

Fünffährige Beobachtungen über die Anthocyanbildung in Blütenblättern in den Alpen und im Alpenvorland

Autor(en): **Blank, F. / Lüdi, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **63 (1953)**

PDF erstellt am: **04.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-44365>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Fünfjährige Beobachtungen über die Anthocyanbildung in Blütenblättern in den Alpen und im Alpenvorland

Von F. Blank, Montreal (früher Basel), und W. Lüdi, Zollikon/Zürich

Eingegangen am 21. November 1952

I. Einleitung

G. B o n n i e r (2) hat in seinen Untersuchungen über das physiologische Verhalten der Pflanzen im alpinen Klima einerseits eine starke Zunahme der roten und blauen Blütenfarben, andererseits eine ausgeprägte Farbvertiefung bei roten und blauen Blütenblättern beobachtet. Auch nach C. S c h r ö t e r (5) werden die Blumenfarben «mit steigender Höhe intensiver, leuchtender, insbesondere reicher an roten Bestandteilen». Da die Farbtöne der durch Anthocyane gefärbten Blütenblätter nicht allein durch die Quantität dieser Farbstoffe bedingt werden (1), haben wir in den Jahren 1946—1950 versucht, festzustellen, ob die gleichen Pflanzenarten in den Alpen (Schynige Platte bei Interlaken, 2000 m) und im Alpenvorland (Zürich, 430 m) verschieden große Anthocyanmengen bilden. Infolge äußerer Umstände wurden wir leider gezwungen, unsere Untersuchungen, deren Ergebnisse wir nachfolgend mitteilen, im Jahre 1950 abzubrechen.

II. Versuchspflanzen, Methodik

Wir mußten uns auf Pflanzenarten beschränken, die im Hochgebirge und im Tiefland gut gedeihen. Als geeignet erwiesen sich *Epilobium angustifolium* L., *Campanula Scheuchzeri* Vill., *Melandrium dioecum* (L.) Simonkai und *Viola calcarata* L. Die ebenfalls beigezogenen *Aconitum napellus* L., *Delphinium elatum* L. und *Gentiana Kochiana* Perr. u. Song. erzeugten in der Untersuchung besondere Schwierigkeiten, so daß wir diese Ergebnisse nicht verwenden können. Nach seiner Verbreitung ist *Epilobium angustifolium* montan—subalpin mit gelegentlichem Aufsteigen an günstigen Lokalitäten bis in die alpine Höhenstufe, *Melandrium dioecum* vorwiegend subalpin mit häufigem Absteigen in die Montanstufe und Aufsteigen in die alpine Stufe. *Campanula Scheuchzeri* ist durch die oberen Teile der subalpinen und durch die alpine Stufe allgemein verbreitet, und *Viola calcarata* hat ihre Hauptverbreitung in der alpinen Stufe mit häufigem Absteigen in die sub-

alpine Stufe. *Epilobium angustifolium* ist auf der nördlichen Hemisphäre weit verbreitet, *Melandrium dioecum* ebenso in Europa und Westasien; *Campanula Scheuchzeri* und *Viola calcarata* sind auf die zentraleuropäischen hohen Gebirge beschränkt.

Um einwandfrei vergleichen zu können, wäre es wünschbar gewesen, mit reinen Linien oder doch den Nachkommen der gleichen Eltern zu arbeiten. Das war uns mit Ausnahme von *Melandrium dioecum* nicht möglich. Wir entnahmen die Versuchspflanzen innerhalb der gleichen Population auf der Schynigen Platte im Alpengarten oder in der nahe liegenden Versuchsweide und verpflanzten einen Teil der Individuen in den Garten des Geobotanischen Forschungsinstitutes Rübel in Zürich. Der große Höhenunterschied der beiden Lokalitäten bedingte sehr ungleiche Blütenzeiten (vgl. die Tabellen), so daß die Blüten nicht nur in verschiedener Meereshöhe, sondern auch bei verschiedenem Witterungscharakter geerntet wurden. Dieser Nachteil wird aber im wesentlichen durch die bedeutende Zahl von Ernten, die sich zudem über fünf Jahre verteilen, wieder ausgeglichen.

Die Blüten wurden, soweit möglich, bei trockener Witterung gesammelt und rasch der Untersuchung zugeführt. Von *Epilobium* und *Melandrium* wurden die ganzen Blumenblätter genommen, von *Viola* die Blumenblätter mit Sporn, von *Campanula* die Blumenkrone bis zum Grund der Kelchzipfel.

Die genaue Beobachtung der Blüten zeigte eine bedeutende Variabilität im Gewicht, wie aus den Tabellen ersehen werden kann. Obschon immer Mittelwerte vorliegen, schwankt das Trockengewicht zwischen den leichtesten und den schwersten Proben um das Doppelte, teilweise auch um mehr. Aber es sind in der Regel doch nur einzelne Proben, die weit aus dem Mittelwert fallen. Dagegen ist das ungleiche Blütengewicht auf der Schynigen Platte und in Zürich sehr auffallend. Bei *Viola* sind die Blüten in Zürich durchgehend um einen Drittel schwerer als auf der Schynigen Platte. Mit *Epilobium*, *Campanula* und *Melandrium* verhält es sich gerade umgekehrt.

Der Gewichtsunterschied beruht dem Anscheine nach zur Hauptsache darauf, daß die Blüten von *Viola* in Zürich, die der übrigen Arten auf der Schynigen Platte größer gewesen sind. Bei *Campanula* war dieser Größenunterschied recht sichtbar. Diese Art verhielt sich auch in der Wuchsform recht verschieden, indem das einzelne Individuum auf der Schynigen Platte selten mehr als eine Blüte trägt, im Garten von Zürich dagegen eine ganze Anzahl von Blütenstengeln, jeden mit einigen Blüten, erzeugt. Ähnlich verhält sich, wenngleich weniger ausgeprägt, auch *Viola*. Bei *Melandrium* sind die männlichen Blüten bedeutend größer als die weiblichen. Auch die Färbung der Blüten zeigte in der Population wesentliche Variabilität, besonders bei *Viola*, wo neben hellblauen und dunkelblauen Blüten auch noch violette auftraten.

Die in der lokalen Variabilität der Blüten liegenden Fehlerquellen wurden durch die große Zahl auszugleichen gesucht. Von *Melandrium* verwendeten wir meist nur die männlichen Blüten.

Die geernteten Blütenblätter wurden im frischen Zustand im Porzellanmörser mit Quarzsand ganz zerrieben. Der Farbstoff wurde dann quantitativ in einer Bezugslösung nach Veibel (6,71 g Kaliumchlorid in einem Liter $n/100$ Salzsäure gelöst; $pH = 2,04$) aufgenommen. Die Farbstofflösungen wurden zweimal zentrifugiert, durch gehärtete Papierfilter filtriert und dann die Extinktion der Lösungen im Pulfrich-

III. Ergebnisse der Anthocyan-Analysen

Sind dargestellt auf Tabellen 1 bis 4.

Tabelle 1

Relativer Anthocyangehalt der Blütenblätter von *Epilobium angustifolium* L. in den Alpen und im Alpenvorland

	Anzahl Blüten	Datum	Frischgewicht pro Blüte in g	Trockengewicht pro Blüte in g	Extinktionswert pro 1000 Blüten in 100 cm ³ Puffer bei 2 cm Schichtdicke		
					S 53	L 2	S 50
<i>A. Schynige Platte</i>	200	12.8.46	0,0181		65,7	62,5	45,2
	200	11.8.47	0,0156	0,0022	15,1	14,4	10,2
	200	12.8.47	0,013	0,0016	20,7	19,1	13,8
	100	13.8.48	0,03	0,005	32,7	30,2	26,8
	100	14.8.49	0,0211	0,003	34,6	30,4	23,4
	70	23.8.49	0,0225	0,0045	26,5	24,8	29,4
	200	17.8.50	0,021	0,0024	46,4	44,0	29,6
						34,53	32,2
<i>B. Zürich</i>	29	29.5.47	0,028		14,3	13,4	10,0
	89	30.5.47	0,0188		15,7	15,0	13,6
	53	5.6.47	0,0189	0,0029	15,0	12,8	10,8
	195	16.6.47	0,017	0,0021	17,5	17,2	12,2
	82	9.6.47	0,018	0,0048	19,4	19,3	13,6
	190	23.6.47	0,020		22,2	21,2	11,9
	40	14.7.49	0,0185	0,0021	27,0	25,0	19,7
	150	27.7.49	0,0153	0,0018	12,7	9,2	8,2
	200	19.6.50	0,015	0,0017	18,8	17,2	13,0
	100	26.6.50	0,015	0,0016	18,4	16,8	12,8
	70	11.7.50	0,011	0,0012	16,3	15,7	10,7
	50	18.7.50	0,0137	0,0011	20,0	19,9	14,4
					18,11	16,89	12,58
	S 53:	$P = 0,01$	$t = 2,898$				
	$P = 0,001$	$t = 3,965$		t (gefunden) = 3,254			
L 2:	$P = 0,01$	$t = 2,898$					
	$P = 0,001$	$t = 3,965$		t (gefunden) = 3,08			
S 50:	$P = 0,01$	$t = 2,898$					
	$P = 0,001$	$t = 3,965$		t (gefunden) = 5,30			

Photometer (Filter S 53, L 2, S 50) bestimmt. Der Extinktionswert der Farbstofflösung, berechnet für 1000 Blüten in 100 cm³ Puffer bei 2 cm Schichtdicke, wurde als Maß für den relativen Anthocyangehalt der Blütenblätter gewählt.

Tabelle 2
Relativer Anthocyangehalt der Blütenblätter von *Campanula Scheuchzeri* Vill.
in den Alpen und im Alpenvorland

	Anzahl Blüten	Datum	Frish- gewicht pro Blüte in g	Trocken- gewicht pro Blüte in g	Extinktionswert pro 1000 Blüten in 100 cm ³ Puffer bei 2 cm Schichtdicke		
					S 53	L 2	S 50
<i>A. Schynige Platte</i>	276	24.7.46	0,064		69,0	67,9	44,7
	109	9.7.47	0,073	0,0079	22,8	21,2	17,5
	137	15.7.47	0,056	0,007	11,8	11,2	10,8
	100	13.8.48	0,073	0,009	53,3	52,2	32,9
	100	14.8.49	0,045	0,0055	36,1	34,2	20,0
	100	17.8.50	0,066	0,0064	60,8	57,6	39,2
					42,3	40,72	27,52
<i>B. Zürich</i>	23	13.7.46	0,042		45,4	44,3	36,9
	24	18.7.46	0,049		50,0	50,0	31,0
	27	30.7.46	0,0357		42,6	41,5	24,9
	10	6.8.46	0,032		36,6	36,0	22,0
	20	12.8.46	0,04		53,5	52,5	32,0
	16	16.8.46	0,041		38,1	37,5	23,8
	17	16.6.47	0,057		35,5	35,3	21,4
	122	23.6.47	0,055		7,5	7,1	6,4
	125	26.6.47	0,035	0,005	8,4	8,1	8,4
	91	30.6.47	0,033	0,0035	17,7	17,1	11,5
	74	3.7.47	0,036	0,004	22,3	21,3	13,5
	54	28.6.48	0,052	0,008	40,2	40,5	26,0
	55	5.7.48	0,058	0,005	48,8	47,0	26,0
	60	13.7.48	0,052	0,006	49,9	46,8	39,6
	23	4.7.50	0,034	0,0032	22,9	21,9	14,1
					34,63	33,79	22,5
S 53: $P = 0,05$ $t = 2,093$							
$P = 0,01$ $t = 2,861$					t (gefunden) = 0,869		
L 2: $P = 0,05$ $t = 2,093$							
$P = 0,01$ $t = 2,861$					t (gefunden) = 1,055		
S 50: $P = 0,05$ $t = 2,093$							
$P = 0,01$ $t = 2,861$					t (gefunden) = 0,932		

Tabelle 3
 Relativer Anthocyangehalt der Blütenblätter von *Melandrium dioecum* (L.) Simonkai
 in den Alpen und im Alpenvorland

	Anzahl Blüten	Datum	Frischgewicht pro Blüte in g	Trockengewicht pro Blüte in g	Extinktionswert pro 1000 Blüten in 100 cm ³ Puffer bei 2 cm Schichtdicke			
					S 53	L 2	S 50	
<i>A. Schynige Platte</i>	300	23.7.46	0,029		21,0	20,2	18,1	
	180	16.6.47	0,015		4,1	4,0	3,0	
	216	18.6.47	0,0147		7,5	7,2	5,8	
	180	24.6.47	0,025	0,004	18,9	17,5	16,0	
	176	1.7.47	0,018	0,0028	10,3	9,3	9,0	
	74	13.7.48	0,015	0,002	19,1	16,6	18,9	
	80	28.7.48	0,016	0,003	16,8	14,6	16,7	
	300	13.8.48	0,03	0,003	23,2	20,8	24,5	
	100	22.6.49	0,0283	0,0032	33,2	29,8	28,1	
	100	30.6.49	0,0292	0,0038	8,8	9,3	6,7	
	60	14.7.49	0,0179	0,003	18,4	16,4	14,8	
	100	20.7.50	0,027	0,003	23,2	21,2	21,2	
	100	31.7.50	0,026	0,0021	20,0	19,2	21,2	
					17,27	15,85	15,69	
	<i>B. Zürich</i>	292	12.5.47	0,023		15,3	13,6	13,1
		350	19.5.47	0,0224	0,0022	7,9	7,4	6,4
501		23.5.47	0,023	0,002	29,7	33,7	34,7	
313		29.5.47	0,019	0,002	35,8	32,6	36,4	
53		20.5.48	0,018	0,002	10,3	9,1	10,2	
83		26.5.48	0,022	0,002	15,0	14,1	13,9	
100		29.4.49	0,0218	0,0016	15,6	—	—	
200		9.5.49	0,0216	0,0021	17,1	—	—	
100		18.5.49	0,0235	0,0017	18,9	16,5	15,3	
50		24.5.49	0,0236	0,002	21,1	20,1	17,6	
100		24.5.49	0,0215	0,0021	18,0	16,7	14,7	
200		10.5.50	0,025	0,0019	22,0	18,0	15,3	
500		19.5.50	0,025	0,0018	8,0	6,2	6,1	
200		24.5.50	0,019	0,0017	14,0	12,8	13,2	
					17,78	16,73	16,41	

S 53:	$P = 0,05$	$t = 2,060$	
	$P = 0,01$	$t = 2,787$	t (gefunden) = 0,169
L 2:	$P = 0,05$	$t = 2,069$	
	$P = 0,01$	$t = 2,807$	t (gefunden) = 0,275
S 50:	$P = 0,05$	$t = 2,069$	
	$P = 0,01$	$t = 2,807$	t (gefunden) = 0,20

Tabelle 4

Relativer Anthocyangehalt der Blütenblätter von *Viola calcarata* L. in den Alpen und im Alpenvorland

	Anzahl Blüten	Datum	Frischgewicht pro Blüte in g	Trockengewicht pro Blüte in g	Extinktionswert pro 1000 Blüten in 100 cm ³ Puffer bei 2 cm Schichtdicke		
					S 53	L 2	S 50
A. Schynige Platte	100	28.5.46	0,08		121,5	123,2	83,2
	200	31.5.47	0,072	0,0011	78,5	80,0	43,2
	100	10.6.48	0,065		67,8	66,6	51,1
	100	8.6.49	0,070	0,0157	139,0	130,0	89,2
	200	1.6.50	0,051	0,0081	44,8	40,8	32,0
						90,36	88,12
B. Zürich	57	9.4.46	0,078		138,0	—	—
	19	16.4.46	0,0838		134,2	—	—
	7	25.4.46	0,0676		124,2	124,2	68,6
	70	28.3.50	0,109	0,015	148,6	153,1	73,1
	50	4.4.50	0,097	0,013	156,8	163,2	76,6
	50	12.4.50	0,119	0,018	179,2	185,6	80,0
						146,83	155,53
S 53:		$P = 0,05$	$t = 2,262$				
		$P = 0,01$	$t = 3,250$	t (gefunden) = 3,137			
L 2:		$P = 0,05$	$t = 2,365$				
		$P = 0,01$	$t = 3,499$	t (gefunden) = 2,95			
S 50:		$P = 0,05$	$t = 2,365$				
		$P = 0,01$	$t = 3,499$	t (gefunden) = 1,1473			

IV. Besprechung der Ergebnisse

- a) *Epilobium angustifolium* L. Die Extinktionswerte ergaben einen statistisch gesicherten Unterschied zwischen dem Anthocyangehalt dieser Art im Versuchsgarten Schynige Platte und im Instituts-garten Zürich. In den Alpen war die Anthocyanbildung durchschnittlich doppelt so groß wie im Alpenvorland.
- b) *Campanula Scheuchzeri* Vill. Die durchschnittlichen Extinktionswerte zeigten eine vermehrte Anthocyanbildung der Blütenblätter der Alpenpflanzen; doch ist dieser Unterschied statistisch nicht gesichert.
- c) *Melandrium dioecum* (L.) Simonkai. Bei dieser Art konnte kein Unterschied im durchschnittlichen Anthocyangehalt der Blütenblätter von Schynige Platte und Zürich festgestellt werden.

- d) *Viola calcarata* L. Die durchschnittlichen Extinktionswerte zeigten eine vermehrte Anthocyanbildung in den Blütenblättern aus dem Institutsgarten in Zürich. Das berechnete t liegt bei den Filtern S 53 und L 2 innerhalb der Sicherheitsschwelle. Die Unterschiede sind noch nicht genügend gesichert. Die Zahl der Bestimmungen muß daher noch vergrößert werden.

Die Resultate unserer Untersuchungen ergeben in den Alpen und im Alpenvorland bezüglich der Anthocyanbildung in den Blütenblättern drei Typen:

- I. Stärkere Anthocyanbildung in den Alpen: *Epilobium angustifolium*.
- II. Kein Unterschied in der Farbstoffbildung: *Campanula Scheuchzeri* und *Melandrium dioecum*.
- III. Stärkere Anthocyanbildung im Alpenvorland: *Viola calcarata*, wenn auch infolge zu kleinen Untersuchungsmaterials statistisch noch nicht genügend gesichert.

Diese Ergebnisse finden sich bei Bezugnahme des Anthocyangehaltes auf die Einzelblüte als Einheit. Legen wir das Trockengewicht zugrunde, das wir leider nicht für alle Proben bestimmt haben, so verkleinert sich für *Viola* (im Tiefland schwerere Blüten) der Anthocyangehalt im Tiefland beim Vergleich mit dem hohen Gebirge, bei den übrigen drei Arten (auf der Schynigen Platte schwerere Blüten) vergrößert sich das Verhältnis zugunsten des Standortes in der Ebene.

Unsere Untersuchungen ergeben noch kein abgerundetes Bild von der Anthocyanbildung in Blütenblättern bei den gleichen Pflanzenarten in den Alpen und im Alpenvorland. Sie machen aber bereits klar, daß man nicht einfach von vermehrter Anthocyanbildung in den Blüten von Alpenpflanzen sprechen darf, wie es bis anhin geschah (2, 5), ohne daß quantitative Untersuchungen darüber vorliegen. Erst weitere quantitative Bestimmungen der Anthocyane in den Blütenblättern werden dieses interessante physiologische und ökologische Problem, das auch bereits bei Äpfeln studiert wurde (3), seiner Lösung näherbringen.

V. Zusammenfassung

In den Jahren 1946—1950 wurde der Anthocyangehalt der Blütenblätter vier verschiedener Pflanzenarten, die gleichzeitig auf Schynige Platte (2000 m ü. M.) und in Zürich (470 m ü. M.) wuchsen, bestimmt. Die Blütenblätter von *Epilobium angustifolium* L. enthielten auf Schynige Platte pro Blüte mehr Anthocyan als in Zürich. *Campanula Scheuchzeri* Vill. und *Melandrium dioecum* (L.) Simonkai zeigten an beiden Standorten keinen Unterschied in der Anthocyanbildung. *Viola calcarata* L. bildete in Zürich pro Blüte mehr Anthocyane, doch ist dieses Ergebnis statistisch noch nicht ganz gesichert. Wird der Antho-

cyangehalt statt auf die Einzelblüte auf das Trockengewicht der Blüten bezogen, so werden die Unterschiede zwischen den Gebirgspflanzen und den Ebenenpflanzen für *Epilobium*, *Campanula* und *Melandrium* zugunsten der Ebenenpflanzen und für *Viola* zugunsten der Alpenpflanzen verschoben.

Wir danken Herrn Prof. Dr. P. B u c h n e r , Basel, bestens für seine Ratschläge bei der statistischen Auswertung unserer Untersuchungen.

Literaturverzeichnis

1. B l a n k , F. The Anthocyanin Pigments of Plants. Bot. Review, **13**, 241—317, 1947.
2. B o n n i e r , G. Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin. Ann. Sc. Nat Bot., 7^e sér., **20**, 217—360, 1895.
3. D a m a s t , J. Z. Properties of the apple fruit grown under different environmental conditions. Palestine J. Bot. R. Series, **7**, 103—112, 1949.
4. L i n d e r , A. Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Basel 1945.
5. S c h r ö t e r , C. Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Auflage, Zürich 1926.