

Zeitschrift: Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Tech. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich
Herausgeber: Geobotanisches Institut, Stiftung Rübel (Zürich)
Band: 52 (1975)

Artikel: Morphologisch-ökologische Untersuchungen an *Scabiosa columbaria* L.s.l. im mittleren und westlichen Alpengebiet
Autor: Grossmann, Fritz
Kapitel: III: Beziehungen zwischen Morphologie und Oekologie
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-308414>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 20.01.2026

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

III. B E Z I E H U N G E N Z W I S C H E N M O R P H O - L O G I E U N D O E K O L O G I E

In Tabelle 2 sind für alle kultivierten Populationen und für einige Populationen aus dem Gebiet des Wallis, welche nur am Fundort (in höchstens 4 Merkmalen) untersucht wurden, die Klassenwerte der morphologischen Merkmale³ und Mess- oder Beobachtungswerte einiger ökologischer Faktoren (an den Fundorten) angegeben (Definition der Klassenwerte S. 37-40, Korrekturen bei Messungen am Fundort S. 43, Angaben über die Fundorte S. 12-31).

Oekologische Faktoren: Angegeben sind Höhe über Meer, Exposition und geschätzte Neigung in Grad. Unter "Vegetationsbedeckung" ist der Deckungsgrad mit d = 95-100%, m = 75-95%, l = <75% notiert.

Morphologische Merkmale: Angegeben sind die Klassenwerte für 9 verschiedene Merkmale, sofern mindestens 3 Messungen zur Verfügung standen. Die Zahl der gemessenen Pflanzen ist oft nicht für alle Merkmale gleich. In der Regel ist die kleinste Zahl angegeben. Klammern um einzelne Merkmalswerte bedeuten, dass beim betreffenden Merkmal nur 3-5 Pflanzen gemessen werden konnten.

³Mit "morphologischen Merkmalen" ("Morphologie") sind hier und im Folgenden alle untersuchten Merkmale gemeint, also auch jene, die keine Form beschreiben (Blühbeginn, Blütenfarbe).

Tabelle 2 Morphologische Merkmale und ökologische Faktoren bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l.

Gebiet	Ökologische Faktoren					Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale								
	Höhe über Meer	Exposition	Neigung	Vegetationsbedeckung	Klassenwert										
					K-L		K-B	L/B	H-D	Hö	St	Blü	B-F	Vzw	
Population	m		Grad												
Schweiz															
Wallis															
1 ♦	2760	S	40	m	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	
2 *	2080	S	30	l	8	9	4	5	7	5	3	6	0	0	
3 ♦	2120	S	35	d	3	-	-	-	7	-	-	-	-	-	
4 ♦	2190	SSE	20	d	5	-	-	-	7	-	-	-	-	-	
5	2370	SSE	45	l	23	9	4	5	7	5	4	7	0	0	
6 ♦	1980	ESE	40	l	6	-	-	-	7	-	-	-	-	-	
7	1850	ENE	45	m	17	9	4	5	7	5	5	6	0	0	
8	1740	W	10	-	8	9	4	5	7	5	4	7	0	0	
9	1700	ESE	25	-	21	9	4	5	5	5	3	7	0	0	
10 *	1700	W	15	-	3	10	4	5	6	5	4	6	0	0	
11 ♦	1690	W	40	-	4	-	-	-	6	-	-	-	-	-	
12 ♦	1680	NNE	45	-	9	-	-	-	7	-	-	-	-	-	
13	2620	SW	45	m	7	9	5	5	5	7	5	6	0	+	
14	1540	E	40	-	4	9	4	5	7	6	6	6	0	0	
15 ♦	1340	E	40	m	6	9	4	5	(6)	-	-	-	-	-	
16 ♦	1350	WSW	40	l	3	7	2	3	-	-	-	-	-	-	
17 ♦	1290	WSW	20	d	9	9	3	(5)	-	-	-	-	-	-	
18 ♦	1290	WSW	25	d	3	7	1	4	-	-	-	-	-	-	
19 ♦	1210	SSW	35	l	6	7	2	3	(3)	-	-	-	-	-	
20 ♦	1200	WNW	40	l	4	7	1	3	3	-	-	-	-	-	
21 ♦	1200	WNW	40	m	3	7	2	3	-	-	-	-	-	-	
22 ♦	1230	WNW	20	d	3	8	4	6	4	-	-	-	-	-	
23	1570	SE	40	l	7	7	2	3	3	4	3	4	0	0	
24 ♦	1260	SE	40	l	10	6	1	3	(3)	-	-	-	-	-	

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet Population	Ökologische Faktoren				Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale									
	Höhe über Meer m	Exposition	Neigung Grad	Vegetations- bedeckung		Klassenwert									
						K-L	K-TS	L/B	H-D	Hö	St	Blü	B-F	Vzw	
25 *	1220	SE	5	-	8	7	1	3	4	4	4	4	0	0	
26 ♦	1250	SW	35	1	9	6	1	2	-	-	-	-	-	-	
27 ♦	1260	WSW	30	m	6	6	1	2	-	-	-	-	-	-	
28 ♦	1270	E	10	m	4	6	1	3	-	-	-	-	-	-	
29 ♦	1270	ENE	10	m	6	-	-	5	4	-	-	-	-	-	
30 ♦	1330	ENE	5	d	7	9	3	5	(4)	-	-	-	-	-	
31	1340	E	25	d	9	8	4	5	4	5	3	7	0	+	
32 ♦	1500	ESE	50	1	6	6	1	(2)	-	-	-	-	-	-	
33 ♦	920	N	5	m	5	9	3	5	5	-	-	-	-	-	
34	1030	SE	40	1	9	6	1	2	3	1	1	3	0	0	
35 ♦	840	SE	30	1	10	5	1	3	(3)	-	-	-	-	-	
36 ♦	760	E	5	d	3	-	-	-	5	-	-	-	-	-	
37	500	ESE	45	1	7	5	1	1	3	1	1	2	0	0	
38 *	500	NE	35	m	7	5	1	3	4	1	1	2	0	0	
39	460	SW	40	-	4	6	2	1	5	2	1	2	0	0	
W- und NW-Schweiz															
40 *	430	WSW	35	-	10	8	3	-	4	3	2	6	0	0	
41	480	SW	25	-	3	6	2	3	-	2	1	1	0	0	
42 *	400	.	0	-	6	8	3	3	5	3	2	5	0	0	
43 *	500	SW	35	m	20	7	3	-	-	3	2	-	0	0	
44	720	SSE	35	d	6	9	4	4	5	4	3	6	0	0	
45	590	WSW	40	d	10	9	4	5	5	3	2	7	0	0	
46 *	790	SSW	30	-	11	9	3	-	-	4	3	7	0	+	
47	710	SSW	5	-	5	8	2	3	6	3	4	5	0	0	
48	500	SE	25	-	7	7	2	1	6	3	2	4	0	0	
49	900	W	45	-	3	8	3	5	7	5	4	6	0	+	

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet Population	Ökologische Faktoren					Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale								
	Höhe über Meer m	Exposition	Neigung Grad	Vegetations- bedeckung	Klassenwert										
					K-L		K-B	L/B	H-D	H-B	St	Blü	B-F	Vzw	
S-Schweiz															
50	*	300	S	30	1	8	5	1	2	2	3	2	-	0	0
51		890	ENE	10	-	21	7	2	4	(4)	3	2	5	0	0
52		560	.	0	-	25	6	1	3	(3)	3	3	3	0	0
53		560	.	0	d	7	7	2	3	(4)	3	3	3	0	0
54		680	SE	5	-	7	7	2	4	3	3	2	8	0	+
55	*	340	SE	40	d	8	8	3	4	3	3	2	-	0	-
56		410	SSE	45	-	6	7	2	5	3	5	3	4	0	0
57		460	SSE	45	-	3	8	2	4	3	5	3	4	0	0
58		800	SE	10	-	21	7	2	5	3	2	2	7	0	0
59		800	NNE	30	-	5	8	2	4	4	3	2	6	0	0
60		820	SE	25	1	9	6	1	4	3	4	4	(3)	0	0
61		1300	WSW	35	-	9	8	2	4	3	4	3	4	+	0
62		1510	NW	20	-	5	8	2	4	3	4	3	4	0	0
63		1080	S	35	d	4	7	2	4	4	3	2	6	0	0
64	*	1520	S	15	-	4	8	2	4	4	5	4	4	0	0
65	*	280	S	10	-	10	6	2	4	4	3	1	(5)	0	0
66		400	S	30	-	10	7	2	4	4	4	-	8	-	0
67		360	SW	20	-	3	7	3	4	5	4	2	7	0	0
68		1260	WNW	40	m	8	10	4	4	7	4	4	6	0	0
69		1180	S	25	m	14	6	1	(2)	(4)	3	3	4	0	0
N-Schweiz															
70		720	ESE	20	-	16	7	3	3	6	2	2	4	0	0
71		500	SW	35	m	9	8	3	3	7	4	4	3	0	0
72		530	S	25	-	9	7	3	3	6	3	2	4	0	0
73		850	N	45	1	12	8	4	3	6	3	2	4	0	0
74		560	SSE	30	-	10	6	2	3	7	3	3	4	0	0
75		490	S	15	-	10	7	2	2	6	2	1	3	0	0

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet Population		Ökologische Faktoren				Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale								
		Höhe über Meer m	Exposition	Neigung Grad	Vegetations- bedeckung		Klassenwert								
							K-L	K-B	L/G	H-D	H-B	St	Blü	B-F	Vzw
76	*	400	.	0	1	10	6	2	3	6	4	3	4	0	0
77		450	SSW	35	-	10	6	2	2	-	1	1	4	0	0
78		420	SSW	15	-	12	7	3	3	5	2	2	5	0	0
79	*	1200	S	30	-	16	7	3	4	7	5	5	3	0	0
80		810	SSE	20	m	16	7	3	3	7	3	3	4	0	0
N-Alpen															
81		1350	SE	30	-	18	8	3	4	7	3	2	5	0	0
82	*	430	S	35	1	6	8	3	4	5	3	2	3	0	0
83	*	570	SW	40	1	8	8	4	4	5	3	2	3	0	0
84		520	S	30	d	35	8	4	5	6	4	2	8	0	+
85		1210	S	50	1	18	8	3	5	7	2	1	4	0	0
86		1000	SSW	10	-	19	8	3	5	7	3	2	5	0	0
87		1070	SSE	30	m	5	8	3	4	7	5	5	4	0	0
88		1260	SE	35	-	3	8	4	5	7	4	3	7	0	0
89		1560	SSE	35	-	8	8	4	5	7	4	4	7	0	0
90		1940	SSE	45	-	6	9	5	5	7	5	5	7	0	0
91		2250	SE	45	-	8	9	5	5	7	7	5	7	0	+
Graubünden															
92		1890	S	30	-	8	9	4	5	5	5	5	6	0	0
93		1210	SSE	25	-	12	8	4	5	7	5	4	8	0	+
94		900	SE	10	-	6	7	3	4	(5)	3	2	6	0	0
95		2280	SSW	35	-	6	9	5	5	7	6	5	7	0	+
96		610	SSE	35	m	9	6	2	3	5	4	4	3	0	0
97		590	NW	5	-	11	7	3	3	6	4	4	3	0	0
98		2430	SE	25	-	14	9	5	6	7	8	5	7	0	+
99		2040	SSE	30	1	12	8	4	5	7	6	5	6	0	0

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet Population	Ökologische Faktoren				Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale									
	Höhe über Meer	Exposition	Neigung	Vegetations- bedeckung		Klassenwert									
						K-L	K-B	L/B	H-D	Hö	St	Blü	B-F	Vzw	
	m		Grad												
100	1780	SSE	30	-	13	8	4	5	7	6	5	7	0	0	
101	1620	SE	25	-	13	8	4	5	7	6	4	6	0	0	
102	2460	S	40	-	15	9	5	5	7	6	5	7	0	0	
103	1500	.	0	-	14	9	5	5	7	6	4	7	0	+	
104	2100	E	30	1	5	9	5	5	7	5	4	6	0	0	
105	1340	ESE	25	-	10	8	3	4	7	4	3	5	0	0	
106	670	SE	30	-	12	7	2	3	5	2	2	3	0	0	
107	630	E	10	-	4	7	4	5	5	3	2	6	0	0	
108	1350	SE	35	-	14	6	1	2	(5)	2	-	4	-	0	
Ausland															
Aethiopien															
109	*	3650	SE	5	m	20	9	2	6	6	5	3	-	0	0
Spanien															
110	1190	-	-	-	5	10	1	3	2	2	1	3	0	0	
Frankreich															
111	500	.	10	1	6	1	1	(2)	(1)	3	2	2	0	0	
112	90	.	0	1	14	2	1	2	2	3	2	2	0	0	
113	120	NW	20	1	9	3	1	1	(2)	2	1	1	0	0	
114	820	E	40	1	5	2	1	3	1	4	2	2	0	0	
115	430	W	30	1	11	5	2	2	1	3	2	1	0	0	
116	2520	SSE	35	1	6	10	4	4	2	5	3	6	+	0	
117	1430	E	45	1	6	8	3	3	1	4	3	4	+	0	
118	730	ESE	45	1	9	6	2	3	1	3	3	3	0	0	
119	1240	S	30	1	10	7	2	3	1	4	3	3	+	0	
120	1100	NW	30	1	12	6	2	3	1	4	3	3	0	0	
121	2080	S	15	1	3	9	4	4	1	6	4	6	+	+	

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet Population	Ökologische Faktoren				Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale								
	Höhe über Meer m	Exposition	Neigung Grad	Vegetations- bedeckung		Klassenwert								
						K-L	K-B	L/B	H-D	Hö	St	Blü	B-F	Vzw
122	1850	WSW	30	1	4	8	3	4	-	6	6	4	+	0
123	2260	S	45	-	5	7	2	4	1	5	4	6	+	0
124	2300	S	30	-	6	8	2	3	1	6	5	6	+	+
125	2580	SE	30	-	15	8	5	5	7	6	6	8	(+)	0
126	2040	E	30	-	13	8	4	5	4	5	5	6	0	0
127	1470	SE	30	-	13	6	2	(3)	1	4	3	4	+	0
128	310	E	40	-	9	7	2	3	5	3	3	3	0	0
Italien														
129	910	SW	45	1	8	7	2	2	3	4	3	1	0	0
130	2560	SSW	40	1	15	9	4	6	5	7	5	7	0	+
131	◆ 2650	SSW	45	-	5	-	-	-	6	-	-	-	-	-
132	~ 50	.	0	-	4	7	2	7	-	2	1	3	0	0
133	* 250	NW	-	-	10	6	2	5	4	3	2	2	0	0
134	* ~400	-	-	-	10	7	2	6	4	3	3	2	0	0
135	* 400	-	-	-	7	7	2	2	4	1	1	3	0	0
136	940	S	30	-	7	6	2	3	(4)	2	1	5	0	0
137	1430	NW	30	-	13	8	4	7	4	5	4	4	0	-
138	* 1050	SSE	20	-	8	5	1	4	4	5	4	5	0	0
139	190	SE	20	1	8	4	1	3	3	2	1	4	0	0
140	500	S	25	-	3	4	1	-	-	2	1	2	0	0
141	1140	SSE	35	1	10	6	2	4	4	4	2	7	0	0
142	1560	SSE	30	-	12	9	4	6	3	5	5	6	+	+
143	1900	SSE	40	-	9	10	5	7	3	5	5	5	+	+
144	1720	SE	20	-	11	9	5	6	3	5	4	6	+	0
145	* 600	.	0	-	5	6	2	4	4	4	2	5	0	0
146	920	S	45	-	4	5	1	3	-	2	1	4	0	0
Österreich														
147	1100	S	50	-	5	7	3	4	7	5	4	6	0	-

Erklärungen am Schluss der Tabelle

Gebiet	Ökologische Faktoren				Anzahl Pflanzen	Morphologische Merkmale									
	Population	Höhe über Meer m	Exposition	Neigung Grad		Vegetations- bedeckung	Klassenwert								
							K-L	K-B	L/B	H-D	Hö	St	Blü	B-F	Vzw
BRD															
148		420	NW	20	d	6	7	3	4	5	4	2	7	0	0
149	*	630	-	-	-	7	8	4	3	6	4	3	3	0	0
150	*	420	ESE	35	m	10	6	1	3	5	3	2	3	-	0
151		420	E	30	m	7	8	3	3	7	3	3	4	0	0
152		480	SE	20	-	4	-	-	3	5	3	2	4	0	0
153		~400	S	40	-	4	8	3	4	6	5	5	4	0	0
DDR															
154		~200	S	40	-	8	6	2	3	6	5	4	3	0	0
155		~100	-	-	-	5	7	1	2	4	3	3	3	-	0
Grossbritannien															
156	*	30	SSW	10	-	10	6	2	4	6	4	3	3	0	0
157	*	40	.	0	-	6	6	2	3	6	4	3	2	0	0
Dänemark															
158		0	.	0	-	18	6	2	2	5	2	2	4	0	0
Schweden															
159		60	E	30	m	6	7	2	3	6	4	3	4	0	0
160		20	E	5	1	3	7	2	4	-	4	-	-	0	0
161		10	.	0	1	3	7	2	3	5	3	2	3	0	0

Morphologische Merkmale: K-L: Kelchborsten-Länge K-B: Kelchborsten-Breite L/B: Relative Blattabschnitt-Länge H-D: Behaarungs-Dichte Hö: Höhe St: Stengel-Länge Blü: Blühbeginn B-F: Blütenfarbe Vzw: Verzweigungsordnung (): Nur 3-5 gemessene Pflanzen

Klasseneinteilung bei den ersten beiden Merkmalen proportional, bei den nächsten fünf umgekehrt proportional zu den Messgrößen

Vegetationsbedeckung: d = dicht, 95-100% m = mässig, 75-95%
l = locker, <75%

Population: Nummern nach Fundortliste, S. 12-31

◆ Merkmale am Fundort gemessen und auf Kulturbedingungen umgerechnet

* Pflanzen aus Samen gezogen

A. HOEHENLÄGE

In den Figuren 3-9 ist für 7 quantitative morphologische Merkmale von kultivierten Populationen aus 5 Gebieten (1. Seealpen in Süd-Frankreich mit S. vestita und Uebergangsformen zu S. can-dicans, 2. Bergamasker Alpen in Nord-Italien mit S. portae, S. gramuntia und S. dubia, 3. Val Ferret im Wallis mit S. lucida, S. gramuntia und Uebergängen, 4. Prättigau/Davos in Graubünden mit S. lucida und S. columbaria, 5. Säntis in den Nord-Alpen, St. Gallen mit S. lucida und S. columbaria mit Merkmalen von S. lucida) die Beziehung zur Höhenlage des Fundortes dargestellt. In jedem Gebiet sind nur Fundorte mit ähnlicher Exposition, beziehungsweise Besonnungsdauer verglichen. Die Distanzen zwischen den Fundorten und ihre Höhenlage sind aus Figur 2 ersichtlich.

Aus den Figuren 3-9 geht hervor, dass bei allen Merkmalen eine mehr oder weniger enge Korrelation zwischen Klassenwert der kultivierten Population und Höhenlage des Fundortes besteht. Diese Beziehung zeigt sich deutlich bei den Merkmalen Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relative Blattabschnitt-Länge, Höhe, Stengel-Länge und Blühbeginn. Beim Blühbeginn treten Unregelmässigkeiten auf; das Merkmal ist noch mit anderen Faktoren wie der Bewirtschaftung (siehe S. 63) korreliert. Bei der Behaarungsdichte ist nur eine geringe oder gar keine Korrelation mit der Höhenlage festzustellen. Einzig im Wallis besteht ein deutlicher Unterschied zwischen tief und hoch gelegenen Fundorten; die Aenderung des Merkmals ist aber nicht regelmässig.

Bei allen Merkmalen zeigt sich in mittleren Höhenlagen von etwa 1000 - 1700 m im Wallis und zum Teil in den Bergamasker Alpen ein steilerer Anstieg der Kurven; es gibt also dort zwei Gruppen von Populationen mit begrenztem Uebergangsgebiet. Die deutlichsten Unterschiede zwischen Populationen hohen und tiefen Herkommens zeigen sich im Wallis, die kleinsten in den Seealpen (ausser bei der Kelchborsten-Länge und beim Blühbeginn) und am Säntis (ausser bei der Höhe und der Stengel-Länge). Am

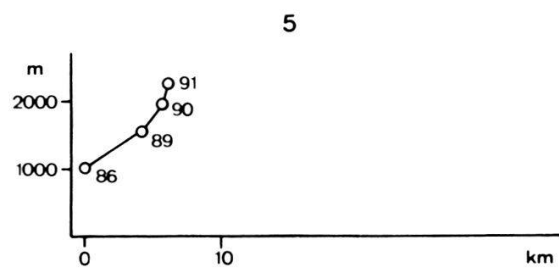
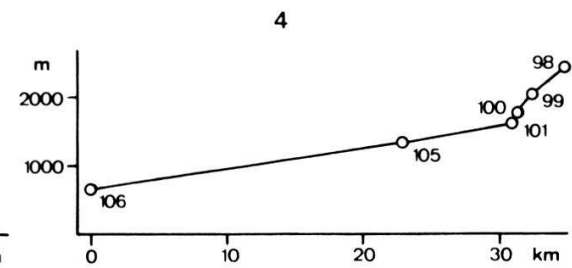
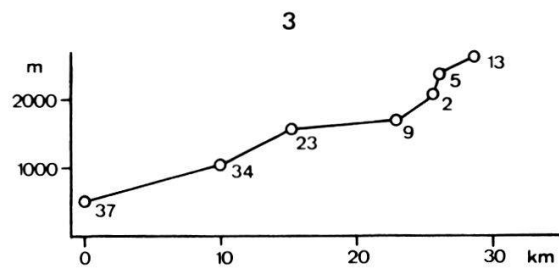
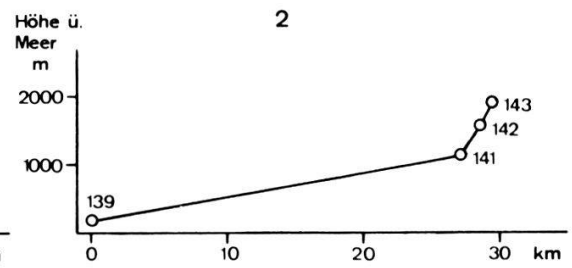
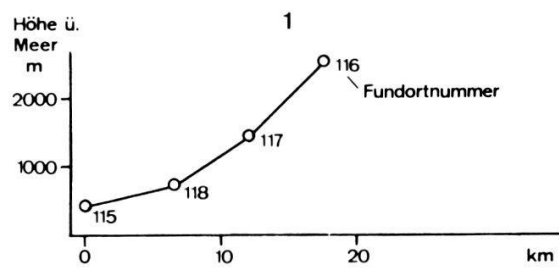


Fig. 2 Schematisches Profil durch die in den Figuren 3-9 verglichenen Fundorte (5-fach überhöht). 1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

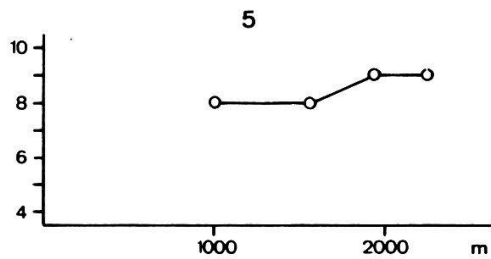
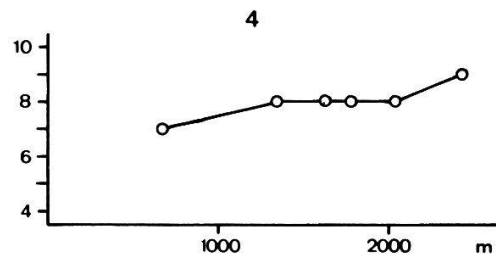
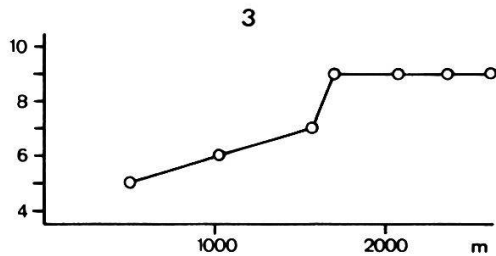
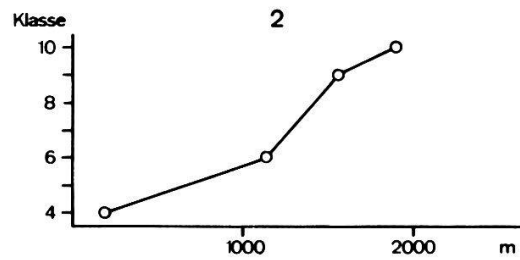
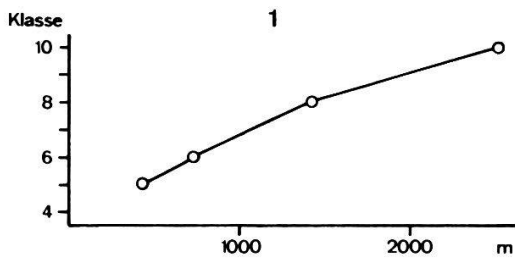


Fig. 3 Beziehung zwischen Kelchborsten-Länge in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

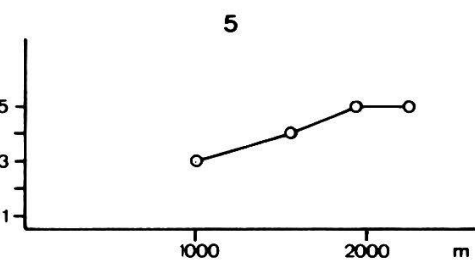
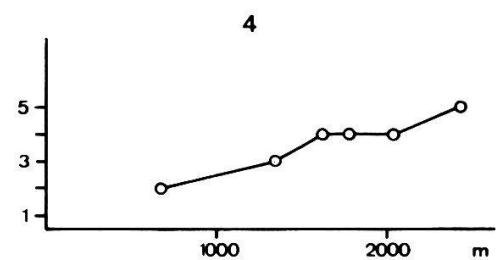
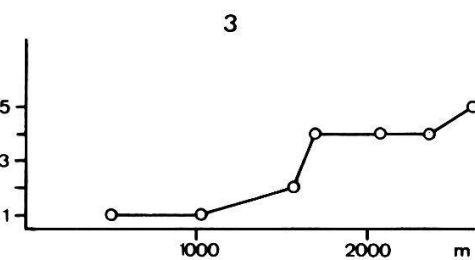
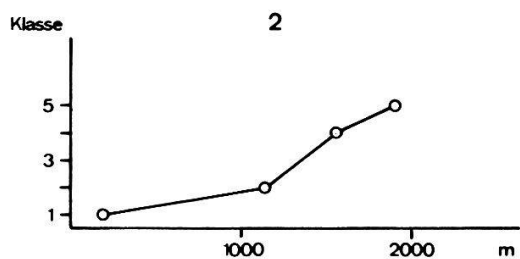
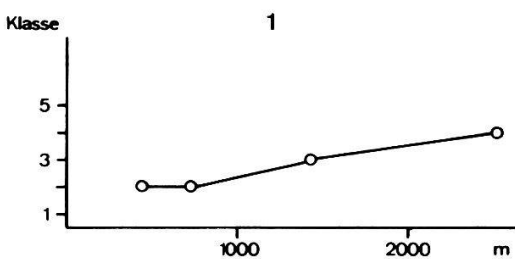


Fig. 4 Beziehung zwischen Kelchborsten-Breite in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

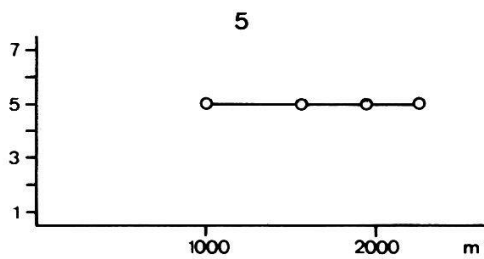
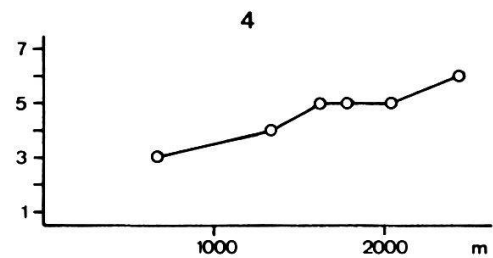
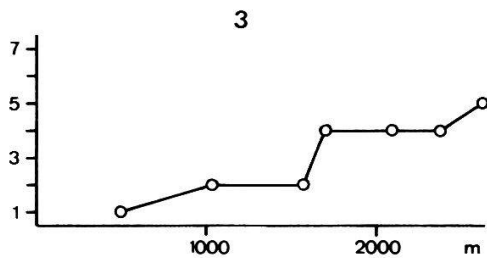
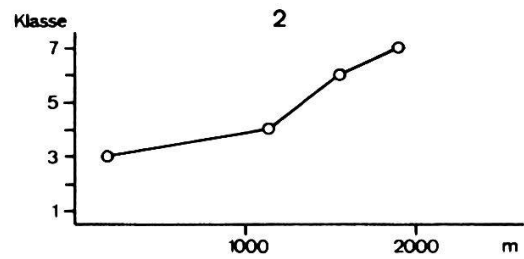
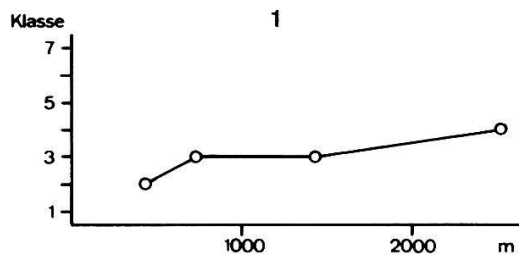


Fig. 5 Beziehung zwischen Relativer Blattabschnitt-Länge in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

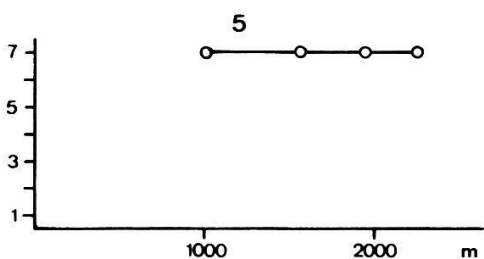
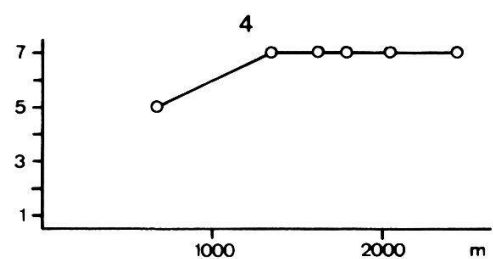
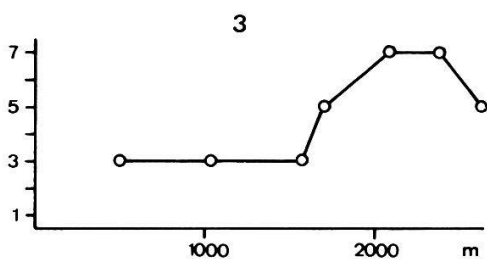
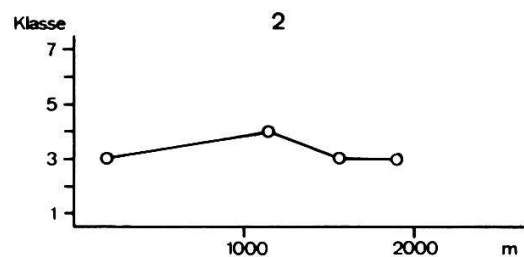
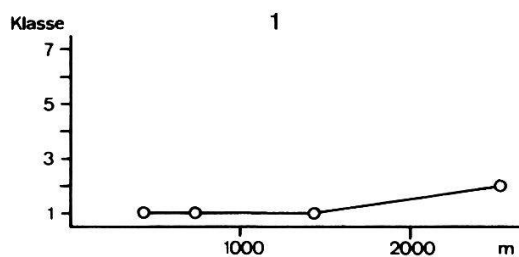


Fig. 6 Beziehung zwischen Behaarungs-Dichte in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

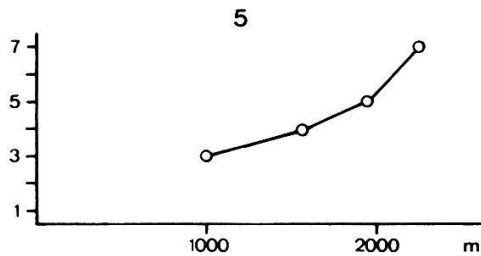
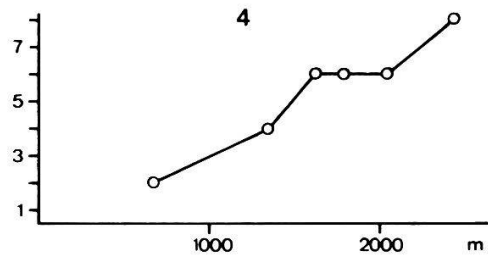
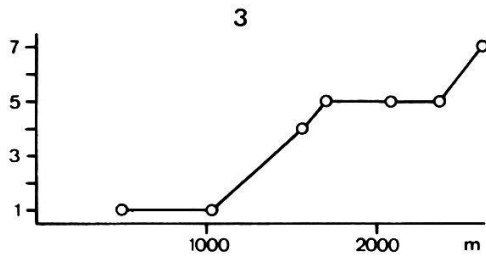
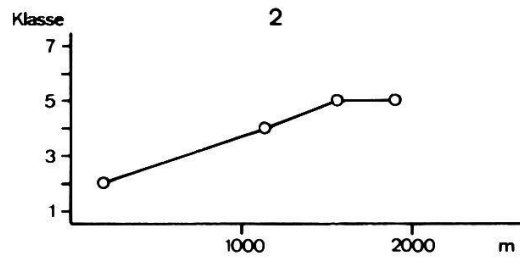
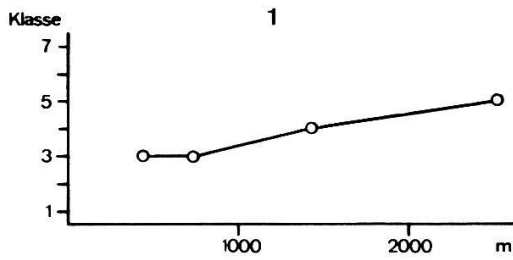


Fig. 7 Beziehung zwischen Höhe der Pflanzen in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

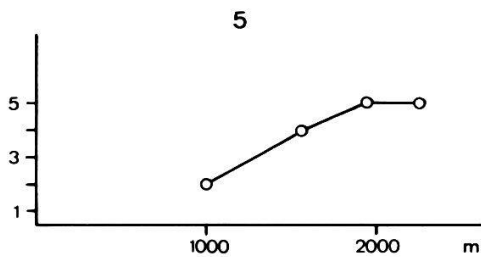
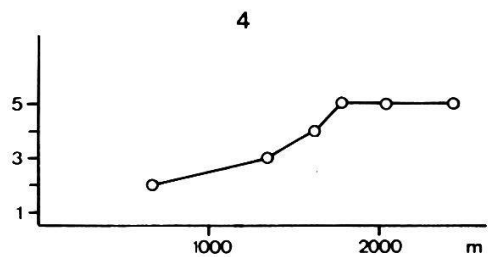
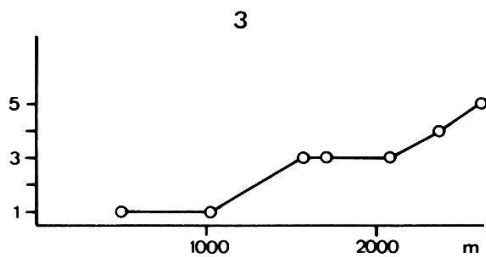
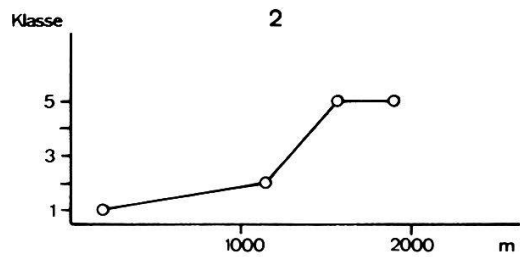
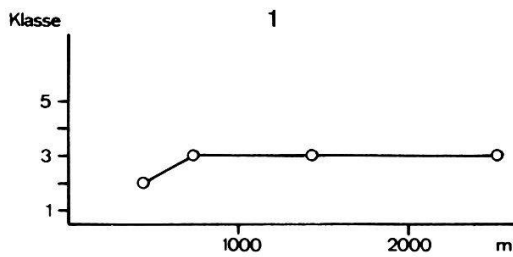


Fig. 8 Beziehung zwischen Stengel-Länge in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

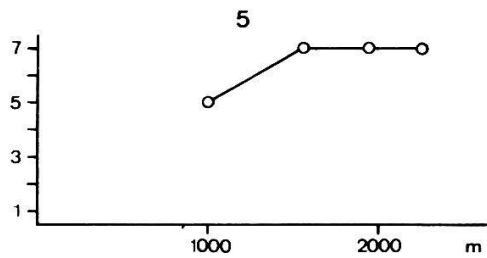
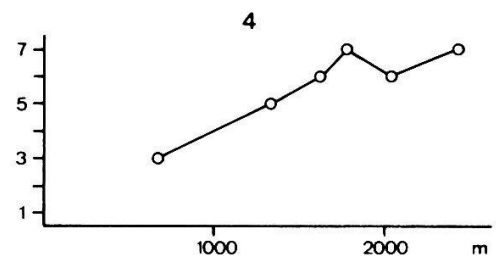
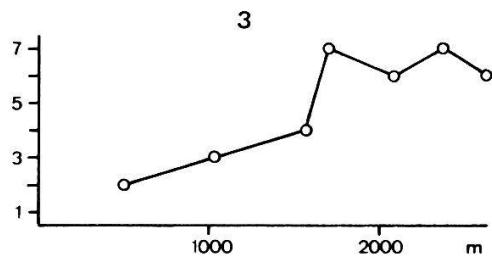
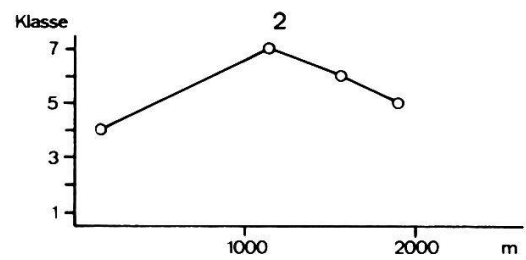
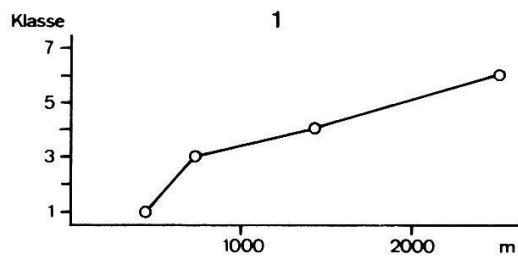


Fig. 9 Beziehung zwischen Blühbeginn in Klassen und Höhenlage des Fundortes bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l..
1 = Seealpen, 2 = Bergamasker Alpen, 3 = Val Ferret, 4 = Prättigau/Davos, 5 = Säntis

Säntis ist allerdings die Höhendifferenz der verglichenen Fundorte viel geringer.

Beim Merkmal Blütenfarbe wurden nur bei 13 Populationen (von total 132, Tabelle 2, S.45-51) mehrheitlich rötliche Blüten gefunden: bei allen Populationen aus den Seealpen oberhalb 1200 m und dazu bei weiteren Populationen oberhalb 1200 m aus dem Mont Cenis-Gebiet, aus den Bergamasker Alpen und (einmal) aus dem Süd-Tessin.

Geringe Verzweigung wurde bei 16 (von total 133) Populationen aus verschiedenen Gebieten gefunden, 8 mal bei Populationen aus über 1900 m Höhe. Sie trat aber auch bei Populationen aus tiefen Lagen bis 520 m Höhe auf. Die Verzweigungsordnung scheint nur teilweise mit der Höhenlage korreliert zu sein (siehe auch "Bewirtschaftung", S. 63).

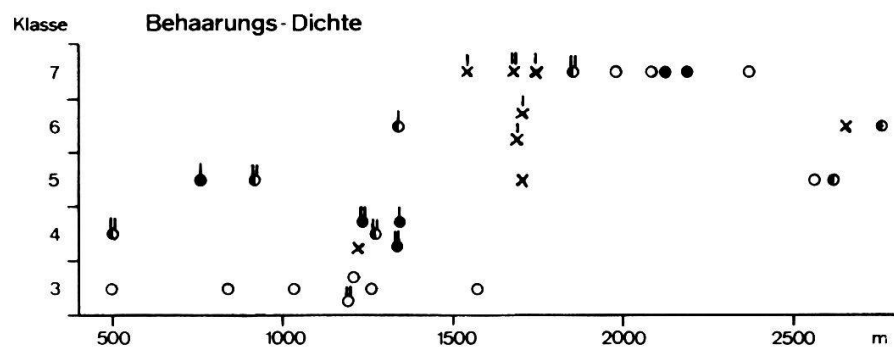
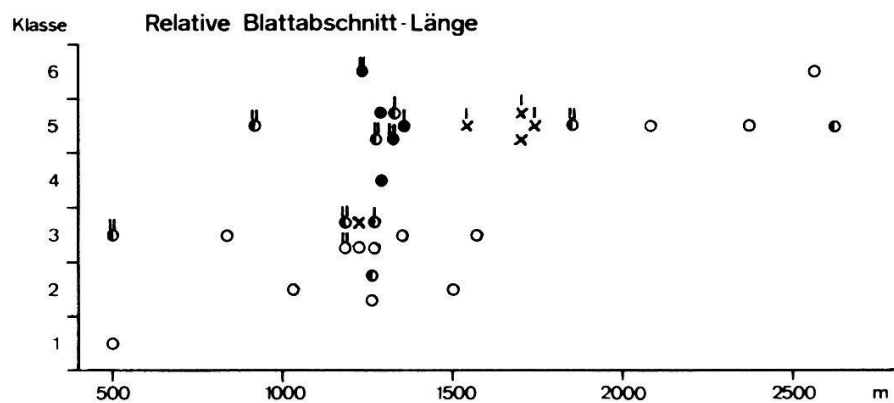
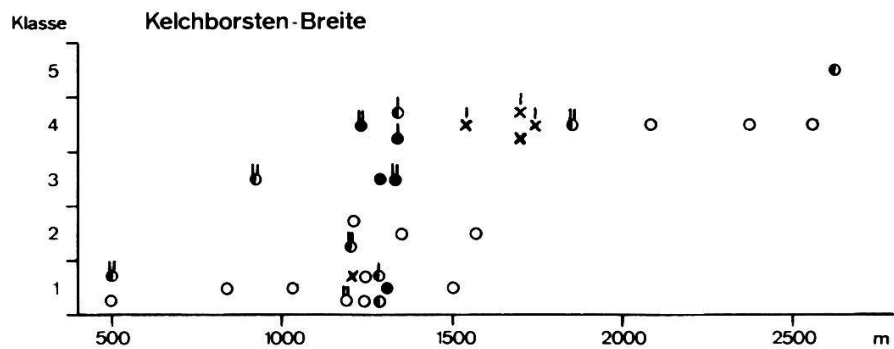
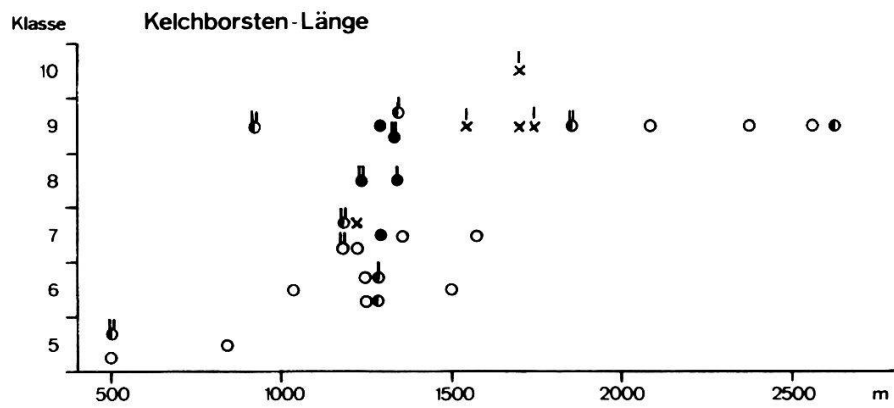
B. EXPOSITION

In Figur 10 ist die Beziehung zwischen 4 morphologischen Merkmalen (Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relative Blattabschnitt-Länge, Behaarungs-Dichte) und der Exposition, der Vegetationsbedeckung und der Höhenlage für das Gebiet Martigny-Val Ferret im Wallis dargestellt (Fundorte 1-38, 130, 131 mit S. lucida, S. gramuntia und Uebergangsformen). Von den 40 erwähnten Fundorten haben 17 eine Exposition nach der nördlichen Richtung (von Westen über Norden bis Osten), 7 davon mit geringer Neigung von $5-15^{\circ}$, die restlichen 10 mit starker Neigung von $20-45^{\circ}$. 23 Fundorte haben eine Exposition nach der südlichen Richtung (von Westsüdwesten bis Ostsüdosten), 22 davon mit starker Neigung von $20-50^{\circ}$.

Bei allen 4 Merkmalen finden sich bei Populationen von Fundorten mit Exposition nach der nördlichen Richtung, bei starker wie bei geringer Neigung, im allgemeinen höhere Klassenwerte als bei Populationen von Fundorten mit Exposition nach der südlichen Richtung und ähnlicher Höhenlage. Diese Beziehung ist am deutlichsten bei der Relativen Blattabschnitt-Länge, am wenigsten ausgeprägt bei der Behaarungs-Dichte.

Unter den Fundorten aus den übrigen Gebieten sind nur 5 mit Exposition nach der nördlichen Richtung, welche sich vergleichen lassen mit Fundorten desselben Gebietes und ähnlicher Höhenlage mit Exposition nach der südlichen Richtung (Tabelle 2, S. 45-51). Bei 4 Populationen von "nördlich" exponierten Fundorten (51,59, 62,97), 2 davon mit nur geringer Neigung von 5 und 10° , sind die Unterschiede zu den Vergleichspopulationen äusserst klein, höchstens eine Merkmalsklasse. Bei einer (68 mit WNW-Exposition und starker Neigung von 40°) sind dagegen die Klassenwerte bei allen 7 quantitativen Merkmalen um 1-4 Klassen höher als bei der Vergleichspopulation (69 mit S-Exposition und 25° Neigung).

Fig. 10 Beziehung zwischen morphologischen Merkmalen in Klassen und Höhenlage, Exposition und Vegetationsbedeckung bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l. im Gebiet Martigny-Val Ferret (Wallis)



● Vegetationsbedeckung	95 - 100%	Exposition	ENE - N - WNW
◐	75 - 95%		E, W
○	< 75%		ESE - S - SW
x	?		

C. VEGETATIONSBEDECKUNG

In Figur 10 ist die Beziehung zwischen 4 morphologischen Merkmalen (Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relative Blattabschnitt-Länge, Behaarungs-Dichte) und der Vegetationsbedeckung, der Exposition und der Höhenlage für das Gebiet Martigny-Val Ferret im Wallis dargestellt (Fundorte 1-38, 130, 131 mit S. lucida, S. gramuntia und Uebergangsformen).

Bei allen 4 Merkmalen weisen Populationen von Fundorten mit starker Vegetationsbedeckung (>95%) im allgemeinen höhere Klassenwerte auf als solche von Fundorten mit geringer Vegetationsbedeckung (<75%) und ähnlicher Höhenlage. Besonders deutlich ist die Beziehung bei der Relativen Blattabschnitt-Länge und allgemein in Lagen unterhalb etwa 1500 m. In höheren Lagen, vor allem oberhalb etwa 1800 m, sind die morphologischen Unterschiede gering; die Vegetationsbedeckung scheint keinen Einfluss auf die Merkmale zu haben.

Bei den Populationen aus den übrigen Gebieten (Tabelle 2, S. 45-51) lässt sich aus den wenigen Angaben über die Vegetationsbedeckung keine Beziehung zur Morphologie erkennen.

D. BEWIRTSCHAFTUNG

Die Bewirtschaftung ist bei den meisten Fundorten nur sehr extensiv oder hat ganz aufgehört (siehe Fundortliste S. 12-31). Den stärksten Einfluss erfahren wohl jene Pflanzen, die noch regelmässig 1-2 mal im Jahr (das erste Mal im Frühsommer) gemäht werden (Mähwiesen). Beim Sammeln der Pflanzen wurden im Gebiet der Schweiz 14 Fundorte (33, 36, 45, 51, 54, 56, 58, 63, 65, 66, 67, 71, 74, 84) mit S. lucida mit Merkmalen von S. gramuntia, mit S. columbaria, zum Teil mit Merkmalen von S. lucida und mit S. portae sicher als Mähwiesen erkannt. Da keine geeigneten Vergleichspaare von Populationen gemähter und nicht gemähter Fundorte zur Verfügung stehen, werden für die Gesamtheit der Populationen der erwähnten Mähwiesen die morphologischen Merkmale mit jenen der Gesamtheit der Populationen von sicher seit vielen Jahren nicht gemähten (und auch kaum beweideten) Fundorten in ähnlicher Höhenlage im Gebiet der Schweiz (35, 37, 38, 39, 50, 73, 76, 77, 80, 82, 83, 96) verglichen.

Die grösste Differenz zwischen Populationen von gemähten und nicht gemähten Fundorten zeigt sich beim Blühbeginn. 12 Populationen von Mähwiesen haben einen Klassendurchschnitt von 6.0, 10 Vergleichspopulationen einen solchen von 3.1. Die Mähwiesenpopulationen blühten also unter Kulturbedingungen 29 Tage früher als die Vergleichspopulationen. Auch bei der Relativen Blattabschnitt-Länge ergibt sich eine deutliche Differenz. Der Klassendurchschnitt ist bei 13 Mähwiesenpopulationen 4.2, bei 12 Vergleichspopulationen 2.7. Bei den übrigen quantitativen Merkmalen (Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Behaarungsdichte, Höhe, Stengel-Länge) sind die Unterschiede unbedeutend (höchstens eine Klasse). Bei der Blütenfarbe gibt es gar keine Unterschiede. Bei 2 von 12 Mähwiesenpopulationen, aber keiner der 11 Vergleichspopulationen, tritt geringe Verzweigung auf.

E. pH-WERT IM OBERBODEN

Der Boden im Bereich der Oberfläche ist an den meisten Fundorten mehr oder weniger kalkhaltig und weist einen pH-Wert von 7 oder etwas mehr auf (siehe Fundortliste S. 12-31). Bei 14 von 75 untersuchten Fundorten (4, 8, 54, 61, 62, 63, 84, 116, 117, 138, 142, 144, 150, 159) mit S. lucida, S. columbaria, S. portae, Uebergang von S. portae zu S. gramuntia, S. vestita, S. ochroleuca und S. dubia wurde allerdings mit "Hellige-Bodenindikator" ein pH-Wert zwischen 5 und 6 festgestellt. Die Populationen von diesen schwach sauren Böden liessen sich morphologisch nicht von vergleichbaren von neutralen bis basischen Böden unterscheiden. Offenbar kann S. columbaria s.l. bei sonst günstigen Bedingungen sehr gut auf schwach sauren Böden bis etwa pH 5 wachsen, was auch aus Kulturversuchen mit S. columbaria s.str. aus England (RORISON 1960) und mit S. lucida aus Graubünden (GIGON 1971) hervorgeht.

F. STICKSTOFFVERSORGUNG

An Bodenproben aus etwa 1-6 cm Tiefe von 10 Fundorten aus dem Wallis mit S. lucida, S. gramuntia und Uebergangsformen und von 3 Fundorten aus dem Tessin mit S. lucida, S. portae und S. gramuntia wurde die Akkumulation von Nitrat- (NO_3) und Ammonium-Stickstoff (NH_4) während 6 Wochen Bebrütung in der Feuchtkammer und zum Teil auch am Fundort im Freiland bestimmt (Methoden zum Beispiel bei GIGON 1968).

Im Folgenden ist die Nettoakkumulation von Nitrat- und Ammonium-Stickstoff bei 6 Fundorten aus dem Wallis angegeben. Die Proben wurden am 23.6.1969 gestochen, gesiebt (4 mm) und für 6 Wochen in Bechern am Fundort vergraben:

Fundort	Art	mg N/100 g trockenen Boden	
		(NO_3)	(NH_4)
37	<u>S. gramuntia</u>	4.6	0
34	<u>S. gramuntia</u>	2.2	0
24	<u>S. gramuntia</u>	6.5	0
33	<u>S. lucida</u> *	5.2	0
31	<u>S. lucida</u> *	6.0	2.3
4	<u>S. lucida</u>	0	8.4

* mit Merkmalen von S. gramuntia

Bei den übrigen Fundorten wurden nur in der Feuchtkammer Proben bebrütet. Bei Proben vom 20.8.1968 wurden nach 6 Wochen folgende Werte gefunden:

Fundort	Art	mg N/100 g trockenen Boden	
		(NO_3)	(NH_4)
24	<u>S. gramuntia</u>	7.6	0
31	<u>S. lucida</u> *	4.2	0
9	<u>S. lucida</u> *	3.4	0
59	<u>S. portae</u>	8.8	0
69	<u>S. gramuntia</u>	5.2	0
68	<u>S. lucida</u>	2.0	0

* mit Merkmalen von S. gramuntia

Da keine Dichtebestimmungen gemacht wurden, können die Analysenwerte (in mg Stickstoff/100 g trockenen Boden) nicht in Beziehung zu Volumen oder Oberfläche des Bodens gebracht werden. Wenn man eine scheinbare Dichte von 1 g/cm^3 annimmt und den meist sehr grossen Skelettanteil im Oberboden berücksichtigt, kann man doch sagen, dass die Stickstoffversorgung bei den untersuchten Populationen relativ mangelhaft ist. Sie dürfte von ähnlicher Grössenordnung wie im Mesobromion sein: GIGON (1968) fand dort ein Jahresangebot an mineralischem Stickstoff von 0.2-0.3 kg/Are.

Die Werte bei den Proben aus der Feuchtkammer wichen nicht stark von jenen der Freilandproben ab (bei den zuerst angegebenen 6 Fundorten zwischen -1.9 und + 1.7 mg Nitrat-Stickstoff und um -2.3 mg Ammonium-Stickstoff pro 100 g trockenen Boden). Der Stickstoffgehalt der Frischproben war meist praktisch null. Nur zweimal wurden Werte erhalten, die über der Messgenauigkeit von 0.4 mg (ANTONIETTI 1968) lagen: beim Fundort 37 1.3 mg, beim Fundort 3 0.5 mg Nitrat-Stickstoff pro 100 g trockenen Boden. Messbare Mengen von akkumuliertem Ammonium-Stickstoff wurden einzig bei den oben angegebenen Fundorten 31 und 4 gefunden. Bei Nummer 4 war der pH-Wert gegenüber den meisten Fundorten relativ tief (5.8).

Aus diesen Ergebnissen lässt sich kein Zusammenhang zwischen der Ausbildung morphologischer Merkmale und dem Stickstoffangebot erkennen. Dieses liegt an Fundorten von S. lucida und von S. graminuntia etwa im selben Bereich.

G. EXPONENTIELLES TEMPERATURMITTEL IM OBERBODEN

In den Jahren 1967-1969 wurden bei insgesamt 23 Fundorten von S. lucida, S. columbaria, S. portae und S. gramuntia in den Kantonen Wallis, Tessin und Zürich während der Zeit von Mitte Juni bis Mitte August im Boden exponentielle Temperaturmittel nach der Zuckerinversions-Methode von PALLMANN, EICHENBERGER und HASLER (1940) bestimmt. Die Berechnung erfolgte nach SCHMITZ (1964). Mit dieser Methode ist innerhalb einer Mess-Serie (hier innerhalb eines Jahres) eine Genauigkeit von $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ zu erreichen. Die Ampullen mit der Zuckerlösung wurden bei jedem Fundort an mehreren Stellen unmittelbar neben einer Scabiosa-Pflanze in etwa 5 cm und etwa 1 cm Tiefe in ein seitlich gebohrtes Loch eingepasst. Beim Ausgraben wurde die Tiefe nochmals gemessen. Dabei ergaben sich Abweichungen von etwa ± 1 cm, selten von ± 2 cm. Um diese Abweichungen näherungsweise auszugleichen, wurden die in etwa 5 cm und etwa 1 cm Tiefe gemessenen Temperaturen durch lineare Inter- oder Extrapolation auf die Standardtiefen von 5 cm und 1 cm umgerechnet.

Die exponentiellen Temperaturmittel in etwa 1 cm Tiefe streuten sehr stark, bis 10°C Unterschied zwischen den Messstellen eines Fundortes. In etwa 5 cm Tiefe schwankten die Werte zwischen den Messstellen eines Fundortes um $1-3^{\circ}\text{C}$, selten bis 5°C . Zum Vergleich der verschiedenen Fundorte sind deshalb in Tabelle 3 nur die auf 5 cm Bodentiefe berechneten Ergebnisse zusammengestellt. Bei 12 Fundorten wurden in einem zweiten oder dritten Jahr an neuen Messstellen in beiden Tiefen Wiederholungen gemacht. Die durchschnittlichen Jahres-Unterschiede betrugen in 5 cm Tiefe meist weniger als 2°C , maximal 3.2°C (Fundort 34). In Tabelle 3 sind die exponentiellen Temperaturmittel für die verschiedenen Fundorte in Klassen von 2°C Breite angegeben. Die Zufälligkeiten der einzelnen Messstellen und der verschiedenen Jahre dürften so in der Rangfolge der Fundorte nur Unsicherheiten von einer Klasse bedingen.

Die exponentiellen Mitteltemperaturen in 5 cm Bodentiefe sind von vielen Faktoren abhängig. Einen starken Einfluss haben Dichte,

Tabelle 3 Exponentielle Temperaturmittel von Mitte Juni bis Mitte August* in 5 cm Bodentiefe an Fundorten von Scabiosa lucida, S. columbaria, S. portae und S. gramuntia

Exponentielles Temperaturmittel	Fundort	Messung in den Jahren ^Δ	Anzahl Messstellen	Kanton	Höhe ü.M. m	Exposition [▲]	Neigung [▲] Grad
11-13°C	4	1969	5	Wallis	2190	SSE	15
13-15°C	7	1969	6	Wallis	1850	ENE	45
	6	1969	9	Wallis	1980	ESE	40
	5	1969	6	Wallis	2370	SSE	25
	68	1968	4	Tessin	1260	WNW	35
15-17°C	2	1969	6	Wallis	2080	S	30
	9	1967(1968)1969	6	Wallis	1700	ESE	25
	31	1968	4	Wallis	1340	E	25
	62	1968	4	Tessin	1510	NNW	20
17-19°C	38	1967 1968	5	Wallis	500	NNE	35
	33	1969	6	Wallis	920	ENE	5
	77	1967 1968	2	Zürich	450	SW	30
	75	1967	4	Zürich	490	S	20
19-21°C	78	1967 1968	4	Zürich	430	S	5
	70	1967 1968	7	Zürich	720	ESE	15
	58	1967 1968	3	Tessin	800	SSE	15
	59	1967(1968)	5	Tessin	800	NNE	25
	69	1967(1968)	4	Tessin	1180	SSE	20
	53	1967(1968)	7	Tessin	560	-	0
21-23°C	24	1968	7	Wallis	1260	SSE	35
	54	1967(1968)	7	Tessin	680	-	0
23-25°C	37	1967 1968	6	Wallis	500	E	10
	34	1967 1968(1969)	4	Wallis	1030	SSE	20

*Zwischen 9. und 16. Juni bis zwischen 12. und 20. August; 56-70 Tage

^ΔIn den Jahren in Klammern lag das Mittel eine Temperaturklasse tiefer.

[▲]Exposition und Neigung sind Durchschnittswerte aus Messungen an den einzelnen Temperaturmessstellen und nicht identisch mit den Werten unter "Ökologische Faktoren" bei den betreffenden Populationen in Tabelle 2, S. 45-51.

Höhe und Art der Vegetation (an praktisch vegetationsfreien Stellen kommen die weitaus höchsten Temperaturen vor). Weitere Einflüsse haben Exposition, Neigung, Horizontbegrenzung, Bodenbeschaffenheit, Niederschläge, Bewölkung, Wind und allgemeine Lufttemperatur. Diese Faktoren sind aber zum Teil auch von der Höhenlage des Fundortes abhängig. In Tabelle 3 erkennt man auch eine gewisse Beziehung zwischen exponentieller Mitteltemperatur und Höhenlage.

In Figur 11 ist die Beziehung zwischen 7 morphologischen Merkmalen (Tabelle 2, S. 45-51) und der exponentiellen Mitteltemperatur (Tabelle 3) dargestellt. Bei allen Merkmalen (Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relative Blattabschnitt-Länge, Behaarungs-Dichte, Höhe, Stengel-Länge und Blühbeginn ist deutlich eine negative Korrelation zwischen Merkmalsklassen und Temperaturklassen zu erkennen. Beim Blühbeginn und der Relativen Blattabschnitt-Länge gilt diese Beziehung nur für die Fundorte aus dem Wallis (vergleiche auch Einfluss der Bewirtschaftung, S. 63). In den extremen Temperaturklassen ($23-25^{\circ}\text{C}$ und $13-15^{\circ}\text{C}$) kommen bei allen Merkmalen nur 1-2 Merkmalsklassen vor, es besteht also eine starke Korrelation. Bei den mittleren Temperaturen ist die Korrelation dagegen gering, es kommen 3-5 Merkmalsklassen in einer Temperaturklasse vor. Die morphologischen Merkmale sind also mit der exponentiellen Mitteltemperatur (von Mitte Juni bis Mitte August in 5 cm Bodentiefe) in ähnlichem Grade, manchmal sogar noch stärker, korreliert wie mit der Höhenlage (Kapitel III.A.).

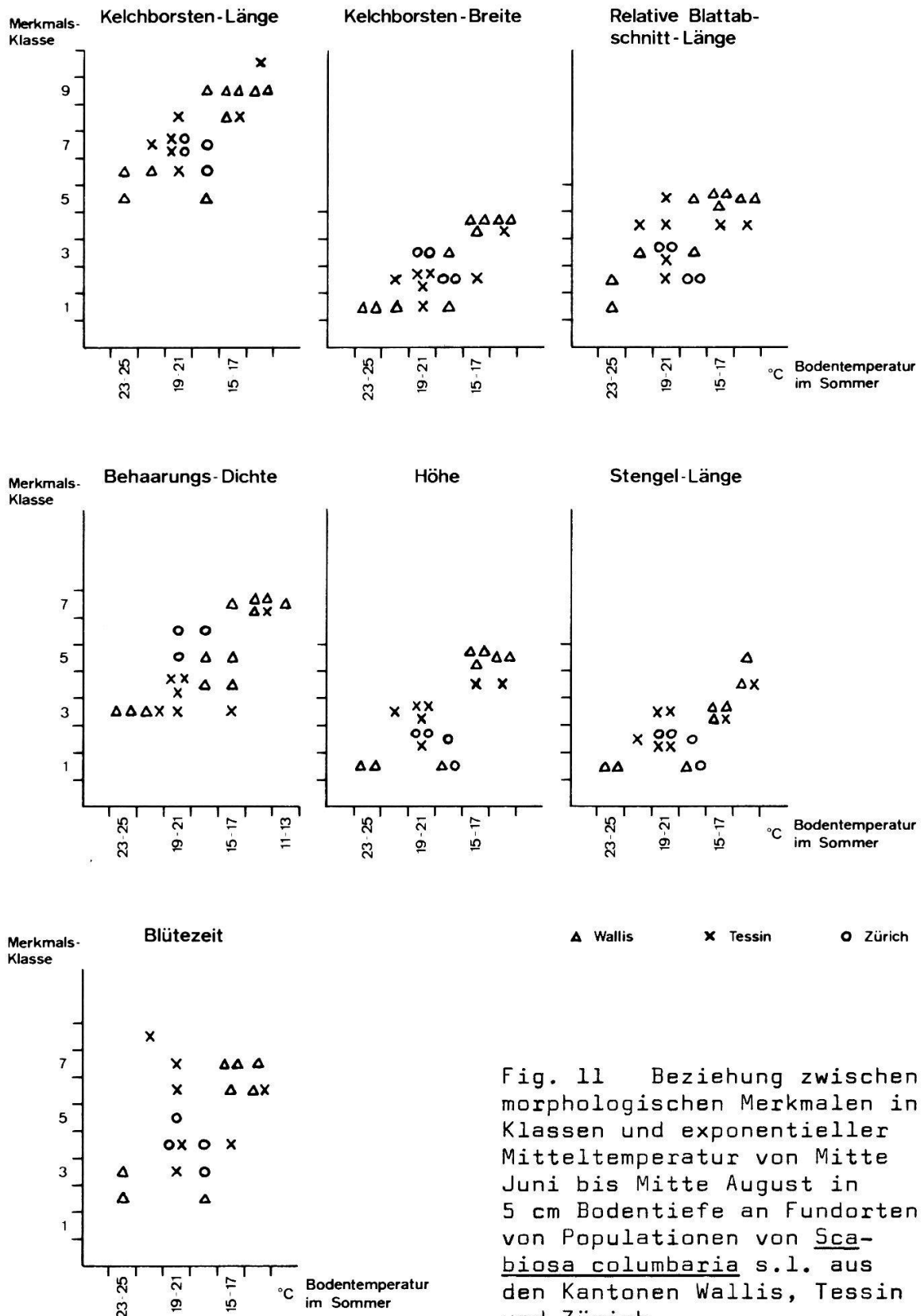


Fig. 11 Beziehung zwischen morphologischen Merkmalen in Klassen und exponentieller Mitteltemperatur von Mitte Juni bis Mitte August in 5 cm Bodentiefe an Fundorten von Populationen von Scabiosa columbaria s.l. aus den Kantonen Wallis, Tessin und Zürich

H. GEOGRAPHISCHE VERBREITUNG

1. Morphologische Merkmale

Im Folgenden ist für das Untersuchungsgebiet (siehe Einleitung und Fig. 12, S. 73) für jedes morphologische Merkmal die grobe geographische Differenzierung (nach Tabelle 2, S. 45-51) angegeben. Bei den Merkmalen Kelchborsten-Länge und Behaarungs-Dichte sind zudem noch Herbaruntersuchungen einbezogen.

a. Kelchborsten-Länge

Zur genaueren Abgrenzung der Verbreitung von kurzen Kelchborsten im Untersuchungsgebiet wurde das Material verschiedener Herbarien (S. 31) durchgesehen (Korrekturen bei Herbarmessungen S. 43). Da es sich dabei um Einzelpflanzen handelt, welche unter unbekannten Bedingungen wuchsen, ist der Vergleich mit den Ergebnissen von kultivierten Populationen erschwert. Deshalb wurden nur sehr kurze Kelchborsten bis zur Klasse 3 als "kurz" notiert. So darf angenommen werden, dass bei einer kultivierten Population vom selben Ort mit grosser Wahrscheinlichkeit ein Klassenwert von nicht mehr als 5 erhalten worden wäre.

Leider hatten nur relativ wenige Herbarpflanzen zur Messung geeignete Kelchborsten. Aus folgenden Gebieten wurden kurze Kelchborsten (bei Herbarpflanzen bis höchstens Klasse 3, bei kultivierten Populationen bis höchstens Klasse 5) gefunden:

Frankreich: Departemente: Bouche du Rhône (Gebiet des Arc), Var (bei Toulon, Gebiet des Argens), Alpes Maritimes (küstennahe Gebiete, Täler des Var und der Roya), Vaucluse (Gebiet der Ouvèze), Basses Alpes (Gebiet des Var), Hautes Alpes (Gebiet des Buech, Durancetal im Gebiet des Queyras).

Schweiz: Kantone: Wallis (Haupttal und tiefere Lagen von Seitentälern), Tessin (Luganersee, untere Leventina), Graubünden (Unterengadin).

Italien: Provinzen: Torino (bei Torino), Bergamo (Lago d'Iseo), Brescia (Brescia), Bolzano (Val Venosta, Valle dell' Isarco).

Die Verbreitung kurzer Kelchborsten beschränkt sich also nach diesen sehr lückenhaften Untersuchungen auf die Täler der südwestlichen Alpen vom Mittelmeer bis etwa zu den Cottischen Alpen, auf den Alpenfuss und das Vorland am Rande gegen die Poebene und auf einige inneralpine Täler. Sehr wahrscheinlich kommt das Merkmal auch im Aostatal vor.

Bei längeren Kelchborsten stehen nur die Ergebnisse von den kultivierten Populationen zur Verfügung: Solche Populationen (ab Klasse 6) fanden sich in fast allen Gebieten (in den Nord-Alpen allerdings erst ab Klasse 8), mit Klasse 9 und 10 aber nur in Gebieten wo auch die alpine Vegetationsstufe vorkommt.

b. Kelchborsten-Breite

Schmale Kelchborsten (Klasse 1) wurden nur bei Populationen aus Süd-Frankreich, aus Gebieten südlich der Alpen und aus den Zentralalpen, dazu noch bei S. ochroleuca gefunden. Die übrigen Klassen (2-5) fanden sich bei Populationen aus fast allen Gebieten (im Süd-Tessin nur bis Klasse 3), Klasse 5 aber nur aus Gebieten mit alpiner Vegetationsstufe.

c. Relative Blattabschnitt-Länge

Die kleinsten Relativen Blattabschnitt-Längen (Klasse 7) wurden bei Populationen aus dem Gebiet Comersee-Bergamasker Alpen gefunden. Klasse 6 fand sich ausserdem bei Populationen aus verschiedenen Gebieten mit alpiner Vegetationsstufe. Die grösseren Verhältnisse (Klassen 5-1) traten bei Populationen aus fast allen Gebieten auf (aus den Nord-Alpen allerdings nur die Klassen 4 und 5; die Klasse 5 nicht aus dem Mittelland und aus Süd-Frankreich; die Klasse 1 nur noch vereinzelt aus Süd-Frankreich, aus dem Wallis und aus der Nordwest-Schweiz).

d. Behaarungs-Dichte

Bei der Behaarungs-Dichte zeigten sich die grössten geographischen Unterschiede. In Figur 12 ist die Verbreitung von stark und mässig

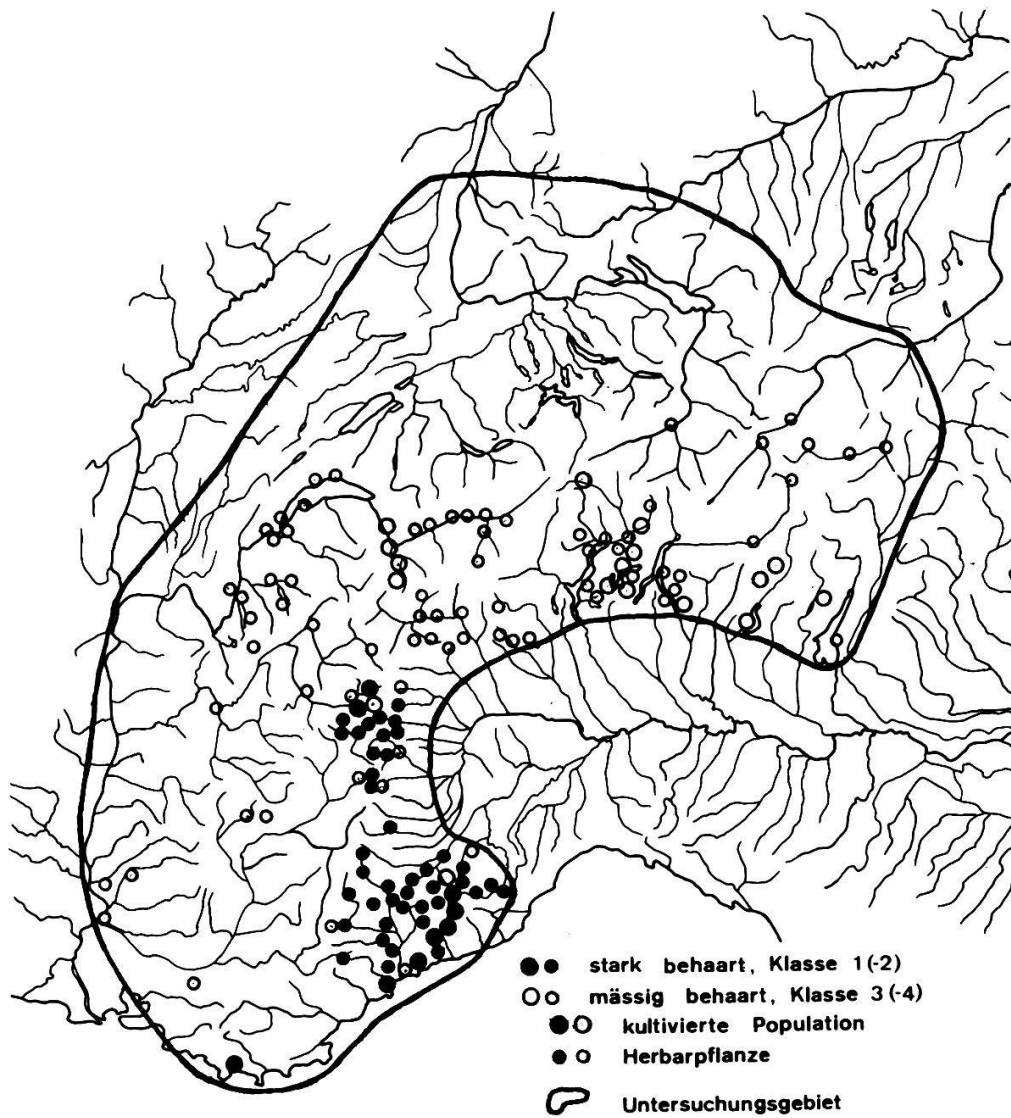


Fig. 12 Verbreitung von stark und mässig behaarten Formen von Scabiosa columbaria s.l. im Untersuchungsgebiet. Nach Herbarmaterial und kultivierten Populationen

behaarten Pflanzen von kultivierten Populationen und von Herbarmaterial aus dem Untersuchungsgebiet dargestellt (Herbarien S. 31, Korrekturen bei Herbarmessungen S. 43). Als stark behaart wurden bezeichnet bei den kultivierten Populationen die Klassen 1 und 2, bei den Herbarmessungen die Klasse 1 (2, aber filzig behaart). Mässig behaarte Pflanzen umfassten bei den kultivierten Populationen die Klassen 3 und 4, bei den Herbarmessungen die Klasse 3 (2, aber nicht filzig behaart). So kann mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass die Ergebnisse der Herbarmessungen jenen entsprechen, die mit kultivierten Populationen erhalten worden wären.

Starke Behaarung kommt in den Südwestalpen vom Mittelmeer bis ins Mont Cenis-Gebiet vor. In den Seealpen tritt fast nur starke Behaarung auf. Mässige Behaarung ist weit verbreitet. Ihre Nordgrenze verläuft etwa vom Genfersee-Gebiet durch die inneralpinen Täler nach Osten. Im Süden kommt sie wohl zum Teil bis nahe ans Mittelmeer vor. Im Departement Alpes Maritimes fehlt sie aber fast völlig. Die grossen Lücken innerhalb des Gebietes mit mässiger Behaarung sind wohl nur auf die zu geringe Zahl der zur Messung verwendbaren Herbarbogen (mit Rosettenblättern) zurückzuführen. Pflanzen mit schwacher oder fehlender Behaarung (Klassen 5-7) wurden am Herbarmaterial nicht näher untersucht. Doch wurde festgestellt, dass solche Formen im Departement Alpes Maritimes praktisch fehlen und erst im Grenzgebiet zum Departement Basses Alpes, am Oberlauf des Var, vereinzelt auftreten. Von da an nordwärts dürften schwach behaarte Formen in höheren Lagen (mindestens ausserhalb des Gebietes der stark behaarten) häufig vorkommen. Die kultivierten Populationen zeigten, dass diese Formen in den Gebieten nördlich der Alpen auch im Tiefland allgemein verbreitet sind.

e. Höhe

Bei der Höhe wurden nur unbedeutende geographische Unterschiede gefunden. Allerdings waren die geringsten Höhen (Klassen 6-8) auf Populationen aus Gebieten mit alpiner Vegetationsstufe beschränkt.

f. Stengel-Länge

Bei der Stengel-Länge liessen sich keine geographischen Unterschiede erkennen. Die kürzesten Stengel (Klassen 5-6) traten nur bei Populationen aus Gebieten mit alpiner Vegetationsstufe auf.

g. Blühbeginn

Späte Blüte (Klassen 1-2) trat bei Populationen aus Süd-Frankreich, aus der Provinz Cuneo und aus dem Wallis mit angrenzendem Gebiet auf. Die übrigen Klassen (3-8) kamen bei Populationen aus fast allen Gebieten vor, allerdings keine sehr früh blühenden aus dem Mittelland (Klassen 6-8) und aus Süd-Frankreich (Klassen 7-8).

h. Blütenfarbe

Rötliche Blütenfarbe trat bei allen Populationen ab 1200 m Höhe aus den Seealpen (S. vestita), bei den S. vestita-Populationen aus dem Mont Cenis-Gebiet und den S. dubia-Populationen aus den Bergamasker Alpen auf. Ausserdem hatten noch eine weitere Population aus dem Mont Cenis-Gebiet (S. lucida) und eine Population aus dem Süd-Tessin (S. portae) mehrheitlich rötliche Blüten.

i. Verzweigungsordnung

Geringe Verzweigung trat bei einzelnen Populationen aus fast allen Gebieten auf.

k. Andere Gebiete

Bei den Populationen von ausserhalb des Untersuchungsgebietes (Aethiopien, Spanien, Apennin, Oesterreich, BRD, DDR, Grossbritannien, Dänemark, Schweden) traten bei allen Merkmalen (ausser Behaarungs-Dichte) meist Klassenwerte auf, die im Untersuchungsgebiet allgemein verbreitet sind.

Ausnahmen: Bei Population 110 aus Spanien wurde bei der Kelchborsten-Länge der hohe Klassenwert von 10 festgestellt, der sonst nur bei Populationen aus dem alpinen Bereich vorkam. Bei der

Kelchborsten-Breite trat dagegen der Extremwert 1 auf, der somit an die südliche Verbreitung im Untersuchungsgebiet anschliesst. Bei den Populationen 132-135 aus dem Apennin-Gebiet war die von 5 auf meist 1-3, zum Teil bis 0 reduzierte Kelchborsten-Zahl auffällig (S. uniseta!). Als weitere Besonderheit traten sehr kleine Relative Blattabschnitt-Längen (bis Klasse 7) auf, wie sie sonst nur noch im Gebiet Comersee-Bergamasker Alpen gefunden wurden. Der Blühbeginn war ziemlich spät, vergleichbar mit jenem von Populationen aus Süd-Frankreich. Ebenso spät blühten auch die Populationen aus Grossbritannien.

Die Behaarung war bei der Population aus Spanien stark (wie in Süd-Frankreich), bei den Populationen aus dem Apennin mässig (wie auf der Alpensüdseite und im Wallis) und bei den Übrigen aus Aethiopien, Oesterreich, der BRD, der DDR, Grossbritannien, Dänemark und Schweden schwach (wie in den nördlichen Alpen und deren Vorland).

2. Arten

Die Artzugehörigkeit der Populationen wurde unter Benützung der morphologischen Messungen und unter Berücksichtigung des geographischen Herkommens nach der auf S. 8 angegebenen Literatur bestimmt. Die Grenzziehung und die Bezeichnung von Uebergangsformen waren auch durch die vorliegende, zum Teil sehr lückenhafte, Auswahl von Populationen beeinflusst. Die Abgrenzung der Arten lässt sich aus den Figuren 13-15 und aus Tabelle 4 erkennen (vergleiche auch den Schlüssel, S. 112-113).

In den Figuren 13-15 sind für alle Populationen (ausser jenen von S. ochroleuca, S. "Aethiopien", S. uniseta und S. tomentosa) die 4 Merkmale Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relative Blattabschnitt-Länge und Behaarungs-Dichte dargestellt. Es handelt sich immer um Populationsdurchschnitte, die auf ganzzahlige Klassenwerte gerundet sind. Die Artzugehörigkeit ist durch eine besondere Signatur angegeben.

In Tabelle 4 sind für die in den Figuren 13-15 dargestellten Arten die Intervalle der Merkmalsklassen und des Index (= Summe der 4 Klassenwerte von Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relativer Blattabschnitt-Länge und Behaarungs-Dichte) angeführt.

a. Scabiosa lucida

Die Populationen von S. lucida stammen vorwiegend aus den Nord- und Zentral-Alpen, dazu eine Population aus dem Nord-Tessin und eine aus dem Mont Cenis-Gebiet. Sie sind in geographischem Kontakt mit Populationen von S. columbaria in den Nord-Alpen, von S. portae und S. gramuntia im Tessin, von S. gramuntia im Wallis und von S. vestita im Mont Cenis-Gebiet. Aus Figur 13 und Tabelle 4 wird deutlich, dass mindestens bei den 4 dargestellten Merkmalen S. lucida und S. columbaria stetig ineinander übergehen, wobei sich die einzelnen Merkmalsbereiche stark überschneiden (bei der Behaarungs-Dichte besteht gar kein Unterschied). Von den übrigen geographisch benachbarten Arten (S. portae, S. gramuntia

Kelchborsten-Länge

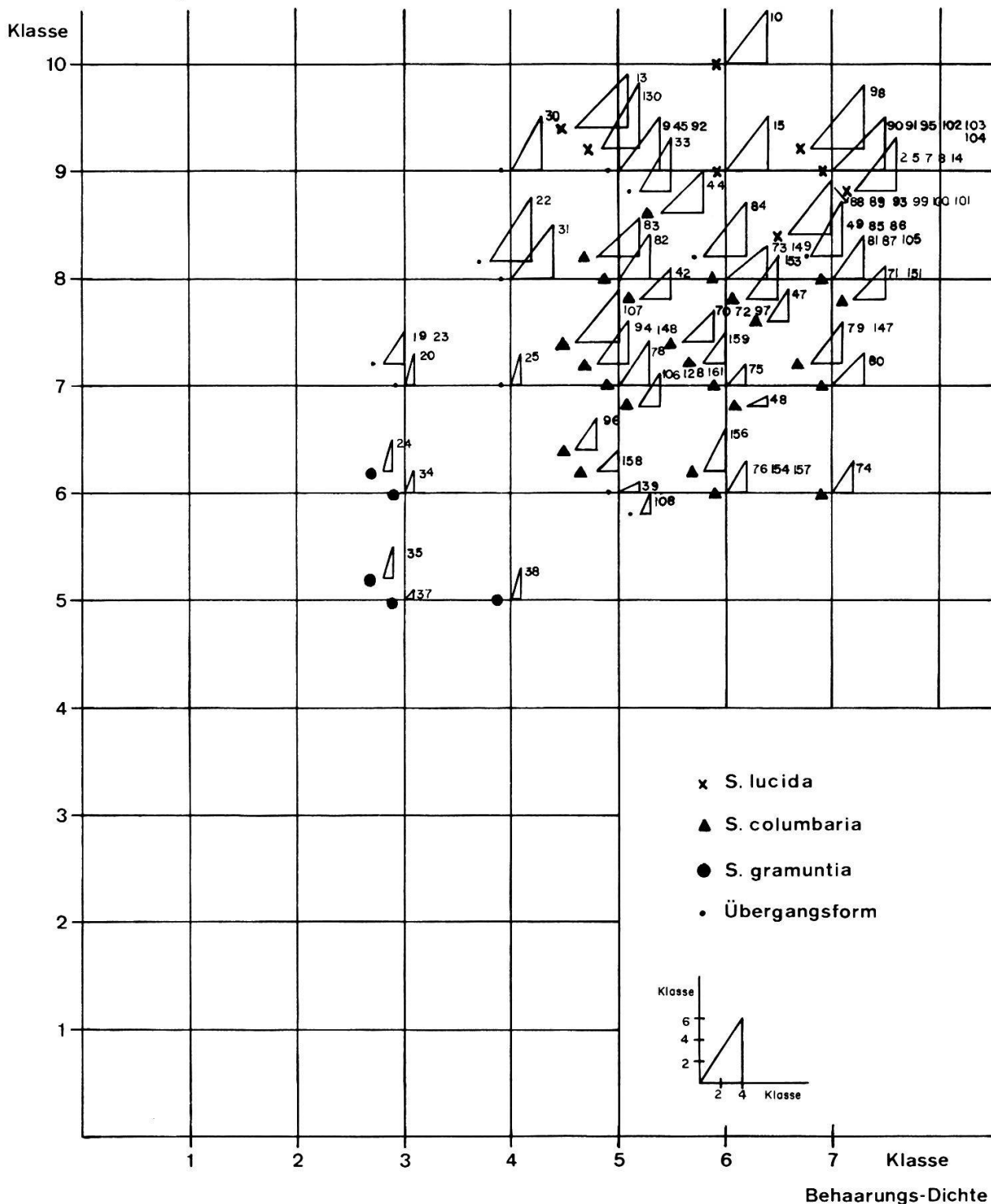


Fig. 13 Arten und Kombination von 4 Merkmalen bei Populationen von Scabiosa columbaria s.l. aus dem Gebiet von den Zentral-Alpen bis nach Nord- und West-Europa. Dreiecke mit Fundortnummern: Abszisse = Kelchborsten-Breite, Ordinate = Relative Blattabschnitt-Länge

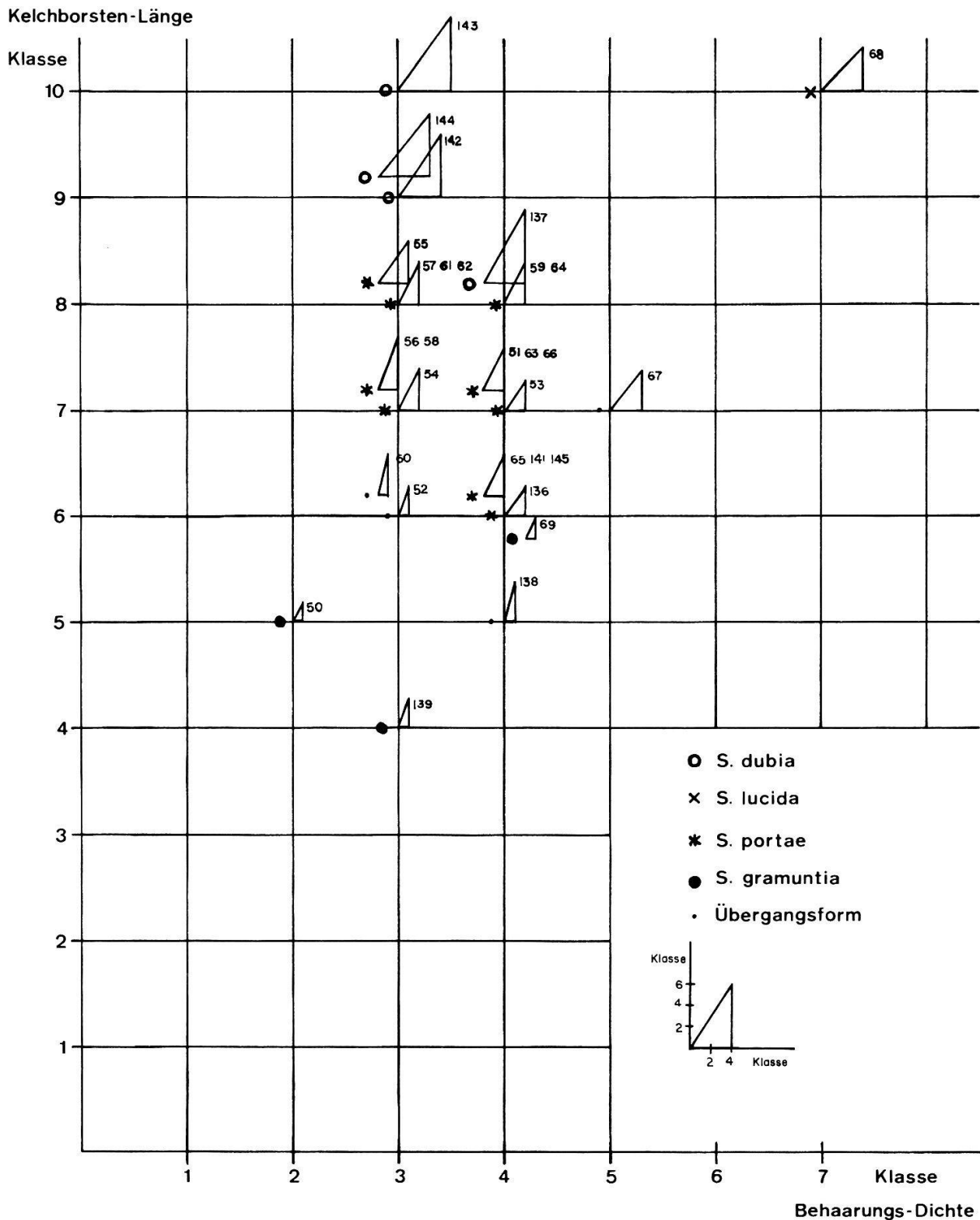


Fig. 14 Arten und Kombination von 4 Merkmalen bei Populationen von *Scabiosa columbaria* s.l. aus dem Gebiet der Süd-Alpen vom Tessin bis zum Gardasee. Dreiecke mit Fundortnummern: Abszisse = Kelchborsten-Breite, Ordinate = Relative Blattabschnitt-Länge

Kelchborsten-Länge

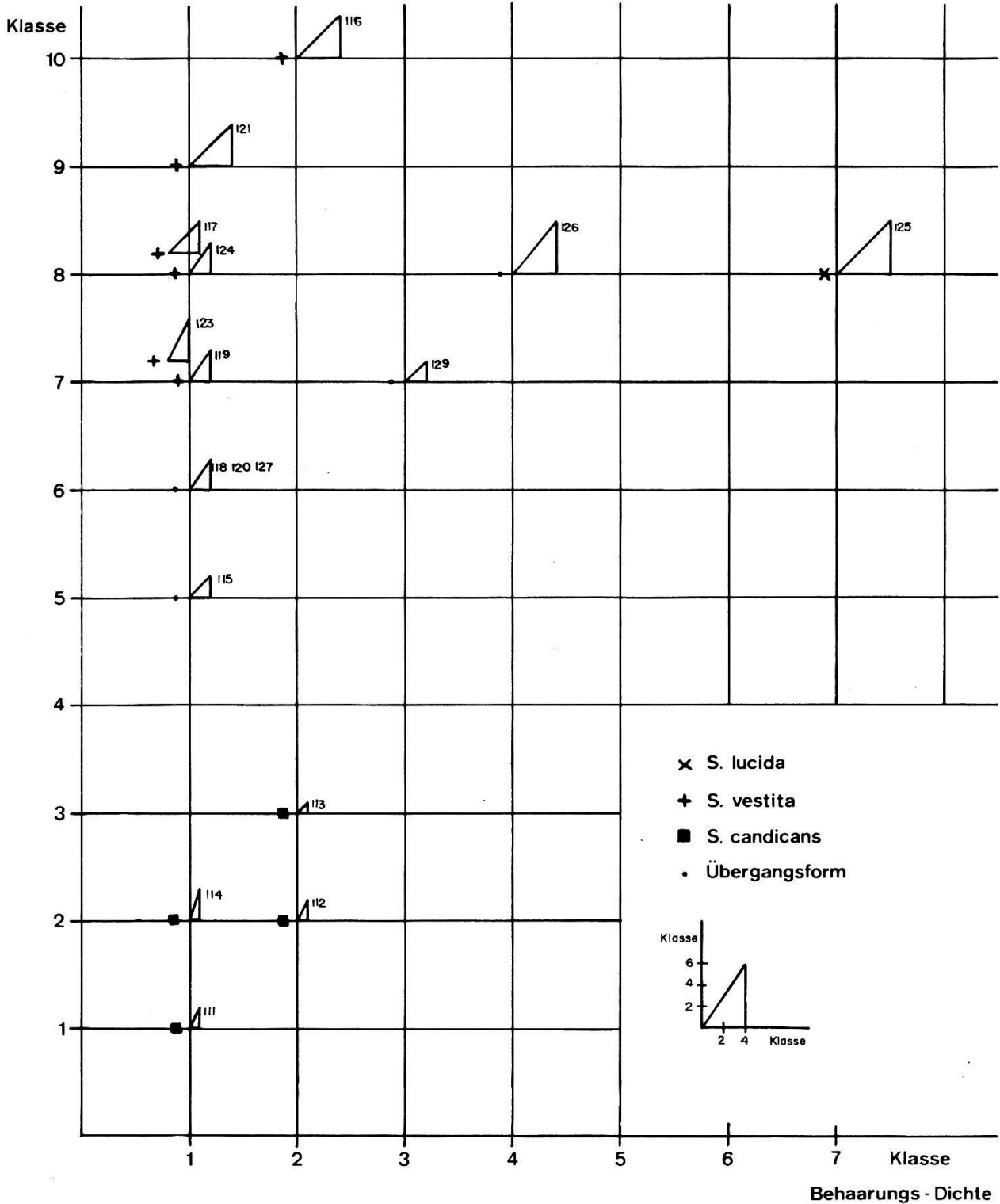


Fig. 15 Arten und Kombination von 4 Merkmalen bei Populationen von *Scabiosa columbaria* s.l. aus dem Gebiet der Südwest-Alpen vom Mont Cenis-Gebiet bis zum Mittelmeer. Dreiecke mit Fundortnummern: Abszisse = Kelchborsten-Breite, Ordinate = Relative Blattabschnitt-Länge

Tabelle 4 Intervalle der Merkmalsklassen bei den in den Figuren 13-15 dargestellten Arten von Scabiosa columbaria s.l.

Art	Anzahl Popula- tionen	Intervall (Minimum - Maximum) in Klassen				
		K - L	K - B	L / B	H - D	Index
<u>S. lucida</u>	23	8 -10	4 - 5	4 - 6	5 - 7	24-27
<u>S. columbaria</u>	36	6 - 9	2 - 4	1 - 5	5 - 7	15-22
<u>S. portae</u>	17	6 - 8	2 - 3	3 - 5	3 - 4	15-19
<u>S. gramuntia</u>	8	4 - 6	1	1 - 3	3 - 4	10-13
<u>S. vestita</u>	6	7 -10	2 - 4	3 - 4	1 - 2	13-20
<u>S. candicans</u>	4	1 - 3	1	1 - 3	1 - 2	5- 7
<u>S. dubia</u>	4	8 -10	4 - 5	6 - 7	3 - 4	22-25

K - L : Kelchborsten-Länge

K - B : Kelchborsten-Breite

L / B : Relative Blattabschnitt-Länge

H - D : Behaarungs-Dichte

Index : Summe der 4 Klassenwerte der obigen Merkmale

Anmerkung: Die Klassenwerte der Population 52 fallen alle noch in den oben für S. gramuntia angegebenen Bereich. Sie wurde aber in Figur 14 als Uebergangsform zu S. portae bezeichnet, da Blattform und -teilung ähnlich wie bei S. portae waren (Klassenwert der Relativen Blattabschnitt-Länge nahezu = 4).

und S. vestita) unterscheidet sich S. lucida deutlich durch die Behaarungs-Dichte, von S. portae und S. gramuntia auch durch die Kelchborsten-Breite und von S. gramuntia auch durch die Kelchborsten-Länge und die Relative Blattabschnitt-Länge.

b. Scabiosa columbaria

Die Populationen von S. columbaria stammen aus den tieferen Lagen von den Nord-Alpen bis nach Nord- und West-Europa. Sie sind in geographischem Kontakt mit S. lucida im Alpengebiet und mit S. gramuntia im Gebiet zwischen Nord- und Zentral-Alpen. Von S. gramuntia unterscheiden sie sich deutlich durch die Behaarungs-Dichte und die Kelchborsten-Breite, während bei der Kelchborsten-Länge und der Relativen Blattabschnitt-Länge sich die Merkmalsbereiche überschneiden.

c. Scabiosa portae

Die Populationen von S. portae stammen aus den Süd-Alpen vom Tessin bis zum Gardasee. Sie sind in geographischem Kontakt mit Populationen von S. lucida, S. gramuntia und S. dubia. Von S. gramuntia unterscheiden sie sich in der Kelchborsten-Breite, etwas weniger deutlich in der Kelchborsten-Länge und in der Relativen Blattabschnitt-Länge und gar nicht in der Behaarungs-Dichte. Gegenüber S. dubia sind Kelchborsten-Breite und Relative Blattabschnitt-Länge gute Unterscheidungsmerkmale, etwas weniger gut ist die Kelchborsten-Länge, während die Behaarungs-Dichte keine Unterschiede zeigt.

d. Scabiosa gramuntia

Die Populationen von S. gramuntia stammen aus den Zentral- und Süd-Alpen. Sie sind in geographischem Kontakt mit S. lucida, S. columbaria, S. portae und S. dubia. Von S. dubia unterscheiden sie sich sehr deutlich in den Merkmalen Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite und Relative Blattabschnitt-Länge. In der Behaarungs-Dichte besteht kein Unterschied.

e. Scabiosa vestita

Die Populationen von S. vestita stammen aus dem Mont Cenis-Gebiet und aus den Seealpen in Süd-Frankreich. Sie sind in geographischem Kontakt mit S. lucida und S. candicans. Von S. candicans unterscheiden sie sich deutlich in der Kelchborsten-Länge und in der Kelchborsten-Breite. Bei der Relativen Blattabschnitt-Länge bestehen nur geringe, bei der Behaarungs-Dichte keine Unterschiede. Auch beim Merkmal Blütenfarbe besteht ein deutlicher Unterschied: Alle 6 Populationen von S. vestita hatten mehrheitlich rötliche Blüten, während bei den 4 Populationen von S. candicans immer mehrheitlich violettblaue bis lilafarbene Blüten beobachtet wurden.

f. Scabiosa candicans

Die Populationen von S. candicans stammen aus tieferen Lagen in Süd-Frankreich. Sie sind in geographischem Kontakt mit S. vestita.

g. Scabiosa dubia

Die Populationen von S. dubia stammen aus subalpinen bis montanen Lagen im Gebiet Comersee-Bergamasker Alpen. Sie sind in geographischem Kontakt mit S. portae und S. gramuntia.

h. Uebergangsformen

Zwischen fast allen miteinander in geographischem Kontakt stehenden Arten wurden auch mehr oder weniger deutliche Uebergangsformen gefunden (Figuren 13-15). Einzig zwischen S. dubia und S. portae, beziehungsweise S. gramuntia konnte keine Uebergangsform festgestellt werden, was aber wohl darauf zurückzuführen ist, dass im fraglichen Gebiet (Bergamasker Alpen) nur ganz wenige Populationen untersucht wurden.

Bei Arten mit relativ geringen morphologischen Unterschieden (S. lucida und S. columbaria und, wenn auch weniger untersucht, S. portae und S. gramuntia) wurden fast lückenlos alle Uebergangs-

formen gefunden. Die zu S. lucida ähnlichsten S. columbaria-Populationen und die Uebergangsformen stammen zum grössten Teil aus dem Gebiet der Nord-Alpen, die am deutlichsten von S. lucida verschiedenen S. columbaria-Populationen dagegen aus Nord- und West-Europa, dem Schweizerischen Mittelland und der Nord-Schweiz. Die Grenzziehung zwischen S. lucida und S. columbaria und die Bezeichnung als Uebergangsform bleibt so weitgehend Ermessenssache.

Bei morphologisch deutlich verschiedenen Arten (S. lucida und S. gramuntia) waren die Uebergangsformen in bezug auf die Indexzahl meist in der Nähe der einen oder anderen Art; es zeigten sich also bei einzelnen Merkmalen Genintrogressionen der zweiten Art (siehe Uebergangsformen in Figur 13 mit Behaarungsdichten von Klasse 3 und 4, alle aus dem Wallis).

Es ist anzunehmen, dass in Kontaktgebieten dreier Arten (zum Beispiel S. lucida, S. columbaria und S. gramuntia zwischen Nord- und Zentral-Alpen) auch Uebergangsformen zwischen allen drei Arten auftreten. Da aber die drei Arten nicht allseitig deutlich getrennt sind, ist es kaum möglich, innerhalb der untersuchten Populationen solche Formen eindeutig festzustellen.

J. ZUSAMMENFASSUNG DER BEZIEHUNGEN ZWISCHEN MORPHOLOGIE UND ÖKOLOGIE

Die 9 an kultivierten Populationen untersuchten morphologischen Merkmale hängen in verschiedener, zum Teil ähnlicher Weise von mehreren der untersuchten, meist miteinander verknüpften, ökologischen Faktoren an den Fundorten und von der geographischen Lage ab.

Bei den 7 quantitativen Merkmalen nehmen im allgemeinen die Klassenwerte mit ansteigender Höhenlage und abnehmendem exponentiellen Temperaturmittel im Oberboden zu. Bei nördlicher Exposition und starker Vegetationsbedeckung treten schon in niedrigen Höhenlagen die höchsten Klassenwerte auf (nur bei Kelchborsten-Länge, Kelchborsten-Breite, Relativer Blattabschnitt-Länge und Behaarungs-Dichte untersucht). Die tiefsten Klassenwerte werden nur in den südlichen Teilen des Untersuchungsgebietes, auf der Alpensüdseite und in den Zentralalpen erreicht. Diese Beziehungen gelten im allgemeinen für Kelchborsten-Länge und Kelchborsten-Breite. Bei der Behaarungs-Dichte überwiegt dagegen die geographische Differenzierung zwischen südlichen und nördlichen Gebieten. Umgekehrt ist die geographische Differenzierung bei Höhe und Stengel-Länge unbedeutend gegenüber den anderen Beziehungen. Bei der Relativen Blattabschnitt-Länge und beim Blühbeginn zeigen neben diesen Beziehungen Populationen von Mähwiesen deutlich höhere Klassenwerte.

Rötliche Blütenfarbe scheint auf bestimmte südliche Gebiete von den Seealpen bis zu den Bergamasker Alpen und auf Höhen oberhalb 1200 m beschränkt zu sein. Geringe Verzweigung tritt vor allem in höheren Lagen oder auf Mähwiesen auf.

Die beiden im Oberboden untersuchten Faktoren pH-Wert und Stickstoffversorgung lassen keine Beziehung zur Morphologie erkennen. Dagegen dürften wohl noch andere Faktoren, die nicht direkt untersucht werden konnten, wie Wasser, beziehungsweise Trockenheit, einen Einfluss auf die morphologischen Merkmale haben.

Die kultivierten Populationen (mit Ausnahme jener von S. ochroleuca, S. "Aethiopien", S. uniseta und S. tomentosa) wurden mit 4 Merkmalen dargestellt und 7 Arten zugeordnet (S. lucida, S. columbaria, S. portae, S. gramuntia, S. vestita, S. candicans, S. dubia). Diese Arten sind geographisch mehr oder weniger getrennt, treten aber in vielen Gebieten miteinander und mit Uebergangspopulationen in Kontakt. Bei morphologisch deutlich verschiedenen Arten (S. lucida und S. gramuntia, im Wallis) sind die Uebergangspopulationen meist der einen der beiden Arten ähnlich.