

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Unter extremen Lebensräumen oder Biotopen versteht man:

„1. Lebensstätten ( Biotop), in denen ein oder mehrere Faktoren einen extremen, aber konstanten Wert haben (z.B. Höhlen, warme Quellen); 2. Lebensstätten, in denen ein oder mehrere Faktoren sehr hohe Schwankungen aufweisen (z.B. Temperaturwechsel im Tagesverlauf oder Feuchtigkeitsänderungen im Jahresverlauf in Wüsten oder mechanische Eingriffe des Menschen auf Kulturfeldern).“ (Matthias Schäfer S.105)

Wenn man das Wort „Wüste“ hört, hat man sofort die Assoziation von endlosen Dünen, extremer Hitze und Trockenheit. Wir benutzen das Wort Wüste jedoch auch für die endlosen Eiswüsten und meinen damit die Arktis und die Antarktis. Einen einheitlich anerkannten Wüstenbegriff gibt es nicht (vgl. Gabriel, 1960).

„Erschwert wird das allgemeine Verständnis noch dadurch, dass im Englischen der Begriff „desert“ auch für den deutschen Begriff Ödland verwendet wird.“ (Walter, Breckel, 2004 S. 361)

Egal welches Kriterium man bei der Begriffsdefinition Wüste anwendet, es gibt immer ein Gebiet, das dieses Kriterium erfüllt, aber auf Grund anderer Bedingungen nicht als Wüste angesehen werden kann.

Der konventionelle Begriff ist, laut Gabriel, vor allem durch das Bewuchsbild geprägt. Wobei man von Wüste spricht, wenn der Boden mehr als zur Hälfte ohne Pflanzenbewuchs ist, am Beispiel der *Sonora* wird jedoch deutlich, dass auch diese Eingrenzung des Begriffs nicht eindeutig ist, weil diese Wüste in einigen Gebieten viele Pflanzen aufweist.

Ich werde mich in dieser Arbeit auf die Trockenwüsten beschränken und somit dem Beispiel von Gabriel (1960) folgen.

Kriterien um den Begriff „Wüste“ weiter einzugrenzen sind Faktoren, wie geringer Niederschlag, hohe Temperaturschwankungen im Tages- und Nachtrhythmus, sowie die Abflusslosigkeit des Bodens (vgl. Gabriel).

In Trockenwüsten sind hauptsächlich der geringe Niederschlag und die hohe Verdunstungsrate ausschlaggebend für das Fehlen einer flächigen Pflanzendecke. Bei einem durchschnittlichen, jährlichen Niederschlag von weniger als 250 mm spricht man von semi-ariden Gebieten. Ist die jährliche Niederschlagsmenge geringer als 100 mm, spricht man von ariden Gebieten. In solchen Regionen übersteigt die mögliche Verdunstung (Evaporation) die tatsächliche Niederschlagsmenge (vgl. Lerch).

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Wüsten findet man im Bereich der Wendekreise. Man unterscheidet hier Heißwüsten, wie die *Sahara* und Winterkalte Wüsten, wie z.B. die gemäßigte *Atacama* oder die *Takla Makan* voneinander. Die Ausbildung von Wüsten ist vor allem auf die erdnahen Strömungen in der Lufthülle zurück zu führen, die dafür sorgen, dass bestimmte Gebiete ohne Feuchtigkeit bleiben.

„Die Auswirkung der Luftdruckverhältnisse und der Wind ist sehr verschieden in Wüsten in niedrigeren und solchen höheren Breiten. Die Verhältnisse sind auch andere in Wüsten, die näher oder ferner dem Meer liegen. Aber dort sind bestimmte erdweite Erscheinungen des Klimas für die Entstehung der einzelnen Trockenräume verantwortlich.“ (Gabriel 1960 S.11).

Man unterteilt die Wüsten nach Lage und Entstehungsgrund und unterscheidet so Binnenwüsten, Passatwüsten, Regenschattenwüsten und Küstenwüsten voneinander (diese Begriffe werden hier nicht näher erklärt, da sie bereits auf meiner CD zu finden sind).

Die Entstehung der einzelnen Bodenformen hat chemische, physikalische und mechanische Gründe. So dringt nachts Feuchtigkeit in Felsspalten ein und gefriert dort. Dabei vergrößert sich die Dichte des Wassers und die so entstehenden Kräfte sprengen die Steine und tragen auf diese Weise zur Verwitterung des Bodens bei. Außerdem bewirken die starken Temperaturschwankungen eine „Ermüdung“ des Gesteins, bei dem sich der Mineralverband durch Quellung und Schrumpfung lockert. Das Salz löst sich und kristallisiert wieder, dies beschleunigt den Verwitterungsprozess des Gesteins. Der Wind und die seltenen, aber bedeutsamen Wassererosionen sind weitere Gründe für die Verwitterung des Bodens. Wenn es in der Wüste auch nur zu einem geringen Niederschlag kommt, fließt das Wasser die massiven Felsen entlang und sammelt sich schnell zu reißenden Flüssen.

All diese Faktoren wirken ungehindert auf den Wüstenboden ein, da eine schützende Pflanzendecke fehlt.

Die Wüstenböden unterteilt Lerch in Yerma, und Burosem.

Yerma-Wüstenböden besitzen keinen Dauerhumus, da der Boden warm, trocken und gut durchlüftet ist und sich die wenigen organischen Substanzen schnell zersetzen. Der Boden ist meist grau, mit gelblichen, rötlichen oder bräunlichen Farbtönen.

Burosem findet man in Halbwüsten. Er ist krümelig, schwach humos und kalkhaltig. Die Erde wird nach Walter und Breckle (2004) in verschiedene Zonobiome eingeteilt, wobei die subtropischen Wüsten dem Zonobiom III und die winterkalten Wüsten der gemäßigten Zonen dem Zonobiom VII-rIII entsprechen.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

In dieser Arbeit konzentriere ich mich vor allem auf die subtropischen Wüsten, da eine Behandlung beider Wüstengebiete den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

„Gemeinsam sind den subtropischen Wüsten die relativ geringen und von Jahr zu Jahr schwankenden Jahresniederschläge [...] im Vergleich zu den sehr viel höheren Jahreswerten der potentiellen Evaporation.“ (Gabriel S. 34)

Unterteilen kann man die subtropischen Wüsten auf dreierlei Arten (vgl. Walter, Breckle, 2004):

Die abiotischen, klimatischen Faktoren, die kennzeichnend für eine subtropische Wüste sind, sind eine hohe Einstrahlung, Wassermangel, der als Aridität bezeichnet wird, und eine hohe Evaporation, sowie eine Niederschlagsverteilung, die auf eine bestimmte Saison begrenzt ist und Nebel. In diesem Zusammenhang unterscheidet man zwischen Sommerregenwüsten, Winterregenwüsten, Nebelwüsten und Extremwüsten (ohne Regen).

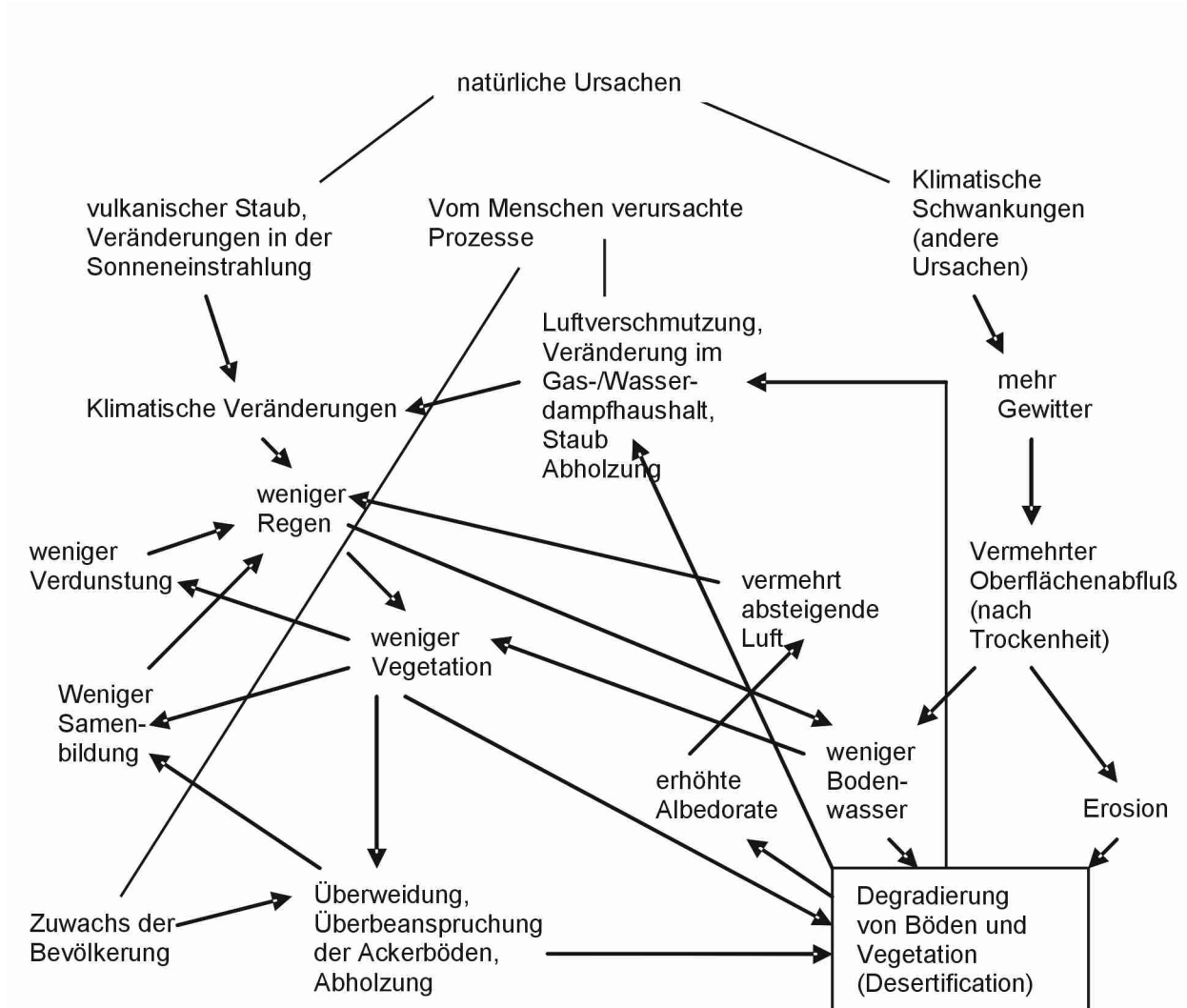
Ein anderer klimatischer Faktor ist der Temperaturverlauf im Hinblick auf Frostereignisse. In diesem Fall unterscheidet man zwischen Heißwüsten, temperierten Wüsten, Kältewüsten und der Arktischen bzw. Antarktischen Eiswüste.

Geomorphologische, abiotische Faktoren beziehen sich auf die physikalischen Verwitterungsprozesse, wie z.B. Erosion und Akkumulation sowie Korngrößensortierung und –abfolge. Die Hamada bezeichnet eine Fels- und Geröllwüste, Reg bezeichnet ein Gemisch aus Steinen und Sand, Ergs sind Sandwüsten, Takyr Tonpfannen und Sebkhas Salzwüsten. Die Bodenbildung läuft in Wüsten sehr langsam ab, da der Boden sowohl arm an Wasser, als auch an organischen Stoffen ist. In den meisten Gebieten handelt es sich aus diesem Grund um humuslose Rohböden, die durch das Muttergestein bestimmt werden. Das Muttergestein variiert in den verschiedenen Wüsten stark. Durch die hohe Sonneneinstrahlung kommt es zu einer starken Bewegung des Kapillarwassers in Richtung Bodenoberfläche; dabei werden anorganische Stoffe, wie Wüstenlack, Kalk und Salz als Kruste an der Erdoberfläche abgelagert und die Gefahr der Versalzung des Bodens ist gegeben.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

In der heutigen Zeit spielt die Gefahr der Desertifikation z.B. bei der Überweidung der Sahelzone eine große Rolle und zeigt eine mögliche Problematik, die bei einem Eingriff in die Natur durch den Menschen entstehen kann.



Ein Modell, das die Kettenreaktionen aufzeigt, die von natürlichen und vom Menschen verursachten Prozessen ausgelöst wurden, die zu Verwüstungen führen können. Bei den klimatischen Veränderungen, die auf der rechten Seite aufgeführt sind, handelt es sich um wolkenbruchartige Niederschläge. Eine langfristige Verbesserung des Klimas mit höheren, nerlässlicheren Niederschlägen hätte natürlich völlig andere Konsequenzen. (aus D.C. Money 1985 S. 35)

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

### Die Produzenten

Auf Pflanzen wirken verschiedene unbelebte Umweltfaktoren ein, die Lerch (1991) in Strahlung, Wasser, chemische und mechanische Faktoren unterteilt.

„Die höchsten Strahlenwerte fallen auf die wolkenarmen subtropischen Trockengebiete, wo annähernd 70% der direkten Einstrahlung bis zur Erdoberfläche gelangen.“  
(Lerch S.34)

Die eingehende Strahlung kann die Wüstenböden ungehindert aufheizen, da diese weder durch Wolken, noch durch eine Pflanzendecke geschützt sind. Die zugeführte Energiemenge pro Flächeneinheit steigt in dem Maße, in dem die Sonneneinstrahlung steiler wird. Aus diesem Grund können Wüstenböden eine Oberflächentemperatur von 70–80 °C erreichen (vgl. Lerch).

Wie jeder Himmelskörper strahlt die Erde selbst Energie aus. Durch diese Abstrahlung kühlt sich vor allem die Bodenoberfläche ab. Durch das Abkühlen der Erdoberfläche kondensiert der Wasserdampf, der sich in den darüberliegenden Luftschichten befindet, zu Tau. Die trockene Wüstenluft, der klare Himmel und die fehlende Pflanzendecke sind Faktoren, die den Wärmeverlust durch Ausstrahlung in der Wüste verstärken. Aus diesem Grund kühlt sich der Wüstenboden nachts stark ab. Starke Temperaturschwankungen, Wasserverlust und geringer Niederschlag sind die hauptsächlichen Stressfaktoren bei Wüstenpflanzen. Die in der Wüste lebenden Produzenten sind auf verschiedene, sowohl strukturelle (z.B. kleine Blätter), als auch physiologische (Transpiration) Weisen an die Wüste angepasst. Nach Walter und Breckle (2004) unterscheidet man folgende Angepasstheiten:

### Ephemere

Ephemere weichen der Dürre aus. Diese Pflanzen überdauern die Dürreperioden in Form von Samen (Theophyten) oder Speicherorganen im Boden (Geophyten), wie z.B. *Tulipa spec.*, in der Regenzeit treiben sie aus, und werden für kurze Zeit aktiv, in der sie ihre ganze Energie in die Produktion von Samen stecken.

„Geophyten eignen sich für Halbwüsten mit schwachen, periodischen Niederschlägen; in Wüsten mit rein episodischen Niederschlägen können nur Therophyten existieren.“  
(Lerch S.139)

Offt liegen die Samen jahrelang im Boden. Diese Pflanzen keimen jedoch nicht bei jedem Regen aus. Erst wenn eine genügend große Menge Niederschlag fällt, beginnen die Samen zu keimen.

Die Samen haben in ihrer Außenhaut determinierende Stoffe gespeichert, die ein zu frühes Auskeimen verhindern. Erst wenn diese Stoffe durch den Regen ausgewaschen wurden, treibt ein Teil der Samen aus. Ein Großteil der Samen bleibt jedoch ruhend im Boden und keimt erst beim nächsten Regen aus. Die meisten dieser Pflanzen haben kein ausgeprägtes Wurzelsystem.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Ihre ganze Energie nutzen sie, um ihre Fortpflanzung rasch abzuwickeln und Millionen von Samen zu produzieren. Diese Samenmenge dient auch dazu, dass nicht alle Samen von Tieren gefressen werden.

### Poikilohydre

Pflanzen, wie die Falsche Rose von Jericho (*Selaginella lepidophylla*), oder die Wiederauferstehungspflanze, sind wechselfeucht. Diese Pflanzen können nahezu völlig austrocknen. So toleriert die dürreharte Wiederauferstehungspflanze eine Austrocknung von bis zu 95 Prozent. Große Bereiche der DNA werden nur bei Wassermangel abgelesen, andere Bereiche werden völlig abgeschaltet. Dürreperioden überdauern sie so in einem Zustand, der als Anabiose bezeichnet wird.

„Im ausgetrockneten Zustand ist somit der gesamte Zellstoffwechsel praktisch stillgelegt. Die aktiven Lebensvorgänge, wie Wachstum, Photosynthese, Eiweißaufbau usw., sind an die kurzen oft sporadischen Perioden etwas stärkerer Wasserversorgung gebunden. Die Stoffproduktion bleibt daher insgesamt schwach, die Reproduktion durch Sporen oder Samen spärlich....“ (Lerch S.146)

### Xerophyten

Xerophyten stellen ihr Wachstum für die Dauer der Dürrezeit ein, gehen aber nur teilweise in einen Ruhezustand über. Ein Beispiel für eine solche Pflanze ist das Jochblatt, *Zygophyllum dumosum*.

In diesem Zusammenhang unterscheidet man drei verschiedene Xerophytentypen, die malakophyllen, die sklerophyllen und die stenohydrinen Xerophyten.

Einige Xerophyten, wie die Tillandsien, nehmen Tauwasser über Schuppenhaare auf (vgl. Sitte, Ziegler, Ehrendorfer und Bresinsky)

### Sukkulenten

Sukkulenten speichern während der Regenzeit Wasser in ihrem Stamm oder ihren Blättern. Einige wenige speichern Wasser in ihrer Wurzel. Zusätzlich besitzen diese stenohydrinen Pflanzen Mechanismen zum Wassersparen und können so auch in der Trockenperiode ihre Stoffwechselprozesse aufrechterhalten.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Oft ist ihre Oberfläche verkleinert und bis zur Kugelgestalt abgerundet. Das wasserspeichernde Gewebe ist durch eine oft mehrschichtige Epidermis und eine dicke Kutikula geschützt.

„Die wenigen Spaltöffnungen (hier findet sich die niedrigste Spaltenhäufigkeit) sind meist tief eingesenkt und gestatten nur eine äußerst schwache Transpiration. Die Pflanzen haben keine Möglichkeit, in Regenzeiten einen stärkeren Gasaustausch zu unterhalten. Die Sukkulente haben daher einen sehr trägen Stoffwechsel.“ (Lerch S.144)

Um Niederschlagswasser schnell aufnehmen zu können, besitzen sie ein ausladendes, flaches Wurzelsystem.

Der in der Sonora-Wüste beheimatete Saguaro, lateinisch *Carnegia gigante*, ist ein Riesenkaktus, der laut Walter Breckel 10-12 m hoch werden kann. Die Zahlen, die die Höhe dieser Kandelaber-Kakteen angeben, variieren in den verschiedenen Büchern. Die Zahlen bewegen sich jedoch alle zwischen 16-20 m. Diese grünen Riesen trugen der Sonora auch den Namen „Kakteen-Wüste“ ein.

Diese Kakteenart spart durch ihr langsames Wachstum Wasser. In den ersten Jahren wächst sie nur wenige Millimeter und ist nach 10 Jahren 1,5 bis 2 m hoch. Laut Ziegler (1989, gefunden in Walter und Breckle, 2004) 150 bis 200 Jahre alt und wiegt, bei einem Wassergehalt von 85–91 Prozent, bis zu 8 Tonnen. Die Wurzeln von *Carnegia gigante* dringen nur ca. 1 m tief in die Erde, breiten sich jedoch nahe der Oberfläche bis zu 30 m Länge aus (vgl. Walter und Breckle 2004). Bei zunehmender Dürre nimmt die kutikuläre Transpiration kontinuierlich ab, da Kutikula und Hypoderm immer weiter entquillen und dadurch für Wasser undurchlässig werden.

Die kleinen, für die Wasserabsorption zuständigen Wurzeln sterben ab. Zwischen Wurzel und Boden entsteht ein Hohlraum, der verhindert, dass die Pflanze Wasser aufnimmt oder abgibt. Bei Regen kann der Kaktus innerhalb von ein paar Stunden neue wasserabsorbierende Wurzeln bilden. Der hohe Wasserverlust bei Kakteen führt zu einer Volumenabnahme, wobei die Rippen des Stamms immer mehr einsinken. Ein weiterer wichtiger Mechanismus um Wasser zu sparen, ist der CAM-Cyclus, bei dem sich die Stomata nachts öffnen.

Wie bei den meisten Cactaceen sind die Blätter des Saguaro völlig wegreduziert, wobei der Stamm photosynthetisch aktives Gewebe beinhaltet und die Stomata als Transpirationsschutz nach innen eingesenkt sind.

Sukkulenz führt zu äußerlicher Konvergenz (ähnlichen Wuchs- und Erscheinungsformen) bei ganz verschiedenen Pflanzenfamilien.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

### Halophyten

Zu den Halophyten gehören sowohl sukkulente, als auch nicht sukkulente Pflanzen; sie sind an verbrackte Böden angepasst. Ihr Zellsaft ist durch einen hohen Salzgehalt ausgezeichnet. Einige dieser Pflanzen können das Salz über spezielle Drüsen ausscheiden. Der hohe Salzgehalt sorgt dafür, dass sie niedrige osmotische Potentiale aufweisen.

Tamarisken gehören z.B. zu den Halophyten. Sie besitzen, wie einige andere Pflanzen, lange Wurzeln, mit denen sie wasserführende Schichten erreichen und sind nicht von atmosphärischen Niederschlägen abhängig.

Tiefwurzler, wie die Tamarisken reduzieren ihre Transpiration auch an heißen Wüstentagen nicht.

„ein Blatt kann stündlich das Achtfache seines Wassergehaltes verdunsten“  
(Lerch S. 139)

Bei den meisten perennierenden (mehrjährigen) Wüstenpflanzen sind die Oberflächen der Blätter stark reduziert. Die Blätter sind oft zusammengerollt und mit einer Wachsschicht oder kurzen Haaren dicht besetzt, um die Reflektion zu erhöhen.

Bei einigen Pflanzen, wie beim *Zygophyllum dumosum* (Xerophyt), fallen die Blätter ab und andere Pflanzenteile, wie z.B. Seitenäste übernehmen die Photosynthese.

Giftstoffe im Stamm und in den Blättern sowie Stacheln oder Dornen schützen einige Pflanzen vor Tierfraß. Einige Arten geben über die Wurzeln Giftstoffe ab, die verhindern, dass sich andere Pflanzen in einem nahen Umkreis ansiedeln können und sichern sich so eine Bodenfläche für die Wasseraufnahme.

Da das Protoplasma der meisten Pflanzen sehr sensibel auf Austrocknung reagiert und schon bei geringem Hydraturverlust zugrunde geht, müssen die meisten Pflanzen Baumerkmale aufweisen, die zur Vermeidung der Austrocknung beitragen.

Die Transpiration ist ebenfalls an das xeromorphe Leben angepasst. Man unterscheidet zwischen kutikularer und stomatärer Transpiration.

Erstere ist sehr schwach (etwa 5–10% der Werte von Feuchtpflanzen); Letztere ist nur bei Dürre stark eingeschränkt, sie

„...liegt bei guter Wasserversorgung aber wesentlich höher als bei Mesophyten. Die große Zahl von Spaltöffnungen, meist auf beiden Seiten der Blätter, und das dichte Adernetz ermöglichen den Xerophyten bei ausreichender Wasserzufuhr eine äußerst rege Transpiration und damit einen ebensolchen Gasaustausch, so dass die kurze feuchtigkeitsgünstige Jahreszeit zu maximaler Stoffproduktion genutzt werden kann; die Sukkulenten bilden wiederum eine Ausnahme.“ (Lerch S.141)



# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Austrocknungsvermeidung kann bei Pflanzen auf verschiedene Art und Weise geschehen (vgl. Lerch):

1. **verstärkte Wurzelbildung** (vor allem flächig) und eine damit verbundene höhere Saugkraft
2. **erhöhte Leitfähigkeit** (vor allem im Wurzelhals): sie ist bei Xerophyten fünf- bis zehnmal so groß wie bei Mesophyten.
3. **Wachstumshemmung:** Pflanzen trockener Standorte bleiben meist kleiner als an feuchten Standorten. Das Interzellular- und das Adernetz ist dichter, da wenig freies Bauwasser vorhanden ist.
4. **Schutzeinrichtung gegen Verdunstung:** Epidermis mit dicker Kutikula überzogen, oft mit Trichomen als Luftpolster überdeckt, eine mächtige Borke bei älteren Sprossachsen – durch den Aufbau solcher Schutzeinrichtungen geht dem übrigen Stoffwechsel viel Energie und Baumaterial verloren.

„Eingesenkte Spaltöffnungen verringern die Transpiration auch im geöffneten Zustand.“

(Lerch S.141)

5. **Verkleinerung der austrocknungsgefährdeten Außenfläche:**  
Rückzug der Pflanze in den Boden oder kleine bzw. zu Dornen umgewandelte Blätter
6. **Wassergewebe** (bei Sukkulente(n))

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

### Die Konsumenten

„Tiere bestehen mindestens zu zwei Drittel ihres Gewichts aus Wasser. Wird dieser Wert unterschritten, so sind sie nicht mehr voll funktionsfähig.“ (Dittrich S.91)

Wasserverlust geschieht bei ihnen durch Verdunstung, sowie durch Abgabe von Kot und Urin, wobei sich Wassergewinn und Verlust im Gleichgewicht befinden müssen.

Auch vor Überhitzung müssen Tiere in der Wüste geschützt sein, da die Wüstenbodenoberfläche z.B. in der *Sahara* zum Teil bis zu 80 °C heiß werden kann, Enzyme jedoch nur bei Temperaturen zwischen 30 und 40 °C optimal arbeiten können und bei höheren Temperaturen irreversibel geschädigt werden. Aus diesem Grund ist eine Körpertemperatur der poikilothermen Echsen von 48 °C tödlich (vgl. Dittrich). Nahrungsmangel und wenige Versteckmöglichkeiten sind ebenfalls Faktoren die für Wüstentiere eine große Rolle spielen.

Der extreme Selektionsdruck, der durch solche Umweltbedingungen entsteht, führte auch hier zu einer konvergenten Entwicklung, so dass sich viele Tierarten, die unterschiedlichen Arten oder sogar Familien angehören, äußerlich oft sehr ähnlich sehen.

Da Tiere im Gegensatz zu Pflanzen nicht ortsgebunden sind, können sie bei Bedarf ihren Standort wechseln. Große Säugetiere und Vögel weichen in der Trockenzeit in feuchtere Habitate aus. Kleinere Tiere, wie der Fennek oder die Wüstenspringmaus weichen tagsüber in ihre Erdhöhlen zurück, in denen die Luftfeuchtigkeit höher liegt oder suchen sich schattige Plätze.

Tiere sind durch Verhalten, physiologische und morphologische Faktoren an ihre Umgebung angepasst.

Dittrich (1983) unterteilt die Wüstentiere nach Art ihrer Wasseraufnahme in 4 Gruppen:

- 1. Tiere, die täglich trinken müssen:** Sie leben in Oasen, oder legen täglich weite Strecken zurück, um an Wasserstellen zu gelangen (z.B. Flughuhn, *Nyctiperdix senegalla*)
- 2. Tiere, die gelegentlich trinken müssen:** (z.B. das Dromedar)  
Das Dromedar ist eins der wichtigsten Nutztiere der Wüste. Seine wichtigste Anpassung an die Wüste liegt darin, dass seine Körpertemperatur um bis zu sechs Grad variieren kann. Am Morgen liegt seine Temperatur bei 36 Grad Celsius. Im Laufe des Tages erwärmt sich der Körper, bis er eine Temperatur von 42 °C erreicht hat, erst dann beginnt bei dem Schwielensohler die Transpirationskühlung. Wasser wird bei Kamelen in den Erythrocyten gespeichert, die sich bei Wasseraufnahme um ihr 240faches Volumen ausdehnen können (vgl. Dittrich). Aus diesem Grund können Kamele innerhalb kürzester Zeit große Mengen Wasser aufnehmen.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Der hoch konzentrierte Kamelurin ist ebenfalls eine Anpasstheit, die Wasser einspart.

Mit Hilfe der Respirationkühlung kühlt das Kamel sein Gehirn und schützt es somit vor Überhitzung. Der Wiederkäuermagen sorgt für eine gute Verwertung der nährstoffarmen Wüstennahrung und der Höcker dient als Fettspeicher.

Seine breiten Hornschwielen um die Zehenpaare verhindern das Einsinken im Wüstensand. Hornschwielen an Knien und Bauch schützen den Körper beim Liegen und verschließbare Ohren und Nasenöffnungen verhindern das Eindringen von Sand.

### 3. Tiere, die wasserreiche Nahrung fressen

Frische grüne Pflanzen und Sukkulenten bestehen zu bis zu 95% aus Wasser. Eine solche Nahrung ersetzt das Trinken.

Auch tierische Nahrung, wie Eidechsen, Schlangen und Insekten reichen Raubtieren wie dem Fennek, so dass auch er nicht trinken muss. Da der Fennek nicht transpiriert, muss er sich tagsüber in seinem unterirdischen Bau aufhalten. Zusätzlich kann er seinen Körper durch Hecheln kühlen. Über seine großen Ohren gibt er ebenfalls Wärme an die Umgebung ab. Die großen Ohren dienen jedoch in erster Linie dem besseren Hören.

### 4. Tiere, die ihrer Nahrung chemisch gebundenes Wasser entziehen

Einige Tiere ernähren sich von trockenem Pflanzenmaterial, wie z.B. Samen, die nur 6% Flüssigkeit enthalten.

Bei der Umwandlung der Nahrung wird metabolisches Wasser frei:

„Bei der Verdauung und Veratmung von fettreicher Nahrung wird an Cofaktoren gebundener Wasserstoff frei, der sich mit dem Sauerstoff der Atmung zu Wasser verbindet. 1 kg Fett liefert so etwa dem Körper 1 Liter Wasser; 100 g Samen ergeben 54 g Wasser.“ (Dittrich S.94)

Dieses Wasser genügt vielen kleinen Säugetieren, wie z.B. den Kängururatten, aber auch Tieren wie den Schwarzkäfern.

Einige Tier, wie die Dornschwanzagamen legen sich aus diesem Grund einen Fettvorrat an.

Tabelle: Wasserhaushalt der Kängururatte. Wenn der Wasserhaushalt eines Tieres ausgeglichen sein soll, müssen die Wassergewinne den Verlusten entsprechen. (aus Schmidt-Nielsen 1975)

Oxidation	90%	Evaporation	70%
Freies Wasser in der Nahrung	10%	Urin	25%
Trinken	0%	Kot	5%

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Die Tiere besitzen unterschiedliche Mechanismen, die die Wasserabgabe verhindern (vgl. Dittrich).

Fell, Federn, Fett, Schuppen oder eine lipidhaltige, wasserabweisende Schicht wirken isolierend und senken die Verdunstungsrate, die über die Körperoberfläche abgegeben wird. Viele Wüstensäugetiere, vor allem Nagetiere, besitzen keine Schweißdrüsen und verlieren somit kein Wasser durch Transpiration (vgl. Schmidt-Nielsen S.3).

Bei der Atmung geht ebenfalls Wasser verloren. Um diese Wasserdampfabgabe zu vermindern atmen Schwarzkäfer schubweise. Zwischen den Tracheen und der Flügeldecke befindet sich ein mit Wasserdampf gesättigter, mit Luftsauerstoff gefüllter Hohlraum. Nur wenn er wieder mit Luftsauerstoff gefüllt werden muss, geht Wasserdampf verloren. Das Dromedar kann, wie viele andere Tiere, ebenfalls durch ausgedehnte Membranen in den Nüstern bis zu zwei Drittel des Wasserdampfs der Ausatemluft resorbieren.

Durch die Konzentrierung von Urin und Kot wird der Verlust von Wasser ebenfalls bei vielen Tieren verringert. So haben Wüstentiere:

„Im Vergleich zu ihren Verwandten aus anderen Biotopen immer einen besonders trockenen Kot. Durch spezialisierte Zellen resorbieren sie in ihrem Enddarm alles überschüssige Wasser. Der Stickstoff, der bei der Verdauung als Abfall anfällt, kann in verschiedener Form abgegeben werden.“ (Dittrich S.95)

Insekten, Reptilien und Vögel scheiden ihren Urin in Form von kristalliner Harnsäure aus. Säugetiere scheiden dagegen Harnstoff aus, der nur in Wasser gelöst ausgeschieden werden kann. Einige Wüstensäugetiere, wie die Wüstenspringmaus *Jaculus* hat eine Harnstoffkonzentration von 25% in ihrem Urin. Dromedare haben in ihrem Verdauungstrakt Bakterien. Die symbiotischen Bakterien resorbieren einen Teil des Stickstoffs, der dadurch nicht ausgeschieden werden muss.

Die Lebensweise der meisten Wüstentiere ist ebenfalls so ausgelegt, dass der Wasserverlust der Tiere möglichst gering gehalten wird.

Laut Diettrich liegt die relative Luftfeuchtigkeit in der *Sahara* tagsüber bei 10%, nachts bei 50% und in unterirdischen Bauten der Wüstenspringmäuse bei 30–40%. Aus diesem Grund sind viele Wüstentiere, wie z.B. der Fennek nachtaktiv und verbringen die heißen Wüstentage in ihren Bauten unter der Erde.

Durch den ausgeatmeten Wasserdampf, der sich in den unterirdischen Gängen sammelt, beginnen die Samenvorräte der Nagetiere zu quellen. Erdpfropfen, die die Höhlen verschließen, sorgen dafür, dass der Wasserdampf nicht entweichen kann.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Im Hinblick auf die starken Temperaturschwankungen besitzen Tiere verschiedene Mechanismen und Verhaltensweisen zur Temperaturregelung. Bei homoiothermen Tieren ist es wichtig, dass die Körpertemperatur konstant bleibt. Wobei eine Überhitzung in den meisten Fällen gefährlicher ist, als eine Unterkühlung.

Nachtaktivität oder ein Leben dicht unter der Oberfläche, wie z.B. beim Apothekerskink (*Scincus scincus*) sind hierbei am effektivsten.

Tagaktive poikilotherme Tiere, wie z.B. Eidechsen heizen ihren Körper bis zur Optimaltemperatur auf und suchen dann schattige Plätze auf. Ein Scheitelauge an der Kopfoberseite der Echsen steuert das Temperatiergefühl.

Chamäleons und Agamen haben die Möglichkeit, ihre Temperatur über Farbänderungen zu regulieren.

„Die Dornschwanzagame *Uromastix* ist in der Frühe, wenn sie aus ihrem Versteck kommt, schwarz gefärbt. Diese Farbe absorbiert die Sonnenstrahlen optimal, so dass das Tier rasch auf `Betriebstemperatur` kommt. Im Laufe des Vormittags wird die Färbung immer heller, gelb bis rötlich, weil das schwarze Pigment, das vorher über die ganze Haut verteilt war, sich nun auf wenige Pigmentzellen zusammenzieht.“  
(Dittrich S. 99)

Die Schwarze Färbung von einigen Tieren, wie z.B. bei Schwarzkäfern dient u.a. als Schutz vor zu starker UV-Strahlung.

Anatomische Anpassungen, wie lange Beine bei Kamelen oder Hornschaufeln bei grabenden Fröschen sorgen dafür, dass Tiere den heißen Temperaturen an der Bodenoberfläche ausweichen können.

Die großen Ohren der nachtaktiven Wüstenmäuse und der Fenneke dienen jedoch nicht in erster Linie der Wärmeabgabe, sondern dem besseren Hören um Fressfeinde bzw. Beute besser zu erkennen.

Eine Physiologische Anpassung um extremer Temperatur und Dürre zu entgehen ist der Sommerschlaf der grabenden Wüstenfrösche.

Viele Säugetiere regeln ihre Temperatur durch Verdunstungskühlung über spezielle Schweißdrüsen. Andere Tiere, wie der Fennek oder Vögel hecheln, um sich abzukühlen.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

Die Räuber-Beutepopulation in der Wüste schwankt periodisch; hier kommt die erste Volterra-Regel zum Tragen. Die Schwankung der Anzahl der Wüstentiere einer Art ist von der vorhandenen Pflanzenmenge und in diesem Zusammenhang von den Regenfällen abhängig. Nimmt die Anzahl der Pflanzenfresser zu, steigt auch die Anzahl der Fleischfresser. Migration kann man vor allem bei den grasfressenden Großtieren erkennen, die dem Nahrungsangebot „hinterher ziehen“.

Dormanz ist eine weitere Möglichkeit mit Nahrungsmangel fertig zu werden. Der Sommerschlaf wird meist unterirdisch abgehalten und kann Tage, Wochen, oder wie beim südlichen Schaufelfuß mehrere Monate andauern. Einige Vögel verfallen oberirdisch in eine solche Starre, bei der Stoffwechsel und Atmung herabgesetzt werden und die Temperaturregulation ausgeschaltet wird. Die Körpertemperatur ist in diesem Zustand von der Umgebungstemperatur abhängig.

Einige Tiere können bei Nahrungsmangel lange Zeit ohne Nahrung auskommen. Schlangen können z.B. bis zu einem Jahr hungern.

Andere Tiere werden in einer solchen Zeit zu Kannibalen. Ein Beispiel für Kannibalismus findet man bei den Kaulquappen der Schaufelfüße.

Nagetiere und einige andere Wüstentiere legen sich Vorratskammern an oder besitzen einen Fettspeicher, wie z.B. bei Kamelen.

Tiere, wie z.B. Raubvögel passen ihre Brutzeit nahrungsreichen Jahreszeiten, wie z.B. dem halbjährlichen Vogelzügen an. Die Lanerfalken (*Falco biarmicus*) und die Schieferfalken (*Falco concolor*) betreiben Konkurrenzvermeidung, indem erstere ihre Jungen im Frühjahr, letztere im Herbst aufziehen. Auf diese Weise besetzen sie verschiedene ökologische Nischen.

Bei der Entwicklung gibt es verschiedene Anpassungen bei Wüstentieren. Eier sind den extremen Umweltbedingungen schutzlos ausgeliefert und werden oft von anderen Tieren gefressen. Skorpione sind aus diesem Grund, im Gegensatz zu verwandten Arten, lebendgebärend. Das Muttertier trägt die Jungen auf dem Rücken und füttert sie. Andere, ephemere Tiere legen extrem hitzebeständige Eier, die sehr Hitze-, Austrocknungs- und Salztolerant sind. Laut Dittrich können zwischen den Erscheinungsperioden solcher Tiere angeblich bis zu 50 Jahre liegen. Kleinkrebse der Gattung *Triops* findet man aus diesem Grund oft in Wüstenpfützen, nach einem heftigen Regenfall.

# Die Wüste

## Extremlebensraum Wüste

„Tiere, die in der Sahara leben, sind wegen der allgemeinen Nahrungsknappheit stärker von Feinden bedroht als in den meisten anderen Lebensräumen. Es bleibt ihnen nur die Flucht in Bodenlöcher oder ein Verstecken unter Steinen. Deshalb können es nur wehrhafte oder ungenießbare Tiere sich leisten, tagsüber ungeschützt längere Zeit herumzulaufen.“ (Dittrich S.105)

Schwarzkäfer sind übel schmeckend und besitzen einen dicken Panzer. Mit Drüsen an den Hinterbeinen können einige Arten gezielt ein ätzendes, stinkendes Sekret verspritzen, indem sie einen leichten Kopfstand vollführen. Andere Schwarzkäfer, die keine solcher Drüsen besitzen imitieren diesen Kopfstand, um sich vor Fressfeinden zu schützen.

Viele Tiere, wie die Wüstenläuferlärche entziehen sich ihren Feinden durch eine schnelle Flucht.

Das Fell und Gefieder vieler Wüstentiere ist farblich gut an die Umgebung angepasst und tarnt die Tiere.

Der Schwarzkäfer *Sepidum* tarnt sich mit Sand und Erdteilchen und wird dadurch von seinen Fressfeinden häufig übersehen.

Literatur bei der Verfasserin