

nach den Temperaturen erfolgt eine Ausdehnung der Berechnungen auf :

- **Auflast-Berg-Druck vertikal**, mit horizontalen Anteilen, aus : Steinen und Berücksichtigung der Material-Entfernung der Schacht-Bohrung
Das ist die Statik. Einspannung Tübbing-Ringe ? Auslegung Tübbing-
Auslegung des Durchmesser-Übergangs-Kegels (D=12 m auf D=20 m)
- **Gas-Dichtheit** der 300 Meter Verschluss-Strecke. Wann hat der Berg-
Druck das wieder eingefüllte trockene Salz-Grus erneut verdichtet ?
- **Viskosität, Berechnung der Absink-Zeit** - der schweren Lagerung im
weniger dichten, warmem Steinsalz mit Geologie-Bezug Beverstedt
Das ist die Dynamik – Wann hat die Entsorgung final stattgefunden ?

Die geplante Vorgehensweise mit Material, Kosten, Personal, Ort, Dauer

- Kauf einer Comsol Multiphysics Lizenz, wenn möglich in DE Version
- Kauf eines Rechen-Clusters – für finite Elemente Berechnung notw.
- Anwerben eines Comsol-Nerds – der das Programm gut beherrscht
- Anwerben einer Gruppe von Physikern die inhaltlich arbeitet/prüft
- Die Berechnungen finden mindestens 1.000 km von Peine entfernt
statt, - um den Einfluss der BGE Firmen-Philosophie zu minimieren.
- Grundsätzlich braucht diese Arbeit Zeit ! Optimierung der Schacht-
Ausbau-Elemente etc. – Annahme 1-2 Jahre in denen Berechnung ,
Bauwerks-Tiefe, und Detail-Planung, immer wieder im Wechsel an-
gepasst werden, bis die optimale Lage und Geometrie gefunden ist.

Gute-Ordnung für die Multiphysics Berechnung eines HLW Endlagers :

- Verwendung von anerkannten physikalischen Konstanten
- Offenlegung aller verwendeten physikalischen Konstanten
- Dokumentation der einzelnen Ergebnisse und Anpassungen

Vorgehen im Detail : nach Aufbau von : Hardware, Comsol Software und Besetzung der Physiker Stellen an einem geeigneten Arbeitsort

- Übernahme der Geologie Beverstedt – Sedimente und Steinsalz
- Übernahme der DBHD 2.0.0 Geometrie in die Comsol Software
- Übernahme von BGZ **Einzel-Castoren mit bekannter Nachzerfalls-Leistung**, - Typ, Abmessungen, Baujahr und Abfall-Inventar in die Berechnung. – **VORHER Jahres-Messungen bei BGZ veranlassen.**

Thermodynamische Einfluss-Faktoren auf ein DBHD 2.0.0 HLW Endlager

- **Berg-Wärme**, geothermische Tiefenstufe „pro 100 Metern +3 °C wärmer“ Anfangs ist diese Wärme vorhanden, Sie wird aber rausgekühlt und fließt nur unendlich langsam mit 5,4 W/m²K nach – Schachtbereich auskühlbar.
- **Nachzerfalls-Wärme** der hoch radioaktiven Reststoffe wie : Brenn-Stäbe und Kokillen aus den Wiederaufarbeitungen. – (HLW = High Level Waste)
- **Kälte aus Wasser-Kühl-Anlage, Temperatur Glykol-Kühlwasser – 5,4 °C**
- **Kälte aus XXL Luft-Kühlungs-Anlage, Temperatur Kühlungs-Luft + 10 °C**
- **Temperatur-Einfluss des Bohrungs-Ausbaus** – (LED) Beleuchtung und Abwärme von bisher noch nicht näher bekannten Arbeits-Maschinen

Praktisches Vorgehen - in die thermodynamische Berechnung hinein :
1ste Machbarkeits-Prüfung – Schwerpunkt : Die Grenz-Temperaturen
Ein Vorgehen in Einzelschritten, deren physikalische Konstanten dokumentiert, und maßstäblich visualisiert werden – „ Logbuch-Führung “

1. **Berg mit Temperaturen** an der Stelle X eingeben, und in Simulation visuell darstellen (nur Sediment-Schichten und Steinsalz Schichten)
2. Berg mit Temperaturen und Zugangs-Schacht $D = 12$ Meter. Steinsalz „steht“ unten nach dem Bohren – oben Darstellung mit Tübbing und Ausbau. – Alles was ein- oder ausgebaut wird, wird auch einbezogen. Einbeziehung der Wasser- und Luft-Kühlung im Vorbau bis kurz über die Schacht-Bohr-Maschine SBR. – Arbeitstemperatur im Schacht ist immer in der Visualisierung / Simulation zentral vor Ort zu zeigen ...
3. Berg, Temp., $D 12$ und Übergangs-Kegel und Einlagerungs-Schacht $D = 20$ m. – Bis Etappen-Ziel: – Ausgebauter, un-befüllter Schacht, ohne die bereits wieder ausgebaute Schacht-Bohr-Maschine SBR.
4. Auskühlung von Schacht und näherer Schacht-Umgebung - bis man Nicht-Bergleute zur Inspektion des Bauwerks einfahren lassen kann.
5. Zugangs-Schacht mit Einlagerung und Verschluss über 10 J., 100 J., 1.000 Jahre, 10.000 J., 100.000 J. und 1.000.000 Jahre berechnen. Welche Temperaturen in : Schacht-Achs-Mitte, in Behälter-Achse, in Behälter-Aussenkanten-Achse, in B.-Pellet-Aussenkanten-Achse und im Nahbereich der Endlager-Säule ? Quantifizierung Gelände-**Anhebung Geländeoberkante in : Zeit, Höhe und Durchmesser.**

Hier werden die Grenz-Temperaturen in allen Werkstoffgruppen und Wirtsgesteinen über die gesamte Zeitachse erkennbar. - Das lässt **Rückschlüsse auf die richtige Tiefenlage des Endlagers** zu !
Ich gehe davon aus, dass DBHD schon zu 85 % richtig geplant ist.

Nach der Temperatur-Berechnung (der Thermodynamik) kann man folgende grundsätzliche Fragen vernünftig / faktisch beantworten :

1. **Die optimale Tiefenlage ?** eines DBHD 2.1.0 HLW Endlagers
2. **Wie viele Geologien** gibt es, die einen Endlager-Einbau mit optimaler Tiefenlage erlauben ??? - Standort-Liste anlegen.
3. Welche tatsächliche Castor-Einlagerungs-**Kapazität** hat ein optimiertes DBHD 2.0.0 HLW Endlager am Standort X, Y, Z ?
4. **Vorläufige Neu-Berechnung der Kosten der Endlagerung.**

NUN Einbeziehung der Auflast-Berg-Drucks – 2 te Machbarkeits-Prüfung :

1. Welche Dimensionierung brauchen die Tübbing-Ringe in der jeweiligen Tiefe X. Es werden ca. 5 Typen von Stahlguss-Tübbinge zu giessen sein ?
2. Ist der Beton-Übergangs-Kegel D 12 zu D 20 m richtig dimensioniert ?
3. Steht das Steinsalz (der Berg) auch in einer Teufe von – 2.200 m noch lange genug ? um den Ausbau und die Einlagerung sicher zu leisten ?

Jeder Stein (klein & gross) im Gestein verursacht kleine horizontale Teil-Kräfte

Die Abwesenheit von seitlichem Material ermöglicht seitliche Ausquetschungen ist aber **unverzichtbar** weil diese die **Tübbing-Ringe einspannen**, und vor einem Abrutschen nach unten schützen. – Reicht die Stand-Zeit der Geologie, um den Ausbau d. Tübbing-Ringe und das Einbetonieren der Lagerung zu ermöglichen ?

Eine Objektivierung dieser Fragen schafft eine Faktenlage, und es gelten nicht länger nur die „Einschätzungen“ des Bauplaners – **Berechnung schafft Fakten.** Diese Berechnungen sollen von einem 2 ten Team unabhängig erstellt werden.

Berechnung der Dauer bis die 300 m ? Verschluss-Strecke gas-dicht ist

Aus der BGR Bohrung in Sigmundshall DE entstand ein erster Nachweis mit Bezug zu Material (Salz-Gruss im Salz) Tiefe und Dauer auf den sich ortsunabhängig aufbauen lässt. – Tabelle mit Tiefenbezug einfordern !

1. Material-Konstanten von der BGR treffen auf Bergdruck und Zeit

2. Welcher Gas-Druck aus Korrosion ist überhaupt zu erwarten ?

Cmsol kann grundsätzlich auch Chemie, Korrosion berechnen

3. Welchen Gas-Druck kann die Verschluss-Strecke zurückhalten ?

4. Welche Höhe braucht eine sichere Verschluss-Strecke ? Sicherheit 5

5. Wie lange dauert es ? bis ein gas-dichter Verschluss gegeben ist ?

Aus Sicherheitsgründen wurde die Höhe der 300 m Verschluss-Strecke überdimensioniert – möglicherweise reichen 100 Meter bei Sicherheit x 5 aus ??

Nur ein gas-dichtes Endlager ist ein zumutbares, sicheres Endlager ! – Das ist eine Komponente, die bei allen DE Endlagern? bisher immer völlig gefehlt hat.

Gas-Dichtheit ist deshalb so wichtig, - weil eine Wegsamkeit nach oben auch immer eine Wasser-Wegsamkeit nach unten ist. Wasser verteilt Schadstoffe.

Ein Gas-Dichtes Endlager, dass einen hohen Innendruck auf ewig halten kann ist überhaupt nur in Steinsalz möglich ! – Tonstein liegt immer in dünnen Schichten vor, und ist niemals ein wirklich homogenes Gestein ? – Festgesteine waren mal flüssig, und schrumpften beim abkühlen, deshalb voller Klüfte. Finnisches Sieb.

Berechnung der Absink-Zeit der Einlagerung im Steinsalz bis „Rotliegendes“ :

Eine Lagerung die aus : Uran-Oxid, Blei, Grauguss, Stahl, Magnetit und Beton besteht, hat eine ganz deutlich höhere Dichte als das umgebende Steinsalz.

Steinsalz hat ein geringe Viskosität, die sich mit zunehmender Temperatur aber messbar erhöht. – Steinsalz ist Viskos – Fest-Gestein ist nicht viskos – Tonstein ?

Wir können das absinken der Lagerung im Salz weder aufhalten noch beschleunigen !!! – wir müssen mit diesem physikalischen Faktum leben – deshalb ist es notwendig diesen Zusammenhang zu objektivieren – also zu berechnen.

1. **Dichte-Werte aller Materialien der Einlagerung** in Comsol eingeben
2. Mit den bekannten Viskositätswerten in den verschiedenen Temperaturbereichen das absinken zeitlich „annährungsweise“ berechnen ...
3. Sinkt die Einlagerung langsam genug um oben die Einlagerung durch Betonverguss in Pellets noch sicher bewerkstelligen zu können ?
4. Wie lange dauert es ? bis die Einlagerung durch das Steinsalz auf die Kante der nächsten Geologie – dem Rotliegenden – abgesunken ist ?
5. Für das vulkanische geprägte „Rotliegende“ sind keine Viskositäten bekannt ? Ing. Goebel bezeichnet das Rotliegende als nicht-viskos.

Wie sie hier erkennen können bedeutet Sichere Endlagerung „loslassen“ !

In der idealen akademischen Welt der Nicht-Bauplaner – die sich offenbar niemals für echte physikalische Fakten interessieren, ist „Rückholbarkeit“ jahrzehntelang ein Wunsch gewesen, den uns Wolfram König von einer Reise in die Schweiz mitbrachte. König stand für untief, deshalb nass und nicht gas-dicht

Meine Vor-Berechnungen nach sinkt die Lagerung so langsam, dass eine bergmännische Bergung nach 500 Jahren sicherlich möglich sein wird !?

Allerdings ist davon auszugehen, dass die Einlagerung nach 12.400 Jahren ? absinken die Kante zum Rotliegenden erreicht hat, und vom keiner Menschen Technologie jemals wieder erreicht werden kann. – Mit DBHD ist aus diesem Grund HLW Endlager und sogar echte nukleare Abrüstung möglich. – MfG VG