

Hauptteile einer hydraulischen Anlage

## Vortrag Hydraulik am 15. Juni 2011 - Fachgruppe Betriebsoptimierung Hans Makkos und Robert Uetz

1. Einleitung / Rahmenbedingungen
2. Aufgabe des Planers
3. Steuerung / Regelung
4. Die vier hydraulischen Grundsaltungen
5. Ventilautoritäten
6. Fühlerplatzierungen
7. Hydraulischer Abgleich
8. Fallbeispiele aus der Praxis
9. Hinweise auf einige Unterlagen der Hydraulik

## 1. Einleitung / Rahmenbedingungen

### 1.1 Einleitung

- In der Praxis werden oft unbefriedigende Betriebszustände angetroffen, die zum Teil energetisch schlecht und auch instabil betrieben werden.
- Oft wird versucht, mit dem übergeordneten Leitsystem via Parameterverstellungen den Betrieb richtig zu stellen. Werden gewisse Grundlagen der Regeltechnik / Hydraulik auf der "untersten Ebene" des Anlagebaus nicht eingehalten, so ist dies fast nicht zu lösen.
- Dies kann zur Folge haben, dass nachträgliche Investitionen zur Behebung getätigt werden müssen.

## 1. Einleitung / Rahmenbedingungen

### 1.2 Rahmenbedingungen

- Hydraulik der Systeme muss stimmen.
- Regeltechnische Auslegungen und Parametrierungen (gemäss Funktionsbeschreibung) müssen richtig definiert und umgesetzt sein.
- Funktionskontrollen sind alle durchgeführt (Sommer- und Winterbetrieb).
- Bei grösseren Anlagen sind übergeordnete integrale Tests (Schnittstellen zu anderen Gewerken ) auch durchgeführt worden.

## 2. Aufgabe des Planers

### 2.1 Haustechnikplaner HLKS

- Definitionen der Nutzungszonen mit Bauherr (Raumschallpegel, Raumtemperaturen, Raumfeuchten usw.).
- Konzepte Gebäudetechnik erstellt (Gebäudeübersicht Anlagen, Technische Daten , z.B. Luftmengen, Kühllastberechnungen, Wärmebedarf, Erzeugung, Verbraucher).
- Definitionen der Technikzentralen, Steigzonen und Vertikalerschliessungen.
- Prinzipschema Hydraulik der einzelnen Anlagen erstellen mit techn. Daten und Funktionsdiagrammen oder Beschriebe.
- Definitionen der Wassermengen, Luftmengen.
- Auslegung der Förderaggregate (Ventilatoren, Pumpen).
- Auslegung der Regelapparate (Mischventile, Luftboxen, KVR, VAV, Raumfühler, Aussenfühler, CO<sub>2</sub> usw.).
- Begleitung der Realisierung, Einhaltung der Konzepte.
- Durchführung bzw. Kontrolle der Funktionskontrollen und Abnahmen.

## 2. Aufgabe des Planers

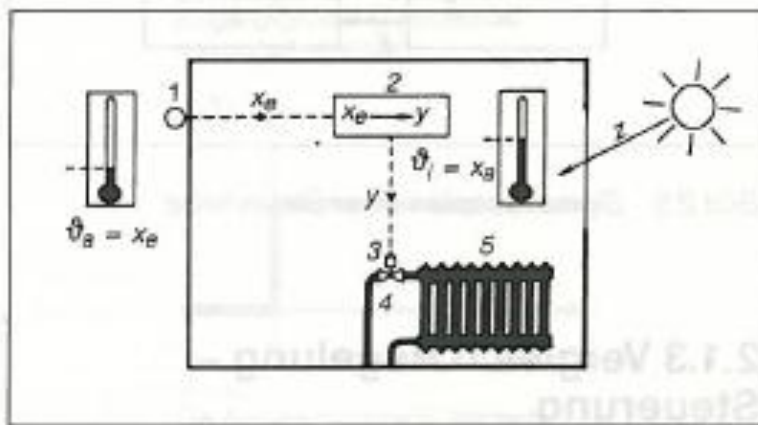
### 2.2 Planer MSRL

- Datenpunktlisten erstellen.
- Definition MSRL-Topologie (Leitebene, Unterstationen, Feldebene).
- Betriebskonzept mit Bauherr besprechen.
- Beschriebe Funktionen mit HLKS-Planer bereinigen.
- Schnittstelle zu anderen Gewerken einbinden und definieren.
- Brandabschnitte mit Planer definieren.
- Sicherheiten, Redundanzen besprechen.
- Abnahmen durchführen und kontrollieren.

## 3. Steuerung / Regelung

nachfolgend ein kurzer Vergleich:

### 3.1 Steuerung

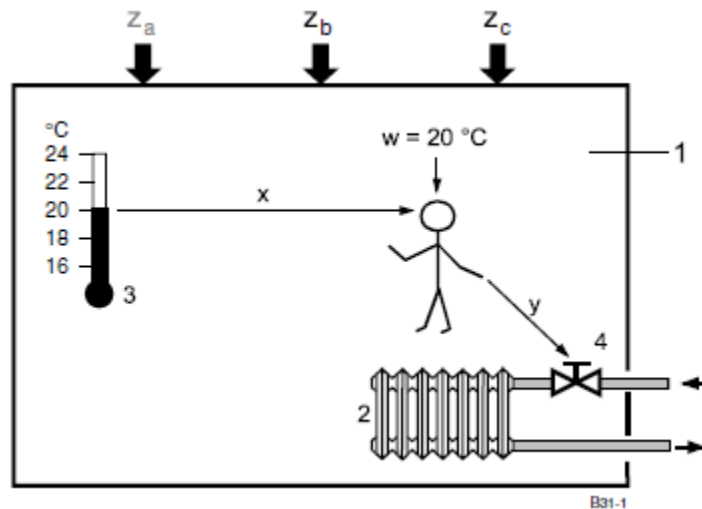


Beispiel einer automatischen Steuerung

Das Steuern - die Steuerung - ist der Vorgang in einem System, bei dem eine oder mehrere Größen als Eingangsgrößen andere Größen als Ausgangsgrößen auf Grund der dem System eigentümlichen Gesetzmässigkeit beeinflussen. Kennzeichen für das Steuern ist der offene Wirkungsablauf über das einzelne Übertragungsglied oder die Steuerkette.

## 3. Steuerung / Regelung

### 3.2 Regelung



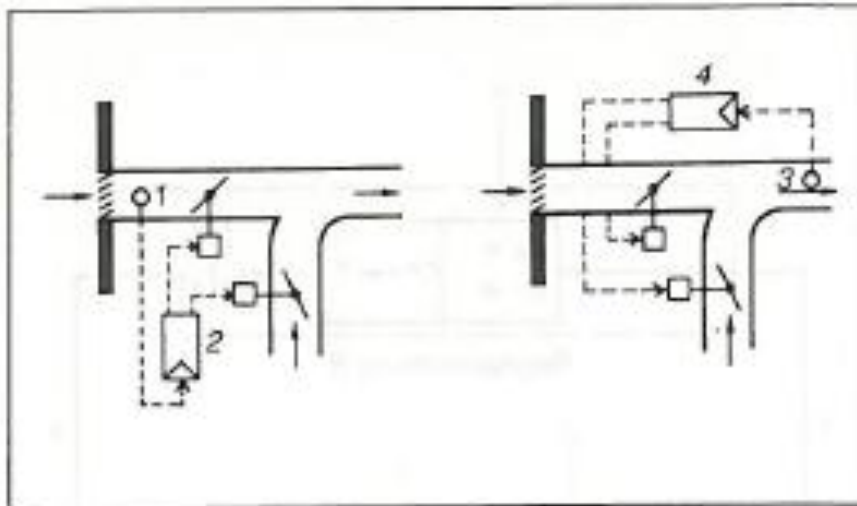
Beispiel einer automatischen Regelung

Das Regeln - die Regelung - ist ein Vorgang, bei dem eine Grösse, die zu regelnde Grösse (Regelgrösse), fortlaufend erfasst, mit einer anderen Grösse, der Führungsgrösse, verglichen und abhängig vom Ergebnis dieses Vergleichs im Sinne einer Angleichung an die Führungsgrösse beeinflusst wird. Der sich dabei ergebende Wirkungsablauf findet in einem geschlossenen Kreis, dem Regelkreis statt.



## 3. Steuerung / Regelung

### 3.3 Vergleich Steuerung - Regelung

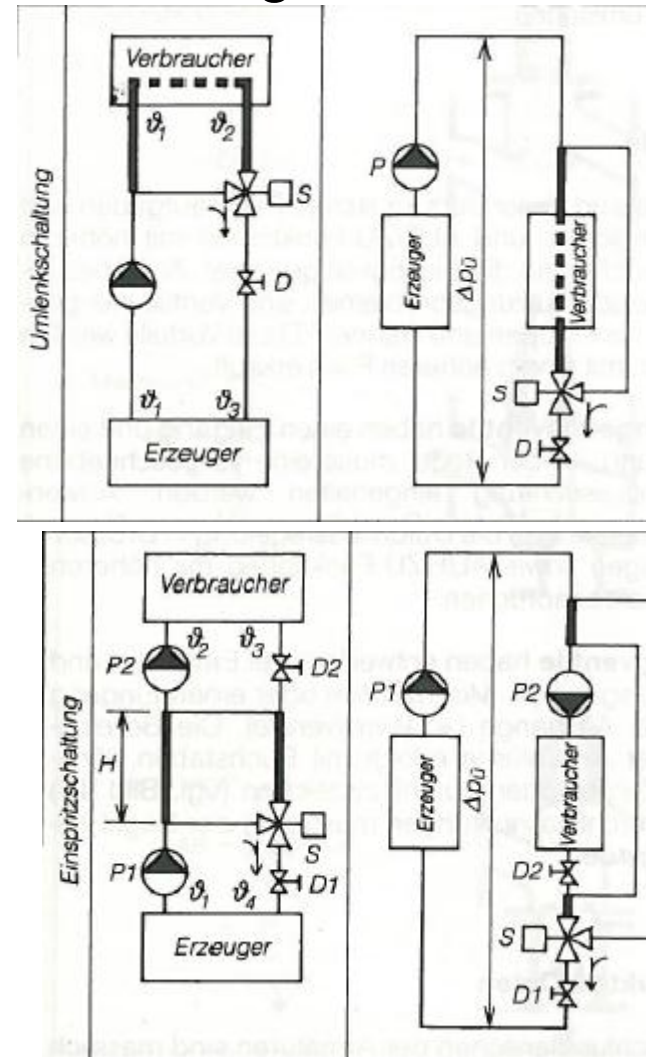
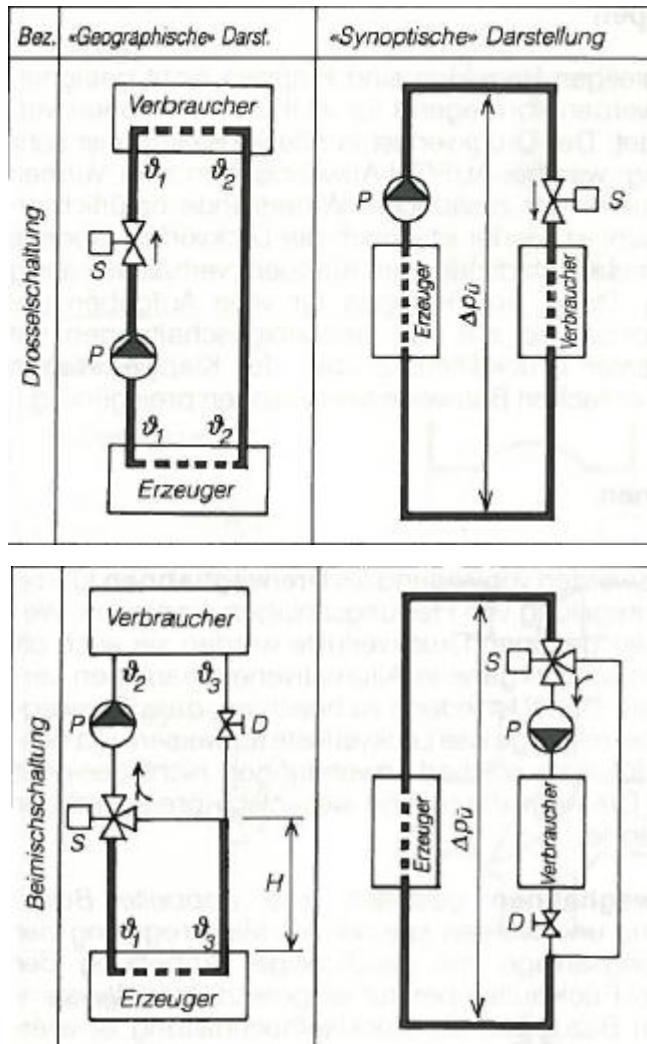


a) Steuerung

b) Regulierung

Das Bild zeigt am Beispiel einer Aussenluft-Beimischung auf sehr einfache Art den Unterschied zwischen einer Steuerung und Regelung. Im Beispiel a) mit dem Temperaturfühler (1) im Aussenluftstrom ist es eine Steuerung. Jeder Aussenlufttemperatur entspricht eine bestimmte Klappenstellung, wie sie vom Steuergerät (2) befohlen wird. Die Temperatur des Zuluftstroms stellt sich dementsprechend ein. Im Beispiel b) ist es eine Regelung. Der Fühler im Zuluftstrom (3) meldet die Temperatur an das Regelgerät (4). Dieses gibt die notwendigen Stellbefehle an die Klappmotoren. Die Temperatur des Zuluftstroms stellt sich dementsprechend bei, wird aber - im Unterschied zur Steuerung - gemessen und wieder ans Regelgerät zurückgemeldet.

## 4. Die vier hydraulischen Grundschaltungen



## 4. Die vier hydraulischen Grundschaltungen

### Darstellung hydraulische Schaltungen

Für die Darstellung von hydraulischen Schaltungen sind heute hauptsächlich zwei Darstellungsarten üblich:

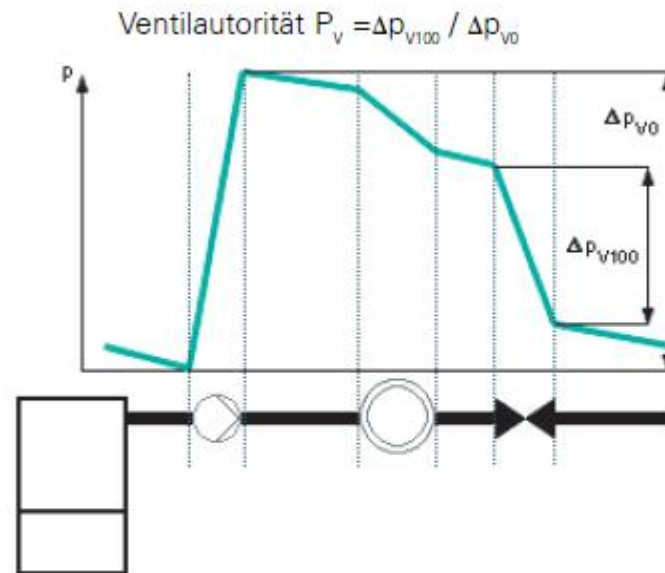
- Die geographische Darstellungsart zeigt Rohrleitungen und Apparate etwa in der Lage, wie sie auf der Anlage montiert sind.
- Die synoptische Darstellungsart zeigt immer oben den Hauptvorlauf, unten den Hauptrücklauf und dazwischen, von links nach rechts fortschreitend Erzeuger und Verbraucher.

Die geographische Darstellungsart ist für den Praktiker sicher leichter verständlich und deshalb für die Ausführung unerlässlich. Die synoptische Darstellungsart bietet vor allem dem Regelungstechniker einige Vorteile: die einzelnen hydraulischen Kreise sind nämlich übersichtlicher dargestellt, und es kann leichter mit Normschemata gearbeitet werden.

### Drossel-, Beimisch-, Umlenk- und Einspritzschaltungen

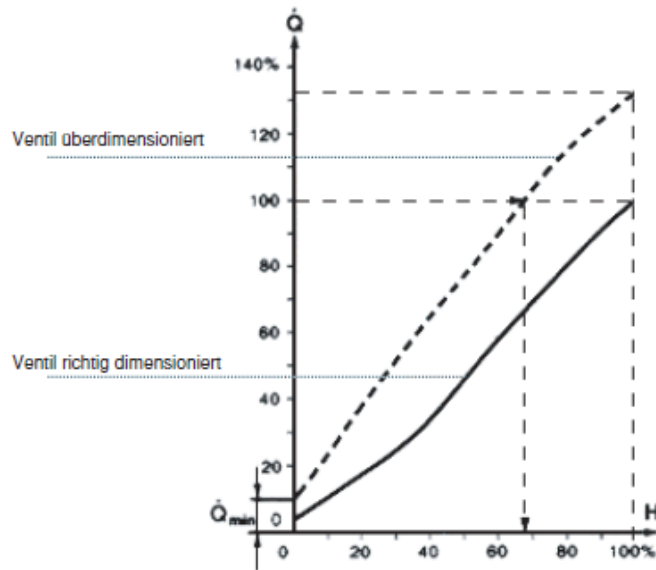
Praktisch alle hydraulischen Schaltungen, die in der Haustechnik vorkommen, basieren auf diesen vier Grundschaltungsarten.

## 5. Ventilautoritäten



Ventilautorität  $P_v$  wird bestimmt aus  $\Delta p_{V100}$  und  $\Delta p_{V0}$

## 5. Ventilautoritäten



Streckenkenlinie bei richtig dimensioniertem Ventil und bei zu grossem Ventil

Folgen der Überdimensionierung:

- Die minimal regelbare Leistung nimmt zu.
- Weil die Regelung den Hub entsprechend der erforderlichen Nennleistung begrenzt, wird der nutzbare Stellbereich des Ventils eingeschränkt.

Dies und die grössere minimal regelbare Leistung führt zu einer schlechteren Regelbarkeit der Anlage.

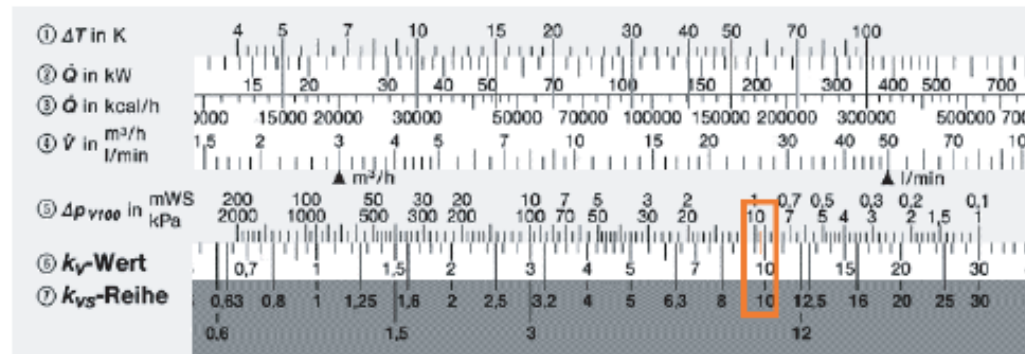
Vorteile eines richtig dimensionierten Ventils:

- kleinerer Mengensprung  $\dot{V}_{\min}$ , d.h. kleinere minimal regelbare Leistung  $\dot{Q}_{\min}$ .
- grössere Ventilautorität  $P_v$
- Ventilhub wird von 0...100 % ausgenutzt
- wesentliche Verbesserung der Regelbarkeit

Folgen der Unterdimensionierung:

Wird ein Ventil unterdimensioniert, kann der geforderte Volumenstrom nicht fliessen oder es entsteht ein unnötig hoher Druckverlust im System ( $\Rightarrow$  stärkere Pumpe nötig).

## 5. Ventilautoritäten



Bestimmung des  $k_{vS}$ -Wertes basierend auf  $\Delta p_{V100}$  mit Ventilschieber (Ausschnitt)

Aus dem Ventilschieber bei Volumenstrom  $3 \text{ m}^3/\text{h}$  (Zeile ④) und  $\Delta p_{V100}$  von  $9.5 \text{ kPa}$  (Zeile ⑤) ergibt sich ein  $k_{vS}$ -Wert von  $10$ , und damit ein effektives  $\Delta p_{V100} = 9 \text{ kPa}$ .

Überprüfen Sie kurz die daraus resultierende, effektive Ventilautorität  $P_{\text{Veff}}$ :

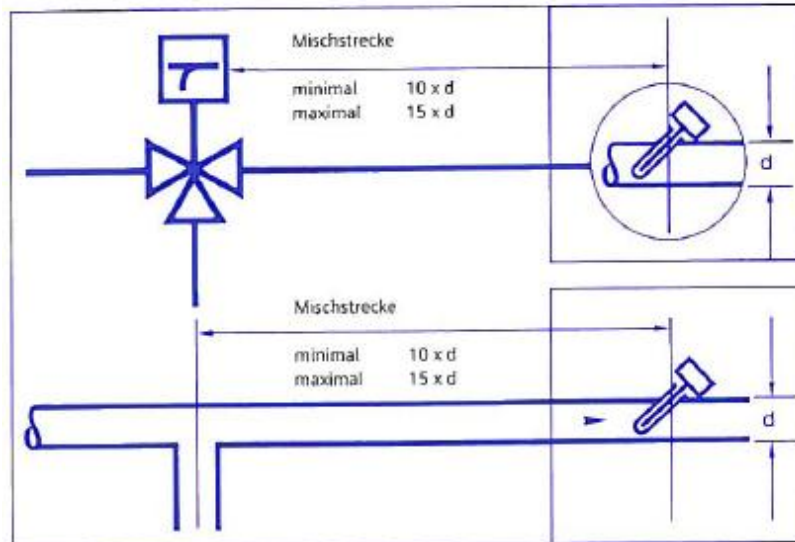
$$P_{\text{Veff}} = \Delta p_{V100} / \Delta p_{V0} = \Delta p_{V100} / (\Delta p_{V100} + \Delta P_D) = 9 \text{ kPa} / (9 + 9.5) \text{ kPa}$$

Resultierende Ventilautorität  $P_{\text{Veff}} = 0.48$



## 6. Fühlerplatzierungen

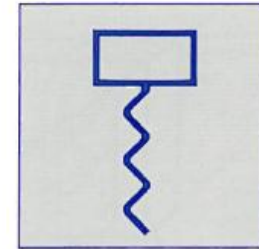
Ohne Tauchhülse eingebaute Fühler, oder Fühler mit geschlitzten resp. gelochten Tauchhülsen, speziell kennzeichnen.  
Plakette montieren:  
Keine Tauchhülse vorhanden.



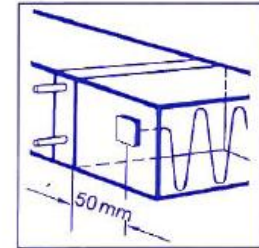
Nach Mischung zweier Wasserströme mit unterschiedlichen Temperaturen (wegen Schichtung) eine genügend grosse Distanz Mischer-Fühler einhalten.

### Temperatur

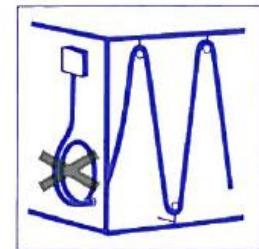
### Mittelwertfühler



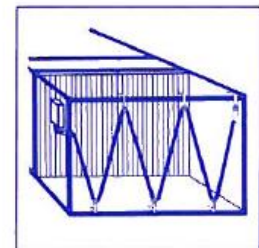
Distanz zwischen Wärmetauscher und Fühler mindestens 50 mm.



Beim Mittelwertfühler muss die ganze Fühlerlänge in den Luftkanal.



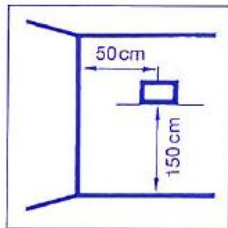
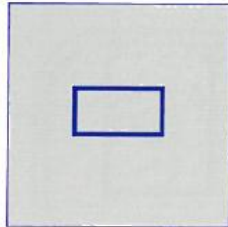
Fühlerelement gleichmässig über den gesamten Querschnitt verteilen.



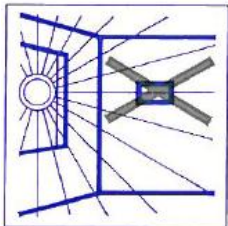
## 6. Fühlerplatzierungen

Temperatur

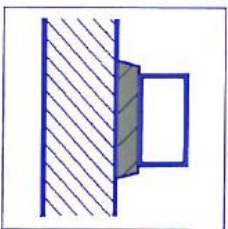
Raumfühler



Fühler auf ca. 1,5 m Höhe in der Aufenthaltszone und min. 50 cm von der nächsten Wand entfernt montieren.

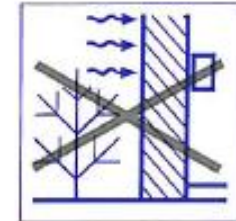


Nicht da, wo die Sonne den Fühler anstrahlen kann!

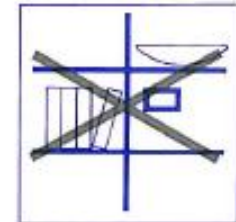


Bei Massivwänden (Stahl, Beton usw.) ist wärmedämmende Unterlage zwingend.

Nicht an eine Aussenwand!



Nicht in Nischen und Regalen!



Nicht in der Nähe von Lampen oder über Heizkörpern!



Nicht an Wänden, hinter denen sich ein Kamin befindet!

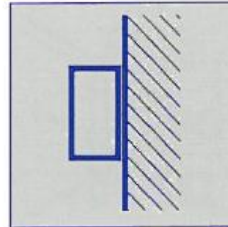




## 6. Fühlerplatzierungen

Temperatur

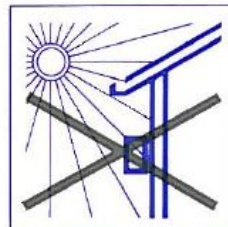
Aussenfühler



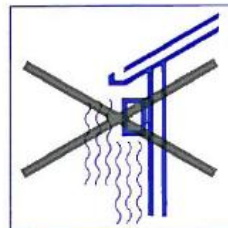
Der Montageort, bezogen auf die Himmelsrichtung, wird durch das Anlagekonzept bestimmt.



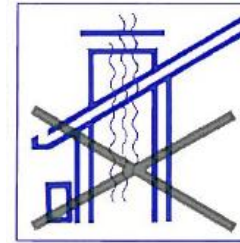
Nicht der direkten Sonnenbestrahlung aussetzen!



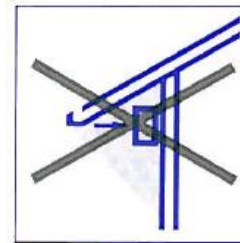
Nicht auf Fassaden mit grosser Auftriebswärme montieren!



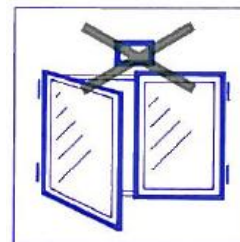
Nicht auf Fassaden, die durch Sonneneinstrahlung aufgeheizt werden!



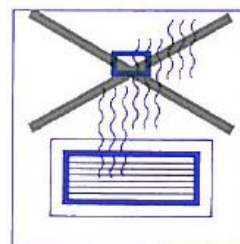
Nicht an Wänden, hinter denen sich ein Kamin befindet!



Nicht unter einem Dachvorsprung!



Nicht über den Fenstern!



Nicht über Lüftungs-Austrittsschächten!

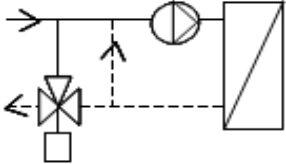
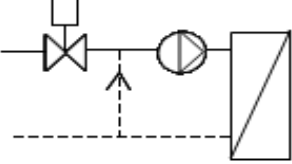

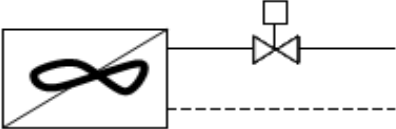
## 7. Hydraulischer Abgleich

- Alle Medien wie Luft, Wasser usw. müssen mittels Einstellarmaturen gemessen und abgeglichen werden.
- Bedingung ist, dass durch den Planer eine Druckverlustberechnung gemacht wurde und in Folge davon die Einstellwerte der Einstellarmaturen auf dem Prinzipschema angeschrieben sind.
- Stichprobenkontrolle auf der Anlage sind unbedingt zu empfehlen, da diese Arbeiten häufig nicht gemacht werden.

## 8. Fallbeispiele aus der Praxis

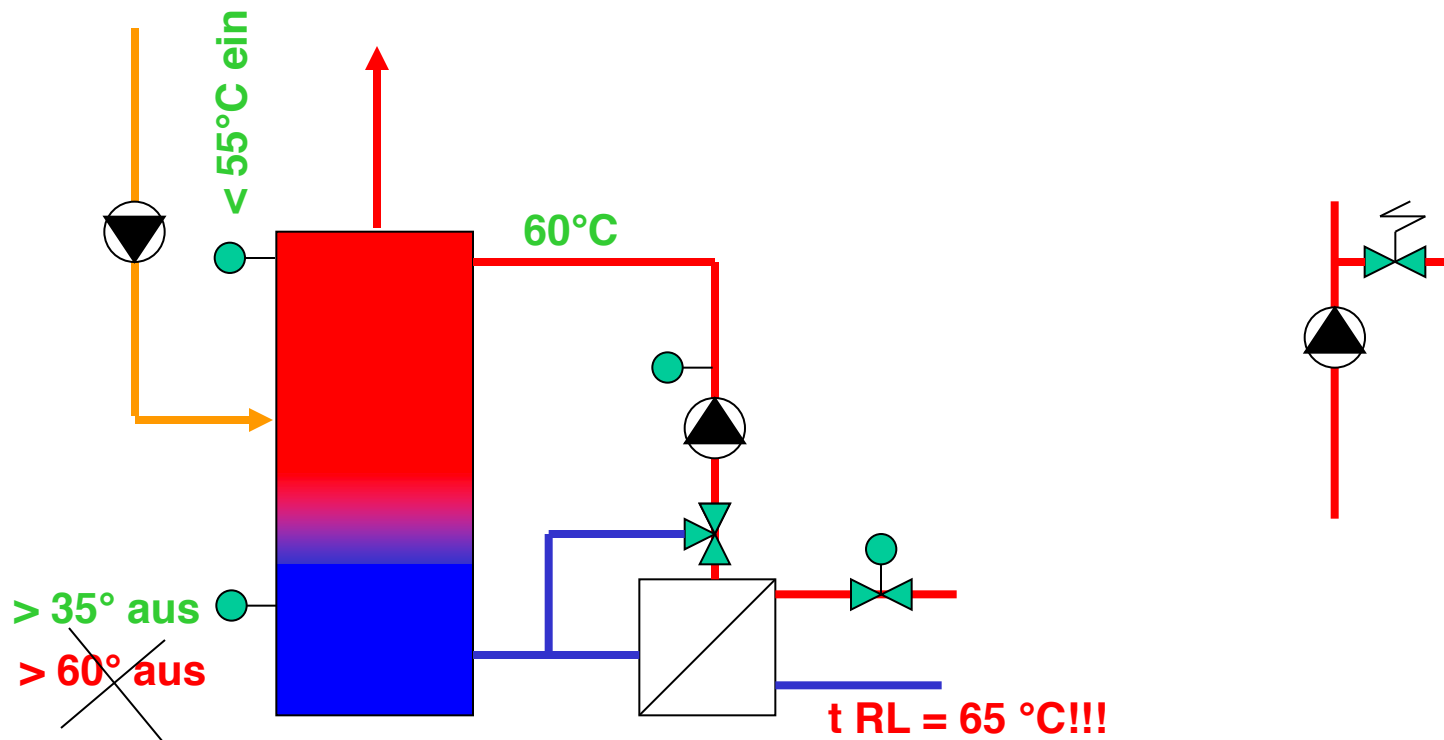
### 8.1 "Todsünde 1: Zu hohe Rücklauftemp. infolge:

- Umlenkschaltung
- fehlende Absperrventile

Falsch	Richtig
<p>- Umlenkschaltung</p> 	<p>- Einspritzschaltung</p> 
<p>- Luftheizapp. ohne Absperrventil</p> 	<p>- Luftheizapp. mit Absperrventil</p> 
<p>- WW-Speicherlad. mit eingeb. WT</p>	<p>- WW-Speicher mit ext. WT</p>

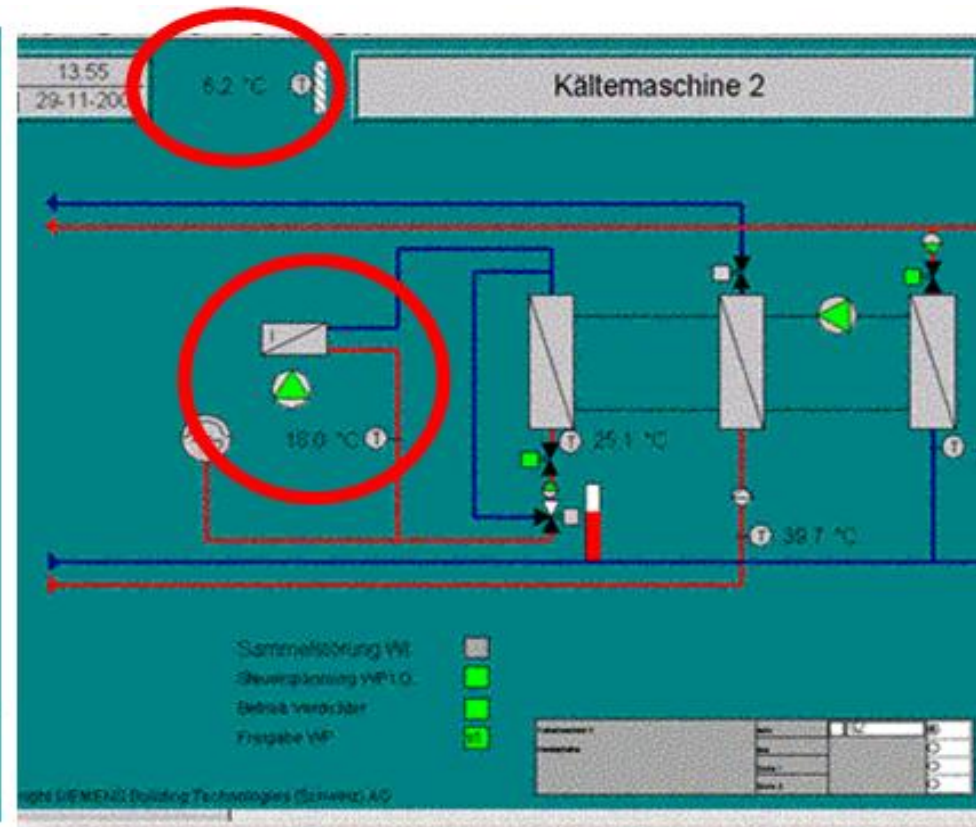
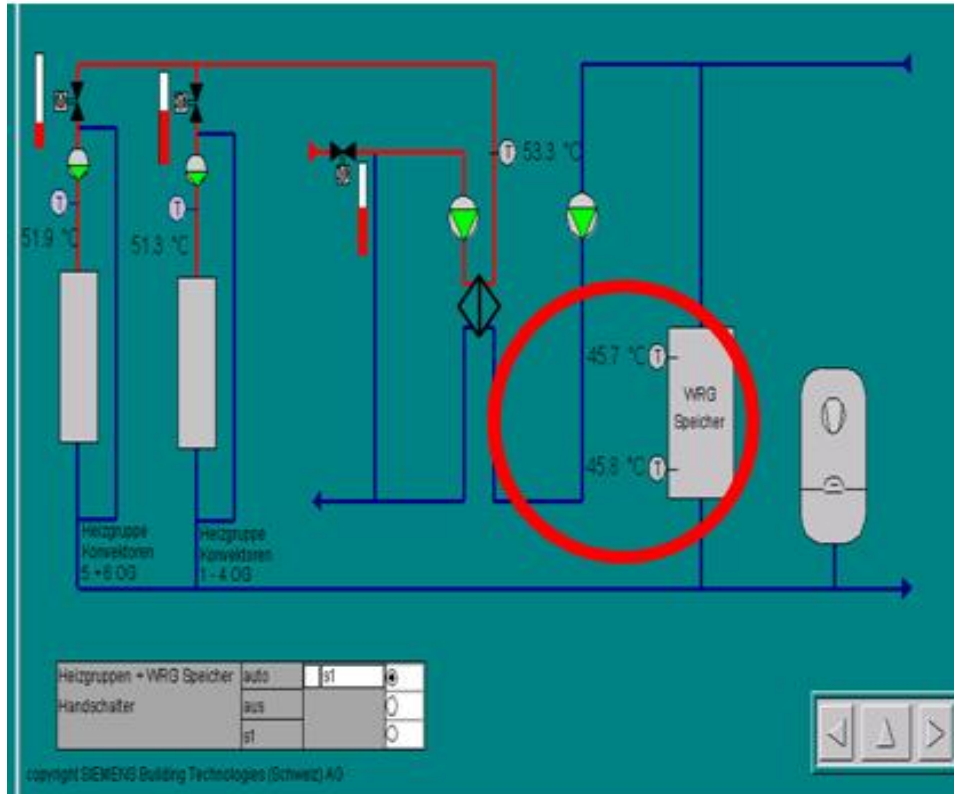
## 8.1 "Todsünde 1: Zu hohe Rücklauftemperaturen infolge:

- Überströmventilen
- falsche Ausschaltwerte bei WW-Speicherladung



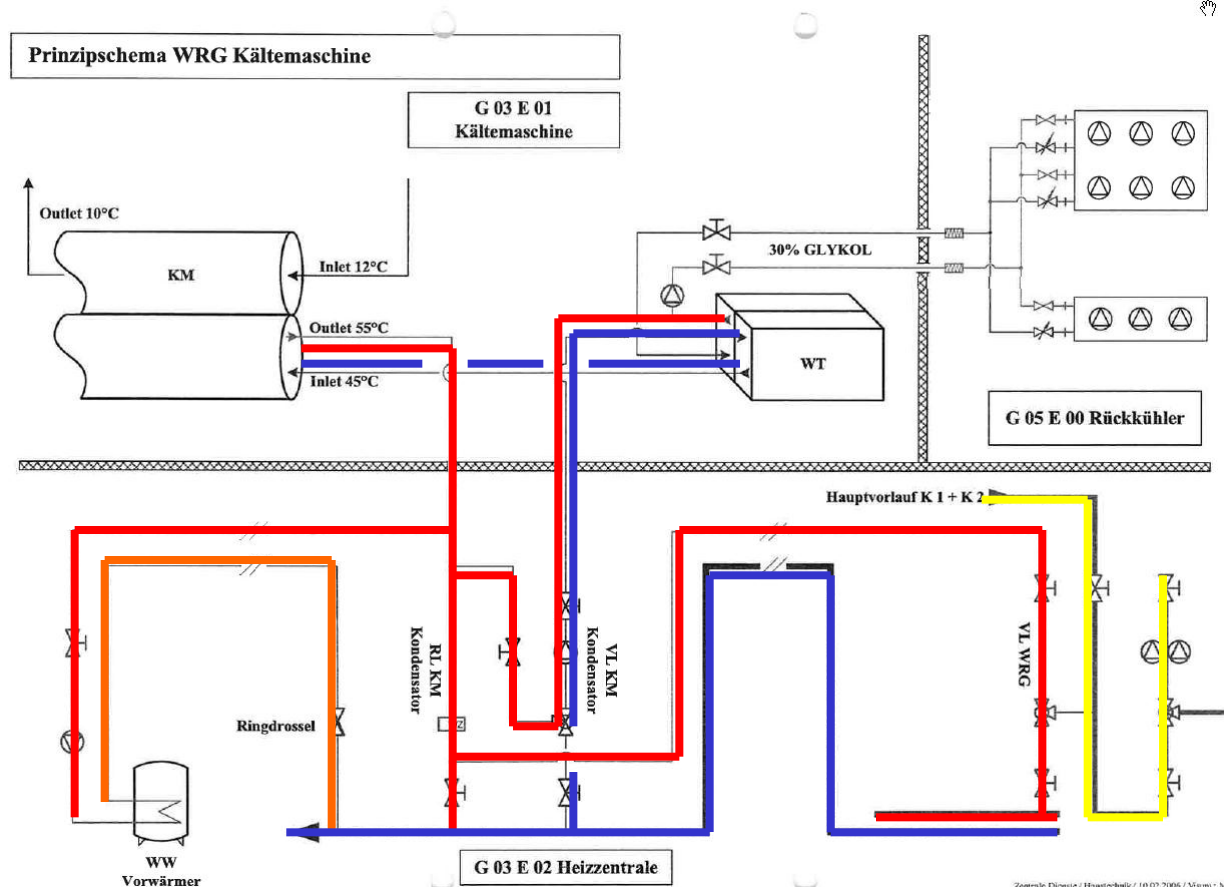
## Folge von zu hohen Rücklauftemperaturen:

- WRG-Speicher werden via Rücklauf "fossil" aufgeladen
- Brennwertheizkessel kondensieren nicht => 5-8% schlechterer Nutzungsgrad
- Solaranlagen mit Heizungsunterstützung können nur bei sehr hoher Einstrahlung Wärme an Speicher abgeben (kühle Zone wird je nach Einführung RL erwärmt)



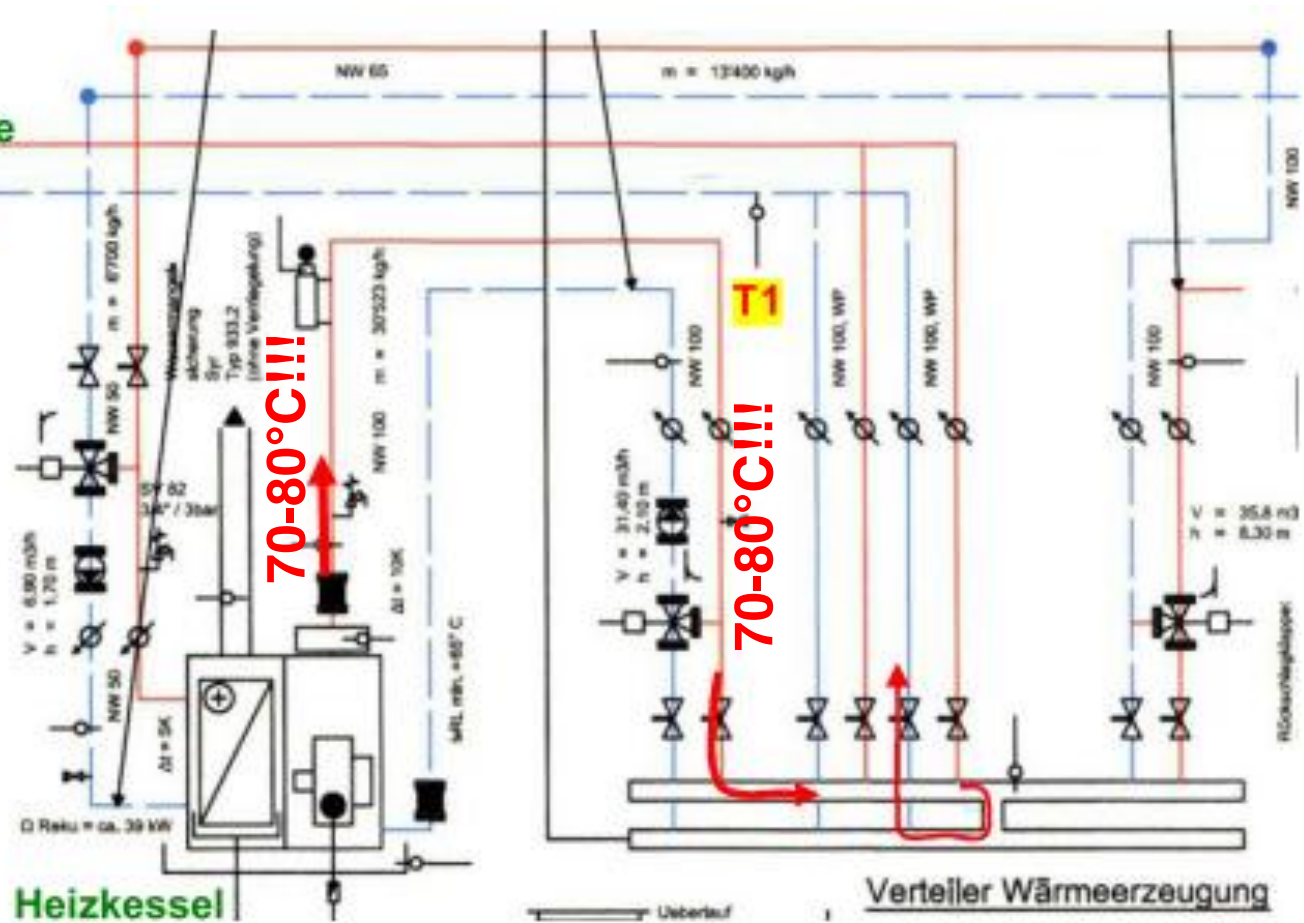
## 8. Fallbeispiele aus der Praxis

### 8.2 "Todsünde 2: Zu komplizierte Hydraulik, nicht überschaubar"



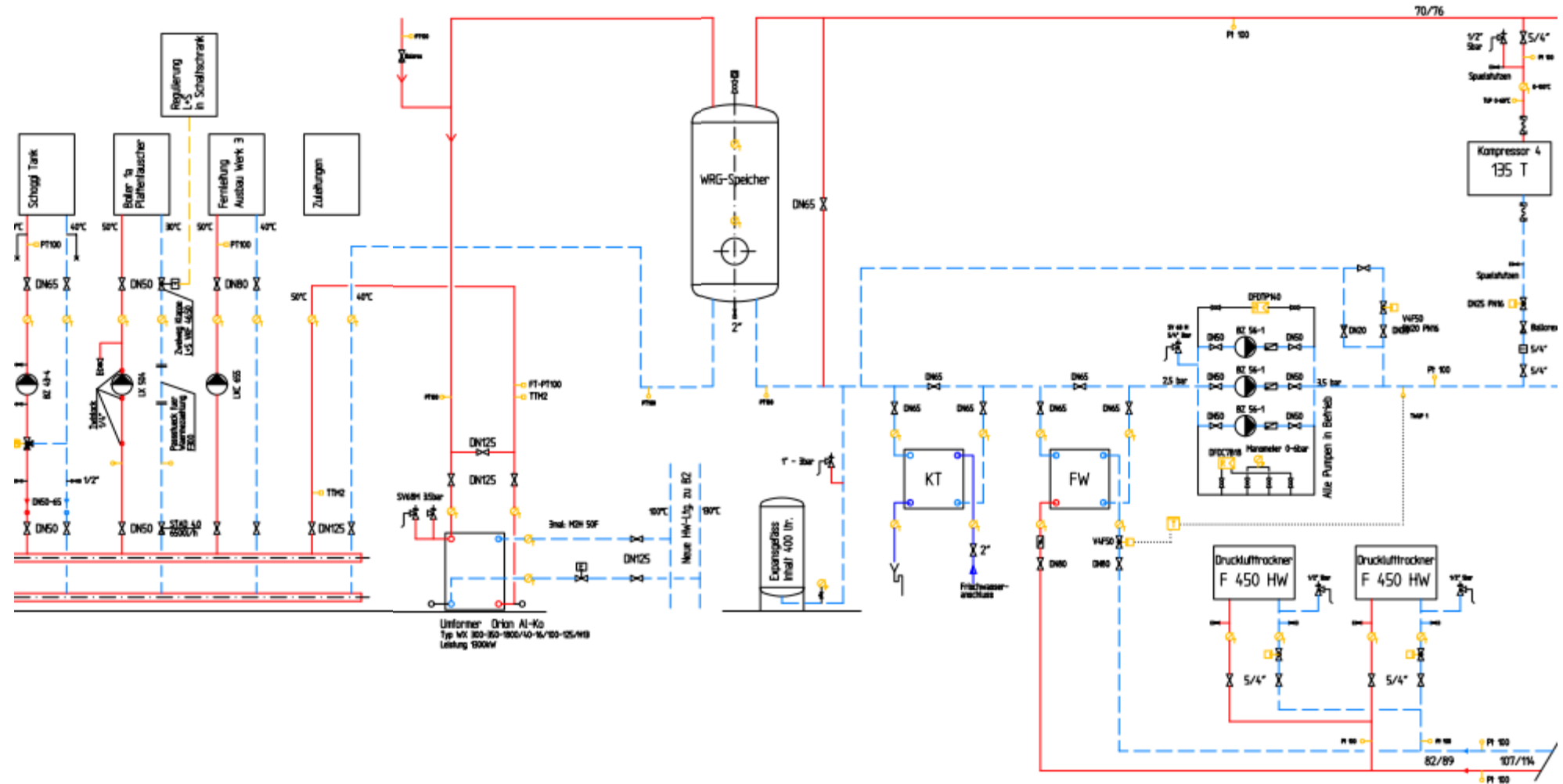
## 8.3 "Todsünde 3: Nicht beachten von unterschiedlichen Temperaturniveaus bei Parallelbetrieb

**max. 55°C**  
Von Wärmepumpe  
A'  
Zu Wärmepumpe  
**Soll max. 45°C!!**





# 8.4 "Todsünde 4: Serieschaltung von WRG und fossiler Nachwärmung, wenn Rücklauftemperatur bei Nachwärmung zu hoch

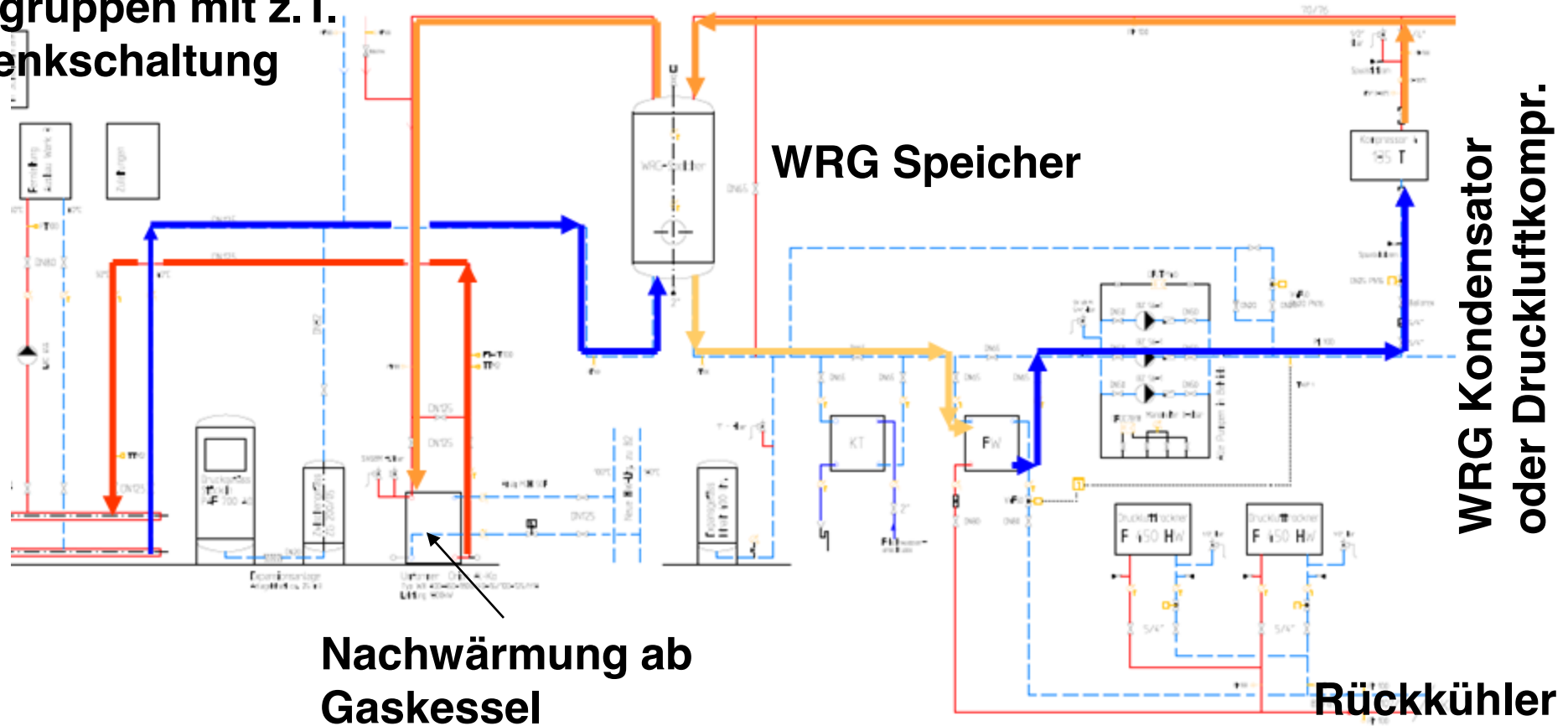




# 8.4 "Todsünde 4: Serieschaltung von WRG und fossiler Nachwärmung, wenn Rücklauftemperatur bei Nachwärmung zu hoch

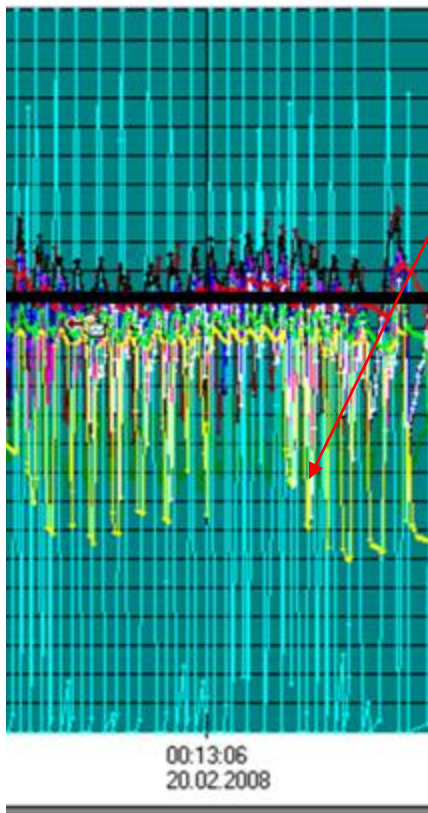
- Folge: Fossile Wärme wurde im Rückkühler "weggekühlt"

Heizgruppen mit z.T. Umlenkschaltung



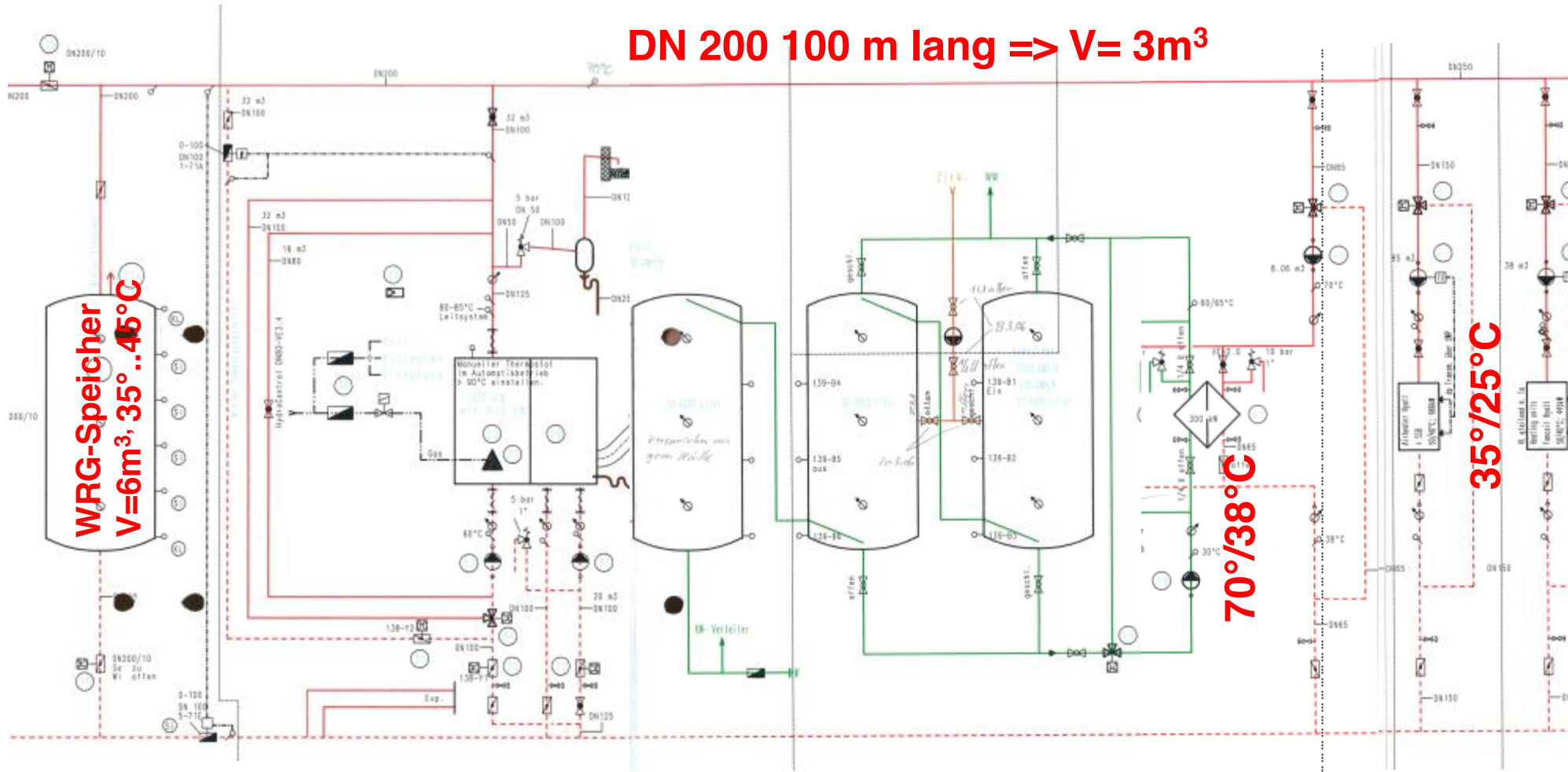
## 8.5 "Todsünde 5: Nicht Beachtung des realen, dynamischen Betriebs"

- Wesentlich mehr WW-Ladezyklen als angenommen (WW-Zirkulation)



Bsp. 14 WW-Ladezyklen in 24 Stunden wegen WW-Zirkulation

# 8.5 "Todsünde 5: Nicht Beachtung des realen, dynamischen Betriebs - Sehr grosser Wasserinhalt Zuleitung



## 8.6 "Todsünde 6: Entlüftungen fehlen

Auswirkungen in konkreten Fallbeispielen erlebt:

- Heizkurven wurden durch Facility Manger immer höher und noch höher.... eingestellt, wegen Komfortproblemen WRG konnte nicht mehr geforderte Vorlauftemp. erbringen
  - Zuluft wurde durch Hauswart manuell abgestellt, weil Frostschutz immer Alarm auslöste => keine WRG mehr
  - Komfortprobleme
-

## 8.7 "Todsünde 7: zu hoch eingestellte Heizkurven

Auswirkungen in konkreten Fallbeispielen erlebt:

- Nachtabsenkung findet nicht statt  
=> Thermostatventile "merken" nicht dass es Nacht ist
  - Nachwärmungen fossil werden abgerufen obwohl eigentlich genug Abwärme vorhanden wäre
  - Geräusche, weil Thermostat- und Regelventile immer nur sehr wenig offen sind
  - In älteren Anlagen mit ungedämmten Leitungen wird kategorisch überheizt
-



## 8.7 Zusammenfassung

- Reales Regelverhalten in verschiedenen Betriebszuständen in Planungsphase berücksichtigen (Schwachlastzeiten)
  - Schaltungen, Überwachung so konzipieren, dass bei falscher Bedienung (zu hohe Einstellwerte, Alarmmeldung ertönt, bzw. bei heikle Schaltungen generell vereinfachen
  - Hohe Rücklauftemperaturen generell unterbinden!
-

## 9. Hinweise auf einige Unterlagen der Hydraulik

- Regelungstechnik für Heizung und Lüftungsbauer "Schrowang"
- Siemensunterlagen, Hydraulik in der Gebäudetechnik
- Siemensunterlagen, Richtlinie Fühlermontage
- Hydraulische Schaltungen in Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage SWKI
- Hydraulische Schaltungen von Wärmepumpen - Heizungsanlagen SWKI
- Standardschaltungen von Wärmepumpen, Wärmekraftkoppelungen, Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung - Ravel
- Steuern und Regeln in der Heizungs- und Lüftungstechnik, Impulsprogramm Haustechnik