

# Tutorium Physische Geographie 1

Sitzung 2: Klimatologie  
Folien 10 - 11

# Meeresströmungen

---

## Auslöser

**Wind**

**Corioliskraft**

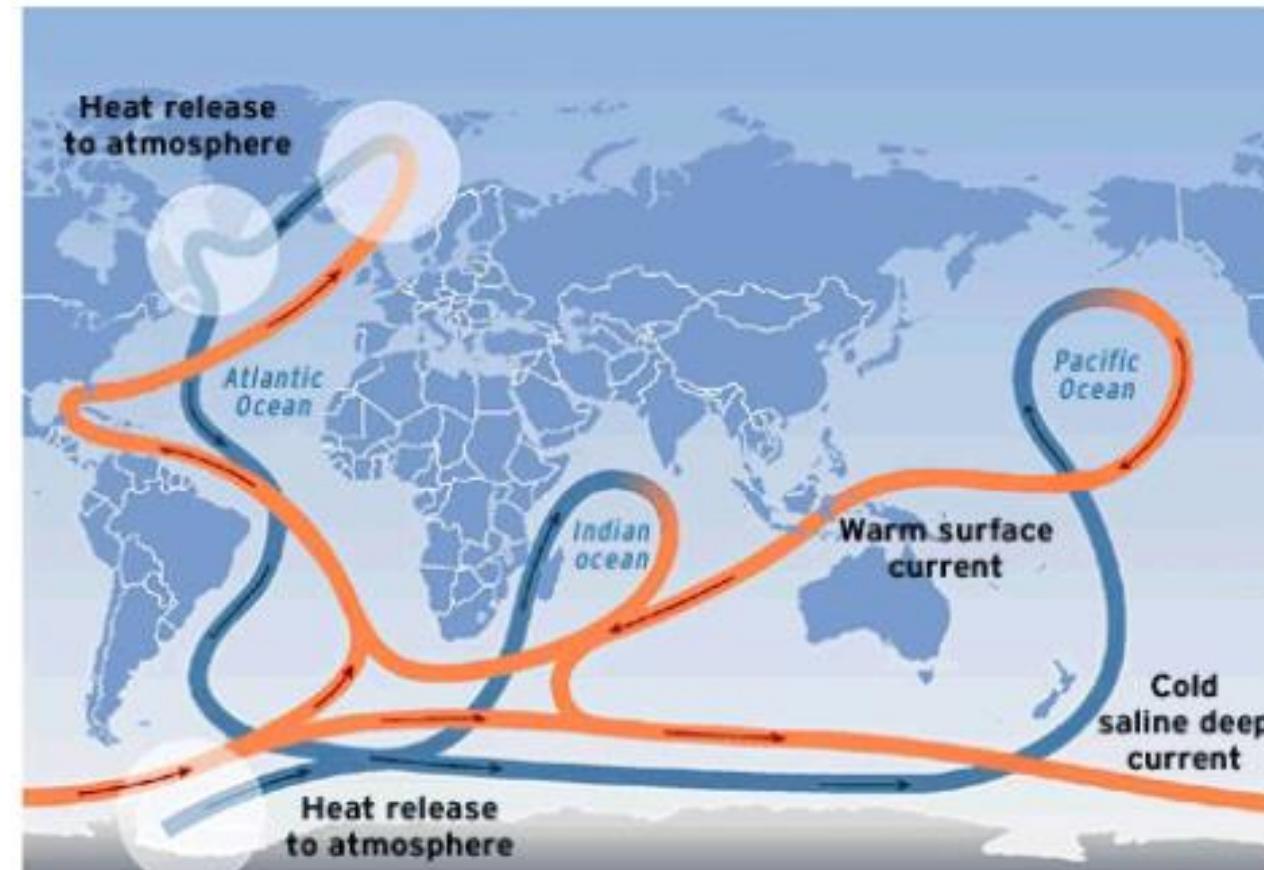
**Thermohaline Zirkulation von Wasser**

**(Einfluss von anderen Himmelskörpern)**

# Meeresströmungen

## Auslöser

Thermohaline Zirkulation von Wasser



(IPCC, 2001)

# Meeresströmungen

---

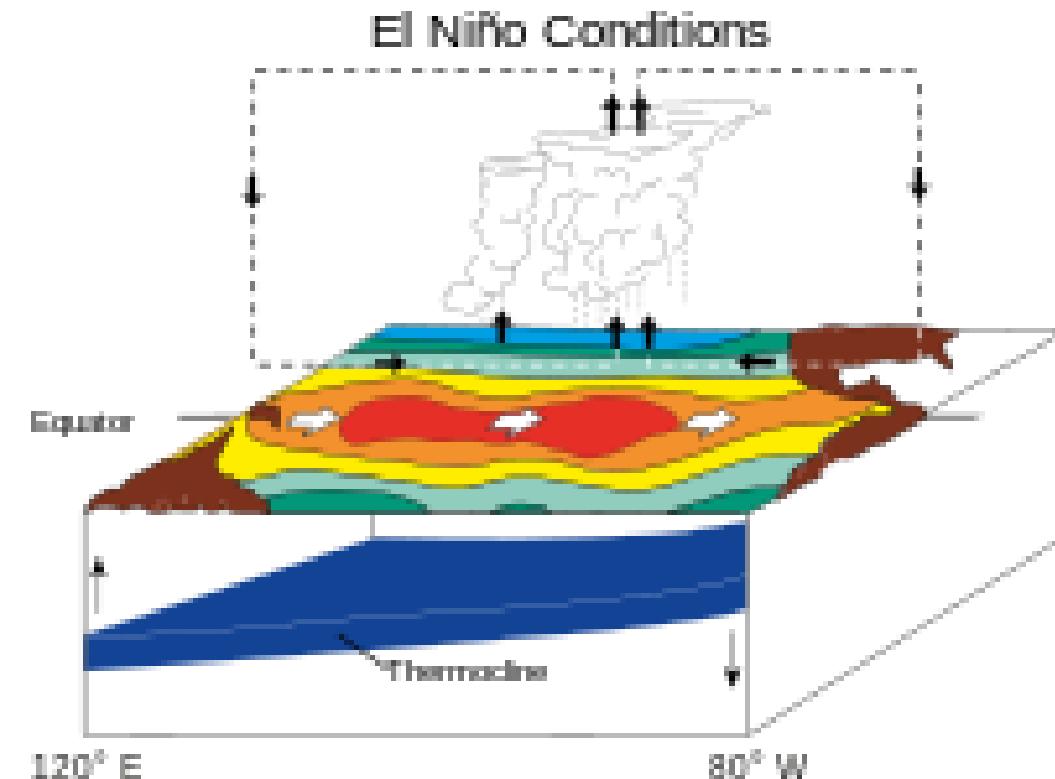
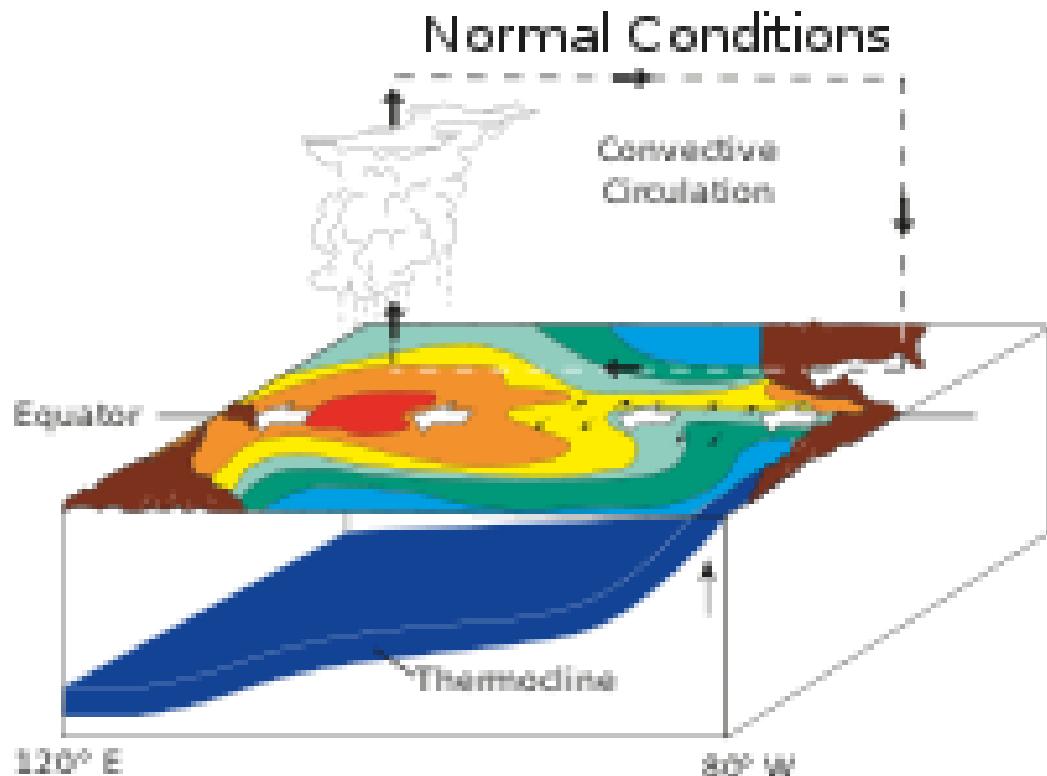
## Funktion

**Was bewirken Meeresströmungen?**

# Meeresströmungen

## El Nino

Klimaphänomen: periodische Veränderung der Meeresoberflächentemperaturen und atmosphärischen Druckverhältnisse im äquatorialen Pazifik



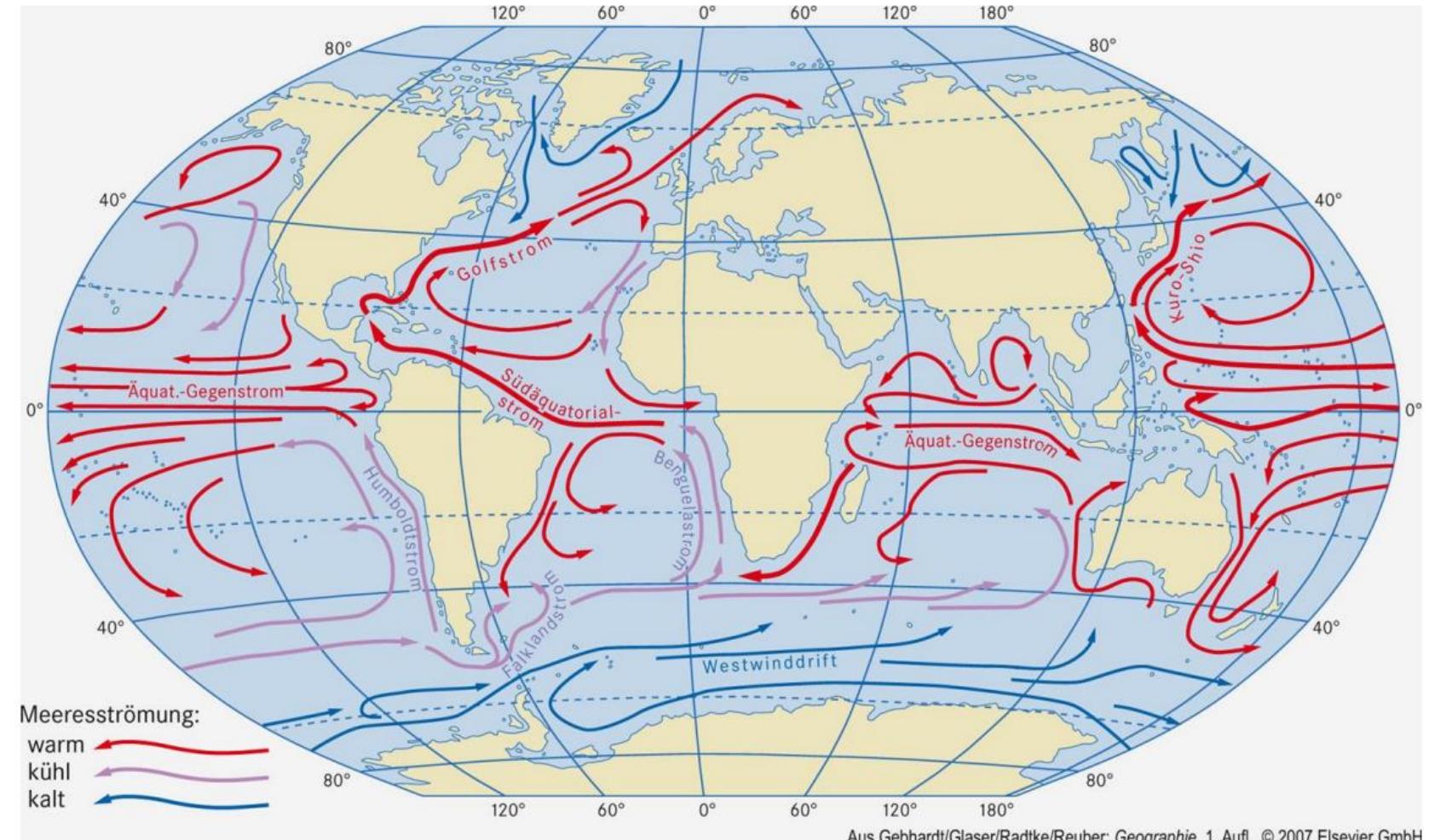
# Hydrologie

## Strömungen



Welche Arten von  
Meeresströmungen gibt es?

Nennt dazu eine passende  
Strömung!





# Tutorium Physische Geographie

Sitzung 2: Hydrologie

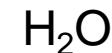
Folien 1 - 5

# Hydrologie

## Wasser als Stoff – chemische Eigenschaften

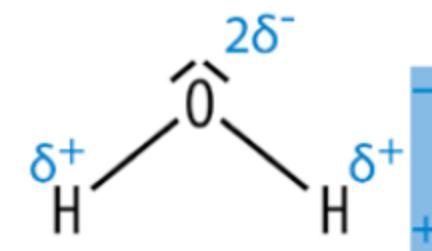


Wie lautet der molekulare Aufbau von Wasser?



Durch den besonderen molekularen Aufbau und daraus resultierende 3D-Struktur ergeben sich besondere chemische Eigenschaften, welche?

- Starke Bindung zwischen O und H Molekülen
- Ausbildung von Wasserstoffbrückenbindungen
- hohe Wärmespeicherkapazität



# Hydrologie

## Wasser als Stoff – physikalische Eigenschaften

Es gibt eine Anomalie des Wassers:  
nennt diese, erklärt was das bedeutet und  
die daraus resultierenden Folgen



Welche besonderen physikalischen  
Eigenschaften resultieren aus den  
chemischen Eigenschaften?

Dichte-anomali-e

- höchste Dichte bei 4°C
- Bei Phasenübergang

Flüssig → Fest  
und

Flüssig → Gasförmig

Volumenzunahme

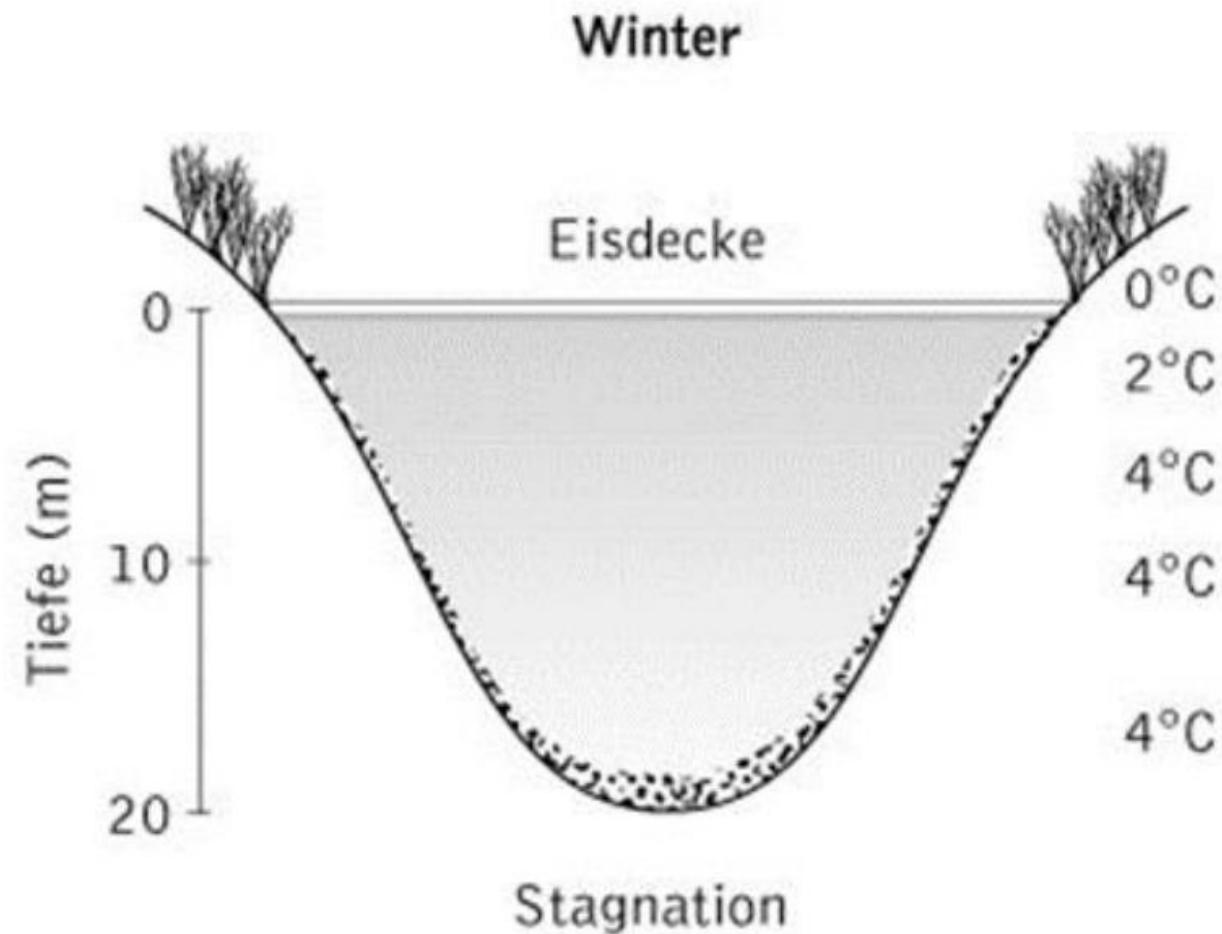
Volumenzunahme

→ Oberflächenspannung

- unter Normaldruck das einzige Molekül in festem, flüssigem und gasförmigen Aggregatzustand

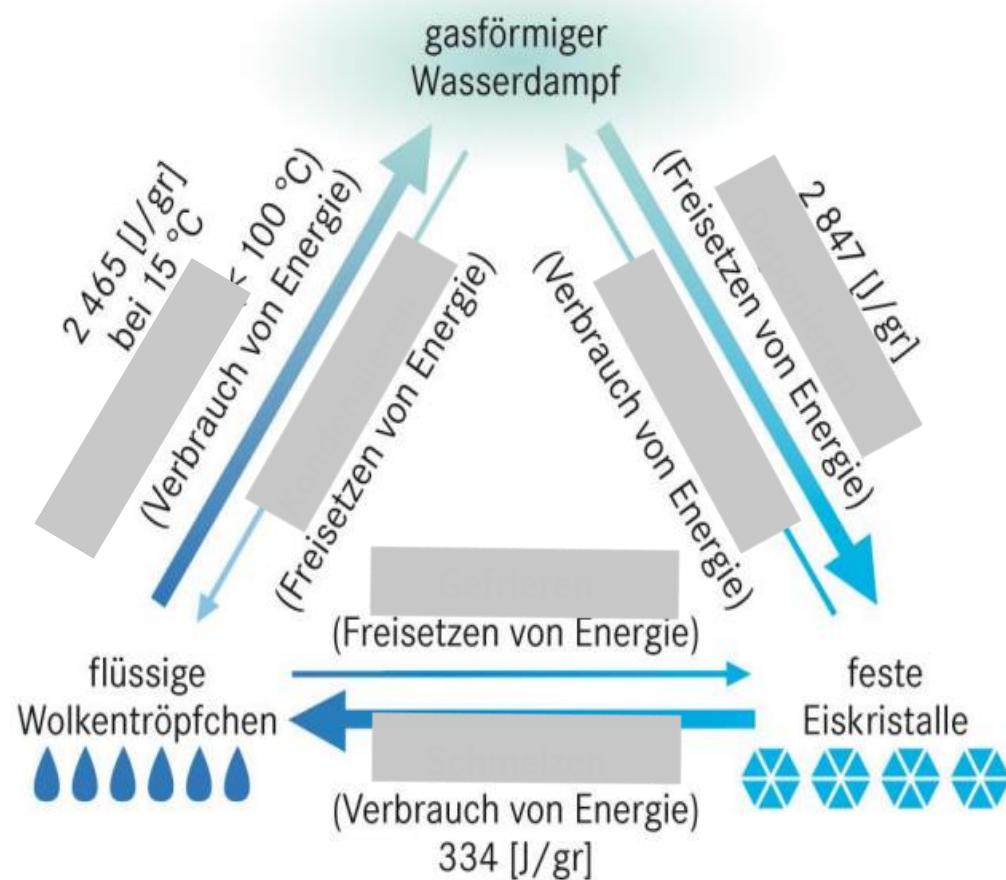
# Hydrologie

## Wasser als Stoff – physikalische Eigenschaften

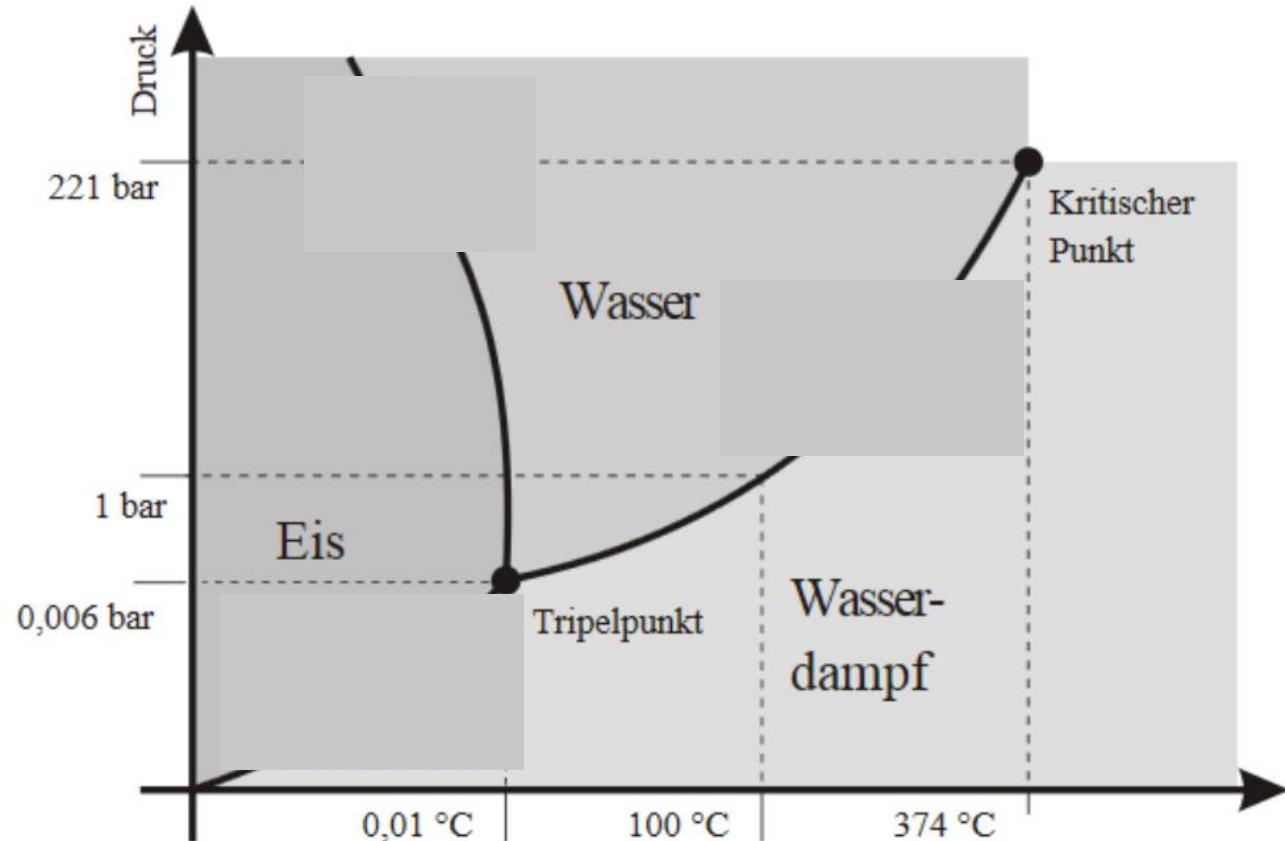


# Hydrologie

## Wasser als Stoff – physikalische Eigeneschaften



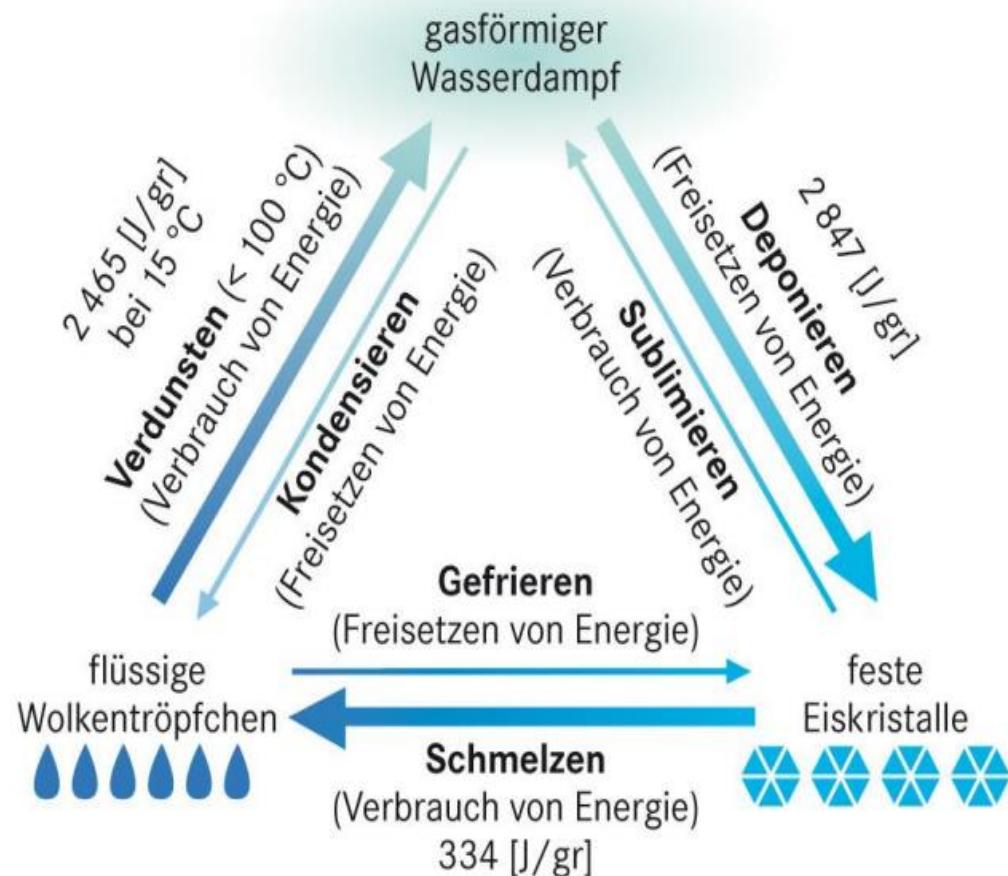
Aus Gebhardt/Glaser/Radtke/Reuber: Geographie. 1. Aufl., © 2007 Elsevier GmbH



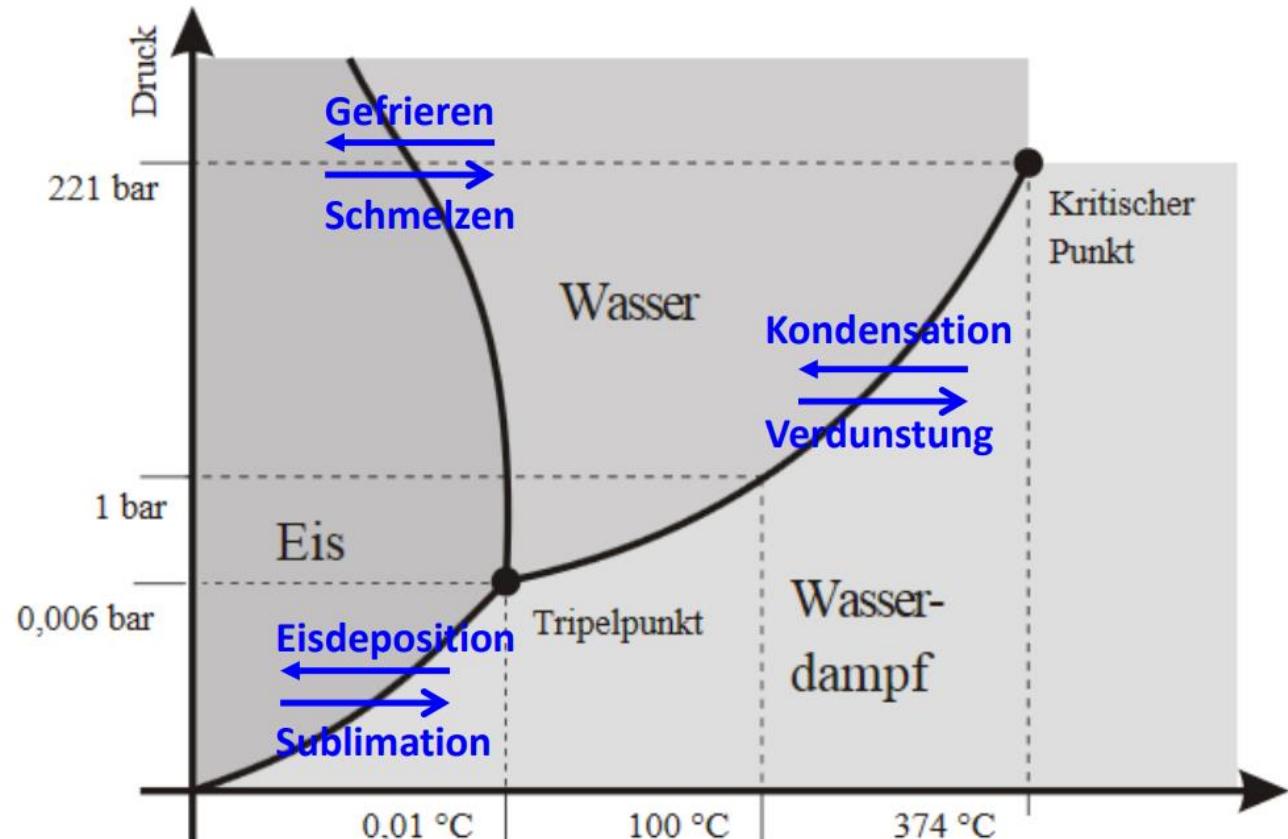
<http://resources.jwidmer.de/wikipedia/Phasendiagramme.cdr>

# Hydrologie

## Wasser als Stoff – physikalische Eigenschaften



Aus Gebhardt/Glaser/Radtke/Reuber: Geographie. 1. Aufl., © 2007 Elsevier GmbH



<http://resources.jwidmer.de/wikipedia/Phasendiagramme.cdr>

# Hydrologie

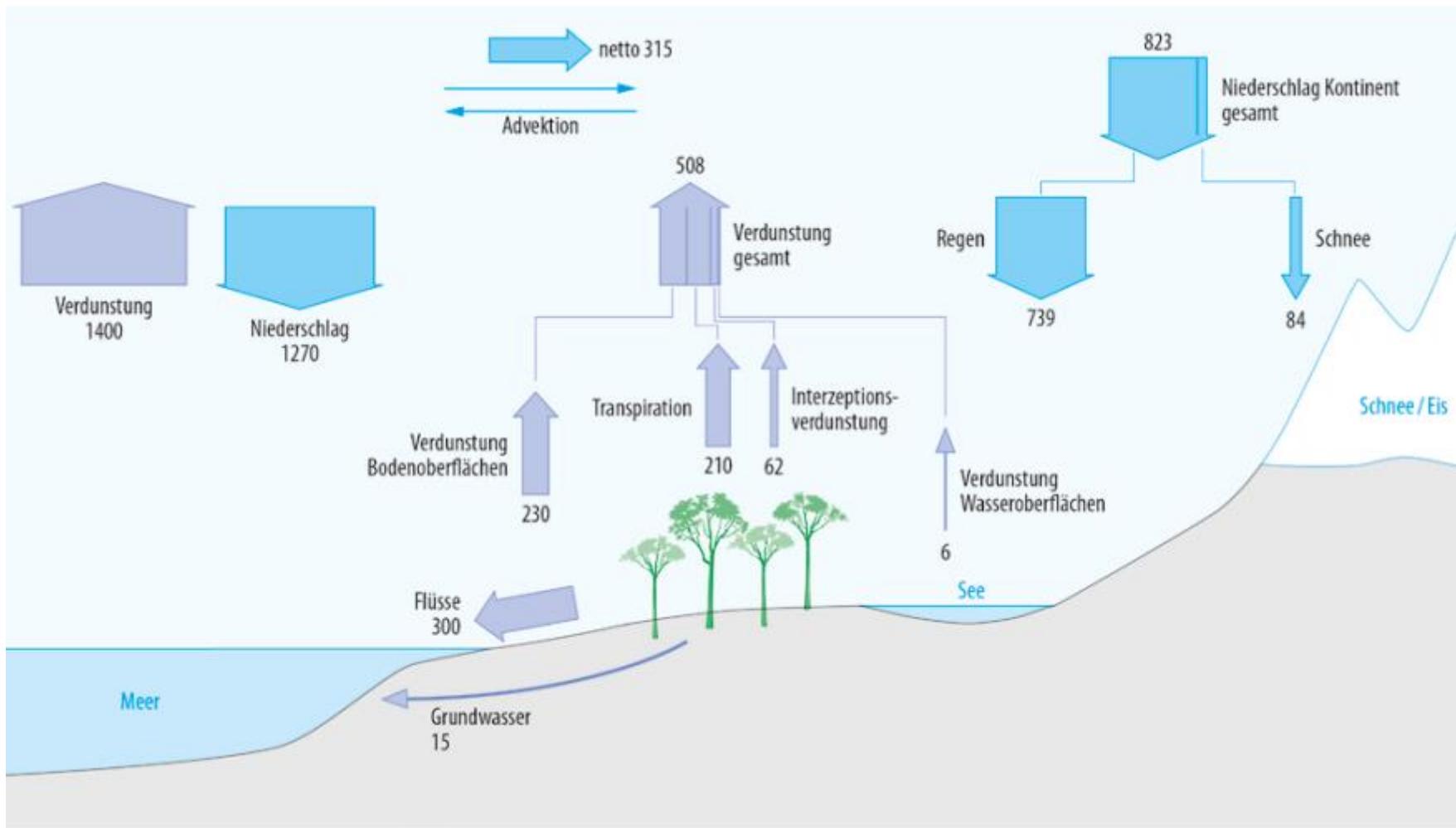
## Wasserkreislauf und Verteilung

Teil der Hydrosphäre	Areal (10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup> )	Volumen (10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup> )	Wasser- höhe (m)	Anteil am Gesamt- vorrat (%)	Anteil am Süßwasser (%)	Mittlere Verweilzeit
<b>Weltmeer</b>	361,30	1338000	3703,29	96,54	-	2500 a
<b>Grundwasser</b>	134,80	23400	173,59	1,69	-	
davon Süßwasser	134,80	10530	78,12	0,76	30,06	1400 a
<b>Bodenfeuchte</b>	82,00	16,5	0,20	0,001	0,05	1 a
<b>Schnee und Eis</b>	37,23	24364	654,37	1,76	69,55	
Arktis, Antarktis und Grönland	16,01	24024	1500,62	1,73	68,58	9700 a
Gebirgsgebiete	0,22	41	181,25	0,003	0,12	1600 a
Permafrost	21,00	300	14,29	0,022	0,86	10 000 a
<b>Oberflächengewässer</b>	148,80	105	0,70	0,008	0,30	
Flüsse	148,80	2,1	0,01	0,000	0,01	16 d
Süßwasserseen	1,24	91	73,60	0,007	0,26	17 d
Sumpfgebiete	2,68	11,5	4,28	0,001	0,03	5 d
<b>Organismen</b>	510,00	1,1	0,002	0,000	0,01	< 1 d
<b>Atmosphäre</b>	510,00	12,9	0,025	0,001	0,04	10 d
<b>Gesamtvorrat</b>	510,00	1385899	2717,45	100	-	
davon Süßwasser	148,80	35029	235,41	2,52	100	

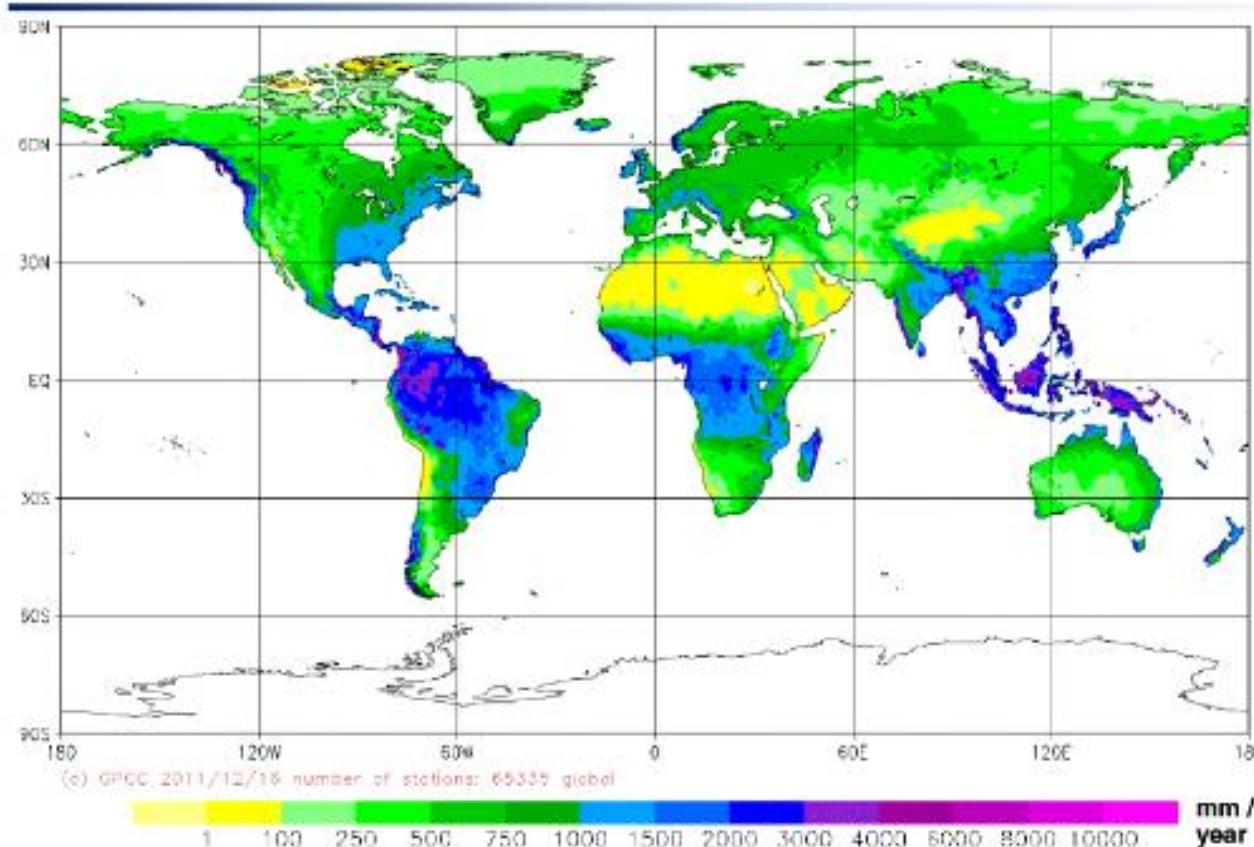
a= Jahr, d = Tag

# Hydrologie

## Wasserkreislauf



# Globale Niederschlagsverteilung

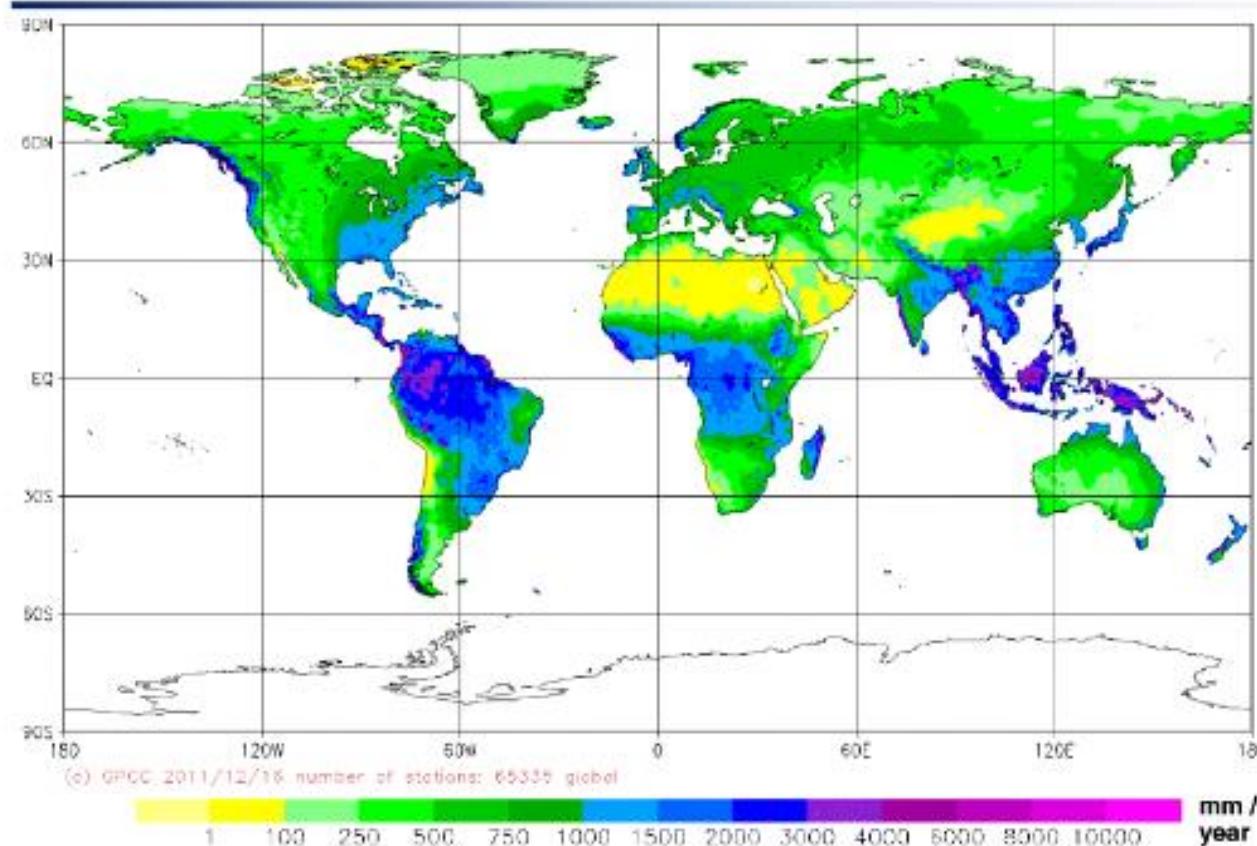


Globale Niederschlagsverteilung für Landmassen, 1950 – 2000  
Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)

Schneider et al. (2014)  
<https://doi.org/10.1007/s00704-013-0860-x>

**Was sind Gründe für die unterschiedliche Verteilung des Niederschlags?**

# Globale Niederschlagsverteilung

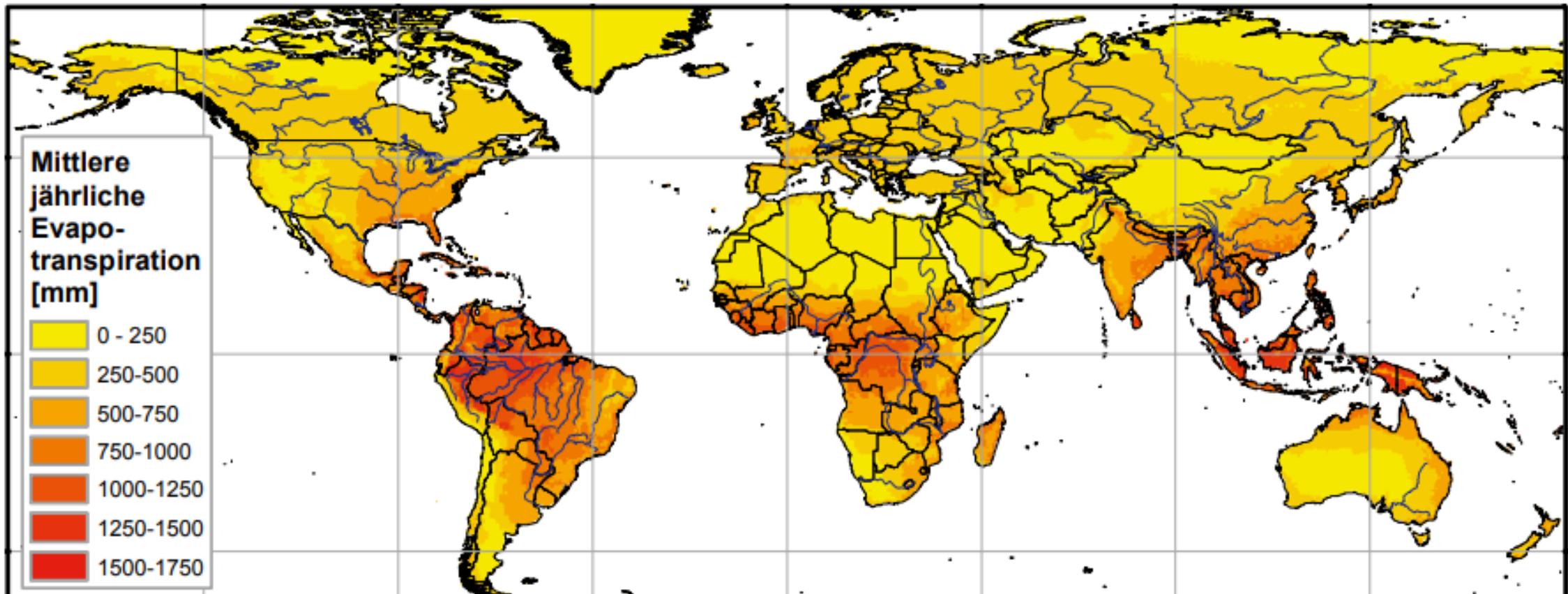


Globale Niederschlagsverteilung für Landmassen, 1950 – 2000  
Global Precipitation Climatology Centre (GPCC)

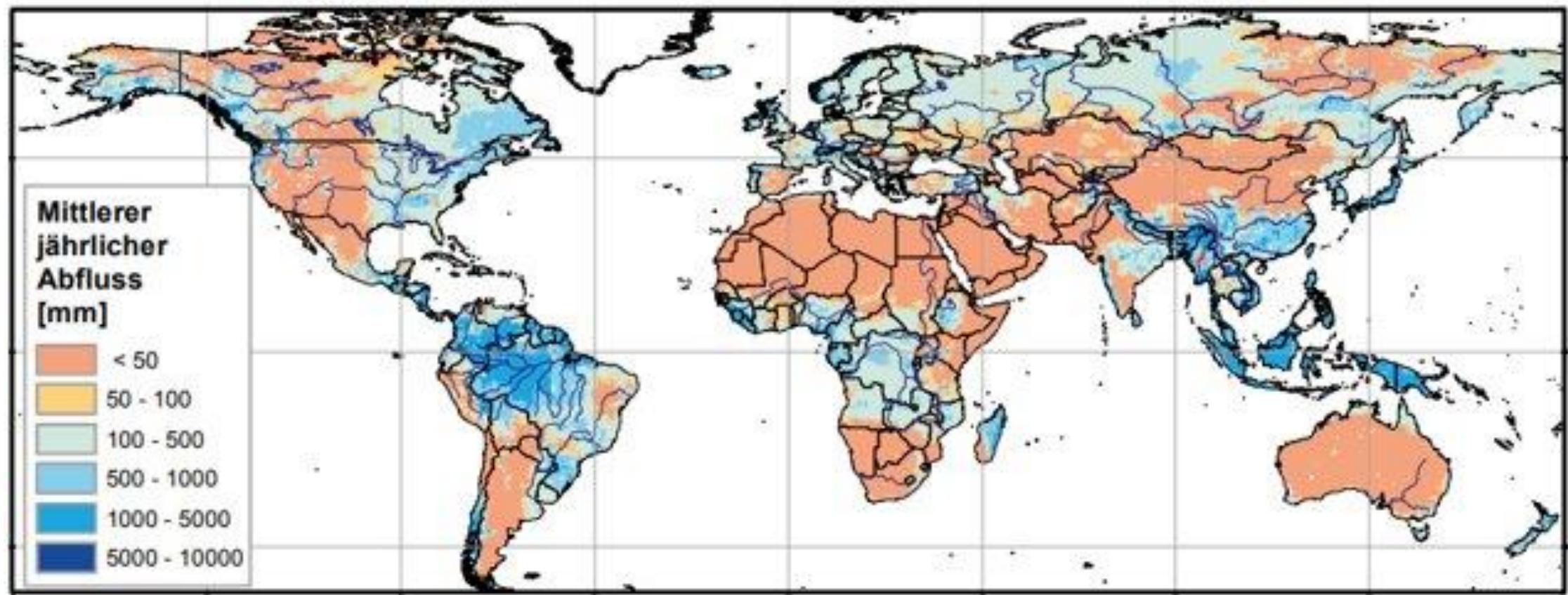
Schneider et al. (2014)  
<https://doi.org/10.1007/s00704-013-0860-x>

**Sonneneinstrahlung  
Luftzirkulationssysteme  
Orographische Hindernisse  
Ozeanische Zirkulation**

# Globale Verteilung Evapotranspiration

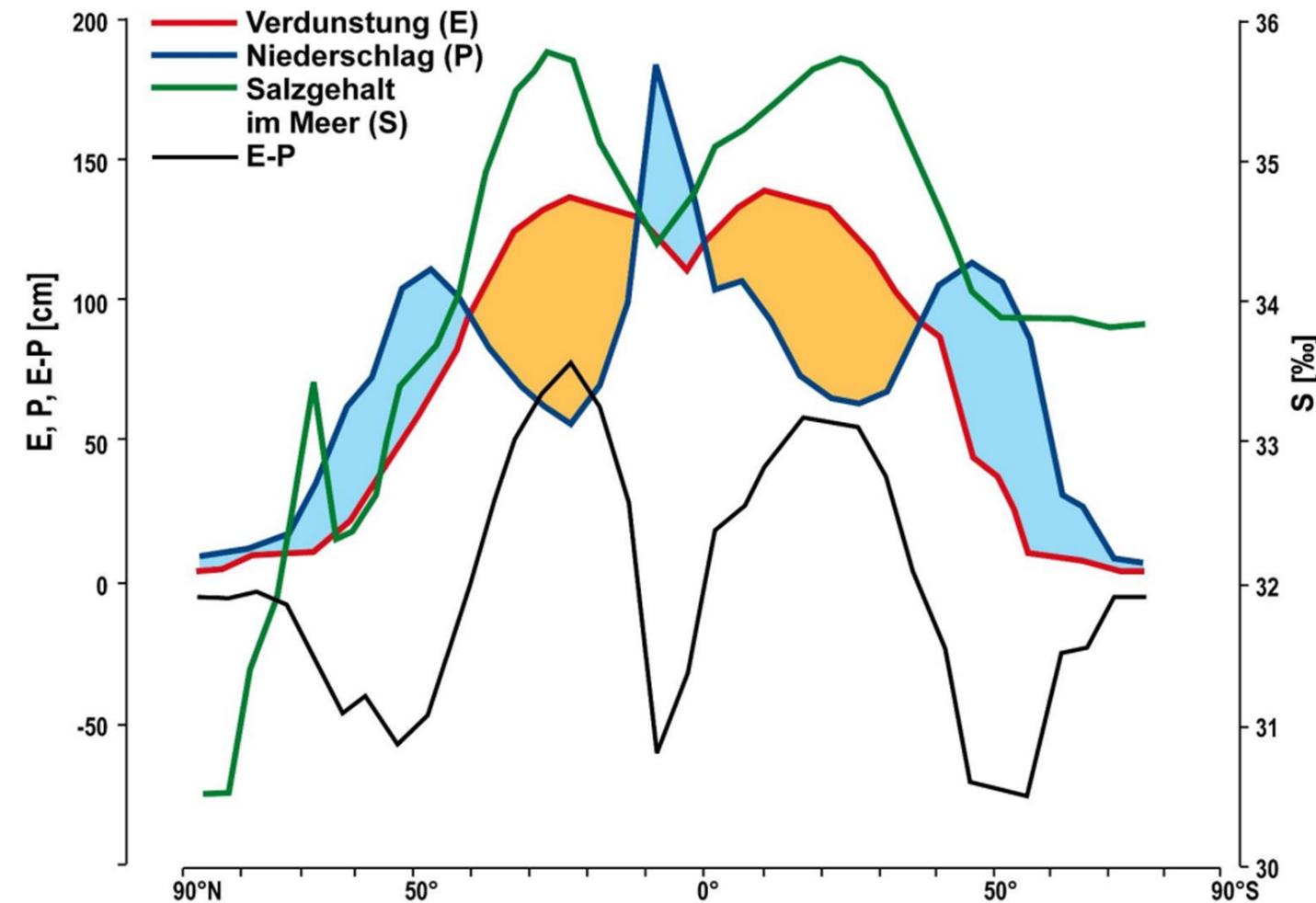


# Globale Abflussverteilung



# Hydrologie

## Entstehung Arider und Humider Gebiete



# Hydrologie

---

## Ozeane



Welche Funktionen besitzen Ozeane?

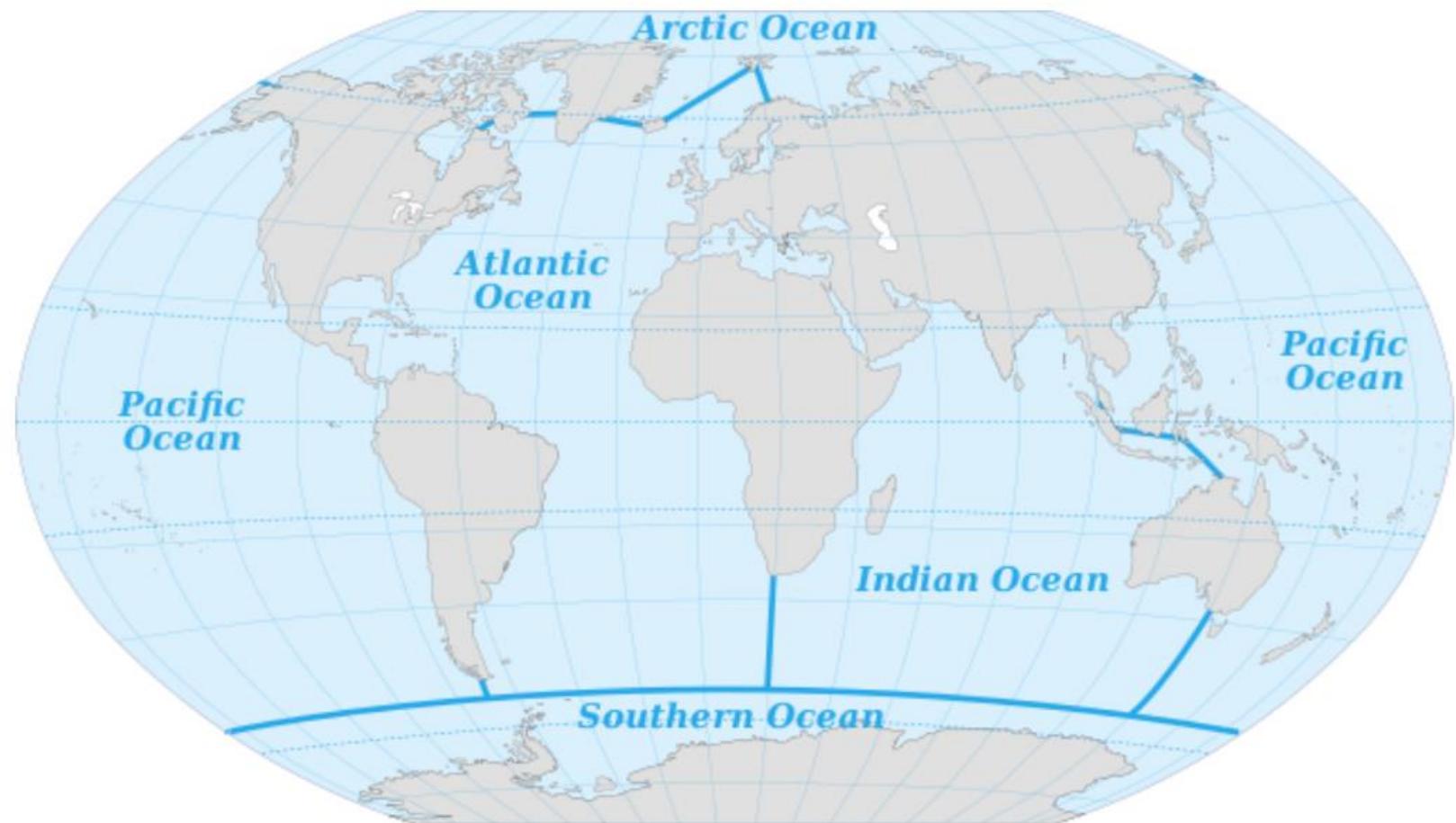
- Wärmetransport
- Wassertransport
- Wasser- und CO<sub>2</sub>-Speicher
- Tiefenwasserbildung
- Grund für globale Klimavariabilität durch Wetterphänomene
- Lebensraum

# Hydrologie

## Ozeane



Wie viele Ozeane gibt es und welche sind das?

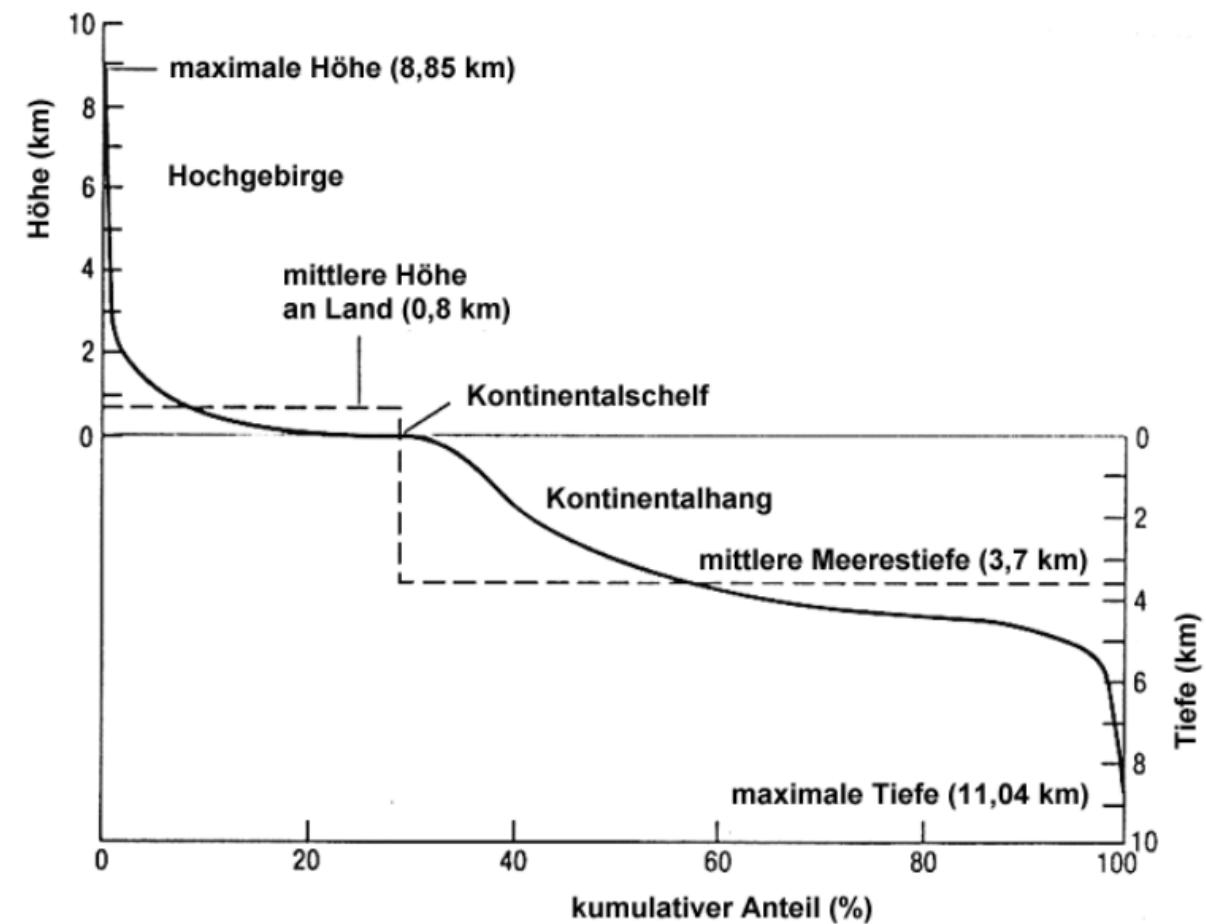


# Hydrologie

## Ozeane



Wie tief ist die mittlere Meerestiefe?



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/EarthHypso\\_german.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/EarthHypso_german.png)

# Hydrologie

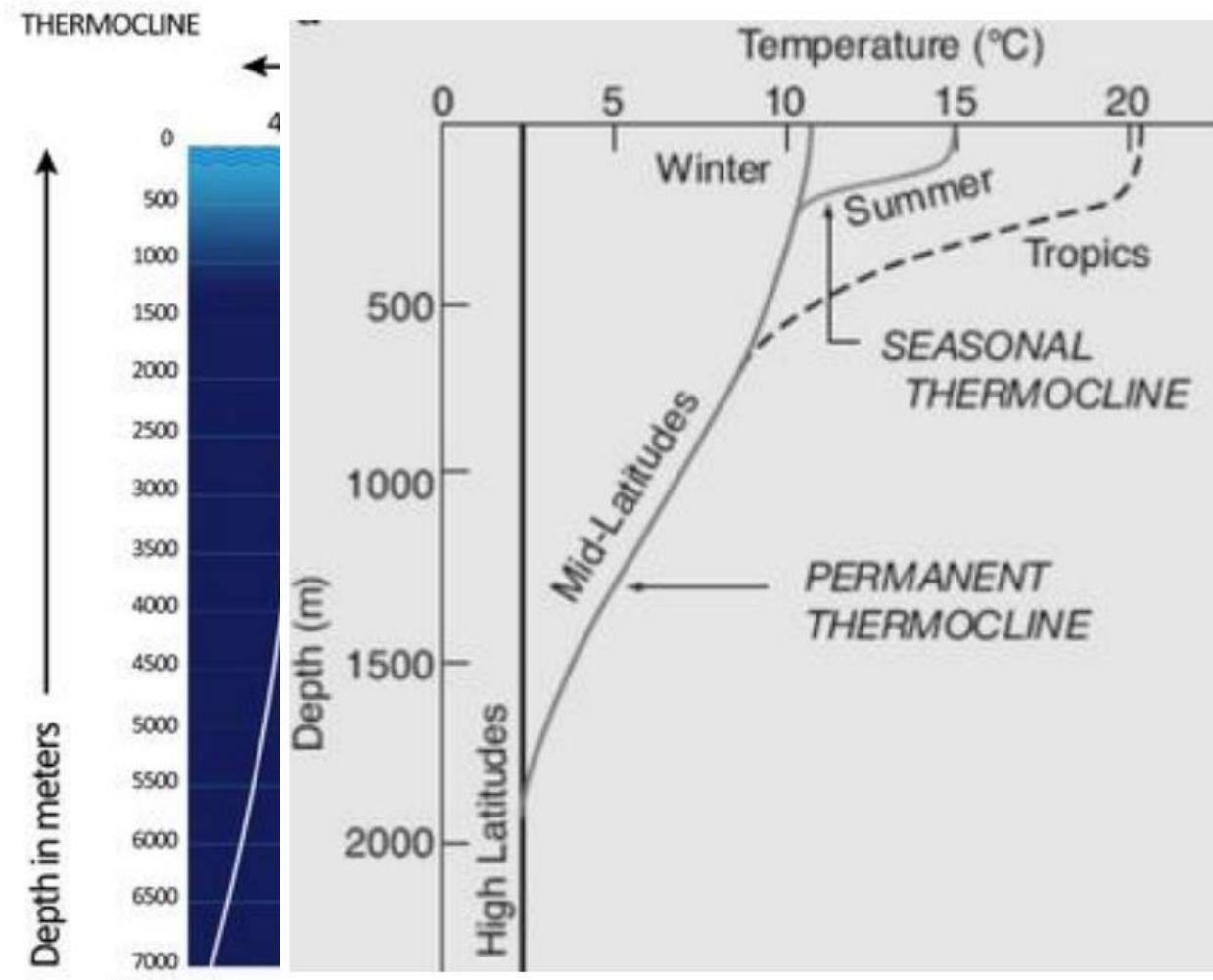
## Vertikale Temperaturprofil der Ozeane



Wovon ist das Temperaturprofil abhängig?

Thermokline:

- Breitengradabhängig
- Tropen sehr stark ausgeprägt
- Saisonal abhängig
- Extreme Abnahme ab ca. 800 Meter Tiefe



<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/ThermoclineSeasonDepth.png>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Thermocline#/media/File:ThermoclineSeasonDepth.png>

# Kryosphäre

---

**Was ist die Kryosphäre und was sind deren Komponenten?**

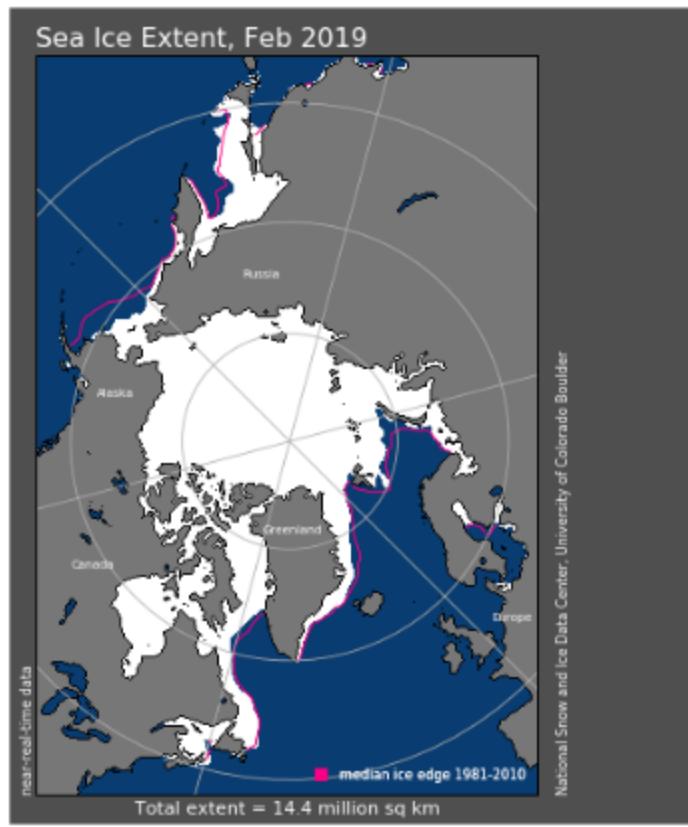
# Kryosphäre

## Was ist die Kryosphäre und was sind deren Komponenten?

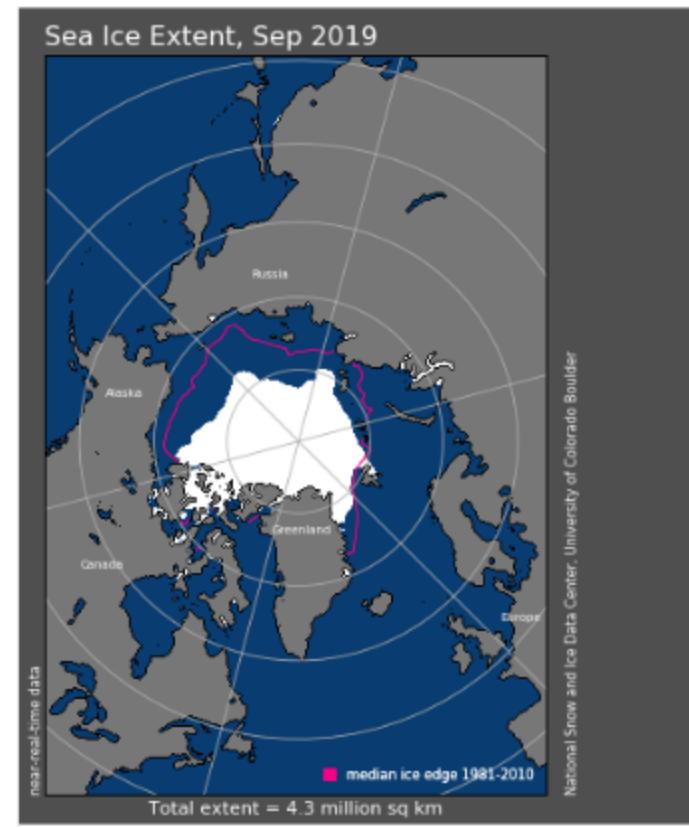


# Kryosphäre

## Jahreszeitliche Ausprägung auf der NHK



[https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0\\_0.pdf#page=12](https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0_0.pdf#page=12)

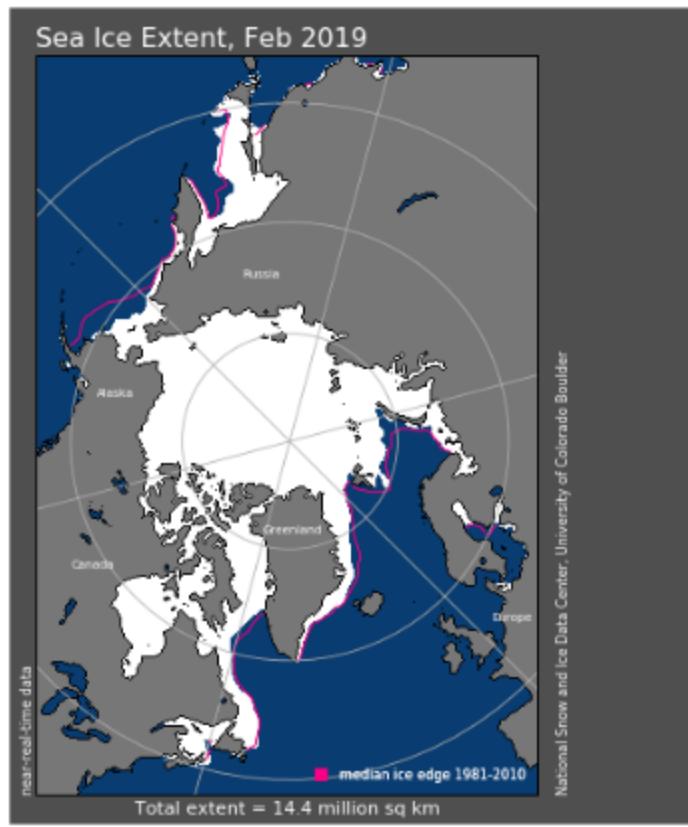


[https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0\\_0.pdf#page=12](https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0_0.pdf#page=12)

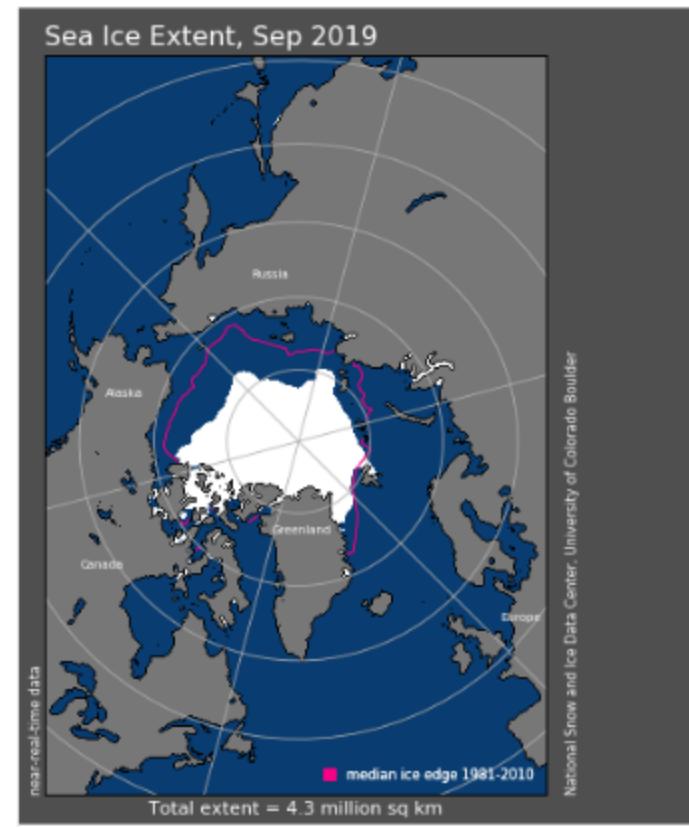
**Was sind die Ursachen für die unterschiedliche jahreszeitliche Ausprägung?**

# Kryosphäre

## Jahreszeitliche Ausprägung auf der NHK



[https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0\\_0.pdf#page=12](https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0_0.pdf#page=12)



[https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0\\_0.pdf#page=12](https://nsidc.org/sites/nsidc.org/files/G02135-V3.0_0.pdf#page=12)

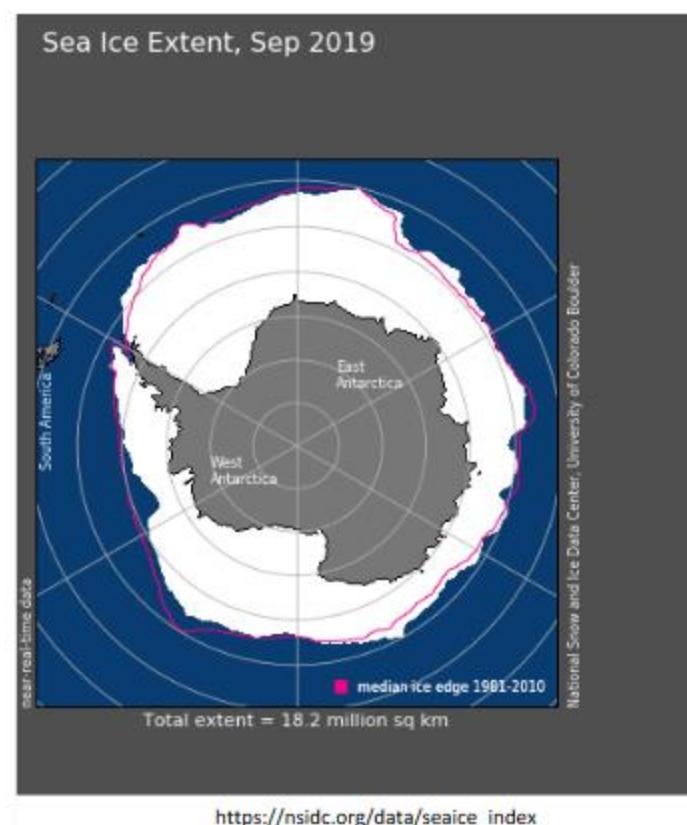
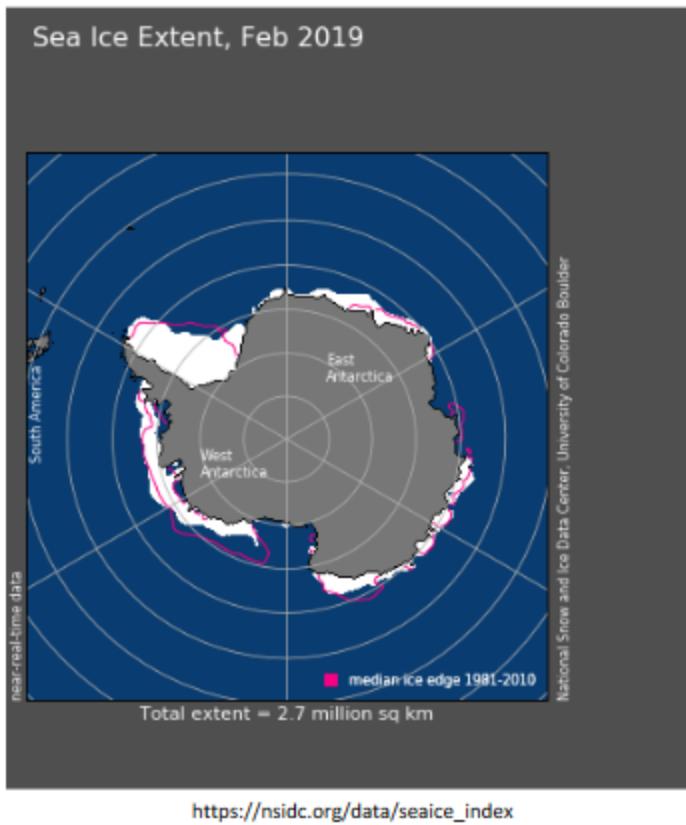
**Sonneneinstrahlung**

**Schneefall/NS**

**Atmosphärische/  
Ozeanische  
Zirkulation**

# Kryosphäre

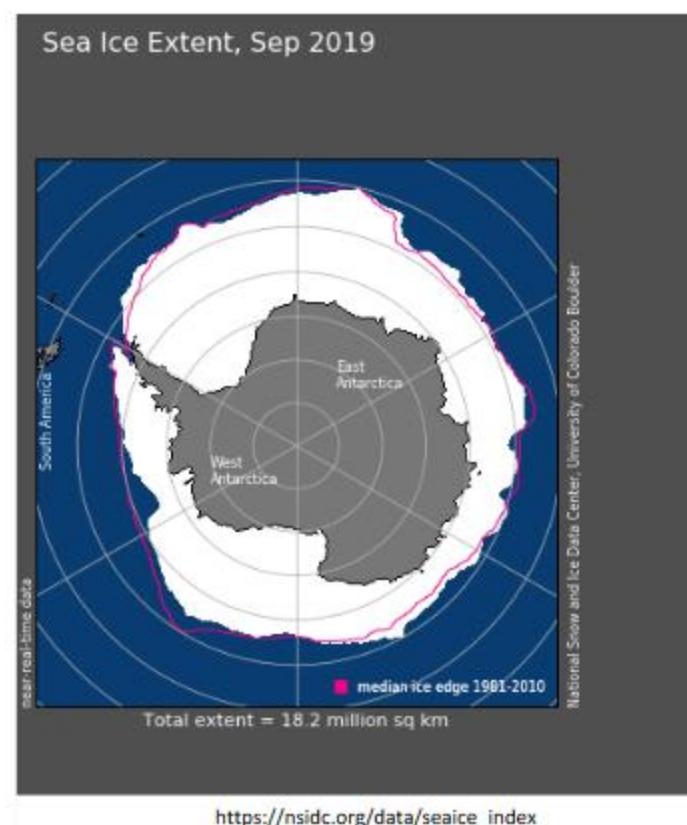
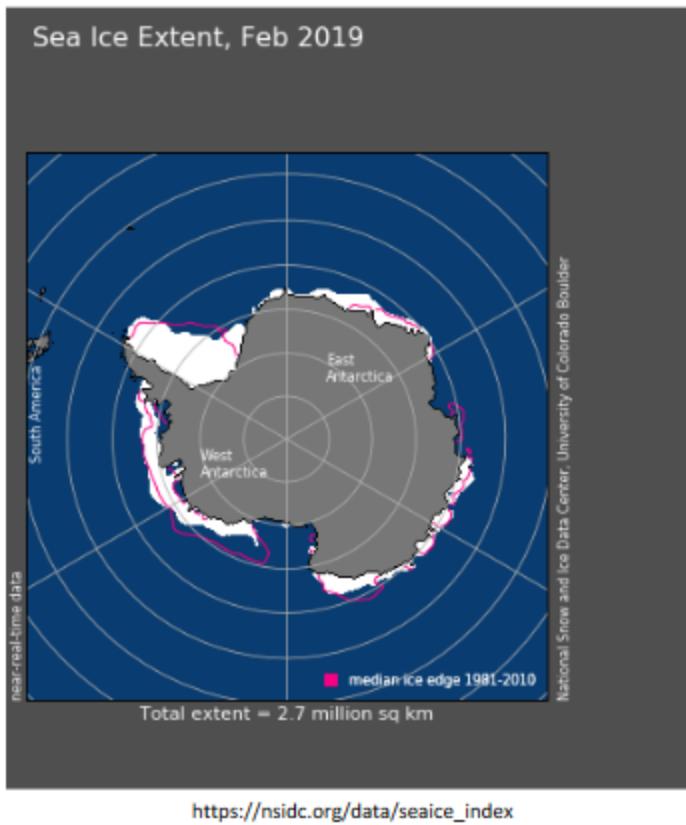
## Jahreszeitliche Ausprägung auf der SHK



**Was sind die Ursachen für die unterschiedliche jahreszeitliche Ausprägung?**

# Kryosphäre

## Jahreszeitliche Ausprägung auf der SHK



**Sonneneinstrahlung**

**Schneefall/NS**

**Atmosphärische/  
Ozeanische  
Zirkulation**

# Kryosphäre

## Gletscher



# Kryosphäre

---

## Gletscher

**Was sind Einflussfaktoren auf die Dynamik von Gletschern?**

# Kryosphäre

---

## Gletscher

### **Was sind Einflussfaktoren auf die Dynamik von Gletschern?**

**Gewicht der Eismasse**

**Hangneigung**

**Oberflächenneigung der Eismasse**

**Temperatur**

**Beschaffenheit des Untergrundes**

## Nächste Woche:

---

Bitte bis zum 21.01 15:00 Uhr die Fragen für die 3. Sitzung  
einsenden!!

Vorlesungen Hydrologie 6 bis 8 und die Anfänge von  
Geomorphologie



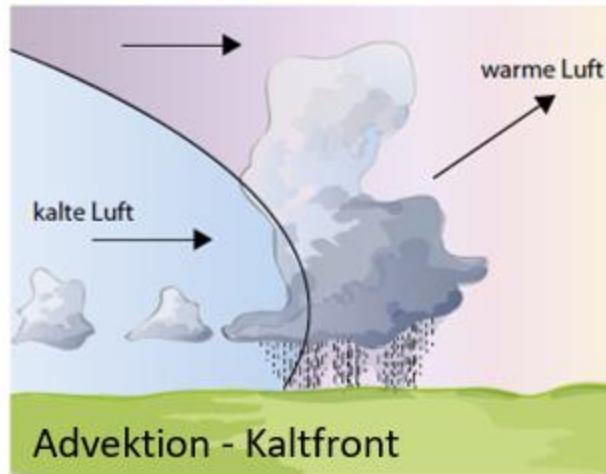
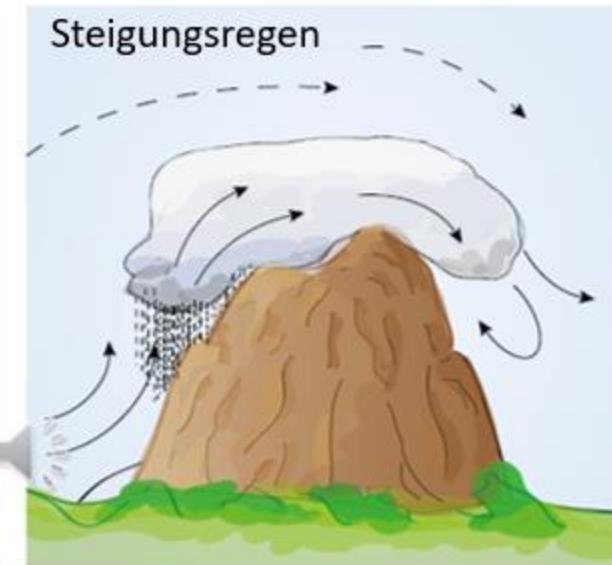
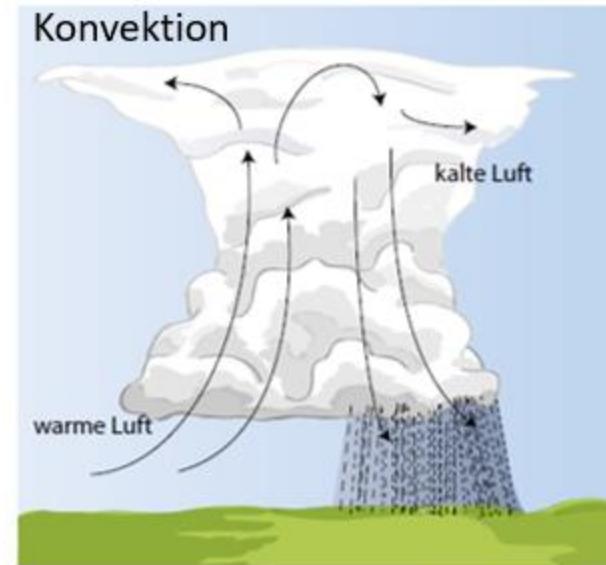


# Tutorium Physische Geographie 1

Sitzung 3: Hydrologie  
Folien 6 - 10

# Hydrologie

## Wasser der Atmosphäre



# Hydrologie

## Messung des Niederschlags

Wie heißt das Messgerät?



Was gibt es bei der Messung zu beachten und welche Vorteile/Nachteile hat sie?



# Hydrologie

## Messung des Niederschlags

Wie heißt das Messgerät?



Was gibt es bei der Messung zu beachten und welche Vorteile/Nachteile hat sie?

- Höhe, freie Fläche, Untergrund, Standardisiert, muss geleert werden
- Einfach, schnell Platzierbar, Standardisiert



# Hydrologie

---

## Messung des Niederschlags

Nennt mir ein paar Niederschlagsmessarten/-geräte und deren Fehlerquellen!

# Hydrologie

## Messung des Niederschlags

Nennt mir ein paar Niederschlagsmessarten/-geräte und deren Fehlerquellen!

Distrometer



optisches Verfahren (Laser)

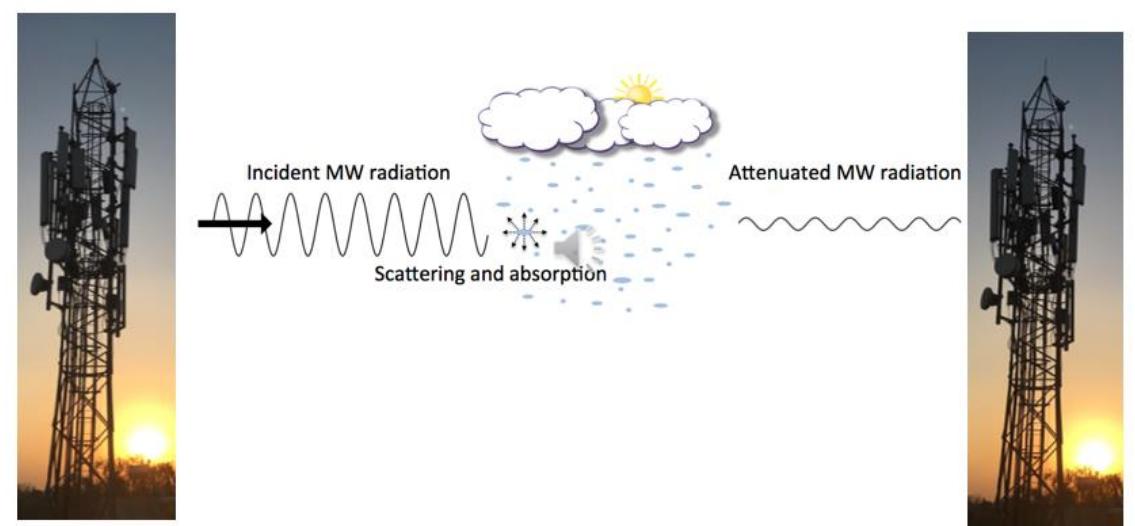


<https://www.ott.com/de-de/produkte/meteorologie-29/ott-parsivel2-niederschlagsbestimmung-97/>

Radar



Mikrowellen



Chwala & Kunstmann (2019, Fig. 1)

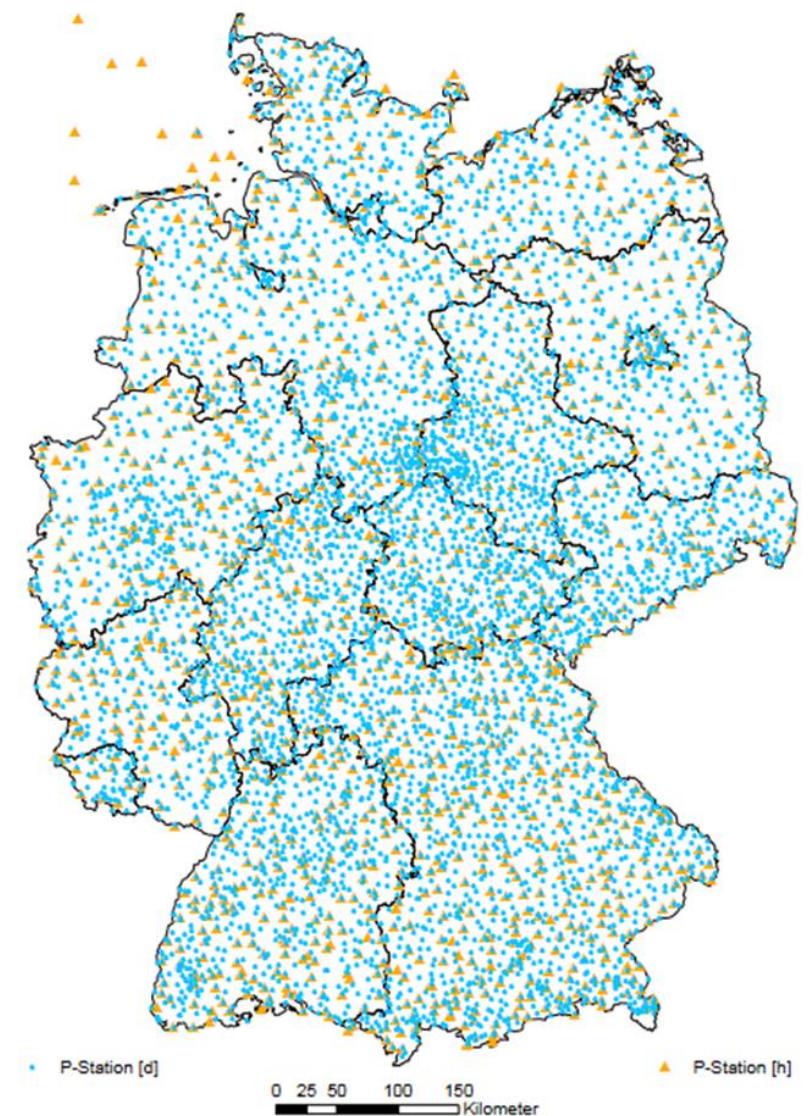
# Hydrologie

## Messung des Niederschlags

Wie nennt man das Verfahren um Niederschlag  
Flächenhaft zu erfassen?



Welche gibt es? (Nicht nur für Niederschlag)



# Hydrologie

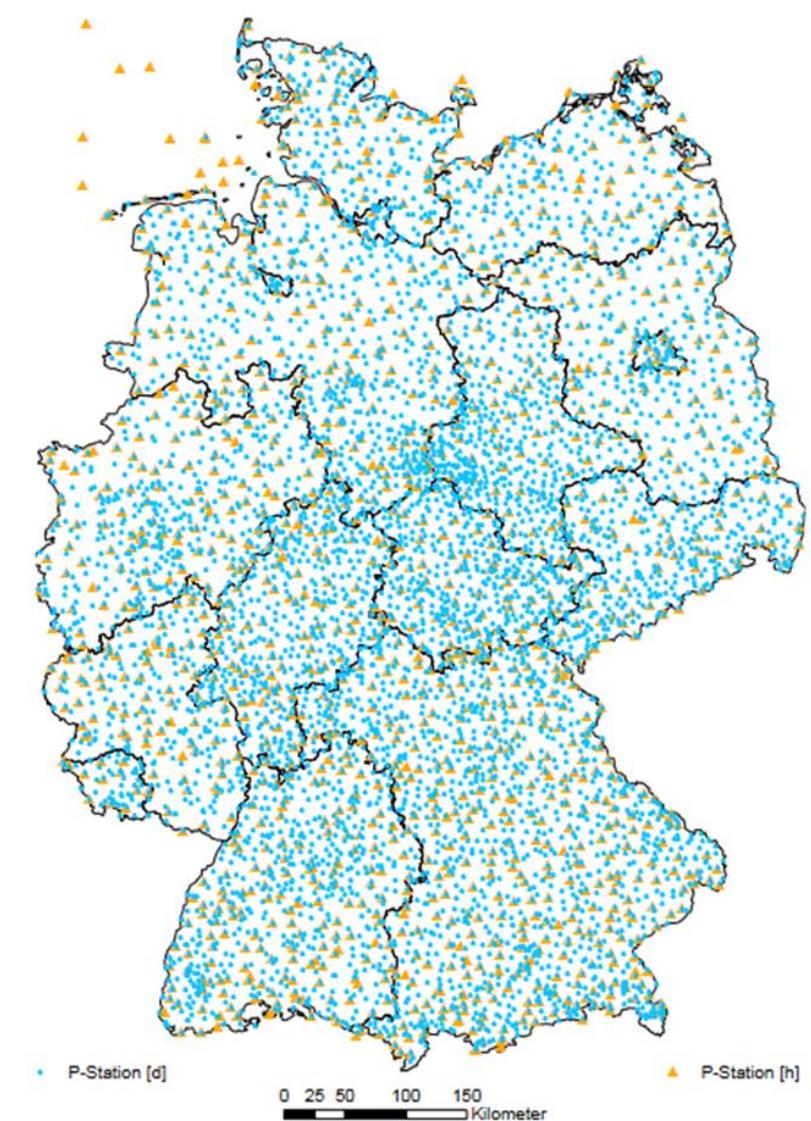
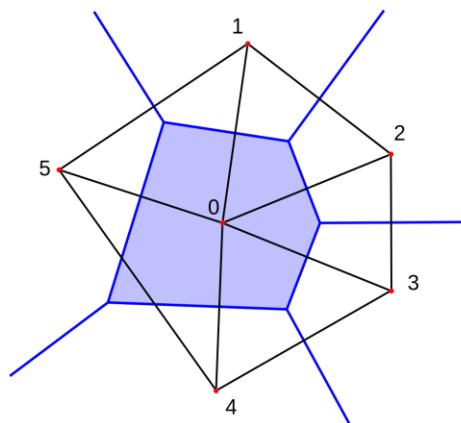
## Messung des Niederschlags

Wie nennt man das Verfahren um Niederschlag  
Flächenhaft zu erfassen?

### Interpolationsverfahren

Welche gibt es? (Nicht nur für Niederschlag)

Thyssen-Polygone  
Inverse Distanz  
Regressions-Basierte Verfahren  
Geostatistische Methoden



# Hydrologie

## Fließgewässer

Welche Arten von Fließgewässern gibt es?



# Hydrologie

## Fließgewässer

Welche Arten von Fließgewässern gibt es?

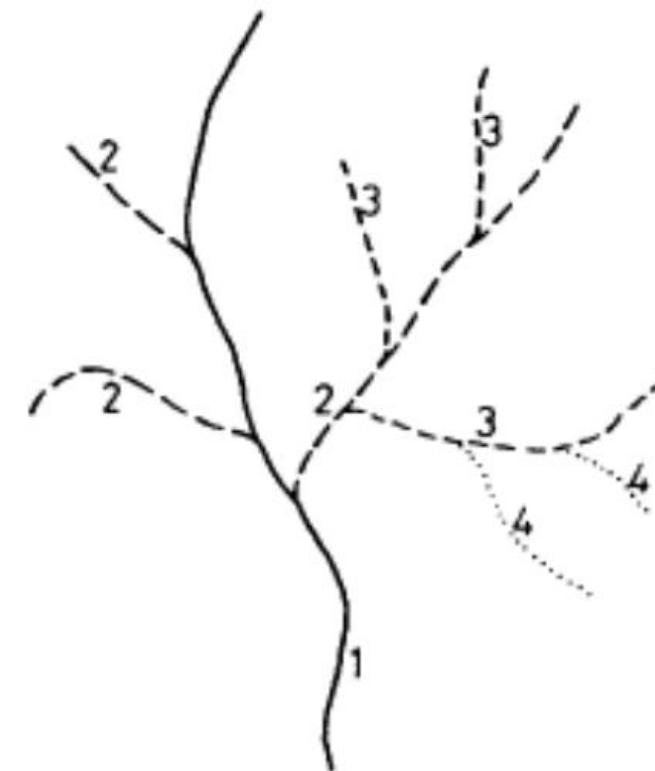


Eigenschaften von Fließgewässern:

- Fließen in Form von laminaren oder turbulentem Fließen
- langgezogene Form mit Hohlform
- durchgehendes Gefälle
- Haupt- und Nebenflüsse (Kennzahl)
- Einzugsgebiet

# Hydrologie

## Fließgewässer - Flussordnungszahl



Klassisches Konzept

# Hydrologie

## Fließgewässer - Einzugsgebiete

Definition eines  
Einzugsgebiets



# Hydrologie

## Fließgewässer - Einzugsgebiete

Definition eines  
Einzugsgebiets

Arten von Flussgebieten

- endorheisches
- exohereisches



[https://dic.academic.ru/pictures/dewiki/69/Europäische\\_Wasserscheiden.png](https://dic.academic.ru/pictures/dewiki/69/Europäische_Wasserscheiden.png)

# Hydrologie

---

## Fließgewässer - Variablen

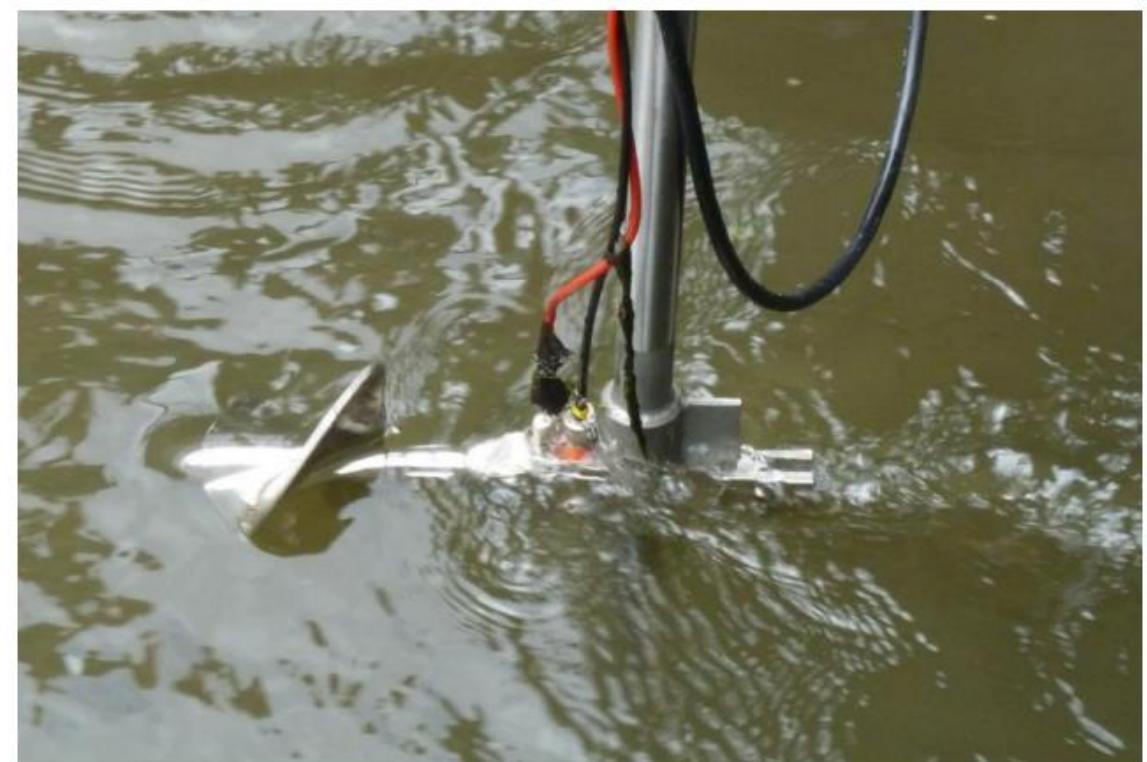
- Einzugsgebietsgröße A
- Abfluss Q
- Wasserstand W
- Abflussspende L
- Flussbett  $a^2$
- Querschnitt  $a^2$

# Hydrologie

## Fließgewässer - Messung



Morgenschweis (2010, S.113)



# Hydrologie

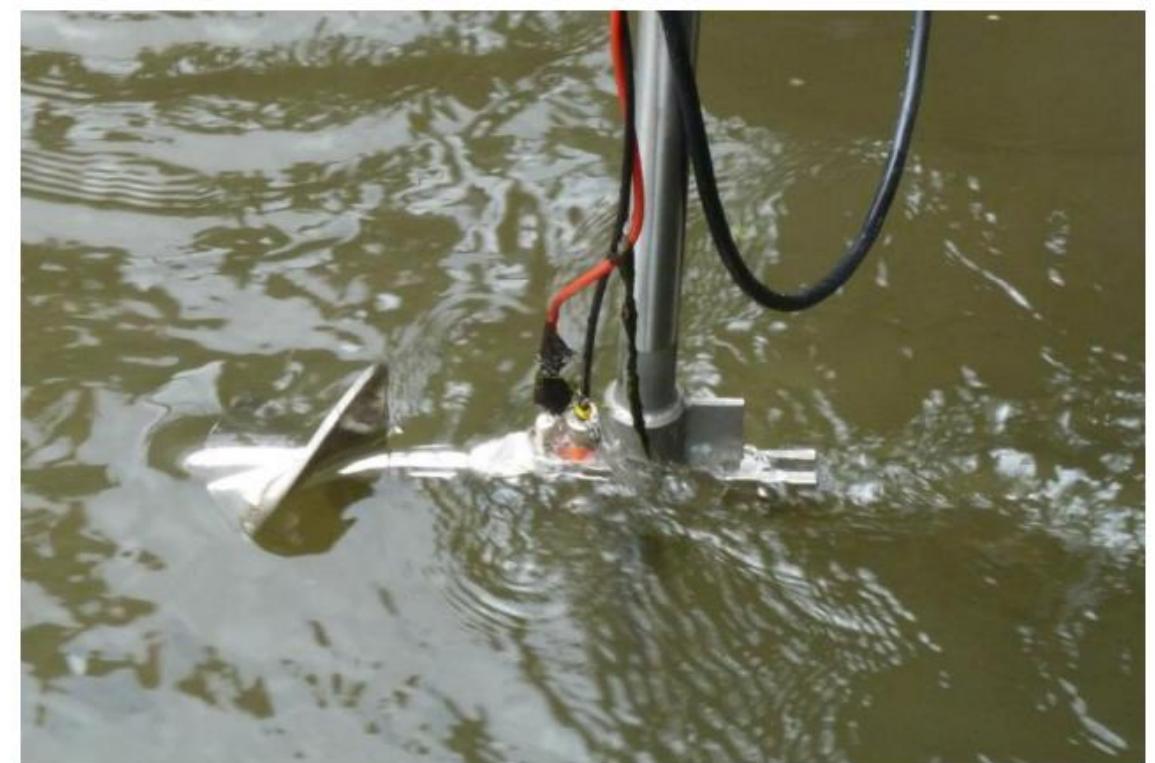
## Fließgewässer - Messung

Direkt



Morgenschweis (2010, S.113)

Indirekt



# Hydrologie

---

## Seen

- Speicherfunktion
- geringe Durchmischung durch geringe Fließgewischindkeiten
- Lebensraum
- Wirtschaftsgrundlage
- Trinkwasserversorgung

# Hydrologie

---

## Seen - Entstehung

Konstruktiv

Destruktiv

Obstruktive

Anthropogene

# Hydrologie

## Seen - Zirkulation

**Holomiktisch:**

**Meromiktisch:**

**Amiktisch:**

**Monomiktisch:**

**Dimiktisch:**

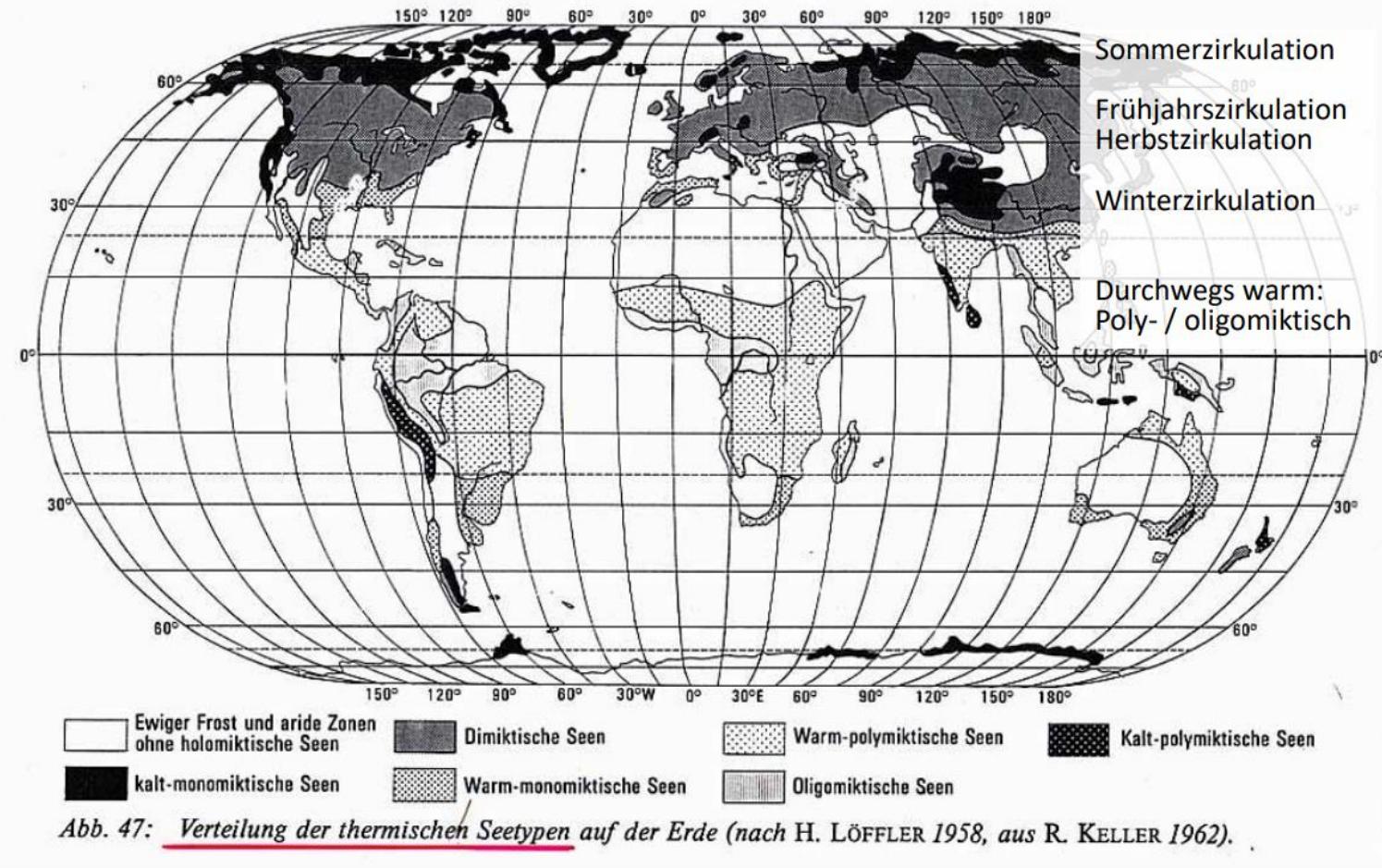
**Polymiktisch:**

**Oligomiktisch:**

# Hydrologie

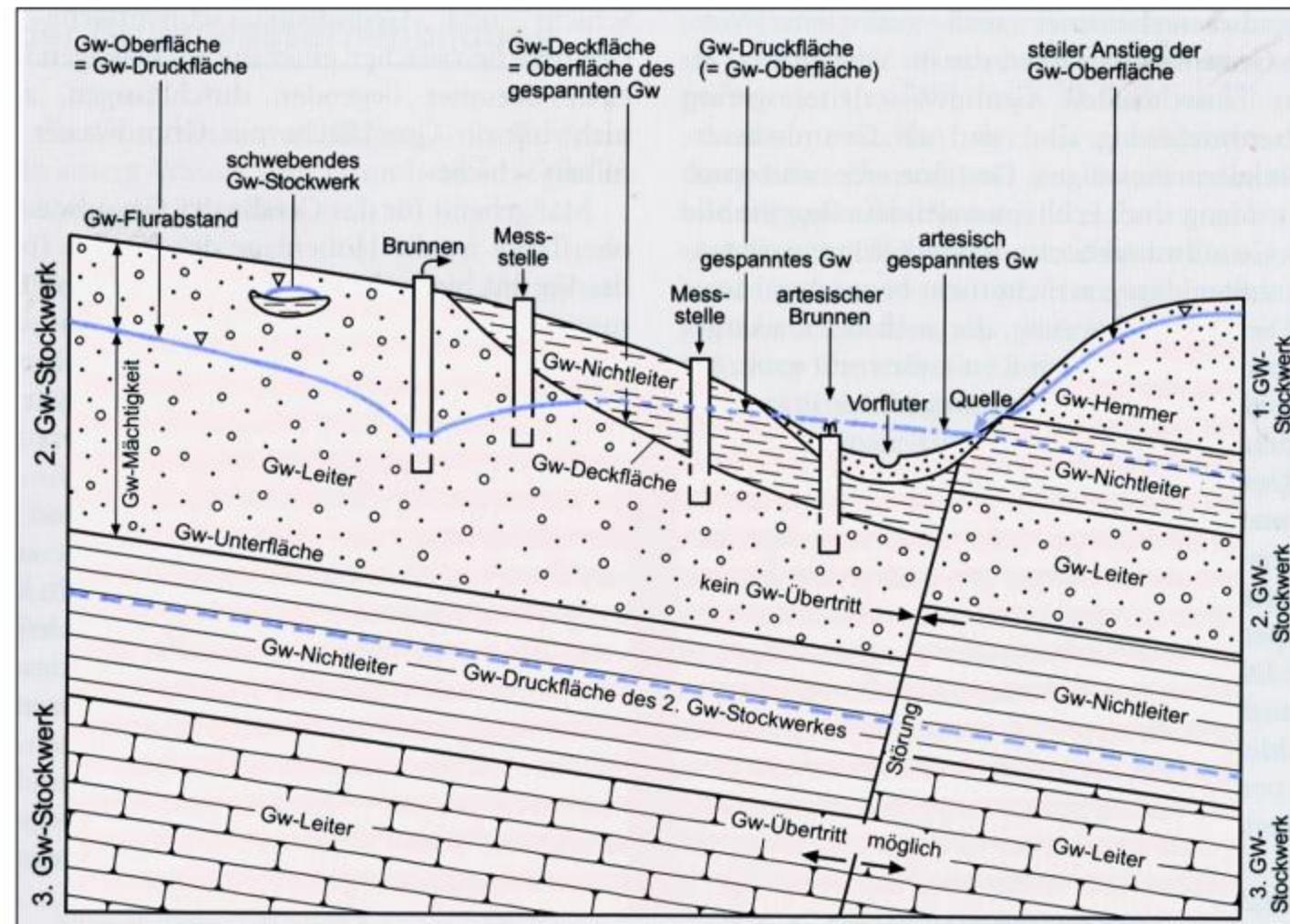
## Seen - Zirkulation

- Holomiktisch:** mindestens einmal im Jahr vollständige Zirkulation
- Meromiktisch:** nur Teile des Wasserkörpers sind durchmischt
- Amiktisch:** nicht zirkulierende Seen
- Monomiktisch:** kalt-monomiktisch: winterlich gefrorene Seen  
warm-monomiktisch: warme, aber nicht durchmischte Seen
- Dimiktisch:** kalt-dimiktisch: winterlich gefrorene Seen  
warm-dimiktisch: warme, aber nicht durchmischte Seen
- Polymiktisch:** häufige Zirkulation
- Oligomiktisch:** unregelmäßig



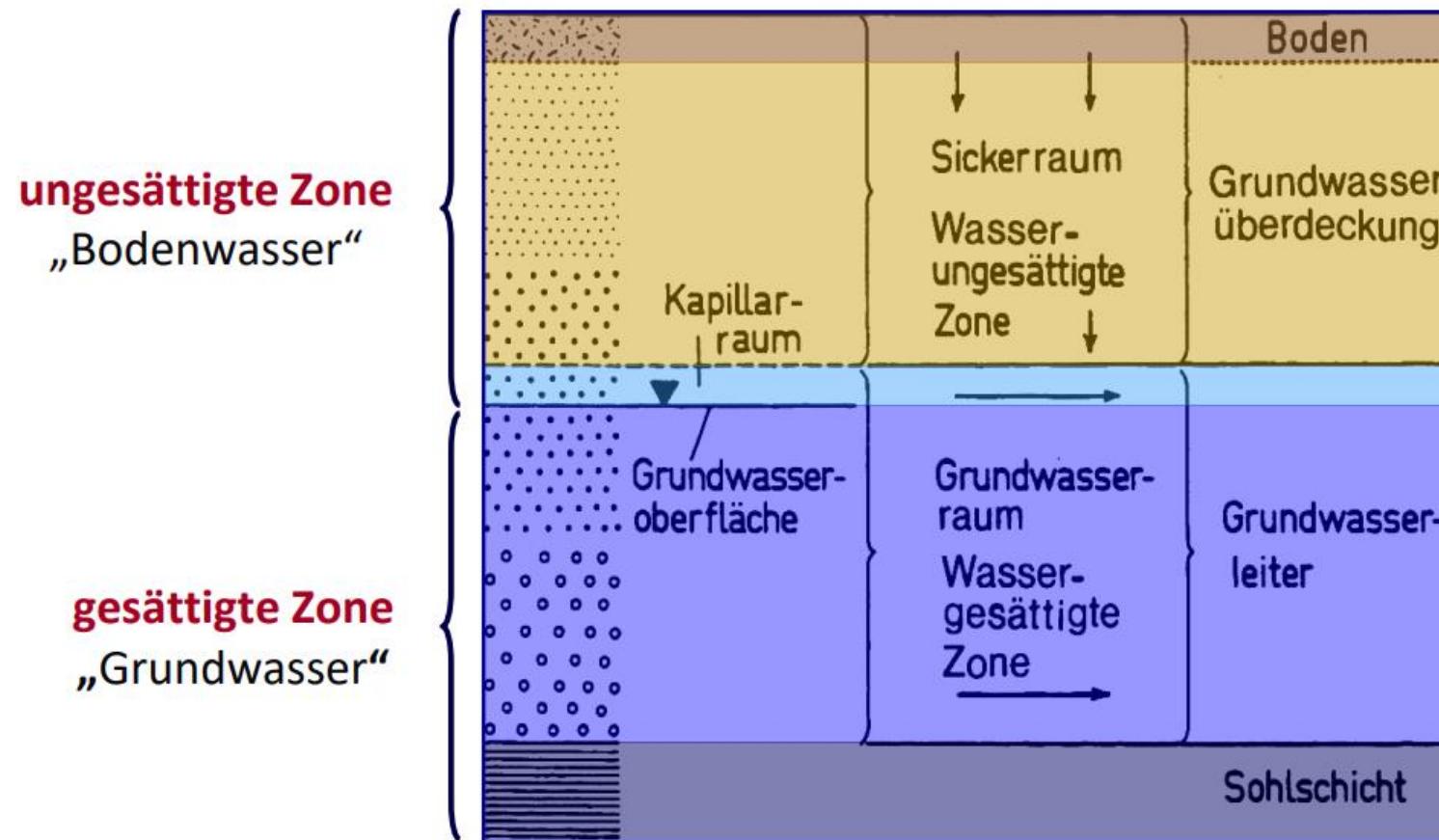
# Hydrologie

## Grundwasser



# Hydrologie

## Grundwasser

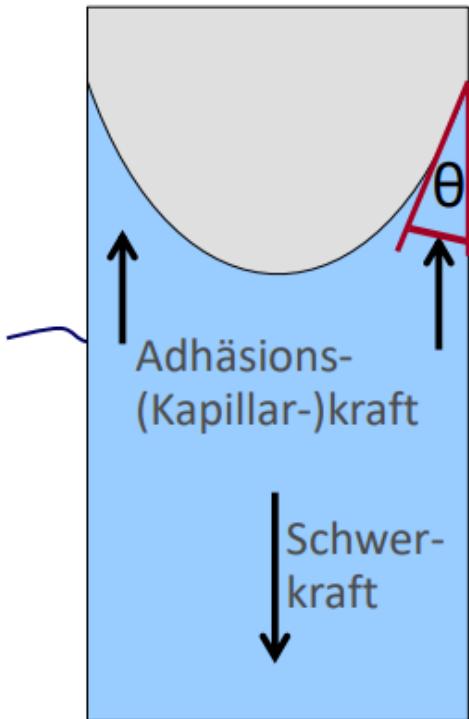


aus Matthess & Ubell (2003, S. 17) nach Schwille (1966, DIN 4049 T3)

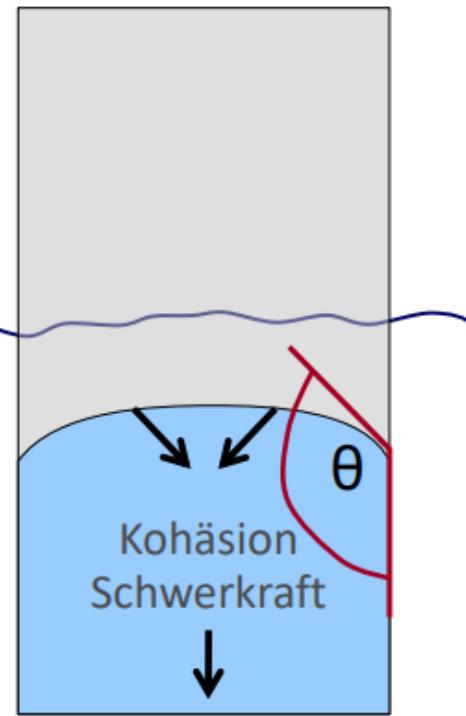
# Hydrologie

## Grundwasser – Adhäsions und Kohäsions Kräfte

$\theta < 90^\circ$   
Aufstieg

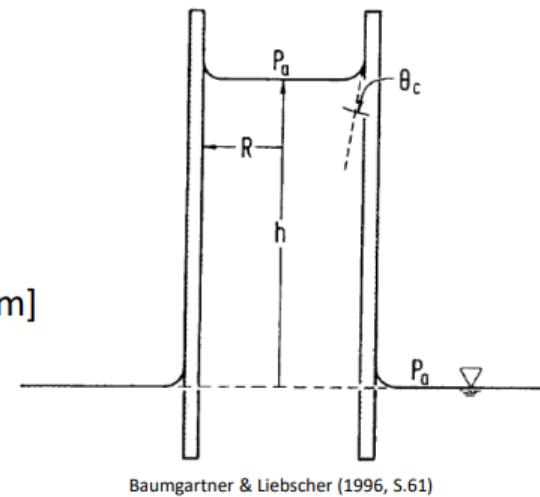


$\theta > 90^\circ$   
Abstieg

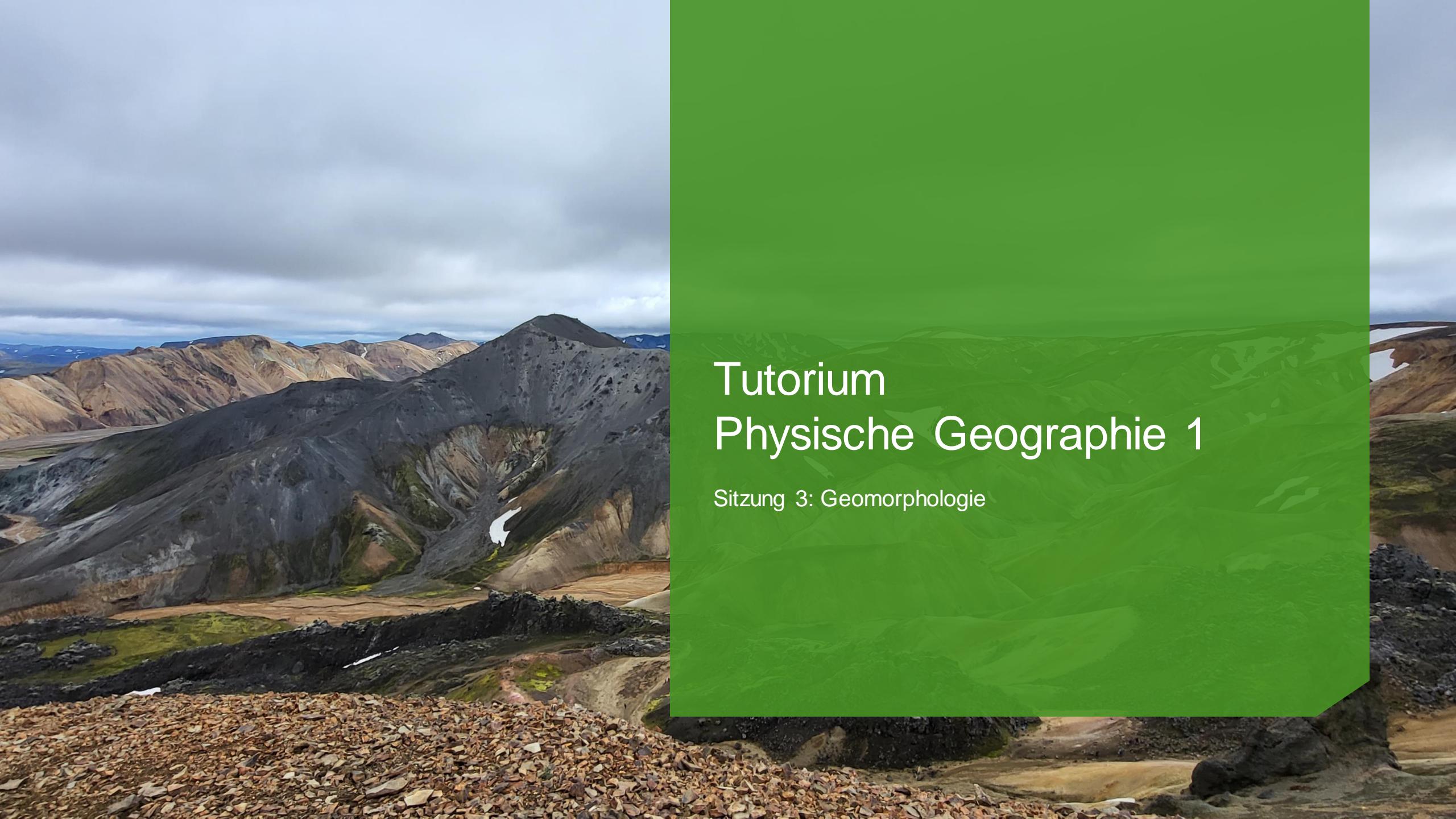


$$h = \frac{\cos\theta \cdot 2\sigma}{\rho \cdot R \cdot g}$$

$\Theta$  = Benetzungswinkel [rad]  
 $h$  = Höhe des Kapillaraufstiegs [m]  
 $\sigma$  = Oberflächenspannung des Wassers [N/m]  
 $\rho$  = Dichte des Wassers [kg/m<sup>3</sup>]  
 $g$  = Gravitationskonstante [m/s<sup>2</sup>]  
 $R$  = Radius der Kapillare



Baumgartner & Liebscher (1996, S.61)



# Tutorium Physische Geographie 1

Sitzung 3: Geomorphologie

# Geomorphologie

---

## Räume geomorphologischer Formung

### Prozessräume auf der Erde:

- terrestrischer Bereich (**Landoberfläche**)
- litoraler Bereich (**Küsten**)
- lakustrischer Bereich (**Seen**)
- mariner Bereich (**Ozean**)

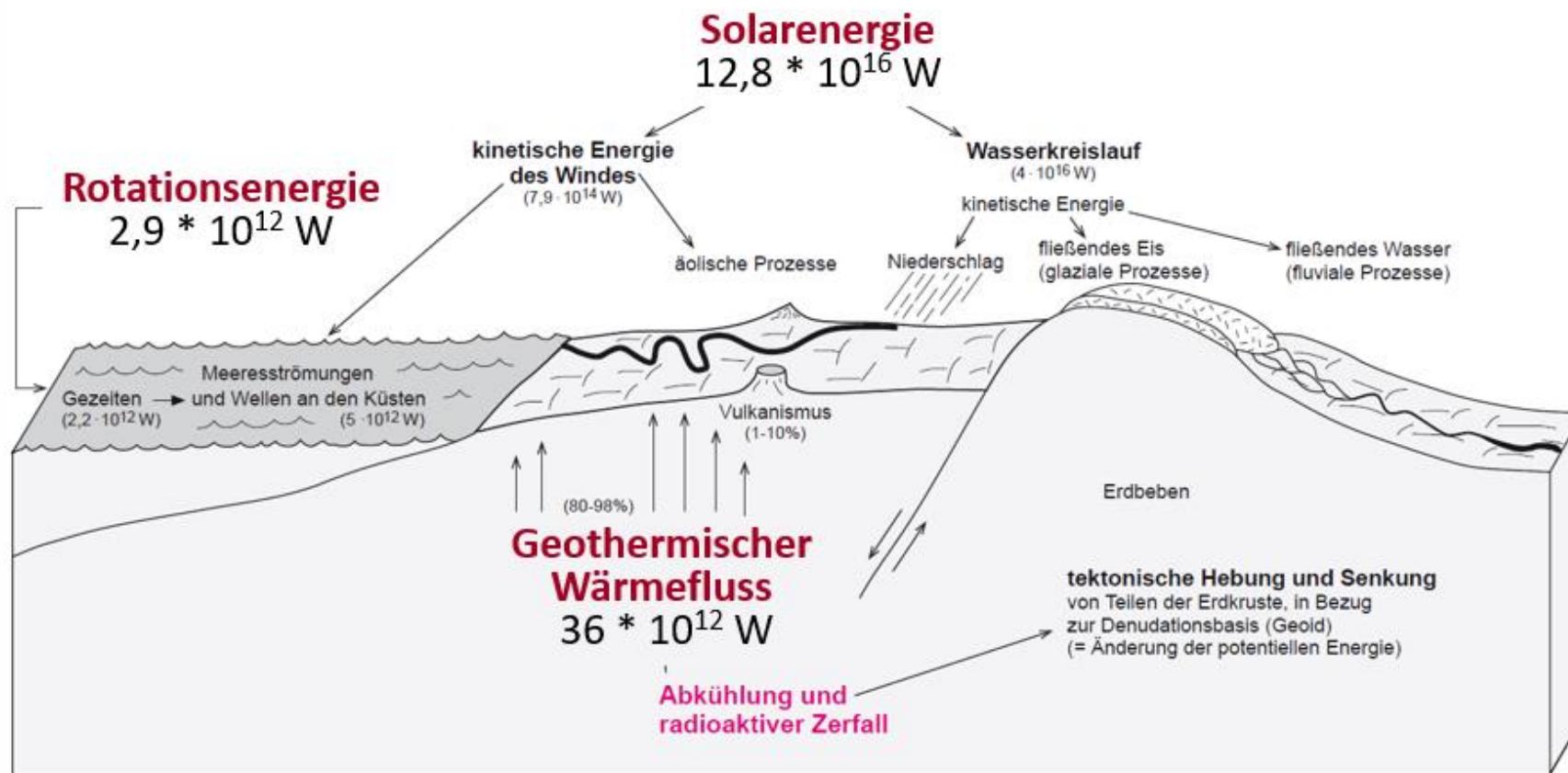
### Untersuchung nach:

- Nach **Genese**: formbildenden Prozessen, Alter, Baumaterial, etc.
- Nach **Eigenschaften**: Lage, Gefüge, Gestalt, Größe, etc.
- **Größenordnung** der Formen
- Größen- und **Zeitzusammenhänge** von Formen

# Geomorphologie

## Energie im Erdsystem

### Energie im Erdsystem



Energie aus verschiedenen Quellen

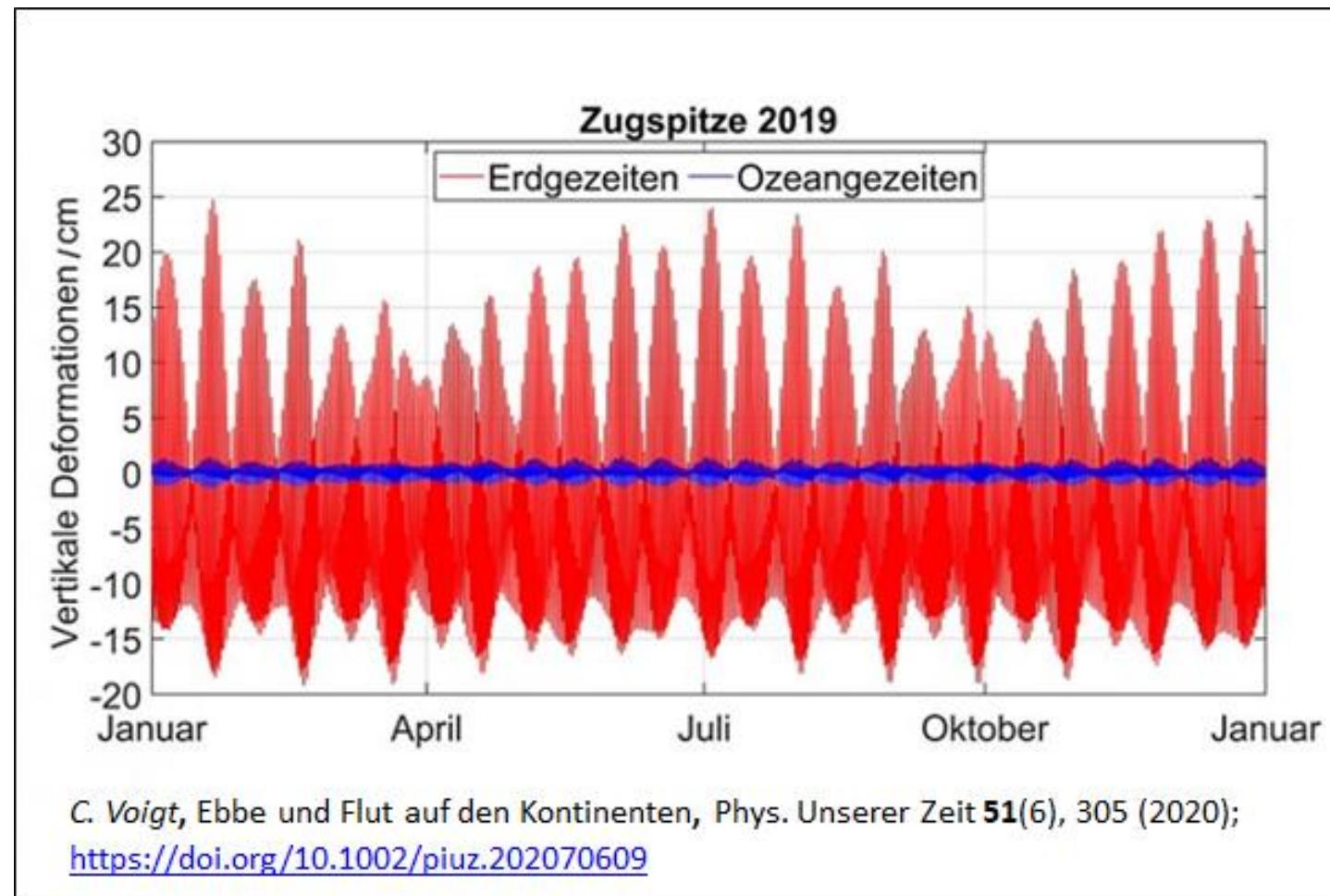
Solarenergie  
größte exogene Energiequelle

Geothermischer Wärmefluss

Rotationsenergie

# Geomorphologie

## Energie im Erdsystem



Energie aus  
verschiedenen Quellen

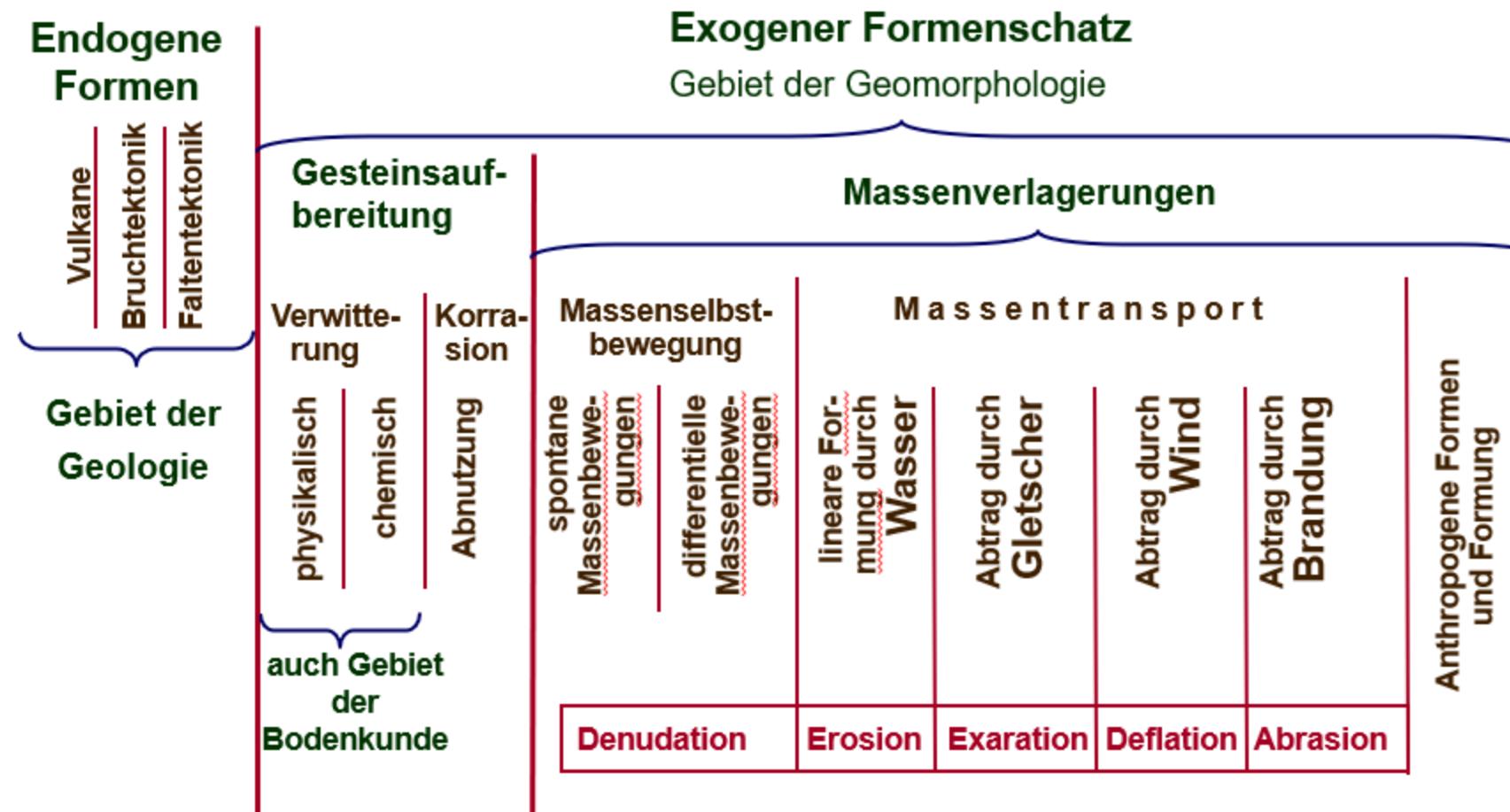
Solarenergie  
größte exogene  
Energiequelle

Geothermischer  
Wärmefluss

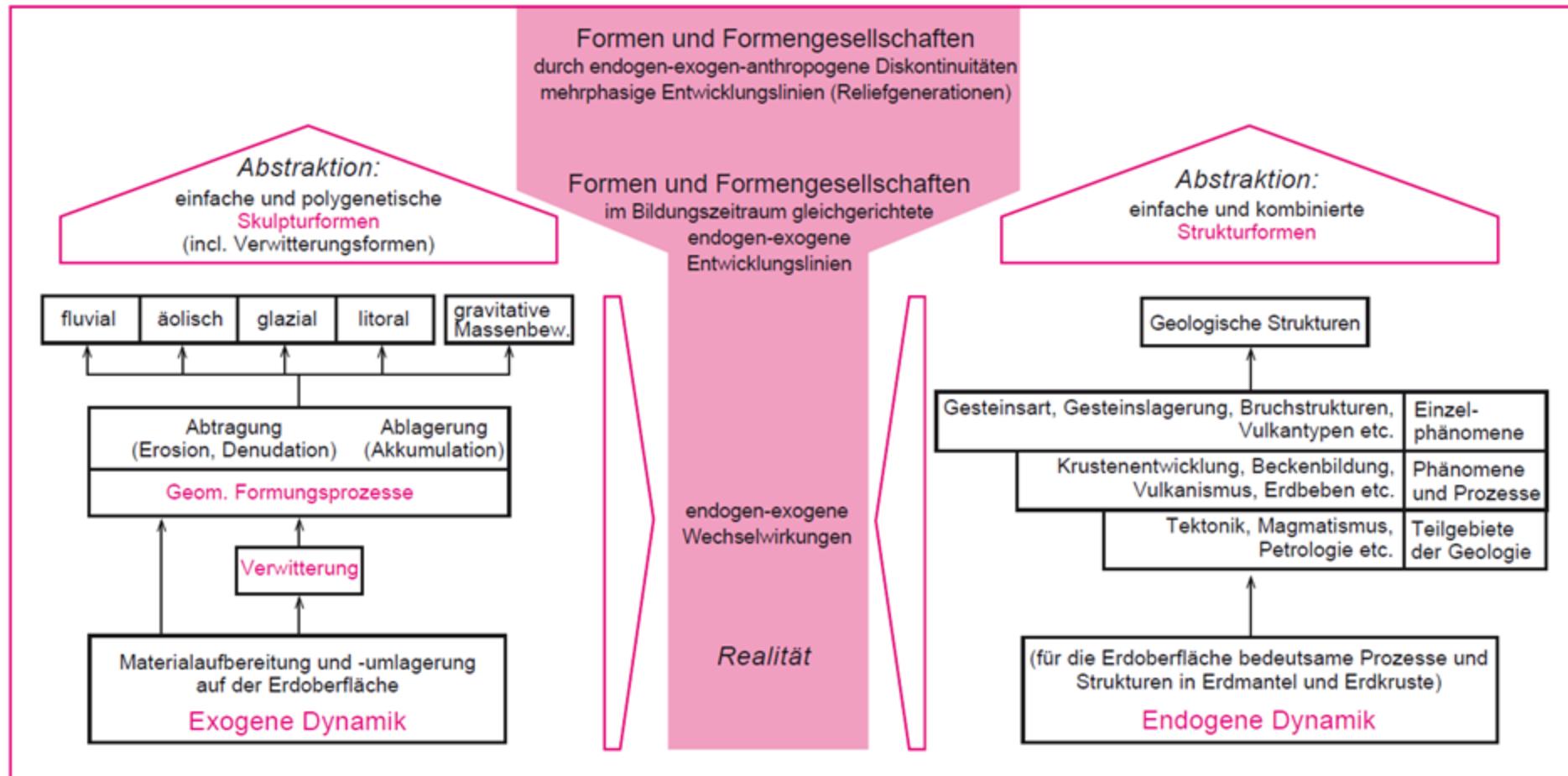
Rotationsenergie

# Geomorphologie

## Systematik der Prozesse



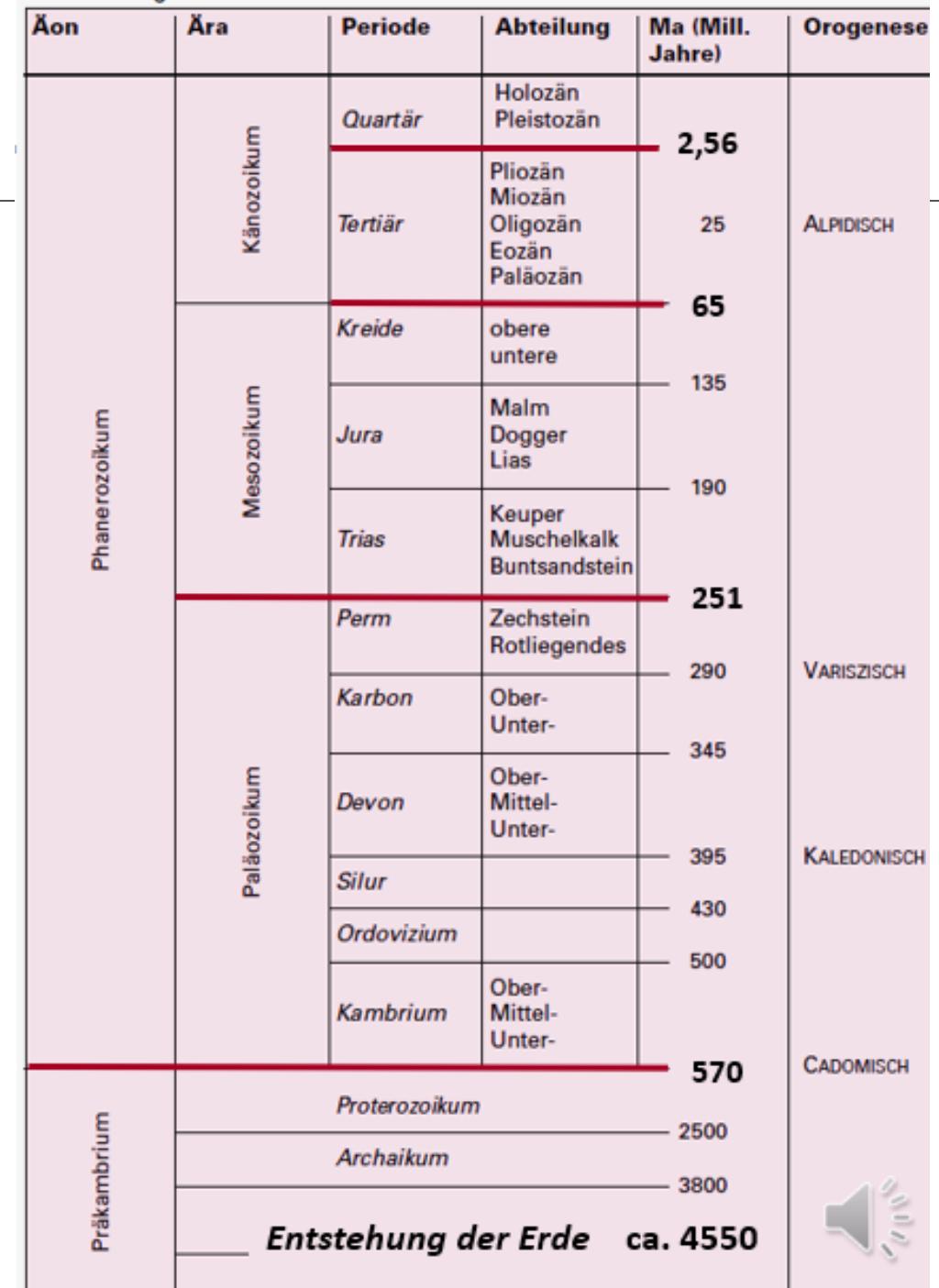
# Geomorphologie



# Zeitskala

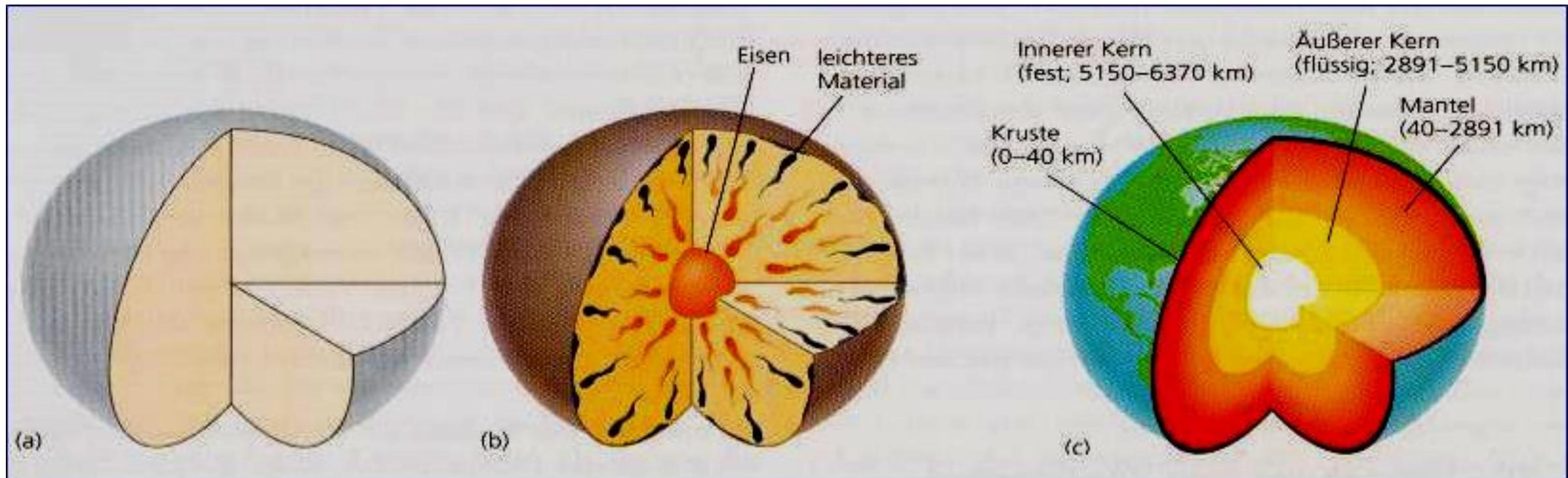
## Wichtige Zeitmarken

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

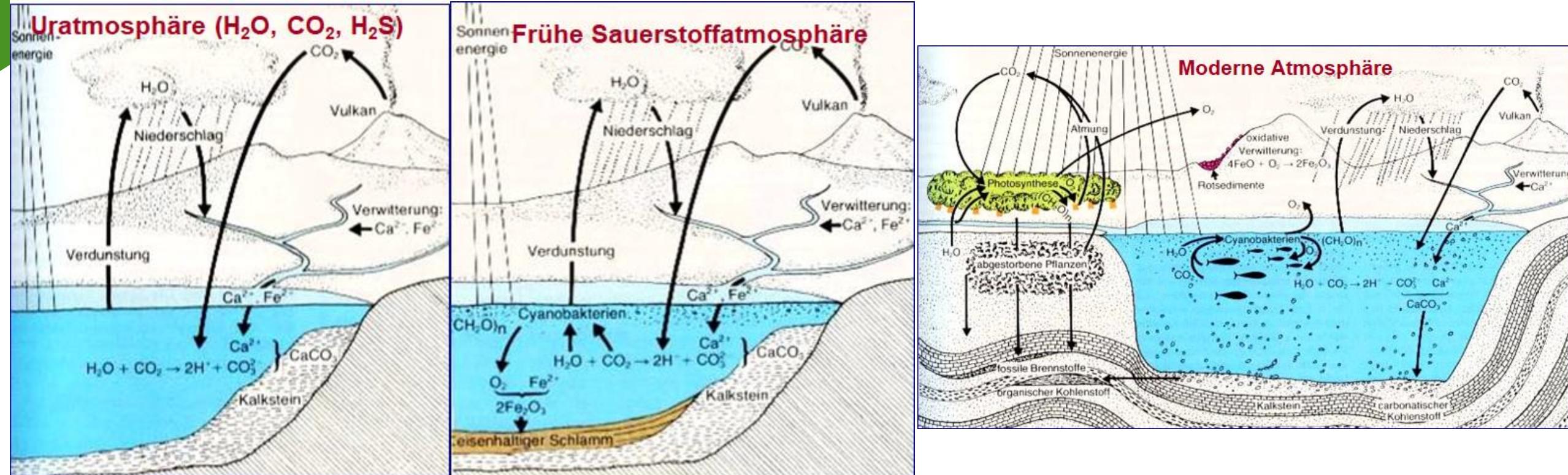


# Entstehung der Erde

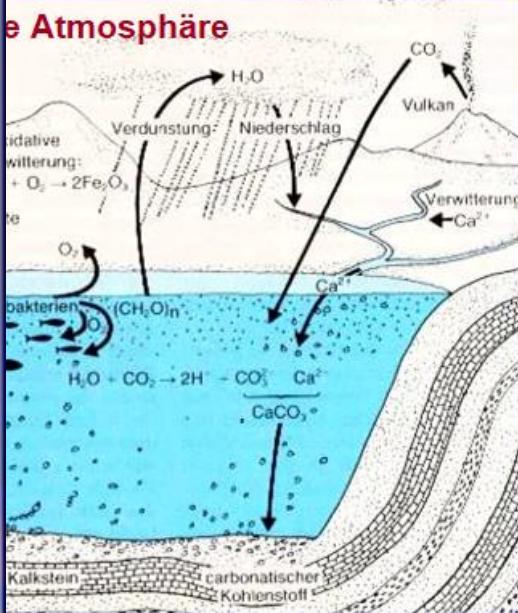
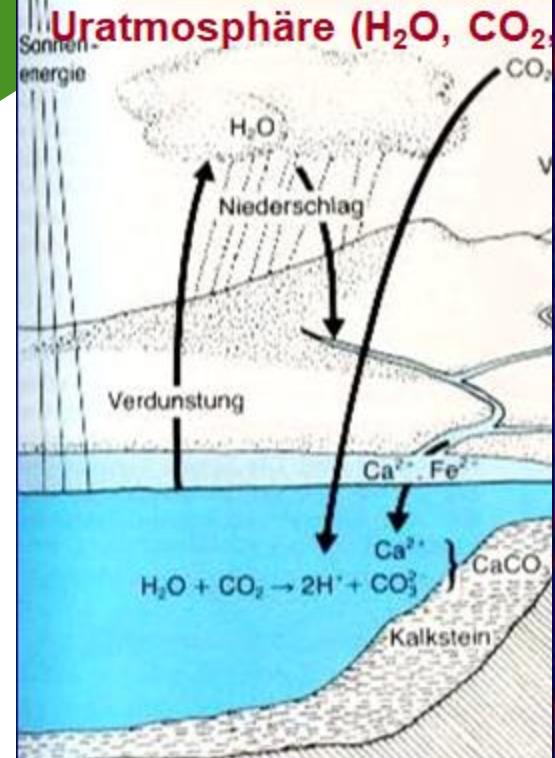
## Differenziation



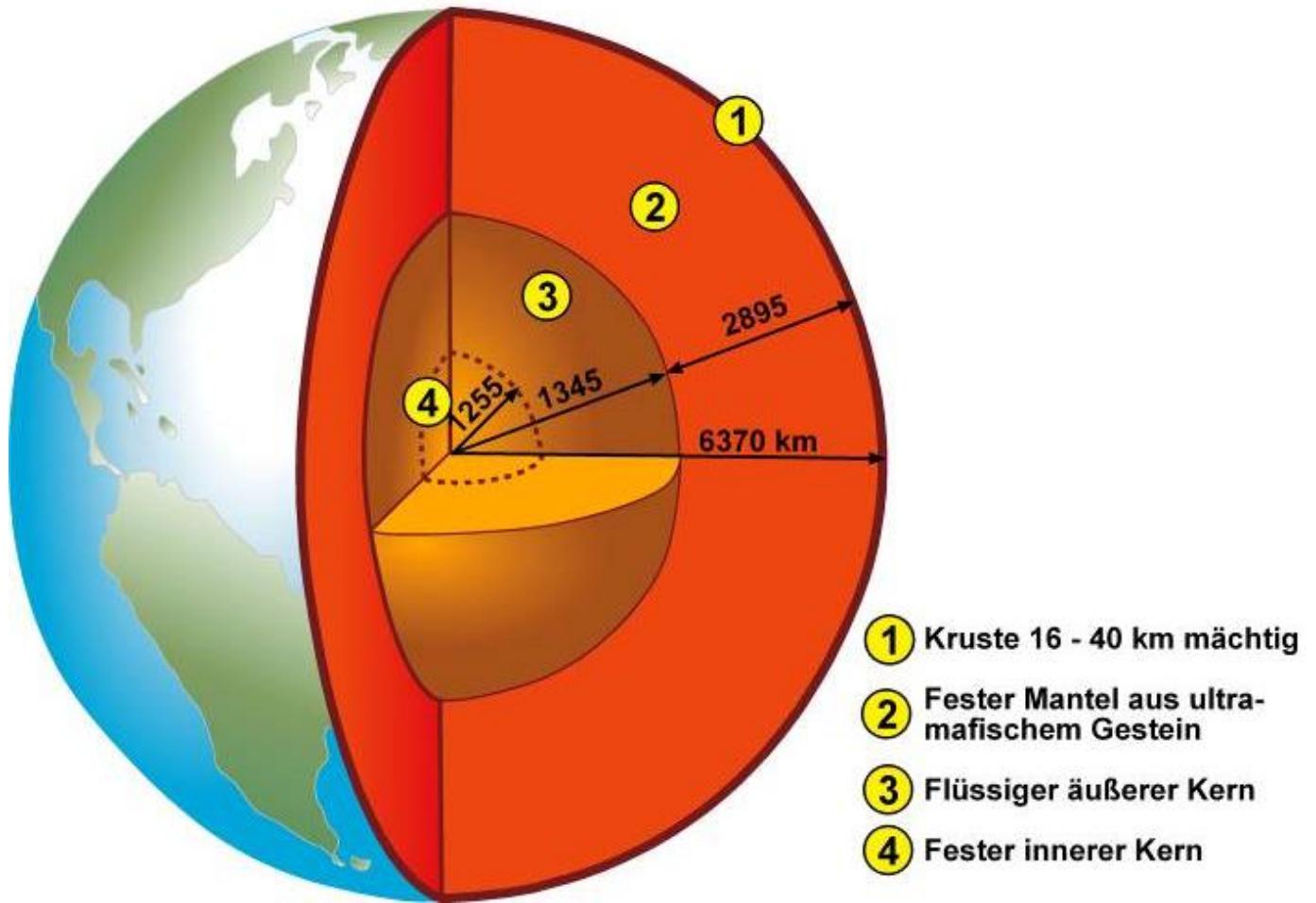
# Entstehung der Erde



# Entstehung der Erde



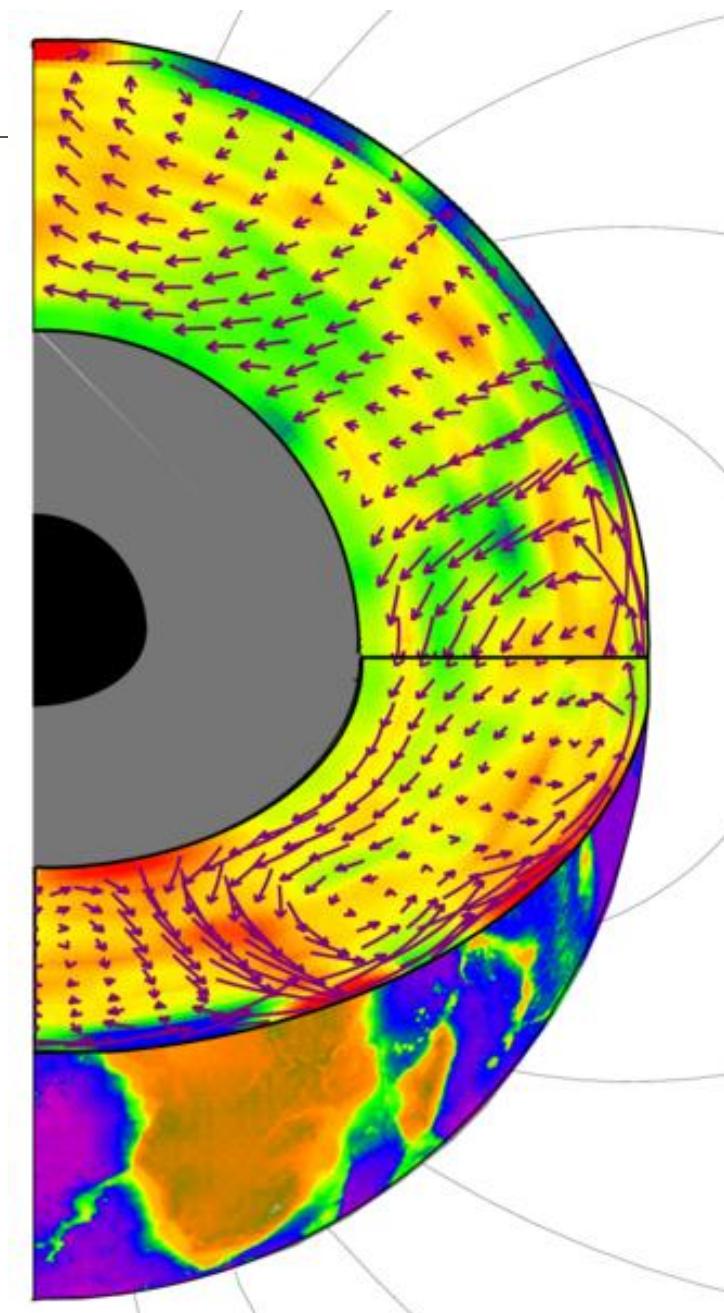
# Schalenmodell der Erde



- Schalen unterscheiden sich durch **Temperatur** und **Druck**
- Verschiedene **stoffliche Zusammensetzung**
- Trennung der Schalen durch **seismische Unstetigkeiten**
- Stetiger **Wärmefluss** von Innen nach Außen

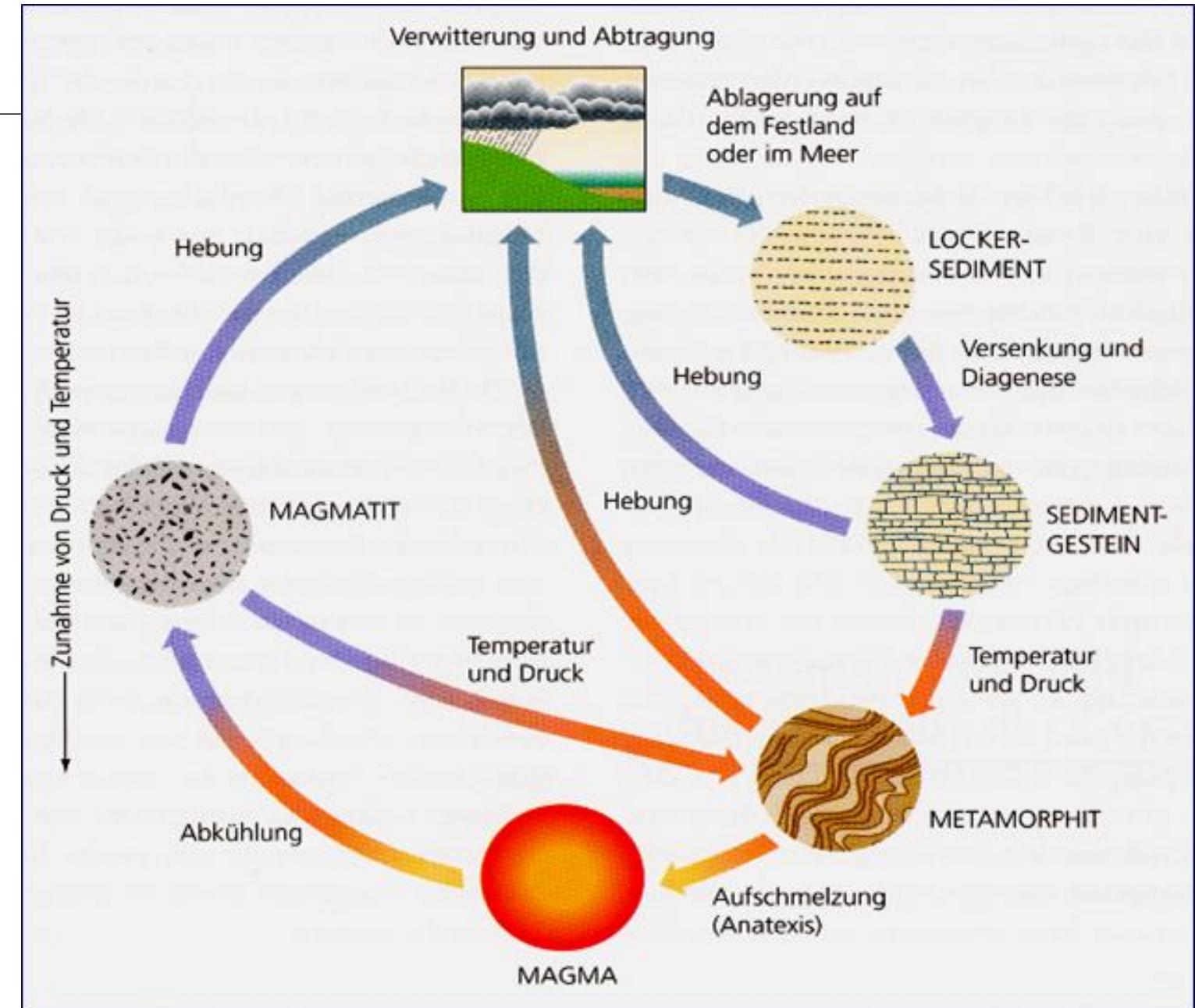
# Konsequenzen des Erdaufbaus

---



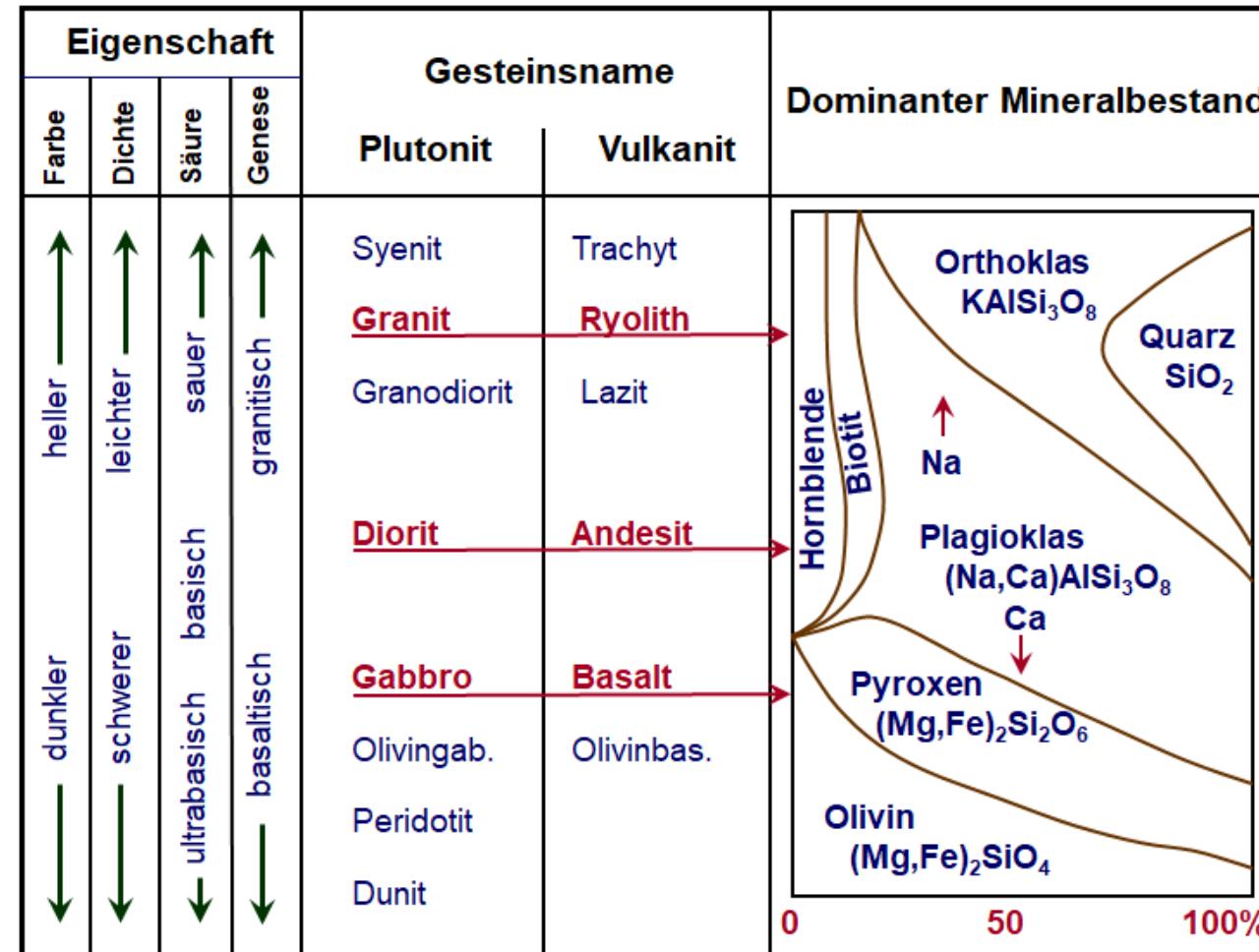
# Gesteinskreislauf

**Magmatische Gesteine**  
**Sedimentgesteine**  
**Metamorphe Gesteine**



# Wichtige Gesteine

## magmatisch



# Wichtige Gesteine

## Unterschied Vulkanit & Plutonit

### Die Plutonite

- **Große Kristalle** erkennbar
- Keine Orientierung der Kristalle
- **Keine Hohlräume**

Typischer Vertreter **Granit**:

**„Feldspat Quarz und Glimmer,  
die vergess' ich nimmer“**



### Die Vulkanite

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



# Wichtige Gesteine

---

**Die Vulkanite - Pyroklastika**



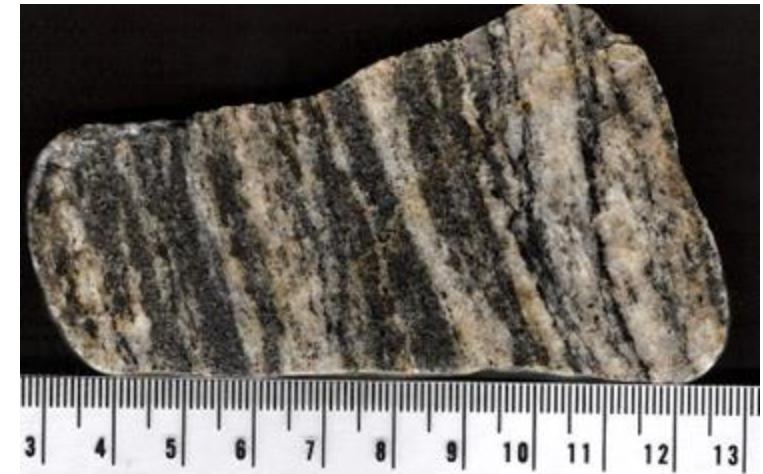
**Gänge und Ganggesteine**



# Wichtige Gesteine

## Metamorphite

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



# Wichtige Gesteine

	Magmatit	Sedimentgestein	Metamorphit
Herkunft des Materials	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
Gesteinsbildender Prozess	Kristallisation Erstarrung einer Gesteinsschmelze	Sedimentation, Versenkung in die Tiefe und Diagenese	Rekristallisation neuer Minerale in quasi festem Zustand

**Ton: bis 0,002mm**

**Schluff: 0,002mm – 0,06mm**

**Sand: 0,06mm - 2mm**

**Kies: 2mm - 64mm**

**Geröll: größer als 64mm**

# Plattentektonik

Aufsteigen von heißem Wasser nach oben,

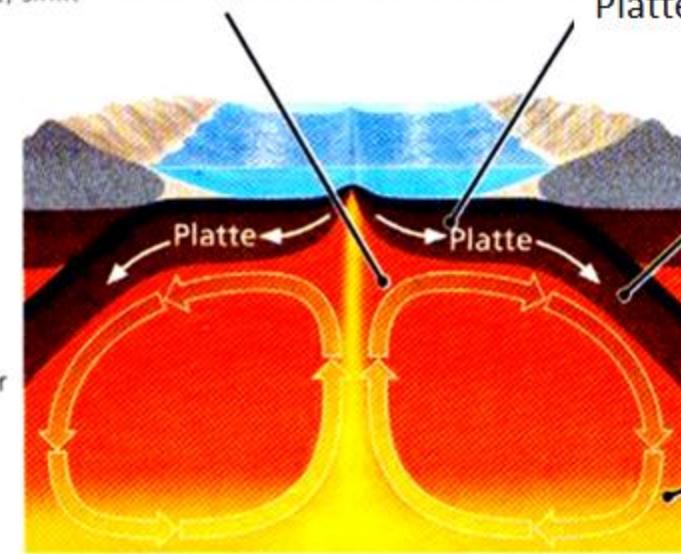


Das Modell Kochtopf

...dort Abkühlung und Absinken

...sowie erneute Erwärmung und Aufstieg

Aufsteigen von heißem Mantelmaterial bewegt e, sinkt



Die Realisierung auf der Erde

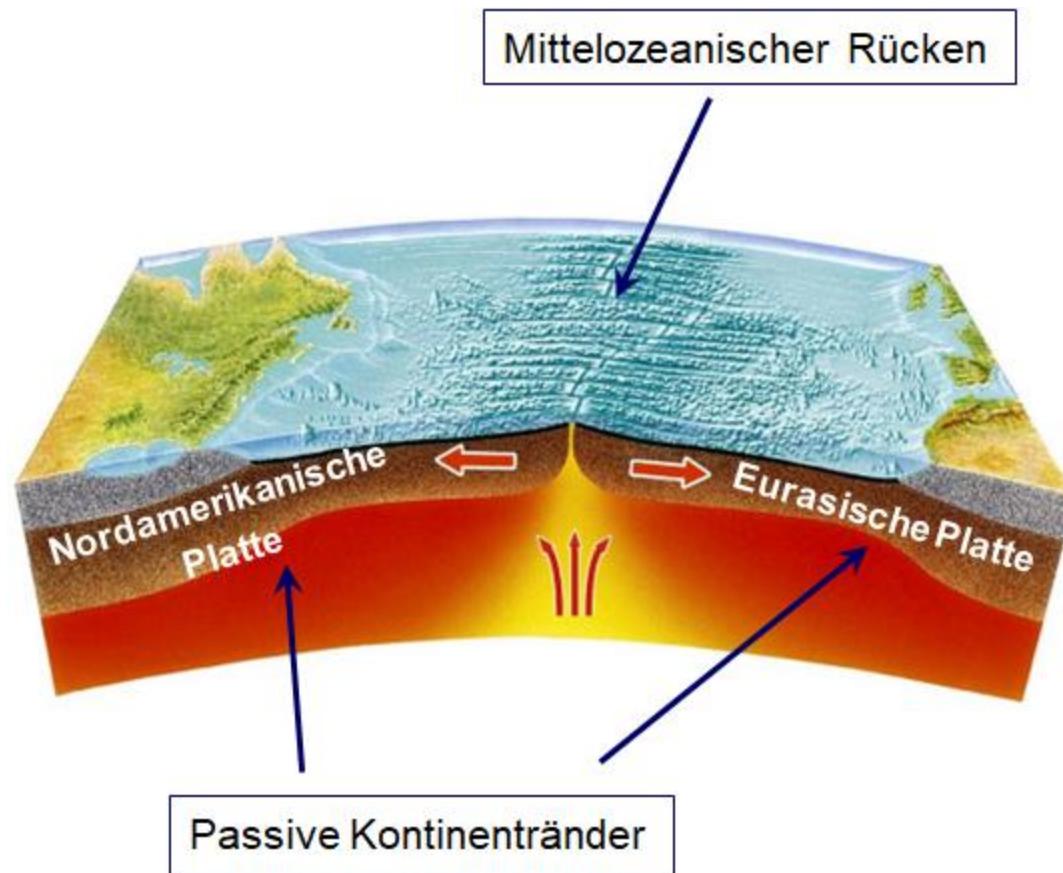
Konvektion führt zu Plattenbewegungen

Schwere Platten werden unter leichtere gezogen

Platten tauchen ab und werden aufgeschmolzen

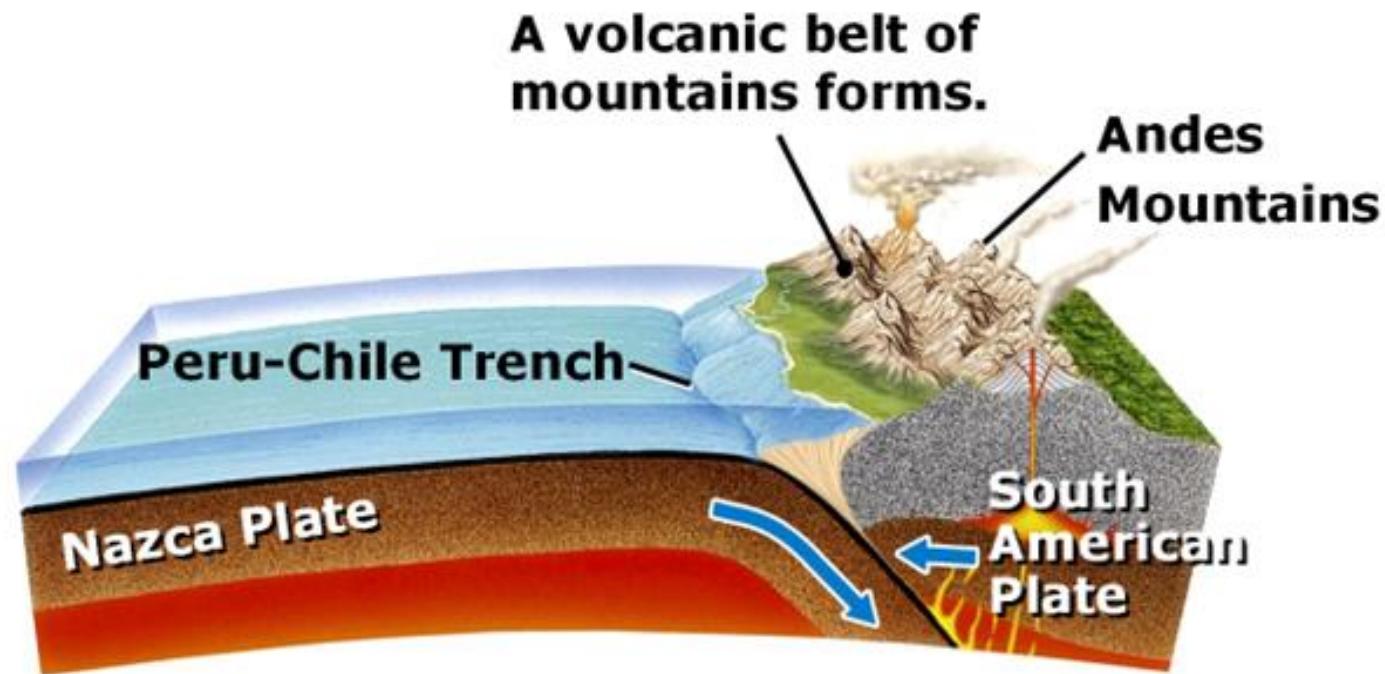
# Plattentektonik

## Divergente Plattengrenzen



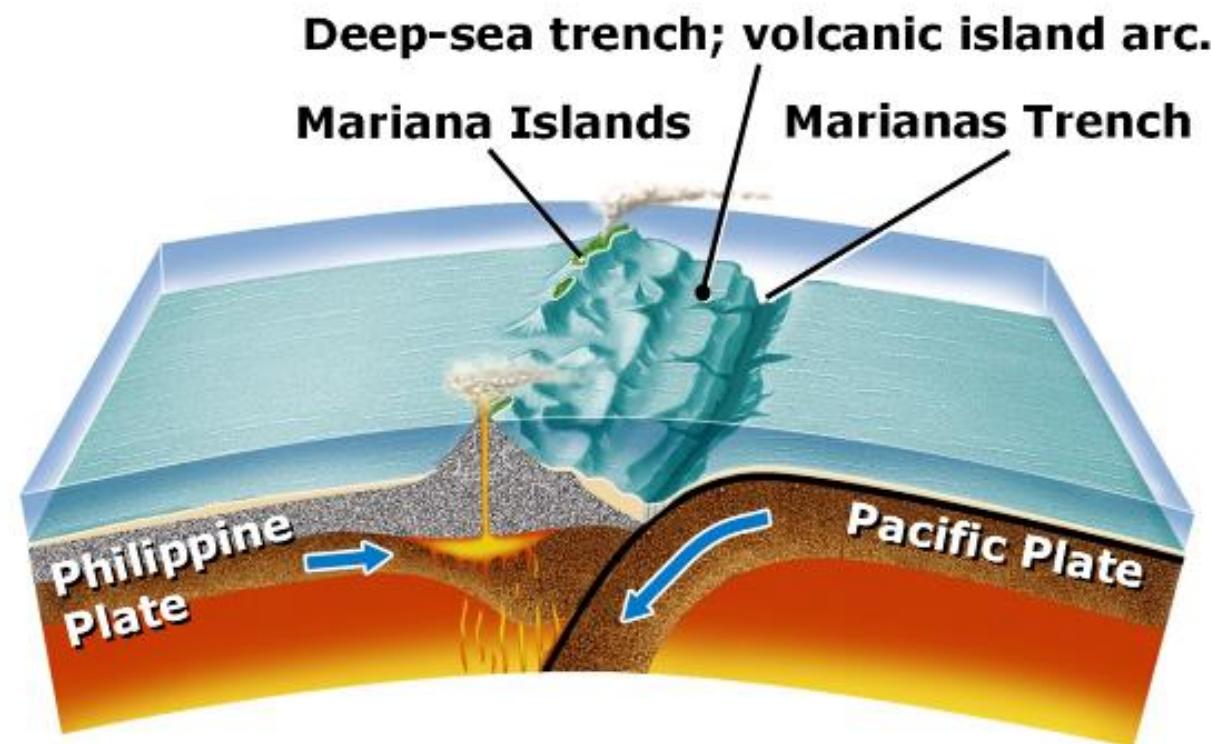
# Plattentektonik

## Konvergente Plattengrenzen



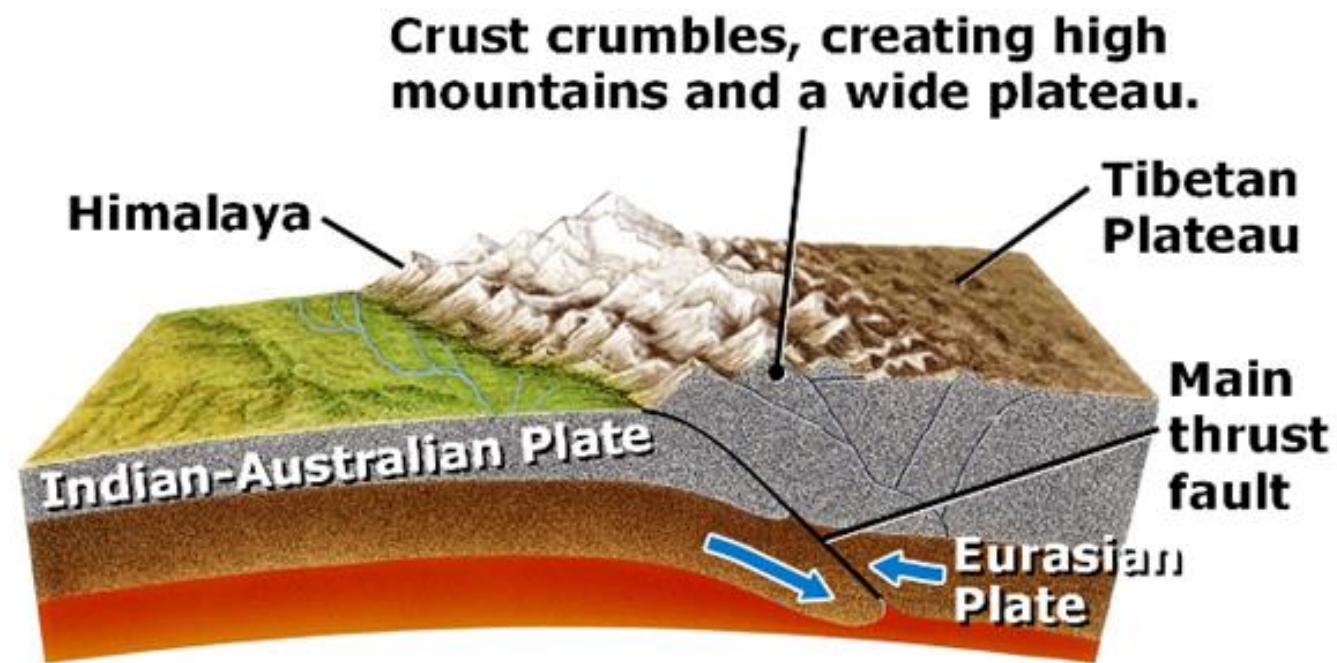
# Plattentektonik

## Ozean – Ozean Konvergenz



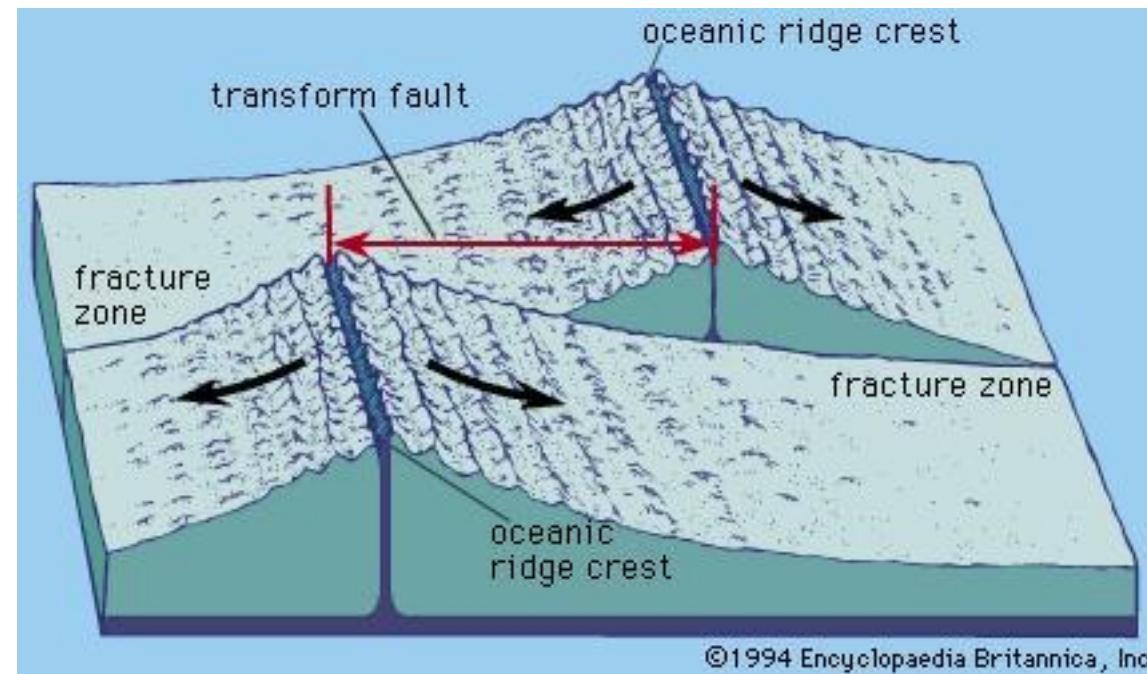
# Plattentektonik

## Kontinent – Kontinent Konvergenz



# Plattentektonik

## Transforme Plattengrenzen



©1994 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Rodinia

Pangaea

Laurasia & Gondwana