

Ökomorphologie heimischer *Sedee* (*Crassulaceae*) Ein Beitrag zur Lebensgeschichte

Verena MORAWETZ

Abstract: Ecomorphology of Austrian *Sedee* (*Crassulaceae*) – A Contribution to their Life History.

Life form and growth behaviour of *Sedum album*, *S. rupestre*, *S. thartii*, *S. acre*, *S. sexangulare*, *Hylotelephium maximum* (*Sedum m.*) and of the neophytic *Phedimus spurius* (*Sedum s.*) (*Crassulaceae-Sedee*) was studied. Growthform analysis revealed that the *Sedum* species and *Phedimus spurius* are chamaephytes and propagate mainly vegetatively by fragmentation while the geophyte *Hylotelephium maximum* is far less propagative. The radication of all species studied is homorhizic. Within the first week of growth, the seedling's primary root dies back and is replaced by adventitious roots. Approximately after 12 weeks the stems of the young plants lie down and axillary shoots are produced. When the seedlings of *S. maximum* are about 8 weeks old, the upper root-parts begin to thicken. Depending on the species, the leaves are isobilateral, cylindrical or flat. By analyzing the degree of coverage in natural populations of the species investigated it is shown that phytomass increases considerably during spring, e.g. in *S. album* and *S. rupestre* s. lat.; in *Phedimus spurius*, due to its habitat, the cover is almost doubled.

Key words: *Crassulaceae*, *Sedee*, *Sedum*, *Hylotelephium*, *Phedimus*; ecomorphology, growthform.

Zusammenfassung: Für eine präzisierte Wuchsformbeschreibung ausgewählter Arten der Tribus *Sedee* wurden morphologische und vegetationsökologische Daten erhoben und in einen ökomorphologischen Zusammenhang gebracht. Untersucht wurden die Arten *Sedum acre*, *S. album*, *S. rupestre*, *S. sexangulare*, *S. thartii*, *Hylotelephium maximum* (*Sedum m.*) und der in Österreich neophytische *Phedimus spurius* (*Sedum s.*). – Bei *Sedum* und *Phedimus* handelt es sich um Chamaephyten, und zwar um immergrüne, perennierende Legtriebstauden. Die Legtriebe bilden ein sympodiales Achsensystem. Die Vermehrung erfolgt hauptsächlich vegetativ durch Fragmentation. Die untersuchten Arten dieser beiden Gattungen sind rasenbildend. – Bei *Hylotelephium maximum* sind die Bodentriebe zu einem Rhizom verdickt. Die Blühtriebe entstehen jährlich neu aus den Erneuerungsknospen am Rhizom. Bei dieser Art handelt es sich um einen Geophyten, genauer: um eine sommergrüne, perennierende Speicherwurzel-Rhizom-Staude. Sie ist nicht rasenbildend und hat aufgrund der Wuchsform eine viel geringere Ausbreitungsfähigkeit als *Phedimus* und die behandelten *Sedum*-Arten.

Die Phytomasse der chamaephytischen Arten nimmt von April bis Juni stark zu. Am Ende der Vegetationsperiode gehen die Deckungswerte infolge des Absterbens der Blühtriebe wieder zurück. Vegetationsaufnahmen ergaben, dass die untersuchten Arten Bestandteil von Pionierrasen der Klasse Koelerio-Coryneporetea sowie von Trockenrasengesellschaften der Klasse Festuco-Brometea sind; weiters kommen die Arten in Ruderalgesellschaften der Klasse Artemisietea vulgaris und in Saumgesellschaften der Klasse Rhamno-Prunetea vor; sehr oft ist ein Kontakt zu Föhrenwaldgesellschaften der Klasse Erico-Pinetea gegeben.

Einleitung

Die Gattung *Sedum* s. lat. wurde bisher in der Literatur nur sehr lückenhaft behandelt. Einige Arbeiten behandeln physiologische (z. B. KIRCHSTEIN 1996) oder biosystematische (z. B. EGGLI 2003) Aspekte. Eine ausführliche ökologisch-morphologische Abhandlung der Gattung fehlt bisher. Die diesbezüglichen Daten von BÖTTCHER (1982) erscheinen überprüfungsbedürftig. In der vorliegenden Arbeit wird versucht,

einige der Wissenslücken zu schließen und eine ausführliche und exakte Wuchsformbeschreibung nach KÄSTNER & KARRER (1995) zu liefern. Damit ist eine detaillierte Analyse der vegetativen und reproduktiven Organe, der Keimung, Erstarkung, Überdauerung und Seneszenz gemeint. Beispiel einer soliden Wuchsformbeschreibung ist die Monographie der Gattung *Carlina* (MEUSEL & KÄSTNER 1990). Grundlage für die ökomorphologische Thematik dieser Arbeit liefern morphologische Daten im Kontext mit der Jahresrhythmik sowie ökologische Parameter. Es soll dadurch eine Datengrundlage über Wuchsverhalten, Ökologie und Sippenspezifika der Tribus *Sedeeae* geschaffen werden.

Material und Methoden

Untersucht wurden die Arten *Hylotelephium maximum* (= *Sedum maximum*), *Phedimus spurius* (= *Sedum spurium*), *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum thartii* (= *S. montanum* subsp. *orientale*), *Sedum rupestre* s. str. (= *S. reflexum* var. *rupestre*) und *Sedum sexangulare* (= *S. mite*). Die beiden Arten *Sedum thartii* und *S. rupestre* s. str. sind nahe miteinander verwandt und wurden bisher meist zu *S. rupestre* s. lat. zusammengefasst. Die Klassifikation der Gattung *Sedum* und der verwandten Gattungen ist seit jeher problematisch und einem ständigen Wandel unterworfen. Die vorliegende Arbeit orientiert sich an der neuesten Klassifikation von 'T HART (1995), welche einen engeren Gattungsbegriff zugrundelegt. Demzufolge wird die zuvor von BERGER (1930) weitgefaste Gattung *Sedum* s. lat. in mehrere Gattungen einschließlich *Sedum* s. str. aufgeteilt (siehe dazu auch den Bestimmungsschlüssel auf S. 195.). Diese Gattungen bilden nun zusammen die Tribus *Sedeeae*.

Für die Analyse der Keimlingsentwicklung wurden Samen ausgesät. In Zeitintervallen von mehreren Tagen bzw. Wochen wurden einzelne Sämlinge entnommen und mit Hilfe eines Stereomikroskopes gezeichnet. Das Pflanzenmaterial für die morphologischen Untersuchungen wurde aus natürlichen Beständen entnommen. Um den zeitlichen Verlauf der Wuchsformausbildung zu zeigen, wurde das Pflanzenmaterial vier Mal von den jeweiligen Fundorten entnommen. Die Entnahme erfolgte Ende März/ Anfang April, Ende Mai/Anfang Juni, Anfang bis Mitte Juli und Ende Oktober. Die Aufsammlung der einzelnen Arten erfolgte während der gesamten Vegetationsperiode stets an den gleichen Fundorten, welche sich alle in Niederösterreich befanden:

- *Hylotelephium maximum*: Silbersberg bei Gloggnitz, über Schiefer, ca. 500 msm.
- *Phedimus spurius*: Silbersberg bei Gloggnitz, über Schiefer, ca. 500 msm.
- *Sedum acre*: Türkensturz bei Seebenstein (Bucklige Welt), über Karbonaten der Mitteltrias, ca. 500 msm.
- *Sedum album*: Kalkwienerwald: Mödlinger Klause, über Hauptdolomit, ca. 300 msm.
- *Sedum rupestre*: Waldviertel: Imbach im Kremstal, über Paragneis, ca. 250 msm.
- *Sedum sexangulare*: Kalkvorallen: Hohe Wand, über Dachsteinkalk.

– *Sedum thartii*: Kalkwienerwald: Mödlinger Klause, über Hauptdolomit, ca. 300 msm. Für die ökologischen Erhebungen wurden pro Art ein oder zwei Fundorte ausgewählt, auf welchen Dauerbeobachtungsflächen von 1 m² angelegt wurden. Die aufzunehmenden Parameter waren: (1) Vegetationsaufnahmen (Artenlisten) von den Untersuchungsflächen; (2) visuelle Deckungsschätzungen in 1%-Sprüngen von allen Pflanzenarten auf den Untersuchungsflächen; (3) zeichnerische Deckungsschätzung der jeweiligen *Sedae*-Art auf den Untersuchungsflächen. Die benötigten Aufnahmeparameter wurden in der Zeit von Frühjahr 2004 bis Frühjahr 2005 (Anfang April, Mitte Juni, Anfang September, Ende Oktober 2004 und Anfang April 2005) erhoben.

Ergebnisse

Morphologie

Entwicklung der Keimpflanzen. Die Samen aller untersuchten Arten keimen epigäisch. Die Primärwurzel stirbt wenige Tage nach dem Auskeimen ab und wird durch eine sprossbürtige Bewurzelung ersetzt. Das Hypokotyl streckt sich zunächst orthotrop. Nach etwa 3 Monaten beginnt sich der Spross im proximalen Bereich umzulegen und aus Achselknospen (siehe weiter unten) achsenbürtige Wurzeln zu treiben. Zugleich entwickeln sich die Achselknospen zu den ersten (basalen) Seitensprossen. Die Jungpflanze entwickelt sich dadurch zu einem Legtrieb (Abb. 1).

Auch bei *Hylotelephium maximum* entsteht innerhalb der ersten Woche eine sekundär homorhize Bewurzelung. Sie beschränkt sich hier auf die Grenzwurzeln sowie in weiterer Folge auf die Wurzeln des Kotyledonarknotens. Die achsenbürtigen Wurzeln sowie das Hypokotyl beginnen sich nach etwa zwei Monaten, im Zuge der Speicherung von Stärke, zu verdicken. Zugleich legt sich das Hypocotyl um und gelangt in den Boden. Nach ca. 3½ Monaten erreicht die Pflanze das für sie charakteristische Aussehen.

Das Dauerachsensystem. Die Sprossverkettung erfolgt bis zum Eintritt in die generative Phase monopodial. Nach der Blüte stirbt der die Infloreszenz tragende Teil des Primärsprosses ab. Der verbleibende Teil des Sprosses legt sich um und wächst plagiotrop weiter. Noch in derselben oder in der darauf folgenden Vegetationsperiode werden aus einer oder mehreren Achselknospen Erneuerungstriebe gebildet, die das Sprosssystem fortsetzen und im weiteren Verlauf wieder zur Blühreife gelangen. Nach der Anthese sterben die generativen Achsenabschnitte wieder ab. Die vegetativen Teile des Achsensystems legen sich wiederum zum Teil um und bilden Fortsetzungstriebe. Dieser Vorgang wiederholt sich jährlich, wodurch ein sympodiales Achsensystem entsteht. – Bei *Hylotelephium maximum* stirbt der gesamte oberirdische, orthotrope Teil des Sprosssystems jährlich nach der Anthese ab. Der im Boden befindliche Teil des Sprosses, der Bodentrieb, ist durch die Einlagerung von Stärke zu einem Rhizom verdickt. Im Frühjahr treiben aus den unter der Erde überwinterten Erneuerungsknospen des Vorjahressprosses ein oder mehrere neue Grundtriebe aus. Diese entwickeln sich wiederum zu erosulaten Blühtrieben. Das Muster der Verzweigung ist also auch hier ab der ersten Reproduktion sympodial.

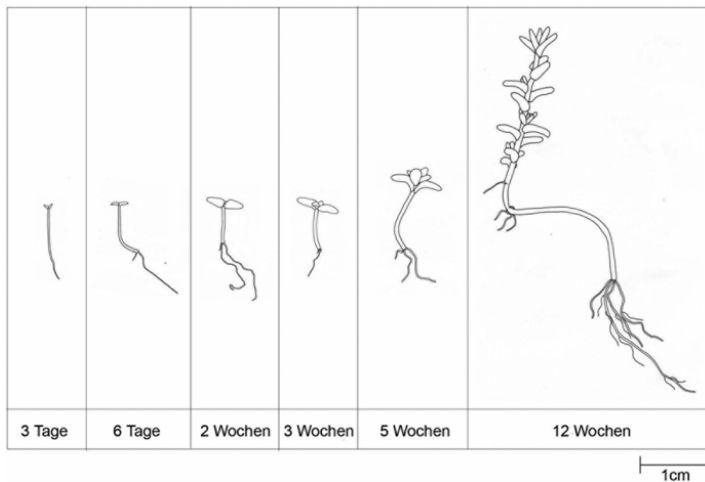


Abb. 1: Keimlingsentwicklung von *Sedum acre*. Die Keimung erfolgt epigäisch. Innerhalb der ersten Woche stirbt die Primärwurzel ab und es bilden sich sprossbürtige Wurzeln. Nach ca. 12 Wochen beginnt sich der Spross umzulegen und die ersten Seitentriebe zu bilden. Maßstab in cm. — **Fig. 1:** Development of a *Sedum acre* seedling. Seedlings show epigeal germination. Within the first week of growing the primary root dies and is replaced by adventitious roots. Approximately after 12 weeks the stems become prostrate and lateral shoots start growing. Scale: cm.

Die Laubblätter. Die Blattstellung ist bei *Hylotelephium maximum* und *Phedimus spurius* dekussiert. Bei allen anderen untersuchten Arten liegt Dispersion vor. Die Beschaffenheit der Blätter ist, da es sich um blattsukkulente Pflanzen handelt, fleischig-dick. Die Laubblätter sind sitzende Rund- oder Flachblätter, bei denen der Stiel und der Blattgrund zugunsten der wasserspeichernden Spreite unentwickelt bleiben (Abb. 2).

Die Bewurzelung. Die Radikation ist bei allen Arten sekundär homorhiz, da die Primärwurzel innerhalb der ersten Tage abstirbt. Bei der sprossbürtigen Bewurzelung handelt sich um Knospenbewurzelung. Das heißt, die Wurzeln entstehen an den Achselknospen der Laubblätter, wobei diese Wurzelbildung kein Hemmnis für das Austreiben der Knospen zu Seitensprossen ist. Es bewurzeln sich vorrangig die plagiotropen Teile des Sprosssystems. – Bei *Hylotelephium maximum* sind nur die unterirdischen Achsenteile bewurzelt. Die jährlich neu entstehenden, aufrechten grundständigen Blühtriebe besitzen keine Wurzeln. Die am Rhizom entspringenden, homorhizen Wurzeln sind als Speicherwurzeln ausgebildet. Sie sind im proximalen Bereich verdickt und häufig gegliedert.

Eine Besonderheit ist die Ausbildung von „Wurzelbüscheln“ innerhalb der Tribus *Sedae*. Entlang der dem Rhizom entspringenden Wurzeln und der „Knospenwurzeln“ entspringen büschelig zusammengefasste Wurzelorgane. Diese sehen bei makroskopischer Beobachtung wie Wurzelknospen aus. Bei genauerer, mikroskopischer Betrachtung erkennt man, dass es sich hierbei ausschließlich um Wurzeln handelt. Einzelne dieser zu Büscheln zusammengefassten Wurzeln können in die Länge wachsen und so zur Bildung von weiteren Nebenwurzeln führen (Abb. 3).

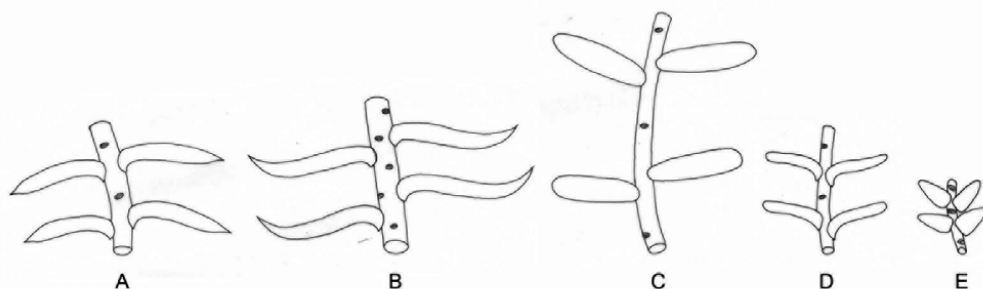


Abb. 2: Blattformen der zerstreut beblätterten Arten. — **Fig. 2:** Leaf shapes of the species with disperse phyllotaxis. — A *Sedum thartii*; B *Sedum rupestre*; C *Sedum album*; D *Sedum sexangulare*; E *Sedum acre*.

Die Infloreszenzen. Die Blütenstände von *Sedum album* sind Thyrsen mit verarmten Partialinfloreszenzen. Die Partialinfloreszenzen sind als geschlossene nackte Trauben, d. h. als Botryoide (traubig verarmte Rispen) ausgebildet. Die Tragblätter der Partialinfloreszenzen sind frondo-brakteos. – Bei den Blütenständen von *Sedum rupestre* agg. (= *S. rupestre* + *S. thartii*), *S. acre*, *S. sexangulare* und *Phedimus spurius* handelt es sich um geschlossene Thyrsen mit akrotoner Förderung der Partialinfloreszenzen. Die Partialinfloreszenzen sind Wickel und/oder Doppelwickel. Infolge der Akrotonie kommen nur die distalen Partialinfloreszenzen zur Entwicklung.

Bei *Sedum rupestre* s. str. sind meist 4 Partialinfloreszenzen vorhanden; bei *Sedum thartii* sind es oft nur 3. Die Gesamtinfloreszenz kann daher als Pleiochasium bezeichnet werden. Die Partialinfloreszenzen sind einander scheinwirtelig genähert. Dies wird dadurch möglich, dass die proximal entspringenden Teilblütenstandsachsen mit der Hauptachse konkaleszent verwachsen sind. Daneben kommt es bei dem Tragblatt der obersten (subterminal entspringenden) Partialinfloreszenz sowie innerhalb der Partialinfloreszenzen (d. h. bei sämtlichen Vorblättern) zu Rekauleszenz (Abb. 4 A).

Bei *Sedum acre* sind 1 bis 2 wickelige Partialinfloreszenzen vorhanden. Die Gesamtinfloreszenz ist daher insgesamt ein Monochasium, d. h. ein wickeliges Cymoid oder, bei zwei Partialinfloreszenzen, ein Dichasium, d. h. ein doppelwickeliges Cymoid. Die Tragblätter der Partialinfloreszenzen sowie die Vorblätter sind jeweils mit der folgenden Blütenachse rekauleszent verlagert. – Bei *Sedum sexangulare* sind 2 bis 3 wickelige Teilblütenstände vorhanden. Die Gesamtinfloreszenz ist infolgedessen ein Doppelwickel bzw. ein Dichasium oder, bei 3 Wickeln, ein Pleiochasium. Die Trag- und Vorblätter weisen wieder Rekauleszenz auf.

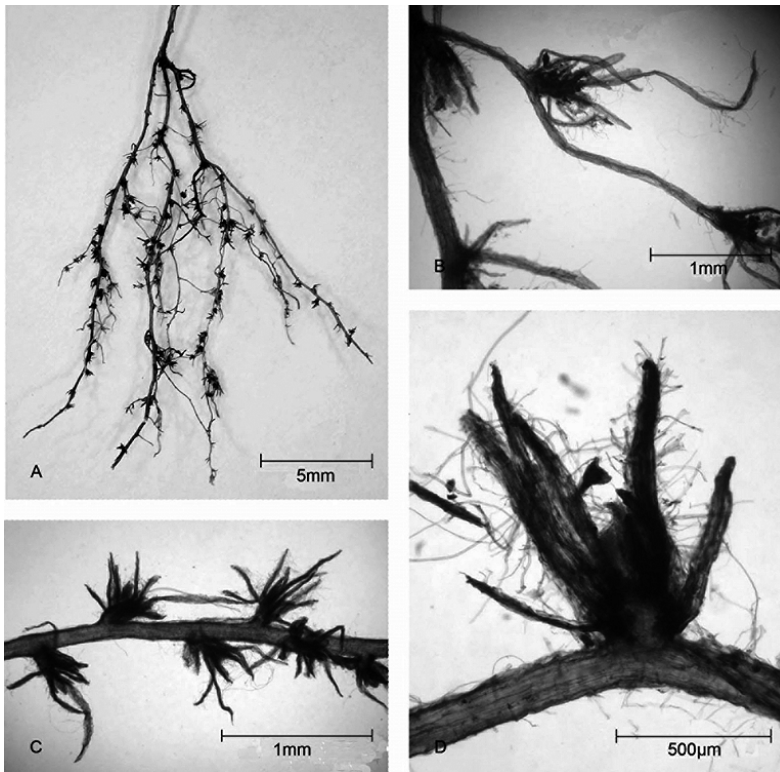


Abb. 3: Wurzeln mit „Wurzelbüschel“. Ein spezielles Merkmal der Wurzeln sind die büschelig zusammengefassten Kurzwurzeln, welche entlang der Haupt- und Nebenwurzeln entspringen. — **Fig. 3:** Roots with „root-bunches“. A special characteristic of the roots are small bunches that are composed of many short roots. — A *Sedum sexangulare*; B *Sedum thartii*; C *Sedum album*; D *Hylotelephium maximum*.

Phedimus spurius besitzt meist 4 wickelige und/oder doppelwickelige Partialinfloreszenzen. Der Gesamtblütenstand ist demnach ein Pleiochasium. Die Blattstellung ist, wie im vegetativen Achsenbereich, dekussiert. Sie kann im floralen Bereich aber auch in eine Dispersion übergehen. Bei Dekussation verwachsen die proximalen Partialinfloreszenzachsen konkaleszent mit der Hauptachse. Dadurch sind alle 4 Partialinfloreszenzen scheinwirtelig genähert. Die Trag- und Vorblätter rutschen durch Rekauleszenz auf den ihnen zugeordneten Achsen hinauf. Es ist jeweils nur ein Vorblatt ausgebildet.

Hylotelephium maximum bildet zu reichblütigen Synfloreszenzen zusammengesetzte Thyrsen. Da Haupt- und Nebenachsen immer mit einer Terminalblüte abschließen, handelt es sich um monotele Synfloreszenzen. Die Parakladien 1. Ordnung sind

botryoidal an der Hauptblütenachse inseriert und frondo-brakteos beblättert. Die Partialinfloreszenzen sind schirm- oder doldenförmige Doppel- oder Mehrfachthyrsen. Die Blattstellung im floralen Bereich ist dekussiert bis dispergiert. Die Tragblätter der Parakladien 2. Ordnung sind rekauleszent mit ihren Achsen verwachsen und rutschen, vor allem im oberen Blütenstandsbereich, ein Stück nach oben (Abb. 4 D).

Die Blüten. Die Blüten aller bearbeiteten *Sedae*-Arten sind wirtelig, 5-zählig-radiärsymmetrisch und pentazyklisch. Es sind 2 freie Staubblattwirtel vorhanden. Das i. d. R. aus 5 Karpellen bestehende Gynözeum ist immer chorikarp und oberständig. An der Basis jedes Karpells befindet sich eine Nektarschuppe. Nach der Anthese entwickeln sich die freien Karpelle jeweils zu einer mehrsamigen Balgfrucht. Zum Zeitpunkt der Samenreife sind die Karpelle trocken und öffnen sich an der Ventralnaht.

Wuchsformanalyse im Jahresverlauf. *Sedum album*, *S. rupestre* agg., *S. acre*, *S. sexangulare* und *Phedimus spurius* sind immergrüne, perennierende Legtrieb-Stauden mit sukkulenten Laubblättern. Der Lebensform nach handelt es sich um Chamaephyten, da die Innovationsknospen wenige Zentimeter über dem Substrat überwintern. Abb. 5 zeigt die morphologische Entwicklung im Laufe eines Jahres am Beispiel von *Sedum album*. Ausgegangen wird dabei von bereits mehrjährigen Sprosssystemen. Diese sind im Freiland fast ausschließlich anzutreffen, da die generative Vermehrung durch Samenkeimung im Vergleich zur vegetativen Vermehrung nur einen geringen Prozentsatz ausmacht. Zu Beginn der Vegetationszeit (März/April) sind die Legtriebe noch spärlich beblättert, da nur die Laubblätter an den distalen, orthotropen Triebbereichen den Winter überdauert haben. Es sind zu dieser Zeit bereits zahlreiche Achselknospen zu Fortsetzungssprossen ausgetrieben. Im Laufe der folgenden Monate dehnt sich das Sprosssystem durch die Bildung zahlreicher Achseltriebe stark aus. Vorjährige Laubblätter fallen ab und werden durch die der jüngeren Sprossabschnitte ersetzt. Im Frühsommer (Mai/Juni) sind einige der aufrechten, vorjährigen Triebe des Sprosssystems bereits beträchtlich in die Höhe gewachsen. Sie bilden zur Blühzeit (Ende Juni / Anfang Juli) durch weiteres Wachstum die Blütenstandsachsen. Nach der Fruchtbildung (September/Oktober) sterben die floralen Sprosssteile ab. Durch das Absterben der Blütenachsen kommt es häufig zur Zerteilung des Sprosssystems, nämlich zur Abtrennung einzelner Sprossstücke vom Sprossverband. Die dabei frei werdenden Sprossstücke treiben achsenbürtige Wurzeln und entwickeln sich zu selbstständigen Rameten. Dieses klonale Wachstum durch Fragmentation ist ein allgemeines Charakteristikum der *Sedae*. Die am Ende der Vegetationsperiode verbleibenden Teile des Sprossverbandes legen sich großteils zu Legtrieben um und beginnen, teilweise noch vor der Vegetationsruhe, mit dem Austreiben der Erneuerungtriebe. Sobald der erste Frost einsetzt, beenden sie aber ihr Wachstum, erst im folgenden Frühjahr wird es fortgesetzt.

Hylotelephium maximum ist eine sommergrüne, perennierende Speicherwurzel-Rhizomstaude mit sukkulenten Laubblättern, der Lebensform nach ein Geophyt. Am An-

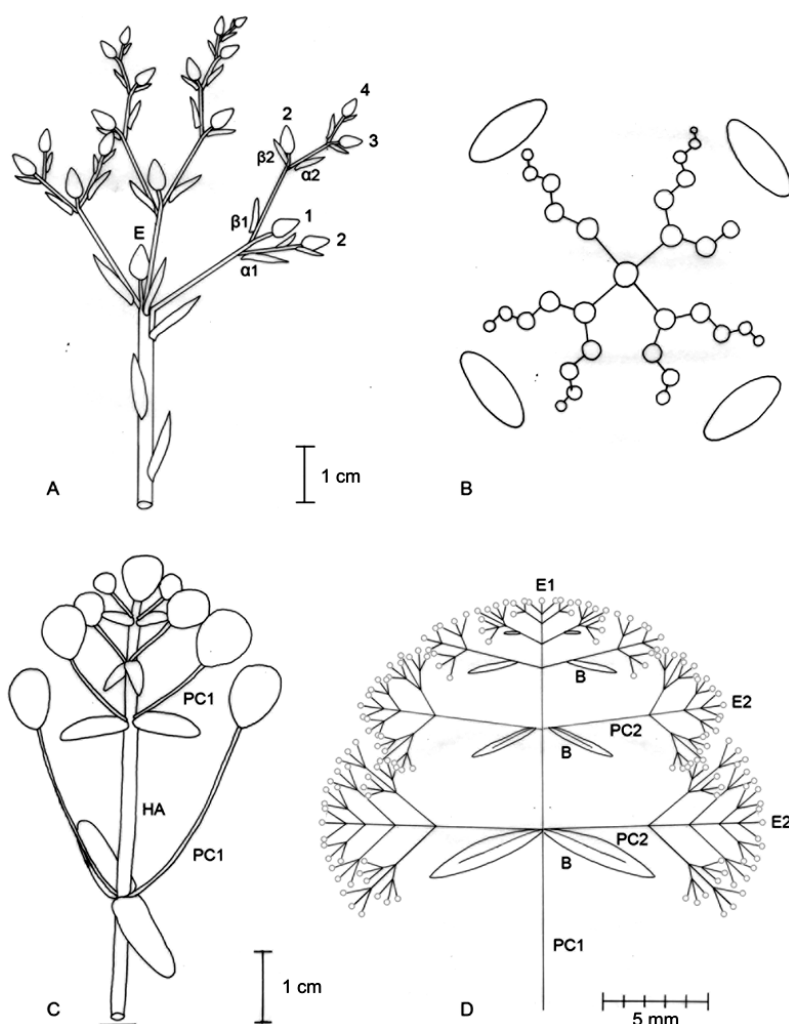


Abb. 4: Infloreszenzen. A *Sedum rupestre*: Blütenstand im Aufriss, thyrsischer Bauplan, Pleiochasium. E Endblüte, $\alpha 1$ und $\beta 1$ Vorblätter zu Blüte 1, $\alpha 2$ und $\beta 2$ Vorblätter zu Blüte 2. – B *Sedum rupestre*: Blütenstand im Grundriss. – C und D *Hylotelephium maximum*: Blütenstand im Aufriss. – C Synfloreszenz. Die Partialinfloreszenzen 1. Ordnung sind nur als Umriss wiedergegeben. – D Parakladium 1. Ordnung: Schirmrispe. Blüten als Kreise gezeichnet. HA Hauptachse, PC1 Parakladium 1. Ordnung, PC2 Parakladium 2. Ordnung, B Tragblatt, E1 Terminalblüte des Parakladiums 1. Ordnung, E2 Terminalblüte des Parakladiums 2. Ordnung. — **Fig. 4:** Inflorescences. A *Sedum rupestre*. Elevation of the inflorescence, thyrs, pleiochasium. E terminal flower, $\alpha 1$ and $\beta 1$ prophylls of flower 1, $\alpha 2$ and $\beta 2$ prophylls of flower 2. – B *Sedum rupestre*: Ground plan of the inflorescence. – C and D *Hylotelephium maximum*. Elevation of the inflorescence. – C Synflorescence. The partial inflorescences of first rank are only shown as outline. – D paraclade of first rank: corymbe. Flowers drawn as circles. HA main axis, PC1 paraclade of first rank, PC2 paraclade of second rank, B pherophyll, E1 terminal flower of the first rank paraclade, E2 terminal flower of the second rank paraclade.

fäng der Jahresentwicklung (Abb. 5) beginnen die Erneuerungsknospen des Bodentriebes, welche unter den oberflächlichen Schichten der Substratauflage überwintert haben, auszutreiben. An einer Pflanze können ein oder mehrere Fortsetzungstriebe (meist ein bis maximal drei) zur Ausbildung kommen. Die sich bildenden Grundtriebe wachsen im Laufe des Sommers beträchtlich in die Höhe. Beim Erreichen der Blühreife (Ende August / Anfang September) können die Grundtriebe, welche nunmehr Blühtriebe darstellen, eine Gesamthöhe von bis zu einem halben Meter besitzen. Nach der Fruchtbildung sterben die Grundtriebe bis auf kurze proximale Sprossbereiche ab. Diese verbleibenden basalen Achsenstücke legen sich um und gelangen in den Boden. Sie können durch die Einlagerung von Stärke $\pm$ verdickt werden. Die sich an diesen Trieben befindenden Seitenknospen liefern im folgenden Jahr die neuen Grundtriebe.

Vegetationsökologie

Standortsökologisches Verhalten. Grundsätzlich sind alle *Sedae* aufgrund ihrer Blattsukkulenz an zeitweilige Trockenheit angepasst. Aufgrund dieser Fähigkeit kommen sie in der mitteleuropäischen Flora meist auf azonalen Extremstandorten vor, auf denen andere Arten nicht oder nur schwer überleben können. Auf besseren Standorten werden sie von mesomorphen Arten wegkonkurrenziert.

Sedum album besiedelt von allen untersuchten Arten die flachgründigsten und trockensten Standorte. Es handelt sich dabei meist um Felswände mit nur teilweiser Substratbedeckung. – *Sedum rupestre* und *S. thartii* besiedeln etwas tiefgründigere Standorte als *Sedum album*. Diese Standorte können sich sowohl im Volllicht als auch im Halbschatten befinden; bevorzugt werden Stellen an Waldrändern. Der Boden reagiert bei *Sedum thartii* in der Regel basisch. *Sedum rupestre* bevorzugt dagegen silikatischen Gesteinsuntergrund. – *Sedum acre* wächst sowohl auf natürlich flachgründigen Standorten mit anstehendem Gesteinsuntergrund als auch auf ruderalisierten Standorten wie Mauerfugen, Asphalttritzen oder Bahnanlagen. – *Sedum sexangulare* wächst bevorzugt in Trockenrasengesellschaften, in denen die Art eine besonders hohe Flächendeckung erreichen kann. – *Phedimus spurius* ist ein Neubürger aus dem Kaukasus; er hat sich meist an trockenen Wiesenrändern, anthropogenen Waldsäumen und Straßenböschungen eingebürgert. – *Hylotelephium maximum* wächst durchwegs auf tiefgründigeren, $\pm$ frischeren Standorten als die anderen Arten. Der Lichtgenuss reicht von Volllicht bis zu relativ schattig; häufige Standorte sind Waldränder und Saumgesellschaften.

Veränderung des Deckungsgrads im Jahresverlauf. Der Deckungsgrad steigt bei allen Arten von April bis Juni deutlich an und bleibt mit Ausnahme weniger Flächen bis zum September auf diesem Niveau oder geht geringfügig zurück. Durch das Absterben der Blühtriebe am Ende der Vegetationsperiode (September bis November) kommt es zu einem merkbaren Rückgang der Deckungswerte. Bis April 2005 erfährt die Deckung wieder einen Anstieg, sodass die Deckungswerte innerhalb dieses Jahres auf den meisten Flächen insgesamt zugenommen haben.

Abb. 6 zeigt die Veränderung des Deckungsgrads am Beispiel von *Sedum acre* und *S. sexangulare*.

Pflanzengesellschaften. Die Beurteilung des Vegetationsanschlusses der *Sedum*-Bestände richtet sich nach MUCINA & al. (1993). *Sedum album* wurde in den Gesellschaften Alysso alyssoidis-Sedetum albi (Fundort Mödlinger Klause) und Medicagini minimae-Festucetum valesiacae (Mödlinger Klause, Rohr im Gebirge) gefunden. Die Beobachtungsflächen mit *Sedum acre* konnten den Assoziationen Alysso alyssoidis-Sedetum albi (Hohe Wand), Echio-Melilotetum (Hohe Wand) und Medicagini minimae-Festucetum valesiacae bzw. Teucrio montani-Seselietum austriaci (Türkensturz) zugeordnet werden. *Sedum sexangulare* kommt in den Gesellschaften Alysso alyssoidis-Sedetum albi (Mödlinger Klause, Hohe Wand) und Medicagini minimae-Festucetum valesiacae (Mödlinger Klause) vor. *Sedum thartii* wurde in der Assoziation Medicagini minimae-Festucetum valesiacae mit engem Kontakt zum Seslerio-Pinetum nigrae (Mödlinger Klause) gefunden. Die Bestände von *Sedum rupestre* wurden in die Assoziationen *Melica transsilvanica*-*Festuca rupicola*-Gesellschaft und *Jasione montanae*-*Dianthetum deltoidis* (Imbach bei Krems) gestellt. *Phedimus spurius* wurde in der *Melica transsilvanica*-*Festuca rupicola*-Gesellschaft (Silbersberg bei Gloggnitz) gefunden. *Hylothelephium maximum* kommt in den *Melica transsilvanica*-*Festuca rupicola*-Gesellschaften mit Kontakt zum Ligustro-Prunetum (Silbersberg bei Gloggnitz) und im Geranio sanguinei-Quercetum pubescentis mit Übergängen zum *Viola albae*-Fraxinetum (Leopoldsberg bei Wien) vor.

Diskussion

Morphologie der vegetativen Organe. Die bisher umfangreichste morphologische Bearbeitung der Gattung *Sedum* s. lat. liefert BÖTTCHER (1982). *Sedum acre*, *S. sexangulare*, *S. rupestre* s. lat. und *Phedimus spurius* werden in seiner Arbeit als immergrüne, rasenbildende, blattsukkulente Chamaephyten mit kurzlebiger, homorhizer Bewurzelung beschrieben. *Hylothelephium maximum* nennt er eine sommergrüne, geophytisch-hemikryptophytische, blattsukkulente Staude mit Speicherwurzeln. Diese Befunde decken sich weitgehend mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit. Auf das für die *Sedum*- und *Phedimus*-Arten so charakteristische klonale Wachstum durch Fragmentation geht BÖTTCHER nicht genauer ein. KRUMBIEGEL (2002) definiert Fragmentation als „durch Zerfall der Mutterpflanze oder Abtrennung selbständig lebensfähiger Sprosssteile erfolgende vegetative Vermehrung“.

Die sprossbürtigen Wurzeln der *Sedum*- und *Phedimus*-Arten entwickeln sich zuerst als Luftwurzeln, um erst dann in den Boden zu wachsen. Diese Luftwurzeln stellen nach WERNER (1927) besondere Anpassungen an den raschen Wechsel von extremer Trockenheit und kurzzeitiger Feuchtigkeit dar. Die Wurzeln haben zunächst keine Wurzelhaare und ihre Epidermis ist von einer Kutikula bedeckt. Sobald die Wurzeln mit dem Bodenwasser in Berührung kommen, zersetzt sich die Kutikula und Wurzelhaarbildung setzt ein. Es erfolgt daher ein Übergang von trockenresistenten Wurzeln zu Saugwurzeln. Die in der vorliegenden Arbeit als Wurzelbüschel beschriebenen Wurzelbildungen

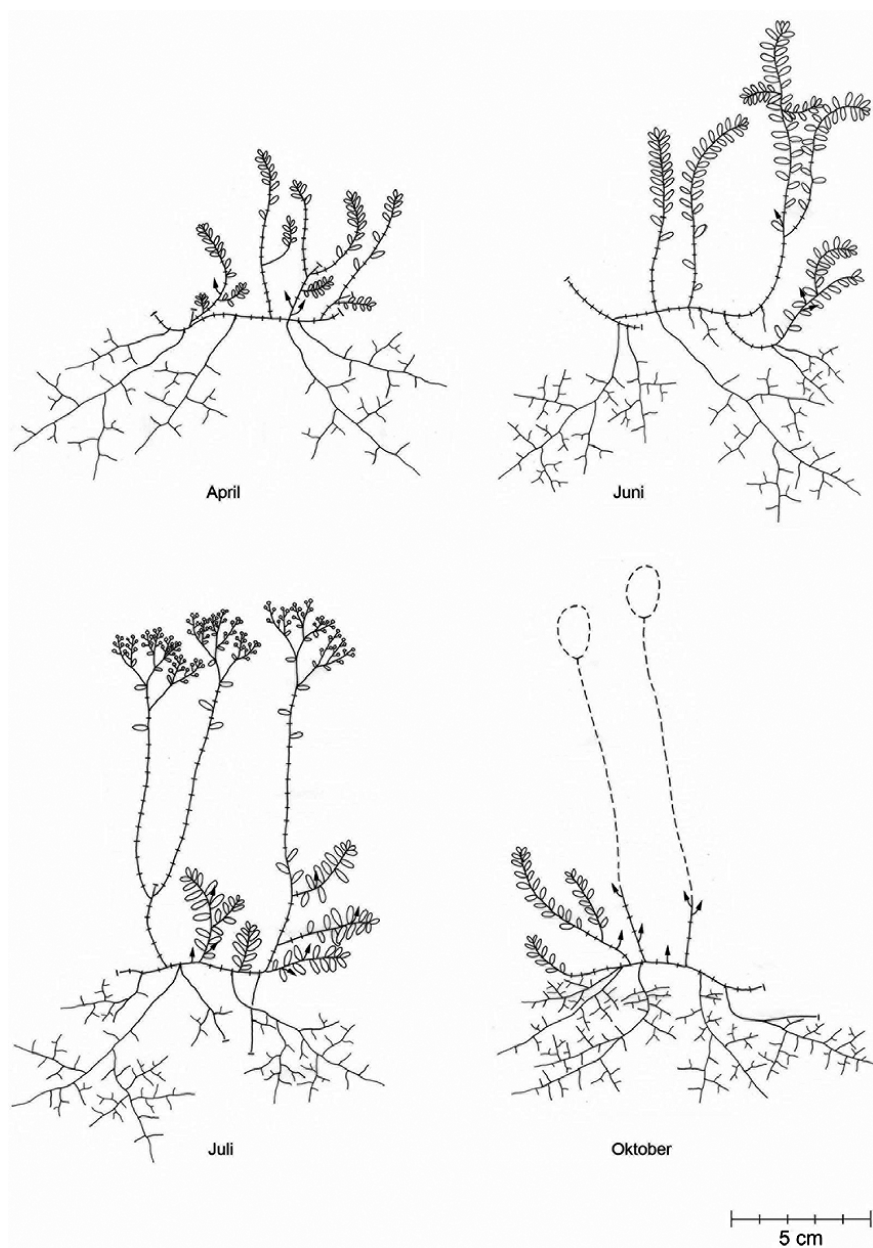


Abb. 5: *Sedum album*. Veränderung der Wuchsform während einer Vegetationsperiode. —
Fig. 5: Change in growth-form during one year.

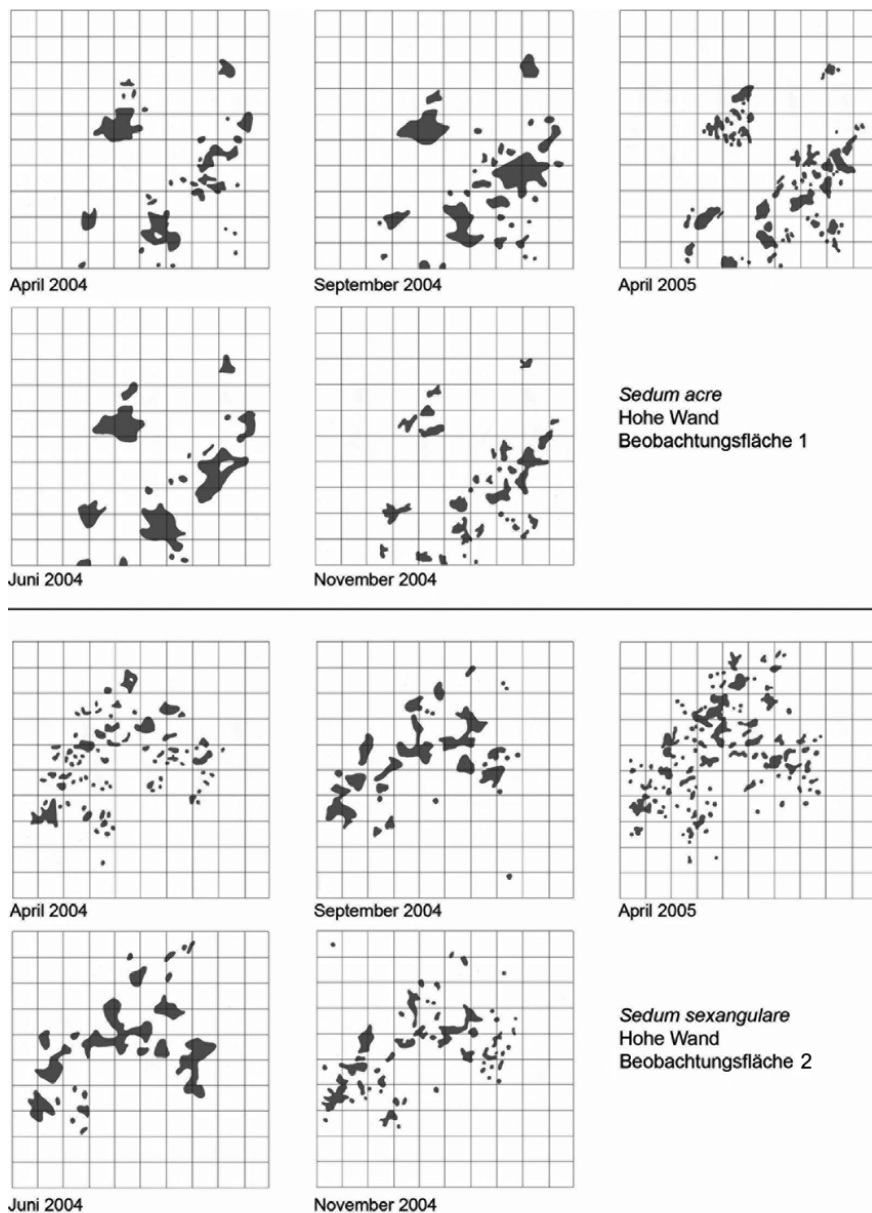


Abb. 6: *Sedum acre*, *S. sexangulare*. (Herkunft: Hohe Wand.) Veränderung der Deckung und der räumlichen Verteilung im Jahresverlauf. — **Fig. 6:** *Sedum acre*, *S. sexangulare*. (Origin: Hohe Wand.) Change in coincidence and distribution pattern during one year.

könnten mit dieser Anpassung im Zusammenhang stehen. Jedenfalls kommen diese Wurzelorgane nur an bereits verzweigten, im Boden befindlichen Wurzelsystemen zur Ausbildung. An Luftwurzeln konnten keine derartigen Strukturen gefunden werden. Dies deutet darauf hin, dass diese Wurzelbüschel aufgrund der Oberflächenvergrößerung eine weitere Anpassung an rasche Wasseraufnahme darstellen. BERGER (1930) schreibt über diese Wurzelorgane: „Diese Auswüchse sind, wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, umgewandelte Wurzeln und werden als Kurzwurzeln bezeichnet.“

In der von KÄSTNER & KARRER (1995) vorgeschlagenen Wuchsform-Typologie sind die chamaephytischen Arten unter der Bezeichnung Sukkulenten-Legtriebstaude angeführt. Damit sind prostrate Triebssysteme mit fleischig verdickten Laubblättern gemeint. Bei der typologischen Zuordnung von *Hylotelephium maximum* ergeben sich einige Widersprüche. *H. maximum* wird in dieser Typologie als Wurzelknollenstaude im Normaltyp angeführt. Definiert wird „Wurzelknollenstaude“ als Pflanze mit Grundsporn mit knollig verdickten, achsenbürtigen Wurzeln. Einzuwenden wäre hierbei, dass die verdickten Wurzeln nach TROLL (1954) besser als Speicherwurzeln statt als Wurzelknollen zu bezeichnen sind. Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich dadurch, dass *H. maximum* neben den Speicherwurzeln auch die unterirdischen Achsenteile zur Überdauerung sowie zur Reservestoffspeicherung nutzt. Wegen der damit verbundenen Verdickung der Bodentriebe können diese als Rhizom bezeichnet werden. Eine Zuordnung von *Hylotelephium maximum* zu den Rhizomstauden, insbesondere zu den Schnur-Rhizomstauden, wird somit möglich. *H. maximum* stellt sich daher, will man es in die von KÄSTNER & KARRER (1995) vorgeschlagene Wuchsformtypologie einordnen, als Übergangsform zwischen Wurzelknollenstaude und Schnur-Rhizomstaude dar.

In floreszenzen. Die Blütenstände von *Sedum rupestre* und *S. thartii* sind Pleiochasien. Bei einem Pleiochasium setzen mehr als zwei distale, unterhalb der Endblüte inserierte Seitenachsen die Verzweigung fort (WEBERLING 1981). Nach TROLL (1964) leiten sich die Pleiochasien von thyrsischen Infloreszenzen, wie sie zum Beispiel bei *Aeonium urbicum* vorkommen, ab. Der Terminalblüte gehen hierbei an der Hauptachse doppelwickelige Partialinfloreszenzen voraus, deren oberste auch auf einen einfachen Wickel reduziert sein kann. Der Infloreszenzbau ist basiton gefördert. Durch den Übergang zu einer akrotonen Förderung werden bei *Sedum rupestre* die distalen Partialinfloreszenzen gefördert und die tiefer stehenden Infloreszenzäste unterdrückt. Die weitere Reduktion der Partialinfloreszenzen führt zur Ausbildung von cymoiden, das heißt dichasialen oder wickeligen Blütenständen, wie sie bei *Sedum aetnense* vorkommen. Insgesamt handelt es sich bei den Infloreszenzen von *S. rupestre*, *S. thartii*, *S. acre* und *S. sexangulare* nicht um cymöse Infloreszenzen, sondern um monopodiale Systeme mit cymösen Auszweigungen (TROLL 1964).

Bei *Sedum rupestre* und *S. album* tritt eine präflorale Nutation der Blütenstände auf: An den zur Blüte gelangenden, sonst gerade aufrechten Sprossen kommt es zu einem, auf positivem Geotropismus beruhenden, Überhängen der endständigen Blütenstände.

Im Laufe der weiteren Entwicklung, insbesondere zur Anthese, tritt eine Umkehrung ein und die Internodien richten sich der Reihe nach auf (BERGER 1930).

Hylotelephium maximum bildet meist reichblütige Synfloreszenzen. Der Begriff Synfloreszenz wurde von TROLL (1950) als System von Endinfloreszenz plus Stängeltriebe definiert, welches sich von der basalen Bereicherungszone (wo eine solche vorhanden ist) durch die dazwischen liegende Hemmungszone abgrenzt. Die Synfloreszenzen von *H. maximum* sind im Grunde nichts anderes als reich verzweigte Thyrsen.

Ökologie. Nach ELLENBERG (1996) sind sukkulente Pflanzen, die in den Zellen ihrer Blätter Wasser speichern und damit Trockenzeiten überdauern, in der mitteleuropäischen Flora selten. Insgesamt machen die blattsukkulente Arten in Mitteleuropa nur 1,6% der Gesamtflora aus. Da sie nur langsam wachsen und niederwüchsig sind, werden sie auf mesophilen Standorten von anderen Arten der mitteleuropäischen Flora rasch überschattet und können sich daher nur an wenigen Extremstandorten halten. Der typische Standort der blattsukkulente Arten ist nach ELLENBERG nur kurze Zeit feucht, sonst sehr trocken. Beim Vergleich mit mesomorphen Arten ist auffallend, dass die Arten Flachwurzler sind und der Anteil der Wurzel im Verhältnis zum Spross gering ist.

Verbreitung und Klima. Die besonders für die mitteleuropäische Flora bedeutsame Unterfamilie der *Sedoideae* (BERGER 1930) umfasst sowohl großblättrige, schwach sukkulente Stauden mit Hauptverbreitung in Ostasien als auch niederwüchsige Chamaephyten mit meist kleinen, stark sukkulenten Laubblättern, welche hauptsächlich im mediterranen und im mexikanisch-kalifornischen Gebiet verbreitet sind. Die letztgenannten $\pm$ xerophilen blattsukkulente Arten der *Sedoideae* mit europäischer oder westamerikanischer Gesamtverbreitung sind zwar vorwiegend Bewohner trockener Standorte, bezüglich ihrer Klimaansprüche stellen sie aber ozeanische Elemente dar. Während *Sedum rupestre* und *S. album* vorwiegend an Felsstandorte gebunden sind, können *Sedum acre* und *S. sexangulare* auch in lichten, trockenen Sandfluren gedeihen und haben daher eine weite planare Verbreitung, welche sich über große Teile des osteuropäischen Flachlandes erstreckt (MEUSEL & al. 1965).

Die Verbreitung der Tribus *Sedeeae* im Zusammenhang mit dem Klima und den verschiedenen Wuchsformtypen wurde von BÖTTCHER & JÄGER (1984) bearbeitet. Die Tribus ist in der Verbreitung im Wesentlichen auf die Holarktis beschränkt. Sie bevorzugt keineswegs Trockengebiete, die Artenzahlen sind vielmehr in den ozeanischen und subozeanischen Bergländern besonders hoch. Insgesamt können die Arten der Tribus *Sedeeae* mit ihrem sparsamen Wasserhaushalt flachgründige oder rasch austrocknende Standorte besiedeln, wie sie besonders in den Gebirgen und periodisch trockenen Klimaten zu finden sind. Gleichzeitig kommen sie aber als Element der nicht zu lange trockenen und nicht zu winterkalten ozeanisch-subozeanischen Klimate vor (BÖTTCHER & JÄGER 1984). Das Gattungsareal ist daher sehr vielgestaltig und umfasst mehrere Zonobiome (GRABHERR 1997).

Bestimmungsschlüssel für die österreichischen *Sedee*

Der Bestimmungsschlüssel basiert auf den Daten der vorliegenden Arbeit. Die Angaben über Arten, die im Rahmen dieser Arbeit nicht behandelt werden, stützen sich auf Angaben von Christoph JUSTIN (unveröffentlichter Entwurf für die große „Flora von Österreich“) sowie ADLER & al. (1994) und FISCHER & al. (2005). Aufgrund neuerer taxonomischer Befunde wurden die früher (ADLER & al. 1994) unter der Gattung *Sedum* geführten Arten *Sedum spurium* und *S. maximum* ausgegliedert und in die Gattungen *Phedimus* bzw. *Hylotelephium* überstellt (FISCHER & al. 2005). Diesem Werk folgt der Schlüssel weitgehend in formaler Hinsicht.

Sedum s. lat. (Mauerpfeffer i. w. S., Fetthenne i. w. S.)

- 1 Laubblätter stiellrund oder oberseits abgeflacht, stark sukkulent, — ganzrandig; Blüten 5-, 6- oder 7-zählig. (3) *Sedum* s. str. (Mauerpfeffer i. e. S.)
- Laubblätter flach, schwach sukkulent, – Rand gekerbt, ± gebuchtet oder selten ganzrandig; Blüten 5-zählig 2
- 2 Pflanze Legtriebe bildend (Triebe niederliegend, nur die Sprossenden ± aufsteigend), Triebssystem stark verzweigt, rasenbildend; sprossbürtige Wurzeln nicht verdickt; Kronblätter 10–12 mm lang. (1) *Phedimus* (Asienfetthenne)
- Pflanze nur mit aufrechten Trieben, ohne Legtriebe, nicht bis schwach verzweigt, Pflanzen einzeln oder in kleinen Gruppen, nicht rasenbildend; Rhizom mit rübenförmig verdickten Speicherwurzeln; Kronblätter 4–5 mm lang. (2) *Hylotelephium* (Waldfetthenne)

(1) *Phedimus* (Asienfetthenne)

Laubblätter gegenständig; Laubblattspreite breit-spatelförmig, Grund keilig, Rand zur Spitze hin gekerbt und kurz bewimpert; Krone blasspurpurn. — Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juli bis August. (Syn.: *Sedum spurium*, *Spathulata spuria*.)
Ph. spurius (Kaukasus-A.)

(2) *Hylotelephium* (Waldfetthenne)

- 1 Krone schmutzigweiß bis gelblich; Laubblätter gegenständig (im Blütenstandsbereich gelegentlich wechselständig), Grund herzförmig bis halbstängelumfassend, — Spreite eiförmig bis breit-elliptisch, Rand unregelmäßig gezähnt bis gebuchtet. — Pflanze perennierend, Geophyt; Blühzeit Juli bis September. (Syn.: *Sedum telephium* subsp. *maximum*, *S. maximum*.) *H. maximum* (Groß-W.)
- Krone blassrosa bis purpurn; Laubblätter wechselständig, Grund keilig, — Spreite schmal verkehrt-eiförmig bis breit-elliptisch, Rand zur Spitze hin gezähnt. — Pflanze

ze perennierend, Geophyt; Blühzeit Juli bis September. (Syn.: *Sedum telephium* s. str., *S. telephium* subsp. *telephium*, *S. purpureum*.) **H. telephium**¹ (Purpur-W.)

(3) *Sedum* (Mauerpfeffer i. e. S., „Fetthenne“)

- 1 Pflanze perennierend, mit Legtrieben; nur sprossbürtige Bewurzelung. — Pf rasenbildend 2
- Pflanze einjährig, ohne Legtriebe; Hauptwurzelsystem erhalten bleibend 9
- 2 Laubblätter mit kurzer (≤ 1 mm langer) Stachelspitze, — wechselständig und blaugrün bereift, stielrund; Blüte 6- bis 7-zählig; Krone gelb. – (*S. rupestre* agg.) 3
- Laubblätter ohne Stachelspitze, — wechselständig und nicht oder nur schwach bereift, oder, wenn bereift, dann gegenständig 4
- 3 Blütenstand im Knospenzustand nickend; Blühtriebe oberwärts kahl (selten Kelchblätter mit vereinzelt Drüsen); Laubblätter (im vegetativen Bereich) $\pm$ (nach oben) gebogen. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August. – (Syn.: *Sedum rupestre* s. str., *S. rupestre* subsp. *rupestre*, *S. reflexum*, *Petrosedum reflexum*.) **S. rupestre** s. str. (Gewöhnlicher Felsen-M.)
- Blütenstand im Knospenzustand aufrecht; Blühtriebe oberwärts (vor allem Blütenstiele und Deckblätter) dicht drüsig; Laubblätter meist gerade oder nach unten gebogen. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August. – (Syn.: *Sedum montanum* subsp. *orientale*, *Petrosedum erectum*.) **S. thartii** (Östlicher Felsen-M.)
- 4 (2–) Laubblätter gegenständig, blaugrün bereift, — breit-elliptisch bis eiförmig, oberseits abgeflacht, unterseits stark gewölbt; Blüten 5- bis 6-zählig; Krone weißlich bis hellrosa. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August. – (Syn.: *Oreosedum dasyphyllum*.) **S. dasyphyllum** (Dickblatt-M.)
- Laubblätter wechselständig, stets unbereift. — Blüten hauptsächlich 5-zählig 5
- 5 Pflanze drüsenhaarig; Krone blasspurpurn; Laubblätter breit-linealisch bis verkehrt-eilanzettlich, oberseits abgeflacht. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August. – (Syn.: *Oreosedum villosum*.) **S. villosum** (Drüsen-M.)
- Pflanze kahl; Krone weiß oder gelb; Laubblätter $\pm$ stielrund 6
- 6 Krone weiß; Blütenstand rispig; Laubblätter 7–13 mm lang, — breit-linealisch bis elliptisch. Stängel und/oder Laubblätter oft $\pm$ stark rotbraun überlaufen. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August. – (Syn.: *Oreosedum album*, *Leucosedum album*.) **S. album** (Weiß-M.)

¹ In FISCHER & al. (2005: 401) ist für diese Art irrtümlich der falsche Name „*H. pupureum*“ angegeben (in der aktuellen, 3. Aufl., 2008, ist dieser Fehler beseitigt).

- Krone gelb; Blütenstand thyrsisch; Laubblätter 3–6 mm lang **7**
- 7** Kronblätter stumpf; Laubblätter oberhalb der Mitte am breitesten, breit-verkehrt-eiförmig. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August.
S. alpestre (Alpen-M.)
- Kronblätter zugespitzt, Laubblätter unterhalb der Mitte am breitesten **8**
- 8** Laubblätter breit-dreieckig (an der Basis am breitesten), — oberseits ± abgeflacht, hellgrün. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August.
S. acre (Scharf-M.)
- Laubblätter linealisch, — oft ± braun überlaufen, am Grund mit einem kurzen, aber deutlich abstehenden, spornartigen Höcker, meist auffallend 6-zeilig angeordnet. – Pflanze perennierend, Chamaephyt; Blühzeit Juni bis August.
S. sexangulare (Mild-M.)
- 9** (1–) Laubblätter blaugrau bereift, halbstielrund, linealisch. — Blüte meist 6-zählig; Kronblätter weiß mit rötlichem Mittelnerv. – Einjährig, Therophyt; Blühzeit Juni bis Juli. – (Syn.: *Sedum glaucum*.) *S. hispanicum* (Blaugrün-M.)
- Laubblätter nicht bereift, ± stielrund. — Blüte meist 5-zählig **10**
- 10** Kronblätter weißlich bis hellrosa, mit grünlichem oder rötlichem Mittelnerv; Kelchblätter spitz. — Laubblätter verkehrt-eiförmig bis breit-elliptisch. – Einjährig, Therophyt; Blühzeit Juni bis August. *S. atratum* (Dunkel-M.)
- Kronblätter blassgelb, ohne gefärbten Mittelnerv; Kelchblätter stumpf. — Laubblätter verkehrt-schmal-eiförmig bis spatelförmig, oft rötlich überlaufen. – Einjährig, Therophyt; Blühzeit Juni bis August. *S. annuum* (Einjahrs-M.)

Dank

Die vorliegende Arbeit ist ein Teil meiner Diplomarbeit an der Universität Wien (die außerdem anatomischen Untersuchungen der *Sedae* gewidmet war). An erster Stelle möchte ich Prof. Arndt Kästner nennen, ohne den diese Arbeit nicht zustande gekommen wäre. Von ihm stammt sowohl die Idee zum Thema als auch das Gesamtkonzept der Arbeit. Die fachkundige Umsetzung des vegetationsökologischen Teiles ist vor allem der tatkräftigen Unterstützung durch Prof. Josef Greimler zu verdanken. Für Hinweise zur Morphologie, die Durchsicht des Manuskripts und Verbesserungen bin ich Prof. Anton Weber dankbar. Für die Endredaktion sowie taxonomische Fragestellungen möchte ich mich insbesondere bei Prof. Manfred A. Fischer bedanken. Auch Dr. Christoph Justin soll genannt sein, welcher mir bei der Auswahl geeigneter Fundorte geholfen hat. Außerdem haben mir die Daten seines (leider) unveröffentlichten Bestimmungsschlüssels der österreichischen Crasulaceen bei meiner Arbeit geholfen.

Zitierte Literatur

ADLER W., OSWALD K. & FISCHER R. (1994): Exkursionsflora von Österreich. – Wien & Stuttgart: Eugen Ulmer.

- BERGER A. (1930): *Crassulaceae*. – In: ENGLER A. & PRANTL K. (Hrsg.): Die natürlichen Pflanzenfamilien **18a**: 352–485. 2. Aufl. – Leipzig: Wilhelm Engelmann.
- BÖTTCHER W. (1982): Über Wuchsform und Lebensgeschichte zentraleuropäischer *Sedum*-Arten und geographische Verbreitung der Wuchsformen in der Gattung *Sedum* L. – Diplomarbeit, Martin-Luther-Universität Halle.
- BÖTTCHER W. & JÄGER E. J. (1984): Zur Interpretation der Verbreitung der Gattung *Sedum* L. s. lat. (*Crassulaceae*) und ihrer Wuchsformtypen. – Wissenschaftl. Z. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg **33**: 127–141.
- EGGLI U. (Hrsg.) (2003): *Crassulaceae*. – Sukkulenten-Lexikon Band **4**. – Stuttgart: Eugen Ulmer.
- ELLENBERG H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. – Stuttgart: Eugen Ulmer.
- FISCHER M. A., ADLER W. & OSWALD K. (2005): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 2. Aufl. – Linz: Biologiezentrum der oberösterreichischen Landesmuseen.
- GRABHERR G. (1997): Farbatlas Ökosysteme der Erde. Natürliche, naturnahe und künstliche Ökosysteme aus geobotanischer Sicht. – Stuttgart: Eugen Ulmer.
- KÄSTNER A. & KARRER G. (1995): Übersicht der Wuchsformtypen als Grundlage für deren Erfassung in der „Flora von Österreich“. – *Florae Austriacae Novitates* (Wien) **3**: 1–51.
- KIRCHSTEIN C. (1996): Untersuchungen zum Wasserhaushalt von *Sedum*-Arten. Insbesondere zur Bedeutung der Wurzeln und ihrer Saugkräfte. – Schriftenreihe Studien zur Agrarökologie **23**. – Hamburg: Dr. Kovač.
- KRUMBIEGEL A. (2002): Morphologie der vegetativen Organe (außer Blätter). – Schriftenreihe für Vegetationskunde **38**: 93–118. – Bonn: Bundesamt für Naturschutz.
- MEUSEL H., JÄGER E. & WEINERT E. (1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. (6 Bände.) – Jena: Gustav Fischer.
- MEUSEL H. & KÄSTNER A. (1990): Lebensgeschichte der Gold- und Silberdisteln. Monographie der mediterran-mitteuropäischen Compositen-Gattung *Carlina*. – Wien: Springer.
- MUCINA L., GRABHERR G. & WALLNÖFER S. (1993): Die Pflanzengesellschaften Österreichs. (3 Bände.) – Jena: Gustav Fischer.
- 'T HART H. & EGGLI U. (1995): Evolution and Systematics of the *Crassulaceae*. – Leiden: Backhuys Publishers.
- TROLL W. (1950): Über den Infloreszenzbegriff und seine Anwendung auf die blühende Region der krautigen Pflanzen. – Akad. Wiss. Lit., Abh. Math.-Nat. Kl., Nr. **15**.
- TROLL W. (1954): Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie. Erster Teil: Der vegetative Aufbau. – Jena: Gustav Fischer.
- TROLL W. (1957): Praktische Einführung in die Pflanzenmorphologie. Zweiter Teil: Die blühende Pflanze. – Jena: Gustav Fischer.
- TROLL W. (1964): Die Infloreszenzen. Typologie und Stellung im Aufbau des Vegetationskörpers. Erster Band. – Jena: Gustav Fischer.
- WEBERLING F. (1981): Morphologie der Blüten und der Blütenstände. – Stuttgart: Eugen Ulmer.
- WERNER O. (1927): Grenzentwicklung sukkulenter Pflanzen. Die Entwicklungsmöglichkeit von Wurzeln bei *Sedum reflexum* in trockener Luft. – (Zit. in BÖTTCHER 1982.)

Anschrift der Verfasserin: Mag. Verena MORAWETZ, Institut für Botanik der Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Str. 33, A-1180 Wien; – Dorfstraße 20, A-2640 Gloggnitz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neilreichia - Zeitschrift für Pflanzensystematik und Floristik Österreichs](#)

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Morawetz Verena

Artikel/Article: [Ökomorphologie heimischer Sedee \(Crassulaceae\). Ein Beitrag zur Lebensgeschichte 181-198](#)