



  
**G E U S**

[www.geus.dk](http://www.geus.dk)

# Geotermi i Danmark

## Identifikation af reservoirer

Lars Kristensen

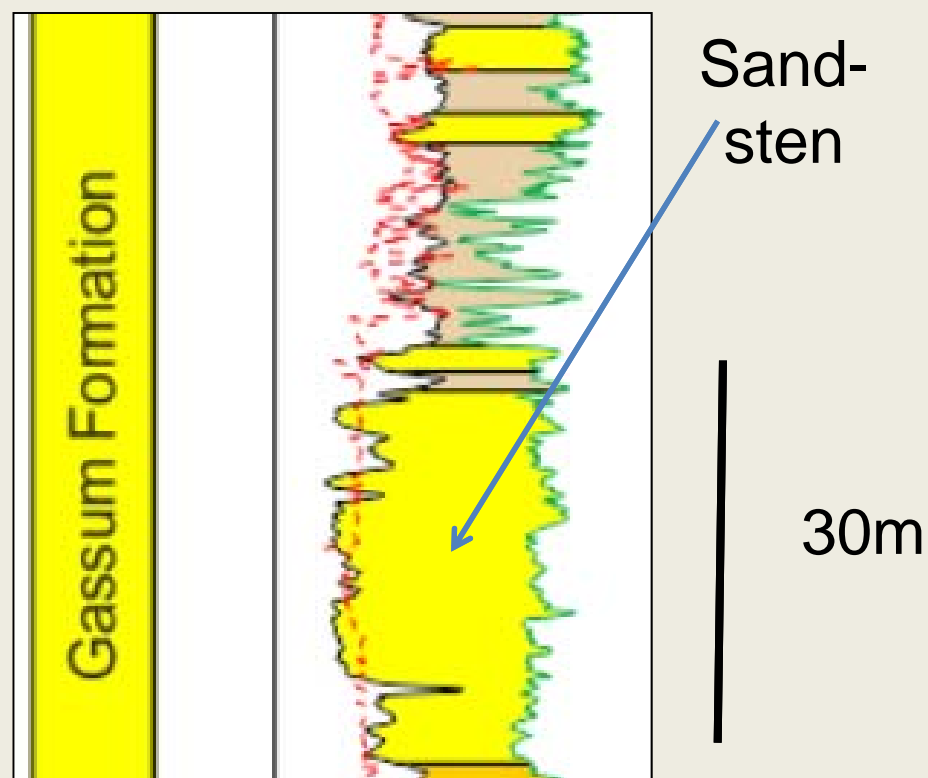
12. maj 2016

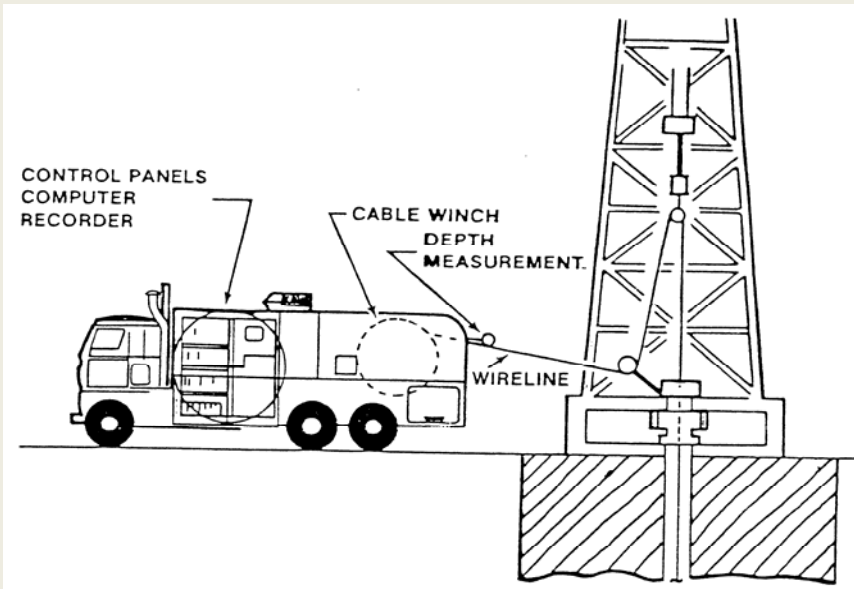
De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland  
Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet

## Geotermiske reservoirer i DK

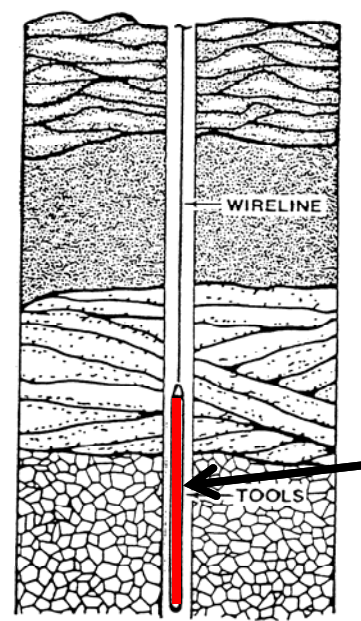
Sandstenlag der kan producere varmt vand med rimelig høj temperatur, og som har høj porøsitet, god permeabilitet og en fornuftig tykkelse

- Gassum Formation
- Bunter Sandstens Formation
- Frederikshavn Fm
- Flyvbjerg Fm
- Haldager Sand Fm
- Skagerrak Fm





**Optagelse af  
Borehuls-målinger  
eller  
Borehuls-logs**



**Sandstens-  
lag**

**Sonde**

# Identifikation af reservoirer

*Reservoirerne identificeres ud fra:*

- **Rå logs**, dvs. elektriske, akustiske eller radioaktive målinger i et borehul
- **Tolkede logs**, dvs. processerede logs
- **Beskrivelser af opboret materiale** (borespåner/cuttings der er kommet til overfladen under boring)
- **Geologisk erfaring** (kendskab til lagfølgen)
- **Evt. kerne-materiale** (kerne-beskrivelser og kerneanalyser)

**Disse data samt loggene fra de enkelte boringer tolkes med henblik på at bestemme:**

**1. Reservoirbjergartens sammensætning (lithologi)**

Ler/sand/(kalk)

Ler-mængde: GR-log

**2. Tykkelsen af sandstens-lagene (modstand, GR)**

**3. Porøsitet i reservoir-sandstenen**

Mængde af porerum i sandstenen (log-tolkning)

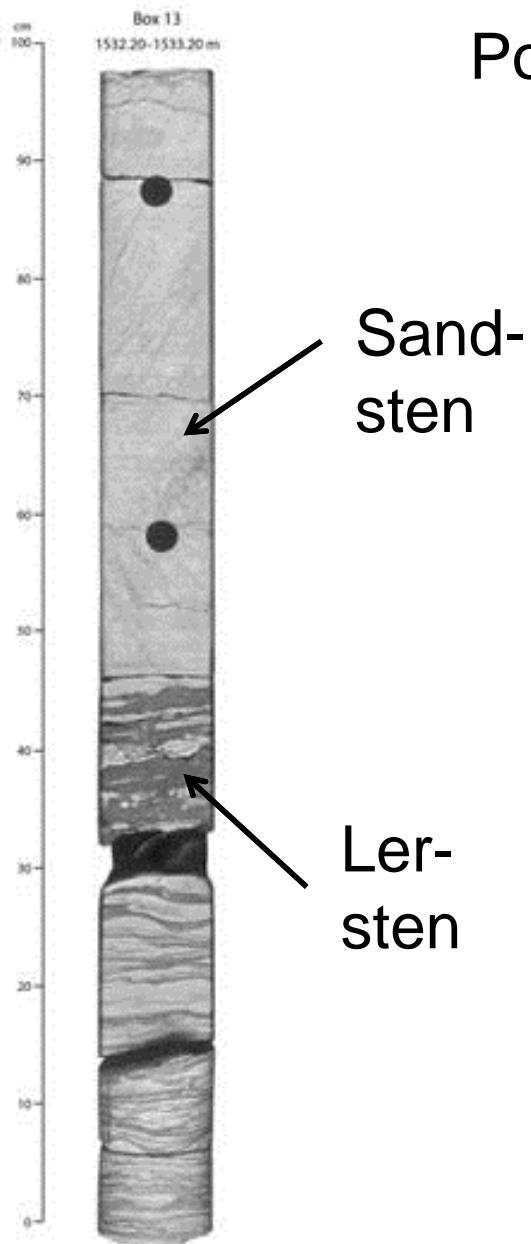
Densitet- og Neutron-log & *ler-mængden*

**4. Permeabilitet i reservoiret (gennemstrømmeligheden)**

Desværre ingen permeabilitets-logs

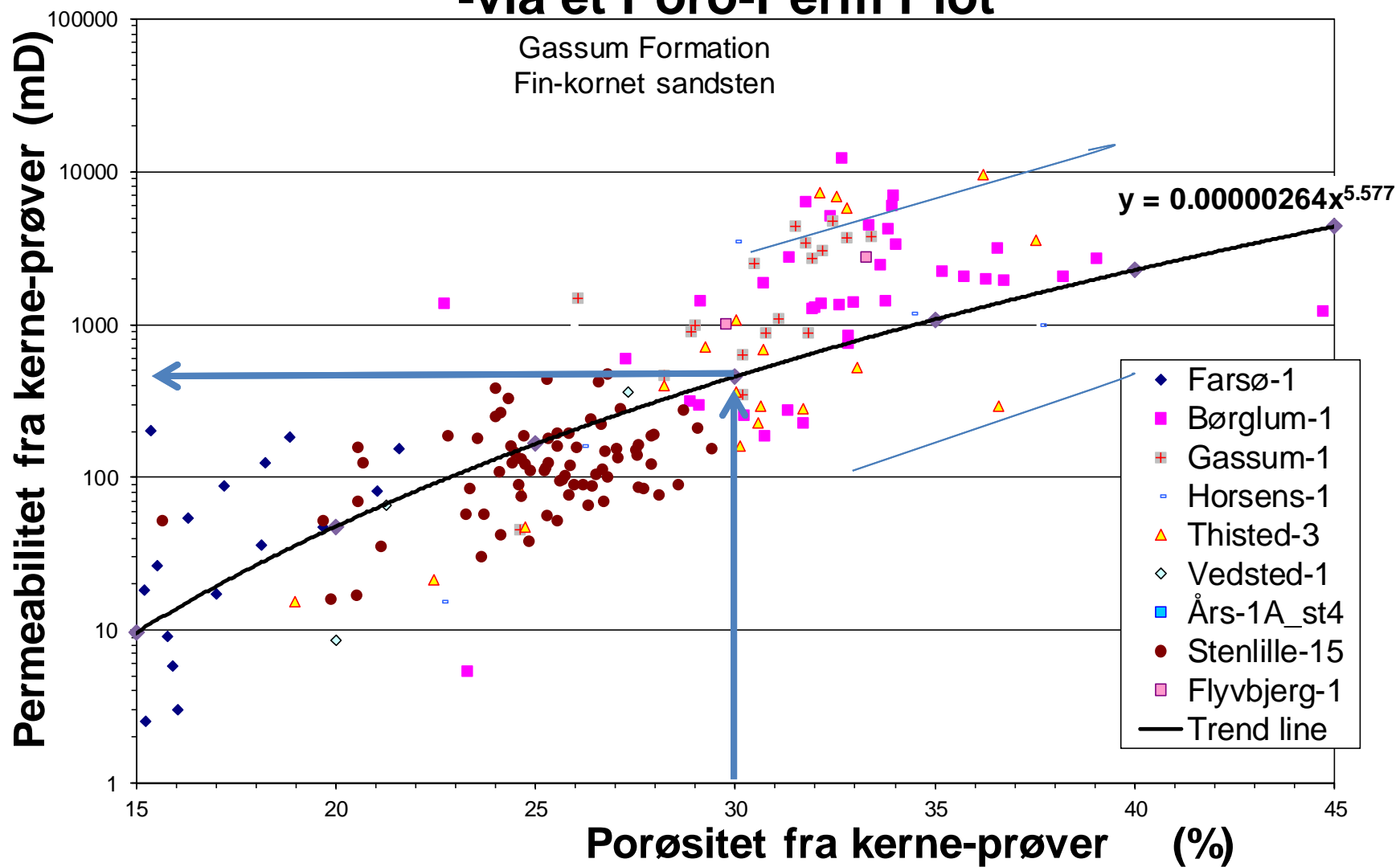
Indirekte metode nødvendig

# Porøsitet og permeabilitet måles på små kerne-prøver (plugs) i laboratoriet



1 tomme

# Indirekte metode til at bestemme permeabiliteten, -via et Poro-Perm Plot



# Vurdering af det geotermiske potentiale

## *To væsentlige parametre som samles til én beskrivende parameter*

- 1. *Permeabilitet*** af reservoir-sandstenen  
(Darcy)
- 2. *Tykkelse*** af reservoir-sandstenen  
(meter)

**Tykkelse x Permeabilitet = Transmissivitet**  
(Darcy-meter). Transmissivitets-kort findes i  
WebGIS portalen.



Grønt:  
Områder hvor  
reservoiret har  
potentiale

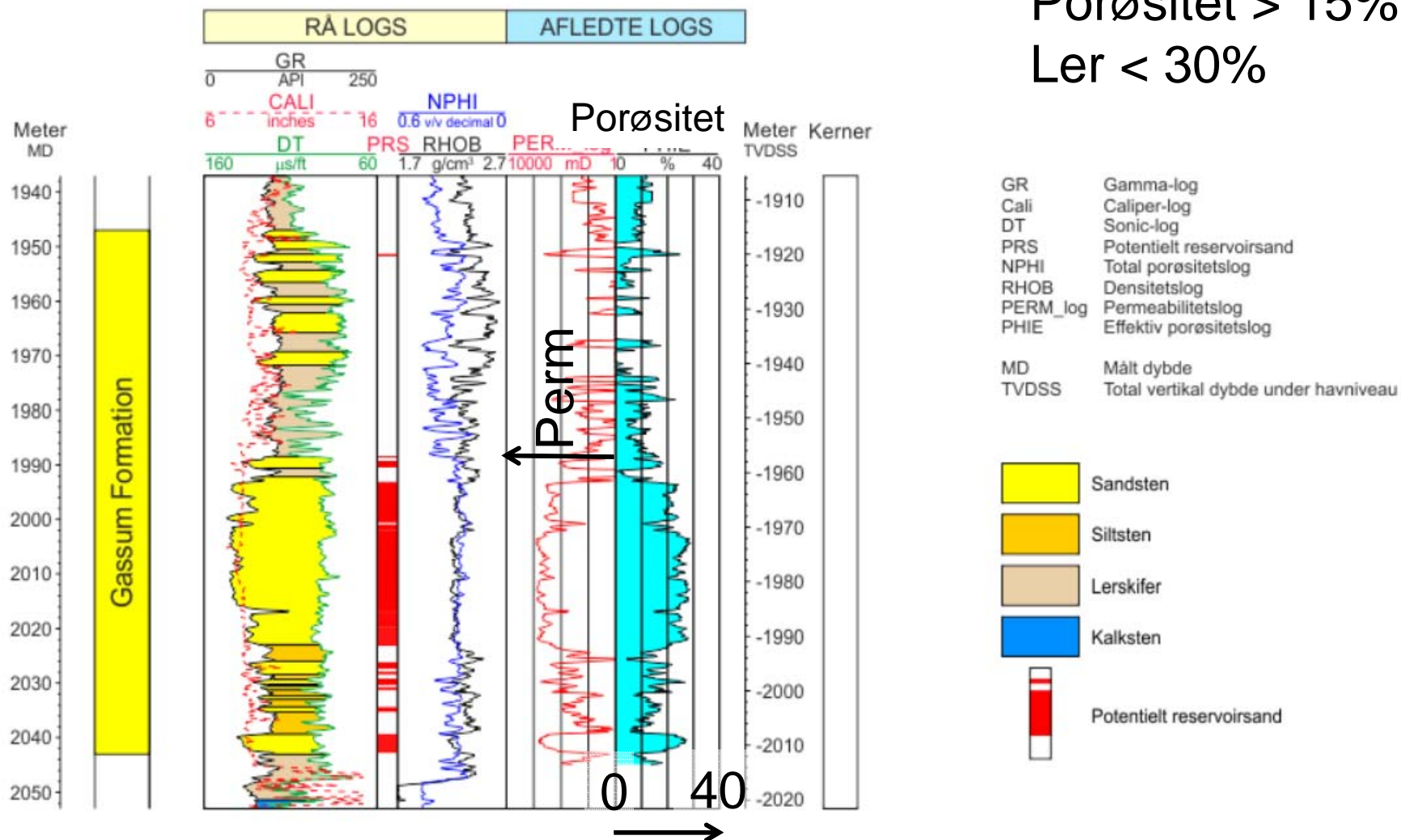
Bunter Sandsten  
&  
Skagerrak  
formationerne

# *Identifikation af geotermiske reservoirs ud fra logs*

Dybde-interval: 800-3000m  
Gode reservoir-egenskaber

## Rødding-1

Potentielt reservoirsand,  
 PRS:  
 Porøsitet > 15%  
 Ler < 30%

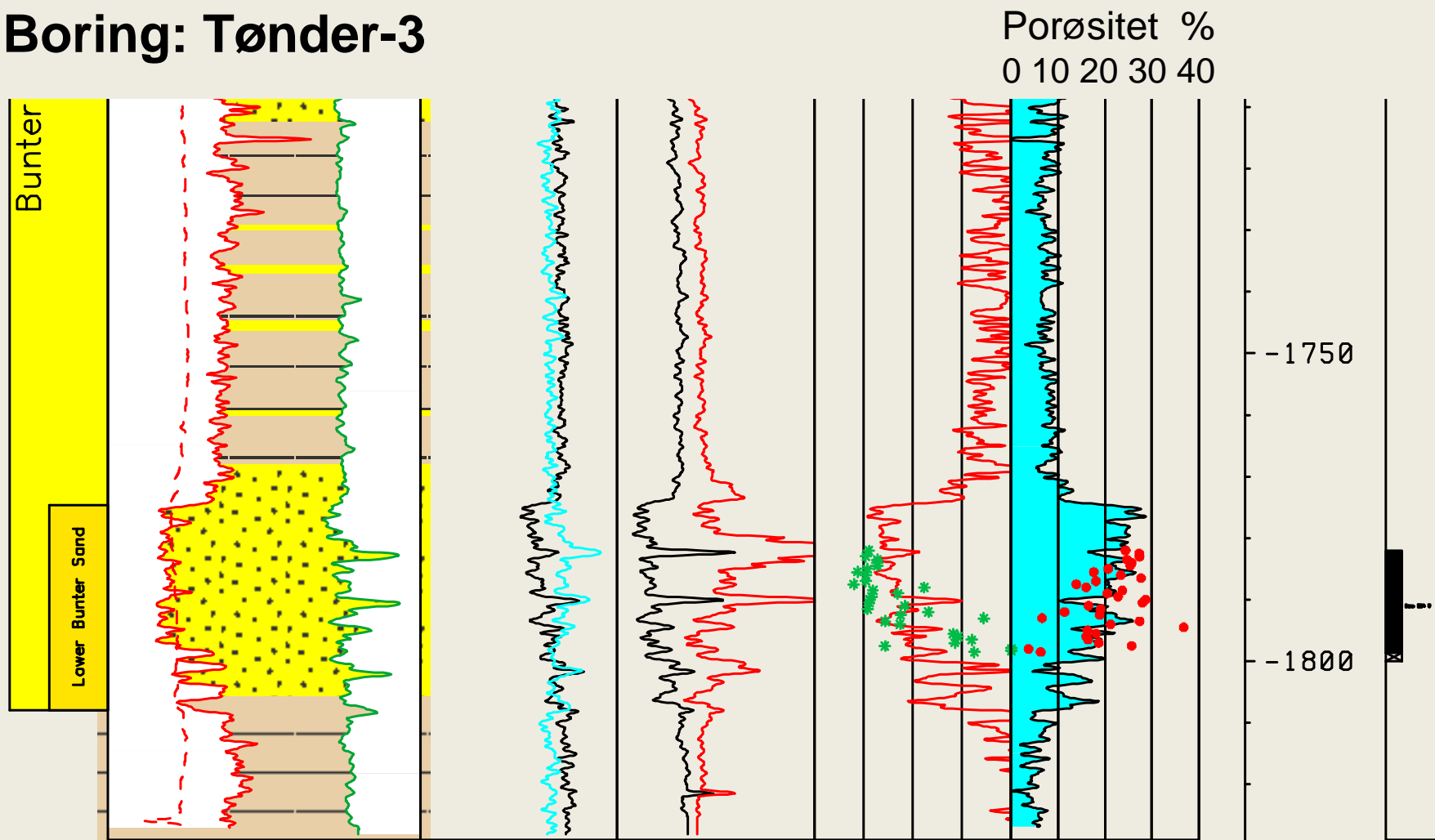


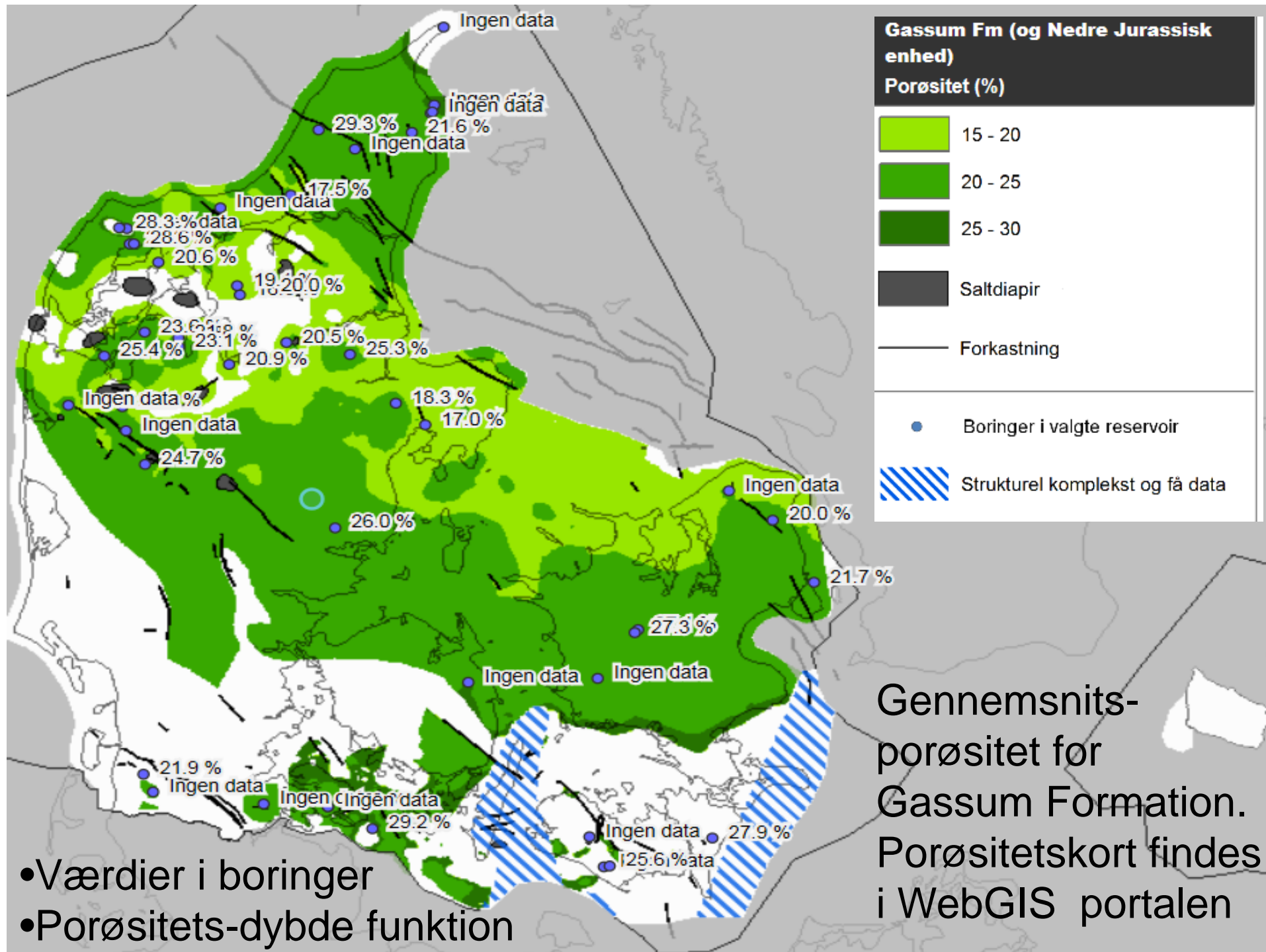
Et godt geotermisk reservoir består overvejende af sandsten og skal have en vis minimumsporøsitet (15%)  
 Et godt geotermisk reservoir må kun indeholde en mindre mængde ler (max. 30%)

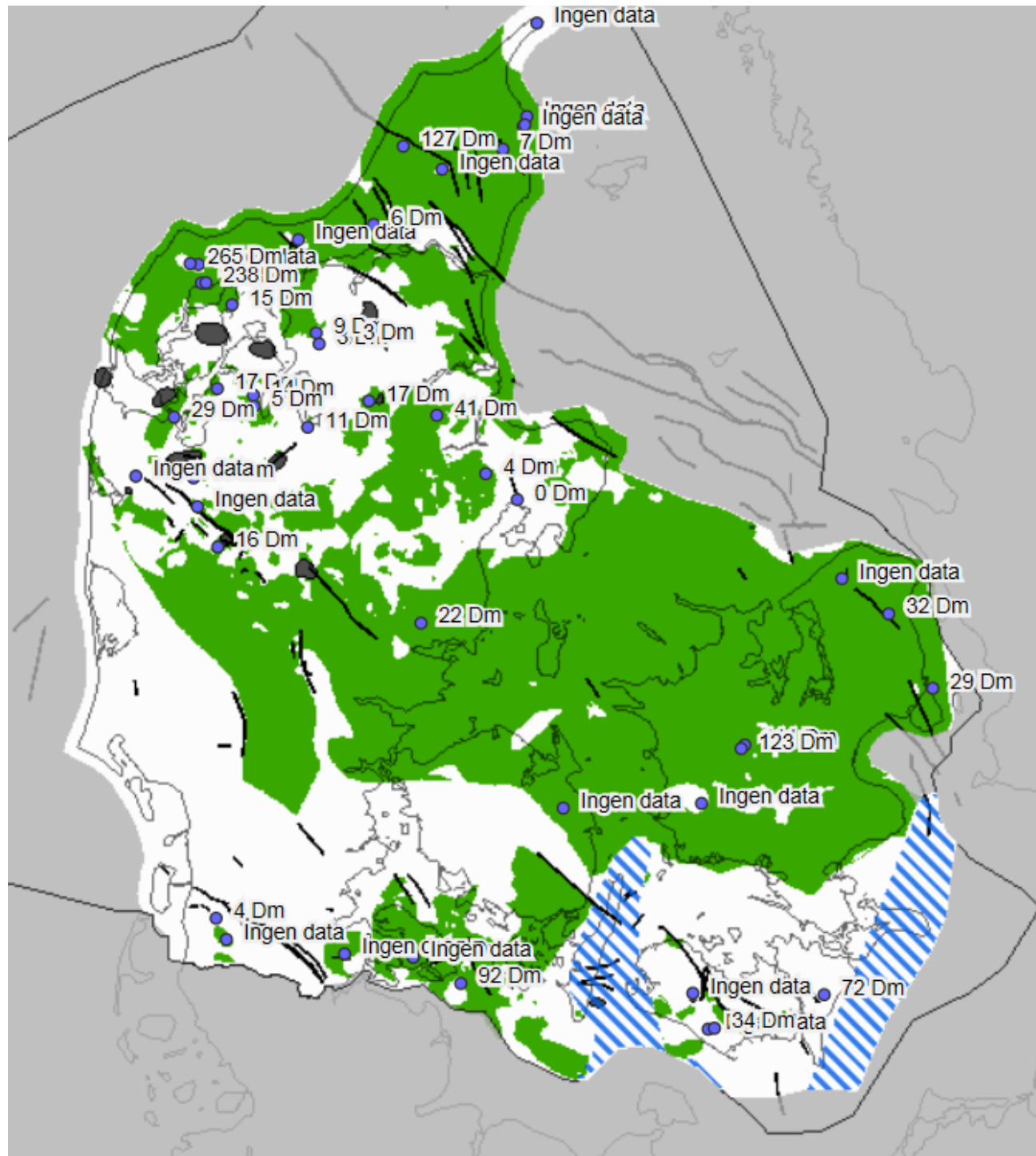
Kalibrering af porøsitetstolkningen.  
Porøsitets-beregning fra logs plottes mod

- Porøsiteter målt på små kerne-prøver

## Boring: Tønder-3







**Gassum Fm (og Nedre Jurassisk enhed)**

**Reservoir-transmissivitet (Dm)**

- $Kh > 10 \text{ Dm}$
- Saltdiapir
- Forkastning
- Boringer i valgte reservoir
- Strukturel komplekst og få data

Transmissivitet  
**Kh kort**  
 Gassum Formation

## Opsummering

- Reservoirer identificeres ud fra logs, borespåne-beskrivelser, geologisk erfaringer og evt. kerner.
- Reservoir-egenskaber vurderes ud fra log-tolkning og kernemateriale:
  - Porøsitet: Porøsitets-logs og ler-indhold
  - Permeabilitet: Poro-perm plots (analyser på kerneprøver)
  - Transmissivitet: Tykkelse x Permeabilitet