

member of **INDAVER** Group

HLUG-Seminar
Altlasten und Schadensfälle – Neue Entwicklungen
24.05. – 25.05.2011 in Wetzlar

HIM

Dipl.-Geol. Michael Woisnitza
Bereich Altlastensanierung – HIM-ASG –
HIM GmbH

member of **INDAVER** Group

HIM

Pilot-Feldversuch mittels THERIS-Verfahren
(Thermische Bodensanierung als innovatives Verfahren)

➔ am Beispiel „ehemalige
Lederfabrik Berninger“
in Idstein



Ehemalige Lederfabrik Berninger in Idstein**Historie:**

>> 1937 – 1985: Produktion von Lederwaren (Betrieb einer Lederentfettungsanlage)

>> 1985: Liquidation der Lederfabrik Berninger & Co., Idstein

>> 1985 – 1989: Erkundung Bodenluft/Grundwasser

>> ab 1989: Sofortmaßnahme Bodenluftabsaugung / Hydraulische Grundwassersicherung

1991: Altlastenfeststellung durch RP-DA

1992: Übergabe des Falles an die HIM-ASG

1992 – 2004: Hydraulische Grundwassersanierung (Austrag: ca. 250 kg LHKW)

1996 – 2001: Bodenluftsanierung (Austrag: ca. 700 kg LHKW)

04/2001: Einstellung der Bodenluftsanierung

05/2004: Einstellung der Grundwassersanierung

2004 – 2011: Grundwasser-Monitoring

3



Blick in die Ledervorbereitung (EG)



Blick in die Lederfabrik Berninger
(OG: Schneiderei)

4

member of **INDAVER** Group **HIM**

Geologischer Aufbau wasserungesättigte Bodenzone (Bohrprofil BL2)



0	1 m u.GOK Auffüllung/ Lösslehm
1	2 m u.GOK Lösslehm
2	3 m u.GOK Lösslehm
3	4 m u.GOK Lösslehm
4	5 m u.GOK Lösslehm

7

member of **INDAVER** Group **HIM**

THERIS-Verfahren - Prinzipbild



Z.B. LEHM

FESTE WÄRMEQUELLEN

UNGESÄTTIGTE ZONE (UZ)

GESÄTTIGTE ZONE (GZ)

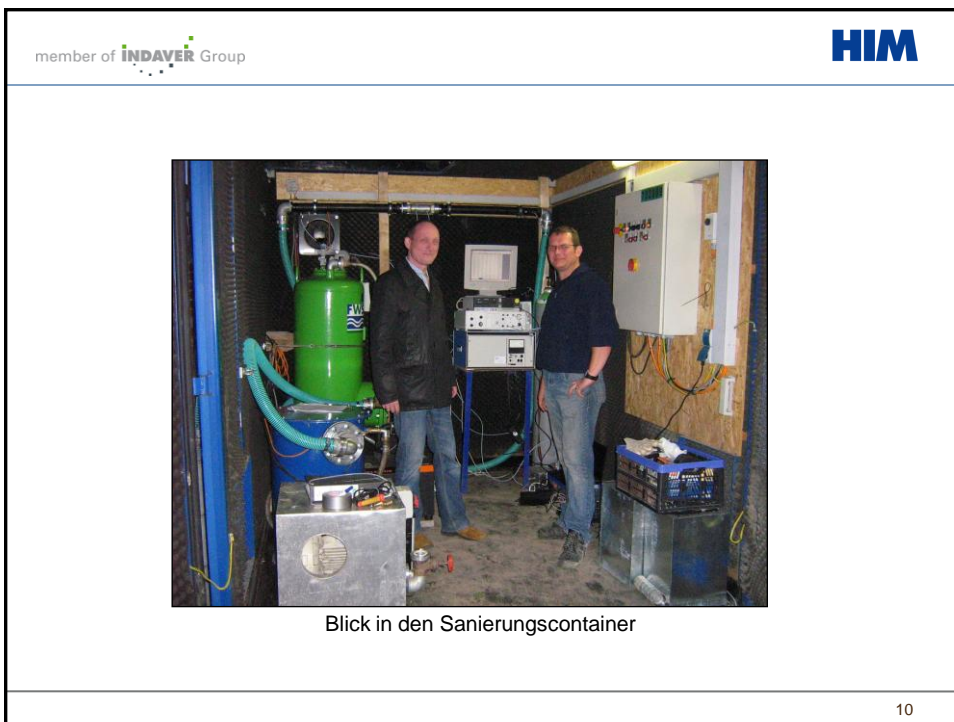
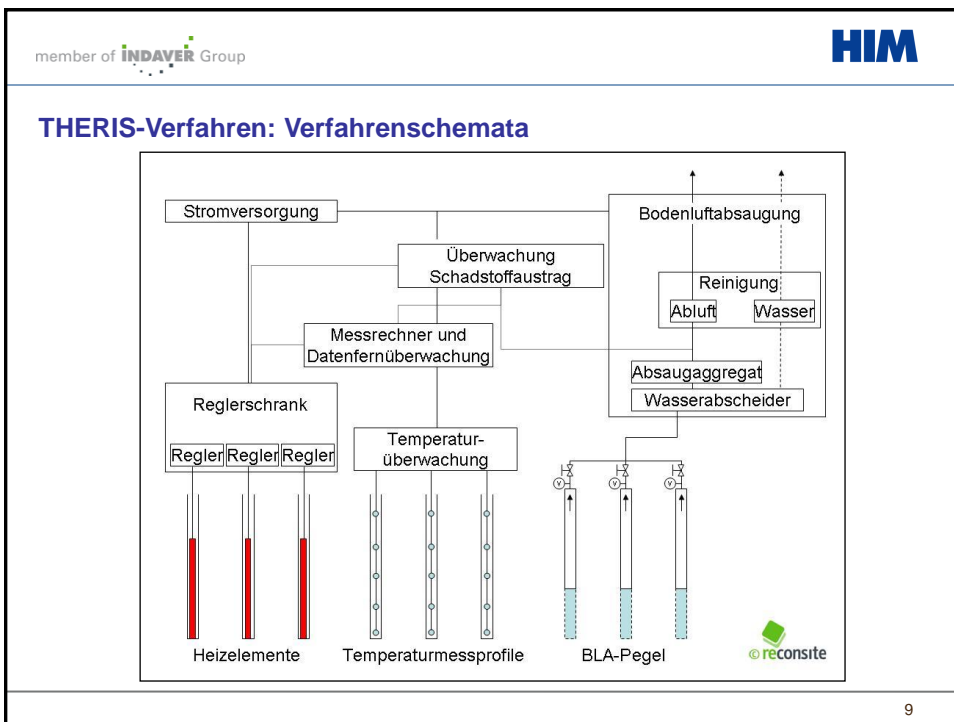
BODENLUFT-ABSAUGUNG (BLA)

GRUNDWASSERFLIESSRICHTUNG

OPTIONAL GW-SICHERUNG

© reconstite

8



Methodik des Feldversuchs:

- **Schritt 1: Status-Quo-Erkundung zur Eingrenzung der Belastungen und Verifizierung der LCKW-Gehalte im Boden**
- **Schritt 2: Räumung des Innenhofes/Entsorgung von hausmüllähnlichen Abfällen/Versuchsvorbereitung**
- **Schritt 3: THERIS-Versuch (4 Phasen)**
- **Schritt 4: Erfolgskontrolle nach Durchführung des Pilotversuches zur Feststellung der Restkonzentrationen an LCKW in Boden und Bodenluft**
- **Schritt 5: Auswertung und Vergleich des THERIS-Verfahrens mit konventionellen Sanierungsverfahren unter Berücksichtigung standortspezifischer Verhältnisse**

11



Status-Quo-Erkundung

12



Räumung des Innenhofes

13



Einrichtung des THERIS-Verfahrens (Montage der Heizsonden)

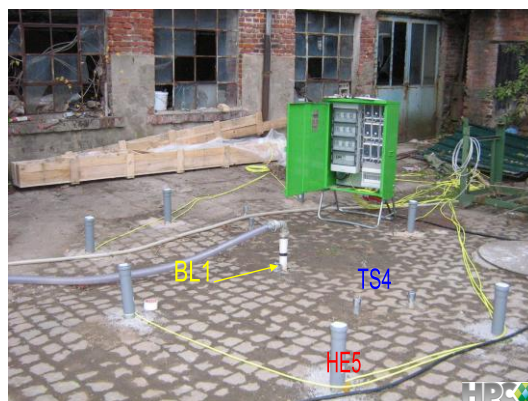
14

Versuchsfeld im Innenhof der ehemaligen Lederfabrik

15

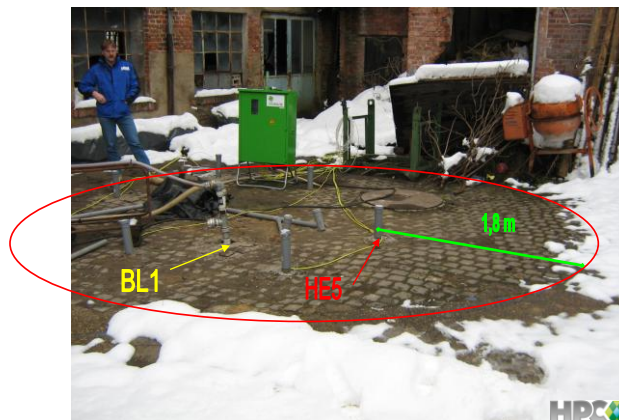
Aufbau THERIS-Versuch**Pilotfeldversuch:**

- 7 Heizsonden (HE1 bis HE7)
- 4 Temperaturprofile (TS1 bis TS4)
- 3 Bodenluftabsaugpegel (BL1, BL2, B11)
- Flächenwirkung: ca. 20 m²
- Tiefenwirkung: bis ca. 5 m
- Bodenluftabsaugung: Vakuumpumpe
- Schichtwasserbehandlung: Aktivkohlefilter
- Abluftreinigung: Aktivkohlefilter
- LCKW-Analysen vor Ort: Mobiler Gaschromatograph



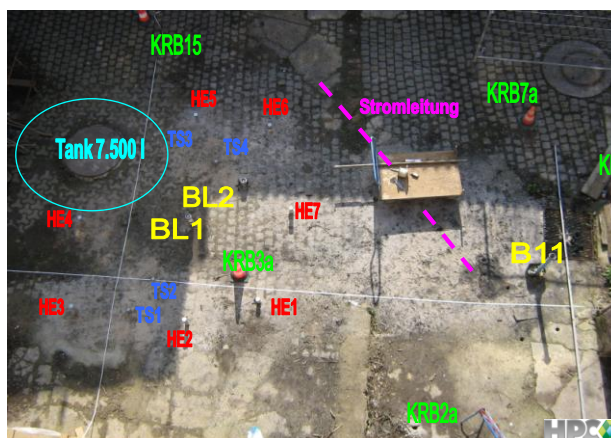
16

THERIS-Pilotversuch in Betrieb, geschmolzener Schnee im aufgeheizten Bodenbereich



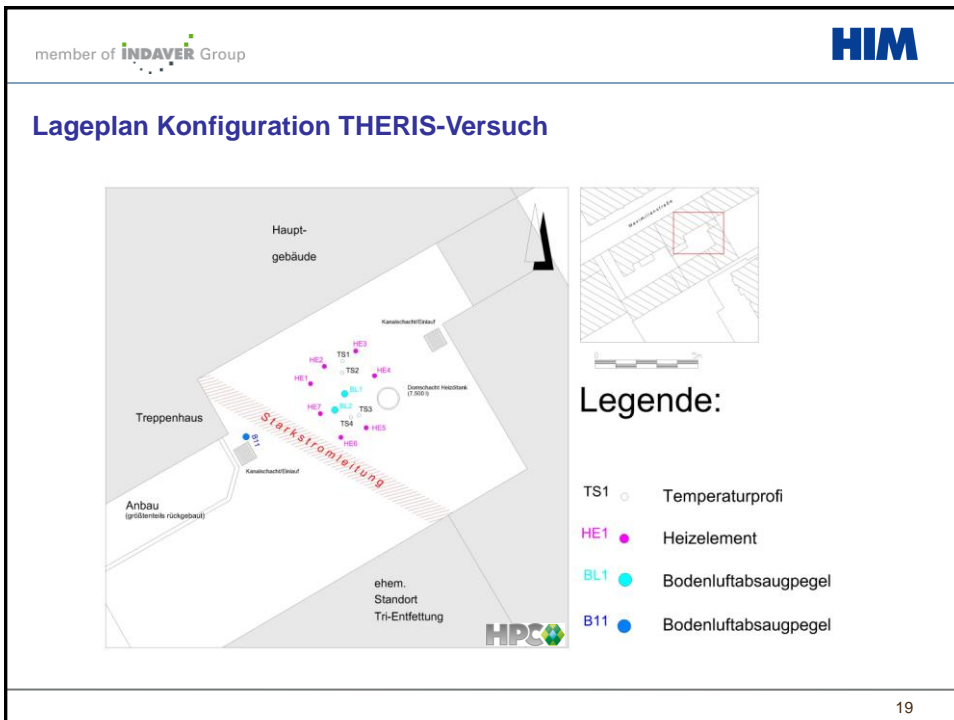
17

Konfiguration THERIS-Versuch



- KRB7a** Kleinrammbohrung
- BL1** Absaugpegel
- HE1** Heizelement
- TS1** Temperaturprofile

18



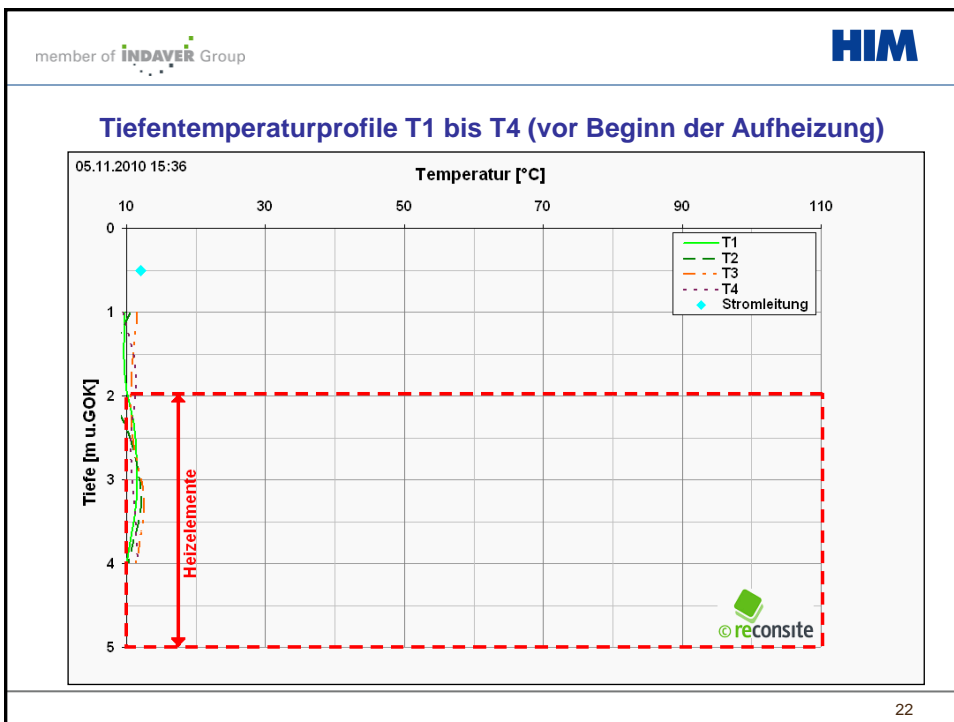
member of **INDAVER** Group **HIM**

Phasen THERIS-Versuch

Tabelle 1: Phasen des THERIS -Pilotfeldversuchs			
Phase	Sanierungsbetrieb	Zeitraum	Dauer [Tage]
0	„kalte“ Bodenluftabsaugung, Einsatz Pegel BL1	28.10.2010 bis 04.11.2010	7
1	THERIS -Verfahren, Einsatz Pegel BL1	04.11.2010 bis 18.11.2010	14
2a	THERIS -Verfahren, Einsatz Pegel BL2	18.11.2010 bis 10.12.2010	22
2b	THERIS -Verfahren, Einsatz Pegel BL2+B11	10.12.2010 bis 17.12.2010	7
3	Nachlaufende „warme“ Bodenluftabsaugung, Einsatz Pegel BL2+B11	17.12.2010 bis 17.01.2011	31

Tabelle 1: Versuchsphasen

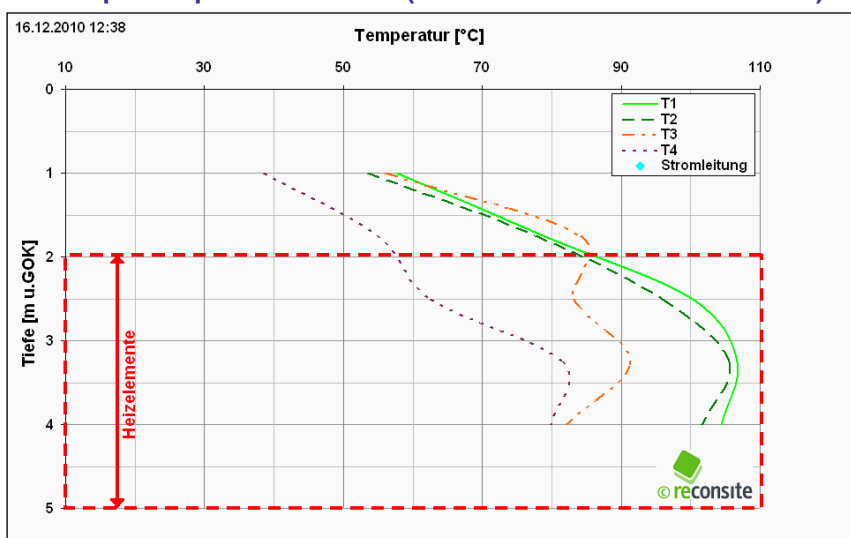
21



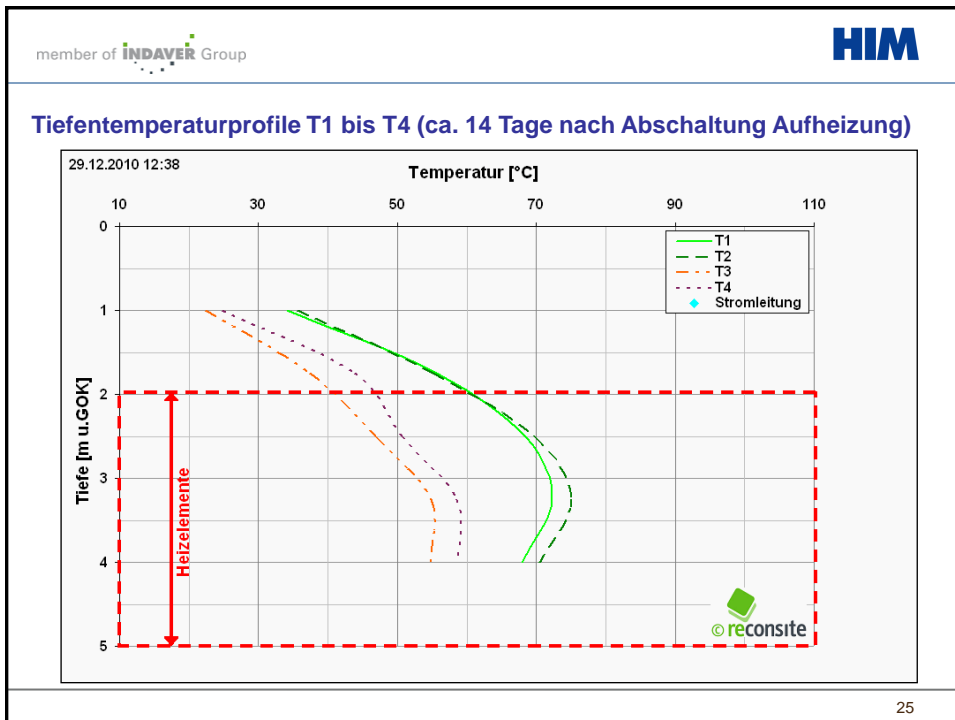
Ergebnisse:**-> Temperaturentwicklung:**

- nach 14 Tagen: Bodentemperaturen von 28 – 87°C
- nach 30 Tagen: Bodentemperaturen von 38 – max. 107°C
- 14 Tage nach Versuchs-Abschluss: Bodentemperaturen von 35 – 70°C
- Maximum der Aufheizung: 3 – 4 m u. GOK

23

Tiefentemperaturprofile T1 bis T4 (nach 6 Wochen THERIS-Betrieb)

24



member of **INDAVER** Group **HIM**

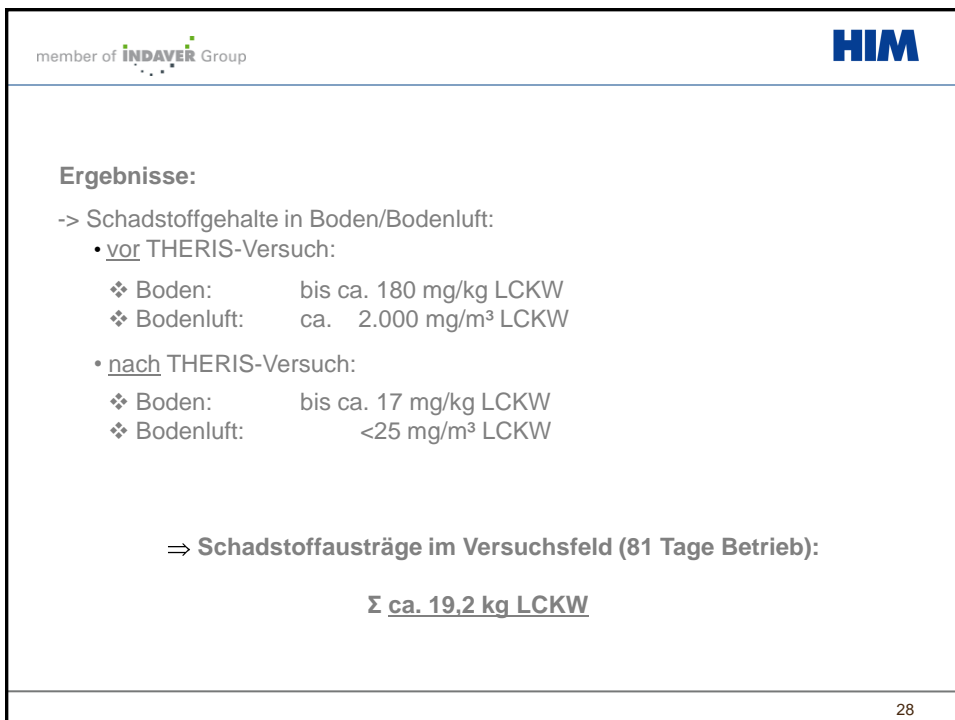
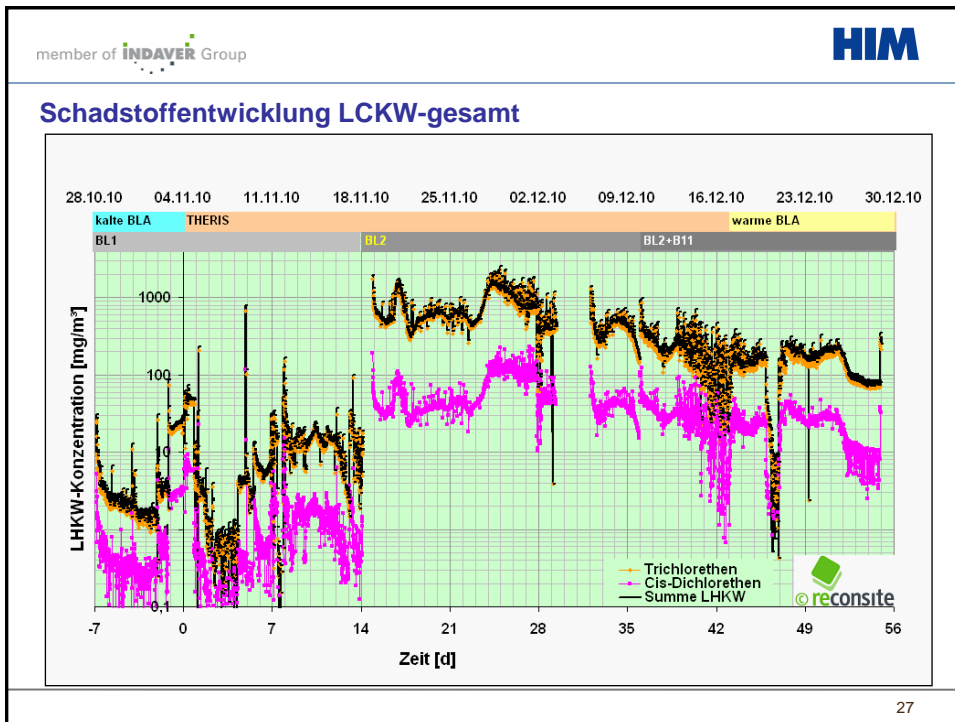
Ergebnisse:

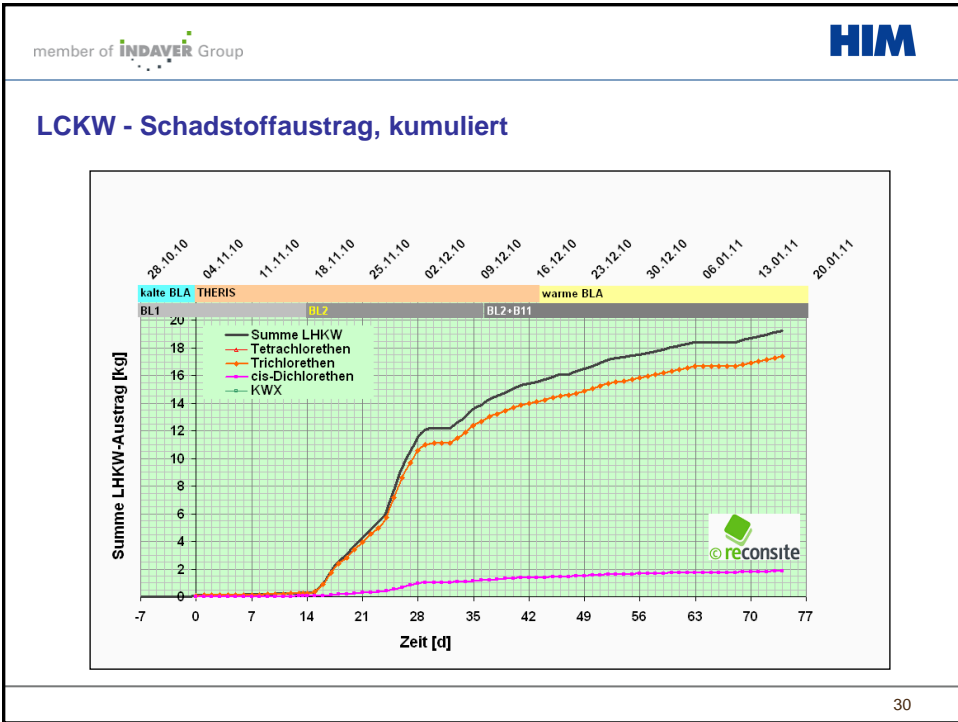
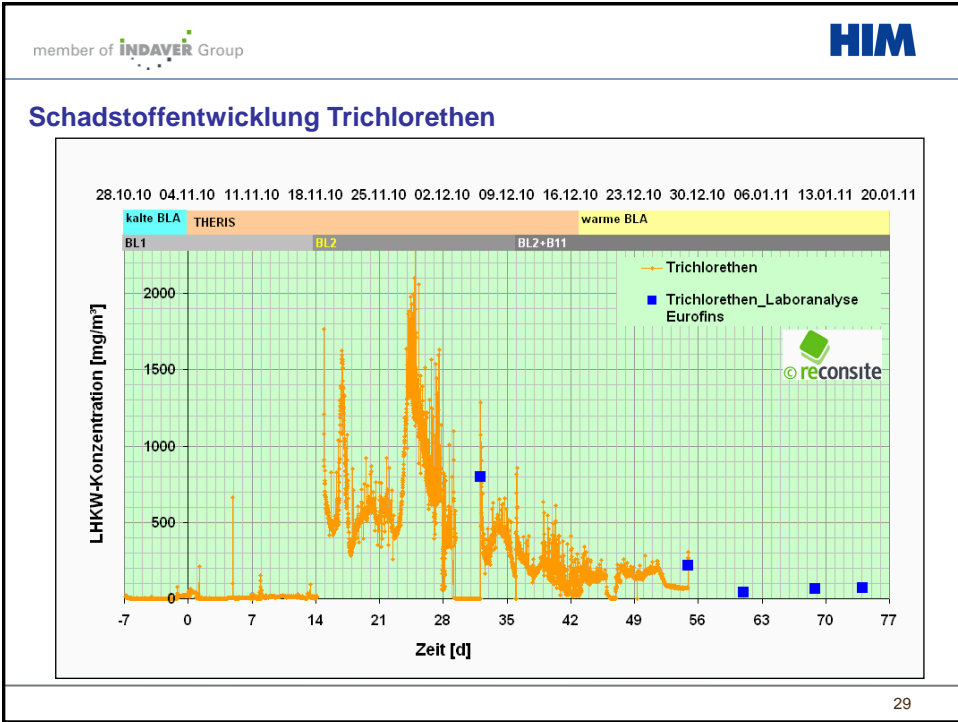
-> Schadstoffaustrag:

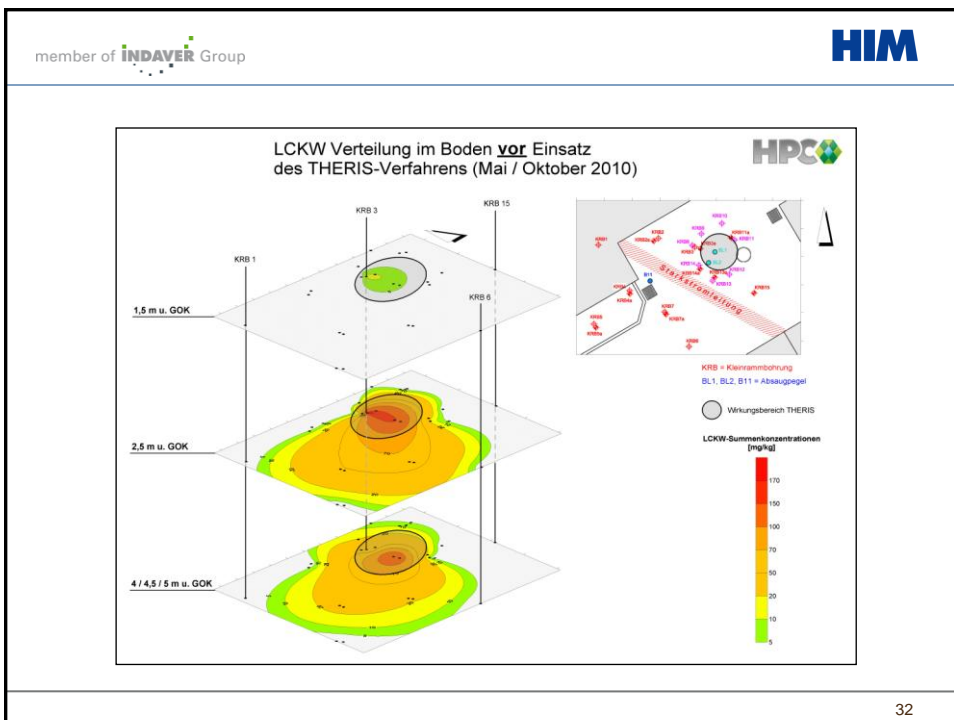
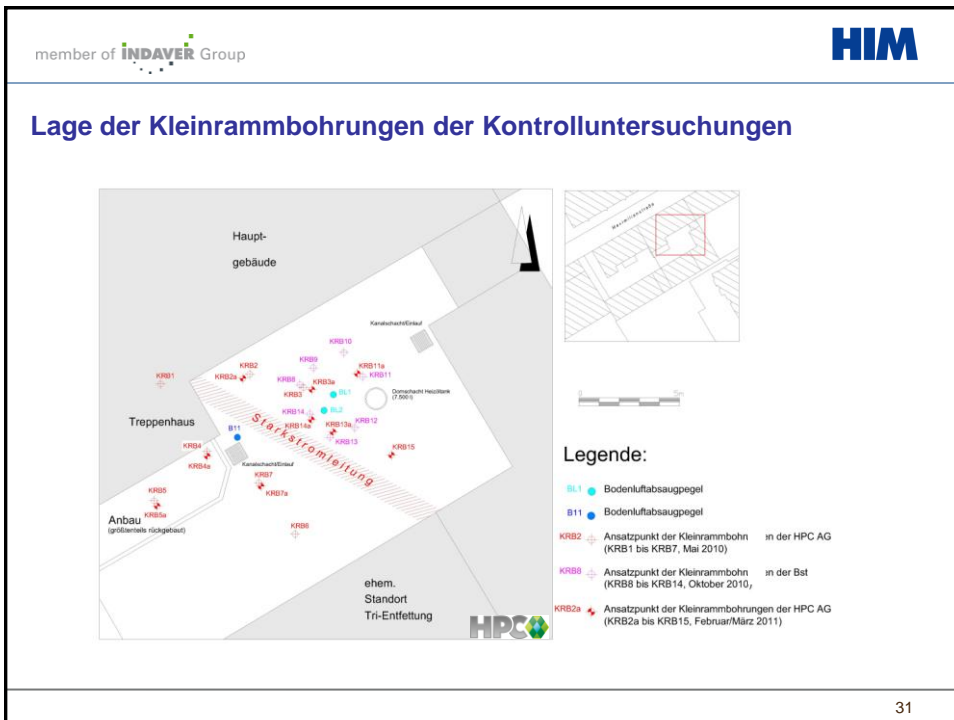
Phase	Sanierungsbetrieb	Zeitraum	Austrag [kg]
0	„kalte“ Bodenluftabsaugung, Einsatz Pegel BL1	28.10.2010 bis 04.11.2010, 7 Tage	< 0,1
1	THERIS-Verfahren, Einsatz Pegel BL1	04.11.2010 bis 18.11.2010, 14 Tage	ca. 0,2
2a	THERIS-Verfahren, Einsatz Pegel BL2	18.11.2010 bis 10.12.2010, 22 Tage	ca. 14,3
2b	THERIS-Verfahren, Einsatz Pegel BL2+B11	10.12.2010 bis 17.12.2010, 7 Tage	ca. 1,6
3	Nachlaufende „warme“ Bodenluftabsaugung, Einsatz Pegel BL2+B11	17.12.2010 bis 17.01.2011, 31 Tage	ca. 3,0
Summe			ca. 19,2

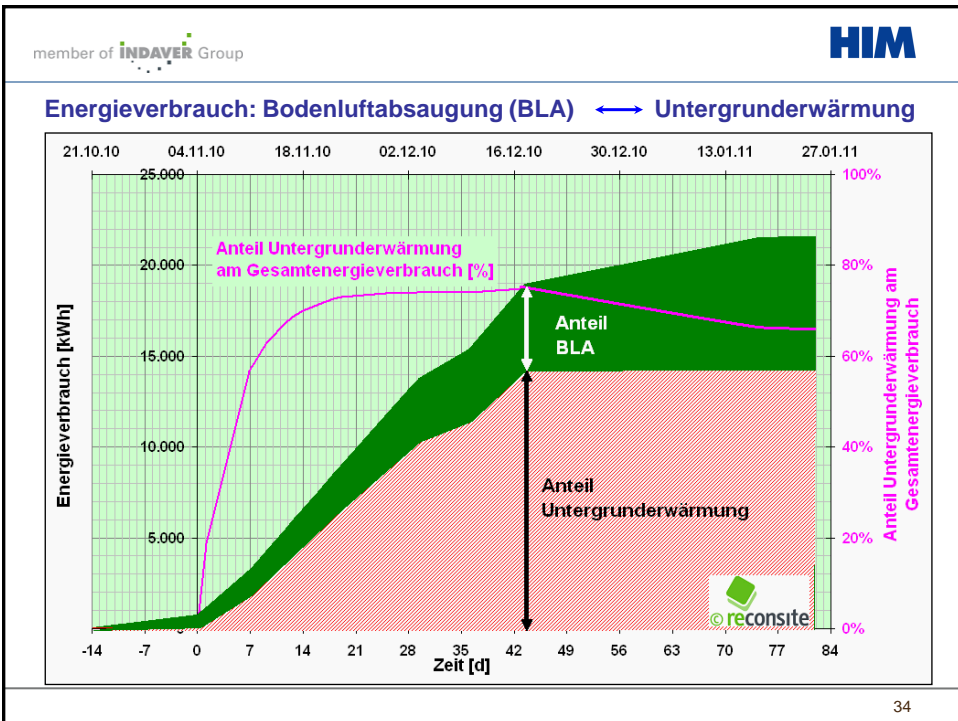
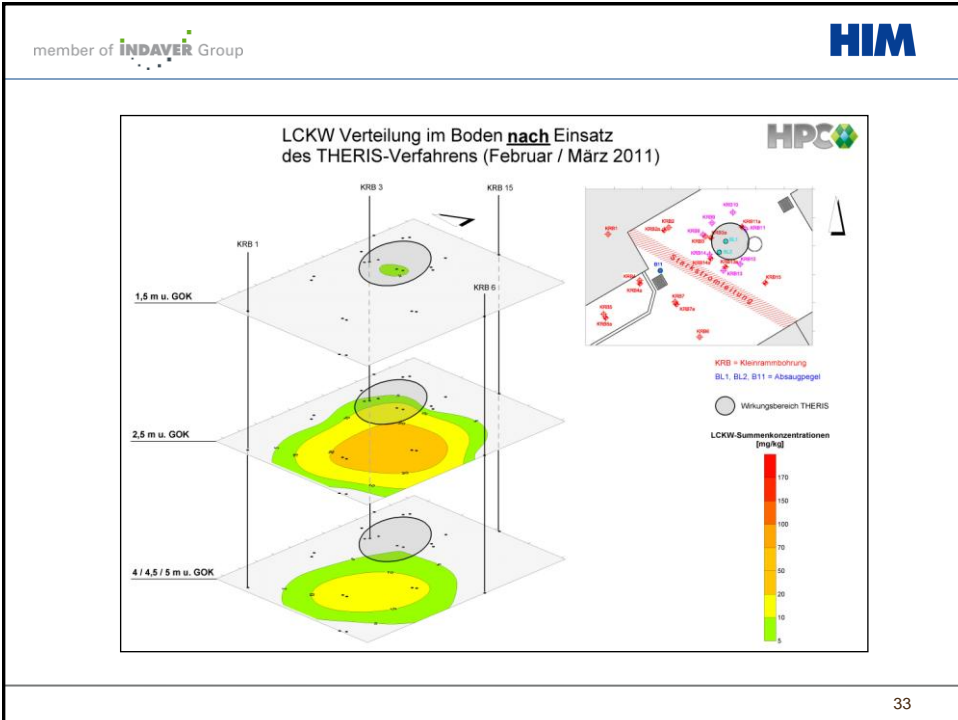
Tabelle 2: Phasen und LCKW-Austrag während des THERIS-Versuches

26









⇒ **Energiebilanz:**

- im Vergleich zur „kalten“ Bodenluftabsaugung kann das THERIS-Verfahren als energieeffizient bezeichnet werden
- Gesamtenergieverbrauch 21.000 kWh, davon 2/3 Aufheizung des Bodens (THERIS-Verfahren) und 1/3 Betrieb Aggregat
- spezifischer Energieverbrauch im THERIS-Versuch:
ca. 1.120 kWh/kg LCKW

35

⇒ **Vergleich ausgewählter Sanierungsverfahren für die wasserungesättigten Bodenzone des Berninger-Geländes:**

Tabelle 3: Sanierungsverfahren der wasserungesättigten Bodenzone Berninger-Gelände Idstein		
Verfahren	Vorteile	Nachteile
A Auskoffnung (mit Baugrubenverbau)	- Vollständige Sanierung auch bindiger Bodenbereiche	- Hohe Kosten für Entsorgung/ Wiederverfüllung und Bauarbeiten, Sicherungsmaßnahmen Gebäude - Beeinträchtigungen durch Erschütterungen beim Errichten des Verbbaus - Erhöhter Arbeitsschutz - Behandlung anfallendes Stau/ Schichtwasser
B Sanierung mittels Bodenaustausch (Großbohrungen)	- Vollständige Sanierung auch bindiger Bodenbereiche	- Hohe Kosten für Baustelleneinrichtung und Bohrarbeiten - Hohe Kosten für Entsorgung/Wiederverfüllung - Behandlung anfallendes Stau/ Schichtwasser
C Thermische In-Situ Sanierung (THERIS)	- Sanierung unter Beibehaltung der bestehenden Bebauung - Kurzer Sanierungszeitraum und geringerer Energieverbrauch gegenüber Verfahren D	- Hoher Energieaufwand, - Geringe Reichweite in bindigen Bodenschichten - Hoher Planungs- und Überwachungsaufwand - Aufwendige Technik - Geringe Reichweite des Verfahrens
D Klassische „kalte“ Bodenluftabsaugung	- Absaugung unter Beibehaltung der bestehenden Bebauung	- Sehr hoher Energie- und Überwachungsaufwand, hoher Zeitaufwand - Geringe Reichweite in bindigen Bodenschichten - Geringer Austrag bei Zufluss von Stau- und Schichtwasser - Keine vollständige Sanierung möglich

Tabelle 3: Vergleich Sanierungsverfahren

36

⇒ **Kosten einer vollständigen Sanierung der wasserungesättigten Bodenzone im Hofbereich, Berninger-Gelände (Fläche ca. 100 m², Tiefe 5 m):**

Tabelle 4: Kostenschätzung über die Sanierung der wasserungesättigten Bodenzone im Hofbereich		ca. T€
A1	Aushub mit Baugrubenverbau (Durchführung Baugrubenstatik) 1. Baustelleneinrichtung/Umlegung Stromleitung/Kanal im Hofbereich wiederherstellen/Arbeitsschutz 2. Baugrubenverbau, Wasserhaltung, Bodenaushub und Wiederverfüllung Baugrube; Entsorgung Bodenaushub 3. Überwachung / Dokumentation	140
B	Sanierung mittels Großbohrungen 1. Baustelleneinrichtung/Umlegung Stromleitung/Kanal im Hofbereich wiederherstellen/Arbeitsschutz 2. Großbohrungen (Ø 1000 mm), Wasserhaltung, Wiederverfüllung Bohrlöcher, Entsorgung Bodenaushub 3. Überwachung / Dokumentation	180
C	Thermische „In situ“-Sanierung (THERIS) (30 Heizelemente, 6 Bodenluftabsaugpegel, Abreinigung Boden bis max. 1 mg/kg) 1. Baustelleneinrichtung, Bohrarbeiten, Umlegung Stromleitung/Kanal Hofbereich wiederherstellen/Arbeitsschutz 2. Betriebskosten, Baustellenräumung, Stromkosten (aktuelle Preise) 3. Planung, Überwachung/Dokumentation	135

Tabelle 4: Kostenschätzung Sanierungsvarianten

37

Zusammenfassung:

Im folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse der THERIS-Pilotierung dargestellt:

- THERIS-Verfahren hat innerhalb von kurzer Zeit zu erheblichen Schadstoffreduzierungen geführt.
- THERIS-Verfahren ist geeignet für den Standort (Verfahren berücksichtigt den Gebäudebestand).
- THERIS-Verfahren ist als energieeffizient im Vergleich zur „kalten“ Bodenluftabsaugung zu bezeichnen.
- Kostenreduzierung durch Optimierung des Energieverbrauches erreichbar.
- Die Sanierungsbegleitung und –überwachung ist vergleichsweise aufwändig.
- Die geförderte Rohluft muss zur optimalen Beladung der Aktivkohle abgekühlt werden.
- Eine ständige Überwachung der Sanierung durch gaschromatographische Vor-Ort-Analytik hat sich bewährt.

38

Danksagung:

- Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, ländlichen Raum und Verbraucherschutz: Finanzierung des Vorhabens
- Regierungspräsidium Darmstadt, Abt. Arbeitsschutz und Umwelt: Begleitung, Genehmigung und fachliche Anregungen
- reconsite GmbH, Fellbach: Fachplanung und Ausführung
- HPC HARRESS PICKEL CONSULT AG, Kriftel: Bauleitung und Gutachterliche Begleitung

**Wir bedanken****uns für****Ihre Aufmerksamkeit**