



Technische
Universität
Braunschweig



Optimierung von Wärmezentralen 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

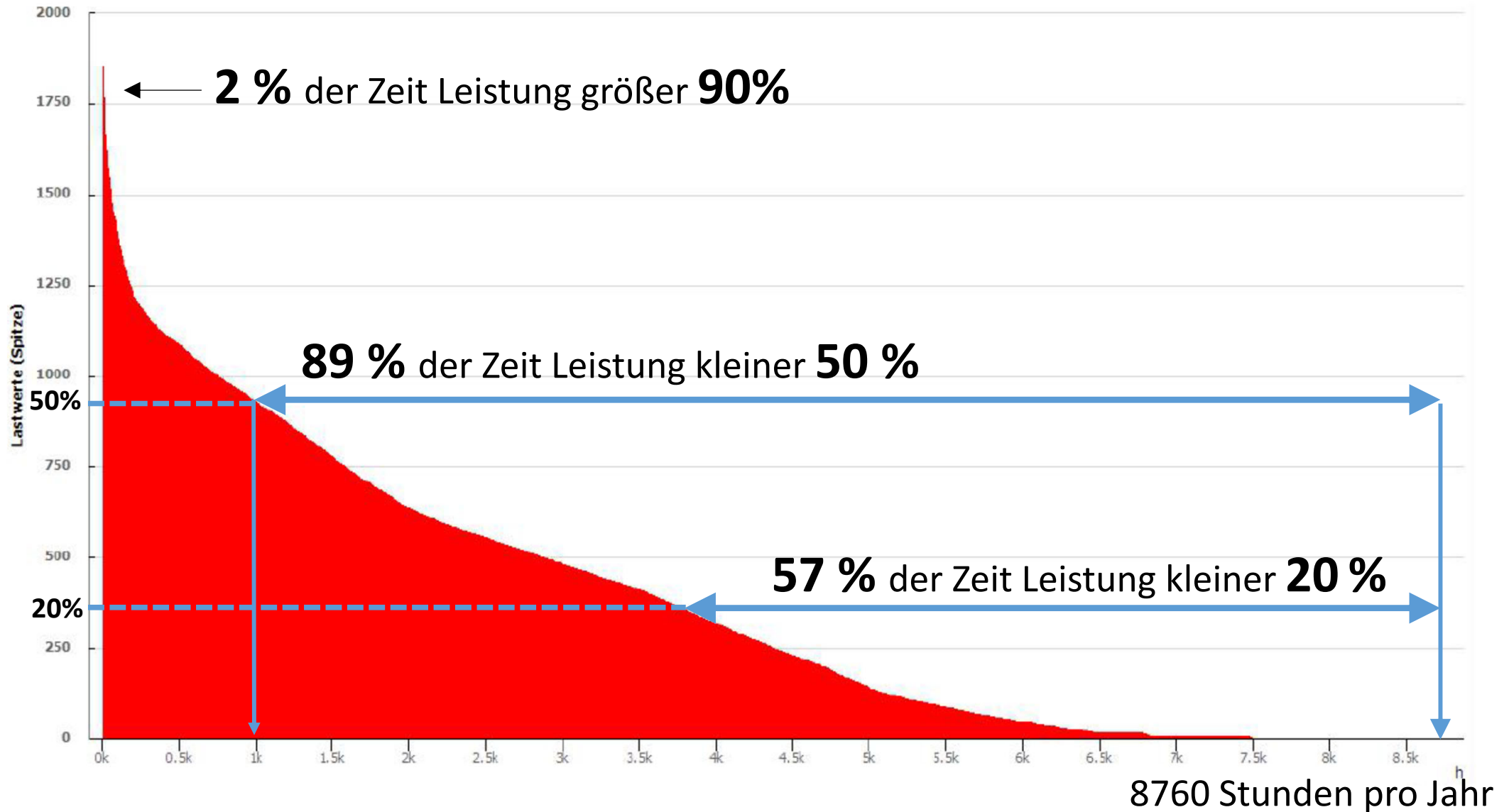
Ziele:

- **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**

=

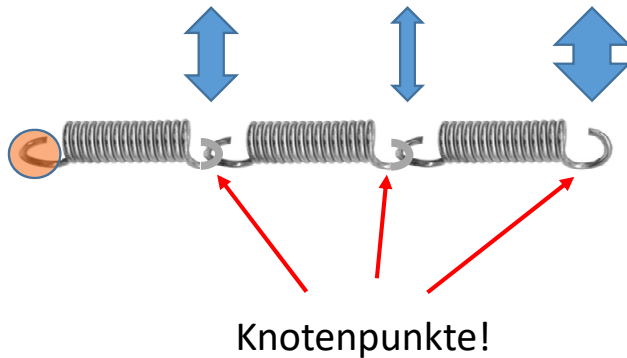
ENTKOPPLUNG

Strecke

= gegenseitige Abhängigkeit durch

Knotenpunkte

Wärmeerzeuger, Stellventile,
Heizkreispumpen, Mischarmaturen,
Schlammabscheider und WMZ



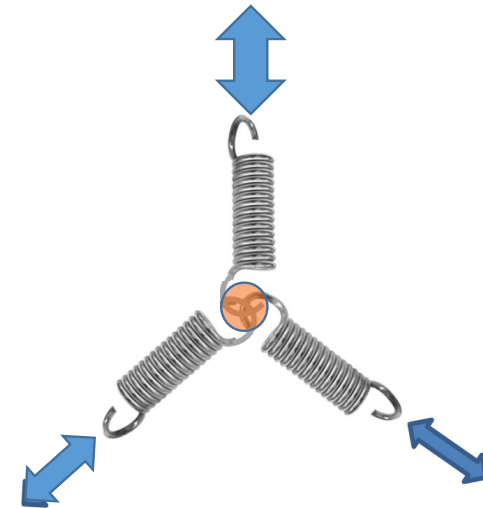
○ = Fixpunkt

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)

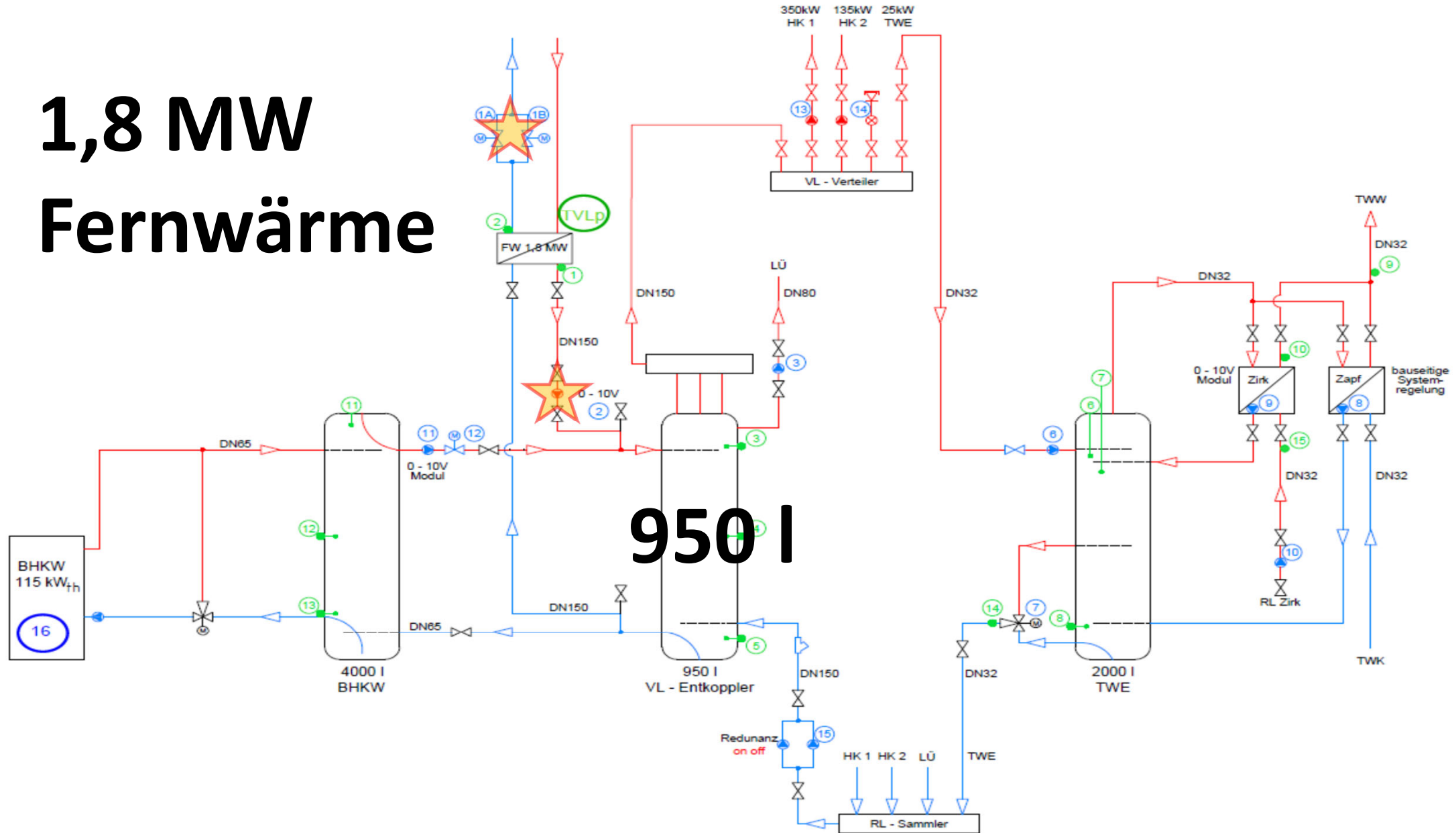
Strecke

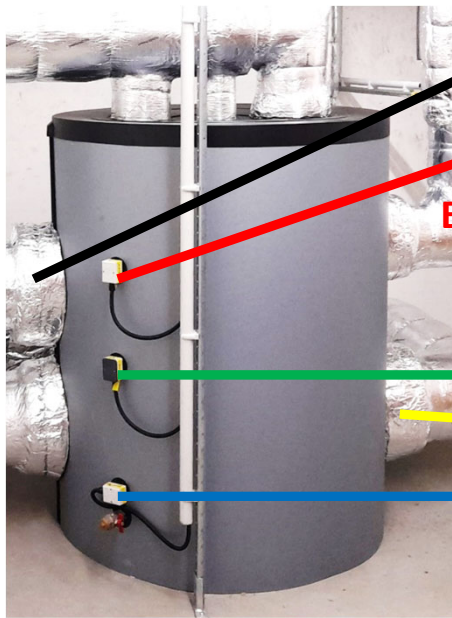


Punkt

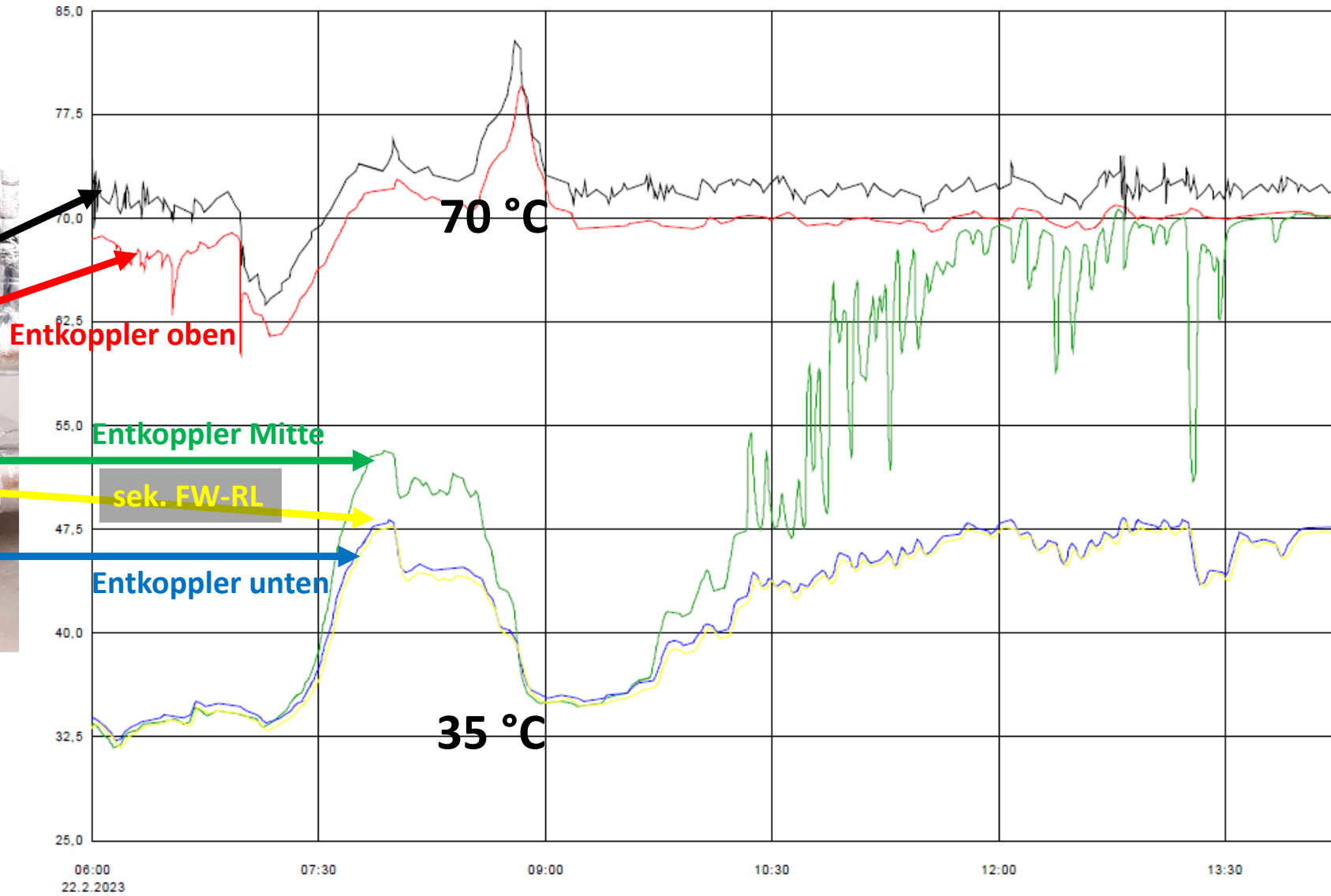


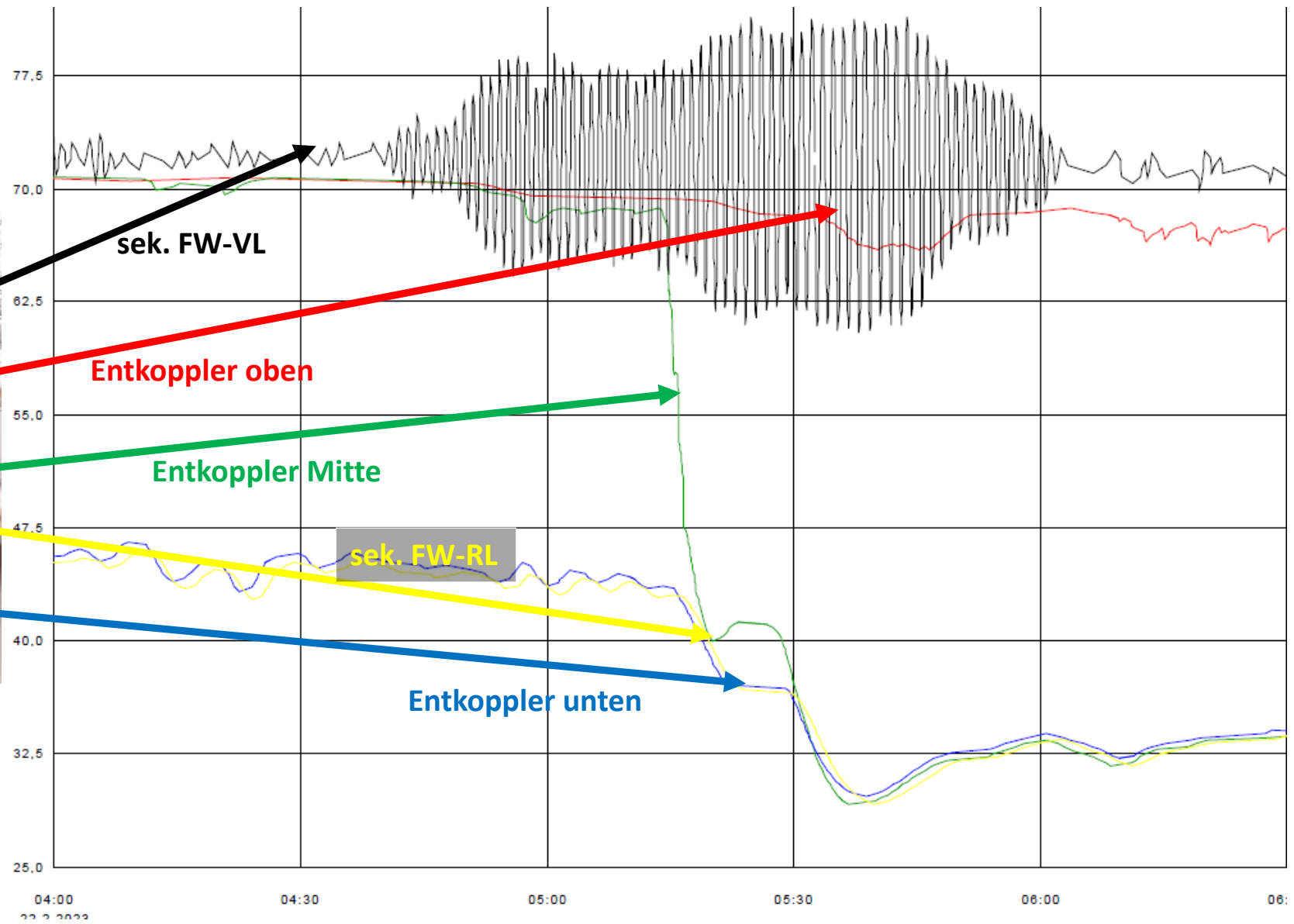
1,8 MW Fernwärme





sek. FW-VL

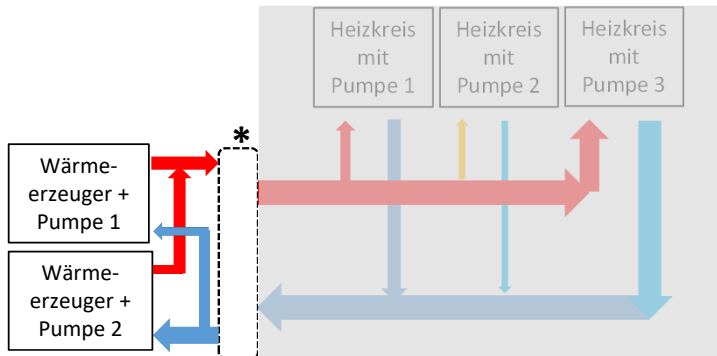




Wärmeerzeuger

Strecke

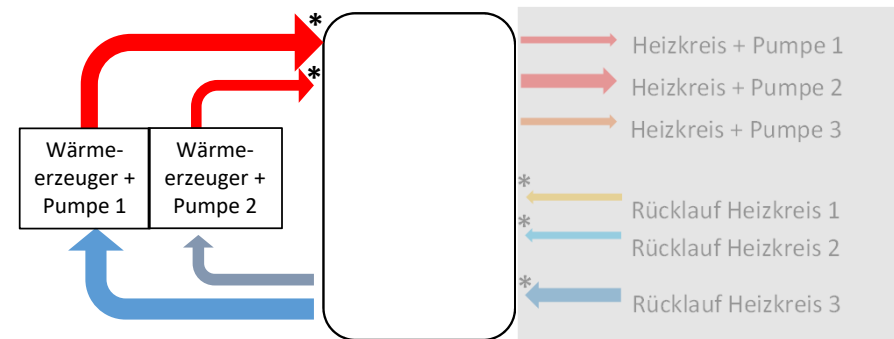
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindernd

Punkt

= gleichberechtigt **ohne Knotenpunkte**



* temperaturgenaue Einschichtung!

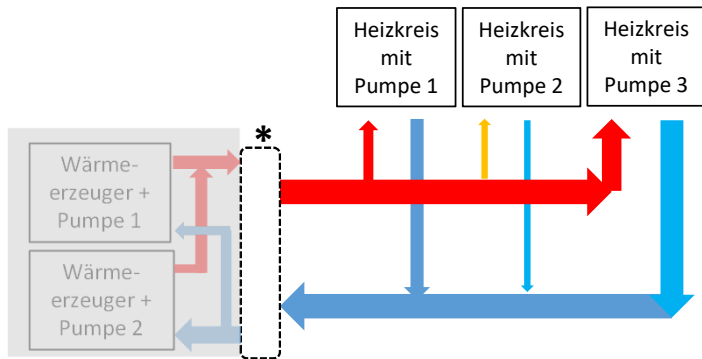
- **Wärmeerzeuger beeinflussen sich gegenseitig**
- **Leistungsspitzen sind 100 % bereitzustellen**
- **Temperaturschwankungen im Rücklauf -> Spannungen**
- **Druckhaltung für Aggregate abhängig von deren Lage**
- **geringe Möglichkeit zum Temperaturmanagement**
- **keine Offenheit** für Anpassung und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

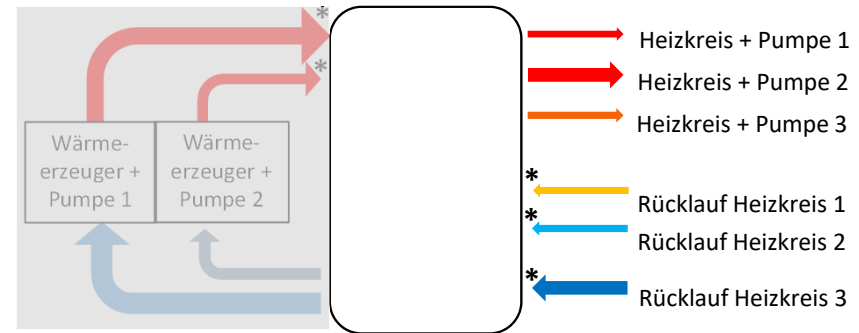
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



* 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 Pumpenergie**
(ca. 50 % bei Wärme, ca. 70 % bei Kälte)
- **niedrige Rücklauftemperaturen -> Effizienz**

hydraulisch abgegliche **Zentrale**

+

hydraulisch abgeglichenes **Netz**

=

wirtschaftlicher und störungsarmer **Betrieb**

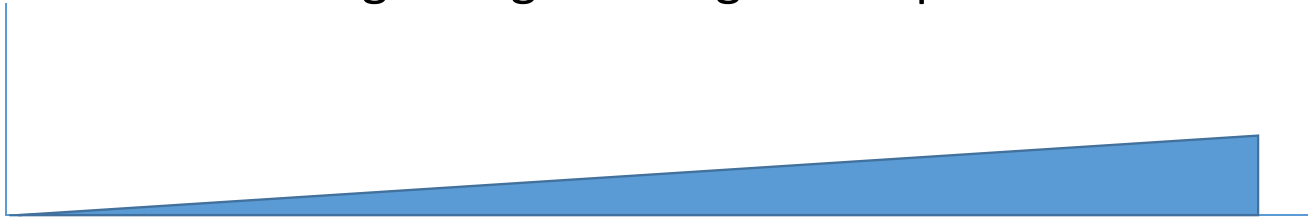
=

Kostensenkung bei Invest und Betrieb

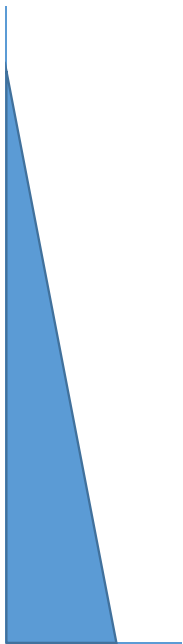
3. Prinzip:

Leistung und Kapazität **entkoppeln**

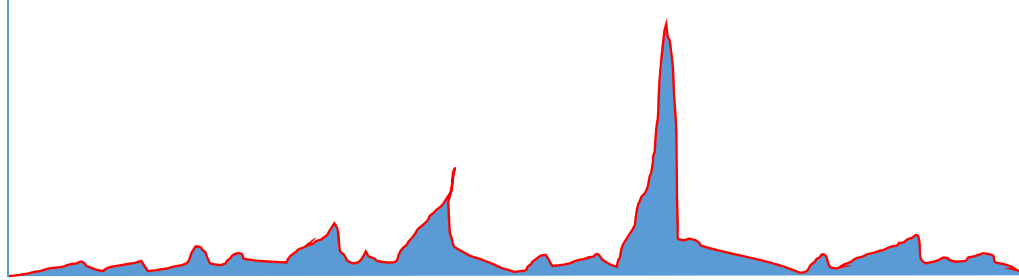
1. kleine Leistung + lange Zeit = große Kapazität -> Pufferung



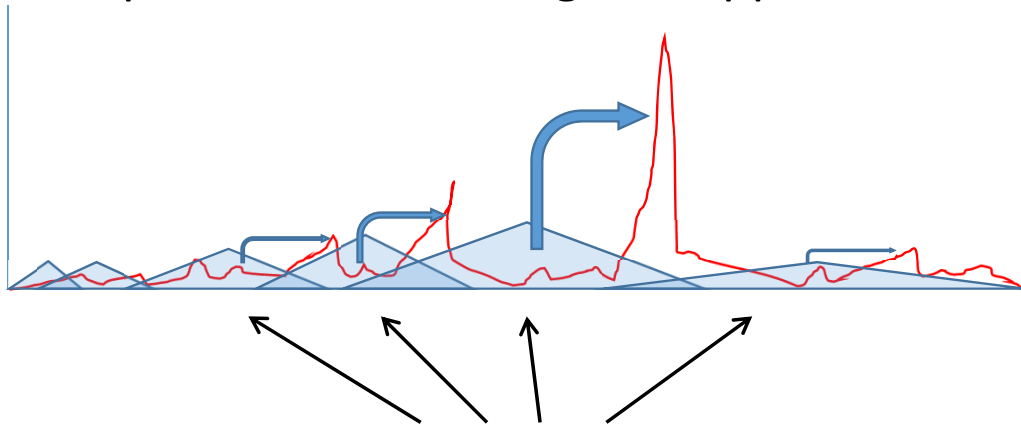
2. große Kapazität in kurzer Zeit = große Leistung -> geforderte Spitzenlast



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

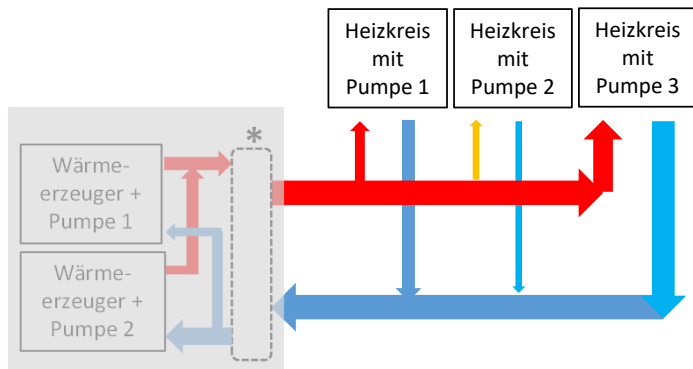
+

projektiert tiefe RL-Systemtemperaturen

zur

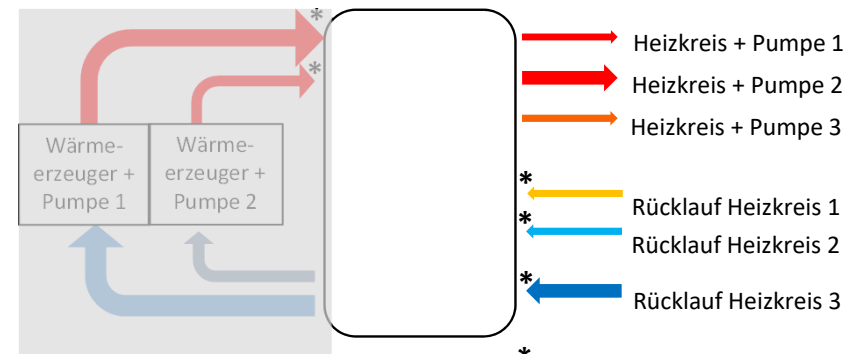
Effizienzsteigerung

Strecke



* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindernd

Punkt

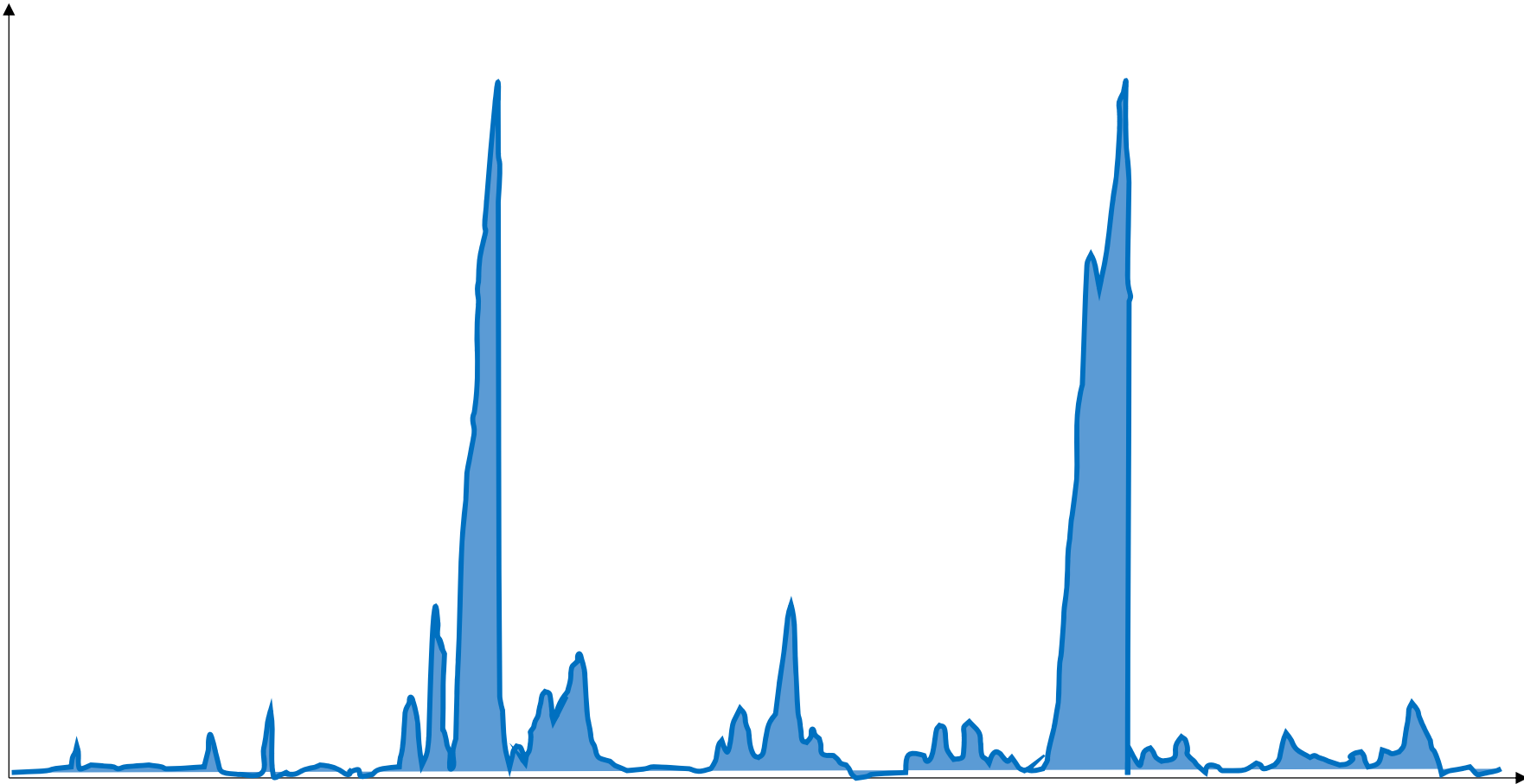


* temperaturgenaue Einschichtung!

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

- **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



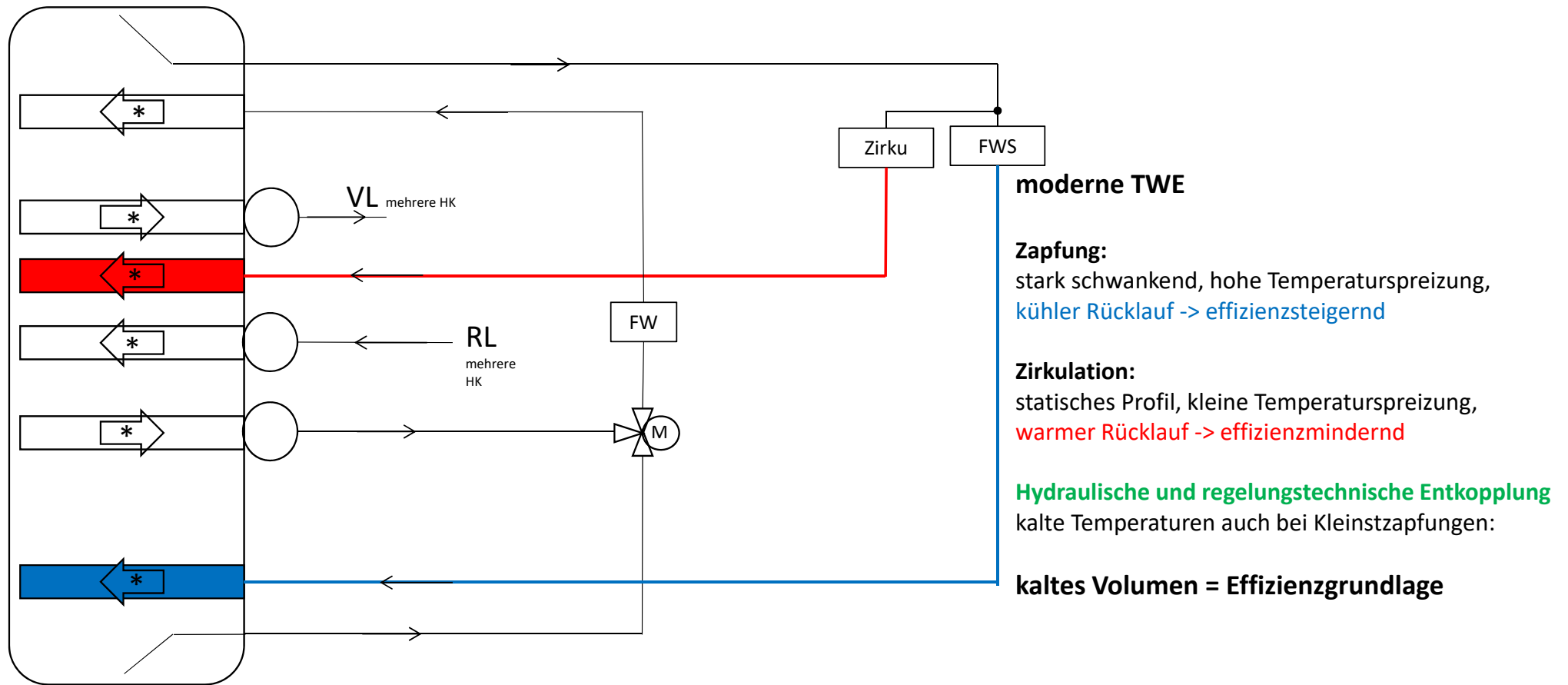
Zapfung = Effizienzgrundlage durch kalten Rücklauf

Fokus: Trinkwassererwärmung



Zirkulation = notwendiges Übel durch warmen Rücklauf

Fokus: Trinkwassererwärmung



moderne TWE

Zapfung:

stark schwankend, hohe Temperaturspreizung,
kühler Rücklauf -> effizienzsteigernd

Zirkulation:

statisches Profil, kleine Temperaturspreizung,
warmer Rücklauf -> effizienzmindernd

Hydraulische und regelungstechnische Entkopplung

kalte Temperaturen auch bei Kleinstzapfungen:

kaltes Volumen = Effizienzgrundlage

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

5. Prinzip

temperaturschichtgenaue,

vermischungsfreie

Ein- und Auslagerung

von Volumenströmen

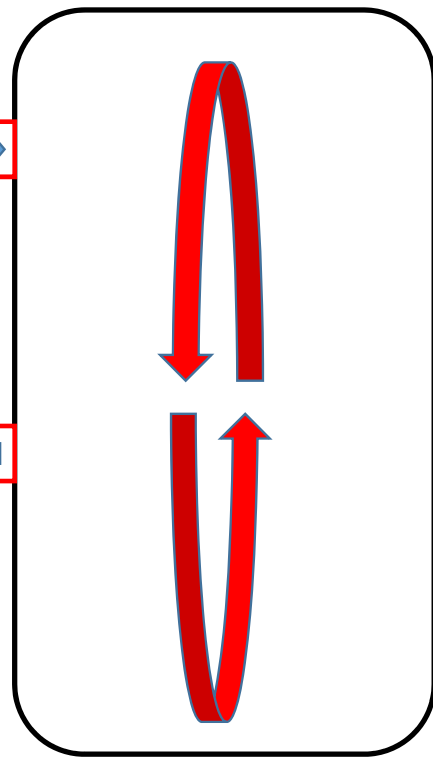
in und **aus** Speicher

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**

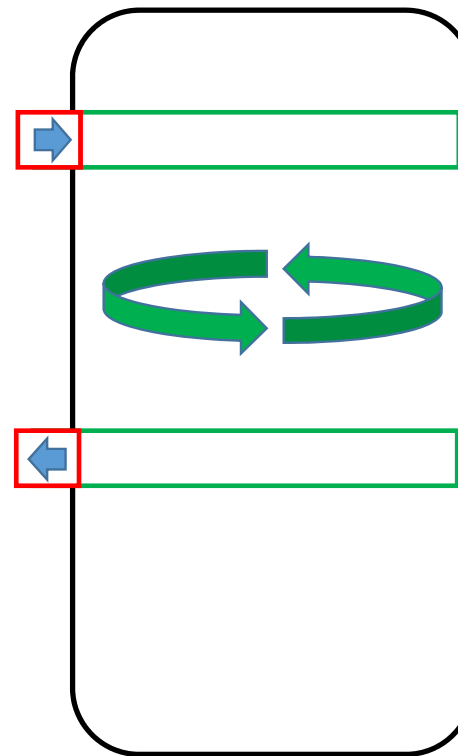
effiziente hydraulische Entkopplung bei Be- und Entladung wirksame Temperaturschichtung bei ein- und ausgehenden Volumenströmen

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

Impuls der eingehenden Strömung führt zu Verwirbelung

punktueller Absaugung der ausgehenden Volumenströme führt zur Schichtauflösung

die genannten

Prinzipien

gelten für

Neuanlagen

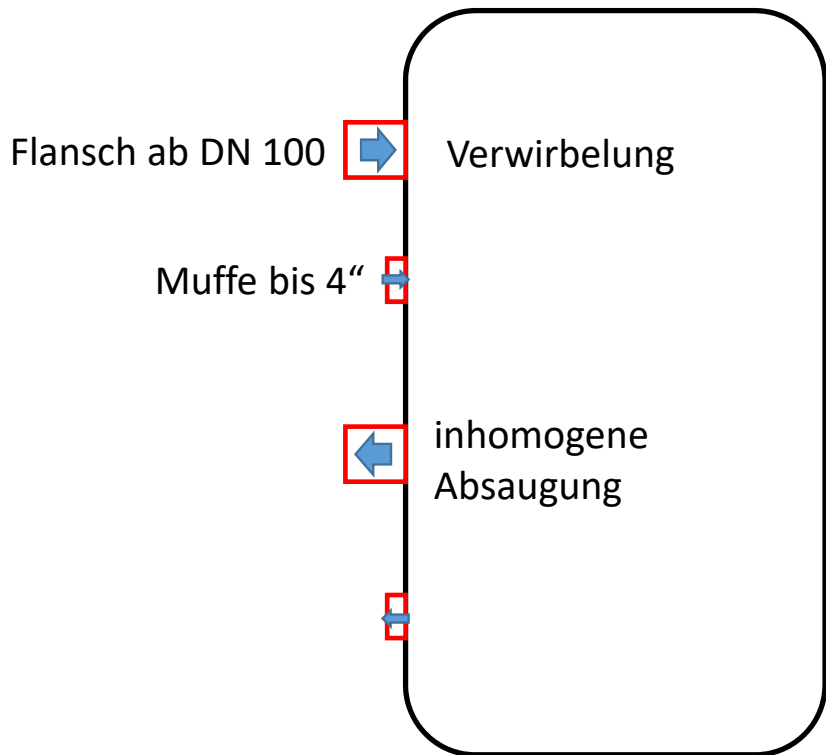
und lassen sich entsprechend auf

Bestandsanlagen

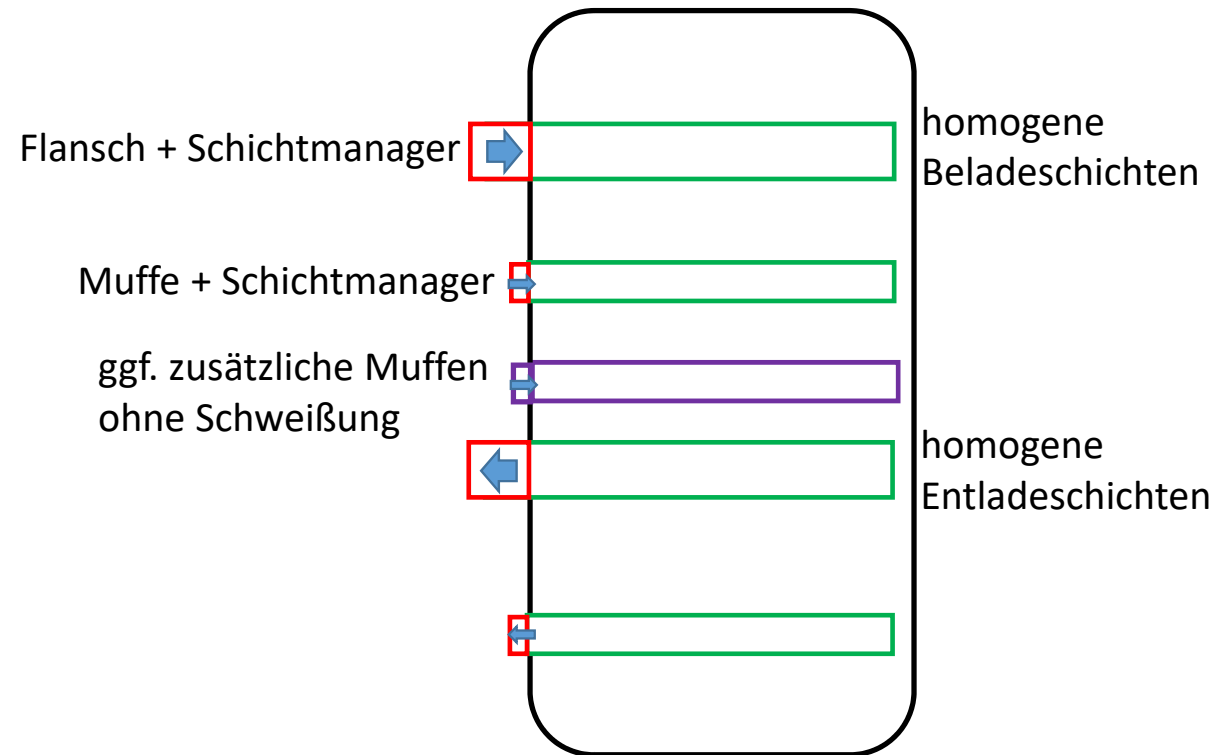
übertragen

Nachrüstung von Bestandsspeichern

bisher:

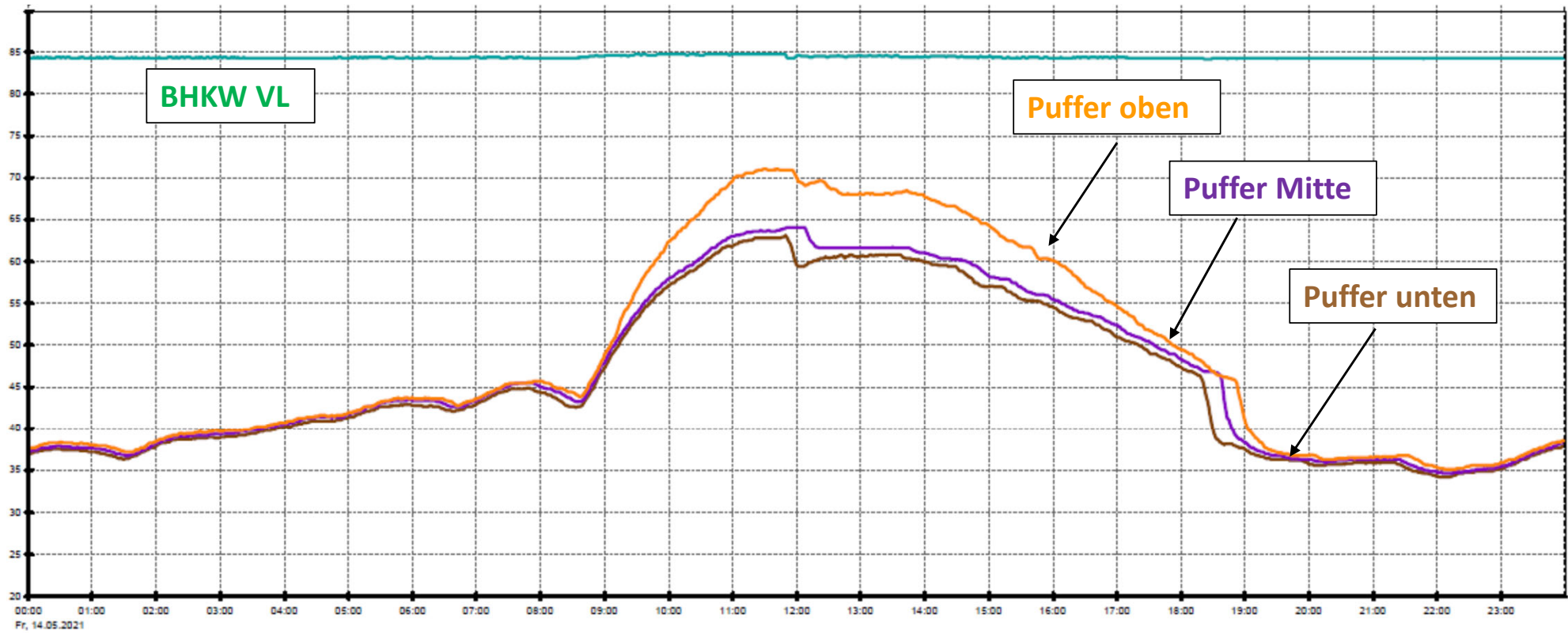


angepasst:

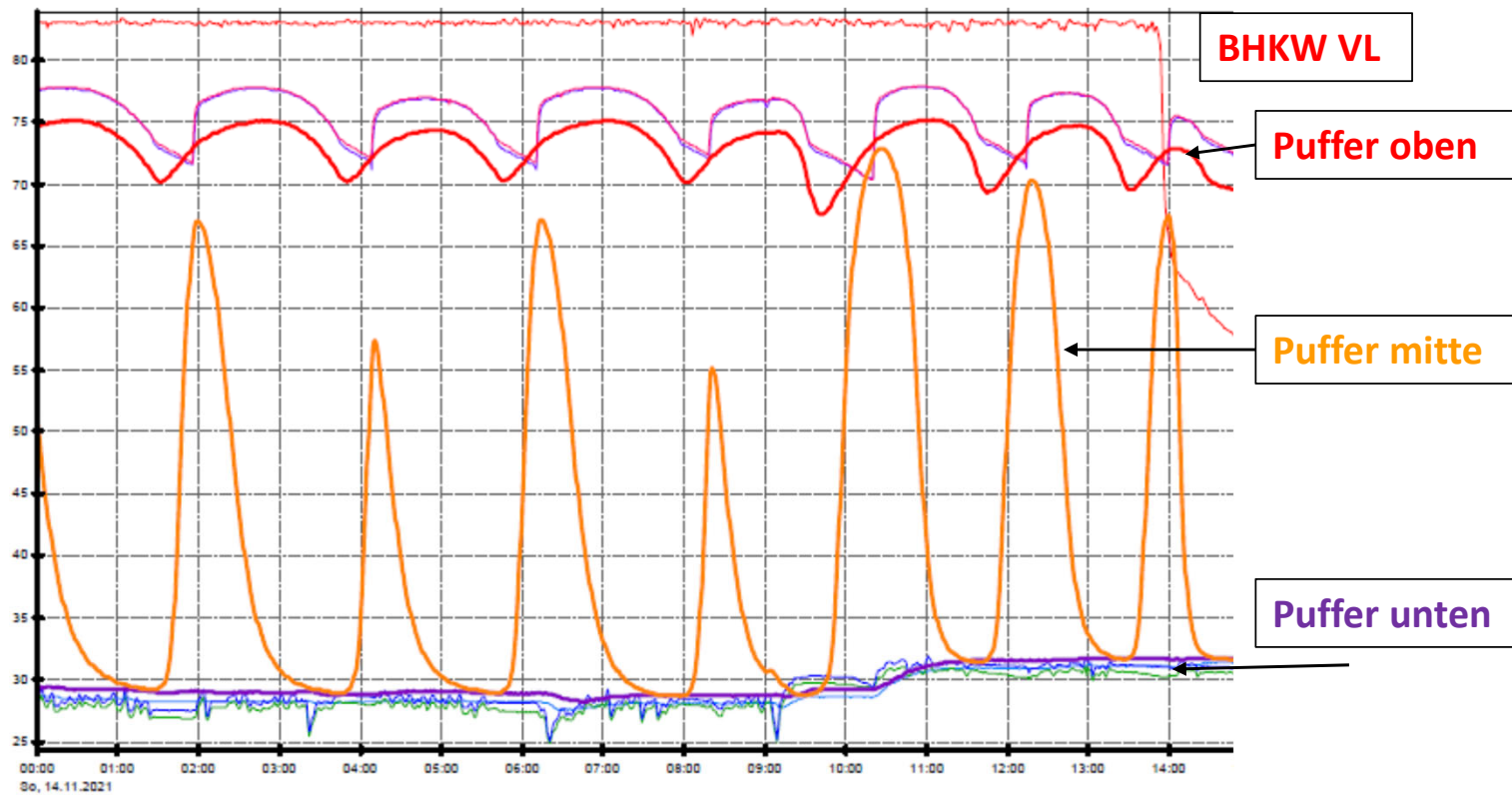




vor Optimierung: durchmischer Puffer

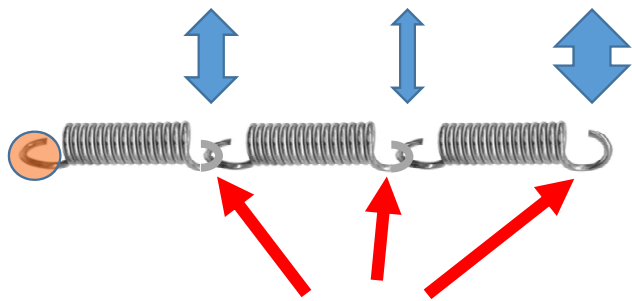


nach Optimierung: geschichteter Puffer



Zusammenfassung

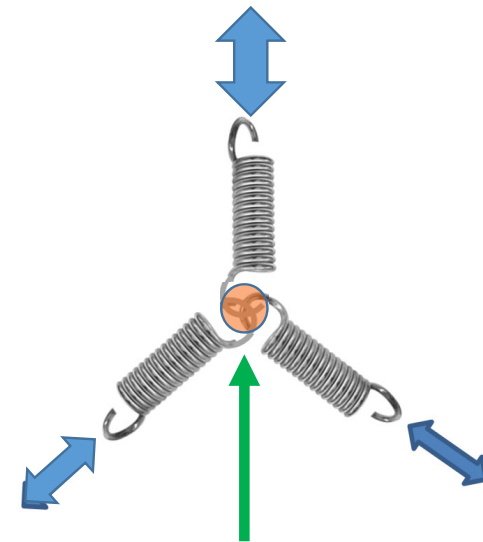
Strecke



Knotenpunkte!

ÜBERLAGERUNG!

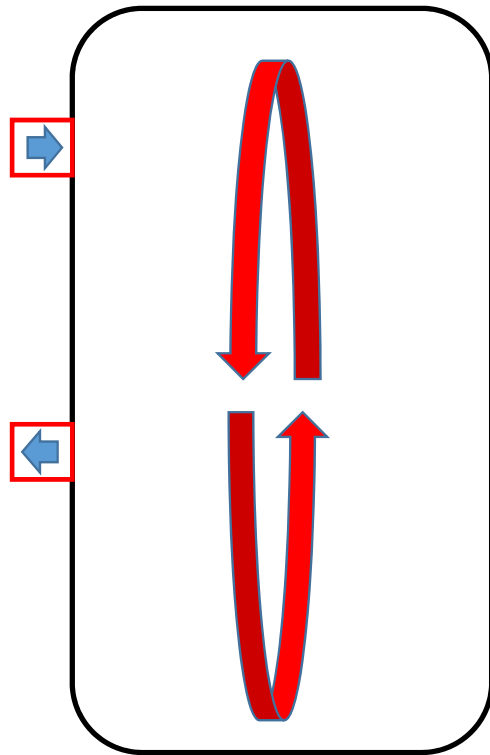
Punkt



Fixpunkt

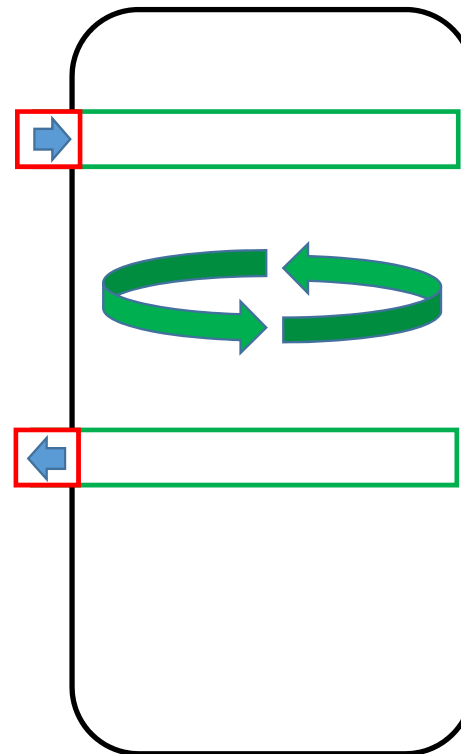
ENTKOPPLUNG!

bisher:



Durchmischung

neu:



Schichtung

KONZENTRISCH!



Technische
Universität
Braunschweig



Vielen Dank!

Karsten Woelk, Abteilung Energiemanagement

26.09.2023 Forum Energie