegetationsentwicklung auf Ackerbrachen unterschiedlicher Standorte in Nordostdeutschland. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft 368, S. 127-138.
- MAURIZIO, A. (1953) Weitere Untersuchungen an Pollenhörschen. Beiträge zur Schweizerischen Bienen-Zeitung 20, S. 485-555.
- MAURIZIO, A.; Grafl, I. (1969) Das Trachtpflanzenbuch. Ehrenwirth Verlag, München.
- MITTL, S. (1994) Die trockenen Glatthaferwiesen, Halbtrockenrasen und deren Brachegesellschaften des Oberen Taubertals bei Rothenburg o.d.T.. Hoppea 55, S. 125-150.
- MOORE, P. D.; Webb, J. A.; Collinson, M. E. (1991) Pollen Analysis. Blackwell Science, Oxford.
- MOTHERSHEAD, K.; Marquis, R. J. (2000) Fitness impacts of herbivory through indirect effects on plant - pollinator interactions in *Oenothera macrocarpa*. Ecology 81 [1], S. 30-40.
- MÜHLENBERG, M. (1989) Freilandökologie. Verlag Quelle & Meyer, Heidelberg.
- MÜLLER-WESTERMEIER, G.; Czeplak, G. (1998) Die Witterung in Deutschland 1998. DWD - Online-Veröffentlichung
- MÜLLER-WESTERMEIER, G.; Czeplak, G.; Kreis, A. (1999) Die Witterung in Deutschland 1999. DWD - Online-Veröffentlichung
- MÜLLER-WESTERMEIER, G.; Kreis, A. (2000) Die Witterung in Deutschland 2000. DWD - Online-Veröffentlichung
- MÜLLER, H. (1873) Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen Beider. Ein Beitrag zur Erkenntnis des ursächlichen Zusammenhanges in der organischen Natur. Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- NAKOTT, J. (1983) Untersuchungen über die Ansprüche der Imagines von Syrphinae bezüglich Klima und Nahrung (Pollen). unveröffentl. Diplomarbeit Universität Bayreuth.
- NEUHÄUSL, R.; Neuhäuslova-Novotna, Z. (1985) Verstaubung von aufgelassenen Rasen am Beispiel von Arrhenatherion-Gesellschaften. Tuexenia 5, S. 249-258.
- OBERDORFER, E. (1994) Pflanzensoziologische Exkursionsflora. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- OLLERTON, J.; Lack, A. (1998) Relationships between flowering phenology, plant size and reproductive success in *Lotus corniculatus* (Fabaceae). Plant Ecology 139 [1], S. 35-47.
- PAHLKE, K. M. (1989) Nektar bei *Vaccinium myrtillus*: Zuckerproduktionsrate als flächenbezogenes Maß. Beiträge zur Biologie der Pflanzen 64, S. 329-334.
- PAPPERS, S. M.; de Jong, T. J.; Klinkhamer, P. G.; Meelis, E. (1999) Effects of nectar content on the number of bumblebee approaches and the length of visitation sequences in *Echium vulgare* (Boraginaceae). Oikos. 87 [3], S. 580-586.
- PATON, D. C. (2000) Disruption of bird-plant pollination systems in southern Australia. Conservation Biology 14, S. 1232-1234.

- PENZLIN, H. (1991) Lehrbuch der Tierphysiologie. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- PERCIVAL, M. S. (1961) Types of nectar in angiosperms. *The New Phytologist* 60, S. 235-281.
- PERRET, M.; Chautems, A.; Spichiger, R.; Peixoto, M.; Savolainen, V. (2001) Nectar sugar composition in relation to pollination syndromes in Sinningieae (Gesneriaceae). *Annals of Botany* 87, S. 267-273.
- PIERRE, J.; Suso, M. J.; Moreno, M. T.; Esnault, R.; Le Guen, J. (1999) Diversity and efficiency of the pollinating entomofauna (Hymenoptera : Apidae) of Faba bean (*Vicia faba* L.) in two locations in France and Spain. *Ann.Soc.Entomol.Fr.* 35, S. 312-318.
- PLEASANTS, J. M.; Zimmerman, M. (1979) Patchiness in the distribution of nectar resources: evidence for hot and cold spots. *Oecologia* 41, S. 283-288.
- PLEASANTS, J. M.; Zimmerman, M. (1983) The distribution of standing crop of nectar: what does it really tell us? *Oecologia* 57, S. 412-414.
- POTT, R. (1995) Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- PRESTON, F. W. (1949) The commonness and rarity of species. *Ecology* 29, S. 254-283.
- PRITSCH, G. (1952) Untersuchungen des Pollenangebots im Bienenflugkreis der Abteilung Bienenkunde, Hohen Neuendorf. *Archiv für Geflügelzucht und Kleintierkunde* 11, S. 363-371.
- PYKE, G. H. (1978) Optimal foraging: movement patterns of bumblebees between inflorescences. *Theoretical population biology* 13, S. 72-98.
- PYKE, G. H. (1980) Optimal foraging in bumblebees: calculations of net rates of energy intake and optimal patch choice. *Theoretical population biology* 17, S. 232-246.
- RANTZAU, R. (1996) Die flankierenden Maßnahmen - ein Instrument zur nachhaltigen Rettung oder Erhaltung einer agrarkulturellen Vielfalt? *NNA-Berichte* 9 [2], 10-11.
- RATHCKE, B.J. (1988) flowering phenologies in a shrub community: competition and constrains. *Journal of Ecology* 76, S. 975-994.
- RATHCKE, B. J. (1992) Nectar distributions, pollinator behavior, and plant reproductive success. In: *Effects of ressource distribution on animal-plant-interactions*. Academic Press, London, S. 113-134.
- RIO (1992) Umweltprogramm der Vereinten Nationen - Übereinkommen über die Biologische Vielfalt.
- ROMEIS, J.; Wackers, F. L. (2000) Feeding responses by female *Pieris brassicae* butterflies to carbohydrates and amino acids. *Physiological Entomology* 25, S. 247-253.
- ROSCHKE, O.; Klose, S. (1996) Auswirkungen mehrjähriger Ackerbrache auf endogäische Collembolenzönosen. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 81, S.245-248.
- ROTHMALER, W. (1994a) Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen - Atlasband. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- ROTHMALER, W. (1994b) Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen - Kritischer Band. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- RÖDER, G. (1990) Biologie der Schwebfliegen Deutschlands. Verlag Erna Bauer, Keltern-Weiler.
- RUPPERT, V. (1993) Einfluß blütenreicher Feldrandstrukturen auf die Dichte blütenbesuchender Nutzinsekten der Syrphinae (Diptera: Syrphidae). *Agrarökologie* 8.
- SACHS, L. (1999) *Angewandte Statistik*. Springer-Verlag, Heidelberg.
- SALVETER, R.; Nentwig, W. (1993) Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae) in der Agrarlandschaft: Phänologie, Abundanz und Markierungsversuche. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern* 50, S. 147-191.
- SCHICK, B.; Spürgin, A. (1997) Die Bienenweide. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- SCHMEIL, O.; Fitschen, J. (1996) Flora von Deutschland und angrenzender Länder. Verlag Quelle und Meyer, Wiesbaden.
- SCHMELZ, Ch. (1999) Das Nektarangebot von verschiedenen Trachtpflanzen auf Offenflächen der Döberitzer Heide. unveröffentl. Staatsexamensarbeit Universität Potsdam.
- SCHMIDT, R.; Diemann, R. (1991) Erläuterungen zur Mittelmaßstäblichen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Eberswalde.
- SCHMIDT, W. (1981) Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern. *Scripta Geobotanica* 15.
- SCHMIDT, W. (1984) Der Einfluß des Mulchens auf die Entwicklung von Ackerbrachen. *Natur und Landschaft* 2:
- SCHMIDT, W. (1993) Sukzession und Sukzessionslenkung auf Brachäckern - neue Egebnisse aus einem Dauerflächenversuch. *Scripta Geobotanica* 20, 65-104.
- SCHMIDT, W.; Waldhardt, R. (1995) Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau: Auswirkungen auf Flora, Vegetation und Samenbank. *Tuexenia* 15.
- SCHMIDT, W.; Krausch, H. D. (1997) Das Feldberger Seengebiet. Verlag Hermann Böhlau Nachfolger, Weimar.

- SCHMIEDEKNECHT, A. (1994) Untersuchungen zur Auswirkung von Flächenstilllegungen auf die Vegetationsentwicklung von Acker- und Grünlandbrachen im Mitteldeutschen Trockengebiet. unveröffentl. Dissertation Universität Halle.
- SCHNEIDER, F. (1958) Künstliche Blumen zum Nachweis von Winterquartieren, Futterpflanzen und Tageswanderungen von *Lasiotictus pyrastris* und anderen Schwebfliegen. Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft 31 [1], S. 1-24.
- SCHOLL, G. (1993) Brachland als Lebensraum. AID (Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten e. V.) 1091:
- SCHREIBER, K. F. (1997) Sukzessionen - Eine Bilanz der Grünlandbracheversuche in Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg - Projekt Angewandte Ökologie 23, S. 1-188.
- SCHUBERT, R. (1991) Lehrbuch der Ökologie. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SCHUBERT, R.; Hilbig, W.; Klotz, R. (1995) Bestimmungsbuch der Pflanzengesellschaften Mittel- und Nordostdeutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- SCHWERDTFEGGER, M. (1995) Die Nektarzusammensetzung der Asteridae und ihre Beziehung zu Blütenökologie und Systematik. unveröffentl. Dissertation Universität Göttingen.
- SEIFERT, C. (1994) Biozöologische Untersuchungen an tagaktiven Schmetterlingen in Nordosthessen. Tuexenia 14, S. 455-478.
- SHUEL, R. W. (1956) Studies on nectar secretion in excised flowers. The influence of cultural conditions on quantity and composition of nectar. Canadian Journal Of Botany - Revue Canadienne De Botanique 34, S. 142-153.
- SHUEL, R. W. (1957) Some aspects of the relation between nectar secretion and nitrogen, phosphorus and potassium nutrition. Canadian Journal of Plant Sciences 37, S. 220-236.
- SSYMANK, A. (1991) Die funktionale Bedeutung des Vegetationsmosaiks eines Waldgebietes der Schwarzwaldvorbergzone für blütenbesuchende Insekten - untersucht am Beispiel der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). Phytocoenologia 19 [3], S. 307-390.
- SSYMANK, A. (1992) Das Nahrungsangebot für Schmetterlinge und Habitatpräferenzen im Vegetationsmosaik von Wäldern. Naturschutz und Landschaftspflege Baden-Württemberg 67. S. 397-429.
- SSYMANK, A. (1997) Blütenökologische Aspekte zur Ackerwildkrautflora, aufgezeigt am Beispiel der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 142, S. 73-82.
- STARK, A.; Menzel, F. (1999) Checkliste der Dipteren Deutschlands. Studia dipterologica. Supplement 2, S. 1-354.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; Tschamtko, T. (1988) Wildbienen auf Ackerbrachen: Bedeutung von Blütenangebot, Vegetation und Flächenalter. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 10 [1-6], S. 319-322.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; Tschamtko, T. (1994) Tagschmetterlinge als Indikatoren für Ackerbrachen. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie 9, S. 75-78.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; Tschamtko, T. (1996) Profitieren Wildbienen oder Honigbienen von der Flächenstilllegung in der Landwirtschaft? Natur und Landschaft 71 [6], S. 255-261.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; Tschamtko, T. (2000) Resource overlap and possible competition between honey bees and wild bees in central Europe. Oecologia 122 [2], S. 288-296.
- STEFFAN-DEWENTER, I.; Tschamtko, T. (2001) Succession of bee communities on fallows. Ecography 24, S. 83-93.
- STEFFNY, H.; Kratochwil, A.; Wolf, A. (1984) Zur Bedeutung verschiedener Rasengesellschaften für Schmetterlinge (*Rhopalocera*, *Hesperiidae*, *Zygaenidae*) und Hummeln (*Apidae*, *Bombus*) im Naturschutzgebiet Taubergießen (Oberrheinebene). Natur und Landschaft 59, S. 435-443.
- Steubing, L.; Schwantes, H.O. (1987) Ökologische Botanik : Einführung in die angewandte Botanik. 2. Aufl. Verlag Quelle & Meyer, Heidelberg.
- STUBBS, A. E.; Falk, S. J. (1983) British hoverflies. British Entomological and Natural History Society, London.
- SUNDERMEIER, A. (1997) Zwei Jahre phänologische Dauerbeobachtung in Magerrasen nördlich von Halle/Saale - Methodik, erste Ergebnisse. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 35, S. 149-160.
- SUTHERLAND, J. P.; Sullivan, M. S.; Poppy, G. M. (1999) The influence of floral character on the foraging behaviour of the hoverfly *Episyrphus balteatus*. Entomologia Experimentalis et Applicata. 93, S. 157-164.
- TOLMAN, T.; Lewington, R. (1998) Die Tagfalter Europas und Nordafrikas. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- TRAMPF, W.; Janssen, W. (1998) Die phänologische Entwicklung Deutschlands 1998. DWD - Online-Veröffentlichung.
- TRAMPF, W. (1999) Die phänologische Entwicklung Deutschlands 1999. DWD - Online-Veröffentlichung.
- TRAMPF, W. (2000) Die phänologische Entwicklung Deutschlands 2000. DWD - Online-Veröffentlichung.

- TSCHARNTKE, T. (1998) Populationsdynamik in der Agrarlandschaft. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 56, S. 121-146.
- TSCHARNTKE, T.; Greiler, H. J.; Steffan-Dewenter, I.; Kruess, A.; Gathmann, A.; Zabel, J.; Wesslering, J.; Dubbert, M.; Kuhnhenne, J.; Vu, M. H. (1996) Die Flächenstilllegung in der Landwirtschaft - eine Chance für Flora und Fauna der Agrarlandschaft? NNA-Berichte 9 [2], S. 59-71.
- VOGLER, D. W.; Peretz, S.; Stephenson, A. G. (1999) Floral plasticity in an iteroparous plant: The interactive effects of genotype, environment, and ontogeny in *Campanula rapunculoides* (Campanulaceae). American Journal of Botany 86, S. 482-494.
- WALDHARDT, R. (1996) Empfehlungen zum Management von Ackerbrachen der EU-Flächenstilllegung in Deutschland. NNA-Berichte 9 [2], S. 31-37.
- WALDHARDT, R.; Schmidt, W. (1993) Vegetationsentwicklung junger selbstbegüter Ackerbrachen und Beziehungen zum Stickstoff-Haushalt. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie 22, S. 175-182.
- WALDHARDT, R. (2002) Komponenten, Skalen-Ebenen und Aggregations-Stufen der Biodiversität einer Landschaft. Abstractband des GfÖ Symposiums "Indikatorenfindung für eine nachhaltige Landwirtschaft in den Bereichen Landschaft und Biodiversität".
- WALKER, M. D. R. C. (1995) Effects of interannual climate variation on phenology and growth of two alpine forbs. Ecology 76, S. 1067-1083.
- WEIDEMANN, H. J. (1995) Tagfalter. Naturbuch Verlag, Augsburg.
- WEIDNER, A. (1991) Beziehungen zwischen Vegetation und tagaktiven Schmetterlingen im Seidenbachtal bei Blankenheim (Eifel). Naturschutzforum 5/6, S. 131-156.
- WHITTAKER, R. H. (1972) Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21, S. 213-251.
- WICKE G. (1996) Flächenstilllegung und Extensivierung in der Agrarlandschaft - Auswirkungen auf die Agrarbiozönose. NNA-Berichte 9 [2], S. 1-72.
- WOLLERT, H.; Bolbrinker, P. (1993) Zur Wildkrautflora und -vegetation einer stillgelegten Ackerfläche am Nordwestufer des Malchiner Sees. Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. 32, S. 207-212.
- WYATT, R.; Broyles, S. B.; Derda, G. S. (1992) Environmental influences on nectar production in Milkweeds. American Journal of Botany 79 [6], S. 636-642.
- ZIMMERMANN, M. (1988) Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. In: LOVETT-DOUST, J.; Lovett-Doust, L. (eds): Plant reproductive ecology: patterns and strategies. University Press, Oxford, S. 157-178.

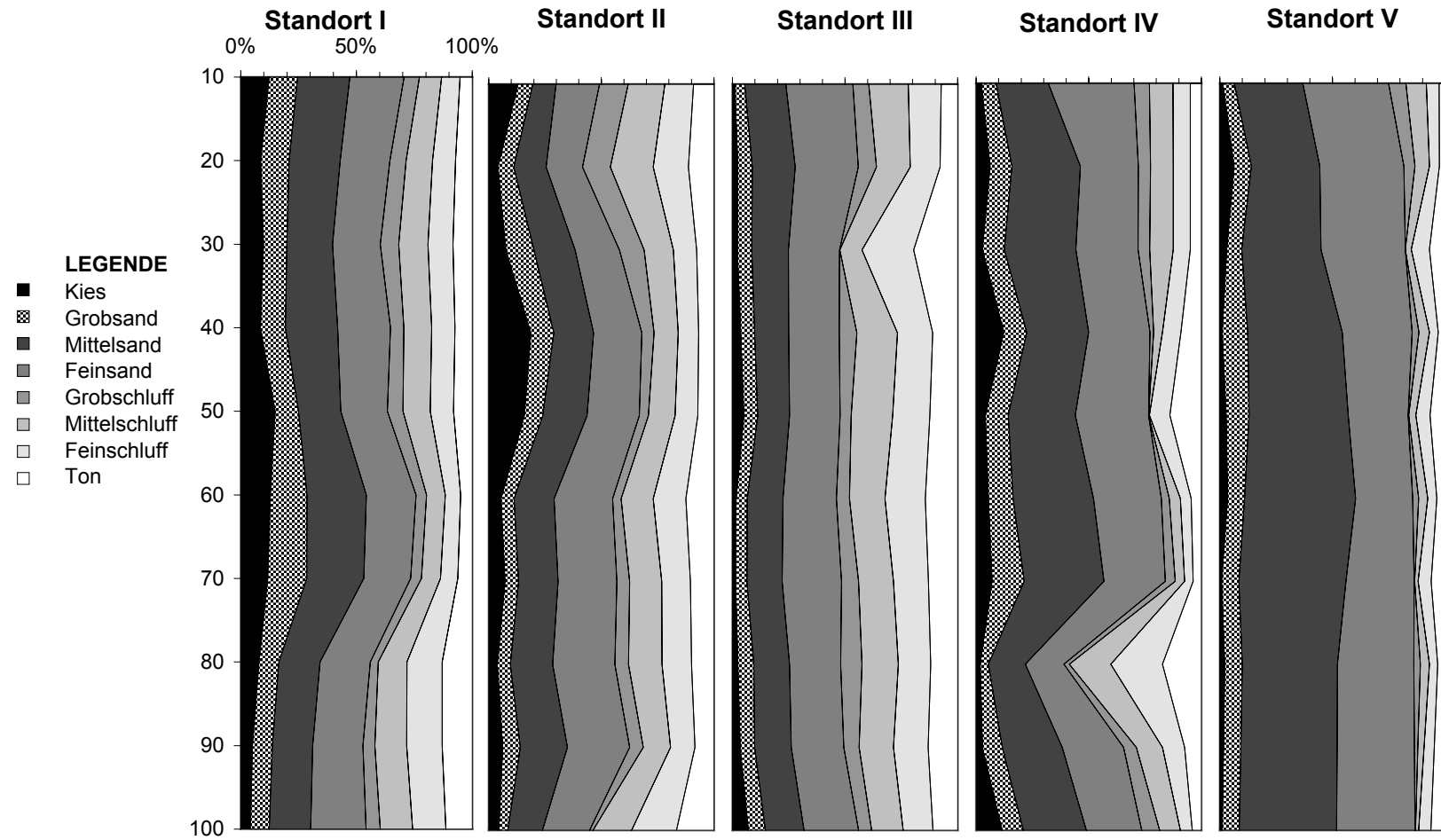


Abbildung 44 Übersicht über die Körnungsprofile der einzelnen Standorte. Der Anteil der Körnungsfractionen (X-Achse) ist in Masseprozent der Gesamtprobe angegeben, die gemessene Bodentiefe (Y-Achse) in cm.

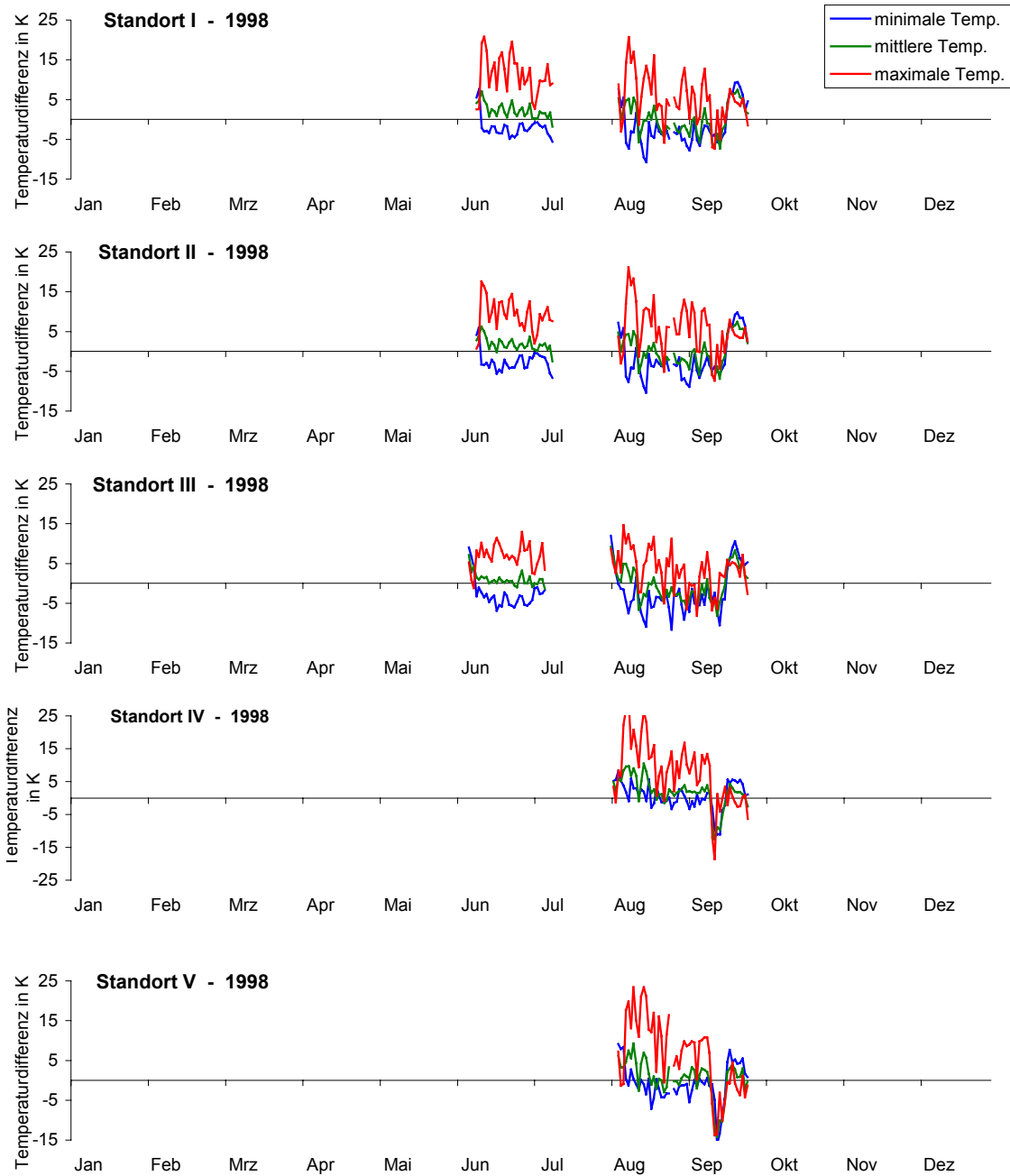


Abbildung 45 Verlauf der Standorttemperaturen 1998 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg (dargestellt ist $T_{\text{Standort}} - T_{\text{Station}}$).

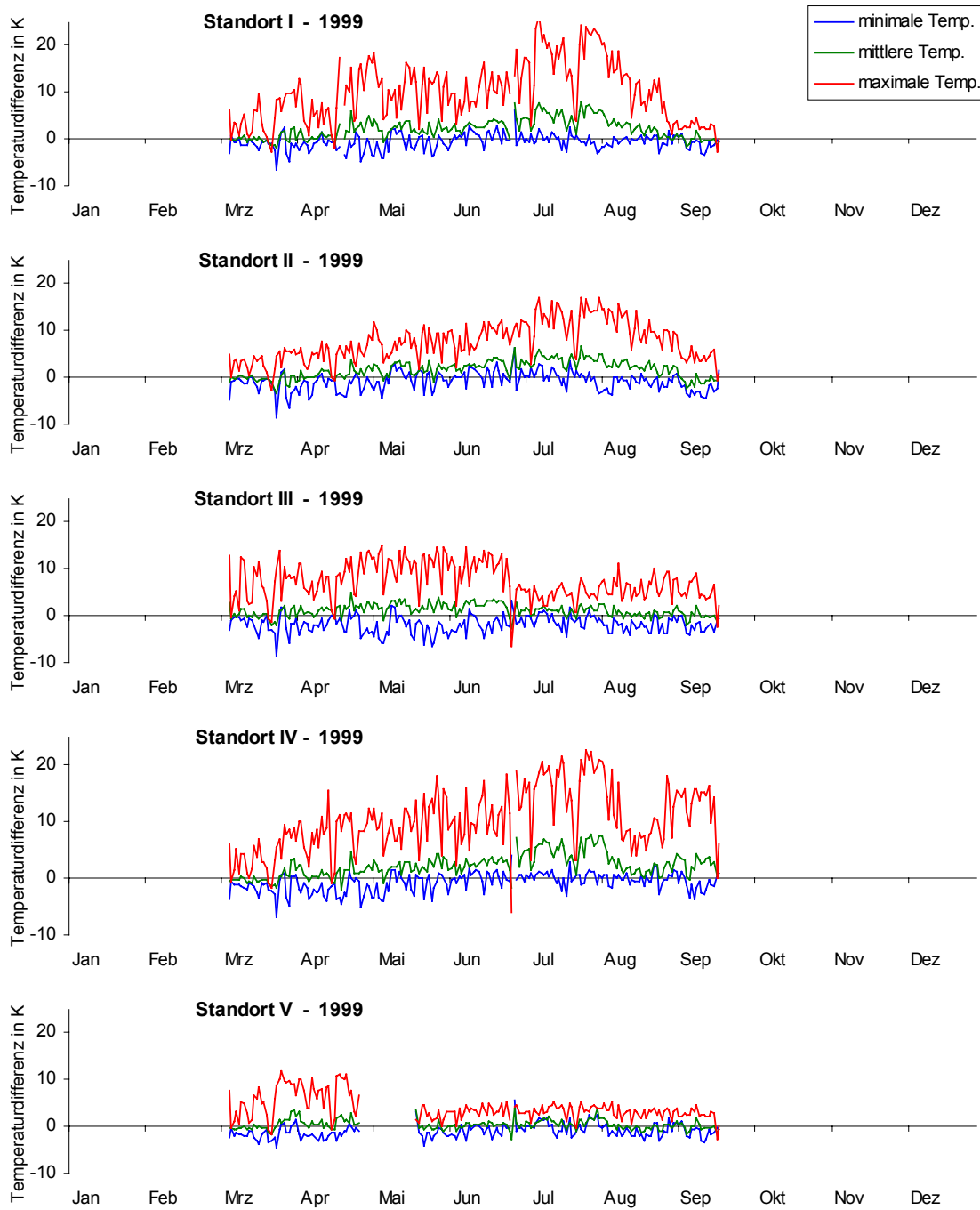


Abbildung 46 Verlauf der Standorttemperaturen 1999 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg (dargestellt ist $T_{\text{Standort}} - T_{\text{Station}}$).

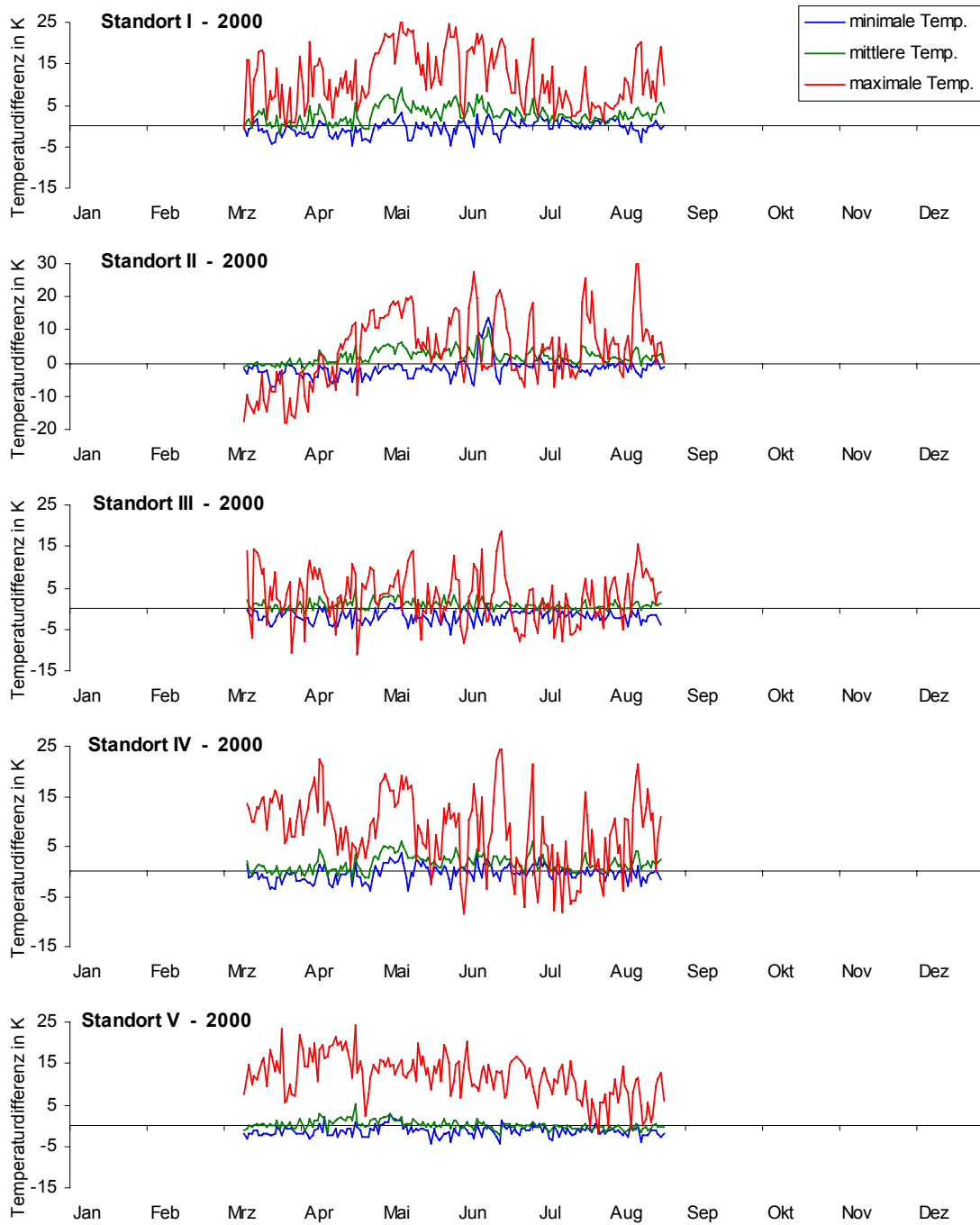


Abbildung 47 Verlauf der Standorttemperaturen 2000 im Vergleich zu den Werten der Klimastation Neubrandenburg (dargestellt ist $T_{\text{Standort}} - T_{\text{Station}}$).

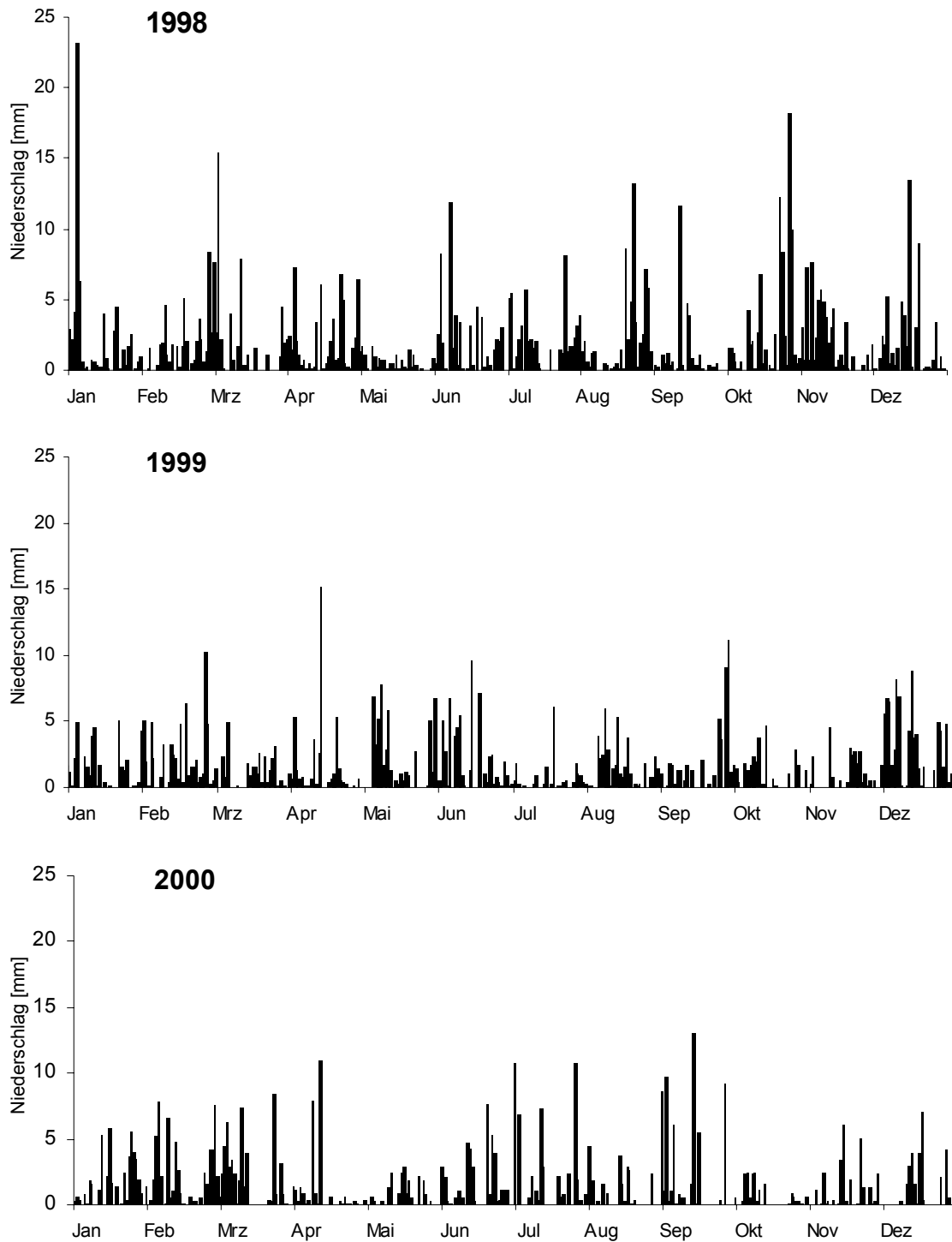


Abbildung 48 tagesgenaue Niederschlagsverteilung in den Untersuchungsjahren 1998 – 2000, ermittelt aus dem Durchschnitt der Stationen Göhren, Lichtenberg und Parmen-Weggun.

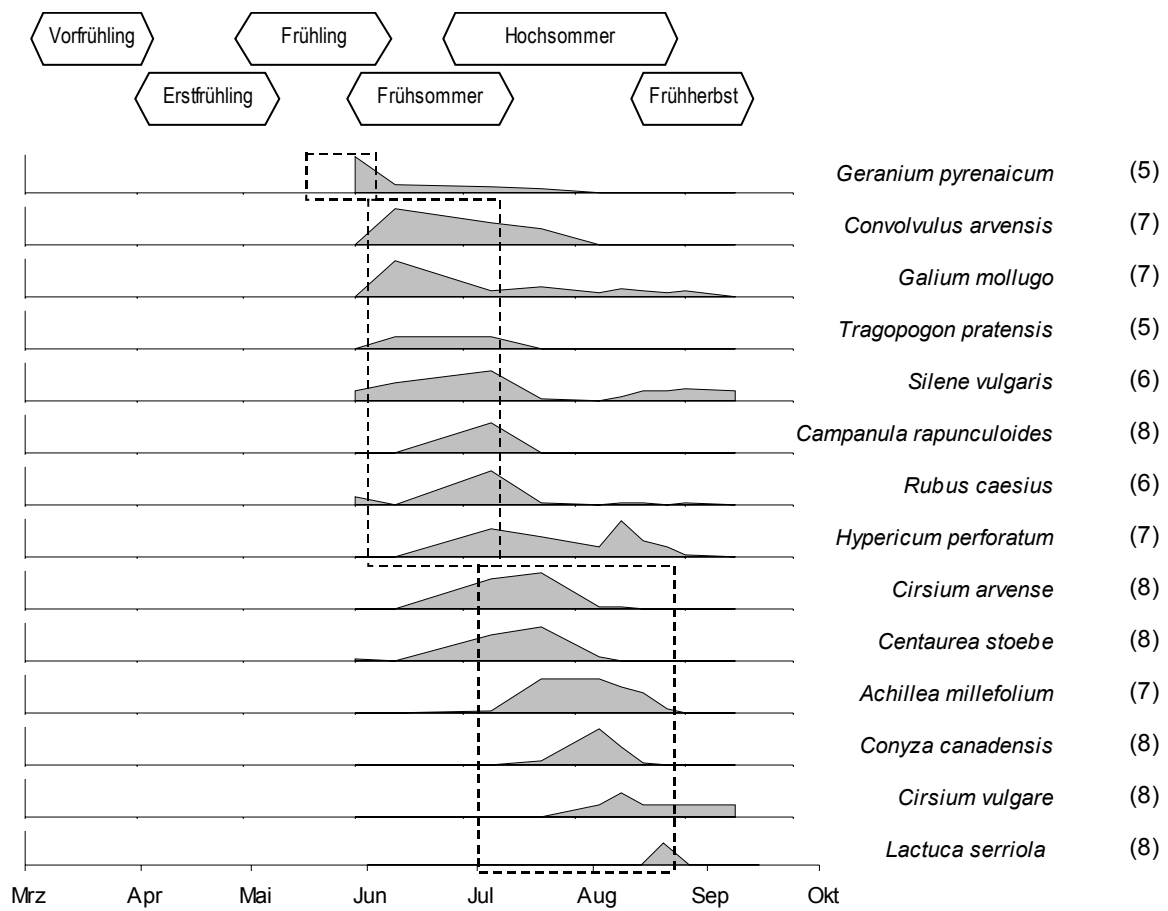


Abbildung 49 (a) Zusammenfassender Blühkalender 1998 von Standort I. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

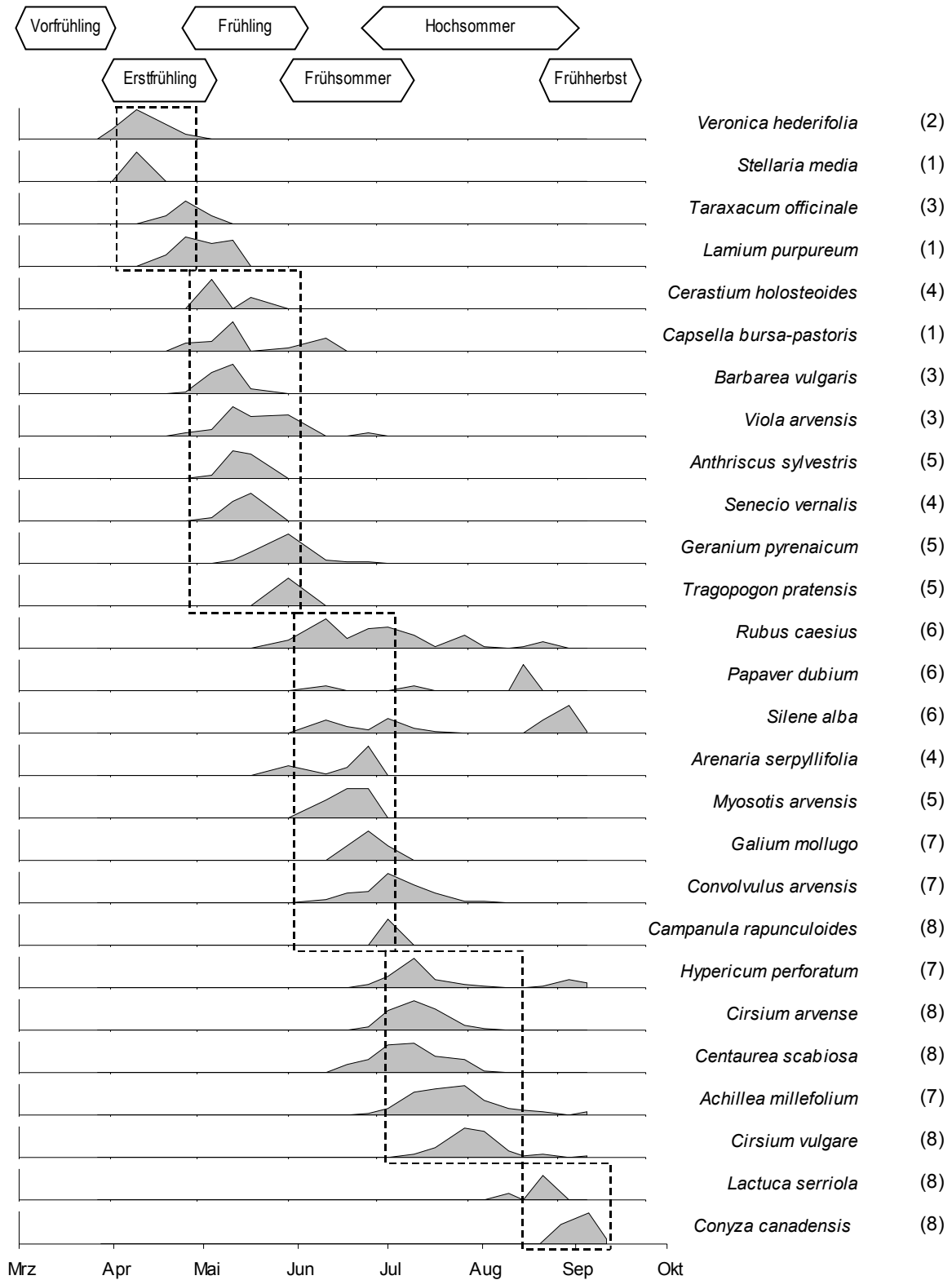


Abbildung 49 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort I. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

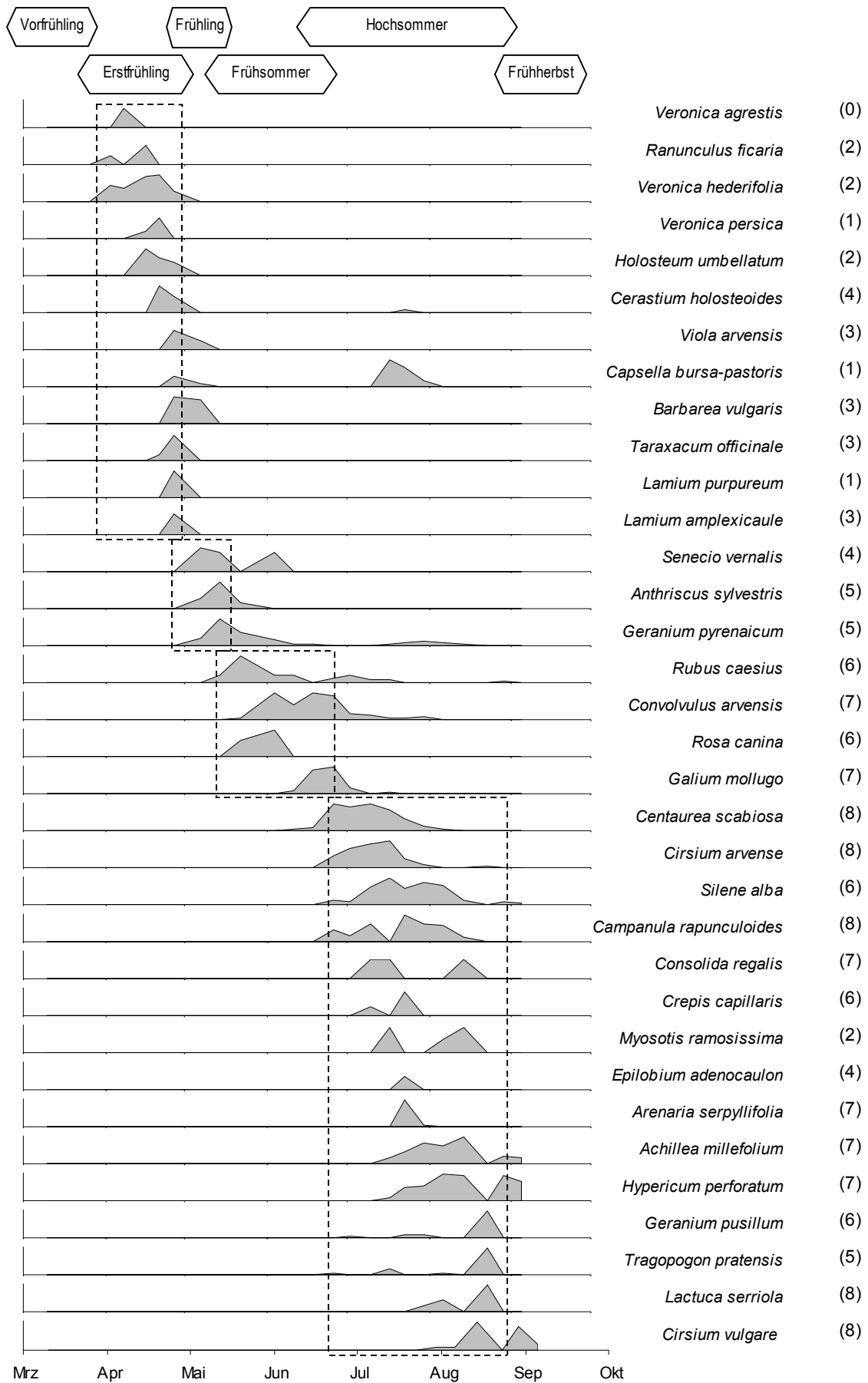


Abbildung 49 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort I. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

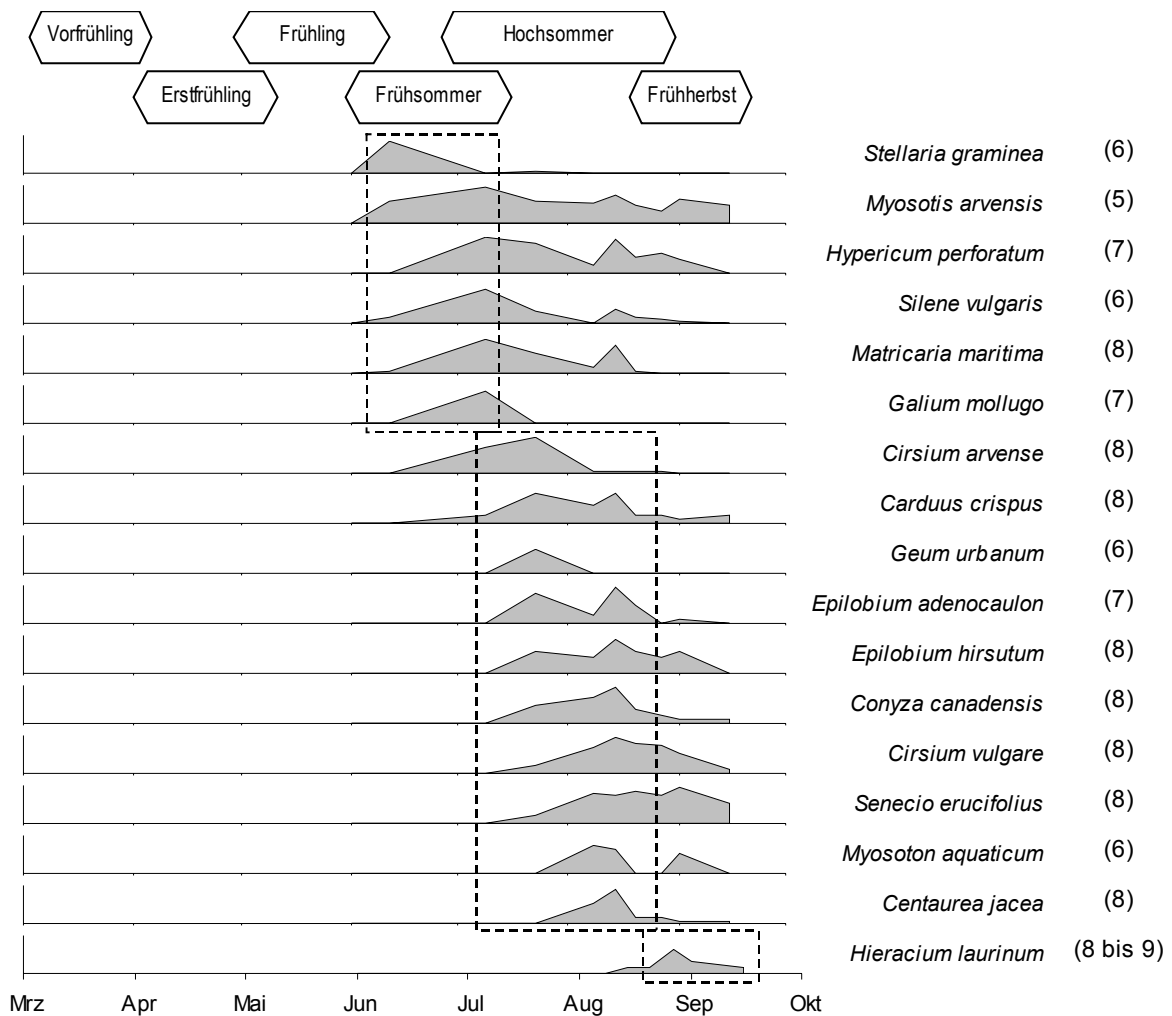


Abbildung 50 (a) Zusammenfassender Blühkalender 1998 von Standort II. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

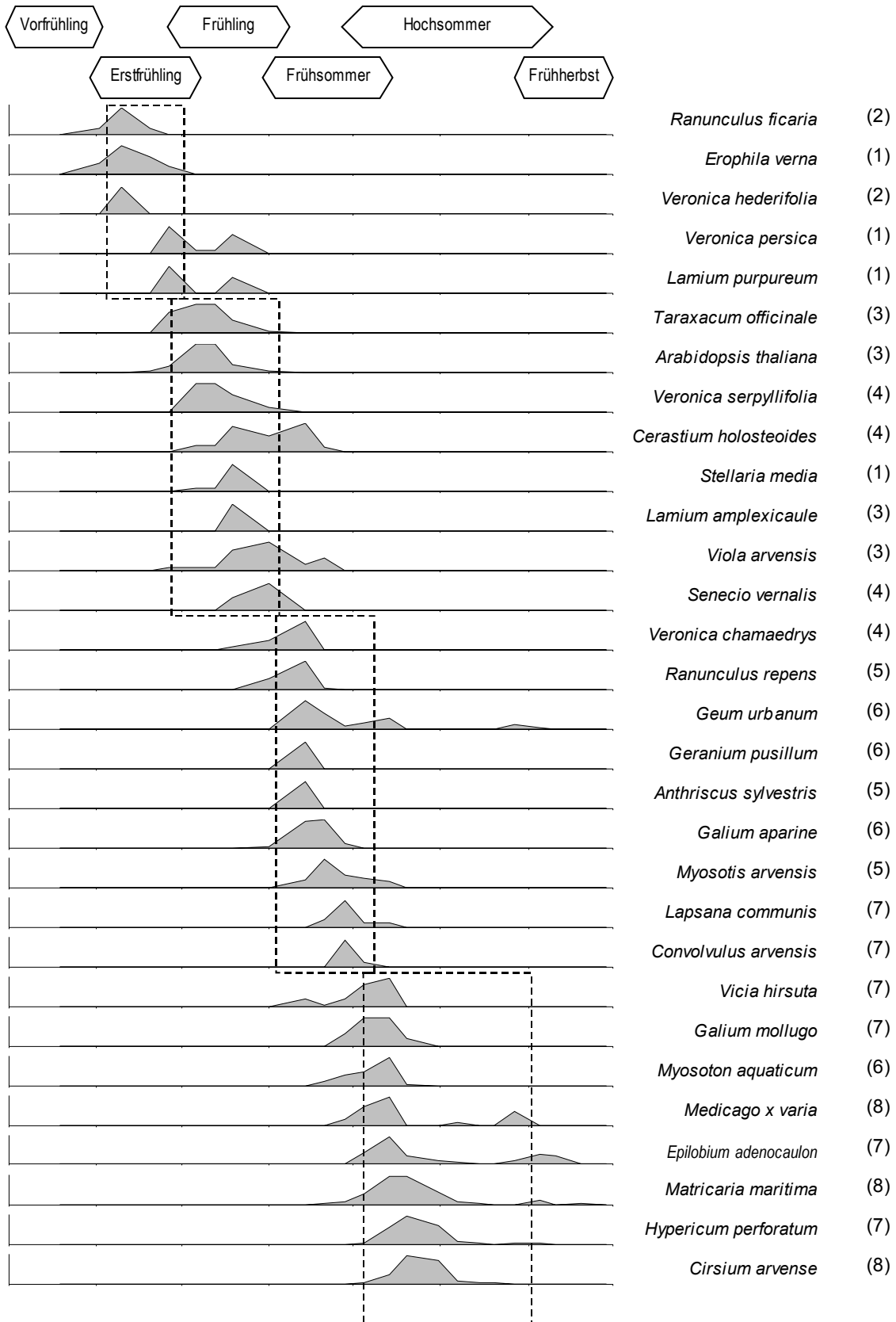


Abbildung 50 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort II, erste Seite.

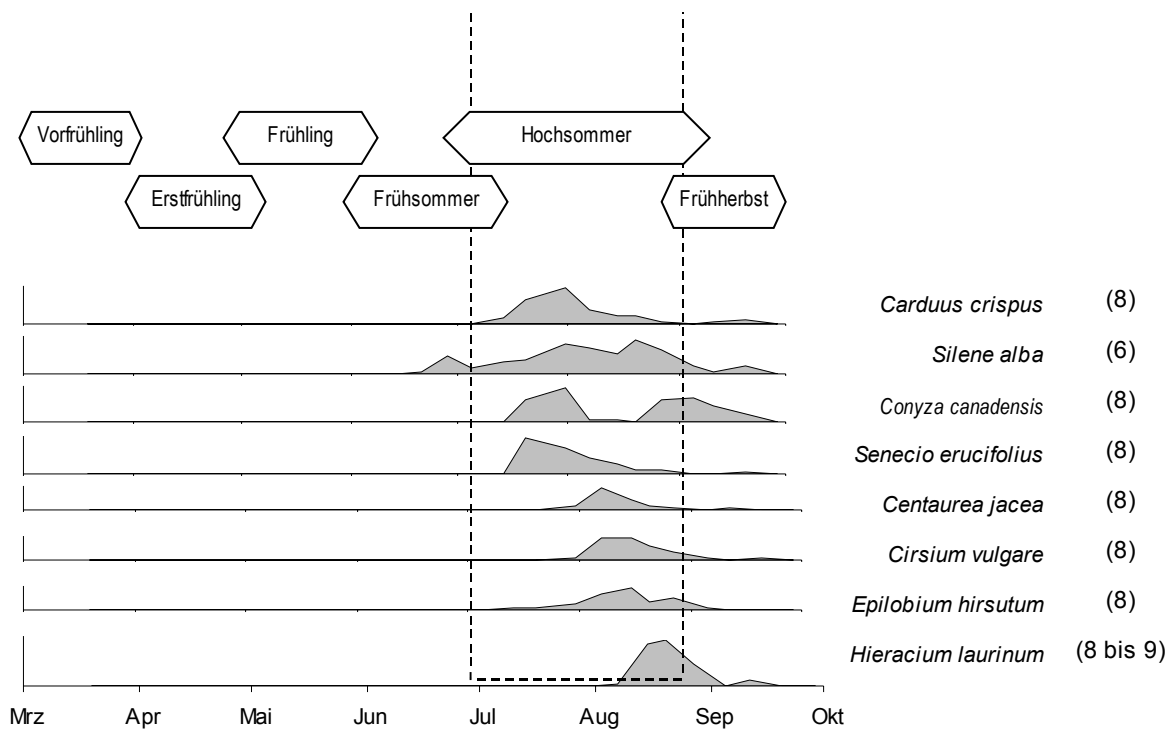


Abbildung 50 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort II, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

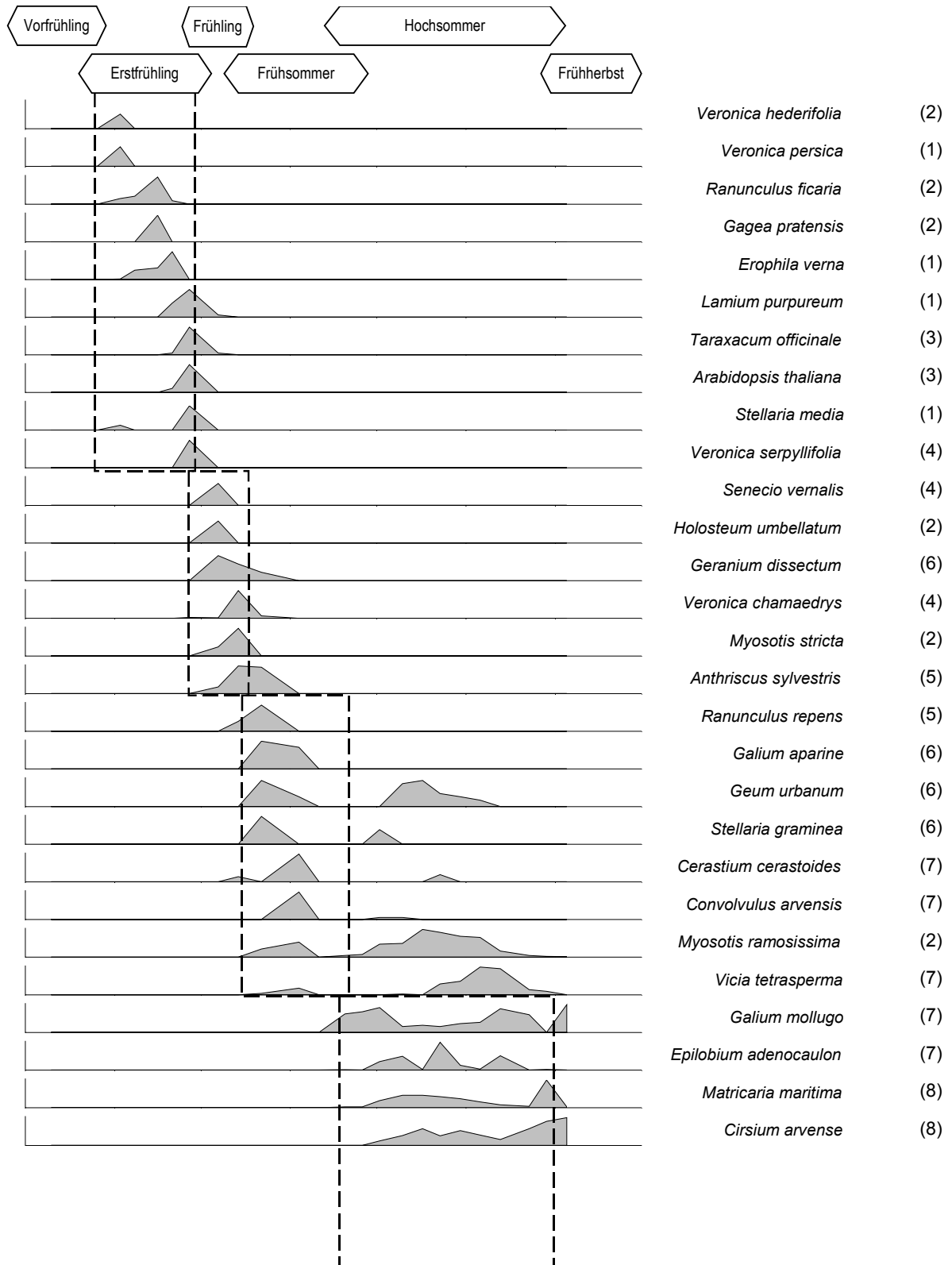


Abbildung 50 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort II, erste Seite.

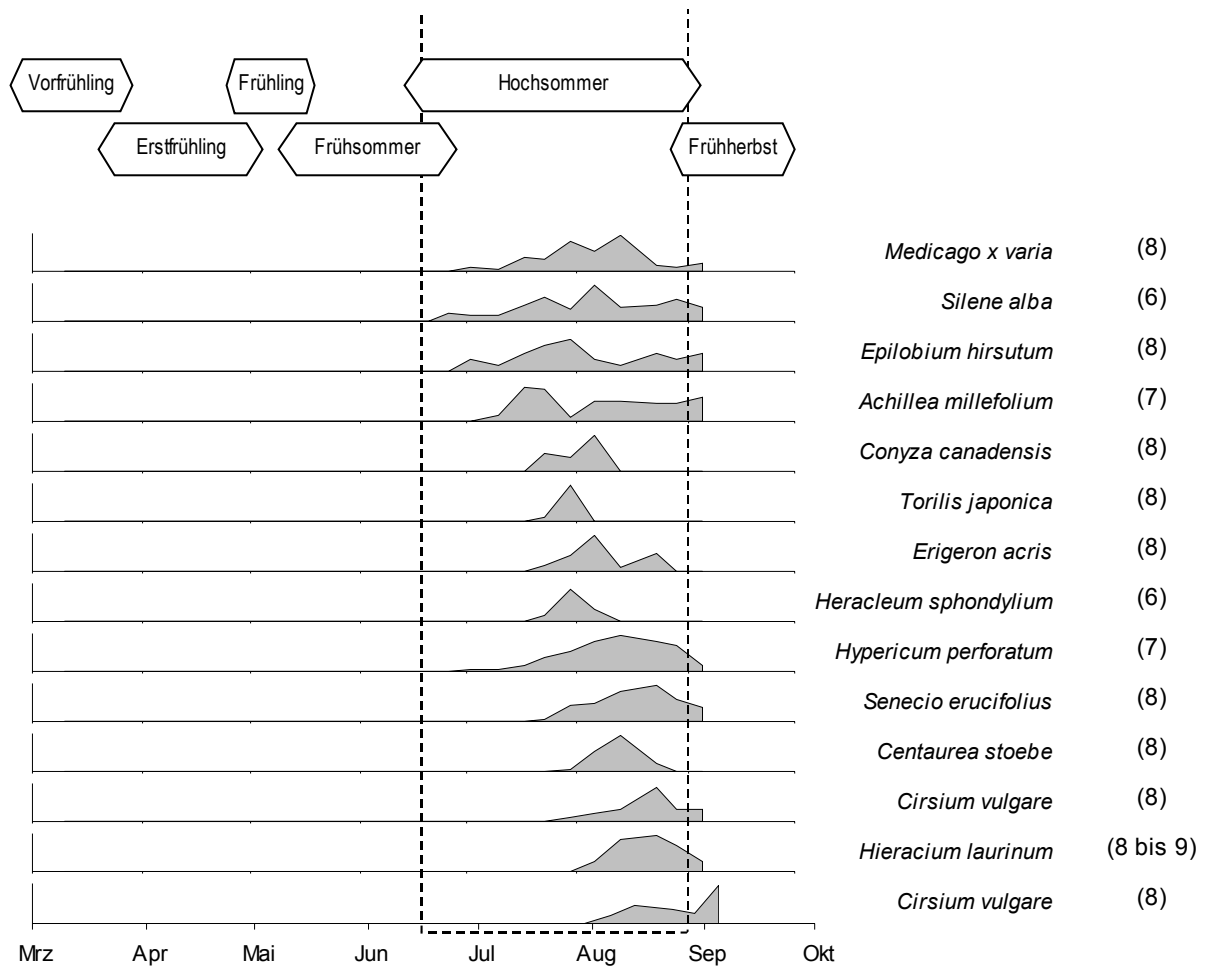


Abbildung 50 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort II, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

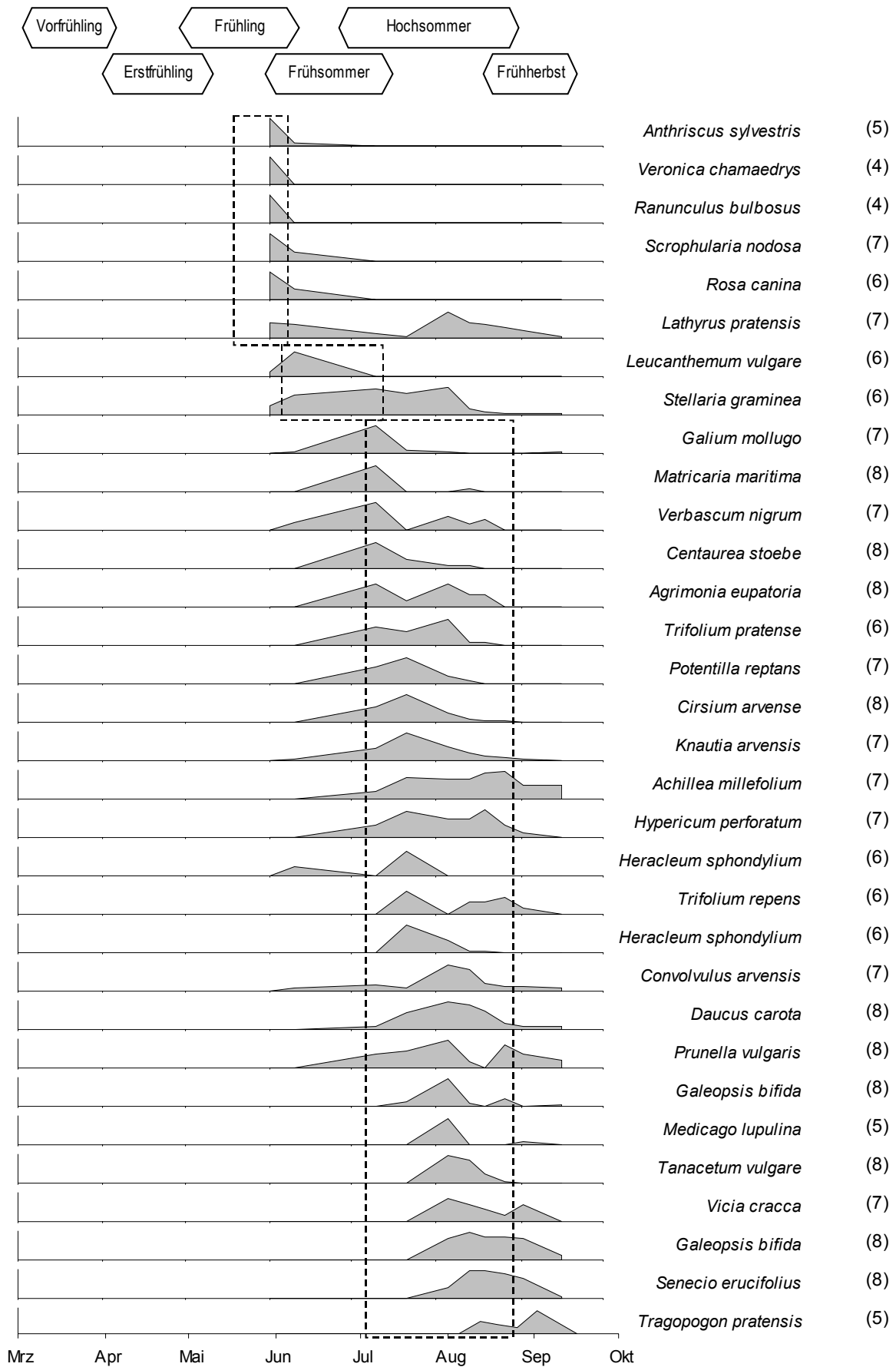


Abbildung 51 (a) Zusammenfassender Blühkalender 1998 von Standort III. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

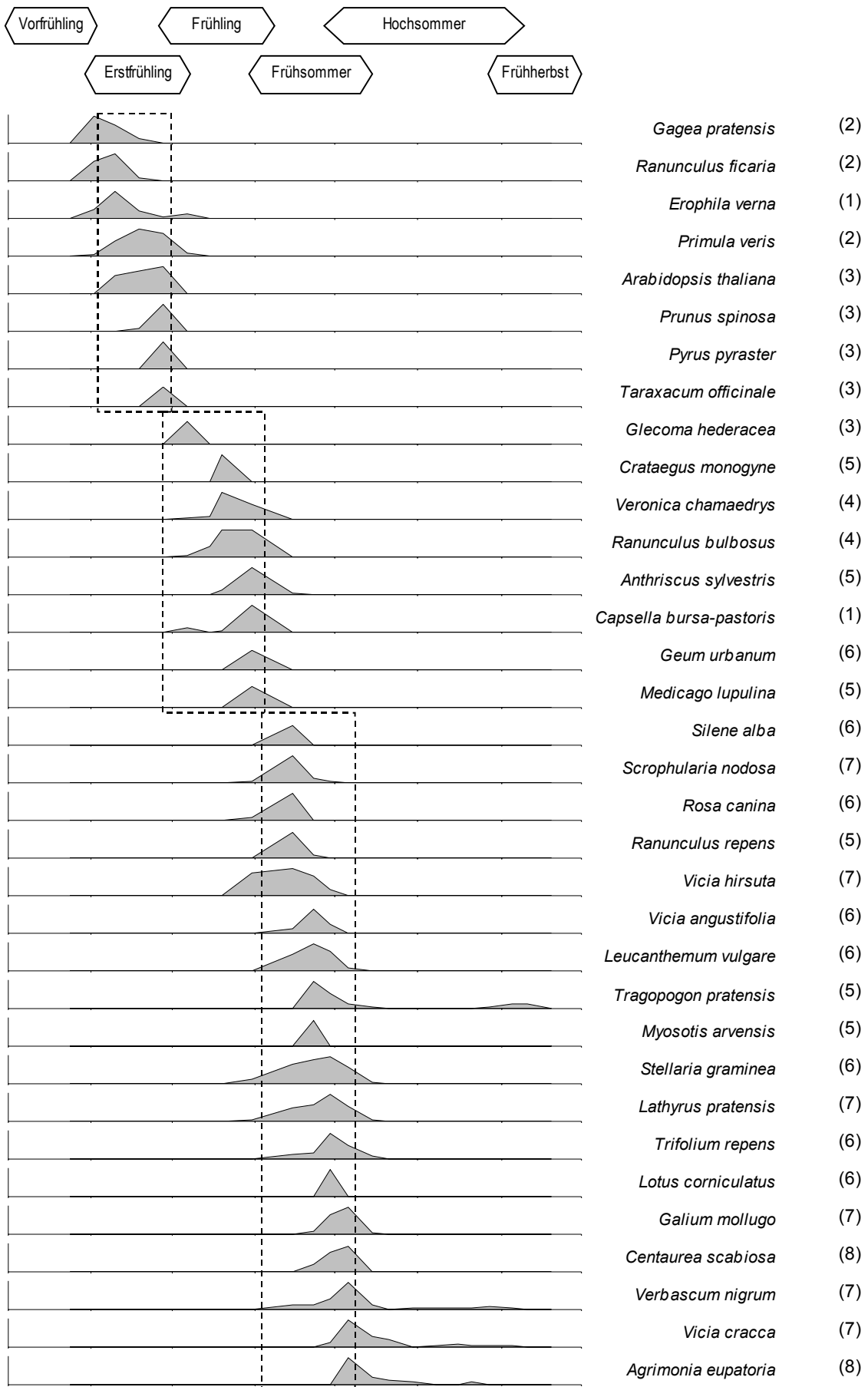


Abbildung 51 (b) Zusammenfassender Blühkalender von Standort III 1999, erste Seite.

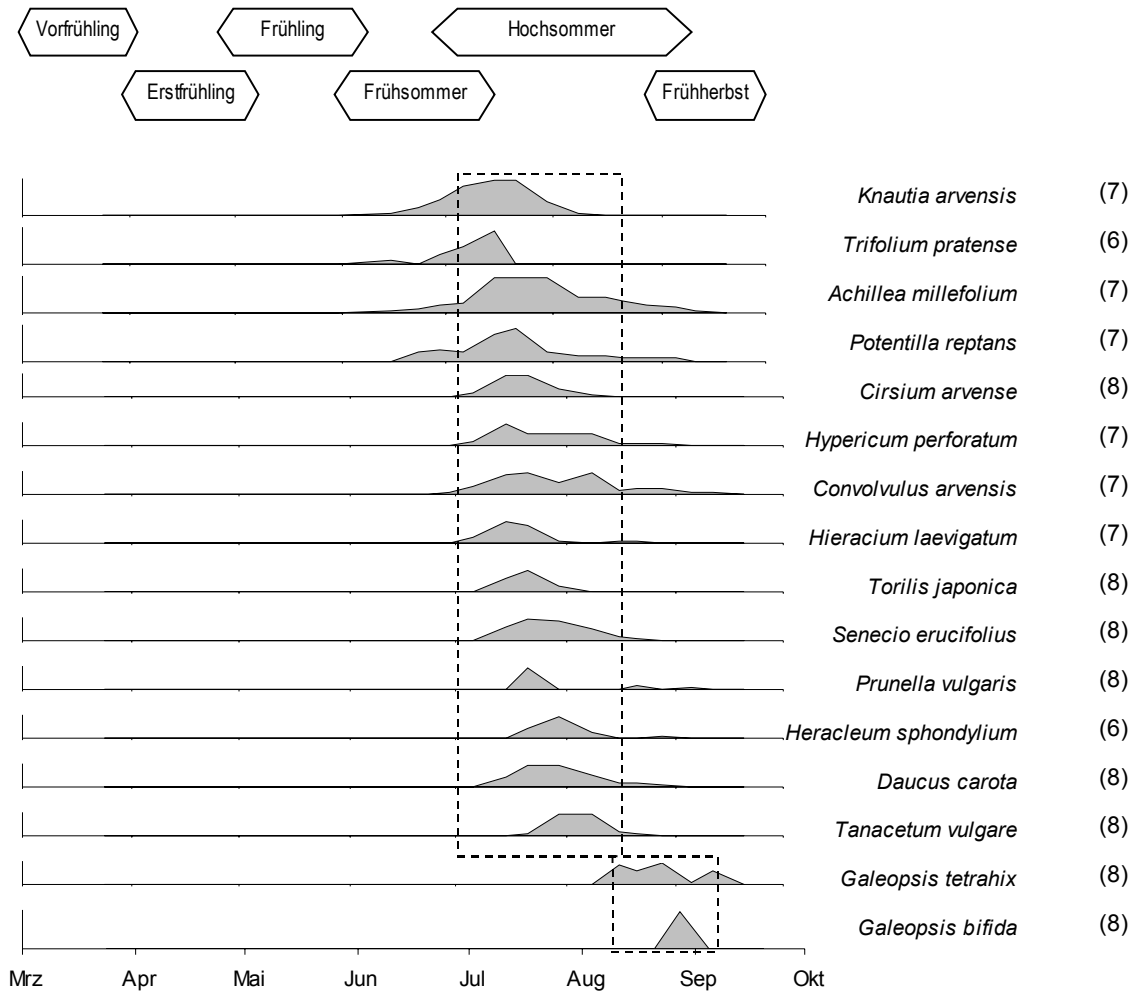


Abbildung 51 (b) Zusammenfassender Blühkalender von Standort III 1999, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

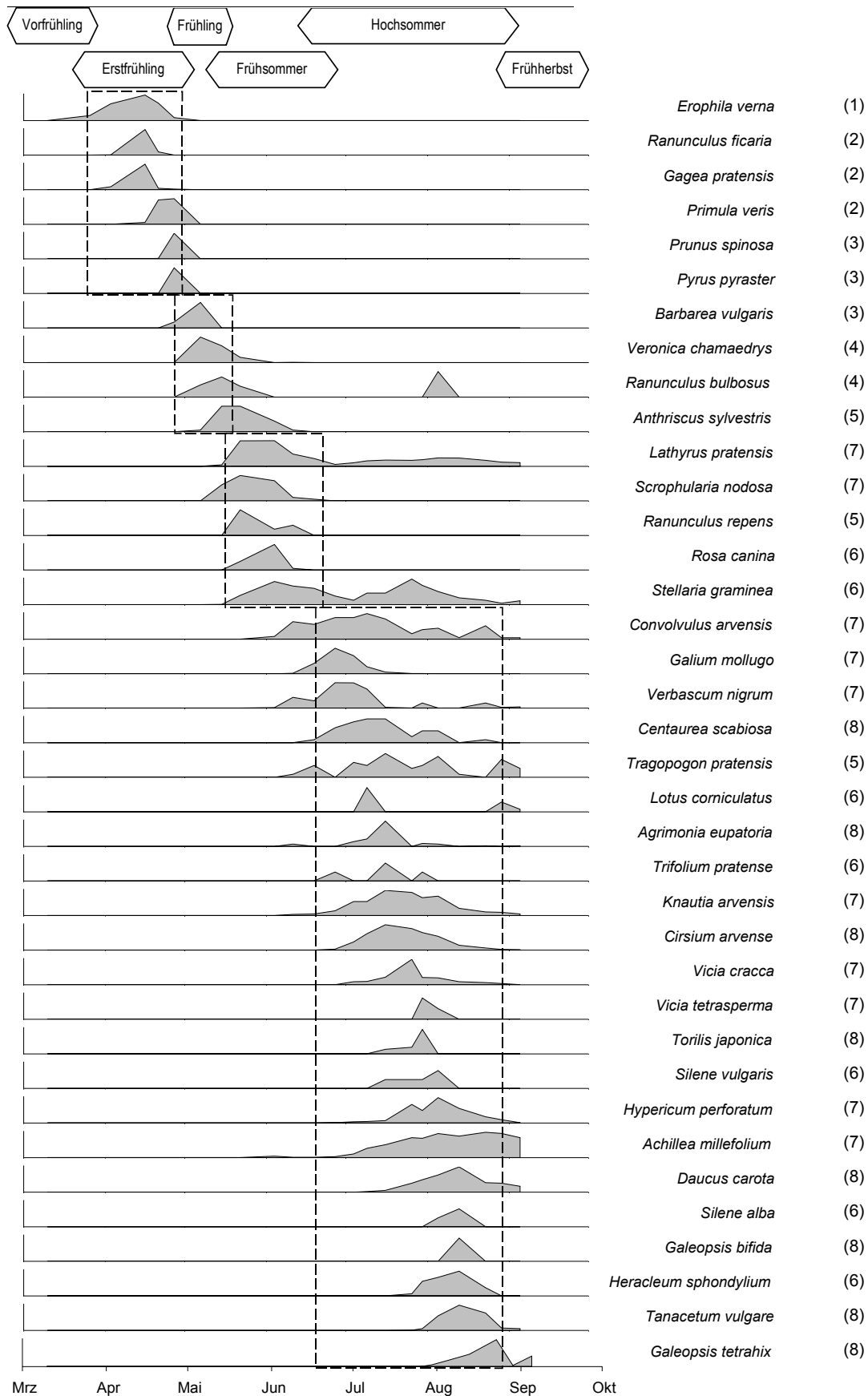


Abbildung 51 (b) Zusammenfassender Blühkalender von Standort III 2000. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

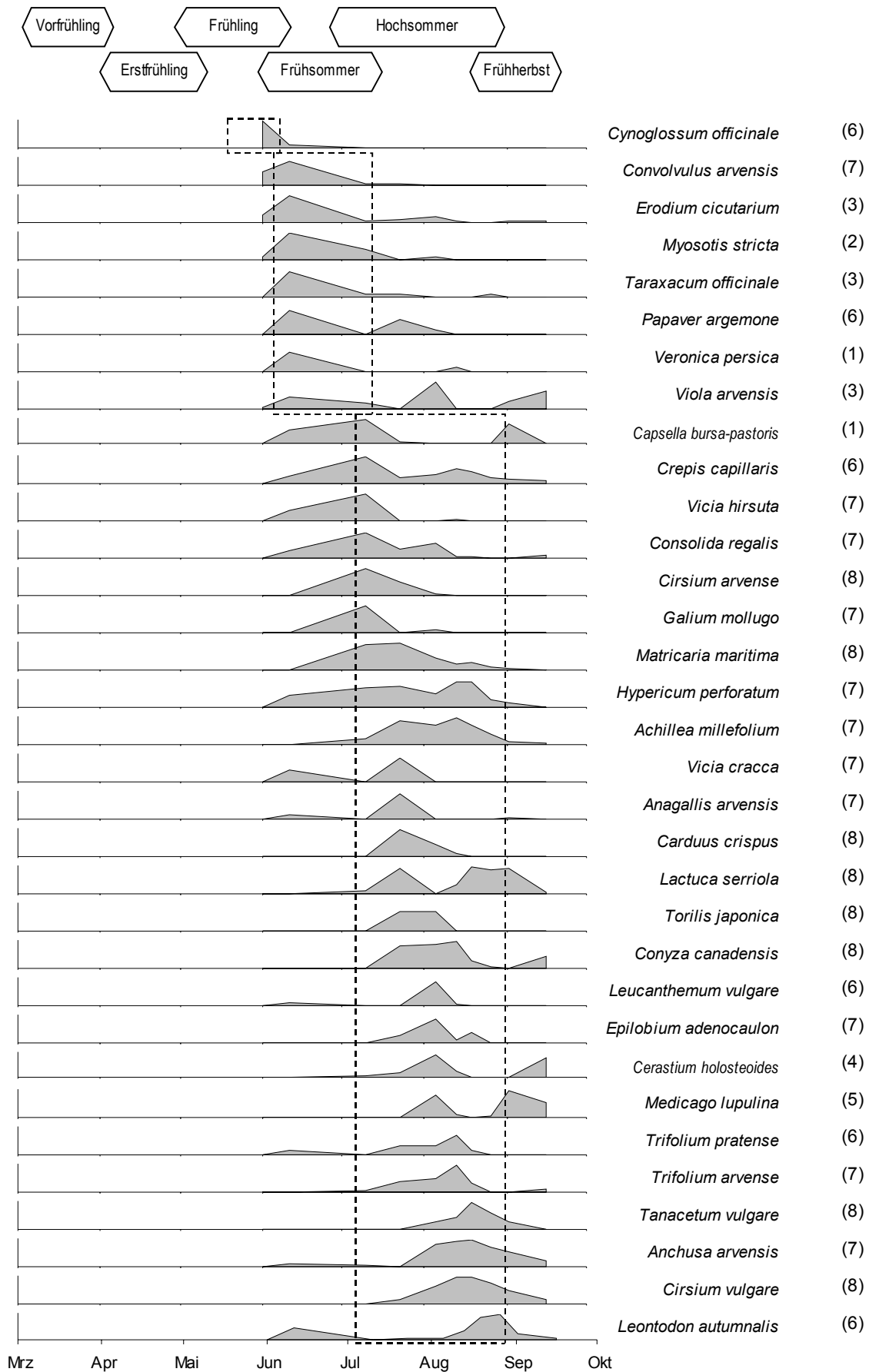


Abbildung 52 (a) Zusammenfassender Blühkalender 1998 von Standort IV. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

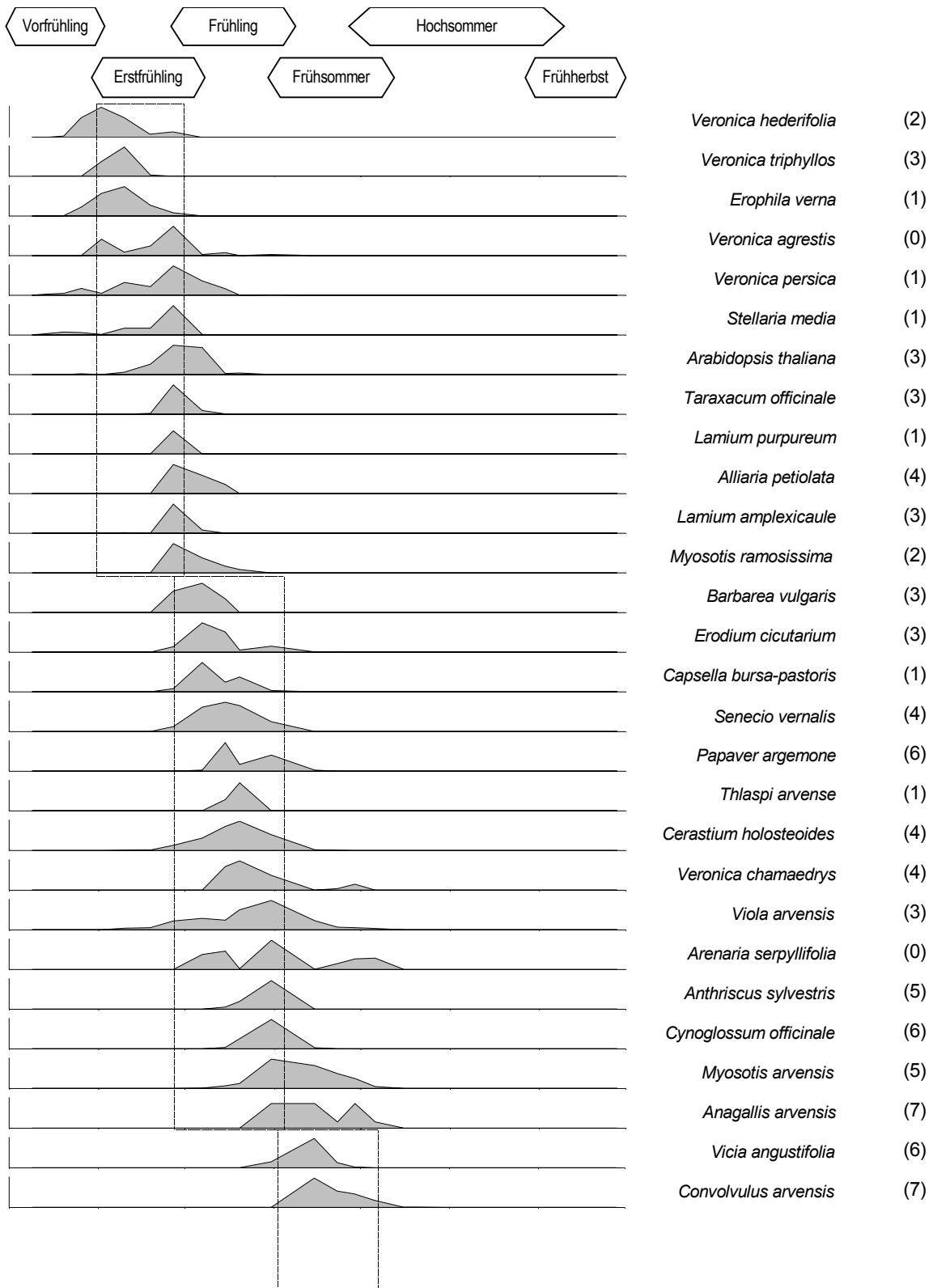


Abbildung 52 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort IV, erste Seite.

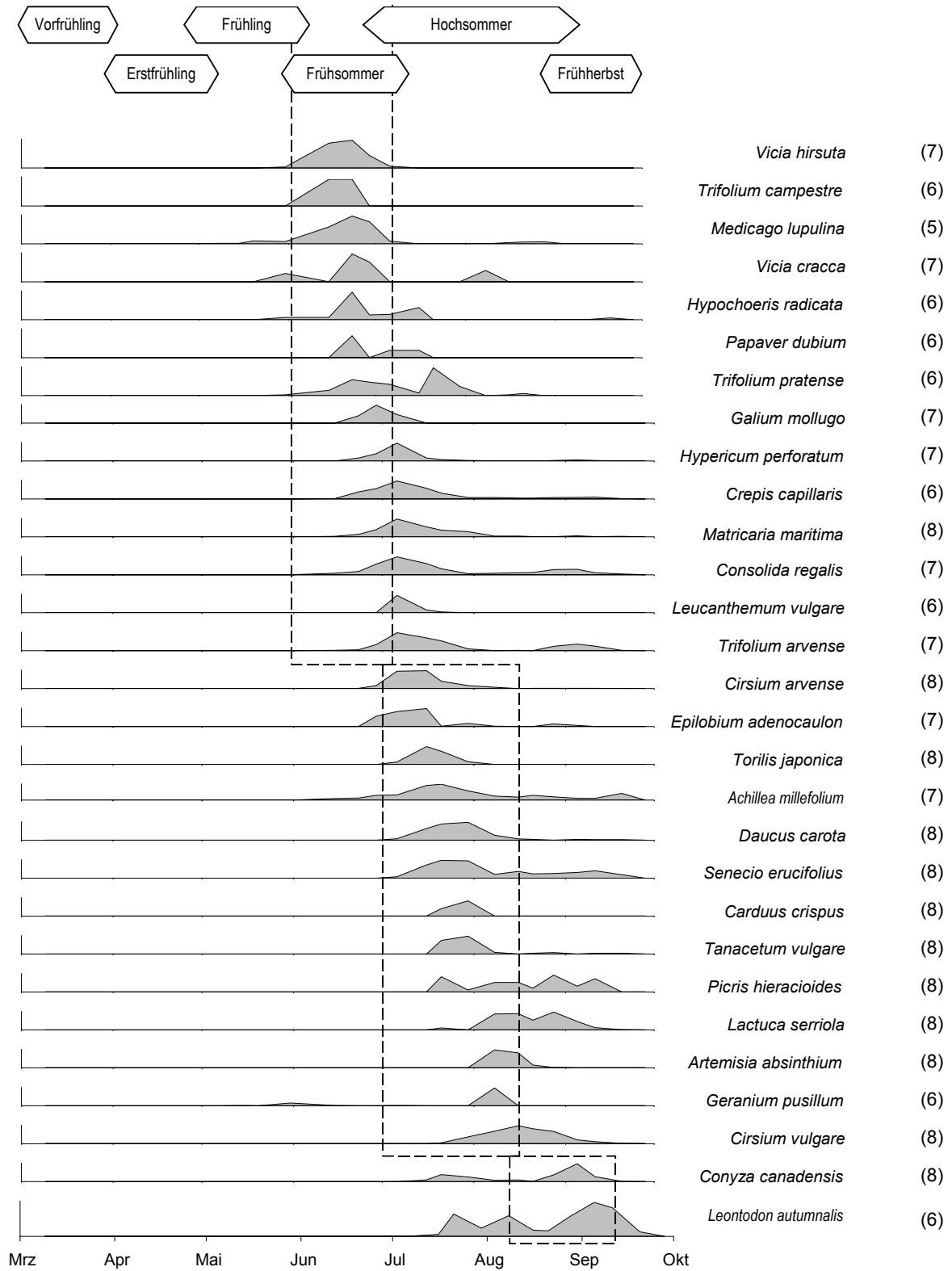


Abbildung 52 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort IV, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

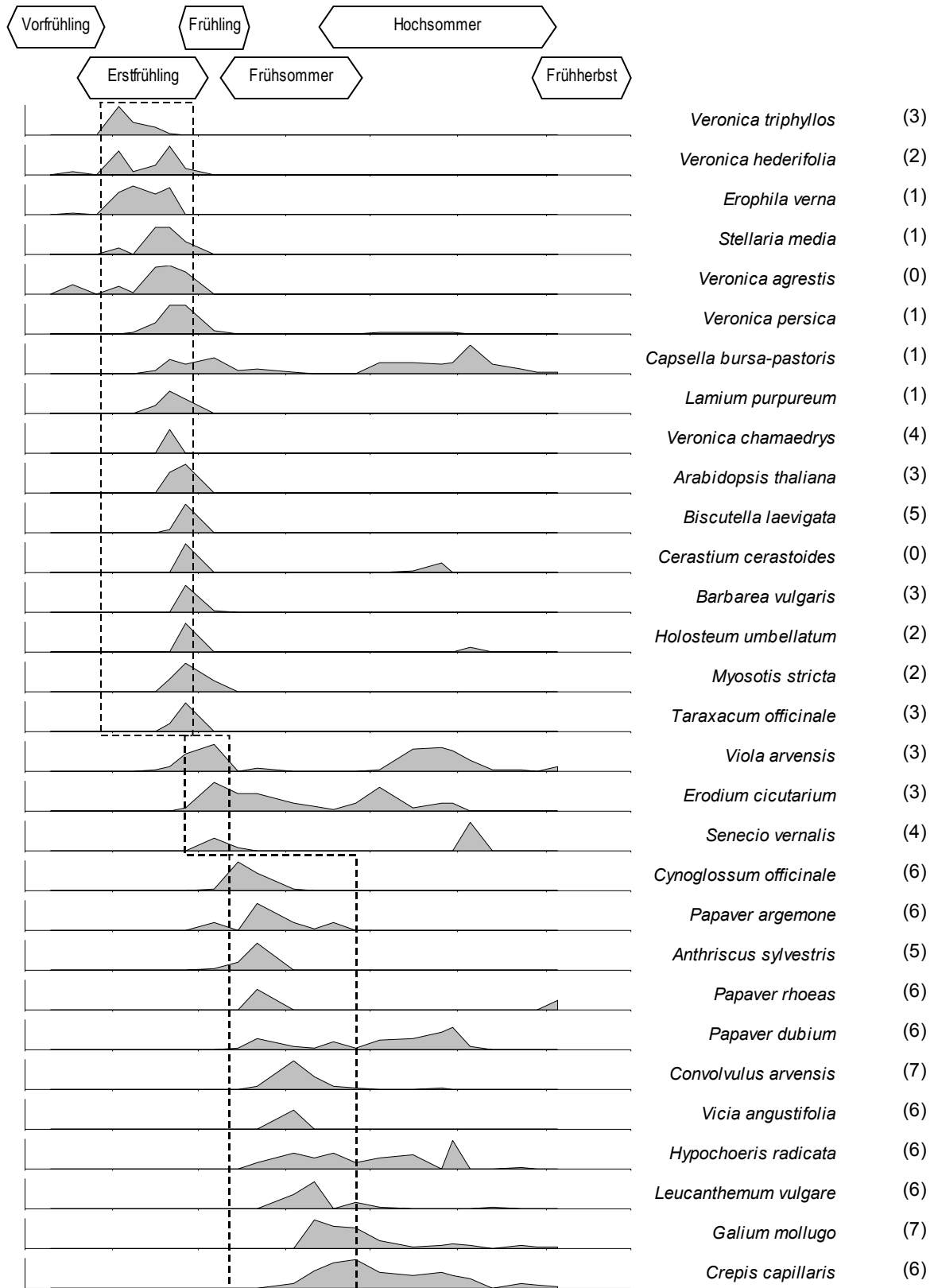


Abbildung 52 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort IV, erste Seite.

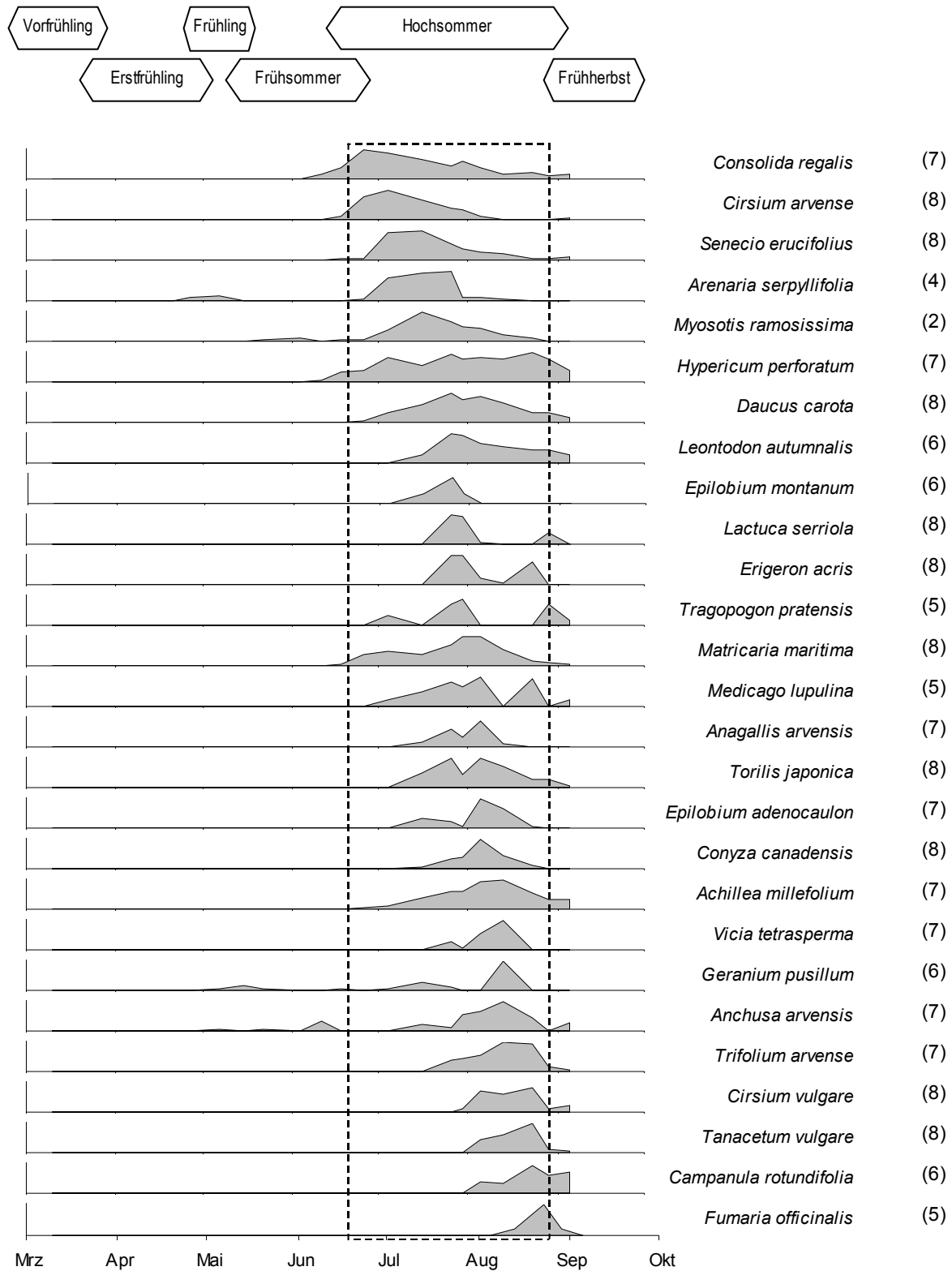


Abbildung 52 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort IV, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

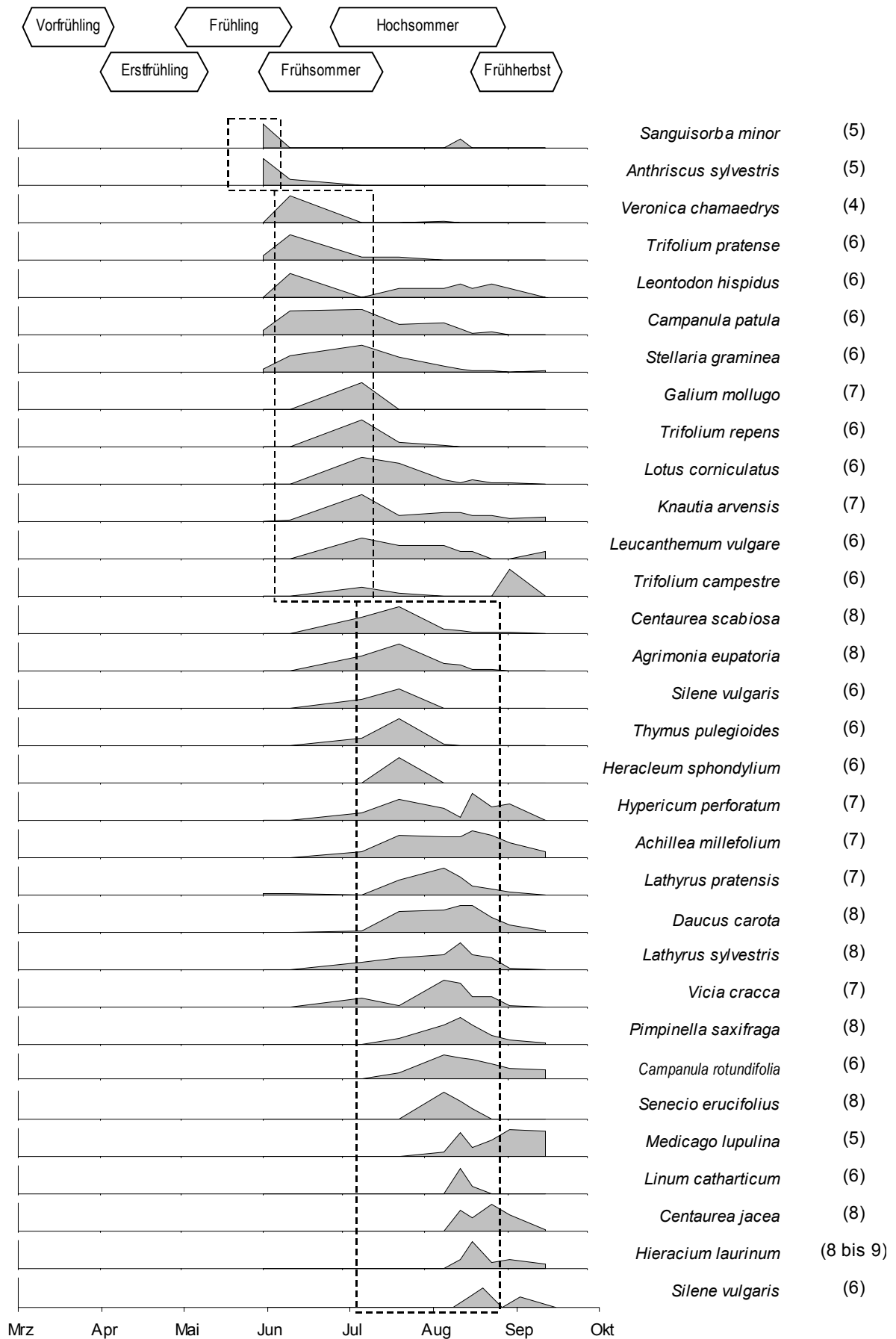


Abbildung 53 (a) Zusammenfassender Blühkalender 1998 von Standort V. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

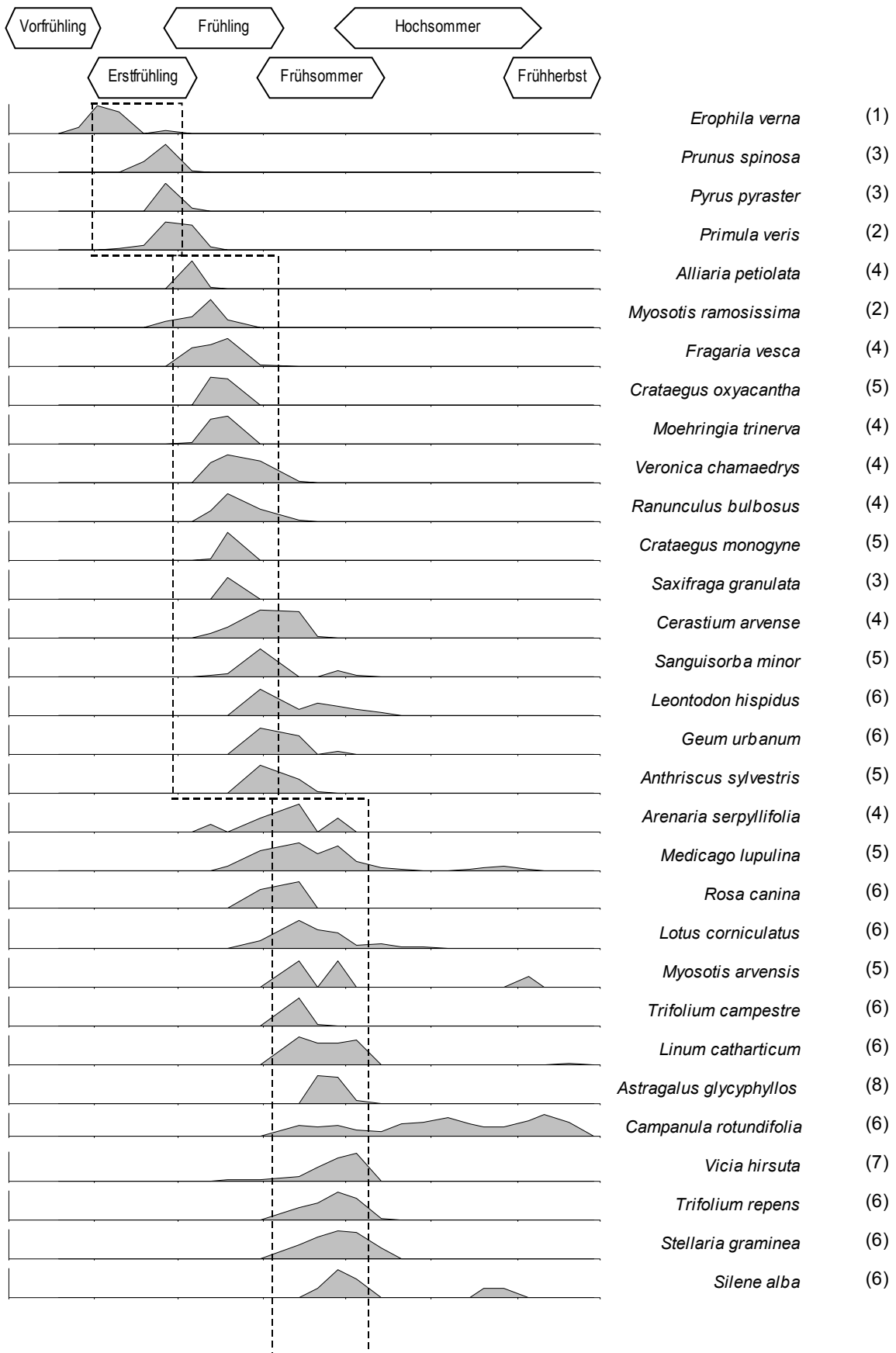


Abbildung 53 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort V, erste Seite.

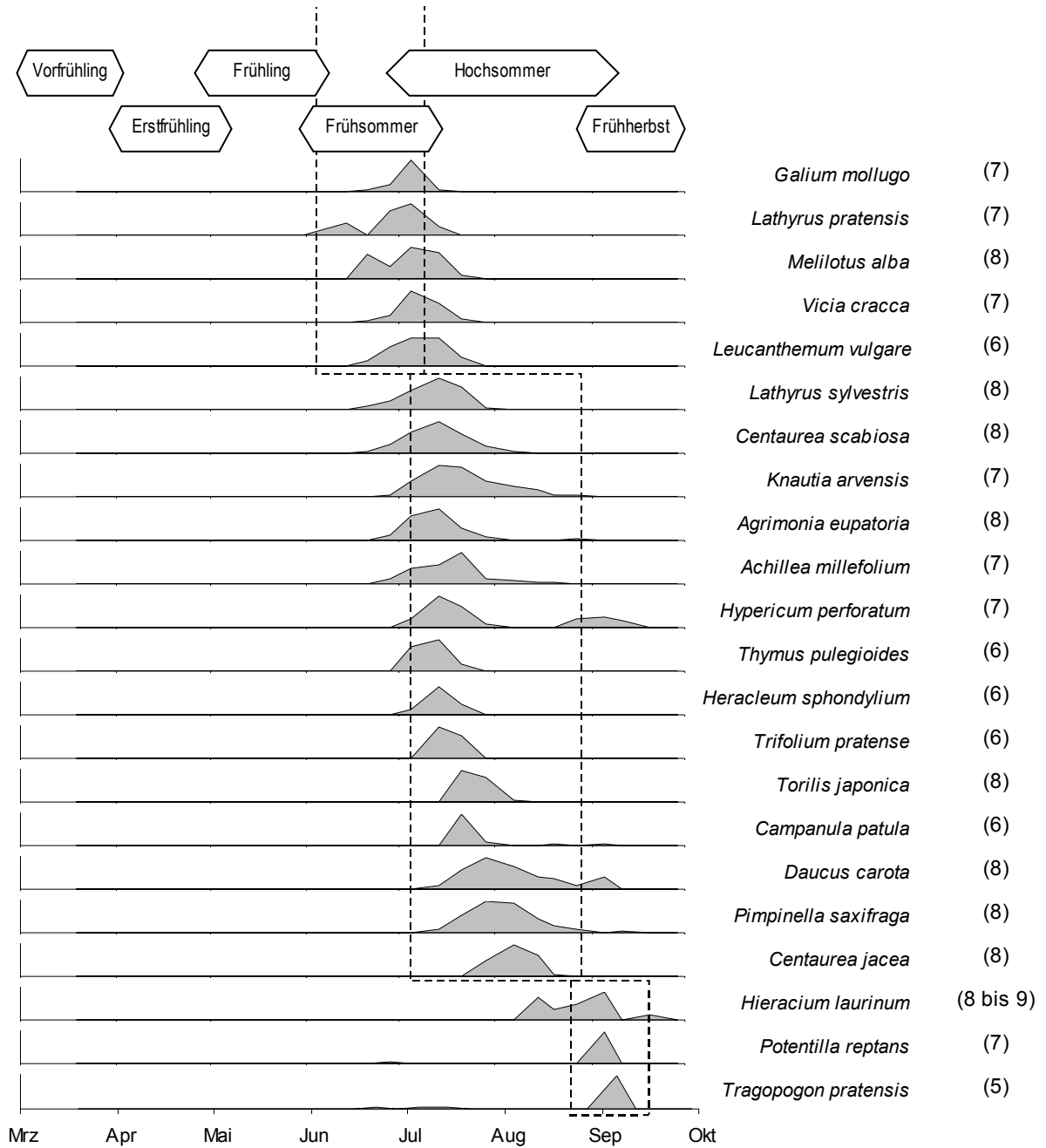


Abbildung 53 (b) Zusammenfassender Blühkalender 1999 von Standort V, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

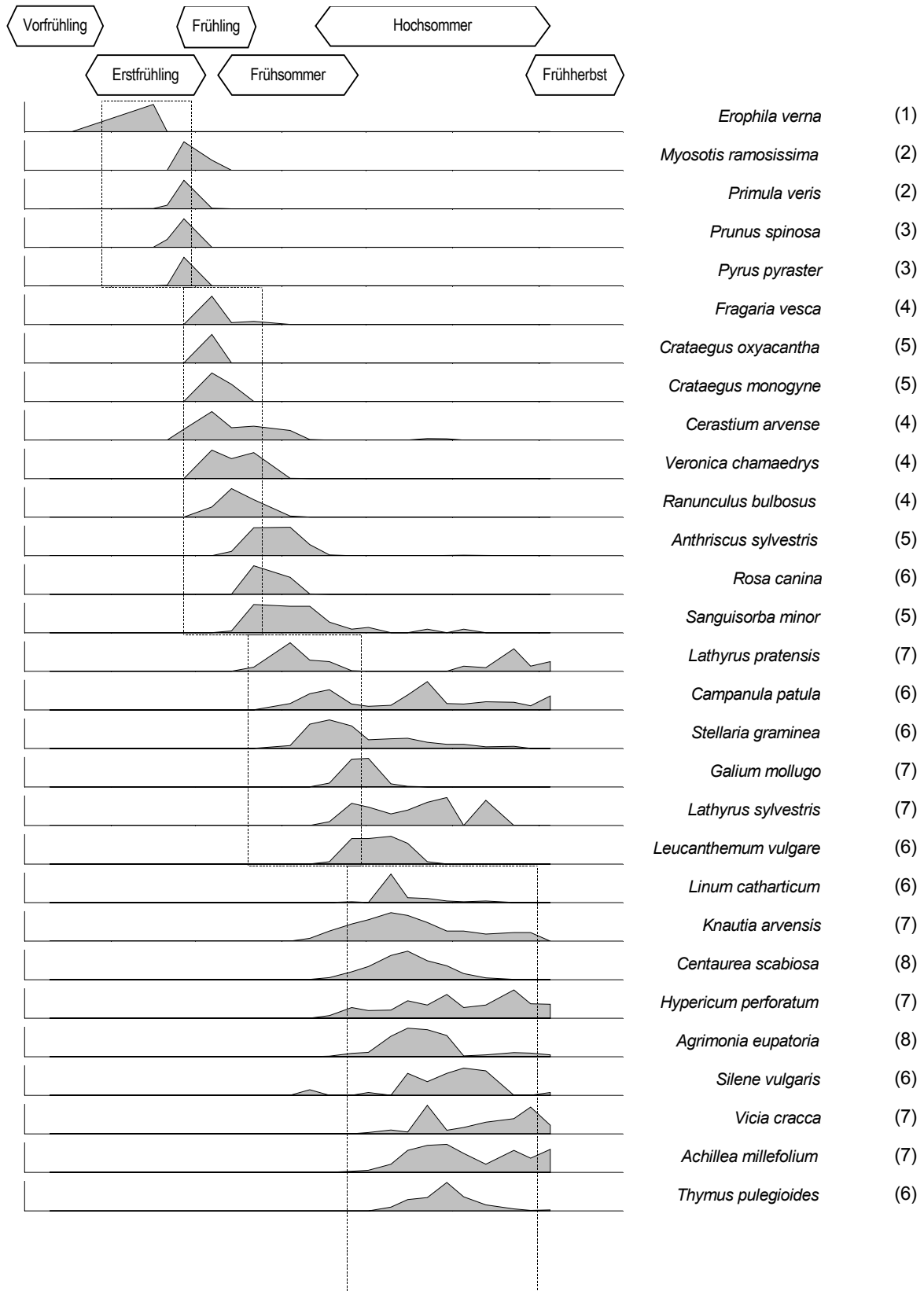


Abbildung 53 (c) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort V, erste Seite.

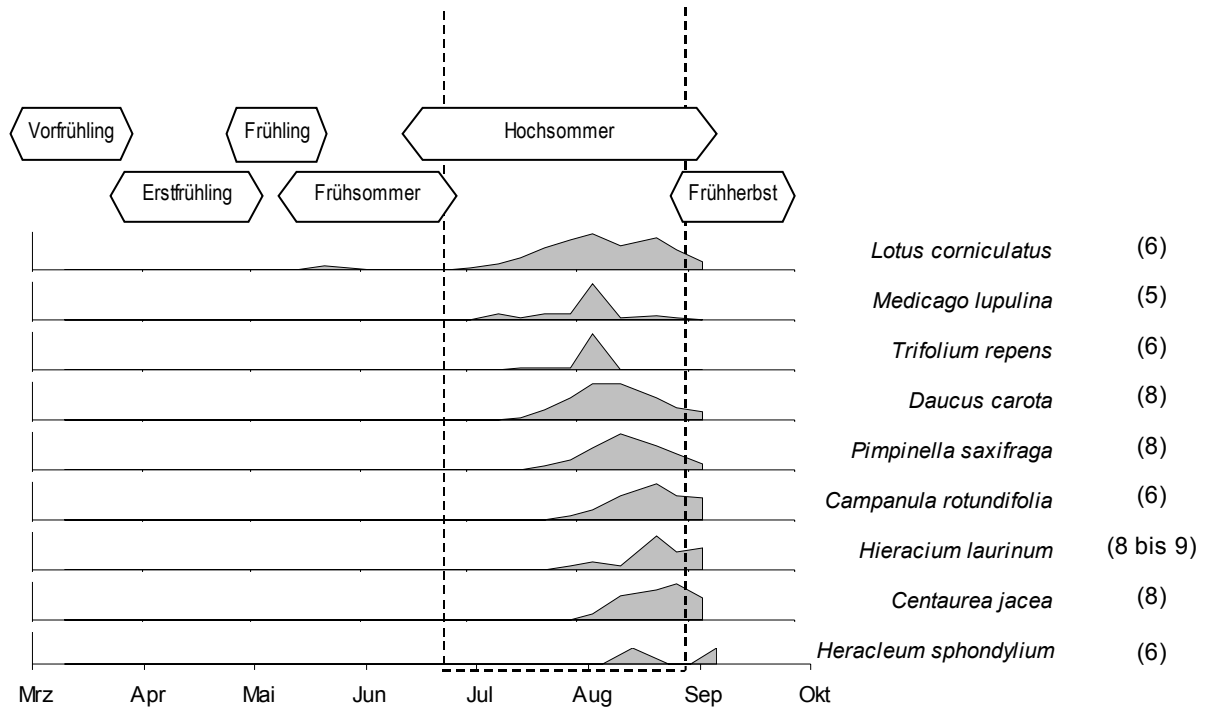


Abbildung 53 (b) Zusammenfassender Blühkalender 2000 von Standort V, zweite Seite. In Klammern hinter den Artnamen stehen die jeweiligen Phänophasen nach DIERSCHKE (1995).

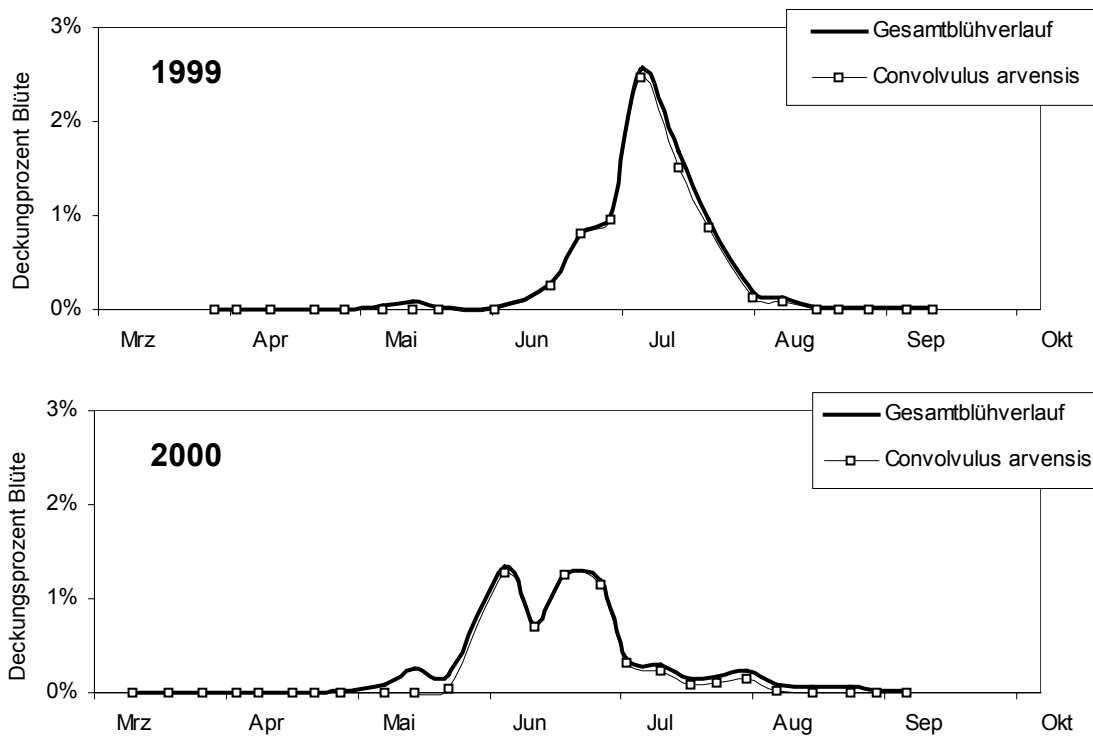


Abbildung 54 Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort I.

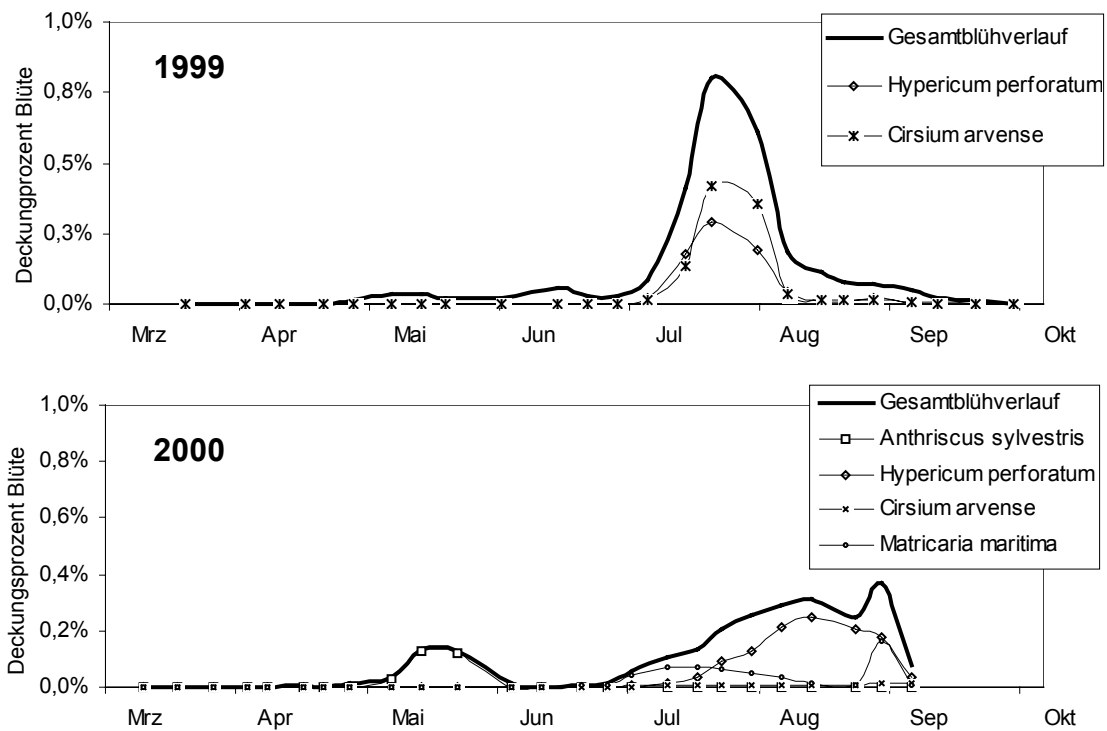


Abbildung 55 Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort II.

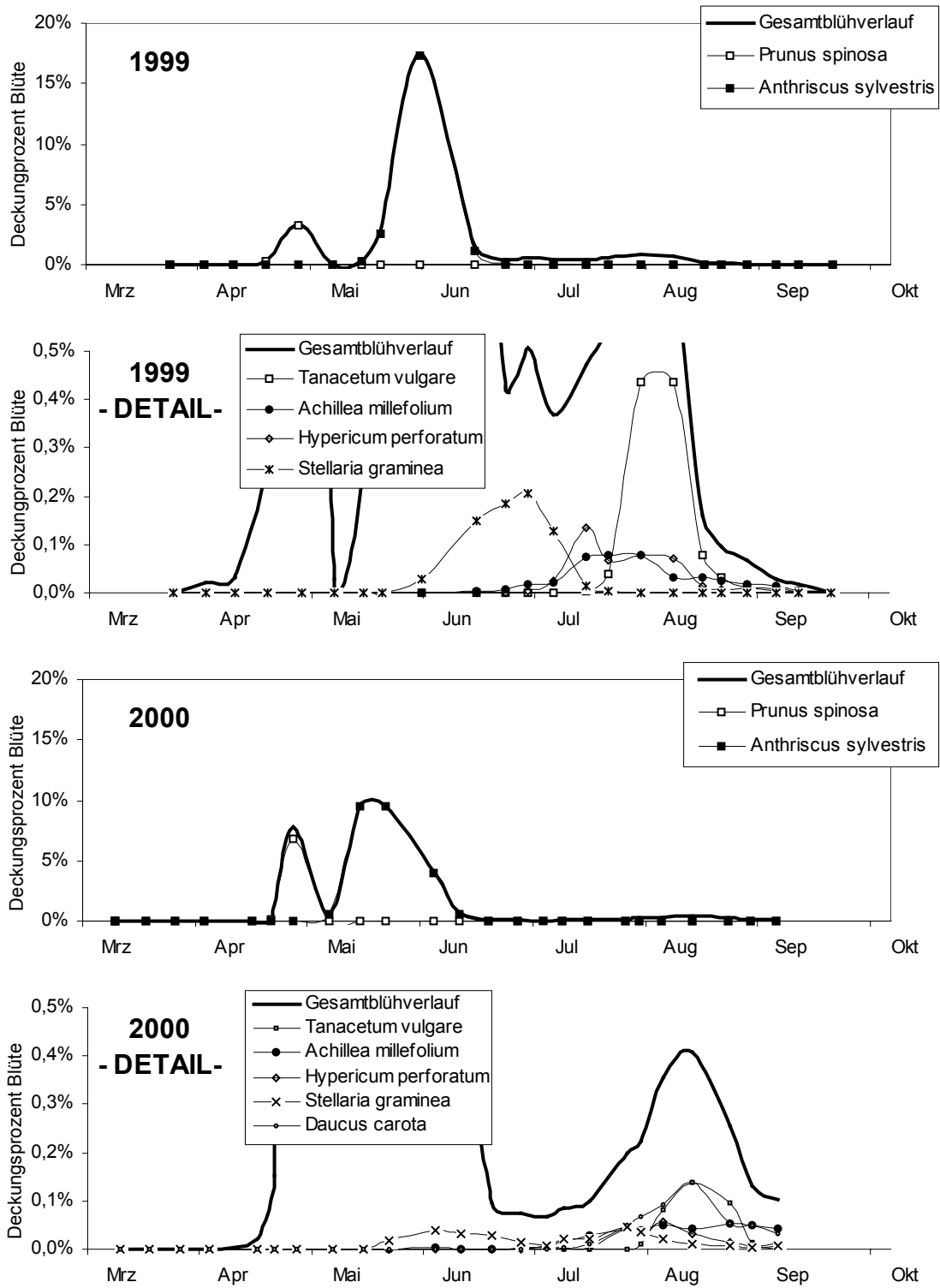


Abbildung 56 Detailansicht des Anteiles einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort III.

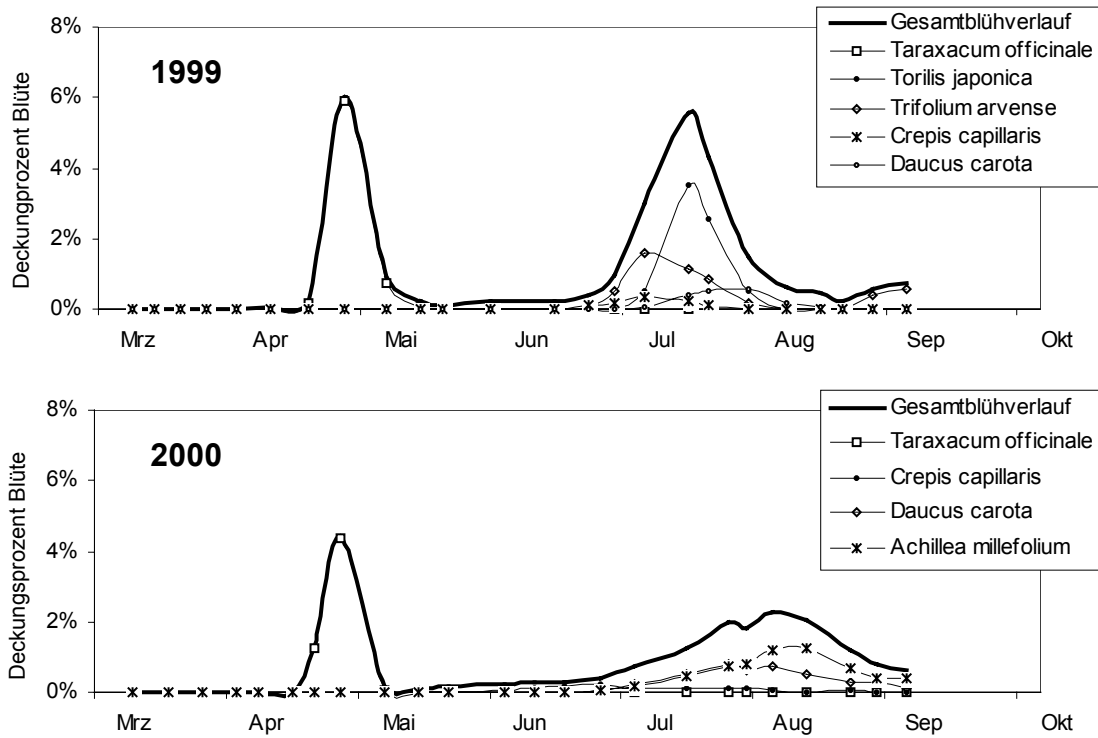


Abbildung 57 Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort IV.

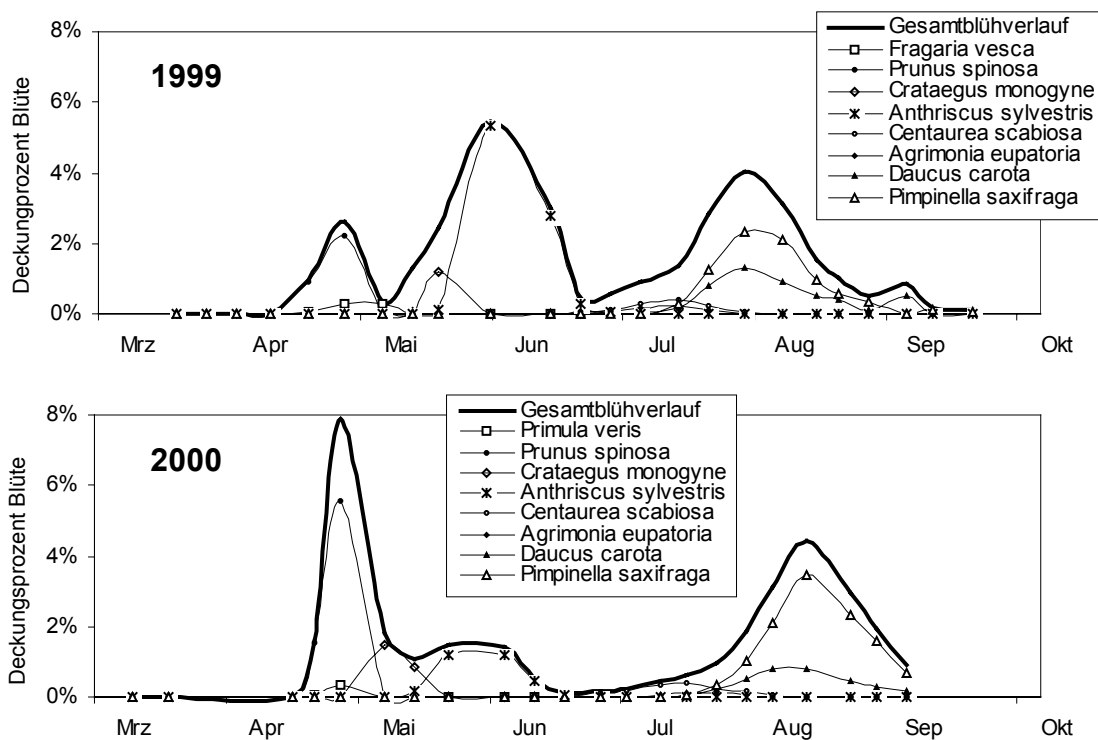


Abbildung 58 Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenarten am Gesamtblütenangebot von Standort V.

Abbildung 59

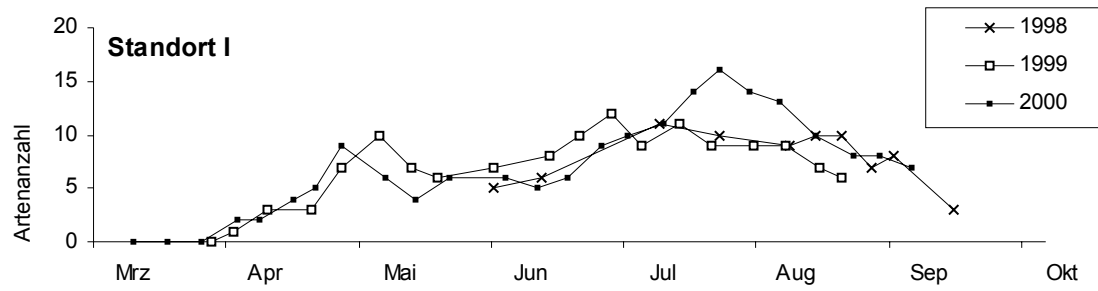


Abbildung 60

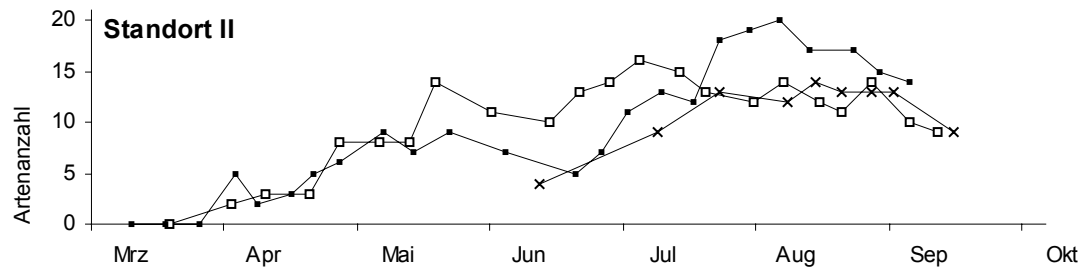


Abbildung 61

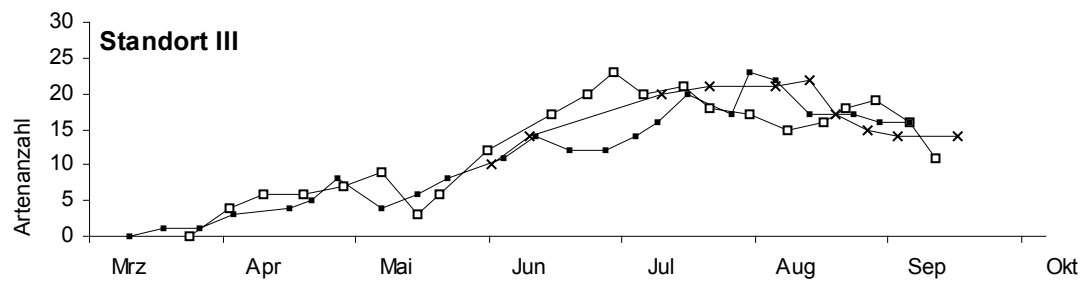


Abbildung 62

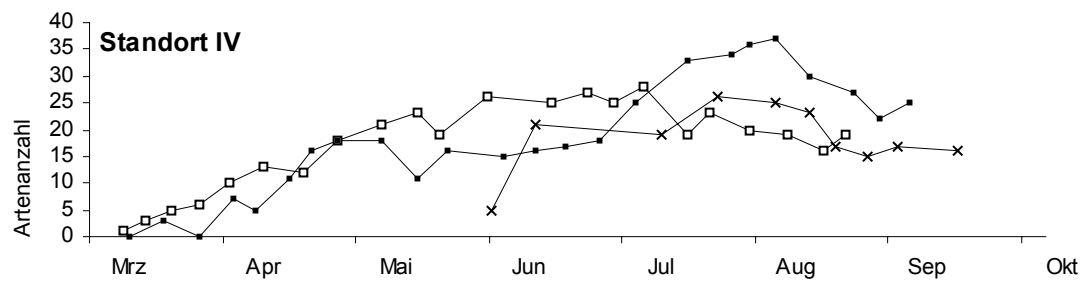
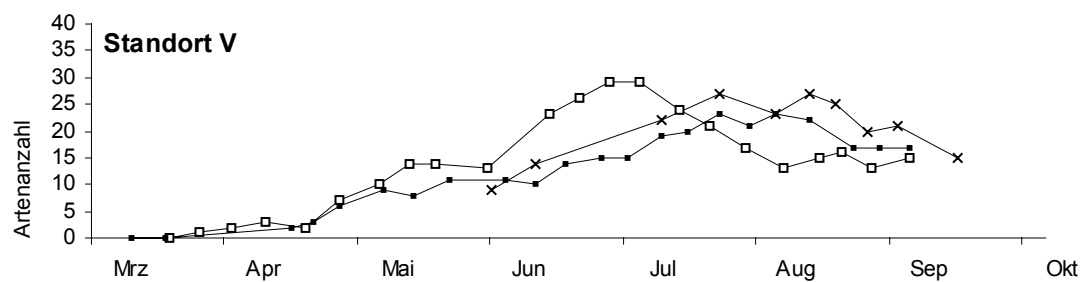


Abbildung 63



Übersicht über die Anzahl blühender Pflanzenarten auf den jeweiligen Standorten im Vergleich der Untersuchungsjahre.

Abbildung 64

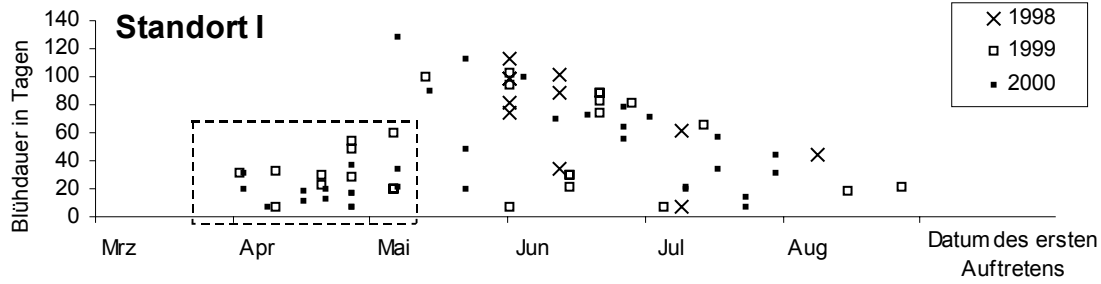


Abbildung 65

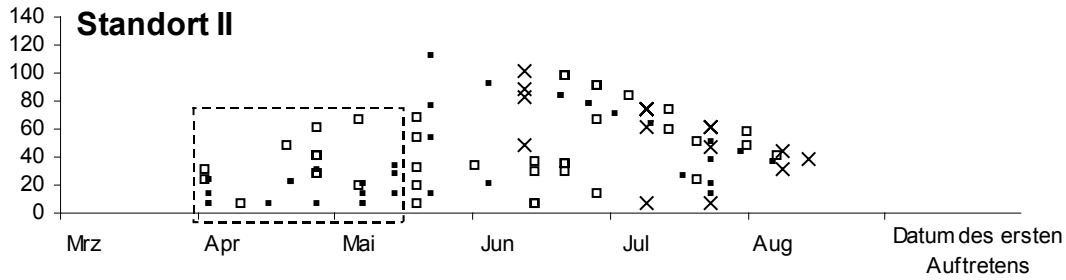


Abbildung 66

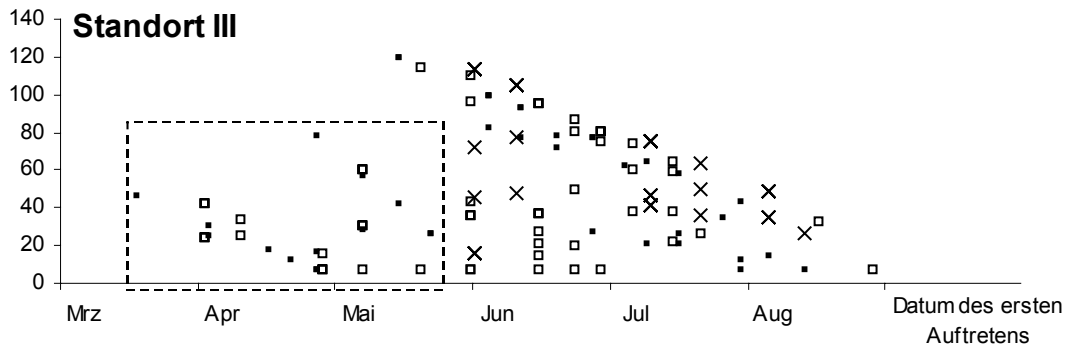


Abbildung 67

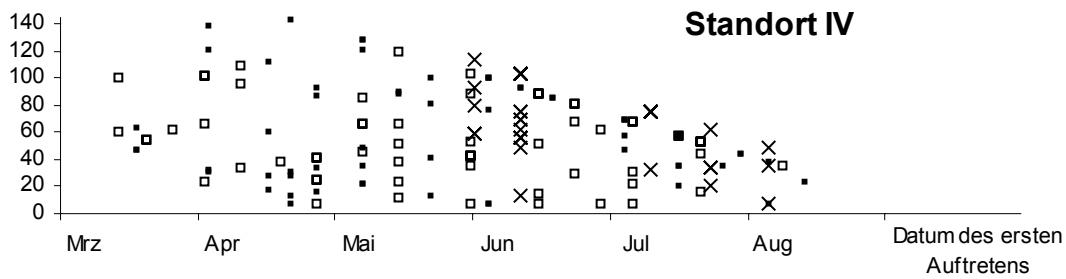
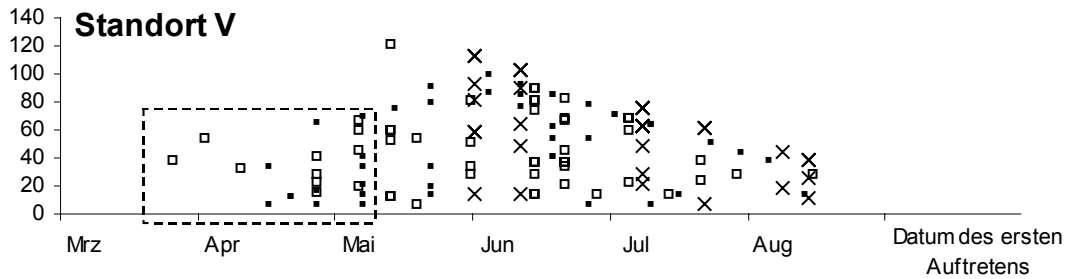


Abbildung 68



Übersicht über die Blühdauer der einzelnen Pflanzenarten in Bezug zum Zeitpunkt des ersten Auftretens. Jeder Datenpunkt steht für eine Art. Der Block kurzblühender Frühlingsarten ist durch das gestrichelte Viereck gekennzeichnet.

Abbildung 69

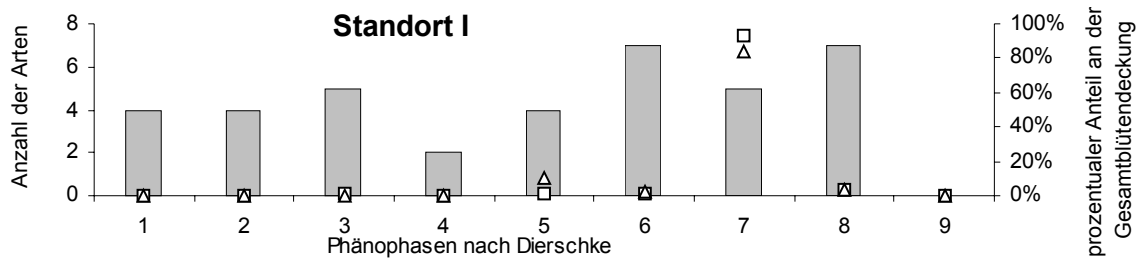


Abbildung 70

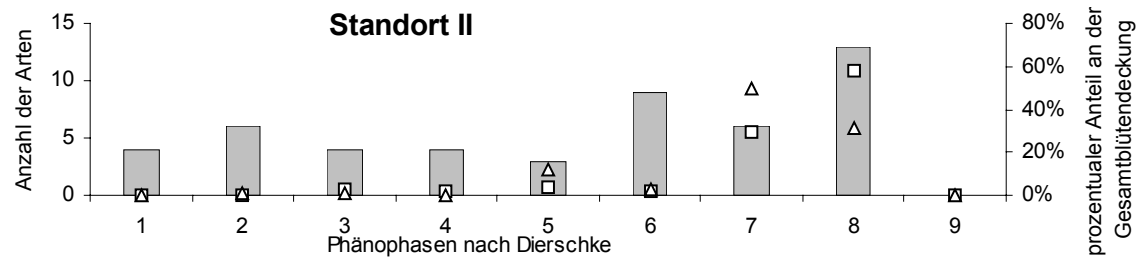


Abbildung 71

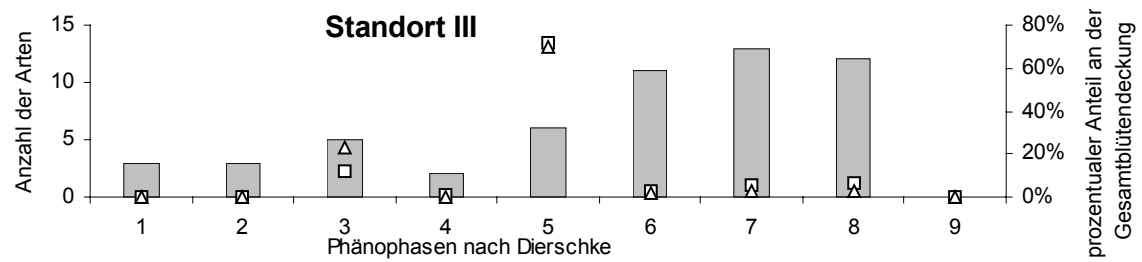


Abbildung 72

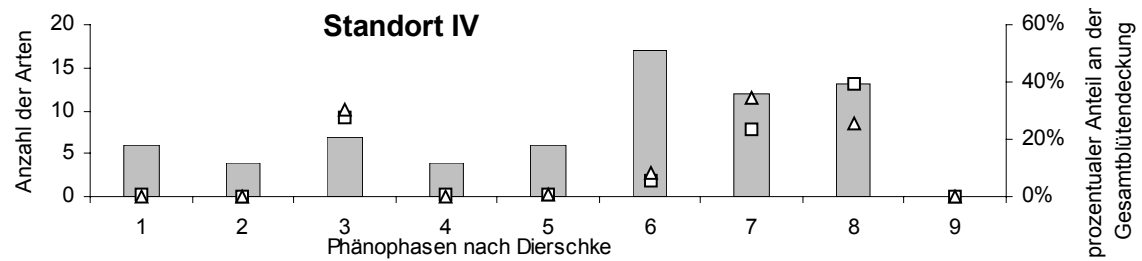
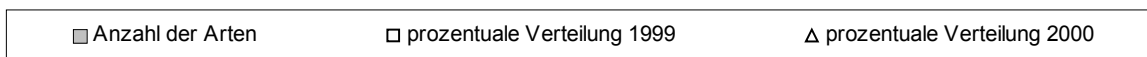
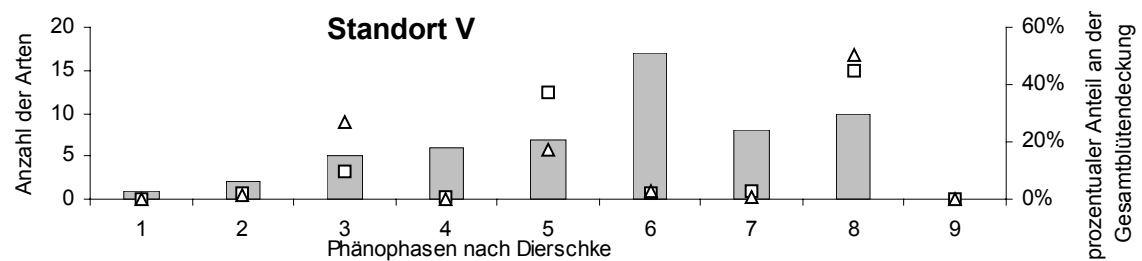


Abbildung 73



Übersicht über den Anteil einzelner Phänophasen am Gesamtblütenangebot

Abbildung 74

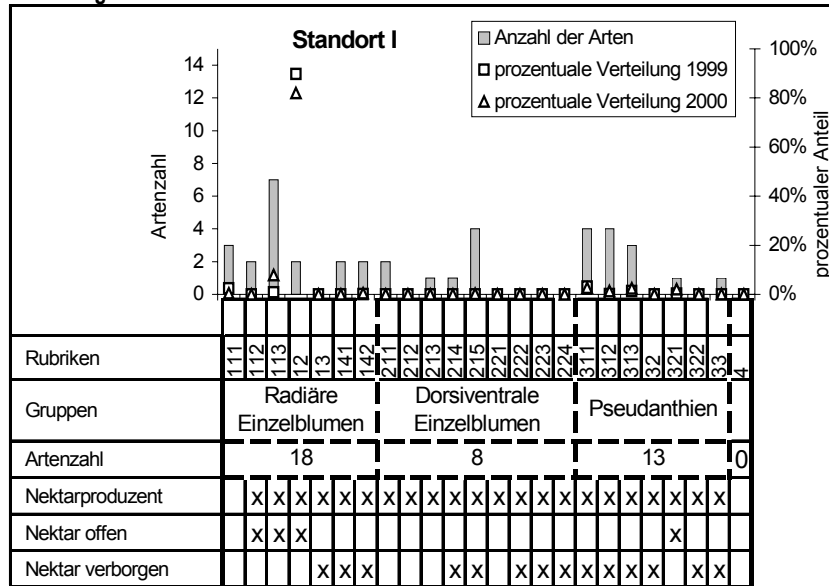


Abbildung 75

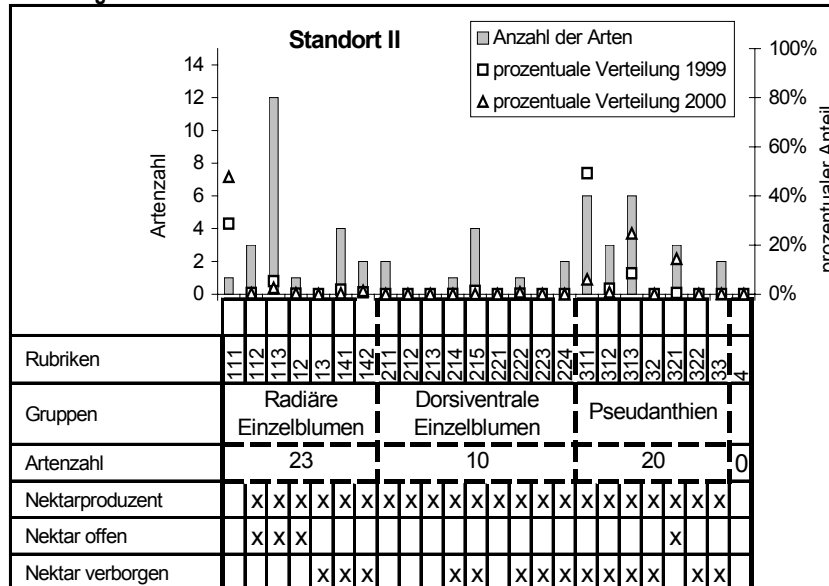
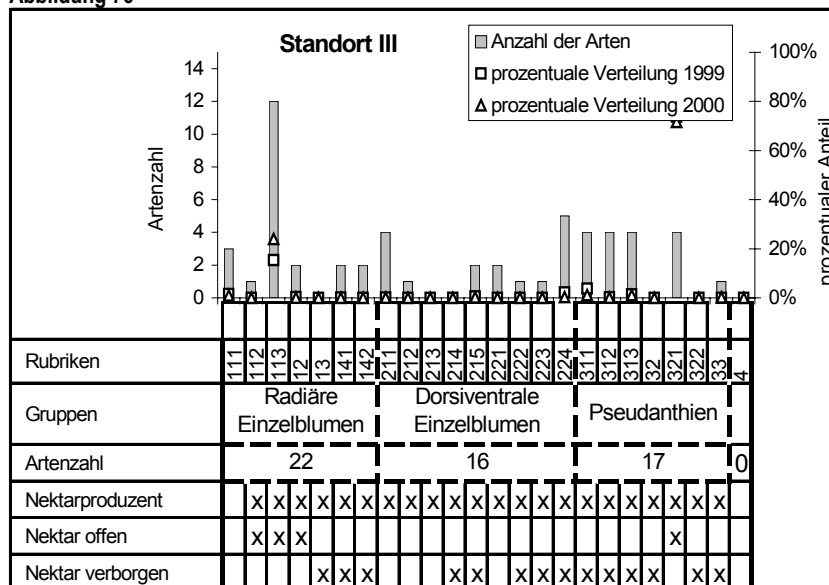


Abbildung 76



Erläuterungen siehe folgende Seite

Abbildung 77

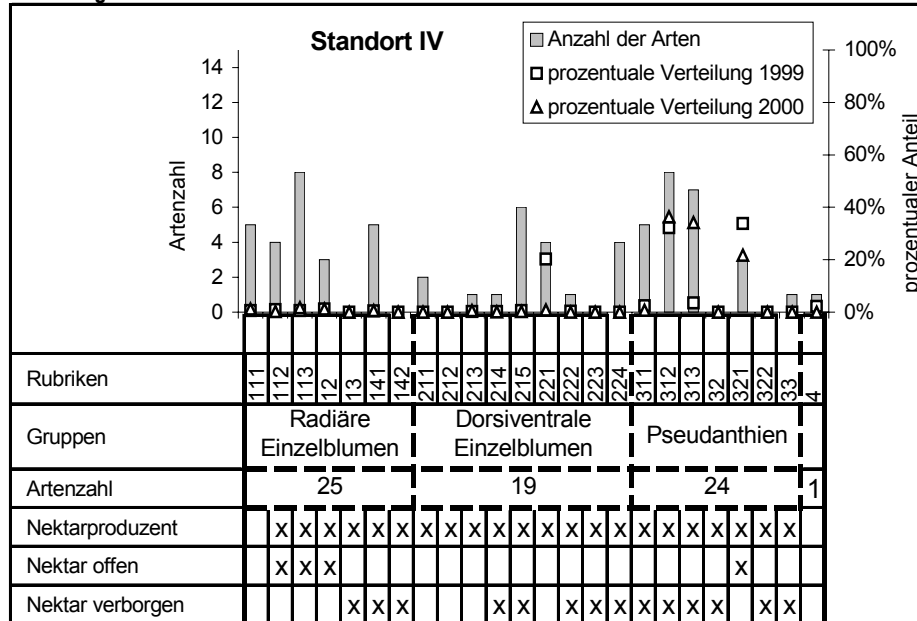
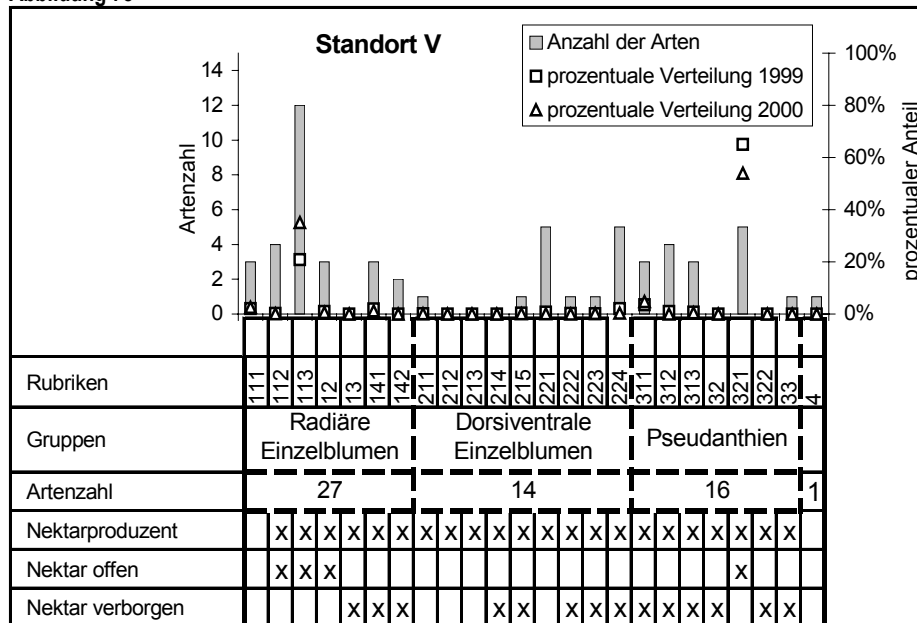


Abbildung 78



LEGENDE:

- graue Balken – Artenzahlen der einzelnen Blumentypen;
- Vierecke – prozentualer Anteil an der Blumendeckung 1999;
- Dreiecke – prozentualer Anteil an der Blumendeckung 2000

RUBRIKEN:

- Radiäre Einzelblume, 1.1. Schalenblume, 1.1.1. Pollenblume (ohne Nektar), 1.1.2. Nektar offen abgeschieden, 1.1.3. Nektar verborgen, 1.2. Trichterblumen, 1.3. Glockenblume, 1.4. Stieltellerblume, 1.4.1. Staubblätter innen, 1.4.2. Staubblätter außen, 2. Dorsiventrale Einzelblume, 2.1. Lippenblume, 2.1.1. eigentliche Lippenblume, 2.1.2. Rachenblume, 2.1.3. Maskenblume, 2.1.4. Viola-Typ, 2.1.5. Verbascum-Typ, 2.2. Schmetterlingsblume, 2.2.1. Klappeinrichtung, 2.2.2. Schnelleinrichtung, 2.2.3. Pumpeinrichtung, 2.2.4. Bürsteneinrichtung, 3. Pseudanthium, 3.1. Köpfchenblume, 3.1.1. ausschließlich Röhrenblüten, 3.1.2. ausschließlich Zungenblüten, 3.1.3. Röhren- und Zungenblüten, 3.2. Scheibenblume, 3.2.1. Nektar offen abgeschieden, 3.2.2. Nektar mehr oder minder verborgen, 3.3. Knäuelblume, 4. Anemophil

Übersicht über den Anteil einzelner Blumentypen am Gesamtblütenangebot

Abbildung 79

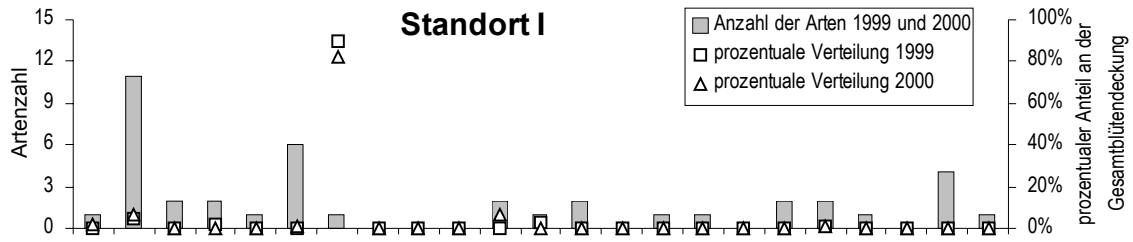


Abbildung 80

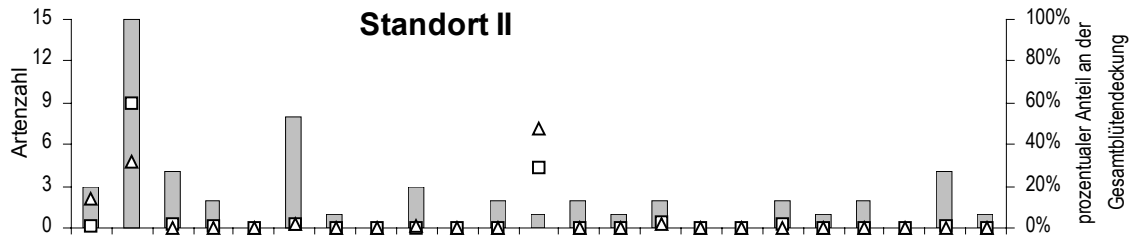


Abbildung 81

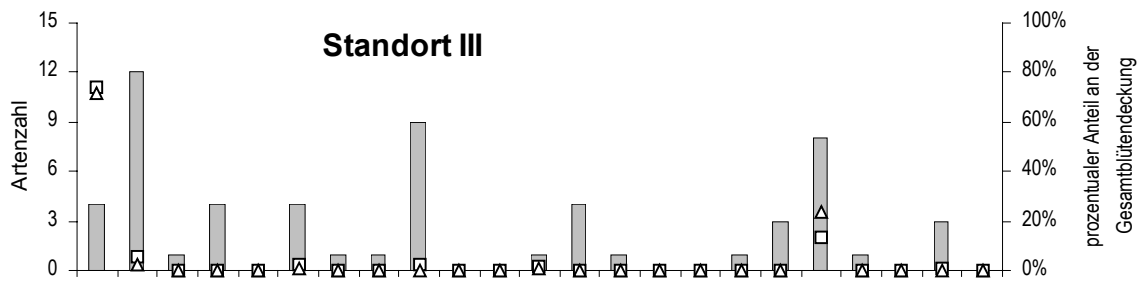


Abbildung 82

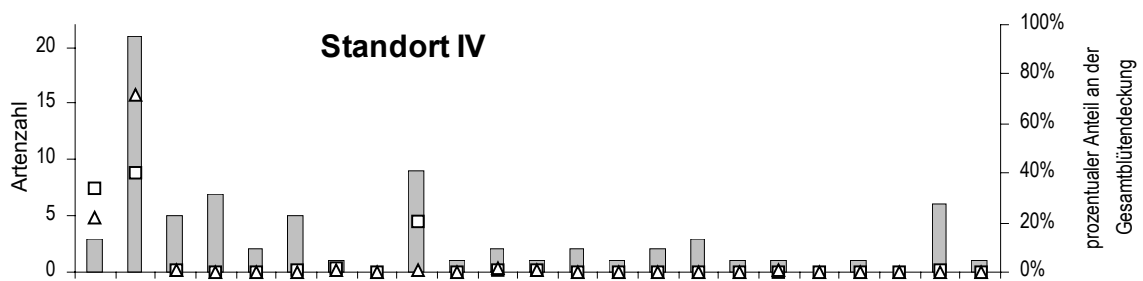
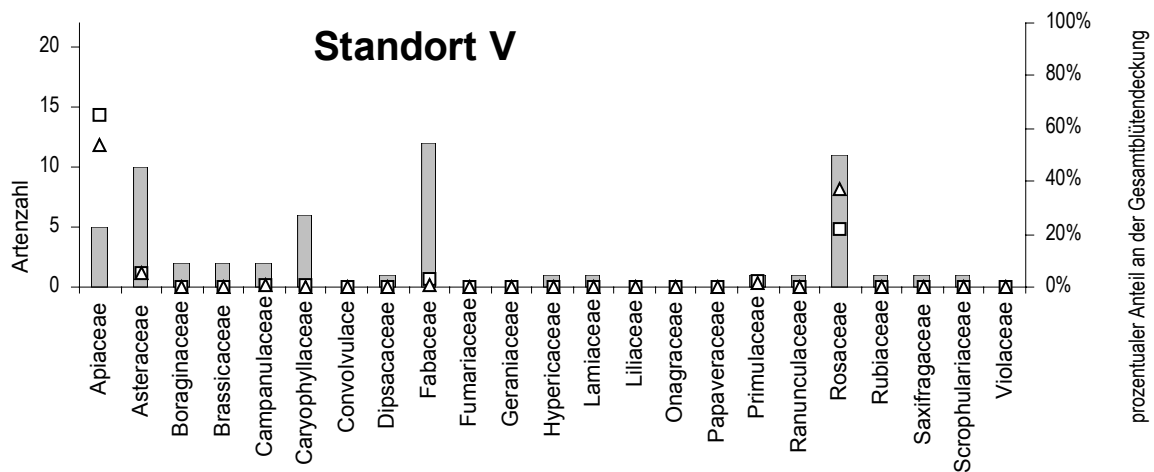


Abbildung 83



Übersicht über den Anteil einzelner Pflanzenfamilien am Gesamtblütenangebot

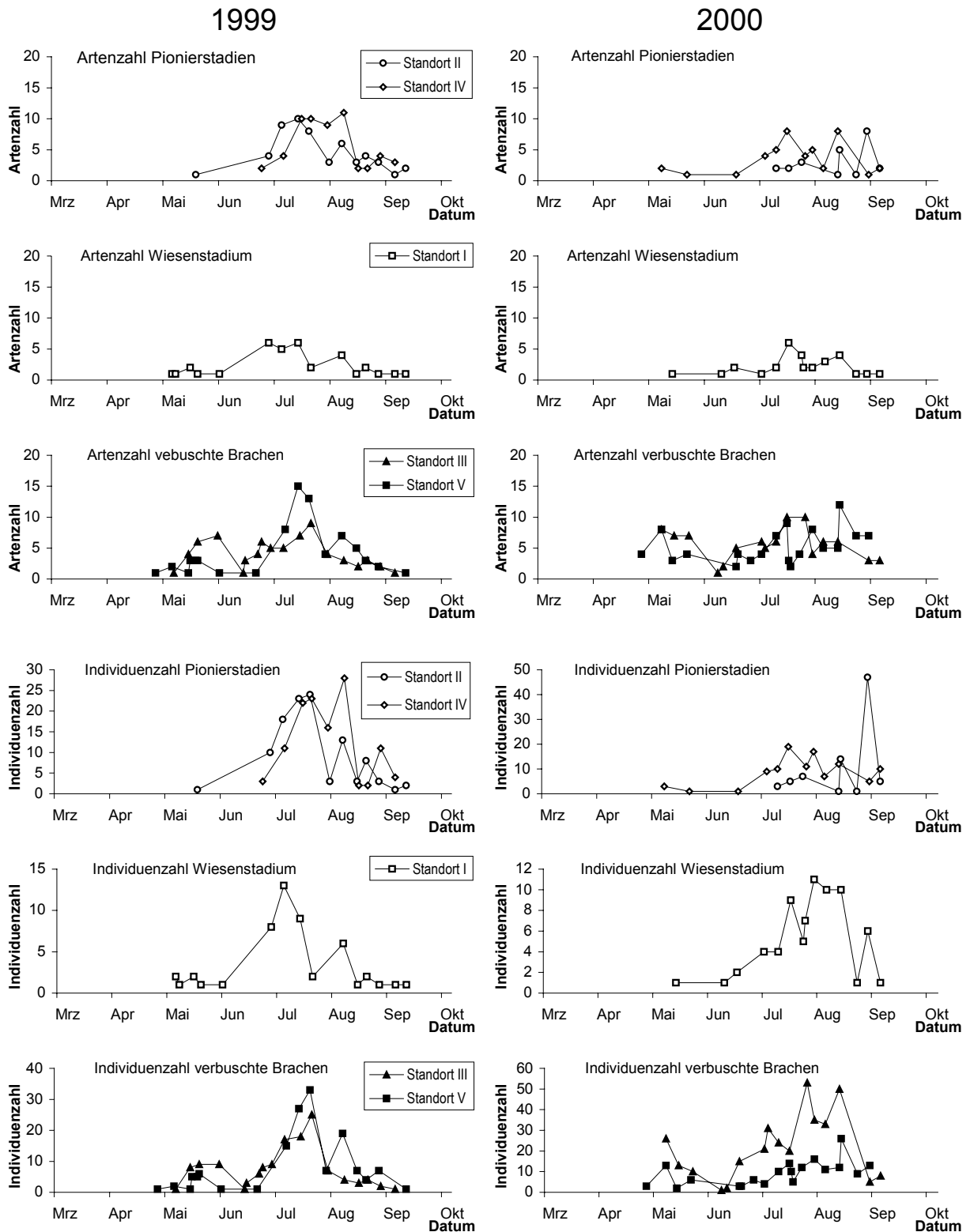


Abbildung 84 zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Syrphidae auf den Untersuchungsstandorten.

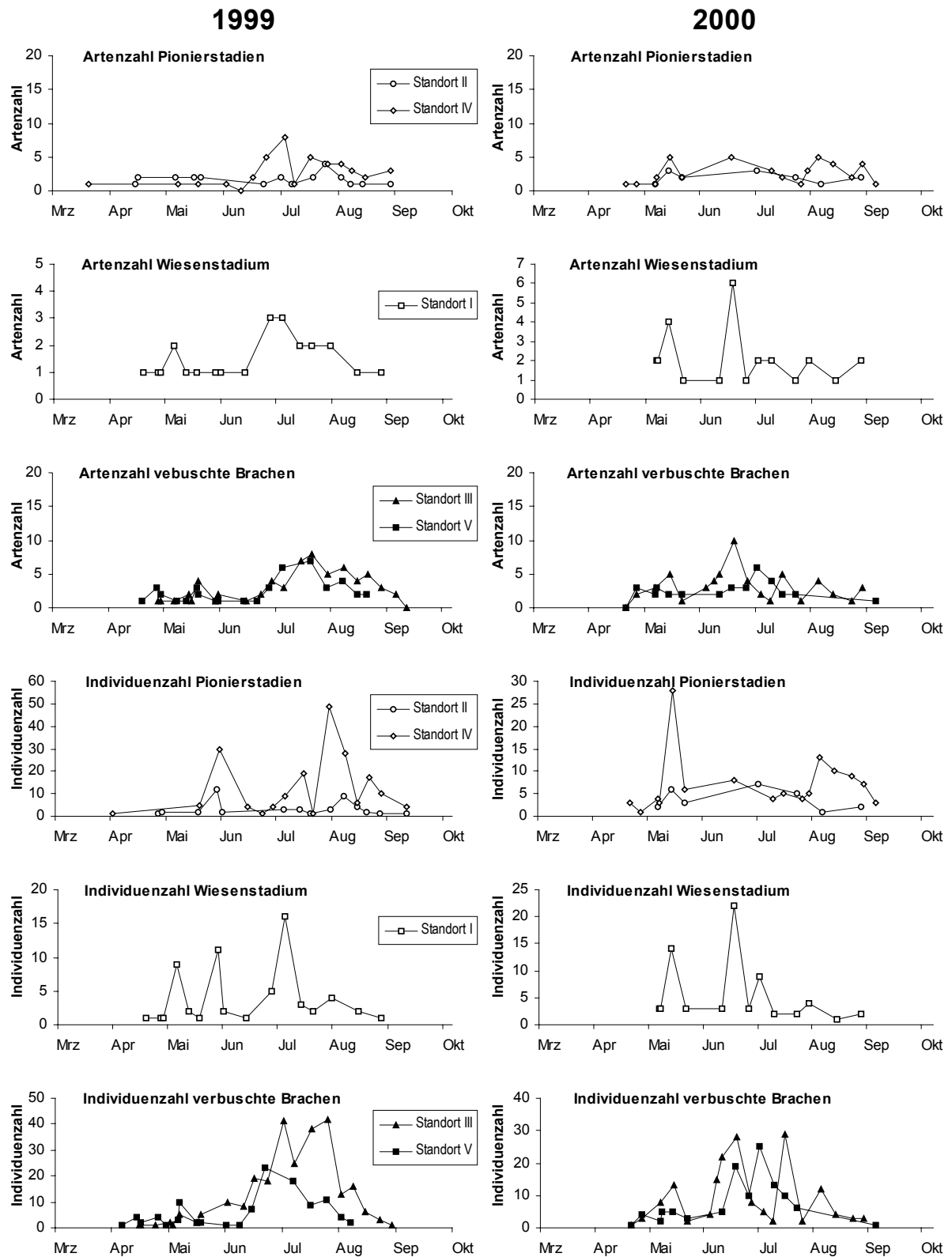
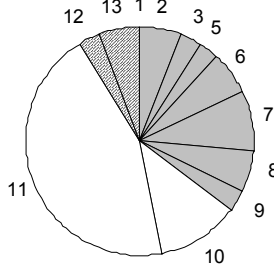


Abbildung 85 zeitliche Verteilung der Arten- und Individuenzahlen der Rhopalocera auf den Untersuchungsstandorten.

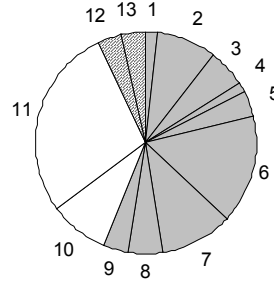
Syrphidae

Artenzahlbasis

junge Brachen

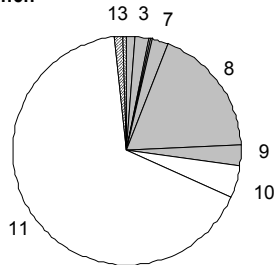


alte Brachen

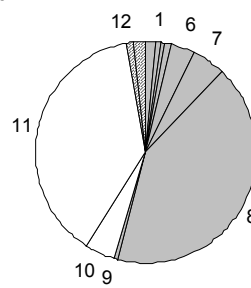


Individuenzahlbasis

junge Brachen



alte Brachen

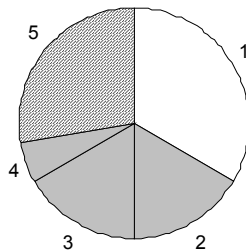


1-stark hygrophil, 2-hygrophil, 3-schwach hygrophil, 4-schwach waldliebend und hygrophil, 5-waldliebend und schwach hygrophil, 6-waldliebend, 7-schwach waldliebend, 8-schwach waldliebend und eurytop, 9-schwach hygrophil und eurytop, 10-schwach eurytop, 11-eurytop, 12-unsicher xerophil, 13-xerophil.

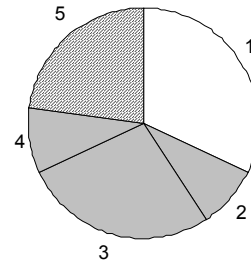
Rhopalocera

Artenzahlbasis

junge Brachen

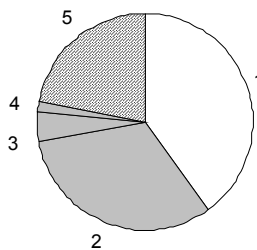


alte Brachen

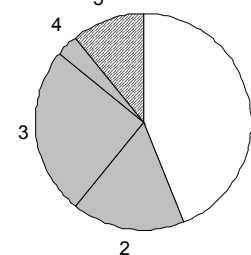


Individuenzahlbasis

junge Brachen



alte Brachen



1-Wiesen, 2-Säume, 3-Lichtungen, 4-xerotherme Lichtungen und Säume, 5-xerotherme Standorte

Abbildung 86 Gruppierung der Arten und Individuen der Syrphidae und Rhopalocera nach ökologischen Ansprüchen und bevorzugten Biotopen.

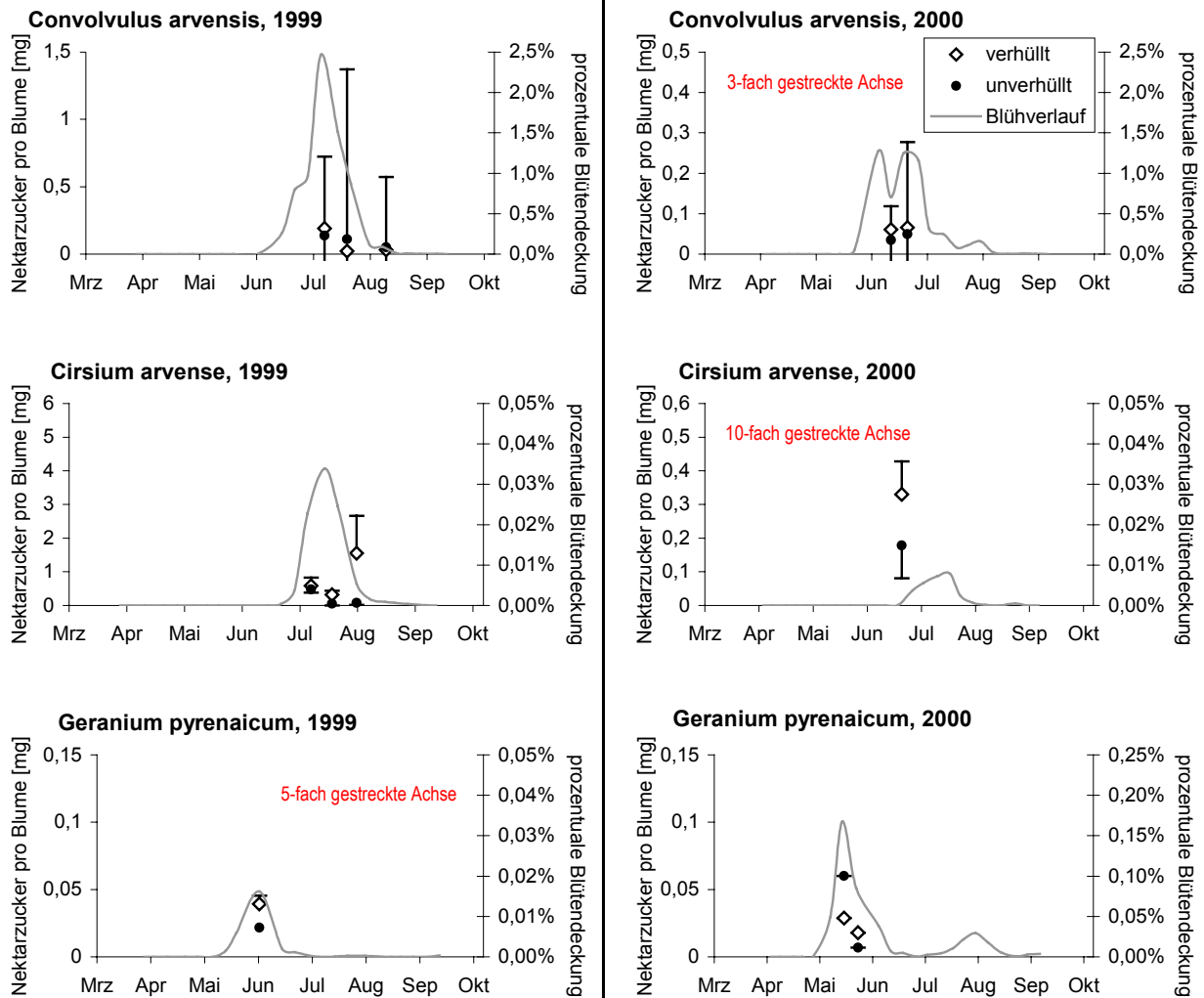


Abbildung 87 Blühverlauf 1999 und 2000 sowie durchschnittliche Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort I. Die Fehlerbalken weisen für Proben aus unverhüllten Blüten nach oben, für Proben aus verhüllten Blüten nach unten.

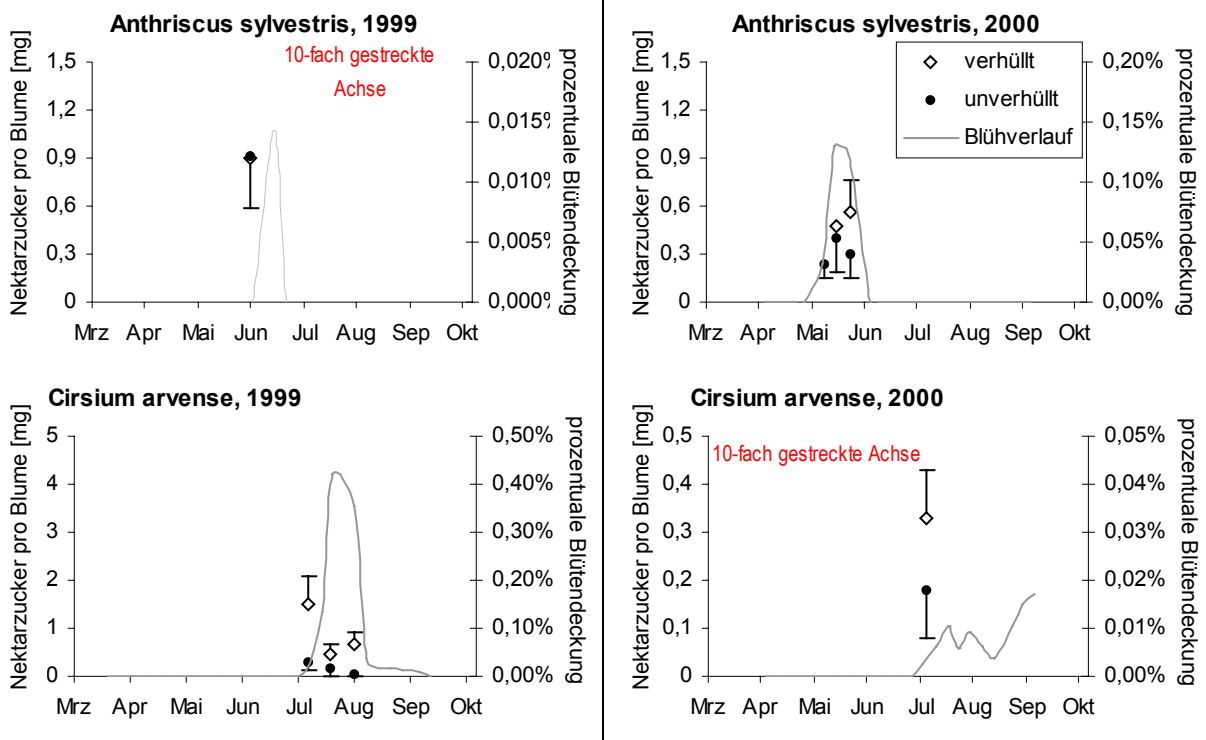


Abbildung 88 Blühverlauf 1999 und 2000 sowie durchschnittliche Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort II. Die Fehlerbalken weisen für Proben aus unverhüllten Blüten nach oben, für Proben aus verhüllten Blüten nach unten.

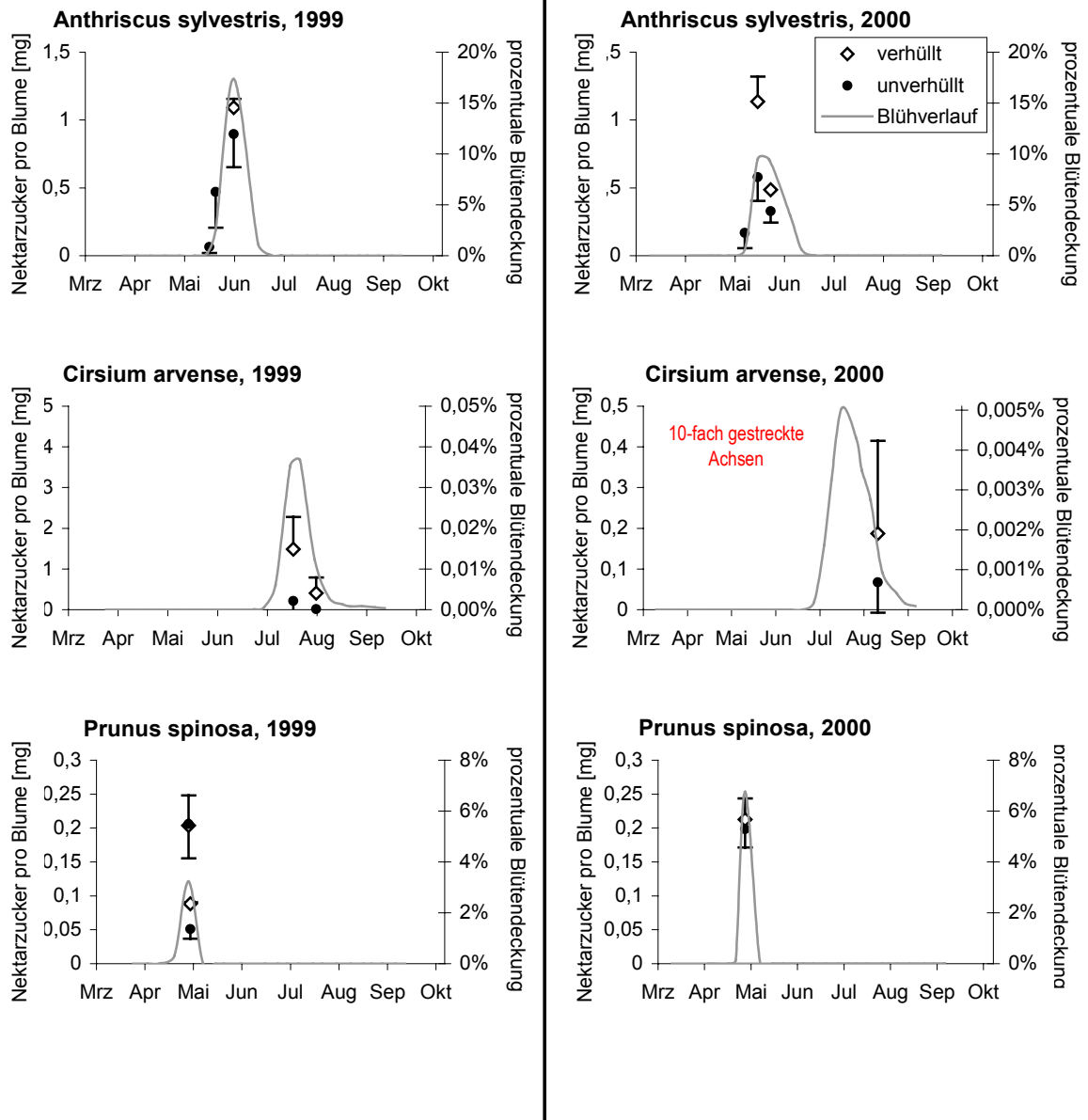


Abbildung 89 Blühverlauf 1999 und 2000 sowie durchschnittliche Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort III. Die Fehlerbalken weisen für Proben aus unverhüllten Blüten nach oben, für Proben aus verhüllten Blüten nach unten.

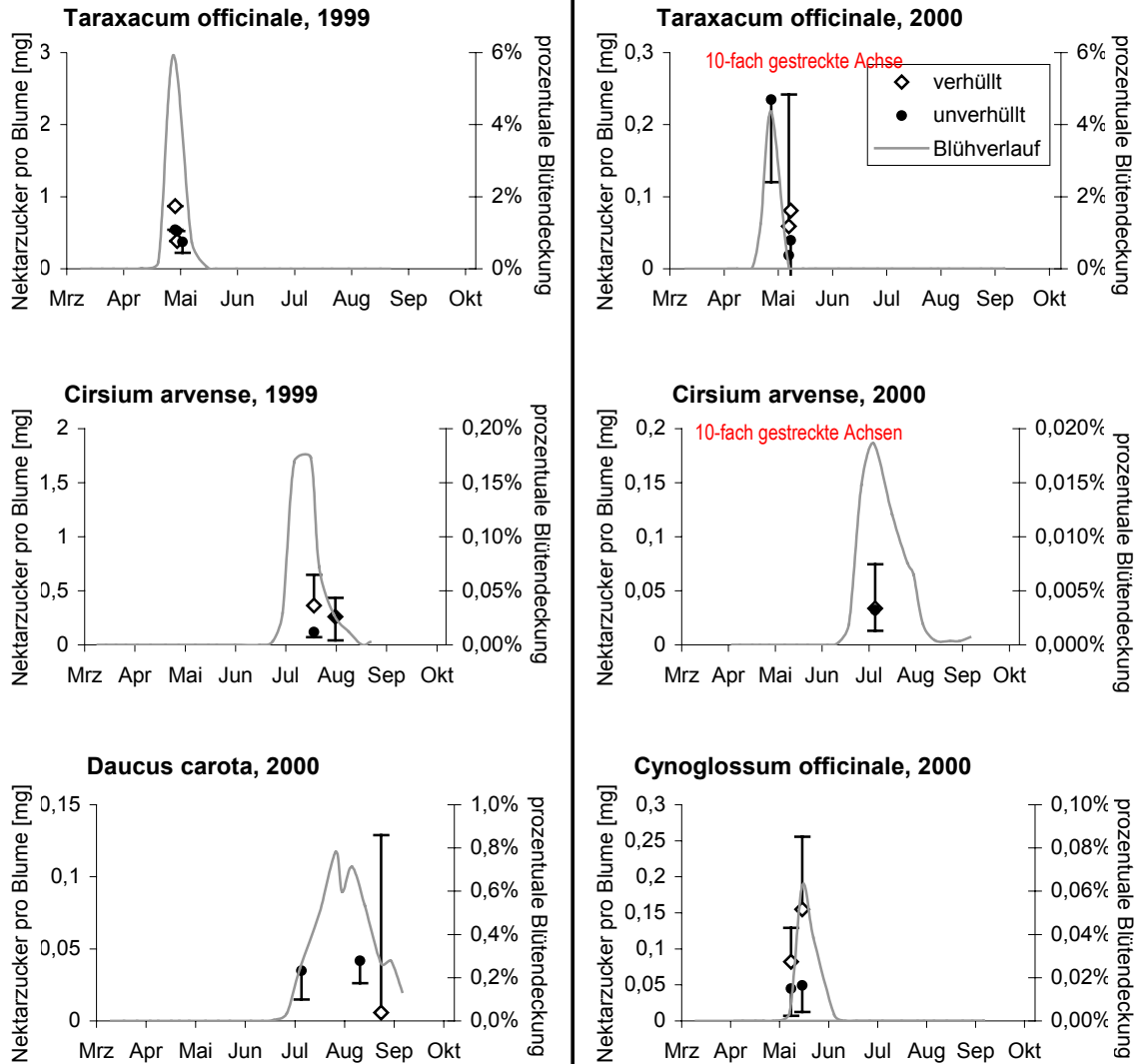


Abbildung 90 Blühverlauf 1999 und 2000 sowie durchschnittliche Nektarzucker­menge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort IV. Die Fehlerbalken weisen für Proben aus unverhüllten Blüten nach oben, für Proben aus verhüllten Blüten nach unten.

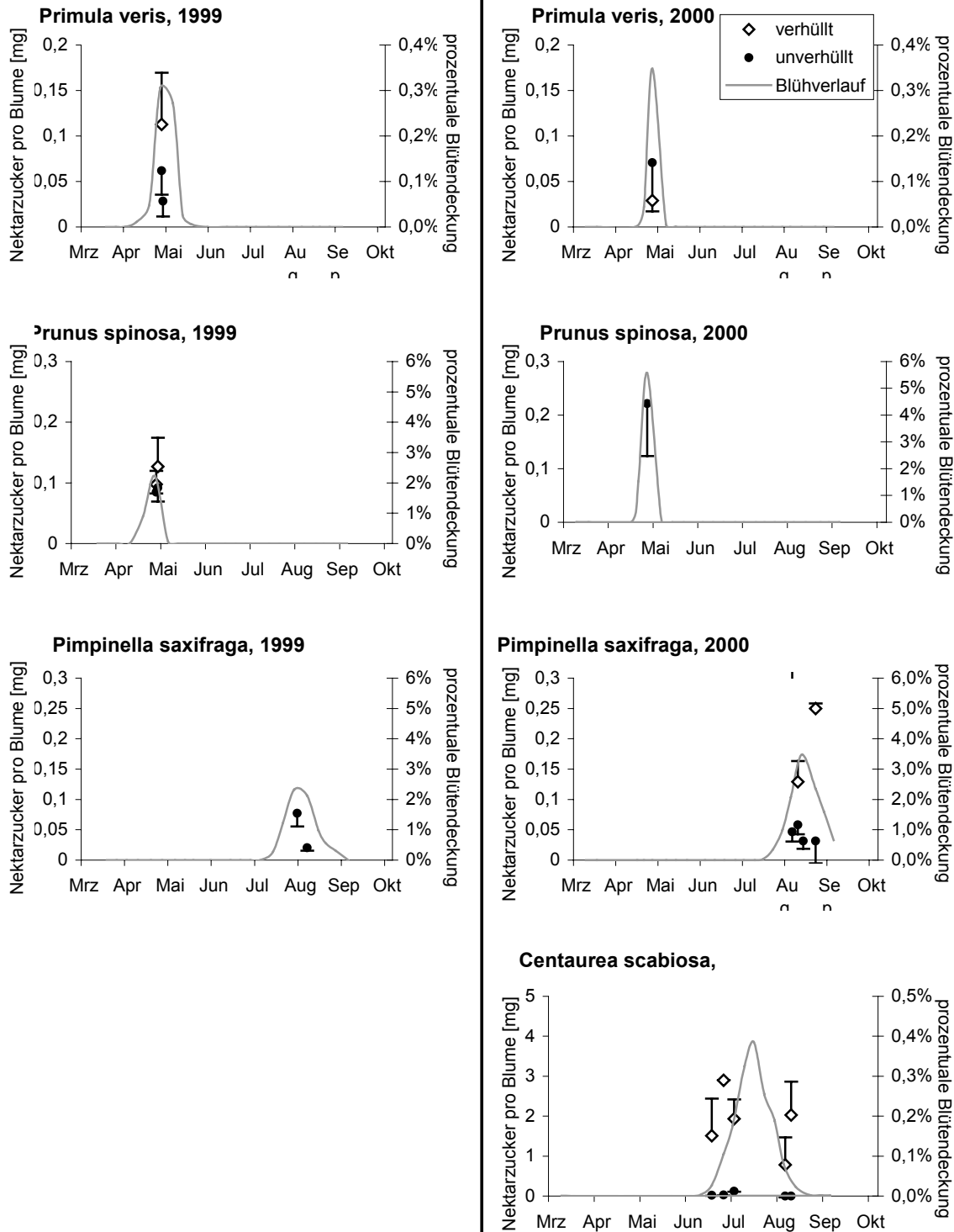


Abbildung 91 Blühverlauf 1999 und 2000 sowie durchschnittliche Nektarzuckermenge einer Blüte für alle beprobten Arten auf Standort V. Die Fehlerbalken weisen für Proben aus unverhüllten Blüten nach oben, für Proben aus verhüllten Blüten nach unten.

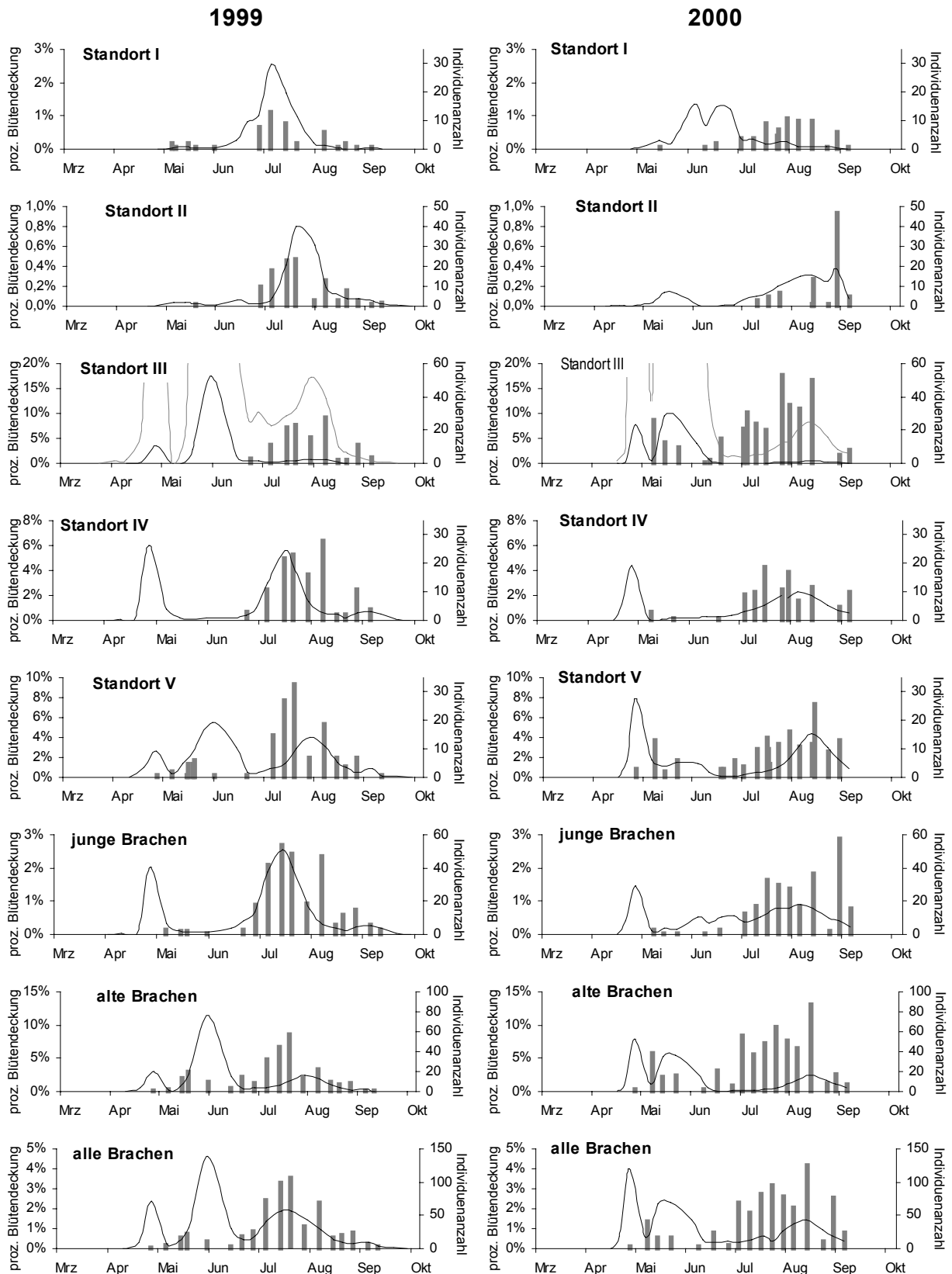


Abbildung 92 Übersicht über die zeitlichen Verläufe des Blütenangebotes und der Abundanz der Syrphidae. Die schwarzen Linien stehen für die prozentuale Blütendeckung auf den Flächen, die in grau dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen. Die grauen Balken zeigen die Individuenzahlen der Syrphidae.

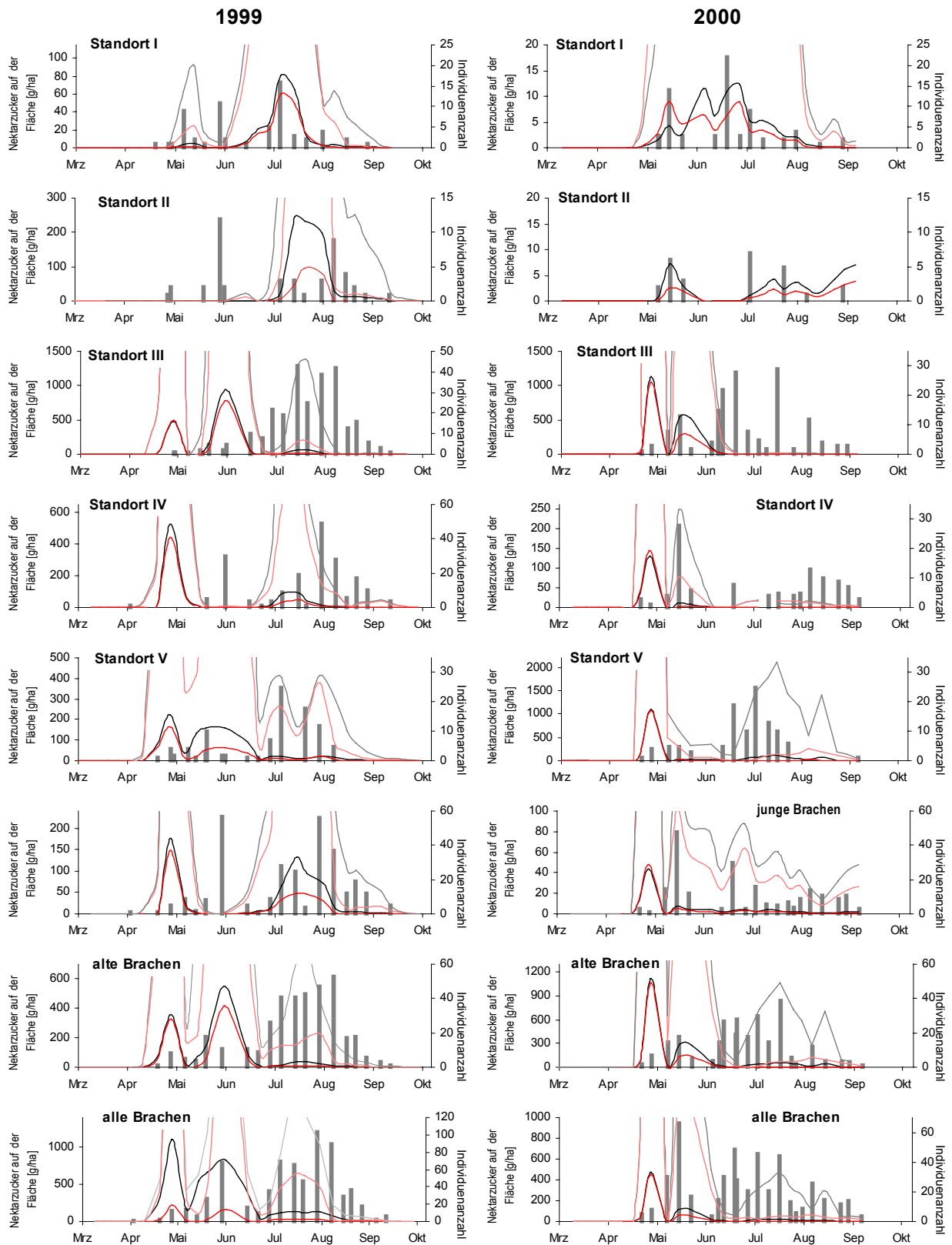


Abbildung 93 Übersicht über die zeitlichen Verläufe des Nektarangebotes und der Abundanz der Lepidoptera. Schwarz gezeichnete Linien stehen für die Werte des Produktionspotentials (verhüllte und damit vor Insektenbesuch geschützte Blüten), rote Linien für die Werte des tatsächlichen Nektarangebotes (unverhüllte und damit Insekten zugängliche Blüten). Die in hellen Farben dargestellten Kurven sind zwanzigfach überhöhte Detaildarstellungen. Die grauen Balken zeigen die Individuenzahlen der Lepidoptera. Die Achsen sind aus Gründen der besseren Sichtbarkeit unterschiedlich skaliert.

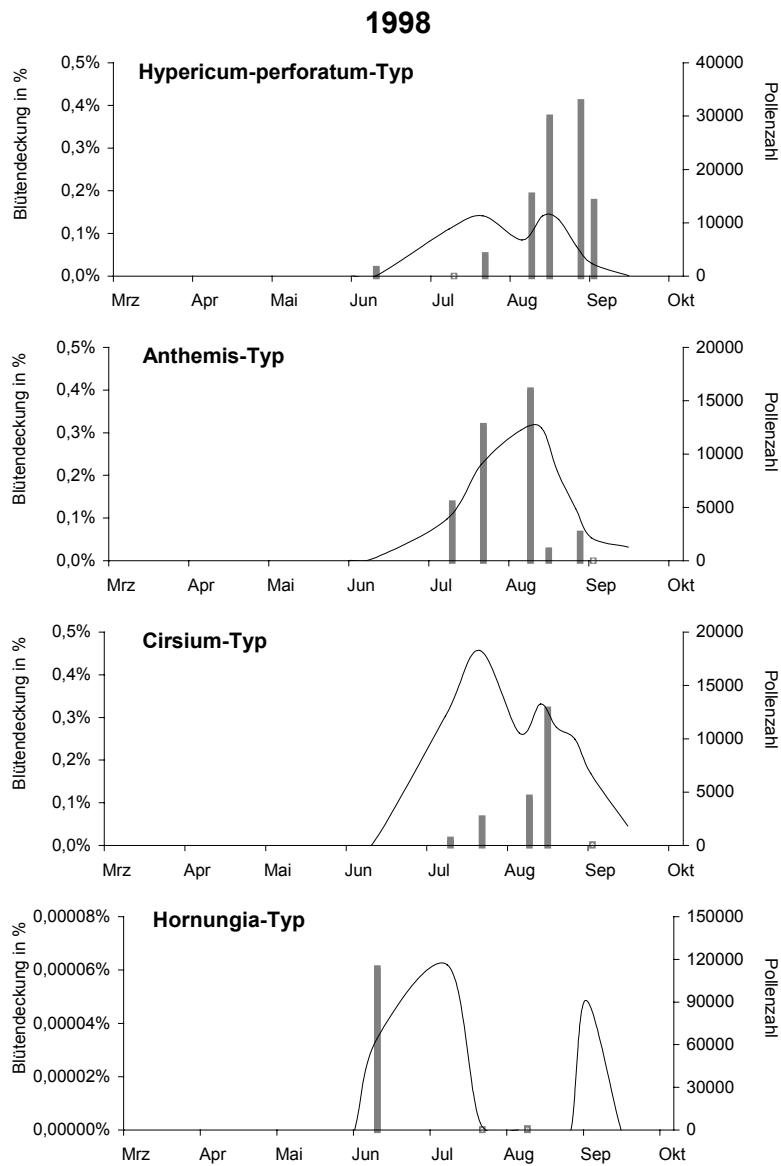


Abbildung 94 Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 1998, gemittelt über alle Standorte.

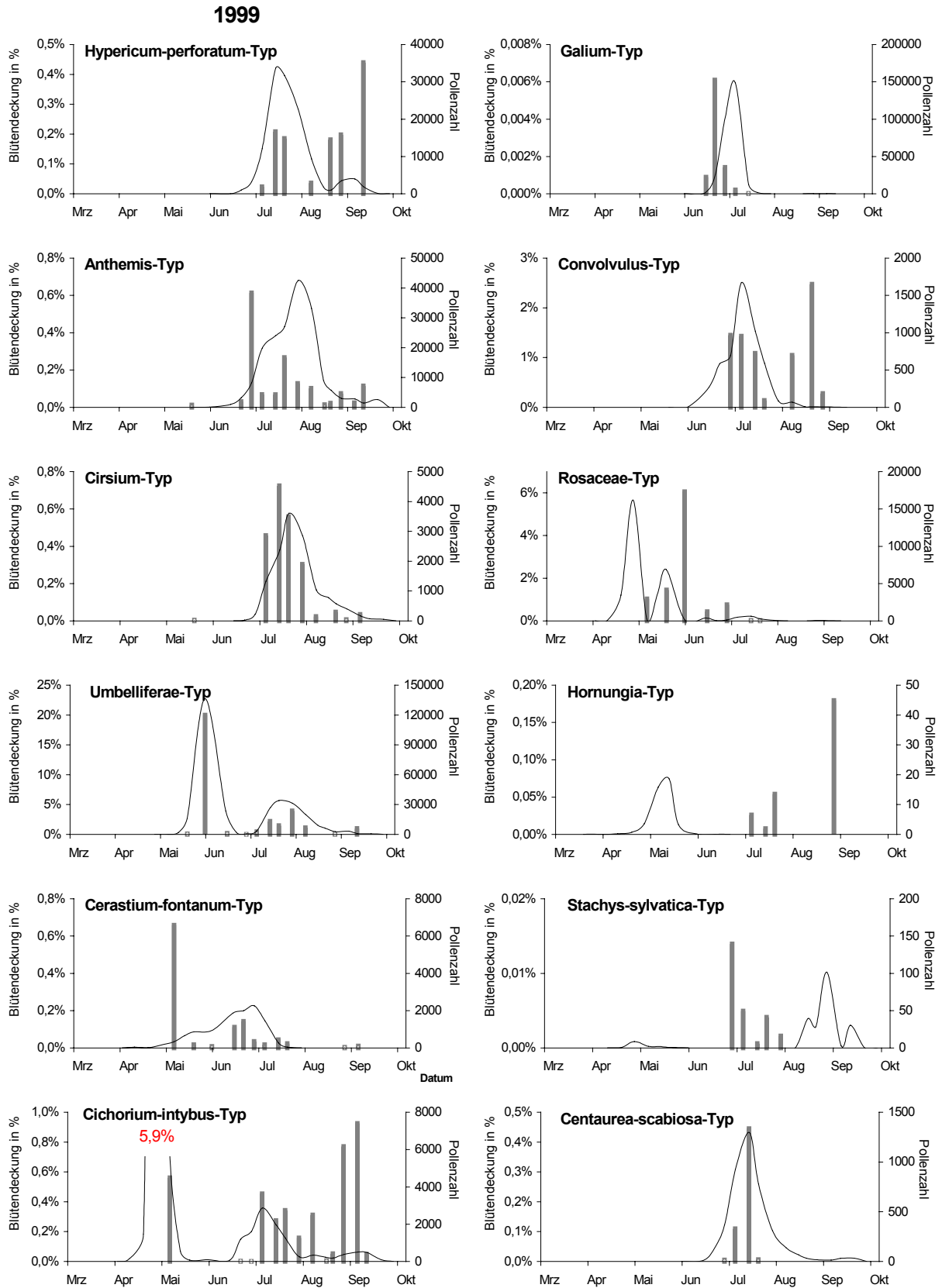


Abbildung 95 Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 1999, gemittelt über alle Standorte.

2000

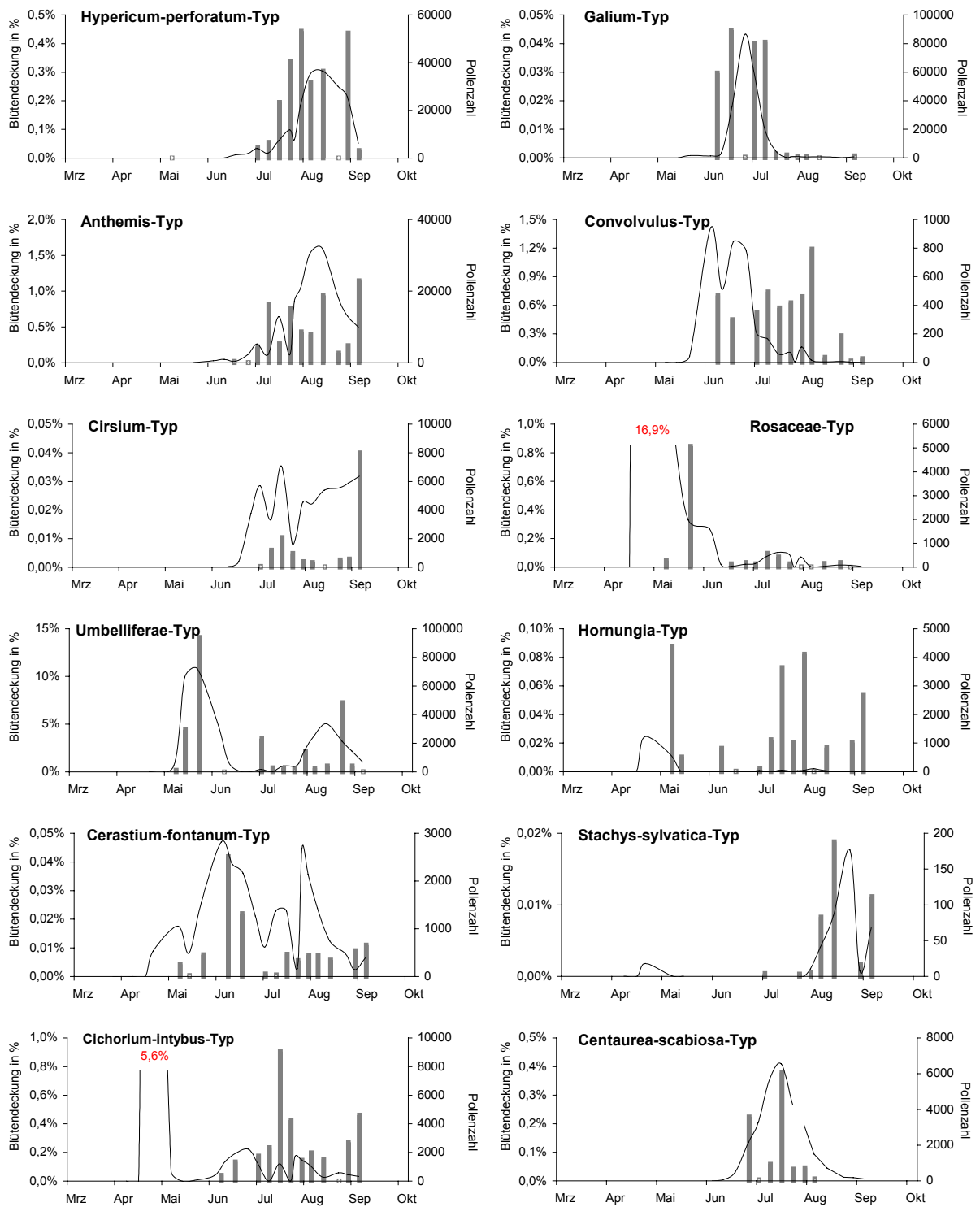
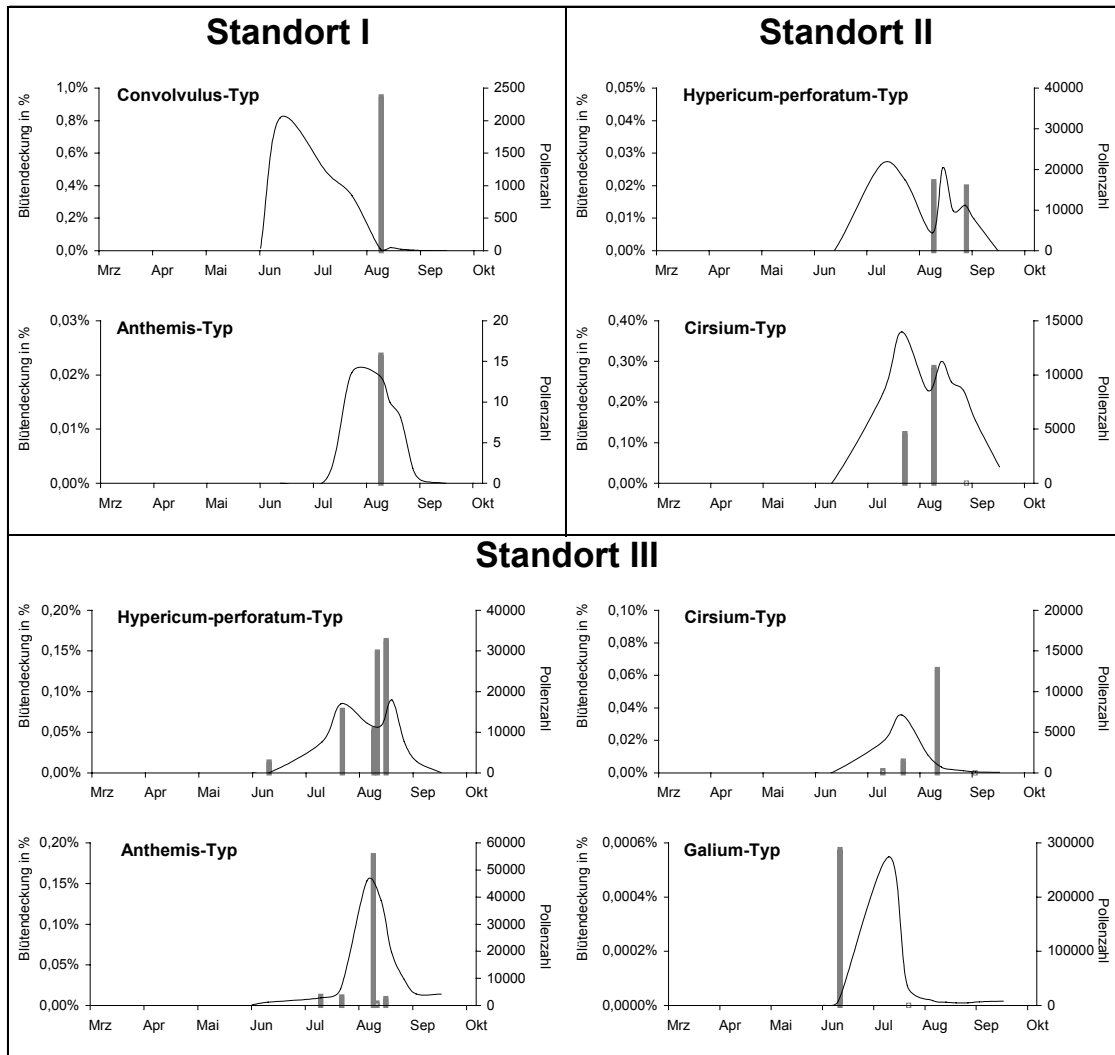


Abbildung 96 Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 2000, gemittelt über alle Standorte.



Erläuterungen siehe folgende Seite

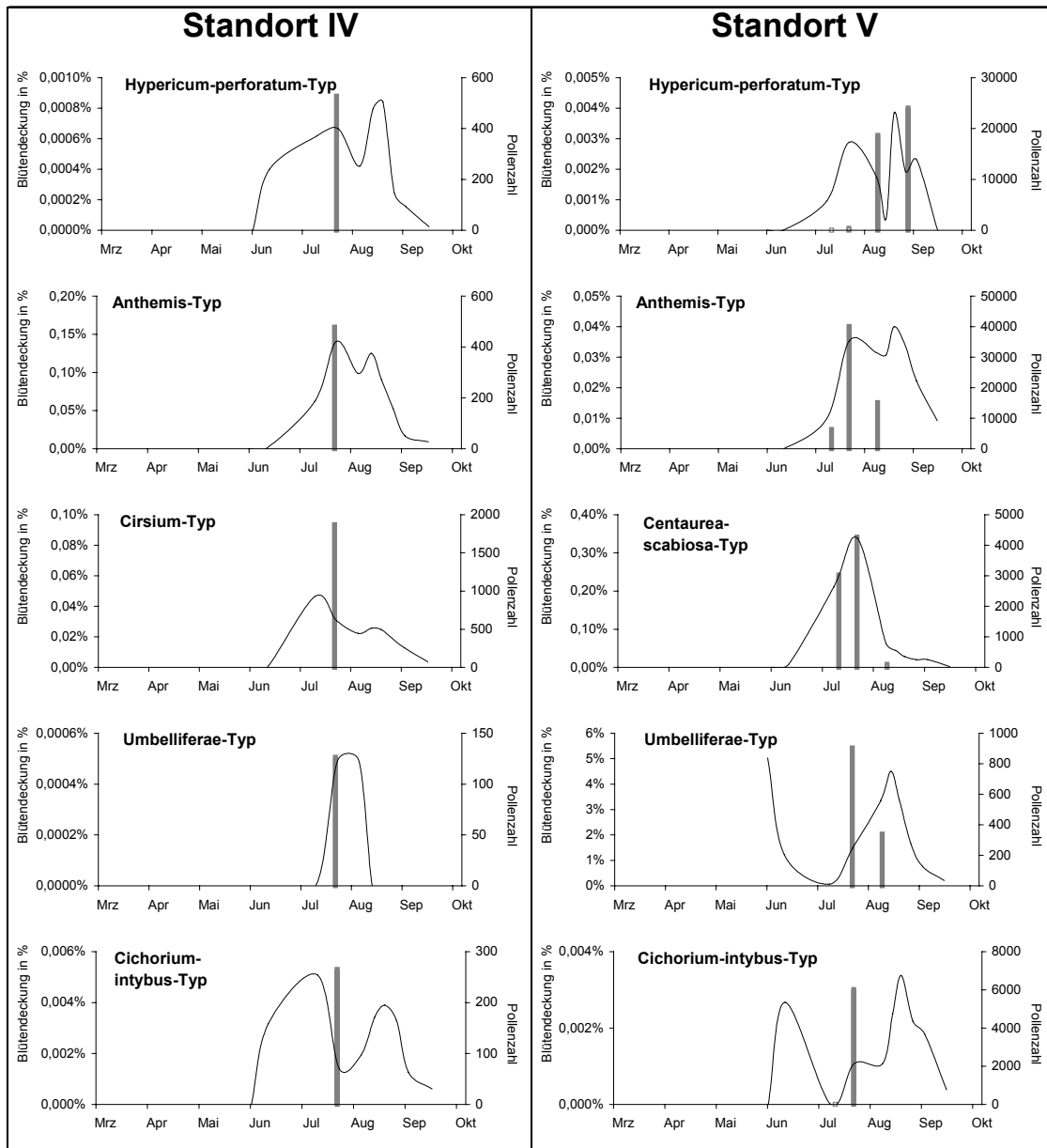


Abbildung 97 Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 1998, Einzeldarstellung aller Standorte.

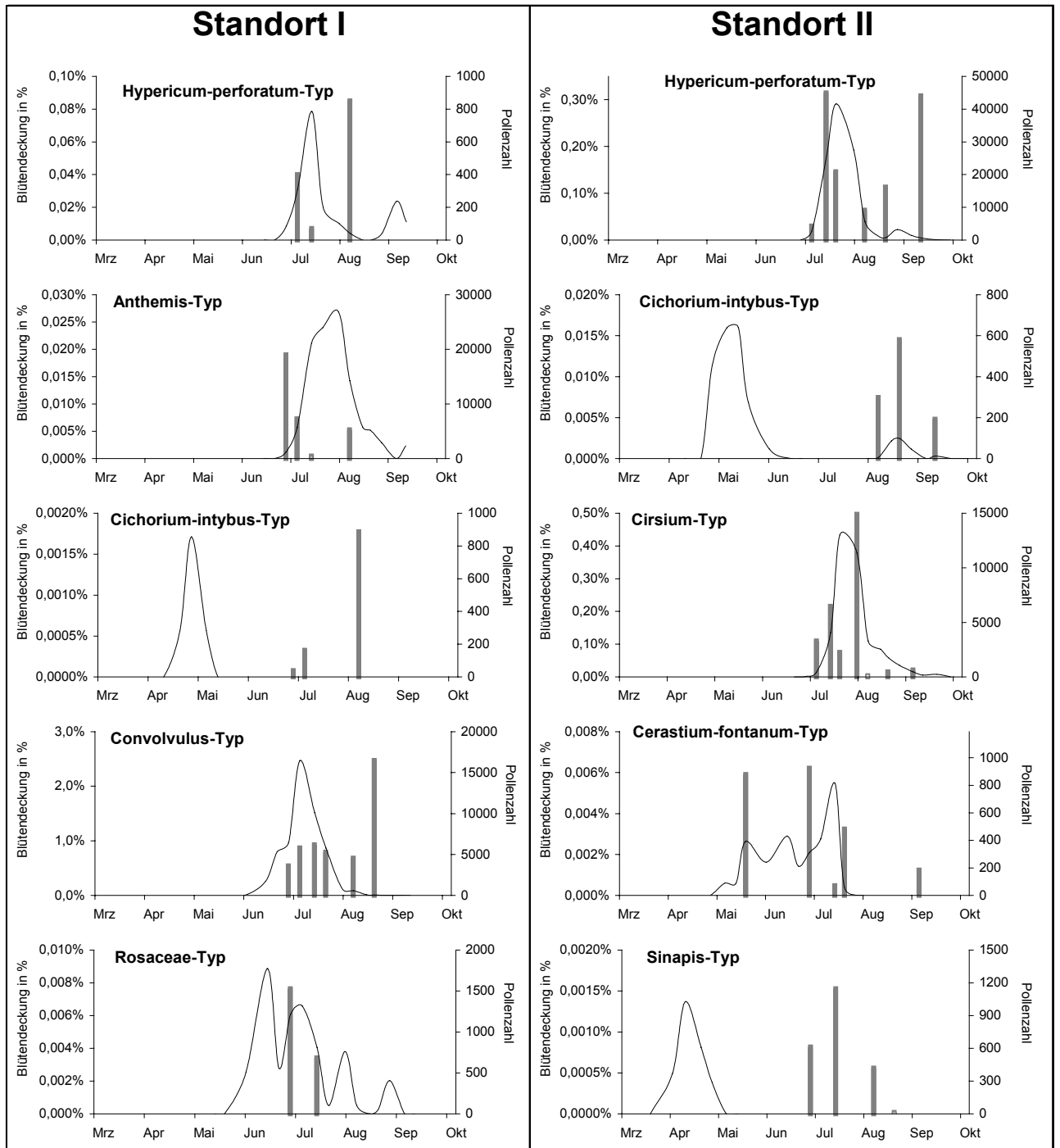


Abbildung 98, erste Seite

Standort III

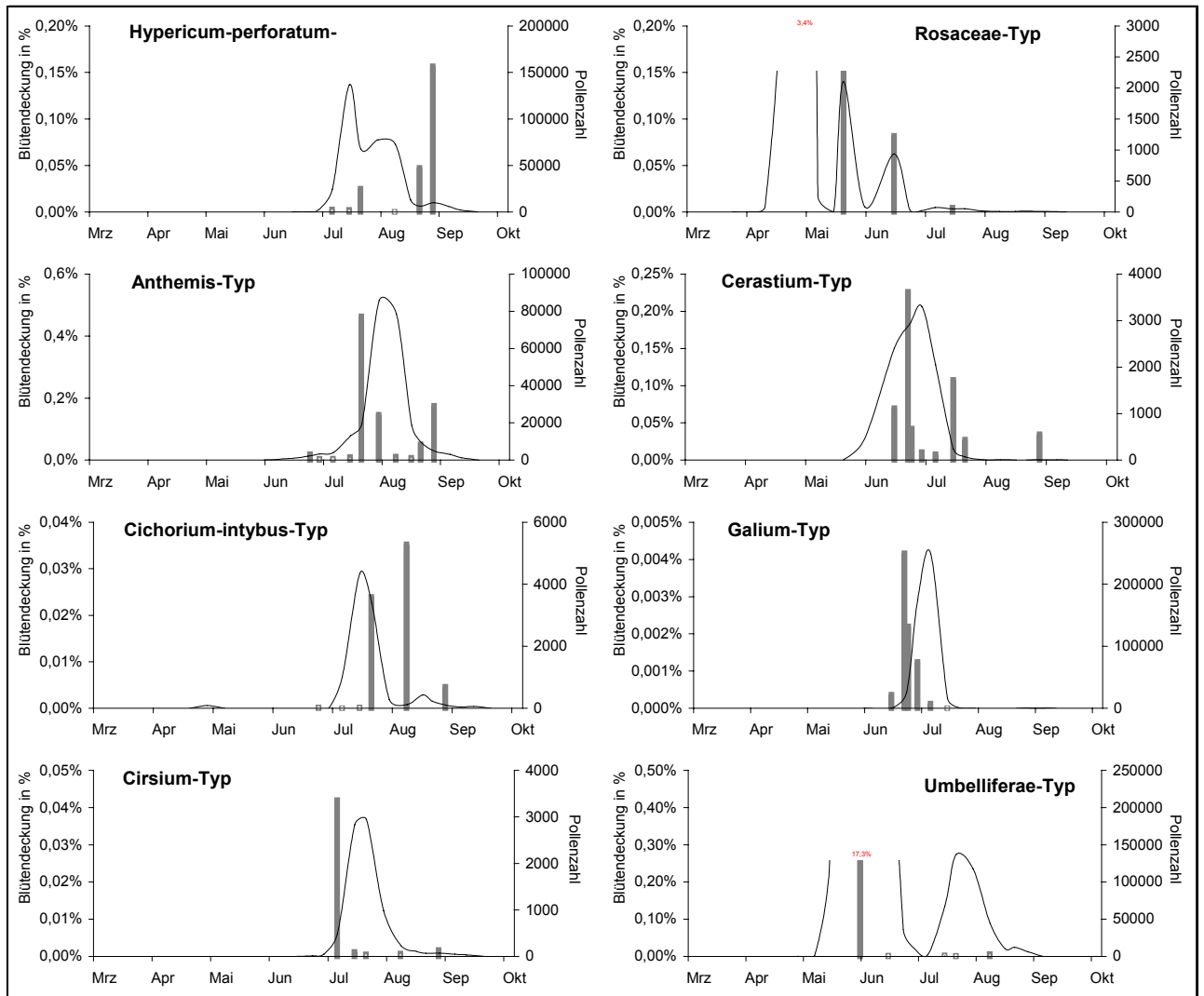


Abbildung 98, zweite Seite

Standort IV

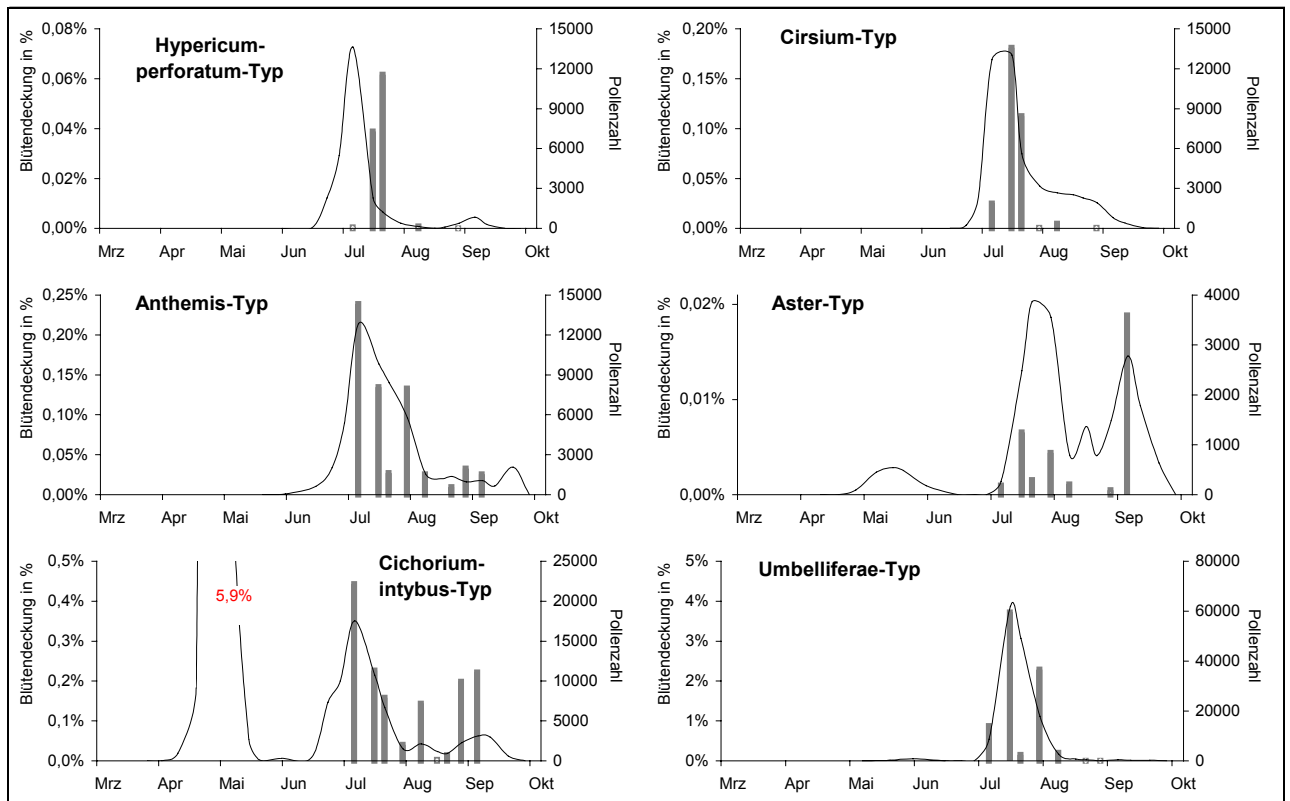


Abbildung 98, dritte Seite

Standort V

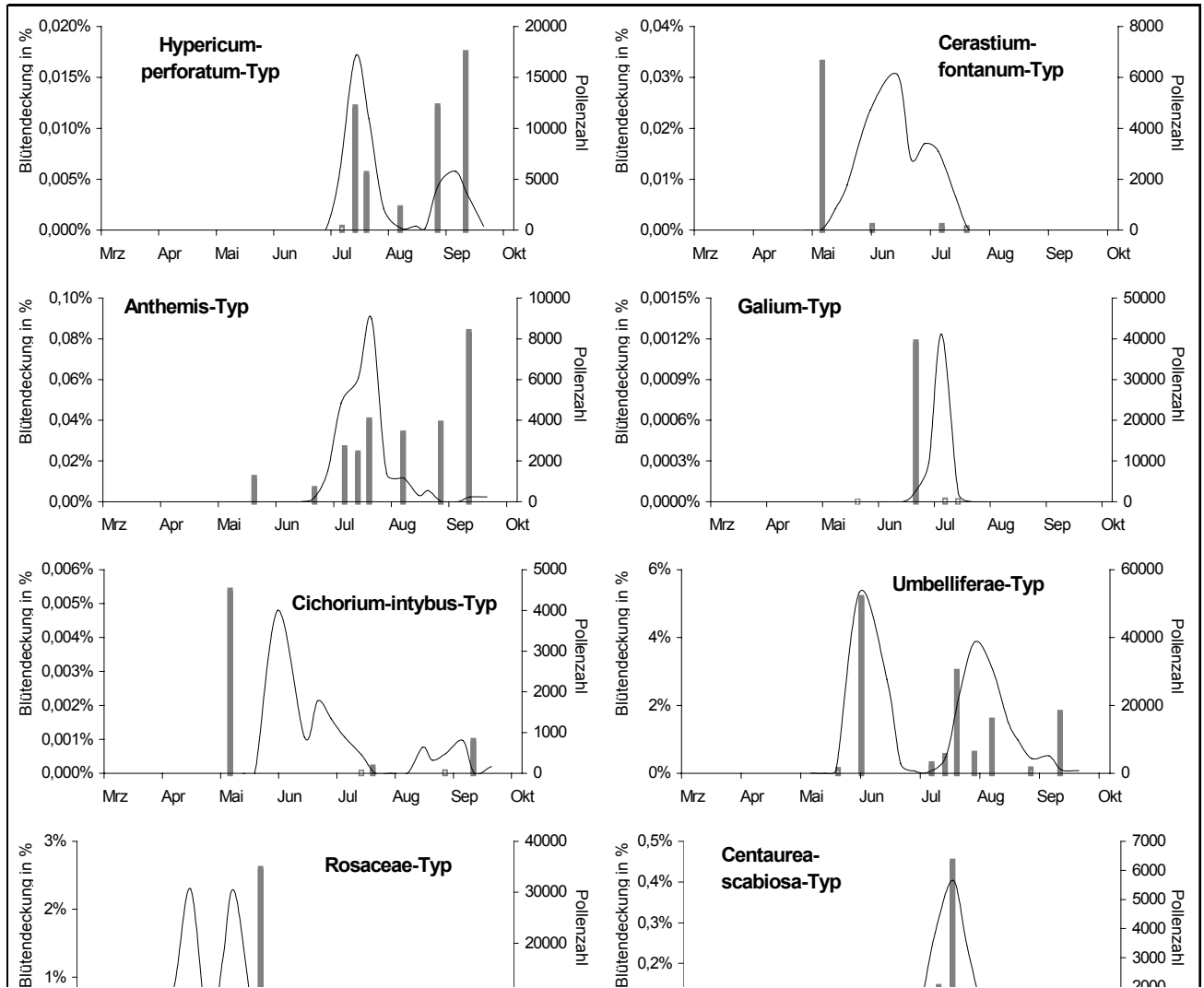


Abbildung 98, letzte Seite Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 1999, Einzeldarstellung aller Standorte, letzte Seite.

Standort I

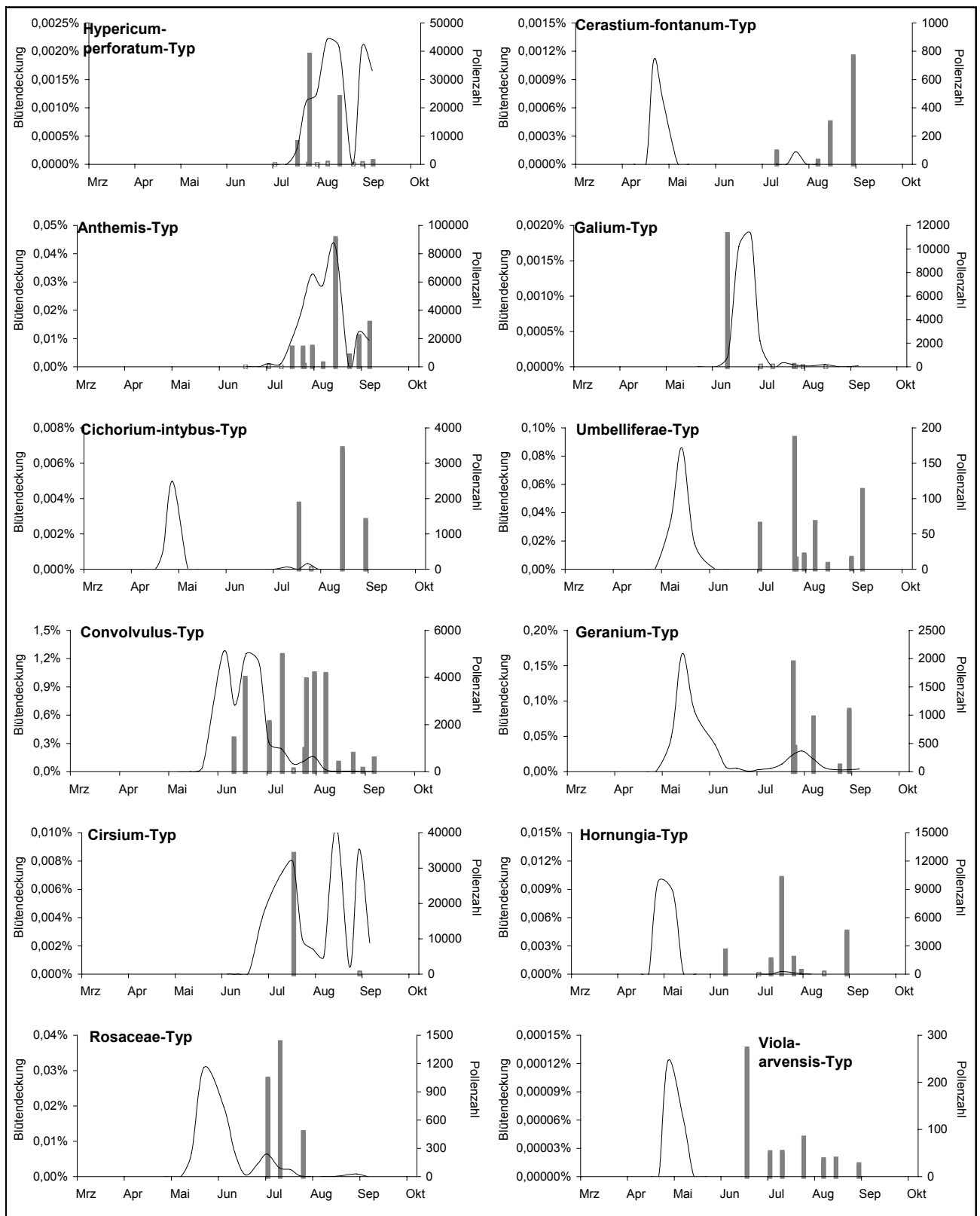


Abbildung 99, erste Seite

Standort II

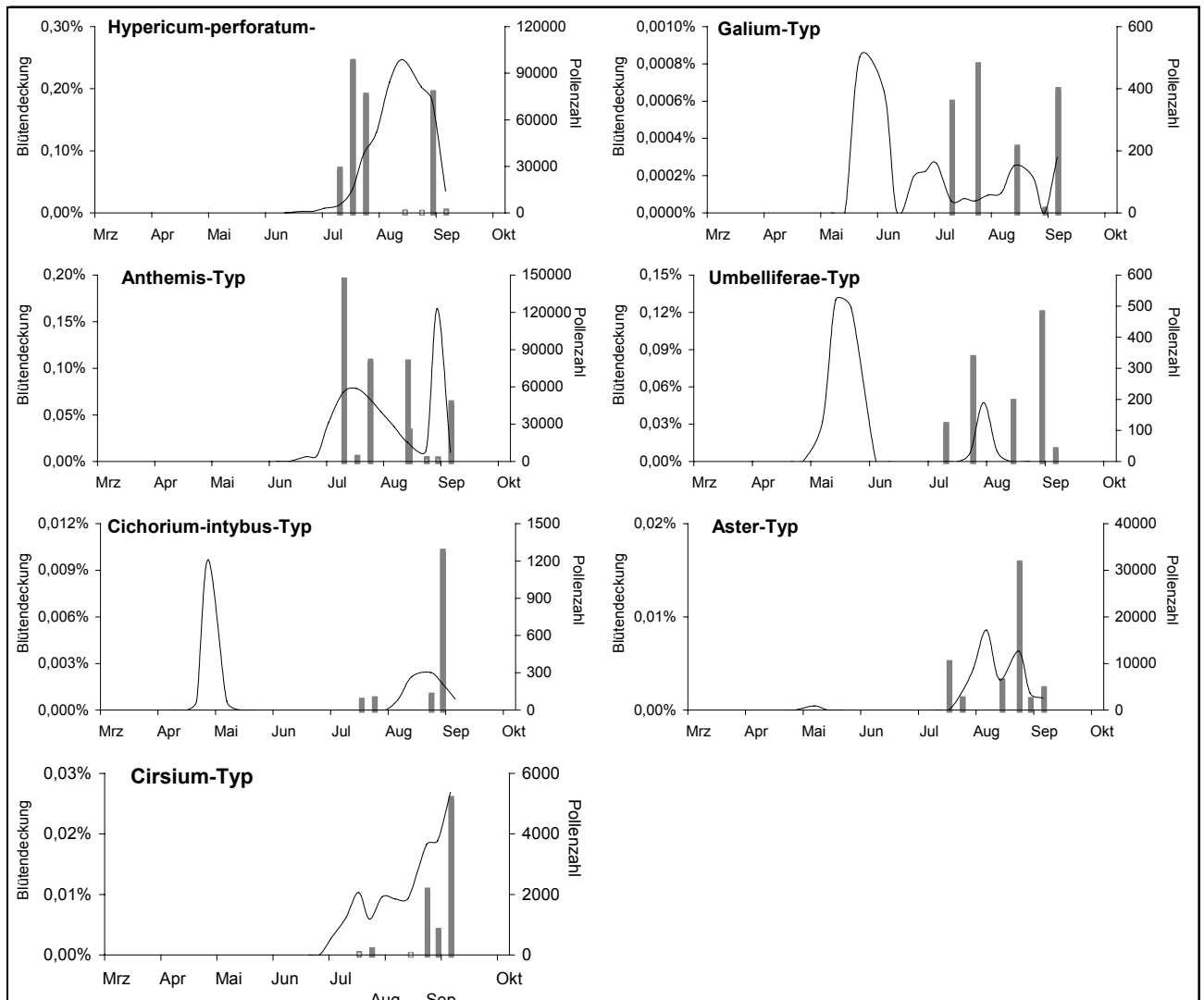


Abbildung 99, zweite Seite

Standort III

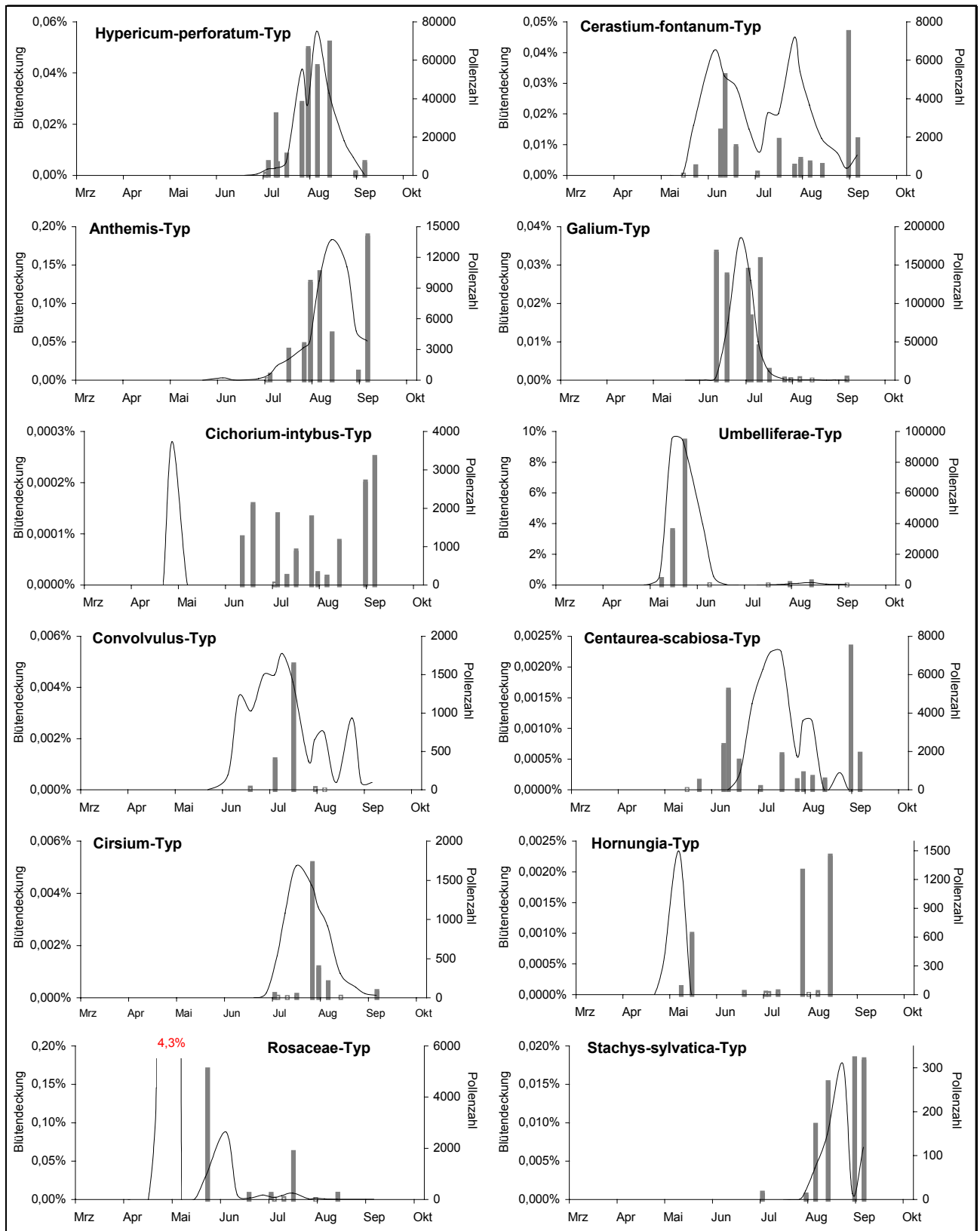


Abbildung 99, dritte Seite

Standort IV

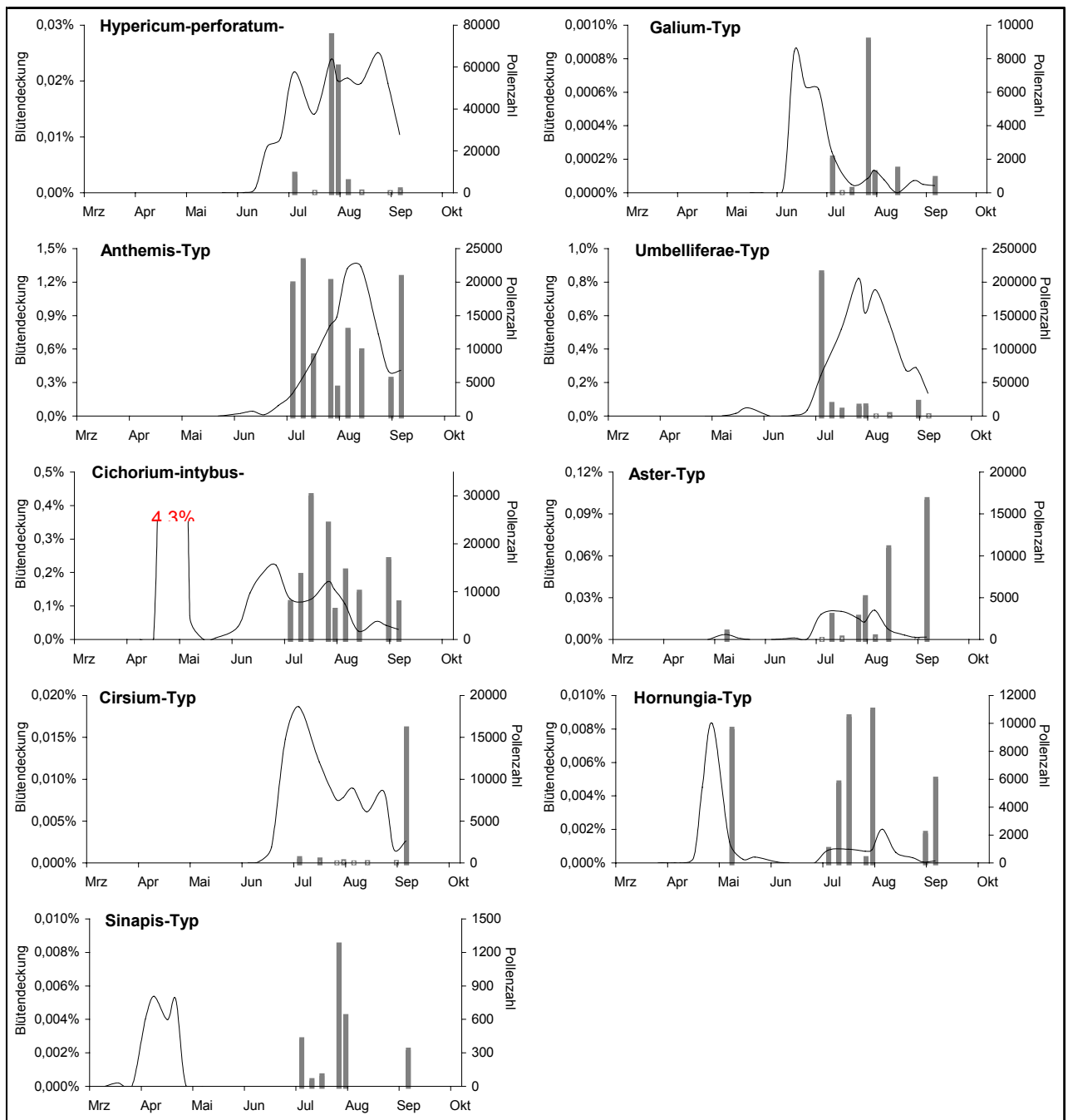


Abbildung 99, vierte Seite

Standort V

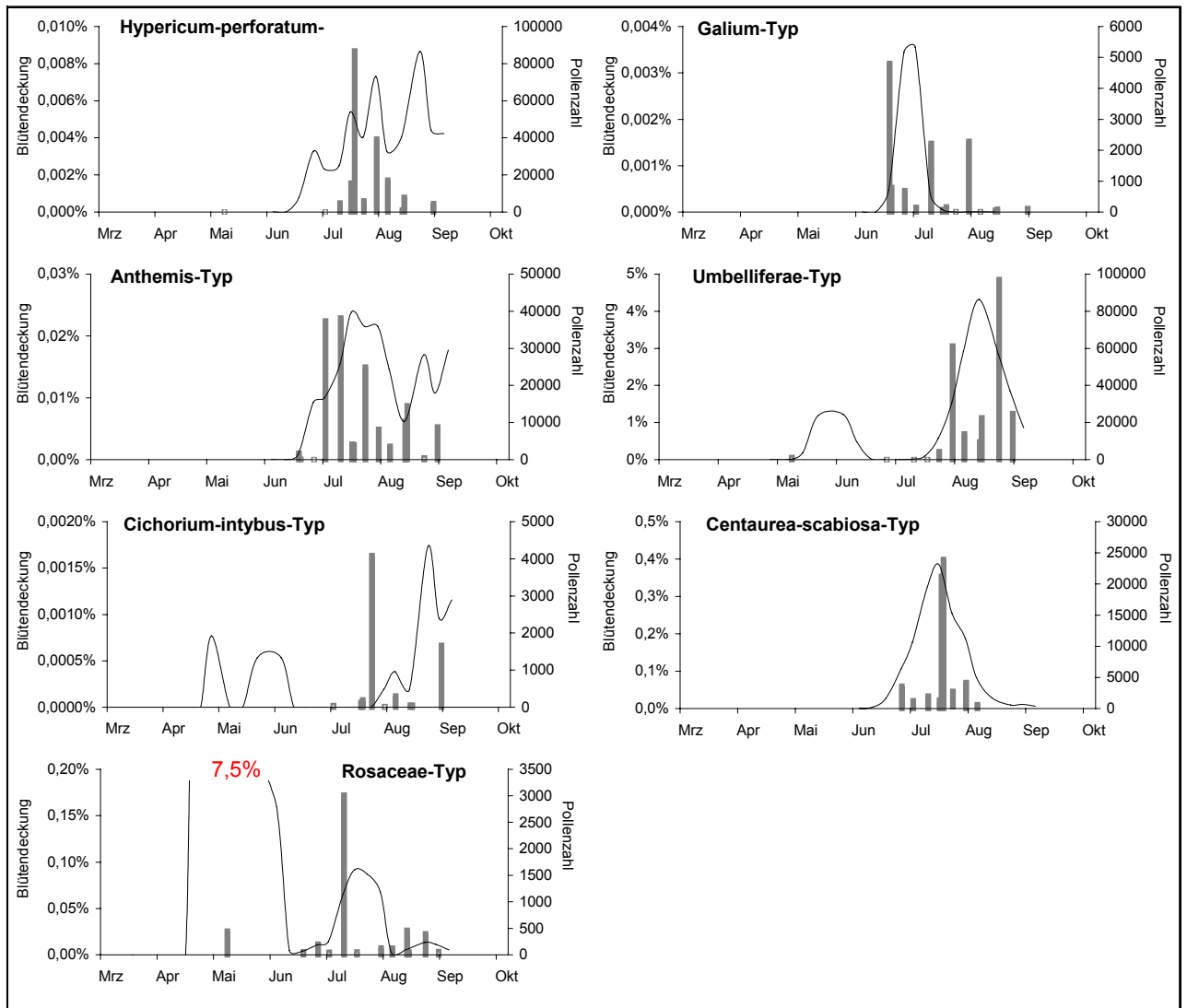


Abbildung 99, letzte Seite Verlauf des Blütenangebotes und durchschnittliches Vorkommen des korrespondierenden Pollentyps in der Nahrung der untersuchten Syrphidae, Untersuchungsjahr 2000, Einzeldarstellung aller Standorte.

Tabelle 46 Zusammenfassung des Witterungsverlaufes in den Untersuchungsjahren 1998-2000 (Daten nach MÜLLER-WESTERMEIER & CZEPLAK 1998, MÜLLER-WESTERMEIER et al. 1999, MÜLLER-WESTERMEIER & KREIS 2000, LÖPMEIER 1999, LÖPMEIER 2000)

Jahr	Monate	allgemeiner Witterungsverlauf	agrometeorologischer Witterungsverlauf
1998 insgesamt relativ warm, etwas sonnenscheinarm und nass.	Januar	mild, überdurchschnittliche Niederschläge	
	Februar	sehr warm, trocken	
	März	mild, überwiegend feucht	
	April	mild, überwiegend feucht	
	Mai	warm, trocken	
	Juni	warm, überdurchschnittlich feucht	
	Juli	kühl, durchschnittliche Niederschläge	
	August	kühl, trocken	
	September	warm, insgesamt sehr nass	
	Oktober	mild, extrem niederschlagsreich	
	November	kalt, trocken	
	Dezember	erst kalt, dann sehr mild	
1999 insgesamt sehr warm, leicht überdurchschnittliche Niederschläge und Sonnenscheindauer.	Januar	sehr mild, durchschnittliche Niederschläge	
	Februar	kalt, reichliche Niederschläge	Wassergesättigte Böden ab Herbst 1998, nFK über 100%
	März	warm, durchschnittliche Niederschläge	
	April	sehr warm, trocken	
	Mai	sehr warm, feucht	trotz Niederschlägen rasch abnehmende nFK
	Juni	durchschnittlich warm und feucht	
	Juli	sehr warm, trocken	nFK unter 30%, Dürregrenze unterschritten
	August	sehr warm, trocken	
	September	sehr warm, trocken	zeitige Abreife des Wintergetreides, vorzeitiger Mähdrusch
	Oktober	durchschnittliche Temperaturen, trocken	
	November	mild, trocken	langsameres Auffüllen der Bodenwasservorräte, zum Jahresende z.T. noch nicht abgeschlossen.
	Dezember	sehr mild, feucht	
2000 insgesamt sehr warm, leicht überdurchschnittliche Sonnenscheindauer, geringe Niederschläge.	Januar	mild, durchschnittliche Niederschläge	
	Februar	mild, sehr niederschlagsreich	aufgrund der sehr milden Witterung schon Wachstum der Kulturpflanzen, allgemeiner Vegetationsbeginn 10-20 Tage vor langjährigem Mittel
	März	mild, sehr niederschlagsreich	
	April	sehr warm, trocken	
	Mai	sehr warm, trocken	Absinken der Bodenfeuchte unter die Dürregrenze, vermindertes Wachstum und Kornbildung.
	Juni	sehr warm, trocken	
	Juli	sehr kühl, niederschlagsreich	phänologische Verzögerung durch schlechte Witterung, unregelmäßige Abreife.
	August	feucht-kühl, später sommerlich warm und trocken	
	September	warm und feucht	
	Oktober	mild	
	November	sehr mild	überdurchschnittliche Entwicklung des Wintergetreides.
	Dezember	sehr mild	

Tabelle 47 Gesamtartenliste der nachgewiesenen Pflanzenarten nebst Angaben zur Biologie und Ökologie. Die Bedeutung der ELLENBERG-Werte für Stickstoff und Feuchtigkeit ist in Kapitel 3.2.1, die Phänophaseneinteilung in **Tabelle 1**, der Blumentyp in **Liste 1** und die Zähleinheit unter Kapitel 2.5.3. erläutert. Die Artenliste ist alphabetisch sortiert.

Art	korrespondierender Pollentyp	N-Wert	F-Wert	pflanzensoz. Einordnung	Phänophase	Blumentyp	Zähleinheit	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Acer-campestre-Typ	*	6	8,434	Tilio platyphylli - Acerion pseudoplatani	4	112	*
<i>Achillea millefolium</i>	Anthemis-Typ	5	4	5,42	Arrhenatheretalia	7	313	2
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Rosaceae-Typ	4	4	6,111	Trifolion medii	8	111	1
<i>Agropyron repens</i>	Gramineae-Typ	7	*	3,55	Agropyretalia repentis	8	4	*
<i>Agrostis capillaris</i>	Gramineae-Typ	4	*	*	*	8	4	*
<i>Agrostis stolonifera</i>	Gramineae-Typ	5	*	3,8	Agrostietea stoloniferae	7	4	*
<i>Alliaria petiolata</i>	Sinapis-Typ	9	5	3,52	Glechometalia hederaceae	4	132	1
<i>Allium ascalonicum</i>	Allium-Typ	*	*	*	*	*	113	1
<i>Allium oleraceum</i>	Allium-Typ	4	3	3,311	Fumario-Euphorbion	8	113	1
<i>Alopecurus pratensis</i>	Gramineae-Typ	7	6	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	4	4	*
<i>Anagallis arvensis</i>	Anagallis-arvensis-Typ	6	5	3,31	Polygono-Chenopodieta	7	111	1
<i>Anchusa arvensis</i>	Anchusa-arvensis-Typ	4	4	3,312.2	Eu-Polygono-Chenopodienion	7	141	1
<i>Anthriscus sylvestris</i>	Apiaceae-Typ	8	5	5,42	Arrhenatheretalia	5	321	3
<i>Apera spica-venti</i>	Gramineae-Typ	*	6	3,42	Aperetalia spica-venti	8	4	*
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Hornungia-Typ	4	4	3,312	Polygono-Chenopodion	3	132	1
<i>Arctium tomentosum</i>	Serratula-Typ	9	5	3,5	Artemisietea vulgaris	8	311	2
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	Arenaria-Typ	*	4	*	*	4	112	1
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Gramineae-Typ	7	5	5,421	Arrhenatherion	6	4	*
<i>Artemisia absinthium</i>	Artemisia-Typ	8	4	3,54	Onopordetalia acanthii	8	4	2
<i>Artemisia campestris</i>	Artemisia-Typ	2	2	5,2	Sedo-Scleranthetea	8	4	2
<i>Artemisia vulgaris</i>	Artemisia-Typ	8	6	3,5"	Artemisieneea vulgaris	8	4	2
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	Astragalus-danicus-Typ	3	4	6,1	Trifolio-Geranietea	8	221	1
<i>Barbarea vulgaris</i>	Hornungia-Typ	6	6	3,811	Elymo-rumicion	3	132	1
<i>Biscutella laevigata</i>	Hornungia-Typ	2	*	*	*	5	132	1
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	Gramineae-Typ	6	5	8,4	Querco-Fagetea	8	4	*
<i>Bromus erectus</i>	Gramineae-Typ	3	3	5,32	Brometalia erecti	6	4	*
<i>Bromus hordeaceus</i>	Gramineae-Typ	*	*	*	*	7	4	*
<i>Bromus inermis</i>	Gramineae-Typ	5	4	3,55	Agropyretalia repentis	8	4	*
<i>Bromus sterilis</i>	Gramineae-Typ	5	4	3,331	Sisymbion	7	4	*
<i>Campanula patula</i>	Campanula-Typ	5	5	5,421	Arrhenatherion	6	12	1
<i>Campanula rapunculoides</i>	Campanula-Typ	4	3	6,112	Geranion sanguinei	8	12	1
<i>Campanula rotundifolia</i>	Campanula-Typ	2	*	*	*	6	12	1
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hornungia-Typ	6	5	3,3	Chenopodieta	1	132	1
<i>Carduus crispus</i>	Cirsium-Typ	9	6	3,5'	Gali-Urticenea	8	311	2
<i>Carex hirta</i>	Cyperaceae-Typ	5	6	3,81	Agrostiotalia stoloniferae	4	4	*
<i>Carex pairae</i>	Cyperaceae-Typ	6	4	6,21	Epilobion angustifolii	4	4	*
<i>Carex spicata</i>	Cyperaceae-Typ	6	4	6,21	Epilobion angustifolii	4	4	*
<i>Carpinus betulus</i>	Carpinus-Typ	*	*	8,432	Carpinion betuli	4	4	*
<i>Centaurea cyanus</i>	Centaurea-cyanus-Typ	*	*	3,4	Secalietea	6	311	2
<i>Centaurea jacea</i>	Centaurea-scabiosa-Typ	*	*	6,111	Trifolion medii	8	311	2
<i>Centaurea scabiosa</i>	Centaurea-scabiosa-Typ	4	3	5,3	Festuco-Brometea	8	311	2
<i>Centaurea stoebe</i>	Centaurea-scabiosa-Typ	2	2	5,31	Festucetalia-valesiacea	8	311	2
<i>Cerastium arvense</i>	Cerastium-fontanum-Typ	4	4	3,55	Agropyretalia repentis	4	112	1
<i>Cerastium cerastoides</i>	Cerastium-cerastoides-Typ	7	*	4,5	Salicetea herbaceae	4	112	1
<i>Cerastium holosteoides</i>	Cerastium-fontanum-Typ	5	5	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	4	112	1
<i>Cerasus avium</i>	Rosaceae-Typ	5	5	8,432	Carpinion betuli	3	113	1
<i>Chenopodium album</i>	Chenopodiaceae-Typ	7	4	3,3	Chenopodieta	8	33	*
<i>Cirsium arvense</i>	Cirsium-Typ	7	*	*	*	8	311	2
<i>Cirsium oleraceum</i>	Cirsium-Typ	5	7	5,415	Callthion	8	311	2
<i>Cirsium vulgare</i>	Cirsium-Typ	8	5	3,5"	Artemisieneea vulgaris	8	311	2
<i>Consolida regalis</i>	Consolida-ambigua-Typ	5	4	3,41	Secalietalia	7	213	1
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convolvulus-Typ	*	4	3,55	Agropyretalia repentis	7	12	1
<i>Conyza canadensis</i>	Aster-Typ	5	4	3,33	Sisymbrietalia	8	313	2
<i>Crataegus monogyna</i>	Rosaceae-Typ	4	4	8,44	Prunetalia spinosae	5	113	1
<i>Crataegus oxyacantha</i>	Rosaceae-Typ	*	5	8,44	Prunetalia spinosae	5	113	1
<i>Crepis capillaris</i>	Cichorium-intybus-Typ	4	5	5,423	Cynosurion	6	312	2
<i>Cynoglossum officinale</i>	Myosotis-arvensis-Typ	7	4	3,541	Onopordion acanthii	6	141	1
<i>Dactylis glomerata</i>	Gramineae-Typ	6	5	*	*	6	4	*
<i>Daucus carota</i>	Apiaceae-Typ	4	4	3,54	Onopordetalia acanthii	8	321	3
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Gramineae-Typ	3	7	*	*	8	4	*
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Dryopteris-filix-mas-Typ	6	5	8,43	Fagetalia sylvaticae	-	-	*
<i>Epilobium adenocaulon</i>	Epilobium-Typ	8	5	*	*	7	113	1
<i>Epilobium hirsutum</i>	Epilobium-Typ	8	8	3,512	Convolvulion sepium	8	113	1
<i>Epilobium montanum</i>	Epilobium-Typ	8	5	3,522	Alliarion	6	113	1
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetum-Typ	3	6	*	*	-	-	*
<i>Erigeron acris</i>	Aster-Typ	3	4	5,322	Mesobromion	8	313	2
<i>Erodium cicutarium</i>	Erodium-Typ	*	4	3,31	Polygono-Chenopodieta	3	113	1
<i>Erophila verna</i>	Sinapis-Typ	2	3	*	*	1	112	1
<i>Euonymus europaeus</i>	Euonymus-europaeus-Typ	5	5	8,44	Prunetalia spinosae	6	112	*
<i>Festuca pratensis</i>	Gramineae-Typ	6	6	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	7	4	*
<i>Festuca rubra</i>	Gramineae-Typ	*	6	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	6	4	*
<i>Festuca trachyphylla</i>	Gramineae-Typ	2	3	5,323	Koelerio-Phleion phleoides	6	4	*
<i>Fragaria vesca</i>	Rosaceae-Typ	6	5	6,2	Epilobieta angustifolii	4	113	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	Fraxinus-Typ	7	*	8,43	Fagetalia sylvaticae	2	4	*
<i>Fumaria officinalis</i>	Fumaria-Typ	7	5	3,311	Fumario-Euphorbion	5	22	3
<i>Gagea pratensis</i>	Scilla-Typ	6	4	3,31	Polygono-Chenopodieta	2	113	1
<i>Galeopsis bifida</i>	Stachys-sylvatica-Typ	*	*	*	*	8	211	1

<i>Galeopsis tetrahex</i>	Stachys-sylvatica-Typ	6	*	*	*	8	211	1
<i>Galium aparine</i>	Galium-Typ	8	*	3,5'	Galio-Urticenea	6	33	3
<i>Galium mollugo</i>	Galium-Typ	*	4	5,421	Arrhenatherion	7	33	3
<i>Galium odoratum</i>	Galium-Typ	5	5	8,431,2	Galio odorati-Fagenion	5	33	3
<i>Geranium dissectum</i>	Geranium-Typ	5	5	3,311	Fumario-Euphorbion	6	113	1
<i>Geranium pusillum</i>	Geranium-Typ	7	4	3,3	Chenopodieta	6	113	1
<i>Geranium pyrenaicum</i>	Geranium-Typ	8	5	3,5"	Artemisienea vulgaris	5	113	1
<i>Geum urbanum</i>	Rosaceae-Typ	7	5	3,52	Glechometalia hederaceae	6	113	1
<i>Glechoma hederacea</i>	Prunella-Typ	7	6	3,52	Glechometalia hederaceae	3	211	1
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	Aster-Typ	6	5	6,2	Epilobietea angustifolii	8	311	2
<i>Heracleum sphondylium</i>	Apiaceae-Typ	8	5	5,42	Arrhenatheretalia	6	321	3
<i>Hieracium lachenalii</i>	Cichorium-intybus-Typ	2	4	8,411	Quercion robori-petraeae	8	312	2
<i>Hieracium laevigatum</i>	Cichorium-intybus-Typ	2	5	8,411	Quercion robori-petraeae	7	312	2
<i>Hieracium laurinum</i>	Cichorium-intybus-Typ	2	4	8,411	Quercion robori-petraeae	8 bis 9	312	2
<i>Holcus lanatus</i>	Gramineae-Typ	4	6	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	7	4	*
<i>Holcus mollis</i>	Gramineae-Typ	3	5	8,411	Quercion robori-petraeae	8	4	*
<i>Holosteum umbellatum</i>	Holosteum-umbellatum-Typ	2	3	5,2	Sedo-Scleranthetea	2	113	1
<i>Hypericum perforatum</i>	Hypericum-Typ	3	4	6,1	Trifolio-Geranieta	7	111	1
<i>Hypochoeris radicata</i>	Cichorium-intybus-Typ	3	5	*	*	6	312	2
<i>Knautia arvensis</i>	Knautia-Typ	4	4	5,42	Arrhenatheretalia	7	12	1
<i>Lactuca scariola</i>	Lactuca-sativa-Typ	4	4	3,331	Sisymbion	8	312	1
<i>Lamium amplexicaule</i>	Stachys-sylvatica-Typ	7	4	3,31	Polygono-Chenopodieta	3	211	1
<i>Lamium maculatum</i>	Stachys-sylvatica-Typ	8	6	3,521	Aegopodium podagrariae	3	211	1
<i>Lamium purpureum</i>	Stachys-sylvatica-Typ	7	5	3,31	Polygono-Chenopodieta	1	211	1
<i>Lapsana communis</i>	Aster-Typ	7	5	3,522	Alliarion	7	312	2
<i>Lathyrus pratensis</i>	Vicia-Typ	6	6	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	7	224	1
<i>Lathyrus sylvestris</i>	Vicia-Typ	2	4	6,1	Trifolio-Geranieta	8	224	1
<i>Leontodon autumnalis</i>	Cichorium-intybus-Typ	5	5	5,423	Cynosurion	6	312	2
<i>Leontodon hispidus</i>	Cichorium-intybus-Typ	6	5	*	*	6	312	2
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Anthemis-Typ	3	4	5,42	Arrhenatheretalia	6	313	2
<i>Linum catharticum</i>	Linum-catharticum-Typ	2	*	5,41	Molinietalia	6	113	1
<i>Lolium perenne</i>	Gramineae-Typ	7	5	5,423	Cynosurion	7	4	*
<i>Lotus corniculatus</i>	Lotus-Typ	3	4	*	*	6	223	3
<i>Luzula multiflora</i>	Cyperaceae-Typ	3	5	5,1	Nardo-callunetea	5	4	*
<i>Matricaria maritima</i>	Anthemis-Typ	8	6	2,8	Cakiletea	8	313	2
<i>Medicago lupulina</i>	Trifolium-Typ	*	4	5,322	Mesobromion	5	222	3
<i>Medicago x varia</i>	Trifolium-Typ	*	4	*	*	8	222	3
<i>Mellilotus alba</i>	Ononis-Typ	4	3	3,54	Onopordetalia acanthii	8	221	3
<i>Moehringia trinerva</i>	Moehringia-trinerva-Typ	7	5	*	*	4	113	1
<i>Myosotis arvensis</i>	Myosotis-arvensis-Typ	6	5	3,4	Secalietea	5	141	3
<i>Myosotis ramosissima</i>	Myosotis-arvensis-Typ	1	2	5,23	Festuco-Sedetalia	2	141	3
<i>Myosotis stricta</i>	Myosotis-arvensis-Typ	2	3	5,23	Festuco-Sedetalia	2	141	3
<i>Myosoton aquaticum</i>	Cerastium-fontanum-Typ	8	8	3,51	Convolvuletalia sepium	6	113	1
<i>Papaver argemone</i>	Papaver-argemone-Typ	5	4	3,421,1	Aphanenion	6	111	1
<i>Papaver dubium</i>	Papaver-rhoeas-Typ	5	4	3,4	Secalietea	6	111	1
<i>Papaver rhoeas</i>	Papaver-rhoeas-Typ	6	5	3,4	Secalietea	6	111	1
<i>Phalaris arundinacea</i>	Gramineae-Typ	7	9	1,522	Phalaridion arundinaceae	8	4	*
<i>Phleum pratense</i>	Gramineae-Typ	6	5	5,423	Cynosurion	7	4	*
<i>Picris hieracioides ssp. crepoides</i>	Cichorium-intybus-Typ	4	4	3,54	Onopordetalia acanthii	8	312	2
<i>Pimpinella saxifraga</i>	Apiaceae-Typ	2	3	5,3	Festuco-Brometea	8	321	3
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantago-lanceolata-Typ	*	*	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	4	4	*
<i>Plantago major</i>	Plantago-major-Typ	6	5	3,7	Plantaginetea majoris	7	4	*
<i>Poa angustifolia</i>	Gramineae-Typ	3	*	3,55	Agropyretalia repentis	6	4	*
<i>Poa compressa</i>	Gramineae-Typ	3	3	3,55	Agropyretalia repentis	6	4	*
<i>Poa palustris</i>	Gramineae-Typ	7	*	*	*	7	4	*
<i>Poa pratensis</i>	Gramineae-Typ	6	5	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	6	4	*
<i>Poa trivialis</i>	Gramineae-Typ	7	7	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	6	4	*
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonum-aviculare-Typ	*	*	*	*	7	13	*
<i>Potentilla argentea</i>	Rosaceae-Typ	1	2	5,2	Sedo-Scleranthetea	6	113	1
<i>Potentilla reptans</i>	Rosaceae-Typ	5	6	3,8	Agrostietea stoloniferae	7	113	1
<i>Primula veris</i>	Primula-veris-Typ	3	4	8,42	Quercetalia pubescenti-petraeae	2	141	1
<i>Prunella vulgaris</i>	Prunella-Typ	*	*	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	8	211	1
<i>Prunus spinosa</i>	Rosaceae-Typ	*	4	8,44	Prunetalia spinosae	3	113	1
<i>Pyrus pyraster</i>	Rosaceae-Typ	*	5	8,4	Quercu-Fagetea	3	113	1
<i>Quercus robur</i>	Quercus-Typ	*	*	8,4	Quercu-Fagetea	4	4	*
<i>Ranunculus bulbosus</i>	Ranunculus-Typ	3	3	5,322	Mesobromion	4	113	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	Ranunculus-Typ	7	6	8,43	Fagetalia sylvaticae	2	113	1
<i>Ranunculus nemorosus</i>	Ranunculus-Typ	*	5	*	*	6	113	1
<i>Ranunculus repens</i>	Ranunculus-Typ	*	7	3,81	Agrostietalia stoloniferae	5	113	1
<i>Rosa canina</i>	Rosaceae-Typ	*	4	8,44	Prunetalia spinosae	6	111	1
<i>Rubus caesius</i>	Rosaceae-Typ	7	*	3,5'	Galio-Urticenea	6	113	1
<i>Rumex acetosa</i>	Rumex-acetosa-Typ	6	*	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	5	4	*
<i>Rumex acetosella</i>	Rumex-acetosella-Typ	2	4	3,312	Polygono-Chenopodion	5	4	*
<i>Rumex crispus</i>	Oxyria-Typ	5	7	3,8	Agrostietea stoloniferae	7	4	*
<i>Sanguisorba minor</i>	Rosaceae-Typ	2	3	5,3	Festuco-Brometea	5	4	2
<i>Saxifraga granulata</i>	Saxifraga-granulata-Typ	3	4	5,42	Arrhenatheretalia	3	112	1
<i>Scrophularia nodosa</i>	Scrophularia-Typ	7	6	8,43	Fagetalia sylvaticae	7	212	1
<i>Senecio erucifolius</i>	Aster-Typ	4	3	3,541	Onopordion acanthii	8	313	2
<i>Senecio vernalis</i>	Aster-Typ	6	4	3,3	Chenopodieta	4	313	2
<i>Silene alba</i>	Silene-pratensis-Typ	7	4	3,511	Senecion fluviatilis	6	142	1
<i>Silene vulgaris</i>	Silene-vulgaris-Typ	2	4	4,3	*	6	142	1
<i>Sonchus asper</i>	Sonchus-oleraceus-Typ	7	6	3,31	Polygono-Chenopodieta	7	312	2
<i>Stachys palustris</i>	Stachys-sylvatica-Typ	*	*	5,412	Filipendulion ulmariae	8	211	1
<i>Stellaria graminea</i>	Cerastium-fontanum-Typ	3	4	*	*	6	113	1

<i>Stellaria media</i>	Cerastium-fontanum-Typ	8	4	3,31	Polygono-Chenopodietalia	1	113	1
<i>Tanacetum vulgare</i>	Anthemis-Typ	5	5	3,5	Artemisietea vulgaris	8	311	2
<i>Taraxacum officinale</i>	Cichorium-intybus-Typ	*	5	*	*	3	312	2
<i>Thlaspi arvense</i>	Hornungia-Typ	6	5	3,311	Fumario-Euphorbion	1	113	1
<i>Thymus pulegioides</i>	Mentha-Typ	1	4	*	*	6	211	3
<i>Torilis japonica</i>	Apiaceae-Typ	8	5	3,522	Alliarion	8	321	3
<i>Tragopogon pratensis</i>	Tragopogon-pratensis-Typ	6	4	5,421	Arrhenatherion	5	312	2
<i>Trifolium arvense</i>	Trifolium-Typ	1	3	5,2	Sedo-Scleranthetea	7	221	3
<i>Trifolium campestre</i>	Trifolium-Typ	3	4	5,2	Sedo-Scleranthetea	6	221	3
<i>Trifolium pratense</i>	Trifolium-Typ	*	*	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	6	221	3
<i>Trifolium repens</i>	Trifolium-Typ	6	5	5,423	Cynosurion	6	221	3
<i>Trisetum flavescens</i>	Gramineae-Typ	5	*	5,42	Arrhenatheretalia	7	4	*
<i>Urtica dioica</i>	Urtica-dioica-Typ	8	6	3,5	Artemisietea vulgaris	7	4	*
<i>Verbascum nigrum</i>	Scrophularia-Typ	7	5	6,212	Atropion	7	215	1
<i>Veronica agrestis</i>	Veronica-Typ	7	6	3,311	Fumario-Euphorbion	*	215	1
<i>Veronica arvensis</i>	Veronica-Typ	*	*	5,2	Sedo-Scleranthetea	3	215	1
<i>Veronica chamaedrys</i>	Veronica-Typ	*	5	*	*	4	215	1
<i>Veronica hederifolia</i>	Veronica-Typ	7	5	3,52	Glechometalia hederaceae	2	215	1
<i>Veronica persica</i>	Veronica-Typ	7	5	3,1	Isoeto-Nanojuncetea	1	215	1
<i>Veronica serpyllifolia</i>	Veronica-Typ	*	6	5,423	Cynosurion	4	215	1
<i>Veronica triphyllos</i>	Veronica-Typ	4	4	3,421,1	Aphanenion	3	215	1
<i>Vicia angustifolia</i>	Vicia-Typ	*	*	3,4	Secalietea	6	224	1
<i>Vicia cracca</i>	Vicia-cracca-Typ	*	5	5,4	Molinio-Arrhenatheretea	7	224	3
<i>Vicia hirsuta</i>	Vicia-Typ	*	4	3,4	Secalietea	7	224	1
<i>Vicia sativa</i>	Vicia-Typ	*	*	3,4	Secalietalia	*	224	1
<i>Vicia tetrasperma</i>	Vicia-Typ	5	5	3,4	Secalietea	7	224	1
<i>Viola arvensis</i>	Viola-arvensis-Typ	*	*	3,4	Secalietea	3	214	1

Tabelle 48 Gesamtartenliste der nachgewiesenen Syrphidae über alle Untersuchungsstandorte unter Angabe der Fanghäufigkeit, nach Untersuchungsjahren und nach Brachetyp aufgeschlüsselt. Bei den Angaben der Habitatpräferenz bedeuten e – eurytop, w – waldliebend, f – hygrophil, x – xerophil. In Klammern gesetzte Buchstaben zeigen eine schwächere Ausprägung des Merkmals und Fragezeichen eine verbleibende Unsicherheit bei der Zuordnung an. Die Artenliste ist alphabetisch sortiert.

Standorte Art	alle Standorte				Wiesen- stadium	Pionierstadium		Verbuschungs- Stadium		Habitat- präferenzen
	1998	1999	2000	Gesamt	I	II	IV	III	V	
Gesamtergebnis	345	559	788	1692	72	188		528		
<i>Cheilosia albitarsis</i>		1	4	5			5			w(f)
<i>Cheilosia gigantea</i>		1		1					1	
<i>Cheilosia impressa</i>		4	6	10					10	e
<i>Cheilosia latifrons/pagana</i>	1			1					1	
<i>Cheilosia pagana</i>		1	2	3			3			(f)
<i>Cheilosia proxima</i>		1		1			1			
<i>Cheilosia variabilis</i>			1	1			1			w
<i>Cheilosia vernalis</i>			7	7				2	5	e
<i>Cheilosia vulpina</i>		1	5	6					6	w
<i>Chrysogaster solstitialis</i>		2	3	5					5	(w)(f)
<i>Chrysotoxum arcuatum</i>		9	5	14			6	8		x?
<i>Chrysotoxum binctum</i>		2	1	3				2		(w)
<i>Chrysotoxum cautum</i>			1	1			1			(w)
<i>Chrysotoxum vernale</i>			1	1	1					
<i>Chrysotoxum verralli</i>		1	1	2			1		1	
<i>Dasysyrphus venustus</i>		1		1			1			w
<i>Eoseristalis abusiva</i>		14		14		2	3	9		e
<i>Eoseristalis arbustorum</i>		10	4	14	2		3	4	5	e
<i>Eoseristalis horticola</i>		8		8			2	1	5	(w)
<i>Eoseristalis interrupta</i>		37	2	39		3	13	9	14	(e)
<i>Eoseristalis intricaria</i>		16	2	18	1	8		3	6	(e)
<i>Eoseristalis jugorum</i>			1	1		1				w
<i>Eoseristalis pertinax</i>	1	15	1	17			1	1	15	e
<i>Eoseristalis picea</i>		1		1			1			(f)
<i>Epistophe eligans</i>		8	8	16	2		10		4	w
<i>Epistophe grossulariae</i>		2		2					2	w
<i>Episyrphus balteatus</i>	153	102	265	520	24	53	265	49	129	(w)(e)
<i>Eristalinus sepulchralis</i>	1	14	3	18	3	5	4	6		(f)
<i>Eristalis tenax</i>	6	10	3	19	3	7		9		e
<i>Eupeodes corollae</i>	29	32	12	73	17	35	5	16		e
<i>Eupeodes luniger</i>	3		1	4		1	1	1	1	e
<i>Helophilus hybridus</i>		12		12	4	2		1	5	f
<i>Helophilus pendulus</i>	4	18	1	23	6	6	7	2	2	e
<i>Helophilus trivittatus</i>	8	15	3	26	3	15	1	4	3	(f)(e)
<i>Lapposyrphus lapponicus</i>			1	1			1			(w)(e)
<i>Leucozona lucorum</i>		1	2	3	1		1		1	w(f)
<i>Melangyna umbellatarum</i>			1	1					1	(w)
<i>Melanostoma mellinum</i>	13		13	26	10		10	2	4	e
<i>Melanostoma scalare</i>	1	22	22	45	5	4	25	2	9	(w)
<i>Meliscaeva auricollis</i>			2	2			2			e(w)
<i>Myathropa florea</i>	3	7	5	15			3	2	10	(w)(e)
<i>Neoascia podagrica</i>			2	2			1		1	(f)(e)
<i>Neoasciella geniculata</i>		1		1					1	f
<i>Orhonevra intermedia</i>		1		1					1	ff
<i>Parhelophilus versicolor</i>		2		2	1		1			f
<i>Pipiza bimaculata</i>		3		3			1		2	w
<i>Pipiza lugubris</i>			4	4			1		3	w
<i>Pipiza noctiluca</i>			3	3					3	w
<i>Pipizella viduata</i>		3		3			3			(e)
<i>Platycheirus angustatus</i>		1	3	4			2		2	f
<i>Platycheirus clypeatus</i>	6	1	4	11	1	1	9			e
<i>Platycheirus peltatus</i>	4			4			3	1		(e)
<i>Platycheirus scutatus</i>	1		1	2			2			(w)
<i>Rhingia campestris</i>		1	1	2					2	e

<i>Scaeva pyrastris</i>	14	22	15	51	9	11	10	16	5	e
<i>Sphaerophoria batava</i>		1		1			1			x?
<i>Sphaerophoria interrupta</i> - Gruppe	8	3		11	1	2	1	3	4	(e)
<i>Sphaerophoria rueppellii</i>	1		3	4	2		1	1		x
<i>Sphaerophoria scripta</i>	69	91	251	411	78	79	97	104	53	e
<i>Syritta pipiens</i>	6	45	18	69		6	17	11	35	e
<i>Syrphus ribesii</i>	7	7	26	40	2	2	21	2	13	e
<i>Syrphus vitripennis</i>	5	4	33	42	1	1	22	6	12	e
<i>Triglyphus primus</i>		1	19	20	1		1		18	x
<i>Tropidia scita</i>		2		2			2			f
<i>Volucella pellucens</i>			1	1					1	w
<i>Xanthogramma festivum</i>		1	5	6			4		2	(w)(x)
<i>Xanthogramma pedissequum</i>		1	1	2			1		1	(w)(x)

Nur bis zur Gattung konnten Einzelexemplare von *Pipizella*, *Eoseristalis* und *Cheilosia* bestimmt werden.

Tabelle 49 Gesamtartenliste der nachgewiesenen Lepidoptera über alle Untersuchungsstandorte unter Angabe der absoluten und prozentualen Fanghäufigkeit, nach Untersuchungsjahren aufgeschlüsselt. Die Artenliste ist alphabetisch sortiert.

Arten	Jahr			alle Jahre		
	1998	1999	2000			
<i>Aglais urticae</i>			6	6	0,5%	subrezedent
<i>Anthocharis cardamines</i>		4	4	8	0,7%	subrezedent
<i>Aphantopus hyperantus</i>	37	75	48	160	13,6%	subdominant
<i>Araschnia levana</i>	6	14	5	25	2,1%	rezedent
<i>Coenonympha arcania</i>	3	8	12	23	2,0%	rezedent
<i>Coenonympha glycerion</i>		3	2	5	0,4%	subrezedent
<i>Coenonympha pamphilus</i>	20	138	65	223	18,9%	dominant
<i>Colias hyale</i>	4	18		22	1,9%	rezedent
<i>Gonepteryx rhamni</i>	8	3	1	12	1,0%	subrezedent
<i>Heodes tityrus</i>		1		1	0,1%	subrezedent
<i>Heteropterus morpheus</i>			2	2	0,2%	subrezedent
<i>Inachis io</i>	9	11	11	31	2,6%	rezedent
<i>Issoria lathonia</i>		7	2	9	0,8%	subrezedent
<i>Melanargia galathea</i>	16	32	45	93	7,9%	subdominant
<i>Ochlodes venatus</i>	4	1	8	13	1,1%	rezedent
<i>Papilio machaon</i>	1	1	5	7	0,6%	subrezedent
<i>Pararge aegeria</i>	1			1	0,1%	subrezedent
<i>Pieris brassicae</i>	13	36	27	76	6,4%	subdominant
<i>Pieris napi</i>	55	57	17	129	10,9%	subdominant
<i>Pieris rapae</i>	20	52	23	95	8,1%	subdominant
<i>Plebicula amanda</i>	11	1		12	1,0%	subrezedent
<i>Polyommatus icarus</i>		108	52	160	13,6%	subdominant
<i>Thecla betulae</i>	2		1	3	0,3%	subrezedent
<i>Thymelicus lineolus</i>	7	16	9	32	2,7%	rezedent
<i>Thymelicus silvestris</i>	4		6	10	0,8%	subrezedent
<i>Vanessa atalanta</i>	11	2	5	18	1,5%	rezedent
<i>Vanessa cardui</i>	4			4	0,3%	subrezedent

Nur bis zur Gattung konnten Einzelexemplare von *Pieris*, *Polyommatus* und *Thymelicus* bestimmt werden.

Tabelle 50 Kartierungsstufen der pflanzensoziologischen Aufnahmen.

Kartierstufe	Deckung in %	Zahl der Individuen
v	0 (Individuen außerhalb der Fläche)	
r	>1	1
+	>1	2-5
m	>1	6-50
m+	>1	<50
2a	1-3	1-5
2b	1-3	6-50
2m	1-3	<50
4a	3-5	1-5
4b	3-5	6-50
4m	3-5	<50
10	5-15	beliebig
20	15-25	beliebig
30	25-35	beliebig
40	35-45	beliebig
50-	45-50	beliebig
50+	50-55	beliebig
60	55-65	beliebig
70	65-75	beliebig
80	75-85	beliebig
90	85-100	beliebig

Tabelle 51 Verteilung der Phänophasen der kartierten Blütenpflanzen auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort I. Angegeben ist die Artenzahl der Pflanzen.

Jahr	Arten des	Phänophase	Phänophase									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1998	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer							1				
						1	2	3	1			
										1	5	
1999	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer Frühherbst		2	1	2							
			1		2	2	3					
							1	3	2	1		
									2	3		
											2	
2000	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer		3	3	4	1						
						1	2					
				1				2	1			
							1	3	4	5		

Tabelle 52 Verteilung der Phänophasen der kartierten Blütenpflanzen auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort II. Angegeben ist die Artenzahl der Pflanzen.

Jahr	Arten des	Phänophase	Phänophase								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1998	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer Frühherbst										
							1	2	2	1	
									2		7
											1
1999	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer		3	2							
			1		4	3					
						1	3	3	1		
								2	3	11	
2000	Vor- und Erstfrühling Vollfrühling Frühsommer Sommer		4	3	2	1					
				2		2	1	1			
				1			1	3	2		
								2	3	12	

Tabelle 53 Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort III. Angegeben ist die Artenzahl der Pflanzen.

Phänophase		Jahr		Arten des							
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1998	Vor- und Erstfrühling										
	Vollfrühling				2	1	1	2			
	Frühsommer						3	2	3		
	Sommer					2	3	6	7		
1999	Vor- und Erstfrühling	2	3	4							
	Vollfrühling	1			2	3	1				
	Frühsommer					3	7	6	2		
	Sommer						2	6	6		
2000	Vor- und Erstfrühling	1	3	3							
	Vollfrühling			1	2	1					
	Frühsommer					1	2	2			
	Sommer					1	6	8	8		

Tabelle 54 Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort IV. Angegeben ist die Artenzahl der Pflanzen.

Phänophase		Jahr		Arten des							
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1998	Vor- und Erstfrühling										
	Vollfrühling										
	Frühsommer	1	1	3			2	1			
	Sommer	1			1	1	5	9	8		
	Frühherbst										
1999	Vor- und Erstfrühling	5	2	6	1						
	Vollfrühling	1		1	3	2	2	2			
	Frühsommer					1	9	7	2		
	Sommer						1	1	8		
	Frühherbst						1		1		
2000	Vor- und Erstfrühling	5	3	4	1	1					
	Vollfrühling			2	1						
	Frühsommer					1	9	3			
	Sommer		1			4	5	6	10		
	Frühherbst										

Tabelle 55 Verteilung der Phänophasen der kartierten Arten auf die phänologischen Jahreszeiten, Standort V. Angegeben ist die Artenzahl der Pflanzen.

Phänophase		Jahr		Arten des							
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1999	Vor- und Erstfrühling										
	Vollfrühling					2	1				
	Frühsommer				1		8	2			
	Sommer					1	6	4	7		
	Frühherbst										
1999	Vor- und Erstfrühling	1	1	2	1						
	Vollfrühling		1	1	5	4	2				
	Frühsommer					2	9	5	2		
	Sommer						4	3	7		
	Frühherbst					1		1			
2000	Vor- und Erstfrühling	1	2	3							
	Vollfrühling				4	2					
	Frühsommer					3	6	2			
	Sommer					1	8	5	6		
	Frühherbst										

Tabelle 56 Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort I, summiert über das Erfassungsjahr

Blütenpflanzenarten	1998	1999	2000	Gesamt
<i>Convolvulus arvensis</i>	80,99%	89,77%	81,83%	84,20%
<i>Hypericum perforatum</i>	9,16%	2,42%	0,16%	3,91%
<i>Geranium pyrenaicum</i>	1,88%	0,36%	6,87%	3,04%
<i>Achillea millefolium</i>	3,43%	1,38%	2,38%	2,40%
<i>Centaurea scabiosa</i>		1,33%	1,88%	1,60%
<i>Anthriscus sylvestris</i>		0,32%	2,13%	1,22%
<i>Cirsium arvense</i>	1,67%	1,19%	0,43%	1,10%
<i>Centaurea stoebe</i>	1,05%			1,05%
<i>Barbarea vulgaris</i>		1,59%	0,28%	0,94%
<i>Rubus caesius</i>	1,14%	0,48%	0,89%	0,84%
<i>Tragopogon pratensis</i>	0,09%	0,09%	1,15%	0,44%
<i>Cirsium vulgare</i>	0,18%	0,62%	0,36%	0,39%
<i>Rosa canina</i>			0,33%	0,33%
<i>Silene alba</i>		0,12%	0,54%	0,33%
<i>Silene vulgaris</i>	0,28%			0,28%
<i>Veronica hederifolia</i>		0,03%	0,23%	0,13%
<i>Campanula rapunculoides</i>	0,04%	0,01%	0,17%	0,07%
<i>Taraxacum officinale</i>		0,04%	0,09%	0,06%
<i>Papaver dubium</i>		0,05%		0,05%
<i>Stellaria media</i>		0,04%		0,04%
<i>Geranium pusillum</i>			0,04%	0,04%
<i>Galium mollugo</i>	0,01%	0,02%	0,07%	0,03%
<i>Lactuca serriola</i>	0,02%	0,01%	0,05%	0,03%
<i>Senecio vernalis</i>		0,02%	0,03%	0,03%
<i>Cerastium holosteoides</i>		0,01%	0,03%	0,02%
<i>Conyza canadensis</i>	0,05%	0,01%	<0,01%	0,02%
<i>Viola arvensis</i>		0,04%	<0,01%	0,02%
<i>Holosteum umbellatum</i>			0,02%	0,02%
<i>Arenaria serpyllifolia</i>		0,02%	<0,01%	0,01%
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		0,01%	0,01%	0,01%
<i>Consolida regalis</i>			0,01%	0,01%
<i>Lamium purpureum</i>		0,01%	0,01%	0,01%
<i>Crepis capillaris</i>			0,01%	0,01%
<i>Ranunculus ficaria</i>			0,01%	0,01%
<i>Myosotis arvensis</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Veronica persica</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Veronica agrestis</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Lamium amplexicaule</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Myosotis ramosissima</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Veronica arvensis</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Epilobium adenocaulon</i>			<0,01%	<0,01%

Tabelle 57 Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort II, summiert über das Erfassungsjahr

Blütenpflanzenarten	1998	1999	2000	Gesamt
<i>Hypericum perforatum</i>	5,61%	28,69%	47,84%	27,38%
<i>Cirsium arvense</i>	28,94%	37,60%	3,57%	23,37%
<i>Cirsium vulgare</i>	57,36%	7,97%	1,27%	22,20%
<i>Matricaria maritima</i>	1,96%	7,89%	22,37%	10,74%
<i>Anthriscus sylvestris</i>		0,53%	11,77%	6,15%
<i>Epilobium adenocaulon</i>	1,26%	2,86%	1,78%	1,97%
<i>Carduus crispus</i>	1,06%	2,13%		1,60%
<i>Heracleum sphondylium</i>			1,34%	1,34%
<i>Myosotis arvensis</i>	0,80%	1,82%		1,31%
<i>Torilis japonica</i>			1,24%	1,24%
<i>Achillea millefolium</i>			1,20%	1,20%
<i>Centaurea stoebe</i>			1,19%	1,19%
<i>Taraxacum officinale</i>		1,92%	0,45%	1,18%
<i>Centaurea jacea</i>	0,77%	1,55%		1,16%
<i>Silene alba</i>		0,74%	1,35%	1,04%
<i>Ranunculus repens</i>		1,68%	0,06%	0,87%
<i>Veronica serpyllifolia</i>		1,29%	0,01%	0,65%
<i>Erigeron acris</i>			0,59%	0,59%
<i>Silene vulgaris</i>	0,54%			0,54%
<i>Senecio erucifolius</i>	0,71%	0,20%	0,49%	0,47%
<i>Medicago x varia</i>		0,19%	0,72%	0,46%
<i>Conyza canadensis</i>	0,79%	0,44%	0,04%	0,42%
<i>Cerastium cerastoides</i>			0,41%	0,41%
<i>Myosotis ramosissima</i>			0,39%	0,39%
<i>Convolvulus arvensis</i>		0,28%	0,38%	0,33%
<i>Cerastium holosteoides</i>		0,33%		0,33%
<i>Myosoton aquaticum</i>	0,08%	0,44%		0,26%
<i>Arabidopsis thaliana</i>		0,46%	0,05%	0,25%
<i>Gagea pratensis</i>			0,24%	0,24%
<i>Hieracium laurinum</i>	0,06%	0,23%	0,32%	0,20%
<i>Geum urbanum</i>	0,03%	0,23%	0,21%	0,16%
<i>Ranunculus ficaria</i>		0,03%	0,23%	0,13%
<i>Viola arvensis</i>		0,12%		0,12%
<i>Veronica chamaedrys</i>		0,03%	0,14%	0,09%
<i>Erophila verna</i>		0,11%	0,02%	0,07%
<i>Cirsium oleraceum</i>		0,06%		0,06%
<i>Vicia tetrasperma</i>			0,06%	0,06%
<i>Galium aparine</i>		<0,01%	0,06%	0,03%
<i>Galium mollugo</i>	<0,01%	0,01%	0,08%	0,03%
<i>Lamium purpureum</i>		<0,01%	0,05%	0,03%
<i>Epilobium hirsutum</i>	0,02%	0,05%	0,01%	0,03%
<i>Stellaria graminea</i>	<0,01%		0,05%	0,03%
<i>Lapsana communis</i>		0,02%		0,02%
<i>Myosotis spec.</i>		0,02%		0,02%
<i>Senecio vernalis</i>		0,02%	0,02%	0,02%
<i>Veronica persica</i>		0,02%	<0,01%	0,01%
<i>Vicia hirsuta</i>		0,01%		0,01%
<i>Geranium dissectum</i>			0,01%	0,01%
<i>Holosteum umbellatum</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Stellaria media</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Myosotis stricta</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Geranium pusillum</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Lamium amplexicaule</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Veronica hederifolia</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%

Tabelle 58 Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort III, summiert über das Erfassungsjahr

Blütenpflanzenarten	1998	1999	2000	Gesamt
<i>Anthriscus sylvestris</i>	80,01%	71,29%	69,96%	73,75%
<i>Prunus spinosa</i>		11,87%	20,05%	15,96%
<i>Daucus carota</i>	7,19%	1,58%	1,44%	3,40%
<i>Tanacetum vulgare</i>		3,47%	1,01%	2,24%
<i>Hypericum perforatum</i>	4,33%	1,39%	0,55%	2,09%
<i>Pyrus pyraster</i>		0,44%	2,87%	1,66%
<i>Stellaria graminea</i>	1,17%	2,39%	0,90%	1,49%
<i>Achillea millefolium</i>	1,57%	1,35%	1,09%	1,34%
<i>Lathyrus pratensis</i>	0,90%	2,24%	0,35%	1,17%
<i>Crataegus monogyna</i>		0,47%		0,47%
<i>Rosa canina</i>	0,77%	0,23%	0,36%	0,45%
<i>Cirsium arvense</i>	0,83%	0,33%	0,06%	0,41%
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,67%	0,35%	0,19%	0,41%
<i>Torilis japonica</i>		0,70%	0,04%	0,37%
<i>Veronica chamaedrys</i>	0,09%	0,57%	0,14%	0,27%
<i>Knautia arvensis</i>	0,47%	0,14%	0,05%	0,22%
<i>Hieracium laevigatum</i>		0,22%		0,22%
<i>Galeopsis bifida</i>	0,53%	0,02%	<0,01%	0,18%
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,22%	0,22%	0,10%	0,18%
<i>Galium mollugo</i>	0,01%	0,03%	0,27%	0,10%
<i>Verbascum nigrum</i>	0,13%	0,09%	0,07%	0,10%
<i>Galeopsis tetrahix</i>		0,05%	0,11%	0,08%
<i>Centaurea stoebe</i>	0,07%			0,07%
<i>Primula veris</i>		0,12%	0,03%	0,07%
<i>Tragopogon pratensis</i>		0,05%	0,07%	0,06%
<i>Ranunculus bulbosus</i>	0,03%	0,08%	0,05%	0,05%
<i>Scrophularia nodosa</i>	0,12%	0,03%	<0,01%	0,05%
<i>Potentilla reptans</i>	0,06%	0,03%		0,05%
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,05%	0,04%		0,05%
<i>Senecio erucifolius</i>		0,04%		0,04%
<i>Gagea pratensis</i>		0,05%	0,03%	0,04%
<i>Centaurea scabiosa</i>		0,04%	0,03%	0,04%
<i>Ranunculus ficaria</i>		0,02%	0,03%	0,03%
<i>Matricaria maritima</i>	0,02%			0,02%
<i>Trifolium pratense</i>	0,05%	<0,01%	<0,01%	0,02%
<i>Agrimonia eupatoria</i>	<0,01%	0,02%	0,03%	0,02%
<i>Barbarea vulgaris</i>			0,01%	0,01%
<i>Trifolium repens</i>	0,01%	0,01%		0,01%
<i>Ranunculus repens</i>		<0,01%	0,01%	0,01%
<i>Vicia cracca</i>		0,01%	<0,01%	0,01%
<i>Erophila verna</i>		0,01%	<0,01%	0,01%
<i>Prunella vulgaris</i>	<0,01%	<0,01%		<0,01%
<i>Arabidopsis thaliana</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Taraxacum officinale</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Silene vulgaris</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Lotus corniculatus</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Glechoma hederacea</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Capsella bursa-pastoris</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Vicia hirsuta</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Silene alba</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Geum urbanum</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Medicago lupulina</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Vicia angustifolia</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Myosotis arvensis</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Vicia tetrasperma</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Stellaria media</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Hieracium lachenalii</i>	<0,01%		<0,01%	<0,01%

Tabelle 59 Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort IV, summiert über das Erfassungsjahr

Blütenpflanzenarten	1998	1999	2000	Gesamt
<i>Achillea millefolium</i>	56,91%	1,19%	31,06%	29,72%
<i>Taraxacum officinale</i>	0,02%	26,32%	28,56%	18,30%
<i>Daucus carota</i>		6,70%	20,49%	13,60%
<i>Torilis japonica</i>	0,12%	26,83%	0,86%	9,27%
<i>Trifolium arvense</i>	6,34%	19,97%	0,81%	9,04%
<i>Matricaria maritima</i>	10,55%	1,94%	2,19%	4,90%
<i>Cirsium vulgare</i>	13,10%	0,49%	0,13%	4,57%
<i>Crepis capillaris</i>	1,29%	4,34%	5,86%	3,83%
<i>Artemisia absinthium</i>		2,25%		2,25%
<i>Cirsium arvense</i>	3,56%	1,88%	0,33%	1,93%
<i>Conyza canadensis</i>	4,54%	0,08%	0,09%	1,57%
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,02%	1,26%	1,15%	0,81%
<i>Erodium cicutarium</i>	0,14%	0,62%	1,60%	0,79%
<i>Lactuca serriola</i>	0,37%	1,09%	0,66%	0,71%
<i>Leontodon autumnalis</i>	0,70%	0,37%	1,02%	0,70%
<i>Hypericum perforatum</i>	0,40%	0,54%	0,97%	0,64%
<i>Carduus crispus</i>	0,91%	0,01%		0,46%
<i>Cerastium holosteoides</i>	0,04%	0,85%		0,44%
<i>Senecio erucifolius</i>		0,27%	0,36%	0,32%
<i>Cynoglossum officinale</i>	0,01%	0,32%	0,54%	0,29%
<i>Anthriscus sylvestris</i>		0,23%	0,33%	0,28%
<i>Consolida regalis</i>	0,04%	0,19%	0,59%	0,28%
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,20%	0,07%	0,43%	0,24%
<i>Tanacetum vulgare</i>	0,20%	0,03%	0,31%	0,18%
<i>Medicago lupulina</i>	0,18%	0,32%	0,02%	0,17%
<i>Veronica persica</i>	<0,01%	0,38%	0,13%	0,17%
<i>Viola arvensis</i>	0,08%	0,29%	0,07%	0,15%
<i>Hypochoeris radicata</i>		0,08%	0,21%	0,15%
<i>Veronica agrestis</i>		0,14%	0,08%	0,11%
<i>Erophila verna</i>		0,12%	0,09%	0,11%
<i>Myosotis arvensis</i>		0,10%		0,10%
<i>Trifolium pratense</i>	0,03%	0,25%	0,01%	0,10%
<i>Cerastium cerastoides</i>			0,09%	0,09%
<i>Tragopogon pratensis</i>			0,09%	0,09%
<i>Fumaria officinalis</i>			0,09%	0,09%
<i>Papaver dubium</i>		0,01%	0,16%	0,08%
<i>Anchusa arvensis</i>	0,11%		0,02%	0,07%
<i>Arabidopsis thaliana</i>		0,06%	0,04%	0,05%
<i>Geranium pusillum</i>		0,02%	0,08%	0,05%
<i>Senecio vernalis</i>		0,03%	0,07%	0,05%
<i>Papaver argemone</i>	0,02%	0,06%	0,05%	0,04%
<i>Veronica hederifolia</i>		0,04%	0,04%	0,04%
<i>Arenaria serpyllifolia</i>		0,05%	0,03%	0,04%
<i>Picris hieracioides ssp. crepoides</i>		0,04%		0,04%
<i>Holosteum umbellatum</i>			0,03%	0,03%
<i>Campanula rotundifolia</i>		<0,01%	0,06%	0,03%
<i>Erigeron acris</i>			0,03%	0,03%
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0,01%	0,02%	0,05%	0,03%
<i>Anagallis arvensis</i>	0,06%	0,01%	0,01%	0,03%
<i>Epilobium adenocaulon</i>	0,01%	0,02%	0,03%	0,02%
<i>Barbarea vulgaris</i>		0,02%	0,01%	0,02%
<i>Vicia hirsuta</i>	<0,01%	0,03%		0,01%
<i>Myosotis ramosissima</i>		0,01%	0,01%	0,01%
<i>Papaver rhoeas</i>		<0,01%	0,02%	0,01%
<i>Veronica triphyllus</i>		0,01%	0,01%	0,01%

<i>Biscutella laevigata</i>			0,01%	0,01%
<i>Stellaria media</i>		0,01%	<0,01%	0,01%
<i>Galium mollugo</i>	<0,01%	<0,01%	0,01%	0,01%
<i>Campanula patula</i>	<0,01%			<0,01%
<i>Myosotis stricta</i>	<0,01%		0,01%	<0,01%
<i>Vicia tetrasperma</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Vicia cracca</i>	<0,01%	0,01%		<0,01%
<i>Trifolium campestre</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Vicia angustifolia</i>		0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Lamium amplexicaule</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Veronica chamaedrys</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Allium oleraceum</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Thlaspi arvense</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Alliaria petiolata</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Centaurea cyanus</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Sonchus asper</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Trifolium repens</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Epilobium montanum</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Lamium purpureum</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%

Tabelle 60 Anteile der einzelnen Blütenpflanzenarten an der Gesamtblumenmenge auf Standort V, summiert über das Erfassungsjahr

Blütenpflanzenarten	1998	1999	2000	Gesamt
<i>Pimpinella saxifraga</i>	71,61%	23,36%	34,57%	43,18%
<i>Prunus spinosa</i>		9,58%	21,22%	15,40%
<i>Daucus carota</i>	19,96%	14,28%	10,04%	14,76%
<i>Anthriscus sylvestris</i>	0,14%	25,63%	9,37%	11,71%
<i>Pyrus pyraster</i>			5,91%	5,91%
<i>Crataegus monogyna</i>		3,70%	6,96%	5,33%
<i>Centaurea scabiosa</i>		3,54%	4,72%	4,13%
<i>Crataegus oxyacantha</i>		6,70%	0,86%	3,78%
Gesamtergebnis	3,03%	1,85%		2,44%
<i>Centaurea stoebe</i>	2,06%			2,06%
<i>Primula veris</i>		2,01%	1,20%	1,60%
<i>Torilis japonica</i>		1,60%		1,60%
<i>Agrimonia eupatoria</i>	0,56%	1,61%	1,11%	1,09%
<i>Campanula rotundifolia</i>	2,06%	0,80%	0,35%	1,07%
<i>Lathyrus pratensis</i>	1,00%	1,55%	0,14%	0,90%
<i>Rosa canina</i>		0,30%	1,27%	0,78%
<i>Achillea millefolium</i>	1,18%	0,71%	0,40%	0,76%
<i>Tragopogon pratensis</i>		0,98%	<0,01%	0,49%
<i>Melilotus alba</i>		0,32%		0,32%
<i>Lathyrus sylvestris</i>	0,31%	0,26%	0,16%	0,24%
<i>Pyrus spec.</i>		0,22%		0,22%
<i>Astragalus glycyphyllos</i>		0,20%		0,20%
<i>Cerastium arvense</i>		0,18%	0,15%	0,16%
<i>Heracleum sphondylium</i>	0,30%	0,13%	0,03%	0,15%
<i>Veronica chamaedrys</i>	<0,01%	0,35%	0,10%	0,15%
<i>Lotus corniculatus</i>	0,09%	0,12%	0,24%	0,15%
<i>Hypericum perforatum</i>	0,08%	0,14%	0,15%	0,12%
<i>Stellaria graminea</i>	0,08%	0,18%	0,10%	0,12%
<i>Campanula patula</i>	0,06%	0,04%	0,26%	0,12%
<i>Medicago lupulina</i>	0,03%	0,25%	0,04%	0,11%
<i>Trifolium repens</i>	0,01%	0,15%	0,14%	0,10%
<i>Knautia arvensis</i>	0,13%	0,10%	0,07%	0,10%
<i>Thymus pulegioides</i>	0,06%	0,11%	0,10%	0,09%
<i>Vicia cracca</i>	0,02%	0,22%	0,02%	0,09%
<i>Centaurea jacea</i>	0,12%	0,05%	0,08%	0,09%
<i>Ranunculus bulbosus</i>		0,11%	0,03%	0,07%
<i>Linum catharticum</i>	<0,01%	0,18%	0,01%	0,06%
<i>Leucanthemum vulgare</i>	0,03%	0,04%	0,10%	0,06%
<i>Fragaria vesca</i>		0,09%	0,01%	0,05%
<i>Moehringia trinerva</i>		0,04%		0,04%
<i>Silene alba</i>		0,03%		0,03%
<i>Leontodon hispidus</i>	0,04%	0,03%	<0,01%	0,03%
<i>Sanguisorba minor</i>	<0,01%	0,03%	0,03%	0,02%
<i>Potentilla reptans</i>		0,03%	<0,01%	0,02%
<i>Hieracium laurinum</i>	0,03%	0,01%	0,01%	0,02%
<i>Senecio erucifolius</i>	0,02%			0,02%
<i>Silene vulgaris</i>	<0,01%		0,03%	0,01%
<i>Alliaria petiolata</i>		0,01%		0,01%
<i>Trifolium campestre</i>	0,02%	<0,01%		0,01%
<i>Galium mollugo</i>	<0,01%	<0,01%	0,02%	0,01%
<i>Trifolium pratense</i>	<0,01%	0,02%	<0,01%	0,01%
<i>Geum urbanum</i>	<0,01%	0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Taraxacum officinale</i>			<0,01%	<0,01%
<i>Erophila verna</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Vicia hirsuta</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Myosotis ramosissima</i>		<0,01%	<0,01%	<0,01%
<i>Arenaria serpyllifolia</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Saxifraga granulata</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Myosotis arvensis</i>		<0,01%		<0,01%
<i>Vicia angustifolia</i>		<0,01%		<0,01%

Tabelle 61 Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort I. Angegeben ist der prozentuale Anteil an der insgesamt angebotenen Pollenmenge sowie die prozentuale Deckung, die die Gesamtheit der den Pollentyp produzierenden Blüten auf der Fläche erreicht.

Pollentypen	% an der Gesamtpollenmenge		% Deckung der entsprechenden Blüten	
	1999	2000	1999	2000
Convolvulus-Typ	89,8%	81,8%	7,1%	5,4%
Hypericum-Typ	2,4%	0,2%	0,2%	<0,1%
Cirsium-Typ	1,8%	0,8%	0,1%	0,1%
Hornungia-Typ	1,6%	0,3%	0,1%	<0,1%
Anthemis-Typ	1,4%	2,4%	0,1%	0,2%
Centaurea-scabiosa-Typ	1,3%	1,9%	0,1%	0,1%
Rosaceae-Typ	0,5%	1,2%	<0,1%	0,1%
Geranium-Typ	0,4%	6,9%	<0,1%	0,5%
Apiaceae-Typ	0,3%	2,1%	<0,1%	0,1%
Silene-pratensis-Typ	0,1%	0,5%	<0,1%	<0,1%
Tragopogon-pratensis-Typ	0,1%	1,2%	<0,1%	0,1%
Cerastium-fontanum-Typ	0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Papaver-rhoeas-Typ	0,1%		<0,1%	
Viola-arvensis-Typ	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Cichorium-intybus-Typ	<0,1%	0,1%	<0,1%	<0,1%
Veronica-Typ	<0,1%	0,2%	<0,1%	<0,1%
Aster-Typ	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Galium-Typ	<0,1%	0,1%	<0,1%	<0,1%
Arenaria-Typ	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Campanula-Typ	<0,1%	0,2%	<0,1%	<0,1%
Stachys-sylvatica-Typ	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Lactuca-sativa-Typ	<0,1%	0,1%	<0,1%	<0,1%
Myosotis-arvensis-Typ	<0,1%	<0,1%	<0,1%	<0,1%
Holosteum-umbellatum-Typ		<0,1%		<0,1%
Consolida-ambigua-Typ		<0,1%		<0,1%
Ranunculus-Typ		<0,1%		<0,1%
Epilobium-Typ		<0,1%		<0,1%

Tabelle 62 Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort I. Graue Schrift zeigt die als flächenfremd eingestuftem Pollentypen, grau unterlegte Tabellenfelder hohe Häufigkeits- und Stetigkeitswerte (>10%), wobei letztere nur in der Zusammenfassung aller Arten hervorgehoben sind.

Arten/Parameter Pollentypen	alle Arten				<i>Episyrphus balteatus</i>				<i>Eupeodes corollae</i>				<i>Sphaerophoria scripta</i>			
	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000
Anzahl der Tiere	21		55		3		4		4		4		14		47	
Anzahl der Typen	25		33		16		11		12		15		15		32	
Anthemis-Typ	29,4%	52%	53,7%	82%	32,1%	67%	36,4%	50%	9,3%	50%	31,8%	75%	34,7%	50%	56,8%	85%
Convolvulus-Typ	24,5%	95%	6,6%	64%	2,6%	100%	0,2%	25%	51,3%	100%	30,1%	75%	41,7%	93%	6,8%	66%
Cirsium-Typ	3,4%	10%	4,9%	9%									9,3%	14%	5,8%	11%
Hypericum-Typ	1,2%	19%	25,2%	44%			48,7%	50%	0,3%	25%	0,3%	50%	3,1%	21%	22,7%	43%
Rosaceae-Typ	1,9%	14,3%	0,7%	5,5%	2,6%	66,7%							1,9%	7,1%	0,8%	6,4%
Galium-Typ	1,6%	14%	0,8%	20%	3,2%	33%	0,0%	25%			0,2%	25%	0,2%	14%	1,0%	19%
Gramineae-Typ	0,1%	14%	<0,1%	7%	0,2%	33%							0,1%	14%	0,0%	9%
Artemisia-Typ	0,4%	14%	<0,1%	4%					1,8%	25%			0,2%	14%	0,0%	4%
Aster-Typ	2,0%	10%	<0,1%	4%	0,0%	33%			12,6%	25%					0,0%	4%
Plantago-lanceolata-Typ	<0,1%	10%	<0,1%	4%	0,0%	33%							0,1%	7%	0,0%	4%
Serratula-Typ	0,1%	5%							0,3%	25%						
Rumex-acetosa-Typ	<0,1%	5%							0,2%	25%						
Geranium-Typ			0,7%	31%			0,6%	25%			9,1%	50%			0,5%	30%
Polygonum-aviculare-Typ			0,2%	5%							0,2%	25%			0,2%	4%
Spargula-Typ			<0,1%	2%											0,0%	2%
Rumex-acetosella-Typ			<0,1%	2%											0,0%	2%
Centaurea-scabiosa-Typ			<0,1%	2%											0,0%	2%
Cichorium-intybus-Typ	0,8%	19%	1,4%	13%	0,1%	33%	7,8%	25%	3,3%	25%			0,6%	14%	0,5%	13%
Sinapis-Typ	6,5%	10%	0,4%	7%	13,3%	33%			0,9%	25%	2,2%	25%			0,4%	6%
Tilia-cordata-Typ	3,2%	10%	<0,1%	4%					19,5%	25%			0,1%	7%	0,0%	4%
Urtica-dioica-Typ	2,9%	10%	<0,1%	5%	0,0%	33%	0,1%	25%					7,9%	7%	0,0%	4%
Apiaceae-Typ	0,1%	14%	0,1%	16%	0,1%	67%	0,0%	25%			1,0%	50%	0,1%	7%	0,1%	13%
Cerastium-fontanum-Typ	0,1%	5%	0,4%	7%			1,0%	25%	0,3%	25%					0,4%	6%
Chenopodiaceae-Typ	<0,1%	5%	<0,1%	2%					0,2%	25%	0,1%	25%				
Sambucus-Typ	17,7%	14%			37,1%	67%							0,1%	7%		
Moehringia-trinerva-Typ	2,7%	5%			5,7%	33%										
Impatiens-Typ	0,9%	5%			2,0%	33%										
Stachys-sylvatica-Typ	0,4%	5%			0,9%	33%										
Dianthus-superbus-Gruppe	<0,1%	5%			0,1%	33%										
Quercus-Typ	<0,1%	5%											0,1%	7%		
Homungia-Typ			3,3%	18%			5,1%	25%			14,0%	25%			2,8%	17%
Erodium-Typ			0,1%	9%											0,2%	11%
Fallopia-convolvulus-Typ			0,2%	4%											0,2%	4%
Euphorbia-Typ			0,2%	4%							5,0%	25%			0,0%	2%
Rhinanthus-Typ			0,2%	4%											0,2%	4%
Centaurea-cyanus-Typ			0,1%	4%							5,5%	25%			0,0%	2%
Cerastium-cerastioides-Typ			0,1%	2%											0,2%	2%
Holosteum-umbellatum-Typ			0,1%	4%							0,2%	25%			0,1%	2%
Viola-arvensis-Typ			0,1%	16%							0,2%	25%			0,1%	17%
Betula-Typ			<0,1%	5%			0,0%	25%			0,1%	25%			0,0%	2%
Lychnis-Typ			<0,1%	2%											0,0%	2%

Tabelle 63 Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort I nachgewiesenen Pollentypen sowie den sich ergebenden Selektionsindex *W*. Dabei verdeutlichen die rot markierten Zahlen einen in beiden Jahren über 1 liegenden Wert, grün zeigt einen Wechsel in den Untersuchungsjahren an, blau weist auf Werte unter 1 in beiden Untersuchungsjahren. Dunkelgrau gekennzeichnet sind Pollentypen, für die nur in einem der beiden Untersuchungsjahre das Verhältnis berechnet werden konnte, schwarz weist auf Pollentypen hin, die zwar auf den Flächen vorhanden waren, in der aufgenommenen Nahrung jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Eine hellgraue Farbe weisen Pollentypen auf, die als ‚flächenfremd‘ eingestuft wurden.

Pollentypen	Selektionsindex 1999	Selektionsindex 2000	Angebot 1999	Angebot 2000	Nutzung 1999	Nutzung 2000
Galium-Typ	86,23	12,80	0,02%	0,07%	1,58%	0,83%
Anthemis-Typ	21,34	22,58	1,38%	2,38%	29,37%	53,74%
Cirsium-Typ	1,86	6,22	1,81%	0,79%	3,37%	4,92%
Hypericum-Typ	0,48	155,93	2,42%	0,16%	1,15%	25,24%
Aster-Typ	64,43	0,87	0,03%	0,03%	2,05%	0,02%
Rosaceae-Typ	4,01	0,59	0,48%	1,23%	1,92%	0,72%
Convolvulus-Typ	0,27	0,08	89,77%	81,83%	24,53%	6,59%
Viola-arvensis-Typ		37,12	0,04%	<0,01%		0,10%
Hornungia-Typ		11,58	1,60%	0,29%		3,35%
Holosteum-umbellatum-Typ		4,55		0,02%		0,09%
Geranium-Typ		0,11	0,36%	6,91%		0,75%
Centaurea-scabiosa-Typ		0,00	1,33%	1,88%		0,01%
Tragopogon-pratensis-Typ			0,09%	1,15%		
Silene-pratensis-Typ			0,12%	0,54%		
Veronica-Typ			0,03%	0,23%		
Campanula-Typ			0,01%	0,17%		
Lactuca-sativa-Typ			0,01%	0,05%		
Arenaria-Typ			0,02%	<0,01%		
Myosotis-arvensis-Typ			<0,01%	<0,01%		
Papaver-rhoeas-Typ			0,05%			
Consolida-ambigua-Typ				0,01%		
Ranunculus-Typ				0,01%		
Epilobium-Typ				<0,01%		
Gramineae-Typ					0,14%	0,02%
Plantago-lanceolata-Typ					0,05%	0,01%
Rumex-acetosa-Typ					0,02%	
Rumex-acetosella-Typ						0,03%
Cichorium-intybus-Typ ¹			0,04%	0,10%	0,80%	1,35%
Cerastium-fontanum-Typ ¹			0,05%	0,03%	0,06%	0,44%
Apiaceae-Typ ¹			0,32%	2,13%	0,07%	0,08%
Stachys-sylvatica-Typ ¹			0,01%	0,01%	0,42%	
Sinapis-Typ					6,50%	0,44%
Urtica-dioica-Typ					2,87%	0,02%
Artemisia-Typ					0,37%	0,01%
Chenopodiaceae-Typ					0,03%	<0,01%
Sambucus-Typ					17,74%	
Tilia-cordata-Typ					3,17%	0,01%
Moehringia-trinerva-Typ					2,74%	
Impatiens-Typ					0,94%	
Serratula-Typ					0,05%	
Dianthus-superbus-Gruppe					0,03%	
Quercus-Typ					0,02%	
Polygonum-aviculare-Typ						0,21%
Fallopia-convolvulus-Typ						0,16%
Euphorbia-Typ						0,16%
Rhinanthus-Typ						0,15%
Centaurea-cyanus-Typ						0,15%
Cerastium-cerastioides-Typ						0,14%
Erodium-Typ						0,14%
Spergula-Typ						0,04%
Lychnis-Typ						0,02%
Betula-Typ						0,01%

¹ Angebot und Nutzung stimmten zeitlich nicht überein

Tabelle 64 Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort II. Angegeben ist der prozentuale Anteil an der insgesamt angebotenen Pollenmenge sowie die prozentuale Deckung, die die Gesamtheit der den Pollentyp produzierenden Blüten auf der Fläche erreicht.

Pollentypen	% an der Gesamtpollenmenge		% Deckung der entsprechenden Blüten	
	1999	2000	1999	2000
Cirsium-Typ	47,77%	4,84%	1,28%	0,12%
Hypericum-Typ	28,69%	47,84%	0,77%	1,16%
Anthemis-Typ	7,89%	23,57%	0,21%	0,57%
Epilobium-Typ	2,91%	1,79%	0,08%	0,04%
Cichorium-intybus-Typ	2,15%	0,77%	0,06%	0,02%
Myosotis-arvensis-Typ	1,84%	0,39%	0,05%	0,01%
Ranunculus-Typ	1,72%	0,29%	0,05%	0,01%
Centaurea-scabiosa-Typ	1,55%	1,19%	0,04%	0,03%
Veronica-Typ	1,35%	0,15%	0,04%	0,00%
Cerastium-fontanum-Typ	0,77%	0,05%	0,02%	0,00%
Silene-pratensis-Typ	0,74%	1,35%	0,02%	0,03%
Aster-Typ	0,68%	1,14%	0,02%	0,03%
Apiaceae-Typ	0,53%	14,35%	0,01%	0,35%
Hornungia-Typ	0,46%	0,05%	0,01%	0,00%
Convolvulus-Typ	0,28%	0,38%	0,01%	0,01%
Rosaceae-Typ	0,23%	0,21%	0,01%	0,00%
Trifolium-Typ	0,19%	0,72%	0,01%	0,02%
Sinapis-Typ	0,11%	0,02%	0,00%	0,00%
Galium-Typ	0,02%	0,14%	0,00%	0,00%
Vicia-Typ	0,01%	0,06%	0,00%	0,00%
Stachys-sylvatica-Typ	0,01%	0,05%	0,00%	0,00%
Geranium-Typ	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%
Viola-arvensis-Typ	0,12%		0,00%	
Cerastium-cerastioides-Typ		0,41%		0,01%
Scilla-Typ		0,24%		0,01%
Holosteum-umbellatum-Typ		0,00%		0,00%

Tabelle 65 Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort II. Graue Schrift zeigt die als flächenfremd eingestufteten Pollentypen, grau unterlegte Tabellenfelder hohe Häufigkeits- und Stetigkeitswerte (>10%), wobei letztere nur in der Zusammenfassung aller Arten hervorgehoben sind.

Arten/Parameter Pollentypen	alle Arten				<i>Episyrphus balteatus</i>				<i>Eupeodes corollae</i>				<i>Sphaerophoria scripta</i>				<i>Syrirta pipiens</i>	
	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig. 2000	Stetig. 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999
Anzahl der Tiere	61		69		14		17		22		4		20		48		5	
Anzahl der Typen	25		30		17		15		13		9		11		24		5	
Hypericum-Typ	48,1%	59%	71,3%	83%	49,2%	64%	91,7%	100%	45,5%	50%	64,7%	100%	43,8%	60%	31,5%	75%	58,8%	80%
Anthemis-Typ	29,4%	56%	20,7%	80%	24,8%	50%	4,6%	53%	33,5%	50%	32,4%	100%	32,2%	65%	49,0%	88%	34,4%	60%
Cirsium-Typ	6,7%	59%	0,7%	29%	8,4%	64%	0,5%	41%	6,1%	45%	0,8%	75%	6,3%	65%	1,1%	21%	0,5%	80%
Rosaceae-Typ	1,0%	3%	0,1%	3%	2,1%	14%					0,5%	25%			0,2%	2%		
Sinapis-Typ	0,8%	7%	0,2%	9%	0,2%	7%	<0,1%	6%	1,9%	5%			<0,1%	5%	0,9%	10%	1,3%	20%
Apiaceae-Typ	0,8%	18%	0,3%	28%	0,4%	21%	0,5%	29%	1,7%	14%			0,2%	25%	0,2%	29%		
Aster-Typ	0,4%	13%	3,9%	68%			0,6%	53%	0,8%	18%	1,0%	50%	1,0%	20%	12,4%	75%		
Cichorium-intybus-Typ	0,2%	7%	0,7%	17%			1,2%	41%	0,4%	5%			<0,1%	5%	<0,1%	10%	1,0%	40%
Galium-Typ	<0,1%	8%	0,1%	13%	<0,1%	7%			<0,1%	9%	<0,1%	25%	0,2%	10%	0,5%	17%		
Cerastium-fontanum-Typ	0,5%	13%	0,1%	7%	0,1%	21%			1,4%	14%	0,1%	25%	0,3%	10%	0,2%	8%		
Gramineae-Typ	0,2%	5%	<0,1%	1%	0,3%	7%	<0,1%	6%					0,1%	10%				
Centaurea-scabiosa-Typ	<0,1%	3%	<0,1%	1%	<0,1%	14%									<0,1%	2%		
Convolvulus-Typ	0,6%	3%							0,8%	5%							3,8%	20%
Ranunculus-Typ	0,4%	2%			0,9%	7%												
Rumex-acetosa-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	7%												
Plantago-lanceolata-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	7%												
Hornungia-Typ			0,4%	14%			0,2%	24%			0,1%	25%			1,2%	10%		
Caryophyllaceae s.l.			0,3%	1%											1,2%	2%		
Veronica-Typ			0,1%	1%											0,2%	2%		
Papaver-rhoeas-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	6%							0,1%	17%		
Chenopodiaceae-Typ	0,1%	3%	<0,1%	13%	0,2%	7%	<0,1%	6%	<0,1%	5%					0,1%	17%		
Sambucus-Typ	4,5%	7%	<0,1%	1%	0,2%	14%			7,2%	5%			15,5%	5%	<0,1%	2%		
Urtica-dioica-Typ	<0,1%	3%	<0,1%	6%	<0,1%	7%	<0,1%	6%			<0,1%	25%	<0,1%	5%	<0,1%	4%		
Rhinanthus-Typ	<0,1%	2%	0,1%	6%			<0,1%	6%	<0,1%	5%					0,2%	6%		
Serratula-Typ	0,1%	3%	<0,1%	1%					0,4%	5%					<0,1%	2%	0,1%	20%
Polygonum-aviculare-Typ	0,1%	3%	<0,1%	1%	<0,1%	7%			0,2%	5%	<0,1%	25%						
Oxyria-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	3%									<0,1%	5%	<0,1%	4%		
Tilia-cordata-Typ	6,1%	8%			12,9%	21%							0,2%	10%				
Stachys-sylvatica-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	7%												
Impatiens-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	7%												
Polygonum-amphibium-Typ	<0,1%	2%															0,1%	20%
Linum-catharticum-Typ	<0,1%	2%							<0,1%	5%								
Alisma-graminea-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	7%												
Lysimachia-vulgaris-Typ			0,4%	1%			0,7%	6%										
Fallopia-convolvulus-Typ			0,1%	3%							0,4%	25%			<0,1%	2%		
Anagallis-arvensis-Typ			0,3%	7%											1,0%	10%		
Viola-arvensis-Typ			<0,1%	6%			<0,1%	6%			<0,1%	50%			<0,1%	2%		
Betula-Typ			<0,1%	9%			<0,1%	6%							<0,1%	10%		
Artemisia-Typ			<0,1%	3%			<0,1%	12%										
Symphitrum-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	6%										
Caltha-Typ			<0,1%	1%											<0,1%	2%		
Jasione-Typ			<0,1%	1%											<0,1%	2%		
Centaurea-cyanus-Typ			<0,1%	1%											<0,1%	2%		

Tabelle 66 Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort II nachgewiesenen Pollentypen sowie den sich ergebenden Selektionsindex *W*. Dabei verdeutlichen die rot markierten Zahlen einen in beiden Jahren über 1 liegenden Wert, grün zeigt einen Wechsel in den Untersuchungsjahren an, blau weist auf Werte unter 1 in beiden Untersuchungsjahren. Dunkelgrau gekennzeichnet sind Pollentypen, für die nur in einem der beiden Untersuchungsjahre das Verhältnis berechnet werden konnte, schwarz weist auf Pollentypen hin, die zwar auf den Flächen vorhanden waren, in der aufgenommenen Nahrung jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Eine hellgraue Farbe weisen Pollentypen auf, die als ‚flächenfremd‘ eingestuft wurden.

Pollentypen	Selektionsindex 1999	Selektionsindex 2000	Angebot 1999	Angebot 2000	Nutzung 1999	Nutzung 2000
Sinapis-Typ	7,11	11,10	0,11%	0,02%	0,81%	0,25%
Galium-Typ	2,64	1,07	0,02%	0,14%	0,04%	0,15%
Hypericum-Typ	1,67	1,49	28,69%	47,84%	47,94%	71,25%
Rosaceae-Typ	4,24	0,62	0,23%	0,21%	0,99%	0,13%
Anthemis-Typ	3,71	0,88	7,89%	23,57%	29,27%	20,75%
Apiaceae-Typ	2,06	0,02	0,53%	14,35%	1,10%	0,33%
Cerastium-fontanum-Typ	0,69	1,47	0,77%	0,05%	0,53%	0,08%
Aster-Typ	0,54	3,42	0,68%	1,14%	0,37%	3,90%
Cirsium-Typ	0,14	0,15	47,77%	4,84%	6,71%	0,71%
Cichorium-intybus-Typ	0,10	0,91	2,15%	0,77%	0,22%	0,70%
Centaurea-scabiosa-Typ	0,01	0,00	1,55%	1,19%	0,01%	<0,01%
Convolvulus-Typ	2,07		0,28%	0,38%	0,57%	
Stachys-sylvatica-Typ	1,96		0,01%	0,05%	0,01%	
Ranunculus-Typ	0,25		1,72%	0,29%	0,43%	
Hornungia-Typ		9,02	0,46%	0,05%		0,43%
Veronica-Typ		0,43	1,35%	0,15%		0,07%
Trifolium-Typ			0,19%	0,72%		
Silene-pratensis-Typ			0,74%	1,35%		
Geranium-Typ			<0,01%	0,01%		
Cerastium-cerastioides-Typ				0,41%		
Holosteum-umbellatum-Typ				<0,01%		
Epilobium-Typ			2,91%	1,79%		
Myosotis-arvensis-Typ			1,84%	0,39%		
Viola-arvensis-Typ			0,12%			0,01%
Vicia-Typ			0,01%	0,06%		
Scilla-Typ				0,24%		
Tilia-cordata-Typ					6,04%	
Sambucus-Typ					4,45%	<0,01%
Gramineae-Typ					0,15%	<0,01%
Serratula-Typ					0,14%	<0,01%
Chenopodiaceae-Typ					0,11%	0,03%
Polygonum-aviculare-Typ					0,06%	<0,01%
Urtica-dioica-Typ					0,01%	0,02%
Impatiens-Typ					0,01%	
Rumex-acetosa-Typ					0,01%	
Polygonum-amphibium-Typ					<0,01%	
Oxyria-Typ					<0,01%	0,01%
Rhinanthus-Typ					<0,01%	0,06%
Linum-catharticum-Typ					<0,01%	
Plantago-lanceolata-Typ					<0,01%	
Anagallis-arvensis-Typ						0,28%
Artemisia-Typ						<0,01%
Jasione-Typ						<0,01%
Centaurea-cyanus-Typ						<0,01%
Lysimachia-vulgaris-Typ						0,42%
Caryophyllaceae-Typ						0,33%
Fallopia-convolvulus-Typ						0,06%
Betula-Typ						0,01%
Papaver-rhoeas-Typ						0,01%
Symphytrum-Typ						0,01%
Caltha-Typ						<0,01%

Tabelle 67 Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort III. Angegeben ist der prozentuale Anteil an der insgesamt angebotenen Pollenmenge sowie die prozentuale Deckung, die die Gesamtheit der den Pollentyp produzierenden Blüten auf der Fläche erreicht.

Pollentypen	% an der Gesamtpollenmenge		% Deckung der entsprechenden Blüten	
	1999	2000	1999	2000
Apiaceae-Typ	73,87%	71,63%	22,19%	24,68%
Rosaceae-Typ	13,06%	23,36%	3,92%	8,05%
Anthemis-Typ	4,86%	2,11%	1,46%	0,73%
Cerastium-fontanum-Typ	2,39%	0,90%	0,72%	0,31%
Vicia-Typ	2,24%	0,35%	0,67%	0,12%
Hypericum-Typ	1,39%	0,55%	0,42%	0,19%
Veronica-Typ	0,57%	0,14%	0,17%	0,05%
Cirsium-Typ	0,33%	0,06%	0,10%	0,02%
Cichorium-intybus-Typ	0,22%	<0,01%	0,07%	<0,01%
Convolvulus-Typ	0,22%	0,10%	0,07%	0,03%
Knautia-Typ	0,14%	0,05%	0,04%	0,02%
Scrophularia-Typ	0,12%	0,08%	0,04%	0,03%
Primula-veris-Typ	0,12%	0,03%	0,04%	0,01%
Ranunculus-Typ	0,12%	0,10%	0,04%	0,03%
Scilla-Typ	0,10%	0,03%	0,03%	0,01%
Stachys-sylvatica-Typ	0,07%	0,11%	0,02%	0,04%
Tragopogon-pratensis-Typ	0,05%	0,07%	0,01%	0,02%
Aster-Typ	0,04%		0,01%	
Centaurea-scabiosa-Typ	0,04%	0,03%	0,01%	0,01%
Galium-Typ	0,03%	0,27%	0,01%	0,09%
Trifolium-Typ	0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Sinapis-Typ	0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Vicia-cracca-Typ	0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Hornungia-Typ	<0,01%	0,01%	<0,01%	<0,01%
Lotus-Typ	<0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Prunella-Typ	<0,01%		<0,01%	
Silene-pratensis-Typ	<0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Myosotis-arvensis-Typ	<0,01%		<0,01%	
Silene-vulgaris-Typ		<0,01%		<0,01%

Tabelle 68 Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort III. Graue Schrift zeigt die als flächenfremd eingestufteten Pollentypen, grau unterlegte Tabellenfelder hohe Häufigkeits- und Stetigkeitswerte (>10%), wobei letztere nur in der Zusammenfassung aller Arten hervorgehoben sind.

Arten/Parameter Pollentypen	alle Arten				<i>Episyrphus balteatus</i>				<i>Eupeodes corollae</i>		<i>Sphaerophoria scripta</i>				<i>Syritta pipiens</i>			
	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000
Anzahl der Tiere	60		243		39		169		2		10		67		10		5	
Anzahl der Typen	26		50		26		46		5		26		34		26		10	
Galium-Typ	39,1%	40%	36,4%	49%	41,4%	36%	30,8%	50%	9,8%	50%	71,1%	60%	62,6%	49%	2,6%	40%	12,9%	40%
Hypericum-Typ	13,4%	37%	42,7%	63%	10,4%	44%	50,6%	75%	0,3%	30%	11,6%	40%	44,6%	20%	<0,1%	20%	<0,1%	20%
Anthemis-Typ	24,4%	55%	5,4%	46%	28,1%	59%	5,6%	43%	35,2%	50%	2,5%	50%	4,3%	51%	8,5%	50%	9,7%	60%
Apiaceae-Typ	5,3%	23%	3,5%	24%	0,8%	21%	0,5%	21%			2,9%	30%	11,4%	30%	41,1%	30%	76,8%	60%
Cichorium-intybus-Typ	1,3%	15%	1,2%	21%	1,2%	18%	1,2%	32%			4,0%	10%	1,5%	19%	0,2%	10%	0,1%	20%
Cerastium-fontanum-Typ	0,9%	18%	0,8%	23%	1,0%	21%	0,3%	12%	0,6%	50%	0,9%	20%	3,1%	55%	0,3%	30%		
Cirsium-Typ	1,1%	18%	0,4%	13%	1,3%	21%	0,5%	14%	0,2%	50%	0,1%	20%	0,1%	10%	<0,1%	10%	<0,1%	20%
Gramineae-Typ	<0,1%	22%		10%	<0,1%	26%	<0,1%	9%			<0,1%	10%		13%	<0,1%	20%		
Plantago-lanceolata-Typ	3,5%	7%	1,5%	7%	2,9%	8%	1,8%	9%			17,7%	10%	0,4%	3%	<0,1%	10%		
Rosaceae-Typ	0,6%	5,0%	0,2%	9,1%	1,1%	2,6%	<0,1%	5,3%			0,5%	10%	1,0%	18%	0,5%	10%	<0,1%	20%
Aster-Typ	<0,1%	12%	0,1%	6%	<0,1%	13%	<0,1%	5%			<0,1%	10%	0,4%	9%	0,2%	10%		
Sinapis-Typ	<0,1%	5%	0,3%	4%	<0,1%	5%	0,4%	3%			<0,1%		<0,1%	4%	<0,1%	10%	0,1%	20%
Convolvulus-Typ	<0,1%	3%	0,2%	5%	<0,1%	5%	0,1%	4%			<0,1%		0,4%	7%	<0,1%	10%		
Stachys-sylvatica-Typ	<0,1%	2%	0,1%	4%	<0,1%	3%	0,1%	4%			<0,1%		0,1%	6%	<0,1%	10%		
Centaurea-scabiosa-Typ	<0,1%	2%	0,2%	3%	<0,1%	3%	0,1%	4%	49,5%	50%	<0,1%			<0,1%	10%	<0,1%	10%	
Knautia-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	0%	<0,1%	3%	<0,1%	1%			<0,1%			<0,1%	10%	<0,1%	10%	
Anagallis-arvensis-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	3%					<0,1%			<0,1%	10%	<0,1%	10%	
Homungia-Typ			0,5%	10%			0,4%	8%	0,1%	50%			0,6%	15%			0,3%	20%
Ranunculus-Typ			0,5%	1%			0,6%	1%										
Cerastium-cerastioides-Typ			0,1%	5%			0,1%	5%					0,2%	3%				
Campanula-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Trifolium-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Caryophyllaceae s.l.			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Tragopogon-pratensis-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Sambucus-Typ	8,2%	13%	2,8%	2%	9,8%	15%	3,2%	2%			<0,1%		1,3%	1%	0,1%	20%		
Artemisia-Typ	0,3%	2%	<0,1%	2%	0,4%	3%	<0,1%	2%			<0,1%		<0,1%	3%	<0,1%	10%		
Urtica-dioica-Typ	0,1%	3%	1,6%	14%	0,1%	5%	2,0%	18%			<0,1%		<0,1%	4%	<0,1%	10%		
Rhinanthus-Typ	0,1%	3%	0,1%	2%	<0,1%	3%	<0,1%	2%			<0,1%		0,8%	4%	0,6%	10%		
Centaurea-cyanus-Typ	<0,1%	3%	0,1%	2%	<0,1%	5%	0,1%	2%			<0,1%		<0,1%	1%	<0,1%	10%		
Mentha-Typ	0,1%	2%	<0,1%	2%	<0,1%	3%	<0,1%	1%			<0,1%		<0,1%	6%	1,3%	10%		
Helianthemum-Typ	1,4%	2%			1,7%	3%					<0,1%				<0,1%	10%		
Tilia-cordata-Typ	0,5%	2%			0,6%	3%					<0,1%				<0,1%	10%		
Ranunculus-aquaticus-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	3%												
Holosteum-umbellatum-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	3%					<0,1%				<0,1%	10%		
Chenopodiaceae-Typ			0,1%	4%			<0,1%	4%	4,5%	50%			0,4%	4%				
Ranunculus-acris-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					0,1%	3%				
Polygonum-aviculare-Typ			<0,1%	2%			<0,1%	1%					<0,1%	4%			<0,1%	20%
Betula-Typ			<0,1%	1%			<0,1%						<0,1%	1%				
Impatiens-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	2%										
Caltha-Typ			0,6%	0%			0,8%	1%										
Silene-dioica-Typ			0,1%	1%			0,2%	1%										
Valeriana-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Lythrum-salicaria-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Lysimachia-vulgaris-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Viola-arvensis-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Geranium-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%	0,2%	50%			<0,1%	1%				
Erodium-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Moehringia-trinerva-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Quercus-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				
Symphytrum-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Silene-vulgaris-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Actaea-spicata-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Fallopia-convolvulus-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Kryptogamenspore			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Typha-angustifolia-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%										
Papaver-rhoeas-Typ			<0,1%	0%			<0,1%	1%					<0,1%	1%				

Tabelle 69 Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort III nachgewiesenen Pollentypen sowie den sich ergebenden Selektionsindex W_i . Dabei verdeutlichen die rot markierten Zahlen einen in beiden Jahren über 1 liegenden Wert, grün zeigt einen Wechsel in den Untersuchungsjahren an, blau weist auf Werte unter 1 in beiden Untersuchungsjahren. Dunkelgrau gekennzeichnet sind Pollentypen, für die nur in einem der beiden Untersuchungsjahre das Verhältnis berechnet werden konnte, schwarz weist auf Pollentypen hin, die zwar auf den Flächen vorhanden waren, in der aufgenommenen Nahrung jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Eine hellgraue Farbe weisen Pollentypen auf, die als ‚flächenfremd‘ eingestuft wurden.

Pollentypen	Selektionsindex 1999	Selektionsindex 2000	Angebot 1999	Angebot 2000	Nutzung 1999	Nutzung 2000
Galium-Typ	1506,7	136,8	0,03%	0,27%	39,11%	36,39%
Hypericum-Typ	9,7	78,0	1,39%	0,55%	13,41%	42,74%
Anthemis-Typ	5,0	2,6	4,86%	2,11%	24,38%	5,44%
Cichorium-intybus-Typ	5,7	1509,6	0,22%	<0,01%	1,28%	1,23%
Cirsium-Typ	3,3	6,5	0,33%	0,06%	1,07%	0,42%
Sinapis-Typ	2,1	93,8	0,01%	<0,01%	0,02%	0,33%
Centaurea-scabiosa-Typ	0,1	5,3	0,04%	0,03%	0,01%	0,17%
Convolvulus-Typ	<0,1	1,6	0,22%	0,10%	0,01%	0,16%
Cerastium-fontanum-Typ	0,4	0,9	2,39%	0,90%	0,95%	0,81%
Apiaceae-Typ	0,1	<0,1	73,87%	71,63%	5,25%	3,48%
Knautia-Typ	0,1	<0,1	0,14%	0,05%	0,01%	<0,01%
Stachys-sylvatica-Typ	<0,1	0,7	0,07%	0,11%	<0,01%	0,08%
Rosaceae-Typ	<0,1	<0,1	13,06%	23,36%	0,11%	0,20%
Aster-Typ	1,1		0,04%		0,04%	0,09%
Hornungia-Typ		72,9	<0,01%	0,01%		0,61%
Ranunculus-Typ		4,8	0,12%	0,10%		0,49%
Trifolium-Typ		2,9	0,01%	<0,01%		<0,01%
Silene-vulgaris-Typ		0,5		<0,01%		<0,01%
Tragopogon-pratensis-Typ		<0,1	0,05%	0,07%		<0,01%
Vicia-cracca-Typ			0,01%	<0,01%		
Veronica-Typ			0,57%	0,14%		
Scrophularia-Typ			0,12%	0,08%		
Lotus-Typ			<0,01%	<0,01%		
Silene-pratensis-Typ			<0,01%	<0,01%		
Vicia-Typ			2,24%	0,35%		
Primula-veris-Typ			0,12%	0,03%		
Scilla-Typ			0,10%	0,03%		
Prunella-Typ			<0,01%			
Myosotis-arvensis-Typ			<0,01%			
Sambucus-Typ					8,17%	2,81%
Plantago-lanceolata-Typ					3,48%	1,47%
Artemisia-Typ					0,34%	0,02%
Mentha-Typ					0,14%	0,01%
Urtica-dioica-Typ					0,12%	1,60%
Rhinanthus-Typ					0,06%	0,14%
Gramineae-Typ					0,05%	0,13%
Centaurea-cyanus-Typ					0,04%	0,10%
Helianthemum-Typ					1,44%	
Tilia-cordata-Typ					0,47%	
Ranunculus-aquaticus-Typ					0,03%	
Holosteum-umbellatum-Typ					0,01%	
Anagallis-arvensis-Typ					<0,01%	
Chenopodiaceae-Typ						0,10%
Moehringia-trinerva-Typ						0,01%
Impatiens-Typ						0,01%
Campanula-Typ						0,01%
Polygonum-aviculare-Typ						<0,01%
Quercus-Typ						<0,01%
Erodium-Typ						<0,01%
Caltha-Typ						0,61%
Silene-dioica-Typ						0,15%
Cerastium-cerastioides-Typ						0,09%
Ranunculus-acris-Typ						0,02%
Valeriana-Typ						0,01%
Lythrum-salicaria-Typ						0,01%
Lysimachia-vulgaris-Typ						0,01%
Betula-Typ						<0,01%
Caryophyllaceae-Typ						<0,01%
Viola-arvensis-Typ						<0,01%
Geranium-Typ						<0,01%
Symphytrum-Typ						<0,01%
Actaea-spicata-Typ						<0,01%
Fallopia-convolvulus-Typ						<0,01%
Typha-angustifolia-Typ						<0,01%
Papaver-rhoeas-Typ						<0,01%

Tabelle 70 Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort IV. Angegeben ist der prozentuale Anteil an der insgesamt angebotenen Pollenmenge sowie die prozentuale Deckung, die die Gesamtheit der den Pollentyp produzierenden Blüten auf der Fläche erreicht.

Pollentypen	% an der Gesamtpollenmenge		% Deckung der entsprechenden Blüten	
	1999	2000	1999	2000
Apiaceae-Typ	33,12%	21,69%	8,92%	4,32%
Cichorium-intybus-Typ	30,71%	35,65%	8,27%	7,11%
Trifolium-Typ	21,65%	0,83%	5,83%	0,17%
Anthemis-Typ	3,33%	34,00%	0,90%	6,78%
Cirsium-Typ	2,35%	0,46%	0,63%	0,09%
Artemisia-Typ	2,21%		0,59%	
Convolvulus-Typ	1,23%	1,15%	0,33%	0,23%
Lactuca-sativa-Typ	1,10%	0,66%	0,30%	0,13%
Cerastium-fontanum-Typ	0,83%	0,00%	0,22%	0,00%
Erodium-Typ	0,61%	1,60%	0,16%	0,32%
Veronica-Typ	0,57%	0,26%	0,15%	0,05%
Hypericum-Typ	0,53%	0,97%	0,14%	0,19%
Aster-Typ	0,42%	0,54%	0,11%	0,11%
Myosotis-arvensis-Typ	0,42%	0,56%	0,11%	0,11%
Viola-arvensis-Typ	0,28%	0,07%	0,08%	0,01%
Consolida-ambigua-Typ	0,20%	0,59%	0,05%	0,12%
Sinapis-Typ	0,12%	0,09%	0,03%	0,02%
Hornungia-Typ	0,11%	0,11%	0,03%	0,02%
Papaver-argemone-Typ	0,06%	0,05%	0,02%	0,01%
Arenaria-Typ	0,05%	0,03%	0,01%	0,01%
Vicia-Typ	0,03%	0,00%	0,01%	0,00%
Geranium-Typ	0,02%	0,08%	0,01%	0,02%
Epilobium-Typ	0,02%	0,03%	0,00%	0,01%
Papaver-rhoeas-Typ	0,02%	0,17%	0,00%	0,03%
Vicia-cracca-Typ	0,01%		0,00%	
Anagallis-arvensis-Typ	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
Stachys-sylvatica-Typ	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Centaurea-cyanus-Typ	0,00%		0,00%	
Galium-Typ	0,00%	0,01%	0,00%	0,00%
Sonchus-oleraceus-Typ	0,00%		0,00%	
Cerastium-cerastioides-Typ		0,09%		0,02%
Tragopogon-pratensis-Typ		0,09%		0,02%
Fumaria-Typ		0,09%		0,02%
Campanula-Typ		0,06%		0,01%
Holosteum-umbellatum-Typ		0,03%		0,01%
Anchusa-arvensis-Typ		0,02%		0,00%
Allium-Typ		0,00%		0,00%

Tabelle 71 Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort IV. Graue Schrift zeigt die als flächenfremd eingestuften Pollentypen, grau unterlegte Tabellenfelder hohe Häufigkeits- und Stetigkeitswerte (>10%), wobei letztere nur in der Zusammenfassung aller Arten hervorgehoben sind.

Arten/Parameter Pollentypen	alle Arten				<i>Episyrphus balteatus</i>				<i>Eupeodes corollae</i>		<i>Sphaerophoria scripta</i>				<i>Syrirta pipiens</i>			
	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000
Anzahl der Tiere	59		74		19		16		2		34		56		6		4	
Anzahl der typen	27		40		14		21		7		22		37		7		9	
Cichorium-intybus-Typ	21,6%	86%	16,7%	76%	11,0%	79%	9,6%	88%			35,8%	91%	25,9%	77%	11,3%	83%	21,8%	50%
Apiaceae-Typ	35,7%	64%	21,0%	53%	44,1%	63%	25,0%	44%	0,1%	50%	16,3%	59%	19,8%	54%	74,8%	100%	8,8%	75%
Anthemis-Typ	10,6%	61%	12,9%	77%	2,0%	63%	11,1%	94%	0,7%	50%	20,6%	59%	15,5%	71%	7,7%	67%	39,3%	100%
Hypericum-Typ	9,8%	39%	28,3%	45%	21,0%	68%	43,9%	38%	0,1%	50%	0,2%	26%	16,3%	48%	0,2%	17%	0,2%	25%
Cirsium-Typ	10,9%	66%	1,3%	21%	20,6%	100%	0,1%	38%			3,1%	50%	2,8%	18%	0,1%	50%		
Aster-Typ	1,2%	39%	3,7%	44%	0,5%	26%	3,2%	50%			2,2%	44%	4,2%	41%	0,5%	50%	22,8%	75%
Lactuca-sativa-Typ	3,9%	15%									9,1%	26%						
Galium-Typ	5,0%	8%	1,9%	22%	0,2%	11%	3,6%	38%			10,1%	6%	0,2%	16%	5,4%	17%	5,6%	50%
Hornungia-Typ	<0,1%	3%	4,8%	26%			0,6%	19%			0,1%	6%	9,8%	30%				
Erodium-Typ	<0,1%	2%	0,6%	19%			0,9%	13%	0,1%	50%	<0,1%	3%	0,4%	21%				
Artemisia-Typ	0,5%	7%	5,8%	9%			<0,1%	6%	99,0%	50%	1,1%	12%	0,7%	9%				
Convolvulus-Typ	0,1%	8%	<0,1%	4%	<0,1%	5%	<0,1%	6%			0,3%	12%	<0,1%	4%				
Gramineae-Typ	<0,1%	5%	0,2%	6%	<0,1%	16%	0,3%	19%					<0,1%	4%				
Plantago-lanceolata-Typ	<0,1%	2%	0,1%	3%			0,3%	13%			<0,1%	3%						
Trifolium-Typ		2%	<0,1%	1%								3%	<0,1%	2%				
Ranunculus-Typ	0,1%	2%									0,1%	3%						
Caryophyllaceae s.l.			<0,1%	3%									0,1%	4%				
Papaver-rhoeas-Typ			<0,1%	1%									0,1%	2%				
Veronica-Typ			<0,1%	1%									<0,1%	2%				
Centaurea-cyanus-Typ	0,1%	7%	0,6%	18%	0,1%	11%	1,0%	31%			0,1%	6%	0,3%	16%				
Cerastium-fontanum-Typ	0,2%	10%	0,2%	14%	0,2%	11%					0,4%	12%	0,3%	18%			0,4%	25%
Sinapis-Typ	<0,1%	2%	0,3%	19%			0,2%	38%			<0,1%	3%	0,6%	16%				
Polygonum-aviculare-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	1%							<0,1%	3%	<0,1%	2%				
Anagallis-arvensis-Typ	0,2%	3%									0,5%	6%						
Campanula-Typ	<0,1%	3%			<0,1%	11%												
Stachys-sylvatica-Typ	0,1%	2%			0,2%	5%												
Jasione-Typ	<0,1%	2%									<0,1%	3%						
Polygonum-persicaria-Typ	<0,1%	2%									<0,1%	3%						
Tilia-cordata-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	1%	<0,1%	5%	<0,1%	6%										
Holosteum-umbellatum-Typ			0,6%	12%					<0,1%	50%			1,4%	14%				
Centaurea-scabiosa-Typ			<0,1%	6%			<0,1%	6%	<0,1%	50%			<0,1%	4%			1,0%	25%
Viola-arvensis-Typ			<0,1%	6%			<0,1%	13%					<0,1%	5%				
Urtica-dioica-Typ			<0,1%	6%			<0,1%	31%										
Caltha-Typ			0,1%	3%			0,1%	6%					<0,1%	2%				
Geranium-Typ				3%										4%				
Silene-vulgaris-Typ			<0,1%	3%									<0,1%	4%				
Chenopodiaceae-Typ			<0,1%	3%									<0,1%	4%				
Rhinanthus-Typ			0,2%	5%									0,4%	7%				
Betula-Typ			<0,1%	5%									<0,1%	7%				
Dianthus-Typ			0,2%	3%									0,4%	4%				
Fallopia-convolvulus-Typ			0,2%	1%									0,5%	2%				
Vicia-cracca-Typ			<0,1%	1%									0,1%	2%				
Echium-vulgare-Typ			<0,1%	1%									0,1%	2%				
Ranunculus-acris-Typ			<0,1%	1%									<0,1%	2%				
Sagitaria-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	6%										
Serratula-Typ			<0,1%	1%									<0,1%	2%				

Tabelle 72 Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort IV nachgewiesenen Pollentypen sowie den sich ergebenden Selektionsindex W_i . Dabei verdeutlichen die rot markierten Zahlen einen in beiden Jahren über 1 liegenden Wert, grün zeigt einen Wechsel in den Untersuchungsjahren an, blau weist auf Werte unter 1 in beiden Untersuchungsjahren. Dunkelgrau gekennzeichnet sind Pollentypen, für die nur in einem der beiden Untersuchungsjahre das Verhältnis berechnet werden konnte, schwarz weist auf Pollentypen hin, die zwar auf den Flächen vorhanden waren, in der aufgenommenen Nahrung jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Eine hellgraue Farbe weisen Pollentypen auf, die als ‚flächenfremd‘ eingestuft wurden.

Pollentyp	Selektionsindex 1999	Selektionsindex 2000	Angebot 1999	Angebot 2000	Nutzung 1999	Nutzung 2000
Galium-Typ	6892,45	129,62	0,00%	0,01%	5,03%	1,86%
Hypericum-Typ	18,39	29,12	0,53%	0,97%	9,82%	28,27%
Cirsium-Typ	4,62	2,88	2,35%	0,46%	10,87%	1,31%
Aster-Typ	2,92	6,82	0,42%	0,54%	1,23%	3,70%
Homungia-Typ	0,30	44,90	0,11%	0,11%	0,03%	4,80%
Cerastium-fontanum-Typ	0,30	48,62	0,83%	0,00%	0,25%	0,16%
Apiaceae-Typ	1,08	0,97	33,12%	21,69%	35,67%	21,04%
Anthemis-Typ	3,18	0,38	3,33%	34,00%	10,57%	12,89%
Sinapis-Typ	0,02	3,65	0,12%	0,09%	0,00%	0,35%
Cichorium-intybus-Typ	0,70	0,47	30,71%	35,65%	21,60%	16,72%
Convolvulus-Typ	0,09	0,02	1,23%	1,15%	0,12%	0,02%
Erodium-Typ	0,01	0,39	0,61%	1,60%	0,01%	0,63%
Trifolium-Typ	0,00	0,00	21,65%	0,83%	0,00%	0,00%
Centaurea-cyanus-Typ	48,83		0,00%		0,05%	0,62%
Anagallis-arvensis-Typ	36,88		0,01%	0,01%	0,19%	
Stachys-sylvatica-Typ	29,45		0,00%	0,00%	0,07%	
Lactuca-sativa-Typ	3,53		1,10%	0,66%	3,90%	
Artemisia-Typ	0,21		2,21%		0,47%	5,81%
Vicia-cracca-Typ			0,01%			0,04%
Holosteum-umbellatum-T.		20,29		0,03%		0,64%
Papaver-rhoeas-Typ		0,17	0,02%	0,17%		0,03%
Viola-arvensis-Typ		0,14	0,28%	0,07%		0,01%
Geranium-Typ		0,06	0,02%	0,08%		0,01%
Veronica-Typ		0,01	0,57%	0,26%		0,00%
Myosotis-arvensis-Typ			0,42%	0,56%		
Consolida-ambigua-Typ			0,20%	0,59%		
Papaver-argemone-Typ			0,06%	0,05%		
Arenaria-Typ			0,05%	0,03%		
Vicia-Typ			0,03%	0,00%		
Epilobium-Typ			0,02%	0,03%		
Sonchus-oleraceus-Typ			0,00%			
Cerastium-cerastioides-T.				0,09%		
Tragopogon-pratensis-Typ				0,09%		
Campanula-Typ				0,06%	0,01%	
Fumaria-Typ				0,09%		
Anchusa-arvensis-Typ				0,02%		
Allium-Typ				0,00%		
Gramineae-Typ					0,01%	0,15%
Plantago-lanceolata-Typ					0,01%	0,15%
Polygonum-aviculare-Typ					0,01%	0,00%
Rosaceae-Typ					0,00%	0,00%
Tilia-cordata-Typ					0,00%	0,00%
Ranunculus-Typ					0,06%	
Jasione-Typ					0,01%	
Polygonum-persicaria-Typ					0,00%	
Rhinanthus-Typ						0,20%
Centaurea-scabiosa-Typ						0,02%
Urtica-dioica-Typ						0,01%
Chenopodiaceae-Typ						0,00%
Serratula-Typ						0,00%
Fallopia-convolvulus-Typ						0,23%
Dianthus-Typ						0,16%
Caltha-Typ						0,07%
Echium-vulgare-Typ						0,04%
Caryophyllaceae-Typ						0,02%
Ranunculus-acris-Typ						0,01%
Silene-vulgaris-Typ						0,01%
Betula-Typ						0,00%
Sagitaria-Typ						0,00%

Tabelle 73 Übersicht über die Angebotsstruktur der Pollentypen auf Standort V. Angegeben ist der prozentuale Anteil an der insgesamt angebotenen Pollenmenge sowie die prozentuale Deckung, die die Gesamtheit der den Pollentyp produzierenden Blüten auf der Fläche erreicht.

Pollentypen	% an der Gesamtpollenmenge		% Deckung der entsprechenden Blüten	
	1999	2000	1999	2000
Apiaceae-Typ	64,98%	54,02%	21,89%	18,07%
Rosaceae-Typ	22,09%	37,37%	7,44%	12,50%
Centaurea-scabiosa-Typ	3,62%	4,80%	1,22%	1,61%
Primula-veris-Typ	1,99%	1,20%	0,67%	0,40%
Vicia-Typ	1,79%	0,30%	0,60%	0,10%
Campanula-Typ	1,04%	0,61%	0,35%	0,20%
Tragopogon-pratensis-Typ	0,97%	<0,01%	0,33%	<0,01%
Anthemis-Typ	0,76%	0,50%	0,26%	0,17%
Trifolium-Typ	0,42%	0,18%	0,14%	0,06%
Cerastium-fontanum-Typ	0,36%	0,24%	0,12%	0,08%
Veronica-Typ	0,35%	0,10%	0,12%	0,03%
Ononis-Typ	0,31%		0,11%	
Vicia-cracca-Typ	0,22%	0,02%	0,07%	0,01%
Astragalus-danicus-Typ	0,20%		0,07%	
Linum-catharticum-Typ	0,18%	0,01%	0,06%	<0,01%
Hypericum-Typ	0,15%	0,15%	0,05%	0,05%
Lotus-Typ	0,12%	0,24%	0,04%	0,08%
Ranunculus-Typ	0,11%	0,03%	0,04%	0,01%
Mentha-Typ	0,11%	0,10%	0,04%	0,03%
Knautia-Typ	0,10%	0,07%	0,03%	0,02%
Cichorium-intybus-Typ	0,04%	0,02%	0,01%	0,01%
Moehringia-trinerva-Typ	0,04%		0,01%	
Silene-pratensis-Typ	0,03%		0,01%	
Sinapis-Typ	0,02%	<0,01%	0,01%	<0,01%
Galium-Typ	<0,01%	0,02%	<0,01%	0,01%
Myosotis-arvensis-Typ	<0,01%	<0,01%	<0,01%	<0,01%
Arenaria-Typ	<0,01%		<0,01%	
Saxifraga-granulata-Typ	<0,01%		<0,01%	
Silene-vulgaris-Typ		0,03%		0,01%

Tabelle 74 Übersicht über Häufigkeit und Stetigkeit der aufgenommenen Pollentypen auf Standort V. Graue Schrift zeigt die als flächenfremd eingestufteten Pollentypen, grau unterlegte Tabellenfelder hohe Häufigkeits- und Stetigkeitswerte (>10%), wobei letztere nur in der Zusammenfassung aller Arten hervorgehoben sind.

Arten/Parameter Pollentypen	alle Arten				<i>Episyrphus balteatus</i>				<i>Eupeodes corollae</i>		<i>Sphaerophoria scripta</i>				<i>Syrirta pipiens</i>	
	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 2000	Stetig 2000	Häufig. 1999	Stetig. 1999	Häufig 2000	Stetig. 2000	Häufig 1999	Stetig. 1999
Anzahl der Tiere	59		92		25		56		27		13		9		21	
Anzahl der Typen	35		47		35		34		28		35		19		35	
Apiaceae-Typ	48,9%	78%	21,3%	63%	49,2%	84%	14,3%	61%	47,7%	70%	72,7%	77%	27,3%	56%	26,8%	71%
Anthemis-Typ	10,3%	42%	17,0%	64%	4,6%	36%	16,4%	55%	16,5%	89%	20,3%	46%	32,3%	44%	18,7%	48%
Hypericum-Typ	18,5%	37%	20,7%	50%	21,2%	48%	24,5%	55%	5,6%	41%	0,6%	23%	19,9%	44%	26,6%	33%
Centaurea-scabiosa-Typ	4,9%	19%	5,5%	39%	8,0%	40%	7,0%	61%	0,4%	7%	<0,1%	8%			<0,1%	
Galium-Typ	2,6%	15%	0,8%	27%	0,2%	16%	0,7%	30%	1,4%	30%	<0,1%				12,0%	24%
Cichorium-intybus-Typ	0,5%	14%	1,3%	21%	0,1%	12%	1,4%	18%	0,9%	30%	0,5%	15%	0,1%	11%	1,5%	14%
Cerastium-fontanum-Typ	0,5%	10%	0,3%	15%	0,2%	16%	<0,1%	7%	1,4%	30%	0,1%	8%	0,2%	22%	1,9%	5%
Mentha-Typ	0,2%	10%	0,2%	9%	<0,1%	4%	<0,1%	2%	0,8%	22%	0,3%	15%	0,1%	11%	0,4%	14%
Gramineae-Typ	<0,1%	7%	0,9%	9%	<0,1%	8%	1,2%	11%	0,1%	7%	<0,1%				0,1%	10%
Campanula-Typ	0,5%	3%	<0,1%	4%	<0,1%	4%	<0,1%	4%	<0,1%	7%	2,9%	8%			<0,1%	
Knautia-Typ	<0,1%	3%	<0,1%	1%	<0,1%	8%	<0,1%	2%			<0,1%				<0,1%	
Ranunculus-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	1%	<0,1%	1%					<0,1%		0,3%	11%	<0,1%	5%
Trifolium-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	1%	<0,1%	4%					<0,1%		<0,1%	11%	<0,1%	
Linum-catharticum-Typ	0,1%	5%			0,1%	8%					<0,1%				<0,1%	5%
Plantago-lanceolata-Typ			2,3%	5%			3,0%	7%	0,1%	4%						
Veronica-Typ			0,2%	1%									5,2%	11%		
Caryophyllaceae s.l.			<0,1%	1%					<0,1%	4%						
Lotus-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	2%								
Cirsium-Typ	4,3%	32%	1,4%	18%	6,5%	52%	1,8%	23%	0,2%	11%	1,5%	31%	0,1%	11%	0,1%	10%
Aster-Typ	0,2%	14%	0,4%	16%	0,2%	8%	0,3%	16%	1,2%	22%	0,1%	15%			0,4%	19%
Urtica-dioica-Typ	0,1%	5%	0,5%	15%	0,2%	12%	0,7%	25%			<0,1%				<0,1%	
Homungia-Typ	0,1%	5%	1,6%	14%	0,1%	8%	1,7%	13%	1,1%	22%	0,1%	8%			<0,1%	
Artemisia-Typ	<0,1%	2%	19,2%	18%	<0,1%		21,5%	18%	13,8%	22%	<0,1%		0,1%	11%	<0,1%	5%
Rhinanthus-Typ	3,2%	2%	0,1%	2%	5,2%	4%			0,5%	7%	<0,1%				<0,1%	
Jasione-Typ	0,1%	3%	0,3%	3%	0,1%	8%	0,2%	2%	0,7%	7%	<0,1%				<0,1%	
Sinapis-Typ	0,6%	3%	0,2%	5%	<0,1%		<0,1%	2%	0,3%	11%	<0,1%		4,7%	11%	2,9%	10%
Stachys-sylvatica-Typ	0,2%	3%	0,1%	2%	0,3%	8%	0,1%	4%			<0,1%				<0,1%	
Centaurea-cyanus-Typ	<0,1%	3%	<0,1%	2%	0,1%	8%	<0,1%	2%	0,2%	4%	<0,1%				<0,1%	
Sambucus-Typ	<0,1%	3%	<0,1%	1%	<0,1%	4%	<0,1%	2%			<0,1%				0,1%	5%
Polygonum-aviculare-Typ	0,2%	2%	0,1%	3%	<0,1%		<0,1%	2%	0,3%	7%	<0,1%				1,0%	5%
Centaureum-Typ	<0,1%	2%	0,5%	2%	<0,1%	4%	0,7%	4%			<0,1%				<0,1%	
Impatiens-Typ	0,1%	2%	1,0%	1%	0,2%	4%	1,3%	2%			<0,1%				<0,1%	
Oxyria-Typ			0,1%	4%			0,1%	7%								
Convolvulus-Typ			<0,1%	4%			<0,1%	5%	<0,1%	4%						
Erodium-Typ			0,1%	3%					0,5%	11%						
Fallopia-convolvulus-Typ			0,2%	2%									6,6%	22%		
Chenopodiaceae-Typ			1,9%	7%			2,0%	7%	1,7%	4%			<0,1%	11%		
Scrophularia-Typ			<0,1%	2%					0,2%	4%			0,2%	11%		
Betula-Typ			<0,1%	2%					<0,1%	7%						
Salix-Typ	0,2%	2%			<0,1%						<0,1%				1,2%	5%
Circaea-Typ	0,1%	2%			0,1%	4%					<0,1%				<0,1%	
Ranunculus-aquaticus-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	4%					<0,1%				<0,1%	
Lactuca-sativa-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	4%					<0,1%				<0,1%	
Serratula-Typ	<0,1%	2%			<0,1%	4%					<0,1%				<0,1%	
Vicia-cracca-Typ	<0,1%	2%	<0,1%	1%	<0,1%	4%	<0,1%	2%			<0,1%				<0,1%	
Salvia-Typ			0,1%	1%					0,3%	4%						
Euphorbia-Typ			<0,1%	1%									0,8%	11%		
Acer-campetre-Typ			<0,1%	1%									0,5%	11%		
Chamaenerion-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	2%								
Caltha-Typ			<0,1%	1%									0,1%	11%		
Viola-arvensis-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	2%								
Thalictrum-Typ			<0,1%	1%			<0,1%	2%								

Tabelle 75 Übersicht über das Angebots- und Nutzungsmuster der auf Standort II nachgewiesenen Pollentypen sowie den sich ergebenden Selektionsindex W_i . Dabei verdeutlichen die rot markierten Zahlen einen in beiden Jahren über 1 liegenden Wert, grün zeigt einen Wechsel in den Untersuchungsjahren an, blau weist auf Werte unter 1 in beiden Untersuchungsjahren. Dunkelgrau gekennzeichnet sind Pollentypen, für die nur in einem der beiden Untersuchungsjahre das Verhältnis berechnet werden konnte, schwarz weist auf Pollentypen hin, die zwar auf den Flächen vorhanden waren, in der aufgenommenen Nahrung jedoch nicht nachgewiesen werden konnten. Eine hellgraue Farbe weisen Pollentypen auf, die als ‚flächenfremd‘ eingestuft wurden.

Pollentypen	Selektionsindex 1999	Selektionsindex 2000	Angebot 1999	Angebot 2000	Nutzung 1999	Nutzung 2000
Galium-Typ	519,11	34,36	0,00%	0,02%	2,57%	0,81%
Hypericum-Typ	124,63	137,95	0,15%	0,15%	18,55%	20,67%
Sinapis-Typ	32,43	2216,04	0,02%	0,00%	0,59%	0,23%
Anthemis-Typ	13,64	33,80	0,76%	0,50%	10,33%	17,00%
Cichorium-intybus-Typ	11,33	66,20	0,04%	0,02%	0,47%	1,28%
Cerastium-fontanum-Typ	1,51	1,29	0,36%	0,24%	0,54%	0,32%
Mentha-Typ	1,48	1,64	0,11%	0,10%	0,16%	0,16%
Centaurea-scabiosa-Typ	1,36	1,15	3,62%	4,80%	4,94%	5,50%
Apiaceae-Typ	0,75	0,39	64,98%	54,02%	48,92%	21,26%
Campanula-Typ	0,52	0,04	1,04%	0,61%	0,54%	0,02%
Rosaceae-Typ	0,16	0,02	22,09%	37,37%	3,44%	0,82%
Knautia-Typ	0,10	0,15	0,10%	0,07%	0,01%	0,01%
Ranunculus-Typ	0,06	0,33	0,11%	0,03%	0,01%	0,01%
Vicia-cracca-Typ	0,03	0,47	0,22%	0,02%	0,01%	0,01%
Trifolium-Typ	0,02	0,01	0,42%	0,18%	0,01%	0,00%
Linum-catharticum-Typ	0,31		0,18%	0,01%	0,06%	
Veronica-Typ		1,90	0,35%	0,10%		0,19%
Lotus-Typ		0,01	0,12%	0,24%		0,00%
Tragopogon-pratensis-Typ			0,97%	0,00%		
Primula-veris-Typ			1,99%	1,20%		
Vicia-Typ			1,79%	0,30%		
Myosotis-arvensis-Typ			0,00%	0,00%		
Moehringia-trinerva-Typ			0,04%			
Ononis-Typ			0,31%			
Astragalus-danicus-Typ			0,20%			
Silene-pratensis-Typ			0,03%			
Arenaria-Typ			0,00%			
Saxifraga-granulata-Typ			0,00%			
Silene-vulgaris-Typ				0,03%		
Cirsium-Typ					4,29%	1,39%
Rhinanthus-Typ					3,18%	0,09%
Polygonum-aviculare-Typ					0,20%	0,06%
Aster-Typ					0,18%	0,43%
Stachys-sylvatica-Typ					0,17%	0,09%
Impatiens-Typ					0,15%	1,01%
Urtica-dioica-Typ					0,12%	0,53%
Hornungia-Typ					0,06%	1,57%
Jasione-Typ					0,05%	0,31%
Centaurea-cyanus-Typ					0,05%	0,04%
Gramineae-Typ					0,04%	0,93%
Sambucus-Typ					0,03%	0,00%
Centaureum-Typ					0,02%	0,54%
Artemisia-Typ					0,01%	19,22%
Salix-Typ					0,25%	
Circaea-Typ					0,07%	
Ranunculus-aquaticus-Typ					0,01%	
Lactuca-sativa-Typ					0,01%	
Serratula-Typ					0,01%	
Plantago-lanceolata-Typ						2,33%
Chenopodiaceae-Typ						1,87%
Erodium-Typ						0,10%
Oxyria-Typ						0,07%
Convolvulus-Typ						0,03%
Tilia-Typ						0,58%
Fallopia-convolvulus-Typ						0,24%
Salvia-Typ						0,06%
Scrophularia-Typ						0,05%
Euphorbia-Typ						0,03%
Acer-campestre-Typ						0,02%
Chamaenerion-Typ						0,01%
Caryophyllaceae-Typ						0,00%
Caltha-Typ						0,00%
Betula-Typ						0,00%
Viola-arvensis-Typ						0,00%
Thalictrum-Typ						0,00%

Tabelle 76 Übersicht über die Nektarkonzentrationen der mit Kapillaren beprobten Arten, Unterscheidung zwischen verhüllten und unverhüllten Blüten eines Beprobungstages. Bei mehr als fünf Werten in beiden Datenreihen wurde eine statistische Analyse der Konzentrationsunterschiede durchgeführt (unter der Spalte ‚Signifikanzniveau Konzentration‘).

Arten	Probendatum	Nektarkonzentration verhüllter Blüten	Nektarkonzentration unverhüllter Blüten	nectar sugar ratio $V_{S/(G+F)}$	Signifikanzniveau Konzentration
<i>Centaurea scabiosa</i>	18.07.1999	53,5% ± 30,5%	-	95,39 ± 97,84	-
	19.06.2000	17,9% ± 3,2%	8,9%	17,95 ± 8,33	-
	27.06.2000	19,9% ± 2,3%	6,8%	10,07 ± 7,65	-
	04.07.2000	13,0% ± 0,8%	4,6%	5,15 ± 4,88	-
	07.08.2000	17,9% ± 4,9%	5,3%	14,52 ± 5,57	-
	11.08.2000	10,4% ± 1,2%	5,0%	12,31 ± 6,23	-
<i>Cirsium arvense</i>	08.07.1999	54,4% ± 14,0%	49,2% ± 13,3%	0,76 ± 0,35	>0,1
	18.07.1999	31,8% ± 7,2%	33,6% ± 18,4%	0,61 ± 0,42	>0,1
	19.07.1999	45,8% ± 13,5%	45,5% ± 13,5%	0,49 ± 0,34	>0,1
	01.08.1999	35,0% ± 8,4%	35,4% ± 11,6%	0,68 ± 0,31	>0,1
	21.06.2000	18,1% ± 5,8%	12,2% ± 2,6%	1,09 ± 0,83	<0,05
	06.07.2000	3,7% ± 1,6%	3,1% ± 1,7%	0,43 ± 0,54	>0,1
	11.08.2000	5,1% ± 3,6%	5,0% ± 2,7%	0,86 ± 0,38	>0,1
<i>Convolvulus arvensis</i>	08.07.1999	16,4% ± 6,7%	23,8% ± 3,5%	0,54 ± 0,14	>0,05
	20.07.1999	16,9% ± 0,0%	21,5% ± 17,6%	0,50 ± 0,13	-
	10.08.1999	18,8% ± 2,6%	17,5% ± 4,7%	0,41 ± 0,19	>0,1
	12.06.2000	10,5% ± 0,0%	8,3% ± 0,6%	0,37 ± 0,08	-
	21.06.2000	11,8% ± 1,0%	10,8% ± 4,3%	0,35 ± 0,12	>0,1
<i>Cynoglossum officinale</i>	09.05.2000	15,9% ± 1,9%	18,8% ± 5,8%	2,82 ± 1,25	>0,1
	16.05.2000	19,9% ± 2,9%	12,9% ± 3,2%	4,25 ± 1,42	<0,05
<i>Lathyrus pratensis</i>	30.06.1999	22,3% ± 4,0%	26,0% ± 21,6%	2,21 ± 0,93	>0,1
	29.04.1999	-	-	0,25 ± 0,03	-
<i>Taraxacum officinale</i>	30.04.1999	24,3% ± 0,0%	25,5% ± 0,0%	0,41 ± 0,13	-
		-	-	0,25 ± 0,12	-
	28.04.2000	14,7% ± 3,0%	26,2% ± 2,7%	0,26 ± 0,17	>0,1
	08.05.2000	9,5% ± 0,0%	10,3% ± 2,5%	0,13 ± 0,00	>0,1
	09.05.2000	11,6% ± 0,0%	9,7% ± 0,0%	0,08 ± 0,02	>0,1
<i>Vicia cracca</i>	08.07.1999	42,7% ± 22,9%	-	1,77 ± 0,74	-
<i>Anthriscus sylvestris</i>	11.06.1998			0,23 ± 0,00	
	17.05.1999			0,08 ± 0,11	
	21.05.1999			0,06 ± 0,05	
	01.06.1999			1,08 ± 0,54	
	08.05.2000			1,24 ± 0,57	
	09.05.2000			1,17 ± 0,35	
	16.05.2000			1,17 ± 0,63	
24.05.2000			1,24 ± 0,52		
<i>Daucus carota</i>	22.07.1998			0,02 ± 0,02	
	23.07.1998			0,04 ± 0,00	
	31.07.1998			0,02 ± 0,02	
	01.08.1998			0,00 ± 0,00	
	01.08.1999			0,06 ± 0,02	
	08.08.1999			0,05 ± 0,04	
	06.07.2000			0,09 ± 0,14	
	07.08.2000			0,07 ± 0,07	
	11.08.2000			0,10 ± 0,16	
	15.08.2000			0,21 ± 0,21	
24.08.2000			0,03 ± 0,07		

<i>Pimpinella saxifraga</i>	23.07.1998	0,12 ± 0,00
	31.07.1998	0,71 ± 0,71
	01.08.1998	0,05 ± 0,01
	10.08.1998	0,03 ± 0,03
	12.08.1998	0,11 ± 0,19
	13.08.1998	0,03 ± 0,04
	01.08.1999	0,09 ± 0,02
	08.08.1999	0,02 ± 0,02
	07.08.2000	0,09 ± 0,06
	11.08.2000	0,08 ± 0,01
	15.08.2000	0,05 ± 0,04
24.08.2000	0,01 ± 0,01	
<i>Torilis japonica</i>	18.07.1999	0,07 ± 0,06
<i>Prunus spinosa</i>	29.04.1999	0,02 ± 0,01
	30.04.1999	0,04 ± 0,02
	28.04.2000	0,02 ± 0,00
<i>Crataegus oxyacantha</i>	21.05.1999	0,26 ± 0,07
<i>Crataegus monogyna</i>	21.05.1999	0,58 ± 0,25
	09.05.2000	0,26 ± 0,06
<i>Crepis capillaris</i>	22.07.1999	0,05 ± 0,02
<i>Barbarea vulgaris</i>	17.05.1999	0,02 ± 0,01
	09.05.2000	0,00 ± 0,00
<i>Galium mollugo</i>	24.05.2000	5,57 ± 1,66
<i>Geranium pyrenaicum</i>	02.06.1999	0,02 ± 0,00
	16.05.2000	0,00 ± 0,00
	24.05.2000	0,00 ± 0,00
<i>Primula veris</i>	28.04.1999	0,33 ± 0,08
	29.04.1999	0,28 ± 0,10
	30.04.1999	0,30 ± 0,05
	28.04.2000	0,15 ± 0,13

Tabelle 77 Zuordnung der nach der Nektarkonzentration erwarteten Hauptbestäubergruppen zu den einzelnen beprobten Blütenpflanzenarten, Angabe der tatsächlichen Hauptbestäuber. Die Tabelle ist absteigend nach der Konzentration sortiert.

Blütenpflanzenart	C _{Zucker}		C _{Zucker} - erwartete Hauptbestäubergruppe	tatsächliche Hauptbestäubergruppen*	
		±			
<i>Vicia cracca</i>	42,74%	±	22,91%	Bienen	Bienen (Osmia, Megachile, Apis), Bombus
<i>Cirsium arvense</i>	34,72%	±	19,93%	Bienen	Bienen (Apis, Osmia, Andrena, Halictus, Nomada, Megachile, Anthidium), Lepidoptera, Syrphidae, Coleoptera
<i>Lathyrus pratensis</i>	24,70%	±	17,65%	Tagfalter, Kleinbienen	Bienen (Megachile), Bombus
<i>Lotus corniculatus</i>	19,84%	±	5,33%	zu geringe Konzentrationen für tagaktive Besucher	Bienen (Osmia, Megachile, Anthidium, Apis), Lepidoptera
<i>Cynoglossum officinale</i>	17,46%	±	4,47%		Bienen (Apis), Bombus
<i>Taraxacum officinale</i>	16,95%	±	7,79%		Bienen (Apis, Andrena, Halictus, Nomada), Bombus, Rhopalocera, Syrphidae
<i>Convolvulus arvensis</i>	16,02%	±	9,58%		Bienen (Apis, Halictus), Diptera, vor allem Syrphidae
<i>Centaurea scabiosa</i>	15,80%	±	8,00%		Apis, Bombus, Halictus

* aus eigenen Beobachtungen und MÜLLER (1873)

Tabelle 78 Zuordnung der nach der Nektarzusammensetzung erwarteten Hauptbestäubergruppen zu den einzelnen beprobten Blütenpflanzenarten, Angabe der tatsächlichen Hauptbestäuber. Unter den genannten Bienengattungen gelten Apis, Anthidium, Osmia, Megachile sowie die extra aufgeführte Bombus als langrüsselig, die Gattungen Halictus, Andrena und Nomada dagegen als kurzrüsselig (MÜLLER 1873, KUGLER 1970, KRATOCHWIL 1984). (Hym.=Hymenoptera)

Blütenpflanzenart	V _{S(G+F)}	V _{S(G+F)} - erwartete Hauptbestäubergruppe	tatsächliche Hauptbestäubergruppen*
Saccharosedominant			
<i>Centaurea scabiosa</i>	11,31 ± 8,14	Rhopalocera, langrüsselige apoide Hym.	Apis, Bombus, Halictus, Lepidoptera
<i>Galium mollugo</i>	5,57 ± 1,66	langrüsselige apoide Hym.	Diptera, vor allem Syrphidae
<i>Cynoglossum officinale</i>	3,63 ± 1,52		
<i>Lotus corniculatus</i>	2,84 ± 1,61	langrüsselige apoide Hym.	Bienen (Osmia, Megachile, Anthidium, Apis), Lepidoptera
<i>Lathyrus pratensis</i>	2,21 ± 0,93	langrüsselige apoide Hym.	Bienen (Megachile), Bombus
<i>Vicia cracca</i>	1,77 ± 0,74	langrüsselige apoide Hym.	Bienen (Osmia, Megachile, Apis), Bombus
Saccharosereich			
<i>Anthriscus sylvestris</i>	0,98 ± 0,64	langrüsselige apoide Hym.	Diptera (vor allem Syrphidae), weitere kurzrüsselige Insekten, Apis pollensammelnd
<i>Cirsium arvense</i>	0,67 ± 0,48	Rhopalocera, langrüsselige apoide Hym.	Bienen (Apis, Osmia, Andrena, Halictus, Nomada, Megachile, Anthidium), Lepidoptera, Syrphidae, Coleoptera
Hexosereich			
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,43 ± 0,15	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Bienen (Apis, Halictus), Diptera, vor allem Syrphidae
<i>Crataegus monogyne</i>	0,43 ± 0,25	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera (Empididae; Syrphidae), Coleoptera, Apidae (Andrena, Apis)
<i>Crataegus oxyacantha</i>	0,26 ± 0,07	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera (Empididae; Syrphidae), Coleoptera, Apidae (Andrena, Apis)
<i>Primula veris</i>	0,24 ± 0,13	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Apidae (Bombus, Anthophora)
<i>Taraxacum officinale</i>	0,20 ± 0,13	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Bienen (Apis, Andrena, Halictus, Nomada), Bombus, Rhopalocera, Syrphidae
Hexosedominant			
<i>Pimpinella saxifraga</i>	0,08 ± 0,19	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera
<i>Daucus carota</i>	0,08 ± 0,13	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera, Coleoptera
<i>Torilis japonica</i>	0,07 ± 0,06	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera
<i>Crepis capillaris</i>	0,05 ± 0,02	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Bienen (Andrena, Halictus, Osmia)
<i>Prunus spinosa</i>	0,03 ± 0,02	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Bienen (Halictus, Andrena, Nomada, Osmia, Apis), Coleoptera
<i>Geranium pyrenaicum</i>	0,01 ± 0,01	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Bienen (Andrena, Halictus, Osmia), Syrphidae
<i>Barbarea vulgaris</i>	0,01 ± 0,01	kurzrüsselige apoide Hym., Coleoptera, Diptera	Diptera, vor allem Syrphidae

* aus eigenen Beobachtungen und MÜLLER 1873

Tabelle 80 Übersicht über die Ergebnisse der statistischen Analysen zum Fremdpollengehalt im Untersuchungsjahr 1999. Es bezeichnet S das Signifikanzniveau und K den Korrelationskoeffizienten der jeweiligen Datenreihen. Signifikante Reihen sind fett hervorgehoben.

Parameter \ Arten Standorte	<i>Episyrphus balteatus</i>					<i>Sphaerophoria scripta</i>					<i>Eupeodes corollae</i>					<i>Syrirta pipiens</i>				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<i>Grunddaten zum Auftreten von Fremdpollen in der Nahrung</i>																				
Anzahl der untersuchten Tiere	3	14	39	19	25	14	20	10	34	13	4	22	1	0	0	0	5	10	6	21
davon ohne Fremdpollen	1	7	22	14	6	10	10	9	25	7	2	17	1	0	0	0	4	6	6	13
davon ohne Fremdpollen [%]	33%	50%	56%	74%	24%	71%	50%	90%	74%	54%	50%	77%	100%			80%	60%	100%	62%	
Anteil der Fremdpollen	29,7%	19,7%	10,9%	0,7%	14,5%	8,5%	9,6%	3,3%	1,3%	1,2%	19,7%	7,1%				1,6%	4,0%	0,0%	10,4%	
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Anteil des Fremdpollens während des Jahresverlaufes, nur Tiere mit Fremdpollen in der Analyse</i>																				
S	0,030	0,453	0,500	0,070		0,371	0,456	0,040	0,341		0,226					0,333	0,184			0,160
K	-0,58	0,03	0,00	-0,35		0,26	-0,03	0,61	0,22		-0,23					-0,50	0,63			-0,41
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Anteil des Fremdpollens während des Jahresverlaufes, alle Tiere der betreffenden Art und des Standortes</i>																				
S	0,167	0,007	0,010	0,120	0,134	0,348	0,483	0,370	0,434	0,348	0,250	0,175				0,466	0,313			0,170
K	-0,87	-0,66	-0,38	-0,28	-0,24	-0,11	0,01	-0,12	0,03	-0,13	-0,50	-0,22				0,05	0,18			-0,23
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten.</i>																				
S		0,184	0,168		0,231	0,234	0,285	0,500	0,385	0,300	0,333	0,475				0,167	0,366			0,380
K		0,63	0,43		0,38	0,37	-0,22	0,00	0,11	0,40	0,50	0,03				-0,87	-0,16			0,11
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten, in der Zusammenfassung der Daten aller Standorte.</i>																				
S		<0,001					0,19					0,20					0,11			
K		-0,382					-0,096					-0,182					-0,195			
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten, in der Zusammenfassung der Daten aller Standorte, nach Geschlechtern getrennt ausgewertet.</i>																				
Geschlecht		w		m		w		m			w		m		w		m			
S		0,004		0,023		0,089		0,105			0,040		0,337		0,106		0,007			
K		-0,410		-0,269		-0,188		0,214			-0,612		-0,119		0,330		-0,495			

Tabelle 81 Übersicht über die Ergebnisse der statistischen Analysen zum Fremdpollengehalt im Untersuchungsjahr 2000. Es bezeichnet S das Signifikanzniveau und K den Korrelationskoeffizienten der jeweiligen Datenreihen. Signifikante Reihen sind fett hervorgehoben.

Parameter	Arten Standorte	<i>Episyrphus balteatus</i>					<i>Sphaerophoria scripta</i>					<i>Eupeodes corollae</i>					<i>Syrirta pipiens</i>				
		I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V
<i>Grunddaten zum Auftreten von Fremdpollen in der Nahrung</i>																					
Anzahl der untersuchten Tiere		4	17	169	16	56	47	48	67	56	27	4	4	2	2	0	0	0	5	4	9
davon ohne Fremdpollen		2	5	95	7	18	20	4	27	21	6	1	0	2	1	0	0	0	4	2	2
davon ohne Fremdpollen [%]		50%	29%	56%	44%	32%	43%	8%	40%	38%	22%	25%	0%	100%	50%			80%	50%	22%	
Anteil der Fremdpollen		8,6%	10,6%	11,9%	3,4%	16,2%	7,0%	37,8%	10,6%	6,2%	22,9%	12,8%	55,0%	0,0%	2,7%			0,3%	2,5%	29,4%	
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Anteil des Fremdpollens während des Jahresverlaufes, nur Tiere mit Fremdpollen in der Analyse</i>																					
S		0,004	0,338	0,464	0,052	0,023	0,00014	0,001	0,067	0,008	0,131										0,009
K		-0,73	0,05	-0,04	0,27	-0,39	-0,52	0,47	-0,26	-0,52	-0,738										-0,84
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Anteil des Fremdpollens während des Jahresverlaufes, alle Tiere der betreffenden Art und des Standortes</i>																					
S		0,472	0,012	0,019	0,152	0,001	0,047	0,000035	0,004	0,009	0,028	0,342	0,13						0,250	0,168	
K		0,06	-0,54	0,16	-0,27	0,40	-0,25	-0,54	0,33	-0,32	-0,37	-0,32	-0,74						0,50	-0,36	
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten.</i>																					
S		0,333	0,333	0,271	0,144	0,059	0,108	0,155	0,401	0,191	0,080	0,500								0,429	
K		0,50	0,50	-0,20	0,52	-0,53	0,37	0,41	0,07	0,31	0,45	0,00								-0,11	
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten, in der Zusammenfassung der Daten aller Standorte.</i>																					
S			0,01					0,10					0,28					0,37			
K			0,15					0,08					0,18					-0,09			
<i>SPEARMAN-Rang-Korrelations-Test auf Veränderungen im Jahresverlauf am Anteil der Tiere, die Fremdpollen enthalten, in der Zusammenfassung der Daten aller Standorte, nach Geschlechtern getrennt ausgewertet.</i>																					
Geschlecht		w		m			w		m			w		m			w		m		
S		0,053		0,046			0,208		0,234			0,442		0,500			0,449		0,343		
K		0,14		0,15			0,07		0,07			0,06		0,00			0,07		-0,13		

Tabelle 82 Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für *Episyrphus balteatus*.

Jahr Parameter Standort		1998			1999			2000		
		Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith-Index	Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith-Index	Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith-Index
Einzelne Individuen	I	1,01	0,0004		2,25	0,0255	0,64	1,31	0,0038	0,47
	II	1,58	0,0180	0,30	1,69	0,0142	0,50	1,44	0,0054	0,74
	III	1,47	0,0145	0,29	1,34	0,0070	0,54	1,43	0,0053	0,46
	IV	1,94	0,0295	0,19	1,74	0,0150	0,34	1,96	0,0117	0,46
	V	1,68	0,0211	0,11	1,74	0,0152	0,35	1,65	0,0080	0,41
Gesamte Art	I	1,01	0,0004		5,77	0,0973		3,77	0,0337	
	II	3,62	0,0819		4,31	0,0675		1,79	0,0097	
	III	6,59	0,1747		5,90	0,0999		4,03	0,0369	
	IV	3,77	0,0866		3,82	0,0575		6,59	0,0682	
	V	5,28	0,1337		3,89	0,0590		7,39	0,0780	
	alle Standorte	7,37	0,1991	0,2225	8,13	0,1456	0,474	5,36	0,0532	0,508

Tabelle 83 Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für *Sphaerophoria scripta*

Jahr Parameter Standort		1999			2000		
		Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith- Index	Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith- Index
Einzelne Individuen	I	1,38	0,0072	0,68	1,70	0,0086	0,47
	II	1,59	0,0111	0,44	1,91	0,0111	0,80
	III	1,55	0,0104	0,76	1,59	0,0072	0,77
	IV	1,82	0,0155	0,28	1,79	0,0096	0,51
	V	1,30	0,0057	0,69	2,22	0,0149	0,41
Gesamte Art	I	2,51	0,0285		3,78	0,0339	
	II	4,50	0,0660		4,08	0,0375	
	III	3,32	0,0439		5,15	0,0506	
	IV	4,05	0,0576		5,19	0,0511	
	V	2,16	0,0218		6,11	0,0623	
	alle Standorte	8,45	0,1406	0,57	8,33	0,0893	0,592

Tabelle 84 Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für *Eupeodes corollae*.

Jahr Parameter Standort		1999			2000		
		Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith- Index	Levins Nischen- breite	Levins standard. Nischen- breite	Smith- Index
Einzelne Individuen	I	2,05	0,0199	0,72	2,01	0,0123	0,70
	II	1,57	0,0107	0,34	1,75	0,0092	
	III				1,00	0,0000	0,13
	IV				1,43	0,0052	0,00
	V						
Gesamte Art	I	2,96	0,0370		4,54	0,0431	
	II	5,86	0,0917		2,69	0,0206	
	III				2,00	0,0122	
	IV				2,60	0,0196	
	V						
	alle Standorte	7,31	0,1191	0,53	4,96	0,0483	0,415

Tabelle 85 Übersicht über die Nahrungs-Nischenbreiten-Indizes für *Syritta pipiens*.

Jahr		1999			2000		
		Levins Nischenbreite	Levins standard. Nischenbreite	Smith-Index	Levins Nischenbreite	Levins standard. Nischenbreite	Smith-Index
Parameter	Standort						
	Einzelne Individuen	I	1,37	0,0069	0,68		
II		1,43	0,0081	0,49	1,15	0,0018	0,75
III		1,65	0,0123	0,34	2,63	0,0199	0,52
IV		1,86	0,0163	0,38	2,12	0,0136	0,23
V							
Gesamte Art	I	2,17	0,0220				
	II	4,79	0,0715		2,85	0,0225	
	III	1,54	0,0102		4,22	0,0392	
	IV	5,44	0,0838		6,39	0,0657	
	V	5,24	0,0800	0,4725	5,95	0,0604	0,5
	alle Standorte	1,37	0,0069	0,68			

Tabelle 86 RENKONEN-Werte der interspezifischen Ressourcenüberlappung

Gruppierung		Gesamt			Männchen			Weibchen		
		<i>Episyrphus balteatus</i>	<i>Sphaero. scripta</i>	<i>Eupeodes corollae</i>	<i>Episyrphus balteatus</i>	<i>Sphaero. scripta</i>	<i>Eupeodes corollae</i>	<i>Episyrphus balteatus</i>	<i>Sphaero. scripta</i>	<i>Eupeodes corollae</i>
Jahr/Art	Art									
1999										
	<i>Sphaerophoria scripta</i>	67%	.	.	74%	.	.	48%	.	.
	<i>Eupeodes corollae</i>	57%	42%	.	45%	48%	.	47%	30%	.
	<i>Syritta pipiens</i>	61%	52%	53%	59%	47%	35%	40%	47%	36%
2000										
	<i>Sphaerophoria scripta</i>	62%	.	.	30%	.	.	73%	.	.
	<i>Eupeodes corollae</i>	58%	44%	.	10%	51%	.	37%	38%	.
	<i>Syritta pipiens</i>	31%	55%	36%	21%	34%	7%	29%	43%	27%

Tabelle 87 RENKONEN-Werte der intraspezifischen Ressourcenüberlappung

Jahr/Gruppe		1999		2000	
		Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen
<i>Episyrphus balteatus</i>					
	Weibchen	43%	.	46%	.
	Gesamt	73%	70%	72%	74%
<i>Eupeodes corollae</i>					
	Weibchen	36%	.	20%	.
	Gesamt	65%	71%	28%	91%
<i>Sphaerophoria scripta</i>					
	Weibchen	51%	.	56%	.
	Gesamt	63%	88%	69%	86%
<i>Syritta pipiens</i>					
	Weibchen	70%	.	44%	.
	Gesamt	75%	95%	60%	83%

Tabelle 88 HURLBERG-Index der quantitativen Ressourcenüberlappung.

Standorte		I		III				IV		V		
		25.07. 2000	30.08. 2000	04.07. 2000	17.07. 2000	31.07. 2000	06.08. 2000	14.08. 2000	06.09. 2000	17.07. 2000	29.07. 2000	15.08. 2000
zu vergleichende Arten												
<i>E. balteatus</i>	<i>S. scripta</i>	54,84	1,63	0,93	0,27	4,21	0,64	16,20	0,35	1,15	7,87	19,83
<i>E. balteatus</i>	<i>S. pipiens</i>				0,25							
<i>S. scripta</i>	<i>S. pipiens</i>				3,99							

Karte 2 In der hinteren inneren Tasche. Oberflächenkarte des Untersuchungsgebietes im Maßstab 1:... . Die Untersuchungsflächen sind rot eingetragen.

Karte 3 In der hinteren inneren Tasche. Detailansicht der Lage der Untersuchungsstandorte sowie den Anteil und die Verteilung weiterer Stilllegungsflächen im näheren Umkreis.

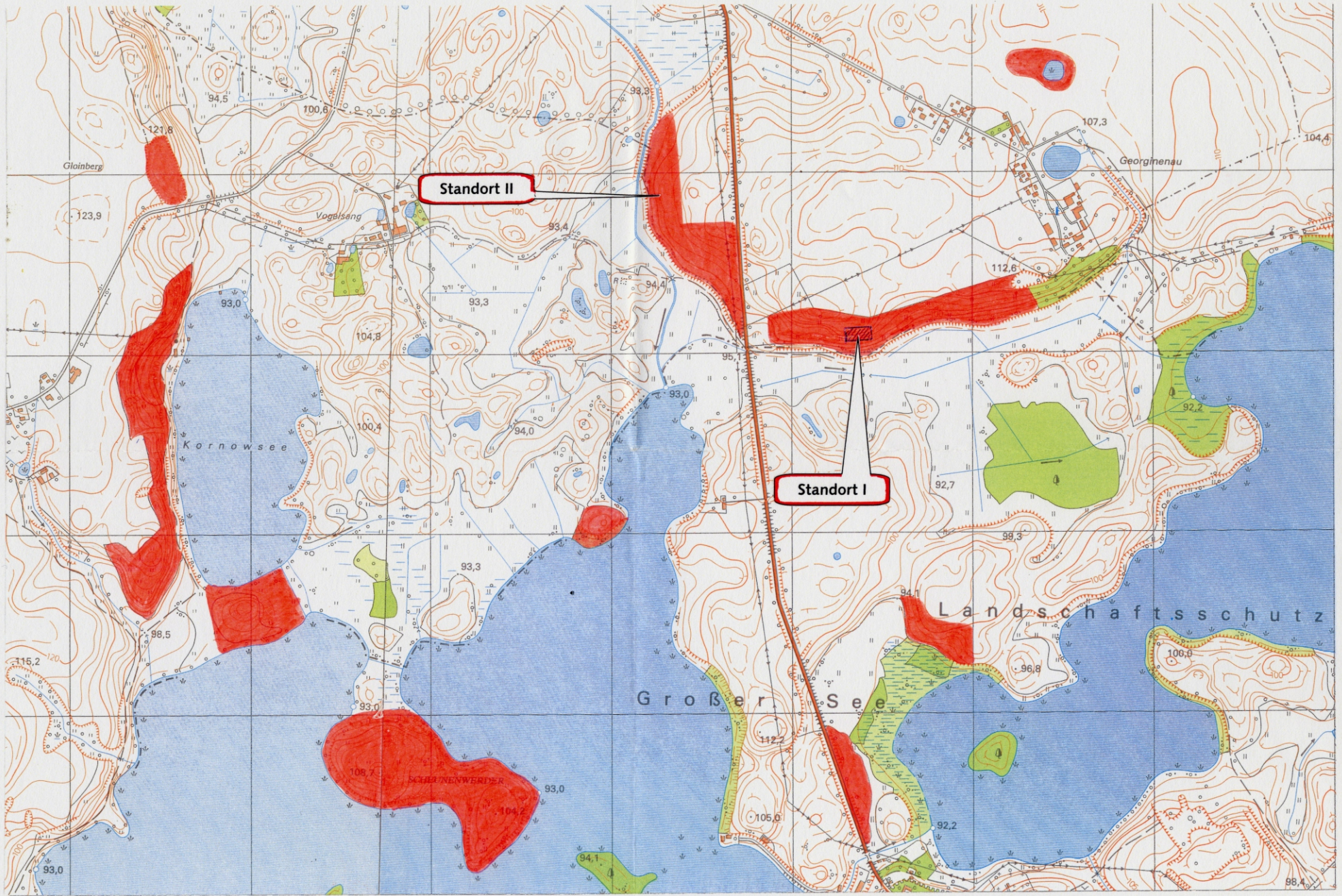
Tabelle der pflanzensoziologischen Aufnahmen auf Standort IV

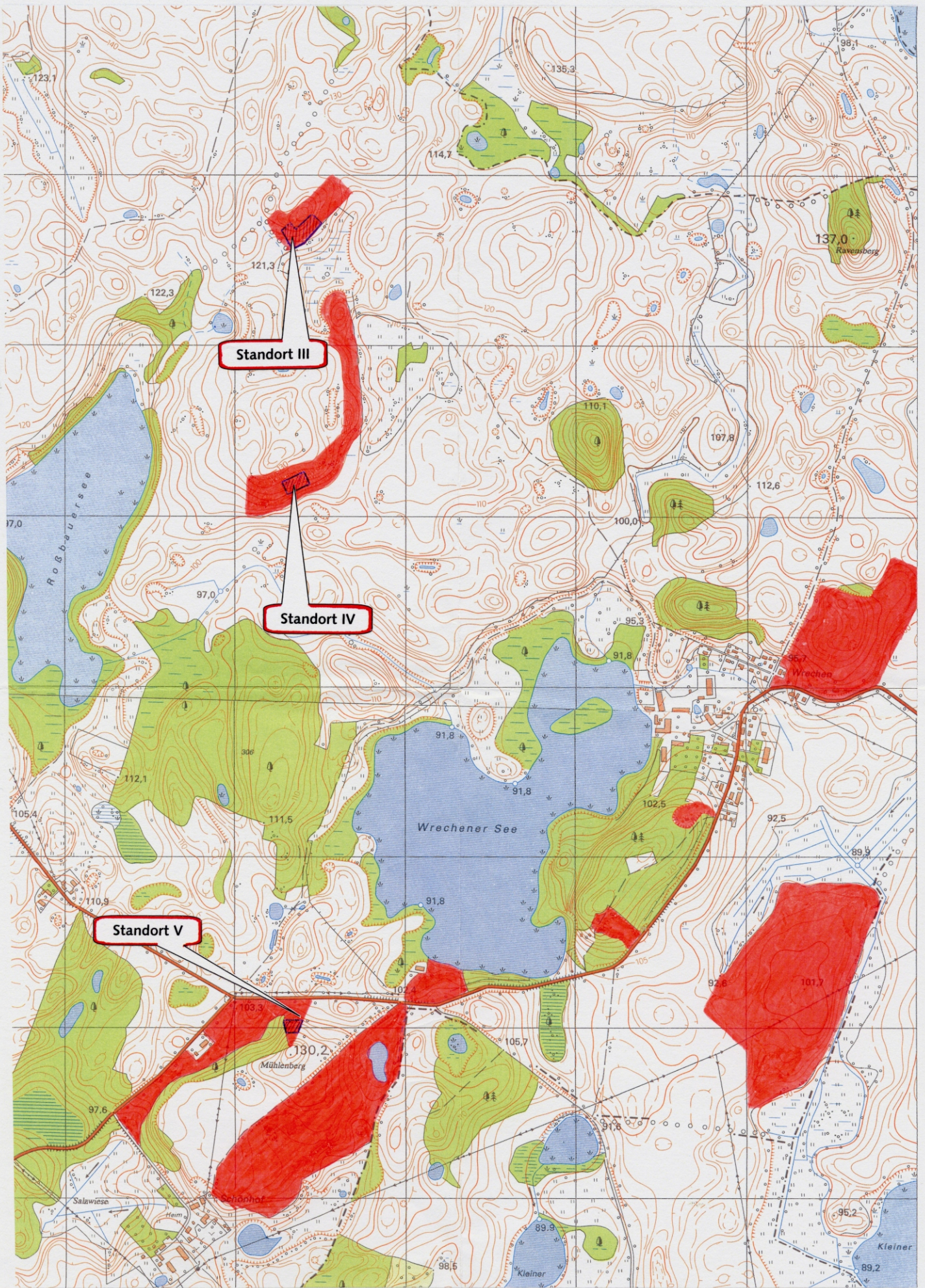
Fläche	Aufnahmedatum im Jahr 2000	Deckung	Artenzahl	decimale pflanzen-soziologische Klassifikation	Stärke	F-Zeigenwert	N-Zeigenwert	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Charakterarten der Wirtschaftswiesen																																				
<i>Dactylis glomerata</i>	*	100%	5	6	10.3	20.3	m.1	4m.1	m.1	2m.2	2m.2	30	30.3	10.2	m.1	4m.2	50.3	40.3	20.2	30.2	2m.2	20.1	20.3	30.3	20.2	20.3	70.4	4m.3	2m.1	50.1	60.1	20.4				
<i>Crepis capillaris</i>	5,423 Verband Cynosurion	100%	5	4	2m.1	m.1	m.1	m.1	2m.1	4m.1	2m	2m.1	m.1	2m.1	4m.3	4m.1	2m.1	10.1	m.1	2m.1	m.1	2m.1	m.1	2m.1	2m.1	4m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1		
<i>Cerastium holosteoides</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	100%	5	5	+	+1	r	+1	+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Leontodon autumnalis</i>	5,423 Ordnung Cynosurion	100%	5	5	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1		
<i>Festuca pratensis</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	89%	6	6	10.1	2m.1	10.1	2m.1	m.1	+1	+	4m	20.1	20.1	m.1	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Trifolium pratense</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	61%	*	*	+1	+	r.1	+	+1	+1	+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Bromus hordeaceus</i>	*	54%	*	*	4m.1	+	r.1	m.1	4m.3	10.2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Tragopogon pratensis</i>	5,421 Ordnung Arrhenatherion	50%	4	6	+1	+2	m.1	+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Vicia cracca</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	46%	5	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Lolium perenne</i>	5,423 Ordnung Cynosurion	36%	5	7	+	+	r.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Galium mollugo</i>	5,421 Ordnung Arrhenatherion	32%	4	*	+2	+	+	+	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Holcus lanatus</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	29%	6	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	5,421 Ordnung Arrhenatherion	25%	5	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Festuca rubra</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	14%	6	*	m.3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Phleum pratense</i>	5,423 Ordnung Cynosurion	7%	5	6	m.1	+	+	+	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rumex acetosa</i>	5,4 Klasse Molinio-Arrhenatheretea	7%	*	6	+	+	+	+	r.1	r.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Leucanthemum vulgare</i>	5,423 Ordnung Arrhenatheretalia	4%	4	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Trifolium repens</i>	5,423 Ordnung Cynosurion	4%	5	6	+	+	+	r.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charakterarten der Ackerbeikrautfluren																																				
<i>Erodium cicutarium</i>	3,31 Ordnung Polygono-Chenopodieta	100%	4	*	+1	+1	r.1	+1	+1	m.1	m.1	+1	m.1	m.1	+1	m.1	m.1	+1	m.1	m.1	10.2	m.1	m.1	m.1	+1	+1	m.1	m.1	m*.1	+1	m.1	m.1	+1	m.1		
<i>Viola arvensis</i>	3,4 Klasse Secalietea	100%	*	*	+	+	+1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Veronica agrestis</i>	3,311 Ordnung Fumario-Euphorbion	96%	6	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Mysotis arvensis</i>	3,4 Klasse Secalietea	93%	5	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Papaver argemone</i>	3,421,1 Verband Aphanenion	89%	4	5	+1	+1	+	+	+	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
<i>Consolida regalis</i>	3,41 Ordnung Secalietalia	86%	4	5	+1	+1	r.1	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Papaver dubium</i>	3,4 Klasse Secalietea	75%	4	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Veronica triphyllos</i>	3,421,1 Verband Aphanenion	50%	4	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vicia hirsuta</i>	3,4 Klasse Secalietea	43%	4	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vicia tetrasperma</i>	3,4 Klasse Secalietea	36%	5	5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Vicia angustifolia</i>	3,4 Klasse Secalietea	36%	*	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rumex acetosella</i>	3,312 Ordnung Polygono-Chenopodion	14%	4	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Papaver rhoeas</i>	3,4 Klasse Secalietea	7%	5	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fumaria officinalis</i>	3,311 Ordnung Fumario-Euphorbion	4%	5	7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Thlaspi arvense</i>	3,311 Ordnung Fumario-Euphorbion	4%	5	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Centaurea cyanus</i>	3,4 Klasse Secalietea	4%	*	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Charakterarten der Halbtrocken- oder Magerrasen																																				
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	*	100%	4	*	m*.1	m*.1	m.1	m.1	m.1	m*.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	2m.1	m.1	m.1	2m.1	m.1	m.1	m.1	4m.2	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	
<i>Mysotis ramosissima</i>	5,23 Ordnung Festuco-Sedetalia	96%	2	1	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Hypochaeris radicata</i>	*	86%	5	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Erophila verna</i>	*	71%	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Medicago lupulina</i>	5,322 Ordnung Mesobromion	68%	4	*	+	+1	+	+	+	m.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Trifolium arvense</i>	5,2 Klasse Sedo-Scleranthetea	64%	3	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Mysotis stricta</i>	5,23 Ordnung Festuco-Sedetalia	57%	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Holosteum umbellatum</i>	5,2 Klasse Sedo-Scleranthetea	39%	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Erigeron acris</i>	5,322 Ordnung Mesobromion	18%	4	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Festuca trachyphylla</i>	5,323 Ordnung Koeleriophleion phleoides	14%	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Trifolium campestre</i>	5,2 Klasse Sedo-Scleranthetea	4%	4	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Charakterarten der Saumgesellschaften																																				
<i>Rosa canina</i>	8,44 Ordnung Prunetalia spinosae	54%	4	*	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Pyrus pyrastrer</i>	8,4 Klasse Quercus-Fagetum	21%	5	*	+	+	+	+	+																											

Tabelle der pflanzensoziologischen Aufnahmen auf Standort V

			Randbereiche, stark										Randbereiche, schwach						offene Bereiche																						
			1	5	9	14	19	20	21	22	23	2	6	10	13	15	16	18	3	4	7	8	11	12	17																
			16.7.	16.7.	18.7.	19.7.	19.7.	25.7.	25.7.	25.7.	25.7.	16.7.	18.7.	19.7.	19.7.	25.7.	19.7.	19.7.	16.7.	16.7.	18.7.	18.7.	19.7.	19.7.	19.7.																
			0	0	0	80	70	100	90	80	40	0	0	50	0	60	0	10	0	0	0	0	0	10	10																
			0	0	0	90	95	100	90	90	95	0	0	70	50	80	25	50	0	0	0	0	10	5	10																
			100	100	100	100	100	20	60	80	100	100	100	95	100	90	100	100	100	100	95	95	100	100	100																
			28	45	41	33	25	17	29	28	25	45	40	45	38	33	42	36	48	47	42	42	45	45	32																
			dezimale	pflanzen-	soziologische																																				
			Klassifikation	Steilheit	F-Zeigenwert	N-Zeigenwert																																			
Arten der Wirtschaftswiesen																																									
<i>Arrhenatherum elatius</i>	5,421	Verband Arrhenatherion	96%	5	7	2b.1	20.1	20.1	10.1	2m.1	.	.	.	.	.	.	.	10.1	20.1	10.1	.	.	.	.	10.1	10.1	30.1	50.1	30.1	70.1	40.1	20.1	40.1	80.5	80.5	70.5	70.5	60.1		
<i>Tragopogon pratensis</i>	5,421	Verband Arrhenatherion	61%	4	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca rubra</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	48%	6	*	.	20.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10.1	.	.	.	.	.	.	.	4m.3	.	.	.	20.1	20.1	.	30.1	20.1	20.1	30.3	50.1	40.1	
<i>Vicia cracca</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	100%	5	*	.	m.1	m.1	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m.1	2m.1	m.1	2m.1	2m.1	m.1	2m.2	m.1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Galium mollugo</i>	5,421	Verband Arrhenatherion	96%	4	*	2m.3	m.1	2m.1	2m.1	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	m.1	2m.1	.	m.1	m.1	4m.1	m.1	m.1	m.1	4m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	
<i>Knautia arvensis</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	96%	4	4	m.1	m.1	m.1	m.1	
<i>Veronica chamaedrys</i>	*		96%	5	*	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	2m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	
<i>Achillea millefolium</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	87%	4	5	.	m.1	2m.1	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m.1	.	.	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	m.1	2m.1	m.1	m.1	
<i>Trifolium repens</i>	5,423	Verband Cynosurion	83%	5	6	
<i>Campanula patula</i>	5,421	Verband Arrhenatherion	74%	5	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rumex acetosa</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	70%	*	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	*		65%	5	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lathyrus pratensis</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	57%	6	6	m.1	m.1	m.1	
<i>Vicia hirsuta</i>	3,4	Klasse Secalietea	57%	4	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla reptans</i>	3,8	Klasse Agrostietea stoloniferae	35%	6	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium pratense</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	22%	*	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Holcus lanatus</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	17%	6	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Poa pratensis</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	17%	5	6	.	.	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucanthemum vulgare</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	13%	4	3	
<i>Festuca pratensis</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	13%	6	6	
<i>Saxifraga granulata</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	9%	4	3	
<i>Cerastium holosteoides</i>	5,4	Klasse Molinio-Arrhenatheretea	4%	5	5
Arten der Mager- und Halbtrockenrasen																																									
<i>Centaurea scabiosa</i>	5,3	Klasse Festuco-Brometea	100%	3	4	4b.1	4b.1	10.1	m.1	2b.1	10.3	10.1	30.1	.	.	4m.1	10.1	10.1	10.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	5,3	Klasse Festuco-Brometea	100%	3	2	
<i>Campanula rotundifolia</i>	*		91%	*	2	
<i>Agrostis capillaris</i>	*		70%	*	4	
<i>Medicago lupulina</i>	5,322	Verband Mesobromion	61%	4	*	
<i>Thymus pulegioides</i>	*		57%	4	1	.	.	m.1	
<i>Ranunculus bulbosus</i>	5,322	Verband Mesobromion	43%	3	3	
<i>Lotus corniculatus</i>	*		39%	4	3	m.1	
<i>Linum catharticum</i>	5,41	Ordnung Molinietalia	35%	*	2	
<i>Sanguisorba minor</i>	5,3	Klasse Festuco-Brometea	22%	3	2	
<i>Trifolium campestre</i>	5,2	Klasse Sedo-Scleranthetea	22%	4	3
<i>Bromus erectus</i>	5,32	Ordnung Brometalia erecti	17%	3	3
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	*		13%	4	*	
<i>Myosotis ramosissima</i>	5,23	Ordnung Festuco-Sedetalia	13%	2	1
<i>Erophila verna</i>	*		4%	3	2
<i>Luzula multiflora</i>	5,1	Klasse Nardo-callunetea	4%	5	3
Ruderalisierungszeiger																																									
<i>Anthriscus sylvestris</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	96%	5	8	4b.1	.	.	m.1	2m.1	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10.1	4m.1	4m.1	4m.1	m.1	2m.1	m.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	3,54	Ordnung Onopordetalia acanthii	78%	4	4	2m.1	
<i>Hypericum perforatum</i>	6,1	Klasse Trifolio-Geranietea	65%	4	3	
<i>Geum urbanum</i>	3,52	Ordnung Glechometalia hederaceae	61%	5	7	
<i>Mellilotus alba</i>	3,54	Ordnung Onopordetalia acanthii	43%	3	4
<i>Torilis japonica</i>	3,522	Verband Alliarion	39%	5	8	
<i>Urtica dioica</i>	3,5	Klasse Artemisieta vulgaris	35%	6	8	
<i>Alliaria petiolata</i>	3,52	Ordnung Glechometalia hederaceae	30%	5	9	
<i>Artemisia vulgaris</i>	3,5*	U-Klasse Artemisieneae vulgaris	17%	6	8	
<i>Heracleum sphondylium</i>	5,42	Ordnung Arrhenatheretalia	17%	5	8
<i>Silene alba</i>	3,511	Verband Senecion fluviatilis	17%	4	7
<i>Galium aparine</i>	3,5*	U-Klasse Galio-Urticenea	13%	*	8
<i>Taraxacum officinale</i>	*		4%	5	*
krautige Arten der Säume und Waldränder																																									
<i>Agrimonia eupatoria</i>	6,111	Verband Trifolion medii	100%	4	4	1																																			







Karte 3(b)

Detailsicht der Lage der Untersuchungsstandorte III, IV und V, Maßstab 1:10 000. Weitere Brachflächen im näheren Umkreis sind rot eingetragen.