



# Hessen im Eiszeitalter

- aus geologischer Sicht

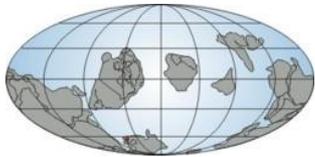
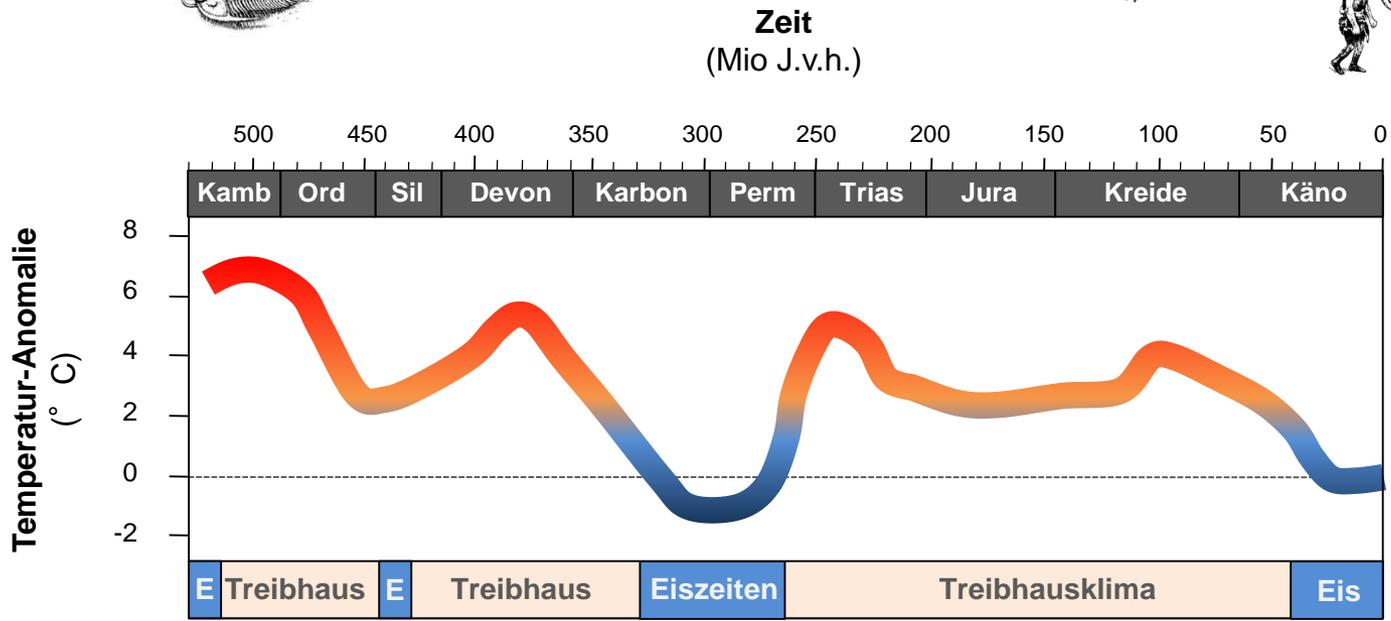
Dr. Christian Hoselmann

25. Februar 2019 – Hauskolloquium HLNUG - Wiesbaden



Für eine lebenswerte Zukunft

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Klima der letzten 500 Millionen Jahre**



Kambrium



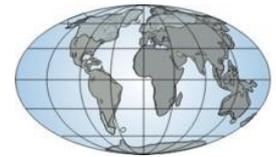
Devon



Perm



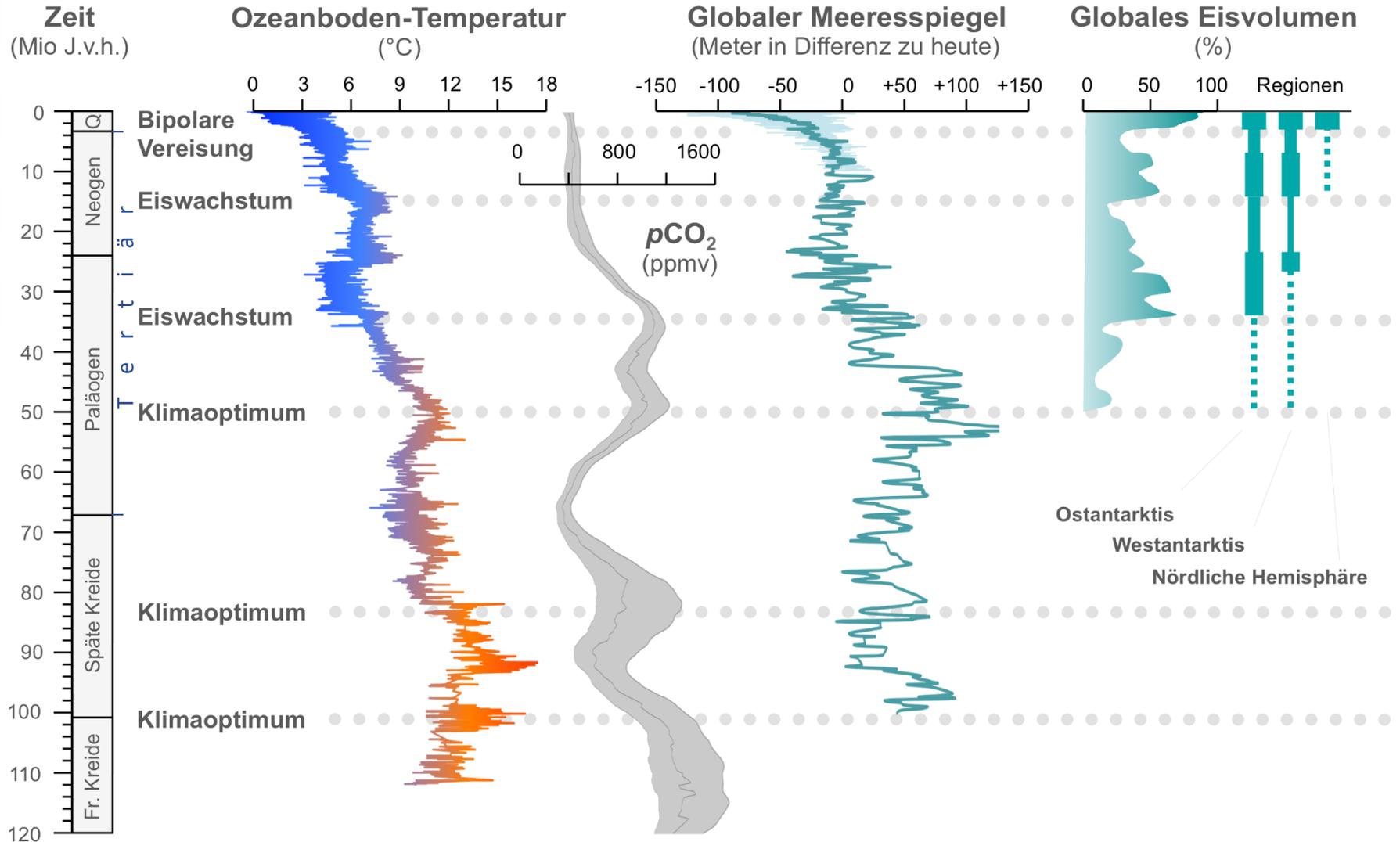
Kreide



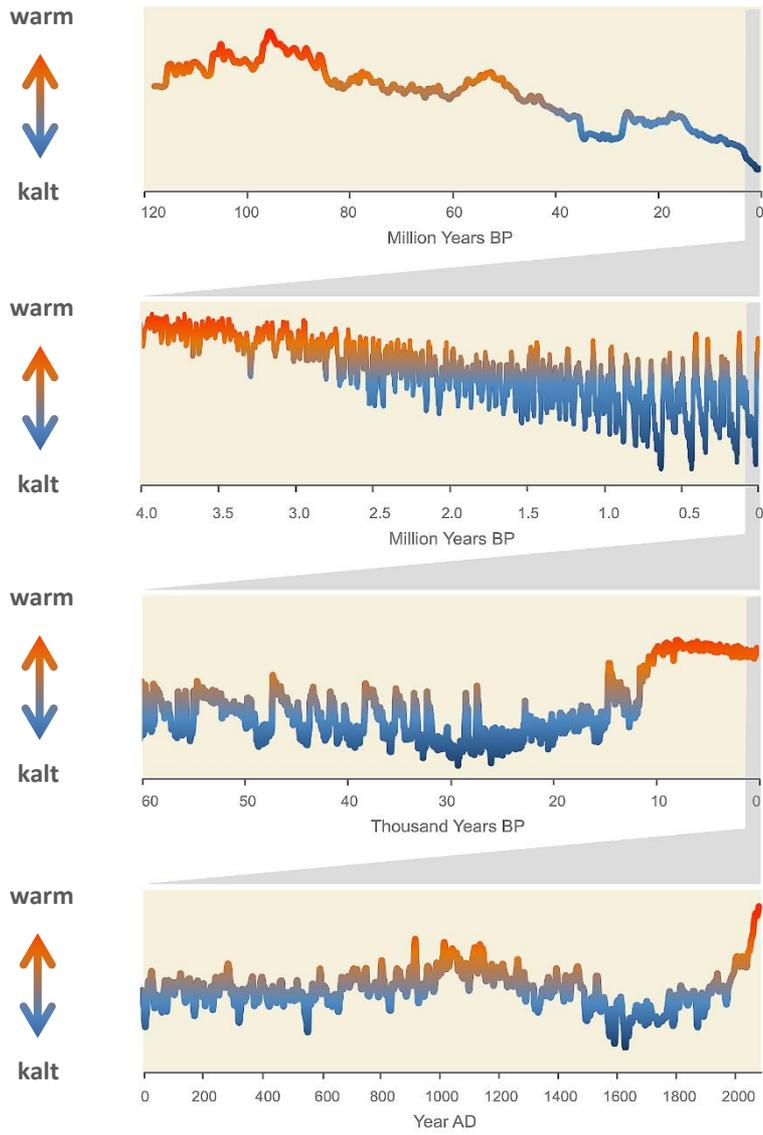
heute

Langfristige Klimaphasen

# Von der Kreide in das heutige Quartär (Eiszeitalter)



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Zeitskalen des Klimawandels**



**Tektonische Zeitskala: 100 - 400 Mio. Jahre**  
Treibhaus-Eiszeiten Zyklen  
Amplitude:  $\geq 10^{\circ}\text{C}$

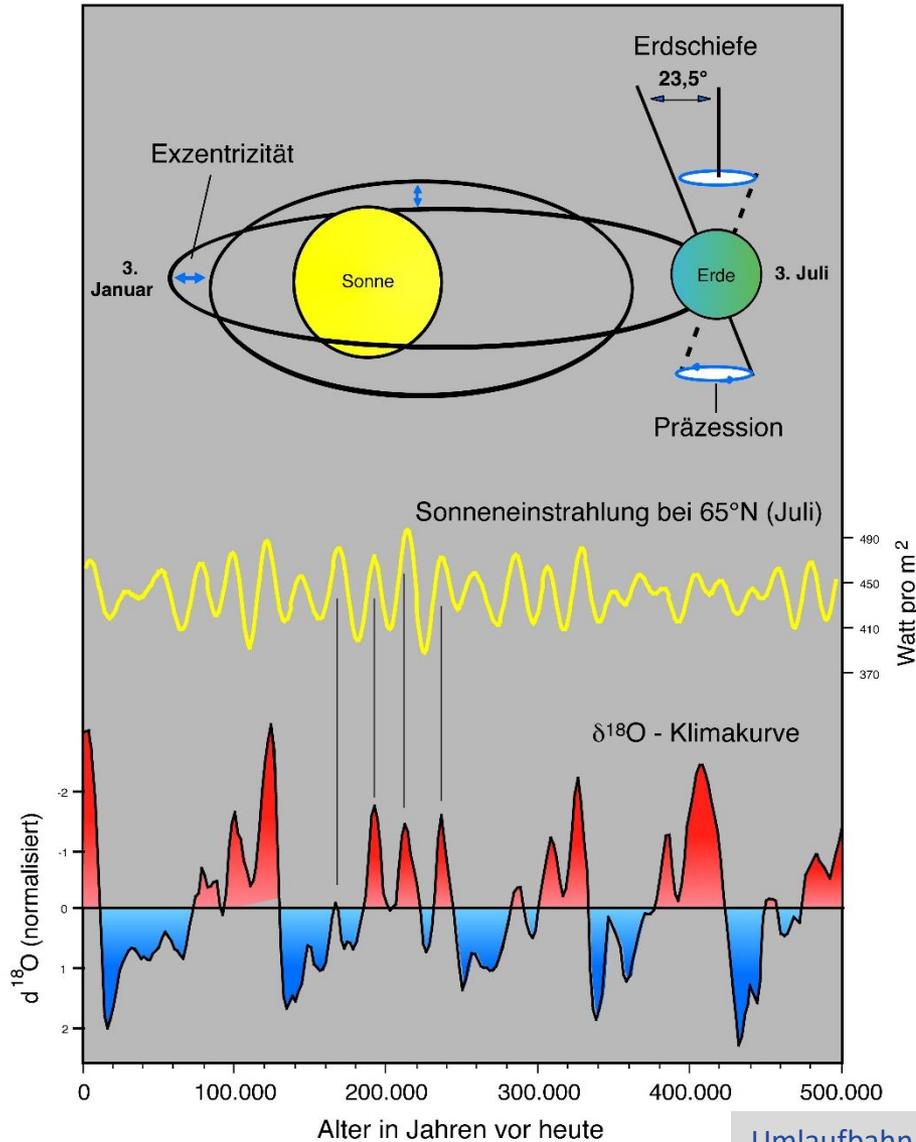
**Orbitale Zeitskala: 400 - 20 ka\***  
Milankovitch-Zyklen  
Amplitude:  $\pm 10^{\circ}\text{C}$

**Jahrtausende bis -hunderte Zeitskala**  
z.B. Dansgaard-Oeschger-Ereignisse  
Amplitude:  $\pm 3^{\circ}\text{C}$

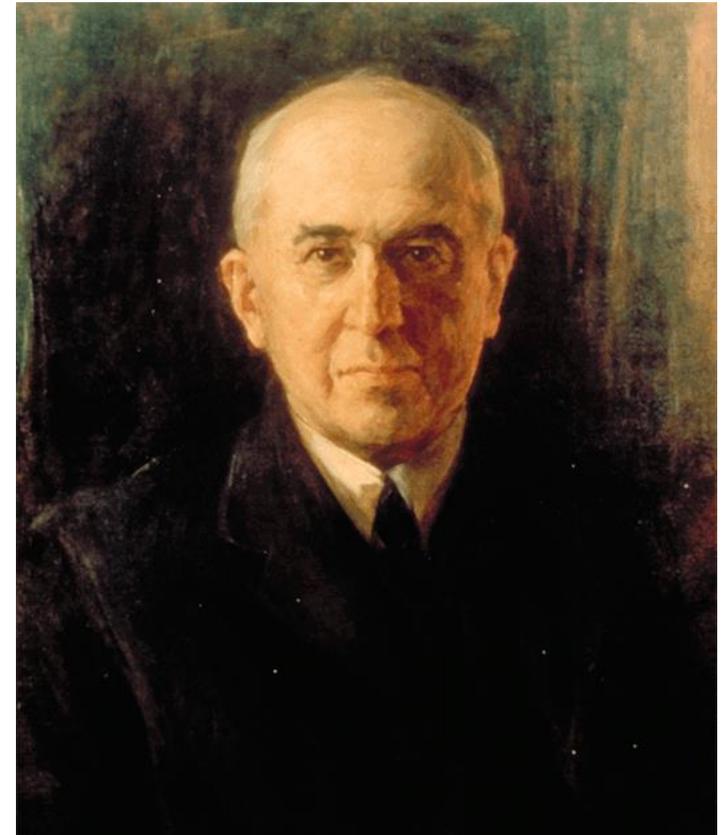
**Jahrhunderte bis Dekaden Zeitskala**  
z.B. Holozän, historische Zeit  
Amplitude:  $\pm 1^{\circ}\text{C}$

\*Kilojahre; 1 ka = 1.000 Jahre

# Orbitaler Klimaantrieb



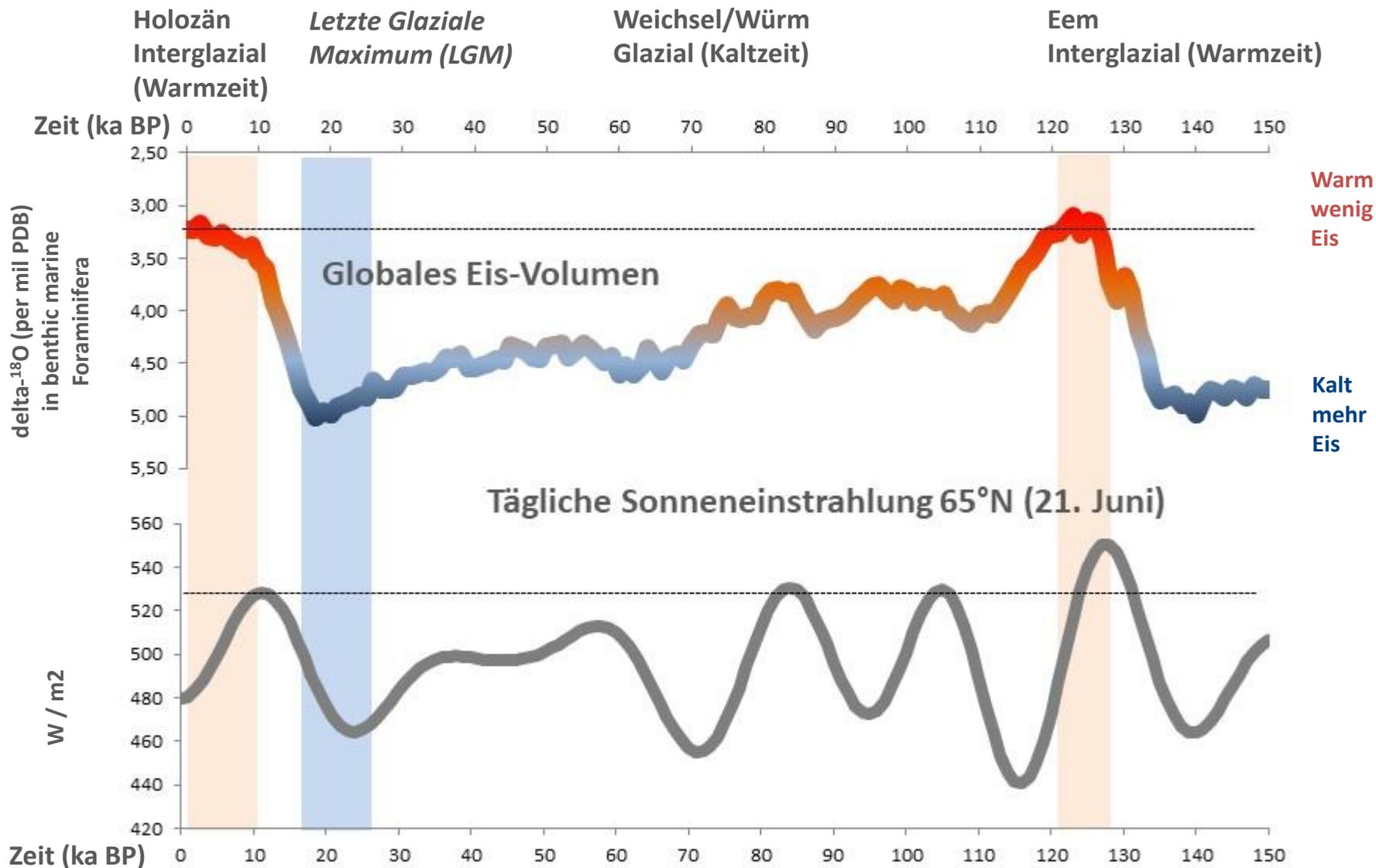
Motor der glazial-interglazialen Klimaschwankungen im Quartär: "Milankovitch-Zyklen"



Milutin Milanković

Umlaufbahn (Exzentrizität):	95 ka und 400 ka Zyklen
Schiefe der Ekliptik (Obliquität):	41 ka Zykluslänge
Kreiselbewegung (Präzession):	19 ka und 23 ka Zyklen

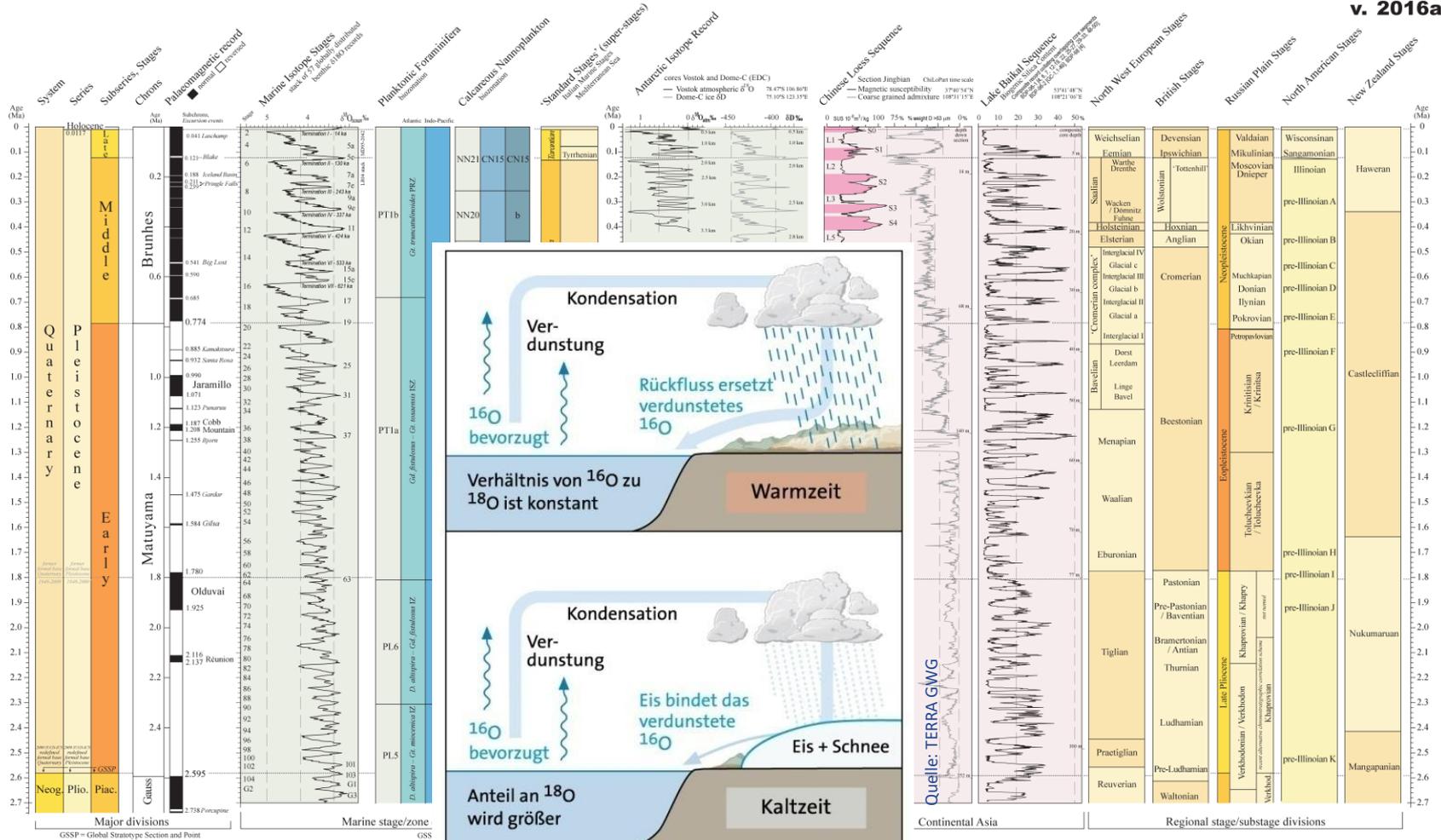
# Der letzte Interglazial-Glazial-Interglazial-Zyklus



# Chronostratigraphie des Quartärs - international

## Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years

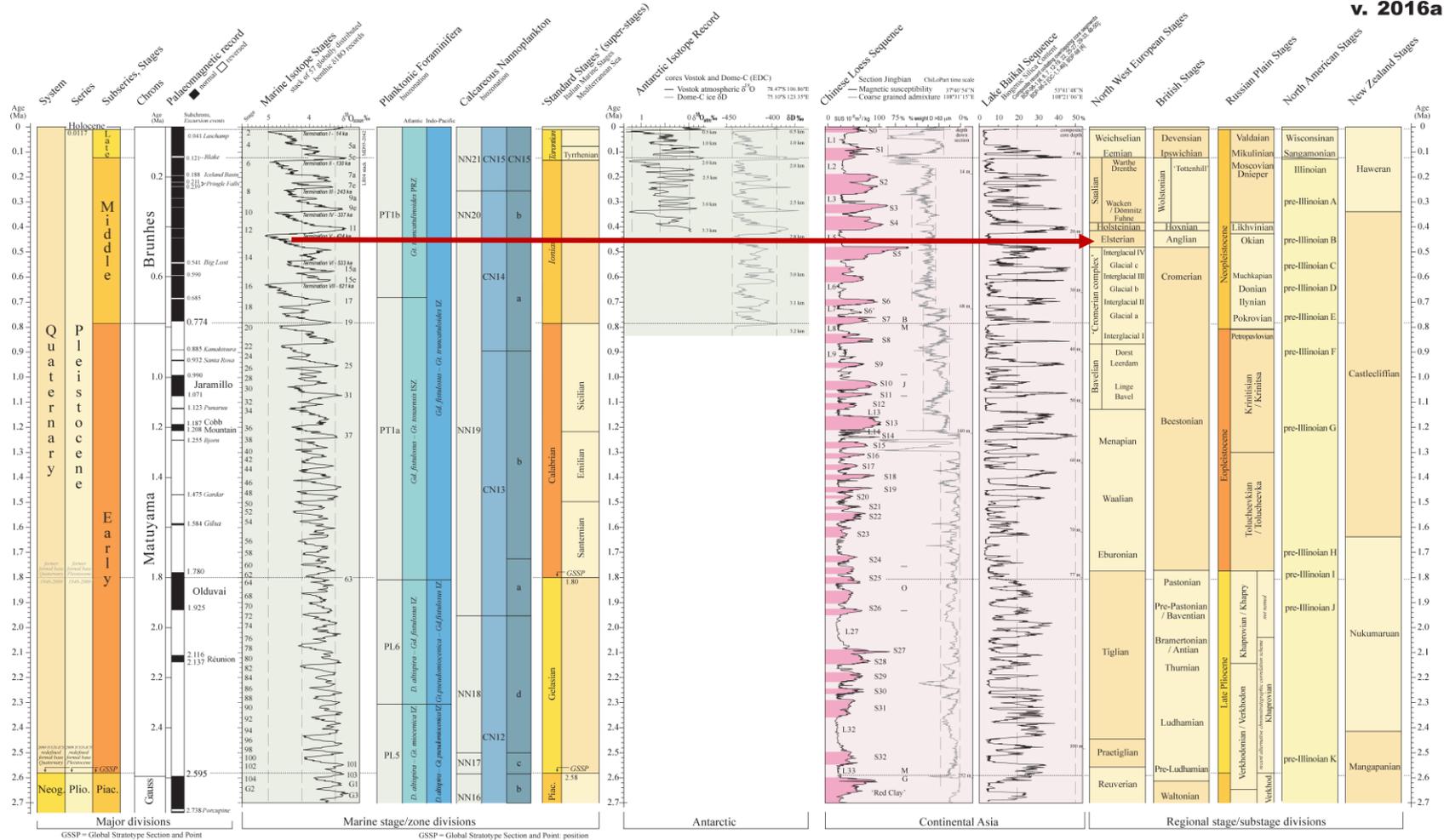
v. 2016a



# Chronostratigraphie des Quartärs - international

## Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years

v. 2016a



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Hessen im Elster-Hochglazial**



**In Hessen gab es keine Eiszeit!**

# Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

## Geologische Übersicht Hessen

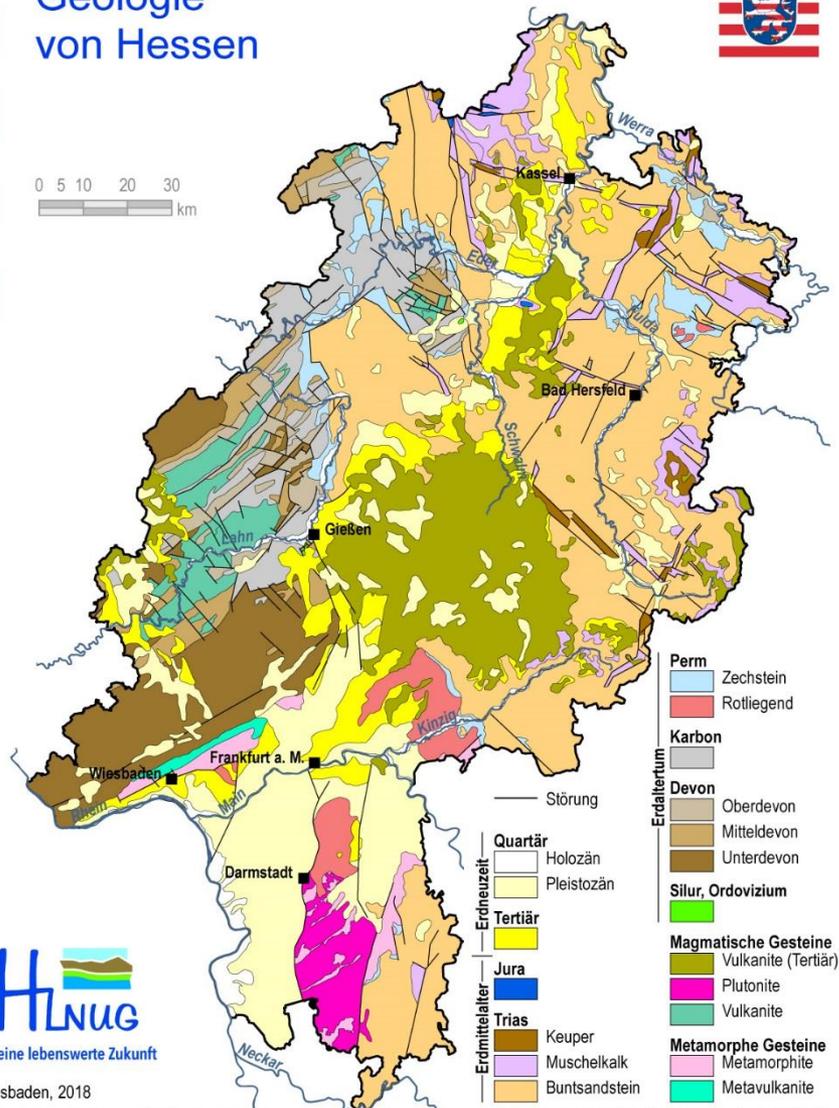
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

### Geologie von Hessen

HESSEN



0 5 10 20 30 km



**HLNUG**  
Für eine lebenswerte Zukunft

Wiesbaden, 2018

© Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie. Hintergrund © GeoBasis-DE / BKG 2013, Darst. durch HLNUG

## Welche quartären Bildungsprozesse sind in Hessen wichtig?

- **fluvial**  
durch Flüsse z.B. **Rhein, Main, Lahn, Weser, Fulda, Werra** und Nebenflüsse
- **äolisch**  
Lösse, Flugsande
- **limnisch**  
im Oberrheingraben, kleinräumige Vorkommen
- **vulkanosedimentär**  
Tephren: z.B. Laacher See-Tephra, Eltville-Tephra
- **glazigen**  
selten Taunus, Rhön
- **sedentär**  
Niedermoortorf, Hochmoortorf
- **terrestrisch umgelagert**  
z.B. krypturbate, solimixtive, solifluktive, gravitative Prozesse – sehr weit verbreitet
- **pedogen**  
für die Geologie/Bodenkunde wichtig sind: Paläoböden
- **anthropogen**  
oberflächennah sehr weit verbreitet

## fluviale Sedimentation

- **fluvial**  
durch Flüsse z.B. **Rhein**, Main, Lahn, **Weser**, Fulda, Werra und Nebenflüsse
- **äolisch**  
Löss, Flugsande
- **limnisch**  
im Oberrheingraben, kleinräumige Vorkommen
- **vulkanosedimentär**  
Tephren: z.B. Laacher See-Tephra, Eltville-Tephra
- **glazigen**  
selten Taunus, Rhön
- **sedentär**  
Niedermoortorf, Hochmoortorf
- **terrestrisch umgelagert**  
z.B. kryptoturbate, solimixtive, soliflukative, gravitative Prozesse – sehr weit verbreitet
- **pedogen**  
für die Geologie/Bodenkunde wichtig sind: Paläoböden
- **anthropogen**  
oberflächennah sehr weit verbreitet

# fluviale Sedimentation



mäandrierender Fluss  
Rio Cauto/Kuba



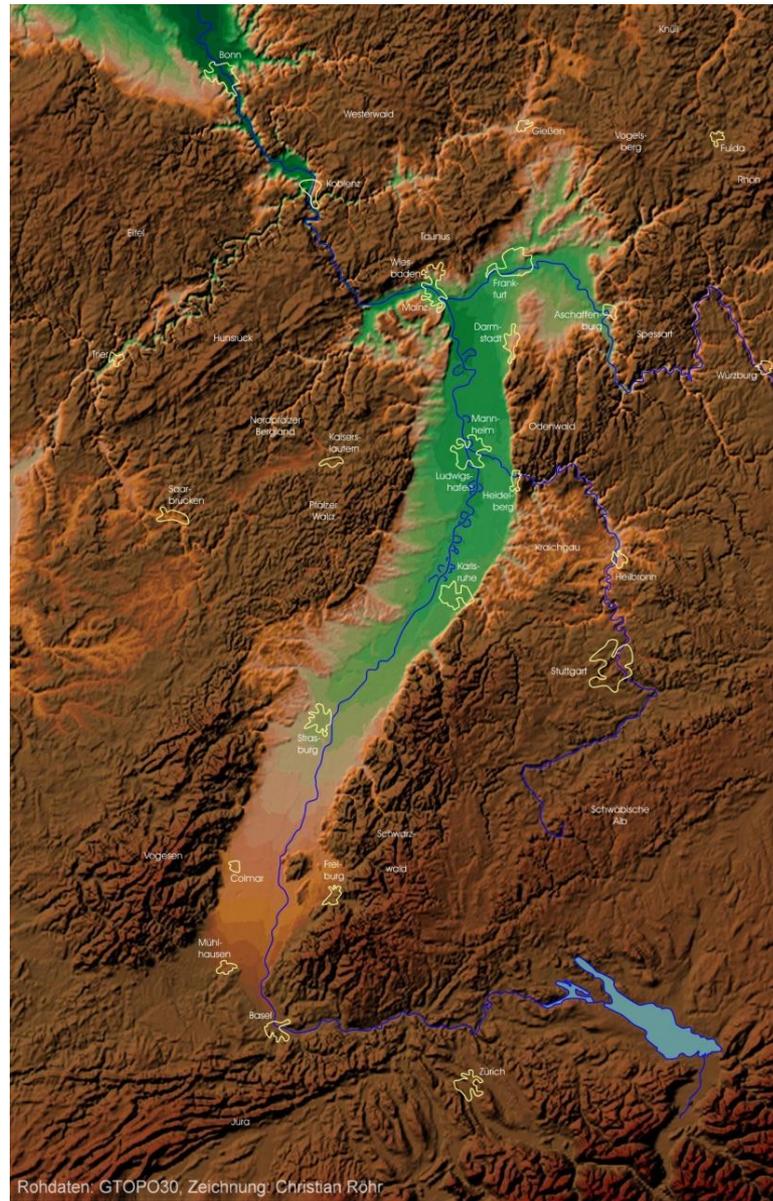
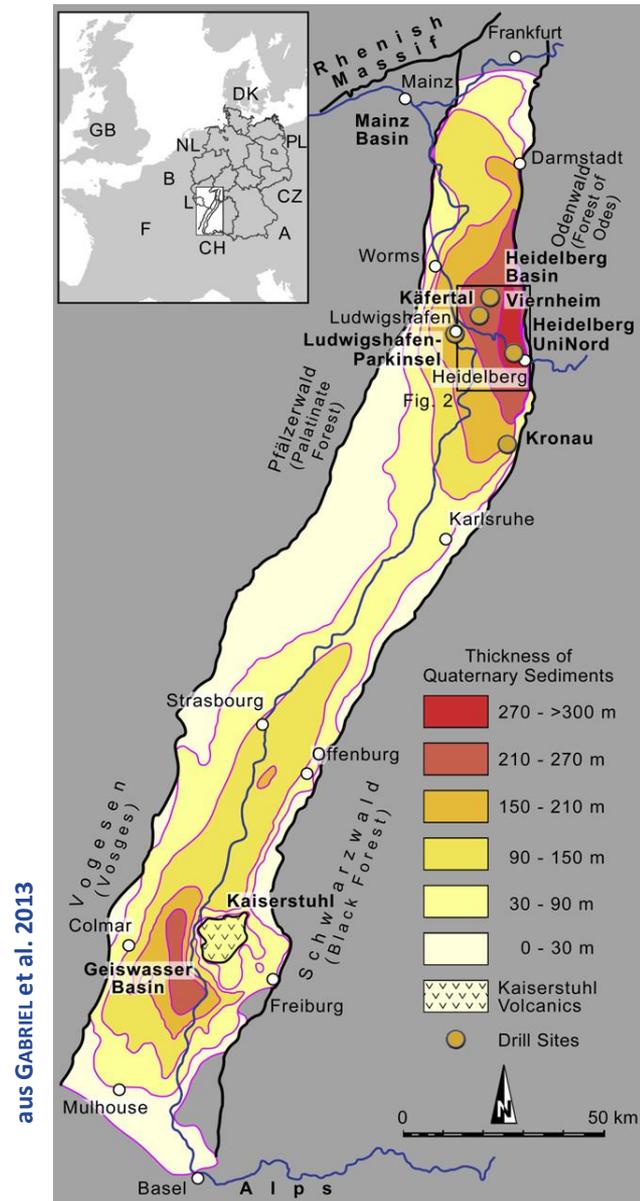
braided river (verwilderter Fluss)  
Waimakariri River/Neuseeland

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**fluviatiles Flusssystem in der Tundra**



# Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

## fluviatiles System nördlicher Oberrheingraben



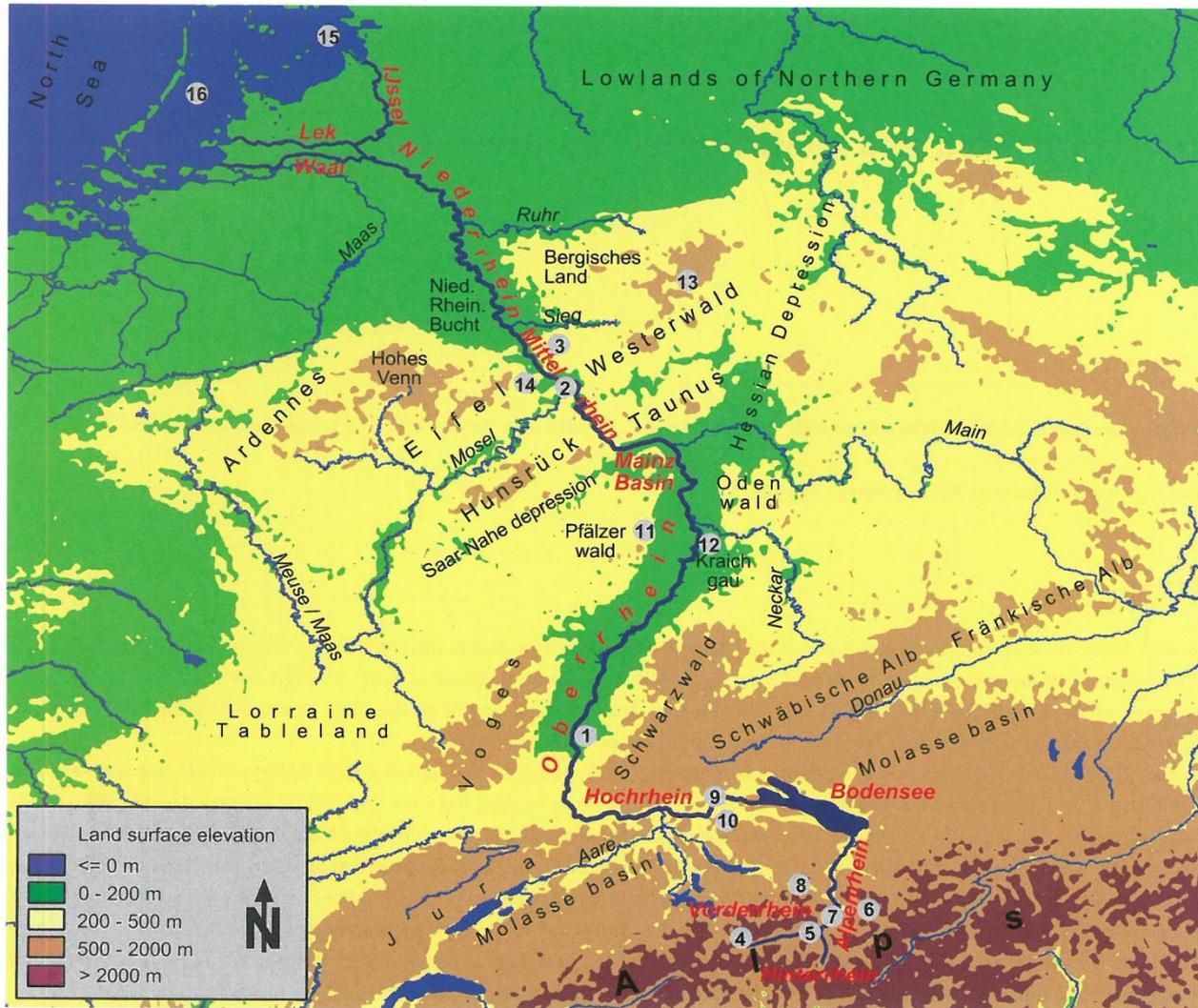
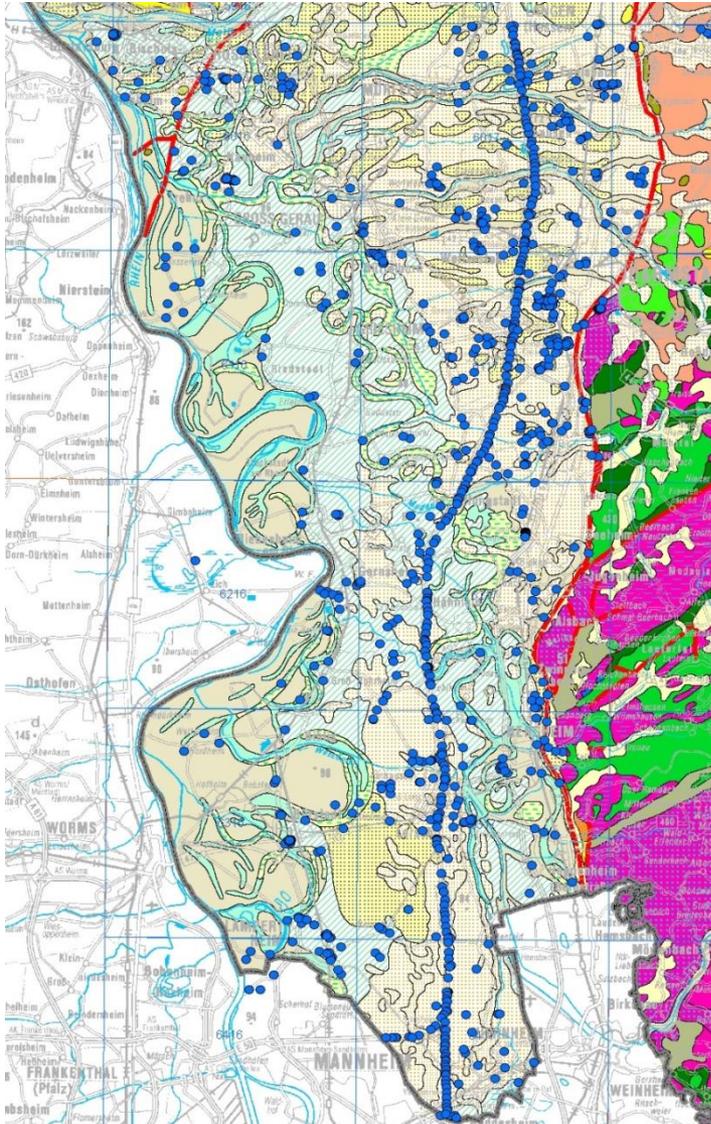


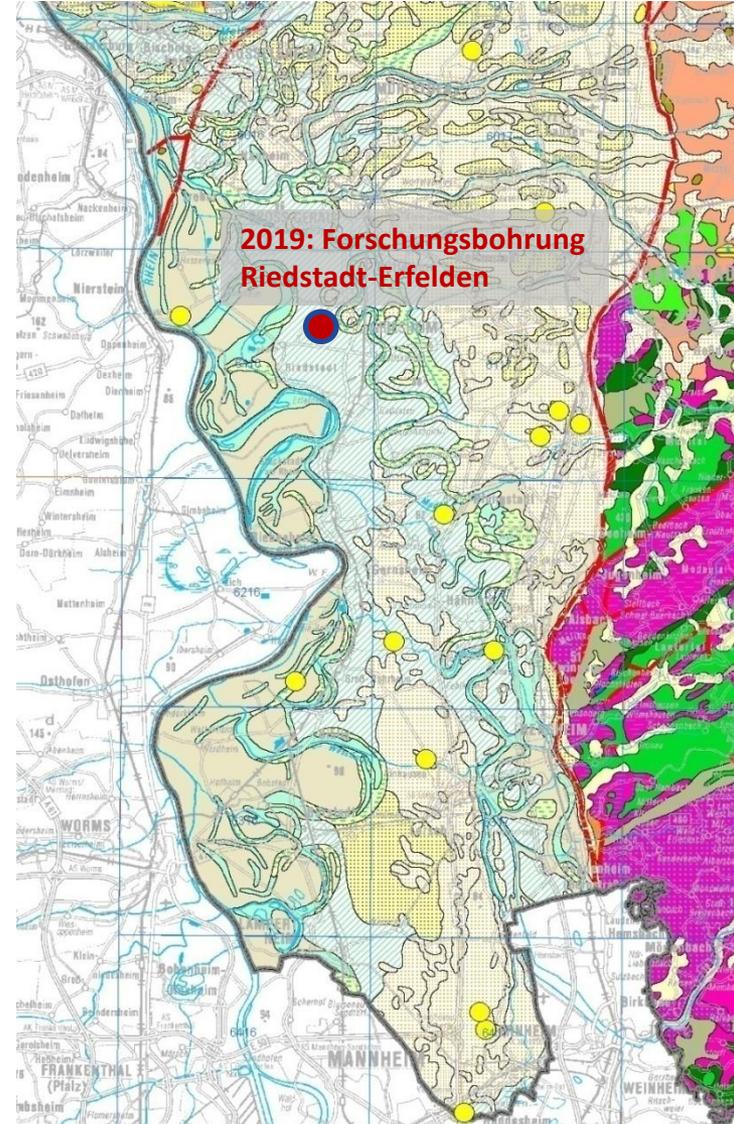
Fig. 1. Map showing the general setting along the River Rhine system including the location of relevant sites mentioned in the text (numbers follow the appearance in the text): 1 – Kaiserstuhl (volcano); 2 – Neuwied Basin; 3 – Siebengebirge; 4 – Oberalppass; 5 – Flims rockslide; 6 – Silvretta group; 7 – Tamins, Kunkel and Domat/Ems mass movements; 8 – Walensee passage; 9 – Rhine Falls; 10 – Irchel; 11 – Forst site; 12: Heidelberg Basin; 13 – Rothaargebirge; 14 – Laacher See (volcano); 15 – IJsselmeer; 16 – The elevation model used in this figure refers to land surface in relation to mean sea level. Due to this, mainland below sea level, mainly caused by human activity especially in the Netherlands, appears to be ‘underwater’.

# neue Bohrungen seit 2000

# Endteufen zwischen 100 und 350 m

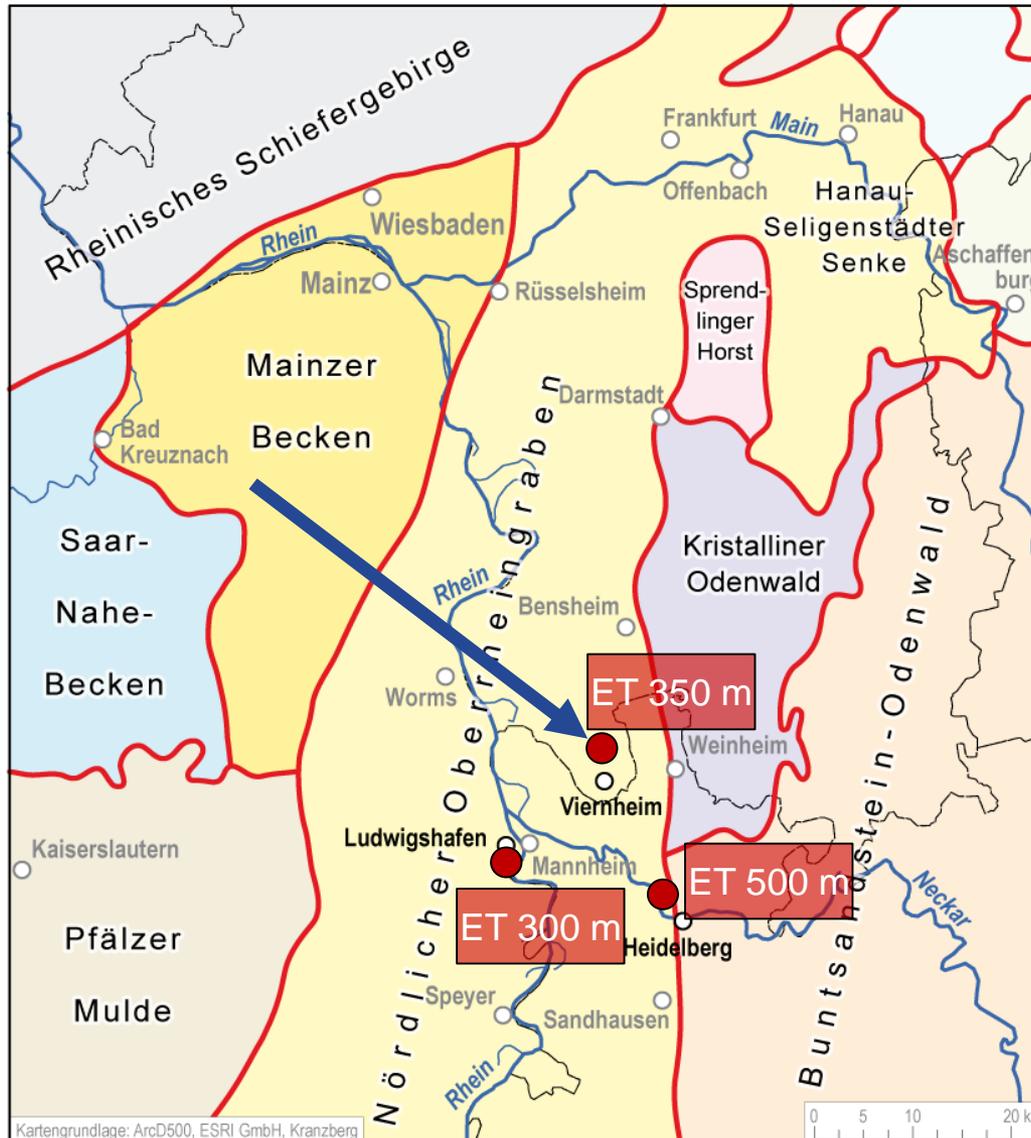


über 950 Bohrungen



14 Forschungsbohrungen

# Forschungsbohrungen Heidelberger Becken

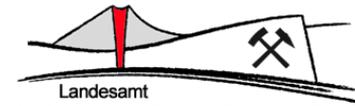


Dank den Kooperationspartnern:



Baden-Württemberg  
REGIERUNGSPRÄSIDIUM FREIBURG  
Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau

Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau



Landesamt  
für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

Landesamt für Geologie und Bergbau  
Rheinland-Pfalz



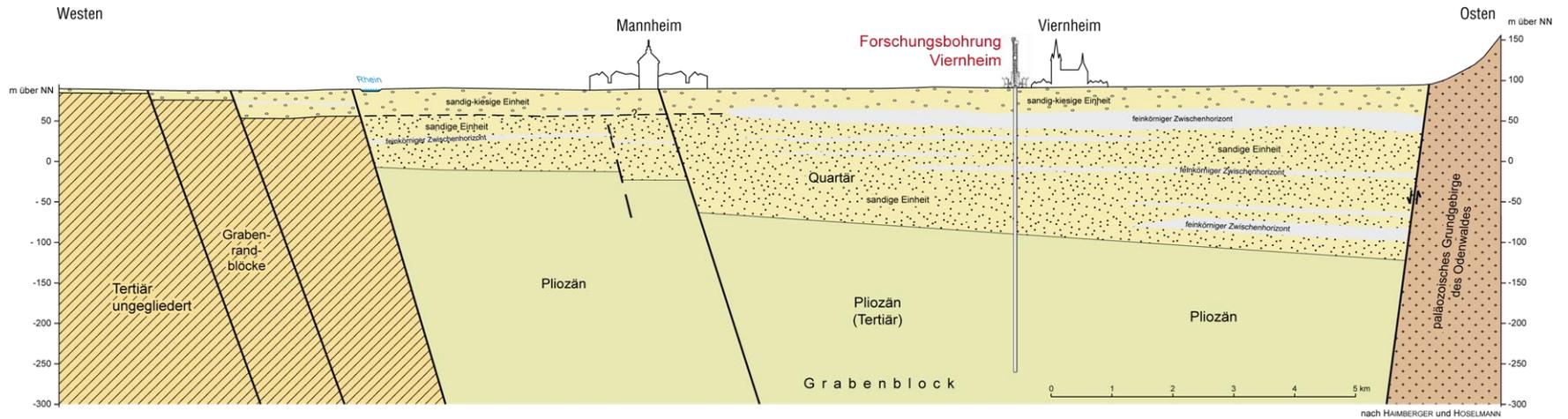
Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik

DFG Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

für Projektmittel (Uni Bonn, Uni Mainz und LIAG)



# Schematischer geologischer Schnitt im Raum Mannheim-Viernheim



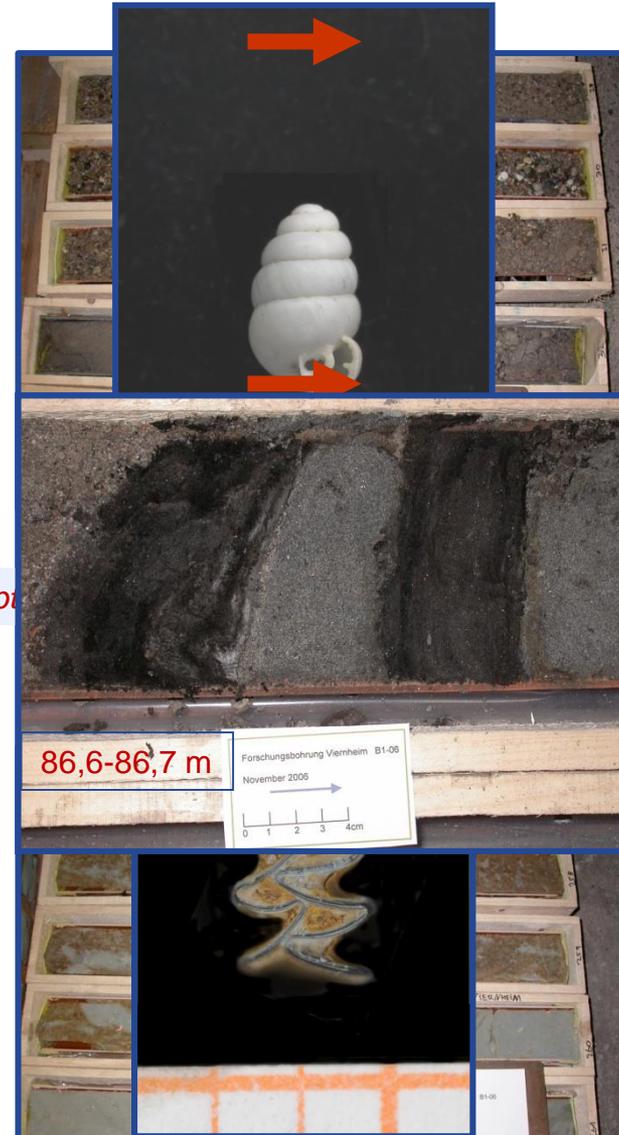
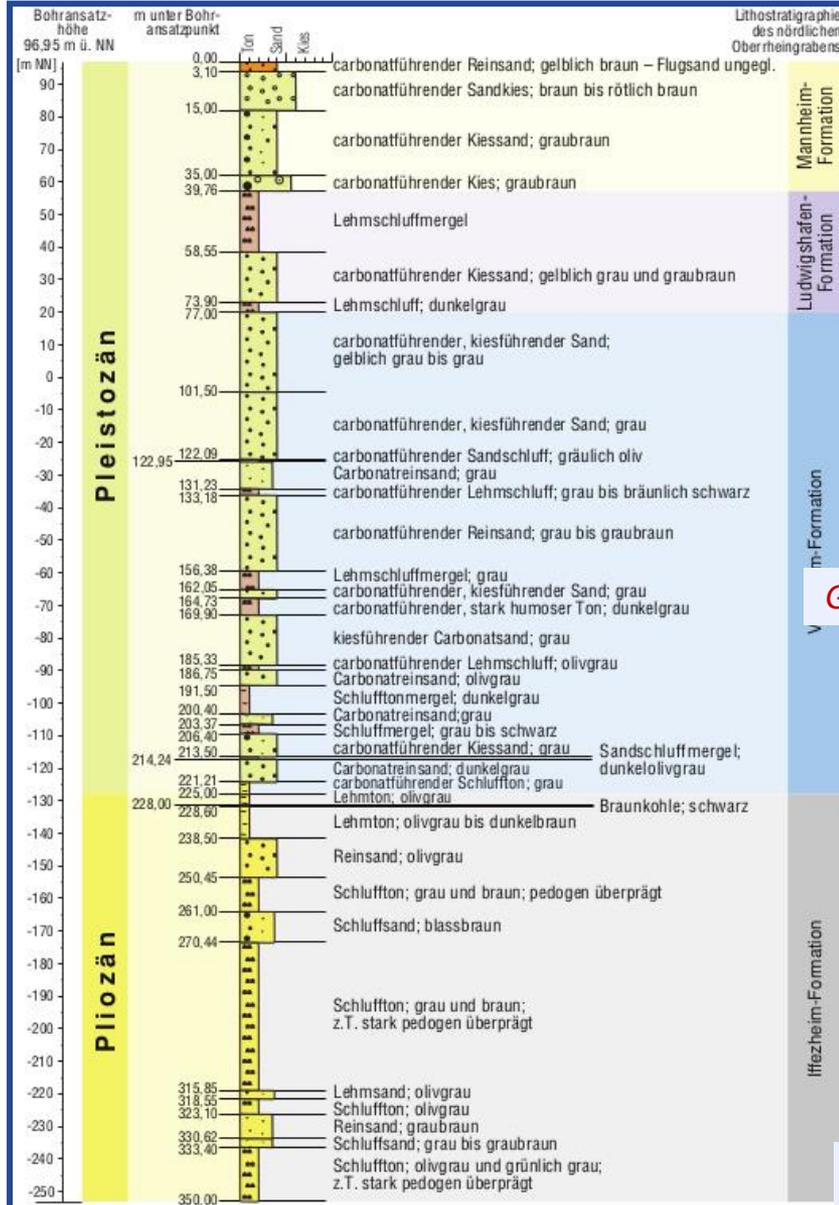
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Forschungsbohrung Viernheim**



Foto: LIAG

# Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

## Forschungsbohrung Viernheim



Kieslager 28-32 m  
Pleistozän

Zwischenhc  
Plei  
än  
32,65 m  
nt 41-44 m

Pliozän 257-260 m

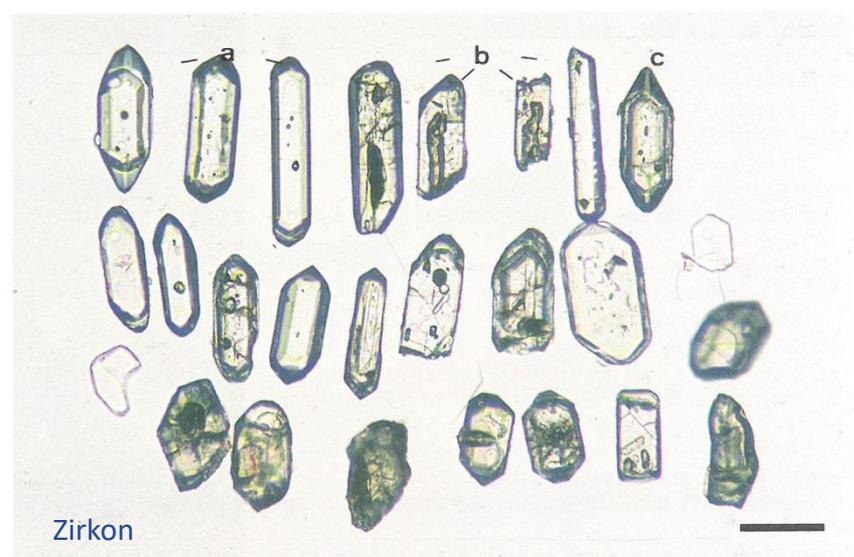
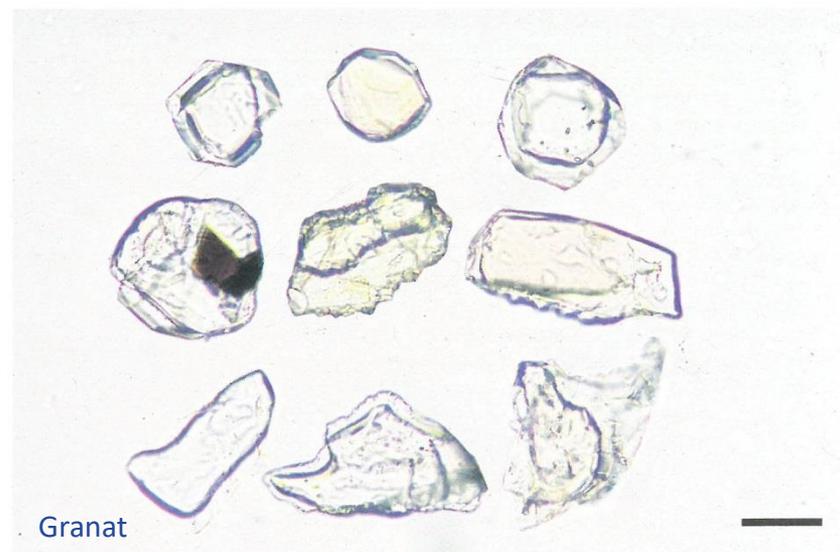
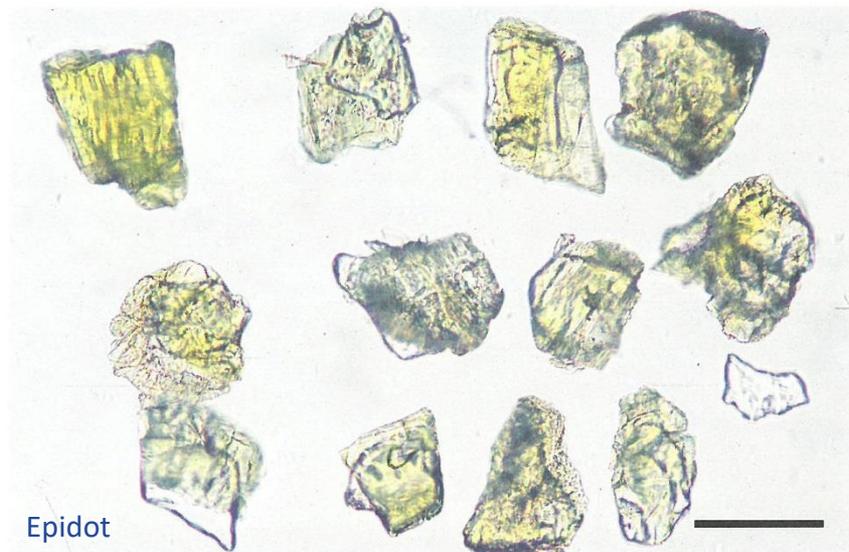
*Gastropoda*

86,6-86,7 m

Forschungsbohrung Viernheim B1-06  
November 2005  
0 1 2 3 4 cm

*Mimomys ostromosensis* (JANOSSY & VAN DER MEULEN, 1975)  
aus dem Unteren Biharium (Unterpleistozän) – 182,4 m

# Methodenbeispiel: Schwermineralanalyse – Dichte: $\text{g/cm}^3 > 2,85$ )

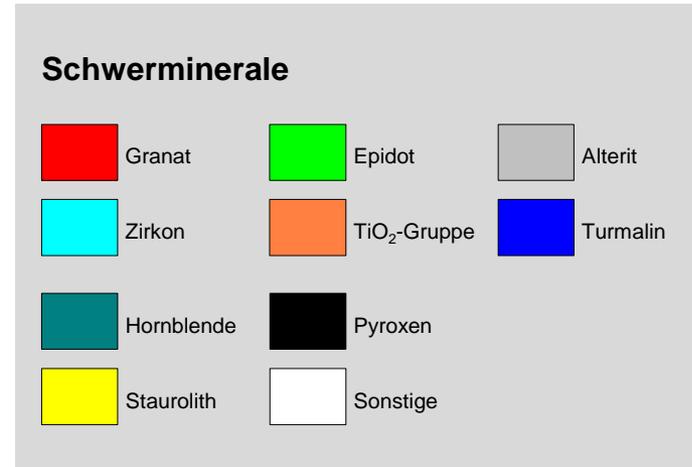
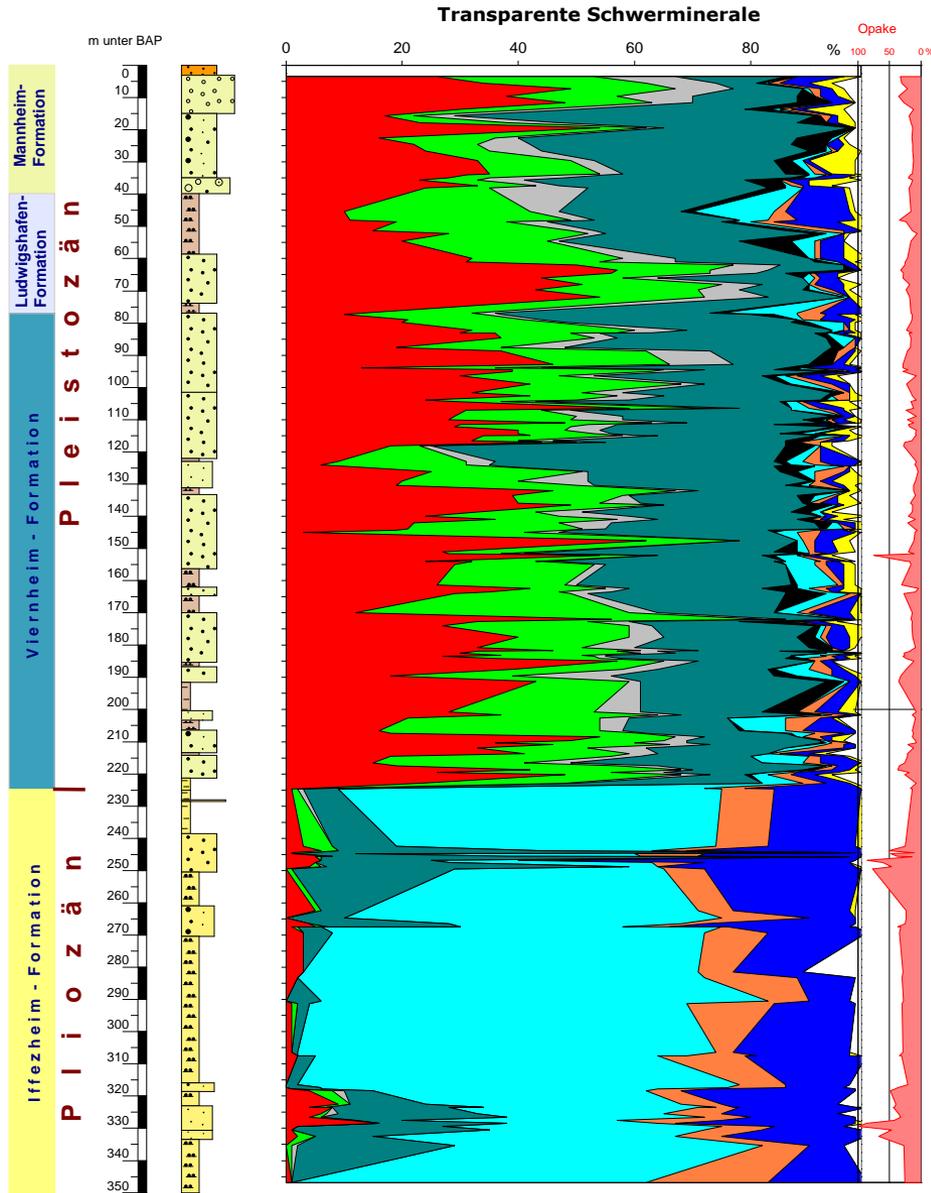


# Differenzierung der Schwermineralanalysen

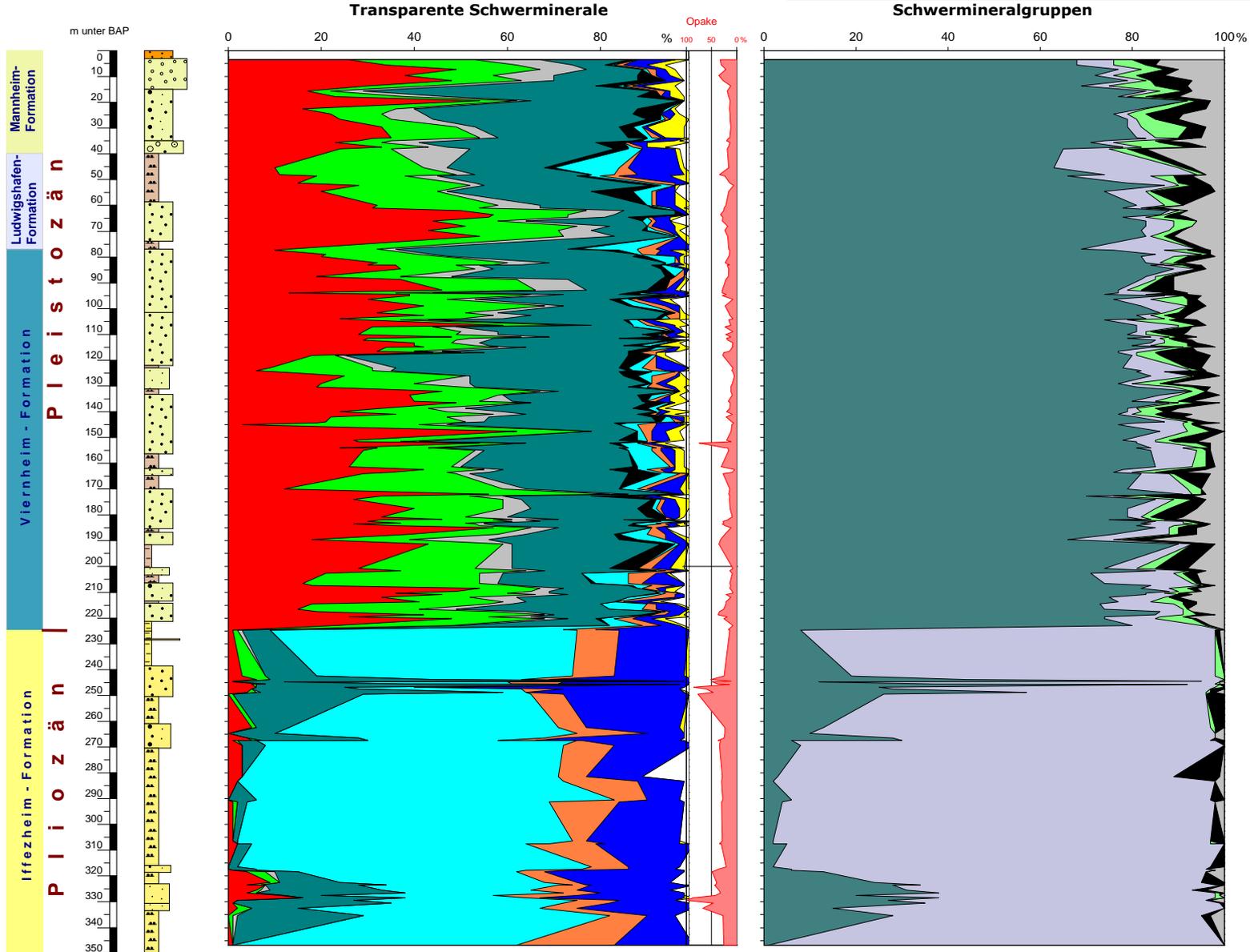
## Schwermineralgruppen - Rheinsystem

stabile Minerale	Rutil, Anatas, Brookit= $\text{TiO}_2$ -Gruppe, Zirkon und Turmalin
metamorphe Minerale	Staurolith, Andalusit, Sillimanit, Disthen und Spinell
Rhein-Gruppe	Granat, grüne Hornblende und Epidot
vulkanische Minerale	braune Hornblende, Pyroxen, Titanit und (Olivin)
Restgruppe	(Apatit), Axinit, Baryt, Biotit, Chloritoid, Korund, Monazit, Topas etc.

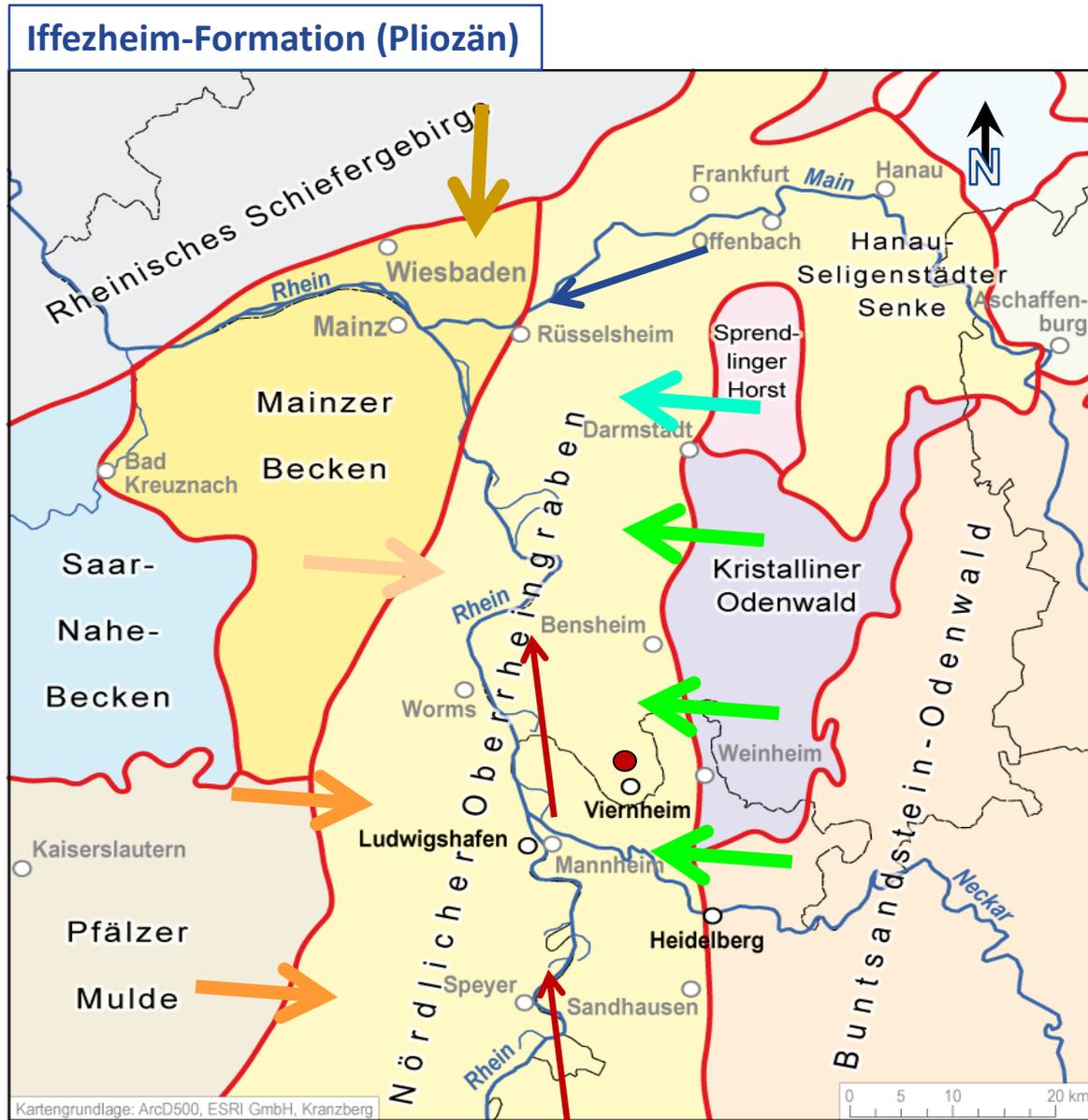
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Forschungsbohrung Viernheim**



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Forschungsbohrung Viernheim**



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Liefergebiete der Schwerminerale**





# lithostratigraphisches Konzept – nördlicher Oberrheingraben

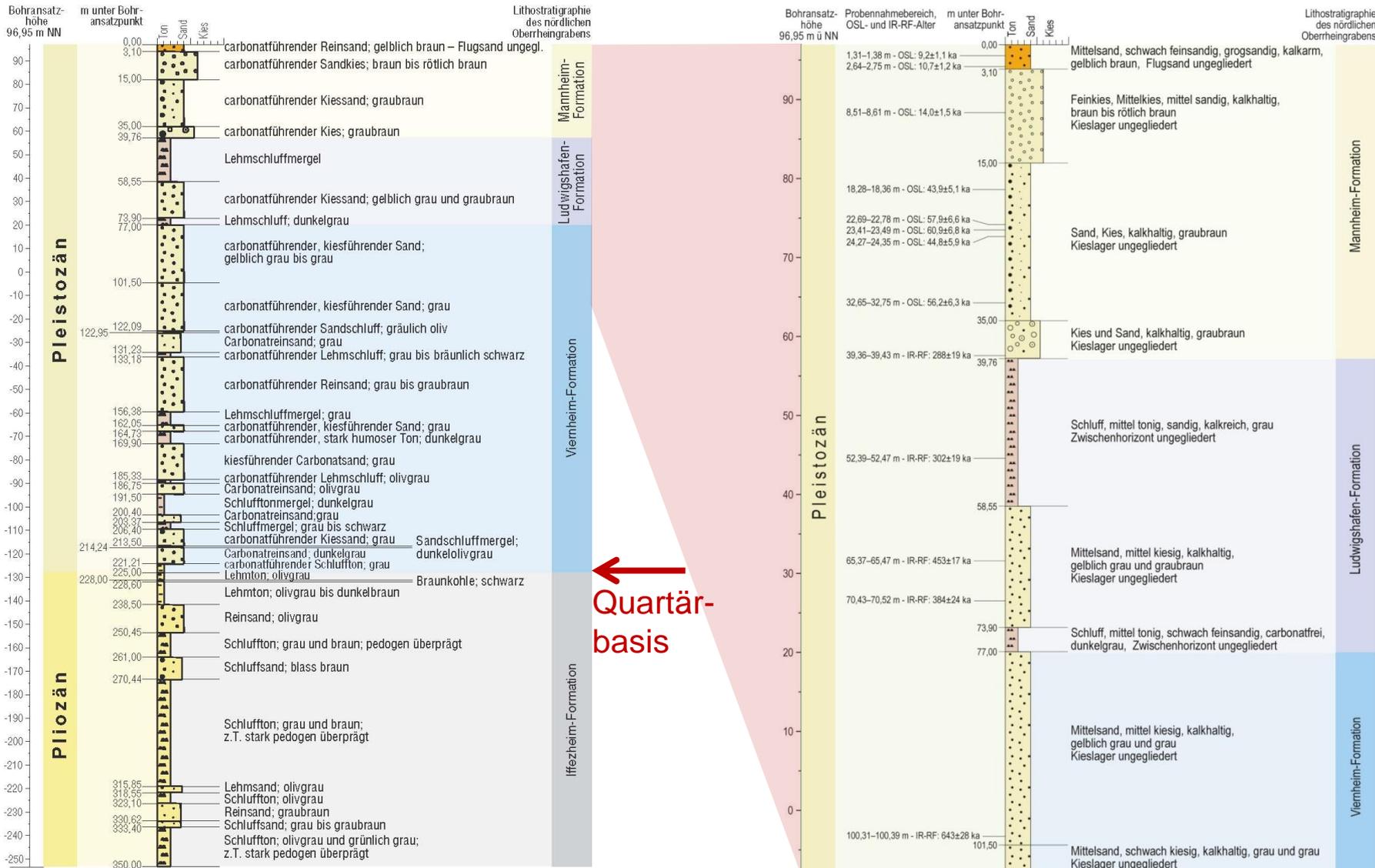
Lithostratigraphische Einheit	Lithologie	Mächtigkeit	Chronostratigraphie	Beispiel
<b>Mannheim-Formation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beginnt mit charakteristischem Grobsediment-Impuls</li> <li>• mehrere fluviatile Schüttungszyklen</li> <li>• graue, kalkige Sande und Kieslagen</li> <li>• feinkörnige Hochflut- und Altarmablagerungen häufig nicht erhalten</li> <li>• an der Neckarmündung und Grabenrand mit Massenablagerungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rund 30 m</li> <li>• max. 56 m nachgewiesen im Heidelberger Becken</li> </ul>	<b>Mittel- bis Oberpleistozän</b>	
<b>Ludwigs-hafen-Formation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fluviatil und limnisch geprägte Sequenzen aus Sanden bis Schluffen/Tonen und organischen Horizonten</li> <li>• meist grau bis dunkelgrau, karbonatisch</li> <li>• lokal: Schwemmfächersedimente und größer klastische Sedimente am Neckar-Schwemmfächer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• max. rund 70 m im Heidelberger Becken</li> <li>• meist wenige Meter bis 50 m</li> </ul>	<b>Mittelpleistozän</b>	
<b>Viernheim-Formation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselfolge von Fein- und Mittelsanden, z. T. kiesig und untergeordnet Schluffe bis Tone und Torfe</li> <li>• grünlich-graue Sande mit Helglimmer, Karbonatgehalt bis 30 %, gut sortiert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• max. rund 170 m im Heidelberger Becken</li> <li>• meist einige Zehner Meter</li> </ul>	<b>Oberpliozän bis Mittelpleistozän</b>	
<b>Iffezheim-Formation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mehrere fluviatile Schüttungszyklen</li> <li>• kalkfreie, kaolinisierte Sande</li> <li>• z. T. stark pedogen überprägte Bunttone; in Nestern mit Karbonatanreicherungen</li> <li>• z. T. mit diamiktischer Zusammensetzung mit Feinkies und Grobsand</li> <li>• z. T. humose Feinsedimente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maximal 750 m im Heidelberger Becken</li> <li>• zum Teil nur wenige Meter mächtig</li> </ul>	<b>Plio- bis Unterpleistozän</b>	

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

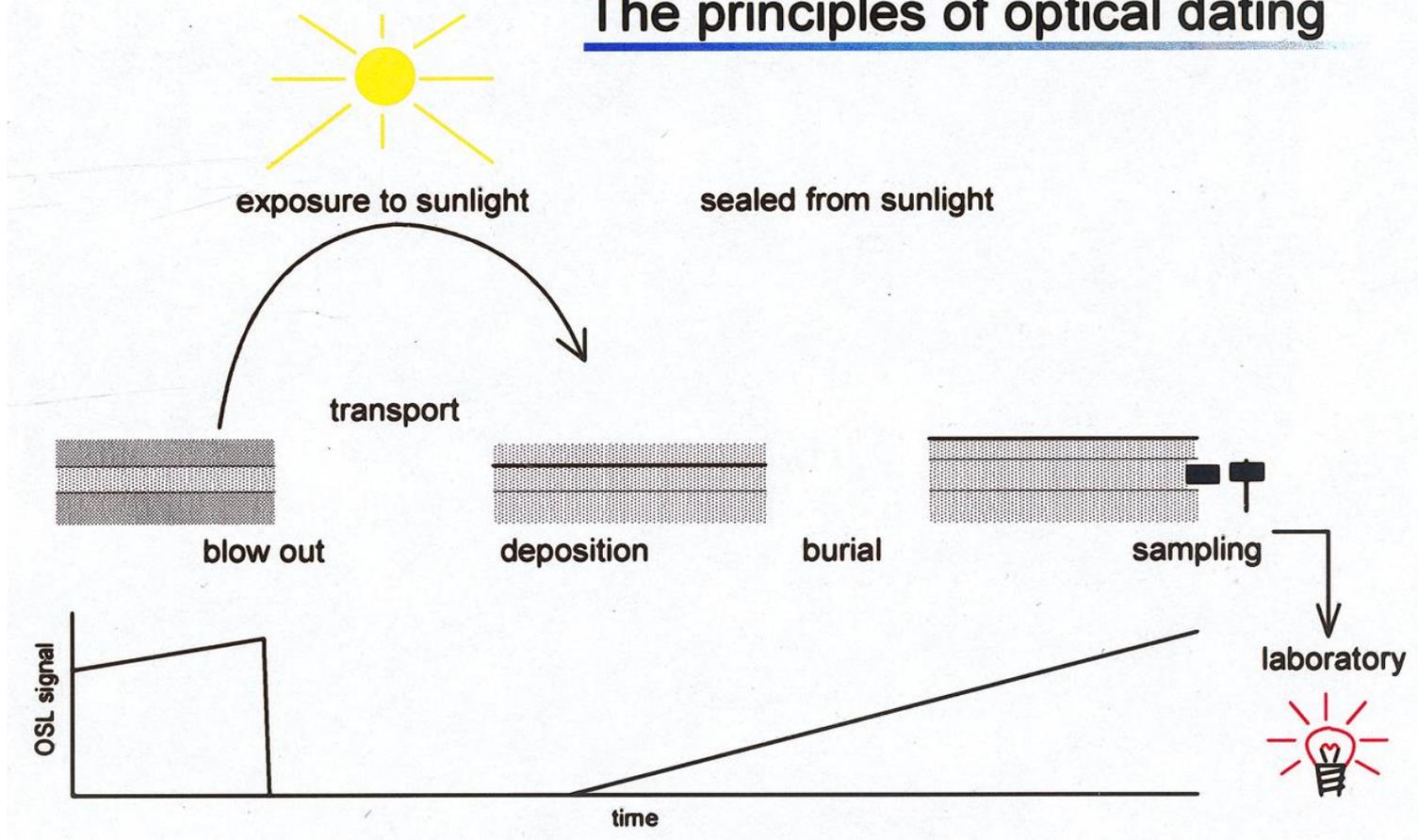
# Beispiel Iffezheim-Formation im Unterraingebiet Sandgrube Alzenau



# Forschungsbohrung Viernheim – zentraler Bereich nORG



## The principles of optical dating



1) Tageslichtexposition löscht das Signal

2) Nach der Sedimentation (Körner vor Licht geschützt) akkumuliert das Signal durch Interaktion ionisierender Strahlung mit den Kristallen.

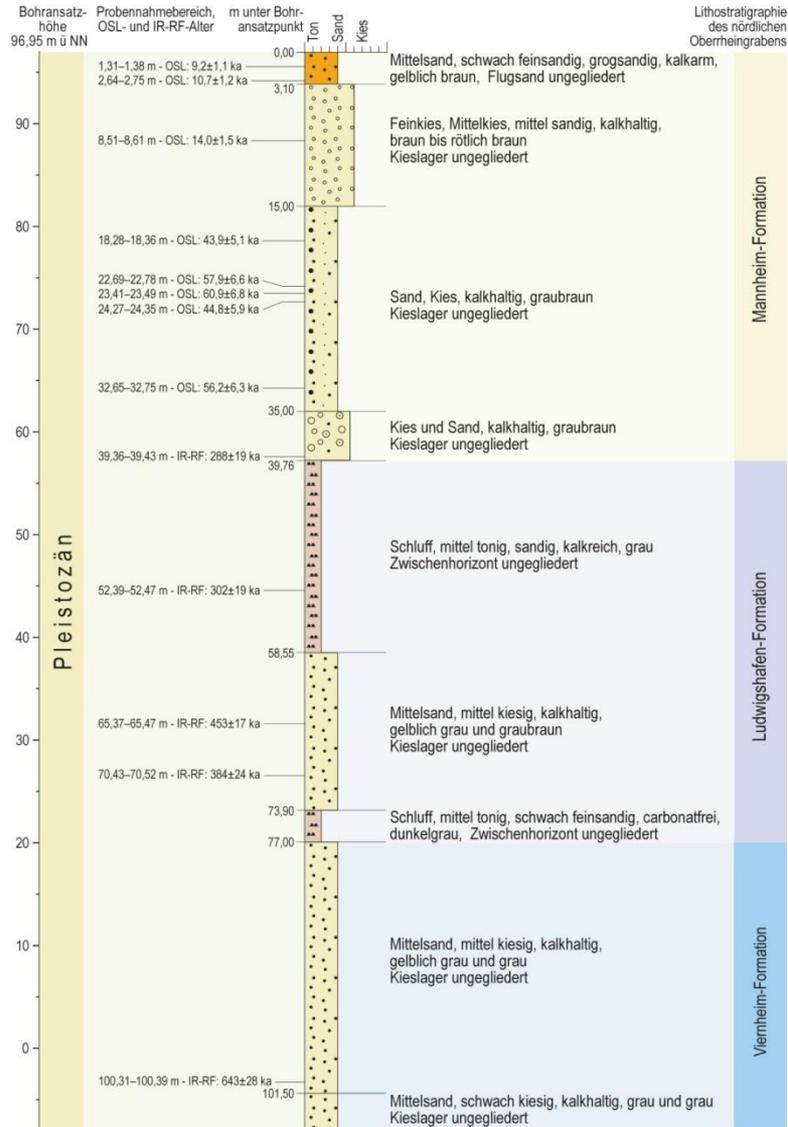
3) Im Labor wird das latente Signal unter kontrollierten Bedingungen stimuliert und gemessen:

Licht = Optisch Stimulierte Lumineszenz [OSL]

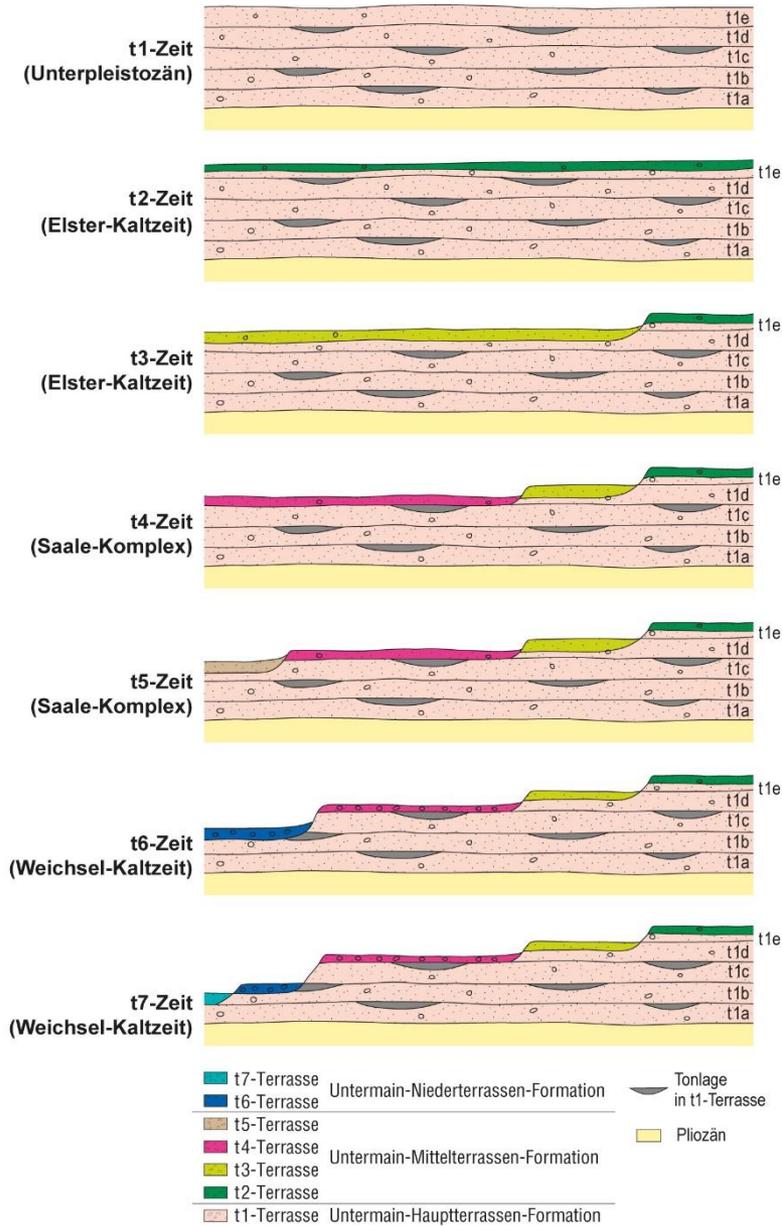
IR = Infrarot Stimulierte Lumineszenz [IRSL]

Wärme = Thermolumineszenz [TL]

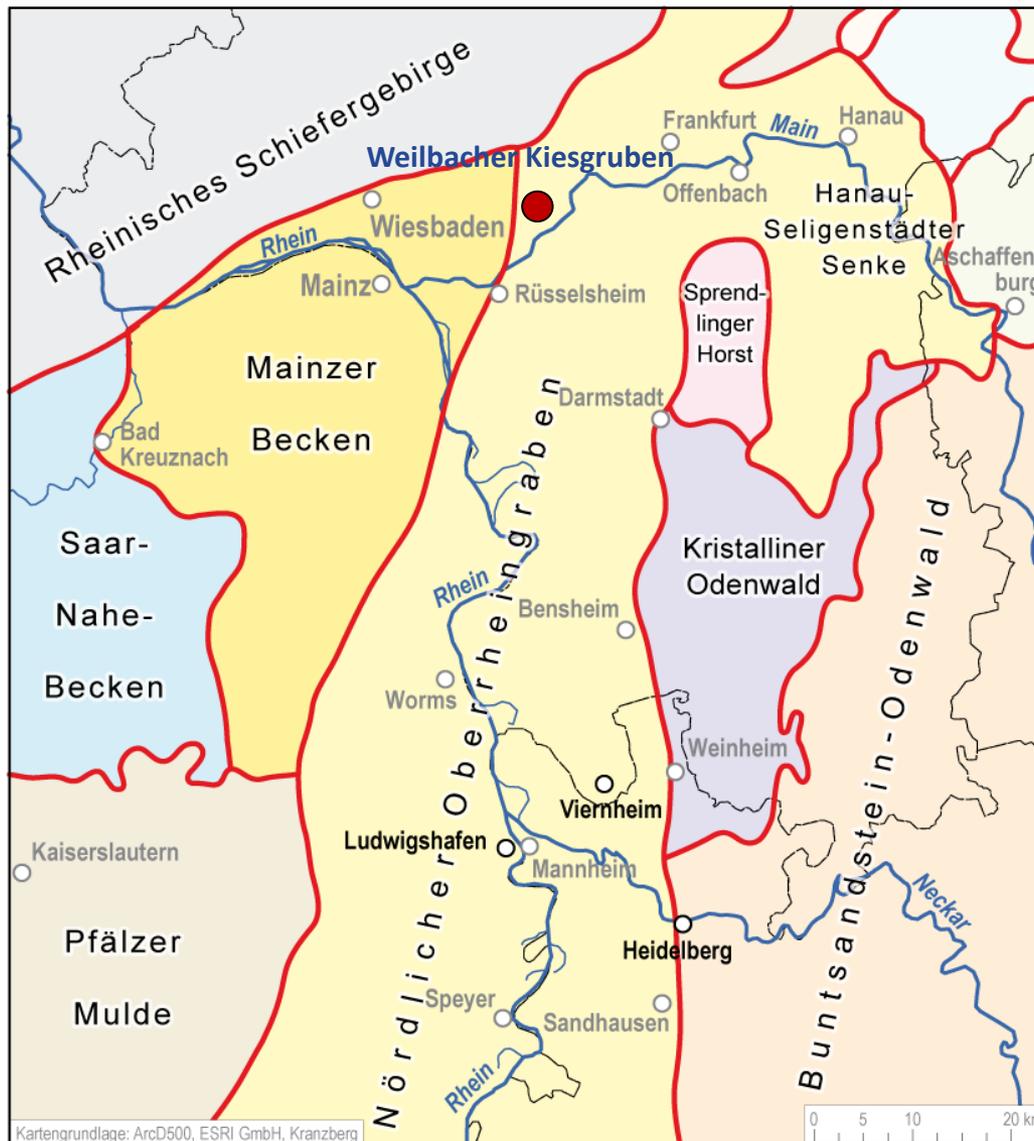
# Forschungsbohrung Viernheim – Lumineszenzdatierungen



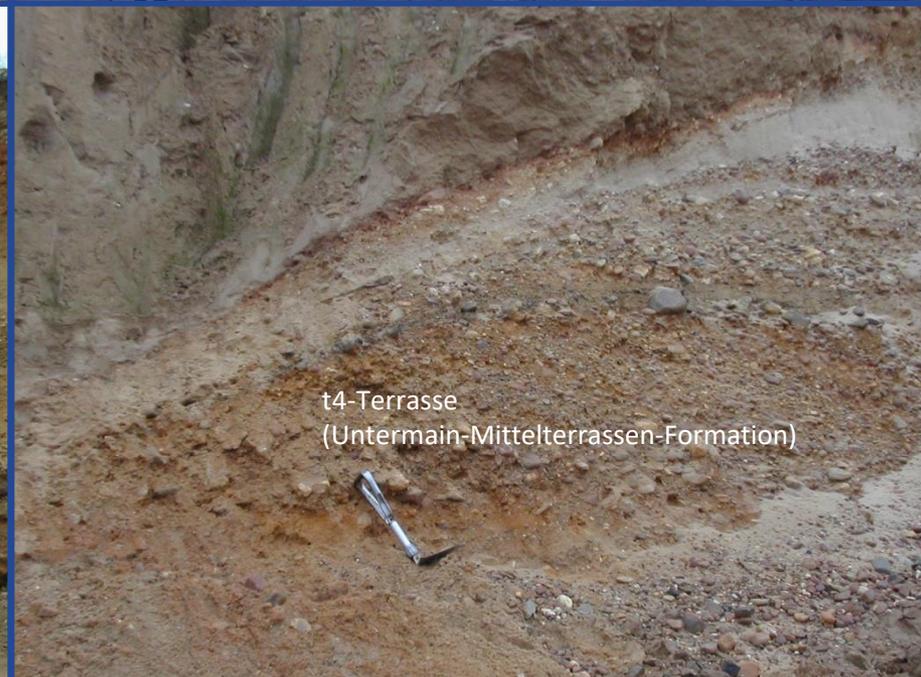
# Main – fluviatile Terrassenbildung



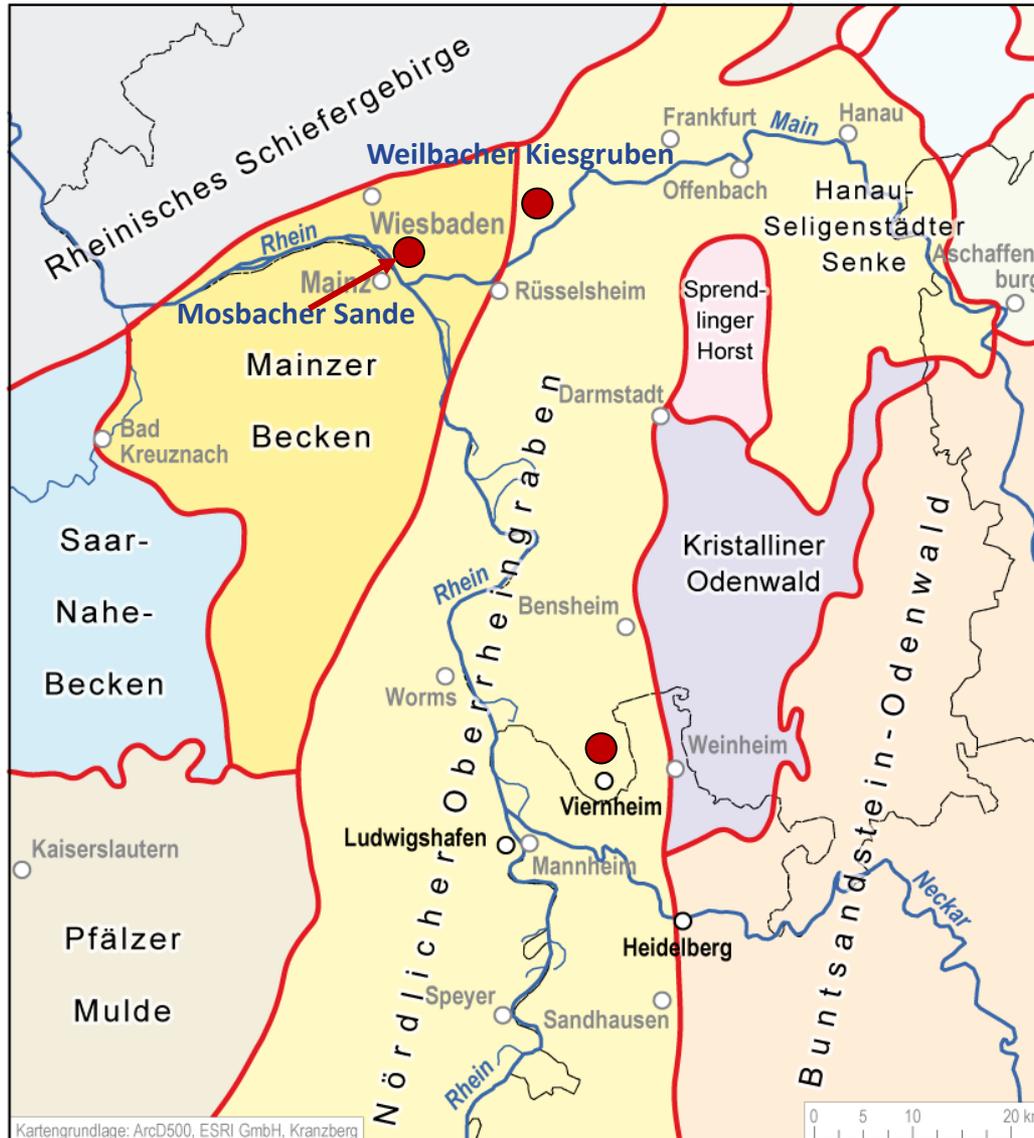
# Weilbacher Kiesgruben



# Main – Weilbacher Kiesgruben



# Dyckerhoff-Aufschluss mit Mosbacher Sanden



Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

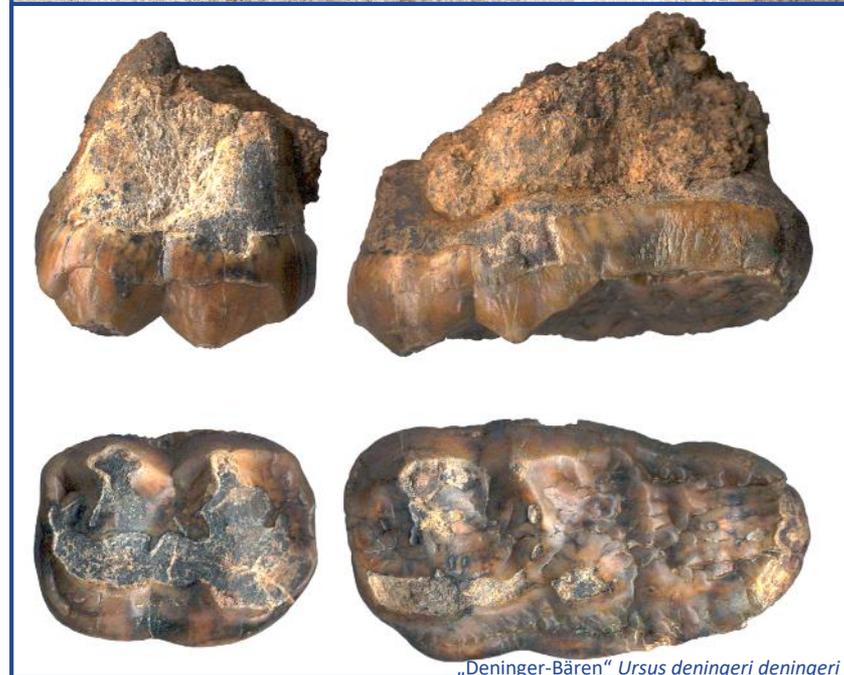
# Dyckerhoff-Steinbruch mit Mosbacher Sanden



# Dyckerhoff-Steinbruch mit Mosbacher Sanden

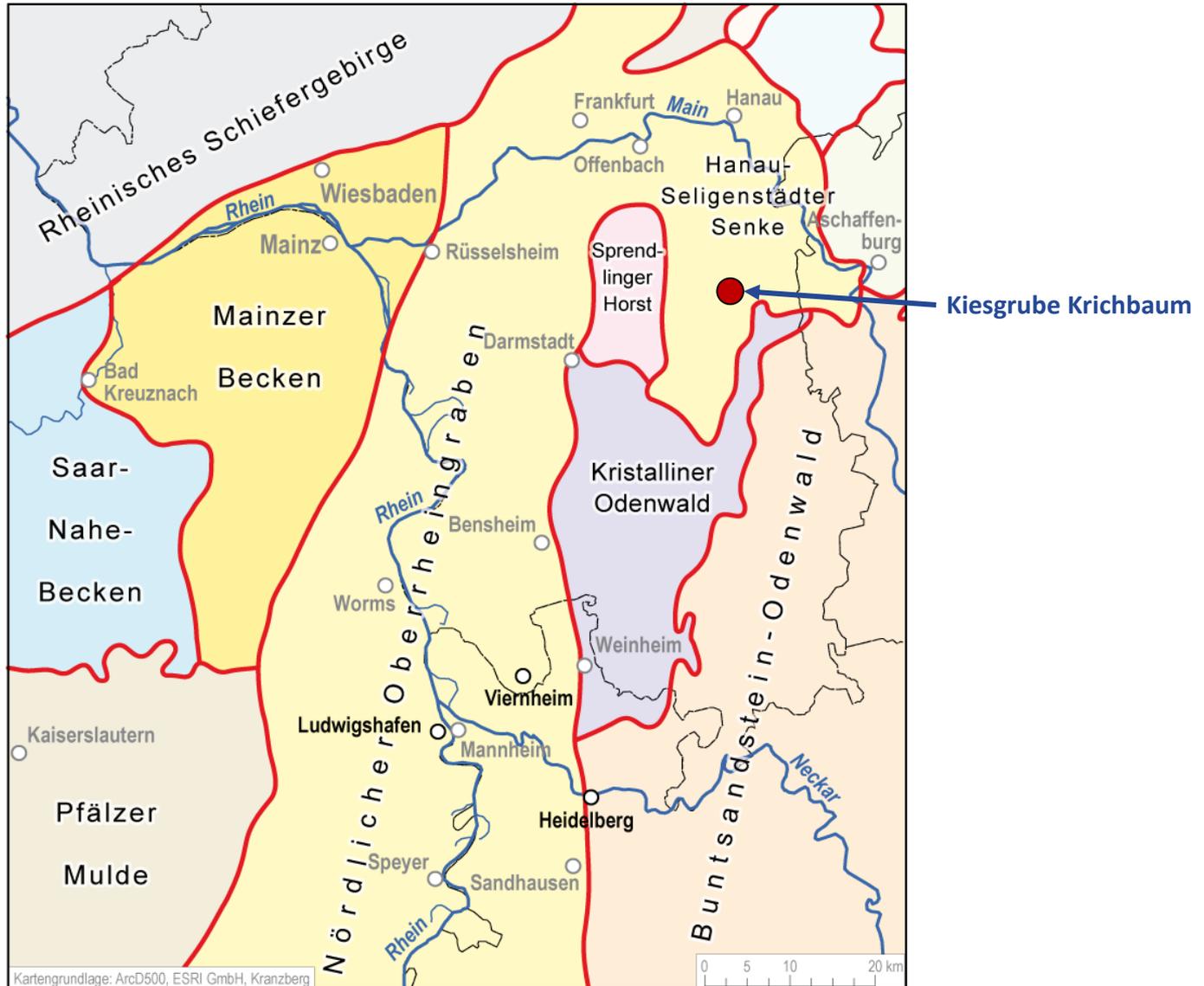


rechter Unterkiefer des eurasischen Jaguars, *Panthera onca gombaszoegensis*

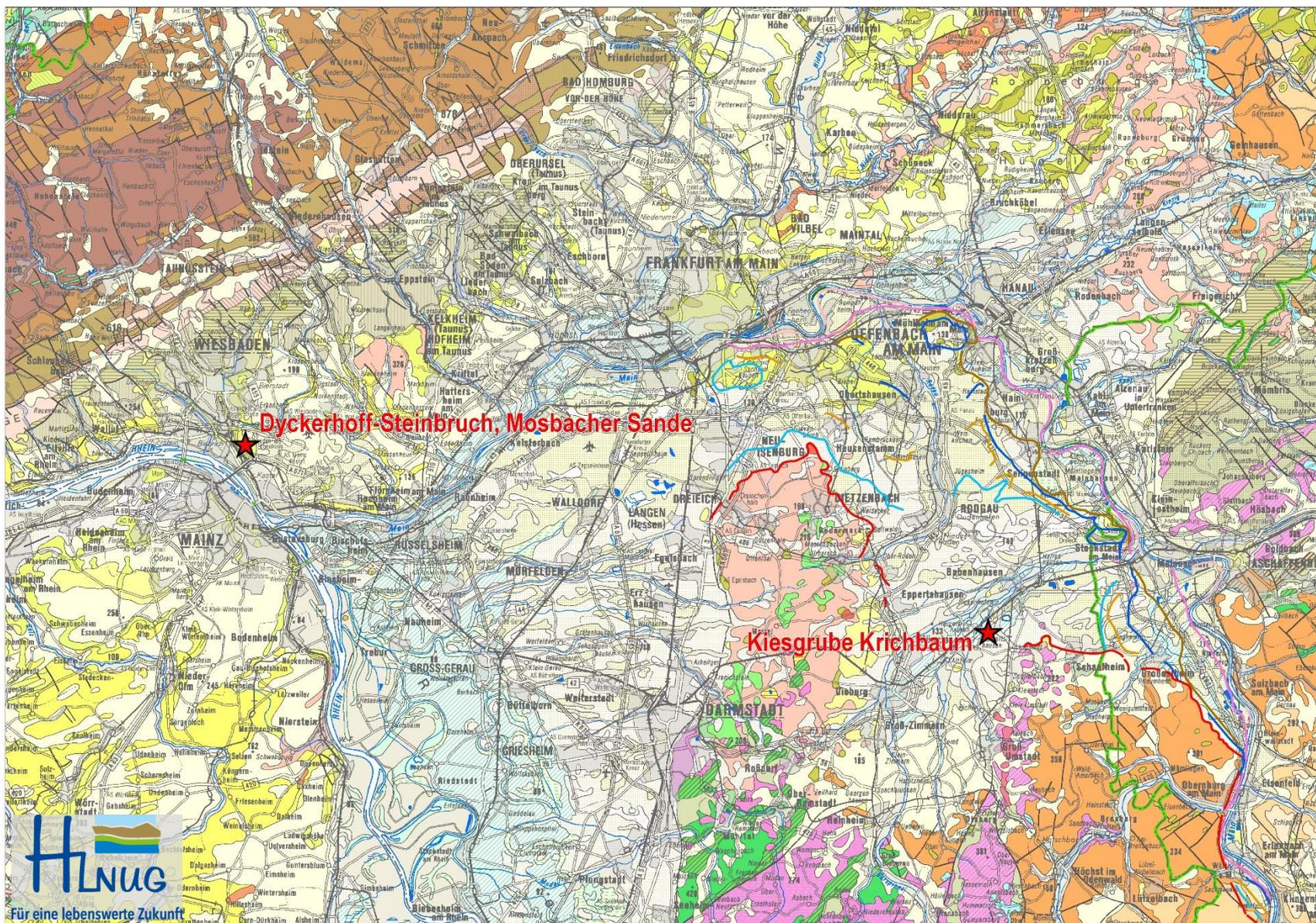


„Deninger-Bären“ *Ursus deningeri deningeri*

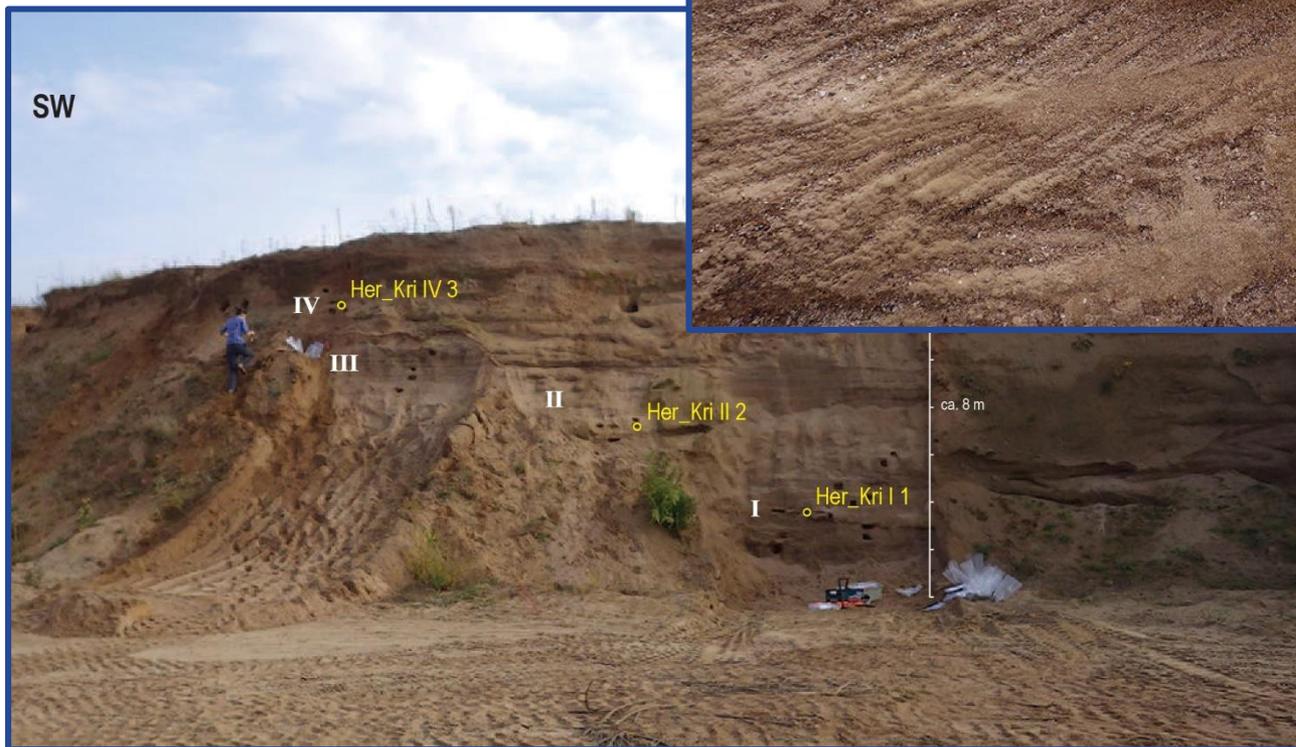
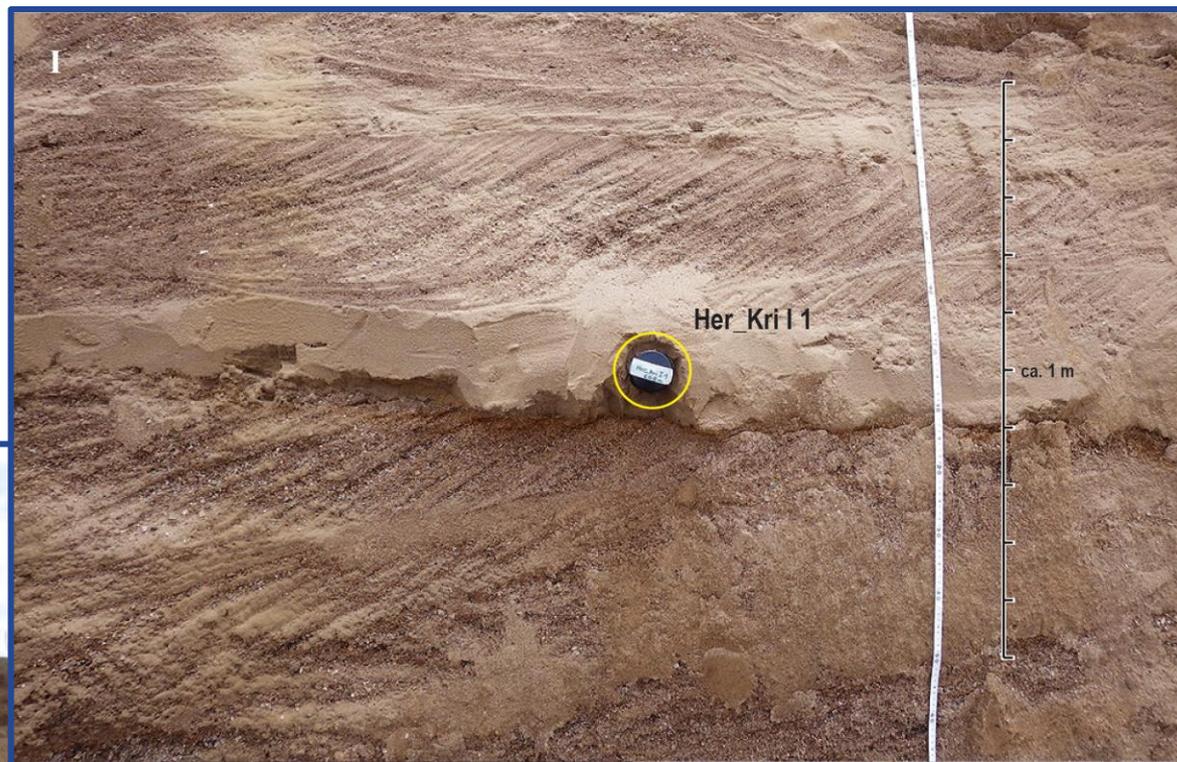
# Kiesgrube Krichbaum südl. von Babenhausen



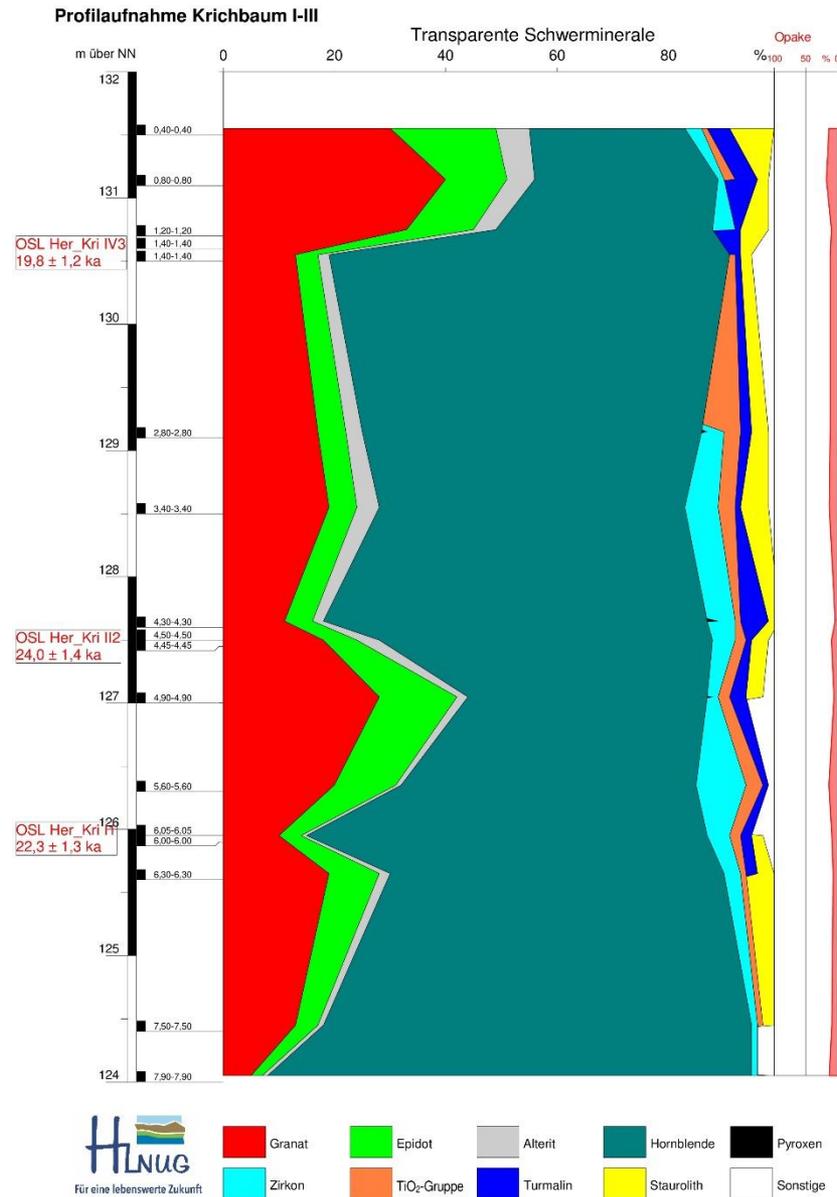
# Kiesgrube Krichbaum südl. von Babenhausen



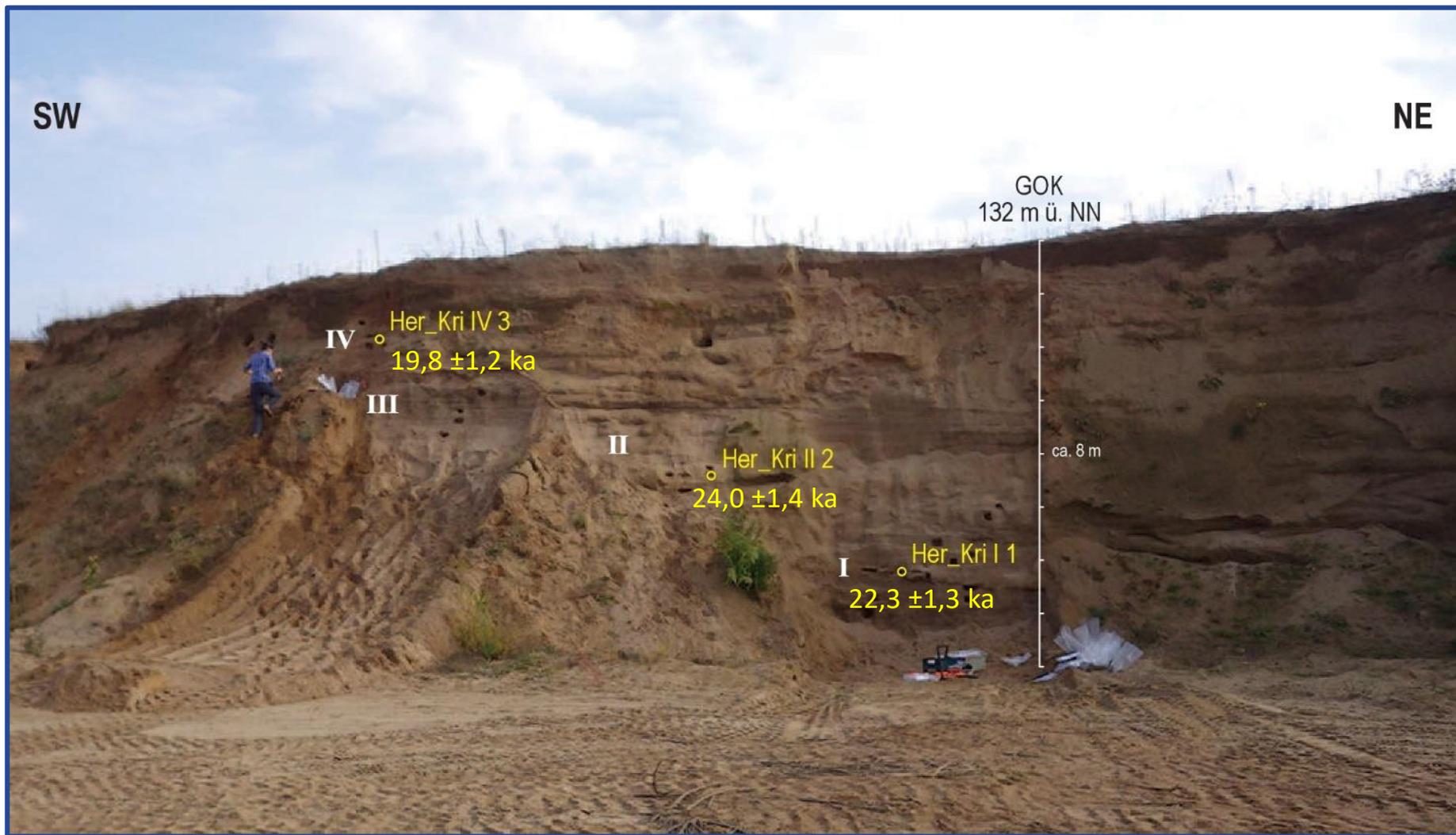
# Kiesgrube Krichbaum südl. von Babenhausen



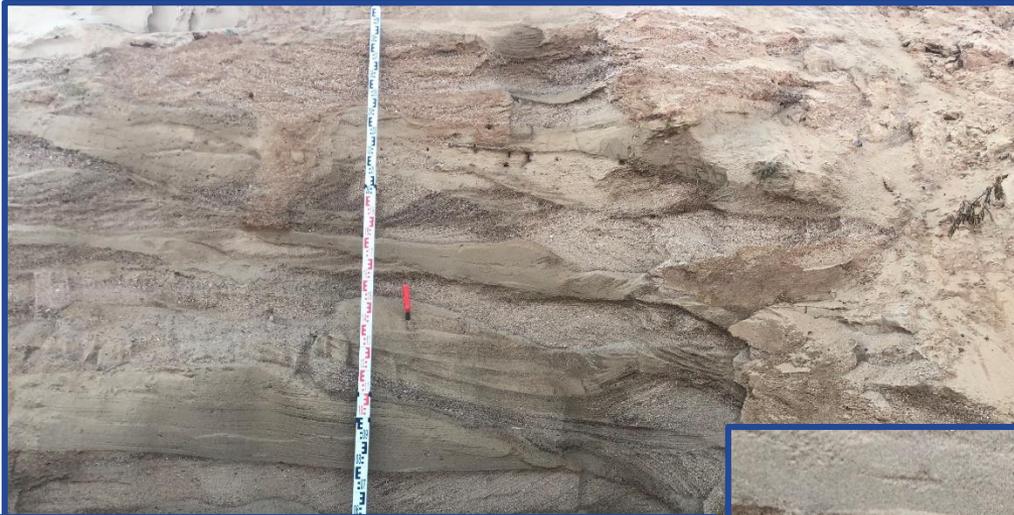
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Kiesgrube Krichbaum südl. von Babenhausen**



# Kiesgrube Krichbaum: OSL- vs. $^{14}\text{C}$ -Datierung



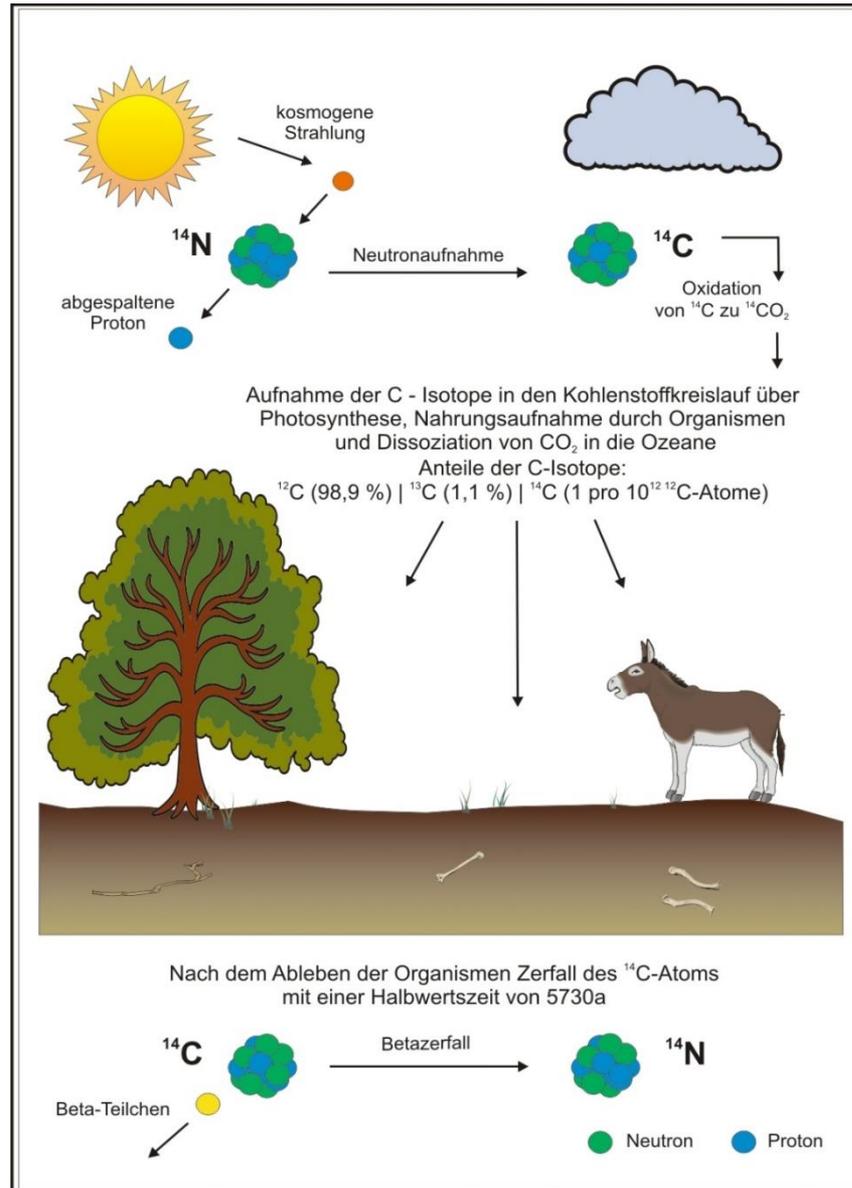
# Kiesgrube Krichbaum: OSL- vs. $^{14}\text{C}$ -Datierung



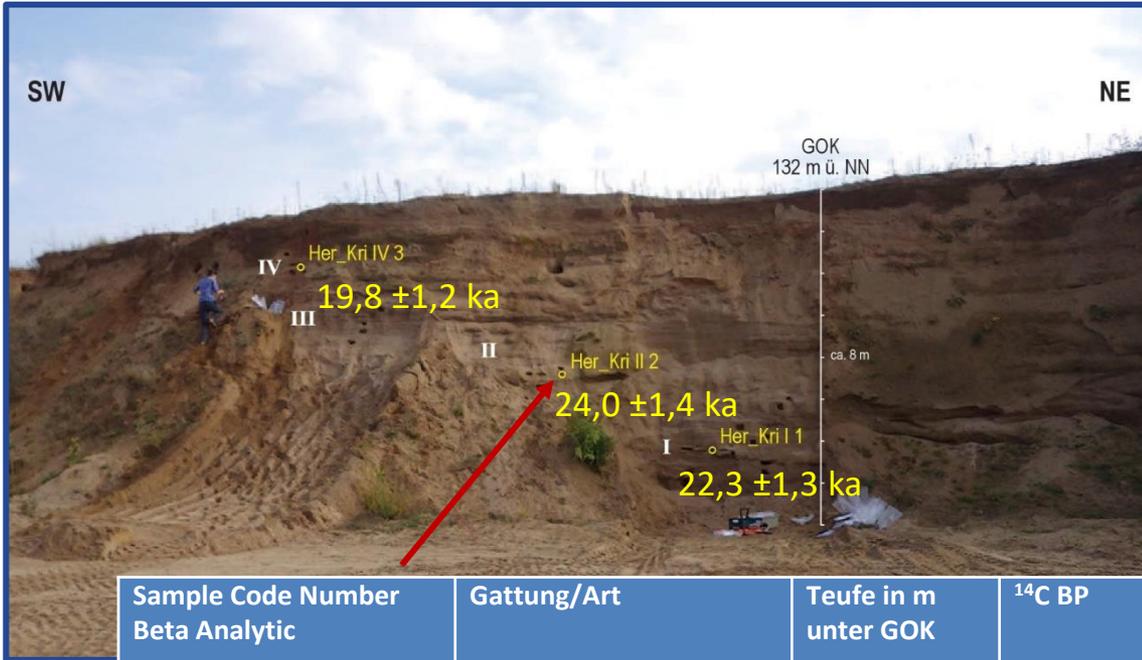
*Trochulus hispidus* (Gemeine Haarschnecke) und  
*Succinella oblonga* (Kleine Bernsteinschnecke)  
Gehäuselänge bis 5 mm

# Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

## Grundlagen – $^{14}\text{C}$ -Datierung



# Kiesgrube Krichbaum: OSL- vs. <sup>14</sup>C-Datierung



*Succinella indet.*  
(Gesamtprobe)



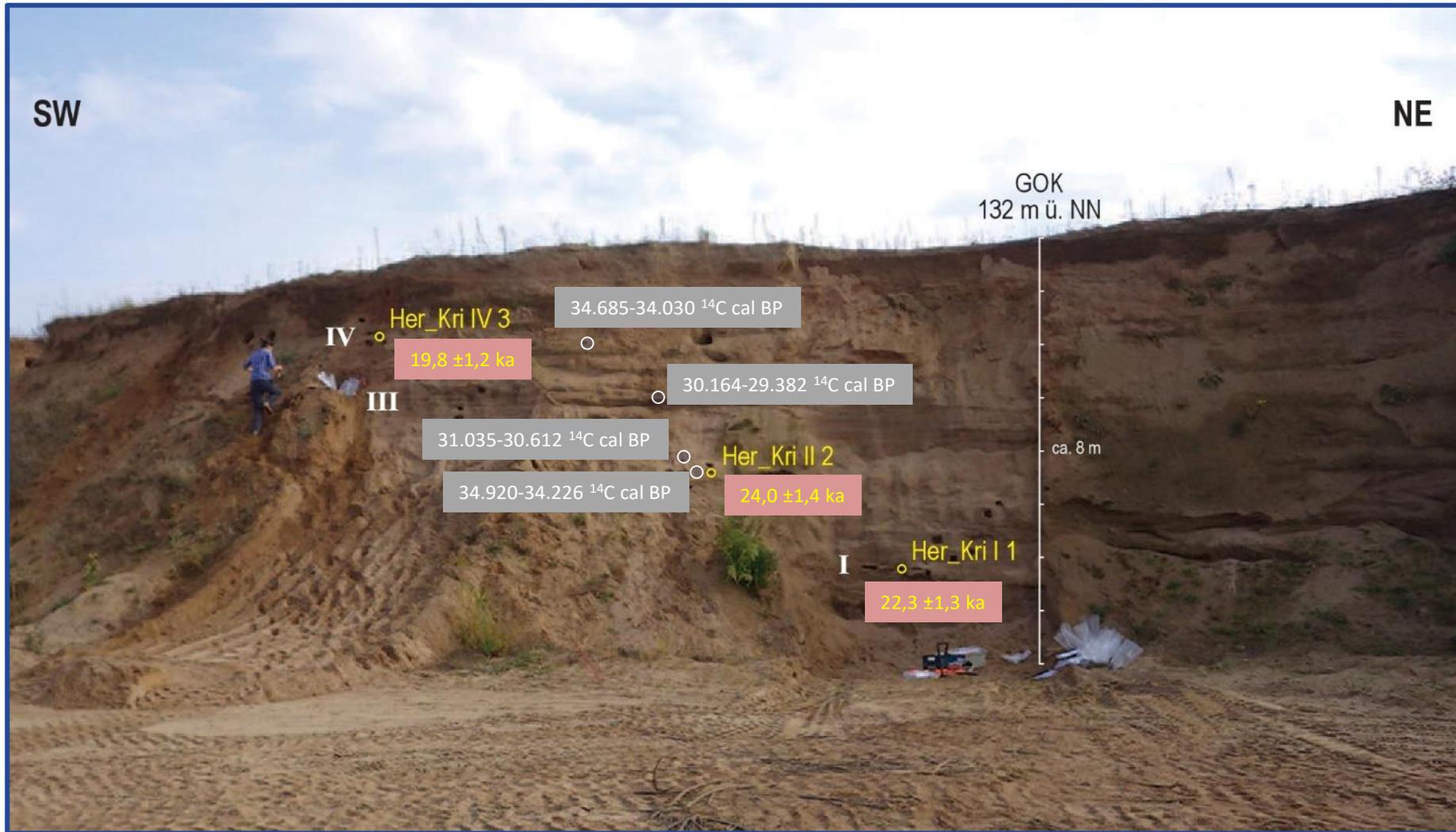
509597  
nach  
Vorbehandlung  
8,6 mg



516799  
nach  
Vorbehandlung  
8,5 mg

Sample Code Number Beta Analytic	Gattung/Art	Teufe in m unter GOK	<sup>14</sup> C BP	Abweichung a	<sup>14</sup> C cal BP (95,4 %)	OSL- Alter (ka)
509597	<i>Succinella indet.</i> (Kleine Bernsteinschnecke)	4,5-4,6	30.650	±160	<b>34.920-34.226</b>	
516799			30.780	±160	<b>35.042-34.345</b>	
509598	<i>Trochulus hispidus</i> (Gemeine Haarschnecke)	4,5-4,6	26.320	±110	<b>30.918-30.354</b>	
509599	Clausiliidae indet. (Schließmundschnecke)	4,5-4,6	30.340	±160	<b>34.683-34.005</b>	
512280	<i>Pupilla muscorum</i> (Moos- Puppenschnecke)	4,5-4,6	32.210	±190	<b>36.511-35.647</b>	
	<b>OSL</b>	4,5				<b>24,0 ±1,4</b>

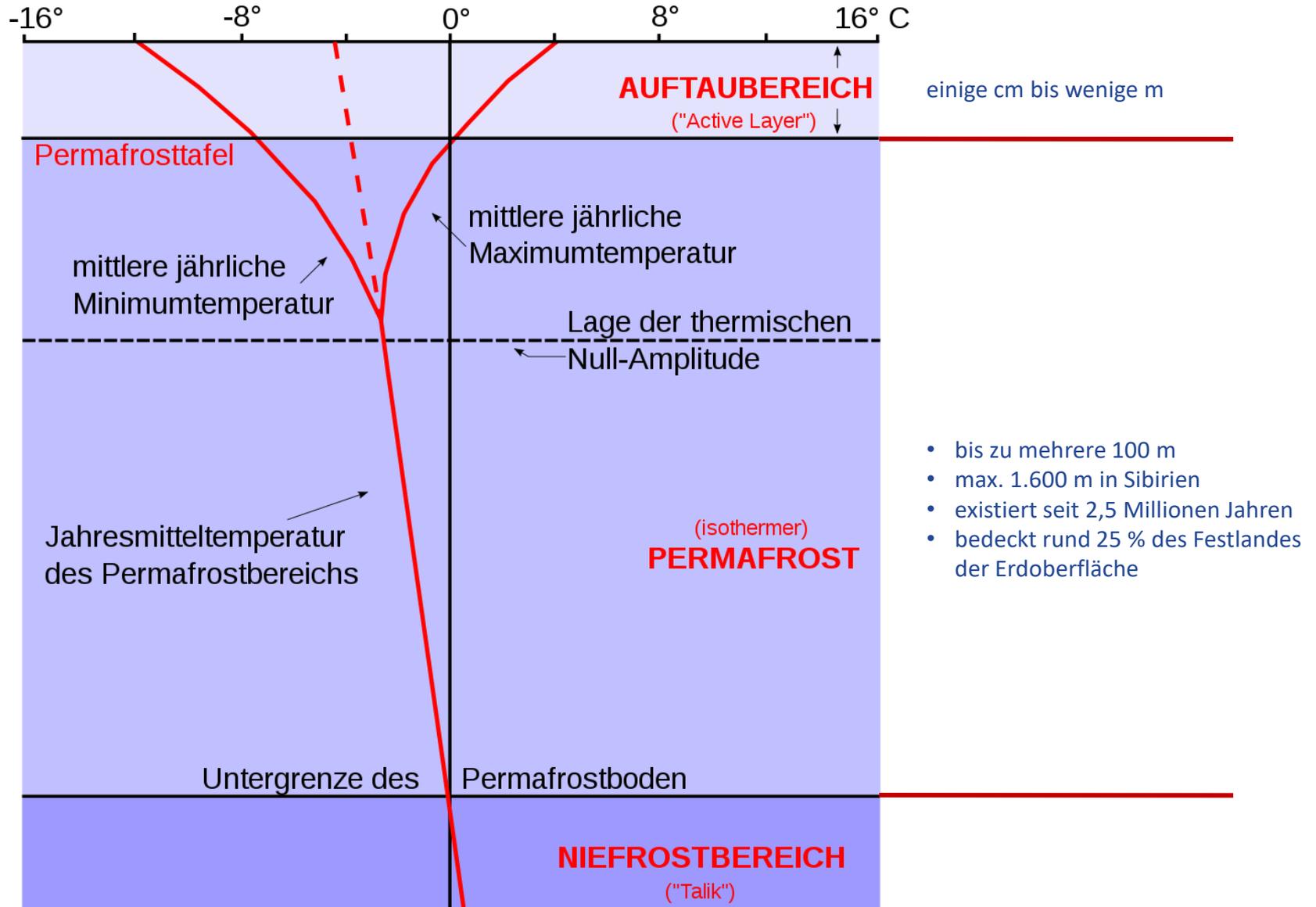
# Kiesgrube Krichbaum: OSL- vs. $^{14}\text{C}$ -Datierung (*Sucinella indet.*)



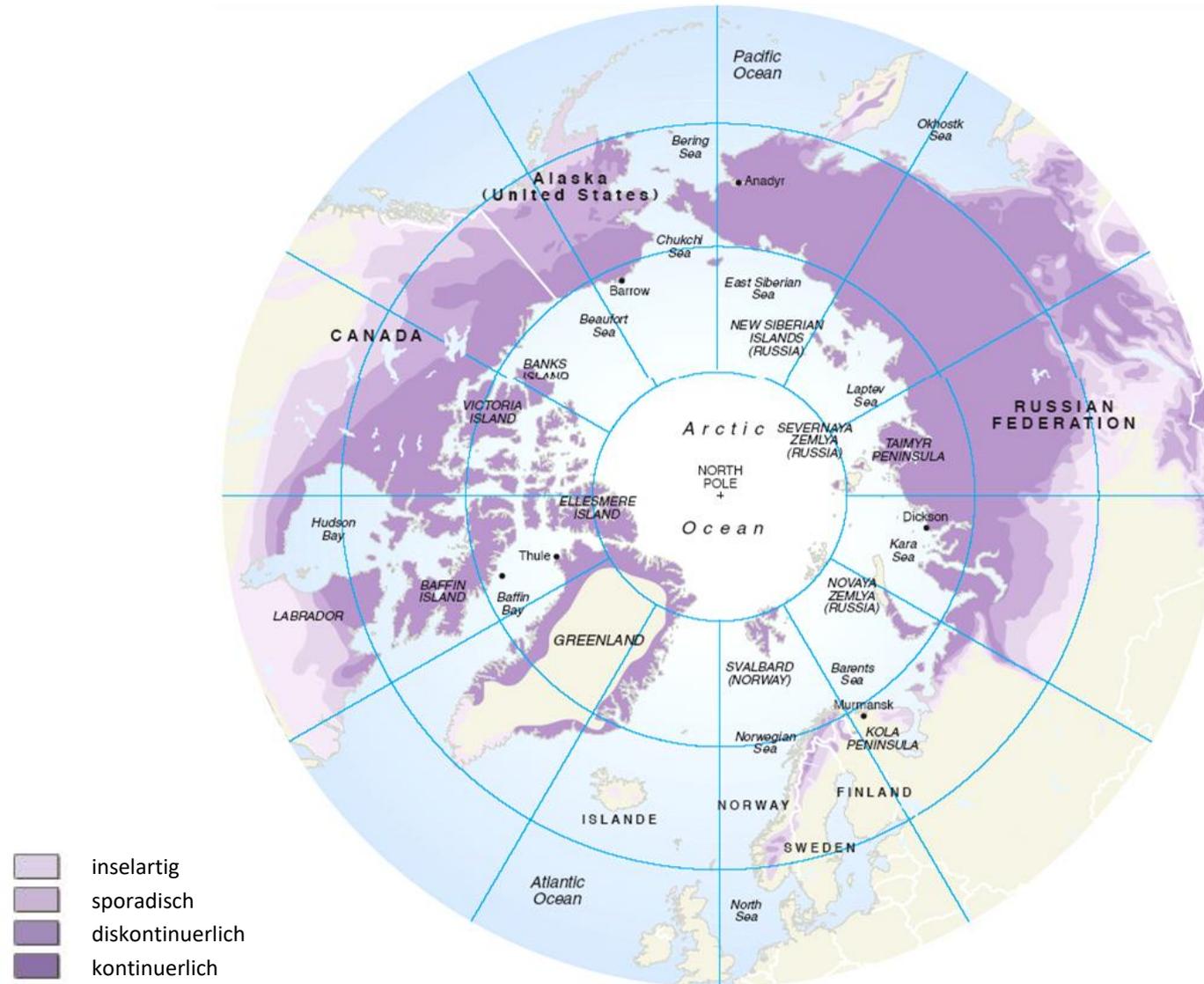
## terrestrische Umlagerung

- *fluviatil*  
durch Flüsse z.B. Rhein, Main, Lahn, Weser, Fulda, Werra und Nebenflüsse
- *äolisch*  
Lösse, Flugsande
- *limnisch*  
im Oberrheingraben, kleinräumige Vorkommen
- *vulkanosedimentär*  
Tephren: z.B. Laacher See-Tephra, Eltville-Tephra
- *glazigen*  
selten Taunus, Rhön
- *sedentär*  
Niedermoortorf, Hochmoortorf
- **terrestrisch umgelagert**  
z.B. kryoturbate, solimixtive, solifluktive, gravitative Prozesse – sehr weit verbreitet
- *pedogen*  
für die Geologie/Bodenkunde wichtig sind: Paläoböden
- *anthropogen*  
oberflächennah sehr weit verbreitet

# Permafrost (Dauerfrostboden)



# Permafrostverbreitung auf der Nordhalbkugel



# Periglazialraum – rezente Eiskeile und Eiskeilpseudomorphosen

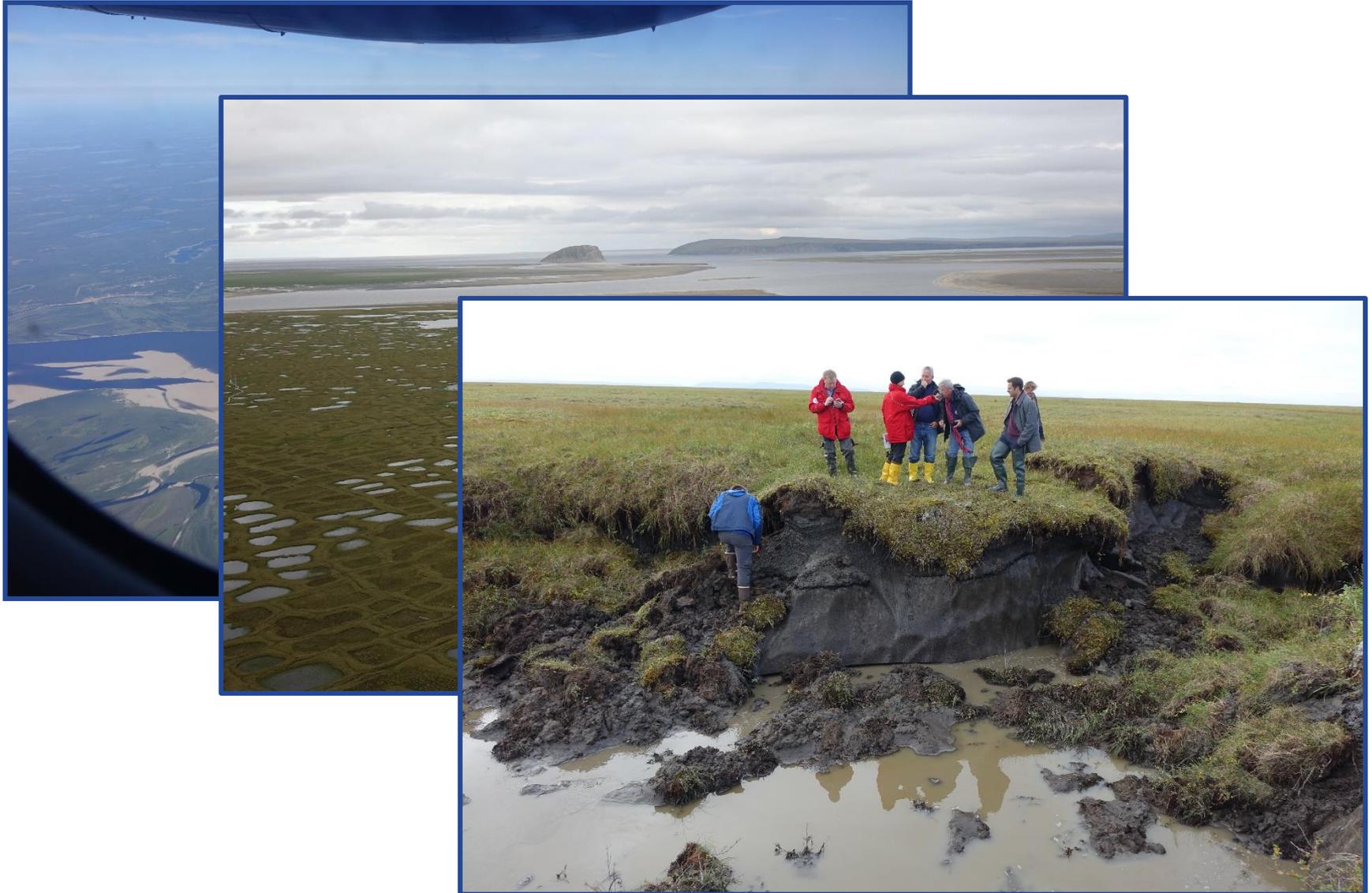
50 m



Kiessandgr. Wallendorf bei Merseburg



# rezenter Periglazialraum in Nordsibirien/Lenadelta



# rezenter Periglazialraum in Nordsibirien - Thermokarst



El'gene-Kjuell-See ca. 100 km westlich Tiksi

# periglaziale Lagen

Benennung	Stratigraphie	Lössanteil
Oberlage(n)	meist Holozän	kann vorhanden sein
Hauptlage(n)	jüngere Dryas (Tundrenzeit)	immer vorhanden
Mittellage(n)	Präallerød	immer deutlich vorhanden
Basislage(n)	Präallerød	nicht oder in geringen Mengen vorhanden

Serie	Klimastufe	Dauer cal. BP
<b>HOLOZÄN</b>	Subatlantikum	2.800 bis heute
	Subboreal	6.200-2.800
	Atlantikum	8.550-6.200
	Boreal	10.800-8.550
	Präboreal	11.590-10.800
<b>SPÄT-WEICHSEL</b>	jüngere Dryas	12.680-11.590
	Allerød	13.350-12.680
	ältere Dryas	13.540-13.350

erodierte  
Hauptlage

Mittellage

Basislage – Quarzit-  
und Glimmerschieferschutt



Kahlgrund/Giftiger Berg (Spessart)

Oberlage

Hauptlage  
mit Laacher See-Tephra und Lösslehm

Liegendes - schluffiger Ton - Buntsandstein

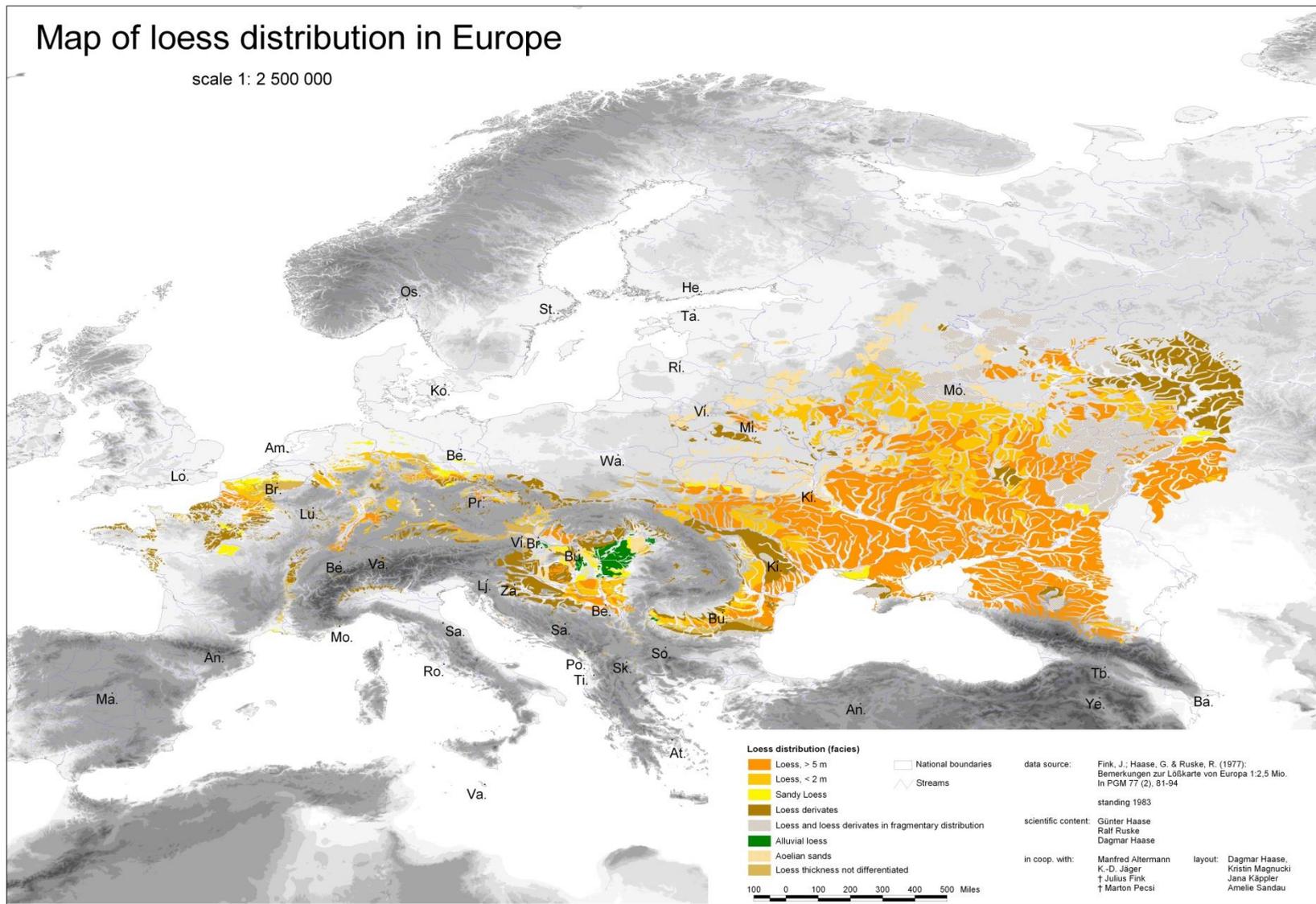


Breitsol (Spessart)

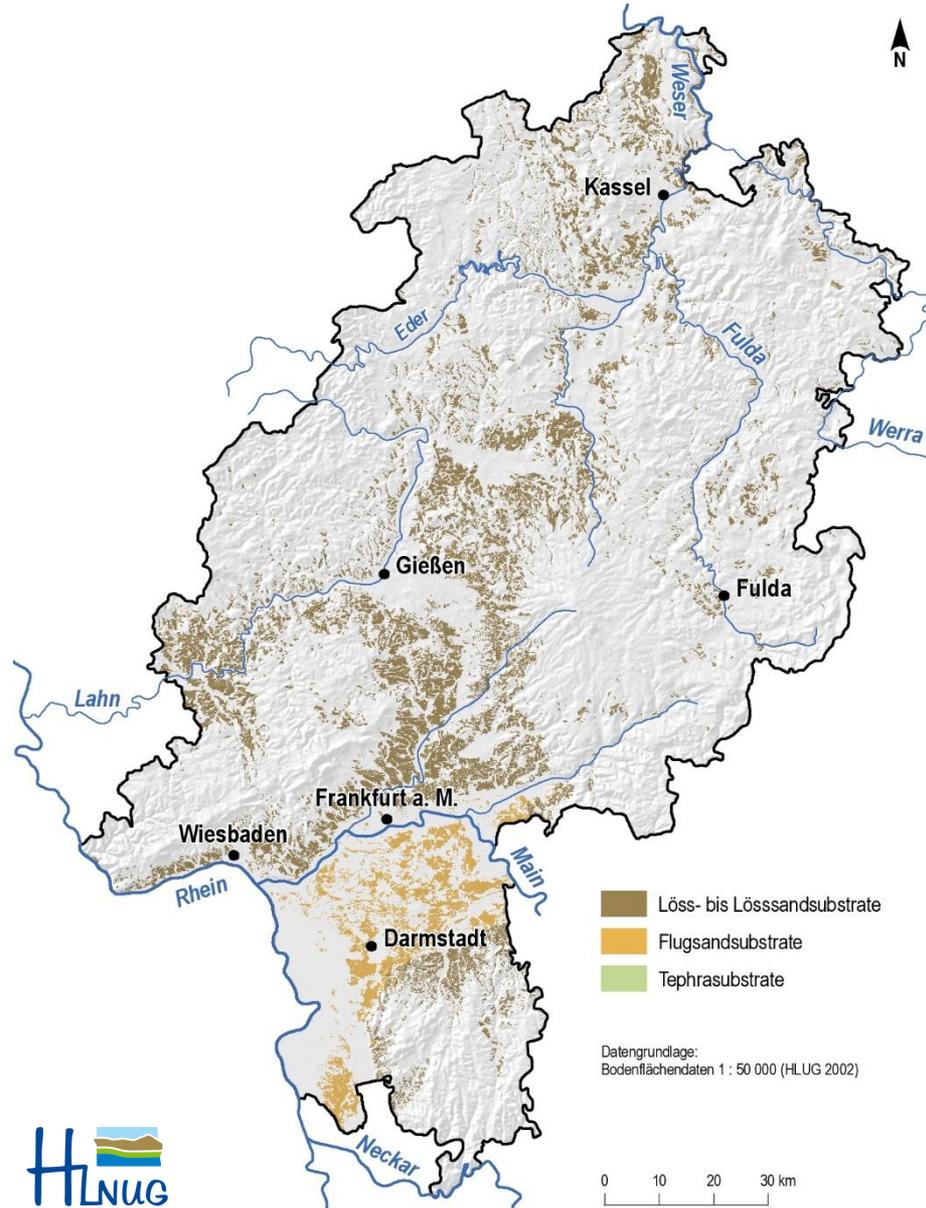
## äolische Sedimentation und Paläoböden

- *fluviatil*  
durch Flüsse z.B. Rhein, Main, Lahn, Weser, Fulda, Werra und Nebenflüsse
- *äolisch*  
Lösse, Flugsande
- *limnisch*  
im Oberrheingraben, kleinräumige Vorkommen
- *vulkanosedimentär*  
Tephren: z.B. Laacher See-Tephra, Eltville-Tephra
- *glazigen*  
selten Taunus, Rhön
- *sedentär*  
Niedermoortorf, Hochmoortorf
- *terrestrisch umgelagert*  
z.B. kryptoturbate, solimixtive, solifluktive, gravitative Prozesse – sehr weit verbreitet
- *pedogen*  
für die Geologie/Bodenkunde wichtig sind: Paläoböden
- *anthropogen*  
oberflächennah sehr weit verbreitet

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie  
**Verbreitung Löss in Europa**



# Verbreitung Löss in Hessen



## Löss östlich von Bensheim-Auerbach/Odenwald



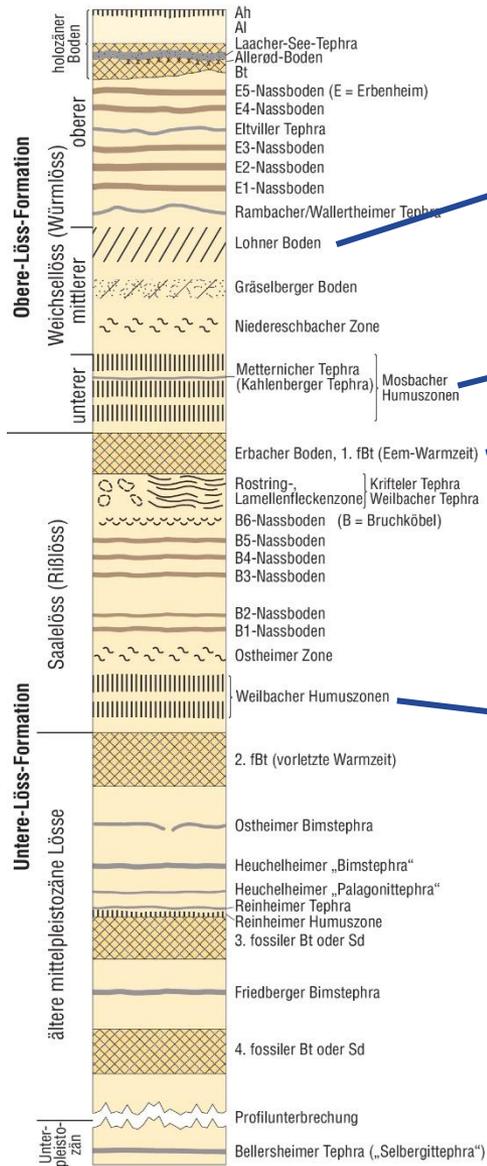
Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

## Lössgrube bei Reinheim (Reinheimer Hügelland)



# Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

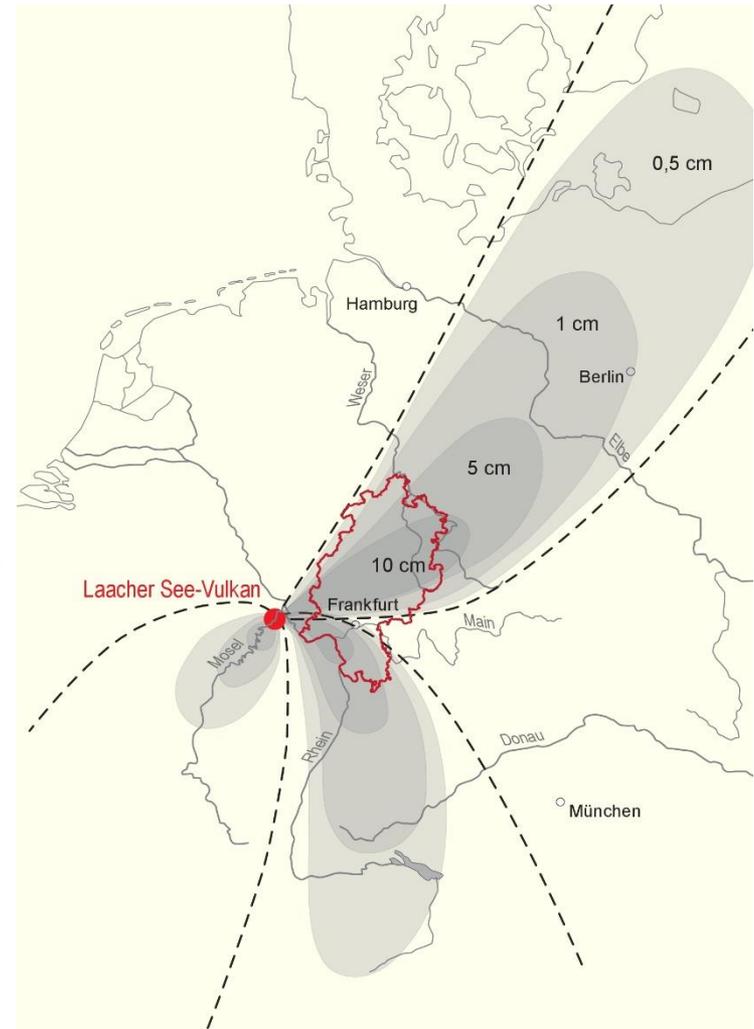
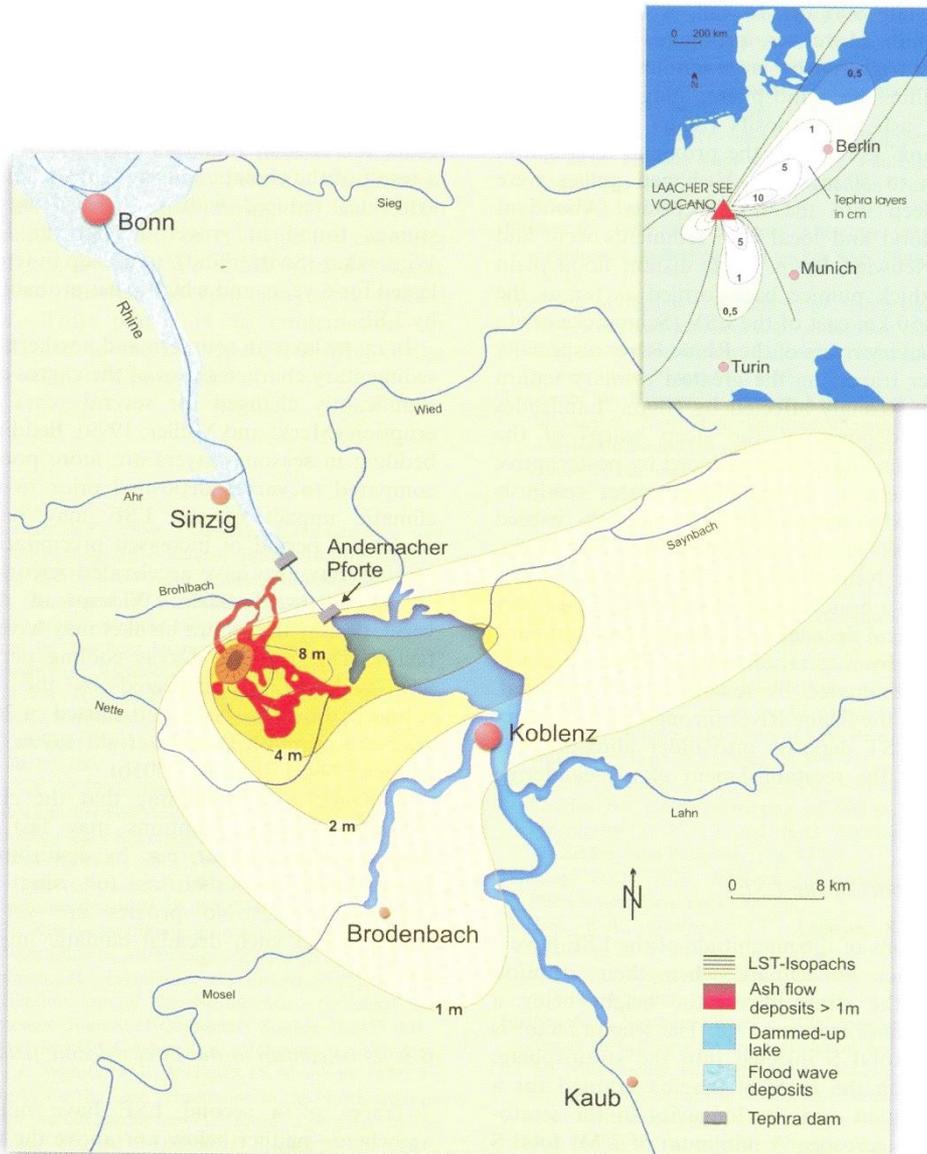
## Löss- und Paläobodenstratigraphie



# äolische Sedimentation und Paläoböden

- *fluviatil*  
durch Flüsse z.B. Rhein, Main, Lahn, Weser, Fulda, Werra und Nebenflüsse
- *äolisch*  
Lösse, Flugsande
- *limnisch*  
im Oberrheingraben, kleinräumige Vorkommen
- **vulkanosedimentär**  
Tephren: z.B. Laacher See-Tephra, Eltville-Tephra
- *glazigen*  
selten Taunus, Rhön
- *sedentär*  
Niedermoortorf, Hochmoortorf
- *terrestrisch umgelagert*  
kryogen, kryoturbate, solimixtive, solifluktive, gelifluktive, gravitative Prozesse – sehr weit verbreitet
- *pedogen*  
für die Geologie/Bodenkunde wichtig sind: Paläoböden
- *anthropogen*  
oberflächennah sehr weit verbreitet

12.880 cal BP



# Laacher See-Tephra



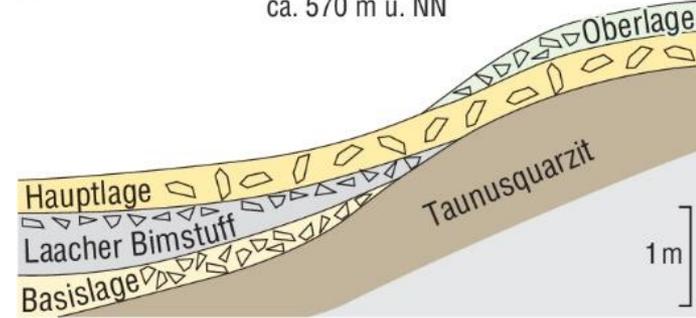
Wingertsberg, Osteifel

## Hohe Wurzel

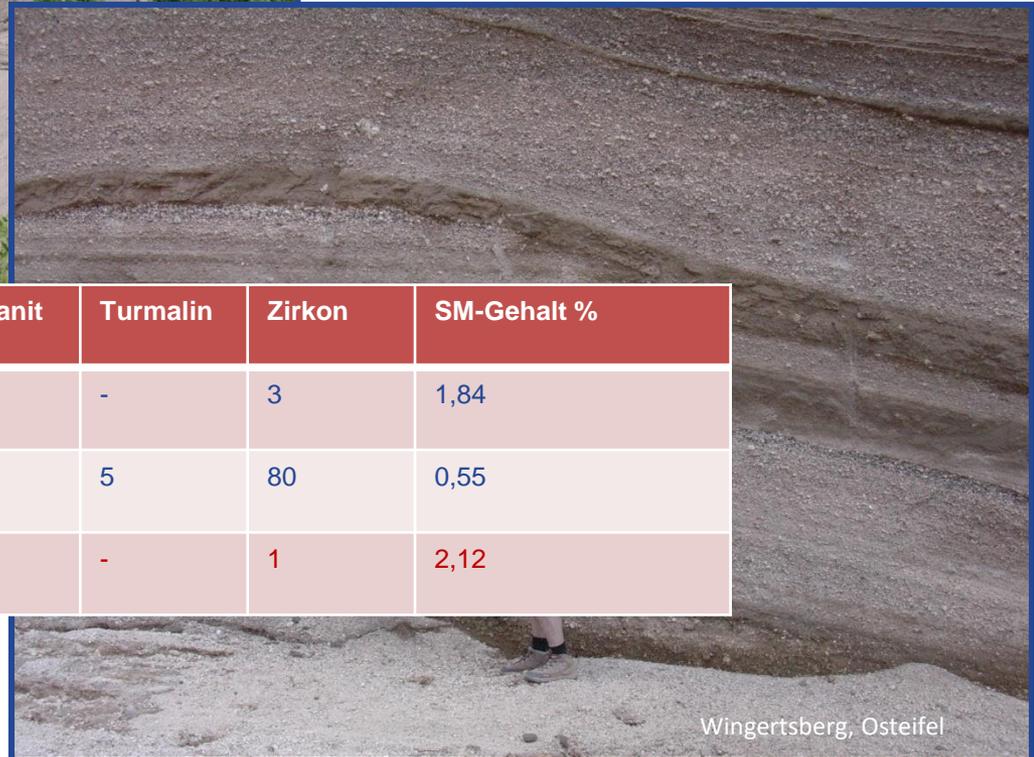
E

ca. 570 m ü. NN

W



nach SEMMEL, 2003

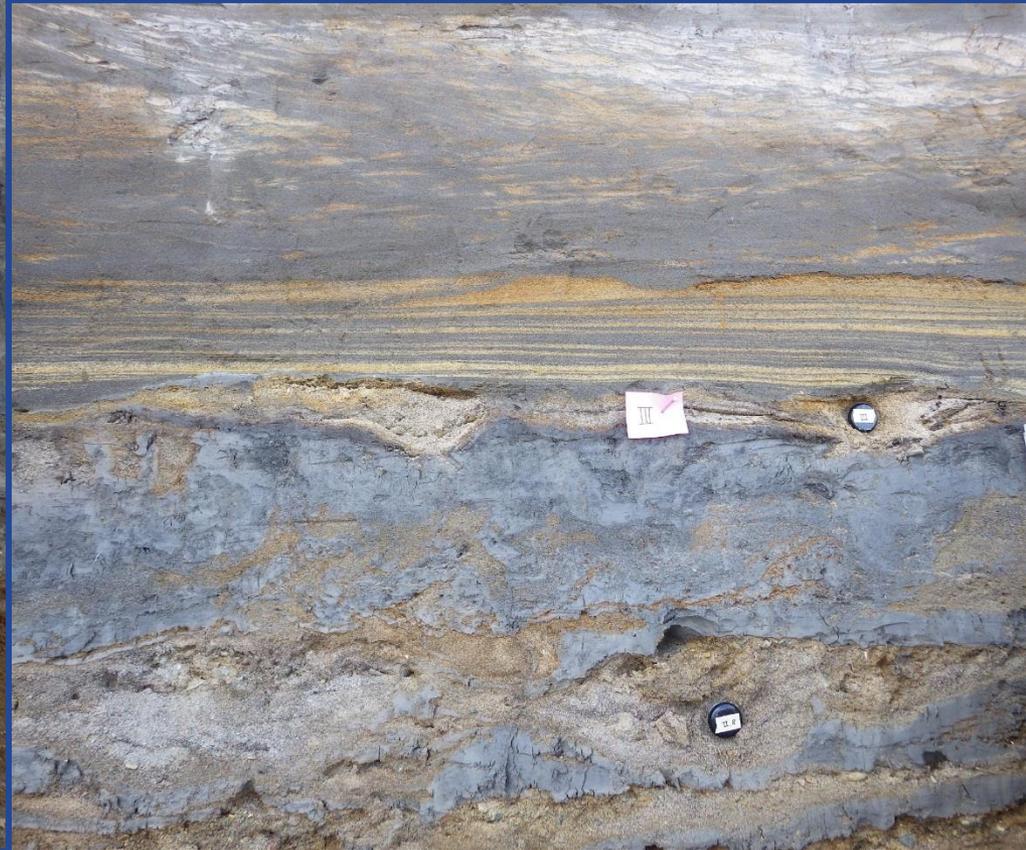


Wingertsberg, Osteifel

Analysen: M. GUDDAT-SEIPEL in SEMMEL, 2003

Lokalität	Augit	br. Hornblende	Titanit	Turmalin	Zirkon	SM-Gehalt %
<b>Laacher Bimstuff</b> Hohe Wurzel	38	51	8	-	3	1,84
<b>Basislage</b> Hohe Wurzel	5	8	2	5	80	0,55
<b>Laacher Bimstuff</b> Laacher See	41	48	10	-	1	2,12

# Laacher See-Tephra in Niederweimar bei Marburg



# Eltville-Tephra



\*ZENS et al. 2017

## Schlussfolgerungen

- in Hessen gab es keine Eiszeiten
- die Geländeoberfläche ist aber stark von periglazialen Prozessen geprägt
- der nördliche Oberrheingraben bietet hoch aufgelöste Sediment- und Klimaarchive
- vernetztes Arbeiten: Geologische Landesdienste – Universitäten – Forschungseinrichtungen bringen Fortschritte
- Kenntnisse über die Klimaentwicklung in der Vergangenheit helfen beim Verständnis der aktuellen Klimaprozesse

# Schluss



Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!

DEUQUA EXCURSIONS

issn 2625-8129  
An open-access journal by  
the German Quaternary Association  
Editor-in-chief: Christopher Lüthgens

DEUQUA  
GERMAN QUATERNARY ASSOCIATION

DEUQUA Special Publications

QUATERNARY AND TERTIARY LANDSCAPES AND THEIR SEDIMENTS IN HESSE, GERMANY  
A guidebook to selected fieldtrips on geology, geomorphology and geoarchaeology

Guest editor: Markus Fuchs

CENTRAL EUROPEAN  
CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY  
AND QUATERNARY SCIENCES  
GIESSEN SEPTEMBER 2018

Deutscher Arbeitskreis für  
Geomorphologie

Copernicus Publications  
The Innovative Open Access Publisher