

Abteilung Systematische Botanik und Ökologie  
Leiter: Prof. Dr. Gerhard Gottsberger

## **Die Blütenökologie der Krautschicht naturnaher Wälder in der Umgebung von Ulm, Süddeutschland**

**Phänologie des Blühens, Phänologie der Samen- und Fruchtbildung,  
Besucherspektren, Nektarinhaltsstoffe und Farbreflexionsspektren von  
Blüten**



Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades Dr. rer. nat. der Fakultät für  
Naturwissenschaften der Universität Ulm

vorgelegt von

Klaus-Dieter Christ  
aus Neu-Ulm (Bayern)

Ulm (2004)



Amtierender Dekan:  
1.Gutachter:  
2.Gutachter:

Prof. Dr. Rolf Behm  
Prof. Dr. Gerhard Gottsberger  
Prof. Dr. Manfred Ayasse

Tag der Promotion: 25.05.2004



### ***Ergreife die Feder***

*Ergreife die Feder müde  
schreibe Deine Gedanken nieder  
wenn keine Frage nach Stil dich bedrängt.*

*Es ist heute wieder vieles zu durchdenken.  
Felder liegen brach, die einst Früchte trugen.*

*Das Mögliche ist ungeheuer. Die Sucht  
nach Perfektion  
zerstört das meiste. Was bleibt  
sind Splitter  
an denen sinnlos gefeilt wurde.*

*Beginne, das Sonnensystem zu sehen.  
Liebe  
auch Pluto. Doch wer  
macht sich schon Gedanken über ihn!  
Ich aber  
spüre sein Kreisen, ohne  
die kleine Kugel, die glattgeschliffene.*

*Alles läßt sich besser schreiben  
Darum laß die schlechtere Fassung stehn.*

*Nur beim Weitergehen kommst du irgendwohin  
wohin?  
Fern von dir.  
Gehe weiter. Lots Weib  
erstarrte beim Zurückschauen.  
Erstarrt nicht. Korrigiert nicht.  
Wagt!*

*Höre nie auf andere.  
Trachte nicht danach ein gutes Buch zu  
schreiben.  
Mache keinen Plan und wenn du ihn machst  
führe ihn nicht aus  
Der Plan genügt.*

*Nichts  
ist notwendig. Das Spiel  
kann jederzeit abgebrochen werden.*

*Es gibt Sätze, die stark machen  
doch brauchen sie nicht niedergeschrieben  
zu werden*

*Löse deine Hand.*

*Es kommt nie auf die Sätze an. Nur das  
Werk allein zählt.  
Die Narren kritisieren einen Satz  
Wenige sehen das Ganze.*

*Friedrich Dürrenmatt*



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	XII
Verzeichnis der Gleichungen.....	XXIII
Abkürzungsverzeichnis .....	XXIV
I. Einleitung .....	1
I.1. Fragestellungen .....	2
II. Material.....	4
II.1. Untersuchungsgebiete .....	4
II.2. Untersuchte Pflanzenarten .....	7
III. Methoden.....	10
III.1. Vorversuche.....	10
III.2. Blühphänologie.....	10
III.2.a. Blühphänologie der Populationen.....	10
III.2.b. Blumenabundanz-Skala .....	12
III.3. Pollen-Ovula-Rate .....	13
III.4. Samen- und Fruchtansatz .....	14
III.4.a. Samen- und Fruchtansatz in Abhängigkeit der Blühphänologie der Population..	14
III.4.b. Frucht- und Samenansatz in Abhängigkeit des Standorts .....	18
III.5. Blütenbesucher und Besucherfrequenzen.....	18
III.6. Attraktantien .....	19
III.6.a. Farbreflexionsspektren .....	19
III.6.b. Nektar .....	22
III.7. Auswertung, Statistik und verwendete Zahlenformate.....	23
IV. Ergebnisse .....	25
IV.1. Vorversuche .....	25
IV.2. Blühphänologie .....	27
IV.2.a. Blühphänologie der Populationen einzelner Pflanzenarten im U I .....	27
Blühphänologie der Populationen mit vier Beobachtungsjahren .....	28
Blühphänologie der Populationen mit drei Beobachtungsjahren .....	33
IV.2.b. Blühphänologie der Populationen einzelner Pflanzenarten im U II.....	65
IV.2.c. Blühphänologie der gesamten Krautschicht.....	75
Krautschicht im U I .....	75
Krautschicht im U II.....	76
Krautschicht NSG Laushalde .....	77
IV.2.d. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im U I.....	81
IV.2.e. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im U II.....	88
IV.2.f. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im NSG Laushalde .....	90
IV.3. Pollen-Ovula-Rate .....	93
IV.4. Samen- und Fruchtansatz .....	95
IV.4.a. Samen- und Fruchtansatz in Abhängigkeit der Blühphänologie der Population..	95
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> .....	96
<i>Anemone nemorosa</i> .....	98
<i>Pulmonaria officinalis</i> .....	98
<i>Ranunculus ficaria</i> .....	101
<i>Corydalis cava</i> .....	101
<i>Vinca minor</i> .....	103

<i>Oxalis acetosella</i> .....	104
<i>Adoxa moschatellina</i> .....	105
<i>Galeobdolon luteum</i> .....	105
<i>Phyteuma spicata</i> .....	107
IV.4.b. Frucht- und Samenansatz in Abhängigkeit des Standorts .....	126
IV.4.c. Absoluter Samenansatz in Abhängigkeit der Besucheraktivität .....	127
IV.5. Blütenbesucher .....	128
IV.6. Attraktantien .....	134
IV.6.a. Nektar .....	134
Nektarvolumina .....	134
Nektarzucker .....	137
Nektaraminosäuren .....	140
IV.6.b. Farbreflexionsspektren .....	143
Farbspektren – untersuchte Parameter und deren spektrales Reflexionsverhalten ....	143
<i>Adoxa moschatellina</i> .....	144
<i>Aegopodium podagraria</i> .....	145
<i>Anemone nemorosa</i> .....	146
<i>Arum maculatum</i> .....	147
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> .....	148
<i>Corydalis cava</i> .....	149
<i>Daphne mezereum</i> .....	150
<i>Euphorbia amygdaloides</i> .....	151
<i>Gagea lutea</i> .....	152
<i>Galeobdolon luteum</i> .....	153
<i>Galium odoratum</i> .....	154
<i>Geranium robertianum</i> .....	155
<i>Geum urbanum</i> .....	170
<i>Oxalis acetosella</i> .....	171
<i>Paris quadrifolia</i> .....	172
<i>Phyteuma spicata</i> .....	173
<i>Polygonatum multiflorum</i> .....	174
<i>Primula elatior</i> .....	175
<i>Pulmonaria officinalis</i> .....	176
<i>Ranunculus ficaria</i> .....	177
<i>Ranunculus lanuginosus</i> .....	178
<i>Sanicula europaea</i> .....	179
<i>Silene dioica</i> .....	179
<i>Vinca minor</i> .....	180
IV.7. Blütenökologische Zusammenhänge in der Lebensgemeinschaft .....	181
IV.7.a. Attraktantien und Blütenbesucher .....	181
Nektar und Blütenbesucher .....	183
Farbspektren und Blütenbesucher .....	184
IV.7.b. Die Bedeutung einzelner Pflanzenarten für die Lebensgemeinschaft .....	186
IV.7.c. Die Bedeutung einzelner Besuchergruppen für die Lebensgemeinschaft .....	188
IV. Diskussion .....	191
IV.1. Blühphänologie .....	191
IV.1.a. Blühphänologie der Krautschicht .....	191
IV.1.b. Blühphänologie der Individuen .....	193
IV.2. Samen- und Fruchtansatz .....	195
IV.3. Blütenbesucher .....	198

IV.4. Attraktantien.....	203
VI. Zusammenfassung.....	208
VII. Summary.....	210
VIII. Literatur.....	212
IX. Anhang.....	223
IX. 1. Blühphänologie der Populationen.....	223
IX.1.a. U I.....	223
IX.1.b. U II.....	230
IX.1.c. NSG Laushalde.....	234
IX.2. P/O.....	238
IX.3. Samen- und Fruchtansatz.....	242
IX.3.a. <i>Chrysosplenium alternifolium</i> .....	242
IX.3.b. <i>Anemone nemorosa</i> .....	243
IX.3.c. <i>Pulmonaria officinalis</i> .....	244
IX.3.d. <i>Ranunculus ficaria</i> .....	245
IX.3.e. <i>Corydalis cava</i> .....	246
IX.3.f. <i>Vinca minor</i> .....	247
IX.3.g. <i>Oxalis acetosella</i> .....	248
IX.3.h. <i>Adoxa moschatellina</i> .....	249
IX.3.i. <i>Galeobdolon luteum</i> .....	250
IX.3.j. <i>Phyteuma spicata</i> .....	251
IX.4. Nektarvolumina.....	252
IX.5. Nektarzucker.....	259
IX.6. Nektaraminosäuren.....	259
IX.7. Farbreflexionsspektren.....	261
IX.7.a. <i>Adoxa moschatellina</i> .....	261
IX.7.b. <i>Aegopodium podagraria</i> .....	262
IX.7.c. <i>Anemone nemorosa</i> .....	263
IX.7.d. <i>Arum maculatum</i> .....	264
IX.7.e. <i>Chrysosplenium alternifolium</i> .....	266
IX.7.f. <i>Corydalis cava</i> .....	267
IX.7.g. <i>Daphne mezereum</i> .....	268
IX.7.h. <i>Euphorbia amygdaloides</i> .....	269
IX.7.i. <i>Gagea lutea</i> .....	270
IX.7.j. <i>Galeobdolon luteum</i> .....	271
IX.7.k. <i>Galium odoratum</i> .....	272
IX.7.l. <i>Geranium robertianum</i> .....	273
IX.7.m. <i>Geum urbanum</i> .....	274
IX.7.n. <i>Oxalis acetosella</i> .....	275
IX.7.o. <i>Paris quadrifolia</i> .....	276
IX.7.p. <i>Phyteuma spicata</i> .....	277
IX.7.q. <i>Polygonatum multiflorum</i> .....	278
IX.7.r. <i>Primula elatior</i> .....	279
IX.7.s. <i>Pulmonaria officinalis</i> .....	280
IX.7.t. <i>Ranunculus ficaria</i> .....	282
IX.7.u. <i>Ranunculus lanuginosus</i> .....	283
IX.7.v. <i>Sanicula europaea</i> .....	284
IX.7.w. <i>Silene dioica</i> .....	285
IX.7.x. <i>Vinca minor</i> .....	286
X. Danksagung.....	287

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Krautschicht im U I und U II; A. U I mit <i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Arum maculatum</i> , <i>Chrysosplenium alternifolium</i> , <i>Corydalis cava</i> , <i>Galeobdolon luteum</i> und <i>Ranunculus ficaria</i> ; B. U II mit ausschließlichem Bewuchs durch <i>Anemone nemorosa</i> .....	5
Abb. 2: U I <i>Corydalis cava</i> – <i>Anemone nemorosa</i> –Blühaspekt im Querco-Ulmetum minoris .....	6
Abb. 3: U II <i>Anemone nemorosa</i> -Blühaspekt im östlichsten Teil des Botanischen Gartens Ulm .....	7
Abb. 4: Markierungen mit Zweckform-Selbstklebeetiketten (37 x 5mm); A: <i>Ranunculus ficaria</i> Markierungen freigelegt; B: <i>Oxalis acetosella</i> Markierungen verborgen.....	14
Abb. 5: Schematisierte Anordnung der Elemente zur Messung von Farbreflexionsspektren (CHRIST, K.-D.) .....	21
Abb. 6: Skizzen für den Bau einer Lichtleiterhalterung mit einem Lichteinfallswinkel von 45°; A: Lateralansicht; B: Frontalansicht; C: Aufsicht (CHRIST, K.-D.) .....	21
Abb. 7: <i>Prunella vulgaris</i> : Vergleich der Blühphänologie der Population (BPP) mit der Besucherfrequenz von <i>Bombus pascuorum</i> .....	26
Abb. 8: <i>Prunella vulgaris</i> : Vergleich der Blühphänologie der Population (BPP) mit dem absoluten Samenansatz/Blüte.....	26
Abb. 9: Vergleich der relativen Anzahl Blüten mit der relativen Anzahl der Blütenbesuche ( <i>Bombus pascuorum</i> ) an vier gleichzeitig blühenden Pflanzenarten ( <i>Lathyrus pratensis</i> , <i>Prunella vulgaris</i> , <i>Vicia cracca</i> , <i>Trifolium repens</i> ).....	27
Abb. 10: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	40
Abb. 11: <i>Anemone nemorosa</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	41
Abb. 12: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	42
Abb. 13: <i>Primula elatior</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	43
Abb. 14: <i>Ranunculus ficaria</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	44
Abb. 15: <i>Corydalis cava</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	45
Abb. 16: <i>Gagea lutea</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die	

Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	46
Abb. 17: <i>Vinca minor</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	47
Abb. 18: <i>Oxalis acetosella</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	48
Abb. 19: <i>Adoxa moschatellina</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	49
Abb. 20: <i>Viola reichenbachiana</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	50
Abb. 21: <i>Euphorbia amygdaloides</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	51
Abb. 22: <i>Paris quadrifolia</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	52
Abb. 23: <i>Galeobdolon luteum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	53
Abb. 24: <i>Ajuga reptans</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	54
Abb. 25: <i>Arum maculatum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	55
Abb. 26: <i>Galium odoratum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	56
Abb. 27: <i>Polygonatum multiflorum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	57
Abb. 28: <i>Phyteuma spicata</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]) .....	58

Abb. 29: <i>Silene dioica</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	59
Abb. 30: <i>Geranium robertianum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	60
Abb. 31: <i>Sanicula europaea</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	61
Abb. 32: <i>Geum urbanum</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	62
Abb. 33: <i>Aegopodium podagraria</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	63
Abb. 34: <i>Aruncus sylvestris</i> : Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA]).....	64
Abb. 35: <i>Anemone nemorosa</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	68
Abb. 36: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	68
Abb. 37: <i>Oxalis acetosella</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	69
Abb. 38: <i>Ranunculus ficaria</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	69
Abb. 39: <i>Viola reichenbachiana</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	70
Abb. 40: <i>Paris quadrifolia</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	70
Abb. 41: <i>Galeobdolon luteum</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	71
Abb. 42: <i>Polygonatum multiflorum</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	71
Abb. 43: <i>Galium odoratum</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	72
Abb. 44: <i>Ajuga reptans</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	72
Abb. 45: <i>Phyteuma spicata</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	73
Abb. 46: <i>Geranium robertianum</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	73
Abb. 47: <i>Geum urbanum</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001.....	74

Abb. 48: <i>Aegopodium podagraria</i> : Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001 .....	74
Abb. 49: Blühphänologie der Krautschicht im U I A: Im Jahr 1998; B: Im Jahr 1999.....	78
Abb. 50: Blühphänologie der Krautschicht im U I A: Im Jahr 2000; B: Im Jahr 2001.....	79
Abb. 51: Blühphänologie der Krautschicht im U II A: Im Jahr 2000; B: Im Jahr 2001 .....	80
Abb. 52: Blühphänologie der Krautschicht im NSG Laushalde im Jahr 2001.....	81
Abb. 53: Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil xenogamer, fakultativ xenogamer, fakultativ autogamer und bezüglich ihrer P/O unbearbeiteter (unbekannter) Arten an der Gesamtzahl Blüten bzw. Blumen im U I.....	93
Abb. 54: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	108
Abb. 55: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	109
Abb. 56: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	110
Abb. 57: <i>Anemone nemorosa</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	111
Abb. 58: <i>Pulmonaria officinalis</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%]....	112
Abb. 59: <i>Pulmonaria officinalis</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%]....	113
Abb. 60: <i>Pulmonaria officinalis</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	114
Abb. 61: <i>Ranunculus ficaria</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	115
Abb. 62: <i>Corydalis cava</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%]....	116
Abb. 63: <i>Corydalis cava</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%]....	117
Abb. 64: <i>Corydalis cava</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%] .....	118

Abb. 65: <i>Vinca minor</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	119
Abb. 66: <i>Oxalis acetosella</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	120
Abb. 67: <i>Adoxa moschatellina</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	121
Abb. 68: <i>Galeobdolon luteum</i> : xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%]...	122
Abb. 69: <i>Galeobdolon luteum</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	123
Abb. 70: <i>Phyteuma spicata</i> : mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m <sup>2</sup> ; D: Fruchtansatz relativ [%].....	124
Abb. 71: Vergleich der Korrelationen der vier Parameter des xenogamen Samenansatzes A: Gemittelte Spearman'sche Korrelationskoeffizienten (PTB & Parameter des xenogamen Samenansatzes); B: Anzahl der signifikant positiven Korrelationen (PTB & Parameter des xenogamen Samenansatzes) addiert aus allen untersuchten Pflanzenarten.....	125
Abb. 72: <i>Anemone nemorosa</i> : Box-Plot des absoluten Samenansatzes eines Reinbestandes und eines Mischbestandes mit <i>Corydalis cava</i> im Vergleich (Stdabw. = Standardabweichung; Stdf. = Standardfehler).....	126
Abb. 73: <i>Anemone nemorosa</i> : Box-Plot des relativen Samenansatzes [%] eines Reinbestandes und eines Mischbestandes mit <i>Corydalis cava</i> im Vergleich (Stdabw. = Standardabweichung; Stdf. = Standardfehler).....	127
Abb. 74: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Vergleich des absoluten Samenansatzes und der Besucherfrequenz im Verlauf der Populationsphänologie.....	128
Abb. 75: Durchschnittlicher relativer Anteil der einzelnen Aminosäuren am Gesamtaminosäuregehalt der untersuchten Pflanzenarten. (ASP = Asparaginsäure; SER = Serin; GLU = Glutaminsäure; GLY = Glycin; HIS = Histidin; ARG = Arginin; THR = Threonin; ALA = Alanin; PRO = Prolin; CYS = Cystein; TYR = Tyrosin; VAL = Valin; MET = Methionin; LYS = Lysin; ILE = Isoleucin; LEU = Leucin; PHE = Phenylalanin).....	141
Abb. 76: Anzahl der Pflanzenarten mit nachgewiesenem Vorkommen der einzelnen Aminosäuren. (ASP = Asparaginsäure; SER = Serin; GLU = Glutaminsäure; GLY = Glycin; HIS = Histidin; ARG = Arginin; THR = Threonin; ALA = Alanin; PRO = Prolin; CYS = Cystein; TYR = Tyrosin; VAL = Valin; MET = Methionin; LYS = Lysin; ILE = Isoleucin; LEU = Leucin; PHE = Phenylalanin).....	141
Abb. 77: <i>Adoxa moschatellina</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt, Theke und Blütenzentrum.....	144
Abb. 78: <i>Aegopodium podagraria</i> : Messort für den Parameter Kronblatt.....	145

Abb. 79: <i>Anemone nemorosa</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt, Antheren und Stamina .....	146
Abb. 80: <i>Arum maculatum</i> : Messorte für die Parameter Spadix (apikal, Mitte, Stiel), Kesselfront und Spatha (Rückseite, Innenseite-apical, Innenseite-basal) .....	147
Abb. 81: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Messorte für die Parameter Nektarium, Kronblatt, Hochblatt 1. Ordnung und Hochblatt 2. Ordnung .....	148
Abb. 82: <i>Corydalis cava</i> : Messorte für die Parameter Staubblattröhre, Kronröhre- Außenseite, Unterlippe-Mitte, Unterlippe-Rand und Oberlippe .....	149
Abb. 83: <i>Daphne mezereum</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-basal, Kronblatt- apikal und Kronblatt-Außenseite .....	150
Abb. 84: <i>Euphorbia amygdaloides</i> : Messorte für die Parameter Hochblatt 1. Ordnung und Hüllbecher Drüsen .....	151
Abb. 85: <i>Gagea lutea</i> : Messorte für die Parameter Perigonblatt-basal, Perigonblatt- Mitte und Perigonblatt-apikal .....	152
Abb. 86: <i>Galeobdolon luteum</i> : Messorte für die Parameter Oberlippe-Außen- und Innenseite, Unterlippe-Schlund, Unterlippe-Seite, Unterlippe-Mitte und Staubblattfilamente .....	153
Abb. 87: <i>Galium odoratum</i> : Messort für den Parameter Kronblatt .....	154
Abb. 88: <i>Geranium robertianum</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-apikal und Kronblatt-basal .....	155
Abb. 89: <i>Adoxa moschatellina</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	156
Abb. 90: <i>Aegopodium podagraria</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	157
Abb. 91: <i>Anemone nemorosa</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	157
Abb. 92: <i>Arum maculatum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blumen- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	158
Abb. 93: <i>Arum maculatum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blumenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	158
Abb. 94: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	159
Abb. 95: <i>Corydalis cava</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	159
Abb. 96: <i>Daphne mezereum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	160
Abb. 97: <i>Euphorbia amygdaloides</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	160
Abb. 98: <i>Gagea lutea</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	161
Abb. 99: <i>Galeobdolon luteum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	161
Abb. 100: <i>Galium odoratum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	162
Abb. 101: <i>Geranium robertianum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	162
Abb. 102: <i>Geum urbanum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	163
Abb. 103: <i>Oxalis acetosella</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	163

Abb. 104: <i>Paris quadrifolia</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	164
Abb. 105: <i>Phyteuma spicata</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	164
Abb. 106: <i>Polygonatum multiflorum</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	165
Abb. 107: <i>Primula elatior</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	165
Abb. 108: <i>Pulmonaria officinalis</i> (rote Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	166
Abb. 109: <i>Pulmonaria officinalis</i> (violette Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	166
Abb. 110: <i>Pulmonaria officinalis</i> (blaue Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	167
Abb. 111: <i>Ranunculus ficaria</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	167
Abb. 112: <i>Ranunculus lanuginosus</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	168
Abb. 113: <i>Sanicula europaea</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	168
Abb. 114: <i>Silene dioica</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	169
Abb. 115: <i>Vinca minor</i> : spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm .....	169
Abb. 116: <i>Geum urbanum</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte, Griffel, Kelchblatt-breit und Antheren .....	170
Abb. 117: <i>Oxalis acetosella</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte, Saftmal und Antheren.....	171
Abb. 118: <i>Paris quadrifolia</i> : Messorte für die Parameter Äußeres Blütenhüllblatt, Inneres Blütenhüllblatt, Fruchtknoten und Antheren.....	172
Abb. 119: <i>Phyteuma spicata</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-apikal, Kronblatt-Mitte und Kronblatt-basal .....	173
Abb. 120: <i>Polygonatum multiflorum</i> : Messorte für die Parameter Perigonblatt-basal-Außen, Perigonblatt-Mitte-Außen, Perigonblatt-apikal-Innen, Perigonblatt-apikal-Außen und Antheren .....	174
Abb. 121: <i>Primula elatior</i> : Messorte für die Parameter Kronblattspitze Innen und Kronröhreneingang .....	175
Abb. 122: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-apikal, und Kronröhreneingang .....	176
Abb. 123: <i>Ranunculus ficaria</i> : Messorte für die Parameter Nektarblatt-apikal, Nektarblatt-basal, Fruchtblätter und Antheren .....	177
Abb. 124: <i>Ranunculus lanuginosus</i> : Messorte für die Parameter Nektarblatt-Mitte, Nektarblatt-basal, Fruchtblätter und Antheren .....	178
Abb. 125: <i>Sanicula europaea</i> : Messort für den Parameter Kronblatt.....	179
Abb. 126: <i>Silene dioica</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt und Nebenkronen .....	179
Abb. 127: <i>Vinca minor</i> : Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte und Kronröhreneingang .....	180
Abb. 128: Diapriidae (parasitische Hymenoptera). A: Beim Blütenbesuch auf <i>Chrysosplenium alternifolium</i> man achte auf den Kontakt mit einer der Antheren;	

---

B: Selbes Individuum, REM-Detailaufnahme des Kopfes mit Pollen (gelb-grün eingefärbt) von <i>Chrysosplenium alternifolium</i> .....	200
---	-----

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Klimadaten der Untersuchungsgebiete I & II.....	4
Tab. 2: Im Untersuchungsgebiet I vorkommende Pflanzenarten und deren Bearbeitung in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich der Pollen-Ovula-Rate (P/O), Samen- und Fruchtansatz (SF), Nektarvolumina (Vol), Nektarzucker (Zucker), Nektarminosäuren (AS), Farbreflexionsspektren (FRS), der Blühphänologie der Populationen (BP Pop) sowie der Besucherspektren und Besucherfrequenz (BS & BF) .....	8
Tab. 3: Im Untersuchungsgebiet II vorkommende Pflanzenarten und deren Bearbeitung in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich Blühphänologie der Populationen (BP Pop) .....	9
Tab. 4: Blüten- bzw. Blumenabundanz-Skala (nach BRAUN-BLANQUET 1964, verändert).....	12
Tab. 5: Outcrossing Indizes (= OCI), Reproduktionssysteme, P/O und log P/O nach CRUDEN (1977) .....	13
Tab. 6: Wirkungsspektrum lichtemittierender, lichtleitender und lichtempfindlicher Elemente der zum Einsatz gekommenen Geräte im Vergleich (*ab Werk optimiert für den vom Kunden gewünschten Wellenlängenbereich) .....	19
Tab. 7: Interpretationskategorien des Spearman'schen Korrelationskoeffizienten $r_s$ .....	24
Tab. 8: <i>Prunella vulgaris</i> : Korrelation nach Spearman zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und der Besucherfrequenz von <i>Bombus pascuorum</i> bzw. dem absoluten Samenansatz (rot unterlegt sind signifikante oder streng positive Korrelationen).....	25
Tab. 9: U I, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	82
Tab. 10: U I, Jahr 1999: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	82
Tab. 11: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	83
Tab. 12: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	84
Tab. 13: U I, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II.....	85
Tab. 14: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II.....	85
Tab. 15: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II.....	86
Tab. 16: U II, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III.....	87
Tab. 17: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III.....	87

Tab. 18: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III .....	87
Tab. 19: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	88
Tab. 20: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II .....	88
Tab. 21: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II .....	89
Tab. 22: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II .....	89
Tab. 23: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III .....	90
Tab. 24: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III .....	90
Tab. 25: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I .....	91
Tab. 26: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II .....	92
Tab. 27: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III .....	92
Tab. 28: Mittlere P/O der Arten und mediane P/O der Krautschicht des U I und Klassifizierung der Reproduktionssysteme nach CRUDEN (1977). (* = zusätzlich zu DIETERLE 1999 erarbeitete Arten) .....	94
Tab. 29: Mittlere log P/O der Arten und mediane log P/O der Krautschicht des U I und Klassifizierung der Reproduktionssysteme nach CRUDEN (1977). (* = zusätzlich zu DIETERLE 1999 erarbeitete Arten) .....	94
Tab. 30: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	96
Tab. 31: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	97
Tab. 32: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier	

	Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	98
Tab. 33:	<i>Anemone nemorosa</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	98
Tab. 34:	<i>Pulmonaria officinalis</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	99
Tab. 35:	<i>Pulmonaria officinalis</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	100
Tab. 36:	<i>Pulmonaria officinalis</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	100
Tab. 37:	<i>Ranunculus ficaria</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	101
Tab. 38:	<i>Corydalis cava</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	102
Tab. 39:	<i>Corydalis cava</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	102
Tab. 40:	<i>Corydalis cava</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	103
Tab. 41:	<i>Vinca minor</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). .....	104
Tab. 42:	<i>Oxalis acetosella</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern	

des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).....	104
Tab. 43: <i>Adoxa moschatellina</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).....	105
Tab. 44: <i>Galeobdolon luteum</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). ....	106
Tab. 45: <i>Galeobdolon luteum</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).....	107
Tab. 46: <i>Phyteuma spicata</i> : Korrelationskoeffizienten der Spearman`s Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen). ....	107
Tab. 47: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art I. Grauunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (A.mos. = <i>Adoxa moschatellina</i> ; A.pod. = <i>Aegopodium podagraria</i> ; A.nem. = <i>Anemone nemorosa</i> ; C.alt. = <i>Chrysosplenium alternifolium</i> ; C.cav. = <i>Corydalis cava</i> ; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt) .....	131
Tab. 48: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art II. Grauunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (E.amy. = <i>Euphorbia amygdaloides</i> ; G.lut. = <i>Gagea lutea</i> ; Galeo. = <i>Galeobdolon luteum</i> ; G.odo. = <i>Galium odoratum</i> ; O.ace. = <i>Oxalis acetosella</i> ; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt).....	132
Tab. 49: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art II. Grauunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (P.mul. = <i>Polygonatum multiflorum</i> ; P.off. = <i>Pulmonaria officinalis</i> ; P.ela. = <i>Primula elatior</i> ; R.fic. = <i>Ranunculus ficaria</i> ; S.eur. = <i>Sanicula europaea</i> ; V.min. = <i>Vinca minor</i> ; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt) .....	133
Tab. 50: Mittlere (x) Nektarvolumina pro Blüte (*Blume) [ $\mu$ l] der untersuchten Arten des U I, beginnend mit kleinen Volumina bis hin zu großen Volumina .....	135
Tab. 51: Einteilung der Nektarvolumina in sechs Kategorien.....	136
Tab. 52: Nektarproduktion pro 100 m <sup>2</sup> [ $\mu$ l] aller Blüten (*Blumen) einer Art im Verlauf der PTB, beginnend mit kleinen Volumina bis hin zu großen Volumina .....	136
Tab. 53: Nebenzuckergehalt [ $\mu$ g/ $\mu$ l], Pflanzenarten in alphabetischer Reihenfolge .....	137
Tab. 54: Hauptzuckergehalt des Nektars [ $\mu$ g/ $\mu$ l], Pflanzenarten getrennt nach Zuckerdominanztyp .....	138
Tab. 55: Zuckerverhältniskategorien [Sacharose / (Glucose + Fructose)] und relative Blütenbesucher-Häufigkeiten [%] an Pflanzenarten dieser Zuckerverhältniskategorien (übernommen und verändert von BAKER & BAKER 1983);.....	139

Tab. 56: Zuckerverhältnis [Sacharose / (Glucose + Fructose)] und relative Häufigkeit der charakteristischen Besuchergruppen (übernommen und verändert aus BAKER & BAKER 1983); beginnend mit kleinen Zuckerverhältnissen bis hin zu großen Zuckerverhältnissen .....	139
Tab. 57: Aminosäuregehalt Konzentrationsstufen.....	140
Tab. 58: Aminosäurenkonzentration [ $\mu\text{mol/ml}$ ] des Nektars für alle untersuchten Pflanzenarten des U I.....	142
Tab. 59: Intensitätsstufen der Reflexion im Vergleich zu einem Weißstandard .....	143
Tab. 60: Wellenlängen [nm] der einzelnen Farbbereiche (übernommen nach KUCHLING 1991 und verändert für die vorliegende Arbeit) .....	144
Tab. 61: relativer Anteil [%] verschiedener Blütenbesuchertypen an Pflanzenarten der Gilde I und Gilde II. Fette Schriftart = zur jeweiligen Gilde gerrechnetetn Blütenbesuchertypen. (* = Collembola, Blattoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera und Araneida; nAP = nicht Apidoide Hymenopteren) .....	182
Tab. 62: Nektarparameter für 19 Pflanzenarten, nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = <i>Adoxa moschatellina</i> ; A.pod. = <i>Aegopodium podagraria</i> ; A.nem. = <i>Anemone nemorosa</i> ; C.alt. = <i>Chrysosplenium alternifolium</i> ; C.cav. = <i>Corydalis cava</i> ; E.amy. = <i>Euphorbia amygdaloides</i> ; G.lut. = <i>Gagea lutea</i> ; Galeo. = <i>Galeobdolon luteum</i> ; G.odo. = <i>Galium odoratum</i> ; O.ace. = <i>Oxalis acetosella</i> ; P.mul. = <i>Polygonatum multiflorum</i> ; P.off. = <i>Pulmonaria officinalis</i> ; P.ela. = <i>Primula elatior</i> ; R.fic. = <i>Ranunculus ficaria</i> ; S.eur. = <i>Sanicula europaea</i> ; V.min. = <i>Vinca minor</i> ).....	183
Tab. 63: Farbbereichs-Ratio für 15 Pflanzenarten des U I und sieben Farbbereiche, nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = <i>Adoxa moschatellina</i> ; A.nem. = <i>Anemone nemorosa</i> ; C.alt. = <i>Chrysosplenium alternifolium</i> ; C.cav. = <i>Corydalis cava</i> ; E.amy. = <i>Euphorbia amygdaloides</i> ; G.lut. = <i>Gagea lutea</i> ; Galeo. = <i>Galeobdolon luteum</i> ; O.ace. = <i>Oxalis acetosella</i> ; P.mul. = <i>Polygonatum multiflorum</i> ; P.off. = <i>Pulmonaria officinalis</i> ; P.ela. = <i>Primula elatior</i> ; R.fic. = <i>Ranunculus ficaria</i> ; V.min. = <i>Vinca minor</i> ) .....	185
Tab. 59: Absolute Anzahl der Besucherkategorien und relativer Anteil an der Gesamtzahl der Besucherkategorien für 19 Pflanzenarten des U I nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = <i>Adoxa moschatellina</i> ; A.pod. = <i>Aegopodium podagraria</i> ; A.nem. = <i>Anemone nemorosa</i> ; C.alt. = <i>Chrysosplenium alternifolium</i> ; C.cav. = <i>Corydalis cava</i> ; E.amy. = <i>Euphorbia amygdaloides</i> ; G.lut. = <i>Gagea lutea</i> ; Galeo. = <i>Galeobdolon luteum</i> ; G.odo. = <i>Galium odoratum</i> ; O.ace. = <i>Oxalis acetosella</i> ; P.mul. = <i>Polygonatum multiflorum</i> ; P.off. = <i>Pulmonaria officinalis</i> ; P.ela. = <i>Primula elatior</i> ; R.fic. = <i>Ranunculus ficaria</i> ; S.eur. = <i>Sanicula europaea</i> ; V.min. = <i>Vinca minor</i> ) .....	187
Tab. 60: Besuchte Pflanzenarten je Blütenbesucherkategorie. Graunterlegte Werte entsprechen den wichtigsten systematischen Besuchergruppen (bezogen auf die Anzahl [#] besuchter Pflanzenarten).....	189
Tab. 61: Absolute und relative [%] Besucherfrequenzen (BF) [Besucher/Blüte*h] je Blütenbesucherkategorie. Graunterlegte Werte entsprechen den wichtigsten systematischen Besuchergruppen (bezogen auf die Aktivität). .....	190

Tab. 62: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03. ....	223
Tab. 63: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. ....	224
Tab. 64: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. ....	225
Tab. 65: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07. ....	226
Tab. 66: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 25.03. und 29.04. ....	227
Tab. 67: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. ....	228
Tab. 68: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07. ....	229
Tab. 69: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03. ....	230
Tab. 70: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. ....	231
Tab. 71: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. ....	232
Tab. 72: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07. ....	233
Tab. 73: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03. (übernommen aus FRECH 2001) ....	234
Tab. 74: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (übernommen aus FRECH 2001) ....	235
Tab. 75: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (übernommen aus FRECH 2001) ....	236
Tab. 76: Blütenzahl pro 100 m <sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (übernommen aus FRECH 2001) ....	237
Tab. 77: Durchschnittliche Anzahl Pollenkörner/Anthere für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999).....	238
Tab. 78: Durchschnittliche Anzahl Antheren/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999).....	239
Tab. 79: Durchschnittliche Anzahl Ovulae/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999) .....	240
Tab. 80: Durchschnittliche Anzahl Pollenkörner/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999).....	241

---

Tab. 81: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	242
Tab. 82: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	242
Tab. 83: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	242
Tab. 84: <i>Anemone nemorosa</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	243
Tab. 85: <i>Anemone nemorosa</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	243
Tab. 86: <i>Anemone nemorosa</i> : Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	243
Tab. 87: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	244
Tab. 88: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	244
Tab. 89: <i>Pulmonaria officinalis</i> : Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	244
Tab. 90: <i>Ranunculus ficaria</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	245
Tab. 91: <i>Ranunculus ficaria</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	245
Tab. 92: <i>Ranunculus ficaria</i> : Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	245
Tab. 93: <i>Corydalis cava</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	246
Tab. 94: <i>Corydalis cava</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	246
Tab. 95: <i>Corydalis cava</i> : Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	246
Tab. 96: <i>Vinca minor</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten).....	247

Tab. 97: <i>Vinca minor</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	247
Tab. 98: <i>Vinca minor</i> : Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	247
Tab. 99: <i>Oxalis acetosella</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	248
Tab. 100: <i>Oxalis acetosella</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	248
Tab. 101: <i>Oxalis acetosella</i> : Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	248
Tab. 102: <i>Adoxa moschatellina</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	249
Tab. 102: <i>Adoxa moschatellina</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	249
Tab. 103: <i>Adoxa moschatellina</i> : Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	249
Tab. 104: <i>Galeobdolon luteum</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	250
Tab. 105: <i>Galeobdolon luteum</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	250
Tab. 106: <i>Galeobdolon luteum</i> : Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	250
Tab. 107: <i>Phyteuma spicata</i> : Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	251
Tab. 108: <i>Phyteuma spicata</i> : Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	251
Tab. 109: <i>Phyteuma spicata</i> : Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten) .....	251
Tab. 110: Nektarvolumina [µl] aller untersuchter Blüten von <i>Adoxa moschatellina</i> und <i>Aegopodium podagraria</i> .....	252
Tab. 111: Nektarvolumina [µl] aller untersuchter Blüten von <i>Arum maculatum</i> , <i>Chrysosplenium alternifolium</i> und <i>Corydalis cava</i> .....	253
Tab. 112: Nektarvolumina [µl] aller untersuchter Blüten von <i>Daphne mezereum</i> , <i>Euphorbia amygdaloides</i> und <i>Gagea lutea</i> .....	254
Tab. 113: Nektarvolumina [µl] aller untersuchter Blüten von <i>Galeobdolon luteum</i> .....	254
Tab. 114: Nektarvolumina [µl] aller untersuchter Blüten von <i>Galium odoratum</i> .....	255

Tab. 115: Nektarvolumina [ $\mu$ l] aller untersuchter Blüten von <i>Geranium robertianum</i> , <i>Geum urbanum</i> und <i>Oxalis acetosella</i> .....	256
Tab. 116: Nektarvolumina [ $\mu$ l] aller untersuchter Blüten von <i>Phyteuma spicata</i> , <i>Polygonatum multiflorum</i> und <i>Primula elatior</i> .....	256
Tab. 117: Nektarvolumina [ $\mu$ l] aller untersuchter Blüten von <i>Pulmonaria officinalis</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> und <i>Ranunculus lanuginosus</i> .....	257
Tab. 118: Nektarvolumina [ $\mu$ l] aller untersuchter Blüten von <i>Sanicula europaea</i> .....	258
Tab. 119: Nektarvolumina [ $\mu$ l] aller untersuchter Blüten von <i>Silene dioica</i> und <i>Vinca minor</i> .....	258
Tab. 120: Nektaraminosäurekonzentration [ng/ $\mu$ l] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Asparaginsäure (ASP), Serin (SER), Glutaminsäure (GLU), Glycin (GLY), Histidin (HIS) und Arginin (ARG) .....	259
Tab. 121: Nektaraminosäurekonzentration [ng/ $\mu$ l] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Threonin (THR), Alanin (ALA), Prolin (PRO), Cystein (CYS), Tyrosin (TYR) und Valin (VAL) .....	260
Tab. 122: Nektaraminosäurekonzentration [ng/ $\mu$ l] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Methionin (MET), Lysin (LYS), Isoleucin (ILE), Leucin (LEU) und Phenylalanin (PHE) .....	260
Tab. 123: <i>Adoxa moschatellina</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Bl = Blüte; KrBl = Kronblatt; LaBl = Laubblatt) ....	261
Tab. 124: <i>Aegopodium podagraria</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. ....	262
Tab. 125: <i>Anemone nemorosa</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt) .....	263
Tab. 126: <i>Arum maculatum</i> I: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; LaBl = Laubblatt; Rück = Rückseite; Vord = Vorderseite) .....	264
Tab. 127: <i>Arum maculatum</i> II: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; LaBl = Laubblatt; Rück = Rückseite; Vord = Vorderseite) .....	265
Tab. 128: <i>Chrysosplenium alternifolium</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Ord = Ordnung) .....	266
Tab. 129: <i>Corydalis cava</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (LaBl = Laubblatt; KrRö = Kronröhre; StBl = Staubblatt; Olip = Oberlippe; Ulip = Unterlippe) .....	267

Tab. 130: <i>Daphne mezereum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. ....	268
Tab. 131: <i>Euphorbia amygdaloides</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Ord = Ordnung) .....	269
Tab. 132: <i>Gagea lutea</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; Rück = Rückseite) .....	270
Tab. 133: <i>Galeobdolon luteum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Fil = Filamente; StBl = Staubblatt; Olip = Oberlippe; Ulip = Unterlippe) .....	271
Tab. 134: <i>Galium odoratum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. ....	272
Tab. 135: <i>Geranium robertianum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. ....	273
Tab. 136: <i>Geum urbanum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt) .....	274
Tab. 137: <i>Oxalis acetosella</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt) .....	275
Tab. 138: <i>Paris quadrifolia</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Äuß = Äußeres; BlHüBl = Blütenhüllblatt; In = Inneres) .....	276
Tab. 139: <i>Phyteuma spicata</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt; LaBl = Laubblatt; In = Inneres)....	277
Tab. 140: <i>Polygonatum multiflorum</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (PerApA = Perigonblatt apikal außen; PerApI = Perigonblatt apikal innen; PerBaA = perigonblatt basal außen; PerMiA = Perigonblatt Mitte außen) .....	278
Tab. 141: <i>Primula elatior</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte	

über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrRö = Kronröhre; KrRöAuBa = Kronröhre-Außen-Basis; KrBlSpIn = Kronblattspitze Außen; KrBlSpIn = Kronblattspitze Innen).....	279
Tab. 141: <i>Pulmonaria officinalis</i> rote Blüten: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt; KrRö = Kronröhre; LaBl = Laubblatt).....	280
Tab. 142: <i>Pulmonaria officinalis</i> violette und blaue Blüten: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt; Au = Außenseite KrRöEi = Kronröhreneingang).....	281
Tab. 143: <i>Ranunculus ficaria</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (NekBlAp = Nektarblatt apikal; NekBlBa = Nektarblattbasal).....	282
Tab. 144: <i>Ranunculus lanuginosus</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (NekBlMi = Nektarblatt Mitte; NekBlBa = Nektarblattbasal).....	283
Tab. 145: <i>Sanicula europaea</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.....	284
Tab. 146: <i>Silene dioica</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.....	285
Tab. 147: <i>Vinca minor</i> : Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.....	286

---

## Verzeichnis der Gleichungen

Gleichung 1: Formel zur Berechnung der relativ zu einem Standard reflektierten Lichtmenge [%] (= R); S = Intensität der Stichprobe bei der Wellenlänge $\lambda$ ; D = Intensität des Dunkelstandards bei der Wellenlänge $\lambda$ ; r = Intensität der Referenz bei der Wellenlänge $\lambda$ .....	19
Gleichung 2: Beschreibende Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs; A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ; C: Fruchtansatz relativ; D: Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup> mit: $x_i$ = Samenzahl der Blüte i; $y_i$ = Ovulaezahl der Blüte i; n = Anzahl ausgewerteter Blüten.....	95

## Abkürzungsverzeichnis

### Aminosäuren

ALA = Alanin  
 ARG = Arginin  
 AS = Aminosäuren  
 ASP = Asparaginsäure  
 CYC = Cystein  
 GLU = Glutaminsäure  
 GLY = Glycin  
 HIS = Histidin  
 ILE = Isoleucin  
 LEU = Leucin  
 LYS = Lysin  
 MET = Methionin  
 PHE = Phenylalanin  
 SER = Serin  
 THR = Threonin  
 TYR = Tyrosin  
 VAL = Valin

### Pflanzenarten

A.mos. = *Adoxa moschatellina*  
 A.pod. = *Aegopodium podagraria*  
 A.nem. = *Anemone nemorosa*  
 C.alt. = *Chrysosplenium alternifolium*  
 C.cav. = *Corydalis cava*  
 E.amy. = *Euphorbia amygdaloides*  
 G.lut. = *Gagea lutea*  
 Galeo. = *Galeobdolon luteum*  
 G.odo. = *Galium odoratum*  
 O.ace. = *Oxalis acetosella*  
 P.mul. = *Polygonatum multiflorum*  
 P.off. = *Pulmonaria officinalis*  
 P.ela. = *Primula elatior*  
 R.fic. = *Ranunculus ficaria*  
 S.eur. = *Sanicula europaea*  
 V.min. = *Vinca minor*

### Sonstige I

µl = Mikroliter  
 µmol = Mikromol  
 Abb. = Abbildung  
 Besfreq. = Besucherfrequenz  
 Besspek. = Besucherspektren  
 BF = Besucherfrequenz  
 BS = Besucherspektren  
 BPP Blühphänologie der Population  
 Farsp. = Farbreflexionsspektren  
 Fr. = Fruchtansatz  
 FRS = Farbreflexionsspektren  
 GBA = Gesamtblumenanteil  
 h = Stunde  
 ha = Hektar  
 KdB = Kernzeit des Blühens  
 KrBl = Kronblatt  
 KrRö = Kronröhre  
 LaBl = Laubblatt  
 mm = Millimeter  
 n = Anzahl  
 nAP = nicht apidoide  
 NekBl = Nektarblatt  
 NSG = Naturschutzgebiet  
 NSG = Naturschutzgebiet

### Sonstige II

OCI = Outcrossing Indizes  
 P/O = Pollen-Ovula-Rate  
 Pop.Phän. = Populationsphänologie  
 PRO = Prolin  
 PTB = populationstypische  
 Blühphänologie  
 $r_s$  = Spearmanscher  
 Korrelationskoeffizient  
 Sam. = Samenansatz  
 SD = Standardabweichung  
 SF = Samen- und Fruchtansatz  
 Stdabw = Standardabweichung  
 Stdf. = Standardfehler  
 Tab. = Tabelle  
 U I = Untersuchungsgebiet I (= Neuhauser Wald Abteilung I bei Regglisweiler)  
 U II = Untersuchungsgebiet II (= Botanischer Garten der Universität Ulm)  
 usw. = und so weiter  
 vgl. = vergleiche  
 Vol. = Volumina  
 x = arithmetisches Mittel

---

## I. Einleitung

Johann Wolfgang von GOETHE (1790) erkannte bereits, dass die Blüte aus abgewandelten Blattorganen besteht und erklärte sich deren andersartiges Aussehen durch feinste Filtrationen der Pflanzensäfte. SPRENGEL (1793) durchschaute die Funktion einzelner Blütenelemente wie z.B. der Saftmale und benannte sie. Unter dem Einfluss DARWINS interpretierte DELPINO als erster die Gestalt der Blüten in einem evolutiven Zusammenhang und schuf so die klassischen Bestäubungssyndrome (KUGLER 1955), welche seit dem ob ihrer Zuverlässigkeit diskutiert werden (z.B. KUGLER 1955, VAN DER PIJL 1961, FÆGRI & VAN DER PIJL 1979, ARMBRUSTER et al. 2000, OLLERTON & WATTS 2000).

Lange Zeit wurde das Augenmerk vor allem auf Bau und Funktion der Blüte (TROLL 1928, DAUMANN 1932), sowie auf die verschiedenen Bestäubungssyndrome und Bestäubungsmodi gerichtet (z.B. MÜLLER 1873, MÜLLER 1879, MARSDEN-JONES 1935, HAGERUP 1950, VOGEL 1954). ROBERTSON (1895) war eine frühe Ausnahme und beschäftigte sich mit phänologischen Zusammenhängen zwischen der entomophilen Flora und anthophilen Insekten. Erst in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts stieß die blütenökologische Erforschung ökosystemarer Zusammenhänge auf größeres Interesse (HEITHAUS 1974, HERZIG 1994, MACIOR 1974, MOLDENKE 1975, MACIOR 1978, HEITHAUS 1979, ANDERSON & SCHELFHOUT 1980, PLEASANTS 1980, SOUTHWICK et al. 1981, MOTTEN 1986, PYKE 1982, SHAW & TAYLOR 1986, HARTMANN 1988, KRATOCHWIL 1988, KRATOCHWIL 1991, SSYMANK 1991, ESCHE 1992, MCCALL & PRIMACK 1992, KEVAN et al. 1993, TSCHAPKA 1998, DIETERLE 1999, MEMMOTT 1999, CHRIST et al. 2001, KROPF 2001, FRECH 2001, STEINBACH 2002).

Die Ökologie ist keine exakte Wissenschaft und daraus ergibt sich die Notwendigkeit Beobachtetes durch stetige Wiederbeobachtung in seiner Richtigkeit zu bestärken. Die Variabilität von Fauna, Flora und abiotischen Faktoren macht jedes Untersuchungsgebiet einzigartig. Und selbst innerhalb ein und desselben Untersuchungsgebietes sind erhebliche Schwankungen zwischen den Jahren zu erwarten. Zusammenhänge auf der Ebene ganzer Lebensgemeinschaften zu erarbeiten, scheint deshalb geradezu unmöglich und tatsächlich ist die Wissenschaft noch weit davon entfernt blütenbiologische Lebensgemeinschaften zu verstehen. Umso wichtiger ist die Forschung auf diesem Gebiet. Dennoch existieren für ganz Mitteleuropa bis heute kaum Daten zu diesem Thema. STEINBACH (2002) realisierte eine halbquantitative Untersuchung krautiger Pflanzen zweier verschiedener Gehölzfluren Südhessens. Lediglich im Raum Ulm wurde, im Rahmen von vier Diplomarbeiten, der

Versuch unternommen blütenökologische Lebensgemeinschaften quantitativ zu erfassen. Die vorliegende Arbeit baut auf den Ergebnissen dieser Diplomarbeiten auf, überprüft und erweitert dort gewonnene Einsichten.

## **I.1. Fragestellungen**

Phänologische Untersuchungen können sicherlich als das Fundament einer biozöologischen Arbeit angesehen werden. Für die Beschreibung einer blütenökologischen Lebensgemeinschaft ist es unerlässlich anhand von Blütenzahlen auf das Gesamtnektarangebot oder auf die Gesamtsamenproduktion verschiedener Arten schließen zu können. SCHNELLE (1955) erkannte die Notwendigkeit von Langzeitstudien um das Blühverhalten einzelner Arten repräsentativ wiedergeben zu können. Angesichts der Tatsache dass VASSEUR et al. (2001) die Stabilität des Blürrhythmus mehrerer Frühjahrsblüher über einen Zeitraum von 100 Jahren nachweisen konnten, lässt zunächst vermuten, dass auf diesem Gebiet nicht mehr viel Forschungsbedarf besteht. Dennoch, meines Wissens sind alle bisherigen Studien bezüglich des Blühverhaltens der Krautschicht mitteleuropäischer Wälder, qualitativer (z.B. STEINBACH 2002) oder höchstens halbquantitativer Natur (DIERSCHKE 1982). Es wurde stets nur die Frage nach wiederkehrenden Blürrhythmen gestellt. Blühbeginn, Hauptblüte und Blühende waren dabei die Eckdaten zur Beschreibung der Blühphänologie einer Art. Zu welchem Zeitpunkt wieviele Blüten geöffnet sind, ob und wie stark diese Werte zwischen den Jahren variieren war aber nie Gegenstand dieser Untersuchungen. Daraus ergab sich auch die Frage ob es ein einheitliches Blühverhaltensmuster für die Krautschicht naturnaher Wälder der Ulmer Umgebung gibt.

In der Blütenökologie ist es üblich, den Bestäubungserfolg in Form des Samenansatzes zu messen und auch auszudrücken. CAMPBELL (1985) und CARUSO (1999) zeigten mit Hilfe des Samenansatzes Auswirkungen der Konkurrenz um Bestäubung zwischen Pflanzenarten auf. Auch positive gegenseitige Beeinflussung, wie der sogenannte „magnet species effect“ kann mit Hilfe des Samenansatzes nachgewiesen werden (LAVERTY 1992). Am Beispiel von *Saxifraga stellaris* L. wurden Konsequenzen der Pflanzengröße und des Blühzeitpunktes auf den Reproduktionserfolg untersucht (SANDVIK et al. 1999). AIZEN (1997) demonstrierte den Einfluß der Blütendichte und des Geschlechterverhältnisses auf den Samenansatz von *Alstroemeria aurea*. Die Samenproduktion war auch ein Mittel um die Effektivität verschiedener Bestäuberspektren an *Lavendula latifolia* zu dokumentieren (HERRERA 2000). Durch vergleichendes Beobachten über mehrere Jahre ist es damit sogar möglich das

---

reproduktionsbiologische Verhalten ganzer Pflanzengesellschaften quantitativ zu erfassen. In der vorliegenden Arbeit war dabei die zentrale Frage, welchen Einfluss Blütenzahl und Blühzeitpunkt auf den Reproduktionserfolg verschiedener Pflanzenarten haben.

Fremdbestäubung ist der wichtigste generative Fortpflanzungsmodus in naturnahen Wäldern (BAKER 1959, KEVAN et al. 1993, PROCTOR et al. 1996, DIETERLE 1999, CHRIST et al. 2001, KROPF 2001, STEINBACH 2002). Es ist bekannt, dass das Besucherspektrum von zahlreichen Faktoren abhängig ist. Die Lage des Untersuchungsgebietes (OLESEN 1997), die Nektarreichbarkeit (CORBET 1995) oder die Anwesenheit anderer Pflanzenarten (HEINRICH 1976) haben Einfluss auf die Besucherspektren. Immer wieder wurde auch versucht Zusammenhänge zwischen den Besuchern und den Lock- und Reizmitteln der Blüte herzustellen. Verhaltensexperimente sind für eine solche Fragestellung zwar sehr gut geeignet und führen zu wichtigen Einsichten (z.B. GOULSON & CORY 1993, KELBER 1997, LUNAU & WACHT 1997), sie können aber nie alle Einflüsse einer Lebensgemeinschaft berücksichtigen. Andererseits weichen die Beobachtungen in den Lebensgemeinschaften derart voneinander ab, dass es unmöglich scheint, die gewonnenen Ergebnisse zu verallgemeinern. Trotz der Analyse der Farbspektren ganzer Pflanzengesellschaften (WASER et al. 1996, CHITKA et al. 1997) ist bis heute nicht eindeutig geklärt, ob die in Verhaltensexperimenten gefundenen Farbpräferenzen einzelner Insektenarten in einer von Konkurrenz geprägten Lebensgemeinschaft noch zum Tragen kommen. Ebenso uneins ist sich die Welt der Wissenschaft über den Zusammenhang von Nektarinhaltsstoffen und Blütenbesuchern. Auf der Basis einer Vielzahl von Beobachtungen kreierten BAKER & BAKER (1983) ein System, das es erlaubt, anhand des Saccharose-Hexose-Verhältnisses des Nektars auf Blütenbesuchergruppen zu schließen. Dennoch existieren dazu widersprüchliche Studien (RUSTERHOLZ & EHRHARDT 1998) oder die Einteilung nach BAKER & BAKER (1983) stößt gänzlich auf Unverständnis (BARNES et al. 1995). Es scheint, dass Freilandbeobachtungen in der Blütenökologie jeweils nur für den Ort der Beobachtung gültig sind. In der vorliegenden Arbeit soll deshalb vor allem nach tendenziellen Zusammenhängen gesucht werden. Diese verlieren zwar an Schärfe, zeigen aber dafür eher allgemeine oder vielleicht sogar allgemeingültige Zusammenhänge auf. Sind die Pflanzenarten der Krautschicht blütenökologisch mehrheitlich generalisiert oder mehrheitlich spezialisiert? Sind die klassischen Bestäubungssyndrome für die Pflanzenarten der Krautschicht gültig? Inwiefern korrelieren Nektarvolumina, Nektarinhaltsstoffe und Farbreflexionsspektren mit den beobachteten Blütenbesuchern?

## II. Material

### II.1. Untersuchungsgebiete

Das Untersuchungsgebiet I (U I) liegt 25 km südlich von Ulm innerhalb des „Neuhauser Waldes, Abteilung I“, zwischen dem Gemeindeteil Wangen (Gemeinde Illerrieden) und der Stadt Dietenheim, an einem westwärts zur Iller gerichteten Hang beim Kloster Brandenburg. Dieser steigt von 513 m ü. NN auf 562 m ü. NN an. Bis ins 16. Jahrhundert verlief hier die Fichtenvorstoßlinie, deren Ausbreitung nach Norden sich erst später in Form eines Fichtenwaldbauvorstoßes fortsetzte (HORNSTEIN 1951). Der Neuhauser Wald gehört innerhalb des Südwestdeutschen Alpenvorlands zum Einflussgebiet der Illerauen, mit nach Süden zum Alpenrand hin vermehrten sommerlichen Niederschlägen. Der zunehmend montane Einfluß (ALDINGER et al 1998), macht sich im U I durch das Vorhandensein von Bergahorn und Tanne bemerkbar. Die nächstgelegene Klimastation Illertissen zeigt ein langjähriges Niederschlagsmittel von 909.3 mm mit Monatsmaxima im Juni und Juli (Tab. 1).

Tab. 1: Klimadaten der Untersuchungsgebiete I & II

Monat	U I		U II
	Temperatur [°C]	Niederschlag [mm]	
Januar	-1.8	48.3	46.3
Februar	-0.3	44	49.2
März	3.4	43.7	49.5
April	7.5	58.3	70.8
Mai	12.1	76.6	92.3
Juni	15.3	100.2	112.7
Juli	17.3	80.8	112.6
August	16.4	83.4	94.1
September	13.1	60.6	82.1
Oktober	8.2	47.4	68
November	2.8	55.6	70.5
Dezember	-0.6	49.6	61.2
Jahr	7.8	748.3	909.3

Das U I gehört heute zum Forstbezirk Ulm und erfährt eine Plenterwaldwirtschaft. Es lassen sich zwei Waldassoziationen unterscheiden, die in ihrer im Gegensatz zum U II durchweg sehr artenreichen Krautschicht (Abb. 1 und 2), 37 entomophile Pflanzenarten beherbergen (vgl. Tab.2). Die Bestimmung der Assoziationen erfolgte nach HOFMEISTER (1997) und RUNGE (1990).

Der Iller am nächsten gelegen ist ein von Grundwasser beeinflusster *Quercus-Ulmetum minoris* ISSL.1924 (Abb. 2) mit Vertretern der Bingelkraut-, Buschwindröschen-, Geißfuß-, Goldnessel-, Hexenkraut-, Lerchensporn- und Waldziestgruppe.

An diesen Eichen-Eschen-Ulmen-Auenwald grenzt ein zum Teil am Steilhang gelegenes *Galio odorati-Fagetum* SOUGNEZ ET THILL 1959 (Waldmeister-Buchenwald). Dieser Abschnitt des Untersuchungsgebietes ist besonders stark strukturiert, was durch mindestens fünf zu unterscheidende Subassoziationen in Erscheinung tritt. Als Differentialarten sind *Arum maculatum*, *Circaea lutetiana*, *Galium odoratum*, *Primula elatior* und *Pulmonaria officinalis* anzusprechen. Diese Vielseitigkeit ist geologisch-petrographischen Ursprungs (Ergebnisse der Standortkartierung im Forstbezirk Ulm 1979-82). So sind mäßig trocken-saure Partien ebenso wie lehmig-nachhaltig-frische und quellige Partien zu finden. Während die Gesamtausrichtung des illernahen Hangwaldes gegen Westen liegt, finden sich kleinräumlich nordöstlich bis südliche Ausrichtungen.



A



B

Abb. 1: Krautschicht im U I und U II; A. U I mit *Aegopodium podagraria*, *Arum maculatum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Corydalis cava*, *Galeobdolon luteum* und *Ranunculus ficaria*; B. U II mit ausschließlichem Bewuchs durch *Anemone nemorosa*



Abb. 2: U I *Corydalis cava*–*Anemone nemorosa*–Blühaspekt im Quercu-Ulmetum minoris

Das Untersuchungsgebiet II (U II) liegt am Oberen Eselsberg innerhalb des Botanischen Gartens der Universität Ulm, weist eine gleichmäßige Hangneigung mit durchgehend südlicher Exposition auf und erstreckt sich von 560 bis 580 m ü. NN. Das U II gehört innerhalb der Schwäbischen Alb zur mittleren Donaualb, wo nach ALDINGER et al. (1998) ein kontinental-submontaner Buchenwald zu erwarten ist. Das langjährige Niederschlagsmittel von 748,3 mm liegt deutlich unter dem des U I und weist nur im Juni ein Monatsmaximum von 100,2 mm auf (vgl. Tab. 1). Auch durch das Vorhandensein kalkliebender Arten wie *Asarum europaeum* und einer hohen Abundanz von Vertretern der Bingelkrautgruppe unterscheidet sich U II von U I. In zwei verschiedenen Ausbildungsformen ist hier ein Hordelymo-Fagetum KUHN.37 (Haargersten-Buchenwald) zu finden, welches in der Krautschicht 27 entomophile Pflanzenarten (vgl. Tab. 3) beherbergt. An den tiefer gelegenen westlichen Hangpartien findet sich ein Hordelymo-Fagetum circaetosum (Hexenkraut-Haargersten-Buchenwald) wobei sich der feuchte, lockere und gut durchlüftete Bodencharakter dieses Abschnitts durch die hier vorkommenden Vertreter der Hexenkraut- und Lerchensporngruppe äußert. Als Bäume finden sich hier Feldahorn, Bergahorn, Hainbuche, Rotbuche, Traubeneiche, Stieleiche und Esche. In der Krautschicht sind Arten der Bingelkraut-, Goldnessel- und Buschwindröschengruppe vertreten. Nach Osten hin ist der

Boden zunehmend trockener, was sich in der Krautschicht durch das Auftreten von Arten der Maiglöckchengruppe bemerkbar macht, Vertreter der Bingelkraut- und Goldnesselgruppe sind aber nach wie vor vorhanden. In der Baumschicht treten Feldahorn, Stieleiche und Esche zurück. Die Hainbuche nimmt dafür in ihrer Abundanz deutlich zu. Hier handelt es sich um ein *Hordelymo-Fagetum convallarietosum* (Maiglöckchen-Haargersten-Buchenwald). Im östlichsten Teil des Botanischen Gartens sind nur noch Rotbuche und Traubeneiche zu finden. Die Krautschicht wird fast ausschließlich von *Anemone nemorosa* gebildet (Abb.1B und 3).

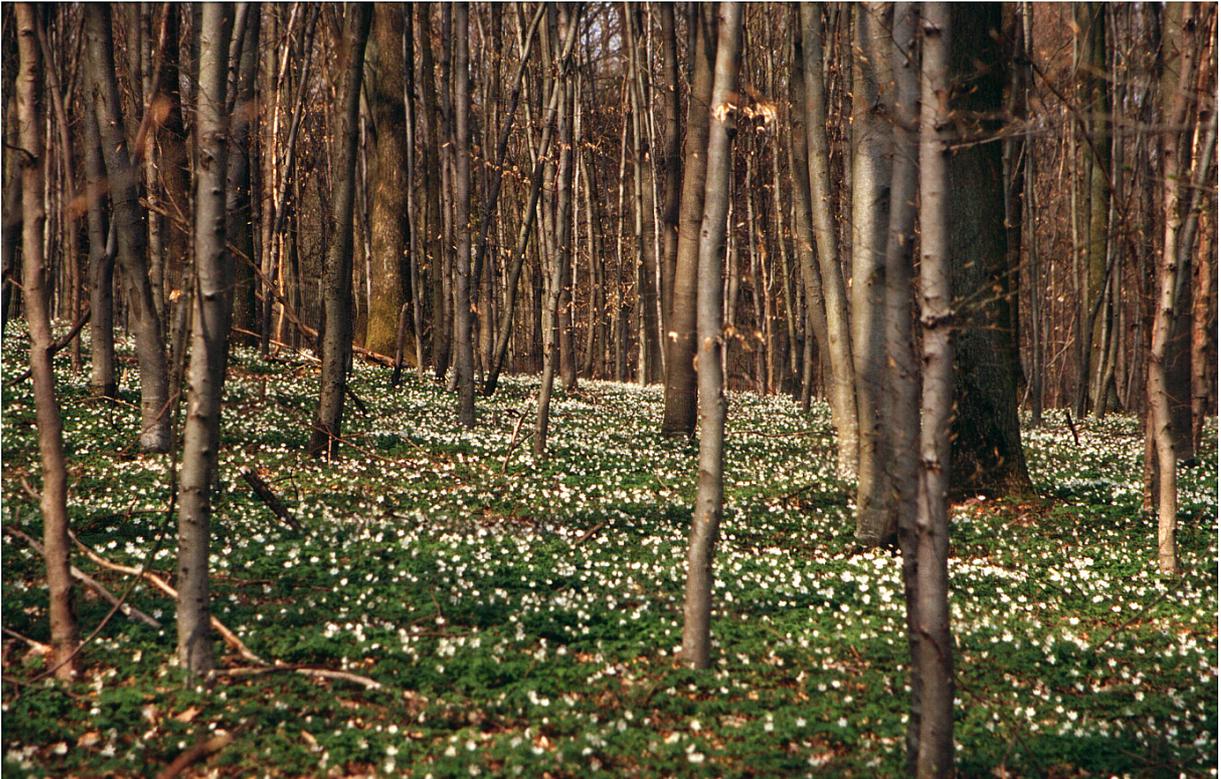


Abb. 3: U II *Anemone nemorosa*-Blühaspekt im östlichsten Teil des Botanischen Gartens Ulm

## II.2. Untersuchte Pflanzenarten

Von den 41 im U I und U II vorkommenden Pflanzenarten fanden in der vorliegenden Arbeit 32 Eingang in die Untersuchungen. Es handelte sich ausschließlich um entomophile Arten. Aufgrund der großen Zahl untersuchter Pflanzenarten werden diese ausschließlich in tabellarischer Form vorgestellt (vgl. Tab. 2 und 3).

Tab. 2: Im Untersuchungsgebiet I vorkommende Pflanzenarten und deren Bearbeitung in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich der Pollen-Ovula-Rate (P/O), Samen- und Fruchtsatz (SF), Nektarvolumina (Vol), Nektarzucker (Zucker), Nektaraminosäuren (AS), Farbreflexionsspektren (FRS), der Blühphänologie der Populationen (BP Pop) sowie der Besucherspektren und Besucherfrequenz (BS & BF)

Art	P/O	SF	Nektar			FRS	BP Pop				BS & BF
			Vol	Zucker	AS		98	99	00	01	
<i>Actaea spicata</i> L.											
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Ajuga reptans</i> L.							X		X	X	
<i>Anemone nemorosa</i> L.	(X)	X				X	X	X	X	X	X
<i>Anemone ranunculoides</i> L.	(X)										
<i>Arum maculatum</i> L.	X		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Aruncus sylvestris</i> KOSTEL.	X					X	X		X	X	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Circaea lutetiana</i> L.											
<i>Convallaria majalis</i> L.											
<i>Corydalis cava</i> (L.) SCHWEIGER & KOERTE	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Daphne mezereum</i> L.			X			X					
<i>Euphorbia amygdaloides</i> L.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Gagea lutea</i> (L.) KER.-GAWL.	(X)		X			X	X	X	X	X	X
<i>Galeobdolon luteum</i> HUDS.	(X)	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Galium odoratum</i> (L.) SCOP.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Geranium robertianum</i> L.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	
<i>Geum urbanum</i> L.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	
<i>Lathraea squamaria</i> L.											
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W. SCHMIDT											
<i>Oxalis acetosella</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paris quadrifolia</i> L.	(X)					X	X		X	X	
<i>Phyteuma spicata</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) ALL.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Primula elatior</i> (L.) HILL.			X			X	X	X	X	X	X
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ranunculus lanuginosus</i> L.	(X) X		X	X	X	X					
<i>Sanicula europaea</i> L.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Scrophularia nodosa</i> L.											
<i>Silene dioica</i> (L.) CLAIRV.	(X)		X	X	X	X	X		X	X	
<i>Stachys sylvatica</i> L.											
<i>Vicia sepium</i> L.											
<i>Vinca minor</i> L.	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Viola reichenbachiana</i> JORDAN ex BOR.							X	X	X	X	
<b>Gesamt</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>11</b>	<b>25</b>	<b>25</b>	<b>18</b>

Im Rahmen der blühphänologischen Untersuchungen wurden, mit Ausnahme der Grasartigen, alle 47 in den Untersuchungsgebieten I und II vorkommenden Blütenpflanzenarten berücksichtigt. Eine eingehende Untersuchung des Samenansatzes in Abhängigkeit der Blühphänologie der Populationen konnte an 10 Arten vorgenommen

werden. Der Vergleich der Attraktantien Farbe und Nektar war bei 19 Arten möglich (vgl. Tab. 2 und 3).

Tab. 3: Im Untersuchungsgebiet II vorkommende Pflanzenarten und deren Bearbeitung in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich Blühphänologie der Populationen (BP Pop)

Art	U II	BP Pop
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	X	X
<i>Ajuga reptans</i> L.	X	X
<i>Anemone nemorosa</i> L.	X	X
<i>Circaea lutetiana</i> L.	(X)	
<i>Convallaria majalis</i> L.	X	X
<i>Daphne mezereum</i> L.	X	
<i>Galeobdolon luteum</i> HUDS.	X	X
<i>Galium odoratum</i> (L.) SCOP.	X	X
<i>Geranium robertianum</i> L.	X	X
<i>Geum urbanum</i> L.	X	X
<i>Hieracium murorum</i> L.	X	X
<i>Lathraea squamaria</i> L.	X	X
<i>Lilium marthagon</i> L.	X	X
<i>Neottia nidus avis</i> (L.) L.C.RICHARD	X	X
<i>Oxalis acetosella</i> L.	X	X
<i>Paris quadrifolia</i> L.	X	X
<i>Phyteuma spicata</i> L.	X	X
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) ALL.	X	X
<i>Pulmonaria officinalis</i> L.	X	X
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	X	X
<i>Ranunculus ficaria</i> L.	X	X
<i>Scilla bifolia</i> L.	X	X
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	(X)	
<i>Silene dioica</i> (L.) CLAIRV.	X	X
<i>Stachys sylvatica</i> L.	(X)	
<i>Vicia sepium</i> L.	X	X
<i>Viola reichenbachiana</i> JORDAN ex BOR.	X	X
<b>Gesamt</b>	<b>27</b>	<b>24</b>

## III. Methoden

### III.1. Vorversuche

Alle Vorversuche fanden im Jahr 1999 im U II auf einer 72 m<sup>2</sup> großen Untersuchungsfläche statt. Dabei handelte es sich um eine Ruderalgesellschaft auf feinerreichem Schotter auf 610 m ü. NN. Am Beispiel von *Prunella vulgaris* wurde der Frage nachgegangen, inwiefern Blühphänologie, Samenansatz und die Besucherfrequenz korrelieren. Die Besucherfrequenz wurde am Beispiel des häufigsten Blütenbesuchers, *Bombus pascuorum*, ermittelt. Die Blühphänologie von *Prunella vulgaris* wurde durch Absolutzählung aller Blüten der 6 x 12 m großen Untersuchungsfläche bestimmt. Im Laufe der Blühphänologie wurden 974 Blüten markiert und später deren Samenansatz ausgezählt. Blüten von *Prunella vulgaris* wurden insgesamt für 15 Stunden beobachtet, um Daten zur Besucheraktivität von *Bombus pascuorum* im Laufe der Blühphänologie der Population zu sammeln.

Des Weiteren wurde die Häufigkeit des Blütenbesuchs von *Bombus pascuorum* an vier gleichzeitig blühenden Pflanzenarten (*Lathyrus pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Vicia cracca* und *Trifolium repens*) untersucht. Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob *Bombus pascuorum* Blüten einer der vier beobachteten Pflanzenarten bevorzugt, oder ob diese Hummelart Blüten stochastisch, also ihrem zahlenmäßigen Verhältnis nach, anfliegt. Dafür wurden Individuen von *Bombus pascuorum* während ihres Sammelflugs so lange als möglich verfolgt und alle besuchten Blüten notiert. Die relative Zahl besuchter Blüten konnte anschließend mit der relativen Zahl vorhandener Blüten verglichen werden.

### III.2. Blühphänologie

#### III.2.a. Blühphänologie der Populationen

Da ausschließlich bei *Arum maculatum* und *Euphorbia amygdaloides* die Zahl der Blumen – nicht die der Blüten – gezählt wurde, wird auch bei der Beschreibung des Blüeverhaltens dieser Arten vom Begriff „Blumen“ Gebrauch gemacht. In allen anderen Fällen wird ausschließlich der Begriff „Blüte“ verwendet.

Im U I wurde im Jahr 1998 im Abstand von fünf Tagen, in den Jahren 1999, 2000 und 2001 im Abstand von sieben Tagen jeweils von Ende Februar bis Anfang Juli die Gesamtblütenzahl aller entomophilen Blütenpflanzenarten der Krautschicht gezählt. Im U II wurde in den Jahren 2000 und 2001 wie in U I verfahren. Der Termin der Datenerhebung

konnte aus klimatischen und technischen Gründen in den aufeinanderfolgenden Jahren nicht auf den jeweils gleichen Kalendertag gelegt werden. Um dennoch einen Vergleich zwischen den Jahren zu ermöglichen, wurde der Zeitraum der Freilandarbeiten, die frühestens am 19.02. begannen und spätestens am 08.07. endeten, in Zeiträume von fünf Tagen Dauer unterteilt. Jede Datenerhebung konnte somit einem dieser Fünf-Tage-Blocks zugeordnet werden. Wurden für einen der Fünf-Tage-Blocks keine Daten erhoben, konnte die Lücke durch Mittelwertbildung aus den jeweils direkt davor und danach liegenden Fünf-Tage-Blocks geschlossen werden.

Die Zählungen erfolgten auf einem je 1 m breiten Streifen links und rechts eines zuvor definierten Transekts. U II erlaubte ein zufälliges Legen des Transekts, wohingegen im U I aus naturschutzrechtlichen Gründen auf einen bereits existierenden Wild- bzw. Trampelpfad zurückgegriffen werden musste. Der Transekt im Untersuchungsgebiet II erstreckte sich über 210 m Länge (420 m<sup>2</sup> Zählfläche). Der Transekt des Untersuchungsgebietes I erstreckte sich über eine Länge von 641 m (1282 m<sup>2</sup> Zählfläche). Die phänologische Erfassung genügt damit dem von HOFMEISTER (1997) und EHRENDORFER (1991) empfohlenen Minimum-Areal für wissenschaftliche Vegetationsaufnahmen von 400 m<sup>2</sup>. Aufgrund der höheren Genauigkeit wurde die Absolutzählung als Art der Datenaufnahme der Schätzung vorgezogen. Lediglich in Fällen extremer Blütendichte wie bei *Corydalis cava*, *Aegopodium podagraria* und *Aruncus sylvestris* wurde die mittlere Blütenzahl pro Infloreszenz durch Auszählen von 40 Einzelinfloreszenzen ermittelt. Anschließend konnte die dadurch errechnete mittlere Blütenzahl pro Infloreszenz mit der Anzahl der absolut gezählten Individuen multipliziert werden, um die Blütengesamtzahl des Transekts zu ermitteln. Um die Vergleichbarkeit zwischen U I und U II zu gewährleisten wurden alle Werte auf die Blüten- bzw. Blumenzahl pro 100 m<sup>2</sup> umgerechnet.

Um die Beschreibung der Diagramme der blühphänologischen Kurven zu vereinfachen wurden folgende Begriffe eingeführt und definiert:

PTB = Populationstypische Blühphänologie  
 KdB = Kernzeit des Blühens  
 GBA = Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil

**PTB:** Die PTB dieser Arbeit ist das Mittel aus den Populationsphänologien der Jahre 1998 bis 2001. Bedingt durch diese Mittelwertberechnung finden auch die jeweils frühest und spätest geöffneten Blüten untypischer Jahre innerhalb des Zähltransekts Eingang in die PTB-Kurve. Der Zeitraum zwischen Anfang und Ende der PTB-Kurve gibt demzufolge den

maximalen zeitlichen Rahmen wieder, innerhalb dessen es im Untersuchungsgebiet zum Blühen einer Art kommen kann.

**KdB:** Die PTB soll aber nicht ausschließlich Auskunft über die zeitliche Amplitude einer Art geben, sondern auch die Kernzeit des Blühens (KdB) einer Art eingrenzen und visualisieren. In der vorliegenden Arbeit wurden zur KdB die Fünf-Tage-Blocks gerechnet, innerhalb derer für jedes der vier bzw. drei Datenerhebungsjahre geöffnete Blüten nachgewiesen wurden.

**GBA:** Das Verhältnis der während der KdB geöffneten Blüten- bzw. Blumenzahl zur Gesamtzahl geöffneter Blüten während der PTB wird in der vorliegenden Arbeit als Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil (GBA) bezeichnet. Da eine verhältnismäßig längere KdB nur durch eine verhältnismäßig höhere blühphänologische Konstanz der Populationen verstanden werden kann, ist der GBA Ausdruck für die Stabilität einer Population bezüglich des zeitlichen Rahmens der Blühercheinung.

### III.2.b. Blumenabundanz-Skala

Um die Häufigkeiten der in den Untersuchungsgebieten vorkommenden Pflanzenarten der Krautschicht miteinander vergleichen zu können, wurde die international verwendete Skala für die Schätzung der Artmächtigkeit nach BRAUN-BLANQUET (1964) modifiziert. Dies war nötig, da für gewöhnlich Arten nach ihrem prozentualen Deckungsgrad, in der vorliegenden Arbeit aber nach ihrer Blüten- bzw. Blumendichte, in sieben Kategorien eingestuft werden. Für diese Arbeit wurde die Skalierung auf den prozentualen Gesamtblumenanteil der Arten übertragen, so dass sich die in Tab. 4 aufgeführten Häufigkeitskategorien ergaben.

Tab. 4: Blüten- bzw. Blumenabundanz-Skala (nach BRAUN-BLANQUET 1964, verändert)

Abundanzkategorie	Gesamtblumenanteil
r:	0 bis < 0.01%
+	0.01 bis < 0.1%
1:	0.1 bis < 1%
2m:	1 bis < 5%
2a:	5 bis < 15%
2b:	1 bis < 25%
3:	25 bis < 50%
4:	50 bis < 75%
5:	75 bis < 100%

### III.3. Pollen-Ovula-Rate

Die Pollen-Ovula-Rate (P/O) errechnet sich aus dem Verhältnis der Gesamtmenge des Pollens pro Blüte zu der Zahl der Samenanlagen pro Blüte und lässt Rückschlüsse auf die Art des Reproduktionssystems einer Pflanzenart (CRUDEN 1977) oder ganzer Pflanzengesellschaften (CHRIST et al. 2001) zu. Die bereits von DIETERLE 1999 erhobenen und von CHRIST et al. 2001 veröffentlichten Daten zur P/O von 21 Pflanzenarten der Krautschicht des U I wurden um drei Arten, namentlich *Aegopodium podagraria*, *Arum maculatum* und *Aruncus sylvestris*, erweitert (vgl. Tab. 2); von *Ranunculus lanuginosus* wurden zusätzlich zu den bereits vorhandenen Daten nochmals sieben Blüten ausgewertet. Um die Pollenkornzahl einer Blüte zu ermitteln, wurden aus mindestens sieben, maximal aber 10 Blütenknospen einer Art je zwei, kurz vor dem Öffnen befindliche, Antheren herauspräpariert. Die Antheren wurden in je einem Tropfen isotonischer Meßlösung (CASY-ton<sup>®</sup>, Schärfe System GmbH Reutlingen) präparativ eröffnet und ihr Polleninhalte möglichst vollständig herausgelöst. Nach dem Entfernen von Verunreinigungen wurde der Tropfen Messlösung mit dem darin schwimmenden Pollen in einen Messbecher mit 10 ml CASY-ton<sup>®</sup> pipettiert, aus welchem der Tropfen zuvor entnommen worden war. Um den Pollen gleichmäßig in der Probe zu verteilen, wurde diese 2-5 Sekunden geschüttelt. Mit dem CASY<sup>®</sup> 1 Cell Counter & Analyser System (Schärfe GmbH Reutlingen) wurde anschließend die genaue Pollenkornzahl ermittelt. Hierzu führte CASY<sup>®</sup> 1 pro Probe drei Messungen (3 X 400 µl) durch und errechnete daraus einen Durchschnittswert. Die Anzahl der Samenanlagen wurde unter einer Zeiss-Stereolupe gezählt.

Die so gewonnenen P/O-Werte können nach CRUDEN (1977) fünf verschiedenen Reproduktionssystemen zugeordnet werden (vgl. Tab. 5)

Tab. 5: Outcrossing Indizes (= OCI), Reproduktionssysteme, P/O und log P/O nach CRUDEN (1977)

OCI	Reproduktionssystem	P/O MW±SD	log P/O MW±SD
0	kleistogam	4.7 ± 0.7	0.65 ± 0.07
1	obligat autogam	27.7 ± 3.1	1.43 ± 0.05
2	fakultativ autogam	168.5 ± 22.1	2.15 ± 0.06
3	fakultativ xenogam	796.6 ± 87.7	2.81 ± 0.05
4	xenogam	5859.2 ± 936.5	3.65 ± 0.06

### III.4. Samen- und Fruchtansatz

#### III.4.a. Samen- und Fruchtansatz in Abhängigkeit der Blühphänologie der Population

Eine der zentralen Fragestellungen war, inwiefern Frucht- und Samenansatz mit der Blühphänologie der Populationen korrelieren. Dazu wurden während des gesamten Blühverlaufs der Populationen Individuen markiert und auf Frucht- bzw. Samenreife kontrolliert. Die Markierungen mussten mehrere Bedingungen erfüllen. Spaziergänger oder auch im Wald lebende Säugetiere durften nicht durch auffällige Farben auf die Pflanzen aufmerksam gemacht werden, um Verluste durch Abpflücken oder Niedertrampeln zu minimieren. Zudem durften auch die blütenbesuchenden Insekten nicht zusätzlich durch andere als blüteneigene Farbreize angelockt werden, um den Frucht- bzw. Samenansatz nicht künstlich zu beeinflussen. Als beste Lösung erwies sich die Markierung mittels Zweckform-Selbstklebeetiketten (37 x 5mm). Diese Etiketten konnten verborgen unter den Laubblättern befestigt werden (Abb. 4 A und 4 B). Das Datum des Öffnens der Blüte wurde auf den Etiketten mit wasserfestem Stift notiert, zudem wurde jedem Markierungsdatum eine definierte Stiftfarbe zugeordnet, um selbst nach Schneckenfraß am Etikett die richtigen Daten rekonstruieren zu können. Um destruktiven Einflüssen zuvorzukommen, wurden alle Markierungen spätestens alle sieben Tage kontrolliert und gegebenenfalls erneuert oder überklebt.



A



B

Abb. 4: Markierungen mit Zweckform-Selbstklebeetiketten (37 x 5mm); A: *Ranunculus ficaria* Markierungen freigelegt; B: *Oxalis acetosella* Markierungen verborgen

Von Pflanzenarten mit mehr als einer Blüte pro Individuum wurde die gesamte Infloreszenz markiert und in die Auswertung übernommen. Einzelblüten innerhalb der Infloreszenzen konnten aufgrund der Vorarbeiten meiner Diplomarbeit (CHRIST 1999) taggenau und ohne weitere Beeinflussung der Infloreszenzen zugeordnet werden.

---

Die Vorgehensweise ist für die betroffenen Pflanzenarten im Folgenden beschrieben:

***Chrysosplenium alternifolium*** öffnet im Durchschnitt alle 3.33 (= 3) Tage eine neue Blüte. Da die Infloreszenzen jeweils zum Zeitpunkt des Öffnens der ersten Blüte markiert wurden, können auch die nachfolgend aufblühenden Blüten jeweils einem bestimmten Datum zugeordnet werden:

Datum des Aufblühens = Markierungsdatum + (n\*3.33)

Blüte 1 = Markierungsdatum

Blüte 2 = Markierungsdatum + 3 Tage

Blüte 3 = Markierungsdatum + 6 Tage

Blüte 4 = Markierungsdatum + 10 Tage (da die 2. Blüte nach 3.33 Tagen aufblüht, die 3. Blüte nach 6.66 Tagen und die 4. nach 9.99 Tagen)

Blüte 5 = Markierungsdatum + 13 Tage

***Pulmonaria officinalis*** bildet pro Tag durchschnittlich 1,10 Blüten neu. Individuen wurden zum Zeitpunkt des Aufblühens der ersten Blüte markiert, deshalb konnten auch alle danach aufblühenden Blüten einem Zeitpunkt relativ zum Markierungsdatum zugeordnet werden.

Blüte 1 = Markierungsdatum

Blüte 2 = Markierungsdatum + 1 Tag

usw.

Jede 11. Blüte wurde dem 10. Blühtag zugeordnet (da  $10 \cdot 1.1 = 11$ , d.h. nach 10 Tagen waren 11 und nicht 10 Blüten geöffnet).

*Corydalis cava* öffnet alle 0.85 Tage eine Blüte. Jeweils aufeinanderfolgende Blüten wurden deshalb den jeweils aufeinanderfolgenden Tagen zugeordnet. Da nach jeweils sieben Blüten ein Fehler von einem Tag resultieren würde ( $7 \cdot 0.85 = 5.95$ ) wurde die jeweils 7. Blüte gemeinsam mit der 6. Blüte dem sechsten Blühtag ab Markierungsdatum zugeordnet.

Blüte 1 = Markierungsdatum

Blüte 2 = Markierungsdatum + 1 Tag

Blüte 3 = Markierungsdatum + 2 Tage

usw.

Blüte 6 = Markierungsdatum + 6 Tage

Blüte 7 = wie Blüte 6

Blüte 8 = Markierungsdatum + 7 Tage

Blütenstände von *Adoxa moschatellina* bestehen aus fünf Blüten (eine Gipfel- und vier Seitenblüten). Die Gipfelblüte blüht in der Regel zuerst auf, im Folgenden werden pro Tag 0.71 Blüten geöffnet (d.h. die nächstfolgende Blüte öffnet sich durchschnittlich 1.4 Tage nach dem Öffnen der ersten Blüte). Die durchschnittliche Blühdauer einer Einzelblüte beträgt 6.25 Tage, die der gesamten Infloreszenz 15.33 Tage. Individuen wurden zur Samenansatzkontrolle stets zu Blühbeginn der Gipfelblüte markiert. Nur diese eine Blüte wurde dem Markierungsdatum zugerechnet. Da das Aufblühen der folgenden Blüten nicht bekannt war, wurde deren Samenansatz auf ein Datum 6.45 (= 6) Tage nach dem Markierungsdatum gesetzt, weil:

Mittleres Aufblühen nach dem Aufblühen der ersten Blüte =  $(1.41 + 1.41 + 1.41 + 1.41)/2$   
= 2.82 Tage

Mittleres Abblühen nach dem Abblühen der ersten Blüte =  $(1.41 + 6.25 + 6.25 + 6.25)/2 =$   
10.08 Tage

→  $(2.82 \text{ Tage} + 10.08 \text{ Tage})/2 = 6.45 \text{ Tage}$

*Lamiaeum galeobdolon* bildet durchschnittlich alle 3.25 Tage einen neuen Blühkreis. Die Infloreszenzen wurden stets beim Aufblühen des ersten Blühkreises (von der Infloreszenzbasis ausgehend) markiert. Deshalb konnte jedem Blühkreis ein Blühdatum abhängig vom Markierungsdatum zugeordnet werden.

Blühkreis 1 = Markierungsdatum

Blühkreis 2 = Markierungsdatum + 3 Tage

Blühkreis 3 = Markierungsdatum + 6 Tage

Blühkreis 4 = Markierungsdatum + 10 Tage (da alle 3.25 Tage ein neuer Blühkreis aufblüht, ergäbe sich alle vier Blühkreise ein Fehler von einem Tag, deshalb wird bei jedem 4. Blühkreis ein Tag mehr addiert als bei anderen Blühkreisen)

*Phyteuma spicata* öffnet pro Tag und Infloreszenz 8 Blüten. Da die Infloreszenzen jeweils zu einem Zeitpunkt markiert wurden, als gerade der erste Blühtag vorbei war, konnten jeweils acht aufeinander folgende Blüten ebenfalls einem Blühdatum zugeordnet werden:

Blüte 1-8: Markierungsdatum - 1Tag

Blüte 9-16: Markierungsdatum

Blüte 17-24: Markierungsdatum + 1Tag

usw.

Bei der Auswertung der gesammelten Samen und Früchte wurden folgende Daten erhoben bzw. berechnet:

**Samenansatz absolut** [Anzahl Samen / Blüte]

= Anzahl Samen die pro Blüte gefunden wurden

Samenansatz relativ [%]

= (Samenansatz absolut / Anzahl Ovulae) \* 100

**Samenansatz total** [Anzahl Samen / 100 m<sup>2</sup>]

= Samenansatz absolut \* Anzahl Blüten pro 100 m<sup>2</sup>

**Fruchtansatz relativ [%]**

= Anzahl Früchte / Anzahl Blüten

### III.4.b. Frucht- und Samenansatz in Abhängigkeit des Standorts

Am Beispiel von *Anemone nemorosa* und *Corydalis cava* wurde untersucht, inwiefern sich gleichzeitig blühende Arten in ihrem xenogamen Reproduktionserfolg beeinflussen. In den Jahren 2000, 2001 und 2002 wurden zwei unmittelbar aneinander grenzende Flächen unterschiedlichen Bewuchses miteinander verglichen. Teilfläche A war ausschließlich von Individuen der Art *Anemone nemorosa* bewachsen. Teilfläche B bestand aus einer Mischung gleichzeitig blühender Individuen von *Anemone nemorosa* und *Corydalis cava*. Da es keine Fläche mit ausschließlichem Bewuchs von *Corydalis cava*, gab konnte lediglich der Standorteinfluss auf *Anemone nemorosa*, nicht jener auf *Corydalis cava*, untersucht werden. Im Jahr 2000 wurden ausschließlich am 06.04., im Jahr 2002 ausschließlich am 20.03. Daten zu beiden Flächen gesammelt. Im Jahr 2001 wurde der absolute Samenansatz von *Anemone nemorosa* an drei Terminen (20.03., 28.03. und 06.04.) dokumentiert. Um die Termine innerhalb eines Jahres, aber auch die Jahre untereinander gleich zu gewichten, wurden sie mit ihrem jeweiligen Mittelwert interpoliert.

### III.5. Blütenbesucher und Besucherfrequenzen

Im U I wurden Besucherspektren für 18 Pflanzenarten erhoben. Jede dieser Arten wurde für mindestens eine und maximal für 10 Stunden beobachtet. Dabei wurden folgende Parameter notiert:

1. Anzahl beobachteter Blüten
3. Anzahl besuchter Blüten pro Blütenbesucher
4. Beobachtungsdauer

Aus diesen Parametern wurde für jede differenzierbare Besuchergruppe die Anzahl der Besucher pro Blüte und Stunde berechnet. Diese Einheit entspricht der Besucherfrequenz. Aus der Summe aller Beobachtungen an einer Pflanzenart, wurde dann die relative Besucherhäufigkeit [relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch aller beobachteten Besucher] abgeleitet.

## III.6. Attraktantien

### III.6.a. Farbreflexionsspektren

Die Messung von Farbreflexionsspektren findet breite Anwendung in der industriellen Qualitätssicherung. Aufgrund der objektiven Daten und den daraus resultierenden Analysemöglichkeiten wenden auch immer häufiger Biologen diese Technik an (z.B. KNÜTTEL 2003).

Als Reflexion wird das Zurückwerfen des Lichts von einer Oberfläche ohne Veränderung der Wellenlänge bezeichnet. Es wird zwischen zwei verschiedenen Arten der Reflexion unterschieden. Totalreflexion liegt vor, wenn sich der Einfallswinkel und der Winkel der Reflexion entsprechen. Diffuse Reflexion liegt vor, wenn der Einfallswinkel ungleich dem Winkel der Reflexion ist. Reflexion wird als relative Lichtmenge [%] im Vergleich zu einem Standard (100% Reflexion) gemessen (vgl. Gleichung 1).

$$\% R_{\lambda} = \frac{S_{\lambda} - D_{\lambda}}{r_{\lambda} - D_{\lambda}} \times 100\%$$

Gleichung 1: Formel zur Berechnung der relativ zu einem Standard reflektierten Lichtmenge [%] (= R); S = Intensität der Stichprobe bei der Wellenlänge  $\lambda$ ; D = Intensität des Dunkelstandards bei der Wellenlänge  $\lambda$ ; r = Intensität der Referenz bei der Wellenlänge  $\lambda$

Die Farbreflexionsspektren (diffuse Reflexion) der Blüten der untersuchten Pflanzenarten wurden mit Hilfe des Miniaturespectrometers SpectraUSB 2000 von Ocean Optics gemessen (Abb. 5). Als Lichtleiter diente ein aus sieben, 400  $\mu\text{m}$  dünnen, Glasfasersträngen bestehendes zweigeteiltes Kabel (BIF 44, Bifurcated Cable UV/VIS 400 UM von Avantes) das sowohl die Hin- als auch Rückleitung des Lichtes erlaubt. Das Licht selbst stammte aus einer D2H-Lichtquelle (Deuterium-Halogen-Lampe) und deckt den Wellenlängenbereich von 210-1500 nm ab. Damit war auch eine gleichmäßige Beleuchtung für den in der vorliegenden Anwendung betrachteten Wellenlängenbereich von 300-750 nm garantiert (vgl. Tab. 6).

Tab. 6: Wirkungsspektrum lichtemittierender, lichtleitender und lichtempfindlicher Elemente der zum Einsatz gekommenen Geräte im Vergleich (\*ab Werk optimiert für den vom Kunden gewünschten Wellenlängenbereich)

	Wellenlängenbereich [nm]
Deuterium Lampe	210 – 400
Halogen Lampe	360 – 1500
BIF 44	200 – 1100
USB2000 theoretisch	200 - 1100
USB 2000 angepasst*	200 - 850
Tatsächliche Anwendung im Rahmen der vorliegenden Arbeit	300 - 750

Eine Halterung (Abb. 6) mit einer  $45^\circ$  steilen Bohrung, die dem Durchmesser des Lichtleiters entsprach, diente zum Fixieren des Lichtleiters und garantierte damit auch einen gleichbleibenden Einfallswinkel des Lichts von  $45^\circ$  auf das Untersuchungsobjekt, wodurch eine Totalreflexion des Lichts verhindert wird. Am Grunde der Halterung steht im Winkel von  $90^\circ$  eine schwarze Metallplatte ab, in deren Mitte sich eine Bohrung ( $\varnothing 3$  mm) befindet unter welcher die betreffenden Blütenteile fixiert werden. Die schwarze Metallplatte reflektiert kein Licht und entspricht in ihrem Spektrum dem Dunkelstandard. Das vom Objekt reflektierte Licht tritt durch eine  $25\ \mu\text{m}$  breite Öffnung in das Photometer und wird dort von einem Prisma aufgespalten. Ein Diodenarray, bestehend aus 2048 Dioden, analysiert das eintreffende Licht im Bereich von 200-850 nm mit einer optischen Auflösung von 1,3 nm. Die vom USB 2000 gelieferten Daten wurden mit Hilfe der Software OOIBase32 der Weiterbearbeitung am PC zugänglich gemacht. Da die Blütenteile während ihrer spektrometrischen Analyse gleichzeitig sowohl dem Lichtstrahl der D2H-Lampe als auch dem Tageslicht ausgesetzt waren, wurde alle zehn Minuten ein neuer Weiß- und Dunkelstandard gesetzt, um die sich verändernde Farbtemperatur des Tageslichts zu berücksichtigen. Als Weißstandard wurde dabei eine Zeiss MS20 Keramikplatte, als Dunkelstandard ein Filmdöschen mit der Öffnung nach oben verwendet.

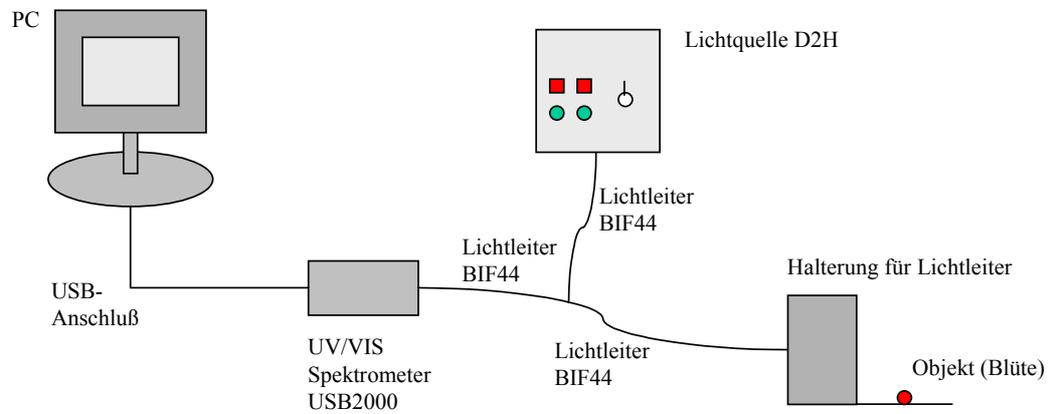


Abb. 5: Schematisierte Anordnung der Elemente zur Messung von Farbreflexionsspektren (CHRIST, K.-D.)

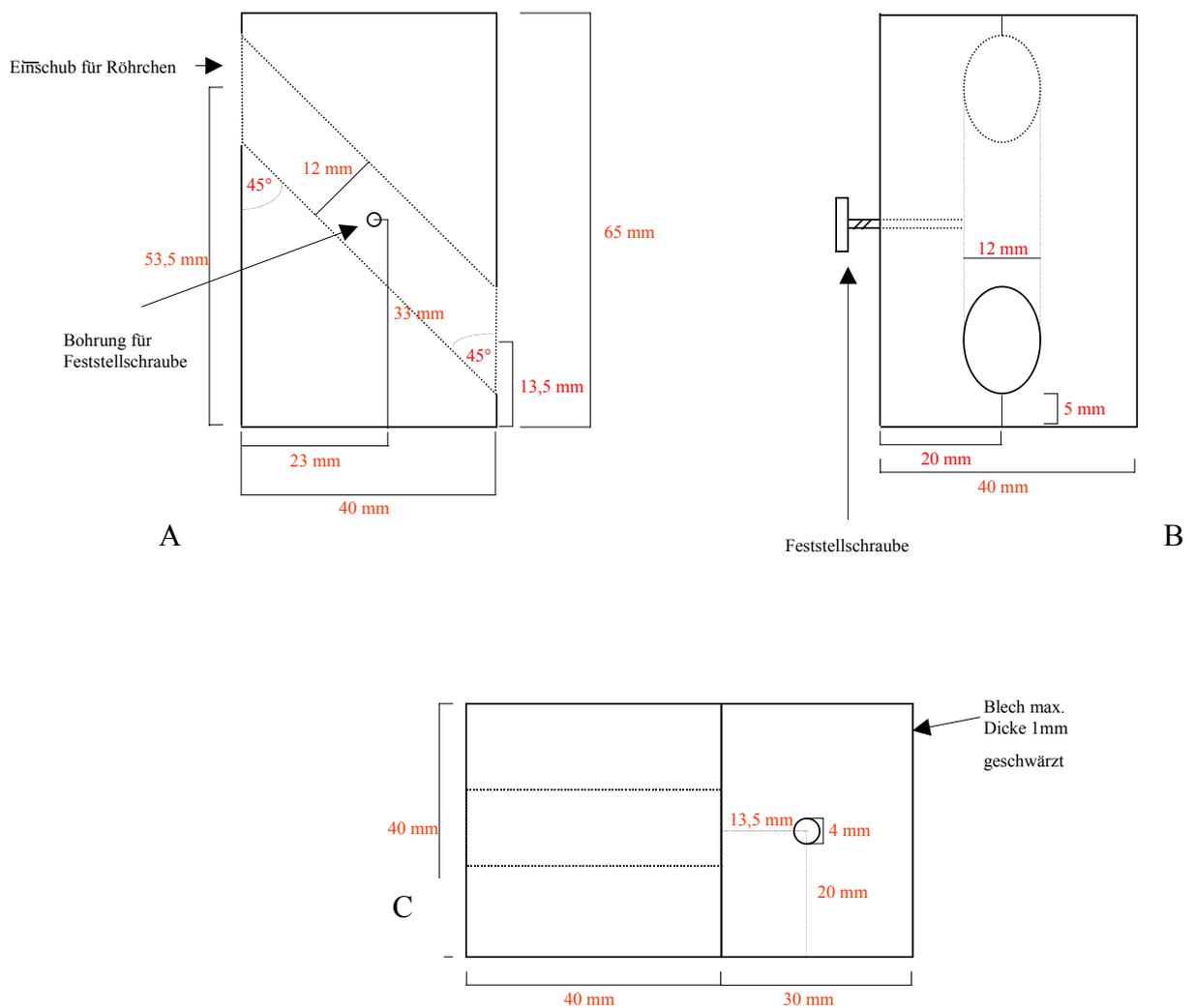


Abb. 6: Skizzen für den Bau einer Lichtleiterhalterung mit einem Lichteinfallswinkel von  $45^\circ$ ; A: Lateralansicht; B: Frontalansicht; C: Aufsicht (CHRIST, K.-D.)

### III.6.b. Nektar

Sowohl die Nektarmenge als auch die Nektarzucker-, und Aminosäurenkomposition wurde interspezifisch miteinander verglichen. Im Schnitt wurden pro Pflanzenart aus 25,63 Blüten eine bis drei Mischproben gesammelt. Um den Aminosäuregehalt der Proben durch Hautkontakt nicht zu verfälschen, wurde ausschließlich mit Nitrilehandschuhen gearbeitet.

Das Sammeln der Proben erfolgte mit Hilfe von 0,5 bzw. 1 µl Einmal-Kapillarpipetten (Hirschmann minicaps). Von Blüten mit offen liegenden Nektarien, die über keinen Verdunstungsschutz in Form einer Blütenröhre, Sporn etc. verfügten, konnte keine Standing-Crop-Besammlung erfolgen, da der Nektar zum Zeitpunkt der Sekretion bereits auskristallisiert und damit keine Volumina oder Zuckergehaltsangaben möglich wären. Aus diesem Grund wurden alle Arten vor der Probennahme für 2,5 Stunden in einem luftdichtschließenden Gefäß (Fotodöschen, Tupperware) verstaut, wodurch jegliche Verdunstung des im Nektar enthaltenen Wasseranteils vermieden wurde.

Um das Wachstum von Hefen und damit einhergehende Gärungsprozesse zu vermeiden, wurde der gesammelte Nektar in 0,5 ml einer 70%igen Lösung aus Alkohol reinst und Reinstwasser (steril 18.2MΩ) gegeben und bei -40°C aufbewahrt. Den Proben wurde zunächst in einer Vakuumzentrifuge (Savant Speed Vac) bei 65°C innerhalb von zwei bis vier Stunden der Alkohol entzogen. Die eingetrockneten Proben wurden anschließend mit 50 oder 100 µl Reinstwasser versetzt. Mit einem Spritzenaufsatzfilter mit 0,45µm Porenweite wurden eventuell in der Probe enthaltene Partikel durch Filtration entfernt.

Zur Zuckerbestimmung wurden 50 µl der filtrierten Probe in ein 1 ml-Probengefäß mit Reduziereinsatz und Feder überführt. Die Analyse der Nektarzucker Fructose, Glucose, Saccharose, Melibiose, Melizitose, Maltose und Lactose erfolgte mittels **High Performance Liquid Chromatography (HPLC)** der Firma Waters, bestehend aus einer isokratischen Pumpe (Waters 510), einem automatischen Probengeber (Waters 717plus), einem Säulenofen (Waters CHM) und einem Brechungsindex-Detektor (Waters 410). Die Steuerung der HPLC sowie die Probenauswertung erfolgte mittels eines PC und der Software Millennium<sup>32</sup> Vers. 3.0. Als Fließmittel wurde Acetonitril/Wasser, 72/28%, mit einem Fluß von 1,4 ml/min verwendet. Die Trennsäule war eine High Performance Carbohydrate Column der Firma Waters (Größe 4,6x250 mm, Partikelgröße 4 µm, Porengröße 60Å).

Zur Aminosäurenbestimmung wurden 5 µl Probe und 35 µl Borrat-Puffer in einem Derivatisierungsgefäß gemischt, 10 µl Reagenz A (AQC = 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidyl Carbonat) zugegeben, wieder gemischt und eine Minute stehen gelassen (= Vorsäulenderivatisierung). Die Lösung wurde mit einer Pasteurpipette in ein 1 ml-

---

Probengefäß mit Reduziereinsatz (Fassungsvermögen 150 µl) und Feder überführt und dieses mit einem Deckel verschlossen.

Auch hier erfolgte die Analyse mit einer HPLC der Firma Waters, bestehend aus einer Niederdruck-Gradientenmischpumpe (Waters 600E), einem automatischen Probengeber (Waters 717plus) und einem Säulenofen (Waters CHM) und einem Fluoreszenzdetektor (Waters 470). Die Steuerung der HPLC sowie die Probenauswertung erfolgte mittels eines PC und der Software Millennium<sup>32</sup> Vers. 3.0. Als Fließmittel wurde aus drei Vorratsgefäßen (Eluent A [Acetatpuffer], Acetonitril, Wasser) entnommen und von der Pumpe, nach Programm gemischt. Der Fluß beträgt 1 ml/min. Die Trennsäule war eine AccQ\*Tag Column der Firma Waters (Größe 3,9x150 mm, Partikelgröße 4 µm).

### **III.7. Auswertung, Statistik und verwendete Zahlenformate**

Die Daten der Nektarvolumina waren bei den meisten Arten nicht normalverteilt, weshalb als Maßzahl der Lage der Median angewendet werden mußte. Eine Datenstruktur in der von zehn Werten nur drei einen Wert größer als 0 annehmen, würde einen Median von 0 ergeben. Die Anwendung des Median würde eine statistisch korrekte aber einer ökologischen Fragestellung nicht gerecht werdende, unsinnige Aussage zur Folge haben, da sich z.B. bei beschriebener Datenstruktur ein Blütenbesuch für Insekten trotz eines medianen Nektarangebotes von 0 µl lohnen würde. Ebenso wäre bei beschriebener Datenstruktur der mediane Samenansatz einer beliebigen Pflanzenart 0, der reale Samenansatz dieser Art kann aber dennoch wichtig für den Aufbau einer Samenbank sein. Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit im Falle des Nektars und der Samenproduktion mit dem Mittelwert gearbeitet.

Die Konfirmatorische Analyse der Daten war weniger problematisch. Aufgrund der nicht normalverteilten Daten kam der Spearman'sche Korrelationskoeffizient  $r_s$  in Frage, der auf allgemeine (nicht nur lineare) Zusammenhänge prüft. Der Spearman'sche Korrelationskoeffizient  $r_s$  kann Werte zwischen  $-1$  und  $+1$  annehmen, wobei die Interpretation der Werte in neun Kategorien unterteilt wird (vgl Tab.7). Aufgrund der nichtparametrischen Datenstruktur der meisten Stichproben wurden Gruppen mit Hilfe eines Rangsummentests verglichen. Da die Datenerhebung in Form unabhängiger Stichproben erfolgt war, wurde schließlich der Mann-Whitney-U-Test angewendet.

Tab. 7: Interpretationskategorien des Spearman'schen Korrelationskoeffizienten  $r_s$ 

Interpretationskategorie	Korrelationskoeffizient $r_s$
Streng negative Korrelation	= -1
Stark negative Korrelation	= $\geq -1$ bis $\leq -0.6$
Mittlere negative Korrelation	= $\geq -0.6$ bis $\leq -0.4$
Schwach negative Korrelation	= $\geq -0.4$ bis $\leq -0.1$
Unkorreliert	= $\geq -0.1$ bis $0$ bis $\leq 0.1$
Schwach positive Korrelation	= $\geq 0.1$ bis $\leq 0.4$
Mittlere positive Korrelation	= $\geq 0.4$ bis $\leq 0.6$
Stark positive Korrelation	= $\geq 0.6$ bis $\leq 1$
Streng positive Korrelation	= 1

In der gesamten Arbeit werden Dezimalstellen durch einen Punkt abgetrennt. Dies war notwendig, da das verwendete Programm zur Erstellung der Diagramme ausschließlich mit dieser Zahlenformatierung arbeitete.

## IV. Ergebnisse

### IV.1. Vorversuche

Am Beispiel von *Prunella vulgaris* wurde der Frage nachgegangen, inwiefern die Blühphänologie der Population (BPP) mit dem absoluten Samenansatz und der Besucherfrequenz von *Bombus pascuorum* korreliert.

Die Blühphänologie der Population (BPP) und die Besucherfrequenz wurden an fünf Terminen miteinander verglichen. Die BPP und der absolute Samenansatz wurden an vier Terminen gemeinsam behandelt. BPP und Besucherfrequenz korrelierten streng linear, BPP und Samenansatz mittel positiv (vgl Tab. 8).

Tab. 8: *Prunella vulgaris*: Korrelation nach Spearman zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und der Besucherfrequenz von *Bombus pascuorum* bzw. dem absoluten Samenansatz (rot unterlegt sind signifikante oder streng positive Korrelationen)

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Besucherfrequenz [Besucher/Blüte*Stunde]	5	1	
BPP & Samenansatz absolut	4	0.4	0.6

Innerhalb des Beobachtungszeitraums erreichte die BPP ihr Maximum (1767 geöffnete Blüten) am 29.07.1999. Am selben Datenerhebungszeitpunkt wurde auch die maximale Besucherfrequenz von *Bombus pascuorum* mit 3.45 Besuchern pro Blüte und Stunde beobachtet (vgl Abb. 7). Das Maximum des Samenansatzes wurde einen Beobachtungsblock später am 06.08.1999 mit 3.58 gebildeten Samen pro Blüte beobachtet (vgl. Abb. 8).

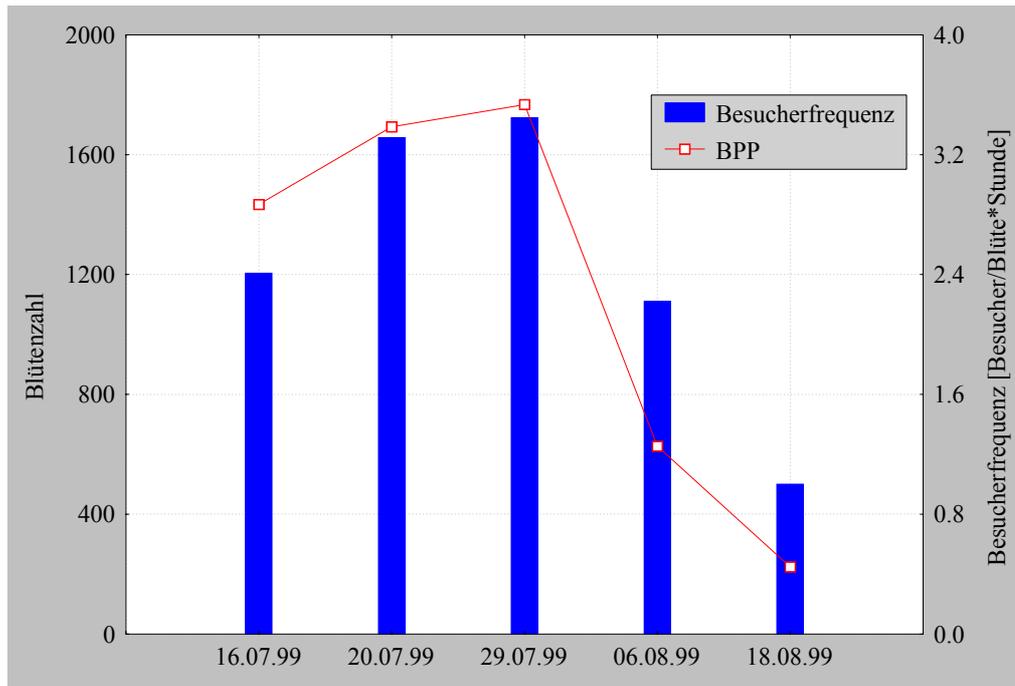


Abb. 7: *Prunella vulgaris*: Vergleich der Blühphänologie der Population (BPP) mit der Besucherfrequenz von *Bombus pascuorum*

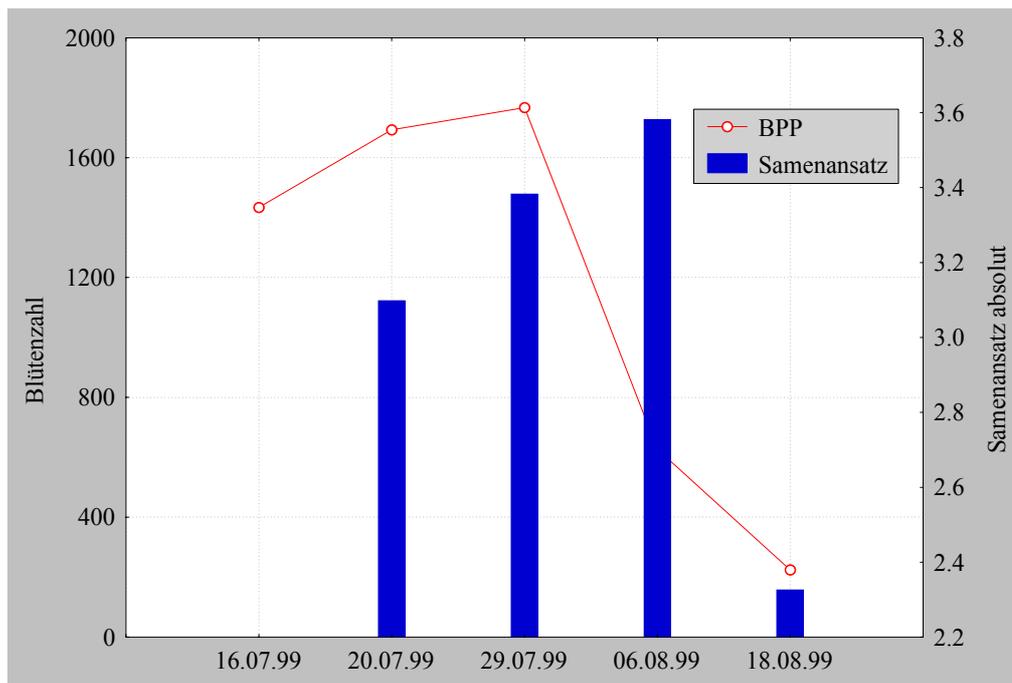


Abb. 8: *Prunella vulgaris*: Vergleich der Blühphänologie der Population (BPP) mit dem absoluten Samenansatz/Blüte

Die Häufigkeit des Blütenbesuchs von *Bombus pascuorum* wurde an vier gleichzeitig blühenden Pflanzenarten (*Lathyrus pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Vicia cracca* und *Trifolium repens*) untersucht. Es wurde der Frage nachgegangen, ob *Bombus pascuorum* Blüten einer der vier beobachteten Pflanzenarten bevorzugt, oder ob diese Hummelart Blüten stochastisch, also ihrem zahlenmäßigen Verhältnis nach, anfliegt. Im Zeitraum zwischen dem 16.07. und dem 30.07. konnten 13 Individuen von *Bombus pascuorum* über einen längeren Zeitraum

verfolgt und bei ihrem Blütenbesuch beobachtet werden. *Lathyrus pratensis* hatte einen Gesamtblütenanteil von 14.15%, wobei 15.39% aller Blütenbesuche an dieser Art getätigt wurden. Mit einem Gesamtblütenanteil von 64.45% wurde *Prunella vulgaris* in 59.9% aller Fälle von *Bombus pascuorum* besucht. Während des Beobachtungszeitraums hatten die Blüten von *Vicia cracca* einen Anteil von 8.18% an der Anzahl aller geöffneten Blüten der Untersuchungsfläche. Diese Pflanzenart wurde in 17.65% aller beobachteten Fälle besucht. *Trifolium repens* hatte einen Gesamtblütenanteil von 13.19%, wobei 7.06% aller Blütenbesuche an dieser Art getätigt wurden (vgl. Abb. 9). Der augenscheinliche Zusammenhang zwischen relativer Blütenzahl und der relativen Anzahl der Blütenbesuche wurde durch die Spearman Rangkorrelation nicht bestätigt. Dies ist vermutlich auf die geringe Anzahl der Fälle zurückzuführen.

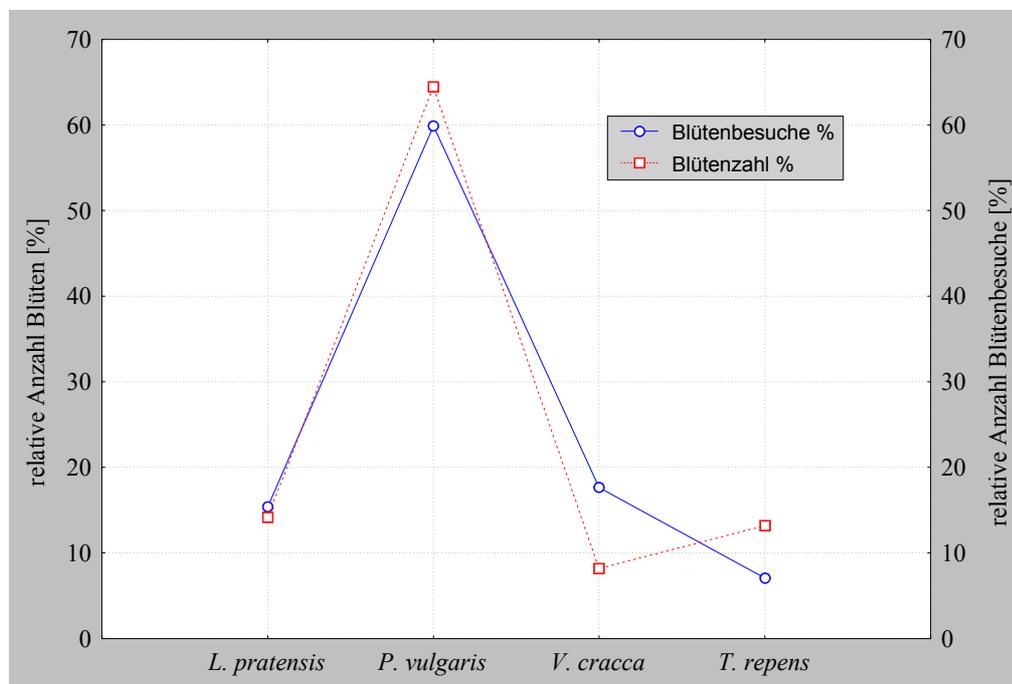


Abb. 9: Vergleich der relativen Anzahl Blüten mit der relativen Anzahl der Blütenbesuche (*Bombus pascuorum*) an vier gleichzeitig blühenden Pflanzenarten (*Lathyrus pratensis*, *Prunella vulgaris*, *Vicia cracca*, *Trifolium repens*)

## IV.2. Blühphänologie

### IV.2.a. Blühphänologie der Populationen einzelner Pflanzenarten im U I

Die populationsphänologischen Blühkurven werden in der vorliegenden Arbeit durch einen quantitativen Faktor: der Blüten- bzw. Blumenzahl, und vier zeitliche Faktoren beschrieben: Blühbeginn, Blühmaximum, Blühende und Blühdauer. All diese Faktoren werden durch abiotische Faktoren beeinflusst, sind aber auch genetisch an einen potentiell möglichen Rahmen gebunden. Für die quantitative Ausprägung dieser Faktoren ist daher, wie

für alle biologischen Messwerte, eine Regression zum Mittelwert und damit eine Mittlere Ausprägung zu erwarten, um die die tatsächlich gemessenen Werte schwanken. Diese populationstypische Blühphänologie (PTB) einer Art zu erarbeiten, war ebenso Ziel dieser Arbeit, wie auch die Schwankungsbreite zwischen den Jahren aufzuzeigen. Die PTB dieser Arbeit ist das Mittel aus den Populationsphänologien der Jahre 1998 bis 2001. Bedingt durch diese Mittelwertberechnung finden auch die jeweils frühest und spätest geöffneten Blüten untypischer Jahre Eingang in die PTB-Kurve. Der Zeitraum zwischen Anfang und Ende der PTB-Kurve gibt demzufolge den maximalen zeitlichen Rahmen wieder, innerhalb dessen es im Untersuchungsgebiet zum Blühen einer Art kommen kann. Die PTB soll aber nicht ausschließlich Auskunft über die zeitliche Amplitude einer Art geben, sondern auch die Kernzeit des Blühens (KdB) einer Art eingrenzen und visualisieren. In der vorliegenden Arbeit wurden zur KdB die Fünf-Tage-Blocks gerechnet, innerhalb derer für jedes der vier bzw. drei Datenerhebungsjahre geöffnete Blüten nachgewiesen wurden. Das Verhältnis der während der KdB geöffneten Blüten- bzw. Blumenzahl zur Gesamtzahl geöffneter Blüten während der PTB wird in der vorliegenden Arbeit als Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil (GBA) bezeichnet.

### **Blühphänologie der Populationen mit vier Beobachtungsjahren**

*Chrysosplenium alternifolium* war entlang des Transekts mindestens während fünf, maximal während 16 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (01.-05.03.) und dem Auftreten der letzten (30.04.-04.05.) geöffneten Blüten im Jahr 1998 lagen 13 Fünf-Tage Blocks. 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur fünf Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 15.-19.04.). Im Jahr 2000 waren geöffnete Blüten während 11 Fünf-Tage-Blocks (06.-10.03. bis 25.-29.04.) zu finden. Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war 2001 jenes mit den frühesten (19.-23.02.) und gleichzeitig spätesten (05.-09.05.) geöffneten Blüten und damit der längsten Blühphase von 16 Fünf-Tage-Blocks. Die Blütenzahl der jeweiligen Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 44.70, 48.13, 80.42 und 92.67 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.04. in den Jahren 1998, 1999 und 2000 sowie der 31.03.-04.04. im Jahr 2001.

Die PTB umfasst 16 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 19.-23.02. bis 05.-09.05. mit einem Blühmaximum von 56.65 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 31.03.-04.04.. Die KdB erstreckte sich über fünf Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03.

bis 15.-19.04.), innerhalb derer 73.96% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 10).

*Anemone nemorosa* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während 14 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war 1998 jenes mit den frühesten (01.-05.03.) und gleichzeitig spätesten (05.-09.05.) geöffneten Blüten und damit der längsten Blühphase von 14 Fünf-Tage-Blocks. 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur sieben Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 15.-19.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (11.-15.03.) und dem der letzten (20.-24.04.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen neun Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 10 Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. und 25.-29.04.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 1309.44, 521.53, 672.62 und 696.33 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 05.-09.04. in den Jahren 1998 und 2001 sowie der 10.-14.04. in den Jahren 1999 und 2000.

Die PTB umfasst 14 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 01.-05.03. bis zum 05.-09.05. mit einem Blühmaximum von 758.74 geöffneter Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 05.-09.04.. Die KdB erstreckte sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 15.-19.04.), innerhalb derer 86.22 % aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 11).

*Pulmonaria officinalis* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während 15 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über 15 Fünf-Tage-Blocks (01.-05.03. bis 10.-14.05.). 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur sieben Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 25.-29.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (16.-20.03.) und dem der letzten (10.-14.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen 12 Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 15 Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. bis 20.-24.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 107.02, 11.86, 6.32 und 16.30 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 26.-30.03. im Jahr 1998, 10.-14.04. in den Jahren 1999 und 2000 sowie der 21.-25.03. im Jahr 2001.

Die PTB umfasst 17 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 01.-05.03. bis zum 20.-24.05. mit einem Blühmaximum von 32.82 geöffneter Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 26.-30.03.. Die KdB erstreckt sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 25.-29.04.), innerhalb derer 58.56% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 12).

*Primula elatior* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während 11 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (01.-05.03.) und der letzten (15.-19.04.) geöffneten Blüten im Jahr 1998 lagen 10 Fünf-Tage Blocks. 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur sieben Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 15.-19.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (16.-20.03.) und dem der letzten (20.-24.04.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen acht Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 11 Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. bis 05.-09.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 23.56, 18.49, 24.88 und 39.08 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 31.03.-04.04 in den Jahren 1998 und 2001 sowie der 10.-14.04. in den Jahren 1999 und 2000.

Die PTB umfasst 13 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 01.-05.03. bis zum 05.-09.05. mit einem Blühmaximum von 22.33 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 31.03.-04.04.. Die KdB erstreckt sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 15.-19.04.), innerhalb derer 95.08% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 13).

*Ranunculus ficaria* war entlang des Transekts mindestens während sechs, maximal während 11 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war 1998 das Jahr mit der längsten Blühphase. Diese erstreckte sich über 11 Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. bis 30.04.-04.05.). 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase mit nur sechs Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 25.-29.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (31.03.-04.04.) und dem der letzten (30.04.-04.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen sieben Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 10 Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 30.04.-04.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 39.47, 69.73, 59.59 und 337.68 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.04. in den Jahren 1998 und 2000, der 10.-14.04. im Jahr 1999 sowie der 20.-24.04. im Jahr 2001.

Die PTB umfasst 11 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 11.-15.03. bis zum 30.04.-04.05. mit einem Blühmaximum von 111.51 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> während des 20.-24.04.. Die KdB erstreckt sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 25.-29.04.), innerhalb derer 87.70% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 14).

*Corydalis cava* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während 13 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war 1998 das Jahr mit der längsten Blühphase. Diese erstreckte sich über 13 Fünf-Tage-Blocks (11.-

15.03. bis 10.-14.05.). 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase mit nur sechs Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 25.-29.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (16.-20.03.) und dem der letzten (30.04.-04.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen 10 Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 12 Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. bis 05.-09.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 betrug 3577.46, 1463.18, 1789.39 und 2535.57 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.04. in den Jahren 1998, 1999 und 2000 sowie der 05.-09.04. im Jahr 2001.

Die PTB umfasst 13 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 11.-15.03. bis zum 05.-09.05. mit einem Blühmaximum von 2002.69 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> während des 15.-19.04.. Die KdB erstreckt sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 25.-29.04.), innerhalb derer 97.52% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 15).

*Gagea lutea* war entlang des Transekts mindestens während zwei, maximal während vier Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über vier Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 15.-19.04.). Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war das Jahr 2000 jenes mit der kürzesten Blühphase von nur zwei Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. bis 31.03.-04.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (21.-25.03.) und dem der letzten (05.-09.04.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen vier Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während drei Fünf-Tage-Blocks (21.-25.03. bis 31.03.-04.04.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima lag für die Jahre 1998, 1999 und 2000 bei je 0.47 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> und für das Jahr 2001 bei 0.62 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Das Blühmaximum des Jahres 1998 erstreckte sich über zwei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 10.-14.04.). Der Fünf-Tage-Block der Blühmaxima der Jahre 1999 und 2001 war der 31.03.-04.04. und im Jahr 2000 fiel das Blühmaximum auf den 26.-30.03..

Die PTB umfasst sechs Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 21.-25.03. bis zum 15.-19.04. mit einem Blühmaximum von 0.39 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 31.03.-04.04.. Die KdB erstreckt sich nur über einen Fünf-Tage-Block (31.03.-04.04.), innerhalb dessen 31.75% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 16).

*Vinca minor* war entlang des Transekts mindestens während sechs, maximal während 14 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (31.03.-04.04.) und dem der letzten (30.05.-03.06.) geöffneten Blüten im Jahr 1998 lagen 13 Fünf-Tage Blocks. 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur sechs Fünf-Tage-Blocks

(31.03.-04.04. bis 25.-29.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (31.03.-04.04.) und dem der letzten (20.-24.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen 11 Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 14 Fünf-Tage-Blocks (21.-25.03. bis 25.-29.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 96.41, 14.98, 18.95 und 7.57 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 25.-29.04. in den Jahren 1998, 1999 und 2000 sowie der 30.04.-04.05. im Jahr 2001.

Die PTB umfasst 15 Fünf-Tage-Blocks. Die zeitliche Amplitude der Art erstreckte sich vom 01.-05.03. bis zum 05.-09.05. mit einem Blühmaximum von 22.33 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> zwischen dem 21.-25.03. bis zum 30.05.-03.06.. Die KdB erstreckt sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 25.-29.04.), innerhalb derer 67.07% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 17).

*Oxalis acetosella* war entlang des Transekts mindestens während zwei, maximal während 10 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 05.-09.05.). 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur zwei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 15.-19.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (31.03.-04.04.) und dem der letzten (30.04.-04.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen sieben Fünf-Tage Blocks. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während 10 Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04 bis 20.-24.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 8.66, 71.37, 510.69 und 169.66 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 20.-24.04. in den Jahren 1998 und 2001, der 10.-14.04. im Jahr 1999, sowie der 15.-19.04. im Jahr 2000.

Über 11 Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 20.-24.05.) erstreckt sich das beobachtet Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das Blühmaximum von 184.85 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> wurde für den 15.-19.04. errechnet. Die KdB erstreckt sich über zwei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 15.-19.04.), innerhalb derer 57.64% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 18).

*Adoxa moschatellina* war entlang des Transekts mindestens während fünf, maximal während sieben Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über fünf Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 25.-29.04.). Zwischen dem Auftreten der ersten (31.03.-04.04.) und dem der letzten (25.-29.04.) geöffneten Blüten im Jahr 1999 lagen sechs Fünf-Tage Blocks. Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über fünf Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 20.-24.04.). Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten

während sieben Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 30.04.-04.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 betrug 64.20, 123.32, 266.69 und 271.22 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 10.-14.04. im Jahr 1998 sowie der 15.-19.04. in den Jahren 1999, 2000 und 2001.

Über sieben Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 30.04.-04.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das Blühmaximum mit 176.33 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> lag zwischen dem 15.-19.04.. Die KdB erstreckt sich über vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 20.-24.04.), innerhalb derer 85.52 % aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 19).

*Viola reichenbachiana* war entlang des Transekts mindestens während vier, maximal während sieben Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (15.-19.04.) und dem der letzten (05.-09.05.) geöffneten Blüten im Jahr 1998 lagen fünf Fünf-Tage-Blocks. 1999 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase mit vier Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 25.-29.04.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 30.04.-04.05.). Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten ebenfalls während sieben Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 05.-09.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 1.17, 6.16, 4.52 und 12.64 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 30.04.-04.05. in den Jahren 1998 und 2001 sowie der 25.-29.04. in den Jahren 1999 und 2000.

Über acht Fünf-Tage-Blocks (31.03.-04.04. bis 05.-09.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das Blühmaximum mit durchschnittlich 5.04 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> lag zwischen dem 25.-29.04.. Die KdB erstreckt sich über drei Fünf-Tage-Blocks (15.-19.04. bis 25.-29.04.), innerhalb derer 59.69% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 20).

### **Blühphänologie der Populationen mit drei Beobachtungsjahren**

*Euphorbia amygdaloides* war entlang des Transekts mindestens während neun, maximal während 12 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über 12 Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 04.-08.06.). Zwischen dem Auftreten der ersten (05.-09.04.) und dem der letzten (15.-19.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen neun Fünf-Tage-Blocks. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich über 12 Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 30.05.-03.06.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 betrug 11.62, 14.20 und 5.85 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Im Jahr 1998 erstreckte sich das Blühmaximum über vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05 bis 20.-24.05.). Die Fünf-Tage-

Blocks der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 waren der 30.04.-04.05. bzw. der 05.-09.05..

Über 13 Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 04.-08.06.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 10.14 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> lag zwischen dem 05.-09.05.. Die KdB erstreckt sich über acht Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 15.-19.05.), innerhalb derer 77.78% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 21).

*Paris quadrifolia* war entlang des Transekts mindestens während fünf, maximal während sieben Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von sieben Fünf-Tage-Blocks (20.-24.04. bis 20.-24.05.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über fünf Fünf-Tage-Blocks (20.-24.04. bis 10.-14.05.). Zwischen dem Auftreten der ersten (25.-29.04.) und dem der letzten (20.-24.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen sechs Fünf-Tage-Blocks. Die Blütenzahl des Blühmaximums des Jahres 1998 betrug 4.06, die der Jahre 2000 und 2001 je 3.28 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Im Jahr 1998 erstreckte sich das Blühmaximum über vier Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 15.-19.05.). Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 waren der 30.04.-04.05. bzw. der 10.-14.05..

Über sieben Fünf-Tage-Blocks (20.-24.04. bis 20.-24.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 3.03 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 05.-09.05.. Die KdB erstreckt sich über vier Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 10.-14.05.), innerhalb derer 74.58% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 22).

*Galeobdolon luteum* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während 10 Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von 10 Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 09.-13.06.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über neun Fünf-Tage-Blocks (20.-24.04. bis 30.05.-03.06.). 2001 war das Jahr mit der kürzesten Blühphase von nur sieben Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 04.-08.06.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 413.96, 363.88 und 697.50 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.05. in den Jahren 1998 und 2000, sowie der 20.-24.05. im Jahr 2001.

Über 11 Fünf-Tage-Blocks (20.-24.04. bis 09.-13.06.) erstreckte sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum von 461.44 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> wurde für den 15.-19.05. errechnet. Die KdB erstreckt sich über

sechs Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 30.05.-03.06.), innerhalb derer 99.07% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 23).

*Ajuga reptans* war entlang des Transekts mindestens während zwei, maximal während sechs Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 20.-24.05.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über vier Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 15.-19.05.). Mit nur zwei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. und 15.-19.05.) war das Jahr 2001 jenes mit der kürzesten Blühphase. Im Jahr 1998 erstreckte sich das Blühmaximum über vier Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 15.-19.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 0.47, 3.82 und 2.34 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 05.-09.05. in den Jahren 1998 und 2000, sowie der 10.-21.05. im Jahr 2001.

Über sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 20.-24.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 1.65 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 10.-14.05.. Die KdB erstreckt sich über zwei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. und 15.-19.05.), innerhalb derer 49.34% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 24).

*Arum maculatum* war entlang des Transekts mindestens während drei, maximal während vier Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 20.-24.05.). Zwischen dem Auftreten der ersten (25.-29.04.) und dem der letzten (10.-14.05.) geöffneten Blumen im Jahr 2000 lagen ebenfalls vier Fünf-Tage-Blocks. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich über drei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 15.-19.05.). Die Blumenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 betrug 20.44, 3.74 und 5.77 geöffnete Blumen/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 waren der 15.-19.05., der 30.04.-04.05. und der 05.-09.05..

Über sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 20.-24.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 6.98 geöffneten Blumen/100 m<sup>2</sup> wurde für den 15.-19.05. errechnet. Die KdB erstreckt sich über zwei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. und 10.-14.05.), innerhalb derer 43.65% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 25).

*Galium odoratum* war entlang des Transekts mindestens während fünf, maximal während sieben Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von sieben Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis

30.05.-03.06.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über fünf Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 20.-24.05.). Zwischen dem Auftreten der ersten (05.-09.05.) und dem der letzten (30.05.-03.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen sechs Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 173.24, 561.62 und 964.74 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.05. im Jahr 1998, der 05.-09.05. im Jahr 2000 sowie der 20.-24.05. im Jahr 2001.

Über sieben Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 30.05.-03.06.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 491.48 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 15.-19.05.. Die KdB erstreckt sich über vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 20.-24.05.), innerhalb derer 92.59% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 26).

*Polygonatum multiflorum* war entlang des Transekts mindestens während drei, maximal während vier Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05 bis 20.-24.05.). Zwischen dem Auftreten der ersten (30.04.-04.05.) und dem der letzten (15.-19.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen ebenfalls vier Fünf-Tage-Blocks. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich über drei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 20.-24.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 betrug 11.39, 51.95 und 2.50 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 waren der 15.-19.05., der 05.-09.05. und der 20.-24.05..

Über fünf Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 20.-24.05.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 17.45 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> wurde für den 05.-09.05. errechnet. Die KdB erstreckt sich über zwei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. und 15.-19.05.), innerhalb derer 42.46% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 27).

*Phyteuma spicata* war entlang des Transekts mindestens während sechs, maximal während acht Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von acht Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 14.-18.06.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 04.-08.06.). Zwischen dem Auftreten der ersten (10.-14.05.) und dem der letzten (09.-13.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen sieben Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 764.27, 394.07 und 477.46 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 20.-24.05. in den Jahren 1998 und 2000 sowie der 25.-29.05. im Jahr 2001.

---

Über acht Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 14.-18.06.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 389.96 geöffneter Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 20.-24.05.. Die KdB erstreckt sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 04.-08.06.), innerhalb derer 99.49% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 28).

*Silene dioica* war entlang des Transekts mindestens während zehn, maximal während elf Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über elf Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05 bis 29.06.-03.07.). Zwischen dem Auftreten der ersten (10.-14.05.) und dem der letzten (24.-28.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen zehn Fünf-Tage Blocks. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich ebenfalls über zehn Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 29.06.-03.07.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 betrug 0.47, 0.94 und 2.50 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 waren der 14.-18.06., der 20.-24.05. und der 25.-29.05..

Über elf Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 29.06.-03.07.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 1.14 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> wurde für den 25.-29.05. errechnet. Die KdB erstreckt sich über neun Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. und 24.-28.06.), innerhalb derer 95.90% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 29).

*Geranium robertianum* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während zehn Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Innerhalb der drei Beobachtungsjahre war das Jahr 1998 jenes mit der längsten Blühphase von zehn Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 29.06.-03.07.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über neun Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 24.-28.06.). Zwischen dem Auftreten der ersten (20.-24.05.) und dem der letzten (19.-23.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen sieben Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 0.55, 0.86 und 1.40 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 14.-18.06. im Jahr 1998 und der 25.-29.05. im Jahr 2000. Das Blühmaximum des Jahres 2001 dauerte drei Fünf-Tage-Blocks an (25.-29.05. bis 04.-08.06.).

Über zehn Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 29.06.-03.07.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 0.81 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 25.-29.05.. Die KdB erstreckt sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (20.-24.05. bis 19.-23.06.), innerhalb derer 85.33% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 30).

*Sanicula europaea* war entlang des Transekts mindestens während vier, maximal während sechs Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 09.-13.06.). Das Jahr 2000 war jenes mit der kürzesten Blühphase mit vier Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 30.05.-03.06.). Zwischen dem Auftreten der ersten (20.-24.05.) und dem der letzten (14.-18.06.) geöffneten Blüten lagen im Jahr 2001 sechs Fünf-Tage-Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 31.98, 139.63 und 176.28 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 30.05.-03.06. im Jahr 1998, der 15.-19.05. im Jahr 2000 sowie der 25.-29.05. im Jahr 2001.

Über sieben Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. bis 14.-18.06.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 80.69 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 25.-29.05.. Die KdB erstreckt sich über drei Fünf-Tage-Blocks (20.-24.05. bis 30.05.-03.06.), innerhalb derer 63.36% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 31).

*Geum urbanum* war entlang des Transekts mindestens während sechs, maximal während acht Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 29.06.-03.07.). Zwischen dem Auftreten der ersten (20.-24.05.) und dem der letzten (24.-28.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen acht Fünf-Tage-Blocks. Das Jahr 2001 war jenes mit der kürzesten Blühphase mit sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 19.-23.06.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 5.07, 2.11 und 3.59 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 14.-18.06. im Jahr 1998, der 25.-29.05. im Jahr 2000 und der 04.-08.06. im Jahr 2001.

Über neun Fünf-Tage-Blocks (20.-24.05. bis 29.06.-03.07.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 2.73 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 04.-08.06.. Die KdB erstreckt sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 19.-23.06.), innerhalb derer 76.30% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 32).

*Aegopodium podagraria* war entlang des Transekts mindestens während sieben, maximal während acht Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 1998 erstreckte sich über sieben Fünf-Tage-Blocks (30.05.-03.06. bis 29.06.-03.07.). Zwischen dem Auftreten der ersten (25.-29.05.) und dem der letzten (24.-28.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2000 lagen ebenfalls sieben Fünf-Tage-Blocks. Das Jahr 2001 war jenes mit der längsten Blühphase mit acht Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 29.06.-03.07.). Die Blütenzahl der

---

Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 438.07, 1039.94 und 1276.83 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 14.-18.06. in den Jahren 1998 und 2001 sowie der 09.-13.06. im Jahr 2000.

Über acht Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 29.06.-03.07.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 913.31 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 09.-13.06.. Die KdB erstreckt sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (30.05.-03.06. bis 24.-28.06.), innerhalb derer 96.28% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 33).

*Aruncus sylvestris* war entlang des Transekts mindestens während fünf, maximal während sechs Fünf-Tage-Blocks blühend anzutreffen. Das Jahr 1998 war jenes mit der kürzesten Blühphase mit fünf Fünf-Tage-Blocks (30.05.-03.06. bis 19.-23.06.). Die Blühphase des Jahres 2000 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 19.-23.06.). Zwischen dem Auftreten der ersten (04.-08.05.) und dem der letzten (29.06.-03.07.) geöffneten Blüten lagen im Jahr 2001 ebenfalls sechs Fünf-Tage-Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 3307.33, 2237.52 und 3406.08 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 14.-18.06. in den Jahren 1998 und 2001 sowie der 09.-13.06. im Jahr 2000.

Über acht Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 29.06.-03.07.) erstreckt sich das beobachtete Auftreten geöffneter Blüten der PTB. Das durchschnittliche Blühmaximum mit 2742.84 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup> fiel auf den 14.-18.06.. Die KdB erstreckt sich über vier Fünf-Tage-Blocks (04.-08.06. bis 19.-23.06.), innerhalb derer 87.52% aller Blüten geöffnet anzutreffen waren (vgl. Abb. 34).

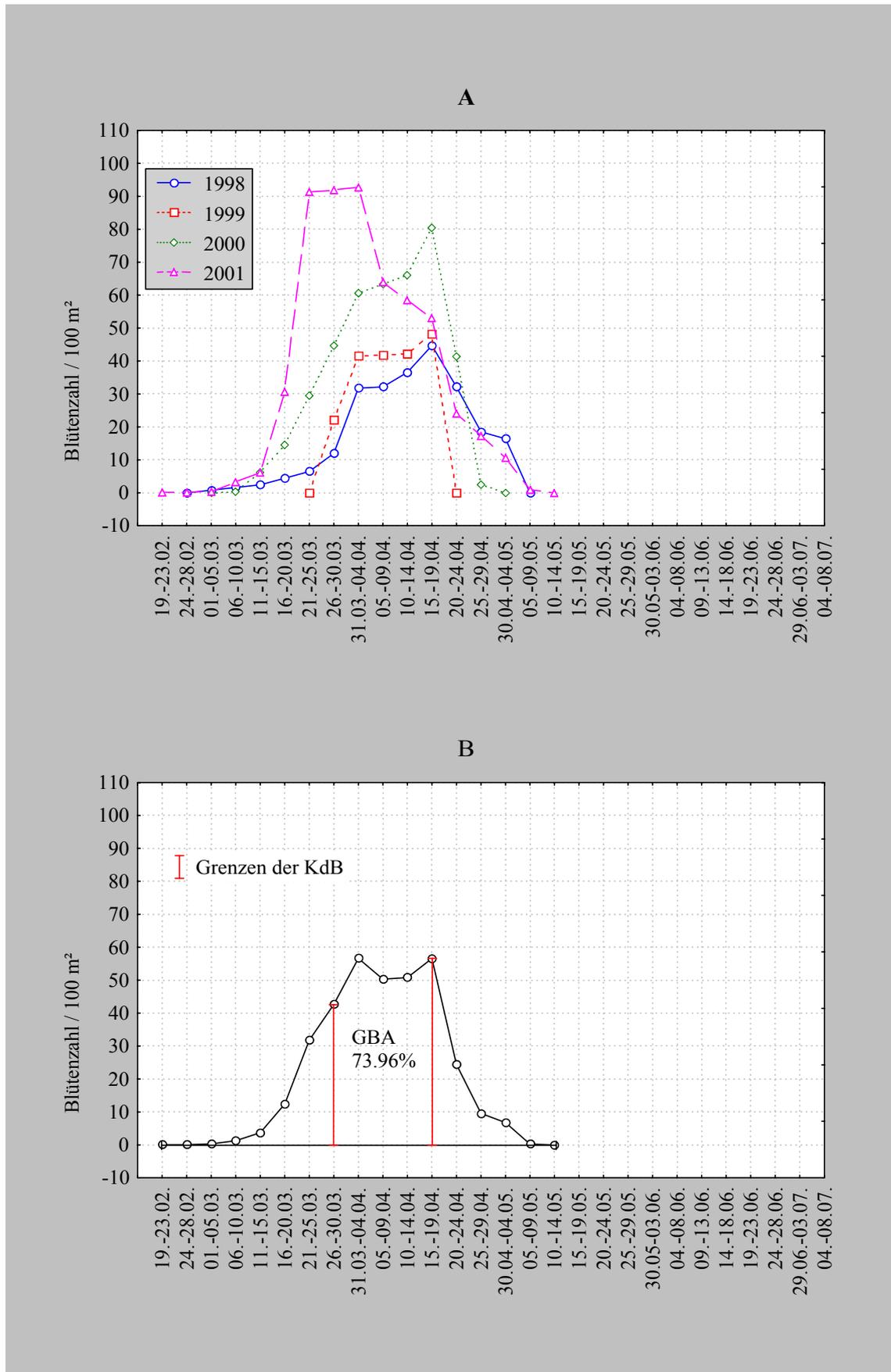


Abb. 10: *Chrysosplenium alternifolium*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

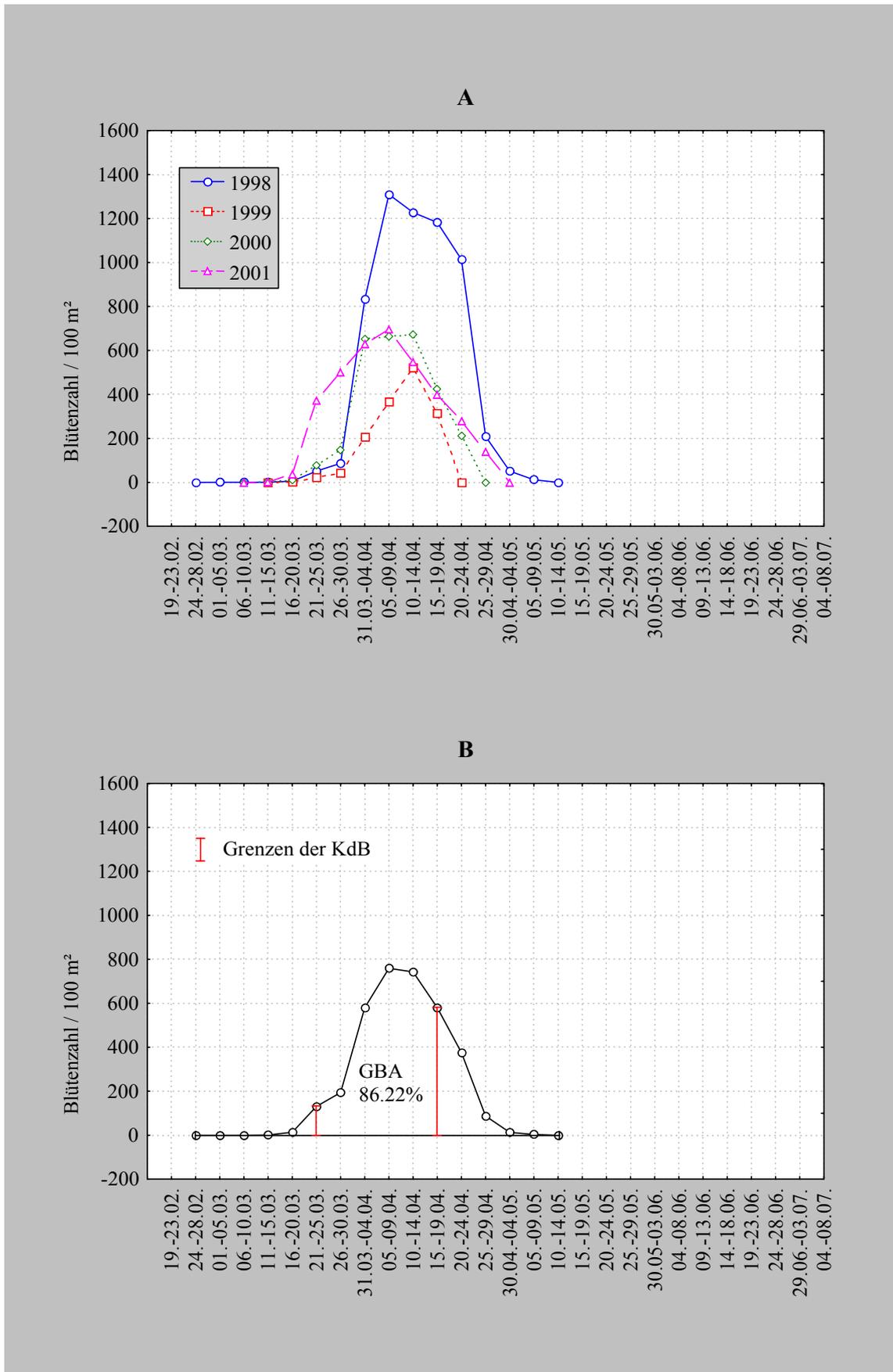


Abb. 11: *Anemone nemorosa*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

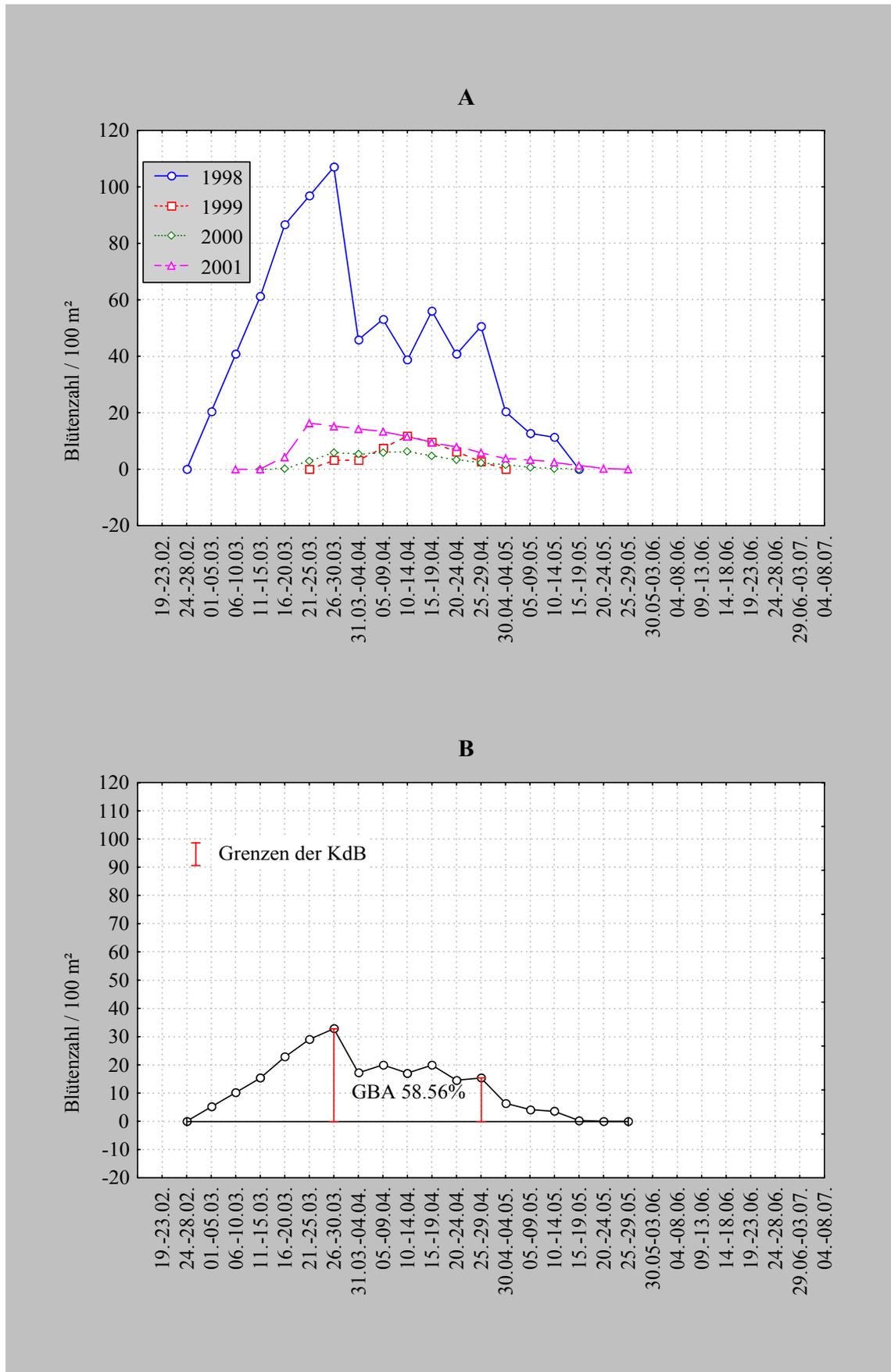


Abb. 12: *Pulmonaria officinalis*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

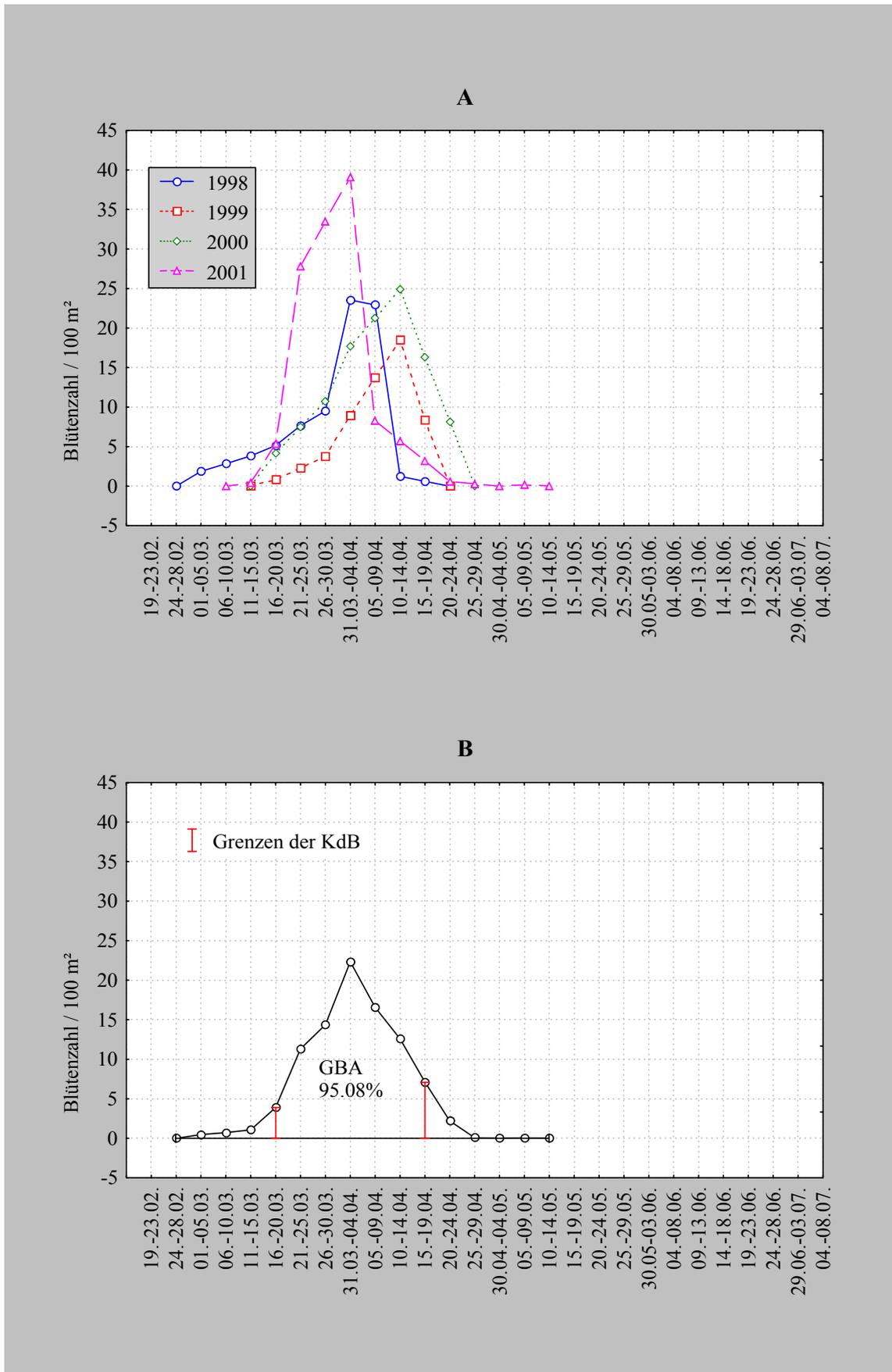


Abb. 13: *Primula elatior*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

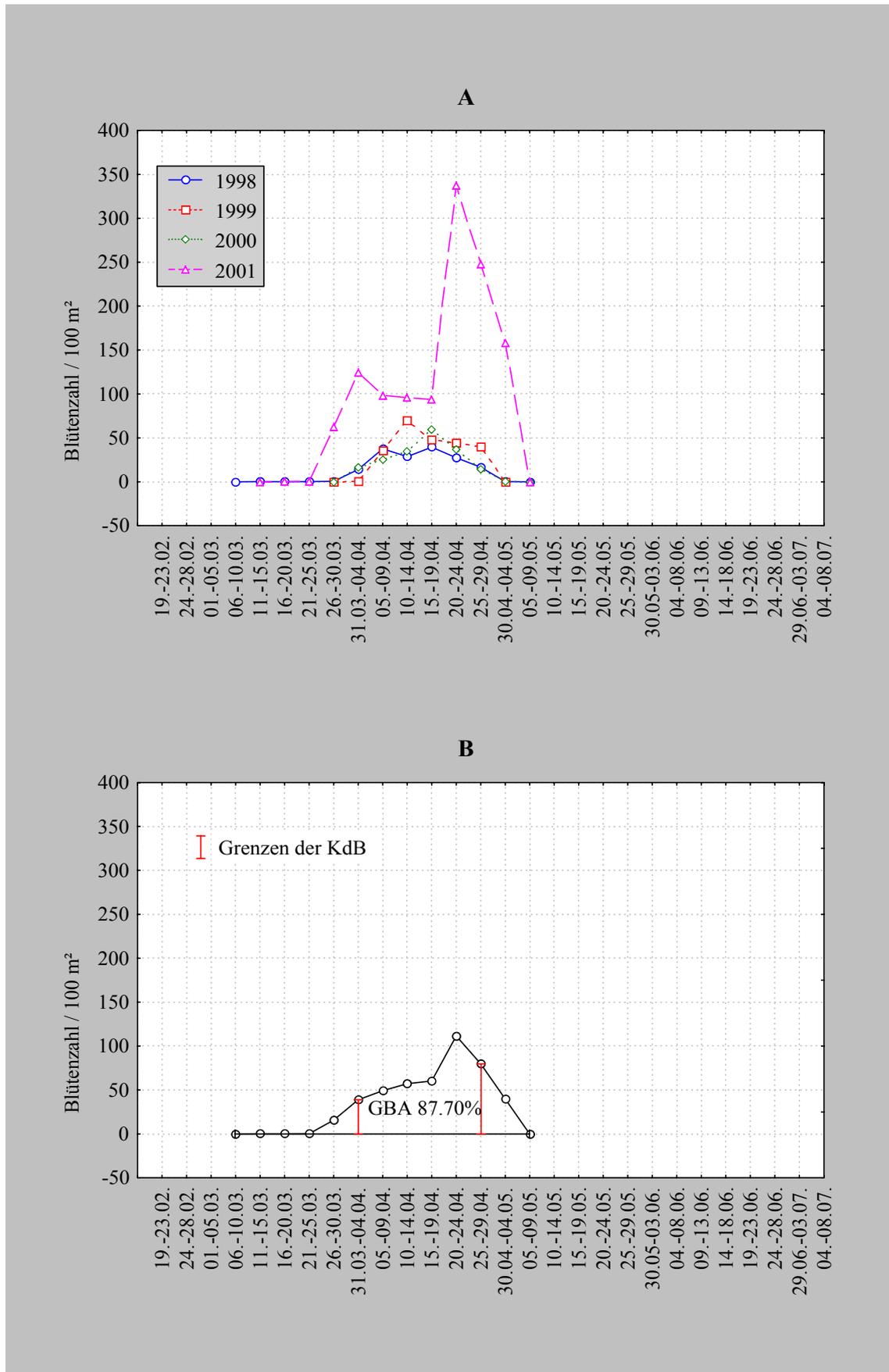


Abb. 14: *Ranunculus ficaria*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

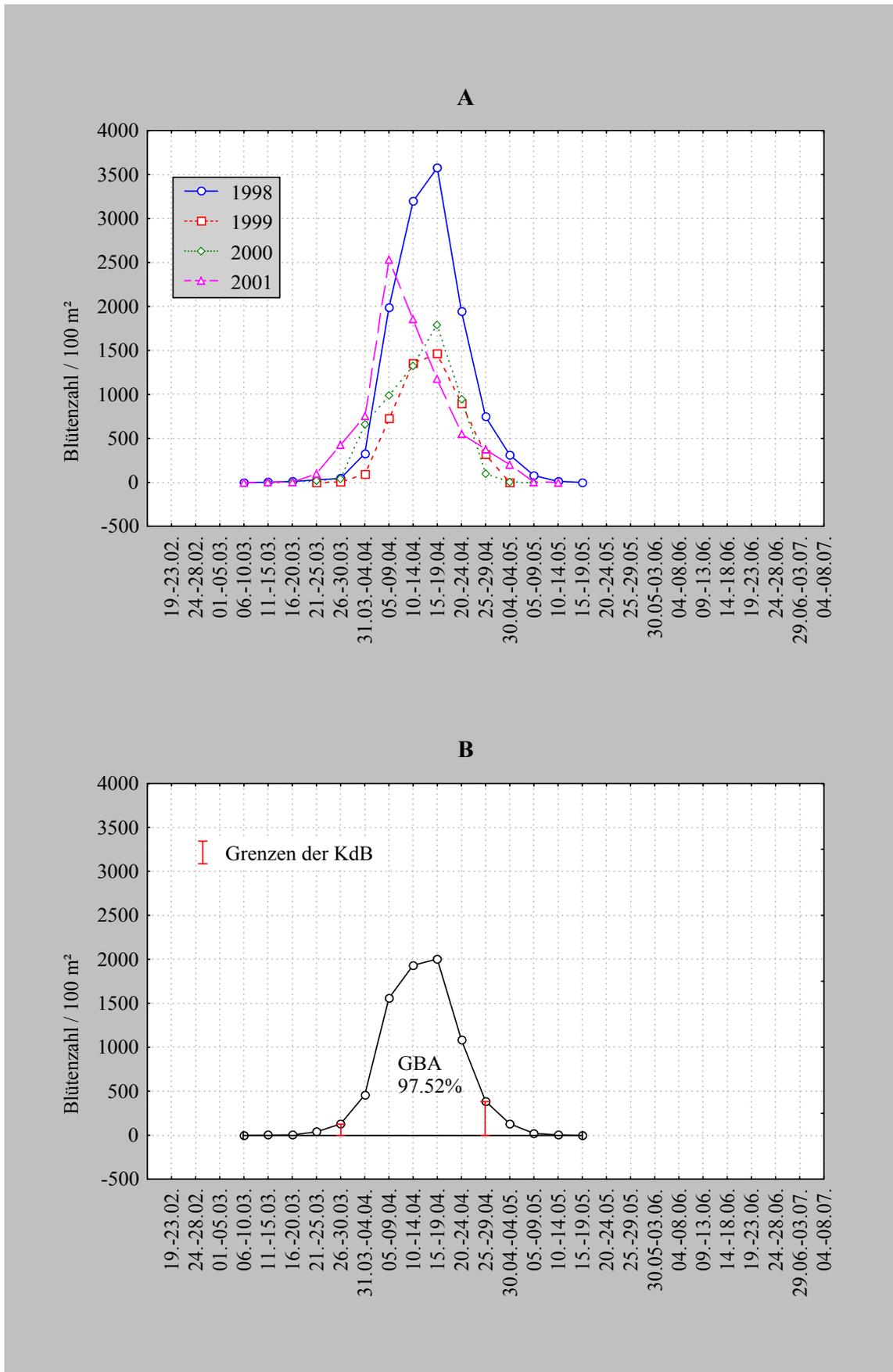


Abb. 15: *Corydalis cava*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

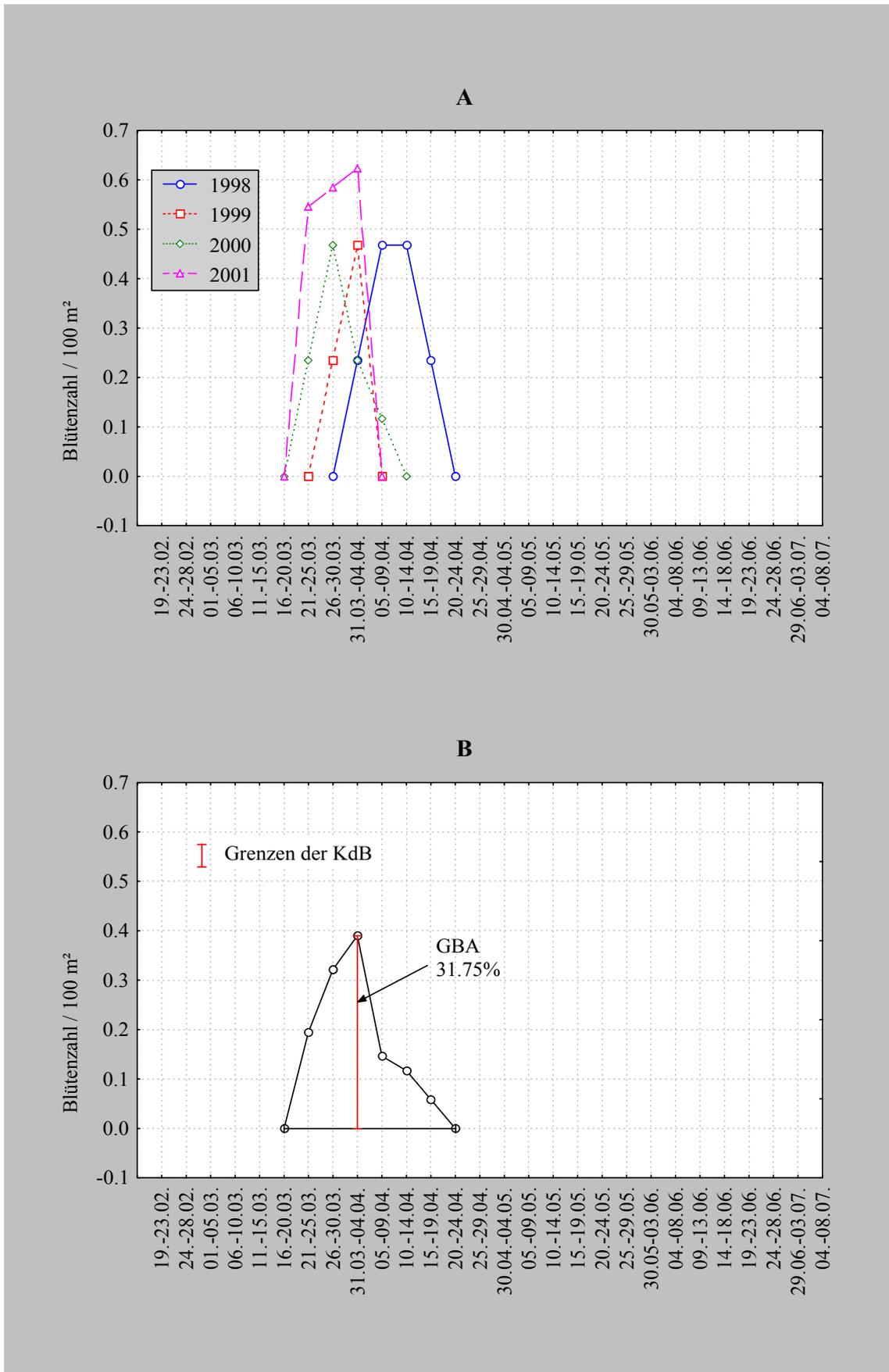


Abb. 16: *Gagea lutea*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

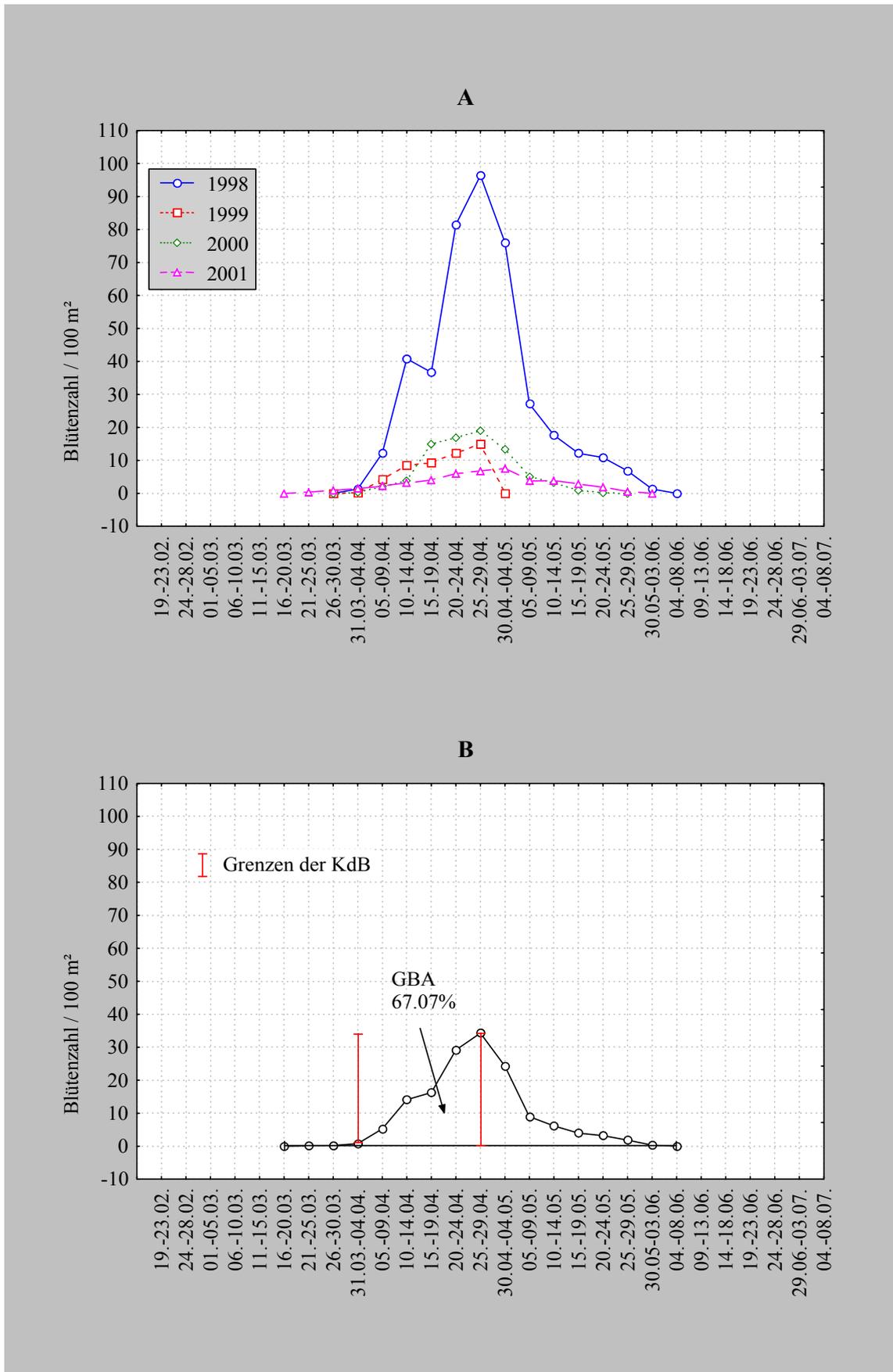


Abb. 17: *Vinca minor*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

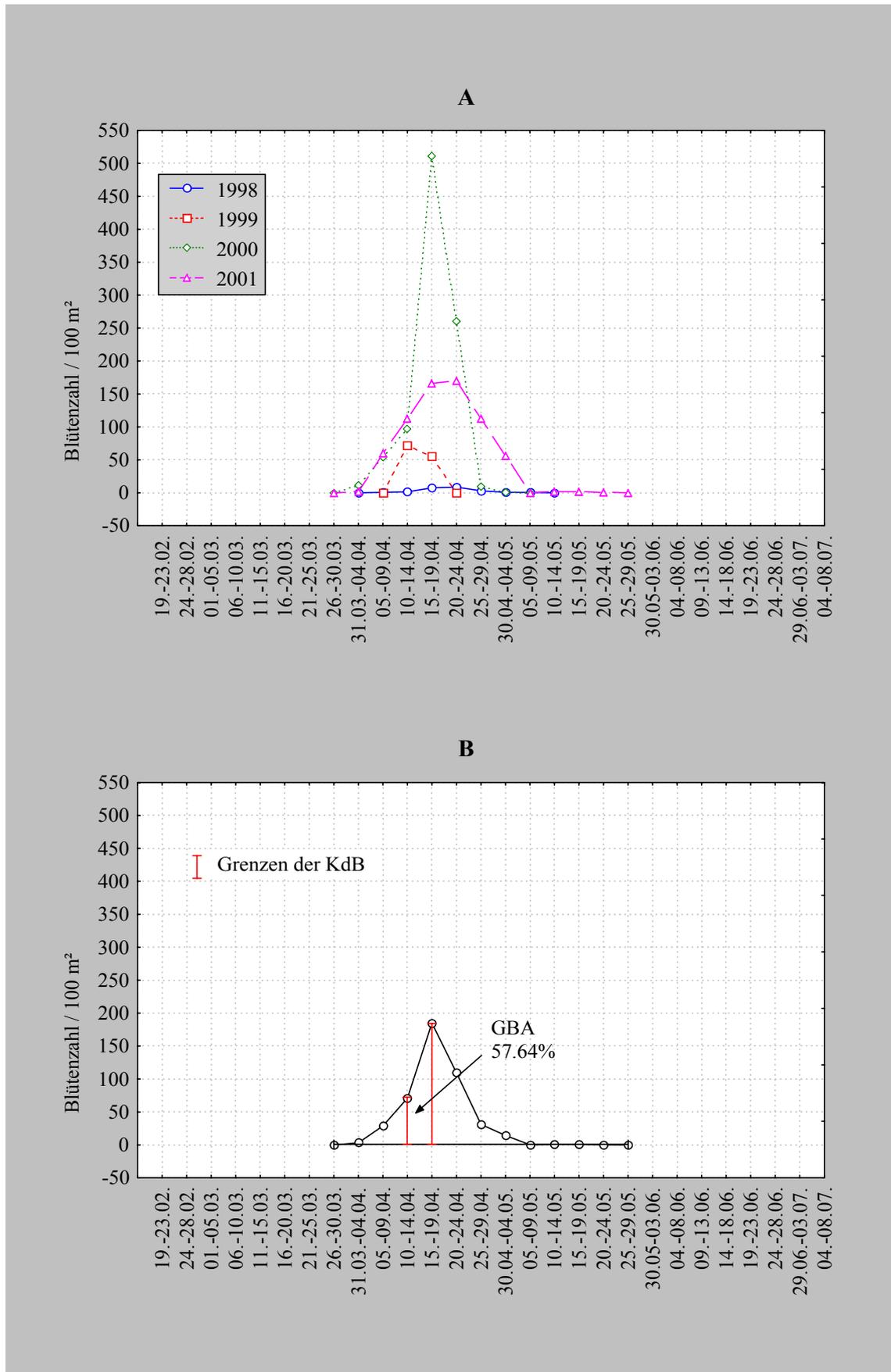


Abb. 18: *Oxalis acetosella*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

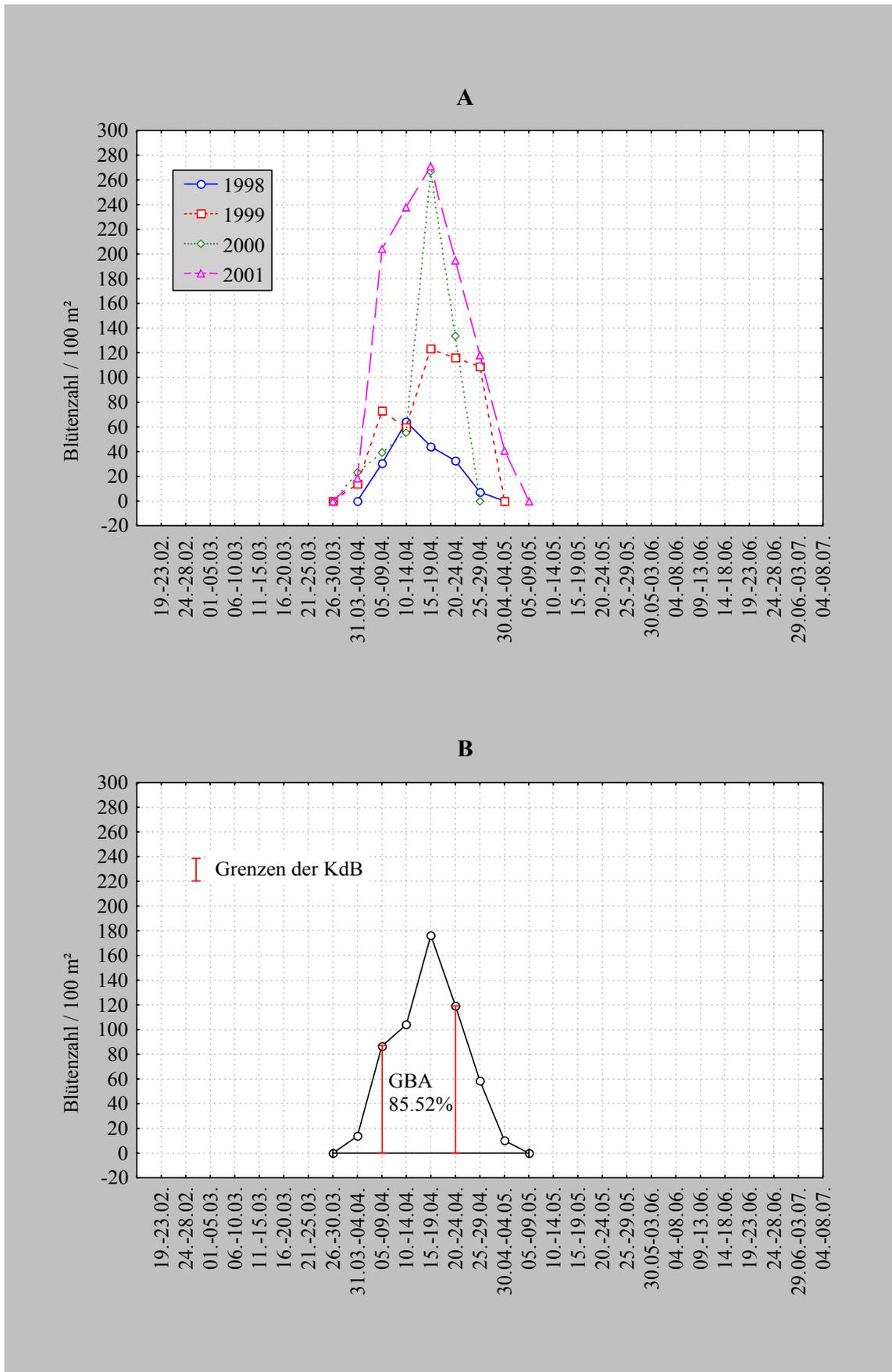


Abb. 19: *Adoxa moschatellina*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

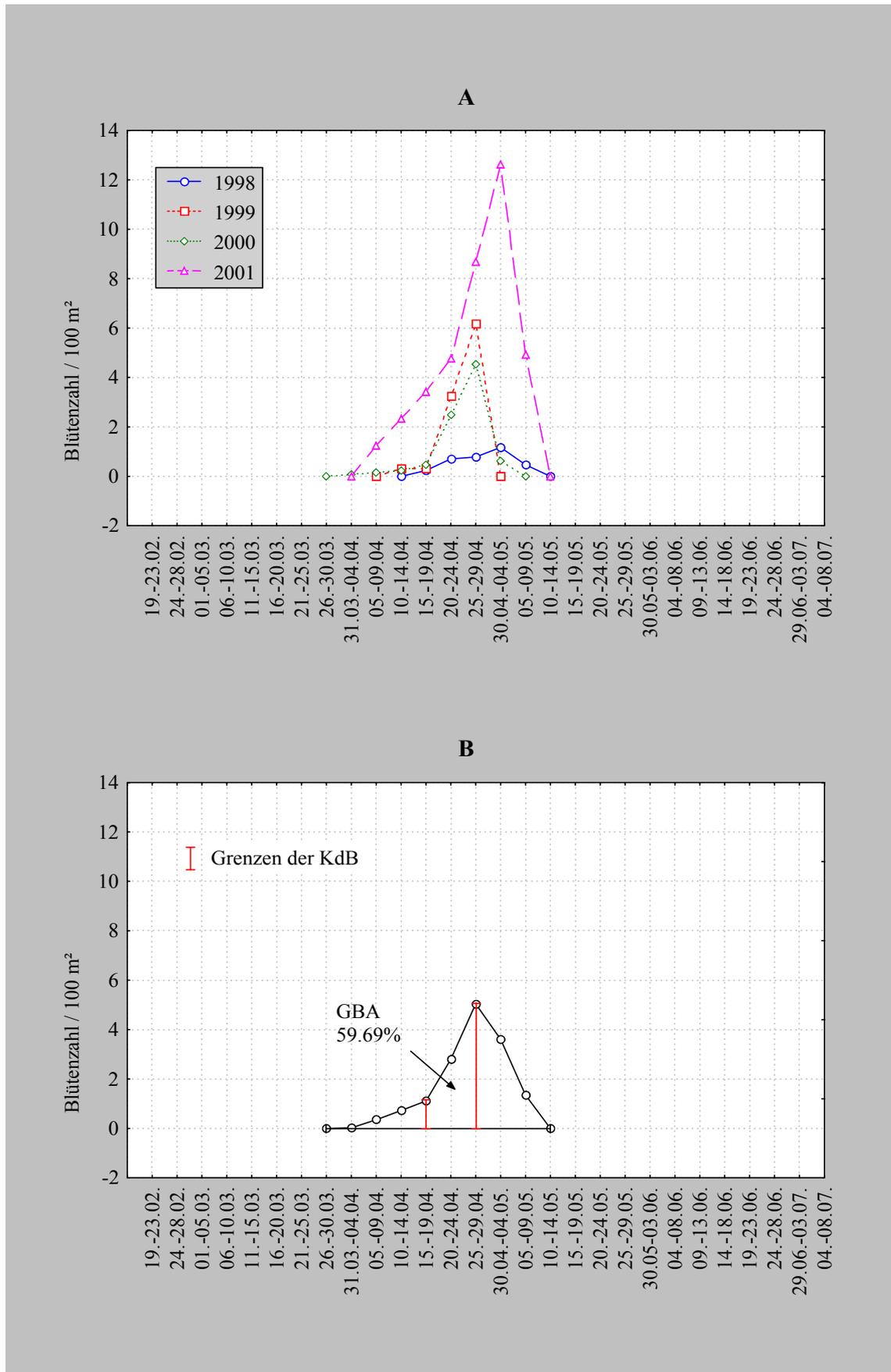


Abb. 20: *Viola reichenbachiana*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 1999, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

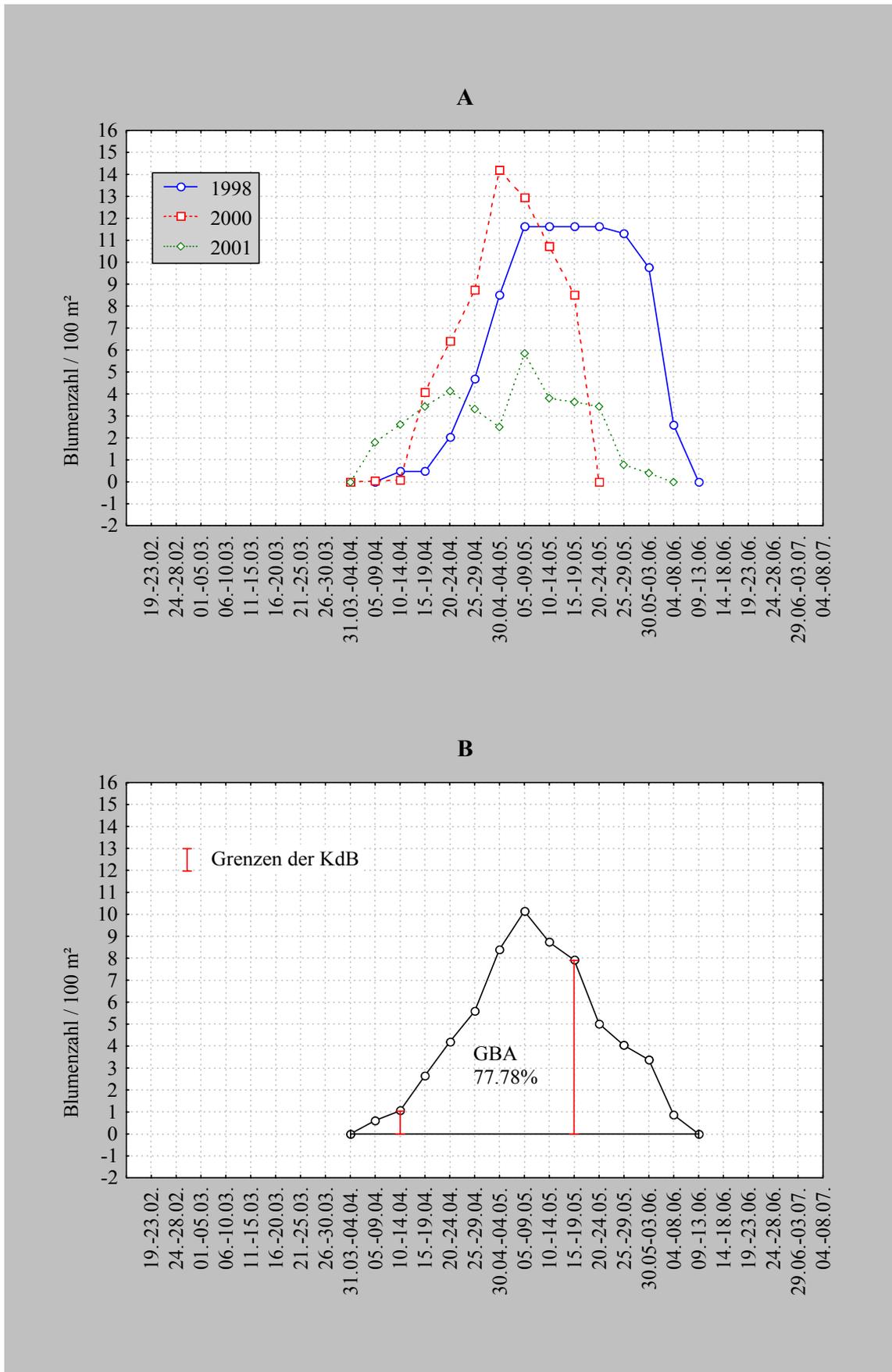


Abb. 21: *Euphorbia amygdaloides*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

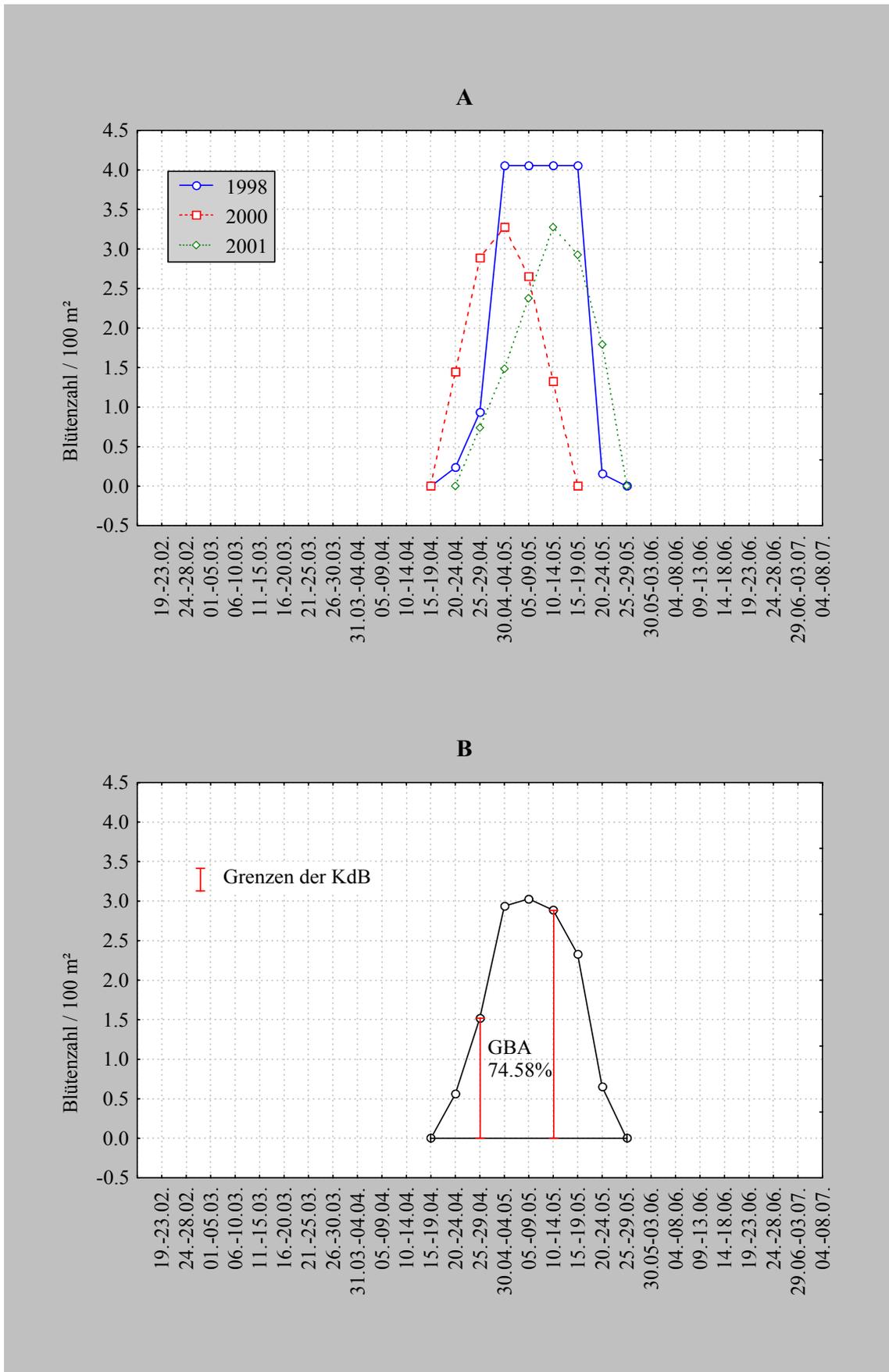


Abb. 22: *Paris quadrifolia*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

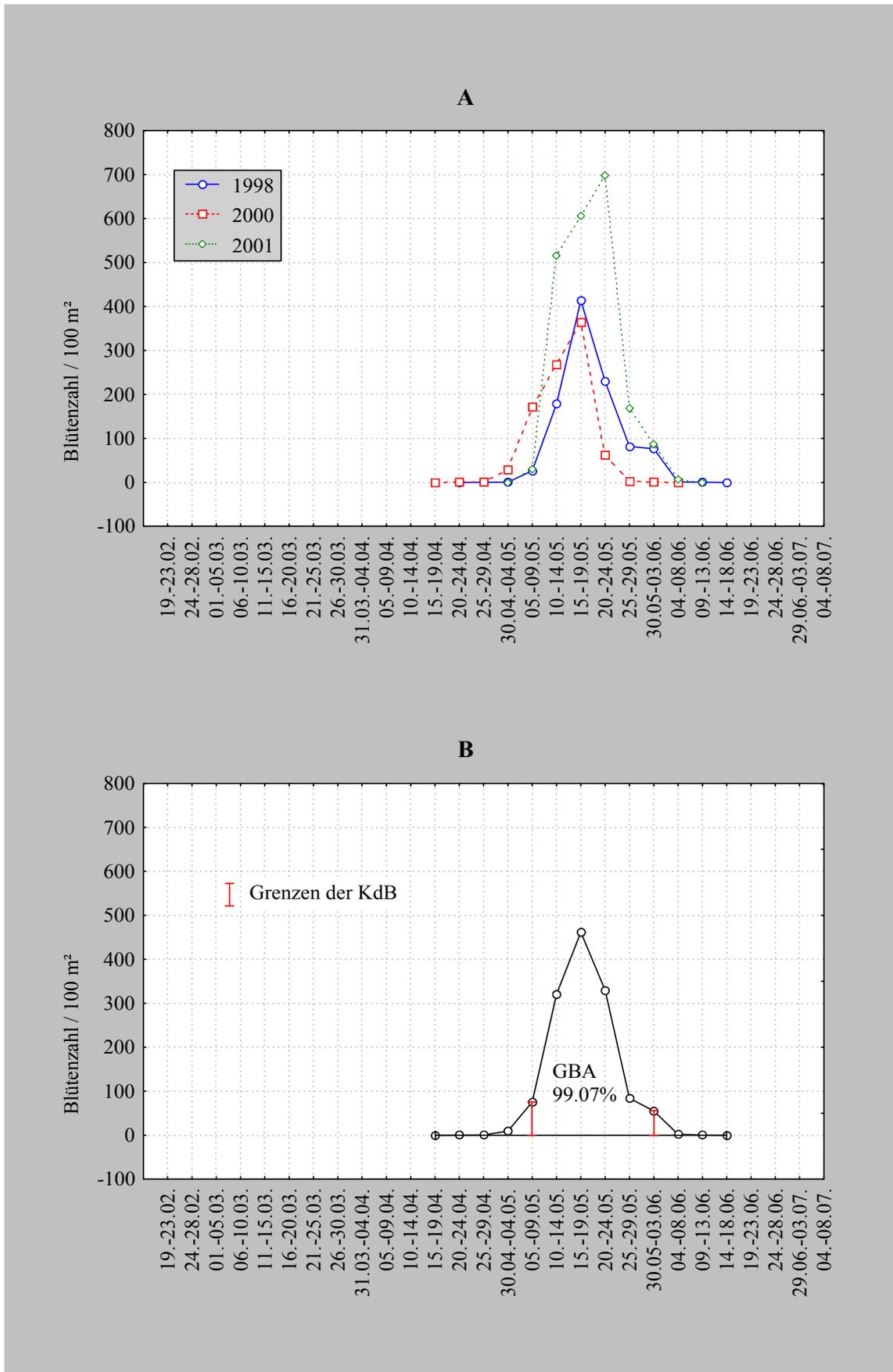


Abb. 23: *Galeobdolon luteum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

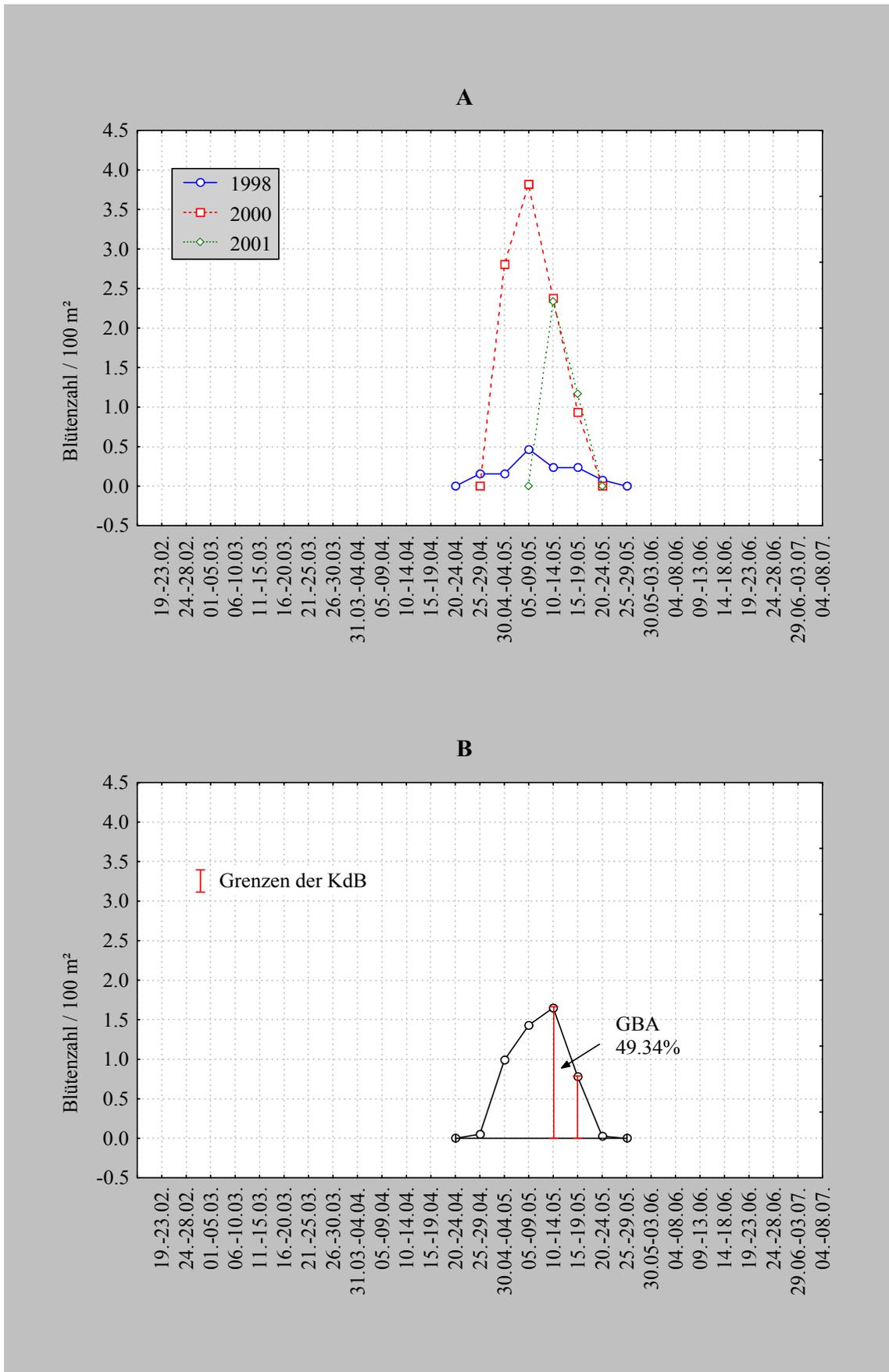


Abb. 24: *Ajuga reptans*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

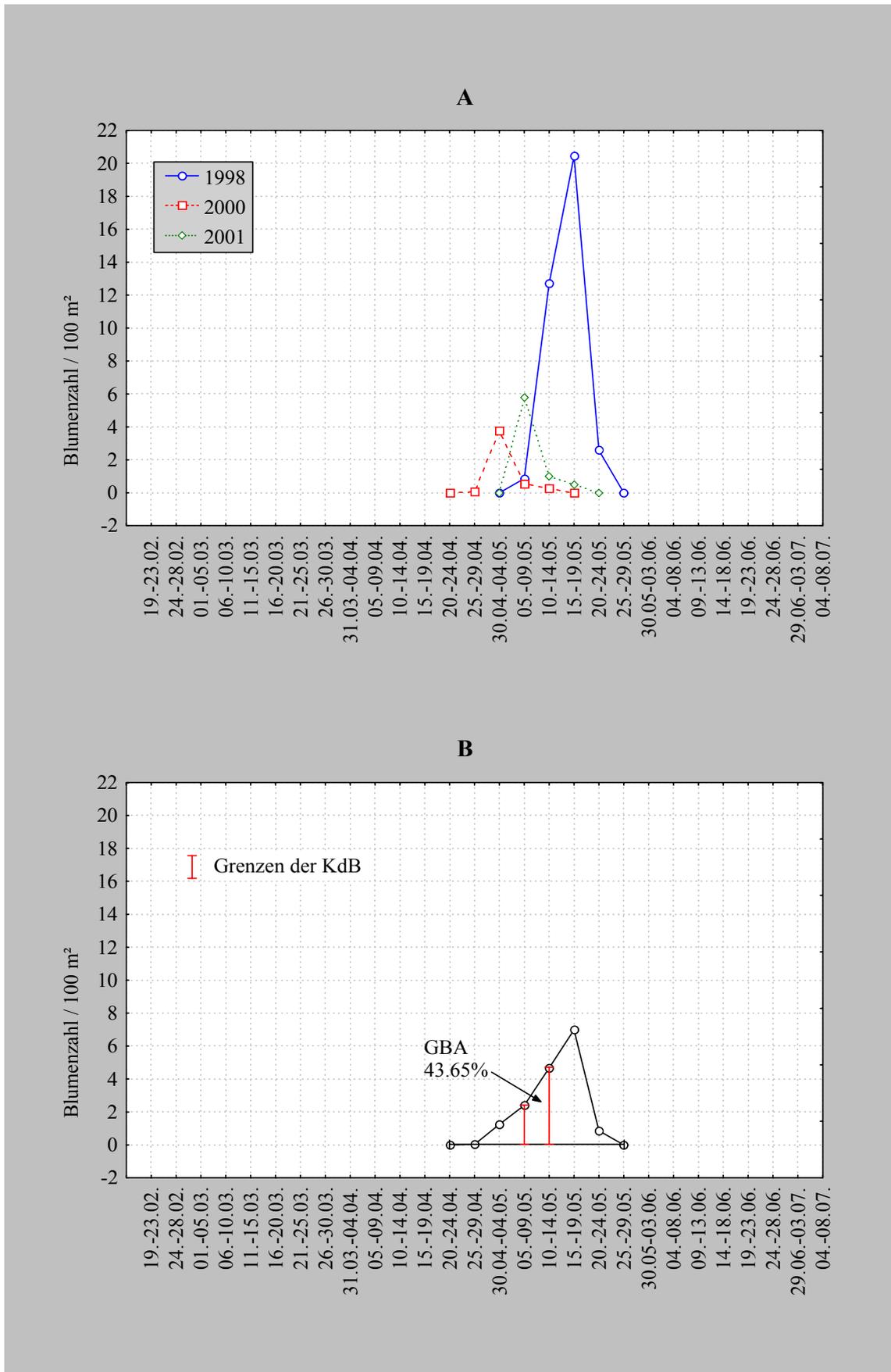


Abb. 25: *Arum maculatum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

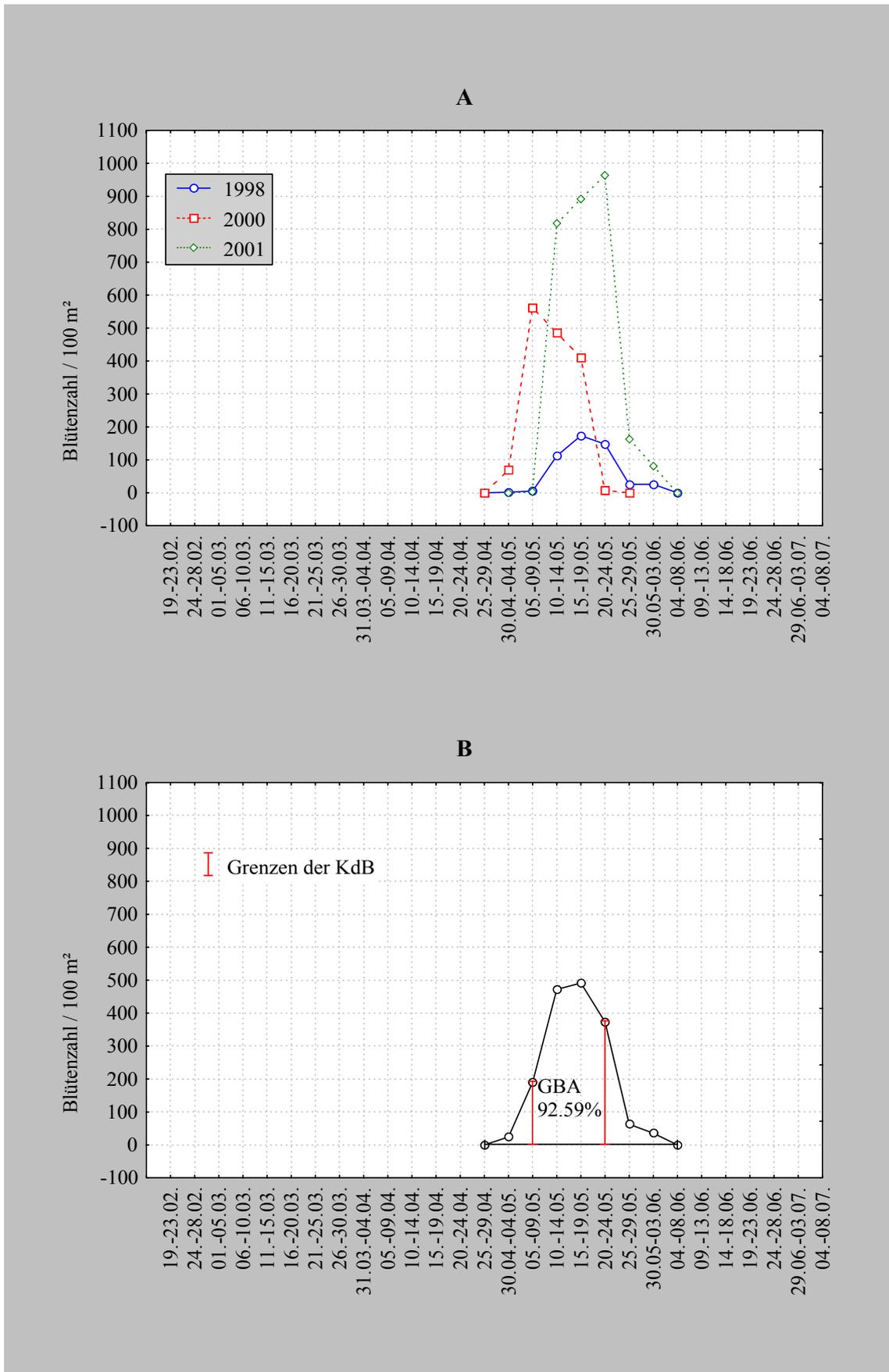


Abb. 26: *Galium odoratum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

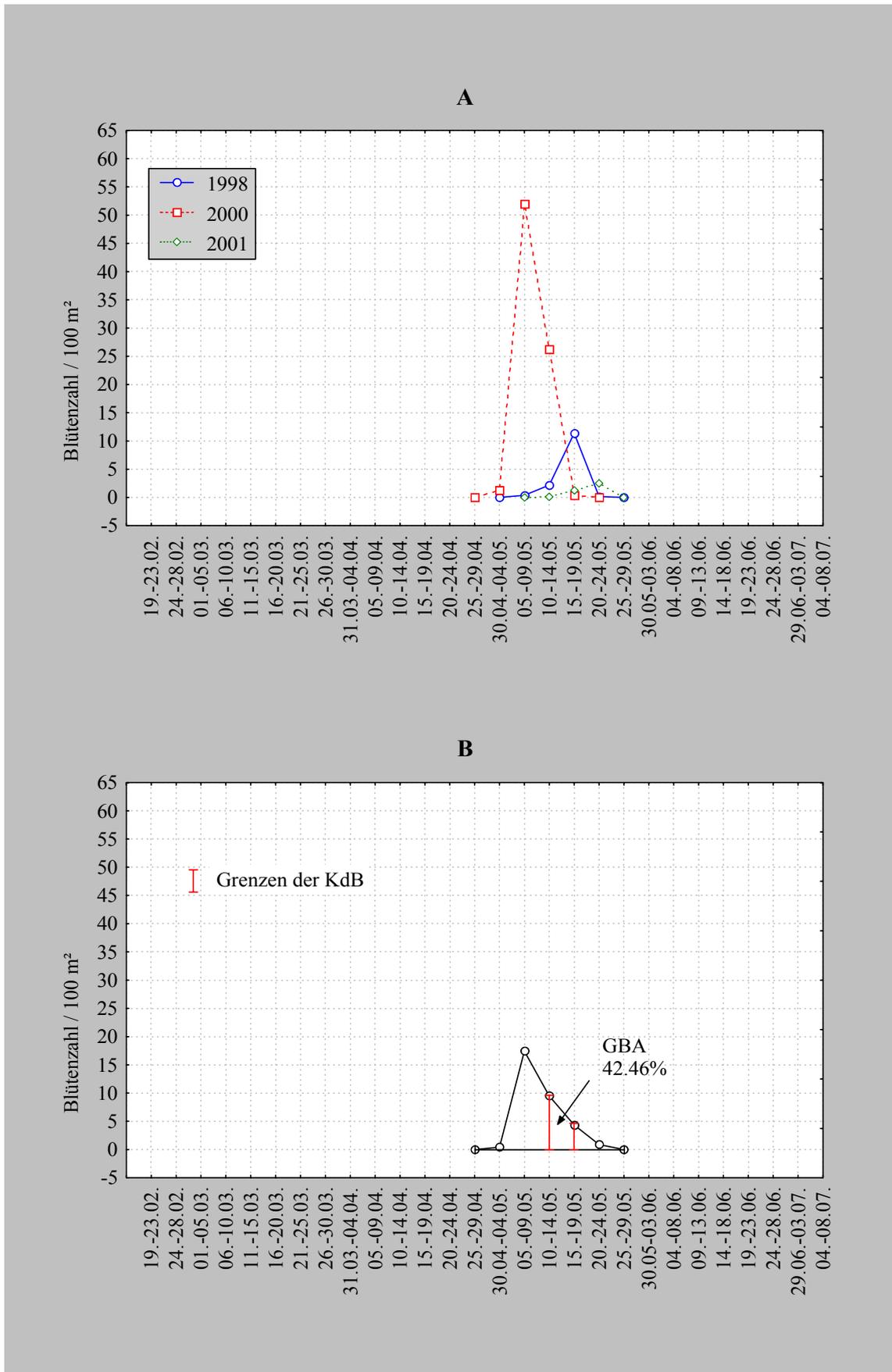


Abb. 27: *Polygonatum multiflorum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

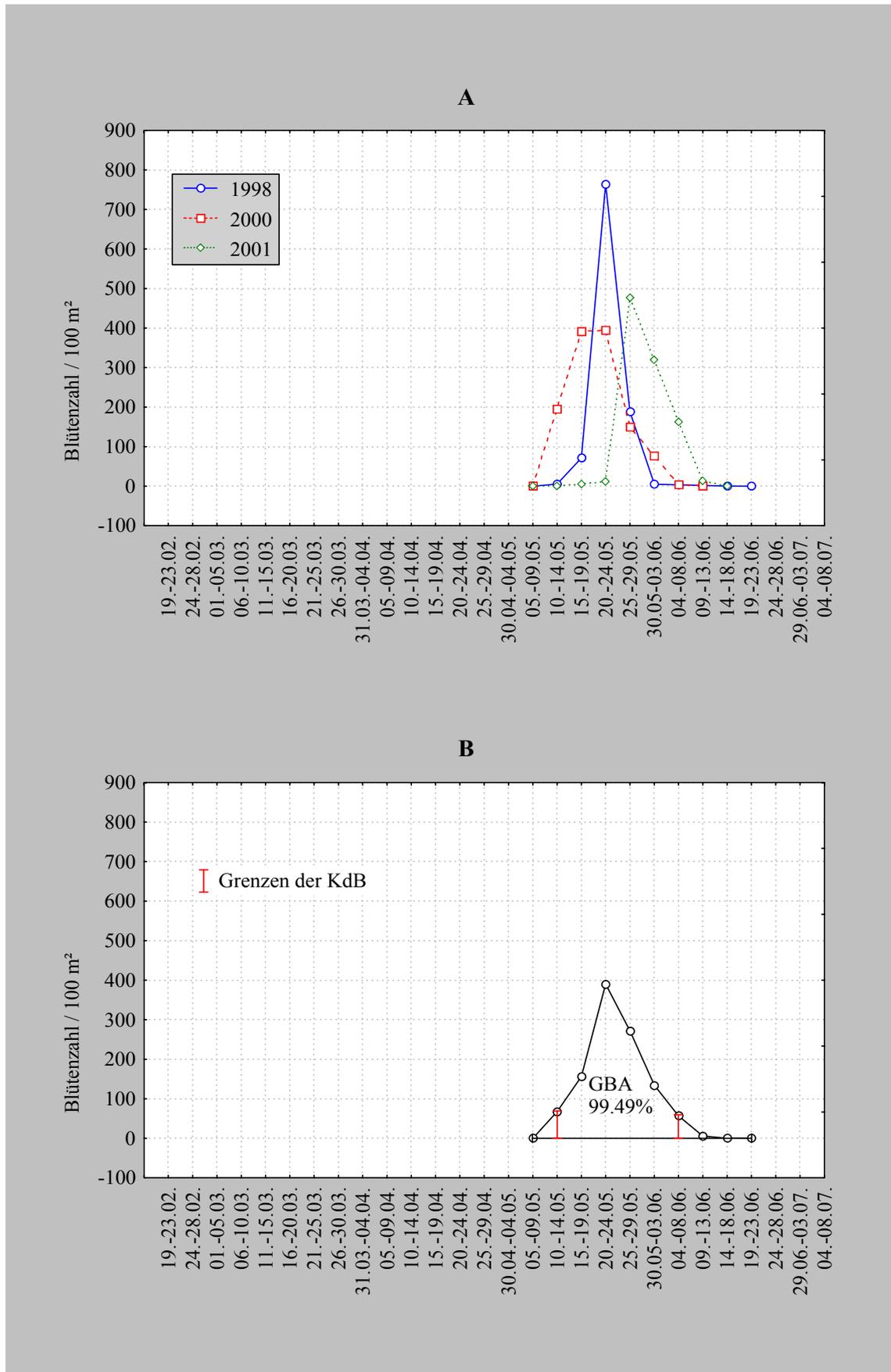


Abb. 28: *Phyteuma spicata*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

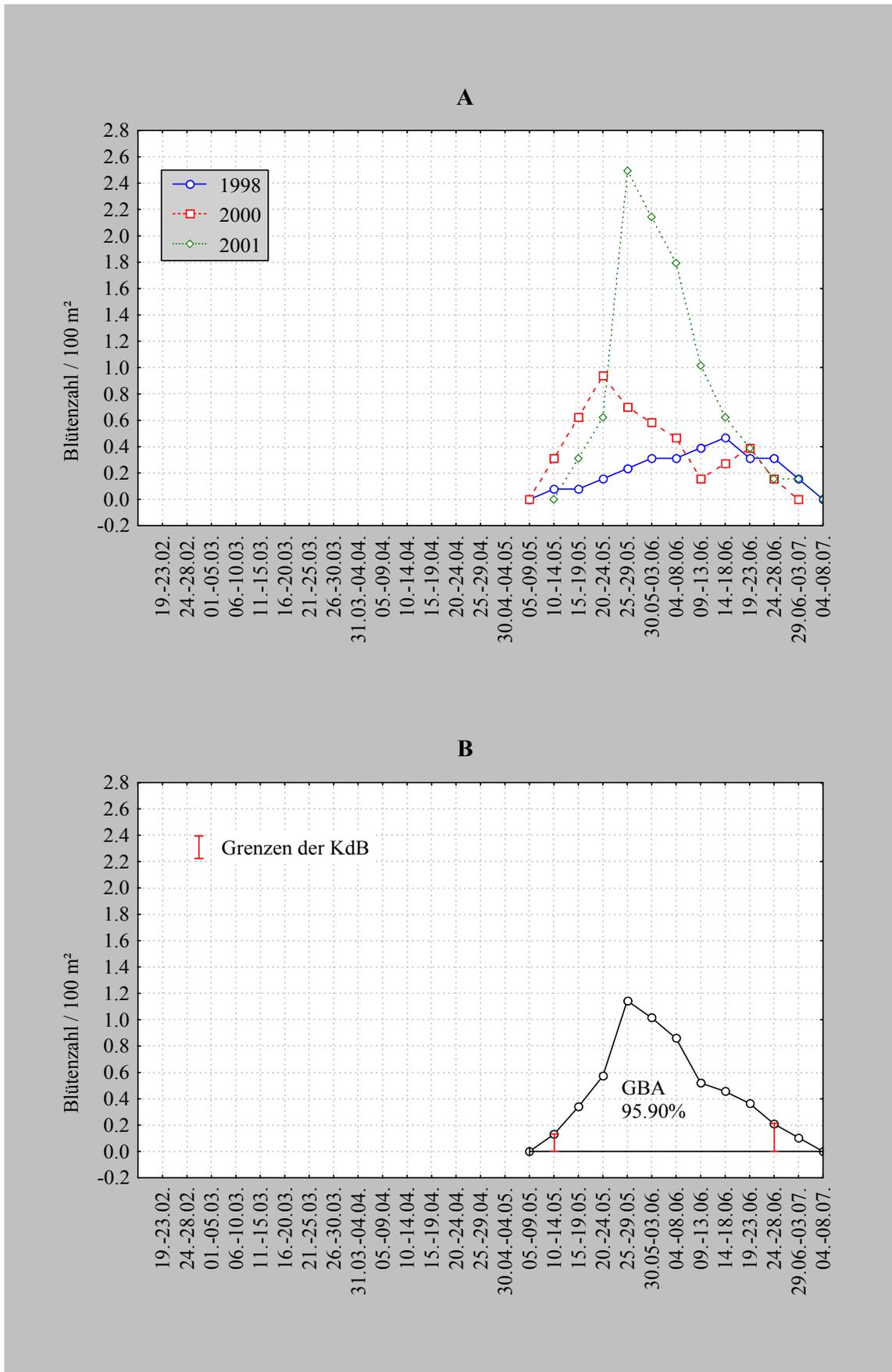


Abb. 29: *Silene dioica*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

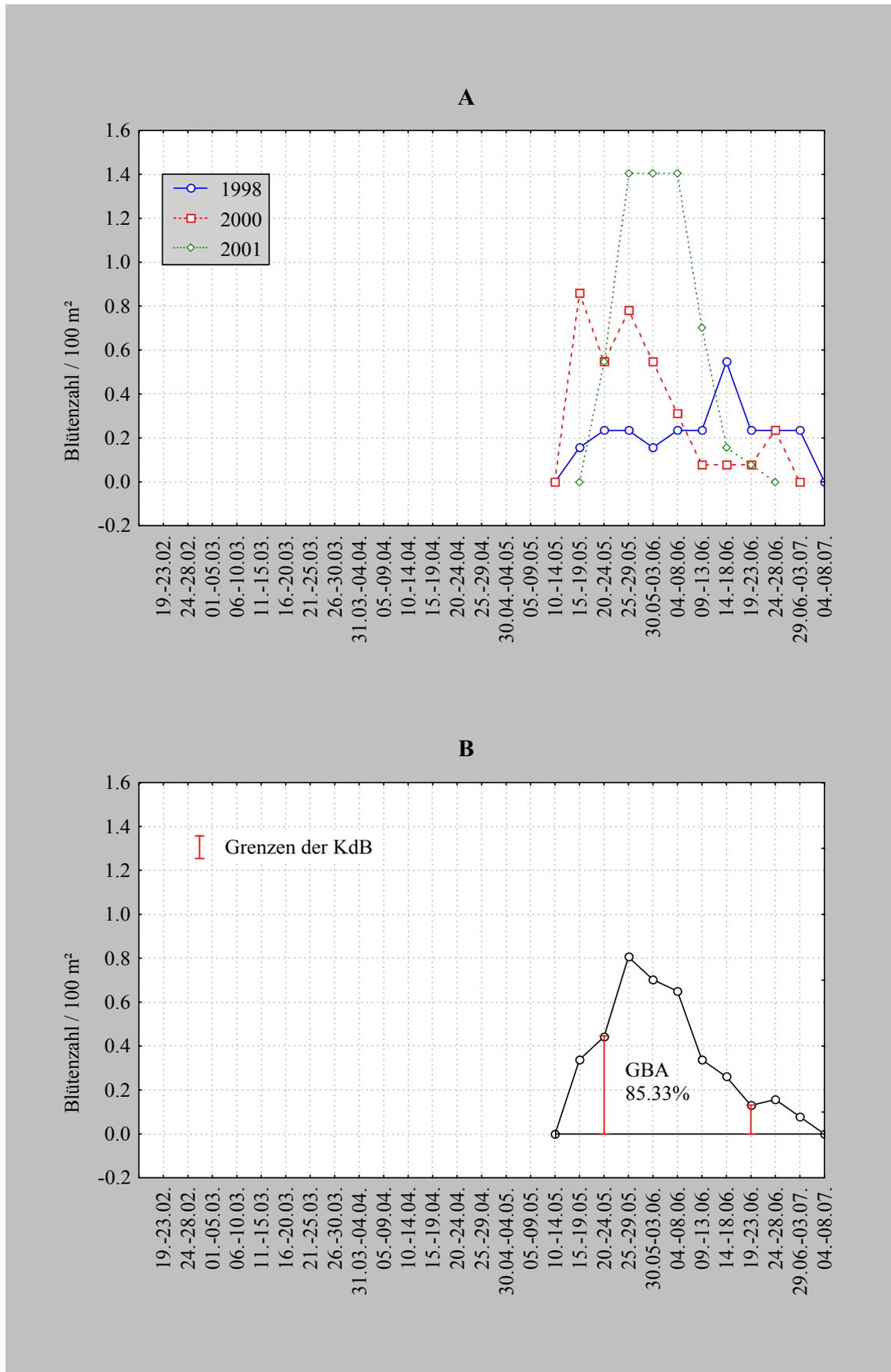


Abb. 30: *Geranium robertianum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

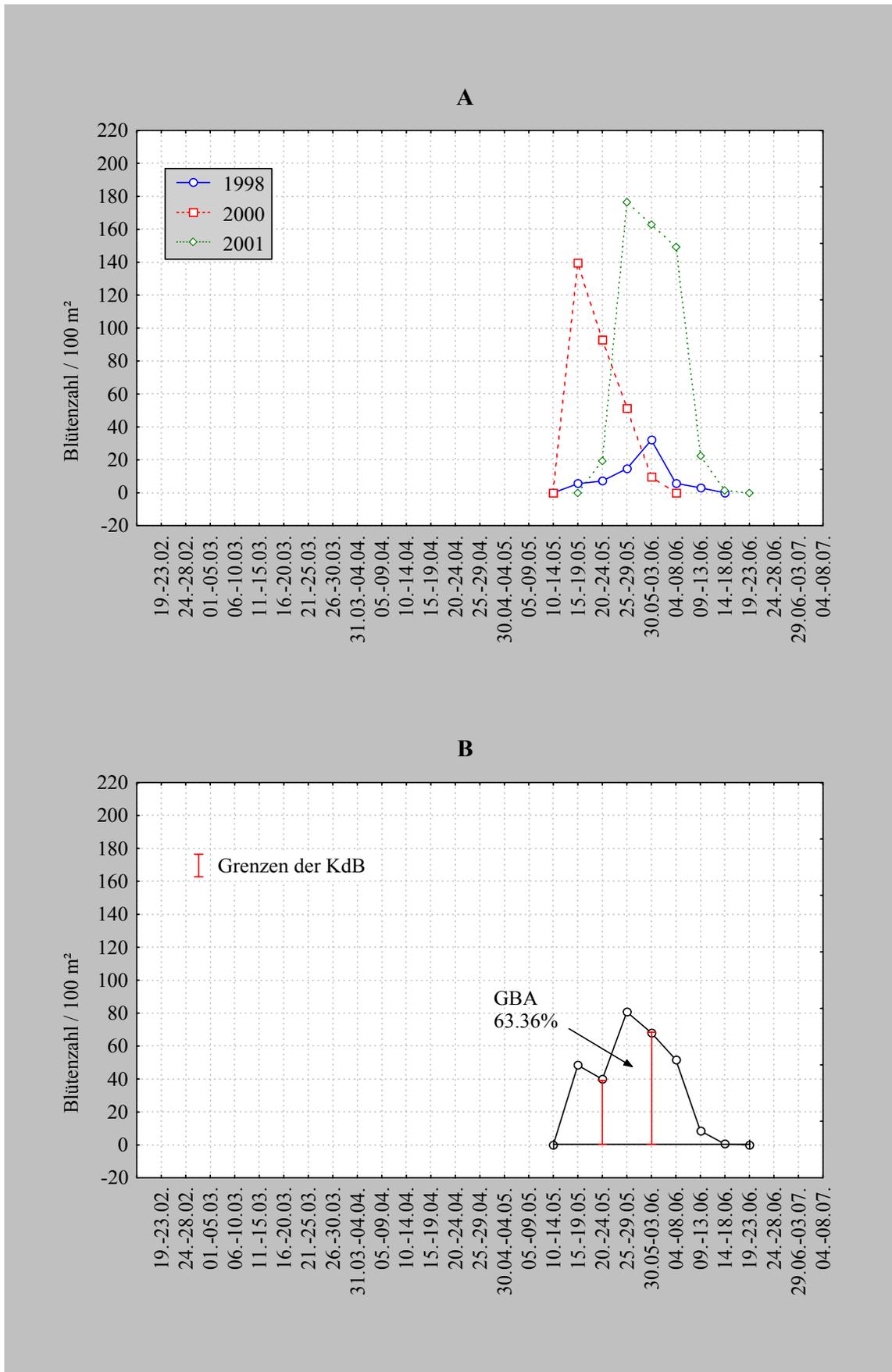


Abb. 31: *Sanicula europaea*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

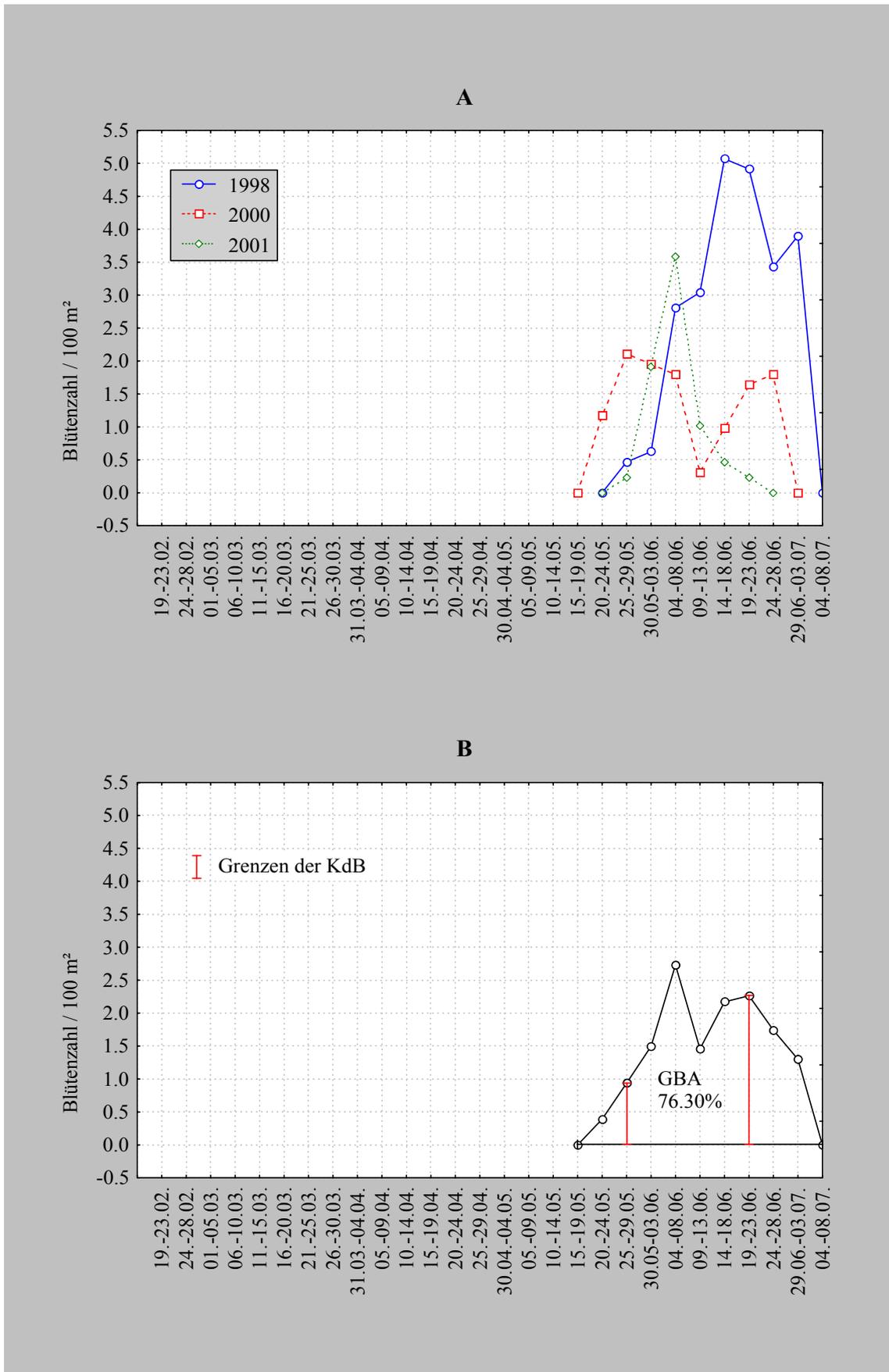


Abb. 32: *Geum urbanum*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

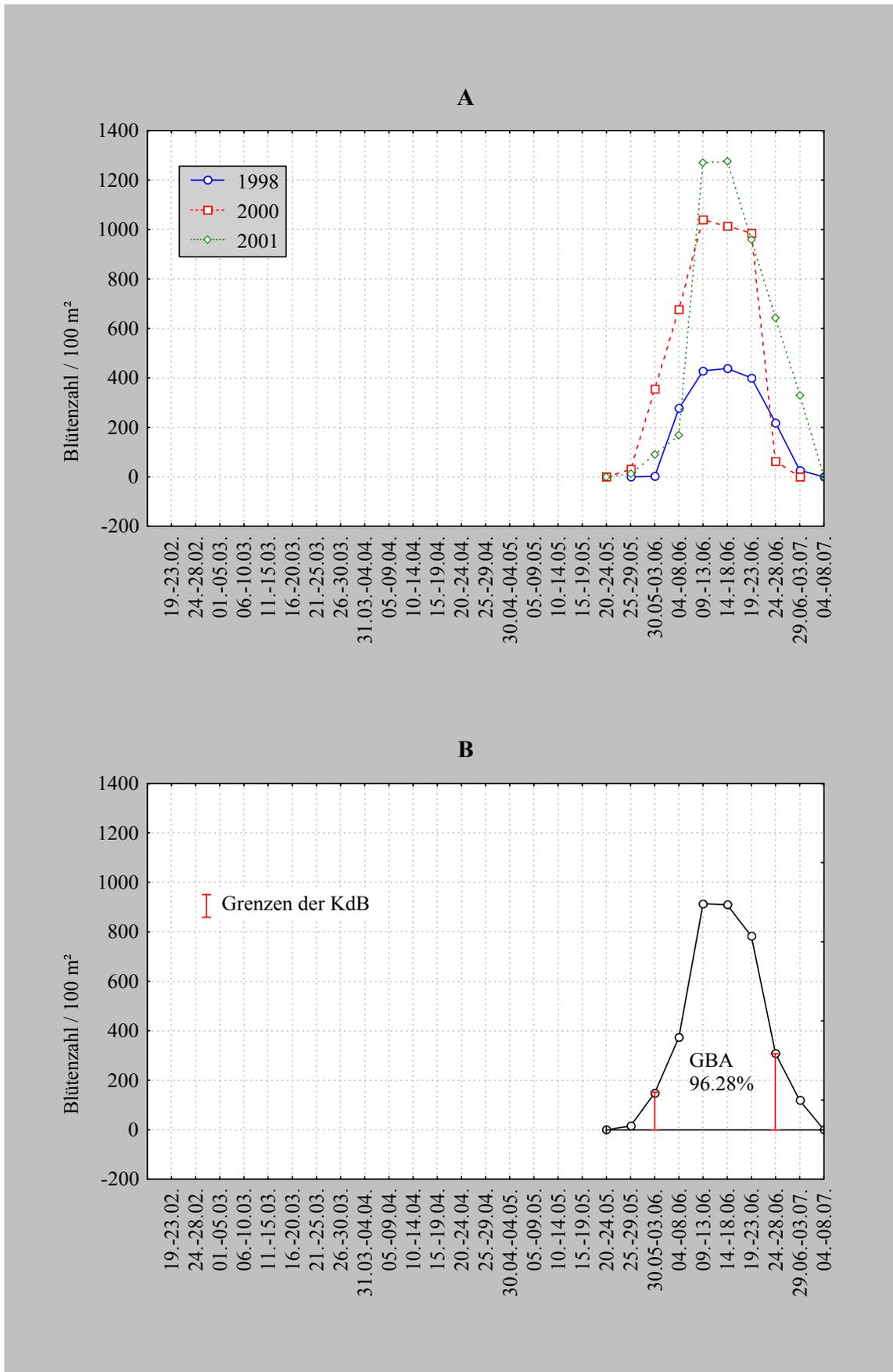


Abb. 33: *Aegopodium podagraria*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

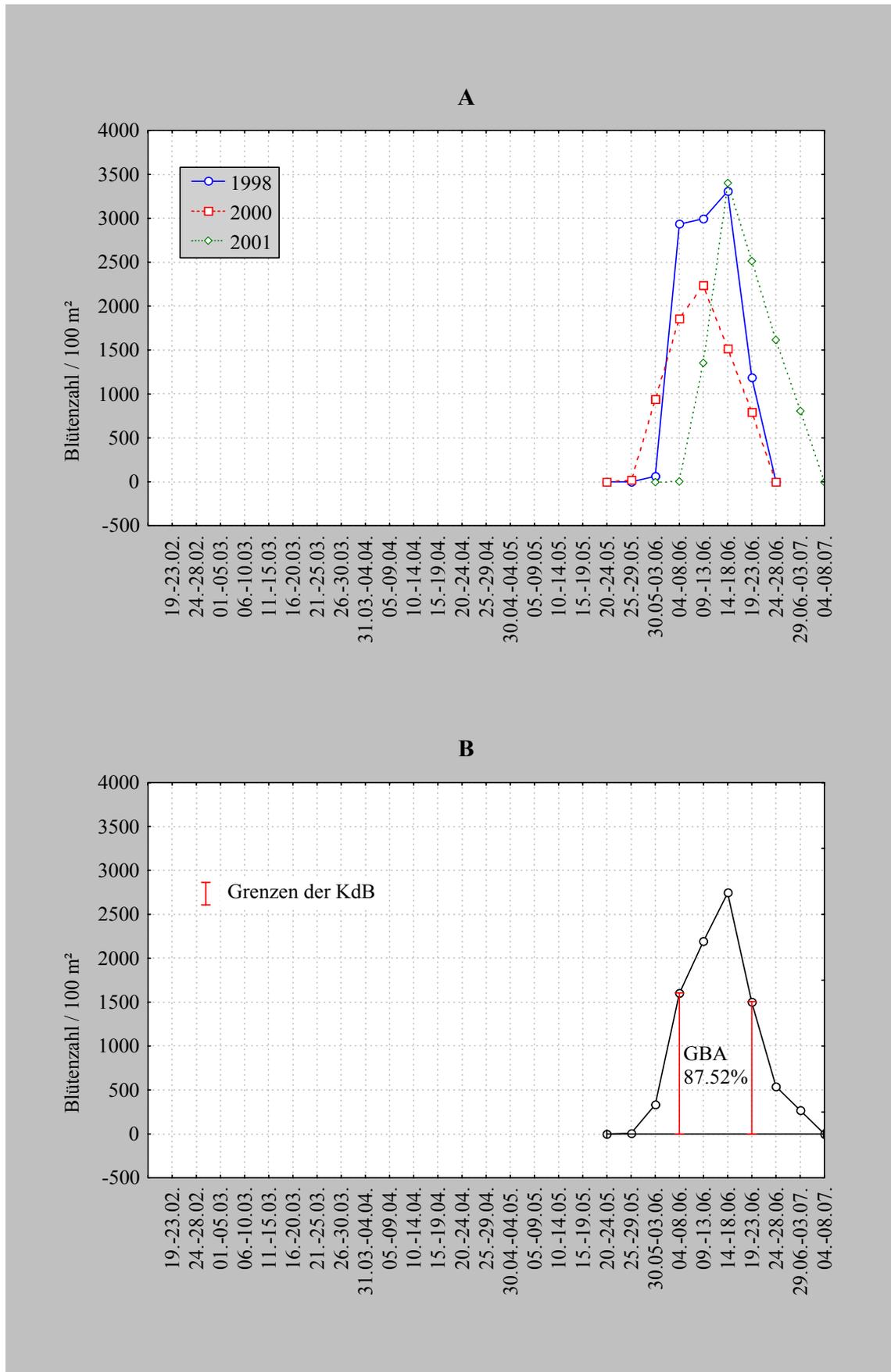


Abb. 34: *Aruncus sylvestris*: Blühphänologie der Population im U I. A: In den Jahren 1998, 2000, 2001; B: Populationstypische Blühphänologie, rot eingegrenzt ist die Kernzeit des Blühens (KdB) und der relative Anteil [%] der Blüten der KdB an der Gesamtzahl aller Blüten (=Gesamtblütenanteil [GBA])

#### IV.2.b. Blühphänologie der Populationen einzelner Pflanzenarten im U II

Für das U II wurden nur während der Jahre 2000 und 2001 Daten erhoben, um den Einfluss des Standorts auf blühphänologisch relevante Merkmale (Lage und Stärke des Blühmaximums, Blühbeginn, Blühende) beurteilen zu können. Die Datenmenge reichte nicht aus, um die populationstypische Blühphänologie zu erarbeiten.

*Anemone nemorosa* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von sieben Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 15.-19.04.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (11.-15.03.) und dem der letzten (25.-29.04.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen zehn Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 1478.57 bzw. 1267.14 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel in beiden Fällen auf den 05.-09.04. (vgl. Abb. 35).

*Pulmonaria officinalis* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von acht Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 20.-24.04.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während neun Fünf-Tage-Blocks (11.-15.03. bis 30.04.-04.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 54.29 bzw. 50.48 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>, die entsprechenden Fünf-Tage-Blocks waren der 21.-25.03. bzw. der 26.-30.03. (vgl. Abb. 36).

*Oxalis acetosella* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von fünf Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 25.-29.04.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 30.04.-04.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 23.33 bzw. 19.26 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel in beiden Fällen auf den 10.-14.04. (vgl. Abb. 37).

*Ranunculus ficaria* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von vier Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 25.-29.04.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während sechs Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 30.04.-04.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 20.24 bzw. 43.57 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>, der entsprechende Fünf-Tage-Block war in beiden Jahren der 20.-24.04. (vgl. Abb. 38).

*Viola reichenbachiana* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von drei Fünf-Tage-Blocks (10.-14.04. bis 20.-24.04.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Die Blühphase des Jahres 2001 erstreckte sich über sechs Fünf-Tage-Blocks (05.-09.04. bis 30.04.-04.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 28.81 bzw. 74.52 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel auf den 20.-24.04. bzw. auf den 25.-29.04. (vgl. Abb. 39).

*Paris quadrifolia* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von vier Fünf-Tage-Blocks (25.-29.04. bis 10.-14.05.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während fünf Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 20.-24.05.) zu finden. Die Blütenzahl der

Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 5.48 bzw. 4.29 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Der entsprechenden Fünf-Tage-Block im Jahr 2000 war der 10.-14.05.. Das Blühmaximum des Jahres 2001 erstreckte sich über drei Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 10.-14.05.) (vgl. Abb. 40).

*Galeobdolon luteum* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von zwei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. und 10.-14.05.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (10.-14.05.) und dem der letzten (20.-24.05.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen drei Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 2.86 bzw. 4.29 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel auf den 05.-09.05. bzw. den 20.-24.05. (vgl. Abb. 41).

*Polygonatum multiflorum* zeigte im Jahr 2000 während einem Fünf-Tage-Block (05.-09.05.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren keine geöffneten Blüten zu finden. Die Blütenzahl des Blühmaximums des Jahres 2000 betrug 0.24 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>, der entsprechende Fünf-Tage-Block war der 05.-09.05. (vgl. Abb. 42).

*Galium odoratum* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von zwei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. und 10.-14.05.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während vier Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 25.-29.05.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 747.14 bzw. 785.00 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Der entsprechenden Fünf-Tage-Block im Jahr 2000 war der 05.-09.05., der des Jahres 2001 der 10.-14.05. (vgl. Abb. 43).

*Ajuga reptans* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von zwei Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. und 10.-14.05.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren keine geöffneten Blüten zu finden. Die Blütenzahl des Blühmaximums des Jahres 2000 betrug 19.29 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>, der entsprechende Fünf-Tage-Block war der 05.-09.05. (vgl. Abb. 44).

*Phyteuma spicata* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von fünf Fünf-Tage-Blocks (10.-14.05. bis 30.05.-03.06.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Zwischen dem Auftreten der ersten (20.-24.05.) und dem der letzten (19.-23.06.) geöffneten Blüten im Jahr 2001 lagen sieben Fünf-Tage Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 1093.81 bzw. 1688.81 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel auf den 15.-19.05. bzw. den 25.-29.05. (vgl. Abb. 45).

*Geranium robertianum* war im Jahr 2000 während einem Fünf-Tage-Block (10.-14.05.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Im Jahr 2001 waren keine geöffneten Blüten zu finden. Die Blütenzahl des Blühmaximums des Jahres 2000 betrug 0.48 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>, der entsprechende Fünf-Tage-Block war der 10.-14.05. (vgl. Abb. 46).

---

*Geum urbanum* war im Jahr 2000 über einen Zeitraum von acht Fünf-Tage-Blocks (15.-19.05. und 19.-23.06.) mit geöffneten Blüten anzutreffen. Im Jahr 2001 waren Blüten nur während einem Fünf-Tage-Block (19.-23.06.) geöffnet. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 2.14 bzw. 0.24 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> und fiel auf den 25.-29.05. bzw. den 19.-23.06. (vgl. Abb. 47).

*Aegopodium podagraria* zeigte im Jahr 2000 über einen Zeitraum von sechs Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 19.-23.06.) geöffnete Blüten. Im Jahr 2001 waren geöffnete Blüten während fünf Fünf-Tage-Blocks (04.-08.06. bis 24.-28.06.) zu finden. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 967.62 bzw. 786.90 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Der entsprechenden Fünf-Tage-Block fiel in beiden Jahren auf den 09.-13.06. (vgl. Abb. 48).

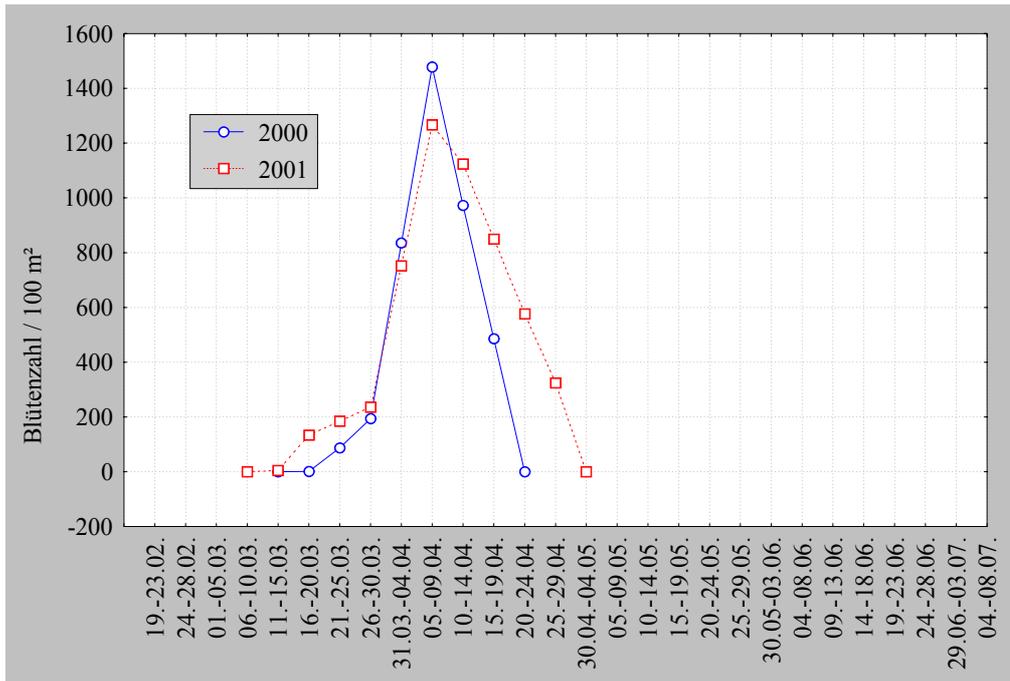


Abb. 35: *Anemone nemorosa*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

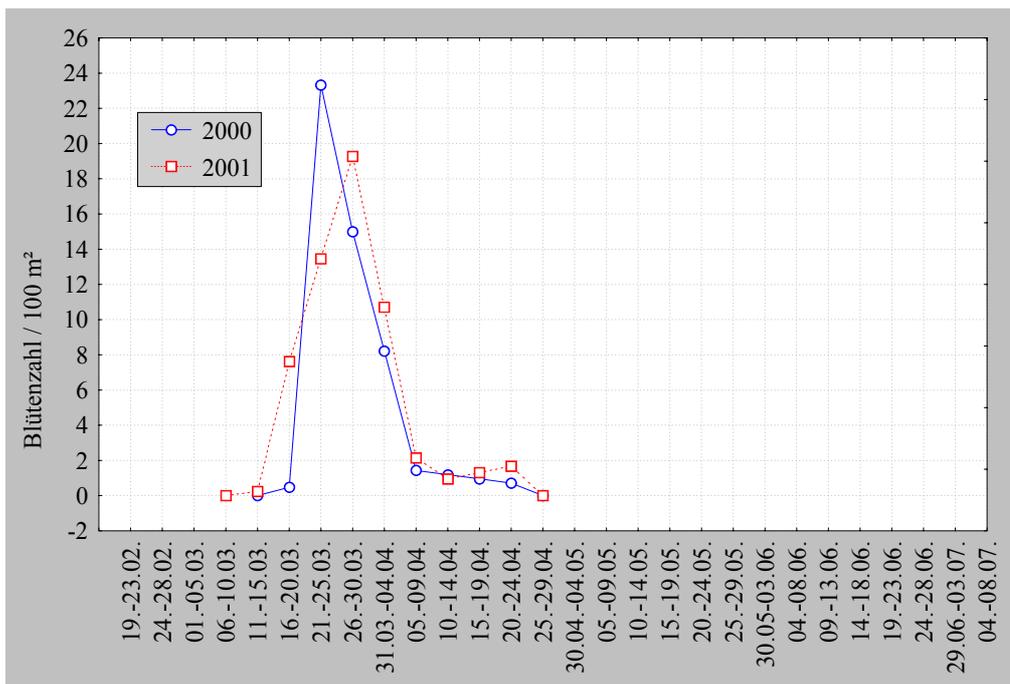


Abb. 36: *Pulmonaria officinalis*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

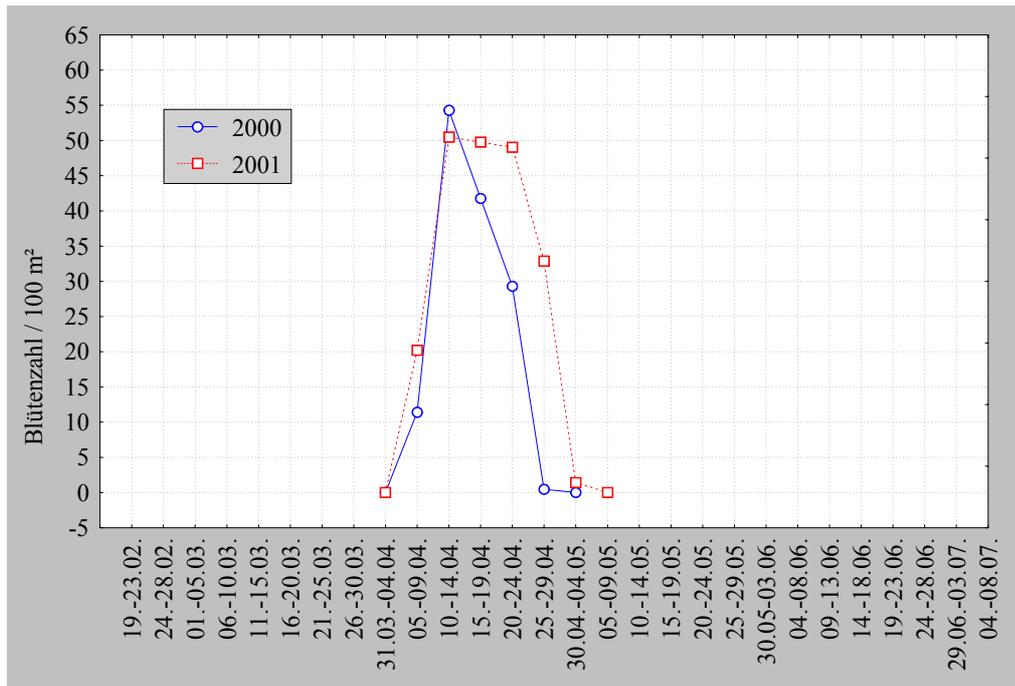


Abb. 37: *Oxalis acetosella*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

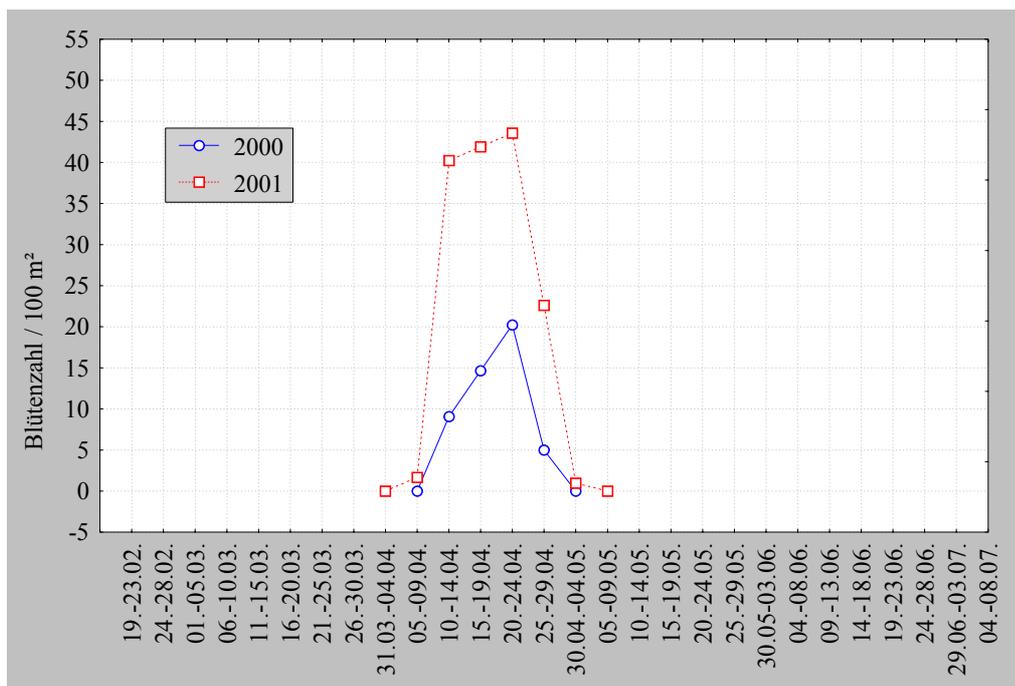


Abb. 38: *Ranunculus ficaria*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

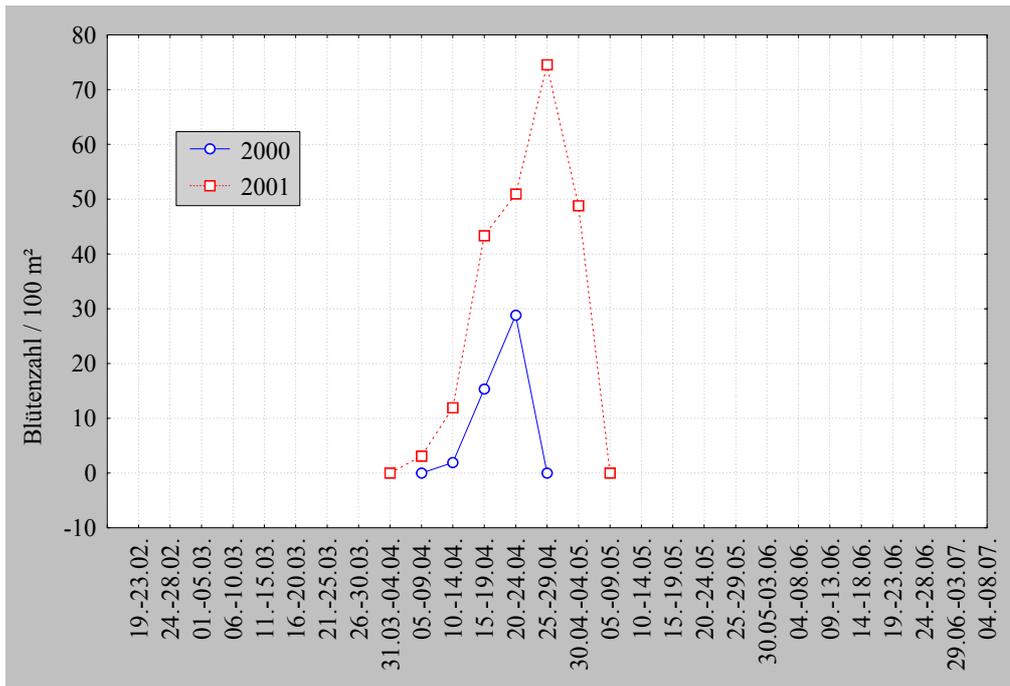


Abb. 39: *Viola reichenbachiana*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

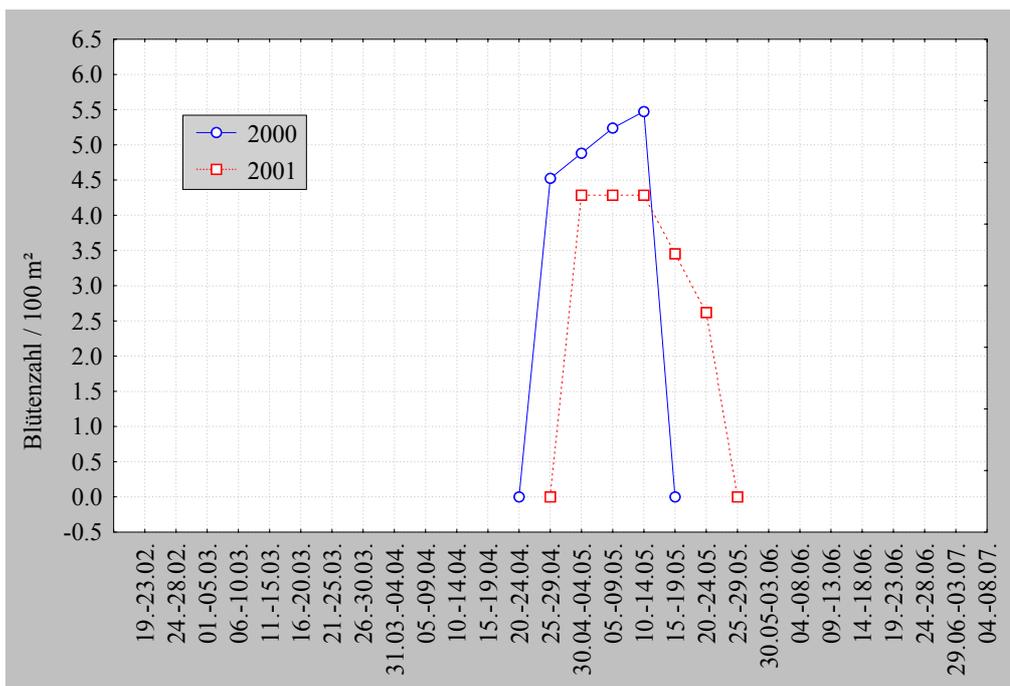


Abb. 40: *Paris quadrifolia*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

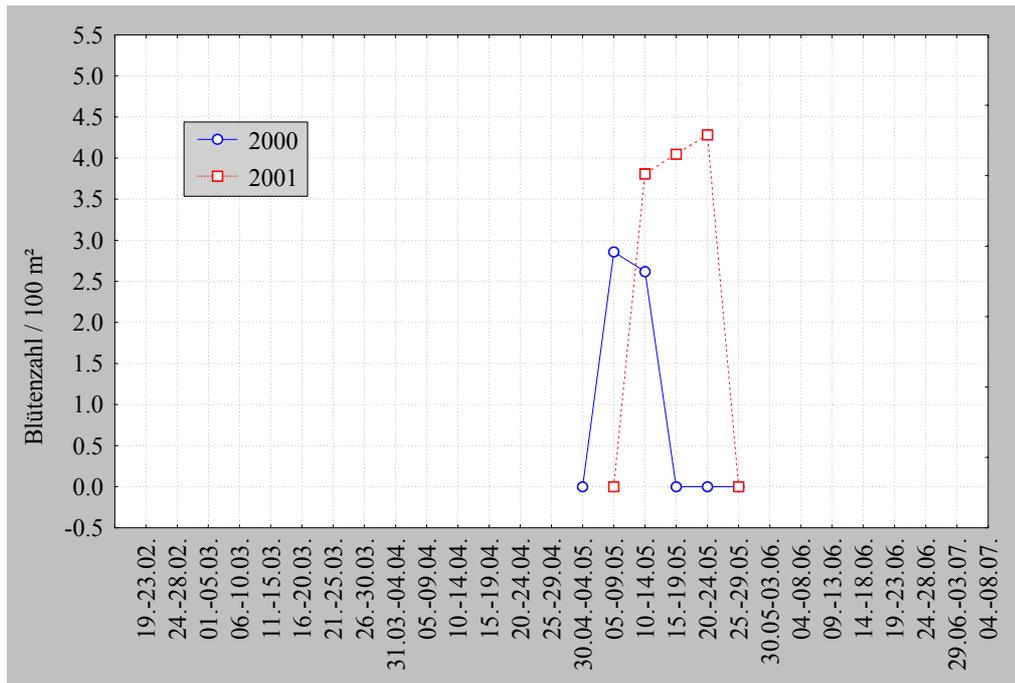


Abb. 41: *Galeobdolon luteum*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

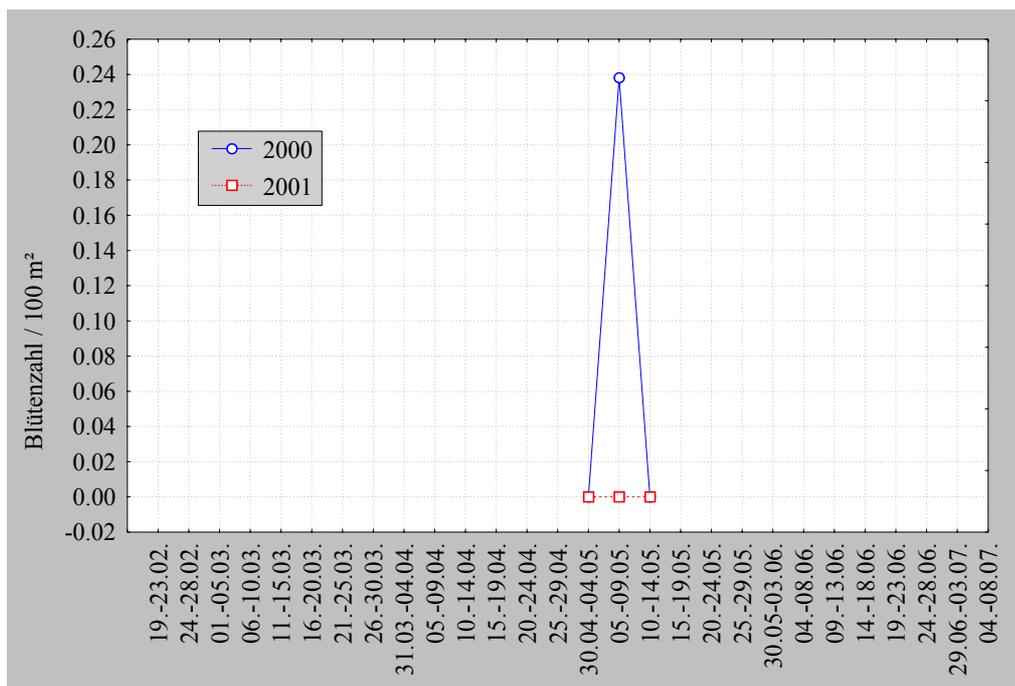


Abb. 42: *Polygonatum multiflorum*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

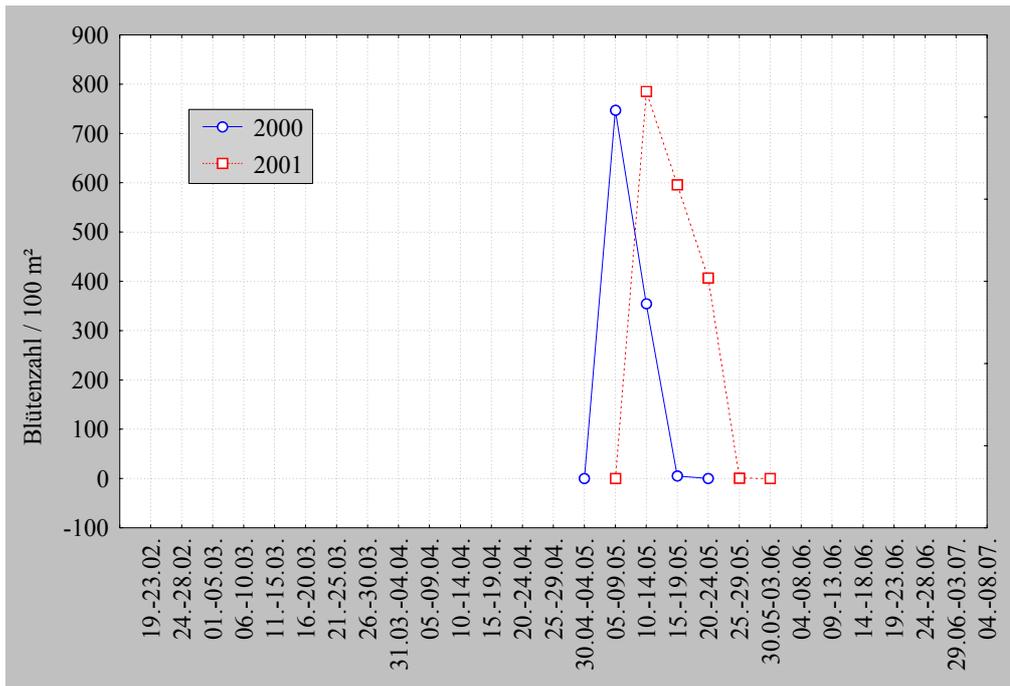


Abb. 43: *Galium odoratum*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

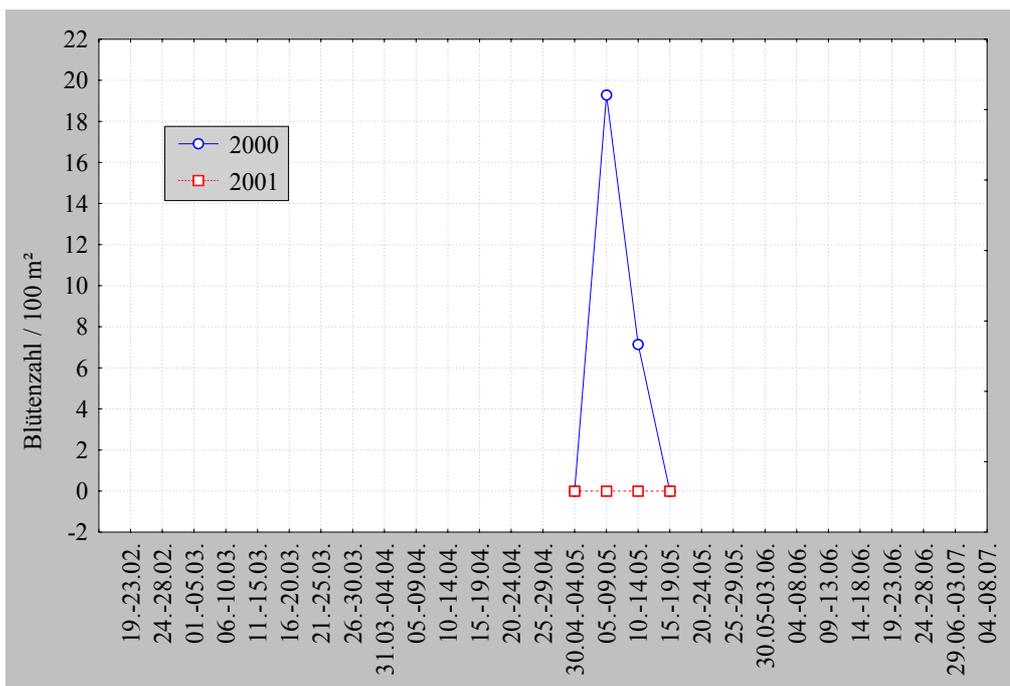


Abb. 44: *Ajuga reptans*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

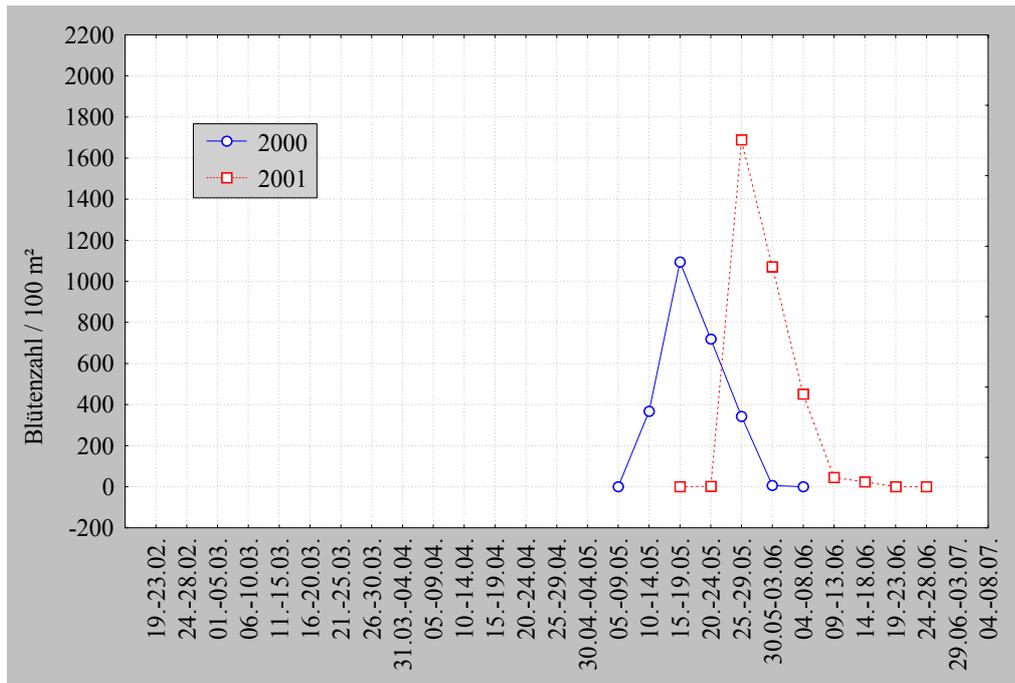


Abb. 45: *Phyteuma spicata*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

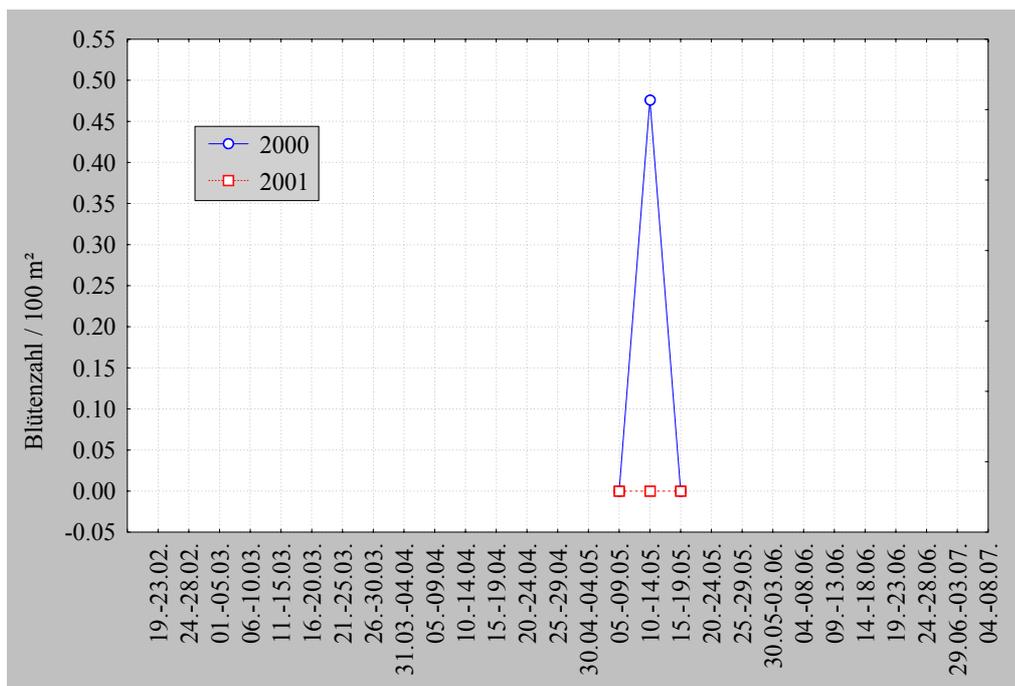


Abb. 46: *Geranium robertianum*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

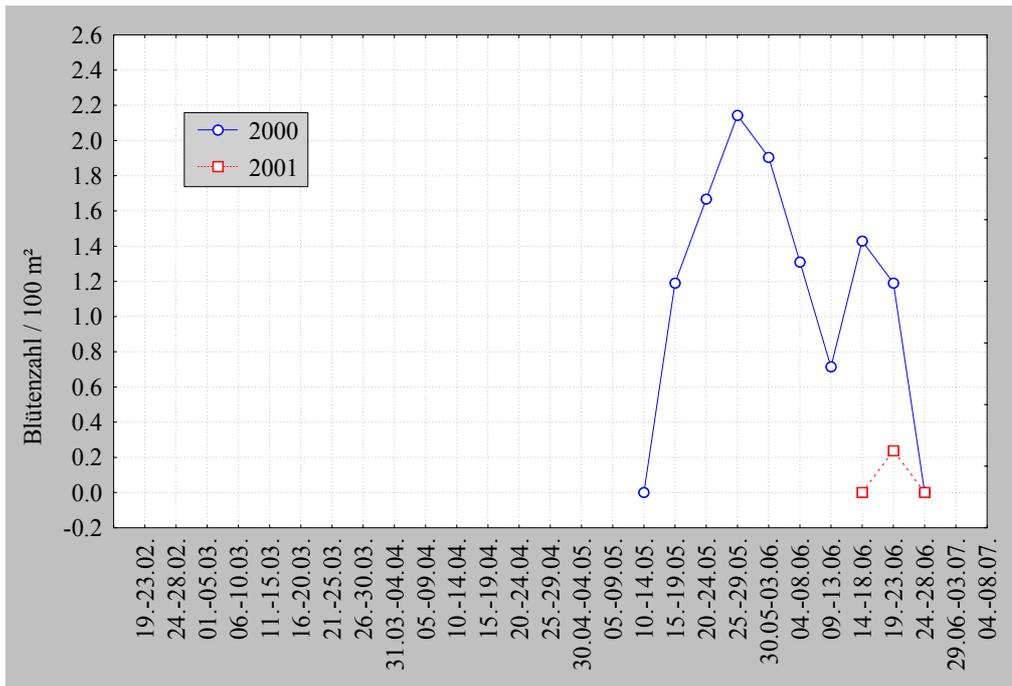


Abb. 47: *Geum urbanum*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

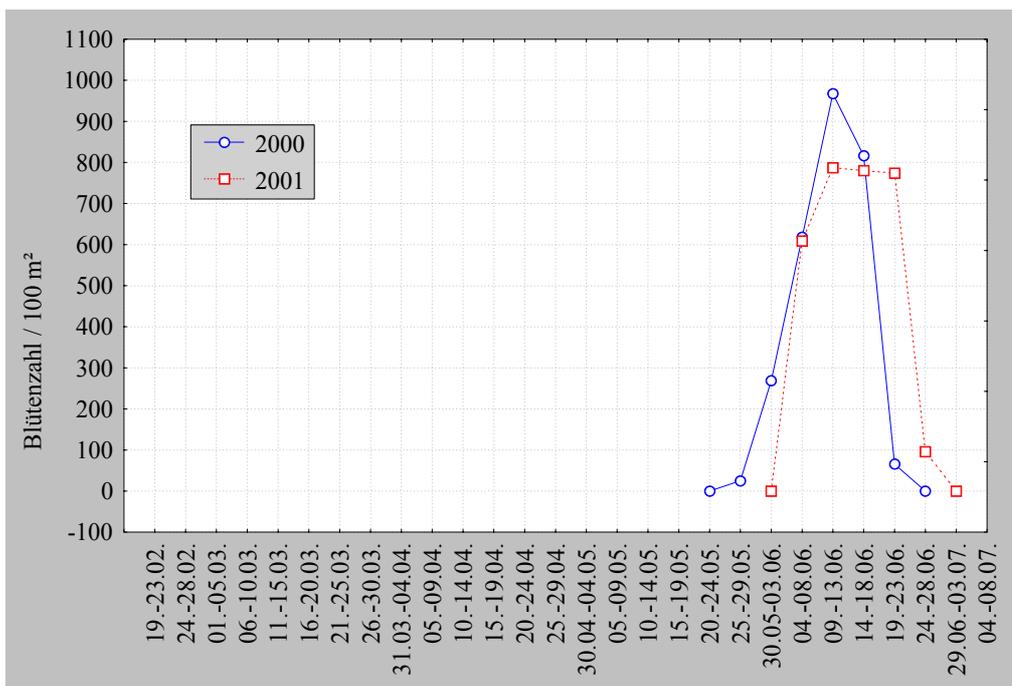


Abb. 48: *Aegopodium podagraria*: Blühphänologie der Population im U II in den Jahren 2000, 2001

## IV.2.c. Blühphänologie der gesamten Krautschicht

### Krautschicht im U I

Zur Beschreibung der Blühphänologie der Krautschicht wurden für die vorliegende Arbeit die Begriffe Blühpeak und Blühmaximum folgendermaßen definiert:

**Blühpeak:** wird von der Gesamtheit aller Blüten bzw. Blumen gebildet, die vor, während oder nach einem Blühmaximum blühen. Im Falle des ersten Blühpeaks in jedem Jahr werden alle Fünf-Tage-Blocks vor einem Blühmaximum in den Peak einbezogen (sobald die ersten geöffneten Blüten im Untersuchungsgebiet anzutreffen sind). In allen anderen Fällen ist der letzte Fünf-Tage-Block des vorhergehenden Peaks zugleich der erste des nachfolgenden Peaks. Fünf-Tage-Blocks nach einem Blühmaximum werden einbezogen, solange deren Blütenzahl im Vergleich zum jeweils vorhergehenden Fünf-Tage-Block abnimmt.

**Blühmaximum:** Fünf-Tage-Block mit der absolut höchsten Blüten- bzw. Blumenzahl innerhalb eines Peaks. Ein Blühmaximum ist nur dann als ein solches anzusprechen, wenn die Blütenzahl einen um mindestens 5% höheren Wert einnimmt, als die unmittelbar davor bzw. danach liegenden Fünf-Tage-Blocks.

In den Jahren 1998, 2000 und 2001 zeigte die Krautschicht drei Blühpeaks. Für das Jahr 1999 ist ein ähnliches Verhalten zu vermuten, allerdings erlaubten sehr hohe und ausdauernde Niederschläge lediglich die Dokumentation des ersten Blühpeaks.

Blühpeak I hatte eine Mindestdauer von neun und eine Höchstdauer von 16 Fünf-Tage-Blocks. Zwischen dem Auftreten der ersten geöffneten Blüten (01.-05.03.) und dem letzten (05.-09.05.) zu Peak I gerechneten Fünf-Tage-Block im Jahr 1998 lagen 14 Fünf-Tage-Blocks. 1999 war das Jahr mit dem kürzesten Blühpeak I von nur neun Fünf-Tage-Blocks (16.-20.03. bis 25.-29.04.). Im Jahr 2000 wurden 11 Fünf-Tage-Blocks (06.-10.03. bis 30.04.-04.05.) zu Blühpeak I gerechnet. Innerhalb der vier Beobachtungsjahre war 2001 jenes mit dem längsten Blühpeak I. Dieser erstreckte sich über 16 Fünf-Tage-Blocks (19.-23.02. bis 05.-09.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 1999, 2000 und 2001 schwankte zwischen 4989.63, 2159.28, 3172.07 und 3684.79 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der jeweiligen Blühmaxima waren der 15.-19.04. in den Jahren 1998 (vgl. Abb. 49A) und 2000 (vgl. Abb. 50A) der 10.-14.04. im Jahr 1999 (vgl. Abb. 49B) sowie der 05.-09.04. im Jahr 2001 (vgl. Abb. 50B).

Blühpeak II hatte eine Mindestdauer von sechs und eine Höchstdauer von sieben Fünf-Tage-Blocks. Zwischen dem ersten (05.-09.05.) und dem letzten (30.05.-03.06.) zu Blühpeak II gerechneten Fünf-Tage-Block im Jahr 1998 lagen sechs Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2000

hatte Blühpeak II eine Dauer von sieben Fünf-Tage-Blocks (30.04.-04.05. bis 25.-29.05.). Im Jahr 2001 wurden ebenfalls sieben Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 04.-08.06.) zu Blühpeak II gerechnet. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 schwankte zwischen 1174.34, 1316.77 und 1704.45 geöffneter Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 20.-24.05. in den Jahren 1998 (vgl. Abb. 49A) und 2001 (vgl. Abb. 50B) sowie der 15.-19.05. im Jahr 2000 (vgl. Abb. 50A).

Blühpeak III hatte eine Mindestdauer von sechs und eine Höchstdauer von sieben Fünf-Tage-Blocks. Zwischen dem ersten (30.05.-03.06.) und dem letzten (29.06.-03.07.) zu Blühpeak III gerechneten Fünf-Tage-Block im Jahr 1998 lagen sieben Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2000 hatte Blühpeak III ebenfalls eine Dauer von sieben Fünf-Tage-Blocks (25.-29.05. bis 24.-28.06.). Im Jahr 2001 wurden sechs Fünf-Tage-Blocks (04.-08.06. bis 29.06.-03.07.) zu Blühpeak III gerechnet. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 1998, 2000 und 2001 betrug 3755.54, 3286.90 und 4687.83 geöffneten Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 14.-18.06. in den Jahren 1998 (vgl. Abb. 49A) und 2001 (vgl. Abb. 50B) sowie der 09.-13.06. im Jahr 2000 (vgl. Abb. 50A).

### **Krautschicht im U II**

Blühpeak I hatte sowohl im Jahr 2000 als auch im Jahr 2001 eine Dauer von 12 Fünf-Tage-Blocks. Diese lagen zwischen dem 06.-10.03. und 30.04.-04.05. im Jahr 2000 und zwischen dem 11.-15.03. und 05.-09.05. im Jahr 2001. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 1522.14 bzw. 1319.29 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Der Fünf-Tage-Block der Blühmaxima war der 05.-09.04. sowohl im Jahr 2000 (vgl. Abb. 51A) als auch im Jahr 2001 (vgl. Abb. 51B).

Blühpeak II hatte eine Mindestdauer von vier und eine Höchstdauer von sieben Fünf-Tage-Blocks. Zwischen dem ersten (30.04.-04.05.) und dem letzten (30.05.-03.06.) zu Blühpeak II gerechneten Fünf-Tage-Block im Jahr 2000 lagen sieben Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2001 hatte Blühpeak II eine Dauer von vier Fünf-Tage-Blocks (05.-09.05. bis 20.-24.05.). Die Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 1103.81 bzw. 803.10 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 15.-19.05. sowie der 10.-14.05 (vgl. Abb. 51A und 51B).

Blühpeak III hatte eine Mindestdauer von fünf und eine Höchstdauer von acht Fünf-Tage-Blocks. Zwischen dem ersten (30.05.-03.06.) und dem letzten (19.-23.06.) zu Blühpeak III gerechneten Fünf-Tage-Block im Jahr 2000 lagen fünf Fünf-Tage-Blocks. Im Jahr 2001 hatte Blühpeak III eine Dauer von acht Fünf-Tage-Blocks (20.-24.05. bis 29.06.-03.07.). Die

---

Blütenzahl der Blühmaxima der Jahre 2000 und 2001 betrug 968.81 bzw. 1690.71 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>. Die Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 09.-13.06. im Jahr 2000 (vgl. Abb. 51A) sowie der 25.-29.05. im Jahr 2001 (vgl. Abb. 51B).

### **Krautschicht NSG Laushalde**

Im Rahmen einer Diplomarbeit (FRECH 2001) wurde die Blühphänologie der Krautschicht des NSG Laushalde erarbeitet. In diesem Kapitel werden ausschließlich Daten aus dieser Diplomarbeit zitiert. Um einen Vergleich mit meinen eigenen Daten zu ermöglichen wurden die Rohdaten von FRECH (2001) neu ausgewertet.

Die Blühpeaks I, II und III hatten im Jahr 2001 eine Dauer von 13 (01.-05.03. bis 30.04.-04.05.), acht (30.04.-04.05. bis 04.-08.06.) bzw. sieben (04.-08.06. bis 04.-08.07) Fünf-Tage-Blocks. Die Blütenzahl der Blühmaxima der Blühpeaks I, II und III betrug 3830.68, 2150.23 bzw. 10201.82 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup>. Die entsprechenden Fünf-Tage-Blocks der Blühmaxima waren der 31.03.-04.04., der 20.-24.05. und der 19.-23.06. (vgl. Abb. 52).

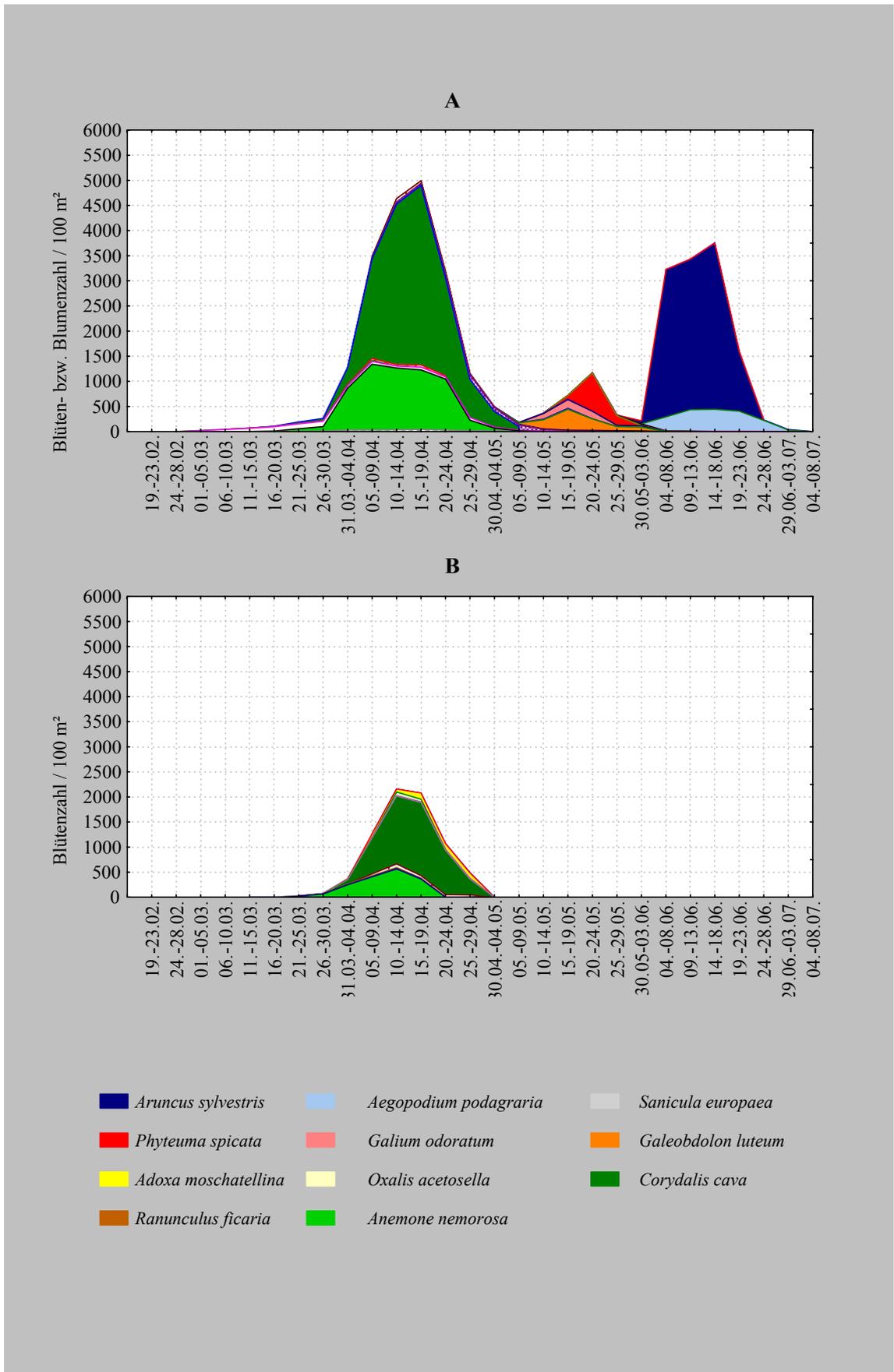


Abb. 49: Blühphänologie der Krautschicht im U I A: Im Jahr 1998; B: Im Jahr 1999

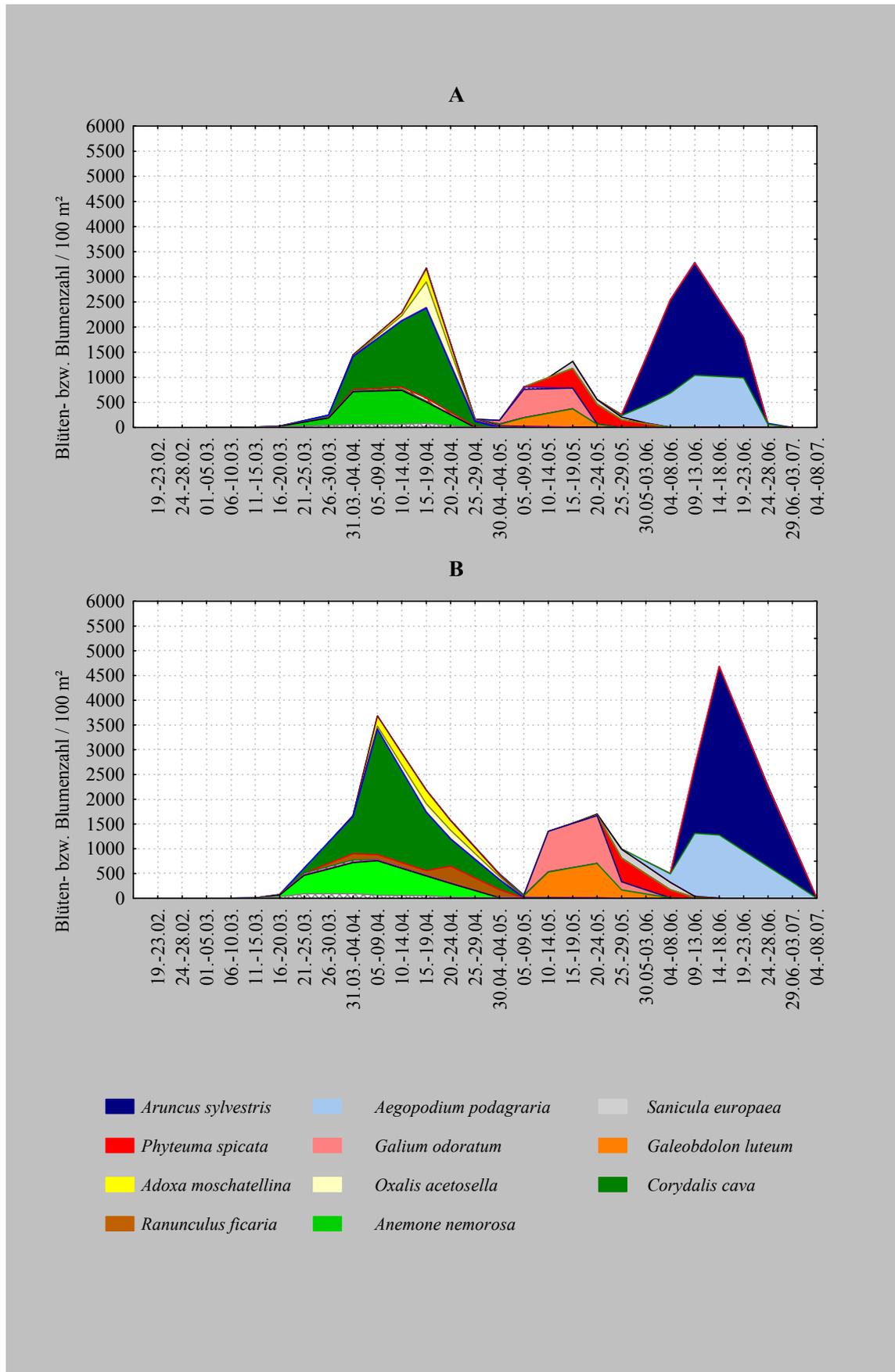


Abb. 50: Blühphänologie der Krautschicht im U I A: Im Jahr 2000; B: Im Jahr 2001

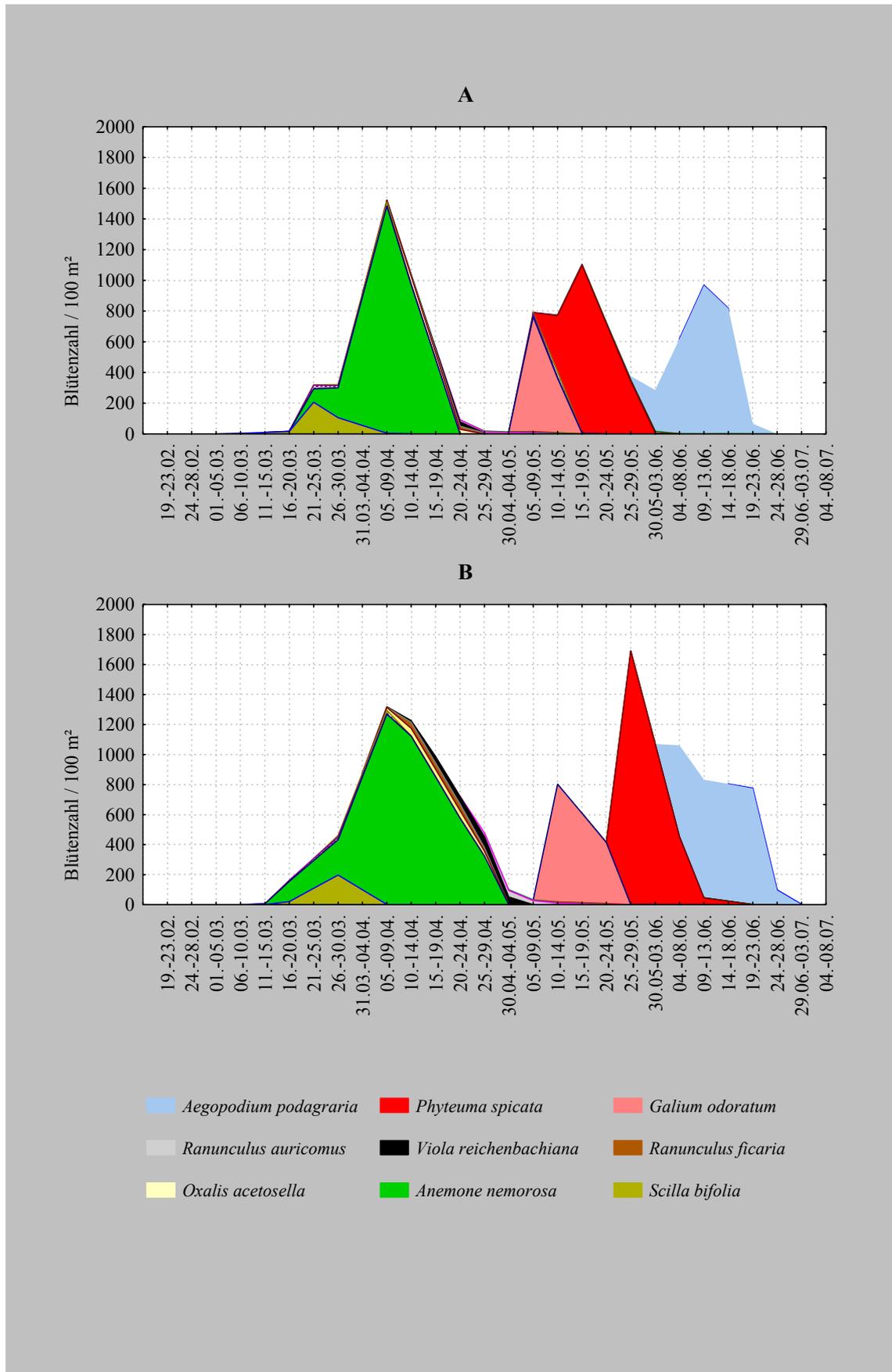


Abb. 51: Blühphänologie der Krautschicht im U II A: Im Jahr 2000; B: Im Jahr 2001

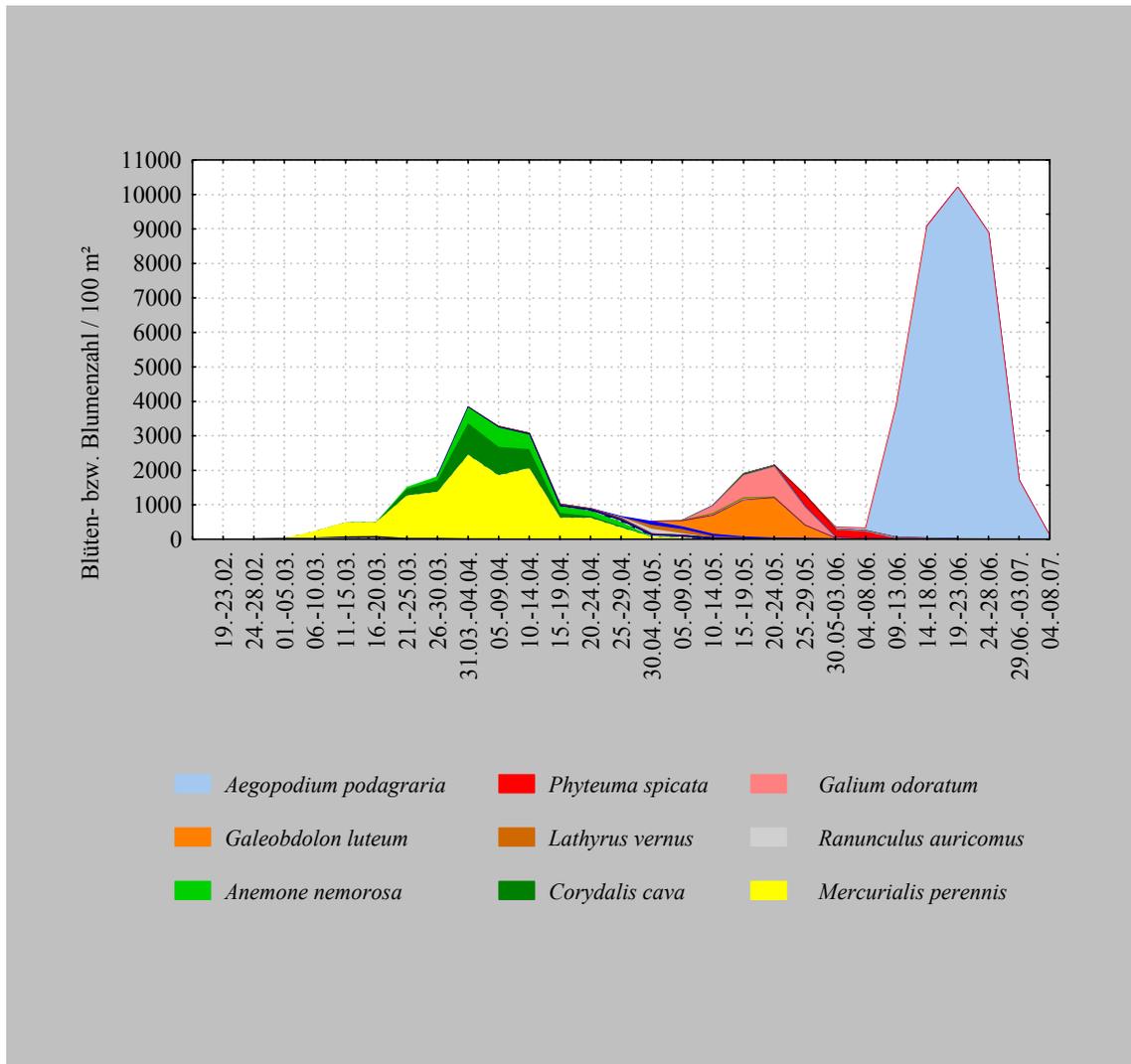


Abb. 52: Blühphänologie der Krautschicht im NSG Laushalde im Jahr 2001

#### IV.2.d. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im U I

Lediglich zeitgleich blühende Arten können real miteinander um Bestäubung konkurrieren. Die beobachteten Blühpeak I, II und III bilden den zeitlichen Rahmen einer Konkurrenzgemeinschaft aus zeitgleich blühenden Arten. Deshalb wurde die Blüten- und Blumenabundanz der einzelnen Arten für jeden Blühpeak gesondert betrachtet. Von besonderem Interesse war dabei die relative Blüten- bzw. Blumenhäufigkeit, da nur sie ein objektives quantitatives Urteil über dominante und seltene Arten erlaubt. Dazu wurde die Gesamtzahl geöffneter Blüten bzw. Blumen jeder Art während des jeweiligen Blühpeaks ermittelt und anschließend deren relativer Anteil [%] an der Gesamtmenge Blüten bzw. Blumen während des betreffenden Blühpeaks berechnet. Arten mit einem Gesamtblumenanteil von 25% oder mehr wurden als dominante Arten definiert.

Tab. 9: U I, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Adoxa moschatellina</i>	178.237	0.887	1
<i>Ajuga reptans</i>	0.780	0.004	r
<i>Anemone nemorosa</i>	5980.343	29.759	3
<i>Arum maculatum</i>	0.858	0.004	r
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	239.821	1.193	2m
<i>Corydalis cava</i>	12250	60.958	4
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	27.769	0.138	+
<i>Gagea lutea</i>	1.404	0.007	r
<i>Galeobdolon luteum</i>	26.755	0.133	1
<i>Galium odoratum</i>	7.176	0.036	+
<i>Oxalis acetosella</i>	22.855	0.114	1
<i>Paris quadrifolia</i>	9.282	0.046	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	0.390	0.002	r
<i>Primula elatior</i>	79.212	0.394	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	730.694	3.636	2m
<i>Ranunculus ficaria</i>	164.821	0.820	1
<i>Vinca minor</i>	372.075	1.852	2m
<i>Viola reichenbachiana</i>	3.354	0.017	+
<b>Summe</b>	<b>20095.827</b>	<b>100</b>	

Tab. 10: U I, Jahr 1999: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Adoxa moschatellina</i>	494.228	6.557	2a
<i>Anemone nemorosa</i>	1474.493	19.562	2b
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	195.632	2.595	2m
<i>Corydalis cava</i>	4849.649	64.339	4
<i>Gagea lutea</i>	0.702	0.009	r
<i>Oxalis acetosella</i>	126.443	1.677	2m
<i>Primula elatior</i>	56.435	0.749	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	43.838	0.582	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	236.817	3.142	2m
<i>Vinca minor</i>	49.376	0.655	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	10.023	0.133	1
<b>Summe</b>	<b>7537.637</b>	<b>100</b>	

In den Jahren 1998 (vgl. Tab. 9) und 2000 (vgl. Tab. 11) kamen während des Blühpeaks I jeweils 18 Pflanzenarten zur Blüte. In den Jahren 1999 (vgl. Tab. 10) und 2001 (vgl. Tab. 12) waren dies 11 bzw. 16 Pflanzenarten. *Anemone nemorosa* und *Corydalis cava* die den Abundanzkategorien 3 bzw. 4 zuzurechnen waren, stellten 89.69% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I im Jahr 1998. Im Jahr 1999 wurden 90.46% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I von *Adoxa moschatellina*, *Anemone nemorosa* und

*Corydalis cava* gestellt, die zu den Abundanzkategorien 2a, 2b und 4 gehörten (vgl. Tab. 10). *Anemone nemorosa*, *Corydalis cava* und *Oxalis acetosella* aus den Abundanzkategorien 3, 4 und 2a hatten im Jahr 2000 während des Blühpeaks I einen Gesamtblumen- bzw. Gesamtblütenanteil von 86.63% (vgl. Tab. 11). Im Jahr 2001 wurden 89.69% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I von *Adoxa moschatellina*, *Anemone nemorosa*, *Corydalis cava* und *Ranunculus ficaria* gestellt die zu den Abundanzkategorien 2a, 2b, 4 und 2a gehörten (vgl. Tab. 12).

Im Jahr 1998 wurden innerhalb der zu Peak I gerechneten Fünf-Tage-Blocks 20095.83 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup> gezählt. In den Jahren 1999, 2000 und 2001 waren dies 7537.64, 11160.76 bzw. 15487.29 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup> (vgl. Tab. 9, 10, 11 und 12).

Tab. 11: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Adoxa moschatellina</i>	517.044	4.633	2m
<i>Ajuga reptans</i>	2.808	0.025	+
<i>Anemone nemorosa</i>	2861.856	25.642	3
<i>Arum maculatum</i>	3.822	0.034	+
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	409.243	3.667	2m
<i>Corydalis cava</i>	5863.885	52.540	4
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	33.502	0.300	1
<i>Gagea lutea</i>	1.053	0.009	r
<i>Galeobdolon luteum</i>	29.680	0.266	1
<i>Galium odoratum</i>	69.969	0.627	1
<i>Oxalis acetosella</i>	942.668	8.446	2a
<i>Paris quadrifolia</i>	7.605	0.068	+
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1.248	0.011	+
<i>Primula elatior</i>	110.686	0.992	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	38.573	0.346	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	188.105	1.685	2m
<i>Vinca minor</i>	70.437	0.631	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	8.580	0.077	+
<b>Summe</b>	<b>11160.764</b>	<b>100</b>	

In den Jahren 1998, 2000 und 2001 (vgl. Tab. 13, 14 und 15) kamen während des Blühpeaks II 20, 17 und 18 Pflanzenarten zur Blüte. *Galium odoratum*, *Galeobdolon luteum* und *Phyteuma spicata*, die den Abundanzkategorien 2b, 3 und 3 zuzurechnen waren stellten 84.60% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I im Jahr 1998 (vgl. Tab. 13). Im Jahr 2000 wurden 95.20% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I von *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum*, *Phyteuma spicata* und *Sanicula europaea* gestellt, die zu den Abundanzkategorien 2b, 3, 3 und 2a gehörten (vgl. Tab. 14). *Galeobdolon luteum*,

*Galium odoratum*, *Phyteuma spicata* und *Sanicula europaea* aus den Abundanzkategorien 3, 3, 2a und 2a, hatten im Jahr 2001 während des Blühpeaks I einen Gesamtblumen- bzw. Gesamtblütenanteil von 95.03% (vgl. Tab. 15).

Im Jahr 1998 wurden innerhalb der zu Blühpeak II gerechneten Fünf-Tage-Blocks 2989.70 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup> gezählt. In den Jahren 2000 und 2001 waren dies 4242.75 bzw. 6887.95 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup> (vgl. Tab. 13).

Tab. 12: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Adoxa moschatellina</i>	1084.321	7.001	2a
<i>Anemone nemorosa</i>	3594.462	23.209	2b
<i>Arum maculatum</i>	5.772	0.037	+
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	545.281	3.521	2m
<i>Corydalis cava</i>	7993.331	51.612	4
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	23.635	0.153	1
<i>Gagea lutea</i>	1.755	0.011	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	29.251	0.189	1
<i>Galium odoratum</i>	3.744	0.024	+
<i>Oxalis acetosella</i>	678.237	4.379	2m
<i>Paris quadrifolia</i>	4.602	0.030	+
<i>Primula elatior</i>	124.532	0.804	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	105.655	0.682	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	1218.292	7.866	2a
<i>Vinca minor</i>	36.388	0.235	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	38.027	0.246	1
<b>Summe</b>	<b>15487.285</b>	<b>100</b>	

Tab. 13: U I, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	1.872	0.063	+
<i>Ajuga reptans</i>	1.014	0.034	+
<i>Anemone nemorosa</i>	12.090	0.404	1
<i>Arum maculatum</i>	36.583	1.224	2m
<i>Aruncus sylvestris</i>	62.402	2.087	2m
<i>Corydalis cava</i>	89.626	2.998	2m
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	67.551	2.259	2m
<i>Galeobdolon luteum</i>	1005.616	33.636	3
<i>Galium odoratum</i>	489.314	16.367	2b
<i>Geranium robertianum</i>	0.780	0.026	+
<i>Geum urbanum</i>	1.092	0.037	+
<i>Oxalis acetosella</i>	0.546	0.018	+
<i>Paris quadrifolia</i>	12.324	0.412	1
<i>Phyteuma spicata</i>	1034.243	34.594	3
<i>Polygonatum multiflorum</i>	14.119	0.472	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	24.025	0.804	1
<i>Sanicula europaea</i>	59.282	1.983	2m
<i>Silene dioica</i>	0.858	0.029	+
<i>Vinca minor</i>	75.897	2.539	2m
<i>Viola reichenbachiana</i>	0.468	0.016	+
<b>Summe</b>	<b>2989.704</b>	<b>100</b>	

Tab. 14: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	31.513	0.801	1
<i>Ajuga reptans</i>	7.137	0.181	1
<i>Arum maculatum</i>	0.819	0.021	+
<i>Aruncus sylvestris</i>	16.693	0.424	1
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	32.176	0.818	1
<i>Galeobdolon luteum</i>	868.058	22.056	2b
<i>Galium odoratum</i>	1463.768	37.193	3
<i>Geranium robertianum</i>	2.184	0.055	+
<i>Geum urbanum</i>	3.276	0.083	+
<i>Paris quadrifolia</i>	3.978	0.101	1
<i>Phyteuma spicata</i>	1130.928	28.735	3
<i>Polygonatum multiflorum</i>	78.510	1.995	2m
<i>Pulmonaria officinalis</i>	0.936	0.024	+
<i>Rubus fruticosus</i>	0.078	0.002	r
<i>Sanicula europaea</i>	283.814	7.211	2a
<i>Silene dioica</i>	2.574	0.065	+
<i>Vinca minor</i>	9.204	0.234	1
<b>Summe</b>	<b>3935.647</b>	<b>100</b>	

Tab. 15: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	269.462	3.948	2m
<i>Ajuga reptans</i>	3.510	0.051	+
<i>Arum maculatum</i>	1.521	0.022	+
<i>Aruncus sylvestris</i>	6.708	0.098	+
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	12.051	0.177	1
<i>Galeobdolon luteum</i>	2081.396	30.494	3
<i>Galium odoratum</i>	2917.044	42.737	3
<i>Geranium robertianum</i>	4.758	0.070	+
<i>Geum urbanum</i>	5.733	0.084	+
<i>Oxalis acetosella</i>	3.510	0.051	+
<i>Paris quadrifolia</i>	7.995	0.117	1
<i>Phyteuma spicata</i>	979.680	14.353	2a
<i>Polygonatum multiflorum</i>	3.861	0.057	+
<i>Pulmonaria officinalis</i>	3.861	0.057	+
<i>Rubus fruticosus</i>	0.390	0.006	r
<i>Sanicula europaea</i>	507.800	7.440	2a
<i>Silene dioica</i>	7.371	0.108	1
<i>Vinca minor</i>	8.853	0.130	1
<b>Summe</b>	<b>6825.507</b>	<b>100</b>	

In den Jahren 1998, 2000 und 2001 kamen während des Blühpeaks III 12, 9 und 8 Pflanzenarten zur Blüte (vgl. Tab. 16, 17 und 18). *Aegopodium podagraria* und *Aruncus sylvestris*, die den Abundanzkategorien 2a und 5 zuzurechnen waren stellten 98.52% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks III im Jahr 1998 (vgl. Tab. 16). Im Jahr 2000 wurden 98.68% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks III von *Aegopodium podagraria* und *Aruncus sylvestris* gestellt, die zu den Abundanzkategorien 3 und 4 gehörten (vgl. Tab. 17). *Aegopodium podagraria* und *Aruncus sylvestris*, aus den Abundanzkategorien 3 und 4, hatten im Jahr 2001 während des Blühpeaks III einen Gesamtblumen- bzw. Gesamtblütenanteil von 99.34% (vgl. Tab. 18).

Im Jahr 1998 wurden innerhalb der zu Blühpeak III gerechneten Fünf-Tage-Blocks 12496.80 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> gezählt (vgl. Tab. 16). In den Jahren 2000 und 2001 waren dies 11879.49 bzw. 14759.09 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> (vgl. Tab. 17 und 18).

Tab. 16: U II, Jahr 1998: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	1789.860	14.323	2a
<i>Aruncus sylvestris</i>	10483.619	83.890	5
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	12.324	0.099	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	77.301	0.619	1
<i>Galium odoratum</i>	25.429	0.203	1
<i>Geranium robertianum</i>	1.872	0.015	1
<i>Geum urbanum</i>	23.791	0.190	1
<i>Phyteuma spicata</i>	10.764	0.086	+
<i>Rubus fruticosus</i>	27.535	0.220	1
<i>Sanicula europaea</i>	40.718	0.326	1
<i>Silene dioica</i>	2.262	0.018	+
<i>Vinca minor</i>	1.326	0.011	+
<b>Summe</b>	<b>12496.802</b>	<b>100</b>	

Tab. 17: U I, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	4131.318	35.542	3
<i>Aruncus sylvestris</i>	7339.275	63.139	4
<i>Galeobdolon luteum</i>	1.131	0.010	r
<i>Geranium robertianum</i>	1.326	0.011	+
<i>Geum urbanum</i>	8.463	0.073	+
<i>Phyteuma spicata</i>	80.538	0.693	1
<i>Rubus fruticosus</i>	50.390	0.434	1
<i>Sanicula europaea</i>	9.438	0.081	+
<i>Silene dioica</i>	2.028	0.017	+
<b>Summe</b>	<b>11623.908</b>	<b>100</b>	

Tab. 18: U I, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	4478.744	31.410	3
<i>Aruncus sylvestris</i>	9686.661	67.933	4
<i>Geranium robertianum</i>	0.936	0.007	r
<i>Geum urbanum</i>	1.716	0.012	+
<i>Phyteuma spicata</i>	14.353	0.101	1
<i>Rubus fruticosus</i>	50.234	0.352	1
<i>Sanicula europaea</i>	24.103	0.169	1
<i>Silene dioica</i>	2.340	0.016	+
<b>Summe</b>	<b>14259.087</b>	<b>100</b>	

#### IV.2.e. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im U II

In den Jahren 2000 und 2001 kamen während des Blühpeaks I jeweils 9 Pflanzenarten zur Blüte (vgl. Tab. 19). Sowohl im Jahr 2000 (vgl. Tab. 20) als auch im Jahr 2001 gehörten *Anemone nemorosa* und *Scilla bifolia* den Abundanzkategorien 5 und 2a an. Im Jahr 2000 stellten sie dabei 92.21% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks I (vgl. Tab. 19), im Jahr 2001 waren dies 88.09% aller Blüten bzw. Blumen (vgl. Tab. 20).

Im Jahr 2000 wurden innerhalb der zu Peak I gerechneten Fünf-Tage-Blocks 4834.88 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> gezählt. Im Jahr 2001 waren dies 6675.83 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>.

Tab. 19: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Anemone nemorosa</i>	4054.762	83.865	5
<i>Lathraea squamaria</i>	53.095	1.098	2m
<i>Oxalis acetosella</i>	137.262	2.839	2m
<i>Paris quadrifolia</i>	9.405	0.195	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	51.310	1.061	2m
<i>Ranunculus auricomus</i>	30.476	0.630	1
<i>Ranunculus ficaria</i>	48.929	1.012	2m
<i>Scilla bifolia</i>	403.571	8.347	2a
<i>Viola reichenbachiana</i>	46.071	0.953	1
<b>Summe</b>	<b>4834.881</b>	<b>100</b>	

Tab. 20: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Anemone nemorosa</i>	5452.381	81.673	5
<i>Lathraea squamaria</i>	46.786	0.701	1
<i>Oxalis acetosella</i>	203.810	3.053	2m
<i>Paris quadrifolia</i>	8.571	0.128	1
<i>Pulmonaria officinalis</i>	57.381	0.860	1
<i>Ranunculus auricomus</i>	94.762	1.419	2m
<i>Ranunculus ficaria</i>	150.952	2.261	2m
<i>Scilla bifolia</i>	428.571	6.420	2a
<i>Viola reichenbachiana</i>	232.619	3.484	2m
<b>Summe</b>	<b>6675.833</b>	<b>100</b>	

Während des Blühpeaks II kamen in den Jahren 2000 (vgl. Tab. 21) und 2001 (vgl. Tab. 22) 13 bzw. fünf Pflanzenarten zur Blüte. Im Jahr 2000 wurden 96.57% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks II von *Aegopodium poragraria*, *Galium odoratum* und

*Phyteuma spicata* gestellt, die zu den Abundanzkategorien 2a, 3 und 4 gehörten. *Galium odoratum* aus der Abundanzkategorie 5 hatte im Jahr 2001 während des Blühpeaks II einen Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil von 88.09%. Im Jahr 2000 wurden innerhalb der zu Blühpeak II gerechneten Fünf-Tage-Blocks 4069.29 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> gezählt. Im Jahr 2001 waren dies 1858.57 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>.

Tab. 21: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	293.810	7.220	2a
<i>Ajuga reptans</i>	26.429	0.649	1
<i>Convallaria majalis</i>	41.190	1.012	2m
<i>Galeobdolon luteum</i>	5.476	0.135	1
<i>Galium odoratum</i>	1106.905	27.201	3
<i>Geranium robertianum</i>	0.476	0.012	+
<i>Geum urbanum</i>	6.905	0.170	1
<i>Hieracium murorum</i>	23.571	0.579	1
<i>Paris quadrifolia</i>	15.595	0.383	1
<i>Phyteuma spicata</i>	2528.810	62.144	4
<i>Polygonatum multiflorum</i>	0.238	0.006	r
<i>Ranunculus auricomus</i>	15.238	0.374	1
<i>Vicia sepium</i>	4.643	0.114	1
<b>Summe</b>	<b>4069.286</b>	<b>100</b>	

Tab. 22: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Galeobdolon luteum</i>	12.143	0.653	1
<i>Galium odoratum</i>	1787.500	96.176	5
<i>Paris quadrifolia</i>	14.643	0.788	1
<i>Phyteuma spicata</i>	1.190	0.064	+
<i>Ranunculus auricomus</i>	43.095	2.319	2m
<b>Summe</b>	<b>1858.571</b>	<b>100</b>	

Während des Blühpeaks III kamen in den Jahren 2000 (vgl. Tab. 23) und 2001 (vgl. Tab. 24) fünf bzw. neun Pflanzenarten zur Blüte. Im Jahr 2000 wurden 99.19% aller Blüten bzw. Blumen während des Blühpeaks III von *Aegopodium podagraria*, der zu der Abundanzkategorie 5 gehörte. *Aegopodium podagraria*, *Galium odoratum* und *Phyteuma spicata* aus der Abundanzkategorie 3, 5 und 3, hatten im Jahr 2001 während des Blühpeaks III einen Gesamtblumen- bzw. Gesamtblütenanteil von 99.68%. Im Jahr 2000 wurden innerhalb

der zu Blühpeak III gerechneten Fünf-Tage-Blocks 2759.52 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup> gezählt. Im Jahr 2001 waren dies 6754.05 geöffnete Blüten/100 m<sup>2</sup>.

Tab. 23: U II, Jahr 2000: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	2737.262	99.193	5
<i>Geum urbanum</i>	6.548	0.237	1
<i>Hieracium murorum</i>	9.048	0.328	1
<i>Lilium marthagon</i>	0.476	0.017	+
<i>Phyteuma spicata</i>	6.190	0.224	1
<b>Summe</b>	<b>2759.524</b>	<b>100</b>	

Tab. 24: U II, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aegopodium podagraria</i>	3046.786	45.111	3
<i>Galeobdolon luteum</i>	4.286	0.063	+
<i>Galium odoratum</i>	407.619	6.035	2a
<i>Geum urbanum</i>	0.238	0.004	r
<i>Hieracium murorum</i>	7.500	0.111	1
<i>Lilium marthagon</i>	5.714	0.085	+
<i>Paris quadrifolia</i>	2.619	0.039	+
<i>Phyteuma spicata</i>	3278.333	48.539	3
<i>Ranunculus auricomus</i>	0.952	0.014	+
<b>Summe</b>	<b>6754.048</b>	<b>100</b>	

#### IV.2.f. Relative und absolute Maße der Blüten- und Blumenabundanz im NSG Laushalde

Im Jahr 2001 kamen während der Blühpeaks I (vgl. Tab. 25), II (vgl. Tab. 26) und III (vgl. Tab. 27) 17, 26 bzw. 10 Pflanzenarten zur Blüte. Während des Blühpeaks I gehörten *Anemone nemorosa*, *Corydalis cava* und *Mercurialis perennis* den Abundanzkategorien 2a, 2b und 4 an wobei sie 94.11% aller Blüten bzw. Blumen stellten. *Galeobdolon luteum*, *Galium odoratum* und *Phyteuma spicata* stellten während des Blühpeaks II 90.05% aller Blüten bzw. Blumen und gehörten den Abundanzkategorien 3, 3 und 2a an (vgl. Tab. 26). 99.69% aller Blüten bzw. Blumen stammten während des Blühpeaks III von *Aegopodium podagraria* aus der Abundanzkategorie 5 (vgl. Tab. 27). Die Blütengesamtzahl der zu den Blühpeaks I, II und III gerechneten Fünf-Tage-Blocks war 17880.45, 8027.95 und 34208.41 geöffnete Blüten bzw. Blumen/100 m<sup>2</sup>.

Tab. 25: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks I

	<b>Summe der Blüten bzw. Blumen</b>	<b>Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]</b>	<b>Abundanz- kategorie</b>
<i>Anemone nemorosa</i>	2110.455	11.803	2a
<i>Anemone ranunculoides</i>	39.318	0.220	1
<i>Corydalis cava</i>	3022.273	16.903	2b
<i>Daphne mezereum</i>	146.818	0.821	1
<i>Galeobdolon luteum</i>	9.091	0.051	+
<i>Lamium maculatum</i>	91.591	0.512	1
<i>Lathraea squamaria</i>	97.273	0.544	+
<i>Lathyrus vernus</i>	117.727	0.658	1
<i>Leucjum vernum</i>	75.682	0.423	1
<i>Mercurialis perennis</i>	11693.864	65.400	4
<i>Oxalis acetosella</i>	0.227	0.001	r
<i>Primula veris</i>	15.227	0.085	+
<i>Pulmonaria obscura</i>	79.091	0.442	1
<i>Ranunculus auricomus</i>	197.273	1.103	2m
<i>Ranunculus ficaria</i>	3.636	0.020	+
<i>Vinca minor</i>	153.409	0.858	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	27.500	0.154	1
<b>Summe</b>	<b>17880.455</b>	<b>100</b>	

Tab. 26: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks II

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aconitum vulparia</i>	12.045	0.173	1
<i>Aegopodium podagraria</i>	128.182	1.839	2m
<i>Ajuga reptans</i>	154.545	2.218	2m
<i>Arum maculatum</i>	1.364	0.020	+
<i>Buglossoides purpureocaerulea</i>	7.955	0.114	1
<i>Centaurea montana</i>	0.455	0.007	r
<i>Convallaria majalis</i>	20.909	0.300	1
<i>Fragaria vesca</i>	1.818	0.026	+
<i>Galeobdolon luteum</i>	3212.045	46.094	3
<i>Galium odoratum</i>	2275.227	32.651	3
<i>Geum urbanum</i>	2.045	0.029	+
<i>Hieracium sylvaticum</i>	3.864	0.055	+
<i>Lamium maculatum</i>	52.273	0.750	1
<i>Lathyrus vernus</i>	72.045	1.034	2m
<i>Maianthemum bifolium</i>	3.409	0.049	+
<i>Neottia nidus-avis</i>	10.682	0.153	1
<i>Paris quadrifolia</i>	4.773	0.068	+
<i>Phyteuma spicata</i>	787.727	11.304	2a
<i>Polygonatum multiflorum</i>	59.318	0.851	1
<i>Primula veris</i>	1.136	0.016	+
<i>Pulmonaria obscura</i>	2.045	0.029	+
<i>Ranunculus auricomus</i>	15.455	0.222	1
<i>Vicia sepium</i>	1.591	0.023	+
<i>Vinca minor</i>	100.909	1.448	2m
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	33.864	0.486	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	2.727	0.039	+
<b>Summe</b>	<b>6968.409</b>	<b>100</b>	

Tab. 27: NSG Laushalde, Jahr 2001: Absolute und relative Häufigkeiten und daraus abgeleitete Abundanzkategorien der Blüten bzw. Blumen für alle Pflanzenarten des Blühpeaks III

	Summe der Blüten bzw. Blumen	Gesamtblumen bzw. Gesamtblütenanteil [%]	Abundanz- kategorie
<i>Aconitum vulparia</i>	0.909	0.003	r
<i>Aegopodium podagraria</i>	33780.909	99.689	5
<i>Buglossoides purpureocaerulea</i>	0.227	0.001	r
<i>Geum urbanum</i>	6.818	0.020	+
<i>Hieracium sylvaticum</i>	3.182	0.009	r
<i>Lilium martagon</i>	3.636	0.011	+
<i>Neottia nidus-avis</i>	3.864	0.011	+
<i>Phyteuma spicata</i>	25.000	0.074	+
<i>Vicia sepium</i>	1.136	0.003	r
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>	60.682	0.179	1
<b>Summe</b>	<b>33886.364</b>	<b>100</b>	

### IV.3. Pollen-Ovula-Rate

Die 24 untersuchten Arten des U I fanden ihre Entsprechung in den Outcrossing Indizes (OCI) 2-4 der Reproduktionssysteme nach CRUDEN (1977). Die mediane Merkmalsausprägung der Krautschicht lag bei einer P/O von 3269.45 (vgl. Tab. 28) und einer medianen log P/O von 3.51 (Vgl. Tab. 29), was einem OCI von 3 entspricht (vgl. Tab. 5). Die Krautschicht des U I kann somit als fakultativ xenogam angesprochen werden. Von allen untersuchten Pflanzenarten waren 37.50% gemäß ihrer P/O bzw. log P/O xenogam, 33.33% waren als fakultativ xenogam einzustufen und 29.17% waren fakultativ autogam.

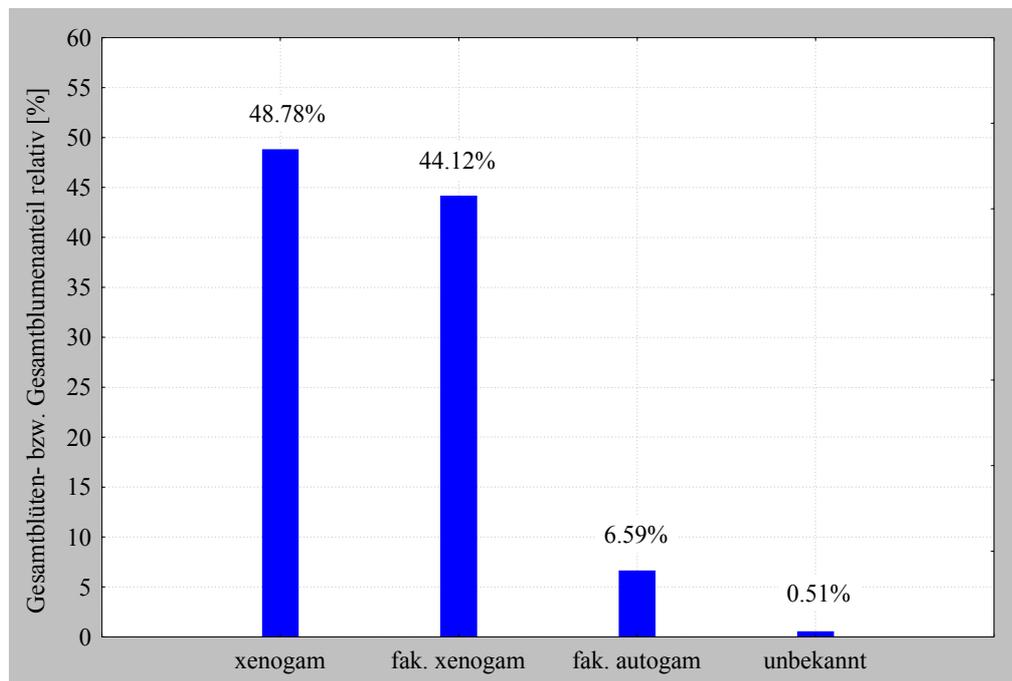


Abb. 53: Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil xenogamer, fakultativ xenogamer, fakultativ autogamer und bezüglich ihrer P/O unbearbeiteter (unbekannter) Arten an der Gesamtzahl Blüten bzw. Blumen im U I.

Der Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil xenogamer Arten an der Gesamtzahl Blüten bzw. Blumen lag bei 48.78%. Fakultativ xenogame Arten hatten einen Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenanteil von 44.12%, fakultativ xenogame Arten von 6.59%. Alle nicht bezüglich der P/O bearbeitete Arten waren zu 0.51% an der Gesamtblüten- bzw. Gesamtblumenzahl beteiligt (vgl. Abb. 53).

Tab. 28: Mittlere P/O der Arten und mediane P/O der Krautschicht des U I und Klassifizierung der Reproduktionssysteme nach CRUDEN (1977). (\* = zusätzlich zu DIETERLE 1999 erarbeitete Arten)

Art	P/O				n	Klassifizierung nach CRUDEN 1977
	Min.	x	Max.	±SD		
<i>Adoxa moschatellina</i>	3235	3902	4425	365	10	Fakultativ Xenogam
<i>Aegopidium podagraria</i> *	592	645	731	47	10	Fakultativ Xenogam
<i>Anemone nemorosa</i>	3698	7625	14568	2928	10	Xenogam
<i>Anemone ranunculoides</i>	3903	8327	10403	2366	6	Xenogam
<i>Arum maculatum</i> *	2060	2750	3819	570	7	Fakultativ Xenogam
<i>Aruncus sylvestris</i> *	4594	5896	7149	875	10	Xenogam
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	429	665	1000	209	8	Fakultativ Autogam
<i>Corydalis cava</i>	2225	3347	5754	1036	12	Fakultativ Xenogam
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	5429	7179	9688	1256	11	Xenogam
<i>Gagea lutea</i>	228	294	394	61	5	Fakultativ Autogam
<i>Galeobdolon luteum</i>	12865	15618	16575	1309	10	Xenogam
<i>Galium odoratum</i>	1358	2080	3010	419	10	Fakultativ Xenogam
<i>Geranium robertianum</i>	106	117	128	9	13	Fakultativ Autogam
<i>Geum urbanum</i>	440	999	1387	301	10	Fakultativ Xenogam
<i>Oxalis acetosella</i>	457	569	772	110	6	Fakultativ Autogam
<i>Paris quadrifolia</i>	3329	4831	7599	1685	5	Fakultativ Xenogam
<i>Phyteuma spicatum</i>	521	647	953	122	11	Fakultativ Autogam
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2531	3192	3994	495	10	Fakultativ Xenogam
<i>Pulmonaria officinalis</i>	6666	8731	11239	1576	10	Xenogam
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	5701	10332	16882	4124	13	Xenogam
<i>Ranunculus ficaria</i>	3653	6309	10646	2100	10	Xenogam
<i>Sanicula europaea</i>	17500	26535	36788	5243	10	Xenogam
<i>Silene dioica</i>	152	164	179	11	5	Fakultativ Autogam
<i>Vinca minor</i>	186	204	215	11	5	Fakultativ Autogam
<b>Median</b>	<b>3269.45</b>					<b>Fakultativ Xenogam</b>

Tab. 29: Mittlere log P/O der Arten und mediane log P/O der Krautschicht des U I und Klassifizierung der Reproduktionssysteme nach CRUDEN (1977). (\* = zusätzlich zu DIETERLE 1999 erarbeitete Arten)

Art	log P/O				n	Klassifizierung nach CRUDEN 1977
	Min.	x	Max.	±SD		
<i>Adoxa moschatellina</i>	3.51	3.59	3.65	0.04	10	Fakultativ Xenogam
<i>Aegopidium podagraria</i> *	2.77	2.81	2.86	0.03	10	Fakultativ Xenogam
<i>Anemone nemorosa</i>	3.57	3.86	4.16	0.15	10	Xenogam
<i>Anemone ranunculoides</i>	3.59	3.9	4.02	0.16	6	Xenogam
<i>Arum maculatum</i> *	3.31	3.43	3.58	0.09	7	Fakultativ Xenogam
<i>Aruncus sylvestris</i> *	3.66	3.77	3.85	0.07	10	Xenogam
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	2.63	2.8	3.00	0.14	8	Fakultativ Autogam
<i>Corydalis cava</i>	3.35	3.51	3.76	0.13	12	Fakultativ Xenogam
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	3.73	3.85	3.99	0.08	11	Xenogam
<i>Gagea lutea</i>	2.36	2.46	2.6	0.09	5	Fakultativ Autogam
<i>Galeobdolon luteum</i>	4.11	4.19	4.22	0.04	10	Xenogam
<i>Galium odoratum</i>	3.13	3.31	3.48	0.09	13	Fakultativ Xenogam
<i>Geranium robertianum</i>	2.02	2.07	2.11	0.035	10	Fakultativ Autogam
<i>Geum urbanum</i>	2.64	2.98	3.14	0.16	10	Fakultativ Xenogam
<i>Oxalis acetosella</i>	2.66	2.78	2.92	0.1	6	Fakultativ Autogam
<i>Paris quadrifolia</i>	3.52	3.66	3.88	0.14	5	Fakultativ Xenogam
<i>Phyteuma spicatum</i>	2.72	2.8	2.98	0.07	11	Fakultativ Autogam
<i>Polygonatum multiflorum</i>	3.4	3.5	3.6	0.07	10	Fakultativ Xenogam
<i>Pulmonaria officinalis</i>	3.82	3.93	4.05	0.08	10	Xenogam
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	3.76	3.98	4.23	0.17	13	Xenogam
<i>Ranunculus ficaria</i>	3.56	3.78	4.03	0.14	10	Xenogam
<i>Sanicula europaea</i>	4.24	4.42	4.57	0.09	10	Xenogam
<i>Silene dioica</i>	2.18	2.21	2.25	0.03	5	Fakultativ Autogam
<i>Vinca minor</i>	2.27	2.31	2.33	0.02	5	Fakultativ Autogam
<b>Median</b>	<b>3.51</b>					<b>Fakultativ Xenogam</b>

## IV.4. Samen- und Fruchtansatz

### IV.4.a. Samen- und Fruchtansatz in Abhängigkeit der Blühphänologie der Population

Für sechs der zehn untersuchten Arten wurden im Jahr 2002 Daten zu Frucht- und Samenansatz, aber keine Daten zur Blühphänologie gesammelt; zudem war es in der Praxis nicht zu realisieren, für jeden Fünf-Tage-Block der Jahre 2000, 2001 und 2002 Daten zum Frucht- und Samenansatz zu erheben. In jenen Fällen, wo eine lückenlose Dokumentation über mindestens fünf Fünf-Tage-Blocks innerhalb der Jahre 2000 oder 2001 möglich war, werden der Frucht- und Samenansatz für diese Einzeljahre gesondert behandelt. In allen anderen Fällen wurde für die jeweiligen Fünf-Tage-Blocks ein Mittelwert aus den Einzeldaten der Jahre 2000, 2001 und 2002 gebildet. Dieser Mittelwert wurde dann mit der populationstypischen Blühphänologie (PTB) verglichen. In den Fällen, in welchen ein solcher Mittelwertvergleich unumgänglich war, versteht sich die Interpretation der Daten lediglich als Näherung an die tatsächlichen Korrelationen des Frucht- und Samenansatzes mit dem blühphänologischen Verhalten der Populationen.

Im U I wurde für 10 verschiedene Pflanzenarten der xenogame Reproduktionserfolg im Laufe der Blühphänologie der Populationen an 2706 Einzelblüten beobachtet und dokumentiert.

Um den xenogamen Reproduktionserfolg zu beschreiben wurden vier Parameter gewählt:

$$\mathbf{A: Samenansatz absolut} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\mathbf{B: Samenansatz relativ} = \left( \frac{\sum \frac{x_i}{y_i}}{n} \right) \times 100$$

$$\mathbf{C: Fruchtansatz relativ} = \text{Anzahl gebildeter Früchte} / n$$

$$\mathbf{D: Samenproduktion / 100 m^2} = \text{Samenansatz absolut} \times \text{Blütenzahl pro } 100 \text{ m}^2$$

Gleichung 2: Beschreibende Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs; A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ; C: Fruchtansatz relativ; D: Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> mit: x<sub>i</sub> = Samenzahl der Blüte i; y<sub>i</sub> = Ovulanzahl der Blüte i; n = Anzahl ausgewerteter Blüten

Die Korrelationen zwischen populationsphänologischem Blühverhalten und den vier verschiedenen Parametern des xenogamen Reproduktionserfolgs wurden mit Hilfe des Spearman'schen Korrelationskoeffizienten  $r_s$  ausgedrückt.

### ***Chrysosplenium alternifolium***

Im Jahr 2000 konnte das populationsphänologische Blühverhalten an 11 Fünf-Tage-Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen werden und zeigte in Verbindung mit der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> eine signifikante, stark positive Korrelation. Der absolute und relative Samenansatz waren unkorreliert, der relative Fruchtansatz war schwach negativ korreliert (vgl. Tab. 30). Das Maximum des absoluten (50 Samen pro Blüte) und des relativen Samenansatzes (76.96%) fiel in beiden Fällen auf den ersten Fünf-Tage-Block der Datenerhebung (11.-15.03.). Anschließend sanken beide Parameter kontinuierlich bis zum Ende der Datenerhebung (30.04.-04.05.) auf das jeweilige Minimum von einem Samen pro Blüte bzw. 1.54% Samenansatz ab. Der relative Fruchtansatz lag fast durchgehend bei 100% und sank nur während zweier aufeinanderfolgender Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. und 31.03.-04.04.) auf 95.45% bzw. 90.91% ab. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 624.89 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 31.03.-04.04. mit 1356.95 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 54).

Tab. 30: *Chrysosplenium alternifolium*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	11	0.063636	0.852539
BPP & Samenansatz relativ [%]	11	0.063636	0.852539
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	11	-0.229228	0.497761
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	11	<b>0.772727</b>	<b>0.005299</b>

Im Jahr 2001 wurde das populationsphänologische Blühverhalten an sieben Fünf-Tage-Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> korrelierte stark positiv aber nicht signifikant, der absolute und relative Samenansatz korrelierten schwach negativ bzw. schwach positiv mit der Blühphänologie der Population. Im Jahr 2001 korrelierte der relative Fruchtansatz signifikant und stark negativ mit der Menge der Blüten in der Population (vgl. Tab. 31). Das Maximum des absoluten (20.38 Samen pro Blüte) und des relativen (41.70%) Samenansatzes wurde am zweiten Fünf-Tage-Block der Datenerhebung (16.-20.03.) dokumentiert. Wie im Jahr 2000 lag der relative Fruchtansatz fast

durchgehend bei 100% und sank nur während zwei aufeinanderfolgender Fünf-Tage-Blocks (26.-30.03. und 31.03.-04.04.) auf 88.89% bzw. 70.00% ab. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 782.84 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 21.-25.03. mit 1644.15 gebildeter Samen erreicht (vgl. Abb. 55).

Insgesamt wurden über einen Zeitraum von drei Jahren 269 Blüten ausgewertet. Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über 13 Fünf-Tage-Blocks. Hier konnte eine hochsignifikante stark positive Korrelation mit der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> und eine stark negative hochsignifikante Korrelation mit dem relativen Fruchtansatz nachgewiesen werden. Der absolute und relative Samenansatz sind unkorreliert mit der Blühphänologie der Population (vgl. Tab. 32).

Tab. 31: *Chrysosplenium alternifolium*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	7	-0.178571	0.701658
BPP & Samenansatz relativ [%]	7	0.142857	0.759945
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	7	<b>-0.801784</b>	<b>0.030099</b>
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	7	0.714286	0.071344

Das Maximum des absoluten (25.41 Samen pro Blüte) und des relativen (44.03%) Samenansatzes wurde für den 16.-20.03. berechnet. Der mittlere relative Fruchtansatz beginnt am 11.-15.03. mit 97.62%, sinkt kontinuierlich bis zum 20.-24.04. auf 62.50% ab und nimmt für die letzten vier Fünf-Tage-Blocks einen Wert von 100% ein. Im Mittel werden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 360.36 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde für den 15.-19.04. mit 905.46 gebildeter Samen errechnet (vgl. Abb. 56).

Tab. 32: *Chrysosplenium alternifolium*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	13	-0.033012	0.914740
PTB & Samenansatz relativ [%]	13	-0.043956	0.886619
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	13	<b>-0.819021</b>	<b>0.000615</b>
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	13	<b>0.928571</b>	<b>0.000005</b>

### *Anemone nemorosa*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sechs Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 110 Blüten ausgewertet wurden. Hier konnte eine streng positive Korrelation mit der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> und eine signifikante stark positive Korrelation mit dem relativen Fruchtansatz nachgewiesen werden. Mit der Blühphänologie der Population ist der absolute Samenansatz unkorreliert, der relative Samenansatz mittel positiv korreliert (vgl. Tab. 33). Das Maximum des absoluten (20.92 Samen pro Blüte) und des relativen (73.40%) Samenansatzes wurde für den 05.-09.04. berechnet. Der mittlere relative Fruchtansatz beginnt am 11.-15.03. mit 90%, steigt bis zum 21.-25.03. auf 100% an und hält diesen Wert bis zur letzten Datennahme. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 4662.78 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> wurde für den 05.-09.04. mit 15872.76 gebildeter Samen errechnet (vgl. Abb. 57).

Tab. 33: *Anemone nemorosa*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	6	0.085714	0.871743
PTB & Samenansatz relativ [%]	6	0.485714	0.328723
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	6	<b>0.845154</b>	<b>0.034109</b>
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	6	<b>1</b>	

### *Pulmonaria officinalis*

Im Jahr 2000 konnte das populationsphänologische Blühverhalten an fünf Fünf-Tage Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen werden. Der absolute und relative Samenansatz waren mittel negativ korreliert, der relative Fruchtansatz war stark negativ korreliert und die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> war unkorreliert mit der Blühphänologie

der Population (vgl. Tab. 34). Das Maximum des absoluten (3.75 Samen pro Blüte) und des relativen Samenansatzes (93.75%) fiel in beiden Fällen auf den zweiten Fünf-Tage-Block der Datenerhebung (21.-25.03.). Der relative Fruchtansatz bewegte sich während der ersten drei Fünf-Tage-Blocks auf einem Niveau von 100% sank dann innerhalb der letzten zwei Fünf-Tage-Blocks auf 0% ab. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 10.71 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 21.-25.03. mit 21.94 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 58). Der Verlauf des xenogamen Reproduktionserfolgs entsprach damit in keinem der vier Parameter dem Verlauf der Blühphänologie der Population.

Tab. 34: *Pulmonaria officinalis*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	5	-0.410391	0.492536
BPP & Samenansatz relativ [%]	5	-0.410391	0.492536
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	5	-0.802955	0.101838
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	5	-0.051299	0.934713

Im Jahr 2001 wurde das populationsphänologische Blühverhalten an sechs Fünf-Tage Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> korrelierte streng positiv, der absolute und relative Samenansatz korrelierten stark positiv aber nicht signifikant mit der Blühphänologie der Population. Im Jahr 2001 korrelierte der relative Fruchtansatz signifikant und stark positiv mit der Menge der Blüten in der Population (vgl. Tab. 35). Der absolute und der relative Samenansatz sowie der relative Fruchtansatz folgten der Blühphänologie der Population nahezu linear. Lediglich das Maximum der Samen- bzw. Fruchtproduktion war im Vergleich zur Blühphänologie der Population zwei Fünf-Tage-Blocks später zu beobachten (26.-30.03.). Im Vergleich zum populationsphänologischen Blühverhalten verhielt sich die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> streng linear ( $r_s = 1$ ). Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 11.14 Samen / 100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 16.-20.03. mit 15.32 gebildeter Samen erreicht (vgl. Abb. 59).

Tab. 35: *Pulmonaria officinalis*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	6	0.771429	0.072396
BPP & Samenansatz relativ [%]	6	0.771429	0.072396
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	6	<b>0.927634</b>	<b>0.007666</b>
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	6	<b>1</b>	

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 wurde anhand von 228 Blüten dokumentiert und ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sieben Fünf-Tage-Blocks. Hier konnte eine signifikante stark positive Korrelation mit der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> nachgewiesen werden. Mit der Blühphänologie der Population sind der absolute und relative Samenansatz mittel, der relative Fruchtansatz schwach positiv korreliert (vgl. Tab. 36). Die Quantität des absoluten und relativen Samenansatzes erreichte am 21.-25.03. nach einem schwankenden Verlauf ein Maximum von 1.98 Samen pro Blüte bzw. 49.42% Samenansatz. Dieses Maximum erfolgte zeitgleich mit dem Blühmaximum der Population. Bis zum 05.-09.04. sanken im Mittel der absolute und relative Samenansatzes auf 0.56 gebildete Samen pro Blüte und 13.89% Samenansatz ab. Der mittlere relative Fruchtansatz verhielt sich ähnlich wie der absolute und relative Samenansatz, erreichte sein Maximum (79.23%) aber einen Fünf-Tage-Block später (26.-30.03.). Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 30.90 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde für den 21.-25.03. mit 64.87 gebildeter Samen errechnet (vgl. Abb. 60).

Tab. 36: *Pulmonaria officinalis*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	7	0.500000	0.253170
PTB & Samenansatz relativ [%]	7	0.500000	0.253170
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	7	0.285714	0.534509
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	7	<b>0.857143</b>	<b>0.013697</b>

### *Ranunculus ficaria*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über fünf Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 53 Blüten ausgewertet wurden. Hier konnte eine starke positive Korrelation mit der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> und eine schwache positive Korrelation mit dem relativen Samenansatz nachgewiesen werden. Der absolute Samenansatz und der relative Fruchtansatz waren unkorreliert mit der Blühphänologie der Population (vgl. Tab. 37). Das Maximum des absoluten (1.86 Samen pro Blüte) Samenansatzes und des relativen Fruchtansatzes (94.44%) wurde für den 31.03.-04.04. berechnet. Das Maximum der mittleren Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> (130.34 Samen) und des relativen Samenansatzes (15.75%) wurde am letzten Datenerhebungblock (25.-29.04.) beobachtet. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 63.78 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde für den 25.-29.04. mit 130.34 gebildeter Samen errechnet (vgl. Abb. 61).

Tab. 37: *Ranunculus ficaria*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	5	-0.100000	0.872889
PTB & Samenansatz relativ [%]	5	0.200000	0.747060
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	5	-0.100000	0.872889
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	5	0.700000	0.188120

### *Corydalis cava*

Im Jahr 2000 konnte das populationsphänologische Blühverhalten an sieben Fünf-Tage-Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen werden. Keiner der vier Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs korrelierte signifikant mit der Blühphänologie der Population. Der absolute und relative Samenansatz sowie der relative Fruchtansatz korrelierten schwach negativ mit der Blühphänologie der Population (vgl. Tab. 38). Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> war unkorreliert. Im Jahr 2000 wurde der niedrigste absolute Samenansatz (0 Samen) zeitgleich mit dem Blühmaximum der Population (15.-19.04.) beobachtet. Das Maximum der absoluten Samenproduktion (2.16 Samen) wurde dagegen während des Blühbeginns der Population am ersten Datenerhebungsblock (26.-30.03.) dokumentiert. Das gleiche Verhalten konnte für den relativen Samen- und Fruchtansatz beobachtet werden. Hier lag das Maximum bei 27% relativem Samenansatz und 64% relativem Fruchtansatz. Das Minimum war in beiden Fällen 0% Samen- bzw.

Fruchtansatz. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 389.41 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 31.03.-04.04. mit 1065.26 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 62).

Tab. 38: *Corydalis cava*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2000 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	7	-0.357143	0.431611
BPP & Samenansatz relativ [%]	7	-0.357143	0.431611
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	7	-0.357143	0.431611
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	7	0.071429	0.879048

Im Jahr 2001 konnte das populationsphänologische Blühverhalten an 10 Fünf-Tage-Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen werden. Der absolute und relative Samenansatz sowie der relative Fruchtansatz korrelierten stark negativ und signifikant mit der Blühphänologie der Population (vgl. Tab. 39). Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> war mittel negativ korreliert. Im Jahr 2001 wurden über einen Zeitraum von vier Fünf-Tage-Blocks 0 Samen pro Blüte produziert. Innerhalb dieser vier Fünf-Tage-Blocks lag auch das Blühmaximum der Population (05.-09.04.). Das Maximum der absoluten Samenproduktion (2.33 Samen) wurde dagegen während des Blühbeginns der Population am ersten Datenerhebungsblock (16.-20.03.) dokumentiert. Das gleiche Verhalten konnte für den relativen Samen- und Fruchtansatz beobachtet werden. Hier lag das Maximum bei 29.17% relativem Samenansatz und 100% relativem Fruchtansatz. Das Minimum war in beiden Fällen 0% Samen- bzw. Fruchtansatz. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 45.19 Samen / 100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 31.03.-04.04. mit 197.03 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 63).

Tab. 39: *Corydalis cava*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	10	-0.787885	0.006795
BPP & Samenansatz relativ [%]	10	-0.787885	0.006795
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	10	-0.850415	0.001821
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	10	-0.525257	0.118975

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 wurde anhand von 533 Blüten dokumentiert und ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über 11 Fünf-Tage-Blocks. Der absolute und relative Samenansatz sowie der relative Fruchtansatz korrelierten stark negativ und signifikant mit der Blühphänologie der Population (vgl. Tab.). Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> war schwach positiv korreliert. Im Mittel wurden über einen Zeitraum von vier Fünf-Tage-Blocks 0 Samen pro Blüte produziert. Innerhalb dieser zwei Fünf-Tage-Blocks lag auch das PTB-Maximum (15.-19.04.). Das Maximum der absoluten Samenproduktion (1.85 Samen) wurde dagegen während des Blühbeginns der Population am zweiten Datenerhebungsblock (16.-20.03.) dokumentiert. Das gleiche Verhalten konnte für den relativen Samen- und Fruchtansatz beobachtet werden. Hier lag das mittlere Maximum bei 23.13% relativem Samenansatz und 74.49% relativem Fruchtansatz. Das Minimum war in beiden Fällen 0% Samen- bzw. Fruchtansatz. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 158.93 Samen / 100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde zwischen dem 05.-09.04. mit 831.36 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 64).

Tab. 40: *Corydalis cava*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	11	-0.851938	0.000870
PTB & Samenansatz relativ [%]	11	-0.851938	0.000870
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	11	-0.888385	0.000258
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	11	0.195900	0.563744

### *Vinca minor*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000 und 2001 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über fünf Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 24 Blüten ausgewertet wurden. Keiner der vier Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs korrelierte signifikant mit der PTB (vgl. Tab. 41). Das mittlere Maximum des xenogamen Reproduktionserfolgs wurde für alle vier Parameter für den 15.-19.04. berechnet. Die Population erreichte ihr populationstypisches Blühmaximum erst zwei Fünf-Tage-Blocks später (25.-29.04.). Im Mittel wurden maximal 1.2 Samen pro Blüte produziert, das entspricht 13.04% relativem Samenansatz. Der maximale mittlere Fruchtansatz lag bei 80%. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 9.68 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> lag bei 19.49 gebildeten Samen (vgl. Abb. 65).

Tab. 41: *Vinca minor*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	5	-0.56429	0.32172
PTB & Samenansatz relativ [%]	5	-0.56429	0.32172
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	5	-0.56429	0.32172
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	5	-0.15390	0.80483

### *Oxalis acetosella*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000, 2001 und 2002 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sechs Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 68 Blüten ausgewertet wurden. Keiner der vier Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs korrelierte signifikant mit der PTB (vgl. Tab. 42). Der absolute und relative Samenansatz sowie der relative Fruchtansatz korrelierten mittel negativ mit der PTB. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> korrelierte stark positiv aber nicht signifikant mit der PTB. Das mittlere Maximum des absoluten und relativen Samenansatzes wurde für den 05.-09.04. berechnet. Die Population erreichte ihr populationstypisches Blühmaximum erst zwei Fünf-Tage-Blocks später (15.-19.04.). Im Mittel wurden maximal 8.75 Samen pro Blüte produziert, das entspricht 87.5% relativem Samenansatz. Der maximale mittlere Fruchtansatz lag bei 100%. Dieser Wert wurde im Verlauf der sechs Beobachtungsblocks zwei mal erreicht (26.-30.03. und 05.-09.04.), stimmte aber in keinem der beiden Fälle mit dem Blühmaximum der PTB überein. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 197.77 Samen / 100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> lag bei 517.57 gebildeter Samen (vgl. Abb. 66). Dieses Maximum stimmte mit dem Maximum der PTB am 15.-19.04. überein.

Tab. 42: *Oxalis acetosella*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000, 2001 und 2002 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	6	-0.485714	0.328723
PTB & Samenansatz relativ [%]	6	-0.485714	0.328723
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	6	-0.500216	0.312257
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	6	0.771429	0.072396

### *Adoxa moschatellina*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000 und 2001 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sechs Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 85 Blüten ausgewertet wurden. Keiner der vier Parameter des xenogamen Reproduktionserfolgs korrelierte signifikant mit der PTB (vgl. Tab. 43). Der absolute und relative Samenansatz sowie die Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> korrelierten stark positiv aber nicht signifikant mit der PTB. Der relative Fruchtansatz korrelierte schwach positiv mit der PTB. Das mittlere Maximum des xenogamen Reproduktionserfolgs wurde für alle vier Parameter für den 15.-19.04. berechnet. Die Population erreichte ihr populationstypisches Blühmaximum am selben Fünf-Tage-Block. Im Mittel wurden maximal 1.82 Samen pro Blüte produziert, das entspricht 37.39% relativem Samenansatz. Der maximale mittlere Fruchtansatz lag bei 62.63%. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 105.48 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> lag bei 320.91 gebildeten Samen (vgl. Abb. 67).

Tab. 43: *Adoxa moschatellina*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	6	0.666737	0.148090
PTB & Samenansatz relativ [%]	6	0.666737	0.148090
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	6	0.318874	0.537901
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	6	0.714286	0.110787

### *Galeobdolon luteum*

Im Jahr 2001 konnte das populationsphänologische Blühverhalten an sechs Fünf-Tage-Blocks mit dem xenogamen Reproduktionserfolg verglichen werden. Der absolute und relative Samenansatz korrelierten stark positiv aber nicht signifikant mit der Blühphänologie der Population. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> war streng positiv mit der Blühphänologie der Population korreliert. Der relative Fruchtansatz war unkorreliert (vgl. Tab. 44). Das Maximum des absoluten und relativen Samenansatzes wurde am 10.-14.05. dokumentiert. Die Population erreichte ihr Blühmaximum erst zwei Fünf-Tage-Blocks später (20.-24.05.). Es wurden maximal 2 Samen pro Blüte produziert, das entsprach 50% relativem Samenansatz. Das Minimum wurde in beiden Fällen am letzten Fünf-Tage-Block der Beobachtungen mit 1.40 Samen pro Blüte bzw. 35% relativem Samenansatz erreicht. Der relative Fruchtansatz lag in jedem der sechs Fünf-Tage-Blocks bei 100%. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> verhielt

sich streng linear zur Blütenzahl der Population. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 652.96 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde am 20.-24.05. mit 1241.56 gebildeten Samen erreicht (vgl. Abb. 68) und lag zeitgleich zum Blühmaximum der Population.

Tab. 44: *Galeobdolon luteum*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der Blühphänologie der Population (BPP) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes des Jahres 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
BPP & Samenansatz absolut	6	0.771429	0.072396
BPP & Samenansatz relativ [%]	6	0.771429	0.072396
BPP & Fruchtansatz relativ [%]	6	0	
BPP & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	6	<b>1</b>	

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000 und 2001 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sieben Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 398 Blüten ausgewertet wurden. Der absolute und relative Samenansatz korrelierten schwach negativ mit der PTB. Der relative Fruchtansatz war unkorreliert. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> korrelierten stark positiv und signifikant mit der PTB (vgl. Tab. 45). Das mittlere Maximum des absoluten und relativen Samenansatzes wurde für den 30.04.-04.05. berechnet. Die Population erreichte ihr populationstypisches Blühmaximum erst drei Fünf-Tage-Blocks später (15.-19.05.). Es wurden maximal 2.38 Samen pro Blüte produziert, das entsprach 59.54% relativem Samenansatz. Das mittlere Minimum wurde in beiden Fällen am letzten Fünf-Tage-Block der Beobachtungen mit 1.40 Samen pro Blüte bzw. 35% relativem Samenansatz erreicht. Der mittlere relative Fruchtansatz lag in jedem der sieben Fünf-Tage-Blocks bei 100%. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 362.33 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion / 100 m<sup>2</sup> wurde für den 15.-19.05. mit 909.04 gebildeten Samen errechnet (vgl. Abb. 69) und lag zeitgleich zum populationstypischen Blühmaximum.

Tab. 45: *Galeobdolon luteum*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	7	-0.214286	0.644512
PTB & Samenansatz relativ [%]	7	-0.214286	0.644512
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	7	0	
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	7	<b>0.928571</b>	<b>0.002519</b>

### *Phyteuma spicata*

Der mittlere xenogame Reproduktionserfolg aus den Jahren 2000 und 2001 ermöglichte einen Vergleich mit der PTB über sieben Fünf-Tage-Blocks, wobei insgesamt 938 Blüten ausgewertet wurden. Der absolute und relative Samenansatz korrelierten schwach negativ mit der PTB. Der relative Fruchtansatz war mittel positiv mit der PTB korreliert. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> korrelierten streng linear mit der PTB (vgl. Tab. 46). Das mittlere Maximum des absoluten und relativen Samenansatzes wurde für den 25.-29.05. berechnet. Die Population erreichte ihr populationstypisches Blühmaximum bereits einen Fünf-Tage-Block früher (20.-24.05.). Es wurden maximal 13.12 Samen pro Blüte produziert, das entsprach 33.41% relativem Samenansatz. Das mittlere Maximum des relativen Fruchtansatzes lag am 15.-19.05. bei 91.34% einen Fünf-Tage-Block vor dem populationstypischen Blühmaximum. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> verhielt sich streng linear zur Blütenzahl der PTB. Im Mittel wurden innerhalb eines Fünf-Tage-Blocks 2267.11 Samen/100 m<sup>2</sup> produziert. Das mittlere Maximum der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> wurde für den 20.-24.05. mit 3728.05 gebildeten Samen errechnet (vgl. Abb. 70) und lag zeitgleich zum populationstypischen Blühmaximum.

Tab. 46: *Phyteuma spicata*: Korrelationskoeffizienten der Spearman's Rangkorrelation (R), p-Niveau und Anzahl (N) der miteinander korrelierten Fünf-Tage-Blocks zwischen der populationstypischen Blühphänologie (PTB) und vier Parametern des mittleren xenogamen Samenansatzes der Jahre 2000 und 2001 (rot markiert sind signifikante oder streng lineare Korrelationen).

	Gültige N	Spearman R	p-Niveau
PTB & Samenansatz absolut	5	-0.100000	0.872889
PTB & Samenansatz relativ [%]	5	-0.100000	0.872889
PTB & Fruchtansatz relativ [%]	5	0.500000	0.391002
PTB & Samenproduktion / 100 m <sup>2</sup>	5	<b>1</b>	

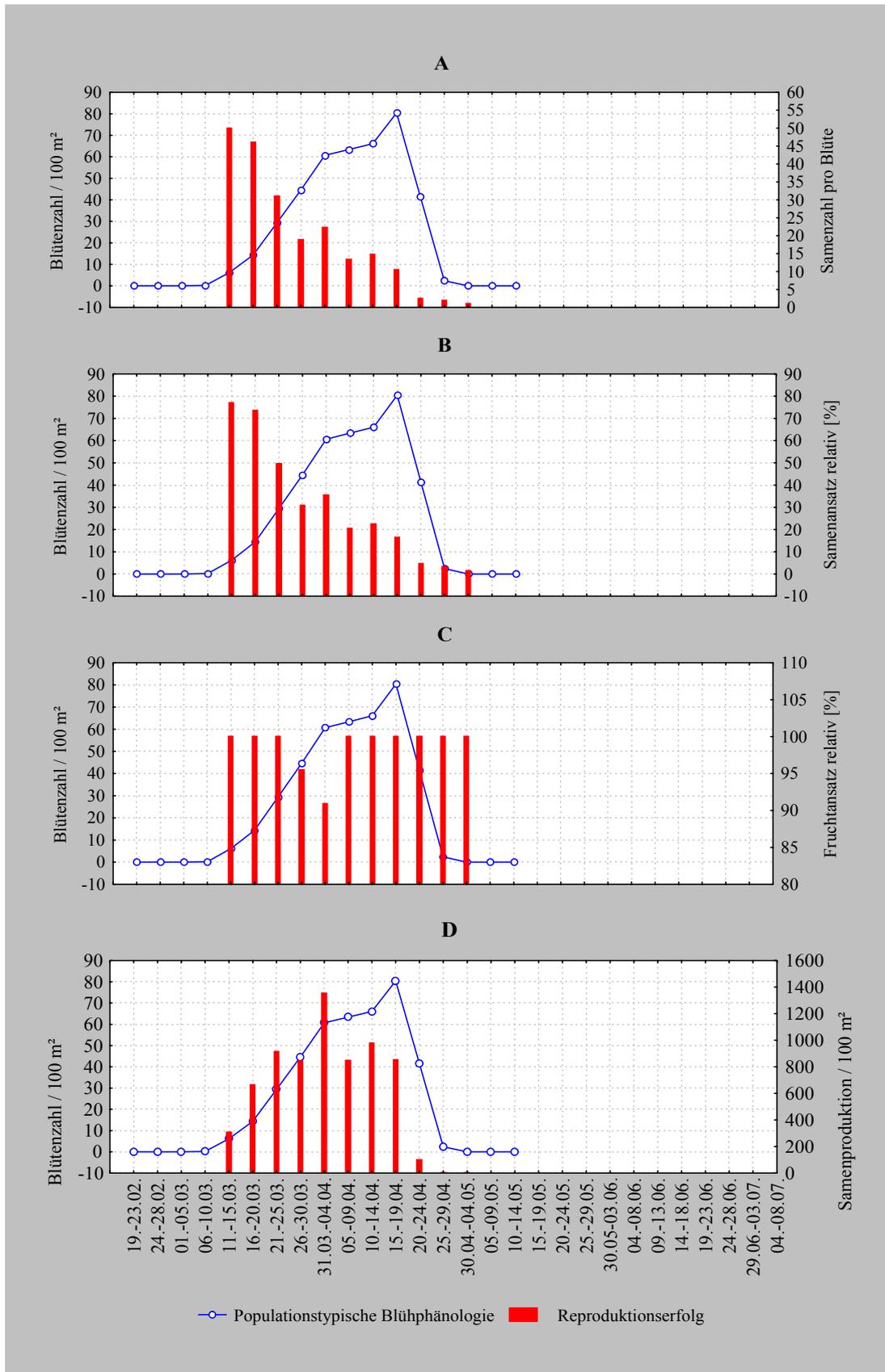


Abb. 54: *Chrysosplenium alternifolium*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenzahl absolut; B: Samensatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtsatz relativ [%]

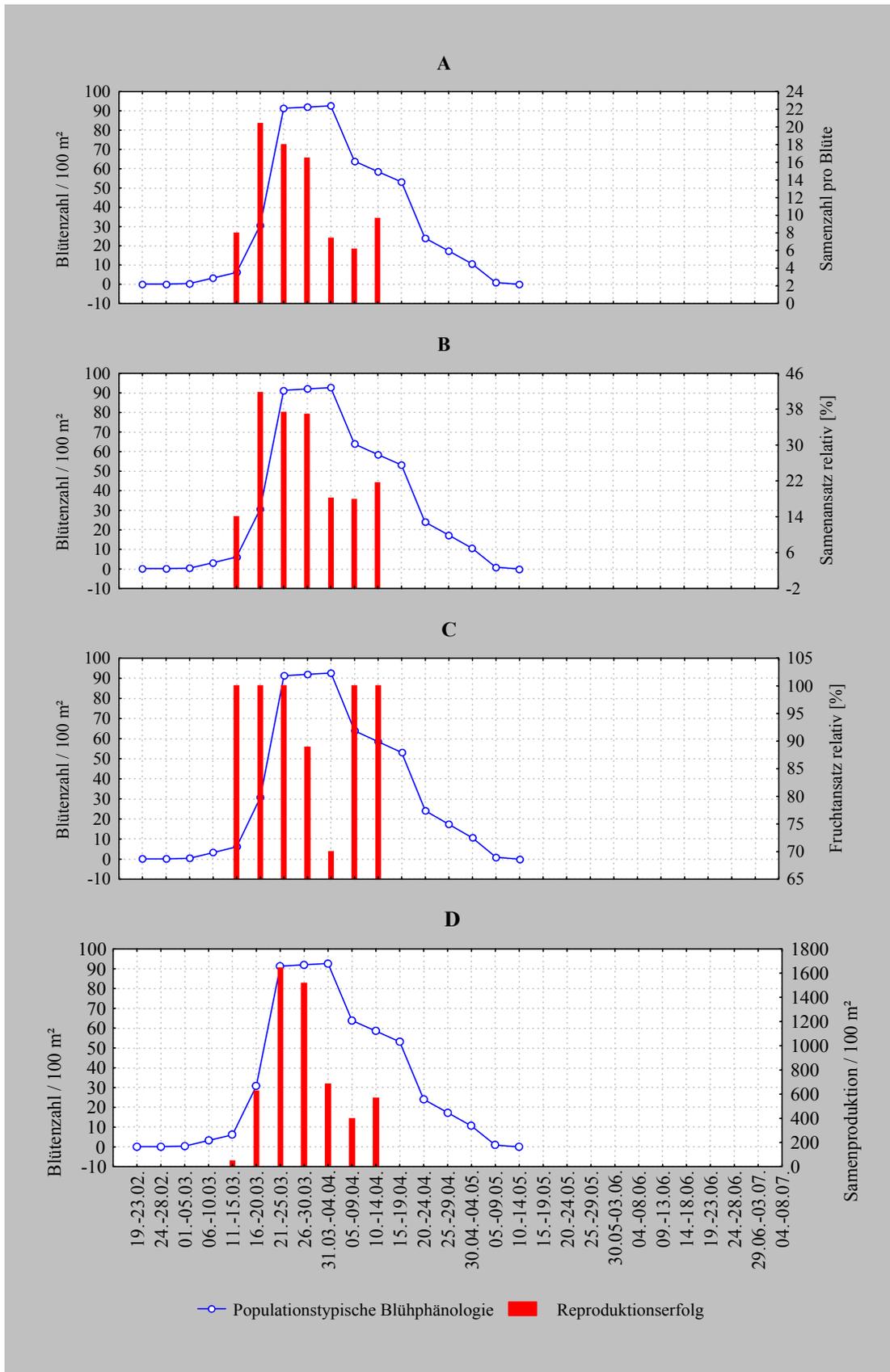


Abb. 55: *Chrysosplenium alternifolium*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenzansatz absolut; B: Samenzansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtsatz relativ [%]

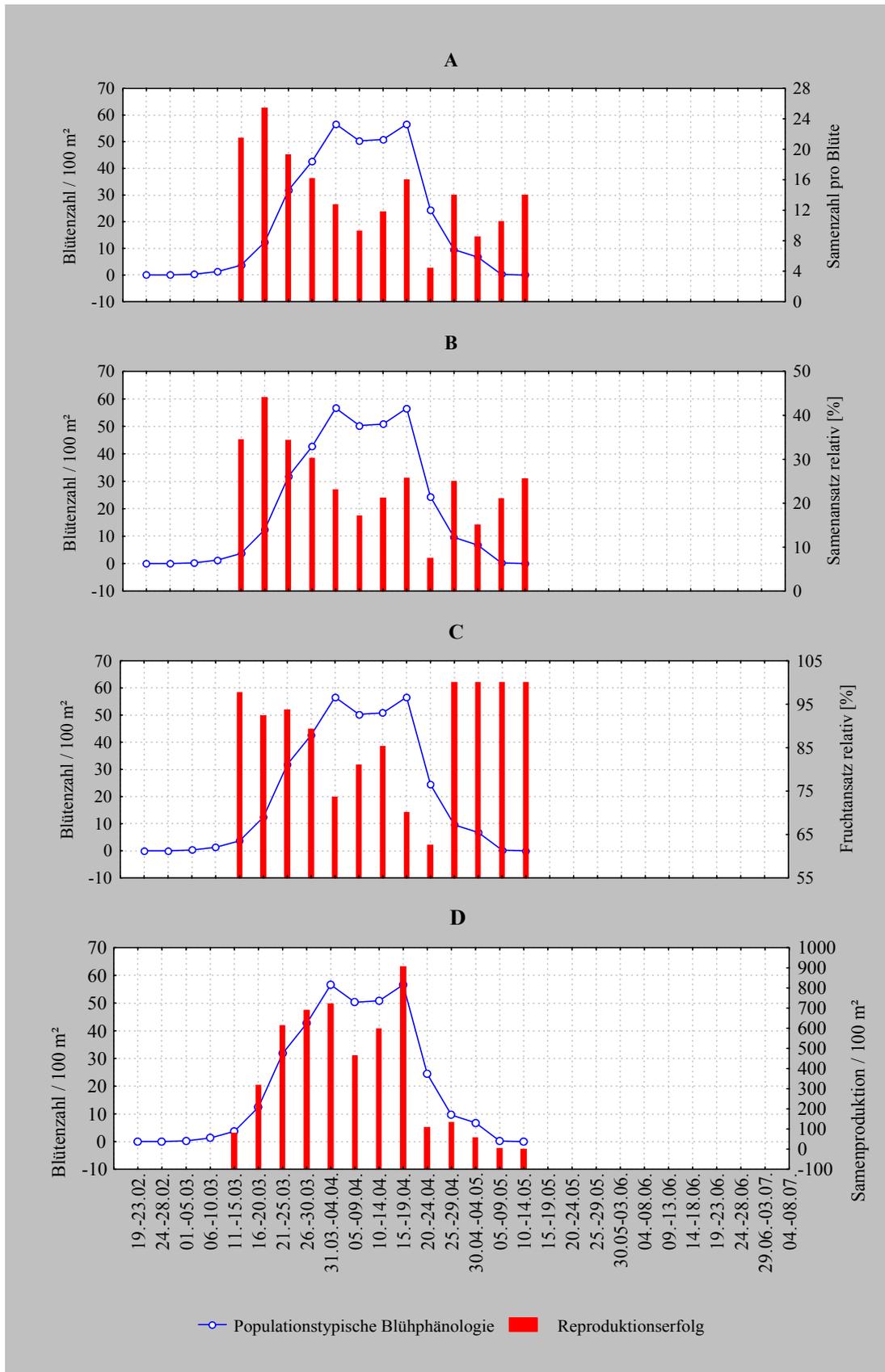


Abb. 56: *Chrysosplenium alternifolium*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenzansatz absolut; B: Samenzansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtansatz relativ [%]

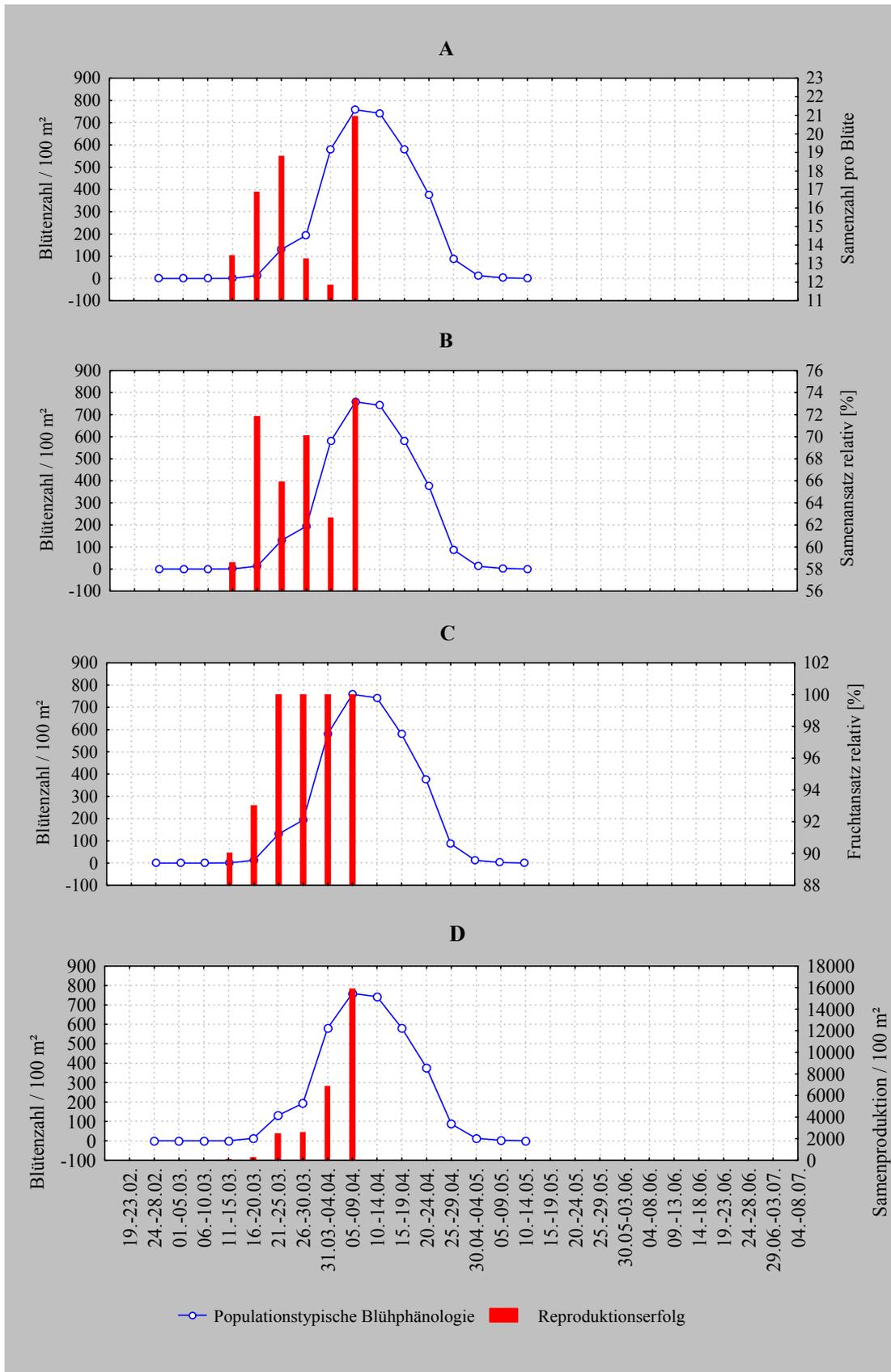


Abb. 57: *Anemone nemorosa*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationsstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenzahl pro Blüte; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

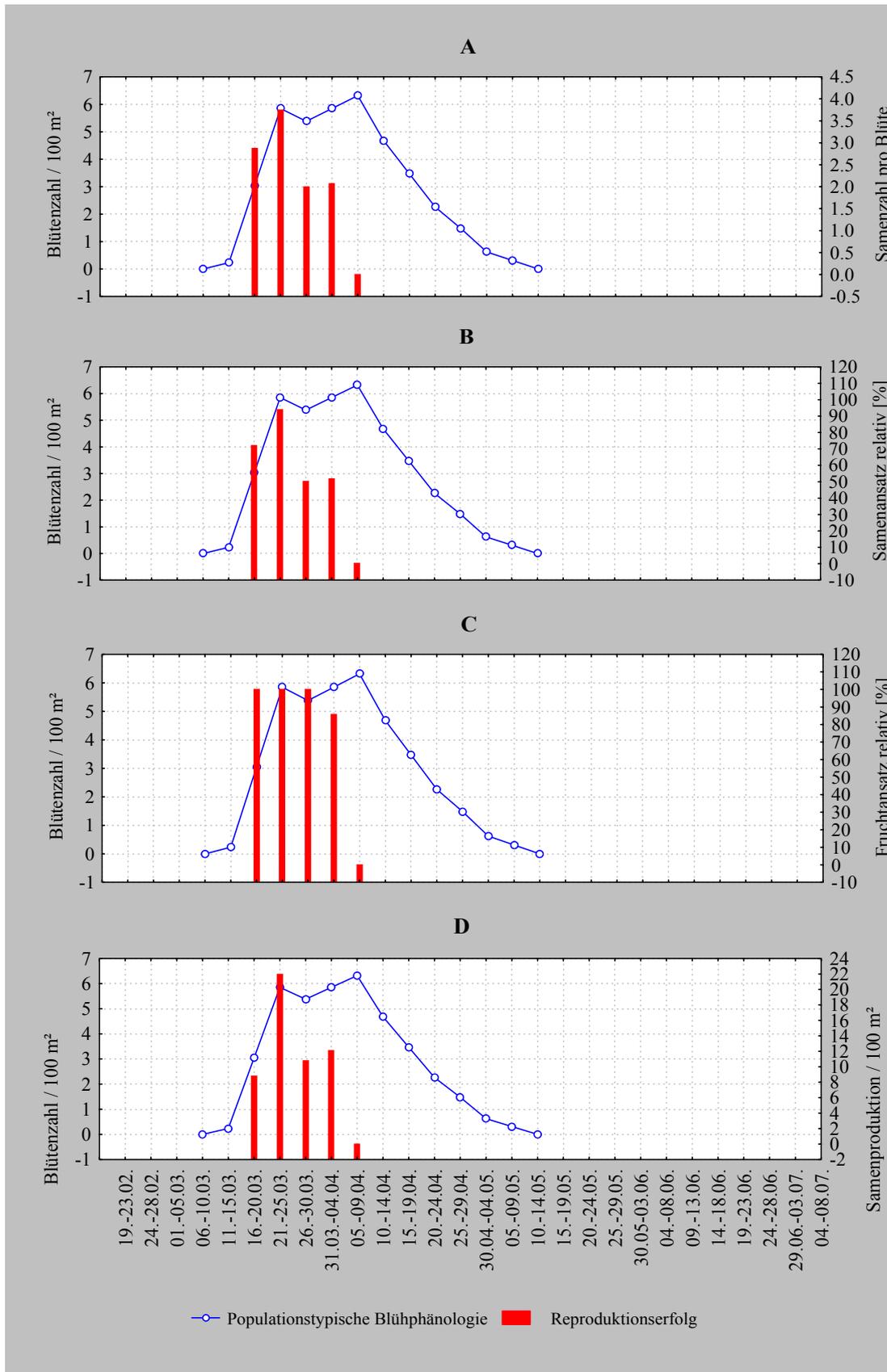


Abb. 58: *Pulmonaria officinalis*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtansatz relativ [%]

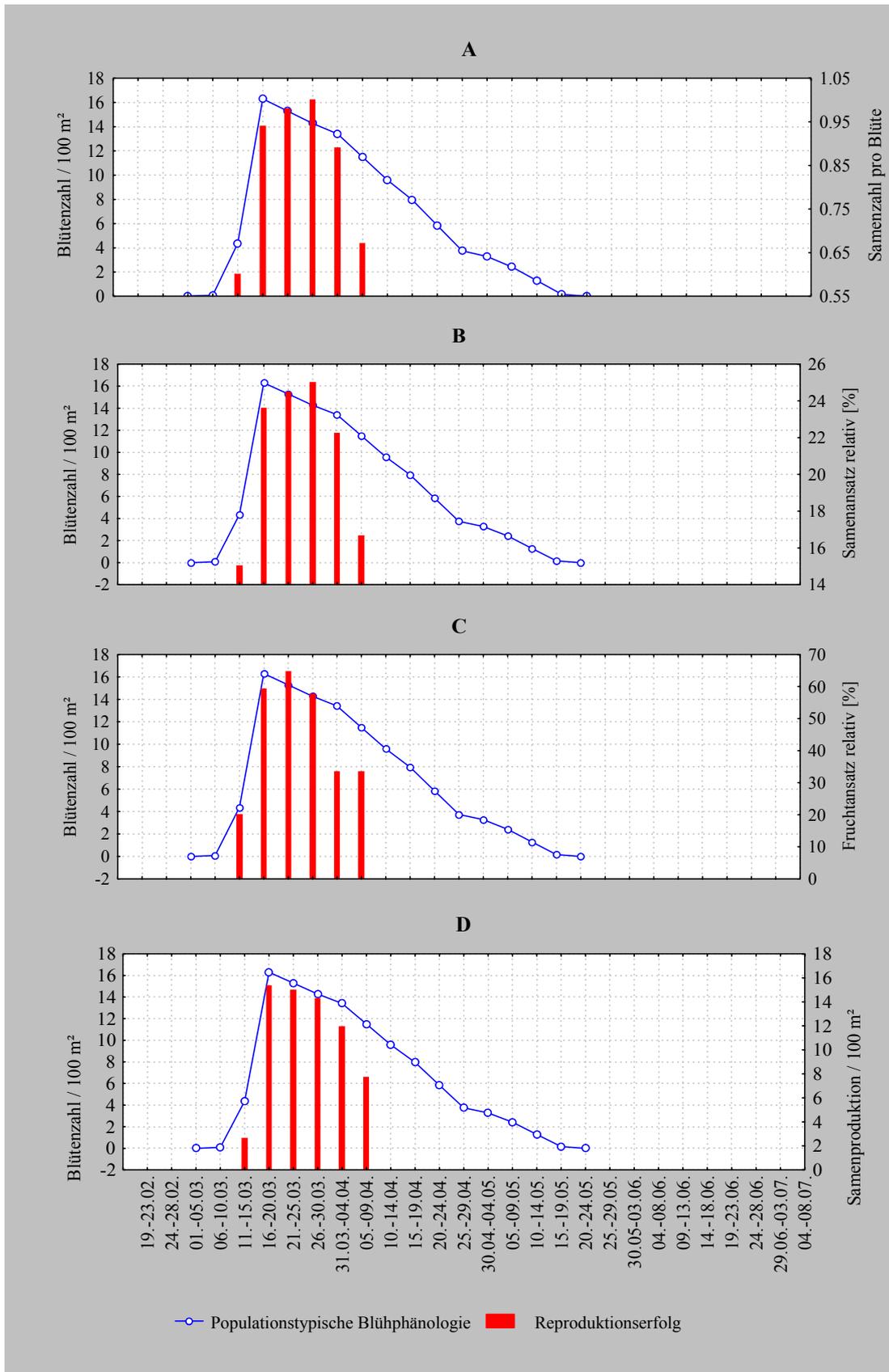


Abb. 59: *Pulmonaria officinalis*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenzahl absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

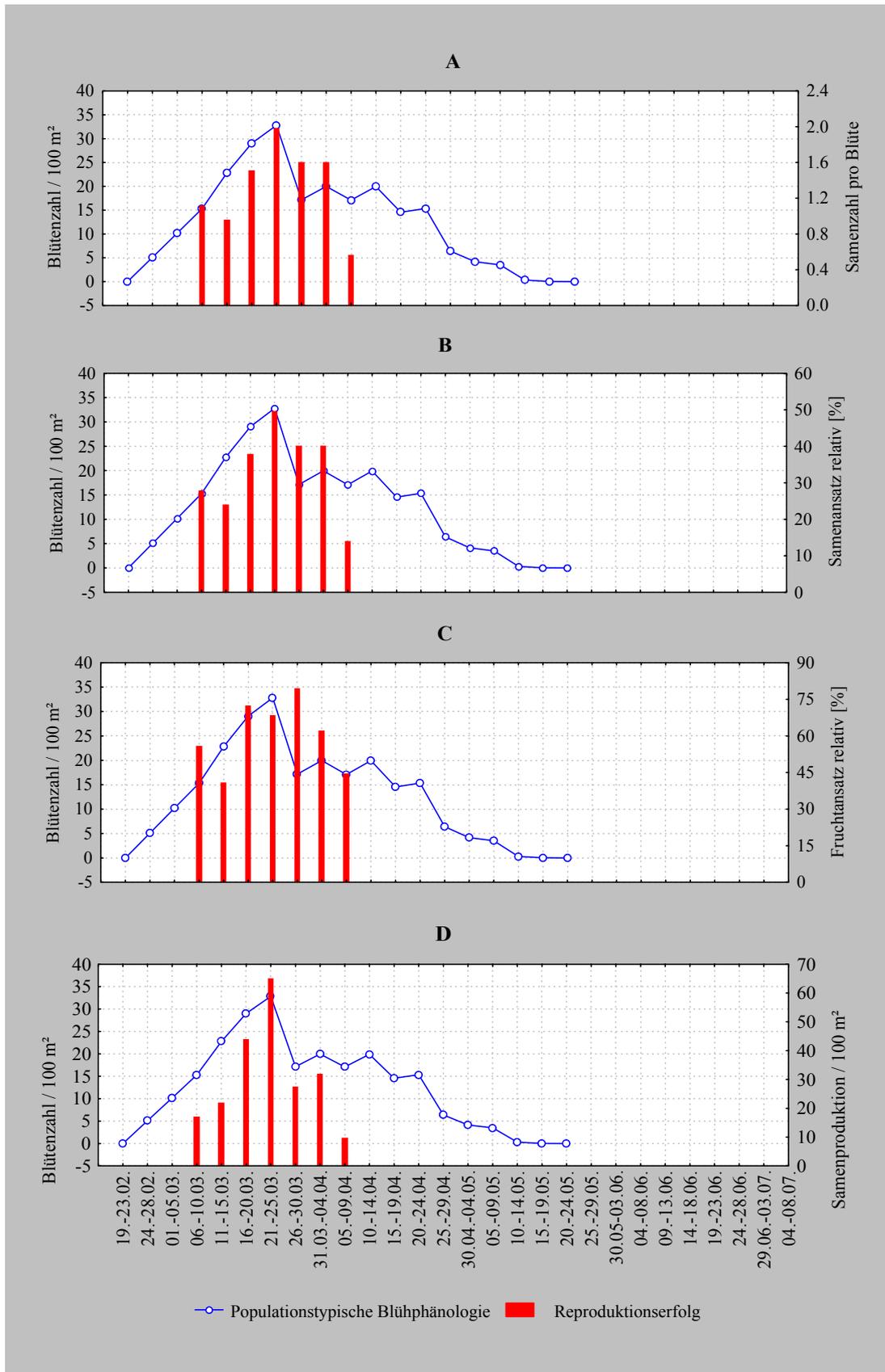


Abb. 60: *Pulmonaria officinalis*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenzansatz absolut; B: Samenzansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtansatz relativ [%]

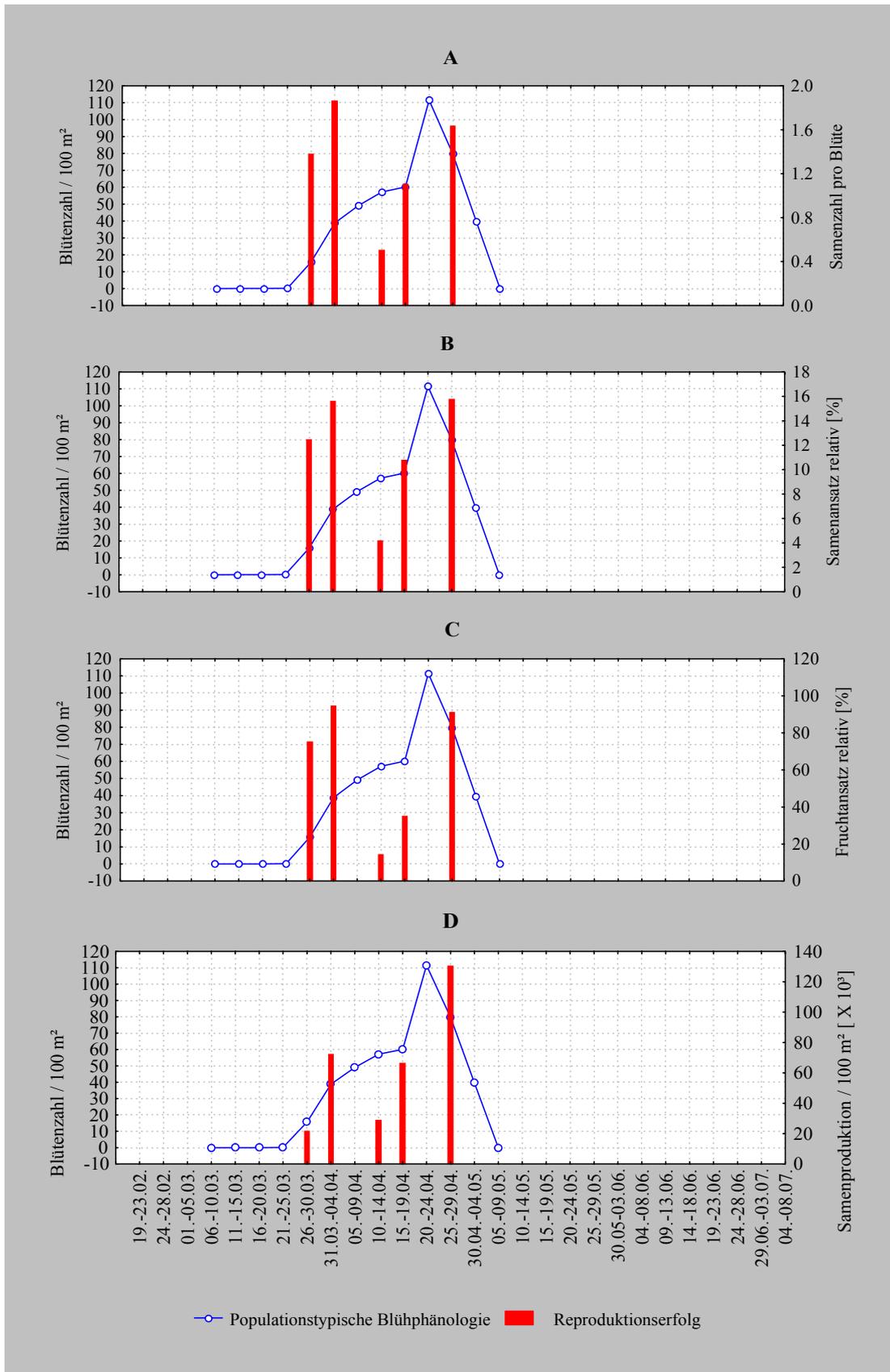


Abb. 61: *Ranunculus ficaria*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtansatz relativ [%]

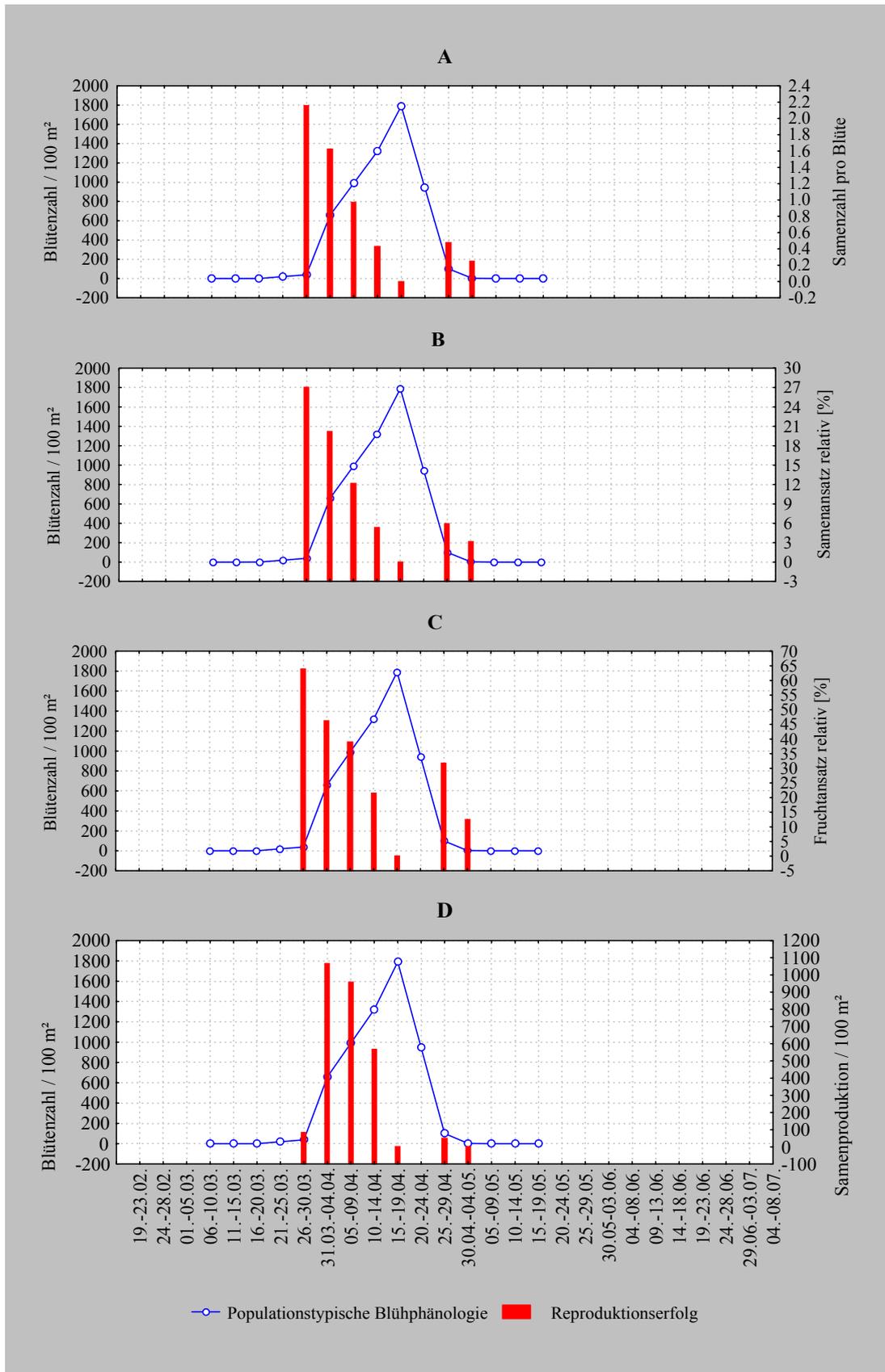


Abb. 62: *Corydalis cava*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2000. A: Samenzahl absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

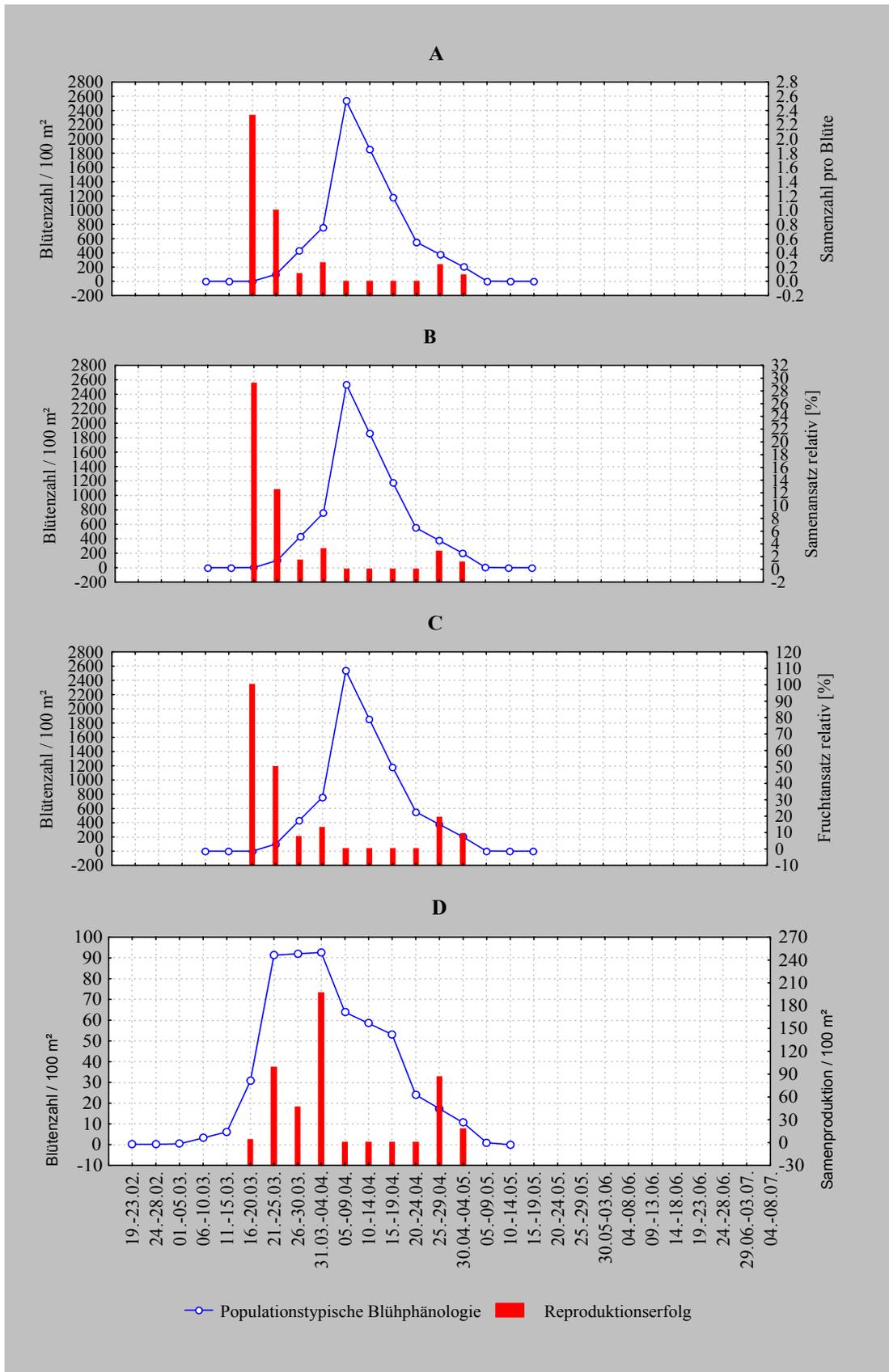


Abb. 63: *Corydalis cava*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtausatz relativ [%]

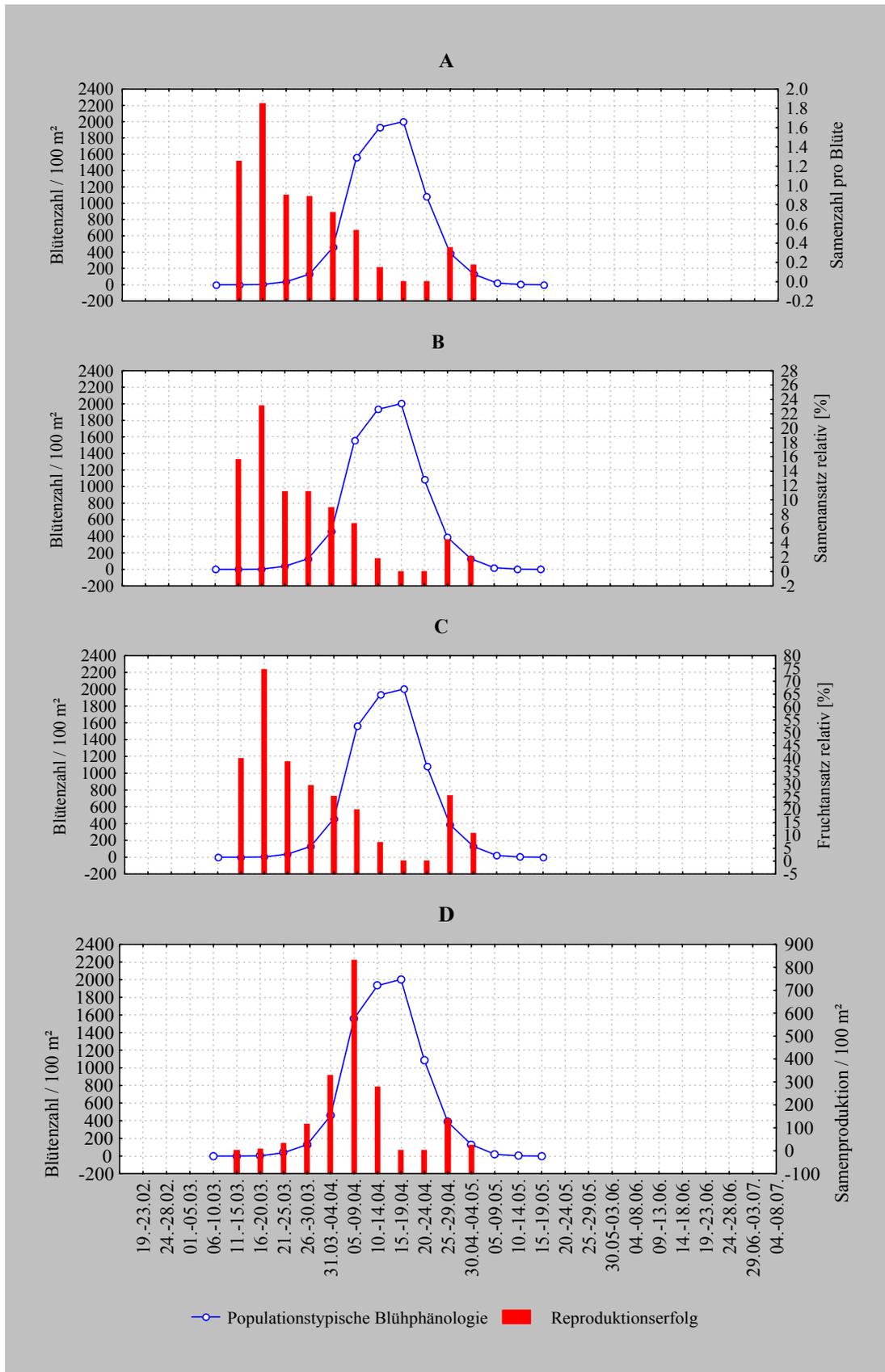


Abb. 64: *Corydalis cava*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenzahl pro Blüte; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

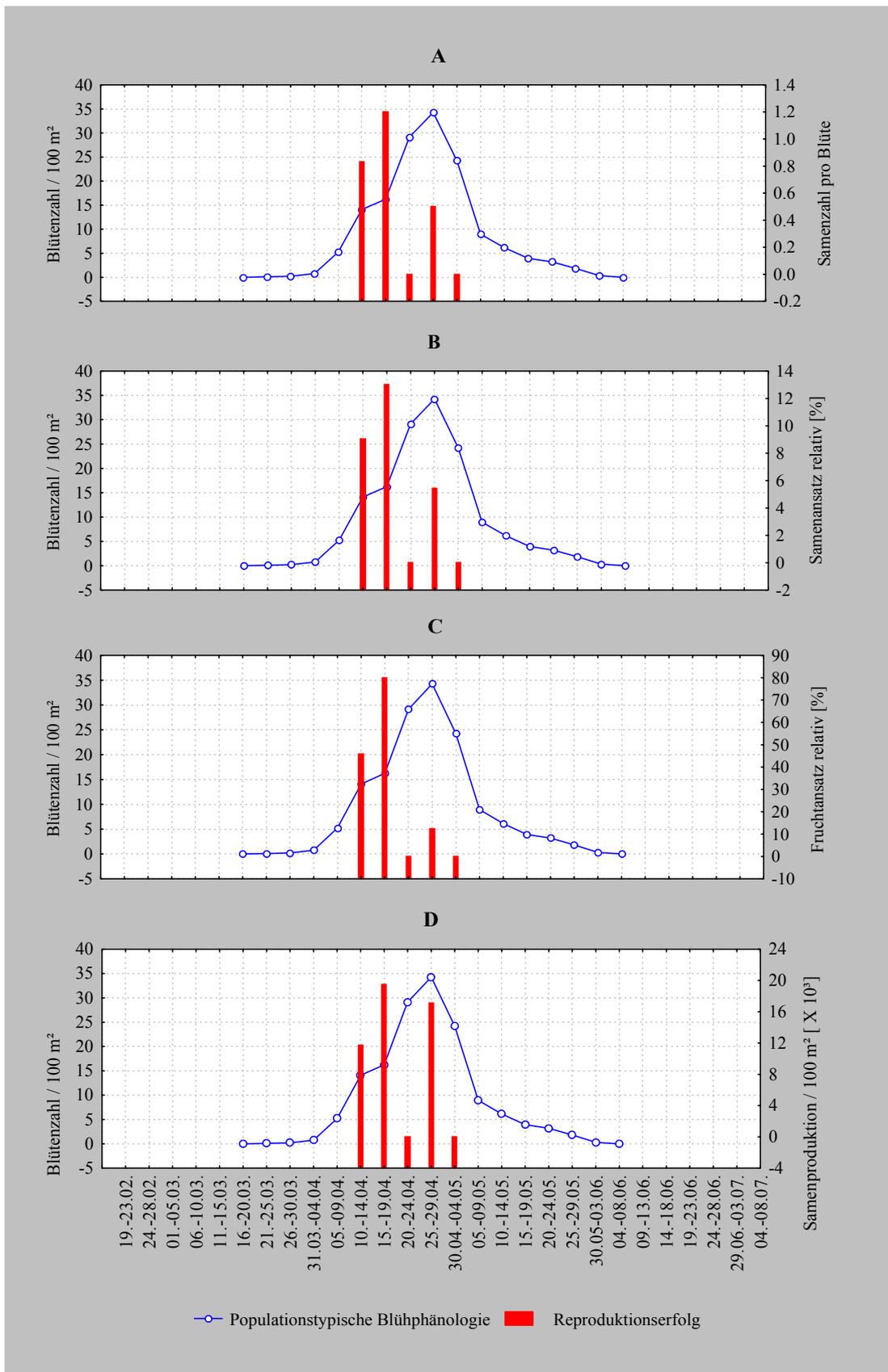


Abb. 65: *Vinca minor*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchansatz relativ [%]

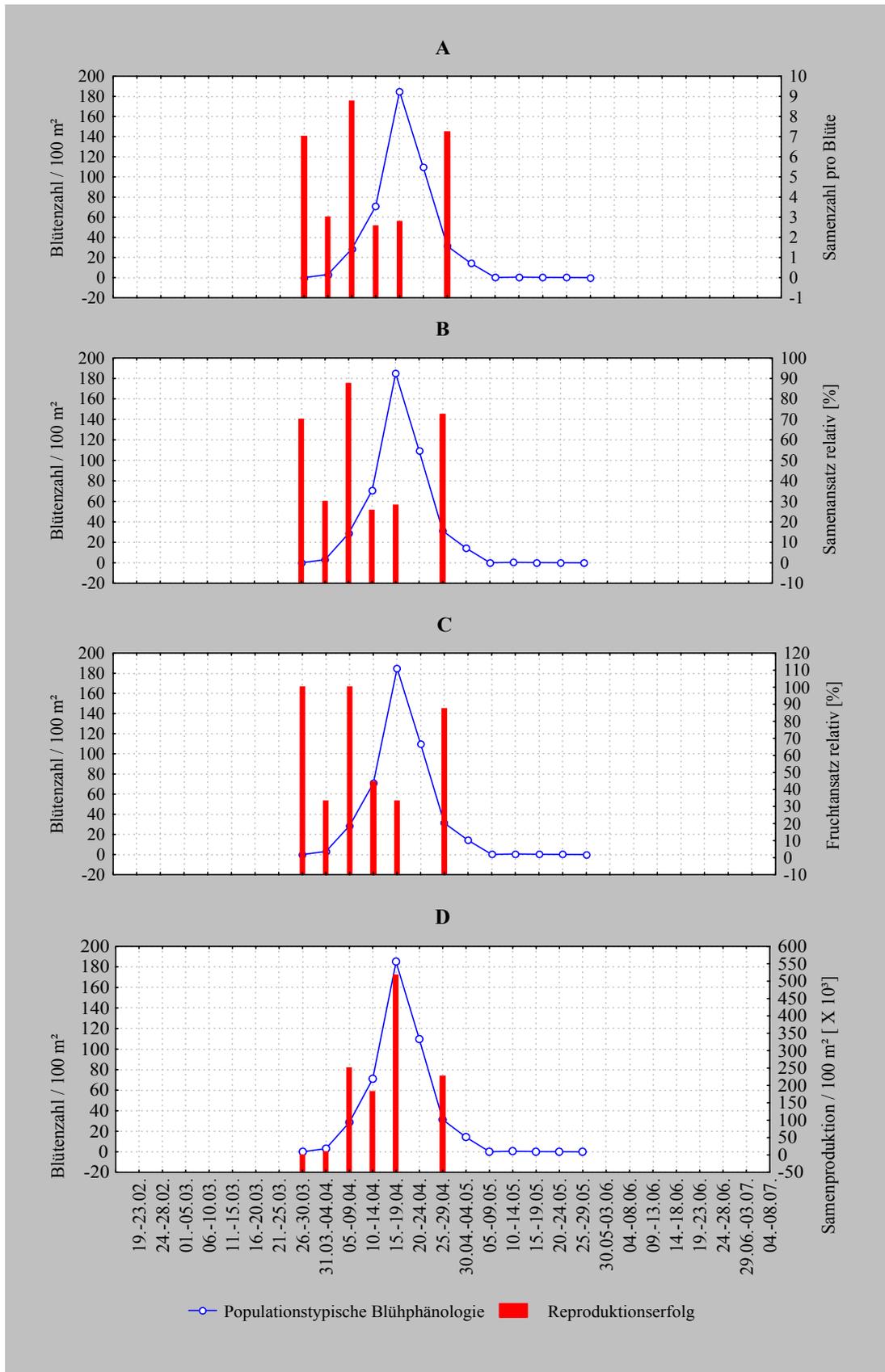


Abb. 66: *Oxalis acetosella*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000, 2001 und 2002 im Vergleich mit der populationsstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtausatz relativ [%]

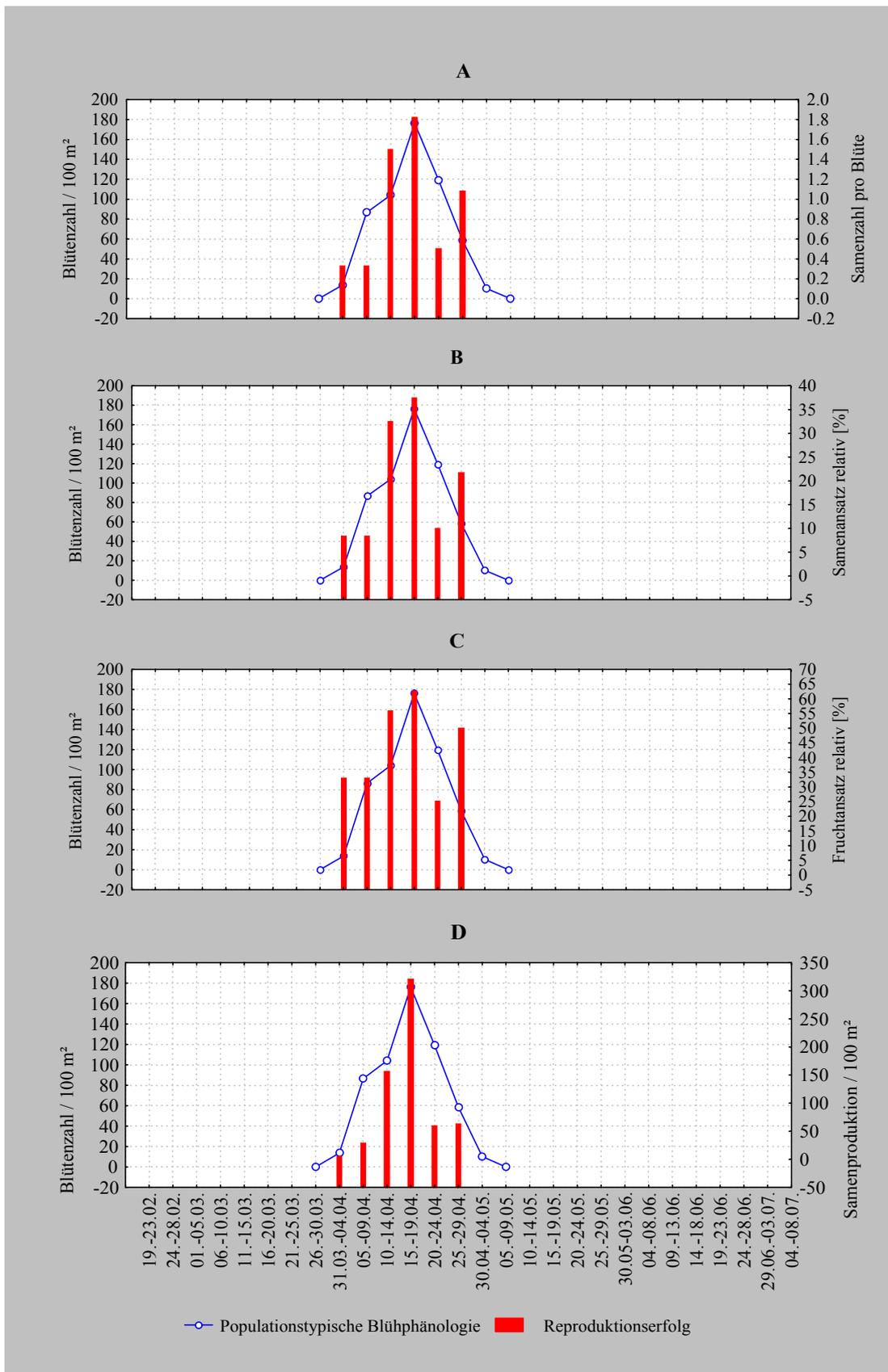


Abb. 67: *Adoxa moschatellina*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

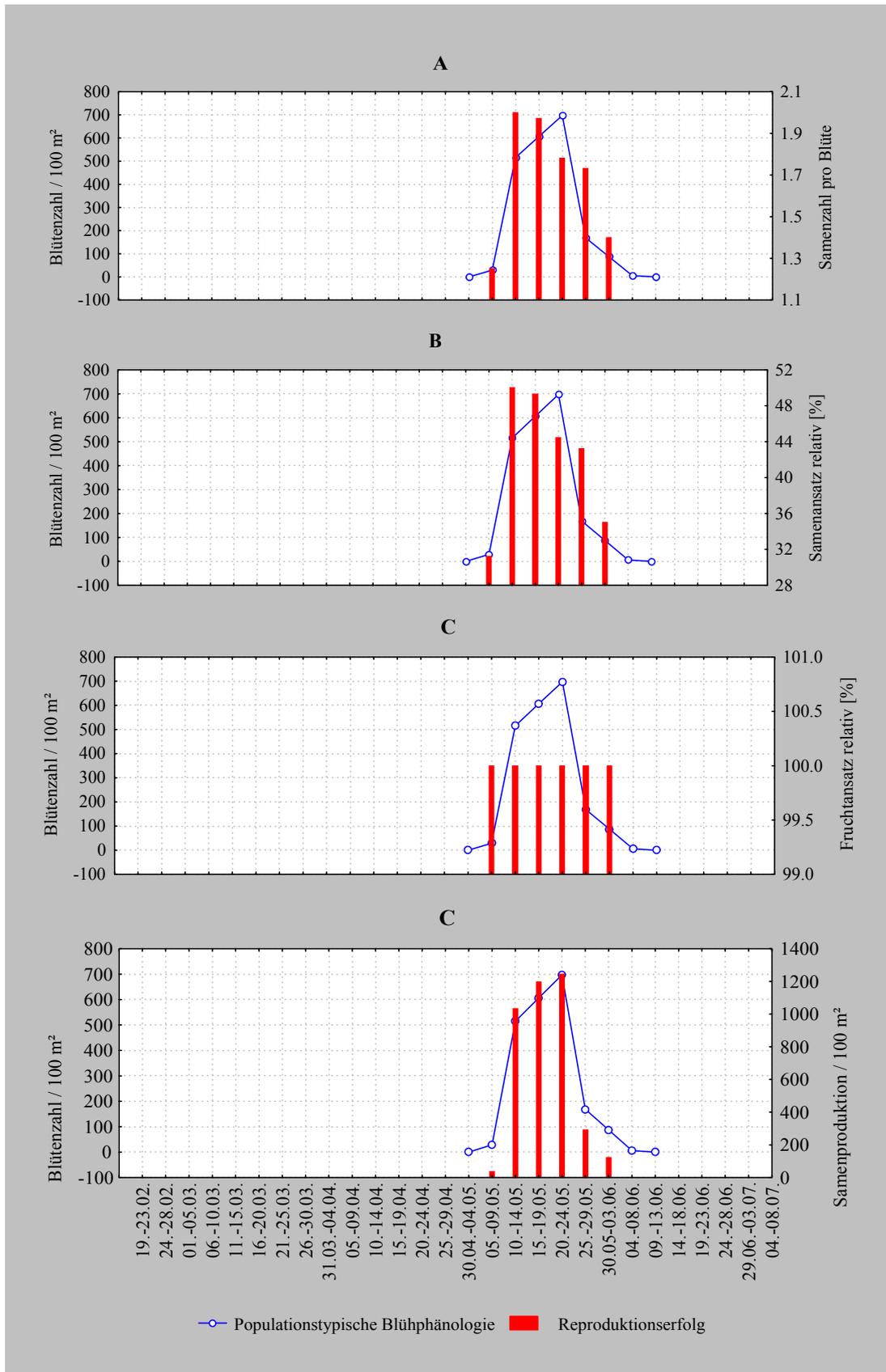


Abb. 68: *Galeobdolon luteum*: xenogamer Reproduktionserfolg im Vergleich mit der Blühphänologie der Population für das Jahr 2001. A: Samenzahl pro Blüte; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtansatz relativ [%]

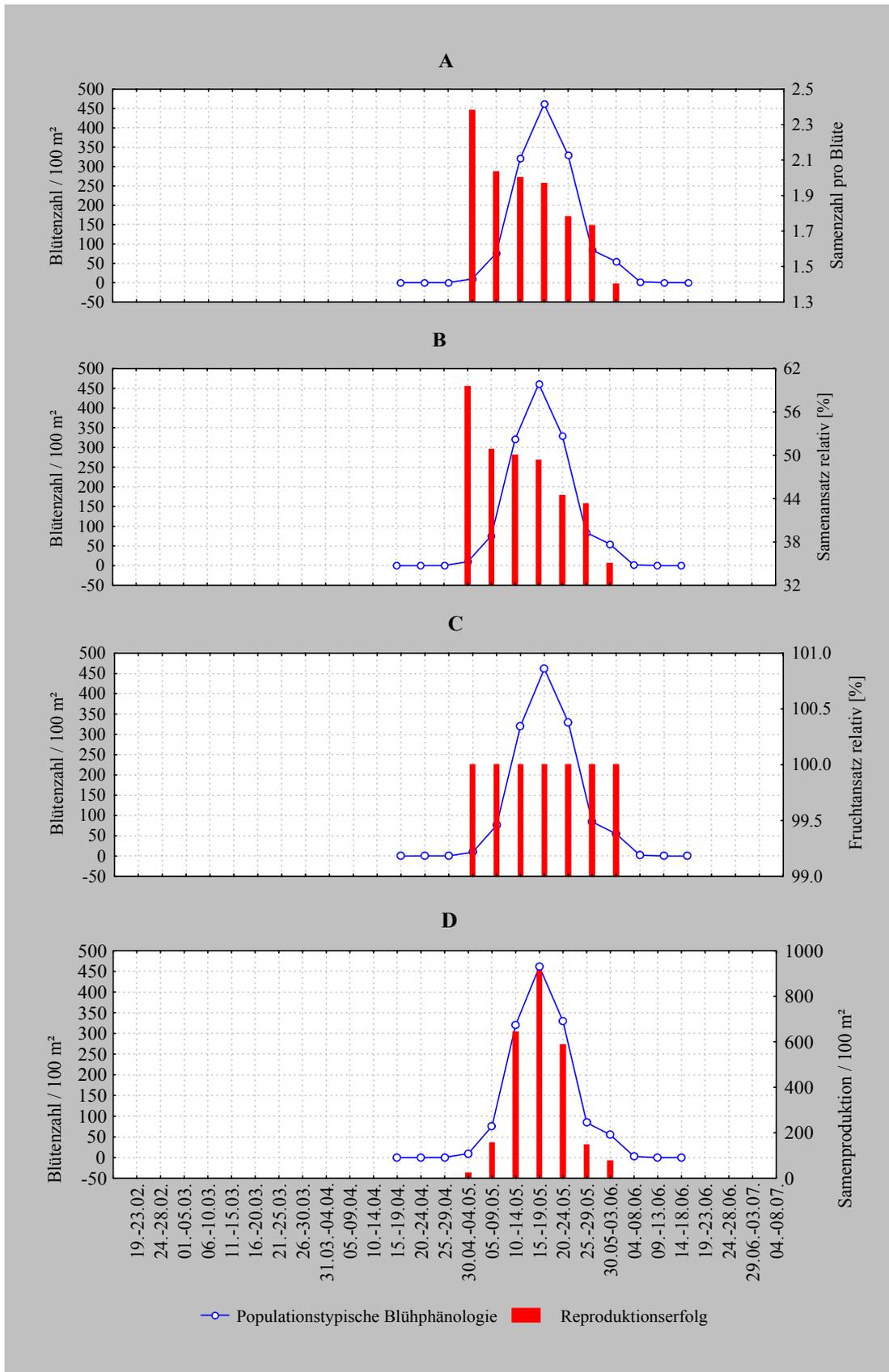


Abb. 69: *Galeobdolon luteum*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001). A: Samenzahl pro Blüte; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m<sup>2</sup>; D: Fruchtansatz relativ [%]

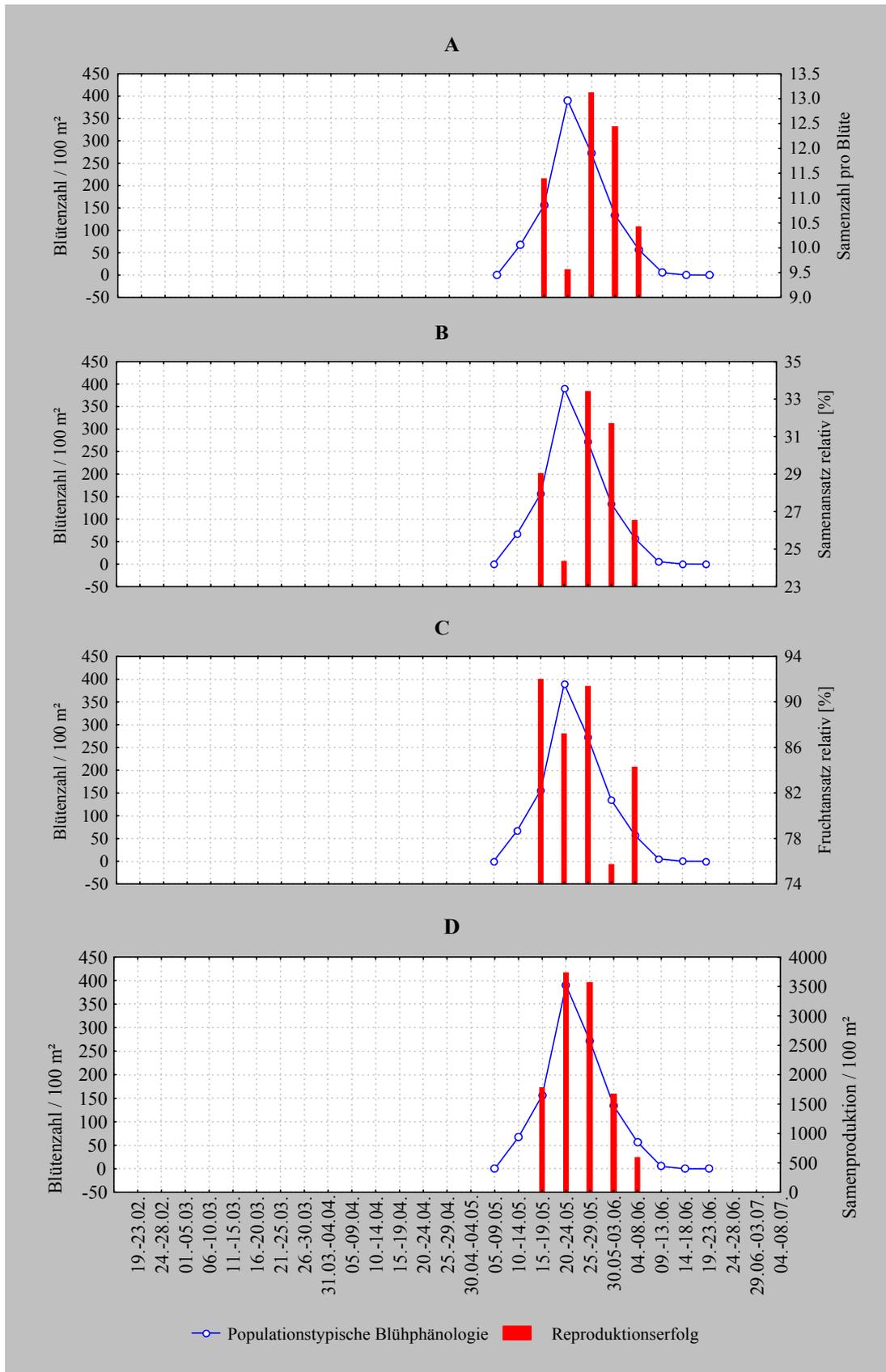


Abb. 70: *Phyteuma spicata*: mittlerer xenogamer Reproduktionserfolg der Jahre 2000 und 2001 im Vergleich mit der populationstypischen Blühphänologie (1998 – 2001) . A: Samenansatz absolut; B: Samenansatz relativ [%]; C: Samenproduktion/100 m²; D: Fruchtausatz relativ [%]

Um beurteilen zu können welcher der vier zur Beschreibung des xenogamen Reproduktionserfolgs verwendeten Parameter am stärksten positiv mit der PTB korrelierte, wurde für jeden der vier Parameter der Spearmansche Korrelationskoeffizient über alle 10 untersuchte Arten gemittelt. Die Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> ist im Durchschnitt aller Arten stark positiv mit der PTB korreliert. Die drei übrigen Parameter nehmen alle negative Werte an. Der absolute Samenansatz war schwach negativ mit der PTB korreliert und sowohl der relative Samen- als auch der relative Fruchtansatz waren unkorreliert mit der PTB (vgl. Abb. 71A). Als weiteres Vergleichsmaß wurde die Anzahl signifikant positiver Korrelationen pro Parameter aus allen untersuchten Pflanzenarten addiert. Fünf signifikant positive Korrelationen waren bei der Samenproduktion/100 m<sup>2</sup> zu beobachten. Beim relativen Fruchtansatz war es nur eine signifikant positive Korrelation und sowohl der absolute als auch der relative Samenansatz korrelierten nie signifikant positiv mit der PTB (vgl. Abb. 71B).

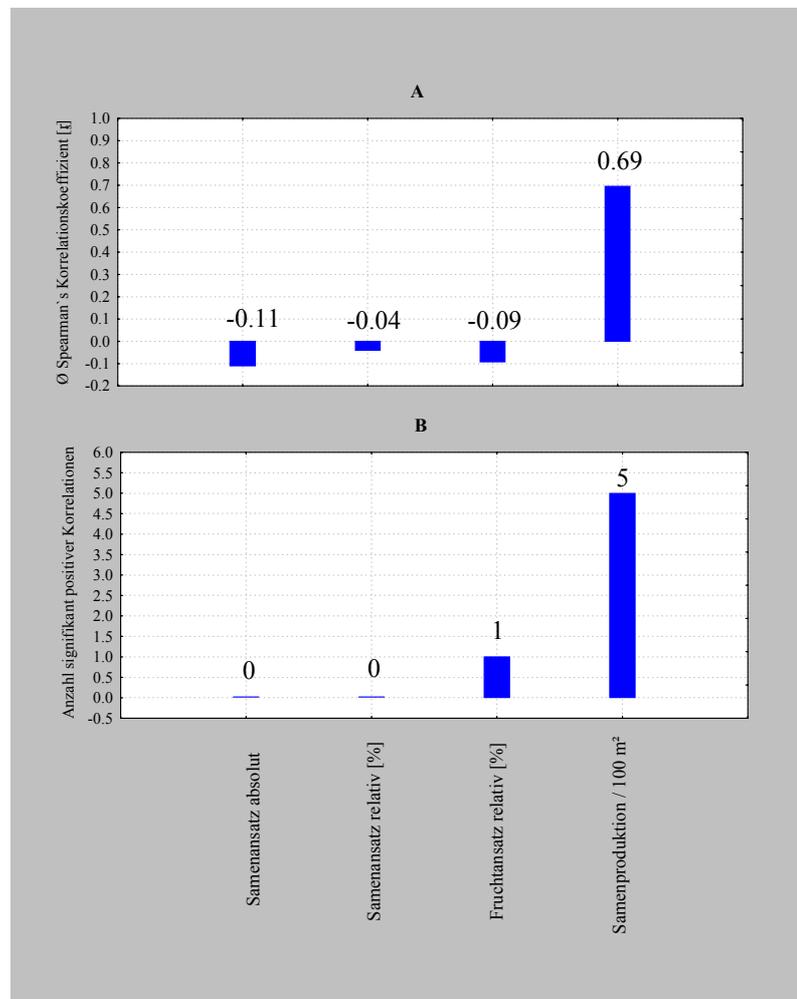


Abb. 71: Vergleich der Korrelationen der vier Parameter des xenogamen Samenansatzes A: Gemittelte Spearmansche Korrelationskoeffizienten (PTB & Parameter des xenogamen Samenansatzes); B: Anzahl der signifikant positiven Korrelationen (PTB & Parameter des xenogamen Samenansatzes) addiert aus allen untersuchten Pflanzenarten

#### IV.4.b. Frucht- und Samenansatz in Abhängigkeit des Standorts

In den Jahren 2000, 2001 und 2002 wurden im U I zwei unmittelbar aneinander grenzende Flächen unterschiedlichen Bewuchses miteinander verglichen. Teilfläche A war ausschließlich von Individuen der Art *Anemone nemorosa* bewachsen und wurde deshalb als Reinbestand bezeichnet. Teilfläche B bestand aus einer Mischung gleichzeitig blühender Individuen von *Anemone nemorosa* und *Corydalis cava* und wurde deshalb als Mischbestand bezeichnet. Da es keine Fläche mit ausschließlichem Bewuchs von *Corydalis cava* gab konnte lediglich der Standorteinfluss auf *Anemone nemorosa*, nicht jener auf *Corydalis cava* untersucht werden.

Im Reinbestand kamen 33 Blüten zur Auswertung, im Mischbestand 34 Blüten. *Anemone nemorosa* zeigte im Reinbestand mit durchschnittlich 21.05 Samen pro Blüte einen signifikant höheren Samenansatz (Mann-Whitney-U-Test;  $\alpha = 5\%$ ;  $p = 0.000$ ) als im Mischbestand mit *Corydalis cava* mit durchschnittlich 11.79 Samen pro Blüte (vgl. Abb. 72). Der relative Samenansatz unterschied sich im Vergleich zwischen Rein- und Mischbestand auch signifikant (Mann-Whitney-U-Test;  $\alpha = 5\%$ ;  $p = 0.000$ ). Individuen im Reinbestand hatten einen durchschnittlichen relativen Samenansatz von 83.10%, Individuen des Mischbestandes durchschnittlich 68.17% (vgl. Abb. 73).

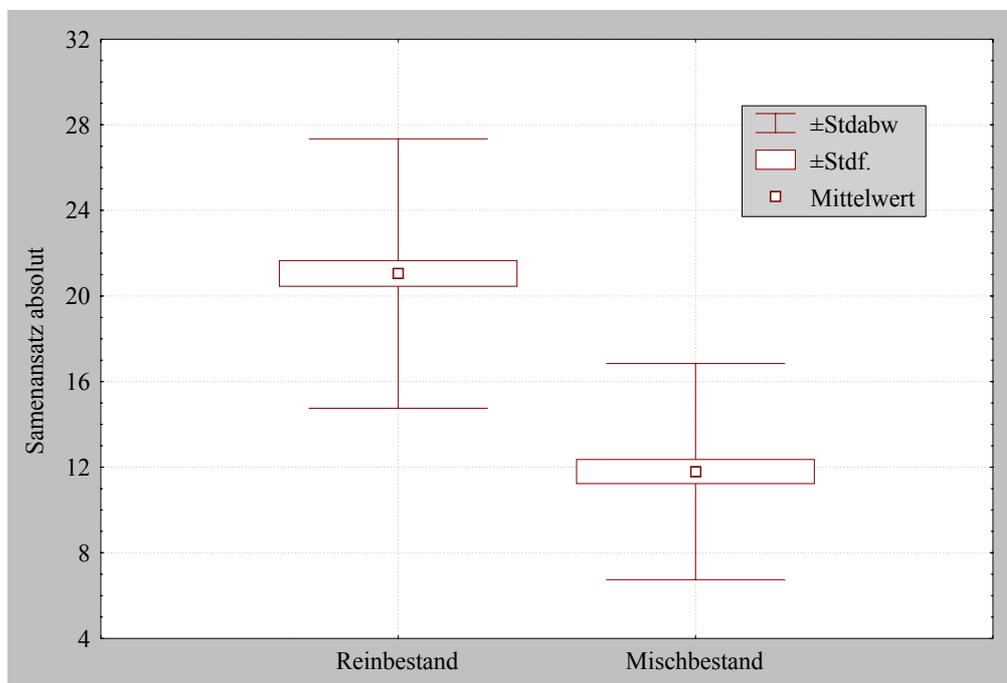


Abb. 72: *Anemone nemorosa*: Box-Plot des absoluten Samenansatzes eines Reinbestandes und eines Mischbestandes mit *Corydalis cava* im Vergleich (Stdabw. = Standardabweichung; Stdf. = Standardfehler)

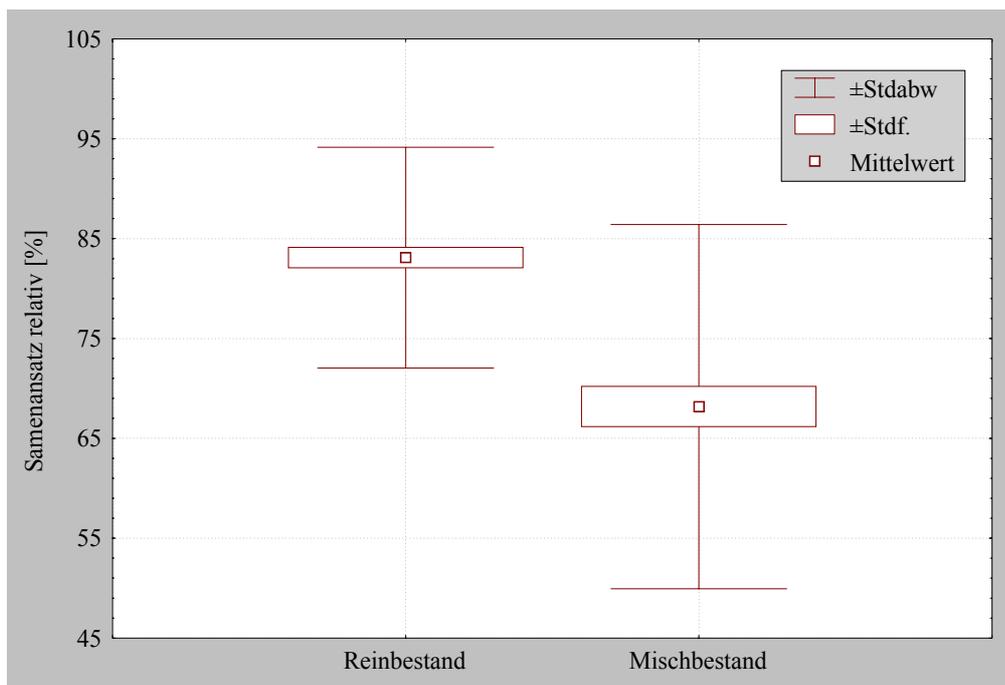


Abb. 73: *Anemone nemorosa*: Box-Plot des relativen Samenansatzes [%] eines Reinbestandes und eines Mischbestandes mit *Corydalis cava* im Vergleich (Stdabw. = Standardabweichung; Stdf. = Standardfehler)

#### IV.4.c. Absoluter Samenansatz in Abhängigkeit der Besucheraktivität

Das geeignete Maß, die Besucheraktivität greifbar zu machen ist die Besucherfrequenz (Besucher pro Blüte und Stunde).

Im Jahr 2001 konnte im U I am Beispiel von *Chrysosplenium alternifolium* untersucht werden, ob die Besucherfrequenz und der Samenansatz, der jeweils entsprechenden Zeiteinheiten, korrelieren.

Für die Dauer von acht Fünf-Tage-Blocks wurden die Blütenbesucher von *Chrysosplenium alternifolium* beobachtet. Die Besucherfrequenzen von fünf Fünf-Tage-Blocks konnten mit dem absoluten Samenansatz verglichen werden (vgl. Abb. 74).

Nach Spearman ergab sich eine streng positive Korrelation ( $r_s = 1$ ) zwischen dem absolutem Samenansatz und der Besucherfrequenz von *Chrysosplenium alternifolium* im Jahr 2001.

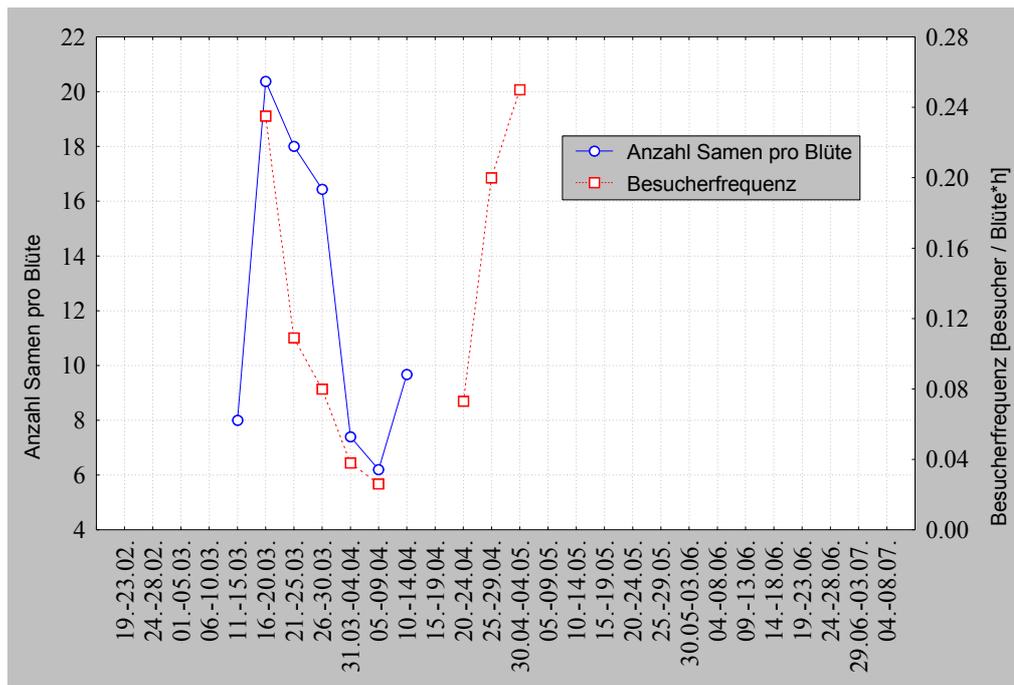


Abb. 74: *Chrysosplenium alternifolium*: Vergleich des absoluten Samenansatzes und der Besucherfrequenz im Verlauf der Populationsphänologie

#### IV.5. Blütenbesucher

Im Verlauf von 72.25 Beobachtungsstunden wurden von 18 Pflanzenarten des UI Besucherspektren aufgenommen (vgl. Tab. 47, 48 und 49). Die Interpretation dieser Spektren ist auf vielerlei Weise möglich. Jede Herangehensweise hat dabei ihre Vor- und Nachteile. Welche Blütenbesucher werden in Gruppen zusammengefasst, welche werden auf Artebene getrennt behandelt? Sollen generell alle Blütenbesucher Eingang in die Auswertung finden oder nur die tatsächlichen Bestäuber? In der vorliegenden Arbeit wurden mehrere Kompromisse eingegangen. Alle Apiden wurden im Feld soweit als möglich differenziert, da es innerhalb dieser Gruppe enorme Größenunterschiede bezüglich der Körpergröße aber auch der Rüssellänge gibt. Die nur schwer voneinander unterscheidbaren Arten *Bombus terrestris* und *Bombus lucorum* wurden generell als *Bombus terrestris* angesprochen.

Die Syrphiden wurden als einheitliche Gruppe aufgenommen, mit Ausnahme von *Rhingia campestris*, die sich aufgrund ihres sehr langen Rüssels von den übrigen, im UI beim Blütenbesuch beobachteten, Syrphiden abhebt.

Innerhalb der Collembola wurde nur zwischen den Unterordnungen unterschieden.

Alle anderen Blütenbesucher wurden bis auf die Familienebene bestimmt.

Die Besucherfrequenzen wurden, wie in den Methoden beschrieben, berechnet, mit Ausnahme der Besucherfrequenzen von *Arum maculatum*. Besucher dieser Blumen sind für ca. 24 h in den Kesseln gefangen. Um dennoch *Arum maculatum* mit anderen Arten

vergleichen zu können wurde angenommen, dass die im Kessel eingeschlossenen Insekten alle Blüten einer Blume besuchen. Da die Anzahl der Blüten pro Blume ebenfalls bekannt war konnte auch für *Arum maculatum* eine Besucherfrequenz (Besucher pro Blüte und Stunde) berechnet werden.

Ohne eingehendere Beobachtungen kann nicht beurteilt werden, welche Besucher zugleich Bestäuber sind, deshalb wurden alle beobachteten Blütenbesucher gleichberechtigt notiert.

Von den 18 Pflanzenarten wurden 10 hauptsächlich von Apiden besucht.

Bei *Corydalis cava* wurden 99.86% aller Blütenbesuche von Apiden getätigt, woran *Bombus terrestris* mit 86.93% den größten Anteil hatte. *Galeobdolon luteum* wurde zu 97.23% von Apiden besucht. Hier hatten Individuen von *Bombus pascuorum* den größten Anteil am Besuch (82.69%).

*Bombus pratorum* war als der einzigste Vertreter der Apidae verantwortlich für 90.54% aller beobachteten Blütenbesuche an *Polygonatum multiflorum*. Mit einem Anteil am Gesamtblütenbesuch von 8.11% wurden *Rhingia campestris* und andere Syrphiden als zweitwichtigste Gruppe beobachtet.

*Pulmonaria officinalis* wurde zu 80.31% von Apiden besucht, die wichtigsten Vertreter waren in diesem Fall *Bombus pascuorum* (50.48%) und *Bombus pratorum* (29.54%). *Bombylius major* war für 9.26% aller Blütenbesuche an *Pulmonaria officinalis* verantwortlich.

Bei *Anemone nemorosa* wurden 81.805% aller Blütenbesuche von Apiden getätigt, woran *Apis mellifera* mit 77.83% den größten Anteil hatte. Die zweitgrößte Besuchergruppe waren bei *Anemone nemorosa* die Coleopteren mit einem Anteil von 11.12% am Gesamtblütenbesuch.

*Phyteuma spicata* wurde zu 80.12% von Apiden besucht. Hier hatten Individuen von *Bombus pratorum* den größten Anteil am Besuch (69.68%). Die zweitwichtigste Besuchergruppe war die der Coleopteren, die insgesamt 12.21% aller Blütenbesuche an *Phyteuma spicata* tätigten.

*Gagea lutea* wurde zu 73.79% von Apiden und zu 26.20% von *Bombylius major* besucht. Innerhalb der Apiden waren vor allem solitär lebende Bienen stark vertreten (57.69%).

*Oxalis acetosella* wurde zu 73.68% von Apiden besucht wobei vor allem solitär lebende Bienen der Gattungen *Andrena* (39.47%) und *Nomada* (18.42%) sehr häufige Besucher waren. Als weitere wichtige Gruppen wurden bei *Oxalis acetosella* Dipteren (14.47%), darunter insbesondere Empididae (10.53%) und die zu den Coleopteren gehörenden Nitidulidae (11.84%) beobachtet.

Bei *Vinca minor* wurden 73.50% aller Blütenbesuche von Apiden getätigt, woran *Bombus pratorum* mit 62.257% den größten Anteil hatte. Die zweitgrößte Besuchergruppe wurde bei *Vinca minor* durch *Bombylius major* (26.50%) repräsentiert.

An vier Arten waren Dipteren die häufigsten Blütenbesucher. *Arum maculatum* wurde fast ausschließlich (99.32%) von Psychodiden besucht. *Galium odoratum* wurde zu 78.53% von Dipteren der Unterordnung Brachycera und zu 21.47% von Coleopteren besucht.

*Adoxa moschatellina* und *Chrysosplenium alternifolium* wurden jeweils zu ca. 37% von Dipteren der Unterordnung Nematocera besucht. Die Dipteren als einheitliche Gruppe betrachtet, tätigten 46.73% aller beobachteten Blütenbesuche bei *Adoxa moschatellina* und 48.549% aller beobachteten Blütenbesuche bei *Chrysosplenium alternifolium*. Die zweitwichtigste Besuchergruppe war bei *Chrysosplenium alternifolium*, die der Coleopteren (19.47%), im Fall von *Adoxa moschatellina* war es die der Collembola (29.54%). Eine Pflanzenart (*Euphorbia amygdaloides*) wurde vornehmlich von nicht zu den Apiden gehörenden Hymenopteren besucht. Zwei Pflanzenarten wurden jeweils von zwei verschiedenen Insektenordnungen zu ähnlichen Teilen besucht.

Coleopteren waren an zwei Arten im U I die dominante Besuchergruppe. Sie tätigten 91.86% aller bei *Aegopodium podagraria* beobachteten Blütenbesuche und 49.89% aller bei *Sanicula europaea* beobachteten Blütenbesuche. Bei *Sanicula europaea* war die zweitwichtigste Besuchergruppe die der Dipteren U.O. Brachycera (15.88%). *Bombus pratorum* als Vertreter der Apidae tätigte 11.13% aller an *Sanicula europaea* beobachteten Blütenbesuche.

*Euphorbia amygdaloides* war die einzige Art im U I, die hauptsächlich (41.11%) von nicht apidenartigen Hymenopteren besucht wurde. Insbesondere die Ichneumoniden hatten einen großen Anteil (29.57%) am Blütenbesuch. Weitere wichtige Besuchergruppen waren die Brachyceren (26.20%) und die Coleopteren (21.66%).

Zwei Pflanzenarten wurden von zwei verschiedenen Besuchergruppen zu gleichen Teilen besucht. *Primula elatior* wurde zu 50% von *Anthophora acervorum* und zu 41.67% von *Gonopteryx rhamni* besucht. *Ranunculus ficaria* wurde zu 42.09% von Nitiduliden und zu 39.79% von Apiden besucht. *Bombylius major* war ein weiterer häufiger Blütenbesucher an *Ranunculus ficaria*.

Tab. 47: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art I. Graunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (A.mos. = *Adoxa moschatellina*; A.pod. = *Aegopodium podagraria*; A.nem. = *Anemone nemorosa*; C.alt. = *Chrysosplenium alternifolium*; C.cav. = *Corydalis cava*; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt)

		A.mos.	A.pod.	A.nem.	A.mac.	C.alt.	C.cav.		
Collembola	Entomobryoidae	23.049	0.641		0.683	7.007			
	Sminthuridae	6.488							
Blattoptera	Ectobiidae								
Orthoptera	Tettigoniidae								
Thysanoptera	Thripidae	3.585							
Heteroptera	Lygaeidae					2.115			
	Miridae					0.302			
	Nabidae					0.235			
	andere Heteropteren								
Neuroptera	Chrysopidae								
Coleoptera	Cantharidae		3.983			1.154			
	Cerambycidae								
	Chrysomelidae			0.077					
	Coccinellidae								
	Cuccujidae	6.488							
	Elateridae								
	Meloidae								
	Melyridae		3.292						
	Nitidulidae		25.788	11.039		17.799			
	Staphylinidae	7.171	58.319			0.513			
	andere Coleopteren		0.480						
	<b>Summe Coleoptera</b>	<b>13.658</b>	<b>91.862</b>	<b>11.116</b>	<b>0</b>	<b>19.466</b>	<b>0</b>		
Hymenoptera	nAP	Braconidae				0.302			
		Cynipidae				3.172			
		Diapriidae	6.488						
		Formicidae					2.923		
		Ichneumonidae					2.115		
		Platygasteridae					0.035		
	Symphyta					4.755			
		andere Terebrantia		0.318					
		<b>Summe nAP</b>	<b>6.488</b>	<b>0.318</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13.302</b>	<b>0</b>	
	Apidae	<i>Andrena</i> sp.							
<i>Anthophora acervorum</i>							9.260		
<i>Apis mellifera</i>				77.831			0.112		
<i>Bombus lapidarius</i>				0.614					
<i>Bombus pascuorum</i>							3.560		
<i>Bombus pratorum</i>				2.006			86.93		
<i>Bombus terrestris</i>				1.354					
<i>Nomada</i> sp. andere Apidae									
	<b>Summe Apidae</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>81.805</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>99.862</b>		
Diptera	S.O. Nematocera	Cecidomyiidae	3.585				1.057		
		Chironomidae			1.973		0.555		
		Culicidae		0.199					
		Mycetophilidae	33.804				0.837		
		Psychodidae				99.317			
		Scatopsidae							
		Tipulidae					0.506		
		Trichoceridae					21.167		
			andere Nematoceren					13.096	
			<b>Summe Nematocera</b>	<b>37.389</b>	<b>0.199</b>	<b>1.973</b>	<b>99.317</b>	<b>37.219</b>	<b>0</b>
	S.O. Brachycera	Agromyzidae			0.077		0.302		
		<i>Bombylius major</i>			0.675				
		Calliphoridae							
		Chloropidae	5.757						
Coenomyiidae						3.536			
Drosophilidae						3.952			
Empididae			2.146						
Lauxaniidae						0.302			
Muscidae	3.585				2.115				
Phoridae									
	<i>Rhingia campestris</i> andere Syrphidae andere Brachyceren					1.123			
			3.352	4.356		3.536			
	<b>Summe Brachycera</b>	<b>9.342</b>	<b>5.499</b>	<b>5.107</b>	<b>0</b>	<b>14.866</b>	<b>0</b>		
	<b>Summe aller Diptera</b>	<b>46.731</b>				<b>52.085</b>			
Araneida		0.000	1.282	0.000	0.000	0.452	0.452		
Lepidoptera	<i>Gonopteryx rhamni</i> <i>Pieris napi</i> nnb.		0.199				0.25		

Tab. 48: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art II. Graunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (E.amy. = *Euphorbia amygdaloides*; G.lut. = *Gagea lutea*; Galeo. = *Galeobdolon luteum*; G.odo. = *Galium odoratum*; O.ace. = *Oxalis acetosella*; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt)

		E.amy.	G.lut.	Galeo.	G.odo.	O.ace.	P.spi.	
Collembola	Entomobryoidea Sminthuridae							
Blattoptera	Ectobiidae	1.023						
Orthoptera	Tettegoniidae	1.454						
Thysanoptera	Thripidae							
Heteroptera	Lygaeidae Miridae Nabidae andere Heteropteren						0.184	
Neuroptera	Chrysopidae	5.011						
Coleoptera	Cantharidae						0.422	
	Cerambycidae							
	Chrysomelidae	1.508						
	Coccinellidae							
	Cuccujidae							
	Elateridae	1.023			21.466			
	Meloidae	1.354						
	Melyridae						3.184	
Nitidulidae	17.771					8.604		
Staphylinidae					11.842			
andere Coleopteren								
	<b>Summe Coleoptera</b>	<b>21.656</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21.466</b>	<b>11.842</b>	<b>12.210</b>	
Hymenoptera	nAP	Braconidae	4.039					
		Cynipidae						
		Diapriidae	1.023					
		Formicidae	6.516					
		Ichneumonidae	29.527					
		Platygasteridae						
		Symphyla andere Terebrantia						
		<b>Summe nAP</b>	<b>41.106</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	Apidae	<i>Andrena</i> sp.					39.474	
		<i>Anthophora acervorum</i>					5.263	
<i>Apis mellifera</i>			17.094	5.871		5.263		
<i>Bombus lapidarius</i>								
<i>Bombus pascuorum</i>				82.688			8.501	
<i>Bombus pratorum</i>				5.010			69.679	
<i>Bombus terrestris</i>				3.661		5.263	0.827	
<i>Nomada</i> sp. andere Apidae	3.070	57.692			18.421	1.110		
	<b>Summe Apidae</b>	<b>3.070</b>	<b>74.786</b>	<b>97.230</b>	<b>0</b>	<b>73.684</b>	<b>80.116</b>	
Diptera	S.O. Nematocera	Cecidomyiidae						
		Chironomidae						
		Culicidae						
		Mycetophilidae						
		Psychodidae						
		Scatopsidae	0.485					
		Tipulidae						
		Trichoceridae andere Nematoceren						
		<b>Summe Nematocera</b>	<b>0.485</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	S.O. Brachycera	Agromyzidae						
		<i>Bombylius major</i>		25.214				
		Calliphoridae	7.162					
		Chloropidae						
Coenomyiidae								
Drosophilidae								
Empididae		2.908			42.933	10.526	3.498	
Lauxaniidae								
Muscidae	13.056				3.947	0.630		
Phoridae								
<i>Rhingia campestris</i>			0.084					
andere Syrphidae	3.070		2.686		35.601	0.881		
andere Brachyceren						2.481		
	<b>Summe Brachycera</b>	<b>26.196</b>	<b>25.214</b>	<b>2.770</b>	<b>78.534</b>	<b>14.474</b>	<b>7.490</b>	
	<b>Summe aller Diptera</b>							
Araneida								
Lepidoptera	<i>Gonopteryx rhamni</i> <i>Pieris napi</i> nnb.							

Tab. 49: Blütenbesucher und deren relativer Anteil am Gesamtblütenbesuch pro Art II. Graunterlegte Werte kennzeichnen die jeweils häufigsten Besuchergruppen. (P.mul. = *Polygonatum multiflorum*; P.off. = *Pulmonaria officinalis*; P.ela. = *Primula elatior*; R.fic. = *Ranunculus ficaria*; S.eur. = *Sanicula europaea*; V.min. = *Vinca minor*; nAP = nicht Apidoide; nnb. = nicht näher bestimmt)

		P.mul.	P.off.	P.ela.	R.fic.	S.eur.	V.min.
<b>Collembola</b>	Entomobryoidea						
	Sminthuridae						
<b>Blattoptera</b>	Ectobiidae						
<b>Orthoptera</b>	Tettigoniidae						
<b>Thysanoptera</b>	Thripidae						
<b>Heteroptera</b>	Lygaeidae						
	Miridae						
	Nabidae						
	andere Heteropteren						
<b>Neuroptera</b>	Chrysopidae						
<b>Coleoptera</b>	Cantharidae					1.828	
	Cerambycidae						
	Chrysomelidae						
	Coccinellidae						
	Cucujidae						
	Elateridae					0.314	
	Meloidae						
	Melyridae					43.801	
	Nitidulidae	1.351		8.333	42.089	0.628	
	Staphylinidae		5.433				
andere Coleopteren					3.320		
	<b>Summe Coleoptera</b>	<b>1.351</b>	<b>5.433</b>	<b>8.333</b>	<b>42.089</b>	<b>49.890</b>	<b>0</b>
<b>Hymenoptera</b>	nAP	Braconidae					
		Cynipidae					
		Diapriidae					
		Formicidae					
		Ichneumonidae					
		Platygasteridae					
	Symphyta						
	andere Terebrantia						
		<b>Summe nAP</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	Apidae	<i>Andrena</i> sp.				14.955	
<i>Anthophora acervorum</i>			0.442	50			
<i>Apis mellifera</i>			3.169		22.085		3.344
<i>Bombus lapidarius</i>							
<i>Bombus pascuorum</i>			50.481				
<i>Bombus pratorum</i>		90.541	29.542			11.128	62.257
<i>Bombus terrestris</i>			1.673				7.898
<i>Nomada</i> sp.							
andere Apidae				2.746			
	<b>Summe Apidae</b>	<b>90.541</b>	<b>85.307</b>	<b>50</b>	<b>39.785</b>	<b>11.128</b>	<b>73.500</b>
<b>Diptera</b>	S.O. Nematocera	Cecidomyiidae					
		Chironomidae					
		Culicidae					
		Mycetophilidae					
		Psychodidae					
		Scatopsidae					
		Tipulidae					
		Trichoceridae					
	andere Nematoceren						
		<b>Summe Nematocera</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
S.O. Brachycera	Agromyzidae						
	<i>Bombylius major</i>		9.260		16.753		26.500
	Calliphoridae						
	Chloropidae						
	Coenomyiidae						
	Drosophilidae						
	Empididae					12.416	
	Lauxaniidae						
	Muscidae					0.628	
	Phoridae						
<i>Rhingia campestris</i>	2.703						
andere Syrphidae	5.405				2.837		
andere Brachyceren				1.373			
	<b>Summe Brachycera</b>	<b>8.108</b>	<b>9.260</b>		<b>18.126</b>	<b>15.881</b>	<b>26.500</b>
	<b>Summe aller Diptera</b>						
<b>Araneida</b>						23.101	
<b>Lepidoptera</b>	<i>Gonopteryx rhamni</i>			41.667			
	<i>Pteris napi</i>						
	nnb.						

## IV.6. Attraktantien

### IV.6.a. Nektar

Die Nektardaten waren bei den meisten Arten nicht normalverteilt, weshalb als Maßzahl der Lage der Median angewendet werden müsste. Ein blütenbesuchendes Insekt, welches bei jedem zehnten Blütenbesuch Nektar vorfindet, würde eine mediane Nektarausbeute von 0  $\mu$ l bzw. von 0  $\mu$ g Zucker haben. In der Realität kann sich derartiges Besucherverhalten dennoch lohnen. Die Anwendung des Median würde eine statistisch korrekte, aber der ökologischen Fragestellung nicht gerecht werdende, unsinnige Aussage zur Folge haben. Deshalb wurde in der vorliegenden Arbeit mit dem Mittelwert gearbeitet. Die Nektarvolumina, Nektarzuckergehalte und Nektaraminosäurenkonzentrationen wurden von 22 Arten des U I ermittelt. Dafür wurde der Nektar von 602 Blüten gesammelt. Ausschließliche Pollenblumen wie die von *Anemone nemorosa* und *Paris quadrifolia* wurden mit 0  $\mu$ l Nektar bzw. 0  $\mu$ g gebotenen Nektarzuckergehalt in die Auswertung mitaufgenommen. *Daphne mezereum* fand als einziger Vertreter der Strauchschicht Eingang in die Nektardatenaufnahme.

### Nektarvolumina

In Tab. 50 sind die mittleren Nektarvolumina pro Blüte aller untersuchter Arten aufgelistet. Sie wurden entsprechend ihren durchschnittlich gebotenen Nektarvolumina den Kategorien K1-K13 zugeordnet. K1 entspricht der Kategorie „kein Nektar“. Alle weiteren Kategorien sind in 0.1  $\mu$ l Schritte eingeteilt.

Der Kategorie I gehörten im U I *Anemone nemorosa* und *Paris quadrifolia* an. Drei Arten, *Adoxa moschatellina* (0.07  $\mu$ l), *Aegopodium podagraria* (0.02  $\mu$ l) und *Galium odoratum* (0.02  $\mu$ l) waren der Kategorie 2 zuzuordnen. Der Kategorie 3 wurde von drei Arten repräsentiert: *Chrysosplenium alternifolium* (0.14  $\mu$ l), *Geranium robertianum* (0.18  $\mu$ l) und *Primula elatior* (0.13  $\mu$ l). *Daphne mezereum* (0.23  $\mu$ l) und *Ranunculus ficaria* (0.25  $\mu$ l) waren der Kategorie 4 zuzuordnen. Vier Arten, *Arum maculatum*, *Geum urbanum*, *Oxalis acetosella* und *Phyteuma spicata*, produzierten im Mittel Nektarmengen zwischen 0.3 und 0.4  $\mu$ l pro Blüte und gehörten damit zur Kategorie 5. Die Kategorien 6 und 7 waren durch keine der untersuchten Pflanzenarten des U I vertreten. Die Blumen von *Euphorbia amygdaloides*, sowie die Blüten von *Galeobdolon luteum* und *Ranunculus lanuginosus* gehörten mit einer durchschnittlichen Nektarproduktion von 0.66  $\mu$ l, 0.70  $\mu$ l und 0.70  $\mu$ l der Kategorie 8 an. Kategorie 9 wurde nur von einer Art, *Vinca minor* (0.77  $\mu$ l), repräsentiert. *Corydalis cava* war mit 0.85  $\mu$ l Nektar pro Blüte der einzige Vertreter der Kategorie 9. *Polygonatum multiflorum* (0.98  $\mu$ l) und *Silene dioica* (0.92  $\mu$ l) waren der Kategorie 10 zuzuordnen. Kategorie 11 war nicht vertreten. Die

Kategorie 12 wurde von *Pulmonaria officinalis* mit einer mittleren Nektarproduktion von 1.15  $\mu\text{l}$  pro Blüte repräsentiert. *Gagea lutea* war mit durchschnittlich 1.21  $\mu\text{l}$  produziertem Nektar pro Blüte der Kategorie 13 zuzuordnen (vgl. Tab. 50).

Tab. 50: Mittlere ( $\bar{x}$ ) Nektarvolumina pro Blüte (\*Blume) [ $\mu\text{l}$ ] der untersuchten Arten des U I, beginnend mit kleinen Volumina bis hin zu großen Volumina

	Min	$\bar{x}$	Max	SD	n
<i>Anemone nemorosa</i>	0	0	0	0	
<i>Paris quadrifolia</i>	0	0	0	0	
<i>Galium odoratum</i>	0	0.022	0.135	0.034	103
<i>Aegopodium podagraria</i>	0	0.024	0.111	0.029	59
<i>Sanicula europaea</i>	0	0.050	0.159	0.057	82
<i>Adoxa moschatellina</i>	0	0.074	0.238	0.090	12
<i>Primula elatior</i>	0	0.128	0.421	0.114	25
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0	0.135	0.500	0.152	26
<i>Geranium robertianum</i>	0.048	0.184	0.365	0.088	20
<i>Daphne mezereum</i>	0	0.232	0.476	0.201	9
<i>Ranunculus ficaria</i>	0	0.253	0.587	0.190	14
<i>Oxalis acetosella</i>	0	0.335	1.373	0.337	20
<i>Arum maculatum</i>	0.048	0.350	0.540	0.141	48
<i>Geum urbanum</i>	0.064	0.397	0.762	0.225	12
<i>Phyteuma spicata</i>	0	0.399	0.786	0.322	10
<i>Euphorbia amygdaloides*</i>	0.143	0.658	1.508	0.376	15
<i>Galeobdolon luteum</i>	0.079	0.696	1.571	0.397	36
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	0	0.698	1.651	0.509	12
<i>Vinca minor</i>	0.159	0.769	1.794	0.568	12
<i>Corydalis cava</i>	0	0.854	4.286	0.937	33
<i>Silene dioica</i>	0.079	0.922	2.484	0.859	10
<i>Polygonatum multiflorum</i>	0	0.982	2.532	0.814	22
<i>Pulmonaria officinalis</i>	0	1.146	2.675	0.911	16
<i>Gagea lutea</i>	0.444	1.212	1.770	0.466	6

In Tab. 52 sind die Nektarmengen pro 100  $\text{m}^2$  aller untersuchter Arten aufgelistet. Diese Größenangabe ergibt sich aus der Multiplikation der Gesamtmenge Blüten jeder Art im Verlauf der PTB, mit der mittleren Nektarmenge pro Blüte. Dieser Wert entspricht nicht der absolut produzierten Nektarmenge einer jeden Art im U I da die blühphänologische Datenaufnahme in Abständen von mehreren Tagen erfolgte und zudem die Nektarproduktion nicht über die Gesamtblühdauer einer Blüte verfolgt wurde. Da in der vorliegenden Arbeit aber sowohl die blühphänologischen Zählungen, als auch die Nektarentnahme für alle Arten in gleicher Weise erfolgten, eignet sich die berechnete Nektarproduktion/100  $\text{m}^2$  um die Arten in ihrer Gesamtproduktivität miteinander zu vergleichen. Um die verschiedenen Größenordnungen der Gesamtnektarproduktion/100  $\text{m}^2$  greifbar zu machen, wurden sechs Kategorien eingerichtet (vgl. Tab. 51)

Tab. 51: Einteilung der Nektarvolumina in sechs Kategorien

Kategorie	Nektarmenge
Kein Nektar	0
Sehr geringe Nektarmenge	> 0 bis 1
Geringe Nektarmenge	> 1 bis 10
Mittlere Nektarmenge	> 10 bis 100
Große Nektarmenge	> 100 bis 1000
Sehr große Nektarmenge	> 1000

Tab. 52: Nektarproduktion pro 100 m<sup>2</sup> [µl] aller Blüten (\*Blumen) einer Art im Verlauf der PTB, beginnend mit kleinen Volumina bis hin zu großen Volumina

	Nektarproduktion / 100 m <sup>2</sup> [µl]
<i>Anemone nemorosa</i>	0
<i>Paris quadrifolia</i>	0
<i>Geranium robertianum</i>	0.717
<i>Gagea lutea</i>	1.489
<i>Silene dioica</i>	5.263
<i>Geum urbanum</i>	5.747
<i>Primula elatior</i>	11.832
<i>Sanicula europaea</i>	14.868
<i>Polygonatum multiflorum</i>	31.992
<i>Galium odoratum</i>	35.566
<i>Euphorbia amygdaloides*</i>	41.168
<i>Adoxa moschatellina</i>	42.108
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	47.003
<i>Aegopodium podagraria</i>	84.936
<i>Ranunculus ficaria</i>	114.307
<i>Vinca minor</i>	114.353
<i>Oxalis acetosella</i>	148.657
<i>Arum maculatum</i>	249.155
<i>Pulmonaria officinalis</i>	267.797
<i>Phyteuma spicata</i>	431.870
<i>Galeobdolon luteum</i>	931.263
<i>Corydalis cava</i>	6615.563

*Anemone nemorosa* und *Paris quadrifolia* boten als Pollenblumen keinen Nektar. Von den nektarproduzierenden Arten bot lediglich *Geranium robertianum* (0.72 µl) eine sehr geringe Nektarmenge/100 m<sup>2</sup>. Geringe Nektarmengen/100 m<sup>2</sup> wurden von *Gagea lutea* (1.49 µl), *Silene dioica* (5.26 µl), *Arum maculatum* (5.66 µl) und *Geum urbanum* (5.75 µl) geboten. Acht Arten, *Primula elatior* (11.83 µl), *Sanicula europaea* (14.868 µl), *Polygonatum multiflorum* (31.99 µl), *Galium odoratum* (35.566 µl), *Euphorbia amygdaloides* (41.168 µl), *Adoxa moschatellina* (42.108 µl), *Chrysosplenium alternifolium* (47 µl) und *Aegopodium podagraria* (84.94 µl) boten mittlere Nektarmengen pro 100 m<sup>2</sup> Untersuchungsfläche. Große Nektarmengen wurden von sechs Arten, *Ranunculus ficaria* (114.31 µl), *Vinca minor* (114.35

µl), *Oxalis acetosella* (148.66 µl), *Pulmonaria officinalis* (267.80 µl), *Phyteuma spicata* (431.87 µl) und *Galeobdolon luteum* (931.26 µl) produziert. Lediglich eine Art, *Corydalis cava*, produzierte mit 6615.56 µl eine sehr große Nektarmenge pro 100 m<sup>2</sup> (vgl. Tab.52).

### Nektarzucker

Für 22 Arten des U I wurden die sieben Zucker Fructose, Glucose, Saccharose, Maltose, Lactose, Melibiose und Melizitose bearbeitet. Die häufigsten Zucker sind Fructose, Glucose und Saccharose. Deshalb wurden Pflanzenarten mit einem Vorkommen von Maltose, Lactose, Melibiose und Melizitose in Tab. 53 gesondert aufgeführt.

Tab. 53: Nebenzuckergehalt [µg/µl], Pflanzenarten in alphabetischer Reihenfolge

	Maltose	Lactose	Melibiose	Melizitose	n
<i>Corydalis cava</i>	2.933		4.525	2.938	30
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	3.540				59
<i>Galeobdolon luteum</i>	10.015	1.690		1.288	36
<i>Polygonatum multiflorum</i>	11.536	2.718		1.590	14
<i>Pulmonaria officinalis</i>	1.574				13
<i>Ranunculus ficaria</i>	4.170				12

Bei *Corydalis cava* wurde neben den drei Hauptzuckern auch Maltose (2.93 µg/µl), Melibiose (4.53 µg/µl) und Melizitose (2.94 µg/µl) nachgewiesen. *Euphorbia amygdaloides*, *Pulmonaria officinalis* und *Ranunculus ficaria* besaßen nur Maltose als weiteren Zucker. Maltose, Lactose und Melizitose wurden für *Galeobdolon luteum* und *Polygonatum multiflorum* chromatographisch getrennt.

Blüten mit Saccharose-dominantem Nektar sprechen tendenziell andere Blütenbesucher an, als Blüten mit Hexose-dominantem Nektar. Aus diesem Grund wurden die Absolutwerte der untersuchten Pflanzenarten nach Saccharose- bzw. Hexosedominanz gegliedert (vgl. Tab. 54). Diese Zweiteilung lässt sich gemäß dem Verhältnis von Saccharose zu Hexose (= Saccharose/[Fructose+Glucose]) weiter differenzieren. Für die 22 untersuchten Arten wurde dieses Verhältnis berechnet und die gewonnenen Werte nach BAKER & BAKER (1983) in vier Kategorien eingeteilt (vgl. Tab. 55). Diese Kategorien erlauben eine Aussage über die häufigsten Blütenbesucher an Pflanzenarten mit dem entsprechenden Nektartypus. Da BAKER & BAKER (1983) auch tropische Bestäuber in ihre Liste mit aufgenommen, mussten die Kategorien für mitteleuropäische Verhältnisse überarbeitet werden. Innerhalb einer jeden Kategorie wurden Blütenbesuchergruppen mit einem Anteil von mehr als 10% an der Gesamtbesucherzahl zu den charakteristischen Besuchern gerechnet und als solche in Tab. 56 mitaufgenommen.

Sechs Arten, *Corydalis cava*, *Galeobdolon luteum*, *Pulmonaria officinalis*, *Ranunculus ficaria*, *Ranunculus lanuginosus* und *Vinca minor* waren Saccharose dominant (vgl. Tab. 54). Ausschließlich diese Arten hatten auch ein Saccharose-Hexose-Verhältnis  $\geq 1$  (vgl. Tab. 56). Gemäß der theoretischen Besucherhäufigkeit werden in dieser Gruppe 89.83% aller Besuche von Tag- und Nachtfaltern, sowie langrüsseligen Bienen getätigt.

Von den 16 Hexose-dominanten Arten hatten drei, *Phyteuma spicata*, *Adoxa moschatellina* und *Geranium robertianum*, ein Saccharose-Hexose-Verhältnis zwischen 0.5 und  $< 1.0$ . Tag- und Nachtfalter sowie langrüsselige Bienen, sind in dieser Gruppe theoretisch mit einer Häufigkeit von 84.328% zu erwarten (vgl. Tab. 56).

Tab. 54: Hauptzuckergerhalt des Nektars [ $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ], Pflanzenarten getrennt nach Zuckerdominanttyp

	Fructose	Glucose	Saccharose	n
<b>Saccharose dominant</b>				
<i>Corydalis cava</i>	9.408	6.496	353.598	30
<i>Galeobdolon luteum</i>	151.849	14.034	294.808	36
<i>Pulmonaria officinalis</i>	39.988	42.330	221.146	13
<i>Ranunculus ficaria</i>	4.724	0	191.304	12
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	3.627	1.702	88.644	11
<i>Vinca minor</i>	30.762	34.001	184.496	12
<b>Hexose dominant</b>				
<i>Adoxa moschatellina</i>	18.060	17.480	30.420	6
<i>Aegopodium podagraria</i>	36.320	42.330	5.670	69
<i>Arum maculatum</i>	9.352	10.594	3.090	48
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	49.840	55.590	10.370	14
<i>Daphne mezereum</i>	94.813	92.083	91.471	9
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	93.474	84.781	46.175	59
<i>Gagea lutea</i>	45.818	47.200	2.737	6
<i>Galium odoratum</i>	52.440	38.630	39.150	42
<i>Geranium robertianum</i>	49.560	53.945	90.340	21
<i>Geum urbanum</i>	56.616	53.056	5.752	17
<i>Oxalis acetosella</i>	85.512	79.423	3.163	18
<i>Phyteuma spicata</i>	47.181	41.373	48.202	18
<i>Polygonatum multiflorum</i>	136.623	32.295	32.476	14
<i>Primula elatior</i>	70.821	68.461	48.163	25
<i>Sanicula europaea</i>	32.833	27.682	5.124	84
<i>Silene dioica</i>	115.885	75.001	5.949	8

Tab. 55: Zuckerverhältniskategorien [Sacharose / (Glucose + Fructose)] und relative Blütenbesucher-Häufigkeiten [%] an Pflanzenarten dieser Zuckerverhältniskategorien (übernommen und verändert von BAKER & BAKER 1983);

	< 0.1	0.1 bis < 0.5	0.5 bis < 1.0	größer 1
Sphingidae	2.804	7.143	23.134	29.944
Motten	6.542	17.582	19.403	19.774
Schmetterlinge	6.542	12.637	23.881	21.469
KurZRüsselige Bienen	41.121	21.429	8.209	3.390
Langrüsselige Bienen	5.607	20.330	17.910	18.644
Fliegen	37.383	20.879	7.463	6.780

Tab. 56: Zuckerverhältnis [Sacharose / (Glucose + Fructose)] und relative Häufigkeit der charakteristischen Besuchergruppen (übernommen und verändert aus BAKER & BAKER 1983); beginnend mit kleinen Zuckerverhältnissen bis hin zu großen Zuckerverhältnissen

	Zuckerverhältnis [Saccharose / (Glucose + Fructose)]	Charakteristische Blütenbesucher
<b>&lt; 0.1</b>		
<i>Oxalis acetosella</i>	0.040	kurzrüsselige Bienen & Fliegen (78.504%)
<i>Gagea lutea</i>	0.029	
<i>Silene dioica</i>	0.031	
<i>Geum urbanum</i>	0.052	
<i>Aegopodium podagraria</i>	0.072	
<i>Sanicula europaea</i>	0.085	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	0.098	
<b>0.1 bis &lt; 0.5</b>		
<i>Arum maculatum</i>	0.155	lang- & kurzrüsselige Bienen, Fliegen, Motten (92.857%)
<i>Polygonatum multiflorum</i>	0.192	
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	0.259	
<i>Primula elatior</i>	0.346	
<i>Galium odoratum</i>	0.430	
<i>Daphne mezereum</i>	0.489	
<b>0.5 bis &lt; 1.0</b>		
<i>Phyteuma spicata</i>	0.544	Tag- und Nachfalter lang- und kurzrüsselige Bienen (84.328%)
<i>Adoxa moschatellina</i>	0.856	
<i>Geranium robertianum</i>	0.873	
<b>größer 1</b>		
<i>Galeobdolon luteum</i>	1.777	Tag- und Nachfalter, langrüsselige Bienen, (89.831%)
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2.687	
<i>Vinca minor</i>	2.849	
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	16.635	
<i>Corydalis cava</i>	22.232	
<i>Ranunculus ficaria</i>	40.496	

Sechs Arten, *Arum maculatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Primula elatior*, *Galium odoratum* und *Daphne mezereum* hatten ein Saccharose-Hexose-Verhältnis zwischen und 0.1 und < 0.5. Gemäß der theoretischen Besucherhäufigkeit werden in dieser Gruppe 92.86% aller Besuche von lang- und kurzrüsseligen Bienen, Fliegen und Motten getätigt (vgl. Tab. 56).

*Oxalis acetosella*, *Gagea lutea*, *Silene dioica*, *Geum urbanum*, *Aegopodium podagraria*, *Sanicula europaea* und *Chrysosplenium alternifolium* hatten ein Saccharose-Hexose-Verhältnis kleiner als 0.1. Kurzrüsselige Bienen und Fliegen sind in dieser Gruppe theoretisch mit einer Häufigkeit von 78.504% zu erwarten (vgl. Tab. 56).

### Nektaraminosäuren

Der im Nektar enthaltene Zucker sichert lediglich die Energieversorgung der Blütenbesucher. Als Proteinbausteine sind die Aminosäuren aber von großer Bedeutung für die Ernährung, insbesondere für Insekten, deren osmotischer Wert der Hämolymphe wesentlich durch den Gehalt an Aminosäuren bestimmt wird. Neben dem Vorkommen einzelner Aminosäuren war in der vorliegenden Arbeit vor allem die Gesamtaminosäurenkonzentration im Nektar von Interesse.

Alle 22 untersuchten Pflanzenarten hatten Vorkommen von Threonin, Alanin und Prolin. Lediglich für *Sanicula europaea* konnte kein Threonin nachgewiesen werden. Arginin ist in 17 der 22 untersuchten Pflanzenarten zu finden, Histidin in 12. Diese fünf Aminosäuren, Histidin, Arginin, Threonin, Alanin und Prolin, waren die häufigsten Aminosäuren im Nektar der untersuchten Pflanzenarten und verantwortlich für über 79% des gesamten Aminosäuregehalts des Nektars (vgl. Abb. 75). Für sieben Pflanzenarten waren dies überhaupt die einzigsten nachweisbaren Aminosäuren im Nektar. Eine weitere relativ häufige Aminosäure war Serin, die im Nektar von neun Pflanzenarten vorkam. Cystein konnte in keinem Nektar nachgewiesen werden. Alle anderen Aminosäuren waren im Nektar von ein bis sechs Arten vorhanden (vgl. Abb. 76).

Die Gesamtaminosäurenkonzentration pro Art wird in  $\mu\text{mol/ml}$  angegeben. Es wurden vier Konzentrationstypen unterschieden (vgl. Tab. 57)

Tab. 57: Aminosäuregehalt Konzentrationsstufen

Konzentration	AS-Gehalt [ $\mu\text{mol/ml}$ ]
sehr schwach	0 bis < 5
schwach	5 bis < 10
mittel	10 bis < 20
stark	20 bis < 50

Eine sehr schwache Aminosäurenkonzentration hatten sieben Arten, *Sanicula europaea*, *Arum maculatum*, *Ranunculus lanuginosus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Phyteuma spicata*, *Geum urbanum* und *Gagea lutea* (vgl. Tab. 58).

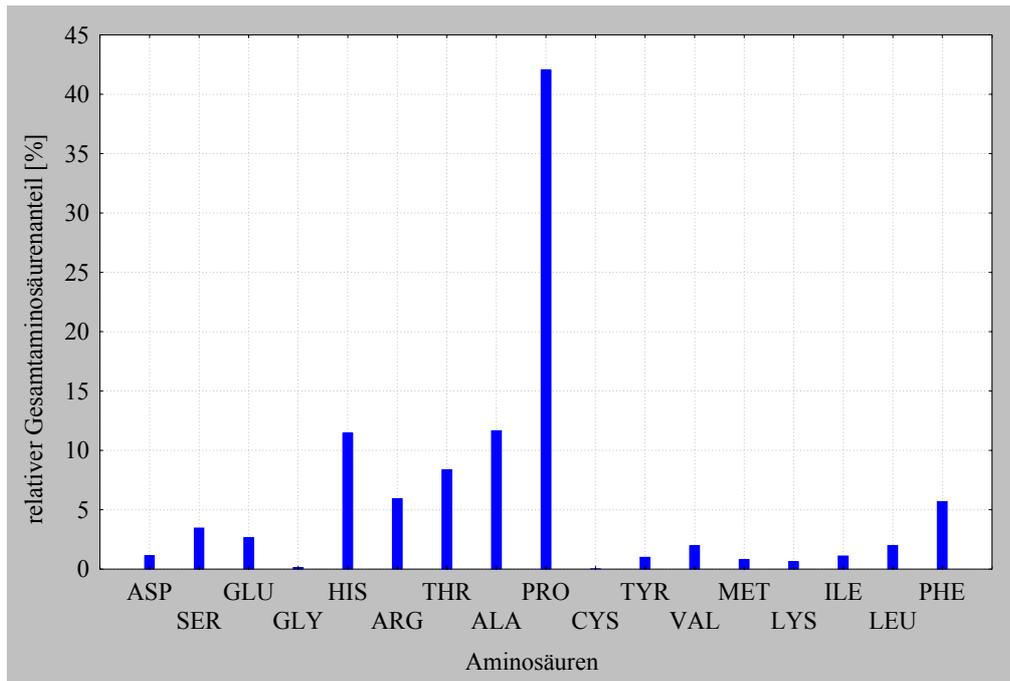


Abb. 75: Durchschnittlicher relativer Anteil der einzelnen Aminosäuren am Gesamtaminosäuregehalt der untersuchten Pflanzenarten. (ASP = Asparaginsäure; SER = Serin; GLU = Glutaminsäure; GLY = Glycin; HIS = Histidin; ARG = Arginin; THR = Threonin; ALA = Alanin; PRO = Prolin; CYS = Cystein; TYR = Tyrosin; VAL = Valin; MET = Methionin; LYS = Lysin; ILE = Isoleucin; LEU = Leucin; PHE = Phenylalanin)

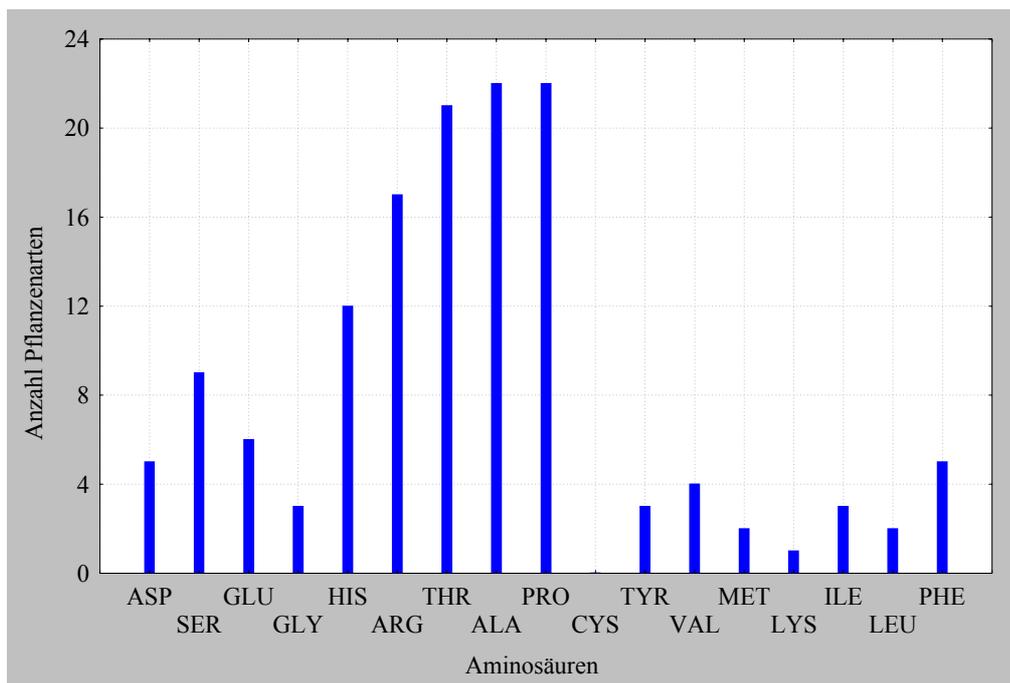


Abb. 76: Anzahl der Pflanzenarten mit nachgewiesenem Vorkommen der einzelnen Aminosäuren. (ASP = Asparaginsäure; SER = Serin; GLU = Glutaminsäure; GLY = Glycin; HIS = Histidin; ARG = Arginin; THR = Threonin; ALA = Alanin; PRO = Prolin; CYS = Cystein; TYR = Tyrosin; VAL = Valin; MET = Methionin; LYS = Lysin; ILE = Isoleucin; LEU = Leucin; PHE = Phenylalanin)

Schwach konzentriert war der Nektar von 10 Arten: *Vinca minor*, *Geranium robertianum*, *Galium odoratum*, *Aegopodium podagraria*, *Daphne mezereum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Galeobdolon luteum*, *Silene dioica*, *Pulmonaria officinalis* und *Oxalis acetosella* (vgl. Tab. 58).

Vier Arten (*Polygonatum multiflorum*, *Ranunculus ficaria*, *Corydalis cava* und *Primula elatior*) hatten einen Nektar mit mittlerer Aminosäurenkonzentration. Nur *Adoxa moschatellina* hatte eine starke Aminosäurenkonzentration im Nektar (vgl. Tab. 58).

Tab. 58: Aminosäurenkonzentration [ $\mu\text{mol/ml}$ ] des Nektars für alle untersuchten Pflanzenarten des U I

	<b>Aminosäurenkonzentration [<math>\mu\text{mol/ml}</math>]</b>
<i>Sanicula europaea</i>	1.176
<i>Arum maculatum</i>	1.368
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	1.715
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	3.501
<i>Phyteuma spicata</i>	3.511
<i>Geum urbanum</i>	4.680
<i>Gagea lutea</i>	4.793
<i>Vinca minor</i>	5.453
<i>Geranium robertianum</i>	5.557
<i>Galium odoratum</i>	5.900
<i>Aegopodium podagraria</i>	6.249
<i>Daphne mezereum</i>	6.659
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	6.808
<i>Galeobdolon luteum</i>	7.516
<i>Silene dioica</i>	8.023
<i>Pulmonaria officinalis</i>	8.293
<i>Oxalis acetosella</i>	9.675
<i>Polygonatum multiflorum</i>	10.104
<i>Ranunculus ficaria</i>	12.764
<i>Corydalis cava</i>	13.850
<i>Primula elatior</i>	16.595
<i>Adoxa moschatellina</i>	48.909

#### IV.6.b. Farbreflexionsspektren

Für alle großen Blütenbesucherordnungen der Insekten (Coleoptera, Diptera, Lepidoptera und Hymenoptera) wurde an einigen Vertretern Farbsehen und Farbdiskriminierung nachgewiesen (PROCTOR et al. 1996). Das UV-Sehvermögen, aber auch die Farbpräferenzen der Honigbiene und anderer Vertreter der Apidae sind sicherlich die am besten untersuchten innerhalb der Gruppe der Insekten, aber nicht repräsentativ für diese Gruppe. Einige bisher untersuchte Lepidopteren können im Gegensatz zu Bienen die Farbe Rot erkennen und von anderen Farben unterscheiden. Selbiges wird für einige Coleopteren der Gattung *Amphicoma* vermutet. Abgesehen von dem innerhalb der Insekten sehr unterschiedlichen Sehvermögen existieren auch Unterschiede in den Farbpräferenzen, auch innerhalb ein und der selben Ordnung. Aus diesen Gründen wurde die spektrale Reflexion nicht nur im Bereich des Bienensehens (300 – 650 nm) untersucht, sondern in der Auswertung auch der Bereich bis 750 nm berücksichtigt.

#### Farbspektren – untersuchte Parameter und deren spektrales Reflexionsverhalten

Die Messung der Farbspektren wurde an verschiedenen, möglicherweise der Blüten- bzw. Blumenfindung, dienlichen, Organen der Pflanze vorgenommen. Die Datenerhebung war aus diesem Grund nicht für jede Art einheitlich und die jeweilige Vorgehensweise wird im Folgenden für jede Pflanzenart getrennt beschrieben. Bei der Beschreibung der Ergebnisse wird auf Farbintensität und UV-Male hingewiesen.

Die Intensität ist das quantitative Ausmaß der Reflexion (im Vergleich zu einem Standard) bei einer bestimmten Wellenlänge. Um eine Beschreibung zu ermöglichen wurden für diese Arbeit sechs Intensitätsstufen definiert (vgl. Tab. 59)

Tab. 59: Intensitätsstufen der Reflexion im Vergleich zu einem Weißstandard

Intensitätsstufen	Reflexion [%]
sehr schwach	0 bis < 5
schwach	5 bis < 10
mittel	10 bis < 20
stark	20 bis < 50
sehr stark	50 bis < 90
total	90 bis 100

Als UV-Mal gilt im allgemeinen der Intensitätsunterschied der UV-Reflexion (300 nm bis 390 nm) zwischen einem zentralen und einem peripheren Bereich der Blume. Der zentrale Bereich absorbiert dabei im UV stärker als der periphere Bereich. Als absorbierende Elemente

können Staub- und Fruchtblätter, Saftmale, der Krohnröhreneingang oder auch zentral gelegene Kron-, Kelch- oder Hochblattteile fungieren.

Um die Beschreibung der Spektren zu vereinfachen wurde der untersuchte Wellenlängenbereich (300 – 750 nm) in Abschnitte unterteilt, die den Spektralfarben entsprechen. Da der Übergang von Farbe zu Farbe aber ein allmählicher ist und viele Farbtöne beinhaltet, ist die Einteilung der Spektralfarben willkürlich. Die Einteilung in der vorliegenden Arbeit ist an KUCHLING (1991) angelehnt (vgl. Tab. 60).

Tab. 60: Wellenlängen [nm] der einzelnen Farbbereiche (übernommen nach KUCHLING 1991 und verändert für die vorliegende Arbeit)

UV	Violett	Blau	Grün	Gelb	Orange	Rot
300 - 390	400 - 430	440 - 490	500 - 560	570 - 590	600 - 630	640 - 750

### *Adoxa moschatellina*

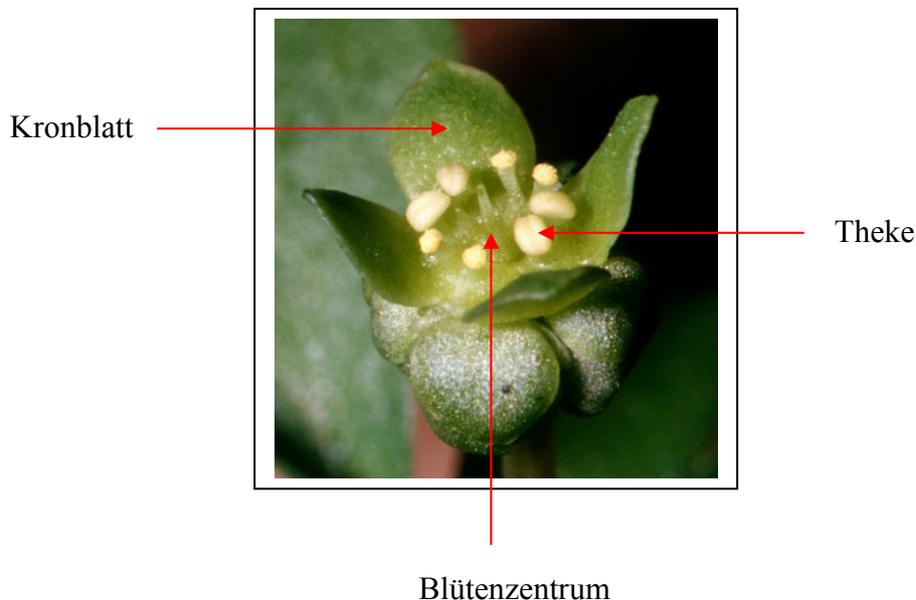


Abb. 77: *Adoxa moschatellina*: Messorte für die Parameter Kronblatt, Theke und Blütenzentrum

Von *Adoxa moschatellina* wurde das Kronblatt einer Gipfel-, einer Seiten- und einer verblühten Blüte spektrometrisch vermessen. Das ebenfalls untersuchte Blütenzentrum ist als die geometrische Mitte der Blüte zu verstehen und setzt sich aus dem Blütenboden und den daraus entspringenden Griffeln zusammen.

Die Filamente der Staubbeutel sind am Grunde geteilt, so dass jede Theke einzeln steht und fälschlicherweise für die Anthere gehalten werden kann. Da diese zu klein für Einzelmessungen waren, wurden die Messungen an mehreren möglichst lückenlos aneinandergereihten Pollensäcken vorgenommen. Da die Infloreszenzen unmittelbar über den

arteigenen Laubblättern stehen, wurde auch deren Spektrogramm aufgenommen (vgl. Abb. 77 und 89).

Im Bereich zwischen UV und Violett waren die untersuchten Blütenteile und auch das Laubblatt praktisch nicht voneinander zu unterscheiden. Alle untersuchten Elemente zeigten in diesem Bereich eine schwache bis sehr schwache Reflexion. Über 430 nm unterschieden sich die Kurven lediglich in ihrer Intensität, wobei die Pollensäcke als die am stärksten reflektierenden Organe auffielen. Alle untersuchten Elemente erreichten zunächst ein Maximum im Gelb, reflektierten aber auch im Grün sehr stark. Im orangefarbenen Wellenlängenbereich nahm die Reflexion deutlich ab und stieg im Rot auf ein durchgehend starkes Intensitätsniveau an.

### *Aegopodium podagraria*



Abb. 78: *Aegopodium podagraria*: Messort für den Parameter Kronblatt

Von *Aegopodium podagraria* konnte aufgrund der winzigen Blüten lediglich das Kronblatt untersucht werden (vgl. Abb 78) und auch hier war die Messung nur an mehreren, dachziegelartig aneinandergereihten Kronblättern möglich. Als zweiter Parameter gingen die Laubblätter in die Messungen mit ein, da sie in größeren Beständen von *A. podagraria* oftmals der einzige Hintergrund waren.

Im Bereich zwischen 300 und 380 nm waren Laub und Kronblatt praktisch nicht zu unterscheiden. Beide reflektierten nur sehr schwach. Das Laubblatt zeigte ein erstes mittleres Maximum im Grünbereich bei 550 nm, während das Kronblatt im Bereich über 440 nm gleichmäßig stark reflektierte. Im Rot nahm die Reflexion des Laubblattes auf ein sehr starkes Niveau zu (vgl. Abb. 90).

Da es nicht möglich war, die Antheren und den Fruchtknoten zu untersuchen, bleibt ungeklärt, inwiefern diese Blütenorgane mit den Kronblättern kontrastieren.

*Anemone nemorosa*

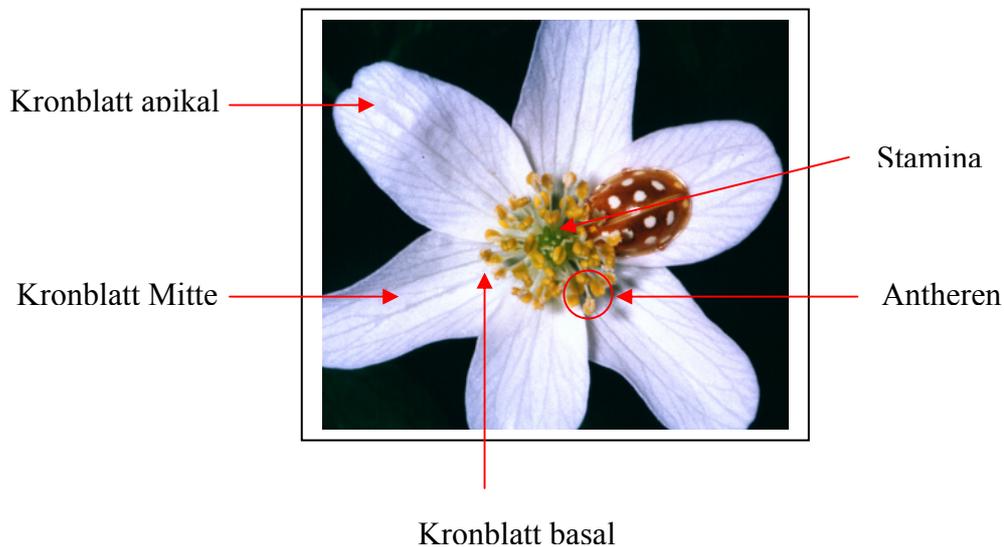


Abb. 79: *Anemone nemorosa*: Messorte für die Parameter Kronblatt, Antheren und Stamina

Von *Anemone nemorosa* wurde die spektrale Reflexion der Kronblätter am apicalen Ende, in der Mitte und am basalen Ende untersucht. Da die Antheren und Stamina zu klein für Einzelmessungen waren wurden die Messungen an mehreren möglichst lückenlos aneinandergereihten Organen vorgenommen. Auch die arteigenen Laubblätter wurden untersucht da die jeweils einzeln stehende Blüte sich unmittelbar über diesen befindet (vgl. Abb. 79).

Im Bereich des UV war die Intensität der untersuchten Parameter schwach bis sehr schwach. Alle Teile des Kronblatts stiegen im Bereich zwischen 380 und 450 nm auf ein starkes Niveau an. Im Bereich über 450 nm verliefen die Kurven der Kronblattbasis, der Mitte und des apicalen Kronblattendes parallel, wobei die Kronblattmitte und das apicale Kronblattende total, die Kronblattbasis aber nur stark reflektierte.

Die Staubblätter zeigten von 370 bis 750 nm einen kontinuierlichen Anstieg der Reflexion. Die Kurven der Fruchtblätter und des Laubblatts verliefen parallel. Beide erreichten ihr erstes Maximum im Grünbereich bei 560 nm auf einem starken bzw. mittleren Niveau (vgl. Abb. 91).

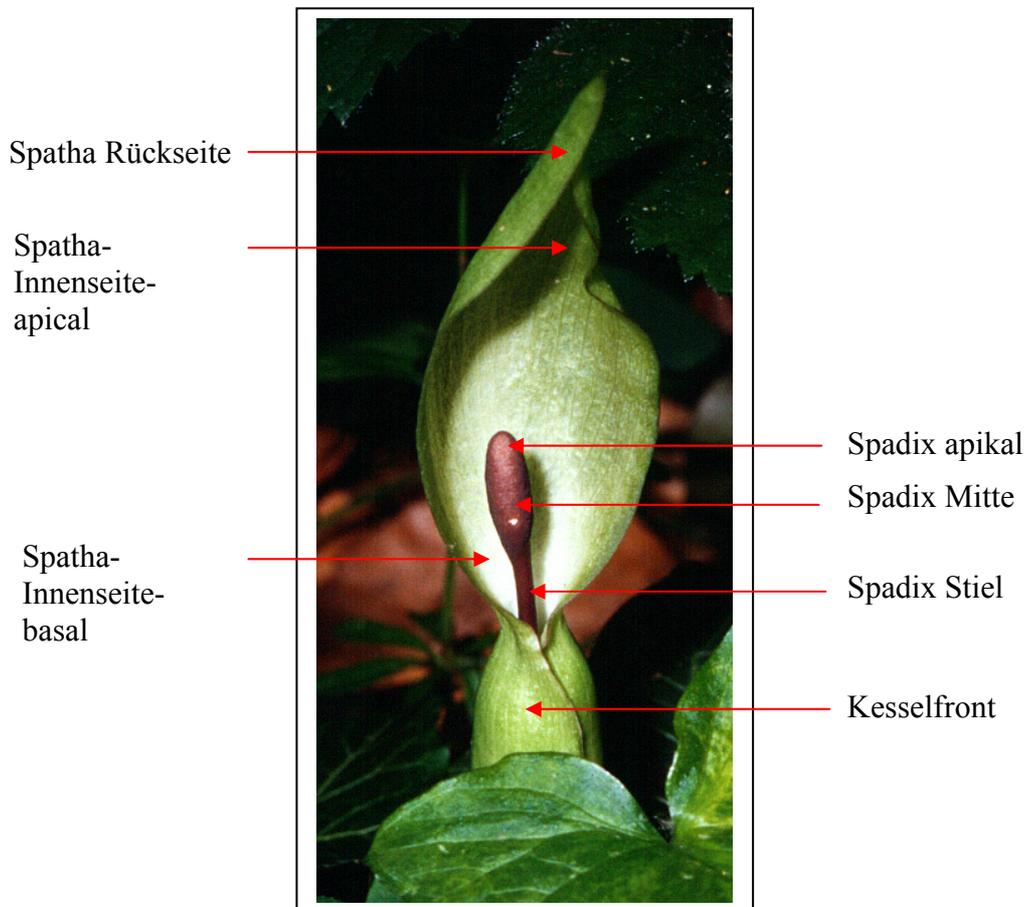
*Arum maculatum*

Abb. 80: *Arum maculatum*: Messorte für die Parameter Spadix (apikal, Mitte, Stiel), Kesselfront und Spatha (Rückseite, Innenseite-apical, Innenseite-basal)

Bei *Arum maculatum* ist eine visuelle Anlockung durch die im Kessel versteckten Blüten ausgeschlossen. Vielmehr war hier der Bereich um den Kesseleingang von Interesse. Dieser Bereich wurde durch die Parameter Spatha-Innenseite-basal, Spadix apikal, Spadix Mitte, Spadix Stiel und die Kesselfront repräsentiert. Desweiteren wurden die Spatha Rückseite, die Kesselnrückseite, das Laubblatt und die Spatha-Innenseite-apikal, bezüglich ihres Reflexionsverhaltens untersucht (vgl. Abb. 80).

Im UV-Bereich reflektierte die gesamte Spadix auf einem mittleren Niveau. Alle anderen Blumenelemente reflektierten nur schwach bis sehr schwach. Die Reflexion aller Spadixelemente nahm bis ins Rot auf ein starkes bis sehr starkes Niveau zu, wobei kein ausgeprägtes Reflexionsmaximum zu beobachten war.

Alle weiteren untersuchten Parameter hatten ihr Maximum im Grün zwischen 550 und 560 nm auf einem mittleren Niveau, mit Ausnahme der Kesselfront, welche stark reflektierte.

Im orangefarbenen Wellenlängenbereich nahm die Reflexion dieser Elemente deutlich ab und im Rot erneut stark zu (vgl. Abb. 92 und 93).

### *Chrysosplenium alternifolium*

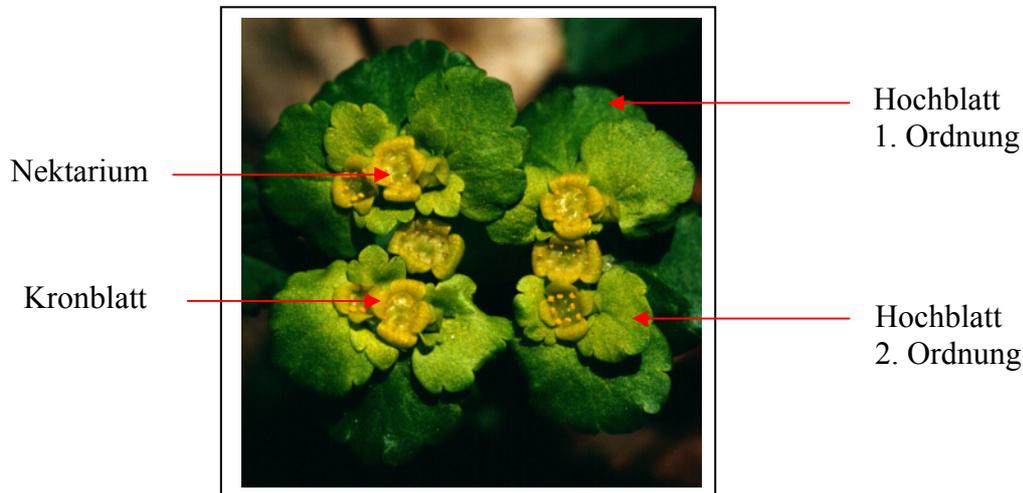


Abb. 81: *Chrysosplenium alternifolium*: Messorte für die Parameter Nektarium, Kronblatt, Hochblatt 1. Ordnung und Hochblatt 2. Ordnung

Bei *Chrysosplenium alternifolium* wirkt nicht die Einzelblüte sondern die gesamte Infloreszenz. Deshalb wurden neben der Spektralanalyse des Kronblatts und der Nektarien auch die die Infloreszenz umgebenden Hochblätter und das Laubblatt untersucht (vgl. Abb. 81).

Die Kurven aller untersuchten Elemente verliefen annähernd parallel mit Unterschieden in der Intensität. Über den gesamten Wellenlängenbereich hin waren die Nektarien und die Kronblätter die am stärksten reflektierenden Elemente. Das zentralst gelegene Element, die Nektarien, reflektierten im UV zwischen 300 und 360 nm etwas stärker als die Kronblätter.

Im UV, Violett und Blau reflektierten alle untersuchten Elemente schwach oder sehr schwach. Im Grün stieg die Reflexion aller Elemente an und erreichte ein Maximum im Grün bis Gelb bei 560 bis 570 nm auf einem durchgehend starken Niveau. Lediglich die Laubblätter reflektierten nur mittelstark. Im orangefarbenen Wellenlängenbereich nahm die Reflexion deutlich ab und im Rot erneut stark zu (vgl. Abb. 94).

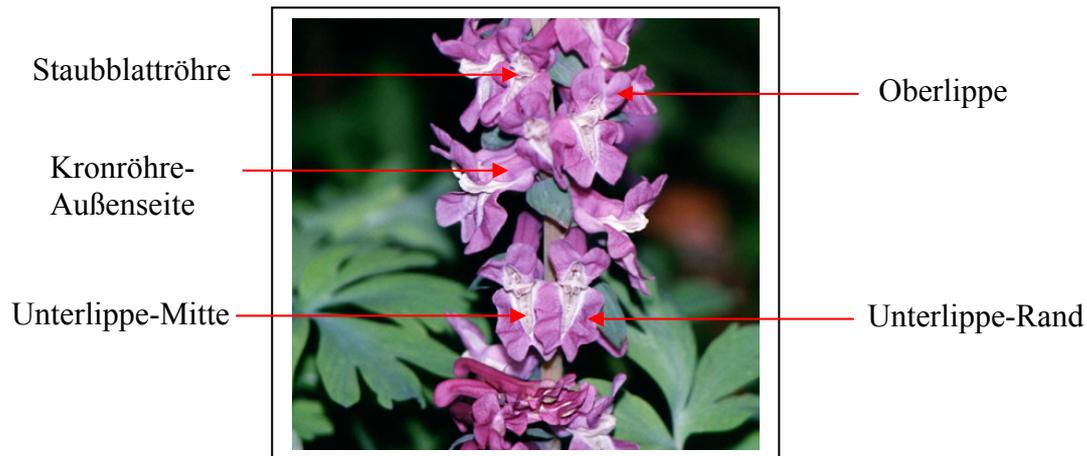
*Corydalis cava*

Abb. 82: *Corydalis cava*: Messorte für die Parameter Staubblattröhre, Kronröhre-Außenseite, Unterlippe-Mitte, Unterlippe-Rand und Oberlippe

Von *Corydalis cava* wurden wegen der auffälligen farblichen Zweiteilung der Unterlippe, deren hellerer mittlerer Teil und der farblich gesättigtere äußere Bereich spektrometrisch analysiert. Die Kronröhrenaußenseite wurde als Vergleichsmessung zum Rand der Unterlippe und der Oberlippe untersucht. Als zentrales Element der Blüte fand die Staubblattröhre gesondert Eingang in die Messungen. Da die Infloreszenz direkt über den Laubblättern steht wurden auch diese analysiert (vgl. Abb. 82).

Die Reflexion der Staubblattröhre nahm von einer schwachen Reflexion im UV zum Blau hin sprunghaft auf ein starkes Niveau zu. Bereits im Grün reflektierte die Staubblattröhre sehr stark. Im weiteren Verlauf stieg die Reflexion schwach an.

Mit Ausnahme der Laubblätter verliefen die Kurven aller weiteren Elemente in unterschiedlichen Intensitäten parallel, wobei im Blau-, Orange- und Rotbereich stärker reflektiert wurde als im Grün- und Gelbbereich (vgl. Abb. 95).

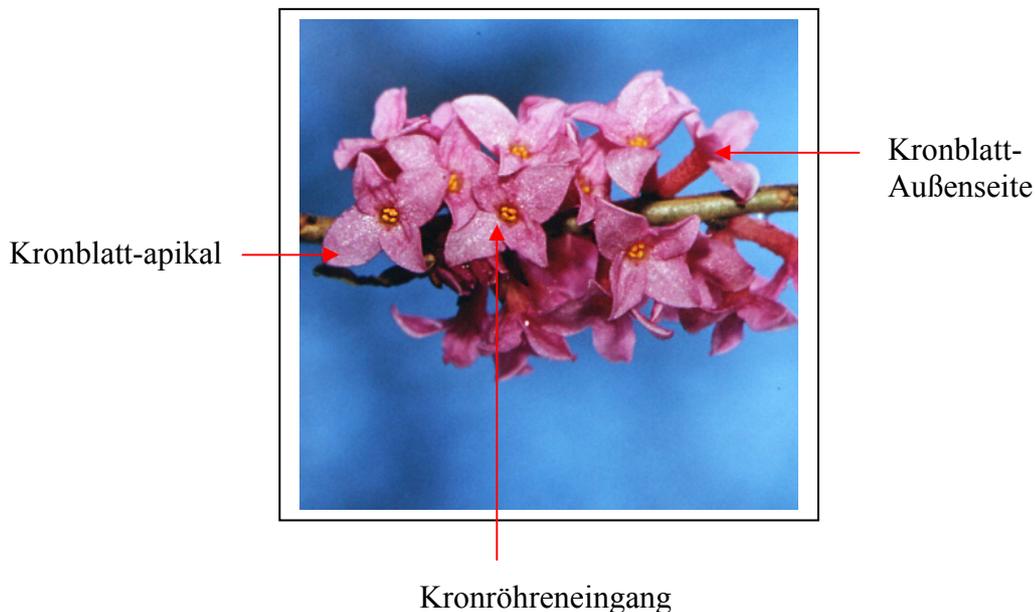
*Daphne mezereum*

Abb. 83: *Daphne mezereum*: Messorte für die Parameter Kronblatt-basal, Kronblatt-apikal und Kronblatt-Außenseite

Da *Daphne mezereum* zur Blütezeit kaum oder gar keine Laubblätter besitzt und die Blüten exponiert an Zweigen stehen, wurden von der Stieltellerblüte ausschließlich die Kronblattspitze (apikal), das Kronblatt am Kronröhreneingang (basal) und die Kronblattrückseite auf Höhe des Tellers untersucht (vgl. Abb. 83).

Die Kurven aller untersuchten Elemente verliefen parallel über den gesamten Wellenlängenbereich. Im UV reflektierten alle Teile schwach bis sehr schwach. Die Reflexion der Kronblatt-Spitze und die der Kronblatt-Basis nahmen im Violett auf ein starkes Niveau zu. Die Kronblatt-Außenseite nahm im Violett auf ein mittleres Niveau zu. Hier erreichten alle drei Elemente ein erstes Maximum zwischen 450 und 460 nm. Im Grün- und Gelbbereich reflektierten die untersuchten Elemente deutlich schwächer und stiegen dann im Orange- und Rotbereich auf ein zweites sehr starkes Maximum an (vgl. Abb. 96).

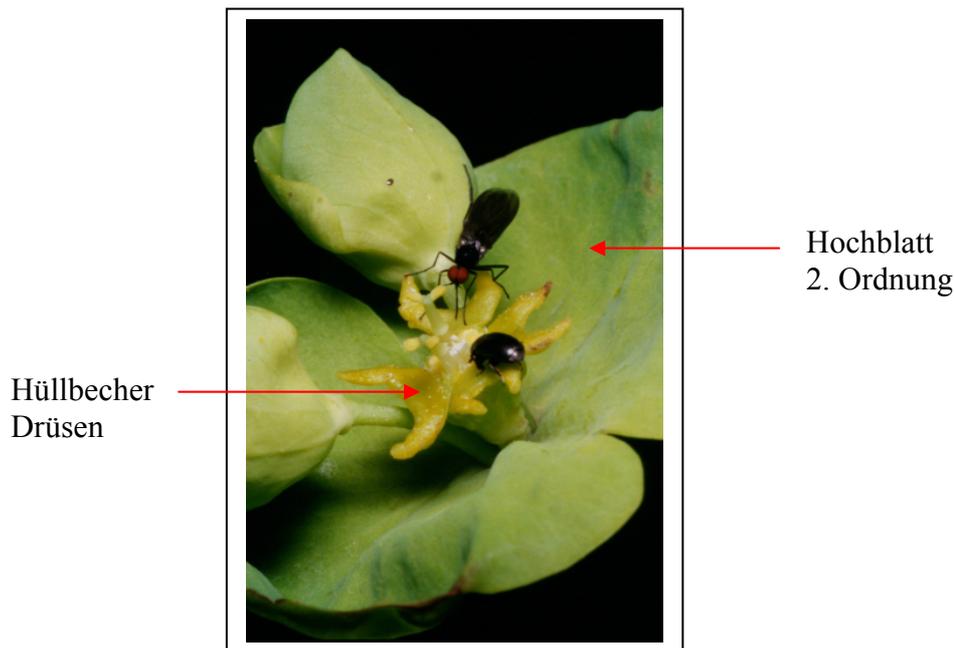
*Euphorbia amygdaloides*

Abb. 84: *Euphorbia amygdaloides*: Messorte für die Parameter Hochblatt 1. Ordnung und Hüllbecher Drüsen

Die Blume von *Euphorbia amygdaloides* besteht im funktionell ökologische Sinne aus dem Cyathium und den umgebenden Hochblättern. Als auffälligstes Element des Cyathiums wurden die Nektardrüsen des Hüllbechers auf ihre spektrale Reflexion hin untersucht (vgl. Abb. 84). Innerhalb der Hochblätter wurden zwei verschiedene Typen unterschieden. Hochblätter, die an funktionellen Cyathien stehen (Hochblatt 2. Ordnung) und Hochblätter die an bereits verblühten Cyathien stehen (Hochblatt 1. Ordnung). Als Vergleich zu diesen Hochblatttypen fanden auch Laubblätter Eingang in die Untersuchungen.

Die Kurven aller untersuchten Elemente verliefen parallel. Im Vergleich zum Laubblatt reflektierten beide Hochblatttypen und die Nektardrüsen deutlich stärker. Die Hochblätter und die Nektardrüsen waren praktisch nicht voneinander zu unterscheiden. Sie erreichten zunächst ein Maximum im Grün bei 560 nm, reflektierten aber auch im Gelb sehr stark. Im orangefarbenen Wellenlängenbereich nahm die Reflexion deutlich ab, im Rot zu. Im UV, Violet und Blau reflektierten alle Teile schwach bis sehr schwach (vgl. Abb. 97).

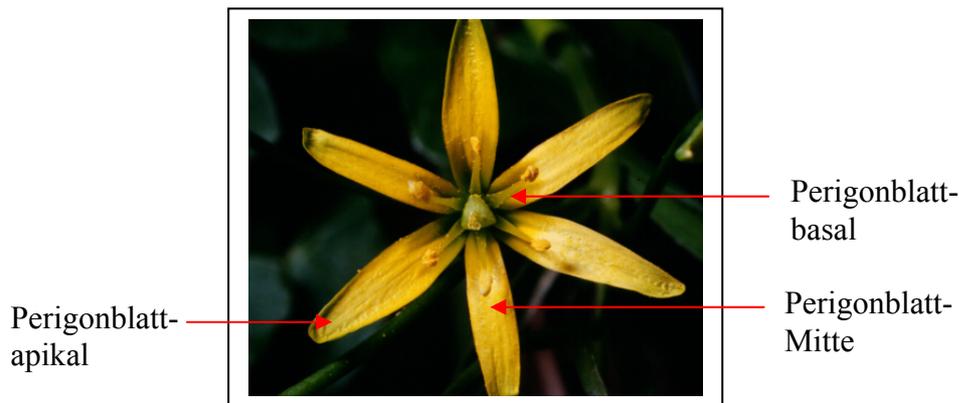
*Gagea lutea*

Abb. 85: *Gagea lutea*: Messorte für die Parameter Perigonblatt-basal, Perigonblatt-Mitte und Perigonblatt-apikal

Von *Gagea lutea* wurden das Perigonblatt-basal, das Perigonblatt-apikal, die Perigonblatt-Mitte sowie die Außenseite der Perigonblatt-Mitte untersucht (vgl. Abb. 85).

Die Kurven der Außenseite des Perigonblatts und die der Perigonblatt-Basis verliefen parallel. Sie reflektierten im UV, Violett und Blaubereich nur sehr schwach. Die Reflexion nahm im Grün ab 500 nm auf ein mittleres Niveau zu und erreichte zunächst ein Maximum bei 560 nm, wobei die Reflexion im anschließenden Gelb ebenfalls ein mittleres bis starkes Niveau erreicht. Im orangefarbenen Wellenlängenbereich nahm die Reflexion deutlich ab, im Rot zu.

Die Perigonblatt-Mitte und das Perigonblatt-apikal reflektierten im UV mittel, die Perigonblatt-Basis und die Außenseite der Perigonblatt-Mitte reflektierten im UV sehr schwach. Das Reflexionsverhalten der Perigonblatt-Mitte und der Perigonblatt-Spitze im Bereich ab 400 nm war ähnlich zu dem der Perigonblatt-Basis und der Perigonblatt-Rückseite, nur auf einem höheren Intensitätsniveau (vgl. Abb. 98).

*Gagea lutea* besitzt ein deutlich ausgeprägtes UV-Mal, wobei die Perigonblattbasis zum restlichen Perigonblatt kontrastiert.

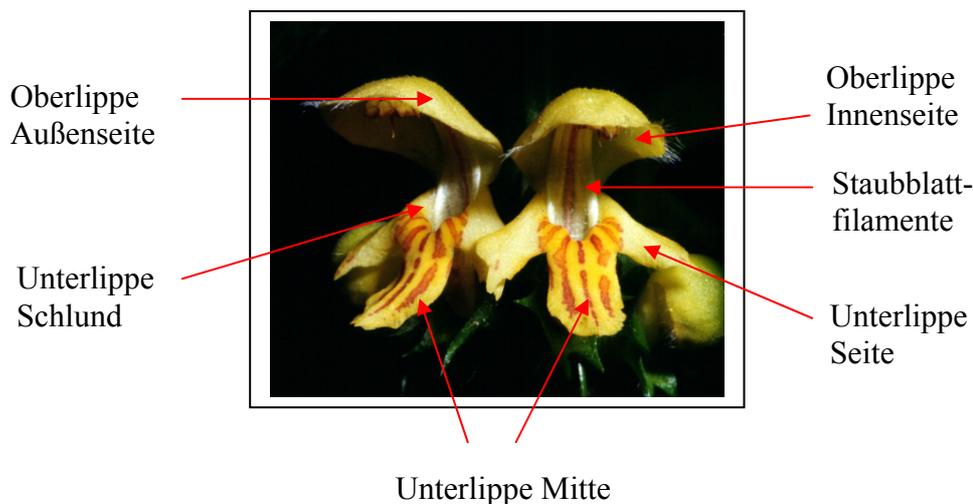
*Galeobdolon luteum*

Abb. 86: *Galeobdolon luteum*: Messorte für die Parameter Oberlippe-Außen- und Innenseite, Unterlippe-Schlund, Unterlippe-Seite, Unterlippe-Mitte und Staubblattfilamente

*Galeobdolon luteum* besitzt mehrere Blütenelemente, die sich bereits für das menschliche Auge deutlich unterscheiden und die deshalb alle Eingang in die spektrale Analyse des Reflexionsverhaltens fanden. Die Unterlippe ist in drei Lappen geteilt, wovon die zwei äußeren in reinem Gelb erscheinen, der mittlere aber gemustert ist. Die Kronröhre ist auf ihrer Rückseite von Staubblattfilamenten ausgekleidet, während die Antheren versteckt unter einer, sowohl außen als auch innen rein gelben Oberlippe liegen (vgl. Abb. 86).

Oberlippen-Innen- und Außenseite sowie die Seitenlappen der Unterlippe reflektierten im UV mittel oder stark. Die Intensität der Reflexion nahm bei diesen drei Elementen im Violett und Blaubereich auf ein mittleres Niveau ab und stieg dann im Grün, ab 500 nm, wieder stark an und hielt sich ab dem Gelb auf einem sehr starken Niveau mit leicht steigender Tendenz bis ins Rot.

Alle übrigen Blütenelemente reflektierten im UV nur schwach oder sehr schwach. Die Reflexion des Mittellappens der Unterlippe stieg im Grün auf ein starkes Niveau und im weiteren Verlauf auf ein sehr starkes Niveau an. Die Kurve des Kronröhrens Schlunds verlief ähnlich, war aber in seiner quantitativen Merkmalsausprägung von geringerer Intensität und im Vergleich zu der des Mittellappens der Unterlippe um 10 nm nach rechts verschoben.

Die Staubblattfilamente und die Antheren zeigten ein unterschiedliches Verhalten. Beide reflektierten im UV und Violett nur schwach. Die Antheren reflektierten aber im gesamten

Verlauf deutlich stärker als die Filamente. Die Antheren zeigten bereits im Blau eine Zunahme der Reflexion auf ein mittleres Niveau, die Filamente erst im Grün (vgl. Abb. 99).

*Galeobdolon luteum* besitzt ein deutlich ausgeprägtes UV-Mal, wobei der Mittellappen der Unterlippe, der Kronröhrenschlund und die Staubblätter deutlich zu den Seitenlappen der Unterlippe und den Elementen der Oberlippe kontrastieren.

### ***Galium odoratum***



Abb. 87: *Galium odoratum*: Messort für den Parameter Kronblatt

Von *Galium odoratum* konnte aufgrund der winzigen Blüten lediglich das Kronblatt untersucht werden (vgl. Abb. 87) und auch hier war die Messung nur an mehreren, dachziegelartig aneinandergereihten Kronblättern möglich. Als zweiter Parameter gingen die Laubblätter in die Messungen mit ein, da sie oftmals der einzige Hintergrund waren.

Im Bereich zwischen 300 und 370 nm waren Laub- und Kronblatt praktisch nicht zu unterscheiden. Das Laubblatt zeigte ein Maximum im Grünbereich bei 550 nm. Die Reflexion des Kronblatts nimmt im Violett stark und ab dem Blau bis ins Rot schwach zu (vgl. Abb. 100). Da es nicht möglich war, die Antheren zu untersuchen, bleibt ungeklärt, inwiefern diese Blütenorgane mit den Kronblättern kontrastieren.

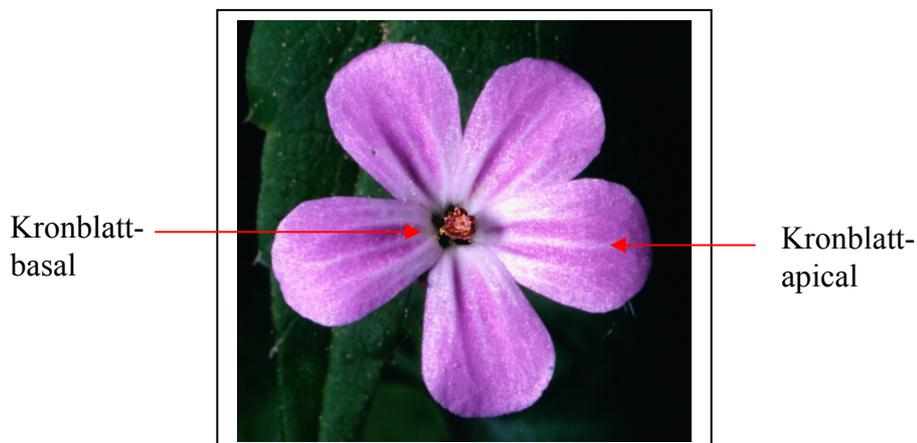
*Geranium robertianum*

Abb. 88: *Geranium robertianum*: Messorte für die Parameter Kronblatt-apical und Kronblatt-basal

Von *Geranium robertianum* wurden die direkt hinter den Blüten stehenden Laubblätter, das Kronblatt an seiner Basis und an seinem apicalen Ende untersucht (vgl. Abb. 88).

Die Kronblattspitze reflektierte im Bereich bis 360 nm nur schwach, zeigte aber noch im UV ab 370 nm einen deutlichen Anstieg und erreichte im Violett direkt an der Grenze zum Blau, bei 430 nm, ihr absolutes Maximum, reflektiert aber auch im Blau sehr stark. Im Grün und Gelb sank die Reflexion deutlich ab und im Orange- und Rotbereich nahm sie stark zu.

Die Kronblattbasis reflektierte im gesamten UV nur schwach. Ab 400 nm nahm die Intensität der Reflexion der Kronblattbasis stark zu und erreichte im Blau bei 460 nm ihr erstes Maximum. Im Grün- und Gelbbereich reflektierte die Kronblattbasis etwas schwächer als im Blau, die Reflexion nahm aber im Orange und Rot wieder schwach zu.

Das Laubblatt reflektierte im UV-, Violett- und Blaubereich nur schwach. Die Reflexion stieg im Grün stark an und erreichte bei 550 nm ein erstes Maximum. Im Gelb war aber ebenfalls eine starke Reflexion zu beobachten. Im Orange nahm diese deutlich ab und im Rot deutlich zu. Dort wurde auch das zweite Maximum erreicht (vgl. Abb. 101).

*Geranium robertianum* verfügt über ein UV-Mal. Die UV reflektierende Kronblattspitze kontrastierte dabei zur UV absorbierenden Kronblattbasis.

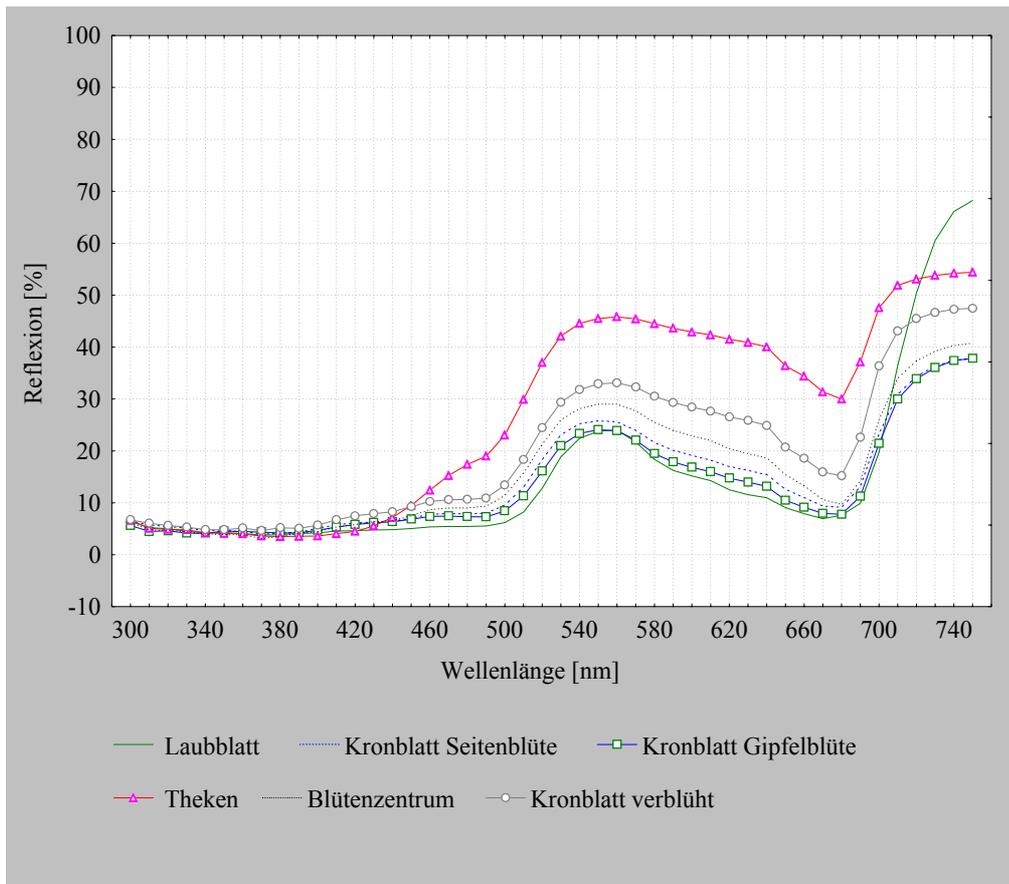


Abb. 89: *Adoxa moschatellina*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

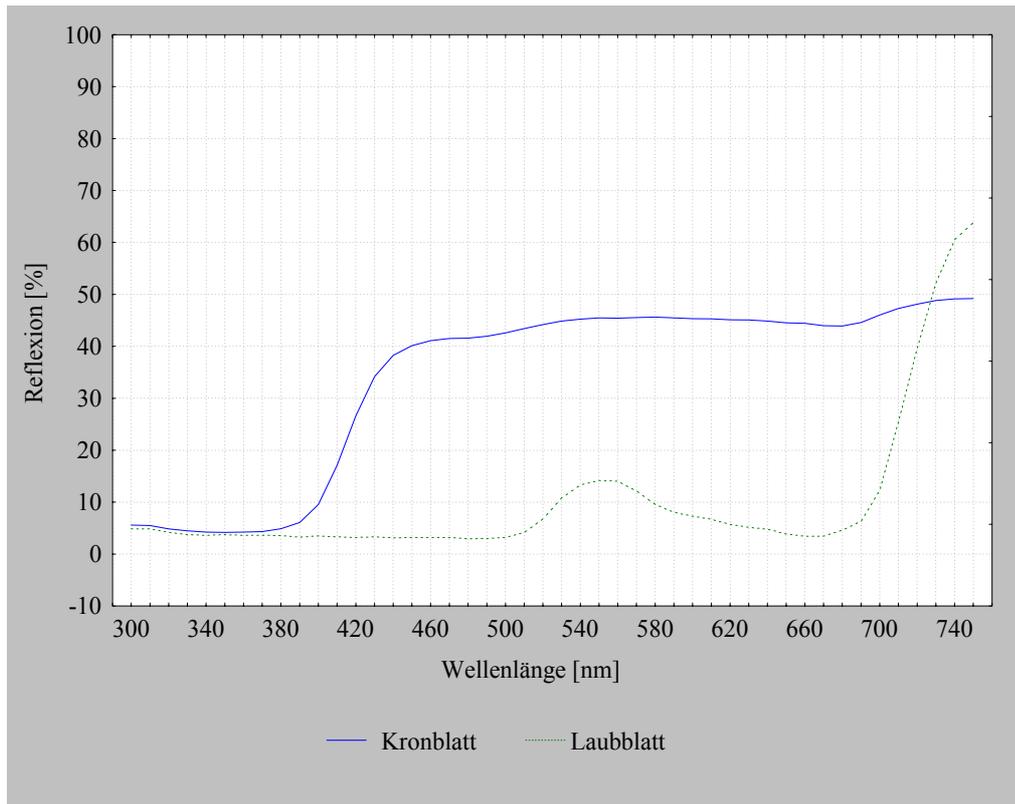


Abb. 90: *Aegopodium podagraria*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

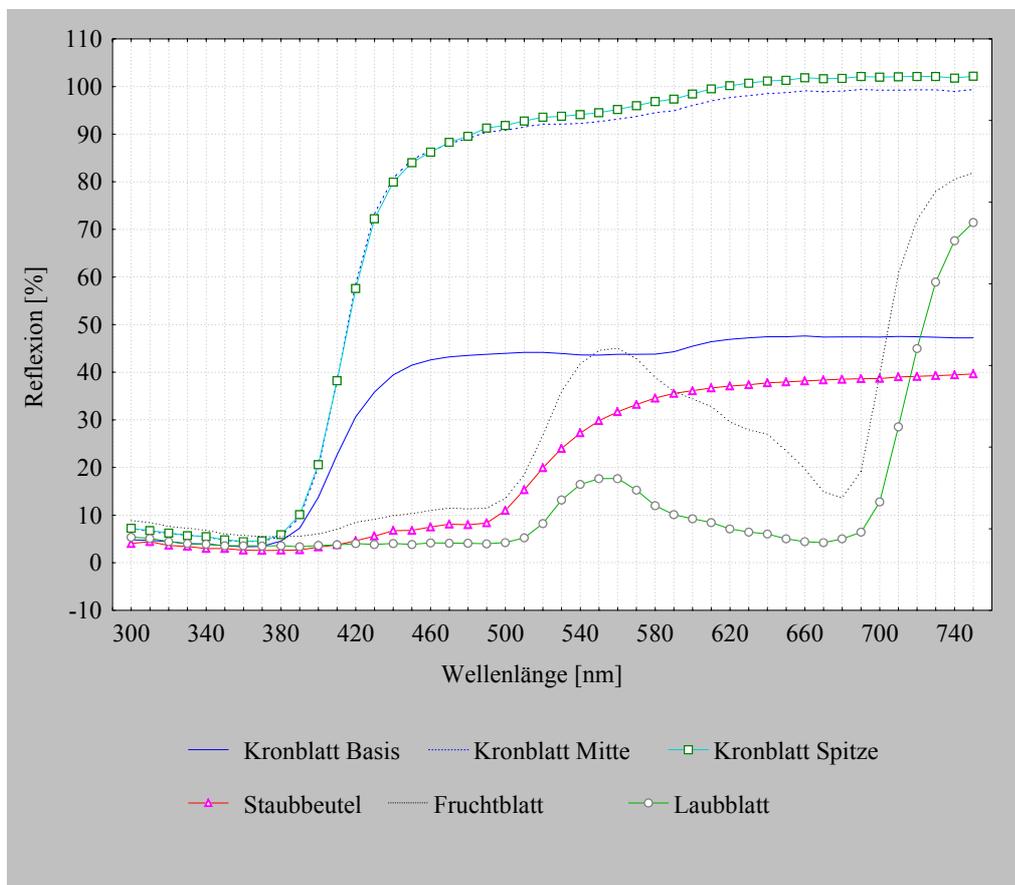


Abb. 91: *Anemone nemorosa*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

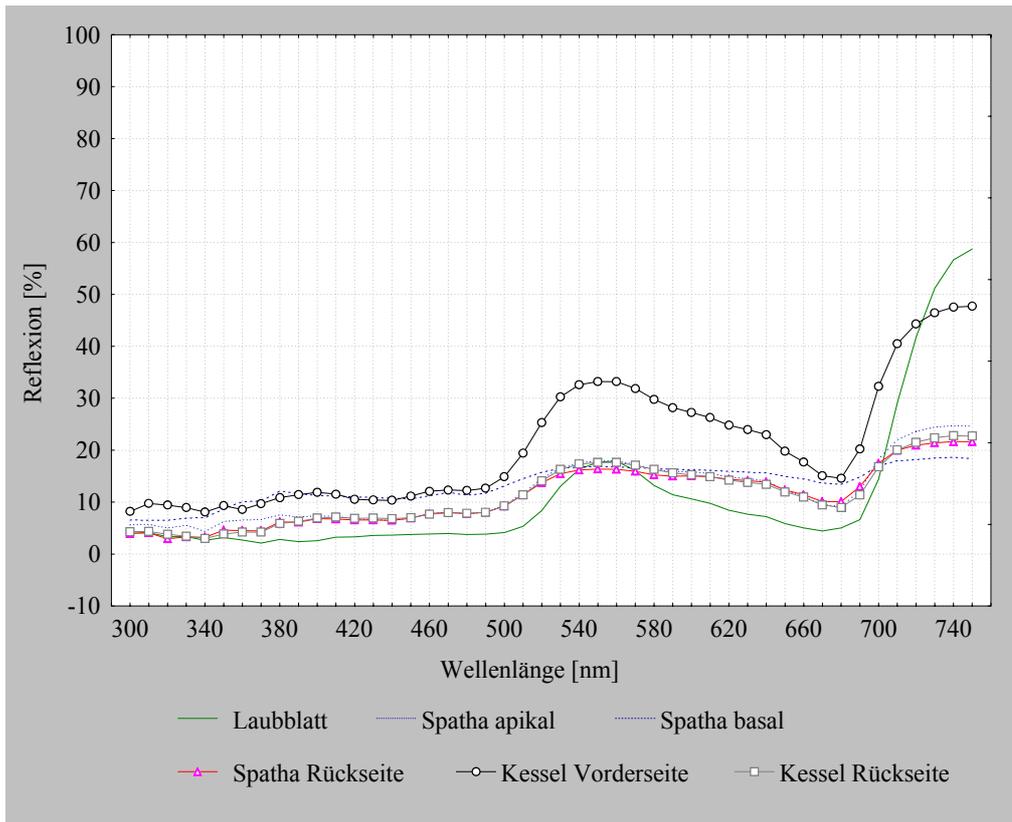


Abb. 92: *Arum maculatum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blumen- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

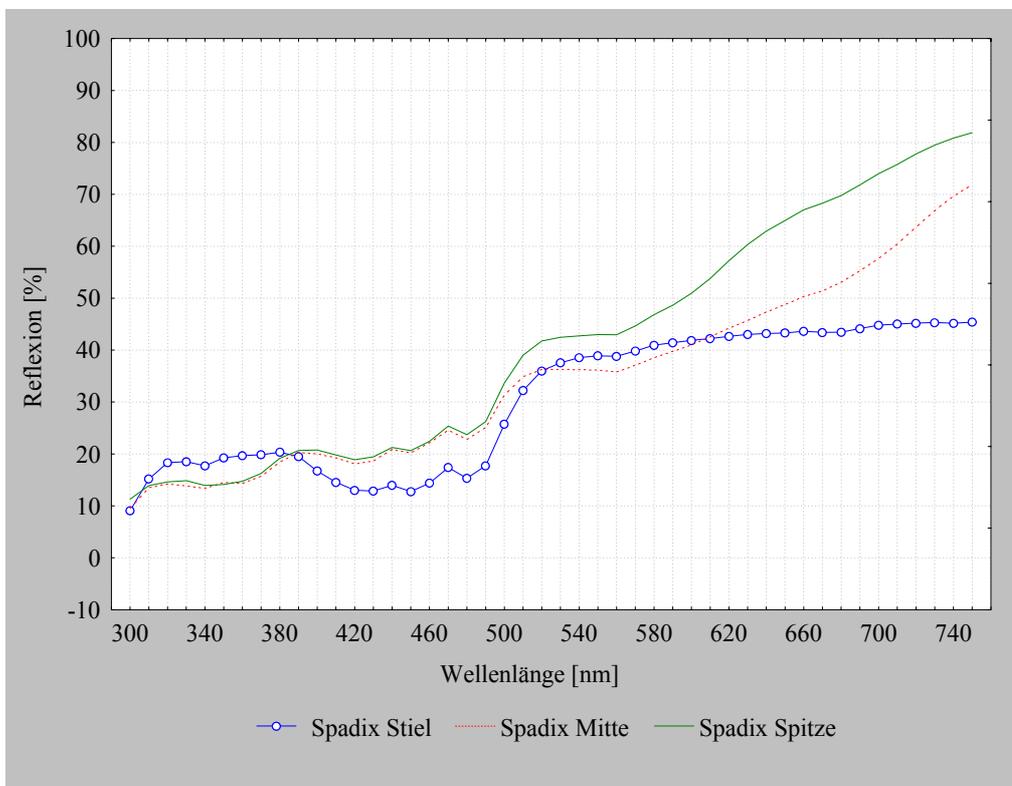


Abb. 93: *Arum maculatum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blumenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

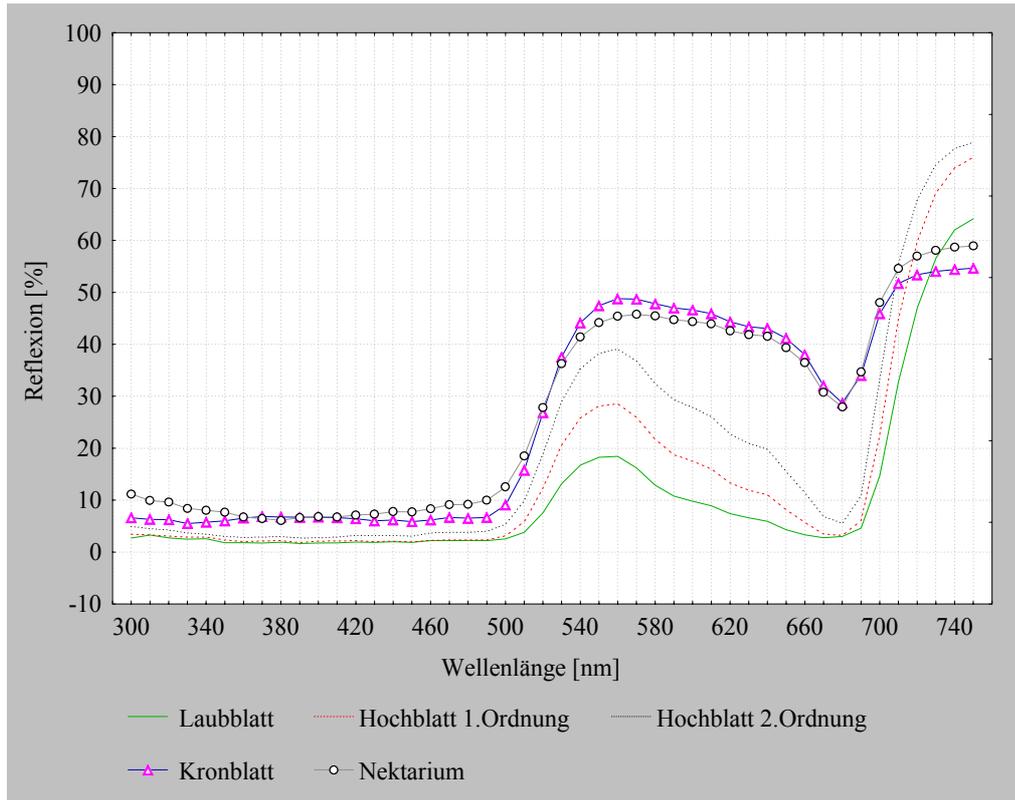


Abb. 94: *Chrysosplenium alternifolium*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

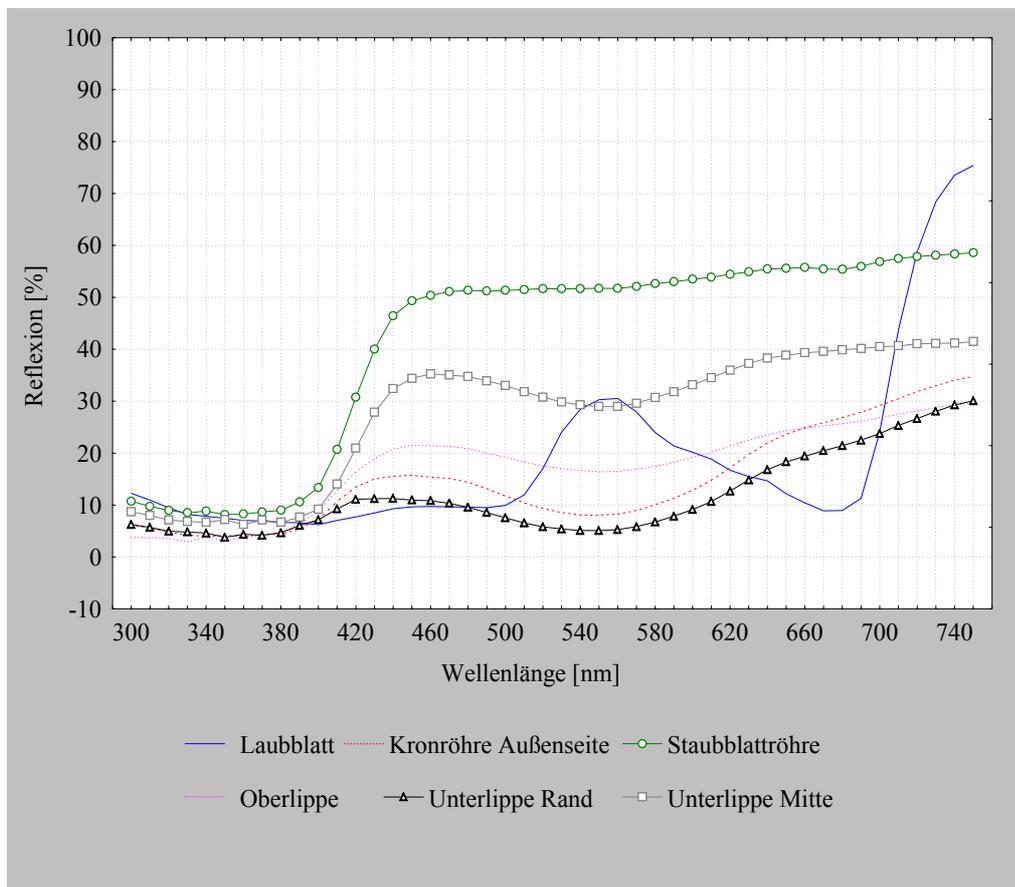


Abb. 95: *Corydalis cava*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

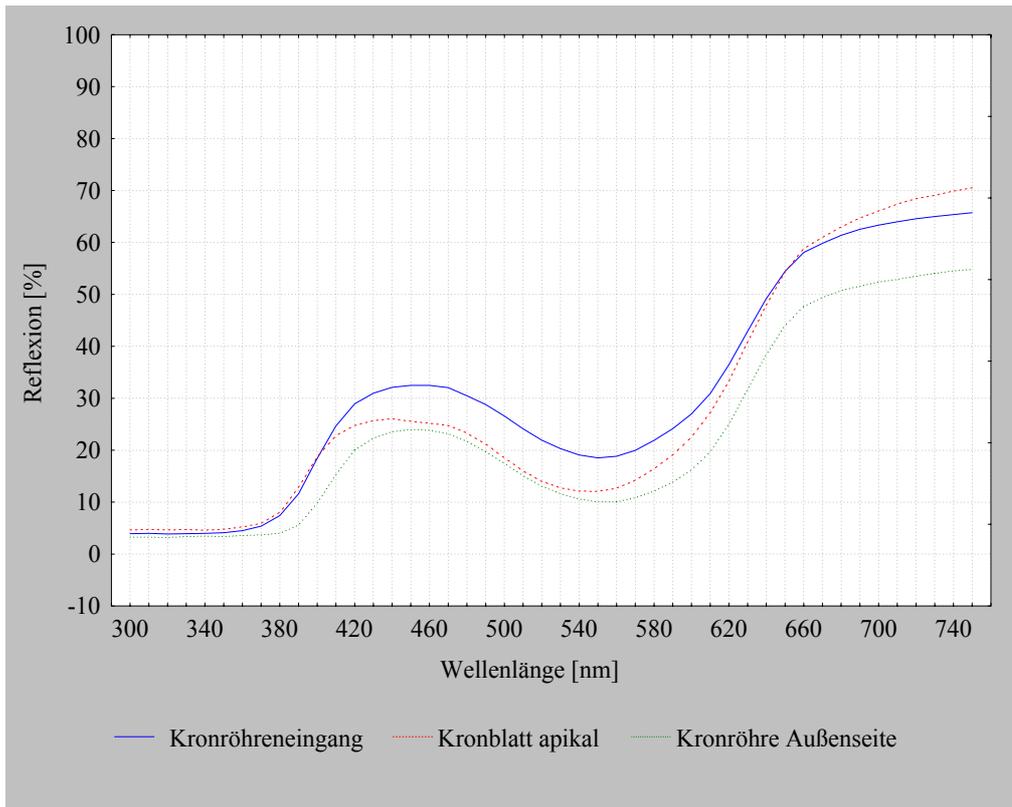


Abb. 96: *Daphne mezereum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

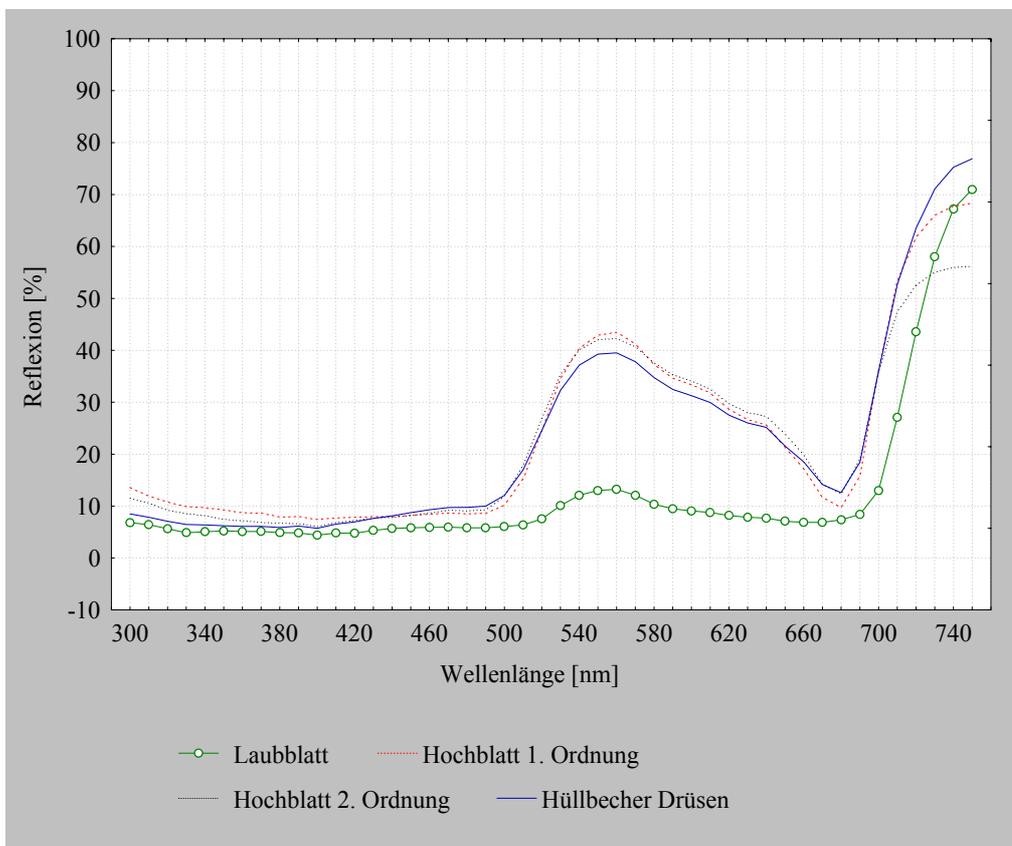


Abb. 97: *Euphorbia amygdaloides*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

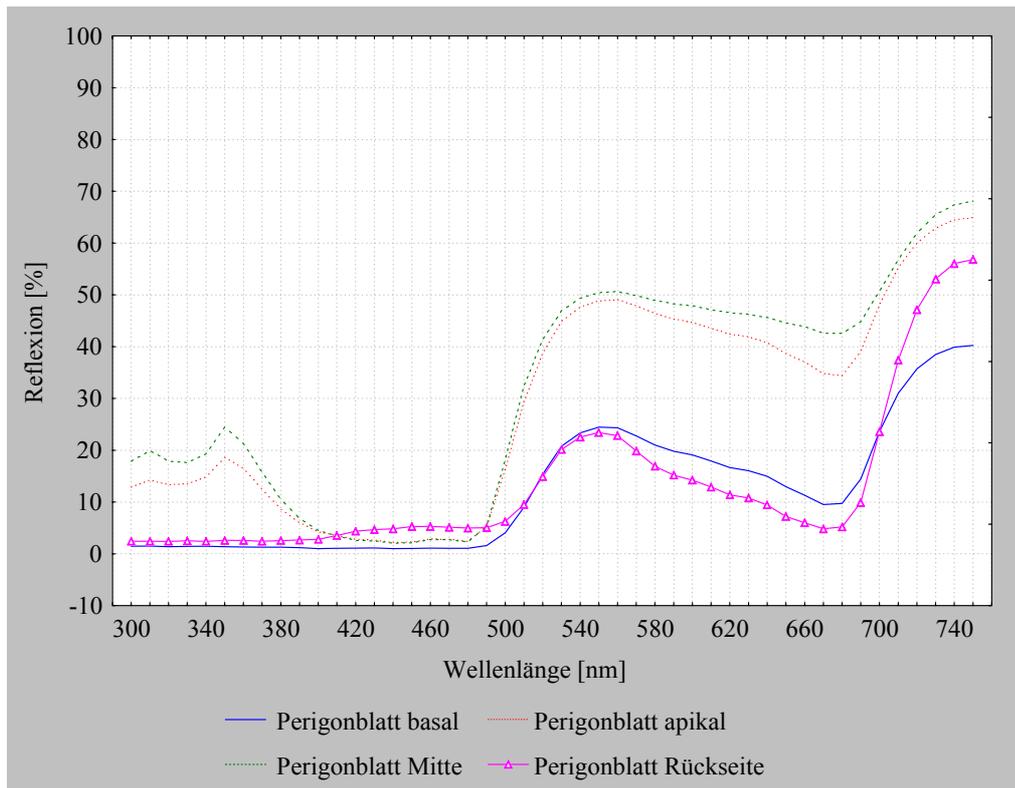


Abb. 98: *Gagea lutea*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

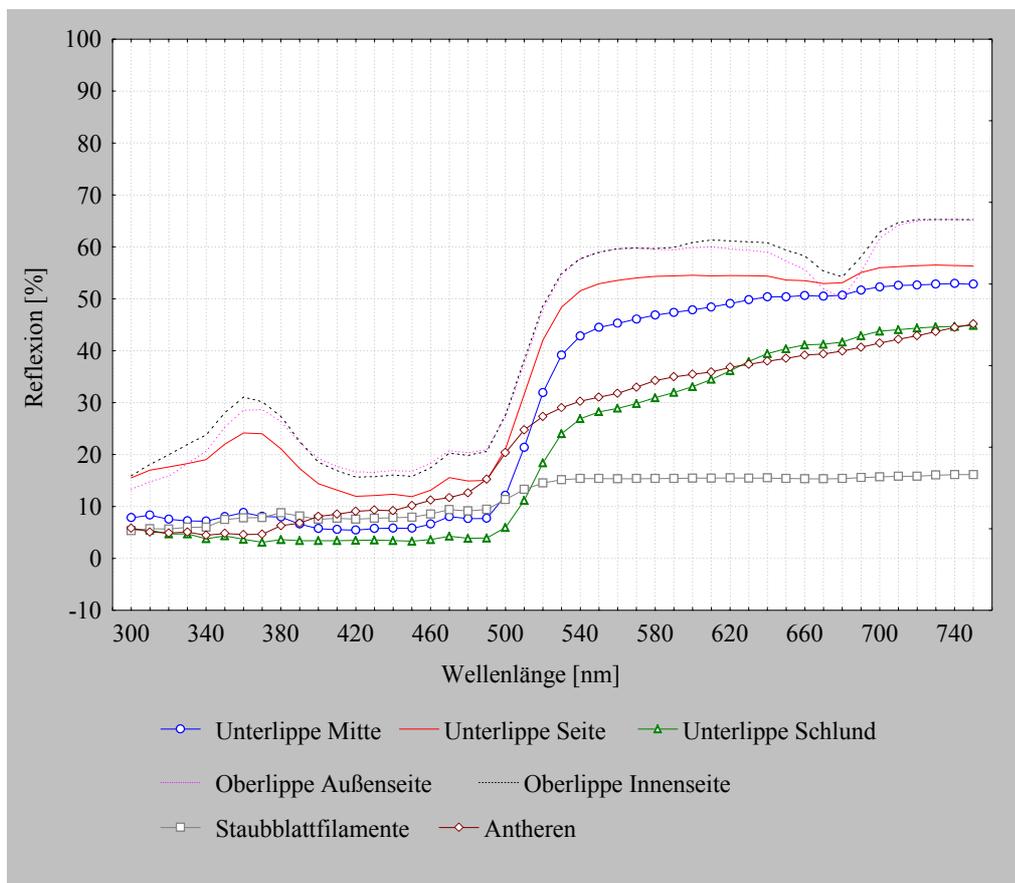


Abb. 99: *Galeobdolon luteum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

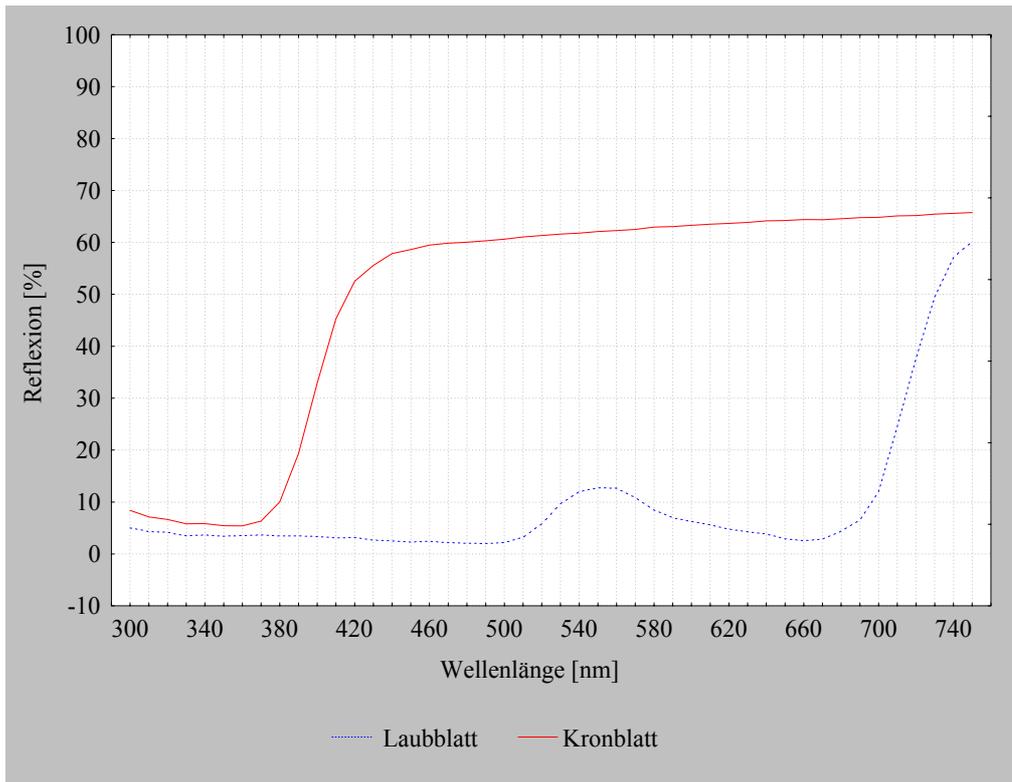


Abb. 100: *Galium odoratum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

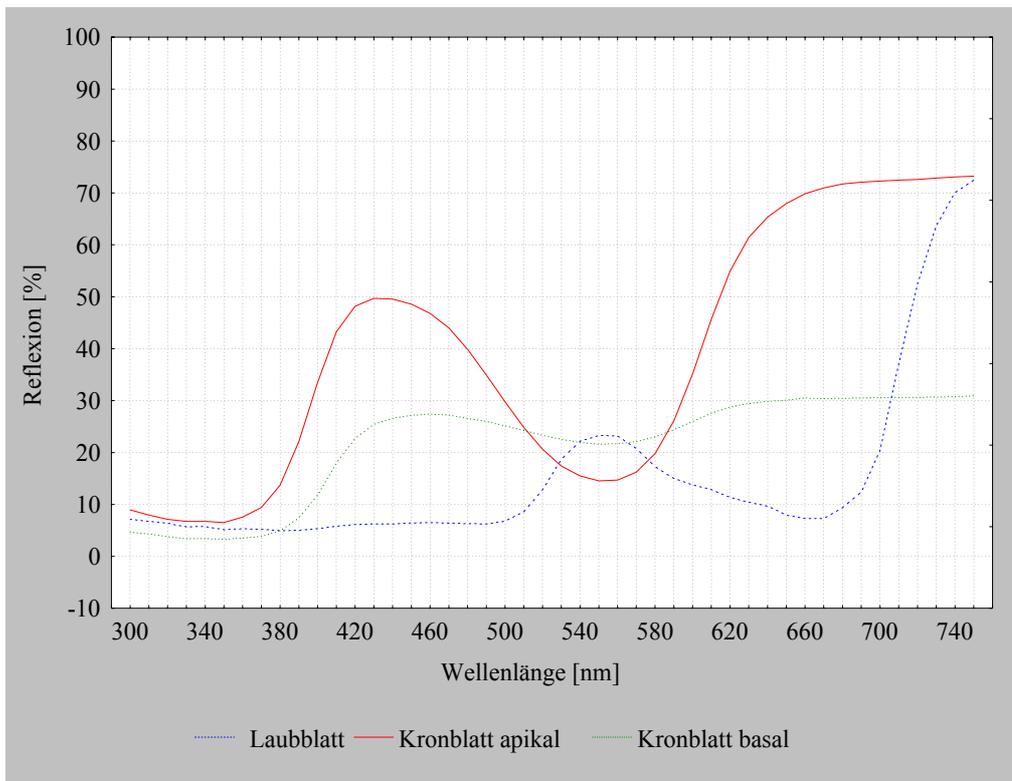


Abb. 101: *Geranium robertianum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

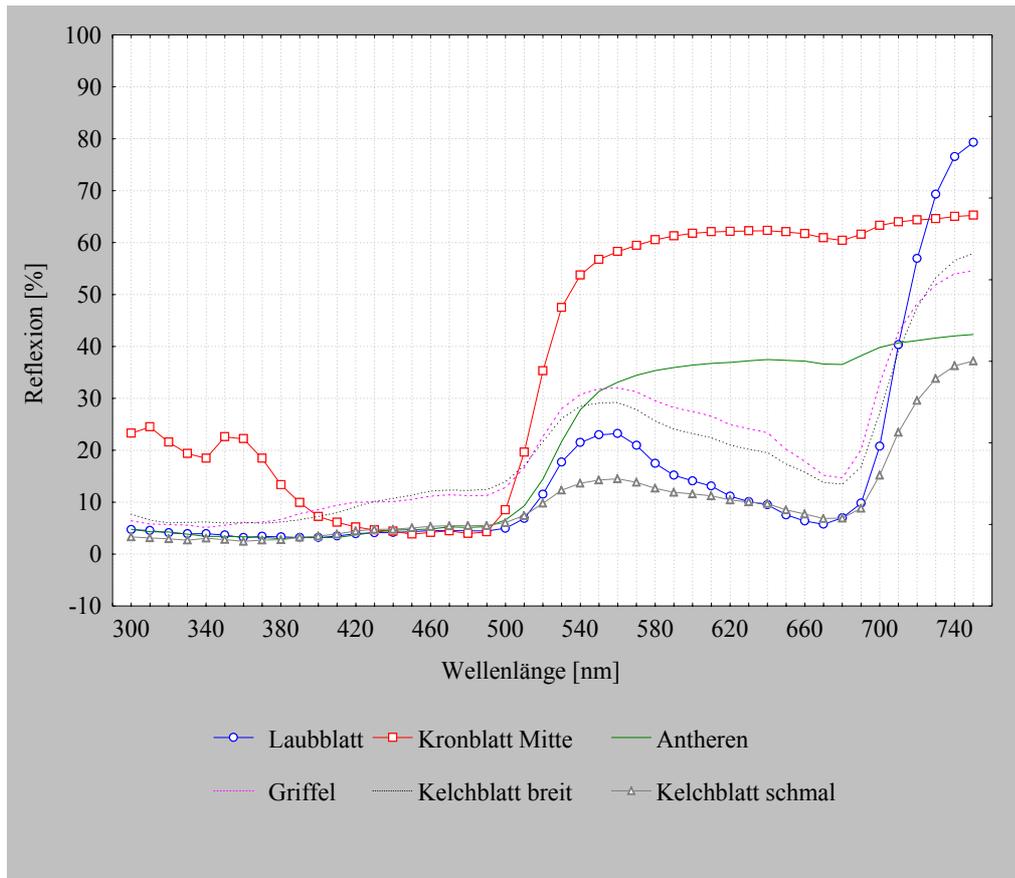


Abb. 102: *Geum urbanum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

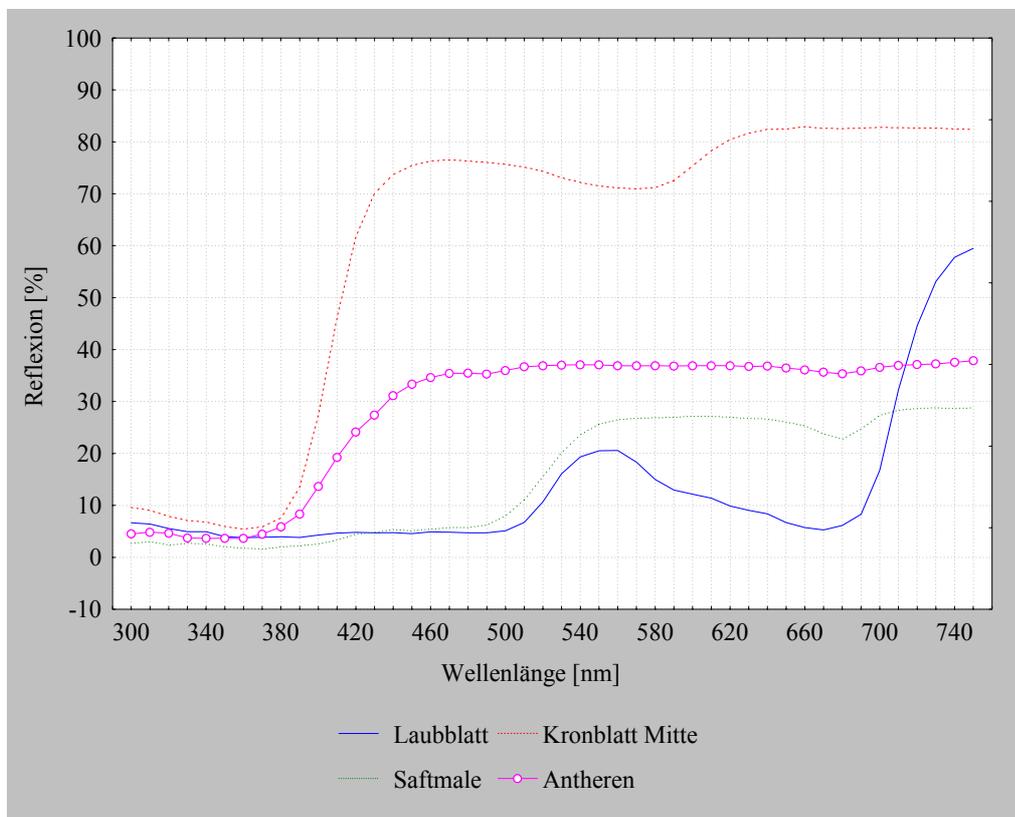


Abb. 103: *Oxalis acetosella*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

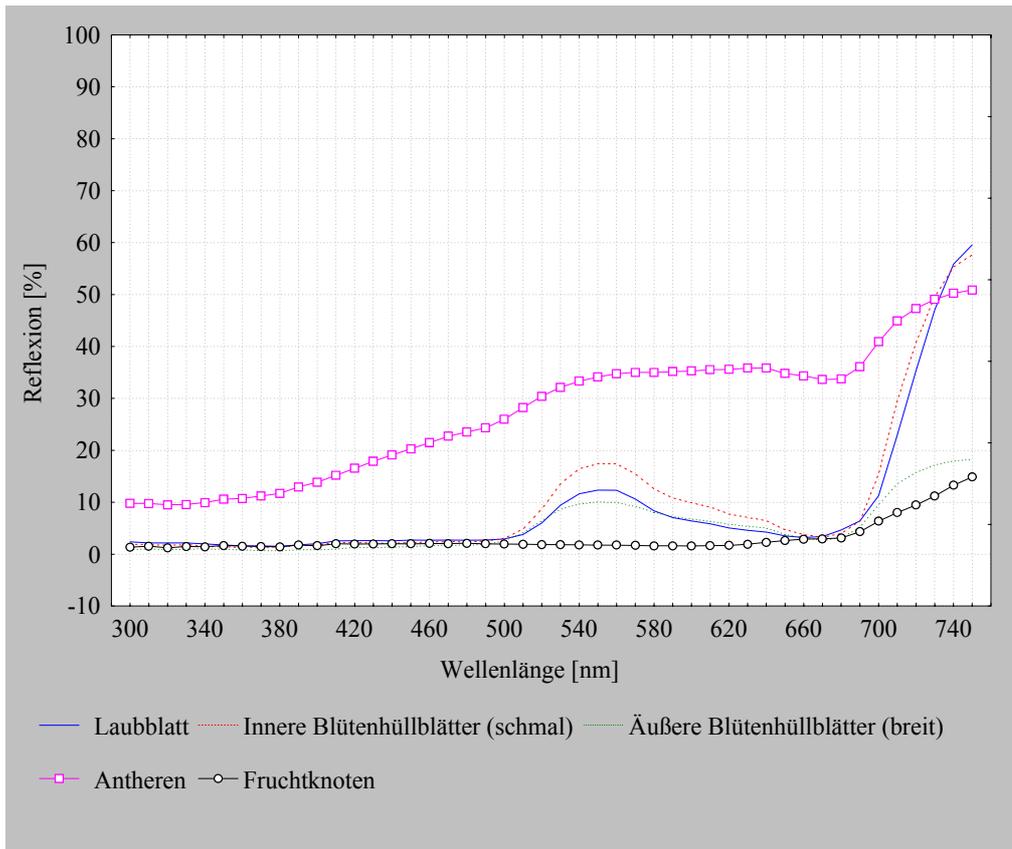


Abb. 104: *Paris quadrifolia*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

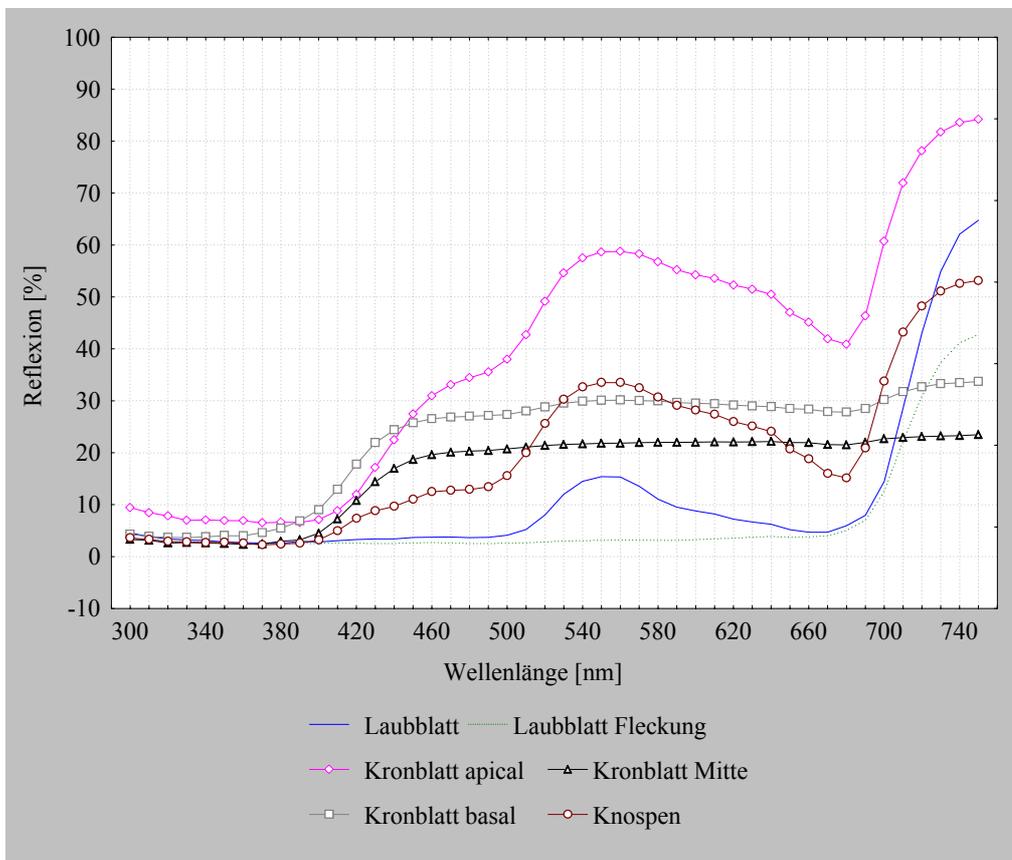


Abb. 105: *Phyteuma spicata*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

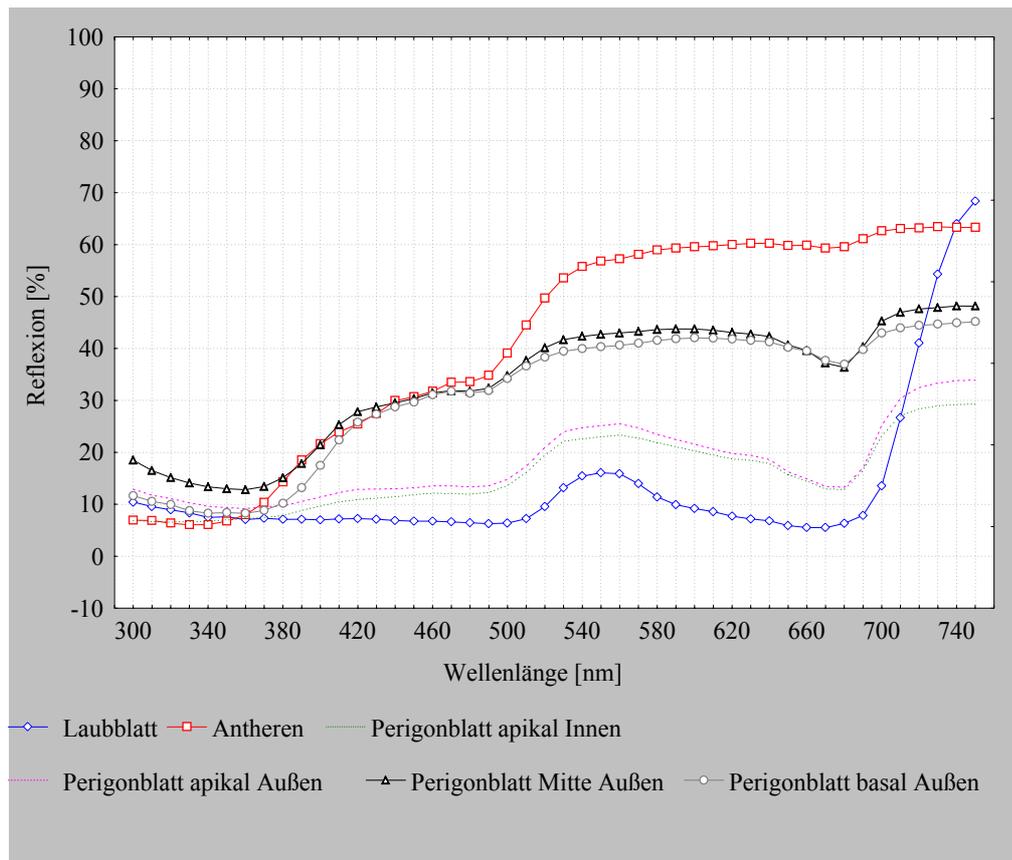


Abb. 106: *Polygonatum multiflorum*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

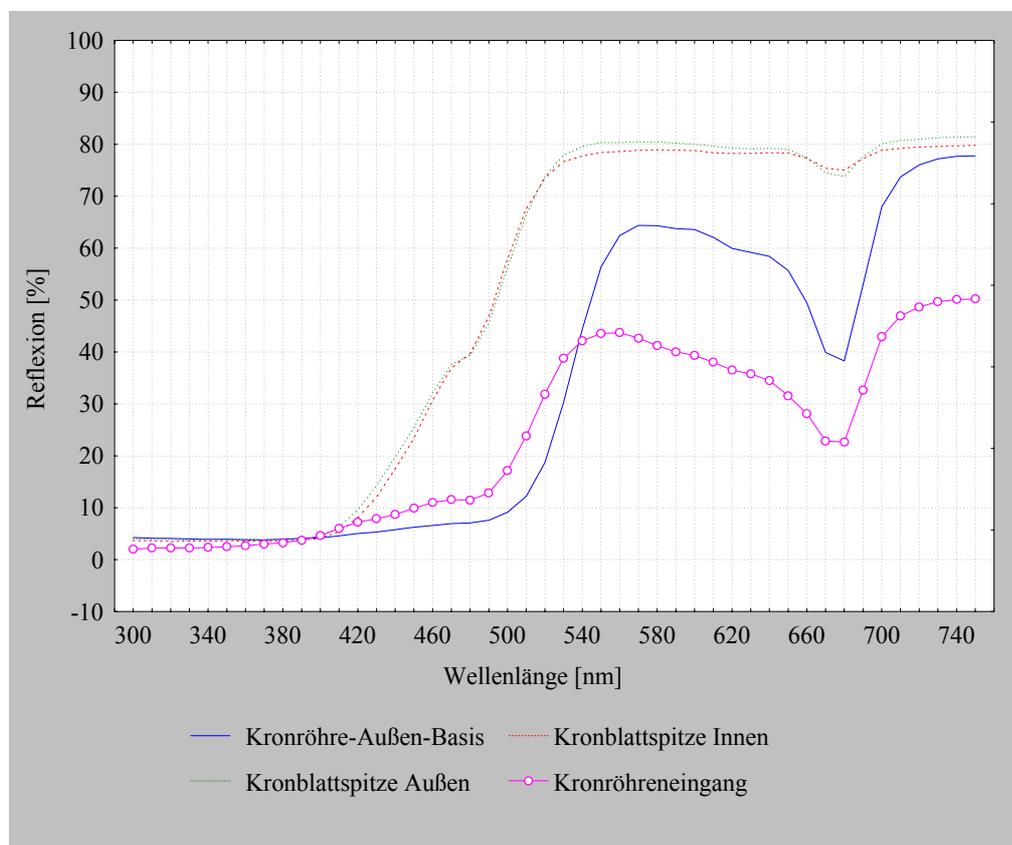


Abb. 107: *Primula elatior*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

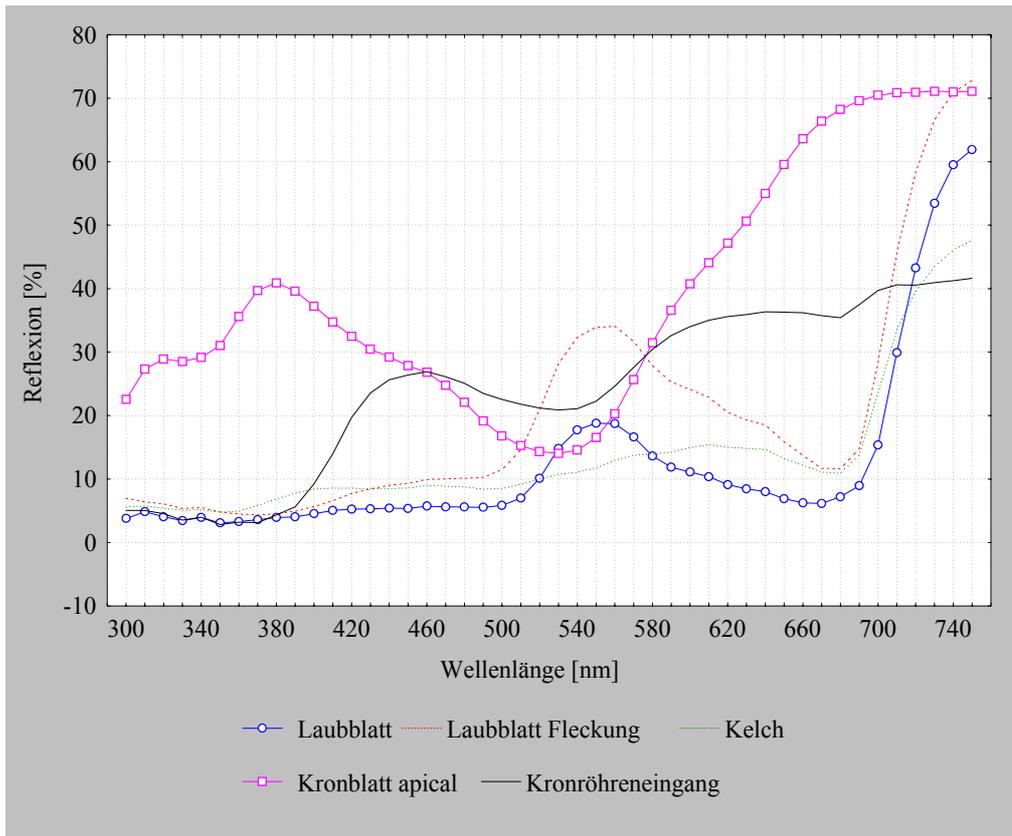


Abb. 108: *Pulmonaria officinalis* (rote Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

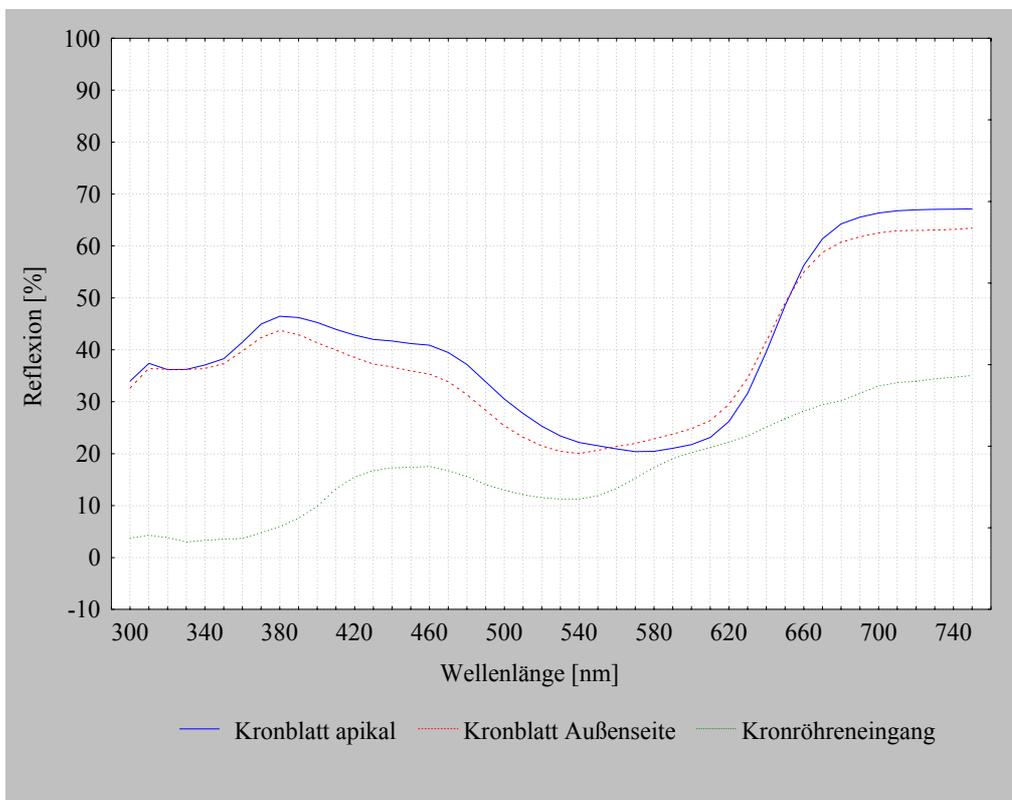


Abb. 109: *Pulmonaria officinalis* (violette Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

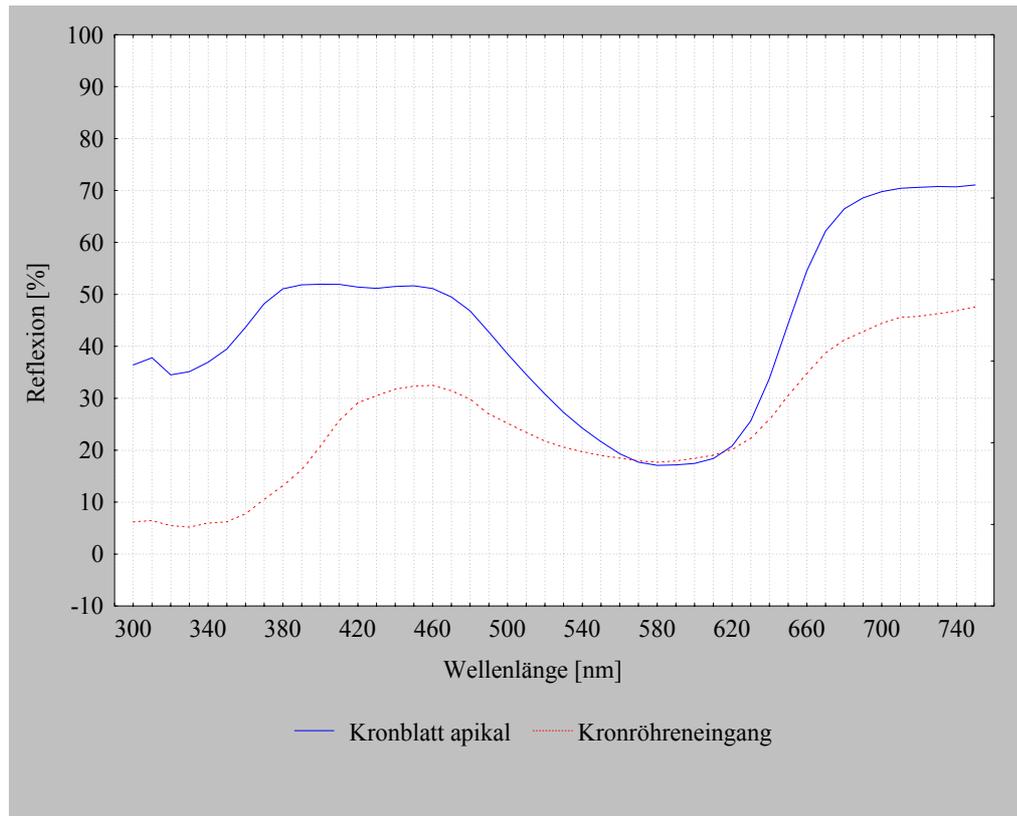


Abb. 110: *Pulmonaria officinalis* (blaue Blüten): spektrale Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

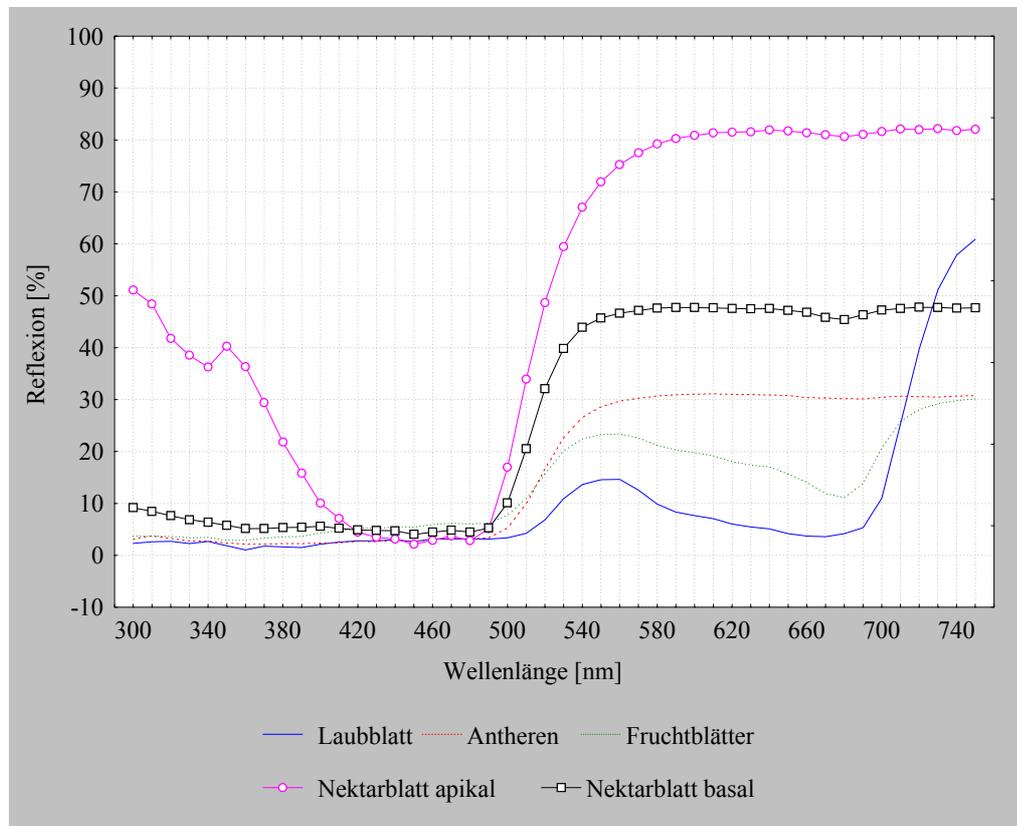


Abb. 111: *Ranunculus ficaria*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

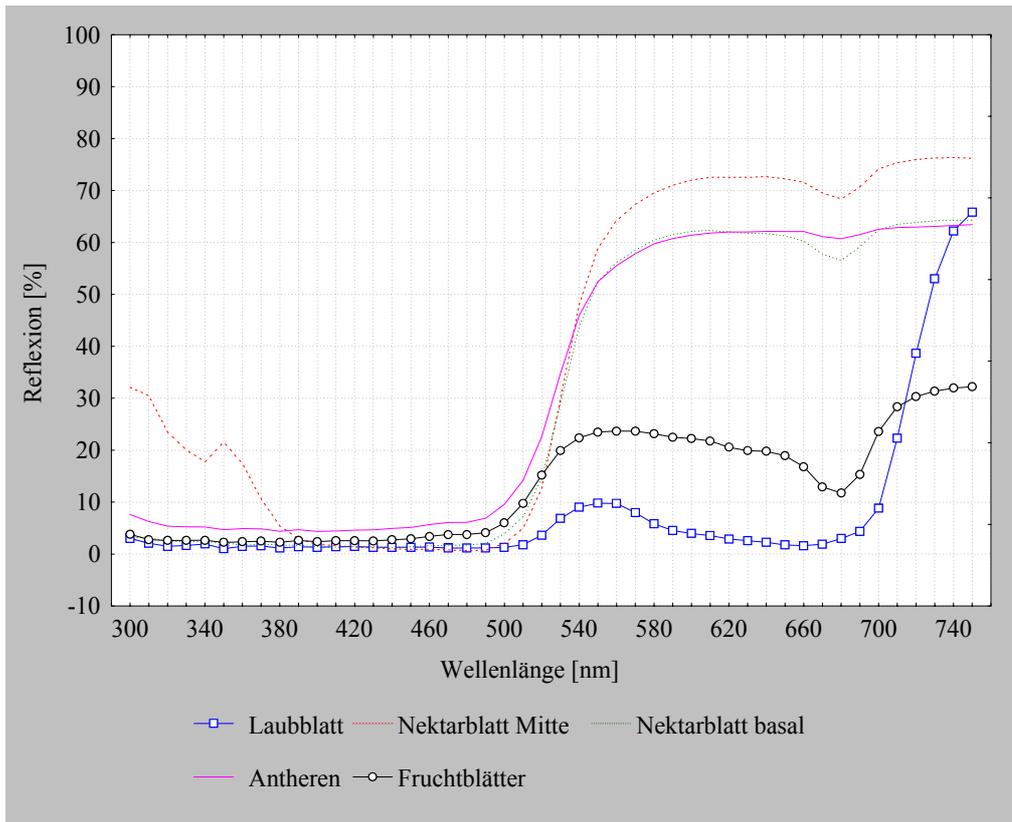


Abb. 112: *Ranunculus lanuginosus*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

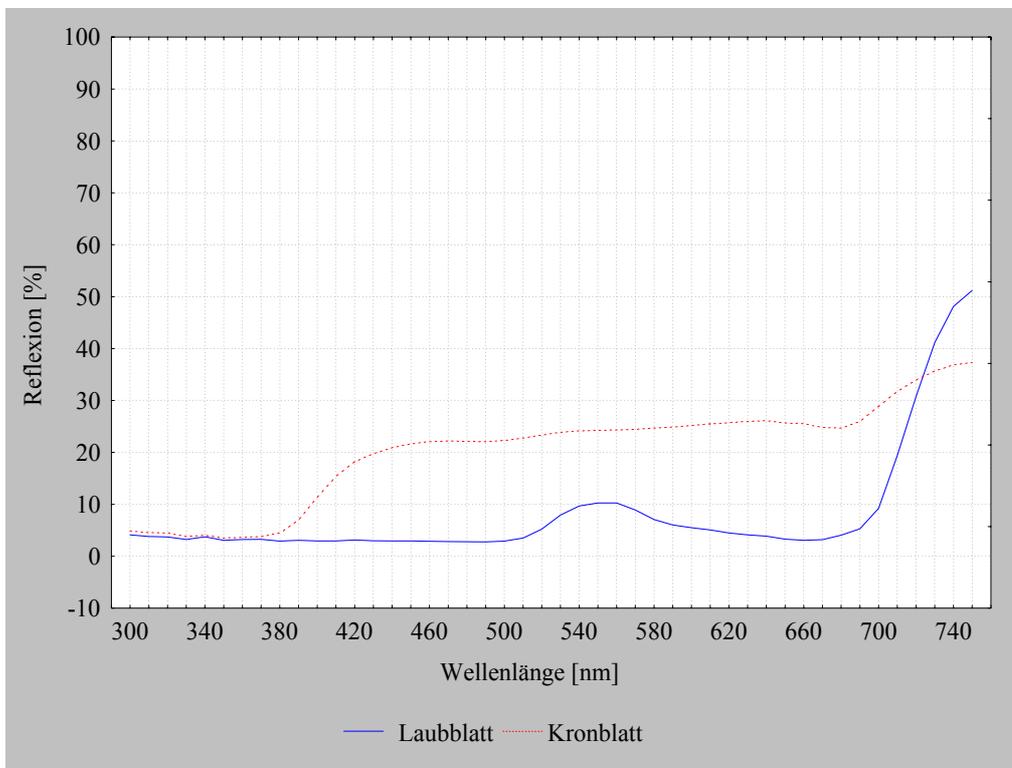


Abb. 113: *Sanicula europaea*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

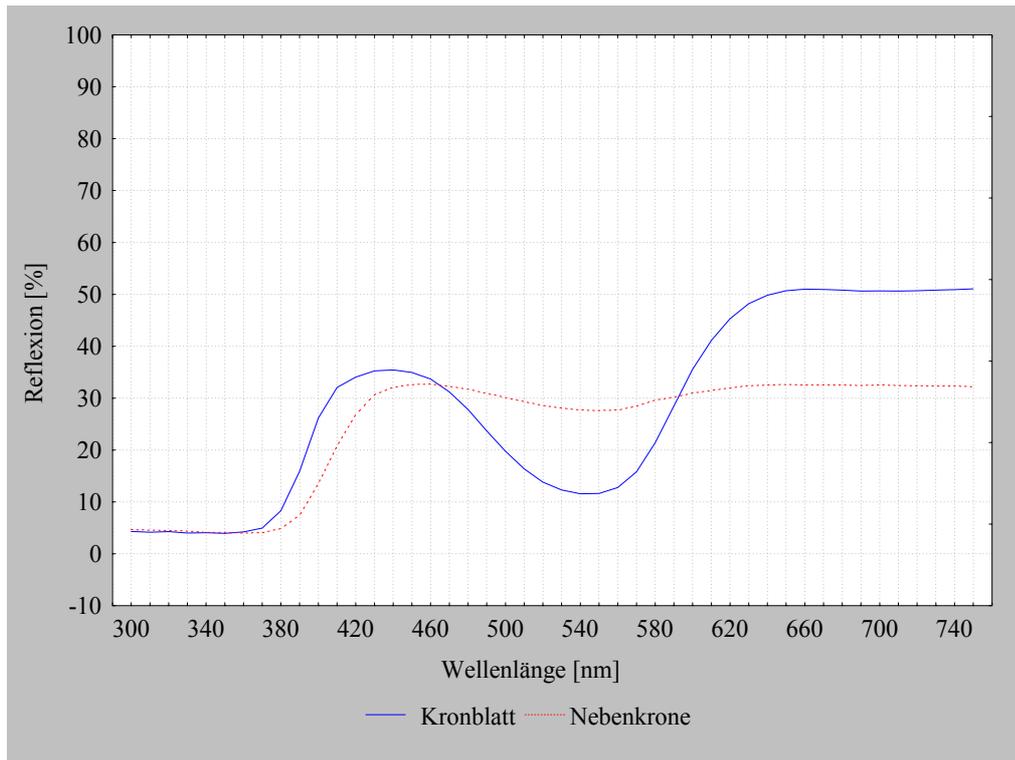


Abb. 114: *Silene dioica*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

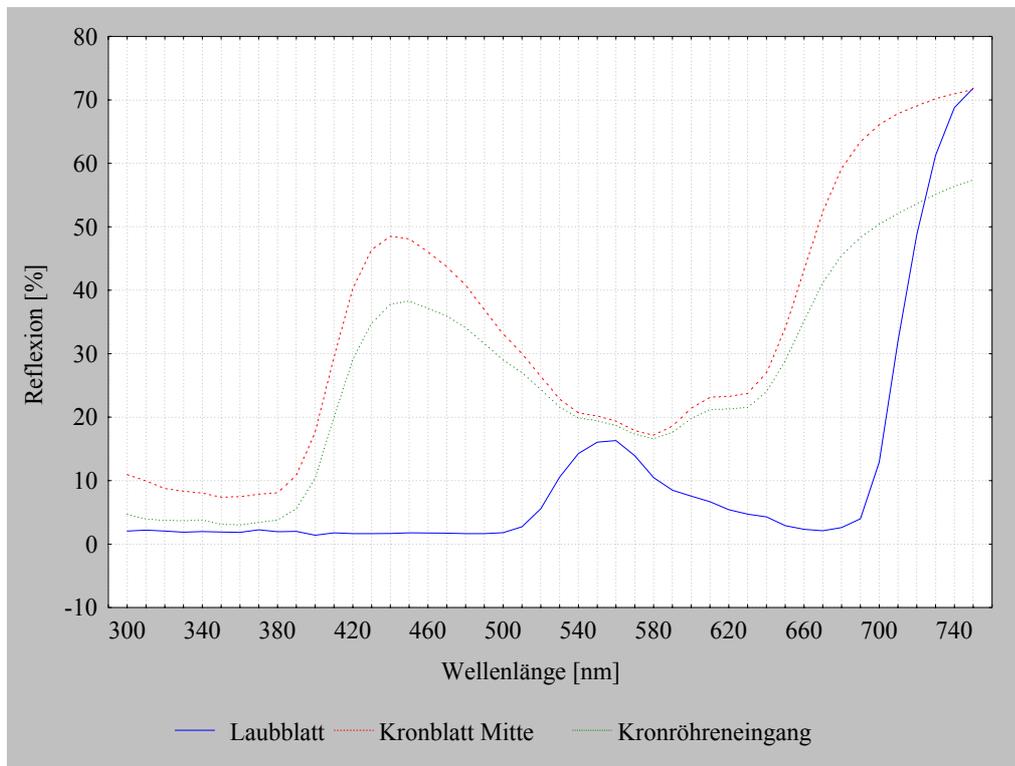


Abb. 115: *Vinca minor*: spektrale Reflexion [%] verschiedener Blüten- und Blattelemente im Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm

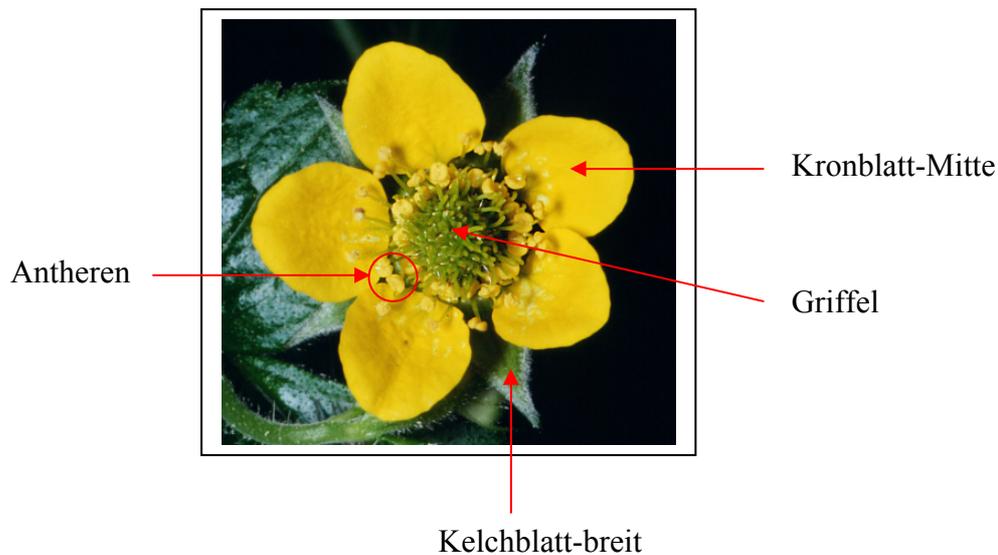
***Geum urbanum***

Abb. 116: *Geum urbanum*: Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte, Griffel, Kelchblatt-breit und Antheren

Bei *Geum urbanum* wurde das Kronblatt aufgrund der geringen Größe lediglich in dessen Mitte untersucht. Das Blütenzentrum ist zugleich die geometrische Mitte der Blüte und wird von den Staubblättern und den Griffeln gebildet, die beide in die Datenerhebung eingingen. Das spektrale Reflexionsverhalten wurde auch von den zwischen den Kronblättern stehenden Kelchblattzipfel gemessen. Im Vergleich dazu wurden auch die schmälere, unter den Kronblättern stehenden, Kelchblätter vermessen (vgl. Abb. 116).

Beide Kelchblatttypen und die Laubblätter reflektierten im UV und Violett nur schwach bis sehr schwach. Alle drei erreichten im Grün bei 560 nm ein erstes, im Rot ihr zweites Maximum auf einem mittleren bis starken Niveau. Das schmale Kelchblatt und das Laubblatt reflektierten im gesamten Verlauf schwächer als das breite Kelchblatt.

Der Verlauf der Kurve der Fruchtblätter war praktisch identisch mit dem der breiten Kelchblätter.

Die Staubblätter reflektierten im UV, Violett und Blau nur sehr schwach. Die Reflexion der Staubblätter stieg im Grün sehr stark an und nahm bis zum Ende des gemessenen Wellenlängenbereichs im Rot kontinuierlich zu.

Die Kronblätter reflektierten im UV mittel bis stark. Deren Reflexion sank im Violett und Blau auf ein schwaches bis sehr schwaches Niveau ab, nahm im Grün bis 540 nm stark und im weiteren Verlauf sehr stark zu (vgl. Abb. 102).

*Geum urbanum* besitzt ein deutlich ausgeprägtes UV-Mal. Dabei kontrastieren die UV reflektierenden Kronblätter mit allen anderen Elementen. Die Kronblätter sind zudem die Elemente mit der geringsten Farbreinheit.

### *Oxalis acetosella*

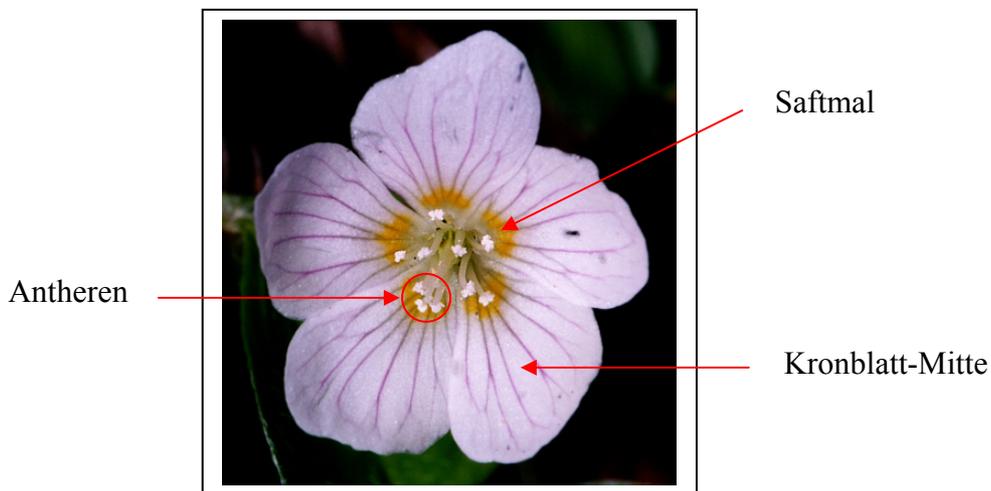


Abb. 117: *Oxalis acetosella*: Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte, Saftmal und Antheren

*Oxalis acetosella* verfügt über Saftmale an der Kronblatt-Basis, diese wurden im Vergleich zur Kronblatt-Mitte und zu den Antheren hinsichtlich ihrer spektralen Reflexion untersucht. Da die Blüten inmitten der arteigenen Laubblätter stehen, wurden auch diese untersucht (vgl. Abb. 117).

Die Laubblätter reflektierten im UV, Violett und Blau sehr schwach. Die Reflexion stieg im Grün und Gelb auf ein mittleres Niveau an, wobei ein erstes Maximum bei 560 nm erreicht wurde. Im Orange nahm die Reflexion etwas ab und nahm im Rot bis zum Ende des erfassten Wellenlängenbereichs bis auf ein sehr starkes Reflexionsniveau zu.

Die Kronblatt-Mitte und die Antheren waren in ihrem Verlauf ähnlich, unterschieden sich aber in ihrer Intensität deutlich. Die Kronblätter besaßen im UV eine schwache Reflexion die im anschließenden Violett sprunghaft auf ein sehr starkes Niveau zunahm und sich dort bis ins Rot hielt. Die Antheren besaßen im UV eine sehr schwache Reflexion, nahmen im Violett auf ein starkes Niveau zu, welches sich ebenfalls bis ins Rot hielt. Die Reflexion der Saftmale war im UV und Violett eine sehr schwache, im Blau eine schwache und nahm im weiteren Verlauf kontinuierlich bis hin zu einem starken Intensitätsniveau zu (vgl. Abb. 103).

*Oxalis acetosella* besitzt ein UV-Mal. Es kontrastiert das Kronblatt deutlich mit den Saftmalen. Die Antheren sind farblich den Kronblättern angepasst.

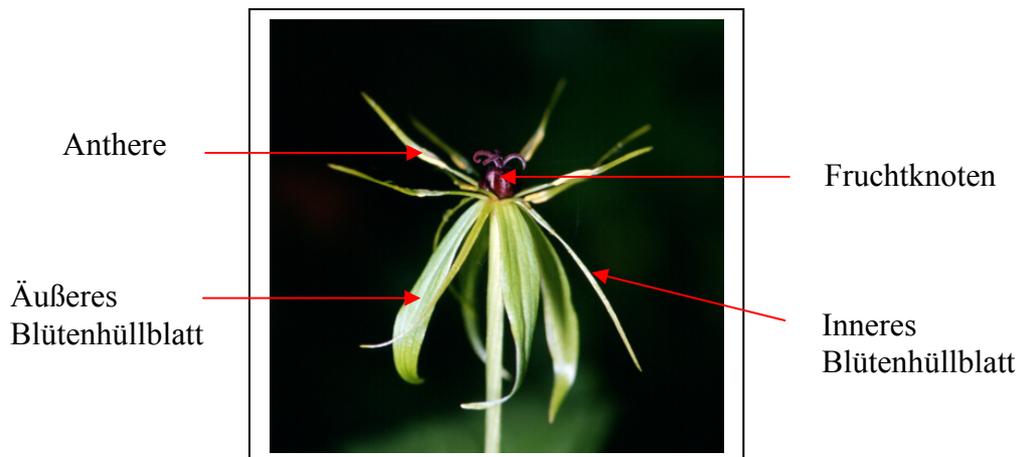
*Paris quadrifolia*

Abb. 118: *Paris quadrifolia*: Messorte für die Parameter Äußeres Blütenhüllblatt, Inneres Blütenhüllblatt, Fruchtknoten und Antheren

*Paris quadrifolia* besitzt im Blütenzentrum einen auffällig dunkel gefärbten Fruchtknoten, der kranzförmig von Staub- und Blütenhüllblättern umgeben ist. Diese Blütenelemente sowie die Laubblätter wurden hinsichtlich ihres spektralen Reflexionsverhaltens untersucht (vgl. Abb. 118).

Die Laub- und Blütenhüllblätter reflektierten im UV, Violett und Blau nur sehr schwach, erreichten im weiteren Verlauf ein erstes schwaches bis mittleres Maximum im Grün bei 550 nm, reflektierten aber auch im Gelb auf ähnlichem Niveau. Im Orange nahm die Reflexion ab, im Rot sprunghaft bis auf ein sehr starkes Niveau zu.

Die Staubblätter reflektierten im UV und Violett mittel, im gesamten restlichen Verlauf stark.

Der Fruchtknoten reflektierte im gesamten Wellenlängenbereich sehr schwach außer im Rot wo die Reflexion auf ein schwaches bis mittleres Niveau anstieg (vgl. Abb. 104).

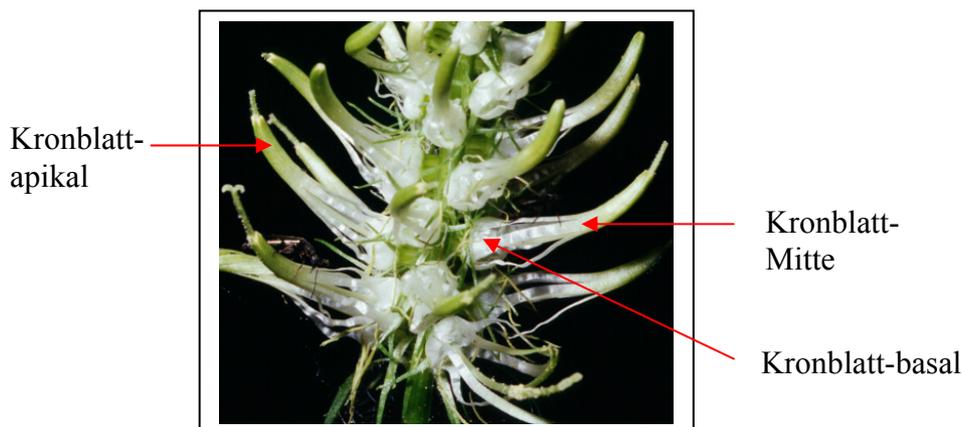
*Phyteuma spicata*

Abb. 119: *Phyteuma spicata*: Messorte für die Parameter Kronblatt-apikal, Kronblatt-Mitte und Kronblatt-basal

Bei *Phyteuma spicata* beruht die Schauwirkung nicht auf der Einzelblüte, sondern auf einer Infloreszenz aus zahlreichen Einzelblüten. Dennoch kann der basale Teil der Kronblätter als das Zentrum einer jeden Blüte definiert werden. Daneben waren die Mitte der Kronblätter und das apikale Ende der Kronblätter von Interesse (vgl. Abb. 119). Aufgrund der Schauwirkung der gesamten Infloreszenz wurden auch Knospen hinsichtlich ihres Reflexionsverhaltens untersucht. Die Laubblätter und auch ihre auffällige dunkle Fleckung fanden ebenfalls Eingang in die Datenerhebung.

Die Laubblätter, Knospen und das apikale Ende der Kronblätter zeigten ein parallel verlaufendes Reflexionsverhalten in unterschiedlichen Intensitätsstufen. Sie reflektierten im UV schwach bis sehr schwach, stiegen ab dem Violett kontinuierlich bis ins Grün an, wo sie ihr erstes Maximum zwischen 550 und 560 nm erreichten. Die Reflexion nahm zum Orange deutlich ab und stieg im Rot auf ein starkes bis sehr starkes Niveau an. Das Kronblatt-apikal reflektierte dabei durchgehend am stärksten, die Laubblätter am schwächsten.

Die Kronblatt-Mitte und die Kronblatt-Basis reflektierten im UV sehr schwach. Danach verliefen die Kurven beider Elemente parallel., wobei die Kronblatt-Mitte schwächer reflektierte als die Kronblatt Basis. Im Blau befanden sich aber sowohl die Kronblatt-Mitte als auch die Kronblatt-Basis auf einem starken Reflexions-Niveau, welches sich bis 750 nm mit leicht steigender Tendenz hielt (vgl. Abb. 105).

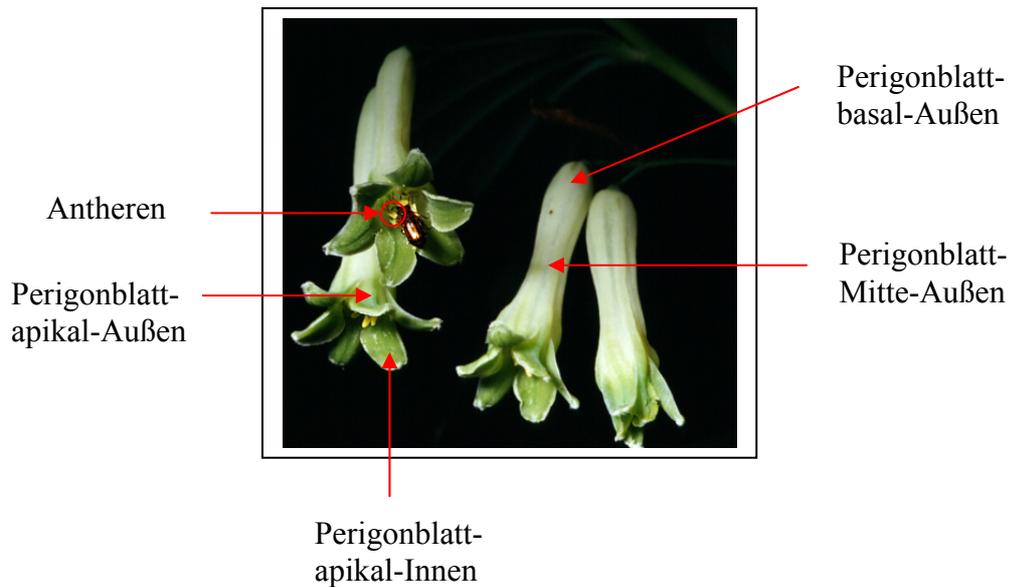
*Polygonatum multiflorum*

Abb. 120: *Polygonatum multiflorum*: Messorte für die Parameter Perigonblatt-basal-Außen, Perigonblatt-Mitte-Außen, Perigonblatt-apikal-Innen, Perigonblatt-apikal-Außen und Antheren

Bei *Polygonatum multiflorum* wurde vermutet, dass die Blüten zu den im Hintergrund befindlichen Laubblättern kontrastieren. Deshalb wurde in den Messungen zwischen der den Blüten zugewandten Laubblattinnenseite und der von den Blüten abgewandten Laubblatt-Außenseite unterschieden. Innerhalb der Blüten wurde zwischen einem äußeren und einem inneren Bereich unterschieden. Der innere Bereich bestand aus dem zum Röhreneingang nächstgelegenen Perigonblattabschnitt und wurde als Perigonblatt-apikal-innen bezeichnet. Daneben wurden zu diesem Bereich auch die Antheren gerechnet. Der äußere Bereich wurde in drei Teile gegliedert: Perigonblatt-apikal-Außen, Perigonblatt-Mitte und Perigonblatt-Basis (vgl. Abb. 120).

Die Laubblatt-Innen- und Außenseite unterschieden sich deutlich. Im UV, Violett und Blau reflektierte die Innenseite mittel bis stark die Außenseite dagegen nur schwach. Die Laubblatt-Innen- und Außenseite erreichten beide ihr Maximum im Grün bei 550 nm auf einem starken bzw. mittleren Niveau. Bis ins Orange nahm die Reflexion beider Elemente ab und stieg im Rot in beiden Fällen auf ein sehr starkes Niveau an.

Die äußere und innere Spitze der Perigonblattröhre verhielten sich identisch, wobei die innere Spitze im UV nur schwach reflektierte die äußere Spitze schwach bis mittel. Beide hatten ihr erstes Maximum im Gelb bei 570 nm und starker Reflexion. Zum Orange nahm die Reflexion beider Elemente auf ein mittleres bis schwaches Niveau ab und im Rot auf ein starkes Niveau zu.

Die äußeren Elemente, Perigonblatt-Mitte und Perigonblatt-Basis, waren ab dem Violett praktisch nicht voneinander zu unterscheiden. Die Reflexion beider Elemente nahm bis 750 nm auf ein starkes Niveau zu. Lediglich im UV unterschieden sich die Perigonblatt-Mitte und die Perigonblatt-Basis. Letztere reflektierte hier nur schwach, erstere mittel (vgl. Abb. 106).

Die Blüte von *Polygonatum multiflorum* weist ein UV-Mal auf. Es kontrastierten die äußeren Blütenelemente zu den inneren Blütenelementen. Wird die den Blüten zugewandte und deren hintergrundbildende Laubblattinnenseite mitberücksichtigt, ist das UV-Mal noch deutlicher kontrastierter.

### *Primula elatior*



Abb. 121: *Primula elatior*: Messorte für die Parameter Kronblattspitze Innen und Kronröhreneingang

*Primula elatior* besitzt eine Stieltellerblüte. Die Kronblattspitze wurde auf ihrer Innenseite (dem Kronröhreneingang zugewandt) und Außenseite untersucht. Für die Röhre wurden auf der Außenseite an deren Basis und am Kronröhreneingang Daten gesammelt (vgl. Abb. 121).

Die Innen- und Außenseite der Kronblattspitze sind nicht voneinander zu unterscheiden. Sie reflektierten im UV sehr schwach und im Violett schwach. Die Reflexion nahm im Blau auf ein starkes im Grün auf ein sehr starkes Niveau zu, das bis 750 nm gehalten wurde.

Die Basis der äußeren Kronröhre reflektierte im UV und Violett sehr schwach und im Blau schwach. Die Reflexion stieg im Grün auf ein starkes, im Gelb auf ein sehr starkes Niveau an, brach im Orange ein und stieg im Rot nochmals auf ein sehr starkes Niveau an.

Die Kurve der spektralen Reflexion des Kronröhreneingangs verläuft parallel zu der Basis der äußeren Kronröhre, lediglich auf einem niedrigeren Niveau (vgl. Abb. 107).

*Pulmonaria officinalis*

Abb. 122: *Pulmonaria officinalis*: Messorte für die Parameter Kronblatt-apikal, und Kronröhreneingang

Die Blüten von *Pulmonaria officinalis* durchlaufen einen Farbwechsel, beginnend mit Rot über Violett bis hin zu Blau. Von allen drei Farbtypen wurde die Kronblattröhre an ihrem apikalen Ende auf der zum Eingang hin gelegenen Seite und der Kronröhreneingang untersucht (vgl. Abb. 122). Von roten Blüten wurden darüber hinaus die Reflexionspektren der Laubblätter, der Laubblatrfleckung und des Kelchs betrachtet. An violetten Blüten wurde zudem die Außenseite der Kronblattröhre an ihrem apikalen Ende untersucht.

Die Laubblätter zeigten im UV, Violett und Blau eine sehr schwache bis schwache Reflexion. Im Grün nahm diese auf ein mittleres Niveau zu und erreichte bei 550 nm ein erstes Maximum, fiel im Orange auf ein schwaches Niveau ab und nahm im Rot bis 750 nm auf ein sehr starkes Niveau zu. Die Kurve der Fleckung der Laubblätter verlief parallel zu der der Laubblätter, lediglich auf einem höheren Reflexionsniveau.

Die Reflexion des Kelchs nahm vom UV zum Orange kontinuierlich, im Rot sprunghaft zu. Die Reflexion begann dabei im UV auf einem schwachen Niveau, erreichte im Grün, Gelb und Orange ein mittleres und im Rot ein sehr starkes Niveau.

Die verschiedenfarbigen Blütenfarbtypen verhielten sich im UV sehr ähnlich. In allen drei Fällen reflektierte die Kronblattröhre an ihrem apikalen Ende stark und der Kronröhreneingang schwach bis sehr schwach. Die Außenseite der violetten Blüte ist von der Innenseite der violetten Blüte praktisch nicht zu unterscheiden (vgl. Abb. 108, 109 und 110).

Die Blüten von *Pulmonaria officinalis* besitzen in allen Farbvarianten ein deutliches UV-Mal. Dabei kontrastieren die Blütenaußenseite und die Blüteninnenseite stark mit dem Kronröhreneingang.

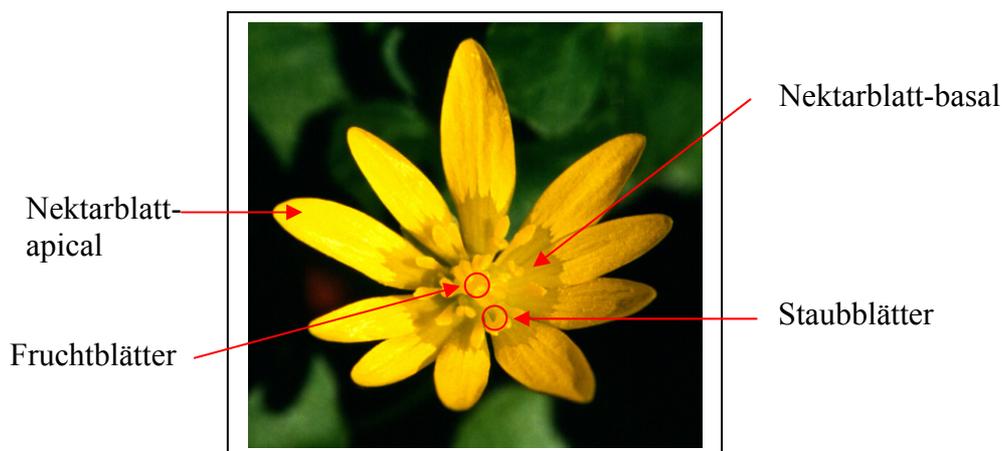
*Ranunculus ficaria*

Abb. 123: *Ranunculus ficaria*: Messorte für die Parameter Nektarblatt-apikal, Nektarblatt-basal, Fruchtblätter und Antheren

Die Blüten von *Ranunculus ficaria* stehen direkt über den Laubblättern, welche häufig einen lückenlosen Teppich auf dem Waldboden und damit den einzigen Hintergrund bilden. Innerhalb der Blüte wurden die Nektarblätter an ihrem apicalen und basalen Ende vermessen, beide unterscheiden sich auch bereits für das menschliche Auge voneinander. Die Nektarblattbasis wurde gemeinsam mit den Fruchtblättern und Antheren als das Blütenzentrum definiert (vgl. Abb. 123).

Die Laubblätter reflektierten im UV, Violett und Blau nur sehr schwach. Im Grün erreichten sie auf mittlerem Niveau ein erstes Maximum bei 560 nm. Die Reflexion nahm im Orange auf ein schwaches Niveau ab und stieg im Rot auf ein sehr starkes Niveau an.

Die Kurven der Antheren und der NektarblattBasis verliefen parallel, wobei die Antheren im gesamten Verlauf weniger stark reflektierten. Im UV, Violett und Blau reflektierten beide Elemente schwach bis sehr schwach. Beide erreichten im Grün ein starkes Niveau das sie bis ins Rot hielten.

Die Nektarblattspitze reflektierte im UV stark, im Violett und Blau nur schwach bis sehr schwach. Die Reflexion stieg im Grün sprunghaft auf ein sehr starkes Niveau an, das bis ins Rot gehalten wurde.

Die Fruchtblätter reflektierten im UV, Violett und Blau sehr schwach bis schwach. Die Reflexion erreichte im Grün auf starkem Niveau ein Maximum, fiel im Orange auf ein mittleres Niveau ab und nahm im Rot auf ein starkes Niveau zu (vgl. Abb. 111).

*Ranunculus ficaria* besitzt ein deutliches UV-Mal. Es kontrastieren das apikale Ende der Nektarblätter mit allen zentralen Elementen der Blüte.

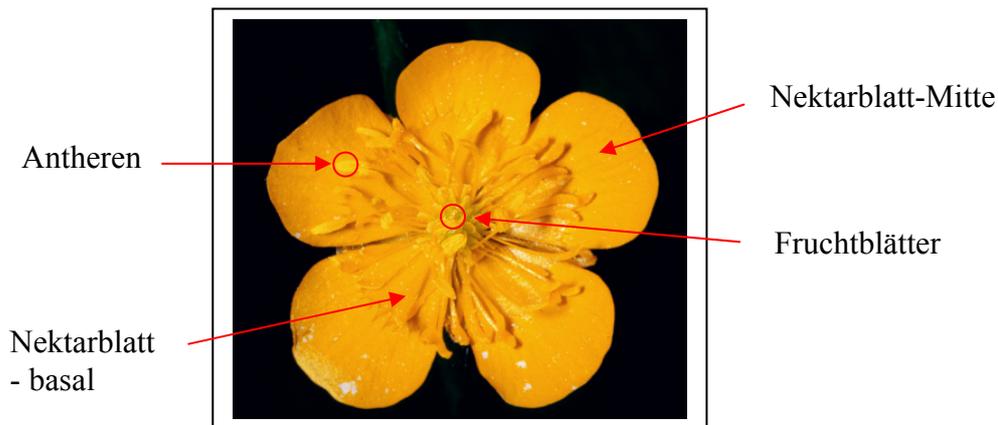
*Ranunculus lanuginosus*

Abb. 124: *Ranunculus lanuginosus*: Messorte für die Parameter Nektarblatt-Mitte, Nektarblatt-basal, Fruchtblätter und Antheren

Von *Ranunculus lanuginosus* wurden innerhalb der Blüte die Nektarblätter an ihrem apikalen und basalen Ende vermessen, beide unterscheiden sich auch bereits für das menschliche Auge voneinander. Die Nektarblatt-Basis wurde gemeinsam mit den Fruchtblättern und Antheren als das Blütenzentrum definiert (vgl. Abb. 124).

Die Laubblätter reflektierten im UV, Violett und Blau nur sehr schwach. Im Grün erreichten sie auf schwachem Niveau ein erstes Maximum bei 550 nm. Die Reflexion nahm im Orange auf ein sehr schwaches Niveau ab und stieg im Rot auf ein sehr starkes Niveau an.

Die Kurven der Antheren und der Nektarblatt-Basis verliefen annähernd parallel. Im UV, Violett und Blau reflektierten beide Elemente schwach bis sehr schwach. Die Reflexion beider Elemente erreichte im Grün ein sehr starkes Niveau, das bis ins Rot anhielt.

Die Nektarblatt-Mitte reflektierte im UV stark bis mittel, im Violett und Blau nur sehr schwach. Die Reflexion stieg im Grün sprunghaft auf ein sehr starkes Niveau an, das bis ins Rot gehalten wurde.

Die Fruchtblätter reflektierten im UV, Violett und Blau sehr schwach. Die Reflexion erreichte im Grün auf starkem Niveau bei 560 nm ein Maximum, fiel im Orange und Rot auf ein mittleres Niveau ab und nahm bis 750 nm auf ein sehr starkes Niveau zu (vgl. Abb. 112).

*Ranunculus lanuginosus* besitzt ein deutliches UV-Mal. Es kontrastierten das apikale Ende der Nektarblätter mit allen zentralen Elementen der Blüte.

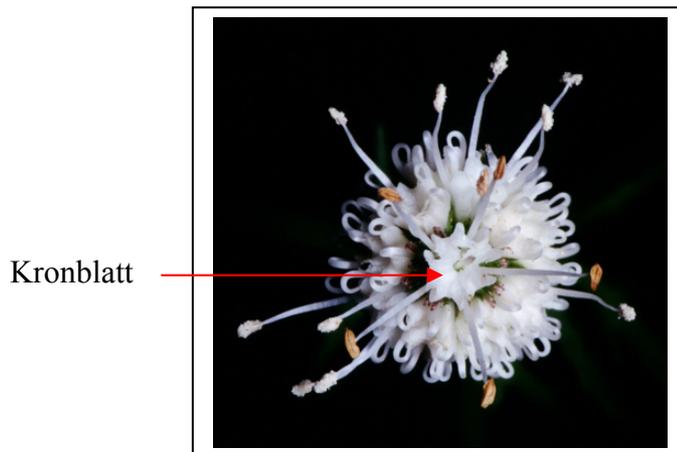
*Sanicula europaea*

Abb. 125: *Sanicula europaea*: Messort für den Parameter Kronblatt

Von *Sanicula europaea* konnte aufgrund der geringen Größe der Blüten lediglich das Kronblatt untersucht werden und auch hier war die Messung nur an mehreren, dachziegelartig aneinandergereihten Kronblättern möglich. Als zweiter Parameter gingen die Laubblätter in die Messungen mit ein (vgl. Abb. 125).

Im Bereich zwischen 300 und 370 nm waren Laub- und Kronblatt praktisch nicht zu unterscheiden. Das Laubblatt zeigte ein Maximum im Grünbereich bei 560 nm. Die Reflexion des Kronblatts nahm im Violett stark und vom Blau bis ins Rot schwach zu (vgl. Abb. 113). Da es nicht möglich war die Antheren zu untersuchen, blieb ungeklärt ob diese Blütenorgane mit den Kronblättern kontrastieren.

*Silene dioica*

Abb. 126: *Silene dioica*: Messort für die Parameter Kronblatt und Nebenkrone

Bei *Silene dioica* wurden nur das Kronblatt und die Nebenkrone untersucht (vgl. Abb 126).

Im Bereich zwischen 300 und 370 nm reflektierten beide nur sehr schwach. Die Reflexion der Krone nahm aber noch innerhalb des UV auf ein mittleres Niveau zu, während die der Nebenkrone nur auf ein schwaches Niveau anstieg. Die Reflexion der Krone erreichte im Blau bei 440 nm auf starkem Niveau ein erstes Maximum, fiel im Grün auf ein mittleres Niveau ab und stieg anschließend bis ins Rot auf ein sehr starkes Niveau.

Die Reflexion der Nebenkrone erreichte im Blau bei 460 nm ein erstes Maximum auf starkem Niveau, nahm im Grün nur leicht ab und bis ins Rot kontinuierlich aber nur leicht wieder zu (vgl. Abb. 114).

*Silene dioica* besitzt ein UV-Mal, wobei die UV reflektierende Krone mit der weniger stark UV reflektierenden Nebenkrone kontrastierte.

### *Vinca minor*



Abb. 127: *Vinca minor*: Messorte für die Parameter Kronblatt-Mitte und Kronröhreneingang

Die Blüten von *Vinca minor* stehen direkt über den arteigenen Laubblättern. Diese bilden den einzigen Hintergrund. Die Blüte selbst ist eine Stieltellerblüte. Der Teller besteht aus fünf Kronblattzipfeln. Innerhalb der Blüte wurden diese Kronblattzipfel in mittlerer Höhe (Kronblatt-Mitte) und der Kronröhreneingang untersucht (vgl. Abb. 127).

Die spektralen Reflexionskurven der Blütenelemente verliefen annähernd parallel, wobei die Kurve der Kronblatt-Mitte etwas nach links verschoben war. Zudem reflektierte die Kronblatt-Mitte im gesamten Verlauf etwas stärker als der Kronröhreneingang. Im UV reflektierte die Kronblatt-Mitte schwach bis mittel, der Kronröhreneingang sehr schwach. Im

anschließenden Violett stieg die Reflexion beider Blütenelemente auf ein starkes Niveau an und erreichte im Blau bei 440 bzw. 450 nm ein erstes Maximum. Bis ins Gelb sank die Reflexion auf ein mittleres Niveau und nahm bis 750 nm auf ein sehr starkes Niveau zu.

Die Laubblätter reflektierten im UV, Violet und Blau nur sehr schwach. Im Grün bei 560 nm erreichte die Reflexion der Laubblätter ein Maximum auf mittlerem Niveau, sank bis ins Rot auf ein sehr schwaches Niveau ab und stieg bis 750 nm auf ein sehr starkes Niveau an (vgl. Abb. 115).

*Vinca minor* besitzt ein UV-Mal, wobei der Kronröhreneingang mit der stärker UV reflektierenden Kronblatt Mitte kontrastierte.

## **IV.7. Blütenökologische Zusammenhänge in der Lebensgemeinschaft**

Die vorliegende Arbeit untersuchte eine Vielzahl von Parametern. Diese Parameter wurden für die meisten der Pflanzenarten noch nie untersucht. Einzeln für sich betrachtet sind diese Daten also wichtige blütenbiologische Fakten. Diese blütenbiologischen Fakten bilden die Grundlage für das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen den Pflanzen und ihren Blütenbesuchern. Die Datenmenge erlaubt sogar den Versuch, die Interaktionen des Großteils einer Blüten-Blütenbesucher-Gesellschaft, grob zu skizzieren.

### **IV.7.a. Attraktantien und Blütenbesucher**

Um den Einfluss der Attraktantien auf die Blütenbesucher einschätzen zu können, wurden die in der vorliegenden Arbeit untersuchten Pflanzenarten in Abhängigkeit der dominanten Blütenbesuchergruppe, zwei verschiedenen Besuchergilden zugeordnet. Die Zuordnung der Pflanzenarten zu diesen Gilden wurde mit Hilfe der Besucherspektren realisiert.

Die verschiedenen Gilden wurden unabhängig von der systematischen Zugehörigkeit der Insekten gebildet. Vielmehr wurde danach getrennt, ob sich den Blütenbesuchern aufgrund ihrer morphologischen Merkmale dieselbe Ressourcennutzung erschließt oder nicht.

**Gilde I:** Dominanz apidenähnlicher Insekten: Alle Insekten mit einer Körpergröße von mehr als 0.5 cm und einem Saugrüssel. In der vorliegenden Arbeit entsprachen diesen Vorgaben alle Apiden und die Brachyceren *Bombylius major* und *Rhingia campestris*, aber auch verschiedene Heteropteren. Innerhalb der Apidae wurde nicht weiter differenziert, ob überwiegend soziale oder solitär lebende Bienen die Blüten besuchten. Pflanzenarten der Gilde I wurden durchschnittlich zu 88.24% von für diese Gilde typischen Insekten besucht (vgl. Tab. 61).

**Gilde II:** Alle übrigen Pflanzenarten wurden von Dipteren, Coleopteren oder nicht apidoiden Hymenopteren dominiert. Da in diesen Fällen die Dominanz einzelner Insektenordnungen meist nicht sehr ausgeprägt war und in fast allen Fällen auch andere als die jeweils dominante Gruppe stark zum Blütenbesuch beitrugen, wurden all diese Gruppen in einer Gilde zusammengefasst. Aufgrund der durchschnittlich geringen Körpergröße dieser Insekten wurden auch Vertreter mit Saugrüssel, wie z.B. Empididae, dieser Gilde zugerechnet, da sie trotz des Saugrüssels nicht dieselben Ressourcen nutzen können wie Insekten der Gilde I. Pflanzenarten der Gilde II wurden durchschnittlich zu 90.23 % von für diese Gilde typischen Insekten besucht (vgl. Tab. 61).

Die Zuordnung der Pflanzenarten war in den meisten Fällen eindeutig. Lediglich *Ranunculus ficaria* wurde zu annähernd gleichen Teilen von Insekten der Gilde I und von Insekten der Gilde II besucht. *Ranunculus ficaria* wurde deshalb zu beiden Gruppen gerechnet. Im Folgenden werden Pflanzenarten die überwiegend von Gilde I Insekten besucht werden als Gilde I Pflanzenarten bezeichnet, und Pflanzenarten die überwiegend von Gilde II Insekten besucht werden als Gilde II Pflanzenarten bezeichnet.

Tab. 61: relativer Anteil [%] verschiedener Blütenbesuchertypen an Pflanzenarten der Gilde I und Gilde II. Fette Schriftart = zur jeweiligen Gilde gerrechneteten Blütenbesuchertypen. (\* = Collembola, Blattoptera, Orthoptera, Thysanoptera, Neuroptera und Araneida; nAP = nicht Apidoide Hymenopteren)

	<b>Gilde I</b>	<b>Gilde II</b>
Heteroptera	<b>0.023</b>	0.331
Coleoptera	8.398	<b>32.511</b>
nAPHY	0	<b>7.652</b>
Apidae	<b>76.965</b>	6.748
Nematocera	0.179	<b>21.826</b>
Brachycera kurzrüsselig	3.241	<b>18.961</b>
<i>Bombylius major</i>	<b>7.100</b>	2.094
<i>Rhingia campestris</i>	<b>0.300</b>	0
Lepidoptera langrüsselig	<b>3.852</b>	0
Lepidoptera kurzrüsselig	0	<b>0.031</b>
andere kurzrüsselige Blütenbesucher*	0.041	<b>9.253</b>
<b>Summe Gildetypischer Blütenbesucher</b>	<b>88.240</b>	<b>90.234</b>

Bezüglich der Attraktantien wurde jeweils die mediane Merkmalsausprägung von Gilde I mit der medianen Merkmalsausprägung der Gilde II verglichen. Der Median ist hier gegenüber dem Mittelwert zu bevorzugen, da nicht einzelne Extremwerte innerhalb der Gilden die typische Merkmalsausprägung verfälschen sollten.

## Nektar und Blütenbesucher

Die Unterschiede zwischen Gilde I und Gilde II bezüglich der analysierten Nektarparameter konnten an 19 Pflanzenarten untersucht werden. Zu Gilde I wurden 11 Pflanzenarten gerechnet, zu Gilde II neun Pflanzenarten.

Tab. 62: Nektarparameter für 19 Pflanzenarten, nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = *Adoxa moschatellina*; A.pod. = *Aegopodium podagraria*; A.nem. = *Anemone nemorosa*; C.alt. = *Chrysosplenium alternifolium*; C.cav. = *Corydalis cava*; E.amy. = *Euphorbia amygdaloides*; G.lut. = *Gagea lutea*; Galeo. = *Galeobdolon luteum*; G.odo. = *Galium odoratum*; O.ace. = *Oxalis acetosella*; P.mul. = *Polygonatum multiflorum*; P.off. = *Pulmonaria officinalis*; P.ela. = *Primula elatior*; R.fic. = *Ranunculus ficaria*; S.eur. = *Sanicula europaea*; V.min. = *Vinca minor*)

	Nektarvolumen pro Blüte [µl]	Nektarproduktion pro 100 m <sup>2</sup>	Zuckergehalt pro Blüte [µg/µl]	Zuckerverhältnis [Saccharose/ Glucose+Fructose]	AS-Gehalt pro Blüte [µmol/ml]
<b>Gilde I</b>					
A.nem.	0	0	0		0
C.cav.	0.854	6615.563	379.899	22.232	13.850
G.lut.	1.212	1.489	95.755	0.029	4.793
Galeo.	0.696	931.263	473.683	1.777	7.516
O.ace.	0.335	148.657	168.098	0.040	9.675
P.spi.	0.399	431.870	136.756	0.544	3.511
P.mul.	0.982	31.992	217.238	0.192	10.104
P.ela.	0.128	11.832	187.445	0.346	16.595
P.off.	1.146	267.797	305.037	2.687	8.293
R.fic.	0.253	114.307	200.198	40.496	12.764
V.min.	0.769	114.353	249.260	2.849	5.453
<b>Median</b>	<b>0.696</b>	<b>114.353</b>	<b>200.198</b>	<b>1.161</b>	<b>8.293</b>
<b>Gilde II</b>					
A.mos.	0.074	42.108	65.960	0.856	48.909
A.pod.	0.024	84.936	84.320	0.072	6.249
A.mac.	0.350	249.155	23.036	0.155	1.368
C.alt.	0.135	47.003	115.800	0.098	6.808
E.amy.*	0.658	41.168	227.970	0.259	3.501
G.odo.	0.022	35.566	130.220	0.430	5.900
R.fic.	0.253	114.307	200.198	40.496	12.764
S.eur.	0.050	14.868	65.639	0.085	1.176
<b>Median</b>	<b>0.105</b>	<b>44.556</b>	<b>100.060</b>	<b>0.207</b>	<b>6.074</b>
<b>Gilde II</b>					
Differenz zwischen Gilde I und II	0.591	69.798	100.138	0.954	2.219

Alle Nektarparameter waren in Gilde I deutlich größer als in Gilde II (vgl. Tab. 62). Allerdings war bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% keiner dieser Unterschiede signifikant. Dies ist mit einer sehr großen Variabilität innerhalb der Gilden zu erklären. Tendenziell sind Gilde I und Gilde II allerdings eindeutig voneinander zu unterscheiden.

Die Interpretation des Aminosäuregehalts der Gilden I und II scheint durch die sehr hohe AS-Konzentration bei *Adoxa moschatellina* erschwert, da hier die Vermutung naheliegt die Probe könnte verunreinigt gewesen sein (vgl. Tab. 62). Da jedoch der Median als Maßzahl der Lage Anwendung fand, würde sich der Unterschied zwischen Gilde I und Gilde II nur

unwesentlich verändern, wenn *Adoxa moschatellina* einen mittleren AS-Gehalt aufweisen würde.

Das Zuckerverhältnis der Gilde I legt nach BAKER & BAKER (1983) einen überwiegenden Besuch von Bienen und Schmetterlingen nahe, das Zuckerverhältnis der Gilde II einen überwiegenden Besuch durch Fliegen und Bienen (vgl. Tab. 56 und 62). Die Beobachtungen im U I entsprachen bezüglich des Zuckerverhältnisses von Gilde I den theoretischen Erwartungen. 80.82% der Blütenbesuche wurden von Bienen und langrüsseligen Lepidopteren getätigt. Für Gilde II wurden von den theoretischen Erwartungen leicht abweichende Beobachtungen gemacht. Zwar waren Dipteren eine der dominanten Gruppen, Apiden spielten beim Blütenbesuch aber nur eine untergeordnete Rolle. Die Übereinstimmung der theoretischen Erwartungen und der tatsächlichen Beobachtungen bestätigt die tendenzielle Richtigkeit und die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse.

### **Farbspektren und Blütenbesucher**

Die Beschreibung der Farbspektren ist nichts weiter als eine Wiedergabe des objektiv gemessenen. Es ist aber auch wichtig zu hinterfragen, ob das Lockmittel Farbe mit verschiedenen Blütenbesuchern korreliert. Eine Herangehensweise an diese Frage ist besonders schwierig, da nicht eine einzelne Wellenlänge sondern das Zusammenspiel mehrerer Wellenlängen den entscheidenden Farbeindruck ergibt. Zudem ist die Blüte oder die Blume nicht einheitlich gefärbt und alle Parameter gleichermaßen zu berücksichtigen ist praktisch unmöglich, da ohne Verhaltensexperimente nicht bekannt ist, welcher der ausschlaggebende Parameter ist. In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb eine neue Methode zur Auswertung der Farbspektren erarbeitet, die einen Vergleich mit beobachteten Besuchergilden erlaubt. Diese Methode erhebt nicht den Anspruch eine absolute Aussage über Zusammenhänge zwischen Blütenfarben und Blütenbesuchern zu ermöglichen und aufgrund der starken Datenkomprimierung verliert die Methode zudem an Schärfe. Dennoch zeigt sie meines Erachtens deutliche Tendenzen auf, die durch ein schärferes Trennen der Farb- und Blütenbesuchergruppen im Verborgenen bleiben würden.

Der Wellenlängenbereich von 300 bis 750 nm wurde in Farbbereiche unterteilt. Für diese Farbbereiche wurde die mittlere Reflexion berechnet. Für jedes untersuchte Blüten- bzw. Blumenelement wurde so die mittlere Reflexion für die Farbbereiche UV, Violett, Blau, Grün, Gelb, Orange und Rot ermittelt.

Sehr häufig ist der farbliche Kontrast zwischen zentralen und peripheren Blütenelementen ausschlaggebend für das Besucherverhalten. Deshalb wurde für alle Farbbereiche eine

mittlere Reflexion der peripheren und der zentralen Blütenelemente berechnet. Das Verhältnis der mittleren Reflexion der zentralen Elemente zu der mittleren Reflexion der peripheren Elemente [ $\emptyset$  Reflexion des Zentrums /  $\emptyset$  Reflexion der Peripherie] wird im Folgenden als Farbbereichs-Ratio bezeichnet. Als zentraler Bereich wurde bei radiarsymmetrischen Blüten grundsätzlich die geometrische Mitte der Blüte aufgefasst. Bei zygomorphen Blüten wurden die, dem Kronröhreneingang am nächsten liegenden Bereiche als zentrale Elemente aufgefasst. Zusätzlich zu diesen Bereichen wurden alle Arten von Saftmalen, Pollenattrappen oder Nebenkronen zu den zentralen Elementen gerechnet. Die Blume von *Arum maculatum* war ein Sonderfall. Als zentrale Elemente wurden die dem Kesseleingang nächstgelegenen Teile der Spatha und die gesamte Spadix definiert.

Die mittlere Farbbereichs-Ratio konnte für 16 Pflanzenarten mit den Besuchergilden verglichen werden (vgl. Tab. 63).

Tab. 63: Farbbereichs-Ratio für 15 Pflanzenarten des U I und sieben Farbbereiche, nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = *Adoxa moschatellina*; A.nem. = *Anemone nemorosa*; C.alt. = *Chrysosplenium alternifolium*; C.cav. = *Corydalis cava*; E.amy. = *Euphorbia amygdaloides*; G.lut. = *Gagea lutea*; Galeo. = *Galeobdolon luteum*; O.ace. = *Oxalis acetosella*; P.mul. = *Polygonatum multiflorum*; P.off. = *Pulmonaria officinalis*; P.ela. = *Primula elatior*; R.fic. = *Ranunculus ficaria*; V.min. = *Vinca minor*)

	UV	Violett	Blau	grün	gelb	Orange	Rot	Mittelwert
	<b>Gilde I</b>							
A.nem.	0.788	0.266	0.234	0.355	0.411	0.388	0.433	
C.cav.	1.760	1.956	2.988	4.287	4.040	2.947	1.894	
G.lut.	0.091	0.329	0.392	0.430	0.444	0.387	0.464	
Galeo.	0.279	0.405	0.456	0.511	0.549	0.582	0.646	
O.ace.	0.290	0.073	0.074	0.254	0.376	0.342	0.323	
P.spi.	1.030	1.739	1.271	0.873	0.819	0.864	0.782	
P.mul.	0.690	0.858	0.882	1.059	1.115	1.126	1.144	
P.ela.	0.683	0.928	0.452	0.575	0.555	0.512	0.526	
P.off.	0.147	0.452	0.663	0.816	0.946	0.849	0.590	
R.fic.	0.117	0.664	1.366	0.448	0.420	0.399	0.401	
V.min.	0.442	0.705	0.814	0.927	0.962	0.915	0.789	
<b>Median</b>	<b>0.442</b>	<b>0.664</b>	<b>0.663</b>	<b>0.575</b>	<b>0.555</b>	<b>0.582</b>	<b>0.590</b>	<b>0.581</b>
	<b>Gilde II</b>							
A.mos.	0.927	0.876	1.491	1.593	1.684	1.912	1.562	
A.mac.	1.829	1.772	1.875	1.512	1.533	1.933	1.997	
C.alt.	2.359	2.629	2.590	1.519	1.695	2.262	1.280	
E.amy.	0.806	0.967	1.067	0.933	0.925	0.923	1.158	
R.fic.	0.117	0.664	1.366	0.448	0.420	0.399	0.401	
<b>Median</b>	<b>0.927</b>	<b>0.967</b>	<b>1.491</b>	<b>1.512</b>	<b>1.533</b>	<b>1.912</b>	<b>1.280</b>	<b>1.374</b>
Differenz zwischen Gilde I und II	0.485	0.303	0.828	0.937	0.979	1.330	0.690	

Die Gilde I zeigte in allen Farbbereichen eine Farbbereichs-Ratio kleiner als 1. Gilde II zeigte in allen Farbbereichen einen Wert knapp unter oder größer als 1. Die durchschnittliche Farbbereichs-Ratio von Pflanzenarten der Gilde I war 0.581. Die durchschnittliche

Farbbereichs-Ratio von Pflanzenarten der Gilde II war 1.374. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Farbbereichen waren bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% allerdings lediglich im Farbbereich Blau signifikant. Der Gesamtunterschied über alle Farbbereiche war dagegen hochsignifikant ( $p=0.000005$ ) (vgl. Tab. 63).

Das bedeutet, dass bei Pflanzenarten, die von Insekten der Gilde I dominant besucht wurden, das Blütenzentrum durchschnittlich schwächer als die Blütenperipherie reflektiert. Bei Pflanzenarten die von Insekten der Gilde II dominant besucht wurden, waren die Verhältnisse genau umgekehrt. Im Mittel reflektiert hier das Blütenzentrum stärker als die Blütenperipherie.

Die größten Differenzen zwischen Pflanzenarten der Gilde I und Pflanzenarten der Gilde II waren im Blau, Grün, Gelb und Orange, die geringsten Differenzen im Violett zu beobachten.

Im Mittel waren im U I Insekten der Gilde I und Insekten der Gilde II, auf Blüten mit exakt umgekehrten Kontrastverhältnissen zu finden.

#### **IV.7.b. Die Bedeutung einzelner Pflanzenarten für die Lebensgemeinschaft**

Als Nektar oder auch Pollenweide sind Blüten wichtiger Bestandteil der Ernährung vieler Insekten. Die Blüten der verschiedenen Pflanzenarten werden aber von einer unterschiedlichen Anzahl Blütenbesuchertypen besucht. In der vorliegenden Arbeit wurde zwischen 64 verschiedenen Blütenbesuchertypen unterschieden, die nicht alle aus der selben systematischen Hierarchieebene stammen.

An Pflanzenarten der Gilde I wurden im Durchschnitt sechs, an Pflanzenarten der Gilde II 10.5 verschiedene Blütenbesucher beobachtet. Das Nektar und Pollenangebot von Pflanzenarten der Gilde I wurde demnach durchschnittlich von weniger Besucherkategorien wahrgenommen als jenes von Pflanzenarten der Gilde II. *Anemone nemorosa* und *Phyteuma spicata* waren mit 10 bzw. 12 verschiedenen Blütenbesuchern die vielfältigst besuchten Pflanzenarten der Gilde I. Dies könnte durch das Fehlen einer Kronröhre bei beiden Arten zu erklären sein. Sowohl der Nektar von *Phyteuma spicata* als auch der Pollen von *Anemone nemorosa* sind also leicht zugänglich, und können daher von mehr Insekten genutzt werden.

Es ist allerdings nicht möglich, eine Gilde als die wichtigere für blütenbesuchende Insekten zu benennen. So werden Pflanzenarten der Gilde II zwar von einer größeren Vielfalt an Insekten genutzt (vgl. Tab.64), bestimmte Blütenbesucher – wie Vertreter der Apidae oder der Lepidopteren – benötigten aber offensichtlich überwiegend Pflanzenarten der Gilde I (vgl. Tab. 47, 48 und 49).

Auch innerhalb der Gilden kann nicht eine Pflanzenart als die wichtigste Pflanzenart für blütenbesuchende Insekten benannt werden. *Chrysosplenium alternifolium* war die Pflanzenart mit dem vielfältigsten Blütenbesuch. 39.06% aller beobachteten Blütenbesuchertypen besuchten die Blüten dieser Art. Es war aber nicht ein einzelnes Individuum der Psychodidae an *Chrysosplenium alternifolium* zu finden, diese besuchten ausschließlich Blumen von *Arum maculatum*. *Arum maculatum* hatte aber nur einen relativen Anteil von 3.13% an der Gesamtzahl aller beobachteter Besucherarten (vgl. Tab.64).

Tab. 59: Absolute Anzahl der Besucherarten und relativer Anteil an der Gesamtzahl der Besucherarten für 19 Pflanzenarten des U I nach Gilden getrennt. Gilde I = von apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten; Gilde II = von nicht apidenartigem Insektenbesuch dominierte Pflanzenarten (A.mos. = *Adoxa moschatellina*; A.pod. = *Aegopodium podagraria*; A.nem. = *Anemone nemorosa*; C.alt. = *Chrysosplenium alternifolium*; C.cav. = *Corydalis cava*; E.amy. = *Euphorbia amygdaloides*; G.lut. = *Gagea lutea*; Galeo. = *Galeobdolon luteum*; G.odo. = *Galium odoratum*; O.ace. = *Oxalis acetosella*; P.mul. = *Polygonatum multiflorum*; P.off. = *Pulmonaria officinalis*; P.ela. = *Primula elatior*; R.fic. = *Ranunculus ficaria*; S.eur. = *Sanicula europaea*; V.min. = *Vinca minor*)

	Anzahl Besucherarten	relativer Anteil an der Gesamtzahl Besucherarten [%]
A.nem.	10	16
C.cav.	6	9.375
G.lut.	3	4.688
Galeo.	6	9.375
O.ace.	8	12.500
P.spi.	12	18.750
P.mul.	4	6.250
P.ela.	3	4.688
P.off.	7	10.938
R.fic.	6	9.375
V.min.	4	6.250
<b>Median</b>	<b>6</b>	<b>9.375</b>
<b>Gilde I</b>		
A.mos.	11	17.188
A.pod.	12	18.750
A.mac.	2	3.125
C.alt.	25	39.062
E.amy.*	17	26.562
G.odo.	3	4.687
R.fic.	6	9.375
S.eur.	10	15.625
<b>Median</b>	<b>10.5</b>	<b>16.407</b>
<b>Gilde II</b>		

#### IV.7.c. Die Bedeutung einzelner Besucherkategorien für die Lebensgemeinschaft

Es gab drei Insektenordnungen die auf besonders vielen verschiedenen Pflanzenarten zu beobachten waren. Von 18 beobachteten Pflanzenarten wurden 15 von Vertretern der Brachycera, 13 von Vertretern der Coleopteren und 12 von Vertretern der Apidae besucht. Innerhalb der Brachycera waren insbesondere Syrphidae, Empididae und *Bombylius major* sehr unspezialisierte Besuchergruppen. Innerhalb der Coleopteren waren Vertreter aus der Familie der Nitidulidae an 10 verschiedenen Pflanzenarten zu finden. Keine andere Käferfamilie besuchte annähernd ähnlich viele Pflanzenarten. Die unspezialisiertesten Blütenbesucher der Apidae waren *Bombus terrestris*, *Bombus pratorum* und *Apis mellifera*, die zwischen sieben und acht verschiedene Pflanzenarten besuchten (vgl. Tab. 65).

Vertreter der Besuchergruppen der Syrphidae, Empididae, *Bombylius major*, Nitidulidae, *Bombus terrestris*, *Bombus pratorum* und *Apis mellifera* besuchten 88.89% aller beobachteter Pflanzenarten des U I. Demzufolge besuchte ein kleiner Teil (10.94%) aller beobachteten Besucherkategorien den größten Teil der Pflanzenarten. Lediglich *Adoxa moschatellina* und *Arum maculatum* wurden nicht von einer der genannten Besuchergruppen besucht.

Betrachtet man die Besucherfrequenzen, so sind Vertreter der Apidae die aktivsten Blütenbesucher des U I (vgl. Tab. 66). 43.91% aller Blütenbesuche wurden während der über 72stündigen Beobachtungen von Apiden getätigt. Dies bedeutet aber auch, dass weniger als die Hälfte des Blütenbesuchs und damit vermutlich auch der Bestäuberleistung den Apiden anzurechnen ist (vgl. Tab. 66). So waren Vertreter der Dipeteren für über 22% des gesamten Blütenbesuchs verantwortlich. Da die innerhalb der Dipteren die Psychodidae einen sehr großen Anteil am Gesamtblütenbesuch einnehmen, aber nur an Blumen von *Arum maculatum* beobachtet wurden, ist die Bedeutung der Dipteren für die Lebensgemeinschaft vermutlich etwas geringer. Vertreter der Coleopteren waren für annähernd 15% des gesamten Blütenbesuchs verantwortlich (vgl. Tab. 66).

Innerhalb der Apiden und auch innerhalb aller beobachteter Insekten, waren die aktivsten Blütenbesucher *Bombus pratorum* (0.92 Besucher/Blüte und h), *Bombus pascuorum* (0.85 Besucher/Blüte und h) und *Apis mellifera* (0.77 Besucher/Blüte und h). Lediglich für die Psychodidae ergab sich eine noch höhere Besucheraktivität. Da die Psychodidae aber nur an Blumen von *Arum maculatum* beobachtet wurden, ist die Bedeutung dieser Gruppe für die Lebensgemeinschaft nur eine geringe.

Tab. 60: Besuchte Pflanzenarten je Blütenbesucherkategorie. Graunterlegte Werte entsprechen den wichtigsten systematischen Besuchergruppen (bezogen auf die Anzahl [#] besuchter Pflanzenarten).

		# besuchte Pflanzenarten	# besuchter Pflanzenarten der gesamten Gruppe	
<b>Collembola</b>	Entomobryoidea	4		
	Sminthuridae	1	4	
<b>Blattoptera</b>	Ectobiidae	1	1	
<b>Orthoptera</b>	Tettigoniidae	1	1	
<b>Thysanoptera</b>	Thripidae	1	1	
<b>Heteroptera</b>	Lygaeidae	1		
	Miridae	1		
	Nabidae	1	2	
	andere Heteropteren	1		
<b>Neuroptera</b>	Chrysopidae	1	1	
<b>Coleoptera</b>	Cantharidae	1		
	Cerambycidae	2		
	Chrysomelidae	2		
	Coccinellidae	1		
	Cuccujidae	1		
	Elateridae	3		
	Meloidae	1		
	Melyridae	3		
	Nitidulidae	10		
	Staphylinidae	4		
andere Coleopteren	2			
	<b>Mittelwert</b>	<b>2.7</b>		
<b>Hymenoptera</b>	nAP	Braconidae	1	
		Cynipidae	1	
		Diapriidae	3	
		Formicidae	1	
		Ichneumonidae	2	
		Platygasteridae	1	
		Symphyla	1	
	andere Terebrantia	2		
		<b>Mittelwert</b>	<b>1.5</b>	
	Apidae	<i>Andrena sp.</i>	2	
<i>Anthophora acervorum</i>		3		
<i>Apis mellifera</i>		8		
<i>Bombus lapidarius</i>		2		
<i>Bombus pascuorum</i>		3		
<i>Bombus pratorum</i>		8		
<i>Bombus terrestris</i>		7		
<i>Nomada sp.</i>		2		
andere Apidae	3			
	<b>Mittelwert</b>	<b>4.2</b>		
<b>Diptera</b>	S.O. Nematocera	Cecidomyiidae	2	
		Chironomidae	2	
		Culicidae	1	
		Mycetophilidae	2	
		Psychodidae	1	
		Scatopsidae	1	
		Tipulidae	1	
		Trichoceridae	1	
		andere Nematoceren	1	
		<b>Mittelwert</b>	<b>1.3</b>	
	S.O. Brachycera	Agromyzidae	2	
		<i>Bombylius major</i>	5	
		Calliphoridae	1	
		Chloropidae	1	
		Coenomyiidae	1	
Drosophilidae		1		
Empididae	6			
Lauxaniidae	1			
Muscidae	5			
Phoridae	1			
<i>Rhingia campestris</i>	2			
andere Syrphidae	7			
andere Brachyceren	5			
	<b>Mittelwert</b>	<b>2.9</b>		
	<b>Mittelwert aller Diptera</b>	<b>2.3</b>		
<b>Araneida</b>		4	4	
<b>Lepidoptera</b>	<i>Gonopteryx rhamni</i>	1		
	<i>Pieris napi</i>	1		
	nbn.	1	3	

Tab. 61: Absolute und relative [%] Besucherfrequenzen (BF) [Besucher/Blüte\*h] je Blütenbesucherkategorie. Graunterlegte Werte entsprechen den wichtigsten systematischen Besuchergruppen (bezogen auf die Aktivität).

		<b>BF absolut</b>	<b>BF relativ</b>	
<b>Collembola</b>	Entomobryodea	0.049	0.555	
	Sminthuridae	0.005	0.060	
<b>Blattoptera</b>	Ectobiidae	0.011	0.127	
<b>Orthoptera</b>	Tetregoniidae	0.016	0.180	
<b>Thysanoptera</b>	Thripidae	0.003	0.033	
<b>Heteroptera</b>	Lygaeidae	0.006	0.067	
	Miridae	0.001	0.011	
	Nabidae	0.001	0.010	
	andere Heteropteren	0.001	0.007	
<b>Neuroptera</b>	Chrysopidae	0.054	0.620	
<b>Coleoptera</b>	Cantharidae	0.002	0.020	
	Cerambycidae	0.027	0.307	
	Chrysomelidae	0.020	0.223	
	Coccinellidae	0.000	0.005	
	Cuccujidae	0.005	0.060	
	Elateridae	0.021	0.243	
	Meloidae	0.015	0.168	
	Melyridae	0.080	0.908	
	Nitidulidae	0.810	9.239	
	Staphylinidae	0.405	4.621	
	andere Coleopteren	0.006	0.071	
	<b>Summe</b>	<b>1.308</b>	<b>14.916</b>	
<b>Hymenoptera</b>	nAP	Braconidae	0.044	0.500
		Cynipidae	0.001	0.010
		Diapriidae	0.025	0.288
		Formicidae	0.071	0.807
		Ichneumonidae	0.329	3.748
		Platygasteridae	0.006	0.067
		Symphyta	0.000	0.001
		andere Terebrantia	0.015	0.173
		<b>Summe</b>	<b>0.491</b>	<b>5.594</b>
	Apidae	<i>Andrena sp.</i>	0.260	2.961
		<i>Anthophora acervorum</i>	0.531	6.051
		<i>Apis mellifera</i>	0.772	8.803
		<i>Bombus lapidarius</i>	0.004	0.045
		<i>Bombus pascuorum</i>	0.854	9.739
<i>Bombus pratorum</i>		0.915	10.433	
<i>Bombus terrestris</i>		0.135	1.538	
<i>Nomada sp.</i>	0.103	1.175		
andere Apidae	0.277	3.160		
	<b>Summe</b>	<b>3.851</b>	<b>43.906</b>	
<b>Diptera</b>	S.O. Nematocera	Cecidomyiidae	0.006	0.067
		Chironomidae	0.014	0.157
		Culicidae	0.001	0.014
		Mycetophilidae	0.030	0.033
		Psychodidae	0.993	11.327
		Scatopsidae	0.005	0.060
		Tipulidae	0.001	0.016
		Trichoceridae	0.059	0.671
		andere Nematoceren	0.036	0.415
		<b>Summe</b>	<b>1.146</b>	<b>13.069</b>
	S.O. Brachycera	Agromyzidae	0.001	0.015
		<i>Bombylius major</i>	0.250	2.848
		Calliphoridae	0.078	0.887
		Chloropidae	0.005	0.054
		Coenomyiidae	0.000	0.000
		Drosophilidae	0.011	0.125
		Empididae	0.151	1.718
		Lauxaniidae	0.001	0.010
		Muscidae	0.169	1.932
Phoridae		0.006	0.067	
<i>Rhingia campestris</i>	0.007	0.083		
andere Syrphidae	0.089	1.015		
andere Brachyceren	0.075	0.859		
	<b>Summe</b>	<b>0.843</b>	<b>9.613</b>	
	<b>Summe aller Diptera</b>	<b>1.988</b>	<b>22.682</b>	
<b>Araneida</b>		0.484	5.517	
<b>Lepidoptera</b>	<i>Gonopteryx rhamni</i>	0.417	4.751	
	<i>Pieris napi</i>	0.000	0.004	
	nbn.	0.001	0.014	
<b>Summe</b>		<b>8.717</b>		

---

## IV. Diskussion

### IV.1. Blühphänologie

#### IV.1.a. Blühphänologie der Krautschicht

Von CHRIST (1999) und FRECH (2001) wurden erstmalig Daten zur Gesamtblütenzahl der Krautschicht temperierter laubwerfender Wälder erhoben. Die vorliegende Arbeit erweiterte die Ergebnisse dieser beiden Diplomarbeiten um mehrere Datenerhebungsjahre und um eine weitere mitteleuropäische Waldassoziation. Gemeinsam mit den Daten von FRECH (2001) wurde das Blühverhalten der Krautschicht in sieben Einzelfällen beobachtet. Es wurde in jedem der Wälder und in jedem der Beobachtungsjahre ein Gesamtblühverlauf der Krautschicht mit drei deutlich voneinander getrennten Blühmaxima festgestellt. Zwischen diesen Blühpeaks liegt jeweils ein Blühtal. Dieses Blühverhalten war der Wissenschaft bisher nicht bekannt.

Die halb quantitative Beschreibung des phänologischen Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder durch DIERSCHKE (1982) bestätigt die Artenzusammensetzung und Reihenfolge der Blühpeaks. Nach DIERSCHKE (1982) sind die Blühpeaks I, II und III mit dem Erstfrühling, dem Vollfrühling und dem Frühsommer gleichzusetzen. Die absoluten Blühminima entsprechen dem Übergang vom Erst- zum Vollfrühling bzw. vom Vollfrühling zum Frühsommer. Was ist jedoch die Ursache für die beobachteten Blühtäler? Der Autor ist sich bewusst, dass sich Pflanzenarten des Erstfrühlings nicht das ganze Jahr über behaupten können. Dagegen sprechen im Vergleich zu den später blühenden Schattenarten die niedrigeren Temperaturoptima der Photosynthese (BETHKE et al. 1965) und der auf einem deutlich höheren Niveau liegende Lichtkompensationspunkt (LARCHER 1994). Es wird hier also nicht die Frage gestellt, weshalb Frühjahrsgeophyten sich nicht auf Dauer gegen andere Pflanzenarten behaupten können, sondern wieso sich das Blühverhalten der Krautschicht durch drei sehr konstante und deutlich sichtbare Maxima und nicht durch ein gleichmäßiges Blütenangebot auszeichnet.

Abiotische Faktoren wie Schneefall im April, starke Gewitter oder über Wochen andauernder Regen können katastrophale Auswirkungen auf das Blühverhalten haben. Im Neuhauser-Wald war im Jahr 1999 starker andauernder Regen verantwortlich für eine deutlich erniedrigte Blütenzahl des ersten Blühpeaks. Derartige Beobachtungen sind aber extreme Ausnahmefälle. Sie können nicht ein über Jahre hinweg konstantes Blühmuster erklären. Da in der Literatur das beobachtete Blühmuster bisher nicht beschrieben wurde, gibt

es keine Erklärungsansätze. Persönliche Beobachtungen außerhalb der Datenerhebung lassen aber vermuten, dass Konkurrenz um Bestäubung die Ursache der Blühtäler ist.

Durch Konkurrenz um Bestäubung bedingte Blühtäler sind nur denkbar, wenn mehrere Voraussetzungen erfüllt sind:

1. Die Pflanzenarten der Krautschicht müssen auf Bestäubung durch Insekten angewiesen sein.
2. Zum Zeitpunkt der Blühtäler müssen Pflanzenarten außerhalb der Krautschicht vorhanden sein, die die selbe Ressource (Blütenbesucher) nutzen.
3. Diese Pflanzenarten müssen konkurrenzstärker sein.

Zu 1. Xenogam reproduzierende Pflanzenarten überwiegen in späten Sukzessionsstadien, wie z.B. naturnahen Laubwäldern (BAKER 1959). Die vorliegende Arbeit zeigt, dass fast 93% aller im U I anzutreffenden Blüten gemäß ihrer P/O als fakultativ xenogam oder xenogam einzustufen sind und tatsächlich spielt autogamer Samenansatz im Vergleich zu xenogamem Samenansatz im Neuhauser Wald nur eine untergeordnete Rolle (DIETERLE 1999, CHRIST et al. 2001). Von KEVAN et al. (1993) und PROCTOR et al. (1996) wurde in stabilen und artenreichen Waldsystemen der borealen Zone ebenfalls eine überwiegende Fremdbestäubung beobachtet. Da Windblütigkeit für keine der Krautschichtarten beobachtet wurde, muß die sexuelle Fortpflanzung zum Großteil von blütenbesuchenden Insekten abhängig sein.

Zu 2. Das absolute Minimum des ersten Blühtals wurde in allen sieben Beobachtungsjahren zwischen dem 30.04. und dem 09.05. erreicht und entspricht nach DIERSCHKE (1982) dem Ende des Erstfrühlings. Diese sogenannte *Prunus avium* – *Ranunculus auricomus* – Phase beschreibt er als den Zeitraum der Obstblüte, „*Prunus*-Arten sind bestimmend“ und “im Grünland beginnt der erste deutliche Aspekt mit der Blüte von *Taraxacum officinale*“. Innerhalb des Waldes bestätigten eigene Beobachtungen im Jahr 2000 vom 26.04. – 02.05. ein großes Blütenangebot von *Padus avium* und *Cerasus avium*. In diesem Zeitraum standen auch angrenzende Streuobstwiesen mit Apfel- und Birnbäumen, und angrenzende Wiesen mit *Taraxacum officinale* in Blüte.

Das Blühtal zwischen Peak II und Peak III entspricht dem Übergang vom Vollfrühling zum Frühsommer. Zu diesem Zeitpunkt blühen vor allem am Waldrand *Cornus sanguinea*, *Sambucus nigra* und *Rosa canina* (DIERSCHKE 1982). Im U I war *Sambucus nigra* sehr stark vertreten.

Beide Blühtäler gehen also sowohl in der Literatur als auch nach eigenen Beobachtungen mit einem großen Blütenangebot außerhalb der Krautschicht einher.

Zu 3. Ein Vergleich der Attraktivität der Pflanzenarten außerhalb der Krautschicht mit den Pflanzenarten innerhalb der Krautschicht ist nur möglich wenn quantitative Angaben zur Blütenzahl, zum Nektarangebot und zu den Blüten-Blütenbesucher-Interaktionen verfügbar sind. Die persönlichen Beobachtungen zum Blütenangebot außerhalb der Krautschicht sind aber nur qualitativer Natur. Die angebotenen Blütenmengen sind sehr groß und schätzungsweise übertreffen sie die Blütenzahl der Krautschicht bei weitem. Außer *Taraxacum officinale* verfügen alle genannten Arten über leicht zugänglichen Nektar und können deshalb theoretisch von allen Blütenbesuchertypen erfolgreich angefliegen werden. Allein an den verschiedenen Sorten von *Malus* und *Pyrus* sind Vertreter der Apiden (VERMA & RANA 1994, WESTERKAMP 1999, MACCAGNANI et al. 2003), der Coleoptera (WESTERKAMP 1999b) und der Diptera (PROCTOR et al. 1996b) bekannte Blütenbesucher. Auch wenn sie dort nicht immer effektive Bestäuber sind (WESTERKAMP 1999), so fehlen sie doch als Bestäuber in der Krautschicht der Wälder.

Die Pflanzenarten außerhalb der Krautschicht scheinen die Ressource Fremdbestäubung so stark zu beanspruchen, dass nach dem Konkurrenzausschlußprinzip (BEGON et al. 1991) die Koexistenz gleichzeitig blühender Pflanzenarten innerhalb der Krautschicht und außerhalb der Krautschicht nicht möglich ist.

#### **IV.1.b. Blühphänologie der Individuen**

Die jährlich wiederkehrende Blühabfolge verschiedener Pflanzenarten ist als evolutiver Kompromiss zu verstehen. Neben Samenfraß (BRODY 1997) ist vor allem Konkurrenz um Bestäubung allgemein als selektierender Faktor akzeptiert (LEVIN & ANDERSON 1970, FAGERSTRÖM & ÅGREN 1980, BRODY 1997). Eine Folge des Wettbewerbs um Bestäuber ist häufig die Staffelung von Blühzeiten (MOSQUIN 1971, SCHEMSKE et al. 1978, ANDERSON & SCHELFHOUT 1980, PLEASANTS 1980, ZIMMERMAN 1980, NISHIKAWA & KUDO 1995, GOTTSBERGER 1999). Die drei ausgeprägten Blühpeaks können als Staffelung der Blühzeiten interpretiert werden. Allerdings stellt sich hier die Frage, ob dieses gestaffelte Auftreten nicht primär die Folge einer unterschiedlich optimalen Anpassung an sich ändernde Licht- und Temperaturverhältnisse im Laufe des Frühjahrs ist.

Innerhalb der einzelnen Peaks blühen aber stets mehrere Pflanzenarten gleichzeitig und teilweise werden sie sogar von denselben Blütenbesuchergilden (vgl. IV.3) angefliegen. Dabei ist aber auffällig, dass nie mehr als zwei dominante Pflanzenarten mit demselben

Besuchergildenanspruch gleichzeitig blühen. Daneben kann es mehrere nicht dominante Pflanzenarten mit Anspruch auf dieselbe Besuchergilde geben. Während des Blühpeaks I wurden acht gleichzeitig blühende Pflanzenarten von Apiden besucht. Der Blütenbesuch wurde allerdings bei jeder dieser Pflanzenarten von einer anderen Apidenart dominiert. Auch MACIOR (1978) konnte eine solche Konkurrenzvermeidung an Frühjahrsblüchern beobachten. Eine solche Ressourcenaufteilung ist nicht evolutiver sondern ökologischer Natur und sehr flexibel. Das tatsächlich beobachtete Besucher- und Bestäuberspektrum hängt letztendlich von der Anwesenheit konkurrierender Pflanzenarten und von der Blütenbesucherfauna des Untersuchungsgebietes ab. SOWIG & PAULUS (1988) konnten zeigen, dass das Verhalten von *Apis mellifera* an Blüten von *Symphytum officinale* in Abhängigkeit von der Anwesenheit anderer Bienenarten vom legitimen Blütenbesuch bis hin zum Nektarraub variieren kann.

Die Variabilität verfügbarer Blütenbesucher und auch des Blütenbesucherverhaltens scheint wenig Einfluss auf die Blühphänologie der Pflanzenarten in stabilen Systemen wie z.B. naturnahen Wäldern zu haben. Wie stabil derartige Systeme über lange Zeiträume hinweg sind, zeigten VASSEUR et al. (2001). Sie belegten, dass sich die Blühzeiten von 12 Frühjahrsblüchern in den vergangenen einhundert Jahren in Neuschottland nicht verändert haben.

Zwischen den einzelnen Jahren ist die Blühphänologie der Populationen aber bei weitem nicht so konstant. Die Blühdauer der einzelnen Arten schwankte innerhalb der drei bzw. vier Beobachtungsjahre um das 1.8fache, die Blütenmenge gar um das 7.4fache. Das Ausmaß der Variabilität zwischen den Jahren wird deutlich, wenn man bedenkt, dass SCHNELLE (1955) einen Beobachtungszeitraum von 20-30 Jahren veranschlagt, um repräsentative phänologische Mittelwerte zu erhalten. Der Grund für die Variabilität der Blühdauer sind vermutlich klimatische Schwankungen zwischen den Jahren (SCHEMSKE et al 1978). Die allgemeine Feststellung, dass Frühblüher an wärmebegünstigten Standorten früher austreiben als an kühleren Standorten (LAUSI & PIGNATTI 1973) kann mit Sicherheit auch auf klimatische Schwankungen zwischen den Jahren an ein und demselben Standort übertragen werden. Das Artengefüge wird durch Klimaschwankungen allerdings nicht verschoben, da alle Pflanzenarten des jeweiligen Bestandes gleichermaßen davon betroffen sind (DIERSCHKE 1982). Dies gilt auch für das U I, wie die Untersuchungen zur Blühphänologie der gesamten Krautschicht zeigten (vgl. IV.1.a.).

Nun könnte man erwarten, dass auch die relative Häufigkeit der Blüten zwischen den Jahren stets die gleiche bleibt. Die Beobachtungen im U I brachten allerdings ein gegenteiliges Ergebnis. *Corydalis cava* gehörte über alle vier Beobachtungsjahre hinweg

derselben Häufigkeitskategorie an. Die relative Blütenzahl dieser Art schwankte zwischen den Jahren nur um das 1.2fache. Bei Extremfällen wie *Polygonatum multiflorum* schwankte die relative Blütenzahl zwischen den Jahren dagegen um das 35fache. Wieso die Blütenzahl verschiedener Pflanzenarten unterschiedlich stark schwankt, kann nicht befriedigend beantwortet werden. Wären klimatische Faktoren verantwortlich, müssten alle Pflanzenarten des jeweiligen Bestandes gleichermaßen davon betroffen sein. Denkbar wäre, dass seltenere Pflanzenarten stärker von der kleinräumlichen Variabilität abiotischer Ressourcen, oder auch von destruktiven Umwelteinflüssen betroffen sind als häufigere Pflanzenarten, die durch ihre bloße Populationsgröße gegen solche Einflüsse gepuffert sind. Für diese Argumentation spricht, dass in der vorliegenden Arbeit die relative Blütenzahl dominanter Pflanzenarten (durchschnittlich 25% Gesamtblütenanteil oder mehr) durchschnittlich nur um das 1.9fache schwankte, die relative Blütenzahl nicht dominanter Arten schwankte dagegen durchschnittlich um das 16.8fache. STOUT et al. (1998) konnten zeigen, dass die relative Blütenzahl einen Einfluss auf das Verhalten von Hummeln hat. Zwar waren seltenere Pflanzenarten im Vorteil bezüglich der Besucherfrequenz, aber im Nachteil bezüglich des Pollenverlusts.

#### **IV.2. Samen- und Fruchtansatz**

Die räumliche Ausbreitung der meisten Frühjahrsblüher ist häufig ein Resultat ihrer Fähigkeit zu klonalem Wachstum und zur Fragmentation (SHIRREFF & BELL 1984, SCHMID & HARPER 1985, SLADE & HUTCHINGS 1987, PIROZNIKOW 1994, MEYER & HELLWIG 1996). Eine Modellrechnung von OLEJNICZAK (2001) verdeutlichte jedoch, dass neben der vegetativen Vermehrung auch die Samenproduktion von großer Bedeutung sein muss. Als ausschlaggebend für die genetische Variabilität einiger klonaler Pflanzen wird sogar insbesondere die sexuelle Reproduktion angesehen (WATKINSON & POWELL 1993, VERBURG et al. 2000). Dies gilt vor allem auch für klonale Pflanzenarten naturnaher, laubabwerfender Wälder (ARGYRES & SCHMITT 1991, HOLDEREGGER et al. 1998). Auch Untersuchungen an *Anemone nemorosa* zeigten wie wichtig die Reproduktion durch Samen für die Erhaltung der Population ist (ERIKSSON 1995, HOLDEREGGER 1996, HOLDEREGGER et al. 1998) und BERG (2002) konnte am Beispiel von *Oxalis acetosella* zeigen, dass Reproduktion durch Samen nicht nur für die Erhaltung der Population, sondern auch für deren Wachstum von Bedeutung ist. Die Bedeutung der Samenproduktion ist für *Oxalis acetosella* so groß, dass diese Art im Frühsommer eine zweite, ausschließlich kleistogame Generation von Blüten bildet (REDBO-

TORSTENSSON & BERG 1995) – obwohl kleistogame Samen dieser Art eine geringere Fitness aufweisen als xenogame Samen (BERG & REDBO-TORSTENSSON 2000).

Erfolgreiche sexuelle Fortpflanzung beinhaltet, neben der Samenproduktion, auch das Auskeimen des Samens und die Etablierung des neuen Individuums. Die junge Pflanze ist Träger eines Erbguts, welches den Spielraum der Toleranz gegenüber zahlreichen abiotischen Faktoren definiert. Unter anderem ist auch ein gewisser Zeitraum genetisch vorbestimmt, innerhalb dessen es diesem Individuum möglich ist, Blüten zu bilden. Einen indirekten Nachweis für diese genetische Blühzeitfixierung erbrachte bereits LACK im Jahr 1982. Auf landwirtschaftlich genutzten Wiesen stehende Populationen von *Centaurea scabiosa* und *Centaurea nigra* erreichten ihr Blühmaximum deutlich früher als Populationen dieser Pflanzen, die nicht auf landwirtschaftlich genutzten Flächen standen. Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen wurden Individuen des ursprünglichen Blühmaximums zu einem Zeitpunkt gemäht, als sie noch nicht zur Samenreife gelangt waren. Lediglich die Samen der früheren Blühphasen konnten sich vollständig entwickeln und erfolgreich auskeimen, wodurch sich eine Verschiebung der Blühphänologie der gesamten Population zu einem früheren Zeitpunkt hin ergab. Eine Population kann also auf Dauer nur dann eine stabile, populationstypische Blühkurve inne haben, wenn sich der Samenansatz im langjährigen Mittel direkt proportional zur Blühphänologie verhält. Die Tatsache, dass sich die Blütezeiten von 12 Frühjahrsblüher in den vergangenen einhundert Jahren in Neuschottland nicht verändert haben (VASSEUR et al. 2001) macht die theoretisch angenommene Proportionalität zwischen Samenansatz und Blühphänologie noch wahrscheinlicher.

Eine solche direkte Proportionalität fand sich in der vorliegenden Arbeit weder für den absoluten bzw. relativen Samenansatz pro Blüte noch für den Fruchtansatz. Es könnte angenommen werden, dass die Anzahl der Blütenbesucher zu gering ist, um alle Blüten erfolgreich zu bestäuben. Für *Chrysosplenium alternifolium* konnte in der vorliegenden Arbeit ein solcher Zusammenhang tatsächlich belegt werden. Mit zunehmender Blütenzahl nahm die Besucherfrequenz ab, zum Ende der Blühphänologie hin, als die Zahl der geöffneten Blüten wieder abnahm, nahm die Besucherfrequenz zu. Zudem konnte für diese Art eine streng positive Korrelation zwischen Besucherfrequenz und Samenansatz festgestellt werden. Auch KWAK & JENNERSTEN (1986) fanden einen Zusammenhang zwischen der Besucherfrequenz und dem Samenansatz bei *Rhinanthus angustifolius*. Für *Agalinis strictifolia* wies DIERINGER (1992), für *Polemonium foliosissimum* wies ZIMMERMAN (1980) Bestäuber als limitierenden Faktor für den Samenansatz nach. KUDO & SUZUKI (2002) machten ebenfalls die

---

Besucherfrequenz für den im blühphänologischen Verlauf schwankenden Samenansatz einiger Ericaceen verantwortlich.

Dabei ist die Besucherfrequenz nur einer von vielen Faktoren, die den Samenansatz beeinflussen. So wird der Reproduktionserfolg durch die Größe der Pflanzen (SANDVIK et al. 1999) sowie deren Blühzeitpunkt (DIERINGER 1991, NISHIKAWA & KUDO 1995, SANDVIK et al. 1999), durch unterschiedliche Arten der Befruchtung (MALOOF 2000), durch die Position der Blüte innerhalb einer Infloreszenz (KUDO et al. 2001), durch unterschiedliche Pollenübertragungsdistanzen (REDMOND et al. 1989), durch die Effektivität verschiedener Bestäuber (HERRERA 2000), durch die Populationsgröße (MOLANO-FLORES & HENDRIX 1999), durch die Blütendichte (BOSCH & WASER 1999, BOSCH & WASER 2001, COLAS et al. 2001), durch die Verfügbarkeit abiotischer Ressourcen (KLINKHAMMER 1994, ISAGI et al. 1997, MATTILA 2000) oder das Geschlechterverhältnis (AIZEN 1997) und durch die Anwesenheit anderer Pflanzenarten (LAVERTY 1992, CAMPBELL 1985, CARUSO 1999) beeinflusst. Eine Beeinflussung des Samenansatzes durch die Anwesenheit anderer Pflanzenarten wurde auch in der vorliegenden Arbeit gefunden. *Anemone nemorosa* und *Corydalis cava* blühten innerhalb der vierjährigen Beobachtungen während der selben Zeitspanne und erreichten sogar gemeinsam ihr Blühmaximum, dabei wurden sie von denselben Blütenbesuchergilden angefliegen. Individuen von *Anemone nemorosa*, die in unmittelbarer Nachbarschaft zu Individuen von *Corydalis cava* standen, hatten im Mittel einen signifikant niedrigeren Samenansatz als isoliert stehende Individuen von *Anemone nemorosa*. Generell scheint der Samenansatz einer großen Variabilität unterworfen zu sein, was auch von LEIMU & SYRJÄNEN (2002) für *Vincetoxicum hirundinaria* so beschrieben wurde.

In der Realität wurde also beobachtet, dass der Samenansatz nicht proportional zur Blühphänologie der Population verläuft, in der Theorie wird aber genau das erwartet. Die Lösung dieses Widerspruchs besteht darin, dass nicht der Samen- oder Fruchtansatz pro Blüte, sondern die Samengesamtproduktion der Population mit der Blühphänologie der Population positiv korrelieren muss. In der vorliegenden Arbeit war die mittlere Korrelation zwischen der Samenproduktion pro 100 m<sup>2</sup> und der Blühphänologie der Populationen stark positiv.

Rechnerisch müssten große Pflanzenpopulationen unempfindlicher gegenüber Schwankungen des Samenansatzes der einzelnen Blüte sein, als kleinere Pflanzenpopulationen. Eine maximale Anzahl Blüten müsste theoretisch selbst bei minimalem Samenansatz der Einzelblüte eine maximale Gesamtsamenproduktion der Population

hervorbringen können. Ist die Population während des gesamten Blühverlaufs groß genug, müsste die Gesamtsamenproduktion mit der Blühphänologie eher korrelieren als in Populationen mit nur relativ wenigen Blüten. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diese Annahme. Hinsichtlich der Korrelation zwischen Samenansatz und Blühphänologie wurden 10 Arten untersucht. Vier dieser Pflanzenarten waren sehr häufig und hatten einen Gesamtblumenanteil zwischen 25 und 57%. Die übrigen sechs Arten hatten einen Gesamtblumenanteil zwischen 0.8 und 4.8%. Von den vier häufigen Arten korrelierte die Gesamtsamenproduktion in drei Fällen signifikant positiv mit der Blühphänologie. Von den sechs selteneren Arten korrelierte die Gesamtsamenproduktion nur in zwei Fällen signifikant positiv mit der Blühphänologie.

Die Übereinstimmung der theoretischen Annahmen mit den vorliegenden Ergebnissen lässt zwei Schlussfolgerungen zu:

1. Der Einfluss verschiedener Faktoren auf den Samenansatz der Einzelblüte verliert umso mehr an Bedeutung für die Population, je größer die Gesamtmenge an Blüten der Population ist.
2. Je größer eine Population desto stabiler ist ihr blühphänologischer Verlauf

### **IV.3. Blütenbesucher**

In der vorliegenden Arbeit wurde die Besucherfrequenz aller Blütenbesucher an 18 Pflanzenarten aufgenommen. Dies entsprach 70% des Gesamtartenbestandes und 70% aller im U I anzutreffenden Blüten.

An den Blüten dieser 18 Pflanzenarten wurden Besucher aus 49 Familien und 11 Ordnungen beobachtet. Im Schnitt wurden die Blüten jeder Pflanzenart von Insekten aus 6.78 Familien und 3.89 Ordnungen besucht. Die mediane Anzahl Blütenbesucher lag bei 3.5 Familien und 3 Ordnungen pro Pflanzenart. Für den hohen Mittelwert sind vor allem *Chrysosplenium alternifolium* und *Euphorbia amygdaloides* verantwortlich. Allein diese Pflanzenarten wurden von Insekten aus 26 bzw. 16 verschiedenen Familien angefliegen. Die beobachtete Blütenbesucherdiversität ist nicht ungewöhnlich. Die Arbeiten von KROPF (2001) und STEINBACH (2002) bestätigen die Beobachtungen der vorliegenden Arbeit. ELLIS & ELLIS-ADAM (1993) fanden in Nordwest Europa durchschnittlich 3.5 Insektenarten pro entomophile Pflanzenart und auch OLESEN (2000) fand an 2/3 von 962 untersuchten Pflanzenarten Insekten aus jeweils 2 bis 4 Ordnungen. Weder die eigenen, noch die aus der

Literatur übernommenen Ergebnisse können auf alle Frühjahrsblüher übertragen werden. So wird *Ophrys insectifera* durch den Blütenbesuch von nur zwei verschiedenen *Argogorytes* Arten bestäubt (KULLENBERG & BERGSTRÖM 1976).

Die geographische und zeitliche Variabilität der Bestäuber spricht aber gegen eine Spezialisierung der Frühjahrsblüher. So wird *Corydalis cava* in Nordeuropa von *Bombus terrestris*, in Mitteleuropa von *Anthophora acervorum* bestäubt (OLESEN 1997). In der vorliegenden mitteleuropäischen Arbeit wurde an *Corydalis cava* nie *Anthophora acervorum*, dafür fast ausschließlich *Bombus terrestris* beobachtet. Ein Vergleich der Arbeit von KROPF (2001) im NSG Laushalde, mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit zeigt, dass in verschiedenen, nur 30 km voneinander weit entfernt liegenden Waldassoziationen deutliche Unterschiede in der Blütenbesucherfauna auszumachen sind. *Aegopodium podagraria* wurde im NSG Laushalde zu über 50% von Brachyceren, zu 27% von Apiden und zu 17% von Coleopteren besucht. In der vorliegenden Arbeit wurde der Blütenbesuch zu 92% von Coleopteren getätigt. *Anemone nemorosa* wurde im NSG Laushalde zu 51% von Coleopteren und zu 43% von Brachyceren besucht. Dies steht im deutlichen Gegensatz zu 82% Apidenbesuch in der vorliegenden Arbeit. *Apis mellifera* war im NSG Laushalde an Individuen von *Galeobdolon luteum* mit 88% der dominante Blütenbesucher, im Gegensatz zu 83% Blütenbesuch durch *Bombus pasuorum* im U I. Derartige Unterschiede lassen sich für alle Pflanzenarten die sowohl im NSG Laushalde als auch im U I beobachtet wurden dokumentieren. Für die Mehrheit der Frühjahrsblüher, die zu einem Zeitpunkt im Jahr blühen, da die Konkurrenz um Bestäuber besonders groß ist (MCCALL & PRIMACK 1992, ROBERTSON 1895), wäre es von Nachteil sich auf wenige Arten als Pollenüberträger zu spezialisieren. In Blumen von *Arum maculatum* werden für gewöhnlich fast ausschließlich Mücken der Gattung *Psychoda* gefunden (PRIME 1960, LACK & DIAZ 1991, vorliegende Arbeit), in der Nähe von Tübingen wurden aber auch große Individuenzahlen verschiedener Sphaeroceriden gefunden (ROHACEK et al. 1991). Für boreale Wälder, argumentiert LEPPIK (1957), ergibt sich die Notwendigkeit zu solcher Flexibilität dadurch, dass häufig Störungen in Form von Jahreszeiten auftreten und, dass diese Ökosysteme aufgrund der Eiszeiten zu jung sind, als dass sich Spezialisierungen hätten entwickeln können.

Generalismus scheint die Regel zu sein. Was ist jedoch Generalismus? Dafür findet sich in der Literatur keine einheitliche Definition. Ist Generalismus eine Frage der taxonomischen Vielfalt? Ist eine Pflanze generalisiert, wenn sie von verschiedenen Arten einer Familie, von verschiedenen Familien einer Ordnung oder von verschiedenen Ordnungen angefliegen wird? Eine Pflanzenart könnte auch als Generalist eingestuft werden, wenn ihr Bestäuberspektrum

einer zufälligen Auswahl der lokalen Bestäuberfauna entspricht. Oder wenn sie im Vergleich zu anderen Pflanzenarten des selben Untersuchungsgebietes ein breiteres Bestäuberspektrum aufweist (OLESEN 2000). ARMBRUSTER et al. (2000) kritisierten, dass bisherige Studien zur Generalisierung der Bestäubungssyndrome nicht zwischen evolutiver und ökologischer Spezialisierung und nicht zwischen Besuchern und Bestäubern unterscheiden. Eine Unterscheidung zwischen Besuchern und Bestäubern kann unter Umständen mühsam oder gar unnötig sein. Für viele der seltenen Blütenbesuchergruppen wurde nachgewiesen, dass sie durchaus auch die Blüten bestäuben, die sie besuchen. Bestäubung durch Ameisen ist heute allgemein bekannt (MAYER & GOTTSBERGER 2002, RAMSEY 1995, PEAKALL & JAMES 1989). Blütenbesuch durch parasitische Wespen ist bereits mehrfach beschrieben (LEIUS 1960, WILMANN & GRAFFA 1980, JERVIS et al. 1993) und eigene Beobachtungen (vgl. Abb. 128) machen auch eine Pollenübertragung wahrscheinlich. Sogar Bestäubung durch Schaben ist nachgewiesen (NAGAMITSU & INOUE 1997).

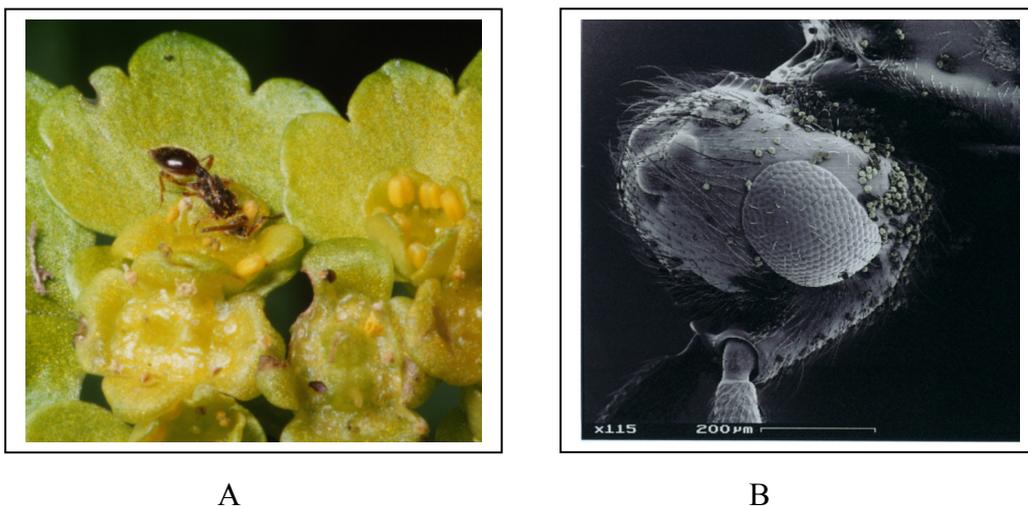


Abb. 128: Diapriidae (parasitische Hymenoptera). A: Beim Blütenbesuch auf *Chrysosplenium alternifolium* man achte auf den Kontakt mit einer der Antheren; B: Selbes Individuum, REM-Detaillaufnahme des Kopfes mit Pollen (gelb-grün eingefärbt) von *Chrysosplenium alternifolium*

Dennoch, von einer Vielzahl verschiedener Bestäuber sind womöglich nur wenige effektive Bestäuber und noch weniger haben selektiven Einfluss auf Blütenmerkmale. In anderen Worten: Eine evolutiv spezialisierte Pflanzenart kann ökologisch generalistisch sein. STEBBINS (1974) dachte an, dass der größte Selektionsdruck von der wichtigsten Bestäubergruppe während kritischer Phasen der Evolution ausgeübt wird. Ist es aber absehbar, welche Bestäubergruppe die wichtigste sein wird, oder ob sich eine Pflanzenart in einer evolutiv kritischen Phase befindet? Demnach ist es durch die alleinige Aufnahme von Bestäuberspektren praktisch unmöglich zwischen evolutiver und ökologischer Spezialisierung

zu unterscheiden. Die klassischen Bestäubungssyndrome sind ein Versuch, anhand der gegenwärtigen blütenökologisch relevanten Merkmale die bisherige evolutive Spezialisierung zu rekonstruieren. Allerdings gehen die klassischen Bestäubungssyndrome in ihrer grundsätzlichen Struktur von einer systematischen Kategorisierung der Blütenbesucher aus. Ökologische Gruppen werden nur innerhalb der systematischen Kategorien gebildet. So trennt der Gründer der klassischen Bestäubungssyndrome – DELPINO – zum Beispiel innerhalb der Bienenblumen noch die Kleinbienenblumen ab und von den Fliegenblumen werden von ihm die Kleinfliegen- und Aasfliegenblumen abgetrennt (KUGLER 1955). Eine solche Einteilung wird der Realität dennoch nicht gerecht. So sonderte WESTERKAMP (1999) aus der Gruppe der Fliegen, nektartrinkende und pollenfressende ab und behandelte sie unter „Melittophilie“ und „Psychophilie“. Bereits VAN DER PIJL (1961) relativierte die Zuverlässigkeit der „Klassen mit schlechten Grenzen aber einem klaren Zentrum“ und FÆGRI & VAN DER PIJL (1979) erkannten, dass Bestäubungssyndrome keinesfalls festgelegt und konstant sind. KUGLER (1955) beschreibt die klassischen Bestäubungssyndrome als „nicht bewährt“ und behauptet, dass dies auch die Meinung vieler anderer namhafter Autoren wäre. OLLERTON & WATTS (2000) fanden, dass die „klassischen“ Bestäubungssyndrome anhand ihrer blütenökologisch relevanten Merkmale nur schwer zu unterscheiden sind und phänotypisch nur vier tatsächlich differenzierbare Gruppen bilden:

1. Säugetiere incl. Fledermäuse
2. Fliegen + Aasfliegen + Käfer + Wespen
3. Bienen + Tagfalter (+ Vögel)
4. Motten + Sphingiden (+ Vögel)

Eine Beobachtung von HERRERA (1989) weist ebenfalls in diese Richtung. Er machte für *Lavendula latifolia* eine taxonomisch diverse Gruppe – bestehend aus Bienen und Schmetterlingen – als dominante Blütenbesuchergruppe aus. OLLERTON & WATTS (2000) betonen aber, dass eine objektive Analyse der Syndrome über eine ganze Pflanzengesellschaft hinweg bisher fehlt.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Versuch unternommen, die Interaktionen zwischen Blüten und deren Besuchern unabhängig von den klassischen Bestäubungssyndromen zu bewerten. Im U I wird von Blüten ausschließlich Nektar und Pollen angeboten. Für die Erschließung von Nektar- und Pollenquellen sind sowohl die Art der Mundwerkzeuge als

auch die Körpergröße blütenbesuchender Insekten bestimmend. Insekten mit ähnlichen morphologischen Merkmalen erschließt sich theoretisch auch dieselbe Nektar- und Pollenquelle. Sie besetzen also ein und dieselbe Nische. Da diese Insekten die selben Anforderungen an die optimale Morphologie einer Blüte stellen, üben sie auch einen in die selbe Richtung wirkenden selektiven Druck auf diese aus. Das Ausmaß dieses selektiven Drucks variiert vermutlich zwischen Vertretern unterschiedlicher Insektenarten, Familien oder Ordnungen - vor allem in Abhängigkeit von ihrer Besucherfrequenz. Die Richtung des selektiven Drucks bleibt aber die selbe und deshalb besteht in der evolutiven Konsequenz für die Blüte kein Unterschied zwischen diesen Blütenbesuchern. Demzufolge ist die Nutzung der Blüten einer Pflanzenart durch Insekten der selben Nische kein Generalismus, selbst wenn die Insekten aus verschiedenen Ordnungen stammen. Ob die untersuchten Pflanzenarten Generalisten oder Spezialisten sind, lässt sich objektiv also nur beurteilen wenn das Ausmaß des Blütenbesuchs durch morphologisch klar abzugrenzende Insektengruppen analysiert wird. Diese Überlegungen führten zur Einteilung der beobachteten Blütenbesucher in zwei Besuchergilden.

**Besuchergilde I:** Alle Insekten mit einer Körpergröße von mehr als 0.5 cm und einem Saugrüssel.

**Besuchergilde II:** Alle Insekten mit einer Körpergröße von weniger als 0.5 cm oder Insekten ohne Saugrüssel.

Der Vorteil dieser Gildenbildung besteht darin, dass die Unwägbarkeit der geographischen und zeitlichen Variabilität der Blütenbesucher gepuffert wird. Die von STEBBINS (1974) angedachte – wichtigste Bestäubergruppe – besteht nun aus einer Vielzahl taxonomisch unterschiedlicher Insektenarten. Das Ausbleiben oder zahlenmäßige Zurücktreten einer dieser Arten, in einer evolutiv kritischen Phase, und auch die Unterscheidung zwischen Besucher und Bestäuber spielt nur noch eine untergeordnete Rolle. Die Einteilung der Blütenbesucher in Gilden eignet sich also in erster Line dafür, evolutive Tendenzen aufzuzeigen.

Der Nachteil dieser Gildenbildung ist eine mit der Gildengröße einhergehende Unschärfe. Es ist nur noch möglich, Auswirkungen der Gilde, nicht mehr die Auswirkungen einzelner taxonomischer Einheiten zu beurteilen.

Die Unterscheidung funktioneller Besuchergruppen ermöglicht auch eine Definition des Begriffs Generalismus. Ein Generalist muss zwei Bedingungen erfüllen

1. Generalistische Blüten müssen von Insekten der Gilde I und der Gilde II besucht werden

2. Insekten der Gilde I und Insekten der Gilde II müssen in annähernd gleichen Häufigkeiten an den jeweiligen Blüten beobachtet werden.

Nur für eine (*Ranunculus ficaria*) der 18 untersuchten Pflanzenarten konnte eine derartige Besucherverteilung beobachtet werden. Die übrigen 17 Pflanzenarten wurden entweder durch den Blütenbesuch von Gilde I Insekten oder durch den Blütenbesuch von Gilde II Insekten dominiert. Pflanzenarten mit dominantem Blütenbesuch durch Insekten der Gilde I wurden durchschnittlich zu 90.23 % von für diese Gilde typischen Insekten besucht. Die wichtigsten Besuchergruppen innerhalb dieser Gilde waren Apidae, Pieridae und Bombyliidae. Pflanzenarten mit dominantem Blütenbesuch durch Insekten der Gilde II wurden durchschnittlich zu 88.24 % von für diese Gilde typischen Insekten besucht. Die wichtigsten Besuchergruppen innerhalb dieser Gilde waren Ichneumonidae, Nitidulidae, Melyridae, Staphylinidae, Mycetophilidae, Trichoceridae, Psychodidae und Empididae.

Gilde I Pflanzenarten wurden also hauptsächlich von Bienen, Tagfaltern und langrüsseligen Brachyceren besucht. Gilde II Pflanzenarten wurden hauptsächlich von Käfern, Mücken, Fliegen und parasitischen Wespen besucht. Hier besteht eine auffällige Ähnlichkeit mit den nach OLLERTON & WATTS (2000) phänotypisch unterscheidbaren Gruppierungen (s.o.).

94% der untersuchten Pflanzenarten waren auf Insekten der Gilde I oder der Gilde II spezialisiert. Ist diese Spezialisierung auch während evolutiv kritischer Phasen selektiv ausschlaggebend, müssten sich Blüten dieser beiden Gruppen auch anhand ihrer Lock- und Reizmittel unterscheiden.

#### **IV.4. Attraktantien**

Alle untersuchten Nektarparameter wiesen große Unterschiede zwischen Gilde I- und Gilde II-Pflanzen auf. Nektarvolumina, Nektarzuckergehalt, Saccharose-Hexose-Verhältnis und der Aminosäuregehalt der Gilde I-Pflanzen waren jeweils deutlich größer als in Gilde II-Pflanzen. Auf die Populationen hochgerechnet boten Gilde I-Pflanzen 5 mal so viel Energie wie Gilde II-Pflanzen. Vermutlich wären Pflanzen mit einem geringeren Energieangebot nicht attraktiv für die vergleichsweise großen Gilde I-Insekten, die zudem dreimal so aktiv wie Gilde II-Insekten sind. Dass Blütenbesucher mit höherem Energiebedarf größere Nektarmengen bevorzugen, scheint logisch und wird auch von CRUDEN et al. (1983) so beschrieben. Auch FRIEDMAN & SHMIDA (1995) berichten davon, dass Bienen eine Tendenz zu Blüten mit mehr Nektar zeigen. STEINBACH (2002) fand bei generalistischen Pflanzenarten

geringere Nektarmengen als bei spezialisierten Pflanzenarten. Ein Vergleich zur vorliegenden Arbeit ist möglich, da die Besucherspektren der generalistischen Pflanzenarten denen der Gilde II-Pflanzen der vorliegenden Arbeit entsprachen. Die Besucherspektren der spezialisierten Pflanzenarten bei STEINBACH (2003) entsprachen denen der Gilde I-Pflanzen der vorliegenden Arbeit.

Zwischen Gilde I- und Gilde II-Pflanzen existierte ein deutlicher Unterschied hinsichtlich des Saccharose-Hexose-Verhältnisses. Gilde I-Pflanzen hatten durchschnittlich mehr Saccharose als Hexose im Nektar. Bei Gilde II-Pflanzen waren die Verhältnisse genau umgekehrt. Die beobachteten Unterschiede waren zwar deutlich aber nicht signifikant. Lassen sich Nektarinhaltsstoffe wirklich mit den in der vorliegenden Arbeit beobachteten Blütenbesuchergilden korrelieren?

Von einer Korrelation zwischen Blütenmorphologie und Nektarzuckern berichtet bereits PERCIVAL (1961). Sie fand eine Korrelation zwischen Röhrenblüten und Saccharose dominantem Nektar. Hexosedominanz wurde von ihr tendenziell mit scheibenförmigen Blüten in Verbindung gebracht. Nach BAKER & BAKER (1983) lässt sich das Verhältnis von Saccharose zu Hexose tatsächlich mit unterschiedlichen Blütenbesuchern korrelieren und auch PROCTOR et al. (1996c) übernahmen diese Ergebnisse in einer überarbeiteten Version. Dennoch spricht einiges gegen die Aussagekraft der Zuckerverhältnisse bezüglich der zu erwartenden Blütenbesucher. Im System nach BAKER & BAKER (1983) finden sich in allen Zuckerverhältnis-Kategorien auch Bienen als dominante Blütenbesucher. Selbst die Unterscheidung zwischen lang- und kurzrüsseligen Bienen ändert nicht viel an der Tatsache, dass Vertreter dieser Gruppen fast jede Art von Nektar akzeptieren. Lang- und kurzrüsselige Bienen wurden in drei von vier Zuckerverhältniskategorien als dominante Blütenbesucher beobachtet. Teilweise wurden funktionell und systematisch völlig verschiedene Blütenbesucher als Hauptblütenbesucher einer bestimmten Zuckerverhältniskategorie zugeordnet. Die auf realen Beobachtungen basierende Einteilung nach BAKER & BAKER (1983) legt bei genauerer Betrachtung nahe, dass bestimmte Zuckerverhältnisse nicht von bestimmten Blütenbesuchern bevorzugt werden. So scheint auch die von BAKER & BAKER (1990) beschriebene Bevorzugung hexosedominanten Nektars durch Bienen fraglich. RUSTERHOLZ & EHRHARDT (1998) gehen beispielsweise von einer Saccharosepräferenz durch Apiden aus. Dies legen auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit nahe. Der Nektar von Gilde I Pflanzen war Saccharose dominant, die Hauptblütenbesucher waren dabei Bienen. Auch BARNES et al. (1995) sehen Probleme in der Aussagekraft des Systems nach BAKER & BAKER (1983). Gegen eine solche Interpretation der Nektarinhaltsstoffe spricht auch deren

---

hohe Variabilität. SCHMIDT (1998) konnte zeigen, dass nur sehr große Stichprobenumfänge Nektarinhaltsstoffe repräsentativ beschreiben können. Zum Beispiel ändert sich die Zuckerkonzentration des Nektars im blüphanologischen Verlauf der Einzelblüte aufgrund von Reabsorption und in Abhängigkeit von der Umgebungsluftfeuchte (NICOLSON 1995). Blütenbesuch hängt, nach theoretischen Überlegungen von CORBET et al. (1995) denn auch eher von der Erreichbarkeit des Nektars ab. SOUTHWICK et al. (1981) konnten dies auch in der Realität belegen. Am Beispiel von neun untersuchten Pflanzenfamilien wiesen sie nach, dass Bestäuber nicht nach Nektar mit einem definierten Saccharose-Hexose-Verhältnis suchten, sondern sich nach der Erreichbarkeit des Nektars richteten. Auch von MACIOR (1974) wurde ein solches Verhalten bei Hummeln beobachtet.

Sicherlich sind die Beobachtungen aller angeführter Autoren richtig. Aufgrund der gegenteiligen Ergebnisse nehme ich aber an, dass sich Nektarinhaltsstoffe nicht eignen, um Blütenbesucher zu prognostizieren.

Ein ähnliches Problem ergibt sich für die Blütenfarben. Während einige Autoren von Farbpräferenzen bestimmter Blütenbesucher sprechen, beobachteten andere das genaue Gegenteil. Jede einzelne Blüte verschiedener *Pulmonaria*-Arten vollzieht im Laufe ihrer Phänologie einen Farbwechsel von rot über violett nach blau. An *Pulmonaria collina* wurde eine Bevorzugung roter Blüten durch die beobachteten Blütenbesucher beobachtet (OBERRATH et al. 1995, OBERRATH & BÖHNING-GAESE 1999). In einem anderen Fall wurde dagegen beobachtet, dass *Bombus pascuorum* keine der drei verschiedenen Farbtypen von *Pulmonaria officinalis* bevorzugte (CHRIST & GOTTSBERGER 2000). Dennoch sind Farbpräferenzen ein schlüssiges Argument für die Begründung von Farbpolymorphismen bestimmter Pflanzenarten (KAY 1978). Für gleichzeitig blühende Pflanzenarten beobachtete CHITTKA (1997) Farbunterschiede, die allerdings nicht größer waren als man durch eine zufällige Farbverteilung im Farbraum erwarten würde. Die Unterschiede werden allerdings deutlicher wenn man seltene Pflanzenarten, die vermutlich farbliche Mimikrininge mit den häufigeren Pflanzenarten bilden, nicht berücksichtigt. Farbunterschiede zwischen Pflanzenarten fördern die Blütenkonstanz der Bestäuber (CHITTKA et al. 1997). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit waren jedoch gegenteiliger Natur. Vier gleichzeitig blühende Arten des Botanischen Gartens der Universität Ulm wurden von *Bombus pascuorum* entsprechend ihrer Häufigkeiten besucht. Darunter waren farblich sehr verschiedene Arten wie *Vicia cracca* und *Lathyrus pratensis*. Verhaltensexperimente zeigten aber immer wieder, dass Farbpräferenzen sowohl bei der Blütenwahl (KELBER 1997, GOULSON & CORY 1993) als auch bei der Partnerwahl (KNÜTTEL 2003) eine Rolle spielen. Verhaltensexperimente können

aber niemals alle Bedingungen berücksichtigen die in einer Lebensgemeinschaft anzutreffen sind. Vermutlich wird der Blütenbesuch letztendlich nicht von der „Lieblingsfarbe“ eines Insekts beeinflusst, sondern vielmehr von der Anwesenheit anderer Insekten (GOULSON et al. 1998) und von der relativen Blütendichte (STOUT et al. 1998) der im Gebiet vorkommenden Pflanzenarten. So konnten WASER et al. (1995) für die Blütenbesucher an 154 Pflanzenarten eines Reservats nahe Berlin keine Farbpräferenzen feststellen.

Aufgrund derart unterschiedlicher Ergebnisse wurde in der vorliegenden Arbeit der Versuch unternommen nicht nach Präferenzen hinsichtlich der absoluten Farbqualität, sondern nach Präferenzen hinsichtlich der Kontrastverhältnisse in Blüten zu suchen. Das Kontrastverhältnis wurde durch das Verhältnis der mittleren Reflexion der zentralen Elemente zu der mittleren Reflexion der peripheren Elemente [ $\frac{\text{Ø Reflexion des Zentrums}}{\text{Ø Reflexion der Peripherie}}$ ] ausgedrückt. Diese Herangehensweise basiert auf der Beobachtung, dass das Verhalten verschiedener Blütenbesucher unter anderem auch vom Farbkontrast zwischen Corolla und Staubgefäßattrappen abhängt (LUNAU & WACHT 1997, LUNAU 2000). Diese Methode erhebt nicht den Anspruch eine absolute Aussage über Zusammenhänge zwischen Blütenfarben und Blütenbesuchern zu ermöglichen und aufgrund der starken Datenkomprimierung verliert die Methode zudem an Schärfe. Dennoch zeigt sie meines Erachtens deutliche Tendenzen auf, die durch ein schärferes Trennen der Farb- und Blütenbesuchergruppen im Verborgenen bleiben würden. Das Ergebnis war statistisch signifikant. Blüten der Gilde I und Blüten der Gilde II zeigten ein gegensätzliches Kontrastverhalten. Während die zentralen Elemente der Gilde I-Blüten schwächer reflektierten als die peripheren Elemente, reflektierten bei Gilde II-Blüten die peripheren Elemente schwächer als die zentralen Elemente. Dieser Unterschied ist der Wissenschaft bisher nicht bekannt. Ein Erklärungsansatz findet sich aber womöglich in unterschiedlichen Nahrungsgewohnheiten der Gilde I- und Gilde II-Insekten. Es kann vermutet werden, dass ursprünglich Pollen windblütiger Pflanzenarten von vielen Insekten als Nahrungsquelle genutzt wurde. Und es ist denkbar, dass daraus Pflanzenarten evolvierten, die sich den Blütenbesuch der Insekten zu Nutze machten, wobei es dann sinnvoll war die ursprüngliche Nahrung auch weiterhin anzubieten oder sie in Form und/oder Farbe nachzuahmen (OSCHE 1979). Eine solche Evolution funktioniert theoretisch aber nur wenn die pollenfressenden Insekten auf Pollen als Nahrungsquelle spezialisiert sind. Da Pollen von großer Farbreinheit ist kann dessen Lockwirkung, durch ihn umgebende, weniger farbreine Blütenelemente verstärkt werden. STANTON (1986) belegte am Beispiel von *Raphanus sativus* experimentell, dass die Blütenfarbevolution durch Selektion der männlichen Funktion der Blüte

vorangetrieben wird. Die Beobachtungen von LUNAU & WACHT (1997) an einem Vertreter der Apiden und an einem Vertreter der Syrphiden deuten in dieselbe Richtung. Sowohl die Apiden als auch einige Vertreter der Syrphiden gehören zu den typischen Blütenbesuchern der Gilde I-Pflanzen. Vermutlich waren ursprünglich nicht alle Insekten auf Pollen als Nahrungsquelle spezialisiert und auch heute gibt es unter den Insekten Arten die nicht auf Pollen spezialisiert sind. Diese Insekten als Blütenbesucher anzusprechen, könnte für die um Bestäubung konkurrierenden Pflanzenarten der evolutive Auslöser gewesen sein, sich farblich andersartig einzunischen. Die Blütenfarbe der Gilde II-Insekten zeigt eine Tendenz ins Grün und hebt sich von den umgebenden Blättern farblich nicht ab. Es kann also vermutet werden, dass Gilde II Insekten weniger aufgrund farblicher Reize als aufgrund des abgegebenen Dufts zu den Blüten finden.

## VI. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigte sich mit der Blütenökologie der Krautschicht naturnaher Wälder in der Umgebung von Ulm. Dabei standen die quantitative Phänologie des Blühens einzelner Arten und der gesamten Krautschicht, die quantitative Phänologie des Samen- und Fruchtansatzes der Krautschicht, die quantitative Aufnahme von Besucherspektren, die Analyse von Nektarinhaltsstoffen, die Ermittlung der Nektarvolumina und die objektive Erfassung der Farbreflexionsspektren der Blüten im Mittelpunkt des Interesses. Die so gewonnenen Daten wurden hinsichtlich ihrer Bedeutung für die untersuchte Lebensgemeinschaft interpretiert.

Die Auswertung der phänologischen Daten offenbarte ein über die Jahre hinweg konstantes Blühverhaltensmuster der Krautschicht verschiedener Wälder der Ulmer Umgebung. Dieses Blühverhaltensmuster zeichnet sich durch drei deutlich voneinander getrennte Blühmaxima aus. Die Blühtäler zwischen den Blühmaxima sind vermutlich das Resultat der Konkurrenz um Bestäubung zwischen Pflanzenarten der Krautschicht und Pflanzenarten außerhalb der Krautschicht. Dabei spielen vermutlich Arten der Baum- und Strauchschicht und auch Arten außerhalb der Wälder eine Rolle.

Das blühphänologische Verhalten der einzelnen Pflanzenarten war zwischen den Jahren großen Schwankungen unterworfen. Dabei variierte die Blütenmenge stärker als die Blühdauer der einzelnen Arten. Häufige Arten der Krautschicht waren von diesen Schwankungen deutlich weniger betroffen als seltenere Arten. Dies deutet darauf hin, dass größere Populationen stabiler sind als kleinere Populationen.

Für diese Theorie sprechen auch die Ergebnisse des Samen- und Fruchtansatzes. Der Samenansatz der Einzelblüte war sowohl bei häufigen als auch bei seltenen Arten großen Schwankungen unterworfen. In der Gesamtsamenproduktion größerer Populationen machten sich diese Schwankungen aber deutlich weniger bemerkbar als in der Gesamtsamenproduktion kleinerer Populationen.

Die beobachteten Blütenbesucher wurden abhängig von morphologisch funktionellen Gesichtspunkten in zwei Besuchergilden aufgeteilt.

**Besuchergilde I:** Alle Insekten mit einer Körpergröße von mehr als 0.5 cm und einem Saugrüssel.

**Besuchergilde II:** Alle Insekten mit einer Körpergröße von weniger als 0.5 cm oder Insekten ohne Saugrüssel.

11 der 18 beobachteten Pflanzenarten wurden durch den Besuch von Gilde I-Insekten dominiert. Sechs Pflanzenarten wurden durch den Besuch von Gilde II-Insekten dominiert. Nur eine Pflanzenart wurde zu gleichen Teilen von Gilde I- und Gilde II-Insekten besucht. Innerhalb der Gilde I waren Bienen die häufigsten Blütenbesucher. Insgesamt wurden von Bienen 43% aller beobachteten Blütenbesuche getätigt. Mehr als die Hälfte der Blütenbesucheraktivität und damit vermutlich auch ein Großteil der Bestäuberleistung, entfällt in der untersuchten Lebensgemeinschaft also auf nicht apidoide Insekten.

Die Nektarvolumina, Nektarzucker und Nektaraminosäuren unterscheiden sich deutlich aber nicht signifikant zwischen Gilde I- und Gilde II-Pflanzen. Der Unterschied in der Farbmusterung war zwischen beiden Gruppen sogar signifikant. Während die zentralen Elemente der Gilde I-Blüten schwächer reflektierten als die peripheren Elemente, reflektierten bei Gilde II-Blüten die peripheren Elemente schwächer als die zentralen Elemente. Diese Ergebnisse legen nahe, dass tatsächlich morphologisch und funktionell ähnliche Blütenbesucher und nicht systematische Gruppen – wie bei den klassischen Bestäubungssyndromen angenommen – einen in die selbe Richtung wirkenden selektiven Druck auf blütenökologisch relevante Merkmale ausüben.

## VII. Summary

The present work deals with the flowering ecology of the ground layer of old grown forests near the city of Ulm, South Germany. Interest was focused on the flowering phenology of single species as well as of the whole ground layer, the phenology of fruit- and seed-set of individuals and populations, flower visiting frequency, nectar sugars, nectar amino acids, nectar amount and the color reflection of the flowers. The influence and importance of these parameters was analysed and discussed on the community level.

The data on the flowering phenology of the ground layer revealed a distinct and constant pattern during the years of observation. Typical for this pattern were three flowering peaks. The periods between the flowering peaks with only a few flowers are presumed to be the visible result of competition for pollinators between plant species within the ground layer and plant species outside of the ground layer, such as shrubs or trees.

A great variability between years was observed for the flowering phenology of single species. Variability was greater for the flower number than for the duration of flowering. These variability was greater in rare plant species than in common ones, indicating that large populations are more stable than small populations. The same conclusions may be drawn considering the results of the fruit- and seed-set. Seed-set per flower varied strongly in common as well as in rare plants, but seed-set on the population level varied less in large populations compared to small populations.

Two guilds of flower visitors were distinguished with respect to morphological and functional, but not systematical, similarities.

**Guild I:** Insects with a body size larger than 0.5 cm and a proboscis.

**Guild II:** Insects with a body size smaller than 0.5 cm or without a proboscis.

Eleven of the eighteen observed plant species were mainly visited by insects of guild I. Six plant species were mainly visited by guild II-insects. One plant species was visited to equal parts by insects of guild I and II. Within the community the most active insects were bees. 43% of all flower visiting was done by bees. 57% of all flower visiting activity depends on other insects than bees.

Between guild I- and guild II-plants a distinct but statistically not significant difference in nectar amount, nectar sugar and nectar aminoacids was found. The difference of color reflection patterns between the two guilds was statistically significant. Central flower parts of guild I-plants reflected less intense than outer flower parts. Within guild II-plants these reflection pattern was the other way round, with the outer flower parts reflecting less intense

than the central parts. Therefore, the conclusion may be drawn that flower visitors similar in morphology and function, but not flower visitors related to each other systematically, are of evolutionary importance for the development of floral traits. This is different to the classical pollination syndrome theory.

## VIII. Literatur

Aizen, M.A. (1997): Influence of local floral density and sex ratio on pollen receipt and seed output: empirical and experimental results in dichogamous *Alstroemeria aurea* (Alstroemeriaceae). – *Oecologia* 111: 404-412.

Aldinger, E.; Hübner, W.; Michiels, H.-G.; Mühlhäußer, G.; Schreiner, M.; Wiebel, M. (1998): Überarbeitung der standortkundlichen regionalen Gliederung im Südwestdeutschen standortkundlichen Verfahren. – *Mitt. Ver. Forstl. Standortkunde u. Forstpflanzenzüchtung* 39: 5-71.

Anderson, R.C.; Schelfhout, S. (1980): Phenological patterns among tallgrass prairie plants and their implications for pollinator competition. – *Am. Midland Naturalist* 104: 253-262.

Argyres, A.; Schmitt, J. (1991): Microgeographic genetic structure of morphological and life history traits in a natural population of *Impatiens capensis*. – *Evolution* 45: 178-189.

Armbruster, W.S.; Fenster, C.B.; Dudash, M.R. (2000): Pollination “principles” revisited: specialization, pollination syndroms, and the evolution of flowers. – *Det norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapelige Klasse, Skrifter, Ny Serie* 39: 179-200.

Baker, H.G. (1959): Reproductive methods as factors in speciation in flowering plants. – *Cold Spr. Harb. Symp. Quant. Biol.* 24: 177-190.

Baker, H.G.; Baker, I. (1983): A brief historical review of the chemistry of floral nectar. – pp. 126-152 in: Bentley, B.; Elias, T. (eds.): *The Biology of Nectaries*. Columbia University Press, New York.

Baker, H.G.; Baker, I. (1990): The predictive value of nectar chemistry to the recognition of pollinator types. – *Israel J. Bot.* 39: 157-186.

Barnes, K.; Nicolson, S.W.; Vanwyk, B.E. (1995): Nectar sugar composition in *Erica*. – *Biochem. System. Ecol.* 23: 419-423.

Begon, M.; Harper, J.L.; Townsend, C.R. (1991): Interspezifische Konkurrenz. – pp. 261-303 in: Begon, M.; Harper, J.L.; Townsend, C.R. (eds.): *Ökologie. Individuen, Populationen, Lebensgemeinschaften*. Birkhäuser, Basel.

Berg, H.; Redbo-Torstensson, P. (2000): Offspring performance in *Oxalis acetosella*, a cleistogamous perennial herb. – *Plant Biol.* 2: 638-645.

Berg, H. (2002): Population dynamics in *Oxalis acetosella*: the significance of sexual reproduction in a clonal, cleistogamous forest herb. – *Ecography* 25: 233-243.

Bethke, H.; Haas, H.; Stocker, O. (1965): Über den Wasser- und Photosynthesehaushalt einiger Frühjahrsgeophyten. – *Flora* 156: 8-49.

- 
- Bosch, M.; Waser, N.M. (1999): Effects of local density on pollination and reproduction in *Delphinium nuttallianum* and *Aconitum columbianum* (Ranunculaceae). – Am. J. Bot. 86: 871-879.
- Bosch, M.; Waser, N.M. (2001): Experimental manipulation of plant density and its effect on pollination and reproduction of two confamilial montane herbs. – Oecologia 126: 76-83.
- Brody, A.K. (1997): Effects of pollinators, herbivores, and seed predators on flowering phenology. – Ecology 78: 1624-1631.
- Campbell, D.R. (1985): Pollinator sharing and seed set of *Stellaria pubera*: competition for pollination. – Ecology 66: 544-553.
- Caruso, C.M. (1999): Pollination of *Ipomopsis aggregata* (Polemoniaceae): effects of intra- vs. interspecific competition. – Am. J. Bot. 86: 663-668.
- Chittka, L. (1997): Bee color vision is optimal for coding flower color, but flower colors are not optimal for being coded – why? – Israel J. Pl. Sci. 45: 115-127.
- Chittka, L.; Gumbert, A.; Kunze, J. (1997): Foraging dynamics of bumble bees: correlates of movements within and between plant species. – Behav. Ecol. 8: 239-249.
- Christ, K.-D. (1999): Blütenökologie ausgewählter Frühjahrsblüher in einem Hangbuchenwald bei Dietenheim, südlich von Ulm. Kartierung, Phänologie der Arten und Populationen, Attraktantien. – Unveröff. Diplomarbeit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Ulm.
- Christ, K.-D.; Gottsberger, G. (2000): Die Stochastik des Blütenbesuchs am Beispiel von *Bombus pascuorum*. – 30. Jahrestagung Gesellschaft für Ökologie, Kiel.
- Christ, K.-D.; Dieterle, A.; Gottsberger, G. (2001): Pollinators, pollen ovule ratio and the extend of cross-versus self-fertilization in the groundlayer of a spring wildflower community in a Central European Forest. – Phytomorphology Golden Jubilee Issue: 529-540.
- Colas, B.; Olivieri, I.; Riba, M. (2001): Spatio-temporal variation of reproductive success and conservation of the narrow-endemic *Centaurea corymbosa* (Asteraceae). – Biological Conservation 99: 375-386.
- Corbet, S.A.; Saville, N.M.; Fussell, M.; Prys-Jones, O.E.; Unwin, D.M. (1995): The competition box: a graphical aid to forecasting pollinator performance. – J. Appl. Ecol. 32: 707-719.
- Cruden, R.W. (1977): Pollen-ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. – Evolution 31: 32-46.
- Cruden, R.W.; Hermann, S.M.; Peterson, S. (1983): Patterns of nectar production and plant-pollinator coevolution. – pp. 80-125 in: Bentley, B.; Elias, T. (eds.): The Biology of Nectaries. Columbia University Press, New York.

Daumann, E. (1932): Über „Scheinnektarien“ von *Parnassia palustris* und anderen Blütenarten. – Jahrb. Wiss. Bot. 77: 104-149.

Dieringer, G. (1991): Variation in individual flowering time and reproductive success of *Agalinis strictifolia* (Scrophulariaceae). – Am. J. Bot. 78: 497-503.

Dieringer, G. (1992): Pollinator limitation in populations of *Agalinis strictifolia* (Scrophulariaceae). – Bull. Torrey Bot. Club 119: 131-136.

Dierschke, H. (1982): Pflanzensoziologische und ökologische Untersuchungen in Wäldern Süd-Niedersachsens. I. Phänologischer Jahresrhythmus sommergrüner Laubwälder. – Tuexenia 2: 173-194.

Dieterle, A. (1999): Blütenökologie ausgewählter Frühjahrsblüher in einem Hangbuchenwald bei Dietenheim, südlich von Ulm. Reproduktionsbiologie, P/O-Ratio und Blütenbesucher. – Unveröff. Diplomarbeit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Ulm.

Ellis, W.N.; Ellis-Adam, A.C. (1993): To make a meadow it takes a clover and a bee: the entomophilous flora of N.W. Europe and its insects. – Bijdragen tot de Dierkunde 63: 193-220.

Eriksson, O. (1995): Seedling recruitment in deciduous forest herbs: the effects of litter. Soil chemistry and seed bank. – Flora 190: 65-70.

Esche, T. (1992): konkurrieren Nachtschmetterlinge um Blüten? Untersuchungen zu Nischentrennung und Bestäubungseffektivität. – Dissertation, Fakultät für Biologie, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg.

Fagerström, T.; Ågren, G.I. (1980): Phenological spread in plants: a result of adaptations to environmental stochasticity? – Vegetatio 43: 83-86.

Fægri, K.; Pijl, L. van der (1979): The Principles of Pollination Ecology (2nd ed.). – Pergamon Press, Oxford.

Frech, M. (2001): Blütenökologie der Frühjahrsblüher in einem Eichen-Hainbuchen-Mischwald. Phänologie, Reproduktion und P/O. – Unveröff. Diplomarbeit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Ulm.

Friedman, J.W.; Shmida, A. (1995): Pollination, gathering nectar and the distribution of flower species. – J. theor. Biol. 175: 127-138.

Goethe, J.W. von (1790): Die Metamorphose der Pflanzen. – Acta humaniora der Verlag Chemie GmbH, Weinheim (Faksimile 1984).

Gottsberger, G. (1999): Bestäubungsbiologie altertümlicher Bedecktsamer (Angiospermen). - Kleine Senckenberg-Reihe 33:118-124.

Goulson, D.; Cory, J.S. (1993): Flower constancy and learning in foraging preferences of the green-veined butterfly *Pieris napi*. – Ecol. Entomol. 18: 315-320.

- 
- Goulson, D.; Hawson, S.A.; Stout, J.C. (1998): Foraging bumblebees avoid flowers already visited by conspecific or by other bumblebee species. – *Anim. Behav.* 55: 199-206.
- Hagerup, O. (1950): Rain-pollination. – *Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab. Biologiske Meddelelser* 5: 1-19.
- Hartmann, U. (1988): Flower biological dynamics in a dry meadow (*Arrhenatheretum Elatioris Salvietosum*) near Giessen. – *Lagascalia* 15: 651-659.
- Heinrich, B. (1976): The foraging specializations of individual bumblebees. – *Ecol. Monographs* 46: 105-128.
- Heithaus, E.R. (1974): The role of plant-pollinator interactions in determining community structure. – *Ann. Mis. Bot. Gard.* 61: 675-691.
- Heithaus, E.R. (1979): Community structure of neotropical flower visiting bees and wasps: diversity and phenology. – *Ecology* 60: 190-202.
- Herrera, C.M. (1989): Pollinator abundance, morphology, and flower visitation rate: analysis of the „quantity“ component in a plant-pollinator system. – *Oecologia* 80: 241-248.
- Herrera, C.M. (2000): Flower-to-seedling consequences of different pollination regimes in an insect pollinated shrub. – *Ecology* 81: 15-29.
- Herzig, P. (1994): Phänologie und Reproduktionsbiologie zehn einheimischer Blütenpflanzen der Krautschicht mitteleuropäischer Wälder. – Diplomarbeit, Fachbereich Biologie, Justus-Liebig-Universität Giessen.
- Hofmeister, H. (1997): *Lebensraum Wald*. 4. Auflage. – Paul Parey, Berlin.
- Holderegger, R. (1996): effects of litter removal on the germination of *Anemone nemorosa* L. – *Flora* 191:175-178.
- Holderegger, R.; Stehlik, I.; Schneller, J.J. (1998): Estimation of the relative importance of sexual and vegetative reproduction in the clonal woodland herb *Anemone nemorosa*. – *Oecologia* 117: 105-107.
- Hornstein, F. von (1951): *Wald und Mensch. Waldgeschichte des Alpenvorlandes Deutschlands, Österreichs und der Schweiz*. – Otto Maier, Ravensburg.
- Isagi, Y.; Sugimura, K.; Sumida, A.; Ito, H. (1997): How does masting happen and synchronize? – *J. theor. Biol.* 187: 231-239.
- Jervis, M.A.; Kidd, N.A.C.; Fitton, M.G.; Huddelston, T. Dawah, H.A. (1993): Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. – *J. Nat. His.* 27: 67-105.
- Kay, Q.O.N. (1978): The role of preferential and assortive pollination in the maintenance of flower colour polymorphisms. – *Linnean Society Symposium Series* 6: 175-190.

Kelber, A. (1997): Innate preferences for flower features in the hawkmoth *Macroglossum stellatarum*. – J. Ex. Biol. 200: 827-836.

Kevan, P.G.; Tikhmenev, E.A.; Usui, M. (1993): Insects and plants in the pollination ecology of the boreal zone. – Ecological Research 8: 247-267.

Klinkhammer, P.G.L.; Jong, T.J. de; Nell, H.W. (1994): Limiting factors for seed production and phenotypic gender in the gynodioecious species *Echium vulgare* (Boraginaceae). – Oikos 71: 469-478.

Knüttel, H. (2003): Flavonoidinduzierte phänotypische Plastizität in der Flügelfärbung des Bläulings *Polyommatus icarus* (Lepidoptera: Lycaenidae) und ihre Bedeutung für Partnerwahl und Arterkennung. – Dissertation, Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften der Universität Bayreuth.

Kratochwil, A. (1991): Blüten-/Blütenbesucher-Konnexe: Aspekte der Co-Evolution der Co-Phänologie und der Biogeographie aus dem Blickwinkel unterschiedlicher Komplexitätsstufen. – Annali di Botanica 49: 43-108.

Kratochwil, A. (1988): Co-phenology of plants and anthophilous insects: a historical area-geographical interpretation. – Entomol. Gener. 13: 67-80.

Kropf, S. (2001): Blütenökologie der Frühjahrsblüher in einem Eichen-Hainbuchen-Mischwald. Attraktantien und Blütenbesucher. – Unveröff. Diplomarbeit, Fakultät für Naturwissenschaften, Universität Ulm.

Kuchling, H. (1991): Taschenbuch der Physik. – Verlag Harri Deutsch, Thun und Frankfurt/Main.

Kudo, G.; Maeda, T.; Narita, K. (2001): Variation in floral sex allocation and reproductive success within inflorescences of *Corydalis ambigua* (Fumariaceae): pollination efficiency or resource limitation? – J. Ecol. 89: 48-56.

Kudo, G.; Suzuki, S. (2002): Relationships between flowering phenology and fruit-set of dwarf shrubs in alpine fellfields in Northern Japan: a comparison with a subarctic heathland in Northern Sweden. – Arctic, Antarctic, and Alpine Research 34: 185-190.

Kugler, H. (1955): Zum Problem der Dipterenblumen. – Österreichische Botanische Zeitschrift 4/5: 529-541.

Kullenberg, B.; Bergström, G. (1976): Hymenoptera Aculeata males as pollinators of *Ophrys* orchids. – Zoologica scripta 5: 13-23.

Kwak, M.M.; Jennersten, O. (1986): The significance of pollination time and frequency and of purity of pollen loads for seed set in *Rhinanthus angustifolius* (Scrophulariaceae) and *Viscaria vulgaris* (Caryophyllaceae). – Oecologia 70: 502-507.

Lack, A.J. (1982): Competition for pollinators in the ecology of *Centaurea scabiosa* L. and *Centaurea nigra* L. I. Variation in flowering time. – New Phytologist 91: 297-308.

- 
- Lack, A.J.; Diaz, A. (1991): The pollination of *Arum maculatum* L. – a historical review and new observations. – *Watsonia* 18: 333-342.
- Larcher, W. (1994): *Ökophysiologie der Pflanzen*. 5. Auflage. – Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Lausi, D.; Pignatti, S. (1973): Die Phänologie der europäischen Buchenwälder auf pflanzensoziologischer Grundlage. – *Phytocoenologia* 1: 1-63.
- Laverty, T.M. (1992): Plant interactions for pollinator visits: a test of the magnet species effect. – *Oecologia* 89: 502-508.
- Leimu, R.; Syrjänen, K. (2002): Effects of population size, seed predation and plant size on male and female reproductive success in *Vincetoxicum hirundinaria* (Asclepiadaceae). – *Oikos* 98: 229-238.
- Leius, K. (1960): Attractiveness of different foods and flowers to the adults of some hymenopterous parasites. – *The Canadian Entomologist* 99: 369-376.
- Leppik, E.E. (1957): Evolutionary relationship between entomophilous plants and anthophilous insects. – *Evolution* 11: 466-481.
- Levin, D.A.; Anderson, W.W. (1970): Competition for pollinators between simultaneously flowering species. – *Am.Nat.* 104: 455-467.
- Lunau, K. (2000): The ecology and evolution of visual pollen signals. – *Plant Syst. Evol.* 222: 89-111.
- Lunau, K.; Wacht, S. (1997): Signalfunktion von Pollen. – *Biologie in unserer Zeit* 3/97: 169-181.
- Maccagnani, B.; Ladurner, E.; Santi, F.; Burgio, G. (2003): *Osmia cornuta* (Hymenoptera, Megachillidae) as a pollinator of pear (*Pyrus communis*): fruit- and seed set. – *Apidologie* 34: 207-216.
- Macior, L.W. (1974): Pollination ecology of the front range of the Colorado Rocky Mountains. – *Melandria* 15: 1-59.
- Macior, L.W. (1978): Pollination ecology of vernal angiosperms. – *Oikos* 30: 452-460.
- Maloof, J.E. (2000): Reproductive biology of a North American subalpine plant: *Corydalis caseana* A. GRAY ssp. *brandegei* (S. WATSON) G.B. OWNBEY. – *Plant Sp. Biol.* 15: 281-288.
- Marsden-Jones, E.M. (1935): *Ranunculus ficaria* Linn.: life history and pollination. – *J. Linn. Soc.* 20: 115-135.
- Mattila, E. (2000): The effects of water stress and pollen availability on reproductive success of *Platanthera bifolia* (Orchidaceae). – *Det norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapelige Klasse, Skrifter, Ny Serie* 39: 161-178.

Mayer, E.; Gottsberger, G. (2002): Die Auswirkungen von Ameisen auf den Reproduktionserfolg des Quendelblättrigen Sandkrautes (*Arenaria serpyllifolia*, Caryophyllaceae). – Bot. Jahrb. Syst. 124: 31-47.

McCall, C.; Primack, R.B. (1992): Influence of flower characteristics, weather, time of day, and season on insect visitation rates in the plant communities. – Am. J. Bot. 79: 434-442.

Memmott, J. (1999): The structure of a plant-pollinator food web. – Ecology Letters 2:276-280.

Meyer, K.; Hellwig, F.H. (1996): Untersuchungen zur Rhizommorphologie und Wachstumsstrategien von Geophyten des Göttinger Waldes. – Tuexenia 16: 65-71.

Molano-Flores, B.; Hendrix, S.D. (1999): The effects of population size and density on the reproductive output of *Anemone canadensis* L. (Ranunculaceae). – Int. J. Plant. Sci. 160: 759-766.

Moldenke, A.R. (1975): Niche specialization and species diversity along a California transect. – Oecologia 21: 219-242.

Mosquin, T. (1971): Competition for pollinators as a stimulus for the evolution of flowering time. – Oikos 22: 398-402.

Motten, A.F. (1986): Pollination ecology of the spring wildflower community of a temperate deciduous forest. – Ecological Monographs 56: 21-42.

Müller, H. (1873): Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. – Engelmann, Leipzig.

Müller, H. (1879): Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten. II. – Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande 36: 198-268.

Nagamitsu, T.; Inoue, T. (1997): Cockroach pollination and breeding system of *Uvaria elmeri* (Annonaceae) in a lowland mixed-Dipterocarp forest in Warawak. – Am. J. Bot. 84: 208-213.

Nicolson, S.W. (1995): Direct demonstration of nectar reabsorption in the flowers of *Grevillea robusta* (Proteaceae). – Funct. Ecol. 9: 584-588.

Nishikawa, Y.; Kudo, G. (1995): Relationship between flower number and reproductive success of a spring ephemeral herb, *Anemone flaccida* (Ranunculaceae). – Plant Species Biol. 10: 111-118.

Oberrath, R.; Zanke, C.; Böhning-Gaese, K. (1995): Triggering and ecological significance of floral color change in Lungwort (*Pulmonaria spec.*). – Flora 190: 155-159.

Oberrath, R.; Böhning-Gaese, K. (1999): Floral colour change and the attraction of insect pollinators in lungwort (*Pulmonaria collina*). – Oecologia 121: 383-391.

Olejniczak, P. (2001): Evolutionarily stable allocation to vegetative and sexual reproduction in plants. – Oikos 95: 156-160.

- 
- Olesen, J.M. (1997): From naiveté, to experience: bumblebee queens (*Bombus terrestris*) foraging on *Corydalis cava* (Fumariaceae). – J. Kansas Entomol. Soc. 69: 274-286
- Olesen, J.M. (2000): Exactly how generalised are pollination interactions? – Det norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapelige Klasse, Skrifter, Ny Serie 39: 161-178.
- Ollerton, J.; Watts, S. (2000): Phenotype space and floral typology: towards an objective assessment of pollination syndroms. – Det norske Videnskaps-Akademi. I. Matematisk Naturvidenskapelige Klasse, Skrifter, Ny Serie 39: 149-159.
- Osche, G. (1979): Zur Evolution optischer Signale bei Blütenpflanzen. – Biologie in unserer Zeit 9/79: 161-170.
- Peakall, R.; James, S.H. (1989): Outcrossing in an ant pollinated clonal orchid. – Heredity 62: 161-167.
- Percival, M.S. (1961): Types of nectar in angiosperms. – New Phytol. 60: 235-281.
- Pijl, L. van der (1961): Ecological aspects of flower evolution. II. Zoophilous flower classes. – Evolution 15: 44-59.
- Piroznikow, E. (1994): Demography of *Anemone nemorosa* L. in dry-site deciduous forest (*Tilio-Carpinetum*) in the Bialowieza forest. – Ekol. pol. 42: 155-172.
- Pleasants, J.M. (1980): Competition for bumblebee pollinators in Rocky Mountain plant communities. – Ecology 61: 1446-1459.
- Prime, C.T. (1960): Lords and Ladies. – Collins, London.
- Proctor, M.; Yeo, P.; Lack, A. (1996): The Natural History of Pollination. – Timber Press, Portland, Oregon.
- Pyke, G.H. (1982): Local geographic distributions of bumblebees near Crested Butte, Colorado: competition and community structure. – Ecology 63: 555-573.
- Ramsey, M. (1995): Ant pollination of the perennial herb *Blandifordia grandiflora* (Liliaceae). – Oikos 74: 265-272.
- Redbo-Torstensson, P.; Berg, H. (1995): Seasonal cleistogamy: a conditional strategy to provide reproductive assurance. – Acta bot. Neerl. 44: 247-256.
- Redmond, A.M.; Robbins, L.E.; Travis, J. (1989): The effects of pollination distance on seed production in three populations of *Amianthium muscaetoxicum* (Liliaceae). – Oecologia 79: 260-264.
- Robertson, C.R. (1895): The philosophy of flower seasons, and the phaenological relations of the entomophilous flora and the anthophilous insect fauna. – American Naturalist 29: 97-117.

Rohacek, J.; Beck-Haug, I.; Dobat, K. (1991): Sphaeroceridae associated with flowering *Arum maculatum* (Araceae) in the vicinity of Tübingen, SW-Germany. – *Senckenbergiana biol.* 71: 259-268.

Runge, F. (1990): Die Pflanzengesellschaften Mitteleuropas. – Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung GmbH & Co., Münster.

Rusterholz, H.-P.; Erhardt, A. (1998): Effects of elevated CO<sub>2</sub> on flowering phenology and nectar production of nectar plants important for butterflies of calcareous grasslands. – *Oecologia* 113: 341-349.

Sandvik, S.M.; Totland, Ø.; Nylehn, J. (1999): Breeding system and effects of plant size and flowering time on reproductive success in the alpine herb *Saxifraga stellaris* L. – *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 31: 196-201.

Schemske, D.W.; Willson, M.F.; Melampy, M.N.; Miller, L.J.; Verner, L.; Schemske, K.M.; Best, L.B. (1978): Flowering ecology of some spring woodland herbs. – *Ecology* 59: 351-366.

Schmid, B.; Harper, L. (1985): Clonal growth in grassland perennials. I. Density and pattern-dependent competition between plants with different growth forms. – *J. Ecol.* 73: 793-808.

Schmidt, B. (1998): Saccharid- und Aminosäurenkomposition floralen Nektars in Abhängigkeit endogener und exogener Einflüsse. – Logos Verlag, Berlin.

Schnelle, F. (1955): Pflanzen-Phänologie. – Akad. Verl.-Ges. Leipzig.

Shaw, D.C.; Taylor, R.J. (1986): Pollination ecology of an alpine fell-field community in the North Cascades. – *Northwest Science* 60: 21-31.

Shirreff, D.A.; Bell, A.D. (1984): Rhizome growth and clone development in *Anemone nemorosa* L. – *Ann. Bot.* 54: 315-324.

Slade, A.J.; Hutchings, M.J. (1987): The effects of nutrient availability on foraging in the clonal herb *Glechoma hederacea*. – *J. Ecol.* 75: 95-112.

Southwick, E.E.; Loper, G.M.; Sadwick, S.E. (1981): Nectar production, composition, energetics and pollinator attractiveness in spring flowers of western New York. – *Amer. J. Bot.* 68: 994-1002.

Sowig, P.; Paulus, H.F. (1988): Beobachtungen zu Artenzusammensetzung und Sammelstrategien an Hummelgemeinschaften an Beinwell (*Symphytum officinale*). – *Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent.* 6: 109-115.

Sprengel, C.K. (1793): Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. – Friedrich Vieweg, Berlin.

Ssymank, A. (1991): Die funktionale Bedeutung de Vegetationsmosaiks eines Waldgebietes der Schwarzwaldvorbergzone für blütenbesuchende Insekten – untersucht am Beispiel der Schwebfliegen (Diptera, Syrphidae). – *Phytocoenologia* 19: 307-390.

- 
- Stanton, M.L.; Snow, A.A.; Handel, S.N. (1986): Floral evolution: attractiveness to pollinators influences male fitness in a hermaphroditic angiosperm. – *Science* 232: 1625-1627.
- Stebbins, G.L. (1974): *Flowering Plants. Evolution Above the Species Level.* – Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Steinbach, K. (2002): Reproduktionsökologische Untersuchungen an krautigen Pflanzen in zwei Gehölzfluren Südhessens. Phänologische, reproduktions-, blüten- und bestäubungsbiologische Untersuchungen unter dem Aspekt der Abhängigkeit krautiger Pflanzen von Pflanze-Tier-Interaktionen im Bestäubungszyklus. – Der Adler S.A., Lima.
- Stout, J.C.; Allen, J.A.; Goulson, D. (1998): The influence of relative plant density and floral morphological complexity on the behaviour of bumblebees. – *Oecologia* 117: 543-550.
- Tschapka, M. (1998): Koexistenz und Ressourcennutzung in einer Artengemeinschaft von Blumenfledermäusen (Phyllostomidae: Glossophaginae) im atlantischen Tieflandregenwald Costa Ricas. – Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg.
- Troll, W. (1928): *Organisation und Gestalt im Bereich der Blüte.* – Springer, Berlin.
- Vasseur, L.; Guscott, R.L.; Mudie, P.J. (2001): Monitoring of spring flower phenology in Nova Scotia: comparison over the last century. – *Northeastern Naturalist* 8: 393-402.
- Verburg, R.; Maas, J.; During, H.J. (2000): Clonal diversity in differently-aged populations of the pseudo-annual clonal plant *Circaea lutetiana* L.. – *Plant Biol.* 2: 646-652.
- Verma, L.R.; Rana, R.S. (1994): Further studies on the behaviour of *Apis cerana* and *Apis mellifera* foraging on apple flowers. – *Journal of Apicultural Research* 33: 175-179.
- Vogel, S. (1954): *Blütenbiologische Typen als Elemente der Sipplgliederung.* – Fischer, Jena.
- Waser, N.M.; Chittka, L.; Price, M.V.; Williams, N.; Ollerton, J. (1995): Generalisation in pollination systems, and why it matters. – *Ecology* 77:1043-1060.
- Watkinson, A.R.; Powell, J.C. (1993): Seedling recruitment and the maintenance of clonal diversity in plant populations – a computer simulation of *Ranunculus repens*. – *J.Ecol.* 81: 707-717.
- Westerkamp, C. (1999): Nutzpflanzenbestäubung: Blüten-Vielfalt braucht Bestäuber-Vielfalt. – *Kleine Senckenberg-Reihe* 33:149-157.
- Westerkamp, C. (1999b): Blüten und ihre Bestäuber. – *Kleine Senckenberg-Reihe* 33: 25-47.
- Wilmanns, O.; Graffa, B. (1980): Zur Bedeutung von Saum- und Mantelgesellschaften für Schlupfwespen. – pp. 329-351 in: Tüxen, R. (ed.): *Epharmonie, Berichte der Internationalen Symposien der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde.* Gantner Verlag, Vaduz.

Zimmerman, M. (1980): Reproduction in *Polemonium*: competition for pollinators. – Ecology 61: 497-501.

## IX. Anhang

### IX. 1. Blühphänologie der Populationen

#### IX.1.a. U I

Tab. 62: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03.

		19.-23.02	24.-28.02	01-05.03.	06.-10.03.	11.-15.03.	16.-20.03	21.-25.03.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1998	0.0000	0.0000	0.7800	1.5991	2.4181	4.4462	6.4743
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2340	6.1622	14.4306	29.4072
	2001	0.1560	0.1560	0.3900	3.2761	6.1622	30.7332	91.3417
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.2925</b>	<b>1.2773</b>	<b>3.6856</b>	<b>12.4025</b>	<b>31.8058</b>
<i>Anemone nemorosa</i>	1998		0.0000	0.0780	0.1560	0.2340	5.1482	50.9360
	1999		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.7161	21.7629
	2000		0.0000	0.0000	0.0000	1.3261	9.5944	78.1981
	2001		0.0000	0.0000	0.0000	1.1700	35.6474	371.8409
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.0195</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.6825</b>	<b>13.0265</b>	<b>130.6845</b>
<i>Pulmonaria officinalis</i>	1998		0.0000	20.3588	40.7566	61.1544	86.5835	96.8019
	1999		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2340	3.0421
	2001		0.0000	0.0000	0.0000	0.0780	4.3682	16.3027
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>5.0897</b>	<b>10.1892</b>	<b>15.3081</b>	<b>22.7964</b>	<b>29.0367</b>
<i>Primula elatior</i>	1998		0.0000	1.8721	2.8471	3.8222	5.1482	7.6443
	1999		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8580	2.3011
	2000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	4.1342	7.4493
	2001		0.0000	0.0000	0.0000	0.4680	5.3822	27.8471
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.4680</b>	<b>0.7118</b>	<b>1.0725</b>	<b>3.8807</b>	<b>11.3105</b>
<i>Ranunculus ficaria</i>	1998				0.0000	0.1560	0.0780	0.1560
	1999				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2000				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2001				0.0000	0.0000	0.1560	0.4680
	<b>Mittelwert</b>				<b>0.0000</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.0585</b>	<b>0.1560</b>
<i>Corydalis cava</i>	1998				0.0000	0.3120	9.2044	27.6131
	1999				0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2000				0.0000	0.0000	0.2340	19.5398
	2001				0.0000	0.1560	1.5601	99.2980
	<b>Mittelwert</b>				<b>0.0000</b>	<b>0.1170</b>	<b>2.7496</b>	<b>36.6127</b>
<i>Gagea lutea</i>	1998				0.0000			0.0000
	1999						0.0000	0.0000
	2000						0.0000	0.2340
	2001						0.0000	0.5460
	<b>Mittelwert</b>						<b>0.0000</b>	<b>0.1950</b>
<i>Vinca minor</i>	1998						0.0000	0.0000
	1999						0.0000	0.0000
	2000						0.0000	0.0000
	2001						0.0000	0.3900
	<b>Mittelwert</b>						<b>0.0000</b>	<b>0.0975</b>
<i>Oxalis acetosella</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Adoxa moschatellina</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Viola reichenbachiana</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							

Tab. 63: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04.

		26.-30.03.	31.03-04.04.	05.-09.04.	10.-14.04.	15.-19.04.	20.-24.04.	25.-29.04.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1998	11.9345	31.7473	32.1373	36.5835	44.6958	32.1373	18.4867
	1999	22.0749	41.4977	41.8097	42.1217	48.1279	0.0000	0.0000
	2000	44.6178	60.6864	63.3775	66.0686	80.4212	41.4197	2.4181
	2001	92.0047	92.6677	63.8846	58.5023	53.1201	24.0250	17.3167
	<b>Mittelwert</b>	<b>42.6580</b>	<b>56.6498</b>	<b>50.3023</b>	<b>50.8190</b>	<b>56.5913</b>	<b>24.3955</b>	<b>9.5554</b>
<i>Anemone nemorosa</i>	1998	86.5835	832.0593	1309.4384	1227.8471	1182.0593	1013.8846	208.8924
	1999	41.8097	206.8643	366.3027	521.5289	314.5086	0.0000	0.0000
	2000	146.8019	653.1201	662.8705	672.6209	424.8830	212.4415	0.0000
	2001	499.6880	627.5351	696.3339	547.5429	398.7520	277.3011	138.6505
	<b>Mittelwert</b>	<b>193.7207</b>	<b>579.8947</b>	<b>758.7363</b>	<b>742.3849</b>	<b>580.0507</b>	<b>375.9068</b>	<b>86.8857</b>
<i>Pulmonaria officinalis</i>	1998	107.0203	45.8658	53.1201	38.6895	56.0062	40.7176	50.5460
	1999	3.1201	3.1201	7.4883	11.8565	9.4384	6.0842	2.7301
	2000	5.8502	5.3822	5.8502	6.3183	4.6802	3.4711	2.2621
	2001	15.2886	14.2746	13.4165	11.5055	9.5944	7.9563	5.8502
	<b>Mittelwert</b>	<b>32.8198</b>	<b>17.1607</b>	<b>19.9688</b>	<b>17.0924</b>	<b>19.9298</b>	<b>14.5573</b>	<b>15.3471</b>
<i>Primula elatior</i>	1998	9.5164	23.5569	22.9329	1.2480	0.6240	0.0000	0.0000
	1999	3.7441	8.9704	13.7285	18.4867	8.3463	0.0000	0.0000
	2000	10.7644	17.7067	21.2949	24.8830	16.3027	8.1513	0.0000
	2001	33.4633	39.0796	8.2683	5.7332	3.1981	0.6240	0.3120
	<b>Mittelwert</b>	<b>14.3721</b>	<b>22.3284</b>	<b>16.5562</b>	<b>12.5878</b>	<b>7.1178</b>	<b>2.1938</b>	<b>0.0780</b>
<i>Ranunculus ficaria</i>	1998	0.5460	14.0406	37.5975	28.6271	39.4696	27.3791	16.5367
	1999	0.0000	0.3900	35.0624	69.7348	47.8159	43.8768	39.9376
	2000	0.0000	16.6927	25.5070	34.3214	59.5944	37.0905	14.5866
	2001	62.2855	124.1030	98.2059	95.9438	93.6817	337.6755	247.8159
	<b>Mittelwert</b>	<b>15.7079</b>	<b>38.8066</b>	<b>49.0932</b>	<b>57.1568</b>	<b>60.1404</b>	<b>111.5055</b>	<b>79.7192</b>
<i>Corydalis cava</i>	1998	45.9438	326.4431	1986.4275	3195.7878	3577.4571	1945.0858	744.9298
	1999	3.1981	91.4977	723.7129	1355.9282	1463.1825	891.7707	320.3588
	2000	38.8456	657.5663	989.4696	1321.3729	1789.3916	944.7348	100.0780
	2001	428.5491	757.8003	2535.5694	1858.1513	1180.7332	550.7020	376.3651
	<b>Mittelwert</b>	<b>129.1342</b>	<b>458.3268</b>	<b>1558.7949</b>	<b>1932.8101</b>	<b>2002.6911</b>	<b>1083.0733</b>	<b>385.4329</b>
<i>Gagea lutea</i>	1998	0.0000	0.2340	0.4680	0.4680	0.2340	0.0000	
	1999	0.2340	0.4680	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	2000	0.4680	0.2340	0.1170	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001	0.5850	0.6240	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.3218</b>	<b>0.3900</b>	<b>0.1463</b>	<b>0.1170</b>	<b>0.0585</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Vinca minor</i>	1998	0.0000	1.3261	12.1685	40.7956	36.6615	81.5133	96.4119
	1999	0.0000	0.0780	4.2902	8.5023	9.3604	12.1685	14.9766
	2000	0.0000	0.3120	2.1061	3.9002	14.8986	16.9267	18.9548
	2001	0.8970	1.4041	2.3401	3.1981	4.0562	6.0062	6.7863
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.2243</b>	<b>0.7800</b>	<b>5.2262</b>	<b>14.0991</b>	<b>16.2441</b>	<b>29.1537</b>	<b>34.2824</b>
<i>Oxalis acetosella</i>	1998	0.0000	0.0000	0.7800	1.4821	7.6443	8.6583	3.0421
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	71.3729	55.0702	0.0000	0.0000
	2000	0.0000	10.9984	54.0952	97.1919	510.6864	259.9454	9.2044
	2001	0.0000	1.4821	59.8284	112.9095	165.9906	169.6568	112.6755
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>	<b>3.1201</b>	<b>28.6759</b>	<b>70.7391</b>	<b>184.8479</b>	<b>109.5651</b>	<b>31.2305</b>
<i>Adoxa moschatellina</i>	1998	0.0000	0.0000	30.1872	64.1966	44.0718	32.5273	7.2543
	1999	0.0000	13.5725	73.0109	59.4384	123.3229	116.0686	108.8144
	2000	0.0000	22.8549	39.0016	55.1482	266.6927	133.3463	0.0000
	2001	0.0000	18.1747	203.9002	237.5585	271.2168	194.9298	117.8237
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>	<b>13.6505</b>	<b>86.5250</b>	<b>104.0854</b>	<b>176.3261</b>	<b>119.2180</b>	<b>58.4731</b>
<i>Viola reichenbachiana</i>	1998	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2340	0.7020	0.7800
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.3120	0.3120	3.2371	6.1622
	2000	0.0000	0.0780	0.1560	0.2340	0.4680	2.4961	4.5242
	2001	0.0000	0.0000	1.2480	2.3401	3.4321	4.7582	8.6973
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0195</b>	<b>0.3510</b>	<b>0.7215</b>	<b>1.1115</b>	<b>2.7984</b>	<b>5.0410</b>
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1998		0.0000	0.0000	0.4680	0.4680	2.0281	4.6802
	1999							
	2000		0.0000	0.0390	0.0780	4.0562	6.3963	8.7363
	2001		0.0000	1.7941	2.6131	3.4321	4.1342	3.3151
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.6110</b>	<b>1.0530</b>	<b>2.6521</b>	<b>4.1862</b>	<b>5.5772</b>

Tab. 64: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06.

		30.04.-04.05.	05.-09.05.	10.-14.05.	15.-19.05.	20.-24.05.	25.-29.05.	30.05-03.06.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1998	16.3807	0.0000	0.0000				
	1999	0.0000	0.0000	0.0000				
	2000	0.0000	0.0000	0.0000				
	2001	10.6084	0.9360	0.0000				
	<b>Mittelwert</b>	<b>6.7473</b>	<b>0.2340</b>	<b>0.0000</b>				
<i>Anemone nemorosa</i>	1998	50.9360	12.0905	0.0000				
	1999	0.0000	0.0000	0.0000				
	2000	0.0000	0.0000	0.0000				
	2001	0.0000	0.0000	0.0000				
	<b>Mittelwert</b>	<b>12.7340</b>	<b>3.0226</b>	<b>0.0000</b>				
<i>Pulmonaria officinalis</i>	1998	20.3588	12.7145	11.3105	0.0000	0.0000	0.0000	
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	2000	1.4821	0.6240	0.3120	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001	3.7441	3.2761	2.4181	1.2871	0.1560	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>6.3963</b>	<b>4.1537</b>	<b>3.5101</b>	<b>0.3218</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Primula elatior</i>	1998	0.0000	0.0000	0.0000				
	1999	0.0000	0.0000	0.0000				
	2000	0.0000	0.0000	0.0000				
	2001	0.0000	0.1560	0.0000				
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>	<b>0.0390</b>	<b>0.0000</b>				
<i>Ranunculus ficaria</i>	1998	0.2340	0.0000					
	1999	0.0000	0.0000					
	2000	0.3120	0.0000					
	2001	157.9563	0.0000					
	<b>Mittelwert</b>	<b>39.6256</b>	<b>0.0000</b>					
<i>Corydalis cava</i>	1998	312.6365	78.1591	11.4665	0.0000			
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	2000	2.6521	0.0000	0.0000	0.0000			
	2001	202.0281	2.4181	0.0000	0.0000			
	<b>Mittelwert</b>	<b>129.3292</b>	<b>20.1443</b>	<b>2.8666</b>	<b>0.0000</b>			
<i>Gagea lutea</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Vinca minor</i>	1998	76.0530	27.1451	17.6287	12.1685	10.8424	6.7863	1.3261
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2000	13.3385	4.9142	3.2761	0.8580	0.1560	0.0000	0.0000
	2001	7.5663	3.7441	3.7441	2.7691	1.7941	0.5460	0.0000
	<b>Mittelwert</b>	<b>24.2395</b>	<b>8.9509</b>	<b>6.1622</b>	<b>3.9489</b>	<b>3.1981</b>	<b>1.8331</b>	<b>0.3315</b>
<i>Oxalis acetosella</i>	1998	0.7020	0.5460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	1999	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	2000	0.5460	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001	55.6942	0.0000	1.9501	1.1700	0.3900	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>14.2356</b>	<b>0.1365</b>	<b>0.4875</b>	<b>0.2925</b>	<b>0.0975</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Adoxa moschatellina</i>	1998	0.0000	0.0000					
	1999	0.0000	0.0000					
	2000	0.0000	0.0000					
	2001	40.7176	0.0000					
	<b>Mittelwert</b>	<b>10.1794</b>	<b>0.0000</b>					
<i>Viola reichenbachiana</i>	1998	1.1700	0.4680	0.0000				
	1999	0.0000	0.0000	0.0000				
	2000	0.6240	0.0000	0.0000				
	2001	12.6365	4.9142	0.0000				
	<b>Mittelwert</b>	<b>3.6076</b>	<b>1.3456</b>	<b>0.0000</b>				
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1998	8.5023	11.6225	11.6225	11.6225	11.6225	11.3105	9.7504
	1999							
	2000	14.1966	12.9485	10.7254	8.5023	0.0000	0.0000	0.0000
	2001	2.4961	5.8502	3.8222	3.6271	3.4321	0.7800	0.3900
	<b>Mittelwert</b>	<b>8.3983</b>	<b>10.1404</b>	<b>8.7233</b>	<b>7.9173</b>	<b>5.0182</b>	<b>4.0302</b>	<b>3.3801</b>

Tab. 65: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 12 zuerst aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07.

		04.-08.06.	09.-13.06.	14.-18.06.	19.-23.06.	24.-28.06.	29.06.-03.07.	04.-08.07.
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Anemone nemorosa</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Pulmonaria officinalis</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Primula elatior</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Ranunculus ficaria</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Corydalis cava</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Gagea lutea</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Vinca minor</i>	1998	0.0000						
	1999	0.0000						
	2000	0.0000						
	2001	0.0000						
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>						
<i>Oxalis acetosella</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Adoxa moschatellina</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Viola reichenbachiana</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1998	2.5741	0.0000					
	1999							
	2000	0.0000	0.0000					
	2001	0.0000	0.0000					
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.8580</b>	<b>0.0000</b>					

Tab. 66: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 25.03. und 29.04.

		26.-30.03.	31.03-04.04.	05.-09.04	10.-14.04.	15.-19.04.	20.-24.04.	25.-29.04.
<i>Paris quadrifolia</i>	1998					0.0000	0.2340	0.9360
	1999							
	2000					0.0000	1.4431	2.8861
	2001					0.0000	0.0000	0.7410
	<b>Mittelwert</b>					<b>0.0000</b>	<b>0.5590</b>	<b>1.5211</b>
<i>Galeobdolon luteum</i>	1998					0.0000	0.0000	0.0780
	1999							
	2000					0.0000	0.5070	1.0140
	2001					0.0000	0.0000	0.0000
	<b>Mittelwert</b>					<b>0.0000</b>	<b>0.1690</b>	<b>0.3640</b>
<i>Ajuga reptans</i>	1998						0.0000	0.1560
	1999							
	2000						0.0000	0.0000
	2001						0.0000	0.0000
	<b>Mittelwert</b>						<b>0.0000</b>	<b>0.0520</b>
<i>Arum maculatum</i>	1998							0.0000
	1999							
	2000						0.0000	0.0780
	2001							0.0000
	<b>Mittelwert</b>						<b>0.0000</b>	<b>0.0260</b>
<i>Galium odoratum</i>	1998							0.0000
	1999							
	2000							0.0000
	2001							0.0000
	<b>Mittelwert</b>							<b>0.0000</b>
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1998							0.0000
	1999							
	2000							0.0000
	2001							0.0000
	<b>Mittelwert</b>							<b>0.0000</b>
<i>Phyteuma spicata</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							<b>0.0000</b>
<i>Silene dioica</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Geranium robertianum</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Sanicula europaea</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Geum urbanum</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Aegopodium podagraria</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Aruncus sylvestris</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							

Tab. 67: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06.

		30.04.-04.05.	05.-09.05.	10.-14.05.	15.-19.05.	20.-24.05.	25.-29.05.	30.05-03.06.
<i>Paris quadrifolia</i>	1998	4.0562	4.0562	4.0562	4.0562	0.1560	0.0000	
	1999							
	2000	3.2761	2.6521	1.3261	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001	1.4821	2.3791	3.2761	2.9251	1.7941	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>2.9381</b>	<b>3.0291</b>	<b>2.8861</b>	<b>2.3271</b>	<b>0.6500</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Galeobdolon luteum</i>	1998	0.4680	26.2090	178.3151	413.9626	229.2512	81.5133	76.3651
	1999							
	2000	28.1591	171.9189	267.9017	363.8846	62.0905	2.2621	1.1310
	2001	0.0000	29.2512	515.4446	606.4743	697.5039	168.6427	87.3245
	<b>Mittelwert</b>	<b>9.5424</b>	<b>75.7930</b>	<b>320.5538</b>	<b>461.4405</b>	<b>329.6152</b>	<b>84.1394</b>	<b>54.9402</b>
<i>Ajuga reptans</i>	1998	0.1560	0.4680	0.2340	0.2340	0.0780	0.0000	
	1999							
	2000	2.8081	3.8222	2.3791	0.9360	0.0000	0.0000	
	2001	0.0000	0.0000	2.3401	1.1700	0.0000	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.9880</b>	<b>1.4301</b>	<b>1.6511</b>	<b>0.7800</b>	<b>0.0260</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Arum maculatum</i>	1998	0.0000	0.8580	12.7145	20.4368	2.5741	0.0000	
	1999							
	2000	3.7441	0.5460	0.2730	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001	0.0000	5.7722	1.0140	0.5070	0.0000	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>1.2480</b>	<b>2.3921</b>	<b>4.6672</b>	<b>6.9813</b>	<b>0.8580</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Galium odoratum</i>	1998	1.9501	5.2262	112.0905	173.2449	147.8159	25.5070	25.4290
	1999							
	2000	69.9688	561.6225	485.8424	410.0624	6.2402	0.0000	0.0000
	2001	0.0000	3.7441	817.5507	891.1466	964.7426	162.4025	81.2012
	<b>Mittelwert</b>	<b>23.9730</b>	<b>190.1976</b>	<b>471.8279</b>	<b>491.4847</b>	<b>372.9329</b>	<b>62.6365</b>	<b>35.5434</b>
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1998	0.0000	0.3900	2.1841	11.3885	0.1560	0.0000	
	1999							
	2000	1.2480	51.9501	26.1700	0.3900	0.0000	0.0000	
	2001	0.0000	0.0000	0.0780	1.2871	2.4961	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.4160</b>	<b>17.4467</b>	<b>9.4774</b>	<b>4.3552</b>	<b>0.8840</b>	<b>0.0000</b>	
<i>Phyteuma spicata</i>	1998		0.0000	5.1482	71.2949	764.2746	188.4555	5.0702
	1999							
	2000		0.0000	195.5148	391.0296	394.0718	150.3120	76.9501
	2001		0.0000	0.9360	6.2402	11.5445	477.4571	320.3198
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>67.1997</b>	<b>156.1882</b>	<b>389.9636</b>	<b>272.0749</b>	<b>134.1134</b>
<i>Silene dioica</i>	1998		0.0000	0.0780	0.0780	0.1560	0.2340	0.3120
	1999							
	2000		0.0000	0.3120	0.6240	0.9360	0.7020	0.5850
	2001		0.0000	0.0000	0.3120	0.6240	2.4961	2.1451
	<b>Mittelwert</b>		<b>0.0000</b>	<b>0.1300</b>	<b>0.3380</b>	<b>0.5720</b>	<b>1.1440</b>	<b>1.0140</b>
<i>Geranium robertianum</i>	1998			0.0000	0.1560	0.2340	0.2340	0.1560
	1999							
	2000			0.0000	0.8580	0.5460	0.7800	0.5460
	2001			0.0000	0.0000	0.5460	1.4041	1.4041
	<b>Mittelwert</b>			<b>0.0000</b>	<b>0.3380</b>	<b>0.4420</b>	<b>0.8060</b>	<b>0.7020</b>
<i>Sanicula europaea</i>	1998			0.0000	5.5382	7.1763	14.5866	31.9813
	1999							
	2000			0.0000	139.6256	92.9797	51.2090	9.4384
	2001			0.0000	0.0000	19.4228	176.2871	162.7925
	<b>Mittelwert</b>			<b>0.0000</b>	<b>48.3879</b>	<b>39.8596</b>	<b>80.6942</b>	<b>68.0707</b>
<i>Geum urbanum</i>	1998				0.0000	0.0000	0.4680	0.6240
	1999							
	2000				0.0000	1.1700	2.1061	1.9501
	2001				0.0000	0.0000	0.2340	1.9111
	<b>Mittelwert</b>				<b>0.0000</b>	<b>0.3900</b>	<b>0.9360</b>	<b>1.4951</b>
<i>Aegopodium podagraria</i>	1998					0.0000	0.0000	1.8721
	1999							
	2000					0.0000	31.5133	353.9002
	2001					0.0000	12.0125	89.8206
	<b>Mittelwert</b>					<b>0.0000</b>	<b>14.5086</b>	<b>148.5309</b>
<i>Aruncus sylvestris</i>	1998					0.0000	0.0000	62.4025
	1999							
	2000					0.0000	16.6927	936.8955
	2001					0.0000	0.0000	0.0000
	<b>Mittelwert</b>					<b>0.0000</b>	<b>5.5642</b>	<b>333.0993</b>

Tab. 68: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> für die 13 zuletzt aufblühenden Pflanzenarten im U I in den Jahren 1998 bis 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07.

		04.-08.06.	09.-13.06.	14.-18.06.	19.-23.06.	24.-28.06.	29.06.-03.07.	04.-08.07.
<i>Paris quadrifolia</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Galeobdolon luteum</i>	1998	0.7020	0.2340	0.0000				
	1999							
	2000	0.0000	0.0000	0.0000				
	2001	6.0062	0.0000	0.0000				
	<b>Mittelwert</b>	<b>2.2361</b>	<b>0.0780</b>	<b>0.0000</b>				
<i>Ajuga reptans</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Arum maculatum</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Galium odoratum</i>	1998	0.0000						
	1999							
	2000	0.0000						
	2001	0.0000						
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.0000</b>						
<i>Polygonatum multiflorum</i>	1998							
	1999							
	2000							
	2001							
	<b>Mittelwert</b>							
<i>Phyteuma spicata</i>	1998	3.4321	1.7941	0.4680	0.0000			
	1999							
	2000	3.5881	0.0000	0.0000	0.0000			
	2001	163.1825	14.3526	0.0000	0.0000			
	<b>Mittelwert</b>	<b>56.7343</b>	<b>5.3822</b>	<b>0.1560</b>	<b>0.0000</b>			
<i>Silene dioica</i>	1998	0.3120	0.3900	0.4680	0.3120	0.3120	0.1560	
	1999							
	2000	0.4680	0.1560	0.2730	0.3900	0.1560	0.0000	
	2001	1.7941	1.0140	0.6240	0.3900	0.1560	0.1560	0.0000
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.8580</b>	<b>0.5200</b>	<b>0.4550</b>	<b>0.3640</b>	<b>0.2080</b>	<b>0.1040</b>	<b>0.0000</b>
<i>Geranium robertianum</i>	1998	0.2340	0.2340	0.5460	0.2340	0.2340	0.2340	0.0000
	1999							
	2000	0.3120	0.0780	0.0780	0.0780	0.2340	0.0000	
	2001	1.4041	0.7020	0.1560	0.0780	0.0000	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>0.6500</b>	<b>0.3380</b>	<b>0.2600</b>	<b>0.1300</b>	<b>0.1560</b>	<b>0.0780</b>	<b>0.0000</b>
<i>Sanicula europaea</i>	1998	5.6942	3.0421	0.0000	0.0000			
	1999							
	2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	2001	149.2980	22.6209	1.4821	0.0000			
	<b>Mittelwert</b>	<b>51.6641</b>	<b>8.5543</b>	<b>0.4940</b>	<b>0.0000</b>			
<i>Geum urbanum</i>	1998	2.8081	3.0421	5.0702	4.9142	3.4321	3.9002	0.0000
	1999							
	2000	1.7941	0.3120	0.9750	1.6381	1.7941	0.0000	
	2001	3.5881	1.0140	0.4680	0.2340	0.0000	0.0000	
	<b>Mittelwert</b>	<b>2.7301</b>	<b>1.4561</b>	<b>2.1711</b>	<b>2.2621</b>	<b>1.7421</b>	<b>1.3001</b>	<b>0.0000</b>
<i>Aegopodium podagraria</i>	1998	276.0530	428.3931	438.0655	399.8440	218.9548	26.6771	0.0000
	1999							
	2000	676.2871	1039.9376	1012.9875	986.0374	62.1685	0.0000	
	2001	167.6287	1271.6069	1276.8331	959.6724	642.5117	328.1201	0.0000
	<b>Mittelwert</b>	<b>373.3229</b>	<b>913.3125</b>	<b>909.2954</b>	<b>781.8513</b>	<b>307.8783</b>	<b>118.2657</b>	<b>0.0000</b>
<i>Aruncus sylvestris</i>	1998	2932.9173	2995.3198	3307.3323	1185.6474	0.0000	0.0000	
	1999							
	2000	1857.0983	2237.5195	1515.0936	792.6677	0.0000	0.0000	
	2001	6.7083	1350.7020	3406.0842	2509.7504	1613.4165	806.7083	0.0000
	<b>Mittelwert</b>	<b>1598.9080</b>	<b>2194.5138</b>	<b>2742.8367</b>	<b>1496.0218</b>	<b>537.8055</b>	<b>268.9028</b>	<b>0.0000</b>

## IX.1.b. U II

Tab. 69: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03.

		19.-23.02	24.-28.02	01-05.03.	06.-10.03.	11.-15.03.	16.-20.03	21.-25.03.
<i>Scilla bifolia</i>	2000			0.0000	4.0476	10.1190	16.1905	206.4286
	2001			0.0000	0.0000	0.9524	20.7143	108.6905
	Mittelwert			0.0000	2.0238	5.5357	18.4524	157.5595
<i>Anemone nemorosa</i>	2000					0.0000	1.1905	87.1429
	2001				0.0000	4.7619	134.0476	185.1190
	Mittelwert				0.0000	2.3810	67.6190	136.1310
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2000					0.0000	0.4762	23.3333
	2001				0.0000	0.2381	7.6190	13.4524
	Mittelwert				0.0000	0.1190	4.0476	18.3929
<i>Lathraea squamaria</i>	2000						0.0000	3.3333
	2001							0.0000
	Mittelwert						0.0000	1.6667
<i>Oxalis acetosella</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ranunculus ficaria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Viola reichenbachiana</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ranunculus auricomus</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Paris quadrifolia</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Galeobdolon luteum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Galium odoratum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ajuga reptans</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Convallaria majalis</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Phyteuma spicata</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Vicia sepium</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Hieracium murorum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Geranium robertianum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Geum urbanum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Aegopodium podagraria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Lilium marthagon</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							

Tab. 70: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04.

		26.-30.03.	31.03-04.04.	05.-09.04	10.-14.04.	15.-19.04.	20.-24.04.	25.-29.04.
<i>Scilla bifolia</i>	2000	105.9524	55.5952	5.2381	0.0000			
	2001	196.6667	99.4048	2.1429	0.0000			
	Mittelwert	151.3095	77.5000	3.6905	0.0000			
<i>Anemone nemorosa</i>	2000	193.5714	836.0714	1478.5714	972.1429	486.0714	0.0000	
	2001	236.1905	751.6667	1267.1429	1123.3333	849.8810	576.4286	323.8095
	Mittelwert	214.8810	793.8690	1372.8571	1047.7381	667.9762	288.2143	161.9048
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2000	15.0000	8.2143	1.4286	1.1905	0.9524	0.7143	0.0000
	2001	19.2857	10.7143	2.1429	0.9524	1.3095	1.6667	0.0000
	Mittelwert	17.1429	9.4643	1.7857	1.0714	1.1310	1.1905	0.0000
<i>Lathraea squamaria</i>	2000	6.9048	16.1905	25.4762	1.1905	0.0000		
	2001	8.3333	15.5952	22.8571	0.0000	0.0000		
	Mittelwert	7.6190	15.8929	24.1667	0.5952	0.0000		
<i>Oxalis acetosella</i>	2000		0.0000	11.4286	54.2857	41.7857	29.2857	0.4762
	2001		0.0000	20.2381	50.4762	49.7619	49.0476	32.8571
	Mittelwert		0.0000	15.8333	52.3810	45.7738	39.1667	16.6667
<i>Ranunculus ficaria</i>	2000			0.0000	9.0476	14.6429	20.2381	5.0000
	2001			0.0000	1.6667	40.2381	41.9048	43.5714
	Mittelwert			0.0000	0.8333	24.6429	28.2738	31.9048
<i>Viola reichenbachiana</i>	2000			0.0000	1.9048	15.3571	28.8095	0.0000
	2001			0.0000	3.0952	11.9048	43.3333	50.9524
	Mittelwert			0.0000	1.5476	6.9048	29.3452	39.8810
<i>Ranunculus auricomus</i>	2000					0.0000	13.3333	9.0476
	2001						0.0000	24.7619
	Mittelwert					0.0000	6.6667	16.9048
<i>Paris quadrifolia</i>	2000						0.0000	4.5238
	2001							0.0000
	Mittelwert						0.0000	2.2619
<i>Galeobdolon luteum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Galium odoratum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ajuga reptans</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Convallaria majalis</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Phyteuma spicata</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Vicia sepium</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Hieracium murorum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Geranium robertianum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Geum urbanum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Aegopodium podagraria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Lilium marthagon</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							

Tab. 71: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06.

		30.04.-04.05.	05.-09.05.	10.-14.05.	15.-19.05.	20.-24.05.	25.-29.05.	30.05.-03.06.
<i>Scilla bifolia</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Anemone nemorosa</i>	2000							
	2001	0.0000						
	Mittelwert	0.0000						
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Lathraea squamaria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Oxalis acetosella</i>	2000	0.0000						
	2001	1.4286	0.0000					
	Mittelwert	0.7143	0.0000					
<i>Ranunculus ficaria</i>	2000	0.0000						
	2001	0.9524	0.0000					
	Mittelwert	0.4762	0.0000					
<i>Viola reichenbachiana</i>	2000							
	2001	48.8095	0.0000					
	Mittelwert	24.4048	0.0000					
<i>Ranunculus auricomus</i>	2000	8.0952	7.1429	0.0000				
	2001	43.3333	26.6667	10.0000	5.4762	0.9524	0.0000	
	Mittelwert	25.7143	16.9048	5.0000	2.7381	0.4762	0.0000	
<i>Paris quadrifolia</i>	2000	4.8810	5.2381	5.4762	0.0000			
	2001	4.2857	4.2857	4.2857	3.4524	2.6190	0.0000	
	Mittelwert	4.5833	4.7619	4.8810	1.7262	1.3095	0.0000	
<i>Galeobdolon luteum</i>	2000	0.0000	2.8571	2.6190	0.0000	0.0000	0.0000	
	2001		0.0000	3.8095	4.0476	4.2857	0.0000	
	Mittelwert	0.0000	1.4286	3.2143	2.0238	2.1429	0.0000	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2000	0.0000	0.2381	0.0000				
	2001	0.0000	0.0000	0.0000				
	Mittelwert	0.0000	0.1190	0.0000				
<i>Galium odoratum</i>	2000	0.0000	747.1429	354.7619	5.0000	0.0000		
	2001	0.0000	0.0000	785.0000	595.8333	406.6667	0.9524	0.0000
	Mittelwert	0.0000	373.5714	569.8810	300.4167	203.3333	0.4762	0.0000
<i>Ajuga reptans</i>	2000	0.0000	19.2857	7.1429	0.0000			
	2001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	Mittelwert	0.0000	9.6429	3.5714	0.0000			
<i>Convallaria majalis</i>	2000	0.0000	8.3333	32.8571	0.0000			
	2001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000			
	Mittelwert	0.0000	4.1667	16.4286	0.0000			
<i>Phyteuma spicata</i>	2000		0.0000	367.6190	1093.8095	718.3333	342.8571	6.1905
	2001				0.0000	1.1905	1688.8095	1069.8810
	Mittelwert		0.0000	183.8095	546.9048	359.7619	1015.8333	538.0357
<i>Vicia sepium</i>	2000		0.0000	2.8571	0.9524	0.5952	0.2381	0.0000
	2001		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Mittelwert		0.0000	1.4286	0.4762	0.2976	0.1190	0.0000
<i>Hieracium murorum</i>	2000		0.0000	0.2381	2.8571	4.7619	6.6667	9.0476
	2001					0.0000	0.9524	1.3095
	Mittelwert		0.0000	0.1190	1.4286	2.3810	3.8095	5.1786
<i>Geranium robertianum</i>	2000		0.0000	0.4762	0.0000			
	2001		0.0000	0.0000	0.0000			
	Mittelwert		0.0000	0.2381	0.0000			
<i>Geum urbanum</i>	2000			0.0000	1.1905	1.6667	2.1429	1.9048
	2001			0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Mittelwert			0.0000	0.5952	0.8333	1.0714	0.9524
<i>Aegopodium podagraria</i>	2000					0.0000	25.0000	268.8095
	2001							0.0000
	Mittelwert					0.0000	12.5000	134.4048
<i>Lilium marthagon</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							

Tab. 72: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im U II in den Jahren 2000 und 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 04.06. und 08.07.

		04.-08.06.	09.-13.06.	14.-18.06.	19.-23.06.	24.-28.06.	29.06.-03.07.	04.07.-08.07.
<i>Scilla bifolia</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Anemone nemorosa</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Pulmonaria officinalis</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Lathraea squamaria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Oxalis acetosella</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ranunculus ficaria</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Viola reichenbachiana</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ranunculus auricomus</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Paris quadrifolia</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Galeobdolon luteum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Galium odoratum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Ajuga reptans</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Convallaria majalis</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert	0.0000						
<i>Phyteuma spicata</i>	2000	0.0000						
	2001	450.9524	44.5238	22.5000	0.4762	0.0000		
	Mittelwert	225.4762	22.2619	11.2500	0.2381	0.0000		
<i>Vicia sepium</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Hieracium murorum</i>	2000							
	2001	1.6667	1.6667	1.1905	0.7143	0.0000		
	Mittelwert	4.1667	2.9762	0.5952	0.3571	0.0000		
<i>Geranium robertianum</i>	2000							
	2001							
	Mittelwert							
<i>Geum urbanum</i>	2000	1.3095	0.7143	1.4286	1.1905	0.0000		
	2001	0.0000	0.0000	0.0000	0.2381	0.0000		
	Mittelwert	0.6548	0.3571	0.7143	0.7143	0.0000		
<i>Aegopodium podagraria</i>	2000	618.2143	967.6190	816.9048	65.7143	0.0000		
	2001	609.2857	786.9048	780.3571	773.8095	96.4286	0.0000	
	Mittelwert	613.7500	877.2619	798.6310	419.7619	48.2143	0.0000	
<i>Lilium marthagon</i>	2000	0.0000	0.4762	0.0000				
	2001			0.0000	1.1905	1.9048	2.6190	0.0000
	Mittelwert	0.0000	0.2381	0.0000	0.5952	0.9524	1.3095	0.0000

### IX.1.c. NSG Laushalde

Tab. 73: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 19.02. und 25.03. (übernommen aus FRECH 2001)

	19.-23.02	24.-28.02	01-05.03.	06.-10.03.	11.-15.03.	16.-20.03	21.-25.03.
<i>Leucojum vernum</i>		0.0000	17.5000	22.5000	24.0909	9.0909	2.5000
<i>Daphne mezereum</i>		0.0000	2.2727	5.2273	41.5909	61.8182	16.1364
<i>Mercurialis perennis</i>		0.0000	22.7273	216.1364	425.0000	427.2727	1251.3636
<i>Pulmonaria obscura</i>		0.0000	0.2273	0.2273	1.3636	2.7273	4.3182
<i>Corydalis cava</i>				0.0000	0.2273	5.4545	186.8182
<i>Anemone nemorosa</i>					0.0000	1.1364	57.0455
<i>Vinca minor</i>							
<i>Primula veris</i>							
<i>Anemone ranunculoides</i>							
<i>Lathraea squamaria</i>							
<i>Viola reichenbachiana</i>							
<i>Ranunculus ficaria</i>							
<i>Oxalis acetosella</i>							
<i>Ranunculus auricomus</i>							
<i>Lathyrus vernus</i>							
<i>Lamium maculatum</i>							
<i>Galeobdolon luteum</i>							
<i>Paris quadrifolia</i>							
<i>Ajuga reptans</i>							
<i>Galium odoratum</i>							
<i>Fragaria vesca</i>							
<i>Arum maculatum</i>							
<i>Convallaria majalis</i>							
<i>Polygonatum multiflorum</i>							
<i>Aconitum vulparia</i>							
<i>Neottia nidus-avis</i>							
<i>Centaurea montana</i>							
<i>Buglossoides purpureoerulea</i>							
<i>Phyteuma spicata</i>							
<i>Maianthemum bifolium</i>							
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>							
<i>Hieracium sylvaticum</i>							
<i>Vicia sepium</i>							
<i>Aegopodium podagraria</i>							
<i>Geum urbanum</i>							
<i>Lilium martagon</i>							

Tab. 74: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (übernommen aus FRECH 2001)

	26.-30.03.	31.03-04.04.	05.-09.04	10.-14.04.	15.-19.04.	20.-24.04.	25.-29.04.
<i>Leucojum vernum</i>	0.0000						
<i>Daphne mezereum</i>	17.2727	2.5000	0.0000				
<i>Mercurialis perennis</i>	1354.3182	2444.7727	1847.2727	2055.4545	623.8636	617.5000	336.5909
<i>Pulmonaria obscura</i>	7.2727	7.7273	12.0455	10.4545	9.3182	8.8636	10.0000
<i>Corydalis cava</i>	332.7273	910.6818	818.8636	548.1818	134.5455	48.1818	31.5909
<i>Anemone nemorosa</i>	117.7273	464.7727	567.2727	421.5909	189.3182	153.6364	132.2727
<i>Vinca minor</i>	0.0000	0.2273	2.9545	8.8636	19.0909	28.8636	46.1364
<i>Primula veris</i>		0.0000	0.4545	0.9091	1.8182	1.8182	3.6364
<i>Anemone ranunculoides</i>		0.0000	5.4545	1.8182	8.8636	6.3636	9.5455
<i>Lathraea squamaria</i>		0.0000	13.4091	22.2727	25.0000	16.8182	17.5000
<i>Viola reichenbachiana</i>			0.0000	0.6818	4.0909	2.0455	9.0909
<i>Ranunculus ficaria</i>			0.0000	0.2273	0.0000	0.0000	3.4091
<i>Oxalis acetosella</i>						0.0000	0.2273
<i>Ranunculus auricomus</i>				0.0000	2.0455	1.5909	50.0000
<i>Lathyrus vernus</i>						0.0000	1.8182
<i>Lamium maculatum</i>						0.0000	2.9545
<i>Galeobdolon luteum</i>							0.0000
<i>Paris quadrifolia</i>							
<i>Ajuga reptans</i>							
<i>Galium odoratum</i>							
<i>Fragaria vesca</i>							
<i>Arum maculatum</i>							
<i>Convallaria majalis</i>							
<i>Polygonatum multiflorum</i>							
<i>Aconitum vulparia</i>							
<i>Neottia nidus-avis</i>							
<i>Centaurea montana</i>							
<i>Buglossoides purpurocaerulea</i>							
<i>Phyteuma spicata</i>							
<i>Maianthemum bifolium</i>							
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>							
<i>Hieracium sylvaticum</i>							
<i>Vicia sepium</i>							
<i>Aegopodium podagraria</i>							
<i>Geum urbanum</i>							
<i>Lilium martagon</i>							

Tab. 75: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (übernommen aus FRECH 2001)

	30.04.-04.05.	05.-09.05.	10.-14.05.	15.-19.05.	20.-24.05.	25.-29.05.	30.05.-03.06.
<i>Leucojum vernum</i>							
<i>Daphne mezereum</i>							
<i>Mercurialis perennis</i>	71.5909	44.7727	0.0000				
<i>Pulmonaria obscura</i>	4.5455	3.8636	1.1364	0.9091	0.0000		
<i>Corydalis cava</i>	5.0000	0.0000					
<i>Anemone nemorosa</i>	5.6818	0.0000					
<i>Vinca minor</i>	47.2727	53.6364	33.4091	32.0455	22.7273	10.6818	1.1364
<i>Primula veris</i>	6.5909	4.5455	1.1364	0.0000			
<i>Anemone ranunculoides</i>	7.2727	0.0000					
<i>Lathraea squamaria</i>	2.2727	1.1364	0.0000				
<i>Viola reichenbachiana</i>	11.5909	7.5000	2.2727	0.4545	0.0000		
<i>Ranunculus ficaria</i>	0.0000						
<i>Oxalis acetosella</i>	0.0000						
<i>Ranunculus auricomus</i>	143.6364	62.0455	14.5455	0.9091	0.0000		
<i>Lathyrus vernus</i>	115.9091	119.5455	47.5000	22.7273	1.8182	0.0000	
<i>Lamium maculatum</i>	88.6364	56.8182	39.7727	7.2727	4.5455	0.6818	0.0000
<i>Galeobdolon luteum</i>	9.0909	171.3636	546.3636	1067.7273	1169.5455	392.5000	30.9091
<i>Paris quadrifolia</i>	0.0000	1.3636	1.3636	1.3636	1.3636	0.6818	0.0000
<i>Ajuga reptans</i>	0.0000	13.6364	58.1818	65.0000	23.4091	7.9545	0.0000
<i>Galium odoratum</i>	0.0000	0.2273	219.3182	655.6818	874.3182	509.0909	15.6818
<i>Fragaria vesca</i>		0.0000	0.6818	0.4545	0.4545	0.2273	0.0000
<i>Arum maculatum</i>		0.0000	0.9091	0.4545	0.0000		
<i>Convallaria majalis</i>		0.0000	2.5000	6.1364	7.7273	4.5455	0.0000
<i>Polygonatum multiflorum</i>			0.0000	30.0000	22.0455	7.2727	0.0000
<i>Aconitum vulparia</i>			0.0000	0.4545	3.4091	4.0909	2.0455
<i>Neottia nidus-avis</i>				0.0000	1.1364	3.8636	4.0909
<i>Centaurea montana</i>				0.0000	0.2273	0.2273	0.0000
<i>Buglossoides purpureoerulea</i>				0.0000	2.9545	2.0455	1.8182
<i>Phyteuma spicata</i>				0.0000	14.5455	337.0455	225.0000
<i>Maianthemum bifolium</i>					0.0000	3.4091	0.0000
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i>					0.0000	0.9091	10.9091
<i>Hieracium sylvaticum</i>						0.0000	1.3636
<i>Vicia sepium</i>						0.0000	0.4545
<i>Aegopodium podagraria</i>						0.0000	56.3636
<i>Geum urbanum</i>						0.0000	0.4545
<i>Lilium martagon</i>						0.0000	

Tab. 76: Blütenzahl pro 100 m<sup>2</sup> im NSG Laushalde im Jahr 2001 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (übernommen aus FRECH 2001)

	04.-08.06.	09.-13.06.	14.-18.06.	19.-23.06.	24.-28.06.	29.06.-03.07.	04.-08.07.
<i>Leucojum vernum</i>							
<i>Daphne mezereum</i>							
<i>Mercurialis perennis</i>							
<i>Pulmonaria obscura</i>							
<i>Corydalis cava</i>							
<i>Anemone nemorosa</i>							
<i>Vinca minor</i>	0.9091	0.0000					
<i>Primula veris</i>							
<i>Anemone ranunculoides</i>							
<i>Lathraea squamaria</i>							
<i>Viola reichenbachiana</i>							
<i>Ranunculus ficaria</i>							
<i>Oxalis acetosella</i>							
<i>Ranunculus auricomus</i>							
<i>Lathyrus vernus</i>							
<i>Lamium maculatum</i>							
<i>Galeobdolon luteum</i>	5.0000	0.0000					
<i>Paris quadrifolia</i>							
<i>Ajuga reptans</i>							
<i>Galium odoratum</i>	1.1364	0.0000					
<i>Fragaria vesca</i>							
<i>Arum maculatum</i>							
<i>Convallaria majalis</i>							
<i>Polygonatum multiflorum</i>							
<i>Aconitum vulparia</i>	2.0455	0.9091	0.0000				
<i>Neottia nidus-avis</i>	1.5909	2.9545	0.9091	0.0000			
<i>Centaurea montana</i>							
<i>Buglossoides purpureocaerulea</i>	1.1364	0.2273	0.0000				
<i>Phyteuma spicata</i>	211.1364	17.7273	2.9545	4.3182	0.0000		
<i>Maianthemum bifolium</i>							
<i>Vincetoxicum hircundinaria</i>	22.0455	30.0000	23.1818	6.3636	1.1364	0.0000	
<i>Hieracium sylvaticum</i>	2.5000	2.0455	1.1364	0.0000			
<i>Vicia sepium</i>	1.1364	0.6818	0.4545	0.0000			
<i>Aegopodium podagraria</i>	71.8182	3839.0909	9051.1364	10189.7727	8887.0455	1713.4091	100.4545
<i>Geum urbanum</i>	1.5909	2.9545	2.0455	0.6818	0.6818	0.2273	0.2273
<i>Lilium martagon</i>			0.0000	0.6818	2.7273	0.2273	0.0000

## IX.2. P/O

Tab. 77: Durchschnittliche Anzahl Pollenkörner/Anthere für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (\* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999)

Art	Pollenkörner/Anthere			
	Min.	x	Max.	±SD
<i>Adoxa moschatellina</i>	1617.5	1950.75	2212.5	182.7
<i>Aegopodium podagraria</i> *	591.5	644.95	731	47.45
<i>Anemone nemorosa</i>	1347	3334.82	4603	1016.37
<i>Anemone ranunculoides</i>	1966.57	3045.55	4191.97	995.64
<i>Arum maculatum</i> *	3236	3606.71	3858	204.40
<i>Aruncus sylvestris</i> *	820	1018.25	1239.5	142.79
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	3002.5	4865.48	6875	1483.97
<i>Corydalis cava</i>	3100.42	4357.78	7671.67	1235.86
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	1012.5	1374.05	1937.5	277.43
<i>Gagea lutea</i>	1025	1399.3	1970	353.13
<i>Galium odoratum</i>	678.75	1040.16	1505	209.6
<i>Geranium robertianum</i>	105.5	116.65	128	8.63
<i>Geum urbanum</i>	1320.52	2113.31	2750	430.27
<i>Galeobdolon luteum</i>	6432.5	7809	8287.5	654.26
<i>Oxalis acetosella</i>	457	569.33	772	109.71
<i>Paris quadrifolia</i>	13803	15100.2	17008	1410.16
<i>Phyteuma spicata</i>	3725	5016.14	5820	712.88
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2779	4652	5991	1093.61
<i>Pulmonaria officinalis</i>	5333	6984.6	8991	1260.5
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	2715.00	4526.27	7195.50	1742.76
<i>Ranunculus ficaria</i>	3140.5	4451.58	5323.14	828.71
<i>Sanicula europaea</i>	1750	2284.56	3153.21	411.01
<i>Silene dioica</i>	5347.5	5605.6	5799	183.13
<i>Vinca minor</i>	329.5	373.5	420.5	38.18

Tab. 78: Durchschnittliche Anzahl Antheren/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (\* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999)

Art	Antheren/Blume			
	Min.	x	Max.	±SD
<i>Adoxa moschatellina</i>	8	9.4	10	0.97
<i>Aegopodium podagraria</i> *	10	10	10	0
<i>Anemone nemorosa</i>	54	63.8	73	6.44
<i>Anemone ranunculoides</i>	45	52.5	61	6.63
<i>Arum maculatum</i> *	56	89.57	111	20.66
<i>Aruncus sylvestris</i> *	14	17.4	18	1.35
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	8	8	8	0
<i>Corydalis cava</i>	6	6	6	0
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	13	15.82	18	1.54
<i>Gagea lutea</i>	6	6	6	0
<i>Galium odoratum</i>	4	4	4	0
<i>Geranium robertianum</i>	10	10	10	0
<i>Geum urbanum</i>	40	50	59	7.24
<i>Galeobdolon luteum</i>	8	8	8	0
<i>Oxalis acetosella</i>	10	10	10	0
<i>Paris quadrifolia</i>	8	8	8	0
<i>Phyteuma spicata</i>	5	5	5	0
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6	6	6	0
<i>Pulmonaria officinalis</i>	5	5	5	0
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	42.00	62.54	83.00	14.23
<i>Ranunculus ficaria</i>	12	20.7	29	6.07
<i>Sanicula europaea</i>	60	70	85	9.72
<i>Silene dioica</i>	10	10	10	0
<i>Vinca minor</i>	5	5	5	0

Tab. 79: Durchschnittliche Anzahl Ovulae/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (\* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999)

Art	Ovula/Blume			
	Min.	x	Max.	±SD
<i>Adoxa moschatellina</i>	4	4.7	5	0.48
<i>Aegopodium podagraria</i> *	10	10	10	0
<i>Anemone nemorosa</i>	18	28.5	36	6.17
<i>Anemone ranunculoides</i>	11	20.67	26	6.5
<i>Arum maculatum</i> *	84	118.07	140	21.74
<i>Aruncus sylvestris</i> *	3	3	3	0
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	52	58.75	69	5.06
<i>Corydalis cava</i>	6	8	11	1.54
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	3	3	3	0
<i>Gagea lutea</i>	27	28.4	30	1.52
<i>Galium odoratum</i>	2	2	2	0
<i>Geranium robertianum</i>	10	10	10	0
<i>Geum urbanum</i>	73	110.2	139	21.45
<i>Galeobdolon luteum</i>	4	4	4	0
<i>Oxalis acetosella</i>	10	10	10	0
<i>Paris quadrifolia</i>	18	26.6	34	5.81
<i>Phyteuma spicata</i>	28	39.27	46	5.33
<i>Polygonatum multiflorum</i>	6	8.8	11	1.87
<i>Pulmonaria officinalis</i>	4	4	4	0
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	19.00	27.62	40.00	6.97
<i>Ranunculus ficaria</i>	10	14.9	22	3.78
<i>Sanicula europaea</i>	6	6	6	0
<i>Silene dioica</i>	312	343.6	372	26.02
<i>Vinca minor</i>	8	9.2	10	1.1

Tab. 80: Durchschnittliche Anzahl Pollenkörner/Blume für alle 24 untersuchten Pflanzenarten des U I (\* = für die vorliegende Arbeit erstmals untersuchte Pflanzenarten, alle anderen Werte aus DIETERLE 1999)

Art	Pollenkörner/Blume			
	Min.	x	Max.	±SD
<i>Adoxa moschatellina</i>	14280	18312.75	22125	2371.71
<i>Aegopodium podagraria</i> *	5915	6449.5	7310	474.47
<i>Anemone nemorosa</i>	92458	212761.5	327127	71663.43
<i>Anemone ranunculoides</i>	101490	167698.33	255710	67931.97
<i>Arum maculatum</i> *	214200	322046	397602	73472.34
<i>Aruncus sylvestris</i> *	13783	17686.8	21447	2625.35
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	24020	38923.75	55000	11871.75
<i>Corydalis cava</i>	18602.5	26063.36	46030	7421.83
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	16287.5	21536.82	29062.5	3767.15
<i>Gagea lutea</i>	6150	8395.8	11820	2118.81
<i>Galium odoratum</i>	2715	4160.63	6020	838.41
<i>Geranium robertianum</i>	1055	1166.5	1280	86.35
<i>Geum urbanum</i>	52820.7	107806.07	159500	34789.84
<i>Galeobdolon luteum</i>	51460	62472	66300	5234.06
<i>Oxalis acetosella</i>	4570	5693.33	7720	1097.14
<i>Paris quadrifolia</i>	110424	120945.6	136784	11526
<i>Phyteuma spicata</i>	18625	25080.68	29100	3564.38
<i>Polygonatum multiflorum</i>	16674	27912.6	35946	6562.32
<i>Pulmonaria officinalis</i>	26625	34923	44955	6302.52
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	127699	300085.12	521174.50	164543.15
<i>Ranunculus ficaria</i>	37692	94500.5	152569	38906.62
<i>Sanicula europaea</i>	105000	159207.5	220725	31458.57
<i>Silene dioica</i>	53475	56056	57990	1831.3
<i>Vinca minor</i>	1647.5	1867.5	2102.5	190.89

### IX.3. Samen- und Fruchtansatz

#### IX.3.a. *Chrysosplenium alternifolium*

Tab. 81: *Chrysosplenium alternifolium*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	50.00	8.00	6.43	21.48	23
16.-20.03	46.00	20.38	9.85	25.41	45
21.-25.03.	31.14	18.00	8.73	19.29	49
26.-30.03.	18.91	16.44	13.00	16.12	50
31.03-04.04.	22.36	7.40	8.47	12.74	36
05.-09.04	13.36	6.20	8.14	9.23	23
10.-14.04.	14.80	9.67	10.78	11.75	17
15.-19.04.	10.60		21.40	16.00	10
20.-24.04.	2.50		6.25	4.38	8
25.-29.04.	2.00		26.00	14.00	3
30.04.-04.05.	1.00		16.00	8.50	2
05.-09.05.			10.50	10.50	2
10.-14.05.			14.00	14.00	1

Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

Tab. 82: *Chrysosplenium alternifolium*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	76.96	13.96	12.25	34.39	23
16.-20.03	73.49	41.70	16.90	44.03	45
21.-25.03.	49.72	37.33	15.71	34.25	49
26.-30.03.	31.02	36.82	22.84	30.23	50
31.03-04.04.	35.50	18.17	15.62	23.10	36
05.-09.04	20.66	17.82	12.64	17.04	23
10.-14.04.	22.60	21.60	19.39	21.20	17
15.-19.04.	16.48		34.79	25.64	10
20.-24.04.	4.70		10.08	7.39	8
25.-29.04.	3.33		46.43	24.88	3
30.04.-04.05.	1.54		28.57	15.06	2
05.-09.05.			21.00	21.00	2
10.-14.05.			25.45	25.45	1

Tab. 83: *Chrysosplenium alternifolium*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	100	100	92.86	97.62	23
16.-20.03	100	100	76.92	92.31	45
21.-25.03.	100	100	80.77	93.59	49
26.-30.03.	95.45	88.89	83.33	89.22	50
31.03-04.04.	90.91	70.00	60.00	73.64	36
05.-09.04	100	100	42.86	80.95	23
10.-14.04.	100	100	55.56	85.19	17
15.-19.04.	100		40.00	70.00	10
20.-24.04.	100		25.00	62.50	8
25.-29.04.	100		100	100	3
30.04.-04.05.	100		100	100	2
05.-09.05.			100	100	2
10.-14.05.			100	100	1

### IX.3.b. *Anemone nemorosa*

Tab. 84: *Anemone nemorosa*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	13.20		13.67	13.44	16
16.-20.03		14.14	19.58	16.86	33
21.-25.03.	18.78			18.78	9
26.-30.03.		13.25		13.25	16
31.03-04.04.		11.82		11.82	11
05.-09.04	20.92			20.92	25

Tab. 85: *Anemone nemorosa*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	46.32		70.86	58.59	16
16.-20.03		57.10	86.59	71.85	33
21.-25.03.	65.89			65.89	9
26.-30.03.		70.09		70.09	16
31.03-04.04.		62.65		62.65	11
05.-09.04	73.40			73.40	25

Tab. 86: *Anemone nemorosa*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 09.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.	80		100	90	16
16.-20.03		85.71	100	92.86	33
21.-25.03.	100			100	9
26.-30.03.		100		100	16
31.03-04.04.		100		100	11
05.-09.04	100			100	25

### IX.3.c. *Pulmonaria officinalis*

Tab. 87: *Pulmonaria officinalis*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			1.11	1.11	9
16.-20.03		0.6	1.31	0.96	25
21.-25.03.	2.88	0.94	0.71	1.51	67
26.-30.03.	3.75	0.98	1.2	1.98	59
31.03-04.04.	2	1	1.8	1.6	33
05.-09.04	2.07	0.89	1.83	1.60	29
10.-14.04.	0	0.67	1	0.56	6

Tab. 88: *Pulmonaria officinalis*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			27.78	27.78	9
16.-20.03		15	32.69	23.85	25
21.-25.03.	71.88	23.61	17.86	37.78	67
26.-30.03.	93.75	24.48	30	49.41	59
31.03-04.04.	50	25	45	40	33
05.-09.04	51.79	22.22	45.83	39.95	29
10.-14.04.	0	16.67	25	13.89	6

Tab. 89: *Pulmonaria officinalis*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 14.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			55.56	55.56	9
16.-20.03		20	61.54	40.77	25
21.-25.03.	100	59.26	57.14	72.13	67
26.-30.03.	100	64.58	40	68.19	59
31.03-04.04.	100	57.69	80	79.23	33
05.-09.04	85.71	33.33	66.67	61.90	29
10.-14.04.	0	33.33	100	44.44	6

### IX.3.d. *Ranunculus ficaria*

Tab. 90: *Ranunculus ficaria*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.		1.5	1.25	1.38	8
31.03-04.04.		2.22	1.50	1.86	13
05.-09.04					
10.-14.04.		1	0	0.50	10
15.-19.04.		1.20	1	1.10	9
20.-24.04.					
25.-29.04.	2.27	1		1.64	13

Tab. 91: *Ranunculus ficaria*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.		12.56	12.27	12.42	8
31.03-04.04.		18.02	13.13	15.58	13
05.-09.04					
10.-14.04.		8.26	0	4.13	10
15.-19.04.		10.91	10.63	10.77	9
20.-24.04.					
25.-29.04.	18.80	12.70		15.75	13

Tab. 92: *Ranunculus ficaria*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.		75	75	75	8
31.03-04.04.		88.89	100	94.44	13
05.-09.04					
10.-14.04.		28.57	0	14.29	10
15.-19.04.		20	50	35	9
20.-24.04.					
25.-29.04.	81.82	100		90.91	13

**IX.3.e. *Corydalis cava***Tab. 93: *Corydalis cava*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			1.25	1.25	20
16.-20.03.		2.33	1.37	1.85	52
21.-25.03.		1	0.79	0.90	51
26.-30.03.	2.16	0.11	0.39	0.89	83
31.03-04.04.	1.62	0.26	0.27	0.72	74
05.-09.04.	0.97	0	0.63	0.53	80
10.-14.04.	0.43	0	0	0.14	54
15.-19.04.	0	0	0	0	12
20.-24.04.		0		0	9
25.-29.04.	0.48	0.23		0.36	71
30.04.-04.05.	0.25	0.09		0.17	27

Tab. 94: *Corydalis cava*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			15.63	15.63	20
16.-20.03.		29.17	17.09	23.13	52
21.-25.03.		12.5	9.85	11.18	51
26.-30.03.	27	1.39	4.88	11.09	83
31.03-04.04.	20.19	3.23	3.33	8.92	74
05.-09.04.	12.15	0	7.81	6.65	80
10.-14.04.	5.36	0	0	1.79	54
15.-19.04.	0	0	0	0	12
20.-24.04.		0		0	9
25.-29.04.	5.97	2.88		4.43	71
30.04.-04.05.	3.13	1.14		2.14	27

Tab. 95: *Corydalis cava*: Fruchtsatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 11.03. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
11.-15.03.			40	40	20
16.-20.03.		100	48.98	74.49	52
21.-25.03.		50	27.27	38.64	51
26.-30.03.	64	7.41	17.07	29.49	83
31.03-04.04.	46.15	12.9	16.67	25.24	74
05.-09.04.	38.89	0	20.83	19.91	80
10.-14.04.	21.43	0	0	7.14	54
15.-19.04.	0	0	0	0	12
20.-24.04.		0		0	9
25.-29.04.	31.82	19.23		25.53	71
30.04.-04.05.	12.5	9.09		10.80	27

### IX.3.f. *Vinca minor*

Tab. 96: *Vinca minor*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
10.-14.04.	1.5	0.17		0.83	10
15.-19.04.	1.2			1.2	5
20.-24.04.		0		0	1
25.-29.04.	1	0		0.5	6
30.04.-04.05.		0		0	2

Tab. 97: *Vinca minor*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
10.-14.04.	16.30	1.81		9.06	10
15.-19.04.	13.04			13.04	5
20.-24.04.		0		0	1
25.-29.04.	10.87	0		5.43	6
30.04.-04.05.		0		0	2

Tab. 98: *Vinca minor*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 10.04. und 04.05. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
10.-14.04.	75	16.67		45.83	10
15.-19.04.	80			80	5
20.-24.04.		0		0	1
25.-29.04.	25	0		12.50	6
30.04.-04.05.		0		0	2

**IX.3.g. *Oxalis acetosella***Tab. 99: *Oxalis acetosella*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.			7	7	3
31.03-04.04.		0	6	3	8
05.-09.04.	8.75			8.75	4
10.-14.04.	4.4	0	3.33	2.58	29
15.-19.04.	8.4	0	0	2.8	18
20.-24.04.					
25.-29.04.		7.25		7.25	6

Tab. 100: *Oxalis acetosella*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.			70	70	3
31.03-04.04.		0	60	30	8
05.-09.04.	87.5			87.5	4
10.-14.04.	44	0	33.33	25.78	29
15.-19.04.	84	0	0	28	18
20.-24.04.					
25.-29.04.		72.50		72.50	6

Tab. 101: *Oxalis acetosella*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 26.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
26.-30.03.			100	100	3
31.03-04.04.		0	66.67	33.33	8
05.-09.04.	100			100	4
10.-14.04.	100	0	33.33	44.44	29
15.-19.04.	100	0	0	33.33	18
20.-24.04.					
25.-29.04.		87.50		87.50	6

### IX.3.h. *Adoxa moschatellina*

Tab. 102: *Adoxa moschatellina*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
31.03-04.04.		0.33		0.33	3
05.-09.04	0.33			0.33	3
10.-14.04.	2	1		1.50	26
15.-19.04.	2.37	1.27		1.82	33
20.-24.04.	0.50			0.50	8
25.-29.04.		1.08		1.08	12

Tab. 102: *Adoxa moschatellina*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
31.03-04.04.		8.33		8.33	3
05.-09.04	8.33			8.33	3
10.-14.04.	43.61	21.43		32.52	26
15.-19.04.	47.96	26.82		37.39	33
20.-24.04.	10			10	8
25.-29.04.		21.67		21.67	12

Tab. 103: *Adoxa moschatellina*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 31.03. und 29.04. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
31.03-04.04.		33		33	3
05.-09.04	33			33	3
10.-14.04.	83.33	28.57		55.95	26
15.-19.04.	88.89	36.36		62.625	33
20.-24.04.	25			25	8
25.-29.04.		50		50	12

**IX.3.i. Galeobdolon luteum**Tab. 104: *Galeobdolon luteum*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
30.04.-04.05.	2.38			2.38	76
05.-09.05.	2.82	1.25		2.04	134
10.-14.05.		2		2	43
15.-19.05.		1.97		1.97	35
20.-24.05.		1.78		1.78	63
25.-29.05.		1.73		1.73	37
30.05-03.06.		1.40		1.40	10

Tab. 105: *Galeobdolon luteum*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
30.04.-04.05.	59.54			59.54	76
05.-09.05.	70.41	31.25		50.83	134
10.-14.05.		50		50	43
15.-19.05.		49.29		49.29	35
20.-24.05.		44.44		44.44	63
25.-29.05.		43.24		43.24	37
30.05-03.06.		35		35	10

Tab. 106: *Galeobdolon luteum*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 30.04. und 03.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
30.04.-04.05.	100			100	76
05.-09.05.	100	100		100	134
10.-14.05.		100		100	43
15.-19.05.		100		100	35
20.-24.05.		100		100	63
25.-29.05.		100		100	37
30.05-03.06.		100		100	10

### IX.3.j. *Phyteuma spicata*

Tab. 107: *Phyteuma spicata*: Samenansatz absolut im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
15.-19.05.	11.39			11.39	224
20.-24.05.	9.56			9.56	257
25.-29.05.	13.24	13		13.12	185
30.05-03.06.	5.77	19.10		12.44	145
04.-08.06.		10.42		10.42	127

Tab. 108: *Phyteuma spicata*: Samenansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
15.-19.05.	29.01			29.01	224
20.-24.05.	24.35			24.35	257
25.-29.05.	33.72	33.10		33.41	185
30.05-03.06.	14.69	48.65		31.67	145
04.-08.06.		26.53		26.53	127

Tab. 109: *Phyteuma spicata*: Fruchtansatz relativ [%] im U I in den Jahren 2000 bis 2002 für alle Fünf-Tage-Blocks zwischen dem 15.05. und 08.06. (n = Anzahl untersuchter Blüten)

	2000	2001	2002	Mittelwert	n
15.-19.05.	91.96			91.96	224
20.-24.05.	87.16			87.16	257
25.-29.05.	82.68	100		91.34	185
30.05-03.06.	53.49	97.94		75.72	145
04.-08.06.		84.25		84.25	127

## IX.4. Nektarvolumina

Tab. 110: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Adoxa moschatellina* und *Aegopodium podagraria*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]			
Probe Nr.	<i>Adoxa moschatellina</i>	Probe Nr.	<i>Aegopodium podagraria</i>	Probe Nr.	
1	0.1349	1	0.0159	41	0
2	0	2	0.0159	42	0
3	0.1429	3	0	43	0
4	0.1667	4	0.0476	44	0
5	0	5	0.0238	45	0
6	0.0317	6	0.1111	46	0.0317
7	0.2381	7	0.0159	47	0
8	0	8	0	48	0
9	0	9	0	49	0.0159
10	0	10	0.0397	50	0.0556
11	0	11	0.0238	51	0
12	0.1746	12	0	52	0.0159
13		13	0.0397	53	0
14		14	0.0159	54	0
15		15	0.0317	55	0
16		16	0.0556	56	0
17		17	0	57	0.0159
18		18	0.0635	58	0
19		19	0.0556	59	
20		20	0.0159	60	
21		21	0.0476	61	
22		22	0	62	
23		23	0.0952	63	
24		24	0.0714	64	
25		25	0.0238	65	
26		26	0	66	
27		27	0	67	
28		28	0	68	
29		29	0	69	
30		30	0.0317	70	
31		31	0.0159	71	
32		32	0.0397	72	
33		33	0.1111	73	
34		34	0.0635	74	
35		35	0.0159	75	
36		36	0.0556	76	
37		37	0.0238	77	
38		38	0.0317	78	
39		39	0.0714	79	
40		40	0	80	

Tab. 111: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Arum maculatum*, *Chrysosplenium alternifolium* und *Corydalis cava*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Arum maculatum</i>	Probe Nr.	<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	Probe Nr.	<i>Corydalis cava</i>
1	0.0952	1	0	1	1.6667
2	0.1428	2	0	2	0.6111
3	0.1746	3	0.5	3	0.1111
4	0.0476	4	0.246	4	0.8333
5	0.2222	5	0	5	0.619
6	0.0794	6	0	6	0.4365
7	0.1905	7	0.2381	7	0.2778
8	0.1587	8	0.254	8	0.0794
9	0.1111	9	0	9	0.0079
10	0.1587	10	0	10	4.2857
11	0.0952	11	0	11	1.9206
12	0.1428	12	0	12	1.9048
13	0.1587	13	0.2619	13	1.9841
14	0.4444	14	0.5	14	0.5635
15	0.4603	15	0.2788	15	0.5159
16	0.4603	16	0.2381	16	1.4127
17	0.5238	17	0.1746	17	0
18	0.5238	18	0	18	0.2222
19	0.4286	19	0.1825	19	0.3175
20	0.5079	20	0.119	20	0.2698
21	0.4762	21	0.1746	21	0.8492
22	0.5079	22	0.1984	22	0.2302
23	0.4286	23	0	23	0.2063
24	0.4444	24	0	24	0.2381
25	0.4127	25	0	25	0.4365
26	0.3492	26	0.1508	26	0.5
27	0.4286	27		27	0.3413
28	0.4762	28		28	0.3175
29	0.4444	29		29	2.5
30	0.3968	30		30	2.3175
31	0.3651	31		31	1.2936
32	0.3810	32		32	0.4444
33	0.3810	33		33	0.4841
34	0.4444	34		34	
35	0.3492	35		35	
36	0.3810	36		36	
37	0.5397	37		37	
38	0.4286	38		38	
39	0.4127	39		39	
40	0.4127	40		40	
41	0.4127	41		41	
42	0.3968	42		42	
43	0.3651	43		43	
44	0.4444	44		44	
45	0.4921	45		45	
46	0.3333	46		46	
47	0.3810	47		47	
48	0.3968	48		48	

Tab. 112: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Daphne mezereum*, *Euphorbia amygdaloides* und *Gagea lutea*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Cyathium [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Daphne mezereum</i>	Probe Nr.	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	Probe Nr.	<i>Gagea lutea</i>
1	0.175	1	0.3333	1	1.7698
2	0.000	2	0.3333	2	0.4444
3	0.468	3	0.4127	3	1.5794
4	0.000	4	0.4127	4	1.2063
5	0.198	5	0.4921	5	1.2698
6	0.008	6	1.2857	6	1
7	0.389	7	0.5556	7	
8	0.373	8	0.9524	8	
9	0.476	9	1.5079	9	
10		10	0.6984	10	
11		11	0.7619	11	
12		12	0.1429	12	
13		13	0.9524	13	
14		14	0.4762	14	
15		15	0.5556	15	

Tab. 113: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Galeobdolon luteum*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]			
Probe Nr.	<i>Galeobdolon luteum</i>	Probe Nr.	
1	1.0952	19	1.1349
2	1.0794	20	0.9683
3	0.7302	21	0.5714
4	1.5714	22	0.8889
5	1.3254	23	0.6429
6	0.9524	24	0.2381
7	1.0397	25	0.3333
8	0.6667	26	0.1746
9	0.7302	27	0.1905
10	0.9048	28	0.7381
11	0.3016	29	0.127
12	0.4048	30	0.2937
13	0.6667	31	0.1905
14	1.0397	32	0.4286
15	1.373	33	0.6984
16	0.5	34	0.0794
17	0.0952	35	0.9524
18	0.9603	36	0.9524

Tab. 114: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Galium odoratum*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]					
Probe Nr.	<i>Galium odoratum</i>	Probe Nr.		Probe Nr.	
1	0.0238	41	0.0159	81	0.0476
2	0.0159	42	0.0159	82	0
3	0	43	0	83	0.0476
4	0	44	0.0317	84	0.0159
5	0	45	0	85	0.0556
6	0	46	0	86	0.0794
7	0	47	0	87	0.0159
8	0	48	0.0238	88	0
9	0	49	0	89	0
10	0	50	0	90	0
11	0	51	0	91	0
12	0.0952	52	0.0952	92	0
13	0	53	0.0476	93	0.119
14	0	54	0.0794	94	0.0714
15	0	55	0.0635	95	0
16	0	56	0.0714	96	0.1349
17	0	57	0	97	0.0159
18	0	58	0.0476	98	0.1032
19	0	59	0.0476	99	0
20	0.0159	60	0	100	0
21	0	61	0	101	0
22	0	62	0	102	0
23	0	63	0	103	0
24	0	64	0.0159	104	
25	0	65	0	105	
26	0	66	0	106	
27	0.0952	67	0	107	
28	0	68	0.0238	108	
29	0.0476	69	0	109	
30	0.0159	70	0	110	
31	0.0317	71	0	111	
32	0	72	0	112	
33	0	73	0.0714	113	
34	0.0794	74	0.0556	114	
35	0	75	0	115	
36	0	76	0	116	
37	0.0317	77	0	117	
38	0.0476	78	0.0159	118	
39	0.119	79	0.0556	119	
40	0.0159	80	0.1031	120	

Tab. 115: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Geranium robertianum*, *Geum urbanum* und *Oxalis acetosella*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Geranium robertianum</i>	Probe Nr.	<i>Geum urbanum</i>	Probe Nr.	<i>Oxalis acetosella</i>
1	0.2063	1	0.7063	1	0.0794
2	0.3175	2	0.6349	2	0.0952
3	0.127	3	0.3333	3	0.119
4	0.3651	4	0.7619	4	0
5	0.1746	5	0.1587	5	0
6	0.127	6	0.1429	6	0.0873
7	0.254	7	0.5	7	0.1667
8	0.0476	8	0.3492	8	0.2778
9	0.0635	9	0.0635	9	0.5
10	0.1667	10	0.4762	10	0.3413
11	0.127	11	0.2857	11	0.4048
12	0.3413	12	0.3492	12	0.4365
13	0.1905	13		13	0.1429
14	0.0476	14		14	0.476
15	0.1825	15		15	0.833
16	0.2302	16		16	1.373
17	0.2063	17		17	0.769
18	0.1429	18		18	0.222
19	0.2063	19		19	0.214
20	0.1508	20		20	0.167

Tab. 116: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Phyteuma spicata*, *Polygonatum multiflorum* und *Primula elatior*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Phyteuma spicata</i>	Probe Nr.	<i>Polygonatum multiflorum</i>	Probe Nr.	<i>Primula elatior</i>
1	0.5159	1	0.1905	1	0.0714
2	0.7857	2	0.2381	2	0.0794
3	0.6349	3	0.0317	3	0.0714
4	0.4524	4	0.0635	4	0.4206
5	0.0238	5	0.2222	5	0.2222
6	0.1667	6	0.5794	6	0.1349
7	0	7	0.2302	7	0.1587
8	0	8	0	8	0.2222
9	0.7778	9	0.254	9	0.2619
10	0.6349	10	0.4365	10	0.2540
11		11	0.8413	11	0.0317
12		12	1.4762	12	0.1825
13		13	1.3095	13	0.1508
14		14	1.7778	14	0.3571
15		15	2	15	0.1349
16		16	1.6667	16	0.0317
17		17	1.3254	17	0.0635
18		18	2	18	0.0159
19		19	2.5317	19	0.1746
20		20	1.0952	20	0.0317
21		21	1	21	0.0000
22		22	2.3333	22	0.0159
23		23		23	0.0000
24		24		24	0.0000
25		25		25	0.1032

Tab. 117: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Pulmonaria officinalis*, *Ranunculus ficaria* und *Ranunculus lanuginosus*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Pulmonaria officinalis</i>	Probe Nr.	<i>Ranunculus ficaria</i>	Probe Nr.	<i>Ranunculus lanuginosus</i>
1	0.0952	1	0.2619	1	0
2	0.3492	2	0.4603	2	0.7778
3	0.6032	3	0.1429	3	1.2927
4	1.8095	4	0.5873	4	1.4206
5	2.6746	5	0.341	5	1.6508
6	1.4762	6	0.421	6	0.2063
7	0	7	0.278	7	0.4127
8	1.4444	8	0	8	0.5952
9	1.3333	9	0.429	9	0.5
10	2.2222	10	0.238	10	0.7143
11	1.9444	11	0	11	0.3016
12	2.4126	12	0	12	0.5
13	0	13	0.318	13	
14	0	14	0.063	14	
15	0.9683	15		15	
16	1	16		16	

Tab. 118: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Sanicula europaea*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]					
Probe Nr.	<i>Sanicula europaea</i>	Probe Nr.		Probe Nr.	
1	0.1111	31	0.1349	61	0.1111
2	0	32	0	62	0.0317
3	0.0873	33	0.127	63	0.0397
4	0.1508	34	0	64	0
5	0	35	0.0159	65	0.1506
6	0	36	0.0159	66	0.0476
7	0.1349	37	0	67	0
8	0	38	0	68	0.0952
9	0	39	0	69	0
10	0	40	0	70	0
11	0.0556	41	0	71	0
12	0.0476	42	0	72	0
13	0	43	0.0556	73	0.0159
14	0	44	0.1429	74	0.1349
15	0.0714	45	0	75	0.1349
16	0	46	0	76	0.1429
17	0	47	0.0556	77	0.1111
18	0	48	0.119	78	0
19	0.1587	49	0	79	0.0159
20	0	50	0.1349	80	0.0159
21	0	51	0	81	0.1349
22	0.0873	52	0.1111	82	0.0317
23	0.1111	53	0.1111	83	
24	0	54	0.1349	84	
25	0	55	0.0556	85	
26	0.0238	56	0.0556	86	
27	0.0556	57	0.1349	87	
28	0.1508	58	0.1508	88	
29	0	59	0.0556	89	
30	0	60	0.0238	90	

Tab. 119: Nektarvolumina [ $\mu\text{l}$ ] aller untersuchter Blüten von *Silene dioica* und *Vinca minor*

Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]		Nektar/Blüte [ $\mu\text{l}$ ]	
Probe Nr.	<i>Silene dioica</i>	Probe Nr.	<i>Vinca minor</i>
1	0.6349	1	1.7778
2	0.4127	2	1
3	0.2857	3	0.389
4	0.4444	4	0.389
5	0.127	5	0.381
6	1	6	1.048
7	0.0794	7	0.159
8	2.0317	8	0.913
9	2.4841	9	0.238
10	1.7222	10	1.794
11		11	0.294
12		12	0.841

## IX.5. Nektarzucker

Zur Ermittlung der Nektarzucker wurde ausschließlich mit Mischproben aus dem Nektar mehrerer Einzelblüten gearbeitet. Es liegen also keine Daten zu den Nektarzuckergehalten einzelner Blüten vor.

## IX.6. Nektaraminosäuren

Tab. 120: Nektaraminosäurekonzentration [ng/μl] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Asparaginsäure (ASP), Serin (SER), Glutaminsäure (GLU), Glycin (GLY), Histidin (HIS) und Arginin (ARG)

	ASP	SER	GLU	GLY	HIS	ARG
<i>Adoxa moschatellina</i>	176.05	334.88			1920.22	278.04
<i>Aegopodium pogagrararia</i>						
<i>Arum maculatum</i>			15.70		5.19	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>					24.90	
<i>Corydalis cava</i>	6.11			4.14	0.36	275.31
<i>Daphne mezereum</i>						47.42
<i>Euphorbia amygdaloides</i>		1.23				24.90
<i>Gagea lutea</i>	14.63	33.42	101.71		52.16	16.50
<i>Galeobdolon luteum</i>						109.32
<i>Galium odoratum</i>		225.47			31.76	12.68
<i>Geranium robertianum</i>						56.20
<i>Geum urbanum</i>						
<i>Oxalis acetosella</i>		17.09	174.74		232.50	20.69
<i>Phyteuma spicata</i>		0.36		26.96		38.34
<i>Polygonatum multiflorum</i>		14.19	7.05		36.48	23.18
<i>Primula elatior</i>	54.64	177.00	118.55		57.45	47.71
<i>Pulmonaria officinalis</i>				3.58		135.08
<i>Ranunculus ficaria</i>	9.34		200.70		167.14	163.56
<i>Ranunculus lanuginosus</i>					5.72	30.44
<i>Sanicula europaea</i>						
<i>Silene dioica</i>		5.14			135.83	4.62
<i>Vinca minor</i>						98.13

Tab. 121: Nektaraminosäurekonzentration [ng/μl] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Threonin (THR), Alanin (ALA), Prolin (PRO), Cystein (CYS), Tyrosin (TYR) und Valin (VAL)

	THR	ALA	PRO	CYS	TYR	VAL
<i>Adoxa moschatellina</i>	189.68	236.50	1032.28		228.61	441.02
<i>Aegopodium pogagraria</i>	102.27	130.65	272.71			
<i>Arum maculatum</i>	23.16	35.27	69.25		4.57	
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>	76.66	152.10	323.91		1.09	
<i>Corydalis cava</i>	261.83	27.55	1103.90			
<i>Daphne mezereum</i>	83.11	33.90	610.29			
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	35.82	164.65	137.43			
<i>Gagea lutea</i>	10.44	38.52	308.30			4.73
<i>Galeobdolon luteum</i>	117.94	152.19	481.40			
<i>Galium odoratum</i>	57.49	117.81	191.80			
<i>Geranium robertianum</i>	61.94	245.39	225.02			
<i>Geum urbanum</i>	91.36	185.72	209.96			
<i>Oxalis acetosella</i>	100.61	214.74	381.58			
<i>Phyteuma spicata</i>	95.88	71.69	51.31			
<i>Polygonatum multiflorum</i>	40.16	413.26	523.66			1.18
<i>Primula elatior</i>	23.16	89.42	1362.54			
<i>Pulmonaria officinalis</i>	161.17	71.20	611.22			
<i>Ranunculus ficaria</i>	149.51	34.61	868.95			12.73
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	37.22	47.61	75.42			
<i>Sanicula europaea</i>		72.11	42.08			
<i>Silene dioica</i>	111.63	176.10	477.37			
<i>Vinca minor</i>	120.24	5.36	439.12			

Tab. 122: Nektaraminosäurekonzentration [ng/μl] aller 23 untersuchter Pflanzenarten für die Aminosäuren Methionin (MET), Lysin (LYS), Isoleucin (ILE), Leucin (LEU) und Phenylalanin (PHE)

	MET	LYS	ILE	LEU	PHE
<i>Adoxa moschatellina</i>	181.09	146.77	177.27	454.83	766.86
<i>Aegopodium pogagraria</i>					255.78
<i>Arum maculatum</i>					
<i>Chrysosplenium alternifolium</i>			61.15	7.40	156.07
<i>Corydalis cava</i>	8.20				
<i>Daphne mezereum</i>					
<i>Euphorbia amygdaloides</i>					
<i>Gagea lutea</i>					
<i>Galeobdolon luteum</i>					
<i>Galium odoratum</i>					
<i>Geranium robertianum</i>					
<i>Geum urbanum</i>					
<i>Oxalis acetosella</i>			16.76		
<i>Phyteuma spicata</i>					143.62
<i>Polygonatum multiflorum</i>			0.98		
<i>Primula elatior</i>					
<i>Pulmonaria officinalis</i>					
<i>Ranunculus ficaria</i>					
<i>Ranunculus lanuginosus</i>					
<i>Sanicula europaea</i>					
<i>Silene dioica</i>					0.58
<i>Vinca minor</i>					

## IX.7. Farbreflexionsspektren

### IX.7.a. *Adoxa moschatellina*

Tab. 123: *Adoxa moschatellina*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Bl = Blüte; KrBl = Kronblatt; LaBl = Laubblatt)

nm	LaBl	KrBl Seitenblüte	KrBl Gipfelblüte	Theken	Blütenzentrum	KrBl Bl verblüht
300	6.443	6.541	5.651	6.627	6.208	6.708
310	5.238	5.735	4.493	5.102	4.868	6.047
320	5.033	5.476	4.615	4.878	4.654	5.620
330	4.539	5.123	4.150	4.812	4.453	5.311
340	4.256	4.673	4.134	4.209	4.007	4.856
350	4.247	4.622	4.556	4.125	3.900	4.810
360	4.093	4.506	4.488	4.015	3.794	5.151
370	3.789	3.984	4.390	3.596	3.194	4.670
380	3.891	4.144	4.179	3.519	3.535	5.201
390	4.108	4.352	4.236	3.565	4.076	5.095
400	4.238	5.072	4.703	3.613	4.474	5.711
410	4.554	5.814	5.320	4.069	5.319	6.731
420	4.644	6.138	5.816	4.510	5.844	7.499
430	4.787	6.337	6.178	5.553	6.346	7.913
440	4.837	6.471	6.363	7.196	6.564	8.265
450	5.040	6.997	6.837	9.484	7.524	9.250
460	5.359	7.853	7.381	12.423	8.715	10.249
470	5.442	7.922	7.459	15.287	8.979	10.594
480	5.465	7.894	7.344	17.387	9.012	10.631
490	5.544	7.968	7.304	18.966	9.336	10.935
500	6.188	9.531	8.434	23.058	11.368	13.405
510	8.221	13.077	11.339	29.902	15.731	18.303
520	12.806	18.298	16.096	37.002	21.270	24.425
530	18.852	23.120	21.014	42.128	25.996	29.358
540	22.452	25.237	23.355	44.558	28.127	31.788
550	23.805	25.820	24.066	45.502	28.971	32.903
560	24.013	25.620	23.902	45.813	29.003	33.113
570	21.749	23.974	22.078	45.433	27.705	32.266
580	18.375	21.604	19.473	44.490	25.479	30.492
590	16.234	20.083	17.879	43.610	23.967	29.287
600	15.199	19.105	16.828	42.920	22.935	28.415
610	14.274	18.208	15.976	42.329	22.008	27.667
620	12.535	16.995	14.737	41.497	20.432	26.547
630	11.576	16.212	13.984	40.897	19.453	25.844
640	10.988	15.448	13.162	40.034	18.607	24.898
650	9.078	12.598	10.506	36.371	15.454	20.730
660	7.905	11.029	9.155	34.392	13.300	18.559
670	6.962	9.385	7.959	31.392	10.680	15.915
680	7.614	9.156	7.793	29.992	9.699	15.206
690	9.904	13.195	11.268	37.155	14.258	22.622
700	19.752	23.342	21.442	47.565	26.041	36.335
710	36.454	30.912	29.980	51.907	34.006	43.060
720	50.480	34.357	33.886	53.092	37.326	45.448
730	60.535	36.292	36.039	53.790	39.133	46.654
740	66.084	37.467	37.402	54.214	40.310	47.276
750	68.214	37.799	37.787	54.425	40.728	47.462

**IX.7.b. *Aegopodium podagraria***

Tab. 124: *Aegopodium podagraria*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronblatt</b>	<b>Laubblatt</b>
300	5.573	4.843
310	5.498	4.845
320	4.843	4.136
330	4.459	3.707
340	4.241	3.612
350	4.167	3.753
360	4.232	3.585
370	4.317	3.605
380	4.876	3.564
390	6.070	3.273
400	9.548	3.460
410	17.071	3.327
420	26.636	3.176
430	34.169	3.307
440	38.245	3.138
450	40.121	3.206
460	41.080	3.211
470	41.519	3.157
480	41.578	2.959
490	41.945	2.973
500	42.585	3.176
510	43.427	4.156
520	44.176	6.760
530	44.849	10.793
540	45.229	13.302
550	45.477	14.155
560	45.408	14.009
570	45.552	12.149
580	45.643	9.582
590	45.488	8.028
600	45.334	7.298
610	45.280	6.665
620	45.115	5.680
630	45.065	5.150
640	44.871	4.747
650	44.527	3.834
660	44.433	3.440
670	43.953	3.454
680	43.926	4.577
690	44.588	6.282
700	46.029	12.237
710	47.282	25.428
720	48.119	39.503
730	48.808	52.095
740	49.130	60.553
750	49.195	63.832

### IX.7.c. *Anemone nemorosa*

Tab. 125: *Anemone nemorosa*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt)

	KrBl basal	Antheren	Stamina	Laubblatt	KrBl Mitte	KrBl apikal
300	4.815	4.061	8.832	5.398	7.230	7.210
310	4.693	4.433	8.472	5.134	6.553	6.777
320	4.469	3.609	7.669	4.468	6.112	6.268
330	3.987	3.417	7.273	4.019	5.868	5.739
340	3.949	2.973	6.809	3.880	5.412	5.497
350	3.548	2.993	6.025	3.589	4.677	4.808
360	3.373	2.656	5.784	3.594	4.477	4.447
370	3.458	2.587	5.484	3.524	4.493	4.656
380	4.542	2.608	5.513	3.587	5.600	5.874
390	7.265	2.691	5.550	3.348	9.590	10.105
400	13.779	3.275	6.024	3.622	20.047	20.631
410	22.660	3.741	7.046	3.758	38.299	38.209
420	30.659	4.642	8.520	4.014	58.480	57.617
430	35.869	5.617	9.137	3.863	73.230	72.230
440	39.458	6.746	9.943	4.053	80.845	79.919
450	41.497	6.795	10.322	3.858	84.676	84.038
460	42.595	7.495	10.986	4.182	86.495	86.233
470	43.220	8.113	11.419	4.126	88.051	88.266
480	43.535	7.983	11.329	4.077	89.101	89.594
490	43.774	8.350	11.469	3.982	90.452	91.315
500	43.985	10.980	13.548	4.255	90.834	91.816
510	44.161	15.308	18.545	5.230	91.473	92.776
520	44.163	19.919	26.820	8.231	92.103	93.565
530	43.931	24.002	35.959	13.183	92.128	93.757
540	43.636	27.254	41.767	16.452	92.257	94.124
550	43.599	29.842	44.580	17.658	92.618	94.533
560	43.756	31.708	45.036	17.695	93.172	95.195
570	43.785	33.225	42.833	15.240	93.706	95.994
580	43.794	34.599	38.926	12.009	94.491	96.837
590	44.325	35.552	35.985	10.090	94.919	97.358
600	45.469	36.124	34.466	9.263	96.046	98.452
610	46.416	36.700	32.812	8.440	96.951	99.509
620	46.923	37.114	29.578	7.097	97.698	100.197
630	47.215	37.369	27.862	6.467	98.111	100.728
640	47.475	37.779	26.993	6.021	98.543	101.191
650	47.466	37.969	23.525	5.045	98.723	101.319
660	47.617	38.176	19.749	4.422	99.135	101.873
670	47.396	38.358	14.910	4.234	98.891	101.640
680	47.420	38.541	13.675	5.027	99.058	101.734
690	47.429	38.662	19.235	6.416	99.362	102.101
700	47.384	38.678	39.598	12.785	99.250	101.994
710	47.512	39.018	60.819	28.536	99.240	102.075
720	47.448	39.143	72.022	44.996	99.340	102.155
730	47.356	39.292	77.992	58.950	99.308	102.099
740	47.221	39.458	80.533	67.619	98.959	101.775
750	47.223	39.650	81.853	71.454	99.404	102.170

**IX.7.d. *Arum maculatum***

Tab. 126: *Arum maculatum* I: Reflexion [%] verschiedener Blumenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; LaBl = Laubblatt; Rück = Rückseite; Vord = Vorderseite)

	LaBl	Spatha ap	Spatha bas	Kessel Vord	Kessel Rück	Spatha Rück
300	4.337	5.623	6.527	8.205	4.288	3.940
310	4.118	5.682	6.480	9.722	4.360	4.093
320	3.332	5.014	6.499	9.405	3.801	2.925
330	3.367	5.516	6.908	8.914	3.436	3.311
340	2.627	4.346	6.970	8.076	2.985	3.224
350	3.201	6.234	8.703	9.293	3.865	4.591
360	2.703	6.542	10.111	8.563	4.237	4.510
370	2.120	6.610	10.212	9.704	4.198	4.455
380	2.802	7.533	12.110	10.863	5.891	6.179
390	2.402	7.090	11.624	11.435	6.282	6.152
400	2.561	7.353	11.289	11.902	6.907	6.802
410	3.254	7.249	11.177	11.532	7.130	6.734
420	3.323	6.795	11.043	10.535	6.856	6.567
430	3.580	6.553	10.876	10.420	6.932	6.577
440	3.652	6.486	10.731	10.332	6.822	6.465
450	3.782	6.919	10.654	11.163	7.012	6.905
460	3.853	7.695	11.207	12.093	7.642	7.797
470	3.948	8.068	11.858	12.338	7.943	8.027
480	3.758	7.765	11.318	12.229	7.824	7.791
490	3.817	8.032	11.718	12.686	8.055	8.041
500	4.126	9.374	13.094	14.885	9.254	9.281
510	5.346	11.701	14.521	19.424	11.380	11.410
520	8.392	14.510	15.750	25.315	14.063	13.743
530	13.034	16.619	16.477	30.264	16.282	15.464
540	16.336	17.590	16.716	32.590	17.325	16.180
550	17.691	17.899	16.835	33.200	17.626	16.360
560	17.902	17.902	16.748	33.195	17.636	16.316
570	16.039	17.285	16.640	31.877	17.103	15.934
580	13.196	16.248	16.440	29.780	16.270	15.237
590	11.436	15.849	16.277	28.201	15.637	14.987
600	10.606	15.782	16.254	27.247	15.233	15.054
610	9.776	15.501	16.108	26.275	14.895	14.869
620	8.424	14.829	15.936	24.798	14.218	14.416
630	7.659	14.499	15.746	23.943	13.783	14.125
640	7.216	14.056	15.611	22.998	13.417	13.852
650	5.852	12.288	14.934	19.764	11.967	12.299
660	5.021	11.049	14.475	17.713	10.964	11.412
670	4.460	9.528	13.652	15.073	9.452	10.092
680	5.026	9.213	13.419	14.588	8.968	10.098
690	6.628	12.220	14.826	20.233	11.378	12.971
700	14.411	18.376	16.990	32.262	16.772	17.476
710	29.077	22.025	17.960	40.500	20.041	19.988
720	41.759	23.600	18.196	44.314	21.535	20.941
730	51.209	24.436	18.499	46.464	22.388	21.421
740	56.653	24.693	18.597	47.541	22.800	21.646
750	58.736	24.640	18.413	47.729	22.707	21.632

Tab. 127: *Arum maculatum* II: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; LaBl = Laubblatt; Rück = Rückseite; Vord = Vorderseite)

	<b>Spadix Stiel</b>	<b>Spadix Mitte</b>	<b>Spadix Spitze</b>
300	9.055	9.504	11.287
310	15.174	13.492	13.918
320	18.320	14.200	14.604
330	18.519	13.854	14.854
340	17.710	13.366	13.937
350	19.272	14.526	14.104
360	19.671	14.326	14.724
370	19.846	15.706	16.248
380	20.329	18.426	19.166
390	19.484	20.304	20.669
400	16.710	19.983	20.781
410	14.540	19.246	19.820
420	13.018	18.085	18.870
430	12.842	18.630	19.452
440	13.977	20.842	21.248
450	12.765	20.219	20.647
460	14.375	22.174	22.429
470	17.378	24.569	25.355
480	15.328	22.784	23.709
490	17.735	25.049	26.236
500	25.745	31.312	33.675
510	32.217	34.864	39.037
520	35.996	36.266	41.737
530	37.545	36.302	42.446
540	38.566	36.238	42.745
550	38.896	36.123	42.985
560	38.809	35.767	42.938
570	39.830	37.056	44.655
580	40.959	38.551	46.811
590	41.424	39.745	48.630
600	41.861	40.989	50.952
610	42.223	42.512	53.794
620	42.655	44.233	57.211
630	43.024	45.730	60.311
640	43.209	47.303	62.903
650	43.296	48.789	64.947
660	43.619	50.317	67.023
670	43.408	51.431	68.285
680	43.429	53.089	69.755
690	44.139	55.249	71.813
700	44.787	57.642	73.951
710	45.007	60.417	75.761
720	45.188	63.647	77.768
730	45.312	66.819	79.485
740	45.171	69.656	80.826
750	45.380	71.878	81.873

**IX.7.e. *Chrysosplenium alternifolium***

Tab. 128: *Chrysosplenium alternifolium*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Ord = Ordnung)

	<b>Kronblatt</b>	<b>Nekatrien</b>	<b>Laubblatt</b>	<b>Hochblatt 1. Ord</b>	<b>Hochblatt 2. Ord</b>
300	6.592	11.158	2.691	3.398	4.901
310	6.292	9.893	3.265	3.296	4.543
320	6.221	9.618	2.718	3.032	4.193
330	5.484	8.387	2.476	2.887	3.684
340	5.740	8.034	2.565	2.868	3.426
350	6.017	7.678	1.792	2.302	2.976
360	6.539	6.749	1.790	2.000	2.786
370	6.848	6.434	1.736	2.113	2.873
380	6.751	6.084	1.889	2.194	2.983
390	6.702	6.628	1.640	1.835	2.689
400	6.713	6.803	1.753	2.086	2.745
410	6.614	6.742	1.774	2.132	2.900
420	6.415	7.125	1.927	2.196	3.191
430	5.999	7.291	1.859	2.008	3.169
440	6.169	7.767	1.996	2.102	3.175
450	5.864	7.714	1.872	1.963	3.057
460	6.175	8.358	2.183	2.243	3.691
470	6.653	9.100	2.197	2.336	3.801
480	6.519	9.161	2.219	2.347	3.768
490	6.659	9.969	2.196	2.352	3.957
500	9.039	12.530	2.532	3.112	5.340
510	15.721	18.488	3.802	5.814	9.841
520	26.826	27.837	7.549	12.302	18.893
530	37.552	36.267	13.129	20.582	28.973
540	44.148	41.404	16.727	25.810	35.222
550	47.455	44.163	18.236	28.110	38.261
560	48.786	45.398	18.431	28.547	39.094
570	48.702	45.765	16.202	25.948	36.766
580	47.825	45.451	12.864	21.692	32.440
590	47.028	44.748	10.785	18.776	29.322
600	46.611	44.389	9.781	17.479	27.799
610	45.897	43.932	8.893	16.015	26.030
620	44.326	42.591	7.384	13.277	22.686
630	43.376	41.869	6.576	11.870	20.910
640	43.053	41.568	5.932	11.038	19.815
650	41.152	39.332	4.268	8.129	15.511
660	37.961	36.450	3.287	5.697	11.454
670	32.055	30.788	2.743	3.490	6.835
680	28.683	27.918	2.997	3.185	5.506
690	34.028	34.703	4.576	6.081	10.847
700	45.870	48.051	14.691	22.572	33.253
710	51.733	54.581	32.739	44.888	55.480
720	53.402	56.956	46.969	59.742	67.758
730	54.040	58.059	56.573	69.147	74.584
740	54.406	58.676	62.014	73.979	77.723
750	54.657	58.930	64.167	75.968	78.951

### IX.7.f. *Corydalis cava*

Tab. 129: *Corydalis cava*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (LaBl = Laubblatt; KrRö = Kronröhre; StBl = Staubblatt; Olip = Oberlippe; Ulip = Unterlippe)

	LaBl	KrRö Außen	StBl Röhre	Olip	Ulip Rand	Ulip Mitte
300	12.264	6.133	10.720	3.845	6.265	8.696
310	10.959	5.610	9.745	3.748	5.687	7.984
320	9.464	4.705	8.965	3.573	4.945	7.105
330	8.191	4.254	8.500	2.916	4.816	6.828
340	7.843	3.962	8.833	3.817	4.610	6.693
350	7.456	4.140	8.179	3.056	3.790	7.154
360	7.038	3.939	8.247	3.807	4.359	6.234
370	6.910	4.324	8.668	4.251	4.184	7.115
380	6.694	4.435	8.988	4.584	4.679	6.696
390	6.596	5.474	10.607	6.496	6.068	7.646
400	6.207	7.211	13.381	8.795	7.181	9.212
410	7.052	10.676	20.680	12.800	9.241	14.030
420	7.719	13.485	30.783	16.427	11.100	20.923
430	8.497	15.036	40.014	18.944	11.216	27.858
440	9.277	15.570	46.463	20.748	11.260	32.408
450	9.640	15.773	49.319	21.497	10.961	34.394
460	9.711	15.408	50.363	21.446	10.830	35.237
470	9.656	15.156	51.094	21.345	10.350	35.038
480	9.610	14.420	51.343	20.872	9.556	34.754
490	9.497	13.166	51.210	19.968	8.563	33.905
500	9.930	11.794	51.328	19.223	7.523	33.031
510	11.958	10.432	51.499	18.286	6.549	31.790
520	17.038	9.313	51.664	17.545	5.811	30.775
530	24.054	8.601	51.627	17.062	5.384	29.855
540	28.453	8.112	51.675	16.681	5.107	29.267
550	30.284	8.037	51.744	16.435	5.091	28.954
560	30.529	8.268	51.716	16.458	5.264	28.967
570	27.945	8.954	52.092	16.897	5.845	29.613
580	23.947	10.047	52.626	17.445	6.735	30.705
590	21.383	11.283	52.996	18.212	7.843	31.804
600	20.159	12.848	53.472	19.178	9.125	33.145
610	18.859	14.800	53.864	20.133	10.671	34.516
620	16.708	17.235	54.441	21.423	12.713	35.957
630	15.504	19.742	54.911	22.548	14.856	37.275
640	14.663	21.968	55.444	23.545	16.822	38.299
650	12.165	23.646	55.584	24.294	18.305	38.842
660	10.424	24.866	55.760	24.793	19.408	39.326
670	8.891	25.859	55.459	25.244	20.441	39.579
680	8.943	26.817	55.385	25.649	21.430	39.866
690	11.283	27.879	55.966	26.169	22.507	40.148
700	24.123	29.165	56.897	26.814	23.752	40.477
710	43.725	30.488	57.487	27.472	25.319	40.666
720	58.812	31.868	57.846	28.189	26.656	41.046
730	68.443	32.986	58.090	28.787	28.040	41.138
740	73.540	34.065	58.334	29.338	29.260	41.200
750	75.385	34.710	58.568	29.607	30.062	41.456

**IX.7.g. *Daphne mezereum***

Tab. 130: *Daphne mezereum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronröhreingang</b>	<b>Kronblatt apikal</b>	<b>Kronblatt Außenseite</b>
300	3.932	4.645	3.235
310	3.995	4.703	3.263
320	3.854	4.645	3.206
330	3.921	4.687	3.347
340	3.993	4.597	3.400
350	4.118	4.801	3.388
360	4.519	5.183	3.528
370	5.349	5.907	3.685
380	7.386	8.025	3.962
390	11.600	12.855	5.561
400	18.433	18.752	9.792
410	24.662	22.804	15.247
420	28.950	24.761	20.062
430	30.979	25.698	22.298
440	32.112	26.020	23.543
450	32.490	25.543	23.935
460	32.492	25.205	23.804
470	32.030	24.746	23.168
480	30.473	23.305	21.718
490	28.791	21.215	19.722
500	26.573	18.551	17.450
510	24.129	16.007	15.079
520	21.943	13.987	13.077
530	20.289	12.720	11.657
540	19.080	12.099	10.608
550	18.522	12.057	10.047
560	18.815	12.673	10.075
570	19.970	14.201	10.832
580	21.904	16.422	12.146
590	24.148	19.119	13.844
600	26.982	22.515	16.200
610	30.888	27.215	19.648
620	36.453	33.315	25.075
630	42.898	40.873	31.719
640	49.209	48.007	38.472
650	54.451	54.321	43.981
660	58.068	58.800	47.647
670	59.826	60.997	49.378
680	61.373	62.973	50.708
690	62.524	64.705	51.604
700	63.330	66.078	52.372
710	63.971	67.387	52.901
720	64.576	68.454	53.492
730	64.985	69.069	54.038
740	65.371	69.916	54.529
750	65.725	70.558	54.786

### IX.7.h. *Euphorbia amygdaloides*

Tab. 131: *Euphorbia amygdaloides*: Reflexion [%] verschiedener Blumenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Ord = Ordnung)

	Hüllbecher			
	Hochblatt 1. Ord	Hochblatt 2. Ord	Drüsen	Laubblatt
300	13.546	11.498	8.505	6.815
310	11.962	10.603	7.833	6.439
320	10.793	9.207	7.065	5.617
330	9.934	8.525	6.477	4.869
340	9.682	8.133	6.366	5.056
350	9.254	7.437	6.229	5.229
360	8.667	7.186	6.105	5.102
370	8.618	6.857	6.090	5.123
380	7.906	6.652	5.871	4.888
390	7.954	6.632	6.161	4.844
400	7.394	6.091	5.733	4.400
410	7.717	6.803	6.511	4.809
420	7.858	7.205	6.952	4.782
430	7.944	7.647	7.637	5.339
440	7.970	7.830	8.134	5.709
450	8.226	8.145	8.750	5.820
460	8.471	8.631	9.279	5.897
470	8.607	9.200	9.718	5.938
480	8.488	9.061	9.751	5.813
490	8.554	9.253	9.997	5.832
500	10.196	11.805	12.050	6.056
510	15.238	17.805	16.966	6.377
520	24.478	26.761	24.546	7.525
530	34.488	35.290	32.279	10.083
540	40.398	40.103	37.136	12.077
550	42.922	42.059	39.251	13.010
560	43.476	42.284	39.499	13.217
570	41.262	40.666	37.828	12.080
580	37.263	37.553	34.758	10.377
590	34.631	35.305	32.480	9.466
600	33.383	34.076	31.268	9.065
610	31.773	32.533	29.941	8.755
620	28.631	29.697	27.526	8.196
630	26.668	27.985	26.019	7.857
640	25.625	27.244	25.157	7.676
650	21.327	23.903	21.564	7.094
660	17.185	19.933	18.510	6.873
670	11.720	14.192	14.144	6.859
680	9.736	12.355	12.568	7.365
690	15.786	19.030	18.449	8.403
700	36.234	35.821	35.976	13.017
710	53.368	47.422	52.632	27.105
720	61.682	52.498	63.544	43.577
730	65.998	55.044	71.073	58.049
740	67.773	55.952	75.268	67.235
750	68.338	56.187	76.904	70.977

**IX.7.i. *Gagea lutea***

Tab. 132: *Gagea lutea*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (ap = apikal; bas = basal; Rück = Rückseite)

	<b>Perigonblatt bas</b>	<b>Perigonblatt ap</b>	<b>Perigonblatt Mitte</b>	<b>Perigonblatt Rück</b>
300	1.470	12.874	17.884	2.434
310	1.492	14.206	19.888	2.428
320	1.377	13.374	17.929	2.402
330	1.439	13.507	17.613	2.531
340	1.462	14.844	19.295	2.392
350	1.367	18.631	24.479	2.607
360	1.328	16.456	21.276	2.572
370	1.301	12.515	15.807	2.442
380	1.285	8.664	10.501	2.560
390	1.209	6.032	6.864	2.675
400	1.024	4.249	4.521	2.792
410	1.060	3.516	3.504	3.536
420	1.106	2.793	2.566	4.359
430	1.128	2.611	2.479	4.689
440	1.004	2.215	2.077	4.852
450	1.052	2.253	2.092	5.259
460	1.096	2.853	2.724	5.287
470	1.071	2.821	2.706	5.137
480	1.066	2.433	2.252	4.999
490	1.603	5.292	5.426	5.044
500	4.077	16.276	18.091	6.261
510	9.019	29.310	32.393	9.531
520	15.381	38.745	41.401	14.910
530	20.762	44.936	46.951	20.117
540	23.361	47.673	49.370	22.560
550	24.464	48.884	50.466	23.429
560	24.351	49.090	50.681	22.814
570	22.783	47.858	49.857	19.868
580	21.018	46.419	48.962	16.908
590	19.814	45.364	48.240	15.192
600	19.084	44.674	47.868	14.233
610	17.935	43.556	47.146	12.913
620	16.673	42.451	46.514	11.405
630	16.031	41.917	46.223	10.793
640	14.982	40.781	45.670	9.433
650	12.954	38.697	44.603	7.208
660	11.305	37.066	43.859	5.989
670	9.519	34.792	42.606	4.844
680	9.734	34.453	42.553	5.190
690	14.455	39.088	44.822	9.918
700	23.587	48.069	50.706	23.618
710	30.990	55.271	56.811	37.395
720	35.721	60.052	61.912	47.157
730	38.494	62.949	65.523	53.078
740	39.904	64.474	67.396	56.064
750	40.236	64.931	68.107	56.837

### IX.7.j. *Galeobdolon luteum*

Tab. 133: *Galeobdolon luteum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Fil = Filamente; StBl = Staubblatt; Olip = Oberlippe; Ulip = Unterlippe)

	Ulip Mitte	Ulip Seite	Ulip Schlund	Olip Außen	Olip Innen	StBl Fil	Antheren
300	7.816	15.533	5.722	13.370	15.937	5.328	5.837
310	8.351	17.014	5.452	14.747	18.096	5.720	5.108
320	7.521	17.624	4.699	15.880	19.970	5.644	4.889
330	7.231	18.261	4.727	18.282	21.971	5.998	5.067
340	7.170	19.047	3.777	20.624	23.797	6.014	4.471
350	8.043	22.030	4.347	25.293	28.084	7.472	4.811
360	8.827	24.156	3.684	28.563	31.069	7.802	4.620
370	8.096	24.021	3.119	28.645	30.206	7.863	4.647
380	7.964	21.129	3.622	26.353	27.310	8.788	6.310
390	6.628	17.314	3.399	22.275	22.546	8.144	6.786
400	5.736	14.400	3.422	19.229	18.491	7.529	8.076
410	5.553	13.165	3.424	17.726	16.936	7.724	8.516
420	5.454	11.973	3.496	16.693	15.707	7.564	9.068
430	5.757	12.110	3.543	16.626	15.749	7.706	9.305
440	5.843	12.375	3.460	16.934	16.045	7.854	9.199
450	5.794	11.910	3.315	16.811	15.793	7.935	10.172
460	6.595	13.140	3.637	18.348	17.455	8.539	11.202
470	8.056	15.553	4.270	20.794	20.306	9.396	11.731
480	7.652	14.899	3.867	20.364	19.834	9.125	12.647
490	7.697	15.028	3.931	20.933	20.582	9.455	15.262
500	12.126	21.164	5.973	27.256	27.575	11.342	20.342
510	21.384	31.649	11.152	37.556	38.319	13.294	24.752
520	31.949	42.051	18.393	48.005	48.648	14.517	27.345
530	39.164	48.399	24.000	54.671	54.948	15.158	29.030
540	42.857	51.550	26.905	57.684	57.730	15.378	30.281
550	44.477	52.921	28.219	59.085	58.942	15.379	31.046
560	45.264	53.545	28.918	59.603	59.656	15.339	31.785
570	46.102	54.011	29.825	59.732	59.798	15.355	32.986
580	46.862	54.334	30.959	59.562	59.704	15.364	34.239
590	47.362	54.420	31.962	59.421	59.931	15.394	34.975
600	47.871	54.536	33.067	59.888	60.881	15.463	35.463
610	48.430	54.415	34.464	59.996	61.319	15.465	35.918
620	49.076	54.462	36.141	59.598	61.154	15.503	36.813
630	49.789	54.435	37.933	59.302	60.961	15.450	37.401
640	50.362	54.376	39.432	59.006	60.761	15.480	37.979
650	50.386	53.625	40.393	57.237	59.393	15.411	38.520
660	50.629	53.508	41.140	55.644	58.187	15.329	39.176
670	50.478	52.930	41.261	51.990	55.339	15.310	39.398
680	50.706	53.094	41.659	50.110	54.230	15.386	39.945
690	51.675	55.072	42.902	55.139	58.115	15.564	40.689
700	52.282	55.997	43.778	61.723	62.873	15.712	41.477
710	52.566	56.202	44.040	64.164	64.671	15.816	42.216
720	52.665	56.386	44.371	65.004	65.253	15.839	42.893
730	52.812	56.495	44.590	65.234	65.273	16.033	43.702
740	52.940	56.397	44.653	65.249	65.285	16.129	44.488
750	52.802	56.324	44.880	65.156	65.257	16.138	45.149

**IX.7.k. *Galium odoratum***

Tab. 134: *Galium odoratum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronblatt</b>	<b>Laubblatt</b>
300	8.409	5.034
310	7.128	4.325
320	6.653	4.169
330	5.797	3.504
340	5.853	3.666
350	5.438	3.421
360	5.425	3.524
370	6.346	3.663
380	10.039	3.462
390	19.377	3.492
400	32.931	3.344
410	45.295	3.140
420	52.540	3.199
430	55.590	2.693
440	57.862	2.521
450	58.638	2.350
460	59.495	2.454
470	59.868	2.192
480	60.056	2.085
490	60.308	1.993
500	60.635	2.220
510	61.051	3.218
520	61.319	5.799
530	61.605	9.684
540	61.794	11.984
550	62.112	12.742
560	62.268	12.705
570	62.505	10.852
580	62.941	8.422
590	63.044	6.957
600	63.301	6.221
610	63.517	5.631
620	63.677	4.756
630	63.850	4.259
640	64.149	3.828
650	64.228	2.911
660	64.422	2.584
670	64.385	2.850
680	64.557	4.426
690	64.760	6.523
700	64.846	11.995
710	65.113	24.568
720	65.170	37.646
730	65.461	49.438
740	65.618	57.147
750	65.764	60.184

### IX.7.1. *Geranium robertianum*

Tab. 135: *Geranium robertianum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	Kronblatt apikal	Kronblatt basal	Laubblatt
300	8.950	4.691	7.145
310	7.978	4.326	6.758
320	7.135	3.809	6.370
330	6.740	3.462	5.713
340	6.729	3.466	5.770
350	6.515	3.296	5.132
360	7.566	3.580	5.307
370	9.430	3.849	5.237
380	13.700	4.998	4.971
390	22.143	7.389	5.017
400	33.495	11.764	5.336
410	43.250	17.981	5.811
420	48.173	22.749	6.141
430	49.697	25.456	6.244
440	49.548	26.571	6.283
450	48.591	27.176	6.409
460	46.807	27.362	6.481
470	43.986	27.235	6.409
480	39.880	26.620	6.299
490	34.935	25.978	6.264
500	29.754	25.130	6.791
510	24.810	24.249	8.556
520	20.633	23.359	12.822
530	17.414	22.536	18.714
540	15.489	21.954	22.197
550	14.550	21.637	23.300
560	14.706	21.668	23.248
570	16.204	22.111	20.771
580	19.811	23.035	17.263
590	26.102	24.371	15.001
600	35.096	25.965	13.813
610	45.618	27.573	12.855
620	54.944	28.744	11.338
630	61.416	29.429	10.422
640	65.343	29.851	9.674
650	67.940	30.091	7.989
660	69.850	30.499	7.292
670	70.948	30.379	7.282
680	71.726	30.439	9.356
690	72.065	30.521	12.351
700	72.294	30.566	20.376
710	72.454	30.651	37.185
720	72.592	30.626	52.488
730	72.858	30.695	63.671
740	73.074	30.778	70.019
750	73.242	30.949	72.497

**IX.7.m. *Geum urbanum***

Tab. 136: *Geum urbanum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt)

	<b>KrBl Mitte</b>	<b>Antheren</b>	<b>Griffel</b>	<b>Kelch Breit</b>	<b>Kelch Schmal</b>	<b>Laubblatt</b>
300	23.288	4.798	6.430	7.696	3.336	4.727
310	24.473	4.317	5.797	6.526	3.120	4.516
320	21.551	4.279	5.682	6.017	2.963	4.090
330	19.363	3.832	5.587	6.129	2.686	3.897
340	18.450	3.428	5.167	6.178	3.037	3.950
350	22.577	3.404	5.570	5.978	2.795	3.678
360	22.215	3.347	6.018	6.154	2.460	3.184
370	18.422	3.239	6.204	5.954	2.691	3.430
380	13.376	2.956	6.672	6.216	2.776	3.323
390	9.941	3.307	7.772	6.641	3.223	3.196
400	7.217	3.186	8.591	7.279	3.467	3.172
410	6.122	3.199	9.387	7.984	3.873	3.491
420	5.236	3.689	10.015	9.131	4.468	3.943
430	4.630	4.214	10.072	10.124	4.784	4.126
440	4.389	4.604	10.125	10.749	4.809	4.167
450	3.855	4.714	10.549	11.364	5.057	4.339
460	4.184	4.844	11.133	12.106	5.354	4.512
470	4.480	5.257	11.421	12.307	5.473	4.516
480	3.972	5.150	11.251	12.255	5.495	4.491
490	4.279	5.282	11.249	12.440	5.505	4.457
500	8.524	6.584	12.785	13.905	6.079	4.989
510	19.622	9.306	16.654	17.106	7.440	6.851
520	35.275	14.468	22.694	21.692	9.795	11.515
530	47.472	21.632	27.985	26.100	12.287	17.741
540	53.739	27.822	30.746	28.407	13.665	21.476
550	56.760	31.355	31.854	29.126	14.249	22.987
560	58.260	33.105	32.060	29.218	14.495	23.225
570	59.454	34.416	31.215	27.807	13.847	20.974
580	60.522	35.361	29.503	25.617	12.659	17.457
590	61.268	35.955	28.229	24.062	11.902	15.202
600	61.788	36.390	27.450	23.230	11.590	14.110
610	62.057	36.726	26.567	22.442	11.229	13.100
620	62.161	36.930	24.961	20.987	10.441	11.172
630	62.236	37.239	24.153	20.189	10.029	10.110
640	62.301	37.478	23.391	19.539	9.728	9.495
650	62.051	37.311	20.179	17.331	8.521	7.558
660	61.714	37.171	17.910	15.803	7.703	6.366
670	60.915	36.619	15.211	13.880	6.855	5.743
680	60.407	36.523	14.733	13.503	6.948	6.985
690	61.573	38.224	20.122	16.789	8.824	9.784
700	63.313	39.826	32.941	27.240	15.204	20.792
710	63.972	40.671	42.752	39.096	23.467	40.299
720	64.372	41.133	48.198	47.468	29.606	56.909
730	64.562	41.620	51.874	53.269	33.828	69.304
740	65.009	42.022	54.001	56.573	36.253	76.548
750	65.251	42.307	54.615	57.884	37.190	79.282

**IX.7.n. *Oxalis acetosella***

Tab. 137: *Oxalis acetosella*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt)

	<b>Kronblatt Mitte</b>	<b>Softmale</b>	<b>Antheren</b>	<b>Laubblatt</b>
300	9.599	2.661	4.505	6.675
310	9.042	2.987	4.845	6.426
320	7.919	2.400	4.652	5.546
330	7.085	2.715	3.731	4.940
340	6.781	2.561	3.655	4.929
350	5.959	2.017	3.698	3.985
360	5.445	1.760	3.649	3.821
370	5.853	1.583	4.489	3.868
380	7.580	2.004	5.874	3.966
390	13.529	2.182	8.317	3.837
400	27.390	2.548	13.642	4.313
410	46.155	3.313	19.254	4.665
420	61.634	4.437	24.142	4.828
430	70.054	4.771	27.415	4.709
440	73.729	5.303	31.163	4.756
450	75.441	5.097	33.344	4.562
460	76.309	5.467	34.630	4.919
470	76.529	5.749	35.440	4.835
480	76.283	5.751	35.458	4.740
490	76.075	6.264	35.310	4.726
500	75.690	7.939	35.974	5.125
510	75.159	11.105	36.680	6.705
520	74.348	15.558	36.893	10.694
530	73.080	20.142	37.018	16.085
540	72.182	23.581	37.083	19.363
550	71.519	25.620	37.055	20.512
560	71.129	26.526	36.891	20.566
570	70.952	26.797	36.875	18.345
580	71.219	26.881	36.916	14.981
590	72.572	26.973	36.856	12.973
600	75.357	27.123	36.902	12.161
610	78.308	27.123	36.897	11.388
620	80.483	26.947	36.890	9.885
630	81.711	26.784	36.760	9.060
640	82.403	26.649	36.836	8.388
650	82.485	26.058	36.439	6.703
660	82.880	25.365	36.124	5.751
670	82.583	23.743	35.656	5.284
680	82.547	22.741	35.335	6.144
690	82.635	24.741	35.903	8.304
700	82.802	27.358	36.614	16.775
710	82.724	28.300	36.975	32.232
720	82.647	28.676	37.128	44.624
730	82.645	28.792	37.252	53.124
740	82.456	28.699	37.546	57.779
750	82.399	28.790	37.859	59.490

**IX.7.o. *Paris quadrifolia***

Tab. 138: *Paris quadrifolia*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (Äuß = Äußeres; BIHüBl = Blütenhüllblatt; In = Inneres)

	<b>Laubblatt</b>	<b>Äuß. BIHüBl</b>	<b>In. BIHüBl</b>	<b>Anthere</b>	<b>Fruchtknoten</b>
300	2.391	1.927	0.843	9.788	1.330
310	2.152	1.843	1.028	9.759	1.540
320	2.155	1.683	0.828	9.520	1.199
330	2.174	1.859	0.968	9.577	1.484
340	1.993	1.526	1.011	9.952	1.433
350	1.771	1.404	0.932	10.575	1.659
360	1.606	1.361	0.870	10.729	1.541
370	1.587	1.348	0.660	11.197	1.476
380	1.505	1.380	0.647	11.685	1.402
390	1.789	1.690	0.828	12.942	1.765
400	2.021	1.791	0.825	13.833	1.620
410	2.565	2.268	0.956	15.209	2.011
420	2.595	2.247	1.265	16.522	1.952
430	2.634	2.163	1.304	17.886	1.983
440	2.570	2.056	1.325	19.103	2.001
450	2.700	2.243	1.454	20.272	1.995
460	2.695	2.300	1.623	21.482	2.055
470	2.706	2.444	1.711	22.702	2.033
480	2.679	2.401	1.798	23.534	2.106
490	2.729	2.535	1.853	24.323	1.992
500	2.925	3.069	2.544	25.981	1.960
510	3.784	4.855	4.084	28.217	1.911
520	5.998	8.681	6.406	30.419	1.849
530	9.421	13.522	8.624	32.135	1.827
540	11.634	16.396	9.705	33.302	1.800
550	12.344	17.398	10.053	34.114	1.746
560	12.302	17.402	9.954	34.754	1.750
570	10.614	15.412	9.163	35.007	1.690
580	8.324	12.578	7.994	34.997	1.595
590	7.056	10.865	7.219	35.155	1.612
600	6.409	9.921	6.734	35.284	1.593
610	5.851	9.051	6.336	35.516	1.641
620	5.041	7.737	5.728	35.576	1.689
630	4.602	7.018	5.356	35.823	1.903
640	4.248	6.424	5.013	35.845	2.289
650	3.495	4.712	3.820	34.791	2.633
660	3.203	3.765	3.179	34.338	2.905
670	3.380	3.256	2.660	33.657	2.948
680	4.666	4.006	3.157	33.734	3.121
690	6.419	6.375	5.149	36.067	4.321
700	11.262	15.411	9.546	40.902	6.348
710	22.934	29.552	13.543	44.938	8.015
720	35.394	40.757	15.737	47.329	9.492
730	47.063	49.505	17.134	49.053	11.196
740	55.825	55.350	17.963	50.242	13.269
750	59.549	57.653	18.211	50.878	14.866

IX.7.p. *Phyteuma spicata*

Tab. 139: *Phyteuma spicata*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl =Kronblatt; LaBl =Laubblatt; In = Inneres)

	KrBl apikal	KrBl Mitte	KrBl Basis	LaBl	LaBl Fleck	Knospen
300	9.440	3.280	4.270	4.570	3.335	3.584
310	8.463	3.146	3.863	3.828	3.259	3.291
320	7.825	2.607	3.695	3.405	2.805	2.908
330	6.966	2.704	3.666	3.200	2.891	2.794
340	7.051	2.618	3.810	3.080	2.749	2.690
350	6.918	2.518	4.034	2.828	2.574	2.765
360	6.907	2.345	3.997	2.683	2.507	2.557
370	6.474	2.430	4.614	2.599	2.462	2.243
380	6.632	2.925	5.465	2.544	2.500	2.411
390	6.580	3.216	6.835	2.937	2.567	2.569
400	7.113	4.498	9.026	2.812	2.509	3.189
410	8.850	7.239	12.934	3.057	2.634	4.977
420	11.974	10.813	17.793	3.294	2.593	7.377
430	17.129	14.407	21.922	3.411	2.536	8.803
440	22.462	16.962	24.374	3.417	2.501	9.669
450	27.469	18.690	25.756	3.668	2.612	11.036
460	30.968	19.634	26.538	3.752	2.716	12.470
470	33.076	20.102	26.839	3.772	2.616	12.748
480	34.411	20.306	27.003	3.648	2.498	12.900
490	35.534	20.419	27.164	3.724	2.480	13.428
500	38.005	20.741	27.351	4.099	2.563	15.593
510	42.716	21.075	28.014	5.210	2.641	19.977
520	49.140	21.376	28.771	8.012	2.841	25.599
530	54.582	21.597	29.537	12.019	3.003	30.268
540	57.463	21.699	29.898	14.486	3.044	32.639
550	58.664	21.804	30.070	15.386	3.109	33.499
560	58.773	21.835	30.129	15.331	3.156	33.496
570	58.255	21.925	30.032	13.545	3.161	32.508
580	56.749	21.984	29.952	11.041	3.101	30.701
590	55.210	21.984	29.656	9.532	3.138	29.108
600	54.249	22.022	29.519	8.781	3.268	28.162
610	53.545	22.087	29.395	8.188	3.453	27.380
620	52.264	22.077	29.144	7.207	3.564	25.977
630	51.492	22.098	29.005	6.661	3.721	25.105
640	50.484	22.157	28.837	6.220	3.852	24.068
650	46.996	21.975	28.468	5.168	3.720	20.711
660	45.114	21.936	28.355	4.701	3.783	18.820
670	41.944	21.575	27.894	4.686	3.984	16.009
680	40.868	21.498	27.822	5.971	5.043	15.144
690	46.351	21.996	28.471	7.966	6.981	20.880
700	60.713	22.684	30.241	14.461	12.516	33.756
710	71.965	22.901	31.732	28.585	22.232	43.212
720	78.151	23.087	32.661	43.051	30.804	48.208
730	81.714	23.203	33.280	54.928	37.368	51.122
740	83.569	23.302	33.461	62.068	41.206	52.571
750	84.184	23.456	33.696	64.740	42.749	53.161

**IX.7.q. *Polygonatum multiflorum***

Tab. 140: *Polygonatum multiflorum*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (PerApA = Perigonblatt apikal außen; PerApI = Perigonblatt apikal innen; PerBaA = perigonblatt basal außen; PerMiA = Perigonblatt Mitte außen)

	<b>Antheren</b>	<b>PerApI</b>	<b>PerApA</b>	<b>PerMiA</b>	<b>PerBaA</b>	<b>Laubblatt</b>
300	6.933	6.869	12.909	18.504	11.664	10.443
310	6.862	6.655	11.785	16.502	10.566	9.544
320	6.353	6.543	11.096	15.147	9.954	8.915
330	6.056	6.698	10.293	14.111	8.750	8.360
340	6.068	6.684	9.645	13.368	8.291	7.486
350	6.739	6.992	9.362	12.978	8.385	7.592
360	7.991	7.237	9.186	12.803	8.268	7.052
370	10.359	7.454	9.491	13.410	8.818	7.298
380	14.293	7.812	9.741	15.100	10.178	7.095
390	18.491	8.794	10.536	17.827	13.148	7.126
400	21.605	9.697	11.408	21.464	17.461	6.990
410	23.927	10.476	12.263	25.328	22.359	7.192
420	25.457	10.934	12.891	27.834	25.813	7.245
430	27.434	11.199	12.953	28.766	27.352	7.107
440	29.947	11.458	13.010	29.532	28.769	6.886
450	30.689	11.819	13.160	30.349	29.669	6.743
460	31.743	12.111	13.538	31.430	31.077	6.764
470	33.490	12.096	13.525	31.895	31.769	6.595
480	33.556	11.960	13.348	31.755	31.403	6.439
490	34.797	12.246	13.559	32.369	31.870	6.261
500	39.103	13.628	14.792	34.769	34.223	6.391
510	44.468	16.141	17.341	37.684	36.597	7.201
520	49.705	19.510	20.940	40.137	38.329	9.548
530	53.588	22.092	23.966	41.682	39.440	13.170
540	55.748	22.604	24.726	42.316	39.974	15.416
550	56.808	23.009	25.154	42.744	40.324	16.063
560	57.224	23.328	25.476	42.987	40.600	15.871
570	58.105	22.762	24.706	43.253	40.995	13.955
580	58.972	21.852	23.455	43.630	41.549	11.416
590	59.352	21.064	22.470	43.744	41.838	9.931
600	59.545	20.292	21.555	43.748	42.027	9.178
610	59.739	19.479	20.621	43.503	41.963	8.574
620	60.024	18.745	19.771	43.083	41.776	7.694
630	60.246	18.525	19.416	42.775	41.530	7.192
640	60.263	17.850	18.626	42.315	41.267	6.795
650	59.783	15.671	16.218	40.689	40.228	5.908
660	59.844	14.490	14.869	39.597	39.501	5.519
670	59.314	12.939	13.396	37.168	37.704	5.504
680	59.552	12.852	13.276	36.338	36.952	6.317
690	61.096	16.480	16.981	40.320	39.795	7.850
700	62.607	23.229	25.213	45.260	42.931	13.553
710	63.063	27.018	30.423	46.941	43.917	26.630
720	63.193	28.398	32.455	47.603	44.450	41.063
730	63.444	29.015	33.356	47.875	44.653	54.326
740	63.304	29.227	33.799	48.175	44.933	64.005
750	63.297	29.290	33.879	48.170	45.159	68.388

### IX.7.r. *Primula elatior*

Tab. 141: *Primula elatior*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrRö = Kronröhre; KrRöAuBa = Kronröhre-Außen-Basis; KrBlSpIn = Kronblattspitze Außen; KrBlSpIn = Kronblattspitze Innen)

	KrRöAuBa	KrBlSpIn	KrBlSpAu	KrRö Eingang
300	4.281	3.681	3.991	2.001
310	4.132	3.680	3.937	2.264
320	4.114	3.505	3.948	2.250
330	4.001	3.612	3.747	2.249
340	3.915	3.617	3.959	2.361
350	3.925	3.658	3.911	2.497
360	3.844	3.636	3.902	2.713
370	3.804	3.576	3.841	2.986
380	3.928	3.611	4.028	3.255
390	4.091	3.777	4.077	3.762
400	4.182	4.085	4.555	4.658
410	4.598	5.408	6.216	5.998
420	5.060	8.096	9.562	7.233
430	5.337	12.016	14.219	7.887
440	5.793	17.439	19.745	8.695
450	6.257	23.418	25.444	9.905
460	6.603	30.729	32.102	11.024
470	6.959	36.904	37.590	11.575
480	7.063	39.727	39.428	11.463
490	7.600	46.739	45.475	12.868
500	9.146	57.842	56.120	17.154
510	12.230	67.580	66.501	23.818
520	18.702	73.536	73.794	31.871
530	30.274	76.651	77.873	38.810
540	44.433	77.766	79.603	42.183
550	56.395	78.415	80.328	43.580
560	62.432	78.635	80.322	43.720
570	64.392	78.887	80.442	42.675
580	64.310	78.952	80.434	41.215
590	63.777	78.881	80.228	40.027
600	63.567	78.784	80.051	39.333
610	62.076	78.401	79.687	38.036
620	59.939	78.256	79.274	36.494
630	59.176	78.221	79.087	35.777
640	58.418	78.365	79.211	34.505
650	55.679	78.287	79.067	31.580
660	49.461	77.352	77.458	28.150
670	39.911	75.380	74.523	22.843
680	38.271	74.980	73.796	22.655
690	52.937	77.295	77.668	32.676
700	67.932	78.860	80.088	42.935
710	73.704	79.241	80.743	46.925
720	76.019	79.448	80.975	48.674
730	77.206	79.622	81.230	49.689
740	77.681	79.739	81.394	50.094
750	77.779	79.791	81.411	50.225

**IX.7.s. *Pulmonaria officinalis***

Tab. 141: *Pulmonaria officinalis* rote Blüten: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt; KrRö = Kronröhre; LaBl = Laubblatt)

	rote Blüten				
	Kelch	KrBl apikal	KrRö Eingang	LaBl	LaBl Fleck
300	5.586	22.523	5.071	3.770	6.931
310	5.756	27.304	5.042	4.837	6.409
320	5.375	28.898	4.531	4.053	6.088
330	5.121	28.516	3.545	3.430	5.366
340	5.129	29.150	3.979	3.952	5.507
350	4.813	31.023	2.827	3.072	4.790
360	4.938	35.600	3.203	3.310	4.484
370	5.841	39.704	3.122	3.582	4.370
380	6.833	40.916	4.344	3.949	4.556
390	7.767	39.604	5.631	4.048	4.945
400	8.455	37.252	9.241	4.524	5.671
410	8.573	34.740	13.984	5.029	6.616
420	8.547	32.487	19.726	5.266	7.696
430	8.472	30.438	23.558	5.288	8.450
440	8.499	29.229	25.632	5.417	8.988
450	8.550	27.844	26.386	5.361	9.308
460	8.999	26.777	26.921	5.732	9.895
470	8.864	24.751	26.107	5.611	9.988
480	8.738	22.091	25.089	5.599	10.104
490	8.405	19.131	23.497	5.533	10.281
500	8.531	16.801	22.539	5.850	11.479
510	9.147	15.254	21.798	6.993	14.645
520	10.009	14.310	21.196	10.118	20.874
530	10.693	14.034	20.882	14.817	28.147
540	11.086	14.557	21.091	17.742	32.320
550	11.790	16.507	22.273	18.791	33.936
560	12.969	20.284	24.626	18.731	34.053
570	13.762	25.668	27.608	16.620	31.671
580	13.904	31.477	30.428	13.638	27.866
590	14.238	36.600	32.630	11.862	25.296
600	14.982	40.755	34.012	11.096	24.097
610	15.451	44.057	35.006	10.360	22.891
620	15.029	47.138	35.600	9.106	20.552
630	14.828	50.637	35.916	8.463	19.318
640	14.670	54.988	36.345	8.008	18.475
650	13.208	59.567	36.312	6.900	15.863
660	12.192	63.608	36.202	6.256	13.718
670	11.049	66.360	35.736	6.149	11.661
680	10.939	68.197	35.428	7.220	11.616
690	13.773	69.581	37.483	8.944	14.788
700	23.484	70.453	39.712	15.403	28.224
710	33.620	70.863	40.588	29.902	45.818
720	39.573	70.922	40.551	43.241	58.363
730	43.492	71.095	40.938	53.439	66.641
740	46.105	70.996	41.262	59.498	70.930
750	47.580	71.056	41.632	61.924	72.806

Tab. 142: *Pulmonaria officinalis* violette und blaue Blüten: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (KrBl = Kronblatt; Au = Außenseite KrRöEi = Kronröhreneingang)

	violette Blüten			blaue Blüten	
	KrBl apikal	KrBl Au	KrRöEi	KrBl apikal	KrRöEi
300	33.973	32.645	3.763	36.407	6.188
310	37.373	36.370	4.299	37.788	6.439
320	36.197	36.240	3.861	34.508	5.441
330	36.226	36.214	2.993	35.108	5.193
340	37.075	36.374	3.306	36.950	5.933
350	38.276	37.291	3.572	39.466	6.206
360	41.476	39.767	3.660	43.656	7.805
370	44.960	42.347	4.776	48.218	10.507
380	46.471	43.736	5.910	51.085	13.148
390	46.216	42.921	7.585	51.837	16.265
400	45.243	41.389	9.887	51.973	20.746
410	43.916	39.958	13.220	51.929	25.659
420	42.832	38.552	15.480	51.395	29.108
430	41.979	37.278	16.698	51.172	30.530
440	41.691	36.720	17.253	51.537	31.738
450	41.189	35.924	17.366	51.643	32.336
460	40.892	35.320	17.542	51.141	32.490
470	39.484	33.878	16.739	49.501	31.463
480	37.176	31.401	15.651	46.832	29.815
490	33.816	28.345	14.057	42.743	26.989
500	30.502	25.393	13.003	38.536	25.187
510	27.734	23.154	12.144	34.564	23.430
520	25.315	21.496	11.518	30.815	21.767
530	23.407	20.435	11.248	27.286	20.602
540	22.137	20.024	11.256	24.242	19.724
550	21.531	20.632	11.913	21.635	19.019
560	20.902	21.387	13.284	19.325	18.492
570	20.402	22.024	15.281	17.690	17.955
580	20.447	22.875	17.345	17.065	17.689
590	21.029	23.790	19.026	17.167	17.980
600	21.752	24.784	20.245	17.459	18.420
610	23.125	26.370	21.208	18.410	19.036
620	26.181	29.552	22.228	20.791	20.179
630	31.618	34.620	23.423	25.631	22.284
640	39.590	41.641	25.092	33.783	25.912
650	48.554	49.022	26.699	44.367	30.503
660	56.268	54.944	28.172	54.587	34.748
670	61.368	58.794	29.431	62.205	38.737
680	64.247	60.746	30.215	66.480	41.233
690	65.539	61.751	31.598	68.604	42.848
700	66.344	62.520	32.997	69.780	44.395
710	66.775	62.906	33.684	70.443	45.573
720	66.960	62.977	33.945	70.619	45.793
730	67.063	63.080	34.390	70.776	46.272
740	67.093	63.158	34.751	70.722	46.905
750	67.155	63.395	35.070	71.093	47.608

**IX.7.t. *Ranunculus ficaria***

Tab. 143: *Ranunculus ficaria*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (NekBlAp = Nektarblatt apikal; NekBlBa = Nektarblattbasal)

	<b>Antheren</b>	<b>Fruchtblatt</b>	<b>NekBlAp</b>	<b>NekBlBa</b>	<b>Laubblatt</b>
300	3.104	3.704	51.100	9.164	2.316
310	3.716	3.750	48.422	8.475	2.607
320	3.225	3.654	41.794	7.633	2.722
330	2.758	3.388	38.509	6.878	2.266
340	2.749	3.418	36.253	6.368	2.662
350	2.374	2.871	40.270	5.773	1.838
360	2.118	2.905	36.321	5.126	1.033
370	2.133	3.290	29.378	5.163	1.774
380	2.263	3.524	21.795	5.339	1.638
390	2.271	3.683	15.818	5.415	1.504
400	2.362	4.348	10.049	5.585	2.165
410	2.395	4.686	7.118	5.183	2.554
420	2.676	5.278	4.469	4.872	2.788
430	2.611	5.194	3.463	4.798	2.794
440	2.862	5.528	3.152	4.730	3.001
450	2.603	5.424	2.143	4.026	2.627
460	3.082	5.943	2.877	4.471	3.169
470	3.251	6.207	3.746	4.813	3.147
480	3.132	6.042	2.793	4.491	3.186
490	3.384	6.171	5.156	5.260	3.119
500	5.260	7.702	16.977	10.115	3.387
510	9.911	10.963	33.929	20.545	4.254
520	16.663	15.692	48.676	32.087	6.828
530	22.692	20.076	59.411	39.847	10.922
540	26.533	22.436	67.012	43.918	13.658
550	28.607	23.286	71.954	45.705	14.577
560	29.697	23.379	75.273	46.653	14.621
570	30.247	22.598	77.504	47.149	12.571
580	30.703	21.195	79.226	47.606	9.857
590	30.944	20.265	80.295	47.745	8.314
600	31.055	19.793	80.855	47.720	7.647
610	31.122	19.180	81.357	47.660	7.063
620	31.011	18.037	81.499	47.565	6.036
630	30.987	17.408	81.580	47.464	5.482
640	30.896	17.038	81.935	47.523	5.107
650	30.804	15.710	81.720	47.174	4.190
660	30.413	14.081	81.394	46.782	3.722
670	30.346	11.904	80.997	45.824	3.597
680	30.186	11.169	80.646	45.396	4.192
690	30.163	13.857	81.060	46.317	5.332
700	30.459	20.676	81.600	47.217	11.012
710	30.698	25.790	82.109	47.545	25.287
720	30.537	28.072	81.994	47.778	39.739
730	30.501	29.228	82.156	47.749	51.122
740	30.668	29.824	81.802	47.587	57.844
750	30.764	30.108	82.037	47.669	60.851

### IX.7.u. *Ranunculus lanuginosus*

Tab. 144: *Ranunculus lanuginosus*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw. (NekBIMi = Nektarblatt Mitte; NekBIBa = Nektarblattbasal)

	NekBIMi	NekBIBa	Antheren	Fruchtblatt	Laubblatt
300	32.117	3.159	7.607	3.805	2.986
310	30.526	3.224	6.258	2.773	2.093
320	23.442	2.426	5.375	2.603	1.490
330	20.028	2.382	5.226	2.624	1.653
340	17.771	2.414	5.202	2.652	1.932
350	21.588	2.123	4.673	2.237	1.033
360	17.399	1.684	4.912	2.358	1.488
370	10.670	1.919	4.850	2.481	1.568
380	5.378	1.754	4.368	2.270	1.156
390	2.947	1.653	4.705	2.604	1.405
400	1.833	1.407	4.350	2.404	1.290
410	1.669	1.363	4.436	2.572	1.407
420	1.366	1.403	4.611	2.585	1.442
430	1.211	1.399	4.662	2.536	1.313
440	0.951	1.288	4.942	2.735	1.296
450	0.908	1.378	5.129	2.923	1.292
460	0.936	1.607	5.676	3.391	1.330
470	0.817	1.705	6.091	3.760	1.162
480	0.668	1.683	6.117	3.753	1.152
490	0.703	2.040	6.904	4.121	1.177
500	2.040	3.850	9.575	5.975	1.266
510	4.940	7.180	14.206	9.771	1.800
520	12.670	14.682	22.600	15.222	3.627
530	29.794	28.833	34.790	19.931	6.839
540	48.025	43.851	45.998	22.391	9.019
550	58.841	52.392	52.457	23.488	9.804
560	64.223	56.194	55.552	23.677	9.715
570	67.361	58.530	57.828	23.659	7.994
580	69.565	60.460	59.756	23.173	5.796
590	70.997	61.520	60.762	22.476	4.536
600	71.974	62.157	61.399	22.252	3.961
610	72.531	62.321	61.792	21.766	3.543
620	72.529	61.978	62.014	20.565	2.901
630	72.558	61.745	62.006	19.890	2.561
640	72.686	61.690	62.132	19.788	2.268
650	72.225	61.244	62.107	18.933	1.743
660	71.549	60.318	62.102	16.789	1.613
670	69.542	57.799	61.131	12.944	1.878
680	68.408	56.573	60.716	11.769	2.969
690	70.732	59.212	61.518	15.331	4.376
700	74.160	62.454	62.538	23.581	8.814
710	75.375	63.492	62.859	28.377	22.332
720	75.983	63.862	62.975	30.324	38.659
730	76.306	64.164	63.095	31.360	53.002
740	76.353	64.260	63.284	31.957	62.221
750	76.197	64.286	63.436	32.221	65.812

**IX.7.v. *Sanicula europaea***

Tab. 145: *Sanicula europaea*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronblatt</b>	<b>Laubblatt</b>
300	4.877	4.131
310	4.521	3.828
320	4.460	3.722
330	3.791	3.245
340	4.033	3.760
350	3.509	3.080
360	3.608	3.235
370	3.804	3.266
380	4.493	2.922
390	7.013	3.069
400	11.348	2.948
410	15.368	2.962
420	18.191	3.145
430	19.763	2.980
440	20.895	2.955
450	21.610	2.959
460	22.073	2.884
470	22.194	2.828
480	22.135	2.801
490	22.092	2.761
500	22.294	2.934
510	22.769	3.505
520	23.367	5.226
530	23.906	7.935
540	24.173	9.677
550	24.271	10.270
560	24.320	10.287
570	24.463	8.920
580	24.709	7.083
590	24.856	6.030
600	25.176	5.513
610	25.477	5.077
620	25.708	4.493
630	25.964	4.134
640	26.093	3.891
650	25.665	3.306
660	25.553	3.088
670	24.839	3.203
680	24.704	4.047
690	25.996	5.300
700	28.886	9.216
710	31.764	19.406
720	33.966	30.793
730	35.688	41.154
740	36.867	48.112
750	37.301	51.182

### IX.7.w. *Silene dioica*

Tab. 146: *Silene dioica*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronblatt</b>	<b>Nebenkrone</b>
300	4.299	4.683
310	4.151	4.566
320	4.275	4.507
330	4.005	4.381
340	4.048	4.124
350	3.940	4.117
360	4.221	3.980
370	4.970	4.076
380	8.324	4.861
390	15.863	7.465
400	26.178	13.582
410	32.046	20.788
420	34.062	26.821
430	35.255	30.655
440	35.427	32.060
450	34.949	32.588
460	33.682	32.729
470	31.185	32.269
480	27.791	31.693
490	23.676	30.914
500	19.751	30.106
510	16.369	29.292
520	13.813	28.609
530	12.309	28.107
540	11.560	27.734
550	11.645	27.604
560	12.764	27.719
570	15.821	28.476
580	21.411	29.621
590	28.496	30.191
600	35.568	30.994
610	41.141	31.469
620	45.301	31.927
630	48.198	32.368
640	49.839	32.573
650	50.686	32.594
660	50.999	32.573
670	50.945	32.578
680	50.810	32.540
690	50.637	32.456
700	50.669	32.543
710	50.651	32.428
720	50.702	32.359
730	50.810	32.301
740	50.909	32.316
750	51.065	32.196

**IX.7.x. *Vinca minor***

Tab. 147: *Vinca minor*: Reflexion [%] verschiedener Blütenelemente in 10 nm Schritten. Dabei ist der angegebene Wert bei 310 nm der Mittelwert aller Werte über 305 und unter 315 nm, der Wert bei 320 nm ist der Mittelwert aller Werte über 315 und unter 325 nm usw.

	<b>Kronblatt Mitte</b>	<b>Kronröhreingang</b>	<b>Laubblatt</b>
300	10.973	4.676	2.071
310	9.963	3.926	2.203
320	8.765	3.719	2.044
330	8.352	3.705	1.875
340	8.048	3.775	1.988
350	7.386	3.135	1.897
360	7.469	3.038	1.849
370	7.899	3.445	2.250
380	8.085	3.812	1.954
390	10.794	5.541	2.008
400	17.614	10.433	1.406
410	29.391	19.921	1.787
420	40.290	29.136	1.658
430	46.380	34.790	1.662
440	48.509	37.791	1.675
450	48.114	38.318	1.785
460	45.996	37.154	1.756
470	43.714	35.949	1.724
480	40.830	34.157	1.659
490	36.893	31.588	1.647
500	33.150	29.013	1.796
510	30.016	27.026	2.727
520	26.455	24.406	5.588
530	22.818	21.614	10.550
540	20.697	19.892	14.276
550	20.167	19.430	16.068
560	19.384	18.693	16.328
570	17.867	17.325	13.918
580	17.190	16.606	10.469
590	18.583	17.647	8.506
600	21.407	19.788	7.553
610	23.142	21.171	6.683
620	23.284	21.298	5.421
630	23.734	21.537	4.738
640	27.028	23.981	4.306
650	33.960	28.880	2.924
660	43.208	35.197	2.334
670	52.357	41.217	2.105
680	59.161	45.481	2.608
690	63.433	48.343	3.985
700	66.088	50.413	12.948
710	67.848	52.085	31.952
720	69.020	53.646	48.734
730	70.227	55.119	61.258
740	70.961	56.416	68.770
750	71.610	57.415	71.857

## **X. Danksagung**

Vor allem gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Gerhard Gottsberger, da er mir ermöglichte, ein Thema zu bearbeiten, das für mich von besonderem Reiz war. Bei der Realisierung meiner Ideen war mir seine größte Unterstützung und Beratung stets sicher.

Herrn Prof Dr. Manfred Ayasse danke ich für sein Entgegenkommen und die Erstellung des Zweitgutachtens.

Mein besonderer Dank gilt auch den Beschäftigten des Botanischen Gartens der Universität Ulm und insbesondere der Kustodin Frau Monika Gschneidner, die mir die Freilandarbeiten im Botanischen Garten ermöglichte und mir immer mit großem Interesse begegnete.

Dem Forstamt Ulm möchte ich danken, da die Bewirtschaftungsform des Neuhauser Waldes die Existenz eines im Ulmer Raum einzigartigen Waldökosystems erlaubt und nur dadurch die Datenerhebung zum Kernstück dieser Arbeit möglich war.

Herr Prof. Dr. Klaus Lunau, der Universität Düsseldorf, eröffnete mir die Technik zur Messung von Farbreflexionsspektren und nahm mich sehr freundlich in seiner Abteilung und privat bei sich Zuhause auf. Dafür möchte ich ihm und auch seinen Mitarbeitern herzlich danken.

Allen meinen Kollegen der Abteilung Systematische Botanik und Ökologie danke ich für das hervorragende Arbeitsklima, unter welchem diese Arbeit zustande kommen durfte. Die Gespräche beim Mittagessen, am Kaffeetisch oder zu jeder anderen Unzeit waren für mich wichtig und äußerst fruchtbar.

Hans Malchus trug wesentlich zu dieser Arbeit bei, indem er sämtliche Nektaranalysen durchführte. Dafür vielen Dank.

Ich möchte mich bei Andrea Dieterle, Melanie Frech und Susanne Kropf bedanken, die ihre Diplomarbeiten einem ähnlichen Thema widmeten und dadurch wesentlich zum Verständnis naturnaher Wälder im Ulmer Raum beitrugen. Die vorliegende Arbeit baut unter anderem auf den Erkenntnissen dieser Arbeiten auf.

Meine Eltern verbrachten unzählige Stunden damit, mir bei der Datenerhebung zur Blühphänologie zu helfen. In unbeschreiblicher Geduld haben sie gemeinsam mit mir bei Regen, Schnee und Sonnenschein hunderttausende von Blüten gezählt. Immer und immer wieder begleiteten sie mich bei eisigen Temperaturen und halfen mir Pflanzen zu markieren und nach Regenfällen nachzumarkieren bis uns die Finger taub waren. Noch viel dankbarer bin ich ihnen aber dafür, dass sie mir das Studium der Biologie ermöglicht und finanziert

haben. Ohne diese Unterstützung meiner Eltern würde es diese Doktorarbeit vermutlich nicht geben.

Unendlich dankbar bin ich meiner Lebensgefährtin Andrea Dieterle. Sie opferte ihren Urlaub um mir bei der Datenerhebung zu helfen. In jeder Sekunde war sie bereit, sich mit meiner Doktorarbeit auseinanderzusetzen, Korrektur zu lesen und eigene Interessen zurückzustecken. Sie teilt die Liebe zum Leben mit mir, räumte jeden Zweifel aus der Welt und war in jedem Augenblick ein Halt von unschätzbarem Wert für mich.

### **Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfen verwendet habe. Alle Stellen, die ich Veröffentlichungen wörtlich oder sinngemäß entnommen habe, sind durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

.....  
Klaus-Dieter Christ

Ulm den 07.03.04

### Curriculum vitae

- 28.06.1972 geboren in Neu-Ulm
- 1979-1980 Volksschule Offenhausen
- 1980-1982 Volksschule Pfuhl
- 1982-1991 Bertha-von-Suttner-Gymnasium Neu-Ulm/Pfuhl
- 1991 Abitur am Bertha von Suttner Gymnasium Neu-Ulm/Pfuhl
- 1991-1992 Zivildienst in der katholischen Sozialstation Ulm
- 1992-1996 Studium der Biologie an der Universität Ulm
- 1996-1997 Studium der Biologie an der Universidad de Costa Rica
- 1997-1999 Studium der Biologie an der Universität Ulm
- 1999 Diplom
- Seit 01.03.1999 Wissenschaftlicher Angestellter der  
„Abteilung Systematische Botanik und  
Ökologie“ der Universität Ulm