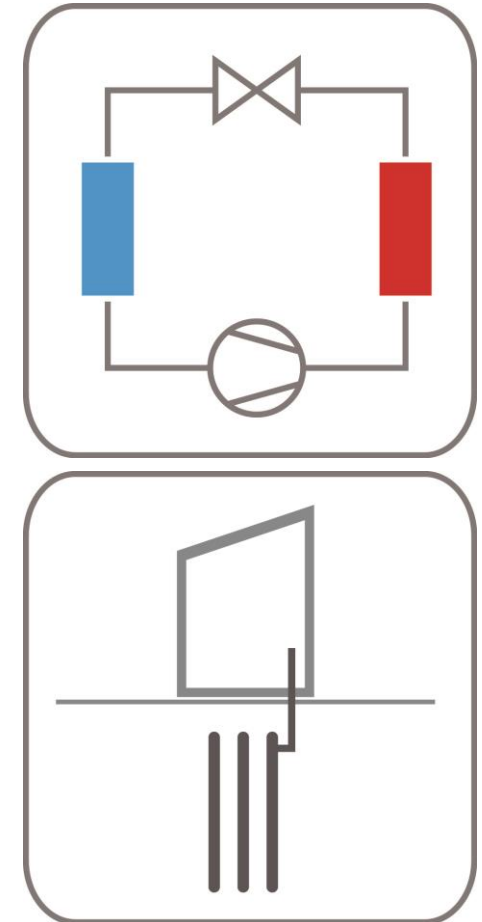
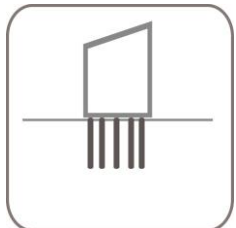
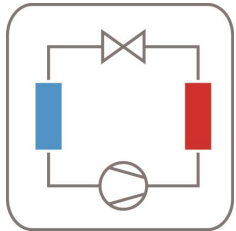


# Es kann funktionieren!

## Langzeitmessungen an geothermischen Anlagen, Erfahrungen und Ergebnisse

Dipl.-Ing. Franziska Bockelmann





# Hintergrund und Ziel



## ➤ Energiekonzept

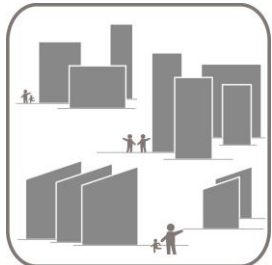
- energieeffiziente Gebäude + geothermische Anlagen = Baupraxis
- oberflächennahe Geothermie = regenerative Energiequelle = wesentliche Rolle beim umweltfreundlichen Heizen und Kühlen



## ➤ Anlage und Komponenten

- Anlagen sehr sensibel auf Fehler und Störungen
- Ausführungs- und Betriebsfehler infolge der Trägheit der Systeme sowie der Redundanz mit weiteren Heiz- und Kühlsystemen meist erst spät erkannt
- fehlerhafter Betrieb mindert nicht nur die aktuelle Effizienz, sondern auch die Leistungsfähigkeit für die Folgejahre

**-> Negative Darstellung von Geothermie und WP**





- gesicherte Kenntnisse über die tatsächliche Performance der Gebäude und Anlagen

- Energieverbrauch
- Betrieb
- Nutzerkomfort

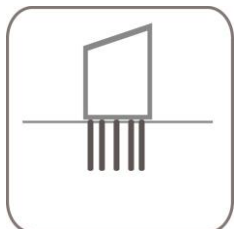
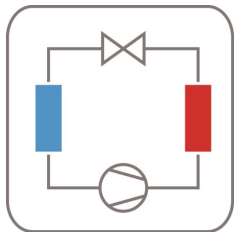


- Optimierungserfolge und -potenziale sowie Möglichkeiten und Grenzen der Erdwärmesysteme aufzeigen

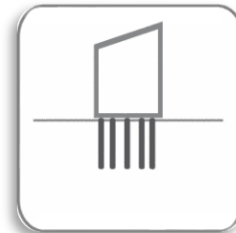




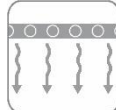



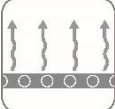
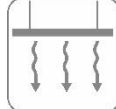


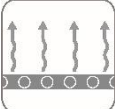

- keine Ziel- oder Richtwerte für andere Projekte! Jedes Gebäude ist anders!


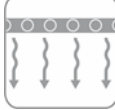
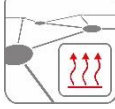


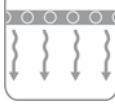
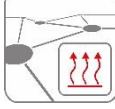

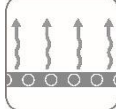
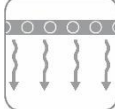




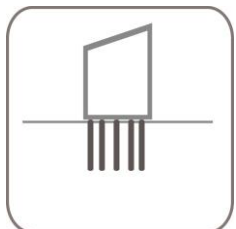
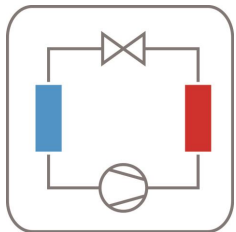


# Monitoringgebäude

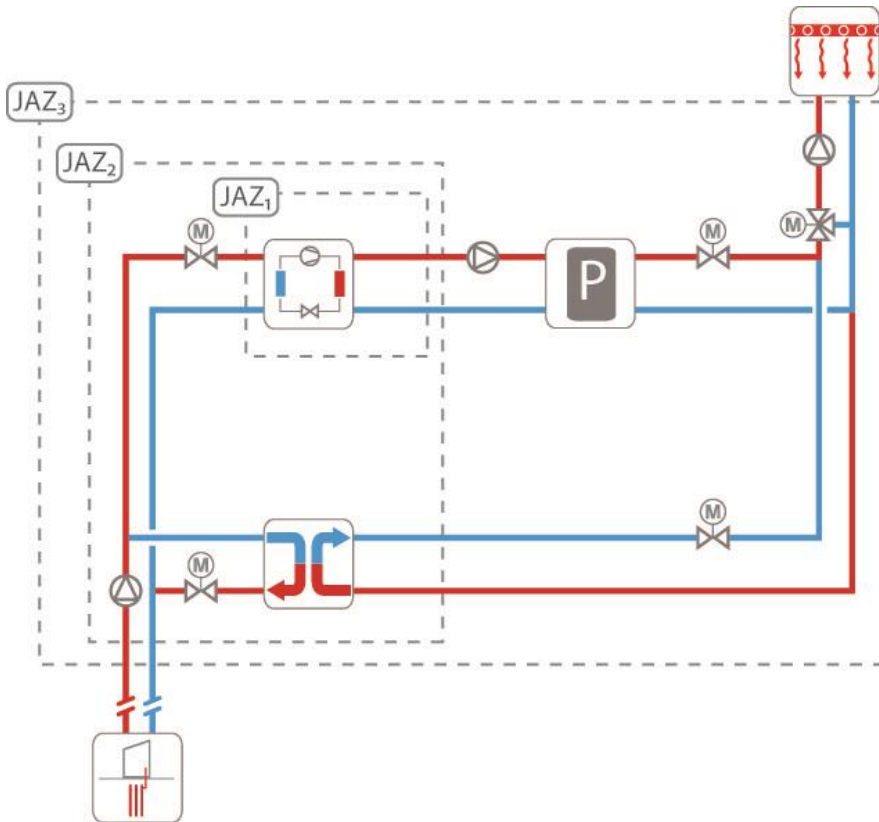


<b>Büro 1</b> 	2010 6.750 m <sup>2</sup> NGF 25 x 100 m	   
<b>Büro 2</b> 	2004 6.200 m <sup>2</sup> NGF 36 x 150 m	  
<b>MFH</b> 	2016 1.100 m <sup>2</sup> NGF 9 x 100 m	 

<b>Büro 3</b> 	2003 20.7000 m <sup>2</sup> NGF 196 x 8,50 m	 
<b>Büro 4</b> 	2002 4.000 m <sup>2</sup> NGF 101 x 17,5 – 21,5 m	  
<b>Schule</b> 	2015 11.500 m <sup>2</sup> NGF 96 x 8 - 12 m + 4.400 m <sup>2</sup> Agrothermie	   

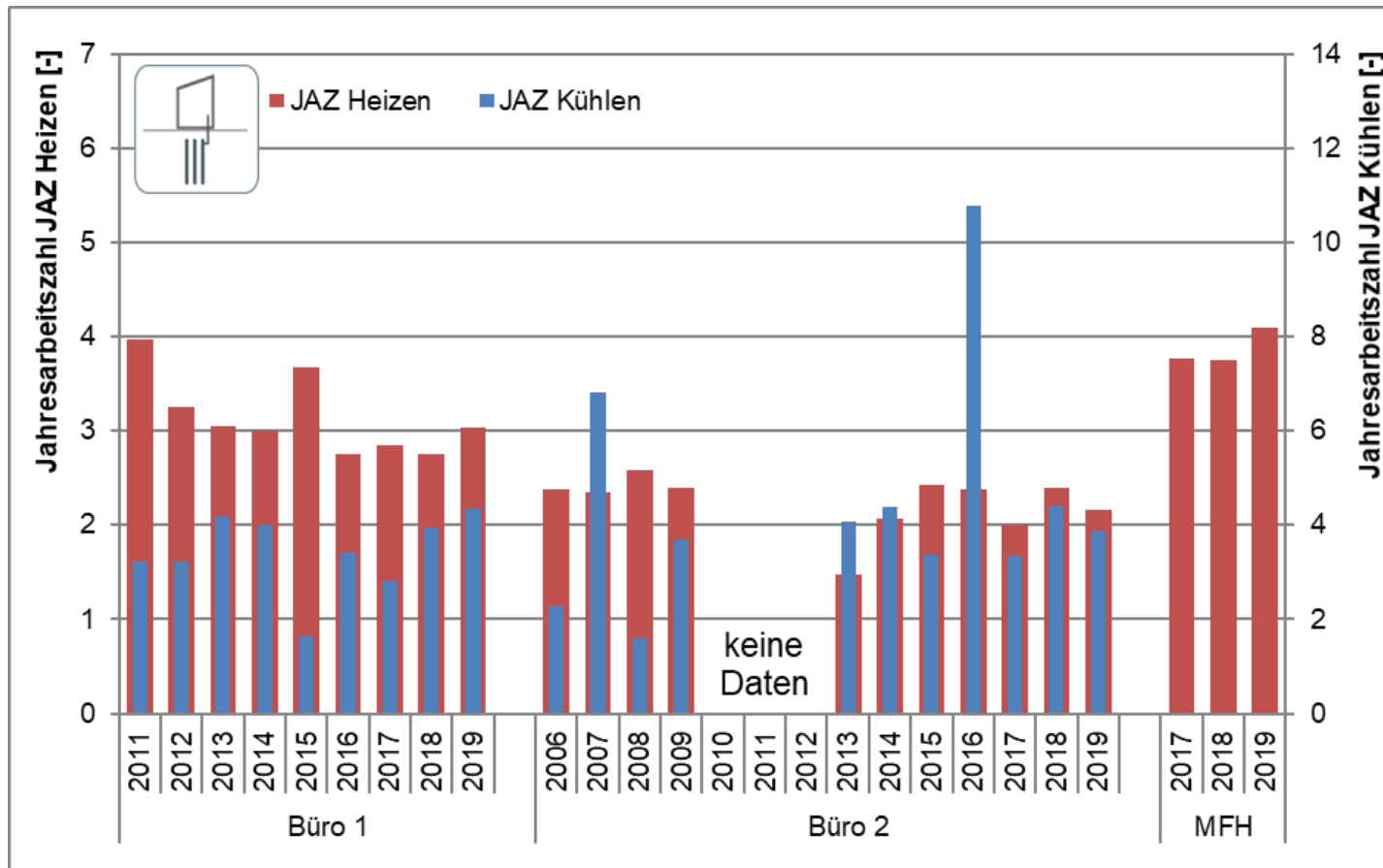


# Monitoringergebnisse

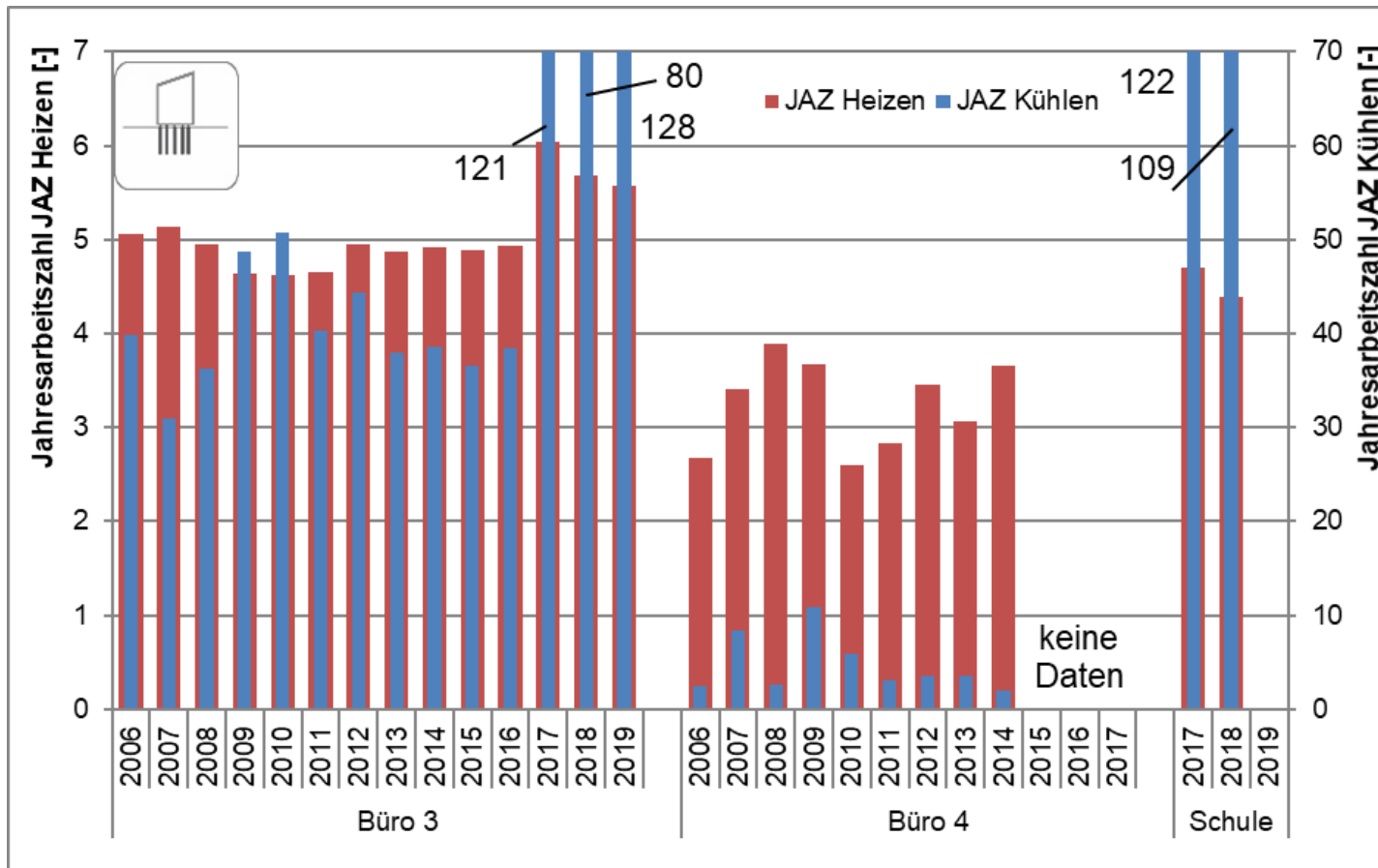


- Jahresarbeitszahl
  - Auswertung JAZ 2
  - Heizperiode
  - Kühlperiode
  
- Wärmeeintrag und –entzug
  
- Austrittstemperaturen

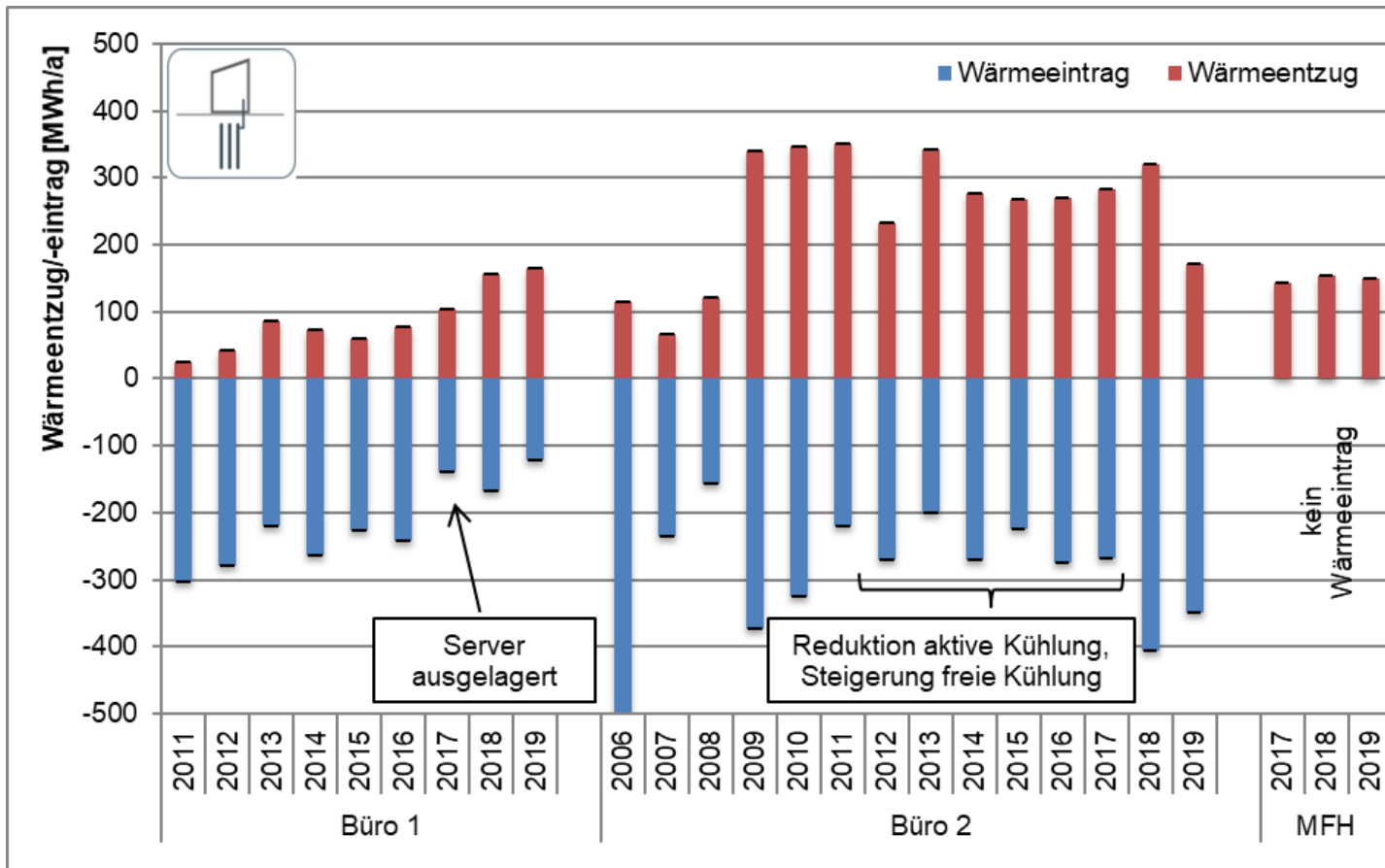




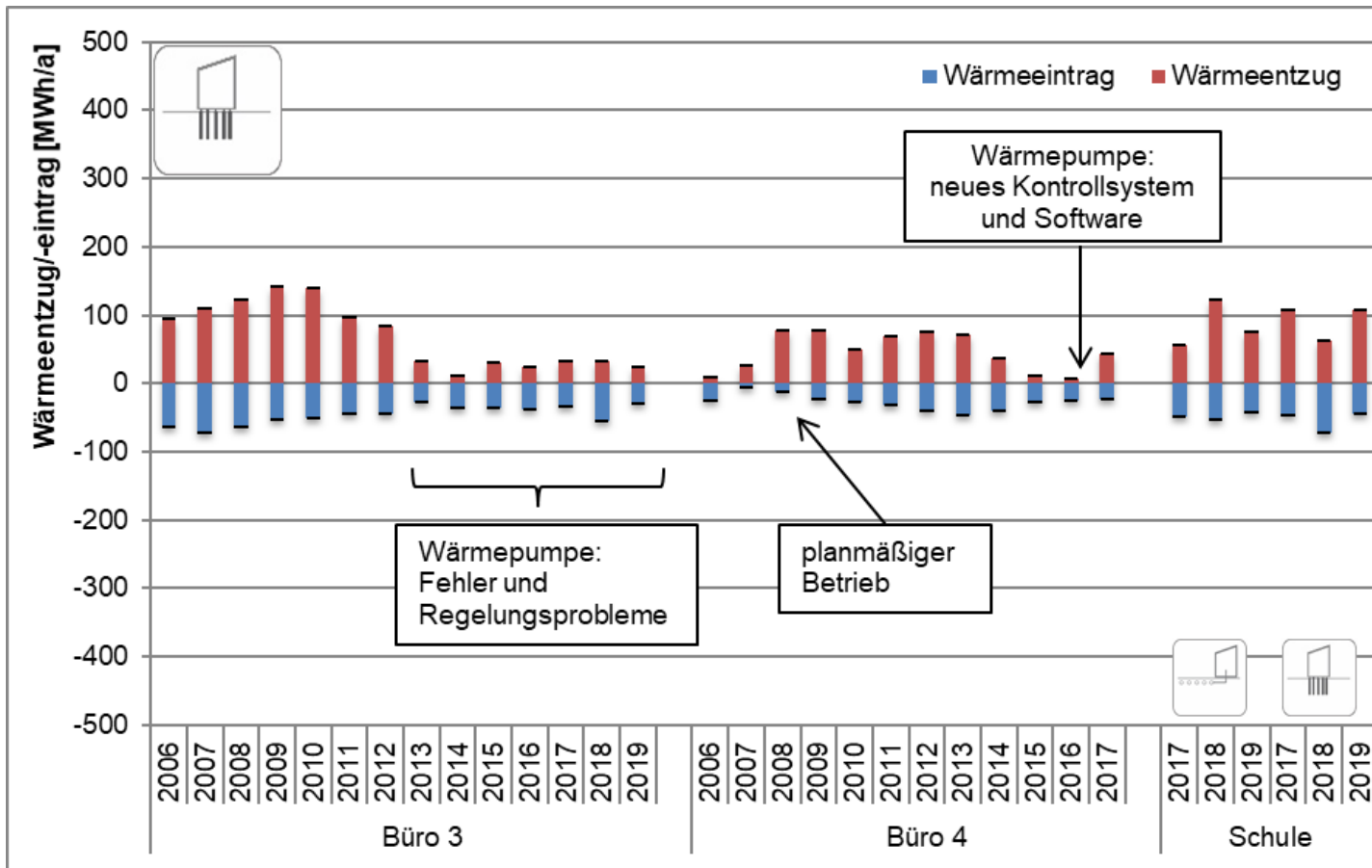
- gemäß Planung, keine größeren Abweichungen
- zuverlässiger Betrieb, nach notwendigen Anpassungen effizient
- Heizbetrieb: JAZ > 3
- Kühlbetrieb: JAZ um 4 (aktive Kühlung)



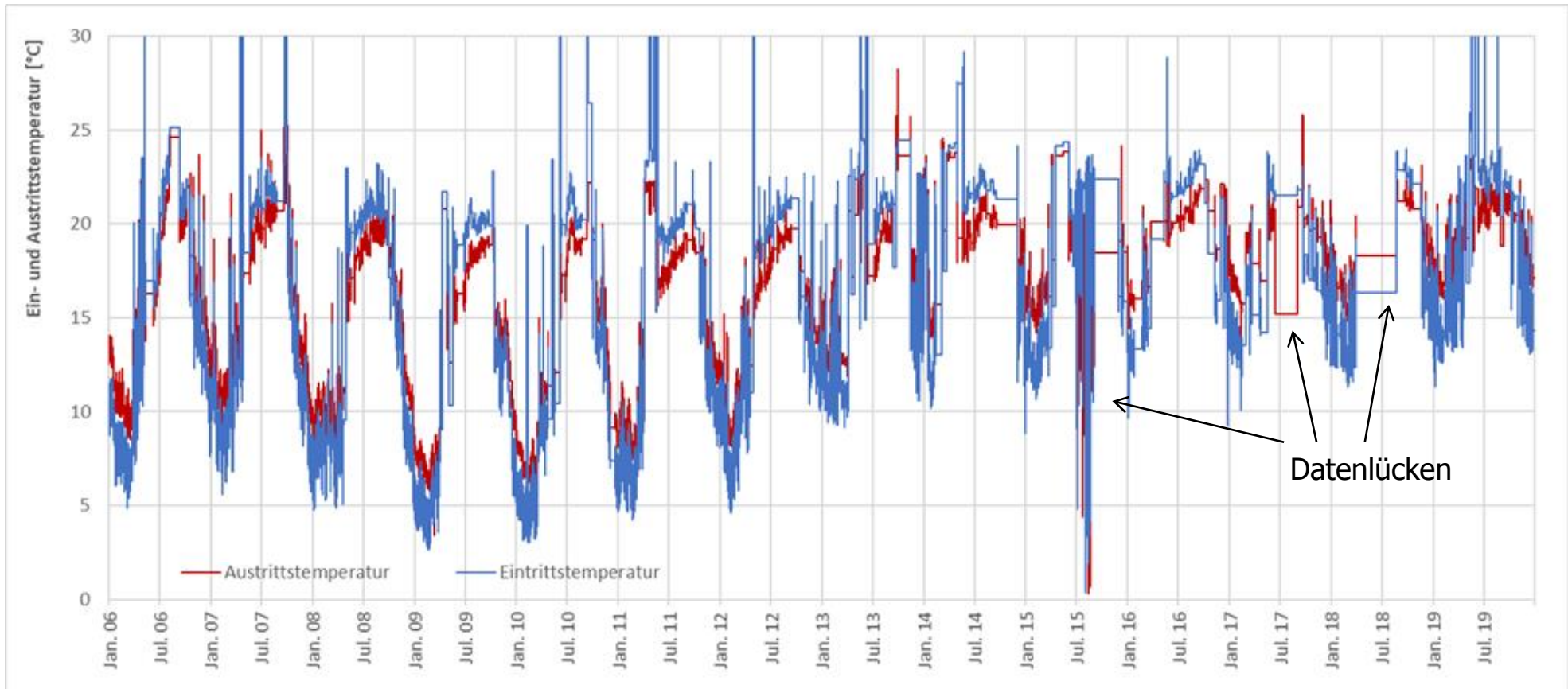
- gemäß Planung, keine größeren Abweichungen
- zuverlässiger Betrieb, nach notwendigen Anpassungen effizient
- Heizbetrieb: JAZ > 3
- Kühlbetrieb: JAZ > 40 (freie Kühlung)



- Entzugsmengen gemäß Planung, Wärmeeintrag deutlich höher
- Ursachen: Betriebsführung, zu hohes Temperaturniveau im Erdreich für freien Kühlbetrieb -> aktive Kühlung

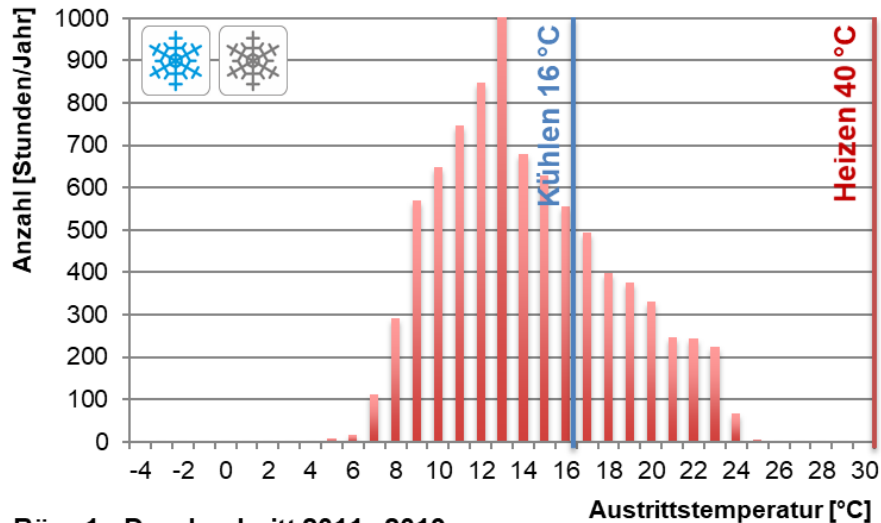


- Eintrags- und Entzugsmengen gemäß Planung
- Erzielung ausgeglichenen Temperaturniveaus: höherer Wärmeentzug als Wärmeeintrag erforderlich

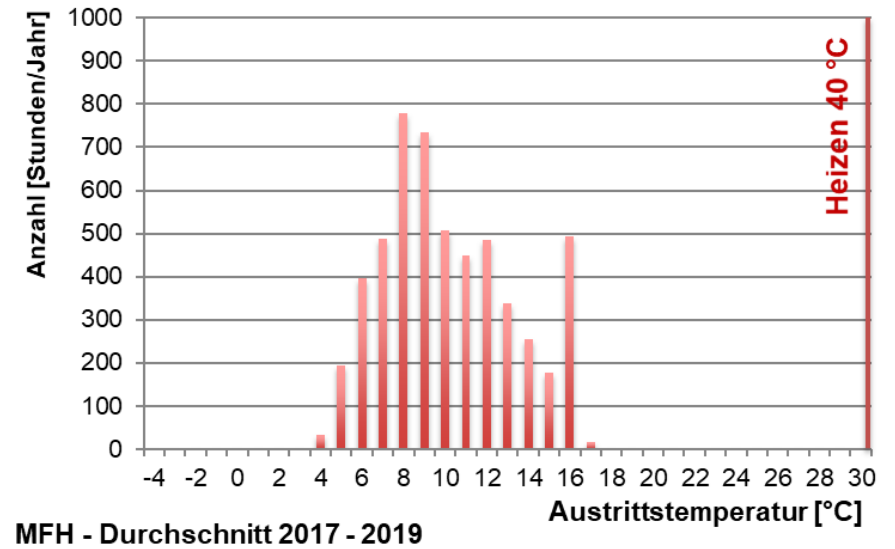
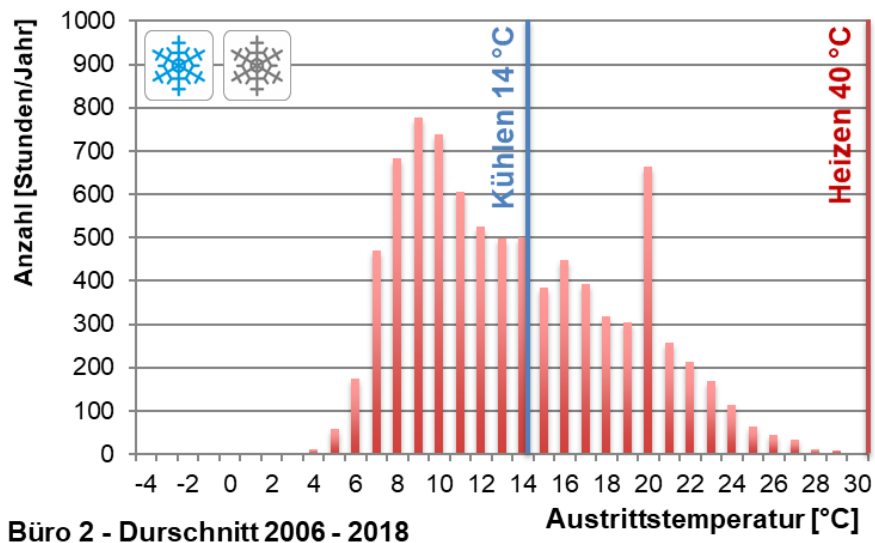


- Temperaturniveau hat Einfluss auf Jahresarbeitszahl und Performance
- Verlauf der Ein- und Austrittstemperaturen folgt der Heiz- und Kühlperiode: Heizperiode sinkende Erdreichtemperatur; Kühlperiode steigende Temperatur

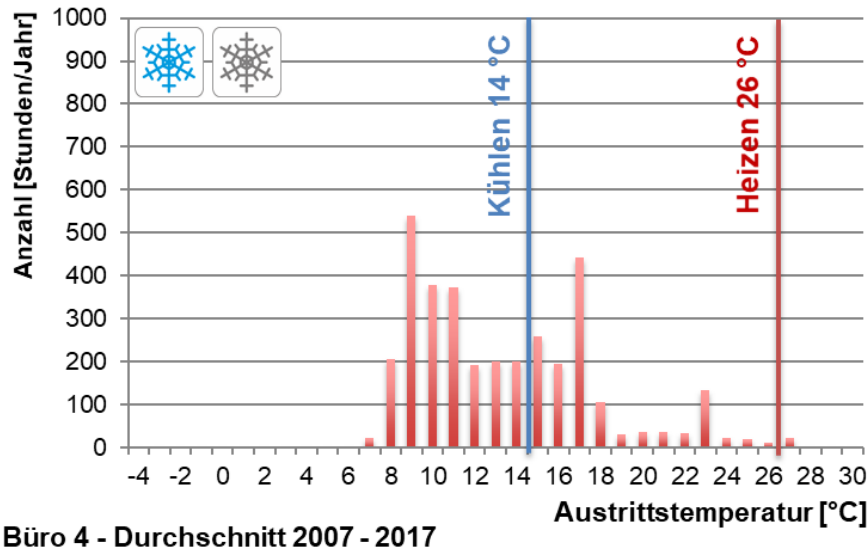
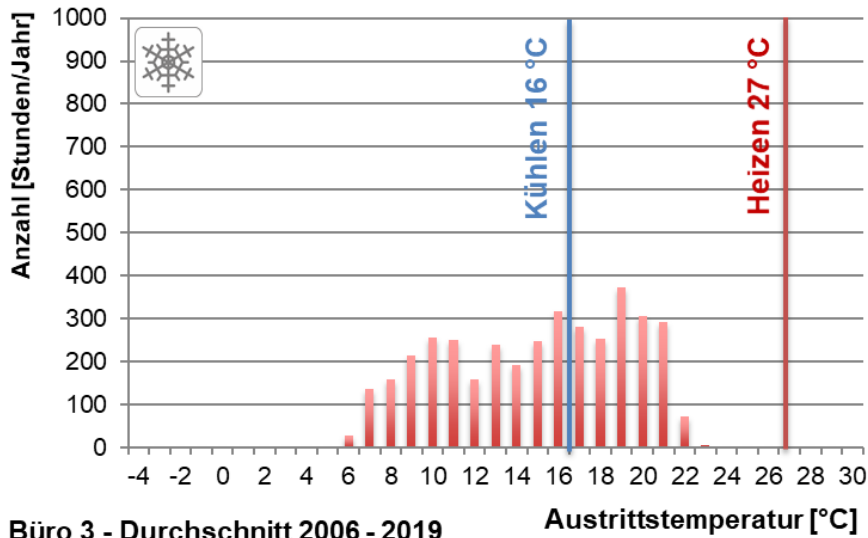
# Temperaturniveau



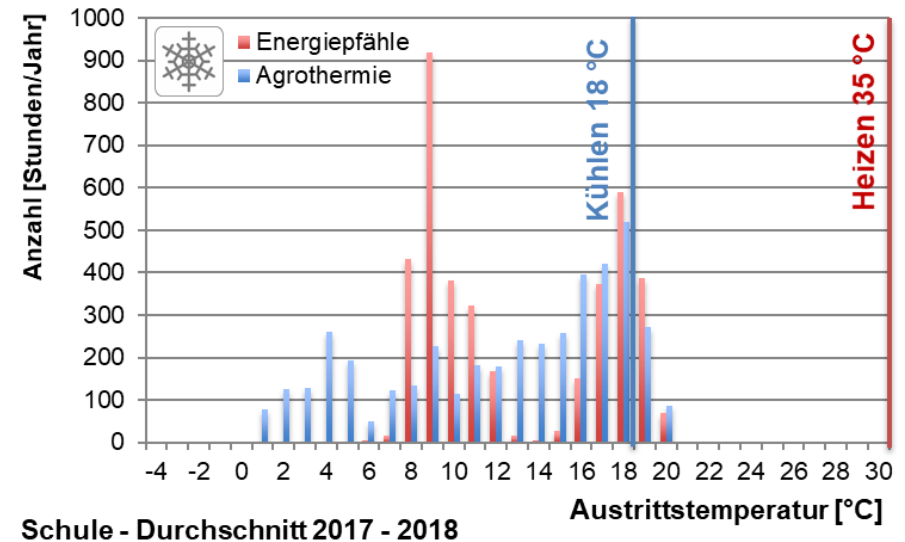
- Austrittstemperatur > 4°C
- Aktive Kühlung: Austrittstemp. bis 29°C
- VL-Raumheizung zwischen 26 und 40 °C (Trinkwarmwasser 60°C)
- VL-Kühlung rund 16°C

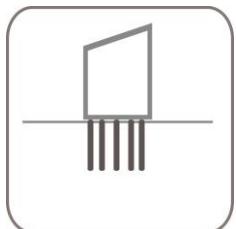
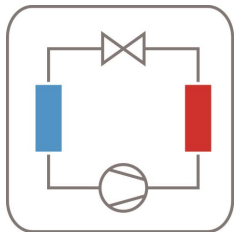


# Temperaturniveau



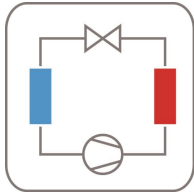
- Austrittstemperatur > 4°C (Agroth. > 1°C)
- „Sperre“ für Energiepfähle (> 3°C Eintritt)
- Aktive Kühlung: Austrittstemp. bis 27°C
- VL-Raumheizung zwischen 26 und 35 °C
- VL-Kühlung rund 16°C



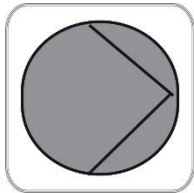


# Schlussfolgerungen





- Dauerbetrieb der Anlage (Laufzeiten) – Durchläufer von Umwälzpumpe



- Fehlerhafter Einbau oder Regelung von Hydraulikkomponenten: z. B. Rückschlagklappen, Ventile und Pumpen



- Dimensionierungs- und Auslegungsmängel: falsch bemessene Anlagenkomponenten

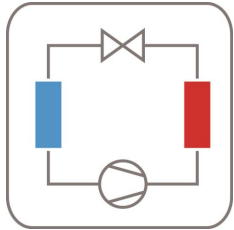


- Überschneidung der Betriebsmodi Heizen und Kühlen (aktiv und/oder freie Kühlung) – Heizen und Kühlen gleichzeitig

- nicht zurückgesetzte, temporär angedachte Änderungen in der Regelung – Soll-VL-Temperaturen zu hoch



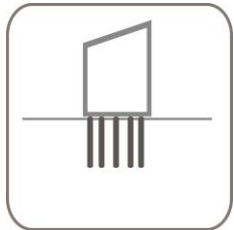
- fehlerhafte Messtechnik

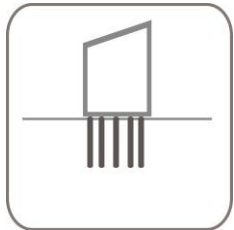
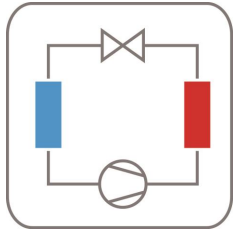


- **Wärmepumpentechnologie spielt bei der zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung eine wesentliche Rolle!**



- **ABER:**
  - Mangelhafter Abgleich zwischen einzelnen Anlagenteilen: fehlerhafte technische und betriebliche Integration der Systembausteine, Priorisierung der vorhandenen Wärmequellen nach Grund- und Spitzenlast
  - Keine kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Anlage an veränderte Bedingungen





- Kontinuierlicher und frühzeitiger Austausch zwischen Architekt, Gebäudetechnikplaner und geothermischer Planung.
- Abstimmung der Regelstrategien einzelner Anlagenteile aufeinander.
- Qualitätsüberwachung und -sicherung während der Bauphase sowie umfassende Endkontrolle und Inbetriebnahme nach Fertigstellung.
- Durchführung einer Einregulierungsphase und anschließende messtechnische Überwachung zur Einhaltung des Regelbetriebs und Optimierung.
- **Daher gilt: So einfach wie möglich - und so komplex wie nötig.**
- **Dann kann es funktionieren!**

# Vielen Dank für Ihr Interesse!

Dipl.-Ing. Franziska Bockelmann  
franziska.bockelmann@stw.de

