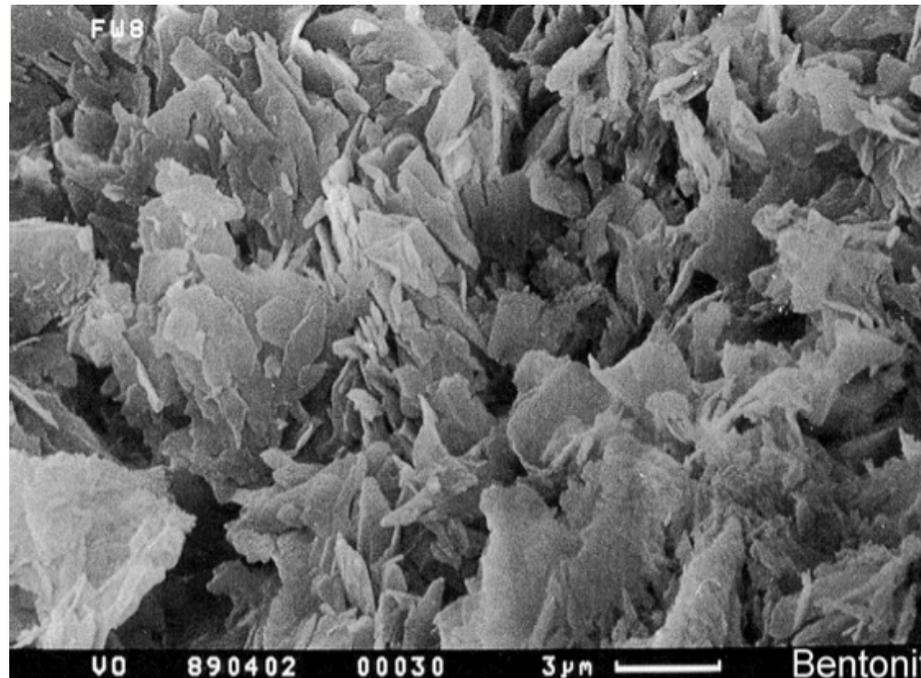


IG Lehm Wandertage zum Thema Ton  
7.-8 Juli 2016  
mit Roy Freeman

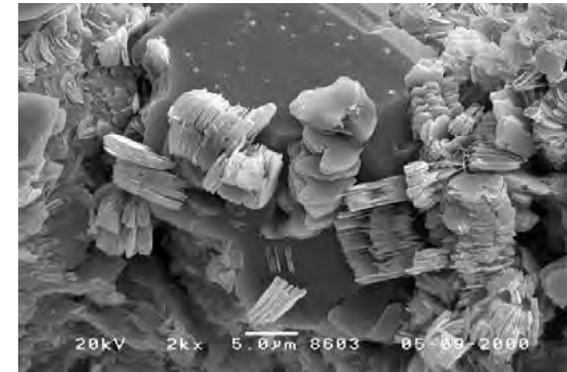
# Lehm aus der Luft



Bentonit (umgewandelt vulkanischen Glas)

## Was ist Ton?

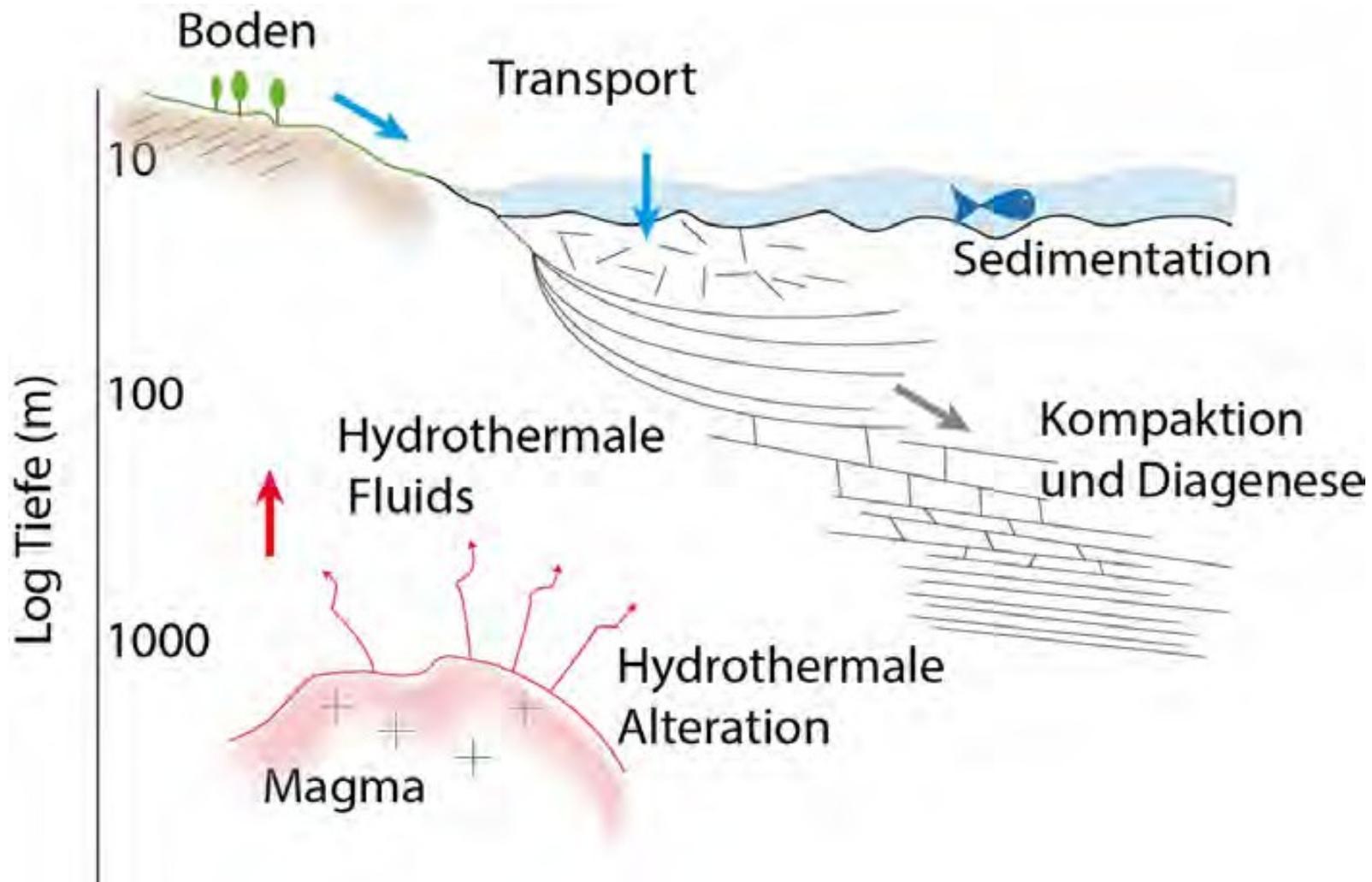
- Tone sind Minerale, welche durch die **Verwitterung** von anderen Mineralen entstehen.
- Tonminerale sind **schichtweise aufgebaut** - aus einer Wiederholung elementarer Strukturen.
- Da **Tonminerale sehr klein** sind ( $< 2\mu\text{m}$ ) werden sie über sehr lange Distanzen transportiert (Fluss, Wind, Gletscher etc.)
- Dort, wo diese Tonminerale abgelagert werden, entstehen im Laufe der Jahre Tongesteine.



# Die Bildung von Tongesteinen

- Immer oberflächennah
- Tonminerale sind temperaturempfindlich: bei Temperaturen von 200°C über längere Zeit sind sie nicht mehr stabil
- Die Menge und Art des sich bildenden Tongesteins hängt unter anderem ab von
  - der Zusammensetzung des Ursprungsgesteins
  - der Wasser-Gesteinswechselwirkungen
  - der Temperatur und
  - der Dauer der Diagenese, den geologischen Prozess der zur Verfestigung von Lockersedimenten (wie Schlamm) führt.

# Die Bildung von Tongesteinen



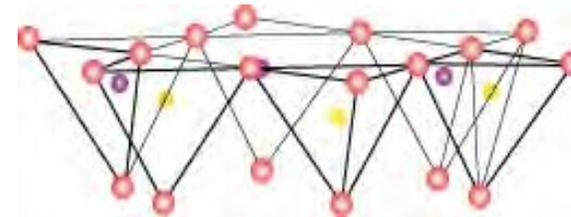
## Transport von Tonmineralien

- Aus der Luft (Vulkane und Wind)
- Mit Wasser geschwemmt (Flüsse, ins Meer)
- Als Sediment abgelagert (Lehm, Tonmergel)
- Von Gletscher geschoben, zermahlt, in Flüsse deponiert

# Die Struktur von Ton definiert dessen Eigenschaften

- Tone bestehen aus sich wiederholenden strukturelle Einheiten:

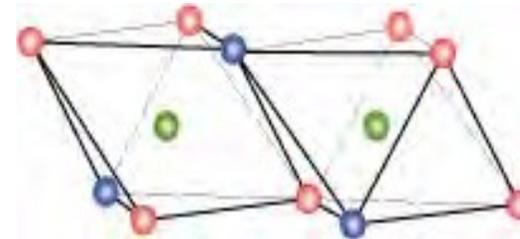
Tetraeder und



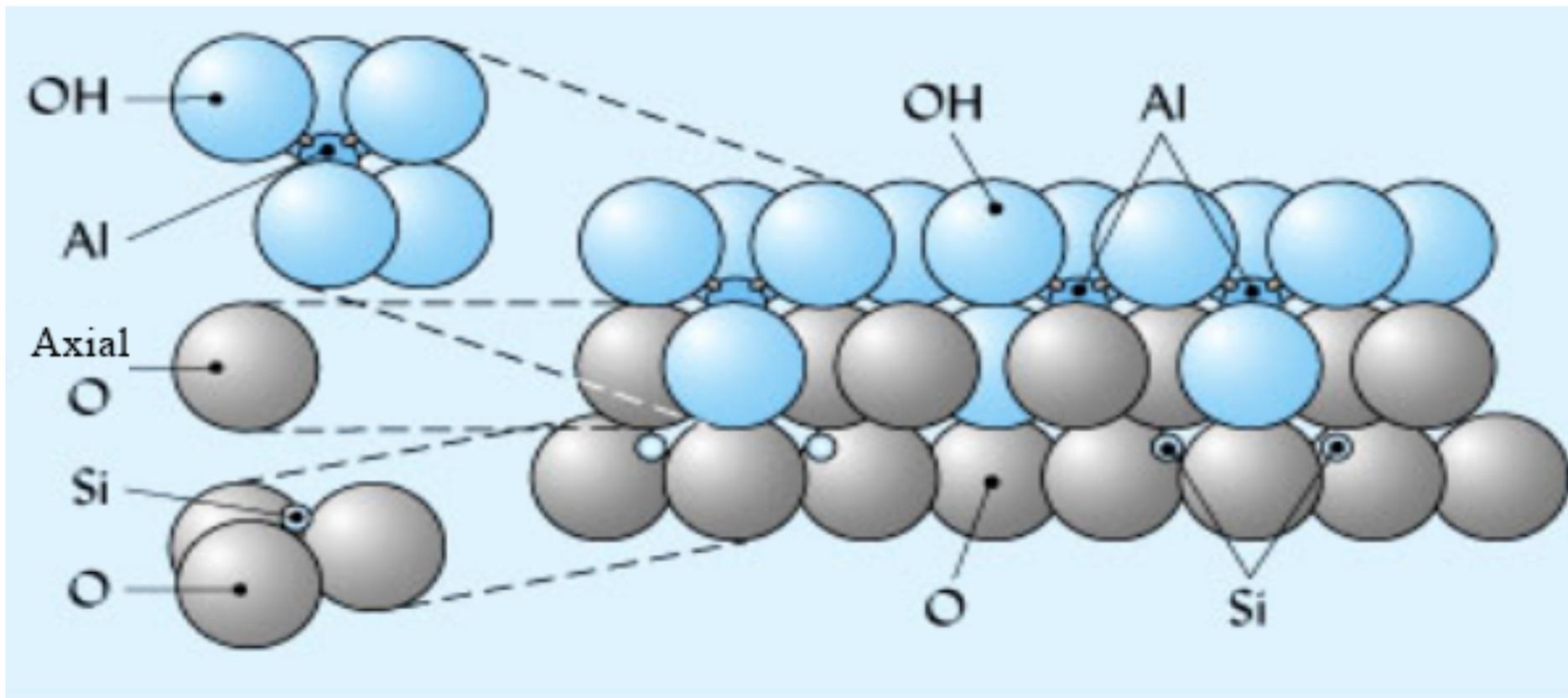
3.4 Å  $\updownarrow$

Tetraeder-Schicht

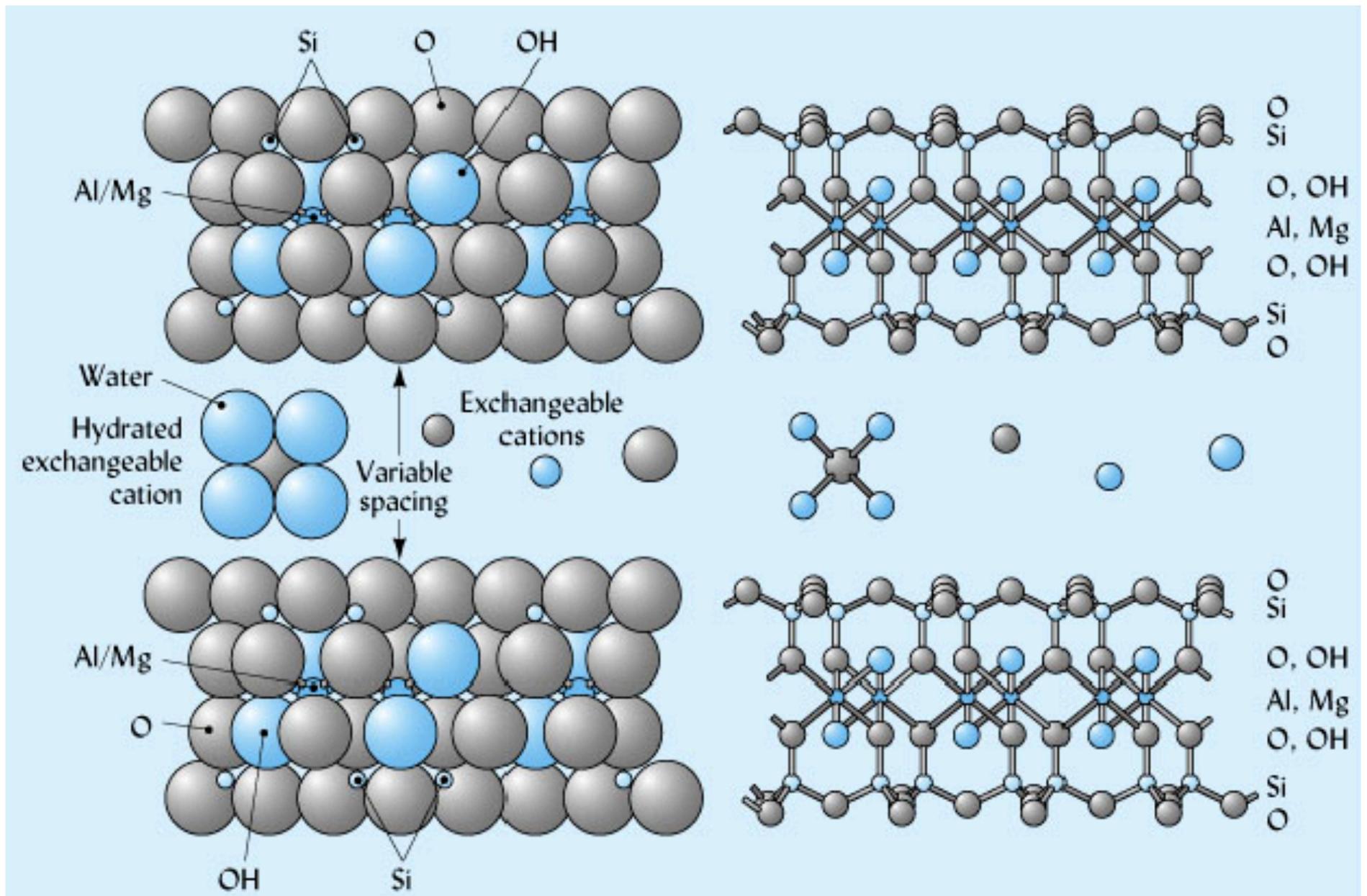
Oktaeder



Oktaeder-Schicht



1 - 1 Schicht Ton

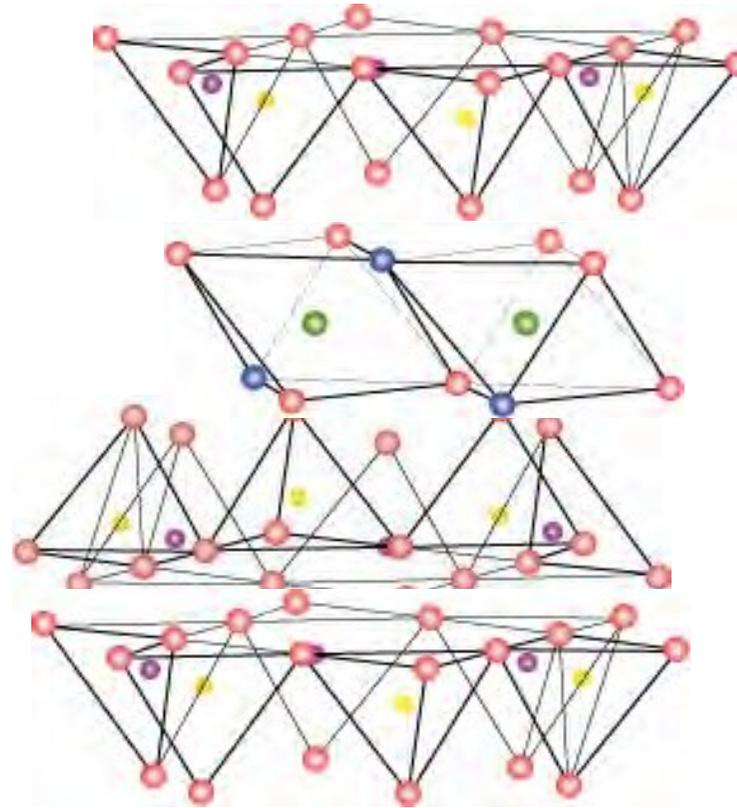


2 - 1 Schicht Ton

# Die Struktur von Ton definiert dessen Eigenschaften

- Diese Einheiten sind zu Schichten verbunden, die sich wiederholen
- Die Art der Schicht-Wiederholung definiert das Mineral
- Kationen dienen in den sogenannten Zwischenschichten zum Ladungsausgleich
- Kationen sind positive geladenen Ionen wie:
  - Ka<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>
  - Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Fe<sup>++</sup>
  - Al<sup>+++</sup>, Fe<sup>+++</sup>

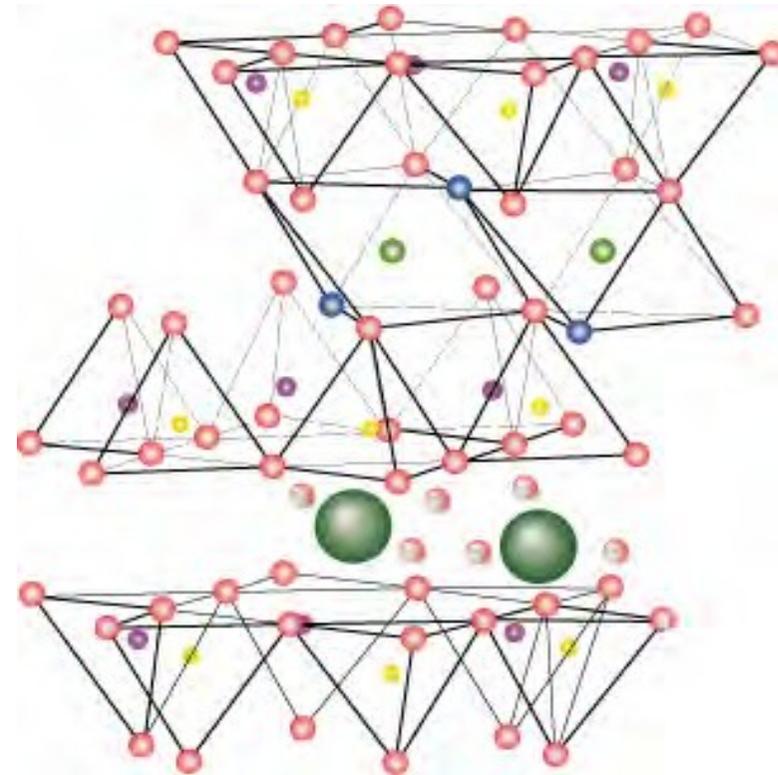
# Die Struktur von Ton definiert dessen Eigenschaften



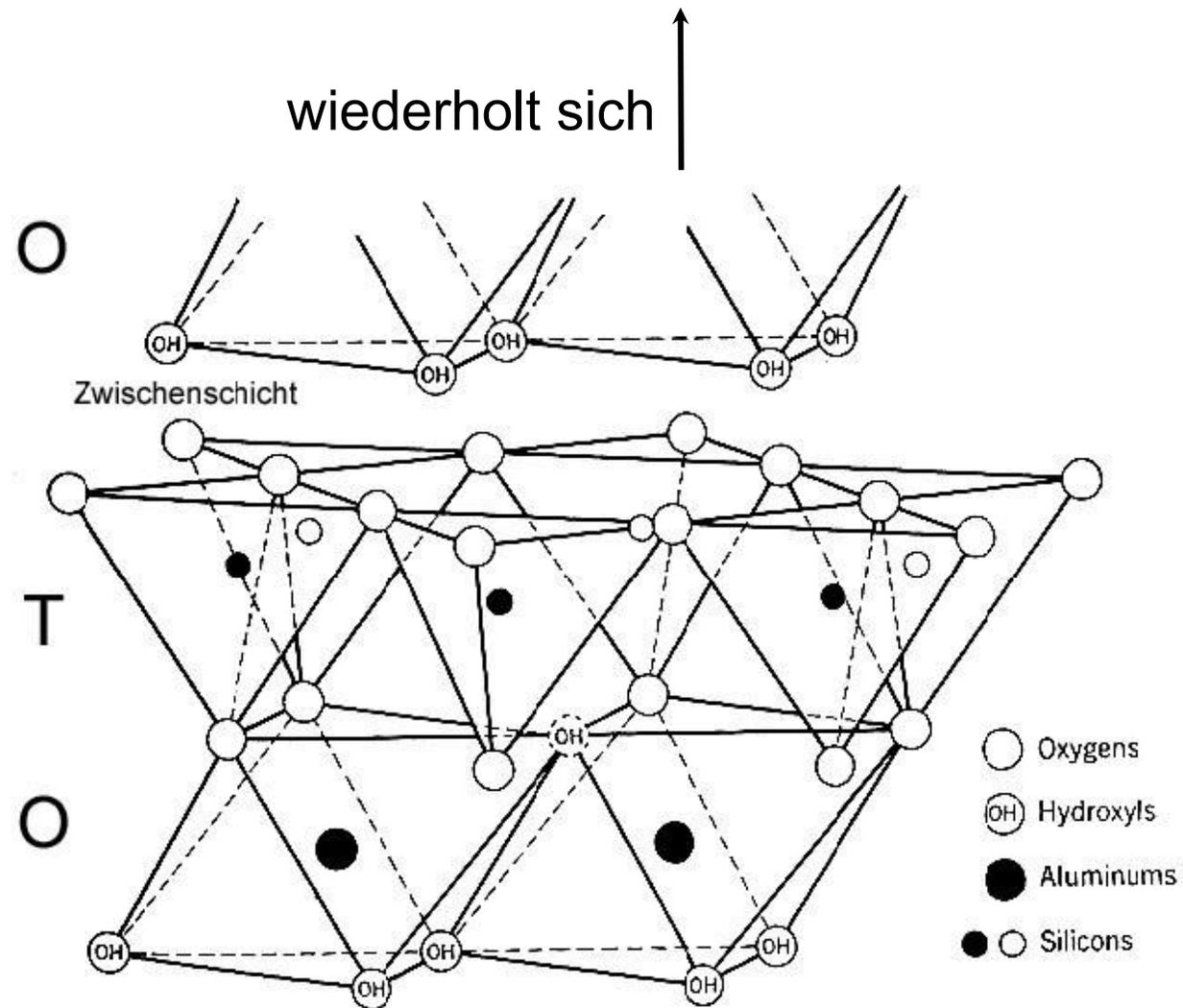
# Die Struktur von Ton definiert dessen Eigenschaften

- Und so fügen sich die verschiedenen Einheiten

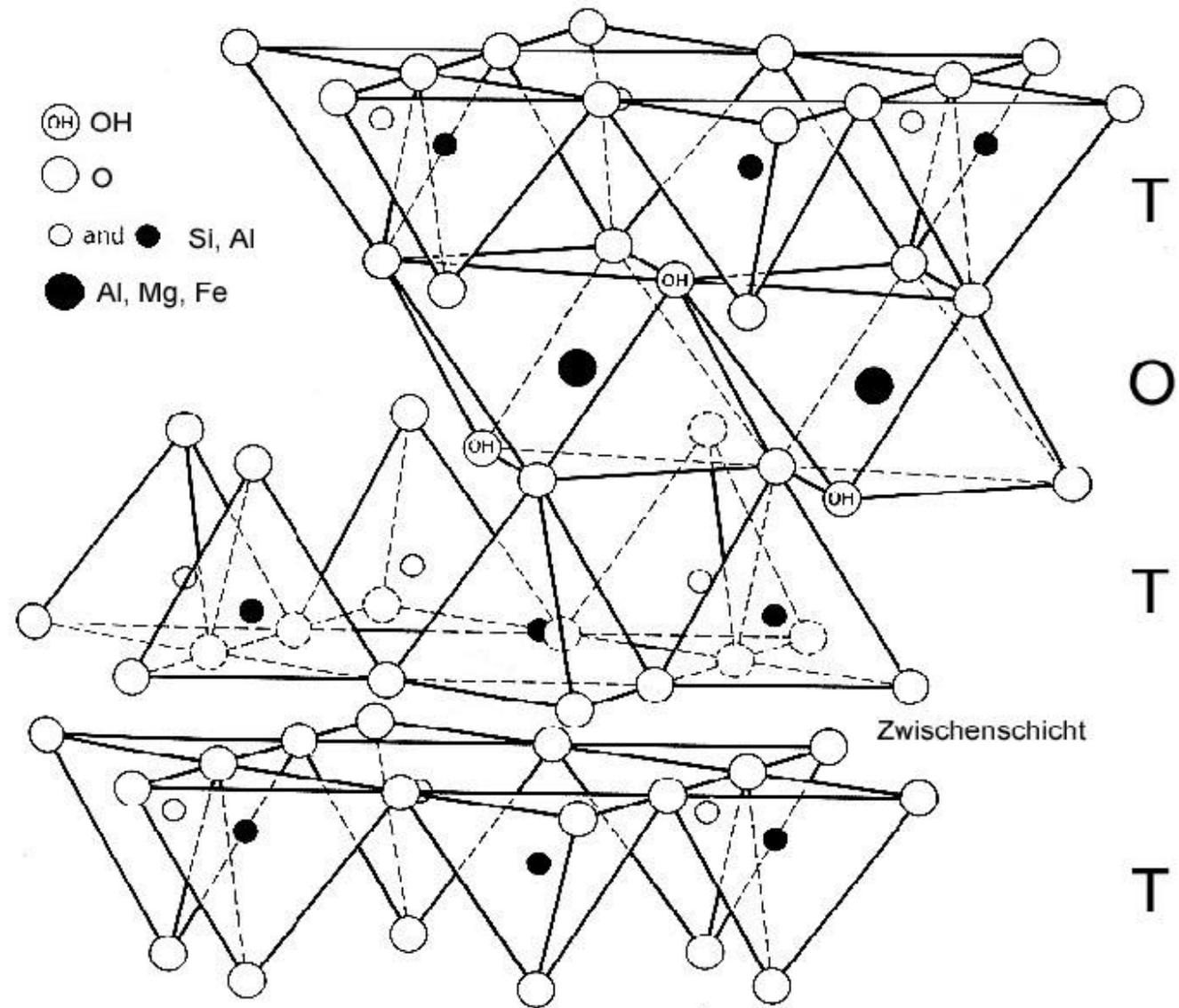
... zum Beispiel zu einem Montmorillonit Mineral (Bentonit)



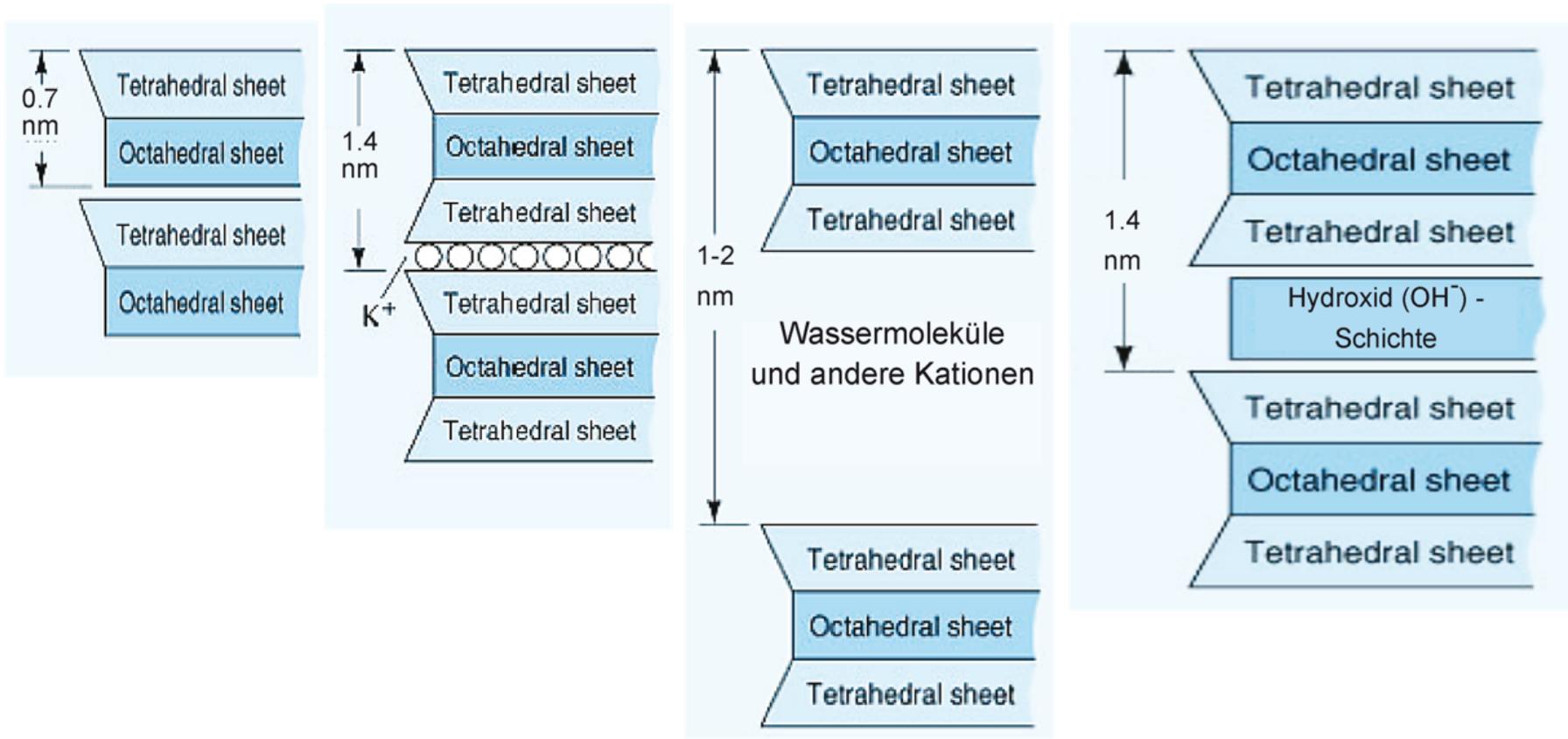
# Zweischichten Ton



# Dreischichten Ton



# Ton-Familie



1:1  
Kaolinit  
(nicht anschwellend)

2:1  
Illit  
(nicht anschwellend)

2:1  
Montmorillonit-Smektit  
(anschwellend)

2:1 (auch 2:1:1)  
Chlorit  
(nicht anschwellend)

und Bentonit

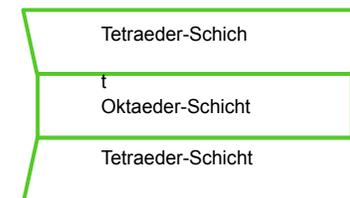
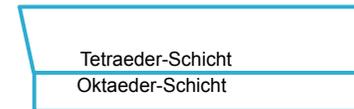
# Die Struktur von Ton definiert dessen Eigenschaften

- 7Å: Kaolinit

- 10Å: Glimmer, Talk, Illit, Smektit  
Montmorillonit (Bentonit)

-> Quellende Minerale!

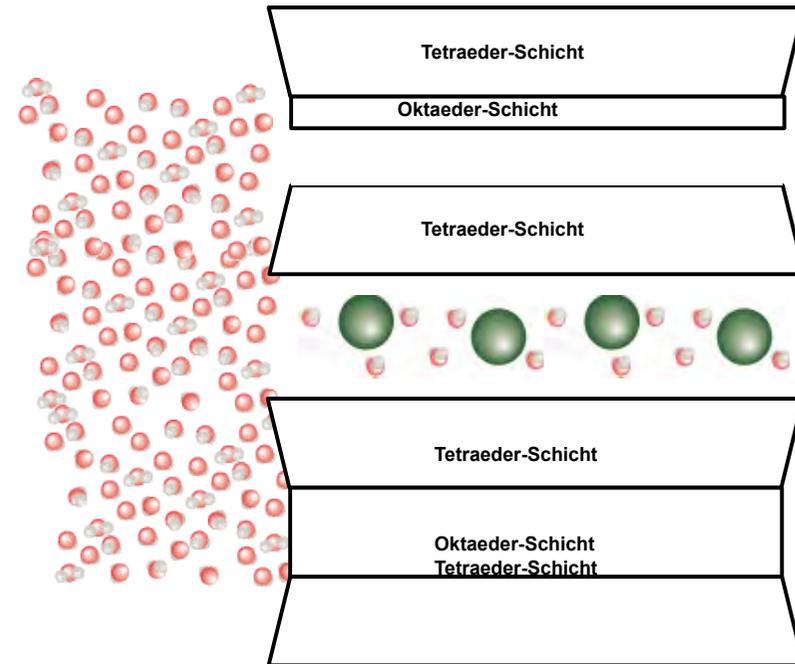
- 14Å: Chlorit

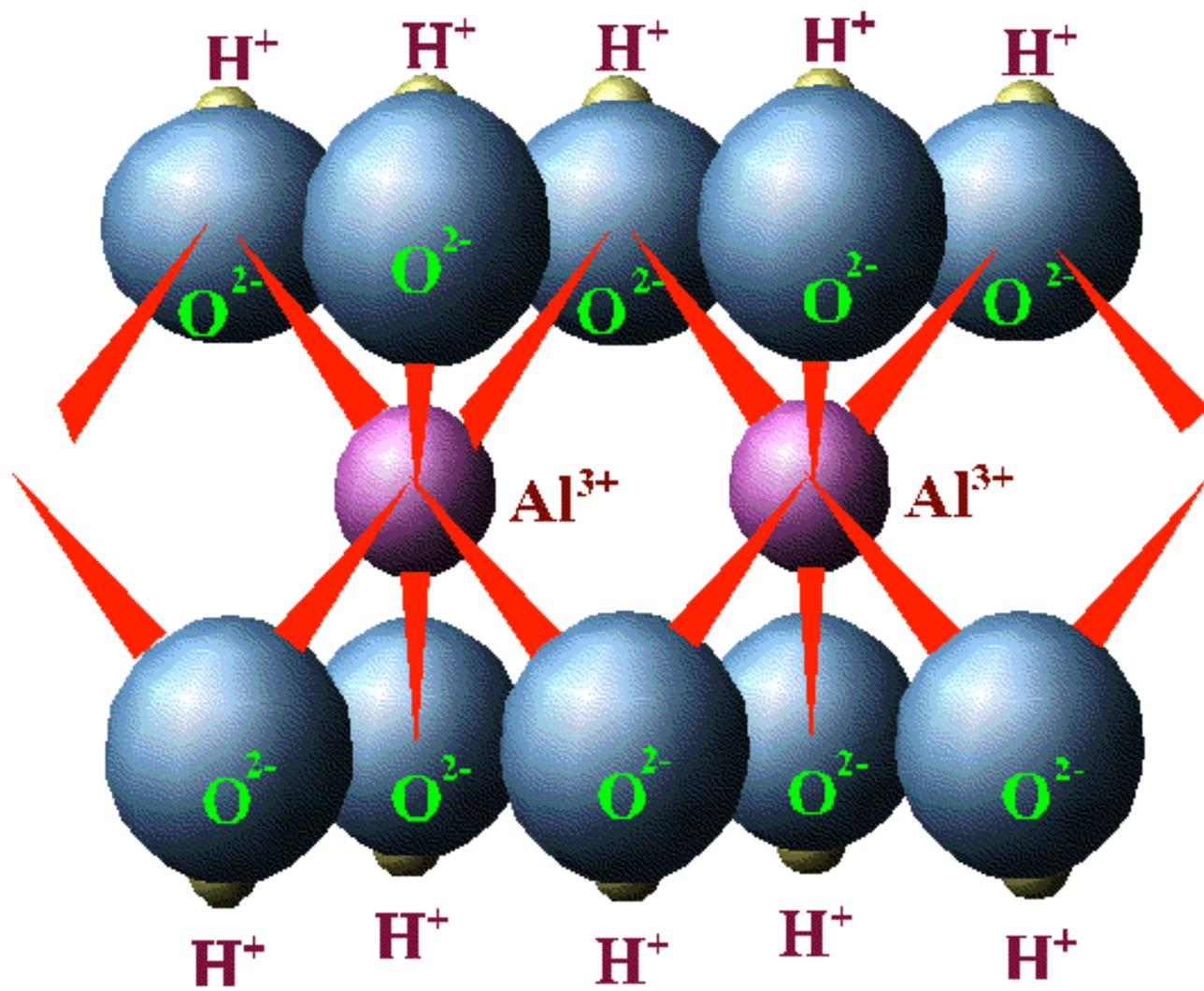


Hydroxy-Oktaeder-Schicht

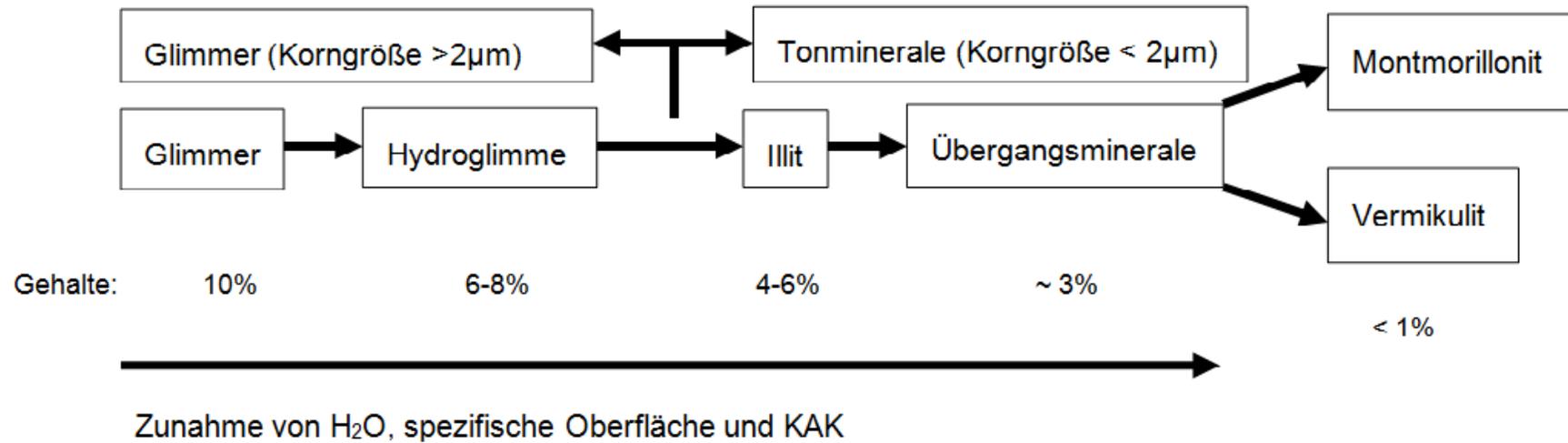
# Wieso können gewisse Tone Wasser aufnehmen und dadurch einen Quelldruck aufbauen?

- Gewisse Tone (Smektite) können Wasser aufnehmen und dadurch quellen.
- Der Grund sind osmotische Wasserflüsse, die durch die Zwischenschichtenkationen und dem Porenwasser entstehen.
- Die Quelldrucke können mehrere MPa (1 MPa entspricht 100 Metern Wassersäule) erreichen
- Das Aufnehmen von Wasser ist ein reversibler Prozess





# Umwandlung von Ton

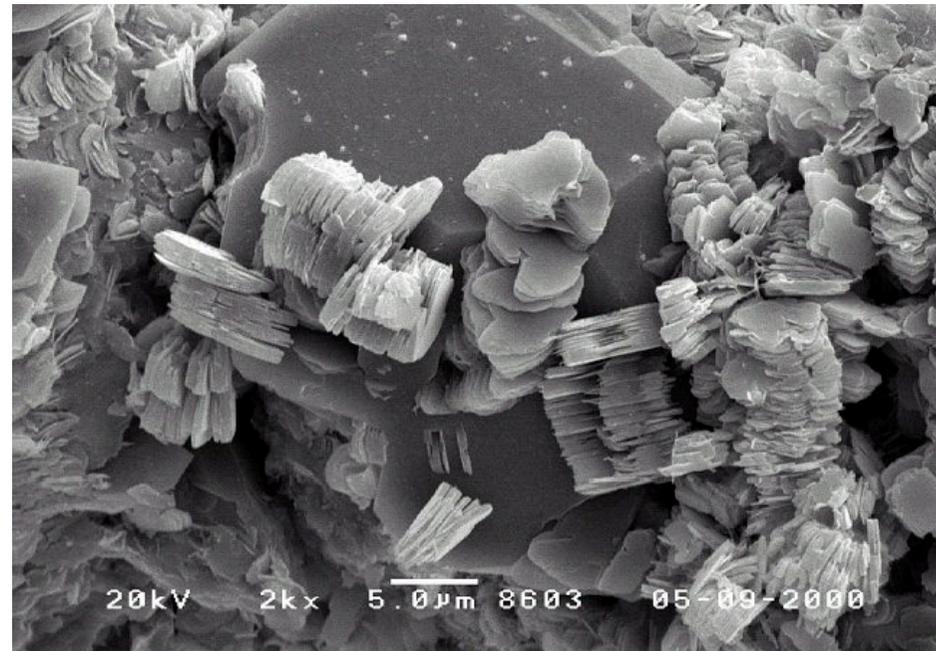
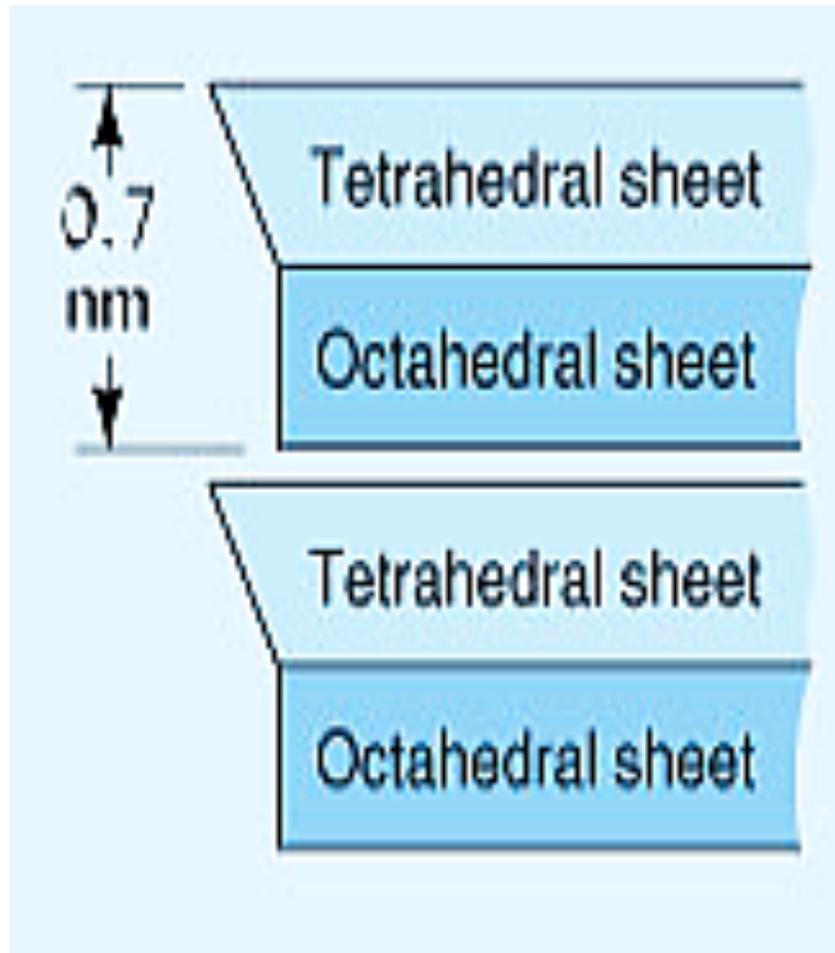


Nach GRM und Anita Wollendorfer, *Huangtupo - Hangrutschung in Badong China (Tonmineralogie und deren Einfluss auf die Massenbewegung)*, Diplomarbeit 357, Universität für Bodenkultur, Wien 2012.

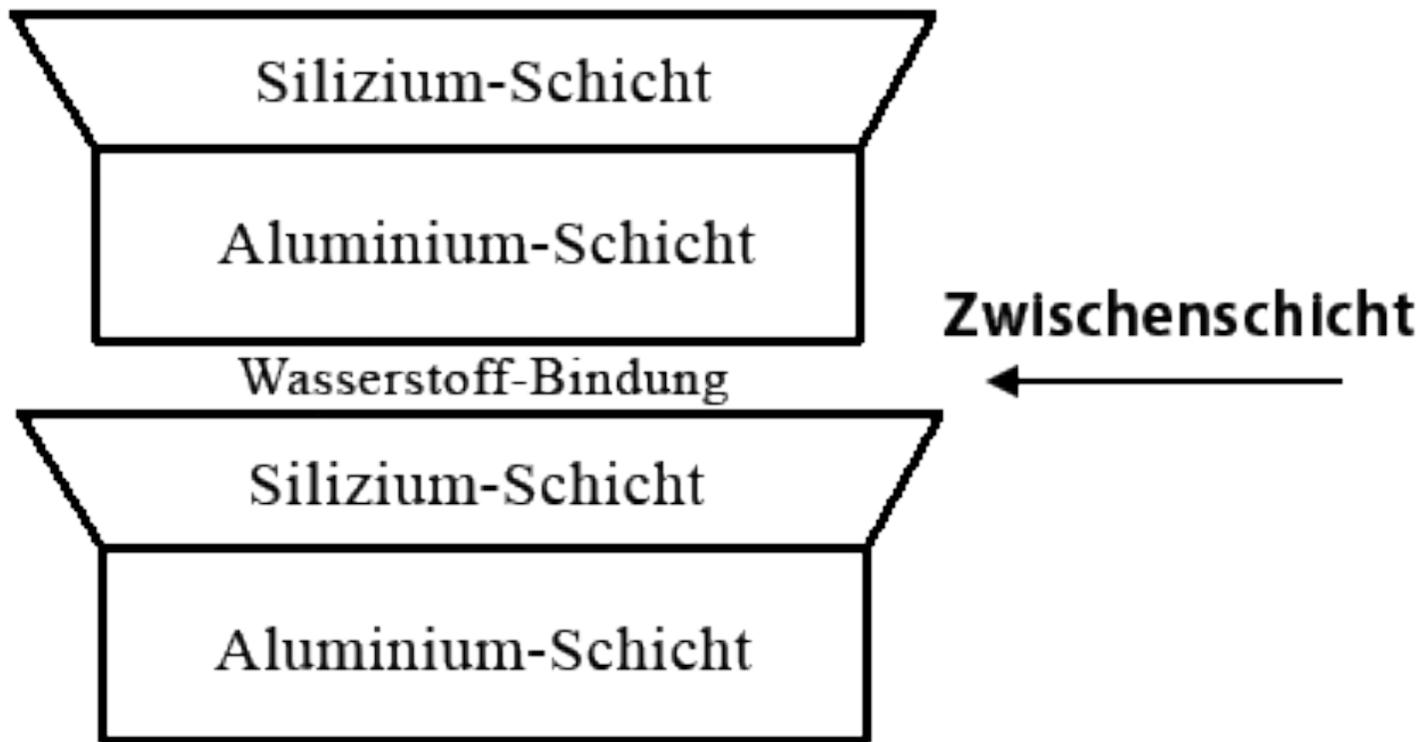
# Bentonit

- Bentonit ist ein Oberbegriff für tonreiches Gestein aus umgewandeltem, vulkanischem Glas, das **reich an quellfähigem Montmorillonit** ist.
  - Bentonit findet Verwendung unter anderem:
    - Bergbau- und Bohrtechnik
    - Lebensmittelzusatz (E558)
    - Gartenteiche
    - Kosmetik, Pharmazie
    - Keramik
    - Weinproduktion
    - Gießerei-, Papier- und Waschmitteladditive
    - Abwasserbehandlung
    - Lacke und Farben
    - Nanotechnologie – Oberflächenbeschichtungen
    - Trocknungsmittel, z.B. als Trockenbeutel in Verpackungen
    - Bentonit spielt als Verfüllmaterial in den Entsorgungsprogrammen vieler Länder eine wichtige Rolle – auch in der Schweiz
- (Quelle Wikipedia und NAGRA)*

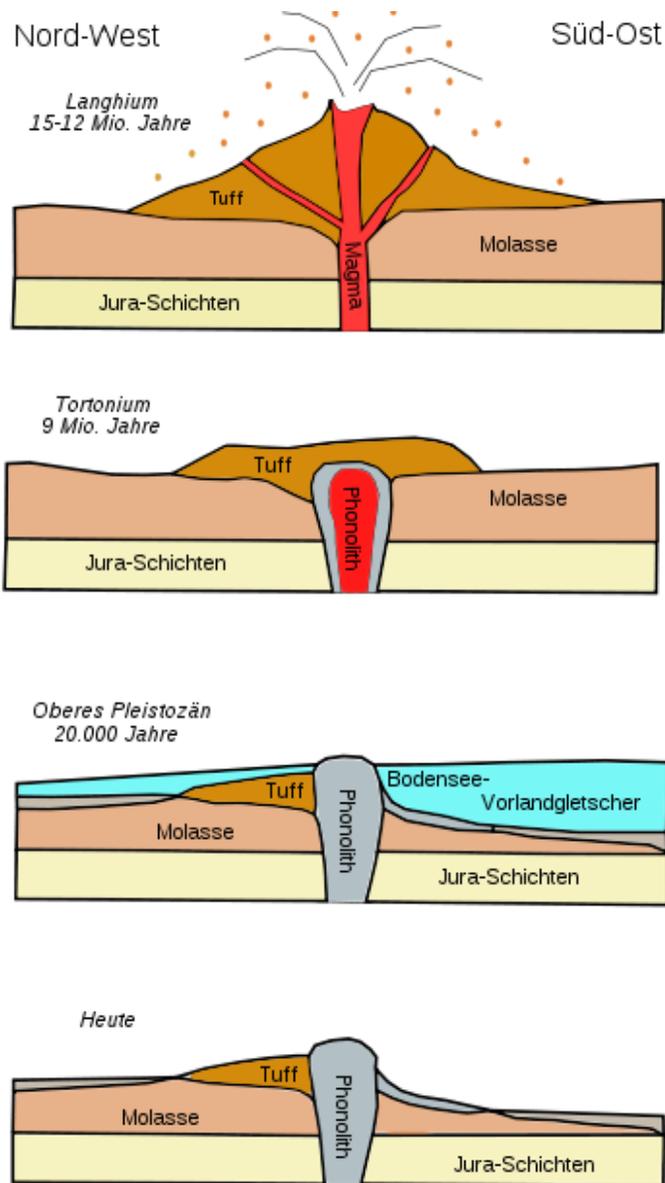
# Kaolinit



Kaolinit - nicht quellend



# Hegau Vulkanismus



Durch Schwächezonen in der Erdkruste, hervorgerufen durch die Entstehung der Alpen, kam es zu vulkanischen Eruptionen. Heisses Magma aus dem Erdinneren stieg an die Oberfläche, erkaltete und bildete eine mächtige Schicht aus weichem Tuffgestein.

Später drang in den Schlot härteres Phonolith- und/oder Basaltgestein. Dieses konnte jedoch nicht bis an die Erdoberfläche gelangen und erstarrte unter der Tuffschicht. Vor zehn Mio Jahren entstanden die Basaltberge (westliche Reihe), deren Schlote sich mit Basaltgestein füllten. Dazu zählen: Hohenstoffeln und Hohenhewen. Vor neun Mio Jahren entstanden die Phonolithberge (östliche Reihe), deren Schlote sich mit Phonolithgestein füllten. Dazu zählen: Hohentwiel und Hohenkrähen.

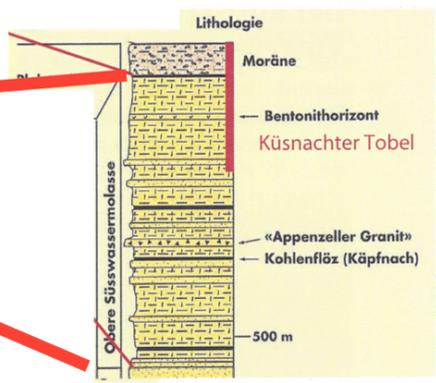
Die endgültige Gestalt erhielten die Hegauberge, als die Landschaft im Zuge der Riss Eiszeit vor ca. 150000 Jahren mit einem dicken Eispanzer bedeckt wurde. Der Gletscher trug die weiche Tuffschicht und die Molasse also das Abtragungsmaterial aus Gebirgen, welche sich später als Sedimente z.B. in Flusstälern ablagerten, allmählich ab, legte die darunterliegenden harten Basalt- und Phonolithschlote frei und schliff so die Berge zu ihrer heutigen Form zurecht. Im oberen Pleistozän vor ca. 20.000 Jahren bedeckten die Alpenvorlandgletscher das Gebiet der Hegauvulkane. Die Gletscher trugen die weicheren Tuffschichten sowie die Molasse ab und legten die darunter liegenden härteren Basalte und Phenolithschlote frei (vgl. Krafft 1984).

Vulkanismus am Rhein: [https://www.researchgate.net/publication/271326073\\_Vulkanismus\\_am\\_Rhein](https://www.researchgate.net/publication/271326073_Vulkanismus_am_Rhein) [accessed Jul 5, 2016].

# Geologische Zeitskala

## Küsnachter Tobel

GEOLOGISCHE ZEITABELLE				
ÄRA	SYSTEM	SERIE	STUFE	Beginn vor Mio. Jahren
KÄNOZOIKUM	QUARTÄR	HOLOGÄN		0,01
		PLEISTOZÄN		
	JUNGTERTIÄR (NEOGEN)	MIOZÄN	CALABRINUM	1,81
			GELABINUM	2,58
			PLIOZÄN	
		OLIGOZÄN	MEXININUM	3,12
			TORTONINUM	11,2
			SERRAVALLINUM	14,8
	ALTIERTIÄR (PALEOGEN)	PALEOZOÄN	LANSINUM	16,6
			FURDUGALUM	28,5
			AQUITANUM	23,8
			CHATHINUM	25,2
		MESOZOÄN	PRELONIUM	23,7
			BARTONINUM	37,8
LUTETIUM			49,8	
VERDIUM			55,8	
MESOZOIKUM	KREIDE	TRIAS		
		CRETACEUM		
	JURA	OPPELIUM	15,5	
		SANTONINUM	85,8	
		CONIACINUM	89,8	
		TURONINUM	93,5	
		CHALLOVINUM	95,8	
		ALBINUM	112,2	
	TRIAS	SCHEFFERINUM	119,8	
		APFELN	119,8	
		KARERINUM	17,9	
		RAUENINUM	119,8	
		VALANGININUM	124,5	
		FERRASSINUM	142,8	
YITHONINUM		186,7		
KNAMERDINGINUM		194,1		
PALÄOZOIKUM	PERMIAN	WUCHANGINUM	259,8	
		WOLFEINUM	259,8	
	CARBON	WOLFEINUM	259,8	
		WOLFEINUM	259,8	
		WOLFEINUM	259,8	
		WOLFEINUM	259,8	
	DEVON	FRANCONIUM	370,8	
		FRANCONIUM	370,8	
SILUR	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
ORDOVIZIUM	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
KAMBRIMUM	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		
	FRANCONIUM	370,8		



Obere Süßwassermolasse  
17 - 8 Ma

Bentonit Horizont  
14 - 15 Ma  
(12.5 Ma in Hegau)

Hegau Vulkanismus aktiv:  
15.5 - 7 Ma

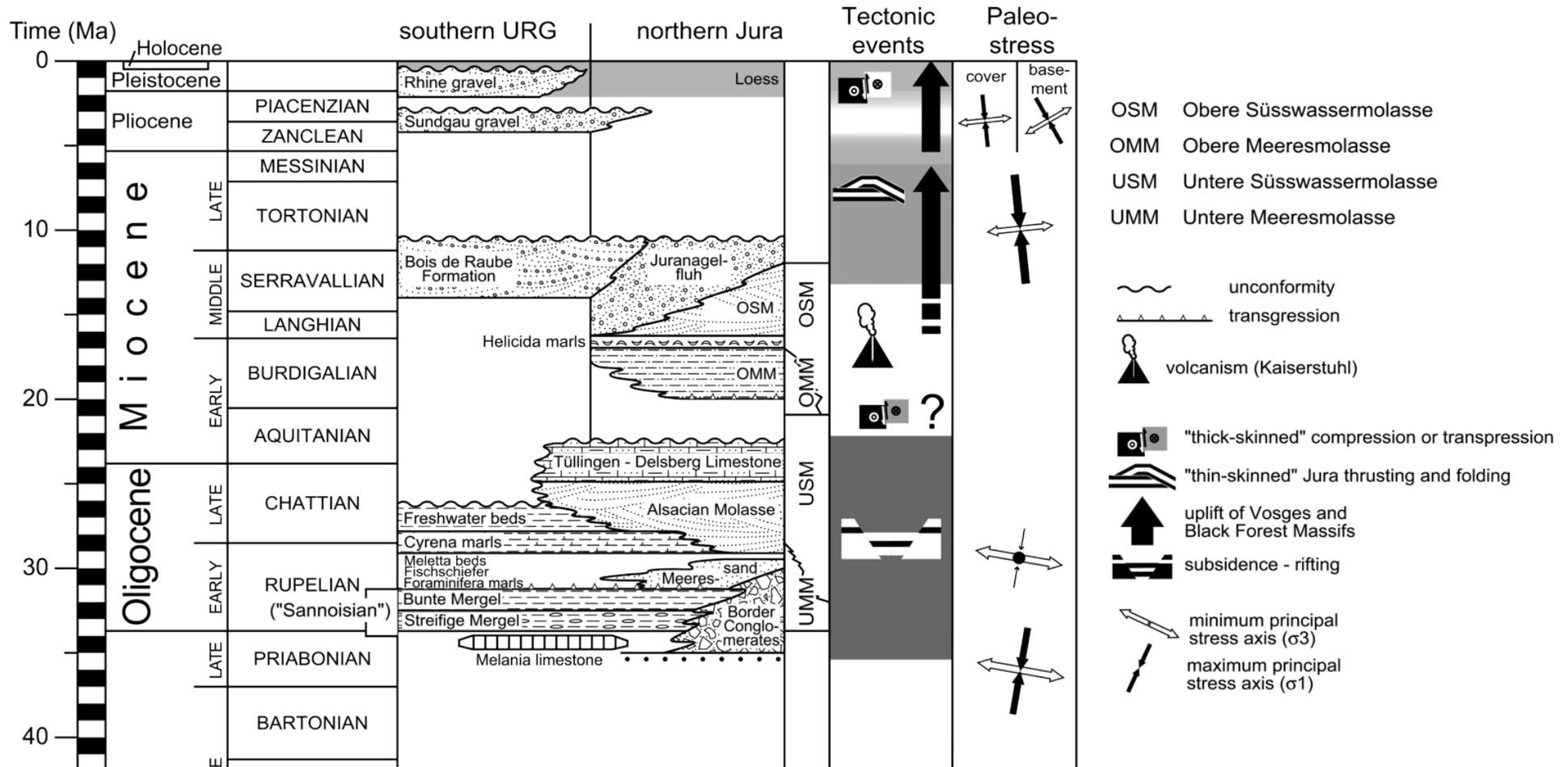
Lohn (Lehmgrube)  
Mergel, Lehm:  
30 - 20 Ma

«Malm-Kalk» (Malm = ob. Jura)  
255 - 240 Ma

545 Ma

(Alter der Erde = 4'540 Ma)

# Geologische Zeitskala mit tektonischen Ereignissen (Nordost Schweiz)



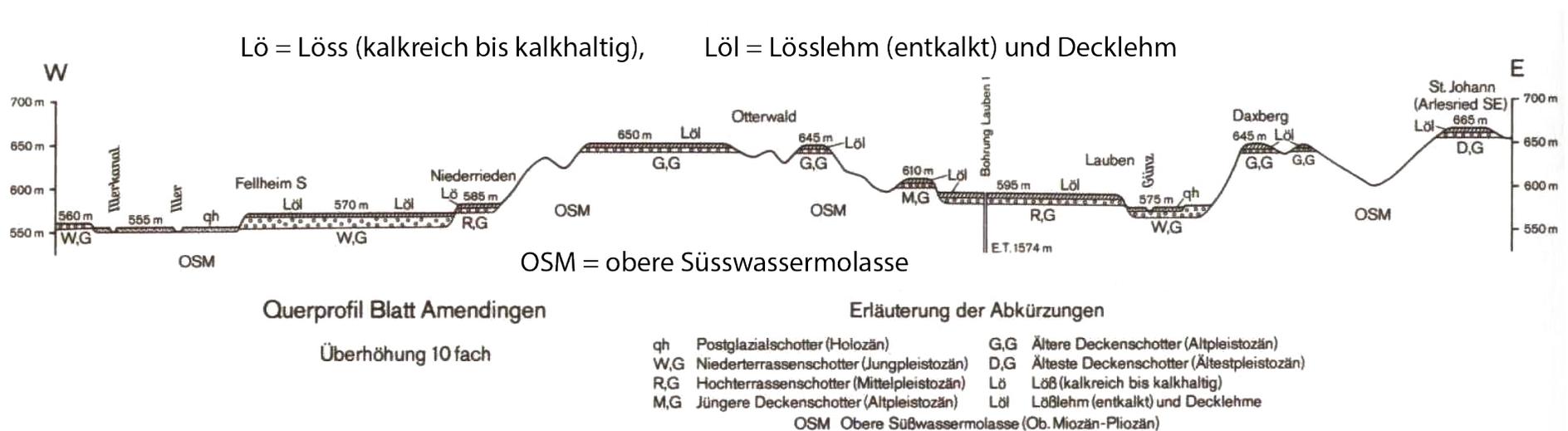
Aus: Kamil Ustaszewski und Stefan M. Schmid, *Control of preexisting faults on geometry and kinematics in the northernmost part of the Jura fold-and-thrust belt*, Tectonic, 25, 2006

# Löss

- Löss ist feinkörniges Material, das durch den Wind transportiert und abgelagert wurde.
- Die Sedimente stammen aus glazialen Auswaschungen von Ebenen, wo die Gletscher feine Partikel aus Schluff und Ton oder von Wüstengebieten deponieren, die wenig Vegetation haben kleine Partikel zu verankern.
- Löss enthält viele Tonmineralien, hauptsächlich gemischt Smektit-Illit, Montmorillonit, Kaolinit, und Chlorit.
- Löss kommt in der nordost Schweiz und südlichen Deutschland vor und ist meist jünger als 8 Ma (jünger als die Obere Süsswassermolasse).

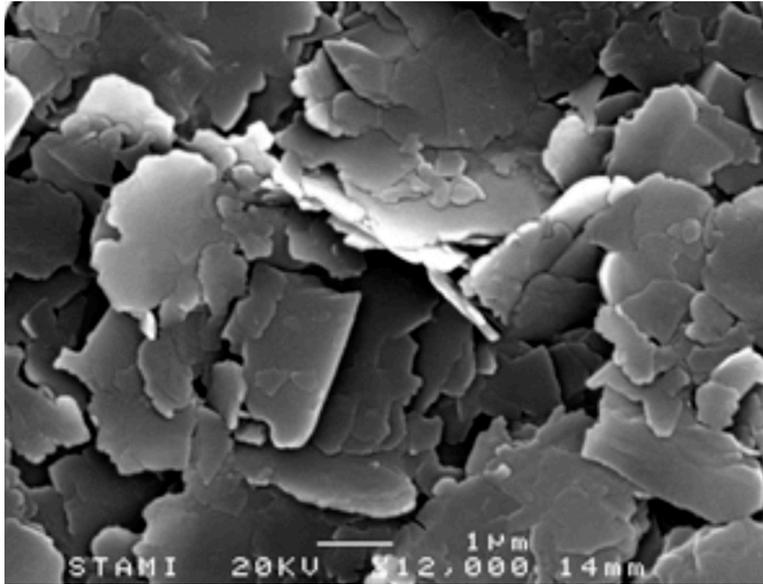
# Löss - eiszeitliche Ablagerung

## Terrassenstratigrafie im deutschen Alpenvorland

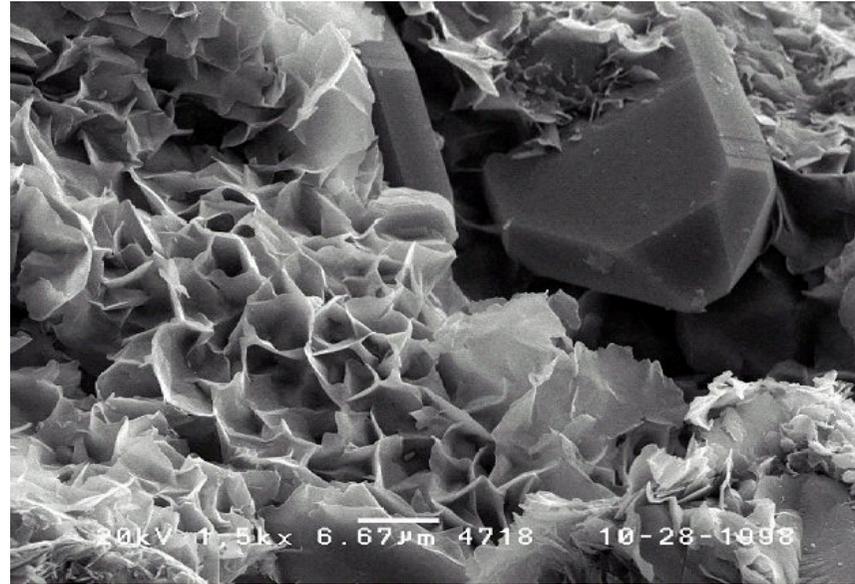


Aus H. R. Graf, *Eiszeitliche Landschaftsgeschichte der zentralen Nordschweiz*, Kolloquium swisstopo / 30. März 2007, Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Geologische Landesaufnahme

Vielen Dank fürs zuhören!



Illit



Montmorillonit

Habt ihr Fragen?

Ton kann Menschen nicht machen - aber mit Ton viel!