



Toyota Club Bern

12. März 2016

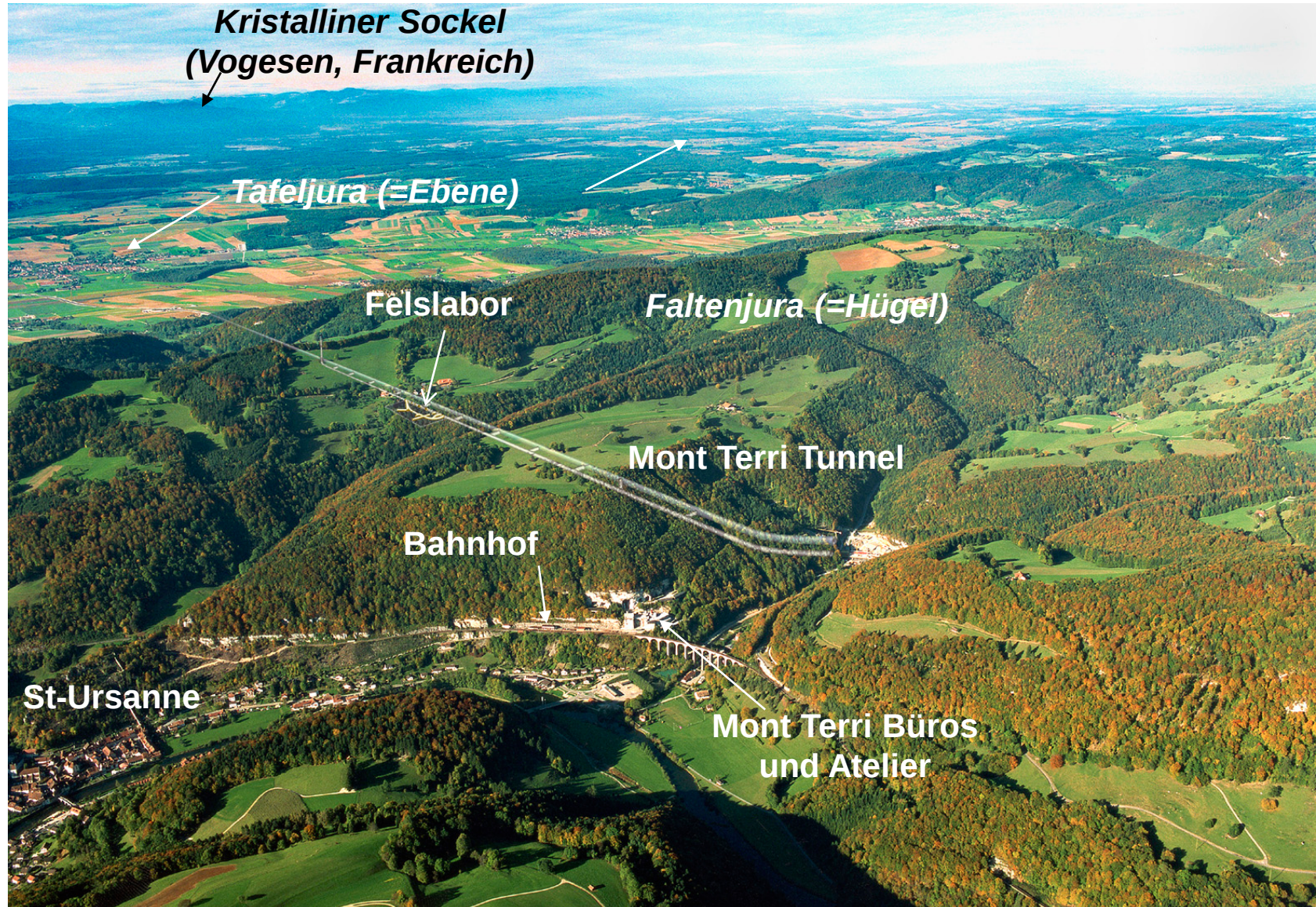


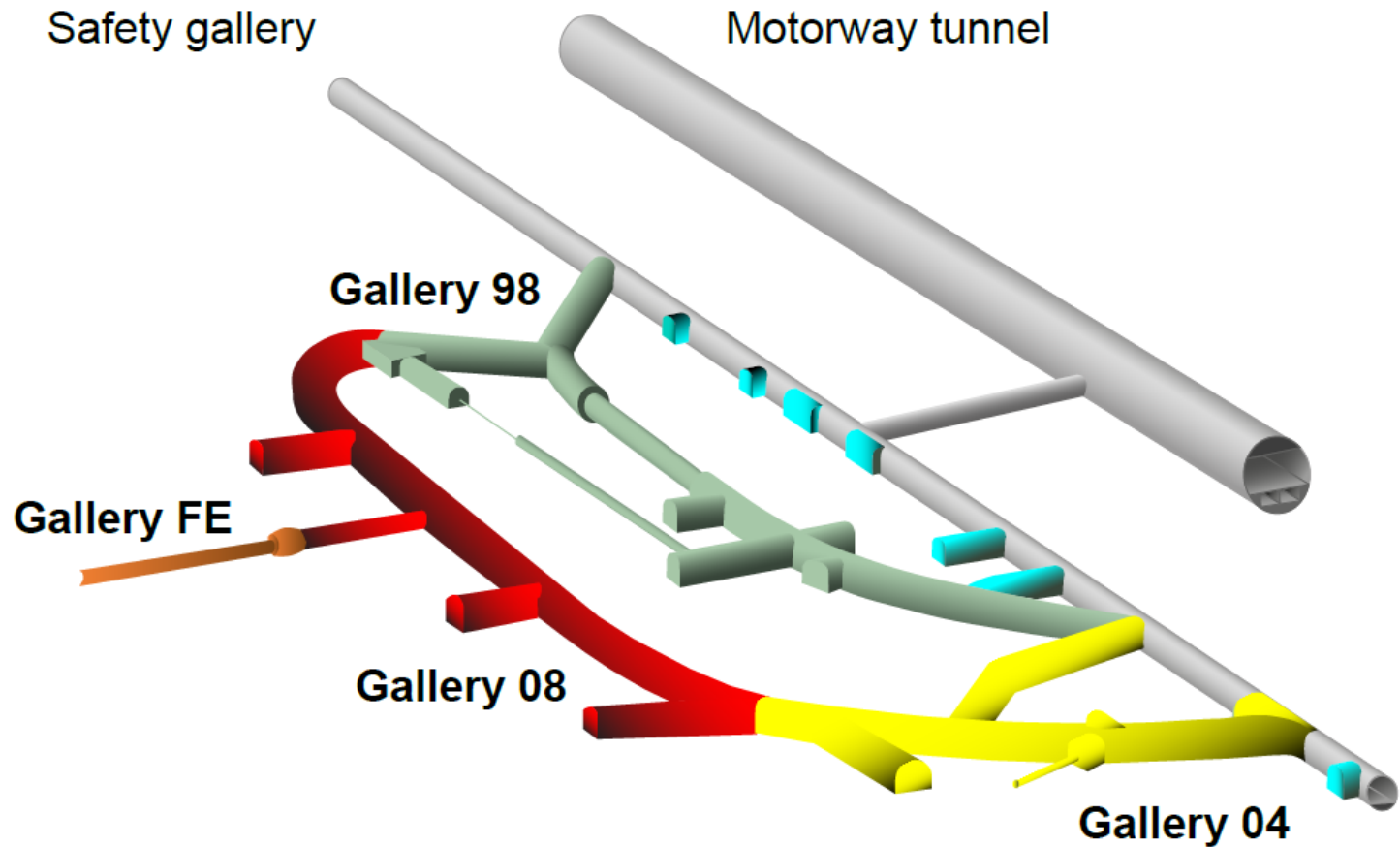
www.mont-terri.ch

Heinz Hauser (swisstopo)



Wo ist das Felslabor ?







Die Partner



Bundesamt für Landestopografie
Nationale Genossenschaft für die Lagerung von radioaktivem Abfall
Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat



Agence Nationale pour la Gestion des Déchets Radioactifs
Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire



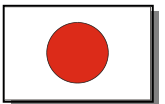
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbh



Empresa Nacional de Residuos Radiactivos, S.A.



Studiecentrum voor Kernenergie, Mol
federaal agentschap voor nucleaire controle



Japan Atomic Energy Agency
Obayashi Corporation
Central Research Institute of Electric Power Industry



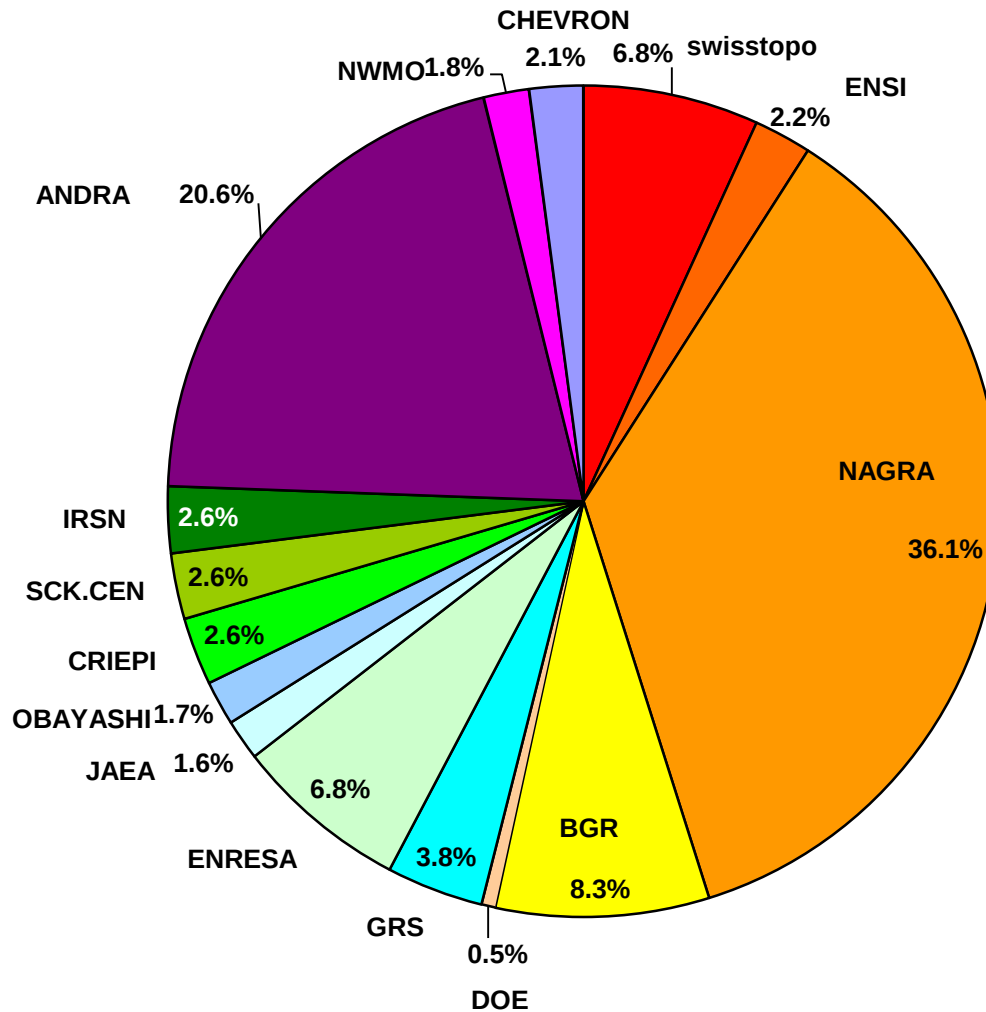
Nuclear Waste Management Organisation, Toronto



Department of Energy, Washington DC
Chevron Energy Technology Company, Houston



Investitionen



1.1.1996 – 30.6.2014

74 Mio CHF



Organisation



Convention 2009

Agreement 2001

Überwachung

RCJU

Commission de suivi

Leitung

swisstopo

Bundesamt für
Landestopographie

Partner

ANDRA BGR CHEVRON CRIEPI
DOE ENRESA ENSI FANC GRS
IRSN JAEA NAGRA NWMO
OBYASHI SCK • CEN
SWISSTOPO



CCV

Consortium Centre Visiteurs
Nagra, ENSI, swisstopo

Direktor
Projektleiter
Ingenieur (extern: GGT)
Örtlicher Leiter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Buchhalterin, Webmasterin
Besucherkoordinator
Sicherheitsperson
Besucherbetreuerin

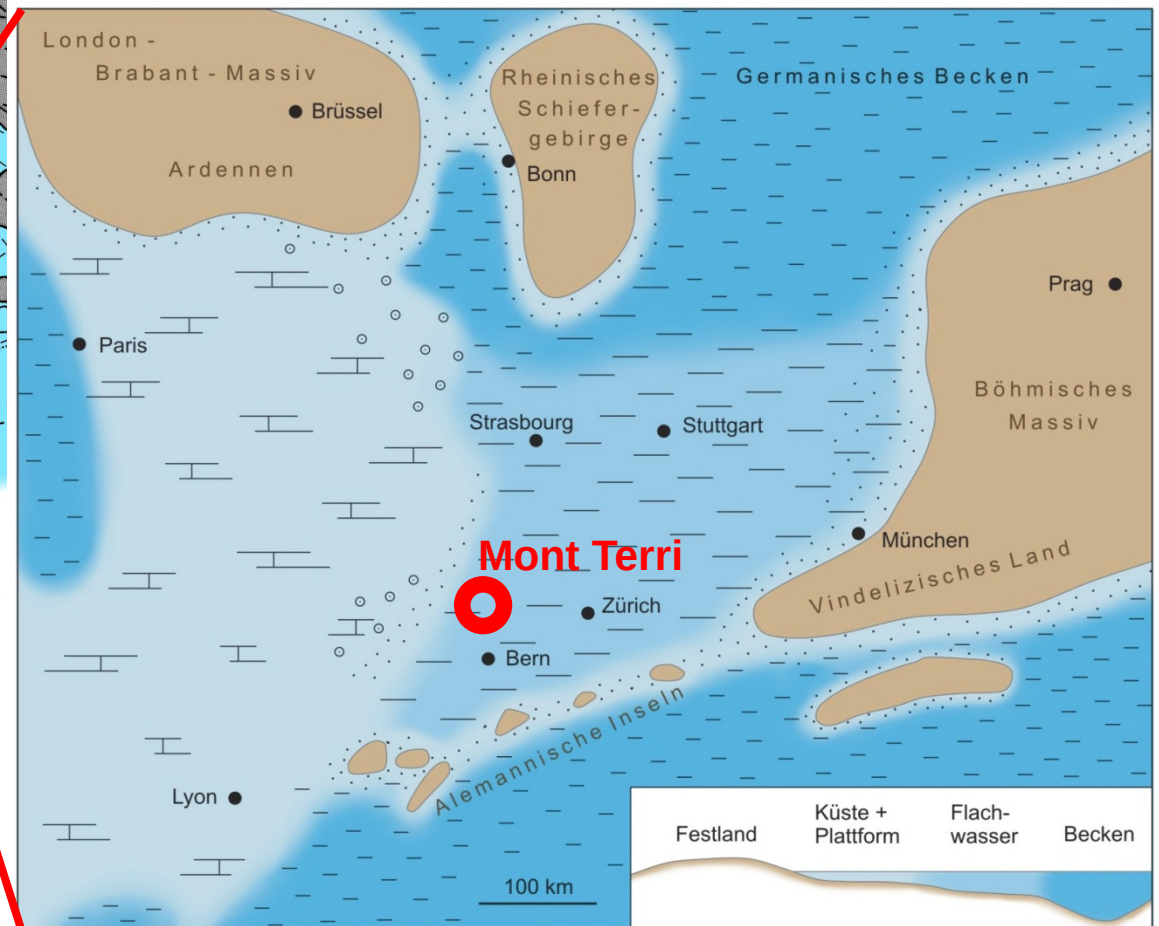
Steering Committee

(1 Delegierter pro Partner)
Experimentprogramm

Principal Investigator
(Jedes Experiment hat einen Leiter)



Das Jurameer vor 175 Mio Jahren



Plattformkarbonate
(Kalke)



Eisenoide



Sande



Tone/Opalinuston



Geologie

Entstehung des Opalinustons



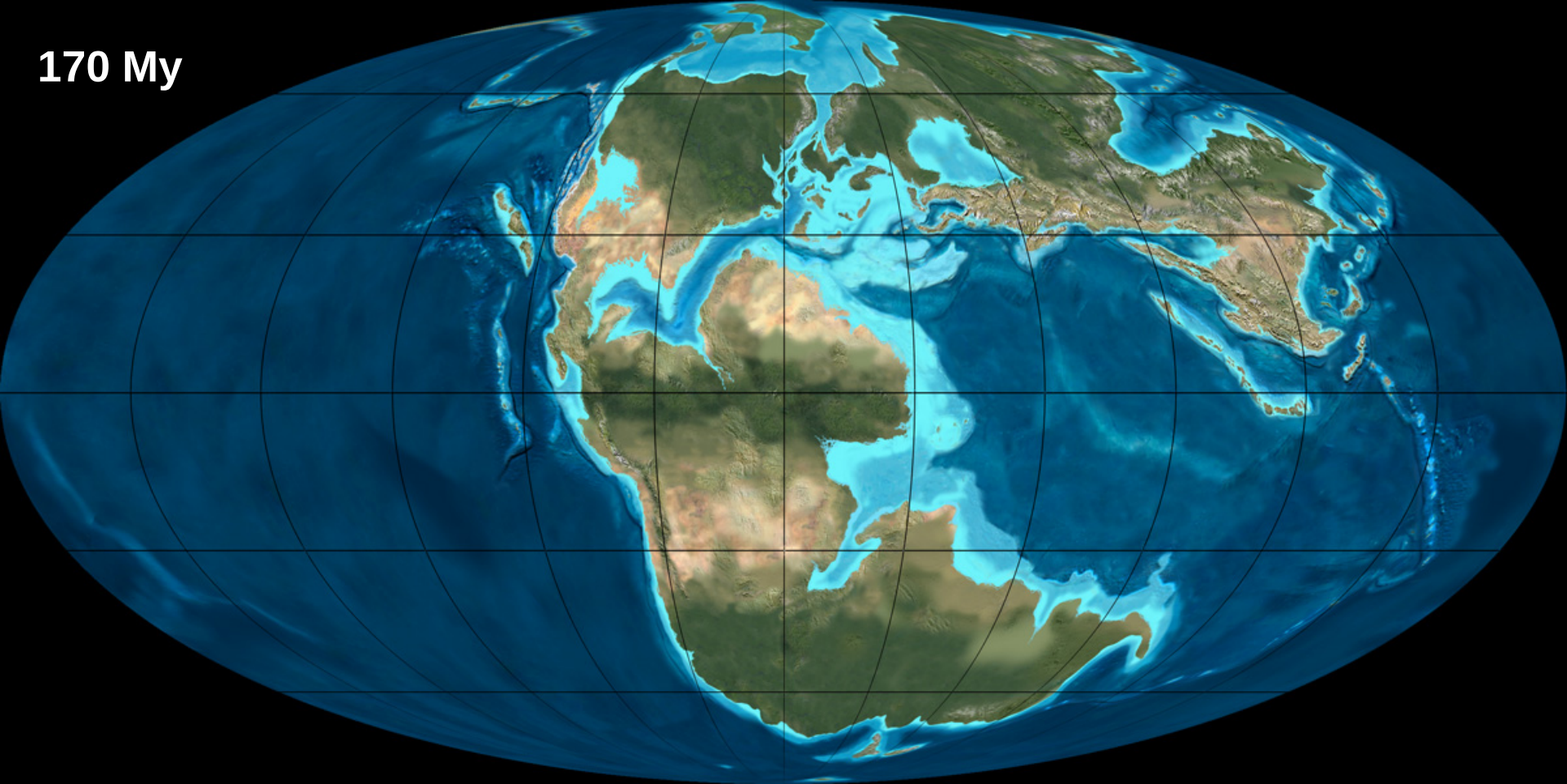
**400 000 Jahre
Sedimentation**

**Schichtdicke
100 bis 150 m**



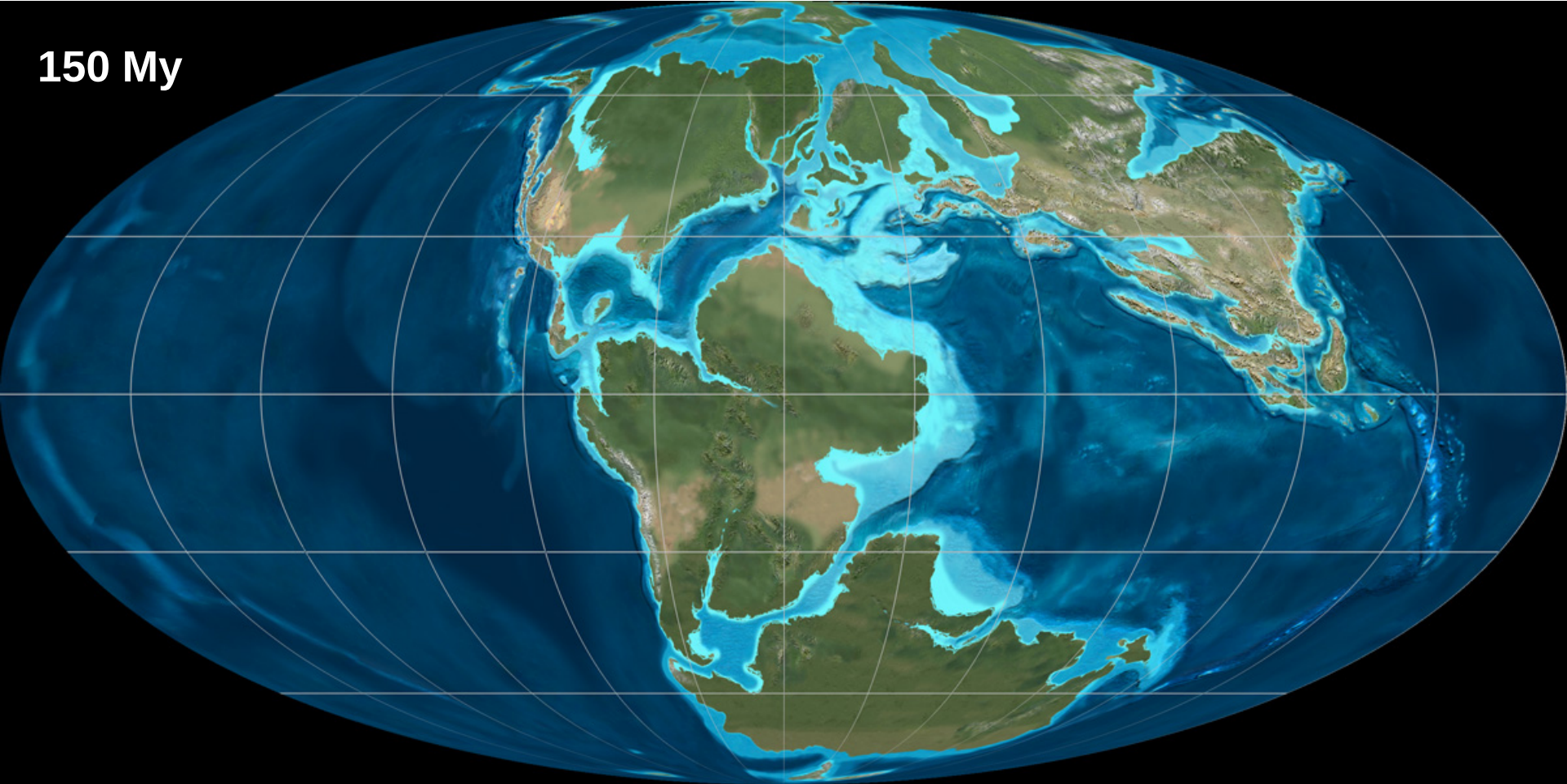


170 My



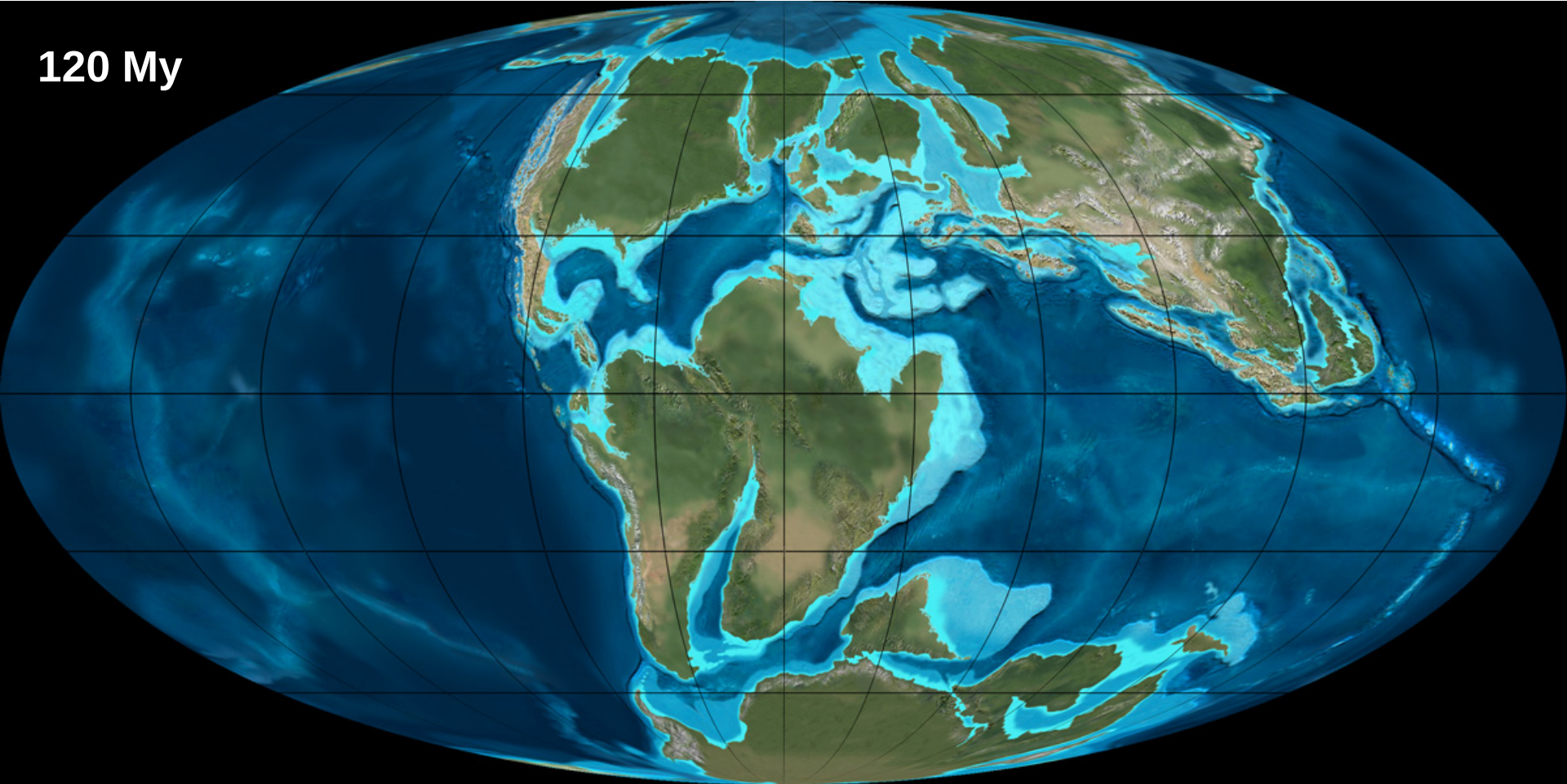


150 My





120 My

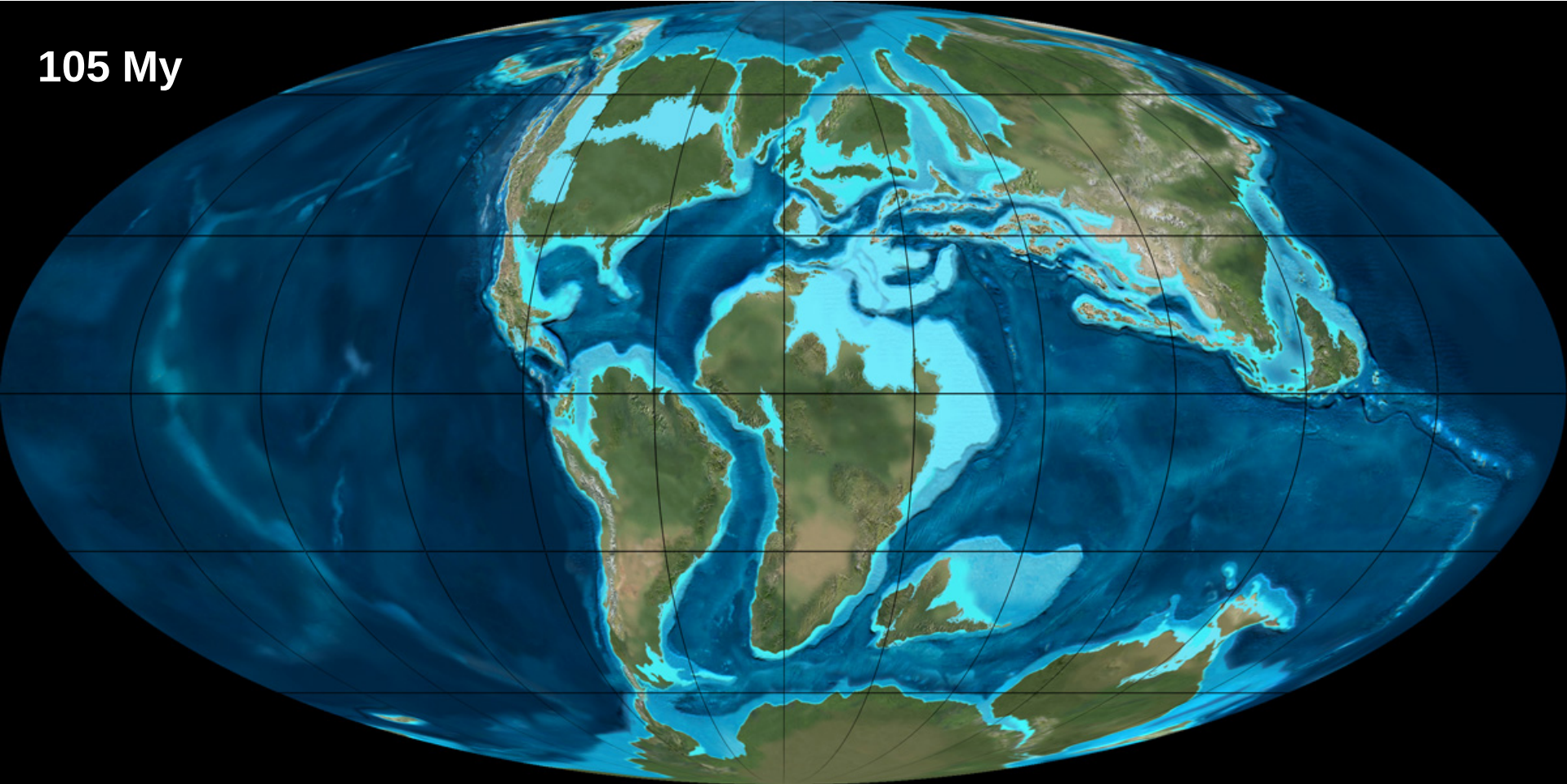


<http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

25 April 2014



105 My

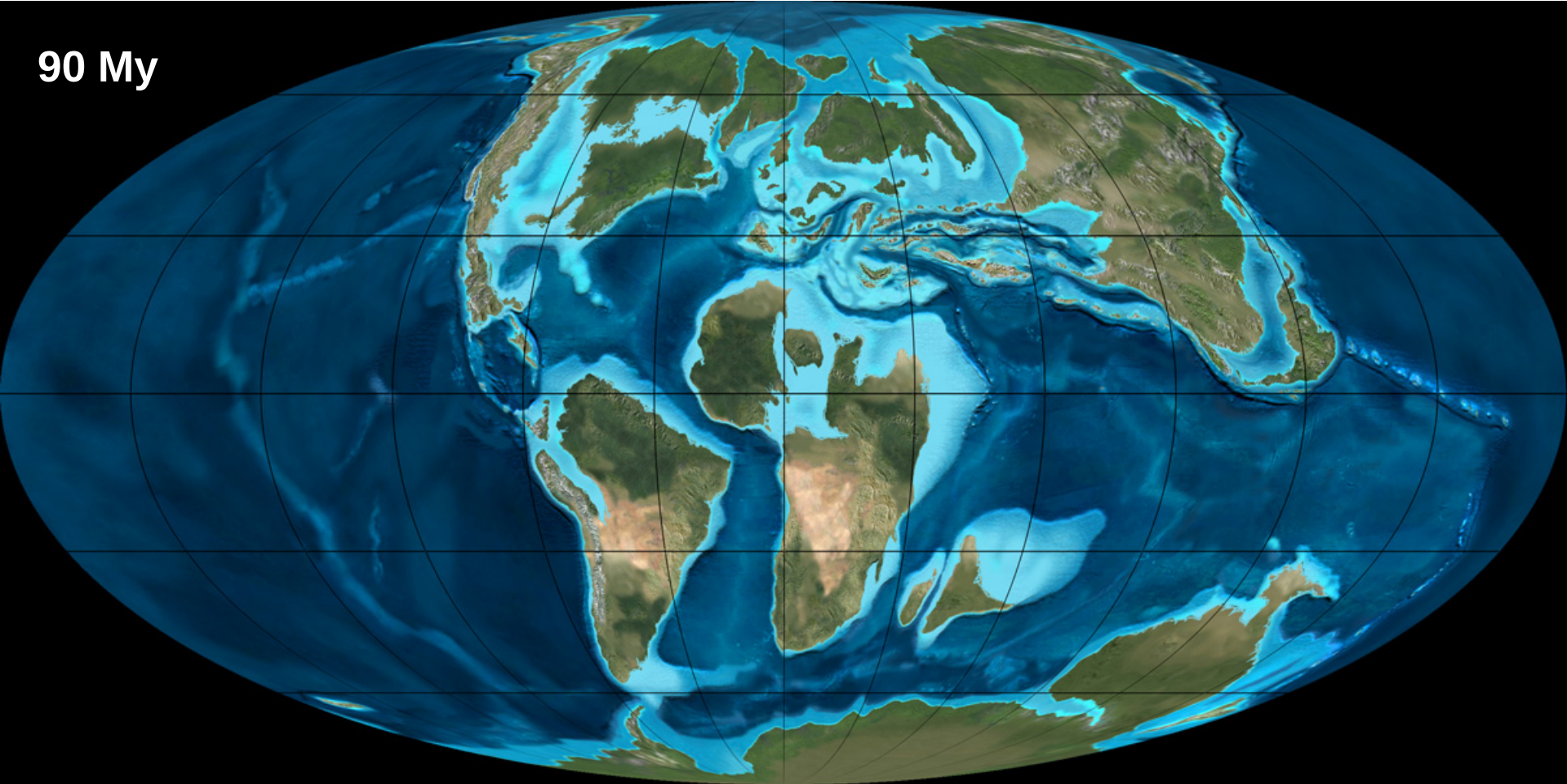


<http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

25 April 2014



90 My

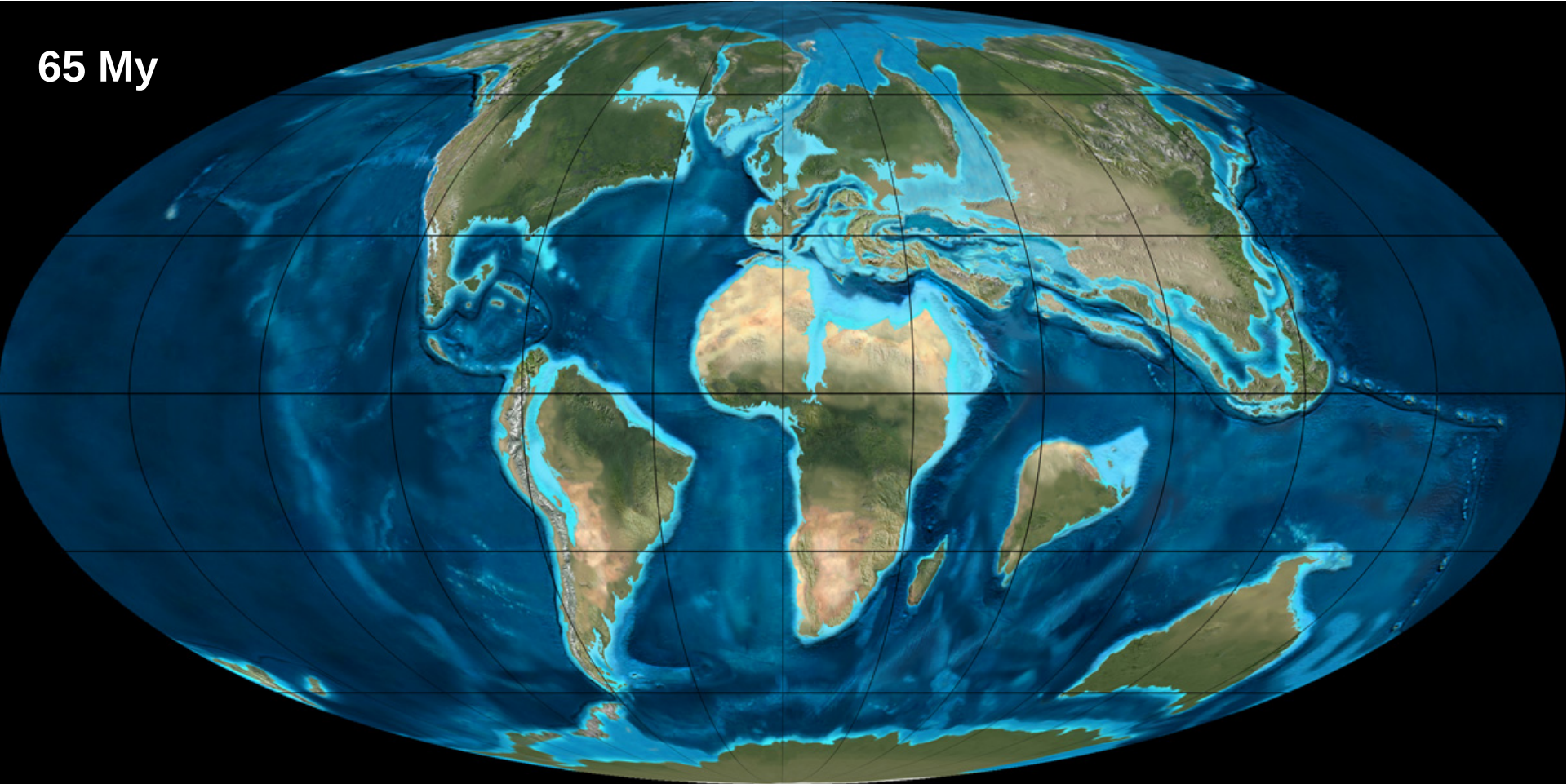


<http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

25 April 2014

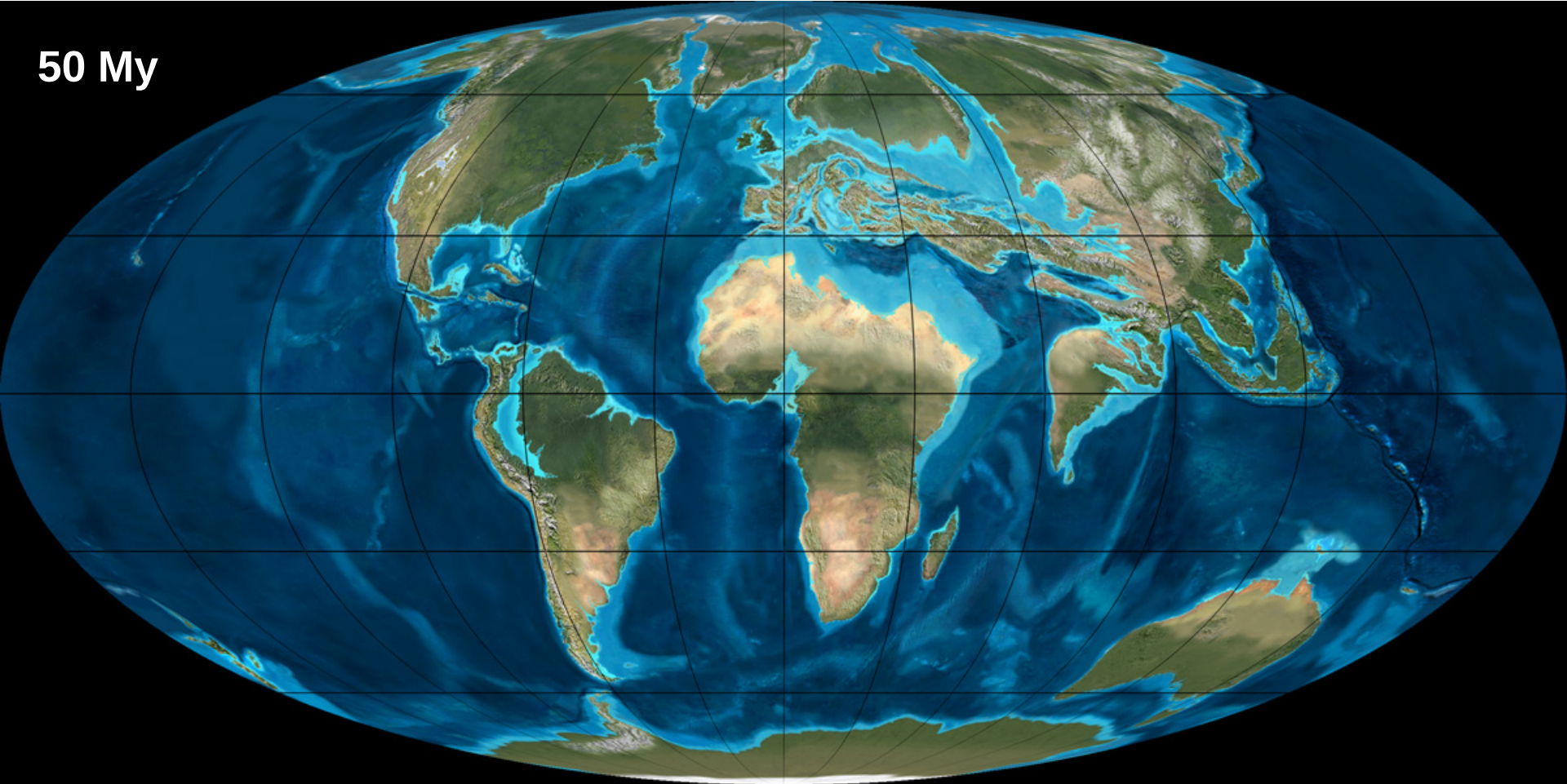


65 My



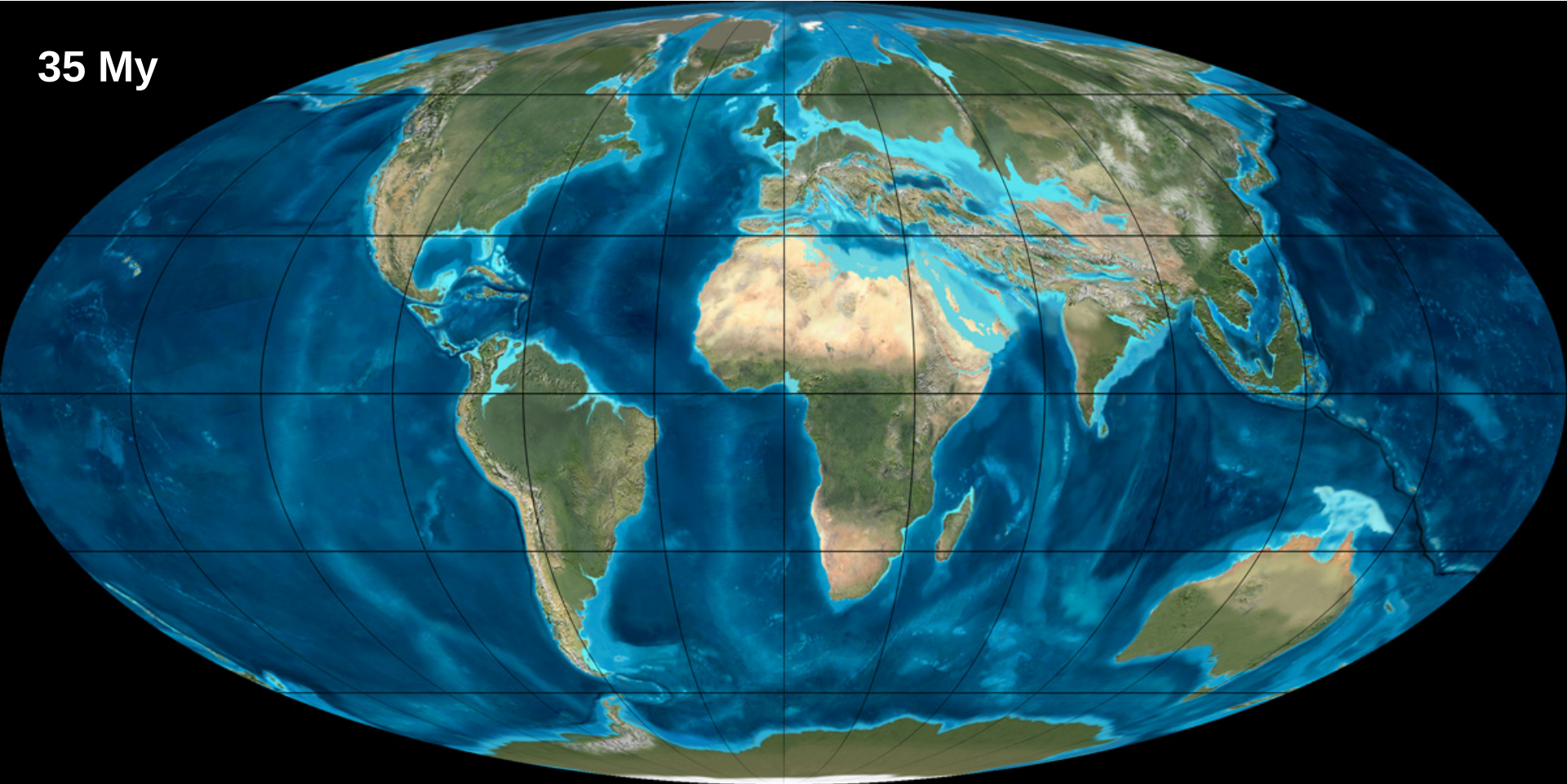


50 My





35 My

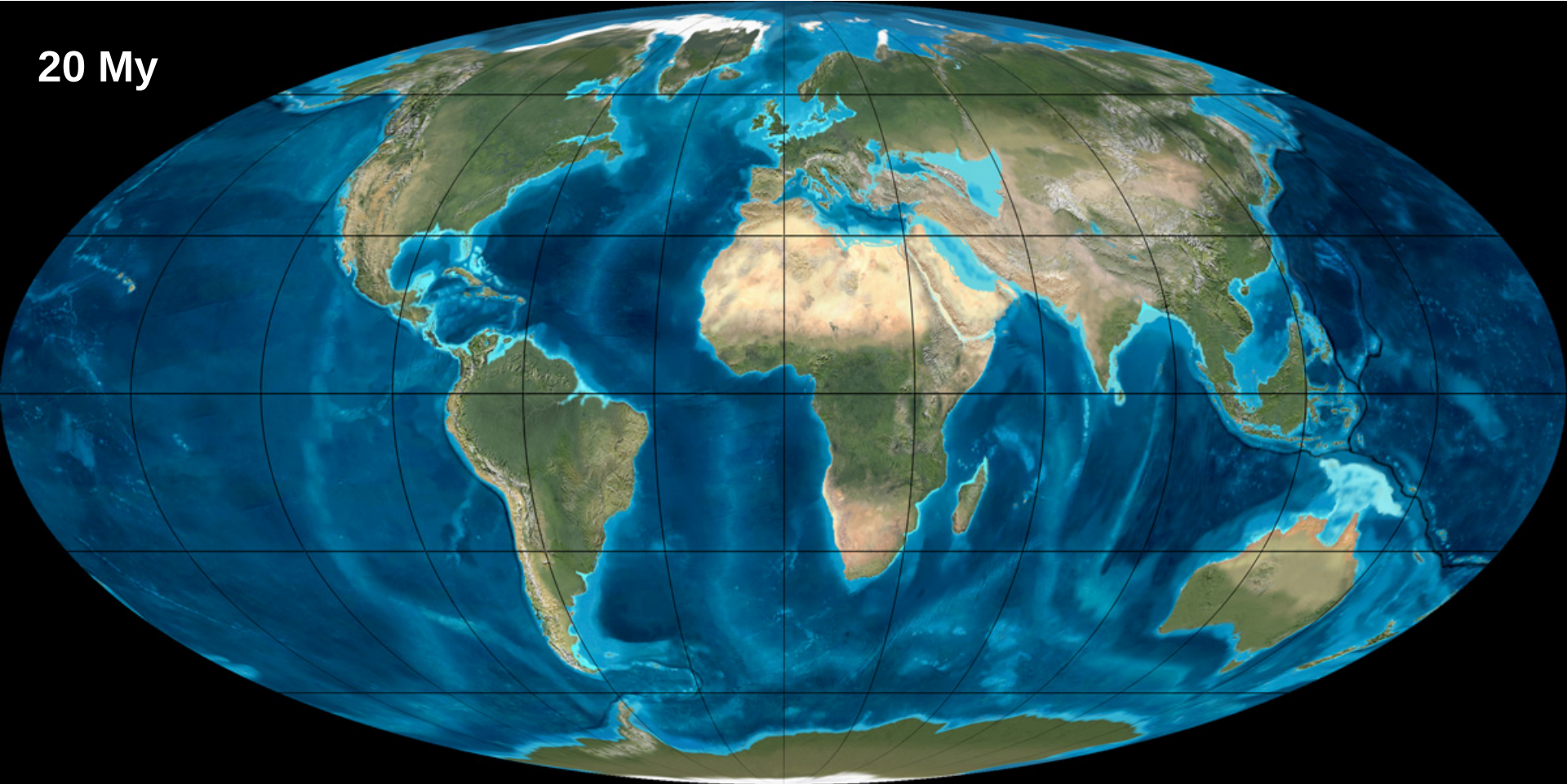


<http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

25 April 2014

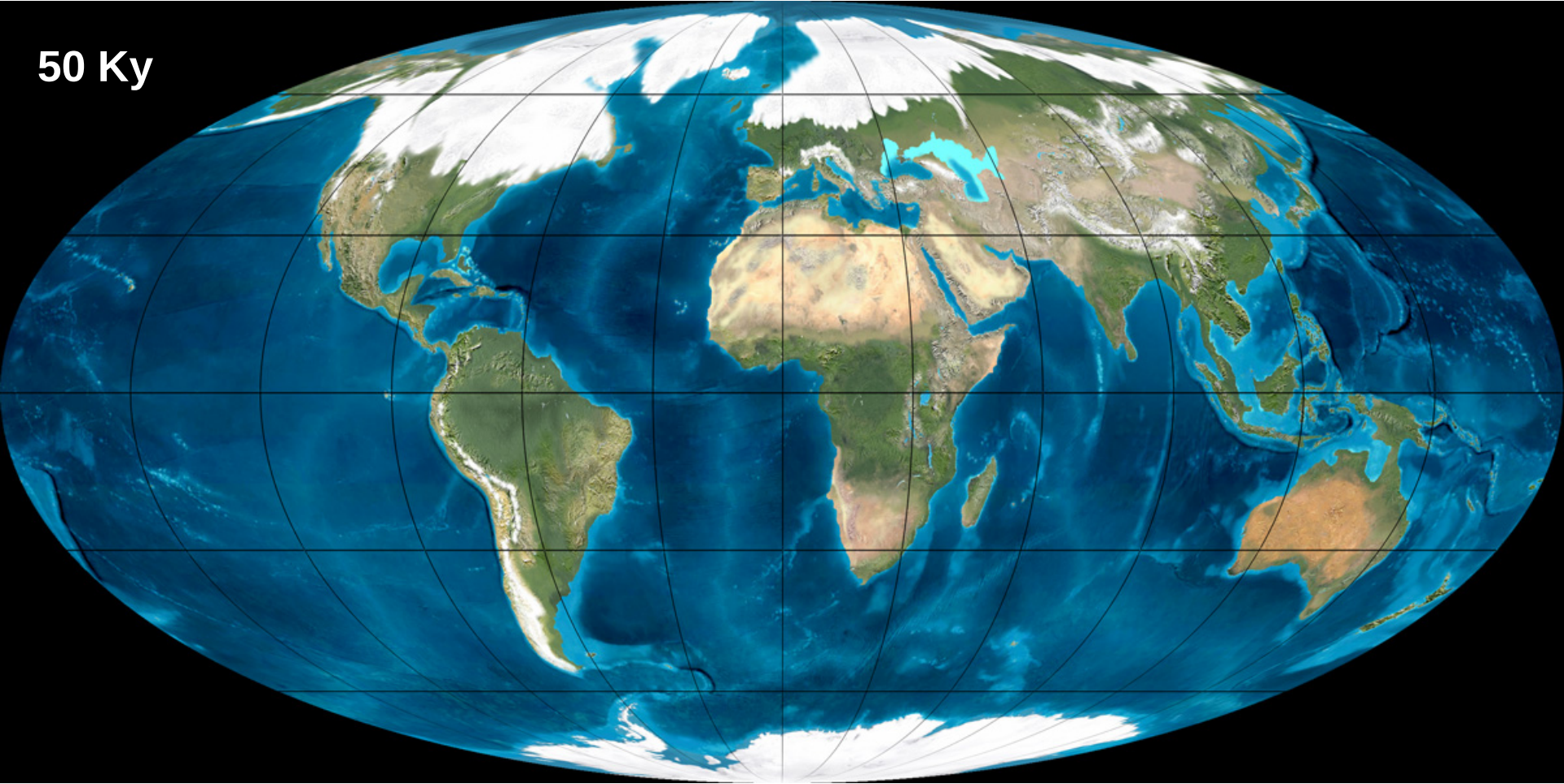


20 My



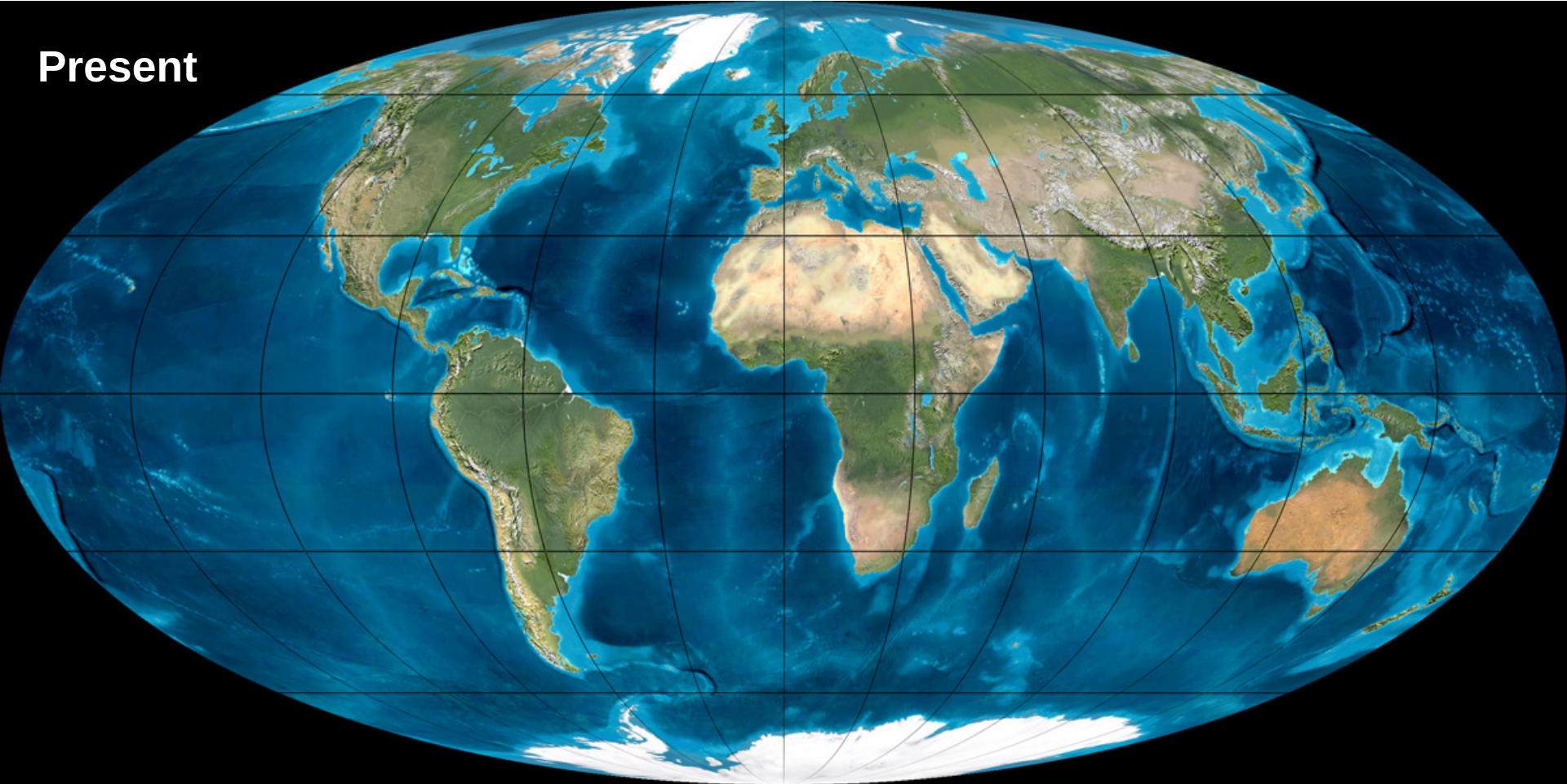


50 Ky





Present



<http://cpgeosystems.com/mollglobe.html>

25 April 2014



Geologische Prozesse

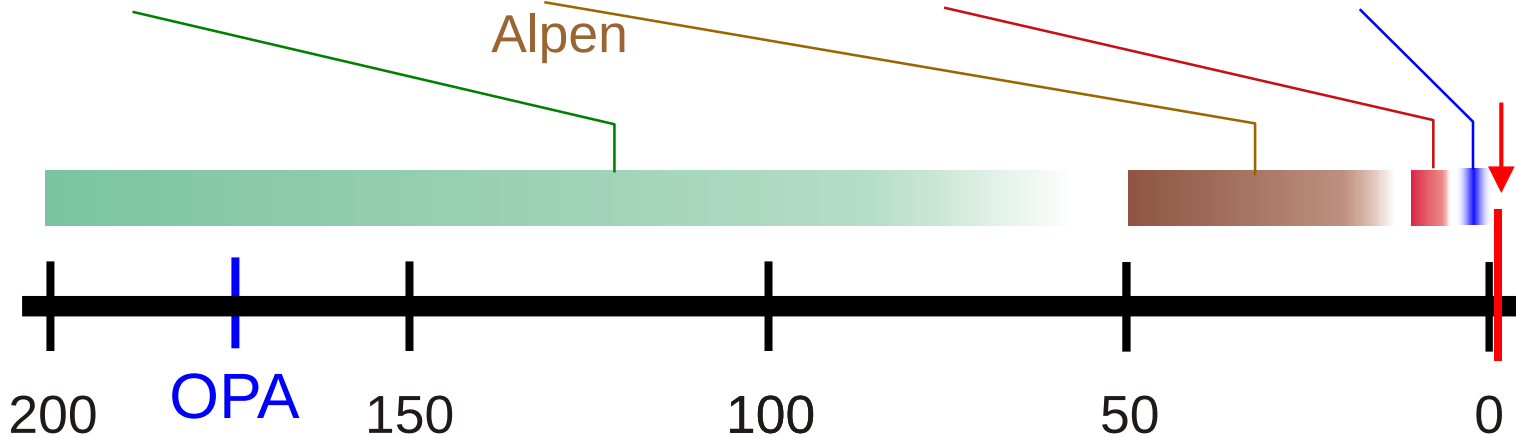


CH unter Wasser

Bildung der Alpen

Jurafaltung

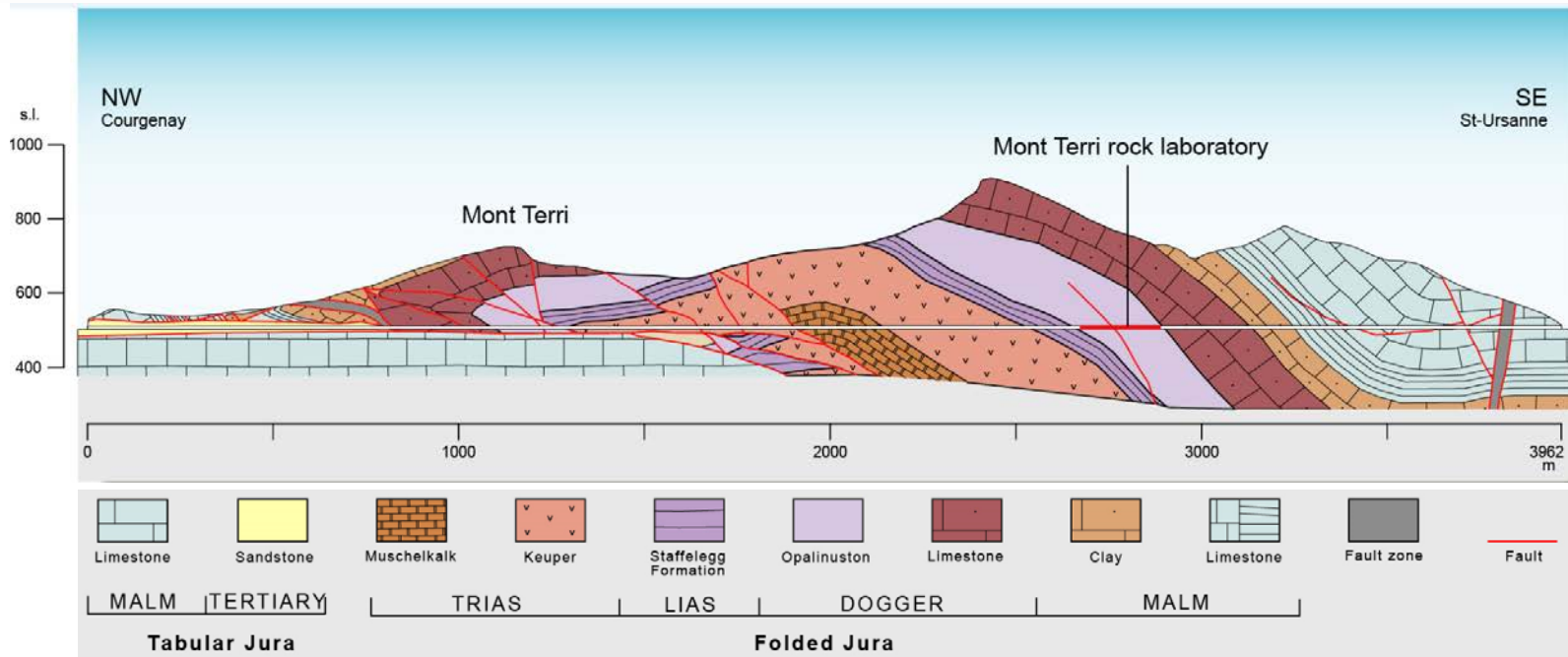
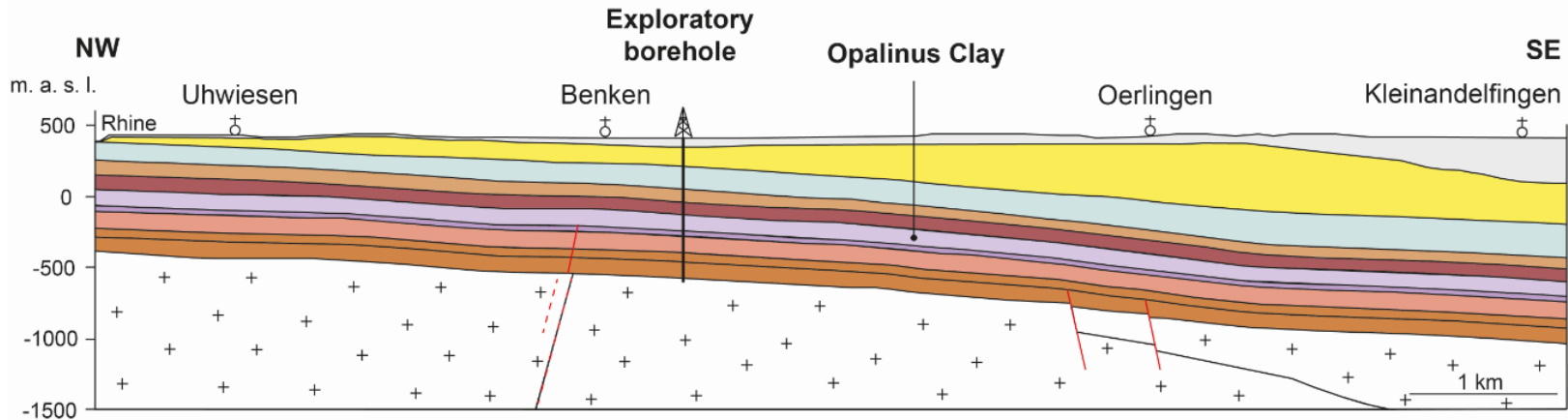
Eiszeit



Millionen Jahre vor heute

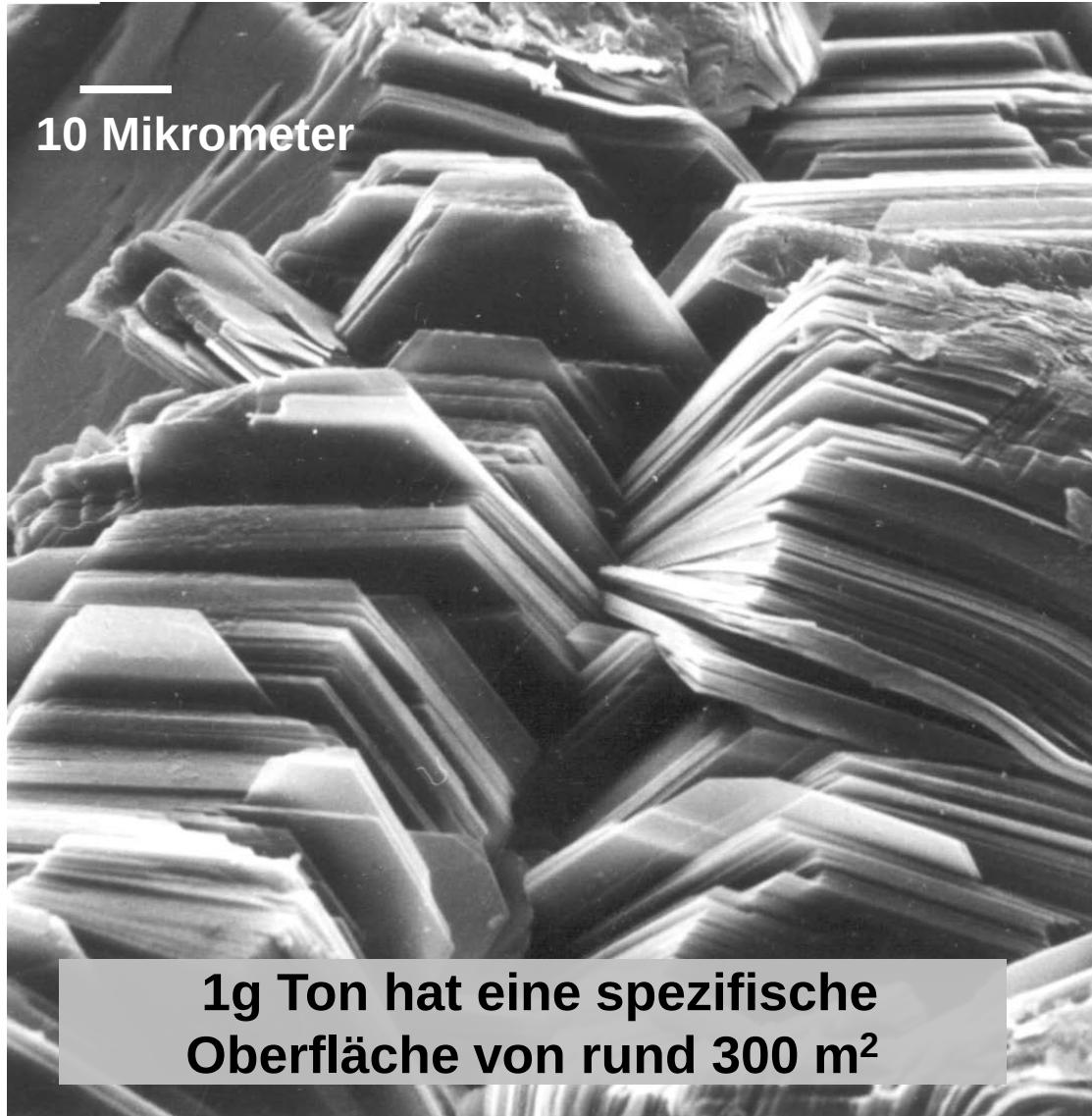


Geologischer Profilschnitt





Warum Ton ?



„Key-Results“

- Sehr geringe Durchlässigkeit
- Porenwasser marinen Ursprungs
- Molekulare Diffusion
- Selbstabdichtung von Rissen
- Bautechnische Machbarkeit

1g Ton hat eine spezifische Oberfläche von rund 300 m²



Sicherer Einschluss



Seit 8 Millionen Jahren im
Ton konservierte
Baumstrünke
(Bükkabrany, Ungarn)



Eingeschlossen vor 47 Mio Jahren



Masillamys ist einer der ältesten Nager der Erdgeschichte; dieses Exemplar ist – einschließlich Resten des Mageninhalts – fast vollständig erhalten. Die Körpermitrisse sind erkennbar. Das Tier trug einen dichten kurzhaarigen Pelz.

Fundort: Tongrube „Messel“ (bei Darmstadt)



Ziele der Experimente

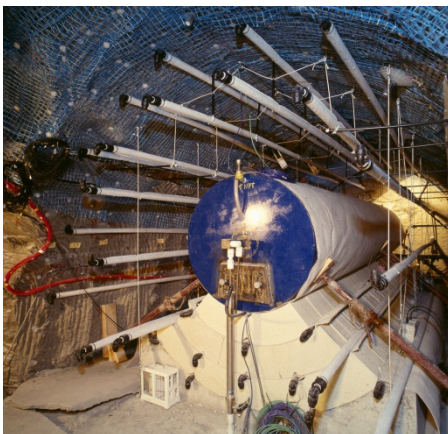


Evaluierung von Technik und Methodik

- Bohrmethoden, Exkavierungsmethoden
- Probennahme und Druckmessungen bei Porenwasser
- Mechanische und hydraulische Versuche
- Konvergenzmessungen

Charakterisierung eines Tons (Opalinuston)

- Identifizierung der Prozesse (z.B. Stofftransport, Deformationen)
- Schätzung von Parametern (hydraulisch, mechanisch, chemisch)
- Thermische Eigenschaften
- Entstehung und Verhalten der Auflockerungszone (EDZ)
- Selbstabdichtung von Klüften innerhalb der EDZ

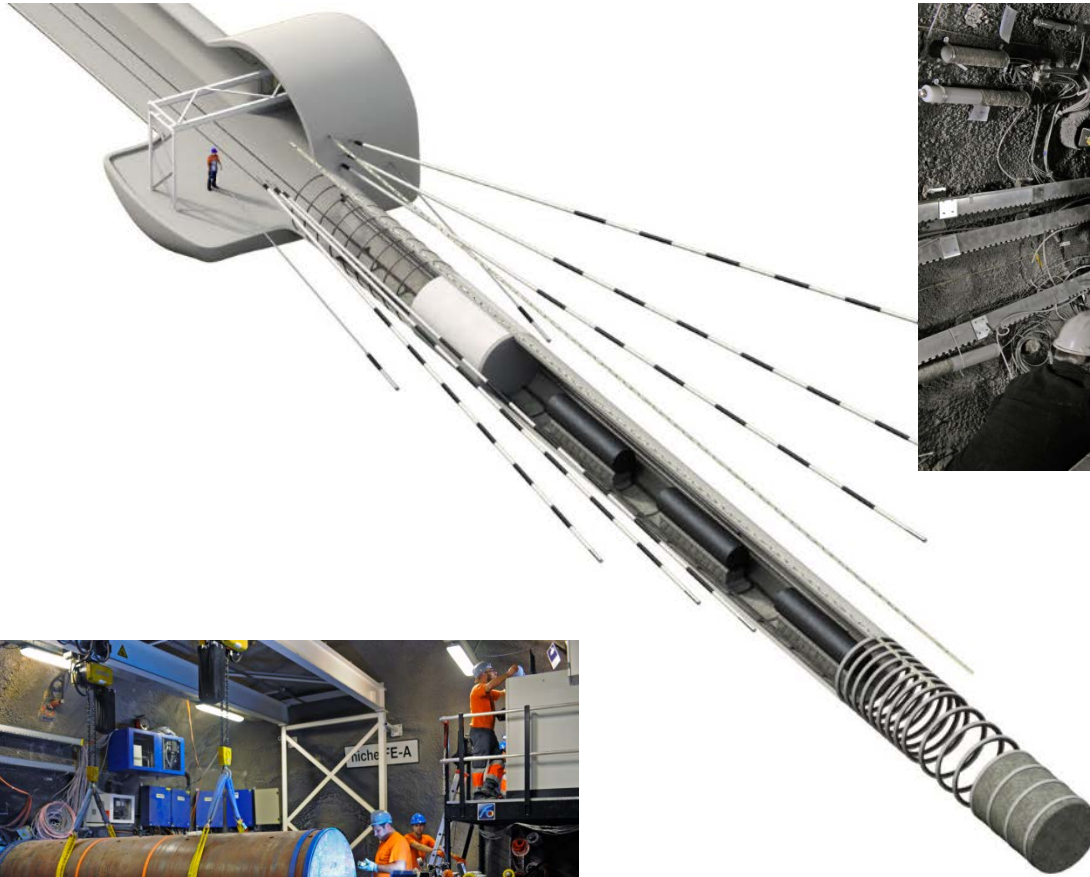


Demonstrations-Experimente

- z.B. (Engineered barrier experiment)
- Machbarkeitsstudien
- 1:1-Modelle für das Publikum



1:1 Experiment





1:1 Experiment



3 Heizer 3 corps de chauffe





1:1 Experiment



Instrumentierung instrumentation



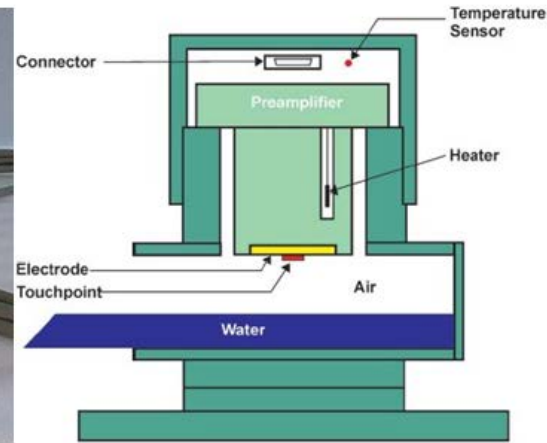


HLS: Hydrostatic Levelling

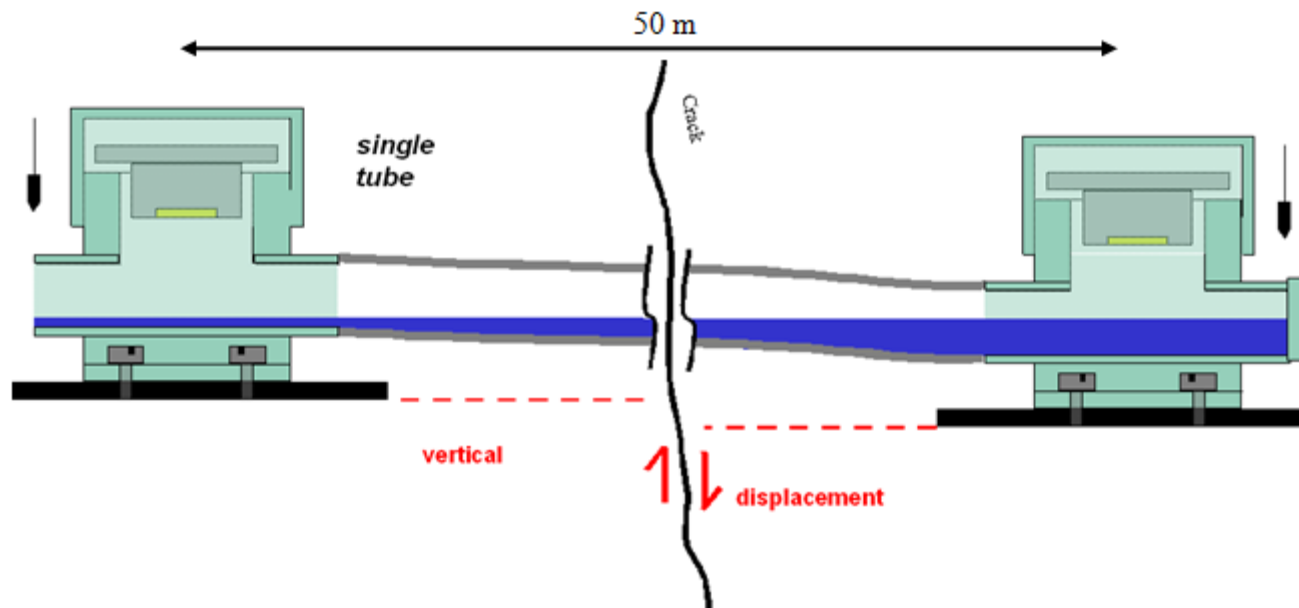


Levelsensor

(Foto:001204)

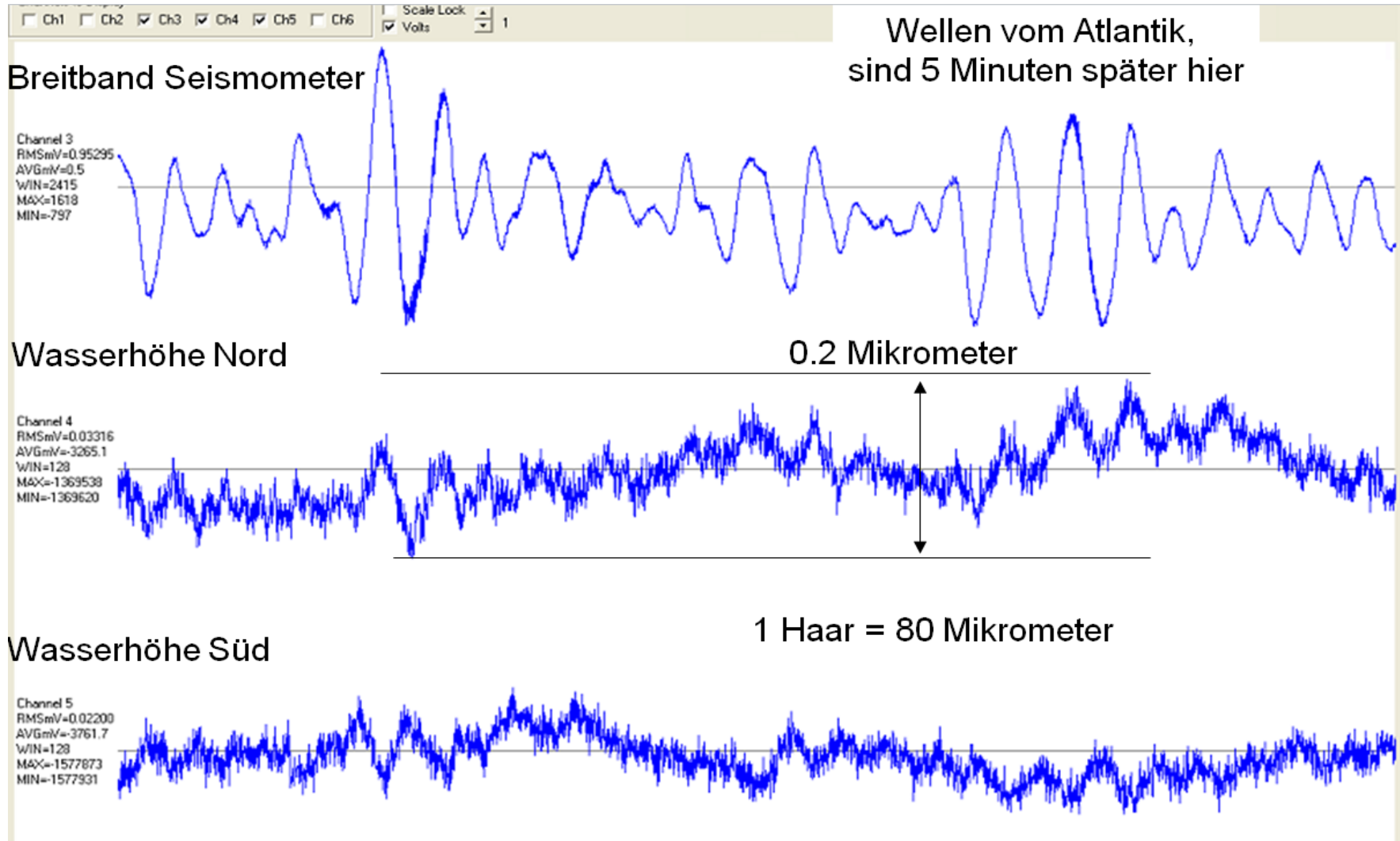


Querschnitt





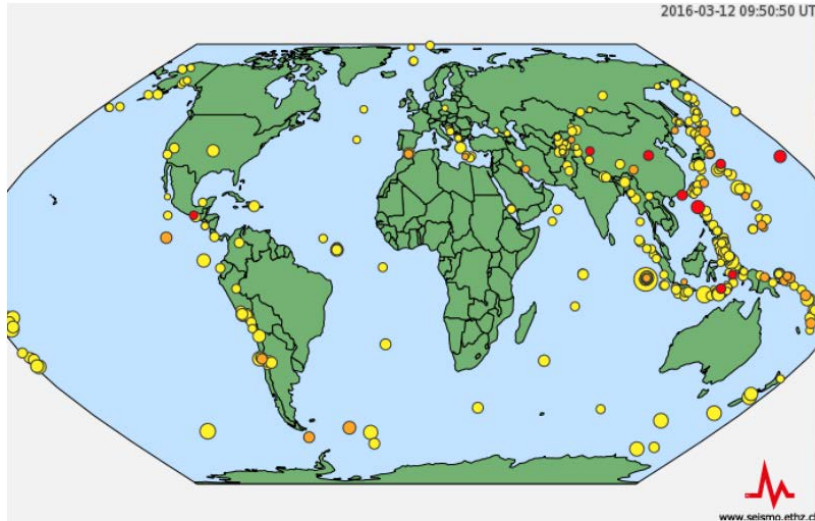
HLS: Hydrostatic Levelling



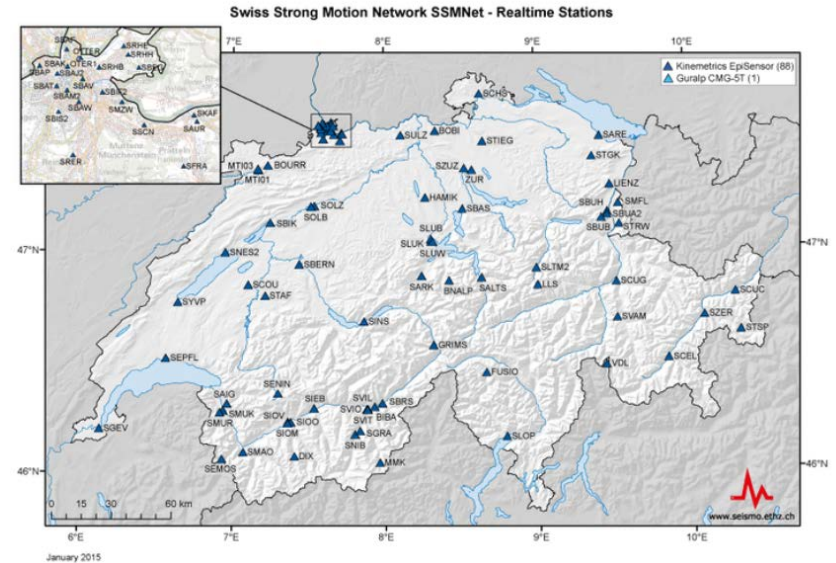


Erdbeben weltweit

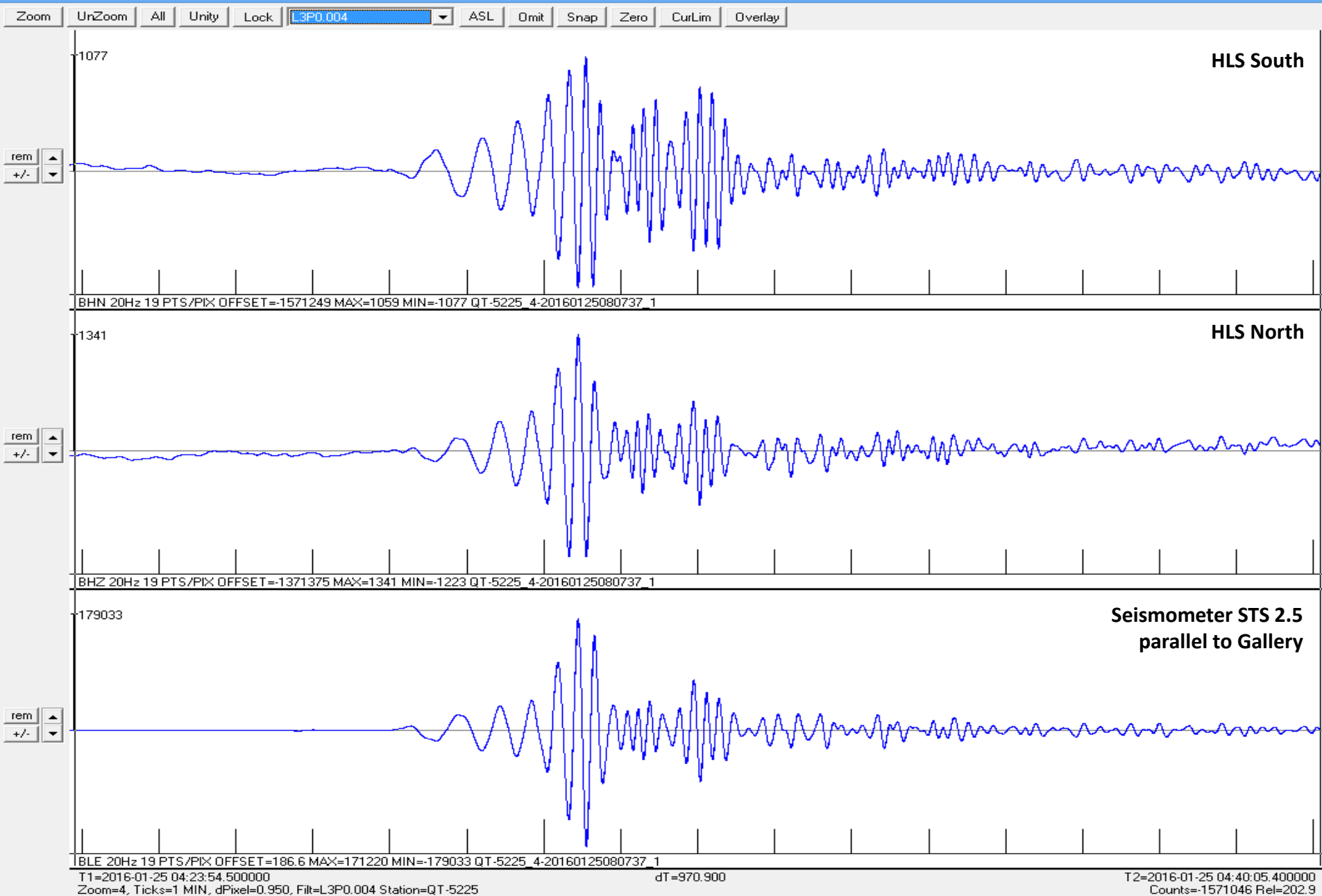
<http://www.seismo.ethz.ch/eq/latest/index?list=w>



Date	Time (UTC)	Lat	Lon	Depth	MagT	Mag	Agency	LocT	Region
2016/03/12	04:25:59	-7.86	125.82	10.0	M	4.8	GFZ	automatic	Banda Sea
2016/03/12	04:01:57	22.03	115.78	598.8	mb	5.0	SED_NTeT	automatic	Near Coast of Southeast
2016/03/12	04:00:27	18.17	120.28	10.0	M	5.6	NEI	manual	Luzon, Philippine Islands
2016/03/12	03:14:12	35.01	110.99	10.0	M	4.9	GFZ	automatic	Southeastern China
2016/03/12	01:10:29	-7.91	125.79	10.0	M	4.5	GFZ	automatic	Banda Sea
2016/03/12	00:24:05	32.20	142.10	33.0	Mb	4.8	GSR	manual	Southeast of Honshu, Ja
2016/03/11	22:41:30	15.56	-94.13	10.0	M	4.6	GFZ	automatic	Near Coast of Oaxaca, Mex
2016/03/11	22:03:43	34.69	173.44	555.0	mb	5.4	SED_NTeT	automatic	North Pacific Ocean
2016/03/11	21:56:28	-15.19	-172.95	10.0	M	5.0	GFZ	automatic	Samoa Islands Region
2016/03/11	14:44:27	36.50	84.05	10.0	M	4.6	GFZ	automatic	Southern Xinjiang, China
2016/03/11	13:13:24	-3.36	129.77	10.0	M	4.6	GFZ	manual	Seram, Indonesia
2016/03/11	10:58:10	-22.46	-179.52	562.0	M	5.0	GFZ	automatic	South of Fiji Islands
2016/03/11	10:58:08	-7.86	125.80	10.0	M	4.5	GFZ	automatic	Banda Sea
2016/03/11	04:23:07	-3.91	152.34	202.0	M	4.6	GFZ	automatic	New Ireland Region, P.N.G
2016/03/11	04:16:50	35.53	-3.72	40.0	M	4.7	GFZ	automatic	Strait of Gibraltar
2016/03/11	01:08:22	-10.00	161.55	105.0	M	5.0	GFZ	automatic	Solomon Islands
2016/03/11	00:53:55	-4.24	143.04	124.0	M	4.7	GFZ	manual	New Guinea, Papua New Gui



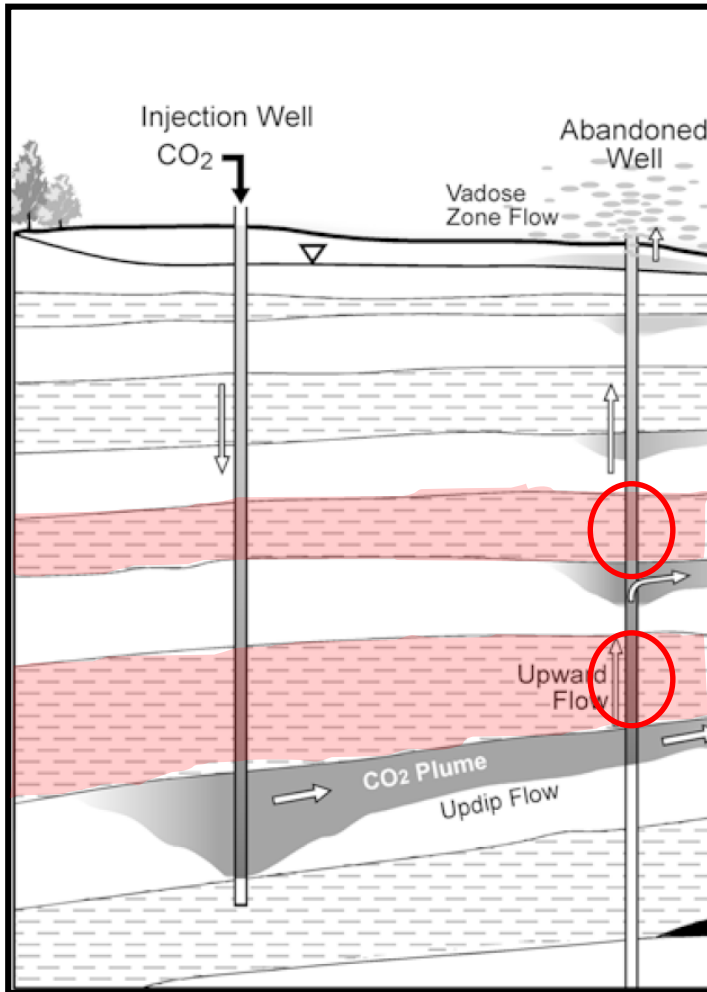
Date/Time CH	Lat	Lon	Depth	MagT	Mag	Agency	LocT	Region
2016/03/11 21:34:20	46.69	10.63	8.5	MLh	1.6	SED	automatic	Santa Maria GR
2016/03/11 01:46:13	46.81	10.18	5.9	MLh	0.9	SED	manual	Scuol GR
2016/03/11 00:29:36	46.80	10.18	7.4	MLh	1.9	SED	manual	Scuol GR
2016/03/10 02:47:29	45.95	7.79	8.5	MLh	0.5	SED	manual	Zermatt VS
2016/03/10 02:30:20	46.04	6.88	4.4	MLh	0.4	SED	manual	Chamonix F
2016/03/10 00:48:31	46.04	6.87	3.6	MLh	0.5	SED	manual	Chamonix F
2016/03/10 00:14:06	46.04	6.87	3.4	MLh	0.5	SED	manual	Chamonix F
2016/03/09 21:42:06	45.79	7.14	7.0	MLh	0.8	SED	manual	Bourg-Saint-Pierre VS
2016/03/09 21:05:06	47.45	8.70	13.9	MLh	1.1	SED	manual	Winterthur ZH
2016/03/09 19:41:45	46.04	6.87	3.8	MLh	0.4	SED	manual	Chamonix F
2016/03/09 09:53:58	48.22	8.98	7.7	MLh	2.4	SED	manual	Albstadt D
2016/03/09 08:53:54	46.43	10.16	3.2	MLh	1.1	SED	manual	Livigno I
2016/03/08 14:59:24	46.33	7.37	4.7	MLh	0.8	SED	manual	Sanetschpass VS
2016/03/08 04:18:30	46.74	9.46	7.9	MLh	0.6	SED	manual	Thusis GR



Erdbeben M6.3 in der Strasse von Gibraltar, 25.1.2016 4:22h UTC
54km NNE of Al Hoceima, Morocco

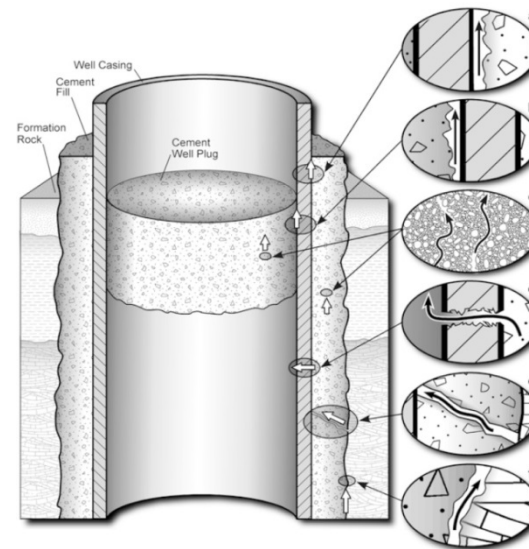


CO₂ Endlagerung



**OBUYASHI, SWISSTOPO
BRGM, EU ko-finanziert**

Dichte Bohrungen sind wesentlich für eine CO₂ Speicherung im Untergrund. Tonschichten wirken dabei als Siegel. Dieses Siegel wird aber durch Bohrungen verletzt. Ziel dieses Experimentes ist es, die Dichtigkeit der Bohrungen und ihrer Instrumentierung zu testen. Dabei sind vor allem die Schwachstellen, wo das CO₂ entweichen kann, von Bedeutung.





Art. 30 Grundsätze

- Mit radioaktiven Stoffen ist so umzugehen, dass möglichst wenig radioaktive Abfälle entstehen.
- Die in der Schweiz anfallenden radioaktiven Abfälle müssen **grundsätzlich im Inland** entsorgt werden.
- Radioaktive Abfälle müssen so entsorgt werden, dass der **dauernde Schutz** von Mensch und Umwelt gewährleistet ist.

Art. 31 Pflicht zur Entsorgung

- Wer eine Kernanlage betreibt oder stilllegt, ist verpflichtet, die aus der Anlage stammenden radioaktiven Abfälle **auf eigene Kosten** sicher zu entsorgen. Zur Entsorgungspflicht gehören auch die notwendigen Vorbereitungsarbeiten wie Forschung und erdwissenschaftliche Untersuchungen sowie die rechtzeitige Bereitstellung eines geologischen Tiefenlagers.
- Die Entsorgungspflicht ist erfüllt, wenn:
 - die Abfälle **in ein geologisches Tiefenlager verbracht worden sind** und die finanziellen Mittel für die Beobachtungsphase und den allfälligen Verschluss sichergestellt sind;
 - die Abfälle in eine ausländische Entsorgungsanlage verbracht worden sind.



- In Mai 1960 übernimmt der Bund die Forschungseinrichtungen der Reaktor AG, und gründet das Eidg. Institut für Reaktorforschung (EIR)
- Kernkraftwerke der Schweiz
 - 1969 / 1971 Beznau-1 und Beznau-2
 - 1972 Mühleberg
 - 1979 Gösgen
 - 1984 Leibstadt
- 1972: Gründung der Nagra durch alle Produzenten radioaktiver Abfälle (KKWs und Bund)
- 1998: Ausdehnung der geologischen Untersuchungen vom kristallinen Grundgebirge auf **Sedimentgesteine**. Beginn der Tiefbohrung Benken (ZH).
- 2008: Der Bundesrat genehmigt den Sachplan geologische Tiefenlager . Geeignete Gebiete für ein Lager SMA: Südlanden, Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren, Bözberg, Jura Südfuss und Wellenberg. Für ein Lager HAA: Zürcher Weinland, Nördlich Lägeren, Bözberg.



Der Brennstoff Uran



Tagebau in einer Uranmine



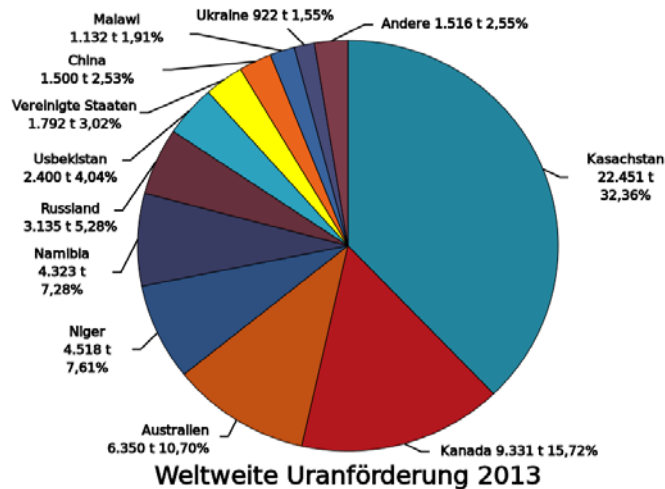
Das Schwermetall Uran

1 kg Natururan besteht aus:

- 99,3 % Uran 238
- 0,7% Uran 235

Die Energie entspricht:

- 12.600 Liter Erdöl
- 18.900 kg Steinkohle
- 40 MWh Strom

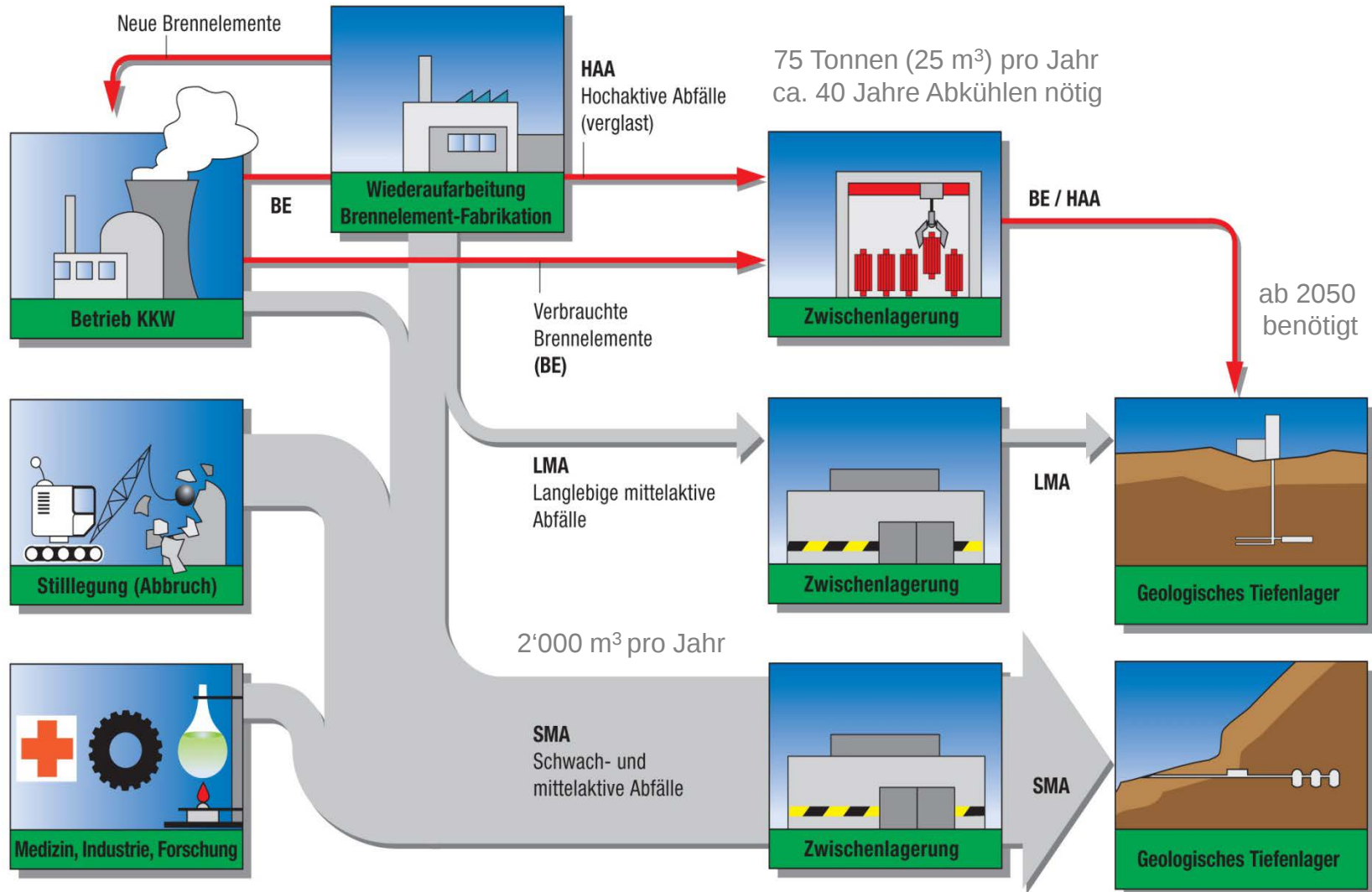


Uran im Kernkraftwerk

Ein Elektroauto fährt
268'000'000 km



Konzept nukleare Entsorgung in der Schweiz





Abfallmengen



S
M
A

H
A
A

Medizin / Industrie / Forschung

Kernkraftwerke

90 % Volumen, 1 % Radiotoxizität



ca. 30'000 m³



ca. 70'000 m³

10% Volumen, 99 % Radiotoxizität



ca. 10'000 m³

Gesamtvolumen =
Bahnhofshalle Zürich





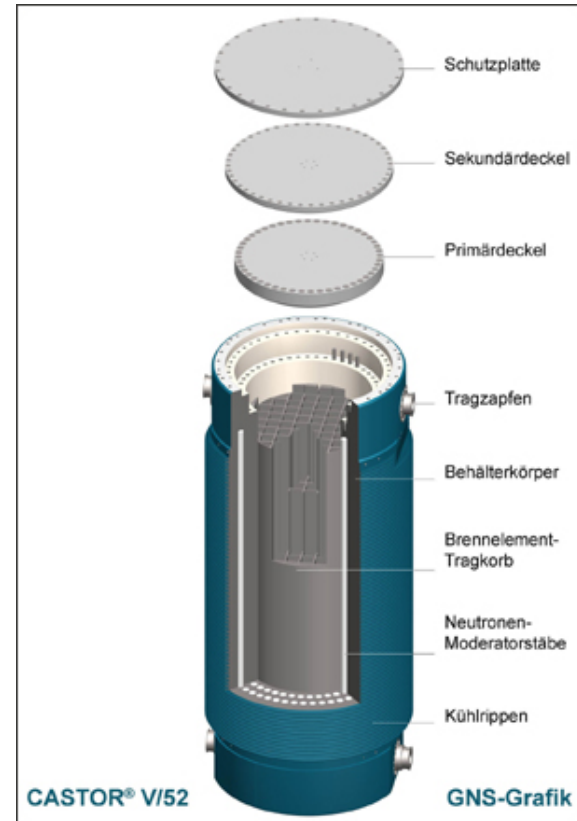
Zwischenlagerung heute

- Zentrales Zwischenlager in Würenlingen.





Castorbehälter für hochradioaktive Abfälle



Cask for Storage and Transport of radioactive Materials

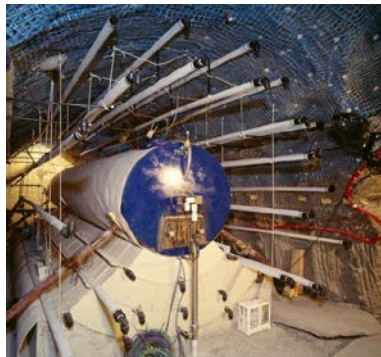
Höhe:	6 m
Durchmesser:	3 m
Leergewicht:	117 t
Gewicht voll:	140 t
Preis:	3 Mio CHF



«Wie lagern»?

Felslabor Mont Terri

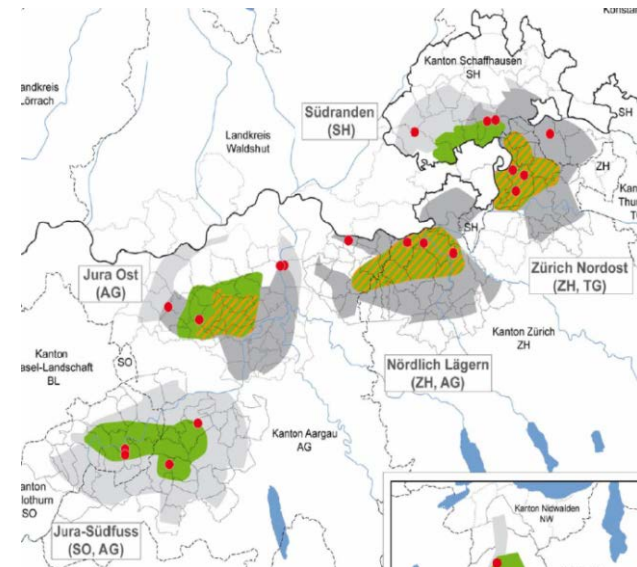
- Leitung: Bund (swisstopo)
- Besitzer: RCJU
- Forschung: 16 Partner (swisstopo inklusiv)



«Wo lagern»?

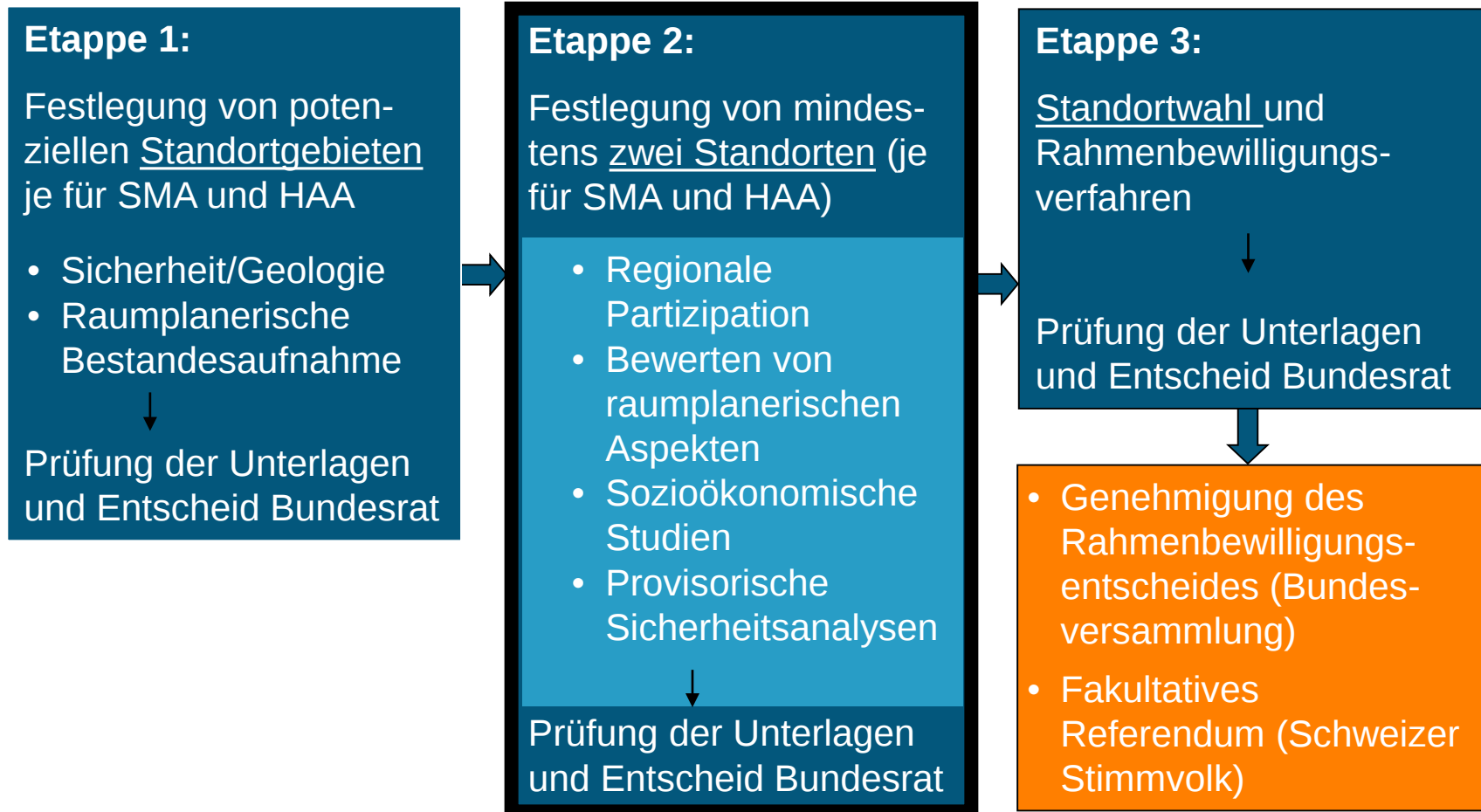
Sachplan Geologische Tiefenlager:

- Leitung: Bund (BFE)
- Vorschläge: Nagra
- Prüfung: ENSI & CSN



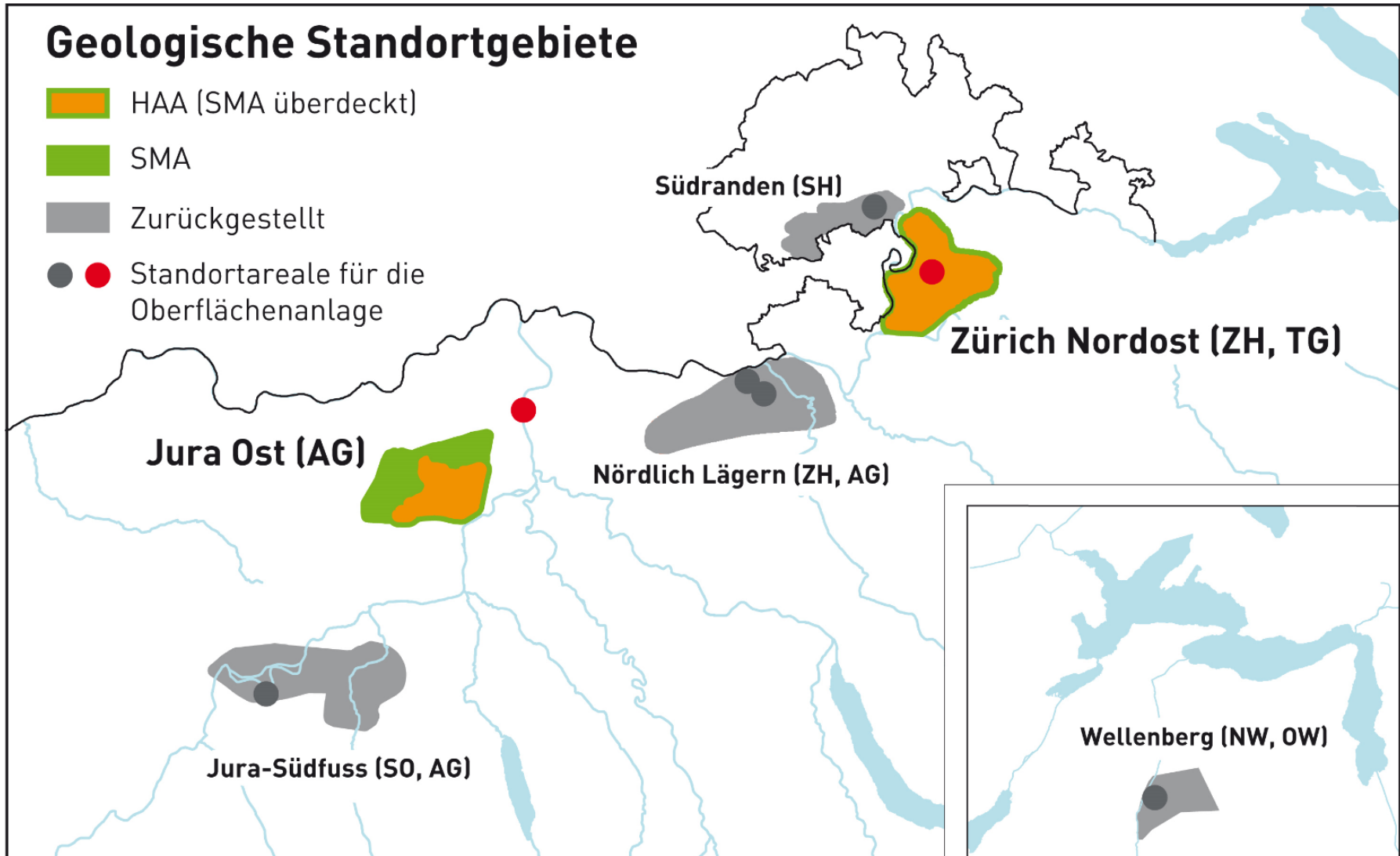


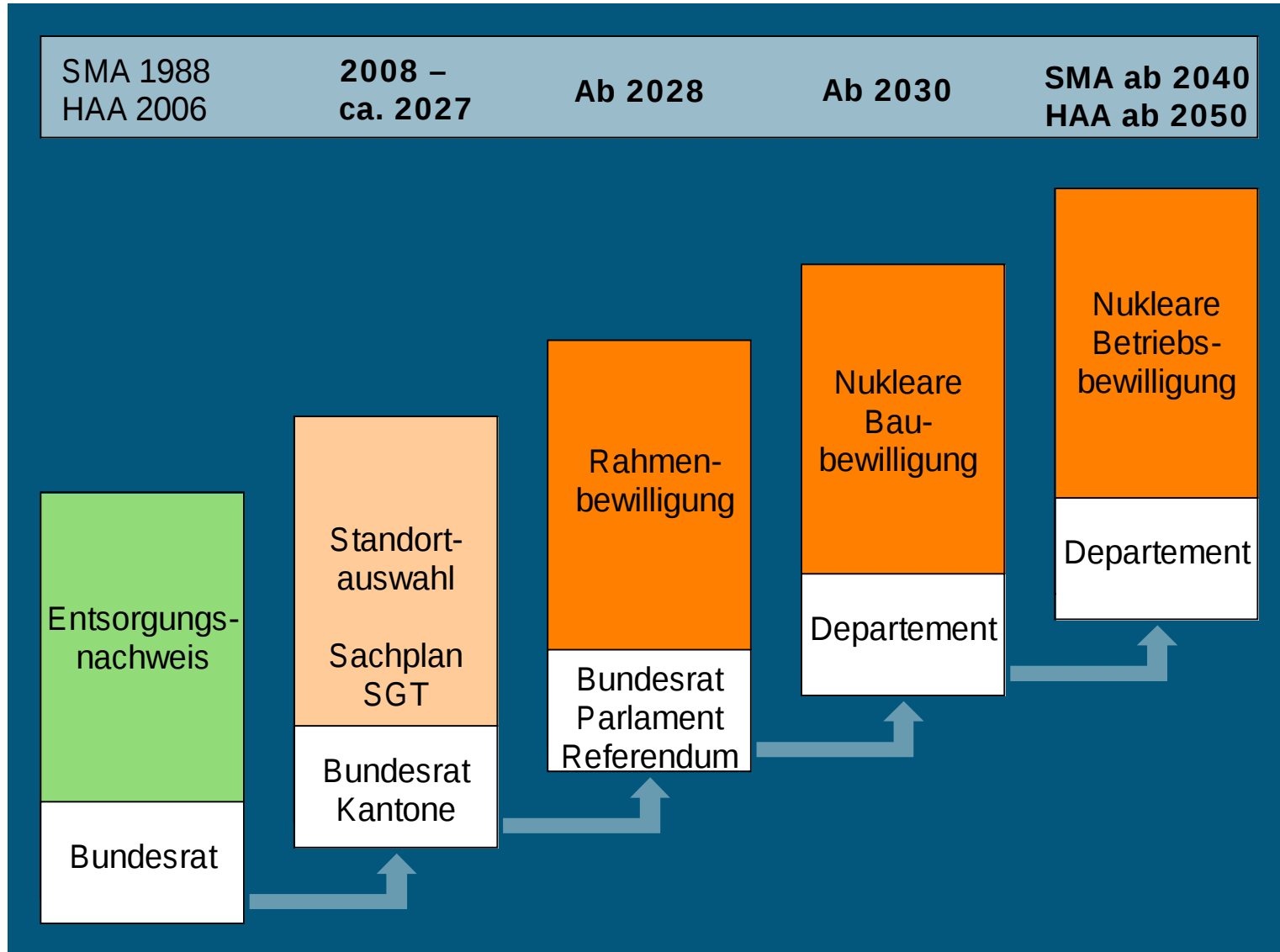
Mit dem Sachplan geologische Tiefenlager vom „Wie“ zum „Wo“





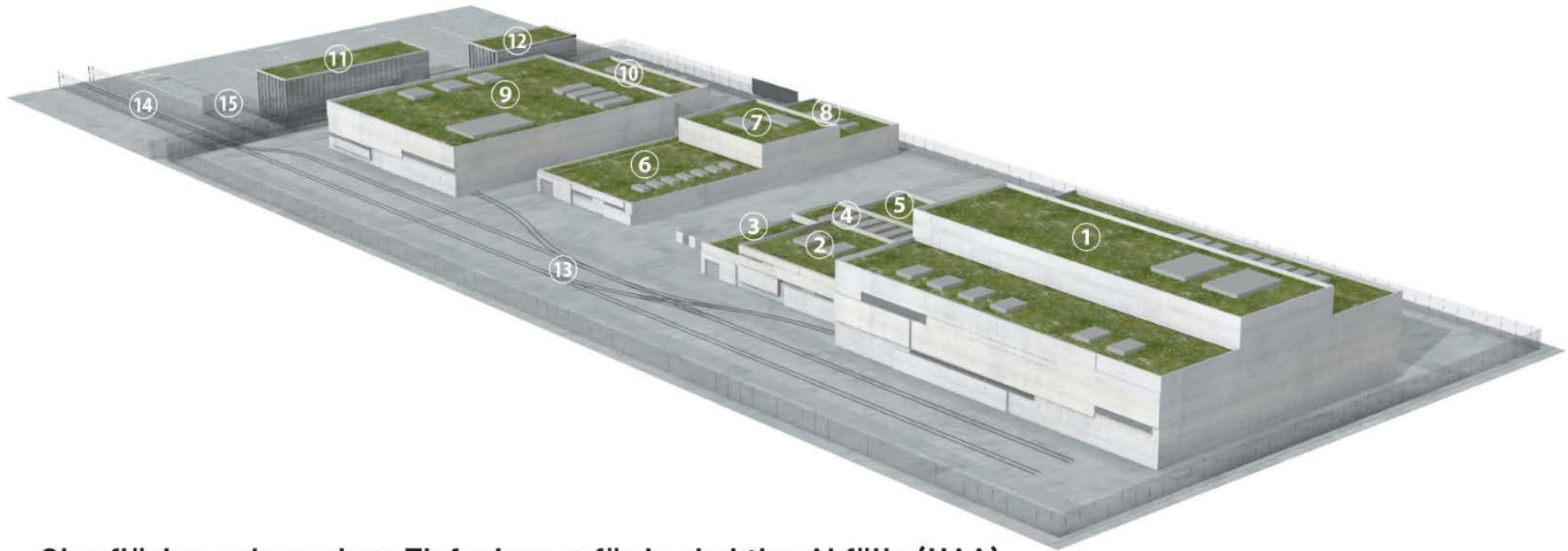
Vorschlag Ende 2. Etappe







Oberflächenanlagen

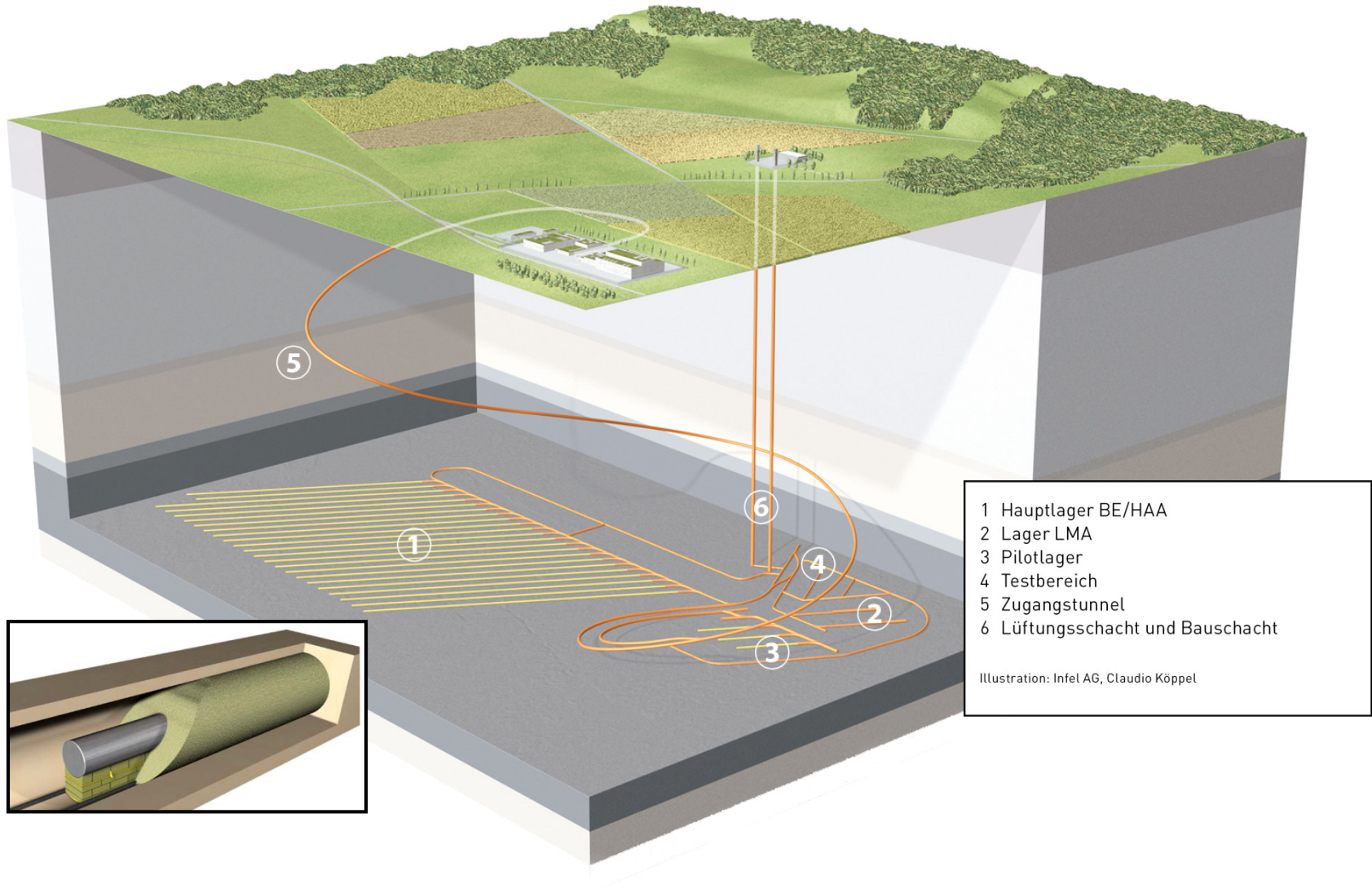


Oberflächenanlage eines Tiefenlagers für hochaktive Abfälle (HAA)

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | BE/HAA-Verpackungsanlage | 9 | LMA-Verpackungsanlage |
| 2 | Werkstatt | 10 | Aufbereitungsanlage Verfüll- und Versiegelungsmaterialien |
| 3 | Feuerwehrgebäude | 11 | Administrationsgebäude |
| 4 | Transportbehälterreinigungsanlage | 12 | Besucherzentrum |
| 5 | Betriebsabfallbehandlungsanlage und Garagen | 13 | Anlieferungsterminal |
| 6 | Zugang zu geologischem Tiefenlager | 14 | Zugschleuse |
| 7 | Elektrogebäude | 15 | Fahrzeugschleuse |
| 8 | Lüftungsanlage | | |



Tiefenlager

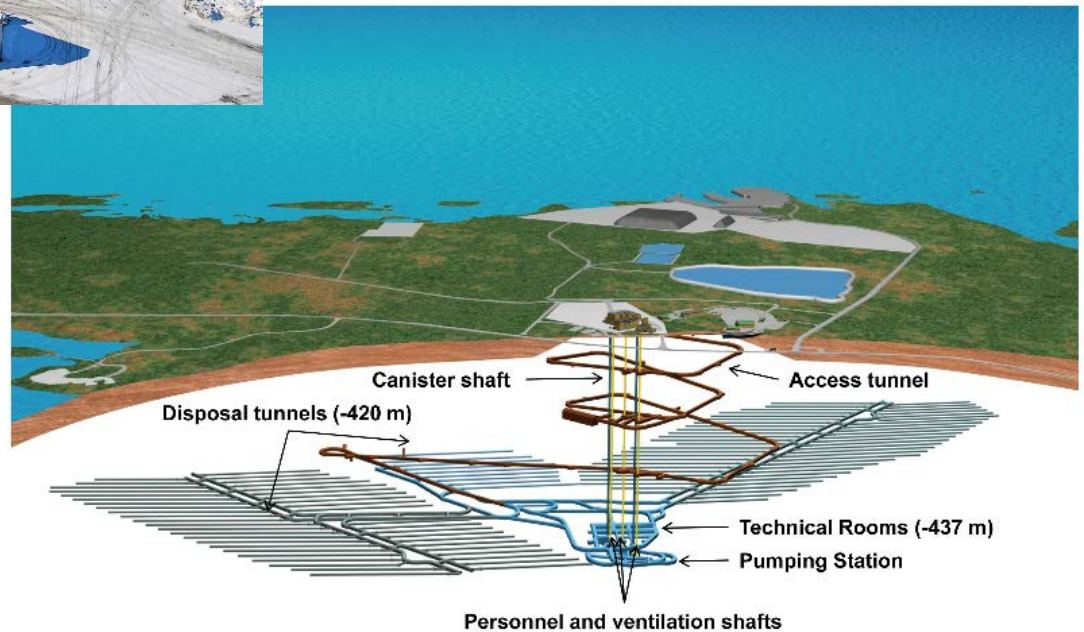


- 1 Hauptlager BE/HAA
- 2 Lager LMA
- 3 Pilotlager
- 4 Testbereich
- 5 Zugangstunnel
- 6 Lüftungsschacht und Bauschacht

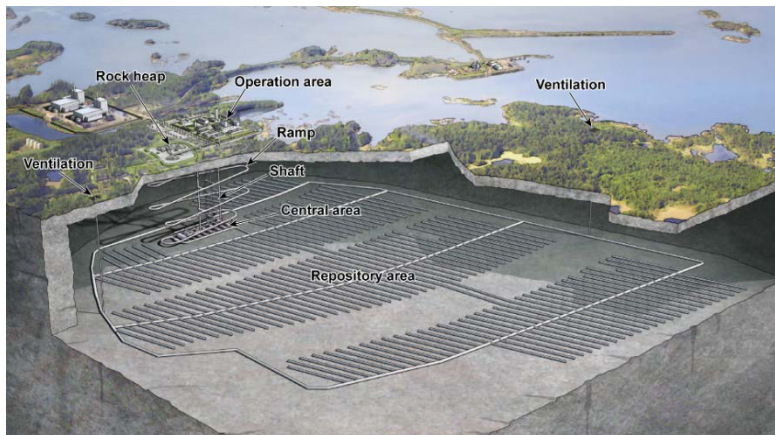
Illustration: Infel AG, Claudio Köppel

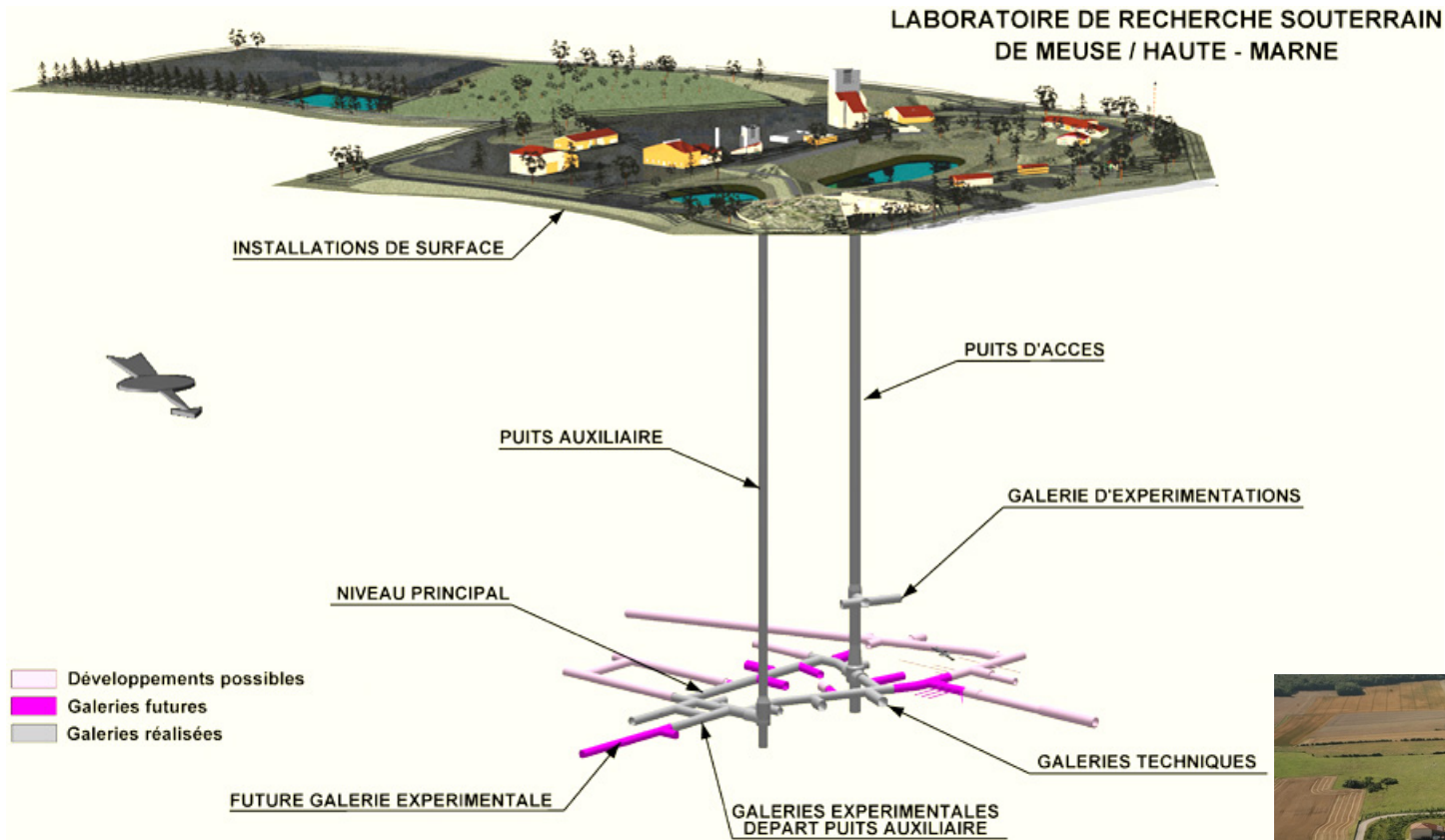


Endlager ONKALO



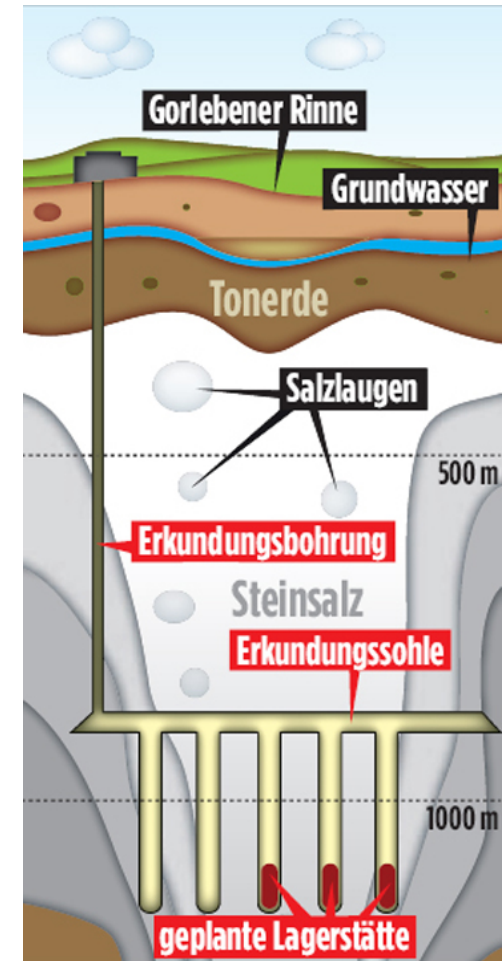
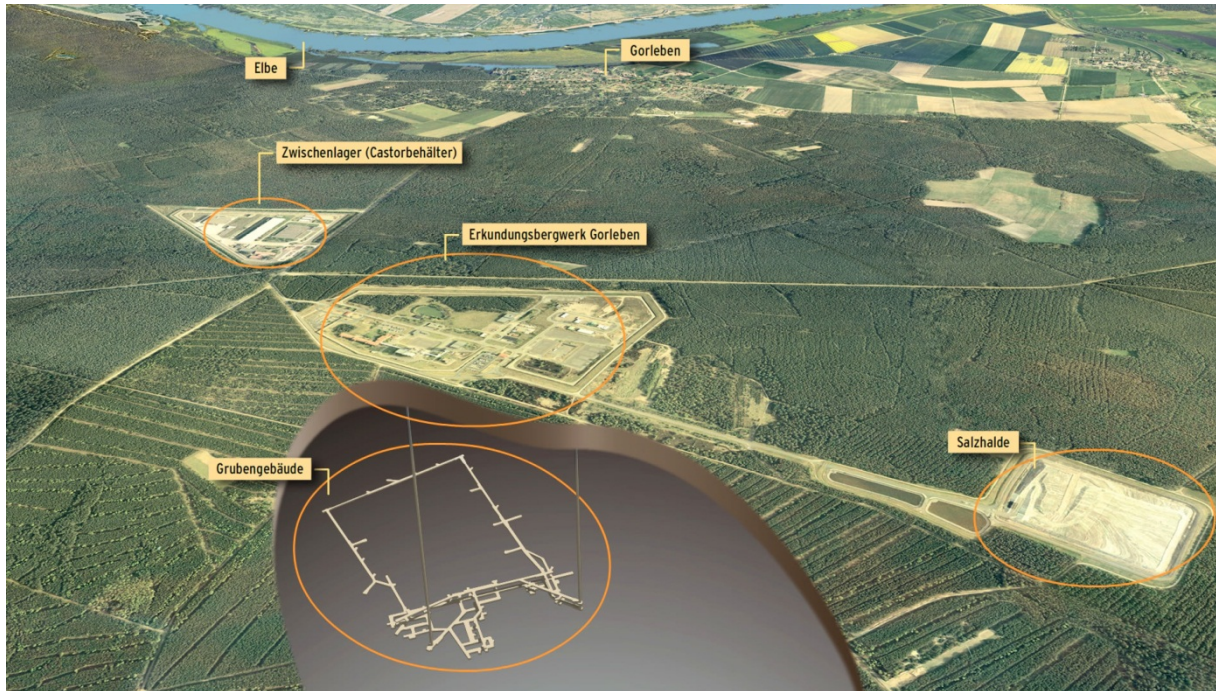
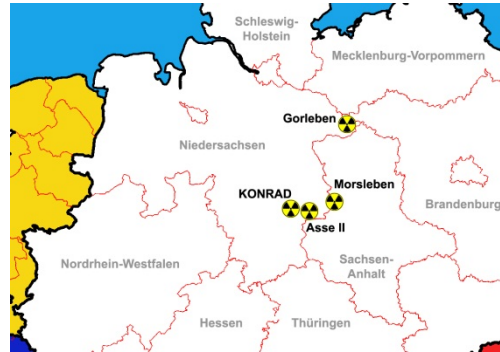
Endlager Forsmark







Deutschland





WIPP befindet sich in der Provinz Eddy County in New Mexico in einer Salzformation.

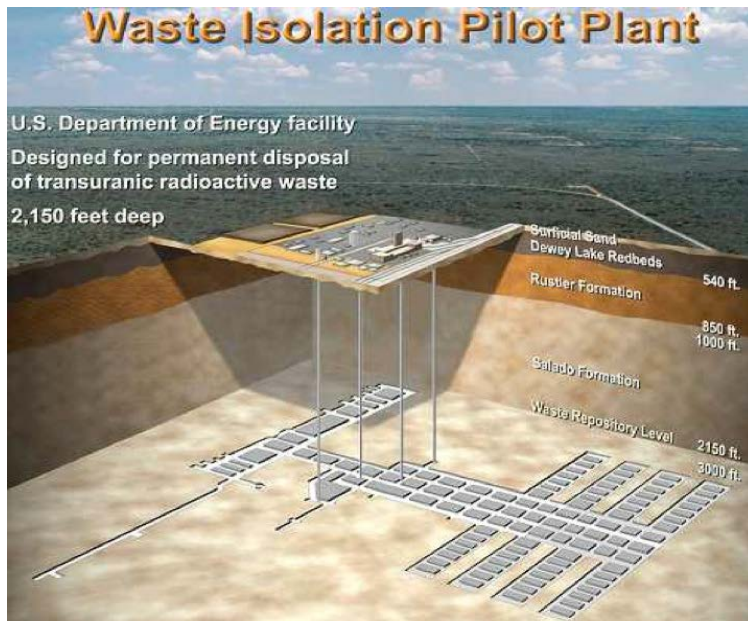
Bevölkerungsdichte: 5 Personen/km₂

Baubeginn: 1980
Erste Anlieferung: 1999



Der Einlagerungsbereich besteht aus acht Feldern (Panels) mit jeweils sieben Streckenkammern (Rooms) für Transuranabfälle (hoher Gehalt an Alphastrahlern)

Einlagerungskapazität : ca 180.000 m³.





Sicherheit im Labor



- Haben Sie Platzangst ?
- Sicherheitsperson
- Helmtragepflicht
- Badge für Lokalisierungssystem
- Zusammen bleiben
- Nicht herumrennen
- Nichts berühren
- Im Alarmfall:
 - ruhig bleiben
 - Informationen abwarten



Alarm Autobahn A16



Alarm Brand im Labor





Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

