



Technische
Universität
Braunschweig



Optimierung von Wärmезentralen im Bestand

Karsten Woelk, Abteilung Energiemanagement

26.09.2023 Forum Energie

Prinzipien für effiziente Wärme*- und Kältezentralen

* u.a. Konsequenzen aus **Low-Ex Studie** SWM, 2014

Projektinfo 14/2015

Energieforschung konkret



Fernwärme effizient nutzen

Optimierte Kundenanlagen ermöglichen eine effiziente Nutzung regenerativer Wärmequellen

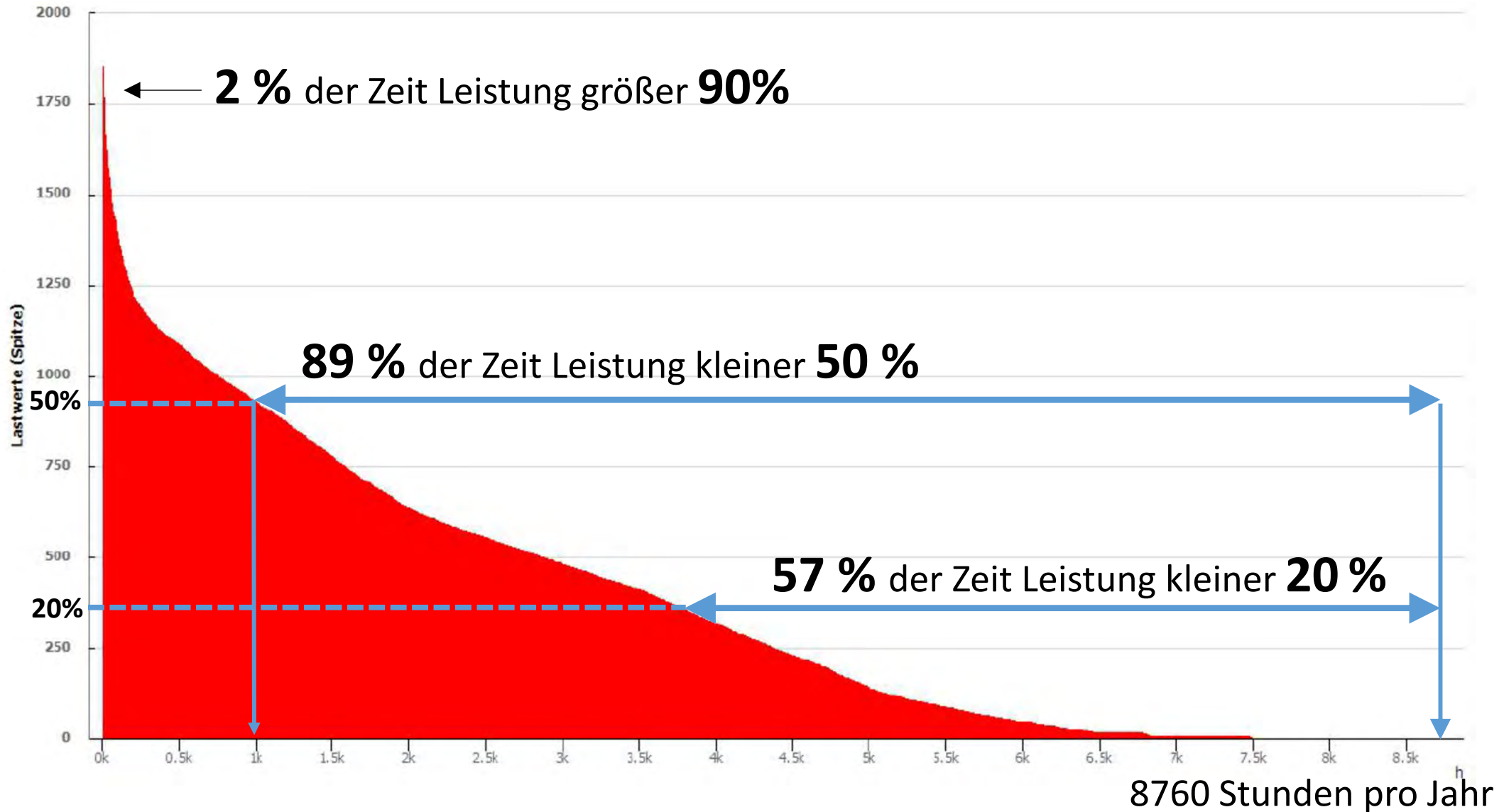
Ziele:

- **Effizienzsteigerung durch Einfachheit und Übertragbarkeit**
- **Gesamtkosten minimieren**
- **konkurrenzfreie Kombination mehrerer Wärmeerzeuger**
- **punktuelle Optimierung in Bestandsanlagen**
- **Wissen auch auf Kälteanlagen übertragbar**

1. Prinzip

projektgenaue Leistungsbereitstellung

geordnete Jahresdauerlinie Wärmebedarf eines Institutsgebäudes



Konsequenzen:

- **Volllast-“Auslegung“ passt nur zu ca. 2 % der Zeit**
 - **Teillast kleiner 50 % ist mit 85 % der Zeit deutlicher Schwerpunkt**
 - **fast zur Hälfte der Zeit Schwachlast von kleiner 20 %**
- > deutliche Konsequenzen für Hydraulik und Regelungstechnik!**
- > Übertragbarkeit auf Kälteanlagen (geringere Temperaturspreizung)!**

2. Prinzip

hydraulischer Null**PUNKT**

=

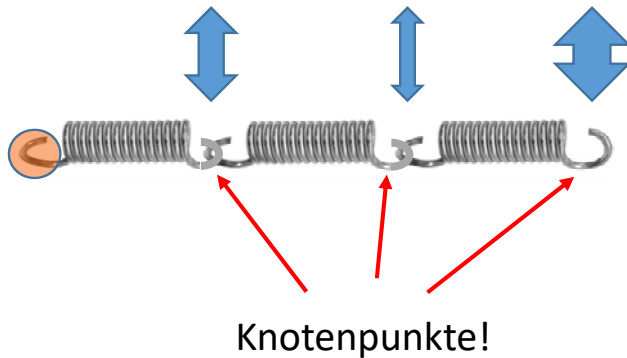
ENTKOPPLUNG

Strecke

= gegenseitige Abhängigkeit durch

Knotenpunkte

Wärmeerzeuger, Stellventile,
Heizkreispumpen, Mischarmaturen,
Schlammabscheider und WMZ



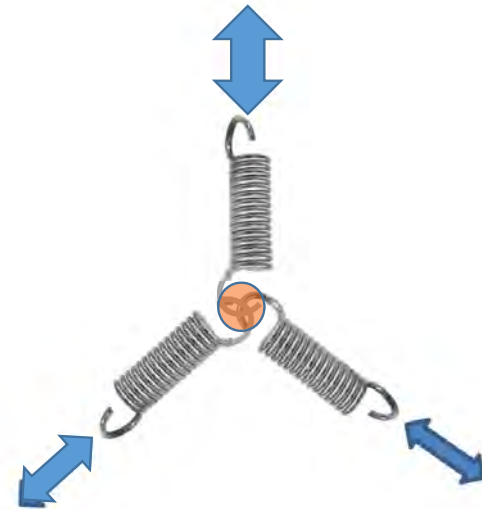
● = Fixpunkt

Punkt

= alle zu- und abfließenden

Volumenströme sind

**unabhängig hydraulisch
gleichberechtigt***



***AMEV Heizanlagenbau 2016:** der hydraulische Abgleich ist eine Voraussetzung für einen störungsfreien und wirtschaftlichen Betrieb (siehe auch VOB Teil C, ATV DIN 183804 Nr. 3.5)

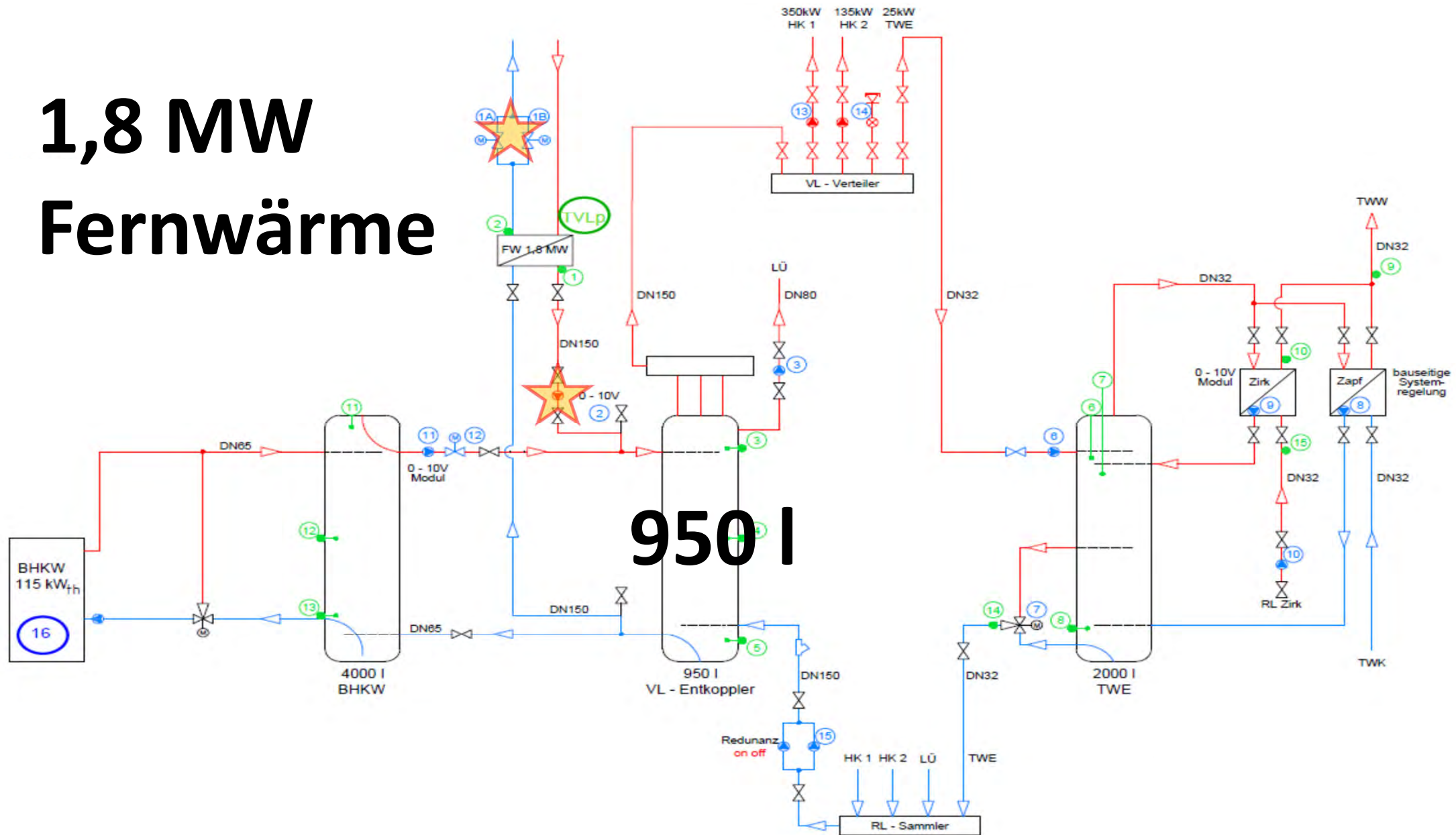
Strecke

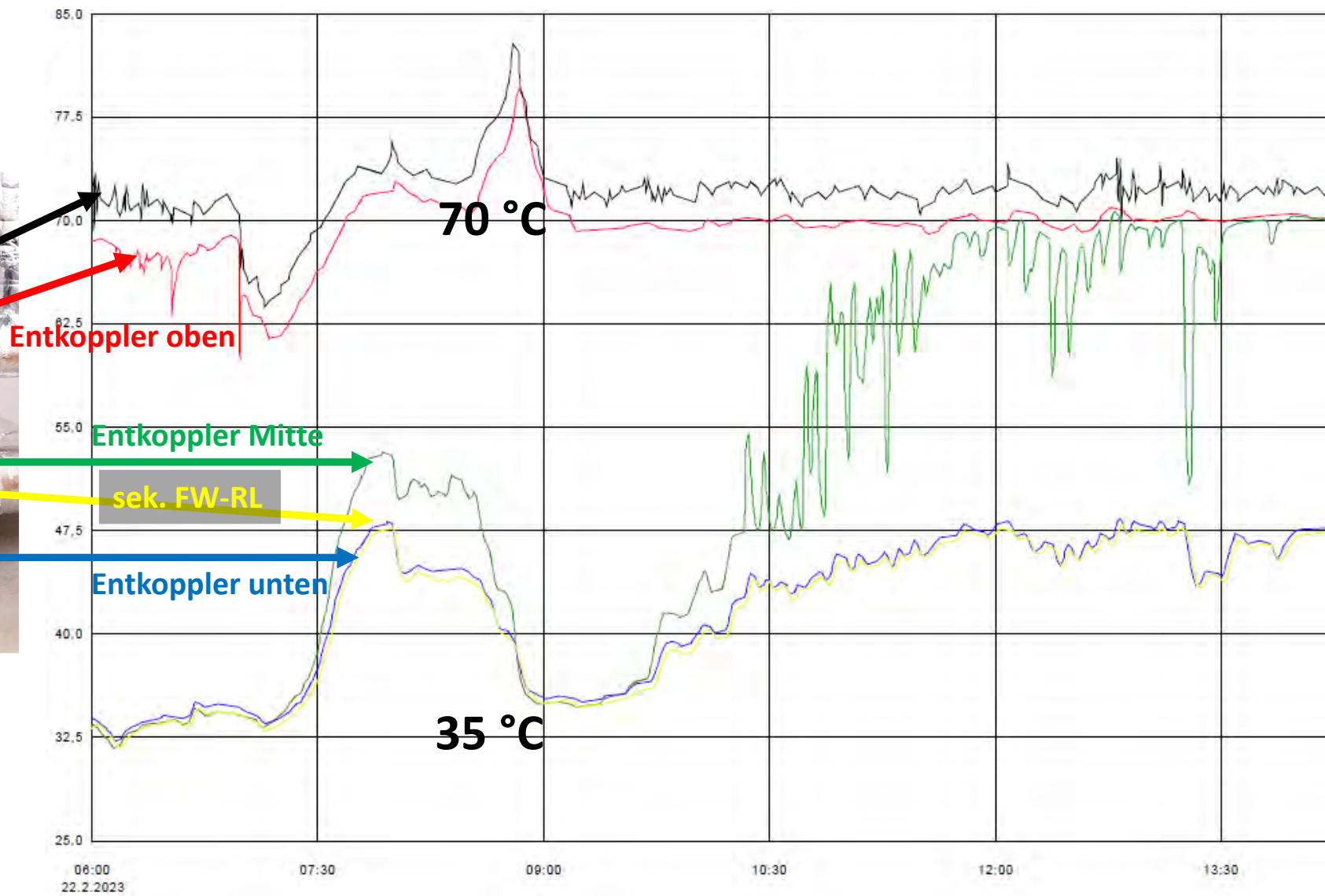
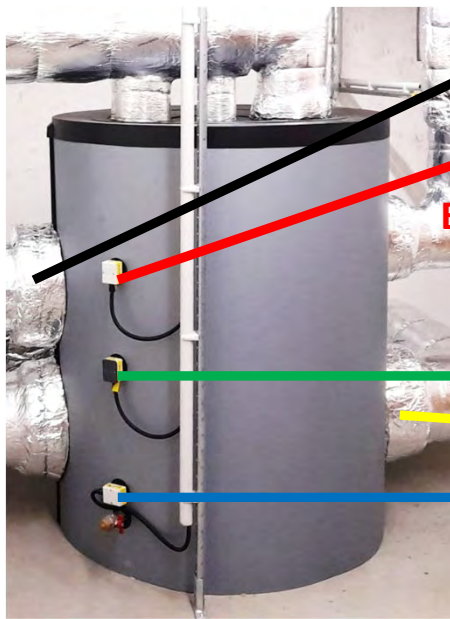


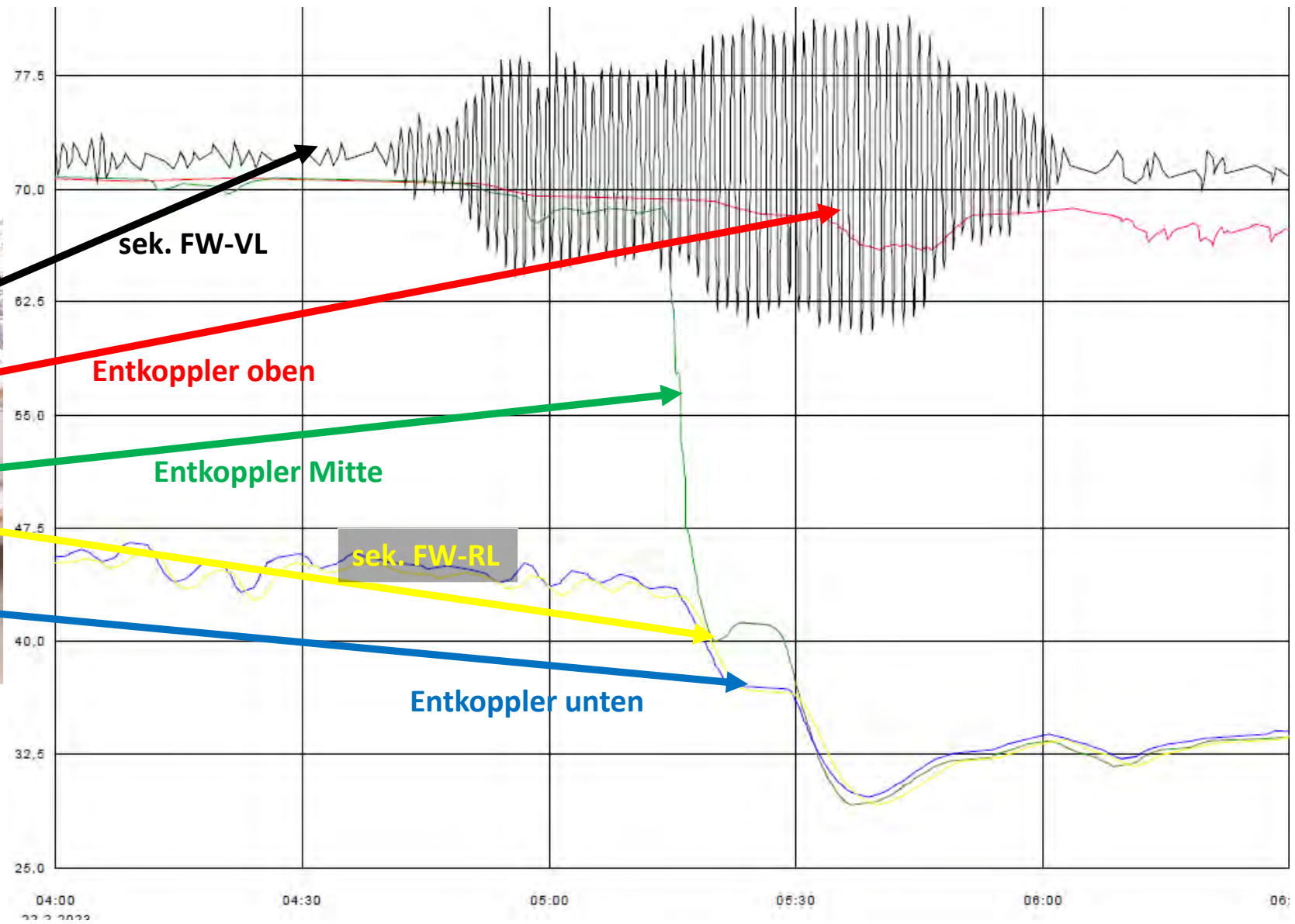
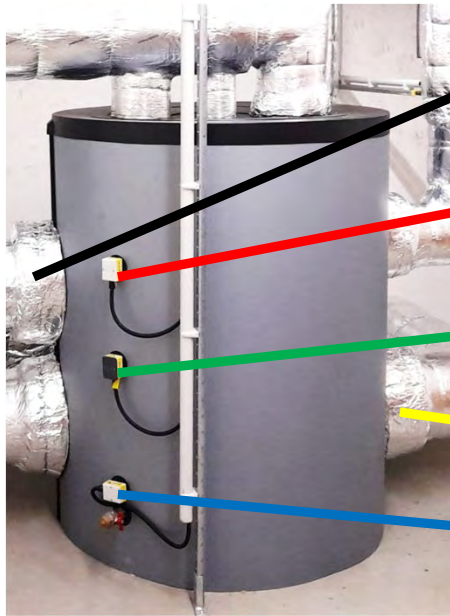
Punkt



1,8 MW Fernwärme



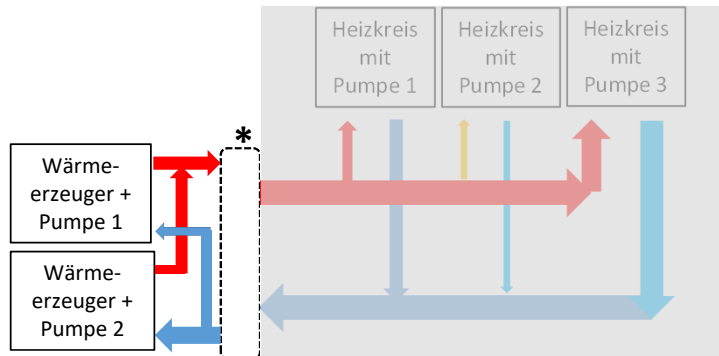




Wärmeerzeuger

Strecke

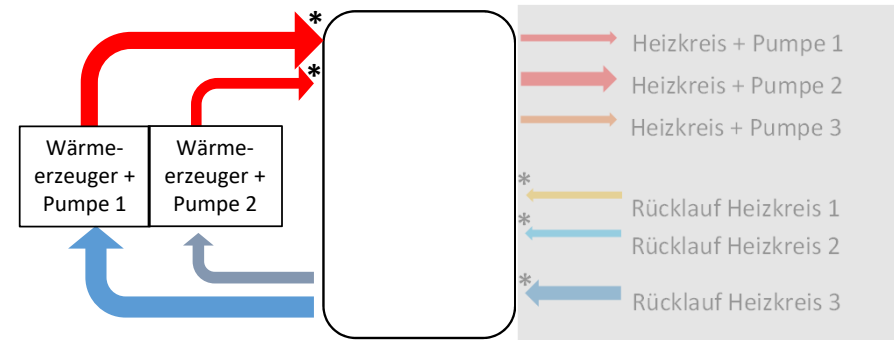
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindernd

Punkt

= gleichberechtigt **ohne Knotenpunkte**



* temperaturgenaue Einschichtung!

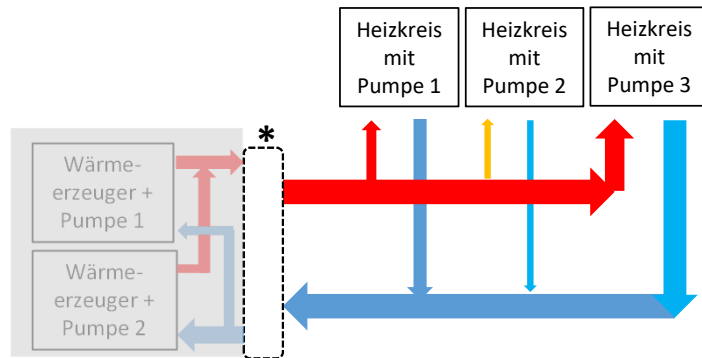
- **Wärmeerzeuger beeinflussen sich gegenseitig**
- **Leistungsspitzen sind 100 % bereitzustellen**
- **Temperaturschwankungen im Rücklauf -> Spannungen**
- **Druckhaltung für Aggregate abhängig von deren Lage**
- **geringe Möglichkeit zum Temperaturmanagement**
- **keine Offenheit** für Anpassung und einfache Erweiterbarkeit

- **alle Wärmeerzeuger sicher entkoppelt**
- **Druckhaltung, Entgasung, Magnetit- und Schlammabscheidung wirken gleichberechtigt**
- **Leistungsspitzen aus dem oberen Puffer**
- **konstant niedrige Rücklauftemperatur = Effizienz**
- **sichere Modernisierungsplattform**

Verbraucher

Strecke

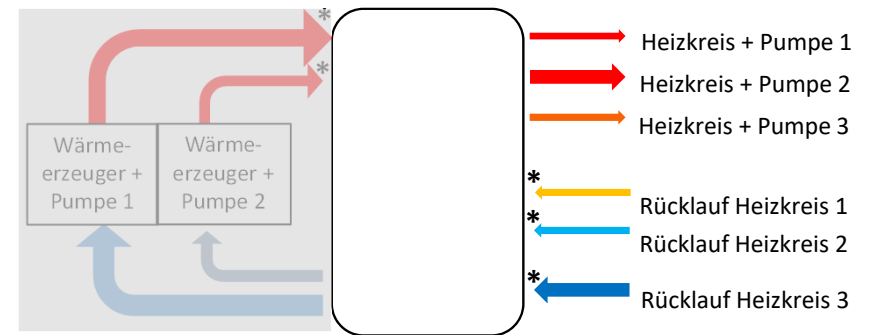
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindernd

Punkt

= gleichberechtigt **ohne Knotenpunkte**



* temperaturgenaue Einschichtung!

- **Überlagerung dynamischer Volumenströme** der Kreise
- **optimale Förderhöhe** pro (Heiz)Kreis **nicht einstellbar**
- Druckhaltung und Abscheidung **nicht gleichberechtigt**
- **Vermischung der Rücklauftemperaturen**

- dynamische Volumenströme einzelner Kreise **entkoppelt**
- **Heizkreise bedarfsgerecht optimal betrieben**
- **deutliche Verringerung der Pumpenenergie**
(ca. 50 % bei Wärme, ca. 70 % bei Kälte)
- **niedrige Rücklauftemperaturen -> Effizienz**

hydraulisch abgegliche **Zentrale**

+

hydraulisch abgeglichen **Netz**

=

wirtschaftlicher und störungsarmer Betrieb

=

Kostensenkung bei Invest und Betrieb

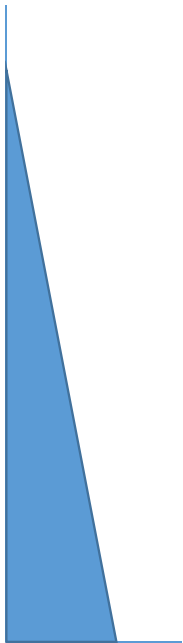
3. Prinzip:

Leistung und Kapazität **entkoppeln**

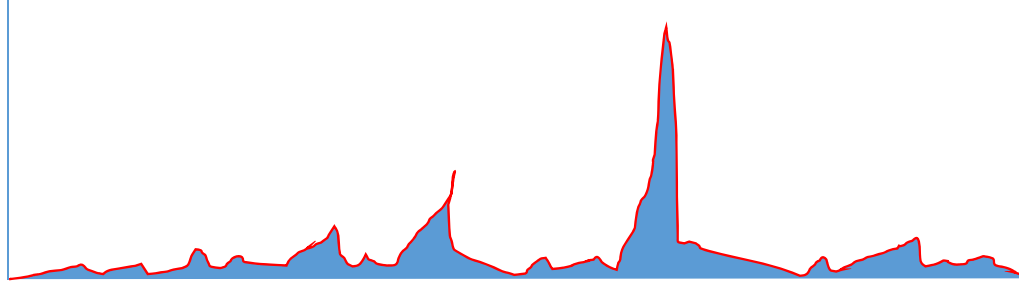
1. kleine Leistung + lange Zeit = große Kapazität -> Pufferung



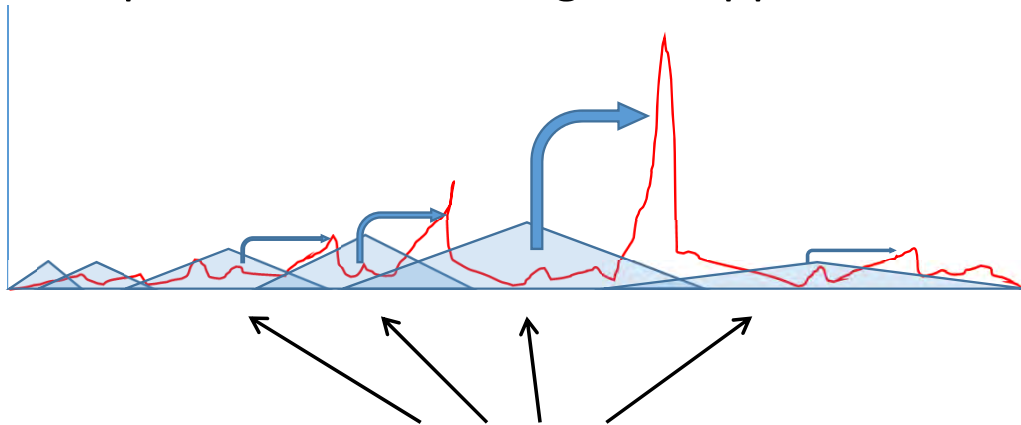
2. große Kapazität in kurzer Zeit = große Leistung -> geforderte Spitzenlast



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



4. Kapazität und Leistung entkoppeln



**mit kleiner Leistung Puffer-Kapazitäten aufbauen
Leistungsspitzen kappen und punktgenau bedienen**

Analogiefrage:

Warum gibt es in der
Elektrotechnik
definierte
Spannungsebenen?

4. Prinzip

projektiert hohe VL-Systemtemperaturen

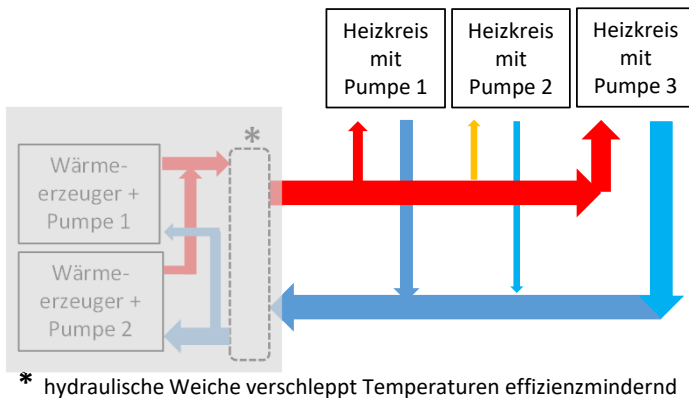
+

projektiert tiefe RL-Systemtemperaturen

zur

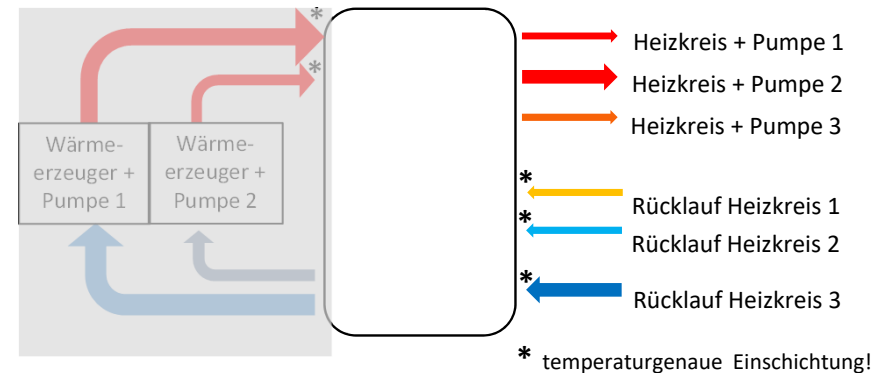
Effizienzsteigerung

Strecke



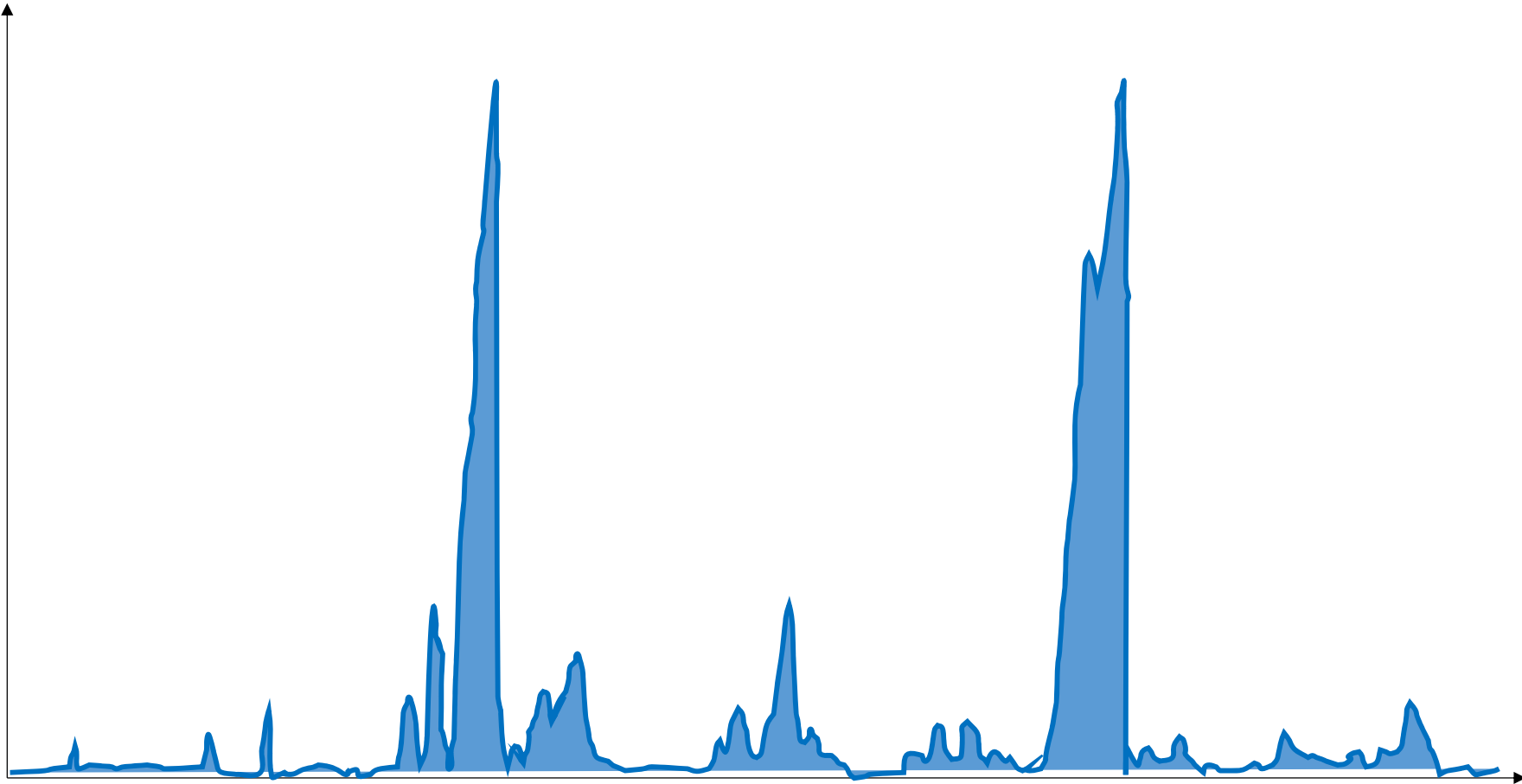
- **Mischtemperaturen im Rücklaufsammler**
- keine separat projizierten Vorlauftemperaturen
- ggf. weitere Vermischung in Hydraulischer Weiche
- **Effizienz kaum optimierbar**

Punkt



- **Vor- und Rückläufe vermischungsfrei**
- **Zieltemperaturen für Wärmeerzeuger punktgenau**
und optimal zu regeln -> **Effizienz auch bei Teillast**
- bedarfsgerechte, spezifische Vorlauftemperaturen
- kalte Rücklauftemperaturen für **Effizienzsteigerung**

Fokus: Trinkwassererwärmung



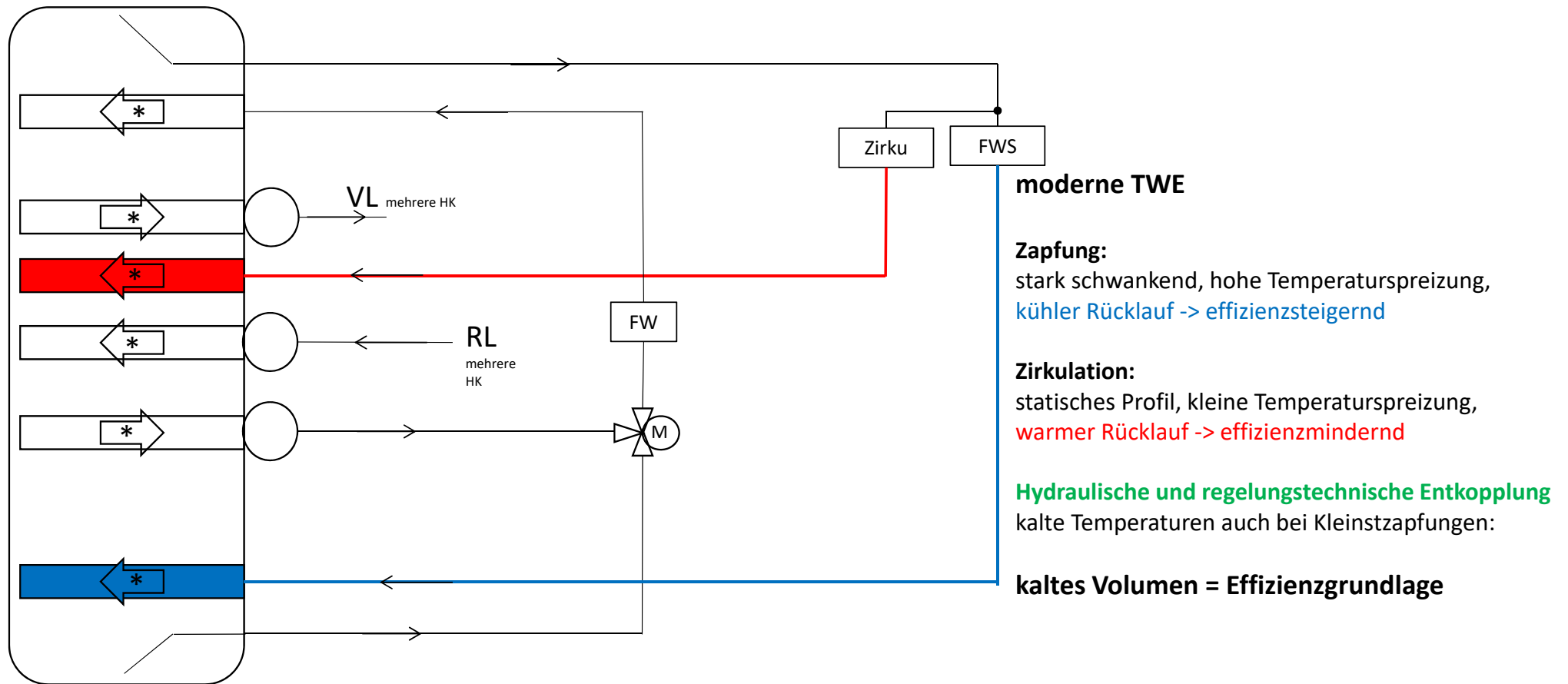
Zapfung = Effizienzgrundlage durch kalten Rücklauf

Fokus: Trinkwassererwärmung



Zirkulation = notwendiges Übel durch warmen Rücklauf

Fokus: Trinkwassererwärmung



* neu entwickelte Strömungsmanager zur schichtgerechten Ein- und Auslagerung von variablen Volumenströmen

5. Prinzip

temperaturschichtgenaue,

vermischungsfreie

Ein- und Auslagerung

von Volumenströmen

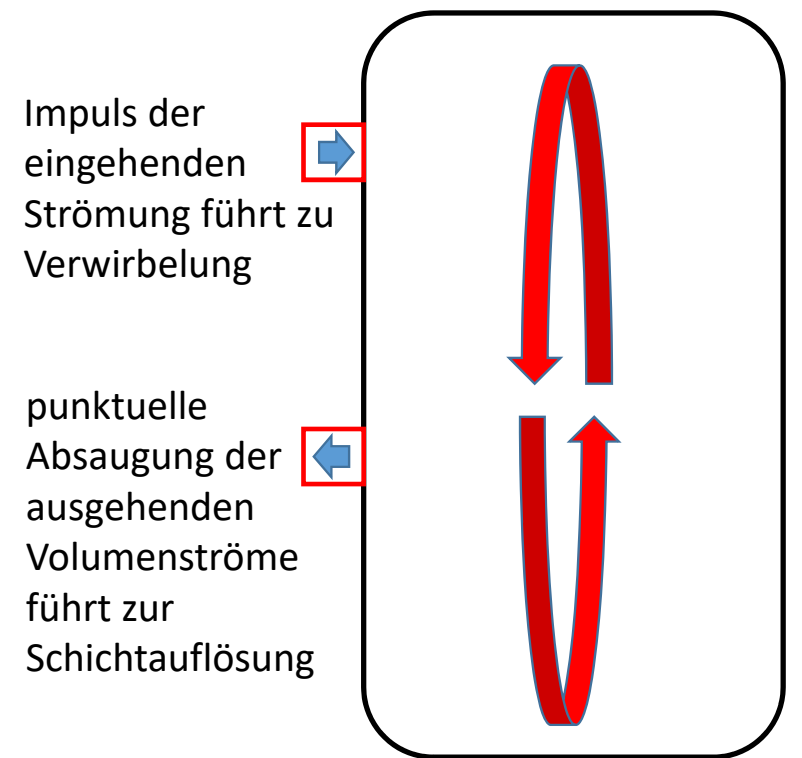
in und **aus** Speicher

bei Bestand und Neuanlagen

- **vergrößerte** Einström-Oberfläche **im Speicher Faktor 10**
- Einströmgeschwindigkeit **wirksam im Speicher impulsarm absenken Faktor 1/10**
- **gleichgerichtete konzentrische Strömungen** über die Speicherhöhe
- **maximale Wirkung in horizontaler, minimale in vertikaler Richtung**
- Ausbildung **homogener „Strömungsscheiben“** bei Ein- und Auslagerung
- **exakte Temperaturschichtung** auch bei vielen gleichzeitigen Vorgängen
- **kein warmes Volumen durch kaltes Volumen führen und umgekehrt**
- quasi **schaltbare thermische Zustände** erzeugen
- mit relativ kleinen Flanschen **einfach in Bestandsanlagen nachrüstbar**

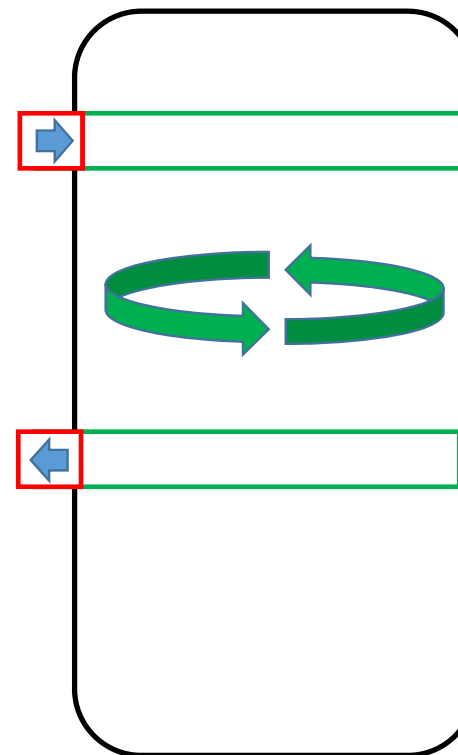
effiziente hydraulische Entkopplung bei Be- und Entladung wirksame Temperaturschichtung bei ein- und ausgehenden Volumenströmen

bisher:



Durchmischung

neu:



Schichtung

Impuls der eingehenden Strömung durch **Schichtmanager** drastisch herabgesenkt und homogene Schichten definierter Temperatur erzeugt

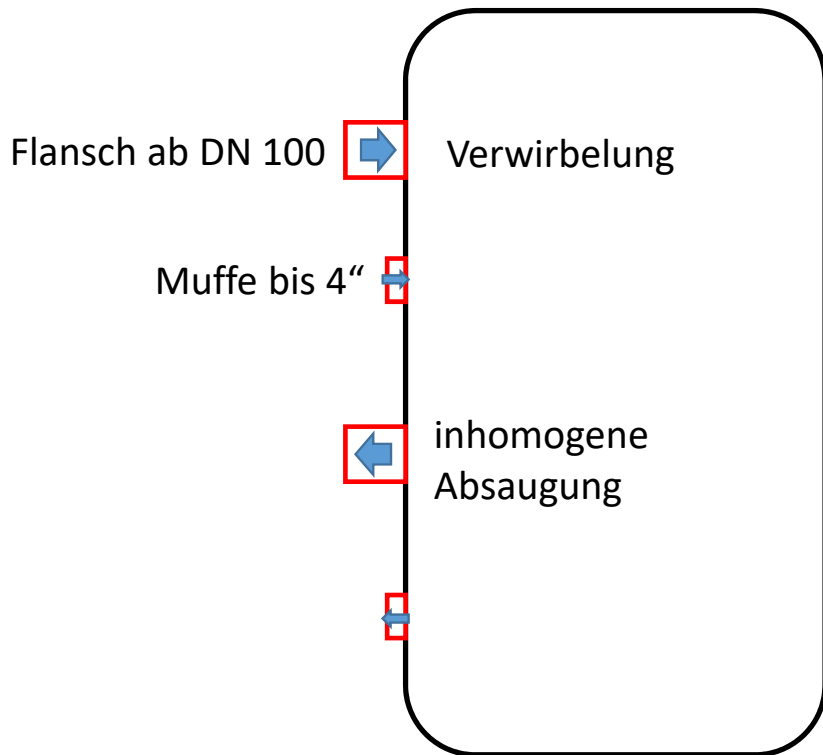
KONZENTRISCH!

Schichtgenaue und homogene Ableitung der ausgehenden Volumenströme durch **Schichtmanager** erhält Schichten

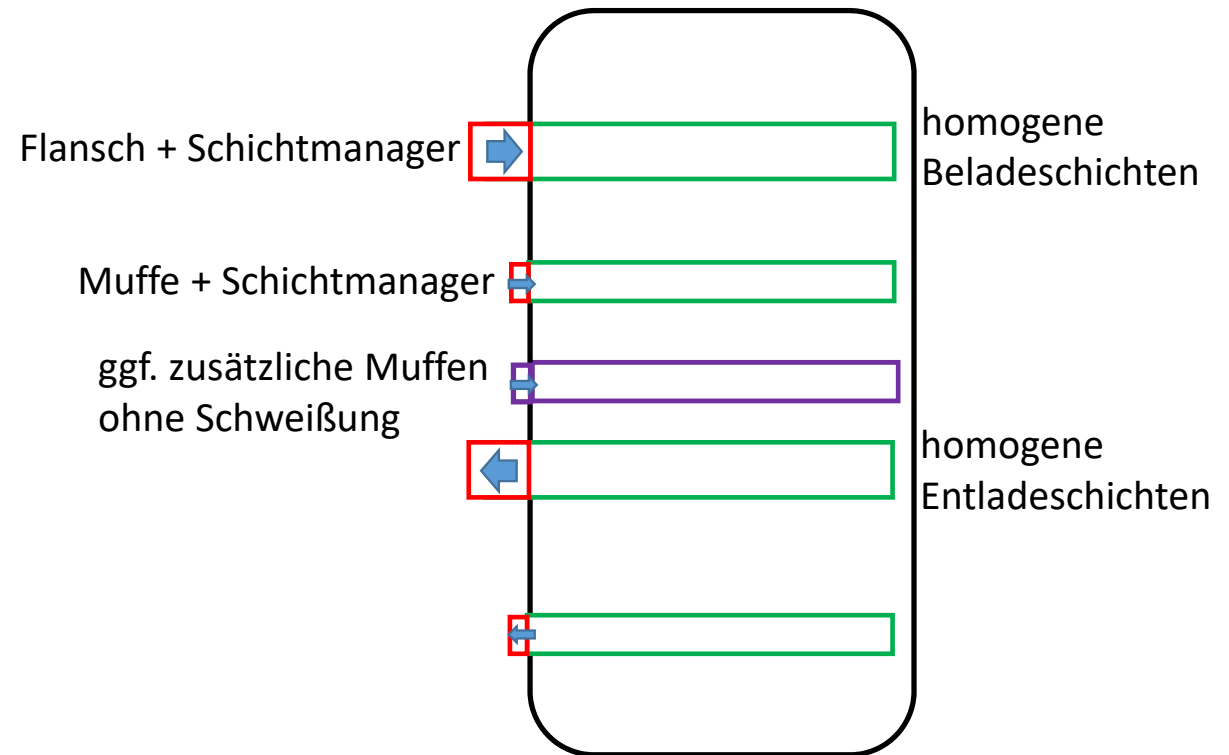
die genannten
Prinzipien
gelten für
Neuanlagen
und lassen sich entsprechend auf
Bestandsanlagen
übertragen

Nachrüstung von Bestandsspeichern

bisher:

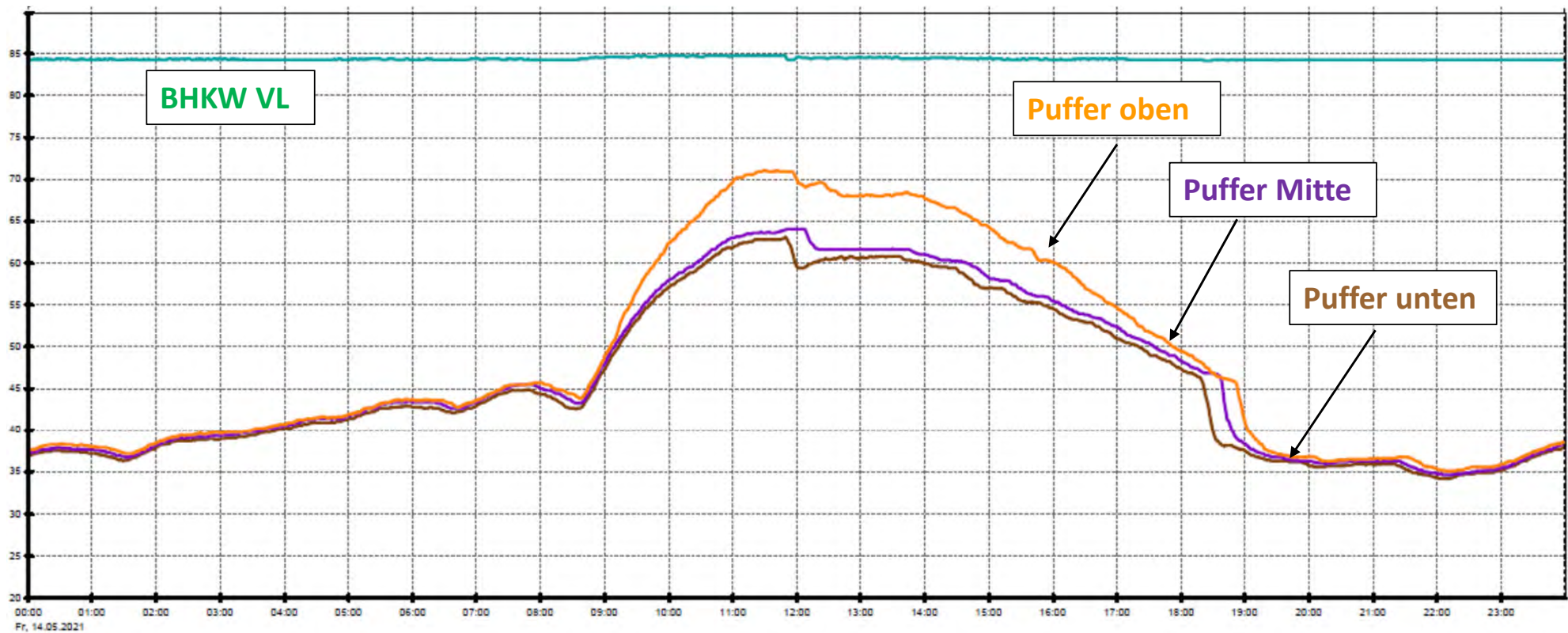


angepasst:

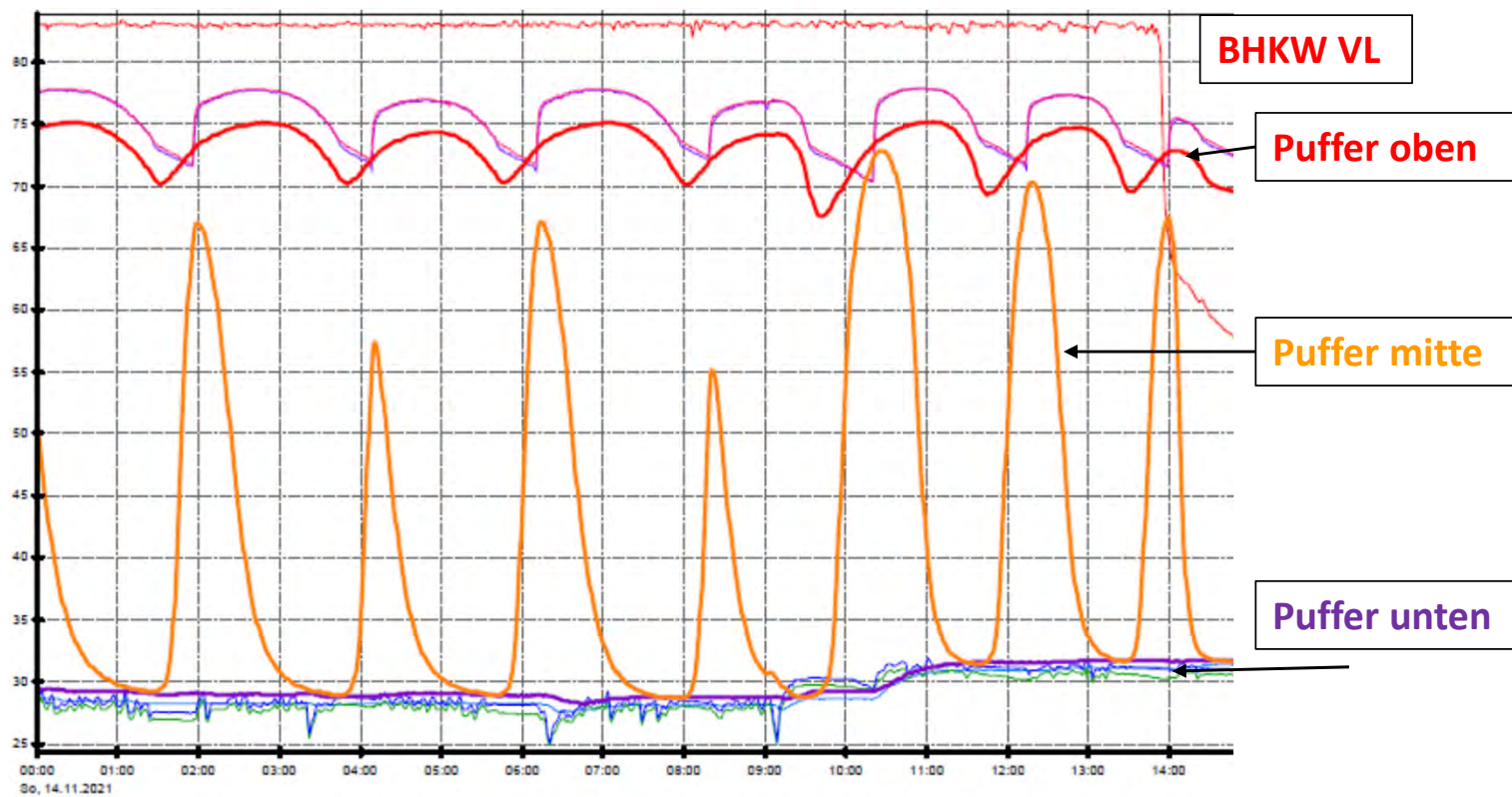




vor Optimierung: durchmischter Puffer

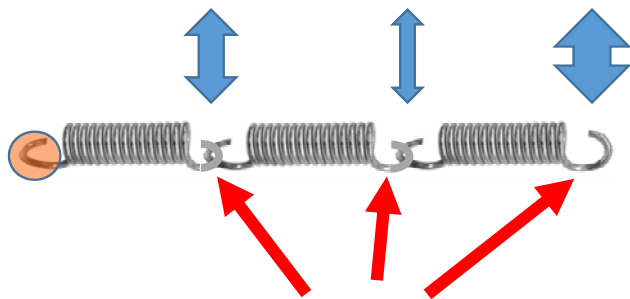


nach Optimierung: geschichteter Puffer



Zusammenfassung

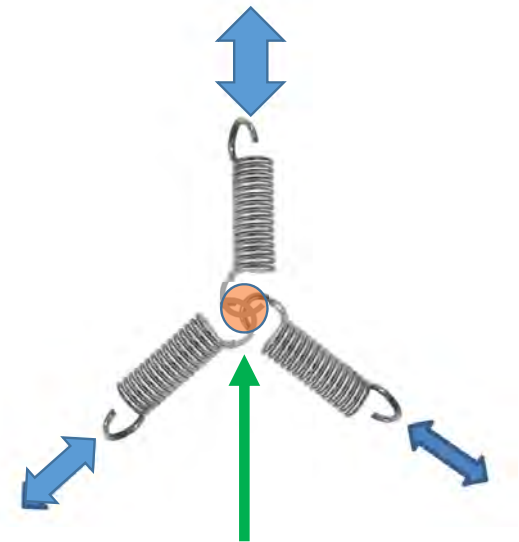
Strecke



Knotenpunkte!

ÜBERLAGERUNG!

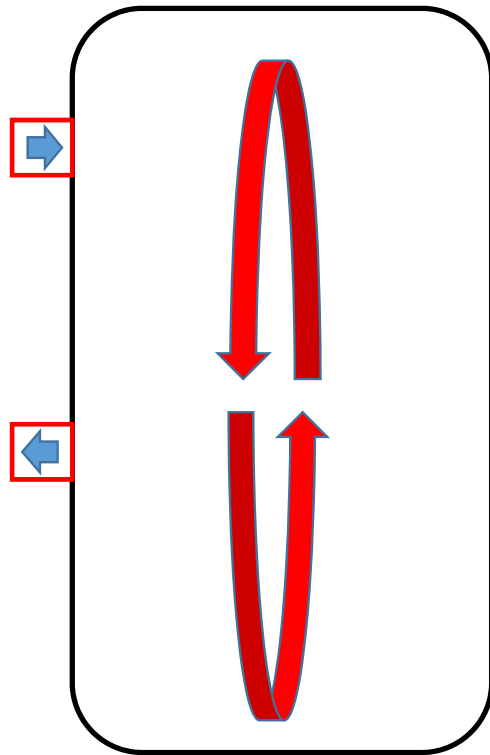
Punkt



Fixpunkt

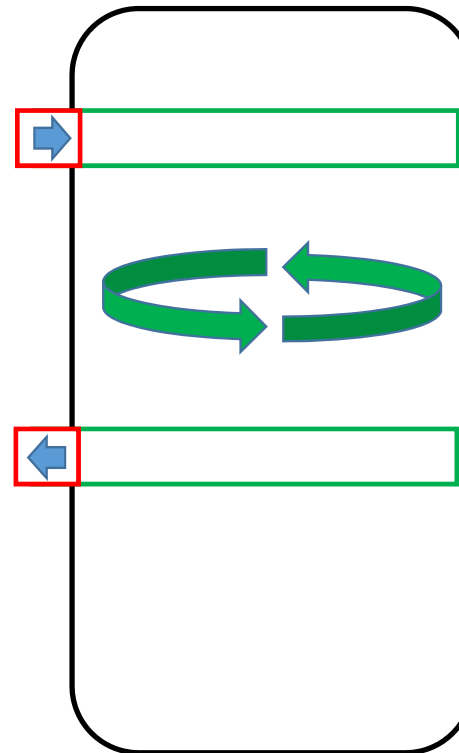
ENTKOPPLUNG!

bisher:



Durchmischung

neu:



Schichtung

KONZENTRISCH!



Technische
Universität
Braunschweig



Vielen Dank!

Karsten Woelk, Abteilung Energiemanagement

26.09.2023 Forum Energie