

Echtzeit-Beobachtung von Bohrlochzementationen und Sondenbehandlungen mit ortsverteilten Temperaturmessungen

J. Henniges*, B. Prevedel*, M. Loizzo**

*GeoForschungsZentrum Potsdam

**Schlumberger Carbon Services, Clamart Cedex, Frankreich

DGMK/ÖGEW-Frühjahrstagung, Celle, 10./11. April 2008

Einführung

Temperaturmessungen: klassische Methode zur Bestimmung des Zementkopfes, Freisetzung von **Hydratationswärme** beim Abbinden des Zements

Heute: **akustische** Methoden, **Zementbindung**, hydraulische Abdichtung des Ringraumes, z.B. Cement-Bond-Log (**CBL**), Ultrasonic-Imager-Tool (**USIT**)

Probleme: Auswertung **nicht eindeutig**, **Momentaufnahme** eines zeitlich veränderlichen Prozesses

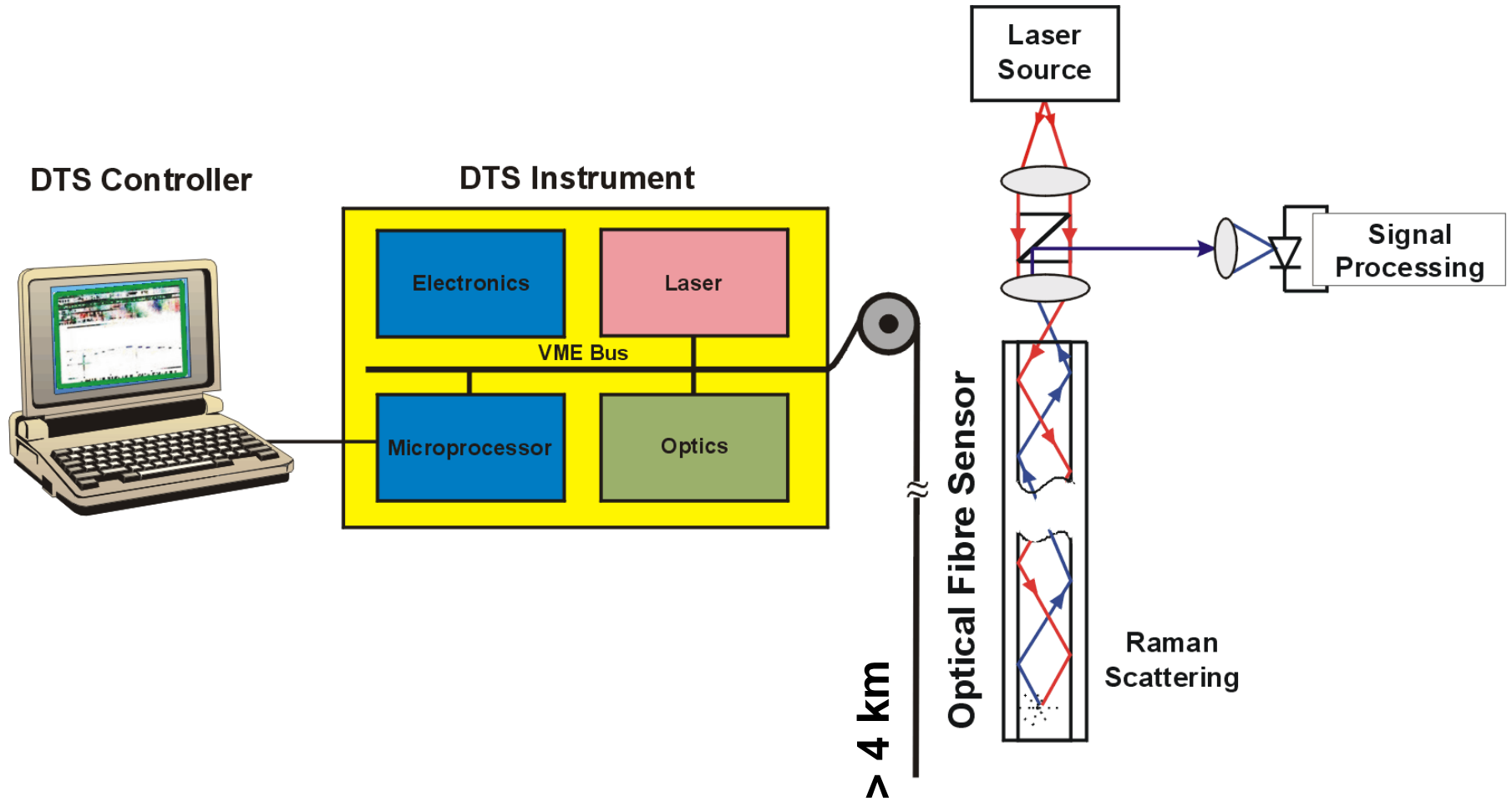
Ortsverteilte Temperaturmessung: kontinuierliche **Überwachung dynamischer Prozesse**, z.B. Verpumpen der Zementschlämme

Fallstudie: 3 Bohrungen, **permanent hinter der Verrohrung installierte Sensorkabel** (CO2SINK-Projekt, Ketzin)

Gliederung

- **Methode der ortsverteilten Temperaturmessung**
 - Permanente Installation der Sensorkabel hinter der Verrohrung
 - Teufenkorrelation der Messdaten
- **Ausbau der Bohrungen, Zementationsmethoden**
- **Temperaturmessungen**
 - Verpumpen der Zementschlämme
 - Abbinden des Zements
- **Vergleich mit akustischen Messungen (CBL, USIT)**

Distributed Temperature Sensing (DTS)



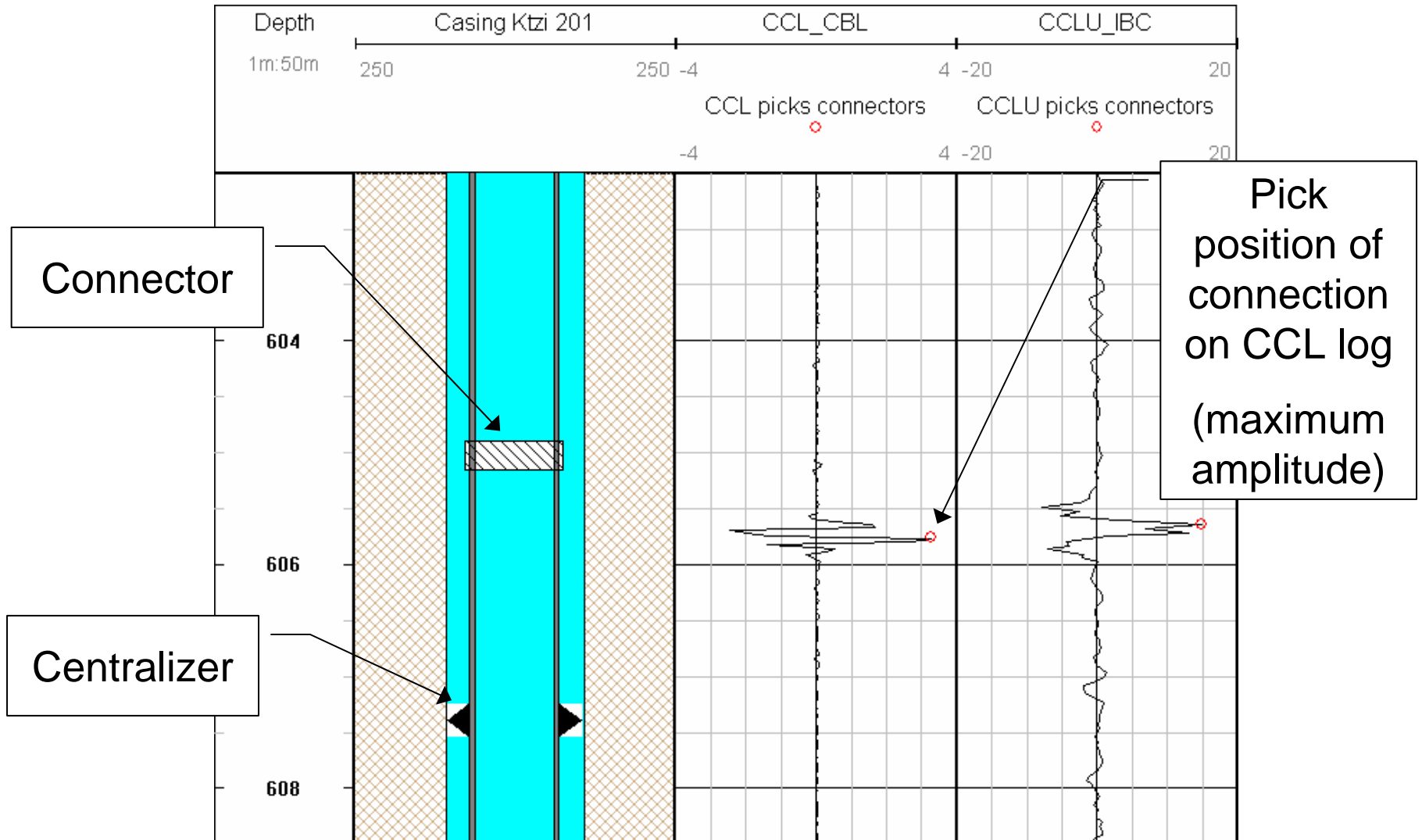
Permanent installation of sensor cables behind casing



Depth correlation of DTS data (1): Overlength of installed cable

Well	Ktzi200	Ktzi201	Ktzi202
Length of cable (m)	802.16	742.85	740.75
Length of casing (m)	795.27	738.42	736.86
Overlength cable (m)	6.89	4.42	3.88
Overlength cable (%)	0.87	0.60	0.53

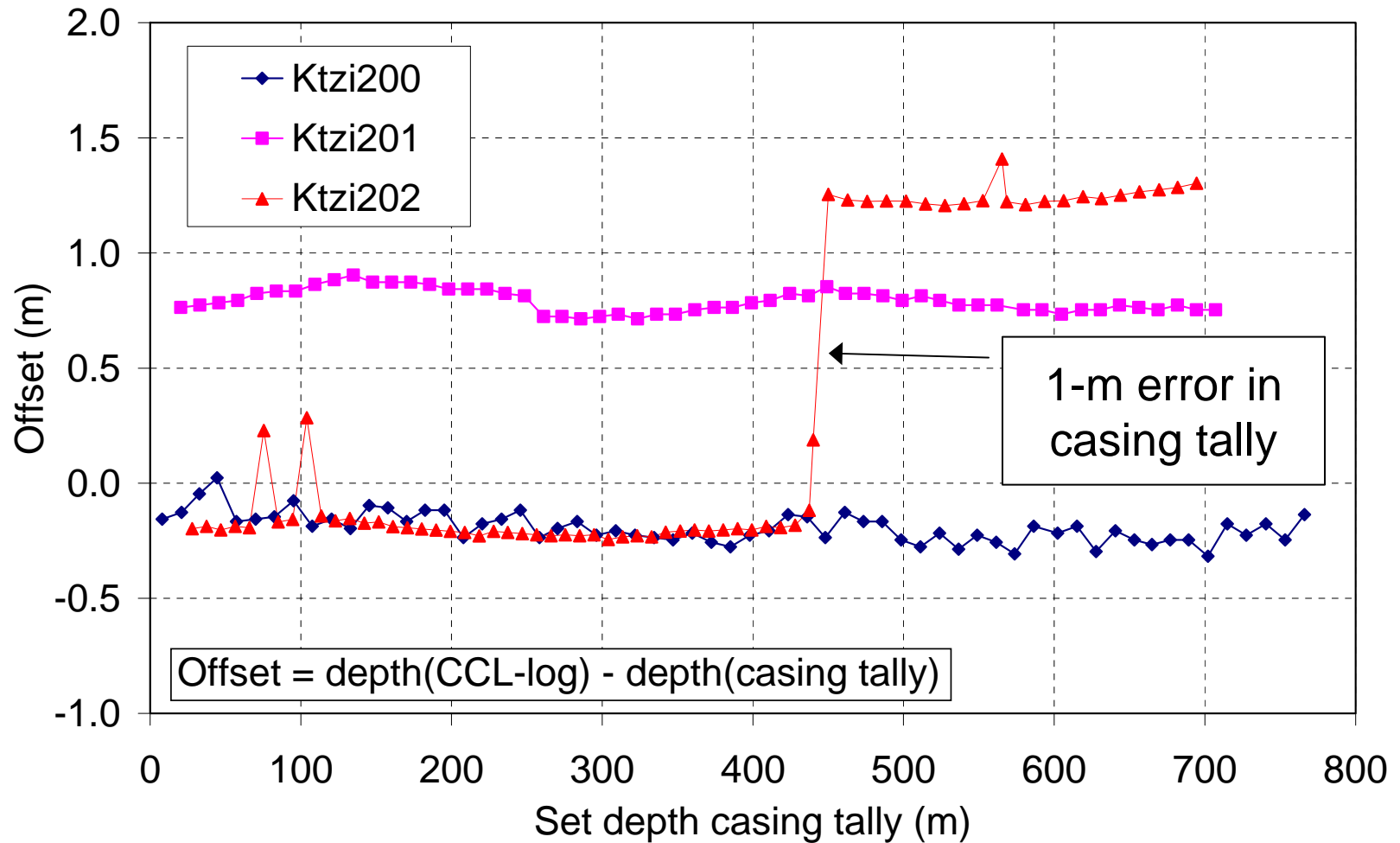
Depth correlation: casing collar locator log (CCL)



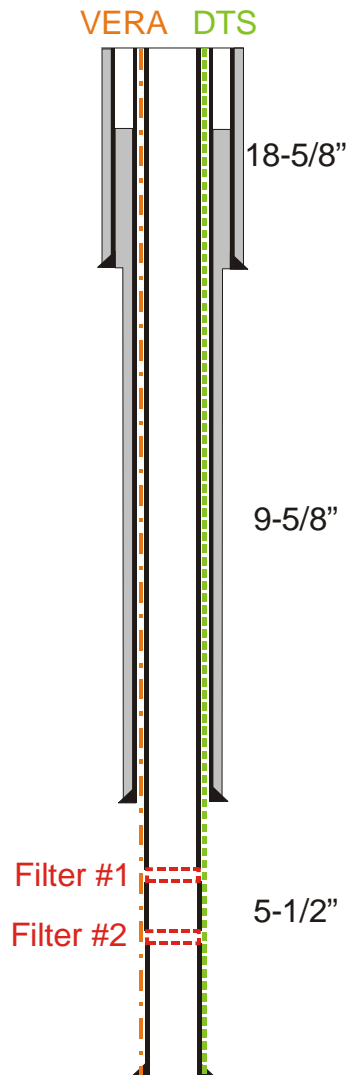
Depth correlation of DTS data (2): Depth of reference point

Well	Ktzi200	Ktzi201	Ktzi202
Reference depth (m)	791.76	732.97	732.76
Offset (m)	-0.26	0.75	1.27
Corrected depth (m)	791.50	733.72	734.03

Casing set depths and CCL log depths



Well design CO₂SINK, Ketzin site



- 18-5/8" surface casing (cemented)
- 9-5/8" intermediate casing (cemented)
- 5-1/2" casing:
 - 8-1/2" hole
 - two 9m filter screen sections
 - permanent sensor cables behind casing (DTS, VERA)
- cementation
 - below filter screens: stinger
 - above filter screens: stage tool, swell packer

Two-stage cementation of 5-1/2" casing

1st stage:

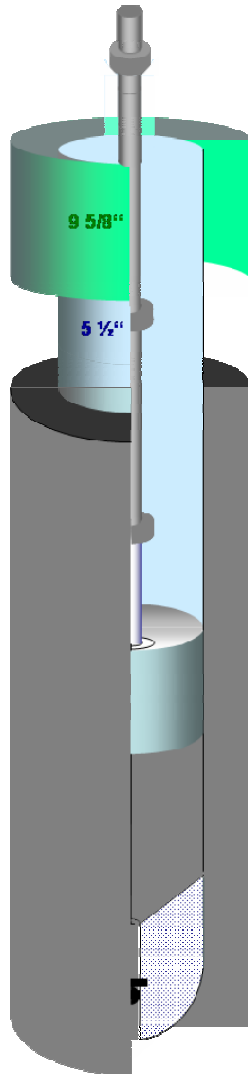
Stinger
cementation

(below filter)

T.O.C.
top of
cement

Stinger
Pack-off

5 1/2" Casing
Shoe



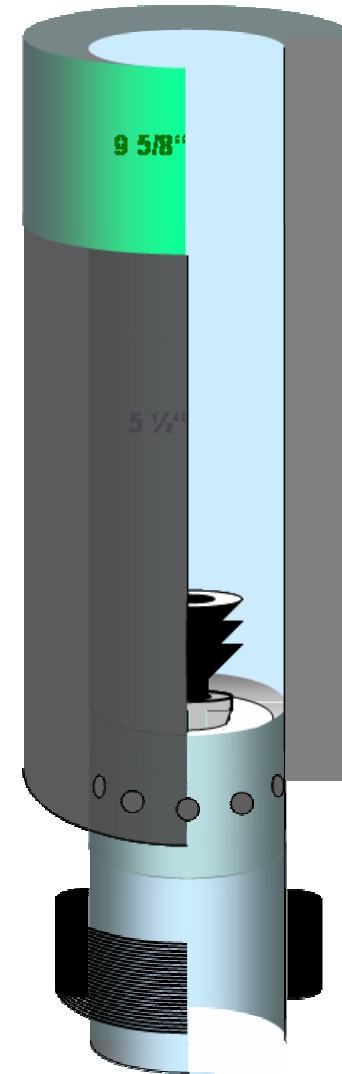
2nd stage:

Plug cementation
with stage tool

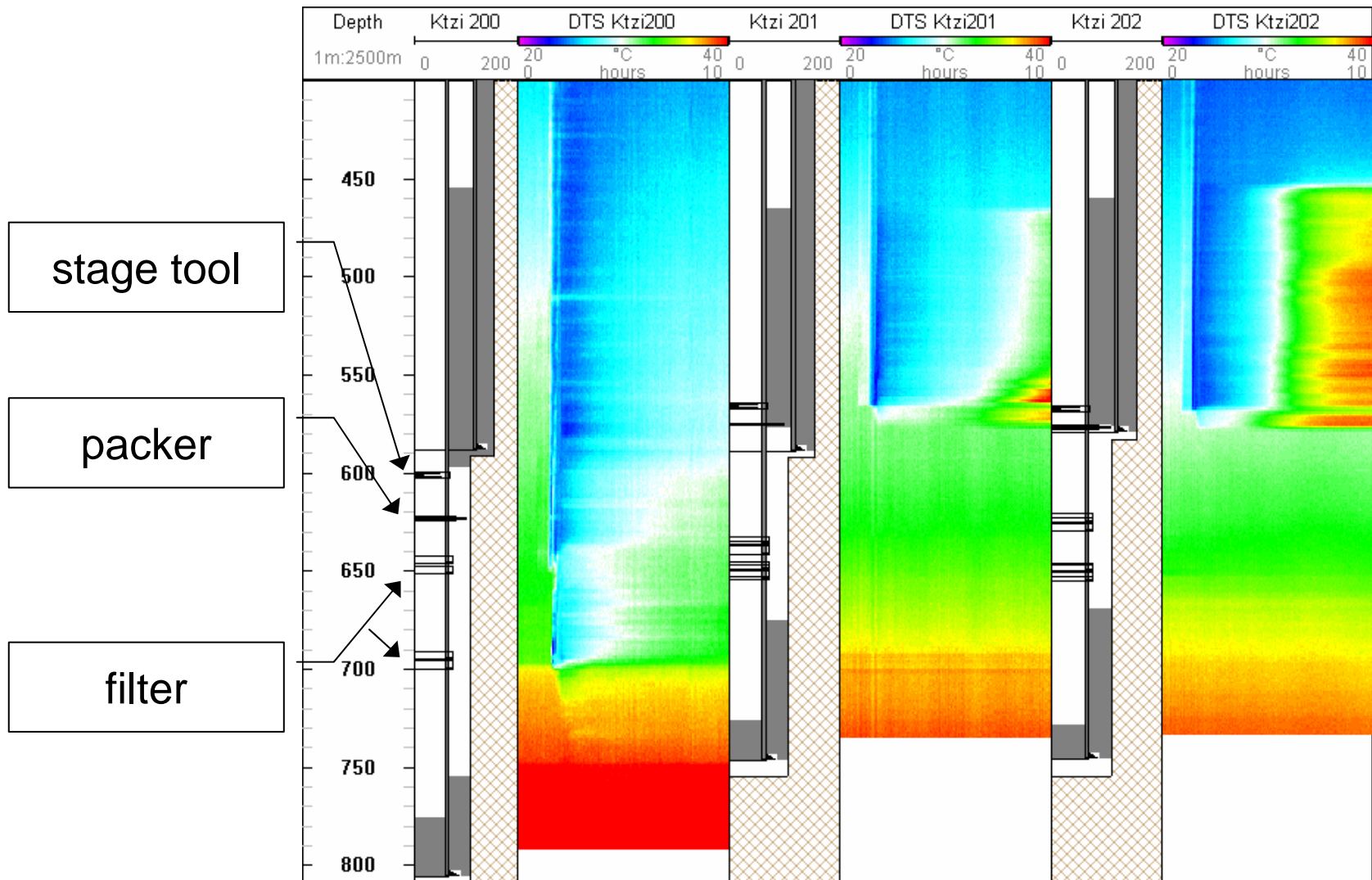
(above filter)

Stage
tool

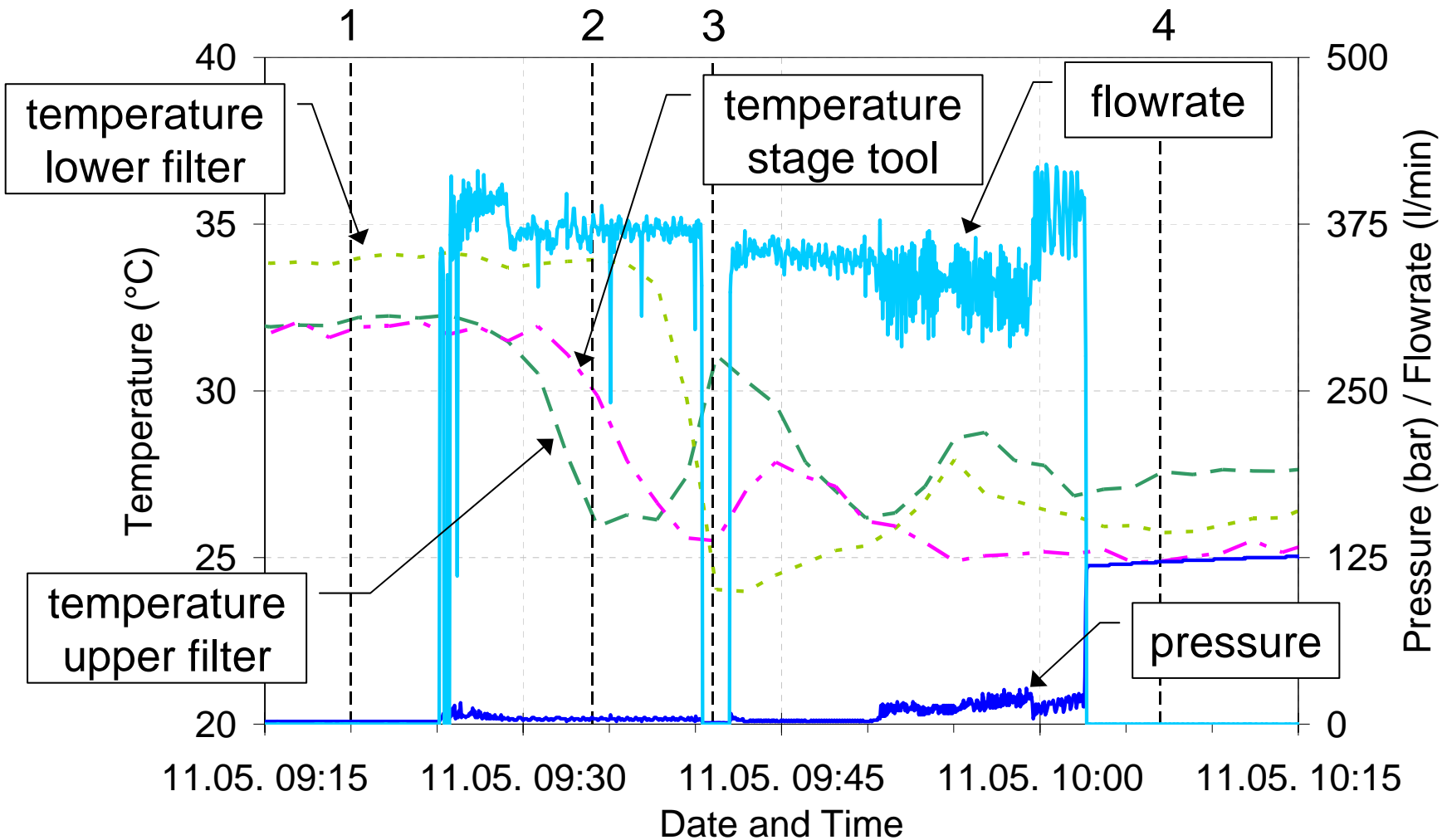
Swell
packer



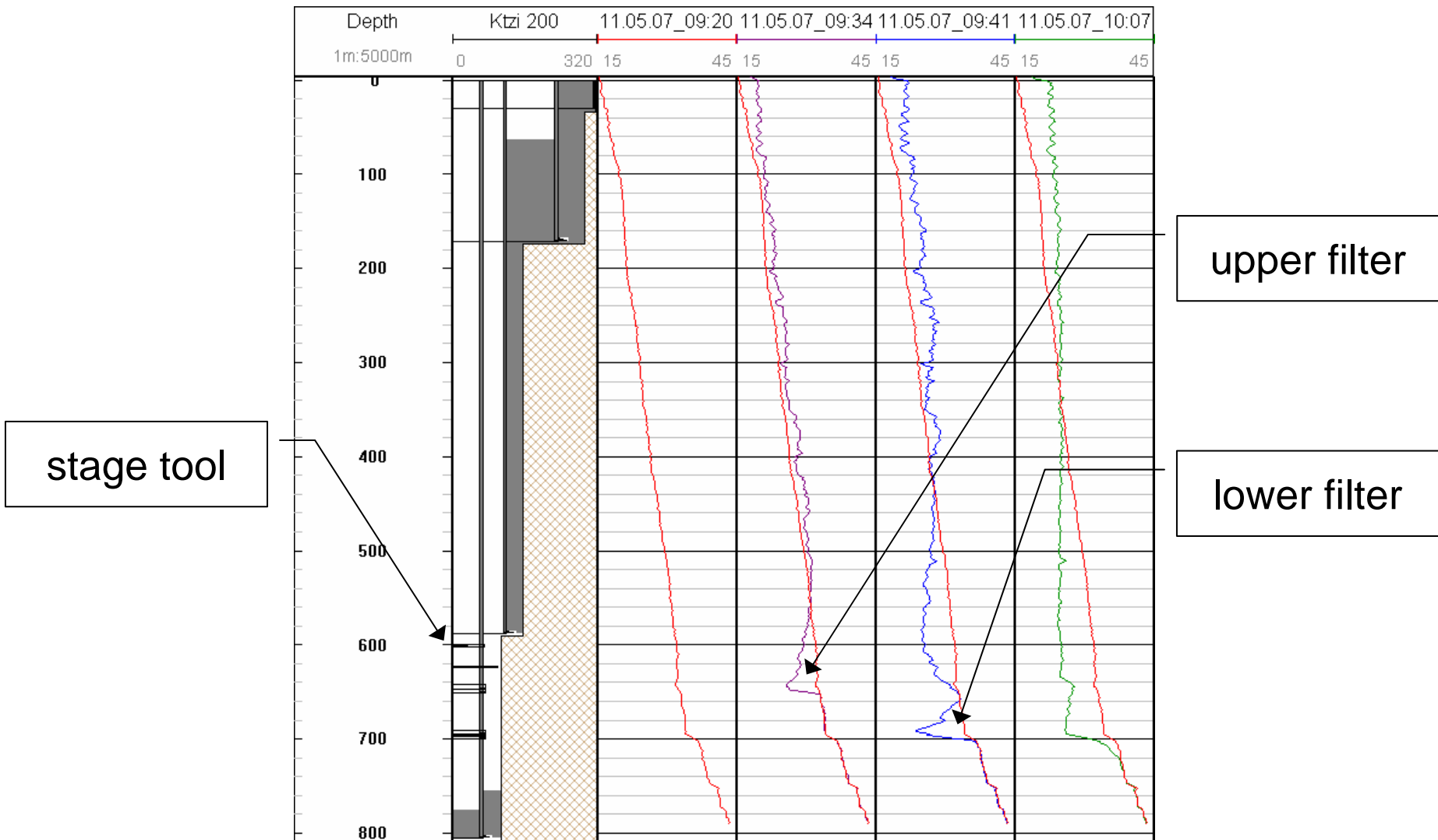
Temperature monitoring during stage cementations



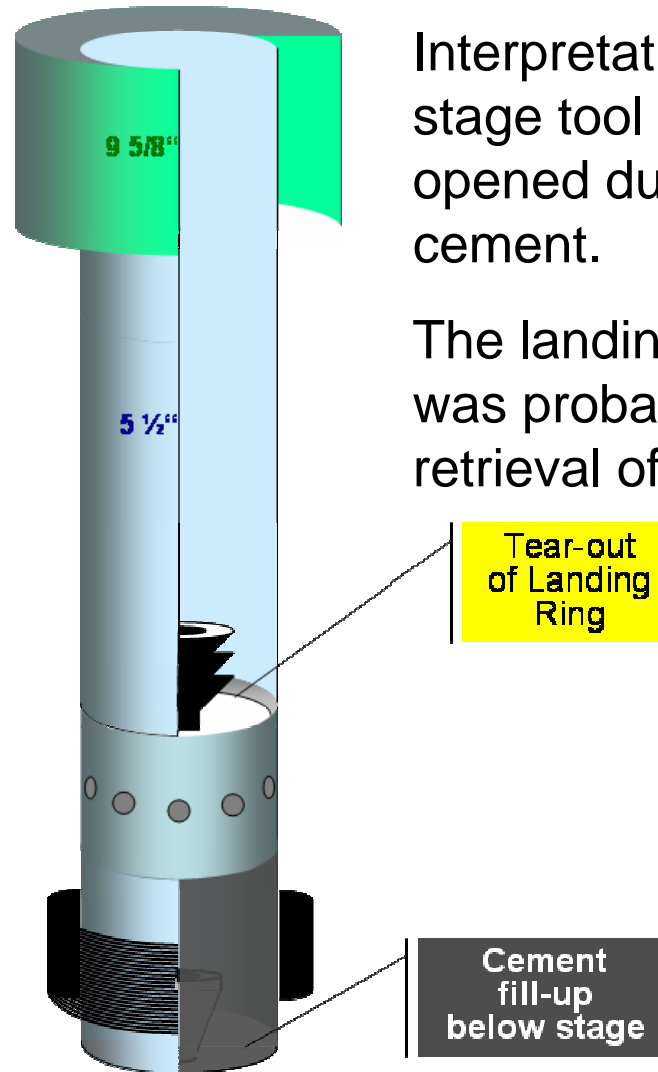
Temperature changes, Ktzi200 stage cementation



Temperature profiles, Ktzi200 stage cementation



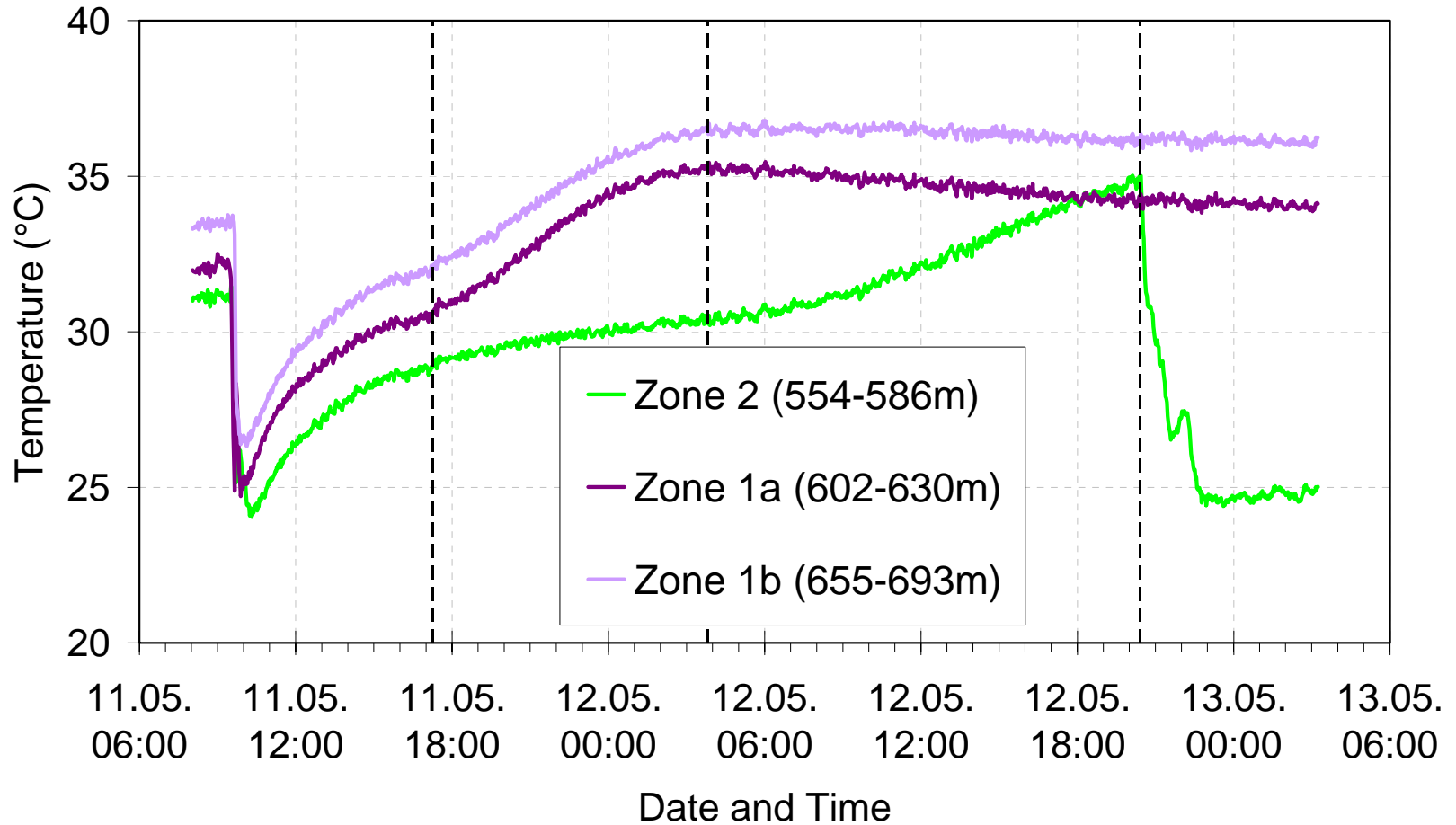
Failure of stage cementing operation



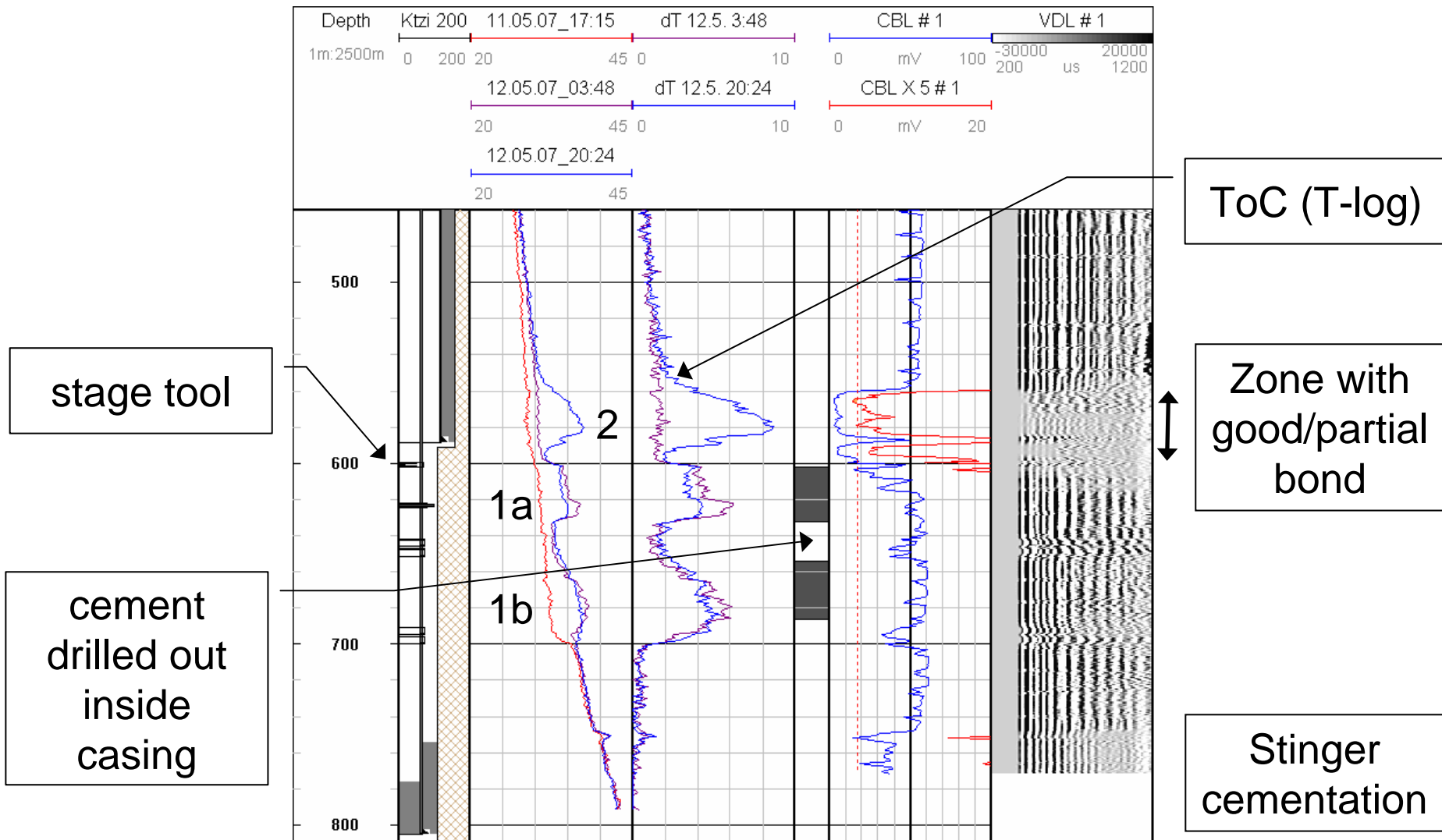
Interpretation: The ports of the stage tool were only partially opened during pumping of the cement.

The landing ring of the stage tool was probably damaged during retrieval of the stinger tubing.

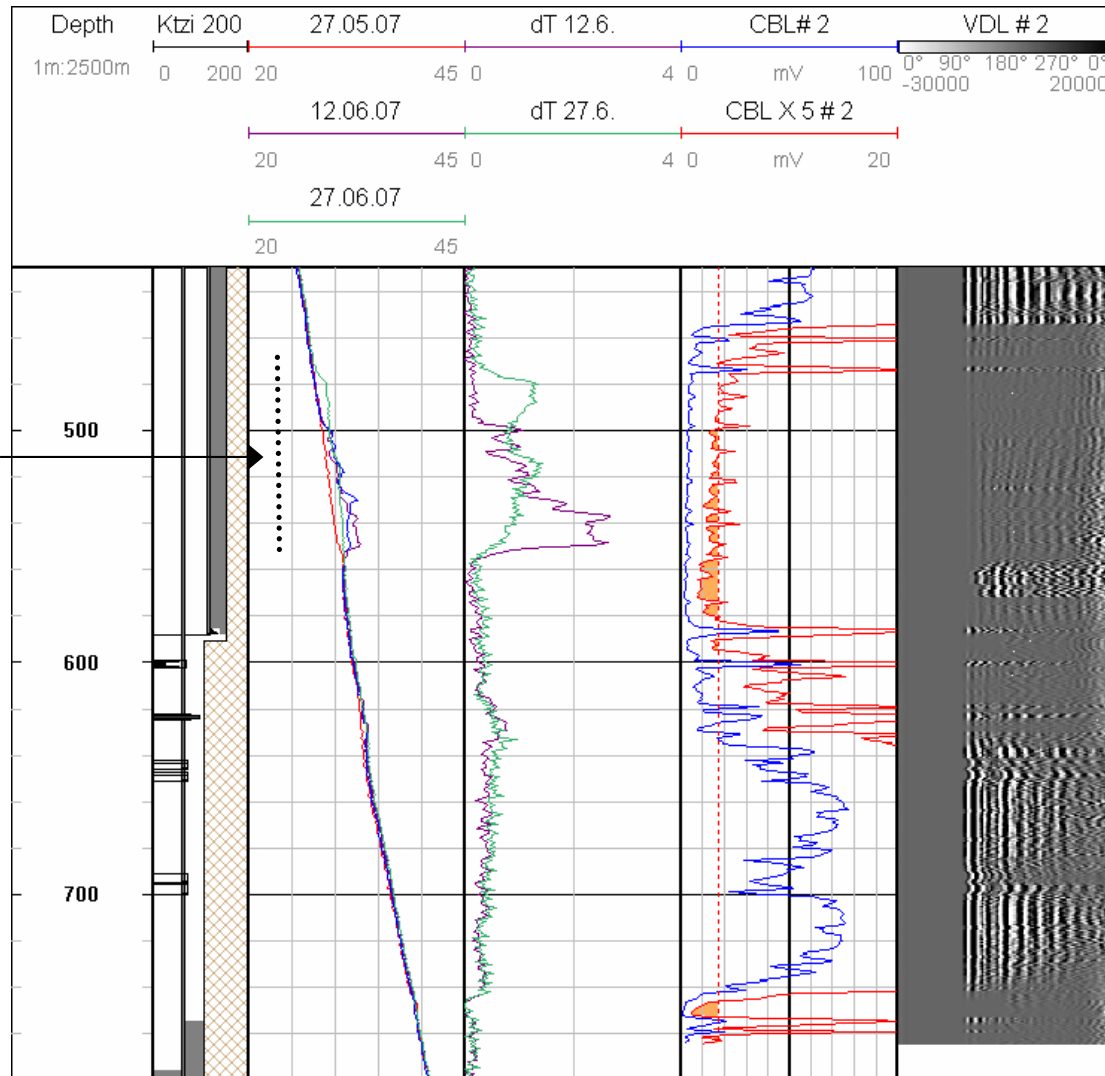
Temperature changes, setting of cement



Temperature profiles and CBL, setting of cement (1)



Temperature profiles and CBL, setting of cement (2)

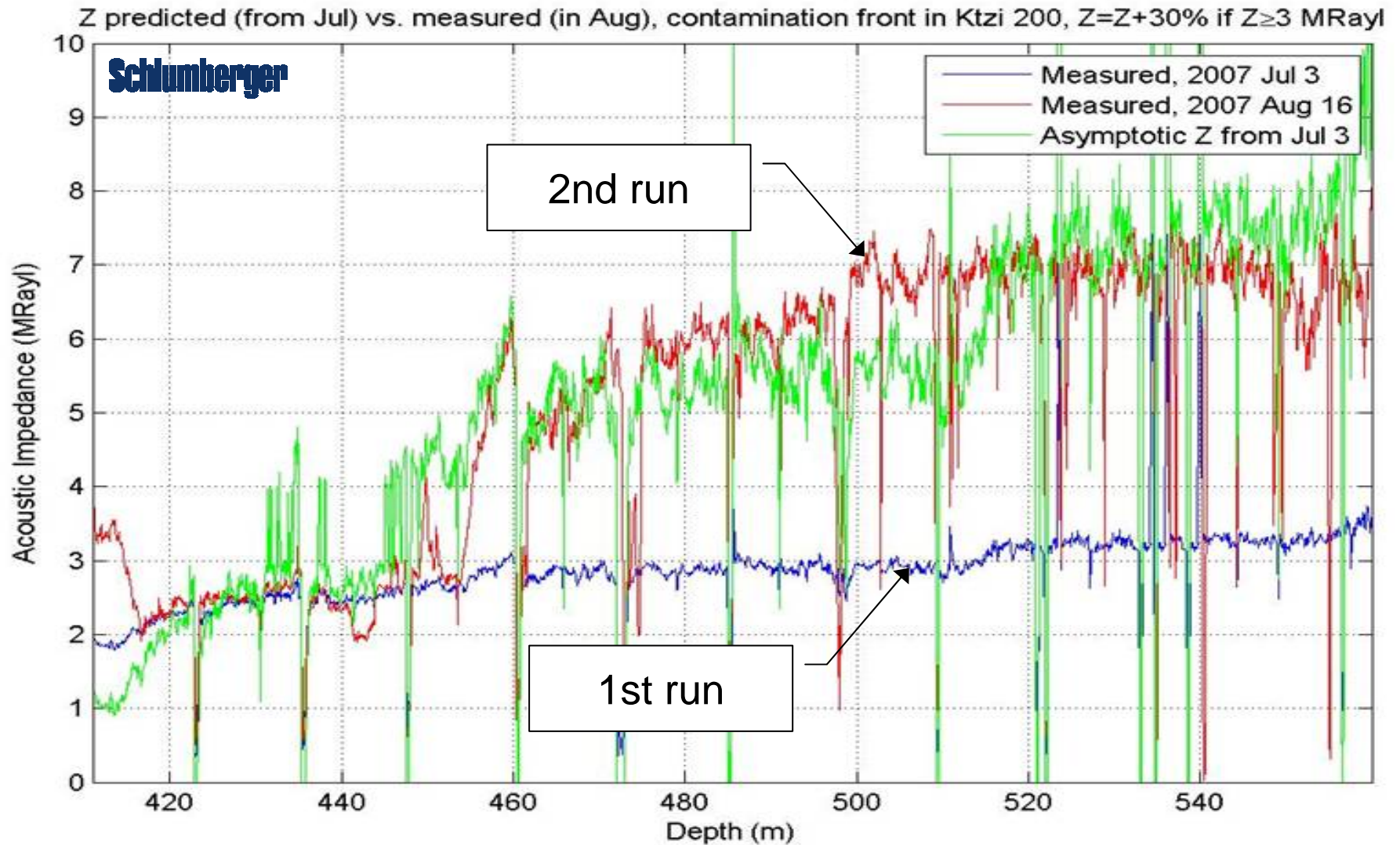


Upward growing zone with T - increase due to heat of hydration

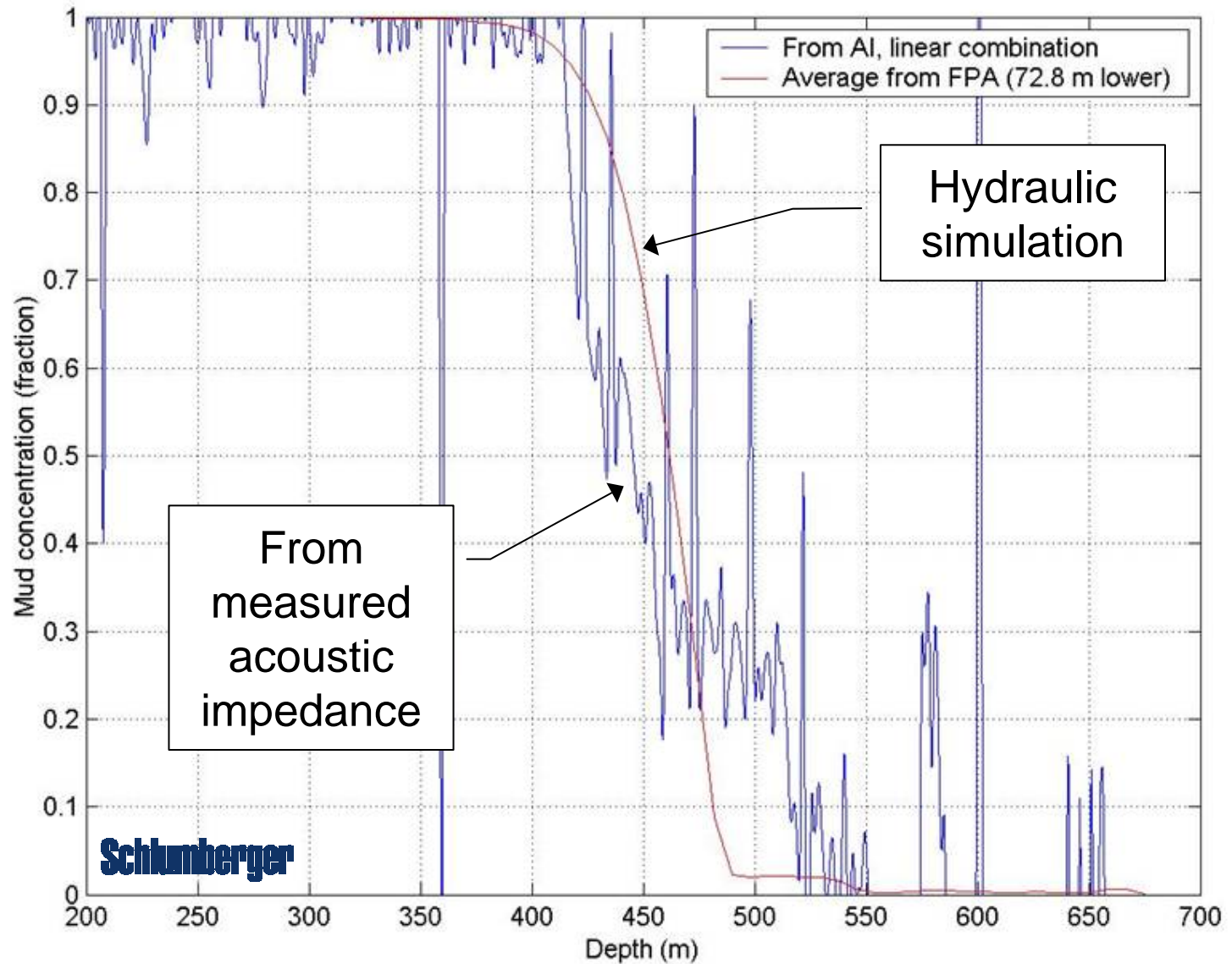
Zone with good/partial bond

Stinger cementation

USIT log: comparison of 1st and 2nd run



Contamination front from AI and flow simulation



Zusammenfassung

Ortsverteilte Temperaturmessungen mit permanent installierten Sensorkabeln: kontinuierliche **Überwachung dynamischer Prozesse**, z.B. Verpumpen der Zementschlämme

Freisetzung von **Hydratationswärme** beim Abbinden des Zements: Bestimmung der Position zementierter Bereiche

Temperatursignal kann durch **thermische Störungen** im Bohrloch (Zirkulation von Bohrspülung, hydraulische Tests) überprägt werden

Akustische Methoden: Zementbindung (CBL), hydraulische Abdichtung des Ringraumes, **USIT**: quantitative Bestimmung der Zusammensetzung der Ringraumfüllung

Die **Kombination** der unterschiedlichen Methoden ermöglicht eine **integrierte Interpretation und Bewertung** des Zementationsprozesses.