



Frostfreie Auslegung von Erdwärmesondenanlagen

Auswirkung auf Technik und Betrieb von Solewärmepumpen

Dr. Bernd Wenzel
Viessmann Deutschland GmbH

Planungshandbuch

Wärmepumpen

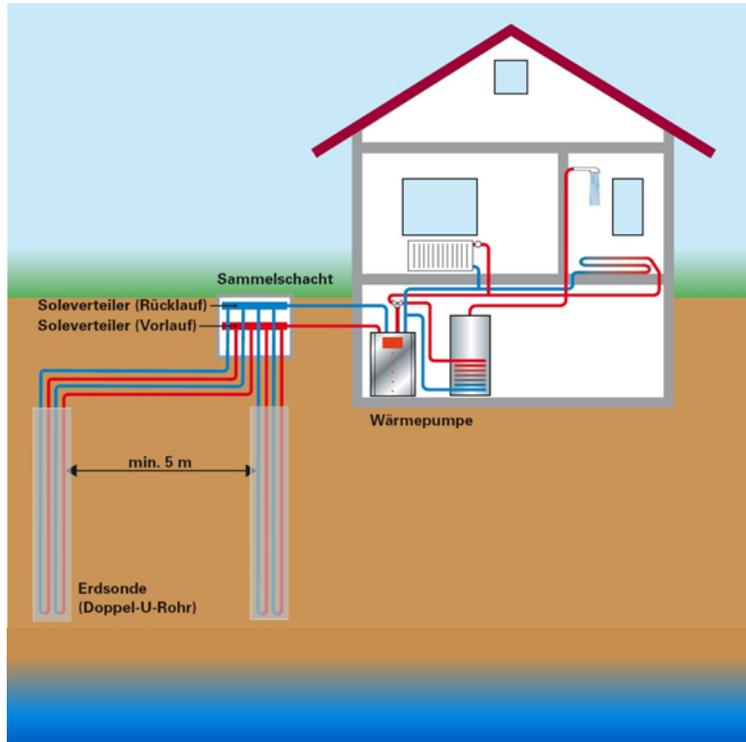


download bei: <http://www.viessmann.de>

Inhalt

1. Einleitung – Hintergrund Frost- /Tauproblematik
2. Kältekreis Sole-Wärmepumpen
3. Effizienz von Sole-WP
4. Auslegung Erdwärmesondenanlagen, frostfreier Betrieb
5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis
6. Zusammenfassung - Ausblick

1. Einleitung - Hintergrund



Umweltrelevanz Erdwärmesonden / Grundwasser

Bedenken:

Austretende Solelösung bei einer Leckage Sondenrohr

Bedenken:

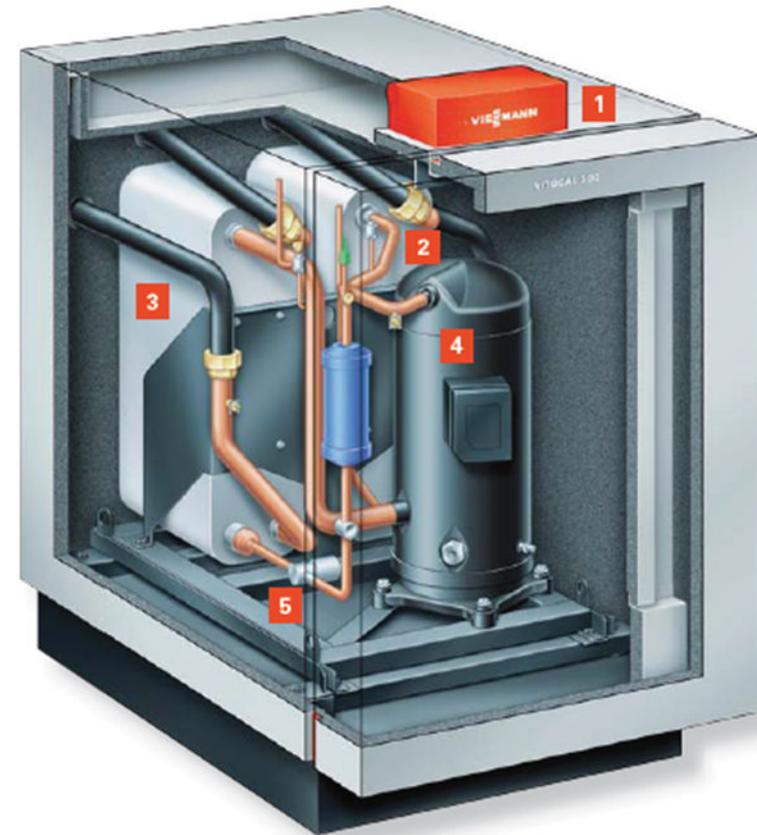
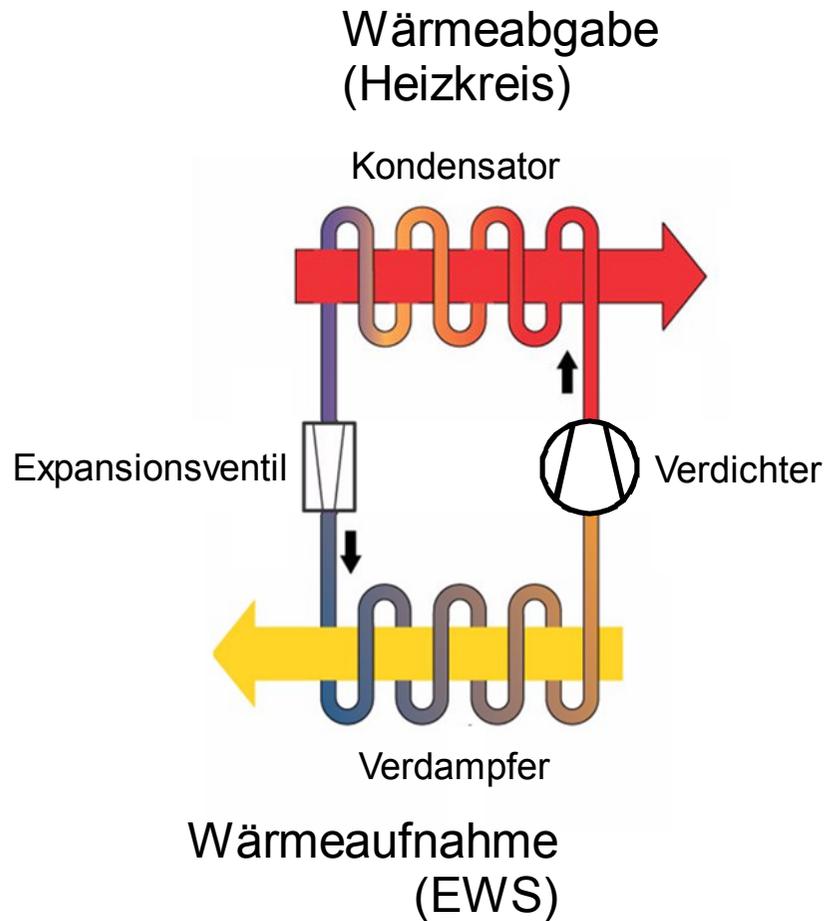
Schädigung der Bohrlochverpressung bei Frost-/Tau-Wechselbetrieb

> **Forderung:** „frostfreier“ Betrieb von EWS

> **Forderung:** Wasserfüllung ohne Frostschutz in EWS

... dies wirft allerdings technische Probleme auf

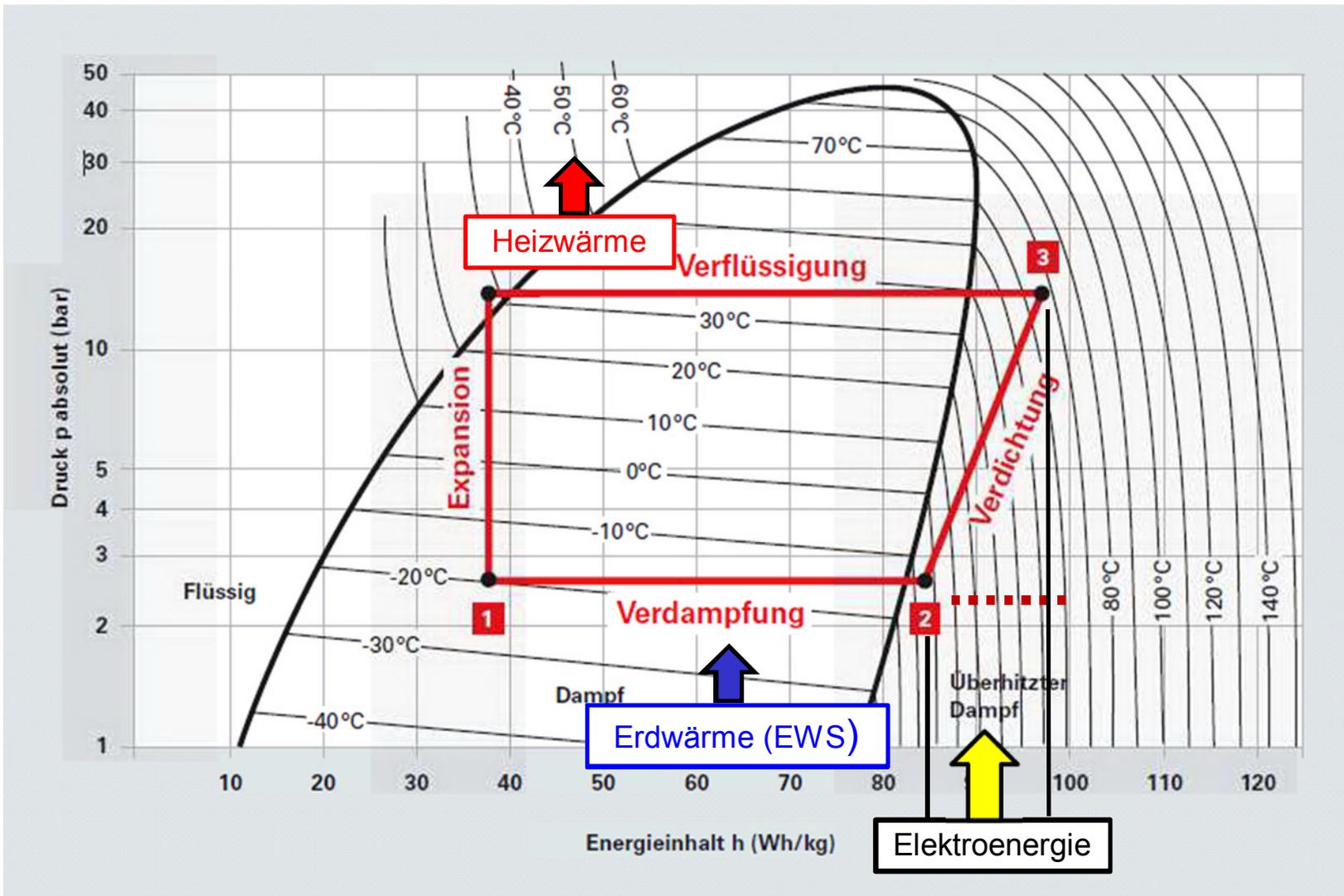
2. Kältekreis Sole-Wärmepumpe



Vitocal 300-G

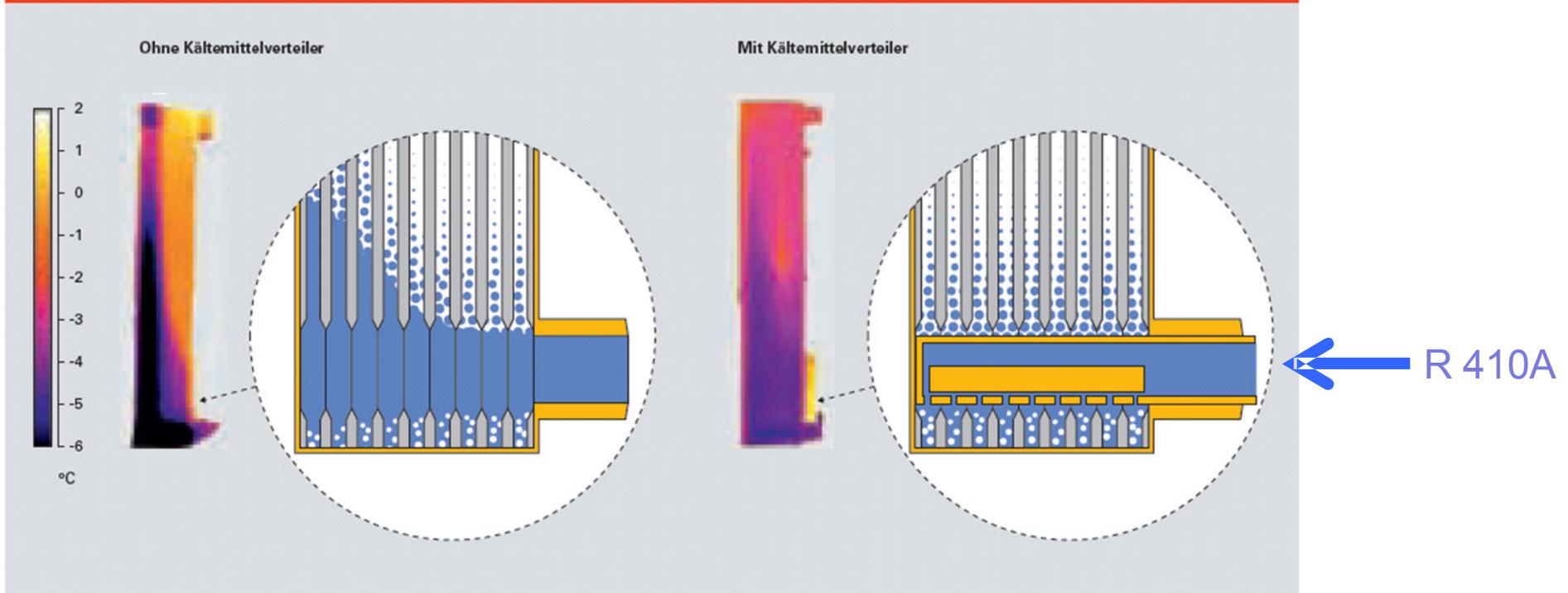
- 1 Witterungsgeführte, digitale Wärmepumpenregelung Vitotronic 200
- 2 Kondensator
- 3 Großflächiger Verdampfer für effizienten Wärmeaustausch
- 4 Hermetischer Compliant Scroll-Verdichter
- 5 Elektronisches Expansionsventil

2. Kältekreis Sole-Wärmepumpe



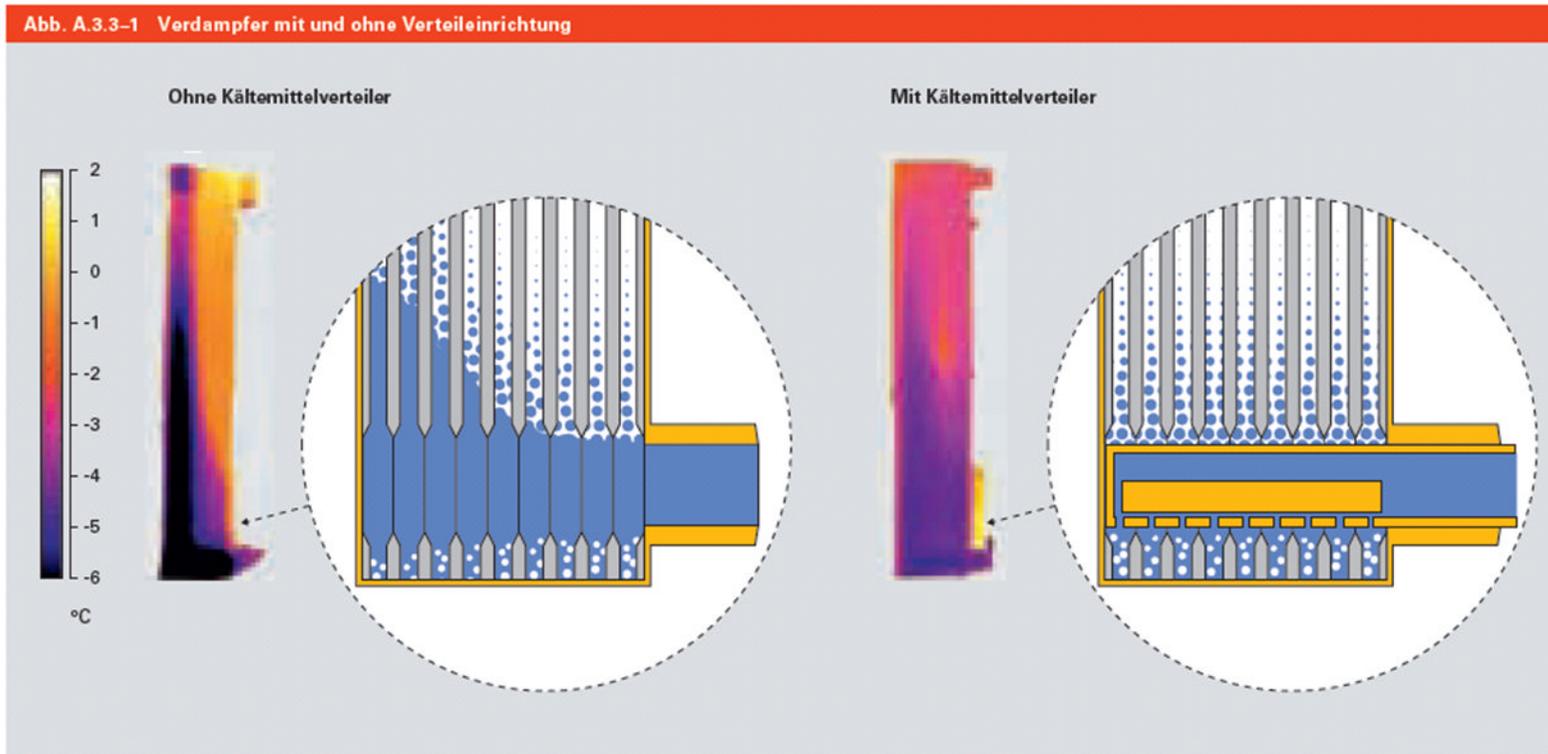
Verdampfer (Plattenwärmetauscher)

Abb. A.3.3-1 Verdampfer mit und ohne Verteileinrichtung



Frostschaden auf der Primärkreisseite eines Verdampfers

Verdampfer (Plattenwärmetauscher)



Bei Betrieb mit reinem Wasser in Sonden sollte eine Wasser-Temperatur von **mindestens +7°C** bei Eintritt in den Verdampfer immer vorliegen (je nach Spreizung im Primärkreis ggf. auch noch höher)

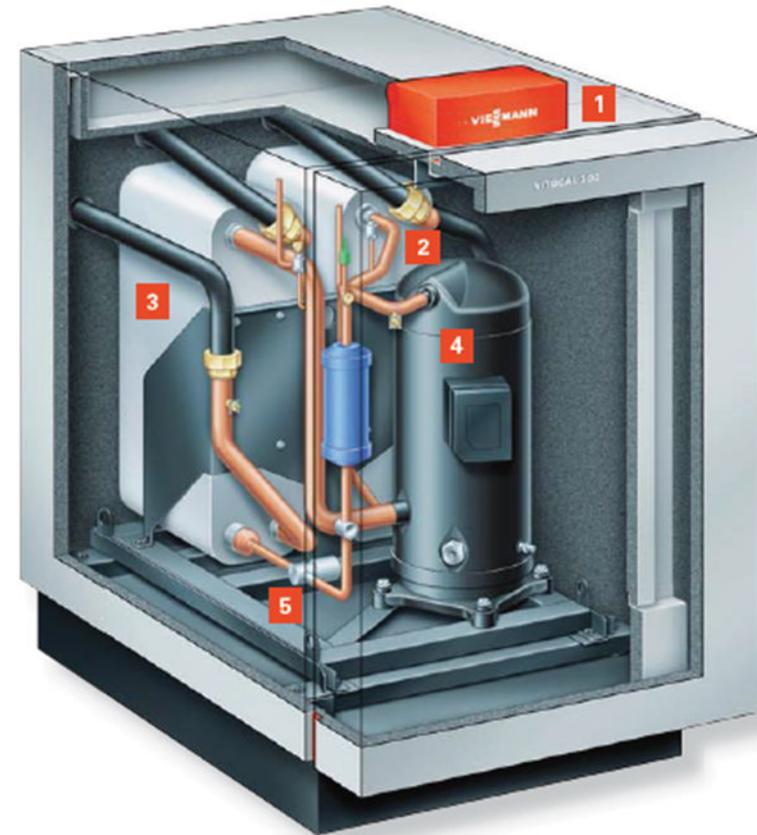
Zusätzliche Absicherung des Primärkreises durch Frost- und Strömungswächter wird bei Wasserbetrieb immer empfohlen, um Schadensrisiken zu mindern

Hinweise zum Betrieb von Sole-Wärmepumpen

Bei Nutzung von reinem Wasser im Primärkreis können Frostschäden am Verdampfer (Wärmetauscher) entstehen (= Kapitalschaden der Wärmepumpe)

Zulässige Primärkreistemperaturen (Primär-Ein) können bei Viessmann Geräten über die Fachbetriebsebene* der Steuerung im Bereich -5° bis $+25^{\circ}$ fest eingestellt werden

* nicht zugänglich für Endanwender

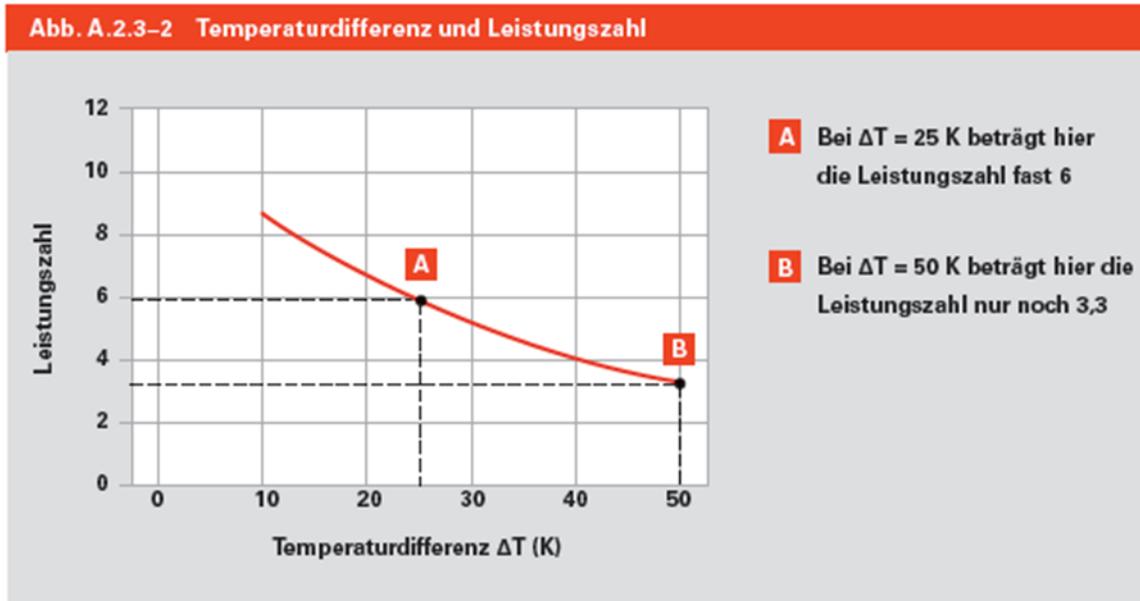


Vitocal 300-G

- 1 Witterungsgeführte, digitale Wärmepumpenregelung Vitotronic 200
- 2 Kondensator
- 3 Großflächiger Verdampfer für effizienten Wärmeaustausch
- 4 Hermetischer Compliant Scroll-Verdichter
- 5 Elektronisches Expansionsventil

3. Effizienz von Sole-Wärmepumpen

„... Wärmepumpenanlagen arbeiten ohnehin nur oberhalb +1°C effizient, ...“



Typ BW, BWS, WW 301.A17

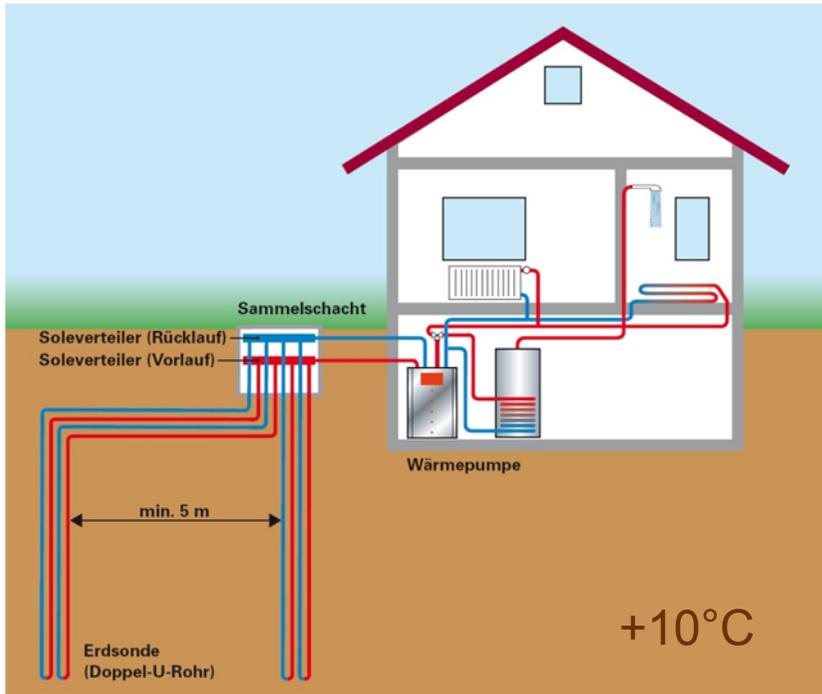
Leistungsdaten

Betriebspunkt	W B	°C °C	35				
			-5	0	2	10	15
Heizleistung		kW	14,52	17,17	18,23	22,47	25,24
Kälteleistung		kW	11,13	13,77	14,83	19,05	21,81
Elektr. Leistungsaufnahme		kW	3,64	3,65	3,66	3,67	3,70
Leistungszahl ϵ (COP)			3,99	4,70	4,99	6,12	6,83

Betriebspunkt	W B	°C °C	45				
			-5	0	2	10	15
Heizleistung		kW	14,07	16,57	17,57	21,58	24,15
Kälteleistung		kW	9,82	12,31	13,31	17,30	19,91
Elektr. Leistungsaufnahme		kW	4,57	4,58	4,58	4,60	4,56
Leistungszahl ϵ (COP)			3,08	3,62	3,84	4,69	5,30

=> Sole-WP können auch bei Minusgraden im Primärkreis effizient Heizwärme erzeugen

4. Auslegung Erdwärmesondenanlagen, frostfreier Betrieb



Die Temperatur des zu der/den Erdwärmesonde(n) zurückkehrenden Wärmeträgermediums soll im Dauerbetrieb (Wochenmittel) den Grenzbereich von ± 11 K Temperaturänderung gegenüber der ungestörten Erdoberflächentemperatur nicht überschreiten; bei Spitzenlast soll ± 17 K Temperaturänderung nicht überschritten werden.

Grundlastbetrieb

Spitzenlastbetrieb

$-1^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+2^{\circ}\text{C}\uparrow$

$-7^{\circ}\text{C}\downarrow$ $-4^{\circ}\text{C}\uparrow$

Betrieb im Rahmen der VDI 4640, Teil 2 (2001)

$-2^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+1^{\circ}\text{C}\uparrow$

$-2^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+1^{\circ}\text{C}\uparrow$

Auflage: Frostwächter am Rücklauf aus dem Boden

$+1^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+4^{\circ}\text{C}\uparrow$

$+1^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+4^{\circ}\text{C}\uparrow$

Auflage: Frostwächter am kältesten Punkt ...

$+4^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+7^{\circ}\text{C}\uparrow$

$+4^{\circ}\text{C}\downarrow$ $+7^{\circ}\text{C}\uparrow$

Auflage: Sondenanlage mit reinem Wasser

jeweils unter Annahme Spreizung Vor-/Rücklauf von 3 K

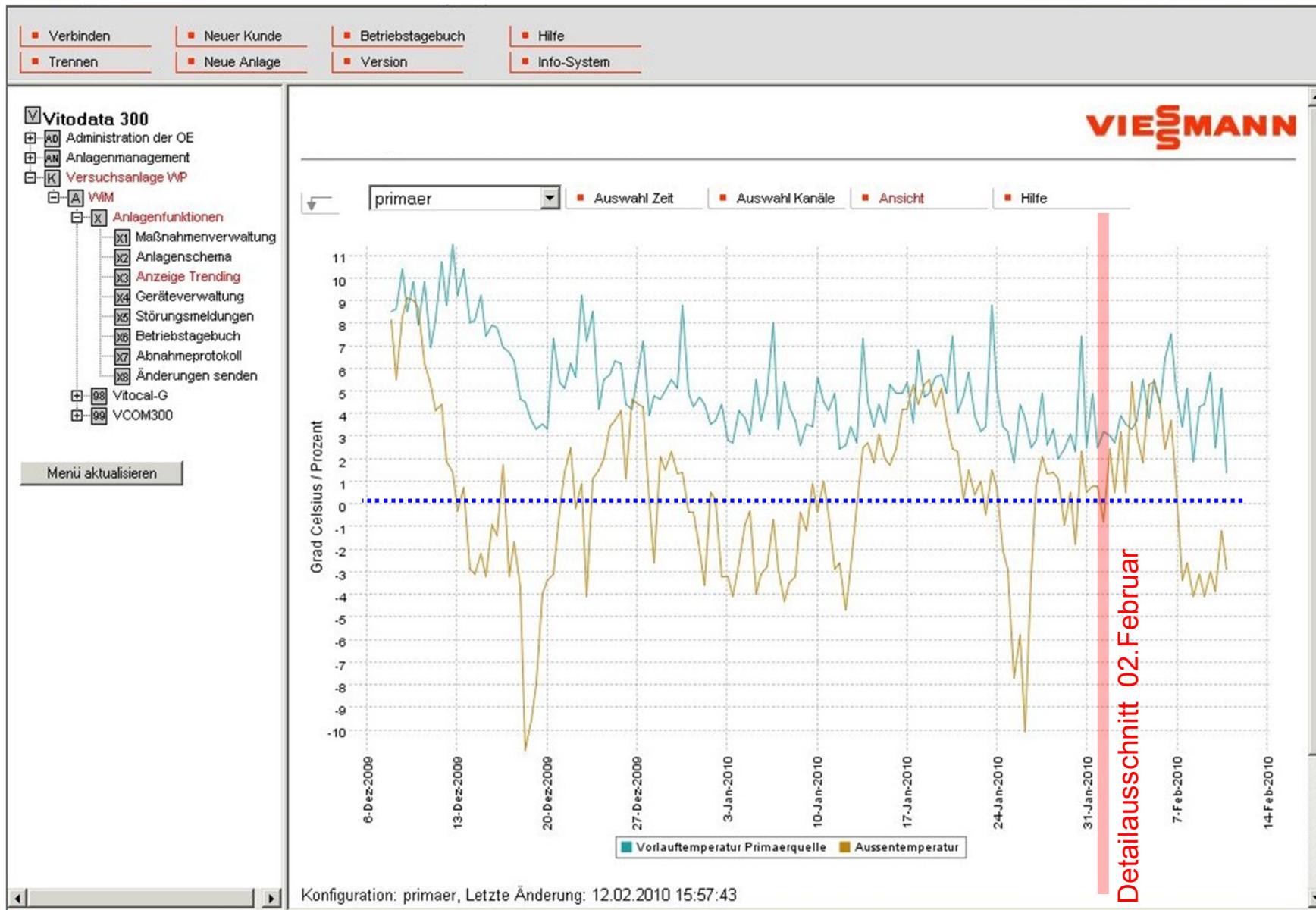
5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



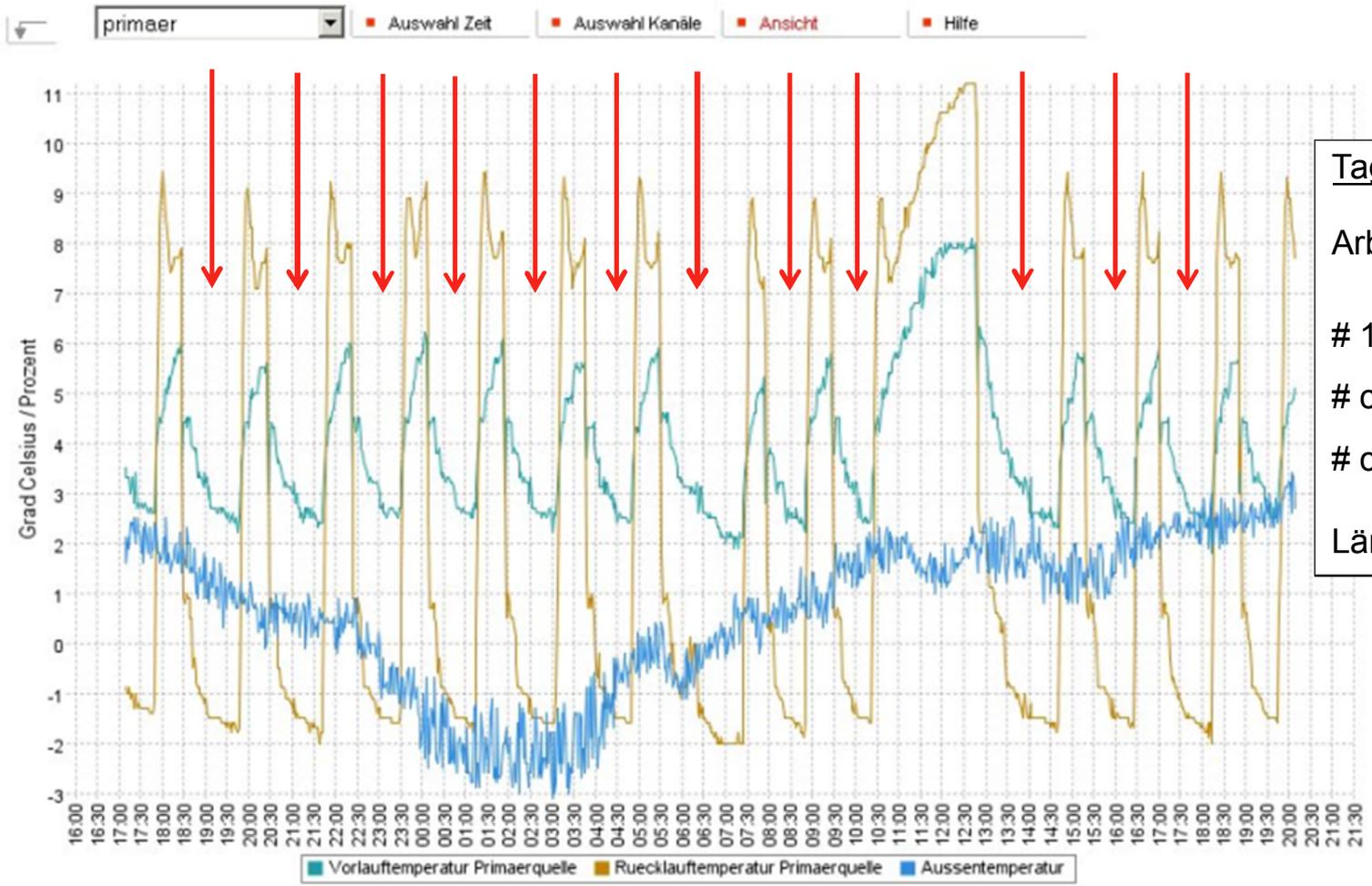
Viessmann Energiemanagement-System

The diagram illustrates the Viessmann Energiemanagement-System. On the left, a stack of hardware components is labeled **Vitocom 300**. A plus sign (+) is placed between the hardware and a photograph of a person using a computer. The computer monitor displays the **VITODATA 300** software interface, which includes the Viessmann logo and a globe icon. Below the photograph, the text **Vitodata 300** is written.

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



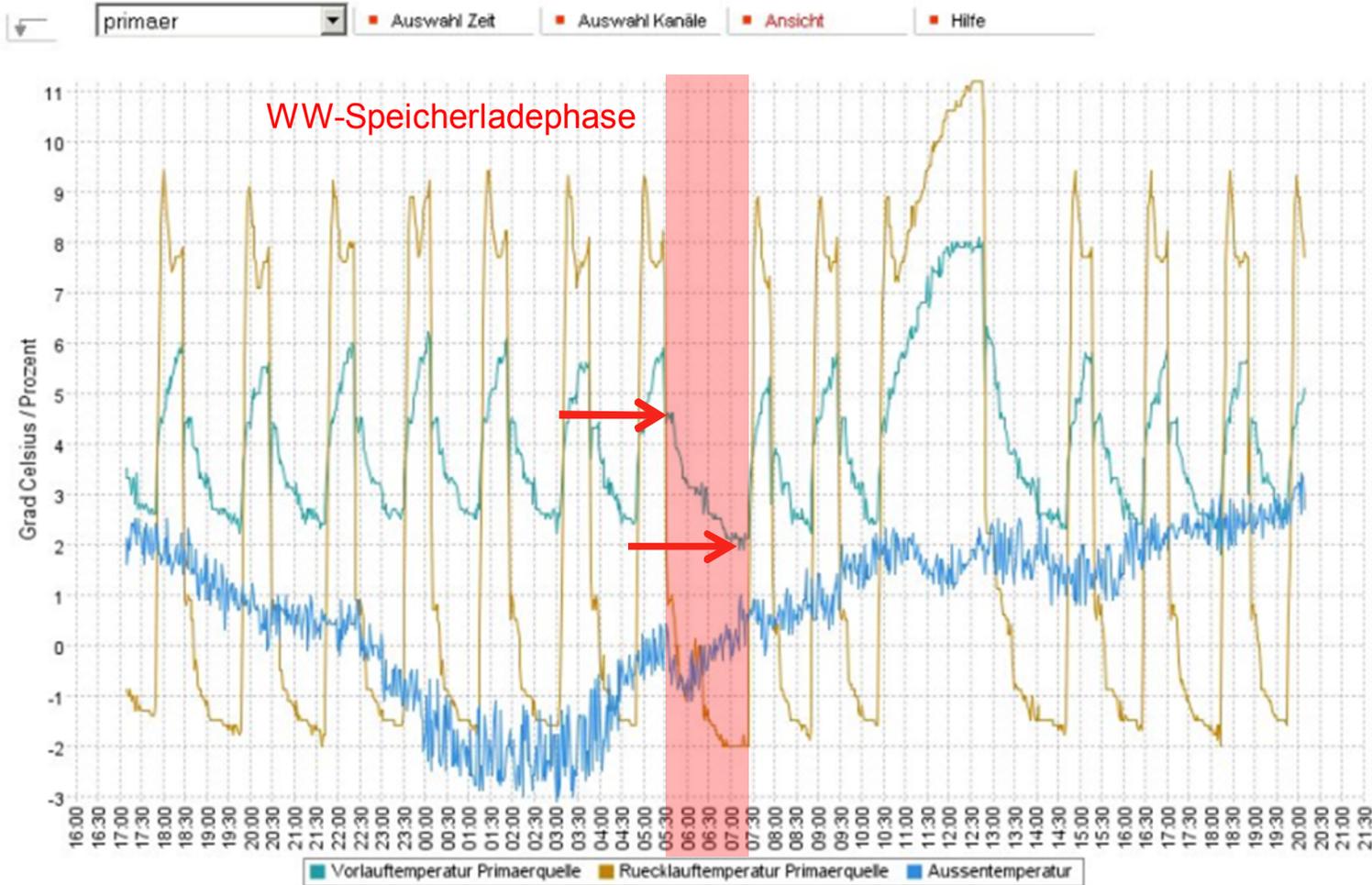
5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



Tagesbilanz 02.Feb. 2010:
Arbeitsphase Verdichter: ↓
12 Arbeitstakte/Tag
ca. 15 Std. Arbeit/Tag
ca. 9 Std. Pause/Tag
Längster Arbeitstakt: 2 Std.

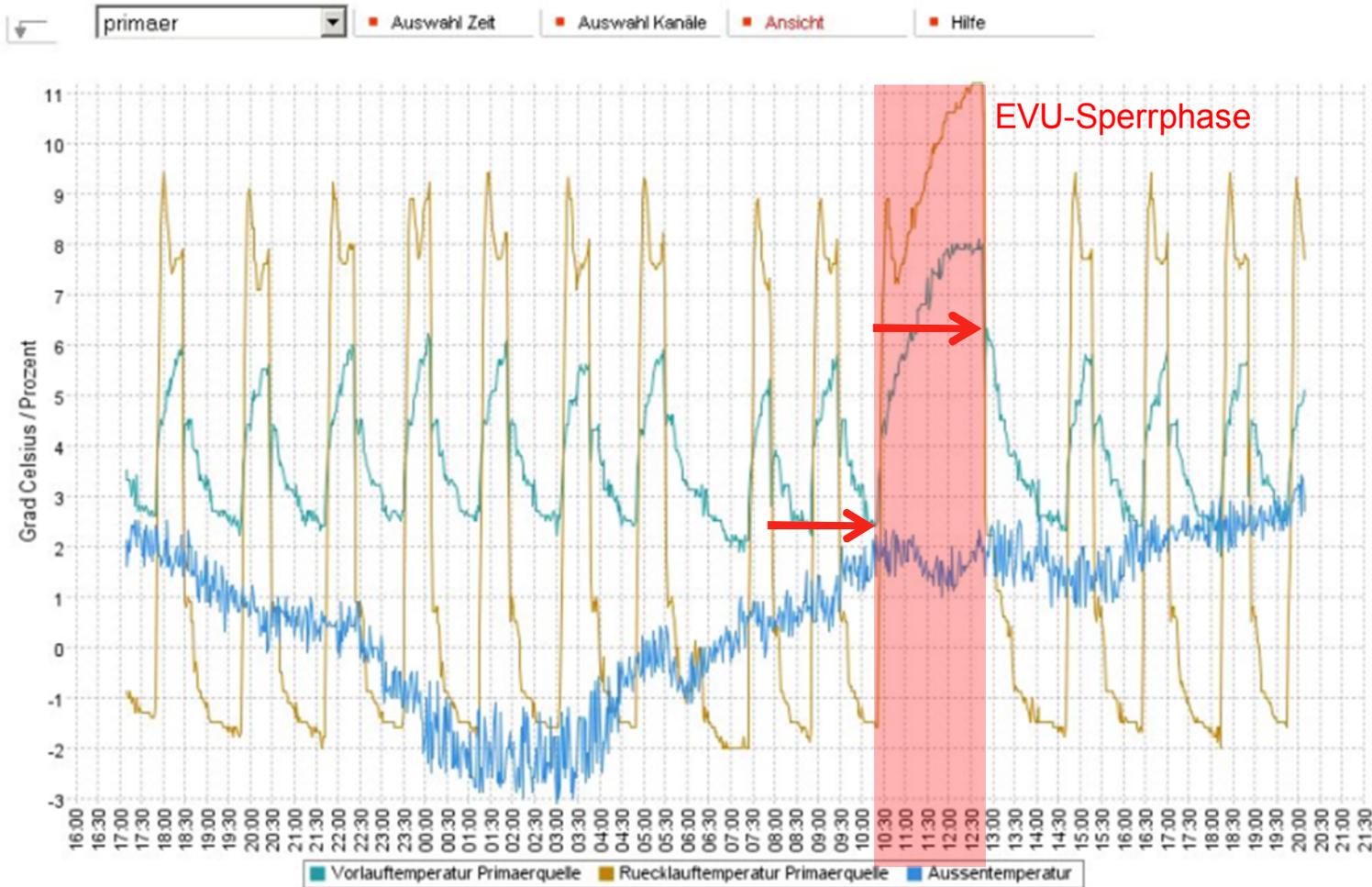
Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 03.02.2010 15:14:32
Gewählter Bereich: 01.02.2010 17:09:05 - 02.02.2010 20:09:05 (Automatische Aktualisierung)
Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 1621

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



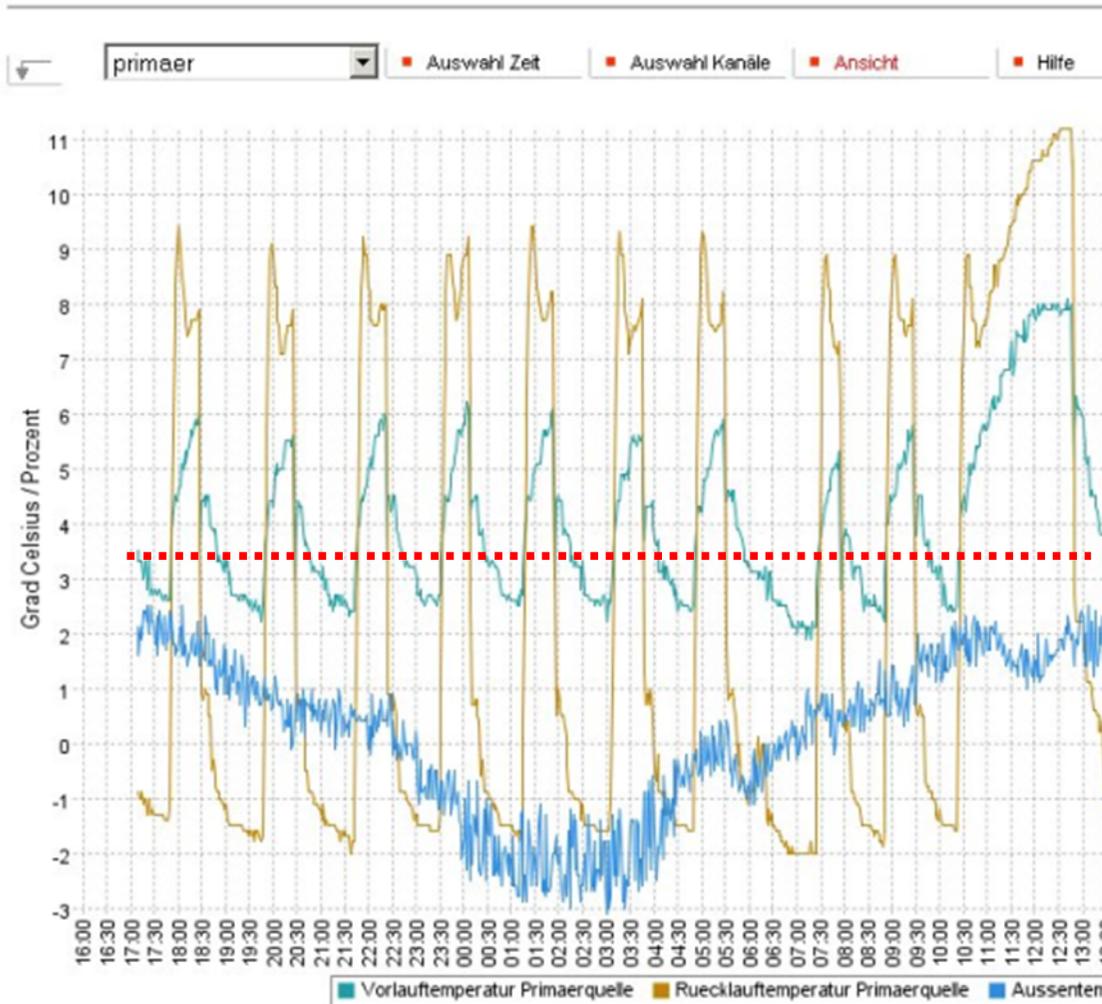
Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 03.02.2010 15:14:32
Gewählter Bereich: 01.02.2010 17:09:05 - 02.02.2010 20:09:05 (Automatische Aktualisierung)
Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 1621

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



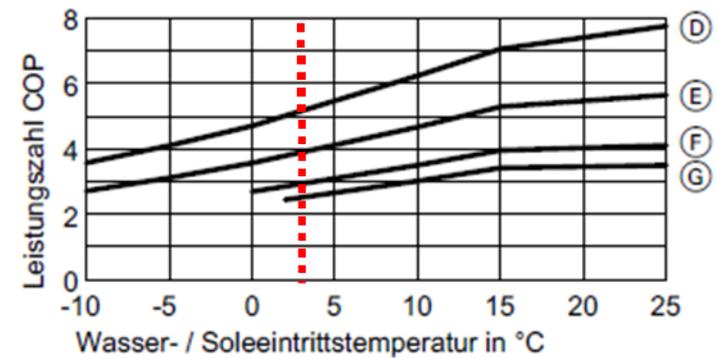
Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 03.02.2010 15:14:32
Gewählter Bereich: 01.02.2010 17:09:05 - 02.02.2010 20:09:05 (Automatische Aktualisierung)
Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 1621

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



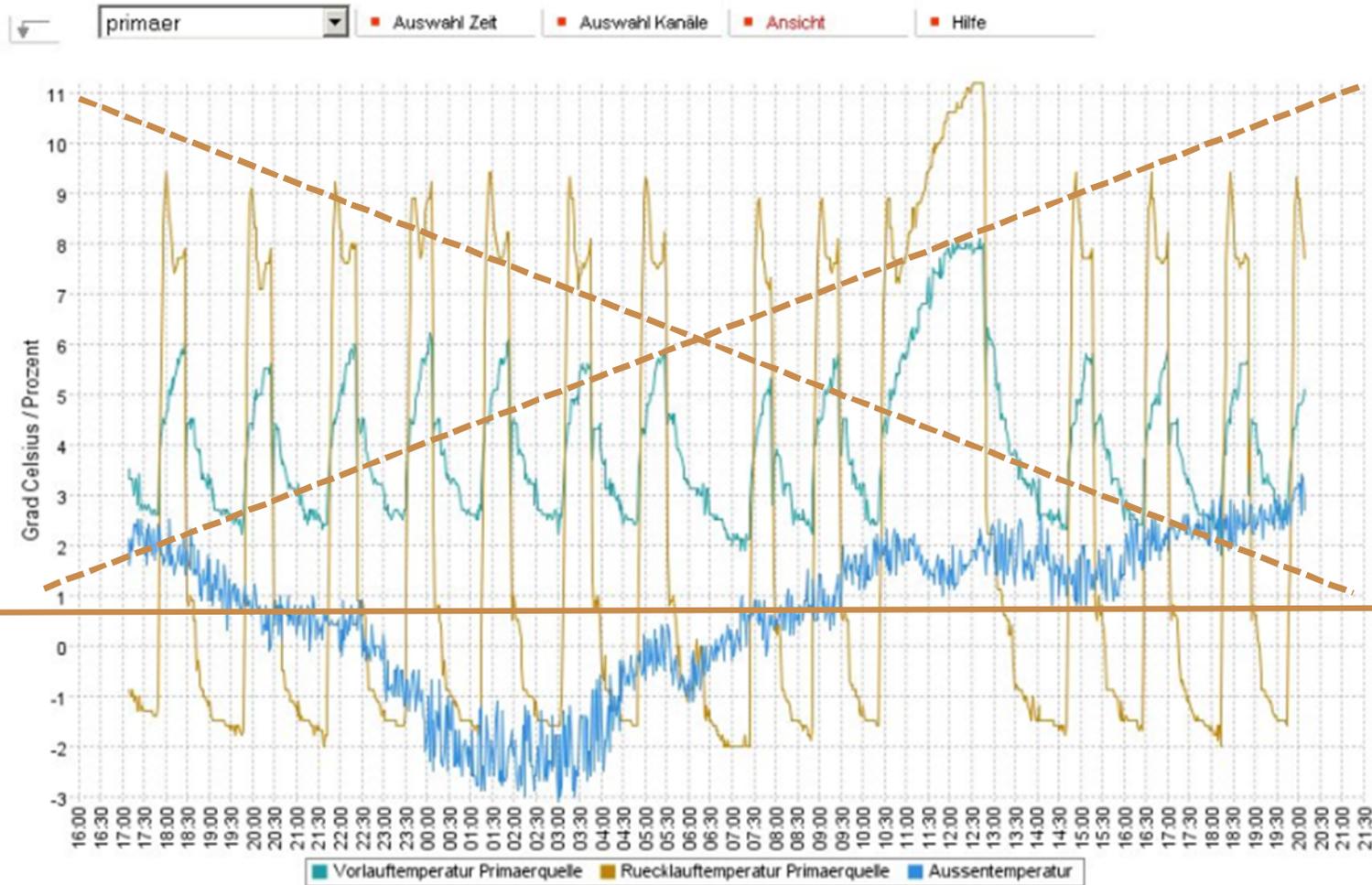
Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 03.02.2010 15:14:32
 Gewählter Bereich: 01.02.2010 17:09:05 - 02.02.2010 20:09:05 (Automatische Aktualisierung)
 Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 1621

Gute Effizienz der Anlage,
 ... auch im „Spitzenlast“-Betrieb



- Ⓐ Heizleistung
- Ⓑ Kälteleistung
- Ⓒ Elektrische Leistungsaufnahme
- Ⓓ $T_{HV} = 35\text{ °C}$
- Ⓔ $T_{HV} = 45\text{ °C}$
- Ⓕ $T_{HV} = 55\text{ °C}$
- Ⓖ $T_{HV} = 60\text{ °C}$
- T_{HV} Vorlauftemperatur Heizkreis

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis

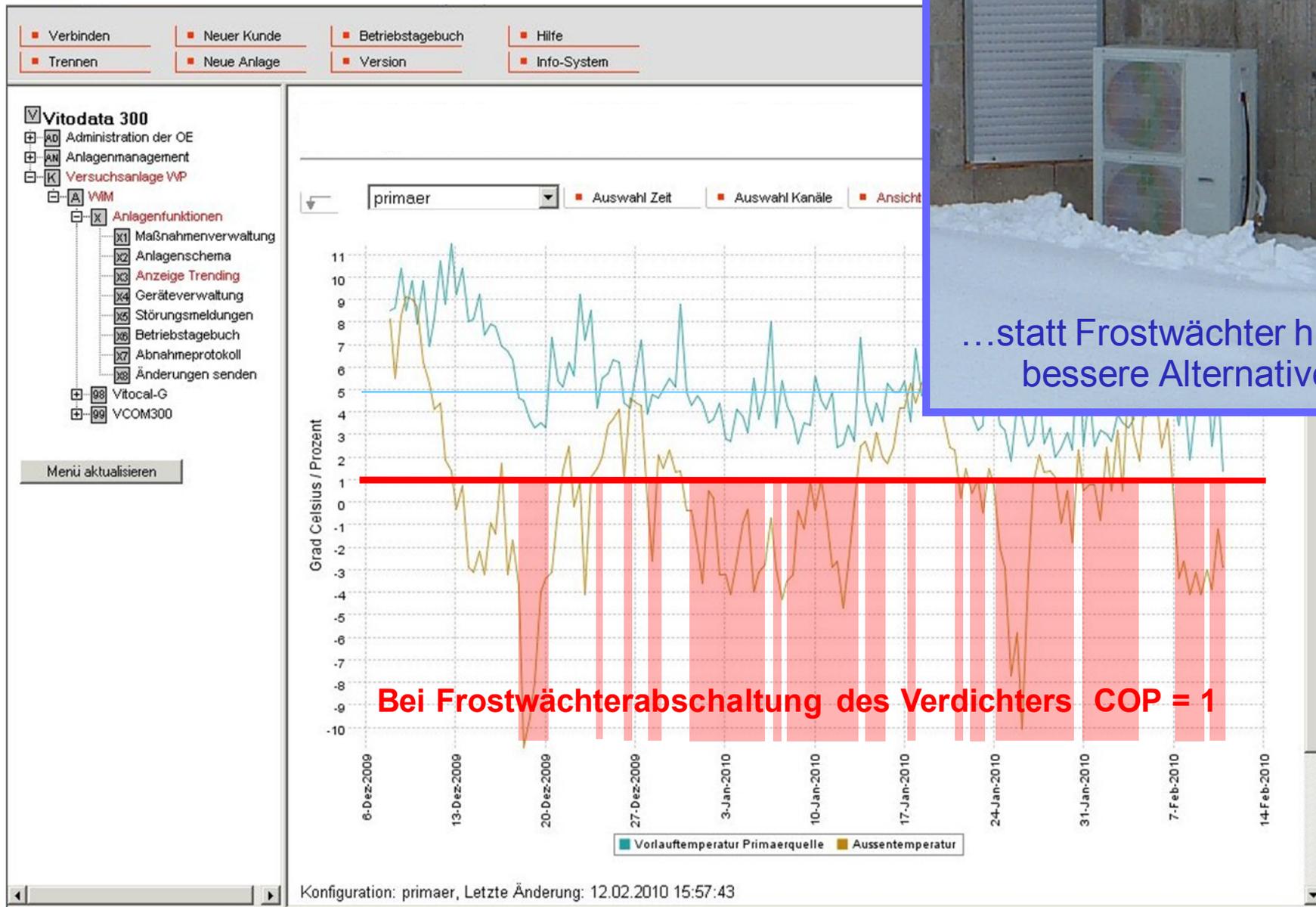


Frostwächter

Bei Auflage „Frostwächter am kältesten Punkt“ wäre mit dieser Anlage kein Winterbetrieb möglich

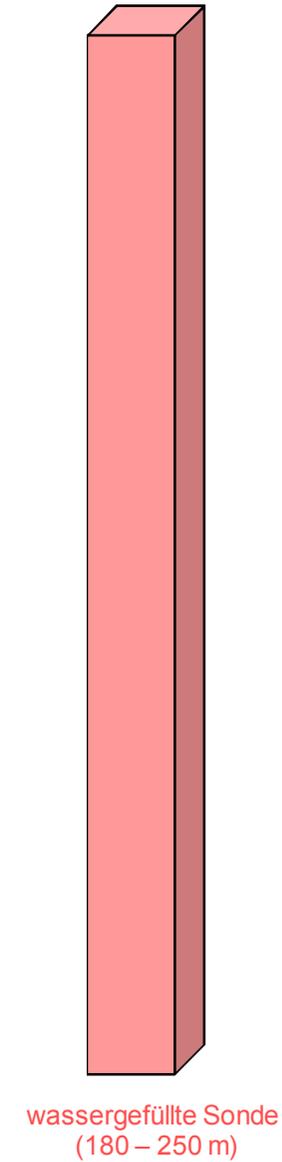
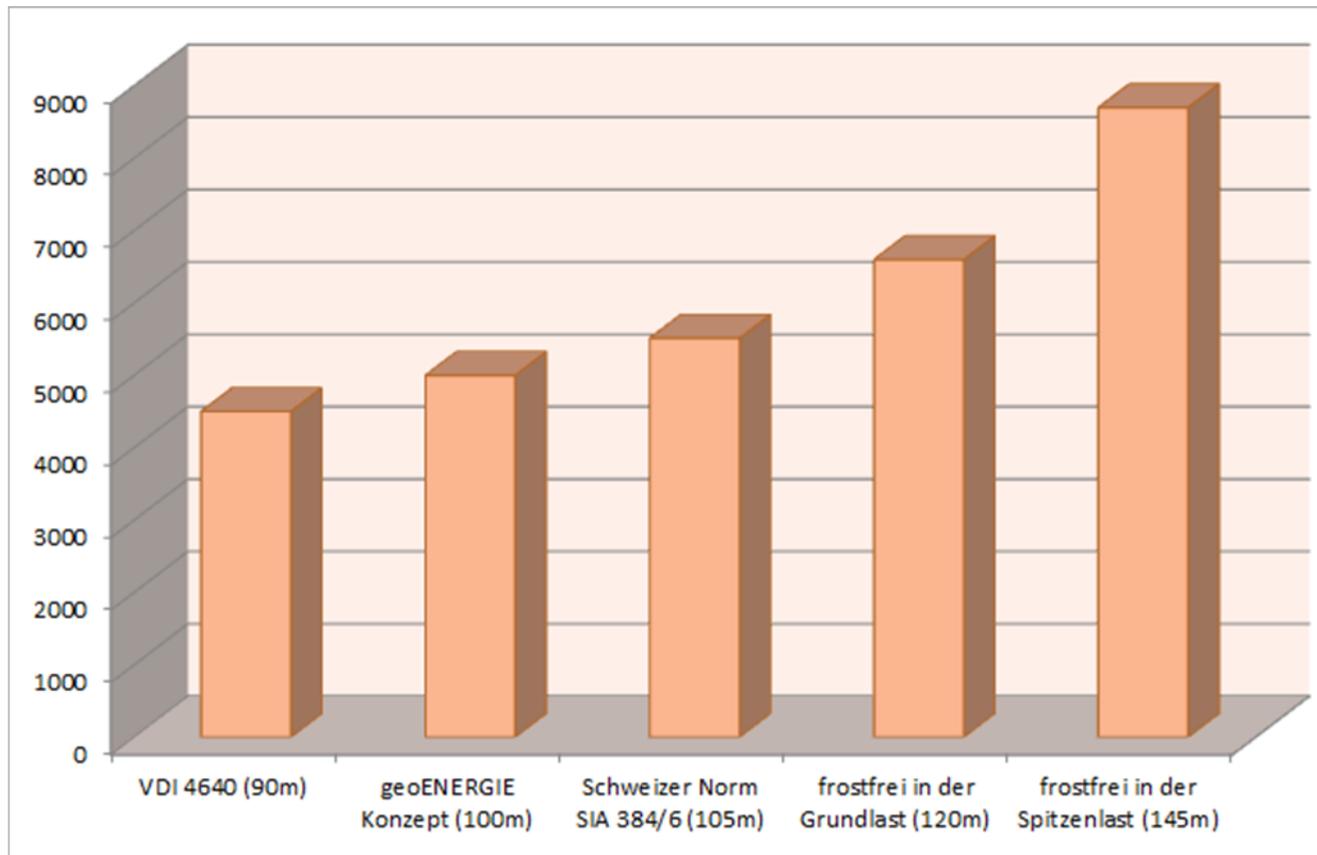
Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 03.02.2010 15:14:32
 Gewählter Bereich: 01.02.2010 17:09:05 - 02.02.2010 20:09:05 (Automatische Aktualisierung)
 Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 1621

5. Grundlast / Spitzenlast ... ein Beispiel aus der Praxis



Bei Frostwächterabschaltung des Verdichters COP = 1

Investkosten (EUR)



Quelle: <http://erdwaerme-heute.de/frostfreier-betrieb-von-erdwarmeanlagen>

6. Zusammenfassung - Ausblick

- # Die Stärke von monovalent betriebenen erdgekoppelten WP-Anlagen liegt insbesondere im Hochwinter (= Spitzenlastfall)

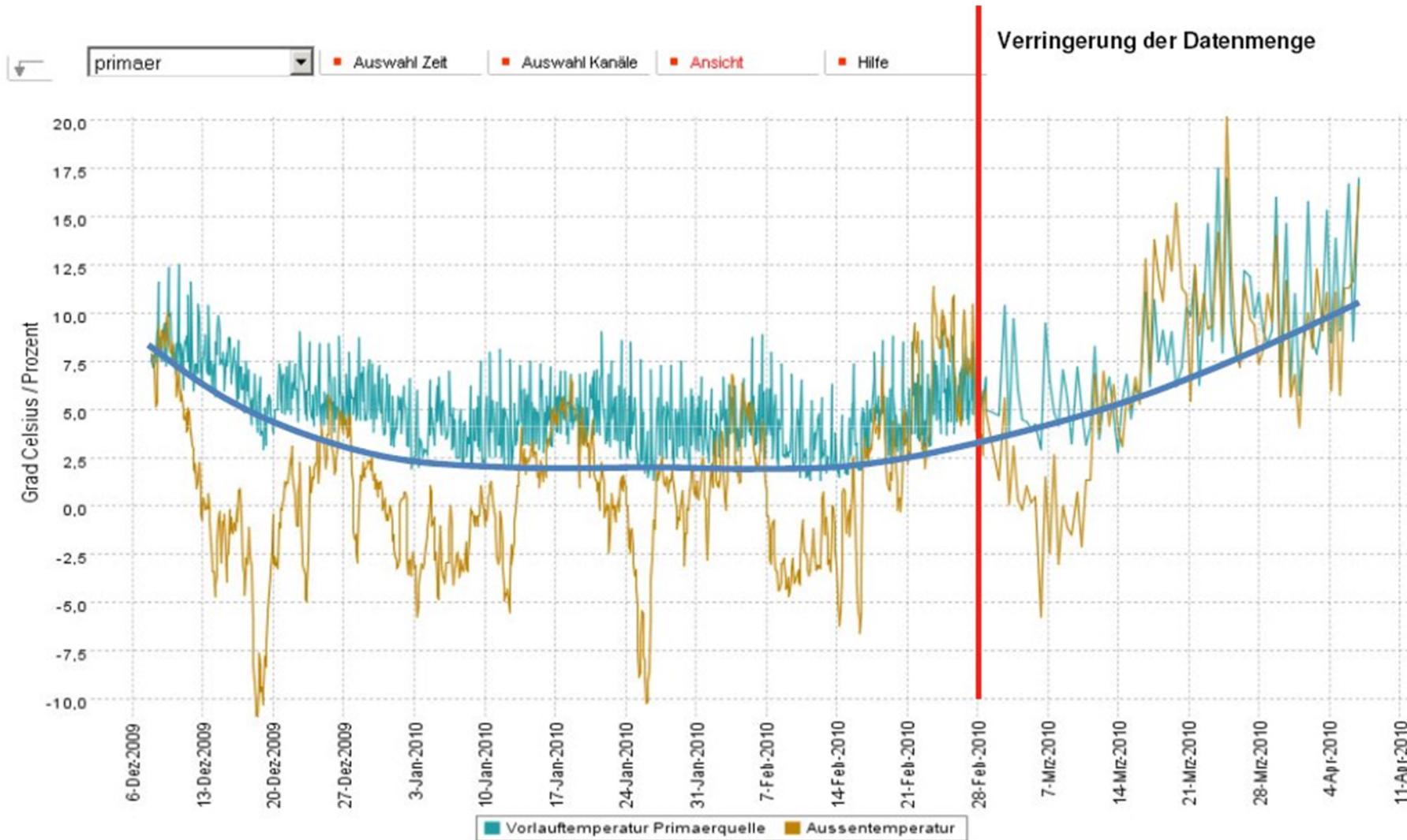
- # Auflagen “wassergefüllte Sonden” oder “frostfreier Betrieb” führen oft zu
 - > erheblich gesteigerten Investkosten (wegen Bohrlängenvergrößerung)
 - > besonderen Herausforderungen in der Planung / Auslegung
 - > erhöhten Betriebskosten (bei Heizstabeinsatz, monoenergetisch)
 - > ... Projektabbruch in der Planungsphase

6. Zusammenfassung - Ausblick

Wünschenswert für eine positive Zukunft von erdgekoppelten-WP-Anlagen:

1. Fundierte Untersuchung+Bewertung der Frost-/Taubeständigkeit* von Verpressmaterialien. Idealerweise eine offizielle Zulassung von geeigneten Produkten
** ... hinsichtlich der Relevanz zur Abdichtung eines Bohrlochs*
2. Auf den Baustellen qualitativ gute Verpressung der Bohrlöcher mit entsprechend zugelassenen Produkten
3. Hohe Qualitäts(sicherungs) -Standards für Bohrfirmen

>> siehe Maßnahmen des BWP zur Sicherung der Qualität von EWS
4. Temperaturgrenzen angelehnt an die bestehende VDI 4640, Blatt 2 (2001) bewahren,
... das heißt, Soletemperaturen im Frost-/Taubereich zulässig



Konfiguration: primaer, Letzte Änderung: 08.04.2010 14:48:50
 Gewählter Bereich: 08.12.2009 19:34:02 - 07.04.2010 19:34:02 (Automatische Aktualisierung)
 Ausgewertete Datensätze: 1000, Gesamt: 129867

... auch der strengste Winter hat irgendwann ein Ende –
 korrekt ausgelegte Erdwärme-Anlagen „erholen“ sich im Sommer wieder

VIESMANN

climate of innovation

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit