

Wüsten-Haupttypen, ihre Entstehung und Zukunft



versch. DEFINITIONEN des WÜSTENBEGRIFFES

***) Klimageographie: ganzjährige Regenarmut bei hohen Temperaturen und Verdunstungswerten, Abgrenzung durch Isohyeten mit 100-150 mm NS (Sahara) -200 mm austral. Wüsten)**

***) Hydrogeographie: ganzjährige negative Wasserbilanz, Abfluss mit Bildung von Wadis und Endseen**

***) Geomorphologie: typische Reliefmerkmale, Zunahme der Erosion hpts. durch physikal. Verwitterung**

***) Vegetationsgeographie: Vegetation lückenhaft, meist <10%, keine Dauervegetation, keine echte Bodenbildung**

***) edaphische Wüsten: bodenbedingt (Isländ. Vulkanwüsten)
physiologische Wüsten: NS-Armut (echte Heißwüsten)**

Zusammenhang von Aridität und Niederschlag

***) Definition der Aridität durch Ariditätsgrade über den xerothermischen Index (jährliche Trockenheitsdauer):**
semi-meso-polio-hyperarid, oder semiarid, arid, hyperarid
Ariditätsgrad definiert Isohyeten (Niederschlagsgrenzen)

verschiedene Abstufungen des ariden Klimas:

***) aride Gebiete mit Winterregen und Sommerdürrezeit**

***) aride Gebiete mit Sommerregen und Winterdürrezeit**

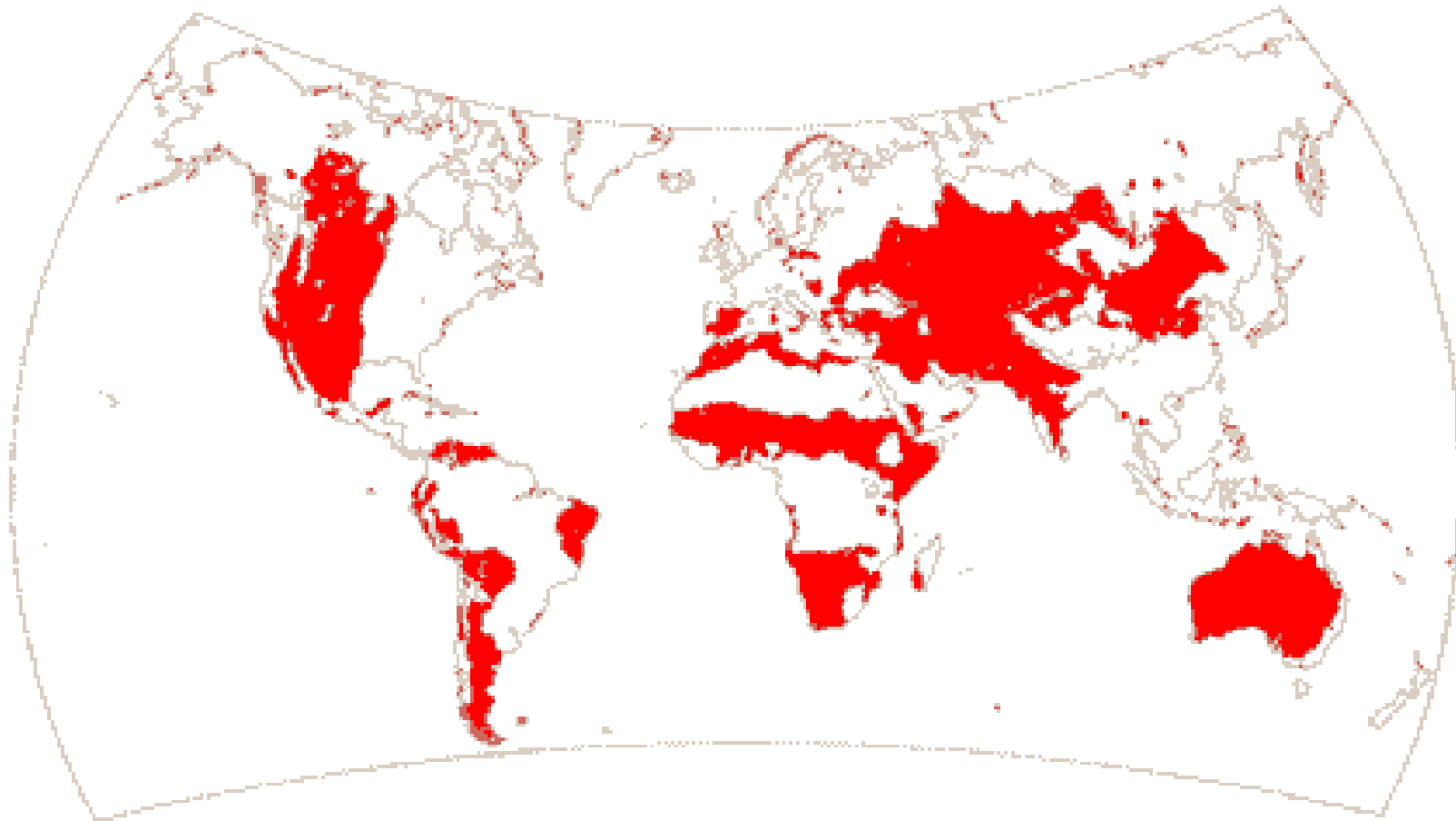
***) aride Gebiete mit zwei Regenzeiten oder ohne bestimmte Regenzeit**

***) extrem aride Gebiete mit episodischem Regen oder regenlos**

CHARAKTERISTIK ECHTER HEISSWÜSTEN

- *) Wasser nicht oder nur sehr begrenzt verfügbar**
- *) schrittweiser Rückgang der Vegetation**
- *) max. episodische, unregelmäßige NS als Sturzregen (Erosionsfaktor !), Abfluss in geschlossene Endbecken**
- *) hohe Aridität durch lange Sonnenscheindauer von gr. Intensität**
- *) klimatisch bedingt Abnahme der Bodenbildung, mangelndes Bodenleben, mineralreiche Rohböden oder bodenähnliche Formen**
- *) Zunahme der Offenheit, verstärkter Windeinfluss, große mechanische Scherwirkung, Sandstrahlgebläse (Erosionsfaktor !)**
- *) wichtigste Erosionswirkung durch Zunahme der physikalischen- und Abnahme der chemischen Prozesse**
- *) typische geomorphologische Formen (z.B. Inselberge, Dünen)**
- *) Tendenz zur Konzentration von Ansiedlungen oder Nomadismus**

TROCKENGEBIETE der ERDE



EINTEILUNGSMÖGLICHKEITEN für den WÜSTENBEGRIFF

*) Pluviometrie, umfasst NS, Temp., Verdunstungsrate

*) → verschiedene Wüstentypen:

Subwüste (Ariditätsgrad $x = 200-300$)

Wüste (Ariditätsgrad $x = 300- >360$):

(Sahara + Atacama: $x.l.= 200$, dagegen GreatBasin $x.l.= 4$)

Buschsteppe teilw. bewaldet, Buschsteppe unbewaldet,
Steppe, verminderte Vegetation, „echte“ Wüste *) nach
Bioklimaten (saisoneller Rhythmus des Klimas)

*) Ökonomie (Feldbau, Bewässerung, extens. Viehhaltung)

DIE KONTINENTE

in HYDROGRAPHISCHER CHARAKTERISIERUNG

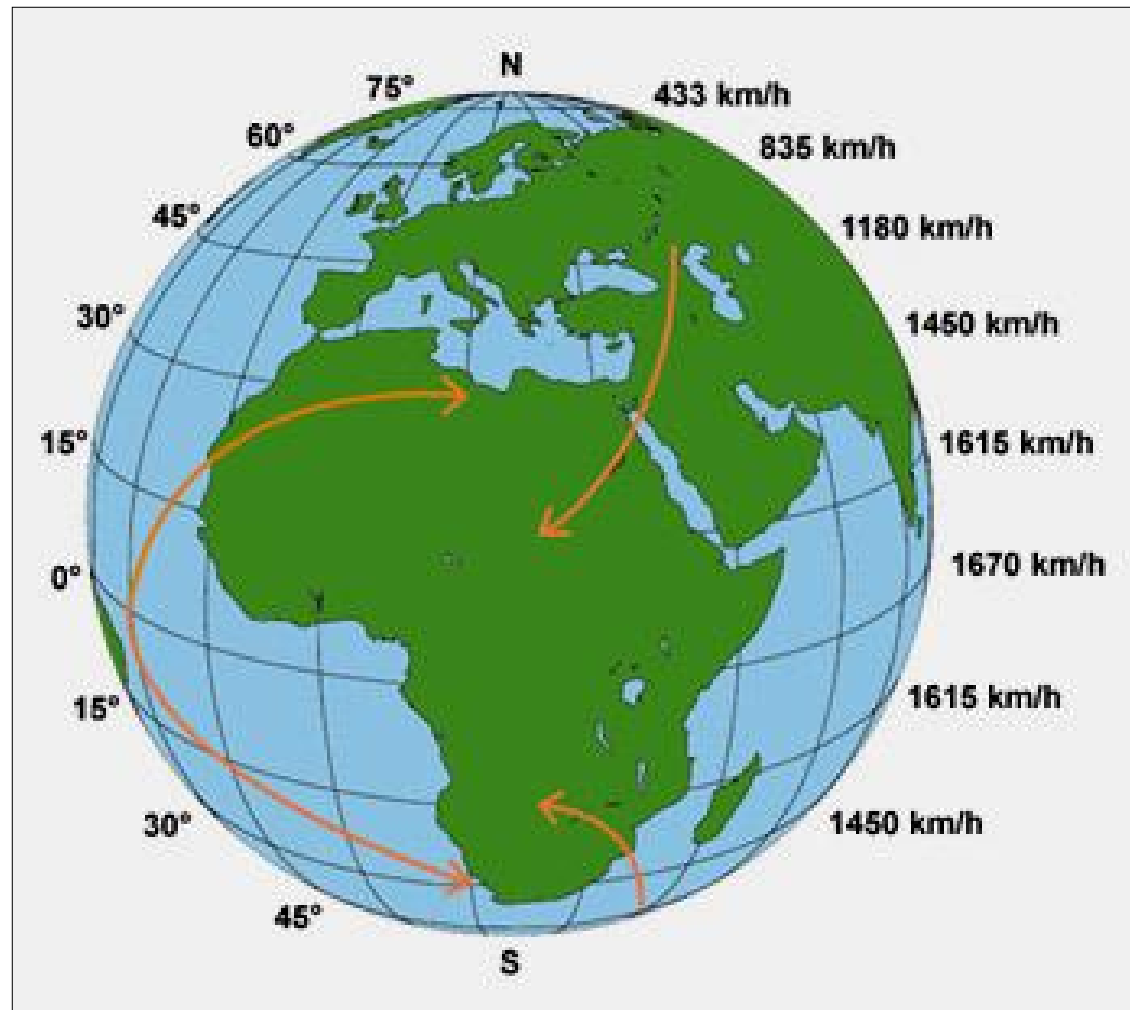
ihrer TROCKENGEBIETE

<u>Ariditätsgrad</u>	<u>hyperarid %</u>	<u>arid %</u>	<u>semiarid %</u>	<u>Summe</u>
Afrika	15	27	18	60 ?
Asien	3	19	15	37 ?
Australien	0	51	29	80
Europa	0	2	7	9
N-Amerika	2	7	11	20 ?
S-Amerika	2	8	10	20

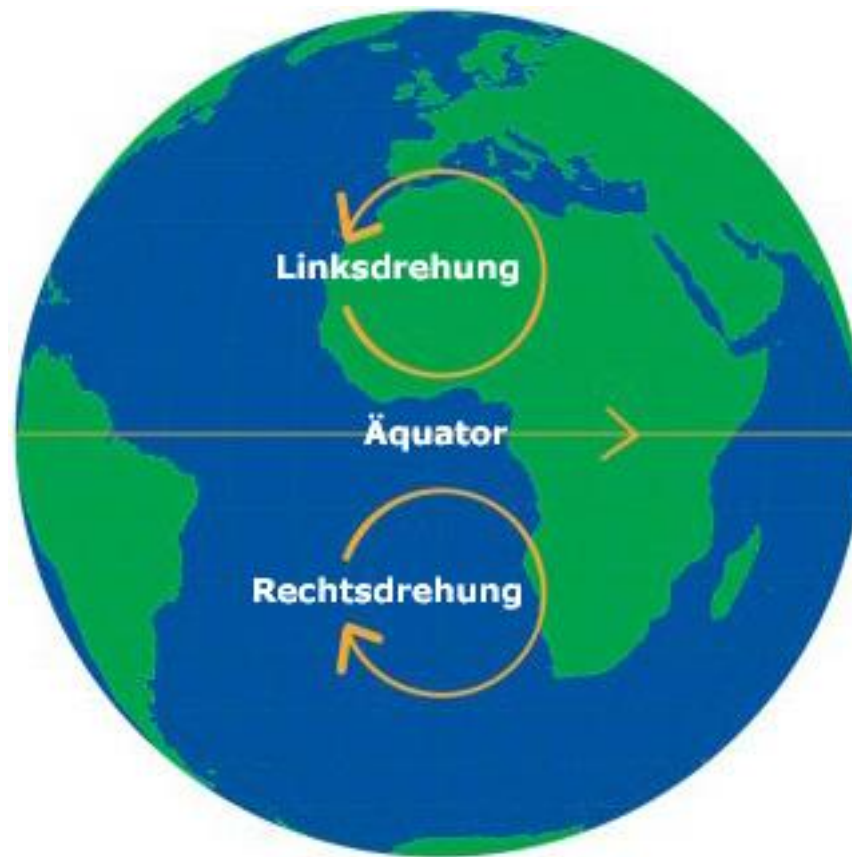
Entstehung von Wendekreiswüsten 1

- *) im geographischen Breitenbereich der Subtropen (zwischen den Wendekreisen Steinbock und Krebs, 25,6° sdl. und ndl. Breite)**
- *) Passatwinde als Teil des Kreislaufes innertropischer Konvergenz, Druckausgleich zwischen Äquator (T) und Subtropen (H)**
- *) Niederschläge über Äquator, Abfuhr noch feuchter, tropischer Luft und N/S-Verteilung zu den Wendekreisen aus der äquatorialen Hadley Zelle**

theoretische atmosphärische Luftzirkulation und Windgeschwindigkeiten der horizontalen und vertikalen Kernzirkulation (ohne Einfluss der Corioliskraft)



**unterschiedliche Ablenkung der globalen Windsysteme
und der Tiefseeströmungen der N- und S-Halbkugel
durch die Corioliskraft**



scherende Wirkung der Passatströmung über der Sahara



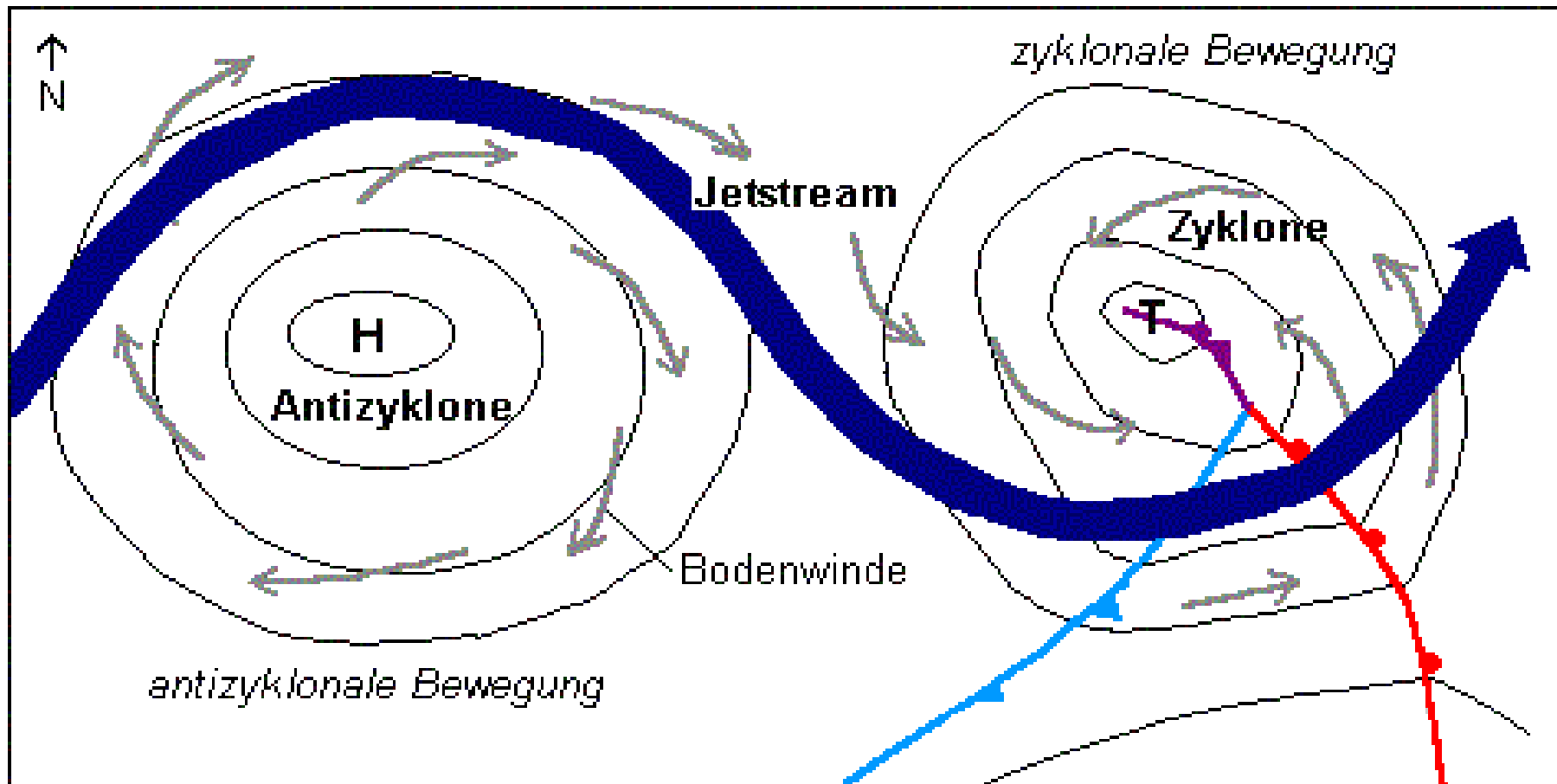
Grosser östlicher Erg



Hochflächen des Tibesti

Entstehung der Wendekreiswüsten 2

- *) Akkumulation an der der Tropopause (Inversionschicht in 10-12 km Höhe) unter Druckzunahme, Erwärmung, Abnahme der Feuchtigkeit u. Wolkenbildung**
- *) Rückfluss zum Äquator als trockener Passat**
- *) Ablenkung durch Corioliskraft: N-Halbkugel → NE-Passat, S-Halbkugel → SE-Passat (Hadley-Zirkulation)**
- *) weitere Bedeutung: Ostjet (Höhenströmung), außertropische W-Winde und subpolare Tiefdruckfurche**
- *) Sahara, somalische, arabische Wüsten, Ränder der iran. Wüsten**



Der **Jetstream** hat auf die Verteilung der Druckgebiete generell einen großen Einfluß; der Ostjet strömt als Hochdruckdüse von Tibet nach W und verstärkt die austrocknende Wirkung des NE-Passates auf die Sahara



Sahara-Tibesti



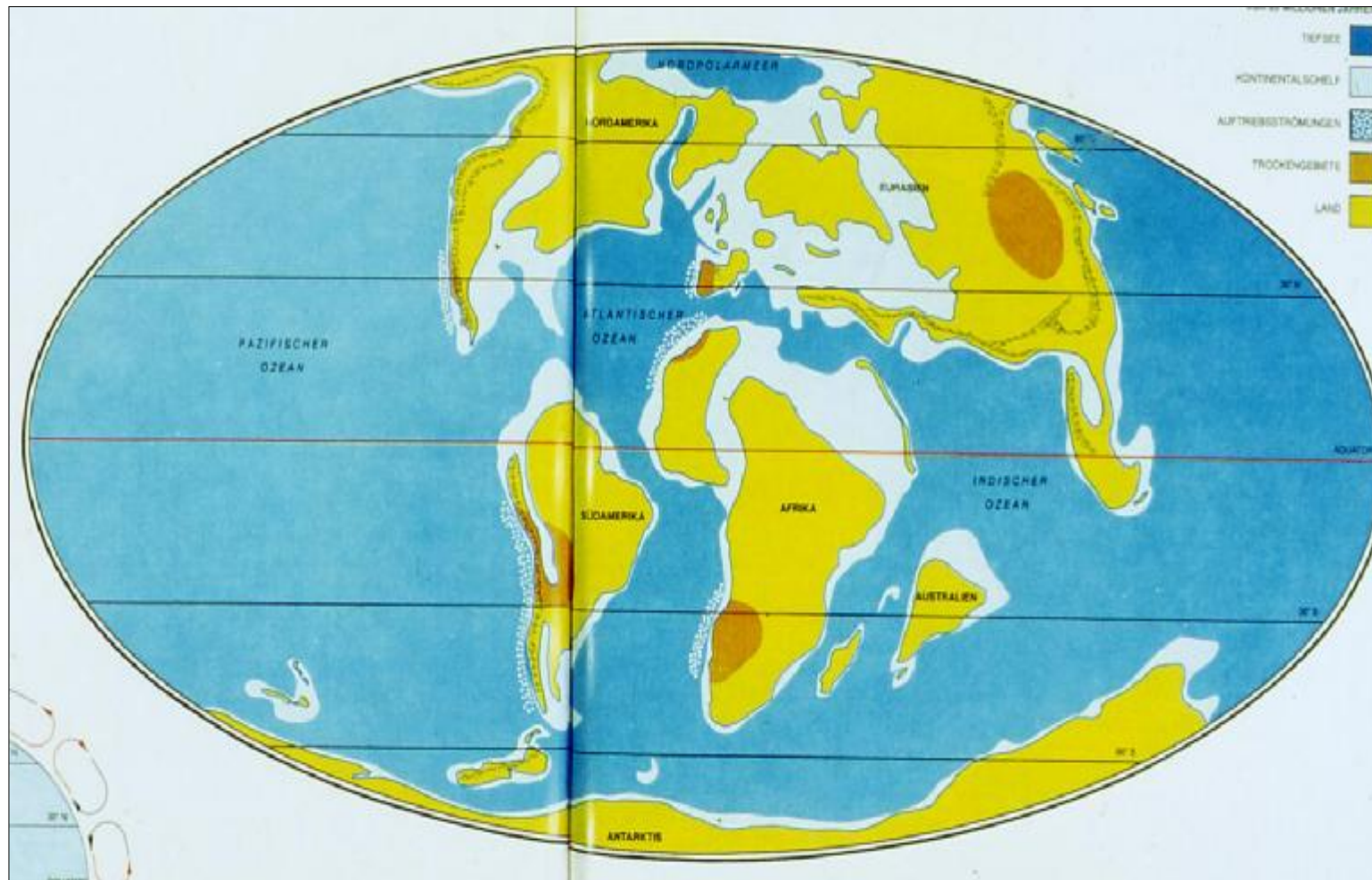
Rub al-Khali/Saudi Arabien

Entstehung von Küstenwüsten

- *) Entstehung durch Öffnung des Südpazifik.**
- *) upwelling kalter ozeanischer Meeresströmungen am W-Rand der Kontinente (durch Erdrotation u. Corioliskraft):**
N-Amerika: Kalifornienstrom, S-Amerika: Perustrom, Humboldtstrom, Kanaren: Kanarenstrom, S-Afrika: Benguelastrom, W-Australien: div.
- *) Inversion und Feuchtekondensation durch Abkühlung unter warmer Luftglocke der Passate, Abregnen vor der Küste**
- *) Nebelbildung u- küstennahe Verteilung durch anlandige Winde, Niederschlag durch Wolkenauflösung gering (max. um 25 mm)**
Baja California, Sechura, Atacama, W- Sahara, Namib, (Kalahari)

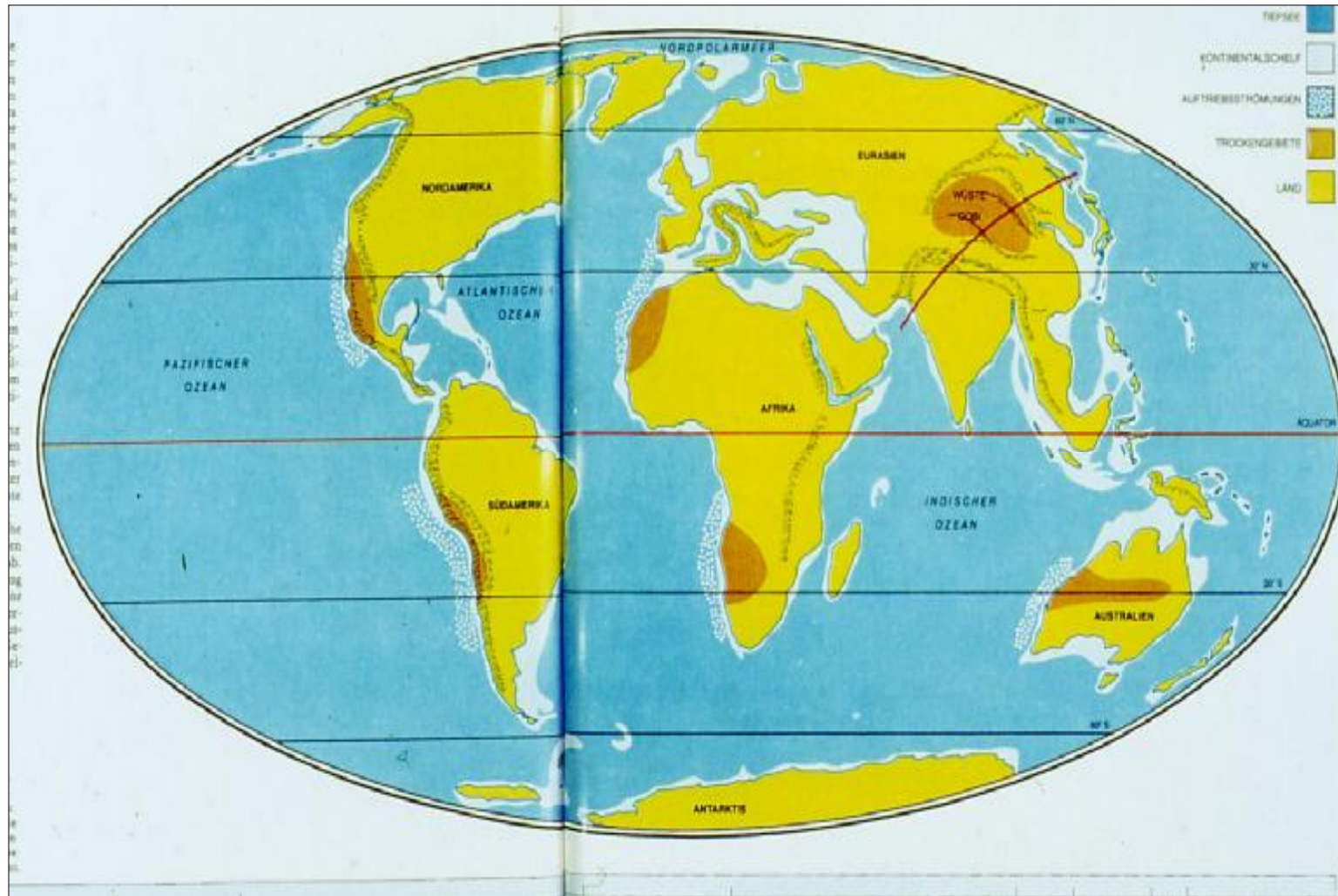
Die Kontinente vor 65 Mio. Jahren

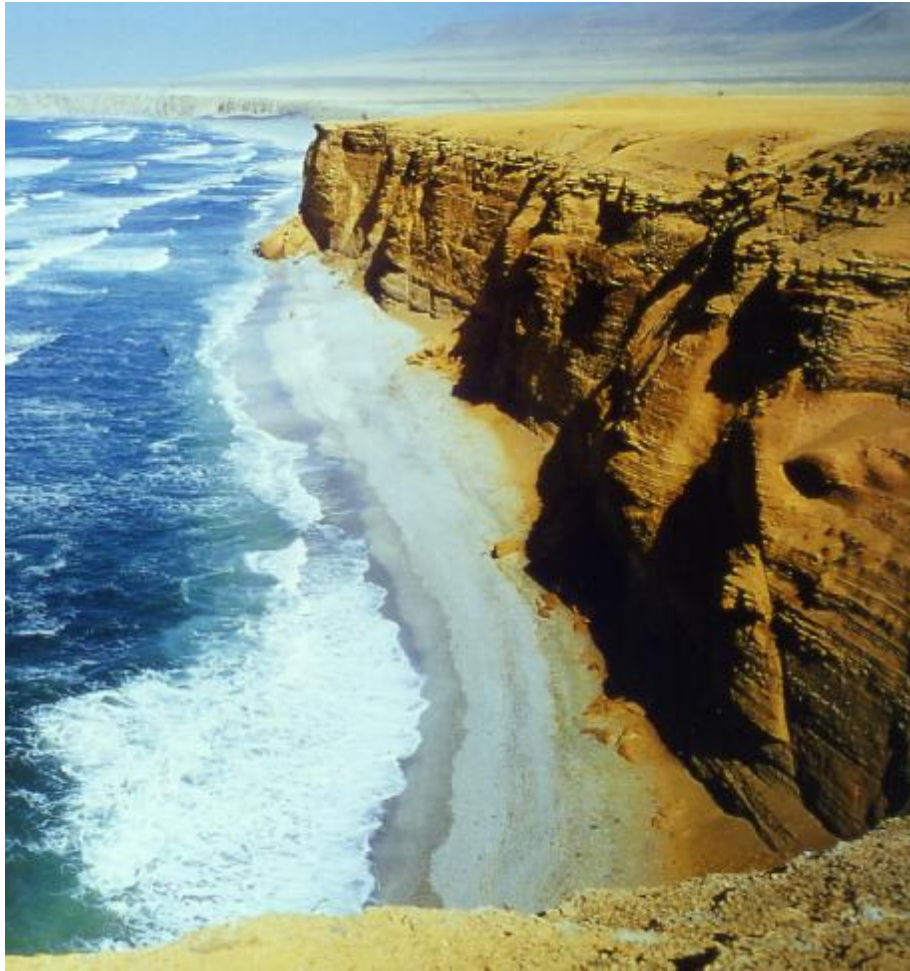
Beachte die Positionen der Wüsten



Die Kontinente vor 15 Mio. Jahren

Beachte die Positionen der Wüsten





Küstenatacama/Chile



Baja California /USA

Entstehung von Reliefwüsten

- *) in Zonen feuchter W-Windströmungen gemäßigter Breite, orographische Entstehung im Regenschatten quergelagerter hoher (Küsten)gebirge**
- *) Steigungsregen an der Luvseite unter Auflösung der Wolken, im Lee daher Niederschlagsarmut (Föhnneffekt)**
- *) Great Basin (im Lee der Sierra Nevada), Mojave, Death Valley, Chihuahua (im Lee der Sierra Madre Occ.), Binnenatacama und Halbwüsten Patagoniens (im Lee der Anden)**
- *) auch Kombination mit Lage am Wendekreis möglich: iranische Wüsten (im Lee des Zagros-und Alborz-Gebirges)**



Chihuahua /New Mexico



Binnen-Atacama/Chile

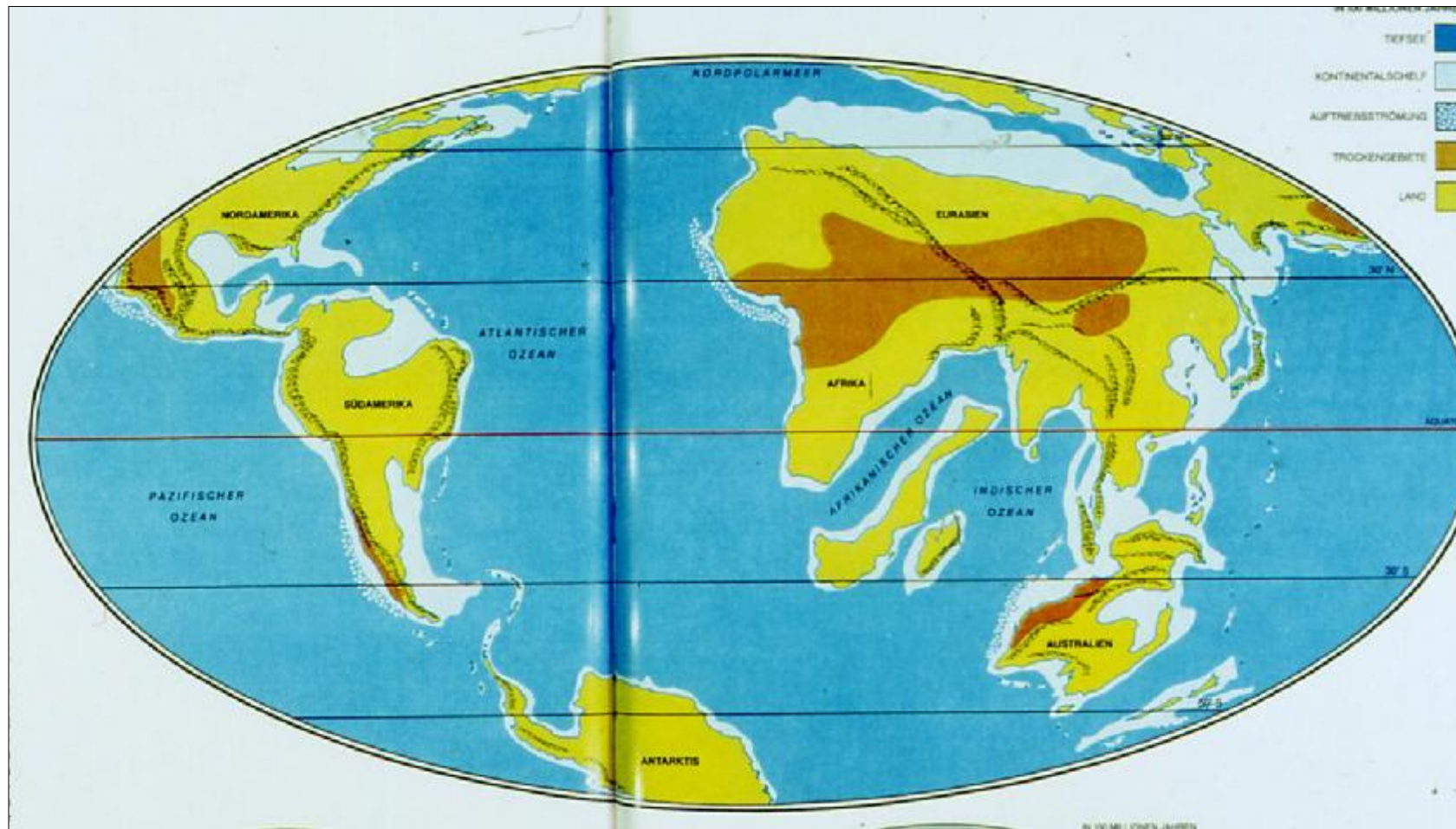
Entstehung von kontinentalen Inlandswüsten

- *) im Zentrum großer Landmassen weit abseits feuchter Luftmassen**
- *) riesige Trockengebiete Asiens zwischen 35-50° nördl. Breite ohne Einwirkung atlantischer Tiefdruckgebiete**
- *) südl. zentrale und östl. Sahara, zentrale iran. Wüsten, Kara Kum**
- *) auch Kombination mit Reliefwüstencharakter durch abschirmende Gebirge gegen den Monsun und in hohen Lagen (Takla Makan durch Hindukusch und Tienshan, Tschangtang-Wüste, Gobi und Tibetisches Hochland durch Himalaja)**



Die Kontinente in 100 Mio. Jahren

Großwüsten der Zukunft



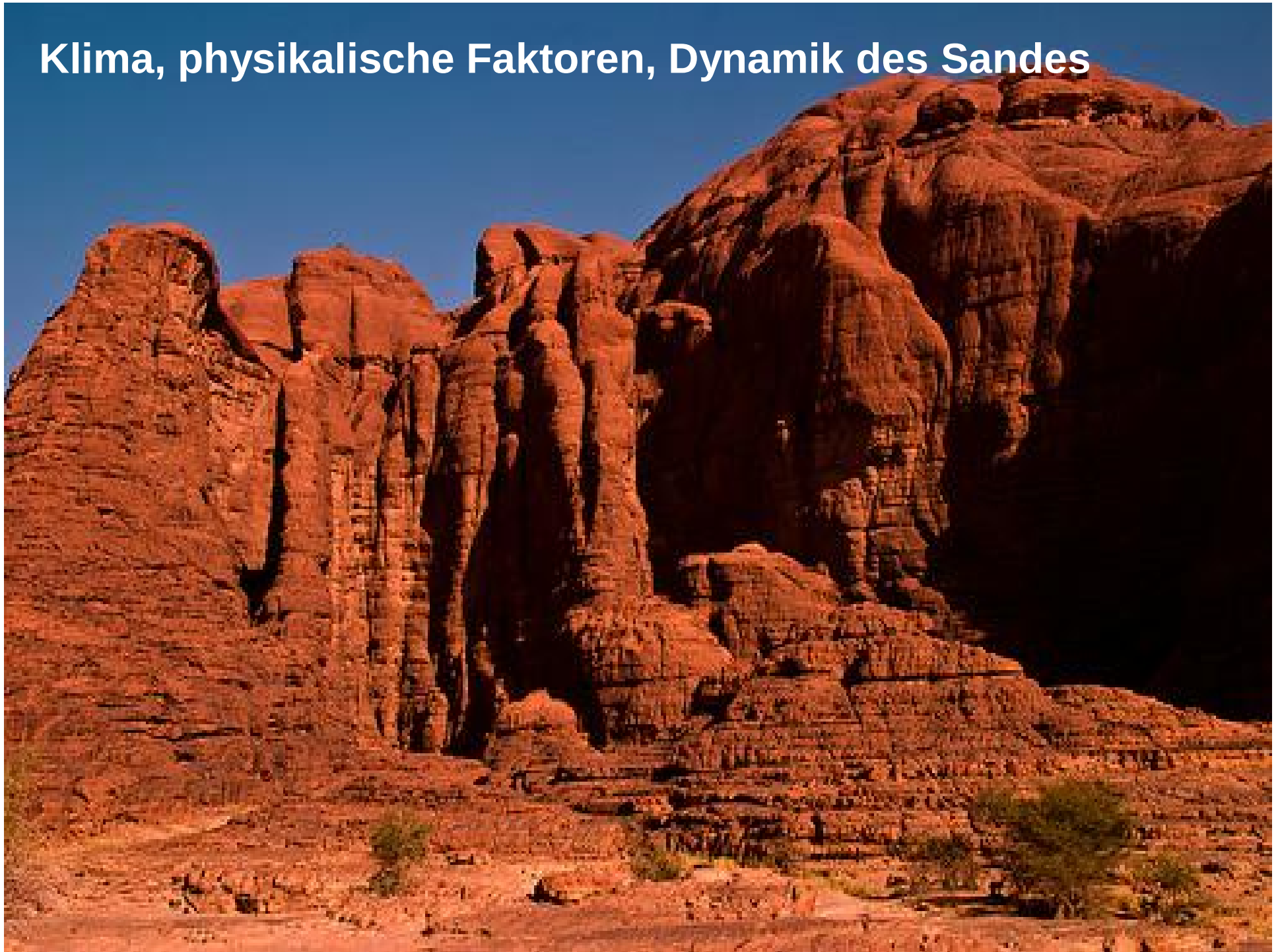


Gobi-Altai/ Mongolei
hat in 100 Mio Jahren Anschluß an
der transkontinentalen Megawüste

Great Victoria Desert /Australien
rückt, wie der gesamte Kontinent,
in den subtropischen Klimagürtel
vor, Australien wird zur Vollwüste



Klima, physikalische Faktoren, Dynamik des Sandes



KLIMATOLOGIE subtropischer WÜSTEN

STRAHLUNGSBILANZ

wolkenarme Hochdruckgebiete, daher volle Strahlungsintensität mit hohem UV-Anteil:

Sonora >20 Mio. W/cm² jährlich $><$ GB 1,7 Mio. W/cm².

95% der max. Einstrahlung erreichen den Boden $><$ 60% in den gemäßigten Breiten.

nächtliche Abstrahlung 95% $><$ ca. 50% in den gemäßigten Breiten

große jahreszeitliche Gegensätze

Sonora Maximum im Mai = 55,8 mW/cm²/Tag

Minimum im Winter = 20,9 mW/cm²/Tag

TEMPERATUR

Bodentemperatur max. (77-80°C ?), starkes vertikales Gefälle zwischen Oberfläche und oberen Bodenschichten von 66° auf 50°C. In 1m Tiefe relativ konstante Temp. von 28-20°C (ohne oder mit Tongehalt)

Lufttemperatur extrem in zentralen Wendekreiswüsten, max. 58°C (Bilma, S. Algerien), min. -7°C (Quargla, S. Alg.) bis -13°C (Hoggar, 3.000m SH)

starkes Tag-Nacht – Gefälle max. bis 55°C (Sahara), in zentralasiatischen Wüsten bis max. 77°C mit jährlichen Schwankungen von -40° - +50 °C.

ARIDITÄT, RELATIVE FEUCHTE, VERDUNSTUNG

zentr. Sahara: im Sommer ca. 15-20% rF., sinkt durch heiße Wüstenstürme (Samum) auf 2-3%

Verdunstungskapazität von 2-7 m H₂O-Säule/ m²/Jahr

Küstennamib: im Sommer 19h lang rund bis 100% rF

NIEDERSCHLAG

**unergiebig, selten, unregelmäßig (episodische Sturzregen),
Trockenzeit in der zentr. Sahara 1-2 Jahre, in S-Libyen bis
6 und 17 Jahre, Binnenatacama bis 27 Jahre**

Arabische Wüsten 10-25 mm NS,

Küstennamib 40-50mm NS durch Nebelkondensation,

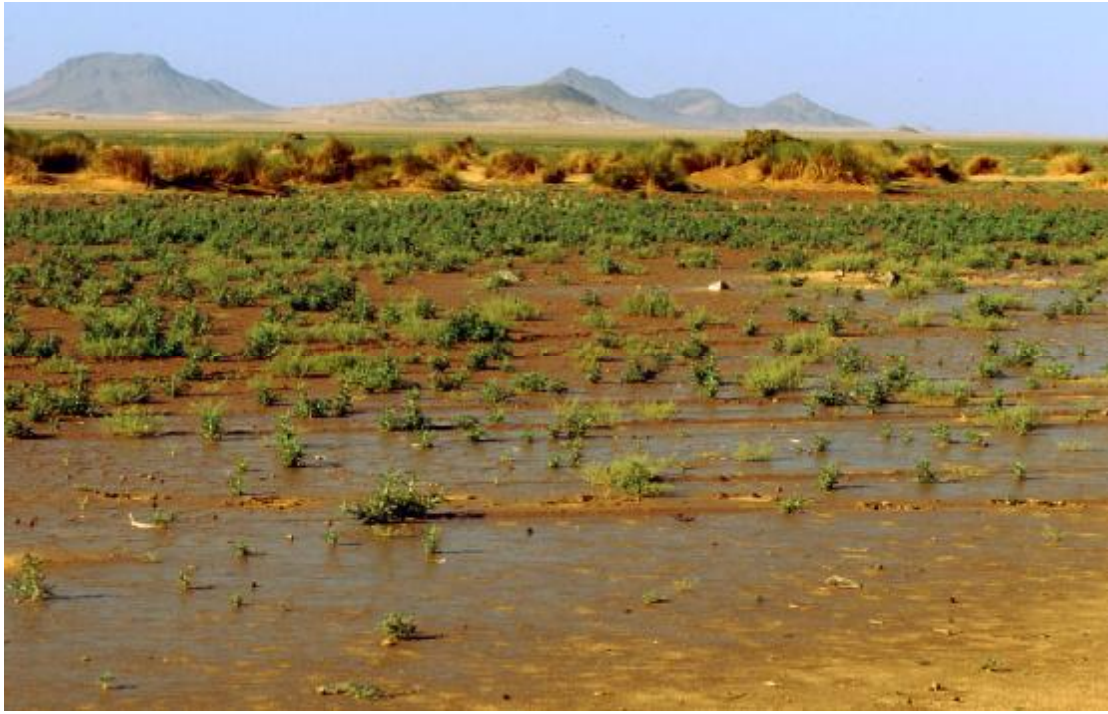
NS fällt an der Küstenatacama als Nieselregen (*Garua*)

Australische Wüsten -125 mm









Wadi in S-Algerien
7 Tage nach dem Regen.
Massenentwicklung von
Brassicaceen für 14 Tage

Wadi an der arabisch-jordanischen
Grenze
„contracted vegetation“ (Akazien
und Wüstenginster) als Anzeiger
von Grundwasserversorgung auch
in der Trockenzeit



WIND

Windeinfluß ist elementar durch das Fehlen bremsender Elemente, Verfrachtung von Lockermassen als Folge der Nacktheit und Bodentrockenheit

- *) Windsysteme der circumglobalen Kernzirkulation (Passate, Monsune)**
- *) tageszeitliche Richtungsänderung und jahreszeitlich wechselnde Windgeschwindigkeiten**
- *) episodische Ereignisse (Wüstenstürme)**
- *) Konvektion der Luft, beeinflusst Ariditätsgrad**
- *) Windenergie im Bodenkontakt bewirkt als wichtiger Faktor der Gestaltung typ. geomorphologischer Formen mit großer Scherkraft Abtragung, Transport, Akkumulation**

Sediment-Transport

durch Staubstürme und Sandwinde

Zusammentreffen best. meteorologischer Phänomene:

- *) intensive Aufheizung der Oberfläche**
 - *) Antrieb aus der oberen Atmosphäre (z.B. Jet-stream)**
 - *) aufsteigende Winde durch verstärkten horizontalen Druckgradienten und großräumige Konvergenz**
- Zusammentreffen hpts. im Frühjahr.**

Mit Zunahme der transportierten Sandmenge steigt die mechanische Windwirkung (um das 10-fache bei 24-34 km/h, um das 100-fache bei 34-56 km/h)

Wirksame Verringerung der rF. (5% rF bei Sandsturm mit 58°C)

Über der Sahara ständig 3-5 Mio t Staub in der Luft, 80% sedimentieren, 20% ins Meer verblasen

typische Wind- und Sturmarten der Sahara

Chergui: trocken, heiß, aus SO-O, Frühjahr und Herbst, Föhnneffekt

Habub („die Wehende“): Staubwind bis 100 km/h, mehrere km breit, bis 1000m hoch, Ablagerungen gr. Staubmassen, nur über kurze Strecken und Dauer

Haratin: Staubwind der W-Sahara

Khamsin: trocken, heiß, staubbeladen, Staub- und Sandsturm oft tagelang, typisch für Ägypten

Samum/Simum („Giftwind“): trocken, sehr heiß (-60 Grad), Staub- und Sand beladen, Rötung des Himmels, typisch für die Arabische Halbinsel

Schirokko: heißer Staubwind aus dem Zentrum, wird an der Küste feucht, typisch für Ägypten, Libyen





Abtragung

durch Deflation und Korrasion.

Deflation: Abtragung bereits verwitterter Feinsedimente auf hpts. vegetationsfreien Flächen durch Aus- und Abblasung

Korrasion: Abrieb und Schliff von Gesteinsoberflächen durch Sandstrahlgebläse: Windkanter, Pilzfelsen





Taffonis:

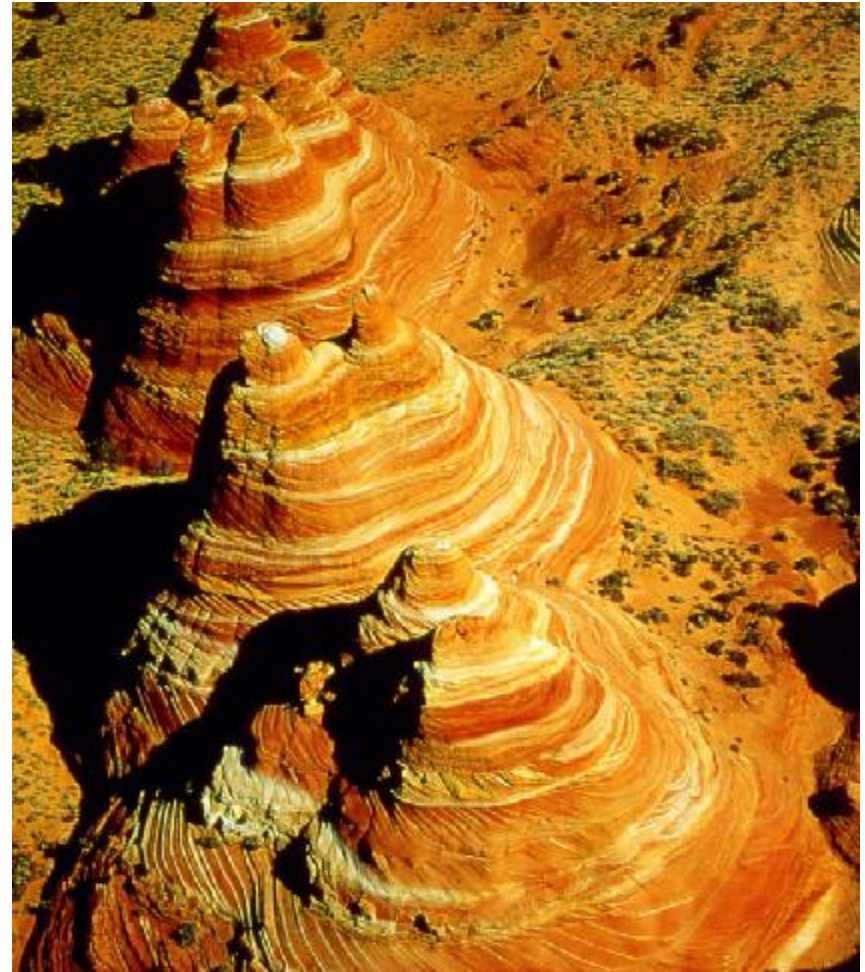
Erosionshöhlungen im Gestein,
Entstehung durch physikalische
(tageszeitliche Klimagegensätze)
und chemische Einflüsse
(sg. Schattenverwitterung)





Desquamation durch Wind,
Hitze und physikalische
Wirkung

Schleifwirkung
des Windes am
festen Gestein





Material-Transport

in Bodennähe durch Saltation und Reptation für Partikel in Sandgröße:

Kriechender Transport (Reptation) größerer Partikel indirekt durch Windwirkung und Zusammenschluß von auftreffenden Sandkörnern:

***) Einzelkorn trifft auf Sandoberfläche → Saltation weiterer Körner und Transport über kurze Strecken**

***) Sandkörner treffen auf Feinsediment → wirbeln es in die Luft → Transport in Suspensionen über 1000ende km in großer Höhe (Saharastaub bis Skandinavien verweht)**

Bei der Abtragung wirken Windgeschwindigkeit (1,5 – 32,5 m /sec) und Luftdichte zusammen.

Mit steigender Windgeschwindigkeit erhöht sich die Abtragungskraft E um das 3-fache: (Steigerung von 2 auf 4 m/sec erhöht E um das 8-fache.

Korngröße bestimmt den Abtragsgrad:

***) direkter Windtransport von Fein- und Mittelsanden mit 0,1-0,5 mm Korngröße ab 5 m/sec**

***) kleiner Partikel bilden Aggregate (Suspensionen), Korngrößen bis 0,5 mm bilden Dünen und fliegen weit**

***) größere sind bei normaler Windgeschwindigkeit zu schwer, lagern sich schon bald wieder ab (wird auch durch Ausgangsmaterial bestimmt)**

untere Schicht der Atmosphäre mit 2 Strömungstypen:

laminar (Luftmoleküle bewegen sich horizontal zur Oberfläche, hpts. auf ebenen Flächen wirksam)

turbulent (Luftmoleküle bewegen sich horizontal und vertikal, oft springend und wirbelnd, hpts. auf unebenen Flächen wirksam), Sprunghöhe 1,5-2 m, (3,5-5 m)

vertikale Komponente = 20% der Gesamtströmung, daher Mischung langsamer und schneller Moleküle unter Verlangsamung der Windgeschwindigkeit

Grenzschicht (Staubschicht) = turbulenzfreie Zone dicht über dem Boden. Ragen Bodenpartikel über diese in die turbulente Strömung, werden sie bewegt und meist auch ausgeblasen.

Ablagerung

div. Faktoren bestimmen typische äolische Ablagerungsformen:

- *) Anwesenheit eines festen Kerns als Ausgangsstadium**
- *) Musterentwicklung durch Abtragung und Anlagerung einzelner Körner, nicht durch innere Deformation, etwa Faltung**
- *) Interaktion zwischen Form und Windfluß als dynam. Gleichgewicht zwischen Topographie der Oberfläche und Fließmustern**
- *) Wanderung der Ablagerungsform samt Fließmuster solange der Wind stark genug ist (Abtragung im Luf, Ablagerung im Lee)**
- *) Gleichgewicht von Form und Muster, solange Windbedingungen, Topographie und Partikelschub konstant bleiben**

Vielfalt von Dünen

