



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

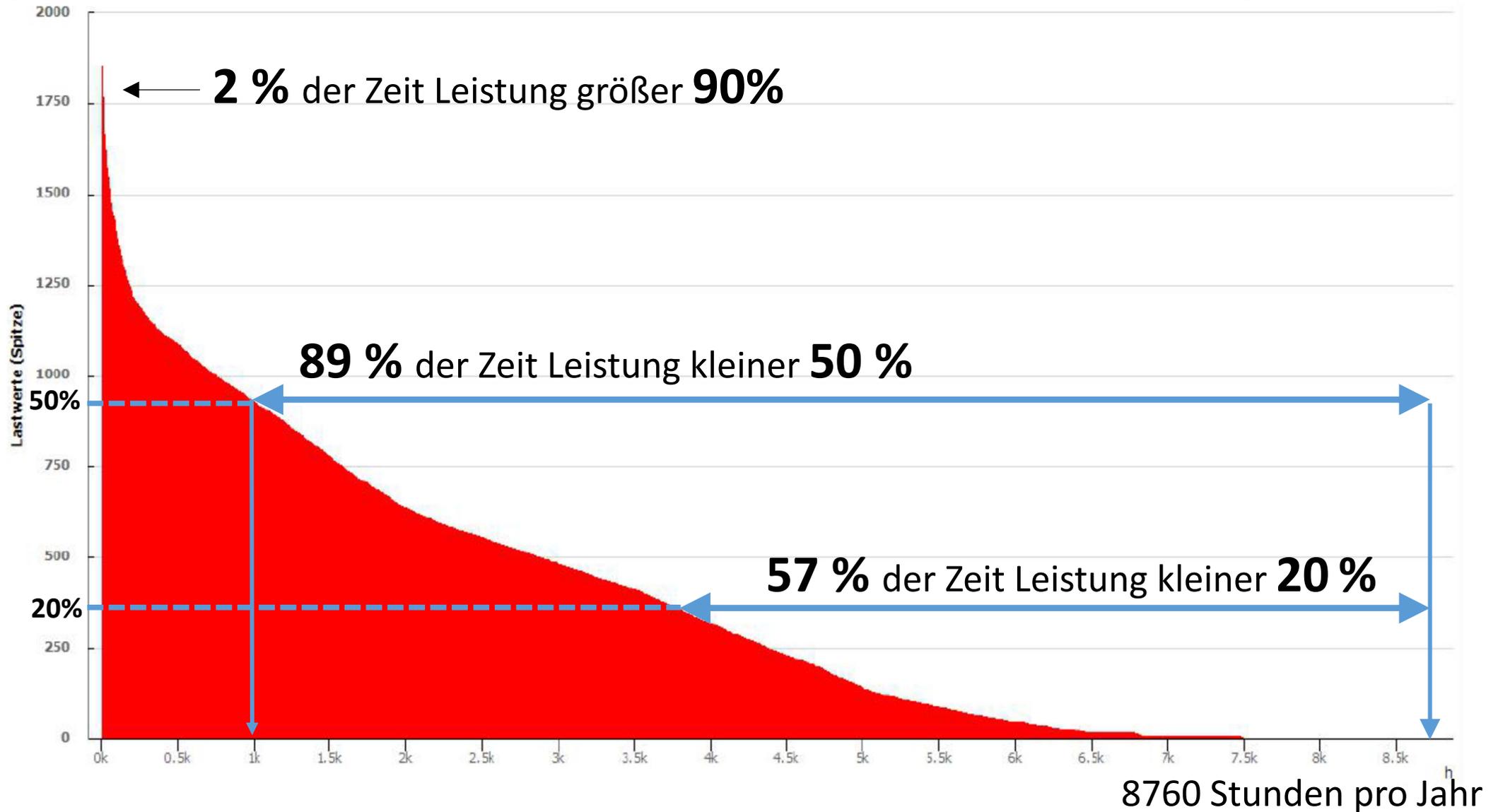
# Ziele:

- **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**

=

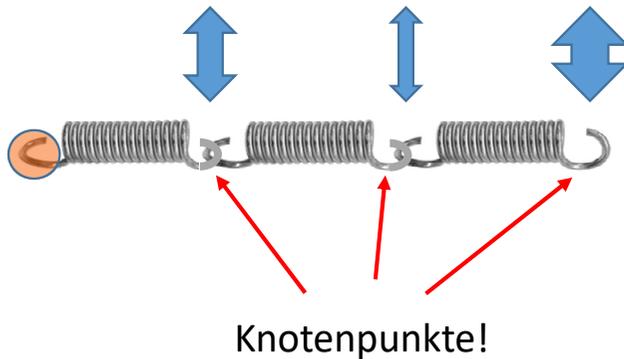
**ENTKOPPLUNG**

## Strecke

= gegenseitige Abhängigkeit durch

### Knotenpunkte

Wärmeerzeuger, Stellventile,  
Heizkreispumpen, Mischarmaturen,  
Schlammabscheider und WMZ



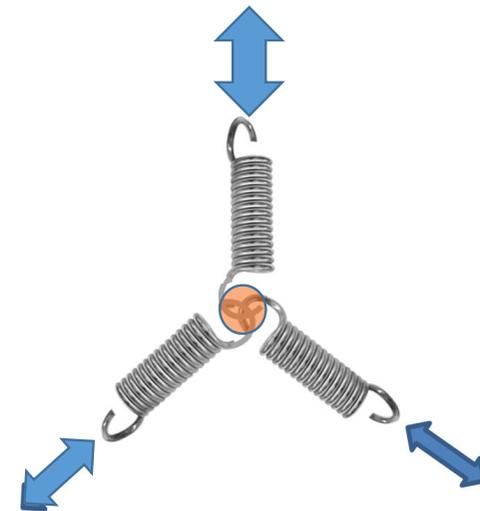
○ = Fixpunkt

## 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)

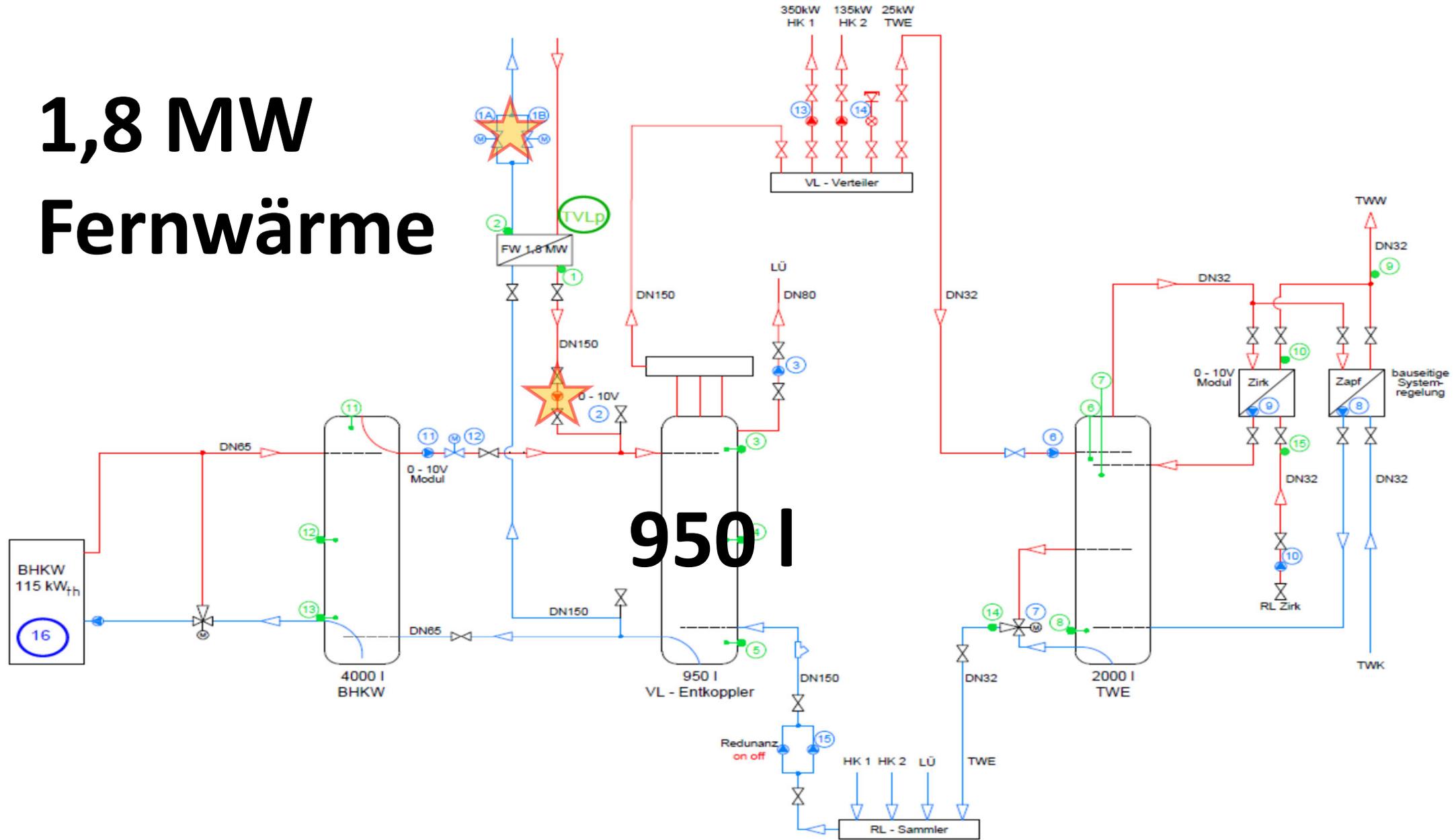
# Strecke



# Punkt

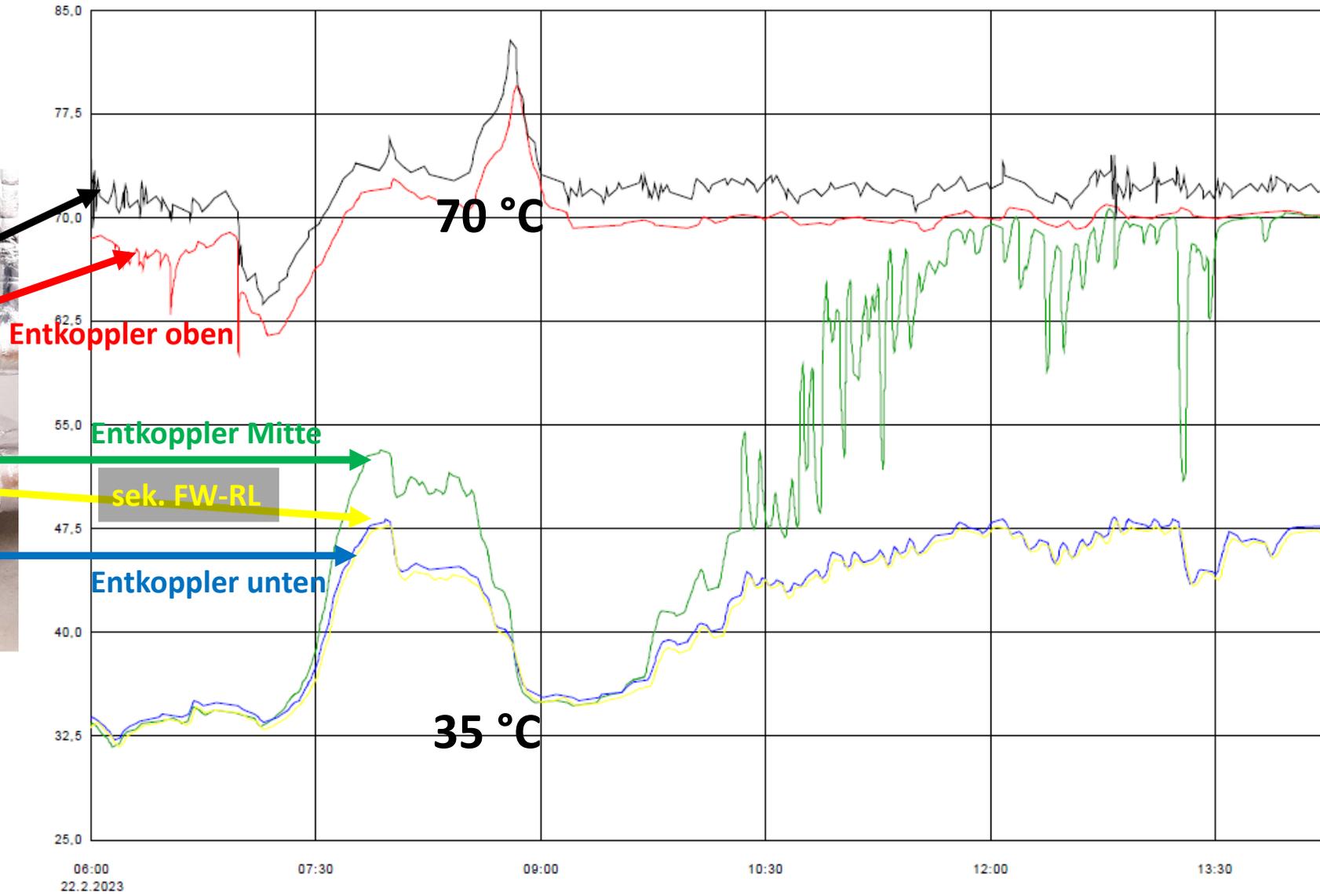


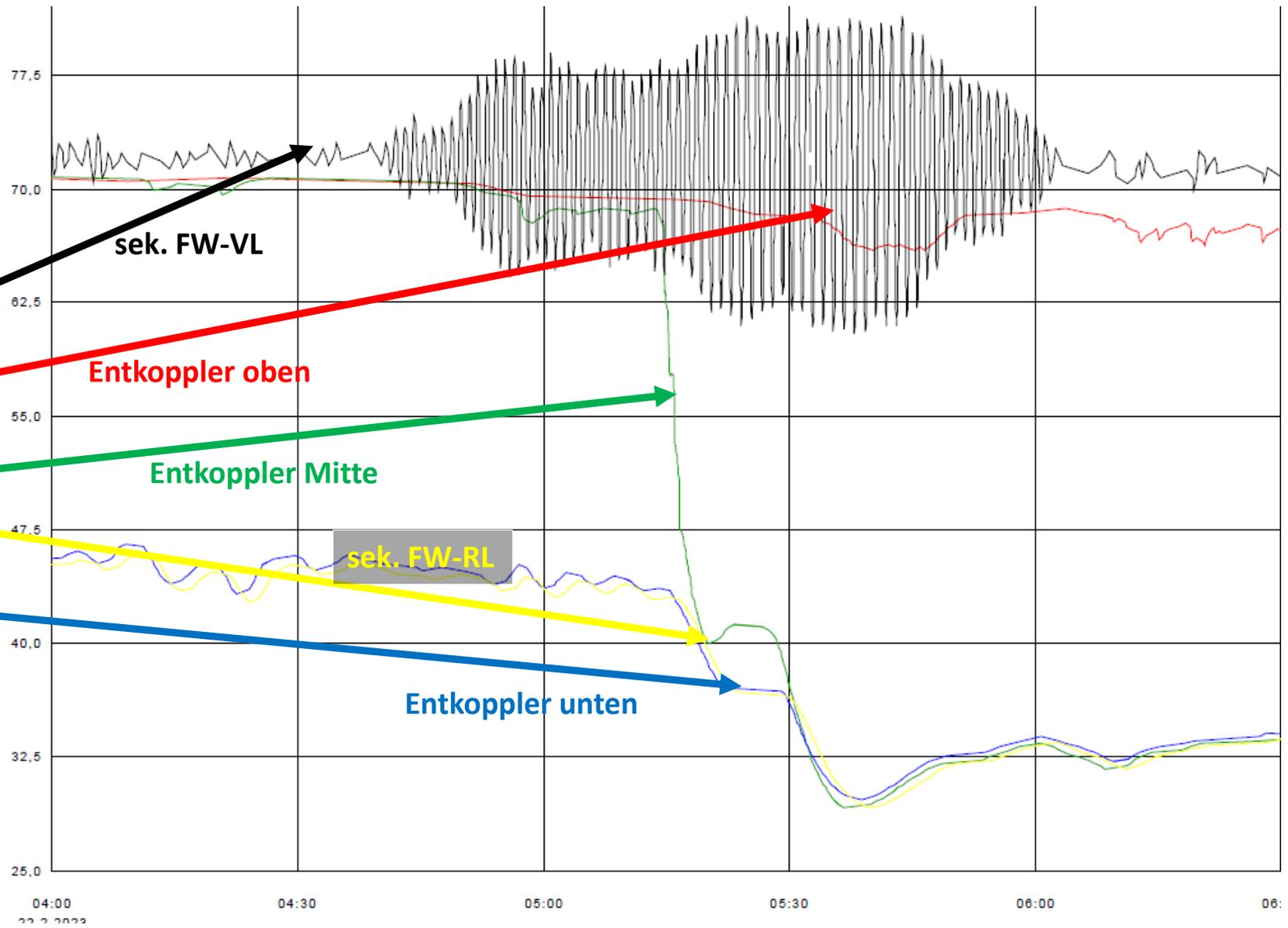
# 1,8 MW Fernwärme





sek. FW-VL

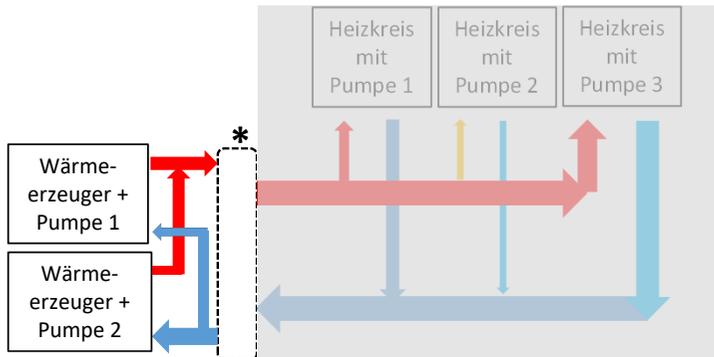




# Wärmeerzeuger

## Strecke

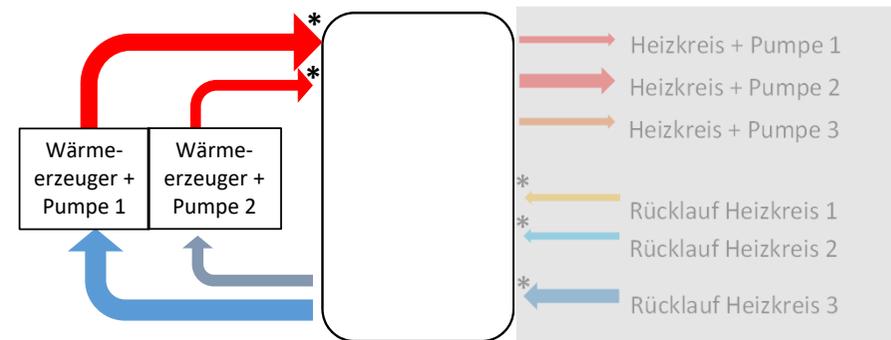
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



\* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindernd

## Punkt

= gleichberechtigt **ohne Knotenpunkte**



\* temperaturgenaue Einschichtung!

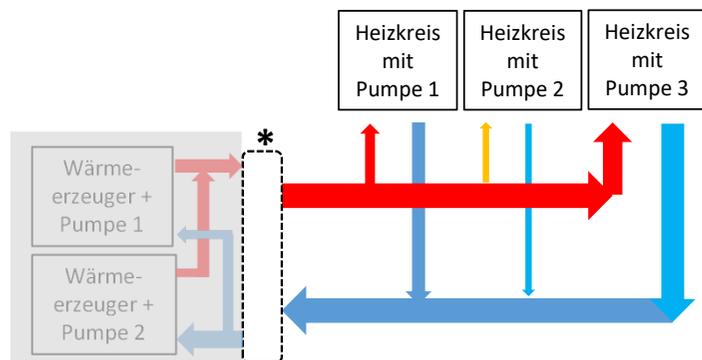
- **Wärmeerzeuger beeinflussen sich gegenseitig**
- **Leistungsspitzen sind 100 % bereitzustellen**
- **Temperaturschwankungen im Rücklauf -> Spannungen**
- **Druckhaltung für Aggregate abhängig von deren Lage**
- **geringe Möglichkeit zum Temperaturmanagement**
- **keine Offenheit** für Anpassung und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

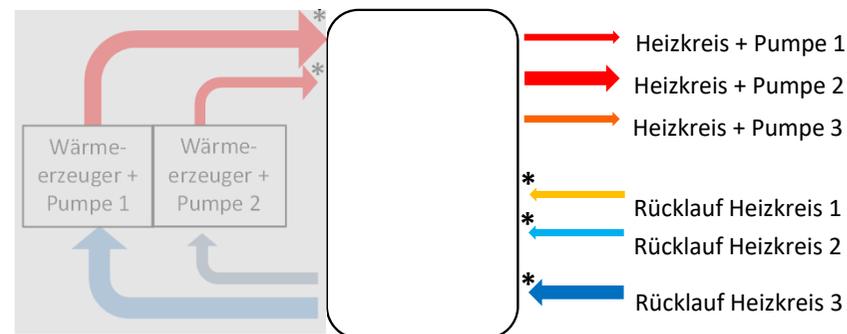
= gegenseitige Abhängigkeit **durch Knotenpunkte**



\* 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

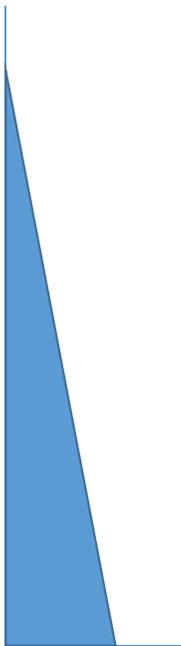
## 3. Prinzip:

Leistung und Kapazität **entkoppeln**

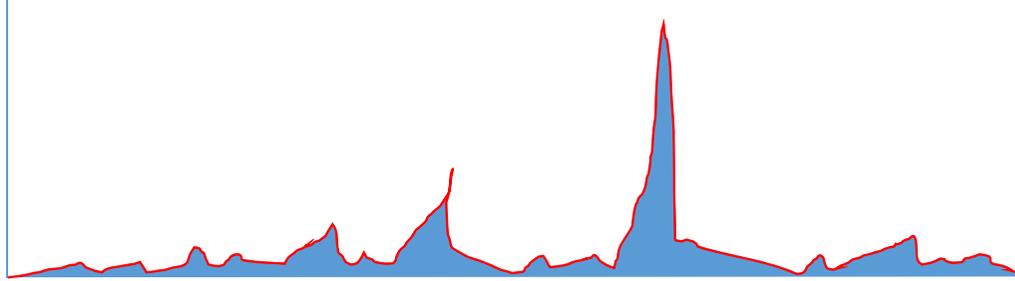
1. kleine Leistung + lange Zeit = große Kapazität -> Pufferung



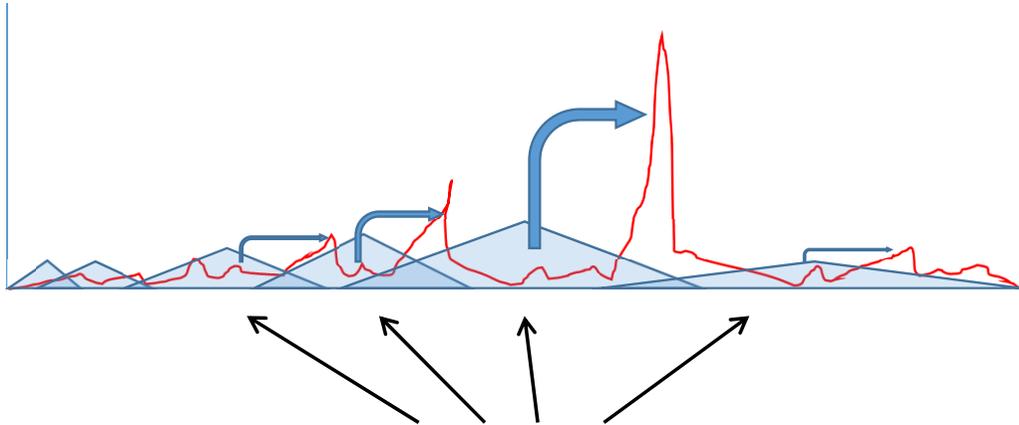
2. große Kapazität in kurzer Zeit = große Leistung -> geforderte Spitzenlast



### 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

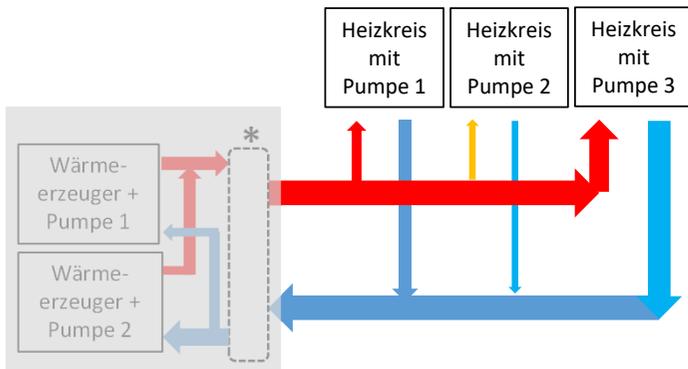
+

projektiert tiefe RL-Systemtemperaturen

zur

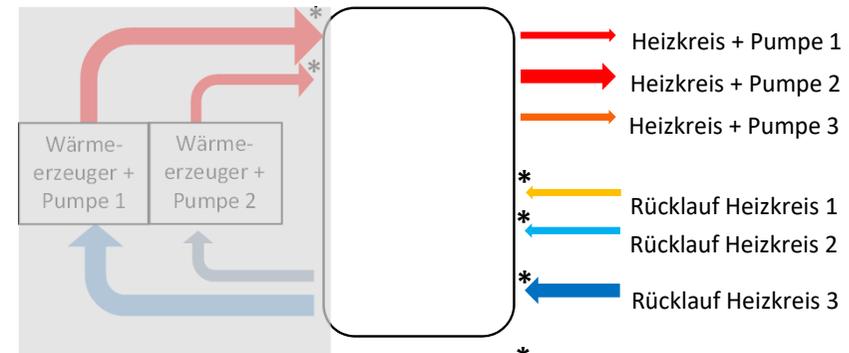
**Effizienzsteigerung**

## Strecke



\* hydraulische Weiche verschleppt Temperaturen effizienzmindern

## Punkt

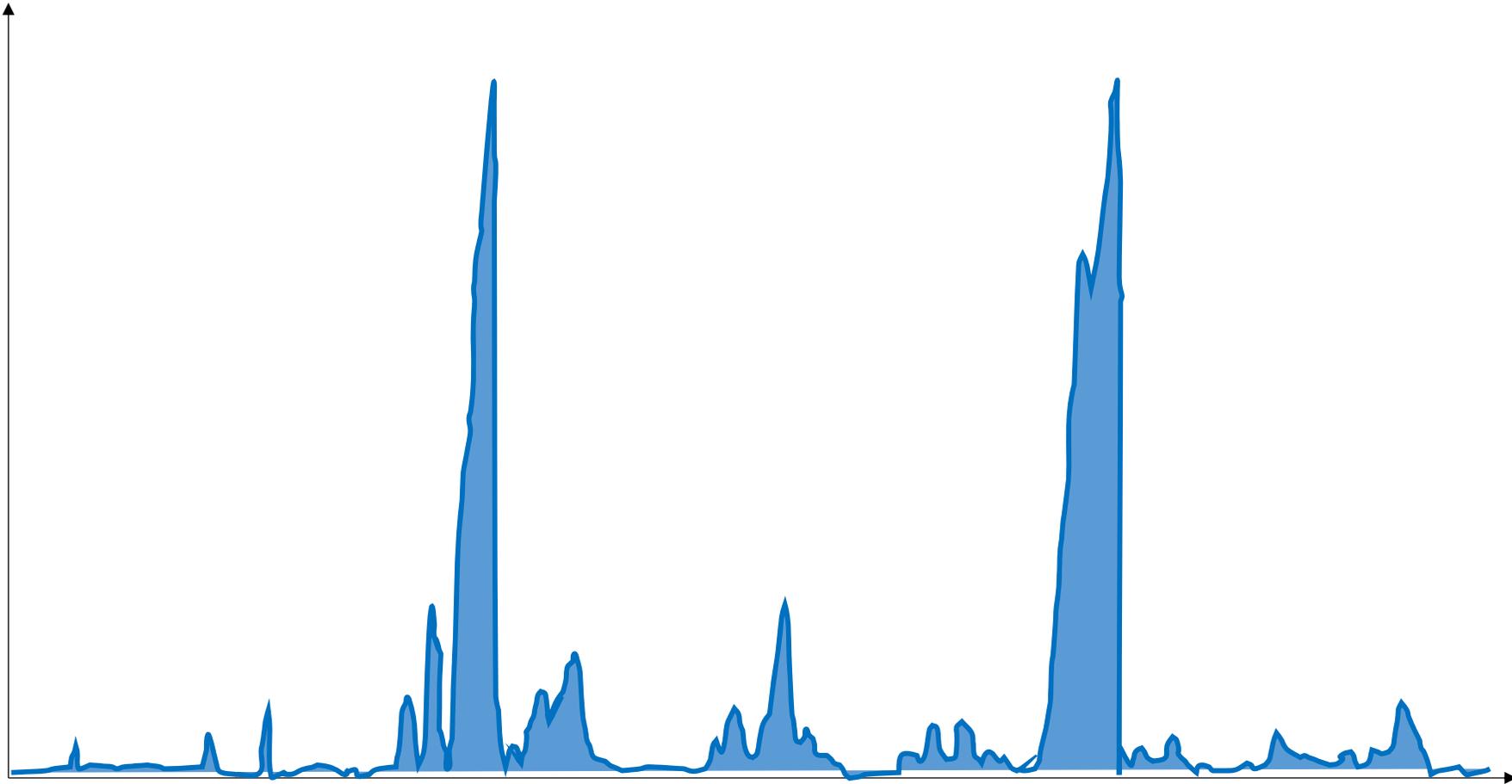


\* temperaturgenaue Einschichtung!

- **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



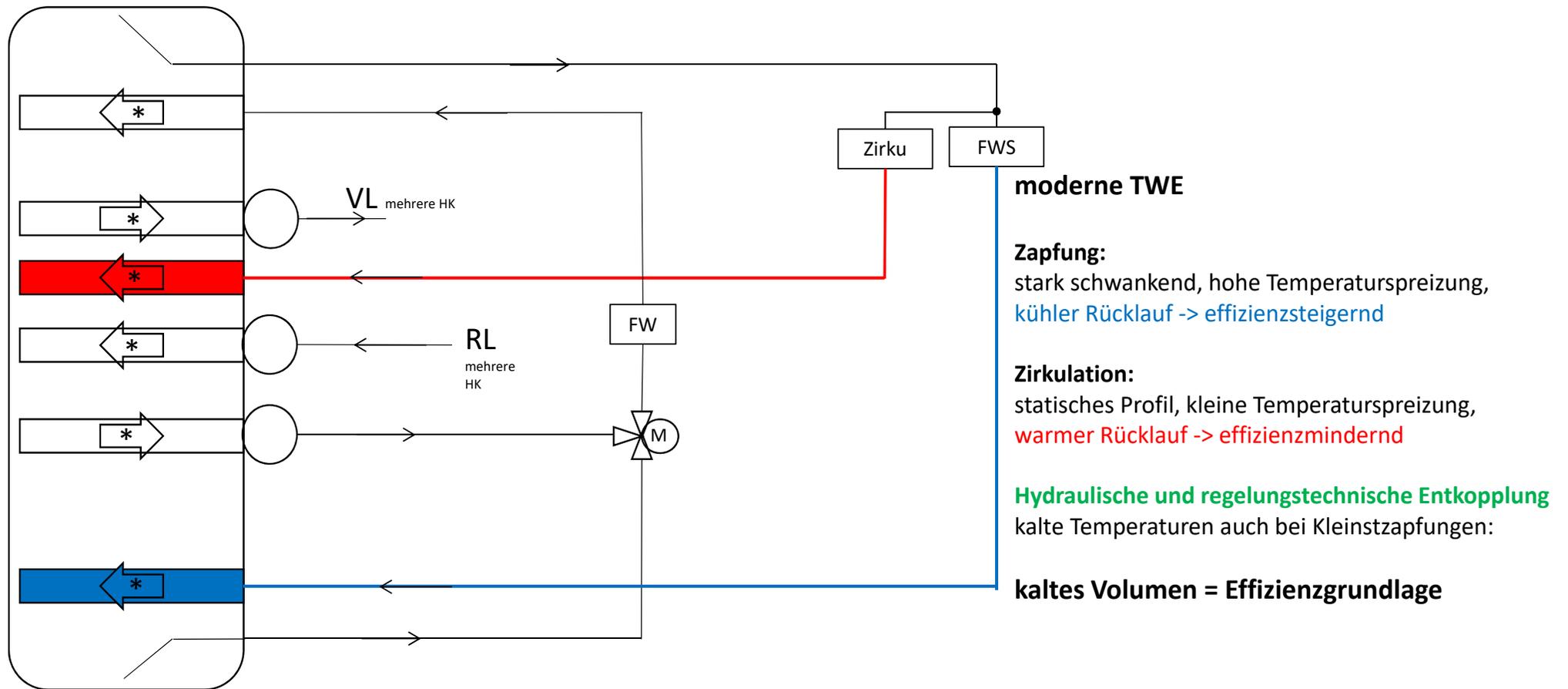
Zapfung = Effizienzgrundlage durch kalten Rücklauf

Fokus: Trinkwassererwärmung



Zirkulation = notwendiges Übel durch warmen Rücklauf

# Fokus: Trinkwassererwärmung



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

# 5. Prinzip

temperaturschichtgenaue,

vermischungsfreie

Ein- und Auslagerung

von Volumenströmen

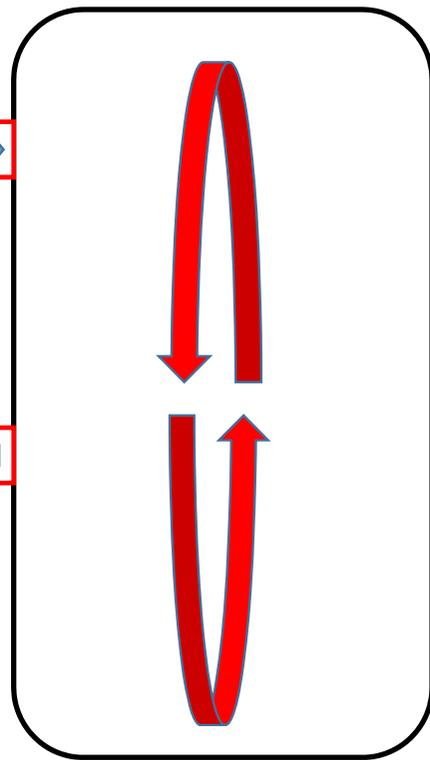
**in** und **aus** Speicher

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:

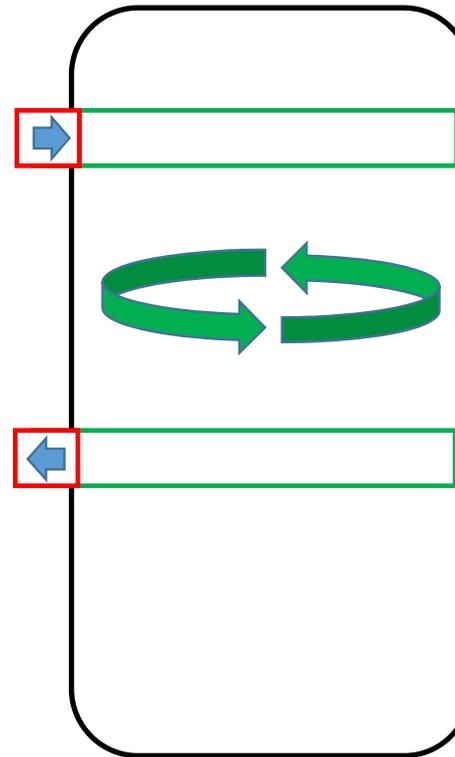


Impuls der eingehenden Strömung führt zu Verwirbelung

punktuelle Absaugung der ausgehenden Volumenströme führt zur Schichtauflösung

**Durchmischung**

neu:



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

**Schichtung**

die genannten

**Prinzipien**

gelten für

**Neuanlagen**

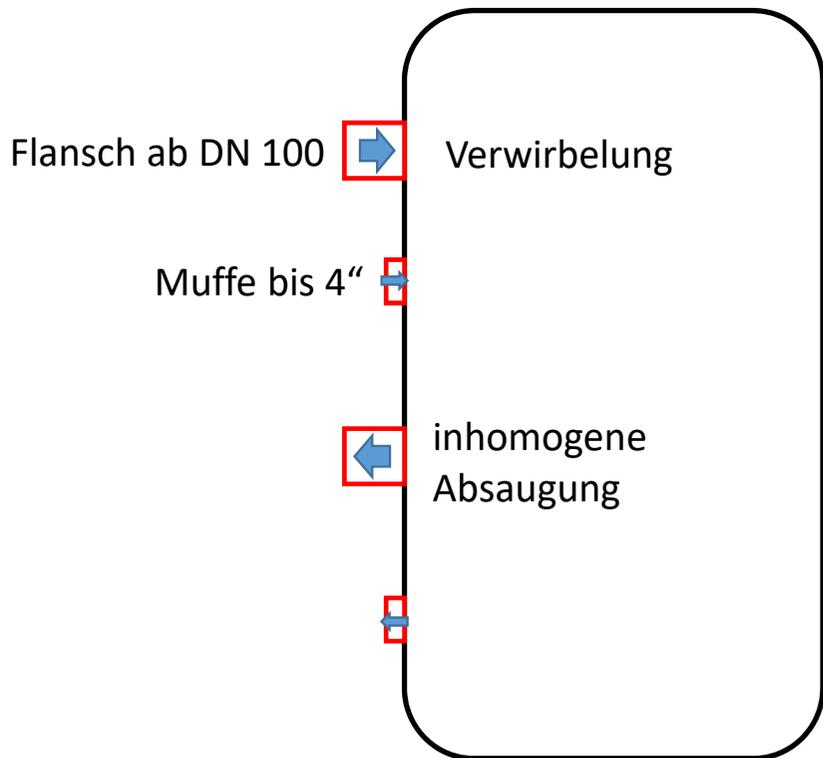
und lassen sich entsprechend auf

**Bestandsanlagen**

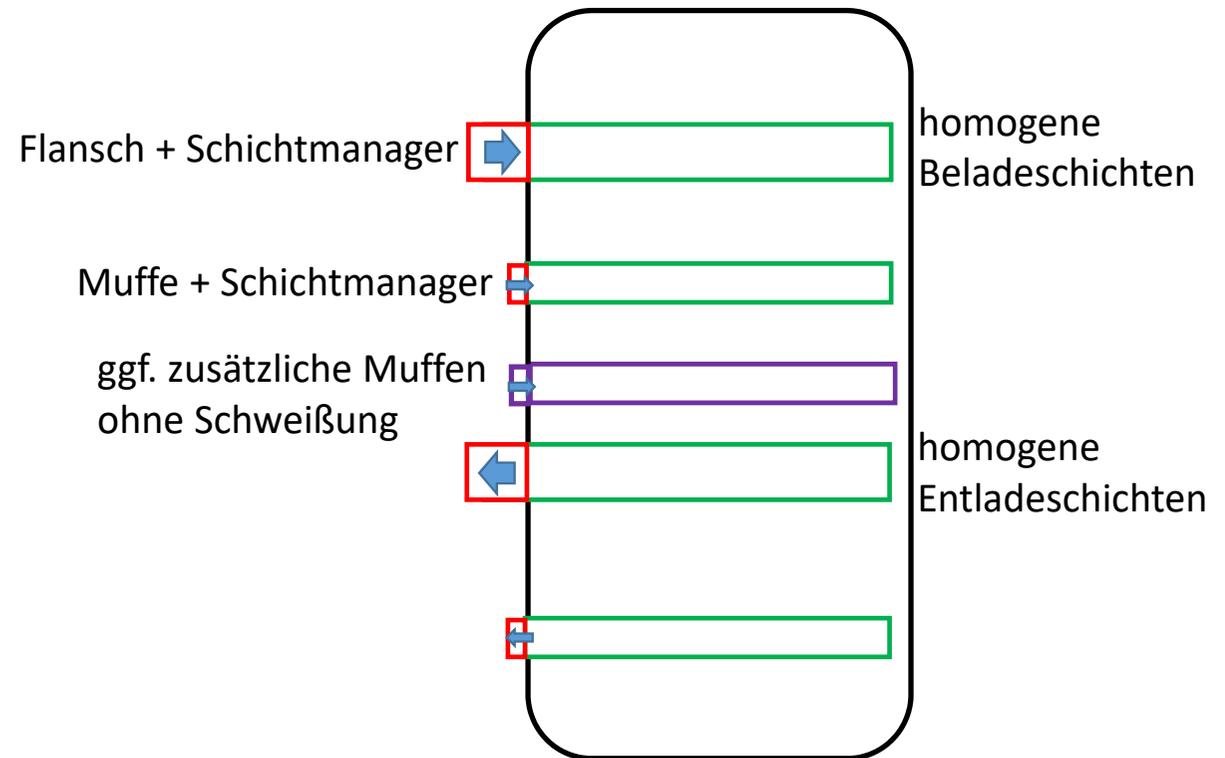
übertragen

# Nachrüstung von Bestandsspeichern

**bisher:**

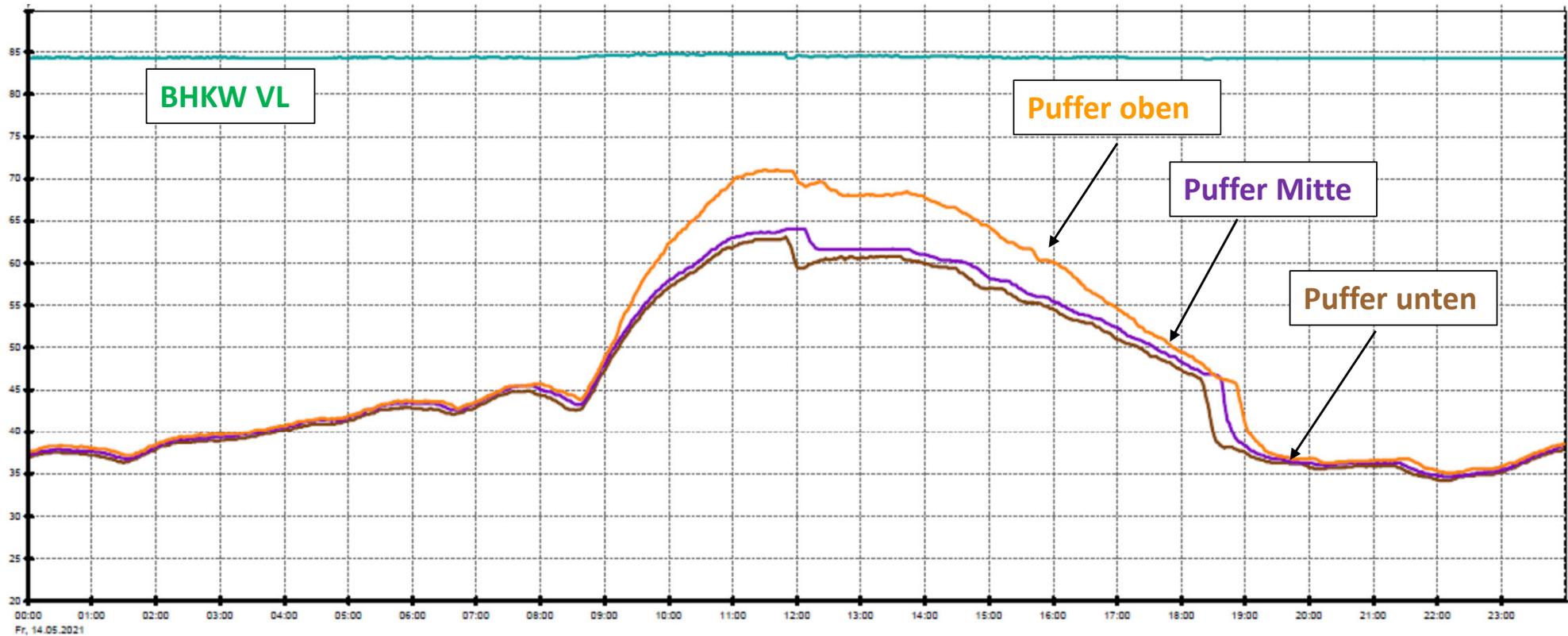


**angepasst:**

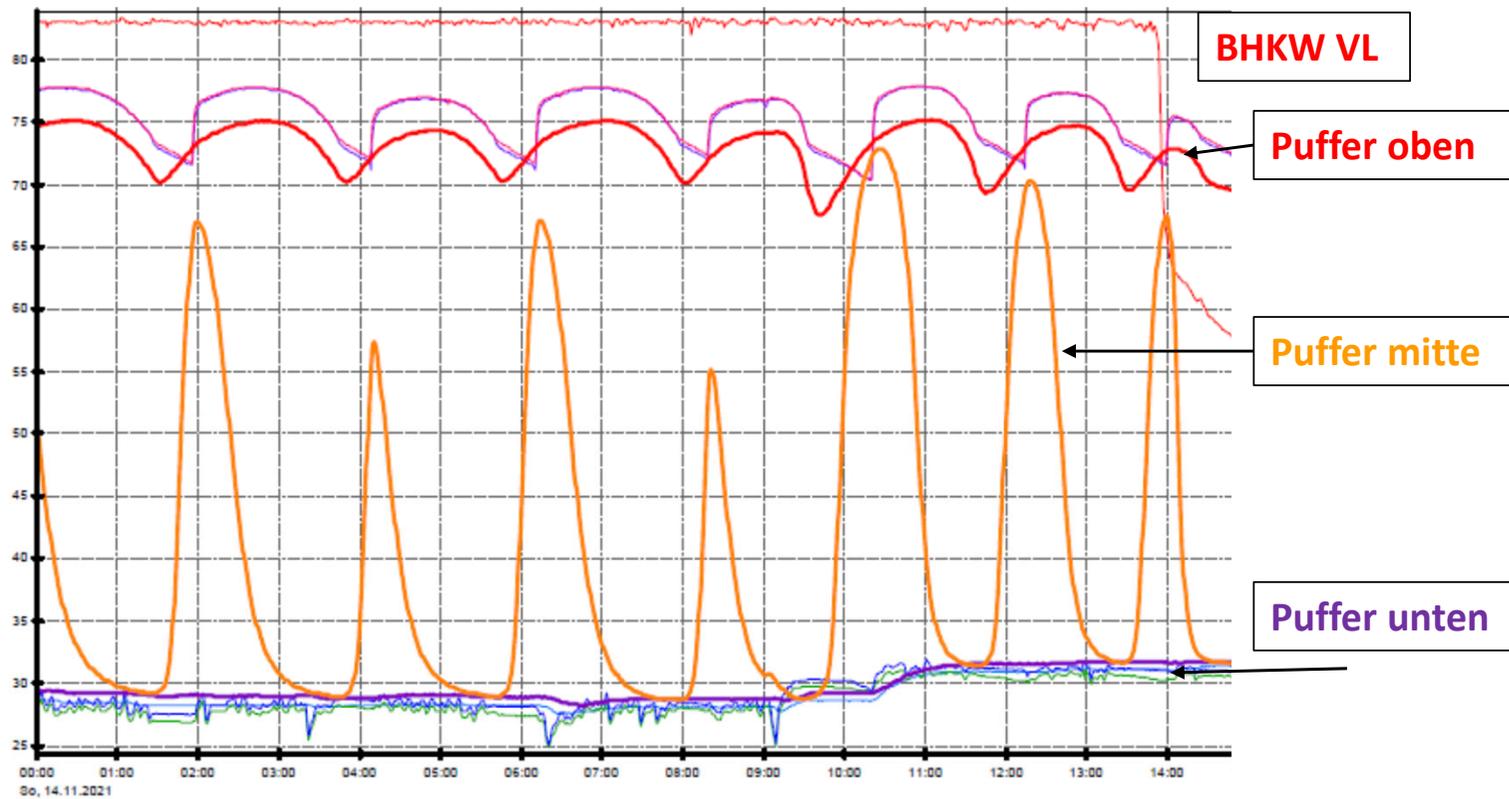




# vor Optimierung: durchmischter Puffer

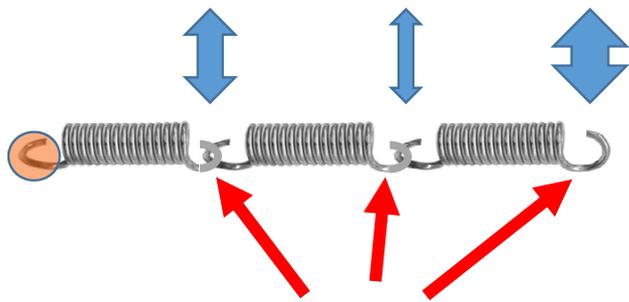


## nach Optimierung: geschichteter Puffer



# Zusammenfassung

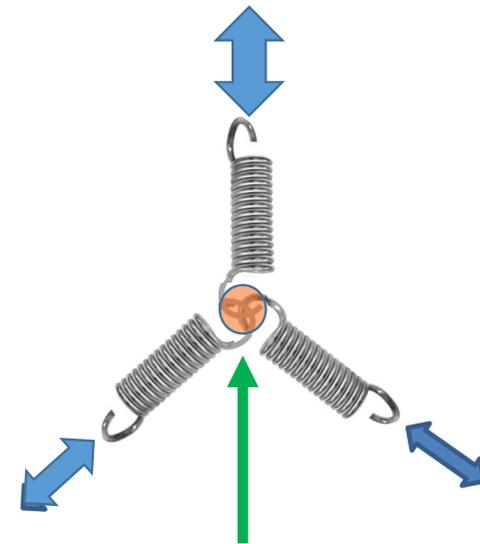
## Strecke



**Knotenpunkte!**

**ÜBERLAGERUNG!**

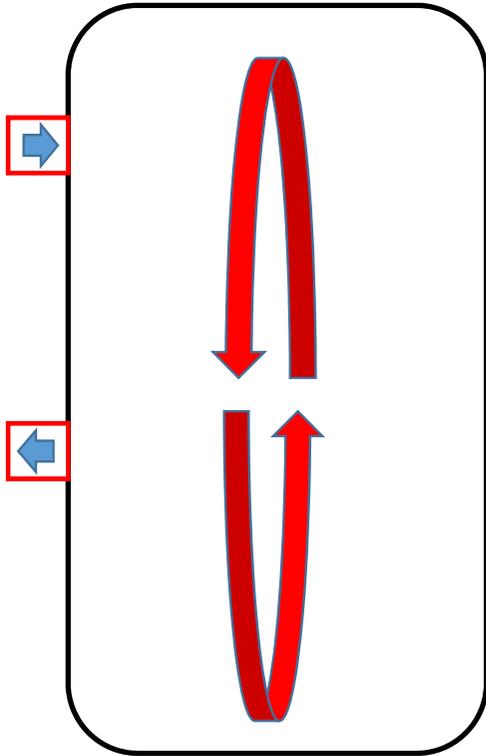
## Punkt



**Fixpunkt**

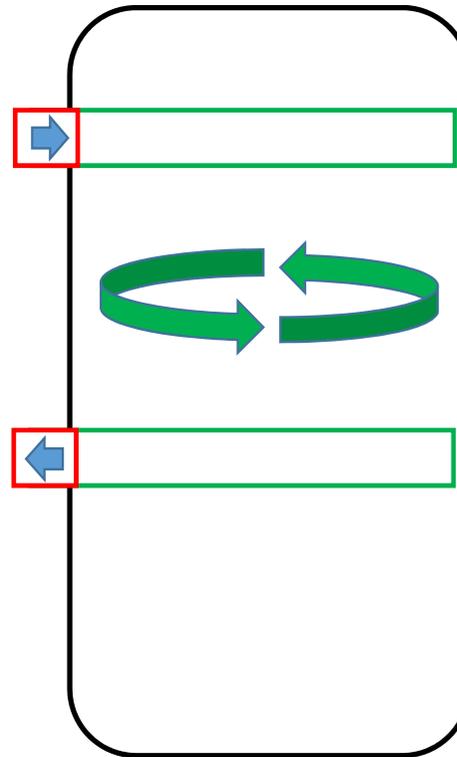
**ENTKOPPLUNG!**

bisher:



**Durchmischung**

neu:



**Schichtung**

**KONZENTRISCH!**



Technische  
Universität  
Braunschweig



# Vielen Dank!

**Karsten Woelk, Abteilung Energiemanagement**

**26.09.2023 Forum Energie**