©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Phyton (Austria)	Vol. 14	Fasc. 3—4	239—249	28. I. 1972

Die erhöhte Sukkulenz bei Serpentinpflanzen

Von

Hilda RITTER-STUDNIČKA *)

Mit 8 Abbildungen

Durch vergleichendes Untersuchen von Pflanzen ein und derselben Art, die von kalkreichen Unterlagen und von Serpentin stammen, wurde beabsichtigt, den Ursachen mancher kennzeichnender Eigentümlichkeiten der Pflanzendecke über Serpentin näher zu kommen.

Um den Einfluß anderer Faktoren möglichst weitgehend auszuschließen, sind für die Entnahme des Versuchsmaterials Örtlichkeiten gewählt worden, wo kalkreiche Unterlagen unmittelbar an Serpentin grenzen. Auf diese Weise können zwischen den beiden Standorten, mit Ausnahme des Substrats, keine wesentlichen Unterschiede bestehen bezüglich der Niederschlagsmenge, der Temperatur, Seehöhe, Exposition usw., bzw. den verschiedenartigen Umweltbedingungen, die diese Faktoren nach sich ziehen.

Material und Methoden

Wie bereits erwähnt, stammt das Pflanzenmaterial von Standorten, wo verschiedenartige Substrate direkt zusammentreffen (Serpentin mit Dolomit oder Kalk). Von beiden Unterlagen wurde das benötigte Pflanzenmaterial am gleichen Tag und zur gleichen Tageszeit eingesammelt. Die anatomischen Untersuchungen sind an Pflanzenteilen von möglichst gleichen Dimensionen und stets an Exemplaren durchgeführt worden, die sich im gleichen physiologischen Entwicklungsstadium befanden. Die Epidermis der Blätter ist aus der Blattmitte, rechts und links vom Hauptnerven entnommen worden, die Blätter selbst stets aus der gleichen Insertionshöhe am Stengel. Das Material für anatomische Zwecke wurde meist noch am Standort in der FAO-Mischung konserviert.

Der Rohfasergehalt der Pflanzen wurde nach 10 Minuten Kochen in 5% H_2SO_4 und 5% KOH gewonnen und nach dem Trocknen und Veraschen bestimmt (NEHRING in STEUBING 1965), die quantitativen Zellsaftanalysen nach Methoden die KINZEL anwendete und teilweise ausarbeitete (KINZEL 1963), die Bestimmungen des Ca und Mg in der Asche gleichfalls komplexometrisch nach ihrem Aufschluß in HCl.

*) Dr. Hilda RITTER-STUDNIČKA, Štrosmajerova 6/II, YU-71000 Sarajevo.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die vergleichenden anatomischen Untersuchungen haben gezeigt, daß sich die Exemplare auf Serpentin gegenüber Pflanzen von kalkreichen Unterlagen in bestimmten Merkmalen unterscheiden: die Zellen mancher parenchymatischer Gewebe und insbesondere der Epidermis sind größer, ihre Seitenwände sind schwächer gewellt und die Zahl der Stomata sinkt

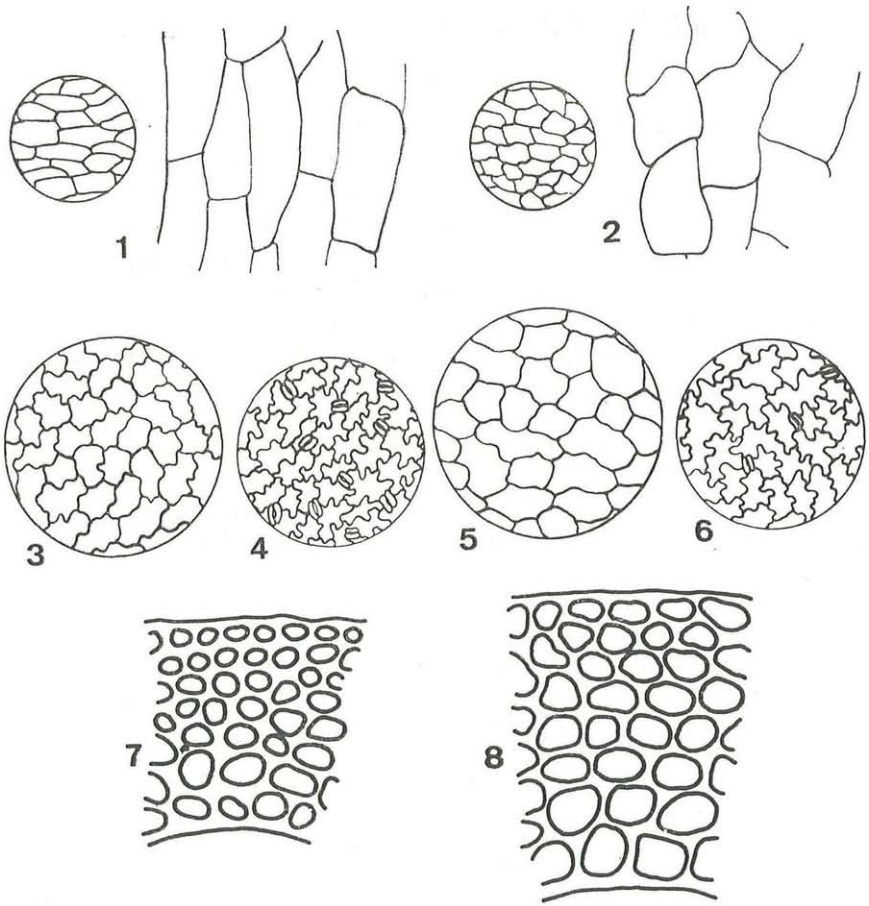

Abb. 1—2: Epidermis der Fahne von *Genista silvestris* Scop. subsp. *dalmatica* (Bartl.) Lindb. var. *dinarica* (Janch.) Hayek von der Džermanica bei Višegrad. Vergr. links 75×, rechts 300×. (Abb. 1 von Dolomit, Abb. 2 von Serpentin). — Abb. 3—6: *Symphyandra hofmanni* Pant. aus dem Suhatal im Gostovićgebiet. (Abb. 3 Blattoberseite und Abb. 4 Blattunterseite von Kalk) (Abb. 5 Blattoberseite und Abb. 6 Blattunterseite von Serpentin). — Abb. 7—8: *Sedum acre* L. aus der Umgebung von Maglaj. Chlorenchym des Stengels. (Abb. 7 von Kalk, Abb. 8 von Serpentin).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

pro Flächeneinheit. Auch im Blattquerschnitt finden Veränderungen statt, die meist in verlängerten, schmäleren Palisadenzellen zum Ausdruck kommen, die dicht aneinandergefügt sind, während das Schwammparenchym in breiterer Schicht entwickelt ist oder seine Zellen Palisadencharakter aufweisen.

Analoge Merkmale sind an mesomorphen Pflanzen aufgetreten, an denen der Einfluß der Ernährung auf die Entstehung von Xeromorphosen untersucht wurde. Sie sind durch eine gesteigerte Nährsalzkonzentration entstanden. Das Ergebnis wurde als Sukkulenz bezeichnet, worunter weniger ein hoher Wassergehalt als vielmehr eine bestimmte Struktur verstanden wurde (MOTHES 1932).

Verschiedene Beispiele dieser Art von Sukkulenz, die sich im Parenchymring der Stengel, in der Epidermis der Blätter und Stengel, in subepidermalen Geweben und im Rindenparenchym nachweisen ließ, sind an anderer Stelle besprochen und abgebildet worden (RITTER-STUDNIČKA 1964). Doch handelte es sich bei der Mehrzahl dieser Pflanzen um ausdauernde Arten, die während einer langen Zeitdauer dem Einfluß der verschiedenartigen Unterlagen ausgesetzt waren und ihnen Nährstoffe entzogen. Die gleichen Unterschiede sind aber auch an kurzlebenden, ein- und zweijährigen Arten beobachtet worden und sogar im Gewebe von Blütenteilen, die ja nur wenige Tage in Funktion stehen, woraus geschlossen werden kann, daß diese Art von Sukkulenz eine spezifische Eigenschaft der Pflanzen auf Serpentin ist und nicht erst im Laufe der Zeit, durch langwährende Speicherung von Nährsalzen auftritt.

Die vergrößerten, gedehnten Zellen der Epidermis der Fahne von *Genista dalmatica* sind aus Abb. 2 ersichtlich, während die gleiche Erscheinung wie auch die schwächer gewellten Seitenwände der Zellen aus der Epidermis der Ober- und Unterseite des Blattes von *Symphyandra hofmanni* in Abb. 5 und 6 wiedergegeben sind, aus der ferner noch die Abnahme der Stomatazahl zu ersehen ist. Weitere Daten bezüglich des letztgenannten Merkmals sind in Tabelle 1 angeführt, bei denen es sich um Durchschnittswerte handelt, die aus ungefähr 10 Bestimmungen gewonnen wurden.

Bei manchen Pflanzenarten auf Serpentin, und insbesondere bei ihren Serpentinsippen entwickeln sich etwas dickere, sukkulentere Blätter, was schon mit freiem Auge wahrgenommen werden kann, wie beispielsweise bei *Lotus corniculatus* L. f. *serpentini* NOVÁK, *Silene willdenowii* SWEET var. *serpentina* RITT.-STUDN., *Galium mollugo* L., *Leucanthemum maximum* (RAM.) DC. var. *crassifolium* FIORI: dagegen waren bei sämtlichen Arten, die anläßlich unserer Arbeit untersucht worden sind, die Unterschiede in den Dimensionen ihrer Querschnitte bei weitem nicht so ausgeprägt wie es bei sukkulent-mesomorphen Blättern nach MOTHES 1932 der Fall war oder durch Salz- oder Strahlensukkulenz von BIEBL & WEISSENBÖCK 1968 erzielt wurde.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle 1

Pflanzenname	Anzahl der Stomata auf 1 mm² Epidermis von der			
	Unterseite des Blattes		Oberseite des Blattes	
	Serpentin	Kalk oder Dolomit	Serpentin	Kalk oder Dolomit
Silene nutans L.	104	152	96	120
Genista silvestris SCOP. subsp. *dalmatica* (BARTL.) LINDB.	80	88	72	104
Symphyandra hofmanni PANT.	80	168	—	—
Polygala supina SCHREB.	64	80	80	112
Silene cucubalus WIBEL		104		72
Silene willdenowii SWEET var. *serpentina* RITT-STUDN.	40		40	

Wie bereits erwähnt, werden die Palisadenzellen bei Serpentinpflanzen länger und schmäler, der Palisadencharakter setzt sich mitunter im Schwammparenchym fort wie bei *Lotus corniculatus*, die Bereicherung der Palisadenschicht um eine Zellenreihe konnte bei *Calamintha alpina* subsp. *hungarica* beobachtet werden, doch sind häufig im Schwammparenchym von Serpentinpflanzen auch größere Interzellularräume festgestellt worden, so bei letzgenannter Art, ferner bei *Polygala supina* und *Teucrium montanum*, was mit den weitlumigen Zellen in den Parenchymringen der Stengel im Einklang steht. Dieser Bau würde einen rascheren Gasaustausch ermöglichen; es konnte auch tatsächlich bei Versuchen im Zusammenhang mit der Glaukeszenz festgestellt werden, daß der anfängliche Wasserverlust bei abgeschnittenen Sprossen von Serpentinpflanzen jenen von kalkbewohnenden Exemplaren übertraf — bis das Schließen der Stomata einsetzte (RITTER-STUDNIČKA 1967). Serpentinpflanzen scheinen sich demnach den stark schwankenden Umweltbedingungen, die auf diesem Substrat bestehen (wie beispielsweise das rascher erfolgende Trocknen des Bodens nach Niederschlägen und das Erhitzen des Gesteins) leichter anpassen zu können, während sie durch das dichtgefügte Palisadengewebe vor zu viel Licht und dessen Eindringen in das Blattgewebe besser geschützt sind.

Bezüglich der Blattdicke entsprechen die Blätter von Serpentinpflanzen jenem sukkulent-mesomorphem Bau, der von MOTHES mit hoher Nährstoffkonzentration aber geringen Stickstoffgaben erzielt wurde. Die Umweltbedingungen auf dem trockenen, heißen Serpentin sind jedenfalls im Blattbau der sie bewohnenden Pflanzen zum Ausdruck gekommen, über den sich zusammenfassend sagen läßt, daß er bezüglich der Größe und

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Form der Epidermiszellen und der verringerten Anzahl der Stomata sukkulent-mesomorphem Bau und bezüglich jener des Blattmesophylls und der Dimensionen sukkulent-xeromorpher Struktur entspricht.

Die strukturelle Sukkulenz kann von verschiedenen Faktoren hervorgerufen werden, von denen u. a. erhöhte Mengen von organischen Säuren wie auch von Kationen dafür verantwortlich gemacht werden. Beides ist bei Pflanzen, die auf Serpentin wachsen, der Fall, wie es aus einigen Beispielen, die in Tabelle 2 wiedergegeben sind, entnommen werden kann.

Die Menge der Gesamtkationen ist im Zellsaft serpentinbewohnender Pflanzen meist höher, was auch bei der Summe des Ca + Mg der Fall ist und durch die höheren Mg-Mengen verursacht wird. Ebenso sind die Mengen der Gesamtsäure und häufig auch der freien Säure daselbst höher. Mit den erhöhten Konzentrationen der Zellsäfte gehen erhöhte osmotische Werte einher, deren Unterschiede zwischen Pflanzen kalkreicher Unterlagen von (0.50) 1.20 bis 2.53 Atmosphären betragen (Ritter-Studnička 1970).

Änderungen des Ionenverhältnisses können gleichfalls Strukturveränderungen zur Folge haben; eine Verschiebung des Verhältnisses Ca:K zugunsten des Ca kann xeromorphe und überbetonte K-Ernährung kann meso- bzw. hygromorphe Strukturen hervorrufen.

Das K ist im Rahmen vorliegender Untersuchung nicht bestimmt worden; doch können schon wegen der Armut dieses Elements im Muttersubstrat keine bedeutenden Mengen in serpentinbewohnenden Pflanzen erwartet werden. Ähnliche Strukturveränderungen könnten jedoch auch

Tabelle 2

Pflanzenart	Unterlage	Mval auf 1 Liter Frischwassergehalt					
		Gesamt-Säure	Freie Säure	Gesamt-Kationen	Ca + Mg	Ca	Mg
Artemisia alba Turra	S+	546	168	378	258	145	113
subsp. *lobelii* (All.) Gams	Ca+	524	120	404	201	142	59
Lotus corniculatus L.	S	632	79	553	466	187	279
	Ca	487	38	449	323	215	108
Silene nutans L.	S	1000	137	863	500	—	500
	Ca	800	90	710	306	—	306
Potentilla tommasiniana F. Schultz	S	1016	254	762	610	242	368
	D+	798	133	665	527	283	244
Dorycnium germanicum (Gremli) Rouy	S	622	143	479	318	146	172
	Ca	473	147	326	230	170	60
Galium purpureum L.	S	924	239	685	390	193	197
	Ca	687	182	505	232	164	68

S+ = Serpentin, Ca+ = Kalk, D+ = Dolomit.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

durch die großen Mg-Mengen hervorgerufen werden, da dieses Element eine intermediäre Funktion zwischen dem K und Ca einnimmt. Da jedoch dem Ca eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung xeromorpher Merkmale zugeschrieben wird, so kann durch seine geringeren Mengen allein die schwächere Ausbildung des Pflanzengerüstes der Zellwände und der gesamten mechanischen Elemente bzw. der sukkulent-mesomorphe Bau erklärt werden.

Die Nervatur der Blätter, die bei mesomorphen Strukturen schwächer entwickelt sind, konnte aus technischen Gründen nicht bestimmt werden, doch wurde statt dessen der Rohfasergehalt der Pflanzen bestimmt, wodurch gleichfalls die unterschiedlichen Mengen der mechanischen Gewebe in ihrer Gesamtheit zum Ausdruck kommen müssen.

Die Resultate sind in Tabelle 3 wiedergegeben. Daraus ist zu entnehmen, daß der Rohfasergehalt bei der Mehrzahl der untersuchten Pflanzenarten an Exemplaren von kalkreichen Unterlagen größer ist. Dies steht mit den Ergebnissen der anatomischen Untersuchungen im Einklang, wonach Pflanzen auf Dolomit oder Kalk reicher an mechanischem Gewebe sind, sei es daß es sich um die Stärke der Kutikula, der Zellwände oder der Collenchymstränge in den Kanten der Stengel, den Bastfaserbelag oder den

Tabelle 3

Pflanzenart	Rohfasergehalt in % des Trockengewichtes		
	Serpentin	Dolomit	Kalk
Teucrium montanum L.	26.61	30.85	
Corydalis leiosperma Con.	8.57		11.10
Lotus corniculatus L.	29.79		31.52
Satureja thymifolia Scop.	12.62		15.24
Alyssum murale W. K.	19.10		19.84
Artemisia alba Turra subsp. *lobelii* (All.) Gams	14.83	15.74	
Tunica saxifraga (L.) Scop.	34.64		37.06
Dorycnium germanicum (Gremli) Rouy	18.95		19.31
Euphorbia glabriflora Vis.	16.92	18.53	
Potentilla tommasiniana F. Schultz	23.44	22.51	
Calamintha alpina (L.) Lam. subsp. *hungarica* (Simk.) Hay.	31.18		30.72
Sedum rupestre L. subsp. *ochroleucum* (Chaix) Hegi & Schmid	26.90		30.12
Sedum boloniense Lois.	11.76		21.84
Sedum maximum (L.) Hoffm.	7.48		16.70

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Xylemring handelt. Letztere sind nicht nur in ihrer gesamten Breite gegenüber serpentinbewohnenden Pflanzen mächtiger entwickelt; auch die Verdickung der Zellwände selbst ist meist wesentlich stärker, so daß die Anzahl weitlumiger Zellen bei Pflanzen auf Serpentin bei weitem größer ist. Der oft schlaffe Habitus dieser Pflanzen fände damit seine natürliche

Tabelle 4

Pflanzenart	Fundort und Datum	Mengen der aus 35 g frischen Pflanzen gewonnenen Preßsäfte in ccm		
		Serpentin	Dolomit	Kalk
Euphorbia glabriflora	Višegrad 10. 6. 1968	6.3	3.1	
Sedum ochroleucum f. *fallax*	Olovo			12.3
f. typica	9. 6. 1969	17.2		
Sedum ochroleucum f. *fallax*	Višegrad		10.5	
f. typica	10. 6. 1968	12.0		
Silene willdenowii var. *serpentini*	Žepče 23. 5. 1968	10.8		
Silene cucubalus	Žepče 23. 5. 1968			3.4
Silene cucubalus	D. Vakuf Gips		3.4	
Lotus corniculatus	Jošavka 31. 5. 1968	5.7		4.5
Lotus corniculatus	Višegrad 10. 8. 1968	7.1		5.8
Dorycnium germanicum var. *serpentinicola* auf Skelettboden	Olovo 24. 5. 1968	4.9		
Dorycnium germanicum auf verwittertem Serpentin		7.5		8.0
Satureja thymifolia	Višegrad 3. 8. 1968	9.0	7.0	
Teucrium montanum	Višegrad 10. 6. 1968	6.5		6.0
Tunica saxifraga	Olovo 24. 5. 1968	10.0		7.0
Tunica saxifraga	Maglaj 23. 5. 1968	6.2		3.6
Alyssum murale	Višegrad 10. 6. 1968	6.2	5.4	

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Erklärung, und wahrscheinlich auch die oft beobachteten größeren Interzellularräume im Schwammparenchym der Blätter.

Der höhere Rohfasergehalt von *Calamintha hungarica* und *Potentilla tommasiniana* auf Serpentin ergibt sich aus dem Habitus dieser Pflanzen. Beide Arten besitzen auf dieser Unterlage kleinere Blätter; bei *Potentilla tommasiniana* bleiben sie in ihren Dimensionen ungefähr um $^1/_3$ hinter jenen auf Dolomit zurück, bei *Calamitha hungarica* ist außerdem ihre Anzahl geringer, so daß die Stengel gegenüber der Blattmasse dominieren, wodurch auch der Rohfasergehalt bei diesen Pflanzen höher sein muß.

Auffallend ist der große Unterschied im Rohfasergehalt bei *Sedum*-Arten, was durch den anatomischen Bau dieser Pflanzen erklärt werden kann: das Grundgewebe ihrer sukkulenten Organe besteht aus saftreichen, ausgedehnten Zellen, deren Größe bei weitem die der Kalkpflanzen übertrifft. Diese Verhältnisse sind aus Abb. 8 im Vergleich mit Abb. 7 zu ersehen.

Die strukturelle Sukkulenz muß nach Mothes nicht mit höherem Wassergehalt einhergehen, doch bei Serpentinpflanzen ist dies häufig der Fall. Ein Bestimmen des Sukkulenzgrades (Sättigungswassergehalt in g dividiert durch zweimal Flächen in dm^2) konnte wegen Schwierigkeiten beim Messen der Blattoberflächen nicht durchgeführt werden. Beim Gewinnen der Preßsäfte für das Bestimmen ihrer osmotischen Werte ist jedoch häufig beobachtet worden, daß Pflanzen auf Serpentin mehr Saft enthalten, wie auch seine Gewinnung, wahrscheinlich wegen der zarteren Gewebe, leichter erfolgte. Um wenigstens einen annähernden Einblick in diese Verhältnisse zu gewinnen, wurden die Mengen der Preßsäfte gemessen, zu welchem Zweck sie aus der gleichen Menge Pflanzenmaterials gewonnen wurden, und zwar aus je 35 g Pflanzen, die zur gleichen Tageszeit gesammelt, sogleich am Fundort genau gewogen und sodann nach entsprechender Weiterbehandlung ausgepreßt wurden. Tatsächlich sind bei Pflanzen auf Serpentin oder bei Serpentinsippen häufig größere Saftmengen festgestellt worden, wie aus einigen in Tabelle 4 wiedergegebenen Beispielen entnommen werden kann.

Die Unterschiede sind besonders bei den ersten vier Arten beträchtlich, bei denen es sich um sukkulente Arten oder um Sippen handelt, die auf Serpentin merklich dickere Blätter entwickeln.

Bei der Serpentinrasse *Dorycnium germanicum* var. *serpentinicola* ist das Gegenteil der Fall, was durch den Habitus dieser Sippe bewirkt ist: die kleinen, schmalen Blättchen, deren Ausmaße um mehr als die Hälfte hinter jenen der Stammform zurückbleiben, (die Länge beträgt 6—7 mm gegen 15—16 mm bei der Stammform und die Breite 1.5—2 mm gegen 3.5—4 mm) müssen naturgemäß auch weniger Saft enthalten. Doch auch die auf stark verwittertem Serpentin wachsenden Exemplare, die sich in ihrem Habitus nicht merklich von jenen auf Kalk unterscheiden, enthielten gegenüber diesen etwas weniger Saft.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Im Gegensatz zu den Ergebnissen von MOTHES konnten bezüglich des Aschengehaltes keine erhöhten Mengen bei den sukkulenten Serpentinpflanzen festgestellt werden; allerdings betonte er die Notwendigkeit, als Bezugsgröße das Frischgewicht der Pflanzen zu nehmen, was in unserem Fall aus technischen Gründen nicht möglich war.

Trotz der höheren Mengen der Kationen im Zellsaft, die ja auch im Aschengehalt zur Geltung kommen müßten, liegen die Werte bei kalkbewohnenden Exemplaren höher, was wahrscheinlich durch eine allgemein bessere Ernährung dieser Pflanzen bedingt wird.

Im Rahmen unserer Untersuchungen ist nur das Ca und Mg quantitativ bestimmt worden, da diese Elemente und besonders ihr Mengenverhältnis (Mg:Ca = >1) als der wesentlichste Faktor für die Besonderheiten der Pflanzendecke auf Serpentin bewertet werden. Obwohl auch andere Ele-

Tabelle 5

Pflanzenart	Unterlage	Aschengehalt in % des Trockengewichtes	g in 1000 g Trockensubstanz		
			Ca + Mg	Ca	Mg
Sedum maximum	S+	11.68	43.12	39.02	4.10
	K+	15.23	56.74	50.12	6.62
Dorycnium germanicum var. *serpentinicola*	S	4.86	18.93	13.84	5.09
Dorycnium germanicum (verwitterter Boden)	S	5.62	21.09	15.60	5.49
	K	5.67	22.74	19.26	3.48
Satureja thymifolia	S	7.42	23.47	16.42	7.05
	K	9.28	33.03	24.40	8.63
Verbascum lychnitis	S	10.99	25.52	16.30	9.22
	K	7.91	24.24	22.56	1.68
Artemisia lobelii	S	10.08	18.48	16.10	2.38
	D+	11.28	24.49	20.62	3.87
Alyssum murale	S	14.72	55.44	37.76	17.68
	D	19.01	64.66	46.62	18.04
Minuartia bosniaca	S	7.47	21.49	15.32	6.17
	K	8.99	30.45	23.02	7.43
Silene nutans	S	15.91	22.78	22.42	10.36
	K	18.26	28.75	22.74	6.01
Tunica saxifraga	S	7.99	23.44	18.10	5.34
	K	8.47	30.71	25.40	5.31
Teucrium montanum	S	6.78	20.26	12.18	8.08
	D	7.07	25.77	18.90	6.87

S+ = Serpentin, K+ = Kalk, D+ = Dolomit.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

mente gewiß eine wichtige Rolle spielen, so genügt die Summe des Ca + Mg allein, um die Ursache des höheren Aschengehaltes bei Pflanzen kalkreicher Unterlagen zu erklären. Sie übertrifft beinahe in allen Fällen jene, die in der Asche serpentinbesiedelnder Pflanzen gefunden wurde, und ist im Gegensatz zu den Werten der Zellsäfte meist durch größere Ca-Mengen bedingt.

Im Aschengehalt kommen die gesamten Ca-Mengen zum Ausdruck, die von den Pflanzen dem Boden entnommen wurden und in ihnen in Form ungelöster Oxalate vorliegen oder als Calciumpektate und in anderen Verbindungen in den Pflanzenorganen eingebaut sind, deren Mengen offensichtlich jene in Serpentinpflanzen übertreffen. Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, sind die Unterschiede der Mg-Mengen zwischen den Pflanzen der beiden Unterlagen meist weniger hoch als es bei den Werten der Zellsäfte der Fall ist, auch stimmen Aschengehalt und Ca-Mengen bis zu einem gewissen Grade überein, indem Ca-reiche Pflanzen meist auch einen hohen Aschengehalt aufweisen. Interessant ist u. a. dieses Übereinstimmen bei *Verbascum lychnitis* L., bei dem sich außerdem von der Regel abweichende Zahlen ergaben.

Es kann natürlich nicht erwartet werden, daß die Sukkulenz bei Serpentinpflanzen in allen Merkmalen den Ergebnissen entspricht, die bei den Versuchen von Mothes aufgetreten sind. Nicht nur deshalb, weil es sich dort immerhin um mesomorphe Pflanzen gehandelt hat, und Serpentinbewohner ausgeprägte Xerophyten sind, sondern weil auch jede Pflanzenart auf veränderte Außenbedingungen in einer anderen, für sie spezifischen Weise reagiert. Die Vorteile, die von Pflanzen durch den sukkulenten Bau erreicht werden, insbesondere wenn es sich um Bewohner extremer Standorte handelt, sind jedoch offenbar: vergrößerte Zellvolumen haben einen besseren Wasserhaushalt wie auch einen verlangsamten Stoffwechsel zur Folge, wodurch sich viele Lebensvorgänge langsamer abwickeln. Die kausalen Zusammenhänge, die zwischen vergrößerten Zellen und den Lebensvorgängen der Pflanzen bestehen, sind von Schwanitz 1953 gelegentlich seiner Studien über die Polyploidie eingehend untersucht worden, wobei es gleichgültig ist, durch welche Umstände es zu vergrößerten Zellen kam.

Tatsächlich konnte mitunter beobachtet werden, daß sich Pflanzen auf Serpentin im Gelände verzögert entwickelten, ganz besonders bezüglich der Blütezeit. So ist *Astragalus onobrychis* L. var. *chlorocarpus* (Gris.) Stoj. & Stef. bei Višegrad auf Dolomit oft schon vergilbt, während er auf Serpentin noch in voller Blüte steht. *Alyssum murale* W. K. beginnt auf Serpentin erst zu blühen, während die Art auf Kalk im Drinatal schon zu fruchten beginnt. *Galium mollugo* L. ist bei Jošavka unweit von Banja Luka wiederholt fruchtend beobachtet worden und steht auf dem benachbarten Serpentin zur gleichen Zeit in voller Blüte. Auch in Italien wurde beobachtet, daß sich die Vegetation auf Serpentin verzögert entwickelt (Bargoni 1943).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Vorteile, die sich durch einen erhöhten und fester gebundenen Wassergehalt für die Pflanzen auf Serpentin ergeben, brauchen nicht weiter besprochen zu werden. Auch eine verlängerte Lebensdauer kann sich für sie nur günstig auswirken: später eintretende, regenreiche Witterungsperioden können noch ausgenützt werden. Denn eine verlängerte Vegetationszeit steigert im allgemeinen den Ertrag der Pflanzen, wodurch unwirtliche Umweltbedingungen bis zu einem gewissen Grad ausgeglichen werden können.

Zusammenfassung

Vergleichend untersuchte Pflanzen ein und derselben Art, die auf Dolomit oder Kalk beziehungsweise auf Serpentin wuchsen, haben gezeigt, daß die Konzentration des Zellsaftes der Serpentin-Pflanzen erhöht ist. Infolgedessen entwickeln sich in diesen sogenannte sukkulente Strukturen.

Schrifttum

Bargoni I. 1943. Osservazioni fenologiche sulle serpentine dell' Impruneta (Firenze). — Nuovo G. bot. ital. n. s. 50: 232—251.

Biebl R. & Weissenböck G. 1968. Vergleichende Untersuchungen der Salz-Trocken- und Strahlensukkulenz bei einigen Wild- und Kulturpflanzen. — Österr. bot. Z. 115: 229—254.

Kinzel H. 1963. Zellsaft-Analysen zum pflanzlichen Calcium- und Säurestoffwechsel und zum Problem der Kalk- und Silikatpflanzen. — Protoplasma 57 (14): 522—555.

Mothes K. 1932. Ernährung, Struktur und Transpiration. Ein Beitrag zur kausalen Analyse der Xeromorphosen. — Biolog. Zbl. 52 (4): 193—223.

Ritter-Studnička H. 1964. Anatomske razlike izmedju biljaka sa serpentinske, dolomitne i krečnjačke podloge. — Godišnjak biol. Inst. Univ. Sarajevu 17: 161—197.

— 1967. Über die Glaukeszenz an Serpentinpflanzen. — Österr. bot. Z. 114 (2): 101—114.

— 1970. Hydraturverhältnisse bei Serpentinpflanzen. — Bull. sci. Sect. A, 15 (11—12): 394—395.

Schwanitz F. 1953. Die Zellgröße als Grundelement in Phylogenese und Ontogenese. — Der Züchter 23 (1—2): 17—44.

Steubing L. 1965. Pflanzenökologisches Praktikum. — Berlin.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1972

Band/Volume: 14_3_4

Autor(en)/Author(s): Ritter-Studenicka Hilda

Artikel/Article: Die erhöhte Sukkulenz bei Serpentinpflanzen. 239-249