

Fachforum



22.09.2015

Trinkwasser-Qualität bei Fernwärme-Versorgung

- Platten-Wärmetauscher als sichere System-Trenner?
- Verschlammung und Verkalkung der Platten-Wärmetauscher

Verunreinigung und Beschädigung von Wärmetauschern im Fernwärmenetz Auswirkungen auf den Betrieb der Heizanlagen



Ein Vortrag von
Gerhard Schmid; Dipl.- Ing. (FH)
EURA – Ingenieure - Schmid

Themen Fachforum

Vorbereitung der nachfolgenden Themen

- Risiken bei der direkten Einbindung der Trinkwassererwärmung in die Primärseite
- Konsequenzen von Verschlämmung und Verkalkung im Wärmetauscher Leistungsminderung und Auswirkungen auf die Rücklauftemperaturen

Programm

8:45	Begrüßungskaffee
9:00	Begrüßung Roland Gräbel, Leiter Bauzentrum München
9:10	Verunreinigung und Beschädigung von Wärmetauschern im Fernwärmenetz Auswirkungen auf den Betrieb der Heizanlagen Gerhard Schmid, Dipl.-Ing. (FH), EURA – Ingenieure – Schmid, München
9:25	Zentrale Trinkwassererwärmung mit niedrigen Rücklauf-temperaturen Hygienische Anforderungen nach DIN EN 1717 Prof. Dr.-Ing. Franz Josef Ziegler, Studiengang Energie- und Gebäudetechnik, Hochschule München
9:45	Primärseitige Einbindung der Trinkwassererwärmung: Vermeidung von Risiken Matthias Richter, Energieberater (HWK), Richter Pumpentechnik GmbH
10:00	Praxisbeispiel: Technische Lösung eines regionalen Fernwärme-Anbieters Rudolf Eder, Betriebsleiter, BioEnergie Taufkirchen GmbH & Co. KG
10:15	Produktinfo: Schutz der Wärmetauscher vor Verschlämmung Michael Buchta, Dipl.-Ing., Gebietsverkaufsleiter Bayern, Spirotech bv
10:30	Produktinfo: Normkonformes Heizungswasser – ohne Zusatzstoffe Martin Schenkl, Verkaufsingenieur, BW T Wassertechnik GmbH
10:45	Vorgaben für Plattenwärmetauscher im Trinkwarmwassererwärmer Anforderungen bei verschiedenen Wasserqualitäten in Trinkwassernetzen Andreas Kellermann, Kellermann Industrievertretung, München
11:00	Abschlussdiskussion
11:30	Ende der Veranstaltung

Niedrige Rücklauftemperaturen durch direkte Einbindung der Warmwasserbereitung ins Fernwärmenetz

$Q = m \cdot c \cdot dT$			
$m = Q / c \cdot dT$			
Szenario 1			
Q	1000 kWh		
m	86 kg/h		
c	1,16 Wh/kgK		
dT	10 K		
Szenario 2			
Q	1000 kWh		
m	29 kg/h		
c	1,16 Wh/kgK		
dT	30 K		
Höhere Spreizung geringerer Massenstrom			



Warmwasserbereitung Problembereich im Fernwärmenetz



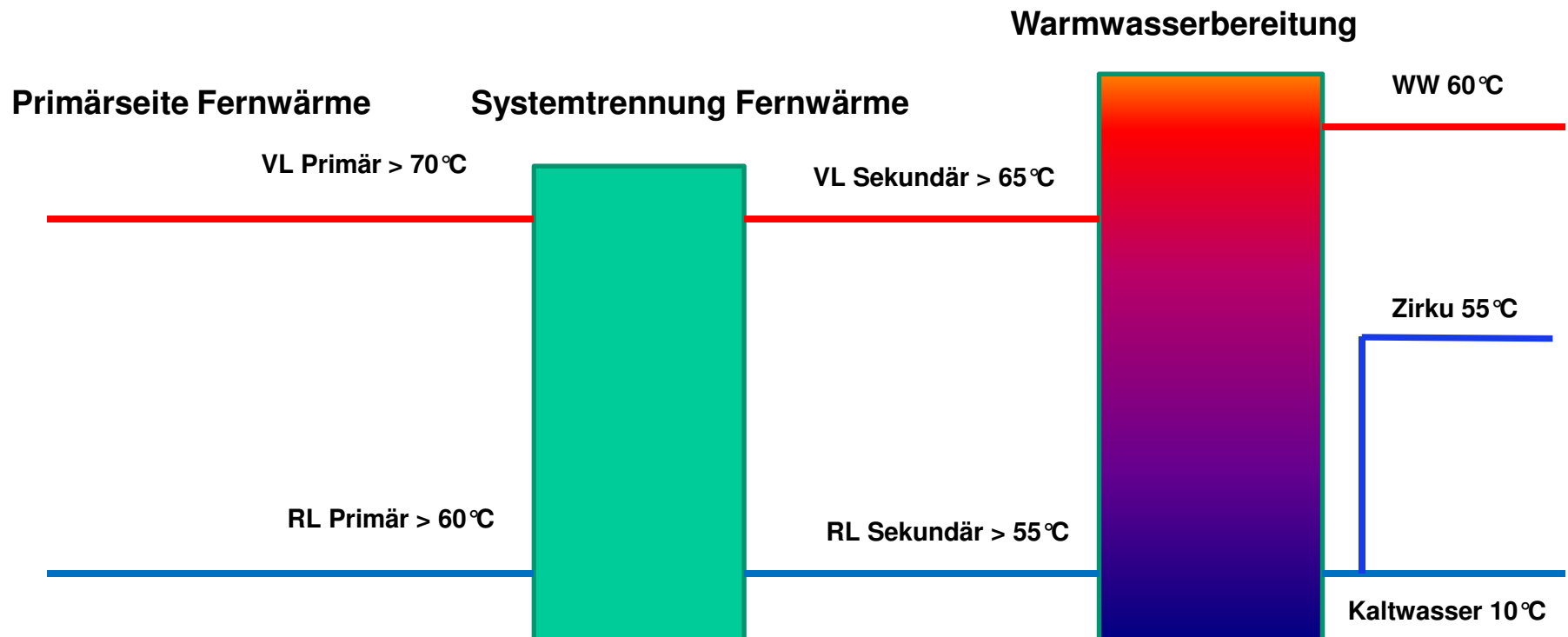
Problembereich Warmwasserbereitung Indirekte Einbindung ins Fernwärmenetz

- **Zirkulationssysteme**

Forderung Arbeitsblatt W551:

60°C WW - Vorlauf, 55°C Zirkulations - Rücklauf

Problemsituation reiner Zirkulationsbetrieb Beispiel



Problembereich Warmwasserbereitung Indirekte Einbindung ins Fernwärmenetz

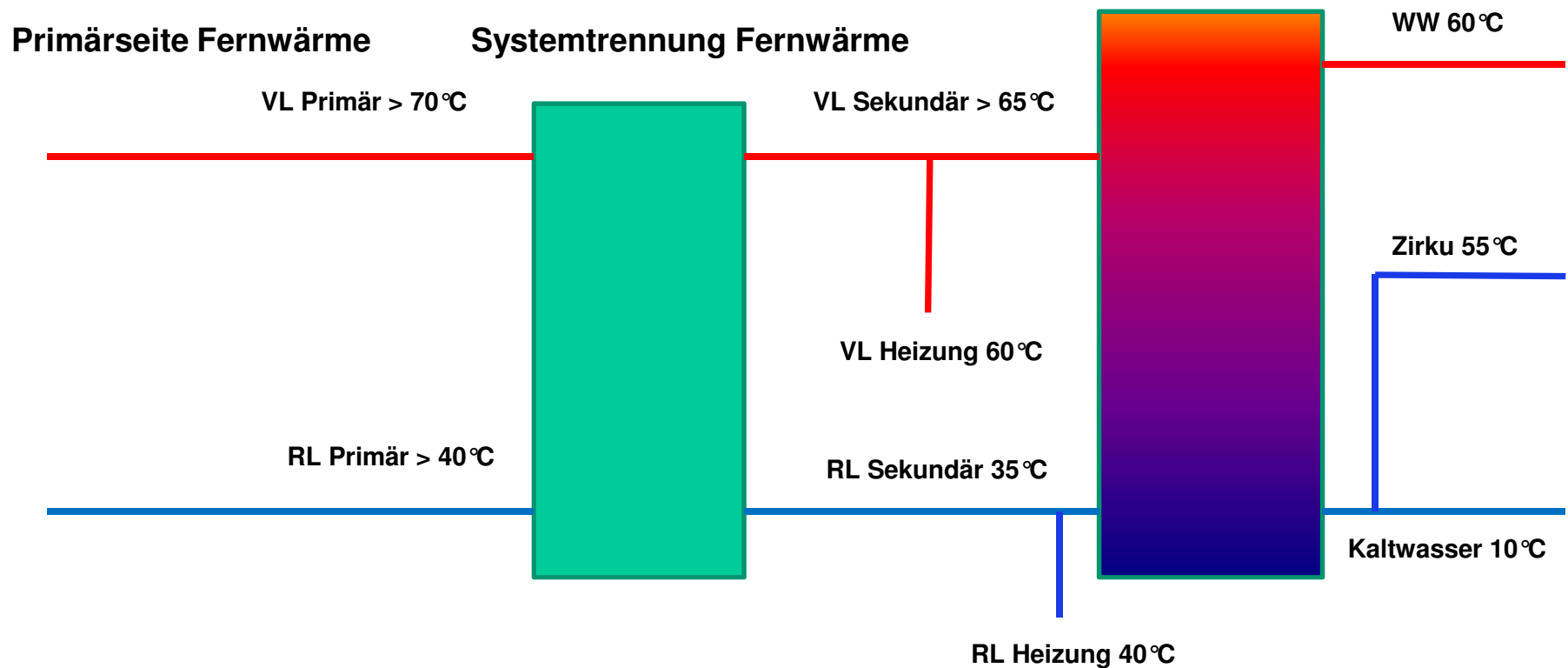
- Zirkulationssysteme**

Forderung Arbeitsblatt W551:

60°C WW - Vorlauf, 55°C Zirkulations - Rücklauf

Warmwasserbereitung bei Zapfung und/oder Heizbetrieb

Warmwasserbereitung



Lösungsansätze Rücklauf­temperatur bei der Warmwasserbereitung

- Unterbrechung Zirkulation an max. 8h/24h möglich (Auch Intervallbetrieb möglich) mit hygienischen Risiken verbunden
- Abgleich und temperaturabhängiger Betrieb der Zirkulation / Thermostatische Rücklauf­temperaturregler an der Zirkulation
- Trennung von Zirkulationsbetrieb und Zapfbetrieb in unterschiedlichen Speichern und Nutzung der niedrigen Rücklauf­temperaturen aus dem Zapfbetrieb für niedrige Rücklauf­temperaturen in Zeiten ohne Zapfung
- **Direkte Einbindung spart eine Temperatur­grädigkeit am Wärmetauscher ein (Stationswärmetauscher entfällt)**
- Aufbau von dezentralen Warmwasseranlagen in den einzelnen Einheiten ohne Temperatur - Anforderungen aus der Legionellenverordnung mit direkter oder indirekter Einbindung

Herstellerlösungen mit direkter Einbindung

■ Die richtige Wahl

Suche Anschlussmöglichkeit. Biete entsprechende FernwärmekompaKtstation.

ÜBERGABE		HEIZUNG		TRINKWARMWASSER			RÜCKLAUF-AUSKÜHLUNG	BE-ZEICHNUNG	MÖGLICHER PRODUKTYP		
direkt	indirekt	direkt	indirekt	direkt	indirekt	Prinzip			CAD	Compact	V-max
■								D-0			
	■							I-0			
	■							S-0 (Dampf)			
		■						D			
		■			■	Durchflussprinzip		DDD			
		■			■	Speicherprinzip		DDS			
		■			■	Speicherladeprinzip		DDL			
		■			■	Speicherladeprinzip	✓	DDL-R			
		■	■		■	Speicherladeprinzip		DDL-I			
			■		■	Durchflussprinzip		I			
			■		■	Speicherprinzip		IDD			
			■		■	Speicherprinzip		IDS			
			■		■	Speicherladeprinzip		IDL			
			■		■	Speicherladeprinzip	✓	IDL-R			
			■		■	Durchflussprinzip		ID			
			■		■	Speicherprinzip		IIS			
			■		■	Speicherladeprinzip		IIL			
			■		■	Speicherladeprinzip	✓	IIL-R			



Trinkwassernetz und Netzdruck

- Netzdruck im Trinkwasser nach Druckminderer zwischen 3 und 6 bar
- Nenndruck im Fernwärmenetz zwischen 10 und 25 bar



Beispiel Netz Innenstadt Heizwasser RL 40°C Primär PN 25 Nenndruck

- Einhaltung der TAB erfordert eine direkte Einbindung der WW-Anlage in das Fernwärmenetz
- Dezentrale Stationen können ggf. ohne primärseitige Einbindung realisiert werden.
- Problematik PN 25 und direkte Einbindung ins Fernwärmenetz muss diskutiert werden

Datenblatt 1 zur TAB-Heizwasser

Fernwärmenetz: Innenstadt (Südspange)

Im Bereich des o.g. Fernwärmenetzes gelten die folgenden Parameter. Bei der Auslegung der Kundenanlage sind die folgenden Parameter zu beachten.

Festigkeitsmäßige Auslegung:

Die Kundenanlage (Wärmeübertrager und die dazugehörigen Armaturen und Rohrleitungen) ist mindestens für den Nenndruck, den maximalen Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur auszulegen.

- Nenndruck	PN 25
- zulässiger Betriebsüberdruck	20 bar(ü)
- zul. Betriebstemperatur	150°C

Leistungsmäßige Auslegung:

Bei der Auslegung der Kundenanlage ist zu beachten, dass die maximale Betriebstemperatur nur im Auslegungsfall (Außentemperatur -16°C) erreicht wird. Für die bedarfsgerechte Versorgung des Kunden sind daher für die Auslegung der Kundenanlage die nachfolgenden Angaben maßgeblich.

Vorlauftemperatur (Fahrweise):

Vorlauftemperatur bei:	$\vartheta_{\text{Aussen}} = -16^\circ\text{C}$	$\vartheta_{\text{Vorlauf}} \geq 125^\circ\text{C}$
Vorlauftemperatur bei:	$-16^\circ\text{C} < \vartheta_{\text{Aussen}} < 6^\circ\text{C}$	$125^\circ\text{C} > \vartheta_{\text{Vorlauf}} > 80^\circ\text{C}$
Vorlauftemperatur bei:	$\vartheta_{\text{Aussen}} \geq 6^\circ\text{C}$	$\vartheta_{\text{Vorlauf}} \geq 80^\circ\text{C}$

$\vartheta_{\text{Aussen}}$ = Außentemperatur der Tagesmittelwerte der beiden Vortage und der aktuellen Außentemperatur
 $\vartheta_{\text{Vorlauf}}$ = Temperatur (min.) des Heizmediums

Rücklauftemperatur ($\vartheta_{\text{Rücklauf}}$):

Zur Ermittlung der Rücklauftemperatur wird das arithmetische Mittel der Messwerte des Wärmezählers über einen Zeitraum von einer Woche herangezogen.

$$\vartheta_{\text{Rücklauf}} = 40^\circ\text{C}$$

Differenzdruck:

Minimaler Druckdifferenz ($\Delta p_{\text{Auslegung}}$) zwischen Vorlauf Fernwärmenetz (Druckabgriff Differenzdruckregler) und Rücklauf Fernwärmenetz (Mengendifferenzdruckregler) zur Auslegung der Bauteile.

$$\Delta p_{\text{Auslegung}} = 0,7 \text{ bar}$$

Höhenlage:

Maximal zulässige Höhenlage für die vom Heizwasser der Fernheizung durchströmten Anlagenteile:

$$\pm 3 \text{ m der Geländeoberkante (GOK)}$$

Anschlussart:

indirekt

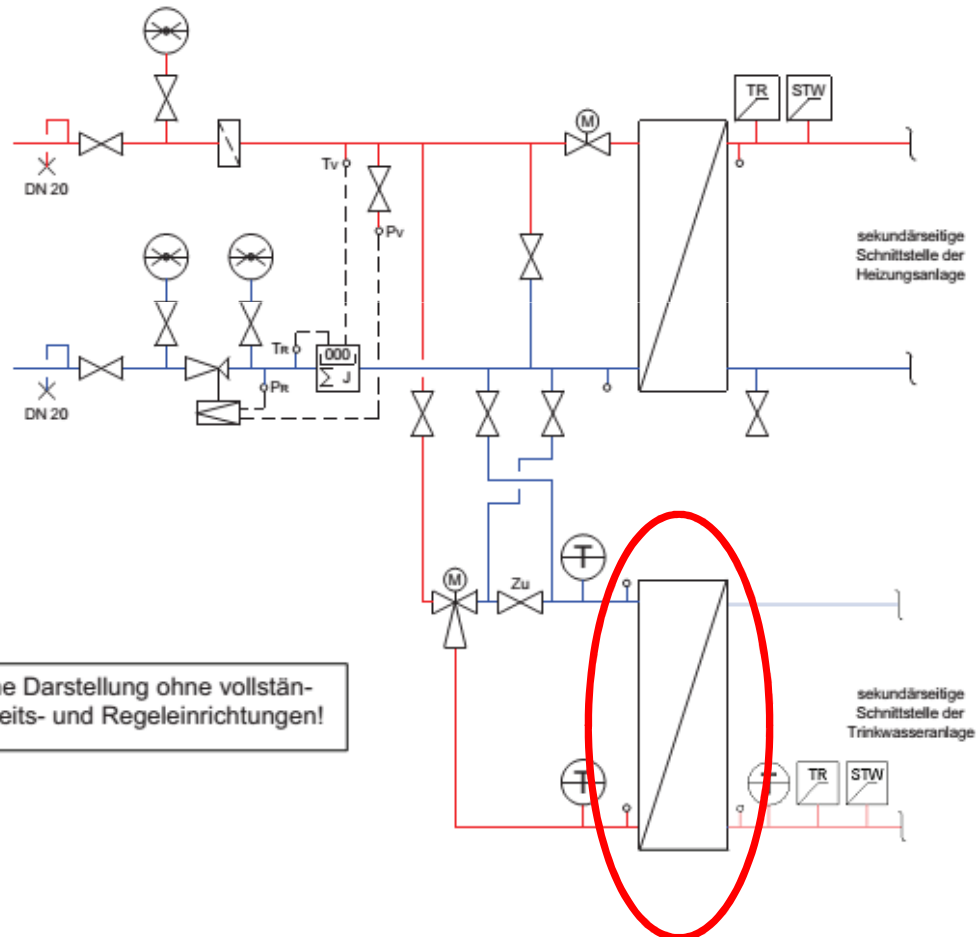
Es gelten die Technischen Anschlussbedingungen Heizwasser (TAB-Heizwasser) der SWM. Die TAB-Heizwasser mit Anlagen stehen im Internet unter www.swm.de zum Download zur Verfügung.

Vorschlag für direkte Einbindung der Trinkwassererwärmung aus TAB Stadtwerke

Anlage 14

TAB-Heizwasser

Beispiel für den Anschluss einer Strahlpumpe

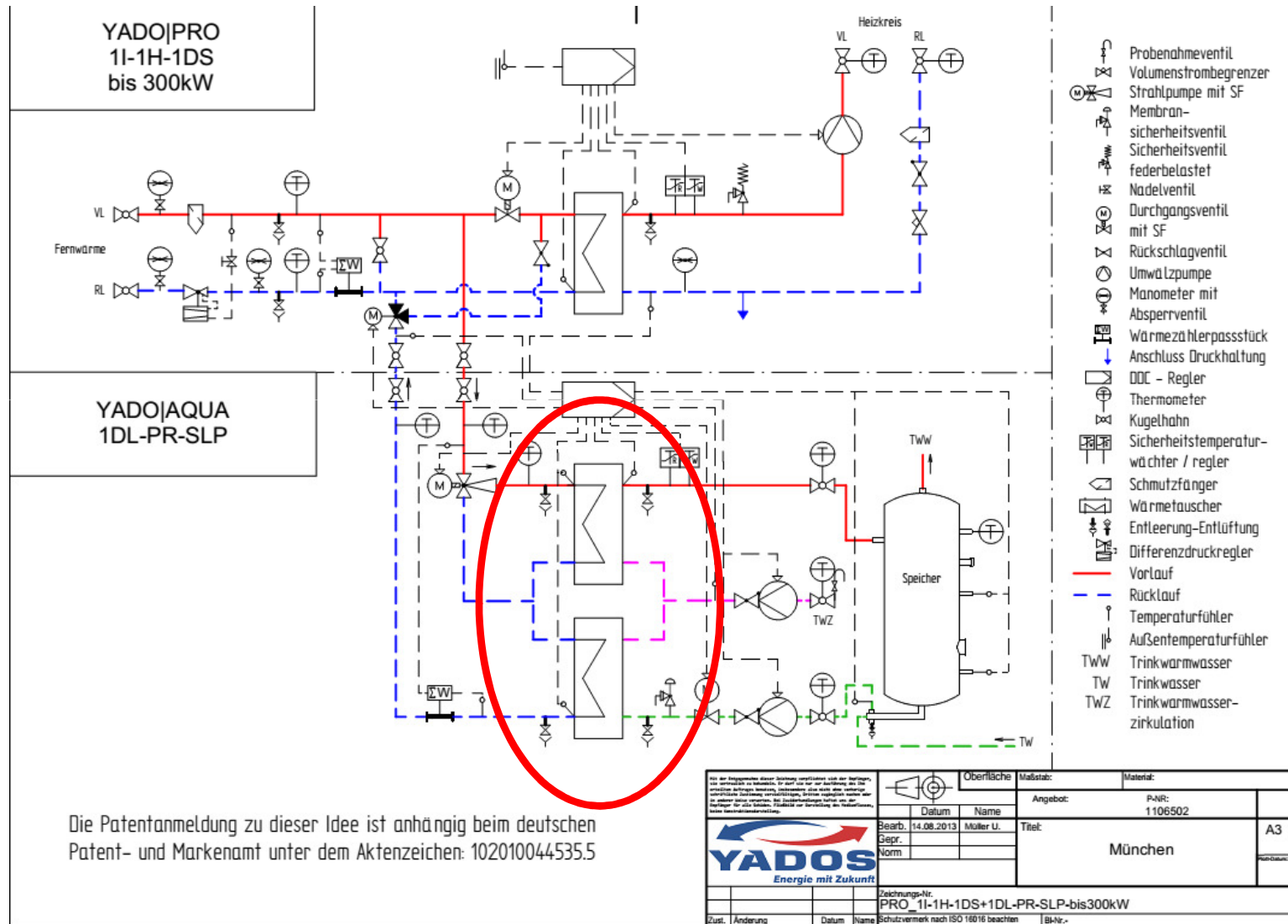


Schematische Darstellung ohne vollständige Sicherheits- und Regeleinrichtungen!

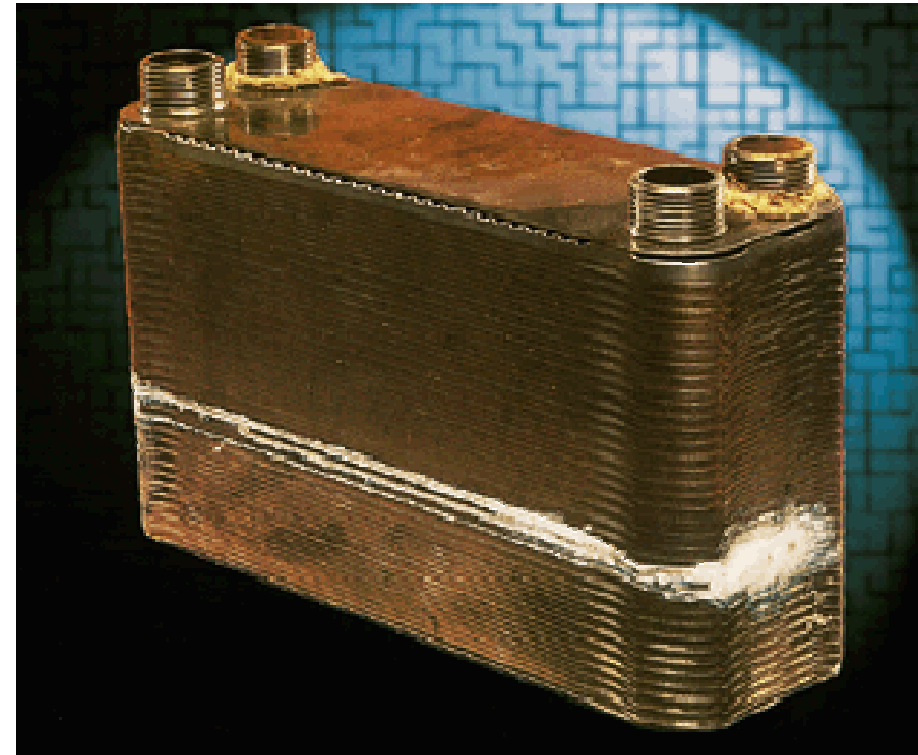
SWM Versorgungs GmbH
TAB_06_Anlage_14_01_03.tbl.pptx...doc...Strahlpumpe
Stand: 2011

Beispiel für Rücklauftemperaturoptimierte Warmwasserbereitung mit direkter Einbindung in die Primärseite

System: Yados / Fa.Richter



Beispiele undichte Plattenwärmetauscher



Fotos aus Ausarbeitung Dr.-Ing. Wolfgang Stichel, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

TAB Netz Freiham Nord

35°C Rücklauf primär

10 bar Nenndruck (nur direkte Einbindung und dezentrale Stationen sind technisch möglich)



- Direkte Einbindung von Heizung und WW – Bereitung ist bei den vorgegebenen TAB Bedingungen Voraussetzung
- Dezentrale Stationen sind hier ebenfalls Voraussetzung für die Einhaltung der TAB
- Zentrale WW – Bereitung mit Zirkulationssystem ist hier aus meiner Sicht nicht mehr möglich wenn die TAB eingehalten werden sollen.

Datenblatt 10 zur TAB-Heizwasser

Fernwärmenetz: **Freiham-Nord**
Niedertemperaturnetz

Im Bereich des o.g. Fernwärmenetzes gelten die folgenden Parameter. Bei der Auslegung der Kundenanlage sind die folgenden Parameter zu beachten.

Festigkeitsmäßige Auslegung:

Die Kundenanlage (Wärmeübertrager und die dazugehörigen Armaturen und Rohrleitungen) ist mindestens für den Nenndruck, den maximalen Betriebsdruck und die maximale Betriebstemperatur auszulegen.

- Nenndruck PN 10
- zulässiger Betriebsüberdruck 10 bar(ü)
- zul. Betriebstemperatur 80°C

Leistungsmäßige Auslegung:

Bei der Auslegung der Kundenanlage ist zu beachten, dass die maximale Betriebstemperatur nur im Auslegungsfall erreicht wird. Für die bedarfsgerechte Versorgung des Kunden sind daher für die Auslegung der Kundenanlage die nachfolgenden Angaben maßgeblich.

Vorlauftemperatur:

$$\theta_{\text{Vorlauf}} \geq 60^\circ\text{C}$$

θ_{Vorlauf} = Temperatur (min.) des Fernwärmenetzes

Differenzdruck:

Minimaler Druckdifferenz ($\Delta p_{\text{Auslegung}}$) zwischen Vorlauf Fernwärmenetz (Druckabgriff Differenzdruckregler) und Rücklauf Fernwärmenetz (Mengendifferenzdruckregler) zur Auslegung der Bauteile.

$$\Delta p_{\text{Auslegung}} = 0,7 \text{ bar}$$

Rücklauftemperatur:

Zur Ermittlung der Rücklauftemperatur wird das arithmetische Mittel der Messwerte des Wärmezählers über einen Zeitraum von einer Woche herangezogen.

$$\theta_{\text{Rücklauf}} = 35^\circ\text{C}$$

Höhenlage:

Maximal zulässige Höhenlage für die vom Heizwasser der Fernheizung durchströmten Anlagenteile:

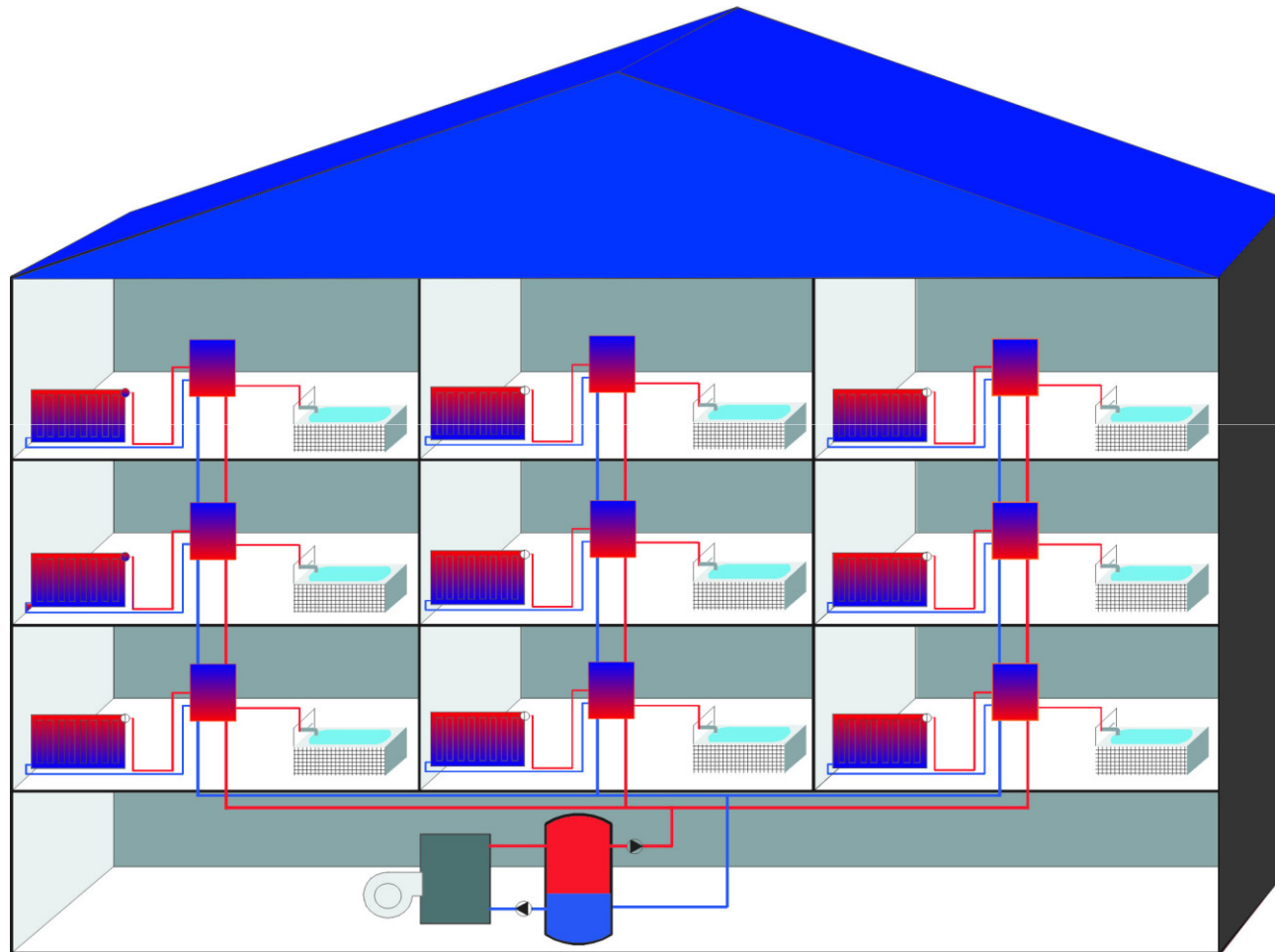
$$H_{\text{Geo-max}} = 550 \text{ m üNN}$$

$$H_{\text{Geo-min}} = 520 \text{ m üNN}$$

Anschlussart: direkt und indirekt

Es gelten die Technischen Anschlussbedingungen Heizwasser (TAB-Heizwasser) der SWM. Die TAB-Heizwasser mit Anlagen stehen im Internet unter www.swm.de zum Download zur Verfügung.

Dezentrale Warmwasserbereitung mit zentraler Fernwärmeversorgung (System KAMO und andere)



Bei direkt eingebundenen dezentralen Stationen erhöht sich statistisch das Risiko von Wasserübertragung aufgrund der erhöhten Anzahl der Kontaktflächen und der Vielzahl von Wärmetauschern im privaten, nicht immer zugänglichen Bereich.

Haftungsrisiken bei Schäden an den Wärmetauschern ?

Thema wird von manchen Herstellern erkannt

Direkteinbindung mit Leckageüberwachung

Niedrige Rücklauftemperaturen sind möglich Eine große Temperaturspreizung ist die Basis einer effizienten (Fern)wärmeverorgung

Der Beitrag widmet sich dem Ergebnis eines zehnjährigen Entwicklungsprozesses hin zu Fernwärmehausanschlusstationen und Frischwassermodulen mit minimal möglichen Rücklauftemperaturen. Die innovativen Energiesparer „HotSpot“ und „Waleo“ mit ihren kompakten Abmessungen, ihrem ansprechenden Äußeren und ihrer neuen Sicherheitstechnik haben das Zeug, zu einem neuen Standard zu avancieren.



Bei dem Neubau wurden die Kompakthausanschlusstation und ein Raumlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung in einem kleinen Hausanschlussraum gemeinsam installiert. Dies wurde möglich, weil die Abmessungen der HAST „HotSpot lux“ mit einer Grundfläche von 0,54m² (0,67m x 0,8m) und einer Höhe von 1,2m überaus kompakt sind. Sie findet praktisch in jeder noch so kleinen Nische einen Stellplatz.

Kompakt-HAST mit rekordverdächtig niedrigen Rücklauftemperaturen

Im Anschluss an den Umbau unterzog die Fernwärme Ulm die neue Kompakt-HAST einem ausführlichen Monitoring. Die Messwerte bestätigten die hohen Erwartungen an die neue Technik.

Obwohl immer wieder Skepsis darüber herrscht, ob die Warmwasserbereitung im Durchflussprinzip auch mit einem ausreichenden Komfort erfolgen kann, sind die gemessenen Warmwassertemperaturen ausreichend gleichmäßig und weichen nur kurz um 2-5 Kelvin vom Sollwert ab. Dafür sorgen ein sehr schnelles thermostatisches Regelventil und die spezielle Anordnung seines Fühlers in der Kompakthausanschlusstation. Neben der einfachen Einstellung der Wunschtemperatur und der hohen Regelgüte benötigt es keinerlei Fremdenergie. Doch dies war bereits von den Thermo Integral-Frischwassermodulen „Waleo“ bekannt, ebenso wie die zweistufige Warmwasserbereitung mit Rücklaufabkühlung aus der Heizung mit

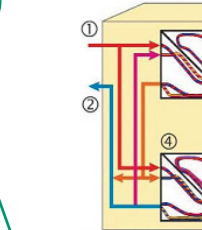
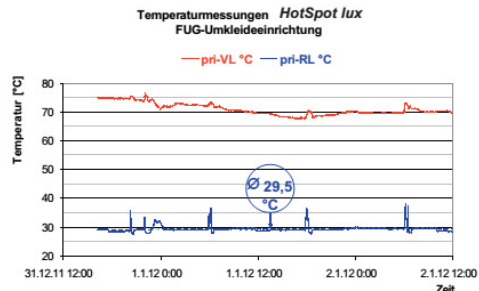
am Brennstoffeinsatz beträgt derzeit etwa 50 Prozent, zu 82 Prozent in Kraft-Wärme-Kopplung. Die FUG hat derzeit über 300 Hauszentralen ihrer Kunden in Betrieb.

Zu den eigenen Hausanschlusstationen gehören auch die der Bauten auf dem Betriebsgelände des Heizkraftwerkes. Aus Anlass des 100-jährigen Betriebsjubiläums wurde von der Fernwärme Ulm im Jahre 2010 für das Betriebspersonal des Heizkraftwerkes Magirusstraße ein neues Sozialgebäude errichtet. Hier kam eine Kompakthausanschlusstation (Kompakt-HAST) „HotSpot lux“ von Thermo Integral für Fernwärme-Heizwasser zum Einsatz, mit einer indirekten Anbindung von Fußbodenheizung und Raumlüftung sowie einem primärseitigen, zweistufigen Durchflusssystem für die Warmwasserbereitung.

Niedrige Rücklauftemperaturen sind unabdingbar für eine hohe Effizienz vorhandener und neu zu errichtender Wärmeverorgungsanlagen

Die Fernwärme Ulm GmbH (FUG), eine Beteiligungsgesellschaft der EnBW Energie Baden-Württemberg AG und der Stadtwerke Ulm/Neu-Ulm GmbH, wurde 1995 gegründet und geht auf die Existenz des Dampfkraftwerkes West zurück. Dieses wurde bereits im Jahr 1910 in Betrieb genommen. Das Unternehmen versorgt die Stadt Ulm mit Fernwärme. Der Wärmemarktanteil beträgt etwa 45 Prozent.

Die FUG betreibt derzeit am Standort Magirusstraße ein mit Biomasse, Kohle, Öl und Gas befeuertes Heizkraftwerk. Das Biomasse-Heizwerk I wurde 2004 in Betrieb genommen. Im Herbst 2012 wird das neue Biomasse-Heizwerk II seinen Betrieb aufnehmen. Der Anteil regenerativer Energien



Schema einer Fernwärme-HAST „HotSpot lux“ mit Wärmerückgewinnung und Luftschluss, 8. Warmwasseranschluss, 9 (Alle Abbildungen: Triesch)

nur einem Wärmeübertrager nach international geschützten Verfahren

Die Innovation

Das Neue besteht in der besonders niedrigen Primär-Rücklauf-Temperatur, durch eine wechselnde Kaskadierung von Heizkreisen und Warmleitung erreicht. Der primäre Heizlauf wird immer dann durch der wasserbereiten geleitet, wenn die Temperatur aus der Warmwasser einen eingestellten Grenzwert v 35 °C unterschreitet.

Bei reiner Warmwasserzirkulation der Umkleideeinrichtung die über die Zeit der Fall – wird der Rücklauf Warmwasserbereitung mit maximal nochmals durch den Wärmeübertrager die Heizung und Raumlufttechnik und dort bei Heizbetrieb weiter ausgekühlt. Im „HotSpot lux“ ist eine Reihenschaltung des Raumluft- und Fußbodenheizkreises realisiert, was den Rücklauf aus



Primäreinbindung der Kompakt-HAST

Die erzielte Regelgenauigkeit und die niedrigen Rücklauftemperaturen werden erst mit der primärseitigen Einbindung der Frischwasserbereitung möglich. Unbedingt zu vermeiden ist bei einer Undichtigkeit des Wärmeübertragers ein Medienübertritt von der Primärseite in das Trinkwassersystem oder umgekehrt. In den Frischwassermodulen „Waleo lux“ und den Kompakt-HAST „HotSpot lux“ werden deshalb Leckageschalter vom Typ „DELTAHex-2“ eingesetzt, die den Plattenwärmeübertrager auf Drucküber- oder -unterschreitung und Wassermangel auf der Sekundärseite sowie auf Druckausgleich zwischen der Primär- und der Sekundärseite überwachen. Auch wenn ein Schaden an Wärmeübertrager außerordentlich selten auftritt, kann dieser so zuverlässig signalisiert und schnell behoben werden.

Die erzielte Regelgenauigkeit und die niedrigen Rücklauftemperaturen werden erst mit der primärseitigen Einbindung der Frischwasserbereitung möglich. Unbedingt zu vermeiden ist bei einer Undichtigkeit des Wärmeübertragers ein Medienübertritt von der Primärseite in das Trinkwassersystem oder umgekehrt. In den Frischwassermodulen „Waleo lux“ und den Kompakt-HAST „HotSpot lux“ werden deshalb Leckageschalter vom Typ „DELTAHex-2“ eingesetzt, die den Plattenwärmeübertrager auf Drucküber- oder -unterschreitung und Wassermangel auf der Sekundärseite sowie auf Druckausgleich zwischen der Primär- und der Sekundärseite überwachen. Auch wenn ein Schaden an Wärmeübertrager außerordentlich selten auftritt, kann dieser so zuverlässig signalisiert und schnell behoben werden.

von 25 bar oder Vorlauftemperaturen von 140 °C. Im Ergebnis wurden stets, selbst für Fachleute vorher undenkbar gewesene, minimal mögliche Fernwärmerücklauftemperaturen zuverlässig erreicht.

Der Autor dankt allen beteiligten Unternehmen für ihre Unterstützung.
[Dr.-Ing. Frank Triesch]

[1] EH&P: 37. Jg. (2008), Heft 4, S. 78-90

Thermo Integral GmbH & Co. KG
Gutsparkstraße 5
D-04328 Leipzig

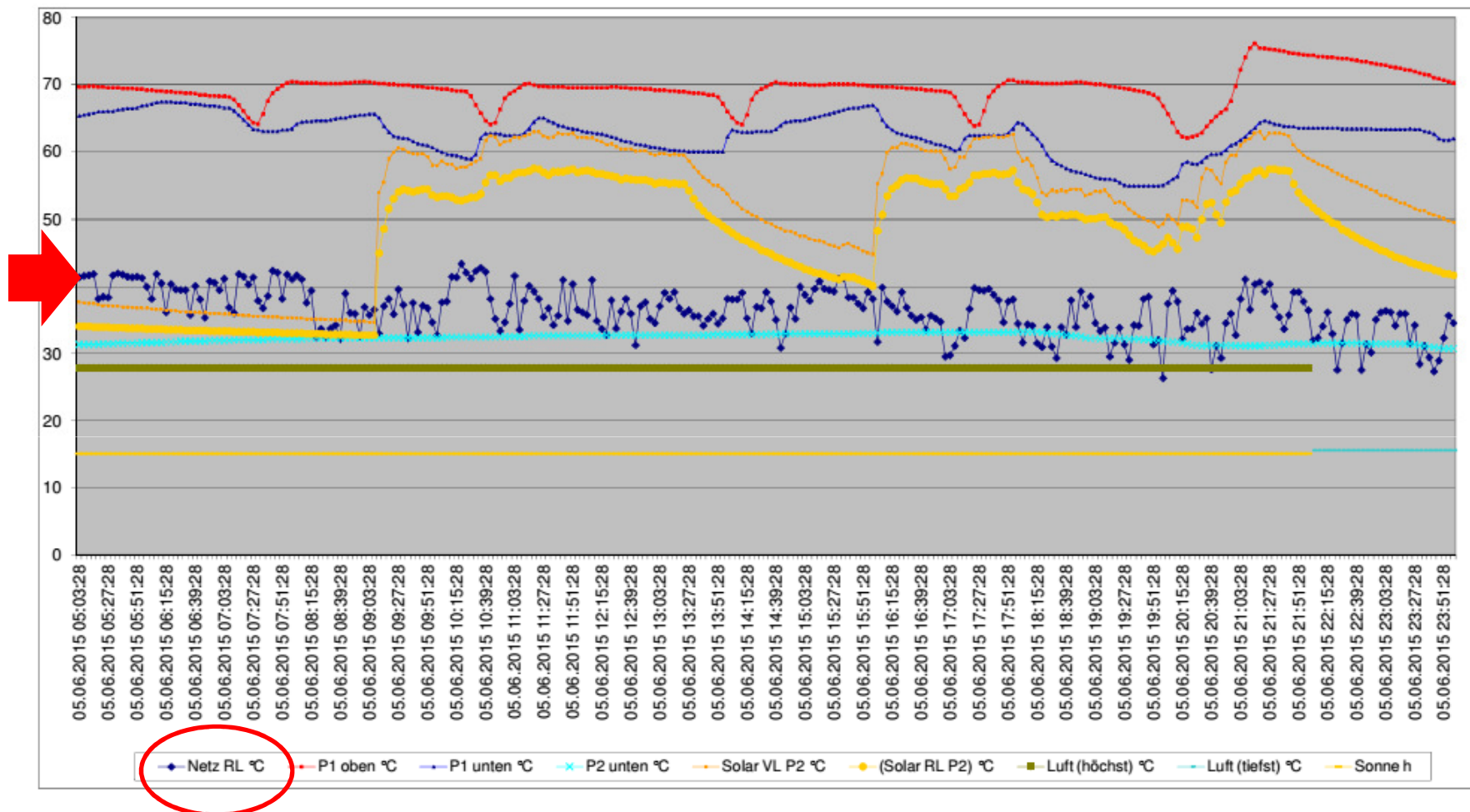
Fon (0341) 25 22-762
Fax (0341) 25 22-763

triesch@gmx.de

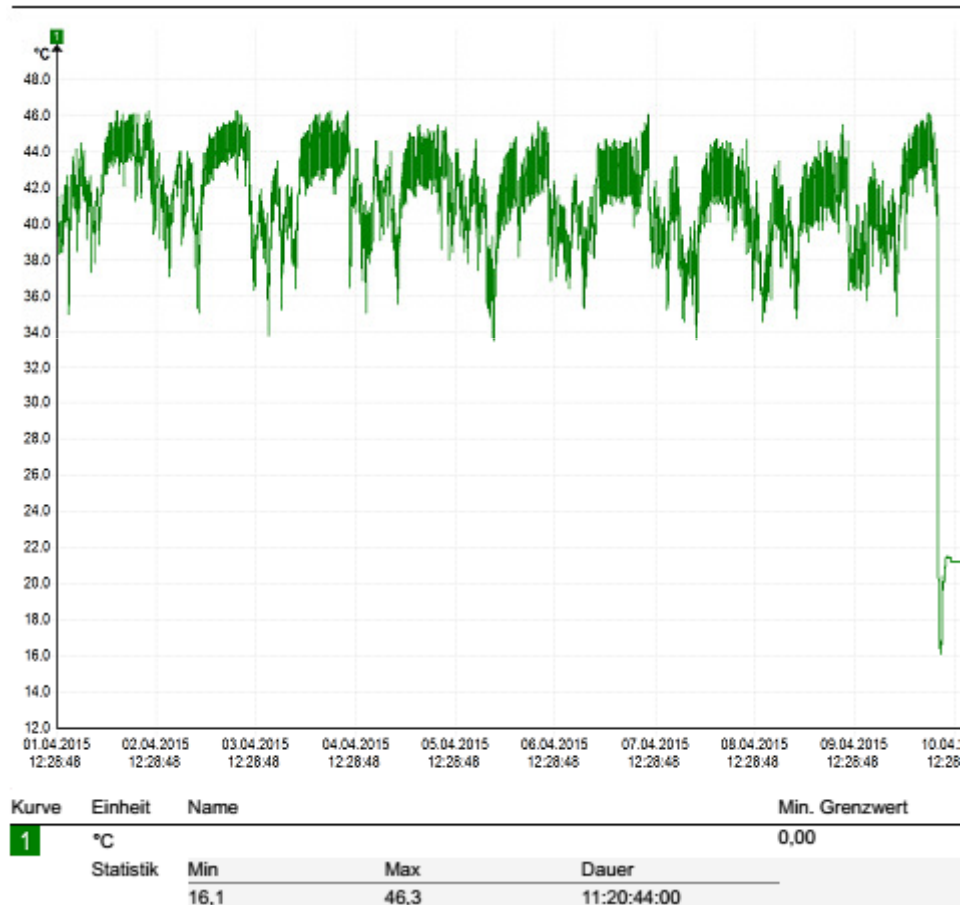


Bespiel MFH Gröbenzell 14 WE dezentrale Stationen, Neubau

(Pelletsheizung direkte Temperatur am Rücklauf ohne Fernwärme -Wärmetauscher Mittelwert ca. 38°C)



Bespiel MFH Heßstraße 12 WE dezentrale Stationen,
Altbau mit alten Heizkörpern (Temperaturverlauf Primärseite Fernwärme)
Sekundärseitige Einbindung der dezentralen Wohnungsstationen
Mittelrücklauftemperatur ca. 42°C auf der Primärseite



Meine persönliche Einschätzung zum Thema Rücklauf und direkte Einbindung der WW - Bereitung:

Praktische Erreichbarkeit von im Mittel 40 °C Rücklauf
auf der Primärseite ist mit allen Systemen (Zentral und dezentral) möglich

Unter 40 °C Rücklaufanforderung auf der Primärseite
sind nur noch dezentrale Stationen ohne Zirkulationssystem und
ohne Anforderungen an die Legionellenverordnung möglich.
Direkte Einbindung in das Fernwärmenetz wird zwingend erforderlich

Anforderungen von unter 40 °C Rücklauftemperatur auf der Primärseite
sind aus meiner Sicht nicht praxistauglich
und darüber muss gesprochen werden.

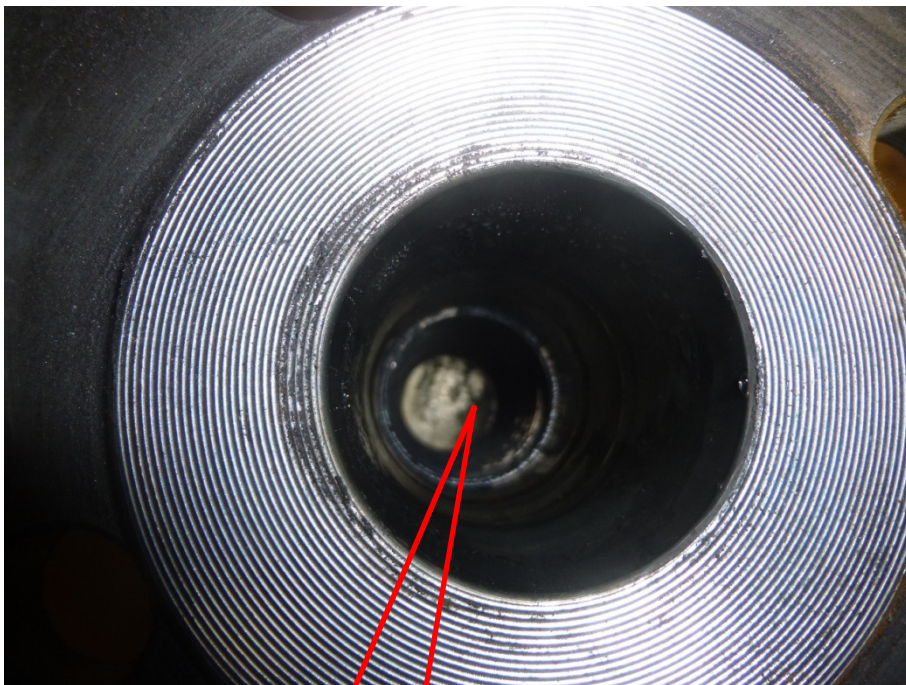
Verunreinigung und Verkalkung von Fernwärme - Wärmetauschern

Verunreinigung und Verkalkung der Tauscherflächen führt zu einer kontinuierlichen Verschlechterung der Übertragungsleistung und der Rücklaufemperaturthematik.

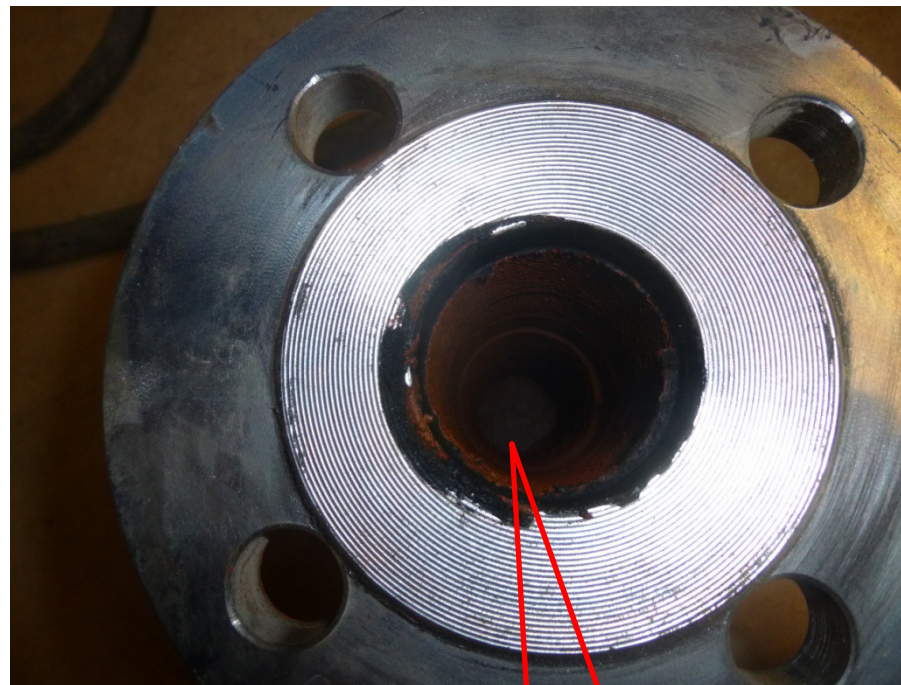
Es sind hier Maßnahmen zur Vermeidung der Leistungsminderung auf der Heizungs- und der Trinkwasserseite erforderlich.

Thema in den nachfolgenden Beiträgen im Fachforum und in einem geplanten weiteren Fachforum.

Beispiel für die Verschmutzung eine Fernwärmewärmetauschers auf der Heizungswasserseite



Unverschmutzte
Primärseite des
Wärmetauschers



Mit
Magnetit/Kalkschicht
verschmutzte
Tauscherflächen auf
der Sekundärseite



Kommentar und persönliche Einschätzung der Gesamtsituation

- Einhaltung von niedrigen Rücklauftemperaturen in allen Betriebszuständen ist auch mit optimierter Anlagentechnik nicht immer möglich, es ist immer nur eine Annäherung an einen Idealbetrieb möglich.
- Hohe Rücklauftemperaturen sollten nicht alleine als Kriterium angesetzt werden sondern auch die anfallenden Wassermengen mit hohen Rücklauftemperaturen „Gewichtete Rücklauftemperaturen“.
- Wasserthematik bei direkter Einbindung sollte weiter diskutiert werden. Die sekundärseitige Einbindung der Warmwasseranlage ist aus wasserhygienischer Sicht zu bevorzugen, hat aber rücklaufseitige Nachteile. Diskussion erforderlich.
- Klärung von Haftungsfragen ist erforderlich. Was passiert wenn eine direkt eingebundene Station undicht wird und das Trinkwasser verunreinigt wird. „Wer hält hier den Kopf hin?“

Danke für ihre Aufmerksamkeit und das
Interesse auch für die nachfolgenden
Beiträge

Gerhard Schmid

EURA – Ingenieure – Schmid

Schwarzenbacher Straße 28

81549 München

Tel.: 089/6894156

Fax.: 089/6894256

www.eura-ing-schmid.de

aura@aura-ing-schmid.de