

Die Sukkulantenwelt

Magazin der Sukkulanten-Sammlung Zürich 12 | Juli 2007



**Biodiversität:
Vielfalt der
Sukkulanten**

Sukaflor

Brunnmattstrasse 21
CH-5614 Sarmenstorf
Telefon 056 667 29 00
Telefax 056 667 24 21
E-Mail: info@sukaflorag.ch
www.sukaflorag.ch

**Kakteen, Sukkulenten, Tillandsien
sowie ein ausgewogenes Sortiment an
winterharten Kakteen und anderen
Sukkulenten sind unsere Stärken.
Ein Geheimtipp für Kakteenfreunde
und Sammler.**

Öffnungszeiten

Mo – Do 08.00 – 11.30 Uhr / 13.30 – 17.00 Uhr
Fr 08.00 – 11.30 Uhr / 13.30 – 16.00 Uhr
Sa 08.00 – 12.00 Uhr

Wir von der Sukaflor freuen uns auf Ihren Besuch.

Gewächshäuser

Qualitäts-Gewächshäuser
für alle Anwendungen, vom Spezialisten

28 Modelle in 250 Varianten, auch Sonderanfertigungen.
Zur Selbstmontage oder durch uns montiert.
Wir beraten Sie gerne.



Feustle AG
Gewächshausbau
Im Kläffler 12
CH-8370 Sirnach
Telefon 071 966 19 80
www.gewaechshaus-bau.ch



**Monday. Tuesday. Wednesday.
Thursday. Friday. Saturday. Sunday.**
Tagtäglich erste Klasse.



GESELLSCHAFT ÖSTERREICHISCHER KAKTEENFREUNDE

(gegründet 1930) <http://www.cactus.at>

Die GÖK mit ihren Landes-, Orts- und Arbeitsgruppen
bietet ihren Mitgliedern:

- die Zeitschriften «Kakteen und andere Sukkulenten»
und «Mitteilungsblatt der GÖK»
- monatliche Treffen mit Diavorträgen
- Tausch- und Verkaufsbörsen
- Ausflüge
- Fachtagungen
- umfangreiche Fachbibliothek
- jährliche Samenaktion
- Informationen bezüglich Artenschutz, Vermehrung
und Pflanzenschutz

Jahresbeitrag (einschliesslich Zeitschriftenbezug)



Weitere Informationen und
Auskünfte erhalten Sie über das
Sekretariat der GÖK:
Thomas Hüttner
Buchenweg 8
A-4810 Gmunden
thomas.huettner@cactus.at

Editorial

Biodiversität

Noch vorwenigen Jahren war die «Biodiversität» – die Vielfalt des Lebens – für die meisten Menschen ein Fremdwort. Inzwischen vergeht kaum ein Tag, an dem die Biodiversität nicht Thema wäre in den Medien; ja sie taucht sogar in den aktuellen Wahlslogans einzelner Parteien auf.

Dass die Biodiversität – die Vielfalt der Gene, der Arten und der Ökosysteme – heute als die wohl wichtigste natürliche Ressource für uns Menschen gilt, hat seinen Grund: Von ihr hängen sowohl unsere Ernährung wie auch die medizinische Versorgung ab. Die Biodiversität liefert Baustoffe, Energieträger und Fasern für unsere Kleider. Ihre Dienstleistungen sind immens: Arten und Ökosysteme sorgen für die Bestäubung unserer Obstbäume und die natürliche Schädlingsbekämpfung, halten Wasser- und Nährstoffkreisläufe aufrecht, bauen Schadstoffe ab und schützen vor Flutkatastrophen und Hangrutschen.

Die Biodiversität zu erhalten und zu fördern ist also aus wirtschaftlicher Sicht eine Notwendigkeit. Ob all der ökonomischen Gründe geht manchmal ein anderer wichtiger Aspekt vergessen: die Schönheit der natürlichen Vielfalt. Sie manifestiert sich in einer enormen Formenvielfalt, die es den Organismen erlaubt, fast jeden Winkel der Erde zu besiedeln. Die wasserarmen Biotope haben sich unter anderem die Sukkulente erobert. Und welche prächtige Vielfalt hat sich dabei entwickelt! Da gibt es solche mit verdicktem Stamm und andere mit fleischigen Blättern, kriechende Winzlinge und meterhohe Giganten, dornige Monster und kühl-saftige Weichhäuter. Und dann erst ihre Blüten!

Mir scheint die Schönheit der Biodiversität allein schon Grund genug, sie zu bewahren. Aber was erzähle ich Ihnen hier mit Hilfe von etwas Druckerschwärze über Biodiversität – machen Sie sich Ihr eigenes Bild, und tauchen Sie ein in die prächtige «Sukkulente Welt»!

Dr. Daniela Pauli
Geschäftsleiterin Forum Biodiversität Schweiz



Titelbilder
Stammquerschnitte von *Cleistocactus brookeae* (Kakteengewächs, grosses Bild) sowie (kleine Bild von rechts nach links) *Euphorbia evansii* und *Pedilanthus diaz-lunanus* (beide Wolfsmilchgewächse), *Cereus validus* (Kakteengewächs), *Senecio longiflorus* (Korbblütler) und *Caralluma speciosa* (Hundsgiftgewächs).

Sukkulente Vielfalt

Die Liste der Namen aller Sukkulentearten (ohne Bromelien und Orchideen) im Zerstreifen am Kopf jeder Seite vermittelt einen Eindruck von der immensen Sukkulente Vielfalt. Sie ist nach dem Alphabet der Artnamen sortiert. Um alle rund 10 000 Namen in dieser Form aufzuzählen, müsste das Heft etwa 202 Seiten Umfang haben.

Inhalt

2	Biodiversität – Vielfalt der Sukkulente
4	Biodiversität der Sukkulente
8	Biodiversität in der Natur
16	Biodiversität bei sukkulente Nutz- und Zierpflanzen
22	Biodiversität und Geografie
26	Biodiversität und Wuchsformenvielfalt
30	Biodiversität der Vernetzung
35	Literatur, Quellenangaben, Dank
36	Grün Stadt Zürich: Tomaten-Sortenvielfalt in der Stadtgärtnerei
37	Grün Stadt Zürich: Biodiversität im Obstgarten
38	Grün Stadt Zürich: Biodiversität in der Stadtfloa
39	Biodiversität im Zoologischen Museum der Universität Zürich

Impressum
«Die Sukkulente Welt»
Heft 12 | Juli 2007
Auflage: 2000
Herausgeber:
Förderverein
Sukkulente-Sammlung
Sekretariat
Albisstrasse 135
CH-8038 Zürich
Redaktion:
Thomas Bolliger
Konzept / Gestaltung:
Clerici Partner, Zürich
Lithos:
Repro Studio B, Zürich
Druck: ROPRESS
Genossenschaft, Zürich
ISSN 1424-2052



2

3

4

1

Biodiversität – Vielfalt der Sukkulente

Der Begriff «Biodiversität» ist in aller Leute Mund – nicht erst dank der entsprechenden Ausstellung des «Forum Biodiversität Schweiz». Die Internetsuchmaschine Google fand im Januar 2007 «ungefähr» 899 000 Einträge zu diesem Begriff. Das ist aber nur die Spitze des Eisbergs, denn für das englische Äquivalent gab es zum gleichen Zeitpunkt «ungefähr» 29 600 000 Webseiten!

Diese enorme Zahl ist erstaunlich, denn der Begriff wurde erst 1985 in die Diskussion eingeführt und massgeblich vom Evolutionsbiologen E. O. Wilson durch ein 1988 herausgegebenes Buch geprägt. «Biodiversität» ist die eingedeutschte Variante der englischen «biodiversity», die wiederum ein Zusammenzug aus «biological diversity» ist, zu Deutsch also «biologische Vielfalt». Die Wurzeln des Begriffs sind die griechischen Worte «bios», Leben, und das lateinische «diversitas», Vielfalt.

Manchmal wird der Begriff im deutschen Sprachraum auch mit «Artenvielfalt» gleichgesetzt, aber das greift viel zu kurz. Biodiversität bezeichnet

nicht nur die Artenvielfalt, sondern auch die Vielfalt der (genetischen) Unterschiede innerhalb von Arten (und Kulturformen), die Vielfalt der Lebensräume (Ökosysteme) sowie die Vielfalt der gegenseitigen Interaktionen der Lebewesen untereinander und mit der unbelebten Umwelt.

«Biodiversität» wurde innerhalb weniger Jahre zu einem Schlagwort, nicht zuletzt dank der 1992 an der Konferenz von Rio ausgehandelten und

seither von 187 Staaten ratifizierten «Konvention zur biologischen Vielfalt». An der gleichen Konferenz wurde auch eine Klimakonvention beschlossen und der Begriff «Agenda 21» geschaffen. Damit wurde auch der Begriff der «nachhaltigen Entwicklung» in die Politik und ins tägliche Bewusstsein eingeführt. Die Uno hat zudem im Jahr 2000 den 22. Mai als «Internationalen Tag der biologischen Vielfalt» festgesetzt.

1
Echinopsis huascha aus Argentinien ist ein regelmässiger Blüher im Südamerikahaus der Sukkulente-Sammlung.

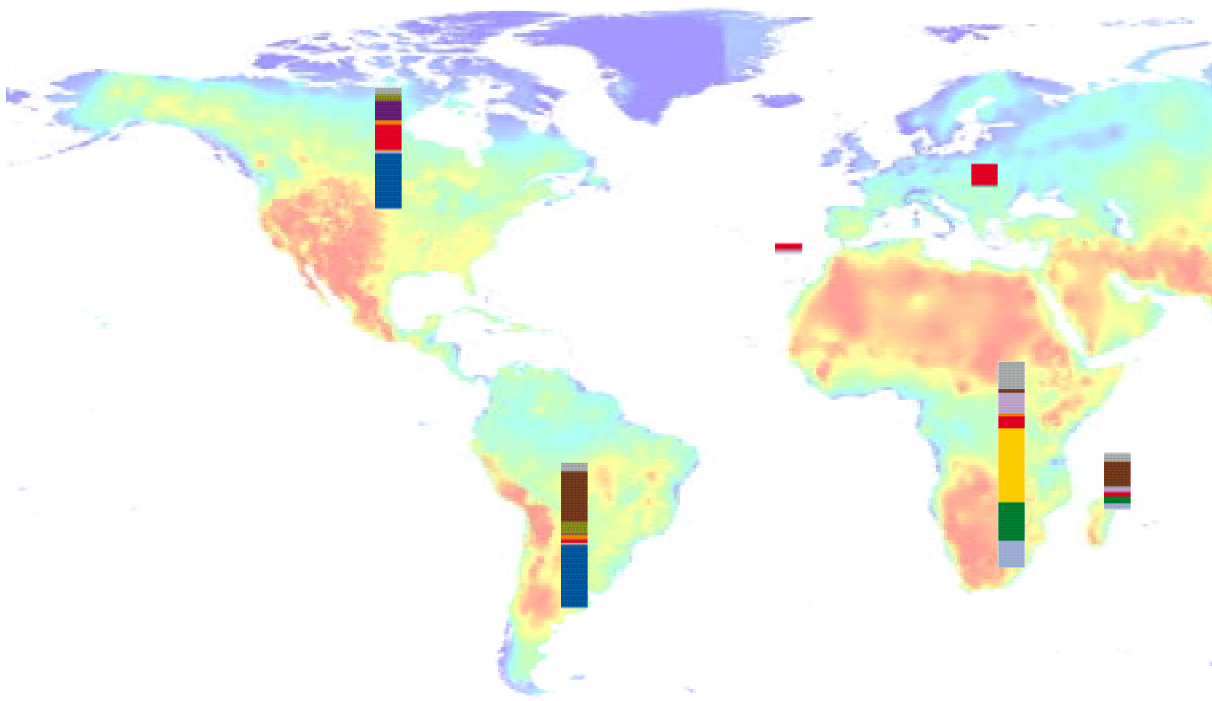
2
Ferocactus cylindraceus-Blüte mit Besuch einer Wildbiene der Gattung *Diadasia* (Arizona, USA).

3
Wespennest am Stamm von *Pachypodium rutenbergianum* in Madagaskar.

4
Yucca filamentosa-Blüte mit Besuch eines Yucca-Falters.

5
Raupe des Wolfsmilchschwärmers an einem Trieb von *Euphorbia lamarkii* (Kanarische Inseln).

6
Aeonium urbicum-Blüte mit Fliegenbesuch (Kanarische Inseln).



Biodiversität der Sukkulente

Glossar

Blütenpflanzen

Pflanzen, welche im Gegensatz zu Moosen, Schachtelhalmen und Farne Kräutern Blüten produzieren und sich durch Samen fortpflanzen (statt wie Moose usw. durch Sporen). Entsprechend heissen die Blütenpflanzen deshalb auch Samenpflanzen.

Angiospermen

Bedecktsamige Pflanzen, d.h. Samenpflanzen, bei welchen die Samenanlagen in einem Fruchtknoten oder einem Fruchtblatt eingeschlossen sind.

Gymnospermen

Nacktsamige Pflanzen, d.h. Samenpflanzen, bei welchen die Samenanlagen ohne spezielle Bedeckung («nackt») auf dem Fruchtblatt stehen.

Weisst Du, wie viel Pflanzen blühen?

Überträgt man das bekannte Kinderlied «Weisst Du, wie viel Sternlein stehen?» auf die Pflanzenwelt, müssten wir wohl singen: «Weisst Du, wie viel Pflanzen wachsen?» – Wieviele Arten von **Blütenpflanzen** gibt es eigentlich?

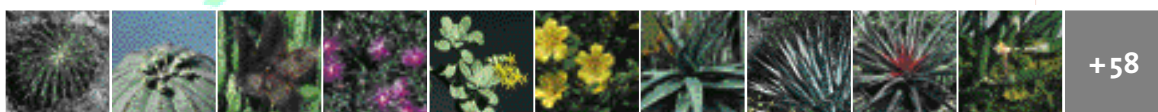
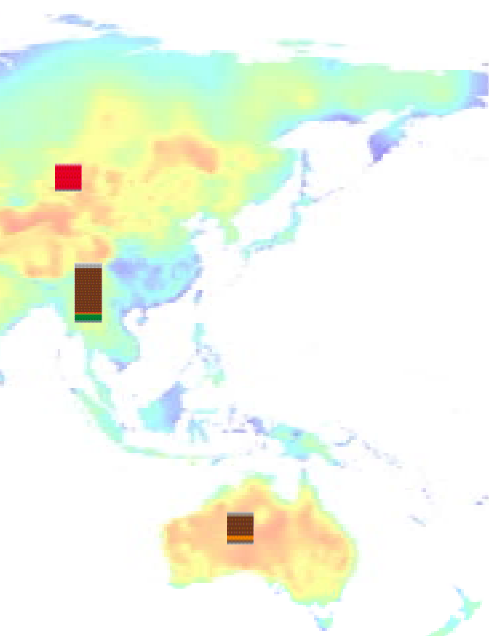
Eine Schätzung der Artenzahl ist auch nach einem Blick in die botanische Literatur gar nicht so einfach. Scotland & Wortley (2003) gehen von 223 300 Blütenpflanzenarten aus, während Brumwell (2002) und Govaerts (2003) auf eine Artenzahl von knapp über 422 000 kommen. Die aktuellsten Zahlen ergeben sich aus den Angaben für die einzelnen Gruppen bei Stevens (2001 onwards) – 258 318 Arten von **Angiospermen** gibt es gemäss dieser Quelle (Stand Januar 2007). Zu dieser Zahl wären dann noch rund 960 **Gymnospermen** zu addieren, sodass die Gesamtzahl der Blütenpflanzen 259 278 Arten beträgt.

Eine Rechnung mit Unbekannten

Es gibt verschiedene Gründe, warum es so schwierig ist, eine verlässliche Angabe zur Anzahl der heute le-

benden Arten von Blütenpflanzen zu machen. Einer ist, dass wir die existierende Vielfalt noch lange nicht kennen. Auch in neuester Zeit werden Pflanzenarten und sogar -gattungen entdeckt, die für die Wissenschaft neu sind. Die Kakteengattungen *Digitostigma* (2003), *Geohintonia* (1992) oder *Yavia* (2001) machen dies deutlich. Eine andere Ursache aber ist die unterschiedliche Auffassung innerhalb der Fachwelt über die taxonomische Einteilung der Vielfalt. Das Problem mag für die Sukkulente anhand der Kakteengattung *Sulcorebutia* illustriert werden: Augustin & al. (2000) zählen nicht weniger als 38 Arten auf, während Anderson (2005) nur gerade 16 davon als akzeptabel betrachtet. Daran erkennt man deutlich, wie uneinig sich die Fachleute sind, wie sie die in der Natur vorkommende Vielfalt gliedern und einordnen sollen.

Einige Fachleute (als «splitter» bezeichnet, von engl. «to split», aufteilen) begrüssen eine sehr feine Aufgliederung aufgrund ebenso feiner Merkmale, während andere (als «lumper» bezeichnet, von engl. «to lump», zusammenfassen) die beobachteten Feinheiten lieber als Varietäten oder Unterarten behan-



Cactaceae Euphorbiaceae Apocynaceae Aizoaceae Crassulaceae Portulacaceae Asphodelaceae Agavaceae Bromeliaceae Orchidaceae Übrige Familien Total

Farbcode												
Arten total	1880	5970	4555	2000	1400	290	785	400	2885	21950		
Arten Sukkulenten	1880	870	1260	2000	1400	290	630	320	310	2200	1220	12380
Sukkulenztyp	Stamm	Stamm	Stamm/Blatt	Blatt	Blatt	Blatt	Blatt	Blatt	Blatt	Blatt/Stamm	Blatt/Stamm	
Verwandschaft	Dicot	Dicot	Dicot	Dicot	Dicot	Dicot	Monocot	Monocot	Monocot	Monocot	diverse	

7 Verbreitung der wichtigsten Sukkulente n familien in den Trockengebieten der Welt.
Dicot = Dicotylen = Zweikeimblättrige Pflanzen;
Monocot = Monocotylen = Einkeimblättrige Pflanzen.

deln und entsprechend für eine Art wesentlich mehr Variabilität akzeptieren.

Weisst Du, wie viel Sukkulenten...

Nicht nur bei den Blütenpflanzen als Ganzes, sondern auch bei den Sukkulenten treten Probleme bei der Zählung auf. Ein zusätzliches Problem ist hier die Frage, welche Pflanzen als «sukkulente» bezeichnet werden können. Für den Begriff «Sukkulenz» gibt es nämlich keine hieb- und stichfeste Definition, und je nach Gesichtspunkt wird etwas anders gefasst. Neben klaren Fällen wie der Mehrheit der Kakteen oder der Dickblattgewächse gibt es in Dutzenden botanischer Familien allerlei Übergangsformen von überhaupt nicht sukkulent über «ein bisschen» sukkulent bis hin zu ganz deutlich sukkulent. Ein gutes Beispiel dafür sind viele Arten der Gattung Peperomia.

Basierend auf den vier Bänden des Sukkulentelexikons (Eggli 2001, 2002, 2003, Albers & Meve 2003) sowie den entsprechenden Werken für die Mittagsblumengewächse (Hartmann 2001) und für die Kakteen (Anderson 2005) ergibt sich eine Zahl von rund

9000 Arten sukkulenter Samenpflanzen. Diese Zahl schliesst auch zahlreiche Grenzfälle ein, welche von der Liebhaberei in der Regel als Sukkulente betrachtet werden. Andererseits fehlen die vielen eindeutig sukkulenten Arten der Ananasgewächse sowie der Orchideen, und wenn diese auch noch dazu gezählt werden, erhalten wir ein Total von rund 12380 Arten sukkulenter Pflanzen.

Die Sukkulente n machen demnach 4,6 Prozent der bekannten Vielfalt der Blütenpflanzen aus, deren Total ja bei knapp 260000 Arten liegt. Entsprechend ist also etwa jede 25. Art als sukkulent zu bezeichnen.

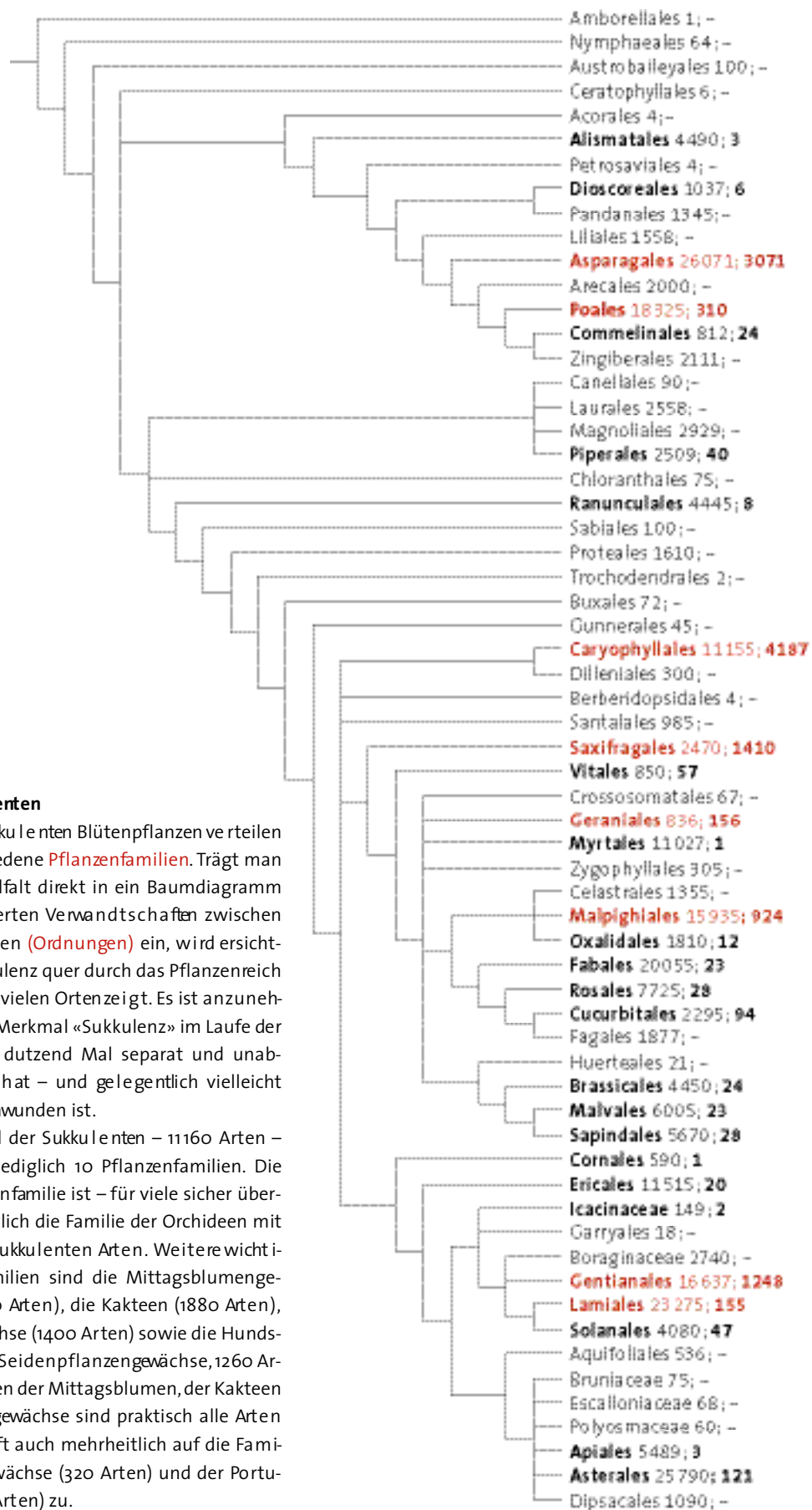
Auch ein Vergleich mit der Vielfalt der in der Schweiz einheimischen Blütenpflanzenarten darf sich sehen lassen: Den gut 12380 Sukkulente narten stehen «nur» gerade etwa 3200 zwischen Schaffhausen und dem Tessin und zwischen Genf und dem Münstertal einheimische Blütenpflanzenarten gegenüber.

Glossar

Sukkulenz
Sukkulenz kommt vom lateinischen Wort «succus», Saft. Es sind also «Saftpflanzen», d.h. Pflanzen, welche besonders viel Saft (= Wasser) enthalten. Dieses Wasser wird für das Überdauern der saisonal wiederkehrenden Trockenzeiten benötigt.

8

So stellen wir uns heute den Stammbaum der Grossgruppen (Ordnungen und einige nicht zugeordnete Familien) der Blütenpflanzen vor. Ordnungen mit Sukkulen-ten sind farblich hervorgehoben. Die erste Zahl verweist auf die totale Anzahl Arten der Ordnung, die zweite Zahl auf die Anzahl Sukkulen-ten.



Velfalt der Sukkulen-ten

Die etwa 12380 sukku- lenten Blütenpflanzen ver- teilen sich auf 68 verschiedene **Pflanzenfamilien**. Trägt man die Sukkulen-tenvielfalt direkt in ein Baumdiagramm der derzeit postulierten Verwandtschaften zwischen den grossen Gruppen (**Ordnungen**) ein, wird ersicht- lich, dass sich Sukkulenz quer durch das Pflanzenreich hindurchan vielen, vielen Orten zeigt. Es ist anzuneh- men, dass sich das Merkmal «Sukkulenz» im Laufe der Evolution mehrere dutzend Mal separat und unab- hängig entwickelt hat – und gelegentlich vielleicht auch wieder verschwunden ist.

Der Löwenanteil der Sukku- lenten – 11160 Arten – gehört jedoch zu lediglich 10 Pflanzenfamilien. Die grösste Sukkulen-tenfamilie ist – für viele sicher über- raschend! – vermutlich die Familie der Orchideen mit mindestens 2200 sukku- lenten Arten. Weitere wich- tige Sukkulen-tenfamilien sind die Mittagsblumenge- wächse (rund 2000 Arten), die Kakteen (1880 Arten), die Dickblattgewächse (1400 Arten) sowie die Hunds- giftgewächse (inkl. Seidenpflanzengewächse, 1260 Ar- ten). Bei den Familien der Mittagsblumen, der Kakteen und der Dickblattgewächse sind praktisch alle Arten sukku- lent. Dies trifft auch mehrheitlich auf die Fami- lien der Agavengewächse (320 Arten) und der Portu- lakgewächse (290 Arten) zu.

Glossar

Pflanzenfamilie

Die Vielfalt der Pfla- nzen wird in Form eines hierarchischen Systems gegliedert. Die wich- tigsten Stufen sind von unten nach oben die Art, die Gattung und die Familie, d.h. eine Gattung setzt sich aus me- hren bis vielen Arten zusammen und eine Familie aus mehreren Gattungen.

Ordnung

Mehrere botanische Familien werden im Rahmen der hierarchi- schen Klassifikation zu einer Ordnung zu- sammengefasst. Die postulierten Verwandt- schaften werden mit einem Baumdiagramm [8] (Stammbaum, Cladogram) visualisiert.



9

9
Huntington Botanical
Garden, San Marino,
California, USA: 6000
Sukkulentearten
aus aller Welt in Kultur.

10
National Botanic Garden
Kirstenbosch, Süd-
afrika: 1200 Sukkulente-
arten aus Afrika
in Kultur.

11
Desert Botanical Gar-
den, Phoenix, Arizona,
USA: 1880 Sukkulente-
arten in Kultur.

12
Jardin Exotique, Mona-
co: 3200 Sukkulente-
arten aus aller Welt in
Kultur.



10



11



12

Botanische Sammlungen als «hot spots» der Biodiversität

Als «hot spot» bezeichnet man in der Biodiversitätsforschung ein definiertes, meist kleines Gebiet mit einer besonders hohen Artenzahl. Solche artenreichen Gebiete finden sich oft auf Inseln sowie im tropischen und subtropischen Raum. Auch entlang der Grenzen zwischen grösseren Vegetationstypen ist die Vielfalt besonders gross. Ein Beispiel dafür ist die Ostabdachung der bolivianischen Anden mit dem Übergang vom tropischen Tieflandregenwald zu den kargen Buschvegetationen der Hochlagen. Pflanzliche «hot spots» finden sich aber traditionellerweise auch in den botanischen Gärten rund um die Welt – nirgendwo ist bezogen auf die meist kleine Fläche derartiger Institutionen die pflanzliche Diversität höher. Der

grösste und in dieser Hinsicht wichtigste Garten ist wohl der Royal Botanic Garden Kew, der auf einer Fläche von 121 Hektaren rund 34 000 Blütenpflanzenarten kultiviert. Der Botanische Garten Zürich ist bezogen auf die Fläche nochmals diverser, mit rund 9000 Arten auf einer Fläche von 7 Hektaren. Der «heisseste» Ort in Zürich ist aber in dieser Hinsicht die Sukkulente-Sammlung, wo auf der vergleichsweise geringen Fläche von knapp 0,5 Hektaren fast 7000 Arten kultiviert werden. Und das wiederum entspricht gut 56 Prozent aller bekannten Sukkulentearten überhaupt. Sukkulente sind übrigens in Kultur viel kompletter vertreten als andere Blütenpflanzen. Gemäss Schätzungen sind «nur» rund 30 Prozent aller Blütenpflanzenarten irgendwo auf der Welt in einem botanischen Garten in Kultur (Linder 2002).



14

Biodiversität in der Natur

Im vorherigen Kapitel wurde darauf hingewiesen, dass es gar nicht so einfach ist, verlässliche Angaben über Artenzahlen zu machen, weil sich die Fachleute häufig über die Klassifikation der beobachteten Vielfalt nicht einig sind. Uneinigkeit herrscht aber nicht nur bei den Artenzahlen, sondern oftmals auch bei der Einordnung der höheren Rangstufen (Gattungen, Familien) und überhaupt bei der Rekonstruktion des Stammbaumes der Pflanzen [8], das heisst des Lebensbaumes («tree of life») der Natur.

Weshalb ist das so? Einer der Hauptgründe ist die Tatsache, dass wir mit einem Stammbaum eine Aussage machen wollen über verwandtschaftliche Beziehungen, deren Wurzeln in der Vergangenheit liegen. Nur in den allerwenigsten Fällen erlauben uns Fossilien, gewissermassen einen hieb- und stichfesten Blick in die Vergangenheit zu werfen. Bei den Sukkulen gibt es allerdings praktisch keine Fossilien, weil die Bedingungen in den Trockengebieten für die Fossilisation denkbar ungeeignet sind. Es blieb also nichts anderes übrig, als die verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den heute existierenden Arten durch eine Beurteilung der Ähnlichkeiten zu klären – das Re-

sultat war ein hypothetischer Stammbaum. Das Problem stellt sich ungefähr so, wie wenn wir die verwandtschaftlichen Beziehungen von 20 zufällig in einem Raum befindlichen Personen allein durch die Beurteilung der Ähnlichkeiten im Aussehen klären wollten.

Wie entsteht eine Klassifikation?

Bis vor etwa 30 Jahren waren die Fachleute praktisch vollständig auf Vergleiche von Merkmalen der **Morphologie** und **Anatomie** angewiesen. Chemische Merkmale (z.B. das Vorhandensein oder Fehlen bestimmter Inhaltsstoffe oder Farbstoffe) sowie die geografische Verbreitung waren weitere wichtige Beurteilungskriterien. Da sowohl die äussere Gestalt wie auch der innere Bau der Pflanzen aber in engen Wechselbeziehungen zur belebten und unbelebten Umwelt stehen, kam es immer wieder zu Fehlbeurteilungen aufgrund von parallel entstandenen, oberflächlichen Ähnlichkeiten (siehe S. 26–29 für Beispiele solcher Parallelentwicklungen).

Erst in den letzten etwa 30 Jahren erschloss sich für die Stammbaumforschung eine völlig neue methodi-

Glossar

Morphologie

Untersuchung und Beschreibung der äusseren Gestalt und Beschaffenheit einer Pflanze.

Anatomie

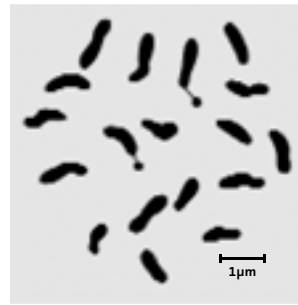
Untersuchung und Beschreibung des «Innenlebens» einer Pflanze, d.h. ihrer Organisation auf der Ebene der Zellen und Gewebe.

Mutation

Abgeleitet vom lateinischen Verb «mutare», verändern, ändern, wechseln.



13



18



19



16



17



sche Grundlage, nämlich die direkte Analyse der Erbsubstanz. Damit hatten die Fachleute mit dieser als Molekularbiologie bezeichneten Richtung erstmals ein Werkzeug in der Hand, Vergleiche auf einer grundlegenden Ebene anzustellen.

Die chemische Basis der Vererbung

Die Erbsubstanz besteht aus langen, aufgewundenen Doppelspiralen, die sich in den sogenannten Chromosomen [18] befinden.

Die Doppelspiralen bestehen aus der eigentlichen Erbsubstanz Desoxyribonukleinsäure, im englischen als DNA (desoxyribo-nucleic acid) abgekürzt. Sie besteht aus einer Kette aus vielen Tausenden sogenannter Nukleotide. Es gibt 4 verschiedene Nukleotide. Ihre Abfolge innerhalb der Erbsubstanz ist wie eine Kette von Buchstaben, die in ihrer Gesamtheit die Informationen für alle Teile einer Pflanze enthalten, das heißt für jeden einzelnen Baustein der Zellen und damit indirekt auch für sämtliche Organe und sämtliche Lebensäußerungen.

Wenn eine Pflanzewächst, bildet sie durch Teilung bereits bestehender Zellen neue Zellen, und dabei

wird auch die Erbsubstanz kopiert – die komplette Bauanleitung wird also an jede neue Zelle weitergegeben, insbesondere auch an Zellen, die später zu Samenanlagen oder Blütenstaubzellen werden. Beim Kopieren der Erbinformation passieren den beteiligten Zellbestandteilen beim «Abschreiben» hin und wieder kleine Fehler. Für Studien der Klassifikation werden nun die so entstehenden Abweichungen ausgewertet, das heißt das Vorhandensein bestimmter Abweichungen wird verglichen und auf der Basis der Ähnlichkeiten im genetischen Code in einen Stammbaum umgearbeitet.

Wie funktioniert Evolution?

Wenn die soeben erwähnten «Fehler» beim Kopieren der genetischen Information bei Zellen passieren, welche zu Blütenstaub oder Samenanlagen werden, wird die veränderte Erbinformation an die Nachkommen weitergegeben. Jede dieser Änderungen wird als Mutation bezeichnet. Ein Teil dieser Mutationen wird ohne Folgen bleiben, weil der Fehler sich in einem Abschnitt der Erbsubstanz befindet, welcher nicht direkt als Informationsträger dient. Nicht alle Abschnitte der

13

Sedum villosum (Behaarter Mauerpfeffer) ist eine auch in der Schweiz natürlich vorkommende Sukkulenteart.

14–17

Gesichter von Menschen aus aller Welt – auch wir sind Teil der Biodiversität.

18–19

Reinzeichnung der Chromosomen in einer sich geradeteilenden Zelle einer Wurzelspitze von *Rosularia serrata* (Massstrich = 1/1000 Millimeter). *Rosularia serrata* ist im östlichen Griechenland und der südwestlichen Türkei zu Hause. In den 18 Chromosomen sind sämtliche Informationen zum Bau, Wachstum, Blühen und Früchten der Pflanze gespeichert, aber auch ihre Reaktionen auf Umwelteinflüsse oder ihre Eigenschaft, nur auf Kalkfelsen zu wachsen.



21

20-21

Echinocereus procumbens blüht normalerweise rosa. Wenn durch eine Mutation kein Blütenfarbstoff mehr produziert wird, ergeben sich weiss blühende Individuen.

22-26

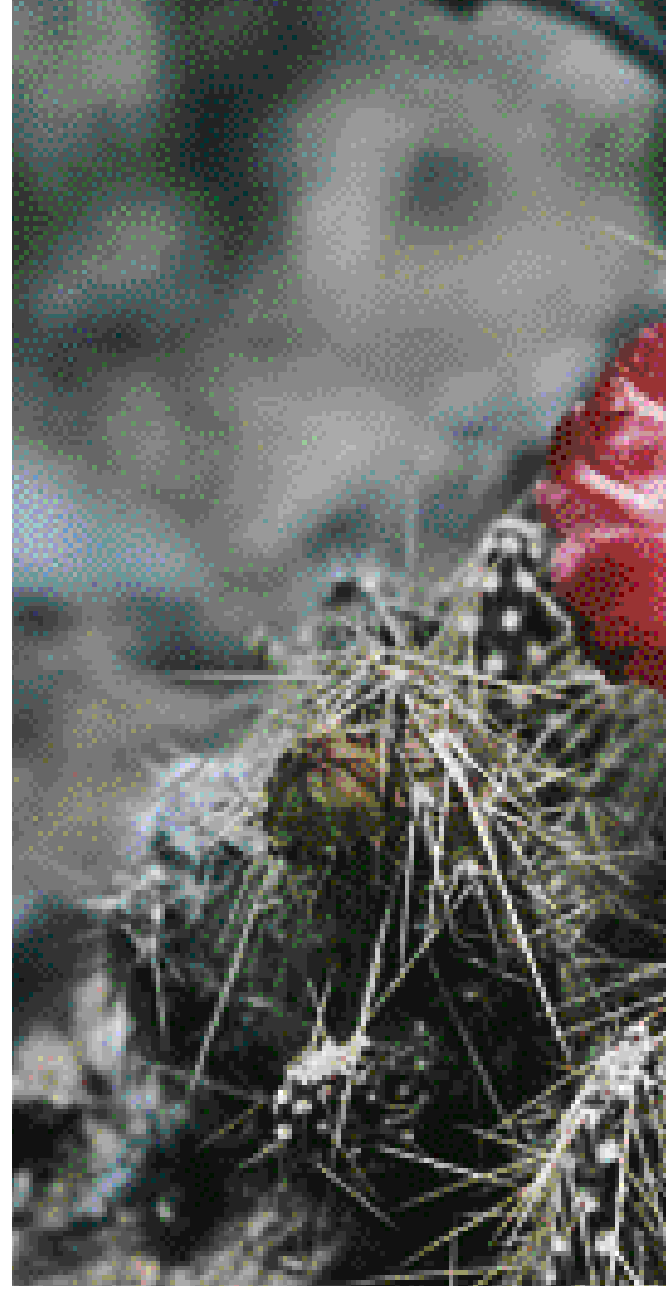
Tunilla soehrensii [22, 24-26] hat ihre Heimat in den Hochanden in Argentinien, Bolivien, Chile und Peru, wo sie in karger Buschvegetation zusammen mit *Echinopsis atacamensis* [23] an steinigten Hängen vorkommt.

Chromosomen sind nämlich von gleicher Bedeutung: Die Information zur Herstellung eines bestimmten Eiweisses ist in der Regel als fortlaufende Buchstabenkette auf dem Chromosom angeordnet und wird als **Gen** bezeichnet. Ein nächstes Gen kann unmittelbar folgen, aber manchmal folgt ein, soweit wir heute wissen, bedeutungsloser Zwischenraum. Wenn die Mutation aber innerhalb der Buchstabenkette eines Genes erfolgt, ist die Wahrscheinlichkeit gross, dass das durch das betreffende Gen beschriebene Eiweiss nachher in der Pflanzenzelle nicht mehr funktionsfähig ist. Wenn es sich um ein lebenswichtiges Eiweiss handelt, wird die von der Mutation betroffene Pflanze nicht lebensfähig sein. In anderen Fällen wird die Mutation an die jeweilige nächste Generation weitergegeben und kann unter Umständen auch eine sichtbare Änderung im Bau oder sonst einem Merkmal der Pflanze verursachen. Ein Beispiel wären Änderungen in einem Gen, welches Eiweisse produziert, welche für die Bildung einer Blütenfarbe (z.B. rot für die roten Blüten der Alpenrose) verantwortlich sind. Wenn diese Eiweisse durch die Mutation nicht mehr funktionsfähig sind, wird kein roter Blütenfarbstoff gebildet, und die betreffende Pflanze, zum Beispiel von *Echinocereus p. procumbens* [20, 21], blüht weiss.

Im Laufe der fortgesetzten Fortpflanzung über viele Generationen hinweg werden immer wieder solche Mutationen erscheinen und mehrheitlich auch wieder verschwinden. Vor allem, wenn eine Mutation die Anpassung der Pflanzen an ihre Umwelt positiv beeinflusst, wird sie sich halten und in der gesammelten Nachkommenschaft auch etablieren. Vielleicht erlaubt das neue Merkmal der Pflanze die Besiedlung von bisher nicht besiedelten Standorten – dies wäre dann der erste Schritt zur Bildung eines eigenständigen Zweiges im Stammbaum. Darüber hinaus spielen in der Evolution auch Naturhybriden eine Rolle, sowie Gentransfer mittels Viren.

Vom Individuum zur Population...

Die Art als Rangstufe ist zwar die Basis der botanischen (und zoologischen) Klassifikation, aber eigent-



lich ist die Art ein abstraktes Konstrukt – in der Natur haben wir es mit Individuen zu tun, und auf dieser Ebene beginnt die Problematik der Klassifikation. Bei jeder Vermehrung über Samen werden auf der Ebene der Genetik Merkmale neu kombiniert, und es treten (sichtbare oder unsichtbare) Mutationen auf. Dadurch ist jedes pflanzliche Individuum im Rahmen der Summe seiner genetischen Informationen einmalig – genauso wie jeder Mensch sichtbar schon durch sein Gesicht oder seinen Fingerabdruck einmalig ist. Dieser Sachverhalt wird als genetische Vielfalt bezeichnet.

Diese Einmaligkeit der Individuen nun zeigt sich in der Natur auf Schritt und Tritt – nicht nur bei den Menschen, sondern (abgesehen von verschwindenden Ausnahmen) bei allen Tieren und Pflanzen. Da sich nun aber Individuen vorwiegend mit Individuen in der näheren Umgebung fortpflanzen, können sich im Laufe vieler Generationen in einem geografisch



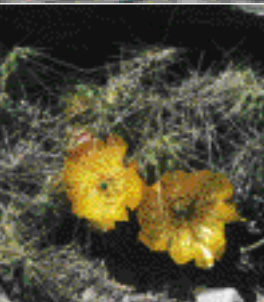
23



24



25



26

umschriebenen Raum (Tal, Insel, Kontinent) bestimmte Merkmale etablieren – beim Menschen wären das zum Beispiel Hautfarbe, Haarmerkmale oder Merkmale der Physiognomie. Die sich untereinander innerhalb eines geografischen Raumes miteinander fortpflanzenden Individuen werden in ihrer Gesamtheit als **Population** bezeichnet, und die Population ist eigentlich die Ebene, auf welcher Evolutionsprozesse stattfinden. Eine Population kann auch als Fortpflanzungsgemeinschaft bezeichnet werden und stellt ein unendlich vielfältiges Netzwerk von Individuen mit überlappenden Eltern-Kind-Beziehungen dar.

Beispiele für Variabilität auf der Ebene von Populationen gibt es unter den Sukkulente n viele. Am besten untersucht sind dabei die Kakteen – nicht weil die Kakteen interessanter wären als andere Sukkulente n, sondern weil sich proportional mehr Fachleute für diese Pflanzen interessieren.

Tunilla soehrensii ist ein kleiner Feigenkaktus, der in Südamerika in Argentinien, Chile, Bolivien und Peru im Andenraum eine weite Verbreitung hat. Die Pflanzen variieren in praktisch allen ihren Merkmalen, und viele Lokalfornien haben mit der Zeit eigene Namen erhalten. Besonders spektakulär ist die Variabilität der Blütenfarbe, wie sie in einigen argentinischen Populationen zu beobachten ist [22-26]. Neben Blüten in verschiedenen Gelbtönen gibt es einträchtig nebeneinander auch Pflanzen mit orangefarbenen oder unterschiedlich roten Blüten. Weshalb sich diese Vielfalt an Blütenfarben entwickelt hat und welchen Zusammenhang sie mit der Bestäubung haben könnte, ist vollständig unbekannt.

In anderen Fällen sind die Individuen einer Population alle sehr einheitlich, aber zwischen den räumlich benachbarten, aber doch gut abgegrenzten Populationen gibt es sichtbare Unterschiede. Jede Population

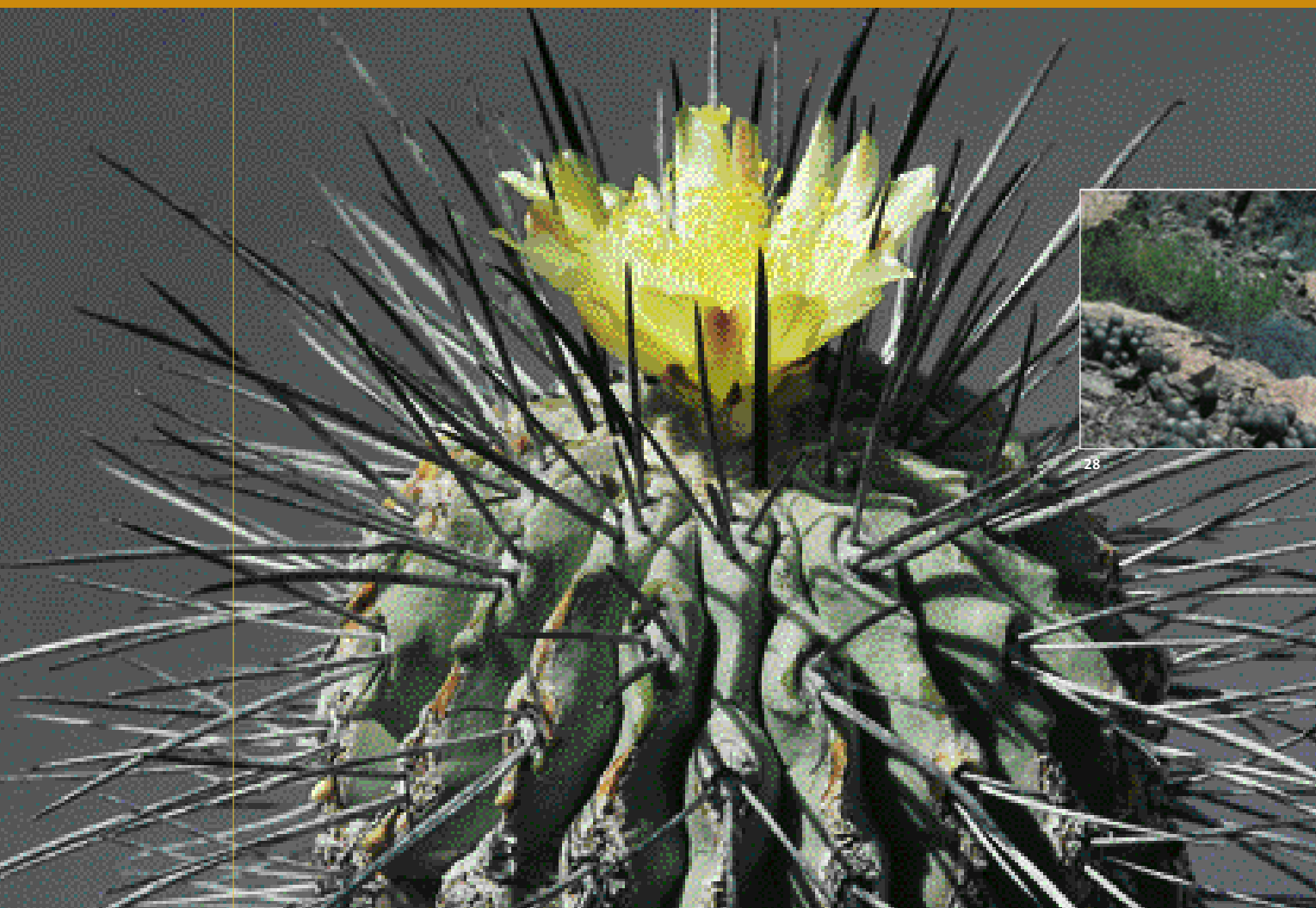
Glossar

Gen

Abgeleitet vom griechischen «genos», Geschlecht, und dem lateinischen «genitus», erzeugt, hervor gebracht. Ein Gen wird auch als Erbanlage bezeichnet, weil es die Vererbung eines bestimmten Merkmals (z.B. blaue Augen) bedingt. In die gleiche Wortfamilie gehören Begriffe wie Generation oder Genesis (Schöpfung).

Population

Abgeleitet vom lateinischen Wort «populus» = Volk, Gemeinde.



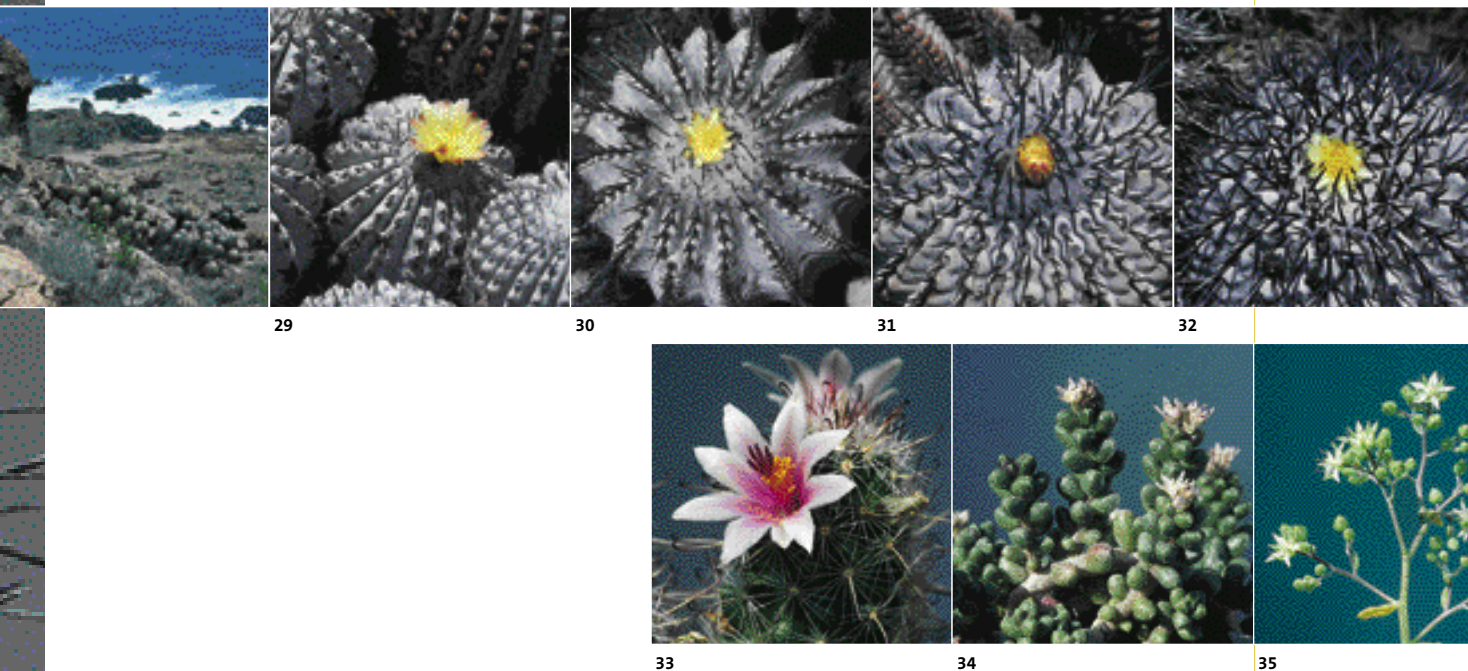
ist in sich einheitlich und hat ein «Gesicht», das heisst, auch eine Einzelpflanze ohne Angabe der Herkunft kann einer Population zugeordnet werden. Solche Verhältnisse finden sich zum Beispiel bei Arten der ausschliesslich in Chile vorkommenden Gattung *Copiapoa* [27-32]. Aufgrund der geringfügigen, aber dennoch stabilen Merkmalsunterschiede wurden viele dieser Populationen im Laufe der Zeit als eigenständige Arten beschrieben. Heute neigt man eher dazu, sie als Unterarten von variablen, weit verbreiteten Arten zu betrachten. Weshalb *Copiapoa*-Populationen im Unterschied zur soeben vorgestellten *Tunilla soehre n-sii* eine derartige Einheitlichkeit zeigen, ist unbekannt.

... und von der Population zur Art

Eine Population einer bestimmten Art ist leider keine genau fassbare Grösse – weder in Bezug auf den Raum (d.h. ihre momentane genaue geografische Ausdehnung) noch auf die Zeit (d.h. die Abfolge der sich überlappenden Generationen). Die uns zur Beobachtung zugänglichen Individuen an einem gegebenen Ort stellen also im Rahmen der Evolution nur eine Momentaufnahme dar. Dennoch versuchen wir, auf dieser «unscharfen» Grundlage Populationen zu umschreiben und Populationen mit ähnlichen Merkmalsausprägungen zu Arten zusammenzufassen.

Verwandte Arten unterscheiden sich im Idealfall in ihrem Aussehen und können sich untereinander nicht fortpflanzen (was als «reproduktive Isolation» bezeichnet wird). Dabei dürfen wir nicht vergessen, dass eine «Art» nur eine hypothetische Konstruktion aufgrund unserer Kenntnisse durch die «Momentaufnahme» der untersuchten Populationen ist. In der traditionellen Systematik werden Arten insbesondere durch unsere Wertung beziehungsweise Gewichtung der sichtbaren (morphologischen) Unterschiede definiert. Die Interpretation dieser Unterschiede ist natürlich in weiten Teilen Ansichtssache beziehungsweise hängt mit dem Wissenshintergrund der betreffenden Fachperson zusammen.

Erschwerend kommt dazu, dass sich nicht alle Arten am gleichen Punkt der evolutionären Entwicklung befinden. Die Bildung einer Art ist ja in aller Regel kein plötzlicher Vorgang (obwohl es solche «disruptive» Artbildungen auch gibt), sondern ein langsamer, andauernder Vorgang («graduelle» Artbildung). So ist anzunehmen, dass einige Arten eines Verwandtschaftskreises erst am Anfang ihrer Differenzierung stehen, während andere bereits komplett voneinander getrennt sind, sowohl durch Fortpflanzungsbarrieren wie auch in Bezug auf das Aussehen.



Radiationen

Als **Radiation** bezeichnet man eine besonders rasche Artbildung innerhalb eines Stammbaumastes. Der alternative Begriff «explosive Artbildung» beschreibt den Prozess treffend. Häufig ist eine Radiation mit der Besiedelung von neuen Nischen verbunden. «Neu» kann in diesem Zusammenhang heissen, dass sich durch geologische oder klimatische Vorgänge (oder eine Kombination, z.B. eine Gebirgshebung und dem dadurch entstehenden Regenschatten) völlig neue Standorte ergeben (z.B. Trockengebiete). Diese werden durch bereits vorhandene und an solche Bedingungen angepasste Pflanzen (z.B. Sukkulente) besiedelt. «Neu» kann aber auch heissen, dass in einem Stammbaumast sich ein neues Merkmal entwickelt (z.B. Sukkulenz), das die Besiedelung von bereits existierenden, aber bis anhin nicht bewohnbaren Standorten (z.B. Trockengebiete) erlaubt.

Im Zuge einer Radiation entwickelt sich in evolutionsmässig kurzer Zeit eine grosse Vielfalt unterschiedlicher Arten. Einerseits kann diese Vielfalt aus einer grossen Zahl sich sehr ähnlich sehender Arten und allenfalls Gattungen bestehen (z.B. bei den in Südafrika über weite Strecken dominanten Mittagsblumen). In anderen Fällen zeigt sich die Vielfalt durch stark unterschiedliche Wuchsformen (z.B. bei der Gattung *Aeonium*). Das Ausmass der im Laufe einer Radiation entstehenden Vielfalt variiert also stark. Das ist aber weiter nicht verwunderlich: Erstens verläuft die evolutive Entwicklung über die Zeit betrachtet nicht

gleichförmig, das heisst, Perioden mit vielen grossen Schritten wechseln sich ab mit Zeiträumen mit kleinen, kaum sichtbaren Schritten. Zweitens ist die sichtbare Vielfalt aber auch davon abhängig, in welcher Phase sich die beobachtete Gruppe gerade befindet, gewissermassen also, ob sie am Anfang oder schon am Ende einer Radiation steht. Wenn sich die so entstehenden Arten in Bezug auf ihre Anpassungen an unterschiedliche Standorte unterscheiden, spricht man auch von einer adaptiven Radiation.

Bei den Sukkulente gibt es eine ganze Reihe von Gruppen mit offensichtlich explosiver Artbildung. Einerseits könnte man die Kakteen der Unterfamilie *Cactoideae* (d.h. alle Kakteen mit Ausnahme der Feigenkakteen, Pereskien und Maihuenien) als Produkt einer bis heute andauernden Radiation betrachten. Andererseits gibt es Gattungen wie *Mammillaria* (179 Arten, Verbreitungsschwerpunkt Mexiko [33, 48]) oder *Sulcorebutia* (je nach Autor 16 bis über 50 Arten, ausschliesslich am Andenosthang in Bolivien), welche in verhältnismässig kleinen Gebieten eine enorme Formenvielfalt hervorgebracht haben. Die Gattungen *Sedum* («Mauerpfeffer», «Fetthenne», rund 400 Arten, in den gemässigten und trockenen Gebieten der Nordhemisphäre weit verbreitet mit Schwerpunkten im Mittelmeergebiet, den europäischen Gebirgen, Kleinasien und dem Himalaya sowie Mexiko [13, 34, 35]) und *Haworthia* (je nach Autor gut 60 bis weit über 100 Arten, fast ausschliesslich in Südafrika) sind weitere gute Beispiele.

27–32

Die Gattung *Copiapoa* kommt mit 27 Arten ausschliesslich im Küstenbereich von Chile vor. Einige Arten bilden grosse, homogene Populationen wie z.B. *Copiapoa dealbata* [27] oder der variable Formenkreis von *Copiapoa cinerea* [28–32] – jede Population hat ein eigenes «Gesicht».

33

Mammillaria thornberi aus dem Grenzgebiet Arizona (USA) und Sonora (Mexiko).

34–35

Zwei mexikanische Vertreter der grossen Gattung *Sedum*, *Sedum fufuraceum* [34] und *Sedum allantoides* [35].

Glossar

Radiation

Vom lateinischen Verb «radiare», leuchten, strahlen; hier sinnbildlich wie Strahlen aus einem gemeinsamen Zentrum.

Das Beispiel *Parodia ottonis*

Parodia ottonis (oft noch als *Notocactus ottonis* bekannt [36–41]) ist ein kleiner Kugelkaktus mit grossen gelben Blüten aus dem südlichen Brasilien (v.a. Rio Grande do Sul, aber auch noch weiter nördlich in Santa Catarina und Paraná), Uruguay, Paraguay und dem angrenzenden Argentinien. Sie hat eine weite Verbreitung in der als Pampa bezeichneten, heute über grosse Strecken als Weide genutzten Vegetation [42]. Diese und verwandte Arten der Gattung *Parodia* werden derzeit an der Universität Zürich in Zusammenarbeit mit der Sukkulenten-Sammlung im Rahmen einer Doktorarbeit von Marlon Machado untersucht. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Taxonomie (v.a. Klassifikation) und die Biogeografie. Die in der Natur angetroffene Vielfalt von *Parodia ottonis* ist riesig. Entsprechend der grossen Variabilität der Gruppe wurden im Laufe der Zeit viele Dutzend Namen veröffentlicht, deren gegenseitige Abgrenzung aber in vielen Fällen nicht genauer untersucht.

Im Rahmen des erwähnten Projektes wurden nun an über 200 Fundorten Populationen von *Parodia ottonis* [37, 38] und ihren Verwandten (*Notocactus glaucinus* [36, 41], *P. linkii*, *P. nothomiuscula* [39], *P. oxycostata* [40], *P. stockingeri* und *P. tenuicylindrica*) genauer untersucht. Zuerst wurde die Variabilität der Individuen fotografisch dokumentiert. Von jeder Population wurden dann 3–5 Individuen ausgewählt und jeweils für 12 genau definierte Merkmale (z.B. Körperhöhe, Anzahl Rippen, Anzahl Randdornen) genau vermessen. Zudem wurde von jeder Pflanze eine DNA-Probe genommen und im Labor vergleichend analysiert. Aus dem Vergleich der Unterschiede in der Erbsubstanz jedes Individuums wurde dann ein Stammbaum der Verwandtschaft zwischen den untersuchten Individuen berechnet.



41

Es zeigt sich, dass an der Basis dieses Stammbaumes einige Arten stehen, die sich relativ leicht voneinander unterscheiden lassen. Alle diese Arten haben eher kleine, isolierte Vorkommen am südlichen Rand des Hochlandes des nördlichen Rio Grande do Sul und des angrenzenden Paraná und Santa Catarina. Die grosse Vielfalt der Formen von *Parodia ottonis* hinge-

gen besiedelt das hügelige Land der Pampa fast flächig, das heisst, fast an jeder Stelle mit Steinen oder aus der Umgebung herausragenden Felsen hat sich eine Population von *P. ottonis* etabliert. Aufgrund des rekonstruierten Stammbaumes ergibt sich, dass die Vielfalt der Art das Produkt einer relativ kürzlichen Radiation sein muss, nachdem *P. ottonis* die Voraussetzungen zur Besiedlung von grasig-felsigen Stellen in der Pampa erworben hatte.

Ein zweiter Schwerpunkt der vorgestellten Arbeit befasst sich mit der Verbindung zwischen beobachtbaren morphologischen Merkmalen (z.B. Rippenzahl, Rippenform, Körperfärbung, Dornenzahl, -farbe und -länge usw.), den Resultaten der Untersuchung der Erbsubstanz und der geografischen Verbreitung. Diese Untersuchungen sind noch im Gang, und die Ergebnisse werden mit Spannung erwartet.



42

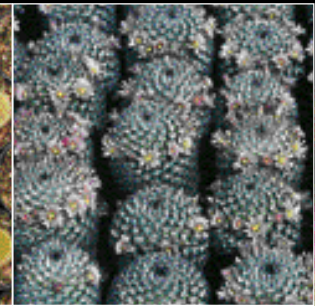
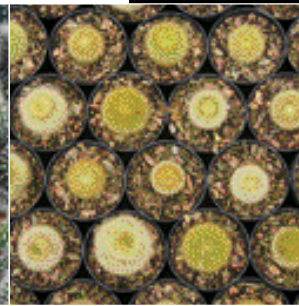
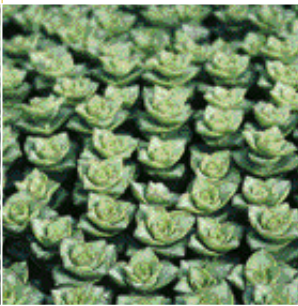


43

Genetische Vielfalt in Gefahr

Die Einmaligkeit jedes einzelnen Individuums in Bezug auf seine genetische Ausstattung, und damit die genetische Vielfalt einer Population, stellt gewissermassen das «Rohmaterial» für die Evolution dar – nicht in erster Linie in Bezug auf sichtbare Veränderungen und Artbildung, sondern viel mehr in Bezug auf kleine Unterschiede in der Anpassung an die ebenso subtilen Unterschiede der natürlichen Standorte. Mit jedem Individuum, das durch menschliche Einwirkung verschwindet, verschwindet auch ein Stück dieser genetischen Vielfalt und damit ein Stück des Rohmaterials für die Evolution. Mit der bei Habitatzerstörung (z.B. Überweidung [42, 43], Anlage von Holzplantagen, Ausbau von Siedlungen und Verkehrswegen bedingt durch das ungebremsste Bevölkerungswachstum, Ausbreitung invasiver Neophyten) verschwindenden genetischen Vielfalt gehen Teile der biologischen Vielfalt verloren, und damit unter anderem auch Möglichkeiten zur Evolution von neuen Eigenschaften und Merkmalskombinationen – die Möglichkeiten zur Weiterentwicklung des Lebensnetzes werden kleiner.

42–43
Vegetationszerstörung durch Überweidung ist im ganzen Verbreitungsgebiet von *Parodia ottonis* und verwandten Arten ein grosses Problem. Die Pflanzen leiden nicht nur durch Frass, sondern auch durch Trittschaden.

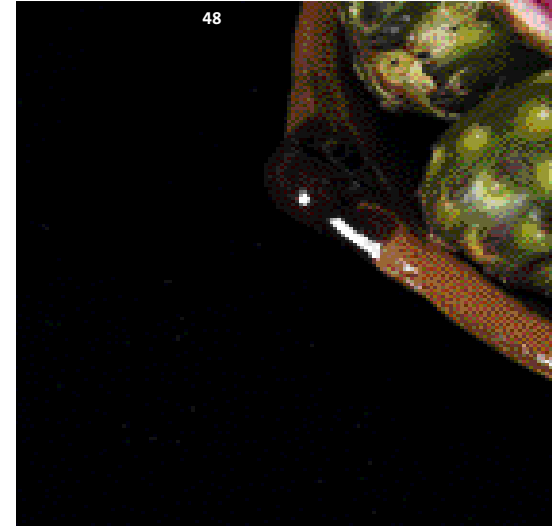


45

46

47

48



44–48

Bei der Vermehrung von gärtnerischen Sorten ist in der Regel keine Biodiversität gefragt, sondern die Nachkommen sollten alle einheitlich aussehen. *Sempervivum* [44] oder *Crassula rupestris* [45] werden meist durch Stecklinge vermehrt, viele Kakteenarten jedoch durch Aussaat ([46]: Sämlinge von *Parodia*; [47]: *Parodia haselbergii*; [48]: *Mammillaria perezdelarosae*).

49

Die als «Pitaya» bezeichneten Früchte von *Stenocereus stellatus* und verwandten Arten haben Fruchtfleisch in unterschiedlichsten Farben. Sie werden in Mexiko als Obst zum Frischkonsum geschätzt.

Glossar

Mutation

Sprunghaftes Auftreten von Änderungen in der genetischen Information und das damit verbundene Vorkommen von neuen Merkmalen (siehe auch S. 9–10).

Biodiversität bei sukkulenten Nutz- und Zierpflanzen

In der Natur existiert eine enorme Vielfalt an Arten und innerhalb von Arten an Genen. Bei Nutz- und Zierpflanzen sind die Verhältnisse etwas anders: Botanisch gesehen sind die allermeisten Kohlarten nur Kulturformen einer einzigen botanischen Art, *Brassica oleracea*. Ob Rosenkohl, Blumenkohl, Broccoli, Kohlrabi oder Federkohl: Alles sind Sorten dieser einen botanischen Art. Nicht anders ist es bei Pflaumen, Zwetschen, Reineclauden oder Mirabellen, die alle Kulturformen der einen botanischen Art *Prunus domestica* darstellen. Auch die mehreren 10 000 im Laufe der Zeit beschriebenen Apfelsorten gehören botanisch gesehen zu einer Art *Malus domestica*.

Wie Sorten entstehen

Am Anfang der Sortenzucht standen immer Pflanzen, die natürlicherweise irgendwo in der Natur vorkamen. Schon unsere prähistorischen Vorfahren haben durch das gezielte Auswählen bestimmter Exemplare mit besonders erwünschten Merkmalen Sortenzüchtung durch Auslese betrieben. Werden zum Beispiel vorwiegend Getreideähren mit besonders grossen Körnern

für die nächste Aussaat verwendet, ergibt sich im Idealfall über viele Pflanzengenerationen hinweg eine besonders grosskörnige Sorte. Als Ausgangsmaterial dient die in der Natur vorkommende genetische Vielfalt einer Art. Bei mehrjährigen Pflanzen besteht zudem die Möglichkeit, einzelne ausgewählte Exemplare mit besonders erwünschten Eigenschaften vegetativ durch Stecklinge zu vermehren.

Manchmal wünschen sich die Pflanzenzüchter Merkmale, die es bisher nicht gab. In solchen Fällen versucht man durch die Förderung spontaner Mutationen neuartige Merkmale zu erzielen. Zu diesem Zweck können bestimmte, als «mutagen» bezeichnete Chemikalien eingesetzt werden, sowie radioaktive Strahlung. Allerdings hat die Mehrheit der so entstandenen zufälligen Mutationen negative Auswirkungen auf das Überleben der entsprechenden Individuen, aber unter Tausenden von Sämlingen findet sich vielleicht doch die eine oder andere erwünschte Eigenschaft.

Schliesslich spielen auch Kreuzungen (Hybriden) in der Züchtung eine Rolle. Dabei wird die Blüte einer Art



mit Blütenstaub einer anderen Art bestäubt, und im besten Fall vereinigen die daraus entstehenden Sämlinge die besten Eigenschaften der beiden Elternarten. Durch fortgesetzte weitere Kreuzungen der Pflanzen unter sich, mit ihren Elternarten oder mit weiteren Arten, entstehen in jeder Generation wieder neue Merkmalskombinationen.

Vermehrung von Kultursorten

Bei Sorten (= **Cultivare**), die durch klassische Auslesezüchtung entstanden sind, ist in der Regel eine sortenreine Vermehrung durch Aussaat möglich. In anderen Fällen kann durch Selbstbestäubung ebenfalls sortenreiner Nachwuchs erhalten werden, zum Beispiel bei Tomaten.

Bei fast allen durch Hybridzüchtung entstandenen Sorten ist eine merkmalskonstante Weitervermehrung nur vegetativ möglich, also durch Stecklinge oder Ableger. Auch Auslesen aufgrund einer Einzelpflanze können nur vegetativ reinerbig vermehrt werden. Die Stecklingsvermehrung ist dazu der klassische Weg (manchmal in Kombination mit Propfung, zum

Beispiel bei den meisten Obstsorten). Eine technisierte Variante der Stecklingsvermehrung ist die **Meristemkultur**:

Hier wird unter genau kontrollierten Bedingungen im Labor beziehungsweise in der Klimakammer eine Vegetationsspitze der Kultursorte auf bestimmten Nährmedien so kultiviert, dass sie in kurzer Zeit Material für Tausende und Abertausende von Nachkommen bildet. Diese Nachkommen werden zuerst ebenfalls auf speziellen Nährmedien kultiviert und dann ab einer bestimmten Grösse in klassisch-gärtnerischer Weise weitergezogen. Diese Methode kommt im grossen Massstab bei der Zierpflanzenproduktion zum Einsatz, wo jeweils eine grosse Anzahl von absolut einheitlichen Pflanzen erforderlich ist.

Beispiele aus der Welt der Sukkulente

Spielen Kulturformen bei Sukkulente überhaupt eine Rolle? Zumindest in der Sukkulente-Sammlung nur am Rande (z.B. Kulturformen von Feigenkakteen und Hauswurzeln im Freiland), denn schon die natürlicherweise vorhandene Sukkulentevielfalt sprengt unsere

Glossar

Cultivar

Ursprünglich englischer Begriff, zusammengezogen aus «cultivated variety», also «Kulturvarietät».

Meristem

Vegetationspunkt, d.h. die Spitze eines Triebes oder einer Knospe, die zur stetigen Zellteilung und dadurch zu Wachstum fähig ist.



51

52

53

Möglichkeiten bei Weitem. Im gärtnerischen Bereich sowie in der Landwirtschaft spielen Kulturformen bei einigen Sukkulenteengruppen aber sehr wohl eine grosse Rolle, wie die folgenden ausgewählten Beispiele von Nutz- und vor allem Zierpflanzen zeigen:

Kakteenfrüchte

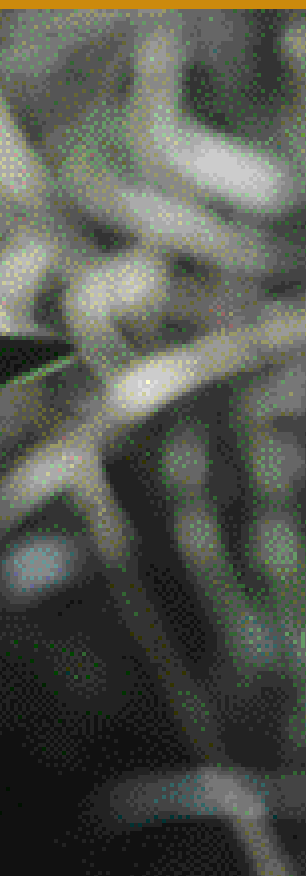
Verschiedene Kakteenarten werden wegen ihrer schmackhaften saftigen Früchte schon seit Urzeiten lokal genutzt und angepflanzt (siehe auch «Sukkulente(n)welt», Heft 9, S. 26–30). Eine besondere Rolle spielen die als Kakteenfeigen bezeichneten Früchte von *Opuntia ficus-indica* und ähnlichen Arten. Die Feigenkakteen werden dazu heute auch ausserhalb der ursprünglichen Heimat Mexiko in grossen Plantagen angebaut. Auch die grossen, als «Pitaya» oder «Pitahaya» bezeichneten Früchte von *Hylocereus*-Arten werden heute in Plantagen angebaut. Es gibt davon gelb- und rosafrüchtige Sorten, und das Fruchtfleisch variiert von weiss bis dunkelrot. Sehr variabel sind auch die Früchte von *Stenocereus stellatus* und verwandten Arten, welche in Mexiko in Form zahlreicher

Sorten angebaut und ebenfalls als «Pitaya» vermarktet werden [49].

Flammendes Käthchen – *Kalanchoe blossfeldiana*

Kalanchoe blossfeldiana wurde um 1930 in den saisonal trockenen Wäldern von Nordmadagaskar entdeckt. Seit den 1970er-Jahren gehört sie zu den beliebtesten Topfpflanzen Europas, und es wurden Dutzende von Sorten gezüchtet [54–55]. Wild wachsende Pflanzen blühen leuchtend tomatenrot, aber heute gibt es dank der gärtnerischen Kunst sämtliche Blütenfarben von Weiss über Gelb, Lachsfarben, Orange, Rosa, Braunrot und Dunkelrot. Auch gefüllt blühende Sorten sind seit einiger Zeit im Handel. Dank ihrer Robustheit und den langlebigen Blüten sind diese Kalanchoen heute im gärtnerischen Sortiment universell vorhanden.

In den Grossbetrieben sind die Pflanzen innerhalb von 10 Monaten nach der Aussaat beziehungsweise der Entnahme aus Gewebekultur blühreif, Stecklinge innerhalb von gut 4 Monaten. *Kalanchoe blossfeldiana* ist eine Kurztagpflanze, das heisst, Blüten werden nur angesetzt, wenn die Nächte mindestens 12,5 Stunden



50



55

dauern. Dabei braucht es mindestens 21 Kurztage in Folgesowie Temperaturen zwischen 17 und 21°C. Abgeblühte Pflanzen können problemlos weiterkultiviert werden, werden aber schon im zweiten Jahr unansehnlich buschig und müssen dann zurückgeschnitten werden. Stecklingsvermehrung ist möglich.

Christusdorn-Euphorbia – *Euphorbia milii*

Auch *Euphorbia milii* hat ihre Heimat in Madagaskar. Zusammen mit einigen verwandten Arten ist sie in saisonal trockener Buschvegetation weit verbreitet. Während der Trockenzeit wirft sie ihre Blätter ab und überdauert allein mit den bedornten, andeutungsweise sukkulenten Trieben.

In der Natur [50] kommen in erster Linie rot blühende Pflanzen vor, aber die Art ist sehr variabel (Pflanzengrösse, Blattgrösse und -form, Dornengrösse, Blü tengrösse und -farbe usw.). Die heute im Handel angebotenen Sorten [51–53] sind einerseits Auslesen aus der natürlich vorkommenden Variabilität, andererseits aber auch Kreuzungen mit verwandten madagassischen Arten. Neben den typischen roten Blüten



56



57



58

gibt es heute sämtliche Farbtöne von Grün über Weiss, Gelb, Orange, Rosa, Rot, und auch geflammt oder sonst gemustert.

Die Pflanzen sind langlebig und können auch am Zimmerfenster bis 1,5 m hoch werden. Im Winter dürfen sie trocken stehen; sie verlieren dann einen Grossteil der Blätter. Zu gross gewordene Pflanzen können zurückgeschnitten werden, und die abgeschnittenen Teile können der Stecklingsvermehrung dienen (einige Tage abtrocknen lassen, dann in Kakteen Erde bewurzeln). Achtung: Der Milchsaft ist giftig und darf nicht in die Augen oder auf Schleimhäute gelangen. Nach dem Arbeiten die Hände gut mit Seife waschen.

Wüstenrose – *Adenium obesum*

Adenium obesum gehört zu den Hundsgiftgewächsen. Die ausgesprochen variable Art hat ein weites Verbreitungsgebiet vom südlichen Arabien über Ostafrika bis nach Namibia. Entsprechend ihrer Variabilität wird sie in sechs Unterarten gegliedert.

Ab den 1970er-Jahren wurden vor allem in den USA zahlreiche Sorten gezüchtet. Es handelt sich einerseits um Auslesen, also um ausgewählte Pflanzen aus der Natur mit besonders zahlreichen oder besonders hübschen Blüten, andererseits aber auch um Kreuzungen zwischen solchen Auslesen. Mittlerweile gibt es mehr als hundert benannte Kultursorten mit verschiedensten Blütenfarben und -formen [56–58]. Unter tropischen Bedingungen sind die Pflanzen sehr wüchsig, und Sämlinge können schon nach zwei Jahren erstmals blühen. Einer der grössten *Adenium*-Produzenten befindet sich bei Mumbai in Indien.

Adenium-obesum-Formen sind bei uns nicht ganz einfach zu pflegen. Sie können ganzjährig im Zimmer kultiviert werden. Bei ganz trockenem Stand werden Wintertemperaturen bis 6–8 °C toleriert, aber 12–15 °C sind sicherer. Die Pflanzen dürfen nie längere Zeit nass stehen. Damit sie blühen können, müssen sie aktiv wachsen. Blüten erscheinen während der ganzen Vegetationszeit zwischen etwa April/Mai und September/Oktober. Im Winter fallen die nicht sukkulenten Blätter mehrheitlich oder ganz ab.

50–53

Wildformen von *Euphorbia milii* (Christusdorn-Euphorbie [50]) blühen meistens rot, aber die Art ist an sich schon sehr variabel. Im Handel sind mittlerweile viele Dutzend unterschiedliche Auslesen erhältlich.

54–55

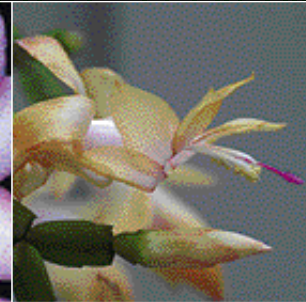
Kulturförm von *Kalanchoe blossfeldiana* (Flammendes Käthchen) gibt es in unterschiedlichsten Blütenfarben.

56–58

Durch Kreuzung von Wildformen von *Adenium obesum* und anschließende Auslese wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Blütenfarben erzielt.

Weihnachtskakteen

Weihnachtskakteen gehören seit über 150 Jahren zum Standardsortiment der Zimmerpflanzen. Die Gattung *Schlumbergera* umfasst sechs botanische Arten und Hunderte, wenn nicht Tausende von benannten Sorten (McMillan & Horobin 1995, Süplie & van der Zee 2004). Die meisten Sorten gehen auf Kreuzungen zwischen *S. truncata* [64] und *S. russelliana* zurück (= *S. xbuckleyi*), und erst in den letzten 20 Jahren wurde die 1978 entdeckte *S. orssichiana* für die Züchtung benutzt. Alle *Schlumbergera*-Arten stammen aus Südostbrasilien, wo sie in Gebirgslagen von 900 bis 2800 m vorwiegend in kühl-feuchtem Klima zu Hause sind. Die Wildarten blühen alle mit violettrosa Blüten, aber heute gibt es auch Cultivare mit weissen, gelben,



59

60

61

62

63

orange- und lachsfarbenen oder mehr roten Blüten, teilweise auch geflammt oder mit andersfarbigen Blütenblatträndern [59–63].

Der Weihnachtskaktus ist eine Kurztagpflanze, das heisst, Blüten werden nur angesetzt, wenn die Nacht mindestens 12,5 Stunden dauert. Bereits das Licht einer Nachttischlampe reicht aus, um die Blütenbildung zu verhindern. Auch bei Temperaturen von mehr als 20–22 °C werden keine Blütenknospen mehr angelegt. Im Sommerhalbjahr können Weihnachtskakteen gut im Halbschatten eines Baumes gepflegt werden. Während des ganzen Jahres sollten sie immer etwas gegossen werden, aber Staunässe ist zu vermeiden.

Hauswurz

Die Gattung *Sempervivum* umfasst 63 Arten und Naturhybriden und kommt in den Gebirgen zwischen Spanien und dem Iran sowie in Marokko vor. In den Schweizer Alpen sind 5 verschiedene Hauswurzarten anzutreffen.

Hauswurz spielen seit Jahrzehnten als Steingartenpflanzen eine grosse Rolle – die Mehrheit ist pflegeleicht, bildet mit der Zeit grosse Polster und blüht regelmässig im Sommer. So ist es kein Wunder, dass Gärtnereien schon vor über 100 Jahren mit der Auslese von besonders hübschen Klonen begonnen haben [65–68], zumal die vegetative Vermehrung keine Probleme bietet [44]. Darüber hinaus bilden *Sempervi-*

vum-Arten leicht Hybriden, sowohl in der Natur wie in der Kultur. Einschlägige Listen umfassen viele Hundert Sorten, die allerdings in vielen Fällen nur schwer voneinander zu unterscheiden sind (Wills & Wills 2000, 2004). *Sempervivum* sind sehr anpassungsfähige Pflanzen, und je nach Kulturbedingungen bekommen die Rosetten ein völlig anderes Aussehen. Auch im Jahresverlauf ändert sich Form und Färbung der Rosetten. Hauswurz sind eine Zierde für jeden Steingarten. Genauso gut können sie auch auf einem Balkon in Schalen oder Kisten kultiviert werden. Wichtig ist ein eher nährstoffarmer, gut durchlässiger Boden. *Sempervivum*-Polster können auch auf einem Stein gepflegt werden (Köhlein 2005).

Weitere Sukkulenten mit Kulturformen

Kulturformen spielen auch bei einigen weiteren Gruppen eine Rolle. So sind im Laufe der Zeit Hunderte, wenn nicht Tausende Kulturformen von *Aloe*-Arten registriert worden (mehrerheitlich Hybriden und Mehrfachhybriden), welche in frostfreien Klimaten als Garten- und Parkpflanzen Verwendung finden.

59–64

Die Wildform von *Schlumbergera truncata* (Weihnachtskaktus [64]) blüht rot. Durch Kreuzungen und Auslese erhielten Gärtner und Liebhaber im Laufe der Jahrzehnte eine unübersehbare Palette unterschiedlicher Blütenfarben und -formen.

65–68

Meistens stehen bei Cultivaren die Blüten im Vordergrund. Anders bei *Sempervivum* (Hauswurz): Hier gibt es Hunderte von Sorten, die ausschliesslich wegen der unterschiedlichen Rosetten gezüchtet wurden.



65



66



67



68

Auch bei der im Volksmund als «Blattkakteen» bezeichneten Gruppe gibt es Tausende benannter Hybriden, mehrheitlich Kreuzungen zwischen Arten der Gattungen *Epiphyllum* und *Disocactus*. In den USA gibt es sogar eine eigene Liebhabergesellschaft, welche sich ausschliesslich mit diesen als «epicacti» bezeichneten Pflanzen beschäftigt. Auch innerhalb der Gattung *Echinopsis* gibt es zahlreiche Kulturformen (mehrheitlich Hybriden, teilweise auch mit Arten aus verwandten Gattungen), und in Deutschland widmet

sich eine Interessengemeinschaft seit vielen Jahren diesen Pflanzen. Nicht vergessen werden dürfen schliesslich die «Erdbeerkakteen», das heisst die unterschiedlich gefärbten Cultivare von *Gymnocalycium mihanovichii*. Diese Pflanzen bilden kein Blattgrün mehr und müssen deshalb gepfropft werden. Schliesslich gibt es auch bei den winterharten Arten von *Opuntia* und *Yucca* eine langsam wachsende Vielfalt von Auslesen und Hybriden.



Biodiversität und Geografie

Sukkulente sind für das Überleben mehr oder weniger langer Trockenzeiten gerüstet, und entsprechend ist auch ihr Vorkommen in solchen Gebieten konzentriert. Allerdings ist ihre Verteilung auf die verschiedenen Trockengebiete sehr ungleich, und an einigen Orten fehlen sie trotz des trockenen Klimas fast oder ganz. An anderen Orten hingegen sind Sukkulente unübersehbar dominante Elemente der Vegetation.

Gründe für das ungleich verteilte Vorkommen

Gründe für das sehr unterschiedliche Vorkommen von Sukkulente Pflanzen in den Trockengebieten der Welt gibt es mehrere. Eine ganz wichtige Grundlage für das erfolgreiche Überleben von Sukkulente ist der regelmässige Wechsel zwischen Regen- und Trockenzeiten (Ellenberg 1981): Sukkulente sind darauf angewiesen, ihren Wasserspeicher regelmässig wieder auffüllen zu können. In Trockengebieten mit erratisch verteilten Niederschlägen und oft mehrere Jahre andauernden Trockenzeiten fehlen Sukkulente fast vollständig. Zu diesen sukkulentenarmen Gebieten gehören zum Beispiel grosse Teile der Sahara und Arabiens. Hier handelt es sich um absolute Wüsten, in de-

nen nur wenige, speziell angepasste Pflanzen überhaupt überleben können [69]. Auch in Australien gibt es fast gar keine Sukkulente, zumindest nicht in den ausgeprägten Wüstengebieten. Ebenso spielen Sukkulente auch in den Trockengebieten von Innerasien nur eine ganz untergeordnete Rolle.

In den übrigen Trockengebieten der Welt treten Sukkulente stärker in Erscheinung. Die grösste Diversität findet sich in tropischen und subtropischen Klimaten, und abgesehen von den dauerfeuchten tropischen Regenwäldern sind dort Sukkulente in praktisch allen Vegetationstypen vertreten und haben sich an viele unterschiedliche Bedingungen angepasst. In gemässigten und kühlen Klimaten nimmt die Sukkulente Vielfalt rasch ab, aber an lokal trockeneren Orten (z.B. sandige oder kiesige Böden, Felsen) kommt auch hier eine immer noch bemerkenswerte Vielfalt vor [79].

Schliesslich spielt auch die Biogeografie eine grosse Rolle: Sukkulenz hat sich im Pflanzenreich zwar mehrfach bei vielen unterschiedlichen Familien entwickelt, aber über 90 Prozent aller Sukkulente gehören zu lediglich 10 Familien (siehe S. 6). Einige dieser



71

72

73

74



(auch hier mit Ausnahme einer einzigen Art von *Pitcairnia* in Afrika). Schliesslich spielen in Mexiko auch die Dickblattgewächse mit Gattungen wie *Echeveria*, *Dudleya*, *Graptopetalum*, *Pachyphytum* und *Sedum* [34–35] eine grosse Rolle. Blattsukkulente Orchideen sind in den Trockenwäldern Amerikas mit zahlreichen Arten verbreitet.

Afrika [73–74]

In Afrika konzentriert sich der Sukkulente Reichtum vor allem auf das südliche Afrika (Republik Südafrika, Namibia), mit einem zweiten Zentrum in Ost- und Nordostafrika (Horn von Afrika mit Äthiopien, Eritrea und Somalia sowie Kenia und Tansania). In den übrigen Trockengebieten des Kontinents sind die Sukkulente n weniger augenfällig, aber selbst im Atlasgebirge Marokkos und in Randgebieten der Sahara sind zum Beispiel stammsukkulente Euphorbien zu Hause.

Im südlichen Afrika fallen in erster Linie grosswüchsige Arten von *Aloe* (Affodillgewächse [74]) und Euphorbien (Wolfsmilchgewächse) auf. Die Gattung *Aloe* kommt von Natur aus nur in Afrika und Madagaskar sowie auf der Arabischen Halbinsel vor, und auch der Löwenanteil der sukkulente n Euphorbien stammt aus diesem Gebiet. Eine grosse Rolle spielt die Familie der Mittagsblumengewächse – rund 90 Prozent der etwa 2000 Arten der Familie kommen im südlichen Afrika vor. Weitere wichtige Sukkulente ngruppen in Afrika sind die Dickblattgewächse (Gattungen wie *Crassula*, *Cotyledon* und *Kalanchoe* haben hier ihre Verbreitungsschwerpunkte) sowie die Aasblumen (früher Seidenpflanzen gewächse, heute aber zu den Hundsgiftgewächsen gezählt). Das südliche Afrika ist weltweit gesehen mit Abstand das Gebiet mit der grössten Sukkulente ndiversität – sowohl in Bezug auf die Wuchsformen wie auf die Artenzahl.

Familien haben aufgrund ihrer Entwicklung im Laufe der Evolution ganz bestimmte geografische Grossräume besiedelt und fehlen in anderen, sodass auch diese historisch-biogeografische Komponente das Vorkommen beziehungsweise Fehlen von Sukkulente n in den verschiedenen Trockengebieten beeinflusst.

Amerika [70–72]

Die augenfälligsten Sukkulente n des amerikanischen Doppelkontinents sind ohne Zweifel die Kakteen. Sie sind mit zahlreichen Arten über weite Gebiete landschaftsbestimmend. Kakteen kommen ausschliesslich in Amerika vor (aber keine Regel ohne Ausnahme: *Rhipsalis baccifera* («Spaghettikaktus», «Binsenkaktus») kommt natürlicherweise auch in Afrika, Madagaskar und Sri Lanka vor). Auch die Familie der Agavengewächse (wichtigste Gattungen *Agave* und *Yucca*) ist ganz auf die Neue Welt beschränkt, und zwar in erster Linie auf Mexiko und die angrenzenden südlichen USA. Einige wenige Arten von *Agave* und *Furcraea* kommen auch noch im nördlichen Südamerika vor. Die Familie der Ananasgewächse ist ebenfalls auf den amerikanischen Doppelkontinent beschränkt.

69

In absoluten Wüsten wie z.B. der Sahara kommen keine Sukkulente n vor – die Niederschläge sind zu erratisch verteilt, als dass die Sukkulente n ihre Wasserspeicher regelmässig füllen könnten.

70–74

In den Trockengebieten Nordamerikas dominieren Kakteen (*Ferocactus cylindraceus* [70]; *Pachycereus pringlei* [71]) und Agaven (*Agave deserti* [72]), während in den Trockengebieten Südafrikas eine Vielzahl von Sukkulente n aus verschiedenen Pflanzenfamilien gemeinsam vorkommen (z.B. *Pachypodium namaquanum* und *Tylecodon paniculatus* [73]; *Aloe pillansii* [74]).



76



77



78

Biodiversität und Wuchsformenvielfalt

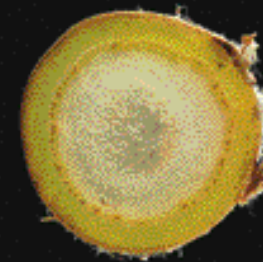
Der Anblick einer Kaktuspflanze hinterlässt den Eindruck, dass genau diese Wuchsform ideal an die Bedingungen einer saisonal trockenen Umwelt angepasst ist. Der wasser speichernde Kakteenkörper und die stechende Bedornung scheinen in einer als feindlich wahrgenommenen Umwelt als Anpassung «einfach logisch» zu sein. Dabei übersehen wir offensichtlich, dass es in allen Trockengebieten eine grosse Vielfalt unterschiedlichster Wuchsformen gibt –

offensichtlich haben unterschiedliche Pflanzen auch unterschiedliche Wege zur Anpassung an periodischen Wassermangel gefunden. Die Koexistenz dieser Formen verdeutlicht, dass es keine «einzig richtige» Strategie zur Bewältigung der Trockenzeit gibt. Sukkulenz ist nur eine von vielen unterschiedlichen Möglichkeiten.

Als Strategie gegen den Wassermangel haben darüber hinaus nicht alle Arten eines Verwandt-



Querschnitte durch die Triebe verschiedener Stammsukkulanten. Bei den meisten Stammsukkulanten dient das Rindengewebe als Wasserspeicher, und das Mark befindet sich innerhalb des Leitbündelringes. Manchmal dient jedoch vor allem das Mark als Wasserspeicher [86, 87, 89].



89

Körbchenblütler:
Pittocaulon bomby-
cophole [89].



91

das gegensätzliche Phänomen, und nahe miteinander verwandte Arten zeigen ganz unterschiedliche Wuchsformen. Die Kakteen sind dazu ein gutes Beispiel: Auch wenn die grosse Mehrheit der Kakteen unserem inneren Bild von einem «richtigen» Kaktus entspricht, haben einige Gruppen im Rahmen ihres Vorkommens unter speziellen Umweltbedingungen abweichende Formen entwickelt. Besonders zu nennen sind hier die **epiphytischen** Arten der Familie, insbesondere die Blattkakteen der Gattung *Epiphyllum* [92, 94]. Diese Kakteen wachsen in Gegenden mit einigemassen regelmässiger Wasserversorgung, das heisst, die Trockenzeit ist nur kurz, oder Nebel und Tau lindern den Wassermangel. Solche Kakteen brauchen keinen besonders grossen Wasserspeicher. Sie haben stattdessen oft blattartig abgeflachte Triebe entwickelt – daher auch der Umgangsnamen «Blattkaktus». Es handelt sich aber keineswegs um Blätter, sondern um umgewandelte Sprossachsen, die wie Blätter funktionieren (siehe «Sukkulantenwelt», Nr. 6, S. 18–23). Auch den «Spaghettikakteen» (Gattungen *Lepismium* und *Rhipsalis*) sieht man die Kakteenverwandtschaft nicht an.

Phänomenal sind bei den Kakteen nicht nur die grossen Unterschiede in der Wuchsform, sondern auch in Bezug auf die Grösse: *Pachycereus pringlei* (Cardón) aus Niederkalifornien und Sonora wird bis 20 m hoch und hat 20–30 cm dicke Triebe. Am anderen Ende der Skala steht *Blossfeldia liliputana* [95] aus Argentinien und Bolivien.

91

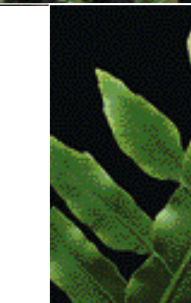
Sinningia leucotricha (Gesneriengewächs), hier mit frischem Austrieb und Blütenknospen, ist eine typische Caudexpflanze

92–94

Nicht alle Kakteen zeigen die typische Kakteenform: Während *Pereskia stanantha* [93] noch richtige, in der Trockenzeit abfallende Laubblätter entwickelt, zeigt *Epiphyllum oxypetalum* [92] Triebe, die wie Blätter aussehen. Wenn beide Pflanzen übereinandergelegt werden [94], zeigt sich sofort, weshalb das *Epiphyllum* auch als Blattkaktus bezeichnet wird.

95

Im Vergleich zum Trieb von *Pachycereus pringlei* ist *Blossfeldia liliputana* ein Zwerg!



92



93



94



95



Stammsukkulanten wie Kakteen ist der Caudex meist deutlich berindet. Manchmal ist die Rinde allerdings nur dünn, und es schimmert etwas grünes Stammgewebe durch. Der Caudex kann aber auch eine unterirdische Knolle sein (z.B. bei *Sinningia leucotricha* [91]). In diesen Fällen fällt die Unterscheidung von Sukkulenz gegenüber reinen Nährstoffspeichern besonders schwer.

Vielart der Wuchsformen bei den Kakteen

Die Betrachtung der Parallelentwicklungen hat verdeutlicht, dass sich ähnlich sehende Pflanzen nicht miteinander verwandt sein müssen. Es gibt aber auch

Ihre knopfartigen Körperchen erreichen im ausgewachsenen Zustand nur gerade 1–1,2 cm Durchmesser. Interessanterweise steht diese Zwergart im Stammbaum der Kakteen im engeren Sinn (Unterfamilie *Cactoideae*) ganz an der Basis. Die riesigen Säulenkakteen wie der Cardón, aber auch die ganze Vielfalt von Gattungen wie *Echinopsis*, *Rebutia* oder *Mammillaria* leiten sich im Laufe der Entwicklungsgeschichte von den Vorfahren der zwergigen *Blossfeldia* ab. Nur die beblätterten Pereskien [93] sowie die Feigenkaktusverwandtschaft und die Gattung *Maihuenia* sind entwicklungsgeschichtlich älter als *Blossfeldia*.



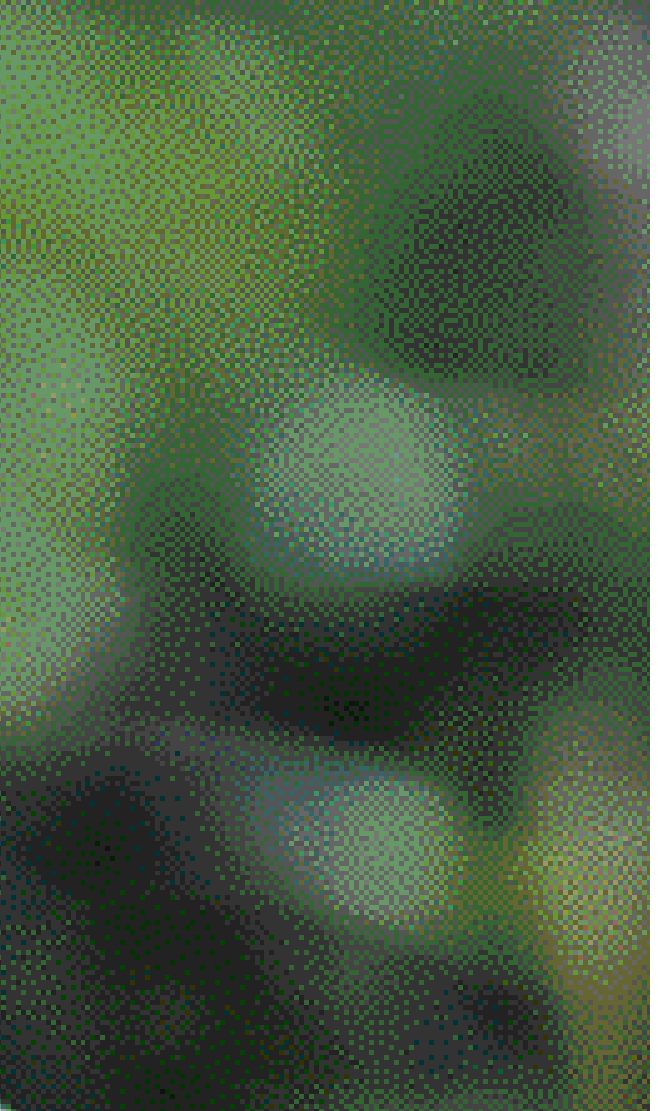
97

Biodiversität der Vernetzung

Schon die blosse Vielfalt der Arten und ihre Variabilität ist faszinierend. Der Begriff «Biodiversität» umfasst aber neben der zahlenmässigen Vielfalt von Arten und Genen ganz besonders auch die mannigfaltigen Wechselbeziehungen (Interaktionen, d.h. gegenseitige Beeinflussungen und Abhängigkeiten) zwischen den lebenden Organismen wie auch mit ihrer Umwelt. Dieser Aspekt, im angelsächsischen Raum treffend als «web of life», das heisst als «Lebensnetz» umschrieben, zeigt uns eine überwältigend faszinierende, aber auch komplizierte Lebenswelt.

Vernetzung führt zu Stabilität

Vernetzungen unterschiedlichster Art führen zu grösserer Stabilität – diese Aussage ist fast universell gültig: Denken wir nur an textile Gewebe, bei welchen am Anfang feine Fasern stehen, welche zu Fäden versponnen schliesslich zum Beispiel einer Hängematte Stabilität verleihen. Oder ein Weidenkorb, der dank der Verflechtung einzelner Zweige ein Vielfaches des Gewichtes tragen kann, bei welchem der einzelne Zweig brechen würde. Und wir selbst sind Teil von sozialen Netzwerken, welche unserem Leben Sicherheit geben.



wicht befinden und gegen Störungen (z.B. Dürreperioden, Stürme, Feuer) innerhalb gewisser Grenzen träge reagieren. Damit dieses in der Regel dynamische ökologische Gleichgewicht erhalten bleiben kann, verfügen Ökosysteme über ein grosses Mass an Selbstregulation. Vereinfacht gesagt: Wenn ein Tier seine Nahrungsgrundlage auffrisst, wird dessen Individuenzahl in der Folge wegen Nahrungsmangel zurückgehen, und die Pflanzen können sich regenerieren – der Zyklus beginnt von vorne.

Nur selten sind die Beziehungen zwischen den Lebewesen eines Ökosystems derart linear und einfach. Die meisten Arten sind Teil eines enorm vielfältigen Geflechtes von mannigfaltigen Wechselbeziehungen mit Dutzenden oder Hunderten anderer Arten. Die Biologie weiss heute viel über solche Wechselbeziehungen – aber bei Weitem nicht alles: Wir beginnen erst langsam zu ahnen, wie kompliziert das dynamische Gleichgewicht und dessen Regulation tatsächlich sind. Einige isolierte Beispiele aus der Welt der Sukkulenten sollen das exemplarisch verdeutlichen.

Und der Mensch?

Gerade wegen des Stabilitätsaspektes ist es wichtig, die Vielfalt an Organismen in unserer Umwelt zu erhalten. Jede Art, die ausstirbt, verschwindet nicht ein-

96

Raupe des Wolfsmilchschwärmers an einem Trieb von *Euphorbia lamackii*: Keine «Win-Situation» für die Pflanze!

97–98

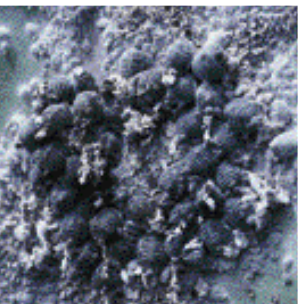
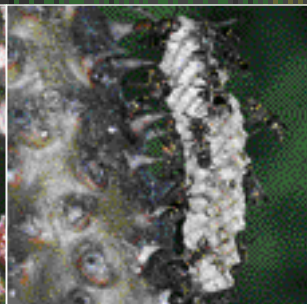
Aeonium urbicum mit Fliegenbesuch der Blüten: Vermutlich eine «Win-win-Situation» für beide Partner.

99

Wespennest am Stamm von *Pachypodium rutenbergianum* in Madagaskar – vermutlich eine völlig wertneutrale Beziehung

100–101

Cochenille-Läuse auf einem Feigenkaktus als Beispiel einer Vernetzung «Pflanze – Schmierlaus – Mensch». (siehe Sukkulente ntwelt Nr. 9, S. 31)



98

99

100

101

In der Natur ist das nicht anders. Seit Langem ist bekannt, dass **Ökosysteme** umso stabiler sind, je mehr unterschiedliche Arten sie umfassen und je mehr Wechselbeziehungen es zwischen diesen Lebewesen gibt. Eine typische Wechselbeziehung zwischen Arten ist die Nahrungskette: Wer frisst wen, und was hat das für die jeweilig betroffenen Arten für Auswirkungen? Vereinfacht gesagt, hat ein Tier kein «Interesse», seine Nahrungspflanzen alle aufzufressen und so seine eigene Nahrungsbasis zu zerstören. In der Tat zeigt sich, dass intakte Ökosysteme sich in einem Gleichge-

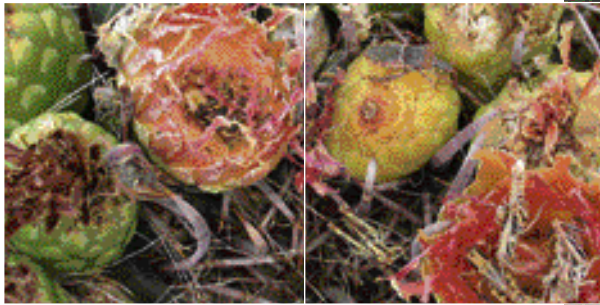
fach, sondern hinterlässt eine Lücke und zerreisst unzählige Fäden des «web of life». Der Schweizer Kabarettist Franz Hohler hat das mit seiner Produktion «Der Weltuntergang» anhand eines kleinen Käfers einer kleinen Insel im südlichen Pazifik bereits 1973 mit allen möglichen unliebsamen Folgen verdeutlicht.

Entsprechend wird auch klar, dass sich der «Wert» einer Art oder eines Ökosystems nicht als wirtschaftliche oder monetäre Grösse ausdrücken lässt – zu rudimentär sind unsere Kenntnisse über die Interaktionen. Der möglichst vollständige Erhalt der Ökosysteme und der organismischen Vielfalt unserer Erde ist eine Daueraufgabe. Der Begriff der «nachhaltigen Entwicklung» wurde nicht von ungefähr zusammen mit der Biodiversitätskonvention geprägt. Der Begriff ver-

Glossar

Ökosystem

Gesamtheit der Lebewesen an einem umschriebenen Ort mitsamt den unbelebten Lebensräumen (Biotopen).



102

deutlich gleichzeitig zwei Dinge: Der Erhalt von «Natur» steht der (wirtschaftlichen) Entwicklung nicht im Wege, und der Mensch ist als Teil der belebten Welt auch Teil des Ökosystems «Welt». Wir stehen also nicht ausserhalb des «web of life», sondern sind integraler Bestandteil – und abhängig von den funktionierenden Netzwerken der belebten Natur.

Win-win-Situationen in der Natur

Die Wechselbeziehungen zwischen den Arten eines Ökosystems können sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Völlig neutrale Wechselbeziehungen gibt es vermutlich nicht, sondern jede Interaktion hat für die beteiligten Partner positive oder negative Auswirkungen. Negative Auswirkungen (z.B. Gefressenwerden) sind unmittelbar einsichtig – diese Einschätzung trifft allerdings nur aus der Sicht der aufgefressenen Art zu. Für den anderen Partner (derjenige, der frisst) ist die Beziehung nämlich durchaus positiv, denn sie erlaubt ihm das Überleben...

In der Natur gibt es jedoch auch Wechselbeziehungen, die neudeutsch als «Win-win»-Situation beschrieben werden können, das heisst ein Zusammenleben, aus welchem beide Partner einen Vorteil ziehen. Gängigerweise wird dafür der Begriff «Symbiose» verwendet. Je nach Lehrbuch wird der Begriff für unterschiedliche Formen des Zusammenlebens verwendet. International hat sich für die beschriebene Win-win-Situation der Begriff «Mutualismus» durchgesetzt, der das Zusammenleben unter dem Aspekt eines partnerschaftlichen Gleichgewichtes zwischen «Nehmen» und «Geben» beschreibt. In der Welt der Sukkulenten sind eine ganze Reihe von Beispielen für mutualistische Beziehungen zu finden:

Ferocactus: Von Ameisen beschützt, von Bienen bestäubt

Die Gattung *Ferocactus* zählt 29 Arten und kommt im Süden der USA sowie weit verbreitet in Mexiko vor. Es handelt sich um mehrheitlich gross bis sehr gross werdende Kugelkaktéen mit auffällig starker Bedor-

nung (darauf nimmt auch der Name Bezug: Lat. «ferus» = wild). Im Grenzgebiet der USA und Mexiko kommen in der sogenannten **Sonoran Desert** zwei landschaftsprägende Arten der Gattung vor, *Ferocactus cylindraceus* [70] (auch als *F. acanthodes* bekannt) und *F. wislizeni* [102–105], und beide Arten sind in Bezug auf ihre Vernetzung mit der Umwelt punktuell detailliert untersucht worden.

Wie bei anderen Arten der Gattung auch sind bei beiden Arten pro **Areole** ein oder mehrere Dornen nur als Rudimente ausgeprägt, die Nektar produzieren (sogenannte Nektardornen [103]). Dieser Nektar lockt verschiedene Ameisenarten an, welche den zuckerreichen Saft als Nahrung schätzen. Mit dieser simplen Nahrungskette ist das Thema aber noch nicht erledigt, denn der Kaktus profitiert von der Anwesenheit der Ameisen. Die insgesamt vier festgestellten Ameisenarten «verteidigen» nämlich die Kakteen gegen Schadraupen, die sie innerhalb kurzer Zeit lokalisieren und innerhalb von Minuten töten. Diese Schadraupen haben es in erster Linie auf die Blütenknospen und Blüten [102], später auch auf die heranreifenden Früchte abgesehen, und das Vorhandensein der Ameisen führt direkt zu einer grösseren Zahl Blüten und damit auch zu einer grösseren Zahl Früchte und Samen. Die Nektar suchenden Ameisen erhöhen

Glossar

Symbiose

Symbiose ist zusammengesetzt aus den griechischen Worten «sym-», zusammen, und «bios», Leben.

Mutualismus

Mutualismus ist von lateinisch «mutuus», gegenseitig, wechselseitig, abgeleitet.

Sonoran Desert

Eine Halbwüstenvegetation mit Sträuchern, grossen Säulenkakteen, Kugelkakteen und einer reichhaltigen krautigen Frühlingsflora in den Südstaaten der USA und im angrenzenden nordwestlichen Mexiko.

Areole

Als Areole werden die Dornenbüschel der Kakteen bezeichnet. Die Dornen sind umgewandelte Blätter eines stark gestauchten Kurztriebes.



103

102

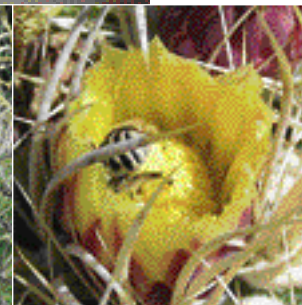
Durch Käferfress geschädigte Knospen und Blüten von *Ferocactus wislizeni*.

103

Ferocactus wislizeni mit Nektardornen (gelbe, rundliche Gebilde) und der Ameise *Solenopsis xyloni* auf Nektarsuche sowie einer Schadraupe auf Futtersuche.



104



105



106

durch die Verteidigung der Pflanzen gegen Schadraupen ganz direkt den Fortpflanzungserfolg (Ness & al. 2006). Die Beziehung zwischen den Ameisen und *Ferocactus wislizeni* ist als fakultativer Mutualismus zu werten. Die beiden Arten profitieren gegenseitig voneinander, ohne aber aufeinander angewiesen zu sein. Ähnliche Verhältnisse finden sich übrigens auch bei *Opuntia stricta* in Süd Mexiko, deren Jungtriebe und Knospen sowohl tags wie nachts von Ameisen besucht werden (Oliveira & al. 1999).

Damit sind unsere Kenntnisse über die Wechselwirkungen von *Ferocactus wislizeni* mit anderen Organismen aber noch nicht erschöpft: Die auf den ersten Blick unspezialisierten Blüten werden nämlich praktisch ausschliesslich von drei verschiedenen Wildbienenarten besucht. Diese sind für 94 Prozent aller Früchte verantwortlich. Andere Bienenarten (u.a. auch die Honigbiene) und einige Schmetterlinge und Fliegen finden den Weg zu den *Ferocactus*blüten zwar auch. Diese Besuche führen aber nicht zu einer Bestäubung. Entsprechend ist *Ferocactus wislizeni* für seine Fortpflanzung also fast völlig von den drei Bienenarten abhängig. Die Bienen sammeln in den Blüten für ihre Ernährung Nektar sowie Blütenstaub, den sie aber auch aus anderen Kakteenblüten gewinnen können. Sie profitieren zwar von ihrer nahen Bezie-

hung zum *Ferocactus*, ohne aber von dieser Art abhängig zu sein (McIntosh 2005). Für *Ferocactus cylindraceus* [70] wurde übrigens eine ähnliche Bestäubungsbiologie festgestellt, und 99 Prozent der Früchte sind das Resultat der Besuche einer einzigen, spezialisierten Bienenart.

Auf den ersten Blick haben wir es im Falle von *Ferocactus* mit zwei simplen Beziehungen zu tun: Einerseits die Verteidigung gegen Fressfeinde durch Ameisen, andererseits die Bestäubung durch Bienen. Das Beziehungsnetzwerk erstreckt sich indirekt aber auch auf das Verhältnis zwischen Ameisen und Bienen: Die Bienen profitieren von der Tatsache, dass der Schutz durch die Ameisen zu einer grösseren Zahl von Blüten führt. Was auf den ersten Blick als zwei simple 1:1-Beziehungen erscheint, entpuppt sich auf den zweiten Blick als Teil eines sicherlich noch dutzendfach komplizierteren «web of life» zwischen diesen und weiteren Partnern.

Palmlilien und Yucca-Falter

Die Gattung *Yucca* zählt 47 Arten und ist in den USA und Mexiko verbreitet. Mehrere der grosswüchsigen Arten gehören zu den landschaftsbestimmenden Elementen der Flora, insbesondere in der sogenannten [Chihuahuan Desert](#).

104-105

Ferocactus wislizeni: Die Blüten werden von der Biene *Diadasia rinconis* besucht. Die Bienen leisten ganze Arbeit, und fast aus jeder Blüte entwickelt sich eine Frucht.

106

Auch die Blüten vieler *Opuntia*-Arten werden von der Biene *Diadasia rinconis* besucht.

Glossar

Chihuahuan Desert

Eine Halbwüstenvegetation in den südlichen USA und im nördlichen und mittleren Mexiko, dominiert von Palmlilien, Gräsern und Sträuchern sowie Kugellakteen und Kräutern. Säulenlakteen fehlen.

110



108

109

107, 110

Yucca torreyi in der Chihuahuan Desert von Nordmexiko.

108

Yucca-Falter (*Tegeticula yuccasella*) beim Bestäuben (oberes Tier) bzw. bei der Eiablage (unteres Tier) in einer Blüte von *Yucca filamentosa*.

109

Vergrösserte Aufnahme des Kopfes des Yucca-Falters *Tegeticula yuccasella* mit zusammengeknetetem Blütenpollen.

Einige Arten wie *Yucca gloriosa* oder *Y. filifera* sind geschätzte winterharte Pflanzen für den Steingarten.

Wer Yuccas im Steingarten pflegt, stellt fest, dass sich spontan keine Früchte bilden. Es kommen auch keinerlei Insekten an die Tag und Nacht geöffneten Blüten. Der Blick in die Blüte zeigt, dass auf den übergrossen Staubfäden nur ganz winzige Staubbeutel mit wenig Blütenstaub sitzen.

Diese Verhältnisse sind auch den Wissenschaftlern schon früh aufgefallen, und seit 1873 sind die komplexen Bestäubungsverhältnisse der Palmlilien weitgehend bekannt (Riley 1892, Pellmyr 2003): *Yucca*-Blüten werden ausschliesslich von einer kleinen Gruppe von Nachtfaltern besucht, und zwar ausschliesslich von den Weibchen. Insgesamt sind 17 Arten aus 2 Gattungen dieser «Yucca-Falter» bekannt, und einige sind auf eine einzige *Yucca*-Art spezialisiert. Sobald ein Falterweibchen auf einer *Yucca*-Blüte [110] landet, beginnt es aktiv damit, Blütenstaub aus den kleinen Staubbeuteln zu sammeln und zu einem kleinen Paket zu kneten. Nach dem Blütenstaubsammeln legt das Weibchen je nach Falterart ein Ei entweder in eines der drei Fruchtknotenfächer oder irgendwo sonst in der Blüte (Blütenblatt, Blütenstiel). Nachher wird ein Teil des Blütenstaubpaketes aktiv und gezielt in der Vertiefung des Griffels deponiert [108]. Aus dem Ei schlüpft nach kurzer Zeit die Larve des Yucca-Falters. Die kleine Raupe frisst sich durch die wachsenden Samen des einen Fruchtknotenfaches. In der Regel wird der grössere Teil dieser Samen dabei zerstört. Anschliessend kriecht die Yucca-Larve durch ein Loch aus der nun fast reifen Frucht und lässt sich zu Boden fallen, wo sie sich verpuppt.

Was auf den ersten Blick fast wie Parasitismus auf Kosten der Palmlilien aussieht, entpuppt sich bei genauerer Betrachtung als dynamisches Gleichgewicht zwischen den beiden Partnern: Die *Yucca* wird ausschliesslich durch die weiblichen Yucca-Falter bestäubt, und der dafür zu bezahlende «Preis» ist der Inhalt eines der drei Fruchtknotenfächer. Umgekehrt können sich die Larven der Yucca-Falter nur in den wachsenden Früchten der Palmlilien entwickeln, und die beiden Partner sind im wahrsten Sinne auf Gedeih und Verderb voneinander abhängig. In diesem Fall handelt es sich bei der Beziehung zwischen den beiden Partnern um einen obligaten Mutualismus, da der eine ohne den anderen auf Dauer nicht überleben kann.

Auch hier ist das «web of life» aber viel komplizierter, als die eben vorgestellte 1:1-Beziehung vermuten liesse: Einerseits gibt es zwei Arten von Yucca-Faltern, welche zwar Eier in junge *Yucca*-Früchte legen, aber nichts zur Bestäubung beitragen. Diese beiden Falterarten müssen als Parasit der Palmlilie betrachtet werden, die zudem auf die Bestäubungsarbeit der richtigen Yucca-Falter angewiesen ist, denn ohne diese gäbe es keine Früchte. Zudem haben Crabb & Pellmyr (2006) herausgefunden, dass noch ein weiterer Partner das Beziehungsnetz beeinflusst: Eine bestimmte Wespenart legt nämlich einzelne Eier in die Larven von Yucca-Faltern. Dadurch wird die weitere Entwicklung der Falterlarven gestoppt, und die Wespenlarve ernährt sich von der gelähmten Falterlarve. Die Beziehung zwischen Wespe und Yucca-Falter ist als Parasitismus zu werten. Für die Palmlilie hingegen ist das Vorhandensein der parasitierenden Wespe von Vorteil, da so mehr Samen gebildet werden können.



111

Tomatensortenvielfalt in der Stadtgärtnerei



Rot und rund – so sehen die Tomaten gemäss gängigen Vorstellungen aus. Dass sie auch grün, gelb, orange, weiss oder sogar violett sein können, überrascht die meisten Besuchenden des alljährlichen Tomatenmarktes in der Stadtgärtnerei. Hier werden Ende April Setzlinge von jeweils rund 40 Sorten in verschiedenen Fruchtformen und -farben angeboten. Neben der Abwechslung auf dem Teller hat die breite Sortenwahl auch für den Anbau eine grosse Bedeutung. Je nach Höhenlage, Bodenzustand und lokalen Klimaverhältnissen wächst mal die eine, mal eine andere Sorte besser. Und gerade im biologischen Anbau ist ein kräftiges und robustes Wachstum entscheidend für eine gesunde Ernte.

Der Tomatenmarkt in Zürich wurde von der Bioterra initiiert. Bioterra ist die Schweizer Bioorganisation für Garten, Konsum und Landwirtschaft und setzt sich mit Veranstaltungen und Publikationen für die Verbreitung des biologischen Anbaus ein. Gemeinsam mit der Stadtgärtnerei Zürich und der Stiftung Pro Specie Rara konnte eine gute Zusammenarbeit für einen erfolgreichen Markt gefunden werden. Pro Specie Rara setzt sich seit 25 Jahren für die Erhaltung alter Sorten von Kulturpflanzen und Nutztieren ein. Die Vielfalt alter Sorten bildet eine wichtige genetische Reserve und einen Pool von verschiedenen Eigenschaften und Eignungen. Mit dem vielfältigen Angebot am Zürcher Tomatenmarkt wird nicht nur die Freude, sondern auch das Bewusstsein für den Wert und die Bedeutung der alten Sorten geweckt und gestärkt. Statt in Samenbanken zu lagern, finden die Sorten wieder einen Platz in den Gärten, werden weiter vermehrt, verschenkt und finden damit wieder eine weitere Verbreitung.

Die Tomatensetzlinge werden von Grün Stadt Zürich in der Stadtgärtnerei angezogen. Das ganze Sortenspektrum wird in der Stadtgärtnerei auch in einem Schaugarten angebaut. Ab Anfang August reifen hier die Früchte in ihren ungewohnten Farben und Formen und sind dann je nach Witterung bis Mitte September zu bestaunen. [Yvonne Aellen, Bioterra Regionalgruppe Zürich und Umgebung]

Stadtgärtnerei Zürich

Stadtgärtnerei Zürich

Sackzelg 25/27

8047 Zürich

Erreichbar mit Tram 3, Bus 67 oder Bus 72 bis Haltestelle Hubertus.

Schaugarten und Gewächshäuser täglich (inkl. Sonn- und Feiertage) geöffnet:
09.00–16.30 Uhr

Degustation der Tomatenvielfalt

Schmecken gelbe Tomaten anders als rote? Die Tomatenvielfalt im Schaugarten der Stadtgärtnerei Zürich kann nicht nur bewundert, sondern auch degustiert werden. Zu den Degustationsveranstaltungen vom 21. August und 30. August 2007 ist eine Anmeldung erforderlich:
www.bioterra.ch.vu oder yvonneaellen@bluewin.ch
oder Telefon 044 363 15 46.

111–114

Faszinierende Vielfalt von Farben und Formen bei alten Tomatensorten.

(Bilder: 111–112: Pro Specie Rara; 113–114: Grün Stadt Zürich, M. Ruckstuhl)



115

Biodiversität im Obstgarten

Zürcher Transparent, Zürcher Zuckerbirne, Züriapfel, Züribirne, Witiker Chüechliapfel, Usterapfel, Stäfer Zwetschge, Oetwiler Reinette, Oberrieder Glanzreinette, Dübendorfer Milchpfel...
In den Zürcher Obstgärten herrscht eine bunte Sortenvielfalt.

Gegen 1000 Apfelsorten sind in der Schweiz bekannt. Im Handel sind davon gerade noch rund 50 erhältlich. Viele der alten, geschmacklich hervorragenden und vielseitig verwendbaren Sorten entsprechen nicht mehr den heutigen Konsumgewohnheiten: Sie gelten als zu klein oder zu gross, als unattraktiv oder schlecht haltbar. Mit ihrem Verschwinden geraten auch alte Rezepte wie die Öpfelchüechli mit Witiker Chüechliäpfeln in Vergessenheit.

Förderung lokaler Sorten

Den wieder entdeckten, früher verbreiteten «Witiker Chüechliapfel», der am Kirchhügel in Witikon nur noch auf drei Bäumen wuchs, hat Grün Stadt Zürich vermehrt und im Herbst 2006 zwanzig Bäume an Witiker abgeben und so die alte Sorte wieder im Quartier angesiedelt. Chüechliöpfel heisst er, weil die Äpfel gross, weichfleischig und aromatisch sind – genau richtig, um daraus feine Öpfelchüechli zu backen.

Leider verschwinden immer mehr Hochstamm-Obstbäume aus der Landschaft; in der Stadt Zürich gibt es davon gerade noch rund 5000. Schön wäre, es könnten in zehn Jahren wieder 10000 sein, die im Frühling die Menschen mit ihrem Blust erfreuen. Im Rahmen des Projekts «10000 Obstbäume für Zürich» erweiterte Grün Stadt Zürich den vor 200 Jahren angelegten Hochstamm-Obstgarten auf dem Höckler um einen Sortengarten.

Obstbäume suchen Paten

In Zusammenarbeit mit Fructus, der Vereinigung zur Förderung alter Obstsorten, pflanzten im Jahr 2006 einige hundert Schulkinder die rund 130 Obstbäume. Der ausgedehnte Obstgarten am Höckler eignet sich als Naturlehrgebiet zur Vermittlung von kultur- und landschaftshistorischen und naturkundlichen Zusammenhängen sowie für Pflege-, Ernte- und Obstverwertungseinsätze (für Anwohner und Anwohnerinnen, Vereine, Schulen usw.).

Damit wird der Bezug der Stadtbevölkerung zu den in der Region nachhaltig produzierten Lebensmitteln, zur Biodiversität und zu der sie umgebenden Kulturlandschaft vertieft. [Marianne Fritzsche, Leiterin des Obstbaumförderungsprojekts bei Grün Stadt Zürich]

Werden Sie Gotte oder Götti

Für den Unterhalt des Sortengartens ist Grün Stadt Zürich auf die Mithilfe der Bevölkerung angewiesen. Wer den Sortengarten unterstützen möchte, kann sich als Gotte oder Götti anmelden unter www.stadt-zuerich.ch/natur > Menüpunkt: Obstbäume.

Veranstaltungshinweis

Aktion «Vom Obst zum Saft»

Samstag, 29. September 2007, 10–17 Uhr
Ort: Zwischen Globus und Pestalozziwiese (Bahnhofstrasse)

Attraktionen

- Degustation des frischen, vor Ort gepressten Mostes.
- Biodiversität: Fachleute der Fructus (Vereinigung zur Förderung alter Obstsorten) zeigen alte Obstsorten und bestimmen Obstsorten.
- Sorte unbekannt? Bringen Sie Ihr Obst mit (5 Stück pro Sorte)!
- Produkteangebot von Hochstamm-Obstbäumen der Hochstamm-Suisse (Verein zur Förderung der Hochstamm-Obstbäume).
- Kleinausstellung zur Bedeutung der Hochstamm-Obstbäume.
- Schauterrarien mit Tieren aus dem Obstgarten.

Patronat

Grün Stadt Zürich, Fructus, Pro Natura Zürich



116

115
Witiker Chüechliapfel.

116
Präsentation der herbstlichen Obstvielfalt.

(Bilder: Grün Stadt Zürich)

117

Der Bubikopf hat sich in den Ritzen zwischen den Pflastersteinen der Altstadt angesiedelt.

118–119

Rasenflächen werden im Laufe der Zeit von allerlei blühenden Kräutern eingenommen, z.B. Kriechender Günsel oder Veilchen.

(Bilder: Grün Stadt Zürich, S. Hose)



117



Biodiversität in der Stadtflora

«Zürich ist eine wunderschöne Stadt, geputzt wie ein Juwel», schrieb der italienische Goldschmied Benvenuto Cellini (1500–1571) nach einem Besuch in Zürich. Über die Flora der Stadt hat er sich nicht geäussert. Die bemerkenswerte botanische Vielfalt steht auch heute noch im Schatten der vielen anderen Anziehungspunkte der Stadt. Hungerblümchen, Bauernsenf, Pfaffenhütchen, Ackergauchheil, Hühnerhirse, Sumpfwurz und wie die Gewächse alle heissen, blieben in erster Linie die Sache leidenschaftlicher Spezialisten. Die Flora der Stadt Zürich wurde vom emeritierten ETH-Botaniker Elias Landolt in den Jahren 1984 bis 1998 minutiös aufgenommen. Vom flächendeckend häufigen Löwenzahn bis zur nur noch in wenigen Exemplaren vorkommenden Bienen-Ragwurz ist ihm nichts entgangen: Rund 1200 Arten kommen auf dem Stadtgebiet vor – das ist etwas mehr als ein Drittel aller in der Schweiz natürlicherweise oder eingebürgert vorkommenden Arten. Früher war die Vielfalt aber noch grösser: 188 Arten sind nämlich in den letzten 150 Jahren im Stadtgebiet verschwunden, also «lokal ausgestorben».

Vor allem in Gärten, in den Ritzen der Pflastersteine und Mauern, auf Bahnarealen, Brach- und Industrieflächen siedeln sich vielfältige botanische Kurio-

sitäten an. Viele der in den letzten Jahren neu eingewanderten Arten profitieren von den deutlich höheren Temperaturen im städtischen Umfeld. Feigenbäume, die natürlicherweise im besonnten Fels keimen, finden in den warmen Ufermauern der Limmat geeignete Ersatzstandorte. Paulownien wachsen aus den schmalsten Fugen am Fusse von gut besonnten Gebäudefassaden. Und auch der Bubikopf hat seinen angestammten Platz im Blumentopf verlassen und besiedelt die gepflasterte Altstadt (Hinterhof Stüssihofstatt). Auch in Rasenanlagen ist die ursprünglich angepasste Standardrasenmischung mit nur drei Grasarten meist nur von kurzer Dauer. Früh blühende Arten wie Veilchen oder Schlüsselblumen bilden in den Parkrasen im Laufe der Jahre oft wunderschöne Bestände. So wachsen viele selten gewordene Pflanzenarten der Roten Liste nicht ausschliesslich in Naturschutzgebieten. Nein, auch auf Flachdächern oder im Unterwuchs von Parkgehölzen finden seltene Pflanzen immer wieder Wuchsmöglichkeiten. Allein in den Magerwiesen auf den Flachdächern der Seewasserfilteranlage Moos wachsen neun Orchideenarten, darunter auch *Orchis morio* mit rund 6000 Individuen – ein Paradies der Vielfalt, das sich sehen lassen kann. [Stefan Hose, Projektleiter Naturschutz, Grün Stadt Zürich]



120



121

Biodiversität im Zoologischen Museum der Universität Zürich

Die Sammlungen des Zoologischen Museums der Universität Zürich umfassen heute rund eine Million Exemplare von etwa 33 000 Tierarten. Ihr Ursprung kann zurückverfolgt werden bis ins 17. Jahrhundert, als die Bürgerbibliothek in der Wasserkirche neben Büchern alles in sich vereinigte, was damals als Kunst- oder Naturseltenheit gelten konnte. Aus Platzmangel gingen die städtischen Objekte dann sukzessive an die naturforschende Gesellschaft. Deren Naturaliensammlung wurde 1833 in der neu gegründeten Universität mit ihrem Zoologischen Museum untergebracht. Nachdem die Universität 1864 in die neu erbaute ETH (Polytechnikum) zügelte, wurden verschiedene Sammlungen zu den «vereinigten naturwissenschaftlichen Sammlungen beider Hochschulen» zusammengeführt und schliesslich 1905 durch den Aussonderungsvertrag von Bund, Kanton und Stadt Zürich zwischen den beiden Hochschulen aufgeteilt. Mit der Einweihung des Universitätsbaus 1914 öffnete auch die Ausstellung des Zoologischen Museums im Kollegiengebäude 2 ihre Tore, und seit 1956 ist das Zoologische Museum ein eigenständiges Institut der Universität mit Forschung und Lehre, Ausstellungen und Sammlungen.

Ging es damals darum, möglichst die ganze Sammlung von Präparaten und unzählige Skelette auszustellen, werden heute etwa 1500 Tierarten gezeigt, die dem Publikum beispielhaft die enorme Vielfalt der Natur, die Biodiversität und deren Schutzwürdigkeit näherbringen sollen. Mit der Sonderausstellung «Biodiverse Forschung – natürlich vernetzt» präsentiert das Museum nun zwei zusätzliche Ausstellungen zum Thema Biodiversität. In der Wanderausstellung «natürlich vernetzt», von den Naturhistorischen Museen Bern und Genf in Zusammenarbeit mit dem Forum Biodiversität Schweiz erarbeitet, lässt sich auf einem Rundgang durch ein Labor die Vielfalt von Lebensformen auf unserem Planeten erkunden. Die Ausstellung «Biodiverse Forschung» widmet sich

aktuellen Forschungsthemen am Zoologischen Museum. Von der Dungfliege bis zum Alpensteinbock – so vielfältig wie die Tierarten, die hier erforscht werden, so vielseitig sind auch die Forschungsthemen. Diese werden an teilweise interaktiven Stationen auf den Stufen von Lebensgemeinschaften, Arten, Populationen, Individuen, Paarungsverhalten und Nachkommen vorgestellt. Das zusammen mit Grün Stadt Zürich und dem Botanischen Garten angebotene Veranstaltungsprogramm rundet das Thema Biodiversität ab. [Marianne Haffner, Wissenschaftliche Abteilungsleiterin Öffentliches Museum und Sammlungen, Zoologisches Museum der Universität Zürich]

Zoologisches Museum

Zoologisches Museum der Universität Zürich
Karl-Schmid-Strasse 4
CH-8006 Zürich
Telefon +41 44 634 38 38
E-Mail: zminfo@zm.uzh.ch
Veranstaltungen: www.zm.uzh.ch

Öffnungszeiten

Dienstag bis Freitag 9–17 Uhr
Samstag und Sonntag 10–16 Uhr
Spezielle Öffnungszeiten an Feiertagen

Eintritt frei

Sonderausstellung

Sonderausstellung

«Biodiverse Forschung – natürlich vernetzt»
3. Juli bis 16. Dezember 2007



122–123

120

Die Tiere der Welt sind im Untergeschoss des Zoologischen Museums nach zoogeografischen Regionen geordnet.

121

Im Erdgeschoss sind die einheimischen Tiere ausgestellt.

122–123

Das Zoologische Museum erforscht die Evolution und Diversität der Tierwelt, von der kleinen Dungfliege bis zum grossen Steinbock.

(Bilder: Zoologisches Museum)

Publikationen der Sukkulente n-Sammlung

und/oder werden Sie Mitglied des Fördervereins!



Führer



Mitteil ung 53



Heft 7



Heft 8



Heft 9



Heft 10



Heft 11

Die Zeitschrift «Die Sukkulente n-welt» erscheint einmal pro Jahr als Begleitpublikation zu den jeweiligen Sonderausstellungen. Als Mitglied des Fördervereins der Sukkulente n-Sammlung erhalten Sie die neuen Hefte automatisch, zusammen mit weiteren aktuellen Informationen über die Sukkulente n-Sammlung Zürich.

Bestellmodus: Bitte gewünschte Publikationen ankreuzen. Nach Eingang der Bestellung erhalten Sie eine Rechnung, welche Sie mit beigelegtem Einzahlungsschein bezahlen können. Die bestellten Publikationen erhalten Sie umgehend nach Erhalt des Zahlungsbetrages.

Publikationen: Alle Preisangaben inklusive Porto/Verpackung (nur in der Schweiz)

- | | |
|---|----------|
| ☐ > Führer. Die Sukkulente n-Sammlung Zürich: Rundgang, Wissenswertes, Geschichte, 28 Seiten | Fr. 4.– |
| ☐ > Infoblätter der Sukkulente n-Sammlung 1 bis 52 pauschal: | Fr. 40.– |

Vorrätige «Mitteil ungen aus der Sukkulente n-Sammlung»

- | | |
|--|---------|
| ☐ > Nr. 53 Chihuahua-Wüste, Big Bend Nationalpark, 20 Seiten | Fr. 7.– |
| ☐ > Nr. 56 Karibische Sukkulente n am Beispiel Venezuela, 20 Seiten | Fr. 7.– |
| ☐ > Nr. 58 Haworthia und verwandte südafrikanische Sukkulente n (deutsche Ausgabe), 24 Seiten | Fr. 7.– |
| ☐ > Nr. 58 Haworthia ... (englischsprachige Ausgabe) | Fr. 7.– |

Mitgliedschaft Förderverein Sukkulente n-Sammlung Zürich für ein Jahr

- | | |
|---|----------|
| ☐ > Mitgliedschaft Förderverein Einzel | Fr. 50.– |
| ☐ > Mitgliedschaft Förderverein Kollektiv und Gönner | |

Einzelhefte von «Die Sukkulente n-welt»

- | | |
|---|-----------|
| ☐ > Nr. 1 Schildkröten und Sukkulente n, 48 Seiten | Fr. 7.– |
| ☐ > Nr. 2 Sukkulente Orchideen in Madagaskar, 40 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 3 Sukkulente n für Nachtschwärmer, 40 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 4 Sukkulente n auf Briefmarken, 40 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 5 Amphibien, Reptilien und Sukkulente n, 56 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 6 Hängende Gärten – Epiphytische Sukkulente n, 40 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 7 Euphorbien – Sukkulente Wolfsmilch-Gewächse, 40 Seiten | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 8 Madagaskar, ein schwindendes Paradies | Fr. 13.– |
| ☐ > Nr. 9 Sukkulente Nutz- und Heilpflanzen | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 10 Kakteenwunderland Brasilien | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 11 75 Jahre Sukkulente n-Sammlung | Fr. 10.– |
| ☐ > Nr. 12 Biodiversität: Vielfalt der Sukkulente n | Fr. 10.– |
| ☐ > Sonderangebot «Die Sukkulente n-welt» Nummer 1–5 pauschal | Fr. 30.–! |

Name, Vorname

Strasse

PLZ, Ort

Datum, Unterschrift

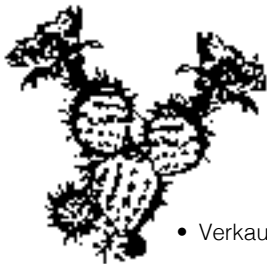
Bestellaufträge an: Sukkulente n-Sammlung Zürich, Mythenquai 88, CH-8002 Zürich, Telefon +41 (0)43 344 34 80, Fax +41 (0)43 344 34 88, sukkulenten@zuerich.ch, www.foerderverein.ch



Schweizerische Kakteen-Gesellschaft
Association Suisse des Cactophiles

- Ortsgruppen in über 20 Orten der deutschen und französischen Schweiz

- Illustrierte Monatszeitschrift
«Kakteen und andere Sukkulenten»



- Diavorträge,
Beratungsabende
- Jahrestreffen mit Börse,
Vorträgen etc.

- Verkaufstagung im Frühjahr

- Umfangreiche Bibliothek

- Kakteenenerde



Für weitere Informationen schreiben Sie bitte an
SKG/ASC, Sekretariat, CH-5400 Baden oder
<http://www.kakteen.org>



Wunderwelt Kakteen

Weit über 3000 Arten

- Seltene Kakteen und andere Sukkulenten, Samen, Zubehör, Bücher
- Pflanzen ausschließlich gärtnerisch vermehrt
- Ständige Angebotsergänzungen
- Weltweiter Versand
- Besucher sind herzlich willkommen:
Hegnacher Str. 31
71394 Kernen - Rommelshausen
Mo-Fr 9.00 - 18.00
Sa 9.00 - 16.00
- Fordern Sie unsere Angebotslisten an
- Besuchen Sie unseren Web-Shop
www.uhlig-kakteen.de

Uhlig Kakteen

Postfach 1107
D - 71385 Kernen
Deutschland

Tel.: + 49 - (0)7151 - 41891

Email: uhlig-kakteen@t-online.de



**UHLIG
KAKTEEN**

International zertifizierter Gartenbaubetrieb - CITES Nursery Registration No. P-DE 1001



Bonsai & Kakteen Shop GmbH

Talacker 42 8001 Zürich Telefon 044 211 47 67

Internet Shop: www.bonsai.ch Mail: info@bonsai.ch

Öffnungszeiten: Montag - Freitag 10 - 18.30 Uhr / Samstag 10 - 16 Uhr

Gestalten in der Altstadt.



**Wir verstecken unsere Haltung nicht.
Zum Beispiel beim Thema
Klimawandel.**

Wir geben visuellen Arbeiten ein Gesicht, damit Argumente für zukunftsweisende Umweltpolitik vermehrt Gehör finden. Wir denken und arbeiten vernetzt. Für Kampagnen, Konzepte und Texte ziehen wir bei Bedarf ausgewiesene SpezialistInnen bei.

c.p.a. Clerici Partner AG

Visuelle Gestaltung und Mediendesign

Münstergasse 18a, 8001 Zürich, T: 044 252 97 79
mail@clerici-partner.ch, www.clerici-partner.ch

Biodiversität – Vielfalt der Sukkulente
 Biodiversität der Sukkulente
 Biodiversität in der Natur
 Biodiversität bei sukku l e n t e n Nutz-
 und Zierpflanzen
 Biodiversität und Geografie
 Biodiversität und Wuchsformenvielfalt
 Biodiversität der Vernetzung
 Literatur, Mitarbeitende
 Grün Stadt Zürich: Tomaten-Sortenvielfalt
 in der Stadtgä r t n e r e i
 Grün Stadt Zürich: Biodiversität im Obstgarten
 Grün Stadt Zürich: Biodiversität
 in der Stadtflora
 Biodiversität im Zoologischen Museum
 der U n i v e r s i t ä t Zürich

Sukkulente-Sammlung Zürich
 Mythenquai 88, CH-8002 Zürich
 Telefon +41 (0)43 344 34 80, Fax +41 (0)43 344 34 88

Täglich durchgehend offen von 9.00 bis 16.30 Uhr
 (auch an Sonn- und Feiertagen).
 Eintritt frei.

Die Sukkulente-Sammlung kann mit
 dem Tram Nr. 7 bis Haltestelle Brunastrasse oder
 mit Bus 161/165 ab Bürkliplatz bis Haltestelle
 Sukkulente-Sammlung leicht erreicht werden.
 Mit dem Auto: Parkplatz Strandbad Mythenquai.

› www.foerderverein.ch
 › www.stadt-zuerich.ch/sukkulente

