

Zeitlicher Verlauf der Blüte der Pflanzenarten eines südexponierten, extensiv genutzten Halbtrockenrasens im östlichen Brandenburg von 1997 bis 2016

Jörg Hoffmann, Udo Wittchen

Zusammenfassung

Ziel der Studie war eine Langzeituntersuchung zum Verlauf der Blüte der Pflanzen eines südexponierten, extensiv genutzten Halbtrockenrasens im östlichen Brandenburg. Dazu wurden von 1997 bis 2016 wöchentlich die Arten und deren Blüte im Gelände an insgesamt 937 Feldterminen erfasst. Basierend auf diesen Daten wurde ein Rechenalgorithmus eingesetzt, mit dessen Hilfe der Blühverlauf aller Arten bezogen auf die Tage der Jahre ermittelt wurde. Es wurden Beginn und Dauer der Blüte sowie Blühzyklen für 237 Pflanzenarten über die 20 Jahre bestimmt. Die Blüte wies in den Einzeljahren unterschiedliche Häufigkeit und Periodizität auf. 25 Arten zeigten eine mittlere Blühdauer > 100 Tage im Jahr, 35 Arten von 50 bis 100 Tagen und weitere 178 Arten < 50 Tage im Jahr. Mit Ausnahme von fünf wurde an allen weiteren Tagen des Jahres Pflanzen mit Blüten festgestellt. Das Maximum der Blüte lag im 20-jährigen Mittel bei 50,2 blühenden Arten an einem Tag, das absolute Maximum 1998 bei 78 blühenden Arten kurz nach Mittsommer. Als Folge zeitweiliger Beweidung und Trockenheit traten Zeitphasen im Spätfrihling und Sommer mit wenigen Blüten auf. Für sieben ausgewählte Arten, z. B. *Salvia pratensis*, wurden die relative Häufigkeit der Blüte an den Tagen im Jahr mit Bezug zur Tageslänge und das Blühmuster sowie Trends für Beginn, Ende und Dauer der Blüte ermittelt. Dabei zeigten sich über die 20 Jahre unterschiedliche Veränderungen der Termine von Blühbeginn und Blühende. Überwiegend verkürzte sich die Dauer der Blüte. Vielfalt und diverse Blühmuster der Pflanzengemeinschaft sowie der einzelnen Arten weisen auf wichtige Funktionen artenreicher Graslandlebensräume als Pollen- und Nektarquellen für Insekten hin.

Summary

The aim of the study was a long-term investigation into the course of the flowering of plants of a south-exposed, extensively used semi-dry grassland in eastern Brandenburg. For this purpose, from 1997 to 2016, the species and their flowering time and duration in the field were recorded weekly at a total of 937 field visits. Based on these data, a calculation algorithm was used to determine the flowering of all species in relation to the days of the years. Beginning and duration of flowering as well as flowering cycles were determined for 237 plant species over the 20 years. The flowering showed different frequency and periodicity in the individual years. 25 species showed an average flowering time > 100 days per year, 35 species from 50 to 100 days and another 178 species < 50 days per year. With the exception of five days, plants with flowers were found on all other days of the year.

The maximum number of flowering species on one day was 50.2 in the 20-year average, the absolute maximum in 1998 was 78 flowering species shortly after midsummer. As a result of temporary grazing and drought, periods of late spring and summer with few flowers occurred. For seven selected species, e. g. *Salvia pratensis*, the relative frequency of flowering on the days of the year in relation to day length and the flowering pattern as well as trends for the beginning, end and duration of flowering were determined. Over the course of the 20 years, different changes in the dates of the beginning and end of flowering were observed. In most cases the duration of flowering was shortened. Diversity and various flowering patterns of the plant community and of the individual species indicate important functions of species-rich grassland habitats as pollen and nectar sources for insects.

1. Einleitung

Je nach Lebensraumtyp, standörtlichen und klimatischen Bedingungen sowie anthropogenen Einflüssen variieren die floristische Zusammensetzung der Pflanzenarten und die Ausprägung der Blüte der Arten im Jahresverlauf. Zu den unter mitteleuropäischen Klima- und Landnutzungsbedingungen artenreichen Lebensräumen zählen naturnahe, zumeist sehr extensiv durch Beweidung bewirtschaftete Graslandlebensräume (ELLENBERG & LEUSCHNER 2010). So können etwa ein Drittel der in Deutschland heimischen Blütenpflanzen als Kenn- bzw. Charakterarten der Graslandlebensräume gelten (HOFFMANN et al. 2006), wobei landwirtschaftlich extensiv genutzte Trocken- und Halbtrockenrasen oft floristisch besonders artenreich sind.

Beginn und Dauer der Blüte sind bei Blütenpflanzen artspezifisch verschieden und unter den mitteleuropäischen Klimabedingungen saisonal über den Jahresverlauf, vornehmlich in den Frühjahrs- und Sommermonaten, ausgeprägt. Die Blüte wird dabei u. a. durch die Witterung und die Tageslänge (Zeitdauer zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang) beeinflusst, ferner durch externe Wirkungen, z. B. die Beweidung durch Schafe, Pferde, Ziegen und/oder andere große Pflanzenfresser (BUNZEL-DRÜKE et al. 2008) sowie die Mahd.

Je nach Standort, Lebensraum und floristische Artenzusammensetzung ergeben sich zeitlich differenzierte Muster der Blütenbildung lokaler Populationen der einzelnen Arten in Jahresverlauf. Blühzeiten auf der Basis von Monatszuordnungen der Blüte der Pflanzenarten, Beispiel *Salvia pratensis* L. von Mai bis August, enthalten regionale Florenwerke, z. B. JÄGER (2017), nähere Präzisierungen der Blühzeiten teilweise auch lokale Arbeiten, z. B. HOFFMANN (2001) und HOFFMANN (2006: 70–357). Meist wird jedoch in Floren auf Angaben der lokalen Blütenausprägung nicht näher eingegangen.

Da die Witterungsbedingungen über die Jahre variieren, ist mit einer zeitlichen Variabilität der Blüte (Dauer, Intensität) zu rechnen, was z. B. Konsequenzen für die Reproduktion sowie für die Nektar- und Pollenverfügbarkeit der Pflanzenarten für Insekten hat. Zudem sind Klimaveränderungen in den letzten Jahrzehnten belegt, mit lokal einem Anstieg der Lufttemperatur. Im östlichen Brandenburg,

Station Müncheberg mit Bezug zum Untersuchungsgebiet, ist z. B. das Jahresmittel der Lufttemperatur in den letzten 29 Jahren (1991 bis 2019) um 1,7 K angestiegen (WITTCHEN et al. 2020), was Auswirkungen auf die Phänologie der Pflanzenarten, deren Blühbeginn und Dauer der Blüte haben kann.

Ziel der Studie ist eine Langzeituntersuchung der Blüte der Pflanzenarten eines artenreichen, extensiv durch Beweidung genutzten Halbtrockenrasens im östlichen Brandenburg. Dabei soll für alle Pflanzenarten über die betrachteten Jahre die Dauer und die zeitliche Einordnung der Blüte im Jahresverlauf ermittelt werden. Mithilfe der phänologischen Einzeldaten soll die Intensität der Blüte der Arten, d. h., wie viele Arten des betrachteten Lebensraums gleichzeitig blühen, sowie der Verlauf der Blüte jeder einzelnen Art, charakterisiert werden. Über den betrachteten Zeitraum soll ferner geprüft werden, ob der Blühbeginn und das Blühende ausgewählter Arten gerichtete Trends aufweisen sowie ob sich zwischen beiden Ereignissen die Zahl der Tage mit Blüte verändert hat.

2. Methoden

Für die Untersuchungen wurde ein floristisch artenreicher, südexponierter Halbtrockenrasen im östlichen Brandenburg im Naturpark Märkische Schweiz 1996 ausgewählt, ein Gebiet, das floristisch im Detail untersucht wurde (HOFFMANN 2006). Die Fläche liegt in der Gemarkung des Ortes Garzin, nahe einer kleinen, ländlichen Siedlungsstruktur mit der Bezeichnung Bergschäferei. Nach dieser Ortslage wurde der für die Untersuchungen genutzte Halbtrockenrasen als „BergS2“ bezeichnet.

Die Untersuchungsfläche BergS2 grenzt an Gebüsch- und Waldflächen sowie Frischwiesenbereiche (Hangfuß und teils seitliche Begrenzungen) sowie im Anschluss an den Oberhang an eine Frischwiese und Gartenland (Abb. 1). Die Fläche ist südexponiert und stark geneigt. Der in Abbildung 1 enthaltene grüne Punkt markiert die Zuordnung der Koordinaten für die Fläche mit Breitengrad: 52,54322308 und Längengrad: 14,03374700 sowie Höhe über NN: 73 m. Die Boniturfläche ist in Abbildung 1 rot umrandet. Sie hat eine Größe von 5.800 m².

Im Bereich des Koordinatenpunktes wurde eine bodenkundliche Standortaufnahme durchgeführt (HIEROLD & KOSZINSKI 2018) (Abb. 2). Demnach handelt es sich um eine „hangvergleyte Pararendzina aus karbonat- und kiesführendem Schmelzwassersand“ mit der Bezeichnung „Pararendzina aus kiesführendem Mergelsand“. Durch Feldtest konnte teils relativ hoher Kalkgehalt im Oberboden in diesem Bereich festgestellt werden.

1997 wurden zur pflanzensoziologischen Kennzeichnung 16 Vegetationsaufnahmen nach BRAUN-BLANQUET vorgenommen.

Für die phänologischen Untersuchungen erfolgte eine Testphase Ende 1996. Die regulären Erhebungen wurden dann ab Anfang Januar 1997 bis Ende Dezember 2016, über 20 Jahre an 937 einzelnen Feldterminen, durchgeführt. In



Abb. 1: Lage der Untersuchungsfläche BergS2 rot umrandet; hellgrüner Punkt: Lage für die Koordinaten der Untersuchungsfläche (© GeoBasis-DE/BKG 2020).



Abb. 2: Oberbodenprofil in Rillenbohrer im Bereich des Koordinatenpunktes (Abb. 1) der Untersuchungsfläche BergS2. (Foto: W. HIEROLD & S. KOSZINSKI, 09.11.2018).

wöchentlichem Turnus (7 Tage) wurde über diesen Zeitraum auf der Fläche die Blütenphänologie der Arten systematisch bonitiert. Dies erfolgte pro Boniturtermin mit einem zeitlichen Aufwand von ca. 2 Stunden, wobei je nach jahreszeitlicher Ausprägung die Zeitdauer für diese Erhebungen etwas variierte.

Zu jedem wöchentlichen Boniturtermin wurden die blühenden Arten erfasst. Hierbei wurde im phänologischen Verlauf unterschieden zwischen Beginn der Blüte, Vollblüte und Ende der Blüte. Außerdem wurden weitere phänologische Stadien, z. B. das der Blütenknospe vor Beginn und das der Fruchtbildung nach der Blüte, dokumentiert.

Die Phänophasen wurden numerisch kodiert: 25 (Blütenknospe), 26 (Beginn der Blüte), 27 (Vollblüte), 28 (Vollblüte deutlich überschritten in Richtung Ende der Blüte), 29 (Fruchtbildung). Da wöchentliche Bonituren nur bedingt die Ermittlung eines taggenauen Termins für den Beginn oder das Ende der Blüte ermöglichen, wurde für die Erfassung der Blütenphänologie folgende verfeinerte Methode angewendet:

- 26-- (erste Blüte beim Öffnen am Bonitурtag);
- 26- (erste geöffnete Blüte einer Art am Bonitурtag);
- 26 (Phase bereits seit Vortag);
- 26+ (Phase bereits seit zwei Tagen);
- 26++ (Phase bereits seit drei Tagen);
- 27- (Beginn Phase am Bonitурtag);
- 27 (Phase bereits einen Tag vor Bonitурtag);
- 27+ (Phase zwei Tage vor Bonitурtag);
- 27++ (Phase bereits seit drei Tagen);
- 28- (Phase am Bonitурtag);
- 28 (Phase erst am Folgetag);
- 28+ (Phase erst am zweiten Folgetag);
- 28++ (Phase erst am dritten Folgetag).

Die mit den Symbolen „minus“, „doppelminus“, „plus“ und „doppelplus“ erfassten Phasen (siehe oben) wurden anhand der Blütensituation in Verbindung mit dem Witterungsverlauf jeweils am Tag der Bonitur eingeschätzt.

Als Beginn der Blüte (26) einer Art wurde definiert, wenn mindestens eine geöffnete Blüte an einer Pflanze erkennbar, maximal aber nur ein kleiner Teil der Pflanzen erblüht war (Schwellenwert: nicht mehr als ca. 20 %). Die Vollblüte (27) wurde als ein phänologisches Stadium einer Art dokumentiert, wenn ca. > 20 % der lokalen Individuen der Population in Blüte waren. In der Folge wurde als Ende der Blüte (28) dokumentiert, wenn weniger als 20 % der lokalen Individuen, mindestens aber noch eine Pflanze mit einer Blüte angetroffen wurde. Die Blüte galt dann als abgeschlossen, wenn nach der letzten festgestellten Phase 28 am Folgetermin der Bonituren die Phase (28) nicht mehr feststellbar war. Der letzte Termin, an dem noch eine Blüte festgestellt wurde, wurde dann als Endtermin gewertet.

Es war möglich, dass in einem Jahr eine Art fehlte (nicht vorkam) oder aber eine Art vorkam, jedoch keine Blüten bildete. Zudem konnte es sein, dass nur Beginn (26) und Ende (28) der Blüte feststellbar waren, aber keine Vollblüte. Dies wurde entsprechend in den für die Dokumentation mitgeführten Feldprotokollen aufgezeichnet.

Für eine taggenaue Zuordnung der Phänologiebefunde der einzelnen Pflanzenarten wurde das Jahr vom 01.01. bis 31.12. in 366 Tagen betrachtet. Jede im Feld nach den beschriebenen Regeln ermittelte datumsbasierte Phänophase befand sich an einem diskreten Datumswert. Wurde bei einer im Verlauf zu Beginn ermittelten Phänophase am Folgetermin die gleiche Phänophase gefunden, dann erhielten alle Tage zwischen beiden Terminen diese Phänophase zugeordnet. Für die Realisierung dieser Rechenprozedur wurde ein mit SAS® (Softwareversion 9.4) programmierter Rechenalgorithmus entwickelt, mit dessen Anwendung der taggenaue phänologische Verlauf der Blüte jeder Art innerhalb der 20 Beobachtungsjahre für Tag 1 bis 366 eines jeden Jahres berechnet wurde. In den Fällen, bei denen bei einer Art nur ein Boniturwert an einem Termin im Jahr ermittelt wurde, wurde als zeitliches Minimum für die Dauer der Blüte die Zeitspanne einer Pentade (fünf Tage) verwendet. Dabei wurde im Rechenalgorithmus das Datum des Boniturwertes als Zentralwert der Pentade gerechnet und die Dauer der Blüte der Länge der Pentade zugeordnet.

Bei der Analyse der phänologischen Daten zeigte sich, dass einzelne Arten einen einzigen Blühzyklus im Jahr aufweisen können, der durch den Beginn, die Vollblüte sowie das Ende der Blüte in einem kontinuierlichen Verlauf, quasi ohne Unterbrechungen, erfolgt. Bei einigen handelte es sich um Arten, die zweimal oder mehrmals im Verlaufe eines Jahres zur Blüte kamen. Hier wurde als ein Schwellwert zur Abgrenzung von erstem zu einem oder mehreren weiteren Blühzyklen im Jahr ein Zeitfenster von 20 Tagen definiert, an dem von vorherigem zu nächstem Blühzyklus keine Blüte der Art feststellbar war. Für die Realisierung der dafür erforderlichen Rechenprozedur wurde ebenso ein mit SAS® (Softwareversion 9.4) programmierter Rechenalgorithmus entwickelt und eingesetzt.

3. Ergebnisse

Die Vegetationsaufnahmen am Standort BergS2 enthält der Anhang. Die dazu im Frühjahr (16.05., 09.06., 17.06.1997) durchgeführten Erhebungen erfolgten auf Probeflächen von je 4 sowie einmal 16 m² Größe. Diese Daten geben einen Einblick in die Artenvielfalt der Pflanzenarten und deren Vergesellschaftung eines Teils der Untersuchungsfläche (75 Arten) im Bereich des grün markierten Punktes nach Abbildung 1, im mittleren Teil der Untersuchungsfläche BergS2. Demnach waren die dort vergesellschafteten Arten überwiegend den Sedo-Scleranthetea (30 Arten), den Festuco-Brometea (8 Arten), den Molinio-Arrhenatheretea (8 Arten) und der Segetal- und Ruderalvegetation (16 Arten) zugehörig.

Insgesamt wurden über den 20-jährigen Erhebungszeitraum 237 Pflanzenarten gefunden, die Blüte zeigten (Tab. 1). Aufgrund der zwischen Oberhang, Mitte und Unterhang etwas differenzierten Standortbedingungen fand sich eine relativ große floristische Artenvielfalt. Diese war u. a. durch Unterschiede der Bodenfeuchtebedingungen, des Mikroklimas sowie der Nährstoff- und Lichtverfügbarkeit (bei Nähe zu Gebüsch und Waldrand) bedingt. Besonders die im Oberhang bestehende Nähe zu angrenzenden bäuerlichen Garten- und Siedlungsflächen (vgl. Abb. 1) erklärt das Auftreten einer Reihe „verwilderter“, teils unbeständiger nichteinheimischer Arten, u. a. *Alyssum montanum*, *Gaillardia aristata*, *Chionodoxa luciliae*, *Nigella damascena*, *Narcissus pseudonarcissus*, *Crocus spec.*, *Tropaeolum majus*, *Borago officinalis*, *Calendula officinalis*, *Helianthus annuus* und *Muscari neglectum*, die meist nur in einzelnen Jahren, unregelmäßig blühend, auftraten. Besonders der Oberhangbereich sowie Teile im Hangfuß wiesen gegenüber dem Kernbereich des Trockenhangs bessere Nährstoff- und Bodenfeuchteverfügbarkeit auf. Diese Bereiche waren stärker durch einige Arten der Ruderal- und der Segetalvegetation sowie der *Molinio-Arrhenatheretea* bestimmt.

Für jede Art wurde deren Häufigkeit bezogen auf den Untersuchungszeitraum eingeschätzt. Dazu wurde jeder Art eine der Kategorien sehr selten, selten, zerstreut, häufig oder sehr häufig zugeordnet. Ferner wurde die Anzahl der Jahre vermerkt, an denen die einzelnen Arten blühend angetroffen wurden (vgl. Tab. 1). 75 der Arten wurden in jedem Jahr blühend gefunden. Dies entspricht 31,5 % des insgesamt gefundenen Arteninventars, weitere 53 Arten (22,3 % der Arten) in 10 bis 19 Jahren sowie 46,2 % in 1 bis 9 Jahren. Über die Jahre wurden bei 149 Arten mindestens zwei Blühzyklen festgestellt, davon 22 Arten in 10 oder mehr Jahren, 46 Arten in 5 bis 9 sowie die übrigen in 1 bis 4 Jahren. 63 der Arten zeigten auch einen dritten Blühzyklus, der jedoch nur bei 9 Arten 5 bis 9 Mal in Erscheinung trat, bei den übrigen seltener. Ein vierter Blühzyklus wurde nur selten bei 13 Arten gefunden, ein fünfter Blühzyklus nur bei zwei Arten je einmal.

Das Maximum der mittleren Blühdauer einer Art betrug über die 20 Jahre gerechnet 200 Tage im Jahr bei *Armeria maritima* ssp. *elongata*. Das Minimum zeigte sich bei 25 Arten mit im Mittel nur 0,25 Tagen im Jahr. Arten dieser Gruppe wurden demnach nur in einem der 20 Jahre an einem Boniturtermin blühend angetroffen. Bei 25 Arten (10,5 % der Gesamtzahl) hielt die Blüte im Mittel der 20 Jahre mehr als 100 Tage an (Abb. 3). Weitere 35 Arten (14,7 % der Gesamtzahl) zeigten eine mittlere Blühdauer von 50 bis 100 Tagen, die übrigen Arten eine mittlere Blühdauer von weniger als 50 Tagen, jedoch mindestens 0,25 Tagen im Jahr.

Von 1997 bis 2016 wurde die Spannweite der Artenzahl mit Blüte über den Verlauf der 366 Tage des Jahres ermittelt (Abb. 4, grün). Diese bedeutet dabei die über die 20 Jahre jeweils an einem Tag des Jahres von Tag 1 bis 366 ermittelte minimale und maximale Anzahl der blühenden Arten. Dabei zeigt sich für

Tab. 1: Arten der Untersuchungsfläche BergS2 mit Anzahl der Blühzyklen von 1997 bis 2016 und Häufigkeit der einzelnen Arten (*Gartenpflanzen).

* Zahl Jahre mit: 1. Blüte / 2. Blüte / 3. Blüte / 4. Blüte / 5. Blüte. ** HI (HäufigkeitsIndex): ss Einzelpflanze(n), s selten, z zerstreut, h häufig, sh sehr häufig. *** selten bzw. kaum Blüte.

Art	Zahl Jahre*	HI**	Art	Zahl Jahre*	HI**
<i>Achillea collina</i>	12/5/2/0/0	z	<i>Carex hirta</i>	20/1/0/0/0	h
<i>Achillea millefolium</i>	19/6/1/0/0	h	<i>Carex spicata</i>	13/0/0/0/0	s
<i>Acinos arvensis</i>	19/8/2/0/0	s	<i>Centaurea cyanus</i>	7/3/2/0/0	s
<i>Adoxa moschatellina</i>	6/0/0/0/0	s	<i>Centaurea jacea</i>	3/0/0/0/0	ss
<i>Aethusa cynapium</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Centaurea scabiosa</i>	13/4/0/0/0	s
<i>Agrimonia eupatoria</i>	20/10/4/0/0	h	<i>Centaurea stoebe</i>	20/6/0/0/0	h
<i>Agrostis capillaris</i>	20/3/0/0/0	sh	<i>Cerastium arvense</i>	20/4/0/0/0	h
<i>Alliaria petiolata</i>	3/0/0/0/0	s	<i>Cerastium glomeratum</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Alopecurus pratensis</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Cerastium glutinosum</i>	14/0/0/0/0	h
* <i>Alyssum alyssoides</i>	19/1/0/0/0	z	<i>Cerastium holosteoides</i>	12/8/2/2/0	z
* <i>Alyssum montanum</i>	2/0/0/0/0	ss	<i>Cerastium semidecandrum</i>	8/0/0/0/0	z
<i>Alyssum murale</i>	3/1/0/0/0	ss	<i>Chaerophyllum temulum</i>	10/0/0/0/0	s
<i>Amaranthus caudatus</i>	1/1/0/0/0	ss	<i>Chelidonium majus</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Amaranthus retroflexus</i>	5/1/0/0/0	s	<i>Chenopodium album</i>	15/4/1/0/0	z
<i>Amaranthus spec.</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Chenopodium hybridum</i>	8/3/1/0/0	s
<i>Anchusa arvensis</i>	4/2/1/0/0	s	<i>Chondrilla juncea</i>	20/8/0/0/0	h
<i>Anchusa officinalis</i>	20/13/3/1/0	h	<i>Cichorium intybus</i>	20/7/0/0/0	h
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	20/3/1/0/0	sh	<i>Cirsium arvense</i>	11/2/1/0/0	z
<i>Anthriscus sylvestris</i>	12/1/0/0/0	s	<i>Cirsium vulgare</i>	2/1/0/0/0	s
<i>Aphanes arvensis</i>	2/0/0/0/0	ss	<i>Conium maculatum</i>	18/5/1/0/0	z
<i>Arabidopsis thaliana</i>	20/2/1/0/0	sh	<i>Conyza canadensis</i>	18/4/0/0/0	z
<i>Arabis hirsuta</i>	20/8/2/1/1	z	<i>Corynephorus canescens</i>	10/1/0/0/0	s
<i>Arctium lappa</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Crepis capillaris</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	19/5/1/0/0	h	* <i>Crocus spec.</i>	4/0/0/0/0	ss
<i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i>	20/7/2/0/0	sh	<i>Cynoglossum officinale</i>	9/0/0/0/0	s
<i>Arrhenatherum elatius</i>	20/13/7/3/0	h	<i>Dactylis glomerata</i>	19/8/4/2/0	z
<i>Artemisia absinthium</i>	20/4/0/0/0	z	<i>Dactylis polygama</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Artemisia campestris</i>	20/6/0/0/0	h	<i>Danthonia decumbens</i>	4/1/0/0/0	z***
<i>Artemisia vulgaris</i>	16/1/0/0/0	z	<i>Datura stramonium</i>	6/3/0/0/0	s
<i>Asparagus officinalis</i>	20/12/2/0/0	z	<i>Daucus carota</i>	20/6/0/0/0	h
<i>Ballota nigra</i>	20/6/0/0/0	z	<i>Dianthus carthusianorum</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Berteroa incana</i>	20/9/0/0/0	sh	<i>Dianthus deltoides</i>	20/9/0/0/0	z
* <i>Borago officinalis</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Draba verna</i> s.l.	19/3/0/0/0	sh
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Echium vulgare</i>	20/8/2/0/0	h
<i>Bromus hordeaceus</i>	15/2/0/0/0	z	<i>Elymus repens</i>	17/5/0/0/0	h
<i>Bromus sterilis</i>	3/1/0/0/0	z***	<i>Erigeron annuus</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Bromus tectorum</i>	5/1/0/0/0	z	<i>Erodium cicutarium</i>	20/18/8/2/0	h
<i>Calamagrostis epigejos</i>	19/0/0/0/0	z	<i>Euphorbia cyparissias</i>	20/17/8/1/0	sh
* <i>Calendula officinalis</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Euphorbia helioscopia</i>	11/4/0/0/0	s
<i>Campanula patula</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Euphrasia stricta</i>	20/10/2/0/0	z
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	20/11/8/0/0	h	<i>Fallopia convolvulus</i>	20/10/0/0/0	h
<i>Carduus acanthoides</i>	20/8/2/0/0	z	<i>Festuca brevipila</i>	20/0/0/0/0	z
<i>Carduus nutans</i>	6/0/0/0/0	s	<i>Festuca ovina</i>	19/0/0/0/0	h
<i>Carex caryophylllea</i>	20/0/0/0/0	z	<i>Festuca pratensis</i>	2/0/0/0/0	s
<i>Festuca rubra</i>	4/0/0/0/0	s	<i>Nicandra physalodes</i>	6/2/0/0/0	s
<i>Gagea pratensis</i>	14/0/0/0/0	z	<i>Nigella damascena</i>	1/0/0/0/0	ss

Art	Zahl Jahre*	HI**	Art	Zahl Jahre*	HI**
<i>*Gaillardia aristata</i>	5/2/0/0/0	ss	<i>Ononis repens</i>	20/7/1/0/0	z
<i>*Galanthus nivalis</i>	19/1/0/0/0	s	<i>Onopordum acanthium</i>	16/2/0/0/0	s
<i>Galinsoga parviflora</i>	3/0/0/0/0	s	<i>Ornithogalum nutans</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Galium album</i>	15/4/0/0/0	h	<i>Ornithogalum umbellatum</i>	14/0/0/0/0	s
<i>Galium aparine</i>	17/3/0/0/0	z	<i>Ornithopus perpusillus</i>	3/0/0/0/0	s
<i>Galium verum</i>	20/6/1/0/0	h	<i>Padus avium</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Galium × pomeranicum</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Papaver argemone</i>	5/1/0/0/0	s
<i>Geranium molle</i>	1/1/0/0/0	s	<i>Papaver dubium</i>	4/1/0/0/0	s
<i>Geranium pusillum</i>	20/10/3/0/0	h	<i>Papaver orientale</i>	5/0/0/0/0	s
<i>Geum urbanum</i>	4/0/0/0/0	s	<i>Papaver rhoeas</i>	8/2/0/0/0	s
<i>Glechoma hederacea</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Petrorhagia prolifera</i>	20/9/0/0/0	h
<i>Gypsophila muralis</i>	2/0/0/0/0	ss	<i>Phleum phleoides</i>	13/0/0/0/0	s
<i>*Helianthus annuus</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Phleum pratense</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Helichrysum arenarium</i>	20/8/0/0/0	z	<i>Picris hieracioides</i>	2/1/0/0/0	s
<i>Herniaria glabra</i>	9/3/0/0/0	s	<i>Pilosella officinarum</i>	20/15/5/1/0	h
<i>Holcus mollis</i>	10/2/1/0/0	z	<i>Pimpinella nigra</i>	7/2/0/0/0	s
<i>Holosteum umbellatum</i>	19/1/0/0/0	h	<i>Pimpinella saxifraga</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Hylotelephium maximum</i>	8/1/0/0/0	s	<i>Plantago lanceolata</i>	20/8/2/0/0	sh
<i>Hypericum perforatum</i>	19/9/3/0/0	z	<i>Plantago major</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Hypochaeris radicata</i>	20/9/1/0/0	h	<i>Poa annua</i>	4/0/0/0/0	s
<i>Impatiens parviflora</i>	2/1/0/0/0	s	<i>Poa bulbosa</i>	15/0/0/0/0	z
<i>Iris germanica</i>	2/0/0/0/0	ss	<i>Poa compressa</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Jasione montana</i>	2/0/0/0/0	s	<i>Poa pratensis</i>	20/0/0/0/0	h
<i>Knautia arvensis</i>	20/12/3/0/0	z	<i>Polygonum aviculare agg.</i>	18/7/0/0/0	z
<i>Koeleria macrantha</i>	20/3/0/0/0	z	<i>Potentilla argentea</i>	20/9/3/0/0	h
<i>Lactuca serriola</i>	6/1/0/0/0	s	<i>Potentilla neumanniana</i>	20/14/6/4/1	
<i>Lamium album</i>	20/17/8/0/0	z	<i>Potentilla reptans</i>	6/2/0/0/0	s
<i>Lamium amplexicaule</i>	9/3/0/0/0	s	<i>Prunus padus</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Lamium purpureum</i>	20/6/1/0/0	h	<i>Prunus serotina</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Lapsana communis</i>	4/0/0/0/0	s	<i>Prunus spinosa</i>	20/2/0/0/0	z
<i>Lathyrus latifolius</i>	2/1/0/0/0	s	<i>Ranunculus bulbosus</i>	20/2/1/0/0	z
<i>Lolium perenne</i>	8/0/0/0/0	s	<i>Ribes uva-crispa</i>	4/0/0/0/0	ss
<i>Lotus corniculatus</i>	20/8/0/0/0	z	<i>Rosa canina</i>	18/0/0/0/0	s
<i>Lunaria annua</i>	4/2/0/0/0	s	<i>Rumex acetosa</i>	8/1/0/0/0	s
<i>Luzula campestris</i>	20/1/0/0/0	z	<i>Rumex acetosella</i>	20/10/1/0/0	sh
<i>Lychnis coronaria</i>	5/2/0/0/0	ss	<i>Rumex crispus</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Malva moschata</i>	2/0/0/0/0	ss	<i>Rumex obtusifolius</i>	11/1/0/0/0	s
<i>Malva neglecta</i>	6/1/0/0/0	s	<i>Rumex thyrsiflorus</i>	16/6/1/0/0	z
<i>Matricaria discoidea</i>	3/1/0/0/0	ss	<i>Salvia pratensis</i>	20/15/4/0/0	h
<i>Medicago falcata</i>	20/8/1/0/0	z	<i>Sambucus nigra</i>	3/0/0/0/0	ss
<i>Medicago lupulina</i>	17/9/2/1/0	s	<i>*Scilla luciliae</i>	6/0/0/0/0	ss
<i>Medicago minima</i>	19/8/1/0/0	z	<i>Scilla siberica</i>	20/4/0/0/0	z
<i>Medicago × varia</i>	20/7/0/0/0	z	<i>Scleranthus annuus</i>	11/3/0/0/0	s
<i>Moehringia trinervia</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Scorzoneroideis autumnalis</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>*Muscari neglectum</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Sedum acre</i>	20/0/0/0/0	z
<i>Myosotis ramosissima</i>	9/0/0/0/0	s	<i>Sedum sexangulare</i>	20/10/4/0/0	z
<i>Myosotis stricta</i>	20/0/0/0/0	h	<i>Senecio jacobaea</i>	20/9/1/0/0	z
<i>*Narcissus pseudonarcissus</i>	3/0/0/0/0	ss	<i>Senecio vernalis</i>	8/0/0/0/0	s
<i>Senecio vulgaris</i>	4/0/0/0/0	ss	<i>Trifolium striatum</i>	18/0/0/0/0	z
<i>Setaria viridis</i>	17/1/0/0/0	z	<i>*Tropaeolum majus</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Sherardia arvensis</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Turritis glabra</i>	20/6/4/0/0	z
<i>Silene latifolia subsp. alba</i>	20/11/2/0/0	z	<i>Urtica dioica</i>	20/12/1/0/0	s
<i>Silene otites</i>	20/7/1/0/0	h	<i>Urtica urens</i>	2/0/0/0/0	ss

Art	Zahl Jahre*	HI**	Art	Zahl Jahre*	HI**
<i>Silene vulgaris</i>	1/1/0/0/0	ss	<i>Verbascum densiflorum</i>	20/4/0/0/0	h
<i>Sisymbrium loeselii</i>	6/4/0/0/0	s	<i>Verbascum nigrum</i>	2/0/0/0/0	ss
<i>Sisymbrium officinale</i>	6/1/0/0/0	s	<i>Veronica agrestis</i>	16/5/2/0/0	s
<i>Solanum nigrum</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Veronica arvensis</i>	16/4/0/0/0	s
<i>Spergularia rubra</i>	4/2/1/0/0	s	<i>Veronica chamaedrys</i>	20/10/6/1/0	z
<i>Stellaria graminea</i>	8/0/0/0/0	s	<i>Veronica dillenii</i>	8/0/0/0/0	s
<i>Stellaria media</i>	20/11/1/0/0	s	<i>Veronica hederifolia</i>	20/0/0/0/0	h
<i>Tanacetum vulgare</i>	16/3/0/0/0	z	<i>Veronica persica</i>	1/0/0/0/0	ss
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Erythro-</i> <i>sperma</i>	20/6/2/0/0	z	<i>Veronica triphyllos</i>	7/1/0/0/0	s
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	20/9/4/1/0	z	<i>Veronica verna</i>	20/2/0/0/0	z
<i>Thymus serpyllum</i>	20/5/0/0/0	s	<i>Vicia angustifolia</i>	20/4/0/0/0	z
<i>Torilis japonica</i>	4/0/0/0/0	ss	<i>Vicia cassubica</i>	10/3/0/0/0	s
<i>Tragopogon pratensis</i>	20/17/5/1/0	z	<i>Vicia cracca</i>	11/3/1/0/0	s
<i>Trifolium arvense</i>	20/9/1/0/0	h	<i>Vicia hirsuta</i>	20/2/0/0/0	h
<i>Trifolium campestre</i>	20/9/2/0/0	h	<i>Vicia lathyroides</i>	20/6/0/0/0	z
<i>Trifolium hybridum</i>	1/0/0/0/0	ss	<i>Vicia tetrasperma</i>	19/3/0/0/0	z
<i>Trifolium medium</i>	7/2/0/0/0	s	<i>Vicia villosa</i>	15/3/0/0/0	s
<i>Trifolium pratense</i>	8/1/0/0/0	s	<i>Viola arvensis</i>	12/2/0/0/0	s
<i>Trifolium repens</i>	10/3/1/0/0	s	<i>Viola odorata</i>	7/0/0/0/0	s
<i>Trifolium resupinatum</i>	1/0/0/0/0	ss			

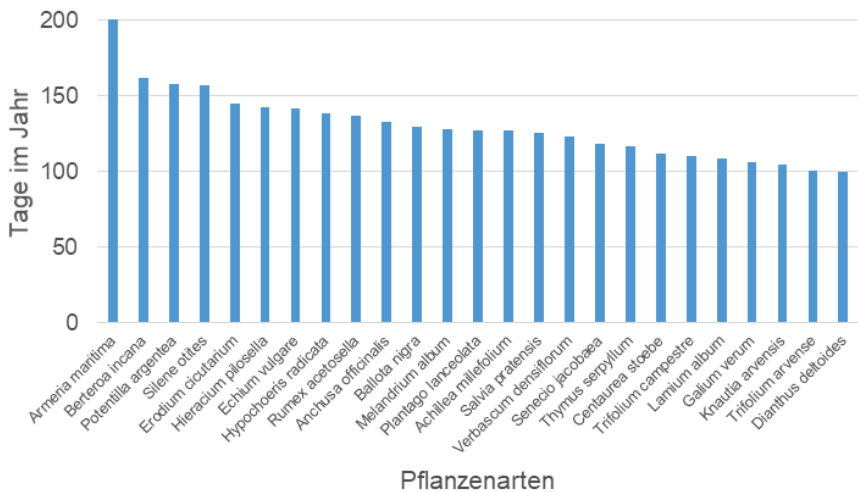


Abb. 3: Mittlere Blühdauer der Pflanzenarten (1997 bis 2016) von mehr als 100 Tagen im Jahr von 1997 bis 2016 der Untersuchungsfläche BergS2.

den oberen Wert ein jahreszeitlicher Anstieg, der im Bereich des Mittsommers (180. Tag des Jahres) mit Kulmination Ende Juni/Anfang Juli endet. Anschließend trat ein kontinuierlicher Rückgang der Anzahl der blühenden Arten ein, der sich bis Ende Dezember bis nahe Null fortsetzte. Dieser Verlauf ähnelt dem einer Gaußschen Glockenkurve.

Maximal wurden Ende Juni an Einzeltagen 78 blühende Arten ermittelt. Bis Ende März/Anfang April trat witterungsbedingt, durch Frost- und Kälteperioden verursacht, in Einzeljahren noch keine Blütenbildung auf. Dies betraf insbesondere die Monate Januar und Februar, in denen jedoch in der Mehrzahl der Jahre bei milderen Temperaturen wenig über null Grad bereits Arten zur Blüte gelangten, z. B. *Draba verna* teils schon im Januar.

Im weiteren Jahresverlauf beeinflussten der Witterungsverlauf (Temperaturen, Niederschläge), die Photoperiode (Länge der Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang), die Feuchtebedingungen im Boden sowie temporäre Beweidung in einzelnen Jahren die Ausbildung der Blüte sowie die Anzahl der blühenden Arten. Deutliche Trockenperioden, die phasenweise zwischen Mai und September auftraten, führten zu einer zeitweilig stark verringerten Anzahl der blühenden Arten sowie reduzierter Blühintensität einzelner Arten. Teilweise kam es bei anhaltender Trockenheit zum Verdorren der Vegetation, was eine Unterbrechung bzw. ein (vorzeitiges) Ende der Blüte vieler Arten nach sich zog oder aber auch eine weitere vegetative Entwicklung verhinderte bzw. diese unterbrach.

Beweidung erfolgte unregelmäßig, nicht in jedem Jahr. Zur Beweidung wurde die Fläche komplett oder teilweise gekoppelt. Es kam eine Mischherde mit Pferden, Ziegen und Schafen zum Einsatz, die zwei bis drei Tage auf der Fläche verblieben. Als Folge der in dieser Phase intensiven Beweidung kam es i. d. R. zum Erliegen der Blüte aller oder fast aller Pflanzenarten der Untersuchungsfläche. Waren diese Phasen zudem mit starker Trockenheit (Dürre) gekoppelt, ergaben sich Einzeljahre, an denen im Sommer zeitweilig keine oder nur wenige blühende Pflanzen feststellbar waren. Dies wird in Abbildung 4 durch untere Werte des Schwellwertebereiches von Null charakterisiert. Es gab somit, z. B. zu Mittsommer, auch Zeitfenster ohne blühende Arten, obwohl Ende Juni/Anfang Juli grundsätzlich die größte Zahl (Maximum) der blühenden Arten ermöglichte (vgl. Abb. 4).

Der Verlauf der gelben Linie in Abbildung 4 zeigt die tagbezogene mittlere Anzahl der blühenden Arten. Demnach lag im 20-jährigen Mittel die Anzahl der an einem Tag blühenden Arten im Maximum bei 50,2 im Hochsommer am 219. Tag des Jahres, dem 7. August. Ein weiterer Gipfel der mittleren Artenzahl zeigt sich im Frühsommer am 169. Tag, am 18. Juni kurz vor Mittsommer. Zwischen beiden Extremwerten sanken die Zahlen der blühenden Arten leicht ab, was überwiegend auf den Einfluss zweier Hauptfaktoren, nämlich von Dürre sowie von Beweidung (die über die Jahre zeitlich zwischen Mai und September variierten), und der Kombination beider zurückzuführen war.

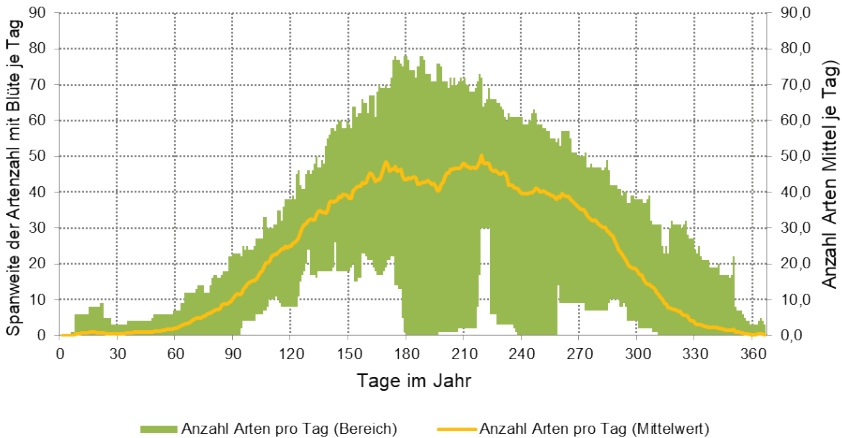


Abb. 4: Spannweite der Artenzahl mit Blüte je Tag (grün) und mittlere Anzahl der Arten mit Blüte (gelb) im Verlauf der 366 Tage von 1997 bis 2016 auf der Untersuchungsfläche BergS2.

Einzeljahre ähnelten sich grundsätzlich im Blühverlauf, variierten jedoch teils stark in der zeitlichen Abfolge sowie in der Blühintensität der Artengemeinschaft und im Verlauf (Beginn, Dauer, Ende, Intensität) der Blüte der einzelnen Arten.

Abbildung 5 zeigt am Beispiel des Jahres 1998 den Verlauf der Anzahl der Arten mit Blüte pro Tag. Insgesamt wurden 146 blühende Arten ermittelt. Das Maximum eines Tages lag bei 78 gleichzeitig blühenden Arten Ende Juni, kurz nach Mittsommer. Weder Beweidung noch ausgeprägte Trockenphasen waren 1998 zu verzeichnen. Die durch den Kurvenverlauf (dunkelgrün) charakterisierte relative Häufigkeit der Arten weist für jeden Tag des Jahres den Anteil der blühenden Pflanzenarten in Prozent, bezogen auf die Gesamtzahl der in dem Jahr blühenden 146 Arten, aus. Dieser Wert lag Ende Juni und Anfang Juli kurzzeitig bei über 50 % des insgesamt im Jahr gefundenen blühenden Arteninventars.

In Jahren mit Beweidung und/oder Trockenheit zeigte sich im Pflanzenbestand eine zeitliche Reduktion/Unterbrechung der Blüte bei vielen Arten. Je nach Zeitbereich der Beweidung und/oder Trockenphasen kam es dabei zu einem Zeitfenster im Jahr ohne oder mit nur wenigen blühenden Pflanzen.

Beginn und Dauer der Blüte, Blühphasen sowie Abfolge der einzelnen Arten in ihrem Blühverlauf im Jahr zeigen sich in einem „Blühmuster“ des Standortes (Abb. 6). Im Blühmuster wird der zeitliche Verlauf dieser Parameter für jede Pflanzenart und zusammen für die blühende Pflanzengemeinschaft visualisiert. Das Beispiel des Jahres 1997 zeigt die Parameter für alle der 149 blühenden Arten des betrachteten Areals. Deren Reihenfolge (Ranking) richtet sich nach dem Tag im

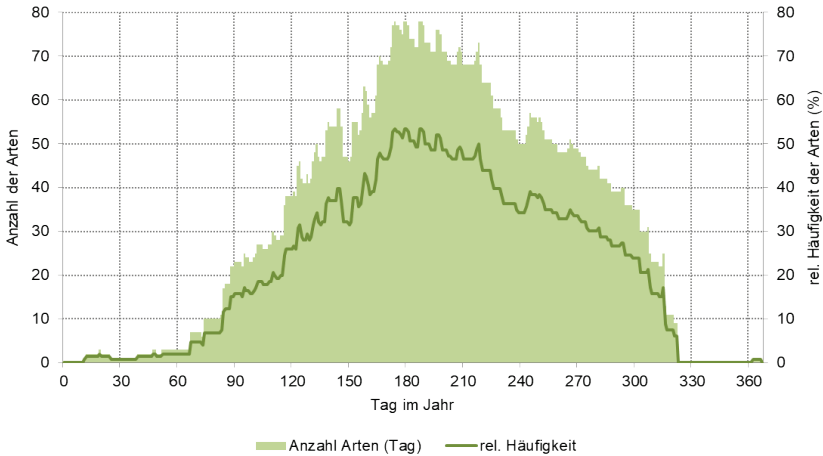


Abb. 5: Mittlere Anzahl der Arten mit Blüte sowie deren relative Häufigkeit bezogen auf die Gesamtzahl der in dem Jahr blühenden 146 Arten im Verlauf der 366 Tage des Jahres 1998 auf der Untersuchungsfläche BergS2.

Jahr des Blühbeginns. Das ermittelte Blühmuster teilt mit, dass Verlauf und Dauer der Blüte quasi bei allen Arten verschieden ausgeprägt sind. Diese Dynamik variierte in jedem Jahr, wobei es bis zu einem gewissen Grad auch zu Verschiebungen im Ranking der Arten kam durch einen zeitlich veränderten Blühbeginn sowie eine veränderte Dauer der Blüte der einzelnen Arten.

Beispielhaft sollen daher nachfolgend für sieben der insgesamt 238 auf der Untersuchungsfläche nachgewiesenen Arten (*Salvia pratensis*, *Medicago minima*, *Pilosella officinarum*, *Dianthus deltoides*, *Trifolium campestre*, *Silene otites* und *Draba verna*) der Verlauf der Blüte über alle Jahre, die relative Häufigkeit der Blüte im Jahresverlauf, die Trends von Blühbeginn und Blühende sowie die mit diesen Terminen eingrenzende Dauer der Blüte aufgeführt werden.

***Salvia pratensis* L.**

Die Art besiedelte den zentralen Bereich der Untersuchungsfläche, insbesondere den oberen Mittelhang. Insgesamt wurde sie als zerstreut vorkommend charakterisiert, frequentierte den Mittelhang jedoch häufig. Die Blüte erfolgte in jedem Jahr, in 15 Jahren auch in einem zweiten sowie in vier Jahren in einem dritten Blühzyklus (Abb. 7).

Im Verlauf der Jahre 1997 bis 2016 wurde eine ausgeprägte Variabilität von Beginn und Ende der Blüte sowie der Dauer und der Anzahl der einzelnen Blühzyklen festgestellt. Der mittlere Blühbeginn lag am 121. Tag des Jahres (1. Mai),

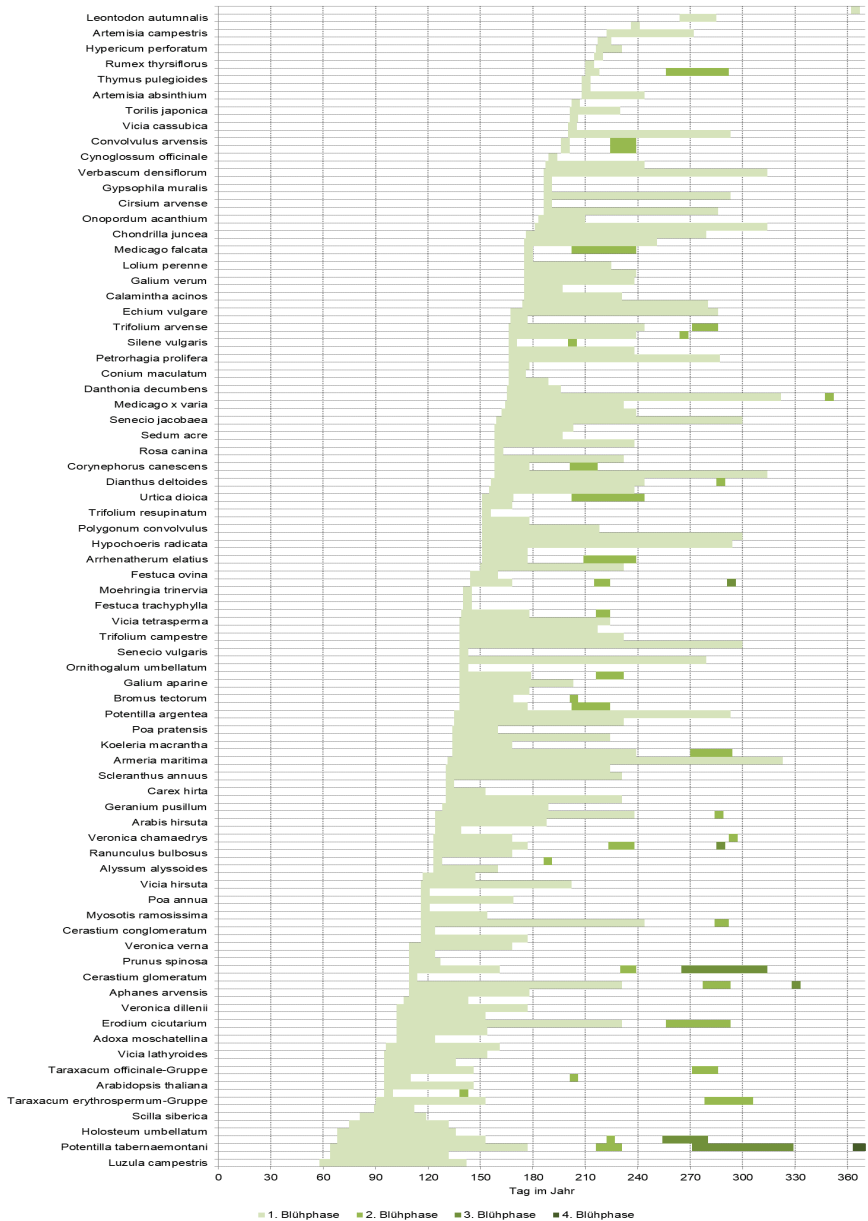


Abb. 6: Blümmuster (Beginn und Dauer der Blüte, Blühphasen sowie Abfolge der einzelnen Arten) von 149 Pflanzenarten auf der Untersuchungsfläche BergS2 im Tagesverlauf des Jahres 1997. Wegen der großen Anzahl der Arten sind bei der Y-Achse nur 75 der 149 Arten namentlich aufgeführt.

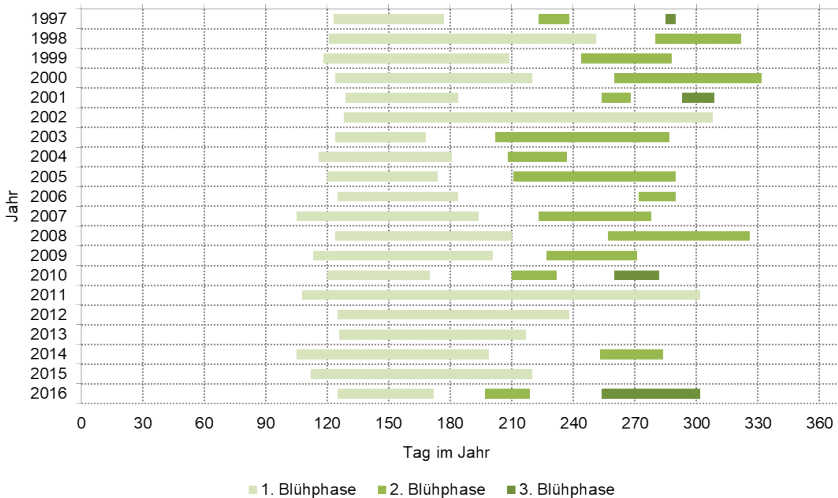


Abb. 7: Verlauf der Blüte von *Salvia pratensis* L. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit einzelnen Blühphasen (1. bis 3.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

frühester Beginn war der 106. Tag (16. April 2007 und 2014). Als Ende der Blüte wurde der späteste Blühtermin in einem Jahr gewertet. Das mittlere Blühende lag demnach am 283. Tag (10. Oktober), der späteste Termin am 332. Tag (28. November 2000).

Die relative Häufigkeit der Blüte (Abb. 8) lässt Tage im Jahr erkennen, in denen die Art blühend während aller betrachteten 20 Jahre auftrat. 100 % bedeuten dabei, dass die Art in jedem Jahr an diesem Termin, und Null, dass sie nie an diesem Termin blühte. Alle weiteren Werte bilden Zwischenstufen. Die Prozentwerte sagen aus, an wie vielen der betrachteten 20 Jahre die Art an dem jeweiligen Tag in Blüte war. Demnach waren vom 130. bis 168. Tag (10. Mai bis 17. Juni) immer blühende Pflanzen anzutreffen (relative Häufigkeit 100 %), während sich in der Zeit davor sowie der danach die Zahl der Jahre, an denen sie blühend angetroffen wurde, verringerte. Der Verlauf zeigt für den Bereich nach der Hauptblüte im Frühjahr und Frühsommer einen zweiten, jedoch abgeschwächten Schwerpunkt der Blüte zwischen dem 258. und 287. Tag im Jahr (15. September bis 14. Oktober), der durch Werte der relativen Häufigkeit von mehr als 50 % der Jahre mit Blüte gekennzeichnet ist. Dieser Zeitbereich kann somit als ausgeprägte Herbstblüte charakterisiert werden. Nach den Befunden findet das Maximum der Blüte von Mai bis Juni in der Zeit der Tageslänge von > 15 Stunden statt und fällt bei Erreichen der maximaler Tageslänge mit 16,84 Stunden zu Mittsommer bereits wieder sukzessive ab.

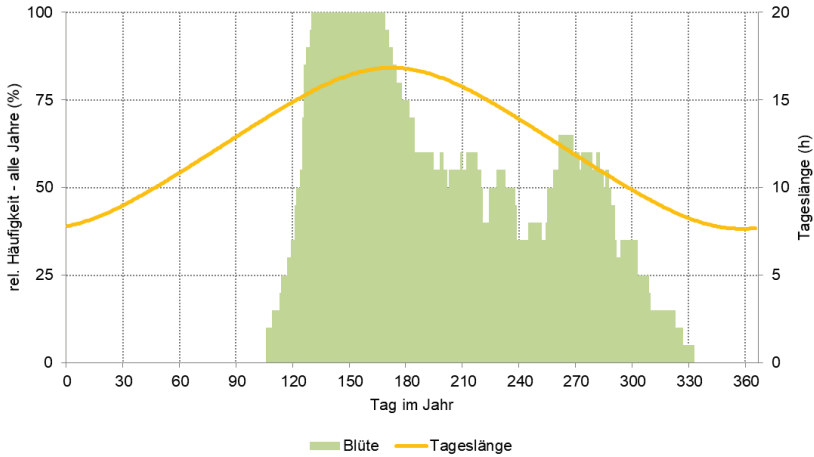


Abb. 8: Relative Häufigkeit der Blüte von *Salvia pratensis* L. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahr.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 9) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine Verfrühung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um acht Tage und eine Verfrühung des Blühendes um 51 Tage. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich von 184 auf 141, also um 43 Tage. Die Werte weisen Tendenzen der Veränderung in der Ausprägung der Blüte aus, jedoch ohne Signifikanz.

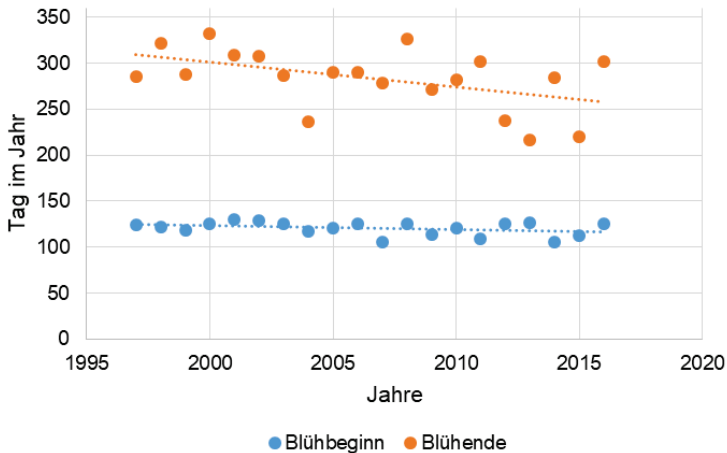


Abb. 9: Beginn und Ende der Blüte von *Salvia pratensis* L. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

***Medicago minima* (L.) BARTAL.**

Die Art besiedelte wie *Salvia pratensis* den zentralen Bereich der Fläche, insbesondere den oberen Mittelhang, war in 19 Jahren zerstreut vorkommend und blühend und in einem Jahr fehlend. Ein zweiter Blühzyklus zeigte sich in acht der betrachteten 20 Jahre, ein dritter in nur einem Jahr (Abb. 10). In den 19 Jahren mit Blüte wiesen Beginn und besonders das Ende der Blüte eine relativ starke zeitliche Variabilität auf.

Der mittlere Blühbeginn lag am 134. Tag des Jahres (14. Mai), frühester Beginn war der 121. Tag (1. Mai 2009 und 2014). Das mittlere Blühende zeigte sich am 213. Tag (1. August), der späteste Termin am 318. Tag (14. November 2000) des Jahres.

Die relative Häufigkeit der Blüte wies bei *M. minima* (Abb. 11) aus, dass die Art an keinem Tag im Jahr einen Wert erreichte, der 100 % entspricht. D. h., sie wurde nie an einem Tag in allen Jahren festgestellt, sondern maximal vom 144. bis zum 149. Tag. (24. bis 27. Mai) in 17 der Jahre. Wertet man den Kernbereich der Blüte für *Medicago minima* für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesenen Blüte, so lag diese auf der Untersuchungsfläche BergS2 im Zeitraum vom 134. bis 194. Tag des Jahres (14. Mai bis 13. Juli). In diesem Zeitraum wäre der Erwartungswert für die Nachweise der Blüte am höchsten. Außerdem könnte diese Spanne als die Hauptblühzeit der Art bezeichnet werden. Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit zeigt ein allmähliches Ausklingen der

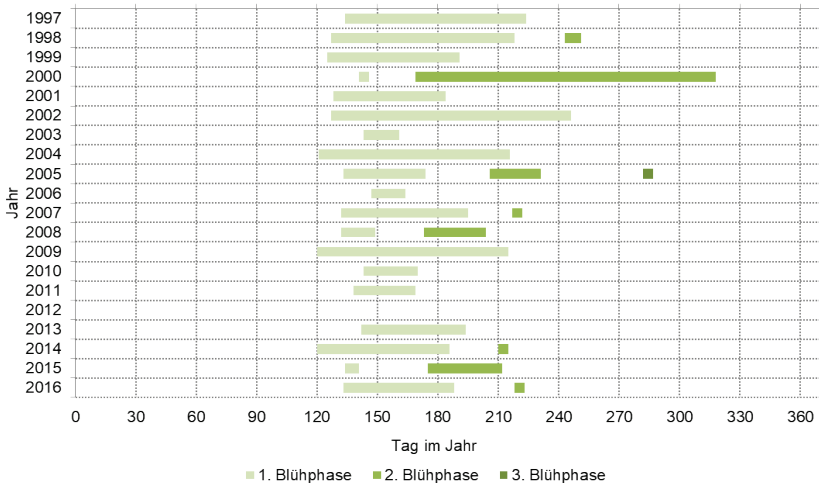


Abb. 10: Verlauf der Blüte von *Medicago minima* (L.) BARTAL. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit einzelnen Blühphasen (1. bis 3.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

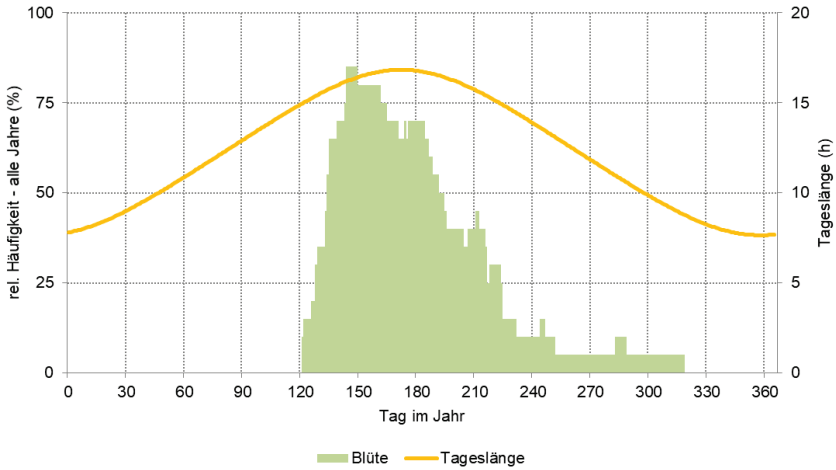


Abb. 11: Relative Häufigkeit der Blüte von *Medicago minima* (L.) BARTAL. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahr.

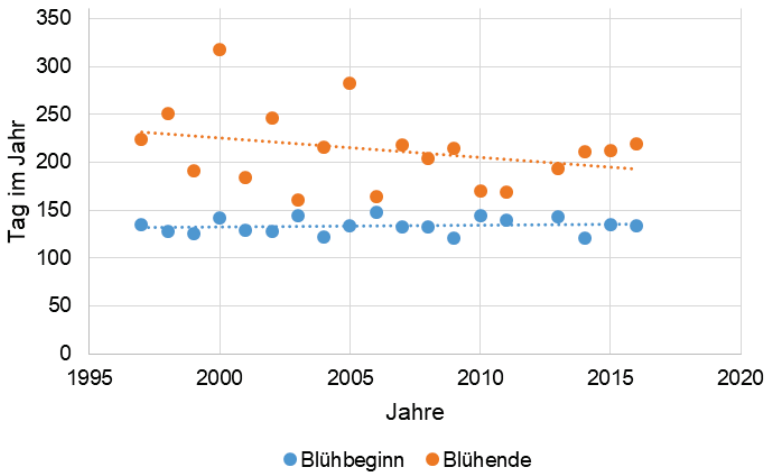


Abb. 12: Beginn und Ende der Blüte von *Medicago minima* (L.) BARTAL. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

Blüte ab August. Hier könnte als ein Schwellwert der 224. Tag (12. August) im Jahr gelten, bis zu dem noch immer an einem Viertel der Jahre die Blüte festgestellt wurde, danach weniger. Das Maximum der Blüte, vom 14. Mai bis zum 13. Juli gerechnet, weist Tageslängen von 15,3 Stunden bis zum Maximalwert 16,84 zu Mittsommer auf und liegt in der Zeit maximaler Tageslänge des Jahres.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 12) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine Verspätung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 2,5 Tage und eine Verfrühung des Endes der Blüte um 38,5 Tage. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich von 99 auf 58, also um 41 Tage. Die Werte weisen deutliche Tendenzen der Verfrühung des Blühendes und der Verkürzung der Dauer der Blüte aus, die aber nicht signifikant sind.

***Pilosella officinarum* F.W. SCHULTZ et SCH.-BIP.**

Die Art besiedelte vornehmlich den oberen und mittleren Bereich der Fläche. Sie wurde als häufig vorkommend eingestuft. Die Blüte erfolgte in jedem Jahr, in 15 Jahren auch ein zweiter, in fünf der Jahre ein dritter sowie einmal ein vierter Blühzyklus (Abb. 13). Im Verlauf der 20 Jahre wurde eine leichte Variabilität des Beginns und eine starke Variabilität des Endes der Blüte sowie der Dauer zwischen beiden Terminen festgestellt.

Der mittlere Blühbeginn war der 128. Tag des Jahres (8. Mai), frühester Beginn war der 118. Tag (28. April 2007) (Ausnahme: eine Blüte einmal Mitte Januar). Das mittlere Blühende lag am 305. Tag (1. November), der späteste Termin am 332. Tag (27. November 2005).

Abbildung 14 zeigt die relative Häufigkeit der Blüte von *Pilosella officinarum*. Obwohl die Art in allen 20 Jahren blühend angetroffen wurde, wurde sie an keinem Tag des Jahres immer blühend (relative Häufigkeit 100 %) angetroffen. D. h., sie wurde nie an einem Tag in allen Jahren festgestellt, sondern maximal vom 135. bis zum 155. Tag. (15. Mai bis 4. Juni) in 19 Jahren (Ausnahme 142. Tag an 18 Jahren). Wertet man den Kernbereich der Blühzeit für *Pilosella officinarum* für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesene Blüte, so lag dieser im Zeitraum vom 128. bis zum 302. Tag des Jahres (8. Mai bis 29. Oktober). Diese Zeitspanne könnte, bezogen auf den gesamten Zeitbereich der Blüte zwischen 18. April und 21. November, als die Hauptblühzeit der Art gewertet werden. Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit zeigte im Frühjahr einen in kurzer Zeit starken Anstieg der Werte, dann ein über fast fünf Monate relativ gleichbleibend hohes Niveau sowie nach dem 300. Tag einen starken Abfall im Herbst. Die maximale Blüte wurde noch vor Mittsommer, ab einer Tageslänge von 14,74 Stunden, erreicht. Sie hielt im weiteren Jahresverlauf bis 9,77 Stunden Tageslänge an.

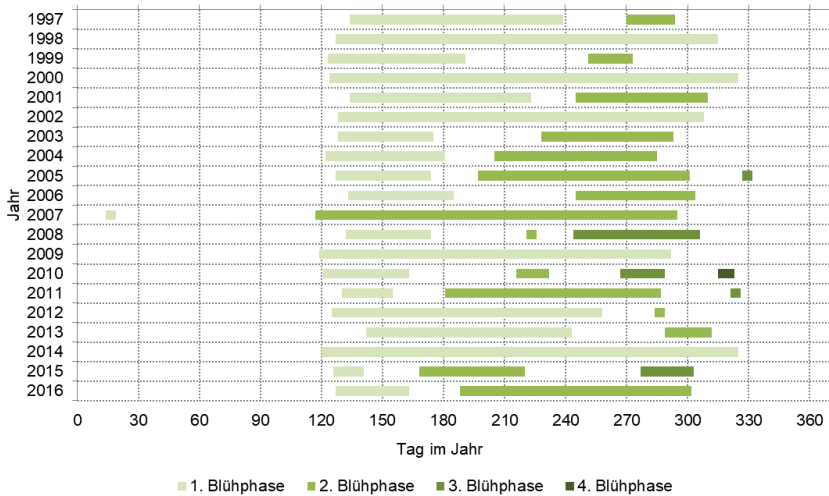


Abb. 13: Verlauf der Blüte von *Pilosella officinarum* F.W. SCHULTZ et SCH.-BIP. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit einzelnen Blühphasen (1. bis 3.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

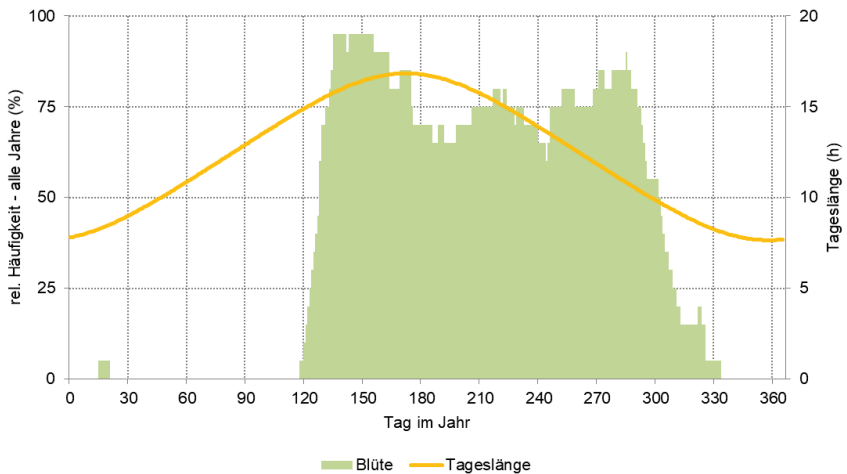


Abb. 14: Relative Häufigkeit der Blüte von *Pilosella officinarum* F.W. SCHULTZ et SCH.-BIP. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahr.

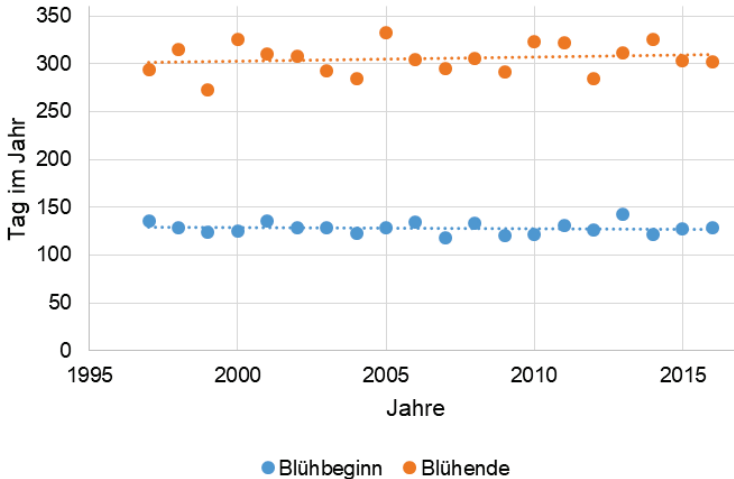


Abb. 15: Beginn und Ende der Blüte von *Pilosella officinarum* F.W. SCHULTZ et SCH.-BIP. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 15) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = mx + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine Verfrühung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 1,5 Tage und eine Verspätung des Endes der Blüte um 9,4 Tage, d. h., es zeigte sich keine nennenswerte Änderung. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende vergrößerte sich leicht um 11 Tage. Die Werte weisen kaum Tendenzen einer Veränderung auf.

***Dianthus deltoides* L.**

Die Art besiedelte ein kleines Teilareal im mittleren und unteren Hang im östlichen Bereich der Fläche. Sie wurde als zerstreut vorkommend eingestuft. Die Blüte erfolgte in jedem Jahr, in 9 Jahren mit einem zweitem Blühzyklus (Abb. 16). Im Jahr 2004 setzte die Blüte frühzeitig, am 130. Tag (9. Mai), für kurze Dauer ein (vereinzelt sechs Tage). Die eigentliche Blüte folgte dann erst nach 27 Tagen ab 6. Juni. Eine ähnliche Situation zeigte sich 2005, hier jedoch mit späterem Blühbeginn und etwas späterem Blühende. Im Verlauf der 20 Jahre wurde eine leichte Variabilität des Beginns und starke Variabilität im Endtermin der Blüte sowie in der Dauer der Blühzeit beobachtet.

Der mittlere Blühbeginn war der 154. Tag des Jahres (2. Juni), frühester Beginn der 130. Tag (9. Mai 2004). Das mittlere Blühende lag am 269. Tag (26. September), der späteste Termin am 325. Tag (21. November 2000).

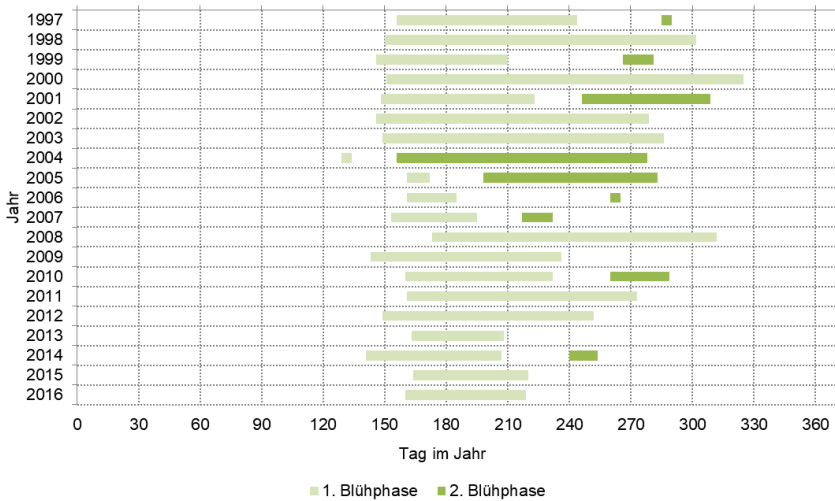


Abb. 16: Verlauf der Blüte von *Dianthus deltooides* L. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit einzelnen Blühphasen (1. und 2.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

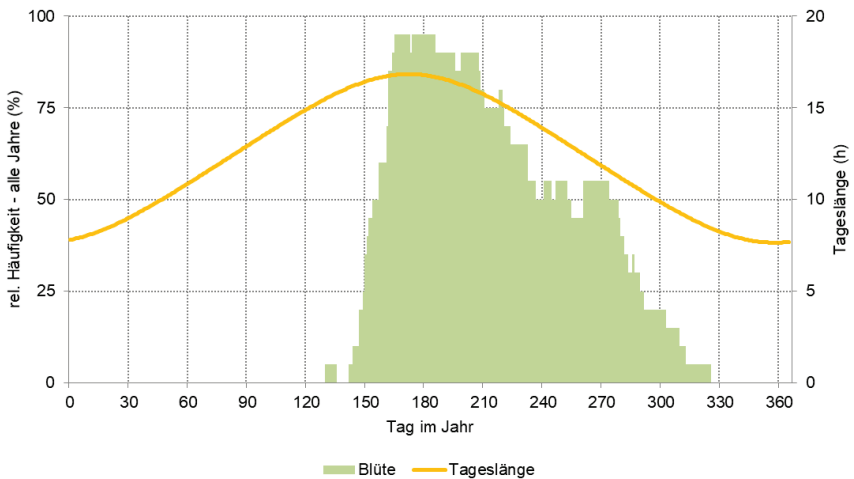


Abb. 17: Relative Häufigkeit der Blüte von *Dianthus deltooides* L. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahresverlauf.

Dianthus deltooides wurde maximal über die 20 Jahre an 19 Jahren am 165. bis 185. Tag (Ausnahme: 164. Tag in 18 Jahren) blühend ermittelt, d. h., nie an einem Tag in allen Jahren (Abb. 17). Wertet man den Kernbereich der Blüte für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesenen Blüte, so lag diese im Wesentlichen im Zeitraum vom 154. bis zum 278. Tag des Jahres (3. Juni bis 5. Oktober), mit wenigen Ausnahmen (sechs Tage) dazwischen. In diesem Zeitbereich war der Erwartungswert für die Nachweise der Blüte am höchsten und könnte als die Hauptblühzeit der Art gelten. Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit zeigt ein sukzessives Ausklingen der Blüte Mitte November. Das Maximum der Blüte, für den 3. Juni bis 5. Oktober gerechnet, weist Tageslängen beginnend von 16,53 Stunden, über den Mittsommertag von 16,84 bis hin zu 11,35 Stunden im Herbst auf.

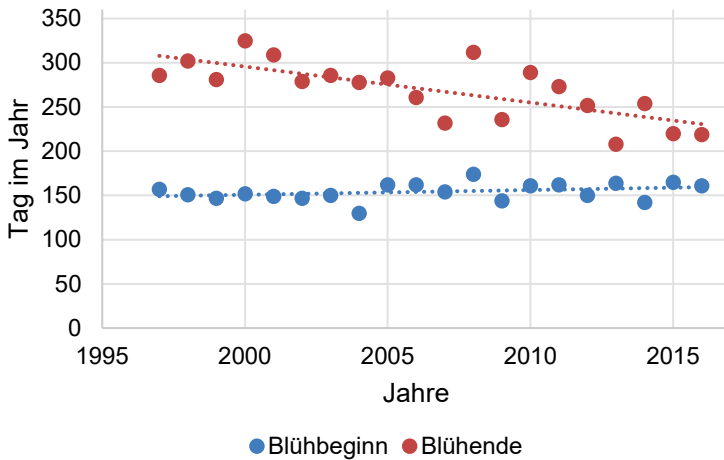


Abb. 18: Beginn und Ende der Blüte von *Dianthus deltooides* L. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 18) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine Verspätung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 10 Tage und eine starke Verfrühung des Endes der Blüte um 77 Tage. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich sehr stark, also um 87 Tage. Es zeigen sich deutliche Tendenzen für ein viel früheres Ende der Blüte sowie für eine erhebliche Verkürzung der Dauer der Blüte über die Jahre.

Trifolium campestre SCHREB.

Die Art besiedelte große Flächenteile in nahezu allen Bereichen der Untersuchungsfläche BergS2. Sie wurde als häufig vorkommend eingestuft. Die Blüte erfolgte in jedem Jahr, in 7 Jahren auch ein zweiter sowie in zwei Jahren ein dritter Blühzyklus (Abb. 19). Im Verlauf der 20 Jahre wurden eine deutliche Variabilität im Blühbeginn sowie eine noch stärkere im Endtermin der Blüte sowie auch in der Blühdauer nachgewiesen.

Der mittlere Blühbeginn war der 136. Tag des Jahres (16. Mai), frühester Beginn der 120. Tag (30. April 2014). Das mittlere Blühende lag am 261. Tag (18. September), der späteste Termin am 312. Tag (8. November 2000).

Bezogen auf die relative Häufigkeit der Blüte von *Trifolium campestre* wurde die Art in allen 20 Jahren blühend angetroffen (Abb. 20), jedoch an keinem Tag des Jahres mit dem Wert von 100 %, d. h., nie an einem Tag in allen Jahren, sondern maximal vom 147. bis zum 170. Tag. (27. Mai bis 19. Juni) in 18 Jahren und innerhalb dieser Zeitspanne vom 148. bis zum 152. Tag in 19 Jahren.

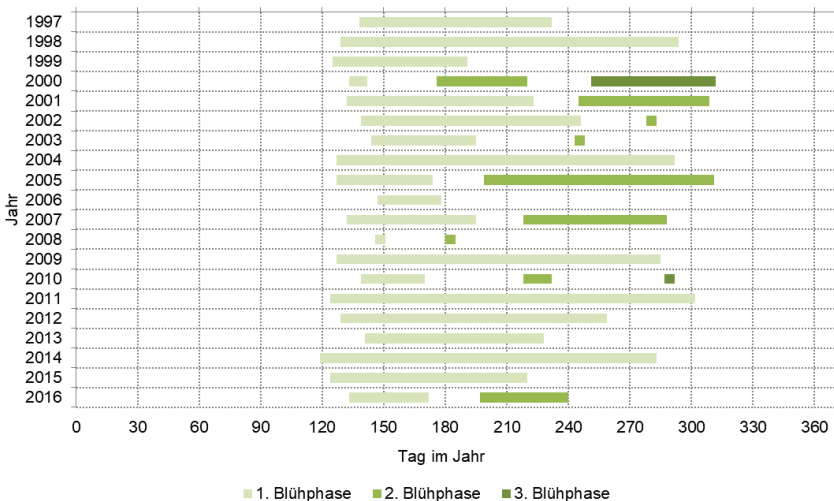


Abb. 19: Verlauf der Blüte von *Trifolium campestre* SCHREB. der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit einzelnen Blühphasen (1. bis 3.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

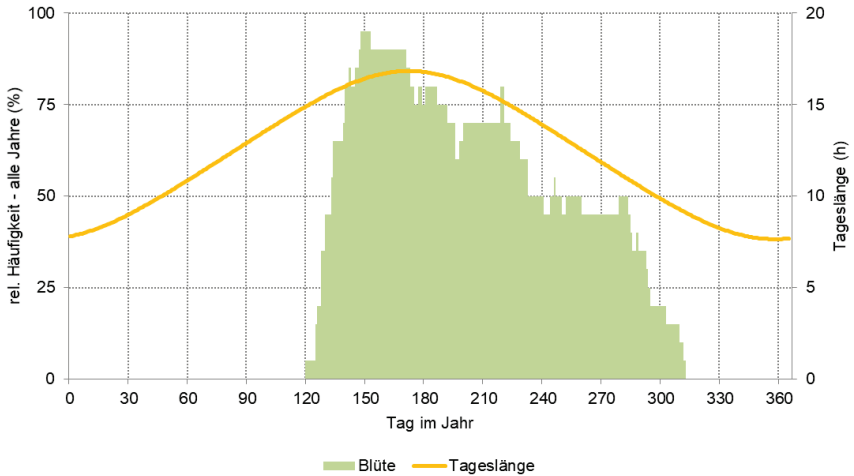


Abb. 20: Relative Häufigkeit der Blüte von *Trifolium campestre* SCHREB. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahresverlauf.

Wertet man den Kernbereich von *Trifolium campestre* für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesene Blüte, so lag diese im Zeitraum vom 133. bis zum 259. Tag des Jahres (13. Mai bis 16. September), wenn man wenige Tage dazwischen (insgesamt fünf), die nur bei 9 Jahren mit nachgewiesener Blüte lagen, vernachlässigt. Die Zeit von Mitte Mai bis Mitte September könnte demnach als die Hauptblühzeit der Art charakterisiert werden. Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit zeigt zu Beginn einen sehr starken Anstieg der Kurve, jedoch bereits ab dem 153. Tag (2. Juni) einen sukzessiven, allmählichen Rückgang der Blüte, die im Verlaufe des Oktobers, spätestens aber Anfang November endete.

Das Maximum der Blüte, vom 13. Mai bis zum 16. September gerechnet, weist Tageslängen von 14,98 bis 16,84 Stunden zu Mittsommer und dann abfallend auf 12,66 Stunden im Spätsommer/Frühherbst auf.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 21) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine Verfrühung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 12,7 Tage und eine Verfrühung des Blühendes um 16,6 Tage, bei sehr starker zeitlicher Streuung der Werte. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich leicht, um 3,9 Tage. Die gefundenen Tendenzen sind nicht signifikant.

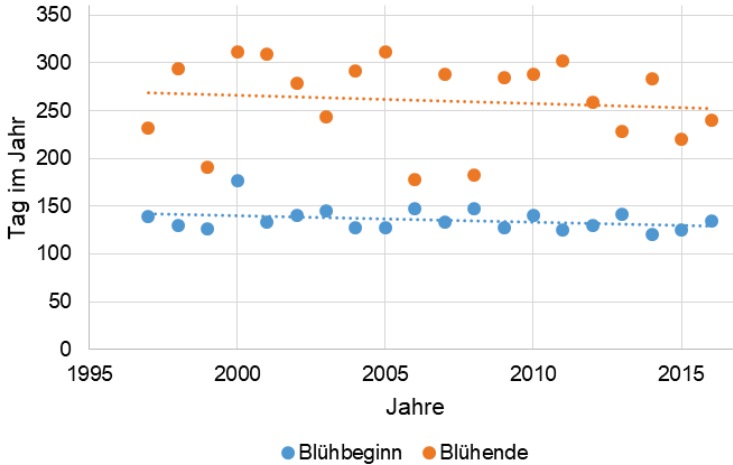


Abb. 21: Beginn und Ende der Blüte von *Trifolium campestre* SCHREB. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

***Draba verna* L.**

Die Art besiedelte große Flächenteile, überwiegend in den mittleren und zentralen Teilen der Untersuchungsfläche. Sie wurde allgemein als sehr häufig vorkommend eingestuft, jedoch variierte die Häufigkeit über die Jahre teils stark. Dies zeigte sich u. a. darin, dass *Draba verna* 2012 keine Blüten zeigte und kaum vegetative Pflanzen auffindbar waren. Die Blüte erfolgte in 19 der 20 Jahre, i. d. R. mit einem Blühzyklus. Nur in drei Jahren ließ sich ein zweiter Blühzyklus feststellen (Abb. 22). Dies war auf den Witterungsverlauf (Frostperioden) zurückzuführen, nicht auf Verbiss oder Trockenheit. Die Art reagierte besonders deutlich mit früher Blüte bei milder, teilweise frostfreier Winterwitterung. Sie wurde in einem Jahr (2015) auch in geringer Individuenzahl im Dezember blühend angetroffen, sodass 2015 zwei weit voneinander entfernt liegende Blühzyklen bestanden.

Im Verlauf der 20 Jahre wurden eine witterungsabhängig sehr starke Variabilität im Blühbeginn festgestellt, eine weniger deutliche Variabilität des Endtermins der Blüte sowie eine sehr starke Variabilität der Blühdauer.

Der mittlere Blühbeginn war der 56. Tag des Jahres (25. Februar), frühester Beginn der 13. Tag (13. Januar 2008). Das mittlere Blühende lag am 110. Tag (20. April), der späteste Termin am 132. Tag (12. Mai 1997). Frühester und spätester Blühbeginn wiesen eine Zeitdifferenz von 64 Tagen, d. h., von gut zwei Monaten, auf. Eine Ausnahme bildete die einmal im Dezember festgestellte Blüte.

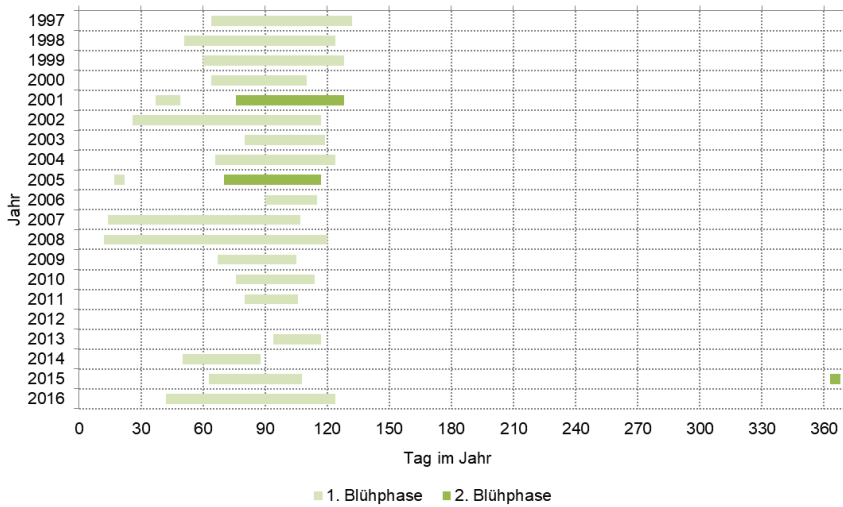


Abb. 22: Verlauf der Blüte von *Draba verna* L. der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit Blühphasen (1. und 2.) in Bezug zu den Tagen (1–366) in Jahr.

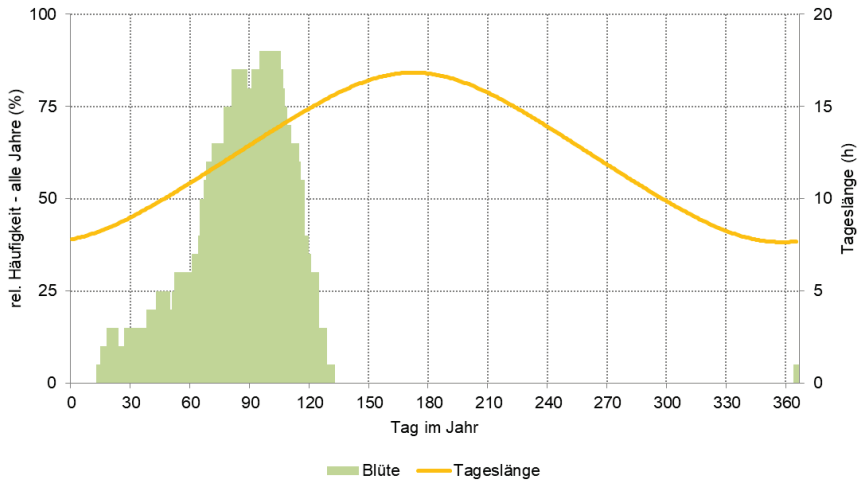


Abb. 23: Relative Häufigkeit der Blüte von *Draba verna* L. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahresverlauf.

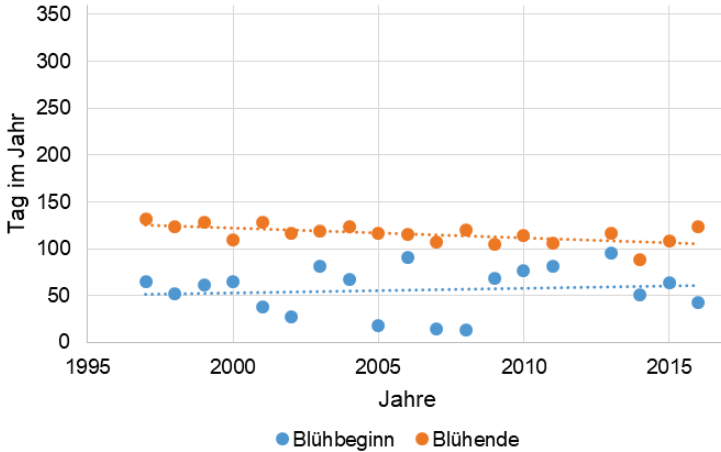


Abb. 24: Beginn und Ende der Blüte von *Draba verna* L. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

Bezogen auf die relative Häufigkeit der Blüte wurde die Art in 19 Jahren blühend angetroffen, jedoch an keinem Tag des Jahres mit dem Wert 100 %. Maximal vom 95. bis 105. Tag. (5. April bis 15. April) in 18 Jahren (Abb. 23). Wertet man den Kernbereich der Blüte für *Draba verna* für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesenen Blüte, so lag diese im Zeitraum vom 65. bis 117. Tag des Jahres (6. März bis 27. April). Die Zeit von Anfang März bis Ende April könnte demnach als die Hauptblühzeit der Art charakterisiert werden. Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit zeigt zu Beginn einen steilen Anstieg im Verlauf der Werte, dann nach kurzem Maximum zwischen 95. und 105. Tag einen sehr raschen Abfall der relativen Häufigkeit der Tage mit Blüte bis kurz vor Mitte Mai mit Null. Das Maximum der Blüte, vom 5. bis zum 15. April gerechnet, weist Tageslängen von 13,2 bis 13,9 Stunden im Frühjahr auf.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 24) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine leichte Verspätung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 9,0 Tage, jedoch bei sehr starker Streuung der Einzelwerte, und eine deutliche Verfrühung des Blühendes um 19,4 Tage, bei sehr starker zeitlicher Streuung der Werte. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich mit 28,4 Tagen stark. Die gefundenen Tendenzen sind nicht signifikant.

Silene otites (L.) W.B.

Die Art besiedelte ein relativ großes Teilareal im Mittel- und Oberhang der Untersuchungsfläche. Sie wurde als häufig vorkommend eingestuft. Die Blüte erfolgte in jedem Jahr, in 7 Jahren auch ein zweiter sowie in einem Jahr (2007) ein dritter Blühzyklus (Abb. 25). Allerdings wies das Jahr 2007 keinen „echten“ dritten Blühzyklus auf. Es zeigten sich im Januar nur einzelne Individuen mit Blüte, was sich durch wenige überwinternde Pflanzen mit Blütenknospen, die in dieser Zeit zur Blüte gelangten, ergab.

Im Verlauf der 20 Jahre wurde eine deutliche Variabilität des Beginns und eine starke Variabilität im Endtermin der Blüte sowie eine deutliche Variabilität der Dauer der Blüte beobachtet.

Der mittlere Blühbeginn war der 149. Tag des Jahres (29. Mai), frühester Beginn der 133. Tag (13. Mai 2000). Das mittlere Blühende lag am 313. Tag (9. November), der späteste Termin am 357 Tag (23. Dezember 2006).

Die Art wurde in allen 20 Jahren blühend angetroffen. Wertet man den Kernbereich der Blüte für *Silene otites* für eine bei 20-jähriger Beobachtung mindestens an 10 Jahren nachgewiesene Blüte, so lag diese im Zeitraum zwischen dem 147. und 310. Tag des Jahres (27. Mai bis 6. November). Hohe Werte von 75 % und mehr wurden im Zeitintervall von 155. Tag bis 300. Tag (4. Juni bis 27. Oktober) ermittelt. In diesem Zeitfenster wäre der Erwartungswert für die Nachweise der Blüte am höchsten und könnte als die Hauptblühzeit der Art bezeichnet werden.

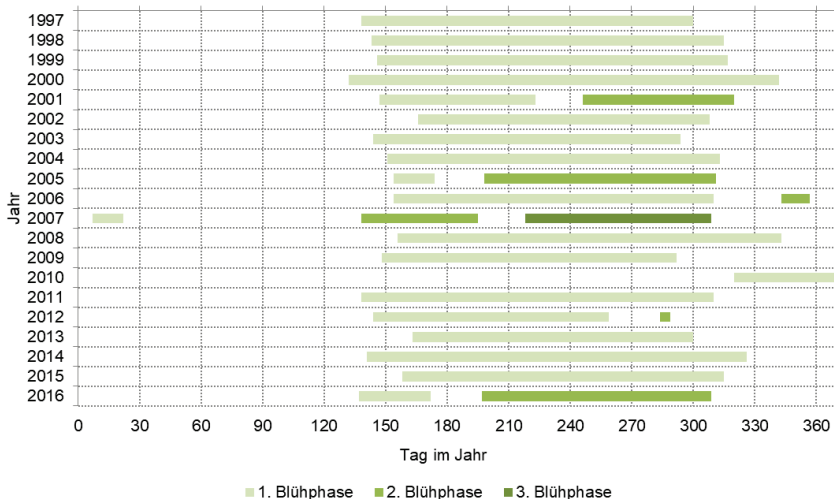


Abb. 25: Verlauf der Blüte von *Silene otites* (L.) W.B. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 mit Blühphasen (1. bis 3.) in Bezug zu den Tagen (1–366) im Jahr.

Der gesamte Verlauf der relativen Häufigkeit (Abb. 26) zeigt im Frühjahr einen sehr steilen Anstieg, dann ab zweite Maihälfte eine hohe Antreffwahrscheinlichkeit blühender Pflanzen über 50 % der Jahre ab 147. Tag (27. Mai) bis 310. Tag des Jahres (6. November). Mit einer Wahrscheinlichkeit von 75 % und mehr wurde die Art vom 155. Tag (4. Juni) bis zum 300. Tag des Jahres (27. Oktober) blühend gefunden. Danach folgt ein rasches Ausklingen der Blüte im November und Dezember.

Das Maximum der Blüte, hier der Zeit vom 4. Juni bis 27. Oktober zugeordnet, liegt bei Tageslängen von 16,2 Stunden (4. Juni) über Mittsommer (16,8 Stunden) bis Ende Oktober noch bei 9,9 Stunden.

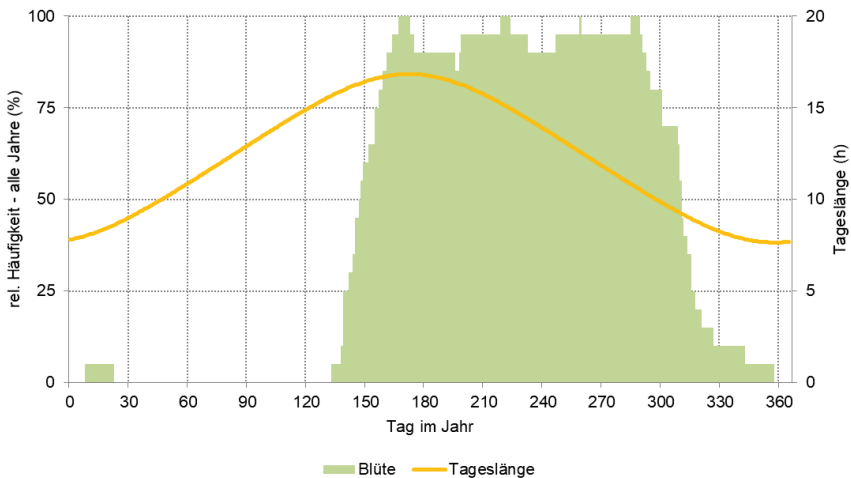


Abb. 26: Relative Häufigkeit der Blüte von *Silene otites* (L.) W.B. auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016 in Bezug zu den Tagen (1-366) im Jahr (grün) sowie der Tageslänge (gelb) im Jahresverlauf.

Für den Blühbeginn und das Blühende (Abb. 27) wurde der Trend mit Hilfe der linearen Funktion $y = m \cdot x + b$ berechnet. Demnach ergab sich eine leichte Verspätung des Blühbeginns zwischen 1997 und 2016 um 5,2 Tage und eine Verfrühung des Blühendes um 10 Tage. Das Zeitfenster zwischen Blühanfang und Blühende verringerte sich um 15,2 Tage. Die gefundenen Tendenzen sind nicht signifikant.

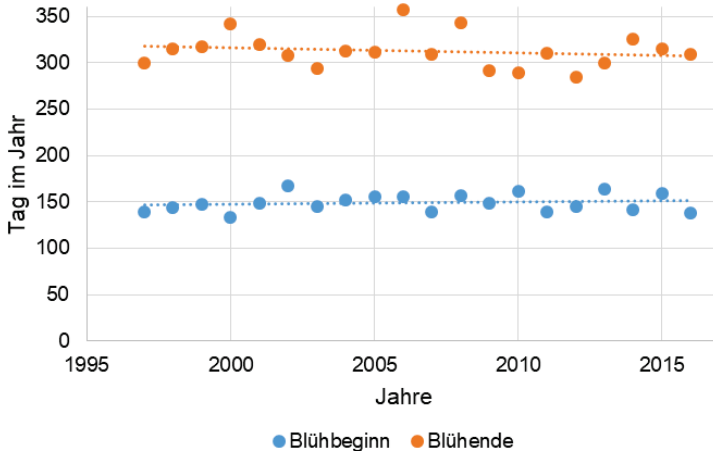


Abb. 27: Beginn und Ende der Blüte von *Silene otites* (L.) WIB. und linearer Trend auf der Untersuchungsfläche BergS2 1997 bis 2016.

Im Vergleich zu Blühzeiten in JÄGER (2017) wurden auf der Untersuchungsfläche BergS2 teils deutlich abweichende Monatswerte gefunden (Tab. 2). Monate, in denen die jeweilige Art nur relativ selten blühend angetroffen wurde, sind darin in Klammern gesetzt. Die sieben hier betrachteten Arten zeigten über die untersuchten 20 Jahre unterschiedliche Veränderungen der Zeiten der Blüte (vgl. Tab. 2). Teils kam es zur Verfrühung (-) oder Verspätung (+) von Blühbeginn und Blühende. Besonders das Ende der Blüte verfrühte sich überwiegend stark bis sehr stark. Damit veränderte sich auch die Dauer der Blüte. Überwiegend kam es zu einer erheblichen Verkürzung der Blühzeit. Für die sieben Arten waren dies im Mittel 33,8 Tage, also mehr als ein Monat.

Tab. 2: Blühmonate (Blühzeiten (Nummern der Monate; Ausnahmemonate in Klammern) nach JÄGER (2017) und auf der Untersuchungsfläche BergS2) sowie Veränderung von Blühbeginn, Blühende und Dauer der Blüte in Tagen von sieben Arten auf der Untersuchungsfläche BergS2 im Zeitraum der Jahre 1997 bis 2016.

Art	Blüte		Veränderung Zeiten der Blüte		
	JÄGER	BergS2	Blühbeginn	Blühende	Dauer der Blühzeit
<i>Salvia pratensis</i>	5–8	4–10(11)	-7,9	-51,3	-43,4
<i>Medicago minima</i>	5–6	5–8(9,10,11)	+2,5	-38,5	-41,0
<i>Pilosella officinarum</i>	5–10	(4)5–10(11)	-1,5	+9,5	+11,0
<i>Dianthus deltoides</i>	6–9	(5)6–10(11)	+10,2	-77,3	-87,5
<i>Trifolium campestre</i>	6–9	5–9(10,11)	-12,6	-16,6	-4,0
<i>Draba verna</i>	3–5	(1)2–4(5, 12)	+9,0	- 19,5	-28,5
<i>Silene otites</i>	5–8	5–10(11,12)	+5,2	-9,9	-15,1

4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Bei dem hier betrachteten Standort handelt es sich um ein historisches Beweidungsareal, dessen Bezeichnung „Bergschäferei“ namentlich darauf hindeutet. Vermutlich gehen die Weidenutzungen bis weit vor die Zeit der germanischen Ortsgründungen vor über 750 Jahren zurück. Mit traditionellen Weidesystemen, regional vornehmlich Schafen, entwickelten sich über Jahrhunderte artenreiche Graslandgesellschaften, besonders an exponierten Geländebereichen. So tragen in alten Überlieferungen die Höhenzüge bei der Bergschäferei auch den für subkontinentale, hanggeneigte Trockenrasen verwendeten Begriff „pontische Hänge“. Bodenkundliche (Substrattypen, Hydromorphie) und klimatische Bedingungen sowie die Landnutzung, hier Beweidung, sind prägende Bedingungen für die Zusammensetzung und die floristische Artenvielfalt dieses Lebensraumtyps.

Die über die 20 Jahre gefundene floristische Artenvielfalt wurde auch durch die angrenzende Siedlungsfläche beeinflusst, u. a. durch „Gartenauswurf“, bei dem unregelmäßig aus den Gärten Pflanzen „entsorgt“ wurden oder von dort „ausgewandert“ waren. Diese fanden sich vor allem in gartennahen Lagen auf der Untersuchungsfläche. Zudem machen sich neben natürlichen Unterschieden der Nährstoffverfügbarkeit im Boden, die sich zwischen den Hangbereichen abzeichneten, auch Nährstofffrachten aus den Gärten in einer teilweise ruderalisierten Vegetation bemerkbar.

Durch sandige Bodensubstrate mit geringer Humusaufgabe im Oberboden sowie südexponierte Hanglage waren besonders der Mittel- und Oberhang bei Niederschlagsmangel austrocknungsgefährdet. Gleichzeitig bestand bei ergiebigen Niederschlägen eine hohe Wasserdurchlässigkeit und gute Drainagewirkung der Böden. Diese Situation führte, besonders in Jahren mit geringen Niederschlagsmengen im Frühjahr und Sommer, zu ausgeprägten Trockenperioden im Oberboden und häufig zu Trockenstress für die Pflanzen. Es ergaben sich teilweise über Wochen anhaltende Dürreperioden, was zeitweilig zum Verdorren der ganzen Vegetation führte.

Beweidung erfolgte unregelmäßig, nicht in jedem der Jahre, maximal zweimal in einem Jahr, durch eine Mischherde bestehend aus Schafen, Ziegen und einigen Pferden in Koppelhaltung. Die kurzzeitig intensive und in Kombination des verschiedenen Fressverhaltens der Tierarten erfolgte Beweidung führt jedes Mal nahezu zum „Kahlfressen“ der Fläche. Obwohl damit zunächst ein Desaster für die Blütenvielfalt und deren Intensität entstand, erholten sich die Vegetation und die Mehrzahl der Arten im Anschluss immer dann schnell wieder, wenn die übermäßige Trockenheit nicht anhielt.

Die angewendete Methode der Bonituren zeigte, dass über den Verlauf der Jahre eine Dokumentation der Blüte für alle Arten mit taggenauer Zuordnung möglich wurde. Dies setzte jedoch eine gründliche wöchentliche und systematische Bonitur

der Fläche sowie das Vermeiden von Ausfällen bei einzelnen Terminen voraus. Wenn dies nicht sichergestellt werden konnte, dann wurde durch eine versierte „Ersatzperson“ die obligatorische Kartierung durchgeführt.

Die Menge der jährlich und über die Jahre erhaltenen Boniturdaten machte es erforderlich, mit Hilfe spezieller Software (SAS) eine Programmierung vorzunehmen, mit deren Hilfe dann in kurzer Zeit sowohl Datenabfragen als auch Grafiken erstellbar waren; siehe z. B. Abbildung 4 bis 8.

Da die Witterungsbedingungen sowohl im Jahresverlauf als auch über die Jahre variierten und sich auch hierbei gerichtete Trends abzeichnen können, wurde das Untersuchungsprogramm auf einen Zeitraum von 20 Jahren angelegt. Dies erforderte mehr als 937 Feldbegehungen mit den entsprechenden Bonituren aller Arten, ermöglichte aber dann, das Blühmuster der Pflanzengemeinschaft sowie das der einzelnen Arten für einen klimatisch definierten Zeitraum (20 Jahre) sowie für die Witterungsverläufe der einzelnen Jahre zu charakterisieren.

Offenkundig wurde dabei zunächst, dass die insgesamt mit Blüten gefundenen 237 Arten ungleich verteilt und ungleich häufig in Erscheinung traten und in ihrer Ausprägung der Blüte jahresweise stark variierten. Es zeigte sich, dass Einzeljahre der Beobachtung es nicht ermöglichen, das Arteninventar einer solchen, relativ kleinen Fläche hinreichend zu erfassen sowie eine ggf. bestehende Dynamik in der Blütenphänologie zu erkennen. Interessant erscheinen dabei nicht nur die über die Jahre schwankende Anzahl der blühenden Arten, sondern besonders auch die Veränderlichkeit bei den Arten im Blühbeginn und im Blühende und in der Dauer der Zeit der Blüte. Zudem zeigten sich bei den verschiedenen Arten Blühzyklen, die über die Jahre verschieden ausgeprägt waren.

Seit mehr als 30 Jahren werden anthropogen verursachte Klimaänderungen diskutiert, die durch viele globale und regionale Modelle abgebildet wurden (z. B. HEMPELMANN et al. 2018). Tatsächlich ist für den betrachteten Naturraum (hier bezogen auf die meteorologische Station Müncheberg, ca. 6 km von der Untersuchungsfläche entfernt) ein statistisch gesicherter Trend der Temperaturerhöhung in den letzten 30 Jahren um 1,8 K belegt, keine signifikante Veränderung der Niederschlagshöhe, jedoch eine zunehmend negative klimatische Wasserbilanz auf Grund der höheren Temperaturen (HOFFMANN et al. 2020, WITTCHEN et al. 2020).

Durch Erwärmung wären Verfrühungen des Beginns der Blüte der Arten sowie ggf. auch eine Verlängerung der Zeit mit Blüten zu erwarten. Hier zeigte sich bei allen bisher geprüften sieben Arten ein unterschiedliches Reaktionsmuster über die Jahre. Teilweise erfolgte im Trend eine Verfrühung des Blühbeginns. Bezogen auf das Blühende war eher ein früheres Ende feststellbar. Insgesamt, jedoch bei den betrachteten Arten verschieden ausgeprägt, zeigte sich eine starke Verkürzung der Dauer der Blüte. Faktoren, die dazu geführt haben, könnten eher bei Wassermangel (Trockenheit, auch mit verursacht durch den Klimawandel) und weniger bei höherem Wärmeangebot liegen.

Die in verschiedenen Florenwerken, z. B. bei JÄGER (2017) und OBERDORFER (1990), enthaltenen Monatsangaben zur Blüte der Arten berücksichtigen frühere und wahrscheinlich teils veraltete Beobachtungs- und Erfahrungswerte zur Blüte der Arten und diese bezogen auf größere Naturräume. Sie berücksichtigen vermutlich auch eher die Hauptblühzeiten der Arten. Regionale Differenzierungen fehlen. Auch scheinen Aktualisierungen der Monatsangaben in Bezug zu neueren Kenntnissen, z. B. den Wirkungen von Klimaänderungen der letzten Jahrzehnte auf die Entwicklung und die Blüte der Pflanzen, kaum berücksichtigt. Wie der Vergleich mit den hier mitgeteilten regionalen Befunden zeigt, ließen sich bereits in einem kleinen Gebiet auf weniger als 1 Hektar deutliche Abweichungen in den Monatsangaben für die Blühmonate feststellen (vgl. Tab. 2).

Die gefundenen Blühmuster zeigen für die Pflanzengemeinschaft des Halbtrockenrasens eine kontinuierliche und artspezifisch gestufte Abfolge der Blühphasen in der gesamten zeitlichen Länge des Jahres. Dabei werden auch Zeitfenster für spezialisierte, nektarkonsumierende Insekten deutlich, in denen einzelne, spezifische Blütenformen mit ihrer Blütenarchitektur und ihren Blütenfarben für bestimmte Insektenarten, z. B. die Wildbienen und die Tagfalter, essenziell sind. Unschwer ist dabei erkennbar, dass mit dem Variieren der Blühzeiten und -intensitäten im Jahresverlauf sowie über die Jahre auch die damit assoziierte Insektenvielfalt berührt ist. So könnte man mit Hilfe ermittelter Blühmuster auch Zeitphasen für ein bestehendes Nektar- und Pollenangebot für Insekten identifizieren und damit die Bedeutung der Pflanzenarten und ihrer phänologischen Entwicklung für die Diversität der Insekten transparenter machen.

Auch wird klar ersichtlich, dass neben den klimatischen Faktoren und deren Veränderlichkeit anthropogene Einflussfaktoren die Artenvielfalt der Pflanzen und deren Blühmuster stark beeinflussen können. So würde eine Nutzungsintensivierung durch Umwandlung von artenreichem zu artenarmem Grünland zwar ggf. den Futterwert und die erntbare Biomasse an Gräsern und Kräutern erhöhen können, andererseits aber nicht nur die floristische Artenvielfalt drastisch verringern, sondern auch die damit assoziierte Vielfalt der Insekten und deren Abundanzen stark reduzieren. Eine Reihe von Studien, z. B. HALLMANN et al. 2017, belegt einen drastischen Rückgang der Insektenbiomasse, ohne jedoch im Einzelnen den Komplex der Ursachen dafür näher quantifizieren zu können. Ganz sicher sind hier viele Einflussfaktoren zu sehen, wobei Nutzungsintensivierung, auch längere Nutzungsauffassung historisch bewirtschafteter Graslandflächen, Bedeutung besitzen. Am untersuchten Standort wäre bei Reduktion der floristischen Artenvielfalt ein stark gemindertes artdiverses Nektar- und Pollenangebot die Folge, was viele der auf einzelne oder wenige Pflanzenarten spezialisierten Insektenarten im Bestand negativ beeinflussen würde.

Für die Aktualisierung und die Verbesserung der blütenphänologischen Kenntnisse, die insbesondere auch mit den rasanten Klima- und Landnutzungsveränderungen in Beziehung stehen, wären an (vielen) weiteren Standorten langfristig angelegte phänologische Beobachtungen bedeutsam. Diese könnten auch zum besseren Verständnis über Veränderungen von Insektenartenvielfalt und Insektenpopulationen beitragen. Aus der Sicht des Arten- und Naturschutzes sollten extensiv bewirtschaftete Graslandflächen erhalten, nach Möglichkeit im Flächenumfang erweitert und ökonomisch angemessener honoriert werden.

Arbeiten an der Erstellung der Publikation

Konzept und Methoden: JÖRG HOFFMANN

Vegetationsaufnahmen und phänologische Erhebungen: JÖRG HOFFMANN, in einigen Fällen ANKE SCHNABEL

Digitale Datenaufbereitungen: MARLIES KARAUS, ANJA VOGES, UDO WITTCHEN

Datenbank und Programmierung: UDO WITTCHEN

Statistische Analysen und Grafiken: UDO WITTCHEN, JÖRG HOFFMANN

Ausarbeitung des Manuskriptes: JÖRG HOFFMANN

Danksagung

Wir danken dem artenreichen Halbtrockenrasen in der Märkischen Schweiz, dass wir seine floristische Zusammensetzung und Blütenphänologie der Arten über 20 Jahre begleiten, untersuchen und dokumentieren durften. Die vielen Begegnungen mit der Pflanzen- sowie auch mit der Tierwelt dieses kleinen Lebensraumes haben viel zu unserem Wohlbefinden sowie zu Einsichten, Kenntnissen und Verständnis über die Natur, in der wir uns bewegen, beigetragen.

Herzlichen Dank an SYLVIA KOSZINSKI und WILFRIED HIEROLD, die ohne zu zögern in freundlicher Weise bereit waren, die bodenkundliche Untersuchung am Standort durchzuführen. Im Prozess der digitalen Datendokumentation waren MARLIES KARAUS und ANJA VOGES beteiligt, denen wir für ihre Arbeiten herzlich danken. Ebenso herzlichen Dank an ANKE SCHNABEL, die bei terminlichen Engpässen einige der phänologischen Erhebungen durchführte.

Literatur

- BUNZEL-DRÜKE, M., BÖHM, C., FINCK, P., KÄMMER, G., LUICK, R., REISINGER, E., RIECKEN, U., RIEDEL, J., SCHARF, M. & O. ZIMBALL 2008: „Wilde Weiden“. Praxisleitfaden für Ganzjahresbeweidung in Naturschutz und Landschaftsentwicklung. – Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e. V., Bad Sassendorf-Lohne.
- ELLENBERG, H. & C. LEUSCHNER 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. – 6. Aufl., Stuttgart.
- HALLMANN, C.A., SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. & H. DE KROON 2017: More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. – PLoS ONE 12(10): e0185809.

- HEMPELMANN, N., EHBRECHT, C., ALVAREZ-CASTRO, C., BROCKMANN, P., FALK, W., HOFFMANN, J., KINDERMANN, S., KOZIOL, B., NANGINI, C., RADANOVICS, S., VAUTARD, R. & P. YIOU 2018: Web processing service for climate impact and extreme weather event analyses. Flyingpigeon (Version 1.0). – *Computers & Geosciences* 110: 65–72.
- HIEROLD, W. & S. KOSZINSKI 2018: Bodenkundliches Gutachten zum Standort Bergschäferei (BergS2), eines südexponierten Halbtrockenrasens im Naturpark Märkische Schweiz. – Unveröffentlicht.
- HOFFMANN, J. 2001: Beobachtungen zur Blühphänologie bei sehr milder Witterung im November und Dezember 2000 im östlichen Brandenburg. – *Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg* 134: 61–78.
- HOFFMANN, J. 2006: Flora des Naturparks Märkische Schweiz. – Göttingen.
- HOFFMANN, J., WOLTERS DORF, H. & J. KIESEL 2006: Bewertung von Graslandlebensräumen durch Kennarten als Indikatoren für Artenvielfalt. – In: ZALF (Hrsg.): TAPAS: Konkretisierung und Stichprobenkonzept für die bioökologischen Indikatoren „Artenvielfalt“ (28) und „Gebiete mit hohem Naturwert“ (26) am Beispiel des Grünlandes in Brandenburg und Baden-Württemberg: 128–150. – URL: <http://publ.ext.zalf.de/docs/Endbericht-tapas.pdf>. (abgerufen am 11.09.2020).
- HOFFMANN, J., WITTCHEN, U. & T. WAHRENBERG 2020: Hydrologische Situation der Kleingewässer und deren Avifauna in Ackerbaugebieten im östlichen Brandenburg mit Bezug zu meteorologischen Bedingungen und Ertragsentwicklungen. – *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg* 29(3): 24–45.
- JÄGER, E.J. (Hrsg.) 2017: Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen Grundband. – 21. Aufl., Berlin, Heidelberg.
- OBERDORFER, E. 1990: Pflanzensoziologische Exkursionsflora. – Stuttgart.
- WITTCHEN, U., HOFFMANN, J. & W. MIRSCHEL 2020: Temperatur, Niederschlag und klimatische Wasserbilanz einer Ackerbauregion mit Bezug zur Biodiversität. – *Julius-Kühn-Archiv*, eingereicht.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Dr. Jörg Hoffmann

Julius-Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Arbeitsgruppe Nachhaltige Landwirtschaft und Biodiversität

Stahnsdorfer Damm 81

14532 Kleinmachnow

joerg.hoffmann@julius-kuehn.de

Dr. Udo Wittchen

Julius-Kühn-Institut Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Arbeitsgruppe Nachhaltige Landwirtschaft und Biodiversität

Stahnsdorfer Damm 81

14532 Kleinmachnow

udo.wittchen@julius-kuehn.de

Eingang des Manuskripts am 25.05.2020, endgültig angenommen am 22.10.2020.

Anhang: Vegetationsaufnahme Trockenrasen der Untersuchungsfläche BergS2.

Datum	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	09.06.1997	09.06.1997	17.06.1997	17.06.1997	17.06.1997	17.06.1997
Nr. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	
Deckungsgrad (%)	95	100	100	100	90	95	95	95	100	90	95	90	100	100	100	95	
Fläche (m²)	16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Anzahl Arten	40	28	28	31	36	30	34	33	29	23	31	31	36	31	30	34	
Sedo-Scleranthetea																	
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	1	1
<i>Alyssum alyssoides</i>	+	.	.	+	.	+	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Armeria maritima</i> subsp. <i>elongata</i>	+	+	.	.	+	.	.	.	.	1	1	+	2	+	r	.	+
<i>Artemisia campestris</i>	1	1	+	1	+	1	+	+	+	2	1	1	2	1	+	+	+
<i>Acinos arvensis</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium arvense</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	+
<i>Cerastium semidecandrum</i>	1	2	2	1	1	1	2	1	1	+	2	2	1	.	.	.	1
<i>Dianthus deltoides</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Erodium cicutarium</i>	1	.	.	.	+	+	.	r	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Helichrysum arenarium</i>	+	.	.	.	+	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pilosella officinarum</i>	1	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Holosteum umbellatum</i>	1	1	+	1	1	1	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris radicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+
<i>Medicago minima</i>	1	2	1	1	1	1	1	2	1	.	1	1	1	2	1	+	+
<i>Myosotis ramosissima</i>	.	.	.	.	1	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Myosotis stricta</i>	1	+	+	+	1	+	+	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.
<i>Petrorhagia prolifera</i>	1	1	+	+	1	1	1	1	+	+	.	.	+	.	.	.	1
<i>Poa bulbosa</i>	3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	1	2	.	.	.	.	.
<i>Potentilla argentea</i>	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Potentilla neumanniana</i>	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	+
<i>Rumex acetosella</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	+	.	.	.
<i>Sedum acre</i>	+	.	r	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	r	.	1
<i>Sedum sexangulare</i>	1	.	.	1	.	1	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Erythrosperma</i>	1	1	1	1	2	1	+	+	+	.	r	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium arvense</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	2	1	1	1
<i>Trifolium campestre</i>	1	2	+	+	1	1	1	+	.	r	2	2	1	1	2	2	2
<i>Trifolium striatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	2	2	2	1	.
<i>Thymus serpyllum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	.	.
<i>Veronica dillenii</i>	1	2	1	1	1	1	+	1	1	.	+	+	.	1	1	1	1
<i>Vicia lathyroides</i>	1	1	1	1	+	.	.	.	+	.	+	.	+	+	+	+	.
Festuco-Brometea																	
<i>Arabis hirsuta</i>	.	.	.	r	r	+	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Euphorbia cyparissias</i>	+	+	2	3	+	1	3	2	4	.	.	.	+	1	1	1	1
<i>Koeleria macrantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	.	.	.
<i>Ononis repens</i>	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Poa angustifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	1	2
<i>Poa pratensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.
<i>Salvia pratensis</i>	2	3	2	2	3	3	3	2	2	+	.	.	.	2	2	2	2
<i>Silene otites</i>	+	.	.	+	+	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+

Datum	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	16.05.1997	09.06.1997	09.06.1997	17.06.1997	17.06.1997	17.06.1997	17.06.1997
Nr. der Aufnahme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	
Molinio-Arrhenatheretea																	
Achillea millefolium	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.	+	+	+	1	1	.	
Arrhenatherum elatius	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	r	1	.	
Bromus hordeaceus	2	+	+	+	1	1	1	1	2	1	1	1	.	+	.	r	
Plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	1	1	1	1	
Poa pratensis	2	1	+	2	2	2	2	2	2	+	.	.	.	.	.	.	
Rumex acetosa	.	.	.	r	r	+	+	r	.	.	+	+	.	.	.	.	
Taraxacum sect. Ruderalia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	
Tragopogon pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	+	
Segetal- und Ruderalpflanzen																	
Anchusa officinalis	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	
Arenaria serpyllifolia	1	1	1	1	1	1	1	1	+	.	+	1	.	.	.	+	
Artemisia absinthium	r	.	+	+	+	1	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	
Bromus sterilis	+	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	
Bromus tectorum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	
Carduus nutans	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Cirsium arvense	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Convolvulus arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	
Elymus repens	.	+	+	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	+	.	
Draba verna s.l.	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	
Geranium pusillum	+	+	+	r	+	1	+	+	+	.	+	+	.	.	r	.	
Fallopia convolvulus	1	1	+	+	1	1	1	1	2	+	.	.	.	.	.	.	
Verbascum densiflorum	+	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	
Vicia angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	1	1	1	+	
Vicia hirsuta	+	.	.	r	.	.	.	+	+	.	+	.	1	.	.	.	
Vicia tetrasperma	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2	2	2	+	
Andere																	
Agrimonia eupatoria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	
Calamagrostis epigejos	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	2	.	
Carex hirta	+	1	1	1	1	.	+	+	+	.	1	+	1	1	1	+	
Daucus carota	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	+	
Echium vulgare	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	2	.	.	.	.	
Euphrasia stricta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	
Festuca ovina	1	+	1	+	1	.	+	.	.	1	+	+	2	2	2	+	
Festuca rubra	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	2	1	
Galium album	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	
Galium verum	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	2	1	
Holcus mollis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	
Luzula campestris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
Trifolium repens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	

