



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

# Kaoline und kaolinitische Tone

## Ein Vergleich



**Autor/Referent** EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow





Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Einleitung



**Kaolinrohstoffe sind die wichtigsten Komponenten in vielen keramischen Massen. Sie ermöglichen die plastische Formgebung ebenso wie einen effektiven Sinterprozess.**

**Keramik** von der Kaffeetasse bis zum Mauerziegel



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Einleitung



## Außerhalb der Keramik



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Einleitung



## Außerhalb der Keramik von Ariel bis Zement



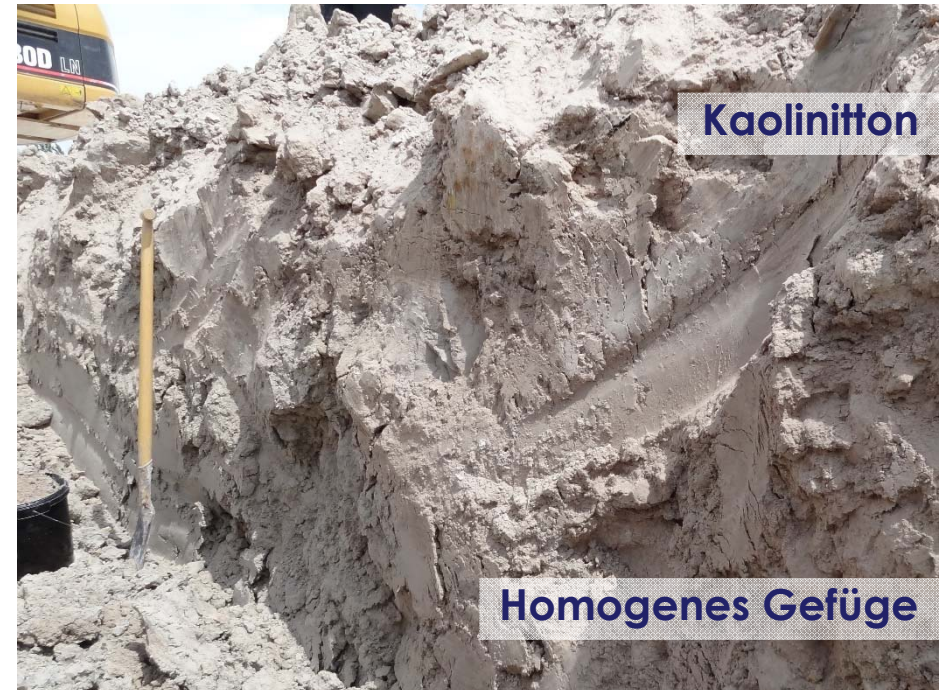


Eingangsfrage zum Vortrag:

Wie sieht der fundamentale

Bauplan aus, der all diese

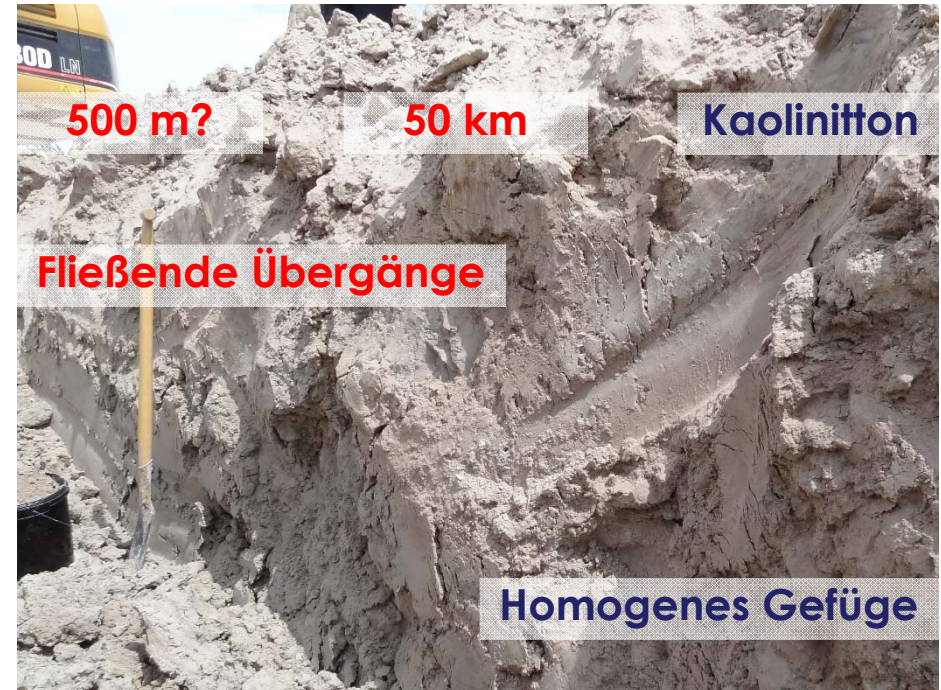
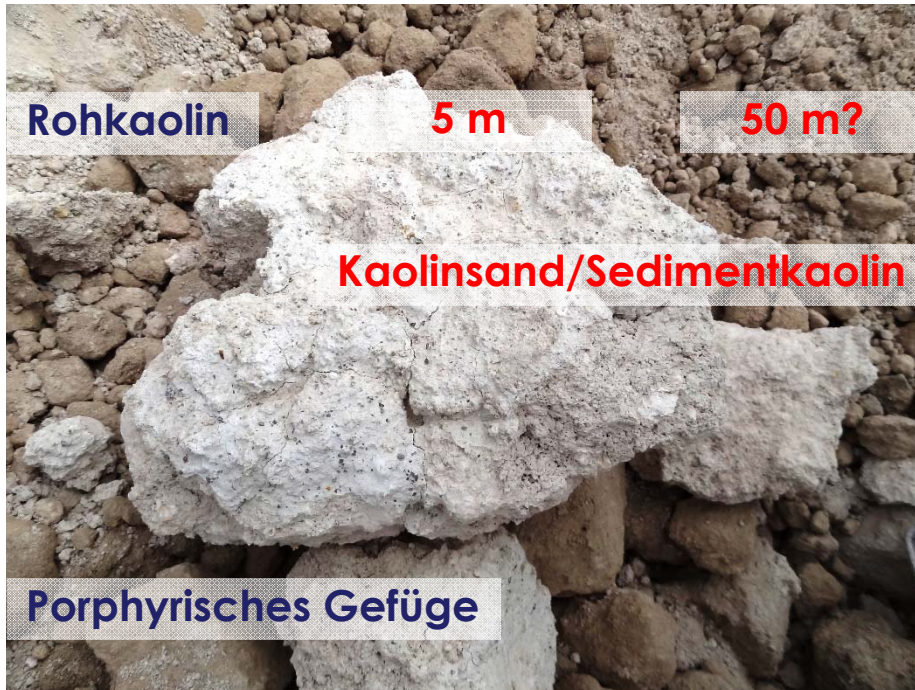
Anwendungen ermöglicht?



Die sedimentäre Umlagerung ist mit der Abfraktionierung grober Bestandteile wie Quarz und Feldspat sowie mit der relativen Anreicherung von Tonmineralen verbunden.

## Effekte der sedimentären Umlagerung

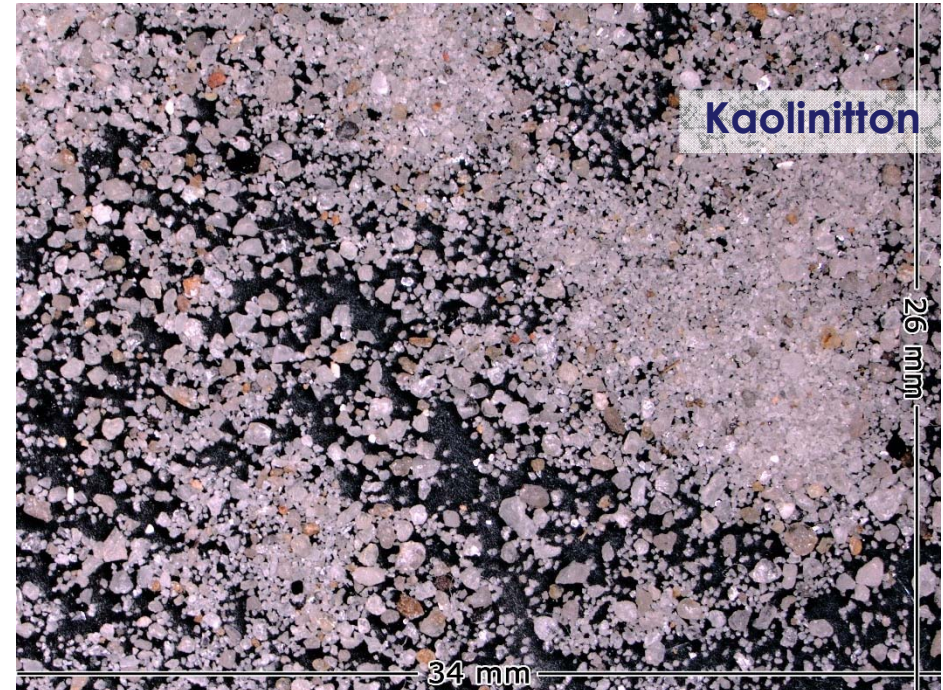
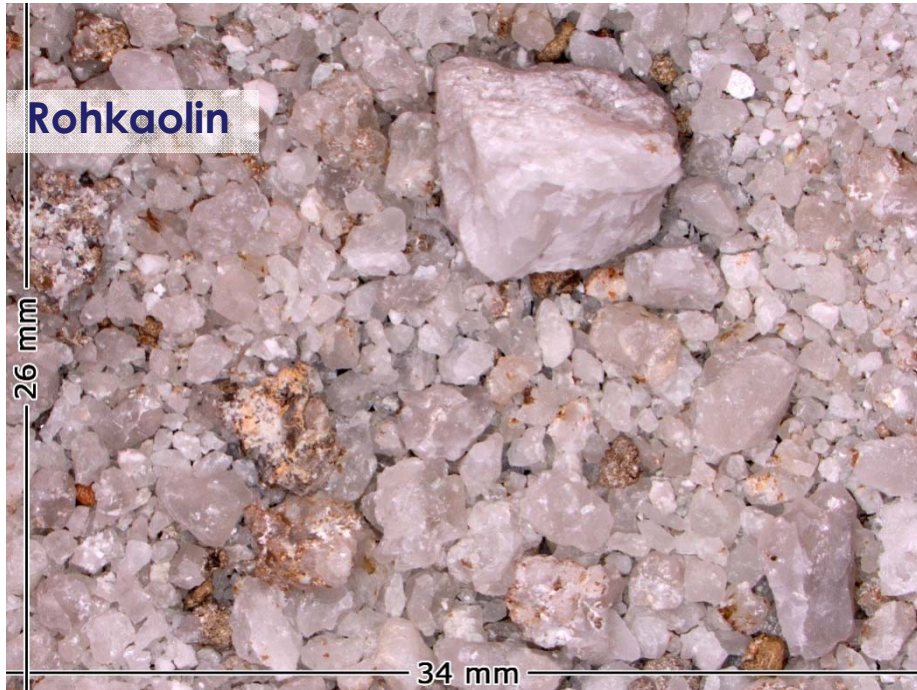




Die sedimentäre Umlagerung ist mit der Abfraktionierung grober Bestandteile wie Quarz und Feldspat sowie mit der relativen Anreicherung von Tonmineralen verbunden.

## Effekte der sedimentären Umlagerung

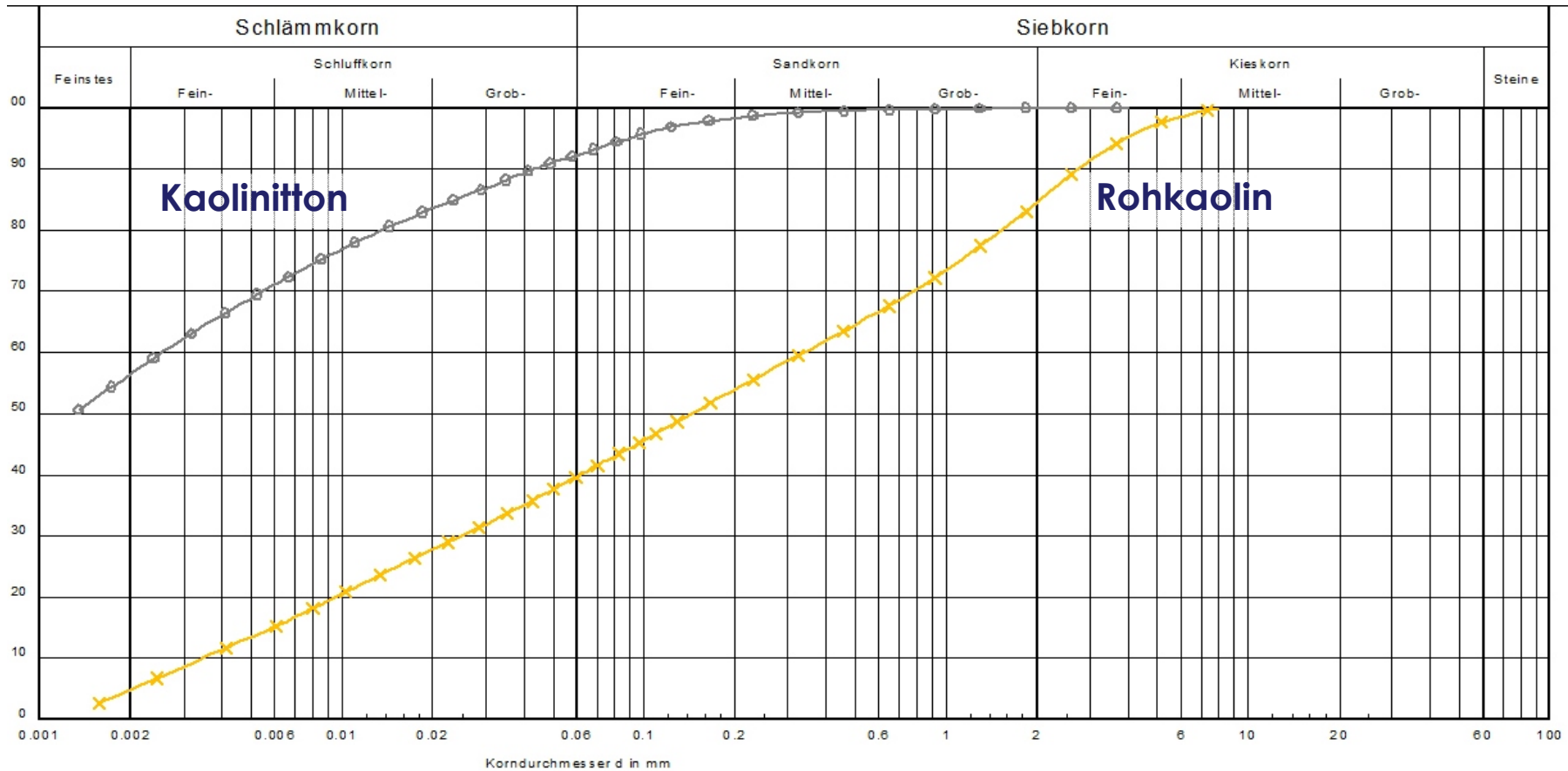




Die sedimentäre Umlagerung ist mit der Abfraktionierung grober Bestandteile wie Quarz und Feldspat sowie mit der relativen Anreicherung von Tonmineralen verbunden.

## Effekte der sedimentären Umlagerung



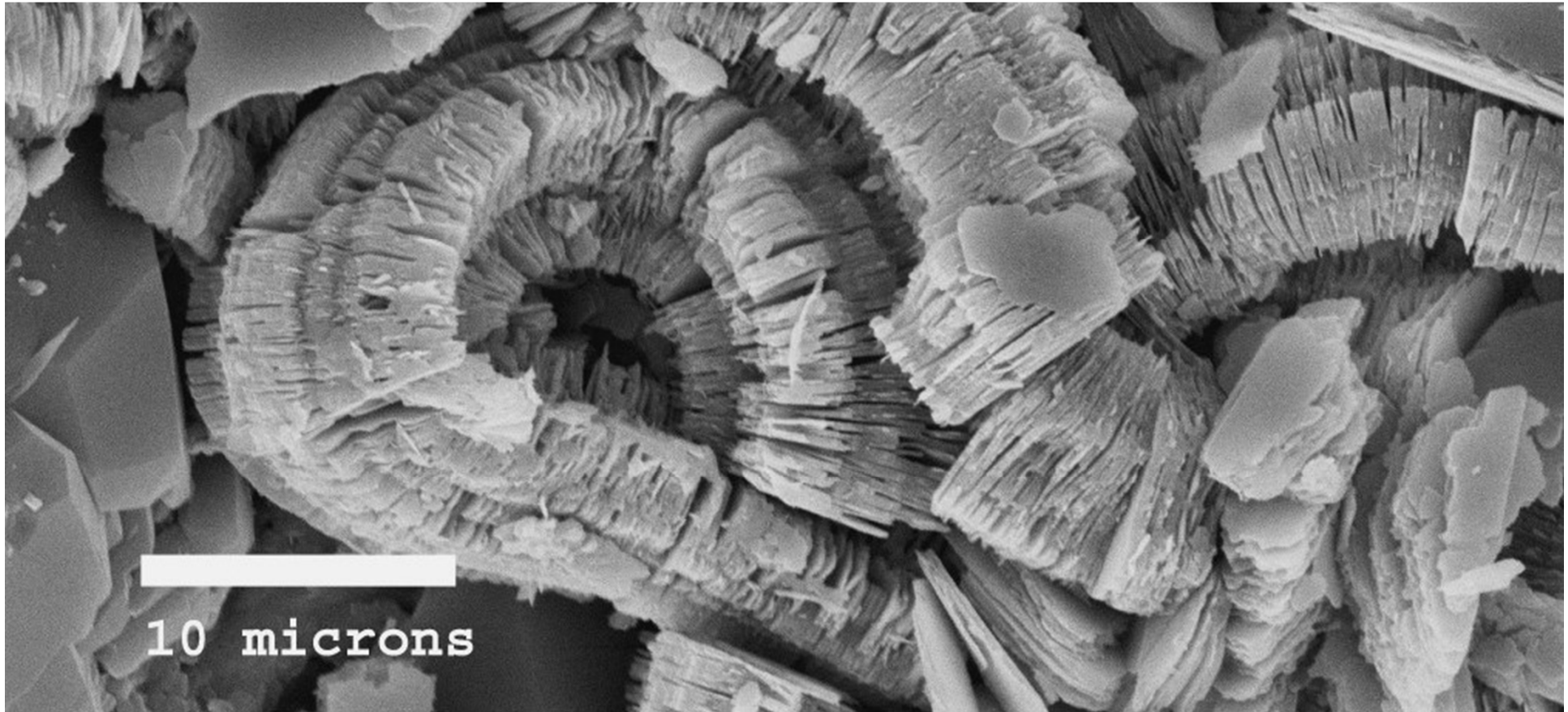


## Effekte der sedimentären Umlagerung



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

## Mikroskopische Ebene



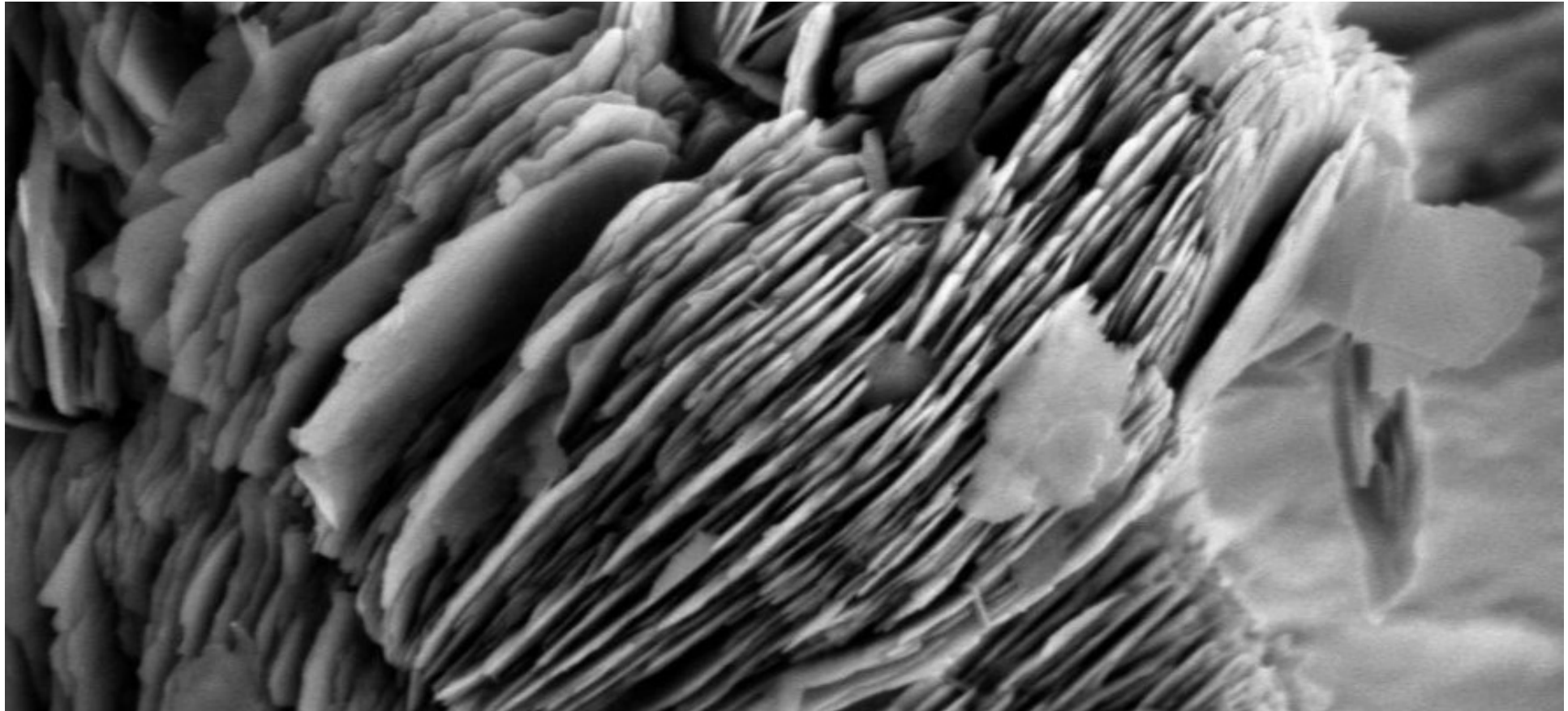
**Kaolinit** Parallel-/Geldrollengefüge (F/F)





Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene

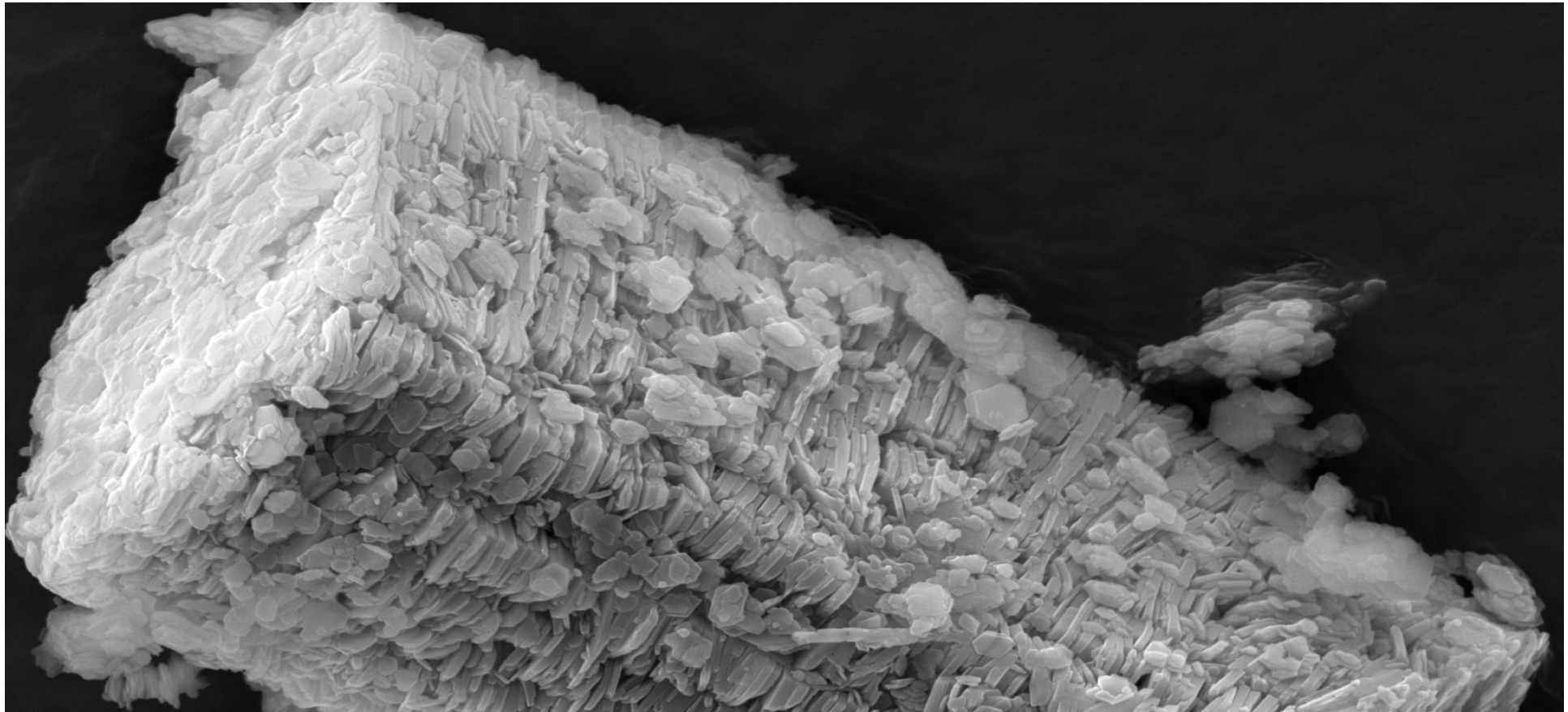


**Kaolinit** Parallel-/Buchseitengefüge (F/F)



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene



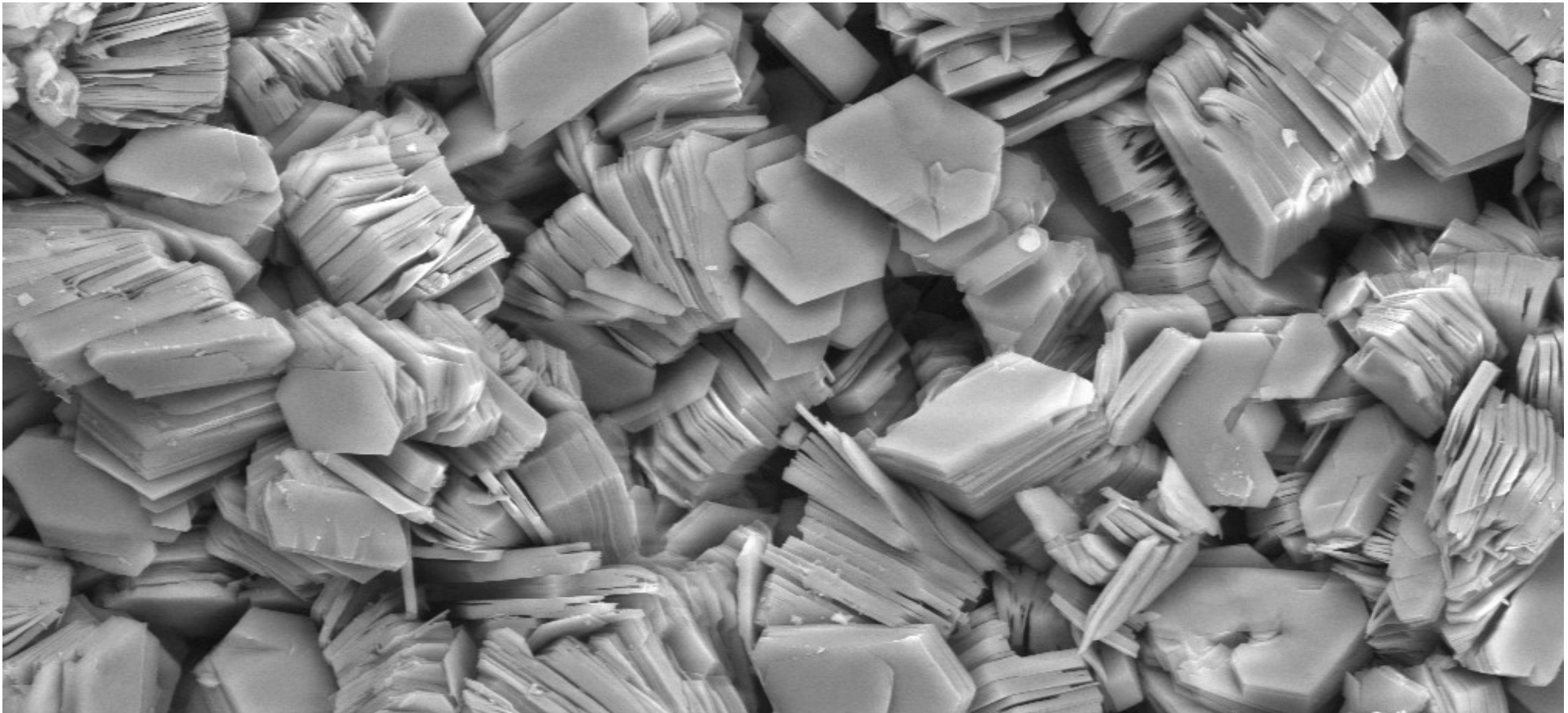
**Kaolinit** Parallel-/Stapelgefüge (F/F)





Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene

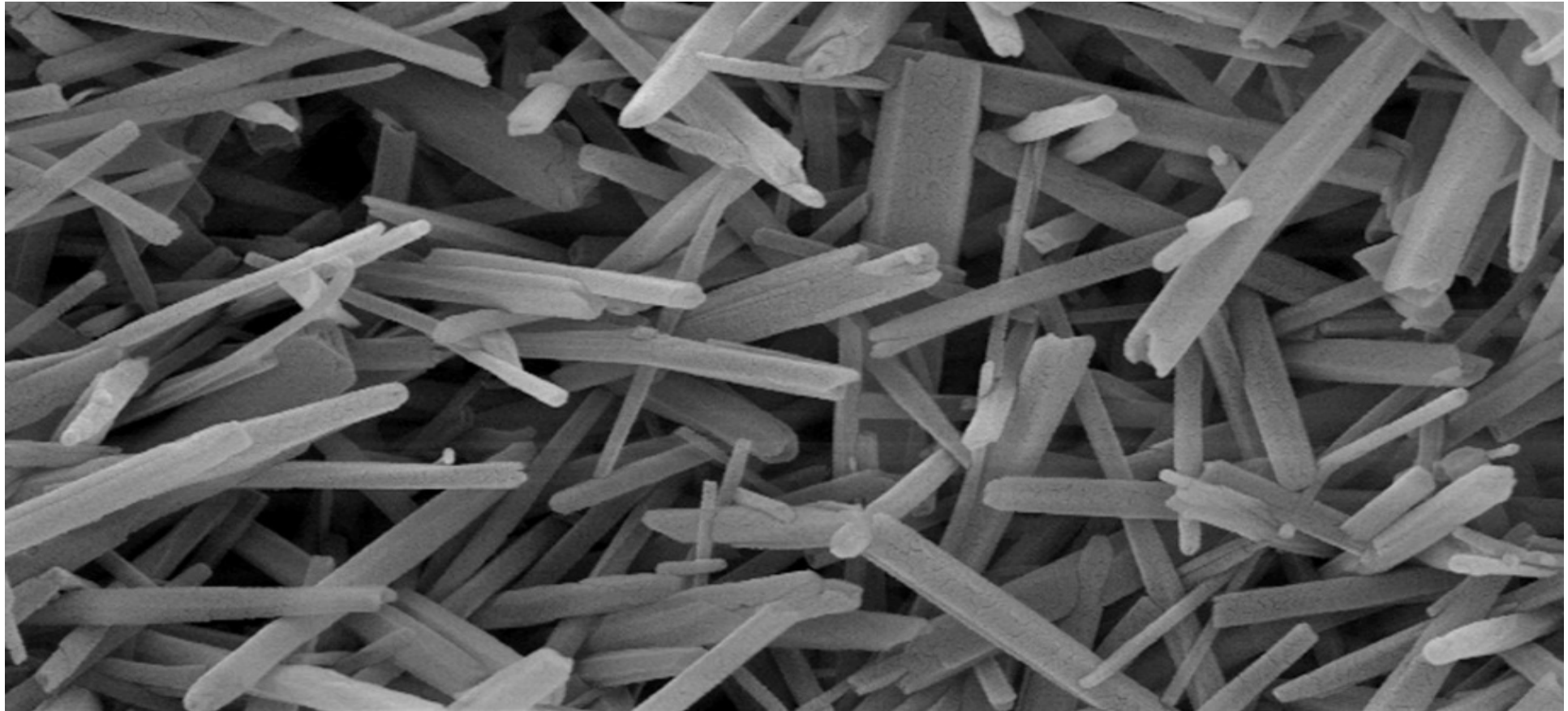


**Dickit** Stapelgefüge (F/F)



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene



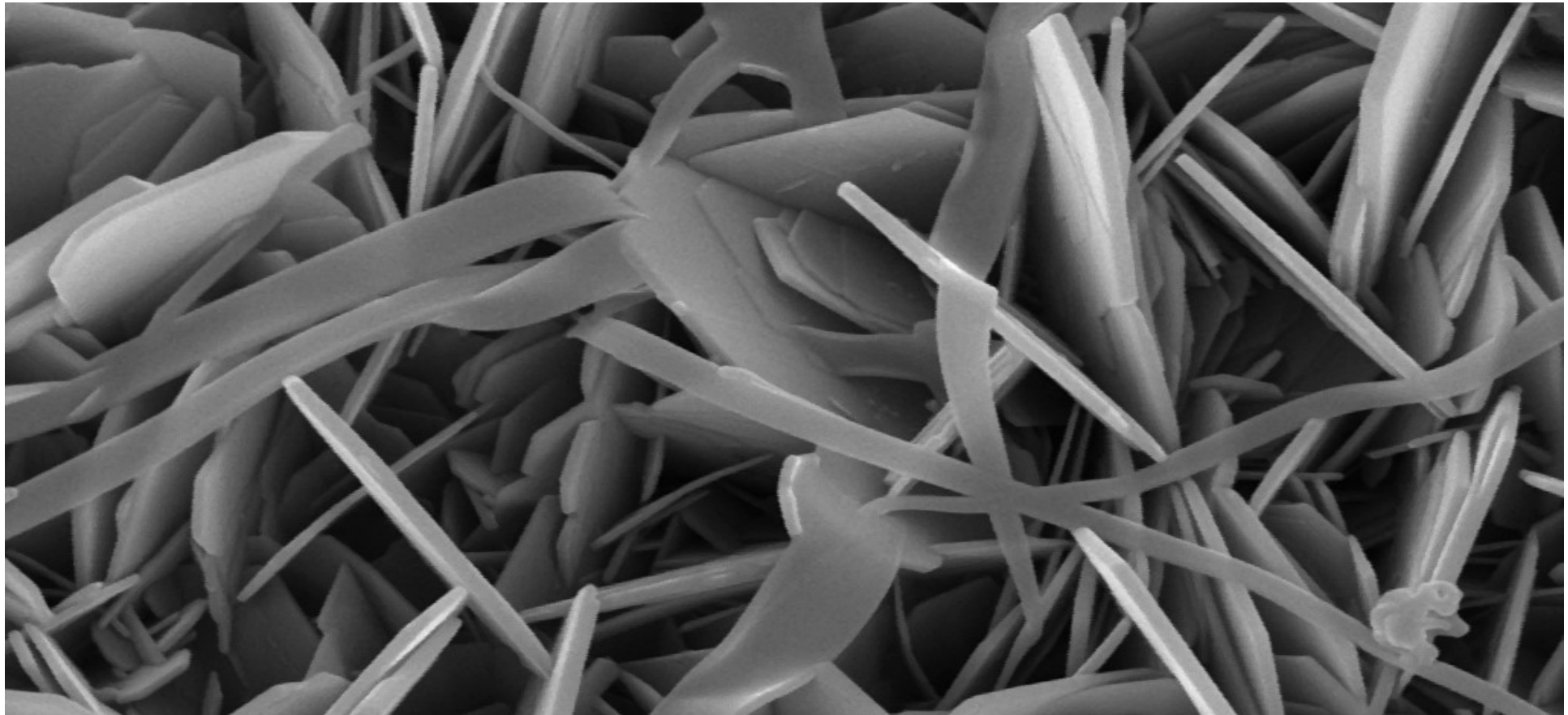
**Halloysit** Stengeliges Bänderstrukturgefüge (K/K)





Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene

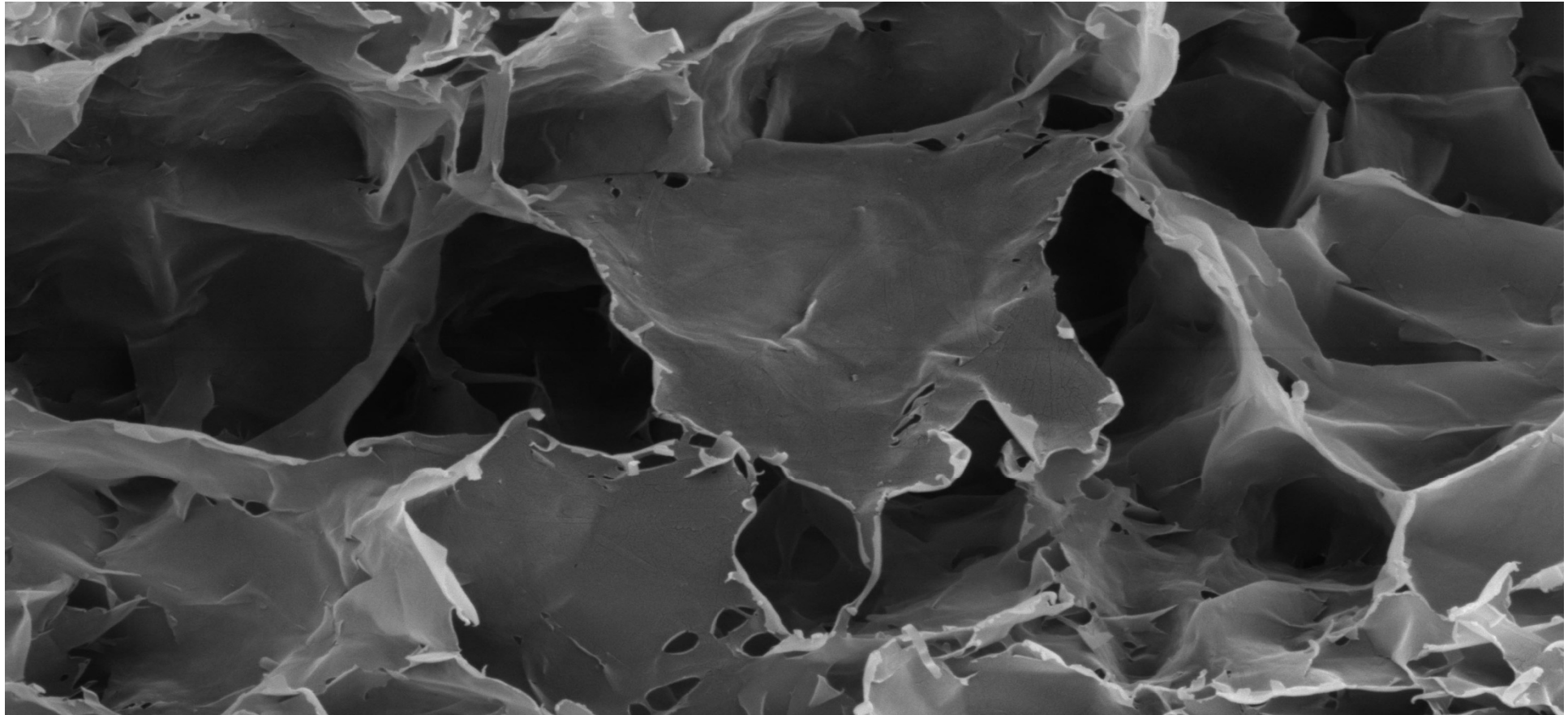


**Illit + Chlorit** typische Nebengemengteile



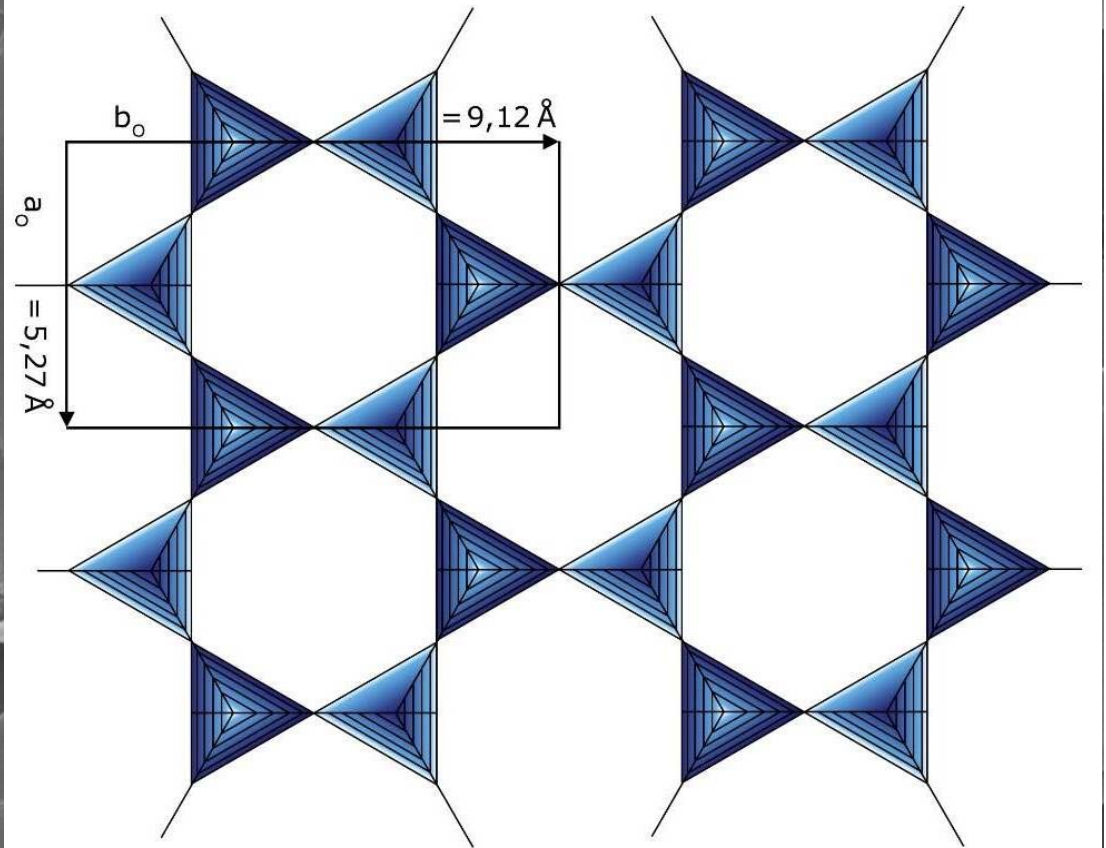
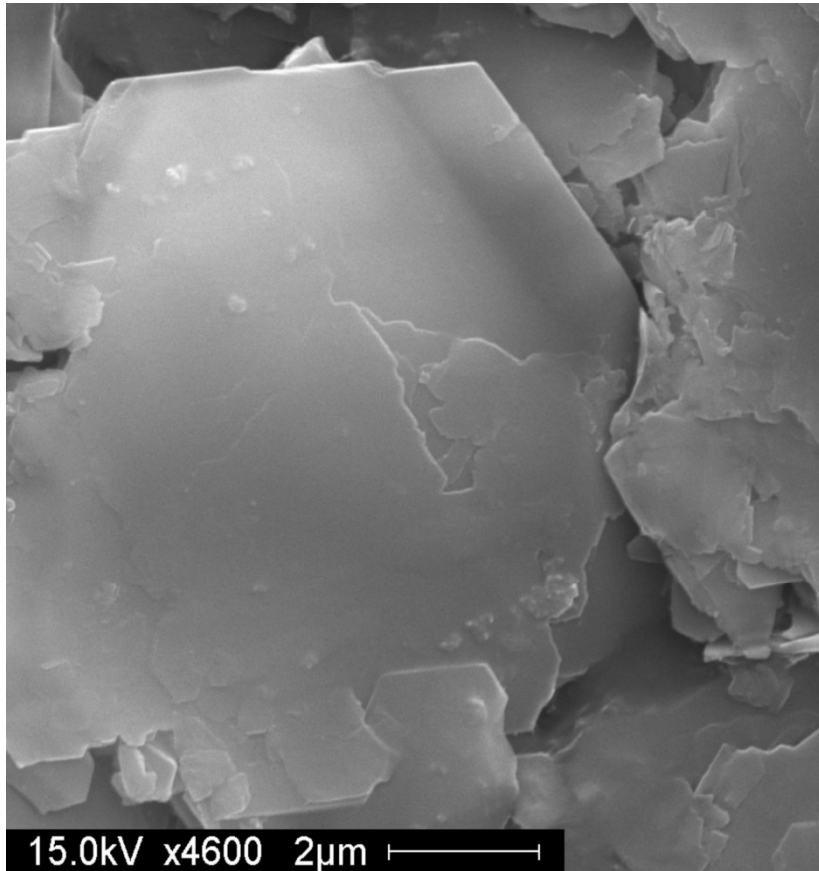
Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Mikroskopische Ebene



**Smektit** typische Nebengemengteile





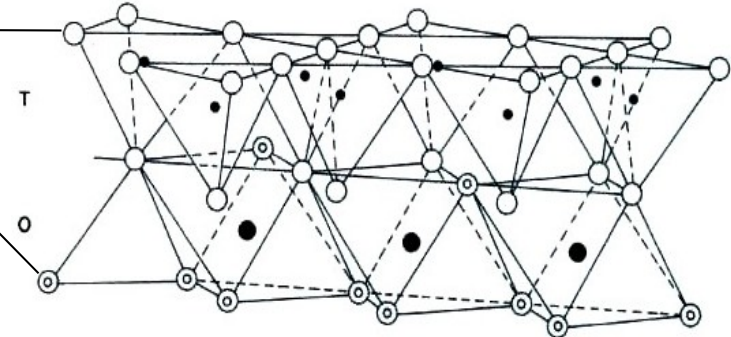
## Hexagonalstruktur 6-Ringe der Tetraederschicht



# Molekulare Ebene



1. Röntgenbasisreflex



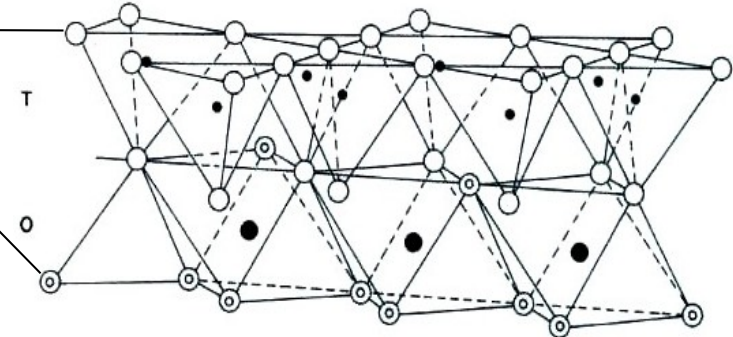
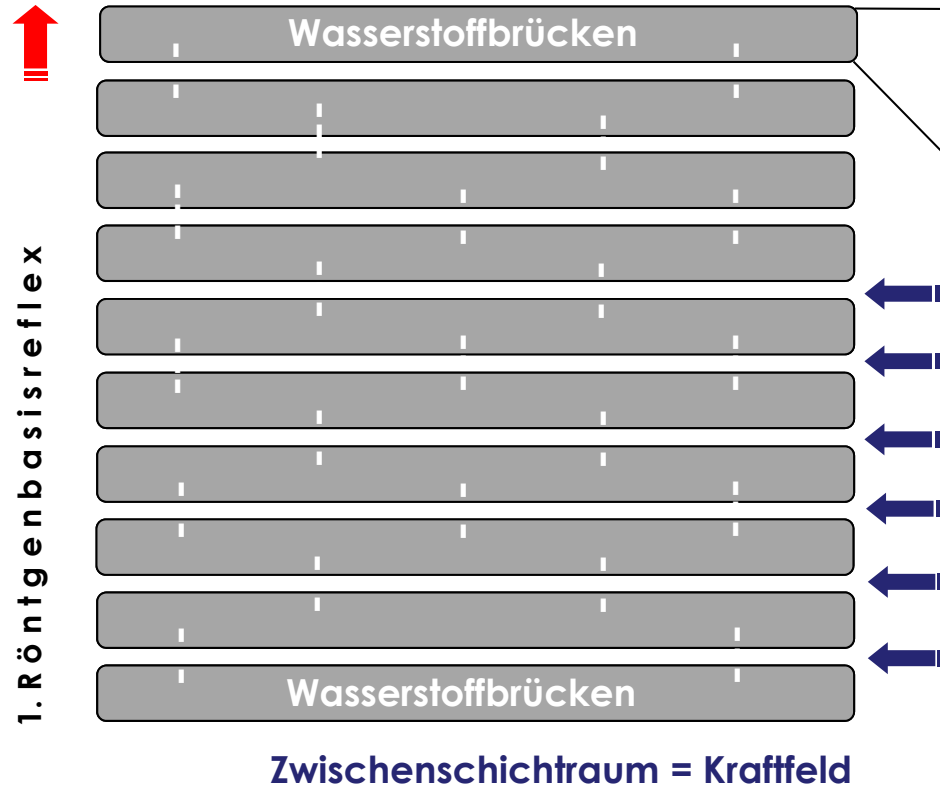
2-Schichtsilikat Typ T-O







# Molekulare Ebene



Schichtladung  $x = 0$


1 Teilchen hat rund 50 Lamellen

Keine innere Quellfähigkeit

Röntgenreflex:  $d = 7,1 \text{ \AA}$

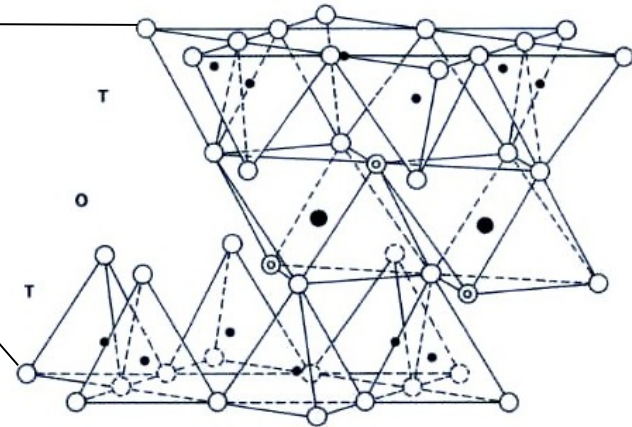




1. Röntgenbasisreflex 



Starke negative Basisladungen



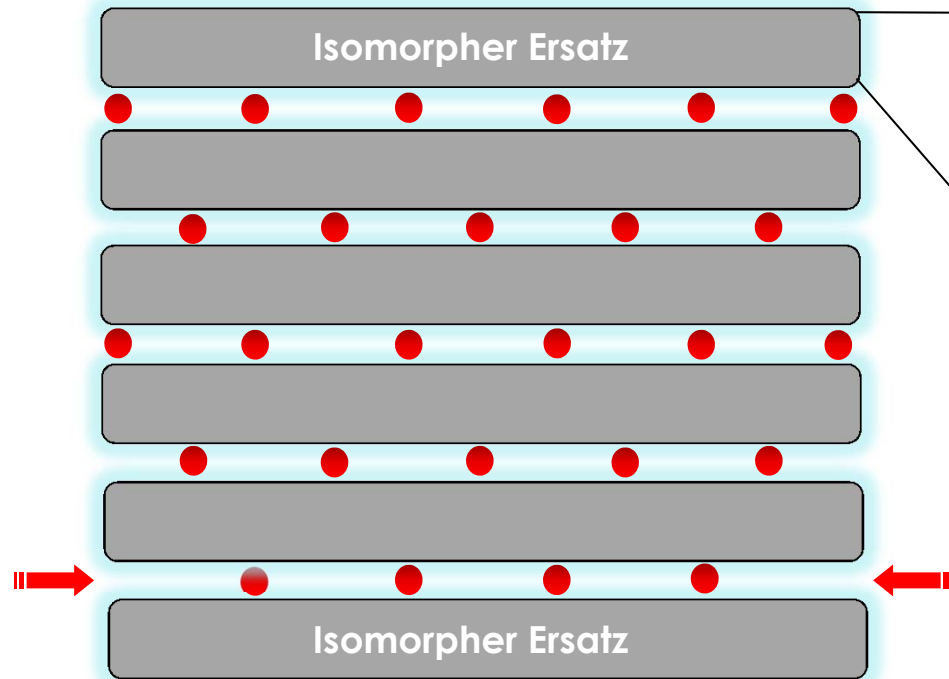
3-Schichtsilikat Typ T-O-T



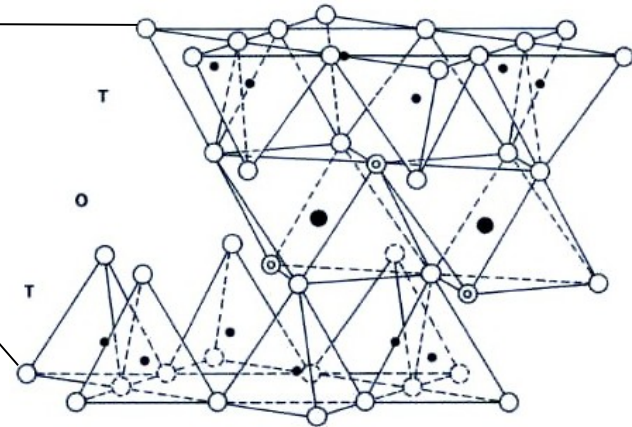




## Molekulare Ebene



Starke negative Basisladungen  
Kalium-Ionen im ZSR



Schichtladung  $x = 1,0$


1 Teilchen hat rund 10 - 20 Lamellen

Keine/randliche Quellfähigkeit

Röntgenreflex:  $d = 10,0 \text{ \AA}$

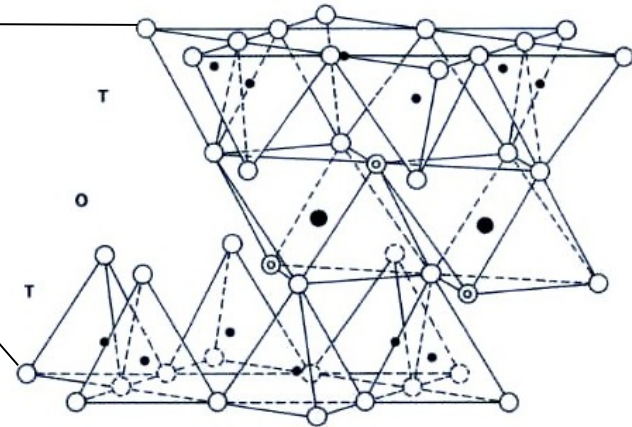




1. Röntgenbasisreflex 



Schwache negative Basisladungen




3-Schichtsilikat Typ T-O-T

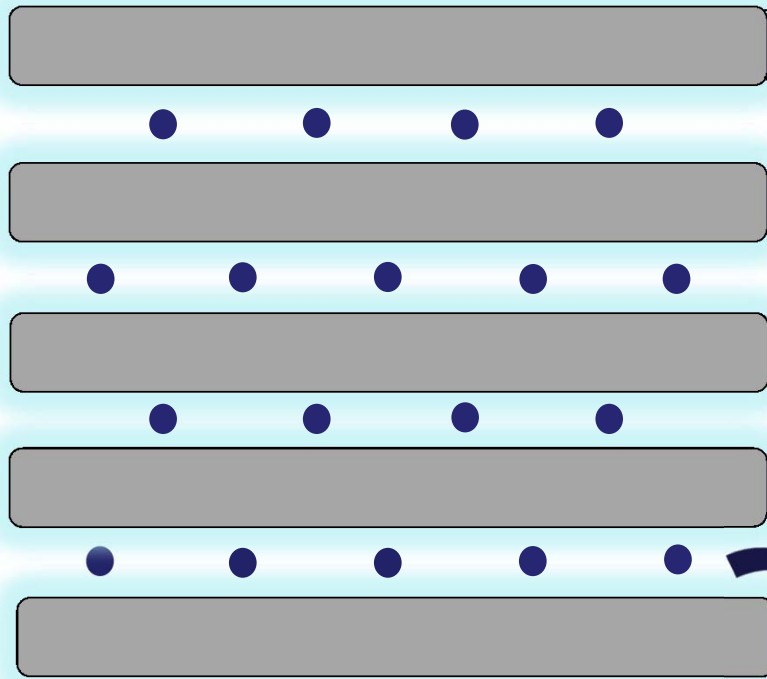




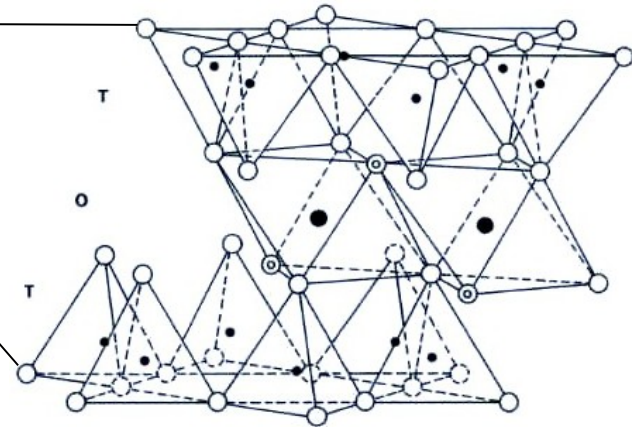


## Molekulare Ebene

1. Röntgenbasisreflex 



Schwache negative Basisladungen  
Austauschbare hydratisierte Kationen



Schichtladung  $x = 0,2 - 0,6$

1 Teilchen hat rund 2 - 5 Lamellen

Hohe innere Quellfähigkeit

Röntgenreflex:  $d = 12 - > 17 \text{ \AA}$





*Kernfrage zum Vortrag:*  
Wie entstehen eigentlich  
Kaolinrohstoffe?



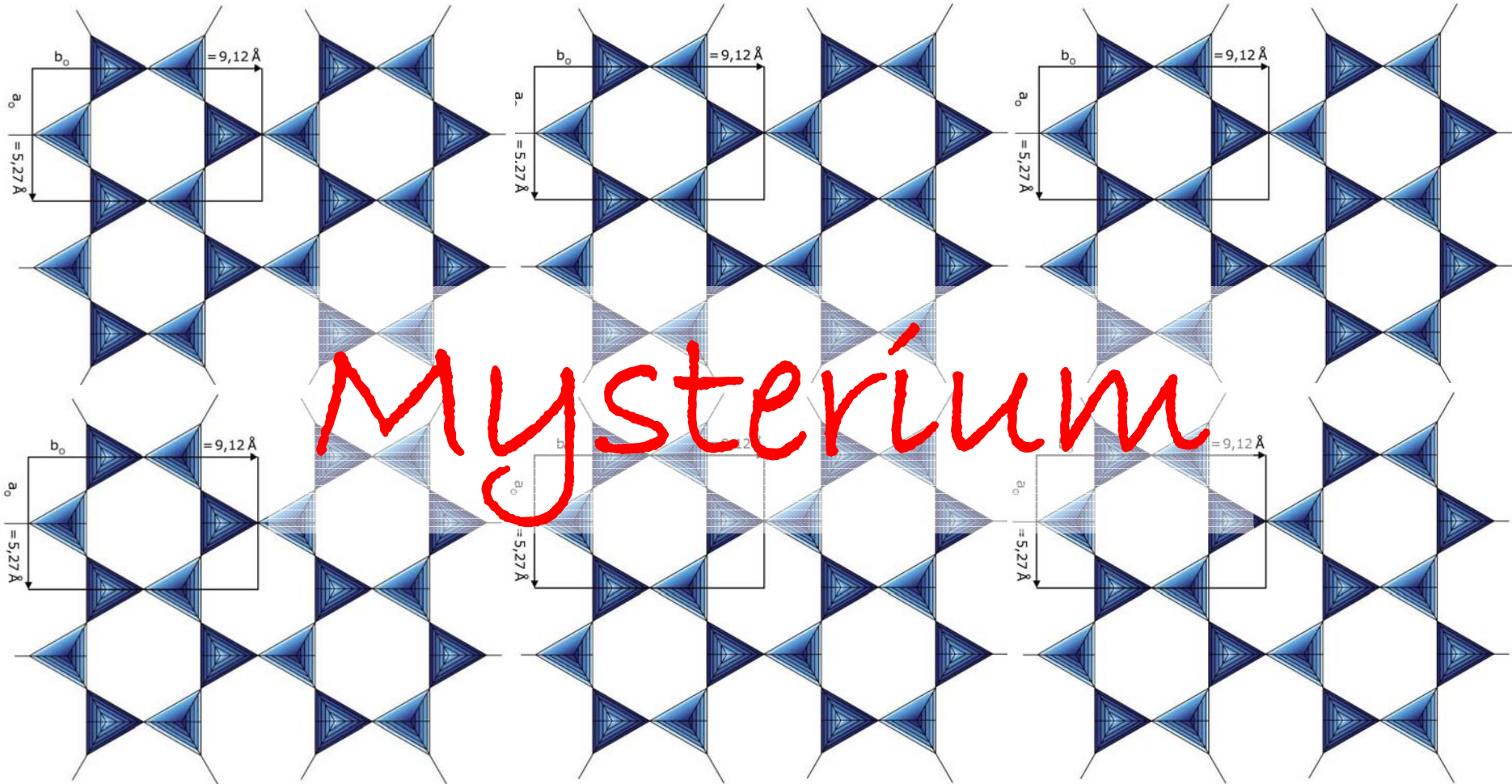


# Transformation/Neoformation

Hydrothermal/Chemische Verwitterung in tropischen Klimazonen

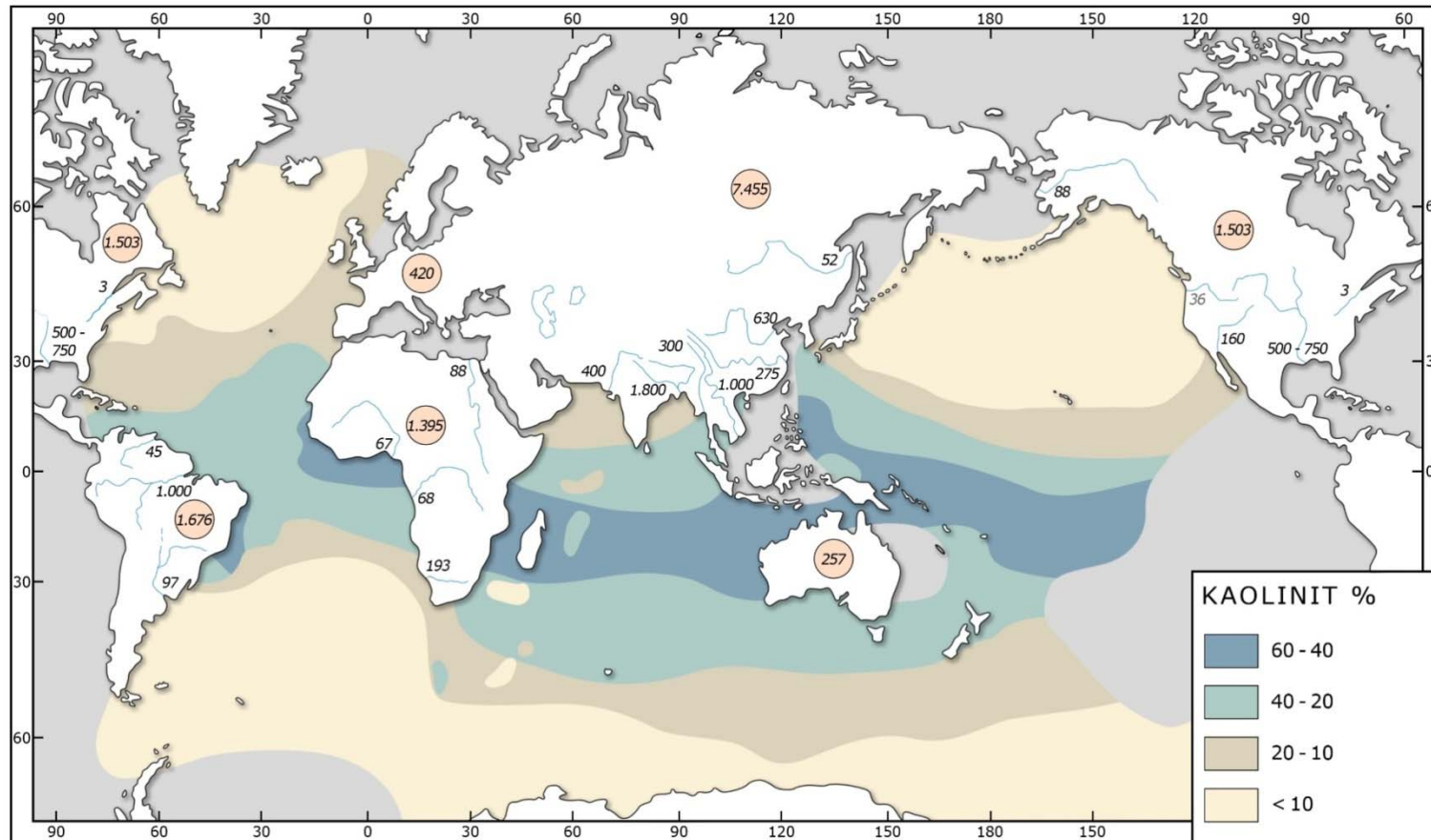
Kalifeldspat + Wasser → Kaolinit + Alkalien + Kieselsäure





**Neofformation** 200 Mio. Mal in  $1\text{cm}^3$  feste Masse

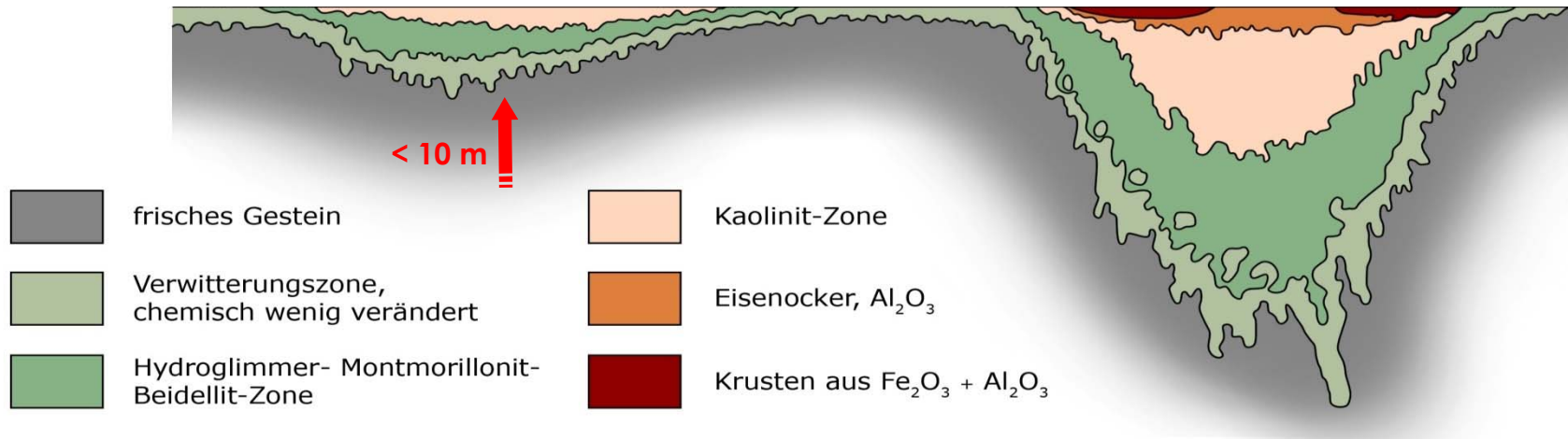




## Koinzidenz Tonmineralogie mit Klimazonen



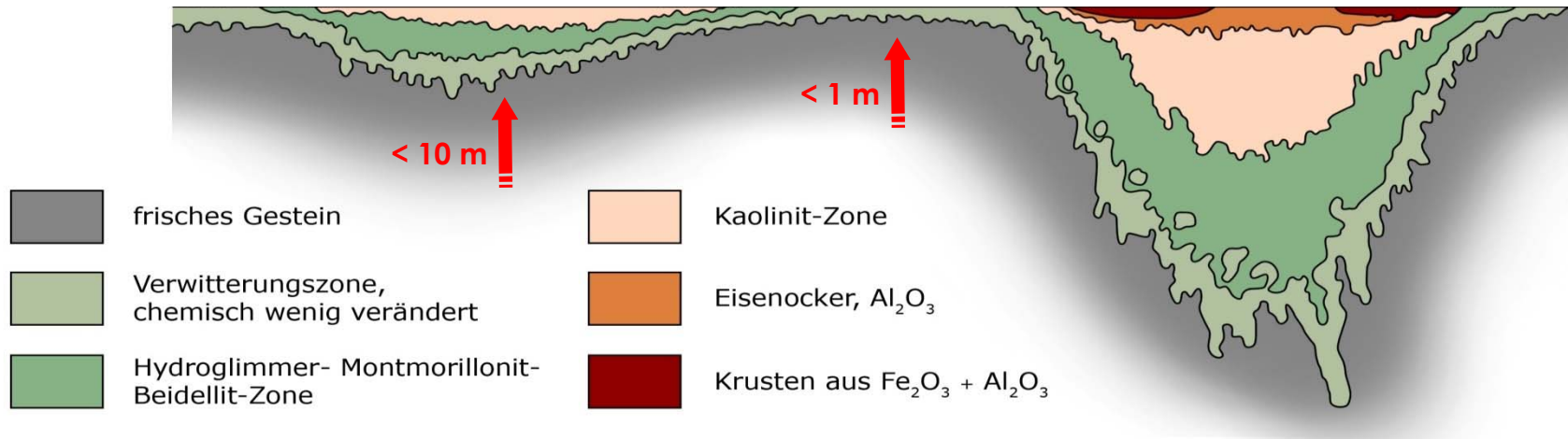
**Nordpol** Tundra Taiga-Podsol-Zone Halbwüsten & Wüsten Tropische Waldzone **Äquator**



## Tiefgang der Verwitterung und TM-Mächtigkeiten



**Nordpol** Tundra Taiga-Podsol-Zone Halbwüsten & Wüsten Tropische Waldzone **Äquator**



## Tiefgang der Verwitterung und TM-Mächtigkeiten

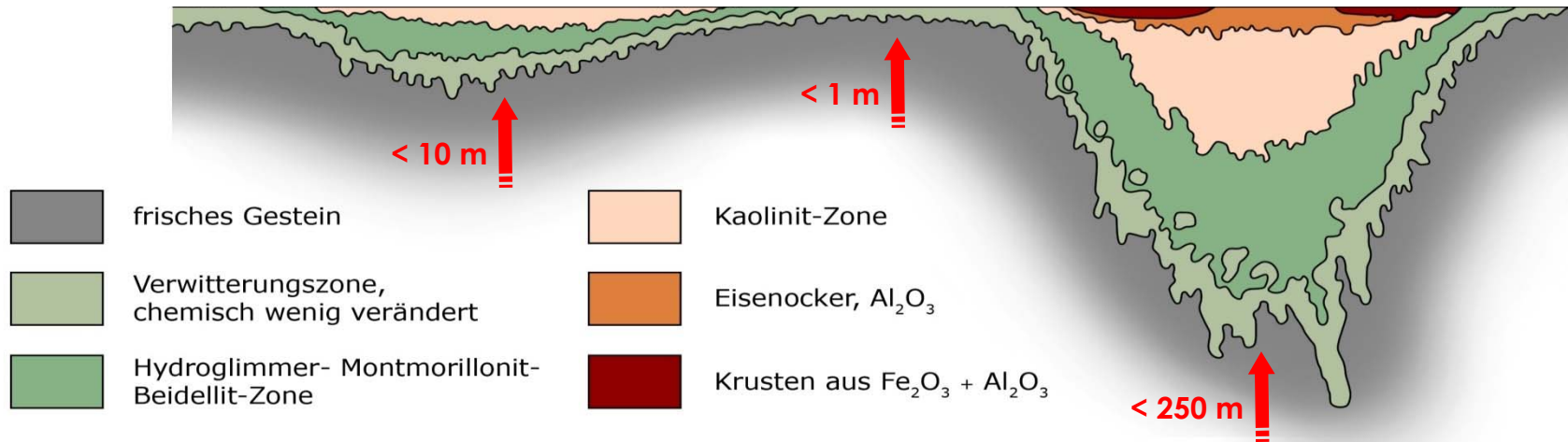




Nordpol Tundra Taiga-Podsol-Zone Halbwüsten & Wüsten Tropische Waldzone Äquator



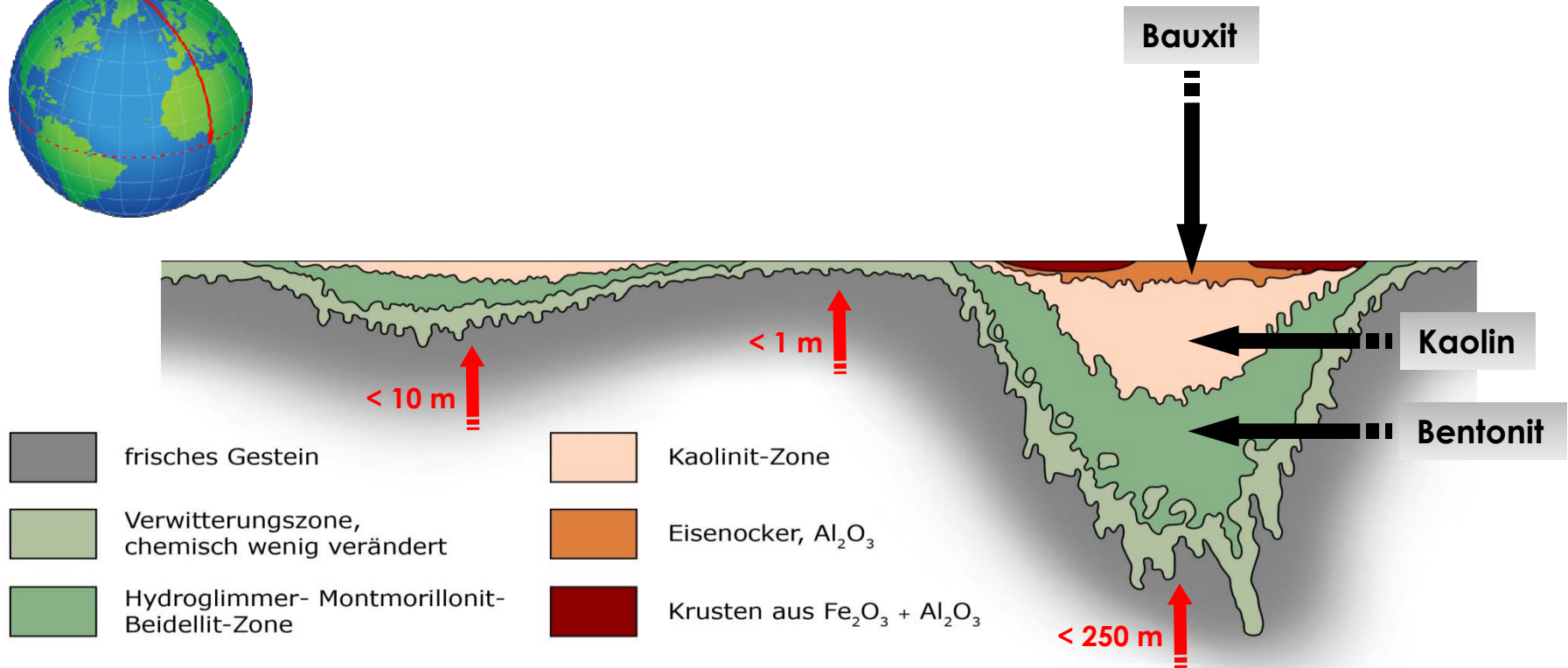
2,5 - 25 cm/1.000 Jahren



## Tiefgang der Verwitterung und TM-Mächtigkeiten



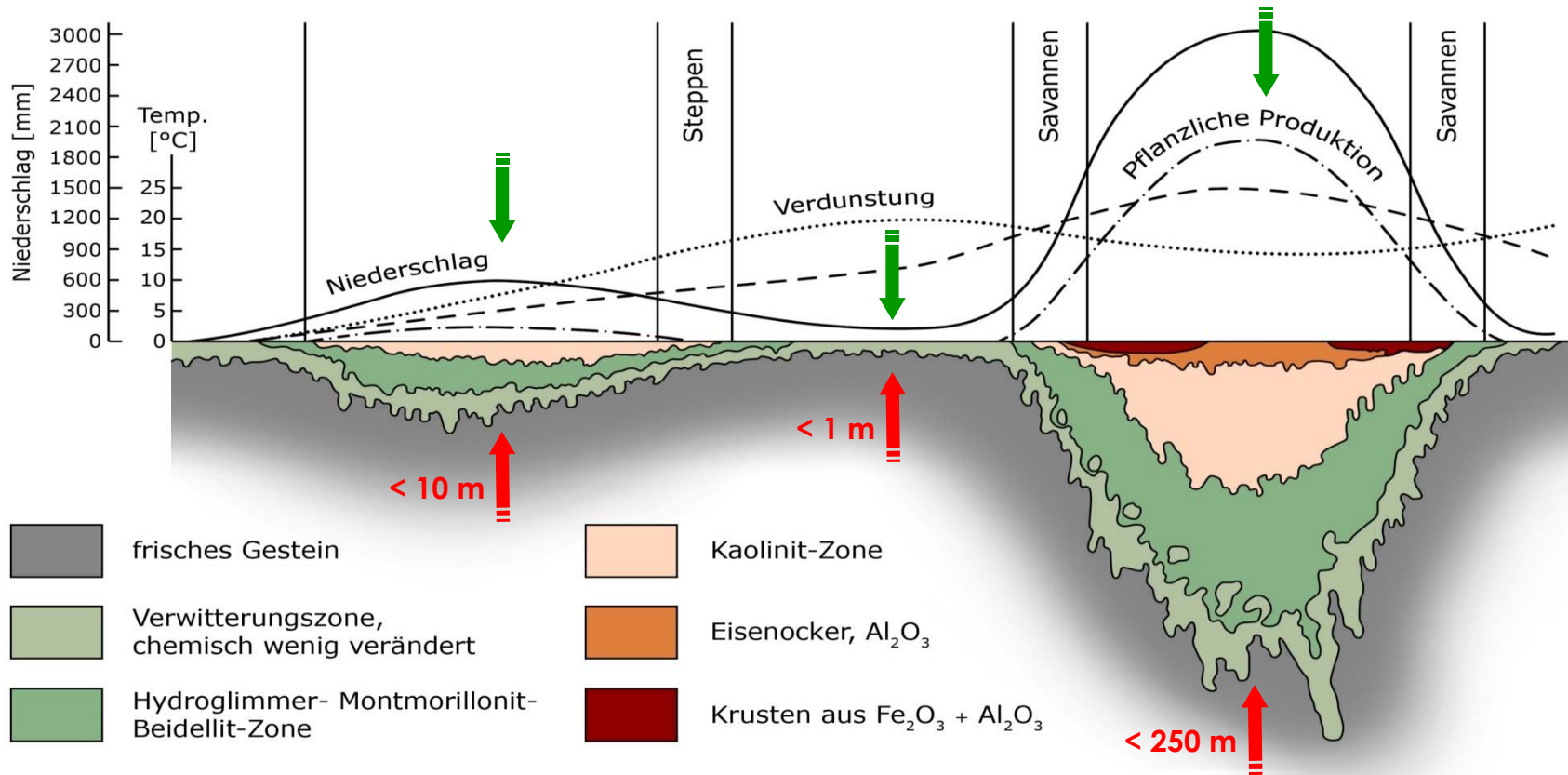
Nordpol Tundra Taiga-Podsol-Zone Halbwüsten & Wüsten Tropische Waldzone Äquator



## Tiefgang der Verwitterung und TM-Mächtigkeiten



Nordpol Tundra Taiga-Podsol-Zone Halbwüsten & Wüsten Tropische Waldzone Äquator



## Ursachen intensiver chemischer Verwitterung





## Faktoren der Entstehung von Rohkaolinen

### **Gesteine und Klima:**

Felspatreiche Muttergesteine  
Äquatoriale Breitengrade  
Global Warming/Subtropen  
Üppige Waldvegetation  
Saure Verwitterungslösungen  
Faktor Zeit – Millionen Jahre

### **Verwitterungslagerstätten:**

Viele Temperaturwechsel  
Physikalischer Zersatz des Gebirges  
Offene Trennflächensysteme  
Untergrunddrainage  
Abfluss der Verwitterungslösungen  
→ **Neubildung von Kaolinmineralen**



## Faktoren der Entstehung kaolinitischer Tone

### Erosion und Transport:

Morphologie, Reliefenergie  
Transportmedium z.B. Wasser  
Kornzerkleinerung/Rundung  
Korngrößenfraktionierung  
Option Vermischung

### Sedimentlagerstätten:

Morphologie: Senken, Becken, Rinnen  
Flussebenen, Binnenseen, Küste, Schelf  
Tektonisches Gleichgewicht  
Faktor Zeit:  $\emptyset = 3 \text{ cm}$  in 1.000 Jahren  
→ **Sedimentation kaolinitischer Ton**

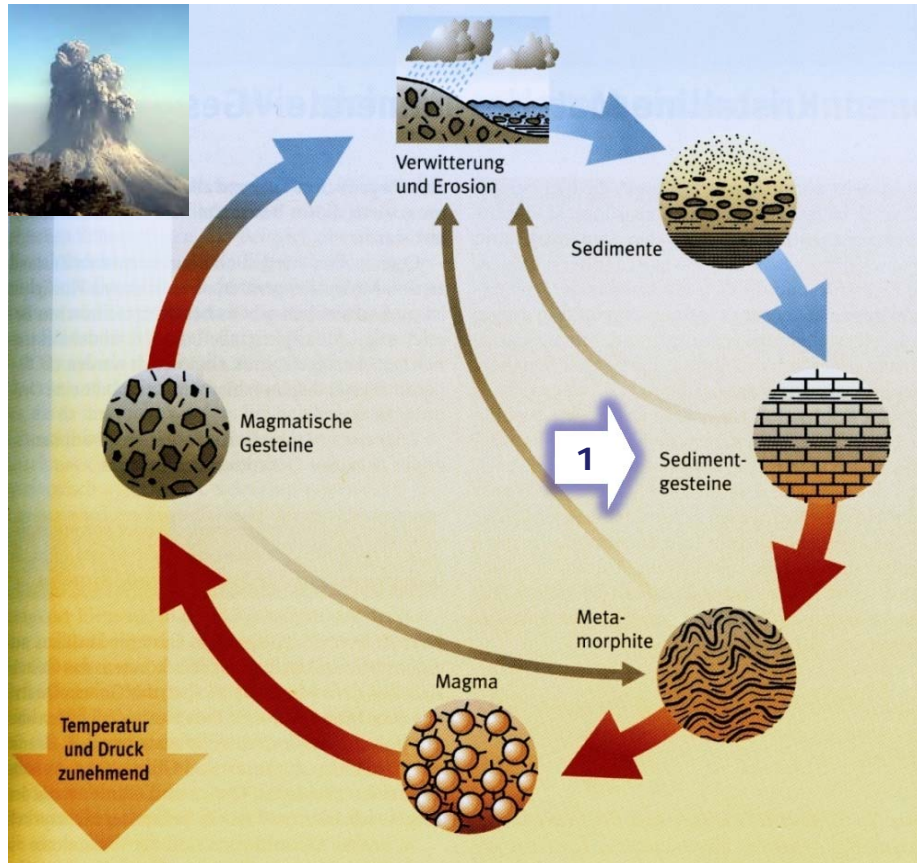
## Faktoren der Entstehung von Rohkaolinen

### Gesteine und Klima:

Felspatreiche Muttergesteine  
Äquatoriale Breitengrade  
Global Warming/Subtropen  
Üppige Waldvegetation  
Saure Verwitterungslösungen  
Faktor Zeit – Millionen Jahre

### Verwitterungslagerstätten:

Viele Temperaturwechsel  
Physikalischer Zersatz des Gebirges  
Offene Trennflächensysteme  
Untergrunddrainage  
Abfluss der Verwitterungslösungen  
→ **Neubildung von Kaolinmineralen**



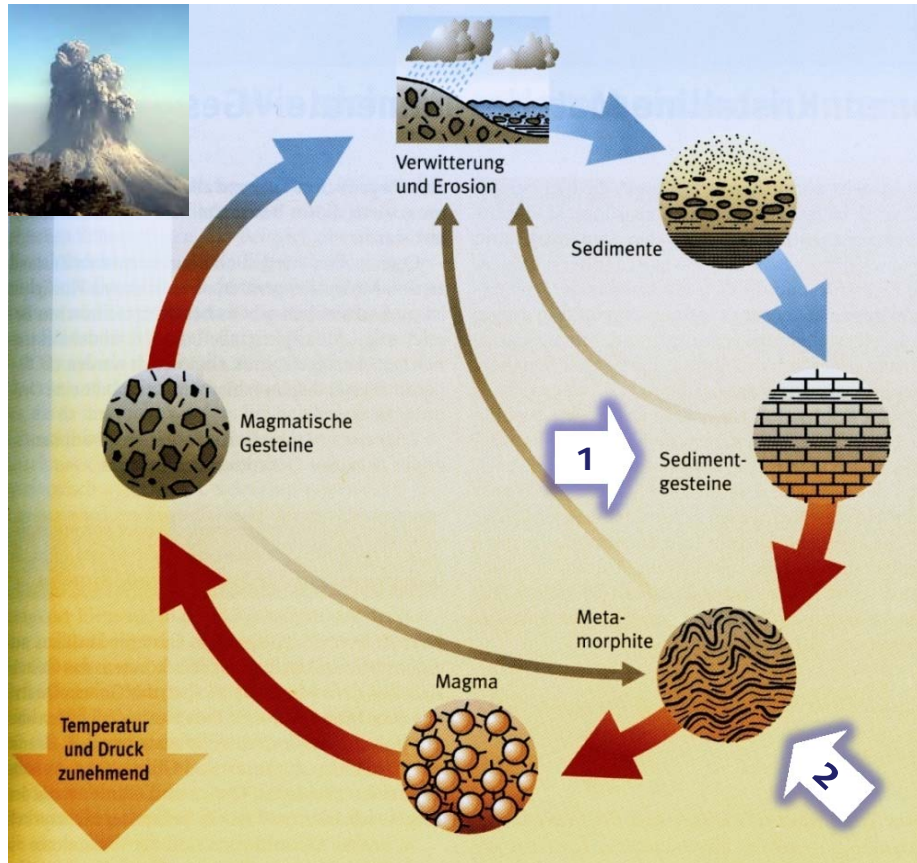
## 1 Sedimentgesteine

Arkose – Hirschau (DE), Pilsen (CZ)

Grauwacke – Cunnersdorf (DE)

**Ausgangsgesteine** Beispiele von Lagerstätten





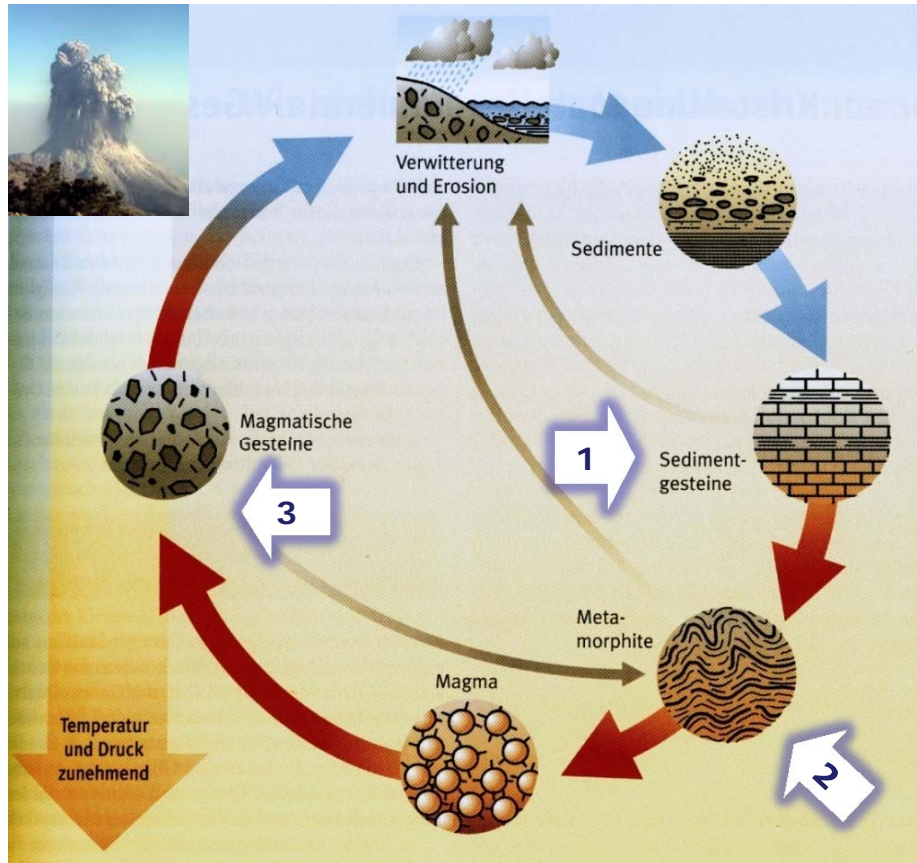
### 1 Sedimentgesteine

Arkose – Hirschau (DE), Pilsen (CZ)  
Grauwacke – Cunnersdorf (DE)

### 2 Metamorphite

Gneis – Burela (ES)  
Tonschiefer – Westerwald (DE)

## Ausgangsgesteine Beispiele von Lagerstätten



## 1 Sedimentgesteine

Arkose – Hirschau (DE), Pilsen (CZ)  
Grauwacke – Cunnersdorf (DE)

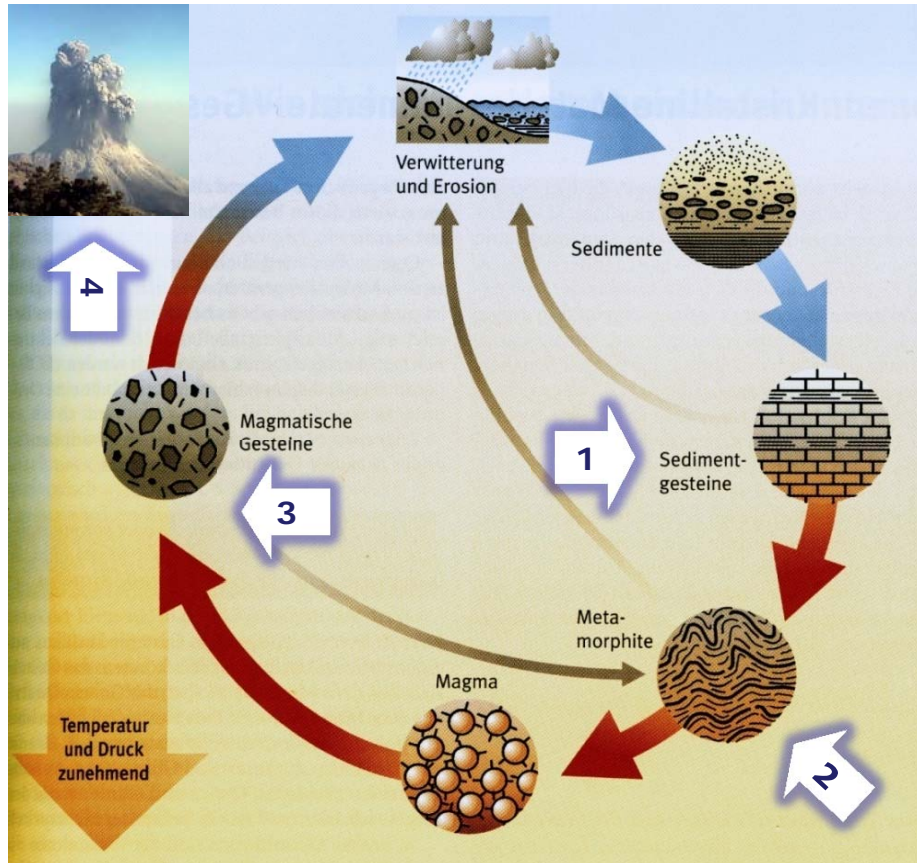
## 2 Metamorphite

Gneis – Burela (ES)  
Tonschiefer – Westerwald (DE)

## 3 Plutonite

Granit – Cornwall (GB), Kriechbaum (AT)  
Granodiorit – Caminau (DE), Wiesa (DE)

## Ausgangsgesteine Beispiele von Lagerstätten



## 1 Sedimentgesteine

Arkose – Hirschau (DE), Pilsen (CZ)  
Grauwacke – Cunnersdorf (DE)

## 2 Metamorphite

Gneis – Burela (ES)  
Tonschiefer – Westerwald (DE)

## 3 Plutonite

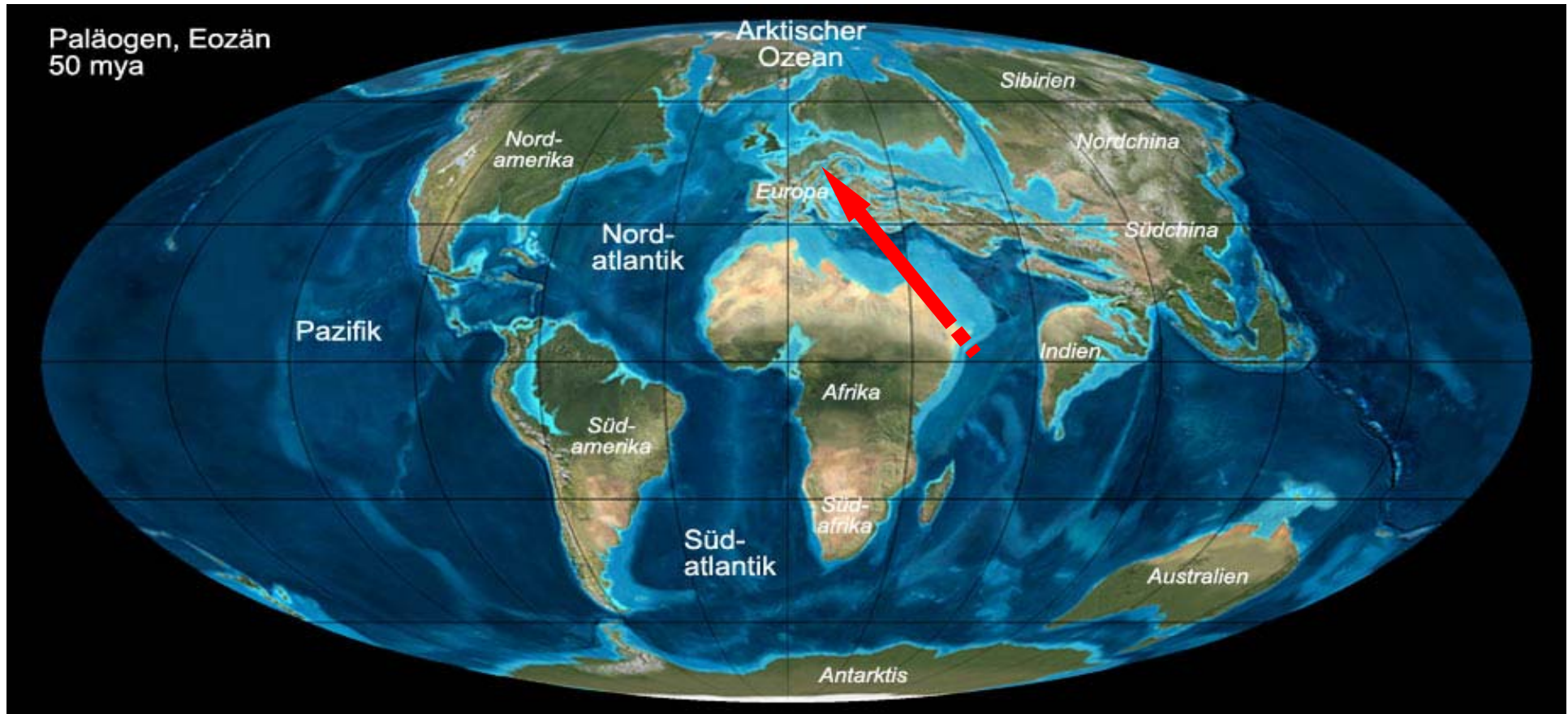
Granit – Cornwall (GB), Kriechbaum (AT)  
Granodiorit – Caminau (DE), Wiesa (DE)

## 4 Vulkanite

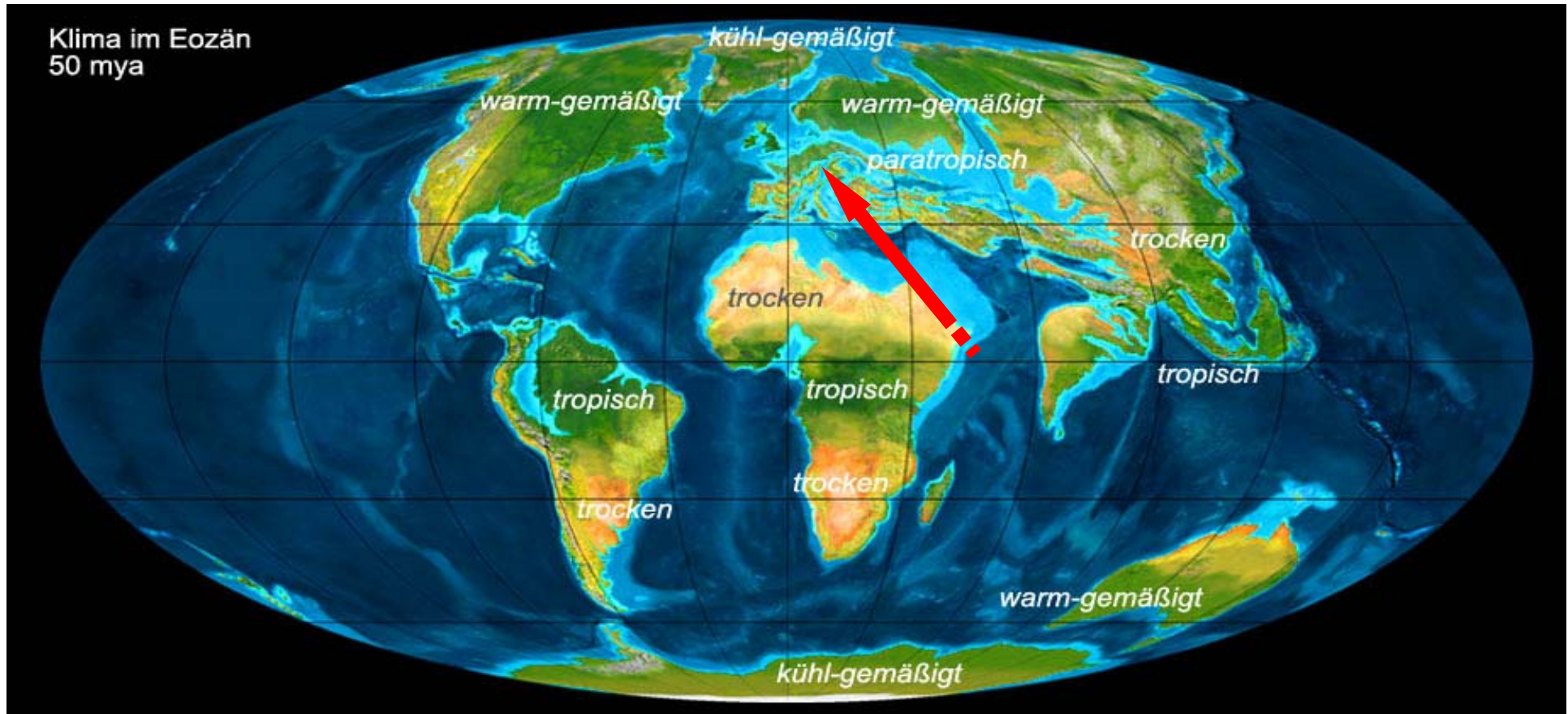
Rhyolith – Kemmlitz (DE), Möderau (DE)  
Pechstein/Glas – Seilitz (DE)

## Ausgangsgesteine Beispiele von Lagerstätten





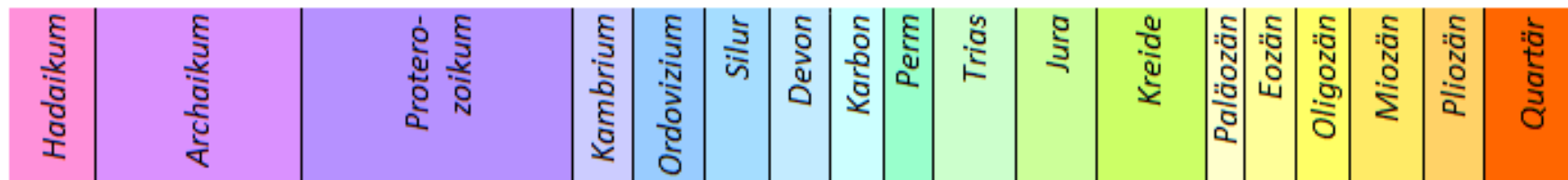
## Rekonstruktion Paläogeographie im Eozän



## Ursache Globale Erwärmung Kreide/Miozän



Viele glauben, das Klima war immer konstant, dann kam die Eiszeit und jetzt wird es plötzlich heiß!

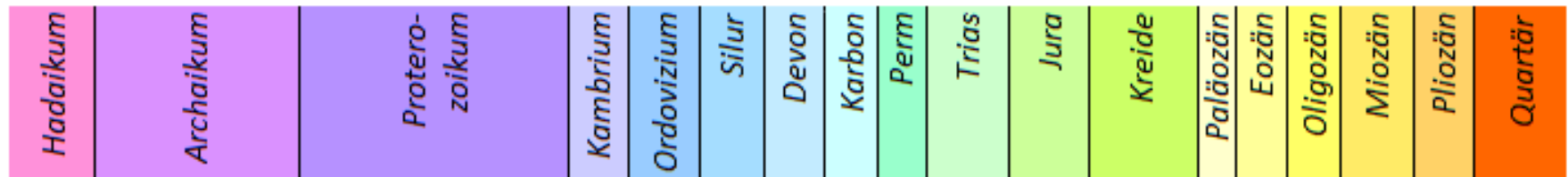
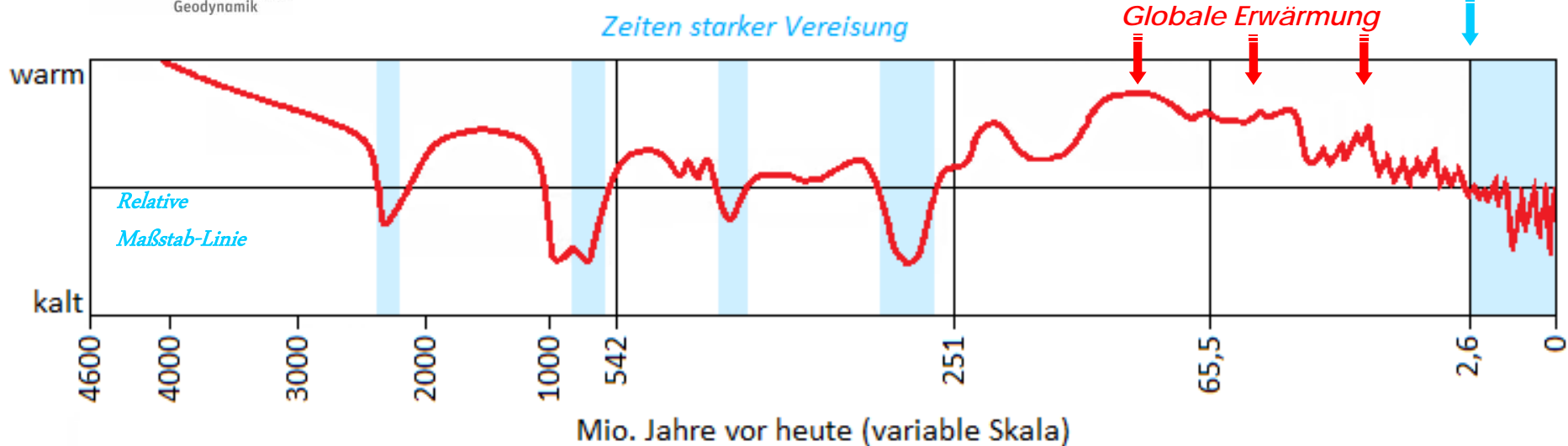
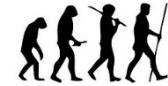


## Erdgeschichte





In Wirklichkeit war es aber immer variabel und meistens bedeutend wärmer als heute!

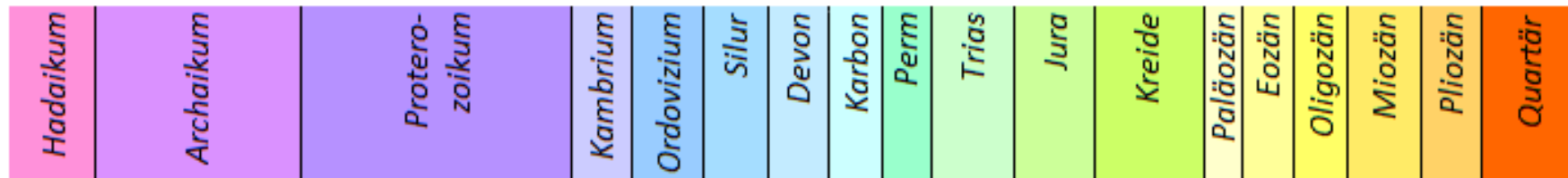
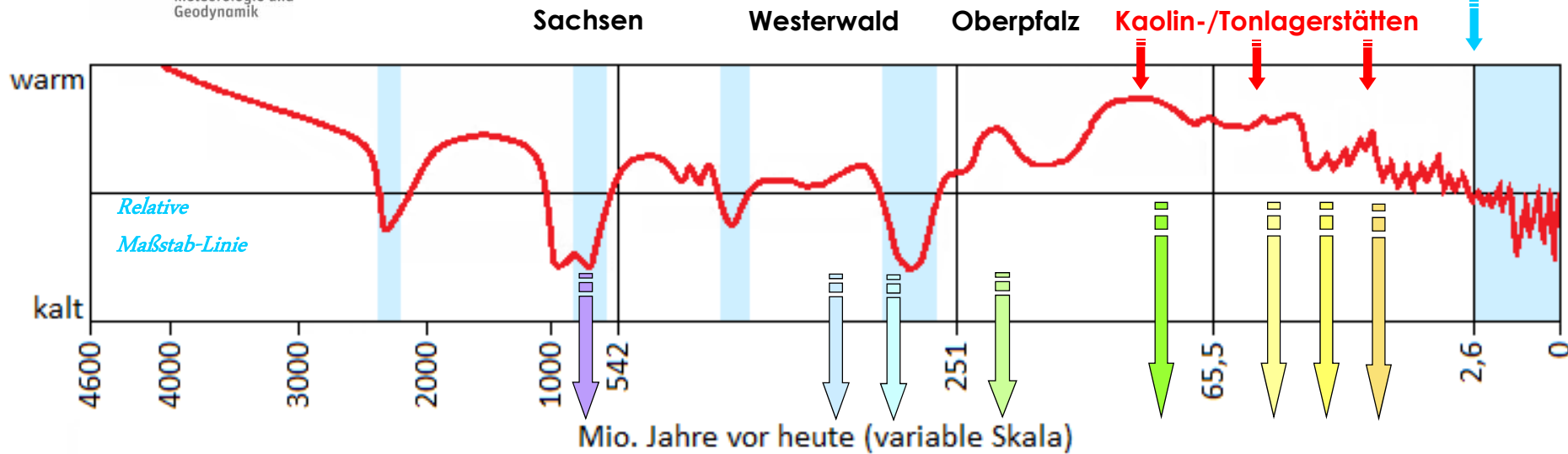
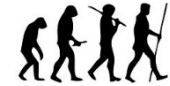


# Erdgeschichte kurze Eiszeiten – lange Warmzeiten



Bildung der Ausgangsgesteine

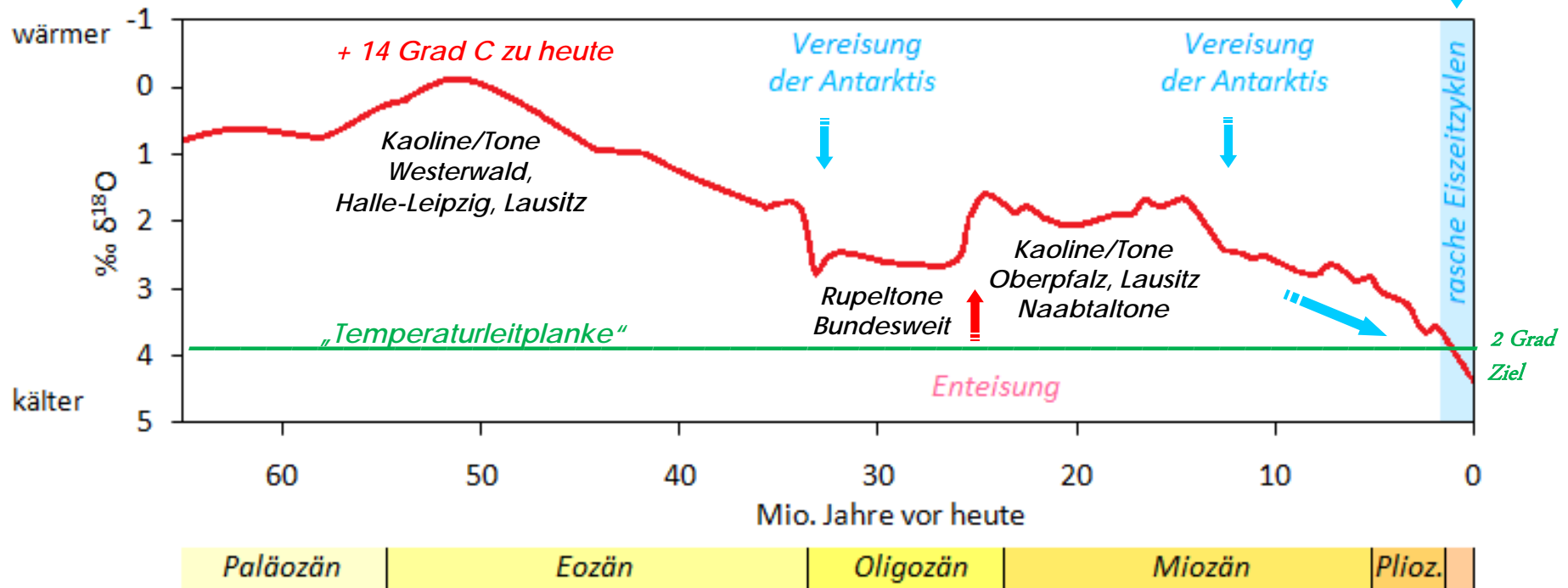
Hauptphase



# Kaolin-/Tonlagerstätten Vor- und Hauptphase



**Beobachtung:** Anstieg der weltweiten mittleren Jahrestemperatur um  
**+ 0,74 +/- 0,18 Grad C** seit 1850



**Kreide bis Miozän** starke globale Erwärmung

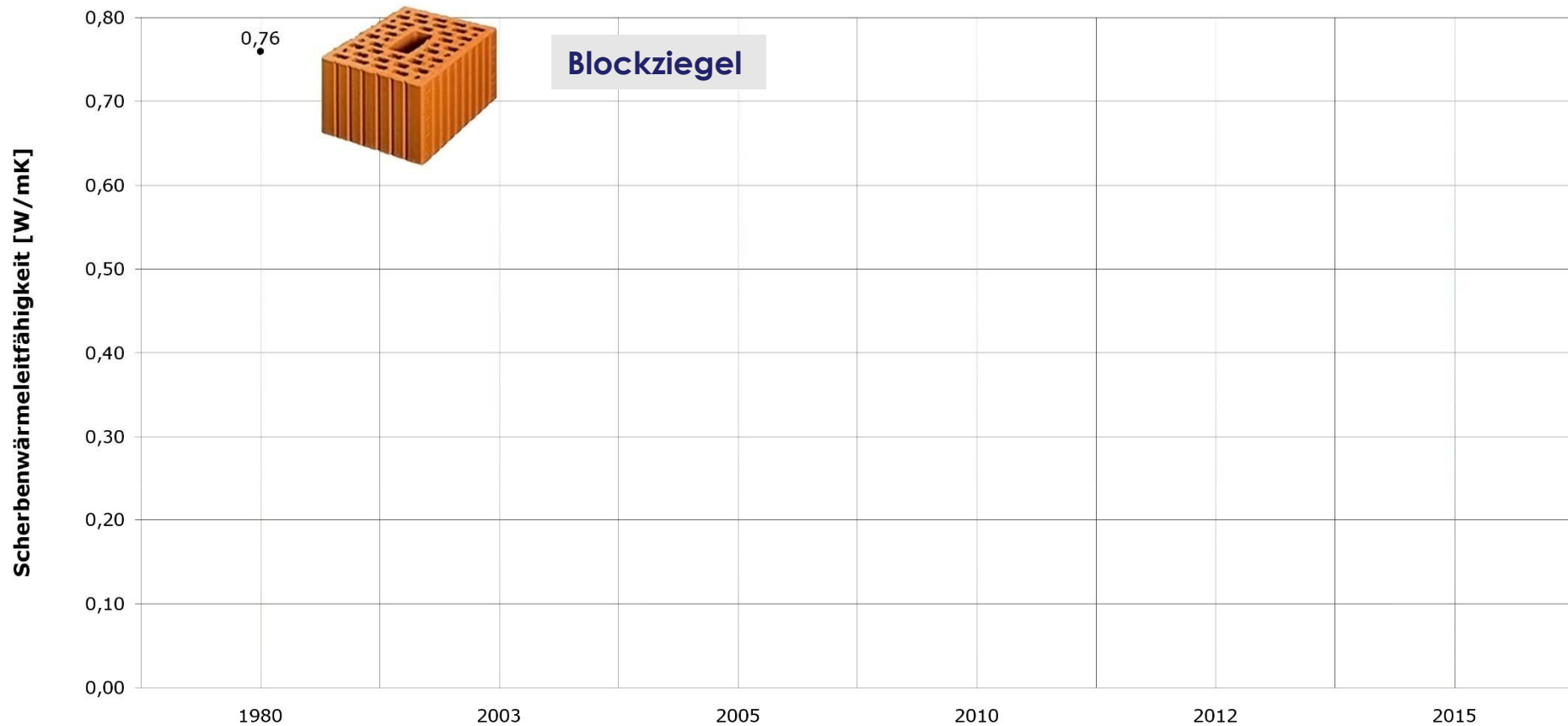




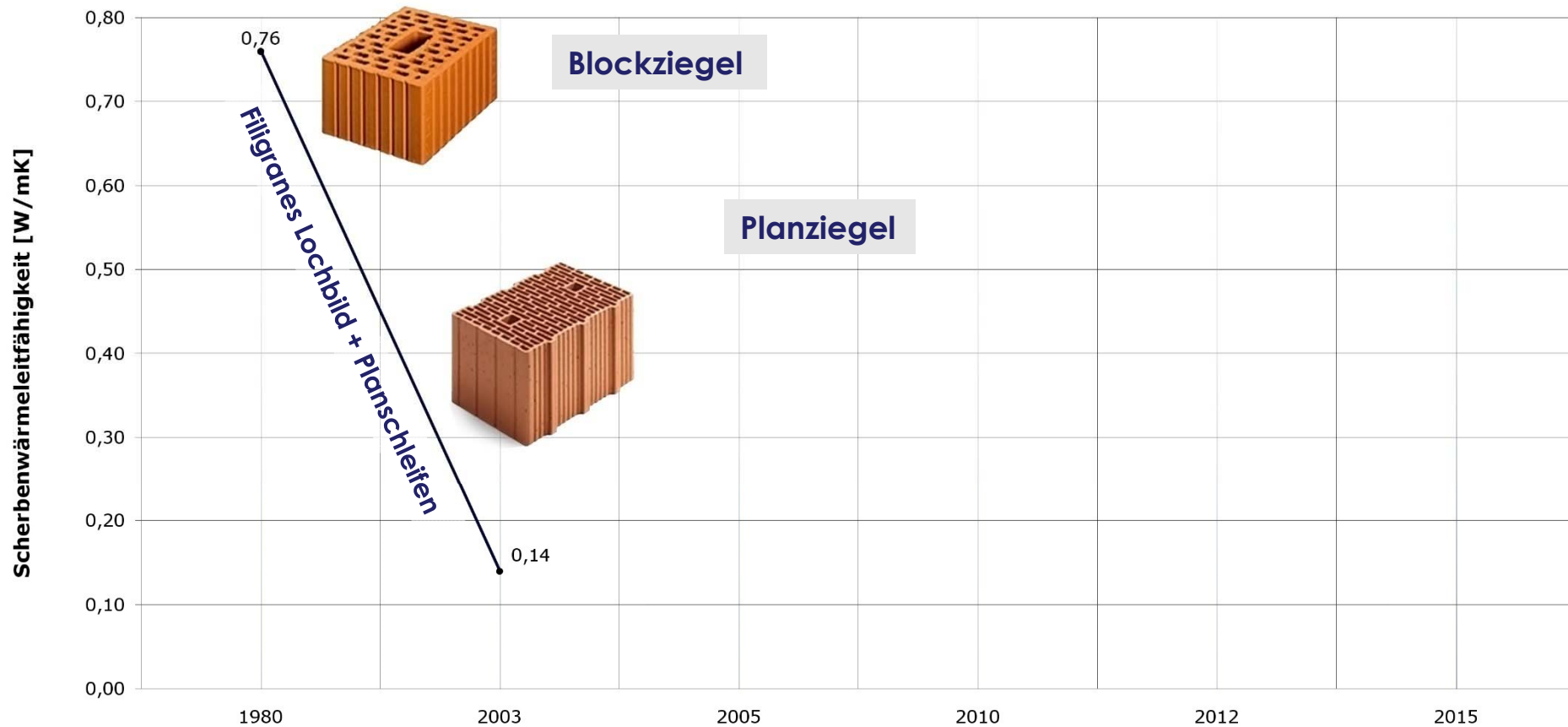
Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

# Ziegelindustrie



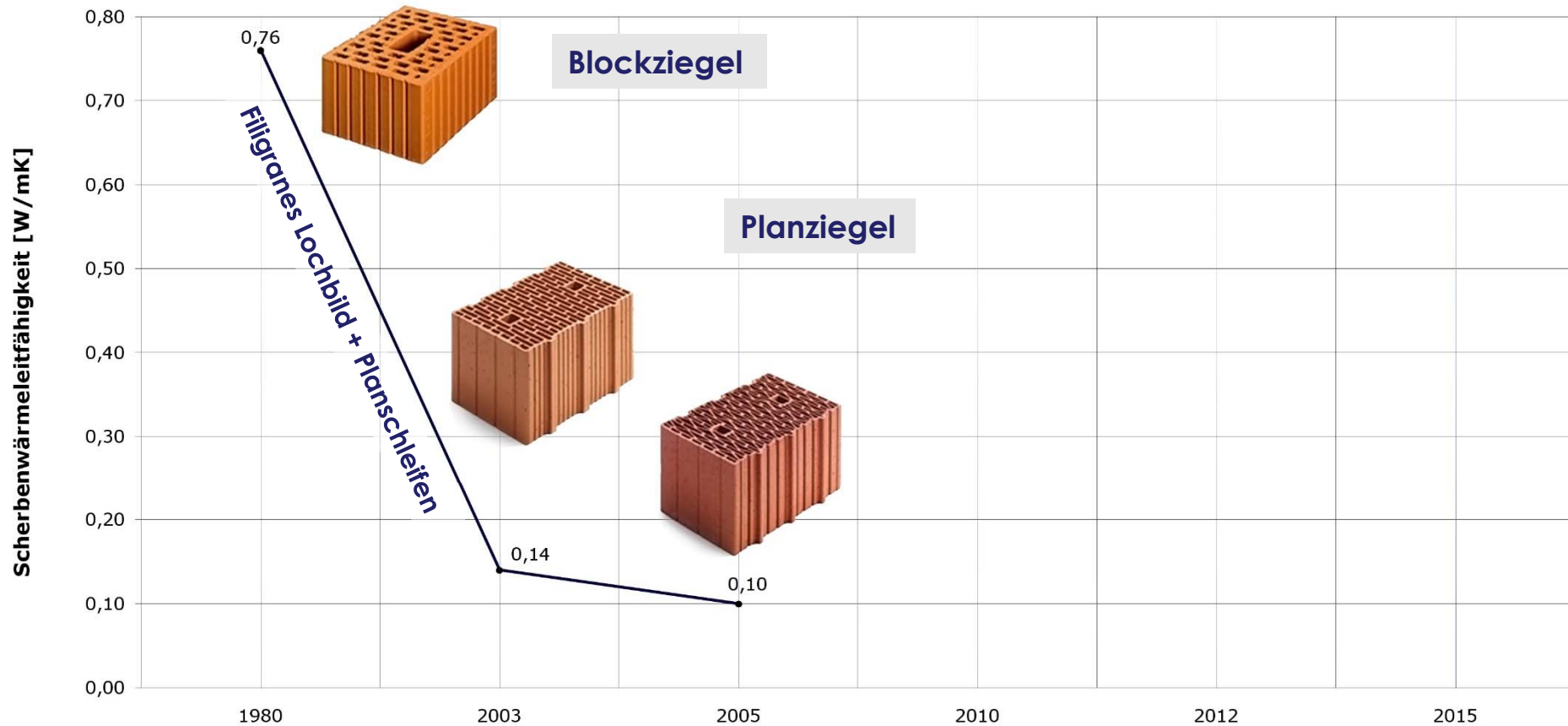


## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit

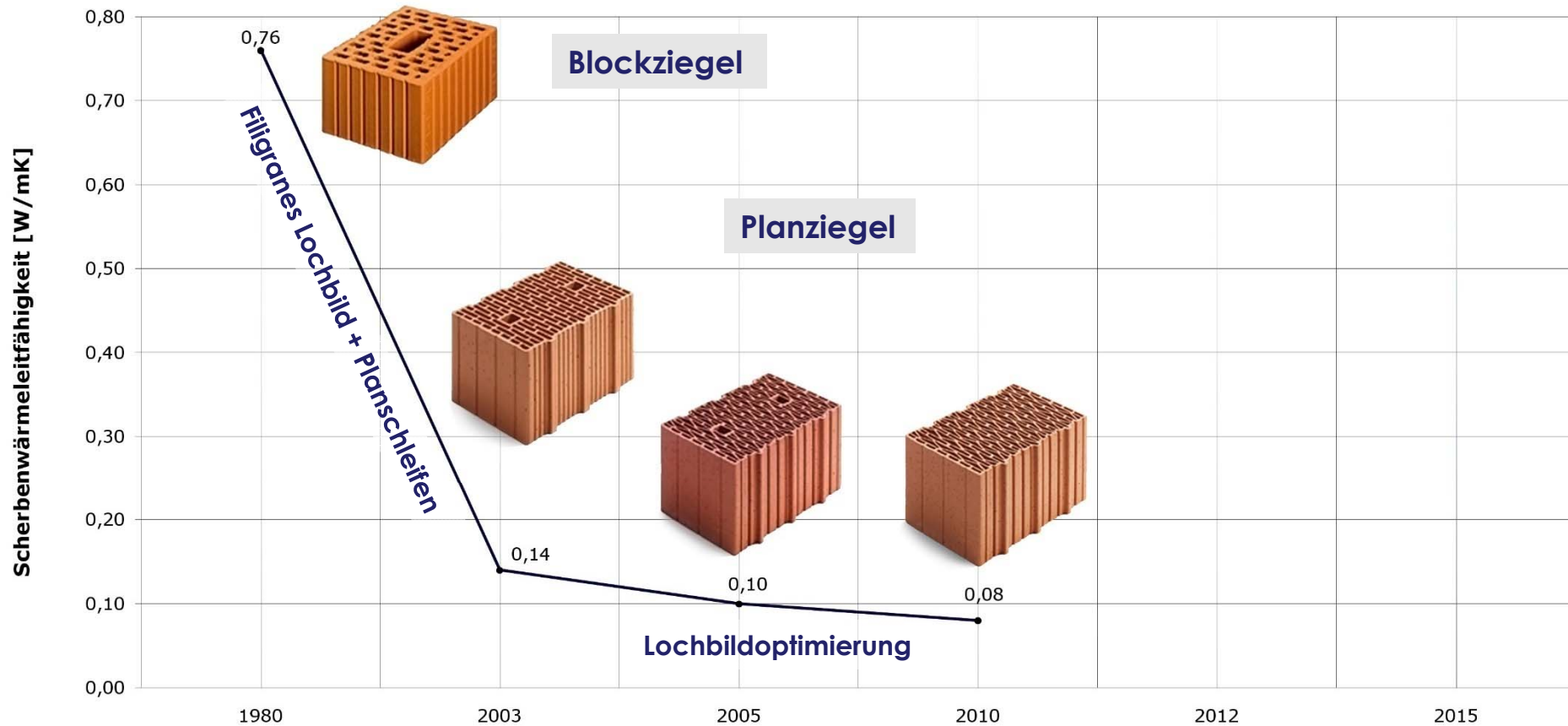


## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit

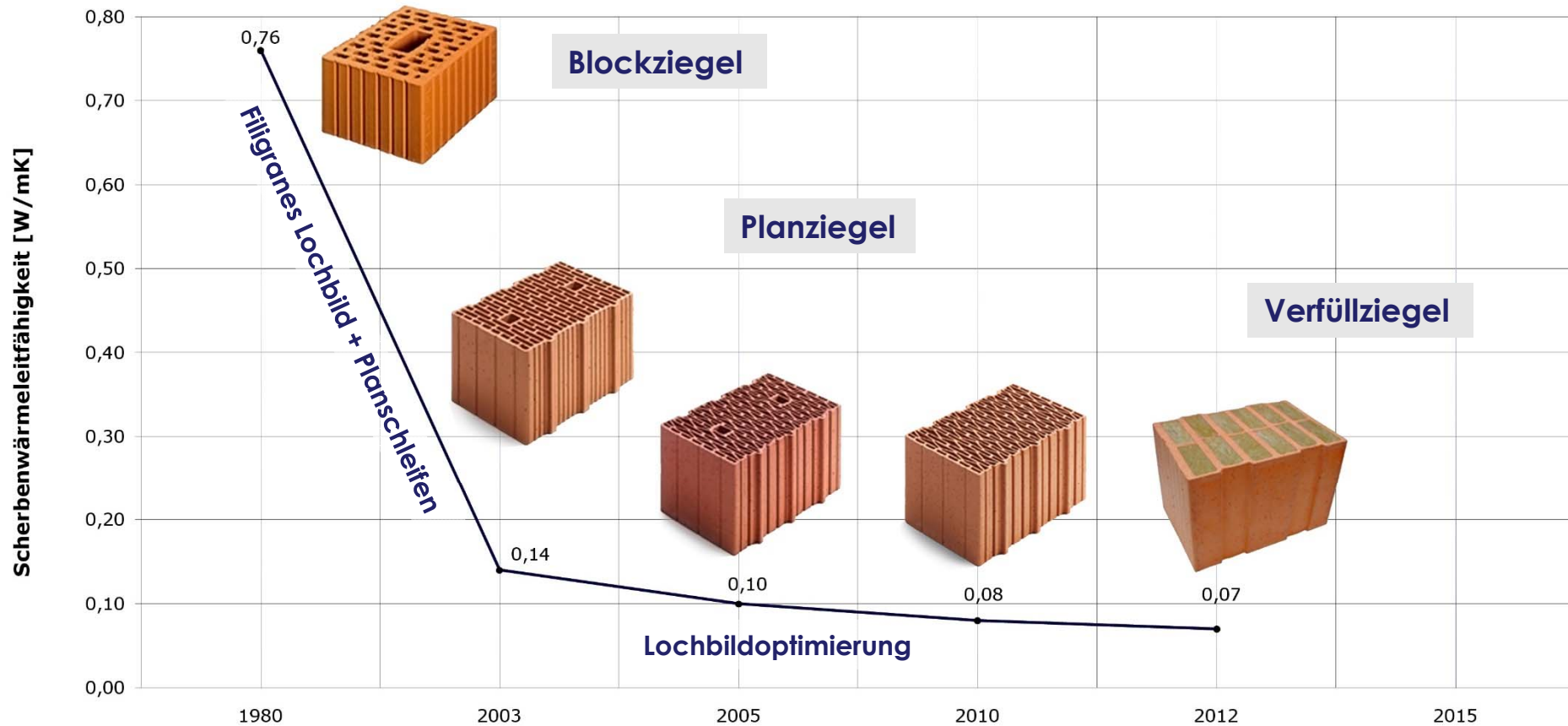




## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit

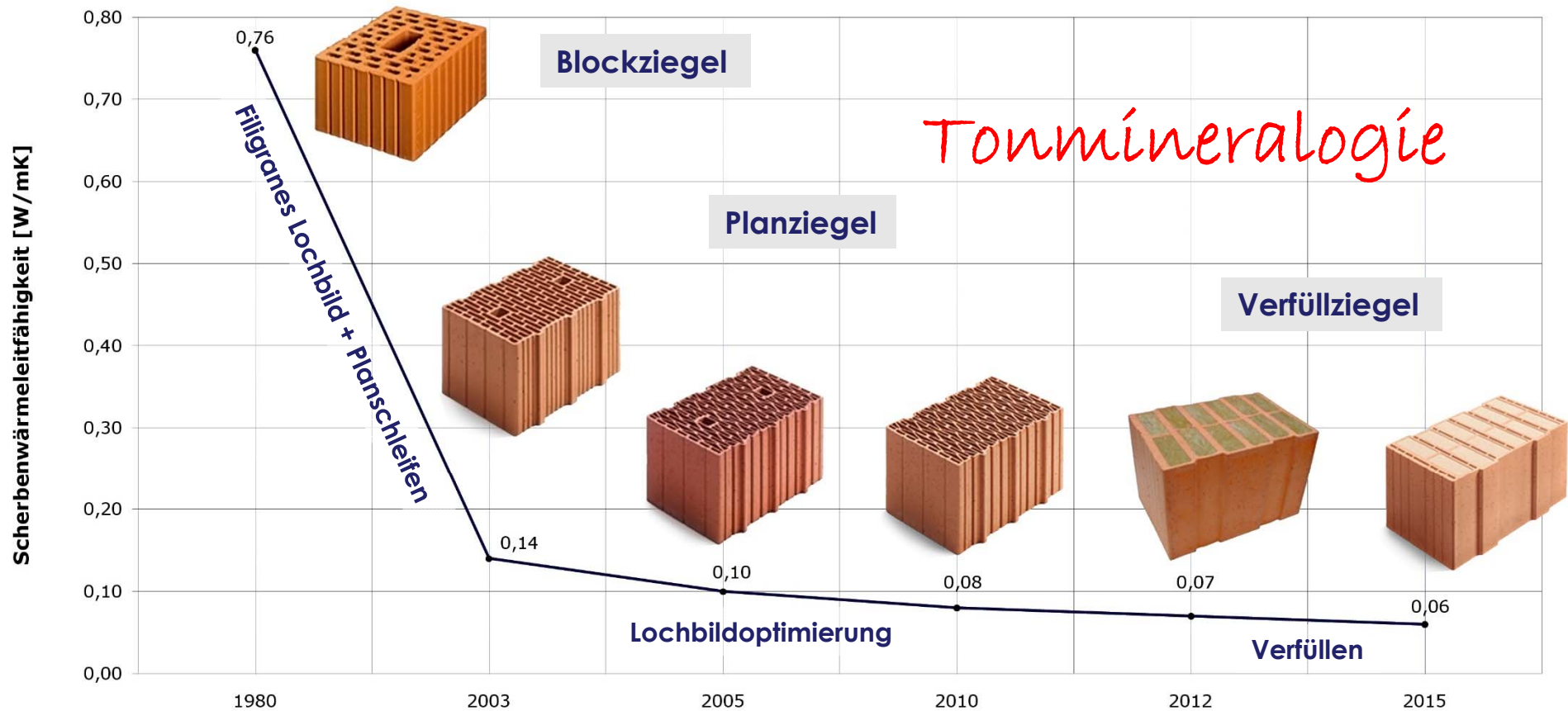


## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit



## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit

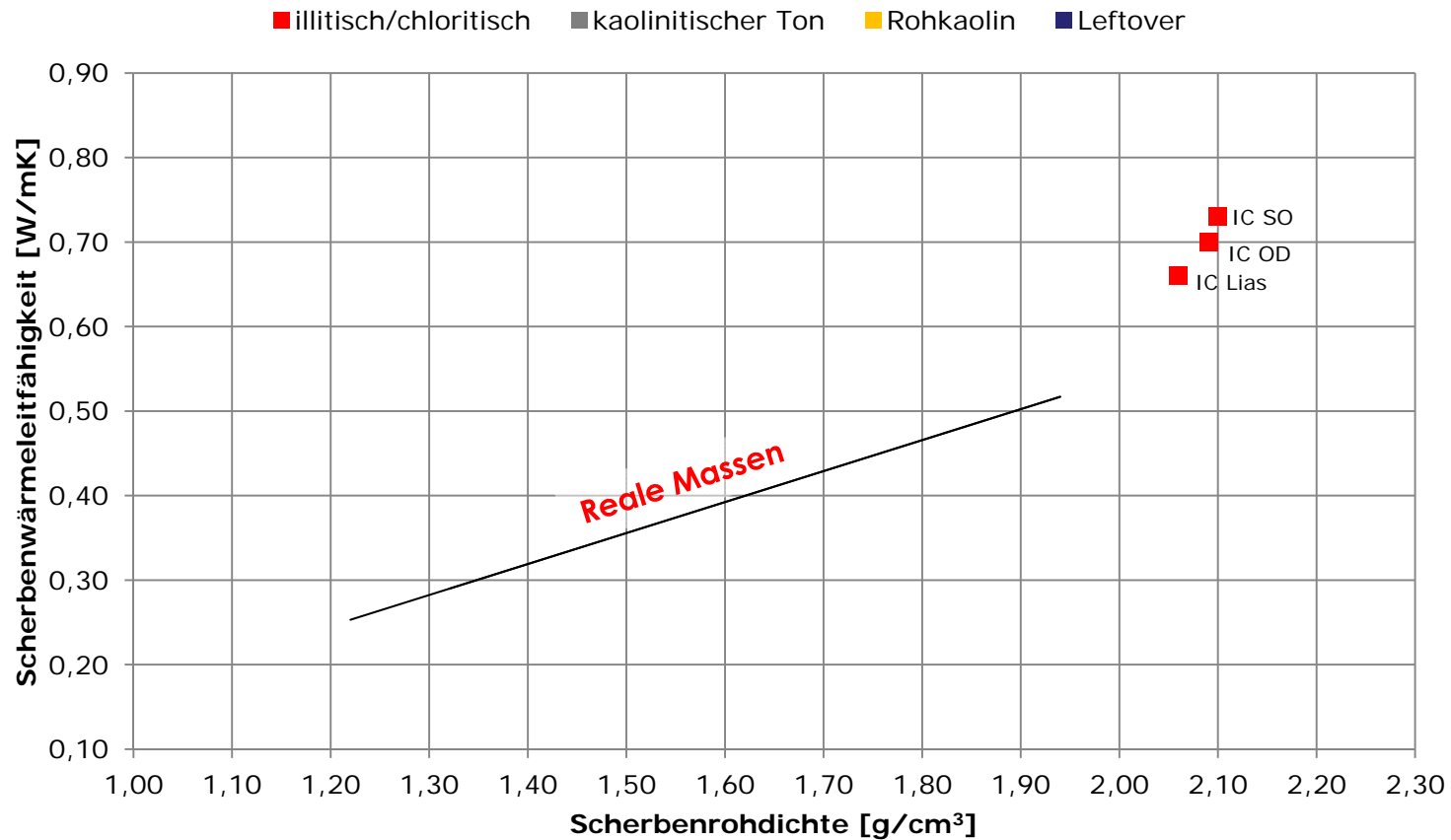




## Entwicklung Reduzierung der Wärmeleitfähigkeit

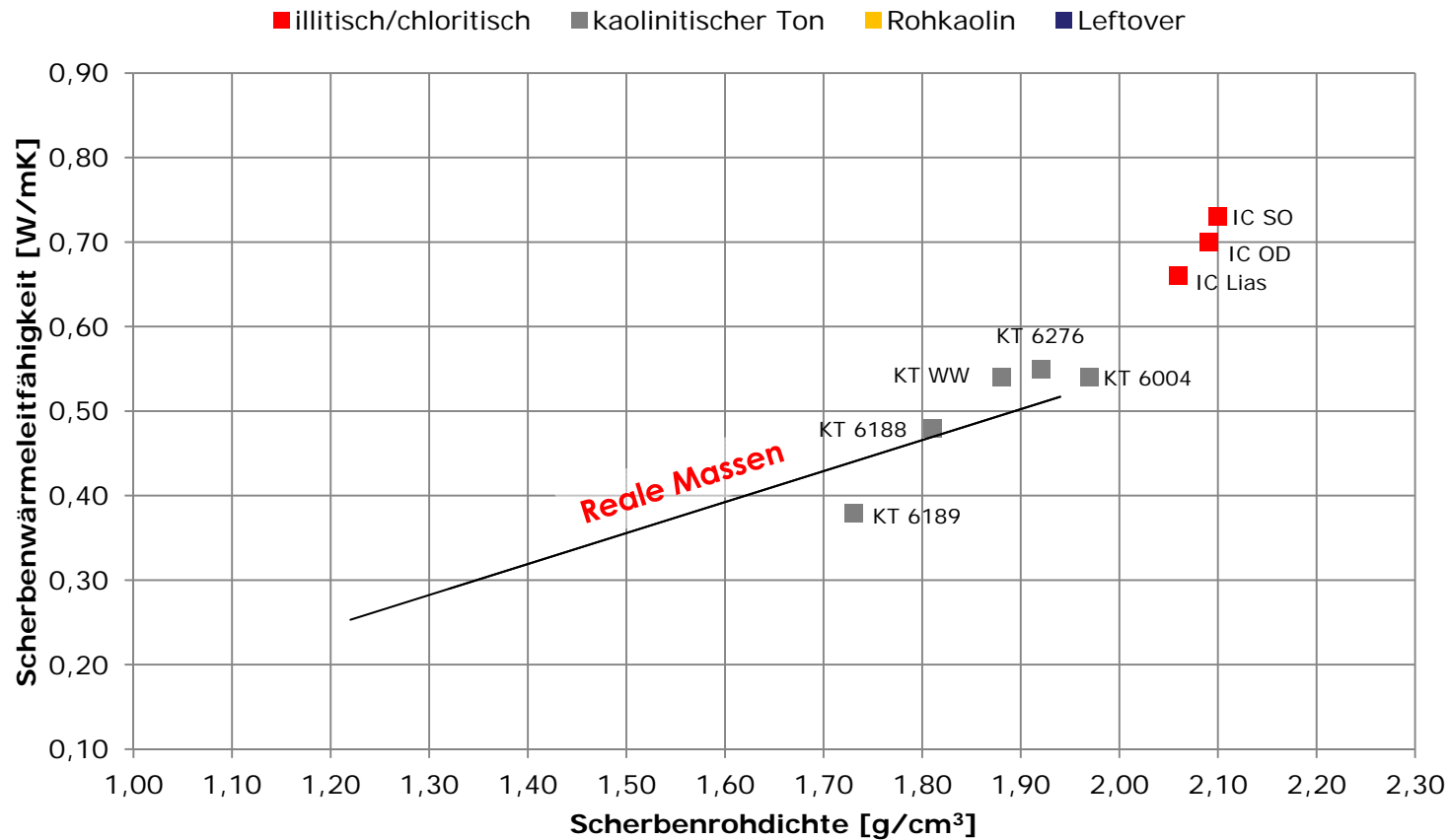


### Scherbenrohdichten gegen Scherbenwärmeleitfähigkeiten





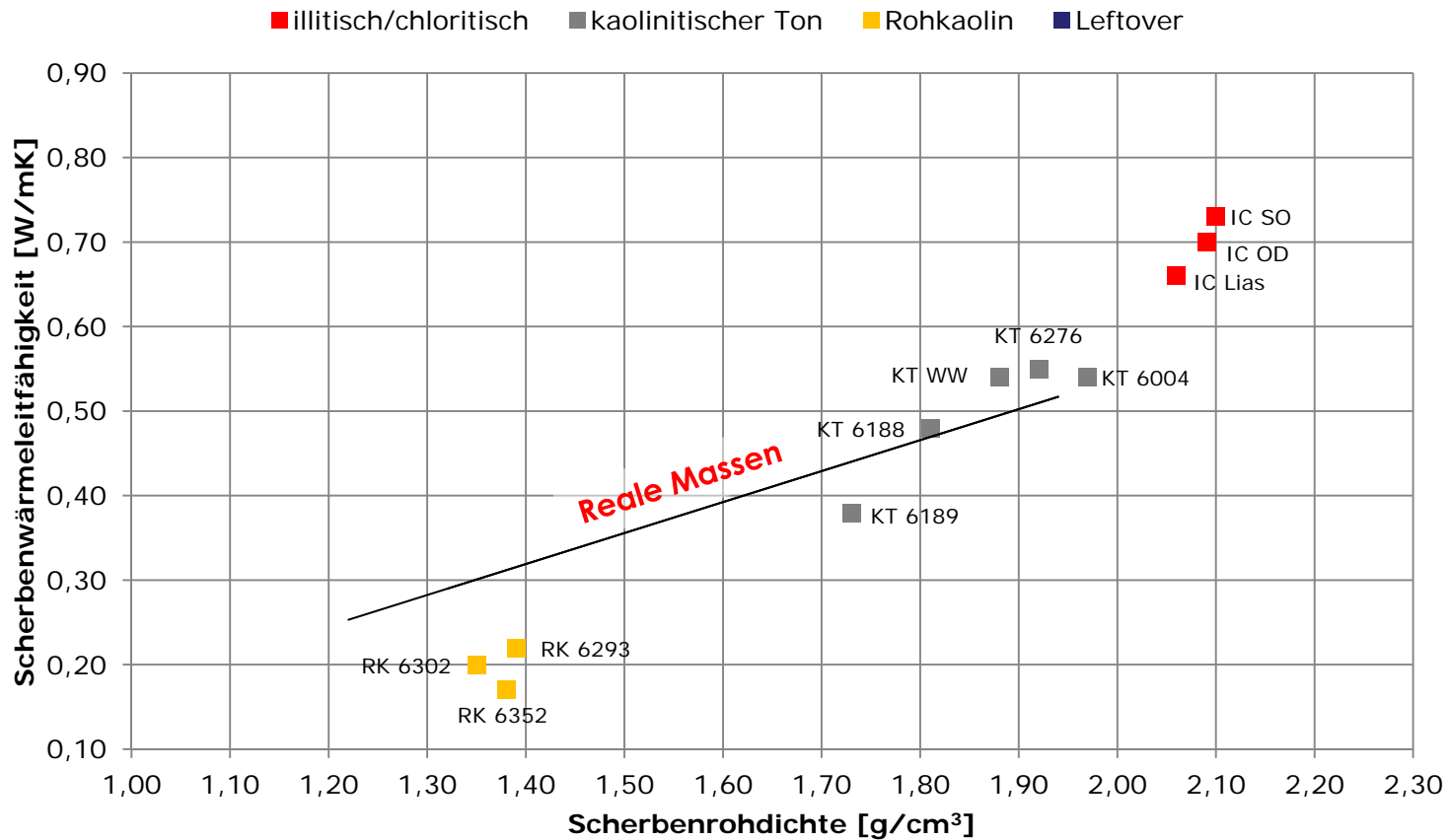
### Scherbenrohdichten gegen Scherbenwärmeleitfähigkeiten





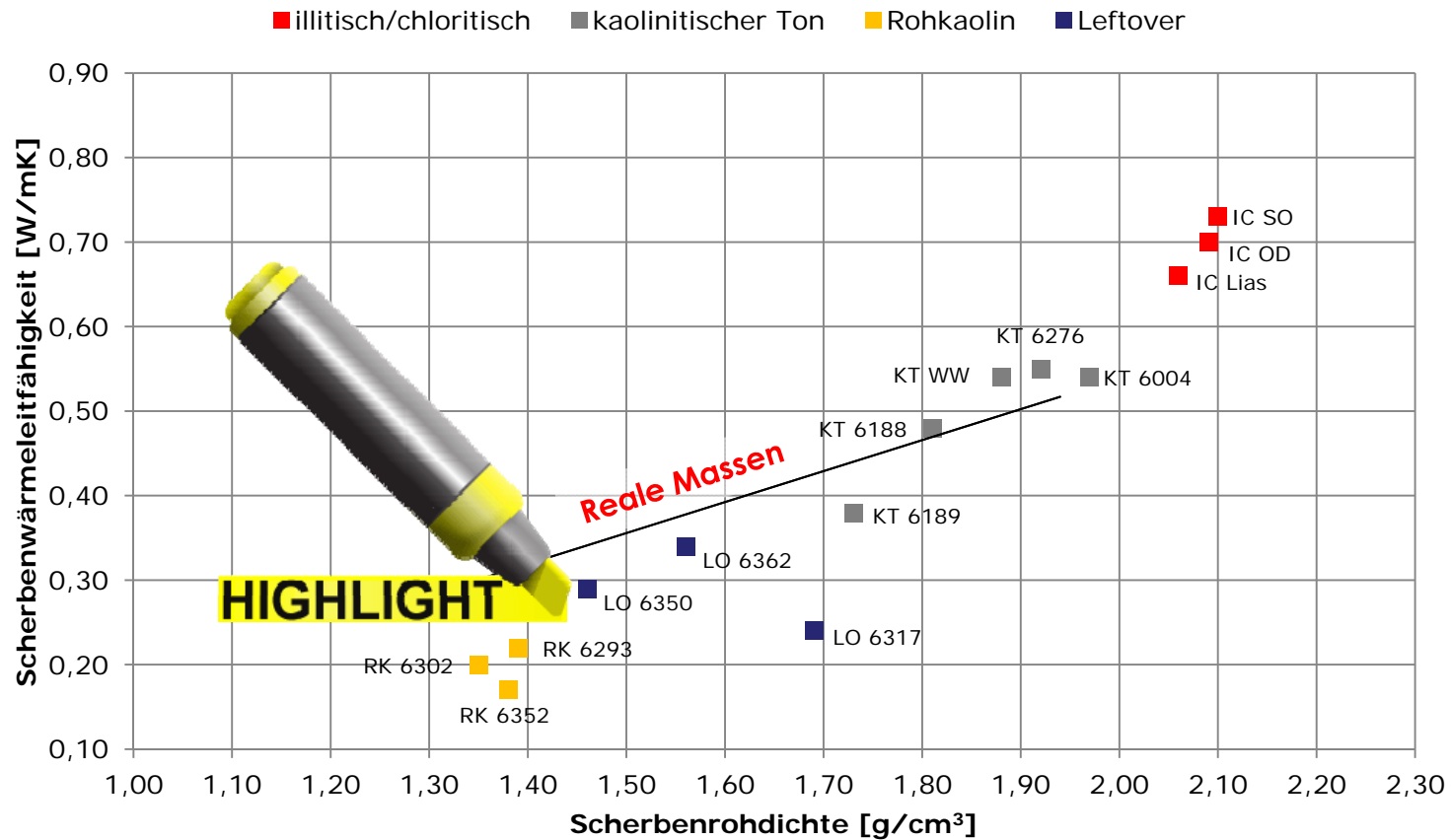


### Scherbenrohdichten gegen Scherbenwärmeleitfähigkeiten



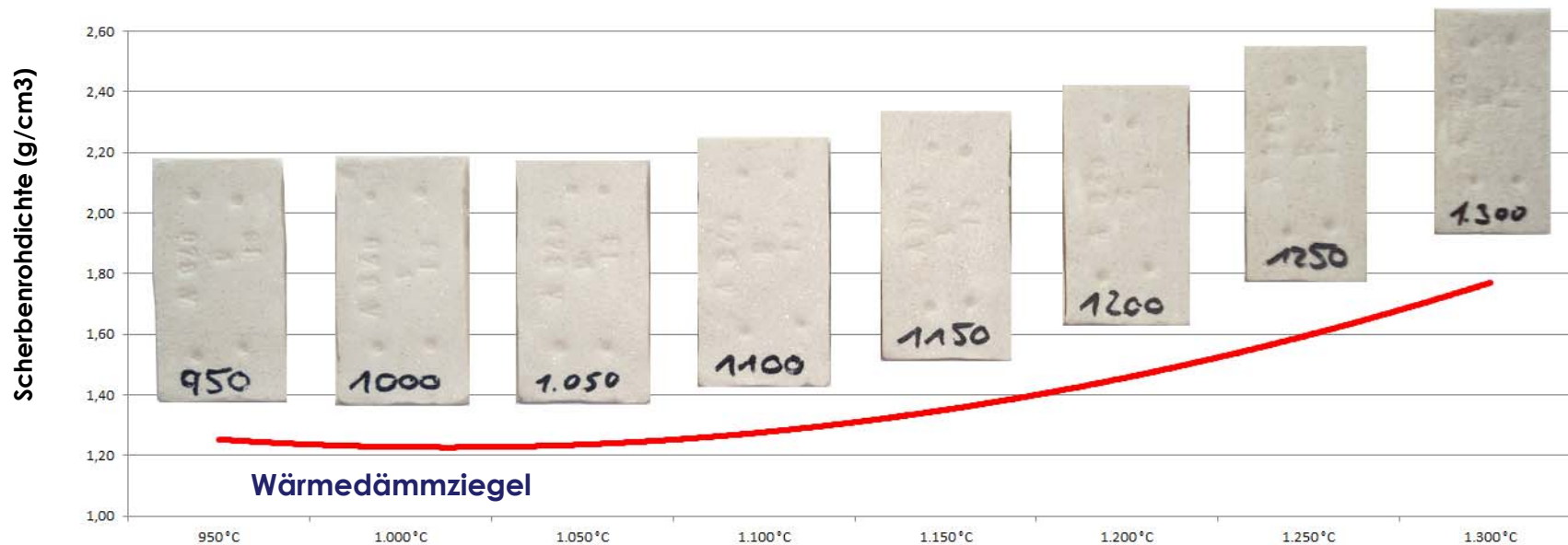


### Scherbenrohdichten gegen Scherbenwärmeleitfähigkeiten





Top-Empfehlung für Österreich!

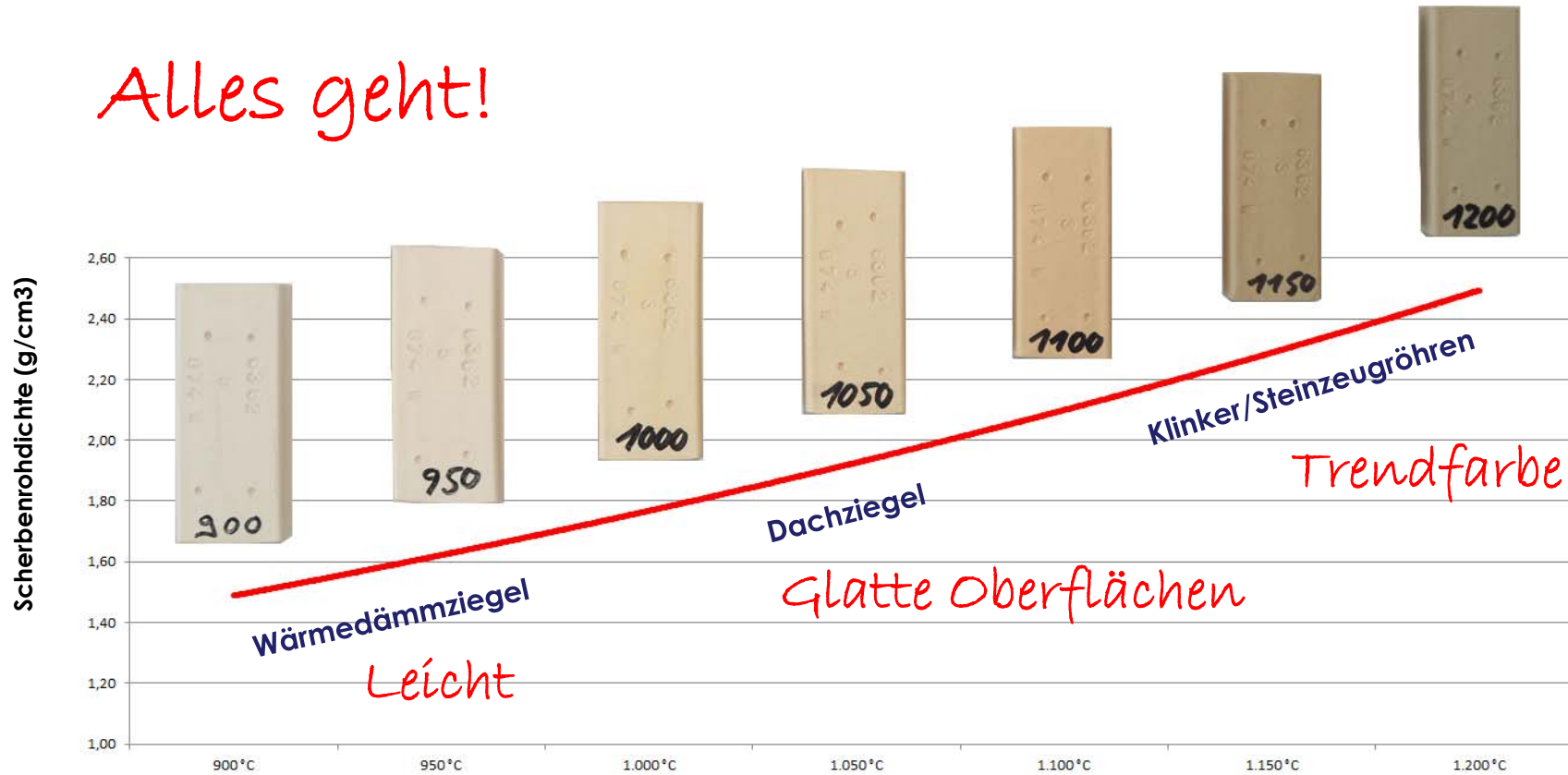


**Leftover Material** Kaolinwäsche/Österreich

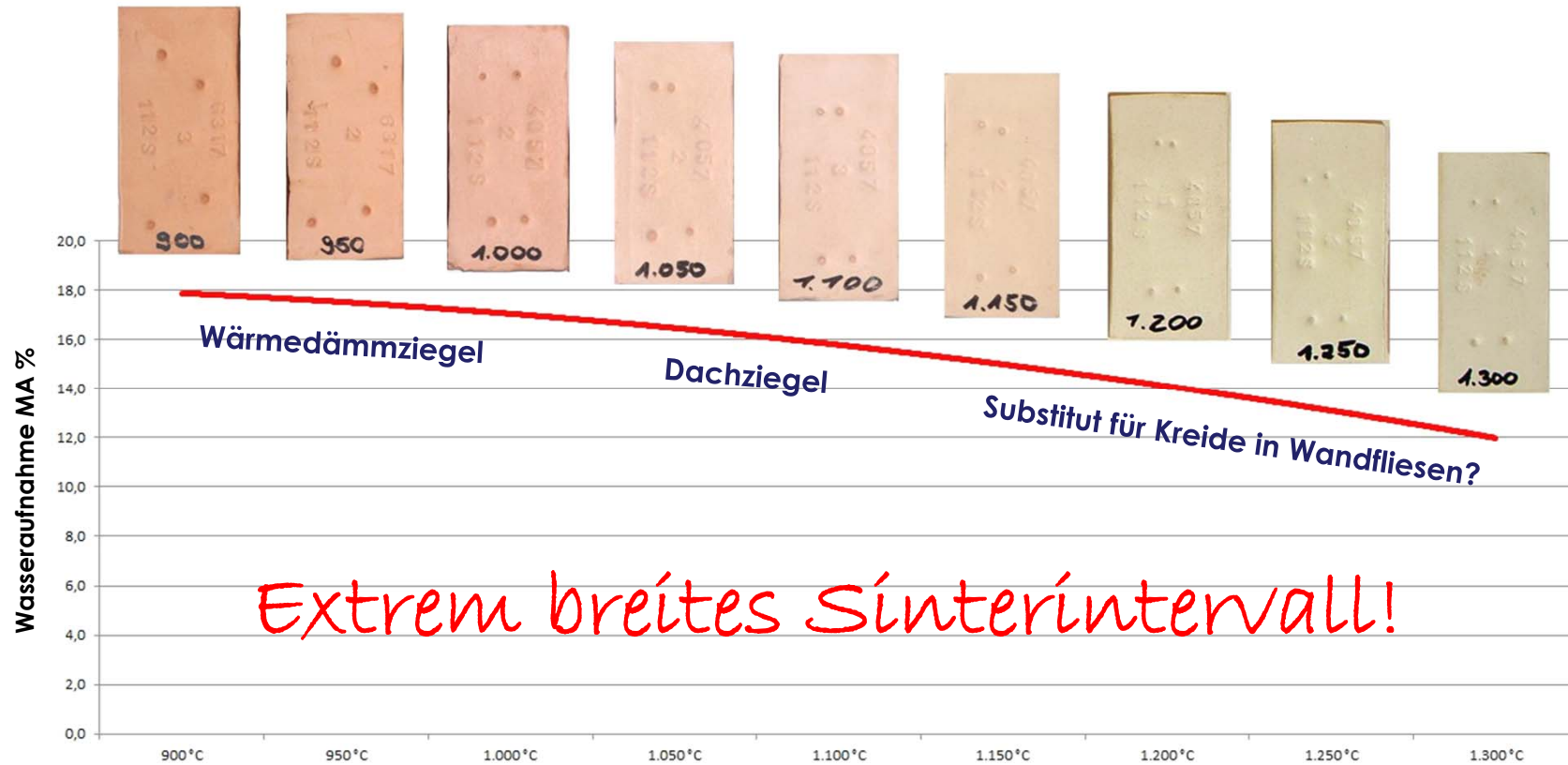




Alles geht!

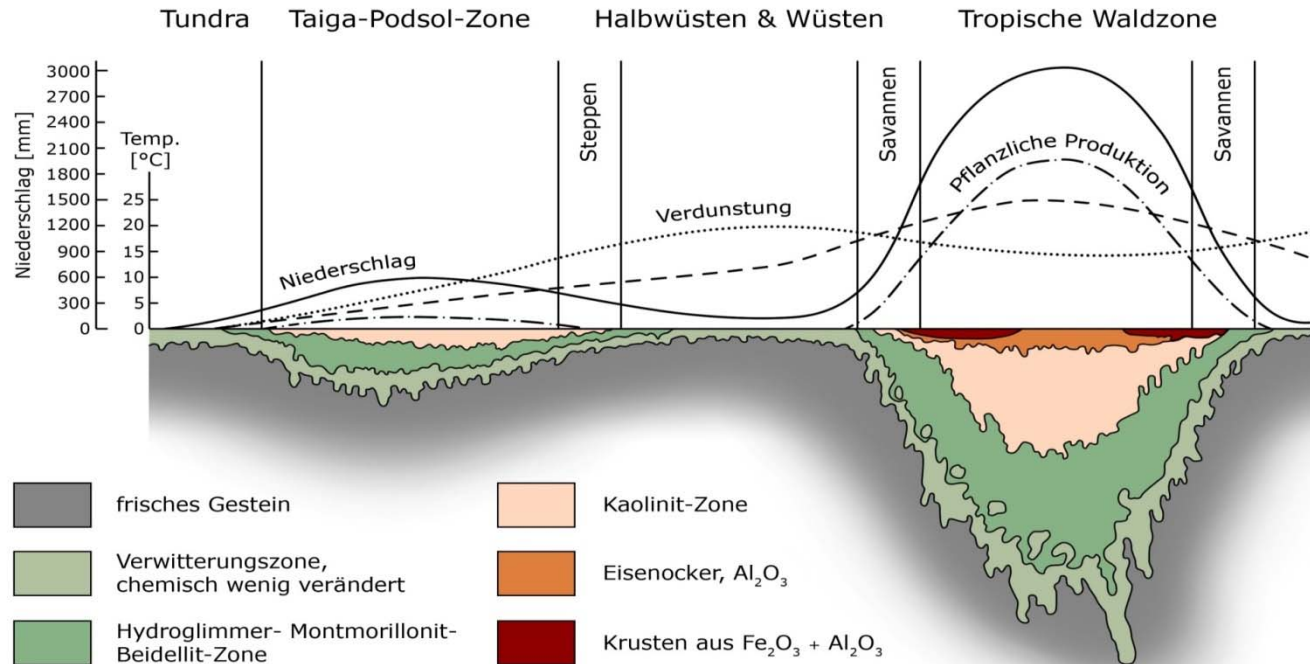


## Leftover Material Quarzitwäsche/Taunus



*Extrem breites Sinterintervall!*

## Leftover Material Quarzsandwäsche/Oberpfalz



Wichtigste Faktoren sind äquatoriale Breiten und/oder globale Erwärmung, geeignete Ausgangsgesteine, üppige Vegetation, Untergrunddrainage, tektonische Prozesse

## Geologische Entstehung Hochkomplexe Prozesse



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

## Fazit Punkt 2



**Rohkaolin**



**Kaoliniton**

**Durch sedimentäre Umlagerung unterscheiden sich Kaoline und kaolinitische Tone grundlegend in ihren visuellen, mineralogischen und in ihren technischen Eigenschaften**





**Rohkaolin**



**Leftover Material**



**Kaoliniton**

Technisch dazwischen stehen Leftover Materialien mit hervorragenden Eigenschaften für die Ziegelindustrie. Frage: Nur für die Ziegelindustrie oder geht auch mehr?

Kaoline und kaolinitische Tone unterscheiden sich grundlegend in ihren visuellen, mikroskopischen, mineralogischen und technischen Eigenschaften.

**Routine ist langweilig** Innovationen sind schön!



Dr. **KRAKOW**  
Rohstoffe GmbH

Kontakt

*Vielen Dank für Ihr Interesse!*

**Hannover 2017**

Vortrag EurGeol Dr. rer. nat. Lutz Krakow



**[krakow@rohstoffconsult.de](mailto:krakow@rohstoffconsult.de)**



**+49 173 538 67 94**