BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

MONITORINGAUFGABEN UND –VERFAHREN IN BESTANDSBERGWERKEN BEI ENDLAGERUNG IM SALZ

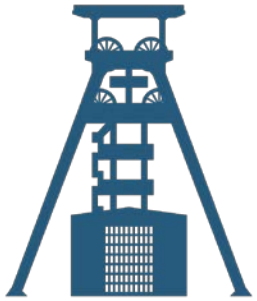
FOCKE JARECKI, CORNELIA ROHR UND CHRISTIAN FRIEDRICH

Hannover, 16. März 2023

DIE AUFGABEN DER BGE

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II



Fertigstellung des Endlagers Konrad für rund 300.000 m² schwach- und mittelradioaktiver Abfälle

Stilllegung des Endlagers Morsleben

Standortaus-wahl für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle

Produktkontrolle – nur zugelassene Abfallgebinde dürfen gelagert werden

Stilllegung des Bergwerks Gorleben

STANDORTE DER BGE

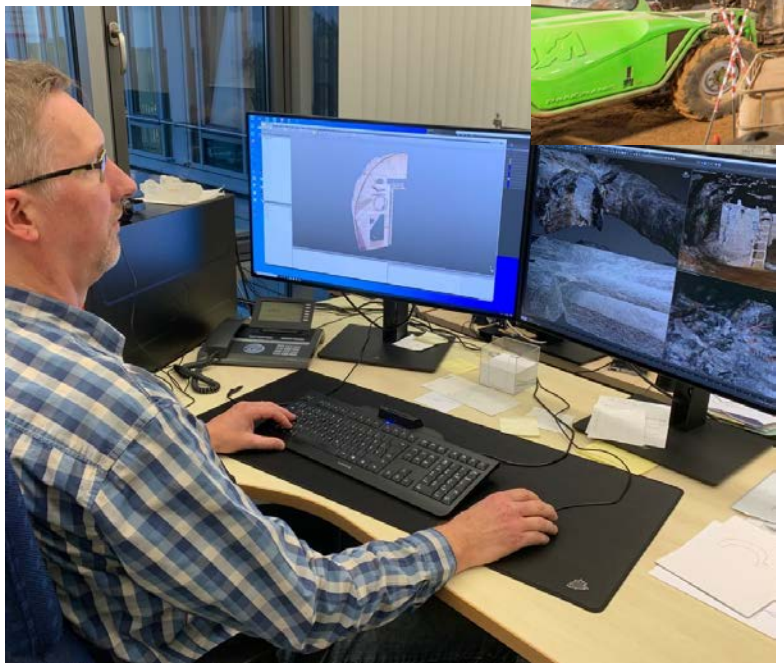
GEOINFORMATION UND GEOWISSENSCHAFTEN IM ZENTRALBEREICH TECHNIK

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Schwesterabteilungen mit der Aufgabe der Bereitstellung von Geoinformationen aller Art als Planungsgrundlagen sowie für die Betriebs-steuerung, Überwachung und Beweissicherung:

- markscheiderisch / geodätisch
- geotechnisch / geomechanisch
- geologisch / geophysikalisch

- Führung der Risswerke aller 4 Betriebe gem. § 63 BBergG



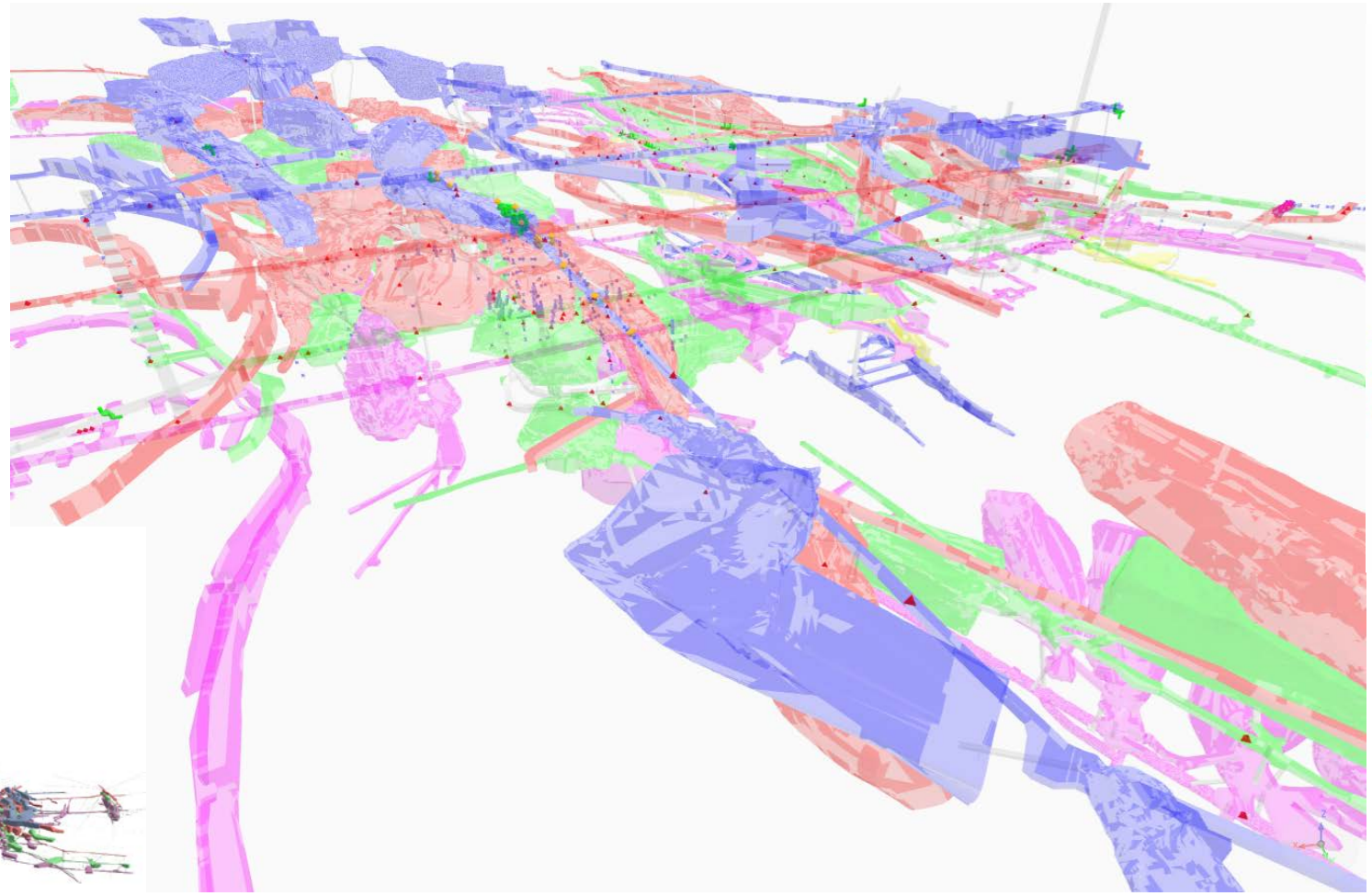
In der Geoinformation z. Z. 122 Mitarbeitende in den Gruppen

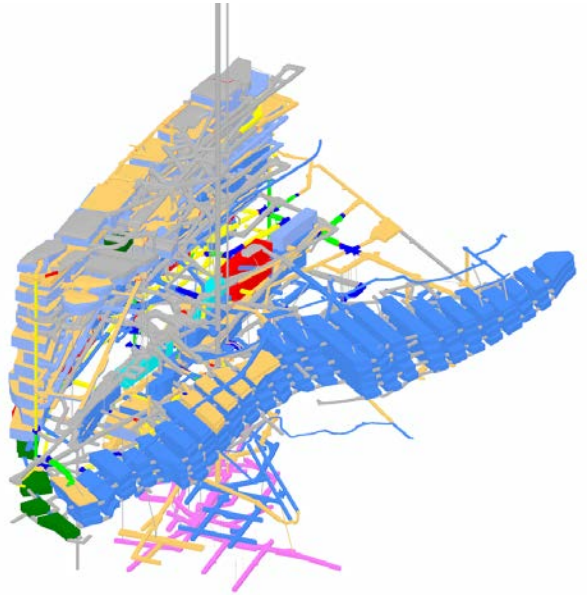
- Markscheidewesen
- Geoinformatik
- Geotechnik
- Geomonitoring Asse

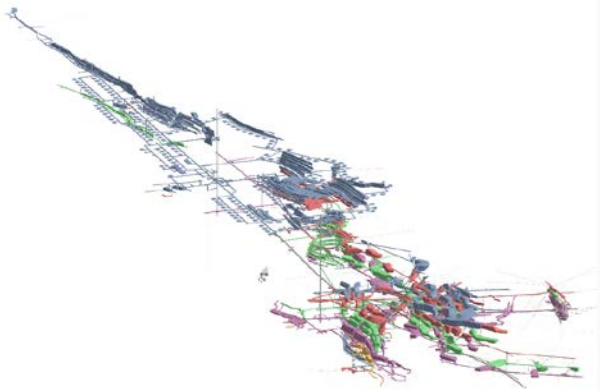
an vier Standorten (Peine, Asse, Morsleben, Konrad)

SALZ-BESTANDSBERGWERKE UND GEOMONITORING-INSTRUMENTIERUNG

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

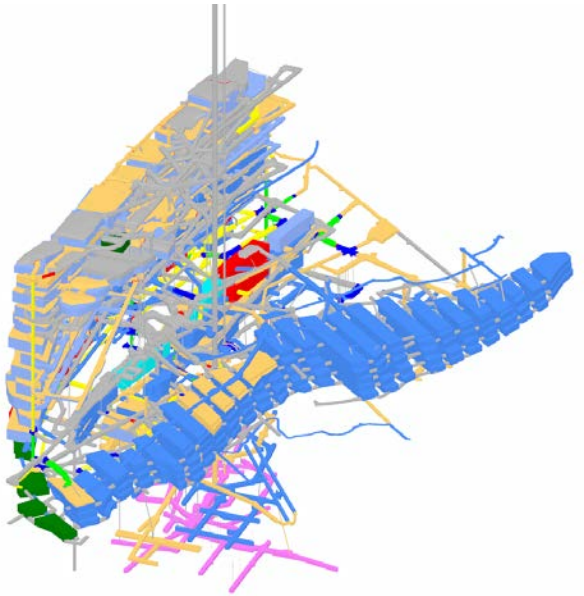


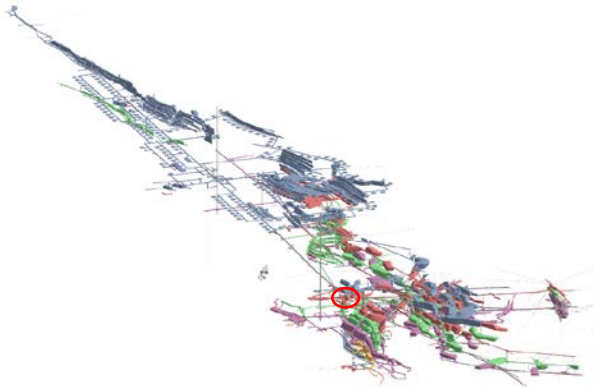




SALZ-BESTANDSBERGWERKE UND GEOMONITORING-INSTRUMENTIERUNG

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



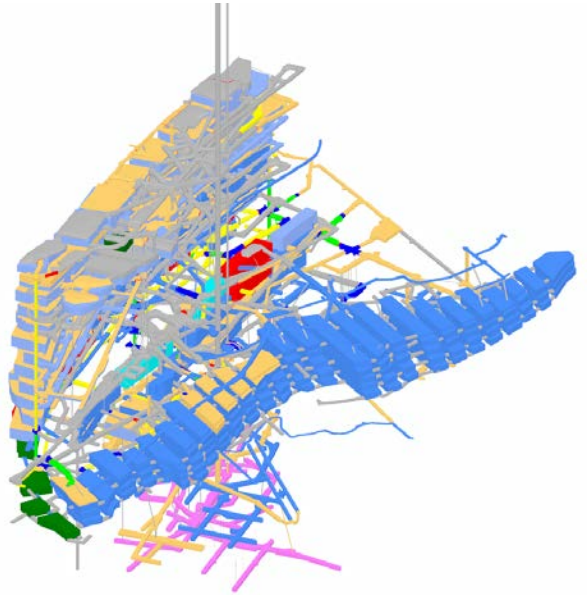


SALZ-BESTANDSBERGWERKE - VERFÜLLMASSNAHMEN

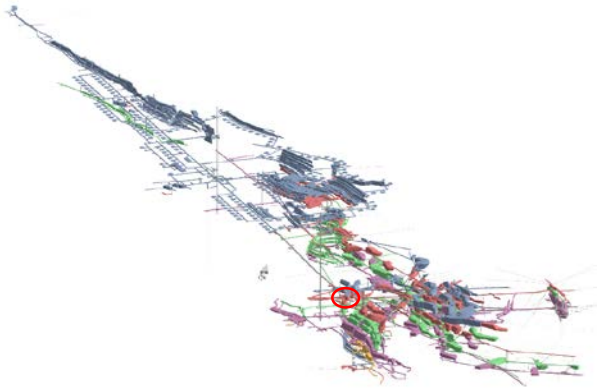
BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Asse II

- Laufende Hohlraumverminderung im Zuge der Vorsorgemaßnahmen im „Notfallkonzept“, Strömungsbarrieren
- Ergänzende Verfüllungen und Verschluss bei Eintreten des „Notfalls“ (AüL)
- Planmäßige Schließung und Verfüllung nach Ende der Rückholung ab ca. 2050



ERA Morsleben

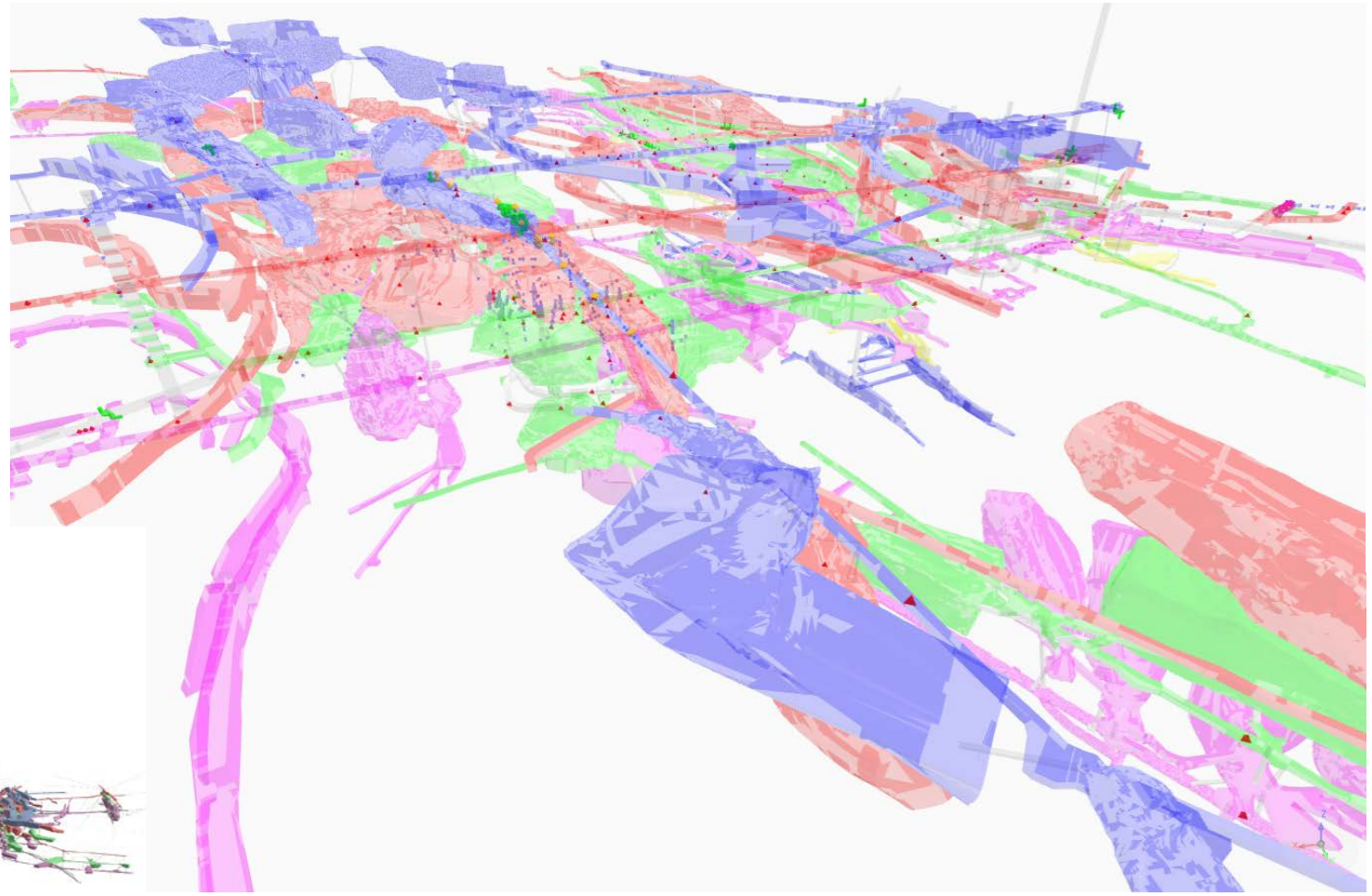


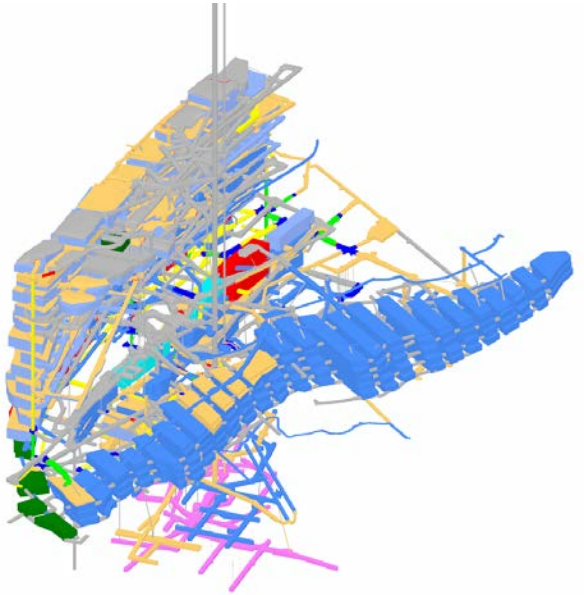
- abgeschlossen: bergmännische Gefahrenabwehr im Zentralteil (bGZ) 2003-2011, knapp 1 Mio. m³ Salzbeton
- Demonstrations- und Versuchs-Abschlussbauwerke
- Planmäßige Stillegung und Verfüllung nach Planfeststellung ab ca. 2028

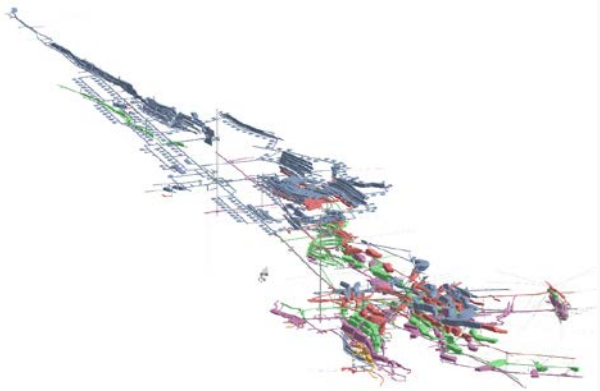
BTW: Rückverfüllung Bergwerk Gorleben ab 2024 mit Haufwerk der Halde Gorleben aus der Auffahrung

SALZ-BESTANDSBERGWERKE UND GEOMONITORING-INSTRUMENTIERUNG

BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG







GEOMONITORING-SYSTEME ÜBERBLICK

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Ereignisüberwachung

- Ortungsseismik
- Mikroakustik

Aktive Ortung im Gebirge

- Georadar
- Geoelektrik
- Ultraschallsondierung …

Spannungsumlagerung

- Druckmesskissen
  - kombiniert als Spannungsmonitorstationen
- Schwingsaitengeber

Spannung/Geometrie

- (Mehrfach-)Extensometer

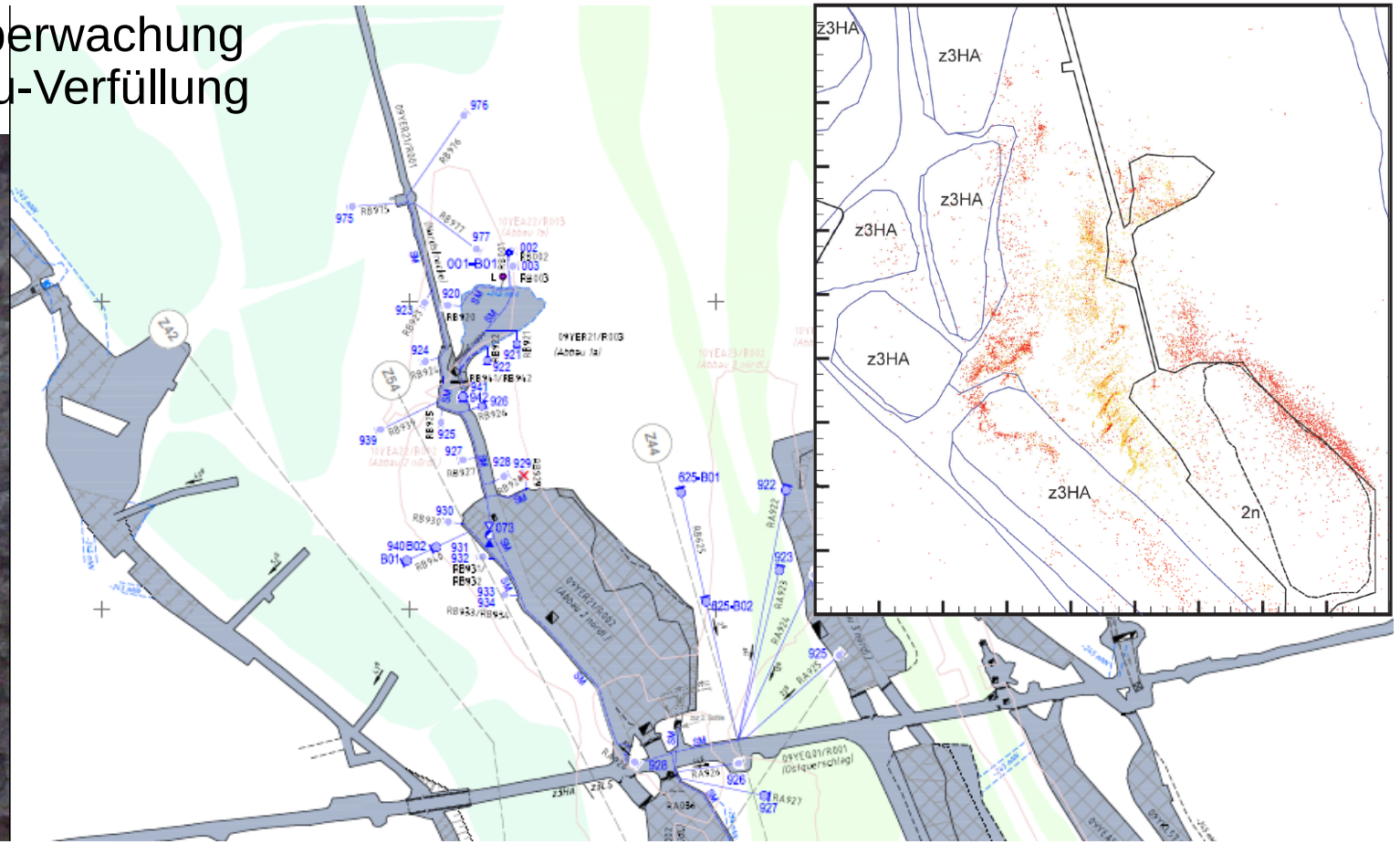
Geometrische Umlagerung

- Konvergenzmessungen
  - Manuell
  - Mechanisch oder optisch automatisiert
  - Tachymetrisch
    - direkt und abgeleitet
  - Flächenkonvergenz-verfahren
- Offene Verschiebungs-/Riss-überwachung: Fissurometer
- Punktüberwachung: 3D (1D)

GEOMONITORING-SYSTEME: EREIGNISÜBERWACHUNG

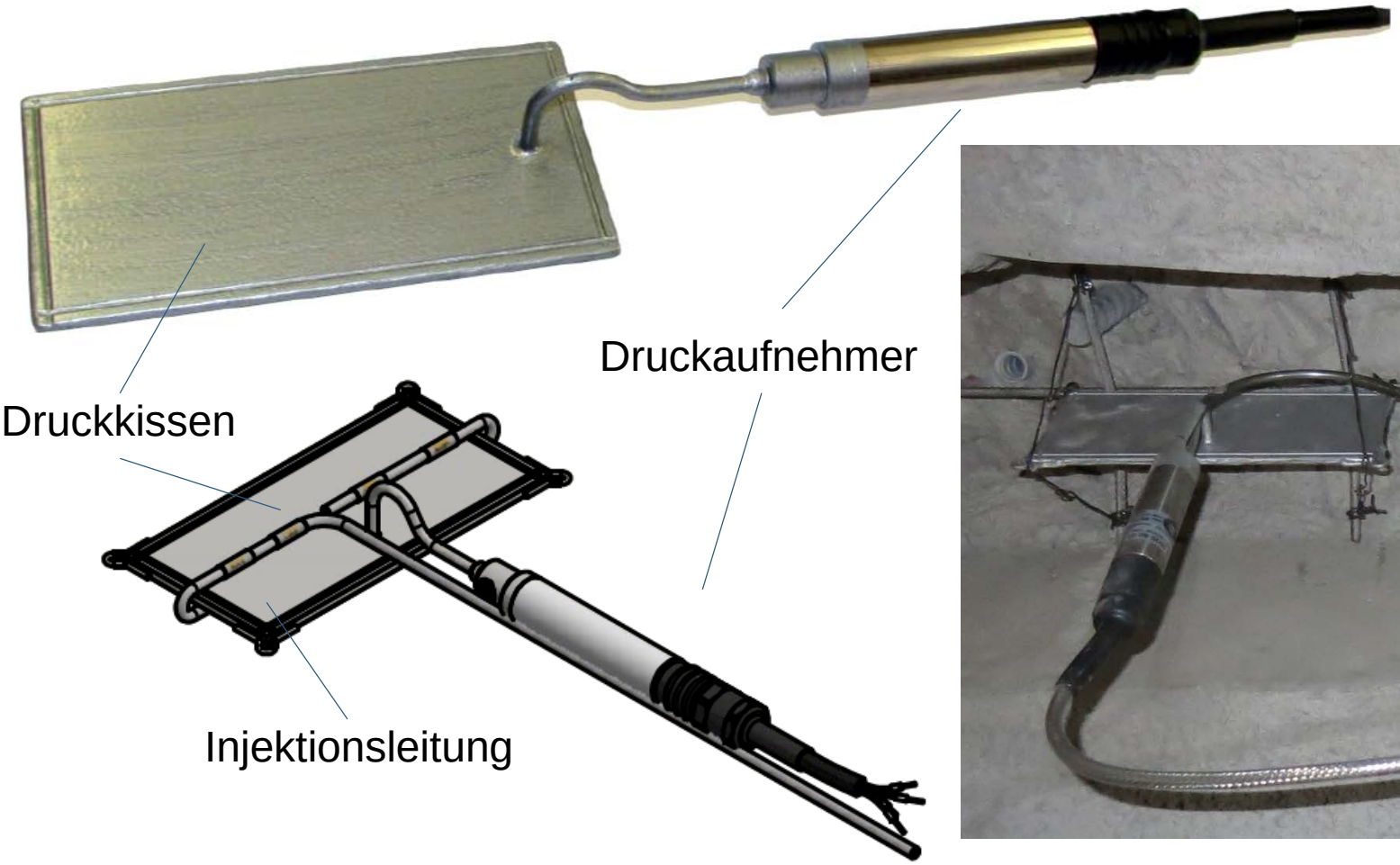
BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Hier: Mikroakustische Überwachung während und nach Abbau-Verfüllung



SPANNUNGSMESSUNGEN
Hydraulisches Druckkissen und Schwingsaitengeber

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

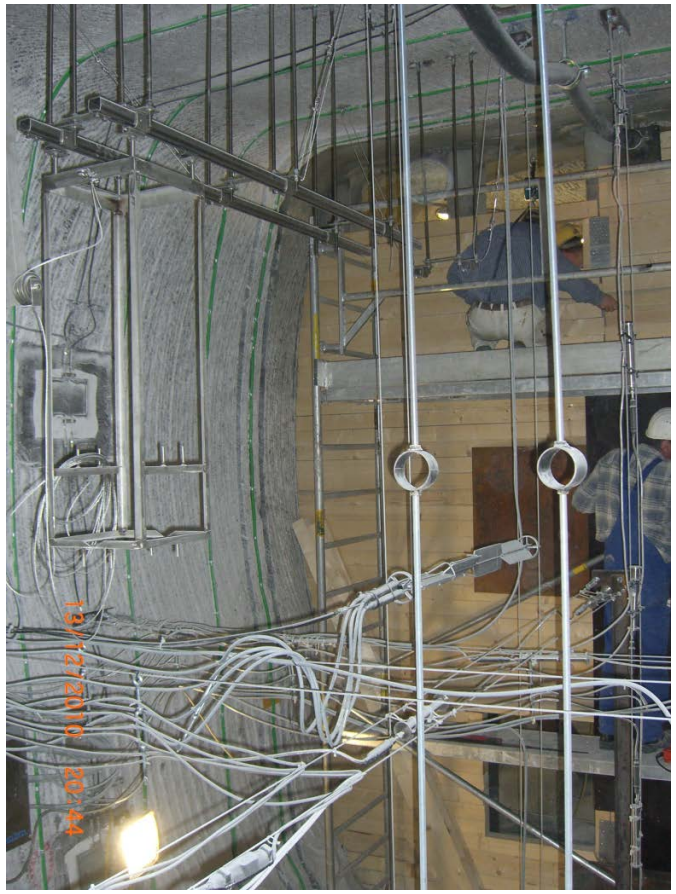


Schwingsaiten-Dehnungsaufnehmer

ANWENDUNG DRUCKKISSEN

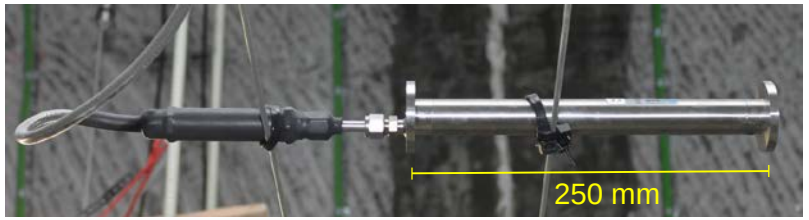
Spannungsmonitorstationen in Betonkörper

Untersuchungs- und Messprogramm „Abdichtbauwerk im Steinsalz“

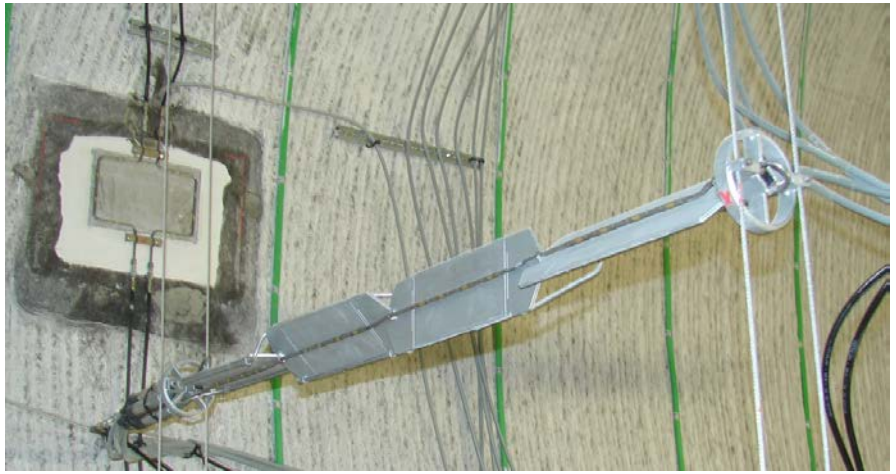


*in Situ-Versuch „Abdichtbauwerk im Steinsalz“

Beispiel der geotechnischen Instrumentierung im Jahr 2010 im Bauwerk* vor Betonage



Betondehnungsaufnehmer



Spannungsmonitoringstation

Ultraschall- und Mikroakustiksonde, Foto: BAM

ÜBERWACHUNG DER AUFLOCKERUNGSZONE UM GRUBENBAUE: MEHRFACHEXTENSOMETER

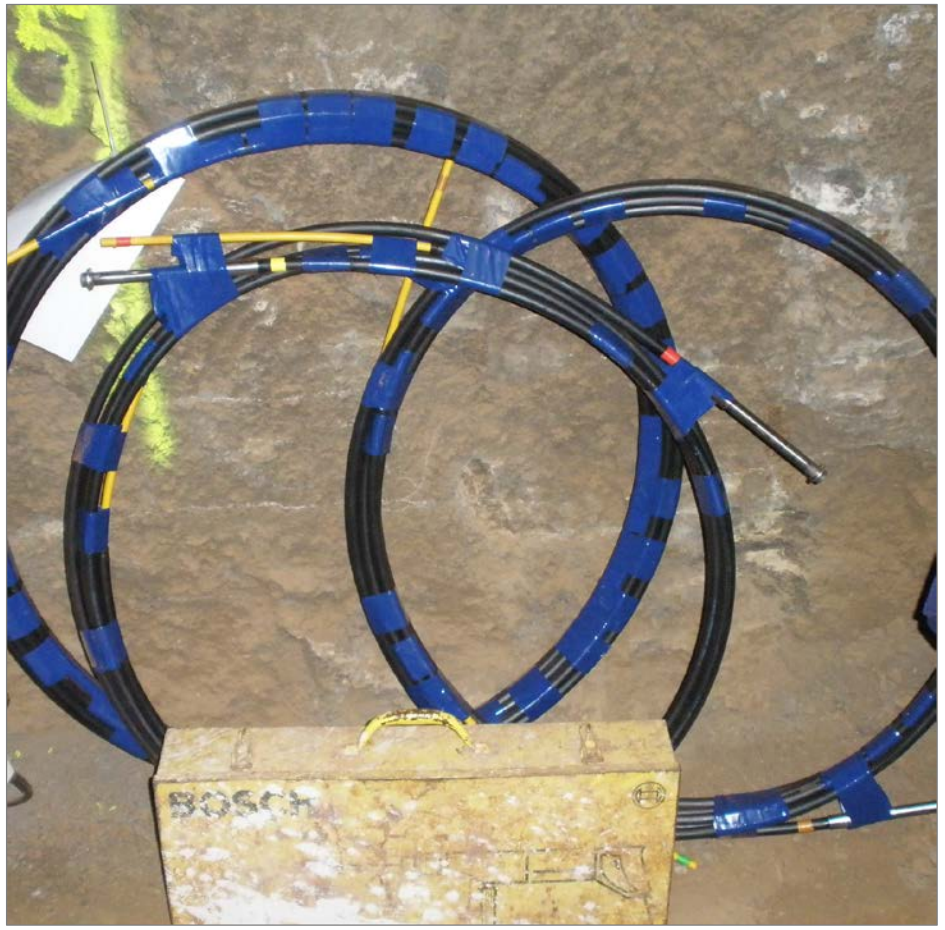
BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Fiberglas-Stangenextensometer mit Kupferpackern und mit Torstahlankern

Einblick in den Messkopf, darüber Temperaturmesskette

ÜBERWACHUNG DER AUFLOCKERUNGSZONE UM GRUBENBAUE: MEHRFACHEXTENSOMETER

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

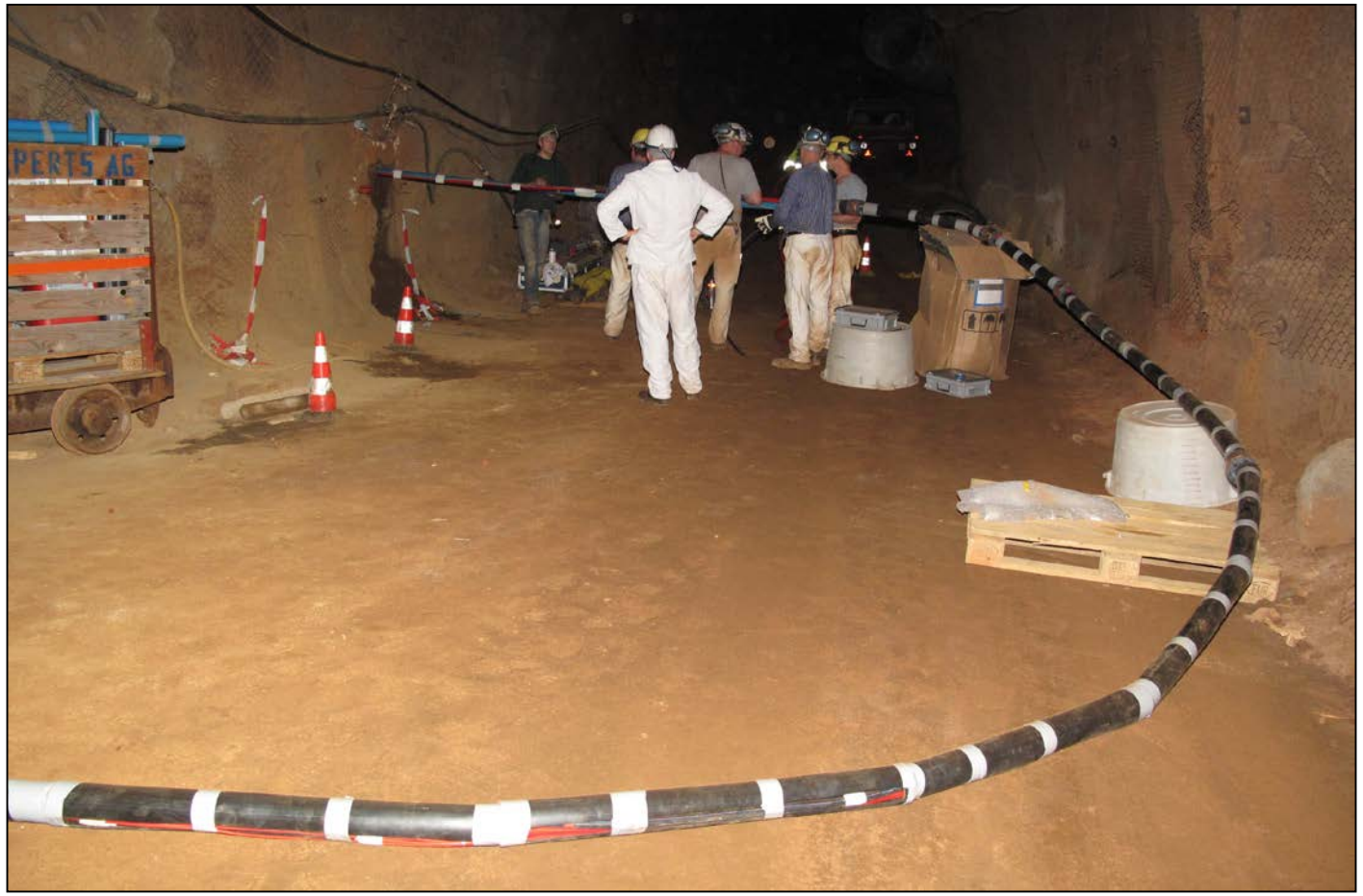


EINZELTEILE UND ZUBEHÖR FÜR DEN EINBAU DER EXTENSOMETER VOR ORT (OHNE MÖRTELPUMPE)

VORTEIL GLASFIBER-STANGEN: LIEFERUNG VORKONFEK-TIONIERT IN GANZER LÄNGE MÖGLICH

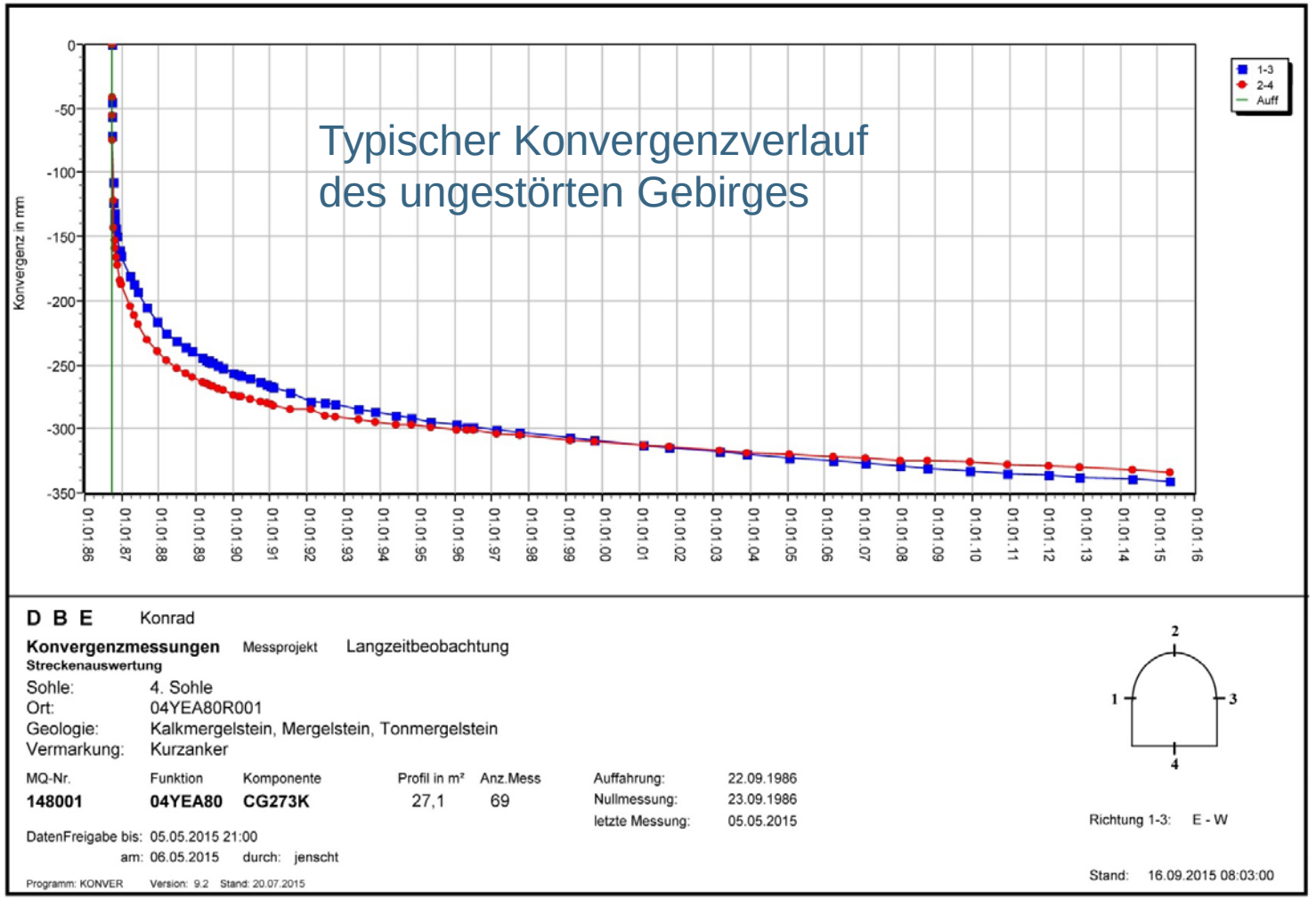
INSTALLATION MEHRFACHEXTENSOMETER

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



DIREKTE GEOMETRISCHE ÜBERWACHUNG
(MANUELLE) KONVERGENZMESSUNG

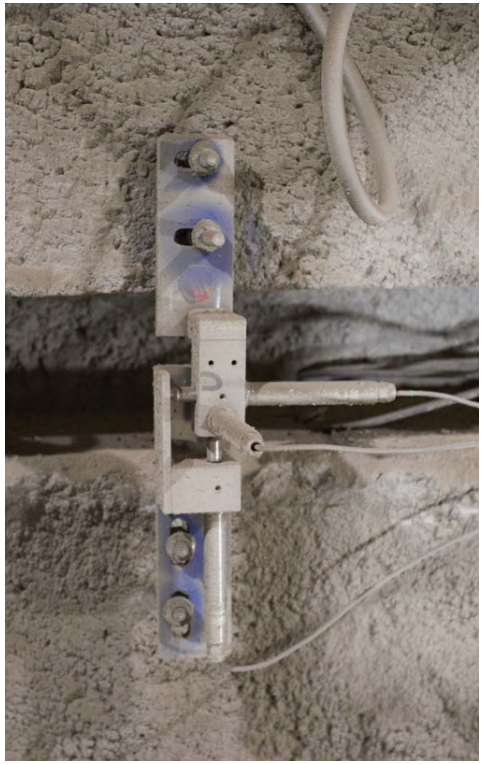
BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG



DIREKTE GEOMETRISCHE ÜBERWACHUNG RELATIVBEWEGUNGEN

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

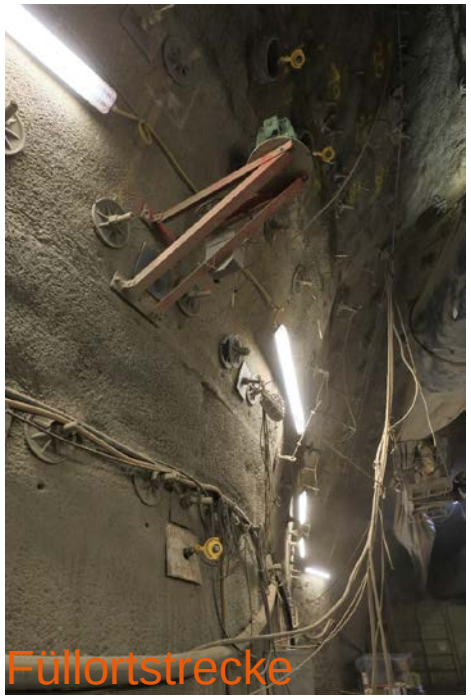
Fissurometer (Fugenspaltmesser) von 1D bis 3D



DIREKTE GEOMETRISCHE ÜBERWACHUNG
EINZELPUNKTÜBERWACHUNG

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Tachymetrische Überwachung


Füllortstrecke

Extensometerkopf

Schachtmessung

Übergang vom Schacht zum Füllort

Ankerüberwachung

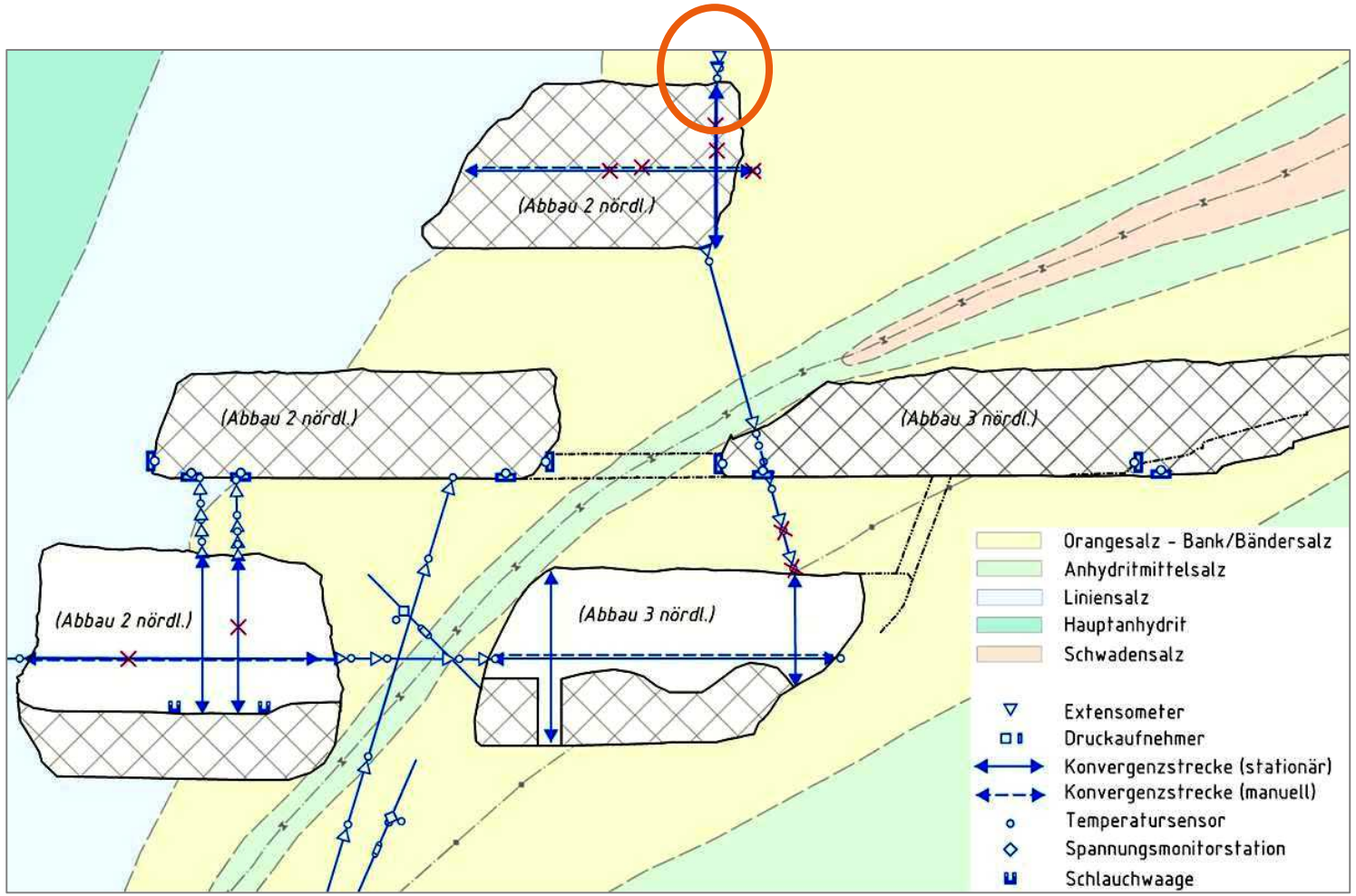
ANWENDUNGSBEISPIEL:
BGZ UND EFFEKTGESTEUERTE VERFÜLLUNG

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Bergbauliche Gefahrenabwehr im Zentralteil (ERA Morsleben): Verfüllung ausgewählter Abbaue im Zentralteil unabhängig von der Stillegung zur Stützung.

Instrumentierung relevanter Schweben. Die Schweben werden überwacht, da die Verfüllung zunächst schwächt (Temperatur, Feuchte) bevor die abgebundene Verfüllung Stützwirkung entfaltet.

Im gesamten Umfeld Abbaue instrumentiert, auch um Wirksamkeit der Maßnahme nachzuweisen. Hier: Abbau mit Konvergenzstation und Bohrung mit Extensometer nach oben.



ANWENDUNGSBEISPIEL:
BGZ UND EFFEKTGESTEUERTE VERFÜLLUNG

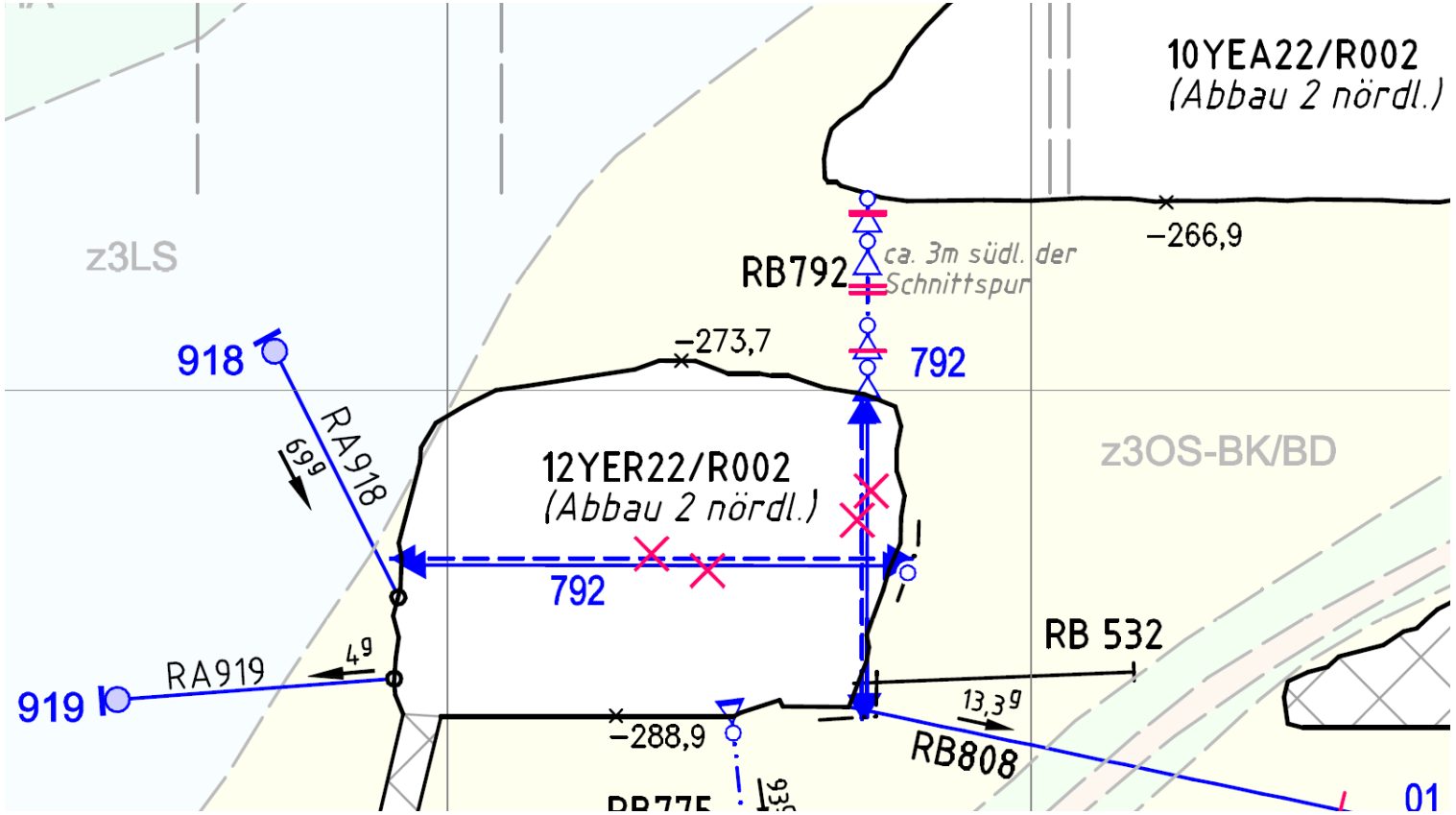
BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Ausgangssituation:
Keine Verfüllung 12YER22, anderweitige Nutzung.

Bohrlochendoskopie vor der Instrumentierung, weit vor der bGZ. Daraus Festlegung Überwachungsabschnitte (drei), d.h. Extensometeranker.

Rote Linien: Aufschlüsse Mikrorisse im Bohrloch.

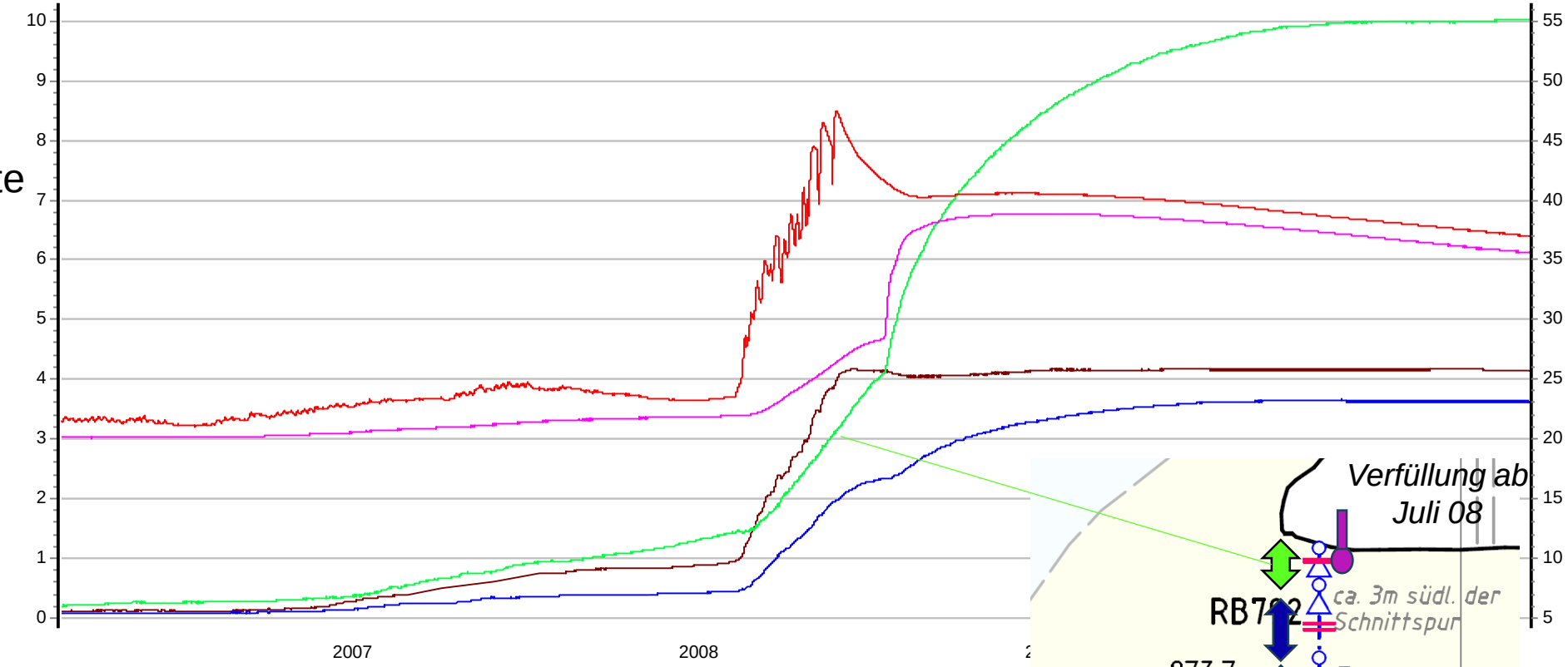
Befürchtung: Vernetzung der Risse und Abriss der Schwebe zwischen 10YEA22 und 12YER22.



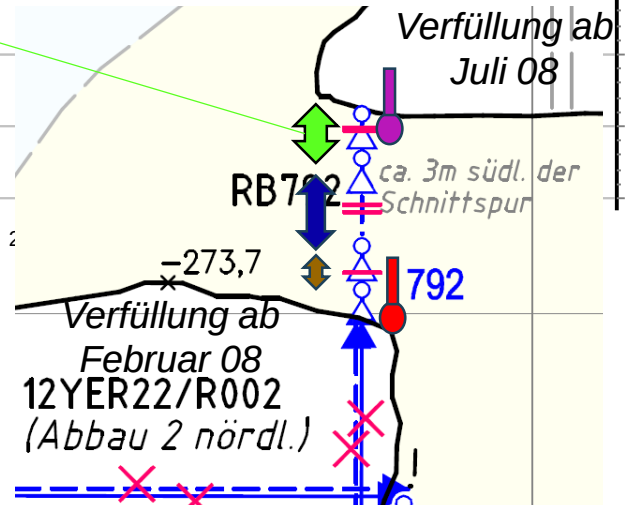
ANWENDUNGSBEISPIEL:
BGZ UND EFFEKTGESTEUERTE VERFÜLLUNG

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

(normierte) Abschnitts-verschiebungen mm/m für die drei Extensometerabschnitte und Temperatursensoren



Seit Ende 2006 Verfüllung nächsttiefere Sohle: erwartete Effekte.



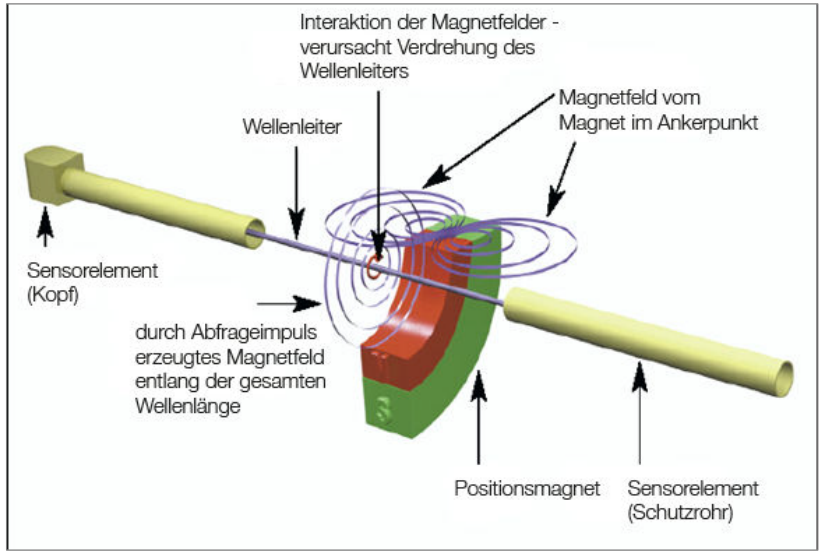
Beschleunigung Herbst 2007 induziert durch näherrückende Verfüllung, aber keine klare Abgrenzung der Prognosen gegen „Bruchkriechen“ – daher Folgeentscheidung Verfüllung auch dieses Abbaus.

WEITERENTWICKLUNG DER MESSTECHNIK SENSORSYSTEME UND MONITORINGANSÄTZE

BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG

Magnetostriktives Extensometer

- Eine flexible Sonde wird in das Führungsrohr geschoben oder ist fest montiert. Mit einem Stromimpuls wird der ferromagnetische Wellenleiter der Sonde stimuliert. Es kommt zu einer Wechsel-wirkung mit dem Magnetfeld der Permanentmagnete in den Ankerpunkten. In Folge des Wiedemann-Effektes entstehen Torsionswellen in der Sonde, deren Eintreffen im Messkopf gemessen werden kann. Die Messung ist eine Laufzeitmessung.
- Es ist sowohl eine Anwendung im Bohrloch mit nur kleinem Durchmesser (z. B. einer Ankerbohrung) als auch eine Oberflächenmontage (z. B. auf oder in der Ausbauschale) möglich.
- Messlängen bis 20 m mit bis zu 20 Messpunkten sind realisierbar.



Ursprünglich von Solexperts, aktuell von Geodata (Fotos): https://www.geodata.com/produkte/magnetostriktives-extensometer/

ÜBERWACHUNG VON BEREICHEN, IN DENEN DIE ARBEITSSICHERHEIT NICHT HERSTELLBAR IST?

BGE BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG