



14. Forum Energie 2026 | Clausthal-Zellerfeld | 21. bis 23. September 2026

Wärme- und Kältezentralen der nächsten Generation

Karsten Woelk, TU Braunschweig

Konzept  konkret

34.40 Energiemanagement 1

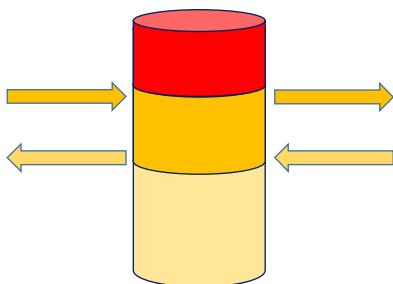
1

nächste Generation

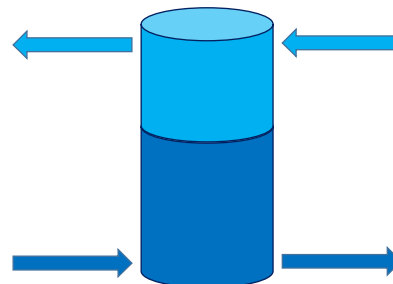


neue Attribute

Wärme



Kälte



neu: Kapazitäten „schaltbar“ auf- und abladen



2

Attribute zukunftsfähiger Wärme- Kältezentralen

1. Erfüllung gesetzlicher Vorgaben z. B. EnEfG und „GMG“ s. 4
2. Plattform mit Optionen auch zur Nachrüstung s. 5 - 9
3. konkurrenzfreie Kombination von Wärmeerzeugern s. 10 - 12
4. Reduktion von Leistungsspitzen s. 13 - 14
5. zielgerichtete Nutzung von Abwärme s. 15 - 16
6. Einbindung wirtschaftlicher Ortsenergie s. 17 - 18
7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung s. 19 - 20
8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen s. 22 - 25
9. Temperaturschichtung als Voraussetzung s. 26 - 45

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

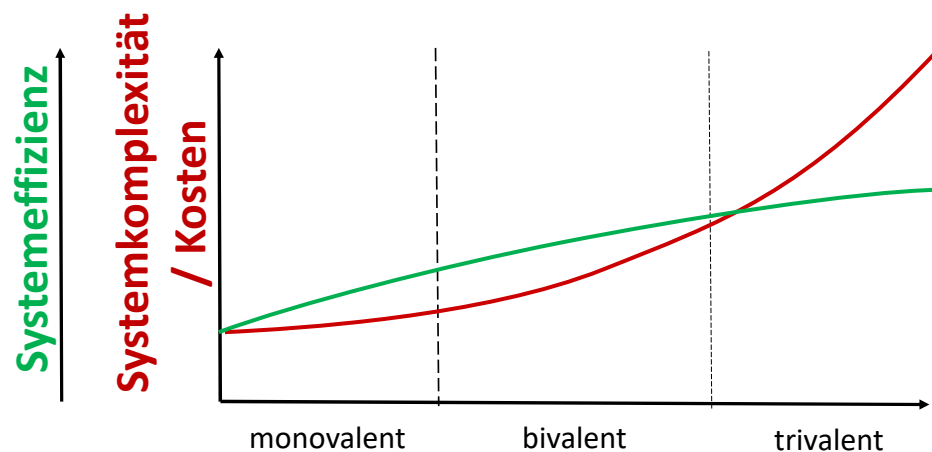
(1) Öffentliche Stellen mit einem jährlichen Gesamtendenergieverbrauch von 1 Gigawattstunde oder mehr sind zu jährlichen Einsparungen beim Endenergieverbrauch **in Höhe von 2 Prozent pro Jahr** bis zum Jahr 2045 verpflichtet.

2. Plattform mit Optionen auch zur Nachrüstung



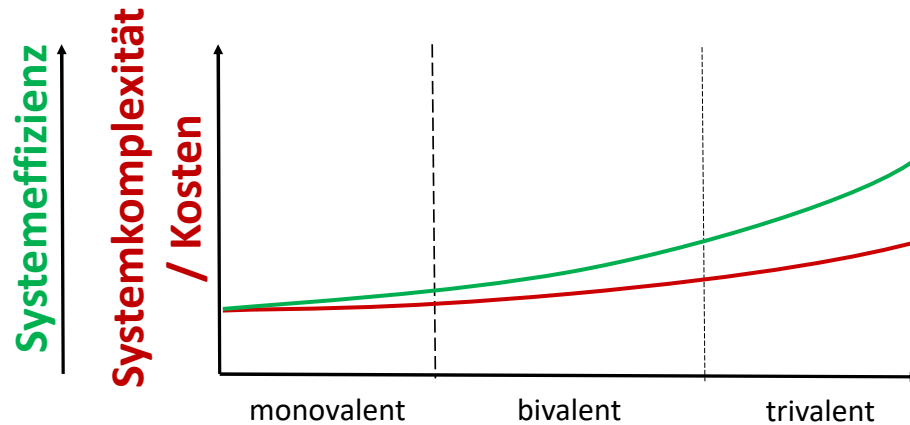
5

hemmend: Komplexität contra Effizienz



6

fördernd: Effizienz wegen Multivalenz

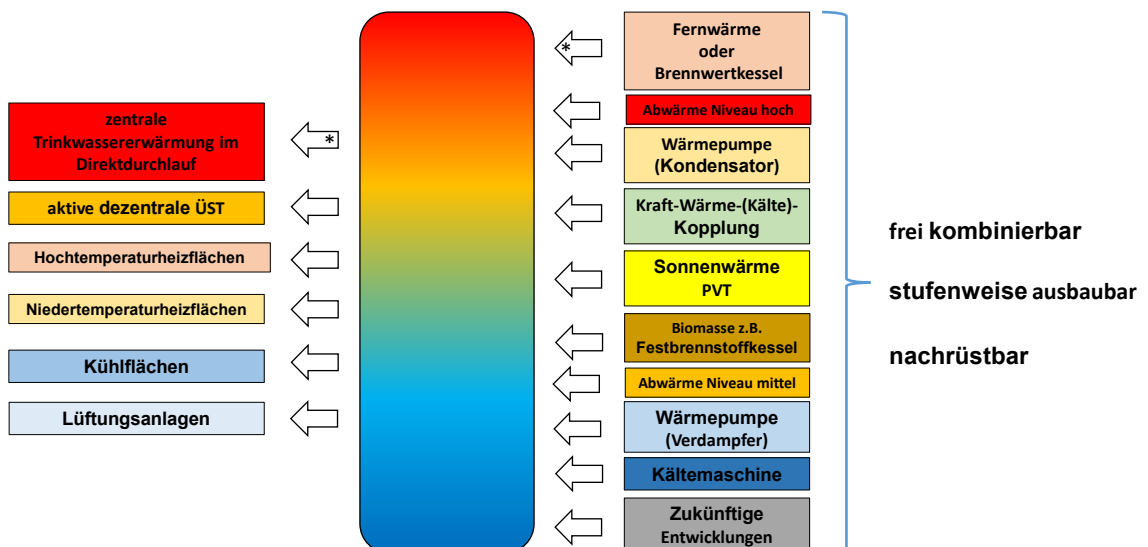


7

ergebnisoffen

multivalent

effizient



* alle zu- und abgehenden Volumenströme müssen die Temperaturschichtung sichern



8

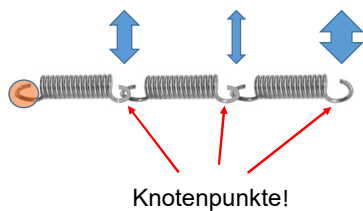
3. konkurrenzzfreie Kombination von Wärmeerzeugern



Strecke

= gegenseitige Abhängigkeit durch
Knotenpunkte

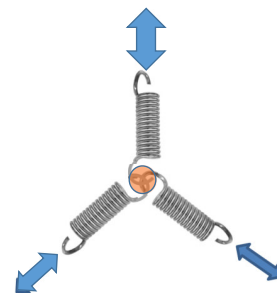
Wärmeerzeuger, Stellventilen,
Heizkreispumpen, Mischarmaturen,
Schlammabscheidern und WMZ



● = Fixpunkt

Punkt

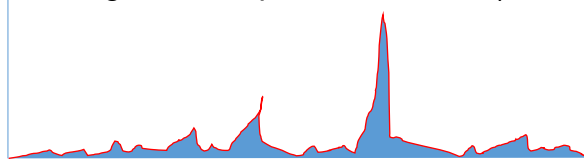
= alle zu- und abfließenden
Volumenströme sind
**unabhängig hydraulisch
gleichberechtigt***



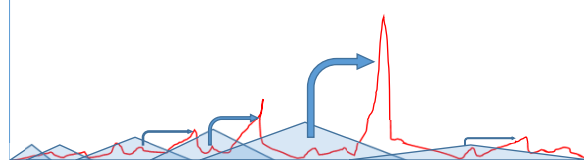
4. Reduktion von Leistungsspitzen

4. Reduktion von Leistungsspitzen

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



Leistungen durch Kapazität entkoppeln

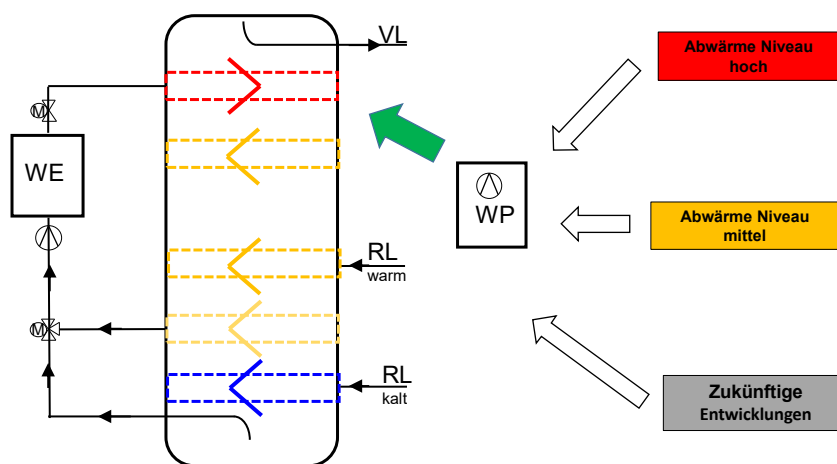


mit kleiner Leistung Puffer-Kapazitäten aufbauen Leistungsspitzen punktgenau bedienen

5. Nutzung von Abwärme

13

5. zielgerichtete Nutzung von Abwärme

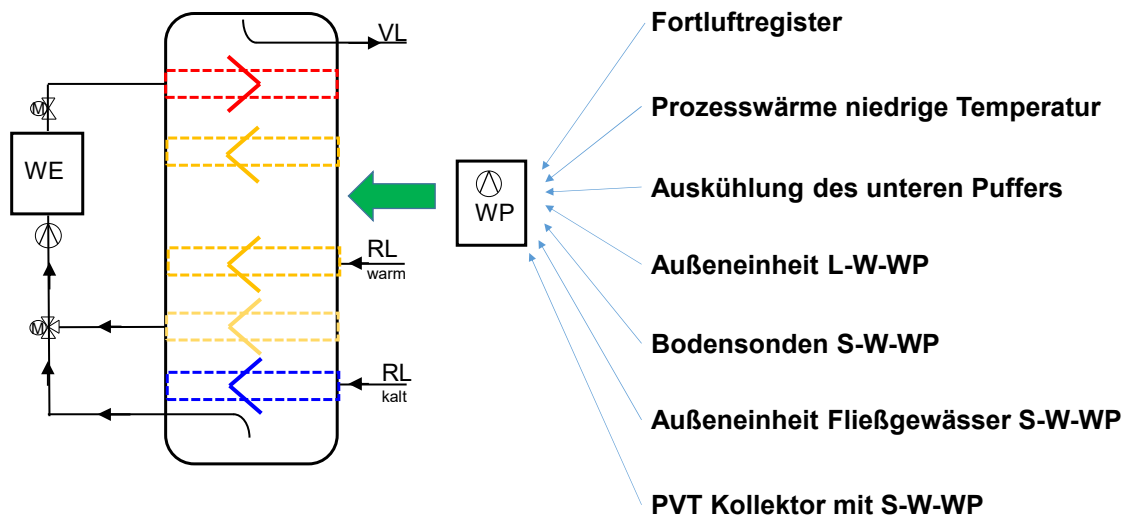


Ziel: merkbare Einsparung von Primärenergie z. B. Fernwärme

14

6. Einbindung wirtschaftlicher Ortsenergie

6. Einbindung nachhaltig wirtschaftlicher Ortsenergie



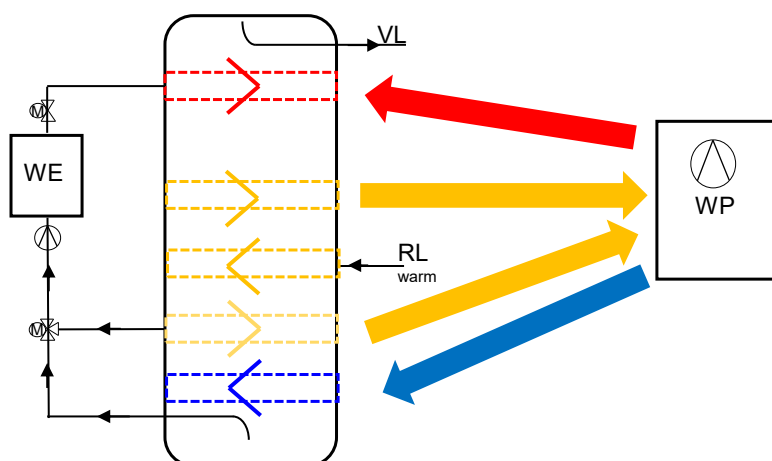
Ziel: merkliche Einsparung von Primärenergie, z.B. Fernwärme

7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung



17

7. Fernwärme-Rücklauf-Absenkung



Ziel:
Absenkung der FW-
Rücklauftemperatur
trotz nicht
modernisierter
Kreise

durch Anpassung der
Tarifstruktur massive
Kosteneinsparung
möglich



18

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

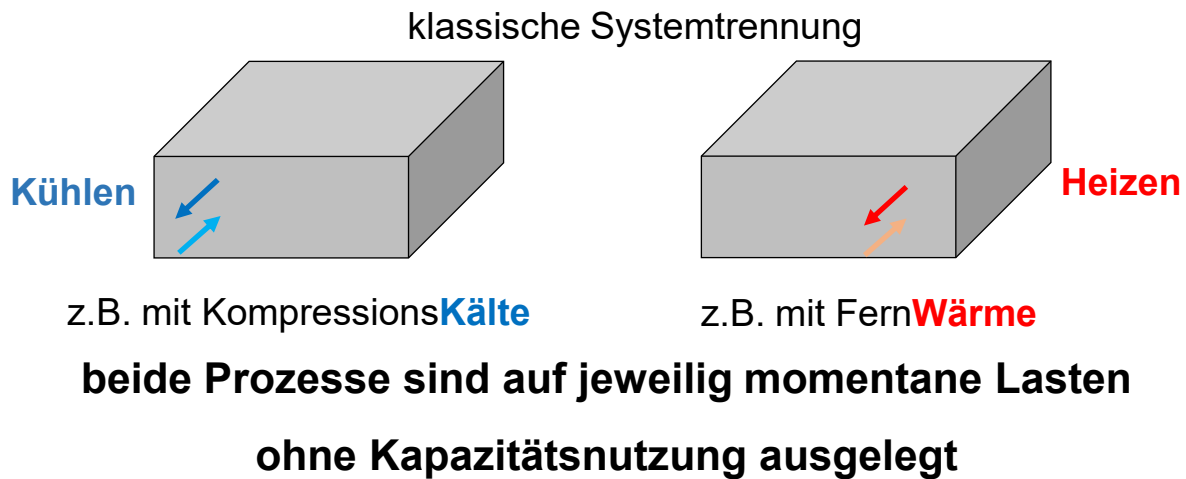
8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

Klassische Wärme- Kälteversorgung

getrennte

Wärme- und Kälteprozesse

8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen



8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

4 –Leiter-Wärmepumpe

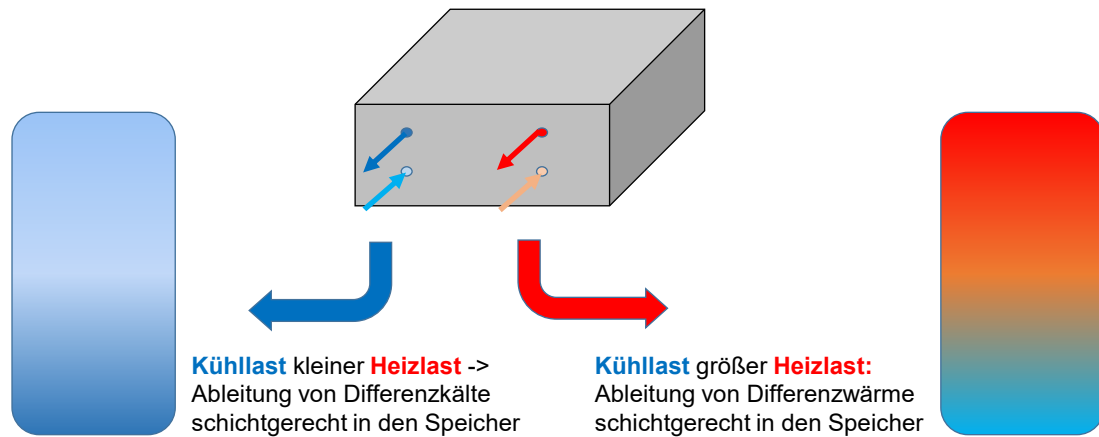
gleichzeitige

Wärme- und Kälteprozesse

koppeln

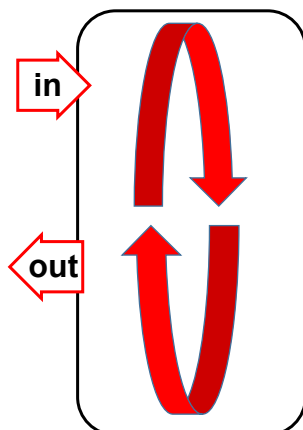
8. Kopplung von Wärme- und Kälteprozessen

Kapazitätenausgleich durch thermisch geschichtete Systemspeicher



9. Temperaturschichtung als Voraussetzung

bisherige Speicherkonzepte

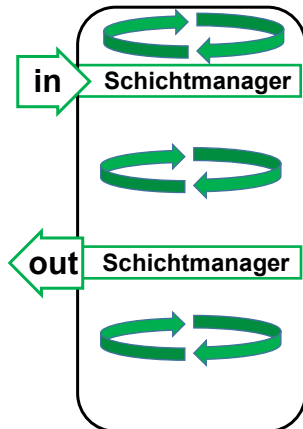


- starker Impuls eingehender Strömung
- führt zu vertikaler Durchmischung
- punktuelle Absaugung erzeugt weitere Inhomogenität
- meist keine optionalen Anschlüsse zur Nachrüstung

Durchmischung = Effizienzverlust

9. Temperaturschichtung als Voraussetzung

neu: Entkopplung und Einschichtung bei Be- und Entladung

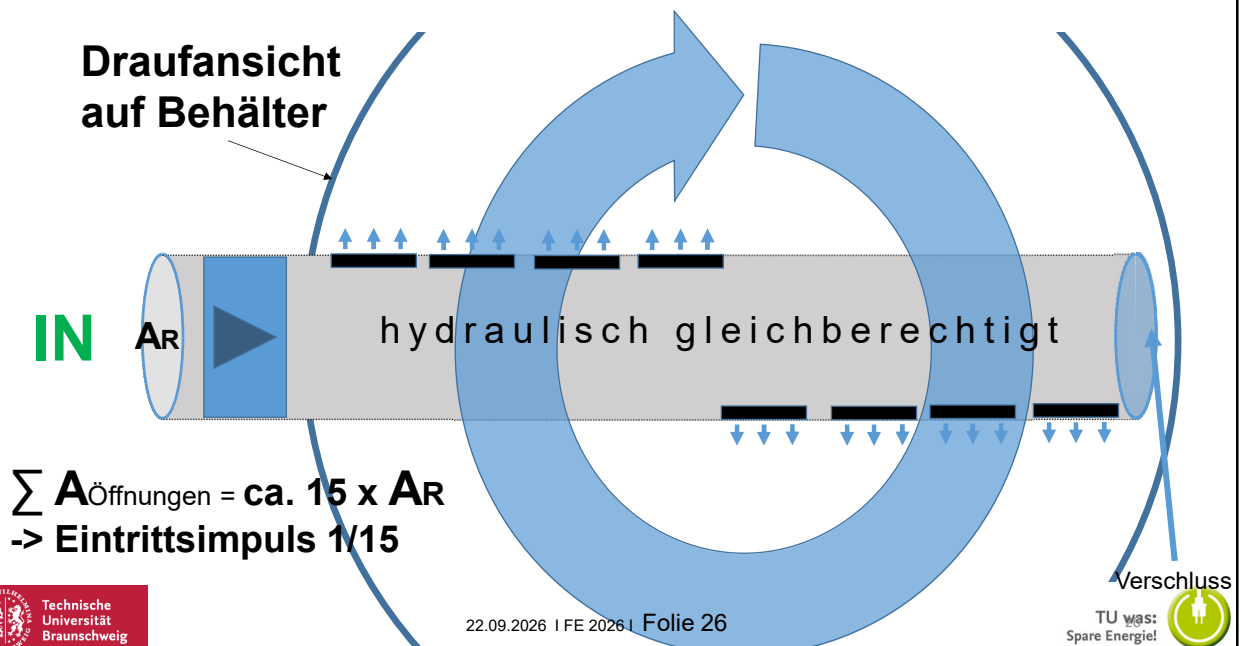


- drastische Strömungsberuhigung
- gleichgerichtete konzentrische Horizontalströmungen
- homogene „Strömungsscheiben“ bei Ein- und Auslagerung
- exakte Temperaturschichtung
- kein warmes durch kaltes Volumen führen und umgekehrt
- keine beweglichen Teile
- quasi schaltbare thermische Zustände
- stabile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

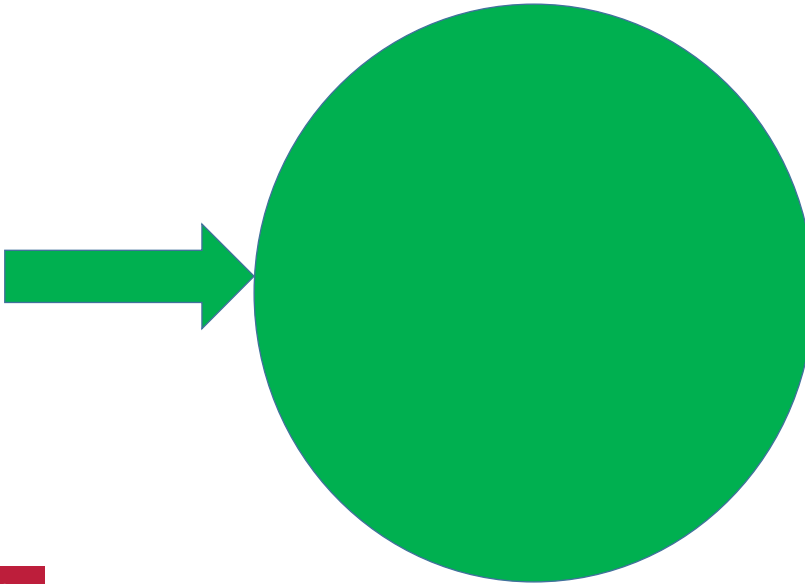
Schichtung = Effizienzsteigerung

konzentrische, beruhigte, schichthomogene EINLAGERUNG

Draufsicht auf Behälter

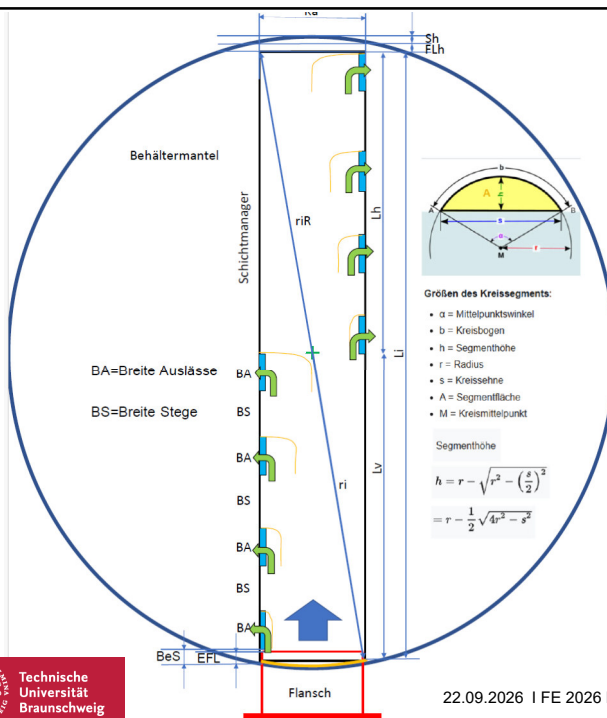


konzentrische, beruhigte, schichthomogene **EINLAGERUNG**

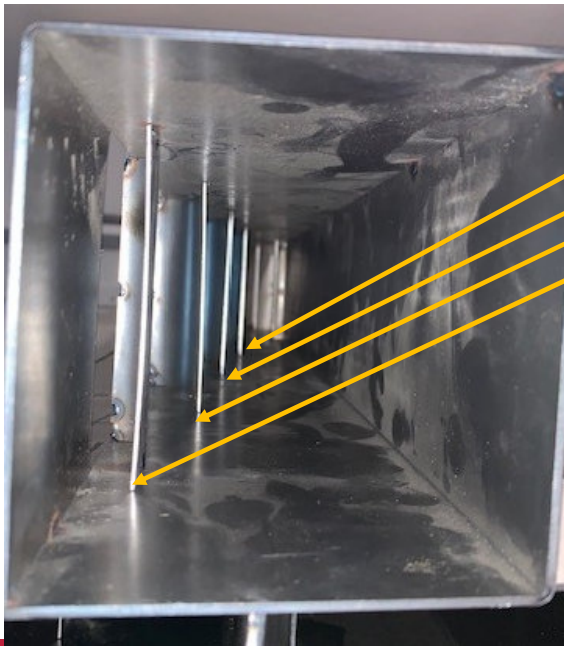


27

Bauteil Schichtmanager **IN** konkret **Geometrie**



28



Bauteil Schichtmanager **IN** konkret **Ausführung**

Leitbleche zum 90° Umlenken der
linearen Eingangsströmung in
gleichmäßig aufgeteilte
Teilvolumenströme

vorne vier nach links

hinten vier nach rechts

eine Mensur von acht

Bauteil Schichtmanager konkret: **Berechnung**

Projektname					
Leistung [kW]		500,00		260918 kwo	
Vorlauftemperatur [°C]		50			
Rücklauftemperatur [°C]		44			
Temperaturerpreizung [°C]		6			
Volumenstrom [m³/h]		71,7			
Volumenstrom [l/s]		19,91			
Volumenstrom [cm³/s]		19.907			
vkrit gewählt [cm/s]		10,00			
geamt Agewählt [cm²]		1.990,7			
geamt Agewählt [mm²]		199.074,1			

Bauteil Schichtmanager konkret **Logistik**



1 x DN 300 -> 72 m³/h

1 x DN 250 -> 49 m³/h

2 x DN 100 -> 25 m³/h

4 x DN 80 -> 11 m³/h

Bauteil Schichtmanager konkret **Fertigung**



Bauteil Schichtmanager konkret **Lieferung**



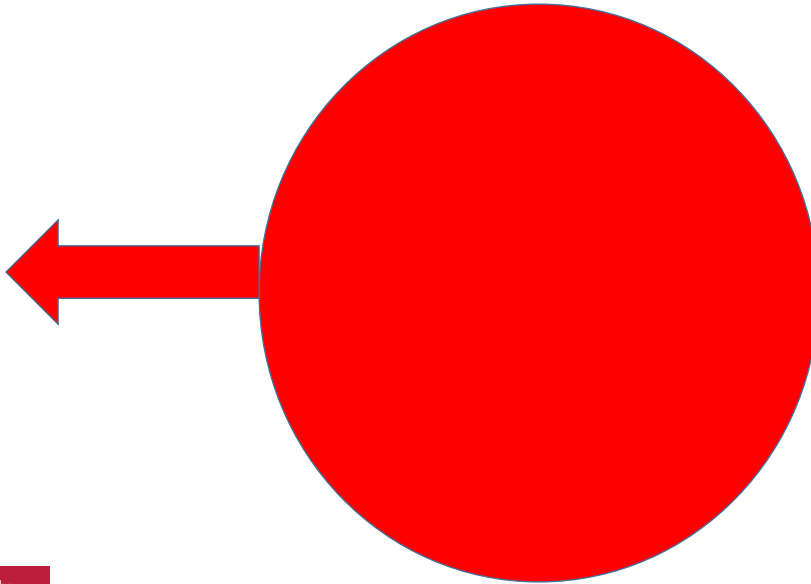
konzentrische, beruhigte, schichthomogene **AUSLAGERUNG**

gleiches Bauteil
180° gedreht

OUT

hydraulisch gleichberechtigt

konzentrische, beruhigte, schichthomogene **AUSLAGERUNG**



Schlüsselfaktoren der Schichteffizienz

1. drastischer Impulsabbau der einfließenden linearen Strömung im Puffer

impulsreicher eingehender Volumenstrom mit 1,5 m/s im Anschluss auf 0,1 m/s im Speicher beruhigt

2. Ausbildung konzentrischer Strömungen

lineare Einstromung in hydraulisch gleichberechtigte konzentrische Strömung gleichem Drehsinns gewandelt
-> vertikale Durchmischung durch gezielte Ausbildung horizontaler Strömungen unterbunden

3. homogene Wirkung über die gesamte Speichertiefe

ein- und ausgeleitete Volumenström wirken gleichberechtigt über die gesamte horizontale Speicherscheibe

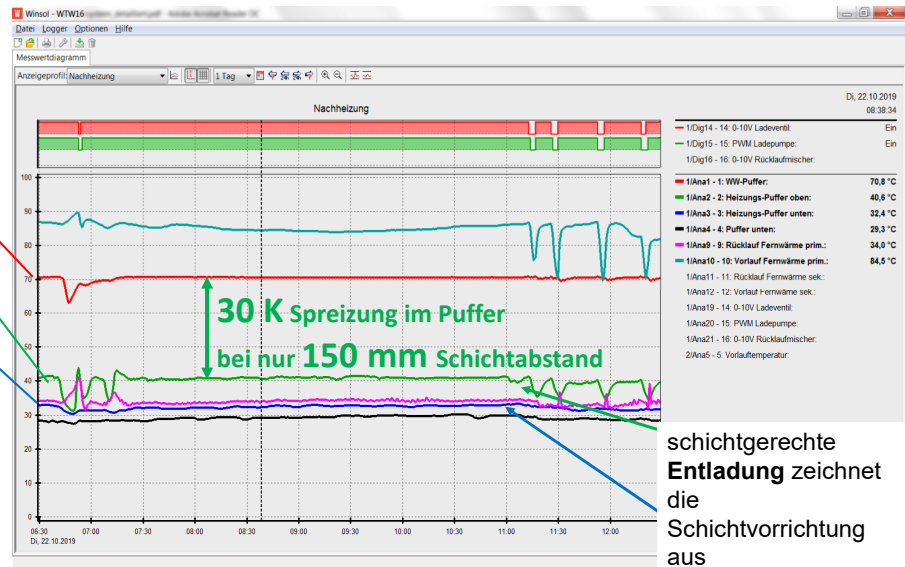
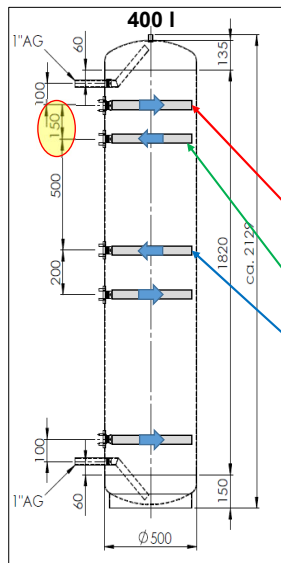
4. gezielt horizontale Wirkung auch bei Auslagerung

beschriebenen Effekte bei Auslagerung in umgekehrter Wirkweise genutzt:
konzentrische Strömung durch Schichtmanager in homogene lineare Ausströmung transformiert.

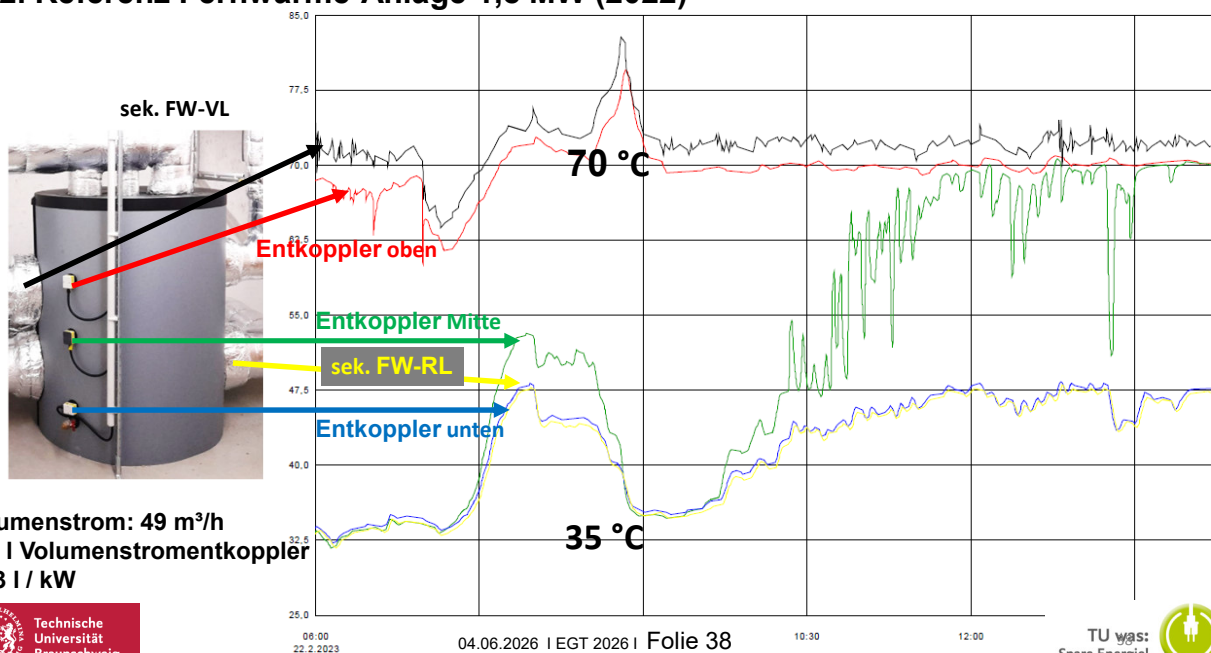
Fazit:

durch diese Wirkfunktionen werden die Kapazitäten im Speicher gezielt, temperaturgenau und gut regelbar auf- und abgebaut.

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



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



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 **19 % 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 233 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

22.09.2026 | FE 2026 | Folie 41

41

41

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

22.09.2026 | FE 2026 | Folie 42

42