



Die Sukkulentenwelt

Magazin der Sukkulenten-Sammlung Zürich

Dornen & Schuppen

Amphibien, Reptilien und
Sukkulenten in Trockengebieten

Sukaflor

Brunnmattstrasse 21
CH - 5614 Sarmenstorf

Telefon 056/ 667'29'00

Telefax 056/ 667'24'21

In unseren Gewächshäusern auf über 2500m² finden Sie eine umfassende Auswahl an Kakteen und anderen Sukkulente für jeden Wunsch und alle Ansprüche.

Neben Raritäten finden Sie bei uns bepflanzte Schalen, Kakteen Erde und Dekorationskies.

Öffnungszeiten:

Mo - Do 8.00 - 11.30 Uhr / 13.30 - 17.00 Uhr
Fr 8.00 - 11.30 Uhr / 13.30 - 16.00 Uhr
Sa 8.00 - 12.00 Uhr

Wir von der Sukaflor freuen uns auf Ihren Besuch.



Deutsche Gesellschaft für
Herpetologie und Terrarienkunde - Stadtgruppe Zürich

Vereinigung der Amphibien- und Reptilienfreunde in der näheren und weiteren Umgebung von Zürich

- Regelmässige Versammlungen mit Vorträgen im Restaurant des Zoologischen Gartens Zürich. Versammlungen in der Regel jeden letzten Montag im Monat, ausser im Juni und November am zweit-letzter Montag im Monat. Sommerpause im Juli, Winterpause im Dezember.
- Informationsaustausch zwischen Züchtern
- Tausch von Nachzuchttieren
- DGHT als Herausgeberin der Zeitschriften „Salamandra“, „Elaphe“ und „Mertensiella“ sowie vierteljährlicher Angebots- und Tauschlisten.

Fordern Sie unser Halbjahresprogramm an bei:
Dr. Beat Akeret, Katzenrütistr. 5, 8153 Rümlang
Tel.: 01/817 02 57

oder besuchen Sie unsere Homepage:

www.swissherp.org/zuerich1.html



Liebe Leserin, lieber Leser

Das vorliegende 5. Heft der «Sukkulente» demonstriert einen bunten Mix des Mit- und Nebeneinanders von Tieren und Pflanzen. Die Besiedlung von Extremstandorten ist immer wieder faszinierend, ja es ist geradezu unglaublich, wie die Natur scheinbar Unmögliches möglich macht. Tiere wie Pflanzen können etwas über frühere Kontinentverbindungen verraten, wenn gleich selbst nach aufwändigem Forschereifer noch so mancher Sachverhalt im Dunklen bleibt. Während Amphibien und Reptilien schon seit weit über dreihundert Jahrmillionen unseren blauen Planeten bevölkern, ist die Entwicklung sukkulenter bedecksamiger Pflanzen eine verhältnismässig junge Errungenschaft.



Als neuer Leiter freue ich mich auf die Aufgabe, eine international anerkannte und für eine breite Bevölkerungsschicht attraktive Sammlung sukkulenter Pflanzen im neuen Jahrtausend weiterführen zu dürfen. Ich hoffe, dass die Sammlung, ihre Pflanzen und ihre Besucher auf eine blütenreiche Zukunft blicken dürfen.

Ich wünsche Ihnen beim Lesen der «Sukkulente» Nr. 5 viel Freude und beim Besuch der Sukkulente-Sammlung viel Vergnügen!

Dr. Thomas Bolliger
Leiter der Sukkulente-Sammlung Zürich

Legende zum Titelbild:

Aus Niederkalifornien (Mexiko) stammen die Klapperschlange *Crotalus enyo* und die beiden Kakteen *Mammillaria poselgeri* (Bildmitte) und *Pachycereus pringlei* (links oben) (Foto B. Akeret)

Legende zum hinteren Umschlag:

Kielschwanzleguan *Tropidurus sp.* auf einem *Melocactus zehntneri* aus Ostbrasilien. Kleine Bilder: *Saurodactylus brosei* aus Ostmarokko und *Aloe-Blüten*. (Fotos J. Lodé, H. Billing & B. Akeret)



Impressum

«Sukkulente»
3. Jahrgang, Nr. 5/Mai 2000
Auflage: 2500
Herausgeber:
Förderverein
Sukkulente-Sammlung Zürich,
Postfach, 8060 Zürich

Redaktion:
Ella Kienast (ek)
Redaktionskommission:
Moritz Grubenmann, Vorsitz
Roland Meyer, Margrit Pape,
Dietrich J. Supthut
Desktop: Dr. Beat Akeret, Rümlang
Lithos: Kyburz AG, Dielsdorf
Druck: Kyburz AG, Dielsdorf
ISSN 1424-2052

Inhaltsverzeichnis

Editorial 1

Dornen & Schuppen: Amphibien, Reptilien und Sukkulente aus Trockengebieten

Was sind Amphibien und Reptilien?	3
Was sind Sukkulente?	4
Die Heimat der Sukkulente	9
Anpassungen von Amphibien an das Leben in Trockengebieten	11
Anpassungen von Reptilien an das Leben in Trockengebieten	20
Konvergente Entwicklungen	24
Parallele Verbreitungsmuster bei Sukkulente und Reptilien	31
Gegenseitige Abhängigkeiten von Sukkulente und Reptilien	39
Sukkulente bei der Behandlung von Schlangenbissen	45
Literaturverzeichnis	49

News aus der Sukkulente-Sammlung 52

Verabschiedung von Dieter Supthut 54



Schweizerische Kakteen-Gesellschaft
Association Suisse des Cactophiles

gegründet 1938
funde an 1938

- Ortsgruppen in über 20 Orten der deutschen und französischen Schweiz

- Illustrierte Monatszeitschrift
"Kakteen und andere Sukkulente"



- Diavorträge,
Beratungsabende

- Jahrestreffen mit Börse,
Vorträgen, etc

- Verkaufstagung im Frühjahr

- Umfangreiche Bibliothek

- Kakteen Erde

Für weitere Informationen schreiben Sie bitte an
SKG/ASC, Sekretariat, CH-5400 Baden oder
Telefax auf 081 / 284 03 83

Rentenanstalt

Swiss Life

Vorsorge macht unabhängig



Get the Swiss Life Feeling

Regionale Dienstleistungszentrum Zürich
Kurt Münch
Binzmühlestrasse 15
8050 Zürich
Tel. 01 306 55 11



KAKTEEN GAUTSCHI

Wilstr. 1
CH-5503 SCHAFFISHEIM

Telefon: 062/891 87 24

Telefax: 062/891 81 44

**Besuchen Sie unsere
Kakteengärtnerei in Schaffisheim!
Ein Ausflug, der sich lohnt!**

Öffnungszeiten:

Mo - Fr 08.00 - 12.00 Uhr

13.00 - 18.30 Uhr

Sa 09.00 - 16.00 Uhr

Zimmerpflanzen aus Madagaskar

lieblich
attraktiv
dekorativ

exklusiv, selten
keine Massenware

aussagekräftige,
bizarre Formen

pflegeleicht
für sonnigen Standort

**Garten-Center
Hoffmann**

8103 Unterengstringen 01/752 31 31

**GESELLSCHAFT
ÖSTERREICHISCHER
KAKTEENFREUNDE**

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

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

- die Zeitschrift «Kakteen und andere Sukkulente» und «Mitteilungen der GÖK»
- monatliche Treffen mit Diavorträgen
- Tausch- und Verkaufsbörsen
- Fachtagungen
- umfangreiche Fachbibliothek
- jährliche Samenaktion
- Informationen bezüglich Artenschutz, Vermehrung und Pflanzenschutz

Jahresbeitrag (einschliesslich Zeitschriftenbezug)
650.- ATS.



Weitere Informationen und
Auskünfte erhalten Sie über
das Sekretariat der GÖK:
Lazarettgasse 79,
A-2700 Wien Neustadt,
Tel. (+43-2622) 86 344

Dornen und Schuppen: Amphibien, Reptilien und Sukkulente aus Trockengebieten

Urs Egli

Einleitung

Naturngemäss konzentriert sich die Sukkulente-Sammlung - der Name ist Programm! - auf Sukkulente. Die schöne Schausammlung, wie sie sich heute dem Publikum präsentiert, ist das Resultat von bald 70 Jahren kontinuierlicher Aufbauarbeit - in Europa und vielleicht sogar weit drüber hinaus ist sie in ihrer Vielfalt einzigartig: In der Sukkulente-Sammlung werden fast 9000 verschiedene Arten sukkulenter Pflanzen gepflegt; also rund das 3-fache der ca. 3000 einheimischen Pflanzenarten.



Natürlich sind die Sukkulente in der Natur nicht einfach "allein für sich". Ganz im Gegenteil: Wie alle anderen Pflanzen stehen auch die Sukkulente in mannigfaltiger Wechselwirkung zu ihrer belebten und unbelebten Umgebung. Nachdem wir bereits in früheren Jahren diesen vielfältigen Beziehungen zwischen Tieren und Pflanzen nachgegangen sind (im Sommer 1998 in Bezug auf Schildkröten, siehe "Sukkulente-welt" Heft 1; im Sommer 1999 in Bezug auf Nachtschwärmer und Fledermäuse, siehe "Sukkulente-welt" Heft 3) steht auch diesmal wieder eine Tiergruppe im Vordergrund:

Sukkulente sind charakteristische Pflanzen der Trocken- und Halbtrockengebiete fast der ganzen Welt, und praktisch überall teilen sie sich die Heimat mit verschiedensten Reptilien und

Amphibien. Wir finden zahlreiche interessante Parallelen nicht nur im Lebensraum, sondern auch in Bezug auf Anpassungen an die trockenen Bedingungen. Nur schon die Tatsache, dass eine ganze Anzahl Amphibien-Arten - diese Tiergruppe ist ja für die Fortpflanzung an flüssiges Wasser gebunden - in Wüsten und Halbwüsten vorkommt, ist bemerkenswert. Diesen und anderen Merkwürdigkeiten und interessanten Details soll in diesem Heft der Sukkulente-welt nachgegangen werden.

Im Zusammenhang mit Sukkulente und Tieren werden wir immer wieder mit der Frage konfrontiert, weshalb denn in der Sukkulente-Sammlung keine Tiere aus Trockengebieten gehalten werden. Die Erfahrung zeigt - etwas pointiert formuliert - dass bei gemeinsamer Pflege von Tieren und Pflanzen in der Regel entweder die Tiere oder die Pflanzen leiden. Für grosszügige Anlagen, die ein Nebeneinander ermöglichen würden, fehlt uns leider der Platz. Und so konzentrieren wir uns auch weiterhin auf die optimale Pflege der Sukkulentevielfalt. Tiere finden dann fallweise für einige Zeit bei uns eine kurzfristige Heimat - zum Beispiel bei Sonderausstellungen.

Linke Spalte:

Die Kröte *Bufo woodhousei* ist eine der wenigen Amphibienarten, die sich an die Lebensbedingungen in der nördlichen Chihuahua-Wüste angepasst haben.

(Foto B. Akeret)

Im Big Bend Nationalpark in Texas (USA) lebt die Riechschnecke *Cnemidophorus inornatus* zwischen kleinen Säulenkakteen aus der Gattung *Echinocereus*. (Foto B. Akeret)





Oben frisst ein Erdhörnchen (*Spermophilus tereticaudus*; Säugetiere) die Früchte eines Warzenkaktus (*Mammillaria sp.*); rechts sitzt ein Kaktus-Zaunkönig (*Campylorhynchus brunneicapillus*; Vögel) auf einem Orgelpfeifenkaktus (*Stenocereus thurberi*) in Arizona (USA). (Fotos B. Akeret)

Was sind Amphibien und Reptilien?

Beat Akeret

Amphibien und Reptilien sind zwei Ordnungen der Wirbeltiere. Sie stehen zwischen den Fischen auf der einen und den Vögeln und Säugetieren auf der anderen Seite. Amphibien sind z.B. die Salamander, Molche, Frösche und Kröten, zu den Reptilien gehören die Schildkröten, Krokodile, Echsen und Schlangen.

Abgrenzung der Amphibien und Reptilien gegenüber den anderen Wirbeltierordnungen

Amphibien und Reptilien unterscheiden sich von den Fischen in einer ganzen Reihe von Merkmalen und Eigenschaften. Am offensichtlichsten ist jedoch, dass die meisten Amphibien- und Reptilienarten zumindest einen Teil ihres Lebens auf dem Land verbringen, während die Fische wasserlebend (aquatisch) sind. Für ein Leben auf dem Land haben die adulten Amphibien die Kiemenatmung der Fische gegen eine Lungenatmung eingetauscht.

Von den Vögeln und den Säugetieren unterscheiden sich die heute lebenden Amphibien und Reptilien insbesondere bezüglich ihrer Körpertemperatur. Sowohl Vögel als auch Säugetiere halten mit hohem Energieaufwand ihre Körpertemperatur in einem engen Bereich konstant – wir Menschen z.B. bei knapp 37 °C. Amphibien und Reptilien sind hierzu nicht in der Lage. Sie bringen ihren Körper auf die gewünschte Temperatur, indem sie sich an der Sonne aufwärmen oder im Schatten wieder abkühlen. Entsprechend sind wechselwarme Tiere in tropisch-subtropischen Gebieten arten- und meist auch individuenreicher vertreten als in den gemässigten und kalten Zonen. Auf Grund dieser wechselnden Körpertemperatur fasst man die Amphibien



und Reptilien unter dem Begriff "Wechselwarmblüter" zusammen. Vögel und Säugetiere werden entsprechend als Warmblüter, Fische als Kaltblüter bezeichnet.



Merkmale der Amphibien

Der Name "Amphibien" entstammt dem griechischen Begriff "amphibios", was soviel wie "doppelt lebend", hier "im Wasser und auf dem Land lebend" bedeutet. Damit ist bereits das wichtigste Merkmal der Amphibien genannt: Die meisten Amphibien müssen für ihre Fortpflanzung ins Wasser, leben aber als ausgewachsene Tiere auf dem Land. Gerade in den Trockengebieten gibt es zu dieser Regel aber einige bemerkenswerte Ausnahmen (siehe S. 20, "Amphibien in Trockengebieten").

Die Haut der Amphibien ist bei den meisten Arten glatt und feucht, bei manchen auch warzig, rau und trocken. Nie ist sie aber mit Schuppen, Haaren oder Federn bedeckt. Nur die Haut



der Blindwühlen (Bild S. 6) enthält kleine, aber von aussen nicht sichtbare Schuppen. Charakteristisch für die Amphibienhaut sind zahlreiche Drüsen. Dies können einerseits Schleimdrüsen sein, welche die Haut feucht halten. Andererseits enthält die Haut auch Giftdrüsen, deren Sekrete Infektionen der zumeist feuchten Haut verhindern und bei vielen Arten einen Schutz gegen Feinde bilden (insbesondere dank neurotoxischer Alkaloide, die z.T. auch als Drogen missbraucht werden). Bei einigen Amphibien, z.B. den Pfeilgiftfröschen (Bild oben rechts), wird dieses Hautgift zum Vergiften von Pfeilen für die Jagd eingesetzt, ähnlich wie auch gewisse Sukkulente hierzu verwendet werden. Hauptsächlich *Adenium obesum* und dessen Varietäten dienen als Lieferant von Pfeilgiften; z.B. bei den Herero- und Nama-Völkern im südwestlichen Afrika. Benutzt wird der Saft aus Wurzeln und Trieben. Diese enthalten ein wirksames Herzglycosid. Auch verschiedene *Euphorbia*-Arten (*Euphorbia kameruni*, *E. venenifera*, *E. virosa*) werden als Pfeilgiftlieferanten genannt. Diese Sukkulente werden meist in Kombination mit anderen rasch wirkenden Giftpflanzen verwendet (Swart 1985).

Amphibien sind darauf angewiesen, sich zeitlebens in einer mehr oder weniger feuchten Umgebung aufhalten zu können. Fehlt die Feuchtigkeit, so sterben sie oft innerhalb weniger Stunden. Entsprechend findet man sie im Allgemeinen in feuchten Wäldern oder in der Nähe von Bächen, Flüssen, Seen und Sümpfen. Nur sehr wenige Amphibien konnten sich an Trockenlebensräume anpassen.

Merkmale der Reptilien

Der Name "Reptilien" entstammt dem lateinischen Begriff "reptilis", was soviel wie "kriechend" bedeutet. Hieraus ist auch der deutsche Begriff "Kriechtiere" für diese Tiergruppe abgeleitet. Alle heute noch lebenden Kriechtiere besitzen Gliedmassen die – soweit äusserlich sichtbar – seitlich am Körper angeordnet sind. Dadurch liegt der Körper mehr oder weniger auf dem Boden auf und vermittelt den Eindruck, dass die Tiere kriechen. Doch nicht bei allen Reptilien befanden sich die Gliedmassen seitlich am Körper: Bei sehr vielen der heute aus-

gestorbenen Sauriern lagen sie unter dem Körper, vergleichbar mit den heutigen Vögeln und Säugetieren. Der Körper wurde so vom Boden abgehoben, was zu einer besseren Beweglichkeit führte. Dies dürfte mit ein Grund für den grossen Erfolg der Reptilien im Erdmittelalter gewesen sein (Norman 1985).

Im Gegensatz zu den Amphibien haben es die Reptilien geschafft, sich für die Fortpflanzung weitgehend von Gewässern unabhängig zu machen. Der Grund liegt darin, dass die meisten Reptilien, ähnlich wie Vögel, Eier mit einer Schale legen. Die Embryonalentwicklung läuft im Innern des Eies ab und das sich entwickelnde Tier ist so vor dem Austrocknen geschützt. Bei vielen Arten werden die Eier in den feuchten Boden eingegraben. Hier nehmen sie meist weitere Feuchtigkeit aus dem umgebenden Substrat auf und vergrössern dabei – ähnlich wie Sukkulente nach einem Regen – ihr Volumen. Nach einigen Wochen oder meist sogar Monaten schlüpft dann eine junge Echse, Schlange, Schildkröte oder ein kleines Krokodil.

Reptilien besitzen im Gegensatz zu den Amphibien eine trockene, drüsenarme Haut mit stark verhornten Schuppen und Schildern (Bild unten rechts). Bei manchen Arten ist die Haut sogar noch mit Knochenplatten unterlegt. Die Schuppen und Schilder schützen die Haut und das darunter liegende Gewebe hervorragend vor dem Austrocknen, ähnlich wie die wasserundurchlässige Hautauflage (Cuticula) der Sukkulente. Durch diesen Austrocknungsschutz, zusammen mit der "Erfindung" des Eies mit einer Schale, die den Embryo vor dem Austrocknen schützt, konnten sehr viele Reptilienarten Trockenlebensräume besiedeln. Die Artenvielfalt an Schildkröten, Schlangen und Echsen ist in Wüsten, Halbwüsten, Savannen und Trockenwäldern deshalb auch relativ gross.

Systematische Stellung und Entwicklungsgeschichte

Amphibien und Reptilien gehören zusammen mit den Kieferlosen



Dieser knapp 5 cm grosse, kolumbianische Pfeilgiftfrosch (*Dendrobates bicolor*; Froschlurche) hat als Schutz seiner feuchten Haut ein starkes Hautgift entwickelt. Dieses wird von Indianern zur Herstellung von Giftpfeilen eingesetzt. (Foto B. Akeret)

Deutlich sind bei dieser Zwergpuffotter (*Bitis caudalis*; Schlangen) aus Südafrika die Schuppen zu erkennen. Diese bilden einen wirksamen Schutz vor dem Austrocknen. (Foto H. Kratzer)





Alle Blindwühler so wie diese *Scolecomorphus kirkii* aus *Malawi* leben in feuchten Biotopen. (Foto B. Schuster; Archiv Swiss Caecilian Research – D. Hofer)

(Agnatha), den Knorpel- und Knochenfischen (Chondrichthyes und Osteichthyes), den Vögeln (Aves) und den Säugetieren (Mammalia) zum Unterstamm der Wirbeltiere (Vertebrata). Gemeinsames Merkmal all dieser Tiere ist ein Innenskelett aus Knochen und/oder Knorpel.

Reptilien und Amphibien in früheren Zeiten

Die ersten Wirbeltiere waren kieferlose, fischähnliche Tiere, welche vor rund 450 Millionen Jahren im Ordovizium (vor 505–438 Millionen Jahren) auftraten. Die frühesten Reste von amphibienähnlichen Wirbeltieren kennt man aus Versteinerungen, die aus dem frühen Devon

(vor 408–360 Millionen Jahren) stammen und knapp 400 Millionen Jahre alt sind. Vor rund 370 Millionen Jahren entstanden mit den ersten

echten Amphibien die frühesten landlebenden Wirbeltiere. Im Karbon (vor 360–286 Millionen Jahren) spalteten sich die Uramphibien in 2 Entwicklungslinien, welche sich zu den heutigen Schwanzlurchen (435 Arten, Bild oben rechts), den Froschlurchen (4382 Arten, Bild S. 5) und



Der einheimische Feuersalamander (*Salamandra atra*; Schwanzlurche) lebt in feuchten Biotopen. (Foto H. Kratzer)

den Blindwühler (165 Arten, Bild S. 6 oben) entwickelten (Tab. S. 6) (Röben 1983, Wellnhöfer 1991, Nietzke 1989, Köhler, Glaw & Böhme in Hofrichter 1998; Anzahl Arten: Stand Ende 1998).

Die ersten Reptilien tauchten vor über 300 Millionen Jahren im Karbon auf. Sie entwickelten sich vermutlich aus schwanzlurchähnlichen Amphibien. Ihre Blütezeit hatten die Reptilien im Erdmittelalter (Mesozoikum, Zeit vor 248–65 Millionen Jahren). Viele dieser heute ausgestorbenen Reptilien wurden als Saurier bekannt. Neben einer Vielzahl kleiner Arten kennt man versteinerte Skelette von mehrere Tonnen schweren und bis über 22 m langen Sauriern (z.B. *Brachiosaurus*). Andere Saurier wiederum waren in der Lage zu fliegen. Auch hier kennt man sehr grosse Arten wie z.B. *Pteranodon sternbergi* mit 9 m Spannweite (Bild S. 6) oder den grössten bekannten Flugsaurier *Quetzalcoatlus northropi* mit 11–12 m Spannweite (Wellnhöfer 1991, Norman 1985). Alle Saurier sind heute ausgestorben.

Die heutigen Reptilien

Bis heute haben 4 Reptilienordnungen mit insgesamt über 6000 Arten in 48 Familien überlebt (Tabelle S. 8):

– **Schildkröten** (Etwa 220 Arten, Bild oben rechts) zählen zu den altertümlichsten, heute noch lebenden Reptilien. Nähere Informationen in Heft 1 der "Sukkulentenwelt".



– **Krokodile** (21 Arten, Bild unten) haben sich seit der Zeit der Dinosaurier kaum verändert. Mit Körperlängen zwischen 1 und 6 m, selten sogar bis 10 m, geben sie einen Eindruck von der Grösse vieler Saurier.

– Mit manchen Sauriern auch relativ nahe verwandt sind die beiden nur noch auf rund 30 Inseln vor der Nordostküste der Nordinsel von Neuseeland lebenden Brückenechsen (*Sphenodon punctatus* und *S. guntheri*) aus der Ordnung der Schnabelköpfe.

– Die modernste und mit über 5'500 Arten vielfältigste, heute noch lebende Reptilienordnung sind die Schuppenkriechtiere mit den 3 Unterordnungen **Echsen**, **Schlangen** und **Doppelschleichen** (Bilder S. 8).

Die geschützte Wüsten-Gopherschildkröte (*Gopherus agassizii*; Schildkröten) lebt in der Sonora-Wüste. Sie ernährt sich teilweise von Sukkulenten und deckt so ihren Wasserbedarf.

(Foto B. Akeret)

Das vom Aussterben bedrohte Kubakrokodil (*Crocodylus rhombifer*; Krokodile) kommt nur auf Kuba und der kleinen Isla de Juventud vor. Es existieren nur noch wenige reinrassige Kubakrokodile, weil sie sich mit den eingeführten Amerikanischen Krokodilen (*Crocodylus americanus*) gekreuzt haben.

(Foto B. Akeret)



Übersicht der heute lebenden Amphibienordnungen und -familien. (Nach Glaw et al. in Hofrichter 1998)

Ordnung	Familie	Anzahl Arten
Blindwühler (Gymnophiona)	Erdwühler (Caeciliidae)	90
	Fischwühler (Ichthyophiidae)	37
	Rhinatreumatidae	9
	Scolecomorphidae	5
	Schwimmwühler (Typhlonectidae)	20
	Uraeotyphlidae	4
Schwanzlurche (Caudata)	Querzahnmolche (Amphystomatidae)	32
	Aalmolche (Amphiumidae)	3
	Riesensalamander (Cryptobranchidae)	3
	Riesenquerzahnmolche (Dicamptodontidae)	7
	Winkelmolche (Hynobiidae)	41
	Lungenlose Salamander (Plethodontidae)	279
	Olme (Proteidae)	6
	Echte Salamander und Molche (Salamandridae)	61
	Armmolche (Sirenidae)	3
	Allophrynidae	1
	Afrikanische Pfeiffrösche (Arthroleptidae)	74
	Sattelkröten (Brachycephalidae)	3
	Echte Kröten (Bufonidae)	410
	Glasfrösche (Centrolenidae)	125
Froschlurche (Salientia)	Baumsteigerfrösche (Dendrobatidae)	186
	Scheibenzüngler (Discoglossidae)	18
	Gespensfrösche (Heleophrynidae)	5
	Schaukelnasenfrösche (Hemisotidae)	8
	Laubfrösche (Hylidae)	773
	Riedfrösche (Hyperoliidae)	233
	Schwanz- und Neuseeländische Urfrösche (Leiopelmatidae)	4
	Südfrösche (Leptodactylidae)	971
	Engmaulfrösche (Microhylidae)	321
	Australische Südfrösche (Myobatrachidae)	119
	Krötenfrösche (Pelobatidae)	109
	Schlammtaucher (Pelodytidae)	2
	Wabenkröten und Krallenfrösche (Pipidae)	29
	Harlekinfrösche (Pseudidae)	3
	Echte Frösche (Ranidae)	746
	Ruderfrösche (Rhacophoridae)	236
	Nasenfrösche (Rhinodermatidae)	2
	Nasenkröten (Rhinophrynidae)	1
	Seychellenfrösche (Sooglossidae)	3



Nachbildung eines ausgestorbenen Flugsauriers (*Pteranodon*). (Foto B. Akeret)

Ordnung	Unterordnung	Familie
Schildkröten (Testudines)	Halsberger (Cryptodira)	Alligatorschildkröten (Chelydridae)
		Schlamm Schildkröten (Kinosternidae)
		Tabascoschildkröten (Dermatemyidae)
		Grosskopfschildkröten (Platysternidae)
		Sumpfschildkröten (Emyidae)
		Landschildkröten (Testudinidae)
		Meeresschildkröten (Cheloniidae)
		Lederschildkröten (Dermochelyidae)
		Weichschildkröten (Trionychidae)
		Neuguinea-Weichschildkröten (Carettochelyidae)
		Pelomedusen-Schildkröten (Pelomedusidae)
		Schlangenhalschildkröten (Chelidae)
		Alligatoren (Alligatoridae)
		Echte Krokodile (Crocodylidae)
		Gaviale (Gavialidae)
Krokodile (Crocodylia)	Halswender (Pleurodira)	Brückenechsen (Sphenodontidae)
		Geckos (Gekkonidae)
		Flossenfüsse (Pygopodidae)
		Nachtechsen (Xanthusiidae)
		Leguane (Iguanidae)
		Agamen (Agamidae)
		Chamäleons (Chamaeleonidae)
		Schlangenschleichen (Dibamidae)
		Afrikanische Schlangenechsen (Feyliniidae)
		Amerikanische Schlangenechsen (Anelytropsidae)
		Skinke (Scincidae)
		Gürtel- und Schildschlangen (Cordylidae)
		Schlangenechsen (Teiidae)
		Halsbandeidechsen (Lacertidae)
		Schleichen (Anguillidae)
		Ringelschleichen (Aniliidae)
Schnabelköpfe (Rhynchocephalia)	Echsen (Sauria)	Höckerechsen (Xenosauridae)
		Krustenechsen (Helodermatidae)
		Taubwarane (Lanthanotidae)
		Warane (Varanidae)
		Doppelschleichen (Amphisbaenia)
		Zweifuss-Doppelschleichen (Bipedidae)
		Eigenti. Doppelschleichen (Amphisbaenidae)
		Spitzschwanz-Doppelschleichen (Trogonophidae)
		Gewöhnliche Blindschlangen (Typhlopidae)
		Amerikanische Blindschlangen (Anomalepididae)
		Schlank-Blindschlangen (Leptotyphlopidae)
		Rollschlangen (Aniliidae)
		Warzenschlangen (Acrochordidae)
		Riesenschlangen (Boidae)
		Schildschwanzschlangen (Uropeltidae)
		Erdschlangen (Xenopeltidae)
Schuppenkriechtiere (Squamata)	Echsen (Sauria)	Nattern (Colubridae)
		Giftnattern (Elapidae)
		Seeschlangen (Hydrophiidae)
		Ottern (Viperidae)
		Grubenottern (Crotalidae)
		Schlangen (Serpentes)



Oben:
Rieselgürtelschnecke (*Cordylus giganeus*; Echsen)
leben im zentralen Südafrika in Sukkulentsavannen. (Foto B. Akeret)



Mittlere Spalte:
Doppelschleiche *Trogonophis wiegmanni elegans*
(Doppelschleichen) aus Marokko. (Foto H. Billing)

Felsenklapperschlangen (*Crotalus lepidus klauberi*; Schlangen) leben in den höheren Lagen der Sonorawüste in steinigen Biotopen zwischen Agaven, Opuntien und Echinocereen. (Foto B. Akeret)



Was sind Sukkulente?

Urs Egli

Das Wort "Sukkulenz" hat lateinische Wurzeln, und "succus" heisst soviel wie Saft – das Wort ist auch im Französischen, Italienischen, etc., mit identischer Bedeutung geläufig, z.B. italienisch "sucro di mele" = Apfelsaft.

Die Sukkulente könnten also auch als "Saftpflanzen" bezeichnet werden, was schon auf ihre "saftige" Natur hinweist. "Saftig" sind nun aber viele Pflanzen und Pflanzenteile, und ganz allgemein bestehen Pflanzen aus 80 bis 90% Wasser. Sind deshalb alle Pflanzen sukkulent? Keineswegs, denn das wesentliche Merkmal der Sukkulente ist die Tatsache, dass sie Wasser längere Zeit speichern können, um es dann während trockeneren Jahreszeiten zum Erhalt des Lebens zu verwenden. Ein ganz wesentliches Merkmal von Sukkulente ist also die Tatsache, dass ein Wasserspeicher während der feuchteren Teile des Jahres aufgefüllt, während der Trockenzeit reversibel entleert und in der folgenden Feuchtzeit wieder gefüllt wird. (Dass es von dieser einfachen Definition auch Ausnahmen wie z.B. einjährige Sukkulente gibt, braucht uns hier nicht besonders zu beschäftigen.)

Sukkulenteengruppen

Sukkulente sind also Pflanzen mit einem Wasserspeicher. Je nach dem, welcher Pflanzenteil als Wasserspeicher dient, können die Sukkulente in verschiedene Gruppen eingeteilt werden:

Stammsukkulente (Bilder oben rechts und S. 10) benutzen für die Wasserspeicherung den Stamm und allenfalls auch die Zweige, also die Sprossachsen. Entsprechend sind diese Pflanzenteile mehr oder weniger verdickt. Sehr häufig haben Stammsukkulente die Blätter mehr oder weniger reduziert, und der grüne Stamm hat die Funktion der Photosynthese übernommen. Das Paradebeispiel der Stammsukkulente sind ohne Zweifel die Kakteen (Familie der Kak-



Euphorbia resinifera aus den Tälern zwischen dem Mittleren und Hohen Atlas in Marokko ist wie die bekannteren Kakteen stammsukkulente. (Foto B. Akeret)

teen-Gewächse), die bis auf wenige Ausnahmen überhaupt keine Blätter mehr bilden. Stammsukkulente finden sich aber auch in zahlreichen anderen botanischen Verwandtschaftskreisen, z.B. bei den Wolfsmilch-Gewächsen in der Gattung Wolfsmilch (*Euphorbia*, Bild oben rechts), welche eine Parallelentwicklung oder Konvergenz zu den Kakteen darstellt (siehe S. 34).

Eine besondere Form der Stammsukkulenz sind die sogenannten **Caudex-Pflanzen**: Hier ist nur ein Teil der Sprossachse – in der Regel die Basis in Bodennähe oder sogar unterirdisch – als Wasserspeicher ausgebildet und deshalb verdickt. Aus diesem sogenannten Caudex entwickeln sich dann regelmässig während der Feuchtzeit dünne und nicht-sukkulente Triebe und Blätter, die bei Beginn der Trockenzeit wieder eingezogen werden. Bei den als **pachycaule Pflanzen** bezeichneten Sträuchern und Bäumen ist der gesamte eigentliche Stamm als Wasserspeicher ausgebildet und deshalb im Vergleich zur Kronengrösse überproportional verdickt. In dieser Gruppe, zu der z.B. der Baobab und andere Arten der Gattung *Adansonia* (Bild S. 10) gehören, gibt es zahlreiche Übergänge von Sukkulente zu normalen Pflanzen.

Blattsukkulente (Bild rechts und S. 10) haben, im Gegensatz zu den Stammsukkulente, die Blätter als

In den Lavafeldern der Kanarischen Insel La Palma wächst dieses blattsukkulente *Aeonium hierrerae*. (Foto U. Egli)





Adansonia gregorii, der australische "Boab-Tree" in den Kimberleys (Nordwest-australien), ist eine pachy-caule Pflanze. Der "Boab" ist die einzige australische Art der Gattung *Adansonia*, die mit 6 weiteren Arten in Madagaskar und einer Art in Afrika verbreitet ist. (Foto B. Akeret)

Das blattsukkulente *Portulak-*Gewächs *Calandrina strophio-lata* wächst auf sandigen Böden in den Kimberleys (Nordwestaustralien). (Foto B. Akeret)

Wasserspeicher umgebildet. Die verdickten Blätter können dabei mannigfaltige Formen annehmen. Typische Blattsukkulente sind die Dickblatt-Gewächse (einheimische Vertreter sind Hauswurz und Mauerpfeffer) oder die Gattungen *Aloe* und *Agave* ("Jahrhundertpflanzen"). Auch bei den Blattsukkulanten stoßen wir auf verschiedene spezielle Anpassungen. Solche extremen Entwicklungen sind z.B. die Fensterblätter (Bild S. 35), wie wir sie bei Lebenden Steinen (*Lithops* und verwandte Mittagsblumen-Gewächse), oder in der Gattung *Haworthia* (Aloe-Gewächs, siehe Mitteilung aus der Sukkulanten-Sammlung, Heft 58) finden.

Daneben gibt es auch einige wenige **Wurzelsukkulanten**. Bei diesen ist der Wasserspeicher in der Wurzel zu finden, Wurzelsukkulenz fin-

det sich z.B. bei einigen Kürbis-Gewächsen sowie bei einigen Kakteenarten (Bild S. 35). Von der Artenzahl her tritt diese Sukkulenzform völlig in den Hintergrund.

Die verschiedenen Sukkulenzformen sind übrigens nicht an bestimmte botanische Familien gebunden, sondern sind nur Ausdruck einer ähnlichen Anpassung an trockene Umweltbedingungen. So finden sich sowohl Blatt- wie Stamm-sukkulanten in ganz verschiedenen botanischen Familien. Im Volksmund wird hier oft nicht so genau unterschieden. Alles was dornig und dickstämmig ist, wird häufig als "Kaktus" angesprochen. Ein Überblick über die wichtigsten Familien mit Sukkulanten findet sich in Heft 1 der "Sukkulantenwelt" (S. 11-16).



Echinocereus pentaloophus aus den Ebenen am Unterlauf des Rio Grande (Texas und angrenzendes Mexiko) besitzt langgestreckte, kriechende, relativ weiche Triebe. (Foto B. Akeret)

Die Heimat der Sukkulanten

Dieter Supthut und Beat Akeret

Wenn man nach der Heimat der Kakteen und anderen Sukkulanten fragt, heisst die Antwort meistens "Mexiko und Afrika", oder man bekommt einfach den Begriff "Wüste" zu hören. Nun weckt aber gerade der Begriff "Wüste" bei den meisten Menschen vollkommen falsche Vorstellungen. Man denkt dabei nämlich in der Regel an eine Sandwüste. Sandwüsten sind aber sogenannte Vollwüsten, die so gut wie vegetationslos sind. Denn ohne (regelmässige) Niederschläge kann auch keine sukkulente Pflanze überleben. Allerdings sind auch Vollwüsten nicht völlig ohne Leben. Es gibt auf der Erde kaum einen Ort, an dem keinerlei Lebewesen existieren. Wer aufmerksam beobachtet, wird immer Lebensformen finden, z.B. Bakterien, Pilze, Flechten und Algen.

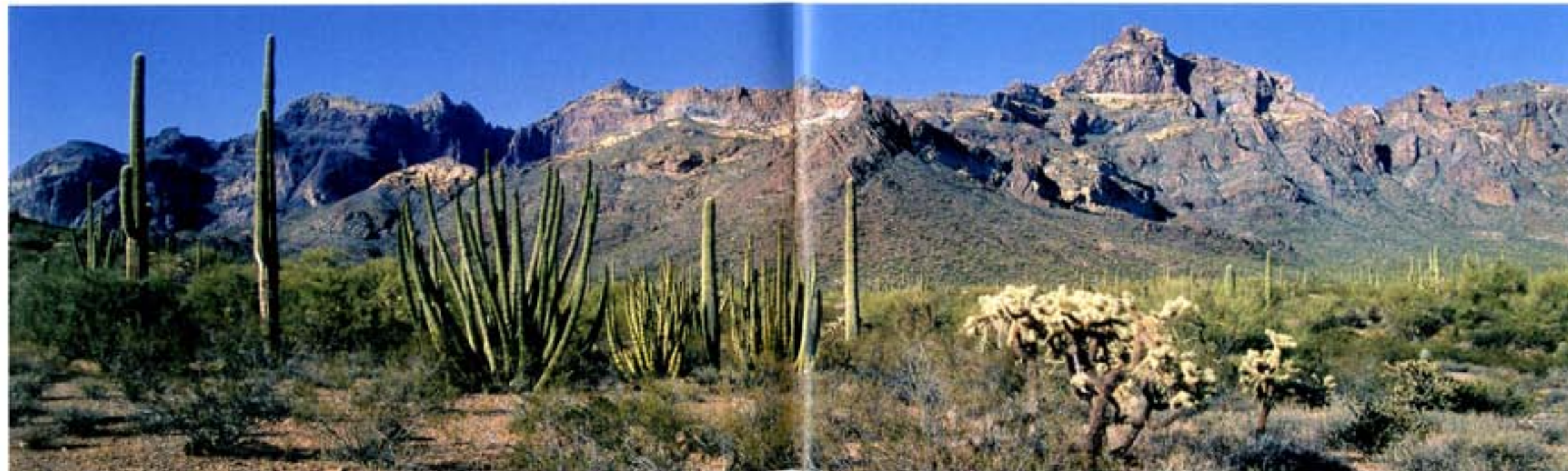
Wüsten und Trockengebiete

Der volkstümliche Begriff "Wüste" wird am besten durch das schweizer Dialektwort "wüest" gekennzeichnet, was unfreundlich, hässlich, grob und schlecht bedeutet. Es deutet also auf lebensfeindliches Ödland hin, das für den Men-



schen kaum oder gar nicht bewohnbar ist, weil wegen der geringen Niederschläge eine landwirtschaftliche Nutzung nicht möglich ist und nur spärliche natürliche Vegetation vorhanden ist.

Der tiefrosa blühende Biber-schwanz-Feigenkaktus (*Opuntia basilaris*) ist eine Charakterpflanze der Mojave-Wüste. Hier wächst sie in einer Schlucht zwischen riesigen Pintogneis-Felsen zusammen mit Fächerpalmen (*Washingtonia filifera*). (Foto B. Akeret)



Sonora-Wüste mit den typischen Charakterpflanzen: Ganz links zwei hohe, säulenförmige Saguaro (*Carnegiea gigantea*), in der Mitte eine Gruppe Orgelpfeifen-Kakteen (*Stenocereus thurberi*) und rechts im Vordergrund Teddy-bär-Feigenkakteen (*Opuntia bigelovii*). (Foto B. Akeret)



Beispiel einer Vollwüste. Weil der Sand dieser Dünen im Sossusvlei in der Namib-Wüste (Namibia) vom Wind bewegt wird, können sich hier kaum Pflanzen ansiedeln. (Foto A. Ochsenbein)

Entsprechend der zunehmenden Verfügbarkeit von Wasser kann man die Trockengebiete und Wüsten auf Grund der vorherrschenden Vegetation gliedern, wobei Übergänge durchaus möglich sind:

Vollwüsten (Bild oben links): Die Vegetation beschränkt sich auf einjährige Pflanzen, die unmittelbar nach den Niederschlägen erscheinen, blühen, Samen ansetzen und anschliessend absterben. Dieser Lebenszyklus kann sich auf ein paar wenige Wochen beschränken. Nur die Samen überdauern im Boden die Zeit bis zum nächsten Regen.

Kontrahierte Wüste: Pflanzenbewuchs tritt nur an ganz besonderen Stellen auf, die wenigstens zeitweise mit Feuchtigkeit versorgt werden, z.B. entlang meist trockener Flussbetten (Wadis).

Echte Wüsten: Geophyten (= Pflanzen mit unterirdischen Überdauerungsorganen, z.B. Zwiebeln), sukkulente Pflanzen und niedrige Büsche, aber auch einjährige Pflanzen bilden einen Deckungsgrad von etwa 10%. Eine Sonderform ist die Sukkulenteuwüste im südlichen Afrika (Namaqualand, Bild S. 17), die auch Sukkulente-karoo genannt wird, sowie in einigen Gebieten Nordwestafrikas (Bild unten links).

Steppe: Der Deckungsgrad beträgt hier 10 bis 30%. Die Vegetation besteht v.a. aus Sträuchern und Zwergsträuchern. Dazwischen wachsen Gräser und sukkulente Pflanzen.

Trockenbusch: Der Deckungsgrad beträgt wenigstens 30%. 2 bis 4 m hohes Buschwerk und Sträucher dominieren hier. Unterschieden wird zwischen laubwerfendem Trockenbusch und Trockenbusch mit immergrünen, breitblättrigen Arten. Beide Formen enthalten auch zahlreiche sukkulente Vertreter. Bekannte Namen für diesen Vegetationstyp sind: Chaparral (USA, Mexiko), Matoral (Mexiko), Caatinga und Cerrado (Brasilien, Bild S. 38), Maquis, Macchie (Mittelmeergebiet).

Trockenwald: Der Deckungsgrad beträgt 20 bis 80%. Die Vegetation besteht aus grösseren Bäumen. Einen lockeren Trockenwald mit etwa 20% Deckungsgrad, untermischt mit grösseren Sträuchern und ausgedehntem Grasunterwuchs, nennt man Savanne.

Die ersten drei Formen werden als Wüsten oder Halbwüsten, die übrigen eher als Trockengebiete bezeichnet.

Wüsten und Trockengebiete findet man v.a. entlang der Wendekreise des Krebses und des Steinbocks. Das hängt mit der Grosswetterlage zusammen, denn in diesen subtropischen Regionen herrschen Hochdrucksysteme vor. Ausnahmen sind die Wüsten der Westküsten im südlichen Afrika, im südlichen Südamerika, Mexiko und Kalifornien, sowie die Relief- oder Hinderniswüsten, z.B. in den Südwest-Staaten der USA, Nordafrika, Arabien, Innerasien und im südlichen Afrika.

Die wichtigsten Trockengebiete

Sonora-Wüste (Bild S. 10-11)

Die Sonora-Wüste umfasst die Provinz Sonora und den grössten Teil der Provinz Baja California (Mexiko), sowie den Südwesten der USA. Dort unterteilt man das aride Gebiet in die **Mojave-Wüste** (SW California, S Nevada und SW Arizona bis hin zum Colorado Plateau, Bild S. 11) und die **Great Basin-Wüste** (Nevada, Utah, NW Arizona). Die Sonorawüste kennt 2 Regenzeiten im Sommer und Winter mit insgesamt 100 bis 200 mm Niederschlag. Der Deckungsgrad der Vegetation beträgt max. 30%, wobei es sich in erster Linie um niedrige Büsche und Sukkulente handelt, aus denen die Säulenkakteen do-



Der Texas-Krallengecko (*Coleonyx brevis*) aus der Chihuahua-Wüste kommt erst nach Sonnenuntergang aus seinem unterirdischen Versteck. Die Tiere verbringen den Tag unter grossen Steinen oder in Erdlöchern und jagen nachts Insekten, Spinnen und andere Kleintiere. (Foto B. Akeret)

minierend herausragen und den Eindruck eines lockeren Bewuchses entstehen lassen. Kennzeichnend sind die grossen Säulenkakteen *Pachycereus pringlei* und *Carnegiea gigantea* (Saguaro-Kaktus, Bilder S. 10-11, 28).

Die beiden imposantesten Echtenarten der Sonora-Wüste sind – für eine Gegend mit doch eher spärlichem Pflanzenwuchs unerwartet – pflanzenfressende Leguane: Der bis 40 cm lange Wüstenleguan (*Dipsosaurus dorsalis*, Bild S. 26-27) und der sogar noch wenige cm grössere Chuckwalla (*Sauromallus obesus*, Bild S. 46-47). Als Besonderheit lebt in der Sonora-Wüste eine von 2 Giftechsenarten. Es ist dies die bis 40 cm lan-



ge Gila-Krustenechse (*Heloderma suspectum*, Bild oben rechts). Die ebenfalls giftige Skorpions-Krustenechse (*H. horridum*) lebt in der Sierra Occidental in Mexiko.

Chihuahua-Wüste (Bild unten rechts)

Die Chihuahua-Wüste umfasst die mexikanischen Provinzen Chihuahua und Coahuila und reicht hinein nach West-Texas und in den Süden von New Mexico (USA). Das ganze Gebiet bekommt nur Sommerregen. Wegen der oft recht kalten Wintertemperaturen fehlen hier die grossen Säulenkakteen. Dafür gibt es besonders viele

Opuntienarten und viele Kugelkakteen, neben *Yucca* ("Palmilie"), *Dasyllirion*, *Nolina*, Agaven und Hechtien. Sträucher wie *Larrea*, *Fouquieria* (Bild unten rechts) und *Prosopis* bilden hier grössere Bestände.



Zoogeographisch lassen sich die beiden grossen Wüstengebiete Nordamerikas nicht so leicht unterscheiden wie pflanzengeographisch. Insbesondere bei den Amphibien und Reptilien kommen diverse Arten in beiden Gebieten vor. Ist dies nicht der Fall, so sind es meist sehr nahe verwandte Arten, welche jeweils in der einen oder in der anderen Wüste leben. Recht gut lässt sich dies an der Verbreitung von zwei Krallengecko-Arten zeigen. In der Chihuahua-Wüste lebt der Texas-Krallengecko (*Coleonyx brevis*, Bild oben links). Er besiedelt den nördlichen Teil dieses Gebietes und Teile von Südtexas, während der Gebänderte Krallengecko (*Coleonyx variegatus*) beinahe ausschliesslich in der Sonorawüste zu finden ist.

Mit Sicherheit die auffälligsten und häufigsten Reptilien in der Sonora- wie auch in der Chihuahua-Wüste sind die sehr artenreich vertretenen Renneidechsen (*Cnemidophorus*, Bild S. 3) und die Stachelleguane (*Sceloporus*). Nicht so häufig, dafür aber weit besser bekannt, sind ver-

Die giftige Gila-Krustenechse (*Heloderma suspectum*) lebt ausschliesslich in der Sonora-Wüste. Die recht trägen Tiere ernähren sich hier hauptsächlich von den Eiern bodenbrütender Vögel.

(Foto B. Akeret)

Typische Sukkulente der nördlichen Chihuahua-Wüste sind *Agave lechuguilla*, *Ocotillo*-Sträucher (*Fouquieria splendens*) und verschiedene Feigenkakteen (*Opuntia* spp.). Während den heftigen Sommergewittern sind viele verschiedene Kröten, Schauffelrüss-Frösche, Krallengeckos oder Schlangen wie die ungiftige Bullennatter (*Pituophis melanoleucus*, links) zwischen den Sukkulente aktiv. (Fotos B. Akeret)



Beispiel einer Sukkulenteuwüste. Auf der Atlantikseite des Anti-Atlas in Marokko fällt genügend Regen, damit polsterbildende Säulen-Wolfsmilch (*Euphorbia echinus* und *E. resinifera*) dichte Bestände bilden können. (Foto B. Akeret)





Im zentralen und südlichen Mexiko ist die Artenvielfalt der Säulenkakteen gross. Insbesondere an südexponierten Hängen wachsen die Pflanzen in dichten Beständen. (Foto B. Akeret)

Rechte Spalte:
Die Klapperschlange *Crotalus pricei* ist eine Hochlandart aus dem Norden von Mexiko und Südamerika (USA). (Foto B. Akeret)

Kugelförmige Melokakteen (*Melocactus*, rechts) mit den typischen Cephalien sind charakteristische Sukkulente in der Karibik. Auf der Insel Dominica (zwischen Martinique und Guadelupe) gedeihen sie in lichten Trockenwäldern im Regenschatten der bis 1400 m hohen Berge. Zwischen den Sukkulente lebt die endemische Dominica-Ameibe (*Ameiva fuscata*, unten). (Fotos B. Akeret)

schiedene Schlangenarten wie z.B. die Bullennatter (*Pituophis melanoleucus*, Bild S. 13) oder die Klapperschlangen (Gattungen *Sistrurus* und *Crotalus*, Bilder S. 8, 14, 33 und 48). Nach kräftigen Regenfällen graben sich verschiedene Kröten (*Bufo*, Bild S. 3) und Schaufelfüsse (*Scaphiopus*, Bild S. 22) zwischen Kakteen und Agaven aus dem zuvor trockenen Boden.

Hochland von Mexiko (Bild oben links)

Das mexikanische Hochland ist besonders reich an sukkulenten Pflanzen, wobei man hier jedoch nicht von einer Wüste sprechen kann, sondern eher von Trockenbusch, der in den höheren Lagen in Nadel- und Eichenwälder übergeht. Sukkulente findet man überall dort, wo es trockene und sonnige Partien hat. Je weiter man nach Süden kommt, desto mehr nimmt die Vielfalt säulenförmiger Kakteen zu, deren Verbreitung im Norden durch die Winterkälte begrenzt wird.

Wie bei den Sukkulente nimmt auch bei den Reptilien und Amphibien die Artenvielfalt von Norden nach Süden hin zu. Während z.B. in den Wüstengebieten der USA nur gerade 11 Klapperschlangenarten der Gattung *Crotalus* vorkommen, sind es in Nordmexiko schon 17 und im zentralen Teil dieses Landes sogar 19 Arten. Erst gegen die feuchteren Zonen südöstlich des Isthmus von Tehuantepec nimmt die Artenvielfalt der Klapperschlangen wieder ab (Mattison 1996). Dies lässt sich damit erklären, dass die meisten Klapperschlangenarten Trockengebiete bevorzugen (Mattison 1996) und somit die feuchten tropischen Wälder Südostmexikos meiden. Von Südamerika bis weit nach Südamerika hinein kommt nur die Schreckens-

klapperschlange (*Crotalus durissus*) mit diversen Unterarten vor. Einige dieser Unterarten werden von manchen Systematikern auch als eigenständige Arten betrachtet.

Karibik und nördliches Südamerika (Bilder unten rechts und S. 15)

Zu den äquatorialen Wüsten rechnet man in Amerika die Trockengebiete Venezuelas und Kolumbiens, die Inseln der südlichen Karibik, sowie Nordostbrasilien. Es handelt sich hier um Savannentypen mit 2 warmen Regenzeiten und 2 Trockenzeiten. Die Niederschläge fallen oftmals in Form heftiger Gewitter.



Typische Reptilien in den Trockengebieten der Karibik sind die Ameiven (*Ameiva* spp., Bild unten links) und die Saumfingerleguane (*Anolis*, Bild S. 32). Diese artenreichste Leguanguruppe hat nahezu alle Lebensräume auf den karibischen Inseln besiedelt und die Tiere sind entsprechend auch zwischen Kakteen, Agaven und anderen Sukkulente vielerorts häufig.

Die brasilianische **Caatinga** (Bild S. 38) ist eine Savannen-Sonderform mit unregelmässigen Niederschlägen. Einmal kann 20 Monate Trockenzeit herrschen, dann regnet es in einem Jahr gleich 1000 mm (Zürich: etwa 1200 mm pro Jahr). Kennzeichnend für die Caatinga sind Flaschenbäume sowie laubwerfende Sträucher und viele Kakteen.



Am Fusse des Anden-Osthanges und in den Vorbergen der Anden findet sich in Argentinien im Anschluss an die **Chaco-Vegetation** (Bild unten) bis hinunter nach Nord-Patagonien die **Monte-Vegetation**, die von *Larrea*-Sträuchern dominiert wird und an die nordamerikanische Sonora-Wüste erinnert. Eingestreut in diesen Vegetationstyp findet man immer wieder auch lokale Wüstengebiete, v.a. in den ariden, innerandinen Tälern, mit grossen Beständen an Säulen- und Kugelkakteen aus verschiedenen Gattungen. Die Niederschläge betragen 100 bis 350 mm im Jahr.



Blattsukkulente *Portulaca grandiflora* wachsen hier im argentinischen Chaco auf einem sandigen Boden zwischen niedrigen Büschen und Feigenkakteen (*Opuntia sulphurea*). (Foto U. Eggli)

In den südamerikanischen Trockengebieten nimmt die Artenvielfalt der Amphibien und Reptilien mit abnehmender Feuchtigkeit dramatisch ab (Diagramm unten rechts). Während in den sukkulentenreichen Trockenwäldern noch eine sehr grosse Anzahl Frösche, Eichen und Schlangen zu finden ist, so fehlen diese Tiere in den Wüsten und Halbwüsten Südamerikas bis auf ganz wenige, auch in Trockenwäldern vorkommende Arten wie z.B. die Renneidechse *Cnemidophorus lemniscatus* (Bild unten rechts).

Peruanisch-Chilenische Küstenwüste (Atacama) (Bilder oben rechts)

Unter dem Einfluss des Humboldt-Stromes, der kaltes Meerwasser von der Antarktis nach Norden bringt, ist das Klima der Küstenwüste kühl und ohne messbare grössere Niederschläge. Die wichtigste Quelle für Feuchtigkeit ist der Nebel, der sich bis an die Andenhänge und in die Andenseitentäler hinein ausbreitet. Eine Ausnahme bilden die El Niño-Jahre (etwa alle 7 bis 10 Jahre), in denen es wegen einer Erwärmung der pazifischen Meeresströmung zu besonders heftigen Niederschlägen kommt. Kakteen und

Bromelien der Gattung *Tillandsia* (Bilder oben rechts und S. 29) dominieren die Vegetation. Ähnliche Verhältnisse herrschen auch auf den Galapagos-Inseln. Die Feuchtigkeit kommt von der fast permanenten Nebelbildung, und die messbaren Niederschläge betragen bis etwa 100 mm jährlich.

In dieser Wüste lebt nur eine kleine Anzahl Amphibien und Reptilien. Die überwiegende Mehrheit der hier vorkommenden Arten sind jedoch endemisch, wie z.B. die beiden Atacama-Geckos (*Garthia gaudichaudi* und *G. penai*), die bis 1 m langen Tejus der Gattung *Collopistes* (Bild S. 16) und die 30-40 cm langen Wüstentejus der Gattung *Dicrodon*. Am auffälligsten und häufigsten sind kleine Geckos aus der Gattung *Phyllodactylus* und die Wirtelschwanzleguane (*Tropidurus*, Bild S. 16) (Duellman 1979).

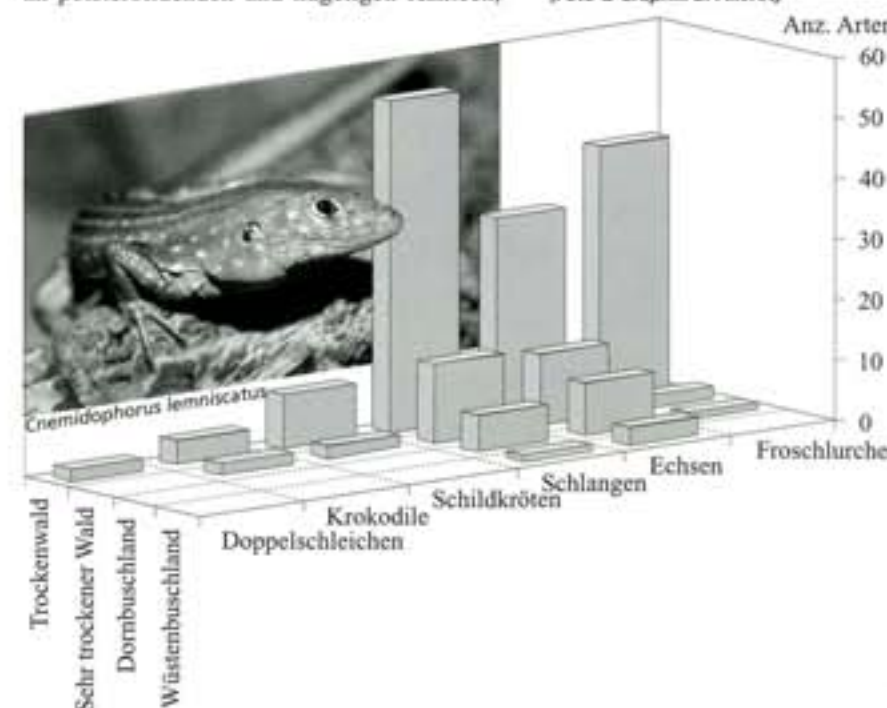
Andenhochland (Grosses Bild S. 16)

Als **Puna** bezeichnet man die karge Vegetation der trockenen Hochlagen der Anden. Sie liegt in grosser Höhe zwischen den Küstenwüsten im Westen und den meist tropischen Regenwäldern im Osten in Höhen über 2800 bis 3000 m. Charakteristisch ist das weitestgehende Fehlen von Bäumen und grösseren Sträuchern. Trockene, sonnige und steinige Hänge sind besonders reich an polsterbildenden und kugeligen Kakteen,



In der nördlichen Atacama-Wüste sind Bromelien (*Tillandsia werdermannii*, ganz oben) oft die einzigen Pflanzen. Weiter südlich dominieren Säulen- (*Eulynchia acida*, oben) und Kugelkakteen. (Fotos B. Akeret & U. Eggli)

Im Norden von Südamerika nimmt die Amphibien- und Reptilienartenvielfalt mit zunehmender Trockenheit ab: Von Trockenwäldern mit 42 Fröschen, 33 Eichen- und 55 Schlangenarten zum Wüstenbuschland mit nur noch 3 Eichen- und 1 Schlangenart (Duellmann 1979). (Foto & Graphik B. Akeret)





Zwei Echsen aus der reptilienarmen Atacamawüste: Oben ein Peru-Wirtelschwanzleguan (*Tropidurus peruvianus*) auf einer Felsinsel inmitten riesiger Sanddünen. Rechts ein Wüstenteju (*Callisaurus maculatus*) aus Chile. (Fotos B. Akeret & U. Eggli)

typischerweise vermischt mit stehenden Grasbüscheln. Die **Präpuna**, unterhalb der eigentlichen Puna, ist zusätzlich besonders reich an Säulenkakteen und polsterbildenden Bromelien. Die Niederschläge fallen im Südsommer und betragen von N nach S abnehmend zwischen 500 und 200 mm.

Im Vergleich zur Grösse dieser hochandinen Trockengebiete leben hier nur sehr wenige Schlangen. So kennt man nur gerade 3 oder 4 Trugnatterarten (*Tachymenis* spp. und *Philodryas tachymenoides*) aus der Puna. Erheblich artenreicher sind die Erdleguane (*Stenocercus* und *Liolaemus*, Bild unten links) hier vertreten. So beschreibt Duellman (1979) 40 Erdleguanarten aus den andinen Trockengebieten. Bei den



stufe zum afrikanischen Hochland nur etwa 1000 m hoch. Messbare Niederschläge sind auch hier äusserst selten (50 bis max. 300 mm). Die meiste Feuchtigkeit bezieht die Vegetation aus den Küstennebeln, und die Gegend verfügt über eine sehr reichhaltige und hochangepasste Sukkulentevegetation.

Puna-Vegetation in den argentinischen Anden mit säulenförmigen *Oreocereus celsianus* (grosstes Bild). Zwischen Gräsern und Steinen wachsen kleine, kugelige Kakteen wie *Rebutia pygmaea* (kleines Bild). (Fotos U. Eggli)



Amphibien sind es verschiedene Pfeiffroscharten aus der Gattung *Telmatobius*, die es geschafft haben, die Hochanden zwischen 2000 und 4500 m zu besiedeln. Diese Tiere leben hier jedoch beinahe ausschliesslich in den wenigen Seen und Bächen.

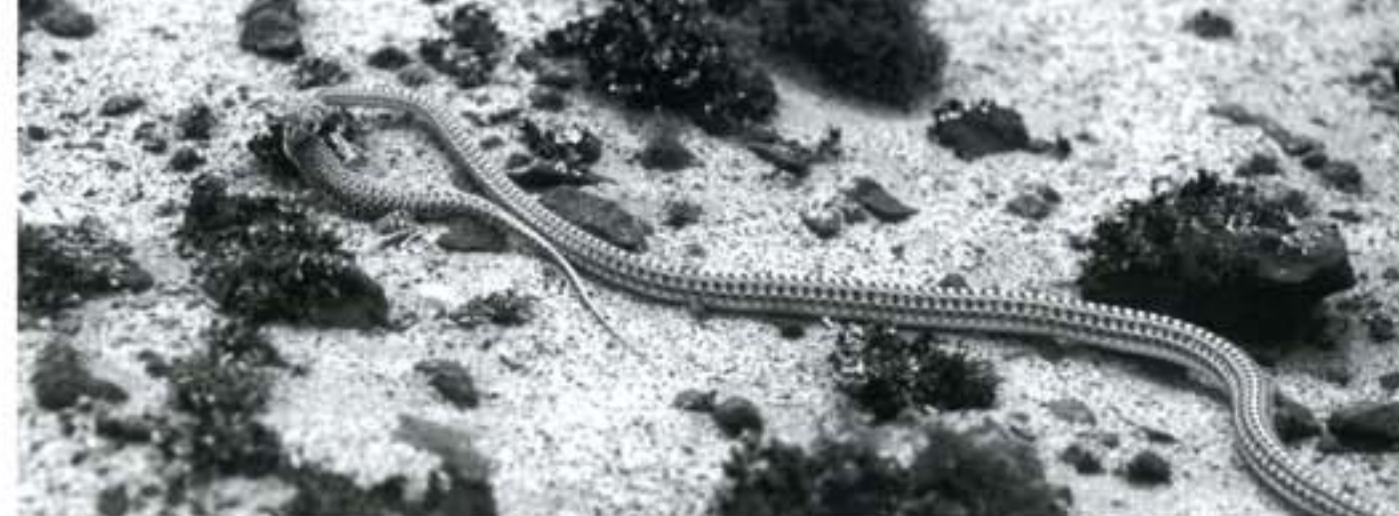
Namibwüste (Bild S. 12)

Die Namibwüste in Namibia ist wie die Atacamawüste eine Nebelwüste. Das Wetter wird hier durch den kalten Benguela-Strom beeinflusst, der von der Südspitze Afrikas bis nach Angola reicht. Im Gegensatz zur südamerikanischen Küstenwüste, die im Osten die Anden (bis über 6000 m hoch) als Barriere hat, ist die Gebirgs-

Die Namibwüste ist die Heimat verschiedener Geckos aus unterschiedlichen Gattungen. Weiter leben hier mehrere, auf sandige Lebensräume spezialisierte Wüsteneidechsen (*Meroles*, Bilder S. 17 und 30) aus der Familie der auch in Mitteleuropa verbreiteten Halsbandeidechsen. Bei den Schlangen sind insbesondere mehrere Zwergpuffottern (*Bitis*, Bilder S. 5 und 34) und Sandrennnattern (*Psammophis*, Bild S. 17) aus der Namib bekannt. Die Amphibienfauna ist beschränkt auf wenige, den grössten Teil des Jahres unterirdisch lebende Froschlurche, wie z.B. Kurzkopfkroten (*Breviceps* spp.).

Karoo (Abb. S. 17)

Das Wort bedeutet in der Namasprache Trockengebiet und umfasst die Sukkulente-Karoo (Namaqualand), die Grosse und Kleine Karoo, das Karoo Highveld und das Buschmannland, alle in der Republik Südafrika. Im Gegensatz zur Namib, wo die spärlichen Niederschläge im Südsommer fallen, regnet es hier im Südwinter



oder Frühjahr und Herbst (200 bis 500 mm). Die höheren Gebirge können tagelang in Wolken eingehüllt sein. Je nach Menge der Niederschläge dominieren hohe oder niedrige Büsche (Mittagsblumen-Gewächse und Korbblietler) zusammen mit anderen hochsukkulenten Arten. Das an Sukkulente besonders reiche Namaqualand mit dem Richtersveld schliesst direkt an die südliche Namib an und reicht bis an das Gebiet der Kapflora heran. Das Buschmannland und das Karoo Highveld tragen als Vegetation v.a. Gras und niedrige Büsche aus verschiedenen Pflanzenfamilien, von denen die wenigsten sukkulent sind. Die Niederschläge fallen im Südsommer (bis 450 mm). Im Südwinter muss mit einigen Frosttagen gerechnet werden. Nur auf felsigen Geländepartien kommt es zu ausgedehnten Sukkulenteformationen.

Die Karoo ist die Heimat mehrerer Arten der ausserordentlich stark bedornen Gürtelschweife (*Cordylus*, Bild S. 8). Von den rund 20, nur im südlichen und östlichen Afrika verbreiteten Arten leben 9 in der Karoo, oft auf winzige Gebiete beschränkt (Branch 1988). Als Besonderheit lebt in der Karoo und einigen Gebieten der Namib das bodenbewohnende Namaqua-Chamäleon (*Chamaeleo namaquensis*, Bild unten rechts). Eine kleine und meist ausgesprochen farbige Giftschlange ist die Korallenkobra (*Aspidelaps lubricus*, Bild S. 18). Sie ist in ihrer Verbreitung auf die Karoo und das angrenzende Sandveld-Gebiet beschränkt.

Ostafrika

Ausgedehnte Trockengebiete gibt es auch in Ostafrika (Kenya, Tanzania, Somalia, Uganda, Äthiopien). Es handelt sich um Trockenbusch und Savannen mit zahlreichen Sukkulente, v.a. strauch- und baumförmige Euphorbien sowie

blattsukkulente *Aloe*-Rosetten und zahlreiche stammsukkulente Aasblumen-Gewächse.

Unter den Reptilien am auffälligsten sind farbenprächige Agamen wie z.B. die Blaukehlage (*Agama atricollis*, Bild S. 18). Daneben leben verschiedene Schildkröten (*Gerrhosaurus*), verwandte der Gürtelschweife, in trockenen Biotopen Ostafrikas. Häufige Schlangen sind die Sandrennnattern (*Psammophis*, Bild oben) oder die giftige Puffotter (*Bitis arietans*, Bild S. 38). Daneben leben sehr viele Riedfroscharten (*Hyperolius*) sowie eine Reihe von Echten Fröschen wie z.B. Afrikanische Grabfrösche (*Pyxicephalus adspersus*, Bild S. 21) oder *Hemisus marmoratus* in vielen Gebieten Ostafrikas.

Arabische Halbinsel

Das Hochland der Arabischen Halbinsel ist eine Vollwüste mit nur sehr wenig Vegetation. Die Gebiete mit reichen Sukkulentevorkommen befinden sich in den dem Meer zugewandten Randgebirgen entlang der Kanten zum Roten Meer und zum Indischen Ozean. Durch Stauregen fallen zwar spärliche, aber doch regelmässige Niederschläge, und so hat sich in Jemen,

Eine Sandrennnatter (*Psammophis leightoni*) frisst in der Namib-Wüste eine Gefleckte Wüsteneidechse (*Meroles suborbitalis*). (Foto A. Ochsenbein)

Das Namaqua-Chamäleon (*Chamaeleo namaquensis*, kleines Bild) aus der Karoo (unten) ist eine der wenigen bodenlebenden Chamäleonarten. Weil hier nach einem Klimawechsel in prähistorischer Zeit nahezu alle Bäume und Sträucher verschwanden, mussten sich die Tiere an das Leben auf dem Boden anpassen. (Fotos H. Kratzer & D. Supthut)





Die farbenprächige Koralkobra (*Aspidelaps lubricus*, oben) lebt in der Karoo teilweise unterirdisch und wird in freier Natur nur selten beobachtet. Im Gegensatz dazu sind Blaukehlagen (*Agama atricollis*, rechts) ausgesprochen sonnenhungrig. Nur bei hohen Temperaturen und grosser Lichtintensität zeigen die Tiere ihre herrlich blaue Kopffärbung. (Fotos B. Akeret & H. Kratzer)

Saudi-Arabien und den Arabischen Emiraten eine reichhaltige und abwechslungsreiche Vegetation entwickelt, die auch durch viele Sukkulente charakterisiert wird. Die trockene Insel Sokotra gehört ebenfalls zu dieser Vegetationszone. Durch die isolierte Lage dieser Insel haben sich

dort – auch unter den Sukkulente, Amphibien und Reptilien – viele endemische, d.h. nur dort vorkommende Arten entwickelt.

Auf der Arabischen Halbinsel sind die Agamen auch wieder mit mehreren Arten vertreten. So lebt hier, neben verschiedenen Wirtelschwanzagamen (*Trapelus*) und der Krötenkopffagame *Phrynocephalus arabicus* eine der grössten, pflanzenfressenden Echsen der Alten Welt. Es handelt sich hierbei um die Ägyptische Dornschwanzagame (*Uromastyx aegyptia*), deren Männchen bis 110 cm lang werden können (Wilms 1995). Ebenfalls pflanzenfressend ist die herrlich rostrot gefärbte Jemen-Dornschwanzagame (*Uromastyx bentii*, Bild unten links). Als



weitere Grossechse lebt der bisher wenig erforschte Jemenwaran (*Varanus yemenensis*, Bild in Seitenmitte) im Süden der Arabischen Halbinsel. An kleinen Echsen kann man z.B. Kurzfingergeckos (*Stenodactylus*) oder Fransenfinger-Eidechsen (*Acanthodactylus*) finden. Auf das Leben im losen Sand spezialisiert sind die Apothekerskinke (*Scincus scindus* und *S. mitranus*). Ebenfalls in losem Sand lebt die Arabische Hornvipere (*Cerastes gasparetti*), während die kleinen hochgiftigen Sandrasselottern (*Echis* spp.) eher in steinig-felsigem Gelände anzutreffen sind. Auf Sokotra schliesslich lebt das endemische Sokotra-Chamäleon (*Chamaeleo monachus*, Bild S. 19).



Im Süden der Arabischen Halbinsel lebt die pflanzenfressende Jemen-Dornschwanzagame (*Uromastyx bentii*, unten) und der räuberische, über 1 m lange und erst 1989 entdeckte Jemenwaran (*Varanus yemenensis*, rechts). (Fotos B. Akeret)



Nur wenige Amphibien wie die Kröte *Bufo dhufarensis* leben auf der Arabischen Halbinsel. Die meisten Arten sind auf Oasen oder schattig-kühle Wadis beschränkt.

Madagaskar (Bild S. 19)

Diese Insel hat zwei besonders sukkulentenreiche Gebiete: Die Inselberge des Zentralen Hochlandes und der trockene Westen, Südwesten und Süden der Insel. Die Inselberge bekommen im Südsommer bis 1000 mm Niederschlag. Im Südwinter gibt es ausgedehnte Nebellagen verbunden mit tiefen Temperaturen unter 10 °C. Der westliche und südliche laubabwerfende Trockenwald liegt im Windschatten der Gebirge und des Hochlandes und ist damit von den Passatwin-

den abgeschildert. Niederschläge fallen hier vereinzelt im Südwinter (50 bis max. 200 mm).

Entsprechend den ausgedehnten Trockengebieten finden wir auf Madagaskar auch eine sehr reichhaltige Sukkulentevegetation. Im Süden und Südwesten der Insel ist ein sukkulentenreicher Dornbusch die dominierende Vegetation. Besonders auffallend sind hier die strauchartigen, stark bedorneten Sukkulente der Familie der Didiereen-Gewächse (Bild rechts). Sukkulente besiedeln auch die Inselberge im Lan-



desinneren sowie die vor allem im Norden anzutreffenden Kalkkarstgebiete. Typische Sukkulente sind hier Arten der Gattungen *Aloe* (Bild S. 44), *Pachypodium* (Bilder S. 19 und 43) und *Euphorbia* (Bild S. 42). Heft 2 der "SukkulenteWelt" informiert ausführlich über die zahlreichen sukkulenten Orchideen Madagaskars.

Als Besonderheit für die Alte Welt findet man auf Madagaskar keine Agamen. Dafür sind hier die sonst nur auf dem amerikanischen Doppelkontinent und auf den Fidschi-Inseln verbreiteten Leguane mit zwei Gattungen (*Chalorodon* und *Oplurus*, Bilder S. 43 und 44) vertreten. Alle Leguane Madagaskars sind auf die Trockengebiete beschränkt. Weitere, typische Reptiliengattungen sind die Taggeckos (*Phelsuma*, Bilder S. 32, 41 und 42), die Schildchsen (*Zonosaurus* und *Trachelyopterus*) sowie sehr artenreich die Chamäleons mit den Gattungen *Brookesia* (Bild S. 38), *Calumna* und *Furcifer*.

Giftschlangen gibt es auf Madagaskar keine. Dafür Riesenschlangen wie die Madagaskarboa (*Acrantophis dumerili*, Bild S. 50), die man auch in Trockenwäldern zwischen den Sukkulente finden kann. Auch eine ganze Anzahl ungiftiger Nattern sind in Madagaskar nicht selten.



Alluaudia procera bildet im Südwesten von Madagaskar zusammen mit *Pachypodium lamerei* und diversen anderen Sukkulente eine dichte Dornbuschvegetation. (Foto D. Supthut)

Linke Spalte:
Das Sokotra-Chamäleon (*Chamaeleo monachus*) lebt ausschliesslich auf der Insel Sokotra. Über die Lebensweise dieser Tiere ist kaum etwas bekannt. (Foto R. Attinger)

Amphibien sind auf Madagaskar sehr artenreich vertreten, die meisten leben jedoch im feuchten Osten der Insel. Besonders farbenprächig sind die kleinen Frösche aus der Gattung *Mantella* (Bild unten rechts), von denen einzelne Arten auch in Trockenwäldern vorkommen. Ebenfalls in Trockenwäldern findet man auf Madagaskar auch einzelne Baumfroscharten wie z.B. den grau gefärbten *Boophis xerophila* (Fam. Ruderfrösche) oder den Bodenbewohner *Tomopterna labrosa* (Fam. Echte Frösche).

Der Frosch *Mantella betsileo* aus dem sukkulentenreichen Norden von Madagaskar ist eine der wenigen *Mantella*-Arten, die in Trockengebieten lebt. (Foto M. Grubenmann)



Anpassungen von Amphibien an das Leben in Trockengebieten

Beat Akeret

Sollen Kinder den Lebensraum von Fröschen, Kröten, Salamandern oder Molchen beschreiben, so nennen sie beinahe immer Weiher, Sümpfe oder feuchte Wälder. Kaum jemand in Mitteleuropa verbindet mit diesen Tieren jedoch Wüsten, Halbwüsten oder andere Trockenlebensräume.

Und trotzdem lebt eine beträchtliche Anzahl Amphibien in solchen Biotopen. Dies erstaunt umso mehr, als die meisten Amphibien für ihre Embryonalentwicklung auf Gewässer angewiesen sind. Sie legen ihren Laich in den meisten Fällen ins Wasser von Seen, Tümpeln, Flüssen, Bächen oder zumindest in wassergefüllte Teile von Pflanzen wie Ananas-Gewächsen (Bromeliaceae) oder Baumhöhlen (Dendrobaena). Aus den Eiern schlüpfen die wie Fische vollständig wasserlebenden, relativ empfindlichen Kaulquappen (Bilder oben). Bis zur Umwandlung (Metamorphose) zu einem Frosch oder Molch darf das Gewässer nicht austrocknen. Andernfalls gehen die Kaulquappen zugrunde.

Daneben sind Amphibien auch als ausgewachsene Tiere in vielen Fällen ausgesprochen emp-

findlich gegen Austrocknung. Die Oberhaut ist nur relativ wenig verhornt. Zusätzlich durchziehen ausgedehnte Blutkapillarnetze unmittelbar unter der Oberhaut die Lederhaut. Die Tiere sind dadurch in der Lage, ihre Haut als Atmungsorgan zu nutzen. Einige Arten besitzen sogar überhaupt keine Lungen mehr und decken ihren gesamten Sauerstoffbedarf mittels Hautatmung, wie z.B. die lungenlosen Salamander (Plethodontidae) aus Nordamerika und Südeuropa. Weil die Haut aber im allgemeinen ausgesprochen empfindlich für Wasserverluste ist, müssen die meisten Amphibien ihr ganzes Leben an mehr oder weniger feuchten Orten verbringen.

Überlebensstrategien von Amphibien in Trockengebieten

Wie schaffen es nun aber solch empfindliche Tiere, die für sie anscheinend so lebensfeindlichen Trockenlebensräume unserer Erde zu besiedeln?

Man muss hier zwischen unterschiedlichen Anpassungsgraden unterscheiden (Beispiele werden anschliessend genannt):

- Die meisten Amphibien aus Trockenzonen sind ausschliesslich nachtaktiv, um der lebensfeindlichen Hitze zu entgehen und profitieren zusätzlich vom nächtlichen Tau.
- Viele Amphibien sind innerhalb von Wüsten und Halbwüsten in zeitweise wasserführenden Flusstälern wohnhaft.
- Einige Arten sind nur während den kurzen, auch in den meisten Trockenlebensräumen auftretenden Regenperioden aktiv und verbringen den Rest des Jahres tief eingegraben im mehr oder weniger feuchten Untergrund, oft in einem besonderen Kokon als Schutz vor dem Austrocknen.

– Bei manchen Froschlurchen aus ariden Biotopen ist die Larvalphase viel kürzer als bei Arten aus feuchteren Gebieten. Dies, weil die Metamorphose abgeschlossen sein muss, bevor die Tümpel, in denen sich die Tiere entwickeln, von der Sonne wieder ausgetrocknet sind. Viele dieser Kaulquappen sind auch ausserordentlich wärmetolerant und überleben Wassertemperaturen, die für andere Froschlurven tödlich wären.

– Einige wenige Arten konnten ihre Larvalphase von offenem Wasser unabhängig machen. Die gesamte Entwicklung durchlaufen die Tiere im Ei oder in feuchten Höhlen im Untergrund.

Feuchte Habitats in Wüsten und Halbwüsten

Einer der Orte auf der Erde mit den geringsten Niederschlagsmengen ist die Küstenwüste von Peru und Nordchile. Über viele hundert Kilometer dominieren hier Sanddünen mit terrestrischen Tillandsienarten wie z.B. *Tillandsia latifolia* (Bild S. 29) oder kiesig-steinige Hänge mit verschiedenen Kakteen (Bild S. 15 und 20). Die Pflanzen leben hier vom Nebel, der mit dem Wind vom nahen Pazifik herangetragen wird. Wer durch diese Gegend fährt, würde hier kaum Amphibien erwarten. Und dennoch leben einige Krötenarten (Fam. Echte Kröten) wie z.B. die Limakröte (*Bufo limensis*) oder die Atacamakröte (*Bufo atacamensis*, Bilder S. 20) in dieser Gegend (Bauer 1991). Cei (1962) zeigt einen Standort der Atacamakröte aus Chile mit verschiedenen Säulen- und grossen Kugelkakteen sowie kleinen Sträuchern auf einem mit grobem Geröll bedeckten Abhang über dem Pazifik. Die Kröten aus der pazifischen Küstenwüste bewohnen hier hauptsächlich die etwas feuchteren Flusstäler. Durch Schmelzwasser von den Anden gespeist, führen die Flüsse zumindest während eines Teil des Jahres Wasser und bieten den Tieren ausreichend Feuchtigkeit und offene Wasserflächen für die Fortpflanzung.

Ähnlich feuchte Standorte innerhalb eines Trockenlebensraumes bewohnt die Colorado-kröte (*Bufo alvarius*) aus der Sonora-Wüste in Arizona und Nordmexiko. Man findet die Tiere hier am häufigsten im Wasser von Flüssen und

Teichen oder zumindest in deren näheren Umgebung. Kminiak (in Hofrichter 1998) spricht hier von einer "aquatischen Wüstenform".

Überleben in Trockengebieten mittels Trockenruhe

Die wohl wichtigste Anpassung der Amphibien an aride und semiaride Lebensräume ist die Kokonbildung. Der Kokon dient als Schutz vor übermässigem Austrocknen. Er hat eine pergamentartige Beschaffenheit und umgibt das Tier mit Ausnahme der Nasenlöcher. Bei einigen Arten bleibt auch die Mundöffnung frei. Der Kokon besteht nicht etwa aus abgesondertem, eingetrocknetem Schleim, sondern aus Zellschichten der Hornhaut. Die Dicke des Kokons kann dabei sehr unterschiedlich sein. Beim mexikanischen Laubfrosch *Pteronotyla fodiens* zählte man bis 43 Zellschichten und beim südamerikanischen Pfeiffrosch *Lepidobatrachus llanensis* (Fam. Südfrösche) sogar 60 Zellschichten. Je dicker der Kokon ist, desto besser ist der Schutz vor Wasserverlust durch die Haut. Weitere kokonbildende Froschlurche sind z.B. der Afrikanische Ochsenfrosch (*Pyxicephalus adspersus*, Fam. Echte Frösche, Bild rechts) und zahlreiche australische Froscharten wie der Gestreifte Grablaubfrosch (*Litoria albaguttata*), verschiedene andere bodenlebende Arten Australiens aus der Laubfroschgattung *Cyclorana* (Bild rechts), der "Knoblauchkröten-ähnliche" Frosch (*Neobatrachus pelobatoideus*) und *Neobatrachus pictus*, sowie Spencers Grabfrosch (*Limnodynastes spenceri*) (Fam. Australische, Südfrösche). In Südamerika bilden neben dem schon erwähnten Pfeiffrosch auch zwei Hornfroscharten (*Ceratophrys cranwelli* und *C. ornata*, Fam. Südfrösche, Bilder rechts und S. 38) einen Kokon. Bei den Schwanzlurchen ist von einer der aalartigen, im Südosten der USA vorkommenden Sirenen (*Siren intermedius*, Fam. Armmolche) bekannt, dass sie sich im Schlamm austrocknender Tümpel eingrät und sich mit einem Kokon schützt (Kminiak in Hofrichter 1998).

Verschiedene Froscharten aus Trockengebieten vergraben sich während der Trockenzeit im Boden und schützen sich hier mit einem Kokon vor dem Vertrocknen. Von oben nach unten: Ein Afrikanischer Ochsenfrosch (*Pyxicephalus adspersus*) beim Fressen des Hautsackes am Ende der Trockenruhe, ein Neuhollandfrosch (*Cyclorana novae-hollandia*) aus Australien und ein Hornfrosch (*Ceratophrys ornata*) aus Südamerika, eingehüllt in seinen Kokon. (Fotos N. Meyer, B. Akeret & R. Abbühl)



Atacamakröten (*Bufo atacamensis*) leben an der Pazifikküste von Südamerika zusammen mit verschiedenen Kakteen (*Copiapoa cinerea*, grosses Bild unten). Die Kröten legen ihre Eier in Tümpel, wo sie zu Kaulquappen (oben) heranwachsen. Die kleinen Kröten steigen an Land, noch bevor sie den Schwanz vollständig zurückgebildet haben. (Fotos U. Eggli)





Der Couch's Krötenfrosch (*Scaphiopus couchii*) aus den nordamerikanischen Wüstengebieten hat die schnellste Larvalentwicklung aller Amphibienarten. In nur 6 - 9 Tagen schlüpfen aus den in Wüstentümpeln abgelegten Eiern Kaulquappen und entwickeln sich zu fertigen Fröschen. (Foto B. Akeret)

Die beiden australischen Laubfroscharten *Litoria coplandi* (unten) und *Litoria rubella* (ganz unten) sind hervorragend an das Leben im trockenen Innern von Australien angepasst. Beide Arten besitzen sehr wärmetolerante Kaulquappen. Nach Regenfällen kann man *Litoria rubella* in Outback-Ortschaften oft auch in Schwimmbädern beim Abtauchen beobachten. (Fotos B. Akeret)



Rasante Kaulquappenentwicklung im Wettlauf gegen die Sonne

Tümpel und andere Gewässer trocknen in Wüstengebieten sehr schnell aus, wenn der Regen aufhört. Dies

stellt die Amphibien, die hier leben wollen, insbesondere für die Fortpflanzung vor grosse Probleme. Die Eier müssen sich so schnell als möglich zu Kaulquappen und diese zu Fröschen entwickeln, bevor das Wasser von der sengenden Sonne verdunstet wird. Vor diesem Problem stehen z.B. auch die Schaufelfüsse (*Scaphiopus*, Fam. Krötenfrösche, Bild oben) aus der Sonora- und Chihuahua-Wüste. Diese, mit unserer Knoblauchkröte verwandten Frösche, leben die meiste Zeit des Jahres in über 1 m Tiefe im trockenen, steinigen Wüstenboden. 11 Monate nach den letzten starken Sommerregen kündigt die innere Uhr dieser Tiere die nächsten Gewitterregen an. Durch die schwachen Bodenerschütterungen der schweren Tropfen, die auf den Wüstenboden prasseln, werden die Schaufelfüsse aus ihrer Trockenruhe aufgeweckt. Sofort beginnen sie sich an die Oberfläche zu graben. Mehrere tausend schlammbedeckte Frösche kriechen dann pro Quadratkilometer aus dem Boden und versammeln sich um die neu entstandenen Regentümpel. Sie fressen alles, was sie bewältigen können. Denn es muss für weitere 11 Monate reichen. Schon wenige Stunden nach den ersten heftigen Regenfällen ertönt an den Tümpeln mitten in der Wüste ein lautes Froschkonzert. In dieser einen Nacht paaren sich die Tiere und laichen ab. Nun beginnt ein Wettlauf mit der Zeit – gegen die sengende Sonne und die Hitze in der Wüste. Beim Couch's Schaufelfuss (*Scaphiopus couchii*, Bild oben) können bei 30 °C Wassertemperatur bereits 15 Stunden nach der Eiablage die Kaulquappen schlüpfen. Und nur 6 bis maximal 9 Tage später verlässt ein junger, voll entwickelter Schaufelfuss den Wüstentümpel. Diese Art stellt damit den Entwicklungsrekord unter den Froschlurchen auf. Als Vergleich: Unser einheimischer Grasfrosch (*Ra-*

na temporaria; Fam. Echte Frösche) braucht für die gesamte Entwicklung vom Ei zum Jungfrosch 3 bis 7 Monate (Degenhardt et al. 1996, Kminiak in Hofrichter 1998, Nöllert & Nöllert 1992).

Das warme, aber schnell schwindende Wasser führt schon nach wenigen Tagen zu einem grossen Stress für alle Wüstentümpelbewohner. Bei manchen Amphibienarten führt dies zu folgenreichen Veränderungen. So werden z.B. die Kaulquappen des Flachland-Spatenfusses (*Spea bombifrons*, Fam. Krötenfrösche), einer anderen Schaufelfussart, räuberisch. Sie beginnen die Larven des Couch's Schaufelfusses aufzufressen und wachsen so erheblich schneller. Das schnelle Wachstum hat aber auch Nachteile. Pfenning (1992) fand heraus, dass Kaulquappen, die sich nicht ausschliesslich von Fleisch ernähren, sondern auch pflanzliche Nahrung fressen, mehr Fettreserven aufbauen können. Dadurch überleben mehr Tiere nach der Metamorphose, d.h. nach der Umwandlung zu Fröschen. Es scheint so, dass auch Kaulquappen, die sich morphologisch zu Fleischfressern umwandeln, bei genügend pflanzlicher Nahrung nicht ausschliesslich carnivor sind.

Der Kalifornische Hammond's Schaufelfuss (*Spea hammondi*) laicht während der Winterregenzeit. Bei dieser Art wird nur ein Teil der Kaulquappen zu Räubern. Ihre Mundwerkzeuge wandeln sich dabei von den für Froschlurven typischen feinen Lippenzähnen zu stark bezahnten Kiefern um. Die Kaulquappen beginnen nun ihre Geschwister zu verzehren. Innerhalb von 1 bis 2 Tagen wachsen sie dadurch auf das Fünffache ihrer Grösse an. Sie fallen sogar 1- bis 2-jährige Frösche an, die sich in den Tümpel verirrt haben und fressen sie auf. Durch die gesteigerte Energieaufnahme können sich die Kaulquappen auf Kosten ihrer Artgenossen schneller entwickeln. Dadurch wachsen ihre Chancen, die Metamorphose abzuschliessen, bevor der Tümpel austrocknet (Kminiak in Hofrichter 1998).

Hitzetoleranz bei Froschkaulquappen

Viele Kaulquappen aus Trockengebieten können relativ hohe Wassertemperaturen aushalten. So

fand man die Larven verschiedener Arten in Tümpeln bei über 40 °C. Tyler (1989) machte als höchste gemessene Temperaturen für Australische Laubfroscharten folgende Angaben: Kaulquappen des bodenlebenden Laubfrosches *Cyclorana australis* bei 41.2 °C, Laich des Wüstenlaubfrosches (*Litoria rubella*, Bild S. 22) bei 42.2 °C und Kaulquappen des Copland's Felsenlaubfrosches (*Litoria coplandi*, Bild S. 22) sogar bei 45 °C.

Unterirdische Kaulquappenentwicklung im Wüstensand

Eine weitere Besonderheit stellen Froschlurche dar, bei denen die Kaulquappenentwicklung vollständig im Ei abläuft. Diese Arten haben sich dadurch vollständig von offenen Gewässern emanzipiert. Das Sandhügelfröschen (*Arenophryne rotunda*; Fam. Australische Südfrosche, Bild rechts oben) lebt im Südwesten von Australien in einem Dünengebiet. Im März oder April legen die Tiere 6 bis 11 grosse, cremefarbene Eier in rund 80 cm Tiefe in den feuchten Sand. Innerhalb von rund 2 Monaten entwickelt sich vollständig im Innern des Eies über ein Kaulquappenstadium ein junger Frosch (Tyler 1989).

In der afrikanischen Namib-Wüste lebt der Gesprenkelte Kurzkopffrosch (*Breviceps adspersus*, Fam. Engmaulfrösche) ebenfalls in Sanddünen. In diesem Gebiet regnet es praktisch nie und die Tiere haben keine Gelegenheit, ihre Eier in einen Tümpel zu legen. Ihren gesamten Wasserbedarf decken sie aus der Feuchtigkeit, die mit dem Nebel vom Meer her über die Dünen streift. Das kondensierte Wasser tropft von der spärlichen Vegetation in den Sand und wird von den Fröschen durch die Haut aufgesogen.

Da Laichtümpel vollständig fehlen, legen die Kurzkopffrösche aus dem südlichen Afrika ihre Eier wie die Sandhügel-Frösche aus Westaustralien im Sand ab. Da-



bei sorgt das Kurzkopffroschweibchen für zusätzliche Feuchtigkeit, indem es eine Schicht unbefruchteter Eier auf die befruchteten ablegt. Aus letzteren schlüpfen nach einigen Wochen dann junge Frösche (Kminiak in Hofrichter 1998).

Salamander und Molche in Trockengebieten

Diese kurze Übersicht gibt einen kleinen Eindruck, wie sich Froschlurche aus Trockengebieten an ein Leben an diese für sie auf den ersten Blick lebensfeindlichen Biotope angepasst haben. Im Gegensatz zu den Fröschen und Kröten besiedeln nur ganz wenige Schwanzlurche wie der Tigersalamander (*Ambystoma tigrinum*, Fam. Querschnämolche) aus dem Südwesten der USA und Nordmexiko auch Trockengebiete. Tigersalamander aus der Chihuahua-Wüste verbringen den grössten Teil ihres Lebens unterirdisch in feuchten Spalten oder Nagerbauten und kommen nur während der Sommerregenzeit kurz an die Oberfläche (Degenhardt et al. 1996). Und auch Blindwühlen findet man kaum in ariden Gebieten. Ein Blick auf die Blindwühlen-Verbreitungskarten von Hofrichter (1998) macht deutlich, dass diese Amphibien in den Trockenzonen der Erde weitgehend fehlen.



Sandhügelfrösche (*Arenophryne rotunda*) verbringen nahezu ihr ganzes Leben unterirdisch und pflanzen sich in Sandhöhlen fort. Sie kommen im Südwesten von Australien in sandigen Biotopen vor (oben). Diese seltene Froschart wurde in Australien als erste unter Naturschutz gestellt. (Fotos A. Ochsenbein)

Linke Spalte und unten: Der Laubfrosch *Chiromantis xerampelina* aus den südafrikanischen Savannen sitzt selbst bei heissem Wetter oft an der prallen Sonne und ist dann nahezu weiss. Im Gegensatz zu anderen Amphibien scheidet er den Ammoniak nicht stark verdünnt mit dem Urin aus, sondern wie die Vögel als schwer lösliche Harnsäure und vermindert dadurch Wasserverluste. Ihre Eier legen diese Frösche in Schaumnestern über dem Wasser ab. (Fotos N. Meyer)

Anpassungen von Reptilien an das Leben in Trockengebieten

Beat Akeret

Während die Amphibien in den Trockengebieten der Erde nur mit wenigen Arten vertreten sind, leben in diesen Biotopen oft sehr viele Reptilien. Ja, Reptilien wie z.B. Klapperschlangen oder Eidechsen werden oft geradezu mit heissen, trockenen Gebieten gleichgesetzt. So kennt man gemäss Esterla & Scudday (1996) aus der nördlichen Chihuahua-Wüste im Big

Bend Nationalpark und dem Rio Grande Wild and Scenic Park im Südwesten von Texas (USA) 11 Froschlurche und 52 Echsen- und Schlangenarten. Für die Gipswüste des White Sands National Monument (Bild links) im äussersten Norden der Chihuahua-Wüste werden

6 Amphibien- und 26 Reptilienarten angegeben (Anonymus 1994b). Aus dem Anza-Borrego Desert State Park in der kalifornischen Colorado-Wüste sind gemäss Foley et al. (1991) 13 Amphibien- und 58 Reptilienarten nachgewiesen. Auch in den Trockengebieten im Innern von Australien liegen die Verhältnisse ähnlich. So geben Ingram & Raven (1991) für die Wüsten und Halbwüsten des Grossen Australischen Beckens im Südwesten des Staates Queensland 21 Froschlurche- sowie 142 Schlangen- und Echsenarten an. Im Gegensatz dazu und als Vergleich noch die entsprechenden Artenzahlen aus zwei

südamerikanischen Regenwaldgebieten: Im Atlantischen Regenwald in Ostbrasilien leben 183 Amphibien- und 146 Reptilienarten. Und im zentralen Amazonas-Tieflandregenwald kommen auf 225 Amphibien- 97 Reptilienarten (Lynch in Duellman 1979, Dixon in Duellman 1979). Doch weshalb ist die Artenvielfalt der Reptilien in den Trockengebieten so viel grösser als diejenige der Amphibien?

Verhornte Haut und Eier helfen bei der Besiedlung von Trockengebieten

Die meisten Reptilien haben im Gegensatz zu den Amphibien endgültig den Übergang zum Landleben vollzogen. Dies zeigt sich in erster Linie im Bau der Haut. Diese ist, wie schon beschrieben, sehr stark verhornt und bietet dadurch einen hervorragenden Austrocknungsschutz. Gleichzeitig schützt die Haut auch bis zu einem gewissen Grad vor UV-Strahlen. Genauere Daten zur UV-Absorption der Haut von Reptilien fehlen bisher anscheinend. Einige Hinweise liefern jedoch die Untersuchungen von Nietzke (1990). Er fand unter anderem heraus, dass die Hornhaut der von ihm untersuchten tagaktiven Echsen und Schlangen durchschnittlich eine geringere UV-Durchlässigkeit besass als diejenige von nachtaktiven Arten. Je nach Wellenlänge betrug der Unterschied bei Echsen bis zu 15%, bei Schlangen bis zu 13%. Als weitere Anpassung an das Landleben ha-

ben die Reptilien dotterreiche, beschaltete Eier entwickelt. Diese werden bei allen bekannten eierlegenden Arten an Land abgelegt. Die Reptilien machen dadurch auch kein wasserlebendes Larvenstadium durch – im Gegensatz zu den Amphibien. Vielmehr durchlaufen sie die ganze Embryonalentwicklung wie die Vögel im Innern des Eies, und am Ende schlüpft ein fertig entwickeltes, lungenatmendes Landtier. Diese beiden Eigenschaften erlauben es den Reptilien, auch sehr trockene Gegenden der Erde zu besiedeln.

Schutz vor Überhitzung und Hitzetoleranz

Echsen und Schlangen aus Trockengebieten mussten sich aber zusätzlich noch weiter an die oft unwirtlichen Umweltbedingungen ihres Lebensraumes anpassen. So sind viele wüsten- und halbwüstenbewohnende Arten, wie z.B. die

Taubleguane (*Cophosaurus texanus*) stehen oft auf den Zehenspitzen um den Körper möglichst weit vom heissen Wüstenboden abzuheben. Wenige Meter weiter blüht ein Kugelkaktus (*Echinocactus horizonthalonius*). (Fotos B. Akeret)



meisten Schlangen aus diesen Gebieten, nachtaktiv, oder verlagern ihre Aktivität in die kühleren Morgen- und Abendstunden. Sie meiden dadurch die Hitze des Tages und verhindern so, dass sich ihr Körper zu stark aufwärmt.

Tagaktive Arten sind oft ausgesprochen hitzetolerant. So beträgt z.B. die Vorzugstemperatur des Halsbandleguanes (*Crotaphytus collaris*, Bild unten rechts) aus dem Südwesten der USA und Nordmexiko 37 bis 40 °C, was beträchtlich über der normalen Umgebungstemperatur liegt (Fitch 1956). Die kritische Körpertemperatur des Halsbandleguanes liegt bei etwa 43 °C (Dawson & Templeton 1963). Entsprechend kann man sie im Sommer selbst in den heissesten Stunden des Tages auf Steinen beim Sonnenbad beobachten. Beim ebenfalls im Südwesten der USA und Nordmexiko beheimateten Zebrschwanzleguan (*Callisaurus draconoides*, Bild oben rechts) fand Clarke (1965) eine bevorzugte Aktivitätstemperatur von 39 bis 41.6 °C. Noch höhere Aktivitätstemperaturen wurden bei der Sechsstreifen-Rennechse (*Cnemidophorus sexlineatus*, Fam. Schienenechsen) gemessen. Diese Echse lebt ebenfalls in den nordamerikanischen Wüsten und Halbwüsten. Bei 100 untersuchten, aktiven Echsen muss Fitch (1958) Körpertemperaturen zwischen 30 und 45 °C. Die kritische Maximaltemperatur für diese Art gibt Paulissen (1987) mit 49.8 bis 51.0 °C an. Eine der höchsten bei freilebenden Reptilien je gemessenen Körpertemperaturen hatte ein Trauerwaran (*Varanus tristis*, Bild S. 26) aus der Grossen Victoria-Wüste in Zentralaustralien. Ein von Pianka (1994) untersuchtes Exemplar hatte eine Körpertemperatur von 47.3 °C. Bennett (1996) schreibt, dass

Der Zebrschwanzleguan (*Callisaurus draconoides*, oben) lebt auf den kiesig-sandigen Flächen zwischen niedrigen Büschen und Kakteen wie z.B. *Ferocactus acanthodes* (grosstes Bild oben) in der Sonora-Wüste. Die Tiere werden erst bei sehr hohen Temperaturen aktiv und sind zusammen mit den Halsbandleguanen (*Crotaphytus collaris*, unten) oft als einzige Echsen auch in der Mittagshitze anzutreffen. (Fotos B. Akeret)



Der weisse Zwergtaubleguan (*Holbrookia maculata ruthveni*) lebt nur in der Gipswüste des Tularosa Bassins (New Mexico, USA). Die Tiere leben zwischen den spärlichen Gräsern und Palmliien (*Yucca elata*, grosses Bild). Sie haben sich zur Tarnung hervorragend der weissen Farbe des Gipsandes angepasst. (Fotos B. Akeret)

Die Schwarznatter (*Coluber constrictor*) aus Nordamerika ist sehr gut an ein Leben in Trockengebieten angepasst. Dies unter anderem durch eine grosse Hitzetoleranz (Foto B. Akeret)





Die vermutlich höchste, je bei einem freilebenden Reptil gemessene Körpertemperatur besass mit 47.3 °C ein Trauervaran (*Varanus tristis*) aus der Grossen Victoria-Wüste in Zentralaustralien. (Foto B. Akeret)

Die giftige Kenia-Zwergpuffotter (*Bitis worthingtoni*, unten) ist eine der sehr vielen lebendgebärenden Schlangenarten aus Trockengebieten. Ebenfalls lebendgebärend ist der Stachelskink *Egernia depressa* (rechte Spalte) aus Zentralaustralien. (Fotos B. Akeret)



es im Tierreich recht selten sei, dass eine solch hohe Körpertemperatur toleriert werde.

Bei den meisten Schlangen liegen die Aktivitätstemperaturen deutlich unter den sehr hohen Werten der beschriebenen, tagaktiven Echsen. Von 57 durch Brattstrom (1965) untersuchten Schlangenarten aus den USA hatten die 4 folgenden Arten aus der Familie der Echten Nattern besonders hohe Aktivitätstemperaturen: Die Kutscherpeitschennatter (*Masticophis flagellum*) 37 °C, die Schwarznatter (*Coluber constrictor*, Bild S. 24) 37.4 °C, die Pflasternasennatter (*Salvadora hexalepis*) 37.5 °C und die Erdnatter (*Elaphe obsoleta*) sogar 38 °C.

Um den Körper nicht zu überhitzen, wenn die Sonne den Untergrund sehr stark erwärmt hat, haben viele Wüstenechsen ein besonderes Verhalten entwickelt: Sie heben den Körper möglichst weit vom Boden ab. Sie strecken hierfür die Arme und Beine möglichst stark durch. Zusätzlich stehen sie abwechselnd auf den Finger- und Zehenspitzen bzw. auf den Hand- und Fussballen, wobei sie dann die Zehen und Finger vom Boden abheben. Sehr gut ist dieses Verhalten z.B. beim Grossen Taubleguan (*Cophosaurus texanus*, Bild S. 25) zu beobachten. Manche Echsen wie der Zebraschwanzleguan (*Callisaurus draconoides*, Bild S. 25) oder die Krötenkopfgamen (*Phrynocephalus*, Bild S. 27) rollen sogar noch den Schwanz nach oben auf.

Lebendgebärende Reptilien

Sehr viele Reptilien aus unwirtlichen Biotopen legen keine Eier mehr, die dann für mehrere Wochen heranreifen müssten und dabei Gefahr laufen, z.B. zu vertrocknen. Insbesondere Arten aus kalten oder ausgesprochen ariden Regionen sind oft lebendgebärend. Bei vielen dieser Arten legen die Weibchen zwar noch Eier. Die Jungen schlüpfen dann aber unmittelbar, nachdem die Mutter die Eier gelegt hat. Entsprechend werden sie auch nicht mehr vergraben, wie dies



bei vielen eierlegenden Reptilien üblich ist. Ein Schlüpfen unmittelbar nach dem Legen der Eier bezeichnet man als ovovivipar (eierlegend-lebendgebärend). Typische, ovovivipare Reptilien sind z.B. die Vipern (*Vipera*), wobei die Bezeichnung "Viper" vom lateinischen Wort "viviparus" = "lebendgebärend" abgeleitet ist. Weitere lebendgebärende Schlangen sind z.B. die amerikanischen Klapperschlangen (*Sistrurus* und *Crotalus*, Fam. Grubenottern, Bilder S. 8, 14, 33, 48 und 50) oder die verschiedenen Arten der Puffottern (*Bitis*, Bilder links unten und S. 34 und 38) aus Afrika. Sowohl die Puffottern als auch die Klapperschlangen haben sehr erfolgreich die verschiedensten Trockengebiete besiedelt. Von den 13 in Afrika lebenden Puffotternarten sind nur gerade 2 bis 3 Arten in mässig feuchten bis feuchten Gebieten verbreitet. Der Rest kommt in Wüsten, Halbwüsten, Savannen oder felsig-gebirgigen Biotopen vor (Spaw & Branch 1995). Neben den beschriebenen Schlangen gibt es aber auch ovovivipare Echsen wie z.B. die Gürtelschweife (*Corylus*, Fam. Gürtel- und Schildschlangen, Bild S. 8) aus den Trockengebieten Afrikas oder die Stachelskinke (*Egernia*, Bild unten) aus trockenen und oft steinig bis felsigen Biotopen in Australien.

Es gibt aber auch eine grosse Anzahl Reptilien, die in sehr trockenen Wüsten leben und trotzdem Eier legen. So z.B. die Hornvipern (*Cerastes*, Fam. Ottern, Bilder S. 30 und 33) aus Nordafrika und der Arabischen Halbinsel. Diese Tie-



re sind aber vermutlich auf einen relativ hohen Grundwasserspiegel oder Quellen angewiesen. So schreibt Trutnau (1981), dass er in Marokko beim Ausgraben von Hornvipern-Gelegen (*Cerastes cerastes*, Bild S. 33) mehrfach feststellte, dass der Wüstensand jeweils feucht war. Er befürchtet, dass ein Absenken des Grundwasserspiegels durch Wasserentnahme für den Abbau von Phosphaten die Populationen dieser Vipernart in Südmarokko beeinträchtigen könnte.

Herbivore Echsen

Die meisten Echsen leben von Insekten und anderen Gliederfüsslern und/oder von kleinen Wirbeltieren wie Fröschen, Kröten, Echsen oder Schlangen. Einige grosse Arten verschmähen aber auch Aas nicht oder jagen sogar grössere Tiere wie Vögel oder Säuger. Der bis mehr als 100 kg schwere und über 2.5 m lange Komodowaran (*Varanus komodoensis*) aus Indonesien kann sogar Hirsche, Schweine und in seltenen Fällen auch Menschen überwältigen.

In Wüsten, Halbwüsten und anderen Trockengebieten gibt es jedoch eine ganze Reihe von Echsen, die sich auf Pflanzennahrung spezialisiert haben. Meist handelt es sich dabei um mittelgrosse bis grosse Arten. Immer gehören sie zu den grössten Echsen, welche in den jeweiligen Biotopen vorkommen. Bereits früher erwähnt wurden die rund 40 cm langen Wüstenleguane (*Dipsosaurus dorsalis*, Bild oben) und Chuckwallas (*Sauromalus obesus*, Fam. Leguane, Bild S. 46-47) aus der Sonora-Wüste. Weitere grosse, bis über 1 m lange, pflanzenfressende Leguane aus Trockengebieten sind die teilweise am Rande der Ausrottung stehenden Nashornleguane (*Cyclura*, Bild S. 48), welche verschiedene Inseln im Norden der Karibik besiedeln, die Schwarzen Leguane (*Ctenosaurus*) aus den Trocken- und Saisonwäldern Mexikos und Mittel-

amerikas sowie die als Sukkulente fresser bekannten Galápagos-Landleguane (*Conolophus cristatus*, Bild S. 47). In der Sahara und in den Wüsten des Nahen und Mittleren Ostens gibt es, sozusagen als Gegenstück zu Wüstenleguan und Chuckwalla, insgesamt 10 Arten ebenfalls pflanzenfressende und je nach Art knapp 20 bis maximal 110 cm lange Dornschwanzagamen (*Uromastyx*, Bild S. 18). Diese Tiere ernähren sich von Blättern und Gräsern sowie zum Teil auch von Samen.

Auch auf den zumeist sehr trockenen Kanarischen Inseln leben herbivore Echsen. Diese Kanaren-Eidechsen (*Gallotia*, Fam. Halsbandeidechsen, Bild S. 46) haben ebenfalls zum Teil sehr grosse Arten hervorgebracht.

Der Grund für die Herbivorie all dieser immer recht grossen Echsen aus den Trockengebieten könnte sein, dass der Flächenertrag von Pflanzennahrung erheblich grösser ist, als wenn die Biomasse erst durch herbivore Insekten in den Körper der Reptilien aufgenommen werden müsste. Vielleicht können die Tiere ohne diesen Umweg in einer höheren Individuendichte leben, bzw. grösser und damit lebensfähiger werden.

Spezialisierte Ameisenfresser

Einen anderen Weg mit möglichst kurzer Nahrungskette haben verschiedene ameisenfressende Echsen eingeschlagen, so z.B. die Krötenechsen (*Phrynosoma*, Fam. Leguane, Bild rechts) aus den USA und Mexiko. Alle 12 Arten leben in Trockengebieten und ernähren sich zu einem grossen Teil von Ameisen. Zwar fressen sie auch andere Gliederfüssler, aber diese meist weniger häufig. So haben sich die Krötenechsen so weit auf Ameisen spezialisiert, dass sie ohne diese Nahrung meist nicht lange überleben können.

Wer Ameisen frisst, der kann, ähnlich wie die herbivoren Arten, einen recht hohen Flächenertrag ausnutzen. Verschiedene Ameisen, wie z.B. die Ernteameisen (*Pogonomyrmex*) in den Wüsten und Halbwüsten Nordamerikas, ernähren sich nämlich von Sa-

Wüstenleguane (*Dipsosaurus dorsalis*) aus der Sonora-Wüste sind grosse, pflanzenfressende Echsen. Ihre Hauptnahrung sind die Blätter von Wüstenbüschen wie dem Kreosotbusch (*Larrea tridentata*). Sie fressen aber auch Blüten und Früchte von Kakteen. (Foto B. Akeret)

Verschiedene Echsen aus Trockengebieten ernähren sich von Ameisen. In Nordamerika sind dies die Krötenechsen (Fam. Leguane), hier *Phrynosoma taurus* (unten) aus Zentralmexiko. Konvergentes Gegenstück aus Asien sind die Krötenkopfgamen, hier *Phrynocephalus mystaceus* (ganz unten) aus Afghanistan und dem Nordiran. (Fotos U. Eggli & B. Akeret)





Ameisenfressende Echten beeinflussen auch die Vermehrung von Pflanzen, wie z.B. diesem Saguaro-Kaktus (*Carnegiea gigantea*, oben) in der Sonora-Wüste. Seine Samen werden von Erntameisen gefressen und diese wiederum von Krötenechsen. (Foto B. Akeret)

men. Die Ameisen sammeln von den rund 40 Millionen Samen, die ein Saguaro-Kaktus (*Carnegiea gigantea*, Bild oben) in seinem Leben produziert, gegen 90% ein – allerdings mit grossen regionalen Unterschieden (Steenbergh & Lowe 1977). Sie tragen die Samen in ihre Bauten (Helms 1980) und ernähren sich von ihnen. Sie tragen dabei zwar einerseits zur Verbreitung der Samen bei, andererseits beeinträchtigen sie aber den Fortpflanzungserfolg der Pflanzen



Eine der merkwürdigsten Echten ist der Dornteufel (*Moloch horridus*, Fam. Agamen, rechts und oben) aus Zentralaustralien. Die Tiere ernähren sich von Ameisen und können den Tau trinken, der auf dem Körper kondensiert und durch spezielle Kanäle auf den Mundwinkeln geleitet wird. (Fotos A. Ochsenbein)

(Hölldobler & Wilson 1994). Weil Ameisen zu einem beträchtlichen Teil von nährstoffreichen Samen leben, können sie die Trockengebiete in einer Individuendichte besiedeln wie kaum eine andere Insektengruppe. Diese hohe Ameisendichte haben sich die Krötenechsen zu Nutze gemacht und als spezialisierte Ameisenfresser so eine Nahrungsgrundlage erschlossen, die von anderen Reptilien wenig genutzt wird. Durch die ausgesprochen kurze Nahrungskette geht nur wenig Energie bzw. Biomasse verloren. Über ihre Ameisennahrung stehen die Krötenechsen damit zu den Sukkulente in einer Beziehung, die auf den ersten Blick nicht ersichtlich ist.

Die Krötenechsen sind aber nicht die einzigen ameisenfressenden Echten. In den Trockengebieten Asiens sowie einem kleinen Gebiet im äussersten Südosten Europas lebt eine ökologisch vergleichbare Echsen Gruppe, die Krötenkopf-Agamen (*Phrynocephalus*, Bild S. 27) mit ca. 40 Arten. Diese Echten gleichen auch in ihrer äusseren Erscheinung den Krötenechsen. Beide besitzen einen stark abgeplatteten Körper und einen ausgesprochen kurzen Kopf.

Und noch eine weitere Agamenart aus einem Trockengebiet hat sich auf Ameisennahrung spezialisiert: Der Moloch oder Dornteufel (*Moloch horridus*, Fam. Agamen, Bilder S. 28-29 und 31) aus den inneraustralischen Wüsten und Halbwüsten. Die Tiere fressen dabei ausschliesslich kleine, schwarze Ameisen aus der Gattung *Iridomyrmex* (Wilson & Knowles 1988).

Wie kommt man in der Wüste zu Wasser?

Der Dornteufel ist aber noch auf eine andere Weise an das Leben in der Wüste angepasst: Wie viele Tiere und Pflanzen aus Trockengebieten haben sie das Problem, genügend Wasser aufnehmen zu können. Beim Dornteufel sind die feinen Schuppen, welche den Körper zwischen den grossen Dornen bedecken, so beschaffen und angeordnet, dass das Wasser, welches z.B. mit dem Tau auf den Körper gelangt, über feine Kanäle durch Kapillarkraft zu den Mundwinkeln gezogen wird. Zusätzlich scheinen die grossen Dornen kondensierendes Wasser sammeln und ebenfalls an die Kapillarkanäle weitergeben zu können. Die Agame kann somit den ganzen Körper zum Sammeln von Wasser nutzen und so den



allmorgendlichen Taufall für die Wasserversorgung ausnutzen (Wilson & Knowles 1988).

Ebenfalls durch Tau decken einige Reptilien aus den Sanddünen der Namib-Wüste im südlichen Afrika ihren Wasserbedarf. So ist z.B. die Zwergpuffotter (*Bitis peringueyi*, Bild S. 34) häufig im Sand eingegraben. Streicht vom Atlantik her jedoch Nebel über die Dünen, so kommt die ausgewachsen nur 20 bis höchstens 29 cm lange Schlange an die Oberfläche. Der Nebel kondensiert in feinen Tropfen auf dem Körper der Schlange. Sie flacht diesen ab und versucht möglichst viele dieser Wassertropfen von der Körperoberfläche aufzusaugen (Patterson & Bannister 1988).

Ganz ähnlich haben auch verschiedene Pflanzen aus den Nebelwüsten das Wasserproblem gelöst. So kondensiert der Nebel, welcher vom Meer her über die Küstenwüsten streift, nicht bloss an den Schuppen von Reptilien, sondern auch an den Dornen von Kakteen und anderen Sukkulente oder an Tillandsien (Bild oben rechts) aus. Die Pflanzen nehmen das Wasser, das an ihnen heruntertropft, über die Wurzeln auf. Oder sie besitzen wie die Tillandsien spezielle Schuppen, über welche das Wasser direkt in die Blätter aufgenommen werden kann.

Fortbewegung im losen Wüstensand

Ein besonderes Problem für Tiere in Sandwüsten ist die Fortbewegung. Wer schon einmal versucht hat, auf eine Sanddüne zu steigen oder auch nur eine Sandfläche zu durchqueren, merkt bald, wie mühsam dies ist.



Sandbewohnende Reptilien haben dieses Problem auf unterschiedliche Art gelöst. Verschiedene Wüstenschlangen haben unabhängig voneinander das "Seitenwinden" erfunden. Dabei liegt der Körper nur noch an 2 Stellen auf dem Sand auf. Zur schnellen Fortbewegung wird der Kopf nach vorne geworfen und der Körper in einer S-förmigen Schlaufe nachgezogen. Dabei wandern die Auflagepunkte des Körpers nach hinten. Sobald der Schwanz den Boden berührt, wird der Kopf wieder ein Stück weiter nach vorne auf den Sand gelegt und das Ganze beginnt von neuem (Bilder S. 30). Die Tiere erreichen dabei recht hohe Geschwindigkeiten. So gibt Rubio (1998) für die Seitenwinderklapperschlange (*Crotalus cerastes*, Fam. Grubenottern, Bild S. 33) aus der Sonora-Wüste eine Geschwindigkeit von ca. 2 Meilen pro Stunde (= ca. 3.2 km/h) im losen Sand an. Neben der Seitenwinderklapperschlange können sich auch die Hornvipern (*Cerastes*, Fam. Ottern, Bilder S. 30 und 33), mehrere Zwergpuffottern (*Bitis*, Fam. Ottern, Bild S. 34) sowie noch einzelne andere Giftschlangen seitenwindend fortbewegen (vgl. Kapitel "Konvergenz").

Eine weitere Art der Fortbewegung im losen Sand ist das Sandschwimmen. Dabei bewegen sich die Tiere meist einige Zentimeter unter der Oberfläche mit schlängelnden Bewegungen durch den Sand. Die Beine werden eng an den Körper angelegt. Bei vielen sandschwimmenden Echten sind die Beine zurückgebildet oder fehlen sogar. Und bei allen sandschwimmenden Echten und Schlangen sind die

Viele Tillandsien (hier *Tillandsia latifolia* aus einem Dünengebiet in der Atacamawüste in Peru) decken ihren Wasserbedarf aus dem Nebel. (Foto B. Akeret)

Pholisma arenaria ist an das Leben im losen Sand angepasst. Dieser Wurzelparasit aus der Colorado-Wüste erträgt es, für einige Zeit von Sand zugedeckt zu werden. Er überlebt dann mit Hilfe der unterirdischen Sprossachse, die als Wasserspeicher dient. (Foto D. Supthut)



Die *Avicennaviper* (*Cerastes vipera*) aus dem Nordwesten der Sahara kann sich durch Seitenwinden sehr schnell über losen Sand bewegen. (Fotos B. Akeret)



Schuppen glatt und so angeordnet, dass eine Oberfläche entsteht, die dem Sand möglichst wenig Widerstand leistet.

Sandschwimmer findet man insbesondere bei den Skinken wie z.B. beim Apothekerskink (*Scincus scincus*) aus Nordafrika. Daneben sind aus dem südlichen Afrika mehrere Halsbandeidechsen wie z.B. Sandtaucher-Eidechsen (*Aporosaurus anchietae*) oder Sandeidechsen (*Pedioplanis lineocellata*) für ihre Fähigkeiten zum Sandschwimmen bekannt.



Fam. Geckos). Diese Tiere besitzen „Schwimmhäute“ zwischen den Zehen. Der Effekt ist derselbe wie bei Schneeschuhen: Die Zwischenzehenhäute vergrößern die Auflagefläche der Füße auf dem Sand, so dass die Tiere kaum einsinken. Namib-Geckos decken ihren Wasserbedarf – ähnlich wie die Zwergpuffottern – indem sie das aus dem Nebel kondensierte Wasser vom Körper ablecken.

Statt Zwischenzehenhäuten besitzen manche Echsen verbreiterte Schuppensäume an den Zehen. So z.B. die ebenfalls sandbewohnenden und durch Biotopzerstörung stark bedrohten Fransenzehenleguane (*Uma* spp., Bild unten links) aus Nord-



amerika. Und auch manche Halsbandeidechsenarten besitzen solche Schuppensäume, wie z.B. die Scharreidechsen (*Meroles* spp., Bild unten) aus der Namibwüste oder die in Südeuropa und Nordafrika beheimateten Fransenfingern (z.B. *Acanthodactylus erythrurus* aus Südspanien oder *Acanthodactylus dumerili* aus Marokko, Bild S. 51). Diese Schuppensäume vermindern das Einsinken der Füße im losen Sand.

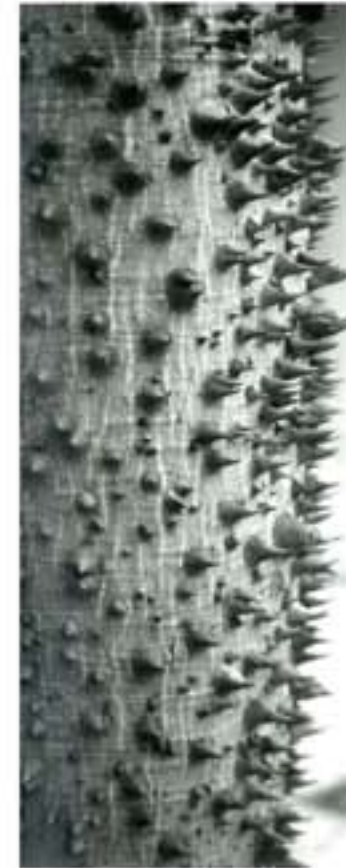
In Südwestafrika lebt ein Gecko, der eine weitere Form der Fortbewegung im losen Wüstensand gefunden hat. Es handelt sich dabei um den Namib-Wüstengecko (*Palmatogecko rangei*,



Die durch Biotopzerstörung bedrohten Fransenzehenleguane (*Uma notata*, oben) aus der Sonora-Wüste und die Scharreidechsen (*Meroles cuneirostris*, rechts) besitzen verlängerte Zehenschuppen, die wie Schneeschuhe wirken und verhindern, dass die Füße im losen Sand zu tief einsinken. (Fotos B. Akeret & A. Ochsenbein)

Konvergente Entwicklungen

Beat Akeret und Urs Eggli



Alle Umweltbedingungen erfordern von den Tieren und Pflanzen entsprechende Anpassungen, um das erfolgreiche Überleben und die Fortpflanzung zu sichern. Extreme Umweltbedingungen z.B. in Trockengebieten, Heidelandschaften oder im Regenwald, erfordern spezialisierte Anpassungen. Häufig kann festgestellt werden, dass bei gleichen Umweltbedingungen verschiedene Tiere und Pflanzen jeweils ähnliche oder gleiche „Antworten“ geben, also ähnliche Anpassungen entwickelt haben. Sol-

che Parallelentwicklungen werden als **Konvergenz** bezeichnet. Einige Beispiele bei Reptilien und Sukkulente werden in den folgenden Abschnitten etwas genauer vorgestellt.

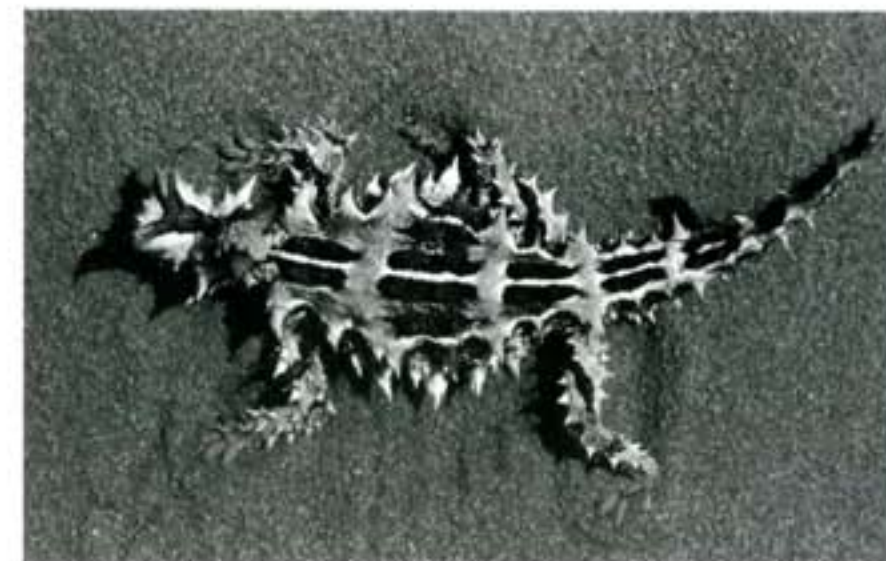
Aus dem soeben Gesagten darf aber nicht entnommen werden, dass identische Umweltbedingungen immer eine identische Antwort in Bezug auf Anpassungsstrategien ergeben. Ganz im Gegenteil: Pflanzen wie Tiere haben auf identische „Fragen“ (also ähnliche Umweltbedingungen) ganz verschiedene „Antworten“ (Anpassungen) entwickelt. In keinem Fall gibt es so etwas wie einen „einzig richtigen Weg“ zum Überleben. Ein Blick in die unterschiedlichsten Gegenden der Erde zeigt eine Vielfalt verschiedenster Anpassungsmöglichkeiten an die Trockenheit. Diese Vielzahl ist auch verantwortlich für die vielen Arten und Formen – sowohl bei Sukkulente als auch bei Amphibien und Reptilien.

Konvergente Entwicklungen bei Reptilien

Auf Grund der weltweiten Verbreitung der Amphibien und Reptilien in den verschiedensten Lebensräumen, findet man bei diesen Tieren eine ganze Reihe von konvergenten Entwicklungen. Eines der bekanntesten Beispiele sind der Grüne Baumpython (*Morelia viridis*) aus den Regenwäldern Neuguineas sowie einiger umliegender Inseln und Nordaustralien und die ebenfalls grüne Hundskopfböa (*Corallus caninus*) aus den südamerikanischen Regenwäldern. Beide Arten haben sich mit ihrer grünen Färbung hervorragend an ihre Umgebung angepasst und sind im dichten Laubwerk nur schwer auszumachen. Erstaunlicherweise sind bei beiden Arten die Jungtiere zunächst gelb oder rostrot gefärbt und werden erst nach einiger Zeit grün wie die erwachsenen Tiere. Neben der Körperfärbung besitzen beide Schlangen aber noch eine Reihe weiterer Gemeinsamkeiten. So fressen z.B. beide Arten Vögel, welche sie aus dem Flug erbeuten wenn sie an ihnen vorbeifliegen. Damit die Vögel nicht entkommen können, haben sowohl der Baumpython als auch die Hundskopfböa lange, nach hinten gerichtete Zähne. Als weitere Gemeinsamkeit liegen beide Arten in einer für Schlan-

Linke Spalte:
Wer in Trockengebieten saftig und wohlschmeckend ist, der muss sich schützen so wie dieser *Bombax* aus Afrika. (Foto B. Akeret)

Eine Reihe von Reptilien, wie der australische Dorn-teufel (*Moloch horridus*), schützen sich, wie viele Sukkulente, durch grosse Dornen vor Frassfeinden. (Foto A. Ochsenbein)





gen unüblichen Art auf den Ästen ihres Lebensraumes. Sie lassen dabei ihren Körper in Schlingen jeweils abwechselnd links und rechts über den Ast hängen und legen den Kopf dann in die Mitte der Körperschlingen.

Haftlamellen an den Füßen

Um auf glatten Blättern einen sicheren Halt zu finden, besitzt dieser Taggecko (*Phelsuma ornata*, oben) aus Mauritius und der Saumfingerleguan *Anolis oculatus cabritensis* (rechts) von der Insel Dominica in der Karibik besondere Haftvorrichtungen an der Unterseite der Zehen. (Fotos B. Akeret)

Legende siehe rechte Seite.

Eine der bemerkenswertesten konvergenten Anpassungen an besondere Gegebenheiten des Lebensraumes sind Haftlamellen, welche man bei vielen Geckos (Bilder links oben und S. 33) und den Saumfingerleguanen (*Norops*, *Anolis*, Bild rechts oben) findet. Viele Arten dieser beiden Echsengruppen leben auf glatten Oberflächen wie Blättern, Stämmen und Felsen. Insbesondere Blätter mit dicker Cuticula wie sie im Regenwald, aber auch bei vielen Sukkulente n vorkommen, bieten für krallenbewehrte Zehen kaum Halt. Die Tiere würden hier abrutschen und zu Boden fallen. Sowohl die Geckos als auch die Saumfingerleguane haben nun im Laufe ihrer



Entwicklung ihre Zehen verbreitert und auf der Unterseite besondere Haftlamellen (Bild S. 33) entwickelt. Hierzu haben sie die Schuppen auf der Unterseite der Zehen (Subdigitalschuppen) mit winzigen Haftborsten ausgestattet. Es handelt sich bei diesen Borsten um winzig kleine, im Durchmesser weniger als 1-5 µm (tausendstel Millimeter) messende, haarähnliche Strukturen (Setae). Bei vielen Geckoarten sind diese Setae verzweigt und enden tellerförmig. Die Haftwirkung beruht physikalisch auf Adhäsion. Details zu diesen Strukturen sind bei Ruibal & Ernst (1965) und bei Ernst & Ruibal (1966) zu finden. Damit die Zehen ihre verbreiterte Form behalten, besitzen die Geckos kleine Knochen in den Zehen, welche diese stabilisieren. Die Haftlamellen selbst werden mit Hilfe spezieller Muskeln und Sehnen von der Unterlage gelöst (Russell 1976). Aktiviert sind die Haftborsten leicht S-förmig gebogen. Um die Zehen von der Unterlage zu lösen, werden die Setae mit Hilfe der Muskeln aufgerollt. Erst wenn alle Zehen eines Fusses von der Unterlage gelöst sind, wird dieser bewegt.



Die Geckos wie auch die Saumfingerleguane können sich mit Hilfe der Haftlamellen nicht bloss auf glatten Blättern oder den glatten Stämmen von Stammsukkulente n wie Kakteen oder Euphorbien sehr geschickt und schnell bewegen. Viele Arten sind sogar in der Lage, sich an Glas-scheiben festzuhalten und im Terrarium kommt es nicht selten vor, dass die Tiere an der Unter-seite des Glasdeckels Jagd auf fliegende Insek-ten machen.

Leben im losen Wüstensand

Wie bereits im Kapitel „Anpassungen von Rep-tilien an das Leben in Trockengebieten“ erwähnt, haben sich manche Reptilien hervorragend an das Leben im losen Sand angepasst. So wurde die Fähigkeit zum Seitenwinden von diversen Wüstenschlangen aus unterschiedlichen syste-matischen Gruppen in weit auseinanderliegen-den Sandwüsten unabhängig voneinander ent-wickelt. Zwei solche konvergente Schlangen wurden mit der Seitenwinderklapperschlange (*Crotalus cerastes*, Fam. Grubenottern, Bild rechts) aus der Sonora-Wüste sowie der Hornvip-er (*Cerastes cerastes*; Fam. Ottern, Bild rechts unten) aus Nordafrika und dem Nahen Osten be-reits vorgestellt. Weitere seitenwindende Arten aus der Familie der Ottern sind die Avicennaviper (*C. vipera*, Bilder S. 30) aus der nordwestlichen Sahara sowie die Macmahon-Viper (*Eristicophis macmahoni*) und die Falsche Hornviper (*Pseudocerastes persicus*) aus dem Nahen Osten. Eine vierte Gruppe seitenwindender Ottern be-wohnt die sandigen Gebiete im Südwesten Afri-kas. Es sind dies verschiedene Zwergpuffottern aus der Gattung *Bitis* (Bild S. 34).

Ein weiteres Konvergenzbeispiel liefern die be-reits erwähnte Avicennaviper (*Cerastes vipera*) aus der Sahara und die Peringueyi-Zwergpuff-otter (*Bitis peringueyi*, Bild S. 34) aus der Na-mib-Wüste in Südwestafrika. Beide Arten gra-ben sich am Tage in den losen Wüstensand ein

und lauern hier auf Beute – kleine, bodenbewoh-nende Echsen. Um sich nun möglichst weit ein-graben und trotzdem die Umgebung ungehin-dert beobachten zu können, haben beide Arten ihre Augen nicht seitlich, wie die meisten ande-ren Schlangen, sondern auf der Kopfoberseite (Bild S. 34).

Konvergente Entwicklungen bei Sukkulente n

Die Kakteenform

Ein Paradebeispiel einer konvergenten Entwick-lung bei den Sukkulente n ist die Kakteenform: "Kaktus"-artig sehen nämlich nicht nur Kakteen aus, sondern auch zahlreiche Sukkulente n aus botanisch ganz anderen Verwandtschaftskreisen – auf Grund dieser oberflächlichen Ähnlichkeit im Körperbau werden viele dieser Pflanzen vom Volksmund auch ohne Unterschied als Kakteen bezeichnet.

An der Unterseite der Zehen haben viele Geckos besondere Haftlamellen, so wie links ein Madagas-kar-Taggecko (*Phelsuma madagascariensis grandis*). (Foto B. Akeret)

Unten und linke Seite: Der violettblühende Echinocereus engelmannii (S. 32 oben) und die Seitenwinderklapper-schlange (*Crotalus cerastes*, S. 33 oben) aus Nord-amerika haben in der Sahara mit Euphorbia echinus (S. 32 unten) und der Hornviper (*Cerastes cerastes*, S. 33 unten) je ein konvergentes Gegenstück in Nordafrika. (Fotos B. Akeret & U. Eggli)





Pinguicula vulgaris (Butterfly plant) graben sich in der Namib-Wüste in den losen Sand ein. Um trotzdem das Geschehen über der Sandoberfläche beobachten zu können, sitzen die Augen auf der Kopfoberseite. (Foto B. Akeret)

Auf den ersten Blick kann man die aus Südafrika stammende und zur Familie der Seidenpflanzen gehörende *Hoodia currorii* ohne Blüten leicht mit einem Kaktus verwechseln. (Foto D. Supthut)



Besonders häufig kommt die Kakteenform bei den Wolfsmilch-Gewächsen in der Gattung *Euphorbia* (Bilder S. 9, 32 und unten rechts) in Afrika vor. Sämtliche auch bei den Kakteen vorkommenden Wuchsformen treten auf, also Säulen, Bäume mit verzweigten Kronen, Sträucher, grössere und kleinere Einzelkugeln sowie Polster aus zahlreichen, dicht gedrängten Köpfchen. Typisch für die Kakteenform ist das Fehlen von flächigen Laubblättern, die grüne Triboberfläche, sowie die oft stark ausgebildete Bedornung. Besonders auffallende Parallelen zwischen Euphorbien und Kakteen gibt es viele.

Kakteenähnliche Pflanzenformen finden sich aber auch bei einzelnen Arten aus anderen Familien, z.B. bei der Madagaskarpalme und Verwandten (Gattung *Pachypodium*, Fam. Hundsgift-Gewächse, Bilder S. 43), einigen Arten der Gattung *Adenia* (Familie der Passionsblumen-Gewächse), Arten von *Hoodia* (Familie der Seidenpflanzen-Gewächse, Bild unten links) und zahlreichen weiteren.

Ein schönes "Paar" zur Illustration dieser Konvergenz ist *Echinocereus engelmannii* (Bild S. 32; Südstaaten der USA und angrenzendes Mexiko) und *Euphorbia echinus* (Bild S. 32: Atlasgebirge in Marokko). Ein Parallellfall aus den gleichen beiden Regionen sind die bereits erwähnten Seitenwinder-Klapperschlangen (*Crotalus cerastes*, Bild S. 33) aus Amerika und die Hornvipern (*Cerastes cerastes*, Bild S. 33) aus Nordafrika.

Ein weiteres sehr auffällig konvergent entwickeltes Paar ist der Kaktus *Astrophytum asterias* (Bild rechts) aus Mexiko und Texas einerseits und die Wolfsmilch *Euphorbia obesa* (Bild rechts) und weitere Arten aus Südafrika. Konvergente Entwicklungen können aber wesentlich mehr als nur das oberflächliche Aussehen betreffen. Bei den wenig sukkulenten *Peniocereus striatus* und *Euphorbia cryptospinosa* gehen die Gemeinsam-

keiten so weit, dass bis zur Feinstruktur des Baus der Oberhaut sowie der Schrumpfungsprozesse bei Trockenheit fast völlige Übereinstimmung herrscht (Felger & Henrickson 1998). Die beiden Arten sind ohne Knospen, Blüten oder Früchte wirklich nicht einfach zu unterscheiden.

Dornen

Die Bildung von Dornen ist bei Sukkulente häufig und kann ebenfalls als Konvergenz betrachtet werden. Welche Vorteile die Dornen den Pflanzen bringen, ist allerdings umstritten: Dornen können offensichtlich sowohl bei Sukkulente als auch bei Reptilien der Abwehr von Frassfeinden dienen. Daneben sind sie aber auch für die Beschattung der Pflanzen von Bedeutung. Denn durch das oft dichte Gewirr entsteht unmittelbar über der Oberhaut ein einigermaßen windstiller Raum, was die Verdunstung herabsetzen kann. Schliesslich könnte der Hauptzweck der oft hell gefärbten Dornen (z.B. *Mammillaria*

Der Kaktus *Astrophytum asterias* (unten) aus Mexiko und Texas und das afrikanische Wolfsmilch-Gewächs *Euphorbia obesa* (ganz unten) ähneln einander sehr stark. Erst wenn die Pflanzen blühen, wird die unterschiedliche Familienzugehörigkeit auf Grund des vollständig unterschiedlichen Blütenbaus deutlich. (Fotos A. Anderson & D. Prichard)



gracilis, Bild rechts) auch darin liegen, möglichst viel Licht zu reflektieren und damit die Pflanze vor Sonnenlichtschäden zu bewahren.

Möglicherweise ist der Hauptzweck der Dornen aber ein anderer: An den Dornen kondensiert das in der Luft (Nebel) enthaltene Wasser und kann zu Boden tropfen, wo es von den Pflanzenwurzeln aufgenommen wird. Dornen können also auch als "Instrumente" zur Kondensationsförderung interpretiert werden, was eine interessante Parallele zu den Körperstrukturen des Dornbaums (*Moloch horridus*, Bilder S. 28-29 und 31) aus den zentralaustralischen Wüstengebieten darstellt.

Bei vielen Eichen haben Dornen oft noch eine ganz andere Aufgabe. Sie dienen der Sexualstimulation und bei der Kommunikation zwischen verschiedenen Individuen derselben Art. Oft besitzen die Männchen besonders auffällige Dornen. Offenbar lassen sich die Weibchen von möglichst imposanten Dornen beeindrucken und rivalisierende Männchen werden eingeschüchtert, so dass Individuen mit grossen Dornen einen Paarungsvorteil besitzen. Grosse Dornen werden dadurch in der Evolution durch Selektion wahrscheinlich gefördert.

Rübenwurzeln

Auch Rübenwurzeln kennt man als konvergente Entwicklung bei zahlreichen Sukkulente aus allen möglichen Verwandtschaftskreisen. Es liegt auch auf der Hand, dass eine dicke, kräftige Wurzelrube als Wasserspeicher hervorragend geeignet und im Boden bestens vor Frassfeinden geschützt ist. Die Konvergenz geht hier allerdings noch etwas weiter, und vor allem bei den Kakteen gibt es zahlreiche Arten, bei welchen unterirdische Triebstücke das Aussehen einer Wurzelrube angenommen haben, z.B. bei den mexikanischen *Ariocarpus*-Arten (Bild rechts), oder in den südamerikanischen Anden bei *Rebutia*-Arten. Eine ähnliche Entwicklung finden wir auch bei den sukkulenten Euphorbien, z.B. bei den Medusenhaupt-Euphorbien *Euphorbia caput-medusae*, *E. gorgonis*, etc.

Fensterblätter

Eine besondere Anpassung an das Leben in Trockengebieten stellen die sogenannten Fens-

terblätter dar. Die Paradebeispiele sind ohne Zweifel die Lebenden Steine, also die Arten der Gattung *Lithops* (Bild unten rechts). Die Pflänzchen bestehen pro Trieb nur aus einem einzigen, fast völlig verwachsenen und am Ende flach gestutzten Blattpaar, das zudem "bis zu den Schultern" im Boden steckt. Licht kann nur durch die transparente Fensterfläche am Blattendende eindringen und beleuchtet dann das Blatt gewissermassen von Innen.

Ähnliche Fensterblätter haben sich auch beim südafrikanischen Aloe-Gewächs *Haworthia truncata* und einigen verwandten Arten entwickelt, also in einer systematisch völlig anderen Verwandtschaft.

Somatolyse und Crypsis

Viele Sukkulente stellen mit ihren saftigen Wasserspeichern in den Trockengebieten für herbivore Tiere im wahrsten Sinne des Wortes "gefundenes Fressen" dar. Sich dagegen zu wehren, ist – nicht nur für die Sukkulente – von grosser Wichtigkeit, denn der Verlust des Wasserspeichers verunmöglicht ein Überleben der Trockenzeit, und der Verlust der grünen Blattmasse behindert die Photosynthese und damit das Wachstum. Neben chemischen Abwehrmitteln ("ungeniessbare" Inhaltsstoffe, Gifte) wurden Dornen als mögliche Abwehrwaffe gegen Frassfeinde bereits vorgestellt.

Eine weitere Strategie gegen das Gefressenwerden ist – wie bei Tieren – sich möglichst unsichtbar zu machen. Die soeben vorgestellten Fensterpflanzen gehen diesen Weg. Was die Lebenden Steine mit ihrer Musterung vollbringen, findet sich bei zahlreichen anderen Pflanzen, aber auch bei vielen Amphibien und Reptilien wieder: Somatolyse und Crypsis.

– Der Begriff **Crypsis** bezeichnet die gestaltmässige Angleichung der Pflanzen und Tiere an die unbelebte Umwelt, z.B. also das kieselsteinähnliche Aussehen der Lebenden Steine, mancher Dickblatt-Gewächse (z.B. *Crassula deception*,



Dieser Warzenkaktus *Mammillaria gracilis* schützt sich durch die dichte Bedornung vor starker Sonneneinstrahlung. (Foto B. Akeret)



Eine ganze Reihe von Sukkulente, wie dieser *Ariocarpus fissuratus*, speichern Wasser in einer stark verdickten Rübenwurzel. (Foto U. Egli)

Viele Lebende Steine (*Lithops* sp.) besitzen spezielle Blätter mit transparenten Fenstern, durch welche das Sonnenlicht in die im Boden eingesenkten Blätter dringen kann. (Foto B. Akeret)





Dieses Dickblatt-Gewächs (*Crassula deceptor*) aus Südafrika ist ein typisches Beispiel für Crypsis bei Sukkulente. Die Pflanze besitzt dieselbe Gestalt und Färbung wie die Kieselsteine um sie herum. (Foto D. Supthut)

Bild oben links) oder die blatt-, flechten- oder moospolsterartige Zeichnung und Gestalt mancher Frösche.

Der Begriff **Somatolyse** hingegen beschreibt eine Möglichkeit, diese Angleichung fertig zu bringen. Nämlich durch das Auflösen der Körperrisse (Gr. "soma" = Körper; Gr. "lysis" = Auflösung). Wenn die Körperrisse nicht mehr als

solche wahrgenommen werden, verschwindet das Objekt gewissermaßen aus dem Blickfeld. Viele Sukkulente, Amphibien und Reptilien erreichen dies mit einer Körperzeichnung, welche keinen Zusammenhang mit der Körperform besitzt. Es handelt sich dabei also um eine Tarnfärbung.

Crypsis bzw. Somatolyse ist bei Sukkulente recht verbreitet. Neben den Lebenden Steinen und ihren Verwandten ist im südlichen Afrika die Gattung *Avonia* (früher ein Teil von *Anacampseros*) ein schönes Beispiel. Die winzigen Pflanzentriebe ähneln in ihrem Aussehen vertrocknetem Vogelkot und Quarzkieselstein. Auch bei den Kakteen gibt es zahlreiche Beispiele, z.B. die Arten der Gattung *Ariocarpus* (Bild S. 35), die im Englischen teilweise "Living Rock Cactus" ("Lebender Felsenkaktus") genannt werden. Aber auch unter den Opuntien in Südamerika (z.B. *Opuntia clavarioides* in Argentinien) oder den Kugelkakteen Chiles (z.B. Arten der Gattungen *Eriosyce* und *Copiapoa*, Bild S. 37) gibt es derartig hoch angepasste Formen, die nur während der Blütezeit einigermaßen auffällig sind.

Auch manche Reptilien verschmelzen durch farbliche Anpassung an ihre Umgebung und das Auflösen der Körperrisse nahezu vollständig mit ihrem Habitat. Ein Beispiel sind die Blattschwanzgeckos (*Phyllurus*, Bild rechts, aus Australien und *Uroplatus* aus Madagaskar).

Besonders eindrucksvolle Fälle von Crypsis finden sich bei vielen Baumschlangen. Diese häufig sehr schlanken und langen Tiere gleichen bereits auf Grund der Körperform äußerst stark den Ästen, auf denen sie leben. Viele Arten haben diese Ähnlichkeit aber durch besondere

Körperfarben und Kopfformen noch beträchtlich gesteigert. So ist z.B. bei den drei Arten der madagassischen Blattnasennatter (*Langaha alaudia*, *L. nasuta*, Bild S. 37 und *L. pseudoalaudia*) der ausgesprochen schlanke Rumpf durch eine unregelmäßig braune Färbung dermaßen getarnt, dass er mit der Umgebung förmlich verschmilzt. Als Besonderheit tragen die Blattnasennatter zusätzlich noch stark verlängerte und zuweilen ausgefräste Nasenfortsätze, deren Funktion bisher noch nicht bekannt ist. Vielleicht helfen diese Fortsätze aber, die Umrise des Kopfes zu verfremden und die Schlange im dichten, krautigen Unterwuchs der Wälder Madagaskars noch besser zu tarnen.

Ähnliche Nasenfortsätze kennt man auch von anderen baumbewohnenden Schlangen. So besitzt z.B. die Langnasenstrauchnatter (*Philodryas baroni*, Bild S. 37) aus den Trocken-



Der breite, flache Schwanz, die unregelmäßige Körperform und die sandsteinartige Körperfarbe lassen den australischen Blattschwanzgecko (*Phyllurus saepevirens*) optisch mit dem Untergrund verschmelzen. (Foto B. Akeret)



Galeriewäldern des südamerikanischen Chaco eine stark verlängerte Nase. Diese ist zwar nicht so lang und so ungewöhnlich geformt wie bei den Blattnasennattern aus Madagaskar. Dennoch wird dadurch die Kopfform verfremdet, und die grüne, schlanke Schlange ist im Blattwerk hervorragend getarnt.

Eine weitere Reptiliengruppe mit teilweise hervorragender Anpassung an die Umgebung sind die Chamäleons. Durch die meist braune oder grüne Färbung verschwinden die Tiere im dichten Pflanzenbewuchs. Eine Reihe von Arten haben aber die Crypsis und Somatolyse durch besondere Körperformen und -färbungen noch erheblich gesteigert. So besitzt z.B. das bis 9 cm lange Somali-Zwergchamäleon (*Rhampholeon kerkentii*) aus den Busch- und Grassavannen in Ostafrika auf hellbraunem Untergrund dunklere, graubraune Längsstreifen. Sitzen diese kleinen Echten zwischen Grashalmen, so sind sie für einen möglichen Feind nahezu unsichtbar. Eine andere Chamäleongruppe mit starker Anpassung der Körperformen und -farben an die Umgebung sind die Stummelschwanz-Chamäleons wie z.B. *Brookesia stumpffii* (Bild S. 38), *B. perarmata* oder *B. boni* aus den Trockenwäldern im Westen von Madagaskar. Alle Arten dieser zumeist bodenbewohnenden Gattung (Ausnahme z.B. *Brookesia ebenau*, Necas 1999) sind klein und braun. Von oben betrachtet sehen sie aus wie dürre, braune Blätter.

Die Chamäleons passen sich durch Farbänderungen nicht, wie oft behauptet wird, an ihre Umgebung an. Dieser Farbwechsel wird vielmehr durch verschiedene innere und äußere Faktoren wie Temperatur, Licht, Feuchtigkeit, Jahres- und Tageszeit sowie Stimmungen und Gesund-

heitszustand beeinflusst (Necas 1999). So können sich manche Chamäleons im wahrsten Sinn des Wortes schwarz ärgern. Viele Arten drohen mit speziellen Körperfarben einem Rivalen oder signalisieren eine Paarungsbereitschaft mit Farben.

Auch bei den bodenbewohnenden Reptilien tarnen sich viele Arten durch Crypsis und Somatolyse. Die in den afrikanischen Trockengebieten weit verbreitete und auf den ersten Blick recht bunt erscheinende Puffotter (*Bitis arietans*, Bild S. 38) besitzt eine Zeichnung, die sie im Gras oder zwischen trockenen Blättern fast vollständig verschwinden lässt. Die regelmäßigen hellen und dunklen Muster wirken wie Licht- und Schattenflecken der durch die Blätter scheinen Sonne. Ein vergleichbares Muster besitzt auch die Madagaskarboa (*Acrantophis*, Bild S. 50). Die Tiere verstecken sich im trockenen Süden und Südwesten von Madagaskar in der Laubschicht der Trockenwälder und sind hier durch die unregelmäßigen braunen und grauen Flecken hervorragend getarnt.

Die längsovalen, ausgesprochen flachen Krötenechsen (*Phrynosoma*, Bild S. 27) stellen ein weiteres Beispiel für Crypsis und Somatolyse bei Reptilien dar. Die Dornen an den Körperseiten und am Schwanz verwischen die Körperrisse dieser Echten auf dem Wüstenboden. Zusätzlich sind die Tiere farblich hervorragend auf den Untergrund abgestimmt. Ähnlich wie bei den bereits erwähnten Lebenden Steinen (*Lithops*, Bild S. 35) oder manchen Kakteen stimmt die Körperfärbung mancher Krötenechsenarten hervorragend mit der Farbe und Struktur des Sandes oder feinen Kieselstein im Lebensraum der Tiere überein. Vergrößerte Körperschuppen, die farblich und von der Form her ebenfalls der Struktur des Untergrundes angepasst sind, verhelfen den Echten zu zusätzlicher Übereinstimmung mit ihrer Umgebung. Baur & Montanucci (1998) sprechen bei der farblich und strukturellen Anpassung der Rundschwanz-Krötenechse



Manche Kakteen, wie *Copiapoa hypogaea* (oben) aus Zentralchile oder die kleinen, abgeflachten *Blossfeldiana liliputana* (linke Spalte) aus Nordargentinien und Bolivien, verschmelzen durch ihren Körperbau und ihre Färbung optisch mit dem Boden, in dem sie wachsen. (Fotos U. Eggli)

Viele lange, schlanke Baumschlangen besitzen verlängerte Nasenfortsätze wie die Blattnasennatter (*Langaha nasuta*, unten) aus den Trockenwäldern Madagaskars oder die Langnasenstrauchnatter (*Philodryas baroni*, ganz unten) aus dem Chaco. (Fotos M. Grubenmann & B. Akeret)





Kaum sichtbar zwischen den Steinen ist *Neoporteria odieri* aus Chile. (Foto U. Eggli)

Rechte Spalte:
Zwei Meister der Tarnung:
Stummelschwanz-Chamäleon (*Brookesia stumpffii*, rechts oben) aus den nord-madagassischen Trockenwäldern und Puffotter (*Bitis arietans*, rechts unten) aus den afrikanischen Savannen. (Fotos M. Grubenmann & B. Akeret)

(*Phrynosoma modestum*) aus der Chihuahuawüste von einer „Stone Mimicry“. Von oben betrachtet gleichen manche Krötenechsenarten durch ihre Form, Farbe und Oberflächenstruktur oft sogar einigen der erwähnten Sukkulanten.

Doch nicht nur bei Sukkulanten und Reptilien gibt es Crypsis und Somatolyse. Auch viele Amphibien haben sich auf diese Weise an ihre Umwelt angepasst. So tarnen sich die meisten Arten durch eine möglichst unauffällige Körperfärbung. Einige Arten haben sich jedoch besonders gut an Form und Farbe ihres Lebensraumes angepasst. So sehen viele Baumfrösche aus flechtenreichen Berg- und Nebelwäldern selbst aus wie Flechten. Ein weiteres Beispiel für eine Tarnfärbung liefern die Hornfrösche. Von den 8 Arten leben der Schmuckhornfrosch (*Ceratophrys ornata*, Bild links) und der Chaco-Hornfrosch (*C. cranwelli*) in zeit-



Die somatolytische Zeichnung des Schmuckhornfrosches (*Ceratophrys ornata*, oben) tarnt ihn hervorragend im Trockenwald der Caatinga in Brasilien (rechts). (Fotos B. Akeret & U. Eggli)



weise relativ trockenen Biotopen im südlichen Südamerika. Beide Arten lösen ihre Körperumrisse durch Warzen und Oberaugenzipfel auf. Zusätzlich gleicht die Körperzeichnung, wie bei den bereits erwähnten Bodenschlangen, stark der Struktur und Farbe des Untergrundes. Die Tiere verschmelzen dabei optisch mit den Blättern und Gräsern, zwischen welchen sie sich vergraben.

Parallele Verbreitungsmuster bei Sukkulanten und Reptilien

Moritz Grubenmann und Urs Eggli

Die Wissenschaft, die sich mit den grossräumigen Vorkommen von Pflanzen und Tieren beschäftigt, ist die Biogeographie. Sie versucht, nicht nur die Vorkommen an und für sich festzustellen, sondern auch herauszufinden, wie es im Laufe der Evolution zu den heute zu beobachtenden Verbreitungsgebieten gekommen sein könnte. Vor allem wenn eine Art oder Gattung ein grosses, unzusammenhängendes Verbreitungsgebiet zeigt, wird es interessant: Ist die Art in bestimmten Gebieten bereits wieder ausgestorben – oder hatte sie gar nie Gelegenheit zur Besiedelung? Neben Fragen zur Ökologie der untersuchten Tiere und Pflanzen stellen sich auch Fragen zur Abstammung, möglicher Wanderungswege und Verbreitungsmechanismen. Wie die beiden folgenden Beispiele zeigen, gehen die Fragestellungen aber noch viel weiter und betreffen auch Geologie und Klima.

Taggeckos und *Lomatophyllum*

Der Schauplatz dieses Themas sind die verschiedenen Inseln im Indischen Ozean inklusive Madagaskar sowie die afrikanische Ostküste.

Madagaskar ist eine sogenannte kontinentale Insel. Sie war früher ein Teil des Urkontinents Gondwana, der aus dem heutigen Afrika, Südamerika, Indien und der Antarktis bestand. Madagaskar wurde vor etwa 160 Millionen Jahren durch die Kontinentaldrift vom afrikanischen Festland getrennt. Seit diesem Zeitpunkt hat sich die Pflanzen- und Tierwelt eigenständig entwickelt, und die lange Trennung von den übrigen Landmassen und der dadurch eingeschränkte Austausch hat zu einer grossen Zahl von Arten, Gattungen und sogar Familien geführt, die nur oder doch fast nur auf Madagaskar vorkommen (sogenannte Endemiten). Allgemein kann festgestellt werden, dass die Zahl dieser Endemiten von der Fläche und von der Dauer der Isolation der fraglichen Gebiete abhängt (Tab. S. 42).

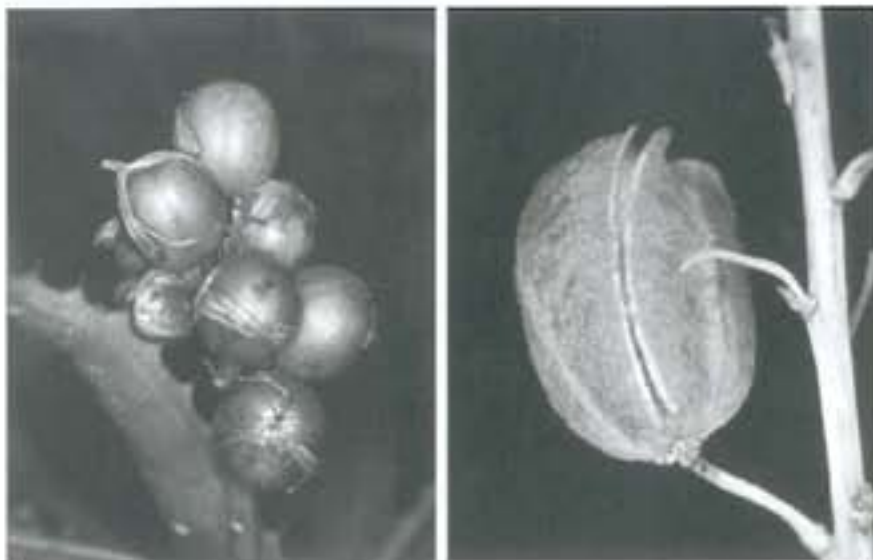
Anders ist die Situation für die Inselgruppe der Maskarenen: Die drei Inseln Mauritius, Réunion und Rodriguez sind sogenannte ozeanische Inseln. Sie sind vulkanischen Ursprungs und nie mit anderen Landmassen in Verbindung gestanden. In geologischen Zeiträumen gerechnet sind alle drei Inseln jung mit einem maximalen Alter von 7 Millionen Jahren.

Nochmals anders ist die Situation bei den Inseln des Aldabra-Atolls: Es handelt sich um eine erst vor rund 500'000 Jahren aus dem Meer gehobene Gruppe von Korallenriffen. Bei den Seychellen handelt es sich hingegen um alte, kontinentale Inseln, nämlich um "verlorene" Granitberge aus der Anfangszeit der Kontinentaldrift.

Die Komoren sind jungvulkanischen Ursprungs mit einem Alter von 7 Millionen Jahren (Inseln Mayotte und Moheli) bzw. ca. 3 Millionen Jahren (Inseln Grande Comore und Anjouan) und damit wie die Maskarenen ozeanische Inseln.



Oben ein Madagaskar-Taggecko (*Phelsuma madagascariensis grandis*), unten das Aloe-Gewächs *Lomatophyllum orientale*. (Fotos M. Grubenmann)



Die beiden Gattungen *Lomatophyllum* und *Aloe* unterscheiden sich deutlich in ihren Früchten. So besitzt *Lomatophyllum proliferum* Beeren (links) und *Aloe isaloensis* Kapseln (rechts). (Fotos M. Grubenmann)

Verlauf einiger Zykone sowie der Meeresströmungen im Bereich von Madagaskar. (Graphik B. Akeret & A. Clerici)

Wie aber können solche grösseren und kleineren Inseln besiedelt werden? Im Falle von Madagaskar ist die Sache einfach: Das "Rohmaterial" für die Entwicklung der Tier- und Pflanzenwelt war bei der Abtrennung Madagaskars vom afrikanischen Festland bereits vorhanden. Es bildete die Basis für die heutige Vielfalt. Bei den "plötzlich" auftauchenden Vulkaninseln und Korallenriffen hingegen ist am Anfang nichts vorhanden. Für Pflanzen kommt allenfalls ein Transport durch Vögel (Samen im Kot) in Frage, aber wohl auch nur in wenigen Fällen. Wichtiger sind

aller Wahrscheinlichkeit nach Meeresströmungen und klimatische Ereignisse wie Wirbelstürme, welche grössere Bäume entwurzeln – vielleicht beladen mit allerlei Aufsitzerpflanzen (Epiphyten) und Tieren – und diese auch über grössere Distanzen verfrachten können. Bei kleinen Samen (z.B. den staubfeinen Samen der Orchideen) kommt natürlich auch direkte Verbreitung durch den Wind in Frage.



Viele Taggeckos (*Phelsuma* spp.) legen ihre Eier in die *Lomatophyllum*-Trichter oder kleben sie auf die Blätter dieser Pflanzen. (Foto M. Grubenmann)

Lomatophyllum

Die Gattung *Lomatophyllum* (Bilder oben links, S. 39 und 41) umfasst 20 beschriebene Arten. Von einigen Botanikern wird sie heute zur viel grösseren Gattung *Aloe* gestellt (Rowley 1996), aber ihre Verbreitung und die abweichenden Früchte sprechen nicht unbedingt für eine solche Zusammenlegung (Rauh 1998): *Aloe*-Arten (insgesamt mehrere hundert Arten im ganzen südlichen und östlichen Afrika, Arabien und Madagaskar) haben trockene Kapselfrüchte. Diese öffnen sich bei der Reife an der Spitze und die abgeflachten Samen werden durch den Wind herausgeschüttelt. *Lomatophyllum* hingegen zeichnen sich durch fleischige Beerenfrüchte aus, die sich nicht spontan öffnen. Im Gegensatz zu den Aloen können sich zudem die *Lomatophyllum*-sowie bekannt alle selbst bestäuben, und viele Arten bilden zudem an den Blütenständen Brutpflänzchen aus (Bild S. 41) – ein einziges *Lomatophyllum*-Individuum kann sich also auch vermehren und ausbreiten, wenn keine Bestäuber vorhanden sind.

Lomatophyllum hat seinen Verbreitungsschwerpunkt auf Madagaskar (14 Arten). 2 Arten kommen auf Mauritius vor, und je 1 Art auf Réunion, Rodriguez und Aldabra und schliesslich – zwar seit 1930 bekannt, aber erst 1998 beschrieben (Newton 1998) – 1 Art auf den Insel-

chen Pemba und Misali (etwas nördlich der Insel Sansibar vor der kenyanisch-tansanischen Küste gelegen). Auf dem afrikanischen Festland, wie vermutlich auch auf den Seychellen, fehlt die Gattung *Lomatophyllum* völlig.

Taggeckos (*Phelsuma*)

Derzeit sind rund 60 Taggeckoarten bekannt (*Phelsuma*, Fam. Geckos). Es handelt sich meist um herrlich grün gefärbte, tropische Geckos mit bunten (gelben, blauen und/oder roten) Flecken (Bilder S. 32, 39, oben rechts und S. 42 unten links) und deshalb begehrte Terrarientiere. Die Farbkombinationen lassen die Tiere in der Natur wie auch im gut bepflanzten Terrarium völlig mit der grünen Pflanzenwelt verschmelzen und machen sie so schwer sichtbar. Diese "Auflösung" der Körperkonturen (Somatolyse) spielt in der Natur bei vielen Tieren und Pflanzen eine grosse Rolle. Ein interessantes Merkmal der Taggeckos



Phelsuma quadriocellata stammt von der feuchten Ostküste Madagaskars. (Foto B. Akeret)

Linke Spalte: *Phelsuma standingi* lebt nur im sukkulentenreichen Süden von Madagaskar (Foto M. Grubenmann)

Blütenstand von *Lomatophyllum propaguliferum* mit einem Brutpflänzchen. (Foto M. Grubenmann)



sind die endständig verbreiterten Pfoten: Finger und Zehen sind mit einem wirkungsvollen Haftapparat ausgerüstet und die Tiere können damit problemlos an Flächen wie Betonmauern, glatten Baumrinden, Blättern oder sogar Glas spazieren (vgl. S. 32 und 33). Taggeckos leben mehrheitlich auf Bäumen und lieben süsse Pflanzensäfte, Nektar und Fruchtfleisch, auch wenn die Hauptnahrung kleine Insekten sind. Die Weibchen legen ihre Eier gerne auf glatte Oberflächen ab, z.B. zwischen die Blätter von *Aloe*- und *Lomatophyllum*-Arten (Bild S. 40). Sie benutzen aber auch menschliche Einrichtungen wie Verkehrsschilder, Rollladenkästen, Wellblechdächer etc. Die meisten Taggeckos lassen sich durch den Menschen und seine Eingriffe in die Natur nicht stören und besiedeln Gärten (dort vor allem Palmen), Hauswände, Dächer usw. Solche Reptilien, die in der unmittelbaren Umgebung menschlicher Behausungen wohnen, werden auch als Kulturfolger betrachtet.

Die gut 60 *Phelsuma*-Arten sind in ihrer Verbreitung auf Madagaskar und die umliegenden Gebiete beschränkt. Dabei ist die Parallele mit *Lomatophyllum* unüberschärft: Auf Madagaskar sind 14 grüne *Phelsuma*-Arten, mit zahlreichen Unterarten und Varietäten heimisch, auf Réunion 2 Arten (mit einigen Varietäten), auf Mauritius 2 Arten (mit 2 Varietäten), auf Rodriguez 1 ausgestorbene sowie 1 wahrscheinlich ausgestorbene Art und auf Aldabra 1 Art. Schliesslich – und da



Der Goldstaubtaggecko (*Phelsuma laticauda*) lebt im Nordosten von Madagaskar. Als Kulturfolger besiedelt er gerne Gärten und Hausmauern. (Foto M. Grubenmann)

wird die Parallelität mit *Lomatophyllum* nochmals mit aller Deutlichkeit klar – wurde 1941 auf der Insel Pemba ein grüner Taggecko entdeckt, *Phelsuma parkeri*. Das afrikanische Festland haben die grünen Taggeckos wie die *Lomatophyllen* nicht erreicht. Hingegen gibt es im südwestlichen Afrika eine einzige graue *Phelsuma*-Art (*P. ocellata*), die wie ihr madagassisches Gegenstück *P. breviceps* (Bild unten rechts) im Trockenbusch lebt. *P. breviceps* ist übrigens eng mit der überaus dornigen *Euphorbia stenoclada* (Bild unten links) verbunden und legt die Eier offen auf die dornigen Äste dieser Wolfsmilch ab. Diese *Euphorbia* bildet im Süden und Südwesten von Madagaskar kompakte Wälder. Ausserhalb Madagaskars kommt *E. stenoclada* auch noch auf der Insel Europa im Kanal von Moçambique (Karte S. 40) vor. Es handelt sich um ein altes Atoll mit Lagune. Auf der Insel Europa besiedelt der kleine graue Taggecko *Lygodactylus verticillatus* die Euphorbien in grosser Zahl (Paulian 1950). Auch in diesem Fall ist die Besiedlung der Insel über das Meer erfolgt.

Auf der ausserordentlich dornenreichen *Euphorbia stenoclada* (unten) lebt der unscheinbar gefärbte Taggecko *Phelsuma breviceps* (rechte Spalte). (Fotos D. Supthut & A. Mögenburg)

Und die Quintessenz dieser Parallelitäten? Offenbar haben sowohl *Lomatophyllen* wie grüne Taggeckos ihr Mannigfaltigkeitszentrum in Madagaskar. Hier haben sich die Gattungen wohl entwickelt und mit der Zeit die umliegenden Inseln besiedelt. Wie die *Phelsumen* das geschafft haben, wird immer ein Rätsel bleiben – möglicherweise wurden einzelne Tiere als "blinde Pas-

Diversität von *Lomatophyllum* und grünen Taggeckos (*Phelsuma*).

Insel	<i>Lomatophyllum</i>	<i>Phelsuma</i>	Geologie	Bemerkungen
Madagaskar	14 Arten	Ca. 20 Arten mit vielen Unterarten	Kontinentale Insel, 160 Mio. Jahre alt	Vermutlich haben sowohl Taggeckos als auch <i>Lomatophyllum</i> die umliegenden Inseln von Madagaskar aus besiedelt. 250 endemische Pflanzengattungen.
Réunion	2 Arten	3 Arten	Ozeanische Insel, 3 Mio. Jahre alt, vulkanisch	7 Endemische Pflanzengattungen.
Mauritius	1 Art	2 Arten	Ozeanische Insel, 7 Mio. Jahre alt, vulkanisch	8 endemische Pflanzengattungen.
Rodriguez	1 Art	2 Arten	Ozeanische Insel, 1,5 Mio. Jahre alt, vulkanisch	<i>Phelsuma gigas</i> ausgestorben, <i>P. edwardnewtonii</i> wahrscheinlich ebenfalls ausgestorben. 6 endemische Pflanzengattungen.
Seychellen	keine	3 Arten und Unterarten	Älteste Insel der Welt (600 Mio. Jahre alt)	Ev. sind von hier aus die Andamanen-Inseln durch <i>Phelsuma</i> besiedelt worden. Unter Umständen auf Früchten der Seychelpalme (Coco de Mer, <i>Lodoicea maldivica</i>).
Aldabra	1 Art	1 Art	Ozeanische Insel, 0,5 Mio. Jahre alt, Korallenatoll	Gut 40 endemische Pflanzenarten.
Komoren	keine	4 Arten	Jungvulkanische Inseln	Entstehung in 2 Wellen vor ca. 3 Mio. Jahren (Mayotte, Moheli) bzw. 7 Mio. Jahren (Grande Comore, Anjouan).
Andamanen	keine	1 Art		
Pemba	1 Art	1 Art	Ca. 3,5 Mio. Jahre alt	

sagiere" auf grossen Pflanzenmatten oder Einzelbäumen bei Wirbelstürmen ins Meer gespült und verfrachtet. An Hand von Karten über die bevorzugte Zugrichtung von Stürmen um Madagaskar (S. 40) ist ein solches Szenario zumindest wahrscheinlich. Die Vorkommen von *Lomatophyllum* und grünen Taggeckos auf Pemba und Misali bzw. deren Fehlen auf Sansibar kann so allerdings nicht erklärt werden. Bei *Lomatophyllum* ist die Verbreitung vielleicht auch mittels der Früchte erfolgt: Die saftigen Beeren sind mindestens eine Zeit lang schwimmfähig und können so mit Hilfe von Meeresströmungen grössere Distanzen zurücklegen. Eine Verbreitung durch Tiere (z.B. Vögel) erscheint dagegen unwahrscheinlich, weil die empfindlichen Samen die Reise im Verdauungstrakt wohl kaum überleben könnten.



Grundsätzlich scheinen bei den grünen Taggeckos wie bei den *Lomatophyllen* ähnliche Mechanismen "am Werk" gewesen zu sein: Beide Gruppen kommen zwar auf der Insel Pemba vor, nicht aber auf der nahe gelegenen Insel Sansibar oder auf dem afrikanischen Festland. Bei der Ausbreitung waren übrigens die *Phelsumen* etwas "erfolgreicher" als die *Lomatophyllen*, denn je eine Art Taggecko gibt es auch auf den

Komoren sowie auf den Andamanen, wo *Lomatophyllum* nach derzeitigem Wissensstand fehlt.

Pachypodien und Leguane in Madagaskar

Leguane sind eigentlich die typischen Echsen in Nord- und Südamerika, also der Neuen Welt. Dort haben sie verschiedenste Klimazonen besiedelt, von den Baumkronen des tropischen Regenwaldes bis zu den nackten Felsen der Trockengebiete. Das Gegenstück in der Alten Welt (Afrika, Eurasien, Australien) sind die Agamen. Auch sie haben unterschiedlichste Biotope besiedelt. Die schöne Aufteilung "Agamen in der Alten Welt" / "Leguane in der Neuen Welt" wird aber in Madagaskar (und auf den Fidschi-Inseln) gebrochen, denn mitten in der Verbreitzungszone der Agamen kommen Leguane vor.

Die madagassischen Leguane (*Chalarodon*, Bild unten und *Oplurus*, 6 Arten, Bilder S. 44) sind vielleicht lebende Zeugen der Kontinentaldrift, d.h. sie haben ihren Ursprung in den Zeiträumen, als Madagaskar noch mit dem Urkontinent Gondwana verbunden war (Mertens 1972).

Interessant ist die Verbreitung der Leguane in Madagaskar: Ihre Heimat liegt einerseits in den Trockenwäldern der westlichen und südlichen Teile des Landes, vorzugsweise auf sandigen Küstendünen, sowie an und auf Bäumen des Euphorbiaceen-Didiereen-Busches. Andererseits zählen auch unterschiedliche Biotope (bis hin zu "nackten" Felsen) auf den Inselbergen und Gebirgszügen des madagassischen Hochlandes zum Vorkommensgebiet. In den immergrünen tropischen Wäldern der Ostküste hingegen fehlen die Leguane völlig – eine kaum erklärbare Tatsache, haben doch die Leguane in Amerika



Pachypodium densiflorum (oben) wächst im Hochland von Madagaskar oft an steilen Felswänden in Gesteinspalten. Auch *Pachypodium rosulatum* var. *gracilius* (links) findet man häufig in felsigen Biotopen. (Fotos M. Grubenmann)

Bei einem Rivalenkampf vergrössern diese beiden Leguanmännchen (*Chalarodon madagascariensis*) ihre Körpersilhouette, indem sie farbige Hautleisten auf Kopf und Rücken aufstellen. (Foto M. Grubenmann)





Madagaskarleguane: Oben *Oplurus cuvieri*, rechte Spalte *Oplurus saxicola*, unten *Oplurus quadrimaculatus* neben *Aloe imalotensis*, *Pachypodium rosulatum* var. *gracilius* und *Cynanchum perieri*. (Fotos M. Grubenmann & W. Rödel)

auch dieses Biotop besiedelt! Die Gründe für dieses Fehlen sind unklar. Möglicherweise ist die andauernde Bodenfeuchtigkeit (Regenmengen bis 3500 mm bei über 245 Regentagen pro Jahr) dafür verantwortlich, weil sich die Gelege unter diesen Bedingungen nicht entwickeln können. So bildet der Regenwald, der sich im Nordosten quer über die Insel in den Nordwesten zieht, die Verbreitungsgrenze der Leguane, denen der Norden Madagaskars verschlossen geblieben ist. Die Pachypodien haben offenbar eine etwas andere Verbreitungsgeschichte, denn Arten wie *P. decaryi*, *P. baronii* var. *windsori* und *P. rutenbergianum* konnten den Norden besiedeln. Ein schmaler Gürtel mit immergrünem Regenwald und ein Gebirgszug stoppten die Ausbreitung der madagassischen Leguangattungen *Oplurus* und *Chalarodon*, während die Phelsumen über das offene Meer 400 km weit entfernte Inseln erreichen konnten. Die beiden Leguangattungen Madagaskars sind also wenig ausbreitungsfreudig und wohl auch weniger anpassungsfähig.

Das Vorkommen der madagassischen Leguane in den regenarmen Gebieten deckt sich weitgehend mit den Vorkommen der klein bleibenden Pachypodien-Arten. Die Gattung *Pachypodium* zählt insgesamt etwa 20 Arten. Davon kommen



4 Arten im südlichen Afrika vor, die übrigen sind nur in Madagaskar heimisch. Auffällig ist besonders die Übereinstimmung in den Verbreitungen der *Oplurus*-Arten mit der Artengruppe von *Pachypodium rosulatum*: Beide haben Gebiete "erobert", wo nur kurze Zeit (November bis April) Regen fällt. Die zahlreichen Sukkulente aus verschiedensten Familien (Orchideen, Wolfsmilch-Gewächse, Pachypodien, Aloen, Seidenpflanzen-Gewächse) überdauern die Trockenzeit dank ihrer Wasserspeicher, die Leguane halten während dieser Monate eine Trockenruhe. Während den Monaten Juni bis September ist es auf der Südhalbkugel Winter, und es ist nicht nur trocken, sondern auch relativ kalt. Dadurch fehlen den Leguanen Insekten als Futtermittel. Durch den Trockenschlaf (zur Verminderung des Energieverbrauchs) wird das Problem elegant gelöst.



Gegenseitige Abhängigkeiten von Sukkulente und Reptilien

Urs Eggli und Beat Akeret

Sukkulente als Reptiliennahrung

Eine umfassende Zusammenstellung der mannigfaltigen Beziehungen zwischen Sukkulente als Nahrung und Reptilien bzw. Amphibien als Konsumenten existiert unseres Wissens nicht. Die Durchsicht der Literatur zeigt aber, dass dennoch zahlreiche solche Fälle bekannt sind.

Wenn Pflanzen von Tieren an- oder sogar aufgefressen werden, spricht man im Allgemeinen von Herbivorie, wobei dieser Begriff impliziert, dass das Tier damit die Pflanze schädigt: Durch den Frass verliert die Pflanze einen Teil ihrer Biomasse, ihres Wasserreservoirs und/oder des photosynthetisch aktiven Gewebes. Bei Sukkulente ist es wohl in erster Linie das Wasserreservoir, welches die Tiere zur Mahlzeit verlockt. Derartige Herbivorie schädigt die Sukkulente auch indirekt: Durch die Wunde, die durch den Frass entsteht, verdunstet unter Umständen eine erhebliche Wassermenge, bevor ein Wundverschluss entsteht.

Neben der für die Pflanzen negativen Herbivorie gibt es natürlich auch Fälle, wo Pflanzen ganz gezielt auf den Hunger von Tieren spekulieren: Solche Fälle wurden in der "Sukkulente Welt" Nr. 3 (Bestäubung von Sukkulenteblüten durch Nachtschwärmer und Fledermäuse) bereits ausführlich dokumentiert – hier ist es der Nektar und in geringerem Masse auch der Blütenstaub, welcher den Tieren "zum Frass" angeboten wird.

Genauso gezielt gehen viele Pflanzen vor, wenn es um die Verbreitung von Samen geht: Die Vielzahl von saftigen, farbigen, wohlschmeckenden Früchten dient zu nichts anderem als dem Anlocken hungriger Tiere verschiedenster Verwandtschaften. Durch das Verspeisen der Früchte werden im besten Fall immer auch einige Samen verbreitet, sei es "zufällig" durch Wegtransport der Frucht und Fallenlassen der Samen,

sei es gezielt, indem die Samen beim Fressen der Frucht in den Verdauungstrakt aufgenommen werden und ihn unbeschadet wieder verlassen. Und nicht nur das: Eingepackt in einen Kotballen werden sie auch gleich mit einer gehörigen Portion Dünger am Boden deponiert! Ein solcher Fall ist z.B. für die Texas-Gopherschildkröte (*Gopherus berlandieri*) dokumentiert, die sich während der Fruchtzeit des Feigenkaktus *Opuntia lindheimeri* wesentlich von den Kaktusfrüchten ernährt und zur Verbreitung der Samen beiträgt ("Sukkulente Welt" Nr. 1, S. 31).

Wie die folgende Zusammenstellung zeigt, gibt es für zahlreiche weitere Reptilien ähnliche Beobachtungen zum Thema:

Kanareneidechsen (Fam. Halsbandeidechsen) Verschiedene Eidechsenarten auf den Kanarischen Inseln tun sich an allerlei Sukkulente gütlich. Während die Kleine Kanareneidechse *Gallotia caesaris* von den verschiedenen Wolfsmilcharten nur gerade den Nektar aus den Blüten von *Euphorbia obtusifolia* (Bild S. 46) auf dem Speisezettel hat (Speer 1994), frisst die Kanareneidechse *Gallotia galloti* (Bild S. 46) auch Blätter und Blüten von *Euphorbia balsamifera* sowie des Korbblütlers *Senecio kleinia* (*Kleinia*

Besonders gut sind die Beziehungen zwischen Reptilien und Sukkulente (hier *Euphorbia canariensis* auf Tenerife) auf den Kanarischen Inseln untersucht. (Foto U. Eggli)





Grosse Kanareneidechsen (*Gallotia galloti galloti*) ernähren sich zu einem erheblichen Teil von Blüten, Früchten, Blättern und Knospen verschiedener sukkulenter Pflanzen. (Foto M. Grubenmann)

nerifolia, Bild S. 46). Die zuletzt genannte Art steht ebenfalls auf dem Menu der Hierro-Rieseneidechse *Gallotia simonyi*, welche zudem auch *Euphorbia obtusifolia* (Bild unten links) nicht verschmäht. Diese Art wird auch von der Riesen-Kanareneidechse *Gallotia stehlini* gefressen.

Dass Blätter und Triebe bzw. Knospen und Blüten von *Senecio kleinia* und *Euphorbia obtusifolia* gefressen werden, ist bemerkenswert. Denn beide werden als giftig taxiert. Für die Gattung *Senecio* berichtet Hansen (1997) über die allgemeine Giftigkeit, welche bei warmblütigen Tieren Leberzirrhose (Schrumpfleber) hervorruft. Bei den Wolfsmilcharten ist der weisse und beim Trocknen sofort kleberig werdende Milchsaft giftig und stark ätzend (ausgenommen bei *E. balsamifera*, die deshalb auf den Kanaren auch "Tabaiba dulce" = "süsse" Tabaiba genannt wird).

Mit Ausnahme der Hierro-Rieseneidechse ist für alle genannten Arten der Kanaren auch nachgewiesen, dass Opuntien-Früchte zur entsprechenden Jahreszeit einen Grossteil der pflanzlichen Nahrung ausmachen. Für die Kleine Kanareneidechse wird zudem speziell erwähnt, dass die Mägen prall mit Samen gefüllt sein können. Es ist deshalb anzunehmen, dass die Eidechsen nicht unwesentlich zur Verbreitung der Feigenkakteen beitragen. Dass die Opuntien überhaupt auf den Speisezettel der Eidechsen gehören (die Kanareneidechse frisst neben den Früchten auch noch die Blütenblätter) ist deshalb interessant, weil die Opuntien ja auf den Kanaren nicht einheimisch sind. Die Feigenkakteen kom-

men – wie mit einer Ausnahme alle Kakteen – von Natur aus nur auf dem amerikanischen Doppelkontinent vor. Von dort wurden sie einerseits wegen ihrer essbaren Früchte (Kakteenfeigen) auch im Mittelmeergebiet angesiedelt, andererseits auch als Wirtspflanzen für die Cochenille-Laus (*Dactylopius cacti*), welche einen begehrten, karminroten Farbstoff liefert (siehe "Mitteilung aus der Sukkulente-Sammlung", Nr. 57, S. 7-8). Zu diesem Thema ist noch anzumerken, dass die Atlantische Kanareneidechse sowie die gewöhnliche Kanareneidechse auch die gezüchteten und oft verwilderten Cochenilleläuse auf den Feigenkakteen als willkommene Nahrung betrachten.

Europäische Eidechsen (Fam. Halsbandeidechsen)

Die von Italien über den Balkan bis in die Türkei verbreitete Ruineidechse (*Podarcis sicula*, Bild S. 47) ist zwar in erster Linie fleischfressend, aber den reifen und süssen Früchten der kultivierten Feigenkakteen (*Opuntia ficus-indica*) kann sie nicht widerstehen (Butz & Kuenzer 1956). Auch für die in Mittel- und Südeuropa häufige Mauereidechse (*Podarcis muralis*) ist bekannt, dass sie in Gewächshäusern und Gartenanlagen reife Kakteenfrüchte frisst (Lodé 1996).

Agamen

Unter den Agamen ist nur eine einzige Art bekannt, welche Sukkulente frisst: Es ist die herbivore Indische Dornschwanzagame (*Uromastyx hardwicki*) aus den Trockengebieten in Nordwestindien und Pakistan, welche sich hauptsächlich vom blattsukkulente Eiskraut-Gewächs *Trianthema monogyna* ernährt (Wilms 1995).



Tejus und Rennechsen (Fam. Schienenechsen)

Unter den Schienenechsen sind bisher zwei Arten bekannt, bei welchen Kakteenfrüchte auf dem Speisezettel stehen: Die Bonaire-Rennechse (*Cnemidophorus murinus ruthveni*) sammelt und verzehrt die reifen Früchte von *Melocactus macracanthos* und weiterer *Melocactus*-Arten (Antesberger 1995). Die Melocacteen (Bild S. 14) sind in der Karibik und dem tropischen Amerika weit verbreitet. Sie sind wegen ihrer Wuchsform bemerkenswert: In den Jugendjahren wachsen die Pflanzen aller Arten kugelig oder kurz-zylindrisch. Beim Eintreten der Blühreife beginnt ein komplett anderes Wachstum und der eigentliche Pflanzenkörper vergrössert sich nicht mehr. Aus dem Scheitel entsteht nun ein langsam grösser und länger werdendes Gebilde aus dicht gepackten Wollhaaren, Borsten und seltener feinen Dornen, das sogenannte Cephalium. Nur aus diesem Gebilde entwickeln sich in der Nähe des Scheitels die kleinen, roten und von Kolibris bestäubten Blüten. Die jungen Früchte reifen versteckt im Inneren des Cephaliums heran. Bei Reife werden die komplett glatten, schlank keuligen Früchte durch den Druck der Wollhaare und Borsten im Cephalium heraus-

gestossen und liegen dann auf dem Pflanzenkörper zwischen den Dornen oder fallen daneben zu Boden.

Lodé (1996) berichtet, dass der 1 m Länge erreichende Schwarzweise Teju (*Tubinambis tequixín*) aus Brasilien Kakteenfrüchte ver-

zehrt. Jüngere Tiere sind vor allem fleischfressend, während ausgewachsene Individuen teilweise herbivor und vor allem fruchtfressend sind. Welche brasilianischen Kakteenfrüchte in erster Linie auf dem Speisezettel stehen, ist leider nicht vermerkt.



Leguane

Auch unter den Leguanen gibt es einige Arten, für welche Kakteen eine gewisse Rolle auf dem Menuplan spielen: Vom Wüstenleguan (*Dipsosaurus dorsalis*, Bild S. 26-27) aus den Wüstengebieten der südwestlichen USA und Nordwest-Mexikos ist bekannt, dass er Knospen und Blüten von Kakteen frisst (Lodé 1996). Dies ist sicher nicht im Sinne der Kakteen, also als Herbi-



Drusenkopfleguane (*Conolophus subcristatus*) von den Galápagos-Inseln leben zu einem erheblichen Teil von Feigenkakteen (*Opuntia*) und deren Blüten und Früchten. (Foto H. Kratzer)

Die italienische Ruineidechse (*Podarcis sicula*) frisst neben Insekten auch die süssen Früchte von Feigenkakteen (*Opuntia*). (Foto B. Akeret)

Der Chuckwalla (*Sauromalus obesus*, unten links) frisst sehr gerne die Knospen und Blüten von Kakteen wie diesem *Echinocereus mojavensis* (unten). (Fotos B. Akeret)



Nashornleguane (*Cyclura cornuta*) aus der Karibik ernähren sich teilweise von Sukkulente und deren Früchten. (Foto B. Akeret)

vorne zu betrachten, da die Pflanzen geschädigt werden. Das gleiche gilt auch für den Chuckwalla (*Sauromalus obesus*, Bild S. 46-47), der sich ebenfalls an Knospen und Blüten von *Echinocereus*-Arten sowie anderer Kakteen vergreift (Lodé 1996).



Rote Diamantklapperschlangen (*Crotalus ruber*) verstecken sich in Südkalifornien oft zwischen Feigenkakteen (*Opuntia*). (Foto B. Akeret)

Gilaspechte (*Melanerpes uropygialis*, unten) bauen Höhlen in grossen Säulenkakteen wie *Pachycereus pecten-arboreum*, (rechts unten). Leere Spechthöhlen werden manchmal auch von Eichen besiedelt. (Fotos B. Akeret & D. Supthut)



Sukkulente als Verstecke

Clark's Schwarzer Leguan (*Ctenosaura clarki*) lebt gemäss Köhler (1993) in Zentralmexiko (die Beobachtungen stammen aus dem Bundesstaat Michoacán) in hohlen Säulenkakteen, z.B. *Pachycereus pecten-*

arboriginum. Welche Höhlungen der Leguan besiedelt, ist nicht genauer bekannt. Vielleicht ist er ein sekundärer "Mieter" von Spechthöhlen. Für den Saguaro-Kaktus (*Carnegiea gigantea*, Bilder S. 10-11 und 28) ist bekannt, dass die Höhlen des Gilaspechtes (*Melanerpes uropygialis*, Bild unten links) sekundär von bestimmten Käuzchen zum Wohnsitz gewählt werden.

Die Rote Diamantklapperschlange (*Crotalus ruber*, Bild Mitte links) bevorzugt im südlichen California sowie im angrenzenden mexikanischen Baja California Feigenkaktus-Dickichte als Aufenthaltsort (Klauber 1997).

Sukkulente als Jagdrevier

Die Kanareneidechse *Gallotia galloti* (Bild S. 46) macht in den Blütenständen von *Aeonium nobile* sowie der ursprünglich aus der Neuen Welt eingeführten und auf den Kanaren sowie im Mittelmeerraum verwilderten Agaven ("Jahrbundertpflanzen") Jagd auf Insekten (Lodé 1996).

Der Maskenleguan *Leiocephalus carinatus* ist in Kuba beheimatet. Lodé (1996) berichtet, dass die Tiere in Kuba auf Säulenkakteen steigen, um dort nach Insekten zu jagen. Das gleiche Verhalten ist auch vom Zaunleguan *Sceloporus orcutti* bekannt, der auf Baja California den Säulenkaktus *Stenocereus thurberi* ("Organ Pipe Cactus", Bild S. 10-11) als Jagdausgangspunkt nutzt.



Sukkulente bei der Behandlung von Schlangenbissen

Urs Egli

Wer hätte gedacht, dass es zwischen Sukkulente und Schlangen noch einen ganz anderen Zusammenhang gibt, nämlich die Verwendung sukkulenter Pflanzen bei der Behandlung von Schlangenbissen (Bild rechts) (Houghton & Osibogun 1993):

Von den rund 2000 bekannten Schlangenarten sind nur etwa 400 giftig (Bild S. 50), und jedes Jahr sind bis zu 40'000 Todesfälle durch Schlangenbisse die Folge. Die grosse Zahl der Todesfälle ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass die Zahl giftiger Schlangen vor allem in abgelegenen und wenig entwickelten Gebieten südlicher Länder besonders gross ist und dort in der Regel nur ungenügende medizinische Mittel (z.B. Antiseren) zur Verfügung stehen.

Giftschlangenbisse und ihre Behandlung waren schon immer ein wichtiges Thema bei den verschiedensten Volksgruppen, und entsprechend lang ist die Liste derjenigen Pflanzen, welche in der Volksmedizin eingesetzt werden. Eine provisorische Liste wurde vor einigen Jahren veröffentlicht (Houghton & Osibogun 1993), und nicht ganz unerwartet finden sich unter den rund 700 Nennungen auch die folgenden wenigen Sukkulente: *Lophophora williamsii* (Bild rechts), *Opuntia dillenii* (Bild unten), *Sedum erythrostictum*, *S. kamtschaticum*, *Corallocarpus epigaeus*, *Elaeophorbium drupifera*, *Euphorbia antiquorum*, *E. resinifera* (Bild S. 9), *E. tirucalli*, *Jatropha gaudieri*, *J. gossypifolia*, *Tinospora*



cordifolia, *Moringa oleifera*, *Adenia* sp., *Portulaca oleracea* (Bild unten rechts), *Sansevieria hyacinthoides*, *S. thyrsiflora*, *S. zeylanica*.

Durch den Biss einer Palästina viper (*Daboia palaestina*) wurde das Gewebe dieses Zeigefingers stark geschädigt.

Ob die diesen Pflanzen zugeschriebene Wirksamkeit allerdings auch der Wirklichkeit entspricht, steht auf einem anderen Blatt: Die volksmedizinische Verwendung von Pflanzen oder Pflanzenteilen basiert in der Regel auf gesammelten Erfahrungen, und ein Nachweis ist pharmakologisch schwierig. Auffällig ist, dass die Verwendung bestimmter Pflanzen in der Regel nicht auf die Bisse bestimmter Giftschlangen beschränkt ist, sondern allgemein bei Bissen helfen soll. Da sich die Wirkung bzw. Wirkungsweise der Gifte verschiedener Schlangenarten in

Drei Sukkulente, die bei Giftschlangenbissen eingesetzt werden: *Lophophora williamsii* (unten), *Portulaca oleracea* (ganz unten) und *Opuntia dillenii* (linke Spalte) (Fotos U. Egli & D. Supthut)



weiten Grenzen unterscheidet, ist also entsprechende Vorsicht am Platz! Zusätzlich ist auch zu beachten, dass in den wenigsten Fällen klar ist, ob die genannten Pflanzen direkt die Wirkung des Schlangengiftes bekämpfen oder eher indirekt gewisse Auswirkungen des Bisses lindern. Ein entsprechendes Beispiel ist die Nennung der nicht sukkulenten Pflanze *Rauvolfia serpentina* (Hundsgift-Gewächs). Die Pflanzen enthalten das Alkaloid Reserpin, und ausgenutzt wird wohl dessen bestbekannte Wirkung als Beruhigungsmittel (Houghton & Osibogun 1993).

Rechte Spalte:

Deutlich ist bei dieser Klapperschlange (*Crotalus willardi*) zu erkennen, dass die Giftzähne in speziellen Zahntaschen sitzen. Beim Biss wird deren Haut zurückgezogen und die Zähne werden freigelegt. (Foto B. Akeret)

Literatur

- Anonymus. 1994a. Centers of Plant Diversity. Vol. 1. Gland (CH): IUCN / WWF.
- Anonymus. 1994b. A checklist of mammals, reptiles, amphibians and arthropods of White Sands National Monument. Tucson (US: AZ): Southwestern Parks and Monuments Association.
- Antesberger, H. 1995. Samenverbreitung bei Melokakteen. *Kakt. und Sukk.* 46(7): 171-172.
- Bauer, K. 1991. Kröten. Leipzig etc. (D): Urania-Verlag. 190 pp.
- Baur B. & Montanucci R. R. 1998. Kröten und Reptilien. Lebensweise, Pflege, Zucht. Offenbach (D): Herpeton Verlag. 158 pp.
- Bennett, D. 1996. Warane der Welt - Welt der Warane. Frankfurt am Main (D): Edition Chimaira. 383 pp.
- Branch, B. 1988. Field guide to the snakes and other reptiles of Southern Africa. London (GB): New Holland. 328 pp.
- Brattstrom, B. H. 1965. Body temperatures of reptiles. *Amer. Midland Nat.* 73(2): 376-422.
- Butz, P. & Kuenzer, P. 1956. Die blauen Faraglioni-Eidechsen. *Orion* 18: 732-736.
- Cei, M. 1962. Batracios de Chile. Santiago de Chile: Universidad de Chile. 128 pp.
- Clarke, R. F. 1965. An ethological study of the iguanid lizard genera *Callisaurus*, *Cophosaurus* and *Holbrookia*. *Emporia Stat. Res. Stud.* 13(4): 1-66.
- Dawson, W. R. & Templeton, J. R. 1963. Physiological responses to temperature in the lizard *Crotaphytus collaris*. *Physiol. Zool.* 36(3): 219-236.
- Degenhardt, W. G. et al. 1996. Amphibians and reptiles of New Mexico. Albuquerque (US): University of New Mexico Press. 431 pp.
- Doellman, W. E. 1979. The South American herpetofauna. Its origin, evolution, and dispersal. *Monogr. Mus. Nat. Hist. Kansas* 7: 1-28.



- Ernst V. & Ruibal R. 1966. The structure and development of the digital lamellae of lizards. *J. Morph.* 120: 233-265.
- Esterla, D. A. & Scudgley, J. 1996. Amphibians and reptiles checklist Big Bend National Park, Rio Grande Wild and Scenic River. Panther Junction, Big Bend NP (US: TX): Big Bend Natural History Association.
- Felger, R. & Henrickson, J. 1998. Convergent adaptive morphology of a Sonoran Desert cactus (*Peniocereus striatus*) and an African Spurge (*Euphorbia cryptospinosa*). *Haseltonia* 5: 77-85.
- Fitch, H. S. 1956. An ecological study of the Collared Lizard (*Crotaphytus collaris*). *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 8(3): 213-274.
- Fitch, H. S. 1958. Natural history of the Six-Lined Race-runner (*Cnemidophorus sexlineatus*). *Univ. Kansas Publ. Mus. Nat. Hist.* 11(2): 11-62.
- Foley, N. et al. 1994. The reptiles and amphibians of Anza Borrego Desert State Park. Borrego Springs (USA: CA): Anza Borrego Desert Nat. Hist. Assoc.
- Hallmann, H. et al. 1997. Faszinierende Taggeckos. Die Gattung *Phelsuma*. Münster (D): Natur und Tier-Verlag, Terrarien-Bibliothek.
- Hansen, H. E. 1997. Todesursache unbekannt! Zur Giftigkeit von *Senecio*-Arten. *Kakt. und Sukk.* 48(7): 157-159.
- Helms, D. L. 1980. Sonoran Desert. The story behind the scenery. Las Vegas (US: NV): KC Publications. 42 pp.
- Hölldobler, B. & Wilson, E. O. 1994. Ameisen. Die Entdeckung einer faszinierenden Welt. Basel (CH) etc.: Birkhäuser-Verlag. 265 pp.
- Hofrichter, R. 1998. Amphibien. Evolution, Anatomie, Physiologie, Ökologie und Verbreitung. Verhalten, Bedrohung und Gefährdung. Augsburg (D): Natur-Buch-Verlag. 264 pp.
- Houghton, P. J. & Osibogun, I. M. 1993. Flowering plants used for treatment of snakebite. *J. Ethno-Pharmacol.* 39(1): 1-29.
- Ingram, G. J. & Raven, R. J. 1991. An atlas of Queensland's frogs, reptiles, birds and mammals. Brisbane (AUS): Queensland Museum. 391 pp.
- Klauber, L. M. 1997. Rattlesnakes, Their habits, life histories and influence on mankind. Berkeley/Los Angeles/London: Zoological Society of San Diego/University of California Press. 1533 pp.
- Klemmer, K. 1994. Tierwelt der Galápagos-Inseln. In: Zizka, G. & Klemmer, K. (Hrsg.): Pflanzen und Tierwelt der Galápagos-Inseln. Entstehung, Erforschung, Gefährdung und Schutz. Frankfurt am Main (D): Palmengarten/Senckenberg (Palmengarten Sonderheft 22/Kleine Senckenbergreihe Nr. 20). 152 pp.
- Köhler, G. 1993. Schwarze Leguane. Freilandbe-



Schwarze Leguane (*Ctenosaura hemilopha*) leben in Niederkalifornien in kaktusreichen Biotopen (hier mit *Cylindropuntia imbricata* und *Opuntia* sp.) und fressen vermutlich auch manchmal Kaktusfrüchte (Foto B. Akeret)

- obachtungen, Pflege und Zucht. Hanau (D): Verlag Gunter Köhler. 126 pp.
- Lodé, J. 1996. Lizards, cacti and succulents. *Cactus Adventures International* No. 31: 6-9, ill.
- Mattison, C. 1996. Rattler. A natural history of rattlesnakes. London (GB): Cassel. 144 pp.
- Mertens, R. 1972. Madagaskars Herpetofauna und die Kontinentaldriftung. *Zool. Meded. Rijksmus. Nat. Hist. Leiden*, 46(7): 91-98.
- Necas, P. 1999. Chamäleons. Bunte Juwelen der Natur. Frankfurt a. M. (D): Ed. Chimaira. 351 pp.
- Newton, L. E. 1998. A new species of *Aloe* (Aloaceae) on Pemba, with comments on section *Lomatophyllum*. *Cact. Succ. J. (US)* 70(1): 27-31.
- Nietzke, G. 1989. Die Terrarientiere I. Schwanzlurche und Froschlurche. Stuttgart (D): Ulmer-Verlag. 276 pp.
- Nietzke, G. 1990. Zur Durchlässigkeit von UV-Strahlen der Reptilien-Hornhaut (Ordnung Squamata). *Salamandra* 26 (1): 50-57.
- Nöllert, A. & Nöllert, C. 1992. Die Amphibien Europas. Bestimmung - Gefährdung - Schutz. Stuttgart (D): Franckh-Kosmos-Verlag. 382 pp.
- Norman, D. 1985. The illustrated encyclopedia of dinosaurs. London (GB): Salamander Books. 208 pp.
- Obst, F. J. et al. 1984. Lexikon der Terraristik und Herpetologie. Hannover (D): Landbuch-Verlag. 466 pp.
- Patterson, R. & Bannister, A. 1988. Reptilien Südafrikas. Hannover (D): Landbuch-Verlag. 128 pp.
- Paulian, R. 1950. L'île Europe, une dépendance de Madagascar. *Naturaliste Malgache* 2(2): 77-85, Karte.
- Paulissen, M. A. 1987. Optimal foraging and intraspecific diet differences in the lizard *Cnemidophorus sexlineatus*. *Oecologia* 71(3): 495-497.
- Pfenning, D. W. 1992. Polyphenism in spadefoot toad tadpoles as a locally adjusted evolutionarily stable strategy. *Evolution* 46(5): 1408-1420.
- Pianka, E. R. 1994. Comparative ecology of *Varanus* in the Great Victoria Desert. *Austral. J. Ecol.* 10: 395-408.
- Rauh, W. 1998. Three new species of *Lomatophyllum* and one new *Aloe* from Madagascar. *Bradleya* 16: 92-100; mit Bestimmungsschlüssel zu allen *Lomatophyllum*-Arten.



- Röben, P. 1983. Systematik der Zoologie. Wiesbaden (D): Akademische Verlagsgesellschaft. 268 pp.
- Rowley, G. D. 1996. The berried aloes - *Aloe* section *Lomatophyllum*. *Excelsa* 17: 59-62.
- Rubio, M. 1998. Rattlesnake. Portrait of a predator. Washington D.C. (US) etc.: Smithsonian Institution Press. 240 pp.
- Ruibar R. & Ernst V. 1965. The structure of the digital setae of lizards. *J. Morph.* 117: 271-293.
- Russell A. P. 1976. Some comments concerning interrelationships amongst gekkoninae geckos. In: Bellairs A. & Cox C. B. (eds.) Morphology and biology of reptiles. *Linn. Soc. Symp. Ser.* 3: 217-244.
- Spawil, S. & Branch, B. 1995. The dangerous snakes of Africa. Natural history, species directory, venoms and snakebite. London (GB): Blandford Books. 192 pp.
- Speer, E. O. 1994. Blütenbesuchende Eidechsen auf El Hierro. *Salamandra* 30(1): 48-54.
- Steenbergh, W. F. & Lowe, C. H. 1977. Ecology of the Saguaro: II. Washington D.C. (US): US Government Printer. 242 pp.
- Swart, D. 1985. Sukkulente Pfeilgiftpflanzen. *Kakt. und Sukk.* 36(3): 54-58, (5): 104-105.
- Trutnau, L. 1981. Beobachtungen an der Hornvipere *Cerastes cerastes* (L., 1758). *Herpetofauna* 13: 11-16.
- Tyler, J. J. 1989. Australian frogs. Victoria (AUS): Penguin Books. 220 pp.
- Walter, H. & Breckle, S. W. 1984. Ökologie der Erde, Band 1 und 2. Jena (D): Gustav Fischer Verlag.
- Weinhofer, P. 1991. The illustrated encyclopedia of Pterosaurs. London (GB): Salamander Books. 192 pp.
- Wilms, T. 1995. Dornschwanzagamen. Lebensweise, Pflege und Zucht. Offenbach (D): Herpeton-Verlag. 130 pp.
- Wilson, S. K. & Knowles, D. G. 1988. Australia's reptiles. A photographic reference to the terrestrial reptiles of Australia. Pymble (AUS): Cornstalk Publications. 447 pp.

Dieser Kaktus (*Facheiroa pilosa*) wächst in der brasilianischen Caatinga am Fusse einer horizontal geschichteten Felswand. (Foto U. Eggli)



Acanthodactylus dumerili besitzt eine Körperfärbung, die sie im Laub der madagassischen Trockenwälder hervorragend tarnt. (Foto B. Akeret)

Linke Spalte:
Sandläufer (*Acanthodactylus dumerili*) aus der nordwestlichen Sahara. (Foto B. Akeret)

News aus der Sukkulentsammlung

Rückblick: Briefmarken & Sukkulente

(ue.) Die im November 1999 eröffnete Ausstellung mit dem Titel "Spitze Zähne – Bunte Dornen: Kakteen und andere Sukkulente auf Briefmarken" ist beim Publikum auf grosses Interesse gestossen. Zahlreiche positive Kommentare im Gästebuch zeigen, dass unsere Besucherinnen und Besucher die Verbindung von Sukkulente mit einem anderen Thema sehr schätzen. Die grosse Zahl auf Briefmarken porträtiert Sukkulente ist ganz allgemein mit Überraschung zur Kenntnis genommen worden.

Das zur Ausstellung erschienene Heft 4 der "SukkulenteWelt" wurde ebenfalls sehr positiv aufgenommen – gerade auch bei den philatelie-begeisterten SukkulenteSammelern im In- und Ausland.

Rückblick: Sonntagsmatineen

(ue.) Mit dem Ende des Jahres 1999 dürfen wir auf ein ganzes Jahr Sonntagsmatineen zurückblicken: Mit Ausnahme der Sommermonate Juli und August fand an jedem 2. Sonntag des Monats eine Matinee mit einer Führung oder einem Vortrag zu einem sukkulente Thema statt. Mit Zufriedenheit dürfen wir feststellen, dass sich unsere Matineen einen festen Platz in den Veranstaltungskalendern erobert haben. Die meisten Vorträge und Führungen waren, wenn das so gesagt werden kann, "ausgebucht", und gerade bei Führungen war es nicht immer einfach, all den



vielen Interessierten den gleich guten Einblick in die Materie zu bieten.

Allein diese Sammlung war eine Reise in die Schwärze wert.

Unsere Erfahrungen mit den Matineen 1999 zeigen, dass diese Veranstaltungen vor allem in den Winter- und Frühlingsmonaten auf grosses Interesse stossen. Dass der Besuch der Veranstaltung während der Sommermonate geringer war, ist nicht ganz überraschend. Wir haben deshalb für das laufende Jahr eine etwas längere Sommerpause geplant.

35 Jahre für die Sukkulente-Sammlung tätig

(ue.) Die Buchbinderei H. Wahrenberger (Zürich) bindet seit 1965 alle Bände für die Bibliothek der Sukkulente-Sammlung – an die 1000 Bücher müssen das mittlerweile sein. Diese langjährige Geschäftsbeziehung ist in unserer schnelllebigen Zeit sicher erwähnenswert, und alle, die unsere Bibliothek benutzen, sind für die schön gebundenen Zeitschriftenbände dankbar.

Neu entdeckte madagassische Pflanze zu Ehren der Stadt Zürich benannt

(ba.) Auf einer botanischen Exkursion im Südwesten von Madagaskar entdeckten 1996 die bei-

den Züricher Walter Rösli und Ralph Hofmann unweit der Stadt Manja eine neue *Uncarina*-Art. J. Lavranos beschrieb 1999 diese Pflanze zu Ehren der Stadt Zürich und ihrer Sukkulente-Sammlung als *Uncarina turicana*. Der wissenschaftliche Artnamen "turicana" bezieht sich auf den römischen Namen der Stadt Zürich: Turicum Helvetiorum.

U. turicana ist ein bis zu 5 m hoher Baum mit gelben Blüten. Die Art unterscheidet sich von anderen *Uncarina*-Arten insbesondere durch den Bau ihrer Früchte. Auf Grund der Erfahrungen von Walter Rösli eignen sich *Uncarina*-Arten hervorragend als Zimmerpflanzen. Sie benötigen im Sommer einen hellen, warmen Standort und reichlich Wasser. Im Winter werden die Wassergaben stark reduziert, die Pflanzen aber weiterhin in der Wohnung an ihrem Standort belassen.



ner der Sammlung die mittlerweile dritte Version dieser Dächer wieder aufgebaut. Im Vergleich zu den rund um die Sammlung und anderswo entstandenen Schäden ist der Aufwand dafür aber gering und trotz der vielen Arbeitsstunden und des Materialaufwandes eigentlich nicht der Rede wert.

Millenniumswechsel gut überstanden

(ue.) Der von vielen gefürchtete Wechsel von 1999 auf 2000 wurde von der Sukkulente-Sammlung problemlos überstanden. Sämtliche unsere technischen Geräte (z.B. Heizung, technische Überwachung der Gebäudetechnik) sind ohne "Millenniumskäfer" über die Runden gekommen – anders als unsere Sukkulente, die samt den an ihnen fressenden und saugenden Käfern ins neue Jahrtausend rutschten ... Auch die Computerinstallationen verursachten keine Probleme – mit Ausnahme eines Programmchens, das logischerweise auf 99 das Jahr 100 folgen liess. Eine "Reparatur" war aber rasch erledigt. Und dass der Internet-Computer des Fördervereins am 3. Januar 2000 fest der Meinung war, es sei der 4. Januar 1980 stellte uns ebensowenig vor unlösbare Probleme.

Aus Madagaskar stammt *Uncarina turicana*, die zu Ehren der Stadt Zürich und deren Sukkulente-Sammlung den Namen der Stadt als Artnamen trägt. Oben Blüte, unten Frucht und ganze Pflanze am Standort. (Fotos W. Rösli)



Auszüge aus dem Gästebuch der Sukkulente-Sammlung Zürich.



Eine wunderbare Möglichkeit an einem Regentag mit Kindern Gärten und Natur aufzunehmen!
In der Hoffnung auf weitere Besuche
S. Siegrist Uster

Verabschiedung von Dieter Supthut



Auf die Unterstützung von alt Regierungsrätin Frau Heddi Lang (Präsidentin Förderverein der Sukkulente-Sammlung), und Prof. W. Barthlott (Botaniker aus Bonn, links), durfte Dieter Supthut im Laufe seiner Tätigkeit immer zählen.

(Foto M. Grubenmann)

Dieter Supthut beim Foto-termin nach der offiziellen und feierlichen Verabschiedung von der Sukkulente-Sammlung durch Frau Städtin Kathrin Martelli (rechts im Bild). (Foto M. Grubenmann)



(elk) 28 Jahre lang leitete Dieter Supthut die Sukkulente-Sammlung. Nun ging er in Pension. Am 15. 1. 2000 wurde er im grossen Hörsaal der Botanischen Institute in Zürich offiziell verabschiedet. Es war ein kalter,

trüber Samstag. Drinnen aber war es wohl warm, und es herrschte unter den zahlreich erschienenen Gästen eine aufgeräumte Stimmung. Kolleginnen und Kollegen ergriffen das Wort, mit denen Supthut im Laufe seiner Tätigkeit gemeinsame Projekte oder Reisen unternommen hat – es gab viel Anekdotisches zu erzählen.

Nachdem Frau Städtin Kathrin Martelli offiziell und feierlich Dieter Supthut des Amtes "ent hoben" hatte, ging man über zum Apéro und angeregten Plaudern. Viele blieben bis zur späten Nachmittagsstunde. Man kannte sich, es war beinahe wie ein Familientreffen: Man kam, um Dieter Supthut beim Übertritt in seinen neuen Lebensabschnitt freundschaftlich zu begleiten.

Pressestimmen zur Pensionierung von Dieter Supthut

«Heute, 28 Jahre später, gehört die Zürcher Sukkulente-Sammlung neben jenen in Kapstadt und bei Los Angeles zu den bedeutendsten der Welt. Einmalig ist die Zürcher Sammlung insofern, als hier fast sämtliche der weltweit existierenden wichtigen Sukkulenteentypen vertreten sind, wie Supthut nicht ohne Stolz vermerkt; ein Ziel, auf das er von Anbeginn seiner Tätigkeit hingearbeitet hat.»
NZZ, 15. Januar 2000

«Wann immer Dieter Supthut eine Gruppe in der Sukkulente-Sammlung herumführte, erklärte er: Die Rose ists, die Stacheln hat, der Kak tus, der hat Dornen. Dabei räumt er



Dieter Supthut und sein Nachfolger Dr. Thomas Bolliger (links im Bild). Der Geologe Bolliger arbeitete am Paläontologischen Institut München und an der Universität Zürich. Auch er ist ein begeisterter Sukkulente-enthusiast. (Foto M. Grubenmann)

auch mit dem Glauben auf, Sukkulente hätten Dornen zum Schutz vor Tierfrass. Die Kakteen haben die ursprünglichen Blätter zu Dornen gewandelt, um möglichst viele Kondensationspunkte zu haben. Daran sammeln sich am frühen Morgen feine Wassertropfen, die dem Dorn entlang zur Pflanze rinnen und von ihr aufgenommen werden. Was fasziniert Dieter Supthut denn an den dornigen Wesen? Dass sie sich nicht einfach so züchten und verändern lassen und dass man sie im Grunde kaum kennt.»
Tages-Anzeiger, 15. Januar 2000

«Mit 28 Jahren ist der in Ostdeutschland geborene Gartenbauingenieur nach seinem Studium in die Schweiz gekommen. Ebenso viele Jahre ist es her, dass er am Mythenquai die Leitung der Sukkulente-Sammlung übernommen hat. Sie geniesst mittlerweile einen ausgezeichneten Ruf. Dazu hat Supthut einen grossen Teil beigetragen. In all den Jahren sind ihm die Pflanzen ans Herz gewachsen, fast wie eigene Kinder. Aber auch von Kindern müsse man sich eines Tages ablösen. So sei seine Pension ein natürlicher Prozess, den er akzeptieren müsse.»
ZürichExpress, 15. Januar 2000

«Die 1931 eröffnete Sammlung erlebte vor allem in den vergangenen Jahren eine wechselvolle Geschichte. Aus Spargründen drohte die Schliessung. Dieter Supthut gelang es dank grossem Engagement und Kontaktfreudigkeit, den Zürcher Gemeinderat vom Stellenwert der einmaligen Sukkulente-Sammlung zu überzeugen.»

Limmattaler Tagblatt, 15. Januar 2000

Sukkulente werden auch nach der Pensionierung im Leben Dieter Supthuts einen zentralen Platz einnehmen. So freut er sich darauf, künftig noch mehr und längere Reisen in deren Heimatländer machen zu können. Und er ist auch bereits für weitere Aufgaben angefragt worden: So wird er im laufenden Jahr für mehrere Wochen nach Afrika reisen, um einem Kollegen bei Inventararbeiten zur Hand zu gehen.

Dieter Supthut mit "Cactus d'Or" geehrt

(elk) Die IOS (Internationale Organisation für Sukkulente-forschung) wurde vor 50 Jahren in Zürich gegründet. Hauptaufgabe der IOS ist die Förderung der Sukkulente-forschung, was Systematik, Physiologie, Ökologie, Umwelt sowie Natur- und Artenschutz umfasst. Der Jubiläumskongress fand vom 20.-25. März in den Räumlichkeiten des Botanischen Gartens und Insti-

tuts der Universität Zürich statt, organisiert wurde er von der Sukkulente-Sammlung Zürich. Im Rahmen der Eröffnungszereemonie fand zum 11. Mal die Überreichung des "Cactus d'Or – offert de la Mairie de Monaco" statt. Diese Auszeichnung wird alle zwei Jahre verliehen und ist die wichtigste im Bereich der Sukkulente-forschung vergebene Ehre. Diesmal durfte Dieter Supthut als langjährig in der Schweiz tätige "Sukkulente-Persönlichkeit" den goldenen Kaktus in Empfang nehmen; mit der Vergabe werden insbesondere seine Verdienste als Leiter der Sukkulente-sammlung und als aktives Vorstandsmitglied der IOS, sowie sein Engagement für die Welt der sukkulente Pflanzen allgemein geehrt. Wir gratulieren ihm zu dieser hohen Anerkennung ganz herzlich.



Dieter Supthut mit dem Cactus d'Or. (Foto E. Kienast)

Dank

Diese Veröffentlichung und die zugehörige Ausstellung wäre ohne die Hilfe zahlreicher Personen nicht möglich geworden. Unser Dank geht an die Deutsche Gesellschaft für Herpetologie und Terrarienkunde (DGHT) Stadtgruppe Zürich und alle ihre Mitglieder, welche die Ausstellung mit Rat und Tat unterstützten. Ein besonderer Dank gebührt allen Fotografen, wel-

che ihre Bilder ohne Ausnahmen kostenlos zur Verfügung stellten, sowie Herrn H. Kratzer (Zürich) für die vielen wertvollen Anregungen zur Ausstellungsgestaltung und die kritische Durchsicht der Manuskripte. Weiter sei an dieser Stelle auch allen Reptilien- und Amphibienhaltern gedankt, welche ihre Tiere für die Ausstellung zur Verfügung stellten.

Wir sind Ihre Nächste.

www.zkb.ch

Die nahe Bank **Zürcher Kantonalbank**

Bereits erschienene Ausgaben

Die Mitteilungen aus der Sukkulente-Sammlung Zürich erscheinen bereits seit August 1987 in unregelmässigen Abständen. Bei den Ausgaben 1 bis 52 handelt es sich um einfache, fotokopierte Informationsblätter (1- oder 2-seitig, einige Nummern umfangreicher).

Ab Nummer 53 haben die Mitteilungen das Gesicht gewandelt und sind jetzt als farbig illustrierte Broschüren zu unseren beiden jährlichen Ausstellungen erschienen.

Seit dem Sommer 1998 hat der Förderverein «Sukkulente-Sammlung Zürich» die Herausgabe der Mitteilungen übernommen, was mit einem Wechsel des Layouts und des Konzeptes, sowie mit einem neuen Namen verbunden war. Das Heft heisst jetzt «Die Sukkulente-Welt», aber auch sie erscheint als Begleitbroschüre zu unseren beiden jährlichen Ausstellungen.

Informationsblätter

1-52 pauschal (inkl. Porto und Verpackung): Schweiz sFr. 40.- Europa sFr. 50.-

Einzelnummern der «Mitteilungen aus der Sukkulente-Sammlung»

- 53 Chihuahua-Wüste im Big Bend Nationalpark (20 Seiten): sFr. 5.-
- 56 Karibische Sukkulente am Beispiel Venezuela (20 Seiten): sFr. 5.-
- 57 Schädlinge und Krankheiten an Sukkulente (24 Seiten): sFr. 5.-
- 58 *Haworthia* und verwandte südafrikanische Sukkulente (24 Seiten): sFr. 5.-

Einzelnummern der «Sukkulente-Welt»

- Nr. 1 Schildkröten und Sukkulente – Faszinierende Gemeinsamkeiten (48 Seiten): sFr. 5.-
- Nr. 2 Mehr als nur Vanille – Sukkulente Orchideen Madagaskars (40 Seiten): sFr. 8.-
- Nr. 3 Sukkulente für Nachtschwärmer/Die Königin der Nacht und andere nachblühende Sukkulente und ihre Bestäuber (40 Seiten): sFr. 8.-
- Nr. 4 Spitze Zähne, bunte Dornen – Kakteen und andere Sukkulente auf Briefmarken (40 Seiten): sFr. 8.-

Versandkosten

Schweiz: Für ein Heft sFr. 2.-, für jedes weitere zusätzliche sFr. 1.-

Europa: Pro Heft sFr. 3.50

Bestellungen

Schweiz: Durch Überweisung des Rechnungsbetrages inkl. Versandkosten in Schweizer Franken per Postanweisung oder Brief unter Beilage von niederwertigen Briefmarken.

Europa: Durch Überweisung des Rechnungsbetrages ausschliesslich in Schweizer Franken per internationale Postanweisung oder Eurocheck, ausgestellt in sFr. (zuzüglich sFr. 4.- für Bankspesen).

Bestellungen sind zu richten an: Sukkulente-Sammlung Zürich, Mythenquai 88, CH 8002 Zürich

Erstklassig ...

... in der Beratung
... dank langjähriger Erfahrung und Spezialisierung

Perfekt ...

... beim Bau von Tennis-Neuanlagen
... von der Planung bis zum spiefertigen Platz
... in eigener Regie oder
... mit Ortsansässigen Unternehmern / Gartenbauern.

Vollendet ...

... in der Ausführung der Sandbeläge
... verschiedenster Qualitätsmarken

Vollkommen ...

... beim Sortiment von Tennisplatz-Zubehör
... durch modernste Geräte führender Hersteller
... und Eigenentwicklungen.

Tadellos ...

... bei den Unterhaltsarbeiten,
... Generalüberholungen, Regenenergie harter und
... wasserundurchlässiger Plätze
... infolge Verschleiss, Abnutzung und Frostzerstörung.
... Wir übernehmen auch jährliche Pflege Service
... (im Abonnement noch günstiger)

Tennis Total ...

Rufen Sie uns einfach mal an:

**JOSEPH
TENNISPLATZBAU**

JOSEPH TENNISPLATZBAU AG CHUR
Pfaffengasse 36, 7206 Igis, Tel. 081/322 65 88



**Buchbinderei
H. Wahrenberger**
Forchstrasse 317/319
8008 Zürich
Tel. 01 383 58 50
Fax 01 383 59 41

- **Bucheinbände jeder Art**
Zeitschriften, Bücher, Tagebücher etc.
- **Mappen, Ordner, Fotoalben**
- **Aufziehen von Fotos, Plänen,
Poster etc.**
- **Prägearbeiten usw.**

Seit 1965 Buchbinder der Bibliothek
«Sukkulente-Sammlung»!

Exklusive Fertigprodukte im Rotationsdruck

K
DRUCKEREI
KYBURZ

Die raffinierte Inline-Technologie reduziert Arbeitswege und Kosten massiv, erhöht jedoch gleichzeitig Qualität und Sicherheit.

Unsere Spezialitäten:

Personalisierte Briefe, Mailings, Einzahlungsscheine oder Wettbewerbe in hoher Druckqualität auf alle Papiere sowie Rubbelfarbe, verkapselte Duftstoffe, Hochglanzlack vollflächig oder partiell, figürliche Stanzungen, Längs- und Querperforationen, alle erdenklichen Falz- und Heftoptionen. Wünschen Sie in Ihren Prospekten Postkarten-Doppelungen, Taschen, Couverts oder Gewinnspiele in ungewöhnlicher Ausführung?

Unmöglich werden Sie von uns nicht zu hören bekommen, dafür Lösungen und Vorschläge.

<http://www.kyburzdruck.ch>

Verlangen Sie Infos und Druckmuster.

Computer to Plate
Andruck
ab Auflageplatten
Kostenlose
Datenarchivierung
Bogenoffset
Rotationsdruck
Personalisieren
Mailservice

Druckerei Kyburz AG
Brühlstrasse 2
8157 Dietsdorf
Telefon 01/855 59 59
Telefax 01/855 59 60
ISDN 01/855 59 37

Coupon

Ja, ich möchte gerne Mitglied des Fördervereins Sukkulente-Sammlung werden.
☐ Einzelmitglied sFr. 50.- ☐ Kollektivmitglied sFr. 200.- ☐ Gönnermitglied sFr. 500.- (zutreffendes ankreuzen)
Zusammen mit der Bestätigung erhalte ich die Unterlagen des Fördervereins und die bis heute erschienenen Ausgaben «Die Sukkulente-Welt».

Name	Vorname		
Strasse	PLZ/Ort		
Telefon	Datum	Unterschrift	

Einsenden an: Förderverein Sukkulente-Sammlung, Postfach, 8060 Zürich



Tropidurus sp. und Molocactus zehneri

Die SukkulenteWelt Nummer 5/Mai 2000

Editorial

Dornen & Schuppen:
Amphibien, Reptilien und
Sukkulente in Trockengebieten
 Was sind Amphibien und
 Reptilien?
 Was sind Sukkulente?
 Heimat der Sukkulente
 Anpassungen von Amphibien
 an das Leben in Trockengebieten
 Anpassungen von Reptilien an
 das Leben in Trockengebieten
 Konvergente Entwicklungen
 Parallele Verbreitungsmuster
 bei Sukkulente und Reptilien
 Gegenseitige Abhängigkeiten
 Sukkulente bei der Behandlung
 von Schlangenbissen

News aus der Sukkulente- Sammlung

Verabschiedung von Dieter Supthut

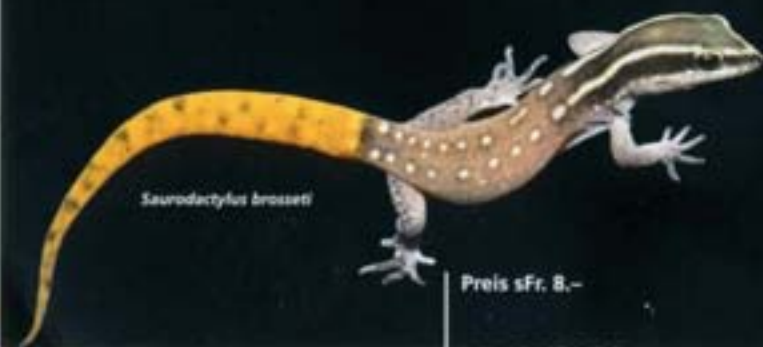


Aloe sp.

Sukkulente-Sammlung Zürich
 Mythenquai 88, 8002 Zürich
 Telefon (+41) 01/201 45 54
 Fax (+41) 01/201 55 40

Täglich offen (auch an Sonn- und
 Feiertagen) von 9.00 - 11.30 und von
 13.30 - 16.30 Uhr.
 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.



Saurodactylus brosseti

Preis sFr. 8.-

