



Technische
Universität
Braunschweig

TU was:
Spare Energie!



13. Fachtagung | Energie- & Gebäudetechnik | 4. Juni 2026

Wärme- und Kältezentralen der nächsten Generation

Karsten Woelk, TU Braunschweig

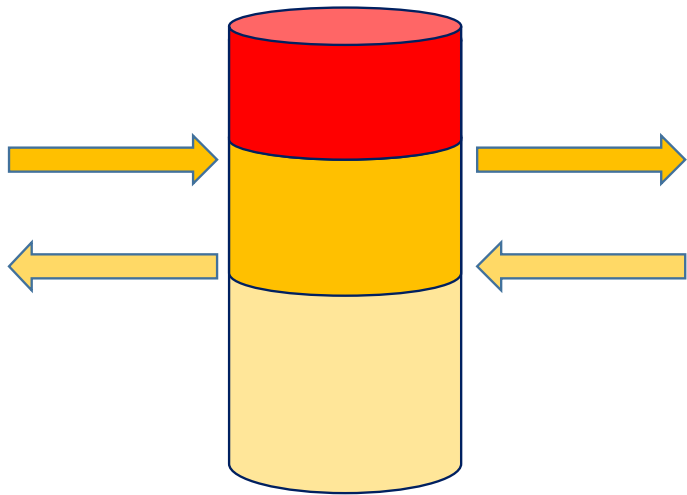
34.40 Energiemanagement

nächste Generation

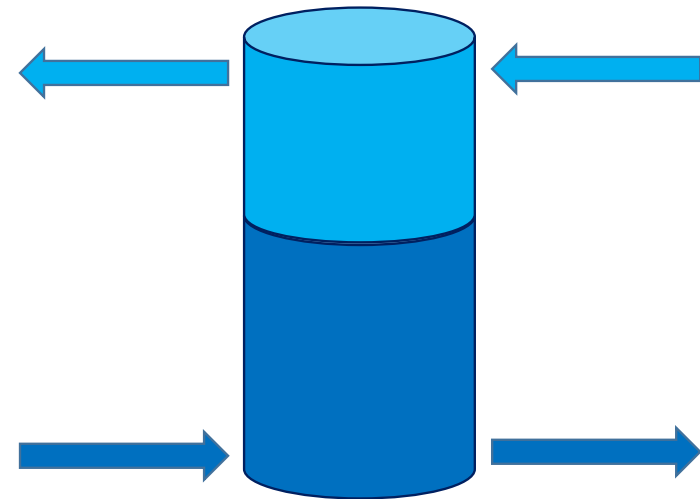


neue Attribute

Wärme



Kälte



neu: Kapazitäten „schaltbar“ auf- und abladen



Attribute zukunftsfähiger Wärme- Kältezentralen

1. Erfüllung gesetzlicher Vorgaben z. B. EnEffG und „GMG“
2. Plattform mit Optionen auch zur Nachrüstung
3. konkurrenzfreie Kombination von Wärmeerzeugern
4. Reduktion von Leistungsspitzen
5. zielgerichtete Nutzung von Abwärme
6. Einbindung wirtschaftlicher Ortsenergie
7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung
8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen



1. Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (Energieeffizienzgesetz - EnEFG) v. 18.11.2023

1.
den **Endenergieverbrauch** Deutschlands im Vergleich zum Jahr 2008 bis zum Jahr 2030 um mindestens **26,5 Prozent** auf einen Endenergieverbrauch von 1.867 Terawattstunden zu senken
2.
den **Primärenergieverbrauch** Deutschlands im Vergleich zum Jahr 2008 bis zum Jahr 2030 um mindestens **39,3 Prozent** auf einen Primärenergieverbrauch von 2.252 Terawattstunden zu senken.

§ 6 Einsparverpflichtung öffentlicher Stellen; Verordnungsermächtigungen

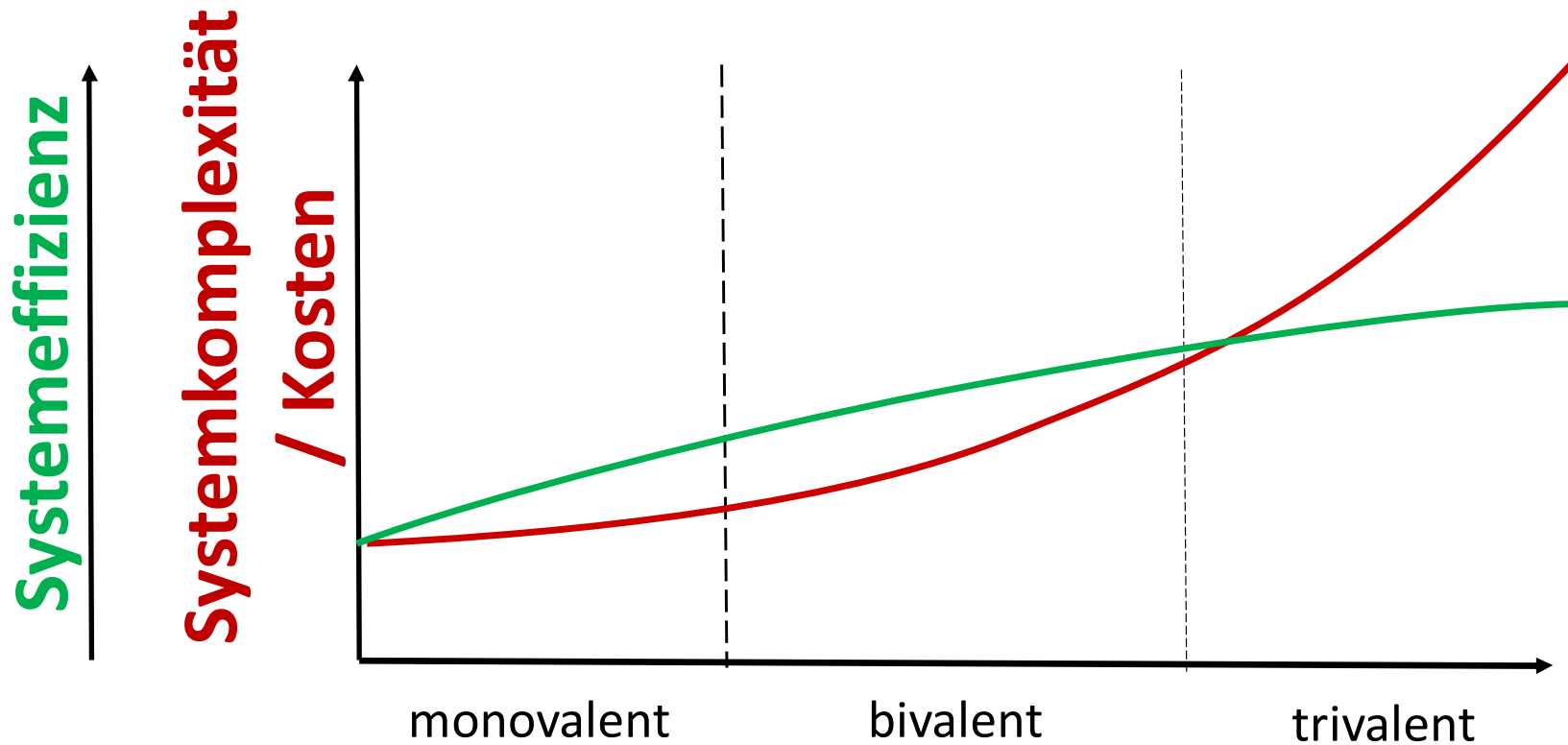
(1) Öffentliche Stellen mit einem jährlichen Gesamtendenergieverbrauch von 1 Gigawattstunde oder mehr sind zu jährlichen Einsparungen beim Endenergieverbrauch **in Höhe von 2 Prozent pro Jahr** bis zum Jahr 2045 verpflichtet.



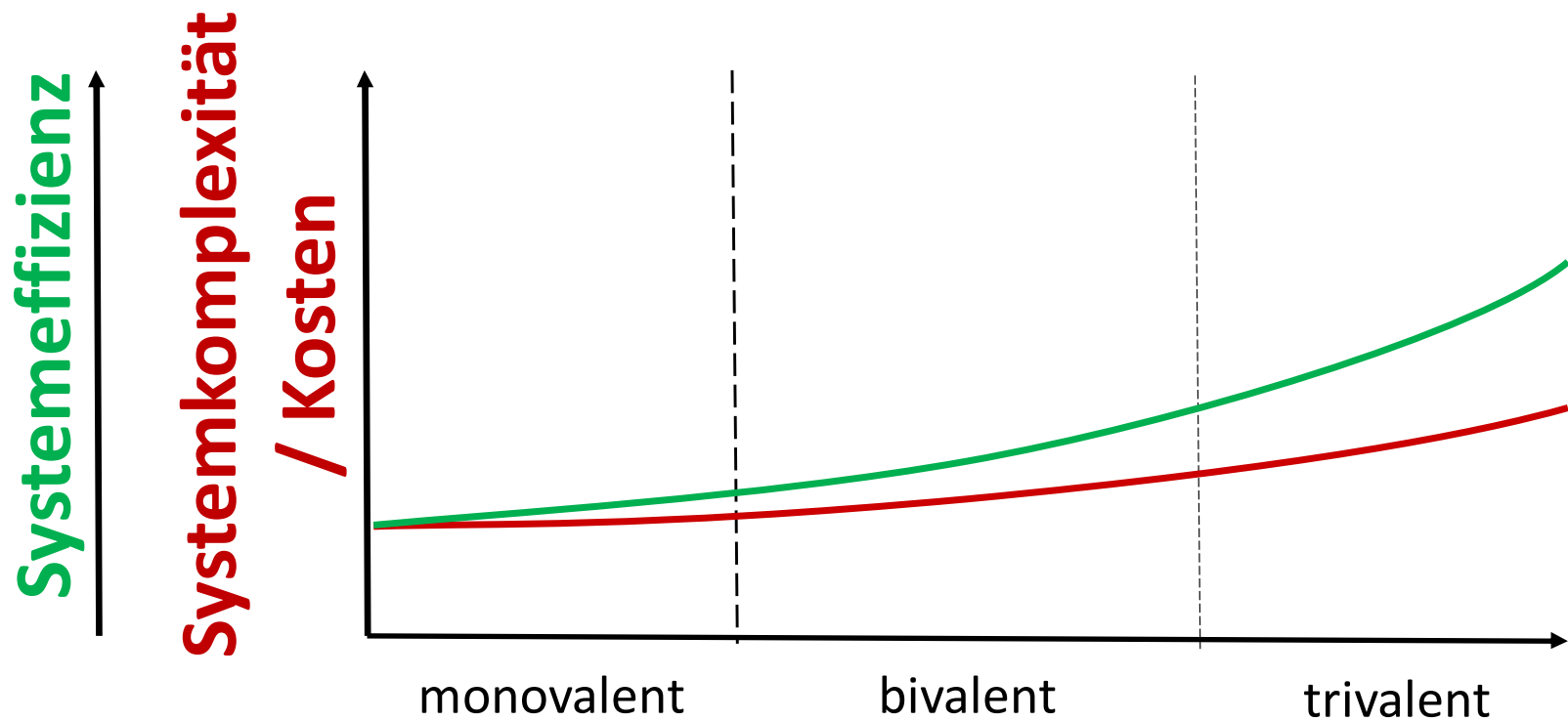
2. Plattform mit Optionen auch zur Nachrüstung



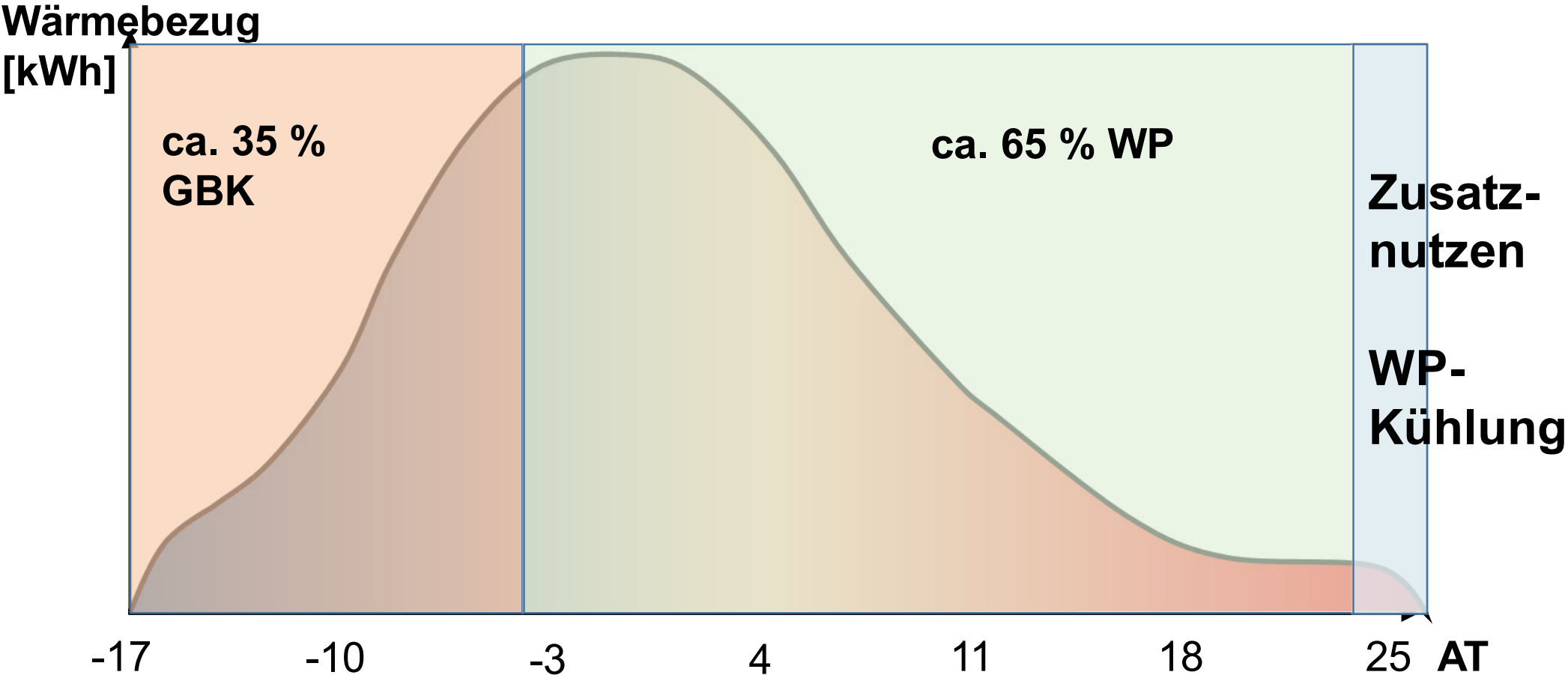
hemmend: Komplexität **contra** Effizienz



fördernd: Effizienz wegen Multivalenz



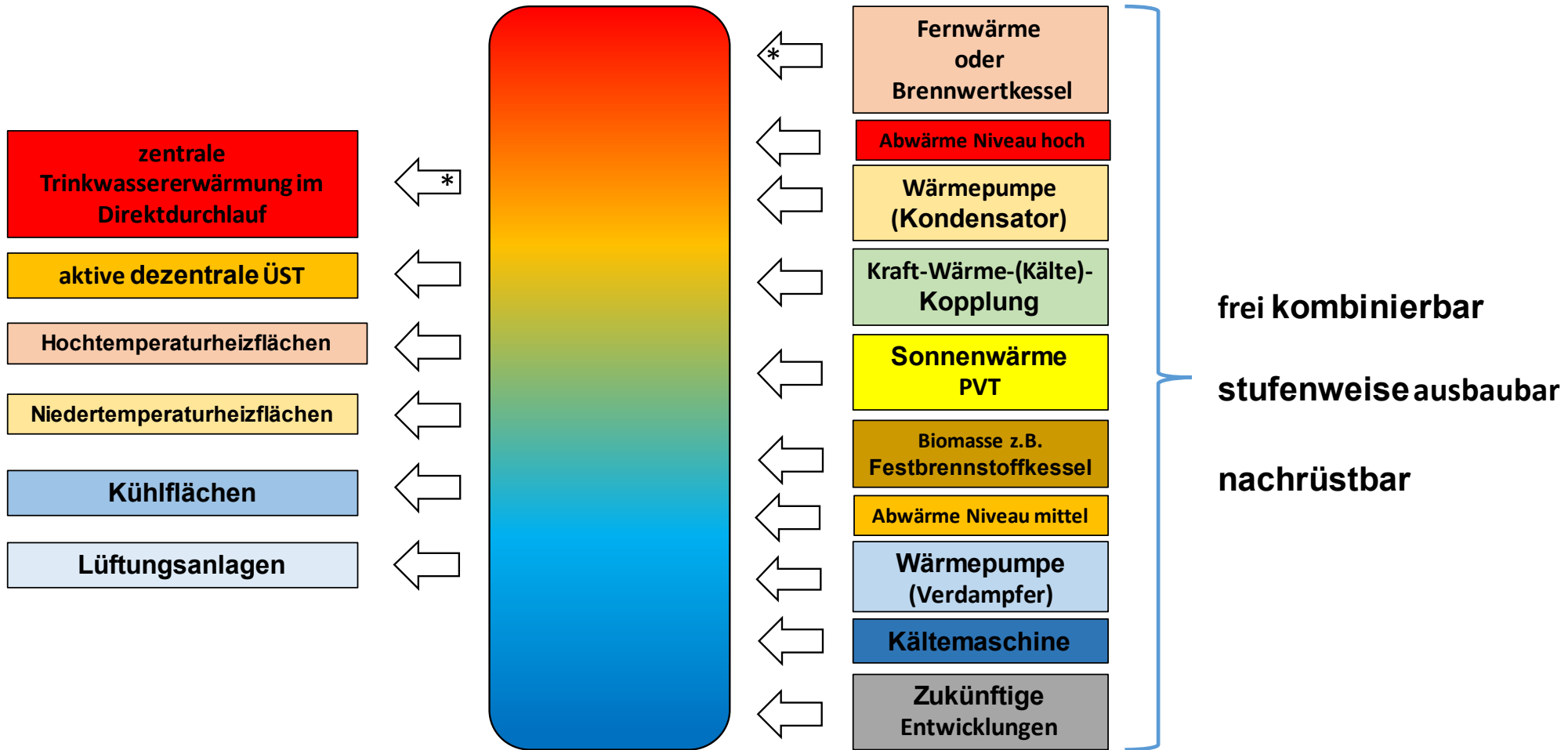
Ergänzung der Vorteile: z.B. GBK + WP



ergebnisoffen

multivalent

effizient



* alle zu- und abgehenden Volumenströme müssen die Temperaturschichtung sichern

04.06.2026 | EGT 2026 | Folie 9

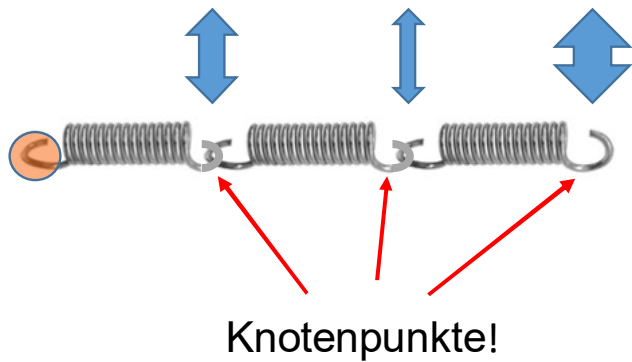


3. konkurrenzfreie Kombination von Wärmeerzeugern

Strecke

= gegenseitige Abhängigkeit durch
Knotenpunkte

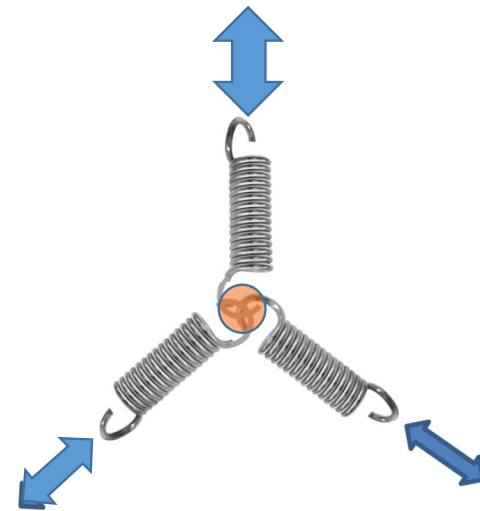
Wärmeerzeuger, Stellventilen,
Heizkreispumpen, Mischarmaturen,
Schlammabscheidern und WMZ



○ = Fixpunkt

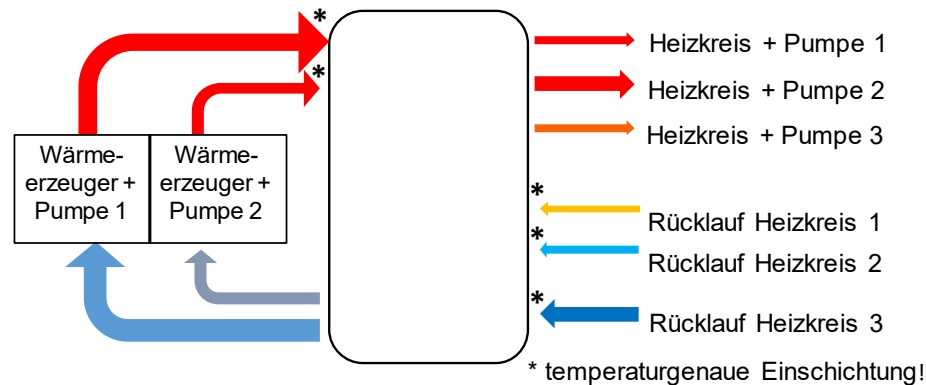
Punkt

= alle zu- und abfließenden
Volumenströme sind
**unabhängig hydraulisch
gleichberechtigt***



Punkthydraulik

= gleichberechtigt **ohne Knotenpunkte**



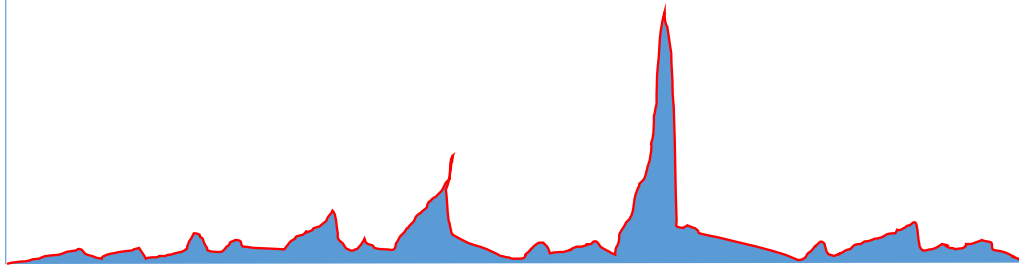
- dynamische Volumenströme auf Erzeugerseite **entkoppelt**
 - dynamische Volumenströme auf Abnahmeseite **entkoppelt**
 - **Heizkreise bedarfsgerecht optimal betrieben**
 - **deutliche Verringerung der Pumpenergie**
- niedrige Rücklauftemperaturen -> Effizienz**



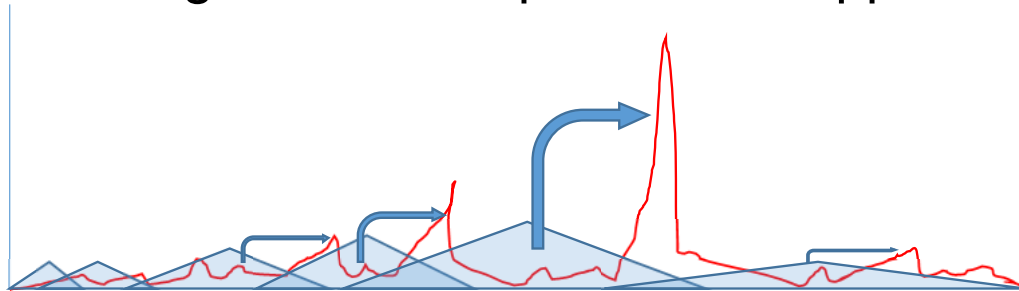
4. Reduktion von Leistungsspitzen

4. Reduktion von Leistungsspitzen

Leistungs- und Kapazitätsverläufe (z. B. Wärme, Kälte, Strom)



Leistungen durch Kapazität entkoppeln

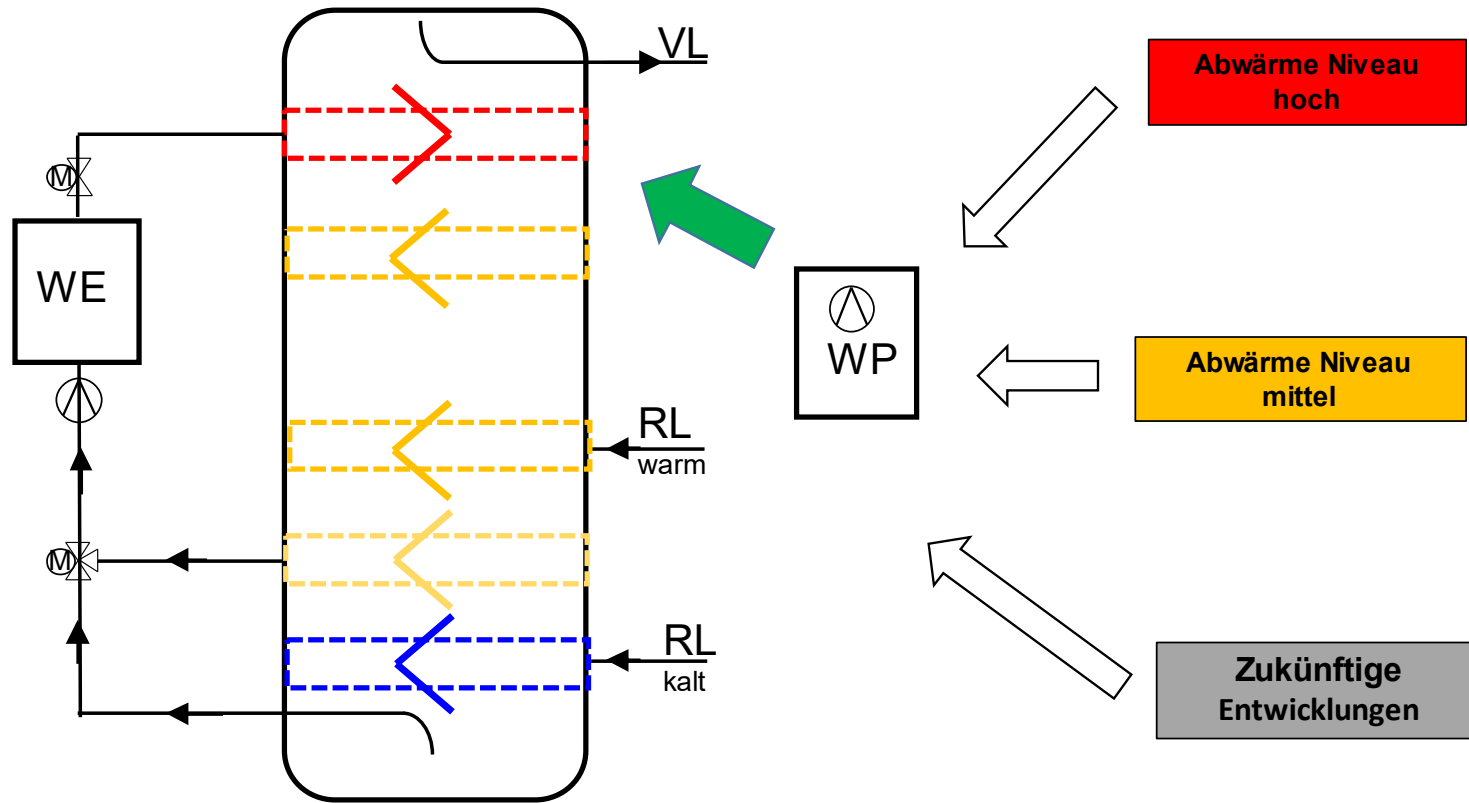


mit kleiner Leistung Puffer-Kapazitäten aufbauen Leistungsspitzen punktgenau bedienen



5. Nutzung von Abwärme

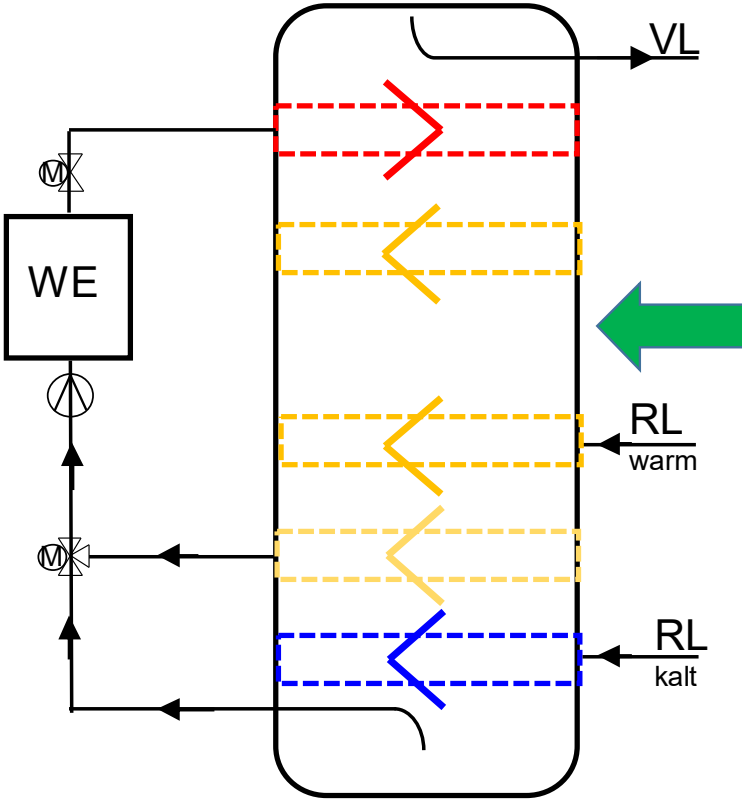
5. zielgerichtete Nutzung von Abwärme



Ziel: merkliche Einsparung von Primärenergie Fernwärme

6. Einbindung wirtschaftlicher Ortsenergie

6. Einbindung nachhaltig wirtschaftlicher Ortsenergie



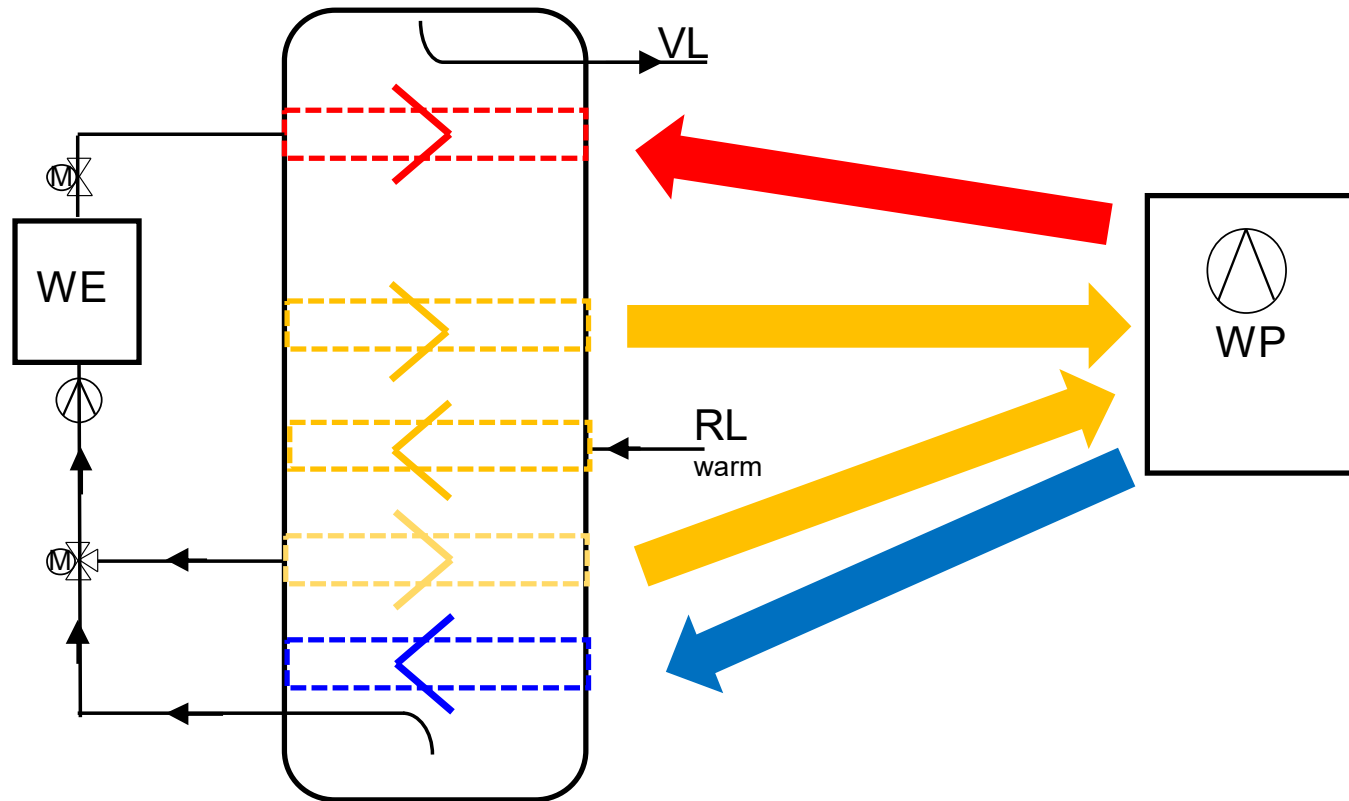
- Fortluftregister
- Prozesswärme niedrige Temperatur
- Auskühlung des unteren Puffers
- Außeneinheit L-W-WP
- Bodensonden S-W-WP
- Außeneinheit Fließgewässer S-W-WP
- PVT Kollektor mit S-W-WP

Ziel: merkliche Einsparung von Primärenergie Fernwärme

7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung



7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung



Ziel:
Absenkung der FW-
Rücklauftemperatur
trotz nicht
modernisierter
Kreise

durch Anpassung der
Tarifstruktur massive
Kosteneinsparung
möglich

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

Klassische Wärme- Kälteversorgung

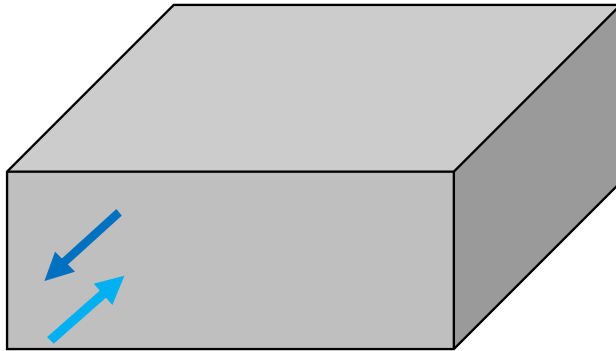
getrennte

Wärme- und Kälteprozesse

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

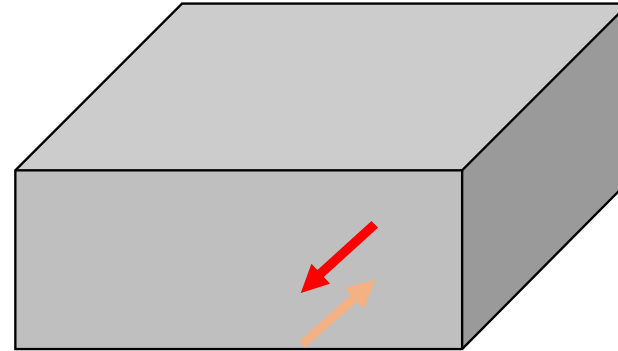
klassische Systemtrennung

Kühlen



z.B. mit Kompressions**Kälte**

Heizen



z.B. mit Fern**Wärme**

**beide Prozesse sind auf jeweilig momentane Lasten
ohne Kapazitätsnutzung ausgelegt**



8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

4 –Leiter-Wärmepumpe

gleichzeitige

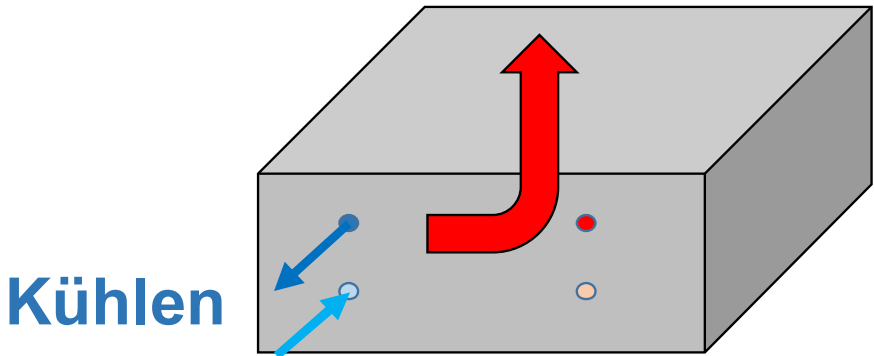
Wärme- und Kälteprozesse

koppeln

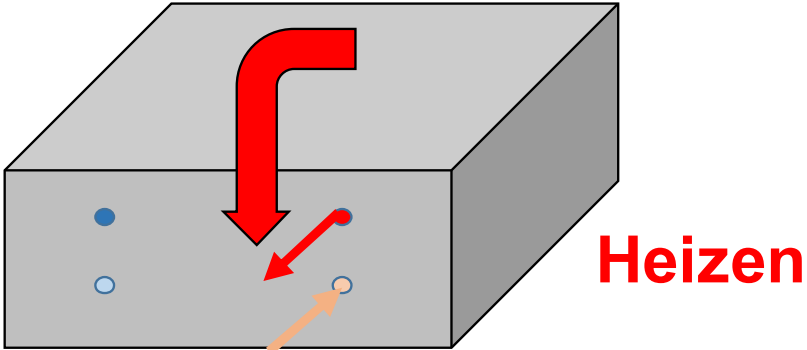


8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

4 - Leiter - Wärmepumpe



Ableitung von **Wärme**

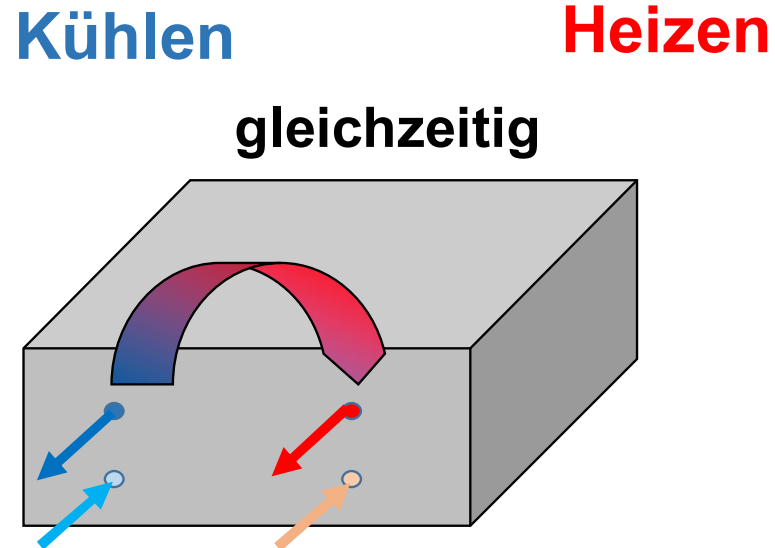


Einleitung von **Wärme**

thermische Energie wird mit Wasser transportiert:

wenig Kältemittel in der Anlage hoher Grad an Wärmerückgewinnung

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

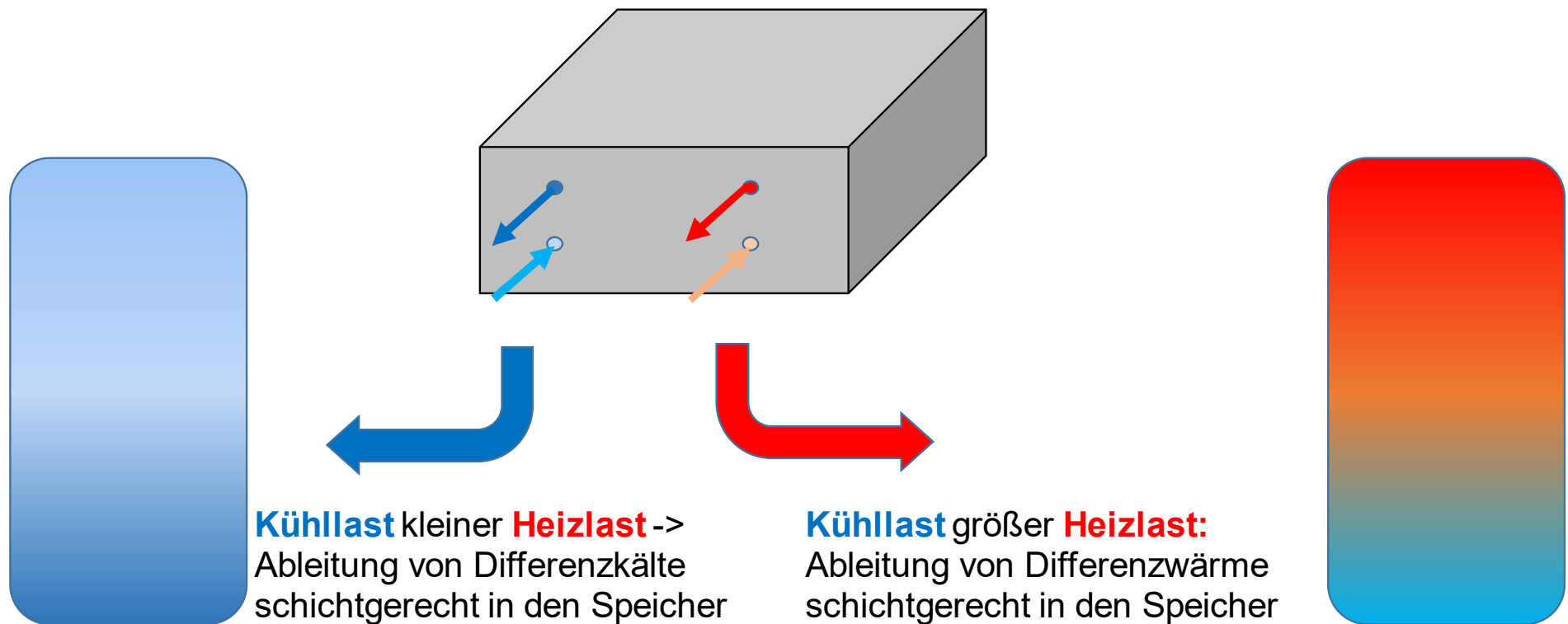


1. Fall: **Kühllast** gleich **Heizlast** -> keine Ableitung nach außen
2. Fall: **Kühllast** größer **Heizlast** -> Ableitung von Differenzwärme ↗
3. Fall: **Kühllast** kleiner **Heizlast** -> Einleitung von Differenzwärme ↘



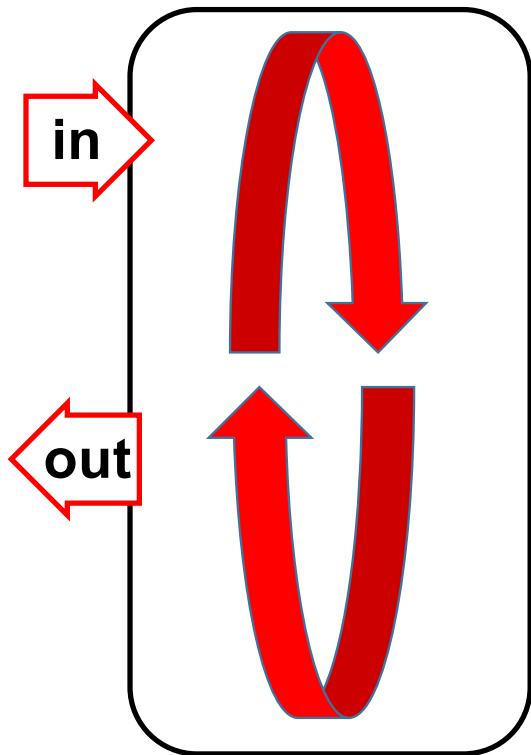
8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

Kapazitätenausgleich durch thermisch geschichtete Systemspeicher



9. Temperaturschichtung als Voraussetzung

bisherige Speicherkonzepte



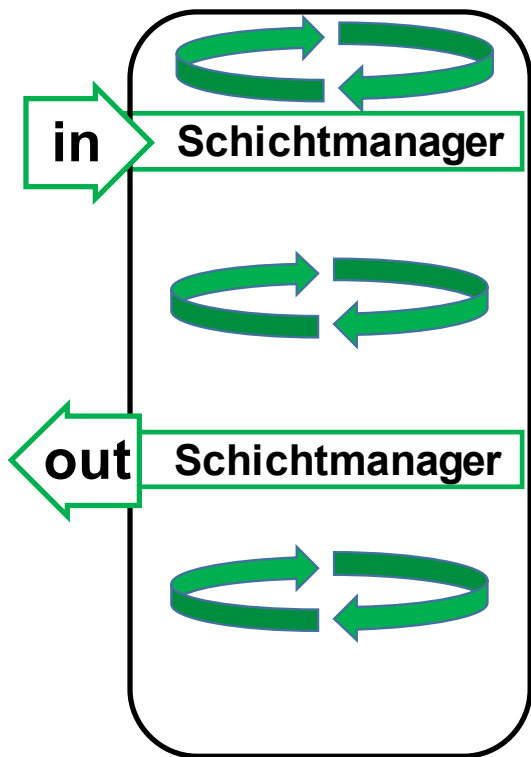
- starker Impuls eingehender Strömung
- führt zu vertikaler Durchmischung
- punktuelle Absaugung erzeugt weitere Inhomogenität
- meist keine optionalen Anschlüsse zur Nachrüstung

Durchmischung = Effizienzverlust



9. Temperaturschichtung als Voraussetzung

neu: Entkopplung und Einschichtung bei Be- und Entladung



- drastische Strömungsberuhigung
- gleichgerichtete konzentrische Strömungen
- homogene „Strömungsscheiben“ bei Ein- und Auslagerung
- exakte Temperaturschichtung
- kein warmes durch kaltes Volumen führen und umgekehrt
- keine beweglichen Teile
- quasi schaltbare thermische Zustände

Schichtung = Effizienzsteigerung



konzentrische, beruhigte, schichthomogene **EINLAGERUNG**

**Draufansicht
auf Behälter**

IN

AR

hydraulisch gleichberechtigt

$\sum A_{\text{Öffnungen}} = \text{ca. } 15 \times A_R$
-> Eintrittsimpuls 1/15

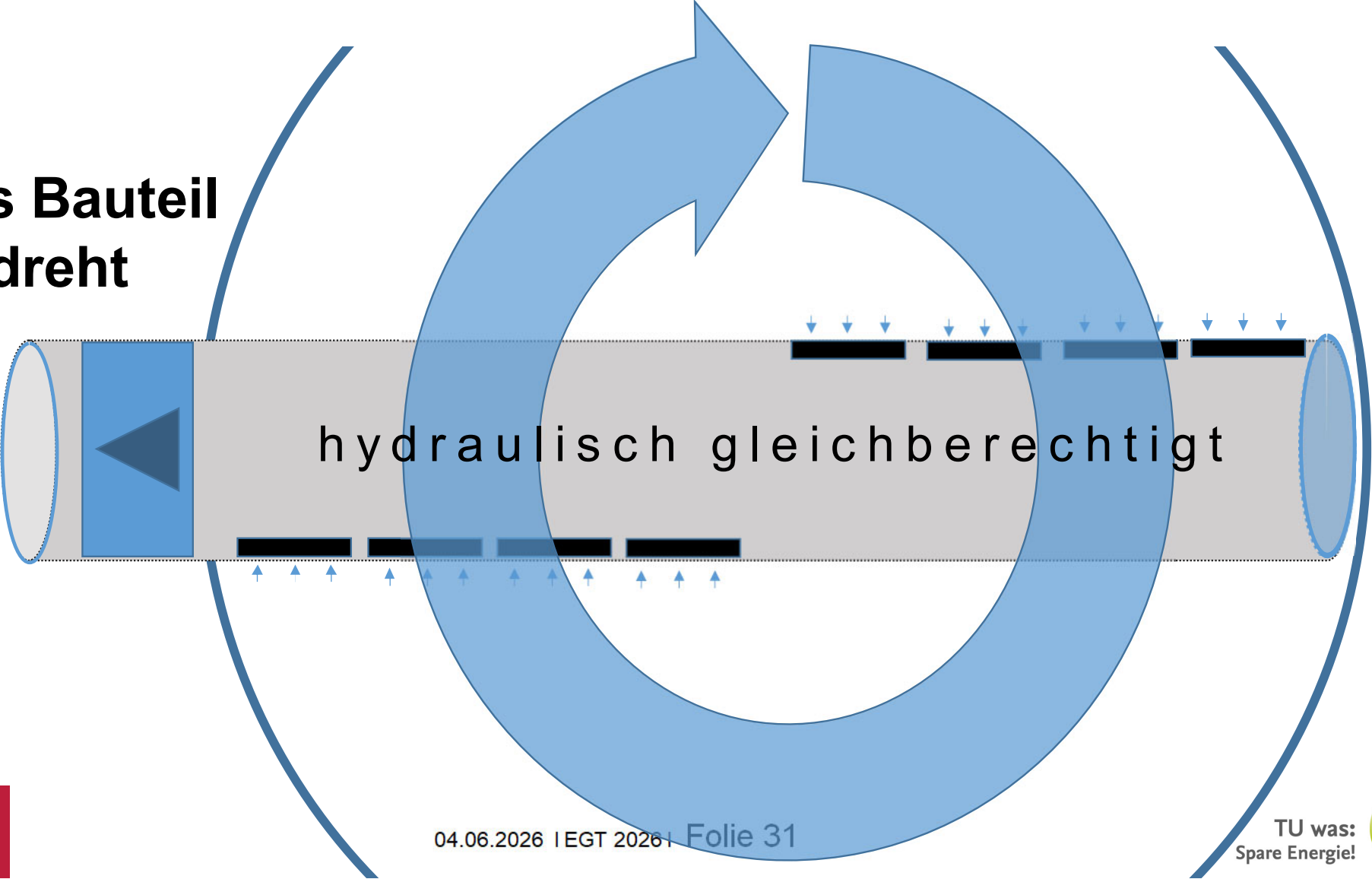
Verschluss



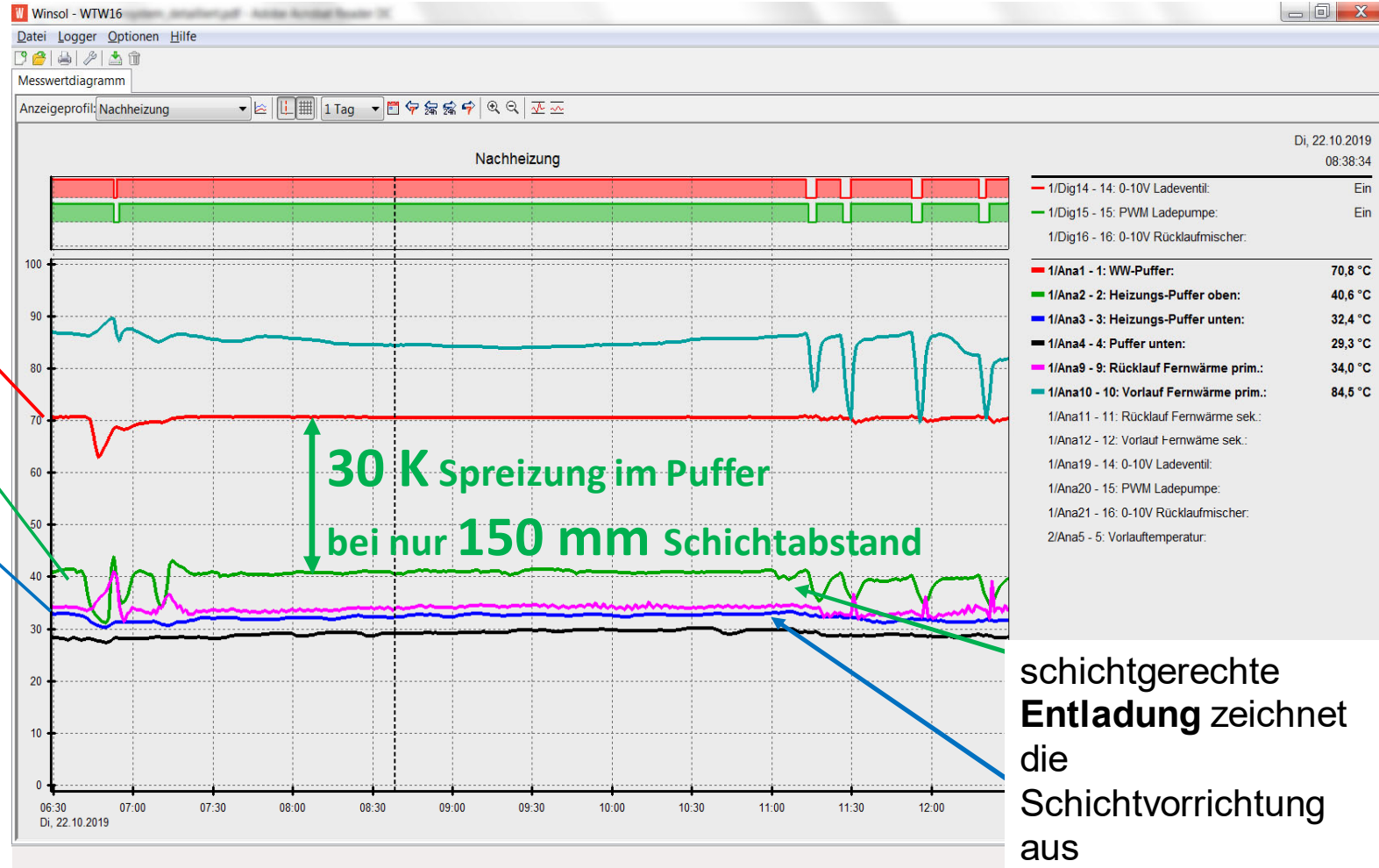
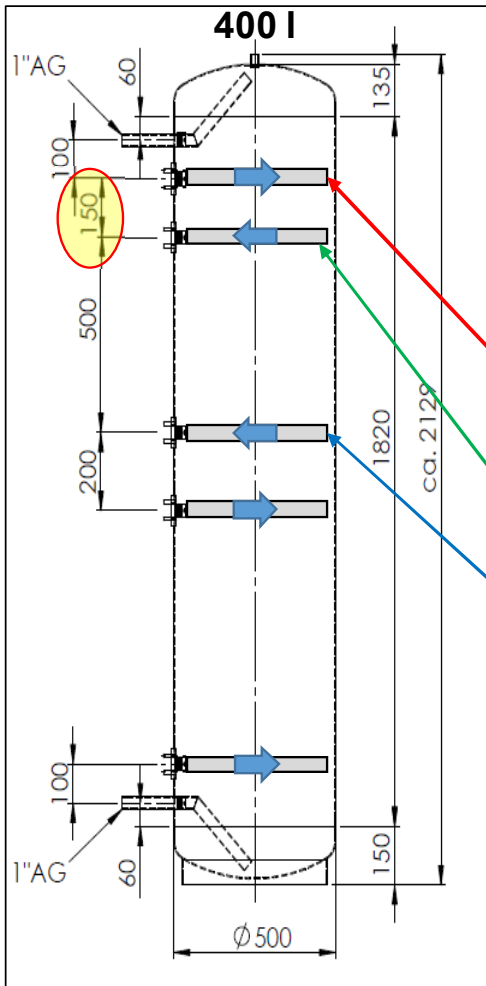
konzentrische, beruhigte, schichthomogene **AUSLAGERUNG**

gleiches Bauteil
180° gedreht

OUT

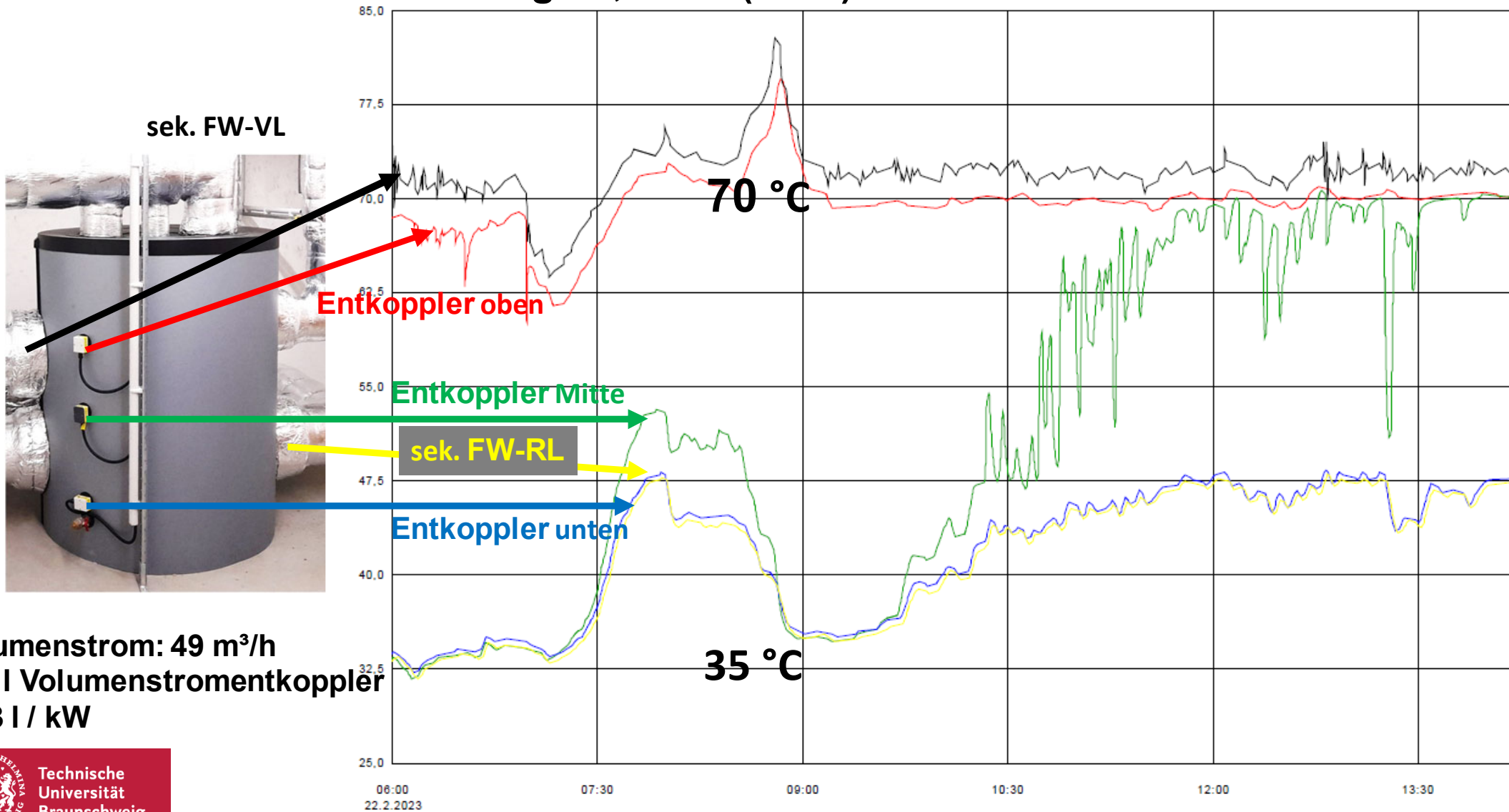


1. Referenz: Fernwärme-Pilotanlage von 60 kW (2018)



schichtgerechte
Entladung zeichnet
die
Schichtvorrichtung
aus

2. Referenz Fernwärme-Anlage 1,8 MW (2022)





3401: Wärmesystem
Blick in den
Schichtmanager 26 m³/h

notwendige Voraussetzungen für effiziente MultiValenzSysteme:

- entkoppelte und konkurrenzfrei kombinierte Einzelprozesse
 - definierte Temperaturbereiche machen eine Regelung erst möglich
 - fixe Temperaturbereiche ermöglichen die sichere Nutzung von Abwärme
 - die effektive Einbeziehung von Ortswärme
- > sauber temperaturgeschichtete Speicher **sind der Kern von Effizienz**



realisierte Projekte

- 15 kW** Hybrid Solarthermie und GBK mit Energieeinsparung von **26 %** [2018]
- 60 kW** Fernwärme mit RL-Temperaturabsenkung von **25 °C**, **TWW-Hyg.** [2018]
- 120 kW** BHKW – Anlage mit **20 %** Laufzeitverlängerung durch Schichtung [2022]
- 2000 l** Trinkwasserspeicher zum Schichtpuffer mit FWS und ZE -> **Hygiene** [2022]
- 1,8 MW** Entkopplung d. FW-Vorlaufbalkens mit FW-RL- **Absenkung um 20 °C** [2022]
- 4 kW** Entkopplung WP-Kreis von Hzg.-Kreis mit 50 l Behälter **JAZ von 3 auf 4** [2023]
- 10 kW** Multivalenz: Solarthermie, L-W-WP, Kamin mit Wassertasche [2023]
- 80 kW** Kälteanlage -> Einsparung Pumpenenergie von **60 %** [2023]
- 100 kW** GBK in Vorbereitung mit L-W-WP **28 % Energieeinsparung**, **TWW-Hyg.** [2024]
- 1 MW** FW: Stromeinsparung ca. **50 %**, RL minus **20 °C** [2024]
- 380 kW** Kältezentrale für ein Institutsgebäude [2025]

in Umsetzung befindliche Projekte

- 370 kW** Kälteanlage für Rechenzentrum auf mehreren Temperaturebenen
- 500 kW** Kälteanlage für Institut: Beseitigung von Planungsfehlern nach 7 Jahren!
- 620 kW** Wärmezentrale hybrid FW und 4-Leiter-Wärmepumpe [4-L-WP]
- 620 kW** Kältezentrale 10/18 mit 4-L-WP
- 235 kW** Kältezentrale 4 / 10 mit Kältemaschine [KM]
- 935 kW** Rückkühleinheit mit geschichteten Volumenströmen von über 200 m³/h
- 480 kW** trivalente Wärmezentrale: FW, 4-WP, WRG Heliumverflüssigung
- 300 kW** Kältezentrale 8/13 mit KM
- 450 kW** Kältezentrale 21/16 bivalent mit Kältemaschine und 4-L-WP
- 380 kW** Wärmezentrale bivalent mit FW und 4-L-WP
- 340 kW** Kältezentrale 10/20 bivalent mit KM und 4-L-WP

in Planung befindliche Projekte

- 5 Fernwärmeanlagen Umbau direkt -> indirekt mit aktiver RL-Auskühlung
- 1 Anergie-Arealnetz zur Nutzung der Abwärme eines Rechenzentrums
- 2 Umstellungen zentraler TWE auf thermisch betriebene dezentrale TWE

Karsten Woelk
TU Braunschweig
Energiemanagement
k.woelk@tu-braunschweig.de