



## Der grüne ÖPNV

Besucherzentrum der Wiener Linien, U-Bahn Station Volkstheater, 1070 Wien  
23. Mai 2013

# Neue Wege zur Einsparung von Energie in den Infrastrukturbauten

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.  
Dietmar Adam



**GEOTECHNIK ADAM ZT GmbH**  
Wiener Straße 66-72/15/4  
A-2345 Brunn am Gebirge



**TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN**  
Institut für Geotechnik  
Grundbau, Boden- und Felsmechanik  
A-1040 Wien, Karlsplatz 13

# Geothermie



**Nachhaltige Nutzung der thermodynamischen Trägheit  
und thermischen Energie von Boden und Grundwasser  
Praktische Erfahrungen mit Verkehrsinfrastrukturbauwerken (des ÖPNV)**



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



ÖSTERREICHISCHE  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFTLICHE  
GESELLSCHAFT  
www.oevg.at

Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hydrothermale Tunnelnutzung



Portal des AlpTransit Lötschberg-Basistunnels in Frutigen (Schweiz) - Nutzung der warmen Tunnelwasser zur Störzucht

*Foto: L. Rybach*

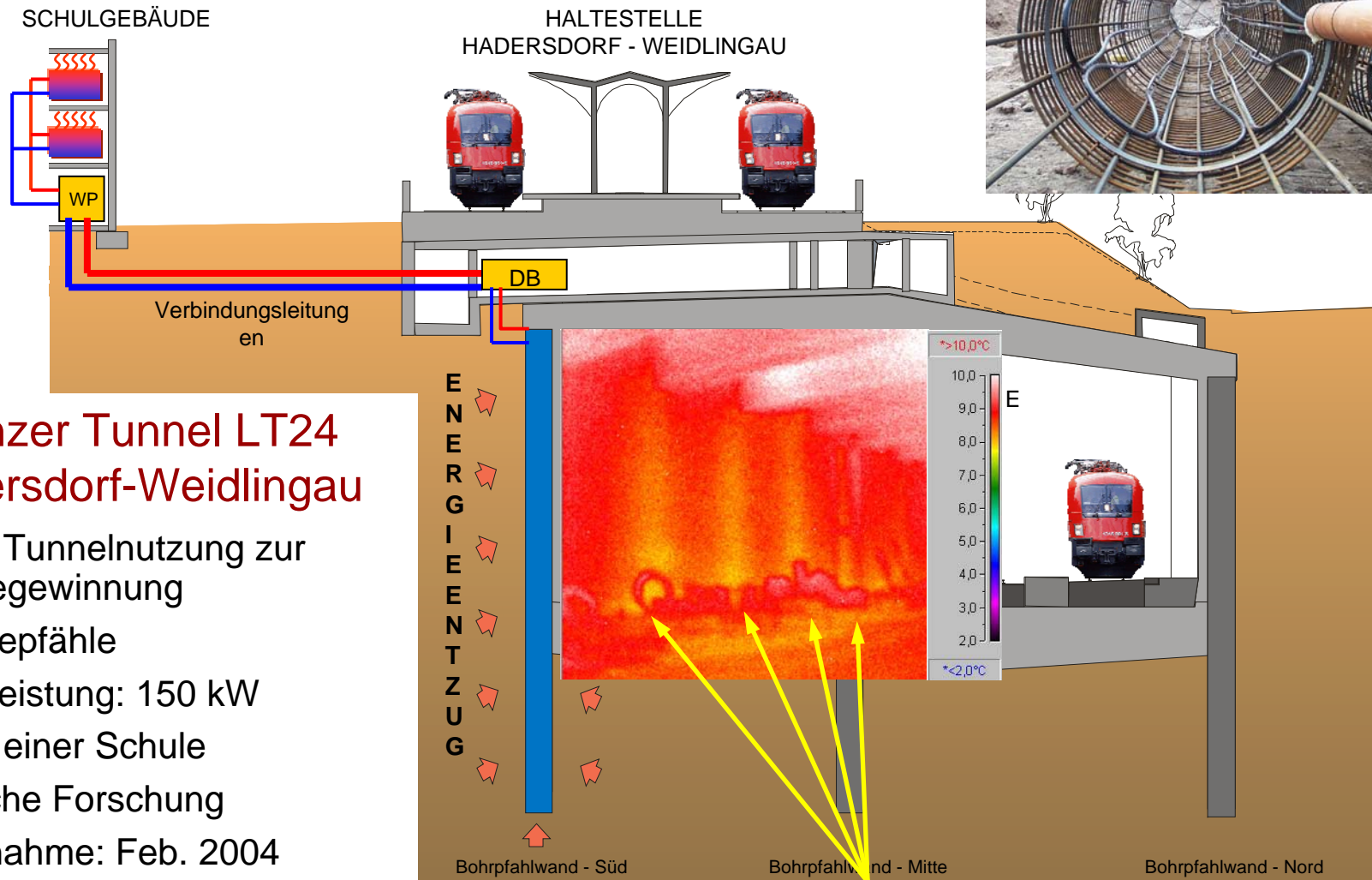


Rickentunnel (Schweiz) - Nutzung des Drainagewassers zur Beheizung von Gebäuden

*Foto: Nordostschweizerische Kraftwerke*



# Geothermale Tunnelnutzung



## Lainzer Tunnel LT24 Hadersdorf-Weidlingau

- Erstmalig Tunnelnutzung zur Erdwärmegewinnung
- 59 Energiepfähle
- Absorberleistung: 150 kW
- Beheizen einer Schule
- Ausführliche Forschung
- Inbetriebnahme: Feb. 2004

## Tunnelwand mit Energiepfählen



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

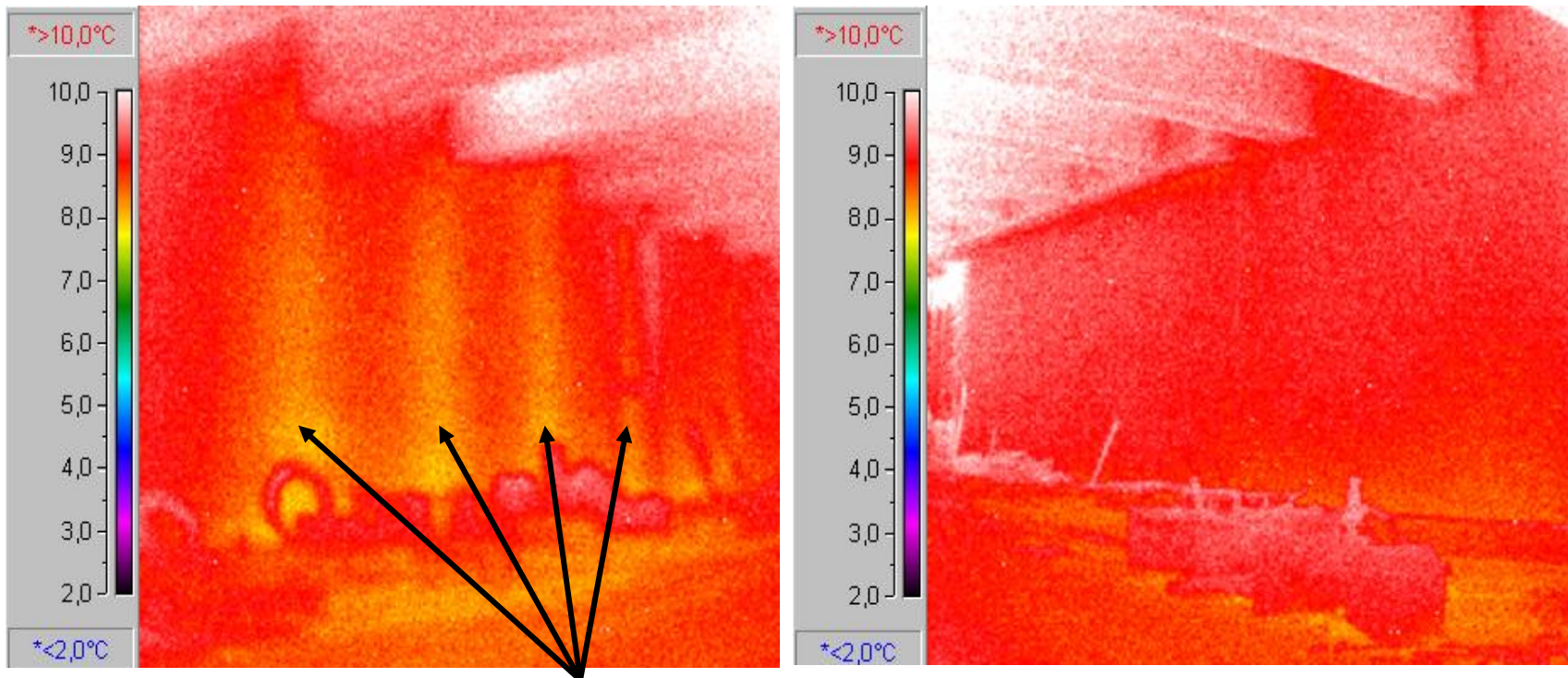


Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Tunnelthermie© – Offene Bauweise

Einfluss der Tunnelinnentemperatur auf die thermischen Verhältnisse

**Geothermie → Tunnelthermie©**



Tunnelwand mit Energiepfählen

Tunnelwand ohne Energiepfähle



# Betriebsmöglichkeiten einer Geothermie-Anlage

## Heizanwendungen:

- Heizen (mit Wärmepumpe)
- „Free Heating“ (ohne Wärmepumpe)

## Kühlanwendungen:

- Kühlen (mit Kühlmaschine)
- „Free Cooling“ (ohne Kühlmaschine)

Entzug von  
Wärme oder Kälte  
aus dem Erdreich

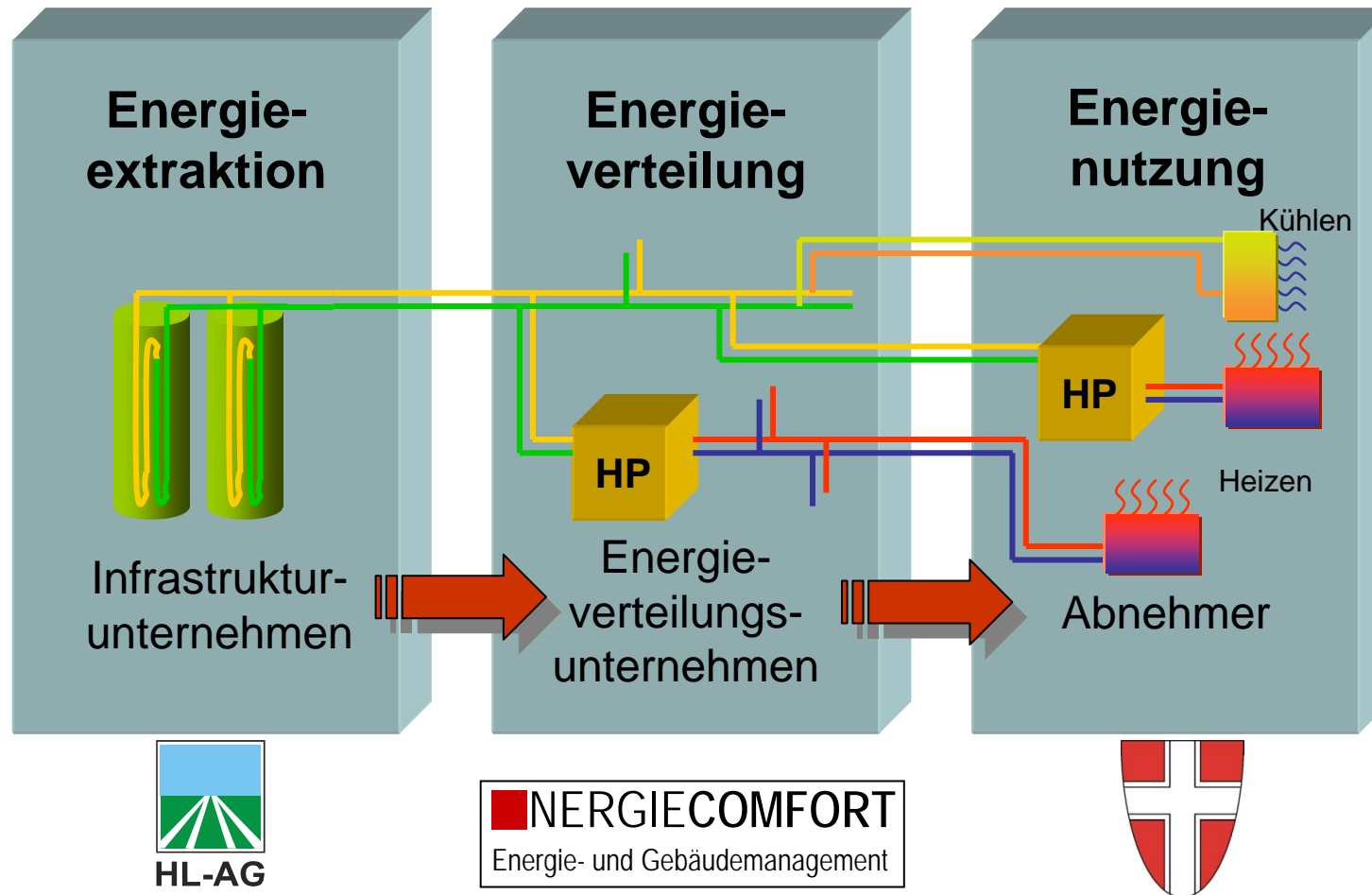
## Kombinierte Heiz- und Kühlanwendungen:

- Heizen und Kühlen
- „Free Heating“ und „Free Cooling“

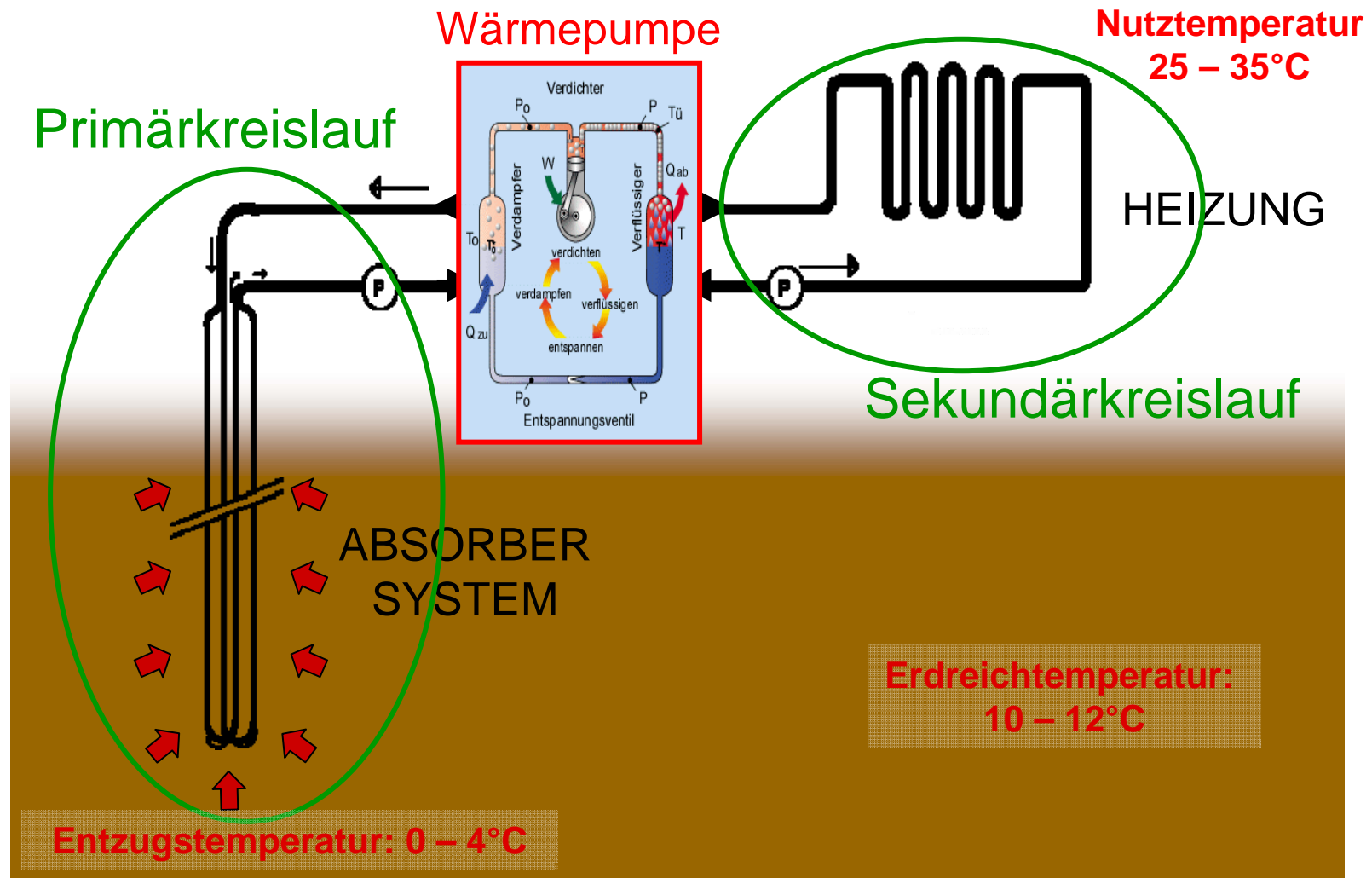
Saisonale  
Speicherung von  
Wärme und Kälte



# System und Aufbau einer Geothermie-Anlage

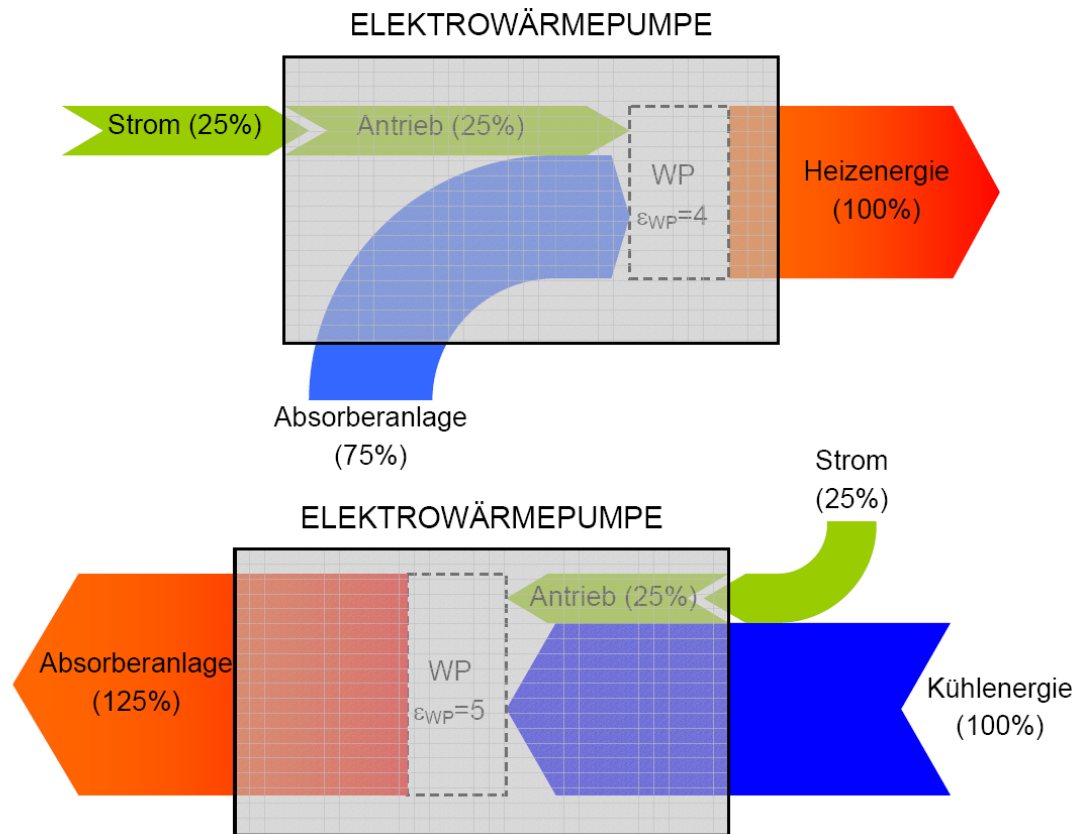


# Funktionsweise einer Geothermie-Anlage





# Wärmepumpe – Kältemaschine



aus Markiewicz (2004): Idealisierter  
Energiefluss einer Elektrowärmepumpe im  
Heiz- und Kühlfall



Wärmepumpe U2 Taborstraße: 42,4 kW  
Wärmeleistung, 7,8 kW Leistungsaufnahme

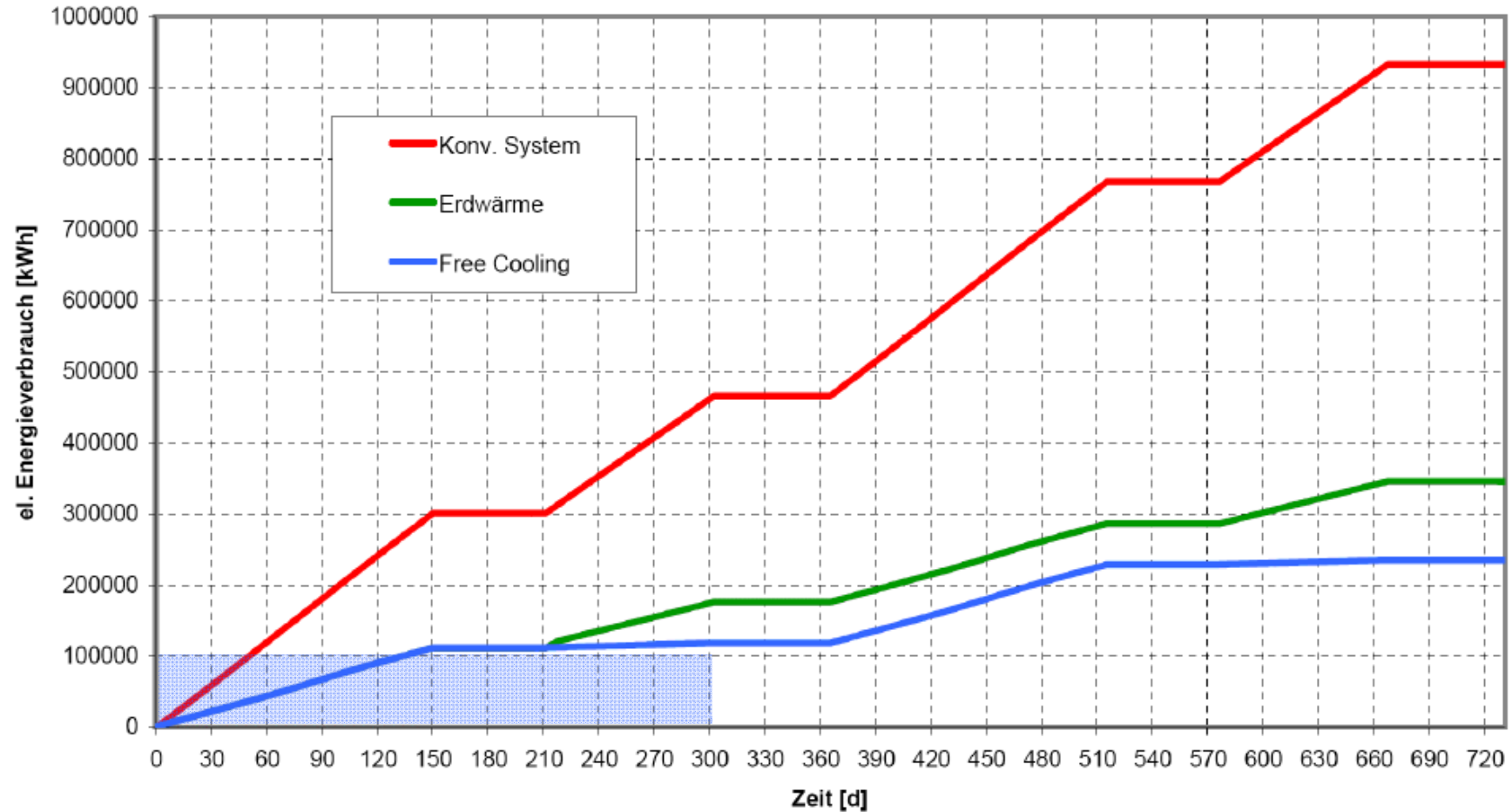


Kältemaschine U2 Taborstraße: 50 kW  
Kälteleistung, 15 kW Leistungsaufnahme



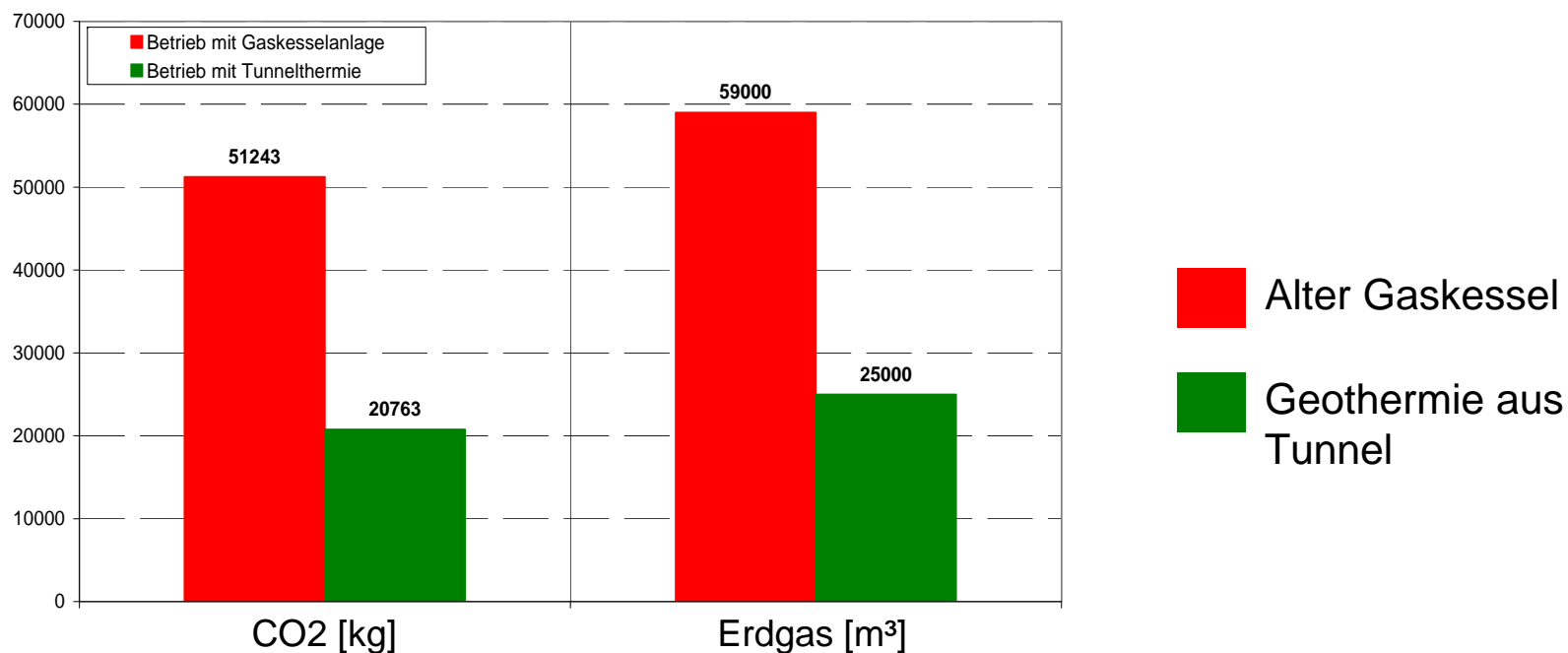
# Verbrauch (elektrischer) Energie im Vergleich

Gegenüberstellung der Energieverbräuche verschiedener Heizsysteme:  
Konventionell, Erdwärme - H&K, Erdwärme - Free Cooling  
(Heizlast 80kW)



# Einsparungspotenziale

## Lainzer Tunnel: LT24 Hadersdorf-Weidlingau



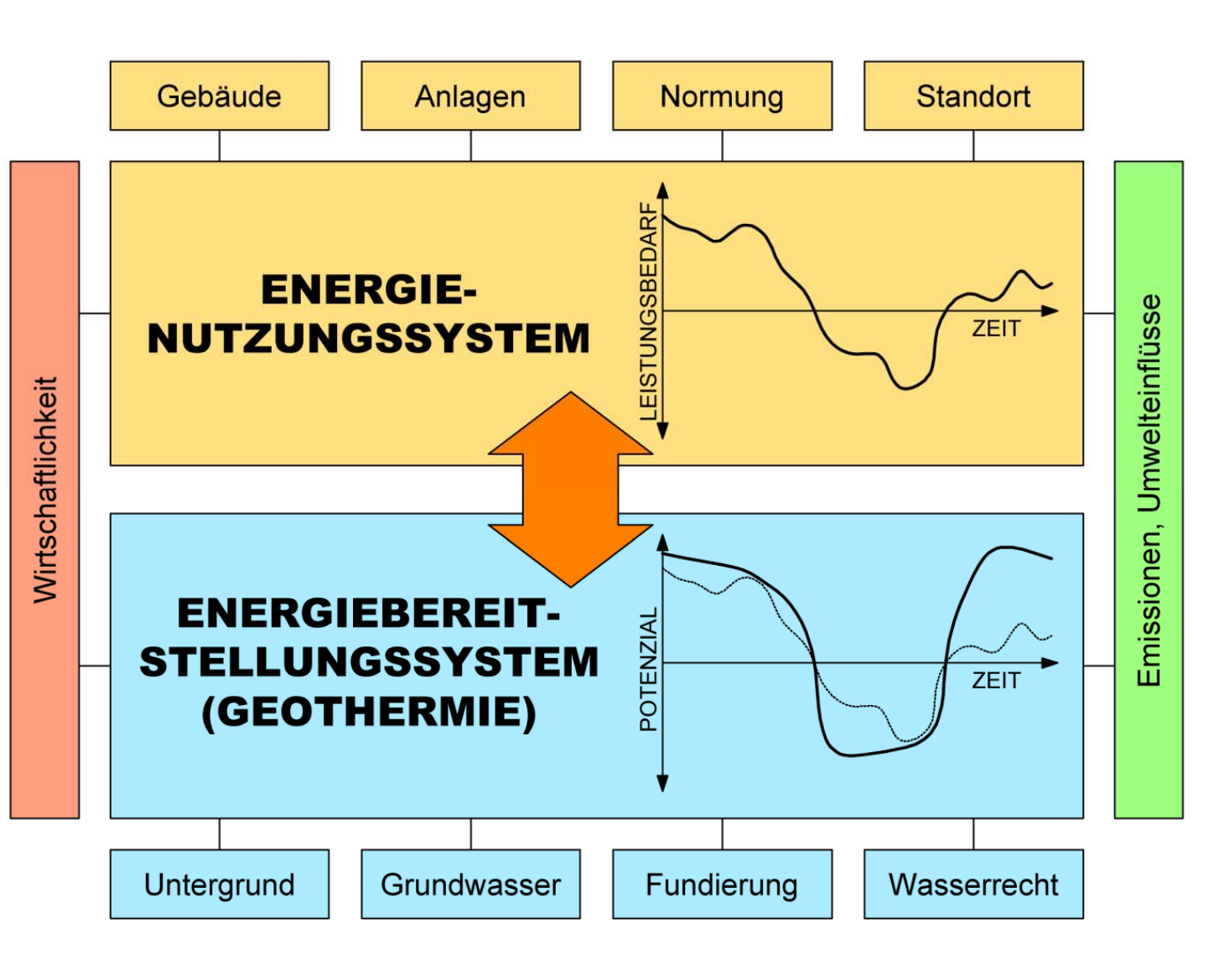
→ Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen: ~30 t/Jahr

→ Gaseinsparung: ~ 34.000 m<sup>3</sup>/Jahr

→ Kosteneinsparung: ~ 10.000 €/Jahr



# Einflussfaktoren auf eine Geothermie-Anlage



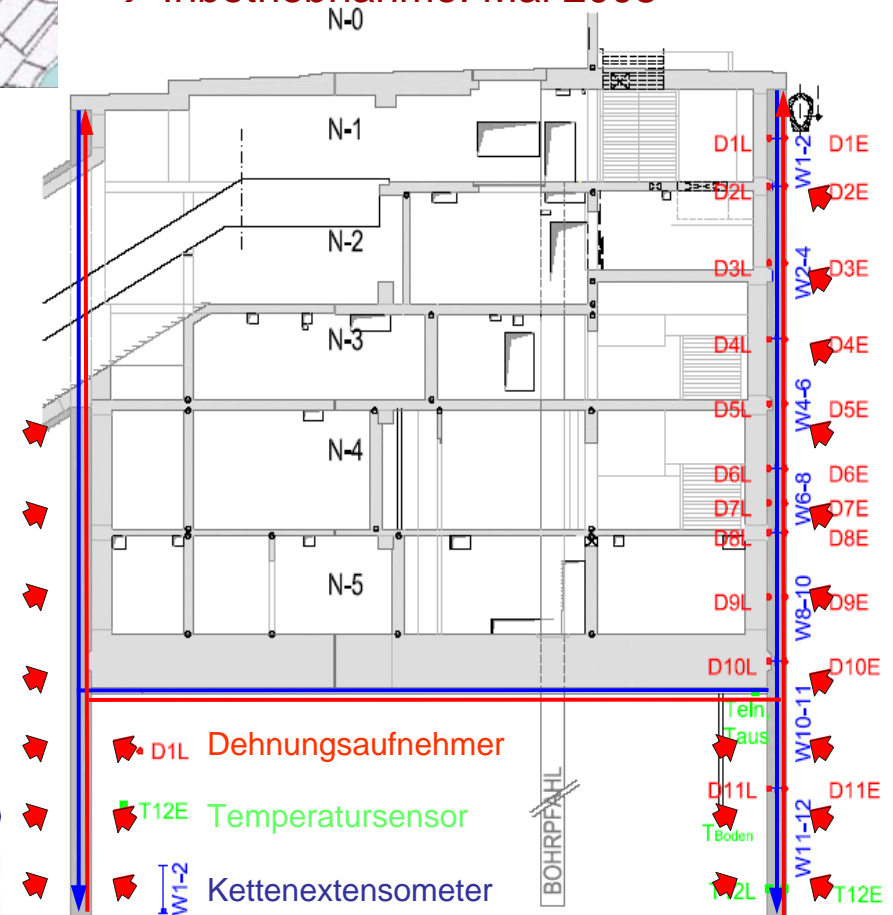
# Verlängerung der Wiener U-Bahnlinie U2



→ 4 Stationen in Tieflage

- Energiepfähle
- Energieschlitzwände
- Energiebodenplatten
- Energievlies (Stationsröhren)

→ Inbetriebnahme: Mai 2008

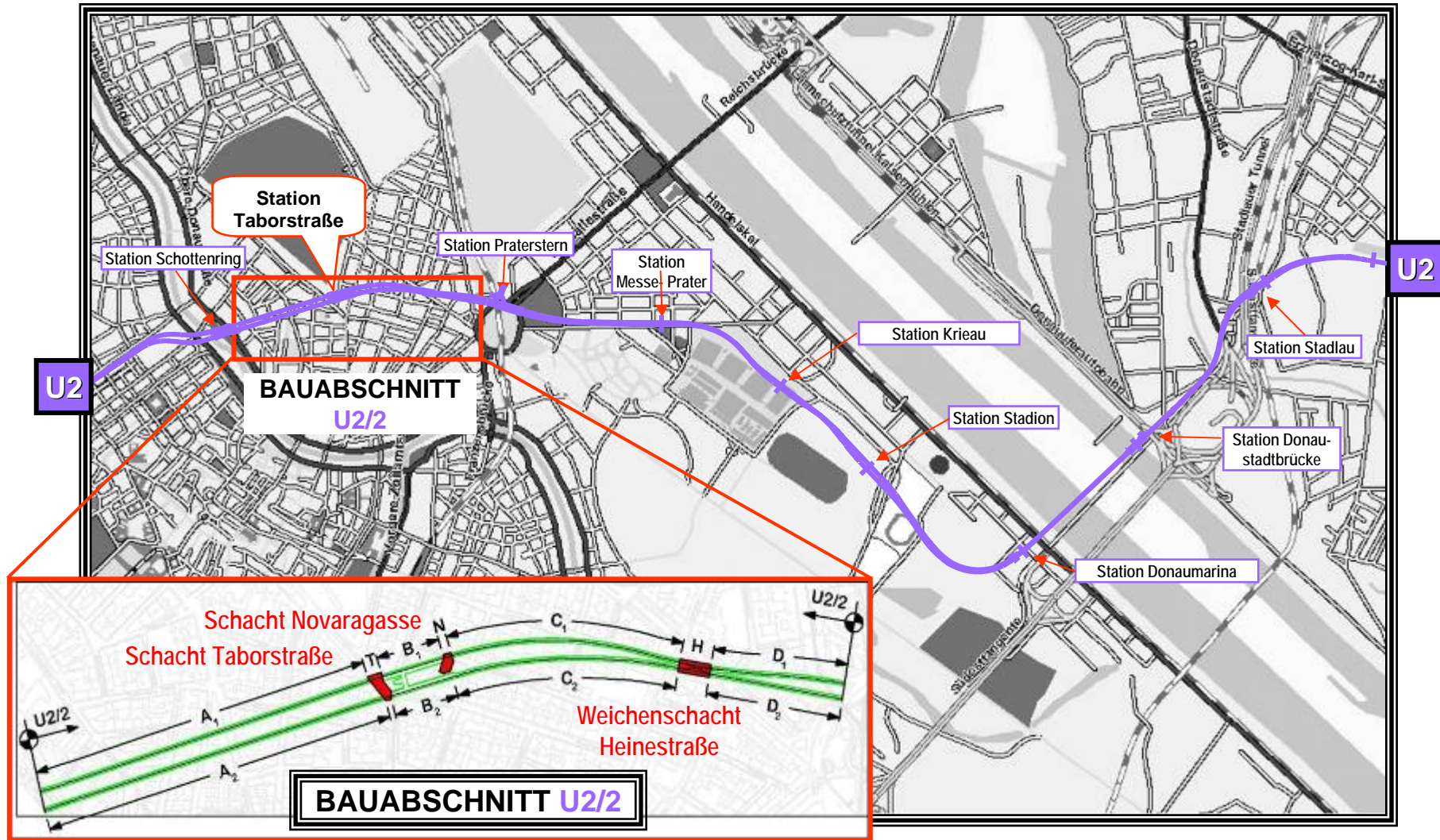


TU  
WIEN

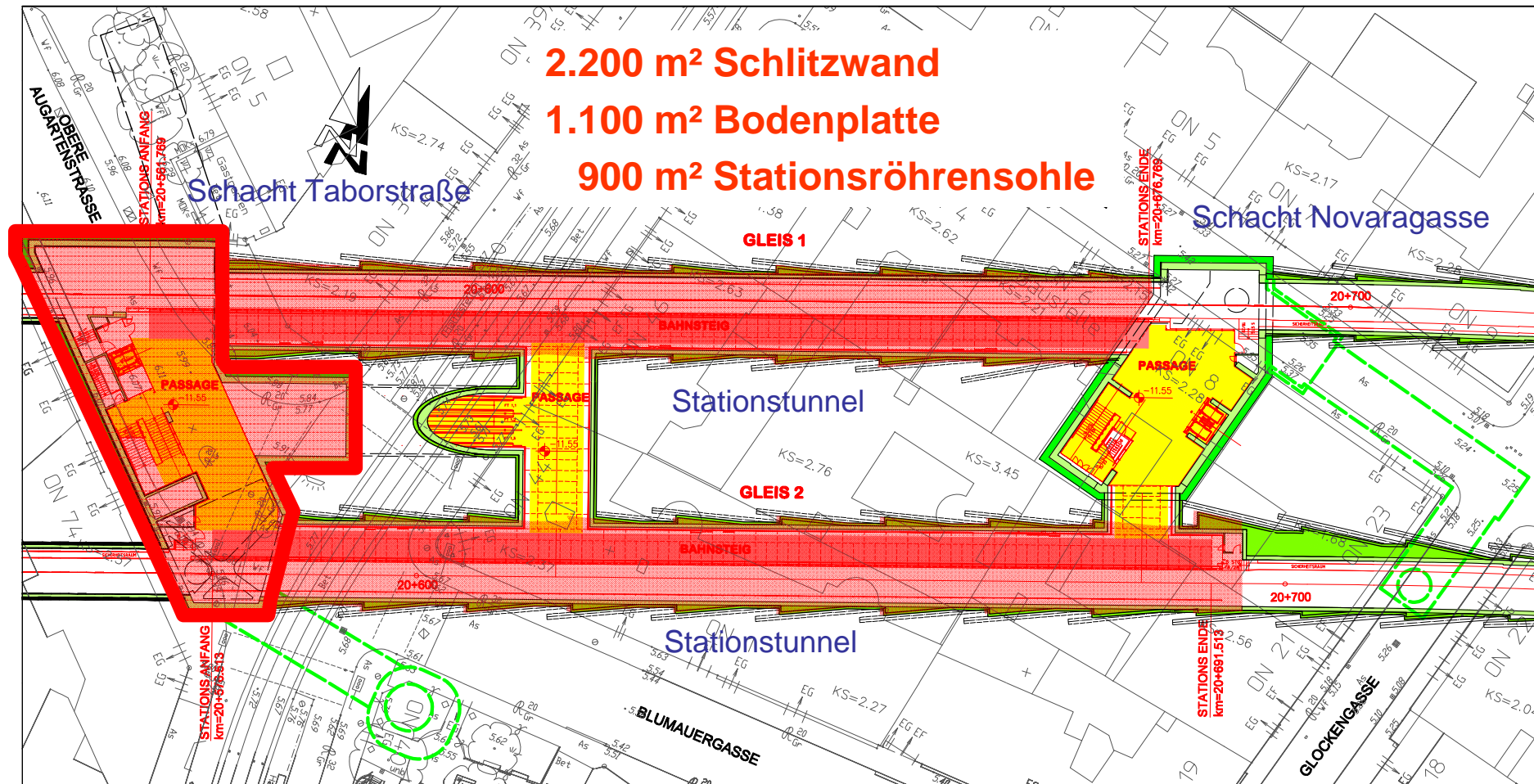
Dietmar Adam

„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

# Bauabschnitt U2/2 – Taborstraße



# Bauabschnitt U2/2 – Taborstraße



**74 kW Heizleistung & 100 kW Kühlleistung**

**175 MWh Heizenergie & 437 MWh Kühlenergie (pro Jahr)**



**TU  
WIEN**

Dietmar Adam

„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

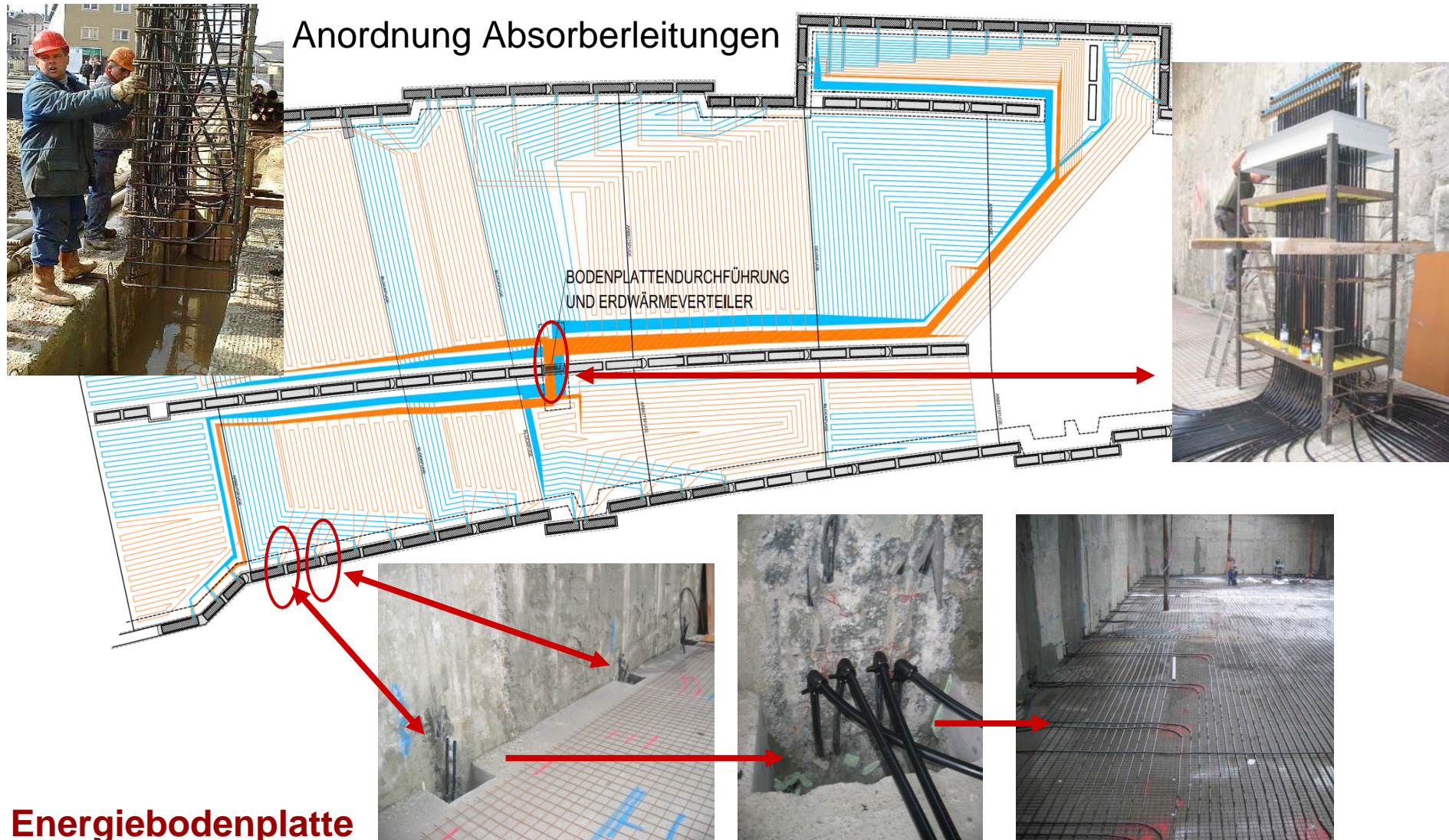


ÖSTERREICHISCHE  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFTLICHE  
GESELLSCHAFT  
www.oevg.at

Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

15

# Absorberleitungen in erdberührten Bauteilen



## Energiebodenplatte

Anordnung der Absorberleitungen mit Verbindung zur Energieschlitzwand



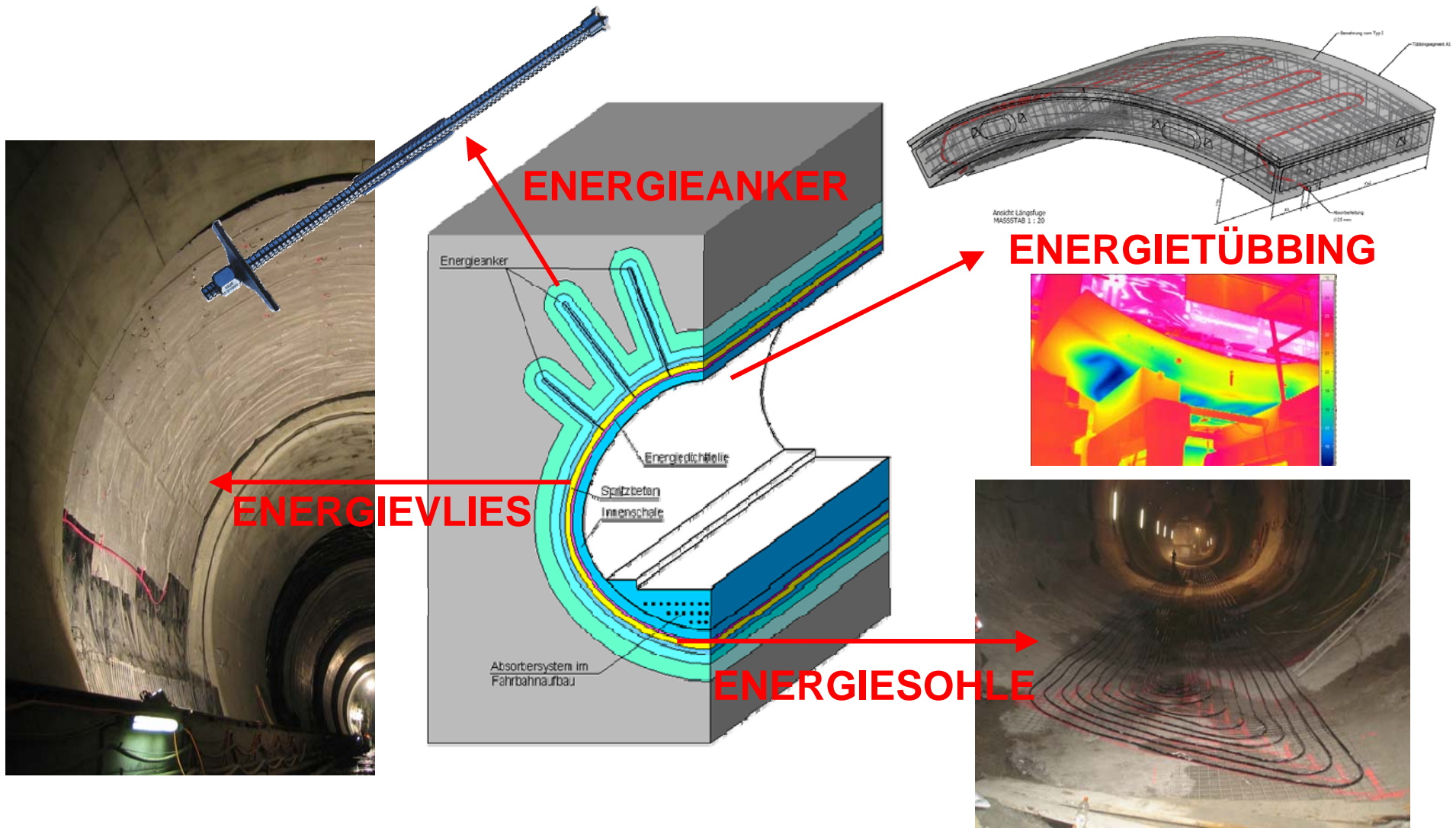
Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



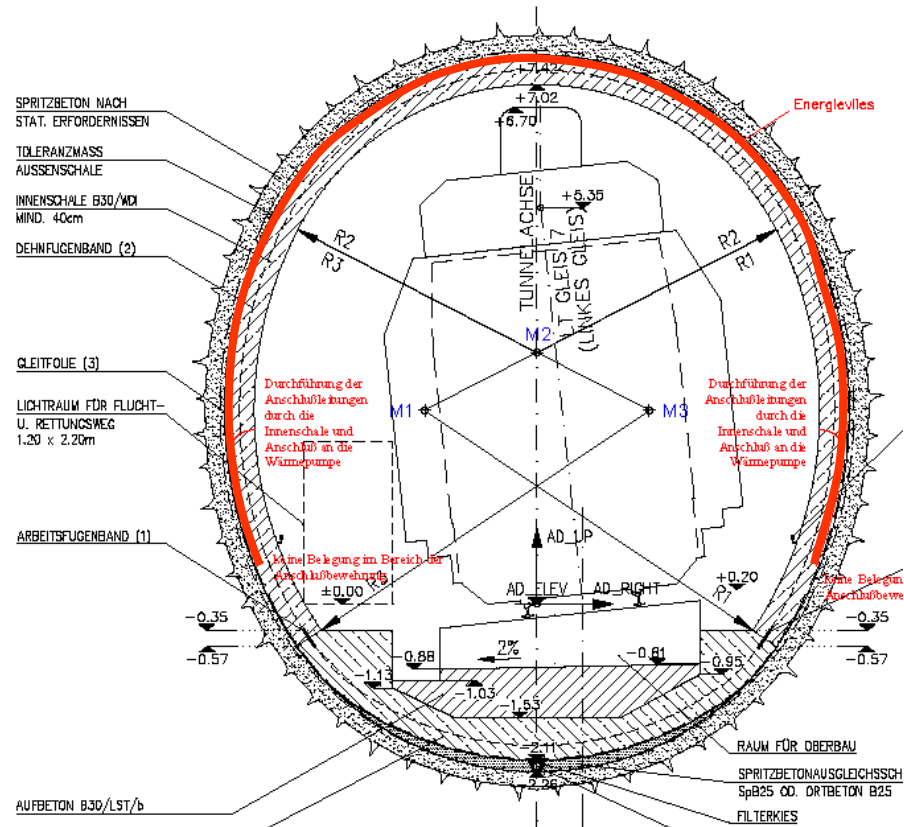
Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013



# Tunnelthermie© – Geschlossene Tunnelbauweise



# Pilotanlage Lainzer Tunnel LT 22



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

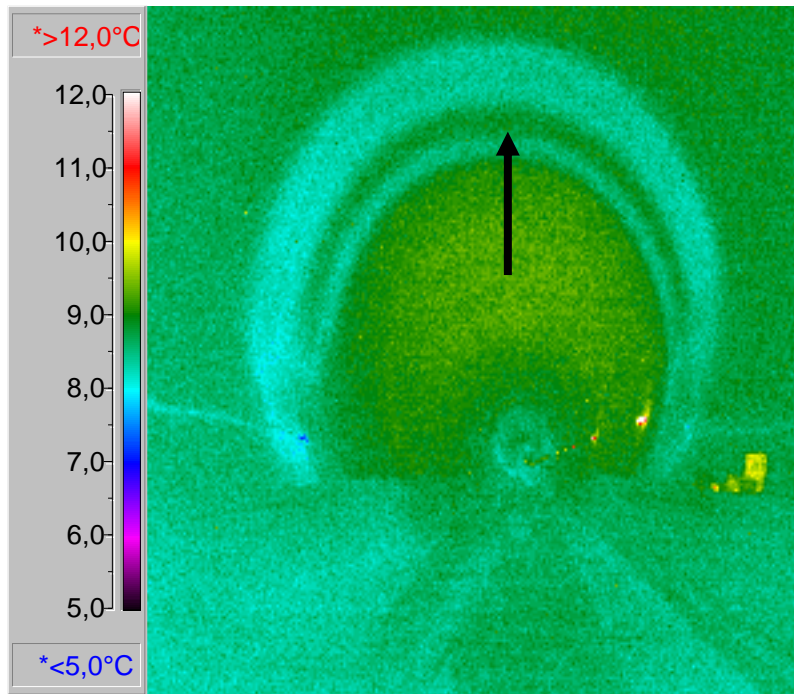


Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Pilotanlage Lainzer Tunnel LT 22

Einfluss der Tunnelinnentemperatur auf die thermischen Verhältnisse

**Geothermie → Tunnelthermie©**



Ausfall einer Bahn durch Querschnittsverengung einer Absorberleitung



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Staatspreis Verkehr 2008



## Staatspreis Verkehr 2008

des Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Energiesysteme für Tunnelthermie® –

Nachhaltige Infrastruktur für das 21. Jahrhundert (ESYS)

Projektpartner:



Dietmar Adam

„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hauptbahnhof Wien



© ÖBB



**TU**  
WIEN

Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

21

# Hauptbahnhof Wien



© ÖBB



**TU**  
WIEN

Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

22

# Hauptbahnhof Wien



© ÖBB



**TU**  
WIEN

Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



ÖSTERREICHISCHE  
VERKEHRS-  
WISSENSCHAFTLICHE  
GESELLSCHAFT

www.oevg.at

Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

23

# Hauptbahnhof Wien

## Eine der größten Absorberanlagen Österreichs

- Neubau des Bahnhofes **Wien Hauptbahnhof**
- Zahlreiche **Fundierungselemente**
- **Große Betonvolumina** im Erdbau



## Nutzung durch:

- Energiepfähle  
8.510 m<sup>2</sup> (aktive Oberfläche)
- Energiebodenplatten  
24.200 m<sup>2</sup>

Deckung der Grundlasten  
von Heiz- und Kühlbedarf



- Jahresheizarbeit: 3.515 MWh
- Jahreskühlarbeit: 505 MWh
- max. Heizleistung: 1.178 kW
- max. Kühlleistung: 846 kW



Dietmar Adam

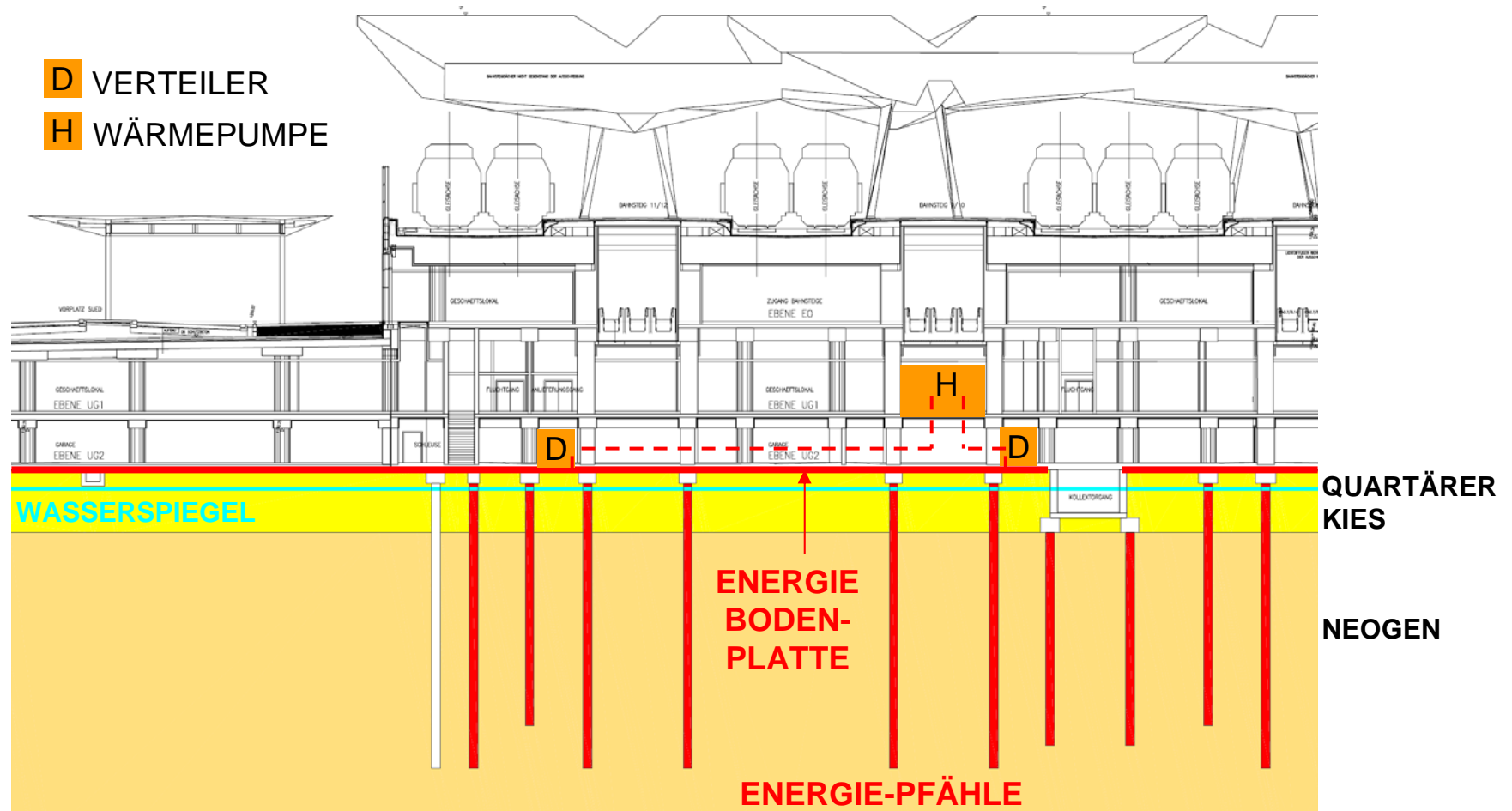
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

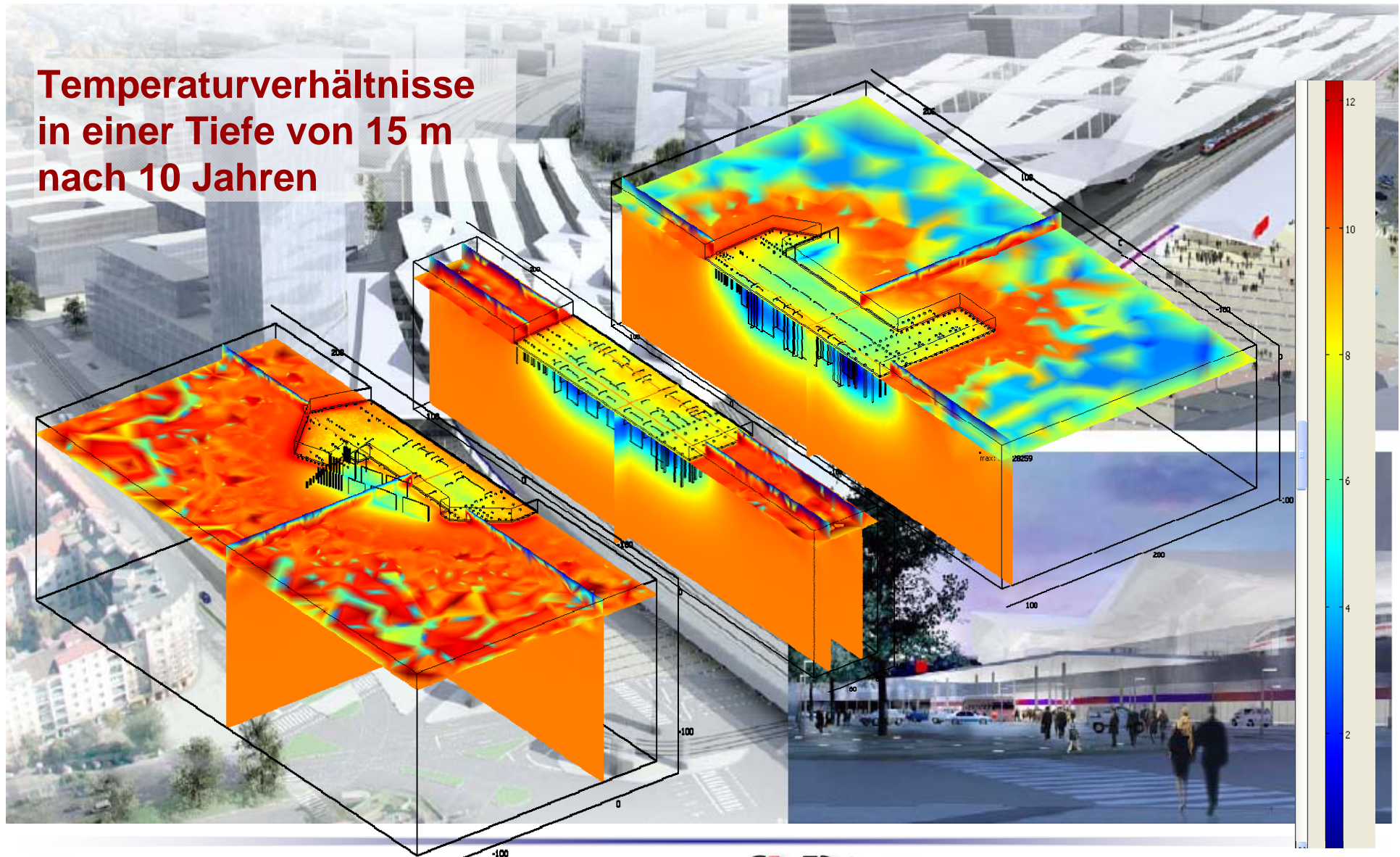


# Hauptbahnhof Wien



# Hauptbahnhof Wien

Temperaturverhältnisse  
in einer Tiefe von 15 m  
nach 10 Jahren

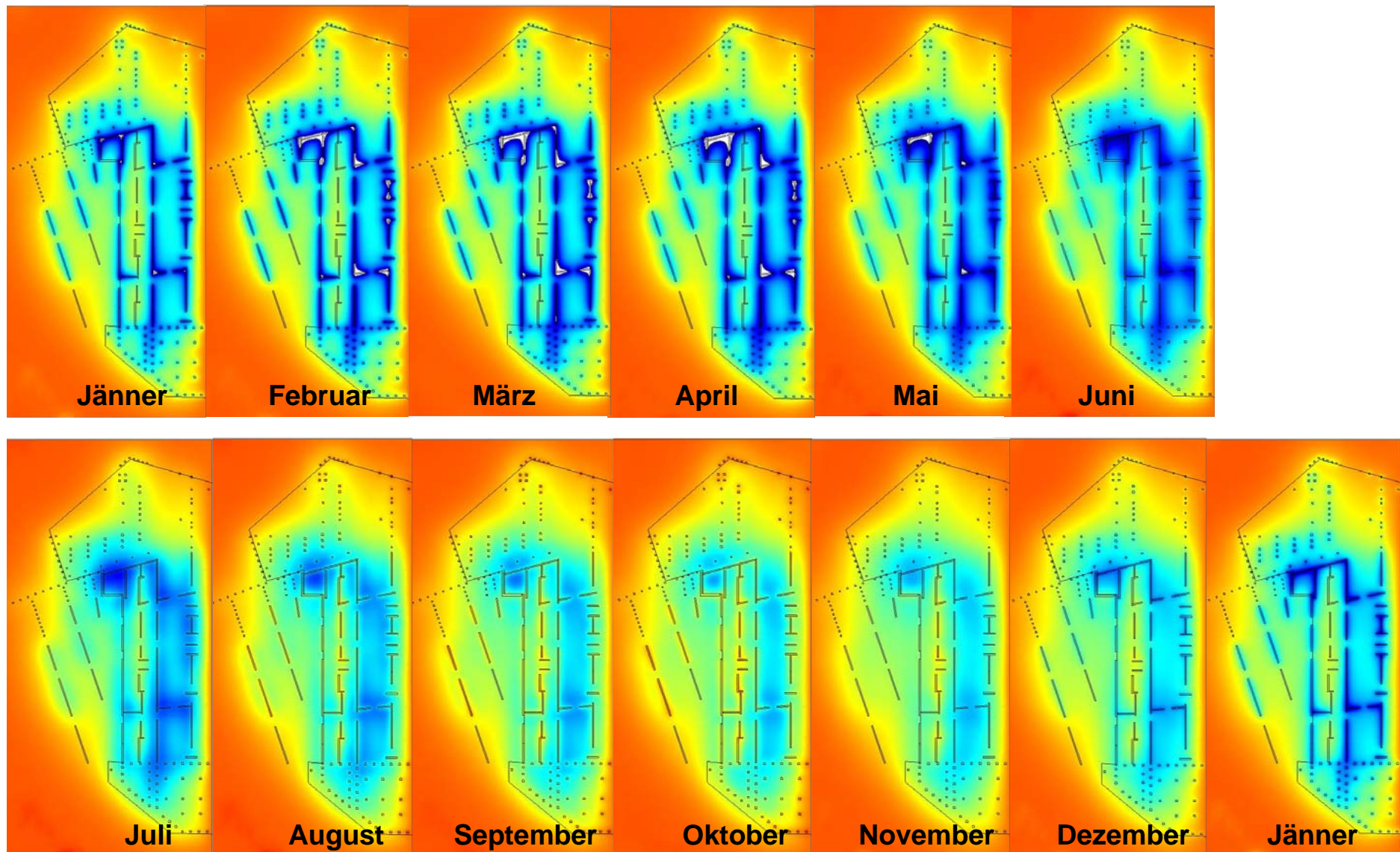


Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hauptbahnhof Wien



**TU**  
WIEN

Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hauptbahnhof Wien

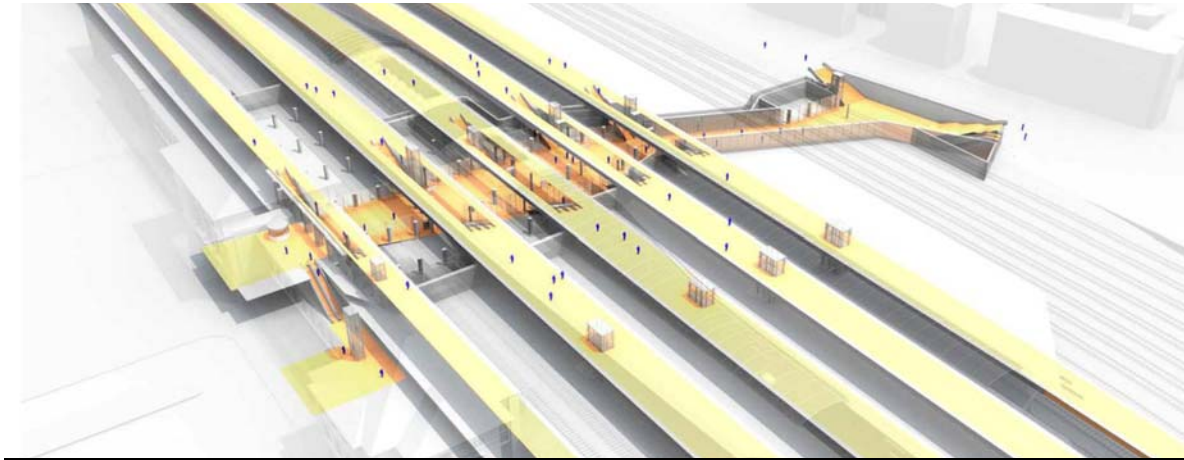


Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hauptbahnhof Salzburg



© ÖBB PL Salzburg



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

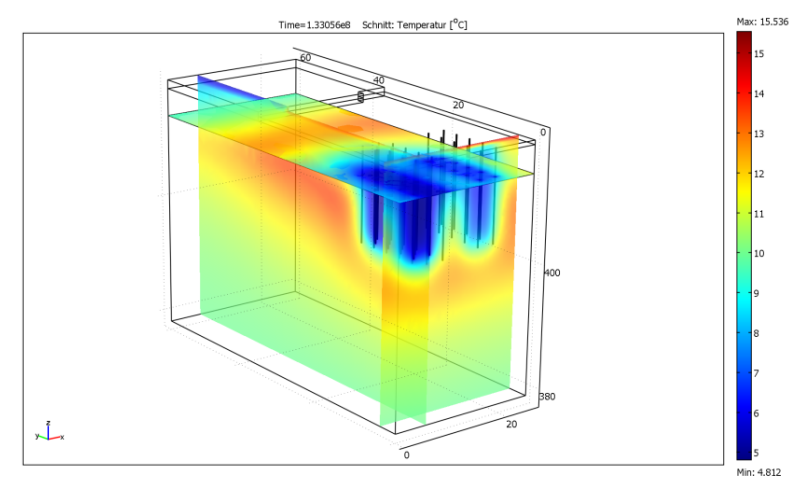
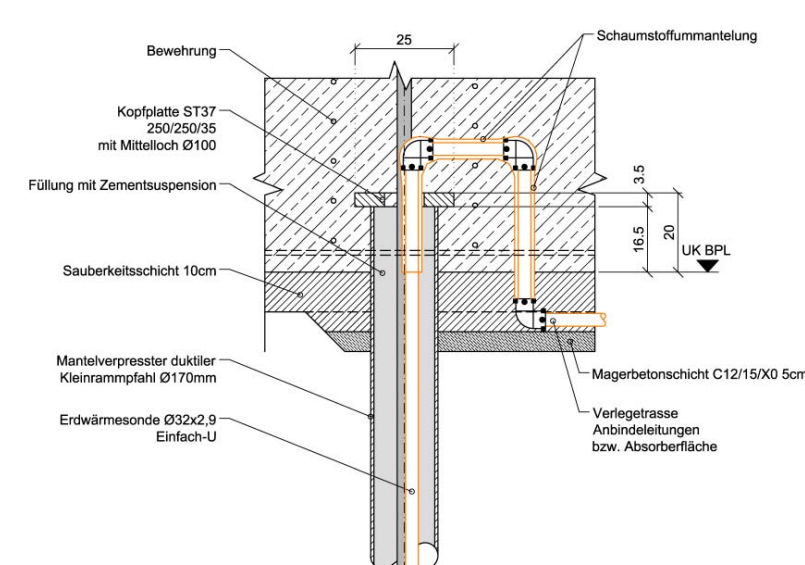


Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013

# Hauptbahnhof Salzburg

## Verwendung von duktilen Rammpfählen






- 440 Stahlrohr-Rammpfähle als Energiepfähle, thermische Nutztiefe 15m
- Zusätzlich 21 Erdwärmesonden mit je 135 m Tiefe
- Deckung von 80% der Kühlenergie und 50% der Heizenergie
- Auszeichnung der ÖBB mit dem EUREM-Award für vorbildliche Energieeffizienz-Projekte

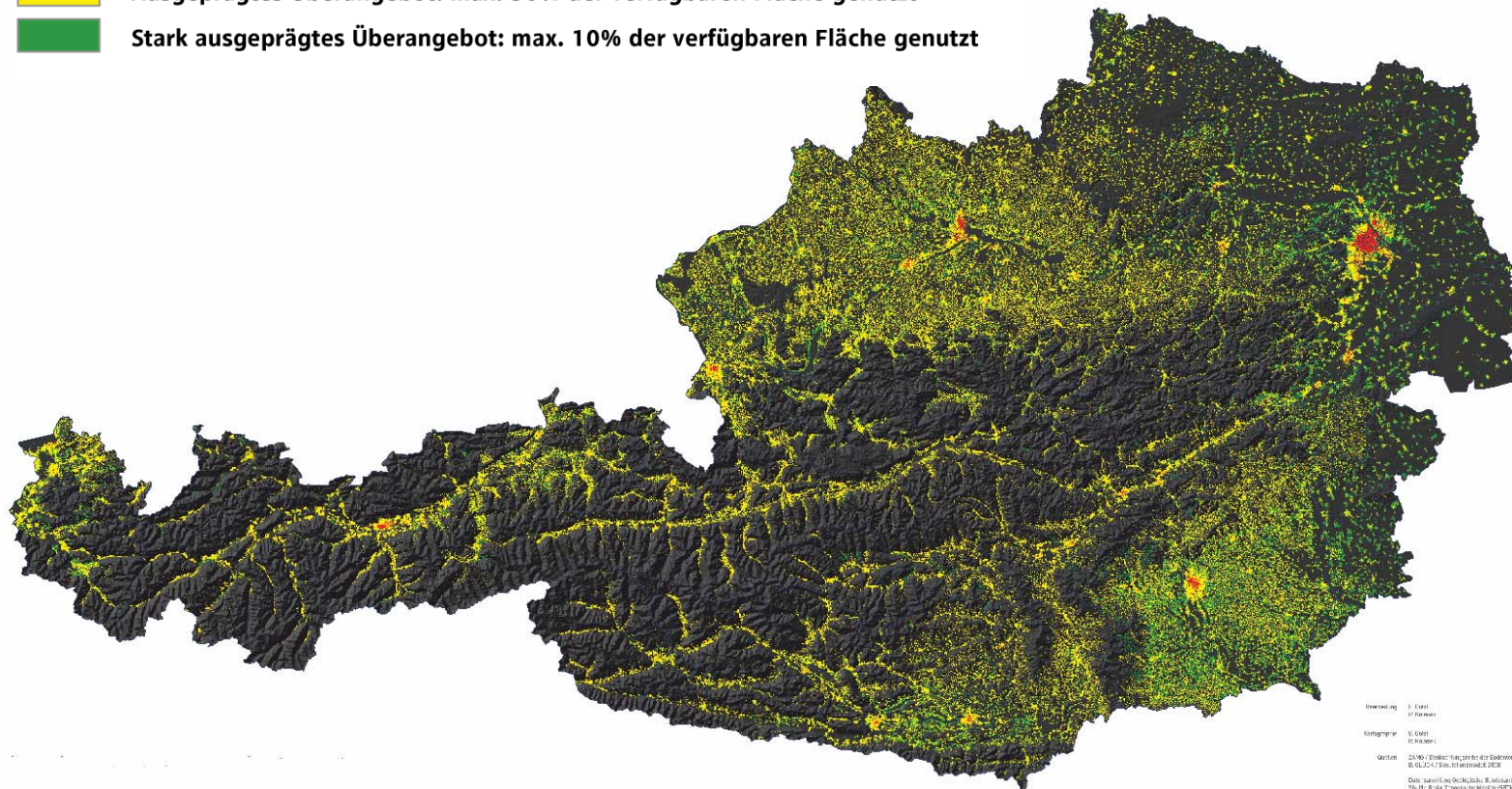


# Potenzial nutzbarer Geothermie in Österreich

## GEO-Pot: Geothermiefotenzial in Österreich (bis 90 m Tiefe)

### Geothermisches Deckungsvermögen

-  No Data
-  Bedarfsdeckung nicht gegeben
-  Schwach ausgeprägtes Überangebot: mind. 50% der verfügbaren Fläche genutzt
-  Ausgeprägtes Überangebot: max. 50% der verfügbaren Fläche genutzt
-  Stark ausgeprägtes Überangebot: max. 10% der verfügbaren Fläche genutzt



# Neubau Wirtschaftsuniversität Wien

## Direkte Grundwassernutzung zur Heizung und Kühlung



### Bauherr:

Projektgesellschaft  
Wirtschaftsuniversität  
Wien Neu GmbH

### Projektdaten:

- Baubeginn: 2009
- Baufertigstellung: 2013
- Nettonutzfläche: 105.000 m<sup>2</sup>
- 5 Gebäudekomplexe



Dietmar Adam

„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“

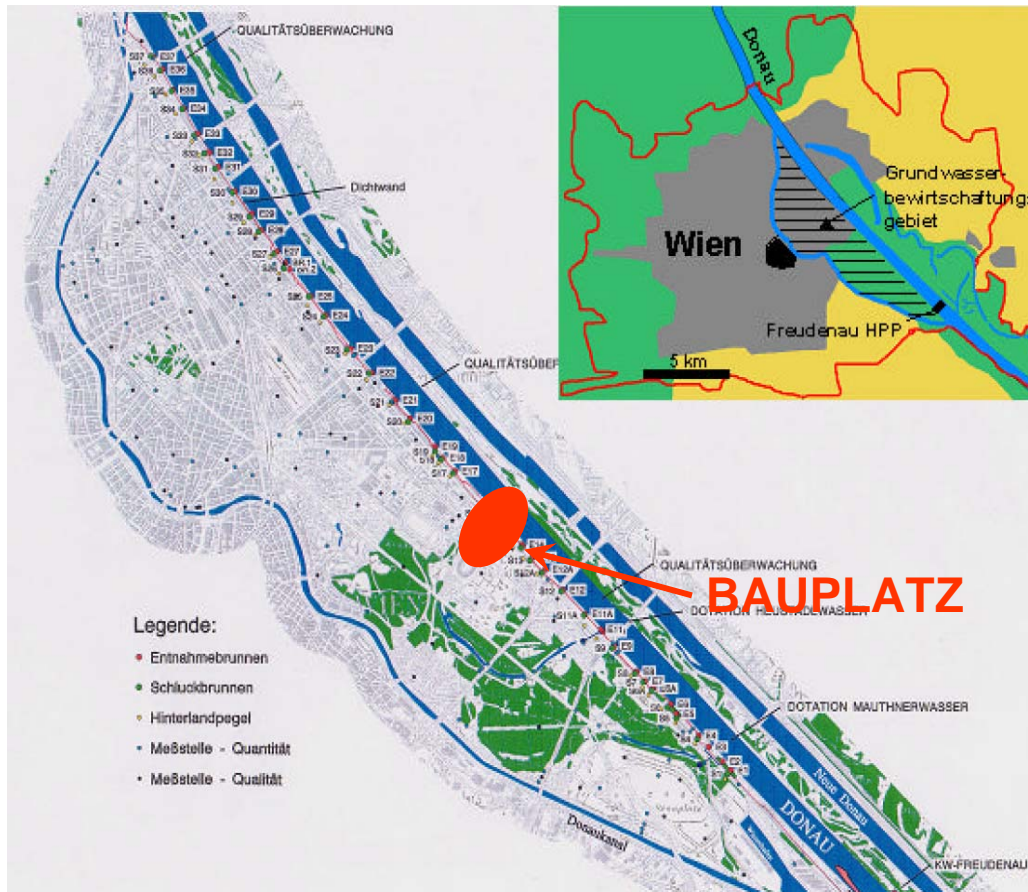


Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013



# Neubau Wirtschaftsuniversität Wien

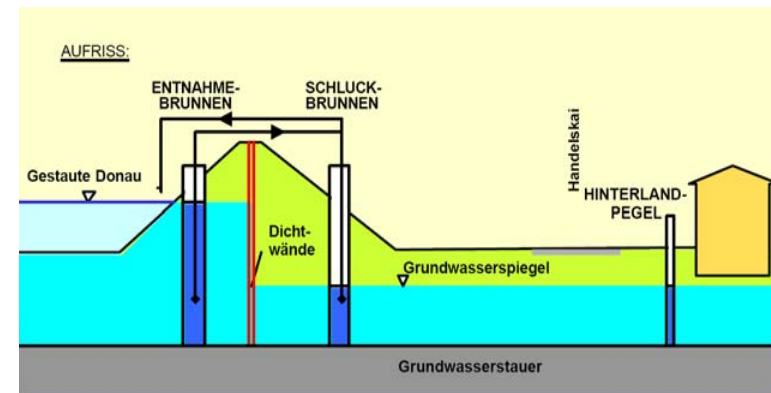
## Direkte Grundwassernutzung zur Heizung und Kühlung



## Grundwasserbewirtschaftungssystem

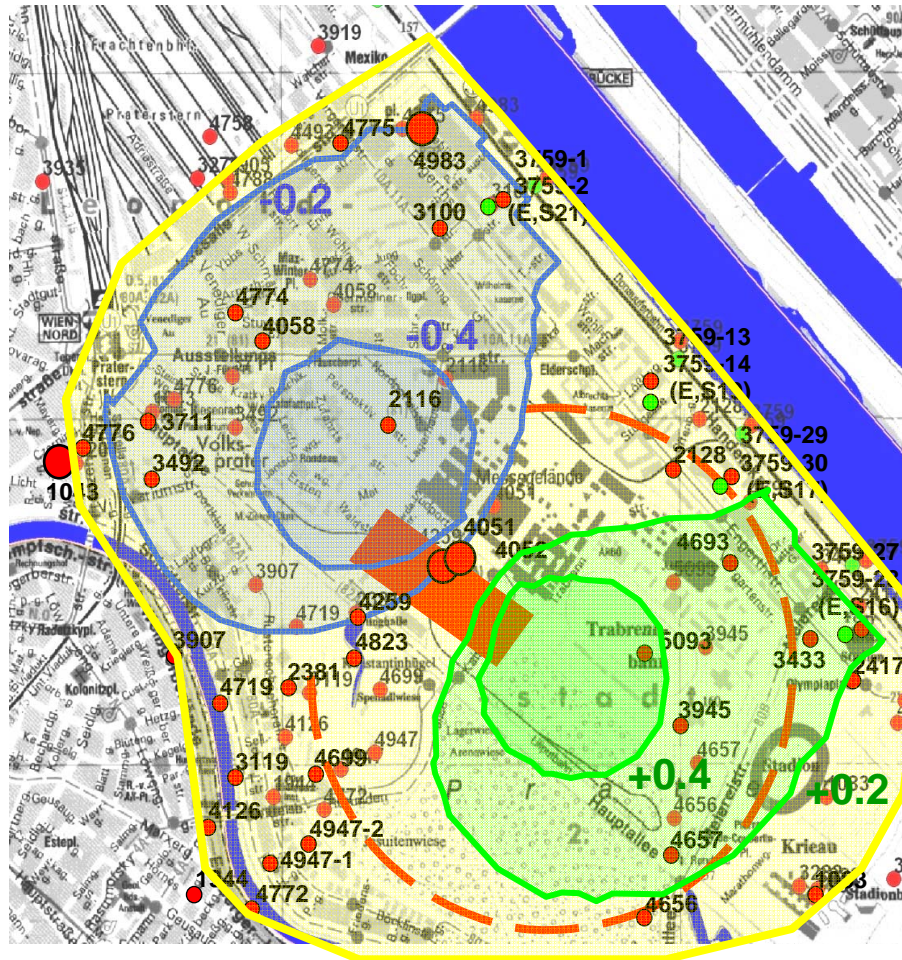
für den 2. und 20. Bezirk:

- 21 Brunnenpaare
- ca. 160 Messstellen



# Neubau Wirtschaftsuniversität Wien

## Direkte Grundwassernutzung zur Heizung und Kühlung



Hydraulischer Einflussbereich: - 0,2 m

Hydraulischer Einflussbereich: + 0,2 m

Thermischer Einflussbereich: < 700 m

● Thermische Nutzungen:  
1043, 4051, 4052

→ Beurteilung jedes  
einzelnen Wasserrechtes  
im Einflussbereich (!)

# Energie aus Abwasser

## Nutzung des Abwassers zur Heizung und Kühlung



Rinnenwärmetauscher als vorgefertigte Elemente



Rinnenwärmetauscher mit glatter Oberfläche für Kanäle mit Kreisprofil



# Energieeffizienz in den Infrastrukturbauten der Zukunft



Dietmar Adam  
„Einsparung von Energie in Infrastrukturbauten“



Der grüne ÖPNV – Wien | 23.05.2013