



uni

Universität
Augsburg
University

Vorlesung

Physische Geographie Teil 1

Teilgebiet Geomorphologie

Prof. Dr. Andreas Philipp

Geomorphologie

Inhalt

1. Einführung, Erdaufbau und Gesteine
2. Endogene Dynamik
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Geomorphologie

Geomorphologie leitet sich ab von:

Geo = Erde / Land, **morphe** = Form / Gestalt, **logia** = Lehre / Wissenschaft

Definition:

Geomorphologie ist die Lehre von den Oberflächenformen der Erde und ihrer Entstehung.

Aufgabenfelder der Geomorphologie:

Die Geomorphologie **beschreibt, ordnet, systematisiert** und **erklärt** die Oberflächenformen der Erde, ihre Entstehung und Weiterbildung sowie die daran beteiligten Prozesse.

Literatur

Ahnert, F. (2015): Einführung in die Geomorphologie. -UTB, Stuttgart, 458 S.

Dikau, R., Eibisch, K., Eichel, J., Meßenzehl, K. & M. Schlummer-Held (2019): Geomorphologie. – Springer Spektrum, 488 S., Berlin.

Gebhardt et al. (2011): Geographie – Spektrum Verlag, Heidelberg, 1328 S.

Leser, H. (2009): Geomorphologie. - Das geographische Seminar. Westermann Verlag, Braunschweig, 400 S.

Hugget, R.J. (2017): Fundamentals in Geomorphology. – Routledge, London, New York, 543 S.

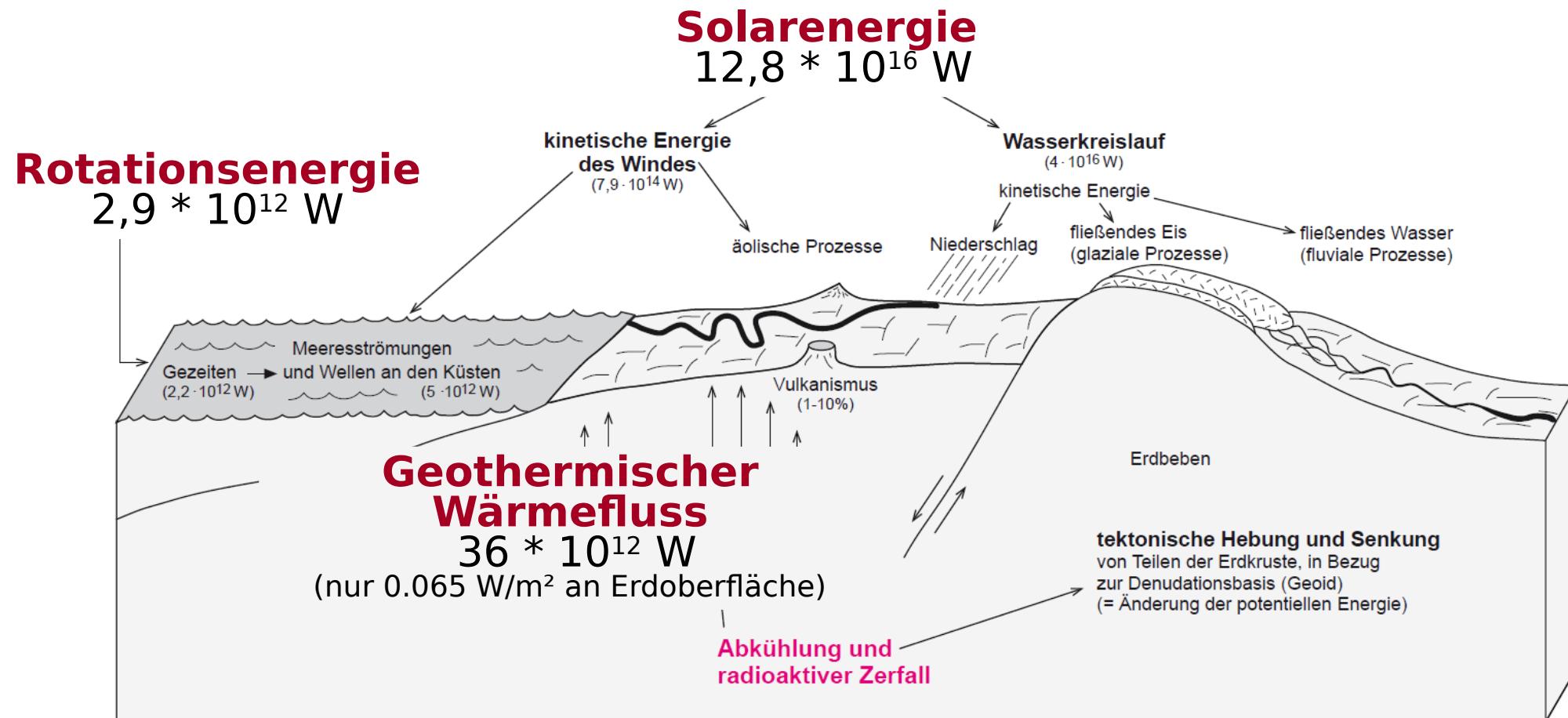
Press, F. & Siever, R. (2017): Allgemeine Geologie. – Springer Spektrum, 769 S.

Zepp, H. (2017): Geomorphologie. - UTB, Stuttgart, 402 S.



Geomorphologie

Energie im Erdsystem



Die Energiequellen für alle im System Erde und den Subsystemen ablaufenden Prozesse
(nach Zepp 2017, S. 21)

Systematik der Formen und Prozesse

Energie aus dem Erdinneren
überw. Reliefaufbau
→ Strukturformen

Energie von Außen (Solarstrahlung, andere Himmelskörper)
überw. Abtrag
→ Skulpturformen

Endogene Formen

Vulkane
Bruchtektonik
Faltentecktonik

primär
Gebiet der
Geologie

Gesteinsaufbereitung

Verwitterung
Korrasion
Abnutzung
physikalisch
chemisch

auch Gebiet
der
Bodenkunde

Exogener Formenschatz

Haupsächlich Gebiet der Geomorphologie

Massenverlagerungen

Massenselbstbewegung
spontane Massenbewegungen
differentielle Massenbewegungen

Massentransport
lineare Formung durch Wasser
Abtrag durch Gletscher

Abtrag durch Wind

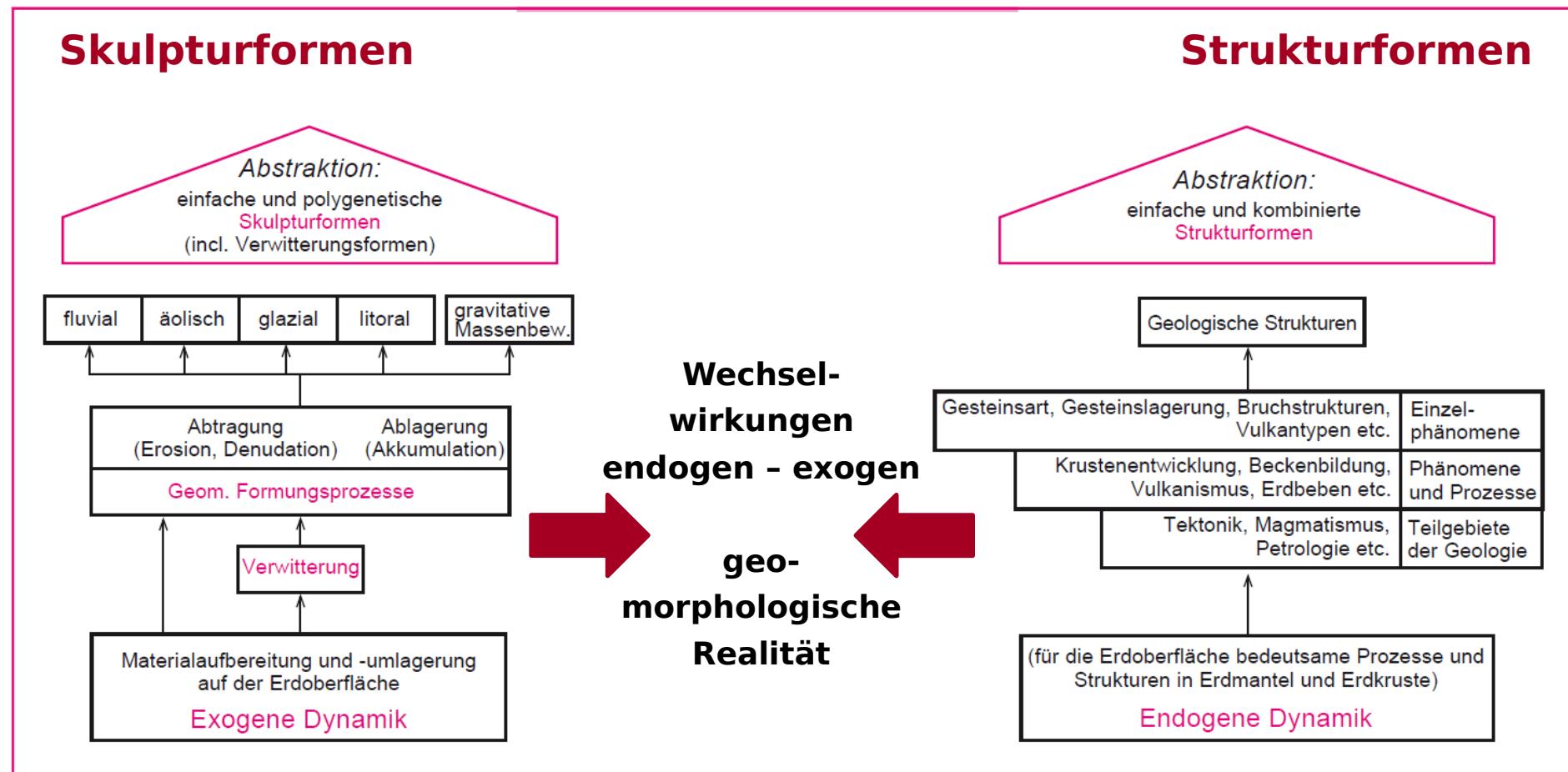
Abtrag durch Brandung

Anthropogene Formen
und Formung

Denudation Erosion Exaration Deflation Abrasion

Systematik der Formen und Prozesse

Systematik der Formungsprozesse



(nach Zeppl 2017)

Faktoren geomorphologischer Formung

- **Epirovarianz (Tektonische Vertikalbewegungen)**
- **Petrovarianz (Gesteinszusammensetzung)**
- **Klimavarianz (Klimatische Einflüsse auf Formung)**
- **Reliefenergie (Höhenunterschiede & potentielle Energie)**
- **Phytovarianz (Einflüsse unterschiedlicher Vegetationsbedeckung)**

Geomorphologie

Grundprinzipien der Geomorphologie/Geologie

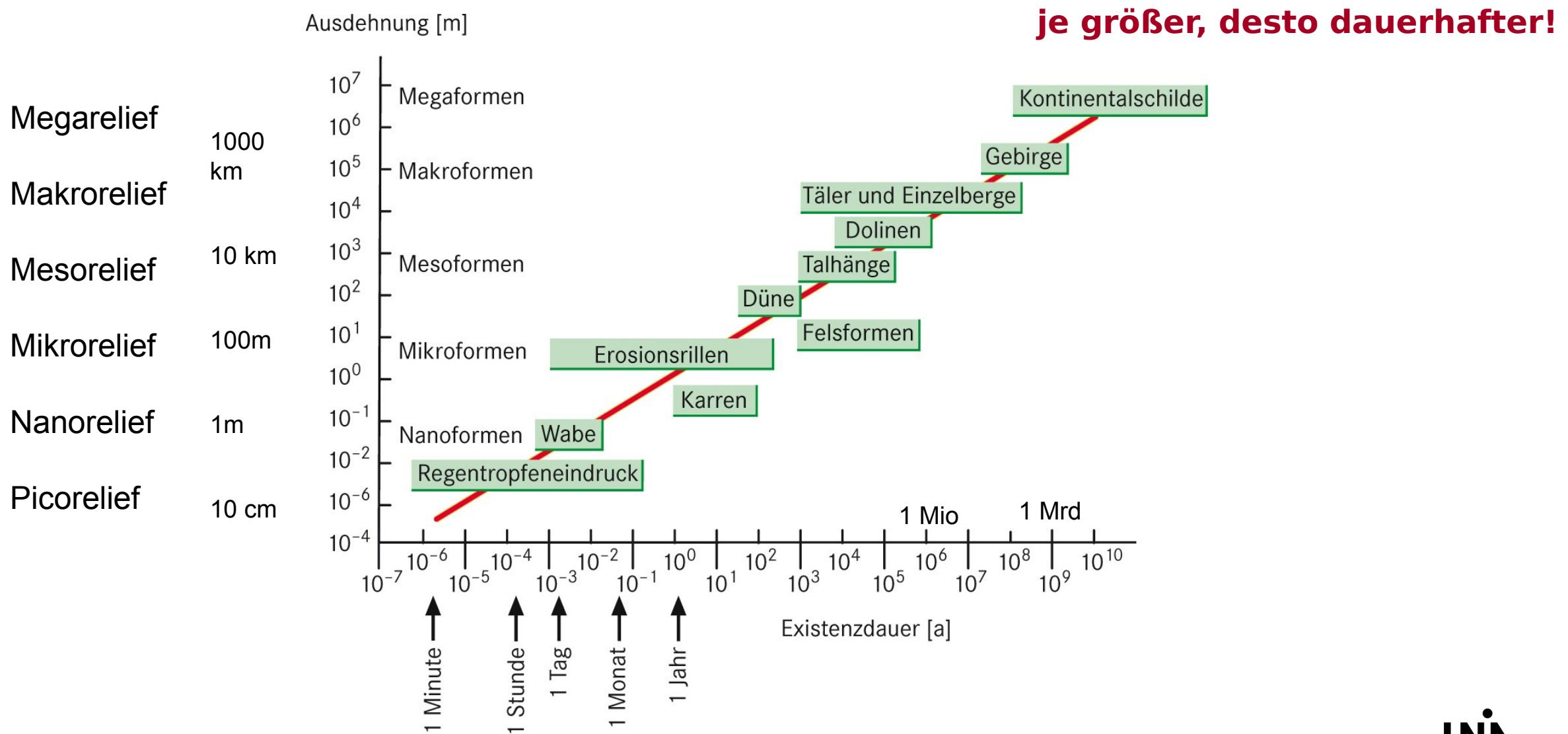
Das Prinzip des Aktualismus

Geomorphologische Prozesse und Formen sind in der Erdgeschichte unter **gleichen Bedingungen** abgelaufen bzw. entstanden wie heute.

Das Prinzip der Korrelate

Geomorphologische Verlagerungsprozesse erzeugen **typische Sedimente**, aus deren Auftreten auf die Prozesse der Entstehung geschlossen werden kann.

Größe und Dauer von Formen



Geologische Zeitskala



INTERNATIONALE CHRONOSTRATIGRAPHISCHE TABELLE

www.stratigraphy.org

Internationale Stratigraphische Kommission (ICS)

v 2017/02



Beispiel:

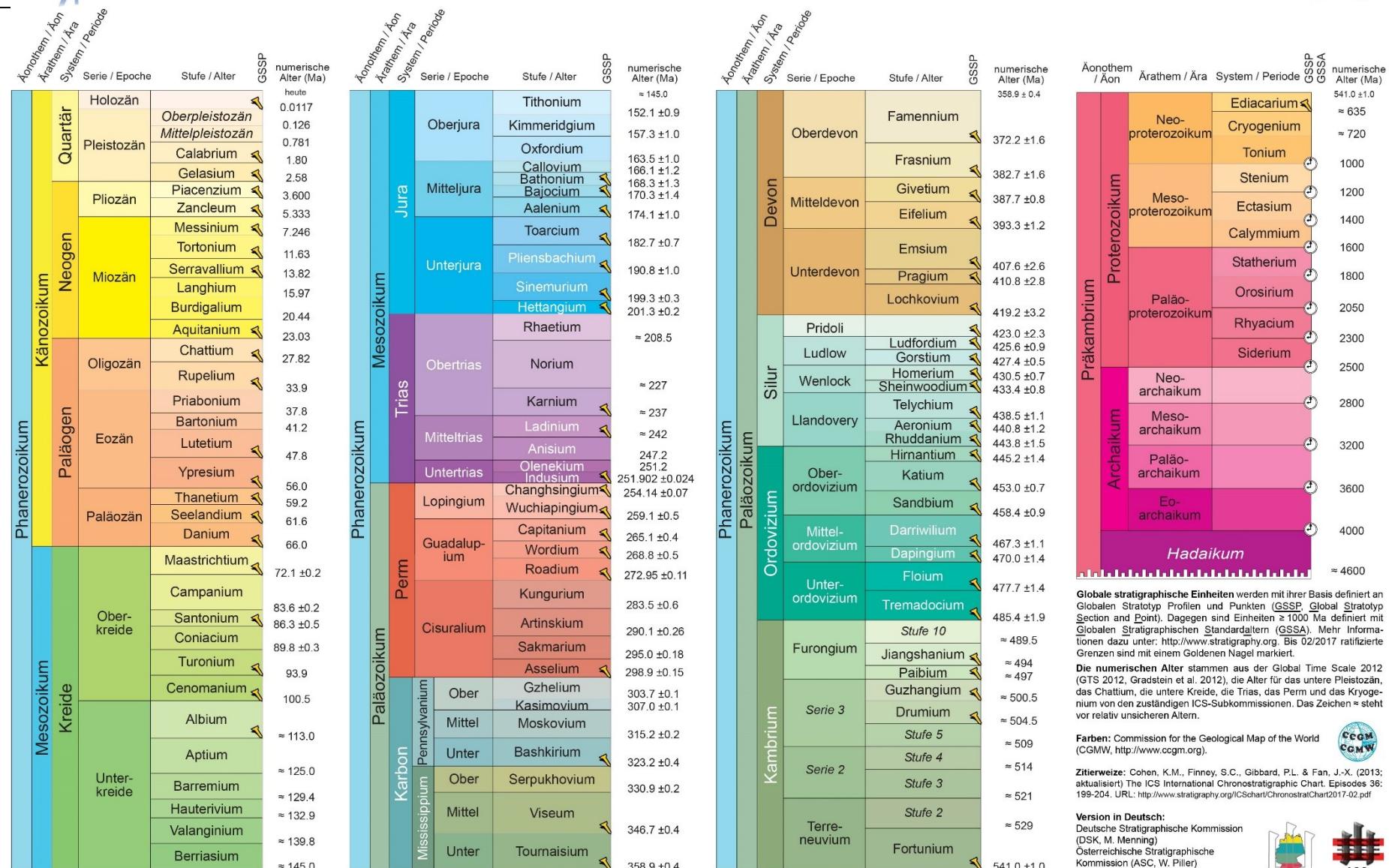
Äon: Phanerozoikum

Ära: Känozoikum

Periode: Quartär

Epoche: Holozän

Alter: k.A.



Geologische Zeitskala

Wichtige Zeitmarken

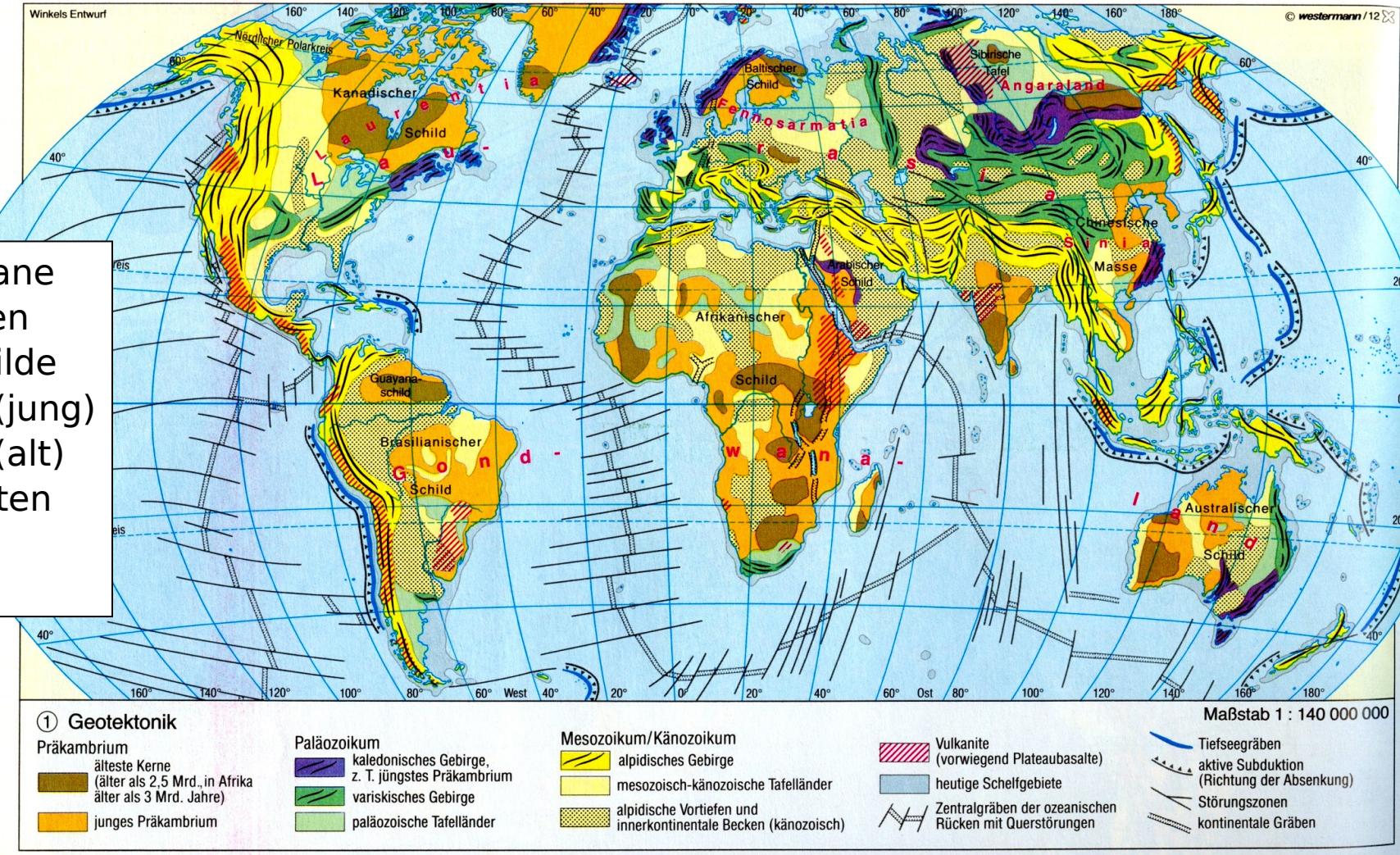
- Beginn des **Eiszeitalters**
- Ende des Mesozoikums:
Aussterben der **Saurier**
- Beginn des **Mesozoikums**
- Beginn des Lebens auf dem **Festland**
- **Entstehung der Erde**

Äon	Ära	Periode	Abteilung	Ma (Mill. Jahre)	Orogenese
Phanerozoikum	Känozoikum	Quartär	Holozän Pleistozän	2,56	
		Tertiär	Pliozän Miozän Oligozän Eozän Paläozän	25	ALPIDISCH
	Mesozoikum	Kreide	obere untere	65	
		Jura	Malm Dogger Lias	135	
		Trias	Keuper Muschelkalk Buntsandstein	190	
	Paläozoikum	Perm	Zechstein Rotliegendes	251	
		Karbon	Ober- Unter-	290	VARISZISCH
		Devon	Ober- Mittel- Unter-	345	
		Silur		395	KALEDONISCH
	Proterozoikum	Ordovizium		430	
		Kambrium	Ober- Mittel- Unter-	500	CADOMISCH
Präkambrium	Entstehung der Erde			570	
	ca. 4550				
	Nach Zepp (2017, S. 50)				

1. Einführung

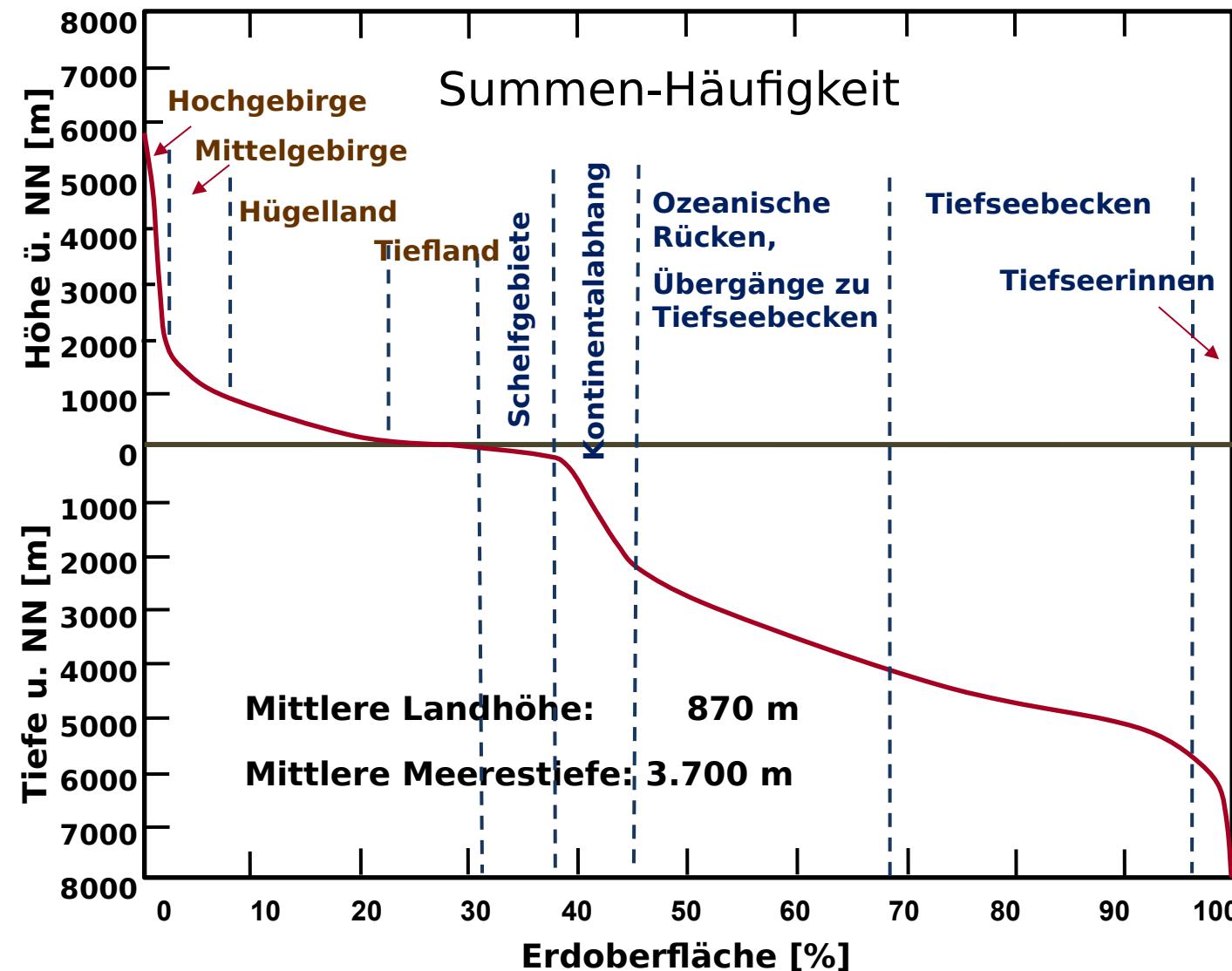
Geo(morpho)logische Raumgliederung

- Kontinente / Ozeane
- Lithosphärenplatten
- Kontinentale Schilder
- Gebirgssysteme (jung)
- Gebirgssysteme (alt)
- Beckenlandschaften
- Vulkangebiete
- Bruchstrukturen



Geomorphologische Raumgliederung

Die hypsographische
Kurve der Erde
(nach Strobach 1991)



Geomorphologie

Inhalt

1. Einführung, **Erdaufbau** und Gesteine
2. Endogene Dynamik
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Erdentstehung

Big Bang Theory

- Vor 13,8 Mrd. a **Urknall / Big Bang**, danach Expansion des Universums (Georges Lemaitre 1931)
- Rotierende Molekül-Wolke aus Gas und Staub kontrahiert

James Webb Space Telescope:
Rho Ophiuchi Wolke
390 Lichtjahre entfernt
nächste Sternentstehungsregion
Ringschatten vor jungen Sternen
deuten auf Planetenentstehung



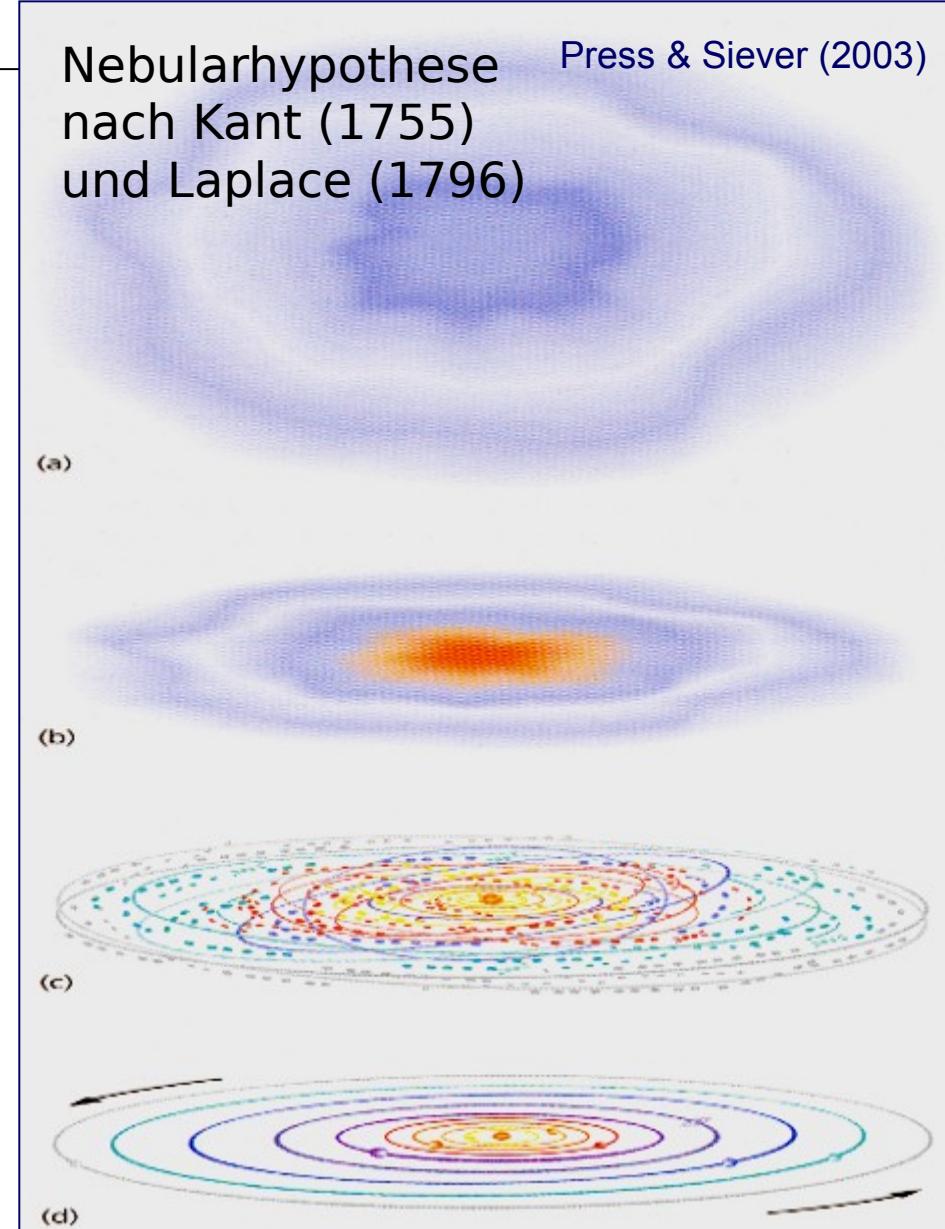
Erdentstehung

Das Sonnensystem

- Vor 13,8 Mrd. a **Urknall / Big Bang**, danach Expansion des Universums (Georges Lemaitre 1931)
- Aggregation zu Galaxien
- Rotierende **Molekül-Wolken** aus Gas und Staub kontrahieren zu Vorläufern der Sonnensysteme
- Die leichte Materie konzentriert sich in der Mitte und bildet die **Sonne**
- Restliche Materie ballt sich zu **Planetesimalen**
- Vor ca. 4,56 Mrd. a entstehen die **terrestrischen Planeten** durch weitere Kollisionen

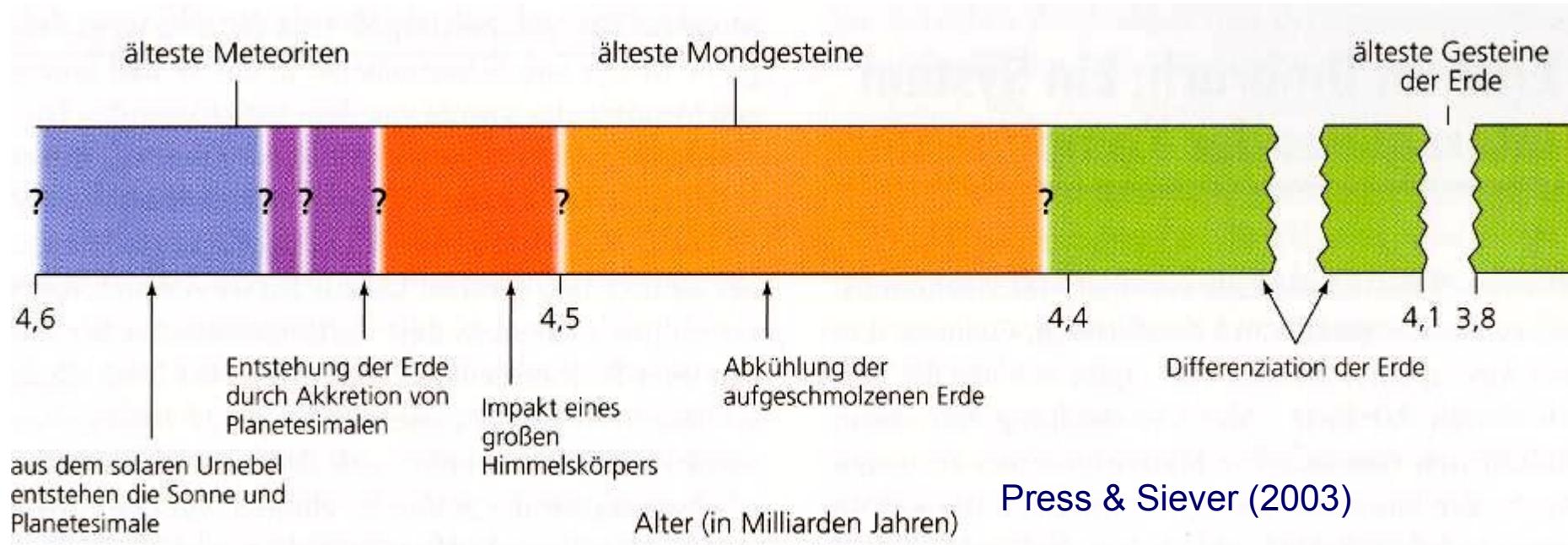
Nebularhypothese
nach Kant (1755)
und Laplace (1796)

Press & Siever (2003)



Erdentstehung

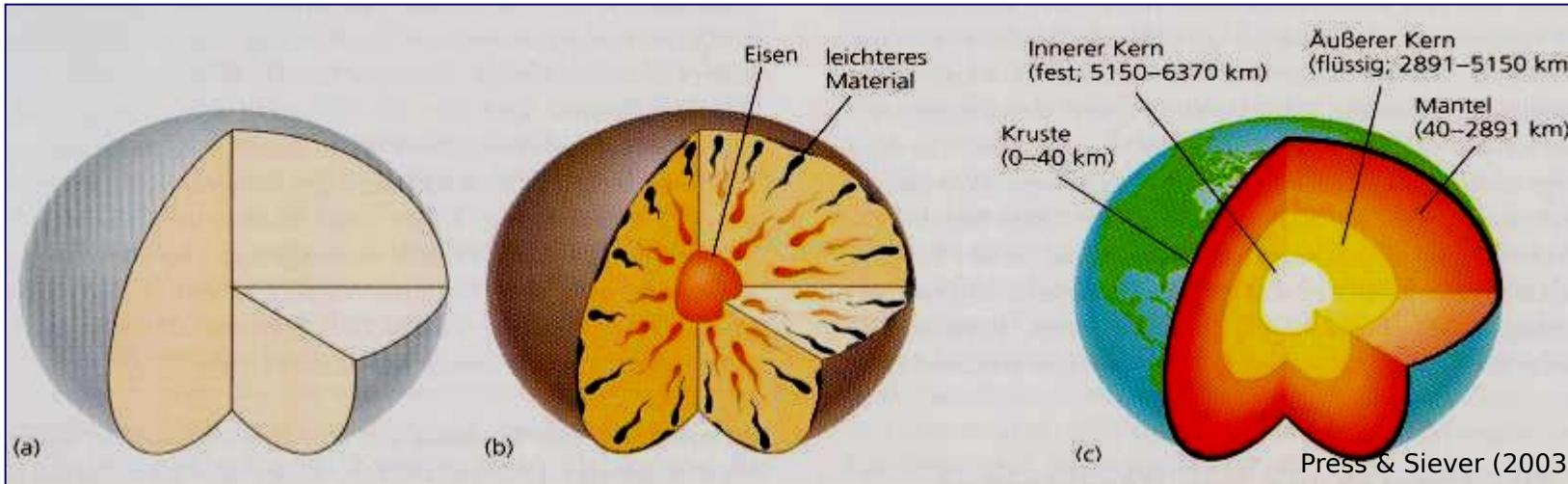
Entwicklung der Erde



- Nach Erdentstehung **Impakt** eines größeren Himmelskörpers → Erdmond
- **Abkühlung** der heißen Erde
- Vor ca. 4,4 Mrd. a beginnt wichtiger **Prozess der Differenziation**
- Ablagerung der **ältesten Gesteine** (leicht, silikatisch) vor ca. 4 Mrd. a

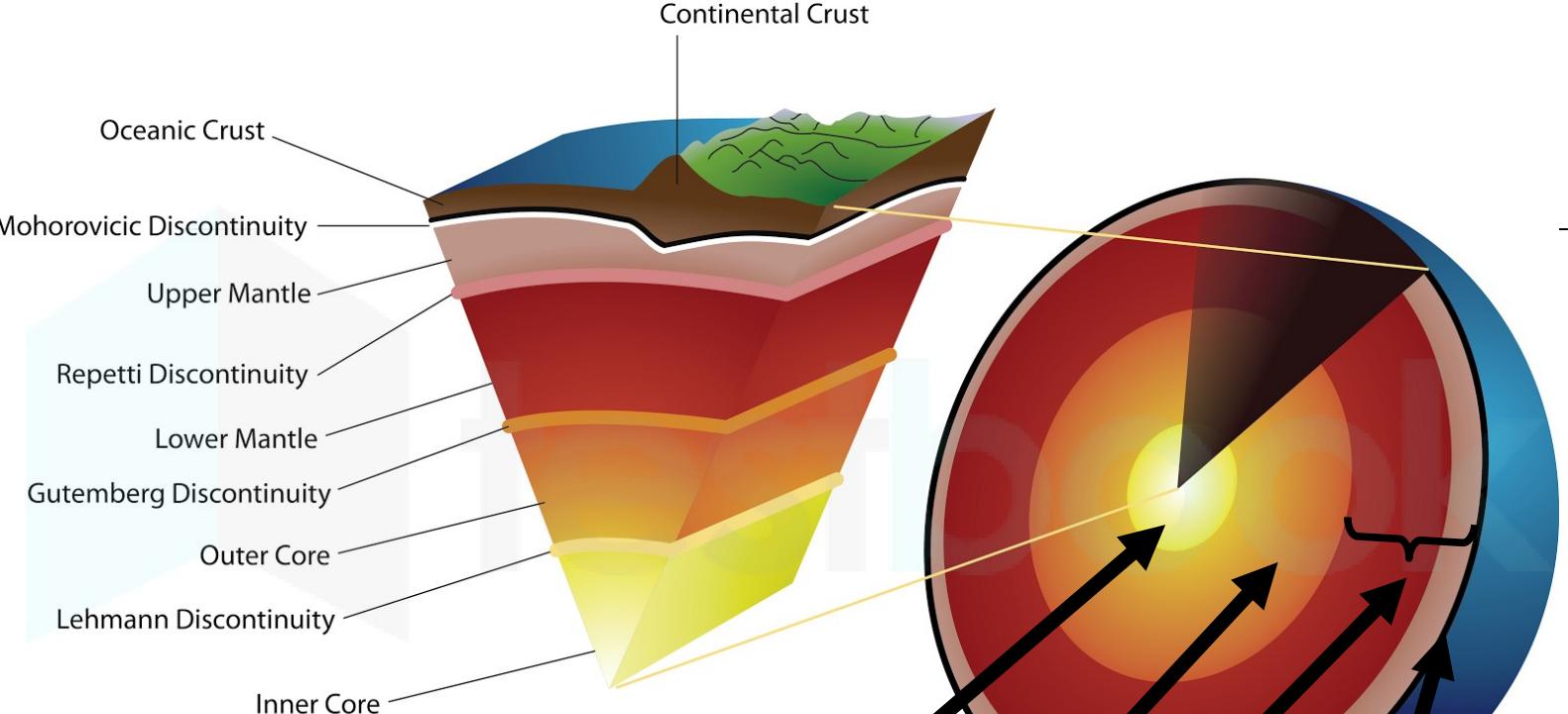
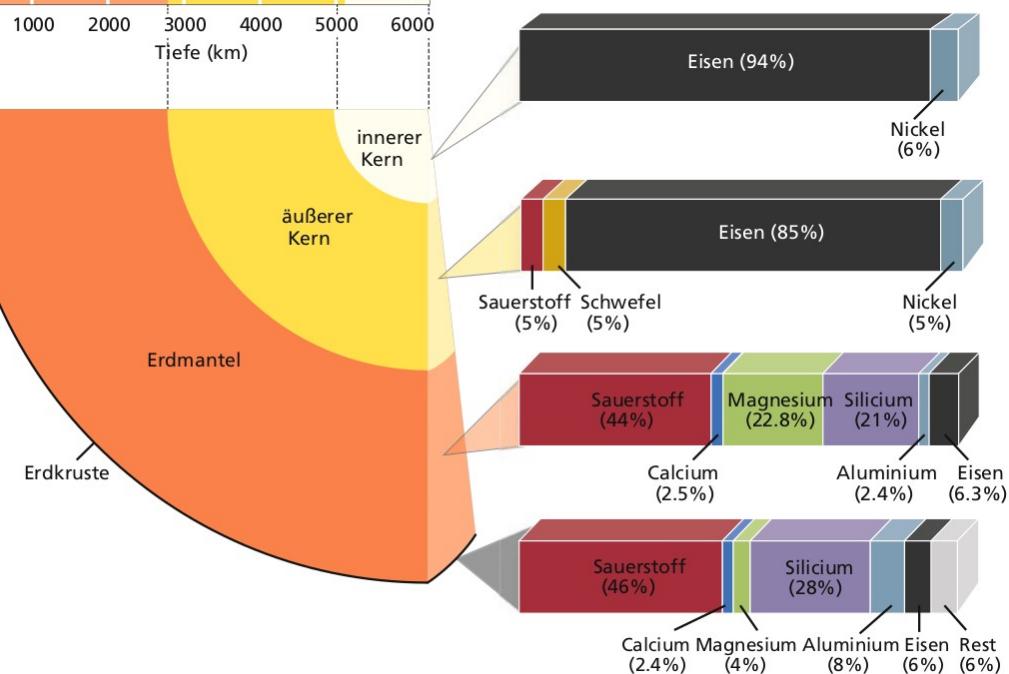
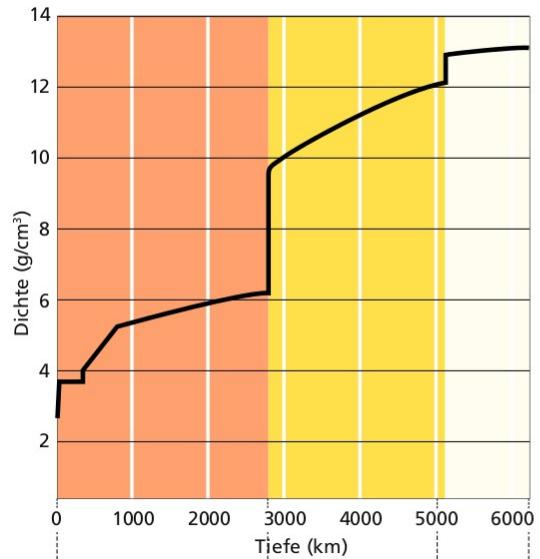
Erdentstehung

Die Differenziation



- Andauerndes Bombardement von Meteoriten und radioaktive Zerfall führen zum **Aufschmelzen** der Erde
- In glutflüssiger Phase kommt es zur **Wanderung der schweren Elemente** in das Erdinnere
- Nach Abschluss der **Differenziation** besteht die Erde aus **Schalen** unterschiedlich schwerer Materie

Erdaufbau



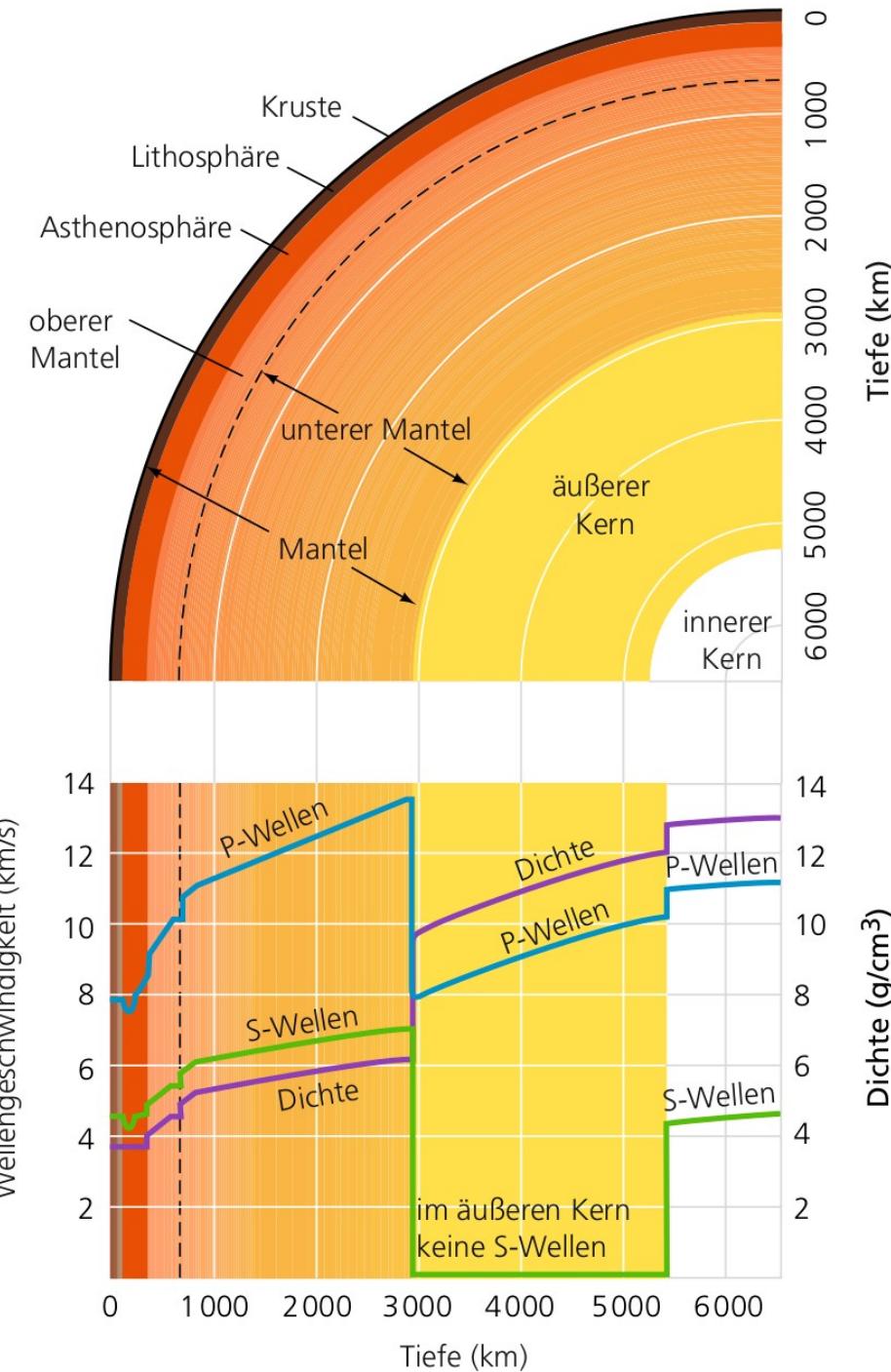
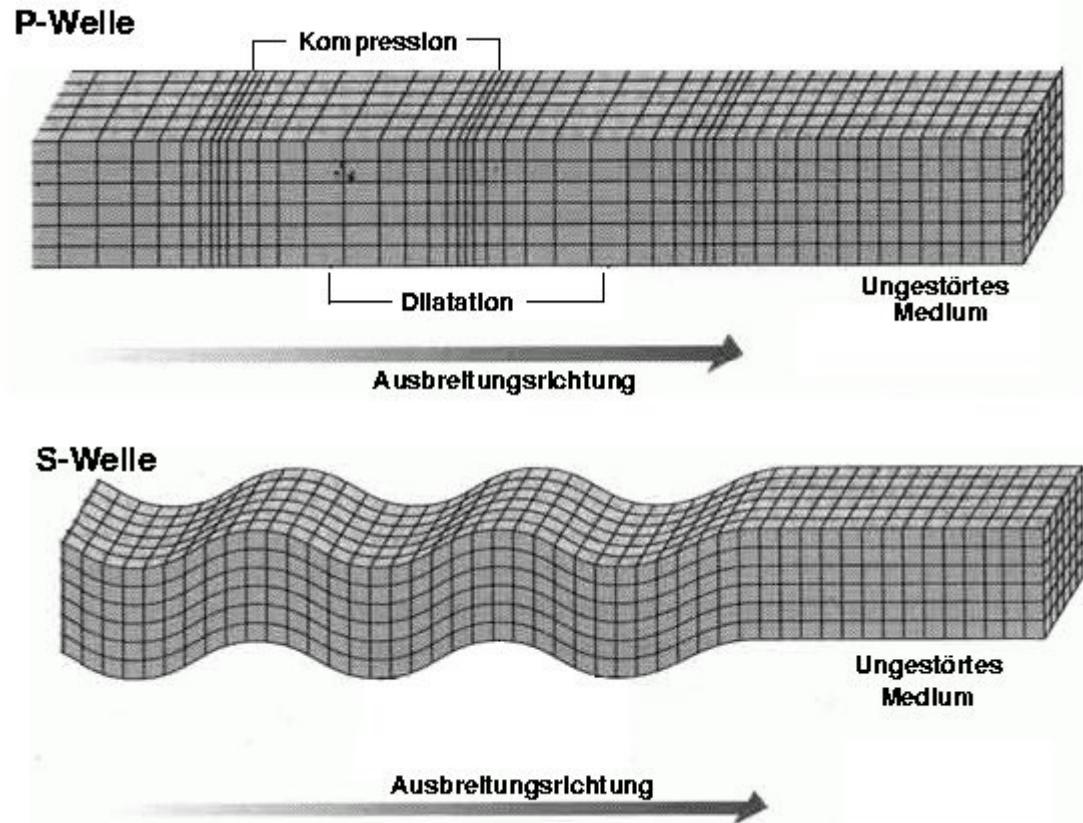
aus festem Eisen bestehender innerer Kern (5150–6370 km)
1,7% der Gesamtmasse

Erdkruste (0–40 km)
0,4% der Gesamtmasse
Erdmantel (40–2890 km)
61,7% der Gesamtmasse

aus flüssigem Eisen bestehender äußerer Kern (2980–5150 km)
30,8% der Gesamtmasse

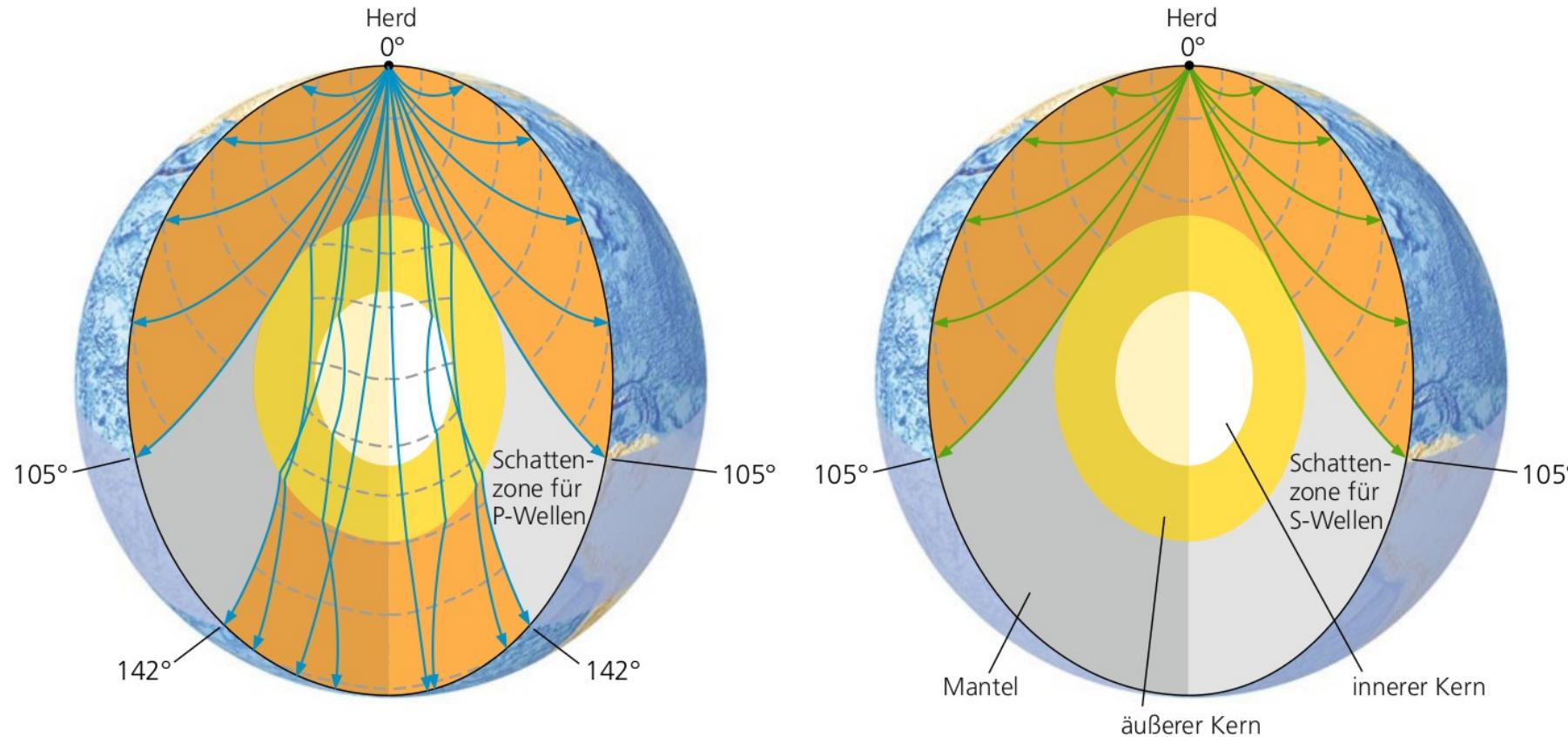
Erdaufbau

Ausbreitung seismischer Wellen als Indikation des Schalenstruktur:
Ausbreitungsgeschwindigkeit



Erdaufbau

Ausbreitung seismischer Wellen als Indikation des Schalenstruktur: Schattenzonen

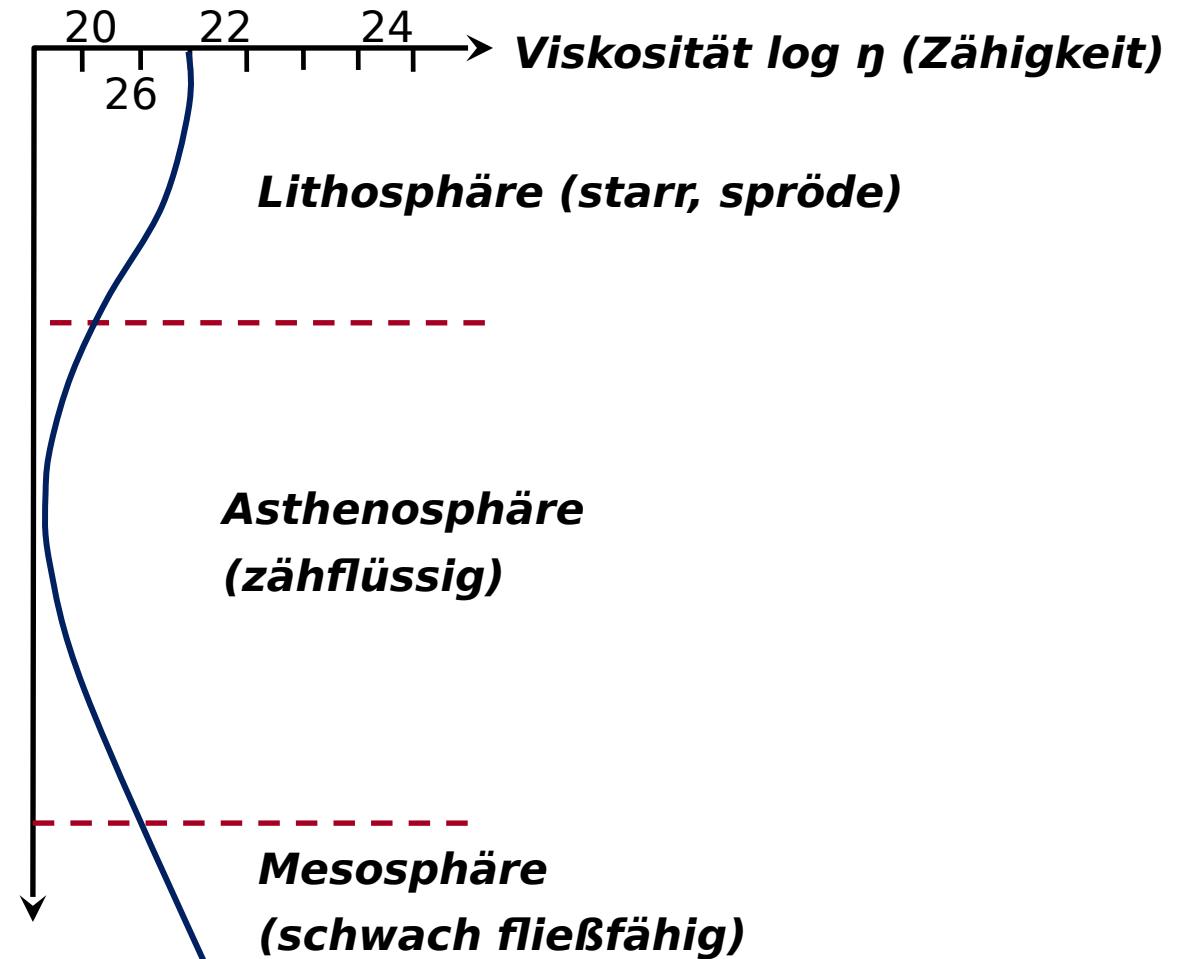
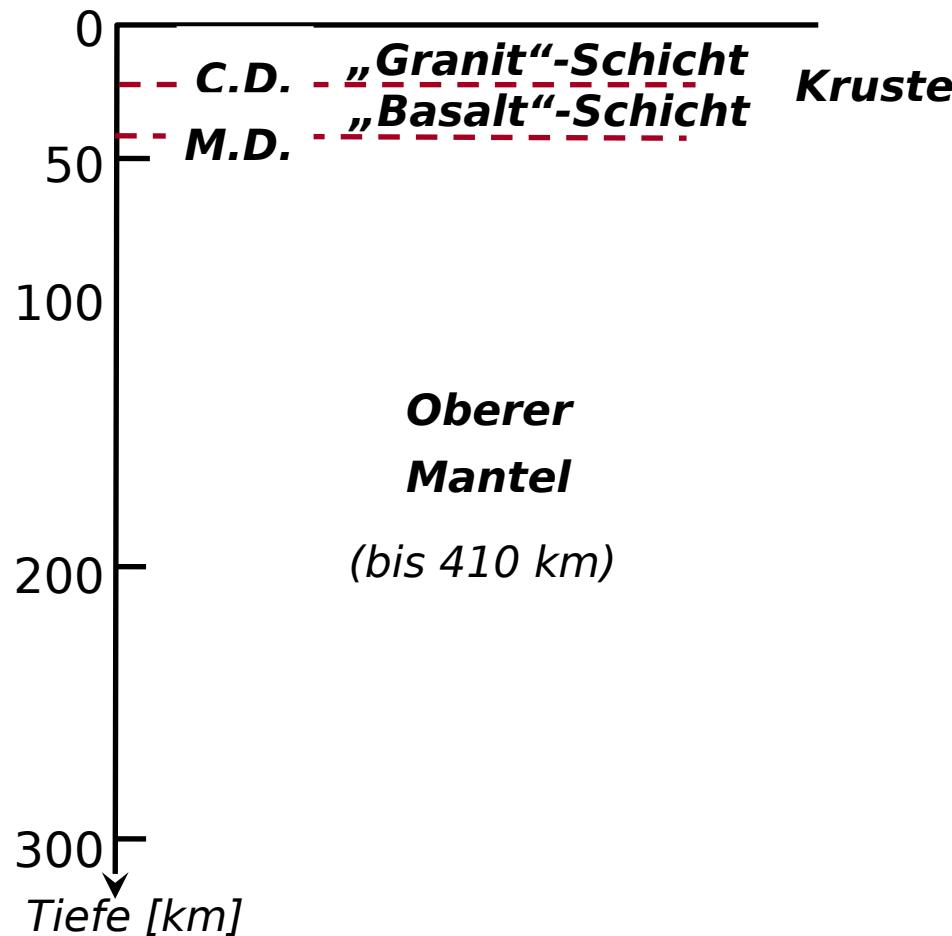


P-Wellen werden bei Ein- und Austritt
in den äußeren und inneren Kern abgelenkt
(Brechung) => Schatten zwischen 105° und 142°

S-Wellen werden im flüssigen
äußeren Kern absorbiert
=> Keine Ausbreitung > 105°

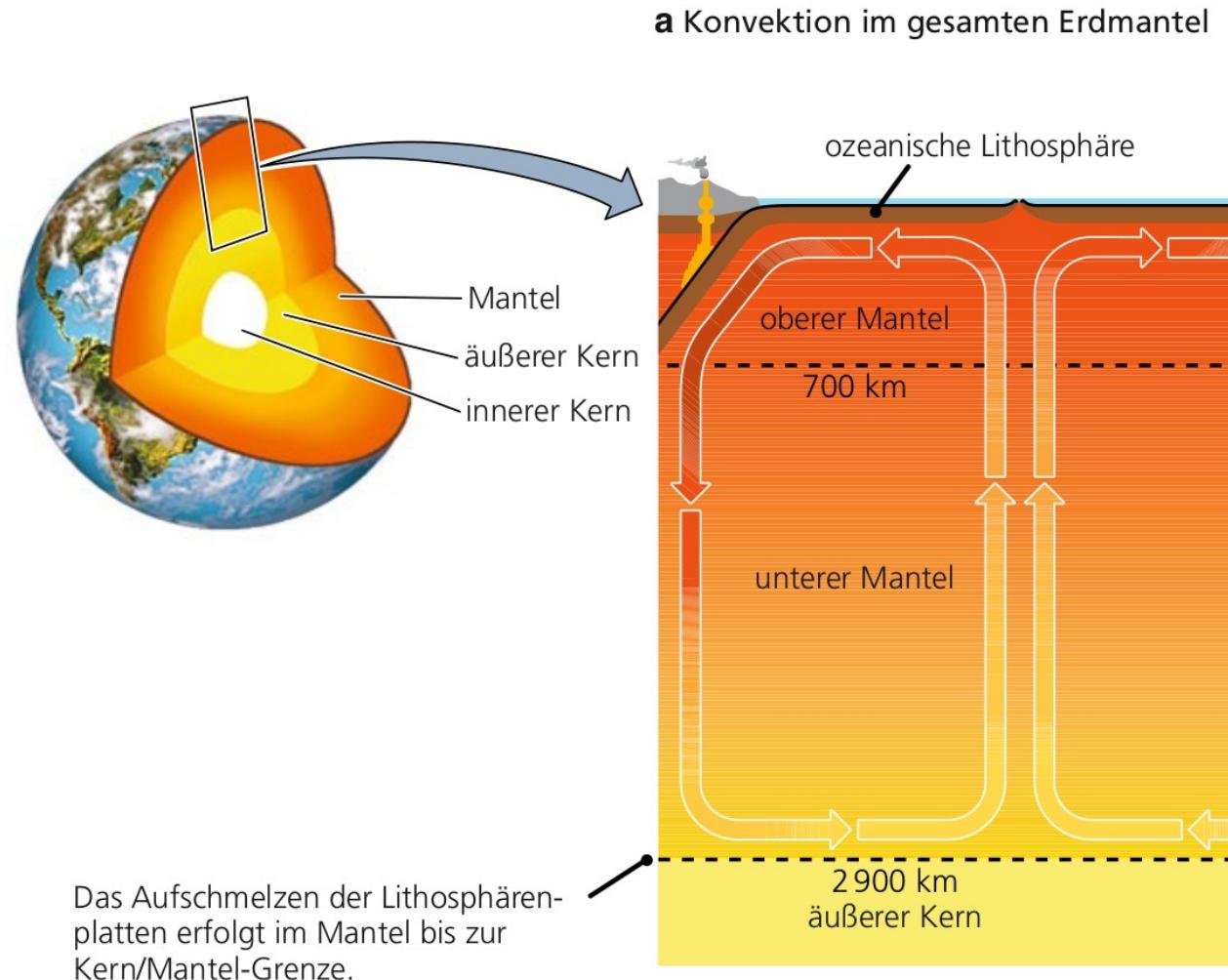
Schalenmodell der Erde

Die oberen 300 km: Viskosität entspricht nicht exakt der Schalenstruktur!



Schalenmodell der Erde

Geringe Viskosität + Temperaturgradient → Mantelkonvektion: 2 Hypothesen



a Konvektion im gesamten Erdmantel

b Geschichtete Konvektion

Das Aufschmelzen der Lithosphärenplatten ist auf den oberen Mantel beschränkt.

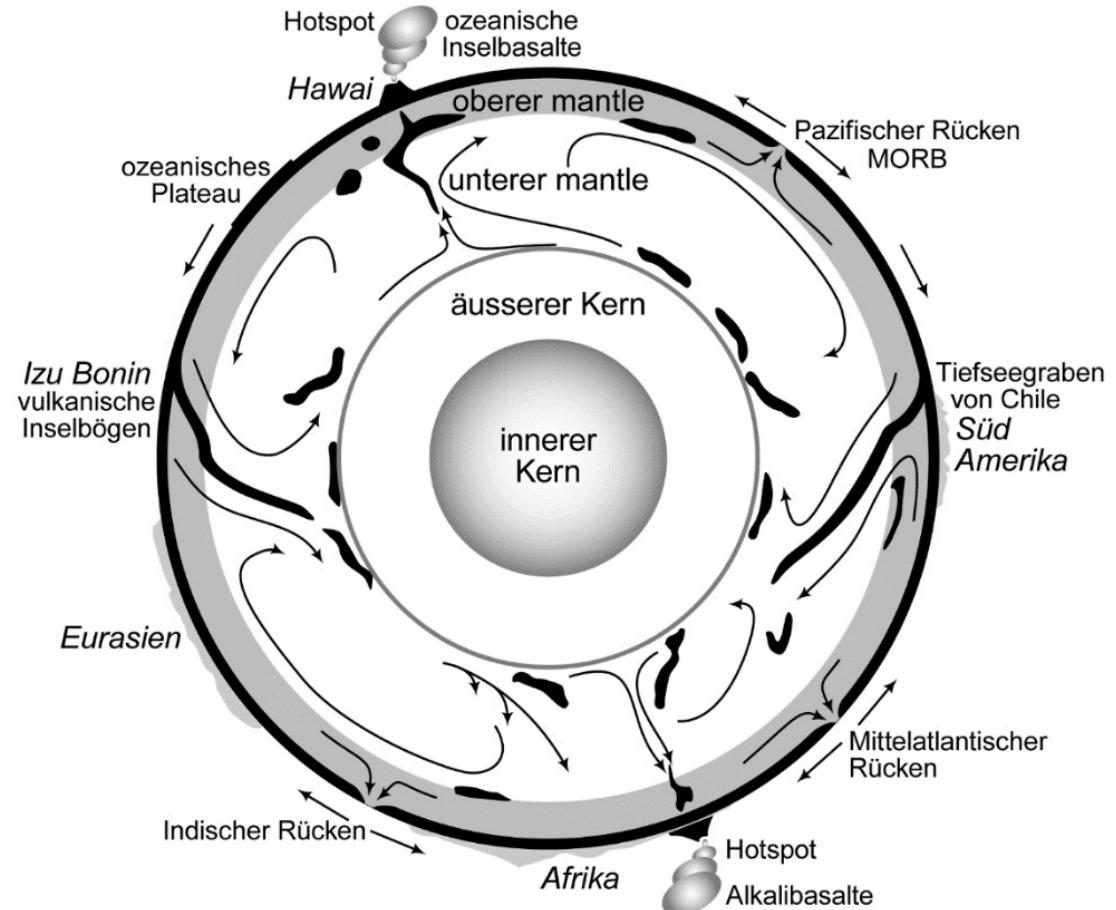


Eine Grenze in 700 km Tiefe trennt die beiden Konvektionssysteme voneinander.

2.2 Das Schalenmodell der Erde

Konsequenzen des Erdaufbaus

- Durch Wärmefluss angetriebene **Konvektionsströme** im oberen Mantel und äußerem Kern
- **Vulkanismus** und **Erdbeben** als Indizien für Wärmefluss
- Mantelkonvektion ist Antrieb der **Plattentektonik**
- Plastischer oberer Mantel ist Ursache für **isostatische Bewegungen**
- **Konvektion im Kern → Magnetfeld**



Hypothetische Fliesslinien (und Lithosphärenfragmente) für das Konvektionsystem im Mantel
verändert nach Silver & Carlson 1988 Ann. Rev. Earth Planet. Sci. 16, 477-541

Geomorphologie

Inhalt

1. Einführung, Erdaufbau und **Gesteine**
2. Endogene Dynamik
3. Verwitterung
4. Exogene Formungssysteme
5. Großformen des Reliefs
6. Klimatische Geomorphologie

Gesteine

Der Gesteinskreislauf

Modellvorstellung des
Gesteinskreislaufs

→ Ausbildung verschiedener

Gesteinstypen nach
Entstehungsprozess

(andere Faktoren z.B. Chemismus)

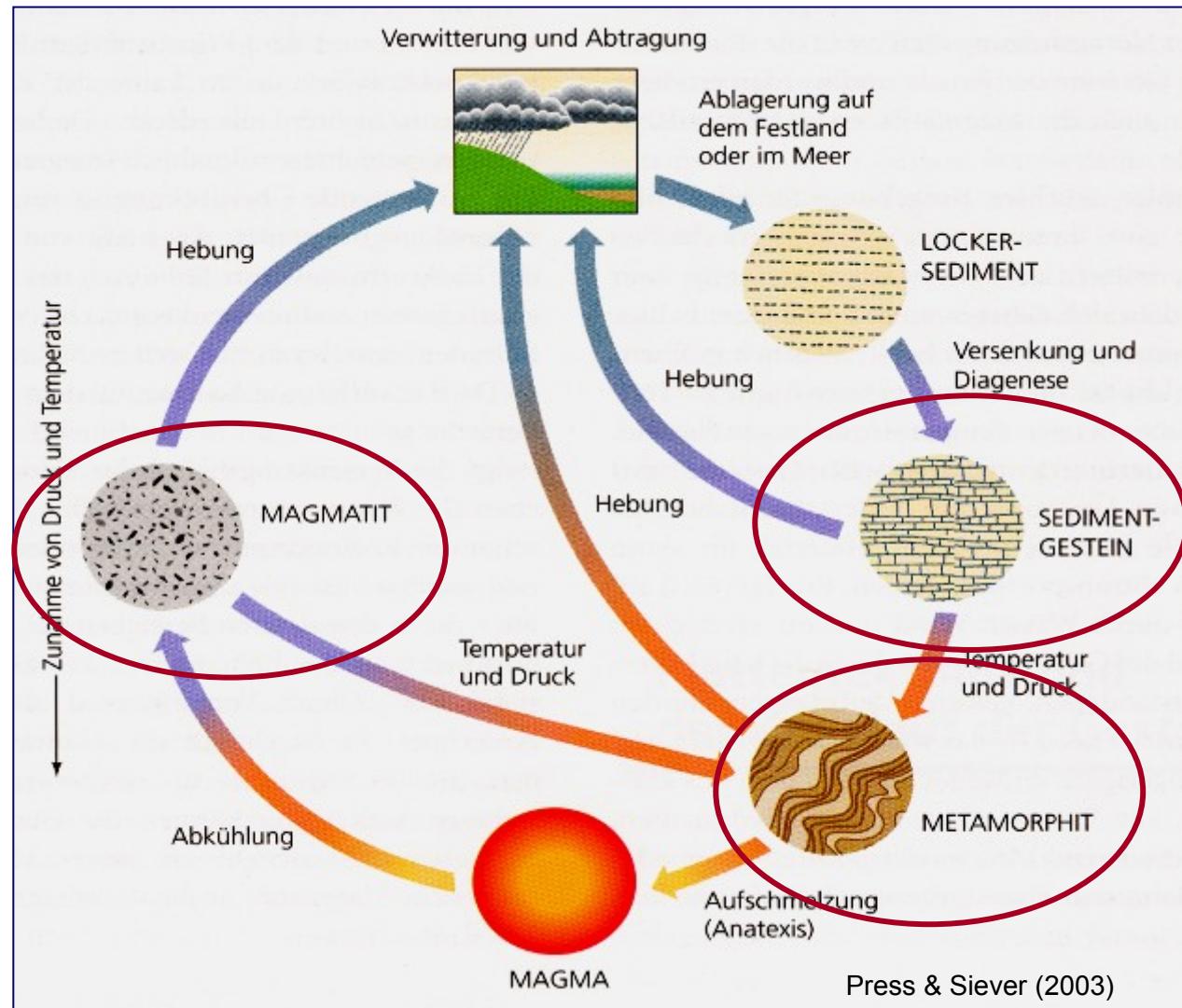
Enger Zusammenhang mit

Plattentektonik

Magmatische Gesteine

Sedimentgesteine

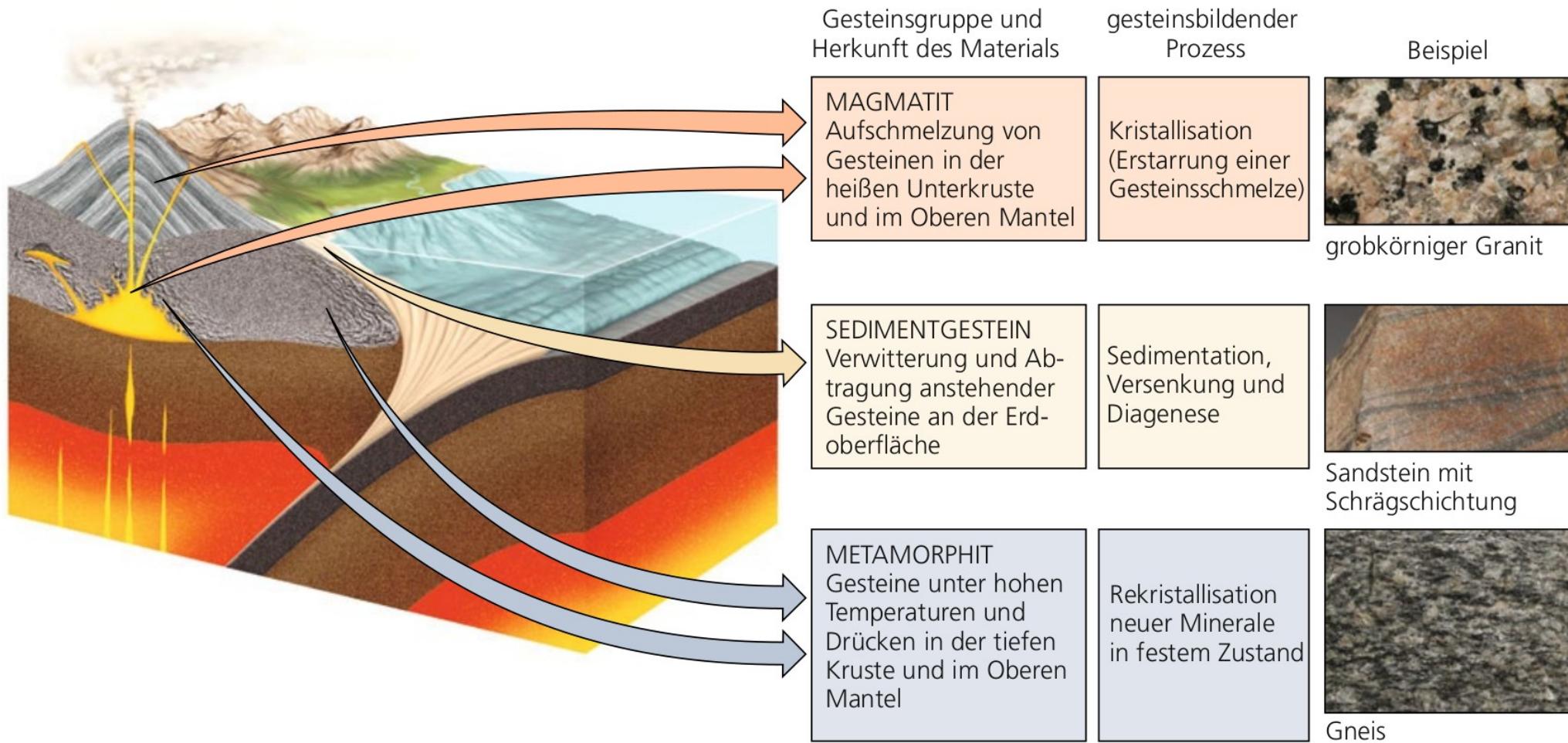
Metamorphe Gesteine



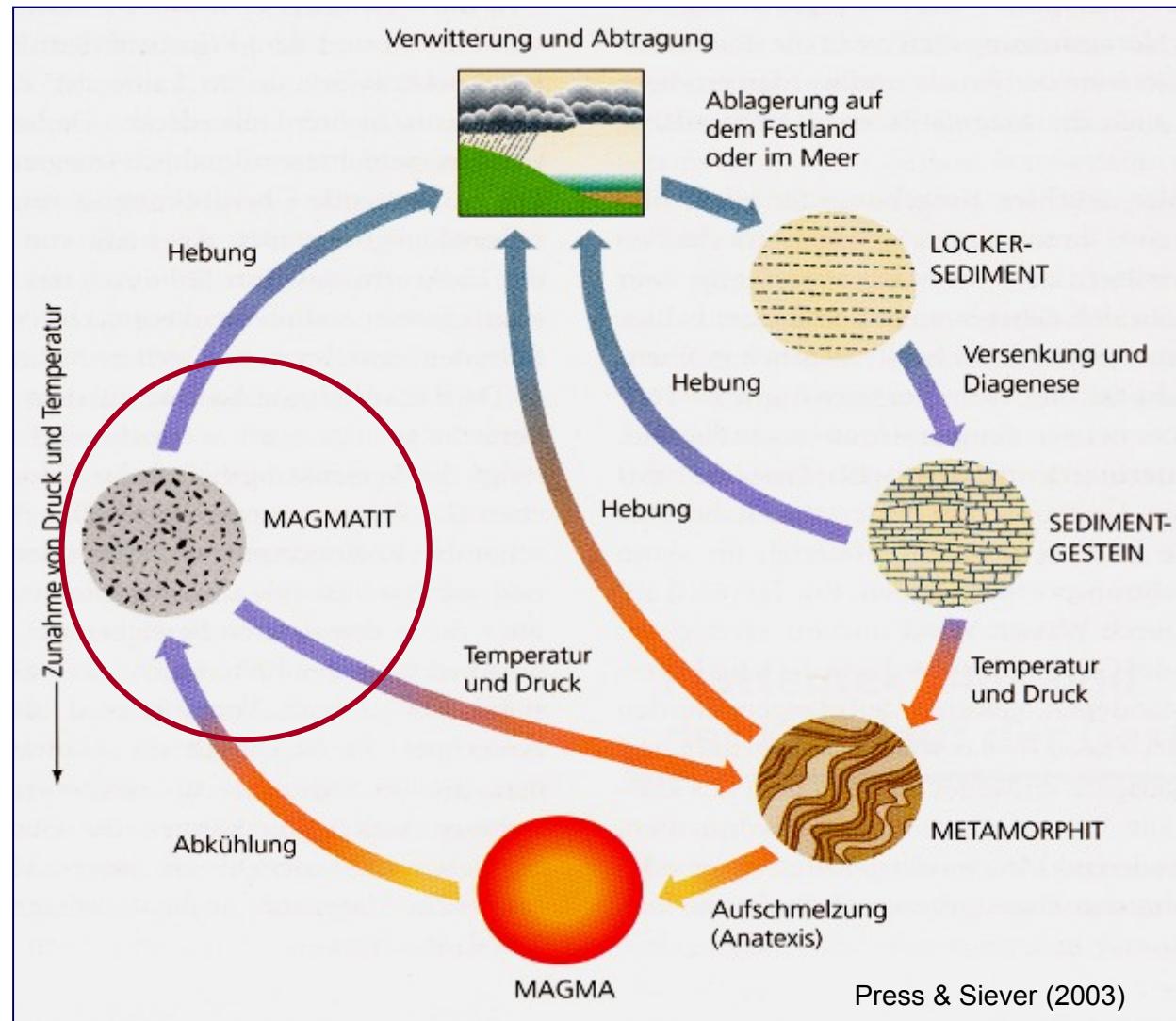
Press & Siever (2003)

Gesteine

Drei Gesteingruppen: Magmatit, Sedimentit, Metamorphit



Sedimentgesteine



Magmatite

Systematik nach

A) Ort der Erstarrung:

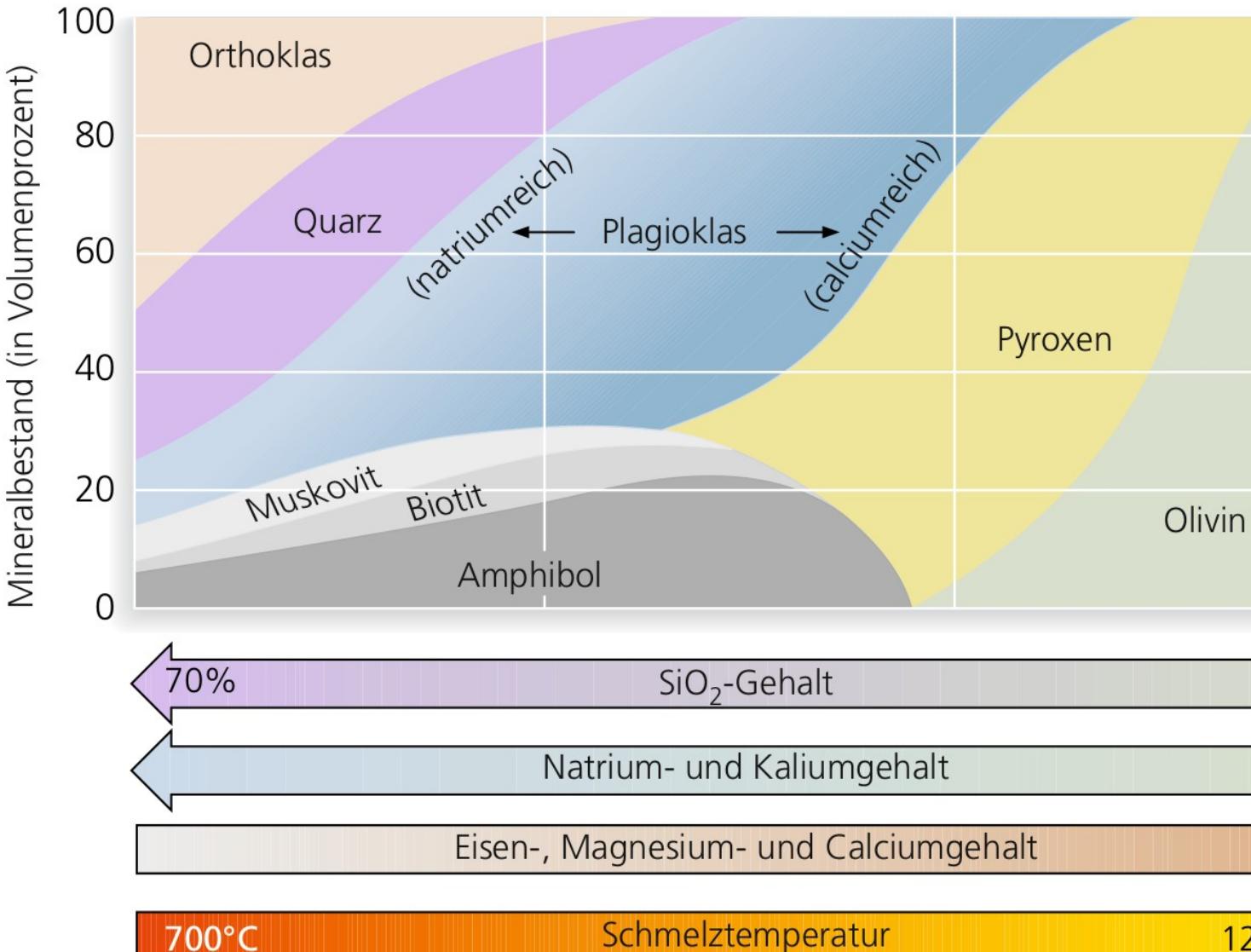
- 1) Vulkanite (Effusivgesteine)
an Erdoberfläche
(schnelle Abkühlung)
- 2) Plutonite (Intrusivgesteine)
unter Erdoberfläche
(langsame Abkühlung)

B) Siliziumgehalt

- 1) sauer (oft heller und leichter)
- 2) intermediär
- 3) basisch
- 4) ultrabasisch (oft dunkler und schwerer)

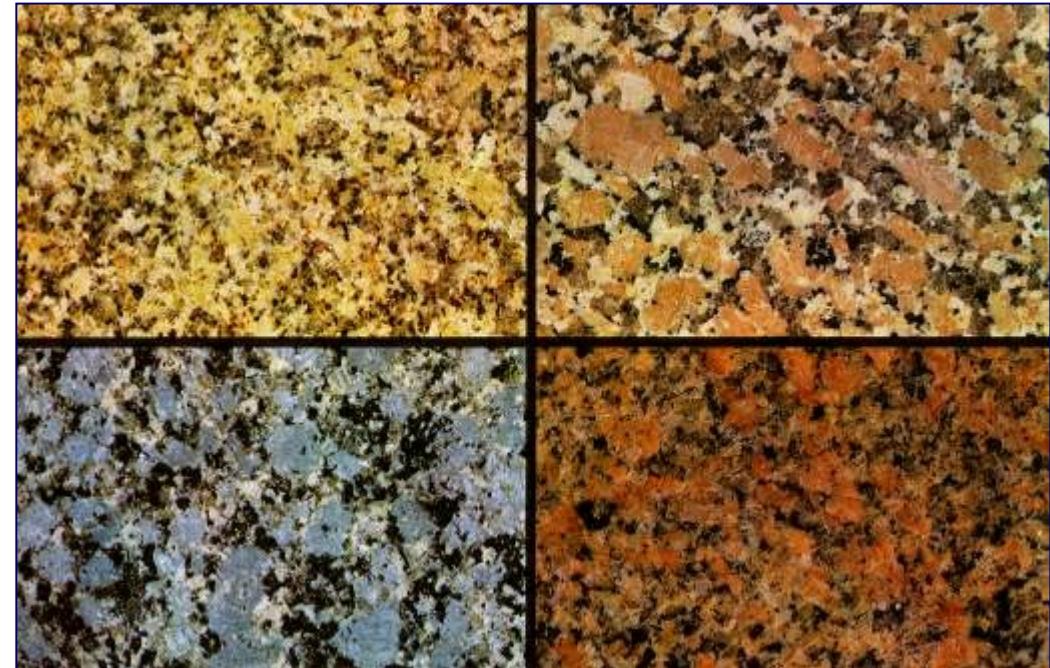
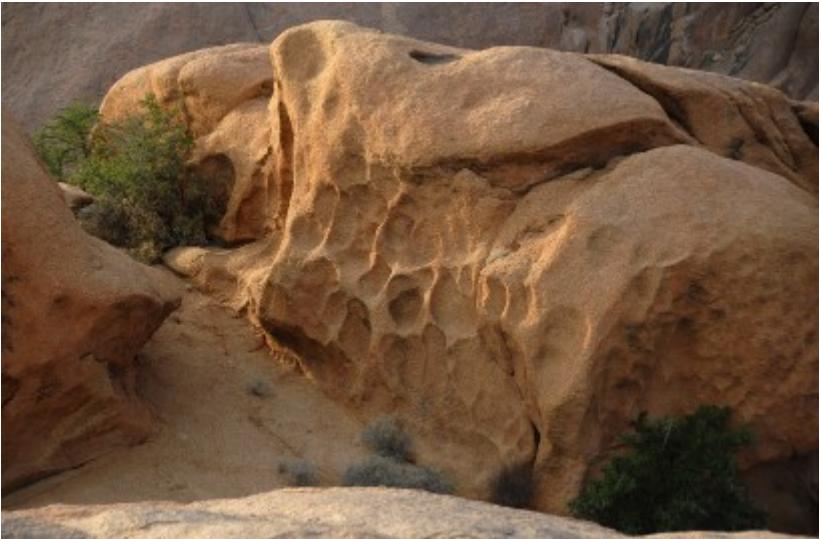
Zusammen-
setzung
Intrusivgestein
Effusivgestein

SAUER	INTERMEDIÄR	BASISCH	ULTRABA
Granit Rhyolith	Granodiorit Dazit	Diorit Andesit	Gabbro Basalt



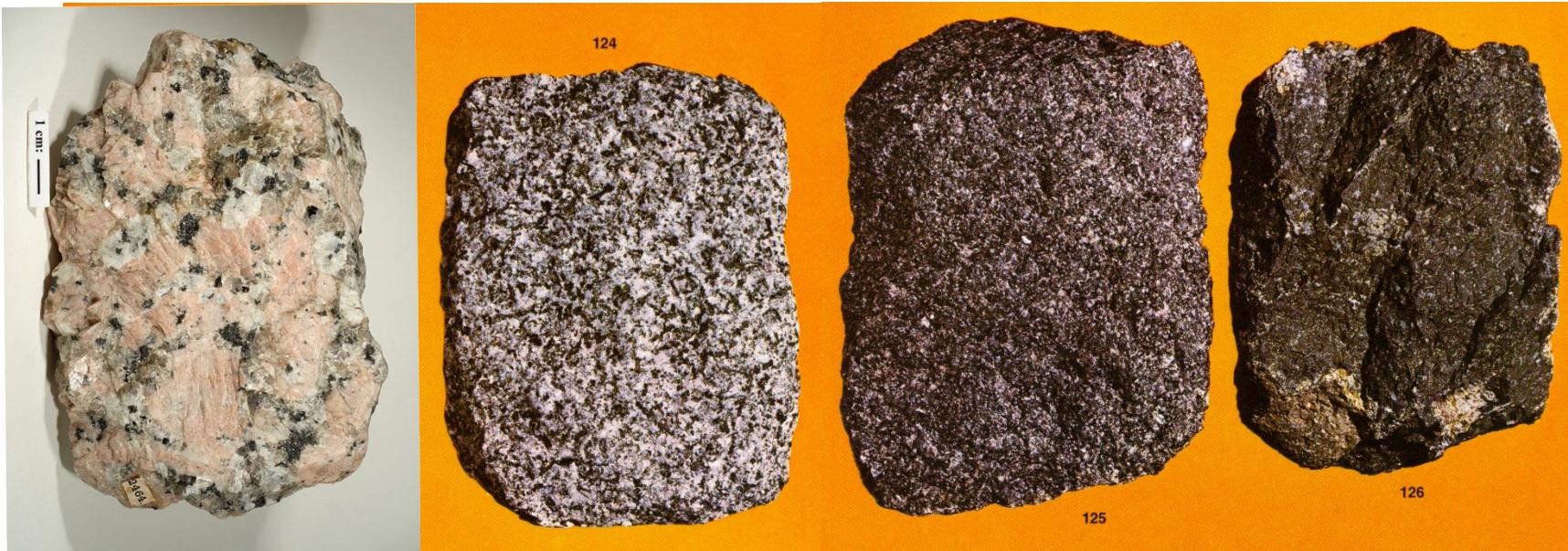
Plutonite

- **Große Kristalle** erkennbar (körniges Gefüge)
- Keine Orientierung der Kristalle
- **Keine Hohlräume**
- Unterscheidung nach Helligkeit
- Weiche Verwitterungsformen



Typischer Vertreter **Granit**:
**„Feldspat Quarz und Glimmer,
vergess' ich nie und nimmer“**

Plutonite



Granit

Diorit

Gabbro

Peridotit



Zunehmender SiO₂ - Gehalt



Zunehmender Fe, Mg - Gehalt

Magmatite

Begriffe zur Kennzeichnung von Magmatiten

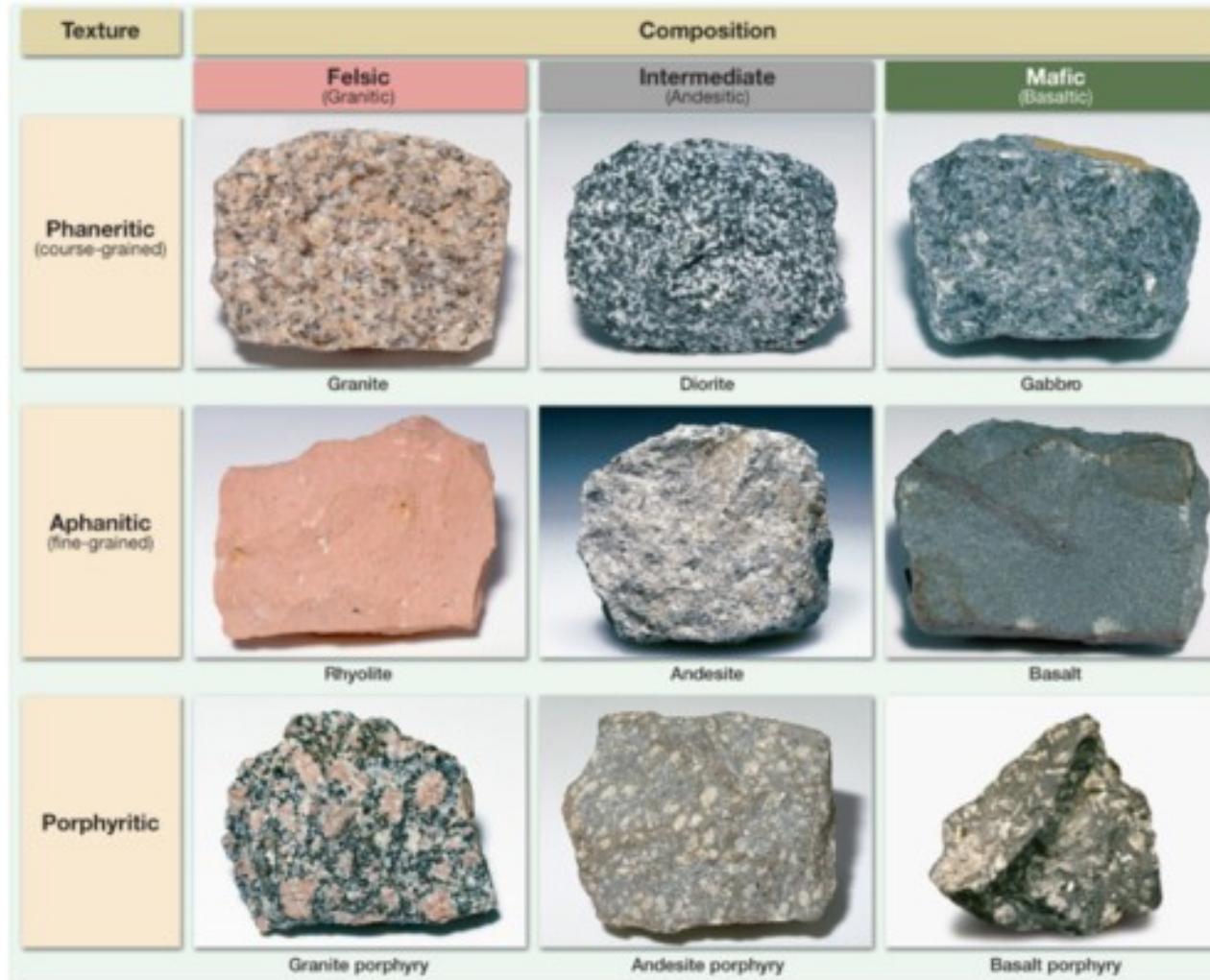
phaneritisch
(einzelne Kristalle erkennbar)

aphantisch
(feinkristallin erscheint homogen)

porphyrisch
(feinkristallin mit Einsprenglingen)

Felsisch: reich an Feldspat und Silizium

Mafisch: reich an Magnesium und Eisen (Fe)



Vulkanite

- Nur **wenige große Kristalle** sichtbar
- Grundmasse dicht (feinkristallin) oder amorph
- Viele kleine **Hohlräume**
- z.T. **Fließstrukturen** im Gestein sichtbar
- ggf. **Säulenbildung** durch Abkühlung

Trapp- /
Flutbasalte



Vulkanite

schnelle Abkühlung → **keine Ausbildung von Kristallen**
(amorphes Gefüge)

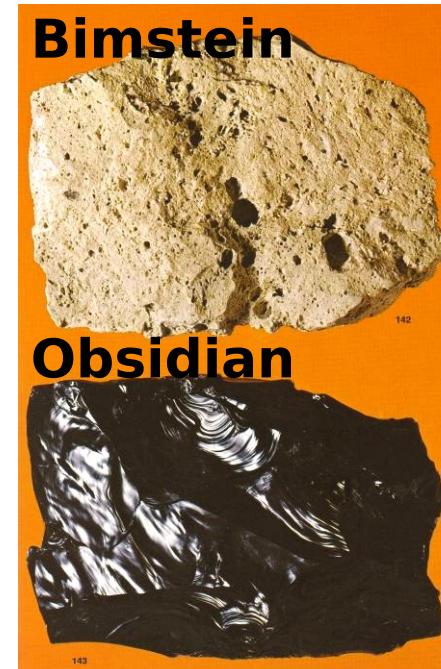
Lava (Schmelze an Erdoberfläche)



Pahoehoe-Lava



Aa-Lava



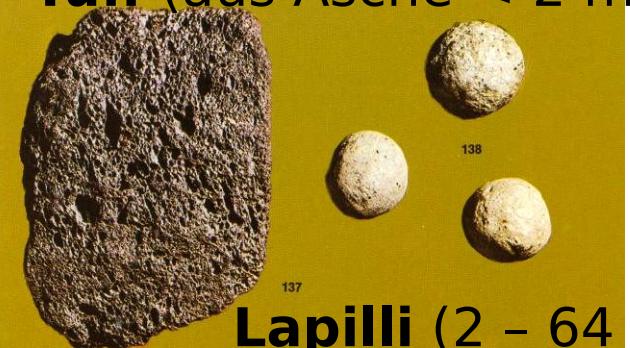
Bimstein

Obsidian

Pyroklastika

(fragemtiertes Auswurfmaterial)

Tuff (aus Asche < 2 mm)



137

Lapilli (2 – 64 mm)



138

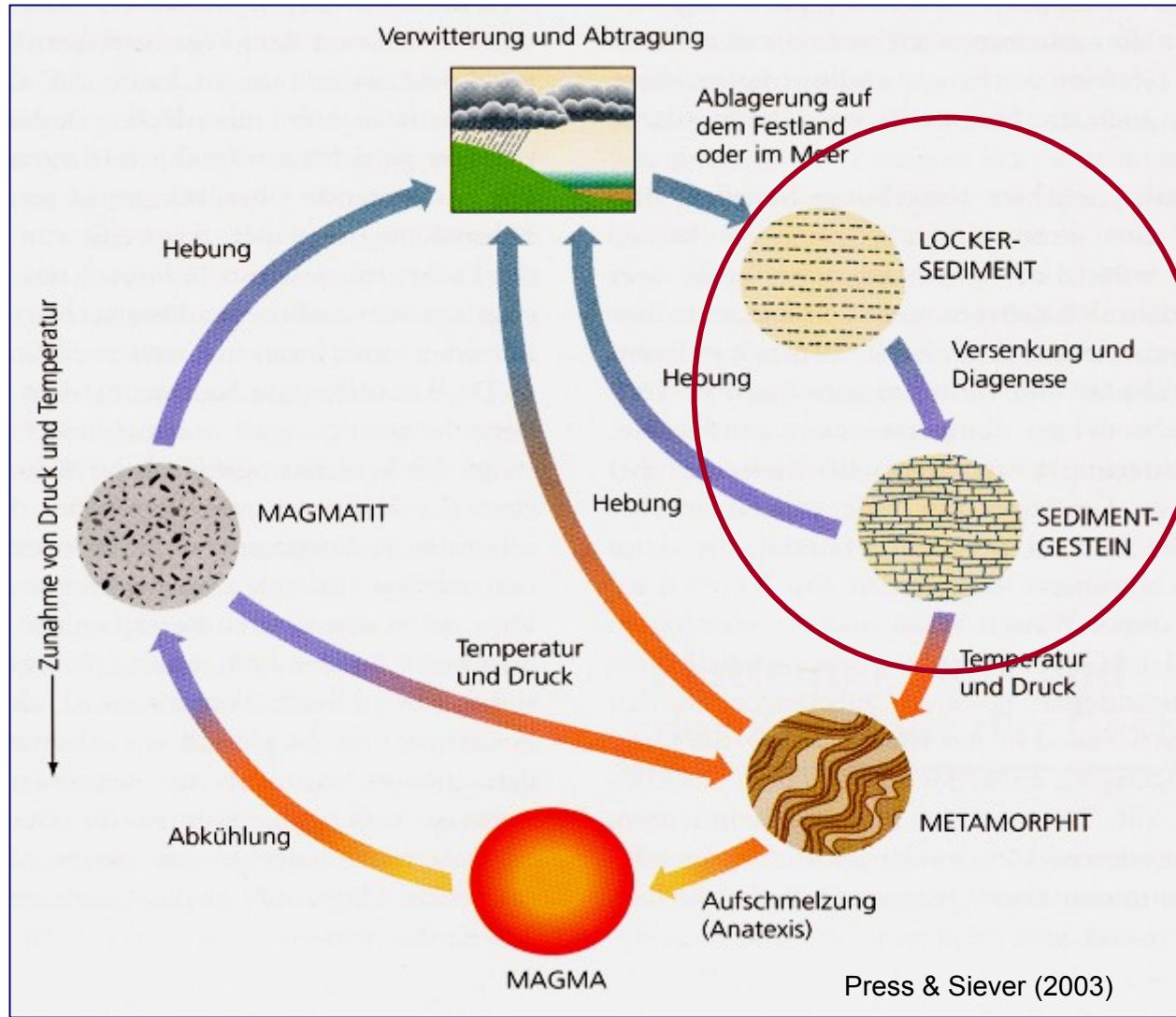
Schlacke



140

Bomben (> 64 mm)

Sedimentgesteine



Diagenese

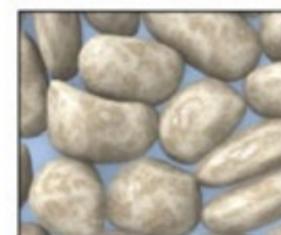
Kompaktion

Durch Versenkung kommt es zur Kompaktion und Abgabe von Porenwasser.

50–60% Wasser



10–20% Wasser



Zementation

Durch Ausfällung neuer oder Weiterwachsen vorhandener Minerale kommt es zur Zementation der Sedimentkomponenten.



Lithifizierung

Sedimentgesteine

Die wichtigsten Sedimentite im Überblick (nach Schröder 1978)								
Prozess- bereich	Entstehung							
	marin oder limnisch locker	verfestigt	fluvial / glazifluvial locker	verfestigt	Solifluktion locker	verfestigt	glazial locker	äolisch locker
Klastische Sedimente	Ton Mergel Schlick Sand	Tonstein Sandstein	Lehm Sand Kies Schotter Geröll	Sandstein Konglo- merat	Grus Schutt Breccie	Geschie- belehm Geschie- bemergel Geschie- besand	Löß Sandlöß Flugsand	
Chemische Sedimente	CaCO_3 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	Kalkstein Dolomit	Unterteilung der Sedimentgesteine nach der Entstehungsart und nach Locker- und Festgesteine Klastische Sedimentgesteine nach Korngrößen des Ausgangsmaterials differenziert					
Biogene Sedimente	Kalkschalen Kalkgerüste Kieselpanzer Kieselgerüst Mudden Torfe	Kalkstein Kiesel- schiefer Kohle						

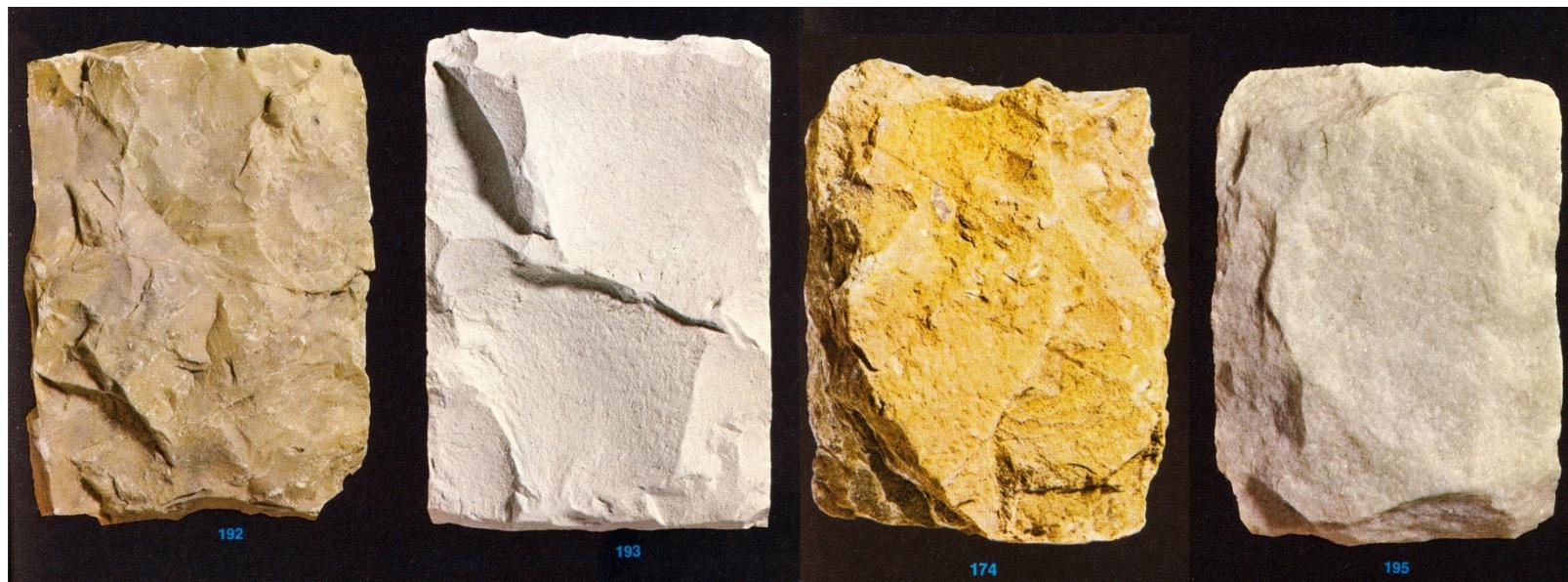
Sedimentgesteine

Korngrößen

Korngrößenklassen
in Geologie,
Geomorphologie und
Bodenkunde

Korngrößenklassen, Bezeichnungen und Äquivalentdurchmesser									genetische Sedimenttypen
			eckig-kantige Formen			gerundete Formen			
GROBSEDIMENTE	Psephite	Ø in mm 2000	Ø in µm	kantige Steine (X)	kantige Großblöcke	gX	runde Steine (O)	runde Großblöcke	gO
		630							Moränenblöcke, Felssturzblöcke
		200		kantige Steine	mX				
		63			Grobgrus	gGr			
		20			Mittelgrus	mGr			
		6,3			Feingrus	fGr	Kies (G)	Grobkies	gG
		2,0						Mittelkies	mG
								Feinkies	fG
FEINSEDIMENTE	Psammite	0,63	630	Sand (S)	Grobsand				fluviale und glazi-fluviale Kiese und Sande
		0,2	200		Mittelsand				
		0,063	60		Feinsand				
		0,02	20		Grobschluff				Dünen-sand
		0,06	6		Mittelschluff				Sand-löß
		0,002	2		Feinschluff				Geschiebe-lehm
		0,0006	0,6	Ton (T)	Grobton				Löß
		0,0002	0,2		Mittelton				
					Feinton				marine und limnische Becken-sedimente (Seetone)

Sedimentgesteine



Kreidekalk

Kalkstein

Dolomit

Sandstein

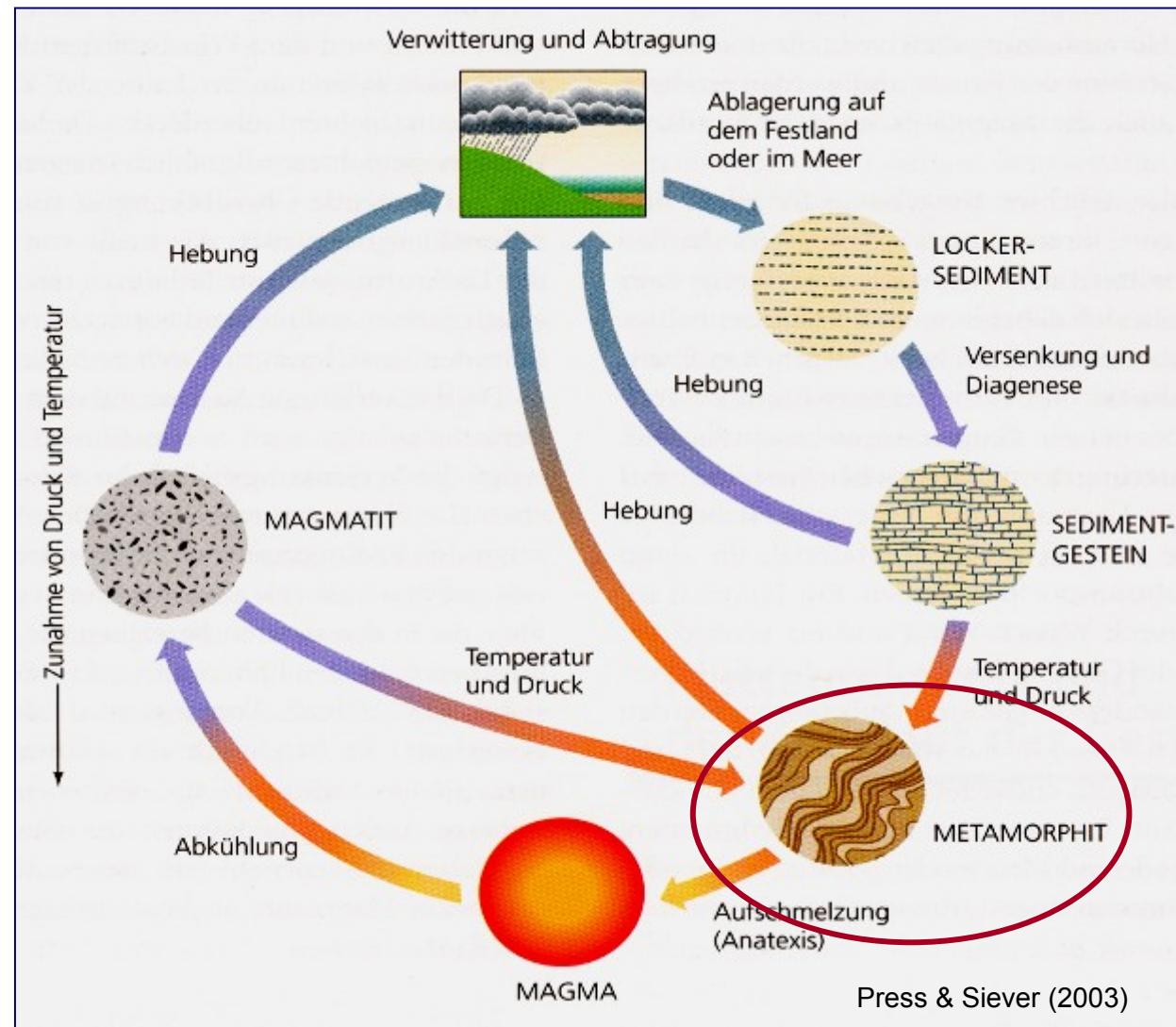


Farn *Sphenopteris schoenleiniana* aus dem Werksandstein



Röttone (Oberer Buntsandstein) Geotop 677A018 Wiesenfeld

Metamorphite



Metamorphite

Die Metamorphose

Unterschiedliche

Druck und

Wärme-

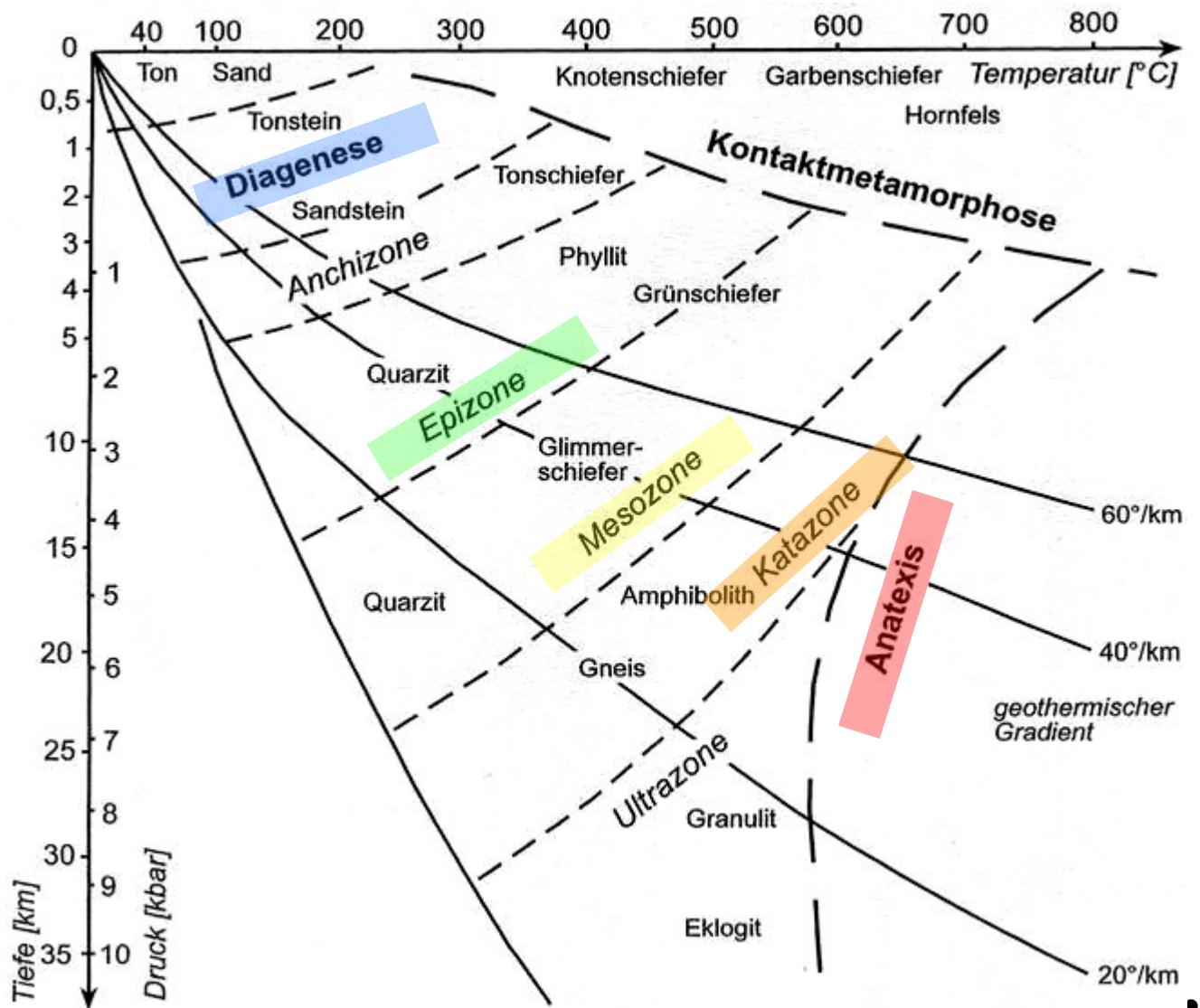
einwirkung

führen zu Um- und

Neubildungen von

Mineralen

Metamorphose in
Abhängigkeit von
Druck und Hitze
(Zepp 2017)



Metamorphite

Charakteristika

- **Kristalline Struktur** mit z.T. großen Kristallen
- Oft **seidenglänzend** durch Glimmeranteil
- **Parallelstruktur** oft schlierig, Schieferung
- **Kompakt**, keine Hohlräume
- **Keine Fossilien**
- Oft weiche Verwitterungsformen

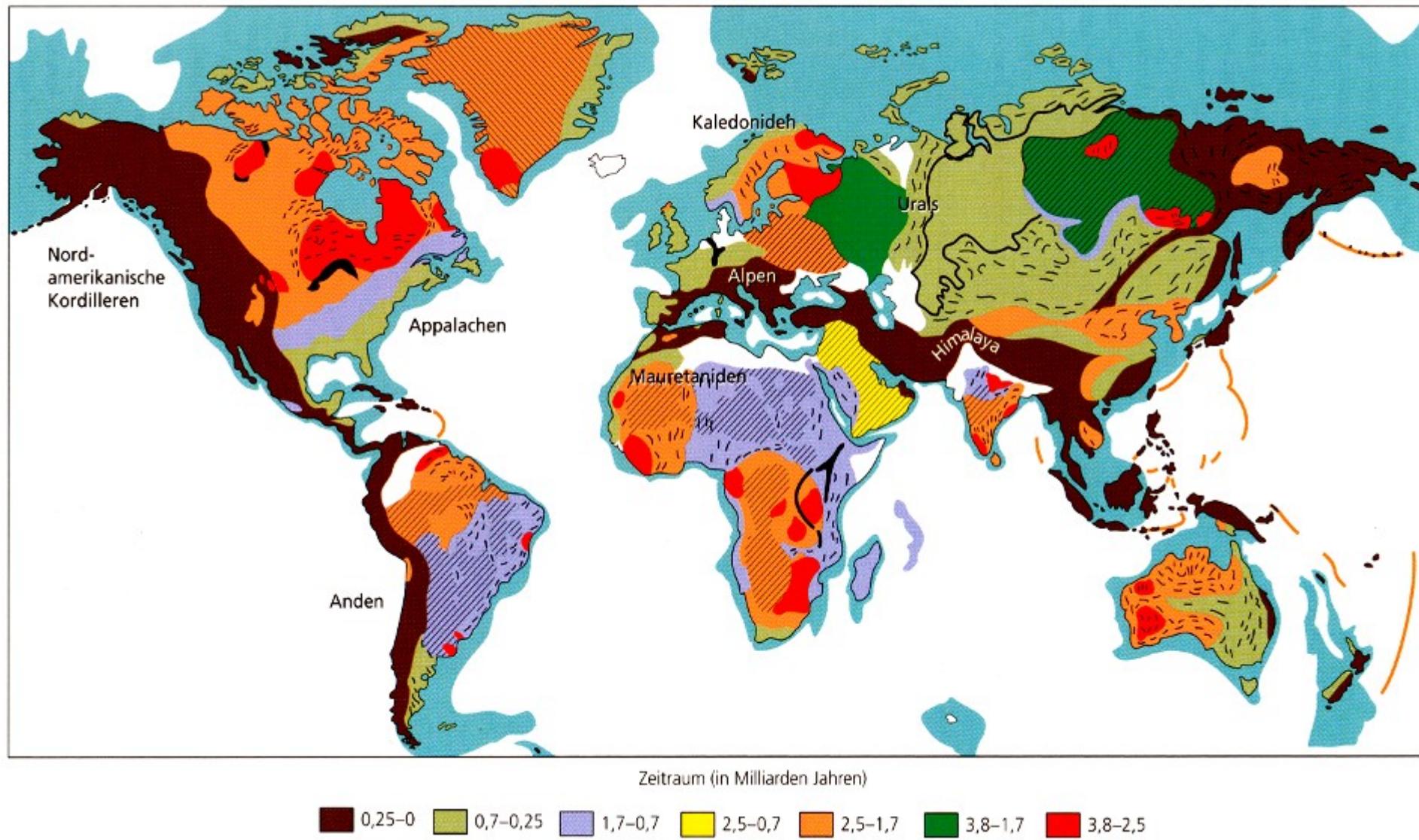


Gesteine

Übersicht

	Magmatit	Sedimentgestein	Metamorphit
Gesteinsbildender Prozess	Aufschmelzung von Gesteinen in der heißen Unterkruste und dem oberen Mantel	Verwitterung und Abtragung an der Erdoberfläche aufgeschlossener Gesteine	Gesteine unter hohen Temperaturen und Drücken in der tiefen Kruste und dem Oberen Mantel
Herkunft des Materials	Kristallisation (Erstarrung einer Gesteinsschmelze)	Sedimentation, Versenkung in die Tiefe und Diagenese	Rekristallisation neuer Minerale in quasi festem Zustand

Gesteinsvorkommen verschiedenem Alters



Geotope in Bayern

UmweltAtlas +/-

umweltatlas.bayern.de/mapapps/resources/apps/umweltatlas/index.html?lang=de&layers=lfu_domain-geologie-erleben,service_ägeo_14,14

Info/Hilfe Kontakt Datenschutz Nutzungsbedingungen Copyright Impressum LfU-Hauptangebot

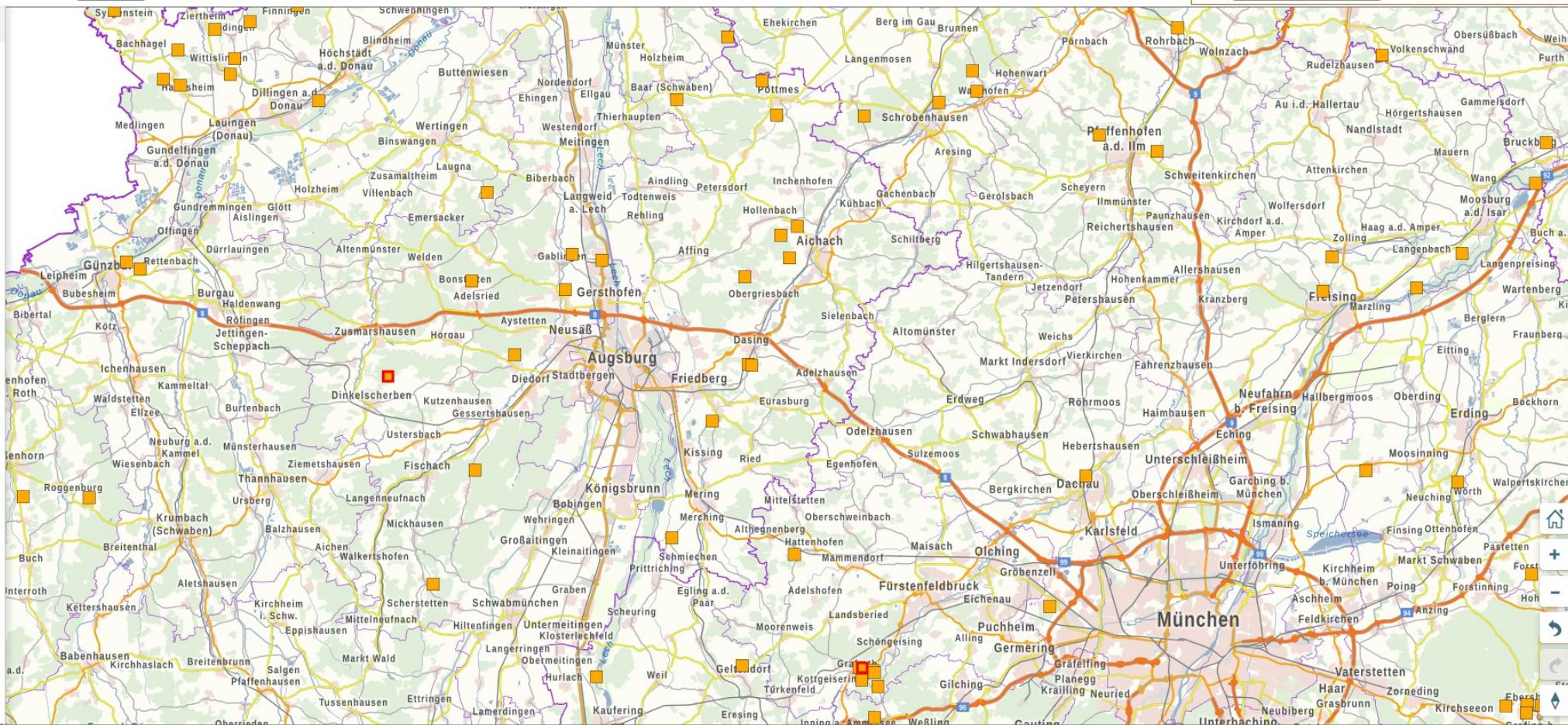
Bayerisches Landesamt für Umwelt 

Karteninhalte Inhalte wählen

Grundkarten Webkarte

Themenkarten Geotope

Mehr Ortssuche



6 km 593188:5387892 UTM32 Maßstab: 1:288.896