



ANALYSE UND OPTIMIERUNG VON FERNWÄRMENETZEN

IST-ANALYSE VON FERNWÄRMENETZEN UND BEWERTUNGS-TOOL ZUR NETZ-OPTIMIERUNG

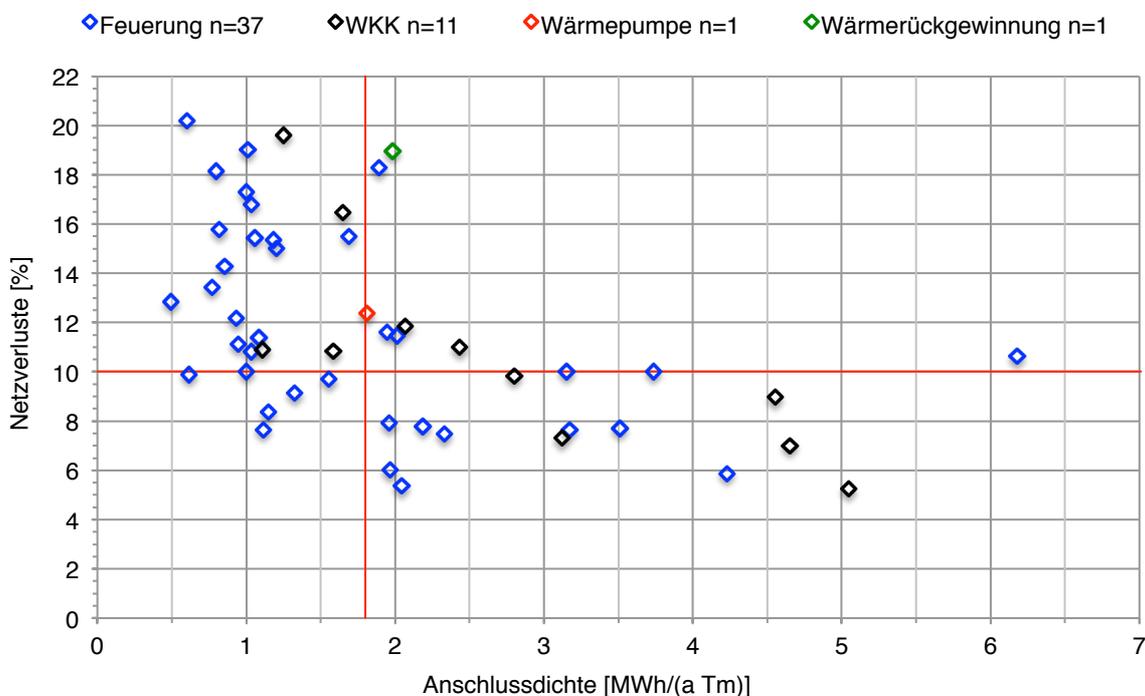
Schlussbericht

Stefan Thalmann, Verenum, 8006 Zürich

Thomas Nussbaumer, Verenum, 8006 Zürich

Jürgen Good, Verenum, 8006 Zürich

Andres Jenni, Ardens GmbH, 4410 Liestal



Analyse und Optimierung von Fernwärmenetzen

Ist-Analyse von Fernwärmenetzen und Bewertungs-Tool zur Netz-Optimierung

Auftraggeber

Bundesamt für Energie

Auftragnehmer

ARGE Fernwärme

Autoren

Stefan Thalmann, Verenum, 8006 Zürich
Prof. Dr. Thomas Nussbaumer, Verenum, 8006 Zürich
Dr. Jürgen Good, Verenum, 8006 Zürich
Andres Jenni, Ardens GmbH, 4410 Liestal

Projekt-Begleitung

Daniel Binggeli, Bundesamt für Energie
Dr. Sandra Hermle, Bundesamt für Energie

Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen, Postadresse: CH 3003 Bern
Telefon +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00, www.bfe.admin.ch
BFE-Projektleiter: Daniel Binggeli

<p>Dieser Bericht entstand im Auftrag des Bundesamts für Energie. Für den Inhalt sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.</p>

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Ausgangslage und Motivation	7
2 Zielsetzung	9
2.1 Beurteilung der technischen Ist–Situation.....	9
2.2 Bewertungs-Tool.....	9
2.3 Übergeordnetes Ziel	9
3 Beurteilung der Ist–Situation	10
3.1 Technik	10
3.1.1 Datenerhebung	10
3.1.2 Auswertung	17
3.2 Kosten und Anschlussbedingungen	28
3.2.1 Datenerhebung	28
3.2.2 Auswertung	28
4 Bewertungs-Tool für Kosten und Netzstruktur	32
4.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung	32
4.1.1 Ausgangslage	32
4.1.2 Systemgrenzen und Begriffe	33
4.1.3 Vorgehen zur Berechnung mit Annuitätenmethode	34
4.1.4 Resultate 1: Sensitivitätsanalyse einzelner Anlagen	38
4.1.5 Resultate 2: Vergleich der 5 untersuchten Anlagen	56
4.2 Analyse der Netzstruktur	63
4.2.1 Motivation und Ziel	63
4.2.2 Methodischer Ansatz	63
4.2.3 Vorgehen	64
4.2.4 Fiktive Netze	70
4.2.5 Reale Netze	76
5 Schlussfolgerungen	82
5.1 Teil 1: Ist-Analyse der Technik von Fernwärmenetzen.....	82
5.2 Teil 2: Bewertungs-Tool für Kosten und Netzstruktur	84
6 Literatur	87
7 Anhang	88
7.1 Fragebogen	88
7.2 Datenblätter: Beschreibung	95
7.3 Datenblätter: Dokumente	101

Zusammenfassung

Das Projekt Analyse und Optimierung von Fernwärmenetzen umfasst zwei Teile, eine Ist-Analyse der Technik ausgeführter Fernwärmenetze sowie die Entwicklung eines Bewertungs-Tools zum energetischen und ökonomischen Vergleich der Anlagen. Die Ist-Analyse umfasst die Erhebung der Betriebsdaten von 52 Fernwärmenetzen in der Schweiz und die statistische Auswertung anhand von Kennwerten insbesondere der Wärmeverluste und der Anschlussdichte. Das Optimierungs-Tool dient zur Sensitivitätsanalyse mit der das theoretische Optimierungspotenzial durch Variation der Auslegungsgrössen aufgezeigt wird.

Die Auswertung zeigt, dass die Anschlussdichte als wichtige Kenngrösse für die Wärmeverluste und die Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen bestätigt wird. So sinken die Verluste und die Kosten mit zunehmender Anschlussdichte. Die Erhebung zeigt allerdings auch, dass die Netzverluste bei identischer Anschlussdichte eine Bandbreite von bis zu mehr als einem Faktor 3 aufweisen. Aus diesem Grund werden sowohl die Anforderung nach QM Holzheizwerke von maximal 10% Wärmeverlusten als auch die Forderung einer Anschlussdichte von mindestens 1.8 MWh/(a Tm) nur von je rund 40% der Netze erfüllt. Beide Anforderungen gleichzeitig werden von rund einem Drittel Anlagen erfüllt. Ebenso erfüllen nur 40% der Anlagen die Anforderungen bezüglich Speichergösse, während die Ziele bezüglich Stromverbrauch vom Grossteil eingehalten werden.

Eine detaillierte Datenerhebung und Auswertung der gesamten Netzstruktur von fünf ausgewählten Netzen zeigt, dass die Rohrdurchmesser und damit die Wärmeverteilkapazitäten bei rund 80% der Teilstränge überdimensioniert sind. Die Rohrdurchmesser sind meist ein oder zwei Nenndurchmesser grösser als notwendig, in einem Fall jedoch bis zu viermal. Als Kenngrösse zur Beurteilung der Netzdimensionierung dient auch der spezifische Druckverlust. Ein Vergleich mit den Empfehlungen von QM Holzheizwerke bestätigt die Überdimensionierung. Eine Kostenrechnung mit der Annuitätenmethode zeigt, dass durch Wahl der optimalen Rohrdurchmesser die Wärmeverluste im Mittel um 12% und die Wärmeverteilkosten im Mittel um 15% bei einer Bandbreite von 5% bis über 30% reduziert werden können. Weitere Einsparungen sind möglich durch Reduktion der Rücklauftemperatur und durch Wahl der maximalen Wärmedämmung. Anhand dieser Beispiele wird gezeigt, dass die im Vergleich zu QM deutlich zu hohen Wärmeverluste bei identischer Anschlussdichte auf die Überdimensionierung der Rohrdurchmesser zurückgeführt werden kann.

Im Bericht werden daneben die Einflüsse von Rohrtyp, Dämmstärke, Kostenstruktur, Vollbetriebsstundenzahl und weiterer Parameter aufgezeigt. Am Beispiel eines Hausanschlusses mit einer Leistung von 50 kW wird beschrieben, dass die Gesamtkosten für die Wärmeabnehmer im Mittel 16.6 Rp./kWh betragen. Demgegenüber verursacht die Wärmeverteilung ohne Wärmeerzeugung im Mittel Kosten von 3.0 Rp./kWh was rund 18% der Wärmekosten der Verbraucher entspricht. Die Wärmeverteilkosten werden dabei durch die Kapitalkosten dominiert, die rund 2 Rp./kWh ausmachen gegenüber 0.75 Rp./kWh für den Brennstoff und 0.25 Rp./kWh für den Pumpstrom.

Die Erhebung zeigt auch, dass die Netzverluste bei identischer Anschlussdichte eine Bandbreite von bis zu mehr als einem Faktor 3 aufweisen. Aus diesem Grund sind für eine umfassende Bewertung von Fernwärmenetzen weitere Informationen nebst der Anschlussdichte notwendig. Dazu wird eine Bewertungsmethode mit einer grafischen Darstellung der Netzstruktur und der Erhebung von zwei zusätzlichen Kenngrössen vorgestellt, die eine qualitative Beurteilung eines Fernwärmenetzes ermöglicht. Die Methode dient der Identifikation von Schwachstellen wie nicht idealem Standort des Wärmeerzeugers oder Anschluss von unattraktiven Verbrauchern und sie kann zur Optimierung der Netzstruktur in einer frühen Planungsphase oder zur Charakterisierung bestehender Netze dienen, wie anhand von Beispielen beschrieben wird.

1 Ausgangslage und Motivation

Die Wärmeverteilung in Fernwärmenetzen ermöglicht eine Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten von erneuerbaren Energieträgern und von Abwärme. Zusätzlich kann der Einsatz einzelner grosser Wärmeerzeuger im Vergleich zu dezentralen Kleinanlagen in Bezug auf Komfort und Luftreinhaltung vorteilhaft sein. Interessante Einsatzgebiete ergeben sich für Energieholz, das in automatischen Holzheizwerken schadstoffarm und mit hohem Komfort genutzt werden kann. Daneben kommt der Einsatz von Wärmepumpen sowie in bivalenter Anwendung die Nutzung von Solarthermie in Frage. Besonders interessant ist zudem die Nutzung von Abwärme, wie dies in der Schweiz bei Kehrlichtverbrennungsanlagen (KVA) mit Wärmekraftkopplung (WKK) bereits erfolgt. Weitere Abwärmequellen bieten Abwasserreinigungsanlagen (ARA), Kälteanlagen und industrielle Prozesse. In Ländern mit fossiler Stromerzeugung wird daneben Abwärme aus fossil-thermischen Kraftwerken als wichtigste Wärmequelle für Fernwärmenetze genutzt.

Den Vorteilen der Fernwärme stehen als Nachteile die zusätzlichen Kosten für den Bau der Fernwärmenetze und die Wärmeverluste während des Betriebs gegenüber.

In Vorarbeiten zum vorliegenden Projekt [1] wurden dazu Praxiserfahrungen bei Fernwärmenetzen zusammengestellt und folgende Schwachstellen abgeleitet, die als Basis zur Praxisoptimierung bei bestehenden und die Auslegung neuer Netze dienen:

- Übergabestationen, insbesondere ungenügender Austauschgrad und Grädigkeit.
- Hydraulische Einbindung der Brauchwarmwassererwärmung mit Problemen zu Kalkablagerungen, Regelung und Wasser-Hygiene.
- Als Folge davon Nichterreichen der Auslegungswerte, insbesondere erhöhte Rücklauftemperaturen.
- Dimensionierung und Auslegung von Wärmeerzeuger und Fernwärmenetz.

In der Untersuchung [1] wurde ein Bewertungs-Tool erstellt, um die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Fernwärmenetze zu untersuchen. Anhand eines Standardfalls für ein Netz von 1 MW Wärmeleistung wurde damit die Wirkung auf die Kosten und auf die Verluste der Wärmeverteilung aufgezeigt. Mit dieser Analyse wurden Kennzahlen bestimmt, die als Basis zur Beurteilung der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit von Fernwärmenetzen dienen. Die Resultate zeigen, dass für Fernwärmenetze folgende Auslegungs- und Betriebsparameter entscheidend sind:

1. Die **Temperaturspreizung** zwischen Vor- und Rücklauf hat einen grossen Einfluss insbesondere über ihre Wirkung auf den zur Wärmeverteilung notwendigen Massenstrom und Rohrdurchmesser.
2. Daneben sind auch die absoluten Temperaturniveaus von Vor- und Rücklauf wichtig, im Vergleich zur Temperaturspreizung haben sie jedoch einen geringeren Einfluss auf die Effizienz des Fernwärmenetzes. Das **absolute Temperaturniveau** ist aber im Hinblick auf die Effizienz der Wärmeerzeugung entscheidend. Dies gilt insbesondere bei Einsatz von Wärmepumpen, Abgaskondensation oder Wärmekraftkopplung.
3. Der **Durchmesser** der Fernwärmerohre ist für die Investitionskosten und die Wärmeverluste des Netzes entscheidend. Nebst der den Durchmesser bestimmenden Temperaturspreizung ist die **Wahl des kleinstmöglichen Durchmessers** für die jeweilige Anwendung entscheidend zur Minimierung der Investitions- und Betriebskosten.
4. Die **Wärmedämmstärke** ist ebenfalls von Bedeutung, hat aber eine geringere Wirkung als die Auslegung auf den kleinstmöglichen Rohrdurchmesser.

Im Hinblick auf eine grosse Temperaturspreizung und tiefe absolute Netztemperaturen spielen die Dimensionierung und der Betrieb der Übergabestationen eine entscheidende Rolle. Anzustreben ist insbesondere ein hoher Austauschgrad und damit eine kleine Grädigkeit der Wärmeübertrager.

Daneben wird die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme durch die Randbedingungen von Wärmeverbraucher und Wärmeerzeuger beeinflusst. Entscheidend sind dabei insbesondere:

- Anschlussdichte des Fernwärmenetzes
- Anlagengrösse (Economies of scale)
- Brennstoffkosten
- Kapitalkonditionen
- Anlagendimensionierung und Vollbetriebsstundenzahl (VBZ) der Wärmeerzeugung.

Demgegenüber sind der Hilfsenergieverbrauch für die Pumpenergie und damit auch der Strompreis im Vergleich zu den anderen Parametern von untergeordneter Bedeutung.

Da eine Optimierung auf minimale Rohrquerschnitte höhere Ansprüche an die Auslegung und den Betrieb als eine grosszügige Dimensionierung stellt, kann durch konsequente Optimierung auf minimale Querschnitte ein grosses Sparpotenzial an Energie und Kosten erschlossen werden.

Dasselbe gilt für die Forderung nach maximaler Temperaturspreizung. Während die Rohrquerschnitte jedoch allein durch die Planung bestimmt und vom Verbraucher nicht beeinflusst werden, wird die Temperaturspreizung im Praxisbetrieb auch durch die Verbraucher beeinflusst. Aus diesem Grund sind Massnahmen zur Sicherstellung der Planwerte der Temperaturspreizung zu entwickeln und umzusetzen und dabei auch die Verbraucher zu berücksichtigen. Entsprechende Massnahmen können nicht nur technische und betriebliche Ansätze umfassen, sondern auch ökonomische Massnahmen für die Verbraucher beinhalten wie zum Beispiel höhere Kosten bei Nichteinhaltung der vereinbarten Planwerte oder tiefere Kosten als Anreiz für das Übertreffen derselben.

Eine Auslegung auf kleinstmögliche Querschnitte führt zu einem guten Nutzen/Aufwand-Verhältnis für eine hohe Wärmedämmung. Die Auswahl der Wärmedämmstärke kann dann vereinfacht werden, da in der Regel die beste verfügbare Wärmedämmung am wirtschaftlichsten wird und ein allfälliger Zielkonflikt zwischen Kosten- und Effizienzoptimum entfällt.

2 Zielsetzung

2.1 Beurteilung der technischen Ist-Situation

Ziel des ersten Teils ist eine Erhebung und Beurteilung der **Ist-Situation** von Fernwärmenetzen anhand folgender Kennwerte:

- Art des Wärmeerzeugers
- Anschlussdichte
- Vor- und Rücklauftemperatur
- Bauart des Netzes
- Rohrdurchmesser
- Dämmstärke
- Ganzjahres- oder Saisonbetrieb und
- soweit verfügbar Betriebsenergieverbrauch und Wärmeverluste des Netzes, Betriebsstunden- und Vollbetriebsstundenzahl und Technische Anschlussbedingungen (TAB).

Anhand dieser Daten soll ein Vergleich zwischen Auslegungs- und Betriebsdaten erstellt und in einem Bericht zur Ist-Situation der Technik typischer Fernwärmenetze mit Charakterisierung und vergleichender Auswertung der Kenngrößen unter Verwendung des Bewertungs-Tool nach Teil 2 dargestellt werden.

2.2 Bewertungs-Tool

Ziel des zweiten Teils ist die Erarbeitung eines **Bewertungs-Tools für Fernwärmenetze** in Bezug auf Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit sowie die quantitative Bestimmung der **Einflüsse** der wichtigsten Auslegungs- und Betriebsparameter, gemäss Beschreibung in Kapitel 1 also der Temperaturspreizung, der Temperaturniveaus, des Nenndurchmessers und der Dämmstärke. Basis dazu bildet das in der Untersuchung [1] entwickelte Bewertungs-Tool für ein Basisnetz mit einem Einzelverbraucher, das in dieser Arbeit auf reale Netze mit Teilnetzen und mehreren Verbrauchern zu erweitern ist. Nebst der Erarbeitung erweiterten Bewertungs-Tools sollen durch dessen Anwendung auf ausgewählte Beispiele realer Netze die wesentlichen Einflussparameter für Fernwärmenetze beschrieben und quantifiziert werden.

2.3 Übergeordnetes Ziel

Übergeordnetes Ziel der Untersuchung ist eine Basis zur Erarbeitung von Optimierungsmassnahmen und deren Bewertung für die Erstellung eines Leitfadens zur Analyse von Fernwärmenetzen und für einen Leitfaden für die Anlagen-Auslegung die im Rahmen von QM Holzheizwerke [2] eingesetzt werden sollen.

3 Beurteilung der Ist-Situation

3.1 Technik

3.1.1 Datenerhebung

Vorgehen

Zur Datenerhebung wurde ein Fragebogen verfasst anhand dessen die Daten für eine systematische Auswertung erhoben wurden. Der Fragebogen wurde Contractoren, Betreibern und Planern von Fernwärmenetzen zugestellt und bei verfügbaren Daten selbst ausgefüllt. Die Datenerhebung sollte mindestens Feuerungen, Wärmekraftkopplungs-Anlagen (WKK) und Wärmepumpen (WP) abdecken. Zudem sollen die Fernwärmenetze seit mindestens einem Jahr in Betrieb sein und eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

- Fernwärmenetze ab 10 MW oder
- Fernwärmenetze ab 400 kW bis 10 MW, die in den letzten 10 Jahren in Betrieb genommen oder um mindestens 30% erweitert wurden.

Den Teilnehmern wurde nach Abschluss des Projekts die Auswertung in schriftlicher Form zur Verfügung gestellt. Die Darstellung erfolgt in anonymer Form, wobei den Teilnehmern eine Identifikation ihrer Anlagen ermöglicht wird. Die Auswahl von Contractoren, Betreibern und Planern von Fernwärmenetzen wurde anhand der Mitgliedschaft im Verband Fernwärme Schweiz (VFS) sowie eigene Recherchen getroffen.

Für die Datenerhebung wurde ein Fragebogen erstellt, mit dem die zur Auswertung relevanten Daten in einheitlicher Form erhoben wurden. Der Fragebogen ist im Anhang aufgeführt.

Teilnehmende Unternehmen

Die Contractoren wurden zur Mitarbeit angefragt und dabei die Anzahl Fernwärmenetze eruiert. Den Interessenten wurde der Fragebogen zugesandt und die Unterstützung zur Datenerhebung angeboten. Für Contractoren mit einer grösseren Anzahl Anlagen wurde eine statistische Auswahl der zu untersuchenden Anlagen verlangt um sicher zu stellen, dass die Auswahl nicht aufgrund technischer Kriterien erfolgt. Wie Tabelle 3.1 zeigt, hatten 19 von 41 Contractoren Interesse an der Mitarbeit. Davon konnten 11 mit einem Anlagenpotenzial von rund 160 Anlagen ausgewählt und schliesslich von 35 Anlagen die Daten erhoben und ausgewertet werden.

Den Betreibern von Fernwärmenetzen wurden der Fragebogen und das Begleitschreiben direkt zugestellt. Von 22 angeschriebenen Betreibern haben 9 den Fragebogen ausgefüllt.

Daneben wurden Planer angefragt, die insbesondere Fernwärmeleitungen aus Kunststoffrohren realisieren und von diesen die Daten zu 8 Anlagen eingereicht.

Damit konnten von insgesamt 52 Anlagen Daten zur technischen Ist-Situation von Fernwärmenetzen in der Schweiz erfasst werden die in Tabelle 3.2 zusammengestellt sind.

Tabelle 3.1 Datenerhebung bei Contractoren von Fernwärmenetzen.

Datenerhebung bei Contractoren	Anzahl
Telefonisch angefragte Contractor	41
Interessierte Contractor	19
Anlagenpotenzial bei Interesse	735
Angeschriebene Contractor	17
Anlagenpotenzial angeschriebener Contractor	704
Absage angeschriebener Contractor	6
Anlagenpotenzial nach Absage	165
Anzahl eingereichte Anlagen Contractor	35

Tabelle 3.2 Teilnehmende Unternehmen.

Teilnehmende Unternehmen	
Contractor	AEK Energie AG AEW Energie AG AXPO Contracting AG EBL Elektra Baselland EKT AG Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau ERZ Entsorgung und Recycling Zürich ewl energie wasser luzern IWB Industrielle Werke Basel Regio Energie Solothurn Renercon Sol-E Suisse AG
Betreiber	AVARI AG Fernwärmeversorgung Horgen St. Galler Stadtwerke Wärmeverbund Gähwil AG Wärmeverbund Gais AG Wärmeverbund Kägiswil Wärmeverbund Menzingen Wärmeverbund Nesslau - Neu St. Johann Wärmeverbund Stein am Rhein
Planer	Allotherm AG Gunep GmbH

Die technischen Daten umfassen die Angaben zur Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung. Die primäre Wärmeerzeugung der Anlagen umfasst Feuerungen, Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK), Wärmerückgewinnung und Wärmepumpen (Tabelle 3.3). Als zusätzliche Information ist der primäre Energieträger aufgeführt. Knapp drei Viertel der Anlagen verfügen über Holzfeuerungen, die restlichen Anlagen decken vor allem WKK-Anlagen ab, von denen sieben mit Kehricht, drei mit Erdgas und zwei mit Holz betrieben werden. Zusätzlich werden eine Wärmerückgewinnungsanlage und eine Anlage mit Wärmepumpe erfasst. Die Wärmebereitstellung der Grundlast erfolgt bei rund 77% der Anlagen mit Holz gefolgt von Siedlungsabfall mit 13.5%. Bei den restlichen 10% wird die Grundlast mit Erdgas, Umgebungswärme (Grundwasser) und Abwärme aus Industrieprozessen gedeckt (Tabelle 3.4).

Tabelle 3.3 Primäre Wärmeerzeugungstechnologie.

Technologie	Energieträger	Anzahl	Anteil
Feuerung	Holz	38	73.1%
WKK	Kehricht	7	13.1%
	Erdgas	3	5.8%
	Holz (ORC)	2	3.8%
Wärmerückgewinnung	Abwärme	1	1.9%
Wärmepumpe	Grundwasser	1	1.9%
	Gesamt	52	100%

Tabelle 3.4 Energieträger Grundlastabdeckung

Energieträger	Anzahl	Anteil
Holz	40	76.9%
Kehricht (WKK)	7	13.5%
Erdgas (WKK)	3	5.8%
Grundwasser (WP)	1	1.9%
Abwärme (WRG)	1	1.9%
Gesamt	52	100%

Kenndaten der Netze

Für die technischen Angaben in den folgenden Tabellen sind wegen teilweise unvollständiger Angaben meist nicht alle der 52 Fernwärmenetze ausgewertet.

Bei den Anlagen mit verfügbaren Daten erfolgt die Deckung der Spitzenlast mit Heizöl (55.6%), Erdgas (22.2%), Holz (17.8%) und Siedlungsabfall (4.4%) (Tabelle 3.5).

Die Abnehmer der Fernwärmenetze benötigen die gelieferte Wärme für Raumwärme, Warmwasser und Prozesswärme (Tabelle 3.6).

78.4% der Fernwärmenetze werden das ganze Jahr betrieben, die restlichen (21.6%) nur saisonal (Tabelle 3.7).

Von 45 Anlagen verfügen 37 Anlagen (82.2%) über eine Aussentemperatur geführte Vorlaufstem-

peraturregelung und 8 Anlagen (17.8%) fahren mit konstanten Vorlauftemperaturen (Tabelle 3.8). Die Mehrheit der Netze wird mit konstant hohen Vorlauftemperaturen betrieben, womit die keimfreie Warmwasser-Erwärmung jederzeit möglich ist (Tabelle 3.9).

12 von 45 Netzen werden während des Sommers mit reduzierten und nur während temporärer Zeitfenster erhöhten Vorlauftemperaturen betrieben. Von 45 Fernwärmenetzen verfügen nicht alle, sondern lediglich 40 über eine Leckageüberwachung, 5 werden ohne diese Sicherheitsmassnahme betrieben. Alle 45 Fernwärmenetze mit Angabe der Ausführung verfügen über eine indirekte Wärmeübergabe und über eine Zweileiter-Verteilung der Wärme. Somit konnten weder zu direkter Wärmeübergabe noch zu Mehrleitersystemen Daten ausgewertet werden.

Tabelle 3.5 Energieträger Spitzenlastabdeckung.

Energieträger Spitzenlastabdeckung	Anzahl	Anteil
Heizöl	25	55.6%
Erdgas	10	22.2%
Holz	8	17.8%
KVA	2	4.4%
Gesamt	45	100%

Tabelle 3.6 Zweck der Wärmeerzeugung

Zweck der Wärmeerzeugung	Anzahl	Anteil
Raumwärme, Warmwasser	36	80.0%
Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme	8	17.8%
Raumwärme	1	2.2%
Gesamt	45	100%

Tabelle 3.7 Betriebsart des Fernwärmenetzes

Betriebsart	Anzahl	Anteil
Ganzjahresbetrieb	40	78.4%
Saisonbetrieb	11	21.6%
Gesamt	51	100%

Tabelle 3.8 Vorlauftemperaturregelung

Vorlauftemperaturregelung	Anzahl	Anteil
Ja	37	82.2%
Nein	8	17.8%
Gesamt	45	100%

Tabelle 3.9 Zeitfenster für Warmwassererzeugung

Zeitfenster für Warmwassererzeugung	Anzahl	Anteil
Ja	12	26.7%
Nein	33	73.3%
Gesamt	45	100%

Rohrsysteme

Für die Fernwärmeverteilung werden hauptsächlich drei Rohrsysteme eingesetzt (Bild 3.1). Das starre Kunststoffverbundmantelrohr mit Stahlmediumrohr (KMR) ist aufgrund der Standardisierung, der Robustheit und des geringen Materialpreises das meistverlegte Rohrsystem. Flexible Rohrsysteme wie Kunststoffmediumrohre (PMR) und Metallmediumrohre (MMR) konkurrenzieren hauptsächlich im Bereich der Unterverteilung und für Hausanschlussleitungen sofern der Einsatz aufgrund von Druck und Temperatur dies erlaubt. Vorteile sind die Verlegung ab Rolle (hohe Verlegegeschwindigkeit, wenige Verbindungen), die flexible Leitungsführung und die Selbstkompensation [3]. Für Nennweiten bis DN 200 (KMR) und DN 50 (PMR/MMR) gibt es die Rohre auch in Doppelrohr-Ausführung (Duo). Vorteile sind geringfügig kleinere Wärmeverluste und schmalere Gräben.

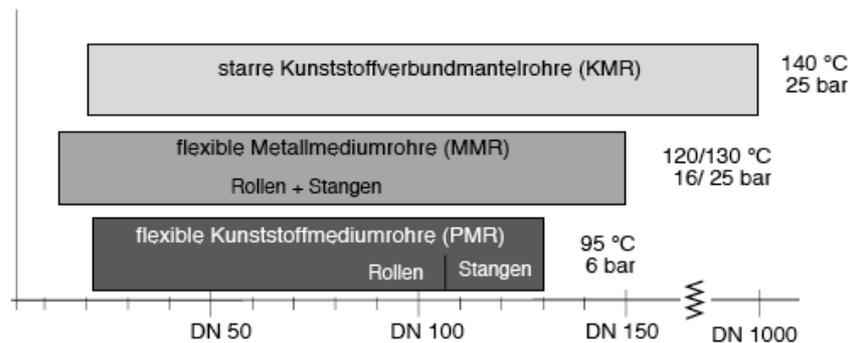


Bild 3.1 Charakterisierung der verschiedenen Rohrsysteme für Fernwärmenetze [3].

Tabelle 3.10 Rohrsysteme und Dämmstärken der Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitungen bei den untersuchten Anlagen. DS = Dämmstärke; S = Standard ; V = Verstärkt

Rohrsystem	DS	Stammleitung		Zweigleitung		Hausanschluss		
		Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil	
KMR	Einzel	1	2	3,9%	2	4%	2	3,9%
		2	19	37,3%	18	36%	16	31,4%
		3	13	25,5%	10	20%	11	21,6%
	Duo	1	X	0%	1	2%	1	2%
		2	2	3,9%	1	2%	1	2%
		3	X	0%	X	0%	X	0%
PMR	Einzel	S	6	11,8%	8	16%	X	0%
		V	1	2%	X	0%	1	2%
	Duo	S	2	3,9%	2	4%	9	17,6%
		V	X	0%	X	0%	X	0%
MMR	Einzel	S	3	5,9%	5	10%	3	5,9%
		V	2	3,9%	1	2%	3	5,9%
	Duo	S	X	0%	1	2%	3	5,9%
		V	X	0%	X	0%	X	0%
Stahlrohr im Betonkanal			1	2%	1	2%	X	X
Stahlmantelrohr			X	X	X	X	1	2%
Total			51	100%	50	100%	51	100%

Es gibt Fernwärmenetze, die in einzelnen Abschnitten (Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitung) verschiedene Rohrsysteme einsetzen. Vorliegend werden zur einfacheren Auswertung auch bei diesen Fernwärmenetzen für jeden Abschnitt jeweils nur das am meisten verbaute Rohrsystem definiert.

Die Auswertung zeigt, dass die KMR-Rohre mit 60% bis 70% den grössten Anteil der Rohrsysteme aufweisen, gefolgt von den PMR- und MMR-Rohrsystemen (Bild 3.2). Andere Rohrsysteme sind zum Beispiel Stahlrohre im Betonkanal oder Stahlmantelrohre die insbesondere bei hohen Temperaturen und Drücken eingesetzt werden.

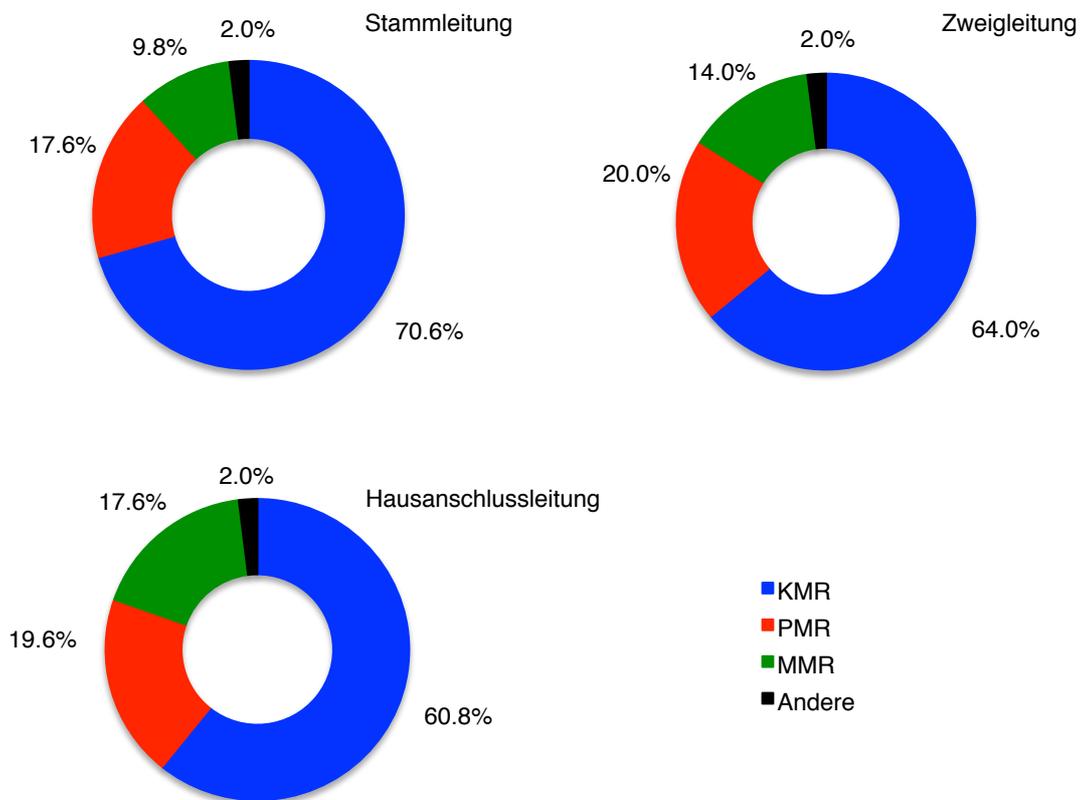


Bild 3.2 Anteil der unterschiedlichen Rohrsysteme bei den Stammleitungen den Zweigleitungen und den Hausanschlussleitungen von 51 Anlagen (50 Anlagen bei den Zweigleitungen).

Leitsysteme

Von 45 Fernwärmenetzen verfügen 42 Anlagen (93.3%) über ein übergeordnetes Leitsystem (Tabelle 3.11), die sich in der Überwachungstiefe jedoch unterscheiden (Tabelle 3.12). Die Überwachungstiefe beschreibt den Grad der Aufgaben, die das Leitsystem übernimmt. Ein Fernwärmenetz ist unterteilt in Wärmeerzeugung, Wärmeverteilung und Wärmeübergabe. Dabei kann ein Leitsystem einzelne Aufgaben, Kombinationen davon oder das gesamte Fernwärmenetz überwachen und steuern. Von den 42 Anlagen mit Leitsystem verfügen 16 (38%) über ein Leitsystem für das gesamte Fernwärmenetz. Häufig ist die Kombination von Wärmeerzeugung / Übergabestation (23.8%) und Wärmeerzeugung / Verteilnetz (16.7%). Bei über 90% der Anlagen wird mindestens die Wärmeerzeugung übergeordnet überwacht.

Tabelle 3.11 Leitsystem

Leitsystem	Anzahl	Anteil
Ja	42	93.3%
Nein	3	6.7%
Gesamt	45	100%

Tabelle 3.12 Überwachungstiefe des Leitsystems.

Überwachungstiefe des Leitsystems	Anzahl	Anteil
Gesamt	16	38.1%
Wärmeerzeugung / Übergabestationen	10	23.8%
Wärmeerzeugung / Verteilnetz	7	16.7%
Wärmeerzeugung	6	14.3%
Verteilnetz / Übergabestationen	2	4.8%
Verteilnetz	1	2.4%
Gesamt	42	100%

Die Beurteilung der Häufigkeit der Begleitung durch QM-Holzheizwerke beschränkt sich auf die Fernwärmenetze mit Holzfeuerungen. Von diesen 40 Anlagen haben 22 Anlagen (55%) QM in Anspruch genommen und davon 13 Anlagen (59.1%) QM mit Meilenstein 5 abgeschlossen (Tabelle 3.13).

Tabelle 3.13 Begleitung durch QM-Holzheizwerke.

Begleitung durch QM-Holzheizwerke	Anzahl	Anteil
Ja	22	55%
Nein	18	45%
Gesamt	40	100%
Abgeschlossen (bis Meilenstein 5)	13	59.1%

3.1.2 Auswertung

Auf den folgenden Diagrammen sind die Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte dargestellt. Die Netzverluste beziehen sich dabei auf die ins Netz zugeführte Wärme. Die Anschlussdichte berechnet sich aus dem Jahres-Wärmebedarf der Wärmeabnehmer dividiert durch die gesamte Trassellänge (Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitung). Rot gekennzeichnet ist horizontal der Zielwert des Wärmeverlustes des Netzes von QM-Holzheizwerke von $\leq 10\%$ [2]. Die vertikale rote Linie kennzeichnet den Zielwert der Anschlussdichte für ein ganzjährig betriebenes Fernwärmenetz mit einer Vorlauftemperatur von $70^{\circ}\text{--}90^{\circ}\text{C}$ von $\geq 1.8 \text{ MWh}/(\text{a Tm})$. Nach QM sollten sich die Fernwärmenetze demnach im unteren rechten Quadranten des Diagramms befinden. Von zwei Anlagen fehlen die benötigten Daten, aus diesem Grund sind 50 Anlagen dargestellt.

Als Übersicht sind in Bild 3.3 alle 50 Anlagen dargestellt. Erkennbar ist einerseits der Trend, dass die Netzverluste mit zunehmender Anschlussdichte sinken. Andererseits zeigt die Erhebung, dass die untersuchten Netze eine grosse Streuung der Netzverluste von bis zu einem Faktor 3 bei identischer Anschlussdichte aufweisen.

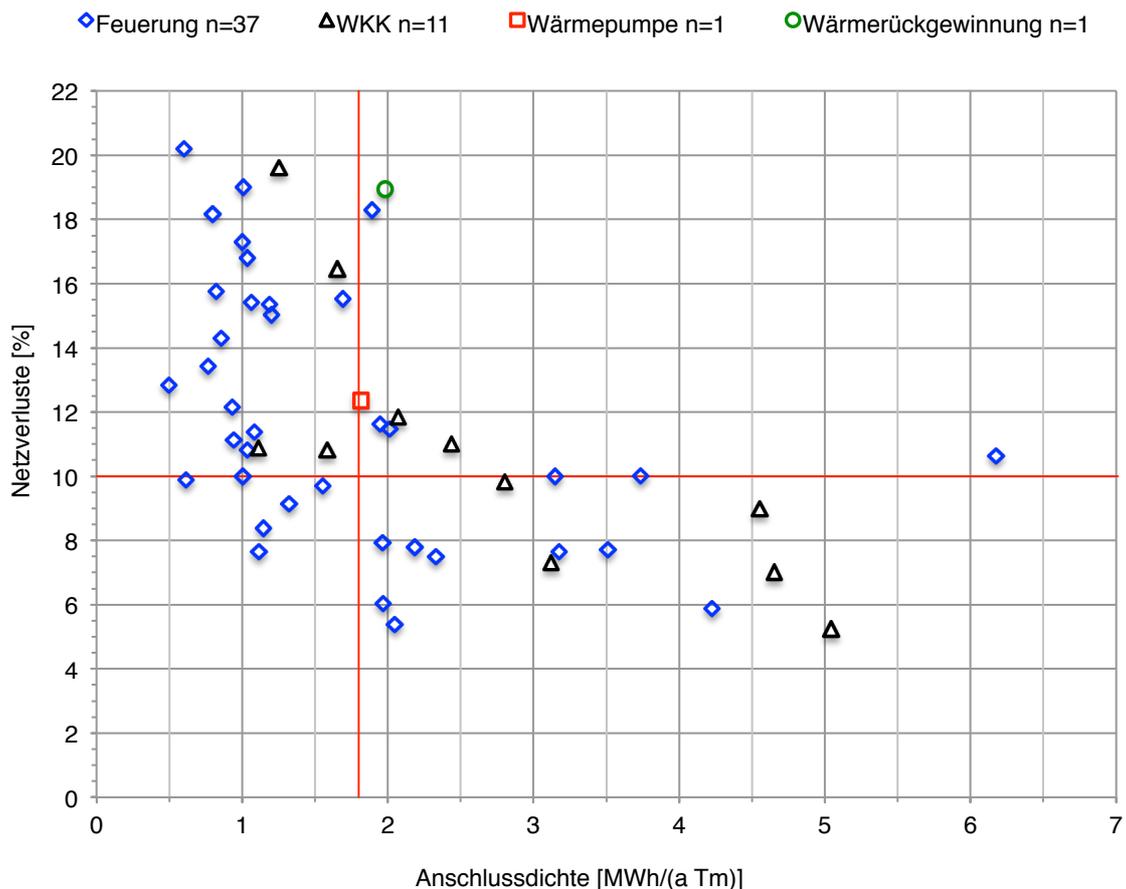


Bild 3.3 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte. Die Daten sind unterschieden nach der primären Wärmeerzeugungstechnologie. Datenmenge: 50 Anlagen.

Bild 3.4 zeigt die gleichen Daten, jedoch unterteilt nach Jahresbetrieb und Saisonbetrieb. Als Ergänzung sind die Trendlinien für drei unterschiedliche Betriebsarten nach QM Holzheizwerke eingetragen.

Die Auswertung der ganzjährig betriebenen Anlagen zeigt, dass die Netzverluste der untersuchten Anlagen mit Anschlussdichten unter 1 MWh/(a Tm) im Mittel rund ein Drittel unter den Erwartungswerten nach QM liegen. Demgegenüber weist ein Grossteil der Anlagen mit einer Anschlussdichte über 2 MWh/(a Tm) deutlich höhere Verluste (bis zu über einem Faktor 2) auf als von QM erwartet.

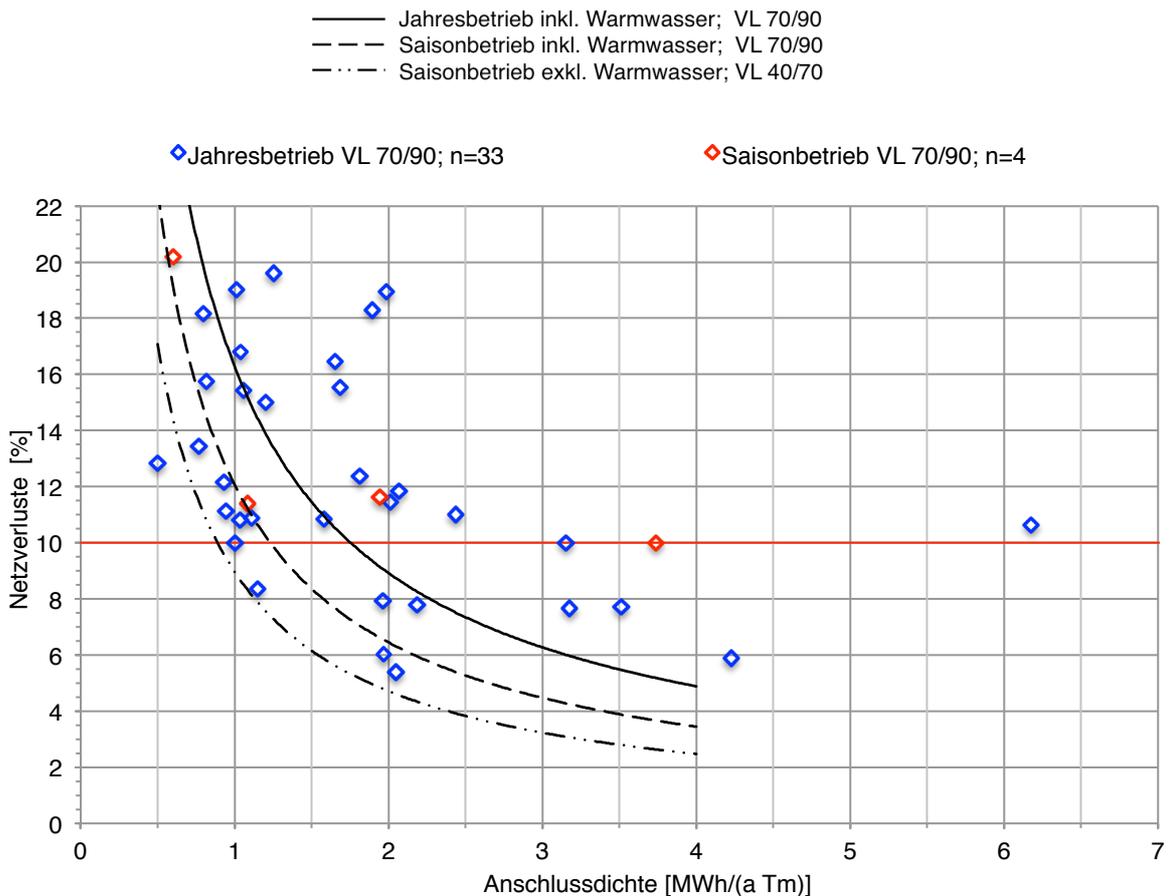


Bild 3.4 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte von 50 Anlagen für den Ausschnitt in QM-Holzheizwerke und mit dort beschriebenen Erwartungswerten für drei Netztypen [2].

Bild 3.5 zeigt die Fernwärmenetze mit Holzfeuerungen welche durch QM-Holzheizwerke begleitet wurden und die ohne QM-Begleitung. Von den 10 Fernwärmenetzen welche die QM-Zielwerte der Netzverluste und der Anschlussdichte erfüllen, sind 70% der Fernwärmenetze von QM-Holzheizwerke begleitet worden. Von den 19 Anlagen die durch QM-Holzheizwerke begleitet wurden erfüllen 37% die QM-Zielwerte der Netzverluste und der Anschlussdichte. Bei den Anlagen die nicht durch QM-Holzheizwerke begleitet wurden erfüllen lediglich 17% die QM-Zielwerte.

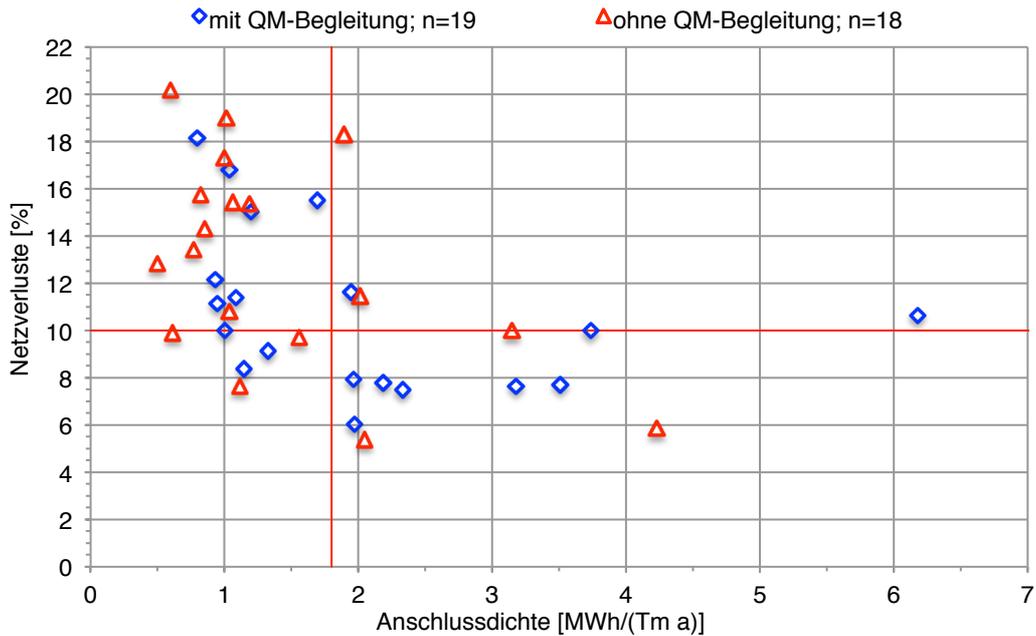


Bild 3.5 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte von insgesamt 37 Fernwärmenetzen mit Holzfeuerung aufgeteilt in Gruppen mit QM-Begleitung und ohne QM-Begleitung.

In Bild 3.6 sind die Daten nach Rohrtyp unterschieden. Daraus geht hervor, dass die KMR-Rohre die ganze Bandbreite abdecken, während die PMR-Rohre nur bei kleineren Anschlussdichten zum Einsatz kommen. PMR-Rohre sind auch eher in ländlicheren Gegenden im Einsatz (kleine Netze) als in dicht besiedelten Gebieten (grosse Netze) wo höhere Drücke gefordert sind. Zu den lediglich fünf Anlagen mit MMR-Rohren ist aufgrund der geringen Anzahl die Aussagekraft für einen Vergleich begrenzt.

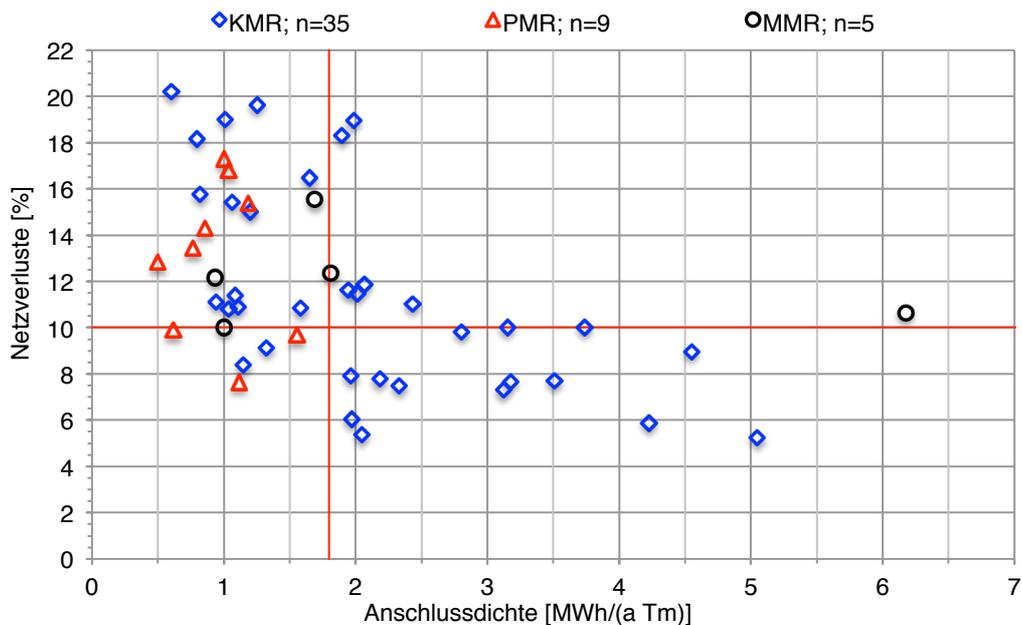


Bild 3.6 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte nach Rohrsystemen geordnet. Ausschlaggebend ist das Rohrsystem der Stammleitung.

Bild 3.7 zeigt eine Unterscheidung nach Dämmstärken. In der oberen Grafik sind alle Netze eingetragen, in der unteren nur die KMR-Rohre. Der Vergleich der Netze mit KMR-Rohren (Bild 3.7 unten) zeigt, dass Fernwärmenetze mit Dämmstärke 1 einen deutlich höheren Wärmeverlust aufweisen als solche mit Dämmstärke 2 oder 3. Der Unterschied der Dämmstärken 2 und 3 ist dagegen gering, da auch die Unterschiede der spezifischen Wärmeverluste der Dämmstärken klein sind und andere Faktoren wie Netzauslegung deshalb einen grösseren Einfluss auf die Netzverluste haben.

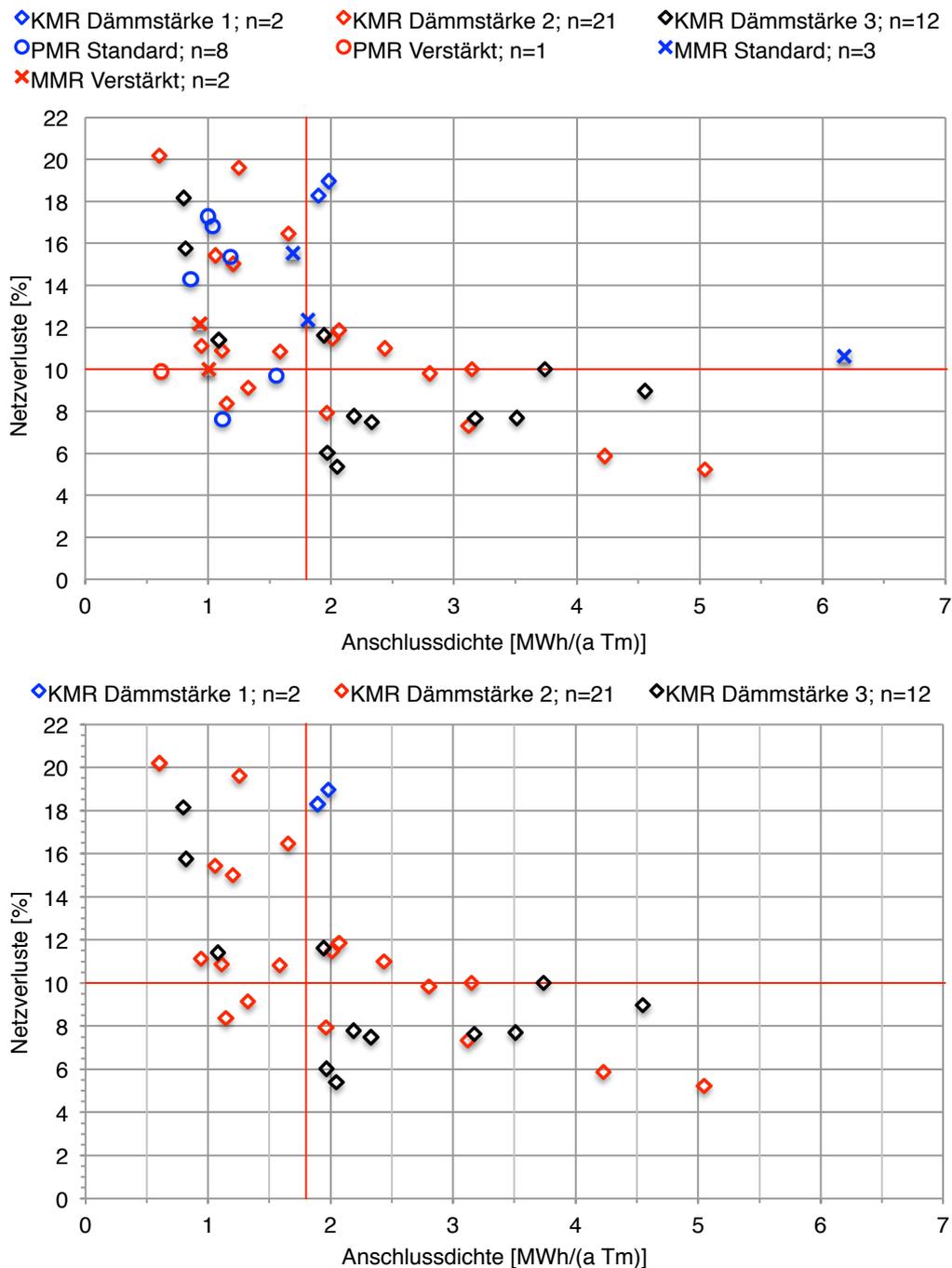


Bild 3.7 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte. Oben sind die Anlagen nach Rohrsystemen und Dämmstärken geordnet. Unten sind lediglich die KMR-Rohre und Dämmstärken dargestellt. Ausschlaggebend ist das Rohrsystem der Stammleitung.

Bild 3.8 zeigt die Median-Werte der Wärmeverluste der unterschiedlichen Rohrsysteme und Dämmstärken der untersuchten Netze. Die Schwarzen Linien stellt die Bandbreite (Min/Max) dar.

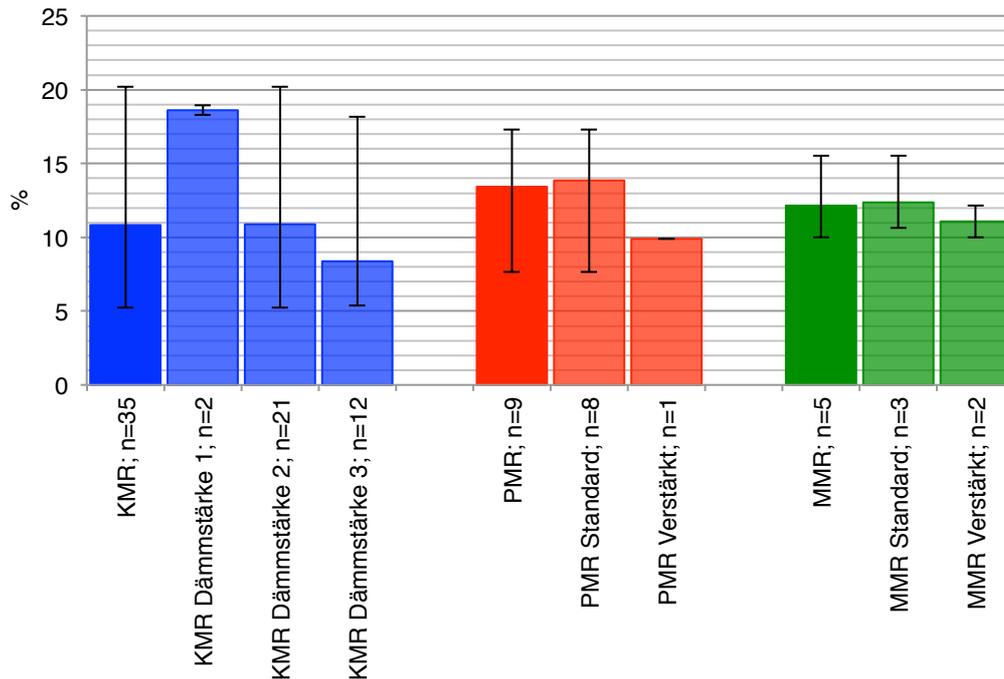


Bild 3.8 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte nach Rohrsystemen geordnet. Ausschlaggebend ist das Rohrsystem der Stammleitung. Die Schwarzen Linien zeigen die Bandbreite (Min/Max).

Bild 3.9 zeigt den Einfluss der Anschlussleistung der Wärmeabnehmer auf die Netzverluste. Von den Anlagen mit Anschlussdichten zwischen 2 MWh/(a Tm) bis 7 MWh/(a Tm) erfüllen etwa 75% die Anforderungen der Netzverluste nach QM. Von den Anlagen mit Anschlussdichten bis und mit 2 MWh/(a Tm) erfüllen lediglich 25% die Anforderungen der Netzverluste nach QM-Holz.

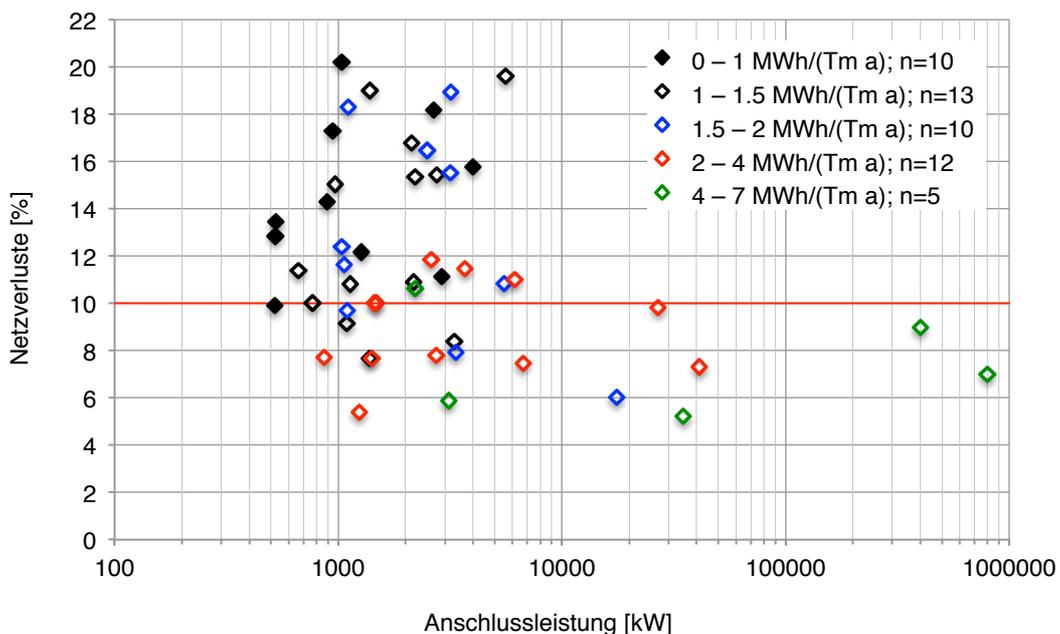


Bild 3.9 Netzverluste in Funktion der Anschlussleistung unterteilt nach verschiedenen Anschlussdichten.

Bild 3.10 zeigt die Unterteilung nach Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung und Bild 3.11 anhand des Alters der Anlagen. Weder die Vollbetriebsstundenzahl noch das Alter zeigen einen klaren Einfluss auf die Netzverluste.

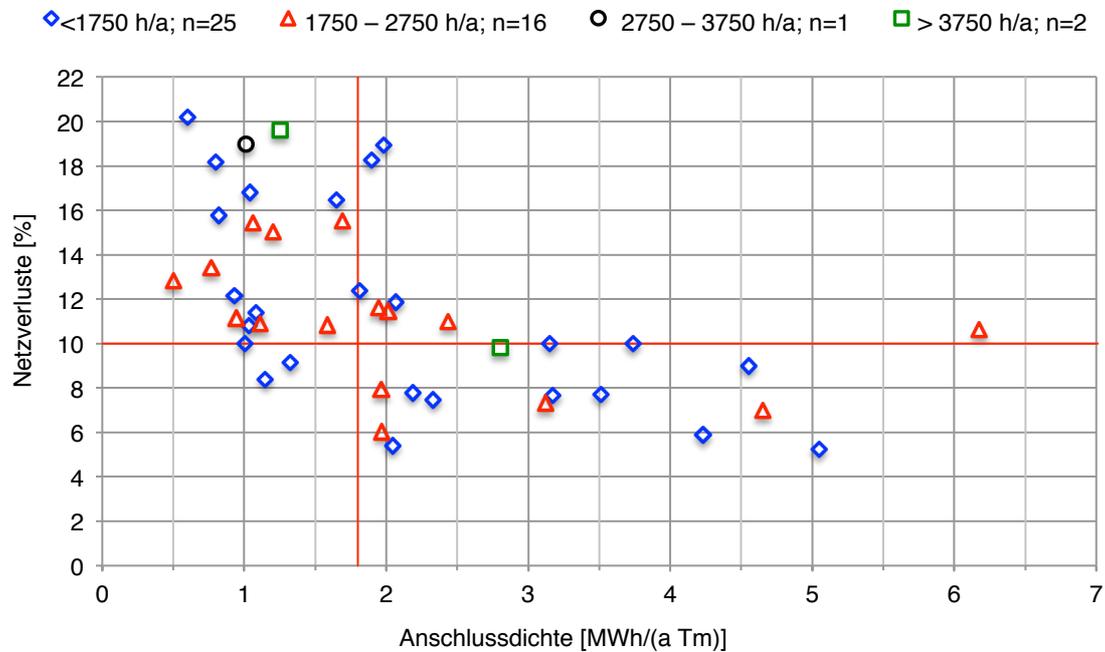


Bild 3.10 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte unterteilt nach Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung.

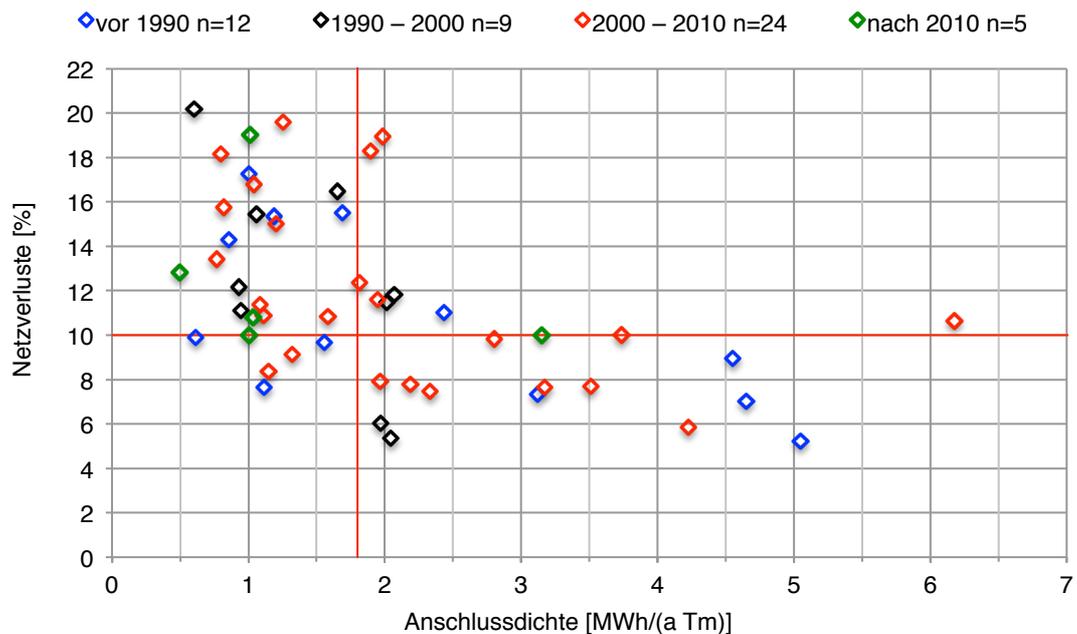


Bild 3.11 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte geordnet nach Jahr der Inbetriebsetzung.

Bild 3.12 zeigt die Häufigkeitsverteilung der „Wärmeverluste Netz / Zielwert QM“. Die Summenkurve zeigt, dass 42% der Fernwärmenetze den Zielwert nach QM erfüllen.

Bild 3.13 zeigt die Häufigkeitsverteilung der „Anschlussdichten / Zielwert QM–Holz“. Die Summenkurve zeigt, dass 50% der Fernwärmenetze den Zielwert nach QM nicht erfüllen (Wert 0.8).

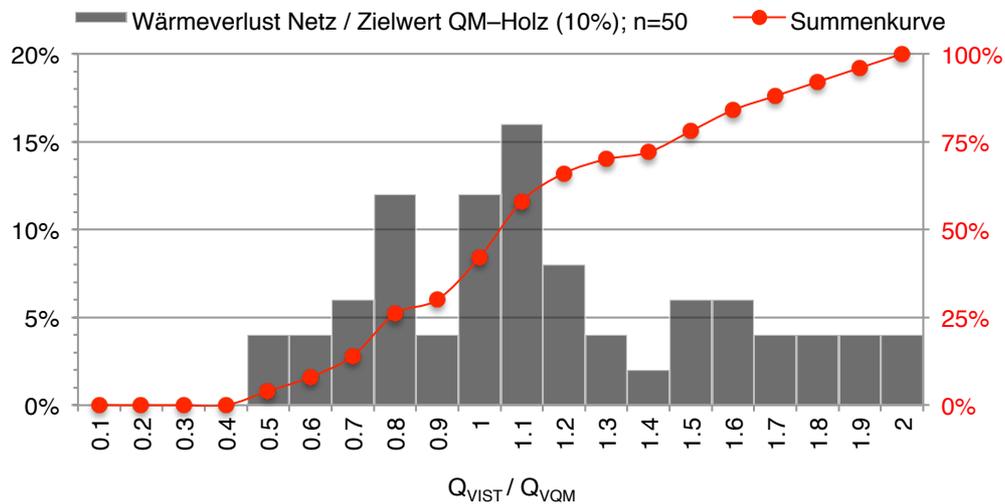


Bild 3.12 Häufigkeitsverteilung der Verhältnisse der Wärmeverluste Netz / Zielwert QM-Holz von 50 Fernwärmenetzen in Gruppen von 0.1 unterteilt. Rot ist die Summenkurve dargestellt. Auf der Y-Achse ist die Häufigkeit (schwarz) und die Summenkurve (rot) dargestellt. Werte grösser 1 sind dabei schlechter als der Zielwert von QM-Holzheizwerke. Bei einem Wert von 1.0, welches die Werte von > 0.95 bis ≤ 1.05 einschliesst, haben 12% der Fernwärmenetze einen Wärmeverlust von ca. 10%.

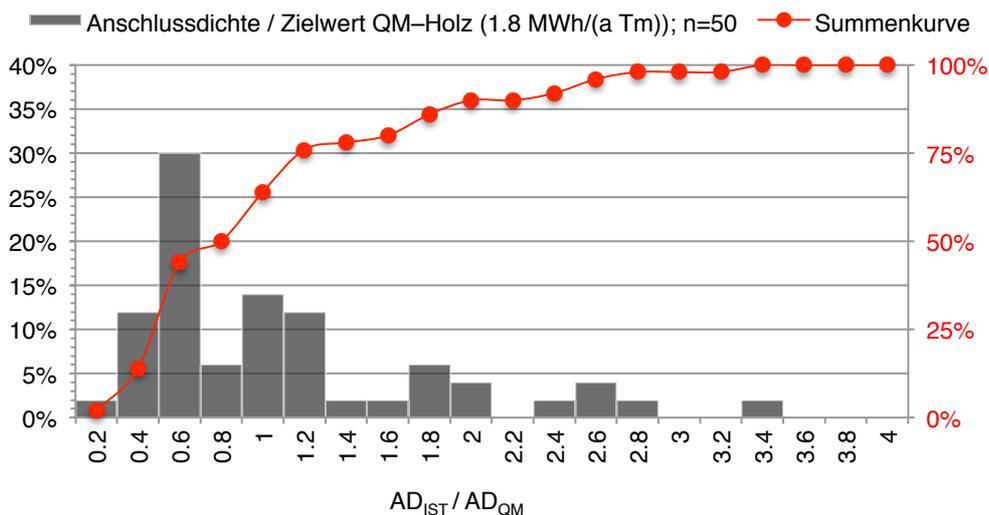


Bild 3.13 Häufigkeitsverteilung des Verhältnisse der Anschlussdichte / Zielwert QM-Holz von 50 Fernwärmenetzen in Gruppen von 0.2 unterteilt. Rot ist die Summenkurve dargestellt. Auf der Y-Achse ist die Häufigkeit (schwarz) und die Summenkurve (rot) dargestellt. Werte grösser 1 sind besser als der Zielwert von QM-Holzheizwerke. Bei einem Wert von 1.0, welches die Werte von > 0.9 bis ≤ 1.1 einschliesst, haben 14% der Fernwärmenetze eine Anschlussdichte von ca. 1.8 MWh/(a Tm).

Die Diagramme in Bild 3.14 zeigen die Häufigkeitsverteilung für die spezifischen Stromverbräuche für die Gesamtanlage und für das Netz.

Wie die Summenkurve links zeigt, beträgt der Stromverbrauch bei mehr als 80% der Anlagen weniger als 3% der zugeführten Wärme.

Gemäss der Summenkurve rechts erfüllen über 90% der Fernwärmenetze den QM-Zielwert von 1%. Bei einem Wert von 0.25%, was Werte von 0% bis $\leq 0.375\%$ einschliesst, haben über 50% der untersuchten Fernwärmenetze einen spezifischen Stromverbrauch des Netzes von unter 0.375%.

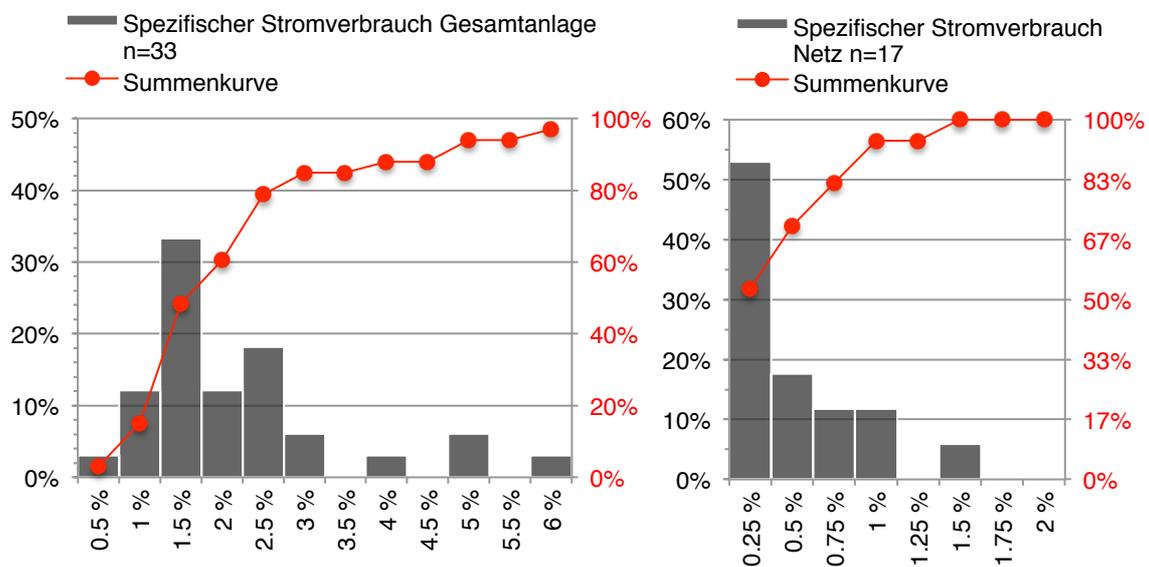


Bild 3.14 Häufigkeitsverteilung und Summenkurve des spezifischen Stromverbrauchs bezogen auf die zugeführte Wärme.

Links für die Gesamtanlage (33 Anlagen) in Gruppen von 0.5 (X-Achse). Bei einem Wert von 1.5%, welches die Werte von $> 1.25\%$ bis $\leq 1.75\%$ einschliesst, haben 33% der untersuchten Fernwärmenetze einen spezifischen Stromverbrauch der Gesamtanlage von ca. 1.5%.

Rechts für das Netz (17 Anlagen) in Gruppen von 0.25 (X-Achse). Als Zielwert nach QM sollte der Stromverbrauch zwischen 0.5-1% liegen.

Bild 3.15 zeigt die Verteilung der Speichergrosse aller Fernwärmenetze mit Holzfeuerung anhand des Verhältnisses von Ist-Situation zu Zielwert QM, wobei zwischen Anlagen mit und ohne QM-Begleitung unterschieden wird.

Das Diagramm aller Anlagen (oben) zeigt, dass gut 20% einen Speicher aufweisen, der die Grösse nach QM aufweist. Bei fast 60% der Anlagen entspricht die Speichergrosse etwa dreiviertel des Wertes nach QM. Obwohl die Anlagen mit und ohne QM-Begleitung eine unterschiedliche Verteilung aufweisen, haben die Anlagen mit QM-Begleitung einen leicht höheren Erfüllungsgrad von 85% gegenüber 75% ohne QM-Begleitung.

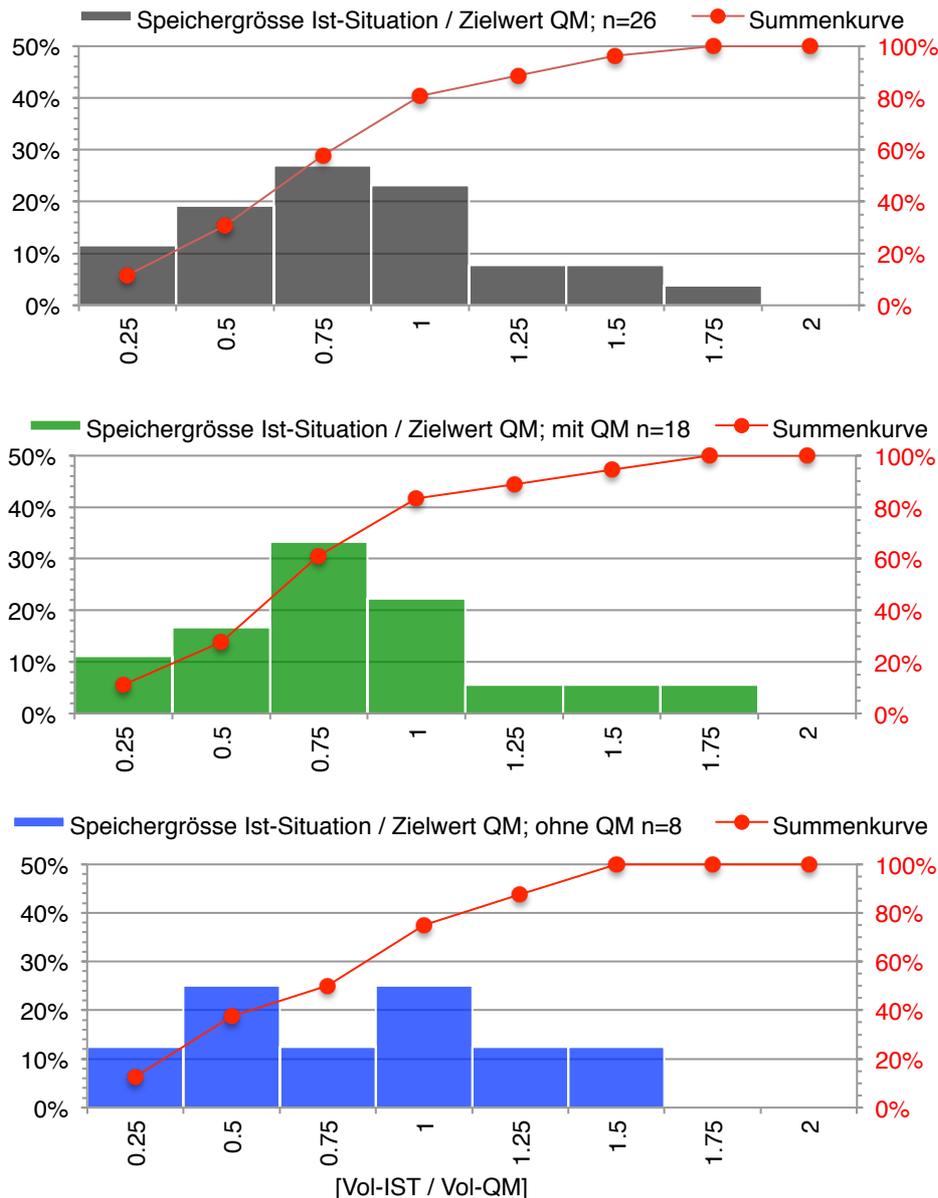


Bild 3.15 Häufigkeitsverteilung der Speichergrosse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz in Gruppen von 0.25. Werte grösser 1 sind besser als der Zielwert von QM. Rot = Summenkurve.
 Oben: Alle untersuchten 26 Fernwärmenetze mit Holz.
 Mitte: Fernwärmenetze mit Begleitung durch QM. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrosse verwendet.
 Unten: Fernwärmenetze ohne Begleitung durch QM.

Bild 3.16 zeigt die Verteilung der Anschlussdichten der untersuchten Netze im Vergleich zum jeweiligen Zielwert nach QM.

Nebst einer Zusammenstellung aller Netze sind die Netze zusätzlich in zwei Gruppen unterteilt, nämlich in solche, die ganzjährig mit Vorlauftemperatur von 70°–90°C und solche die saisonal mit derselben Vorlauftemperatur betrieben werden. Für Ganzjahresbetrieb beträgt der QM-Zielwert 1.8 MWh/(a Tm), für Saisonbetrieb 1.3 MWh/(a Tm). Die Bandbreite ist in beiden Fällen gross, wobei bei saisonal betriebenen Fernwärmenetzen ein deutlicher Unterschied zwischen Anlagen mit und ohne QM-Begleitung erkennbar ist.

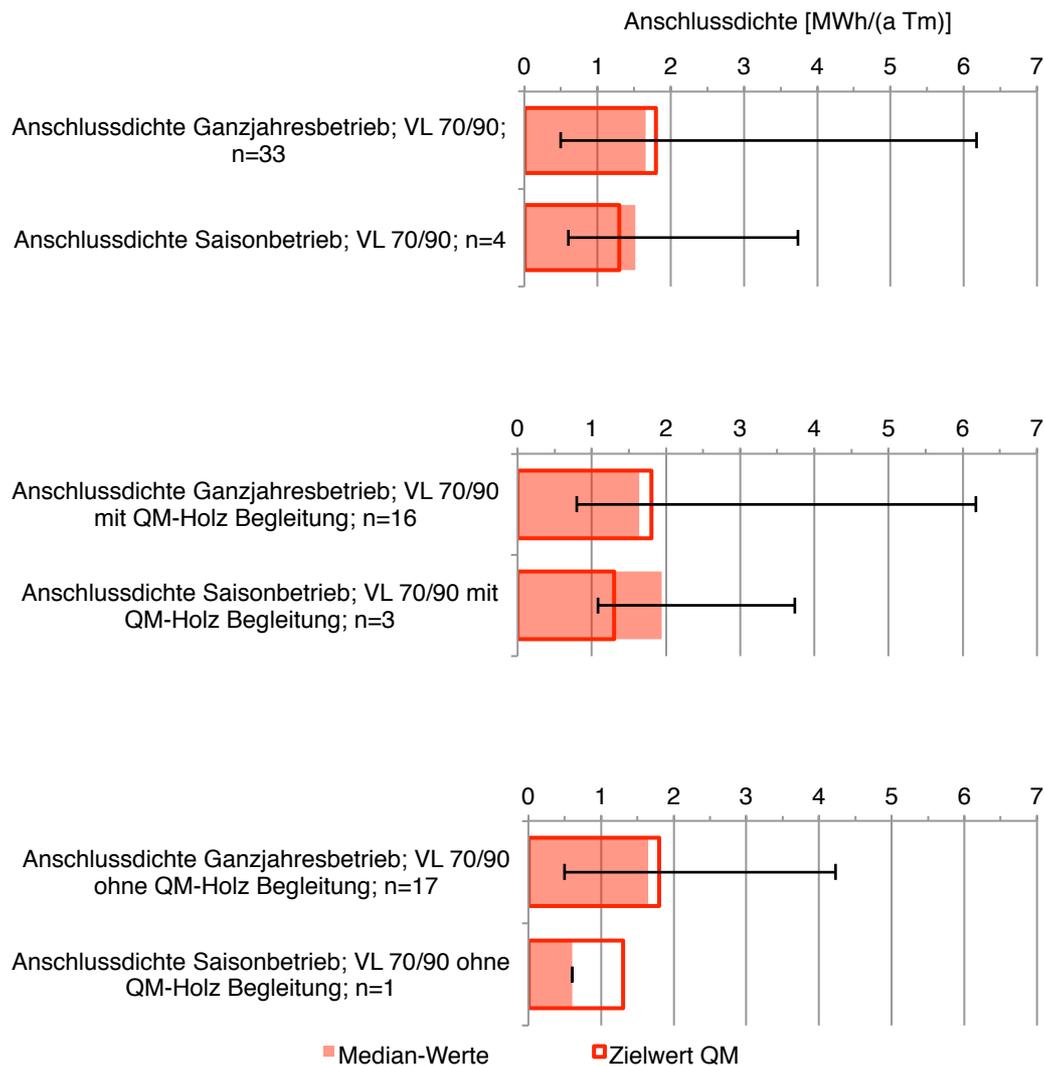


Bild 3.16 Median-Werte der Anschlussdichten der Fernwärmenetze mit Holzfeuerung im Vergleich mit dem Zielwert von QM (roter Rahmen). Die Fernwärmenetze sind nach Ganzjahresbetrieb und Saisonbetrieb gruppiert. Schwarze Linien zeigen die Bandbreite (Min/(Max)).

Oben: Alle Fernwärmenetze mit Holz.

Mitte: Fernwärmenetze mit Begleitung durch QM.

Unten: Fernwärmenetze ohne Begleitung durch QM.

Bild 3.17 zeigt den Einfluss der Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeuger, wobei verschiedene hydraulische Einbindungen unterschieden und nur Netze mit Holz verglichen sind.

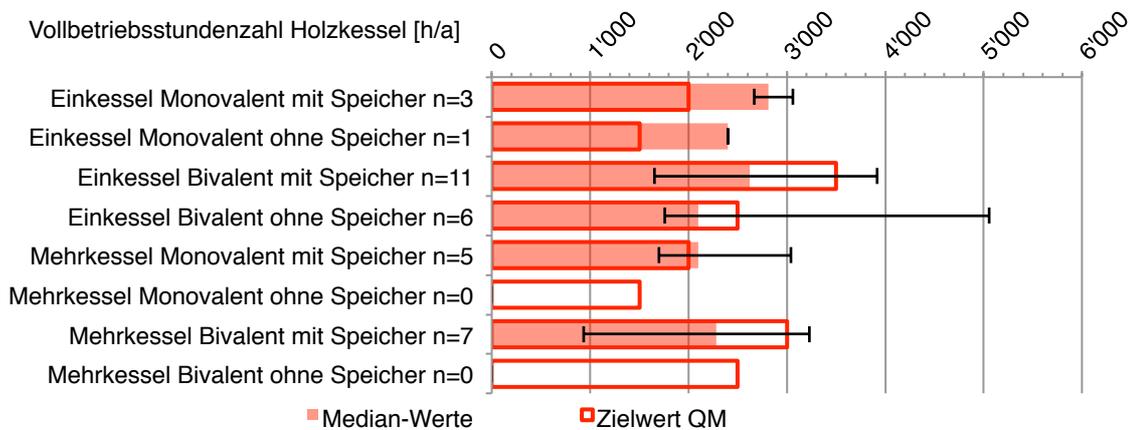


Bild 3.17 Median-Werte der Vollbetriebsstundenzahl der Holzessel bei Fernwärmenetzen mit Holzfeuerung im Vergleich mit dem Zielwert von QM-Holzfeuerung (Roter Rahmen). Die Fernwärmenetze sind nach den unterschiedlichen hydraulischen Einbindungen gruppiert. Schwarze Linien zeigen die Bandbreite (Mix/Max) der verfügbaren Daten

Bild 3.18 zeigt die mittlere jährliche Temperaturspreizung und die Planwerte der Temperaturspreizung für Altbau und Neubau bei -10°C Aussentemperatur in Funktion des spezifischen Volumenstroms für 18 Fernwärmenetze. Die mittlere jährliche Temperaturspreizung berechnet sich aus der jährlich abgegebenen Wärmemenge und der jährlich geförderten Wassermenge über die Hauptpumpe/n des Fernwärmenetzes. Der spezifische Volumenstrom bezieht sich auf die abgegebene Wärme.

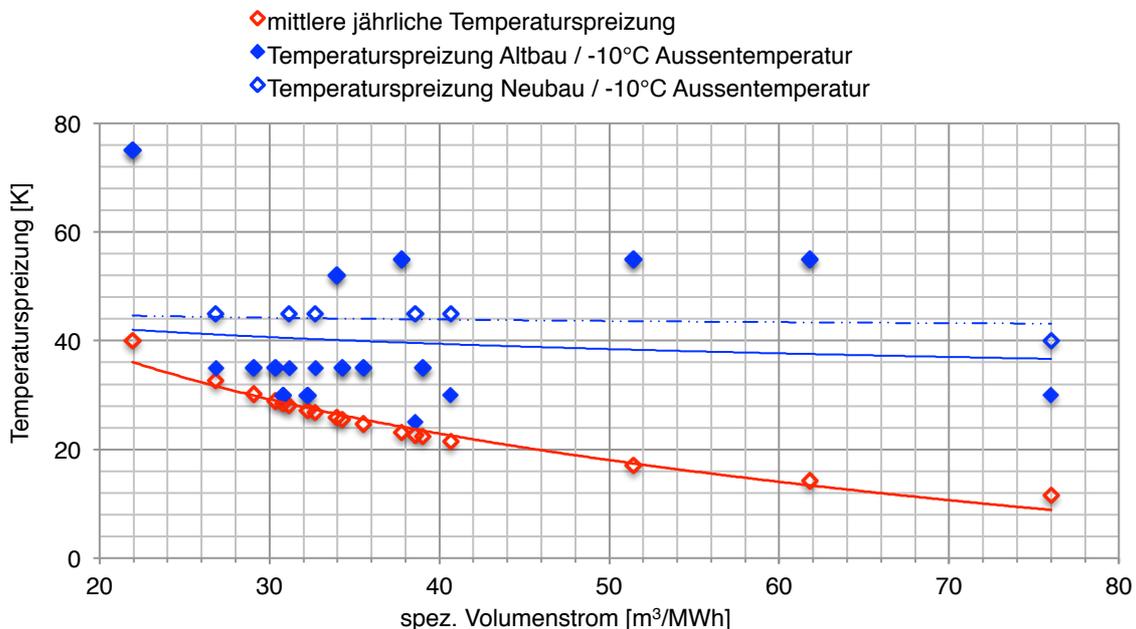


Bild 3.18 Mittlere jährliche Temperaturspreizung sowie Planwerte der Temperaturspreizung für Altbau und Neubau bei -10°C Aussentemperatur in Funktion des spezifischen Volumenstroms für 18 Fernwärmenetze.

3.2 Kosten und Anschlussbedingungen

3.2.1 Datenerhebung

Die Daten zu den Kosten sind anhand des Fragebogens erhoben und durch Daten des Tarifblatts ergänzt worden. Für die Auswertung konnten von 38 Anlagen die Investitionskosten für die Wärmeverteilung (Wärmeverteilungskosten) und von 41 Anlagen die Anschlusskosten für den Hausanschluss (Wärmebezugskosten) erhoben werden. Die angefragten Daten umfassen die Investitionskosten der Wärmeverteilung und die Anschlusskosten für einen Hausanschluss mit einer Anschlussleistung von 50 kW. Die Investitionskosten der Wärmeverteilung umfasst die Material- und Baukosten (inkl. Nebenkosten), die Fernleitungsgruppe (Pumpe, Wärmeübertrager) und die Übergabestationen. Zusätzlich sollte die Angabe gemacht werden, ob in den Investitionskosten die Hausstation (Abnehmerseite) inbegriffen ist. Je nach Betreiber setzen sich die Anschlusskosten für einen Hausanschluss unterschiedlich zusammen. Üblich ist eine einmalige Anschlussgebühr, eine jährliche Grundgebühr sowie ein Wärmepreis, in einigen Anlagen entfällt jedoch die Anschluss- oder die Grundgebühr.

3.2.2 Auswertung

Bild 3.19 zeigt als Trend eine Abnahme der spezifischen Investitionskosten für das Netz mit steigender Anschlussdichte, dies jedoch mit einer sehr grossen Bandbreite und insbesondere mit einzelnen Ausreissern Kosten, die weit höher als die Erwartungswerte nach QM sind.

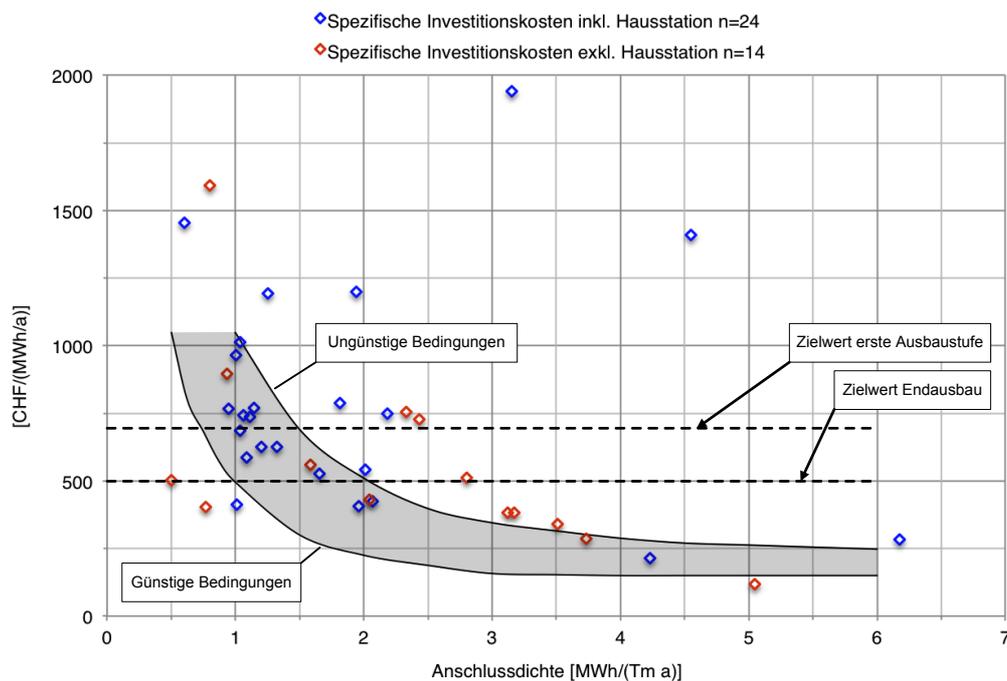


Bild 3.19 Spezifische Investitionskosten der Wärmenetze in Funktion der Anschlussdichte. Die Kosten beziehen sich auf die abgegebene Wärme. Die zwei Ausreisser mit sehr hohen Kosten bei Anschlussdichten von 3.2 und 4.5 MWh/(a Tm) betreffen ein sehr kleines Netz mit Holz bzw. ein Netz einer Kehrlichtverbrennungsanlage.

Der Erwartungs-Bereich zwischen günstigen und ungünstigen Bedingungen und die Zielwert-Angaben stammen aus dem Q-Leitfaden von QM-Holzheizwerke [4]. Der Erwartungs-Bereich basiert auf Daten von ausgeführten Anlagen in der Schweiz (Stand 2004) und Österreich (Stand 2010).

Zur besseren Vergleichbarkeit der Kosten für den Wärmebezug und die Wärmeverteilung werden die Kosten auf Rp./kWh umgerechnet und in Bild 3.20 in Funktion der Anschlussdichte dargestellt. Die Berechnungen erfolgen mit der Annuitätenmethode mit folgenden Annahmen:

- Kalkulationsdauer 30 Jahre
- Kapitalzins 3% p.a.
- der Wärmeleistungsbedarf wird auf Wärmebezüger mit 2000 Vollbetriebsstundenzahl pro Jahr bezogen
- für die Verbraucher wird ein Hausanschluss mit 50 kW Wärmeleistungsbedarf und ebenfalls 2000 Vollbetriebsstundenzahl pro Jahr angenommen.

Bild 3.20 zeigt die für die Netzbetreiber anfallenden Wärmeverteilungskosten sowie die für die Verbraucher anfallenden Wärmebezugskosten in Funktion der Anschlussdichte.

Bild 3.21 zeigt die Verteilung der Wärmebezugskosten, Bild 3.22 und Bild 3.23 die Verteilung der Wärmeverteilungskosten.

Für die Wärmeverteilungskosten sind jeweils Angaben inklusive oder exklusive Hausstation ausgewiesen, da die Daten unterschiedlich vorliegen.

Aus den Grafiken gehen folgende Beobachtungen hervor:

Für einen Hausanschluss von 50 kW Anschlussleistung kostet 1 kWh Wärme für den Verbraucher im Mittel 16.6 Rp./kWh (Bild 3.21). Die Kosten zeigen zwar einen Trend sinkender Kosten bei steigender Anschlussdichte, dieser ist aber wenig ausgeprägt und die Daten weisen eine grosse Bandbreite auf.

Die Kosten für die Wärmeverteilung eines Fernwärmenetzes belaufen sich für den Netzbetreiber im Mittel und ohne Unterscheidung der Anlagen mit und ohne Hausstation auf 3.0 Rp./kWh Wärme (Bild 3.22 und Bild 3.23).

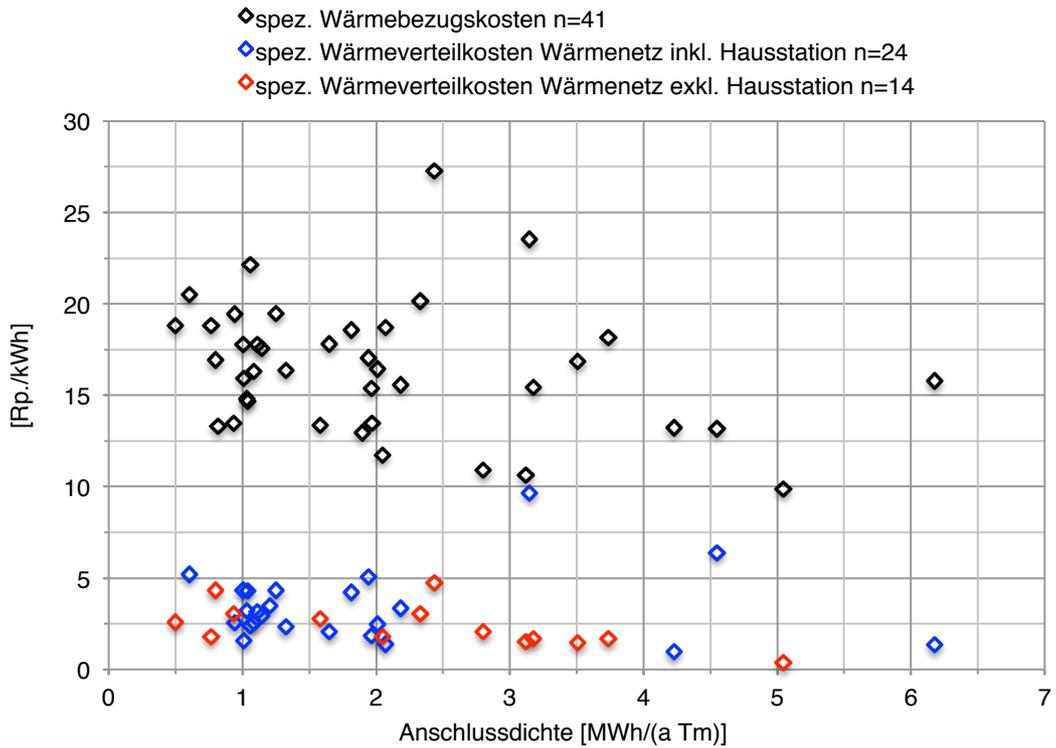


Bild 3.20 Spezifische Wärmebezugs- und Wärmeverteilungskosten in Funktion der Anschlussdichte. Für die Wärmeverteilung liegen teilweise Angaben inklusive und teilweise solche exklusive Hausstation vor und sind entsprechend unterschieden. Die Wärmebezugskosten gelten für einen 50 kW Hausanschluss.

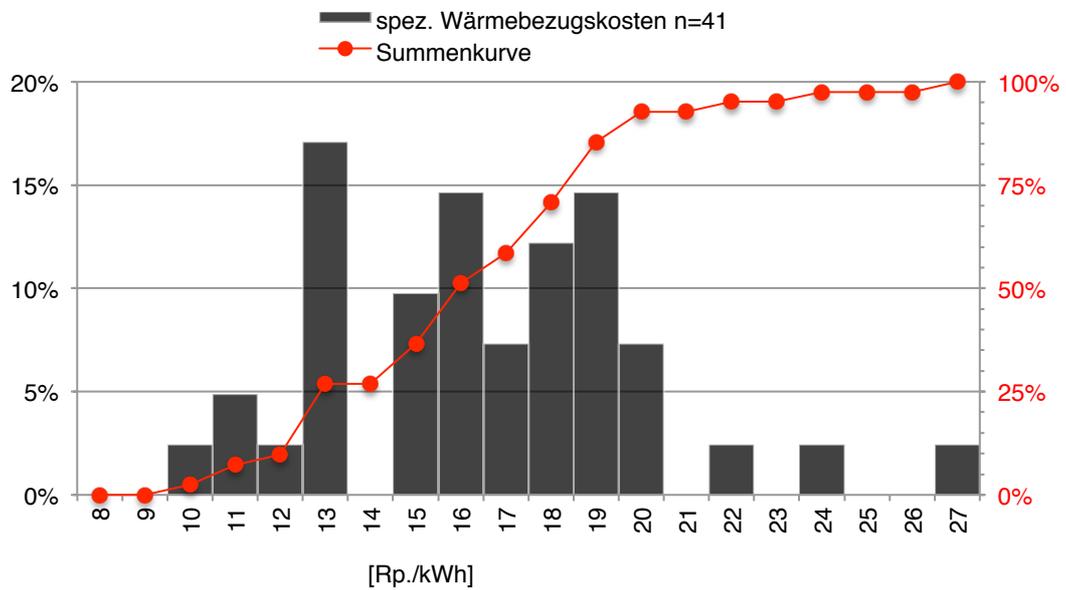


Bild 3.21 Häufigkeitsverteilung der spez. Wärmebezugskosten für 41 Fernwärmenetze in einer Gruppen unterteilt. Rot ist die Summenkurve dargestellt.

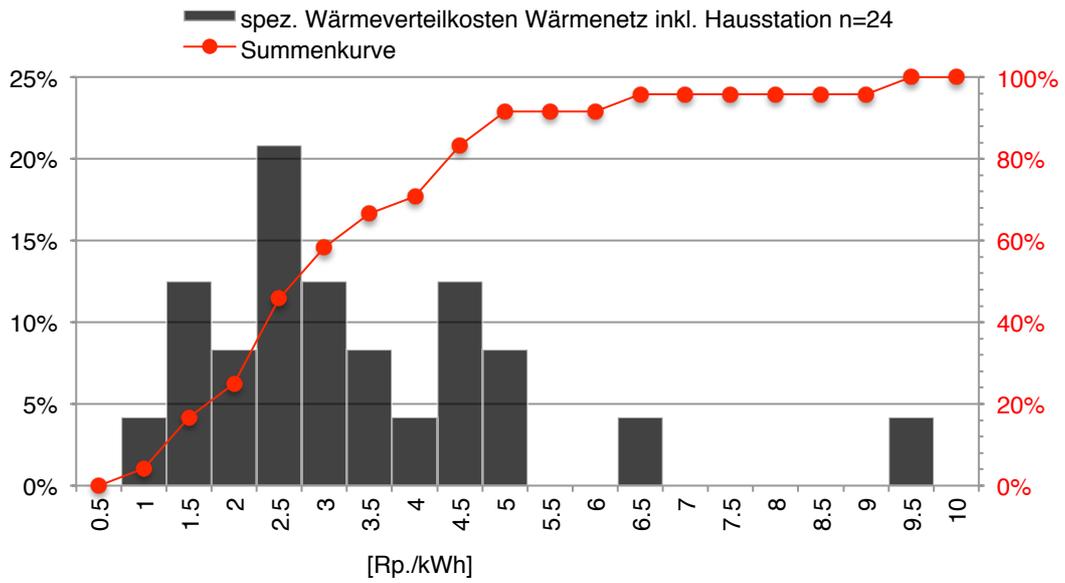


Bild 3.22 Häufigkeitsverteilung der spez. Wärmeverteilungskosten inkl. Hausstation für 24 Fernwärmenetze in Gruppen von 0.5 unterteilt. Rot ist die Summenkurve dargestellt.

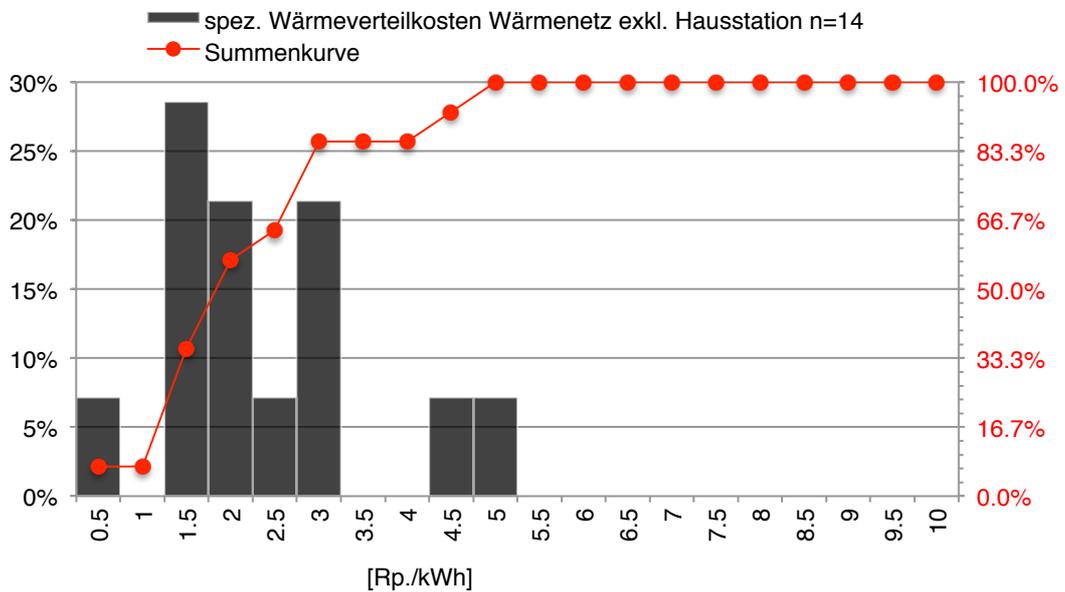


Bild 3.23 Häufigkeitsverteilung der spez. Wärmeverteilungskosten exkl. Hausstation für 14 Fernwärmenetze in Gruppen von 0.5 unterteilt. Rot ist die Summenkurve dargestellt.

4 Bewertungs-Tool für Kosten und Netzstruktur

4.1 Wirtschaftlichkeitsberechnung

4.1.1 Ausgangslage

Die hier präsentierten Resultate basieren auf dem Bewertungs-Tool, das in der Untersuchung [1] für ein Netz mit einem einzelnen Abnehmer entworfen und in der vorliegenden Arbeit erweitert wurde, um reale Netze anhand von Netzplänen, Abnehmer- und Erzeugerdaten zu untersuchen.

In [1] wurde mit dem Bewertungs-Tool der Einfluss von Betriebsparametern auf die Kosten und die Wärmeverluste des Netzes bestimmt. Die Wirkungen wurden für einen Standardfall mit 1 MW Wärmeleistung exemplarisch ausgeführt und Kennzahlen zur Beurteilung von Fernwärmenetzen in Bezug auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit abgeleitet. Die Resultate zeigten, dass zur Optimierung von Fernwärmenetzen folgende Parameter wichtig sind:

1. Die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf.
2. Zudem sind auch die absoluten Temperaturniveaus wichtig. Prioritär gilt dies für die Effizienz der Wärmeerzeugung beim Einsatz von Wärmepumpen, Abgaskondensation oder Wärmekraftkopplung sowie untergeordnet auch für die Effizienz des Fernwärmenetzes.
3. Die Rohrdurchmesser im Fernwärmenetz sind entscheidend für die Investitionskosten und die Wärmeverluste des Netzes.
4. Die Wärmedämmstärke spielt auch eine, im Vergleich zu den drei oben genannten Parametern jedoch geringere Rolle.

Demgegenüber zeigten die Berechnungen, dass der Hilfsenergieverbrauch für die Pumpenergie nur von untergeordneter Bedeutung ist. Nebst diesen technischen Faktoren zum Fernwärmenetz sind die äusseren Bedingungen des Gesamtsystems entscheidend, insbesondere die Anschlussdichte, die Anlagengrösse, die Brennstoffkosten, die Kapitalbedingungen sowie die Anlagendimensionierung.

Mit dem erweiterten Bewertungs-Tool werden nachfolgend reale Fernwärmenetze anhand von Netzplänen, Abnehmer- und Erzeugerdaten simuliert. Mit dem so simulierten Netz werden die erwähnten Parameter variiert und deren Einfluss auf die Kosten untersucht und damit ein theoretisches Kosten-Minimum bestimmt. Dieses dient als Vergleichsbasis anhand dessen das Verbesserungspotenzial eines realen Netzes im Vergleich zu einem optimierten abgeschätzt werden kann. Im weiteren Verlauf wird dabei von Optimierungsmöglichkeiten und Optimierungsmassnahmen gesprochen, obwohl diese im Fall des Nenndurchmessers und der Dämmstärke bei bestehenden Fernwärmenetzen nicht mehr umsetzbar sind. Die Berechnungen zeigen aber das Optimierungspotenzial auf, das bei der Planung und Auslegung nicht ausgeschöpft wurde. Damit kann die Bedeutung der Netzauslegung in der Planungsphase veranschaulicht werden. Zudem kann die Abschätzung des Optimierungspotenzials dazu beitragen, die Gründe für die grosse Streuung der Netzverluste bei gleichen Anschlussdichten (Bild 3.4) zu erklären.

4.1.2 Systemgrenzen und Begriffe

Für die Berechnung dienen die Systemgrenzen nach Bild 4.1. In das Bilanzgebiet eingehende Ströme sind der Vorlauf aus der Wärmezentrale, Strom für die Netzpumpe und der von den Verbrauchern gelieferte Rücklauf. Ausgehende Ströme sind die an die Verbraucher gelieferte Fernwärme, der an die Heizzentrale zurückströmende Rücklauf und die Wärmeverluste des Netzes. Die Berechnungsschritte werden in einer Excel-Datei ausgeführt und grafisch ausgewertet. Basis dazu bilden ein Netzplan mit Angaben zu Rohrsystem, Nenndurchmesser, Trasseführung mit Längenangaben zu den einzelnen Trasseabschnitten sowie Anschlussleistungen der einzelnen Abnehmer. Weitere Daten sind die jährliche Betriebszeit des Netzes, die Vollbetriebsstundenzahlen der Wärmeerzeugung und der Abnehmer sowie die Vor- und Rücklauftemperaturen. Tabelle 4.1 zeigt diese Kennwerte und die verwendeten Symbole und Einheiten.

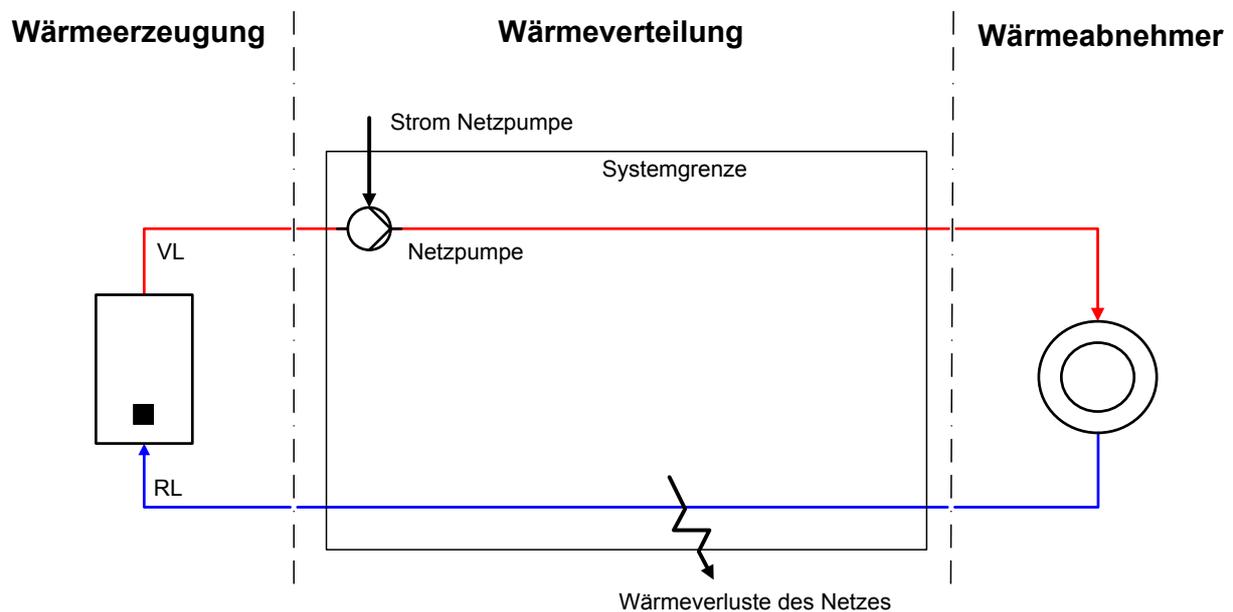


Bild 4.1 Systemgrenze für die Berechnung des Fernwärmenetzes.
VL=Vorlauf, RL=Rücklauf des Fernwärmenetzes.

Tabelle 4.1 Eingabegrößen für Netzberechnung.

Kenngröße	Symbol	Einheit
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C

4.1.3 Vorgehen zur Berechnung mit Annuitätenmethode

Die jährlichen Kosten für das Fernwärmenetz werden mit der Annuitätenmethode bestimmt und setzen sich aus folgenden Komponenten zusammen:

1. Kapitalkosten
2. Betriebskosten
 - Kosten für Hilfsenergie, hier Stromkosten für die Netzpumpe
 - Brennstoffkosten zur Deckung der Wärmeverluste des Netzes
 - Kosten für Wartung und Unterhalt (hier als vernachlässigbar angenommen).

Die mit dem Bewertungs-Tool ermittelten Kosten decken ausschliesslich die Wärmeverteilung ab. Da die Kosten für Wartung und Unterhalt für die Wärmeverteilung klein sind im Vergleich zu den anderen Kostenanteilen werden sie bei der Berechnung vernachlässigt.

Tabelle 4.2 zeigt die Annahmen zu Jahresnutzungsgrad, Brennstoffkosten, Stromkosten, Kalkulationsdauer und Kapitalzins.

Tabelle 4.2 Annahmen für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Annahmen für Kostenberechnung	Symbol	Einheit	Wert
Jahresnutzungsgrad Wärmeerzeuger	η_a	%	83
Brennstoffpreis	P_{BR}	Rp./kWh	5.0
Brennstoffkosten	k_{BR}	Rp./kWh	6.0
Stromkosten	k_{el}	Rp./kWh	20
Annuitätsfaktor	a	% / a	5.1
Kalkulationsdauer	n	a	30
Kapitalzins	i	% / a	3

Die Brennstoffkosten berechnen sich aus dem Brennstoffpreis und dem Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers:

$$k_{BR} = \frac{P_{BR}}{\eta_a} \quad \left[\frac{Rp.}{kWh} \right]$$

Für die Berechnung der Kosten werden zusätzlich folgende Parameter verwendet (Tabelle 4.3).

Tabelle 4.3 Parameter

Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Bodentemperatur (Jahresdurchschnitt)	T_B	[°C]	10
Wärmeleitfähigkeit Dämmmaterial Rohr	λ_D	[W/(m K)]	0.026
Wärmeleitfähigkeit Boden	λ_B	[W/(m K)]	1.2
Überdeckungshöhe der Rohre	h_U	[m]	0.6
Wandrauhigkeit der Fernwärmerohre	k	[mm]	0.007
Wärmekapazität H ₂ O bei 60°C	c_{pW}	[J/(kg K)]	4184
Dichte H ₂ O bei 60°C	ρ_W	[kg/m ³]	983
kin. Viskosität H ₂ O bei 60°C	ν_W	[m ² /s]	4.873E-07
minimale Fließgeschwindigkeit im Fernwärmerohr	$v_{min.}$	[m/s]	0.35
Strömungswirkungsgrad der Pumpe	η_P	[%]	80%
Wirkungsgrad Pumpenantrieb Elektromotor	η_M	[%]	90%
Pumpen-/Motorwirkungsgrad	η_{PM}	[%]	72%
Differenzdruck Hausanschluss inkl. Reserve	Δp_H	[Pa]	119'900
Spezifische Investitionskosten Rohrleitung pro Trassemeter	k_R	[CHF/Tm]	*

* Abhängig vom Rohrtyp, Nenndurchmesser und Dämmstärke

Die jährlichen **Kapitalkosten** K_K für das Fernwärmenetz werden aus den Investitionskosten berechnet. Die spezifischen Investitionskosten pro Trassemeter Fernwärmeleitung setzen sich zusammen aus den Kosten für Material, Verlegung und Grabarbeiten. Für die spezifischen Investitionskosten wurden Kennzahlen für unterschiedliche Rohrtypen (KMR, KMR-Duo, MMR, MMR-Duo, PMR, PMR-Duo) erhoben und für die Berechnung hinterlegt. Einfachheitshalber wurden in der Berechnung die spezifischen Investitionskosten für die Verlegung im Flur verwendet.

$$K_K = \sum_{i=1}^{i=n} k_{R_i} l_i a \quad \left[\frac{\text{CHF}}{a} \right]$$

- k_{R_i} spezifische Investitionskosten pro Trassemeter Fernwärmeleitung des Teilstranges i im Flur verlegt [CHF/Tm]
 l_i Trasselänge des Teilstranges i [Tm]
 a Annuitätsfaktor [%/a]

Ein Teilstrang ist definiert als ein Trasseabschnitt mit gleichbleibendem Nenndurchmesser der Vor- und Rücklaufleitung von Knoten bis Knoten. Ein Knoten ist eine Abzweigung des Stranges (Hausanschluss, Netzverzweigung, etc.) oder eine Änderung des Nenndurchmessers (Erweiterung, Verengung). Die benötigten Informationen zu einem Teilstrang sind Rohrtyp, Nenndurchmesser, Dämmstärke und Länge des Teilstranges.

Für die Berechnung der **spezifischen Kapitalkosten** k_K werden die Kapitalkosten K_K durch die jährlich zugeführte Wärme dividiert. Sofern die Wärmeerzeugung ausschliesslich der Versorgung des Fernwärmenetzes dient, entspricht die dem Netz zugeführte Wärme annähernd der produzierten Wärme der Zentrale, da die Verluste zwischen Zentrale und Netz im Vergleich zu den Netzverlusten vernachlässigbar sind. Falls nur ein Teil der Wärmeproduktion zur Versorgung des Netzes dient, etwa im Fall von Eigenbedarf oder der Versorgung mehrerer vertraglich getrennter Netze, ist dies entsprechend zu berücksichtigen.

$$k_K = \frac{100 K_K}{\dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} = \frac{100 \sum_{i=1}^{i=n} k_{R_i} l_i a}{\dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} \quad \left[\frac{\text{Rp.}}{\text{kWh}} \right]$$

- \dot{Q}_{WE} Nennwärmeleistung der Wärmeerzeugung [kW]
 τ_{WE} Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung [h/a]

Die jährlichen **Pumpkosten** K_P berechnen sich aus dem Massenstrom des Fernwärmewassers über die Fernwärmepumpe(n) bei einer gegebenen Anschlussleistung und Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf:

$$K_P = \frac{\dot{m}_P p_N \tau_N k_{el}}{1000 \eta_{PM} \rho_W 100} \quad \left[\frac{\text{CHF}}{a} \right]$$

- \dot{m}_P Massenstrom des Fernwärmewassers über die Fernwärmepumpe(n) [kg/s]
 p_N Netzdruck [Pa]
 τ_N Jährliche Betriebsstunden des Netzes [h/a]
 k_{el} Stromkosten [Rp./kWh]
 η_{PM} Pumpen-/Motorwirkungsgrad [%]
 ρ_W Dichte H₂O bei 60°C [kg/m³]

Die **spezifischen Pumpkosten** k_P ergeben sich mit Division durch die jährlich zugeführte Wärme:

$$k_P = \frac{100 K_P}{\dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} = \frac{\dot{m}_P \rho_N \tau_N k_{el}}{1000 \eta_{PM} \rho_W \dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} \quad \left[\frac{Rp.}{kWh} \right]$$

\dot{Q}_{WE} Nennwärmeleistung der Wärmeerzeugung [kW]

τ_{WE} Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung [h/a]

Die jährlichen **Wärmeverlustkosten** K_V decken den Kostenmehraufwand für die Bereitstellung von Brennstoff zur Kompensierung der Wärmeverluste im Fernwärmenetz. Die Wärmeverlustkosten berechnen sich aus dem U-Wert der Fernwärmeleitung, der Trasselänge, der Temperaturdifferenz zwischen dem Boden (Erdreich) und der Betriebsmitteltemperatur, den jährlichen Betriebsstunden des Netzes und den Brennstoffkosten. Die Betriebsmitteltemperatur ist das Mittel zwischen der Vorlauf- und der Rücklauftemperatur des Fernwärmewassers. Die Brennstoffkosten basieren auf dem Brennstoffpreis und einem Jahresnutzungsgrad des Wärmeerzeugers von 83%. Für die Berechnung wurde ein leicht konservativerer Wert gewählt als der Zielwert nach QM von 85%.

$$K_V = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} U_i \left(\frac{T_{VL} + T_{RL}}{2} - T_B \right) l_i}{1000} \tau_N \frac{k_{BR}}{100} \quad \left[\frac{CHF}{a} \right]$$

U_i U-Wert der Fernwärmeleitung des Teilstranges i [W/(Tm K)]

T_{VL} Vorlauftemperatur [°C]

T_{RL} Rücklauftemperatur [°C]

T_B Bodentemperatur (Jahresdurchschnitt) [°C]

l_i Trasselänge des Teilstranges i [Tm]

τ_N Jährliche Betriebsstunden des Netzes [h/a]

k_{BR} Brennstoffkosten [Rp./kWh]

Die **spezifischen Wärmeverlustkosten** k_V ergeben sich damit wie folgt:

$$k_V = \frac{100 K_V}{\dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} U_i \left(\frac{T_{VL} + T_{RL}}{2} - T_B \right) l_i}{1000 \dot{Q}_{WE} \tau_{WE}} \tau_N k_{BR} \quad \left[\frac{Rp.}{kWh} \right]$$

\dot{Q}_{WE} Nennwärmeleistung der Wärmeerzeugung [kW]

τ_{WE} Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung [h/a]

Die **Gesamtkosten** ergeben sich aus der Addition von Kapital-, Pump- und Wärmeverlustkosten.

4.1.4 Resultate 1: Sensitivitätsanalyse einzelner Anlagen

Um für ein spezifisches Fernwärmenetz eine aussagekräftige Beurteilung der Wirtschaftlichkeit anhand des Bewertungs-Tools zu ermöglichen, sind detaillierte Angaben zur Netzstruktur (Netzpläne, Anschlussleistungen und weitere Daten) erforderlich. Von den erfassten Anlagen liegen nur von einem Teil alle dazu erforderlichen Daten vor. Zudem ist eine Analyse des Optimierungspotenzials nur für Fernwärmenetze im Endausbau sinnvoll, weshalb für diese Auswertung nur bis zum Endausbau abgeschlossene Fernwärmenetze berücksichtigt wurden.

Die Möglichkeiten des Bewertungs-Tools werden auf den folgenden Seiten anhand von fünf ausgewählten Fernwärmenetzen beschrieben, die als Anwendungsbeispiele analysiert werden. Tabelle 4.4 zeigt die Kenndaten der Anlagen, die alle mit Holz als Grundlast betrieben werden. Bis auf eine Anlage werden alle Fernwärmenetze ganzjährig betrieben. Eine der fünf untersuchten Anlagen hat den Endausbau noch nicht ganz erreicht (Anlage 052).

Tabelle 4.4 Daten der mit dem Bewertungs-Tool analysierten Fernwärmenetze.

Anlagen Nummer	Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	Wärmeträger Grundlast	Inbetriebnahme	Endausbau	Betriebsart	Verwendungszweck
008	Feuerung	Holz	2009	2012	Ganzjahresbetrieb	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
011	Feuerung	Holz	2004	2010	Saisonbetrieb	Raumwärme
037	Feuerung	Holz	2006	2009	Ganzjahresbetrieb	Raumwärme Warmwasser
042	Feuerung	Holz	2000	2012	Ganzjahresbetrieb	Raumwärme Warmwasser
052	Feuerung	Holz	2011	offen	Ganzjahresbetrieb	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme

Für jede der fünf Anlagen wurden jeweils folgende vier Simulationen durchgeführt:

Die IST-Situation (**IST**) dient als Basis für weitere Berechnungen und als Vergleichsmöglichkeit mit den Angaben aus dem Fragebogen und damit zur Plausibilitätskontrolle. In einem weiteren Schritt werden jeweils ausgehend von der IST-Situation die wichtigsten Parameter (Nenn Durchmesser, Temperaturspreizung und Dämmung) variiert und optimiert.

Bei der Optimierung der Nenn Durchmesser (**OPT DN**) wird jeder einzelne Teilstrang soweit möglich auf den kleinsten Nenn Durchmesser geändert. Dieser wird durch die maximalen Fließgeschwindigkeiten im Rohr begrenzt. Als Richtwerte dienen die Maximal-Werte nach Merkblatt-Nr. 67 der ÖKL (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung) [5].

In einem weiteren Schritt wird die Temperaturspreizung um 10°C erhöht (**OPT DN-dT**), was eine verbesserte Absenkung der Rücklauftemperatur von Seiten der Abnehmer simuliert.

Bei der Optimierung der Dämmstärke (**OPT Dämm**) wird die maximale Dämmstärke eingesetzt.

In der Tabelle 4.5 sind als Vergleich und zur Plausibilitätskontrolle die Angaben aus dem Fragebogen und die berechneten Werte aus dem Bewertungs-Tool (IST-Situation) zu Anschlussleistung, Trasselänge, Anschlussdichte und Netzverlusten aufgeführt. Die Anschlussdichte und Netzverluste in der Spalte Fragebogen sind ebenfalls berechnete Werte. Weiter sind die prozentualen Abweichungen der Angaben aus dem Fragebogen zu den berechneten Werten aus dem Bewertungs-Tool aufgeführt.

Tabelle 4.5 Vergleich der Angaben aus dem Fragebogen (Referenz) mit den Werten aus dem Bewertungs-Tool basierend auf der IST-Situation. Die Abweichung wird aus der Differenz vom Bewertungs-Tool zur Referenz aus dem Fragebogen gebildet.

Anlagen Nummer	Fragebogen				Bewertungs-Tool				Abweichung			
	Anschlussleistung	Trasselänge Gesamt	Anschlussdichte	Netzverluste	Anschlussleistung	Trasselänge Gesamt	Anschlussdichte	Netzverluste	Anschlussleistung	Trasselänge Gesamt	Anschlussdichte	Netzverluste
Nr.	Q̇	x	AD	Q̇ _v	Q̇	x	AD	Q̇ _v				
	MW	m	MWh/(a Tm)	%	MW	m	MWh/(a Tm)	%	%	%	%	%
008	2.135	3403	1.04	16.8	2.188	3364	1.08	13.8	2.4	-1.2	3.7	-21.7
011	1.093	1200	1.33	9.1	1.073	1213	1.29	8.8	-1.9	1.1	-3.1	-3.4
037	1.108	1130	1.89	18.3	1.108	1142	1.88	14.1	0.0	1.1	-0.5	-29.8
042	2.759	3300	1.06	15.4	2.566	3318	0.98	16.9	-7.5	0.5	-8.2	8.9
052	1.388	2026 ¹	1.01	19 ²	1.388	2026 ¹	1.01	13.3	0.0	0.0	0.0	-42.9

¹ Keine Angaben zur Trasselänge, die deshalb anhand des Netzplanes im Berechnungs-Tool ermittelt wird.

² Geschätzte Angabe des Planers, da Wärmehäufigkeiten fehlen.

Die prozentualen Abweichungen der wichtigsten Kennzahlen im Vergleich zeigen, dass die Abweichungen ausser bei den Netzverlusten weniger als 10% betragen. Die relativ grossen Abweichungen der Netzverluste sind auf die im Bewertungs-Tool statische Berechnung für eine bestimmte Temperaturspreizung (Winterfall) zurückzuführen. Zusätzlich sind Wärmebrücken von nicht isolierten Armaturen und anderen Komponenten im Bewertungs-Tool nicht berücksichtigt.

Beispiel 1: Anlage 008

Tabelle 4.6 zeigt die Eingabedaten von Anlage 008 aus dem Fragebogen.

Tabelle 4.7 zeigt die mit dem Bewertungs-Tool berechneten Werte und die durch Optimierung erzielten Verbesserungen.

Tabelle 4.6 Daten aus dem Fragebogen zur Anlage 008.

Angaben vom Fragebogen zur Anlage 008	Symbol	Einheit	Wert
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a	8760
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a	1698
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a	1654
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C	85
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C	55

Tabelle 4.7 Ergebnisse Bewertungs-Tool Anlage 008

Ergebnisse Anlage 008	Einheit	IST	OPT DN	OPT DN-dT	OPT Dämm
Pumpkosten					
Jährliche Pumpkosten	CHF/a	16'235	18'010	14'061	16'235
Spezifische Pumpkosten	Rp./kWh	0.42	0.47	0.37	0.43
Wärmeverlustkosten					
Jährliche Wärmeverlustkosten	CHF/a	35'032	32'869	27'230	31'137
Spezifische Wärmeverlustkosten	Rp./kWh	0.92	0.86	0.72	0.82
Kapitalkosten					
Jährliche Kapitalkosten	CHF/a	60'911	56'513	53'107	60'911
Spezifische Kapitalkosten	Rp./kWh	1.59	1.48	1.40	1.60
Gesamtkosten					
Jährliche Gesamtkosten	CHF/a	109'896	104'426	91'619	106'002
Spezifische Gesamtkosten	Rp./kWh	2.87	2.73	2.41	2.78
Kennzahlen					
Netzverlust	%	13.8	13.1	11.1	12.5
Anschlussdichte	MWh/(Tm a)	1.08	1.08	1.08	1.08
Trasselänge	Tm	3'364	3'364	3'364	3'364
Hausanschlüsse	–	52	52	52	52
Anzahl Einzelstränge	–	107	107	107	107
Anzahl optimierte Einzelstränge	–	0	31	60	0
Reduktion					
Spezifische Gesamtkosten	%		-2.74%	-13.97%	-3.15%
Jährliche Gesamtkosten	%		-2.87%	-14.49%	-3.47%
Netzverluste	%		-3.91%	-18.40%	-9.73%

Bild 4.2 zeigt eine grafische Auswertung der spezifischen Kosten und Kostenanteile. Die Optimierung der Nennweiten (OPT DN) führt zu einer Reduktion von Kosten und Netzverlusten um rund 3-4% (Zahlenwerte nach

Tabelle 4.7).

Falls die Abnehmer den Rücklauf um weitere 10°C auskühlen, ergibt das eine Kostenreduktion von rund 14% und eine Netzverlustreduktion von rund 20%. Das Potenzial der Wärmerückgewinnung

durch die niedrigere Rücklauftemperatur mit einer Abgaskondensationsanlage ist in diesen Zahlen nicht berücksichtigt.

Das Optimieren der Dämmstärke bedeutet, dass mit der besten möglichen Dämmstärke gerechnet wird. Die Kostenreduktion, die sich durch die reine Optimierung der Dämmstärken ergibt beläuft sich auf rund 3% und die Netzverluste sinken um rund 10%.

Mittels Optimierung der Temperaturspreizung, Nennweite und Dämmstärke ergibt sich ein Kostenoptimierungspotenzial von rund 17% und eine Reduktion der Netzverluste um rund 30%.

Die Kostenanteile ändern sich dabei nur geringfügig mit Kapitalkosten von 55%–60%, Wärmeverlustkosten von etwa 30% und Pumpkosten von etwa 15% der Gesamtkosten.

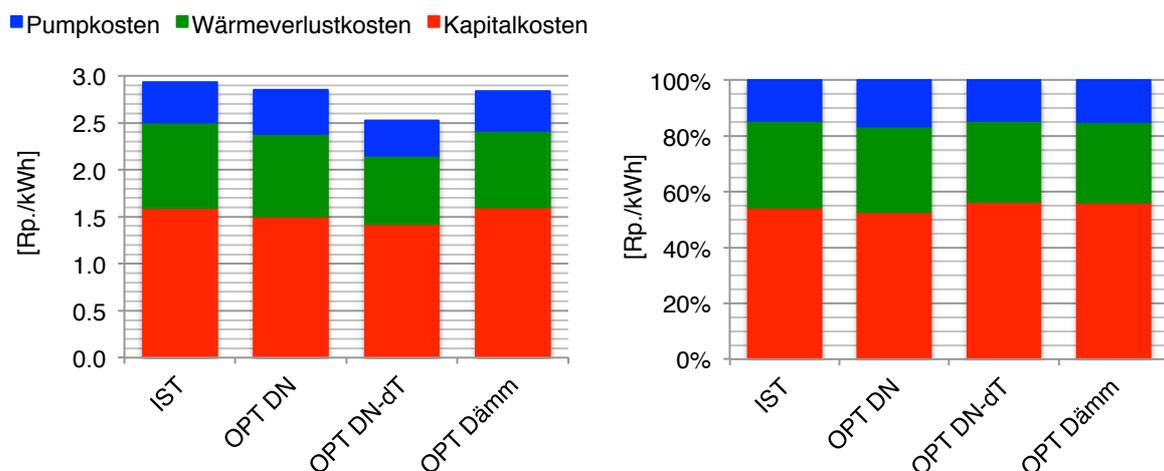


Bild 4.2 Anlage 008: Spezifische Kosten und Kostenanteile aufgeschlüsselt nach Pump-, Wärmeverlust- und Kapitalkosten für die IST-Situation und den drei Optimierungs-Ansätzen: Nennweiten-Optimierung OPT DN; Temperaturspreizung und Nennweiten-Optimierung OPT DN-dT; Dämmstärken-Optimierung OPT Dämm.

Bild 4.3 zeigt die prozentualen Anteile der in der Nennweite optimierten Teilstränge im Fernwärmenetz. Auf der X-Achse kann der Optimierungsgrad abgelesen werden.

Der Bereich „opt.“ beinhaltet die Teilstränge die in der IST-Situation bereits die optimale Nennweite aufweisen. Links von opt. sind Teilstränge, die um eine Nennweite grösser (+1) hätten ausgeführt werden sollen und rechts davon Teilstränge, die um eine (-1) bis fünf Nennweiten (-5) kleiner hätten ausgeführt werden können.

Bei der untersuchten Anlage weisen 72% der Stränge den optimalen Durchmesser auf, während bei 26% der Stränge eine Reduktion um einen Durchmesser optimal wäre. Für die Auslegung der Anlage 008 hätte somit ein Optimierungspotenzial zu kleineren Rohrdimensionen existiert, was die oben erwähnte Reduktion der Kosten um rund 3% ermöglicht hätte.

Wenn die Temperaturspreizung 10°C erhöht wird, sinkt der Anteil optimaler Stränge von 72% auf 44%.

Um die Netzauslegung qualitativ abzuschätzen, ist im Diagramm der Bereich weiss hinterlegt, der Netzauslegungen mit maximal 50% um maximal einen Durchmesser überdimensionierte Rohre abdeckt. Diese Zielsetzung wird somit dann erfüllt, wenn keiner der Teilstränge im grauen Bereich auftritt. Für die Beurteilung ist dazu von der realen Temperaturspreizung (blaue Balken) auszugehen,

da eine Erhöhung der Temperaturspreizung bei der Auslegung nicht vorausgesetzt werden kann. Mit dieser Zielsetzung zeigt sich, dass die Anlage 008 die geforderte Bedingung beinahe erfüllt und somit insgesamt nur eine geringe Überdimensionierung aufweist.

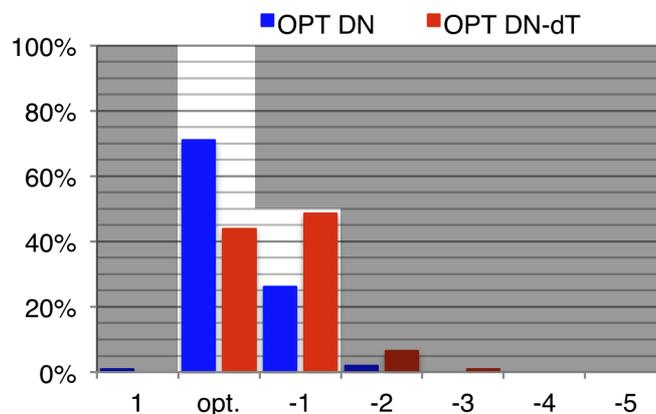


Bild 4.3 Anlage 008: Prozentuale Anteile des Optimierungsgrades der Teilstränge im Fernwärmenetz. Lesebeispiel: OPT DN: Etwa 72% aller Teilstränge sind bei der aktuellen Betriebsart optimal ausgelegt, während 26% der Stränge einen Nenndurchmesser zu gross sind (Veränderung um -1 möglich) und weitere 2% der Stränge zwei Durchmesser zu gross sind. OPT DN-dT: Bei 10°C tieferem Rücklauf wären noch 44% der Stränge optimal und 48% um einen Durchmesser zu gross. Grau hinterlegt ist der Bereich der nicht zulässigen Nenndurchmesser der Teilstränge.

Bild 4.4 zeigt die Wärmeverluste der Anlage 008 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmassnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM in einem Ausschnitt vom Bild 3.4 (Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte). Der Wert IST zeigt die Ist-Situation aus dem Fragebogen. Die Berechnung der Wärmeverluste für die einzelnen Optimierungsmassnahmen basiert auf der jeweiligen Reduktion aus dem Bewertungs-Tool (Tabelle 4.7) welche von der Ist-Situation aus dem Fragebogen in Abzug gebracht wurde (Tabelle 4.8).

Tabelle 4.8 Umrechnung der Wärmeverluste für die Anlage 008

Simulation	Fragebogen		Bewertungs-Tool Wärmeverlust Reduktion
	Anschlussdichte MWh/(Tm a)	Wärmeverlust %	
IST	1.04	16.8	–
OPT-DN	1.04	15.9*	5.4
OPT-DN-dT	1.04	13.5*	19.8
OPT-Daemm	1.04	15.2*	9.7

* Berechneter Wert

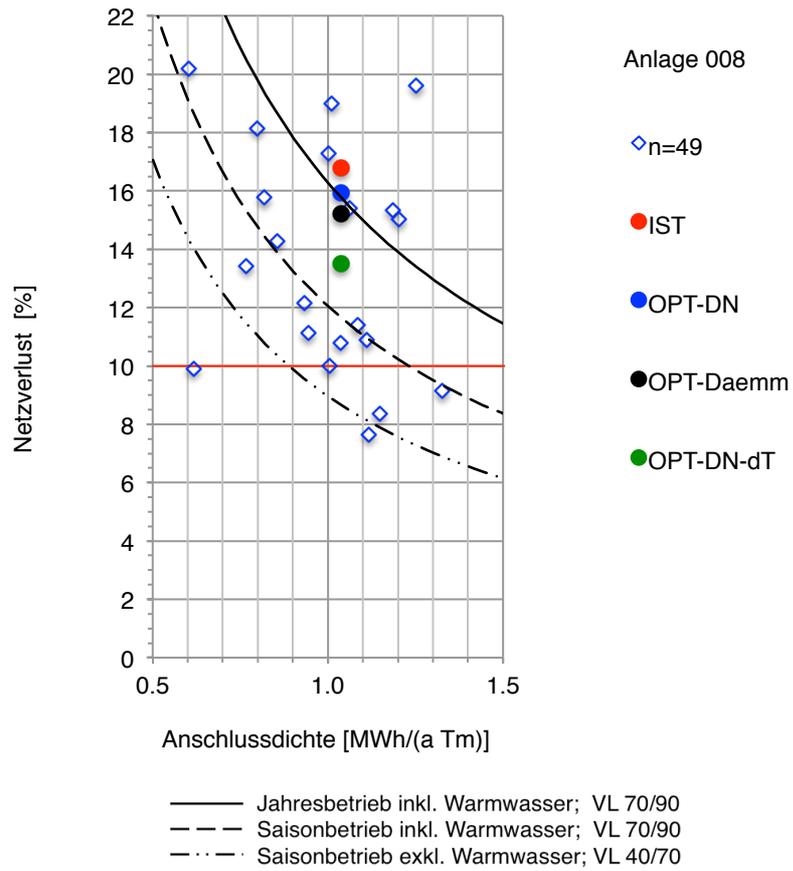


Bild 4.4 Wärmeverluste der Anlage 008 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmassnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM-Holzheizwerke.

Beispiel 2: Anlage 011

Nachfolgende Tabellen und Bilder zeigen die Auswertung für die Anlage 011. Wie daraus hervorgeht, weist diese Anlage ein ähnliches Optimierungspotenzial wie Anlage 008 auf.

Tabelle 4.9 Daten aus dem Fragebogen zur Anlage 011

Angaben vom Fragebogen zur Anlage 011	Symbol	Einheit	Wert
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a	5760
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a	2214
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a	1455
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C	85
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C	54

Tabelle 4.10 Ergebnisse Bewertungs-Tool Anlage 011

Ergebnisse Anlage 011	Einheit	IST	OPT DN	OPT DN-dT	OPT Dämm
Pumpkosten					
Jährliche Pumpkosten	CHF/a	4'277	5'407	4'010	4'277
Spezifische Pumpkosten	Rp./kWh	0.18	0.22	0.17	0.18
Wärmeverlustkosten					
Jährliche Wärmeverlustkosten	CHF/a	9'076	8'478	7'537	8'017
Spezifische Wärmeverlustkosten	Rp./kWh	0.37	0.35	0.31	0.33
Kapitalkosten					
Jährliche Kapitalkosten	CHF/a	31'584	28'658	27'733	31'584
Spezifische Kapitalkosten	Rp./kWh	1.30	1.18	1.14	1.30
Gesamtkosten					
Jährliche Gesamtkosten	CHF/a	44'466	41'617	38'598	43'407
Spezifische Gesamtkosten	Rp./kWh	1.83	1.71	1.59	1.79
Kennzahlen					
Netzverlust	%	8.8%	8.3%	7.4%	7.9%
Anschlussdichte	MWh/(Tm a)	1.29	1.29	1.29	1.29
Trasselänge	Tm	1'213	1'213	1'213	1'213
Hausanschlüsse	–	16	16	16	16
Anzahl Einzelstränge	–	31	31	31	31
Anzahl optimierte Einzelstränge	–	0	16	22	0
Reduktion					
Spezifische Gesamtkosten	%		-5.18%	-12.24%	-2.08%
Jährliche Gesamtkosten	%		-5.33%	-12.59%	-2.36%
Netzverluste	%		-6.04%	-15.70%	-10.75%

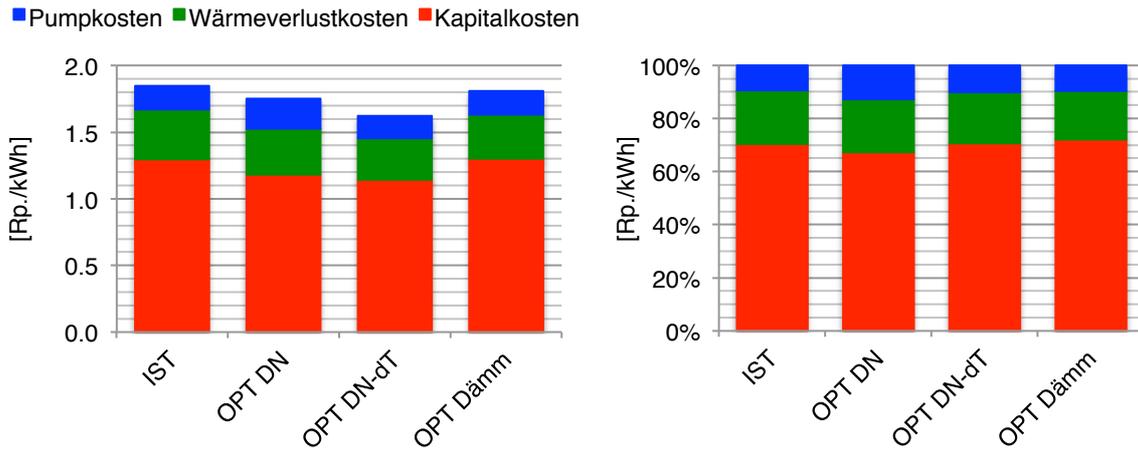


Bild 4.5 Anlage 011: Spezifische Kosten und Kostenanteile aufgeschlüsselt nach den Pump-, Wärmeverlust- und Kapitalkosten für die IST-Situation und den drei Optimierungs-Ansätzen: Nennweiten-Optimierung OPT DN; Temperaturspreizung und Nennweiten-Optimierung OPT DN-dT; Dämmstärken-Optimierung OPT Dämm.

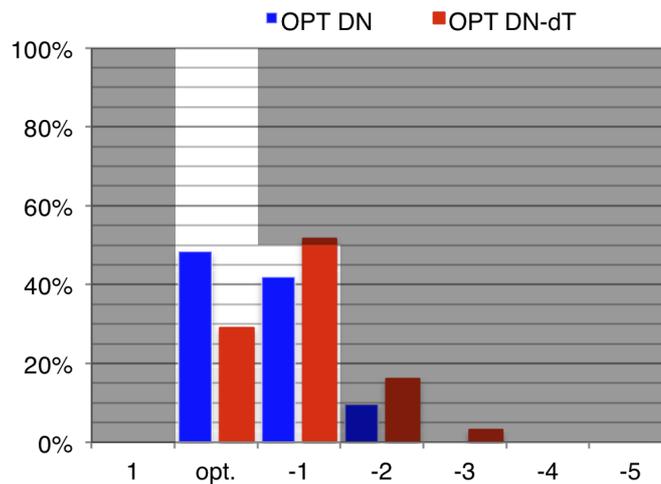


Bild 4.6 Anlage 011: Prozentuale Anteile des Optimierungsgrades der Teilstränge im Fernwärmenetz. Grau hinterlegt ist der Bereich der nicht optimal ausgelegten Nenndurchmesser der Teilstränge.

Tabelle 4.11 Umrechnung der Wärmeverluste für die Anlage 011

Simulation	Fragebogen		Bewertungs-Tool Wärmeverlust Reduktion
	Anschlussdichte MWh/(Tm a)	Wärmeverlust %	
IST	1.33	9.1	–
OPT-DN	1.33	8.6*	6.0
OPT-DN-dT	1.33	7.7*	15.7
OPT-Daemm	1.33	8.1*	10.8

* Berechneter Wert

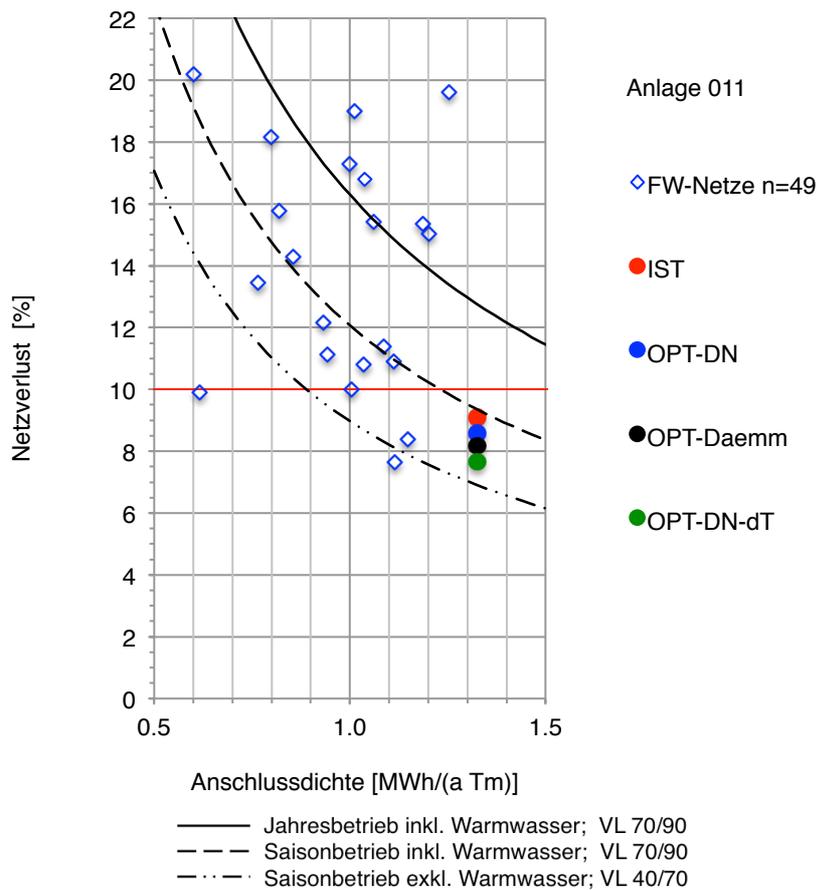


Bild 4.7 Wärmeverluste der Anlage 011 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmaßnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM-Holzheizwerke.

Beispiel 3: Anlage 037

Die Auswertung der Anlage 037 zeigt ein erheblich grösseres Optimierungspotenzial allein durch die Reduktion der Rohrdurchmesser. So können in diesem Beispiel sämtliche Stränge um ein bis vier Nenndurchmesser reduziert und dadurch die Netzverluste um 20.5% und die Kosten um 28% reduziert werden. Durch Verbesserung der Wärmedämmung könnten die Verluste noch weiter und damit um insgesamt 28.5% reduziert werden. Allerdings wäre dieser Fall zwar ökonomischer als die IST-Situation, jedoch deutlich weniger ökonomisch als die alleinige Reduktion der Rohrdurchmesser. Für diese Anlage ist zusätzlich die Ausschöpfung aller Optimierungen (Durchmesser, tieferer Rücklauf und Dämmung) ausgewiesen, wodurch die Kosten um 40% niedriger ausfallen würden.

Tabelle 4.12 Benötigte Daten aus dem Fragebogen zur Anlage 037

Angaben vom Fragebogen zur Anlage 037	Symbol	Einheit	Wert
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a	8760
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a	1365
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a	1932
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C	80
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C	50

Tabelle 4.13 Ergebnisse Anlage 037, zusätzlich mit dem Einfluss aller Optimierungen (letzte Spalte).

Ergebnisse Anlage 037	Einheit	IST	OPT DN	OPT DN-dT	OPT Dämm	OPT DN-dT-Dämm
Pumpkosten						
Jährliche Pumpkosten	CHF/a	5'586	9'704	7'033	5'586	7'033
Spezifische Pumpkosten	Rp./kWh	0.36	0.62	0.45	0.36	0.46
Wärmeverlustkosten						
Jährliche Wärmeverlustkosten	CHF/a	21'203	16'302	14'493	14'579	10'657
Spezifische Wärmeverlustkosten	Rp./kWh	1.35	1.05	0.93	0.94	0.69
Kapitalkosten						
Jährliche Kapitalkosten	CHF/a	55'762	32'526	30'580	55'762	30'580
Spezifische Kapitalkosten	Rp./kWh	3.56	2.09	1.97	3.60	1.99
Gesamtkosten						
Jährliche Gesamtkosten	CHF/a	82'254	55'163	49'812	75'629	45'976
Spezifische Gesamtkosten	Rp./kWh	5.25	3.55	3.21	4.88	2.98
Kennzahlen						
Netzverlust	%	14.1%	11.2%	10.1%	10.2%	7.6%
Anschlussdichte	MWh/(Tm a)	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Trassellänge	Tm	1'142	1'142	1'142	1'142	1'142
Hausanschlüsse	–	7	7	7	7	7
Anzahl Einzelstränge	–	12	12	12	12	12
Anzahl optimierte Einzelstränge	–	0	12	12	0	12
Reduktion						
Spezifische Gesamtkosten	%		-28.52%	-36.17%	-7.01%	-40.49%
Jährliche Gesamtkosten	%		-29.10%	-36.88%	-8.02%	-41.53%
Netzverluste	%		-20.52%	-28.45%	-28.07%	-45.94%

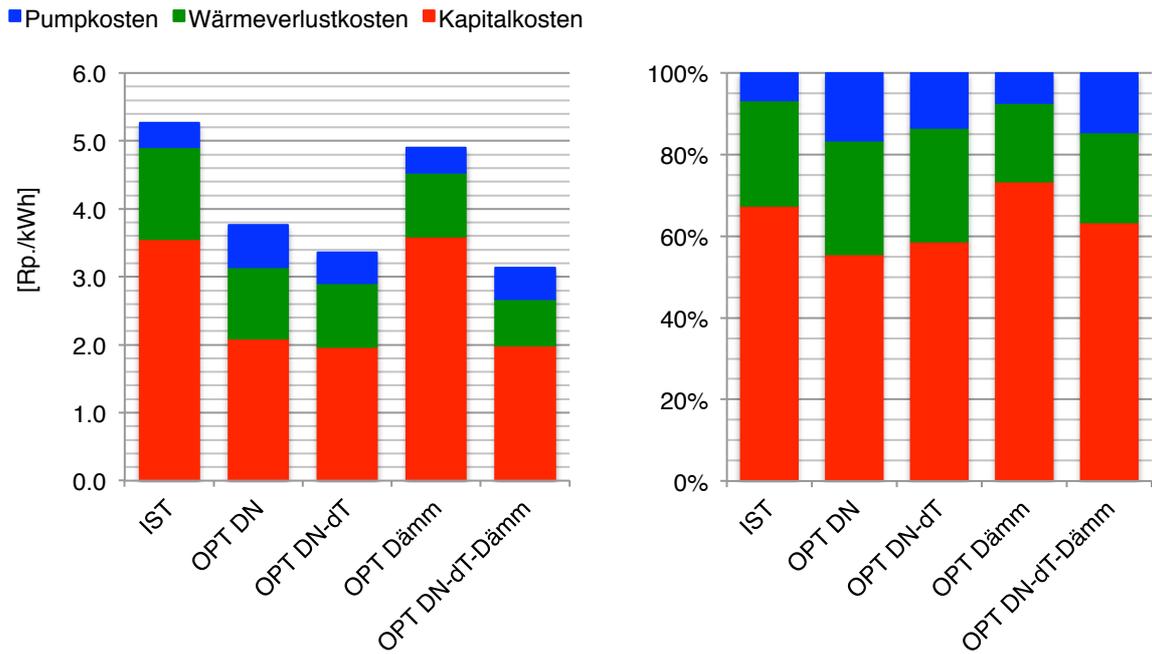


Bild 4.8 Anlage 037: Spezifische Kosten und Kostenanteile aufgeschlüsselt nach den Pump-, Wärmeverlust- und Kapitalkosten für die IST-Situation und den drei Optimierungs-Ansätzen: Nennweiten-Optimierung OPT DN; Temperaturspreizung und Nennweiten-Optimierung OPT DN-dT; Dämmstärken-Optimierung OPT Dämm.

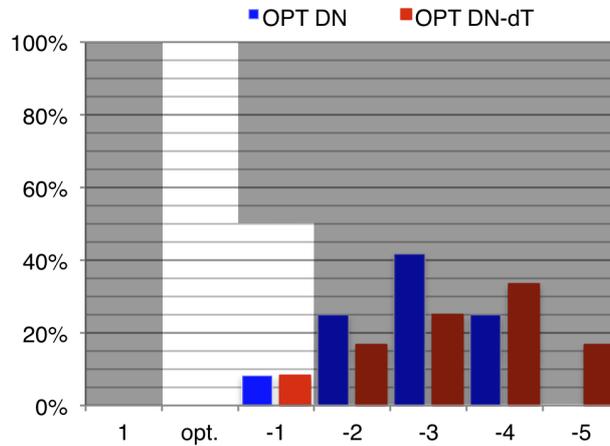


Bild 4.9 Anlage 037: Prozentuale Anteile des Optimierungsgrades der Teilstränge im Fernwärmenetz. Grau hinterlegt ist der Bereich der nicht optimal ausgelegten Nenndurchmesser der Teilstränge.

Tabelle 4.14 Umrechnung der Wärmeverluste für die Anlage 037

Simulation	Fragebogen		Bewertungs-Tool Wärmeverlust Reduktion
	Anschlussdichte MWh/(Tm a)	Wärmeverlust %	
IST	1.89	18.3	–
OPT-DN	1.89	14.5*	20.5
OPT-DN-dT	1.89	13.1*	28.5
OPT-Daemm	1.89	13.2*	28.1
OPT-DN-dT-Daemm	1.89	9.9*	45.9

* Berechneter Wert

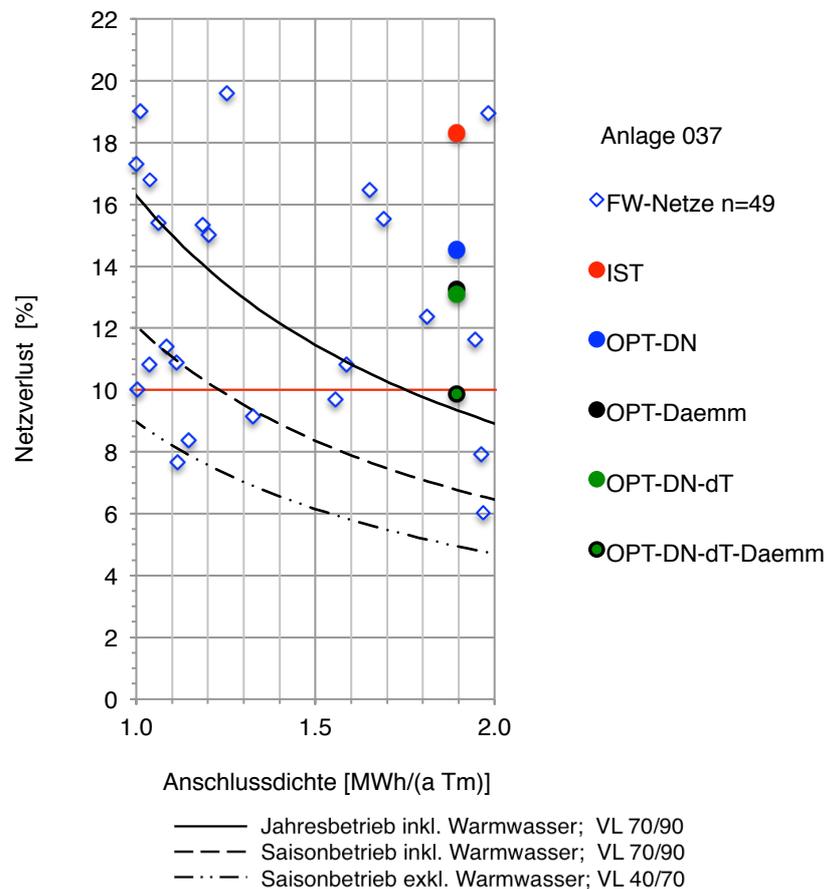


Bild 4.10 Wärmeverluste der Anlage 037 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmassnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM-Holzheizwerke.

Beispiel 4: Anlage 042

Anlage 042 weist ein Optimierungspotenzial auf, das zwischen den zuvor gezeigten liegt.

Tabelle 4.15 Benötigte Daten aus dem Fragebogen zur Anlage 042

Angaben vom Fragebogen zur Anlage 042	Symbol	Einheit	Wert
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a	8760
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a	1943
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a	1268
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C	90
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C	55

Tabelle 4.16 Ergebnisse Bewertungs-Tool Anlage 042

Ergebnisse Anlage 042	Einheit	IST	OPT DN	OPT DN-dT	OPT Dämm
Pumpkosten					
Jährliche Pumpkosten	CHF/a	11'328	15'594	11'888	11'328
Spezifische Pumpkosten	Rp./kWh	0.22	0.31	0.23	0.22
Wärmeverlustkosten					
Jährliche Wärmeverlustkosten	CHF/a	40'673	34'206	31'076	36'476
Spezifische Wärmeverlustkosten	Rp./kWh	0.79	0.67	0.61	0.71
Kapitalkosten					
Jährliche Kapitalkosten	CHF/a	95'657	73'966	72'646	95'657
Spezifische Kapitalkosten	Rp./kWh	1.86	1.45	1.42	1.87
Gesamtkosten					
Jährliche Gesamtkosten	CHF/a	147'316	120'912	113'634	143'120
Spezifische Gesamtkosten	Rp./kWh	2.87	2.37	2.23	2.80
Kennzahlen					
Netzverlust	%	17.2%	14.9%	13.7%	15.7%
Anschlussdichte	MWh/(Tm a)	0.98	0.98	0.98	0.98
Trasselänge	Tm	3'318	3'318	3'318	3'318
Hausanschlüsse	–	91	91	91	91
Anzahl Einzelstränge	–	182	182	182	182
Anzahl optimierte Einzelstränge	–	0	149	151	0
Reduktion					
Spezifische Gesamtkosten	%		-15.79%	-21.16%	-2.55%
Jährliche Gesamtkosten	%		-16.18%	-21.70%	-2.84%
Netzverluste	%		-13.54%	-20.37%	-8.70%

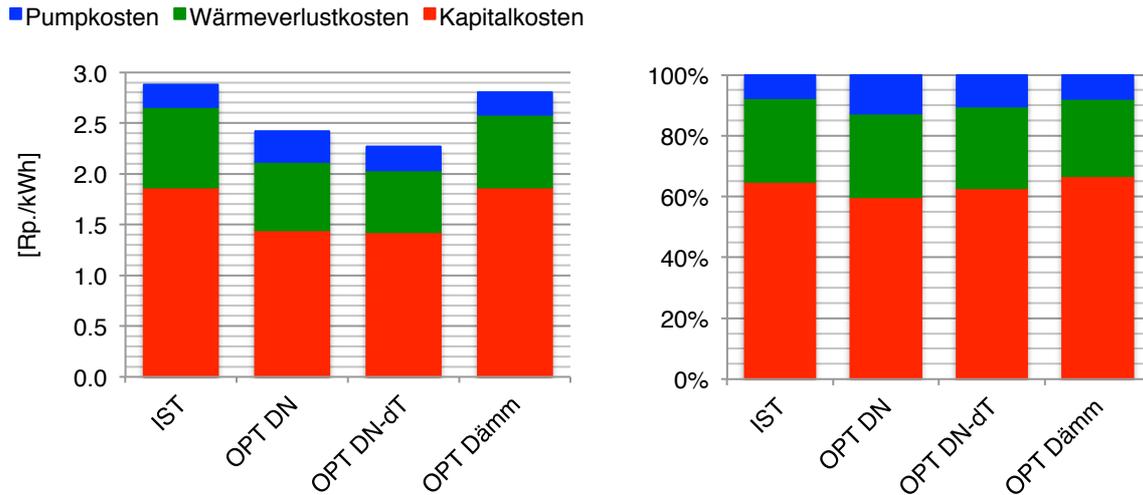


Bild 4.11 Anlage 042: Spezifische Kosten und Kostenanteile aufgeschlüsselt nach den Pump-, Wärmeverlust- und Kapitalkosten für die IST-Situation und den drei Optimierungs-Ansätzen: Nennweiten-Optimierung OPT DN; Temperaturspitzung und Nennweiten-Optimierung OPT DN-dT; Dämmstärken-Optimierung OPT Dämm.

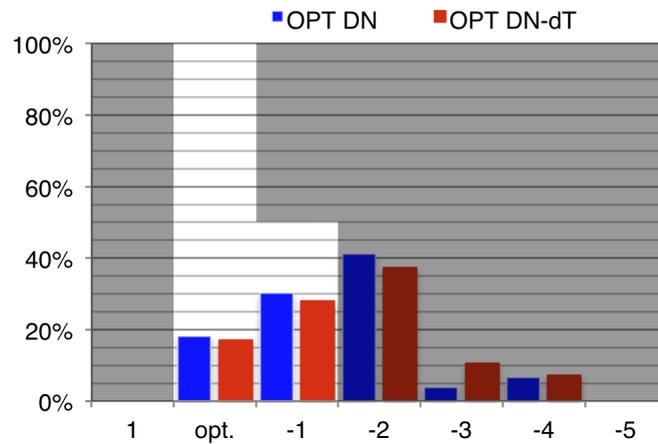


Bild 4.12 Anlage 042: Prozentuale Anteile des Optimierungsgrades der Teilstränge im Fernwärmenetz. Grau hinterlegt ist der Bereich der nicht optimal ausgelegten Nenndurchmesser der Teilstränge.

Tabelle 4.17 Umrechnung der Wärmeverluste für die Anlage 042

Simulation	Fragebogen		Bewertungs-Tool Wärmeverlust Reduktion
	Anschlussdichte MWh/(Tm a)	Wärmeverlust %	
IST	1.06	15.4	–
OPT-DN	1.06	13.3*	13.5
OPT-DN-dT	1.06	12.3*	20.4
OPT-Daemm	1.06	14.1*	8.7

* Berechneter Wert

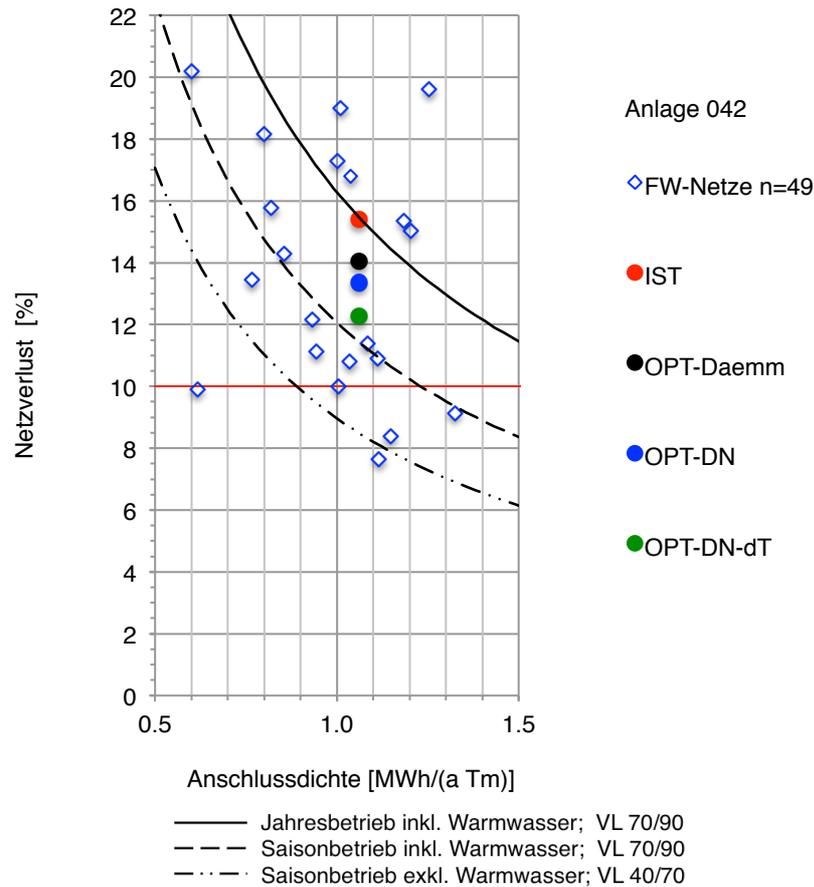


Bild 4.13 Wärmeverluste der Anlage 042 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmassnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM-Holzheizwerke.

Beispiel 5: Anlage 052

Anlage 052 weist ebenfalls ein Optimierungspotenzial zwischen den zuvor gezeigten auf. Diese Anlage ist zwar noch nicht ganz im Endausbau, das Ausbaupotenzial ist jedoch begrenzt.

Tabelle 4.18 Benötigte Daten aus dem Fragebogen zur Anlage 052

Angaben vom Fragebogen zur Anlage 052	Symbol	Einheit	Wert
Jährliche Betriebsstunden des Netzes	τ_N	h/a	8640
Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung	τ_{WE}	h/a	2810
Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer	τ_A	h/a	1426
Vorlauftemperatur	T_{VL}	°C	80
Rücklauftemperatur	T_{RL}	°C	55

Tabelle 4.19 Ergebnisse Bewertungs-Tool Anlage 052

Ergebnisse Anlage 052	Einheit	IST	OPT DN	OPT DN-dT	OPT Dämm
Pumpkosten					
Jährliche Pumpkosten	CHF/a	8'479	13'092	9'638	8'479
Spezifische Pumpkosten	Rp./kWh	0.21	0.33	0.24	0.21
Wärmeverlustkosten					
Jährliche Wärmeverlustkosten	CHF/a	19'000	16'397	14'314	17'543
Spezifische Wärmeverlustkosten	Rp./kWh	0.47	0.41	0.36	0.44
Kapitalkosten					
Jährliche Kapitalkosten	CHF/a	46'623	35'214	33'553	46'623
Spezifische Kapitalkosten	Rp./kWh	1.16	0.88	0.84	1.17
Gesamtkosten					
Jährliche Gesamtkosten	CHF/a	73'699	61'528	54'673	72'243
Spezifische Gesamtkosten	Rp./kWh	1.84	1.54	1.37	1.81
Kennzahlen					
Netzverlust	%	13.3%	11.7%	10.4%	12.4%
Anschlussdichte	MWh/(Tm a)	1.01	1.01	1.01	1.01
Trasselänge	Tm	2'026	2'026	2'026	2'026
Hausanschlüsse	–	22	22	22	22
Anzahl Einzelstränge	–	43	43	43	43
Anzahl optimierte Einzelstränge	–	0	41	43	0
Reduktion					
Spezifische Gesamtkosten	%		-12.38%	-21.90%	-1.77%
Jährliche Gesamtkosten	%		-12.68%	-22.40%	-1.97%
Netzverluste	%		-12.09%	-22.10%	-6.71%

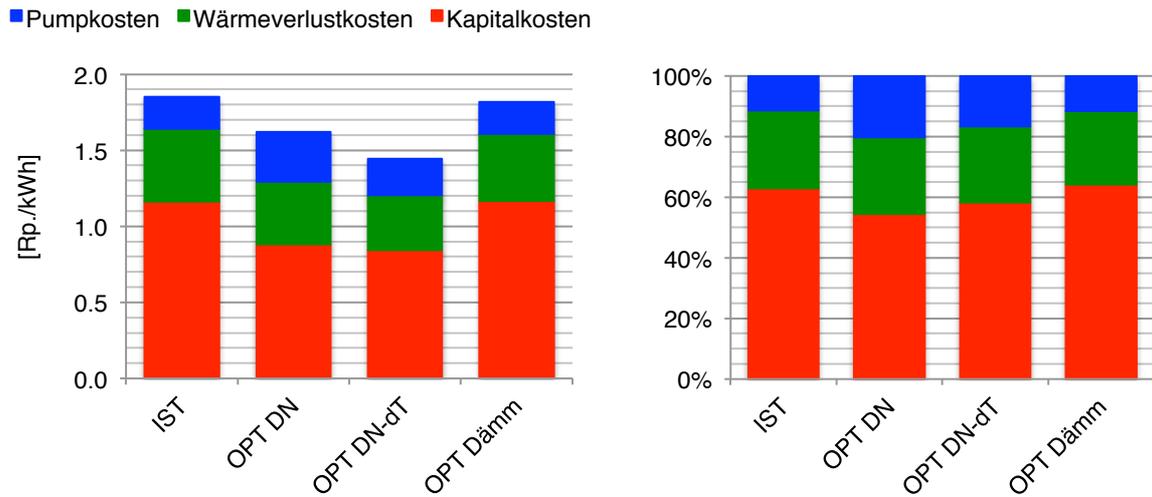


Bild 4.14 Anlage 052: Spezifische Kosten und Kostenanteile aufgeschlüsselt nach den Pump-, Wärmeverlust- und Kapitalkosten für die IST-Situation und den drei Optimierungs-Ansätzen: Nennweiten-Optimierung OPT DN; Temperaturspreizung und Nennweiten-Optimierung OPT DN-dT; Dämmstärken-Optimierung OPT Dämm.

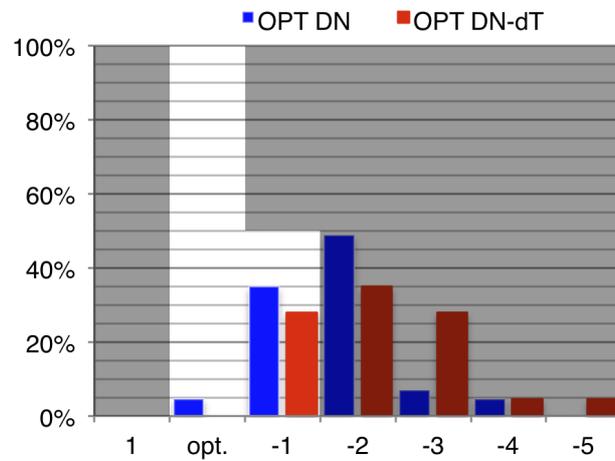


Bild 4.15 Anlage 052: Prozentuale Anteile des Optimierungsgrades der Teilstränge im Fernwärmenetz. Grau hinterlegt ist der Bereich der nicht optimal ausgelegten Nenndurchmesser der Teilstränge.

Tabelle 4.20 Umrechnung der Wärmeverluste für die Anlage 052

Simulation	Fragebogen		Bewertungs-Tool Wärmeverlust Reduktion
	Anschlussdichte MWh/(Tm a)	Wärmeverlust %	
IST	1.01	19.0	–
OPT-DN	1.01	16.7*	12.1
OPT-DN-dT	1.01	14.9*	22.1
OPT-Daemm	1.01	17.7*	6.7

* Berechneter Wert

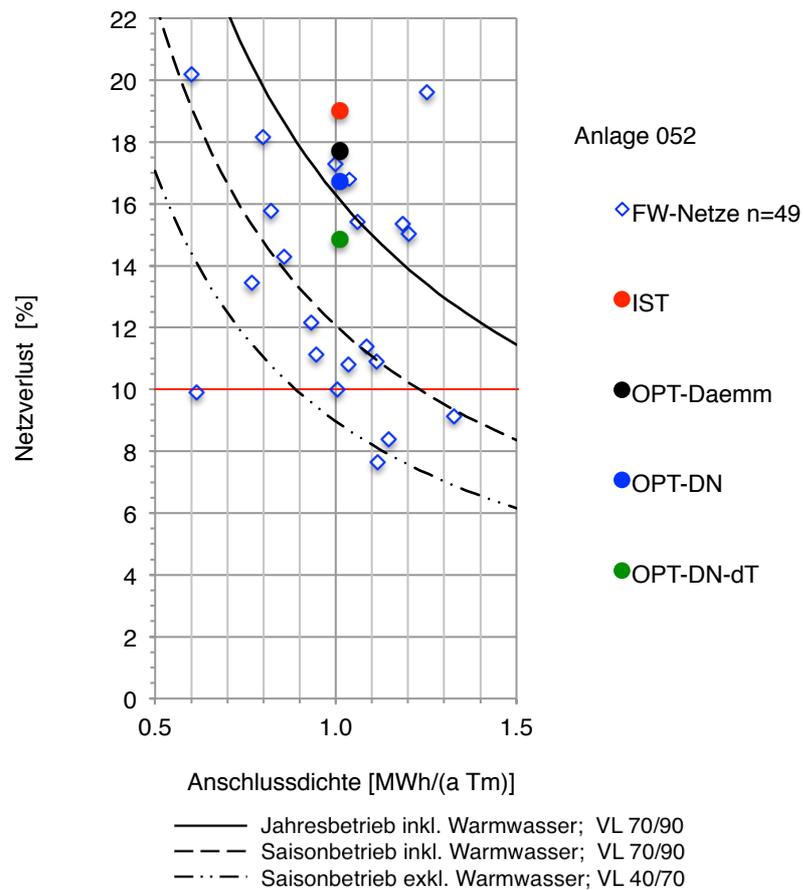


Bild 4.16 Wärmeverluste der Anlage 052 für die Ist-Situation und für die drei Optimierungsmassnahmen bei gleichbleibender Anschlussdichte im Vergleich mit den anderen Fernwärmenetzen und den Erwartungswerten von QM-Holzheizwerke.

4.1.5 Resultate 2: Vergleich der 5 untersuchten Anlagen

Bild 4.17 zeigt die Aufteilung der einzelnen Kostenanteile. Trotz erheblicher Unterschiede der Gesamtkosten der verschiedenen Anlagen werden die Kosten in allen Fällen deutlich von den Kapitalkosten dominiert, die im Mittel rund 64% ausmachen. Entscheidend sind daneben die Wärmeverlustkosten mit durchschnittlich 26% Anteil, während die Pumpkosten rund 10% der Gesamtkosten der Wärmeverteilung ausmachen.

Ein Vergleich zwischen Ausgangswerten der ausgeführten Anlagen mit den Kosten der optimierten Anlagen (Bilder zu den einzelnen Anlagen im vorhergehenden Unterkapitel) zeigt, dass die Kostenaufteilung der Ist-Situation auch bei Einsatz der untersuchten Optimierungsmassnahmen OPT DN, OPT DN-dT und OPT Dämm nur geringfügig verändert wird.

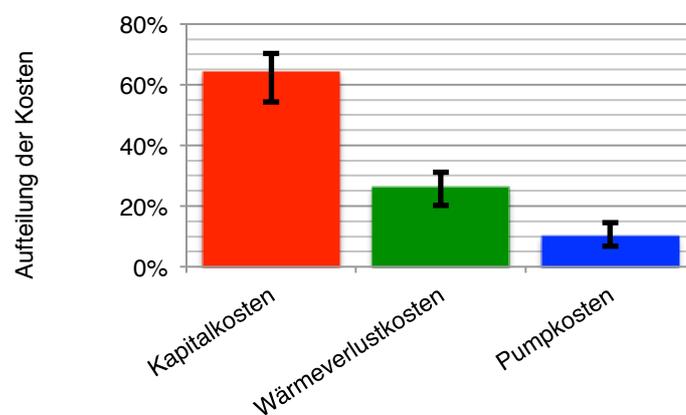


Bild 4.17 Aufteilung der Kosten bei der alleinigen Betrachtung der Wärmeverteilung (Mittelwerte und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen)

Bild 4.18 zeigt das Potenzial zur Reduktion der Gesamtkosten durch die drei Optimierungsmassnahmen für die fünf untersuchten Anlagen. Durch Optimierung der Rohrdurchmesser können die Kosten im Mittel um 13% gesenkt werden, dies allerdings mit einer grossen Bandbreite, wie aus den Berechnungen zu den einzelnen Anlagen hervorgeht. Durch Optimierung der Durchmesser mit gleichzeitiger Absenkung der Rücklaufstemperatur erhöhen sich die Einsparungen auf 21%, während durch alleinigen Ersatz der Wärmedämmung im Mittel 3.3% eingespart werden.

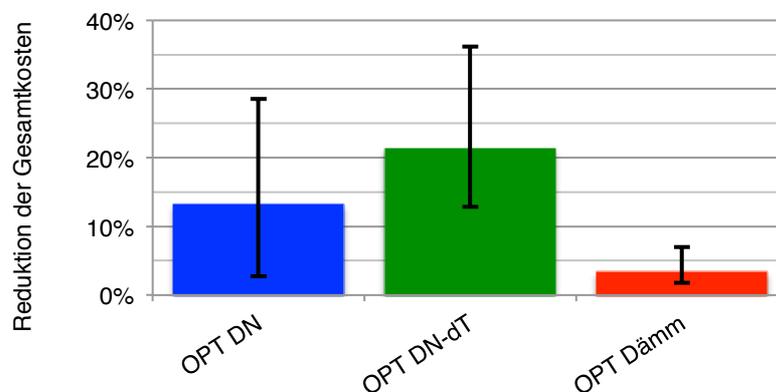


Bild 4.18 Reduktion der Gesamtkosten durch die drei Szenarien OPT DN, OPT DN-dT und OPT Dämm. Erläuterung der Szenarien im Text. Dargestellt sind die Mittelwerte und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen.

Weil die Kapitalkosten mehr als die Hälfte der Gesamtkosten ausmachen ist die optimale Auslegung der Nennweiten der Fernwärmerohre essenziell für die Gesamtkosten. Gleichzeitig bestimmen die Fernwärmerohre die Netzverluste, die hauptsächlich abhängig sind vom Temperaturniveau, den Nennweiten und der Dämmstärke. Voraussetzung für die optimale Auslegung ist somit primär eine exakte Situationsanalyse der Wärmeabnehmer. Weiter dürfen keine Leistungsreserven bei einzelnen Wärmeabnehmern eingerechnet werden und es muss mit den maximal zulässigen Fließgeschwindigkeiten kalkuliert werden. Diese Massnahmen führen zu möglichst kleinen Nenndurchmesser womit sich ein Optimum einstellt. Für den Fall OPT DN reduzieren sich die Gesamtkosten um rund 13%. Zusätzliches Einsparpotenzial für die Netzverluste ergibt sich durch die bestmögliche Dämmstärke, was allerdings nicht für die Kosten gilt.

Die in Bild 4.19 dargestellte Reduktion der Wärmeverluste zeigen die Medianwerte aus 5 Anlagen und mit den Fehlerindikatoren (schwarze Balken) werden die oberen und unteren 25% der Werte angezeigt. Mit der Optimierung der Nennweiten (OPT DN) können die Wärmeverluste um ca. 12% und mit einer erhöhten Temperaturspreizung um 10°C sogar bis 20% und mehr reduziert werden. Die Wahl der besten Dämmstärke reduziert die Wärmeverluste um ca. 10%.

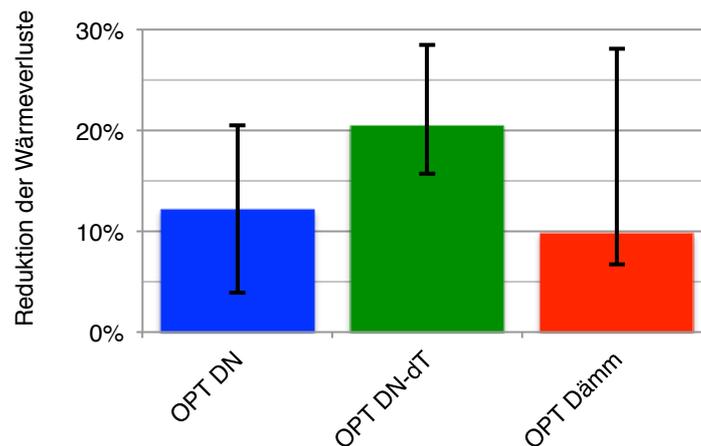


Bild 4.19 Reduktion der Wärmeverluste mit den Optimierungsmassnahmen OPT DN, OPT DN-dT und OPT Dämm. Dargestellt sind der Median und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen.

Bild 4.20 zeigt die Verteilung des Optimierungsgrades der Teilstränge der fünf untersuchten Anlagen. Die Auswertung zeigt, dass weniger als 20% aller Teilstränge optimal ausgelegt sind (Bereich opt.). Etwa 30% der Teilstränge können um eine Nennweite (-1) und etwa 25% der Teilstränge sogar um 2 Nennweiten (-2) kleiner ausgelegt werden.

Die Verteilung für die Optimierungsmassnahme OPT DN-dT (Bild 4.21) ist ähnlich wie für OPT DN. Es gibt aber eine leichte Verschiebung, da einzelne Rohre dank der erhöhten Temperaturdifferenz um eine weitere Nennweite reduziert werden können, was die Investitionskosten und die Wärmeverluste weiter reduziert.

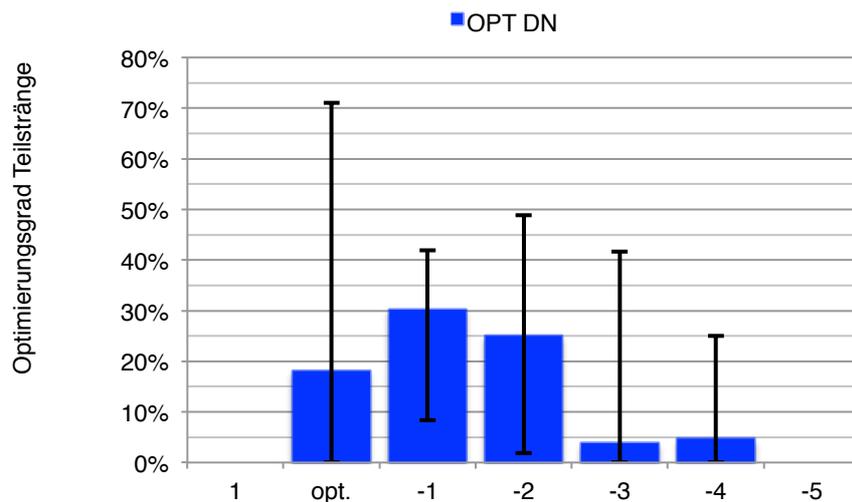


Bild 4.20 Optimierunggrad der Teilstränge mit der Optimierungsmassnahme OPT DN. Dargestellt sind der Median und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen.

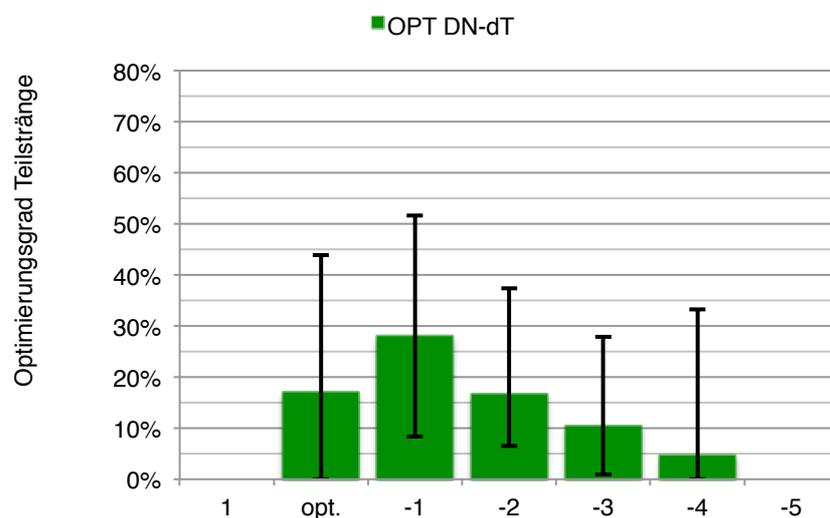


Bild 4.21 Optimierunggrad der Teilstränge mit der Optimierungsmassnahme OPT DN-dT. Dargestellt sind der Median und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen.

Insgesamt zeigt sich, dass bei allen fünf untersuchten Anlagen Verbesserungspotenzial besteht, das mit der vorgestellten Methode identifiziert und quantifiziert werden kann und das bei optimaler Anlagenauslegung hätte ausgeschöpft werden können. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Netzen sind jedoch erheblich und reichen von rund 5% bis zu über 30% Kosteneinsparung der Wärmeverteilung infolge einer Überdimensionierung der Rohrdurchmesser.

Wenn demgegenüber bei einem bestehenden Netz noch Potenzial zum Anschluss weiterer Verbraucher besteht, kann die Überdimensionierung bis zu einem gewissen Mass als Reservekapazität genutzt werden. Um dies zu beurteilen, ob potenzielle Abnehmer an eine Haupt- oder Zweigleitung angeschlossen werden können, müssen die Leistungsreserven der einzelnen Teilstränge bekannt sein. Um die zusätzlich Übertragungsleistung zu bestimmen stehen die Differenz der maximalen zur momentanen Fliessgeschwindigkeit oder eine Erhöhung der Temperaturspreizung als Potenzial zur Verfügung. Nachfolgend wird die Berechnung der möglichen Übertragungsleistung anhand der Differenz der Fliessgeschwindigkeiten ermittelt. Aus der Differenz der Fliessgeschwindigkeiten und dem Rohrquerschnitt kann der Massenstrom bestimmt und mit der Wärmekapazität des Wassers und der Temperaturspreizung die Leistungsreserve bestimmt werden.

Als Beispiel sind in Bild 4.22 sind die Übertragungsleistungen der einzelnen Teilstränge ohne Hausanschlüsse in kW für die Anlage 011 als rote Balken dargestellt. Die schwarzen Rahmen stellen die mögliche Übertragungsleistung jedes einzelnen Teilstranges dar. Die Teilstränge sind dabei in absteigender Reihenfolge ihrer Übertragungsleistung geordnet. Der Teilstrang 3 ist eine Hauptleitung und überträgt eine Wärmeleistung von 965 kW. Bei einer Temperaturspreizung von 31°C könnten insgesamt 2180 kW übertragen werden wenn die maximale Fliessgeschwindigkeit ausgenutzt wird. Derzeit wird also die Kapazität von Teilstrang 3 mit einem Nutzungsgrad von 44% betrieben.

Bild 4.23 zeigt die Situation mit einer Auslegung der Anlage 011 nach der Optimierungsmassnahme OPT DN. Damit verbessern sich die Nutzungsgrade der einzelnen Teilstränge zum Teil deutlich. Der Teilstrang 3 wäre um zwei Nennweiten kleiner dimensioniert worden, womit sich maximal 1227 kW übertragen lassen und der Nutzungsgrad 79% beträgt.

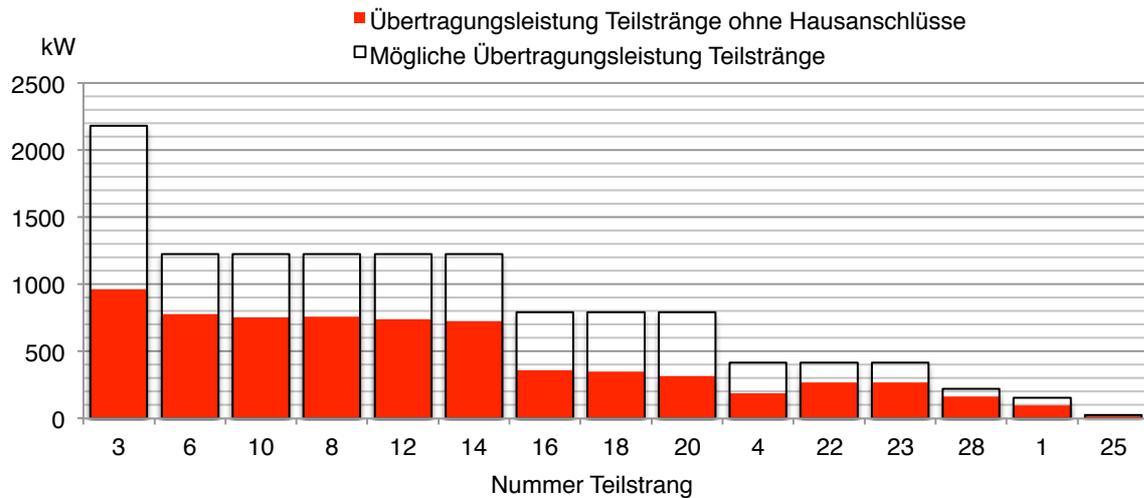


Bild 4.22 IST-Situation der Anlage 011: Übertragungsleistung der einzelnen Teilstränge ohne Hausanschlüsse (rot) und die mögliche Übertragungsleistung der Teilstränge (schwarzer Rahmen), wenn die maximale Fließgeschwindigkeit ausgenutzt wird. Die Teilstränge sind geordnet nach absteigender Übertragungsleistung.

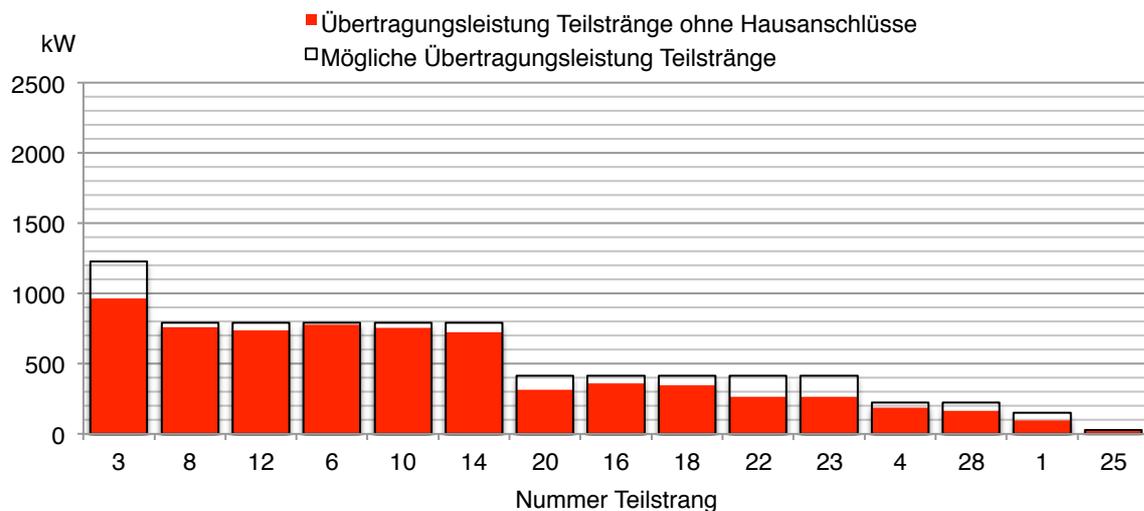


Bild 4.23 Optimierung OPT DN der Anlage 011: Übertragungsleistung der einzelnen Teilstränge ohne Hausanschlüsse (rot) und die mögliche Übertragungsleistung der Teilstränge (schwarzer Rahmen), wenn die maximale Fließgeschwindigkeit ausgenutzt wird. Die Teilstränge sind geordnet nach absteigender Übertragungsleistung.

Die fünf mit dem Bewertungs-Tool untersuchten Anlagen weisen insgesamt 187 Teilstränge (ohne Hausanschlüsse) auf.

Bild 4.24 zeigt die Verteilung der Teilstränge mit deren Nutzungsgraden in der Ist-Situation. Dabei nutzen 73% aller Teilstränge lediglich 50% oder weniger der möglichen Übertragungskapazität.

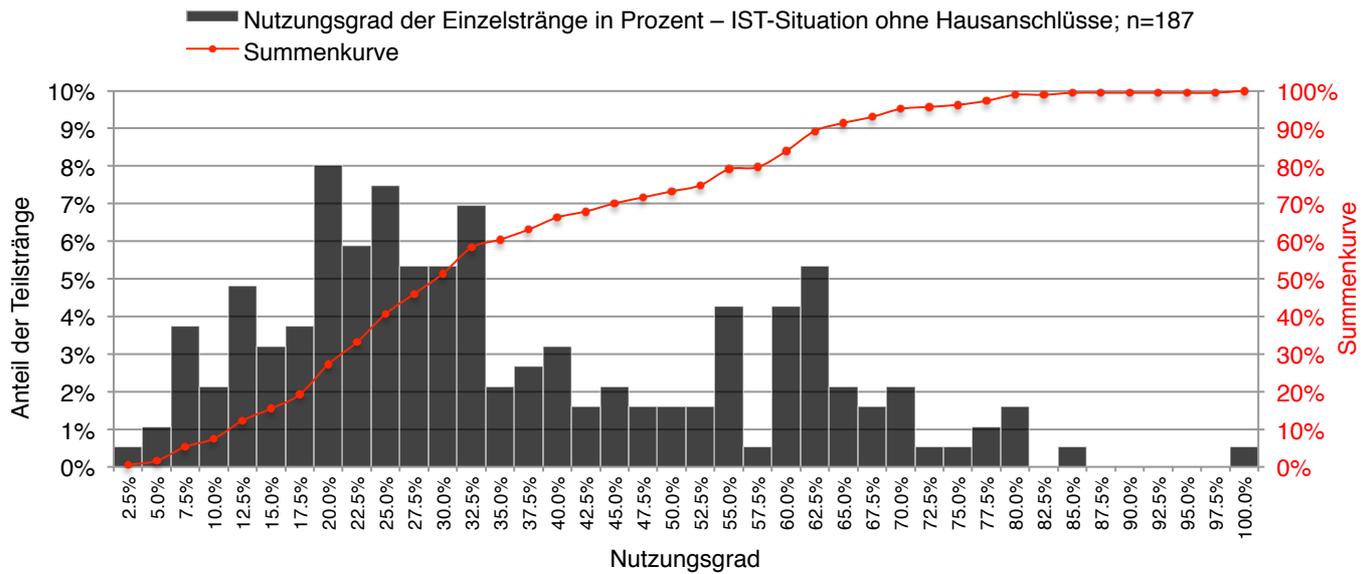


Bild 4.24 Häufigkeitsverteilung des Nutzungsgrades der Teilstränge ohne Hausanschlüsse der fünf untersuchten Anlagen.

Bild 4.25 zeigt den spezifischen Druckverlust für die massgebende Leitung im Fernwärmenetz, welches einen Hinweis zur Dimensionierung der Rohrdurchmesser gibt. Die massgebende Leitung im Fernwärmenetz ist meistens die Leitung von der Wärmezentrale bis zum weitest entfernten Kunden im Netz. QM-Holzheizwerke empfiehlt einen Zielwert von 150 Pa/Tm – 200 Pa/Tm. Die Untersuchung zeigt, dass von den 5 untersuchten Netzen in der Ist-Situation lediglich eine Anlage die Forderung von QM erfüllt und der spezifische Druckverlust im Mittel lediglich 67 Pa/Tm beträgt. Mit der optimalen Auslegung der Rohrdurchmesser (OPT DN / OPT DN-DT) liegen die spezifischen Druckverluste praktisch alle im geforderten Bereich von QM-Holz und darüber. Für die Optimierungsmassnahme OPT-Dämm bleibt der Druckverlust unverändert.

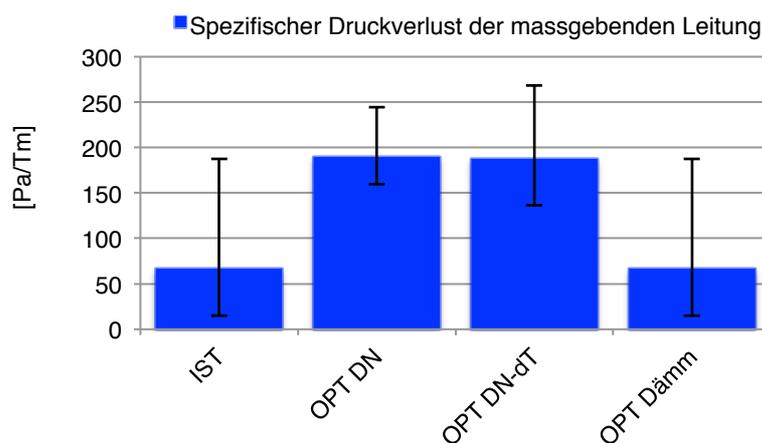


Bild 4.25 Spezifischer Druckverlust der massgebenden Leitung im Fernwärmenetz. Dargestellt sind der Mittelwert und min/max-Werte der 5 untersuchten Anlagen.

Bild 4.26 zeigt die Netzverluste der Anlagen in Funktion der Anschlussdichte für die Ist-Situation, die Optimierungsmassnahme OPT-DN und die Optimierungsmassnahme OPT-DN-dT. Der Vergleich wird in einem Ausschnitt von Bild 3.4 dargestellt, das zusätzlich die Erwartungswerte von QM aufzeigt. Es ist ersichtlich, dass mit den Optimierungsmassnahmen die Streuung bei den betrachteten Anschlussdichten abnimmt und die Erwartungswerte von QM erfüllt oder sogar unterschritten werden. Aus diesem Vergleich geht hervor, dass die grosse Streuung der Wärmeverluste für Netze gleicher Anschlussdichte zu einem wesentlichen Teil auf die Auslegung der Fernwärmenetze zurückgeführt werden kann und insbesondere die Überdimensionierung der Rohrdurchmesser als Grund für die zu hohen Wärmeverluste identifiziert werden kann.

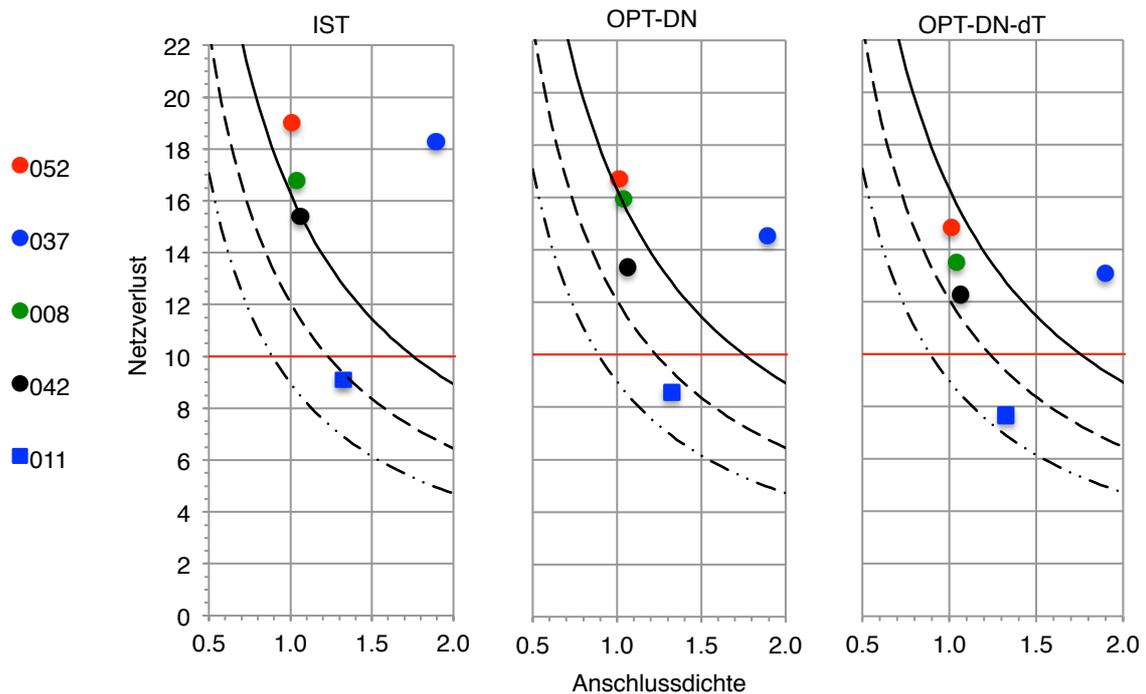


Bild 4.26 Netzverluste in Funktion der Anschlussdichte. Dargestellt sind die Netzverluste der fünf untersuchten Anlagen in der Ist-Situation (links), Optimierungsmassnahme OPT-DN (mitte) und die Optimierungsmassnahme OPT-DN-dT (rechts). Die Ausschnitte zeigen das Diagramm in Bild 3.4.

4.2 Analyse der Netzstruktur

4.2.1 Motivation und Ziel

Wie die Analyse der Netzverluste und Kosten zeigt, zeigen die Netzverluste und die Kosten eine starke Abhängigkeit von der Anschlussdichte, die damit als wichtige Kenngrösse zur Charakterisierung von Fernwärmenetzen bestätigt wird. Gleichzeitig veranschaulicht die grosse Bandbreite von teilweise mehr als einem Faktor 3 der Verluste und Kosten unterschiedlicher Netze gleicher Anschlussdichte, dass nebst der Anschlussdichte weitere wichtige Einflussgrössen die Qualität des Netzes bestimmen. Das Ziel dieser Analyse ist deshalb, quantitative Kenngrössen oder eine grafische Beschreibung einzuführen, die in Ergänzung zur Anschlussdichte eine zusätzliche Veranschaulichung und Vergleichsbasis für Fernwärmenetze erlaubt. Damit soll unter anderem auch eine Gegenüberstellung von Fernwärmenetzen ähnlicher Anschlussdichten ermöglicht werden, das auch Rückschlüsse auf das Optimierungspotenzial zum Beispiel in Bezug auf die räumliche Anordnung erlaubt.

4.2.2 Methodischer Ansatz

Für die nachfolgend vorgestellte Methode zur Analyse der Netzstruktur von Fernwärmenetzen werden die dimensionslosen Trasselängen der Abnehmer eingeführt und den dimensionslosen Anschlussleistungen der Abnehmer gegenübergestellt. Das Vorgehen und die Bewertungs-Methode wird anhand eines Beispiels eingeführt und im Anschluss für weitere fiktive Netze erläutert welche die Charakteristiken unterschiedlicher Netzstrukturen aufzeigen. Die fiktiven Netze verfügen über eine geringe Anzahl von Abnehmern, was die grafische Auflösung einschränkt. Zudem stellen sie Extremfälle dar, wodurch der Vergleich unterschiedlicher Netzstrukturen am besten erkennbar wird. Beim weiteren Vergleich realer Netze mit einer grossen Anzahl Abnehmer ergibt sich eine höhere Auflösung und die Unterschiede gleichen sich an, bleiben aber deutlich erkennbar und ermöglichen einen Vergleich der Netzstruktur anhand einer einzigen Grafik ergänzt durch zwei Kennzahlen, was auch Rückschlüsse auf die räumliche Anordnung und Ausführung des Netzes ermöglicht. Für die Beurteilung von Fernwärmenetzen sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden:

Fall 1: Wärmeerzeugung an einem unabhängigen Standort zur ausschliesslichen Versorgung von externen Wärmeverbrauchern. Dies wird für die nachfolgenden Betrachtungen als Standardfall vorausgesetzt und setzt eine einzige Auswertung voraus.

Fall 2: Wärmeerzeugung an einem Standort mit Eigenbedarf an Wärme, also zum Beispiel in einem Holzverarbeitenden Betrieb. Für eine umfassende Beurteilung ist in diesem Fall eine Unterscheidung durch zwei Betrachtungsweisen notwendig, nämlich:

- a) Bewertung des Netzes unter Berücksichtigung des Eigenbedarfs. Diese Betrachtung ist erforderlich, um die Wahl des Standorts der Wärmeerzeugung zu beurteilen.
- b) Bewertung des Netzes ohne den Eigenbedarf. Diese Betrachtung ist erforderlich, um die Netzstruktur bei gegebenem Standort der Wärmeerzeugung mit anderen Netzen zu vergleichen.

4.2.3 Vorgehen

Als Erklärungsbeispiel dient ein fiktives Netz mit einer Wärmezentrale und zwei Wärmeabnehmern (Abnehmer 1 und 2), das über ein Zweileiter-Netz (Vor- und Rücklauf) verfügt (Bild 4.27 / Bild 4.28).

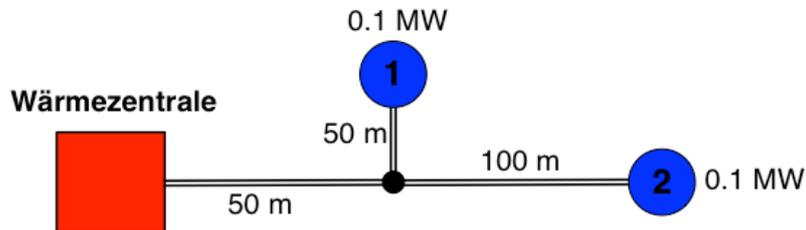


Bild 4.27 Schema Erklärungsbeispiel.

Für die Darstellung der Kennlinien in Bild 4.28 werden die dimensionslosen Anschlussleistungen der Abnehmer in Funktion der dimensionslosen Trasselängen der Abnehmer aufgetragen. Für die Berechnung werden dazu folgenden Daten des Netzes benötigt:

- x Trasselänge (des ganzen Netzes inklusive Hausanschlüsse) in [m]
- x_i Trasselänge des Abnehmers i (inklusive Hausanschluss) in [m]
- x_{\max} Trasselänge des Verbrauchers i in maximaler Distanz zur Zentrale in [m]
- \dot{Q} Anschlussleistung aller Verbraucher im Netz in [kW]
- \dot{Q}_i Anschlussleistung des Verbrauchers i in [kW]
- τ_i Vollbetriebsstunden des Abnehmers i in [h/a]
- i Index i bezeichnet einen Abnehmer im Netz. Nummerierung kann beliebig erfolgen.

Daraus folgende Kenngrößen eingeführt und unterschieden:

Dimensionslose Trasselänge X_i bezogen auf die gesamte Trasselänge:

$$X_i = \frac{x_i}{x} \quad [-]$$

Dimensionslose Trasselänge $X_{i_{\max}}$ bezogen auf den entferntesten Abnehmer:

$$X_{i_{\max}} = \frac{x_i}{x_{\max}} \quad [-]$$

Dimensionslose Anschlussenergie Y_{i_E} bezogen auf die gesamte Anschlussenergie:

$$Y_{i_E} = 1 - \frac{\dot{Q}_i \tau_i}{\sum_{i=1}^n \dot{Q}_i \tau_i} \quad [-]$$

Falls die Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer als konstant angenommen werden, vereinfacht sich die Formel wie folgt auf die **dimensionslose Anschlussleistung Y_{i_Q}** :

$$Y_{i_Q} = 1 - \frac{\dot{Q}_i}{\dot{Q}} \quad [-]$$

Aus dem Schema können für das Erklärungsbeispiel folgende Daten gelesen werden (Bild 4.27):

Tabelle 4.21 Daten zum Erklärungsbeispiel

Daten	Symbol	Einheit	Wert
Trassellänge des Verbrauchers in maximaler Distanz zur Zentrale	x_{\max}	m	150
Trassellänge (des ganzen Netzes inklusive Hausanschlüsse)	x	m	200
Anschlussleistung aller Abnehmer im Netz	\dot{Q}	MW	0.2
Vollbetriebsstunden der Abnehmer	τ	h/a	2000

Das Vorgehen besteht darin, zuerst die Trassellängen der Abnehmer x_i den Anschlussleistungen der Abnehmer \dot{Q}_i zuzuordnen (Tabelle 4.22). Danach werden die Trassellängen der Abnehmer x_i der Grösse nach geordnet, beginnend mit der kleinsten Distanz. Mit dieser Datentabelle kann die dimensionslose Trassellänge X , die dimensionslose Trassellänge $X_{i,\max}$ und die dimensionslose Anschlussleistung $Y_{i,Q}$ berechnet werden. Aus diesen Datenpunkten werden zwei Kennlinien erstellt (Treppendiagramm Bild 4.28).

Tabelle 4.22 Berechnete Kenngrössen

Abnehmer i	Kenngrössen				
	x_i	\dot{Q}_i	$X_{i,\max}$	X_i	$Y_{i,Q}$
	[m]	[MW]	–	–	–
1	100	0.1	0.667	0.5	0.5
2	150	0.1	1	0.75	0.5

Lesen der Kennlinien:

Für die Darstellung der Kennlinien braucht es für jeden Eckpunkt den jeweiligen x- und y-Wert, der für das Beispiel in

Tabelle 4.23 dargestellt ist. Für das Beispiel ergeben sich 5 Eckpunkte, die sich anhand der Kennlinie für die dimensionslosen Trasselängen X_i wie folgt erklären lassen (Bild 4.28 oben links, Kennlinie schwarz):

- Punkt 1: Der Punkt 1 stellt die Wärmezentrale dar.
- Punkt 1 bis Punkt 2: Von der Wärmezentrale aus wird die gesamte Wärme zum ersten Abnehmer transportiert, was durch die Verbindung vom Punkt 1 zum Punkt 2 beschrieben wird. Im Beispiel ist der erste Abnehmer in 100 m Distanz von der Wärmezentrale, was bei 200 m Gesamtlänge einer dimensionslosen Trasselänge $X_i = 0.5$ entspricht.
- Punkt 2 bis Punkt 3: Die vom ersten Abnehmer geforderte Wärme wird an den Abnehmer abgegeben. Im Beispiel benötigt der erste Abnehmer 50% der gesamten Wärme. Somit ist die dimensionslose Anschlussleistung $Y_{i,Q} = 0.5$, wobei dieser Wert vom Ausgangswert $Y = 1$ in Abzug zu bringen ist. Punkt 3 entspricht Abnehmer 1.
- Punkt 3 bis Punkt 4: Die im Beispiel noch verbleibende Wärme wird zum nächsten Abnehmer transportiert. Im Beispiel ist dies der zweite und hier letzte Abnehmer, was einer dimensionslosen Trasselänge $X_i = 150 \text{ m}/200 \text{ m} = 0.75$ entspricht.
- Punkt 4 bis Punkt 5: Die vom zweiten Abnehmer geforderte Wärme wird an den Abnehmer abgegeben. In diesem Beispiel benötigt der zweite Abnehmer ebenfalls 50% der gesamten Wärme, also ist auch hier $Y_{i,Q} = 0.5$ vom Startwert von Punkt 4 abzuzählen um Punkt 5 zu erreichen, der dem Abnehmer 2 entspricht.
- Punkt 5: Stellt den entferntesten Abnehmer dar.

Tabelle 4.23 Eckpunkte der Kennlinie der dimensionslosen Trasselänge X_i des i-ten Trasses bezogen auf die gesamte Trasselänge (schwarze Linie).

Eckpunkt	Kenngrößen			Bemerkungen
	X-Achse unten	X-Achse oben	Y-Achse	
	X_i	$X_{i,max}$	$Y_{i,Q}$	
	–	–	–	
1	0	0	1	Wärmezentrale
2	0.5	0.55	1	Transport Wärme zu Abnehmer 1
3	0.5	0.55	0.5	Abnehmer 1
4	0.75	1	0.5	Transport Wärme zu Abnehmer 2
5	0.75	1	0	Abnehmer 2

Die Kennlinie für die Dimensionslosen Trasselängen $X_{i,max}$ wird analog mit den Kenngrößen für $X_{i,max}$ erstellt (Bild 4.28 oben rechts, Kennlinie rot)

Für den besseren Vergleich werden beide Kennlinien in einem Diagramm dargestellt. Dabei unter-

scheidet sich lediglich die X-Achse (dimensionslose Trasselänge X_i und $X_{i,max}$). Der Bezug der Y-Achse (dimensionslose Anschlussleistung $Y_{i,Q}$) bleibt identisch.

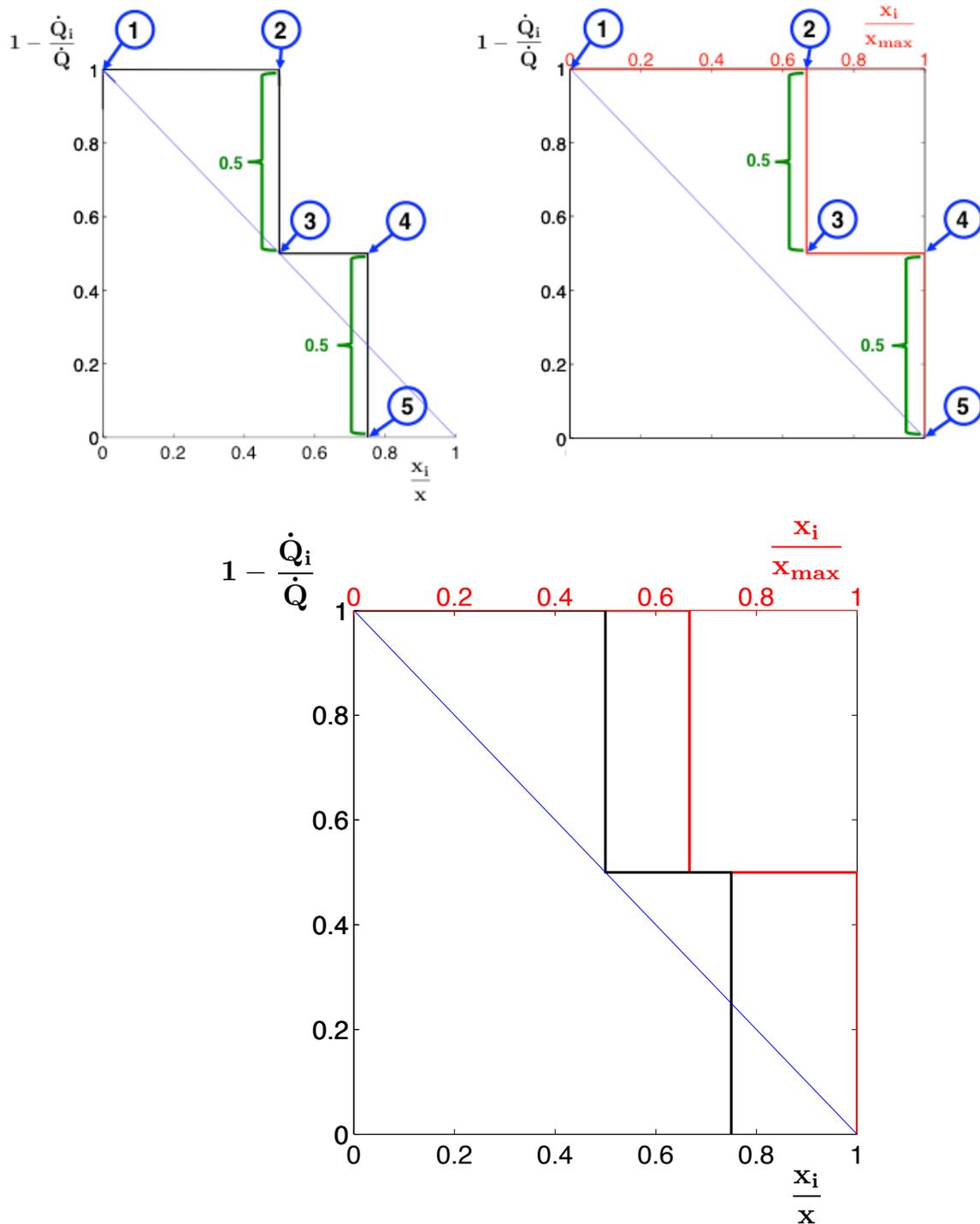


Bild 4.28 Kennlinien zur Analyse der Netzstruktur anhand des Erklärungsbeispiels.
 Oben links: Eckpunkte der dimensionslosen Trasselänge X_i des i -ten Trasses bezogen auf die gesamte Trasselänge (schwarze Linie) mit X-Achse x_i/x unten.
 Oben rechts: Eckpunkte der dimensionslosen Trasselänge $X_{i,max}$ des i -ten Trasses bezogen auf den entferntesten Abnehmer (rote Linie mit X-Achse x_i/x_{max} oben).
 Unten: Beide Treppendiagramme in einem Diagramm dargestellt.

Das Kennlinien-Diagramm ermöglicht einen qualitativen Vergleich verschiedener Netze ohne direkte quantitative Bewertungsmöglichkeit. Das Diagramm kann aber als Basis dienen, geeignete Kenngrößen zu definieren. Als geeignete Kennzahl zur Charakterisierung der Netzstruktur kann das **Flächenverhältnis A^*** eingeführt werden, das als Verhältnis zwischen der Fläche A_1 unter der roten Kennlinie und der Fläche A_2 unter der Diagonalen gebildet wird (Bild 4.29):

$$A^* = \frac{A_1}{A_2} \quad [-]$$

mit $0 \leq A^* \leq 2$

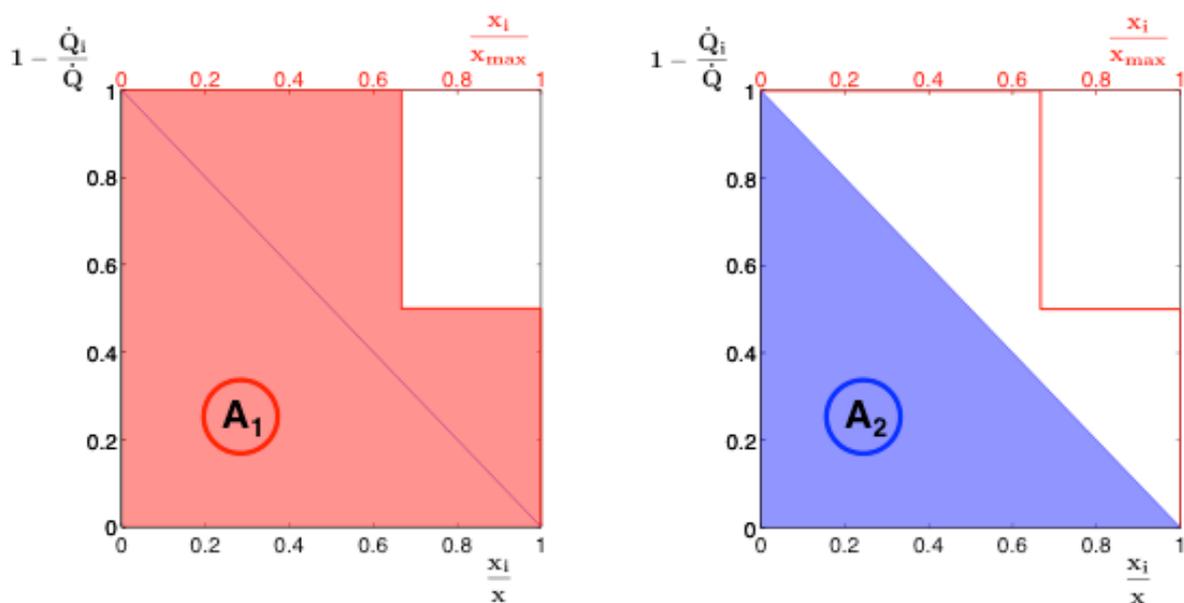


Bild 4.29 Flächenverhältnis.
 Links: Fläche A_1 unter der Kennlinie für die dimensionslosen Trasselängen x_{i_max} (rote Kennlinie)
 Rechts: Fläche A_2 unter der Diagonalen (blaue Linie)

Das Flächenverhältnis gibt einen Hinweis auf die Struktur eines Netzes. Ein Netz mit einem Flächenverhältnis von 1 oder nahe bei 1 (also mit einer roten Kennlinie um die Diagonale) weist homogen verteilte Wärmeabnehmer auf. Dies ist in Bezug auf die Netzverluste und Kosten vorteilhaft, weshalb ein Flächenverhältnis nahe 1 in der Regel auf eine sinnvolle Platzierung des Wärmeerzeugers und auf eine räumlich gut geeignete Netzstruktur hinweist.

Ein Flächenverhältnis deutlich grösser als 1 tritt zum Beispiel dann auf, wenn die Wärmezentrale in grosser Distanz zu den grossen Wärmeverbrauchern ist, weshalb die Netzstruktur durch Verschiebung der Wärmezentrale optimiert werden kann.

Ein Flächenverhältnis deutlich kleiner als 1 tritt zum Beispiel dann auf, wenn die entferntesten Verbraucher eine geringe Anschlussleistung aufweisen und sich in grosser Distanz zu den vorletzten Abnehmern befinden. Ein solches Netz kann deutlich verbessert werden, wenn auf den Anschluss dieser Abnehmer verzichtet wird.

Für die weiteren Auswertungen wird als möglicher Ansatz zur Beschreibung dieser Charakteristik ein **Kompaktheits-Verhältnis CR** (Compactness Ratio) eingeführt und als Verhältnis der Trasselänge des Verbrauchers in maximaler Distanz x_{\max} zur gesamten Trasselänge x (inklusive Hausanschlüsse) definiert:

$$CR = \frac{x_{\max}}{x} = \frac{X_i}{X_{i_{\max}}} \quad [-]$$

mit $0 \leq CR \leq 1$

CR kann auch als Verhältnis der dimensionslosen Trasselängen dargestellt werden. Für Netze gleicher Anschlussdichte kann CR einen Hinweis auf die Kompaktheit des Netzes geben.

CR = 1 entspricht einem linearen Netz mit dem entferntesten Verbraucher in Distanz der gesamten Trasselänge. Dieser Fall trifft für einen einzigen Wärmeerzeuger zu. Dies ist ein unsinniges Netz (ausser wenn bei der Wärmezentrale ein grosser Eigenbedarf besteht, der für die Betrachtung nicht berücksichtigt wird), da der Wärmeerzeuger direkt zum Verbraucher verschoben werden könnte.

Ein lineares Netz mit weiteren Verbrauchern mit kurzen Hausanschlüssen erzielt ein CR von wenig kleiner als 1. CR = 1 oder wenig kleiner als 1 deutet darauf hin, dass die Netzstruktur durch Verschiebung der Wärmezentrale in der Regel deutlich verbessert werden kann. Demgegenüber deutet ein kleines CR darauf hin, dass allein durch Verschiebung der Wärmezentrale oder durch Veränderung der Trasseführung nicht zwingend eine erhebliche Verbesserung erzielt werden kann.

Wie anhand nachfolgender Beispiele ausgeführt und in Tabelle 4.24 ersichtlich, ist davon auszugehen, dass das Flächenverhältnis eine zuverlässige Abschätzung der Netzstruktur erlaubt. Das Kompaktheitsverhältnis kann eine nützliche ergänzende Information sein, voraussichtlich insbesondere für die Netzauslegung und einen Variantenvergleich, jedoch als alleinige Information keine sichere Bewertung ermöglicht.

Daneben besteht die Möglichkeit zur Einführung weiterer Kenngrössen. So ist grundsätzlich eine räumlich möglichst kompakte Anordnung des Netzes anzustreben und gleichzeitig sicherzustellen, dass die über eine bestimmte Distanz zu verteilenden Wärmeströme minimal sind, wozu das Produkt von Wärme und Distanz zu bewerten ist.

4.2.4 Fiktive Netze

Die folgenden acht Beispiele zu fiktiven Netzen haben deutlich unterschiedliche Netzstrukturen, da sich der Standort und die Anzahl der Abnehmer in Bezug zum Standort der Wärmezentrale klar unterscheiden. Anhand dieser Beispiele werden die spezifischen Merkmale des Kennlinien-Diagramms und der Kenngrößen ersichtlich. Tabelle 4.24 zeigt die Daten und Kenngrößen der Beispiele.

Tabelle 4.24 Daten und Kenngrößen zu den fiktiven Fernwärmenetzen (Beispiele 1–8).

Beispiel Nummer	Anzahl Abnehmer	Anschlussleistung	Trasselänge Gesamt	Vollbetriebsstunden Abnehmer	Anschlussdichte	Flächenverhältnis	Kompaktheits-Verhältnis	
Nr.	#	\dot{Q} [MW]	x [m]	τ [h/a]	AD [MWh/(a Tm)]	A^* [-]	CR [-]	
1	1	1	1000	2000	2	2	1	
2	2							0.5
3	2	0.2	200				1.67	0.75
4	3	1.5	1560		2000	1.92	1.34	0.974
5	3						0.13	
6	3						1.99	
7	10						2	
8	5	1.35	2350			1.15	1.21	0.553

Einfluss der Netzstruktur auf das Kompaktheitsverhältnis CR

Beispiel 1 zeigt ein Fernwärmenetz mit einem einzigen Abnehmer (Bild 4.30). Die Kennlinien von X_i und $X_{i_{\max}}$ sind deckungsgleich und verlaufen von oben links über die obere rechte Ecke nach unten rechts (Bild 4.31). Wie in Tabelle 4.24 ersichtlich, beträgt das Kompaktheits-Verhältnis $CR=1$ und das Flächenverhältnis $A^*=2$. Diese zwei Werte stellen den Worst-Case für ein Fernwärmenetz dar. Dies ist sofort verständlich, da ein Fernwärmenetz für einen Verbraucher unsinnig ist, da für diesen Fall die Wärmezentrale beim Abnehmer selbst stationiert werden müsste, wenn ein allfälliger Eigenverbrauch am Standort der Wärmezentrale oder besondere Gründe für die Standortwahl nicht berücksichtigt werden.

Beim Beispiel 2 beträgt das Kompaktheits-Verhältnis $CR=1$ und damit die Hälfte gegenüber Beispiel 1, dies bei gleichbleibender Anschlussdichte AD (Bild 4.30).

Das Beispiel 7 ist eine Erweiterung des Beispiels 2 von 2 auf 10 Abnehmer (Bild 4.32). Die Trassellänge x und die Anschlussdichte AD weichen nur geringfügig von den Werten von Beispiel 2 ab, das Kompaktheits-Verhältnis beträgt jedoch nur $CR=0.1$. Die schwarze Kennlinie hat sich nach links versetzt während die rote Kennlinie unverändert bleibt. Die Betrachtung der Beispiele 1, 2 und 7 verdeutlicht den Einfluss der Netzstruktur auf das Kompaktheits-Verhältnis CR . Allgemein ist erkennbar, dass Fernwärmenetze welche über mehrere Teilnetze (mehrere Hauptstränge ab Wärmezentrale) verfügen, ein niedrigeres Kompaktheits-Verhältnis CR haben.

Einfluss der Netzstruktur auf das Flächenverhältnis A^*

Beispiele 3 und 4 haben ähnliche Netzstruktur, Trassellänge x und Anschlussdichte AD , das Beispiel 4 hat jedoch einen Abnehmer mehr (Bild 4.30). Die Kennlinien beider Beispiele bilden Treppenstufen bei jedem einzelnen Abnehmer. Wird die Anzahl der Abnehmer erweitert, gleicht sich die Treppenlinie der Diagonalen an und das Flächenverhältnis A^* nähert sich dem Wert 1. So hat etwa Beispiel 4 ein kleineres Flächenverhältnis als Beispiel 3.

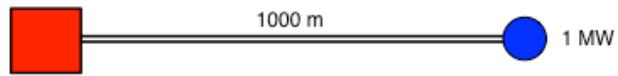
Für das Worst-Case Beispiel 1 resultiert ein Flächenverhältnis $A^* = 2$.

Die Beispiele 5 und 6 (Bild 4.32) weisen identische Trassellängen x und Anschlussdichten AD auf. Der Vergleich der Kennlinien zeigt hier deutlich, dass diese Netze jedoch ganz unterschiedliche Netzstrukturen aufweisen, was durch die Anschlussdichte nicht erfasst wird (Tabelle 4.24).

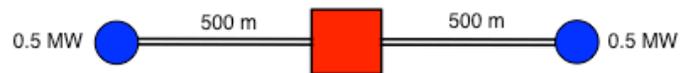
Das Beispiel 5 zeigt eine flache Kennlinie zum letzten Abnehmer und dies auf tiefem Niveau (Bild 4.33). Daraus ist sofort ersichtlich, dass der letzte Abnehmer weit entfernt von der Wärmezentrale ist, jedoch nur wenig Wärme abnimmt. Diese Netzstruktur ergibt ein sehr kleines Flächenverhältnis A^* . Aus dem Diagramm ist damit sofort erkennbar, dass der Anschluss des letzten Abnehmers die Netzqualität reduziert und ein Verzicht auf den Anschluss dieses Abnehmers vorteilhaft ist.

In Beispiel 6 sind die ersten Abnehmer relativ weit von der Wärmezentrale entfernt, was durch die flache Kennlinie am Anfang erkennbar ist (Bild 4.33). Mit dieser Netzstruktur ist das Flächenverhältnis A^* sehr gross. Für diesen Fall ist vorteilhaft die Wärmezentrale nach Möglichkeit an den Ort oder in die Nähe der ersten Abnehmer zu verlegen.

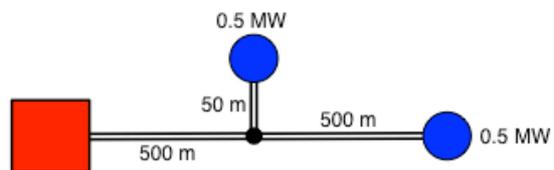
Beispiel 1:



Beispiel 2:



Beispiel 3:



Beispiel 4:

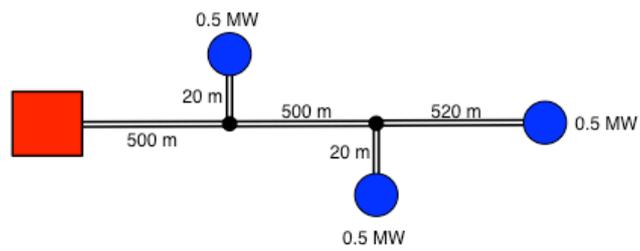
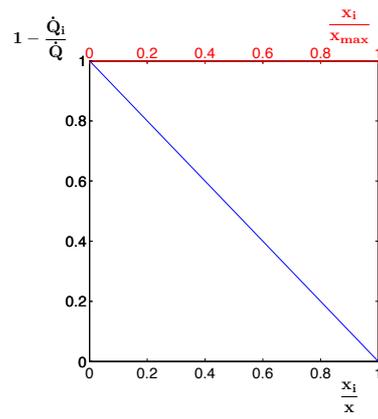
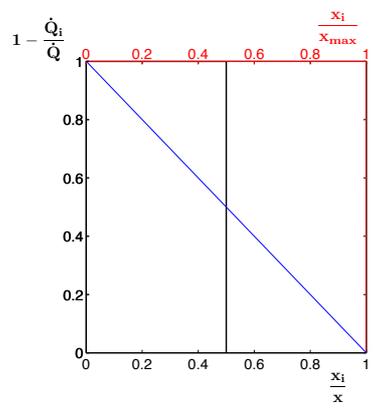


Bild 4.30 Schema fiktive Netze: Beispiele 1–4

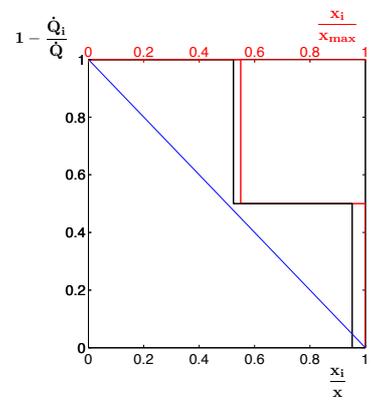
Beispiel 1:



Beispiel 2:



Beispiel 3:



Beispiel 4:

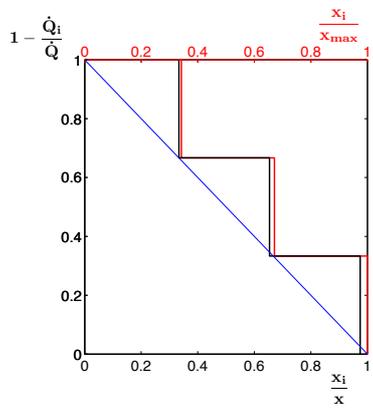
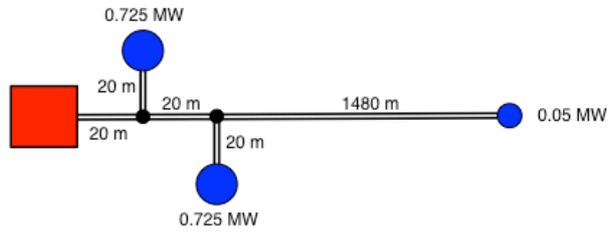
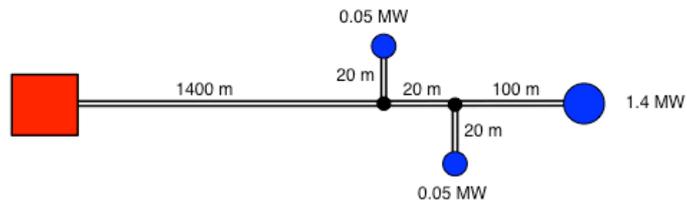


Bild 4.31 Kennlinien fiktive Netze: Beispiele 1–4

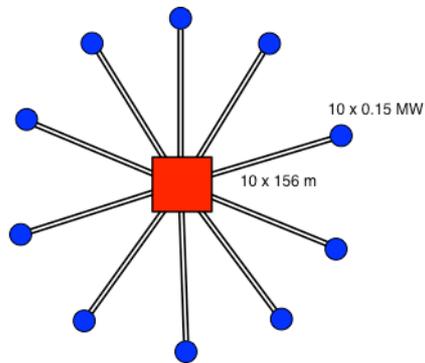
Beispiel 5:



Beispiel 6:



Beispiel 7:



Beispiel 8:

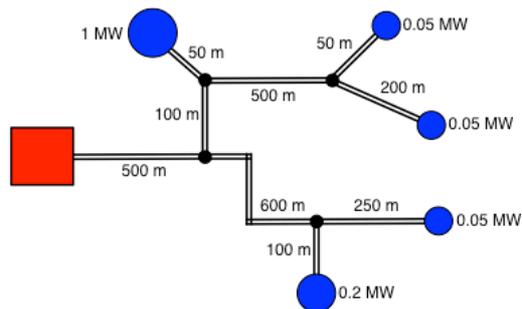
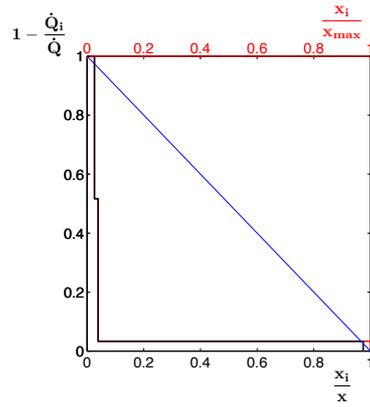
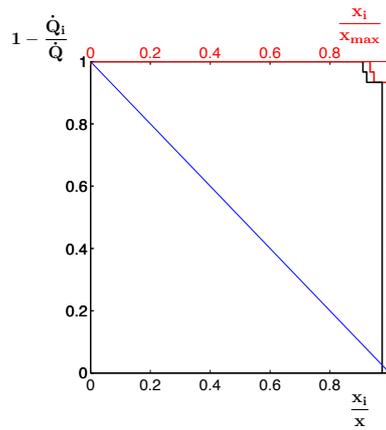


Bild 4.32 Schema fiktive Netze: Beispiele 5–8

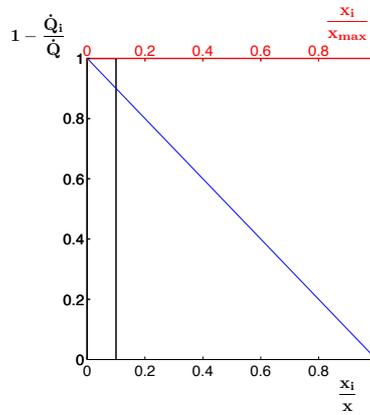
Beispiel 5:



Beispiel 6:



Beispiel 7:



Beispiel 8:

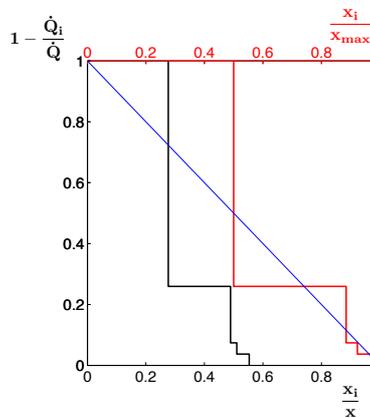


Bild 4.33 Kennlinien fiktive Netze: Beispiele 5–8

4.2.5 Reale Netze

Im folgenden werden die Kennlinien-Diagramme derselben Fernwärmenetze wie in Kapitel 4.1 (Wirtschaftlichkeitsberechnung) vorgestellt von denen die Netzpläne und notwendigen Informationen zur Verfügung stehen. In Tabelle 4.25 sind zusätzlich die Angaben aus dem Fragebogen aufgelistet. Dies zeigt, dass die berechneten Daten mit den Angaben der Netzbetreiber gut übereinstimmen, obwohl für die Methode vereinfachende Annahmen getroffen und etwa die Kennlinien mit konstanten Vollbetriebsstunden der Abnehmer erstellt werden. Für besondere Situationen, z.B. nur sporadisch auftretende Wärmeverbraucher (Mehrzweckhalle), müssten für genauere Kennlinien die Vollbetriebsstunden der Abnehmer berücksichtigt werden.

Tabelle 4.25 Daten zu den realen Fernwärmenetzen aus dem Fragebogen und dem Bewertungs-Tool.

Anlagen Nummer	Vollbetriebsstunden Abnehmer	Fragebogen				Bewertungs-Tool				Kompaktheits- Verhältnis	Flächenverhältnis
		Anschlussleistung	Trassellänge Gesamt	Anschlussdichte	Netzverluste	Anschlussleistung	Trassellänge Gesamt	Anschlussdichte	Netzverluste		
Nr.	τ	\dot{Q}	x	AD	\dot{Q}_V	\dot{Q}	x	AD	\dot{Q}_V	CR	A*
	[h/a]	[MW]	[m]	[MWh/(a Tm)]	[%]	[MW]	[m]	[MWh/(a Tm)]	[%]	[-]	[-]
008	1654	2.135	3403	1.04	16.8	2.188	3364	1.08	13.8	0.209	1.04
011	1455	1.093	1200	1.33	9.1	1.073	1213	1.29	8.8	0.480	1.36
037	1932	1.108	1130	1.89	18.3	1.108	1142	1.88	14.1	0.926	1.37
042	1268	2.759	3300	1.06	15.4	2.566	3318	0.98	16.9	0.217	1.16
052.1	1476	1.388	2026	1.01	19	1.388	2026	1.01	13.3	0.466	0.538
052.2	1426	0.738	1944	0.54	22.4	0.738	1944	0.54	22.4	0.486	0.894

052.1 mit Eigenbedarf Betrieb (Holzverarbeitung)

052.2 ohne Eigenbedarf Betrieb (Holzverarbeitung)

Auswertung der realen Netze

Anlage 008

Die Anlage 008 ist ein Fernwärmenetz mit 56 Abnehmern und einer Wärmezentrale mit zwei gleich grossen Teilnetzen bezogen auf die Anschlussleistung (zwei Hauptstränge ab Wärmezentrale) (Bild 4.34). Der Betrieb wird das ganze Jahr aufrechterhalten. Am Fernwärmenetz angeschlossen sind auch Industriebetriebe die das ganze Jahr Prozesswärme beziehen. Anhand der Kennlinien und der Kenngrössen wird erkennbar, dass dieses Netz eine ausgewogene Netzstruktur hat. Der relativ hohe Wärmeverlust des Netzes ist insbesondere auf die verwendeten Kunststoffrohre und die zum Teil zu gross ausgelegten Nenndurchmesser der einzelnen Teilstränge des Trasses zurückzuführen. Die tieferen Investitionskosten für ein Netz mit Kunststoffrohren gaben wohl den Anlass, die höheren Wärmeverluste und die relativ tiefe Anschlussdichte in Kauf zu nehmen.

Aus der Kennlinie geht hervor, dass die Netzstruktur durch Platzierung der Wärmezentrale beim grössten Wärmeabnehmer oder in dessen Nähe mit ziemlicher Sicherheit erheblich verbessert werden könnte. Obwohl die Standortwahl in der Regel eingeschränkt ist, könnten allfällige Varianten mit der grafischen Darstellung anschaulich gegenübergestellt werden und eine rasche Beurteilung der Standortqualität für den Bau der Wärmezentrale ermöglichen.

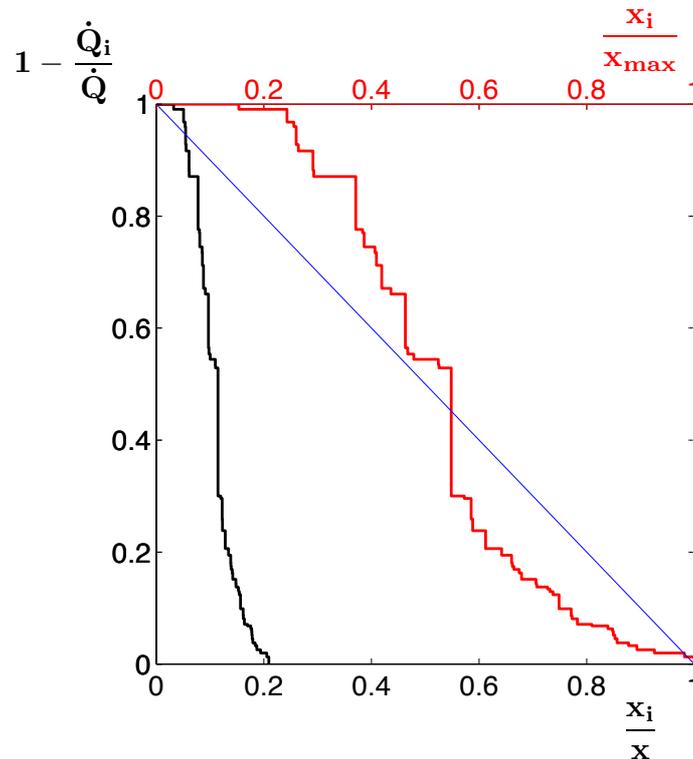


Bild 4.34 Anlage 008; $A^*=1.04$; $CR=0.209$

Anlage 011

Die Anlage 011 hat 16 Hausanschlüsse mit einer Wärmezentrale, die über einen Hauptstrang das benachbarte Gemeindegebäude inkl. Zivilschutzanlage und über einen zweiten Hauptstrang den Rest des Netzes (grösster Teil) versorgt (Bild 4.35). Die Versorgung der Abnehmer wird saisonal über 5760 h/a gewährleistet wobei nur Wärme für die Raumheizung geliefert wird. Die Warmwassererzeugung erfolgt bei den Abnehmern selbst und es wird keine Prozesswärme geliefert. Anhand des Kennlinien-Diagramms ist erkennbar, dass der grösste Abnehmer bei 80% des weitest entfernten Abnehmer liegt. Dies ist auch am relativ hohen Flächenverhältnis A^* zu erkennen. Auch hier hätte der Standort der Wärmezentrale beim grössten Abnehmer oder in dessen Nähe eine deutlich bessere Netzstruktur ergeben. Zudem hätte sich die Trasseverlegung durch eine verbesserte Netzstruktur optimieren lassen und dadurch kleinere Nenndurchmesser des Hauptstranges ergeben, welches die Investitionskosten und die Wärmeverluste reduziert hätte.

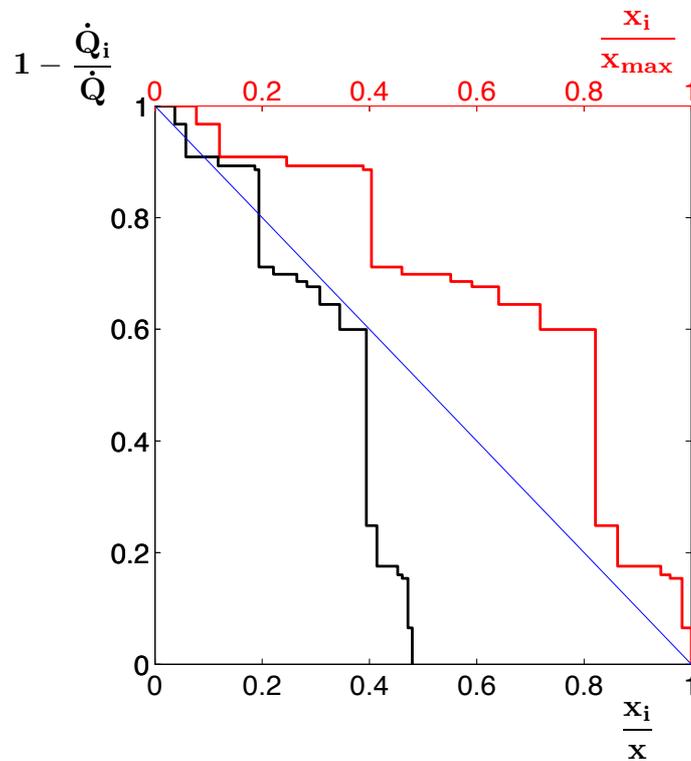


Bild 4.35 Anlage 011; $A^*=1.36$; $CR=0.480$

Anlage 037

Die Anlage 037 hat 7 Abnehmer und eine Wärmezentrale welche die Abnehmer über einen Hauptstrang mit Wärme versorgt (Bild 4.36). Die Versorgung der Abnehmer erfolgt das ganzjährig mit Wärme für Raumwärme und Warmwasser. Die Anlage 037 wurde vom jetzigen Betreiber übernommen und vor ein paar Jahren mit dem letzten Abnehmer erweitert was einer Verdoppelung der Anschlussleistung gleichkommt. Gemäss Unterlagen wurde kein neuer Hauptstrang gelegt, was darauf hinweist, dass der Nenndurchmesser des Hauptstranges für die ursprüngliche Leistung zu gross ausgelegt war. Die Analyse zeigt allerdings, dass der Nenndurchmesser des Hauptstranges auch in der jetzigen Konstellation immer noch um vier Nennweiten zu gross ist, was zusammen mit geringen Dämmstärken zu den hohen Wärmeverlusten führt. Ein Neubau würde somit ganz anders ausgelegt, wobei aufgrund des Kennlinien-Diagramms auch die Wahl des Standortes der Wärmezentrale und die Trasseführung deutliches Verbesserungspotenzial aufweisen würden.

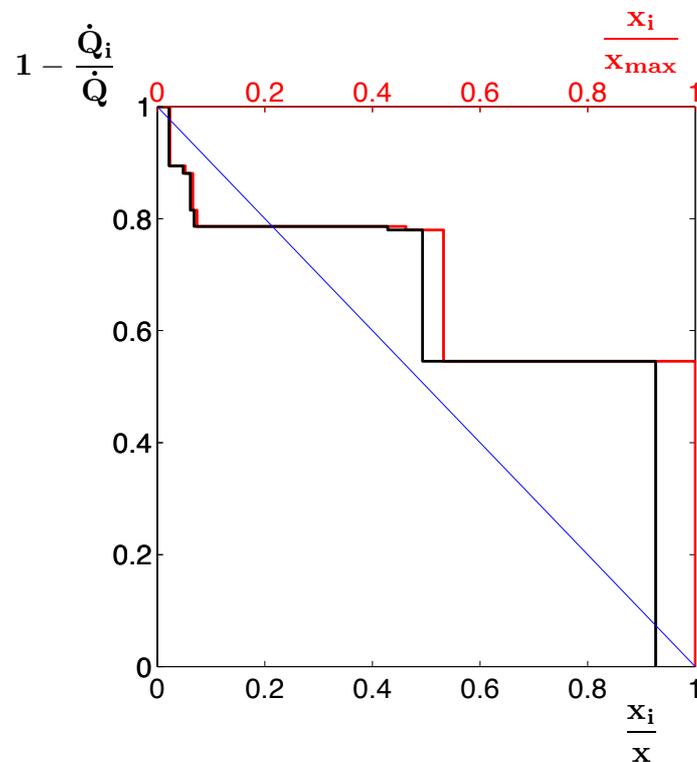


Bild 4.36 Anlage 037; $A^*=1.37$; $CR=0.926$

Anlage 042

Die Anlage 042 hat 116 Abnehmer und eine Wärmezentrale die zwei Teilnetze (zwei Hauptstränge ab Wärmezentrale) mit Wärme versorgt (Bild 4.37). Die Versorgung der Abnehmer erfolgt ganzjährig für Raumwärme und Warmwasser. Die Kennlinien und Kenngrößen zeigen, dass dieses Netz eine ausgewogene Netzstruktur hat. Es ist zu beachten, dass der grösste Abnehmer am Anfang eine Mehrzweckhalle ist. Wenn die Vollbetriebsstundenzahl deutlich geringer als angenommen ist, wird der erste Abnehmer in der Grafik deshalb überschätzt.

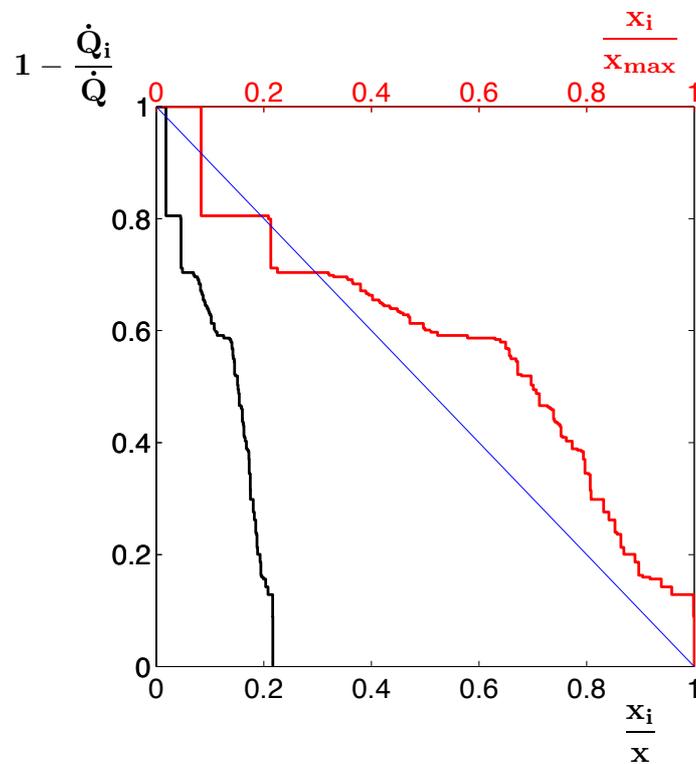


Bild 4.37 Anlage 042; $A^*=1.16$; $CR=0.217$

Anlage 052

Die Anlage 052 hat 22 Abnehmer und eine Wärmezentrale, die zwei Teilnetze (zwei Hauptstränge ab Wärmezentrale) ganzjährig mit Wärme versorgt (Bild 4.38). Die Wärmezentrale steht in einem holzverarbeitenden Betrieb, der selbst einen grossen Anteil der produzierten Wärme für die Holz Trocknung benötigt. Über einen Hauptstrang wird ein benachbarter Industriebetrieb mit Prozesswärme versorgt. Der zweite Hauptstrang versorgt den holzverarbeitenden Betrieb und die restlichen Abnehmer mit Wärme für Raumwärme und Warmwasser.

Bild 4.38 links zeigt das Kennlinien-Diagramm inklusive Eigenbedarf, der im Diagramm deutlich erkennbar ist. Daneben fällt auf, dass die letzten Abnehmer (dabei handelt es sich um vier Abnehmer) weniger als 5% des gesamten Wärmeenergiebedarfs benötigen und angeschlossen wurden, obwohl die Distanz zu den übrigen Abnehmern gross ist. Dies wirkt sich auch auf das Flächenverhältnis aus und zeigt, dass das Netz durch Verzicht auf diese Abnehmer deutlich besser ausfallen würde. Denkbar ist, dass dazwischen weitere Abnehmer geplant waren.

Bild 4.38 rechts zeigt das Kennlinien-Diagramm ohne den Eigenbedarf. Durch Wegfall des Eigenbedarfs verschieben sich die Kennlinien nach rechts, aber die einzelnen Verbraucher in grosser Distanz (flache Kurve nahe bei 0 für grosse x_i/x) bleiben erkennbar.

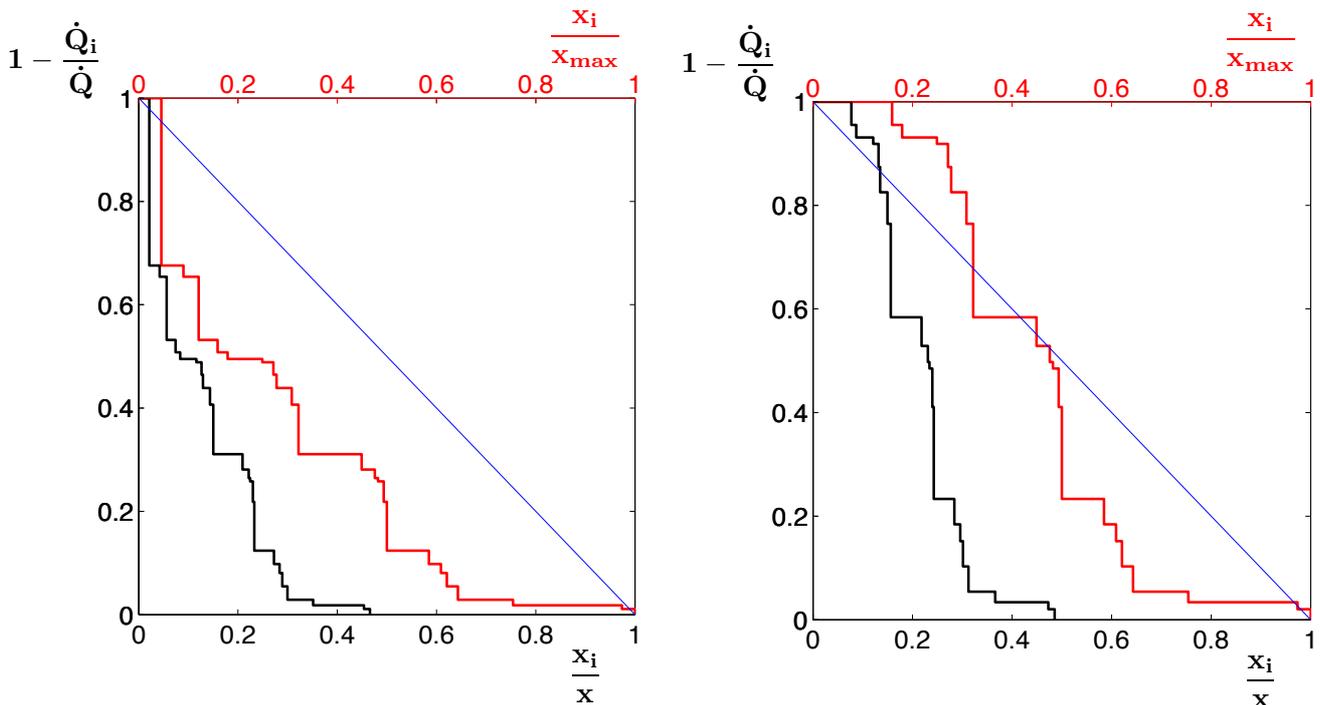


Bild 4.38 Anlage 052. Links inklusiv Eigenbedarf $A^*=0.538$; $CR=0.466$
Rechts exklusiv Eigenbedarf $A^*=0.894$; $CR=0.486$

5 Schlussfolgerungen

5.1 Teil 1: Ist-Analyse der Technik von Fernwärmenetzen

Aufgrund einer Umfrage bei Contractoren und Betreibern von Fernwärmenetzen konnten anhand einer statistischen Auswahl von Anlagen die wesentlichen Auslegungs- und Betriebsdaten von insgesamt 52 Fernwärmenetzen und den zugehörigen Wärmeerzeugern erhoben werden. Diese Anlagen umfassen 38 Netze mit Holzheizungen, sieben mit Kehrlichtverbrennungsanlagen und Wärmekraftkopplung (WKK), drei mit Erdgas-WKK, zwei mit Holz-WKK mit ORC sowie je ein Netz mit Abwärme und mit Wärmepumpe. Da nicht zu allen Anlagen sämtliche erforderlichen Daten verfügbar sind, basieren die meisten Auswertungen auf einer Datenbasis von 45 bis 50 Anlagen. Eine statistische Auswertung dieser Fernwärmenetze zeigt folgende Trends:

- **Anschlussdichte:** Als grundsätzlicher Trend ist erkennbar, dass die Netzverluste mit zunehmender Anschlussdichte sinken (Bild 3.3), was von QM Holzheizwerke als wichtiger Einfluss vorausgesetzt wird und aufgrund der physikalischen Abhängigkeiten bei vergleichbarer Auslegung zu erwarten ist. Die Anlagen weisen jedoch bei identischer Anschlussdichte eine Bandbreite der Verluste um mehr als einen Faktor 3 auf. Dies weist darauf hin, dass einerseits grosse Unterschiede aufgrund der Anlagenauslegung bestehen und andererseits die Anschlussdichte allein für eine umfassende Charakterisierung von Fernwärmenetzen nicht ausreicht. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass die Anschlussdichte die Netzstruktur nicht abbildet. Aus diesem Grund sind zur Charakterisierung von Fernwärmenetzen nebst der Anschlussdichte weitere Daten oder Kenngrössen erforderlich.
- **Netzverluste im Vergleich zu QM Holzheizwerke:** Ein Vergleich der Anlagedaten mit den Richtwerten von QM Holzheizwerke zeigt, dass QM die Netzverluste der ausgeführten Anlagen bei Anschlussdichten unter 1 MWh/(a Tm) im Mittel um rund einen Drittel überschätzt. Demgegenüber weist jedoch der Grossteil der Anlagen mit Anschlussdichten über 2 MWh/(a Tm) Verluste auf, welche die Richtwerte von QM deutlich, d.h. um rund 20% bis 100% übersteigen.
- **Zielwerte von QM Holzheizwerke:** Ein Vergleich mit den Zielwerten zeigt:
 - gut 40% der Netze erfüllen den Zielwert von maximal 10% Netzverlusten
 - gut 40% der Netze erfüllen den Zielwert der Anschlussdichte von 1.8 MWh/(a Tm)
 - knapp ein Drittel aller Anlagen erfüllt beide Zielwerte (z.B. Bild 3.3).
 - 90% erfüllen den Zielwert des Stromverbrauchs (0.5%–1% bezogen auf die zugeführte Wärme)
 - 40% der Netze mit Holzfeuerungen erfüllen den Zielwert für die Speichergösse
 - Die Zielwerte für die Vollbetriebsstundenzahl der Holzfeuerungen werden von allen monovalenten Anlagen erreicht oder übertroffen, während rund ein Drittel der bivalenten Anlagen den Zielwert erreicht.
- **Rohrtyp:** In Bezug auf die Rohrtypen zeigt die Untersuchung, dass PMR-Rohre aufgrund der begrenzten Drücke nur in kleineren Netzen eingesetzt werden, während KMR-Rohre die ganze Bandbreite abdecken und rund zwei Drittel der untersuchten Anlagen ausmachen (Bild 3.6). Bei KMR-Rohren ist eine deutliche Reduktion der Netzverluste durch Dämmstärke 2 im Vergleich zu

Dämmstärke 1 erkennbar. Demgegenüber sind die Unterschiede zwischen Dämmstärke 2 und 3 bei KMR-Rohren und bei den PMR/MMR-Rohren von Standard auf verstärkt insbesondere bei den untersuchten kleineren Durchmessern weniger stark ausgeprägt (Bild 3.7).

- **Netzgrösse (Anschlussleistung aller Verbraucher):** Während für Wärmeerzeuger ein ökonomischer Grössenvorteil (Economies of scale) existiert, trifft dies für die Fernwärmenetze nicht in gleicher Art zu. Demgegenüber tritt hier die Anschlussdichte als wichtige Kenngrösse in Erscheinung. In Bezug auf die Wärmeverluste bestätigt die Untersuchung, dass ein klar sinkender Trend mit zunehmender Anschlussdichte erkennbar ist, während für Anlagen gleicher Anschlussleistung kein ausgeprägter Einfluss der Anschlussleistung gefunden wird (Bild 3.9).
- **Vollbetriebsstundenzahl:** Die Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung zeigen keinen eindeutigen Einfluss auf die Netzverluste (Bild 3.10).
- **Investitionskosten:** Mit steigender Anschlussdichte sinken die spezifischen Investitionskosten für das Wärmenetz. Die Bandbreite der Kosten ist allerdings sehr gross, wobei insbesondere zwei Netze ungewöhnlich hohe Kosten aufweisen (Bild 3.19).
- **Kosten für Netzbetreiber:** Für Fernwärme aus Holz betragen die Kosten bei einem Energieholzpreis von 6 Rappen pro kWh Heizwert für die Wärmeverteilung (also ohne Wärmeerzeugung) im Mittel rund 3.0 Rappen pro kWh verkaufte Wärme. Davon machen die Kapitalkosten mit rund 2.0 Rp./kWh den Hauptteil aus. Dazu kommen rund 0.75 Rp./kWh für das zur Deckung der Netzverluste benötigte Holz und rund 0.25 Rp./kWh für den Pumpenstrom.
- **Kosten für Wärmeabnehmer:** Die Gesamtkosten für Anschlussgebühr, jährliche Grundgebühr und Wärmepreis betragen im Mittel bei einem 50 kW Hausanschluss rund 16.6 Rp./kWh. Im Mittel betragen die Kosten für die Wärmeverteilung somit rund 18% der von den Verbrauchern für die gelieferte Wärme insgesamt zu tragenden Kosten.

5.2 Teil 2: Bewertungs-Tool für Kosten und Netzstruktur

Kosten

Auf Basis von fünf Fernwärmenetzen, von denen detaillierte Daten zum Netzplan, Rohrtyp, Dämmstärken, einzelnen Anschlussleistungen und weiteren Daten vorhanden sind, wurde eine Auswertung mit dem Bewertungs-Tool vorgenommen und mit einer Sensitivitätsanalyse der Einfluss durch Änderung einzelner Parameter wie dem Rohrdurchmesser untersucht. Nach Erhebung der kleinstmöglichen Rohrdurchmesser wurde mit diesen das Netz erneut simuliert. Zusätzlich wurde der Einfluss einer Absenkung der Rücklauftemperatur um 10°C sowie der Verbesserung der Wärmedämmung untersucht. Die Auswertung zeigt folgende Trends:

- Die Kosten der Wärmeverteilung verteilen sich ungefähr wie folgt:
 - Kapitalkosten 64%
 - Wärmeverlustkosten 26%
 - Pumpkosten 10%.Diese Angaben gelten als Mittelwerte vor einer Optimierung. Sie unterscheiden sich aber zwischen den einzelnen Anlagen nur geringfügig und die Verteilung wird auch durch eine Optimierung nur geringfügig beeinflusst (ausser bei einem stark überdimensionierten Netz).
- Von den fünf untersuchten Netzen weisen 80% aller Teilstränge Rohrdurchmesser auf, die grösser als minimal notwendig sind. Bei Betrachtung der einzelnen Netze beträgt der Anteil überdimensionierter Teilstränge zwischen 30% und 100%. Häufig sind einzelne Teilstränge ein oder zwei Nenndurchmesser grösser als notwendig, in einem Fall liegen jedoch bis zu viermal grössere Rohrdurchmesser vor. Rund 73% aller Teilstränge nutzen lediglich 50% oder weniger ihrer Übertragungskapazität. Obwohl in Einzelfällen eine Kapazitätsreserve für spätere Netzausbauten dienen kann, zeigt dies auf, dass insgesamt eine erhebliche Überdimensionierung der Netze vorliegt.
- Soweit eine Überdimensionierung zum Zweck von Reservekapazität ausgeschlossen wird, weist die Optimierung der Rohrdurchmesser das grösste Sparpotenzial in Bezug auf Wärmeverluste und Kosten auf. So können die Wärmeverluste im Mittel um 12% reduziert und mittlere Einsparungen der Gesamtkosten von 13% mit einer Bandbreite von 5% bis rund 30% erzielt werden. Wenn zusätzlich die Rücklauftemperatur um 10°C abgesenkt wird, beträgt die Reduktion der Wärmeverluste 20% und diejenige der Kosten 21%.
- Durch Einsatz der maximalen Dämmstärke bei unveränderten Rohrdurchmessern können die Verluste und die Kosten ebenfalls reduziert werden, weshalb für Neuanlagen grundsätzlich der Einsatz der maximalen Wärmedämmung empfohlen wird.
- Auf Basis einer Ist-Analyse der Netzstruktur von fünf ausgewählten Anlagen wird gezeigt, dass die Netzverluste durch Auslegung aller Teilstränge auf den jeweils minimal notwendigen Rohrdurchmesser bei den überdimensionierten Netzen teils deutlich reduziert werden können (Bild 4.26). Durch Einsatz der minimalen Rohrdurchmesser würden deshalb die Streuung der Netzverluste bei identischer Anschlussdichte deutlich verkleinert und die Erwartungswerte von QM erfüllt oder unterschritten. Dies zeigt, dass die grosse Streuung der Netzverluste bei gleicher Anschlussdichte

zu einem wesentlichen Teil auf die Überdimensionierung der Rohrdurchmesser zurückzuführen ist und die Überdimensionierung als Grund für die zu hohen Wärmeverluste identifiziert werden kann.

- Der spezifische Druckverlust der massgebenden Leitung gibt einen Hinweis zur Dimensionierung der Rohrdurchmesser (Bild 4.26). Dabei wird lediglich der weitest entfernte Abnehmer betrachtet. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass das ganze Netz nach denselben Auslegungsgrundlagen erstellt wurde wie die massgebende Leitung. Nach QM-Holzheizwerke wird ein spezifischer Druckverlust von 150 bis 200 Pa/Tm empfohlen. Aufgrund von Praxiserfahrungen wird eine Auslegung auf 200 Pa/Tm und zur Abdeckung der Spitzenlast mit weniger als 500 Betriebsstunden pro Jahr auf 250 Pa/Tm empfohlen [6]. Die Ergebnisse zeigen, dass lediglich eine der fünf untersuchten Anlagen die Empfehlung nach QM erfüllt. Mit optimierten Rohrdurchmessern (OPT DN / OPT DN-dT) erfüllen alle Anlagen die Empfehlung.
- Neben der korrekten Dimensionierung der Rohrdurchmesser ist das Temperaturniveau im Netz wesentlich für die Wärmeverluste verantwortlich. Die Vorlauftemperatur wird dabei durch die Art und die Anforderungen der Verbraucher vorgegeben (Gebäude-Standard, Brauchwarmwasser-Erzeugung, Prozesswärme, etc.). Demgegenüber wird die Rücklauftemperatur durch die Bauart und die Betriebsweise der Wärmeübergabestation und der sekundärseitigen Wärmeversorgung beeinflusst. Tiefe Rücklauftemperaturen setzen eine optimale Auslegung von Wärmeübertrager, Pumpen und Ventilen sowie einen hydraulischen Abgleich von Übergabestation und Hauszentrale voraus. Altbauten mit geringer Wärmedämmung haben in der Regel einen positiven Einfluss auf die Anschlussdichte dafür aber meist eine hohe Rücklauftemperatur [7].

Netzstruktur

Die mit dem Bewertungs-Tool beschriebenen Beispiele zeigen, dass die Methode zur dimensionslosen Darstellung von Fernwärmenetzen im Kennlinien-Diagramm eine qualitative Charakterisierung der Netzstruktur ermöglicht. Ergänzend dazu können das Flächenverhältnis und die Kompaktheit als quantitative Kenngrößen zum Vergleich verschiedener Netzstrukturen dienen. Da die Netzstruktur zusammen mit der Anschlussdichte die Wirtschaftlichkeit eines Fernwärmenetzes grundlegend beeinflusst, ist in einer frühen Planungsphase eine Analyse der Netzstruktur mit einem Vergleich verschiedener Varianten erforderlich, um die optimale Anordnung eines Netzes zu identifizieren. Dies gilt insbesondere deshalb, weil die Netzstruktur durch die Anschlussdichte nicht erfasst wird und die Anschlussdichte deshalb allein nicht ausreicht um die optimale Anordnung eines Fernwärmenetzes zu finden. Obwohl bei bestehenden Netzen die Struktur in der Regel nur noch bedingt verändert werden kann, kann die Methode dabei zur Abschätzung der Wirkung unterschiedlicher Varianten zur Netzerweiterung oder der Einbindung zusätzlicher Wärmeerzeuger dienen. Für die vorgestellte Methode ergeben sich damit unter anderem folgende Anwendungsmöglichkeiten:

- Beurteilung von Fernwärmenetzen: Existierende Fernwärmenetze können mit der vorgestellten Methode in Bezug auf die Kompaktheit der Netzstruktur qualitativ verglichen werden. Dies erlaubt eine Beschreibung, welche die Anschlussdichte zur Beurteilung der Netzqualität ergänzt und sinnvoll ist.

- Planung von Fernwärmenetzen: Für die Auslegung neuer oder die Erweiterung bestehender Fernwärmenetze kann die Methode dazu dienen, unterschiedliche Anordnungen zu vergleichen und die Netzstruktur damit zu optimieren. Dabei sind zwei Szenarien möglich. So kann bei gegebenem Standort der Wärmezentrale die Netzstruktur für gegebene Abnehmer optimal ausgelegt werden. Die grafische Auswertung unterschiedlicher Netzanordnungen ermöglicht einen raschen Variantenvergleich und die allfällige Aussonderung energetisch und ökonomisch unattraktiver Abnehmer. Daneben kann bei gegebener Abnehmer-Struktur der optimale Standort der Zentrale durch iterative Bestimmung ermittelt werden.

Für Fernwärmenetze mit Eigenbedarf am Standort der Wärmezentrale ist zur Beurteilung der Standortwahl eine Betrachtung inklusive Eigenbedarf erforderlich. Für die ökonomische Beurteilung und den Vergleich mit anderen Netzen ist dagegen eine Betrachtung ohne Eigenbedarf erforderlich.

6 Literatur

- [1] Nussbaumer, T.; Thalmann, S.: Analyse und Optimierung von Fernwärmenetzen, Bundesamt für Energie, Bern 2012
- [2] QM Holzheizwerke: Good, J.; Biedermann, F.; Bühler, R.; Bunk, H.; Deines, T.; Gabathuler, H.; Hammerschmid, A.; Jenni, A.; Krapf, G.; Nussbaumer, T.; Obernberger, I.; Pex, B.; Rakos, C.: Planungshandbuch, Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 4, Holzenergie Schweiz, 2. Auflage 2008, ISBN 978-3-937441-94-8
- [3] Dötsch C.; Taschenberger J.; Schönberg I.: Leitfaden Nahwärme, Fraunhofer-Institut für Umwelt, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT-Schriftenreihe Band 6, Fraunhofer IRB Verlag Germany 1998, ISBN 3816751865
- [4] QM Holzheizwerke: Bühler, R.; Gabathuler, H.; Jenni, A.; Q-Leitfaden, Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 1, Holzenergie Schweiz, 3. Auflage 2011, ISBN 978-3-937441-91-7
- [5] Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Merkblatt-Nr. 67
- [6] Ködel, J.: Persönliche Kommunikation, Gruneko, Basel, Oktober 2013
- [7] Peter, U.: Persönliche Kommunikation, Isoplus (Schweiz), Islikon, Oktober 2013

7 Anhang

7.1 Fragebogen



verenum

*Verenum Dr. Thomas Nussbaumer
Ingenieurbüro für Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik*

Verenum
Langmauerstrasse 109
CH – 8006 Zürich (Switzerland)
Telefon 044 377 70 70
Fax 044 377 70 77
Internet www.verenum.ch

Stefan Thalmann, BSc. Maschinentechnik
Telefon 044 377 70 73
Mail stefan.thalmann@verenum.ch

Datenerhebung zum Projekt

Analyse von Fernwärmenetzen

Im Auftrag des Bundesamts für Energie

Zürich, 17. Mai 2013

1 Allgemeine Angaben zur Anlage

Anlage

Bezeichnung: _____

Adresse: _____

PLZ/Ort: _____ Kanton: _____

Inbetriebnahme: _____ Standort: _____ m.ü.M. _____

Endausbau bis: _____ Rechtsform: _____

Besitzer

Kontaktperson

Firma:	_____	_____
Name, Vorname:	_____	_____
Adresse:	_____	_____
PLZ/Ort:	_____	_____
Tel:	_____	_____
E-Mail:	_____	_____

Betreiber

Kontaktperson

Firma:	_____	_____
Name, Vorname:	_____	_____
Adresse:	_____	_____
PLZ/Ort:	_____	_____
Tel:	_____	_____
E-Mail:	_____	_____

Planer

Kontaktperson

Firma:	_____	_____
Name, Vorname:	_____	_____
Adresse:	_____	_____
PLZ/Ort:	_____	_____
Tel:	_____	_____
E-Mail:	_____	_____

2 Angaben zur Technik

2.1 Wärmeerzeugung

Wärmeerzeugung für	<input type="checkbox"/>	Raumwärme	
	<input type="checkbox"/>	Warmwasser	
	<input type="checkbox"/>	Prozesswärme	
Ganzjahresbetrieb	<input type="checkbox"/>		
Ausschaltdauer (Revision, etc.)		Tage pro Jahr	
Saisonbetrieb	<input type="checkbox"/>		
Einschaltdauer		Tage pro Jahr	
Speicher	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Speichervolumen		m ³	
Speicherladeregelung	<input type="checkbox"/>	Ja	<input type="checkbox"/> Nein

AK = Abgaskondensation			Anzahl Feuerungen	Anzahl WKK Einheiten	Anzahl Wärmepumpen	Nennwärmeleistung	Wärme-Produktion	WKK Stromproduktion	Grundlast	Spitzenlast	
WKK = Wärmekraftkopplung (BHKW, ORC, Dampfprozess, etc.)											Stk.
Wärmeerzeugung	Feuerungen und WKK	Holz <input type="checkbox"/> mit AK <input type="checkbox"/> ohne AK							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Heizöl <input type="checkbox"/> mit AK <input type="checkbox"/> ohne AK							<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		Erdgas <input type="checkbox"/> mit AK <input type="checkbox"/> ohne AK								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Biogas <input type="checkbox"/> aus ARA <input type="checkbox"/> :								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Kehricht								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Andere:								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Wärmepumpen	ARA-Abwärme								<input type="checkbox"/>
	Industrie-Abwärme									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere:									<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Total										

Bemerkungen: ____

2.2 Fernwärmenetz

Ganzjahresbetrieb	<input type="checkbox"/>	
Ausschaltdauer (Revision, etc.)	Tage pro Jahr	
Saisonbetrieb	<input type="checkbox"/>	
Einschaltdauer	Tage pro Jahr	
Summe aller Anschlussleistungen (nach Vertrag)	kW	
Gesamte ins Netz zugeführte Wärme letztes ganzes Betriebsjahr	MWh/a	
Auslegungswert	MWh/a	
Gesamte vom Netz abgegebene Wärme letztes ganzes Betriebsjahr	MWh/a	
Auslegungswert	MWh/a	
Wärmeverlust bei Auslegung	%	
Jährlich geförderte Wassermenge im Netz	m ³ /a	
Jährlicher Stromverbrauch Netzpumpe/n	<input type="checkbox"/> kWh/a <input type="checkbox"/> MWh/a	
Differenzdruckregelung Pumpe	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	
	<input type="checkbox"/> Konstantdruck über der/den Pumpe(n)	
	<input type="checkbox"/> Proportionaldruck über der/den Pumpe(n)	
	<input type="checkbox"/> Konstantdruck zw. Vorlauf und Rücklauf bei der/den Pumpe(n)	
	<input type="checkbox"/> Konstantdruck an einem Messort im Netz; Messort:	
	<input type="checkbox"/> Schlechtpunktregelung an Messort(en) im Netz	
	<input type="checkbox"/> Regelung der Regelventilstellung des jeweils ungünstigsten Wärmeabnehmers.	
Gesamtlänge des Netzes	Tm	
Anzahl Hausanschlüsse	Stk.	
Wärmeübergabe	<input type="checkbox"/> direkt	
	<input type="checkbox"/> indirekt	
Temperaturspreizung Netzseitig bei Auslegung	K	
Maximale Temperatur Vorlauf		
Ist-Situation	°C	
Auslegungswert	°C	
Maximale Temperatur Rücklauf		
Ist-Situation	°C	
Auslegungswert	°C	

Vorlauftemperaturregelung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Vorlauftemperatur bei Auslegungspunkt:	°C		
Vorlauftemperatur bei 10°C Aussentemp.:	°C		
Zeitfenster für Warmwassererzeugung bei reduzierter Vorlauftemperatur (nur Raumwärme):	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Leckageüberwachung	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Verteilung	<input type="checkbox"/>	Zweileitertechnik (1 Rohr Vorlauf, 1 Rohr Rücklauf)	
	<input type="checkbox"/>	Mehrleitertechnik (>1 Rohr Vorlauf und/oder >1 Rohr Rücklauf)	

		Stamm- leitung	Zweig- leitung	Haus- anschluss- leitung
Rohrsystem	KMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	KMR-Duo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	MMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	MMR-Duo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PMR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	PMR-Duo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rohrhersteller	Brugg Pipesystems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Logstor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Isoplus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Andere:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rohrtyp	Genauere Bezeichnung des Rohrtyps je nach Hersteller (z.B.: Casaflex, Premant, etc.)			
Dämmstärke KMR	Dämmstärke 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dämmstärke 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Dämmstärke 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MMR / PMR	Standard	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Verstärkt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legende

KMR	Kunststoffverbundmantelrohr, Mediumrohr aus Stahl, in Einzelrohr-Ausführung
KMR-Duo	Kunststoffverbundmantelrohr, Mediumrohr aus Stahl, in Doppelrohr-Ausführung
MMR	Flexible Metallmediumrohre, in Einzelrohr-Ausführung
MMR-Duo	Flexible Metallmediumrohre, in Doppelrohr-Ausführung
PMR	Flexible Kunststoffmediumrohre, in Einzelrohr-Ausführung
PMR-Duo	Flexible Kunststoffmediumrohre, in Doppelrohr-Ausführung

Falls möglich einen Netzplan beilegen, mit den Angaben zum Rohrsystem, Nenndurchmesser, Längen der einzelnen Leitungen und den Anschlussleistungen der einzelnen Wärmeabnehmer.

2.3 Gesamtanlage

Begleitung durch QM-Holzheizwerke	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Bis zu welchem Meilenstein:			
Jährlicher Stromverbrauch Gesamtanlage	<input type="checkbox"/> kWh/a <input type="checkbox"/> MWh/a		
Leitsystem	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
Leitsystem-Ebene:	<input type="checkbox"/> Wärmeerzeugung <input type="checkbox"/> Fernwärmenetz <input type="checkbox"/> Übergabestation		
Produkt:			
Lieferant:			
Förderbeiträge	<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein	
	<input type="checkbox"/> Kanton		
	<input type="checkbox"/> Förderprogramm Fernwärme		
	<input type="checkbox"/> Stiftung Klimarappen		
	<input type="checkbox"/> Andere:		

3 Kosten

3.1 Investitionskosten

Position	Investitionskosten (inkl. MWST) CHF	
Wärmeverteilung, Fernleitungsgruppe und Übergabestationen inkl. Nebenkosten		
Übergabestationen	<input type="checkbox"/> exkl. Hausstation <input type="checkbox"/> inkl. Hausstation	
Baunebenkosten		

3.2 Abrechnung

Die Angaben sollen für einen Hausanschluss gelten, welcher eine Anschlussleistung von 50 kW hat.

Einmalige Anschlussgebühr inkl. MWST.		CHF	
Jährliche Grundgebühr inkl. MWST.		CHF/kW	
Wärmepreis inkl. MWST.		Rp./kWh	

4 Ergänzende Unterlagen

Wärmeliefervertrag	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Allgemeine Geschäftsbedingungen (AGB)	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Technische Anschlussvorschriften/bedingungen (TAV/TAB)	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Tarifblatt	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Netzplan (Länge der einzelnen Leitungen, Nenndurchmesser, Anschlusswerte der einzelnen Wärmeabnehmer, usw.)	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Wärmeverteilung			
Hydraulikschema Zentrale (Temperaturen, Durchflüsse und Leistungen)	<input type="checkbox"/>	In Beilage	
Funktions- und Regelbeschrieb	<input type="checkbox"/>	In Beilage	

Bemerkungen:

7.2 Datenblätter: Beschreibung

Für jedes Fernwärmenetz das an der Studie teilgenommen hat, wurde ein individuelles Datenblatt erstellt. Die einzelnen Informationen sind in 12 Sektoren zusammengetragen (Bild 7.1) und hier kurz beschrieben. Um die Anonymität zu wahren wurde jedes Fernwärmenetz mit einer fortlaufenden Nummer versehen (Sektor 1). Jeder Teilnehmer an der Studie erhält lediglich die Nummer zum eingesandten Fernwärmenetz.

Werte die nicht Berechnet werden können oder wo keine Angaben gemacht wurden, sind mit N/A (Not Available oder Nicht Anwendbar) gekennzeichnet.

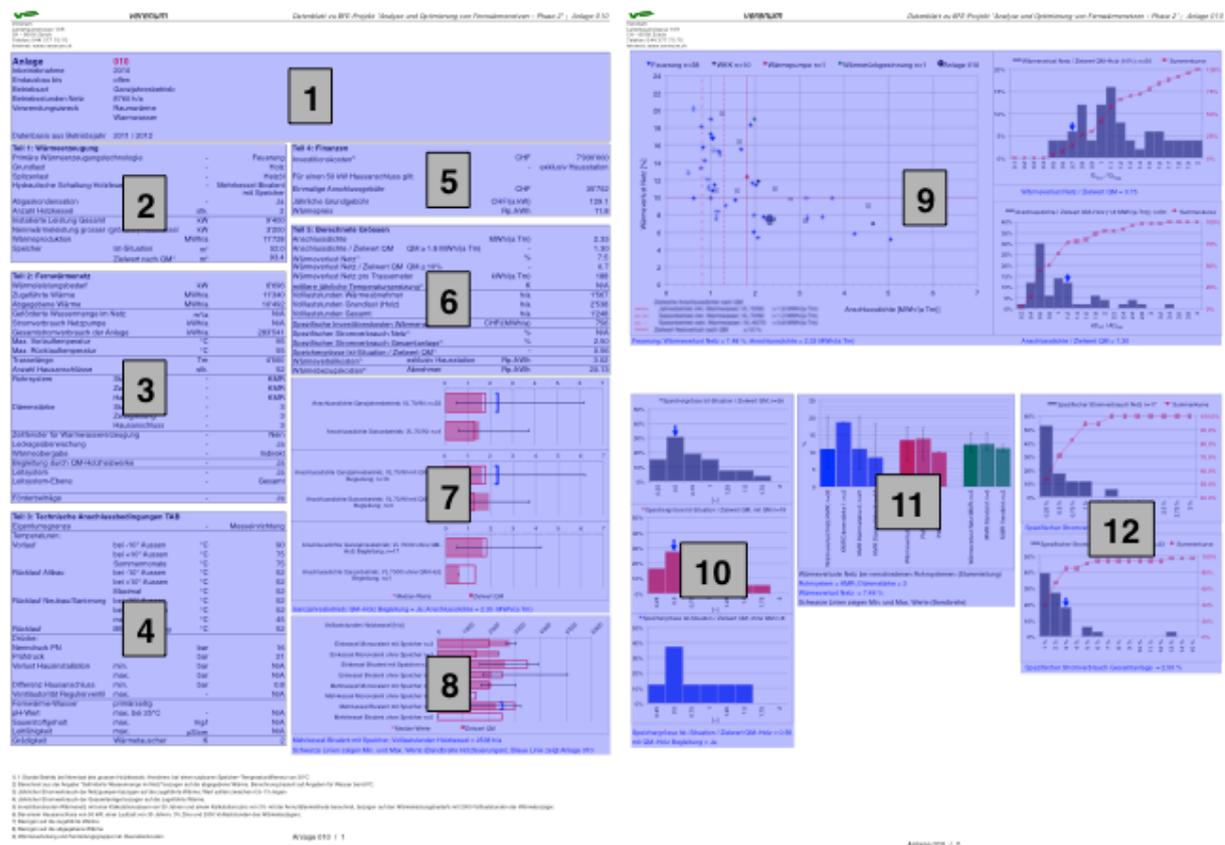


Bild 7.1 Datenblatt aufgeteilt in Sektoren

Sektor 1 – Allgemeine Information:

Tabelle 7.1 Sektor 1 – Allgemeine Information

Allgemeine Information	Beschreibung
Anlage	Anonyme Anlagennummer
Inbetriebnahme	Inbetriebnahme Jahr des Fernwärmenetzes
Endausbau	Geplanter Endausbau oder Vollendung des geplanten Endausbaus
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb oder Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	Jährliche Betriebsstunden des Fernwärmenetzes
Verwendungszweck	Verwendungszweck der verteilten Wärme: Raumwärme, Warmwasser, Prozesswärme
Datenbasis	Jahr auf dem die Daten basieren

Sektor 2 – Wärmeerzeugung:

Die Informationen zur Wärmeerzeugung sind aus dem ersten Teil des Fragebogens entnommen worden, und beinhalten folgende Informationen.

Tabelle 7.2 Sektor 2 – Wärmeerzeugung

Wärmeerzeugung	Beschreibung
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	Wie wird die Wärme erzeugt. In Frage kommen Feuerung, Wärmekraftkopplungsanlagen (WKK), Wärmepumpe (WP), Wärmerückgewinnung (WRG). Weitere Technologien sind möglich, wurden in dieser Studie aber nicht erfasst. In WKK-Anlagen werden meistens auch Energieträger verfeuert aber gleichzeitig auch Strom produziert. Aus diesem Grund werden die reinen Feuerungsanlagen und die WKK-Anlagen unterschieden.
Grundlast	Welcher Energieträger wird für die Grundlast verwendet.
Spitzenlast	Welcher Energieträger wird für die Spitzenlast verwendet.
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	Einteilung der hydraulischen Schaltung der Wärmeerzeugung (Feuerung mit/ohne Speicher) bei einer Anlage mit Holzfeuerung. Die Einteilung erfolgt nach den Standardschaltungen – Teil I, Schriftenreihe QM Holzheizwerke Band 2, Holzenergie Schweiz, 2. Auflage 2010, ISBN 978-3-937441-92-1
Abgaskondensation	Ist eine Abgaskondensationsanlage vorhanden.
Anzahl Holzkessel	Anzahl der installierten Holzkessel.
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	Gesamte installierte Nennwärmeleistung aller Kessel. Grundlast- und Spitzenlastkessel zusammen.
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	Nennwärmeleistung des grössten Holzkessels. Ist relevant für die Auslegung des Speichers.
Wärmeproduktion	Gesamte jährlich produzierte Wärmeenergie in der Wärmezentrale während eines Jahres.
Speicher	Volumen des Speichers. Es wird unterschieden zwischen der Ist-Situation und dem Zielwert nach QM-Holz. Der Zielwert von QM-Holz wird nur berechnet wenn auch eine Holzfeuerung vorhanden ist. Der Zielwert berechnet sich aus einer Stunde Betrieb des grössten Holzkessels bei Nennlast und einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C.

Sektor 3 – Fernwärmenetz:

Die Informationen zum Fernwärmenetz sind aus dem zweiten Teil des Fragebogens entnommen worden, und beinhalten folgende Informationen.

Tabelle 7.3 Sektor 3 – Fernwärmenetz

Fernwärmenetz	Beschreibung
Wärmeleistungsbedarf	Gesamter Wärmeleistungsbedarf der an das Fernwärmenetz angeschlossenen Abnehmer.
Zugeführte Wärme	Gesamte Wärmeenergie, die ab Wärmezentrale ins Fernwärmenetz in einem Jahr (Datenbasis) eingespiesen wird.
Abgegebene Wärme	Gesamte Wärmeenergie, die an die Abnehmer in einem Jahr (Datenbasis) verkauft wird.
Geförderte Wassermenge im Netz	Gemessene Wassermenge, die während einem Jahr (Datenbasis) gefördert wurde.
Stromverbrauch Netzpumpe	Gemessener Stromverbrauch der Netzpumpe/n während einem Jahr (Datenbasis).
Gesamtstromverbrauch der Anlage	Gemessener Stromverbrauch der Gesamtanlage während einem Jahr (Datenbasis).
Max. Vorlauftemperatur	Maximale Vorlauftemperatur im Fernwärmenetz.
Max. Rücklauftemperatur	Maximale Rücklauftemperatur im Fernwärmenetz.
Trassellänge	Gesamte Trassellänge des Fernwärmenetzes (Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitung)
Anzahl Hausanschlüsse	Hausanschlüsse die an das Fernwärmenetz angeschlossen sind.
Rohrsystem	Bezeichnung des Rohrsystems für die Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitung. Unterschieden wird primär zwischen starren Kunststoffmantelrohren (KMR), flexiblen Metallmediumrohren (MMR) und flexiblen Kunststoffmediumrohren (PMR). Weiter wird zwischen Einzel- und Doppelrohren unterschieden.
Dämmstärke	Bezeichnung der Dämmstärke für die Stamm-, Zweig- und Hausanschlussleitung. Für KMR-Rohre gibt es die Dämmstärken 1–3 wobei die Dämmstärken von 1 nach 3 zunehmen. Die MMR- und PMR-Rohre werden mit der Dämmstärke Standard und Verstärkt angeboten.
Zeitfenster Warmwassererzeugung	Sind für die Warmwasserspeicher-Ladung bei den Abnehmern Zeitfenster definiert.
Leckageüberwachung	Werden die Fernwärmerohre auf Leckage überwacht
Wärmeübergabe	Erfolgt die Wärmeübergabe bei den Abnehmern indirekt oder direkt. Bei der direkten Wärmeübergabe durchströmt das Fernwärmewasser auch die Hausanlage. Bei der indirekten Wärmeübergabe ist das Fernwärmewasser von der Hausanlage hydraulisch getrennt (Wärmeübertrager).
Begleitung durch QM-Holz	Wurde das Projekt (Wärmeerzeugung und Fernwärmenetz) von QM-Holzheizwerke begleitet.
Leitsystem	Verfügt das Fernwärmenetz über ein Leitsystem und welche Bereiche des Fernwärmenetzes werden über das Leitsystem erfasst. Unterschieden wird zwischen: <ul style="list-style-type: none"> - nur Wärmeerzeugung - nur Fernwärmenetz - nur Übergabestation - Fernwärmenetz und Übergabestation - Fernwärmenetz und Wärmeerzeugung - Wärmeerzeugung und Übergabestation - Gesamt
Förderbeiträge	Sind Förderbeiträge gesprochen worden und von wem.

Sektor 4 – Technische Anschlussbedingungen TAB:

Die Informationen zu den Technischen Anschlussbedingungen TAB, auch Technische Anschlussvorschriften TAV genannt, sind aus den eingesendeten Unterlagen (TAB/TAV) entnommen worden, und beinhalten folgende Informationen.

Tabelle 7.4 Sektor 4 – Technische Anschlussvorschriften TAV

Technische Anschlussvorschriften TAV	Beschreibung
Eigentumsgrenze	Eigentumsgrenze der Anlagenteile zwischen dem Wärmelieferanten und dem Wärmeabnehmer.
Temperaturen	
Vorlauf	Vorlauftemperaturen bei unterschiedlichen Aussentemperaturen
Rücklauf Altbau	Rücklauftemperatur bei unterschiedlichen Aussentemperaturen für Altbauten
Rücklauf Neubau / Sanierung	Rücklauftemperatur bei unterschiedlichen Aussentemperaturen für Neubauten und bei Sanierungen
Rücklauf BWW–Erwärmung	Maximale Rücklauftemperatur während der Brauchwarmwasser–Erwärmung
Drücke	
Nennndruck PN	Nennndruck der primärseitigen Anlagenteile
Prüfdruck	Prüfdruck der primärseitigen Anlagenteile
Verlust Hausinstallation	Minimaler und maximaler Druckverlust der Hausinstallation (über Kombiventil, Wärmezähler und Wärmetauscher beim abonnierten, maximalen Volumenstrom)
Differenz Hausanschluss	Minimale Druckdifferenz in der Hausanschlussleitung vor der Wärmeübergabestation
Ventilautorität Regulierventil	Wert der Ventilautorität für das Regulierventil
Fernwärme–Wasser	
pH–Wert	Maximaler pH–Wert des Fernwärmewassers bei 25°C
Sauerstoffgehalt	Maximaler Sauerstoffgehalt des Fernwärmewassers
Leitfähigkeit	Maximale Leitfähigkeit des Fernwärmewassers
Grädigkeit	Maximale Temperaturdifferenz zwischen primärer und sekundärer Rücklauftemperatur im Wärmetauscher, welche nie überschritten werden darf.

Sektor 5 – Kosten:

Die Informationen zu den Kosten sind aus dem dritten Teil des Fragebogens entnommen worden, und beinhalten folgende Informationen.

Tabelle 7.5 Sektor 5 – Kosten

Kosten	Beschreibung
Investitionskosten	Die Investitionskosten für die Wärmeverteilung (Material und Baukosten für das fernwärmenetz) und Fernleitungsgruppe (Hauptpumpe und Hauptwärmeübertrager) inkl. Nebenkosten. Weiter wird unterschieden, ob in den Kosten die Übergabestationen inbegriffen sind oder nicht.
Einmalige Anschlussgebühr	Einmalige Anschlussgebühr für einen 50 kW Hausanschluss
Jährliche Grundgebühr	Jährliche Grundgebühr für einen 50 kW Hausanschluss
Wärmepreis	Wärmepreis für einen 50 kW Hausanschluss

Sektor 6 – Kennzahlen:

Die Kennzahlen wurden aus den Angaben aus dem Fragebogen berechnet.

Tabelle 7.6 Sektor 6 – Kennzahlen

Kennzahlen	Beschreibung
Anschlussdichte	Errechnet sich aus der jährlich verkauften Wärmemenge dividiert durch die Trasselänge (Haupt-, Zweig- und Hausanschlussleitung)
Anschlussdichte / Zielwert QM–Holz	Die Anschlussdichte wird ins Verhältnis mit dem Zielwert von QM–Holzheizwerke gesetzt. Der Zielwert beträgt $\geq 1.8 \text{ MWh}/(\text{a Tm})$ (Ganzjahresbetrieb inkl. Warmwasser mit einer Vorlauftemperatur von 70-90°C). Wert grösser 1 ist besser als der Zielwert.
Wärmeverlust Netz	Ist die Differenz der zugeführten und abgegebenen Wärme in Funktion der zugeführten Wärme.
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM–Holz	Der Wärmeverlust Netz wird ins Verhältnis mit dem Zielwert von QM–Holzheizwerke gesetzt. Der Zielwert beträgt $\leq 10\%$. Wert grösser 1 ist schlechter als der Zielwert.
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	Ist die Differenz der zugeführten minus abgegebenen Wärme in Funktion der Trasselänge (Haupt-, Zweig- und Hausanschlussleitung).
VBZ Wärmeabnehmer	Die Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeabnehmer berechnet sich aus der verkauften Wärmemenge (abgegebene Wärme) durch den Wärmeleistungsbedarf der Abnehmer.
VBZ Grundlast	Ist die Vollbetriebsstundenzahl des Grundlastkessels. Berechnet sich aus der jährlich erzeugten Wärmemenge des Grundlastkessels über der Nennwärmeleistung des Grundlastkessels.
VBZ Gesamt	Ist die Vollbetriebsstundenzahl der gesamten Wärmeerzeugungsanlage. Berechnet sich aus der jährlich erzeugten Wärmemenge über der gesamten Nennwärmeleistung.
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz	Investitionskosten bezogen auf die abgegebene Wärme.
Spezifischer Stromverbrauch Netz	Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme. Wert sollte zwischen 0.5-1% liegen.
Spezifischer Stromverbrauch Gesamt	Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
Speichergrösser Ist–Situation/Zielwert QM–Holz	Ist–Situation zum Zielwert von QM–Holzheizwerke. Der Zielwert für die Speichergrösse berechnet sich aus einer Stunde Betrieb bei Nennlast des grössten Holzkessels bei einer nutzbaren Speicher–Temperaturdifferenz von 30°C.
Wärmeverteilungskosten	Sind die Kosten für die Wärmeverteilung aus Sicht des Betreibers für die Bereitstellung von 1 kWh Wärme an die Abnehmer. Dabei wird mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren, einem Kalkulationszins von 3% und mit 2000 Vollbetriebsstundenzahl der Abnehmer gerechnet.
Wärmebezugskosten	Sind die Kosten aus Sicht des Abnehmers für den Bezug von 1 kWh Wärme mit einem Hausanschluss von 50 kW. Es wird mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren, einem Kalkulationszins von 3% und mit 2000 Vollbetriebsstundenzahl des Abnehmers gerechnet.

Sektor 7 und 8 – Diagramme Anschlussdichte und Vollbetriebsstundenzahl:

Die Diagramme in den Sektoren 7 und 8 vergleichen die Anschlussdichte und die Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeugung (Median–Werte) aus der Ist–Situation mit den Zielwerten von QM–Holzheizwerke.

Im Diagramm in Sektor 7 werden die Anschlussdichten verglichen. Dabei werden die Fernwärmenetze in 2 Gruppen aufgeteilt. Einerseits, Fernwärmenetze die das Ganze Jahr betrieben werden und eine Vorlauftemperatur von 70-90°C haben und andererseits die saisonal betriebenen mit derselben Vorlauftemperatur von 70-90°C (Median–Werte als roter Balken). Vergleichend sind die Zielwerte von QM–Holzheizwerke dargestellt (Roter Rahmen). Für den Fall Ganzjahresbetrieb hat QM–Holzheizwerke den Zielwert 1.8 MWh/(a Tm) und für den Fall Saisonbetrieb den Zielwert 1.3 MWh/(a Tm)) veröffentlicht.

Im zweiten Diagramm sind die Fernwärmenetze mit Begleitung durch QM– Holzheizwerke und im dritten Diagramm die Fernwärmenetze ohne Begleitung durch QM–Holzheizwerke weiter aufgeteilt. Die Ist–Situation ist Blau gekennzeichnet und die schwarze Linie zeigt die Bandbreite (Min/Max) der verfügbaren Daten.

Im Diagramm in Sektor 8 werden die Vollbetriebsstundenzahl der Wärmeerzeuger verglichen, wobei die Wärmeerzeugung der Fernwärmenetze in unterschiedliche hydraulische Einbindungen unterteilt ist. Für diesen Vergleich werden nur Fernwärmenetze mit Holzfeuerung benutzt. Die Zielwerte von QM–Holzheizwerke sind als Rote Rahmen dargestellt und die Median–Werte der Fernwärmenetze als rote Balken. Die Ist–Situation ist Blau gekennzeichnet und wird nur dargestellt wenn eine Holzfeuerung als Grundlastkessel vorhanden ist. Die schwarze Linie zeigt die Bandbreite (Min/Max) der verfügbaren Daten.

Sektor 9 – Diagramme Anschlussdichte und Netzverlust:

Im Sektor 9 sind 3 Diagramme dargestellt. Links sind die Netzverluste aller Fernwärmenetze in Funktion der Anschlussdichte dargestellt. Die Fernwärmenetze sind nach unterschiedlichen Wärmeerzeugungstechnologien (Feuerung, WKK, WP, WRG) unterteilt. Schwarz umkreist ist das jeweilige Fernwärmenetz von Interesse.

Im Diagramm oben rechts sind von allen Fernwärmenetzen die „Wärmeverluste Netz / Zielwert QM“ in zehntel Gruppen (X–Achse) unterteilt. Auf der Y–Achse ist die Häufigkeit (Schwarz) und die Summenkurve (Rot) dargestellt. Werte grösser 1 sind dabei schlechter als der Zielwert von QM–Holzheizwerke. Bei einem Wert von 1.0, welches die Werte von > 0.95 bis ≤ 1.05 einschliesst, haben 12% der Fernwärmenetze einen Wärmeverlust von ca. 10%. Gemäss der Summenkurve erfüllen dabei lediglich 42% der Fernwärmenetze den Zielwert nach QM–Holzheizwerke.

Im Diagramm unten rechts sind die „Anschlussdichten / Zielwert QM–Holz“ in zwei zehntel Gruppen unterteilt. Auf der Y–Achse ist ebenfalls die Häufigkeit (Schwarz) und die Summenkurve (Rot) dargestellt. Werte grösser 1 sind besser als der Zielwert von QM–Holzheizwerke. Bei einem Wert von 1.0, welches die Werte von > 0.9 bis ≤ 1.1 einschliesst, haben 14% der Fernwärmenetze eine Anschlussdichte von ca. 1.8 MWh/(a Tm). Gemäss der Summenkurve erfüllen dabei 64% der Fernwärmenetze den Zielwert nach QM–Holzheizwerke.

Sektor 10 – Diagramme Speichergösse:

Im Sektor 10 sind 3 Diagramme zur Speichergösse dargestellt. Es wird von allen Fernwärmenetzen mit Holzfeuerung und Speicher das Verhältnis der „Ist-Situation / Zielwert QM-Holz“ in Gruppen von 0.25 (X-Achse) unterteilt. Die Y-Achse zeigt die Häufigkeit (Schwarz) und die Summenkurve (Rot). Das obere Diagramm zeigt alle Fernwärmenetze, das mittlere die Fernwärmenetze mit QM-Holz Begleitung und das untere die Fernwärmenetze ohne QM-Holz Begleitung. Werte grösser 1 sind besser als der Zielwert von QM-Holzheizwerke.

Im oberen Diagramm erfüllen 30% der Fernwärmenetze die Speichergössenforderung nach QM-Holz nur um die Hälfte. Der Wert 0.5 umfasst dabei die Werte von > 0.375 bis ≤ 0.625 . Gemäss der Summenkurve erfüllen über 60% der Fernwärmenetze (0.75) den Zielwert nach QM-Holzheizwerke nicht.

Sektor 11 – Diagramme Rohrsysteme:

Das Diagramm zeigt die Wärmeverluste der unterschiedlichen Rohrsysteme inkl. der Dämmstärken der untersuchten Fernwärmenetze. Die Schwarzen Linien stellt die Bandbreite (Min/Max) dar.

Sektor 12 – Diagramme Stromverbrauch:

Die zwei Diagramme in Sektor 12 zeigen die spezifischen Stromverbräuche für das Netz und die Gesamtanlage.

Im Diagramm oben ist der spezifische Stromverbrauch des Netzes in Gruppen von 0.25 (X-Achse) unterteilt. Auf der Y-Achse ist die Häufigkeit (Schwarz) und die Summenkurve (Rot) dargestellt. Der spezifische Stromverbrauch des Netzes ist das Verhältnis des jährlichen Stromverbrauchs der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme. Als Zielwert sollte der Stromverbrauch zwischen 0.5-1% liegen. Bei einem Wert von 0.25%, welches die Werte von $> 0\%$ bis $\leq 0.375\%$ einschliesst, haben über 50% der untersuchten Fernwärmenetze einen spezifischen Stromverbrauch des Netzes von unter 0.375%. Und gemäss der Summenkurve erfüllen über 90% der Fernwärmenetze den Zielwert von 1%.

Im Diagramm unten ist der spezifische Stromverbrauch der Gesamtanlage in Gruppen von 0.5 (X-Achse) unterteilt. Auf der Y-Achse ist die Häufigkeit (Schwarz) und die Summenkurve (Rot) dargestellt. Der spezifische Stromverbrauch der Gesamtanlage ist das Verhältnis des jährlichen Stromverbrauchs der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme. Bei einem Wert von 1.5%, welches die Werte von $> 1.25\%$ bis $\leq 1.75\%$ einschliesst, haben 33% der untersuchten Fernwärmenetze einen spezifischen Stromverbrauch der Gesamtanlage von ca. 1.5%. Gemäss der Summenkurve liegt der Stromverbrauch der Gesamtanlagen von über 80% der Fernwärmenetze unter 3% der zugeführten Wärmeenergie.

Der blaue Pfeil zeigt wo sich das jeweilige Fernwärmenetz befindet.

7.3 Datenblätter: Dokumente

Auf den folgenden Seiten sind die Datenblätter zu den untersuchten Fernwärmenetzen angehängt. Die Datenblätter sind nach aufsteigender Anlagenummer geordnet.

Ein Datenblatt für eine Anlage umfasst jeweils zwei Seiten und hat zur besseren Erkennung eine eigene Seitennummerierung mit zusätzlicher Angabe der Anlagenummer im unteren Bereich.

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	001
Inbetriebnahme	2000
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

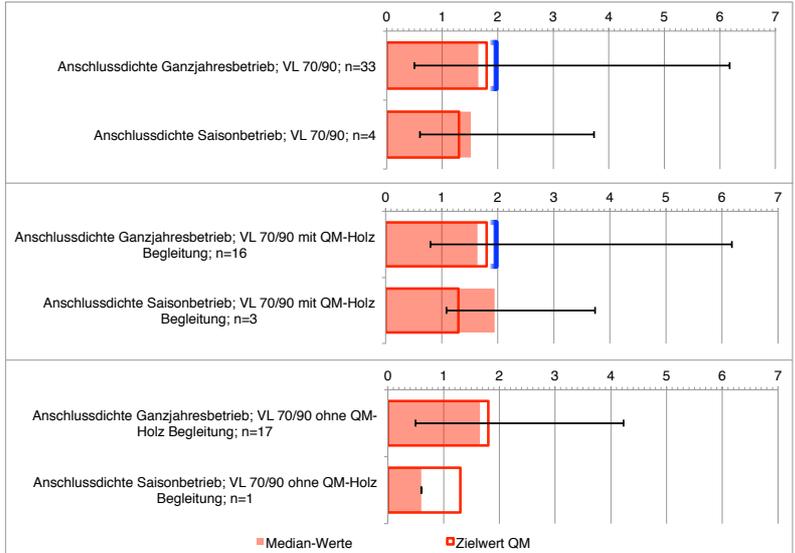
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	3	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	14'400	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	5'000	
Wärmeproduktion	MWh/a	26'603	
Speicher	Ist-Situation	m³	35.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	40.8

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	17'500	
Zugeführte Wärme	MWh/a	26'603	
Abgegebene Wärme	MWh/a	25'000	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	1'900'000	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	850'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	91	
Max. Rücklauftemperatur	°C	61	
Trasselänge	Tm	12'700	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	128	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR; KMR-Duo
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3 / Verstärkt
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung	
Förderbeiträge	-	Ja	

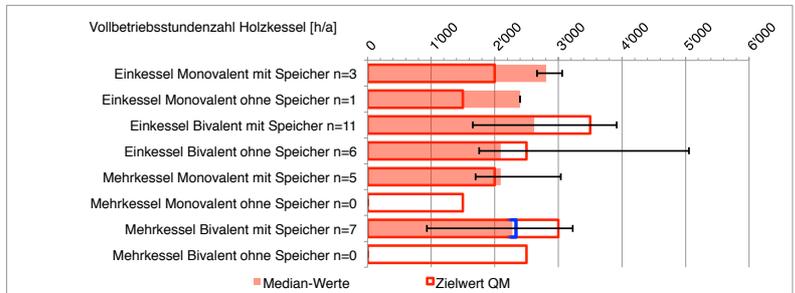
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	90
	bei +10° Aussen	°C	75
	Sommermonate	°C	75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	60
	bei +10° Aussen	°C	60
	Maximal	°C	60
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	60
	bei +10° Aussen	°C	60
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	14
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.7
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.8
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	9.0
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	-
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	20
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾		CHF	N/A
		-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr		CHF	39'204
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)	34.6
Wärmepreis		Rp./kWh	9.7

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)	1.97
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.09
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%	6.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.6
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)	126
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K	11.5
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a	1'429
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)		h/a	2'333
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a	1'847
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾		CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%	3.20
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-	0.86
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	N/A	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	13.46



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.97 MWh/(a Tm)


 Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2333 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 001

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

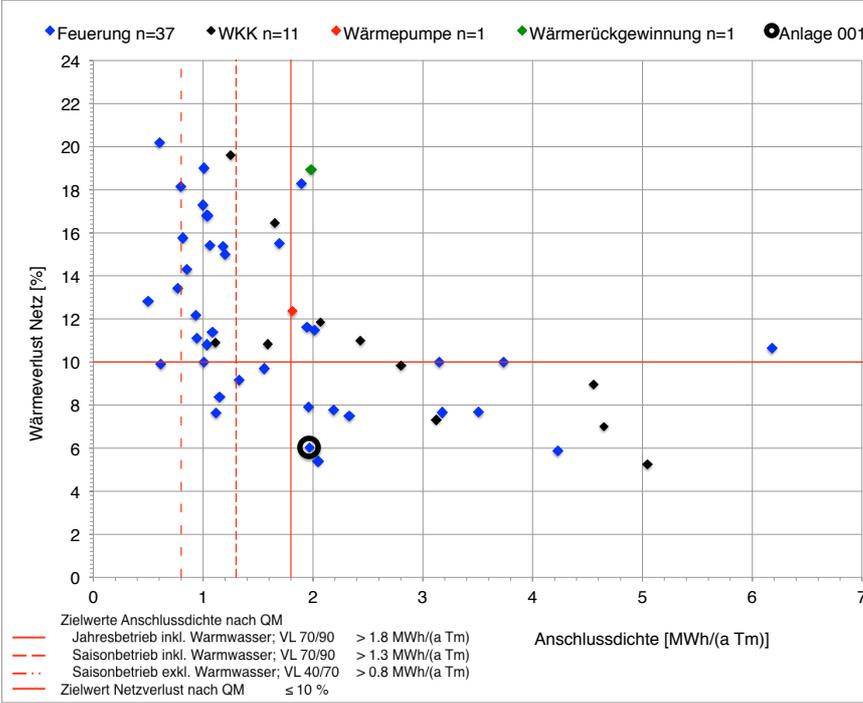
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

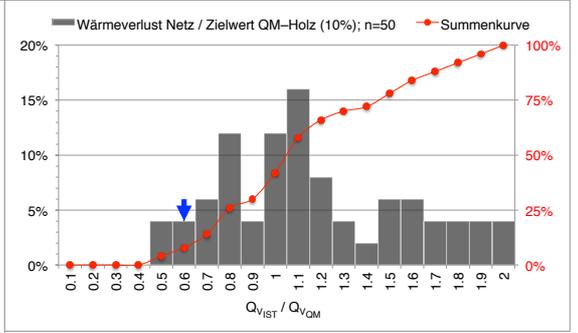
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

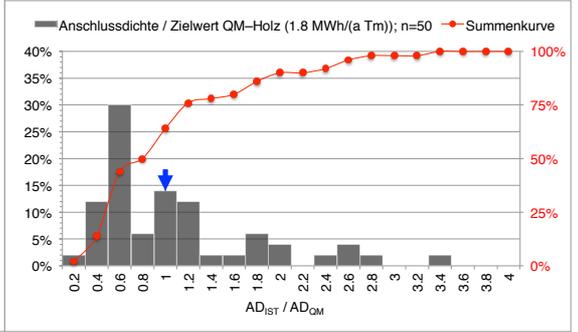
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



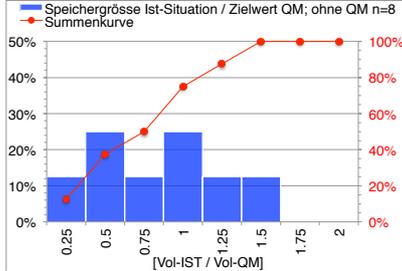
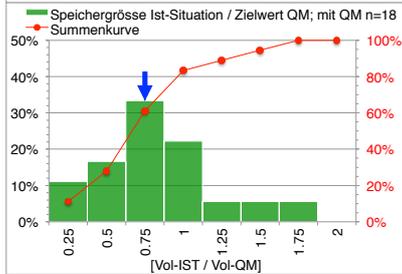
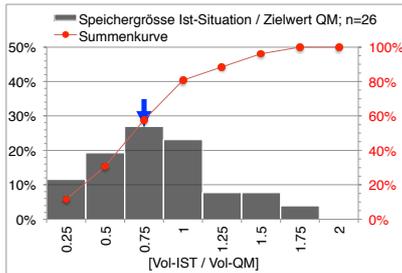
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 6.03%; Anschlussdichte = 1.97 MWh/(a Tm)



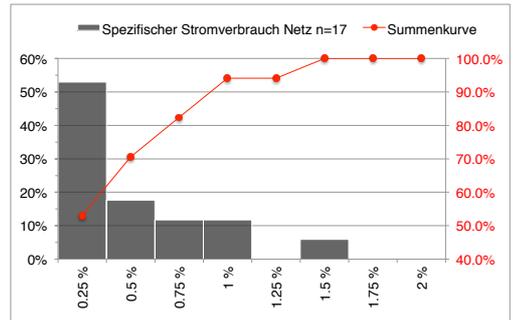
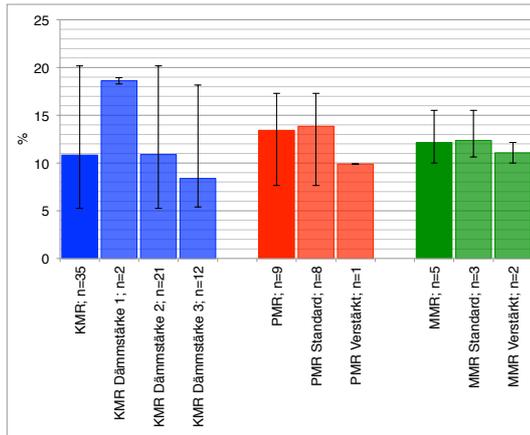
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.60



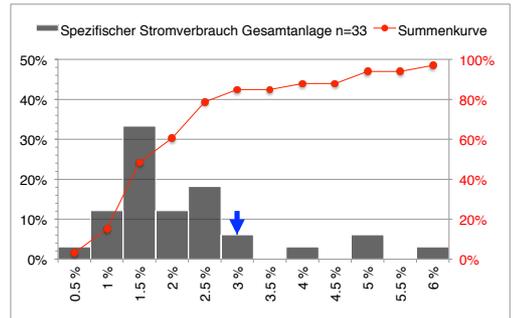
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.09



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.86
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A%



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 3.20%

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	002
Inbetriebnahme	1927
Endausbau	offen
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

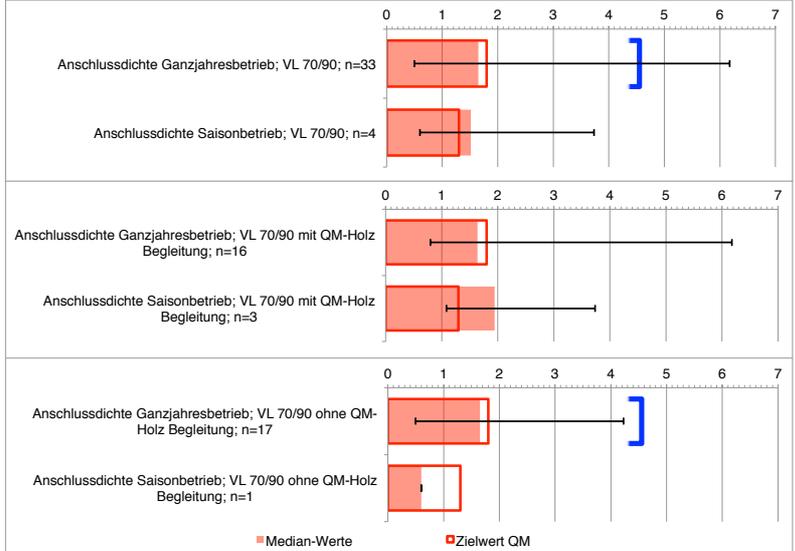
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	KVA	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	499'000	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	752'000	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	400'000	
Zugeführte Wärme	MWh/a	780'000	
Abgegebene Wärme	MWh/a	710'000	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	9'200'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	120	
Max. Rücklauftemperatur	°C	67	
Trassellänge	Tm	156'000	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	1'738	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR; Andere
	Zweigleitung	-	KMR; Andere
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Ja	

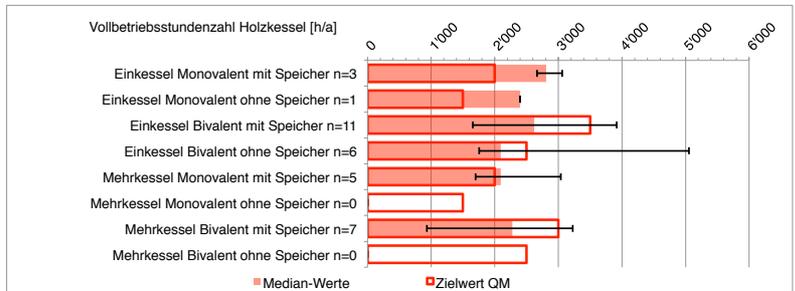
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	113
	bei +10° Aussen	°C	90
	Sommermonate	°C	90
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	65
	bei +10° Aussen	°C	50
	Maximal	°C	67
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	65
	bei +10° Aussen	°C	50
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	25
Prüfdruck		bar	33
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	1.0
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	3

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'000'000'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	33'313	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	47.5	
Wärmepreis	Rp./kWh	9.1	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	4.55	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	2.53
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	9.0	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.9
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	449	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'775	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)	h/a	6'257	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'507	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	1'408	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.18	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	6.38
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	13.17



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 4.55 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 002

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

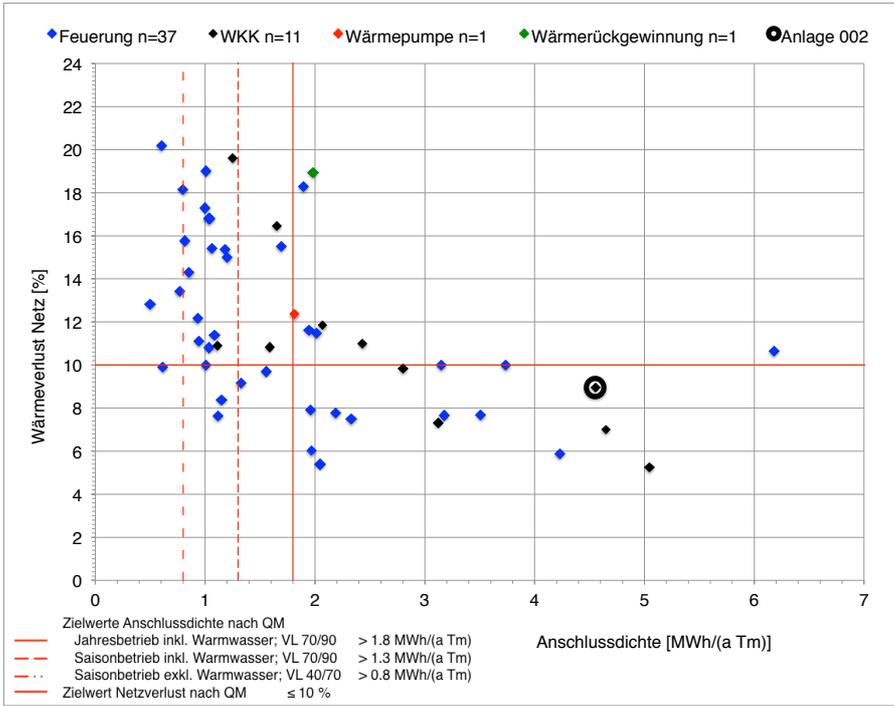
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

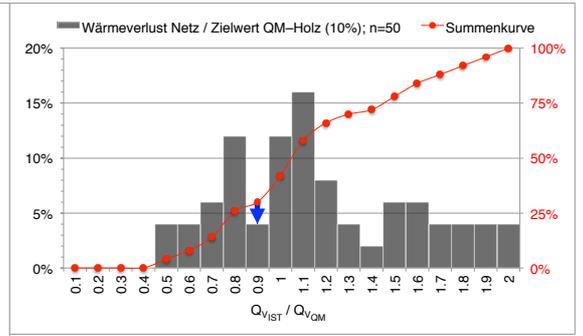
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

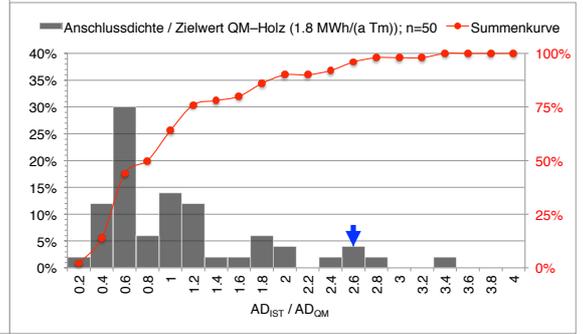
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



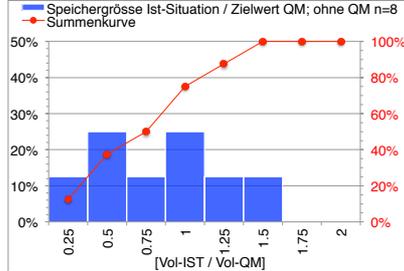
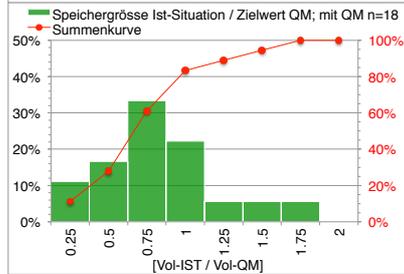
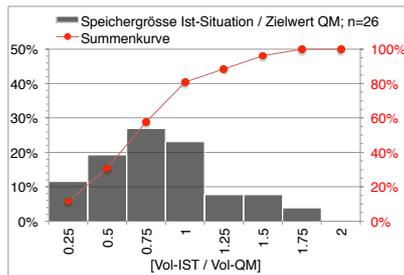
WKK; Wärmeverlust Netz = 8.97 %; Anschlussdichte = 4.55 MWh/(a Tm)



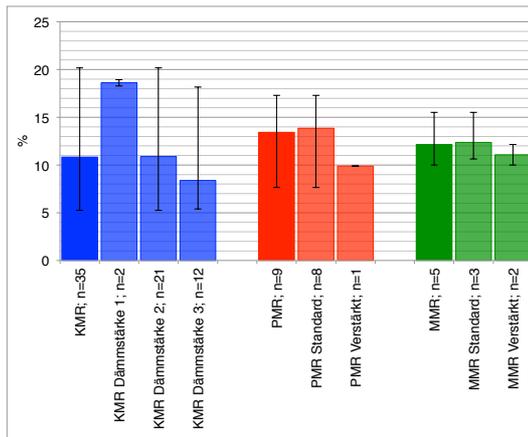
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.90



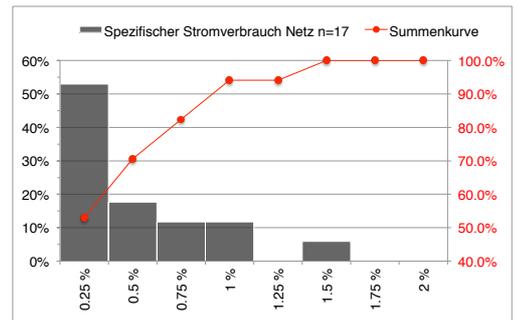
Anschlussdichte / Zielwert QM = 2.53



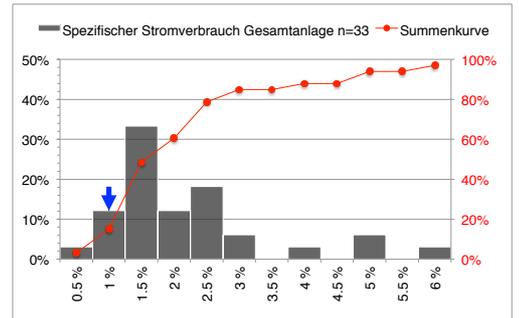
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Andere; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 8.97 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.18 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	003
Inbetriebnahme	2007
Endausbau	2026
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

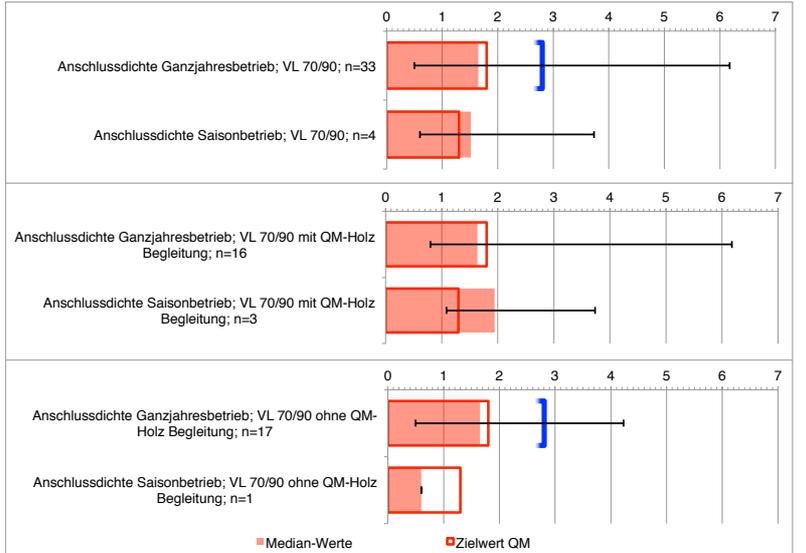
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	KVA	
Spitzenlast	-	KVA	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	125'000	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	745'000	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	26'931	
Zugeführte Wärme	MWh/a	46'944	
Abgegebene Wärme	MWh/a	42'333	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	1'600'000	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	400'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	120	
Max. Rücklauftemperatur	°C	69	
Trassellänge	Tm	15'104	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	75	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz	
Förderbeiträge	-	Ja	

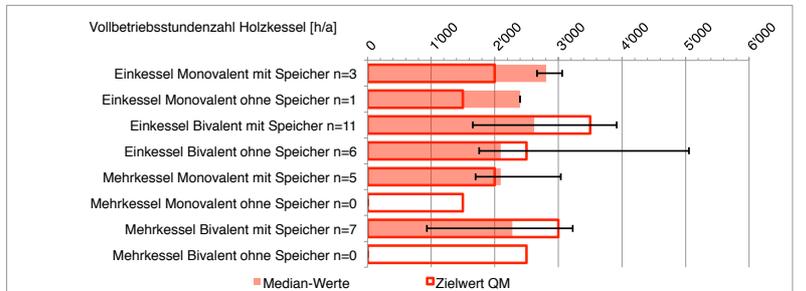
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	110
	bei +10° Aussen	°C	85
	Sommermonate	°C	80
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	24
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	1.0
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	4
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	5

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	21'600'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	19'829	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	57.1	
Wärmepreis	Rp./kWh	7.0	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.80	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.56
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	9.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.0
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	305	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	23.2	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'572	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)	h/a	7'360	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	5'960	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	510	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.85	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	2.05
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	10.89



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 2.80 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 003

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

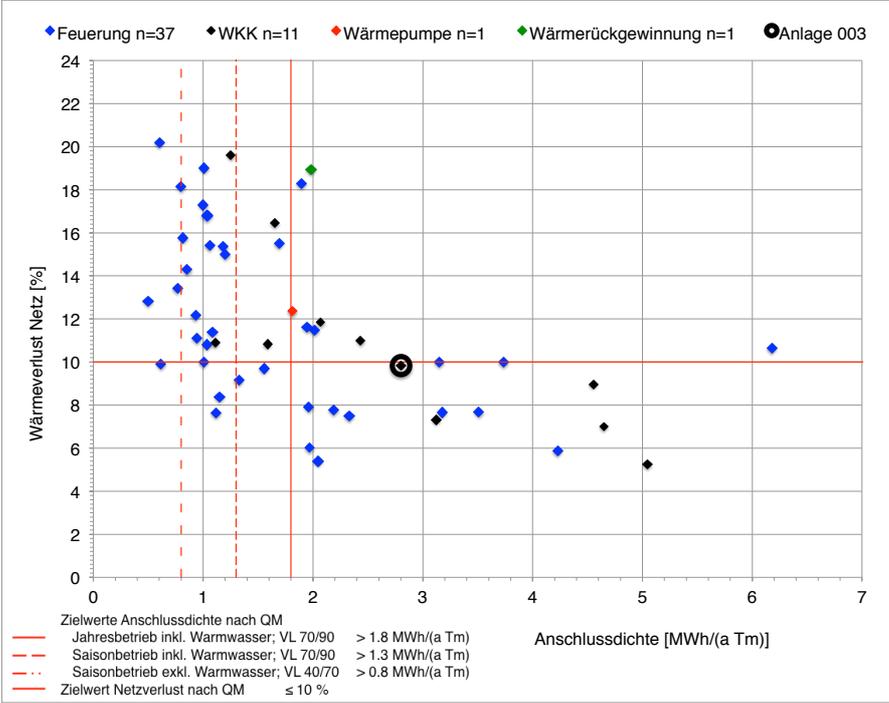
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

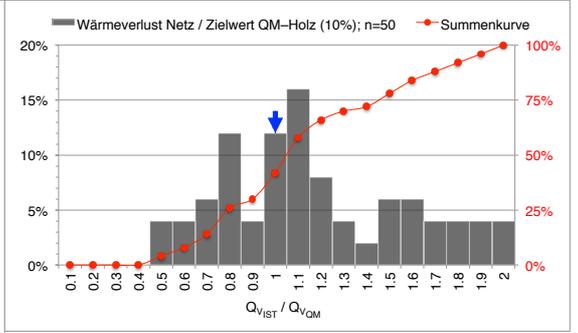
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

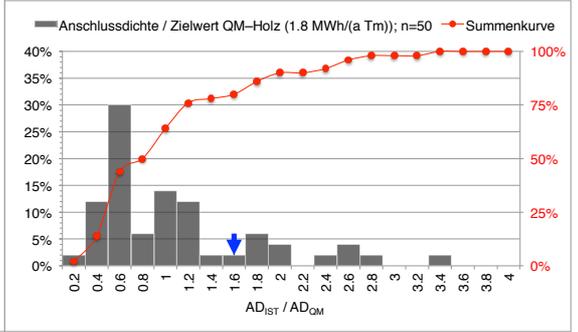
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



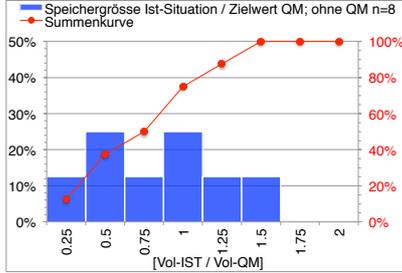
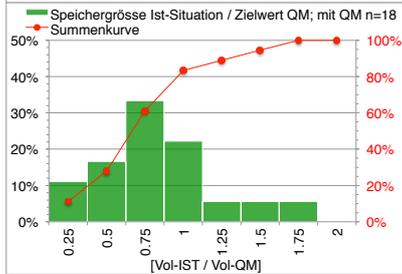
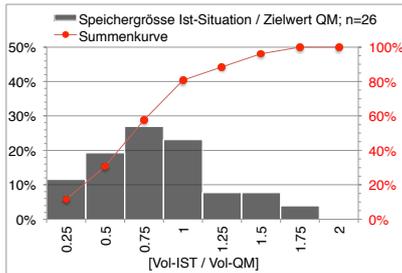
WKK; Wärmeverlust Netz = 9.82%; Anschlussdichte = 2.80 MWh/(a Tm)



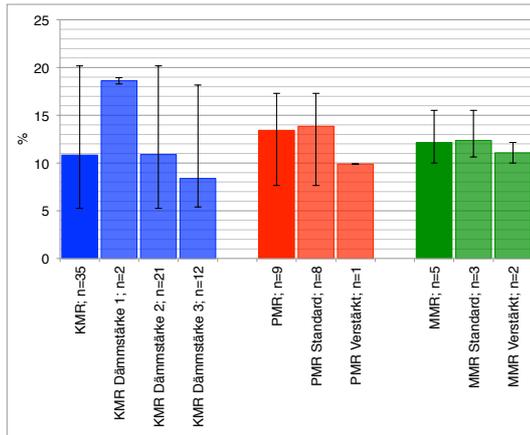
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.98



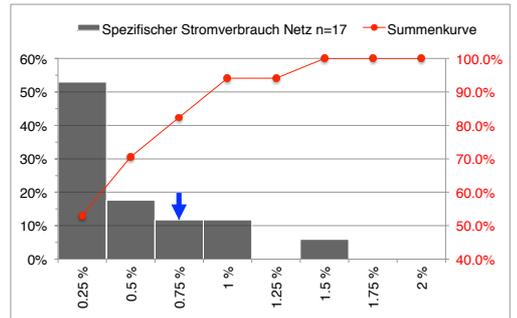
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.56



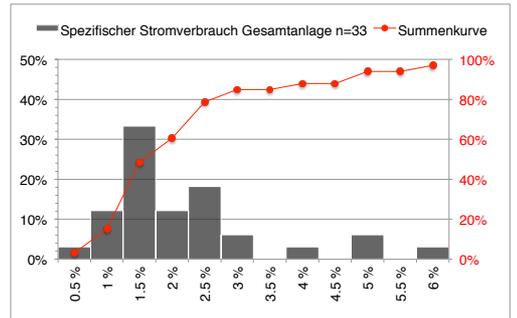
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 9.82%
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.85%



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A%

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	004
Inbetriebnahme	2012
Endausbau	offen
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

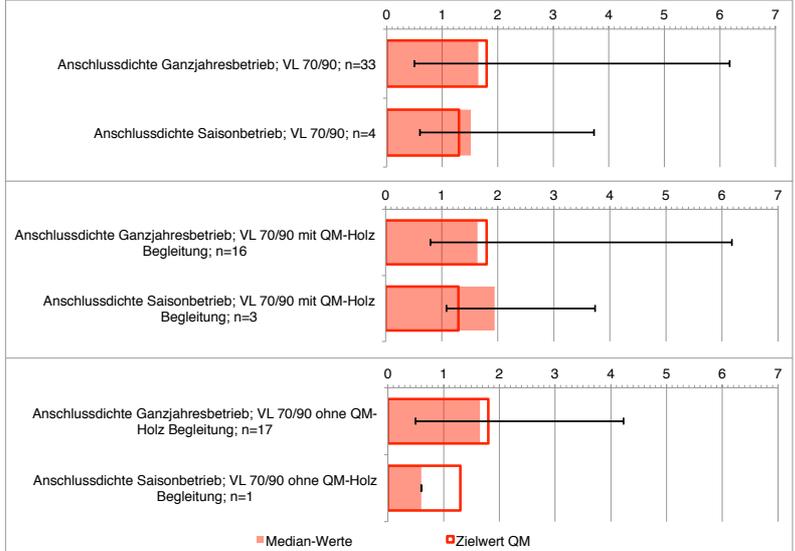
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	185'000
- exklusiv Hausstation		
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	260.0
Wärmepreis	Rp./kWh	7.3

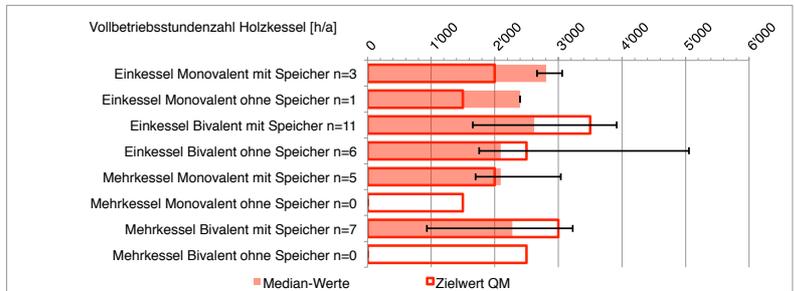
Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	N/A
Zugeführte Wärme	MWh/a	N/A
Abgegebene Wärme	MWh/a	N/A
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	5'500
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	N/A
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR; MMR
	Zweigleitung	- KMR; MMR
Dämmstärke	Hausanschluss	- KMR
	Stammleitung	- 3
	Zweigleitung	- 3; Standard
	Hausanschluss	- 3; Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Ja

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	N/A
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	N/A
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	N/A
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh
		#DIV/0!
		20.25

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nennndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = N/A MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 004

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

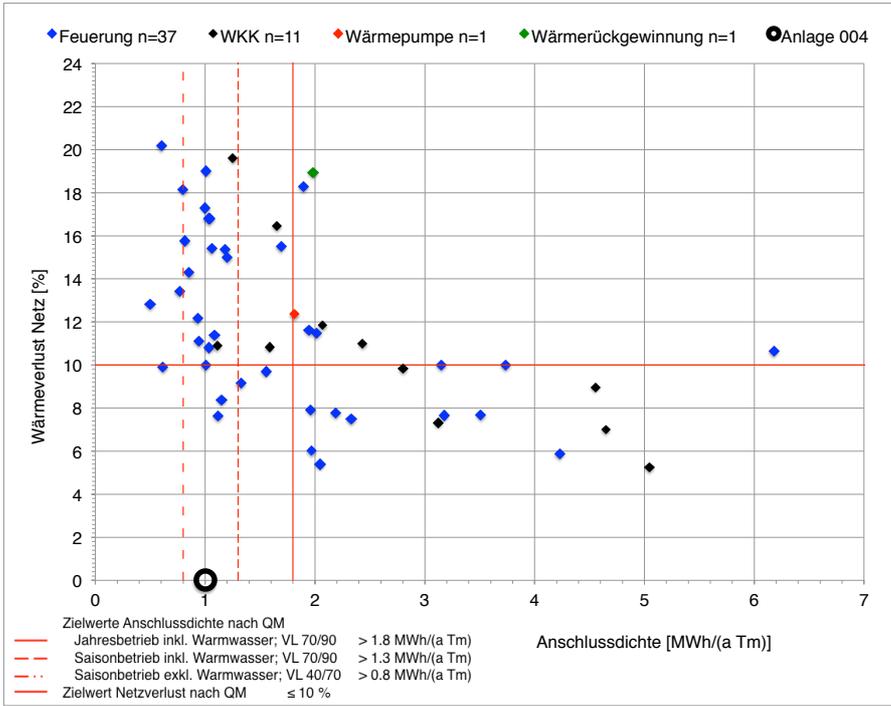
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

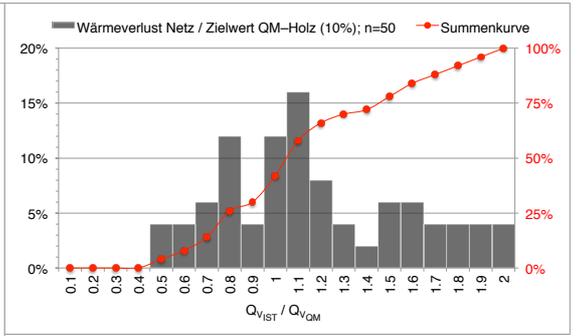
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

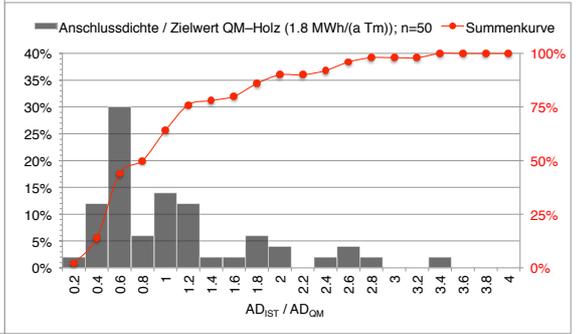
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



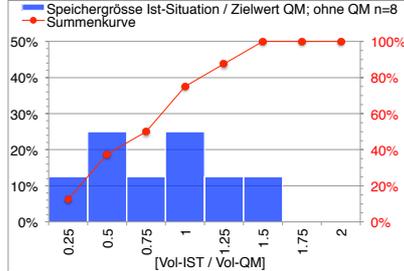
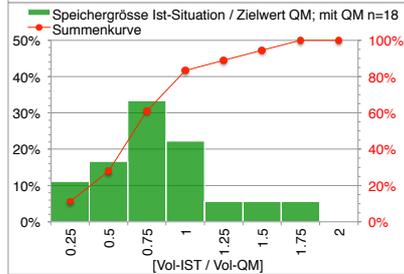
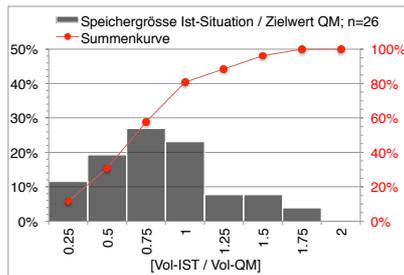
Feuerung; Wärmeverlust Netz = N/A%; Anschlussdichte = N/AMWh/(a Tm)



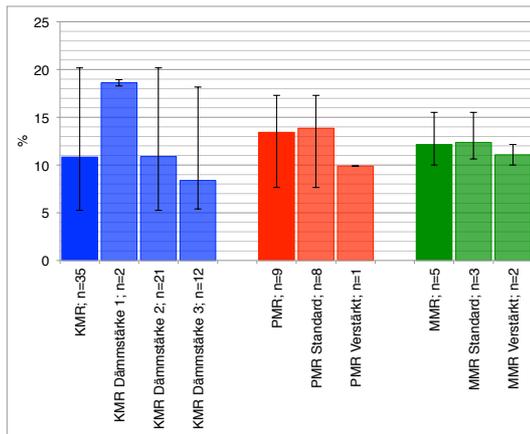
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = N/A



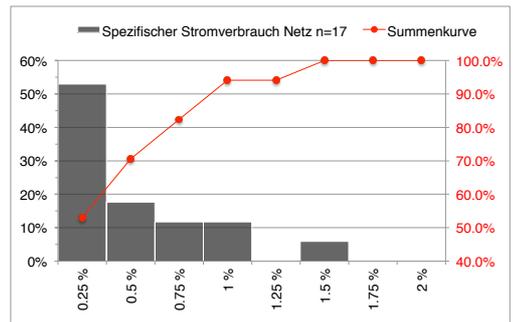
Anschlussdichte / Zielwert QM = N/A



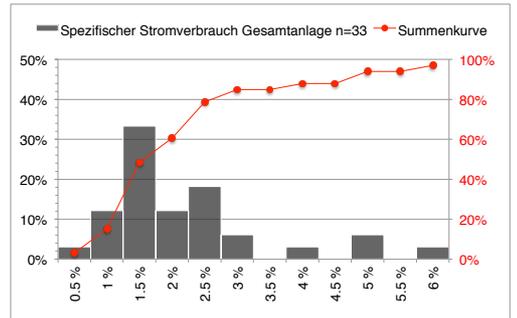
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; MMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = N/A%



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A%



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A%

Anlage	005
Inbetriebnahme	2010
Endausbau	offen
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	6480 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

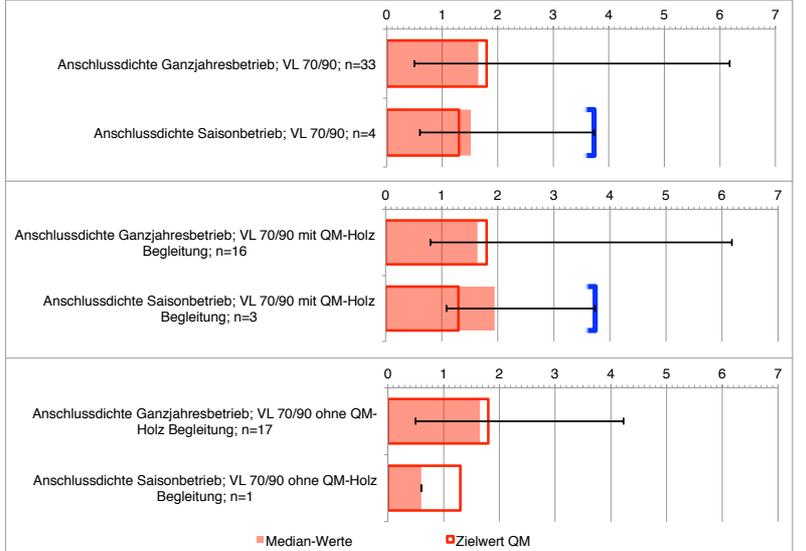
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Erdgas
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'000
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'250
Wärmeproduktion	MWh/a	3'400
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'484
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'778
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'400
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	6'800
Max. Vorlauftemperatur	°C	83
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	910
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	7
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR; MMR
	Zweigleitung	- KMR; MMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	- 3; Standard
	Hausanschluss	- 3; Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Ja

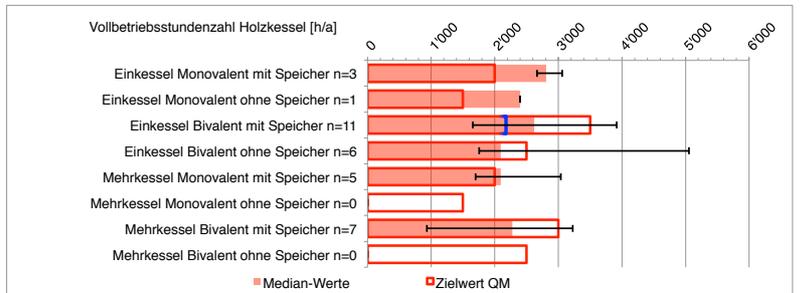
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-		N/A
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		N/A
Prüfdruck	bar		N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	970'000
	-	exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	42'500
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	150.0
Wärmepreis	Rp./kWh	8.5

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	3.74
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	10.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	415
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'291
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'176
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'700
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	285
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	0.18
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.52
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾		18.17



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 3.74 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2176 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 005

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

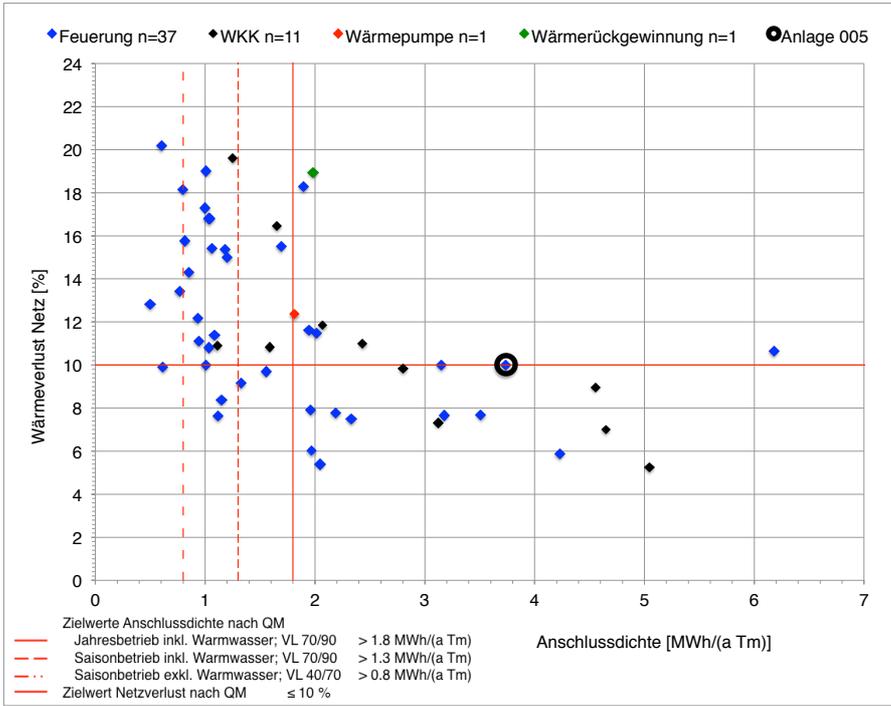
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

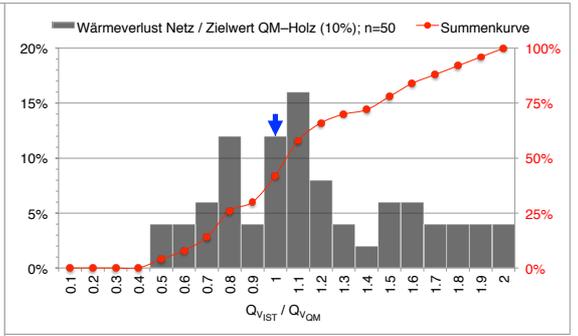
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

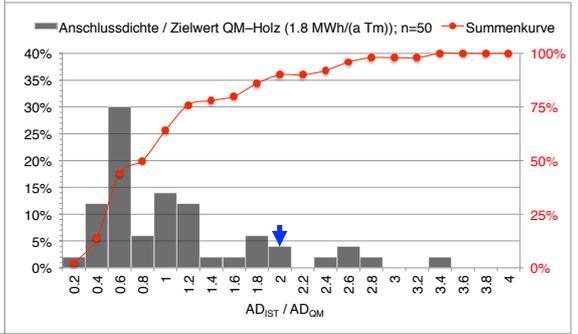
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



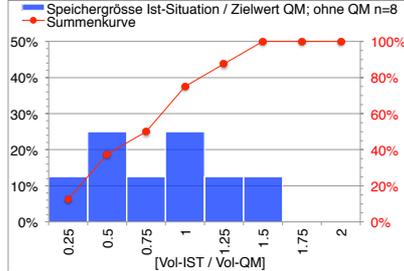
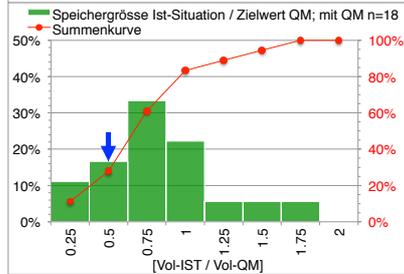
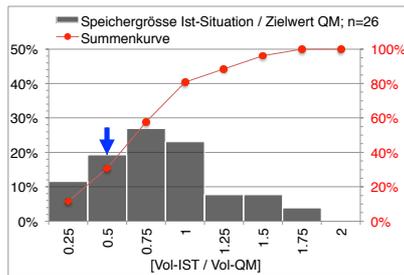
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 10.01 %; Anschlussdichte = 3.74 MWh/(a Tm)



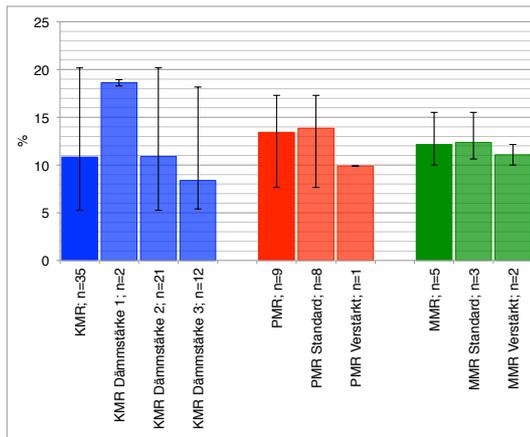
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.00



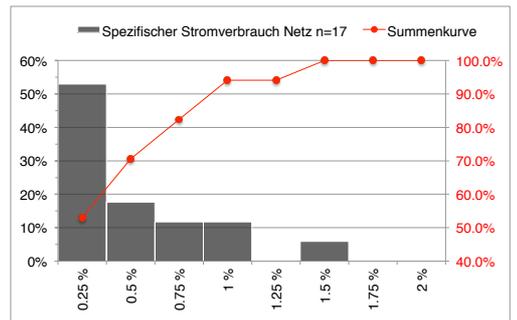
Anschlussdichte / Zielwert QM = 2.00



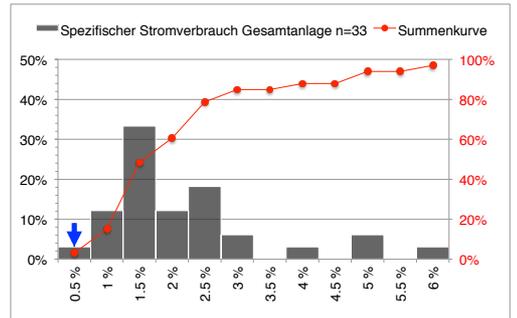
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.52 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; MMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 10.01 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 0.18 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

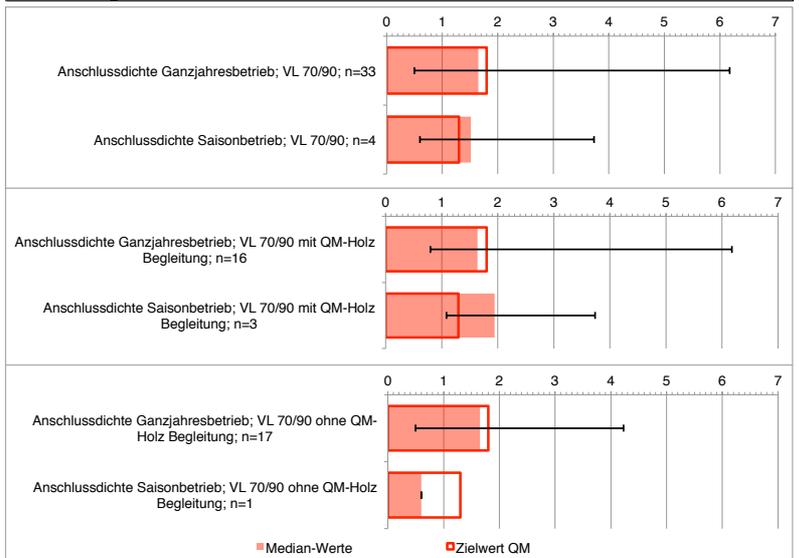
Anlage	006
Inbetriebnahme	1999
Endausbau	offen
Betriebsart	0
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	KVA
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

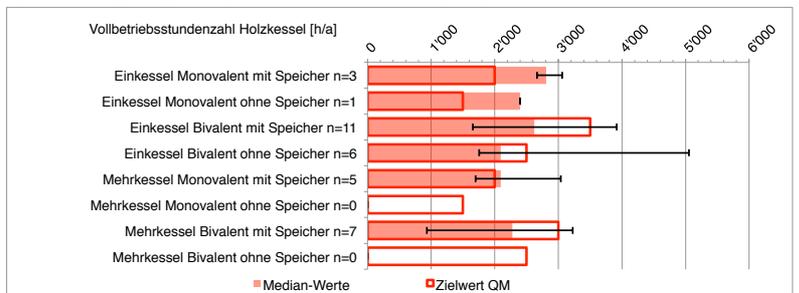
Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾		CHF
		-
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr		CHF
		N/A
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)
Wärmepreis		Rp./kWh
		N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	N/A
Zugeführte Wärme	MWh/a	N/A
Abgegebene Wärme	MWh/a	N/A
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	N/A
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
Dämmstärke	Hausanschluss	-
	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)		h/a
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾		CHF/(MWh/a)
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh



0; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = N/A MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 006

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

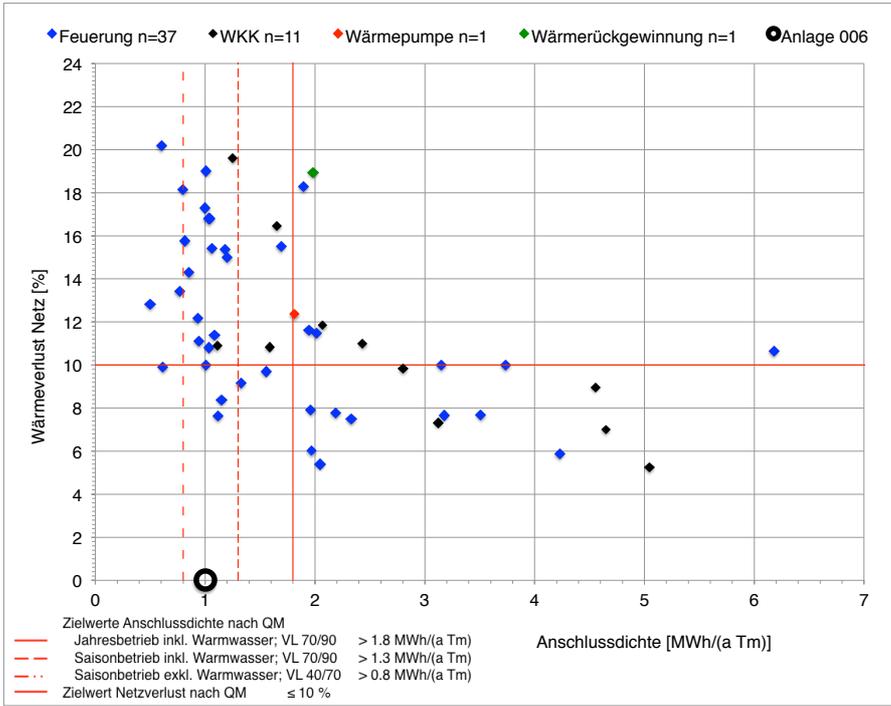
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

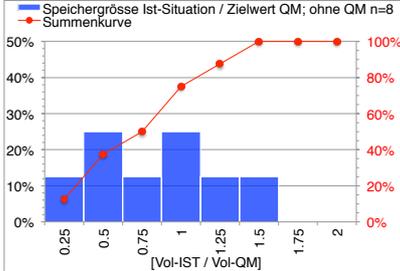
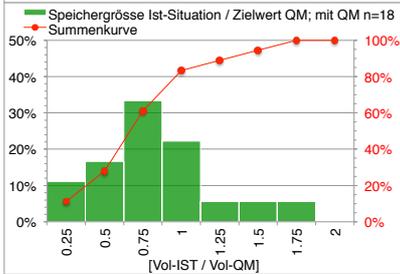
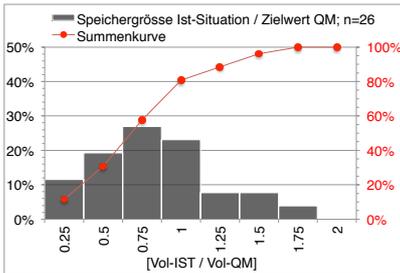
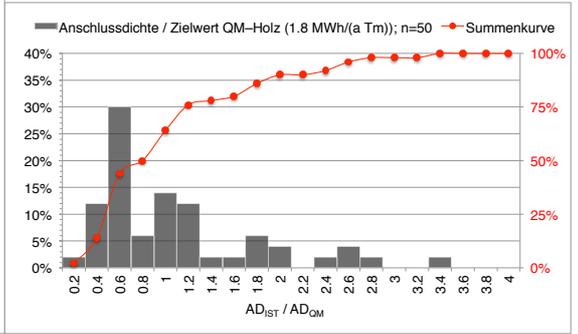
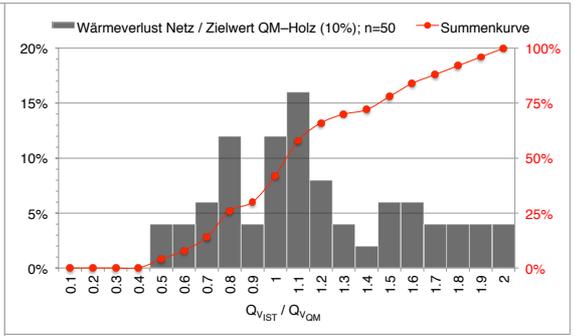
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

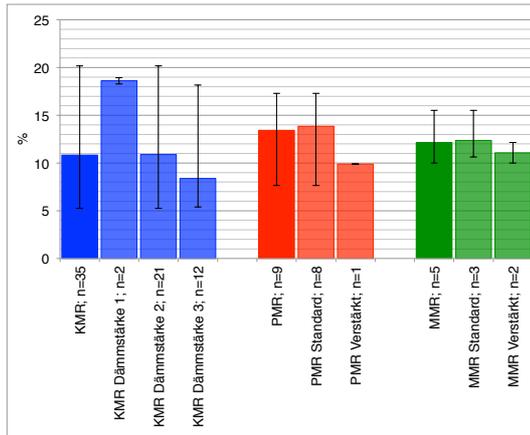
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



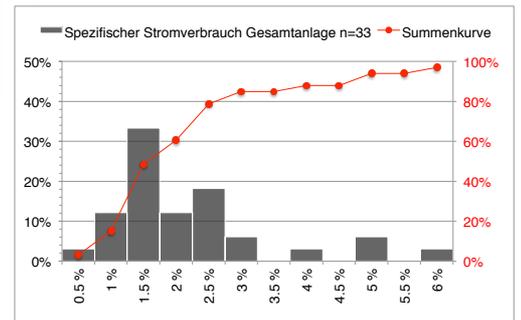
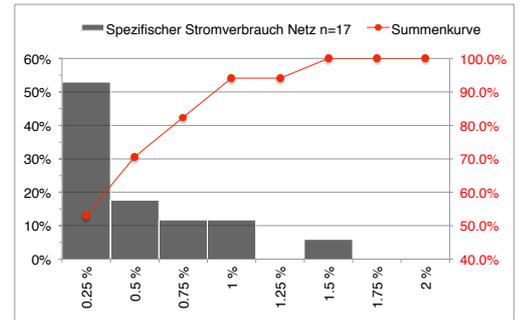
WKK; Wärmeverlust Netz = N/A%; Anschlussdichte = N/AMWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
 Rohrsystem = N/A; Dämmstärke = N/A
 Wärmeverlust Netz = N/A %
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Anlage	007
Inbetriebnahme	1986
Endausbau	2030
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

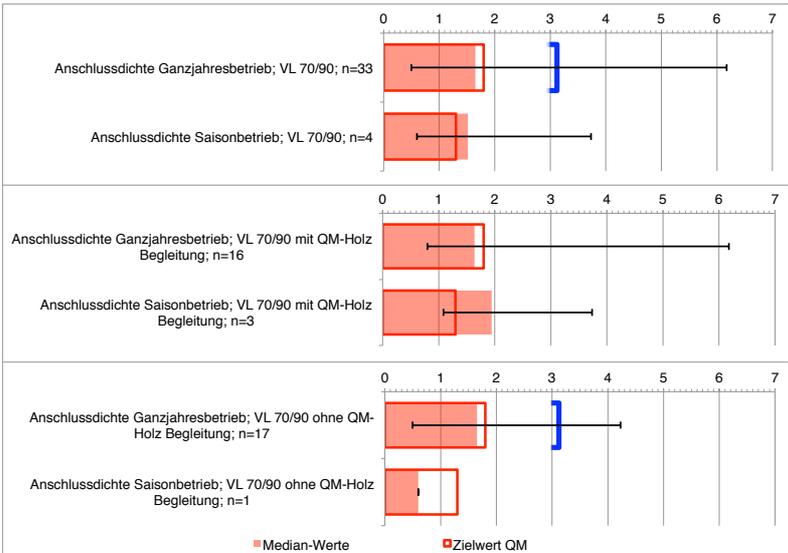
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	KVA	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	34'000	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	69'630	
Speicher	Ist-Situation	m³	210.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	41'314	
Zugeführte Wärme	MWh/a	70'830	
Abgegebene Wärme	MWh/a	65'650	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	1'439'467	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	130	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trasselänge	Tm	21'034	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	284	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR; MMR
	Zweigleitung	-	KMR; MMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2; Verstärkt
	Hausanschluss	-	2; Verstärkt
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz	
Förderbeiträge	-	Ja	

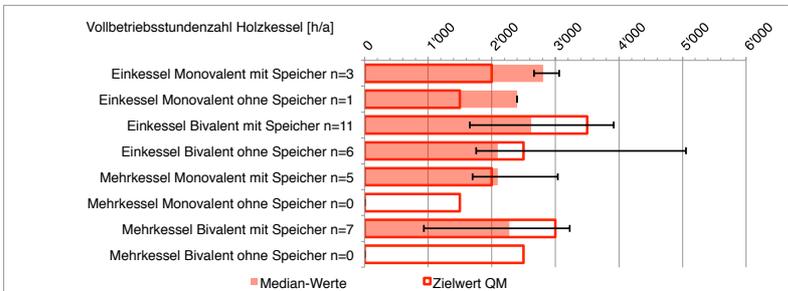
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	130
	bei +10° Aussen	°C	80
	Sommermonate	°C	80
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	25
Prüfdruck		bar	33
Verlust Hausinstallation	min.	bar	0.2
	max.	bar	0.8
Differenz Hausanschluss	min.	bar	1.0
Ventilautorität Regulierventil		-	1
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	10.0
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.0
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	30
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	5

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	25'000'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	16'250	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	50.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	7.3	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	3.12	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.73
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	7.3
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.7
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	246	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	39.9	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'589	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)	h/a	4'212	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'048	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	381	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	1.54
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	10.63

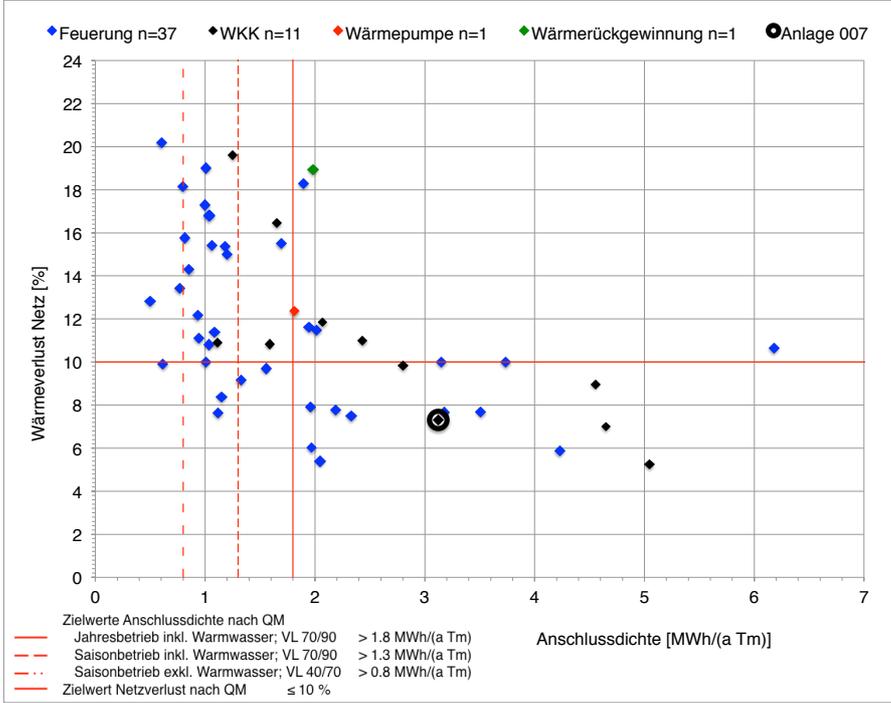


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 3.12 MWh/(a Tm)

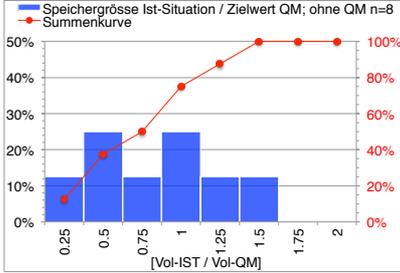
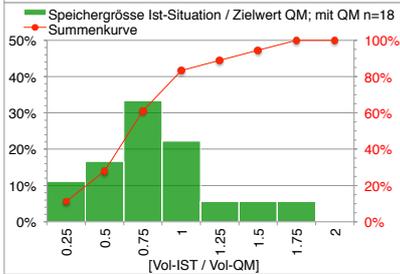
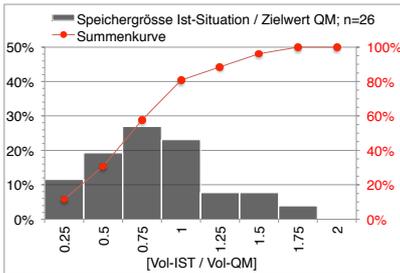
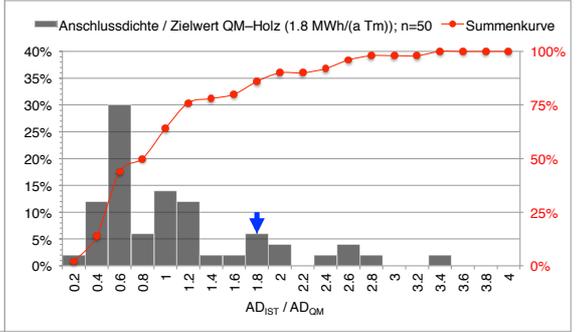
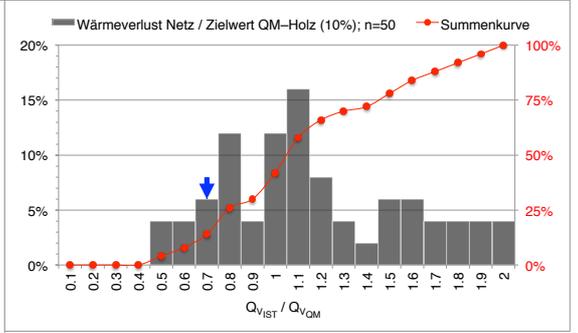


Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 007

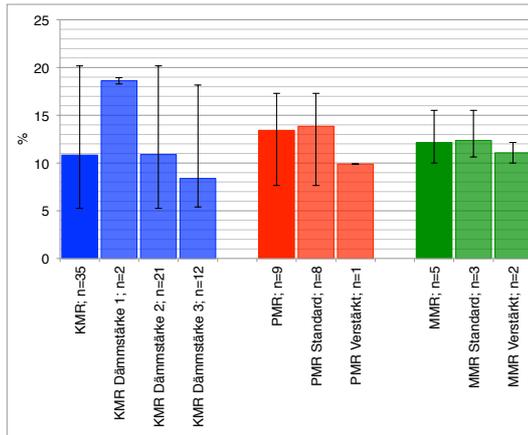
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



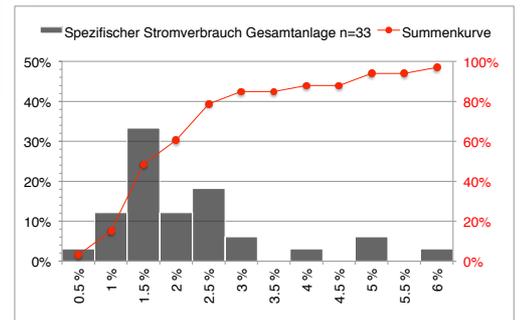
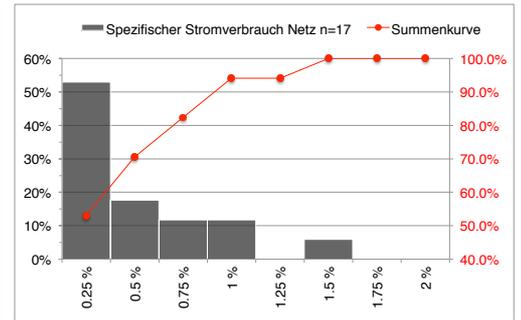
WKK; Wärmeverlust Netz = 7.31 %; Anschlussdichte = 3.12 MWh/(a Tm)



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; MMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 7.31 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	008
Inbetriebnahme	2009
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

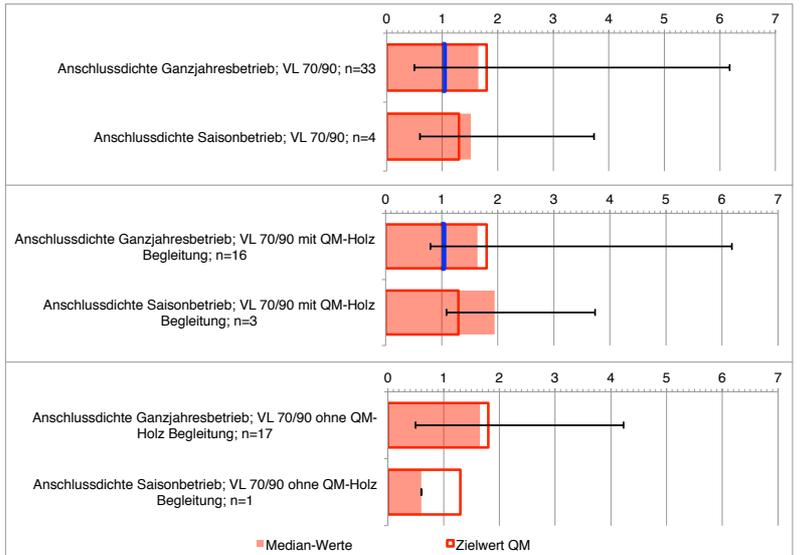
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	3	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'500	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'100	
Wärmeproduktion	MWh/a	4'245	
Speicher	Ist-Situation	m³	10.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	32.1

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'135	
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'245	
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'532	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	76'458	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	60	
Trasselänge	Tm	3'403	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	56	
Rohrsystem	Stammleitung	-	PMR
	Zweigleitung	-	PMR; PMR-Duo
	Hausanschluss	-	PMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Nein	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Ja	

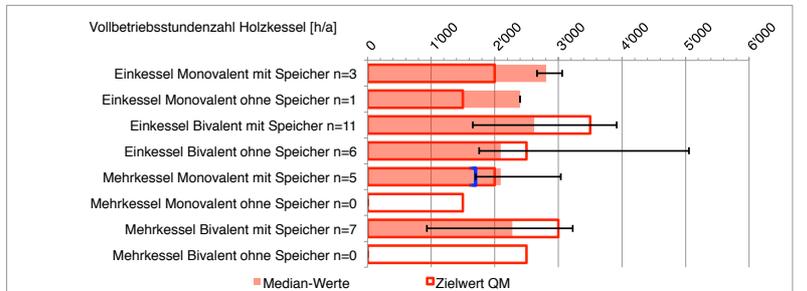
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		>0.5
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	3'580'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	34'020	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	29.9	
Wärmepreis	Rp./kWh	11.4	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.04	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.58
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	16.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.7
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	210	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'654	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	1'698	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'698	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	1'014	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.80	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.31
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	4.28
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	14.66



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.04 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holz-kessel = 1698 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 008

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

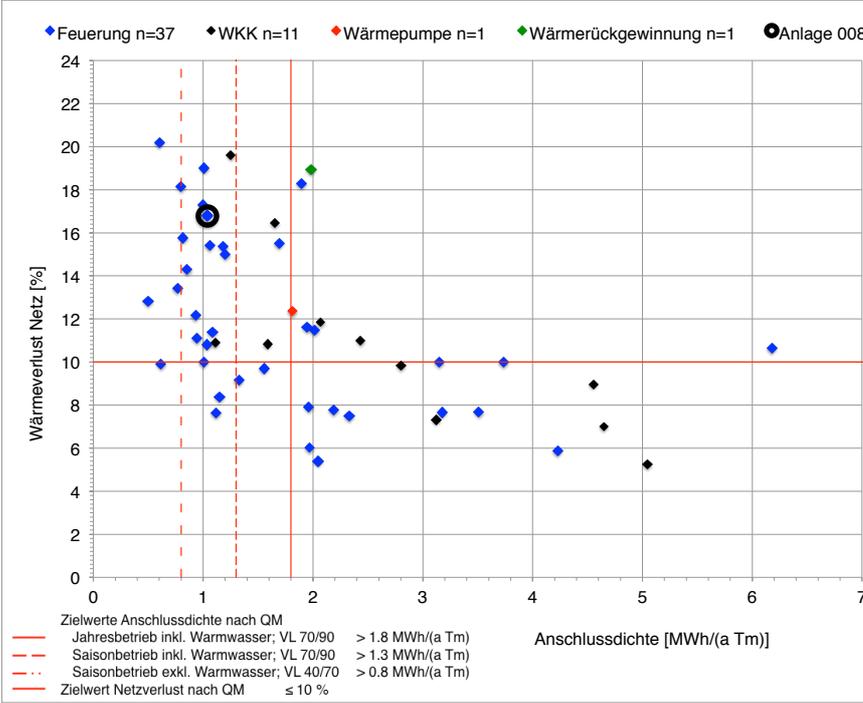
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

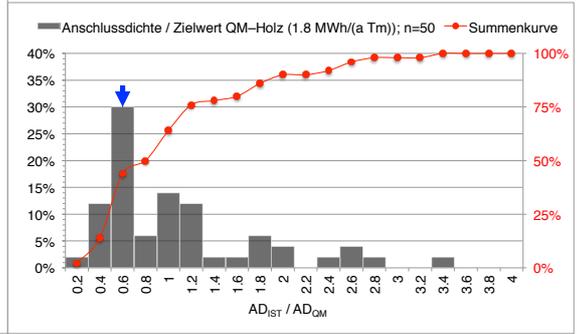
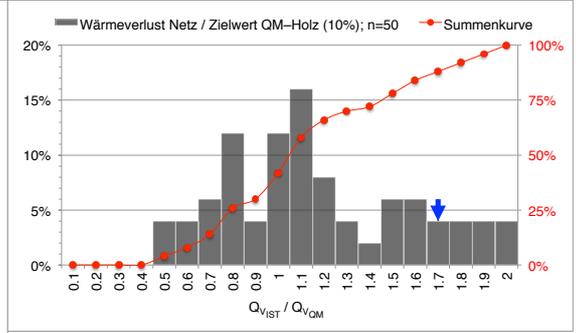
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

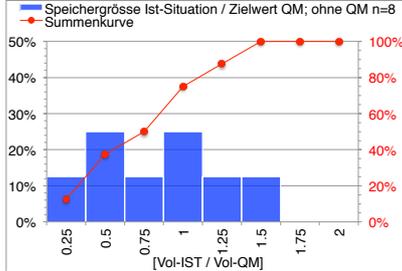
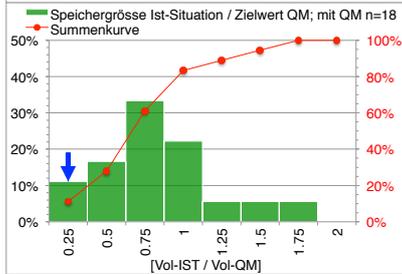
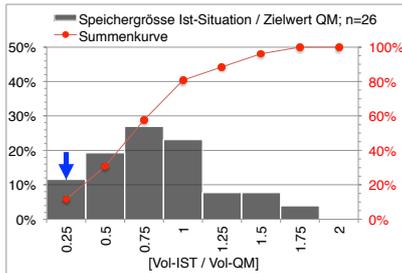
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



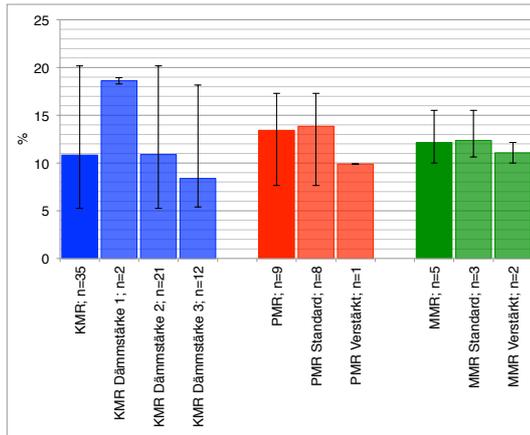
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 16.80 %; Anschlussdichte = 1.04 MWh/(a Tm)



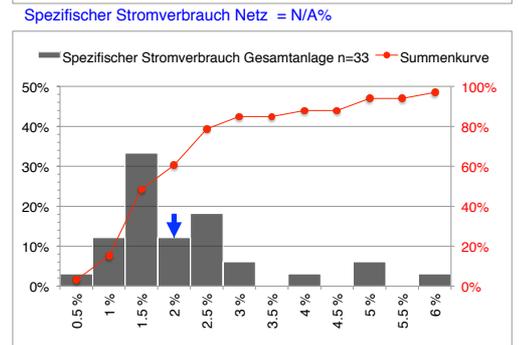
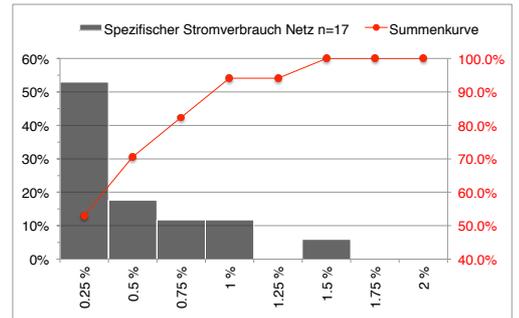
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.58



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.31 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR; Dämmstärke = Standard
Wärmeverlust Netz = 16.80 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.80 %

Anlage	009
Inbetriebnahme	1984
Endausbau	2000
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

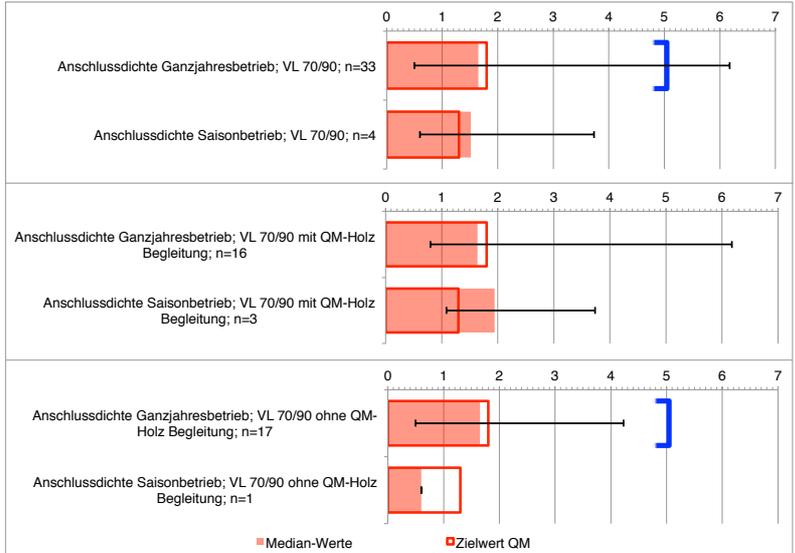
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	KVA
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	40'500
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	47'920
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	5'400'000
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	35'000
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	0.0
Wärmepreis	Rp./kWh	8.1

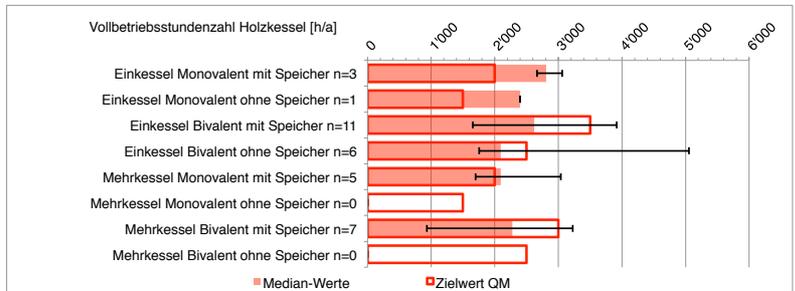
Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	35'000
Zugeführte Wärme	MWh/a	47'920
Abgegebene Wärme	MWh/a	45'410
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	1'542'000
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	235'000
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	402'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	115
Max. Rücklauftemperatur	°C	75
Trasselänge	Tm	9'000
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	132
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR; MMR
	Zweigleitung	- KMR; MMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2, Standard
	Hausanschluss	- 2, Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz
Förderbeiträge	-	Nein

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	5.05
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	5.2
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	279
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	25.8
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'297
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)	h/a	2'761
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'183
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	119
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.49
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	0.84
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾		0.39
		9.89

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nennndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 5.05 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 009

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

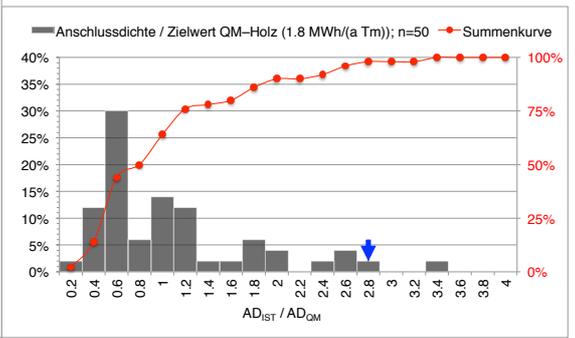
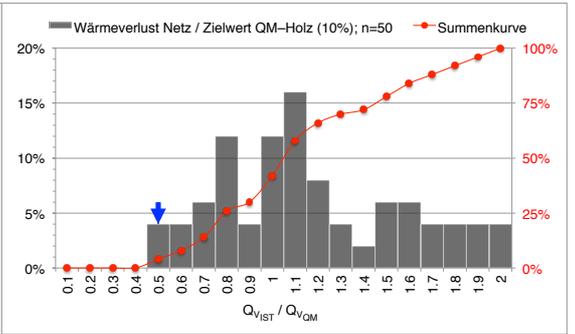
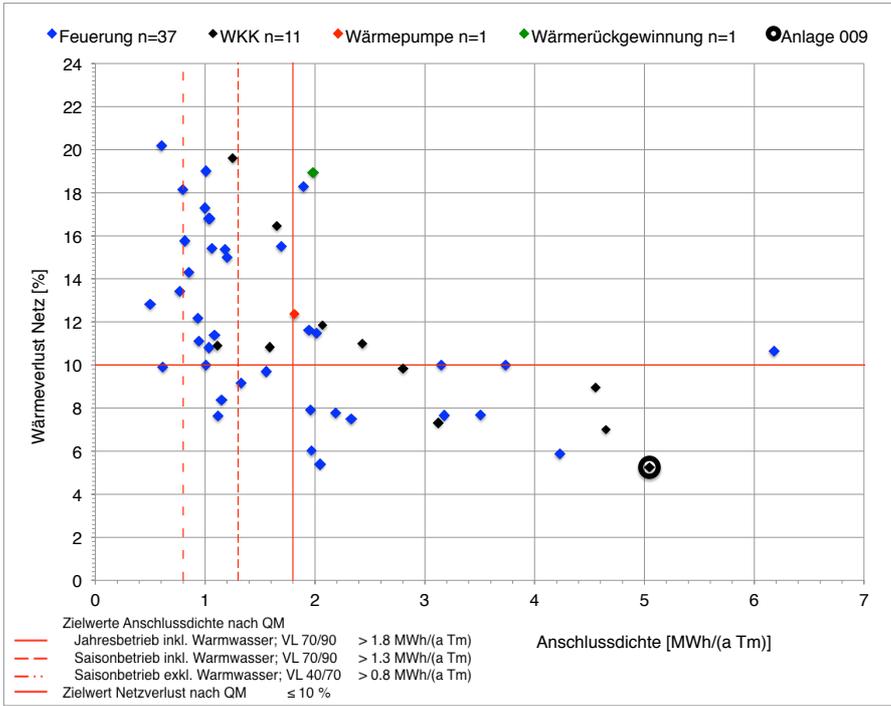
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezüglers.

7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

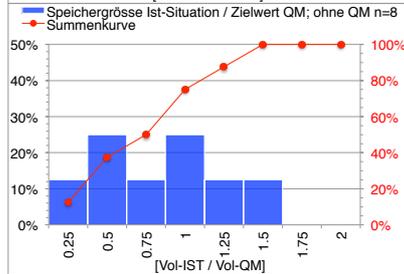
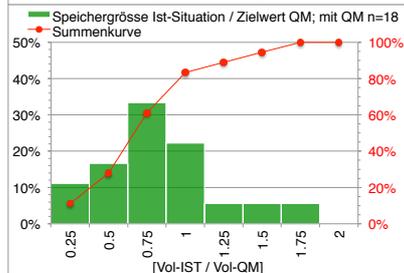
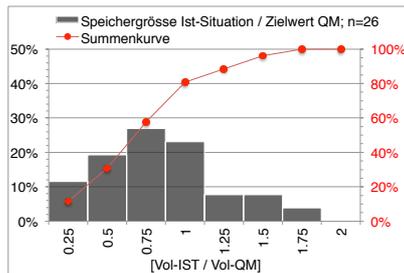
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten

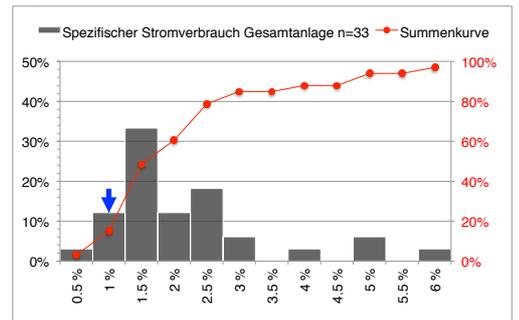
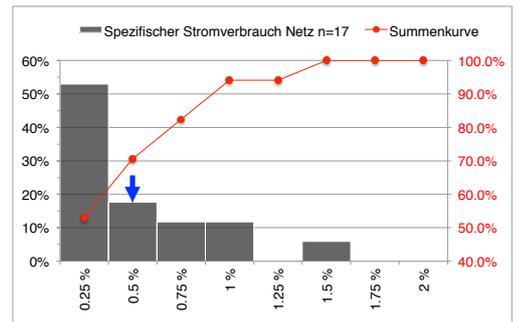
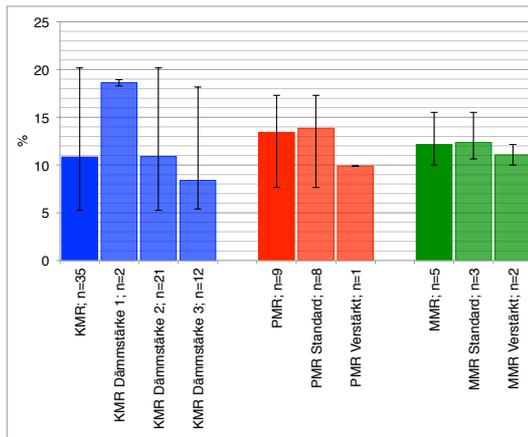


WKK; Wärmeverlust Netz = 5.24 %; Anschlussdichte = 5.05 MWh/(a Tm)

Anschlussdichte / Zielwert QM = 2.80



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	010
Inbetriebnahme	2010
Endausbau	offen
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

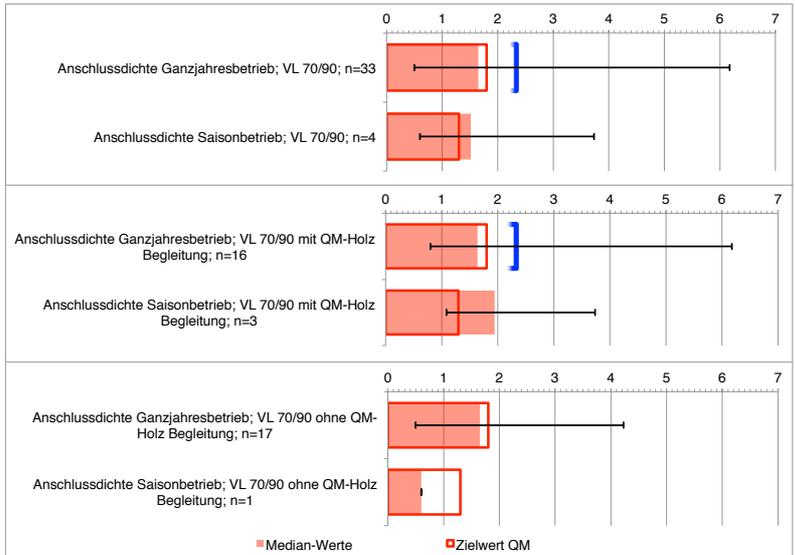
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Ja	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	9'400	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	3'200	
Wärmeproduktion	MWh/a	11'728	
Speicher	Ist-Situation	m³	52.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	93.4

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	6'696	
Zugeführte Wärme	MWh/a	11'340	
Abgegebene Wärme	MWh/a	10'492	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	283'541	
Max. Vorlauftemperatur	°C	95	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trasselänge	Tm	4'500	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	52	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Ja	

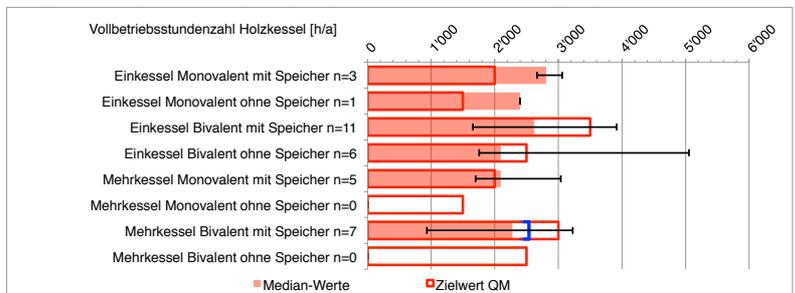
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	90
	bei +10° Aussen	°C	75
	Sommermonate	°C	75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	52
	bei +10° Aussen	°C	52
	Maximal	°C	52
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	52
	bei +10° Aussen	°C	52
	max.	°C	45
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	52
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.8
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	2

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	7'930'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	35'752	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	129.1	
Wärmepreis	Rp./kWh	11.8	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.33	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.30
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	7.5
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.7
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	188
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'567
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'538
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	1'248
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	-	756
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	2.50
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.56
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	3.02
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	20.13



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 2.33 MWh/(a Tm)


 Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2538 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 010

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

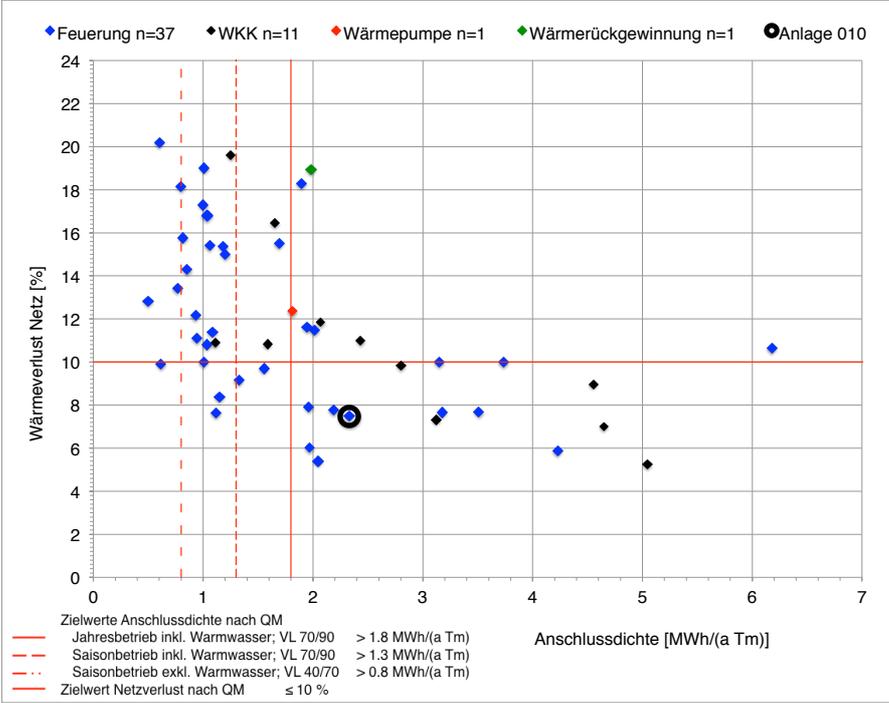
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

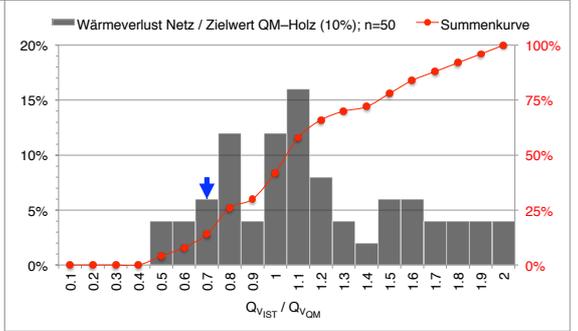
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

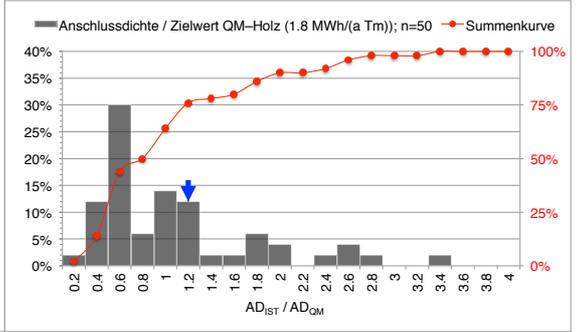
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



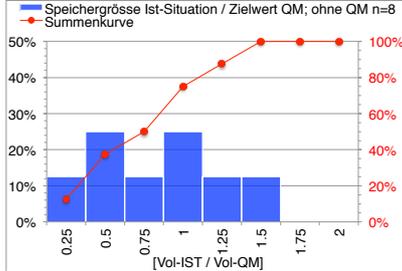
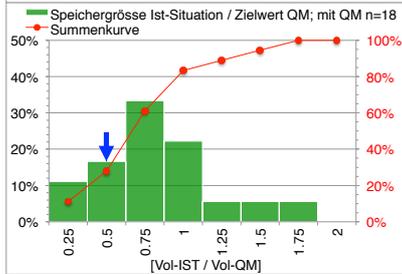
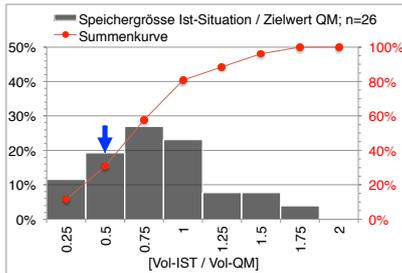
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 7.48 %; Anschlussdichte = 2.33 MWh/(a Tm)



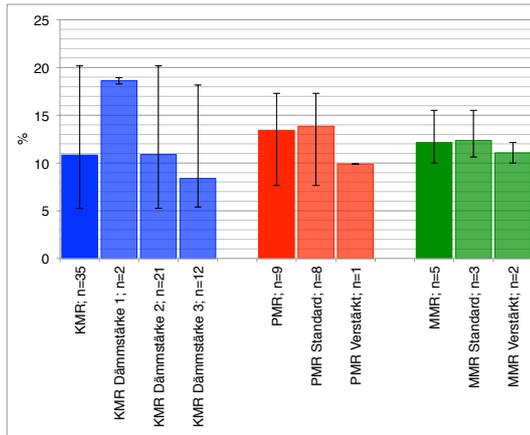
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.75



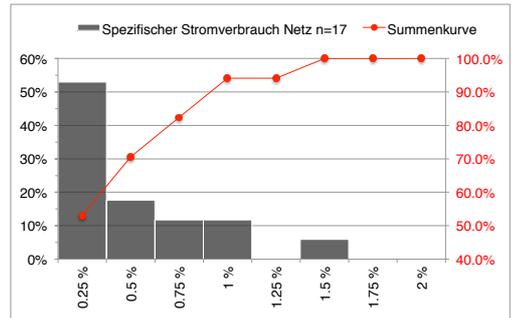
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.30



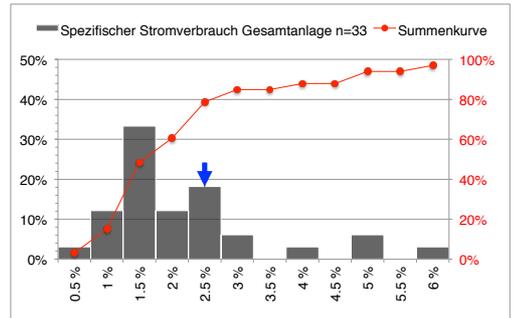
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.56
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 7.48 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 2.50 %

Anlage	011
Inbetriebnahme	2004
Endausbau	2010
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	5760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme
Datenbasis	2011 / 2012

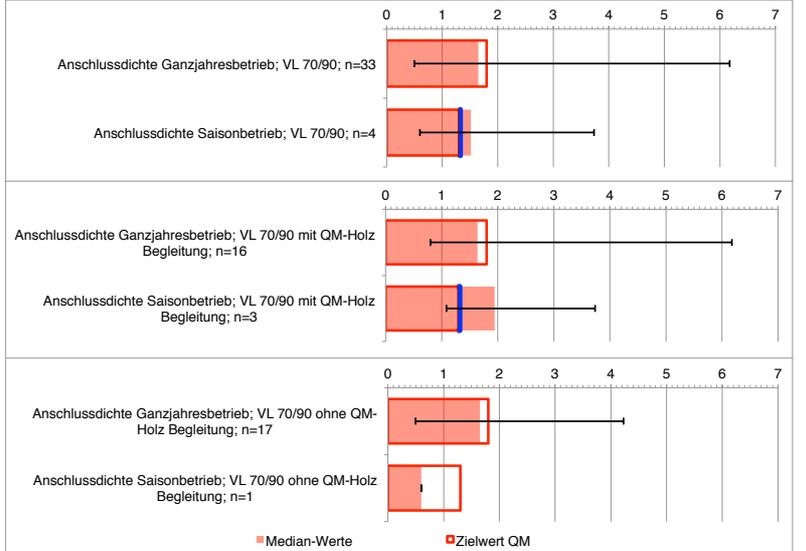
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'550
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	700
Wärmeleistung Produktion	MWh/a	1'750
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³
		20.4

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'093
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'750
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'590
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	27'500
Max. Vorlauftemperatur	°C	85
Max. Rücklauftemperatur	°C	54
Trasselänge	Tm	1'200
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	16
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Fernwärmenetz
Förderbeiträge	-	Ja

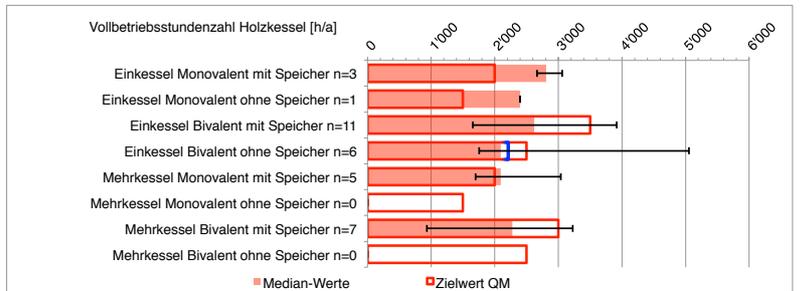
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	65
	Sommermonate	°C	60
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	52
	bei +10° Aussen	°C	43
	Maximal	°C	52
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	52
	bei +10° Aussen	°C	43
	max.	°C	52
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		16
Prüfdruck	bar		21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.5
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C		9.5
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.1
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	500
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	995'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	149.2
Wärmepreis	Rp./kWh	8.9

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.33	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	0.74	
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	9.1	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	0.9	
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	133	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'455	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'214	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'129	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	626	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.57	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A	
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	2.32
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	16.38

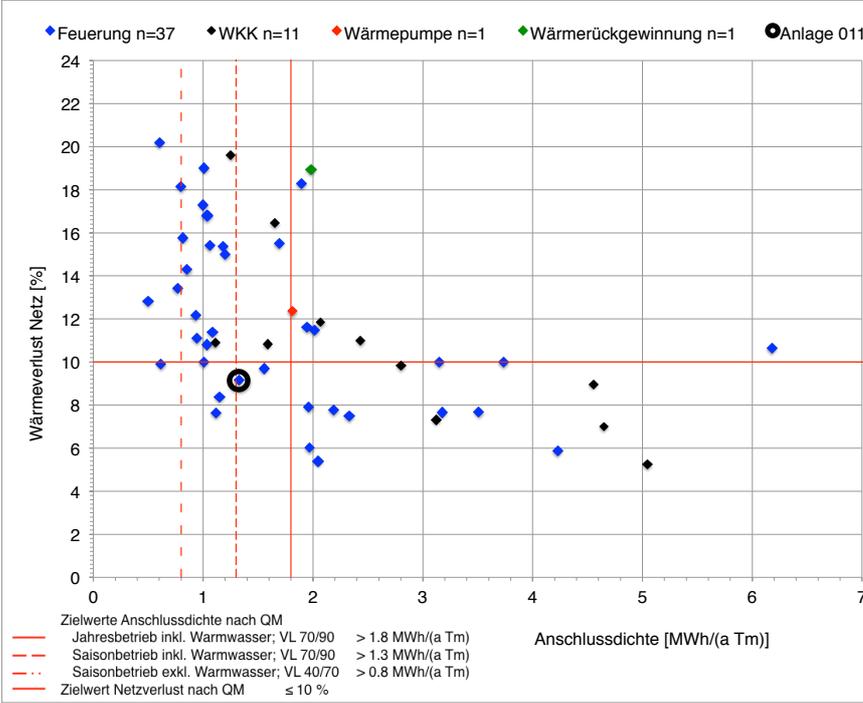


Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.33 MWh/(a Tm)

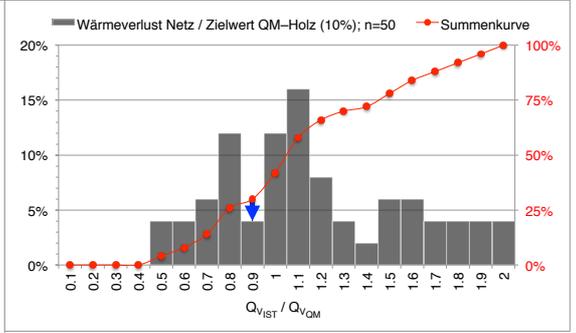


Einkessel Bivalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2214 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 011

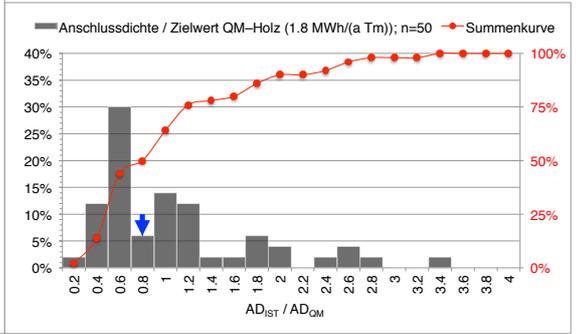
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



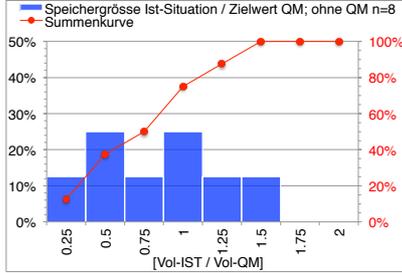
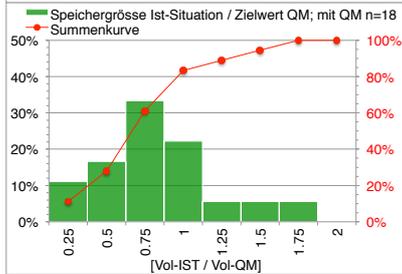
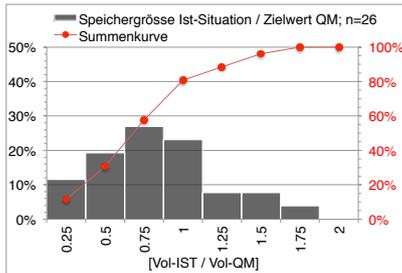
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 9.14 %; Anschlussdichte = 1.33 MWh/(a Tm)



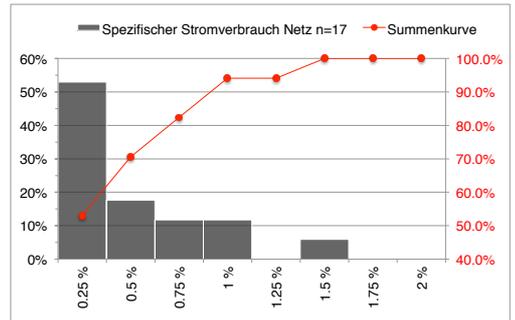
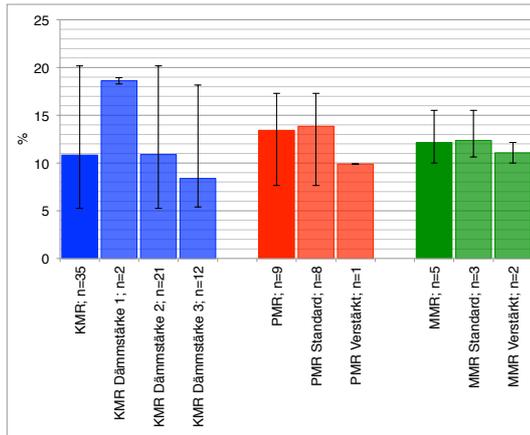
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.91



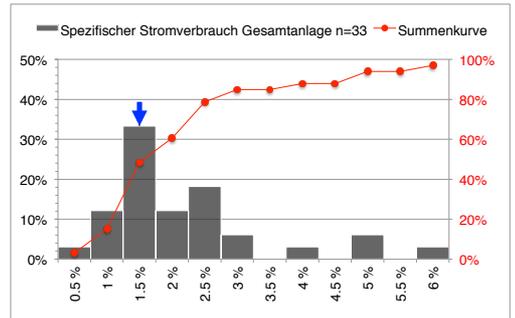
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.74



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.57 %

Anlage	012
Inbetriebnahme	1944
Endausbau	1981
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

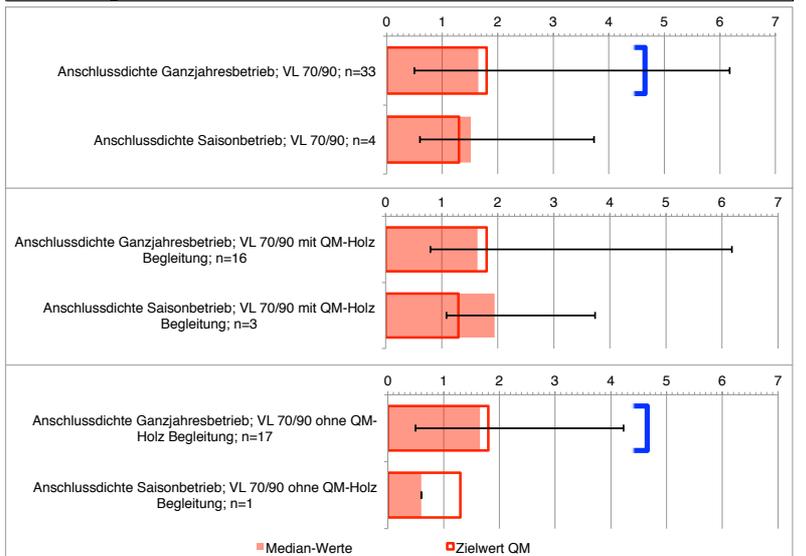
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	KVA	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	419'000	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'079'000	
Speicher	Ist-Situation	m³	1'230.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	795'000	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'000'000	
Abgegebene Wärme	MWh/a	930'000	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	170	
Max. Rücklauftemperatur	°C	75	
Trassellänge	Tm	200'000	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	17'000	
Rohrsystem	Stammleitung	-	Stahlmantelrohr
	Zweigleitung	-	Stahlmantelrohr
	Hausanschluss	-	Stahlmantelrohr
Dämmstärke	Stammleitung	-	NA
	Zweigleitung	-	NA
	Hausanschluss	-	NA
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Nein	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Ja	

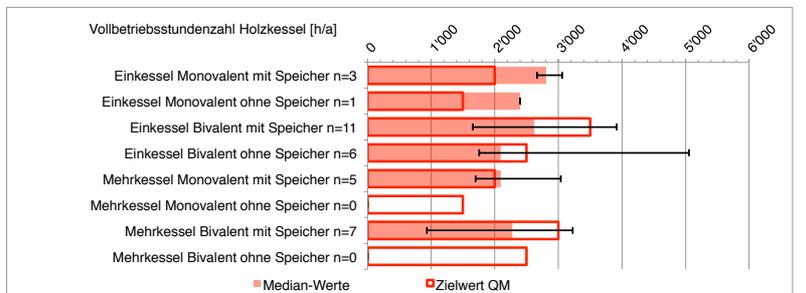
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	170
	bei +10° Aussen	°C	170
	Sommermonate	°C	120
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	55
	max.	°C	45
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nennndruck PN		bar	25
Prüfdruck		bar	33
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.4
Differenz Hausanschluss	min.	bar	1.0
Ventilautorität Regulierventil			N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C		9.8
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.0
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	20
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	5

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾		CHF	N/A
		-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr		CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis		Rp./kWh	N/A

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)	4.65
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	2.58
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%	7.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.7
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)	350
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a	1'170
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)		h/a	5'869
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a	2'575
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾		CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	N/A



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 4.65 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 012

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

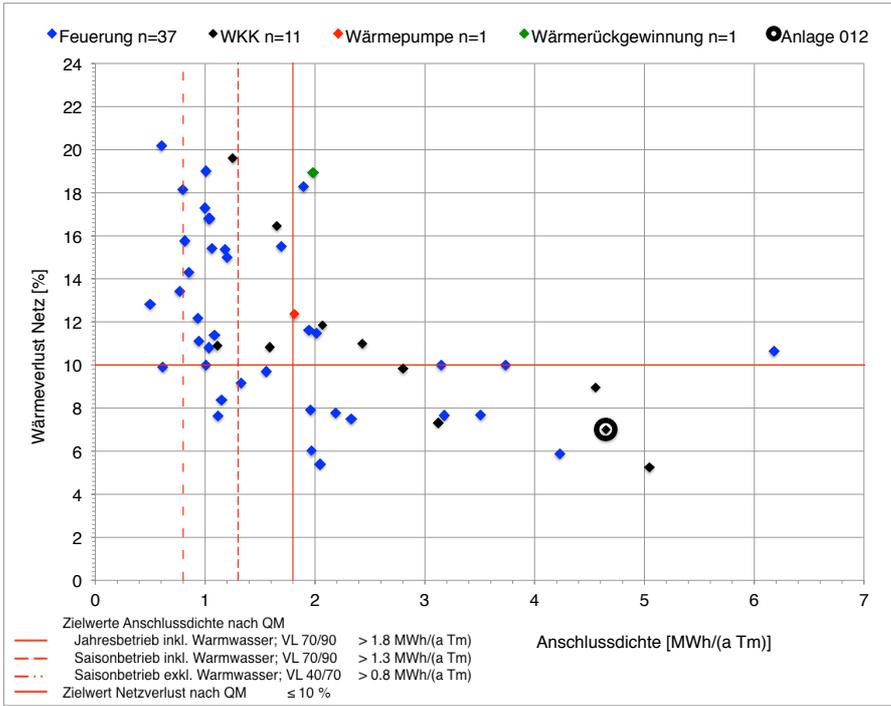
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

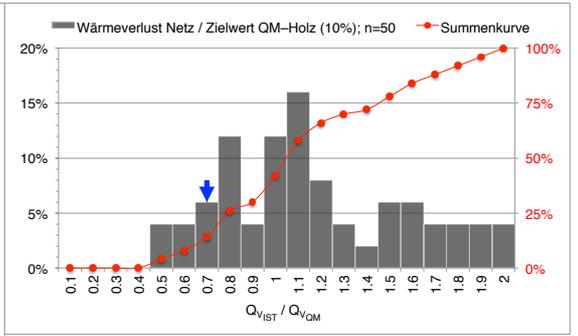
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

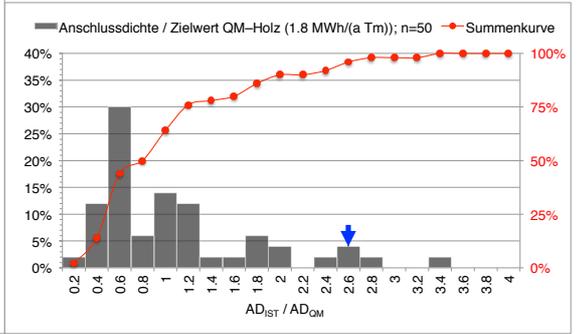
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



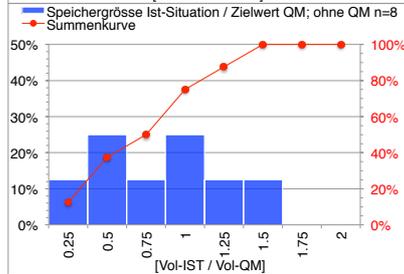
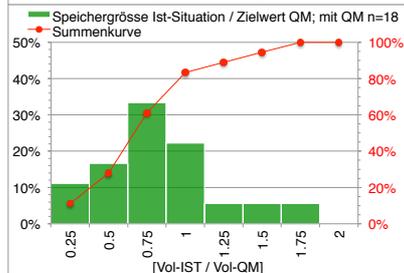
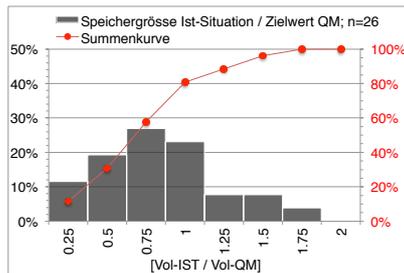
WKK; Wärmeverlust Netz = 7.00 %; Anschlussdichte = 4.65 MWh/(a Tm)



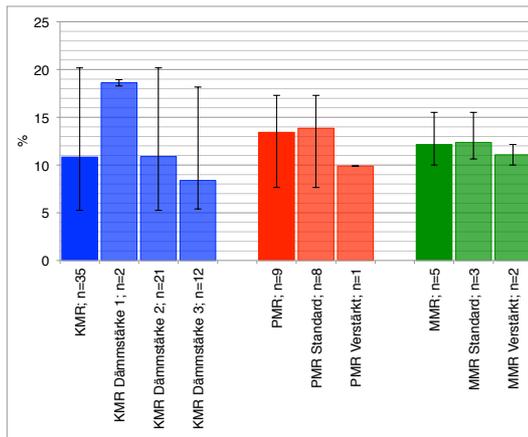
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.70



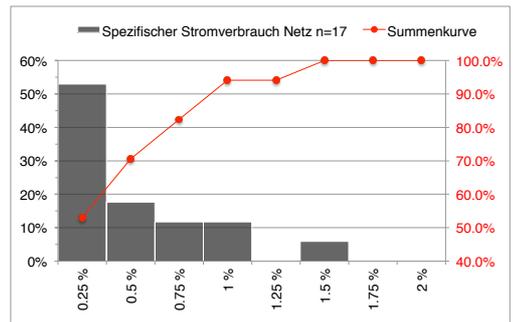
Anschlussdichte / Zielwert QM = 2.58



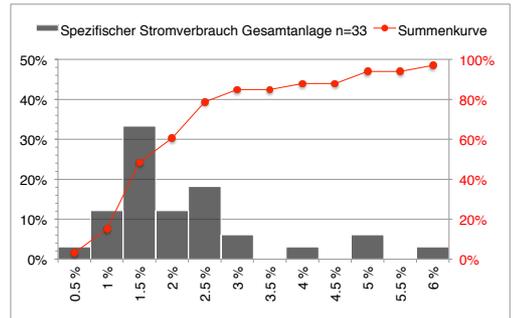
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = Stahlrohr im Betonkanal; Dämmstärke = NA
Wärmeverlust Netz = 7.00 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	013
Inbetriebnahme	2003
Endausbau	2016
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

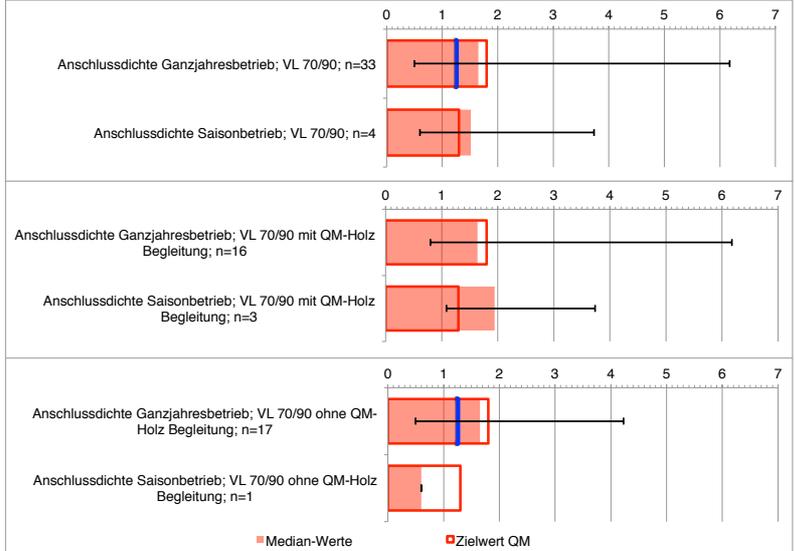
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	KVA	
Spitzenlast	-	KVA	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	125'000	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	745'000	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	9'500'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	7'732	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	93.5	
Wärmepreis	Rp./kWh	14.4	

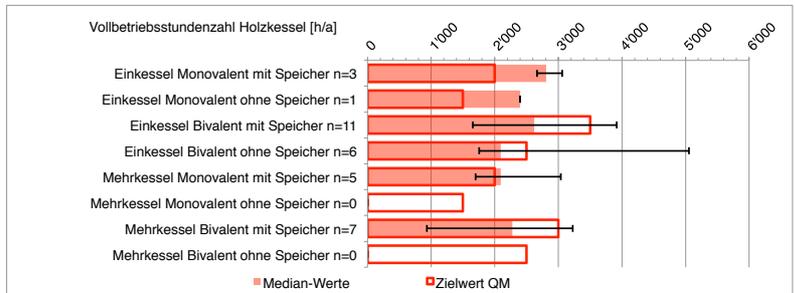
Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	5'611	
Zugeführte Wärme	MWh/a	9'898	
Abgegebene Wärme	MWh/a	7'957	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	409'148	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	78'804	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	88	
Max. Rücklauftemperatur	°C	52	
Trasselänge	Tm	6'350	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	78	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Nein	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.25	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.70
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	19.6
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	2.0
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	306
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	17.0
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'418
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (KVA)	h/a	-	7'360
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	5'960
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	1'194
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	0.80
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	4.32
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	19.47

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	110
	bei +10° Aussen	°C	78
	Sommermonate	°C	75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	46
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	46
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	60
Drücke:			
Nennndruck PN		bar	N/A
Prüfdruck		bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.25 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 013

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

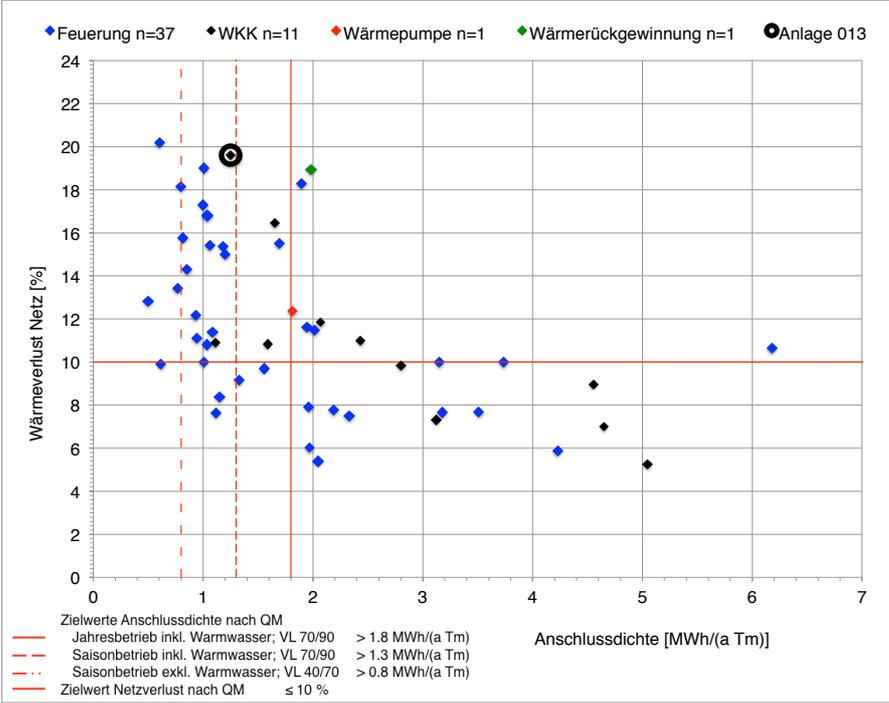
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezüglers.

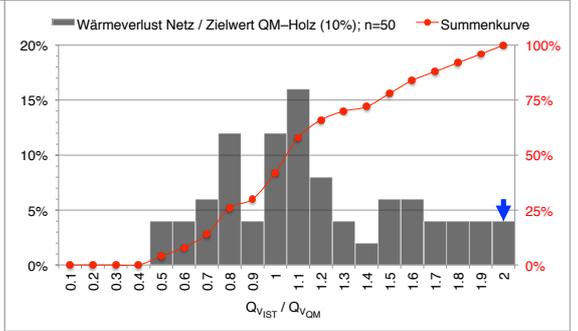
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

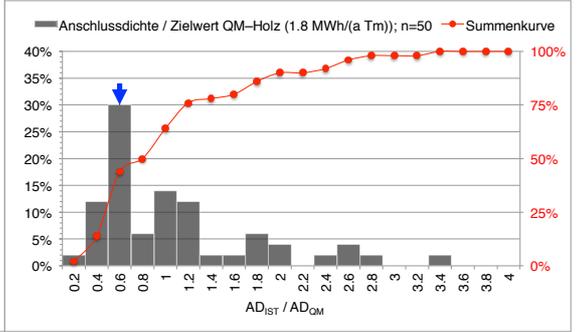
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



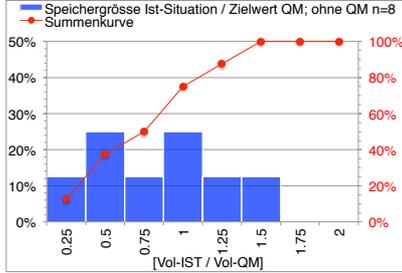
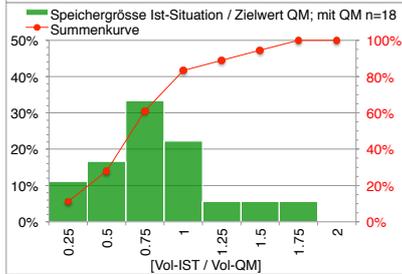
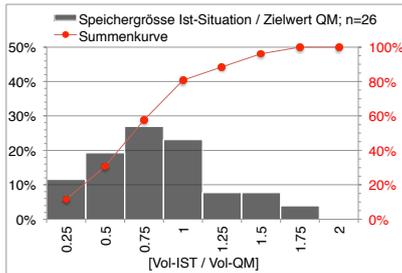
WKK; Wärmeverlust Netz = 19.61 %; Anschlussdichte = 1.25 MWh/(a Tm)



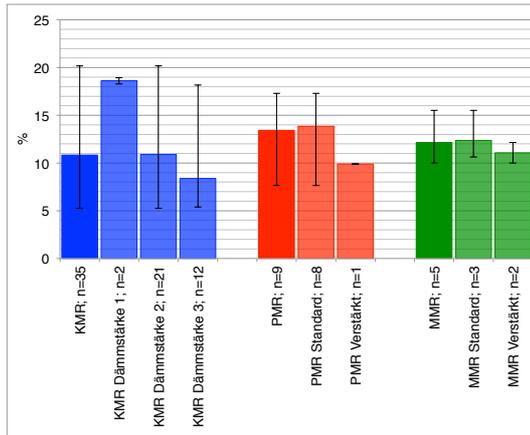
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.96



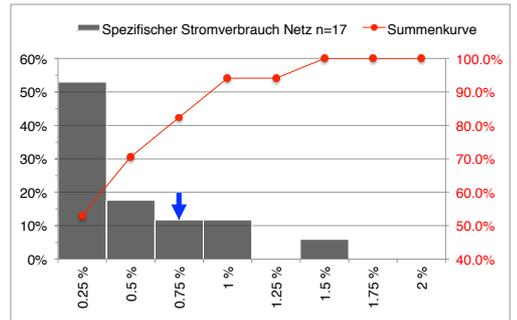
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.70



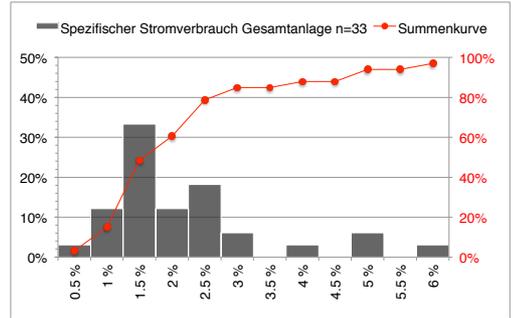
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 19.61 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.80 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

Anlage	014
Inbetriebnahme	2011
Endausbau	2015
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

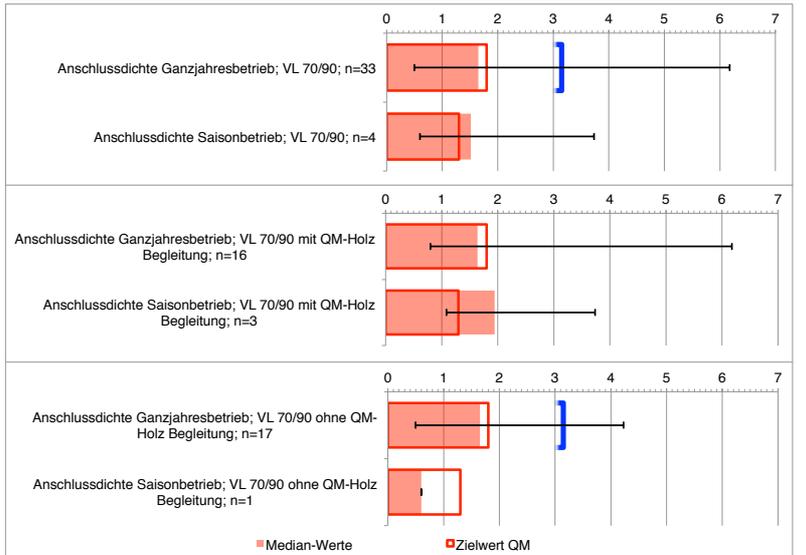
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'400
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	750
Wärmeleistung Produktion	MWh/a	3'440
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'450
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'150
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'835
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	175'200
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	35'040
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	74'777
Max. Vorlauftemperatur	°C	76
Max. Rücklauftemperatur	°C	53
Trassellänge	Tm	900
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	8
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Nein

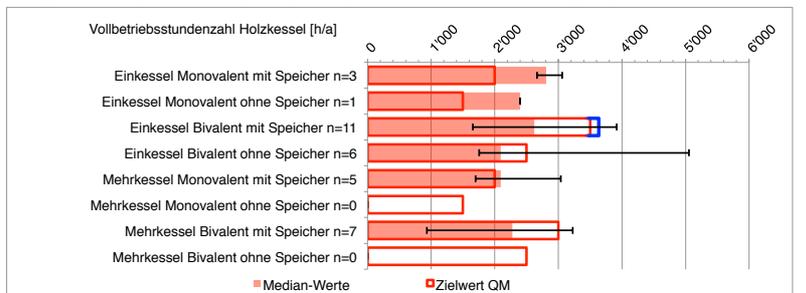
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	110
	bei +10° Aussen	°C	78
	Sommermonate	°C	75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	46
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	46
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	60
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	
pH-Wert	max. bei 25°C	-	
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	5'500'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	3'780
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	172.8
Wärmepreis	Rp./kWh	14.7

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	3.15
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	10.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	350
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	14.2
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'955
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'633
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'433
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	1'940
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	1.11
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	2.37
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	1.55
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾		23.54



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 3.15 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 3633 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 014

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

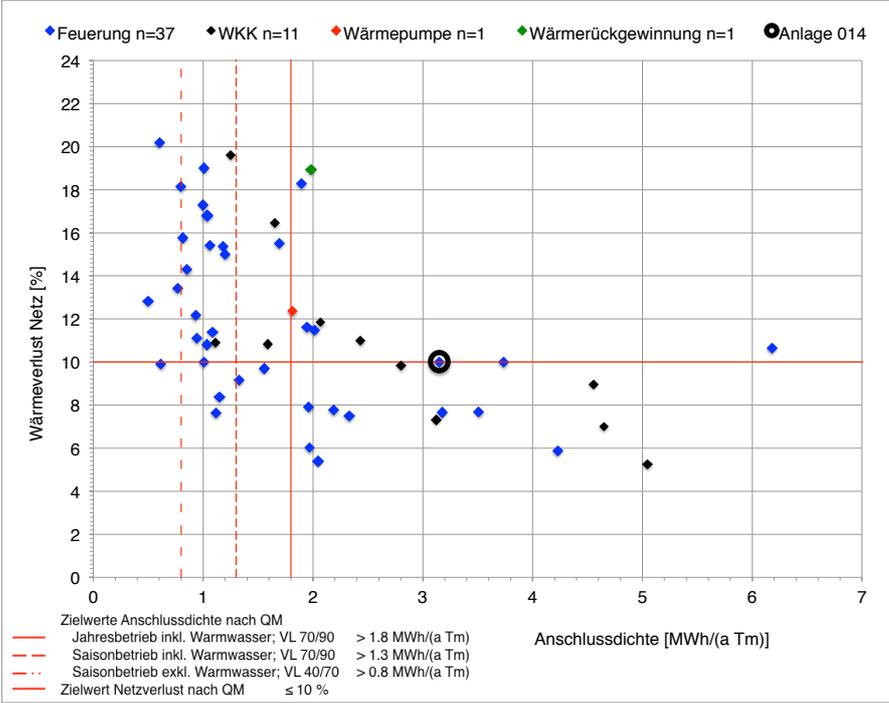
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezüglers.

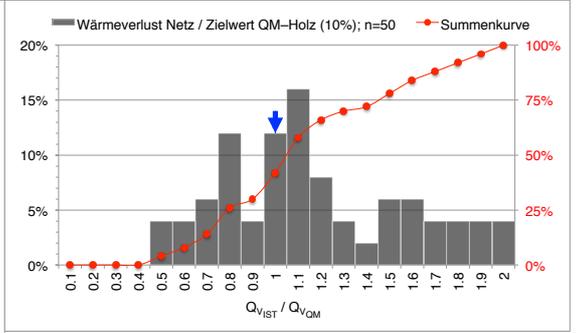
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

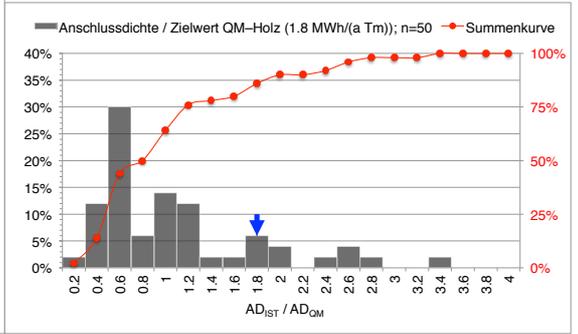
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



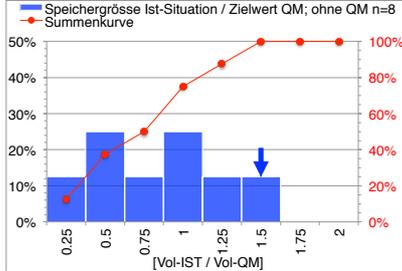
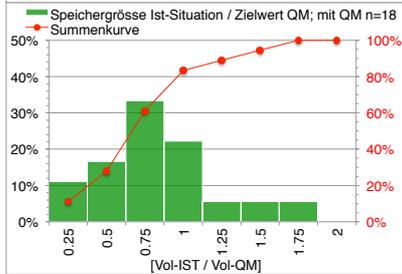
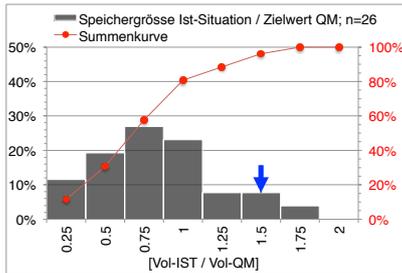
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 10.00 %; Anschlussdichte = 3.15 MWh/(a Tm)



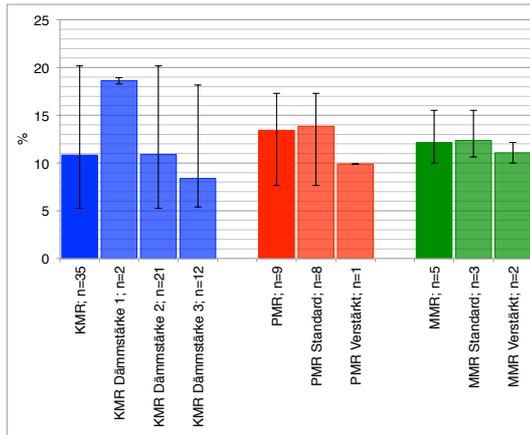
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.00



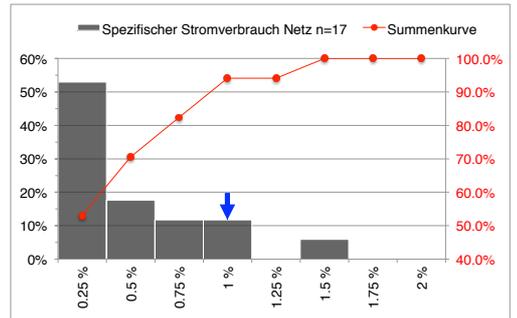
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.75



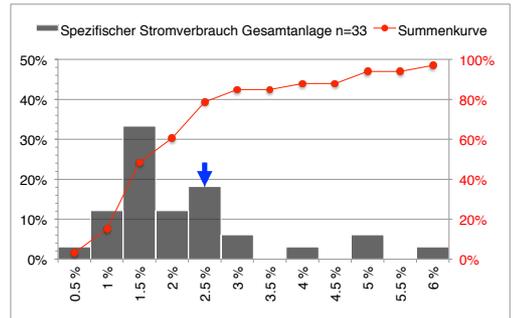
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.55
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 10.00 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 1.11 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 2.37 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	015
Inbetriebnahme	2010
Endausbau	2015
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

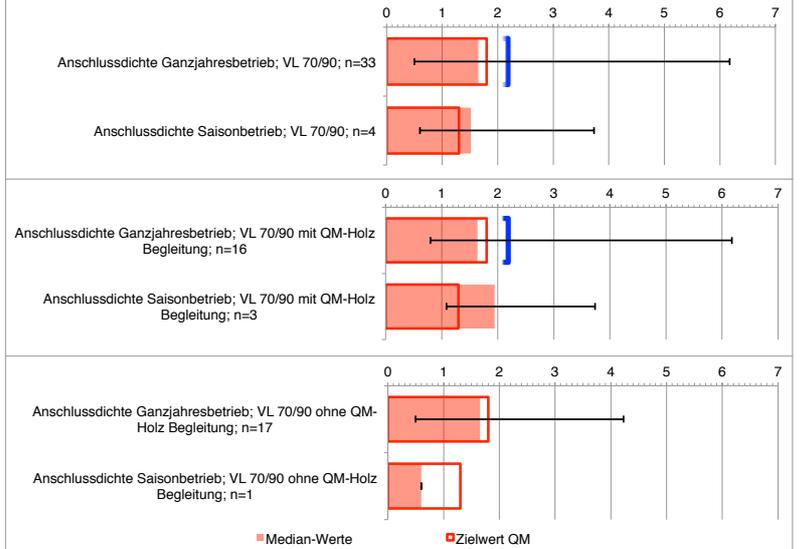
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Ja	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	5'600	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	2'400	
Wärmeproduktion	MWh/a	5'214	
Speicher	Ist-Situation	m³	56.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	70.0

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'750	
Zugeführte Wärme	MWh/a	5'215	
Abgegebene Wärme	MWh/a	4'809	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	24'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	325'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trasselänge	Tm	2'200	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	14	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation	
Förderbeiträge	-	Ja	

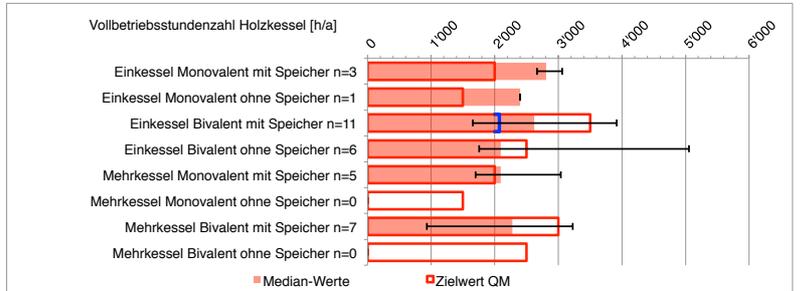
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	80
	Sommermonate	°C	80
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	Maximal	°C	50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	N/A
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	3'600'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	22'000	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	107.9	
Wärmepreis	Rp./kWh	9.1	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.19	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.21
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	7.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	185
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'749
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'072
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	931
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	749
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	0.46
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	6.23
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.80
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	3.34
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	15.58



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 2.19 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2072 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 015

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

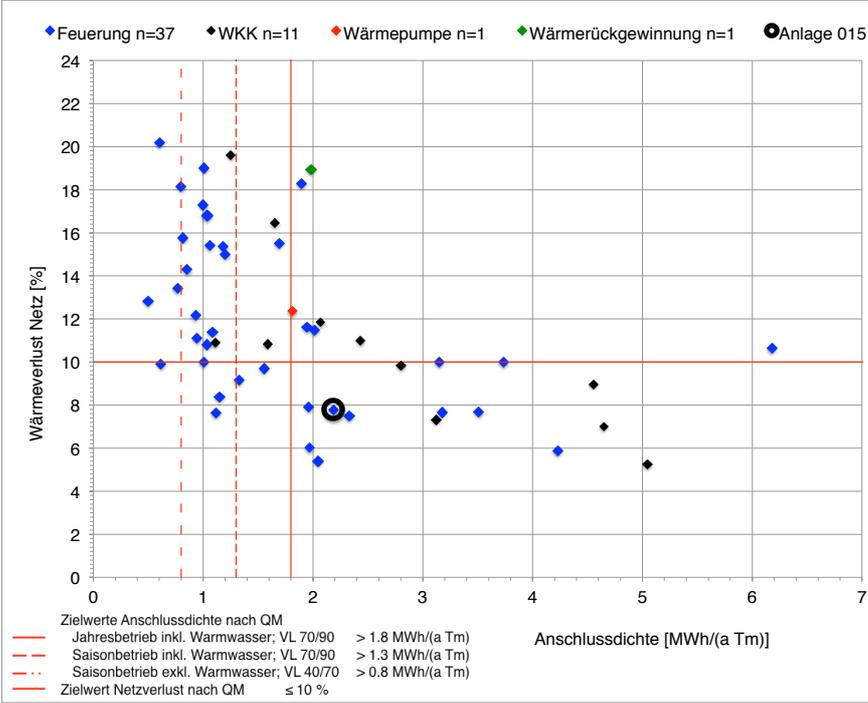
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

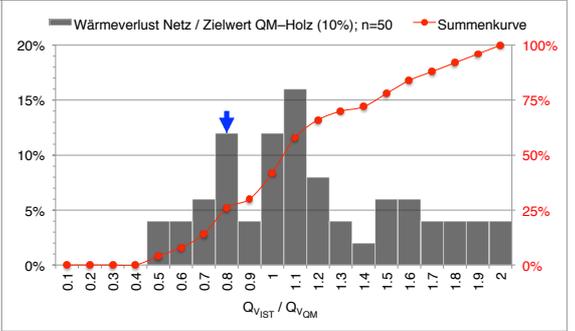
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

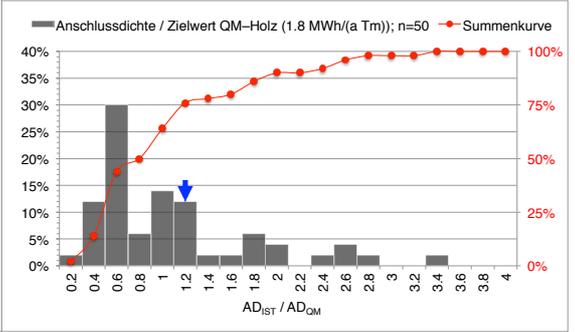
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



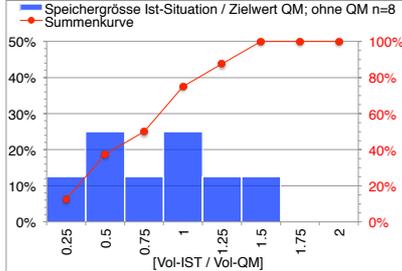
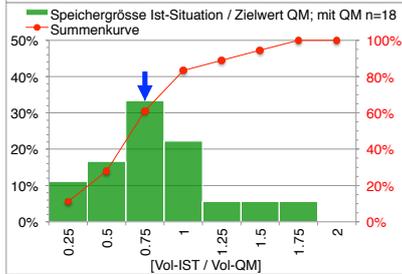
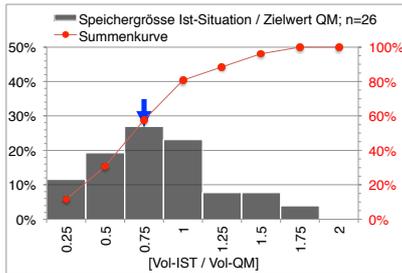
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 7.79 %; Anschlussdichte = 2.19 MWh/(a Tm)



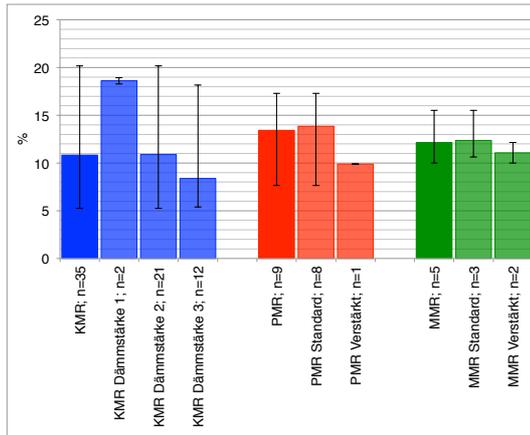
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.78



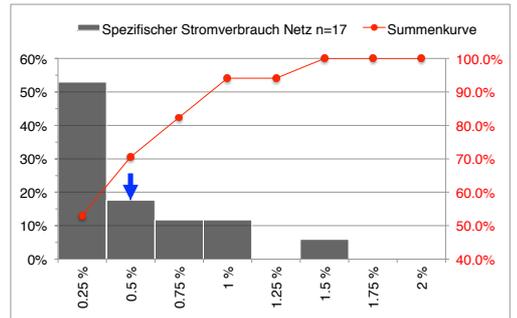
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.21



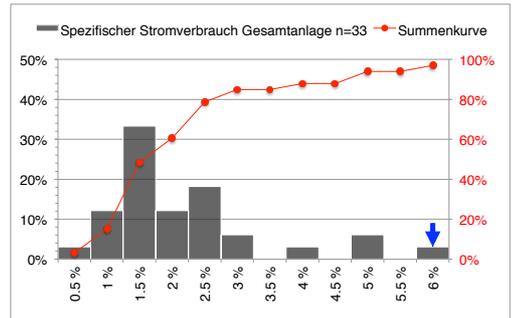
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.80
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 7.79 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.46 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 6.23 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	016
Inbetriebnahme	1995
Endausbau	2020
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

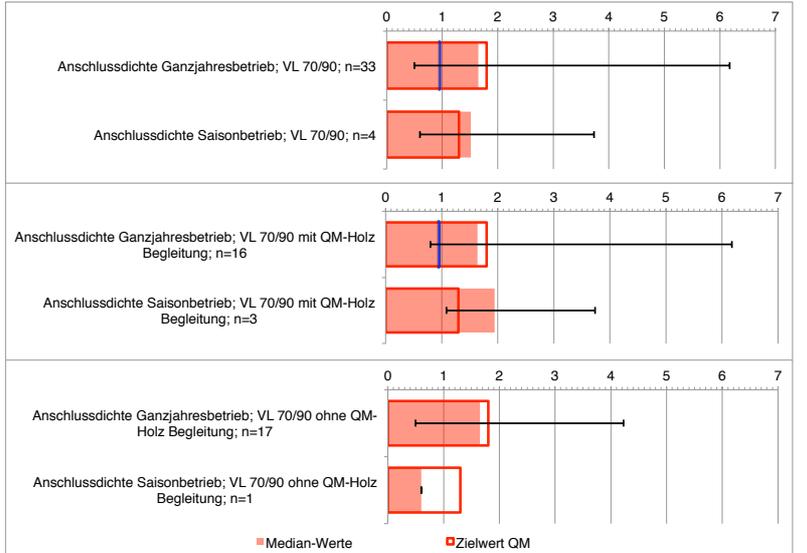
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'250	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'100	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'677	
Speicher	Ist-Situation	m ³	16.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m ³	20.4

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'267	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'909	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'677	
Geförderte Wassermenge im Netz	m ³ /a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	58'500	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	60	
Trasselänge	Tm	1'800	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	44	
Rohrsystem	Stammleitung	-	MMR
	Zweigleitung	-	MMR
	Hausanschluss	-	MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	Verstärkt
	Zweigleitung	-	Verstärkt
	Hausanschluss	-	Verstärkt
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Nein	
Leitsystem-Ebene	-	N/A	
Förderbeiträge	-	Ja	

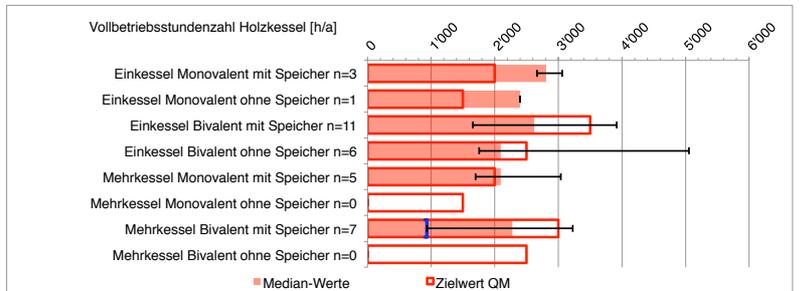
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	N/A	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	N/A
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'500'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	42'500	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	50.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	8.8	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.93	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.52
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	12.2
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.2
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	129
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'324
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	932
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	745
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	894
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	3.06
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.78
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	3.02
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	13.47



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 0.93 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 932 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 016

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

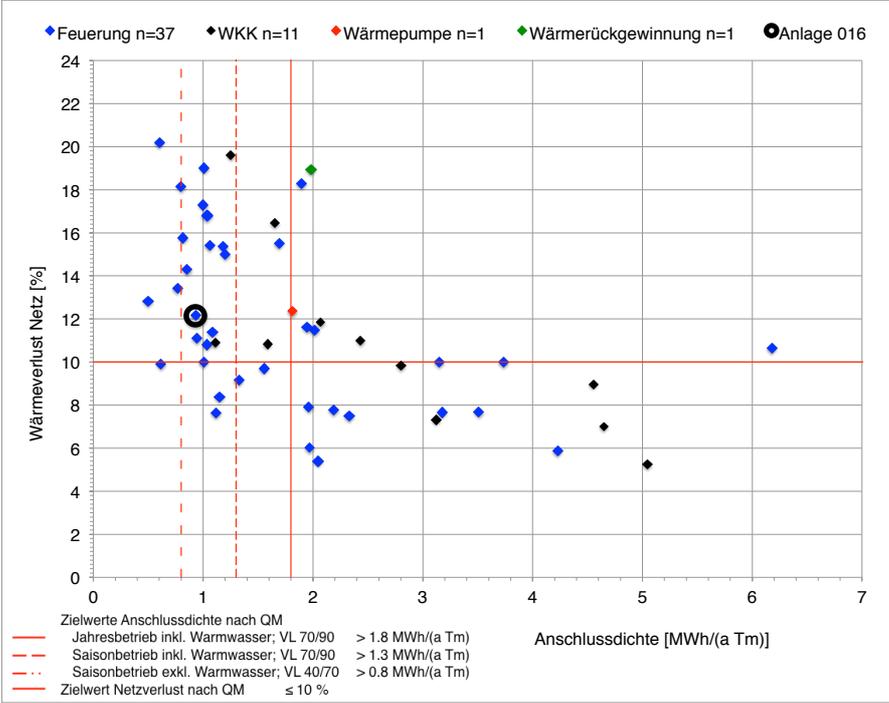
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

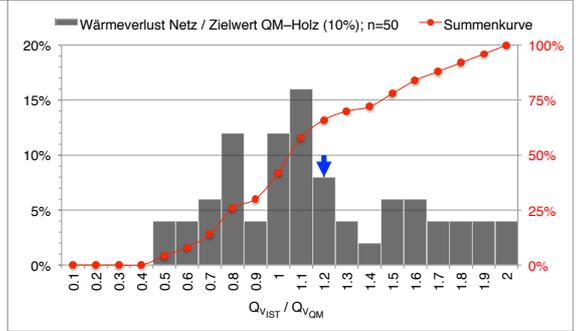
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

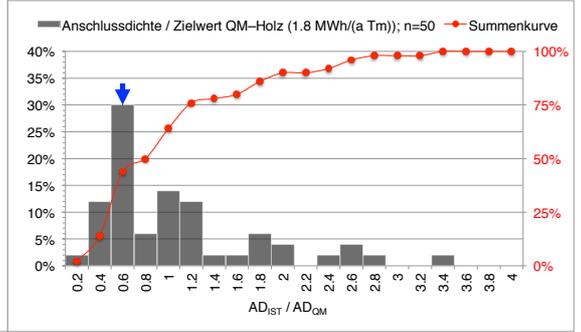
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



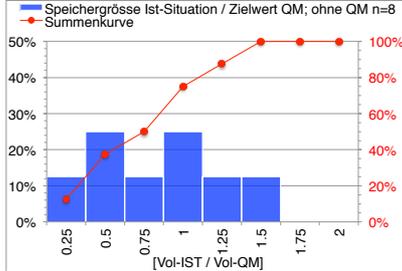
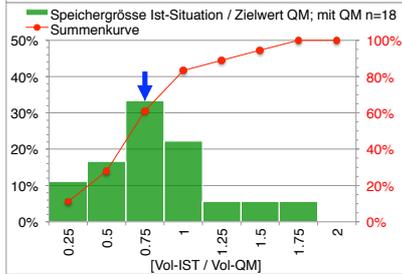
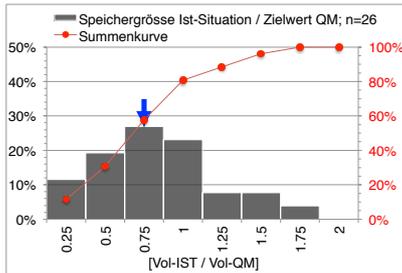
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 12.15 %; Anschlussdichte = 0.93 MWh/(a Tm)



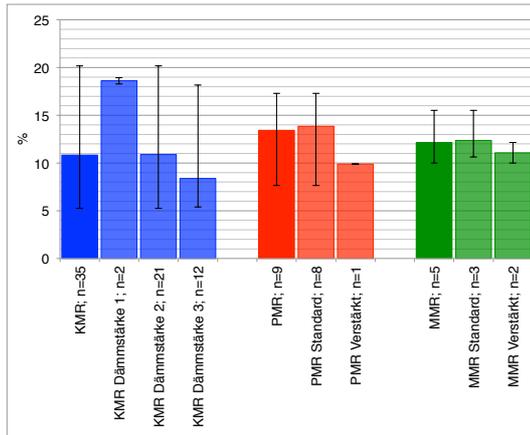
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.22



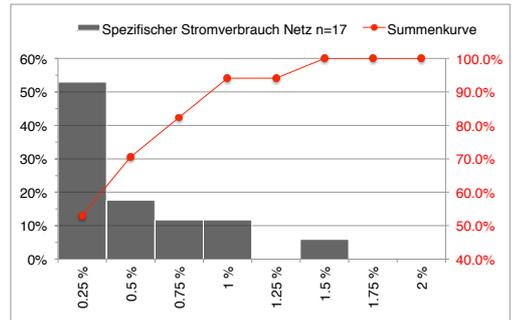
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.52



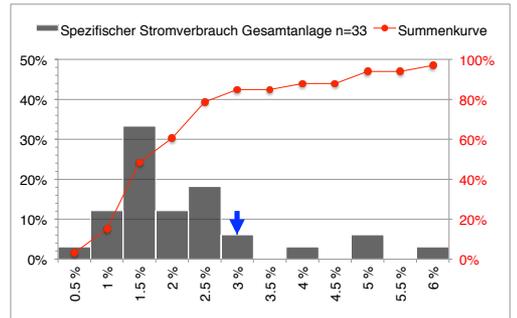
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.78
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = MMR; Dämmstärke = Verstärkt
Wärmeverlust Netz = 12.15 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 3.06 %

Anlage	017
Inbetriebnahme	1997
Endausbau	2008
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

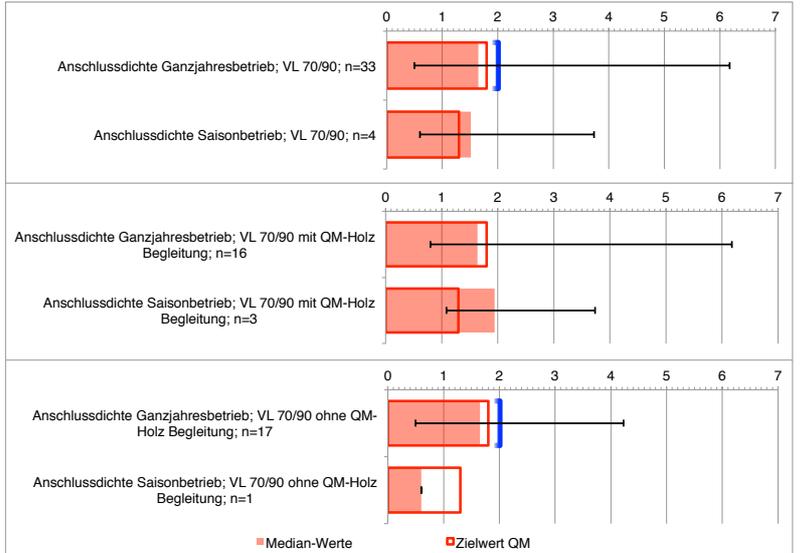
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	2
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	3'600
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'200
Wärmeproduktion	MWh/a	7'237
Speicher	Ist-Situation	m³ 40.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ 29.2

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'705
Zugeführte Wärme	MWh/a	7'500
Abgegebene Wärme	MWh/a	6'640
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	201'560
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	12'000
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	127'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	90
Max. Rücklauftemperatur	°C	58
Trasselänge	Tm	3'300
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	19
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung
Förderbeiträge	-	Nein

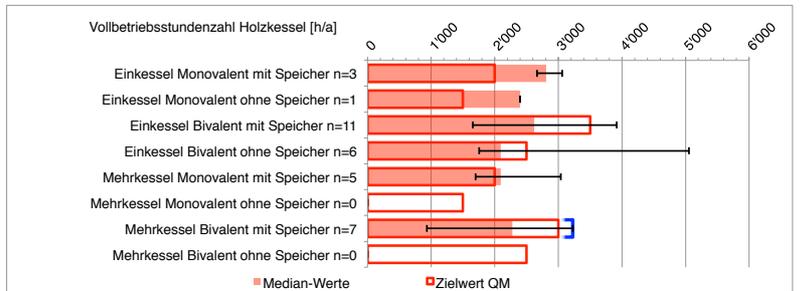
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C 90
	bei +10° Aussen	°C 75
	Sommermonate	°C 75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C 55
	Maximal	°C 55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C 55
	max.	°C 55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C 60
Drücke:		
Nennndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar N/A
	max.	bar N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar 0.6
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	- N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	3'600'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	25'650
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	42.7
Wärmepreis	Rp./kWh	13.0

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.01
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	- 1.12
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	11.5
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	- 1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	261
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	28.8
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'792
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'228
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'010
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	542
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.16
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.69
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	1.37
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 2.48
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh 16.44



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 2.01 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 3228 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 017

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

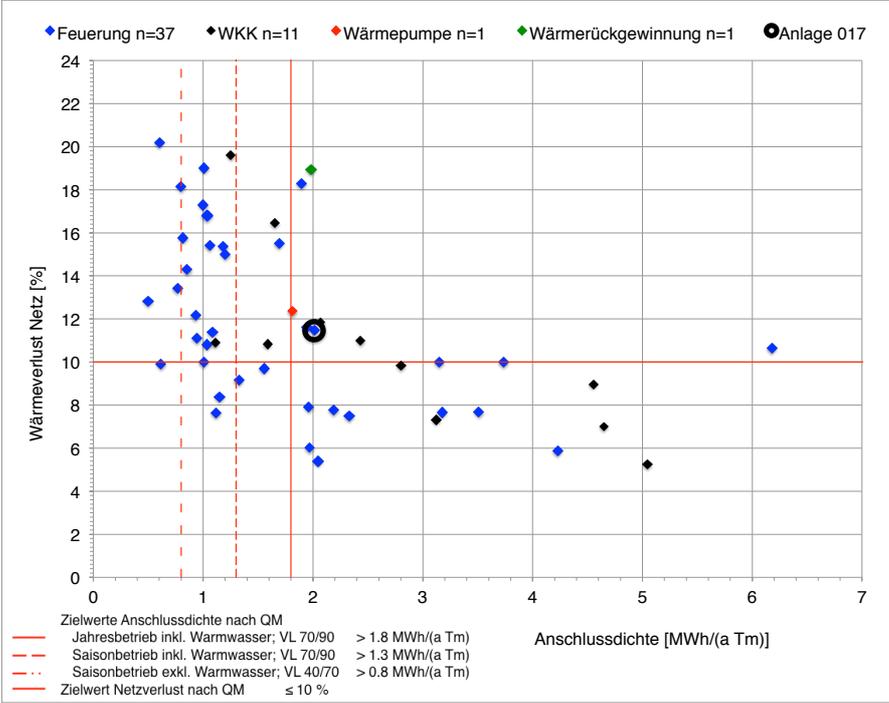
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

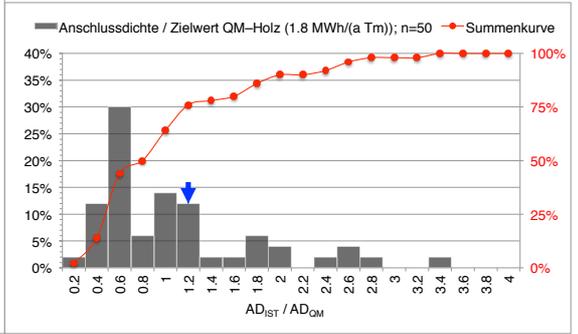
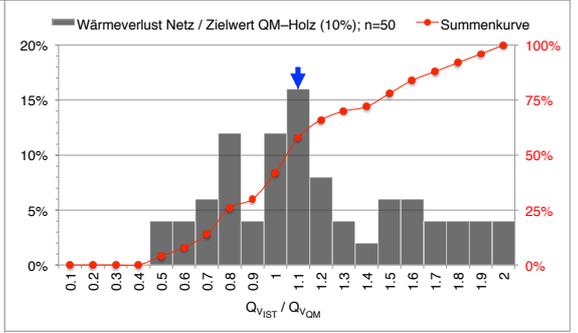
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

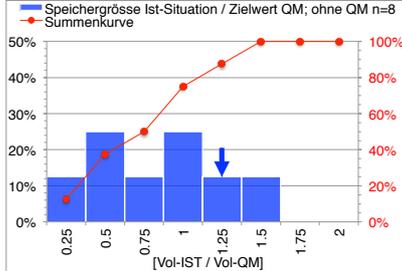
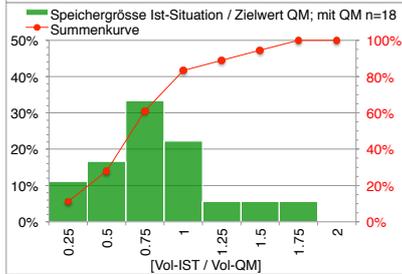
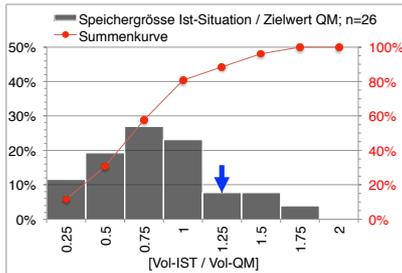
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



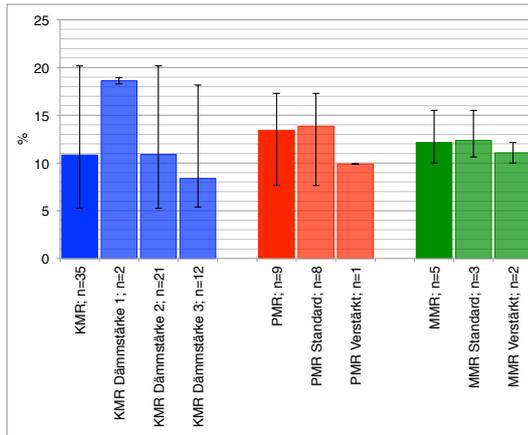
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 11.47 %; Anschlussdichte = 2.01 MWh/(a Tm)



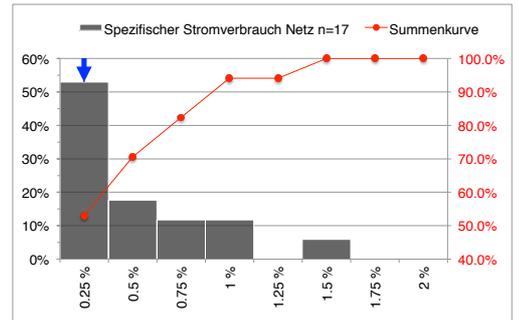
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.12



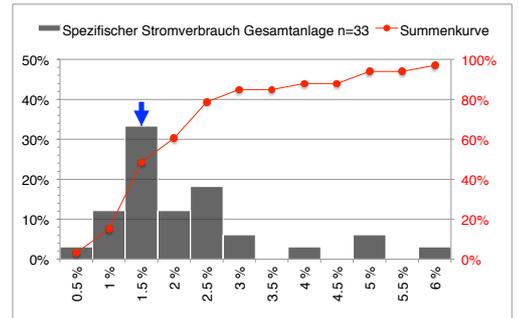
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.37
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 11.47 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.16 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.69 %

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	018
Inbetriebnahme	2010
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

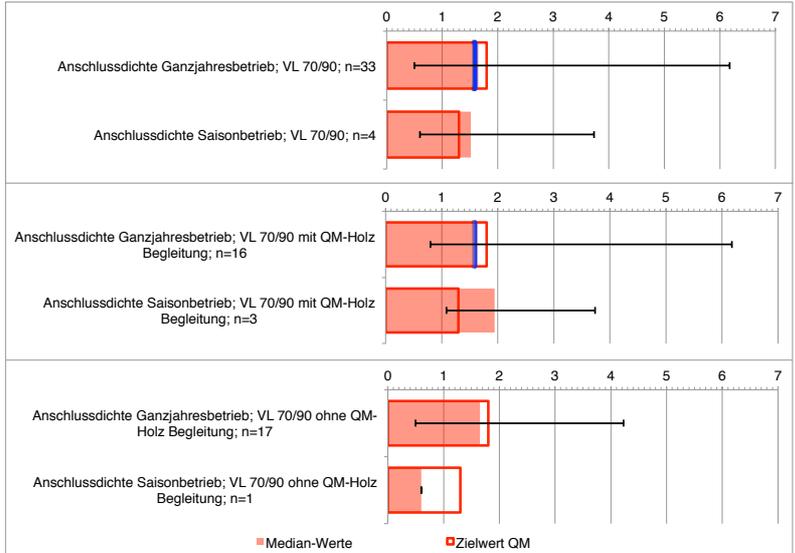
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	7'250
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	3'250
Wärmeproduktion	MWh/a	14'750
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³
		94.8

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	5'500
Zugeführte Wärme	MWh/a	12'000
Abgegebene Wärme	MWh/a	10'700
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	350'000
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	120'000
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	600'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	90
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	6'750
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	100
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR; KMR-Duo
	Zweigleitung	- KMR-Duo
	Hausanschluss	- KMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 1
	Hausanschluss	- 1
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Ja

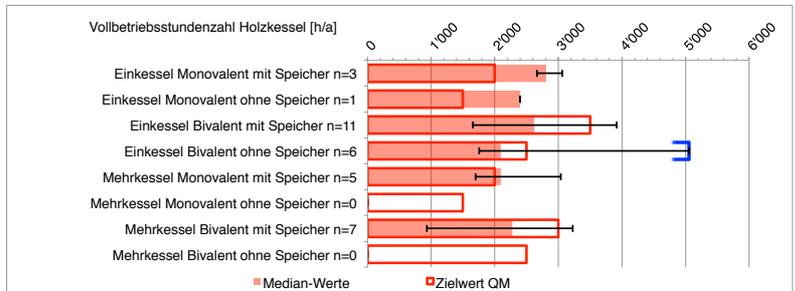
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	24
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	6'000'000
	-	exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	16'750
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	0.0
Wärmepreis	Rp./kWh	12.5

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.59
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	10.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	193
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	26.8
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'945
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	5'055
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'034
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	561
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	1.00
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	5.00
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁹⁾		13.35



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.59 MWh/(a Tm)


 Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 018

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

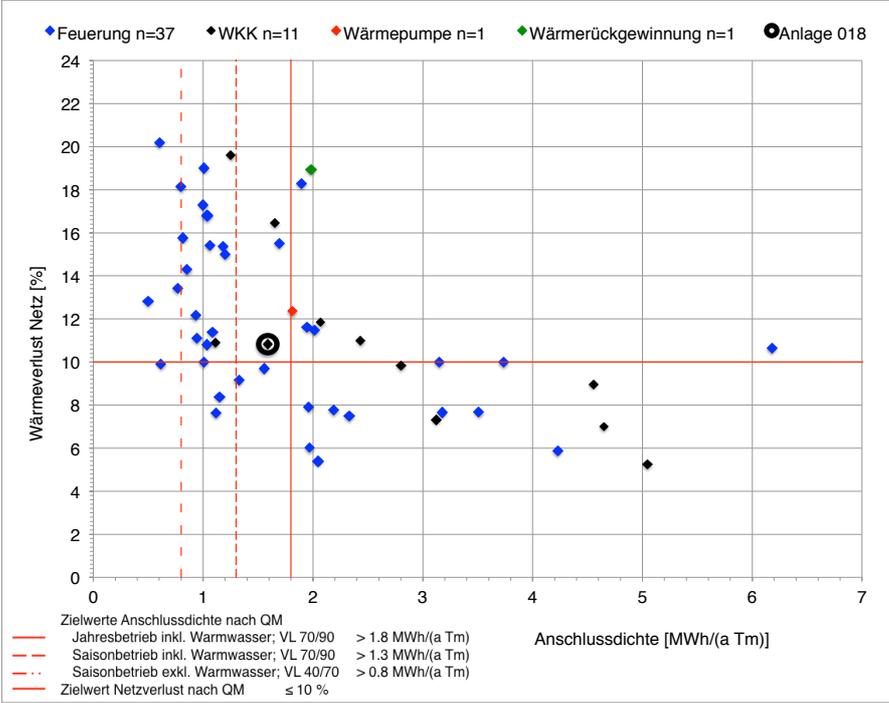
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

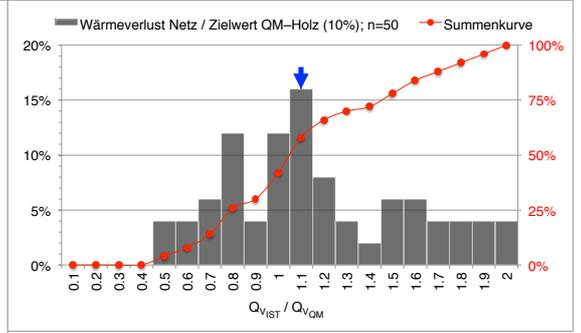
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

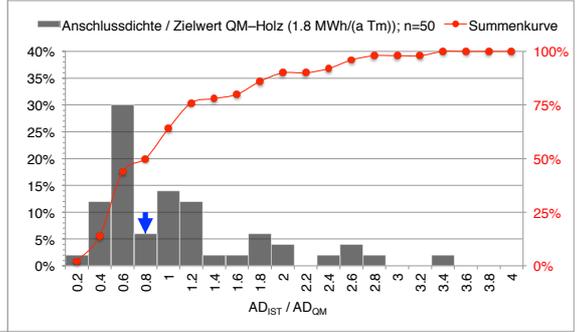
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



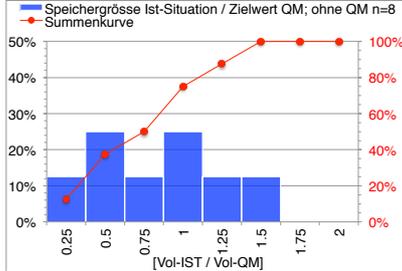
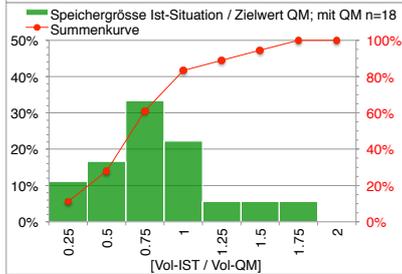
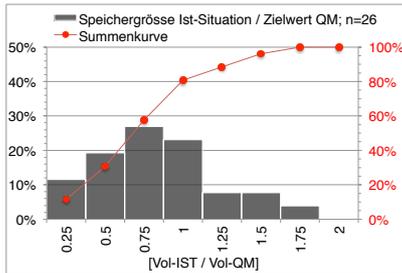
WKK; Wärmeverlust Netz = 10.83 %; Anschlussdichte = 1.59 MWh/(a Tm)



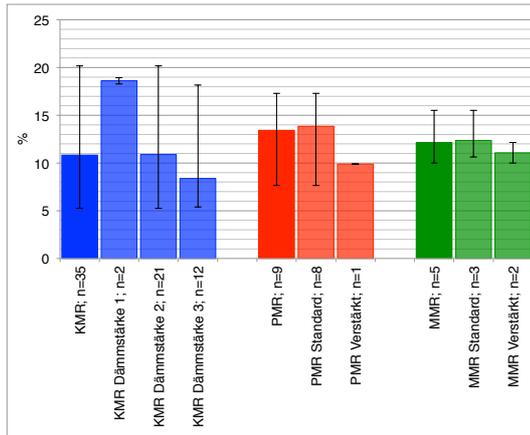
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.08



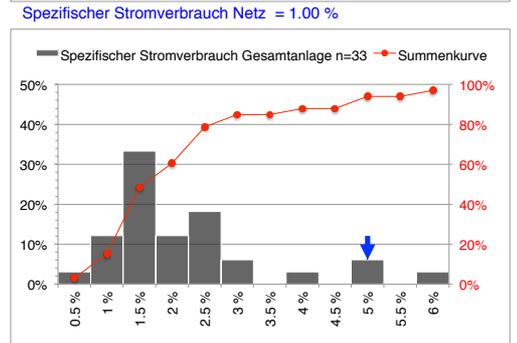
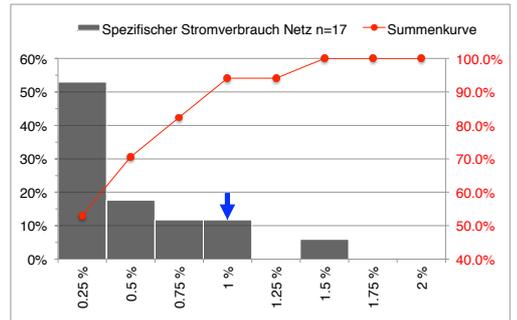
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.88



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; KMR-Duo; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 10.83 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH – 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	019
Inbetriebnahme	1987
Endausbau	2018
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

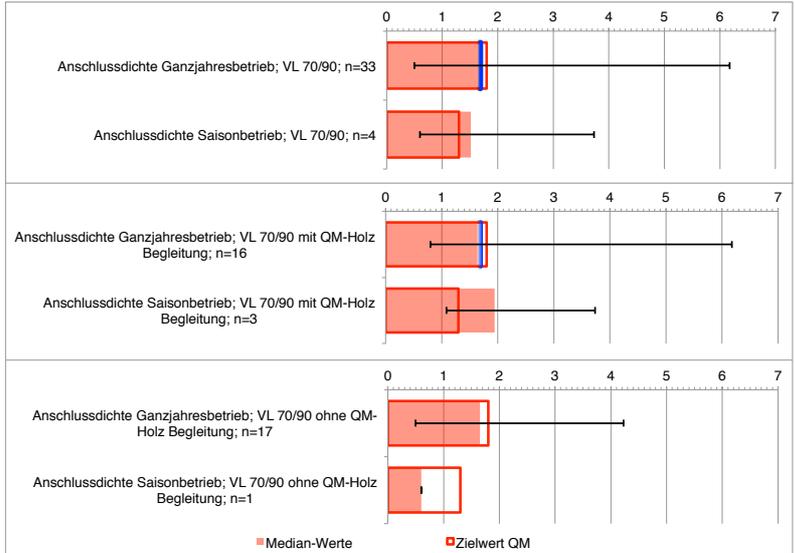
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'800	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'800	
Wärmeproduktion	MWh/a	5'035	
Speicher	Ist-Situation	m³	30.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	29.2

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'171	
Zugeführte Wärme	MWh/a	5'000	
Abgegebene Wärme	MWh/a	4'224	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	91	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	2'500	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	37	
Rohrsystem	Stammleitung	-	MMR
	Zweigleitung	-	MMR
	Hausanschluss	-	MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung	
Förderbeiträge	-	Ja	

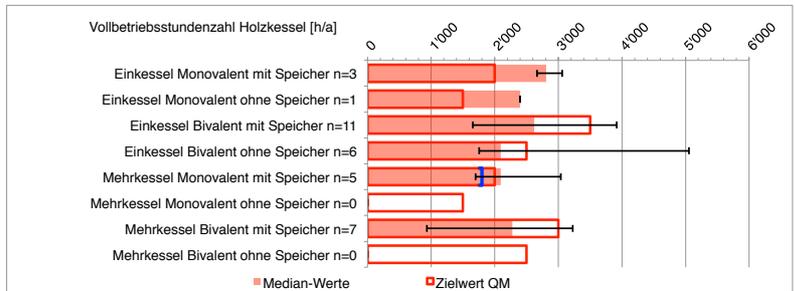
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	53
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	N/A
Prüfdruck		bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾		CHF	N/A
		-	exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr		CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis		Rp./kWh	N/A

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)	1.69
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.94
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%	15.5
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.6
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)	310
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a	1'332
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)		h/a	1'798
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a	1'798
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾		CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-	1.03
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	N/A



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.69 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holz-kessel = 1798 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 019

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5–1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

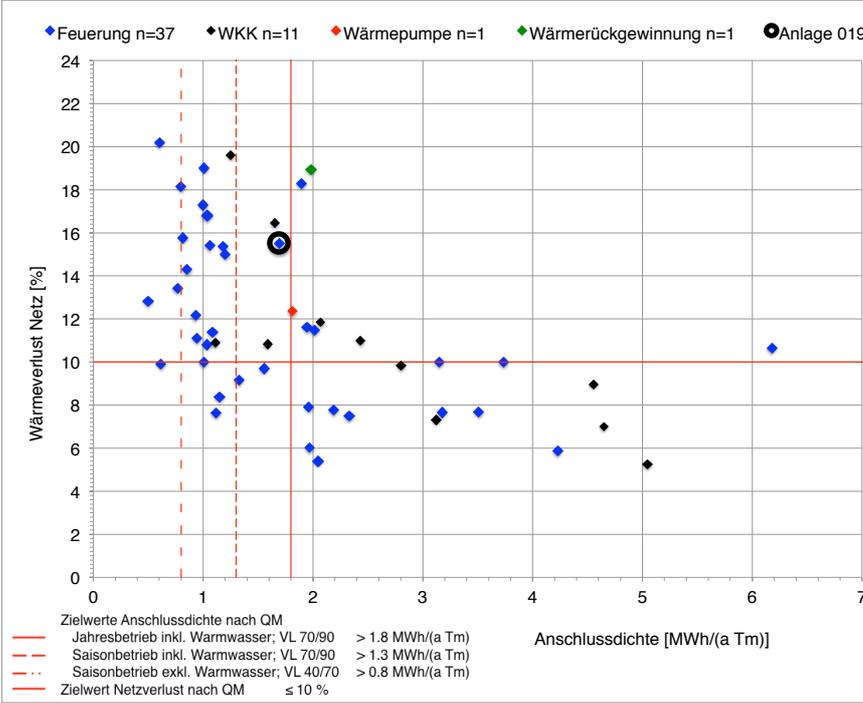
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

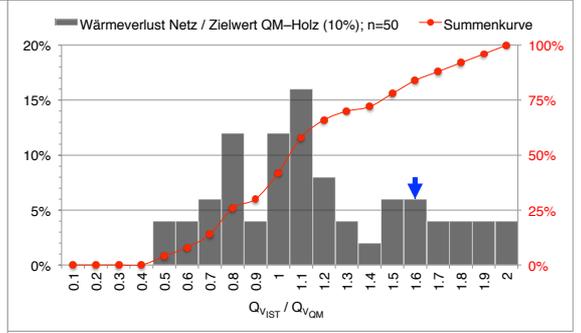
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

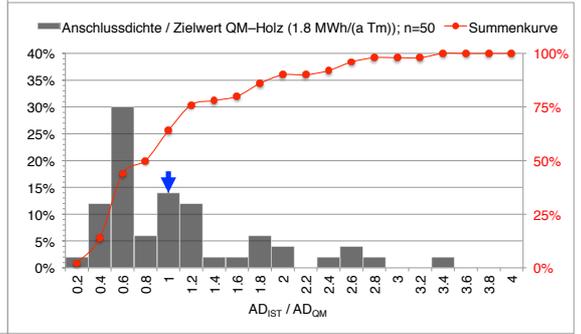
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



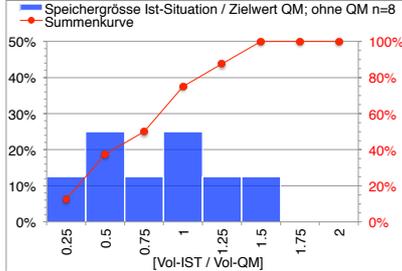
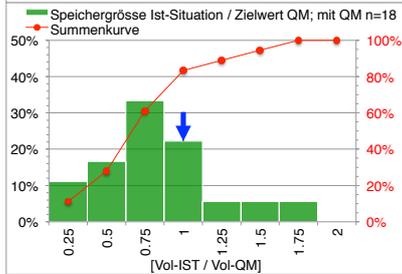
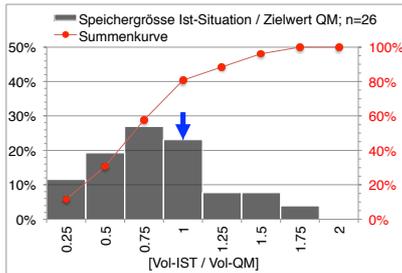
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 15.52 %; Anschlussdichte = 1.69 MWh/(a Tm)



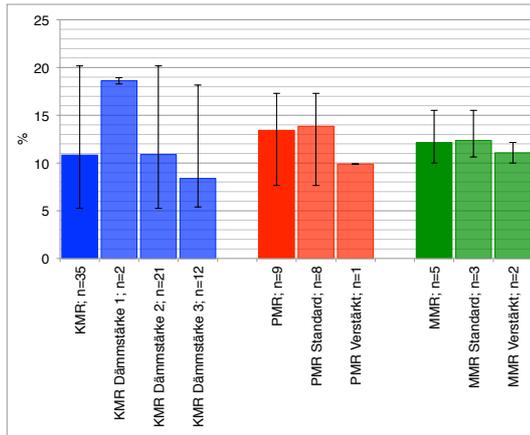
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.55



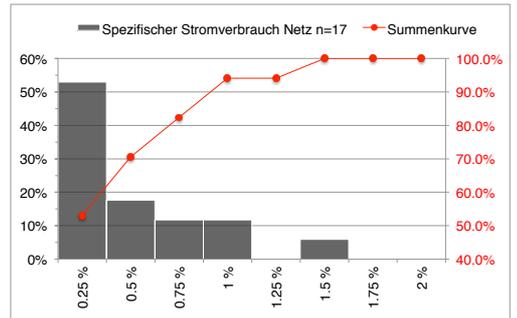
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.94



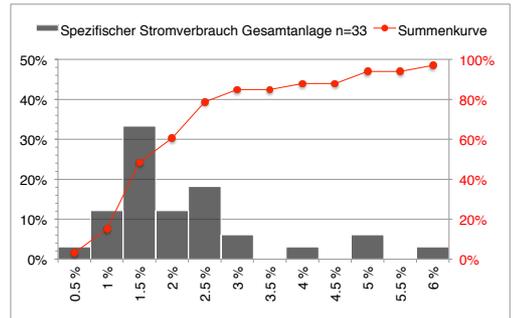
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.03
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
 Rohrsystem = MMR; Dämmstärke = Standard
 Wärmeverlust Netz = 15.52 %
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A%



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A%

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	020
Inbetriebnahme	1996
Endausbau	offen
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

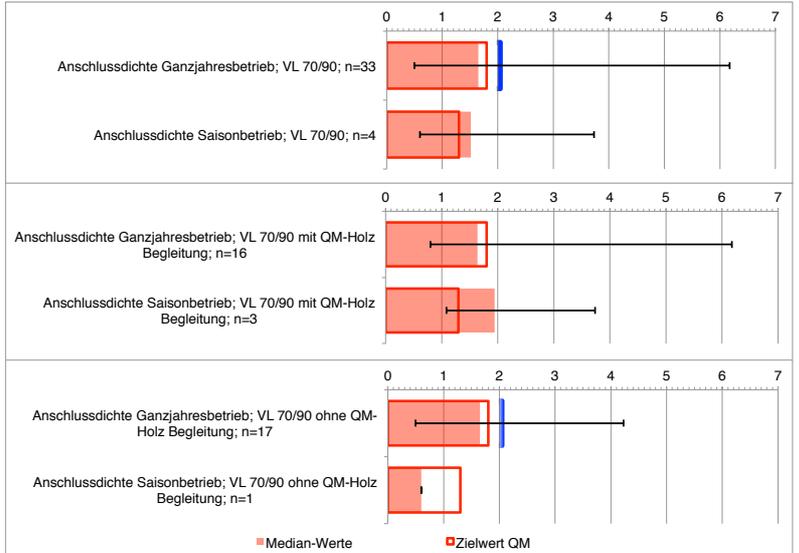
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'260	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	960	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'987	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	28.0

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'240	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'100	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'987	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	30'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	75	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	971	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	17	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR; MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Nein	
Leitsystem-Ebene	-	N/A	
Förderbeiträge	-	Ja	

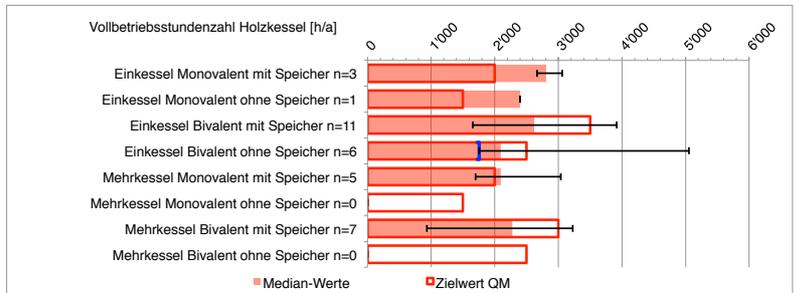
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	65
	Sommermonate	°C	65
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	41
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	41
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		6
Prüfdruck	bar		N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.2
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	855'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	42'660	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	46.4	
Wärmepreis	Rp./kWh	7.2	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.05	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.14
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	5.4	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.5
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	116	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'602	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	1'757	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'577	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	430	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.43	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	1.76
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	11.74



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 2.05 MWh/(a Tm)


 Einkessel Bivalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 1757 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 020

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

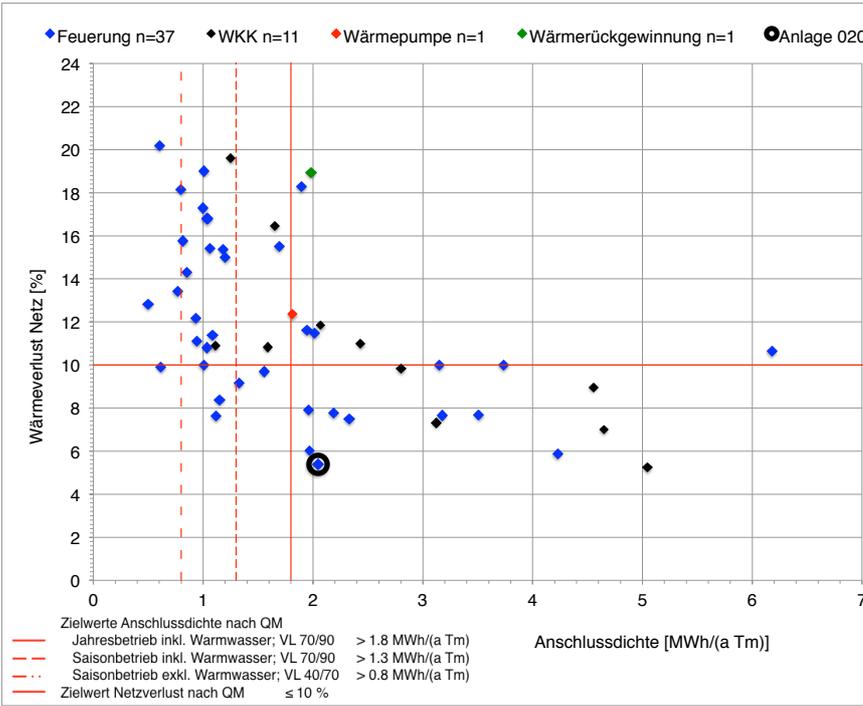
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

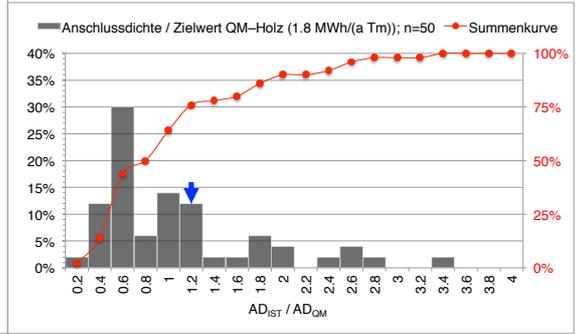
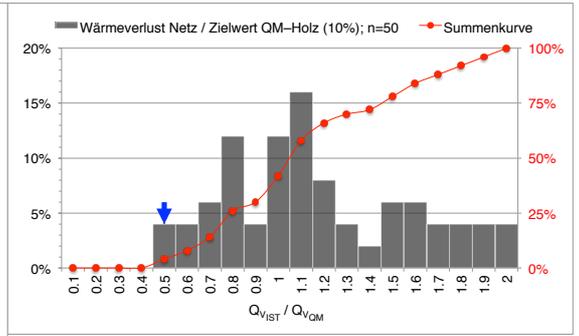
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

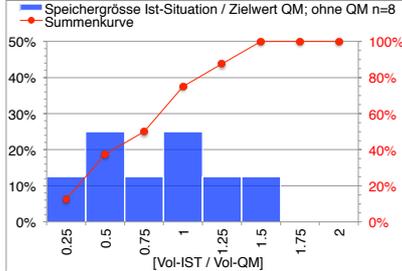
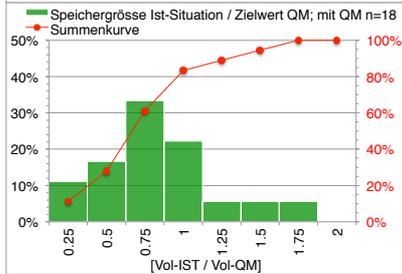
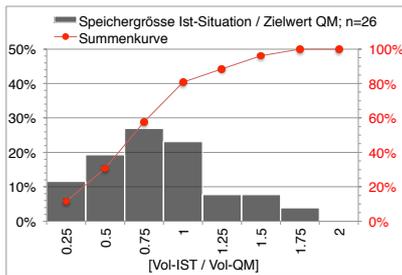
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



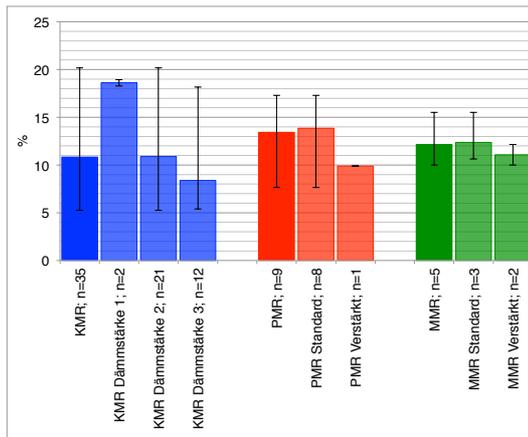
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 5.38 %; Anschlussdichte = 2.05 MWh/(a Tm)



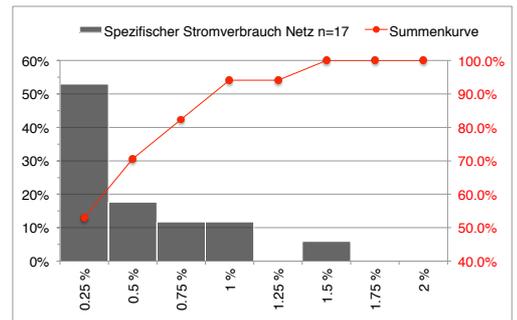
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.14



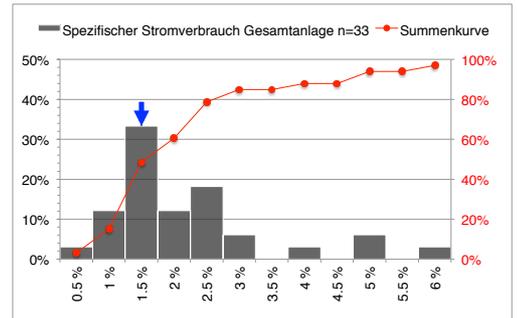
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 5.38 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.43 %

Anlage	021
Inbetriebnahme	2007
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

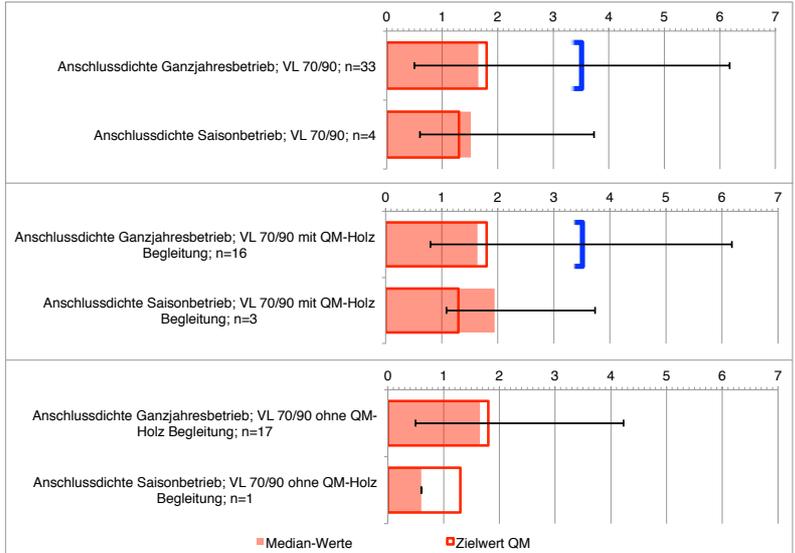
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'250	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	650	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'559	
Speicher	Ist-Situation	m ³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m ³	19.0

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	490'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	35'100	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	151.2	
Wärmepreis	Rp./kWh	7.5	

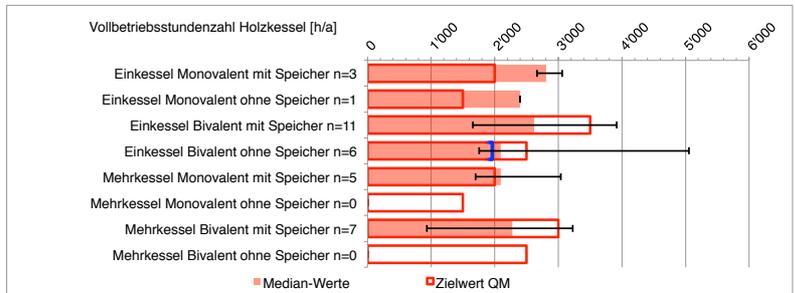
Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	865	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'559	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'439	
Geförderte Wassermenge im Netz	m ³ /a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	33'300	
Max. Vorlauftemperatur	°C	73	
Max. Rücklauftemperatur	°C	44	
Trasselänge	Tm	410	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	5	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	N/A
Dämmstärke	Hausanschluss	-	KMR
	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	N/A
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	-	Ja
Leckageüberwachung	-	-	Ja
Wärmeübergabe	-	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	-	Ja
Leitsystem	-	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz
Förderbeiträge	-	-	Ja

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	3.51	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.95
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	7.7
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	293
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'664
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	1'960
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	1'247
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	341
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	2.14
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	1.45
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	16.85

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	45
	Sommermonate	°C	20
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	35
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	35
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	16	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.2
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	N/A
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

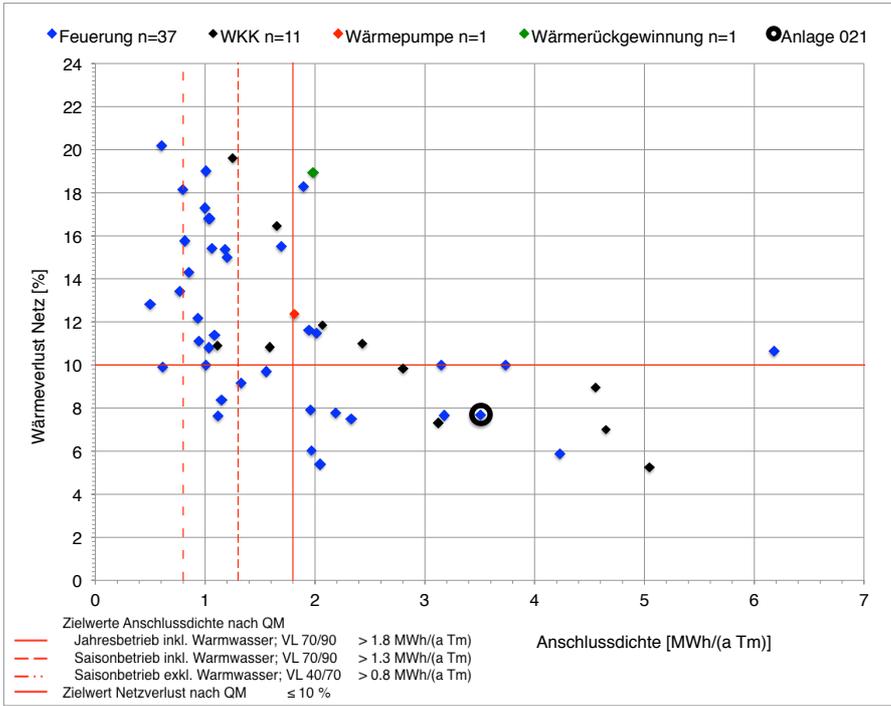


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 3.51 MWh/(a Tm)

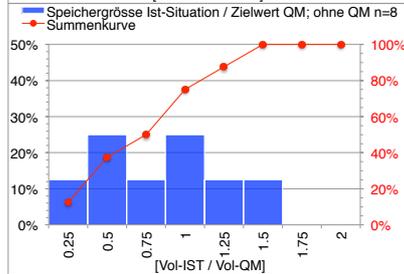
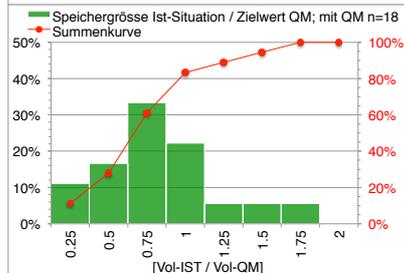
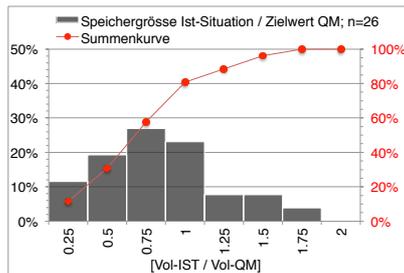
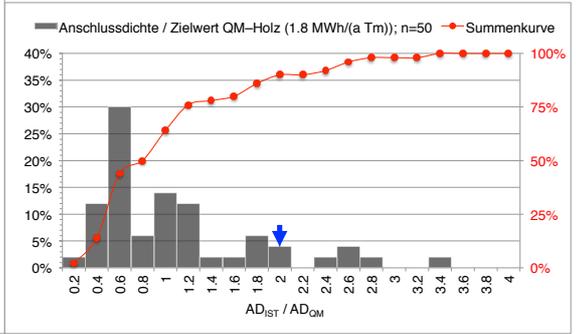
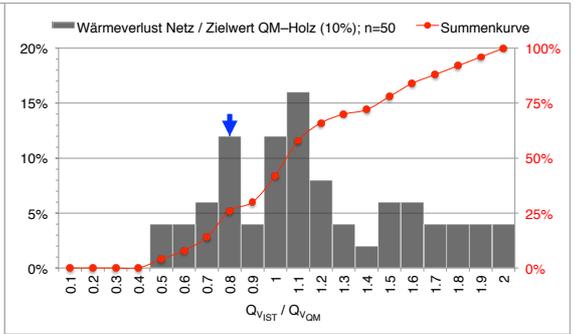


Einkessel Bivalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 1960 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 021

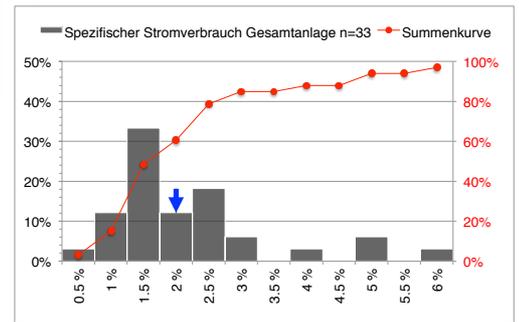
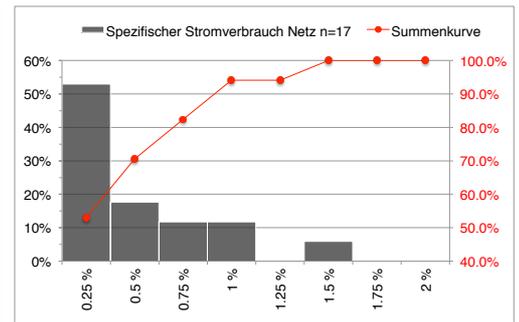
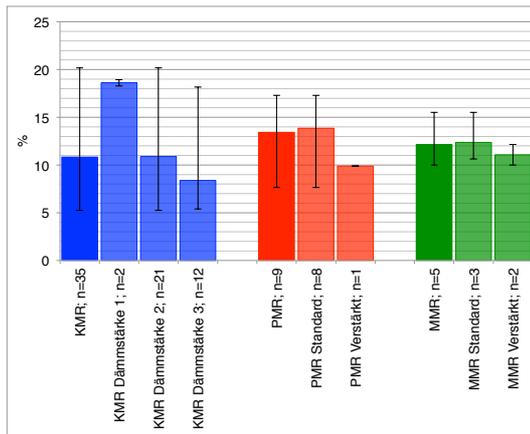
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Feuerung; Wärmeverlust Netz = 7.70 %; Anschlussdichte = 3.51 MWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Anlage	022
Inbetriebnahme	2007
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

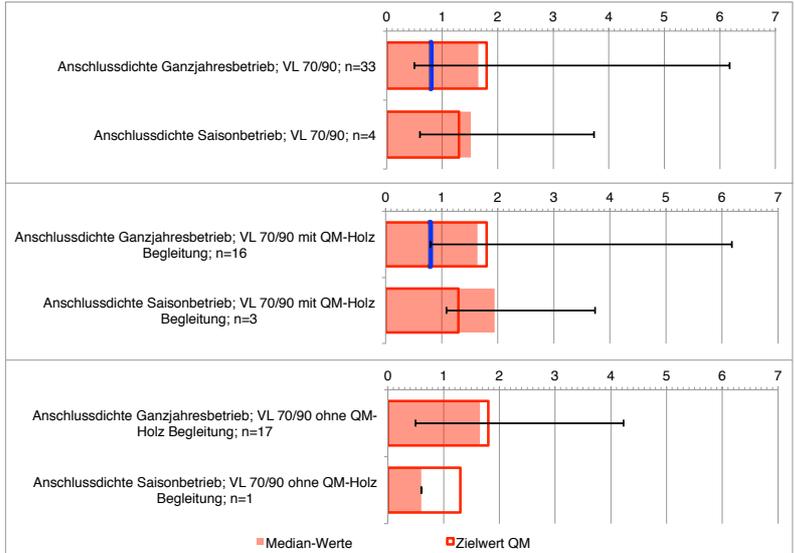
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'210	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'000	
Wärmeproduktion	MWh/a	3'491	
Speicher	Ist-Situation	m³	36.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	29.2

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'675	
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'491	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'857	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	93'400	
Max. Vorlauftemperatur	°C	88	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	3'578	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	23	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR; MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	-	Ja
Leckageüberwachung	-	-	Ja
Wärmeübergabe	-	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	-	Ja
Leitsystem	-	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz
Förderbeiträge	-	-	Ja

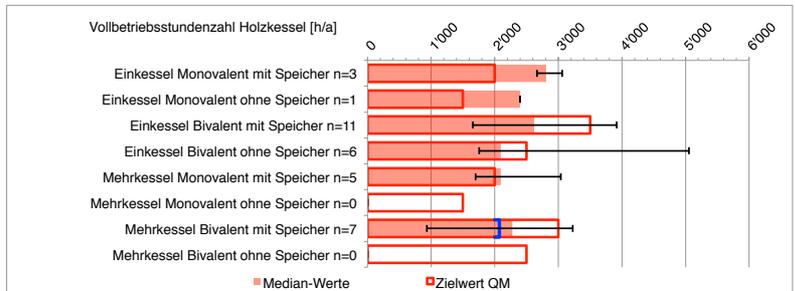
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	45
	Sommermonate	°C	20
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	30
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	30
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	40
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.2
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	4'550'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	17'010	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	139.3	
Wärmepreis	Rp./kWh	9.1	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.80	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.44
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	18.2
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	177
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'068
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'071
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	1'580
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	1'593
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	2.68
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	1.23
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	4.34
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	16.93

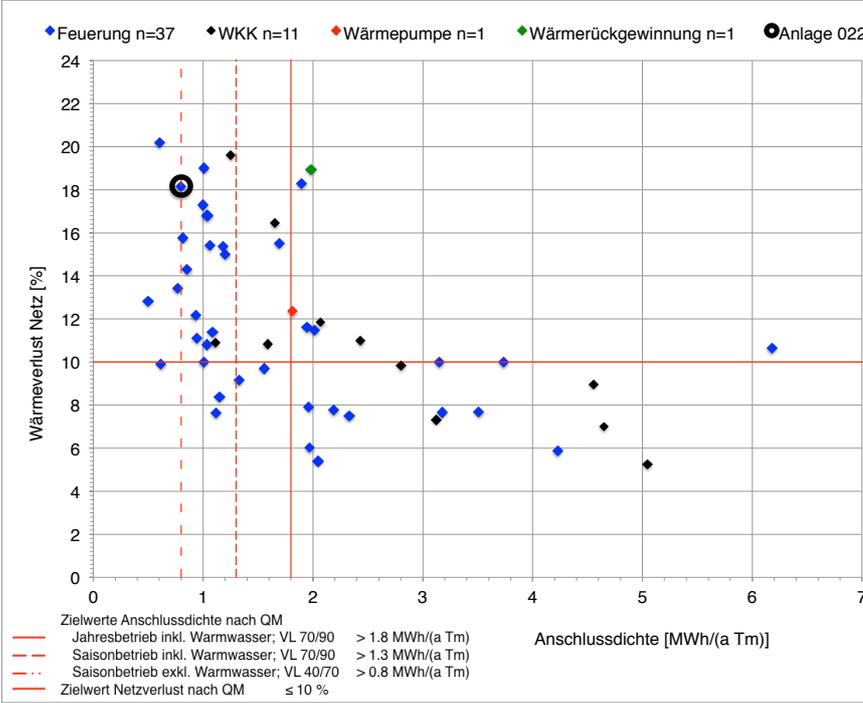


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 0.80 MWh/(a Tm)

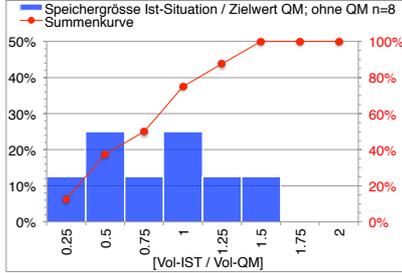
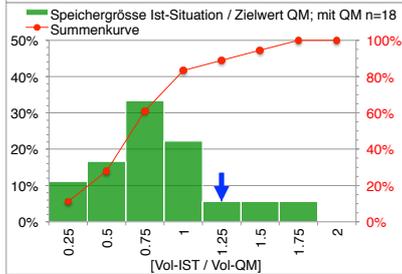
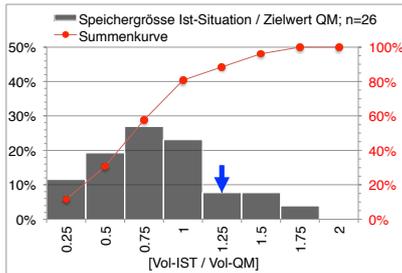
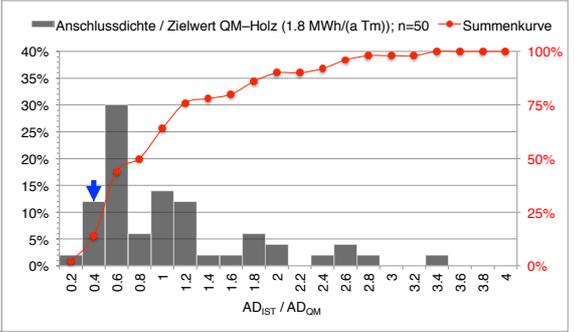
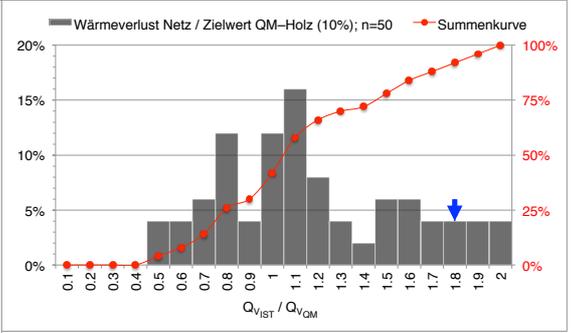


Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2071 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 022

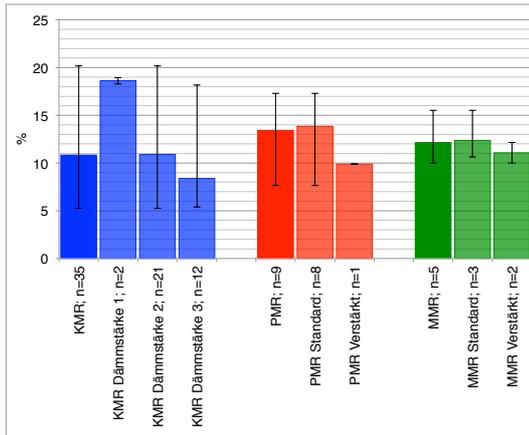
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



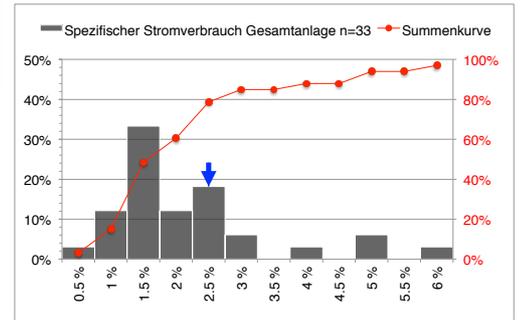
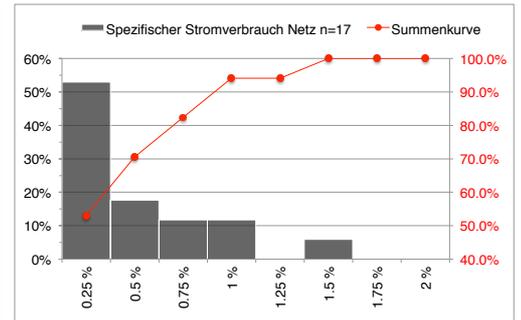
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 18.16 %; Anschlussdichte = 0.80 MWh/(a Tm)



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.23
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 18.16 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	023
Inbetriebnahme	2004
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

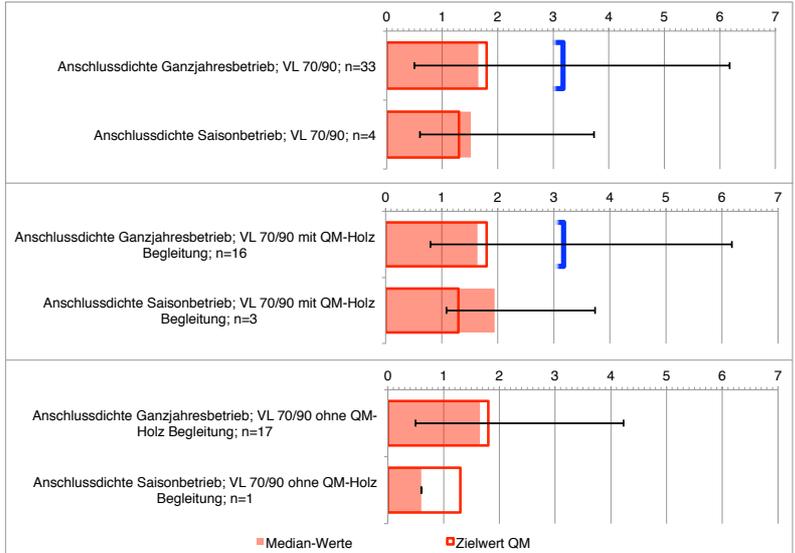
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'620	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'320	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'613	
Speicher	Ist-Situation	m³	10.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	38.5

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'410	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'613	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'413	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	35'200	
Max. Vorlauftemperatur	°C	77	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trasselänge	Tm	760	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	7	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	3
	Hausanschluss	-	3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Fernwärmenetz	
Förderbeiträge	-	Ja	

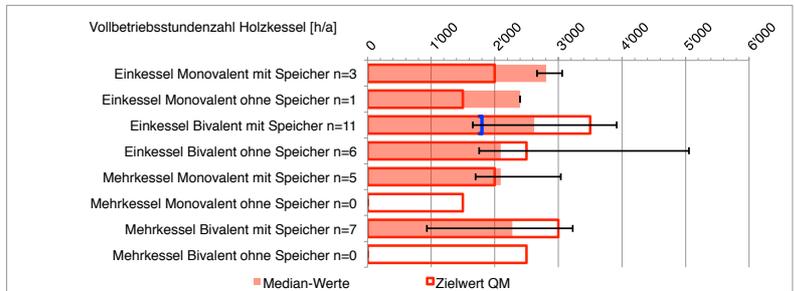
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Messeinrichtung	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	36
	Sommermonate	°C	30
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		3
Prüfdruck	bar		N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.2
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	920'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	9'180	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	165.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	6.7	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	3.18	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.76
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	7.7	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	263	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'711	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	1'798	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'613	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	381	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.35	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.26
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	1.66
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	15.42



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 3.18 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 1798 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 023

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

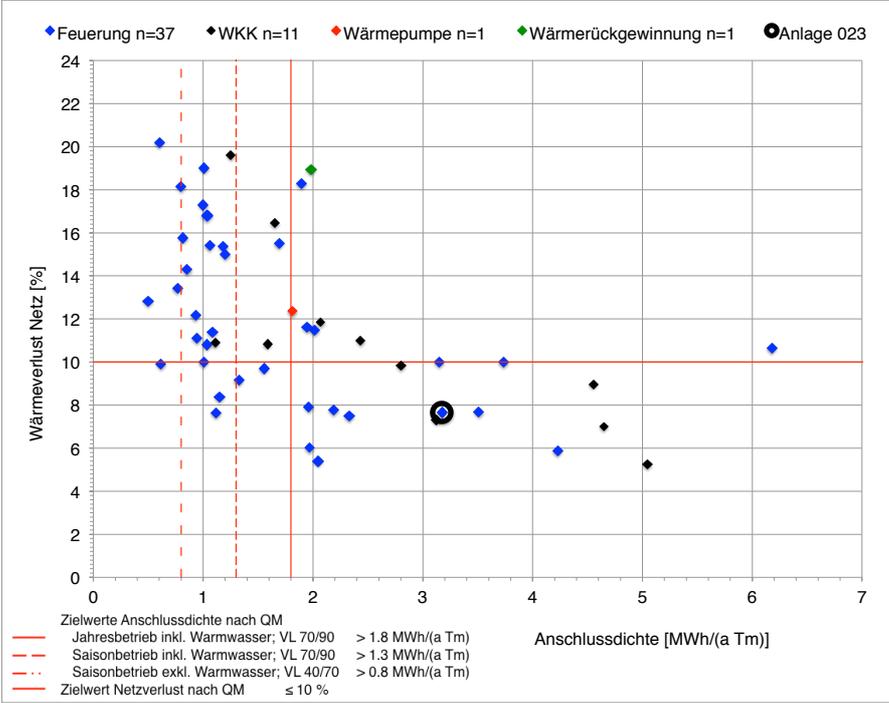
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

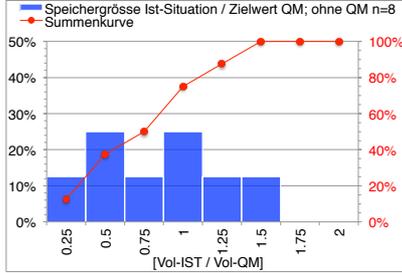
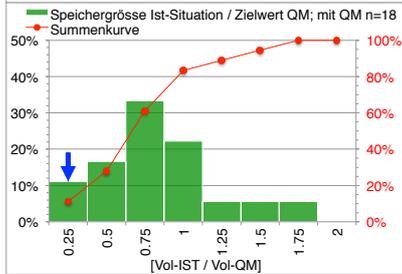
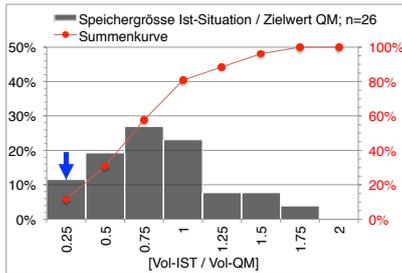
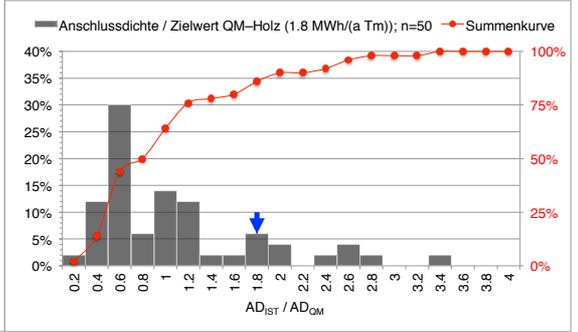
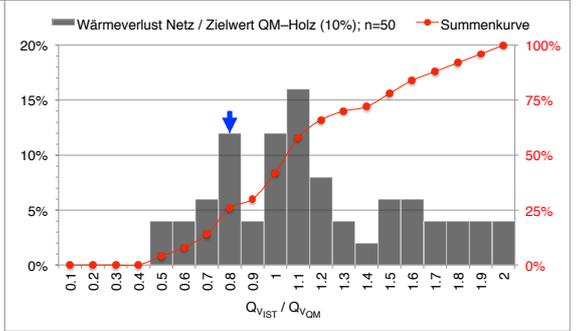
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

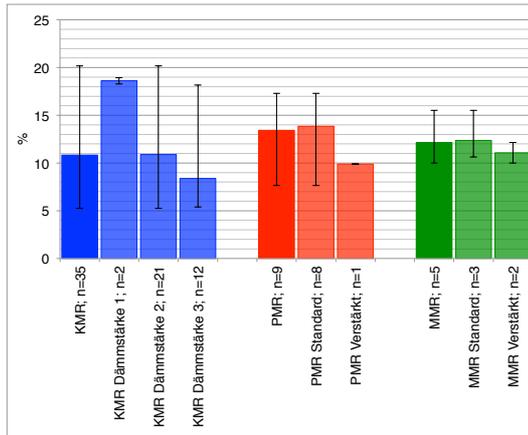
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



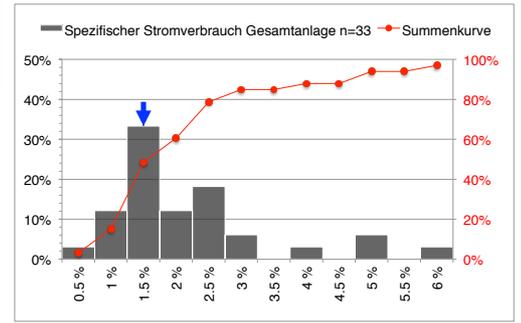
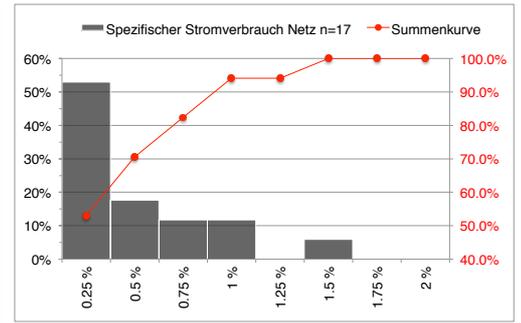
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 7.65%; Anschlussdichte = 3.18 MWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.26 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 3
Wärmeverlust Netz = 7.65 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	024
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

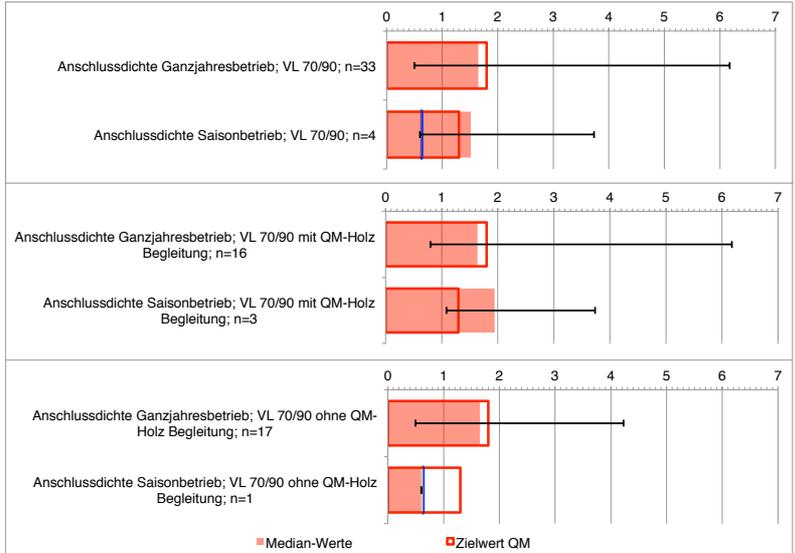
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A

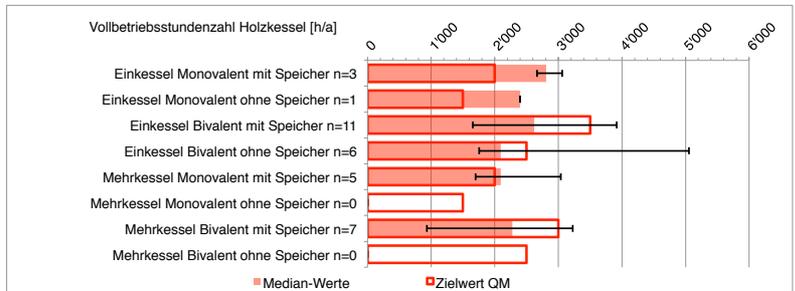
Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	520
Zugeführte Wärme	MWh/a	950
Abgegebene Wärme	MWh/a	856
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	1'390
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.62
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	9.9
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	68
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'646
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgränze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nennndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.62 MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzkessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 024

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

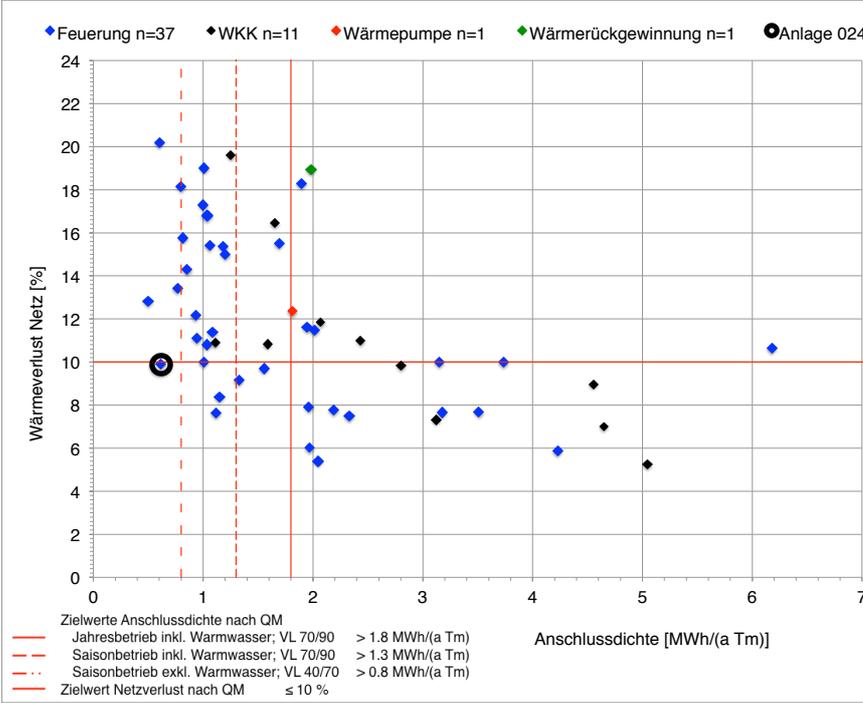
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

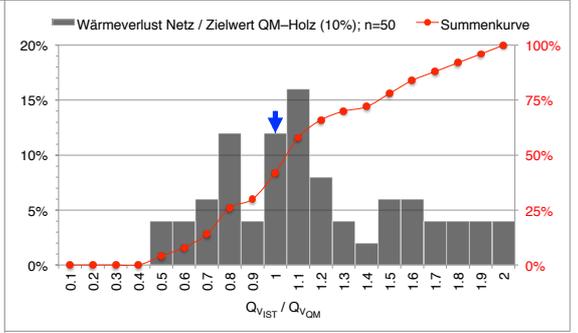
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

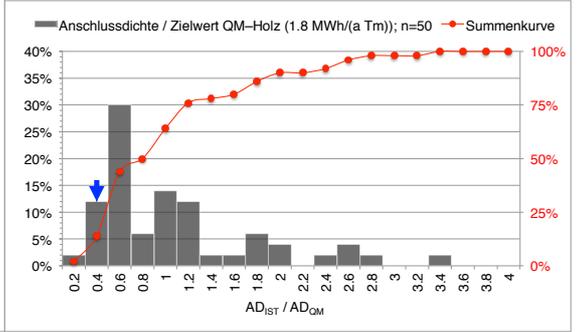
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



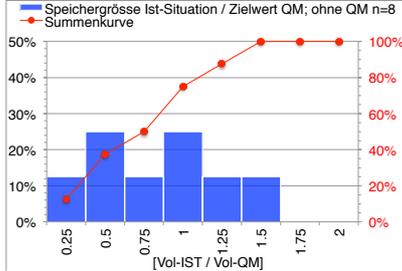
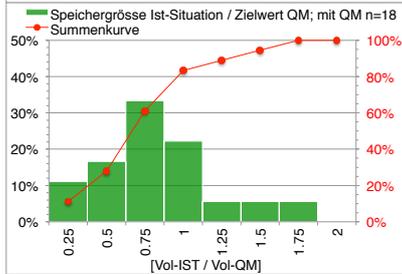
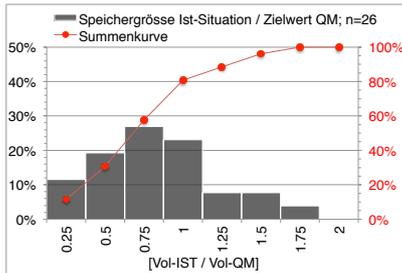
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 9.89 %; Anschlussdichte = 0.62 MWh/(a Tm)



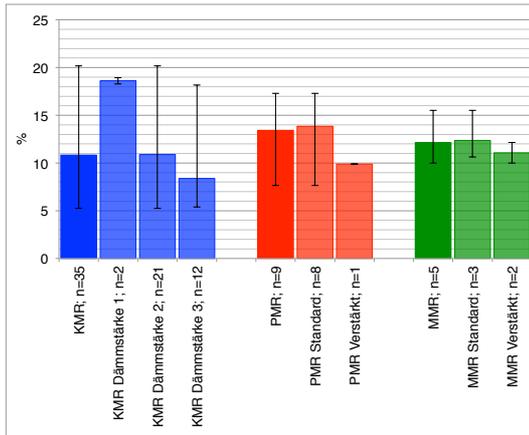
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.99



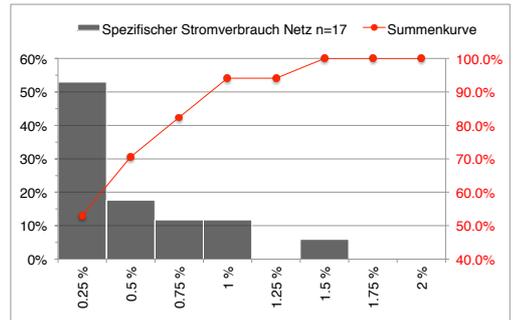
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.34



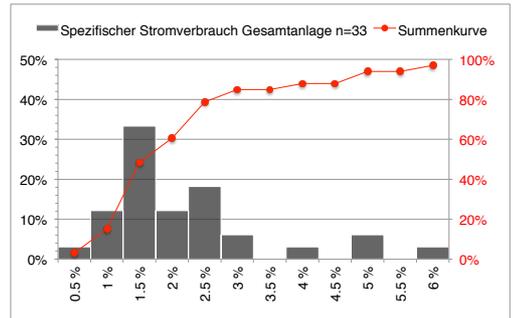
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR; Dämmstärke = Verstärkt
Wärmeverlust Netz = 9.89 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	025
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

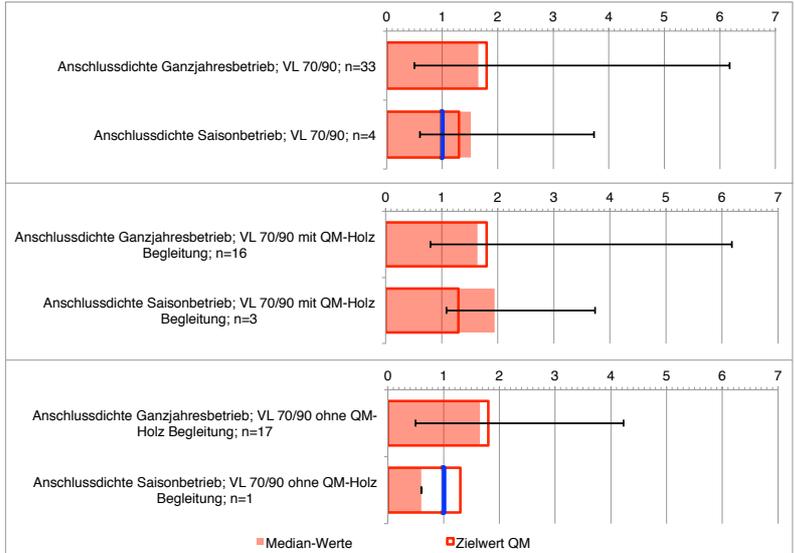
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	N/A	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	
Wärmeproduktion	MWh/a	0	
Speicher	Ist-Situation	m ³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m ³	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾		CHF	N/A
		-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr		CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis		Rp./kWh	N/A

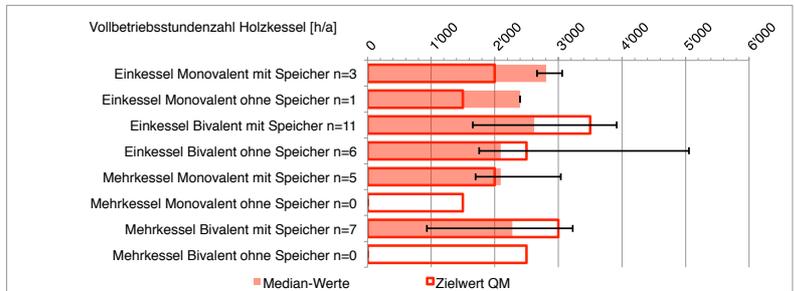
Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	945	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'874	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'550	
Geförderte Wassermenge im Netz	m ³ /a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A	
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A	
Trasselänge	Tm	1'550	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A	
Rohrsystem	Stammleitung	-	PMR
	Zweigleitung	-	PMR; PMR-Duo
	Hausanschluss	-	PMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A	
Leckageüberwachung	-	N/A	
Wärmeübergabe	-	N/A	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	N/A	
Leitsystem-Ebene	-	N/A	
Förderbeiträge	-	N/A	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)	1.00
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.56
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%	17.3
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.7
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)	209
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a	1'640
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)		h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾		CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	N/A

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgränze	-	N/A	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nennndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.00 MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 025

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

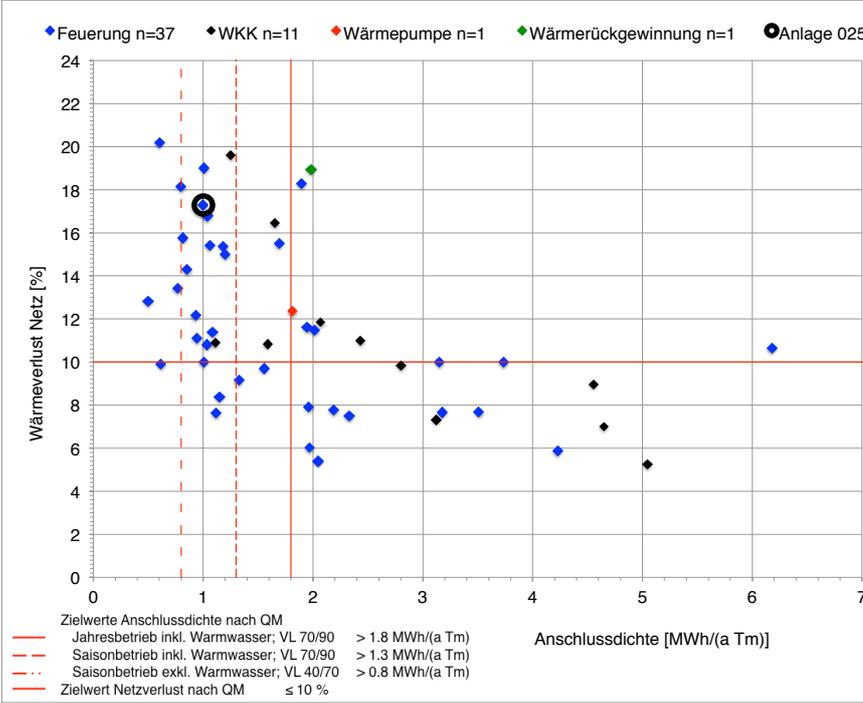
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

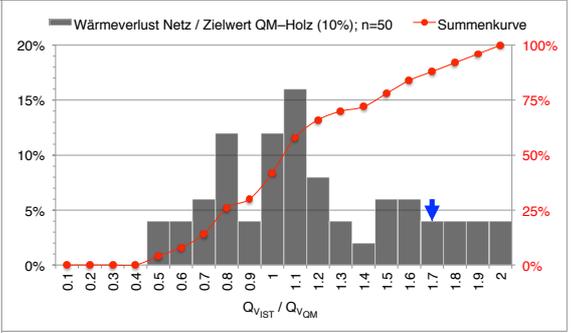
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

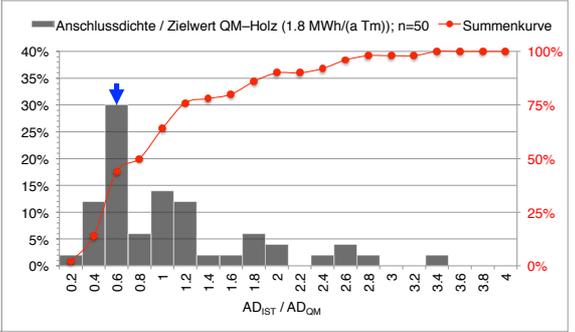
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



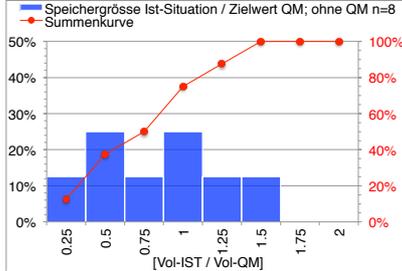
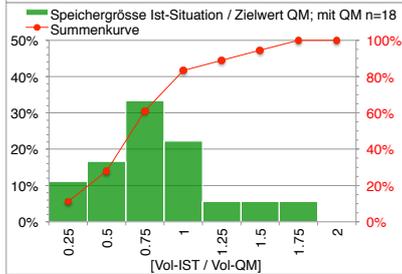
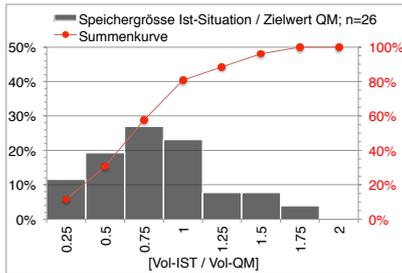
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 17.29 %; Anschlussdichte = 1.00 MWh/(a Tm)



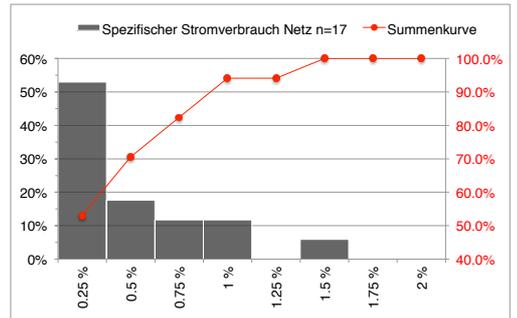
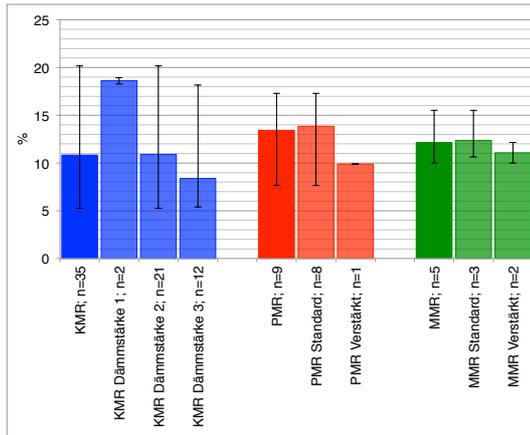
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.73



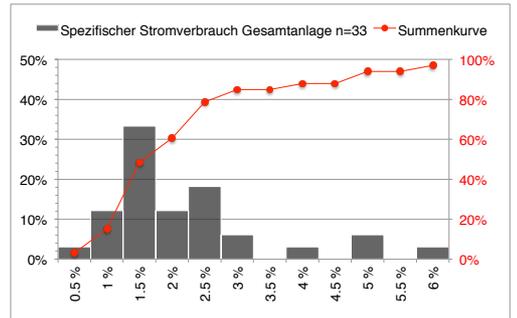
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.56



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

Anlage	026
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

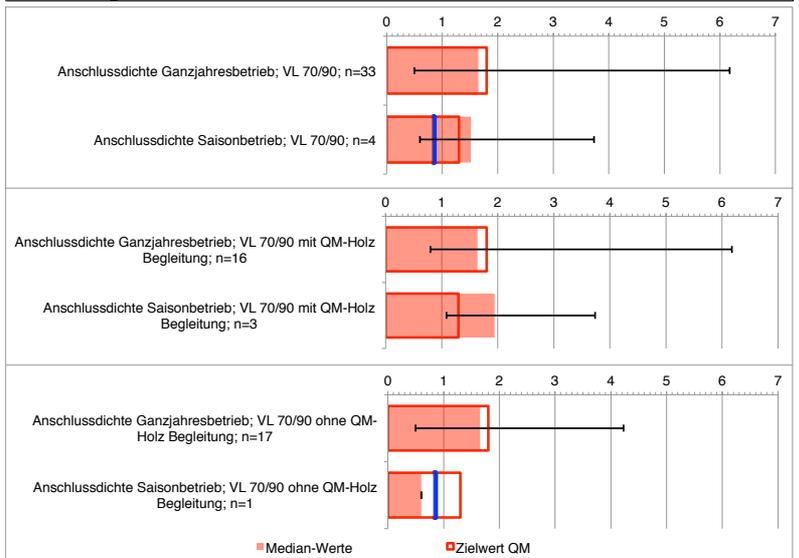
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A

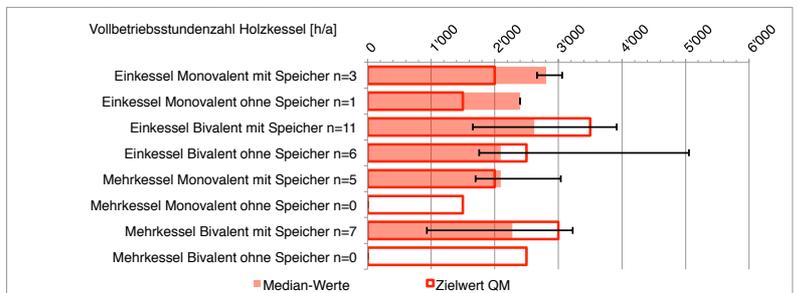
Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	886
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'750
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'500
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	1'755
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.85
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	14.3
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	142
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'693
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgränze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nennndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.85 MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 026

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

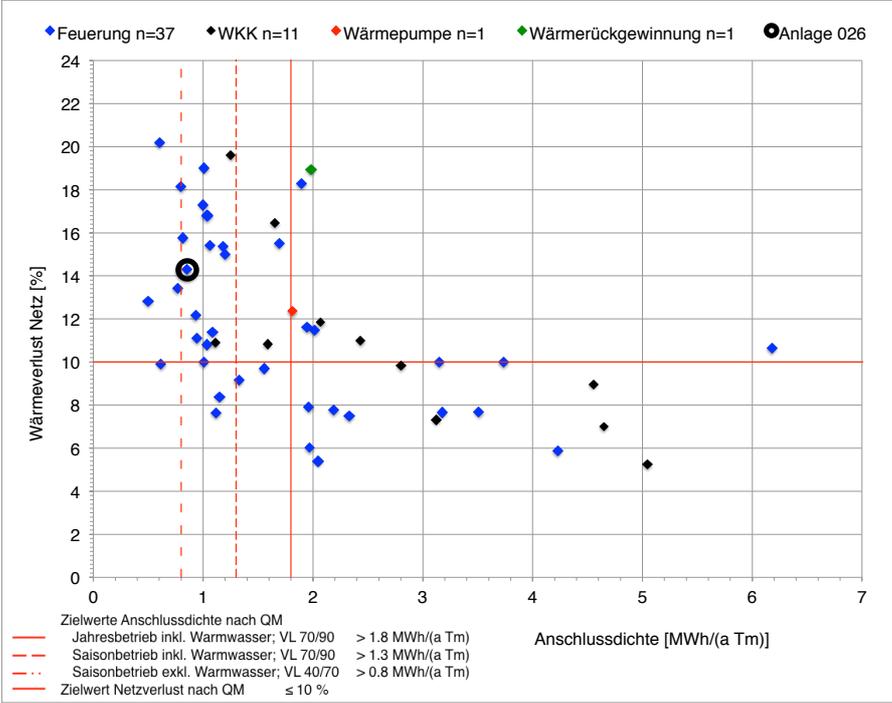
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

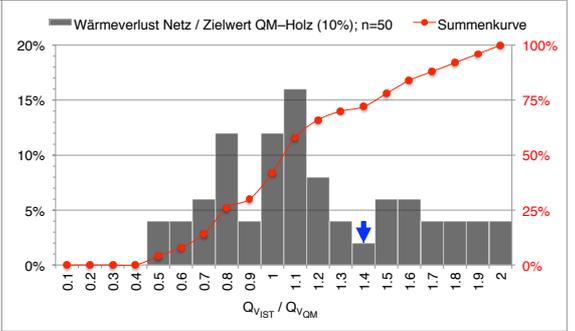
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

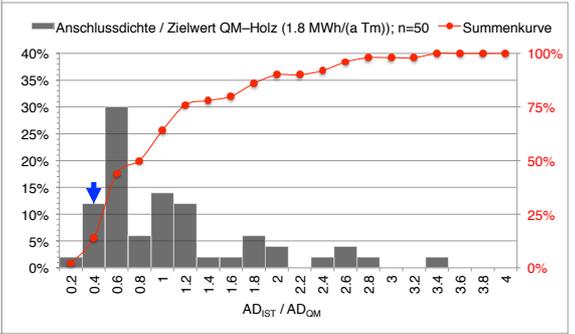
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



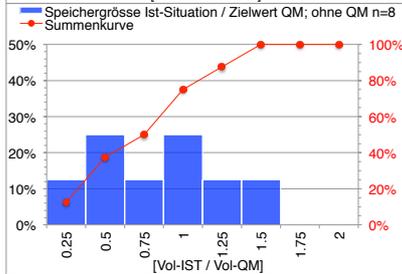
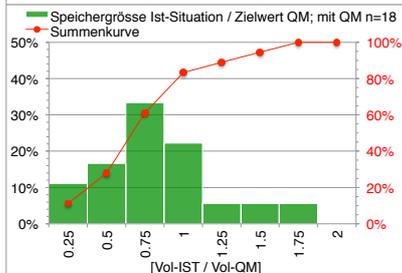
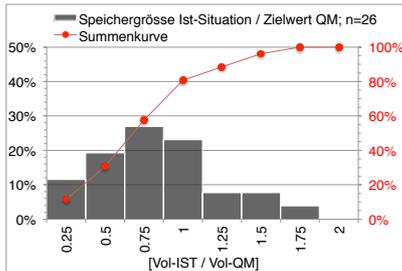
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 14.29 %; Anschlussdichte = 0.85 MWh/(a Tm)



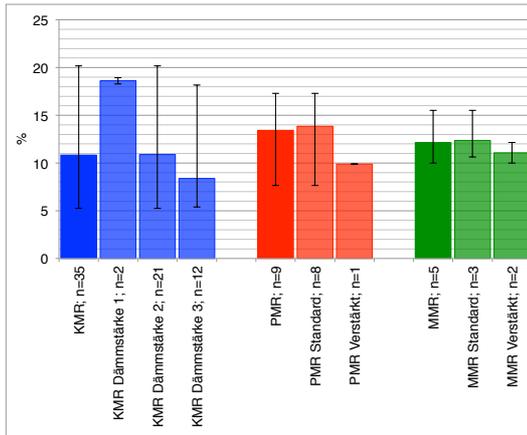
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.43



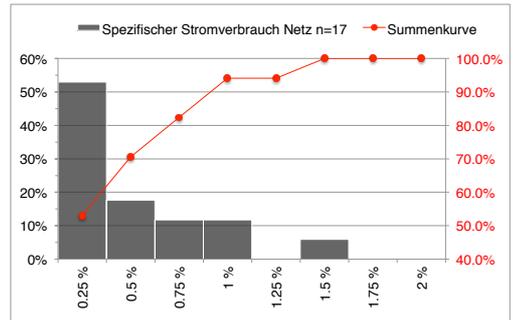
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.47



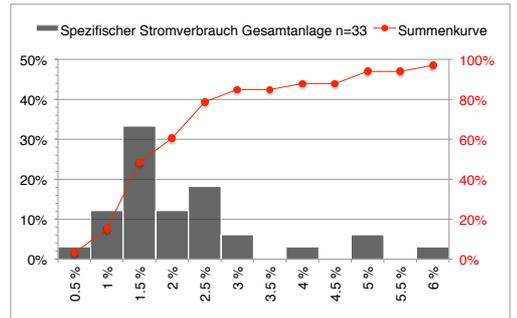
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR; Dämmstärke = Standard
Wärmeverlust Netz = 14.29 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

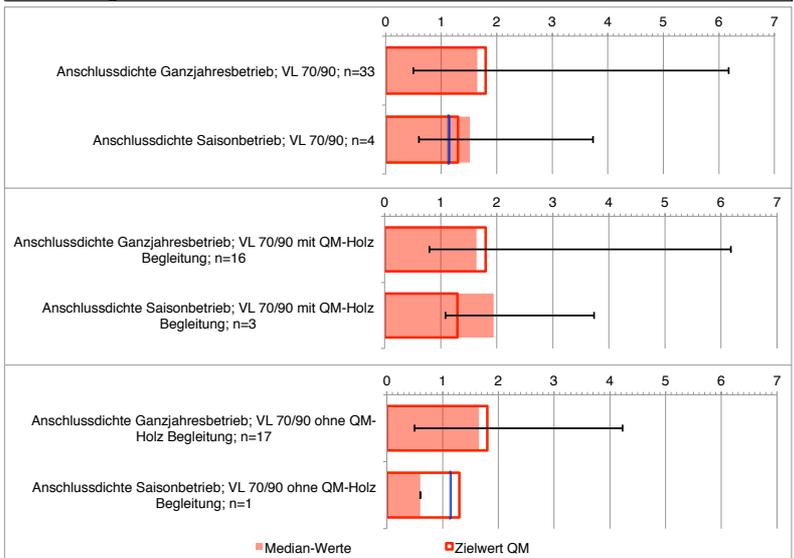
Anlage	027
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	N/A

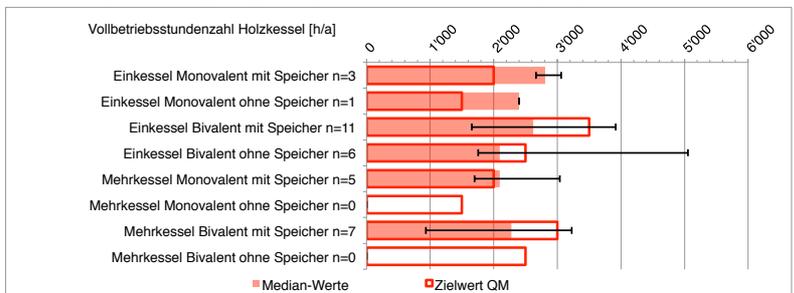
Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'380
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'140
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'900
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	2'600
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.12
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	7.6
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	92
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'101
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.12 MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzkessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 027

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

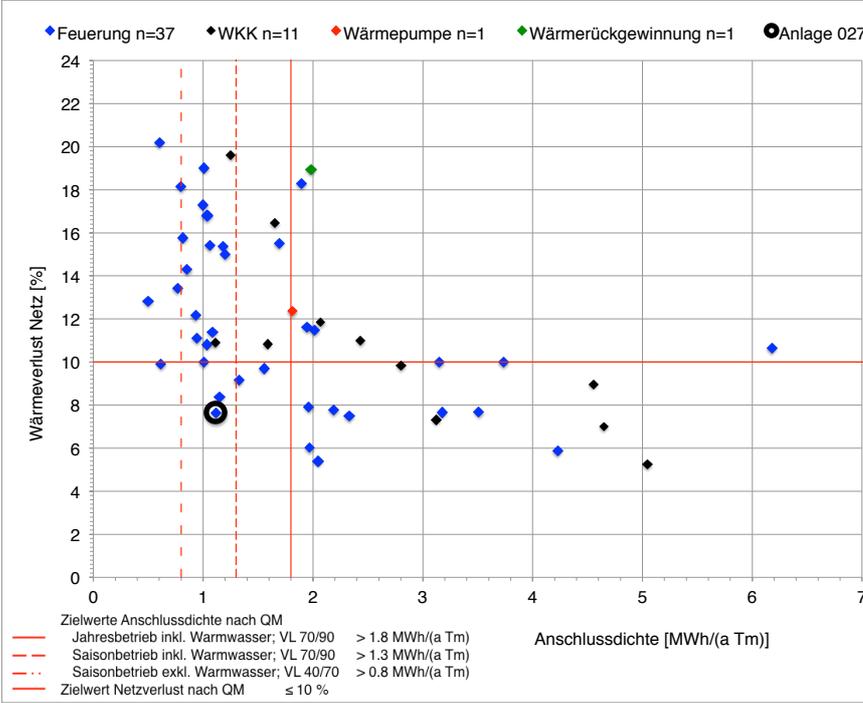
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezüglers.

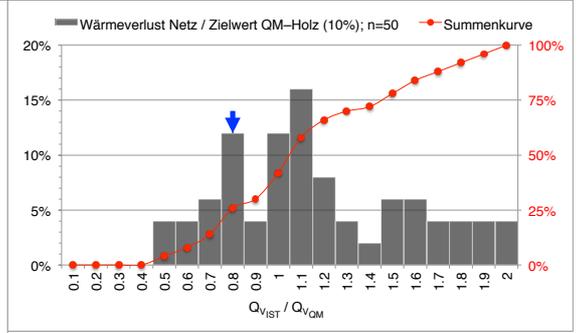
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

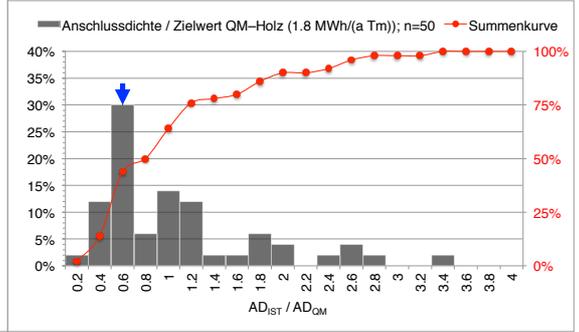
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



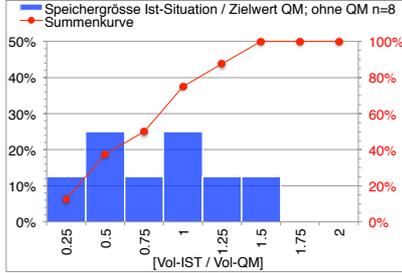
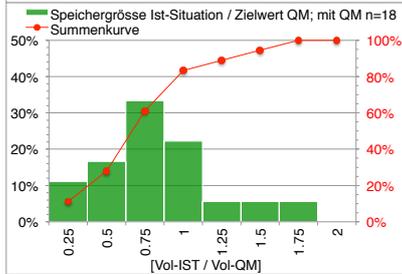
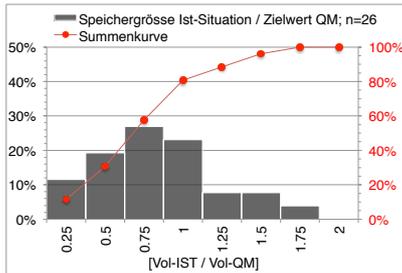
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 7.64 %; Anschlussdichte = 1.12 MWh/(a Tm)



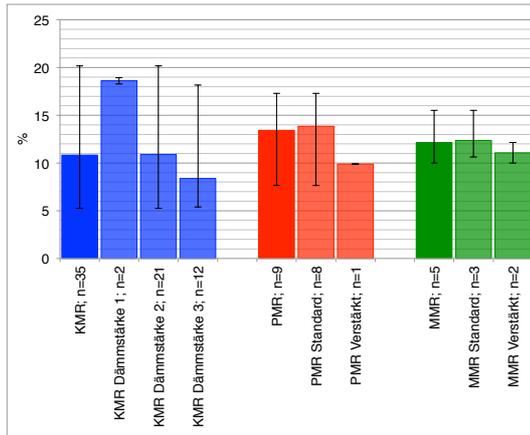
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 0.76



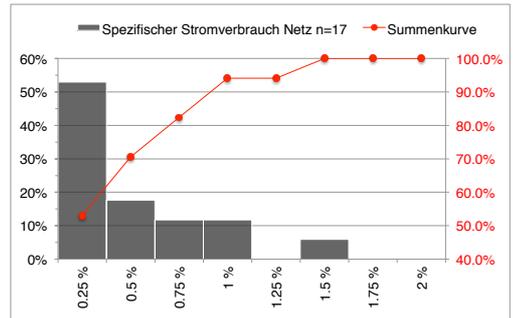
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.62



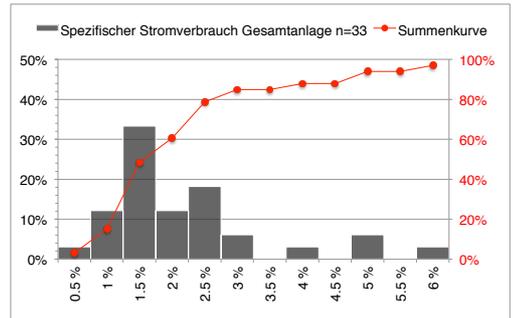
Speichergrosse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR; Dämmstärke = Standard
Wärmeverlust Netz = 7.64 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

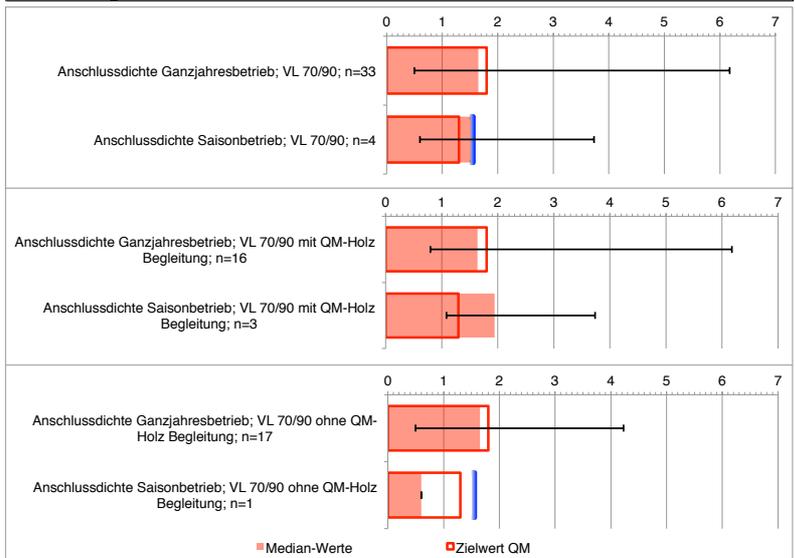
Anlage	028
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	N/A

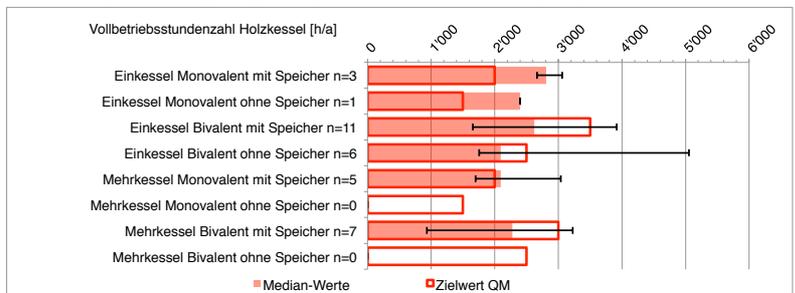
Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'100
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'012
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'720
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trasselänge	Tm	1'750
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.55
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	9.7
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	167
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'473
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh



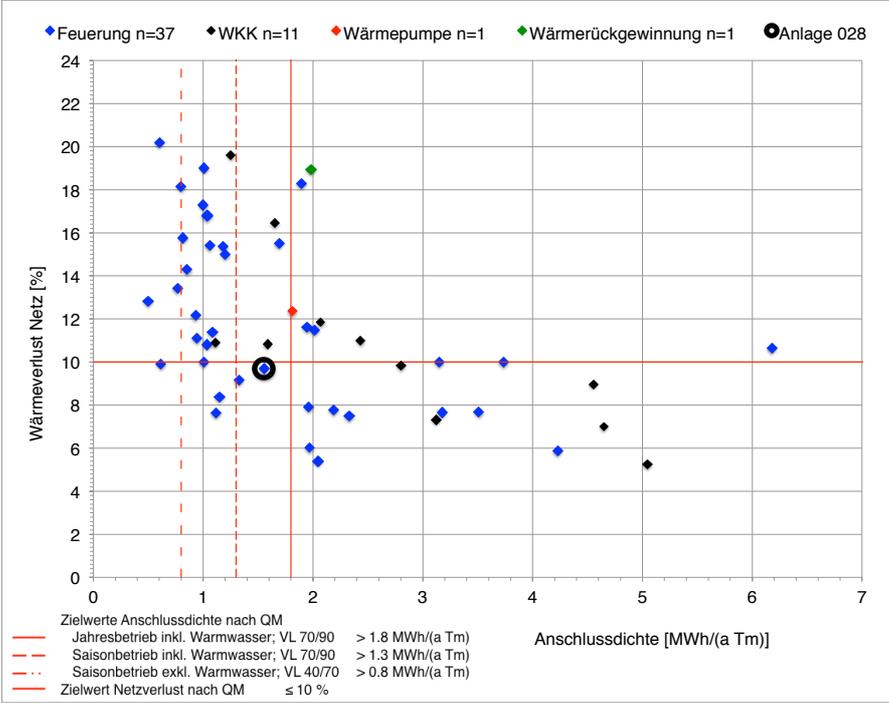
Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.55 MWh/(a Tm)



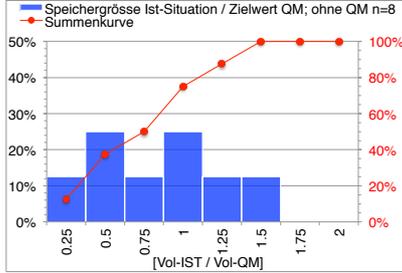
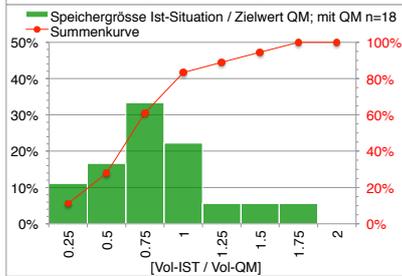
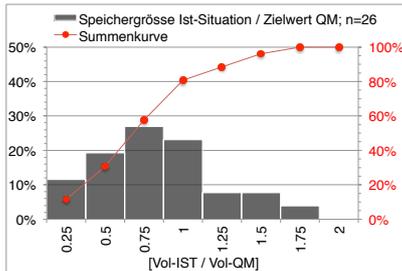
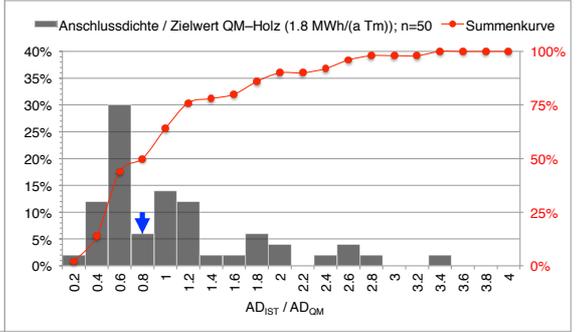
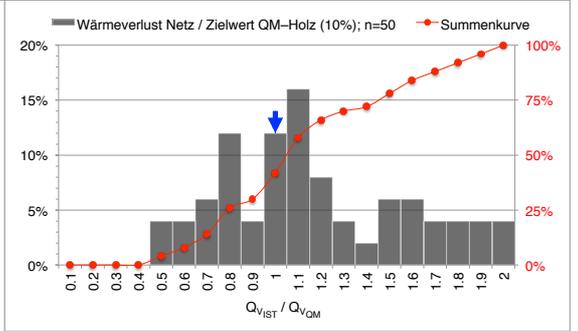
N/A; Volllaststunden Holzessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 028

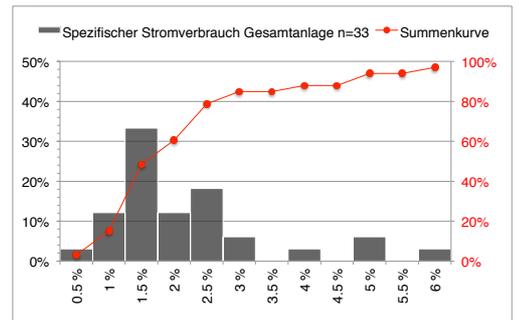
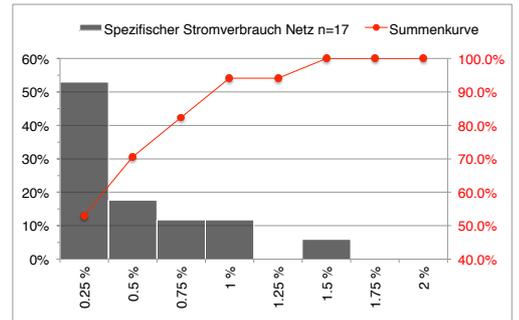
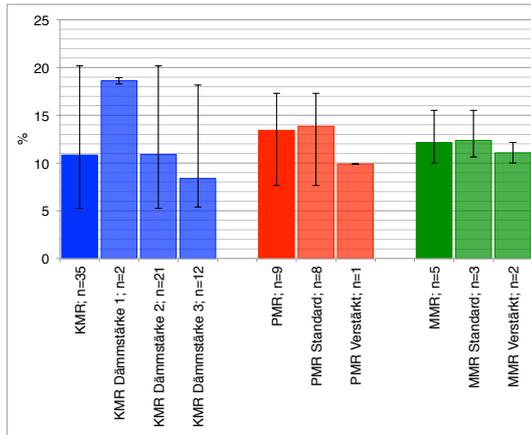
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Feuerung; Wärmeverlust Netz = 9.69 %; Anschlussdichte = 1.55 MWh/(a Tm)



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	029
Inbetriebnahme	0
Endausbau	0
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	h/a
Verwendungszweck	
Datenbasis	2011 / 2012

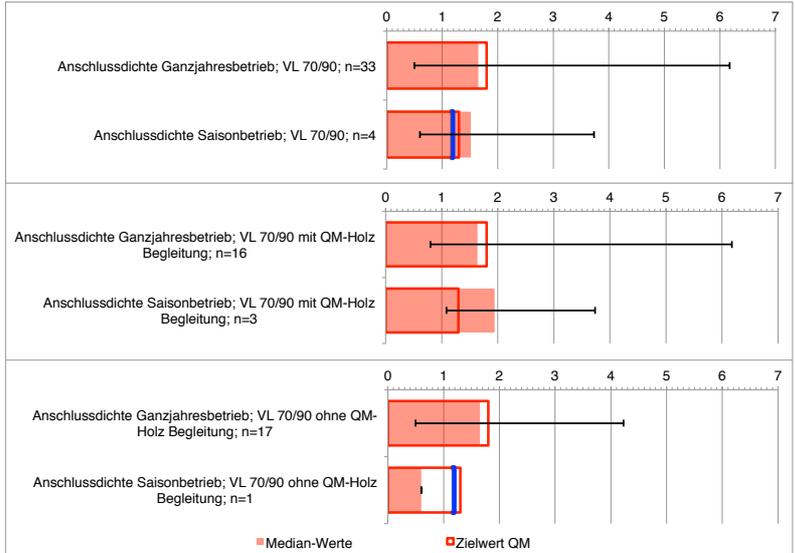
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	N/A
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	0
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	0
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'200
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'200
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'555
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	N/A
Max. Rücklauftemperatur	°C	N/A
Trassellänge	Tm	3'000
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	N/A
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	N/A
Leckageüberwachung	-	N/A
Wärmeübergabe	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	N/A
Leitsystem-Ebene	-	N/A
Förderbeiträge	-	N/A

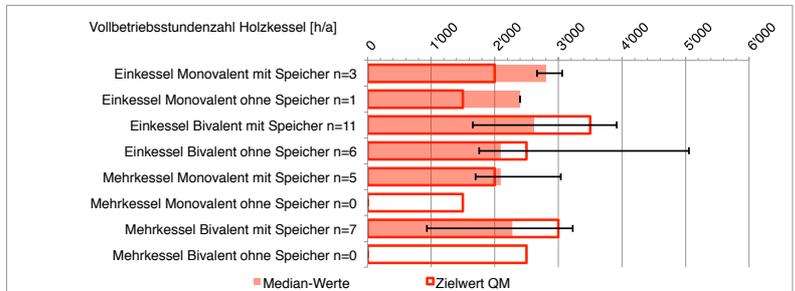
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.19
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	0.66
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	15.4
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	1.5
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	215
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'616
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	N/A
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.19 MWh/(a Tm)



N/A; Volllaststunden Holzessel = N/A/h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 029

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

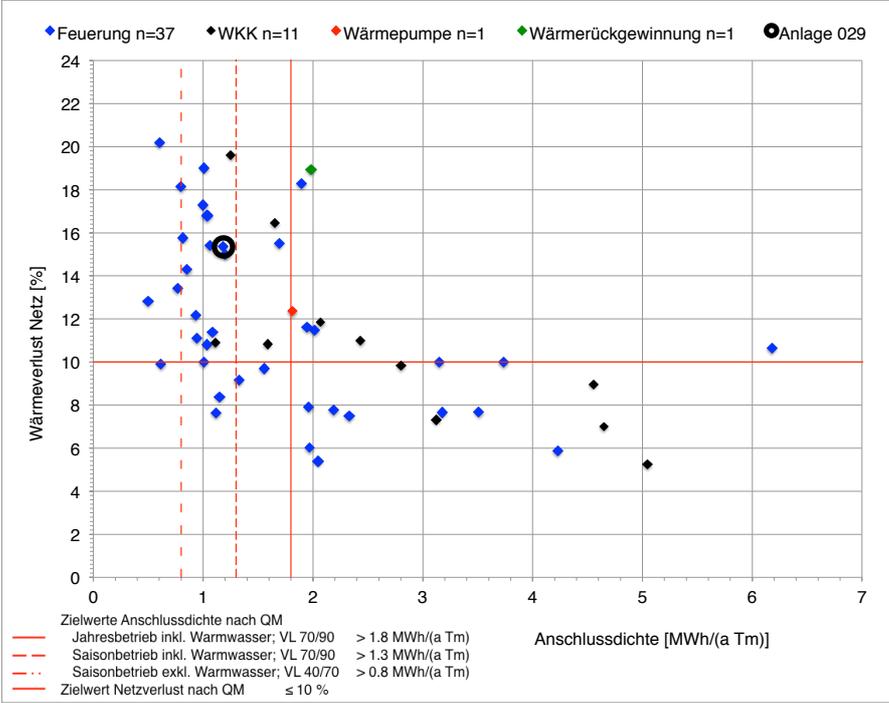
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

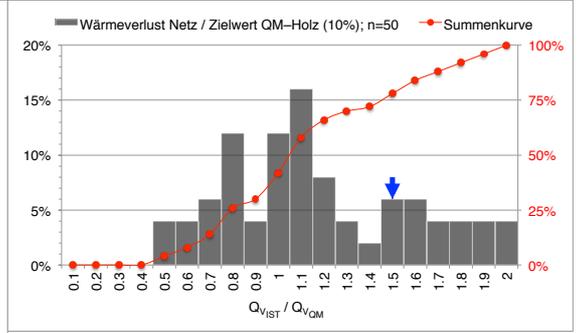
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

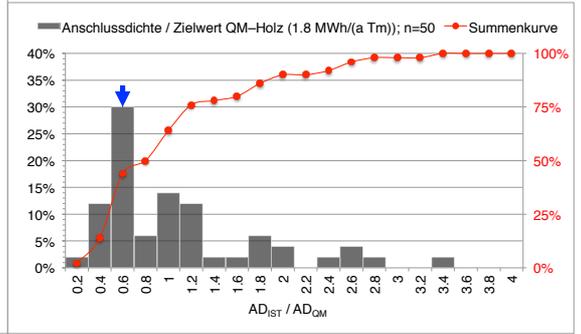
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



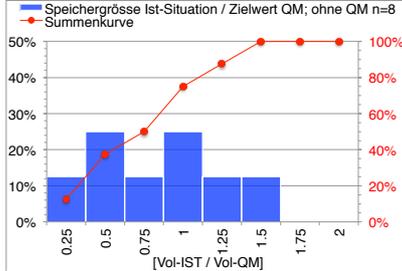
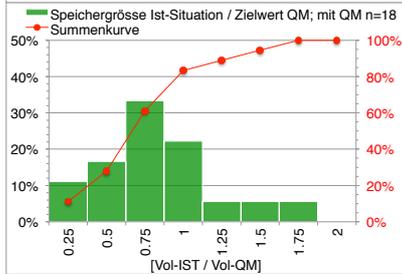
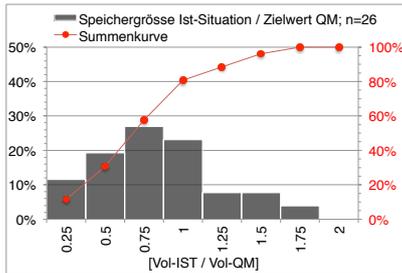
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 15.36 %; Anschlussdichte = 1.19 MWh/(a Tm)



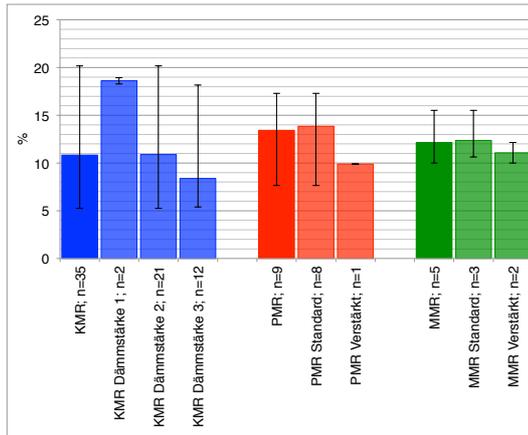
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.54



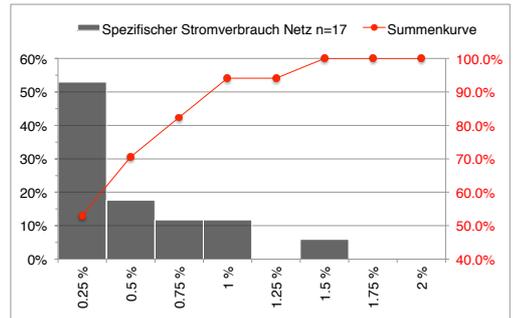
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.66



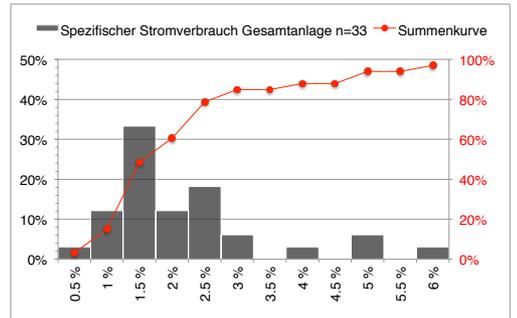
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR; Dämmstärke = Standard
Wärmeverlust Netz = 15.36 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	030
Inbetriebnahme	2004
Endausbau	2004
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

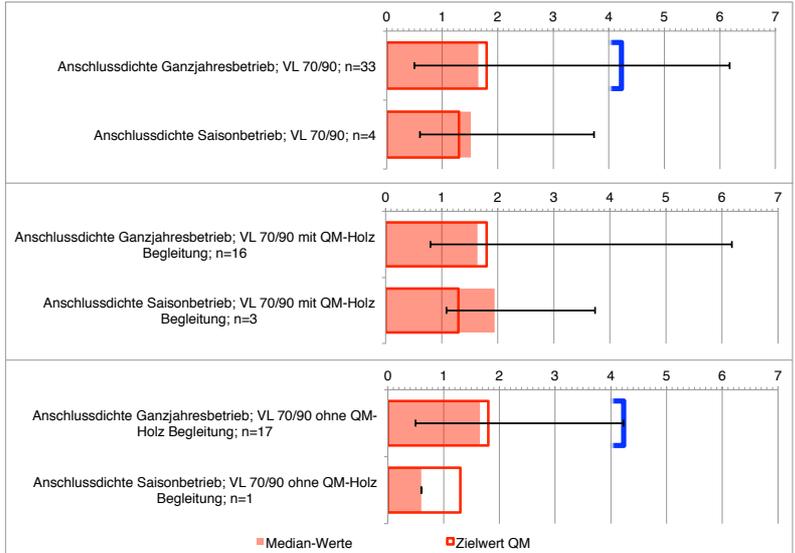
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Monovalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	5'520
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'600
Wärmeproduktion	MWh/a	5'840
Speicher	Ist-Situation	m³ 40.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ 46.7

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'100
Zugeführte Wärme	MWh/a	5'840
Abgegebene Wärme	MWh/a	5'497
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	150'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	80
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	1'300
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	71
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung
Förderbeiträge	-	Nein

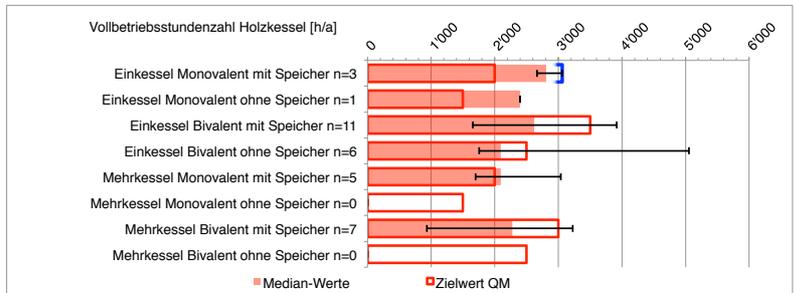
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C 80
	bei +10° Aussen	°C 70
	Sommermonate	°C 70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C 50
	bei +10° Aussen	°C 50
	Maximal	°C 50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C 50
	bei +10° Aussen	°C 50
	max.	°C 40
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C 65
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar 0.2
	max.	bar 0.4
Differenz Hausanschluss	min.	bar 1.0
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	- 9.5
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l 0.1
Leitfähigkeit	max.	µS/cm 200
Grädigkeit	Wärmetauscher	K 3

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'178'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	26'000
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	42.0
Wärmepreis	Rp./kWh	9.8

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	4.23
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	- 2.35
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	5.9
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	- 0.6
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	264
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'773
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'063
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'058
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	214
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	2.57
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.86
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 0.97
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh 13.23



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 4.23 MWh/(a Tm)


 Einkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holz-kessel = 3063 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 030

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

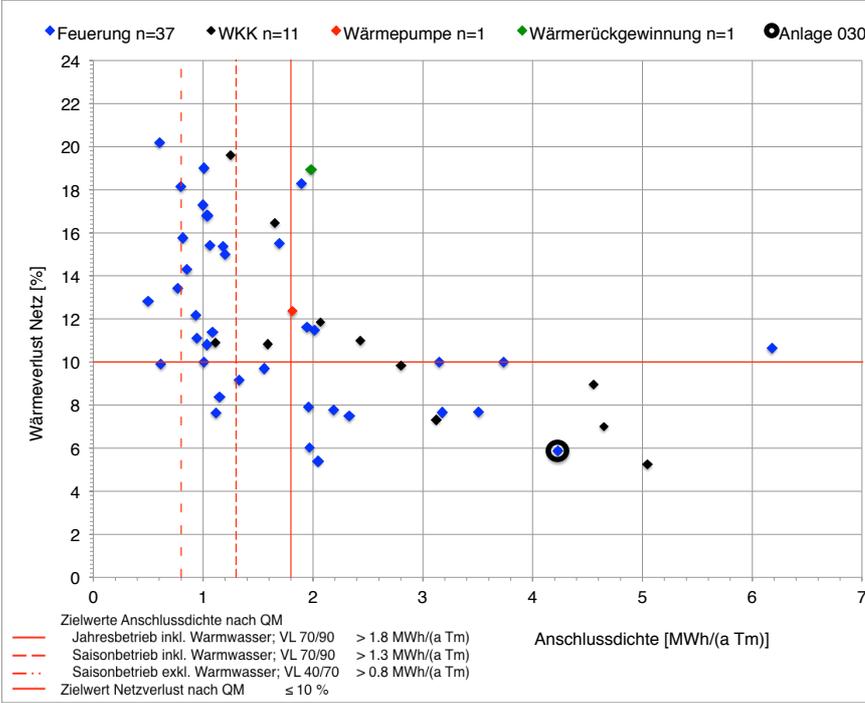
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

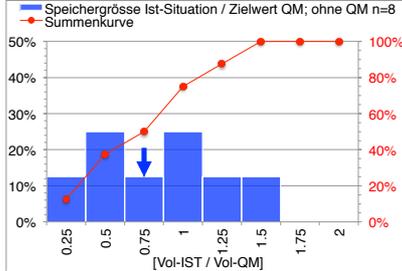
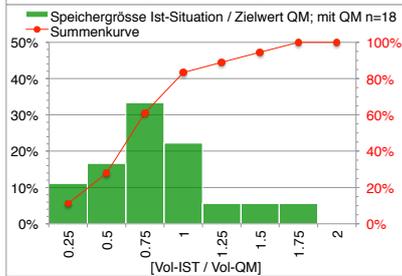
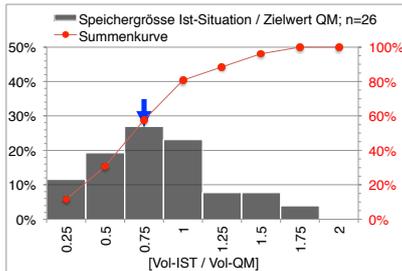
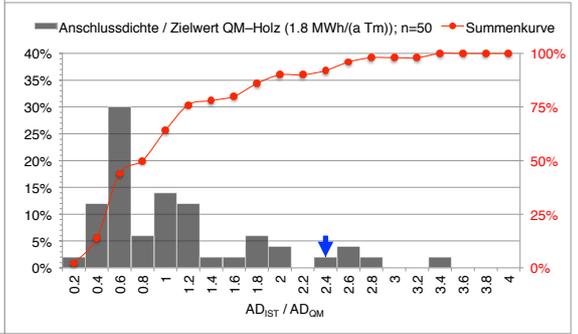
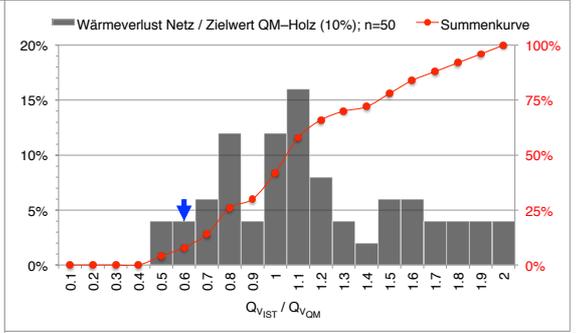
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

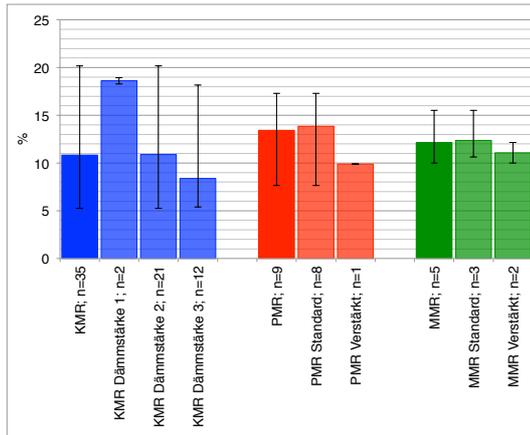
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



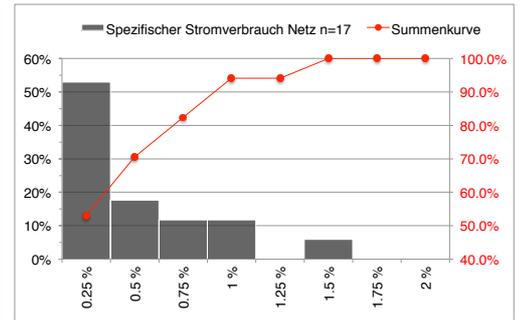
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 5.87 %; Anschlussdichte = 4.23 MWh/(a Tm)



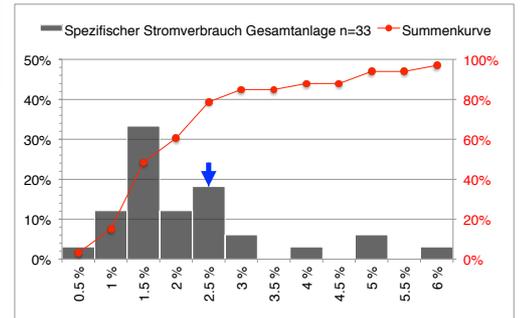
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.86
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 5.87 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 2.57 %

Anlage	031
Inbetriebnahme	2009
Endausbau	2015
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8712 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

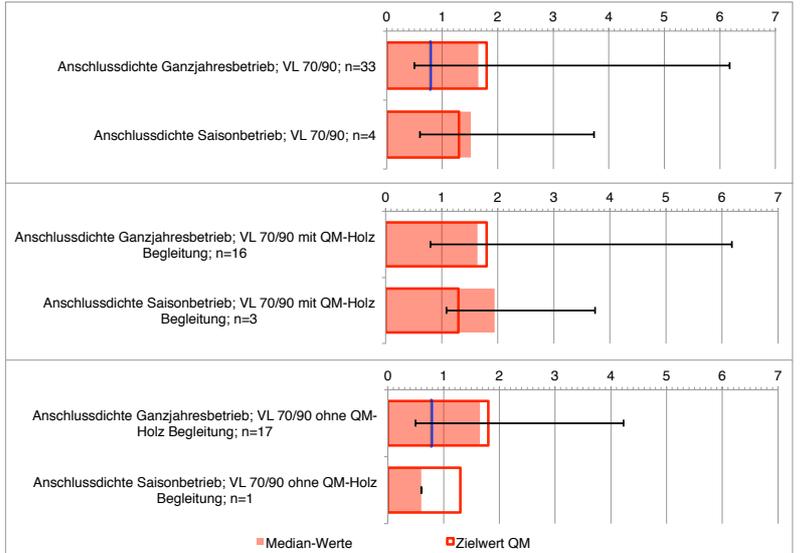
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Monovalent ohne Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	450	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	450	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'080	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	13.1

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	527	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'080	
Abgegebene Wärme	MWh/a	935	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	38'000	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	80	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trassellänge	Tm	1'220	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	20	
Rohrsystem	Stammleitung	-	PMR-Duo
	Zweigleitung	-	PMR-Duo
	Hausanschluss	-	PMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Nein	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Fernwärmenetz/Übergabestation	
Förderbeiträge	-	Ja	

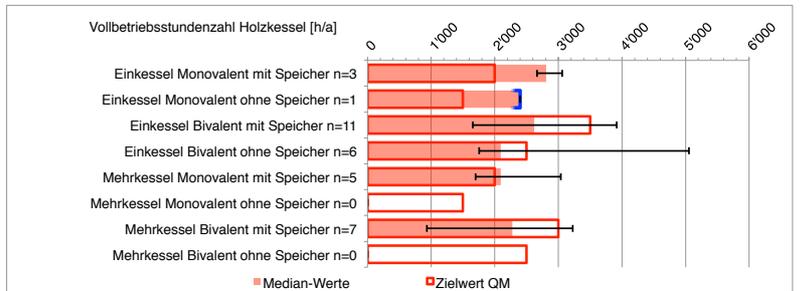
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	75
	bei +10° Aussen	°C	55
	Sommermonate	°C	55
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	35
	Maximal	°C	45
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	35
	max.	°C	30
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	45
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	6
Prüfdruck		bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.3
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	377'000	
	-	exklusiv Hausstation	
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	30'240	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	108.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	11.9	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.77	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.43
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	13.4
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.3
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	119
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	21.5
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'774
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'400
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	2'400
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	403
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	1.82
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	18.82



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.77 MWh/(a Tm)



Einkessel Monovalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2400 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 031

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

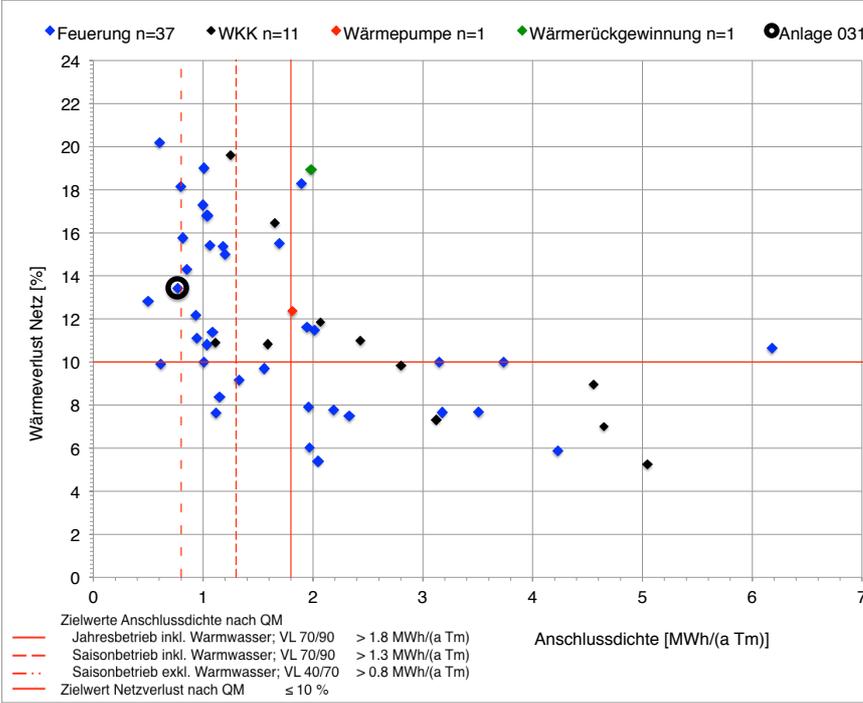
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

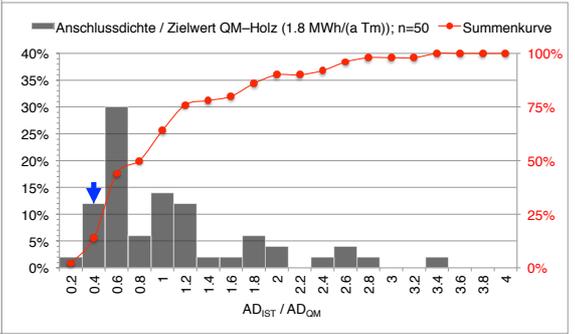
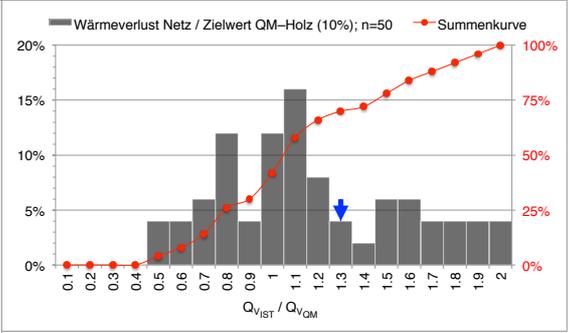
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

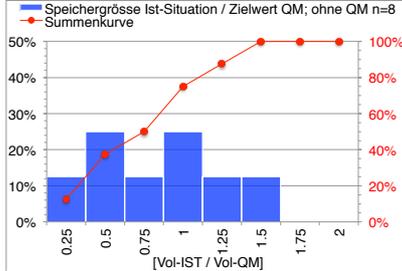
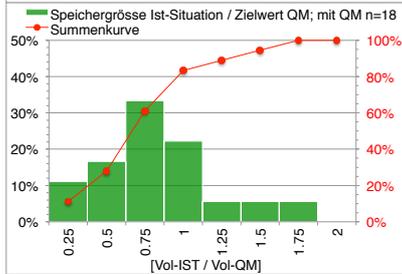
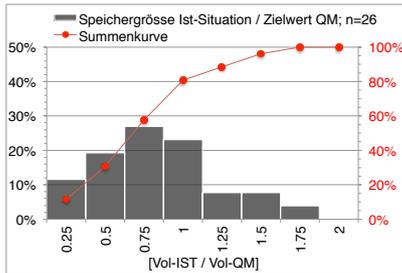
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



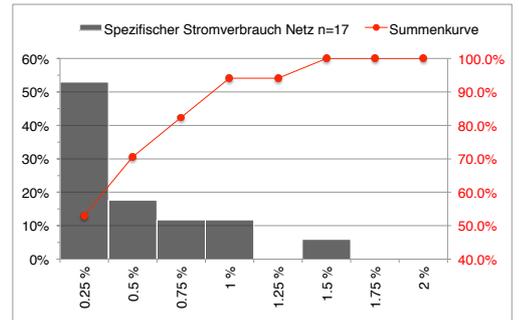
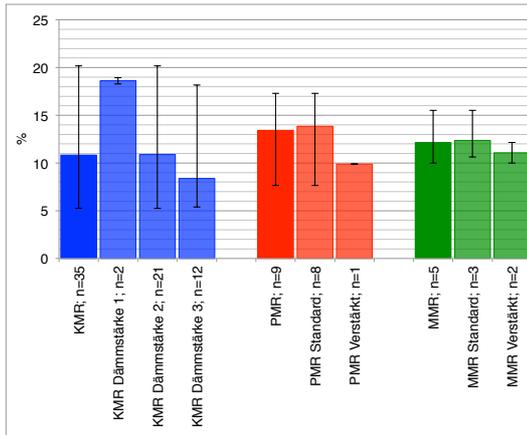
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 13.43 %; Anschlussdichte = 0.77 MWh/(a Tm)



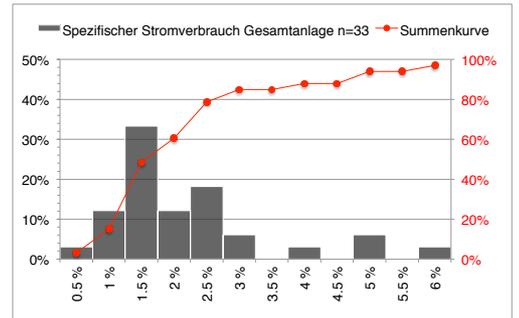
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.43



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

Anlage	032
Inbetriebnahme	2011
Endausbau	2013
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8712 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

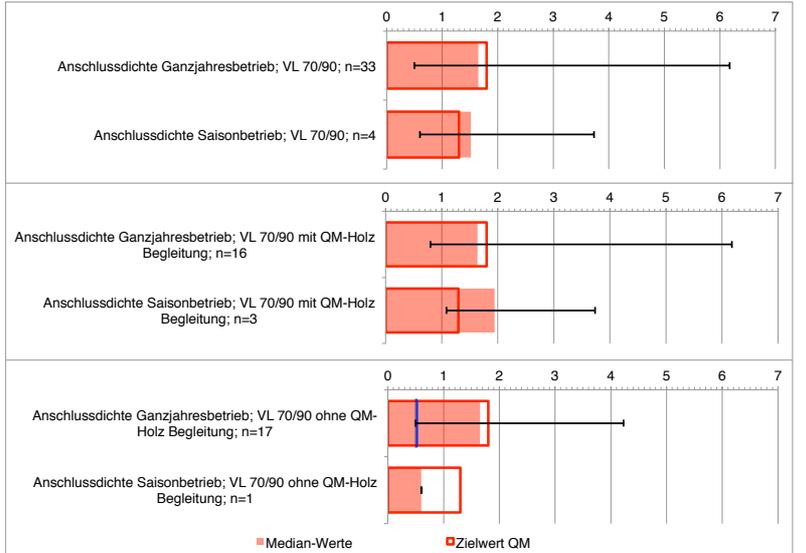
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	450	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	450	
Wärmeproduktion	MWh/a	1'200	
Speicher	Ist-Situation	m³	3.7
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	13.1

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	523	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'200	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'046	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	80	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	2'101	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	35	
Rohrsystem	Stammleitung	-	PMR-Duo
	Zweigleitung	-	PMR-Duo
	Hausanschluss	-	PMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Nein	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Fernwärmenetz/Übergabestation	
Förderbeiträge	-	Ja	

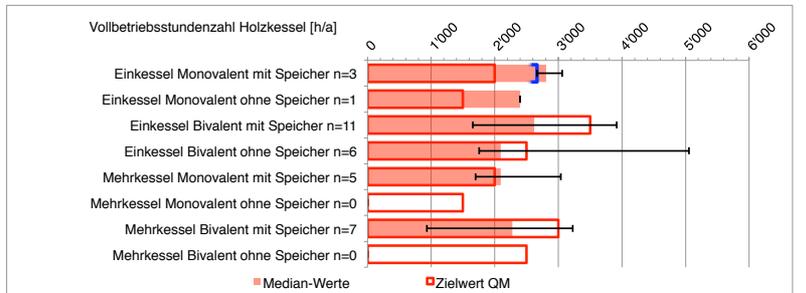
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	75
	bei +10° Aussen	°C	55
	Sommermonate	°C	55
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	35
	Maximal	°C	45
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	45
	bei +10° Aussen	°C	35
	max.	°C	30
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	45
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	6
Prüfdruck		bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.3
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	527'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	24'840	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	102.6	
Wärmepreis	Rp./kWh	12.4	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.50	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.28
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	12.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.3
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	73
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	2'000
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'667
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	2'667
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	-	504
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.28
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	2.57
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	18.82

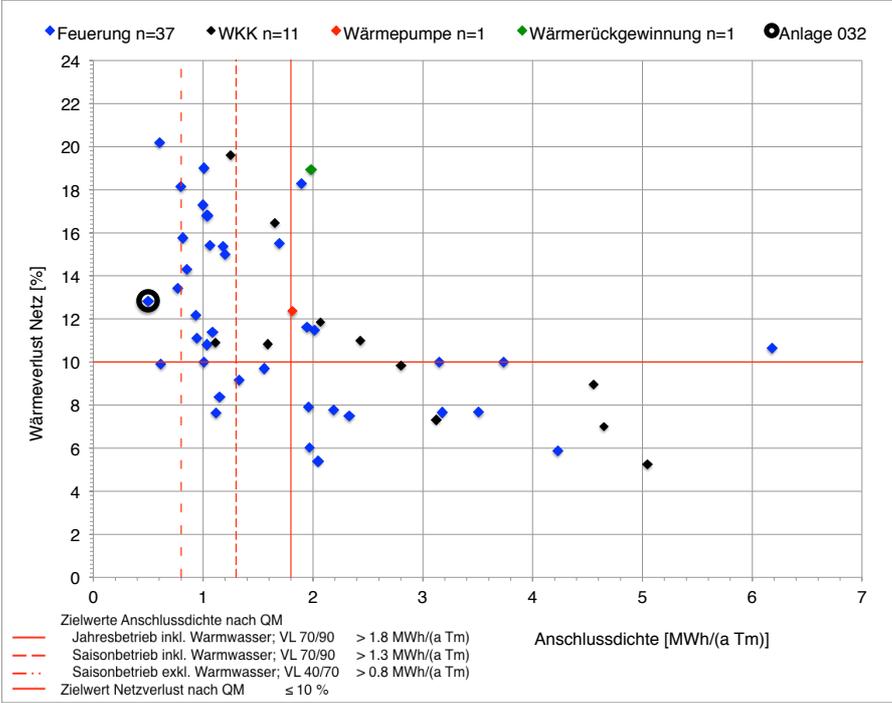


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.50 MWh/(a Tm)

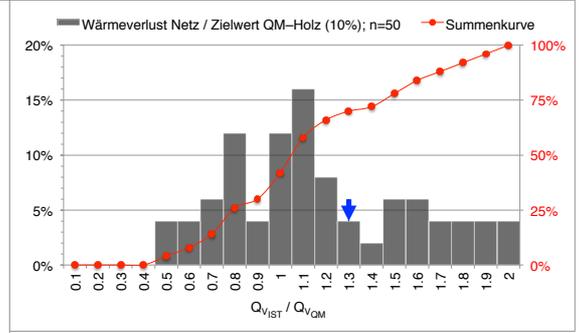


Einkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2667 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 032

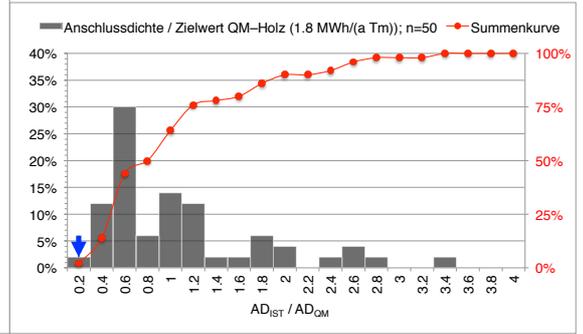
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



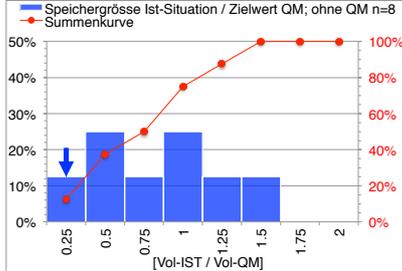
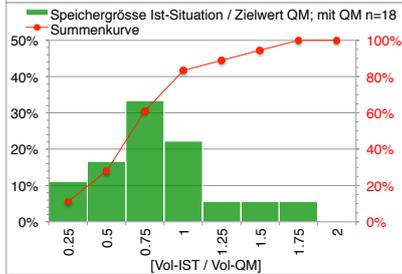
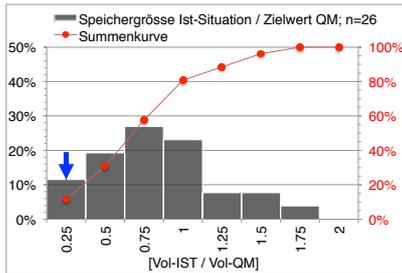
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 12.83 %; Anschlussdichte = 0.50 MWh/(a Tm)



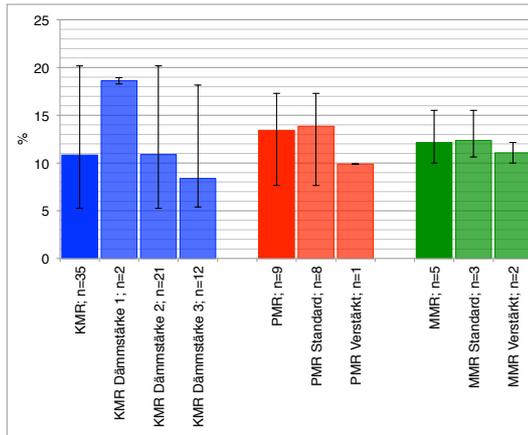
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.28



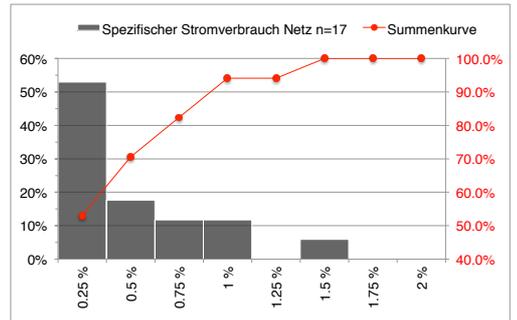
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.28



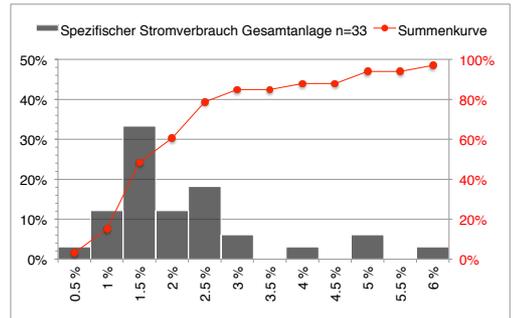
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.28
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = PMR-Duo; Dämmstärke = Standard
Wärmeverlust Netz = 12.83 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

Anlage	033
Inbetriebnahme	2009
Endausbau	2011
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

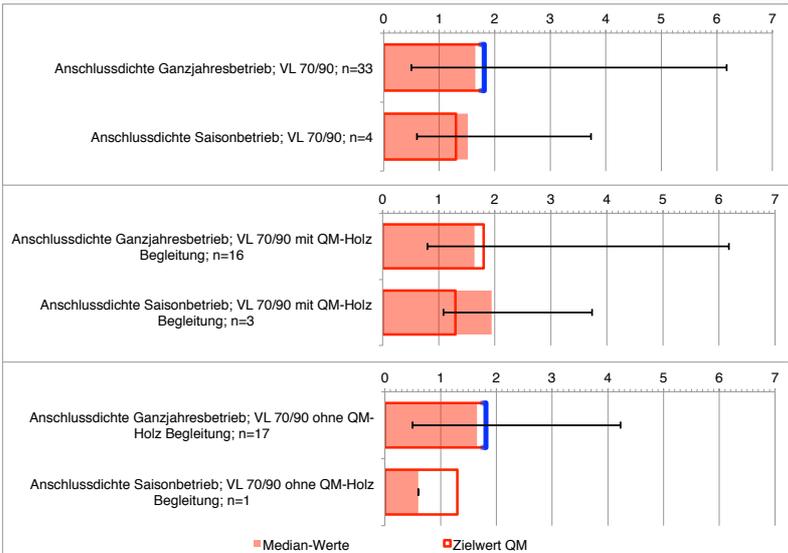
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Wärmepumpe
Grundlast	-	Wärmepumpe
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'676
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	2'511
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'036
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'482
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'175
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	36'000
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	986'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	80
Max. Rücklauftemperatur	°C	50
Trasselänge	Tm	1'200
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	49
Rohrsystem	Stammleitung	- MMR
	Zweigleitung	- MMR; MMR-Duo
	Hausanschluss	- MMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	- Standard
	Zweigleitung	- Standard
	Hausanschluss	- Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Ja

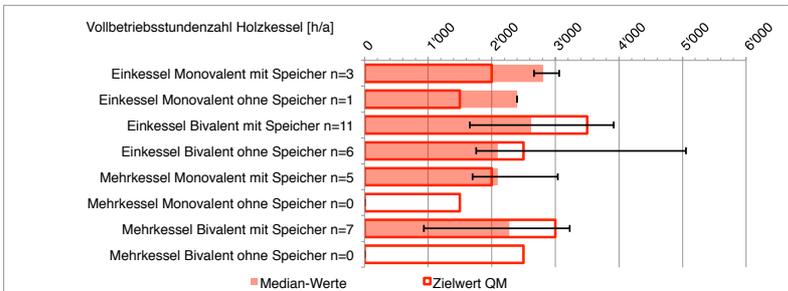
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	54
	Sommermonate	°C	45
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	37
	Maximal	°C	50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	37
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		16
Prüfdruck	bar		21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.5
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	9.5
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.1
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	500
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'710'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	205.2
Wärmepreis	Rp./kWh	8.3

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.81	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	12.4	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	256	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'099	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Wärmepumpe)	h/a	2'685	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'498	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	786	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	1.45	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	39.73	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A	
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	4.21
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	18.58

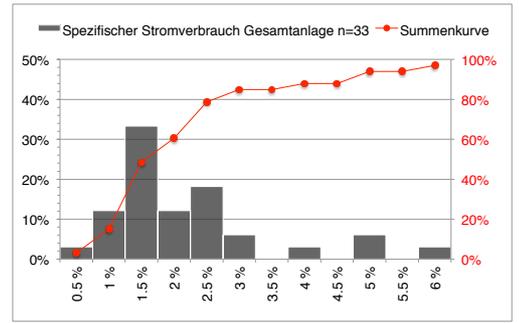
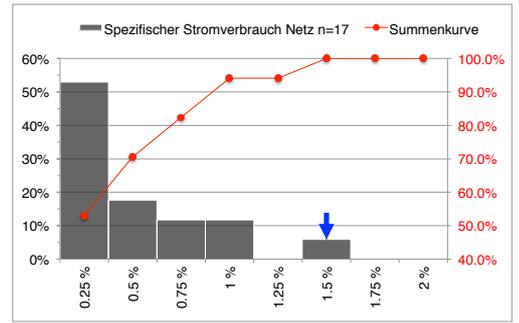
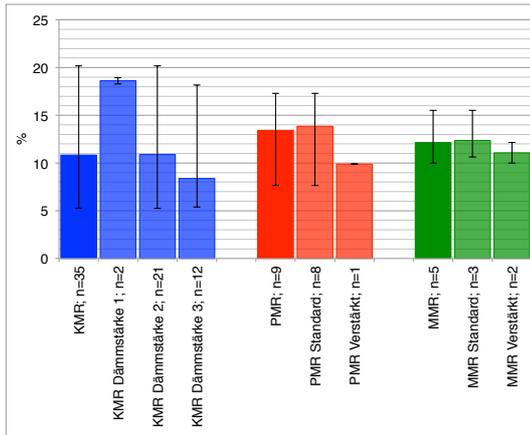
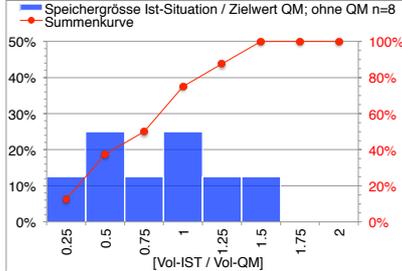
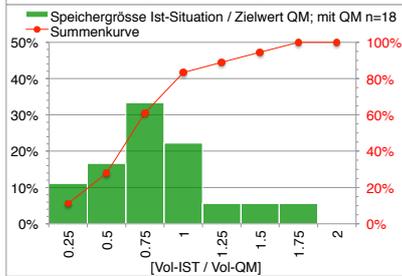
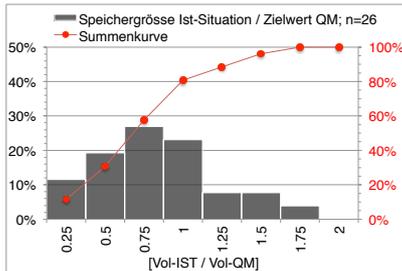
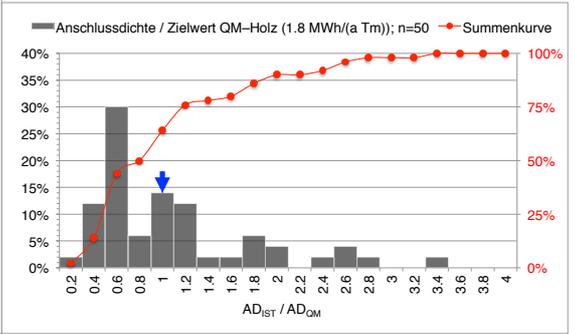
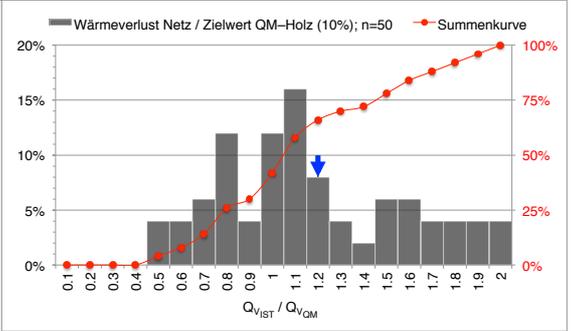
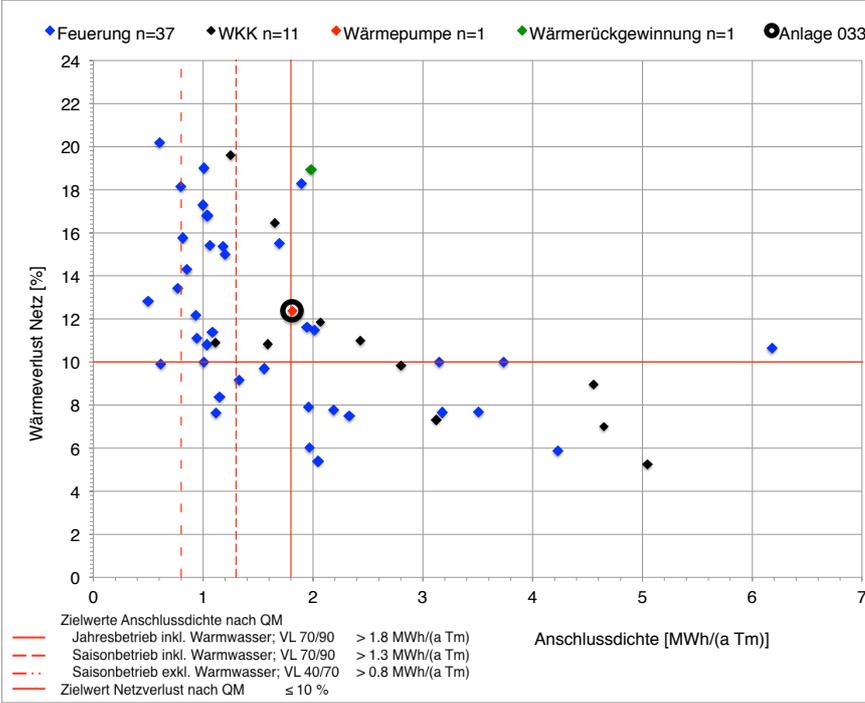


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.81 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 033

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
 mit QM-Holz Begleitung = Nein

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	034
Inbetriebnahme	2009
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

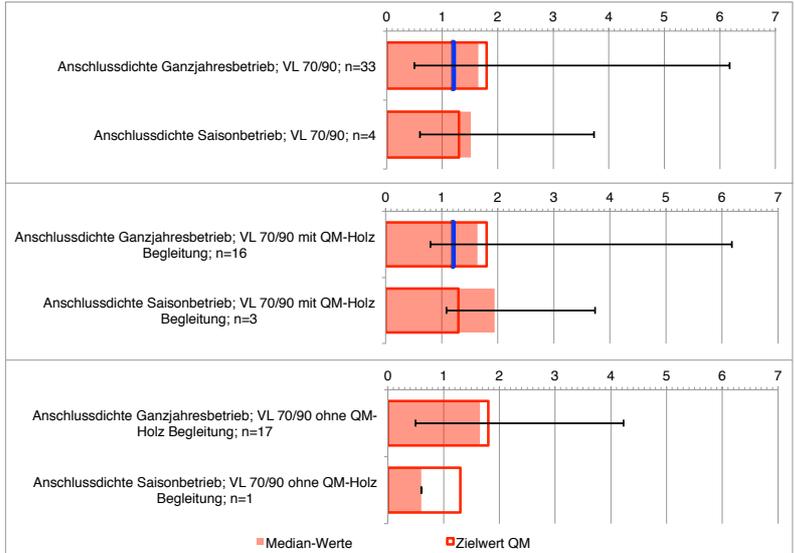
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'200	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	900	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'515	
Speicher	Ist-Situation	m³	15.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	26.3

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	970	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'497	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'122	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	48'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	80	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	1'765	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	34	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR; MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Fer nwärmenetz	
Förderbeiträge	-	Ja	

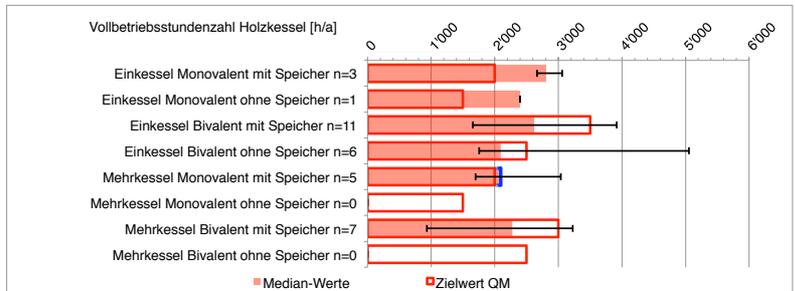
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	N/A	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'330'000	
	-	inklusive Hausstation	
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	N/A	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	N/A	
Wärmepreis	Rp./kWh	N/A	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.20	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.67
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	15.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.5
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	212	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'188	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'096	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'096	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	627	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.92	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.57
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	3.50
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	N/A



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.20 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holz-kessel = 2096 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 034

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

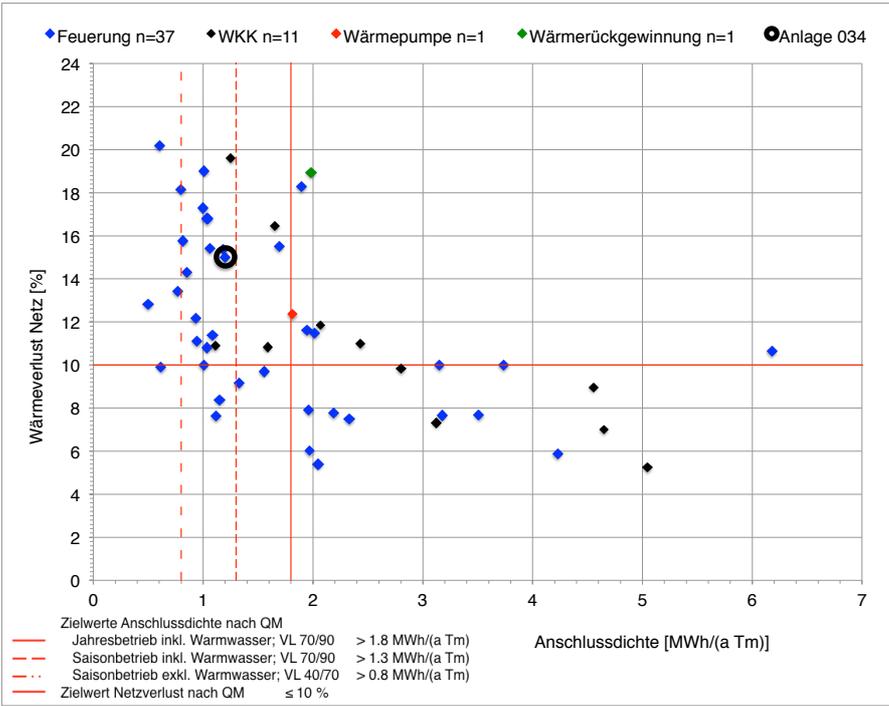
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

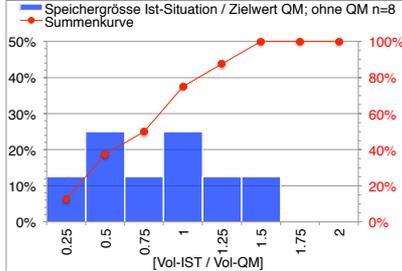
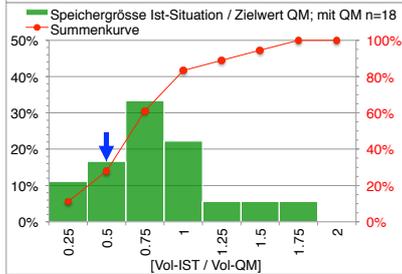
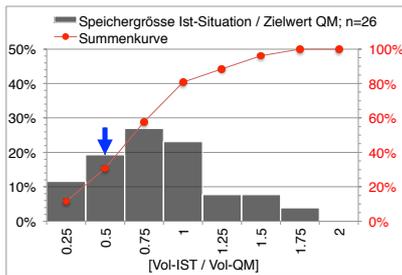
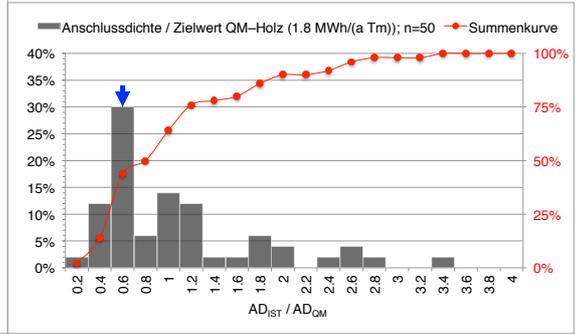
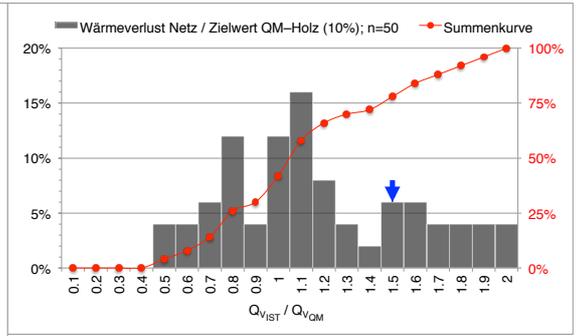
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

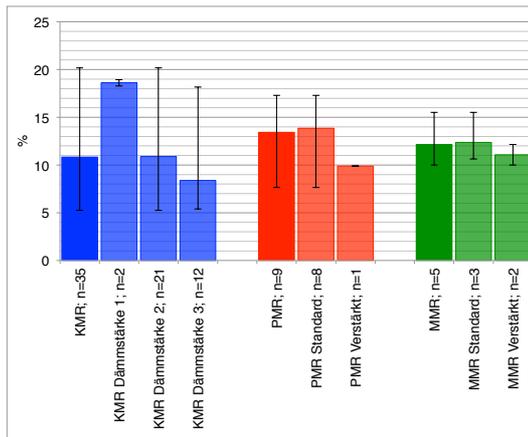
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



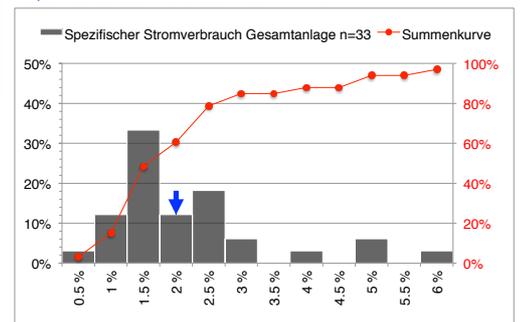
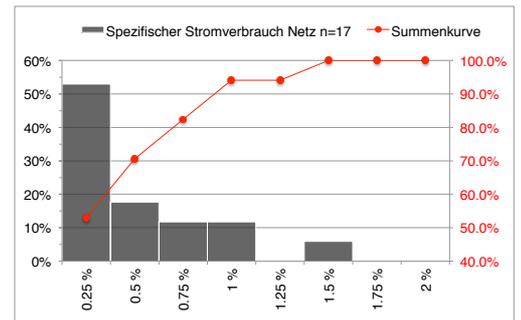
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 15.02 %; Anschlussdichte = 1.20 MWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.57
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 15.02 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Anlage	035
Inbetriebnahme	2009
Endausbau	2013
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	5760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

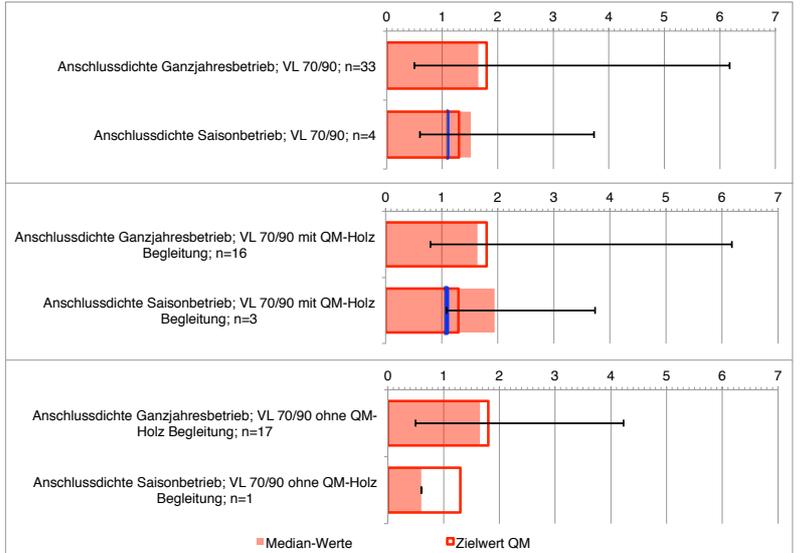
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'080
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	440
Wärmeproduktion	MWh/a	1'273
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	665
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'273
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'128
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	19'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	85
Max. Rücklauftemperatur	°C	50
Trasselänge	Tm	1'040
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	24
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Nein

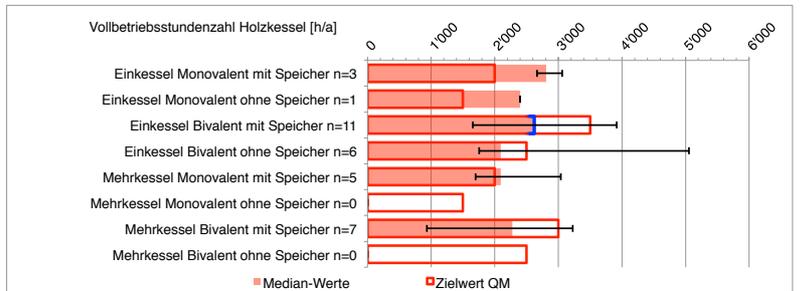
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	660'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	162.0
Wärmepreis	Rp./kWh	8.2

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.08
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	11.4
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	139
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'696
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'620
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'179
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	585
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.49
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.78
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾		16.30



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.08 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2620 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 035

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

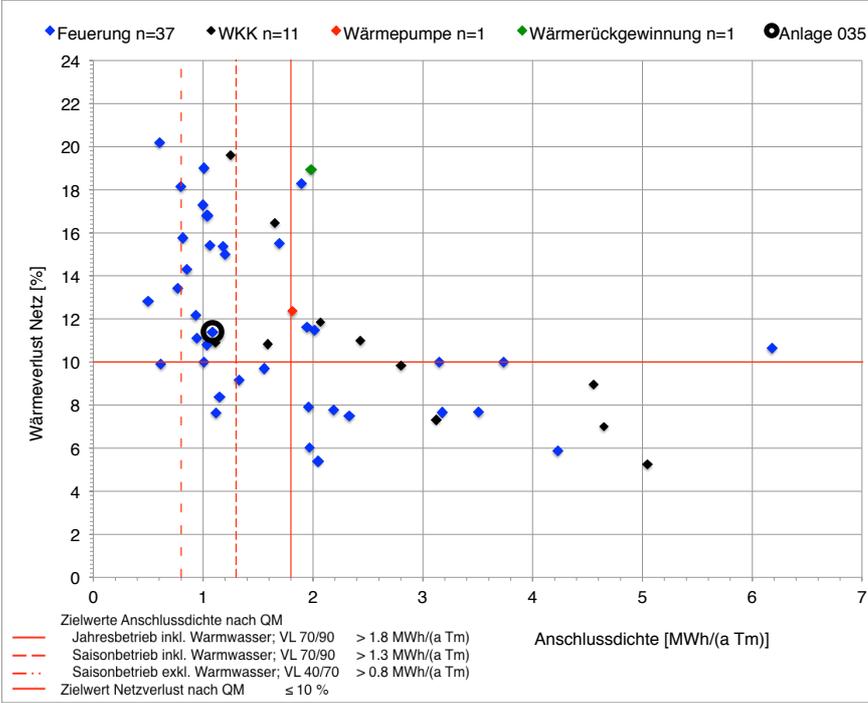
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

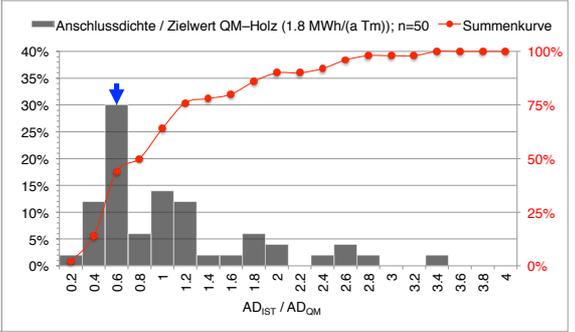
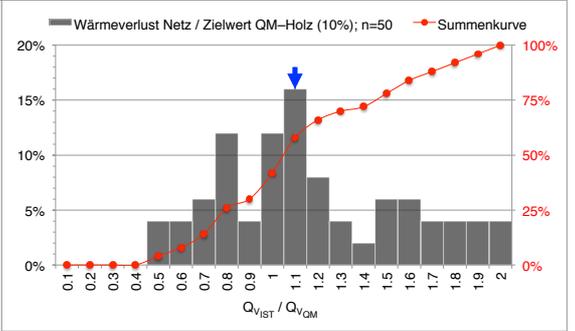
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

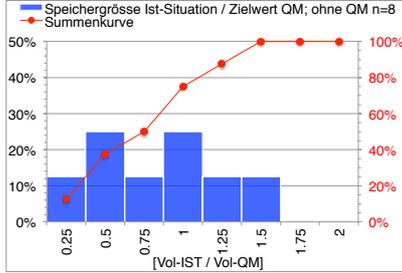
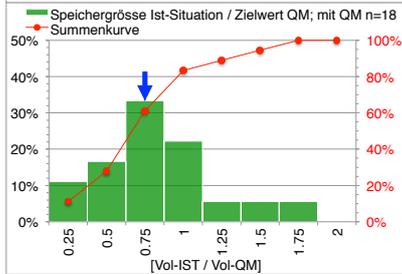
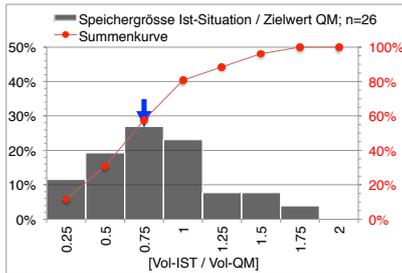
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



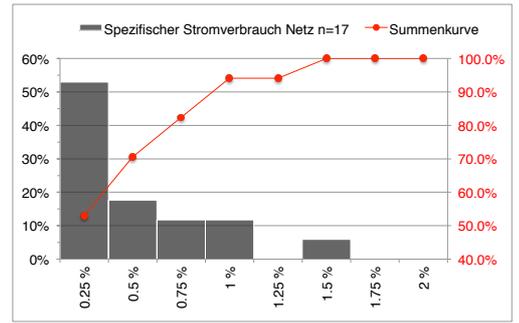
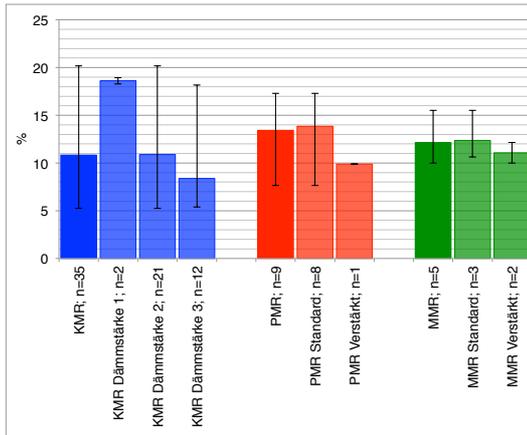
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 11.39%; Anschlussdichte = 1.08 MWh/(a Tm)



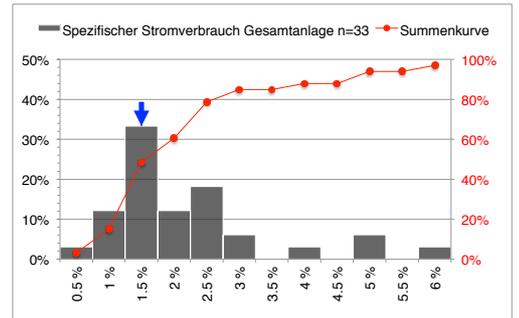
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.60



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.78
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A%



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.49%

Anlage	036
Inbetriebnahme	2008
Endausbau	2012
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	5760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

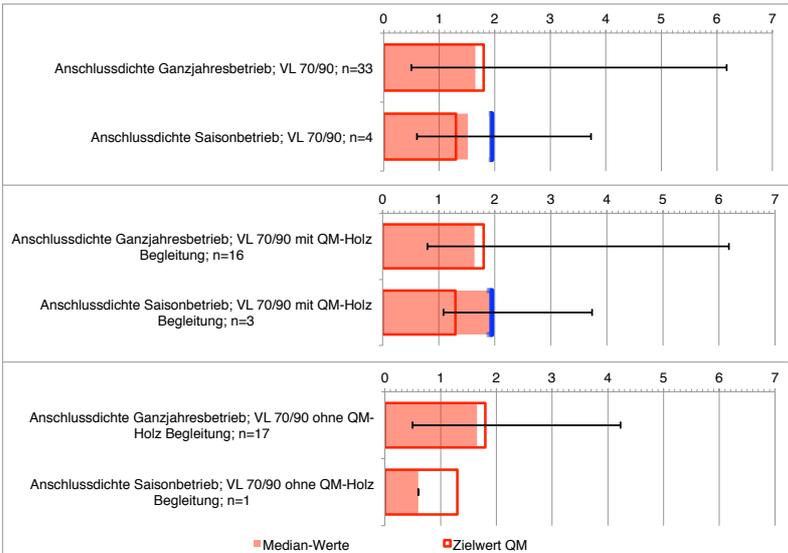
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	790	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	550	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'000	
Speicher	Ist-Situation	m³	30.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	16.0

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'060	
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'980	
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'750	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	26'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	75	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	900	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	30	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR; MMR
	Zweigleitung	-	MMR
	Hausanschluss	-	MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	3
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung	
Förderbeiträge	-	Nein	

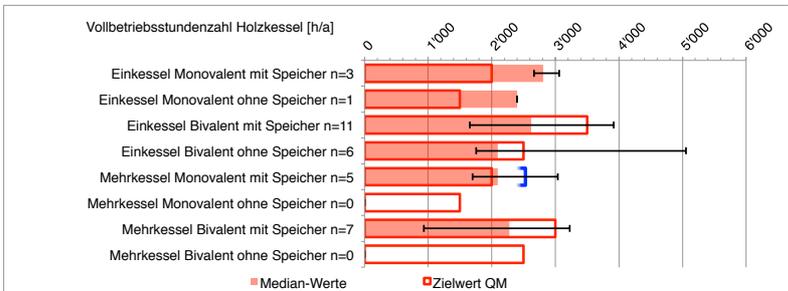
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	N/A	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'100'000	
	-	inklusive Hausstation	
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	174.7	
Wärmepreis	Rp./kWh	8.3	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.94	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.08
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	11.6
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.2
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	256	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'651	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'532	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'532	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	1'200	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.31	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	1.87
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	5.05
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	17.04



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.94 MWh/(a Tm)



Mehr-kessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 2532 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 036

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

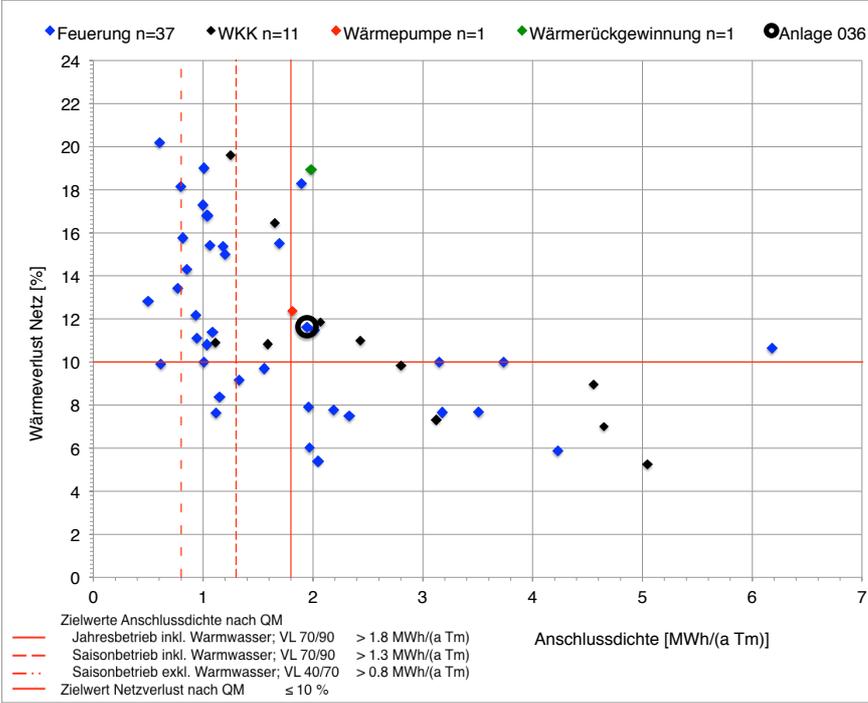
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

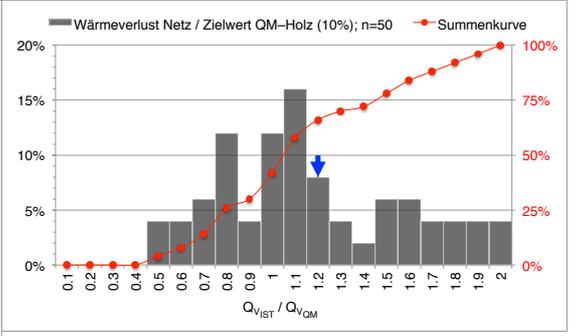
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

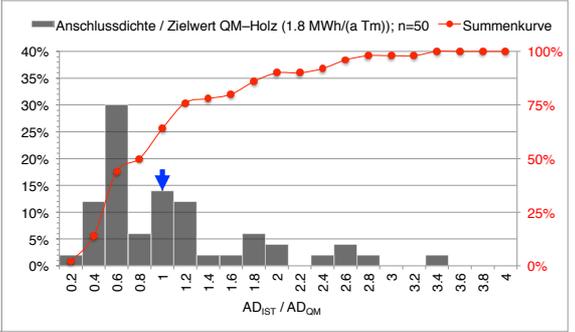
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



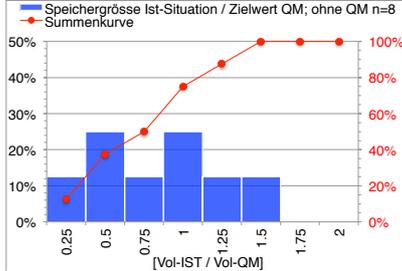
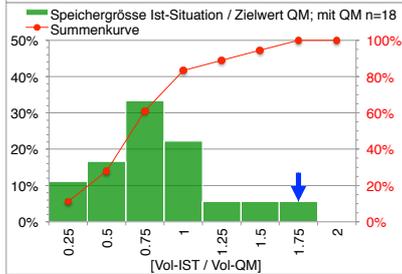
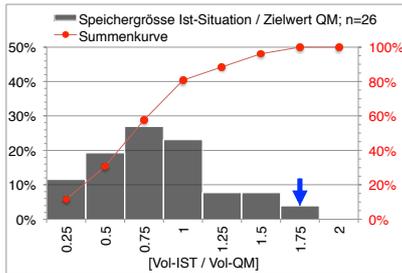
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 11.62 %; Anschlussdichte = 1.94 MWh/(a Tm)



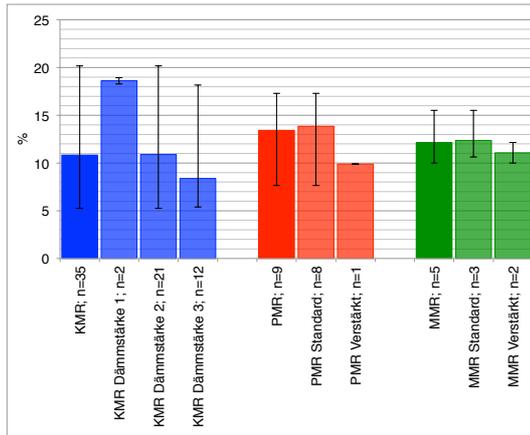
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.16



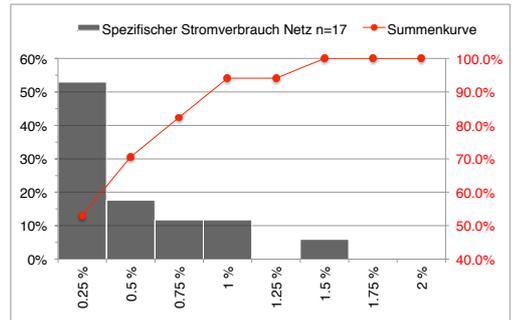
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.08



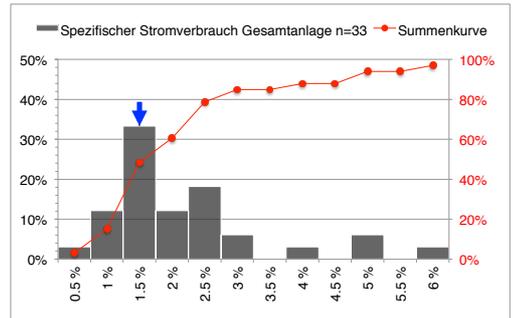
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.87
mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverlust Netz = 11.62 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.31 %

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	037
Inbetriebnahme	2006
Endausbau	2008
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

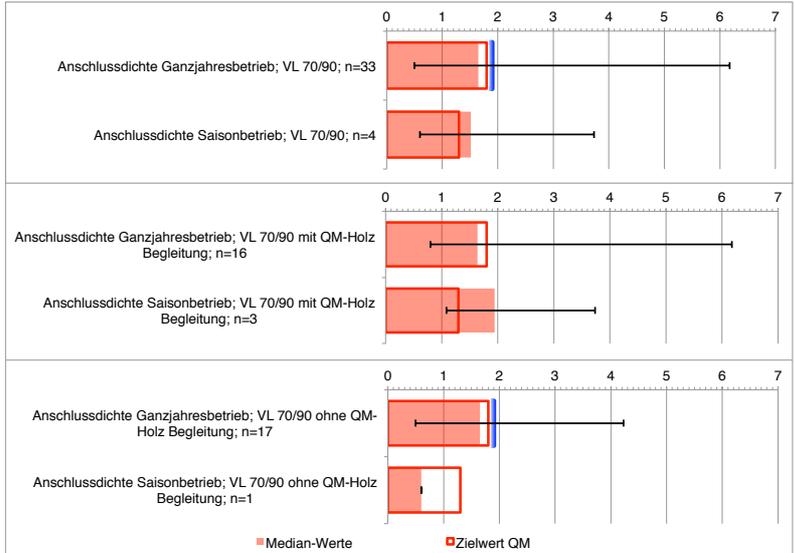
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'870	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	950	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'552	
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	27.7

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'108	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'620	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'141	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	68'184	
Max. Vorlauftemperatur	°C	80	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	1'130	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	7	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	1
	Zweigleitung	-	1
	Hausanschluss	-	1
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Ja	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Nein	
Leitsystem-Ebene	-	N/A	
Förderbeiträge	-	Nein	

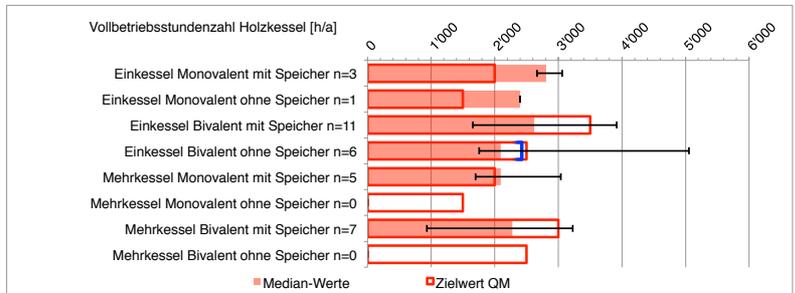
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	Maximal	°C	50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	max.	°C	40
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		16
Prüfdruck	bar		N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾		CHF	N/A
		-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr		CHF	0
Jährliche Grundgebühr		CHF/(a kW)	0.0
Wärmepreis		Rp./kWh	13.0

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte		MWh/(a Tm)	1.89
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.05
Wärmeverlust Netz ⁷⁾		%	18.3
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter		kWh/(a Tm)	424
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾		K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer		h/a	1'932
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)		h/a	2'426
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt		h/a	1'365
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾		CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾		%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾		%	2.60
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾		-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	N/A	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	12.96



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.89 MWh/(a Tm)


 Einkessel Bivalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2426 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 037

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

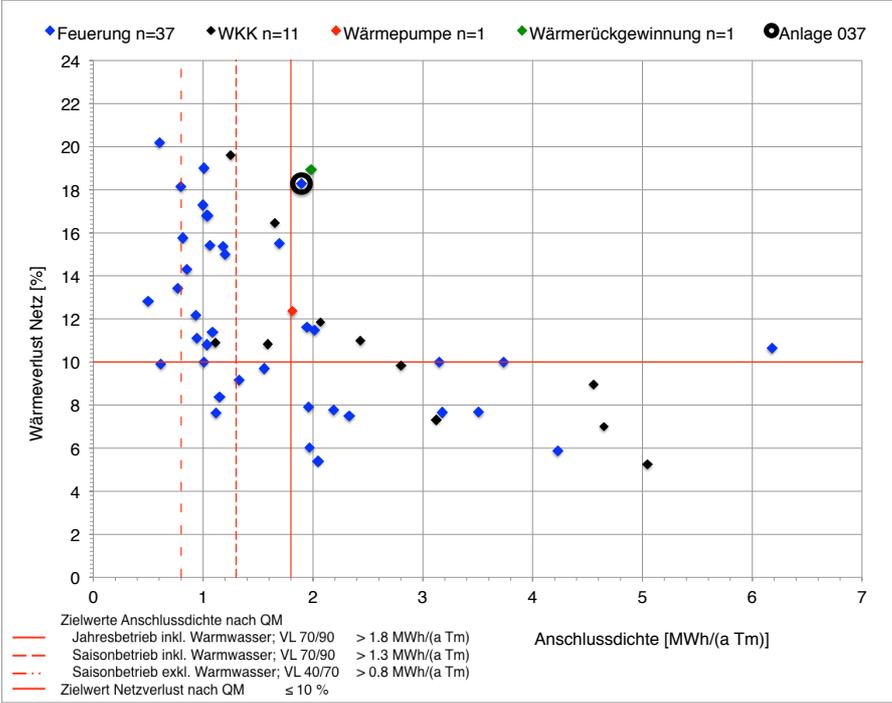
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

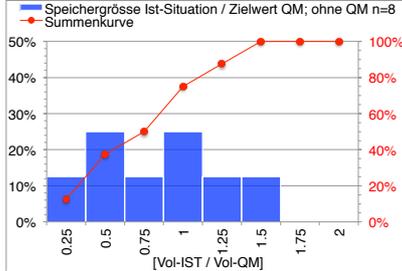
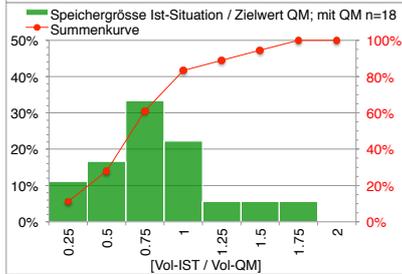
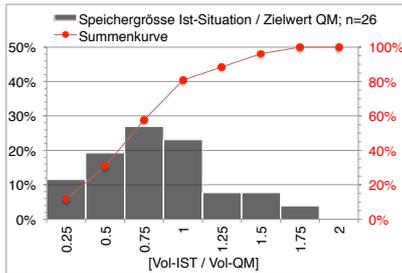
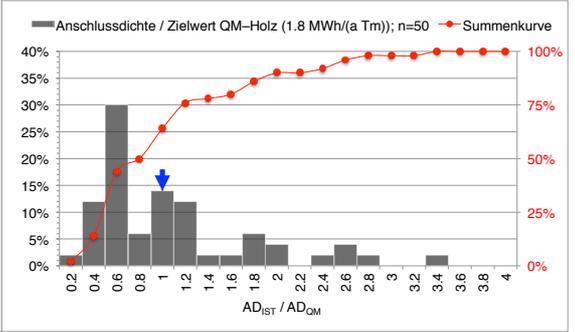
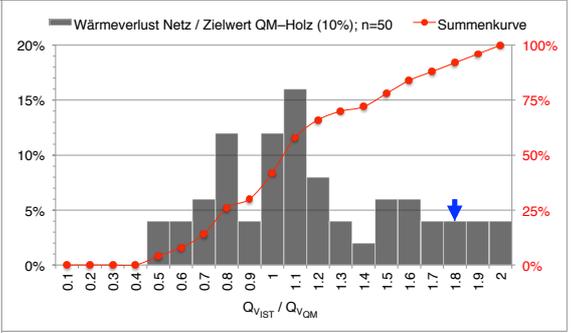
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

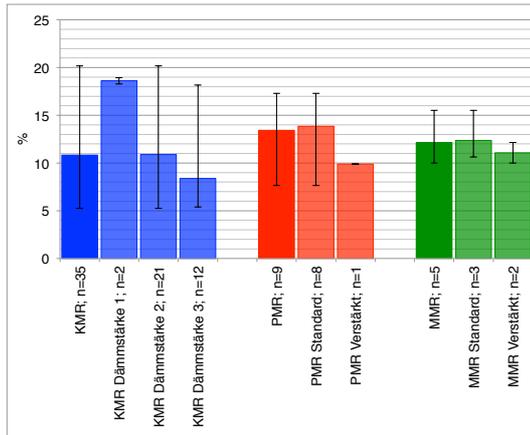
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



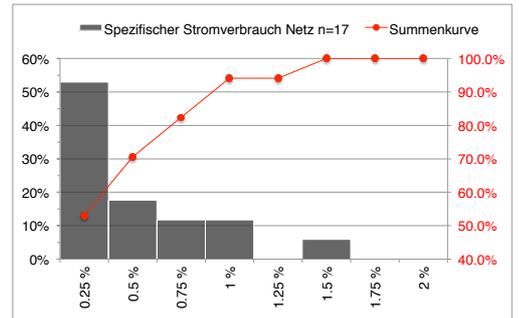
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 18.28 %; Anschlussdichte = 1.89 MWh/(a Tm)



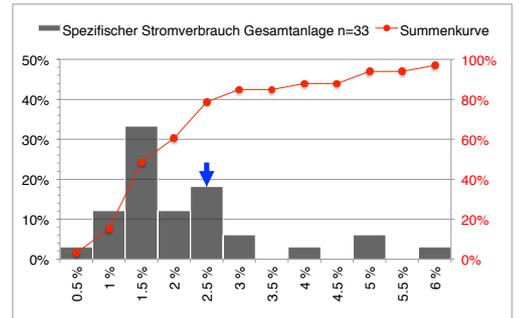
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 1
Wärmeverlust Netz = 18.28 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 2.60 %

Anlage	038
Inbetriebnahme	2008
Endausbau	2008
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

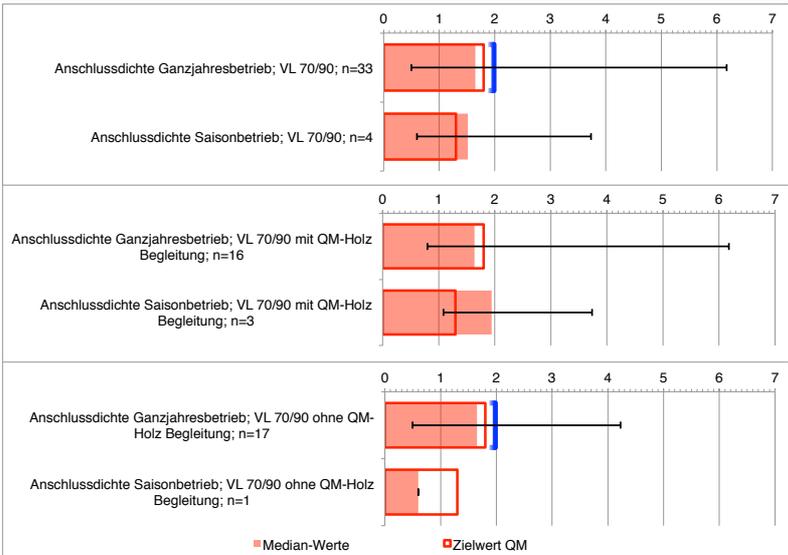
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Wärmeerzeugungstechnologie	-
Grundlast	-	Abwärme	-
Spitzenlast	-	Erdgas	-
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A	-
Abgaskondensation	-	Nein	-
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A	-
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	4'300	-
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A	-
Wärmeproduktion	MWh/a	5'456	-
Speicher	Ist-Situation	m³	N/A
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	N/A

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'200	-
Zugeführte Wärme	MWh/a	5'456	-
Abgegebene Wärme	MWh/a	4'422	-
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	-
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	-
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	-
Max. Vorlauftemperatur	°C	88	-
Max. Rücklauftemperatur	°C	64	-
Trasselänge	Tm	2'230	-
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	2	-
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	1
	Zweigleitung	-	1
	Hausanschluss	-	1
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	-
Leckageüberwachung	-	Ja	-
Wärmeübergabe	-	Indirekt	-
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	-
Leitsystem	-	Ja	-
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	-
Förderbeiträge	-	Nein	-

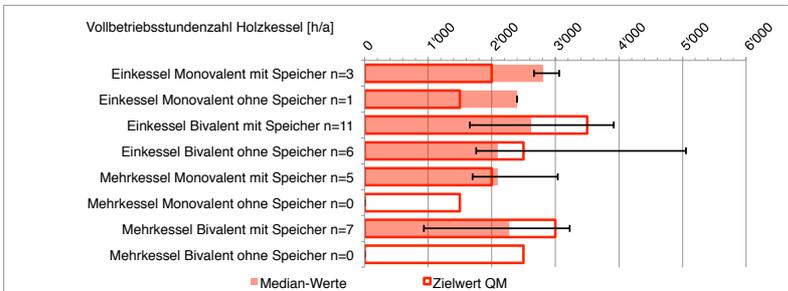
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	N/A	-
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	-
Prüfdruck	bar	N/A	-
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	-
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	-	N/A
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	-	N/A
Wärmepreis	Rp./kWh	-	N/A

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.98	-
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.10
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	18.9	-
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.9
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	463	-
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	-
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'382	-
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Abwärme)	h/a	1'562	-
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'269	-
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A	-
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	-
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A	-
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh	N/A
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	N/A

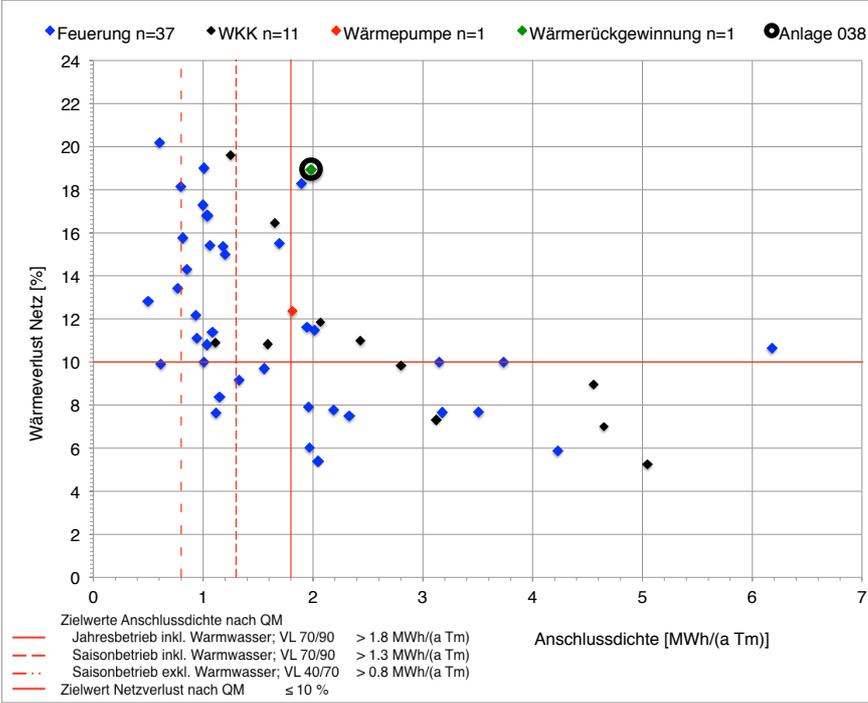


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.98 MWh/(a Tm)

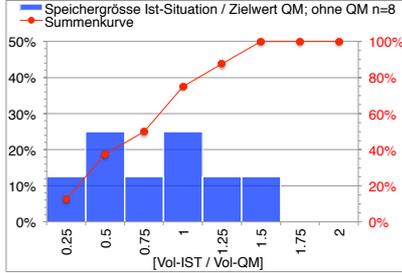
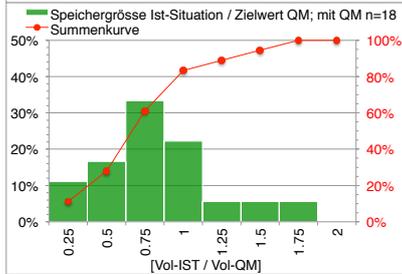
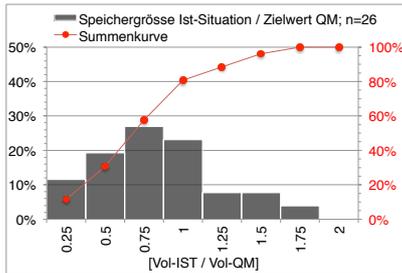
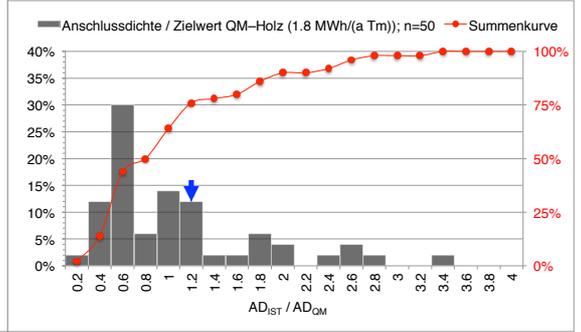
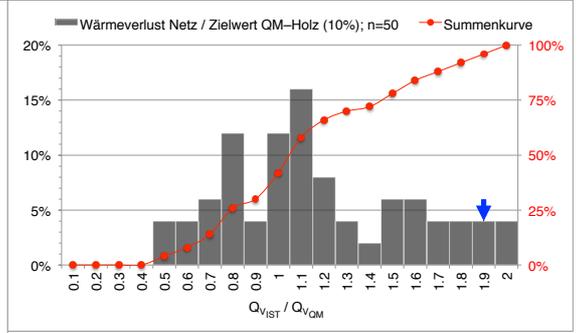


Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 038

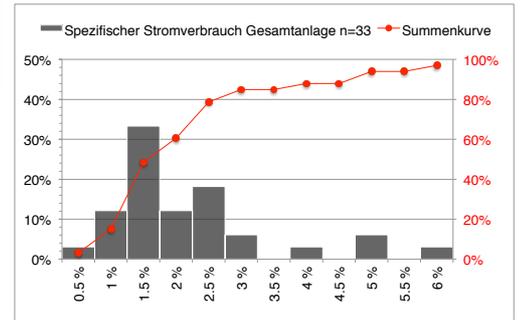
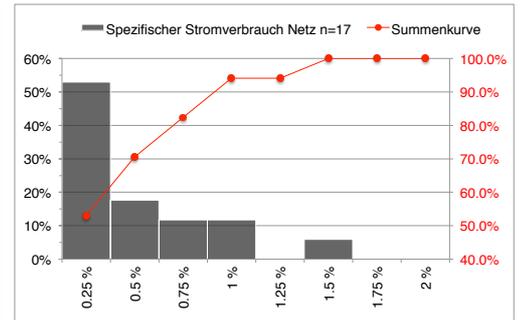
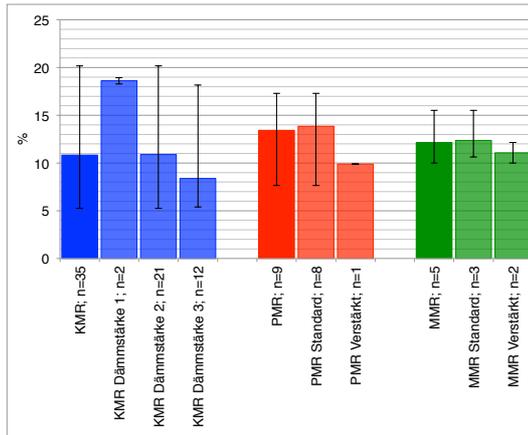
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Wärmerückgewinnung; Wärmeverlust Netz = 18.94 %; Anschlussdichte = 1.98 MWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	039
Inbetriebnahme	2007
Endausbau	2011
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

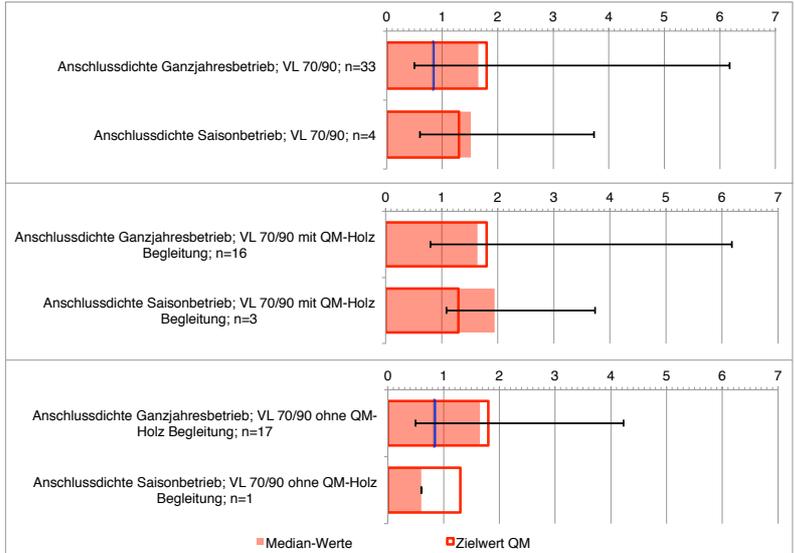
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	2
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	4'200
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	2'400
Wärmeproduktion	MWh/a	7'295
Speicher	Ist-Situation	m³ 31.5
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ 32.1

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	4'000
Zugeführte Wärme	MWh/a	7'296
Abgegebene Wärme	MWh/a	6'146
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	282'097
Max. Vorlauftemperatur	°C	80
Max. Rücklauftemperatur	°C	50
Trasselänge	Tm	7'500
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	135
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 3
	Zweigleitung	- 3
	Hausanschluss	- 3
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Nein

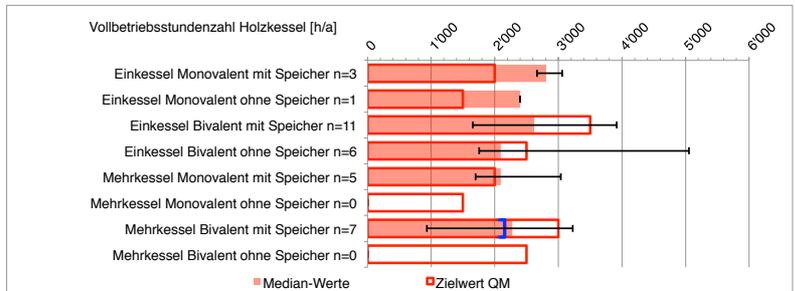
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Hauptabsperrorgane	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	80
	Sommermonate	°C	80
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	Maximal	°C	50
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	50
	bei +10° Aussen	°C	50
	max.	°C	50
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	50
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		16
Prüfdruck	bar		N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	N/A
	-	N/A
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	0.0
Wärmepreis	Rp./kWh	13.3

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.82
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	- 0.46
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	15.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	- 1.6
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	153
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'537
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'158
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'737
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	3.87
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.98
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	N/A	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh
		13.30



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.82 MWh/(a Tm)


 Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2158 h/a
 Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 039

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

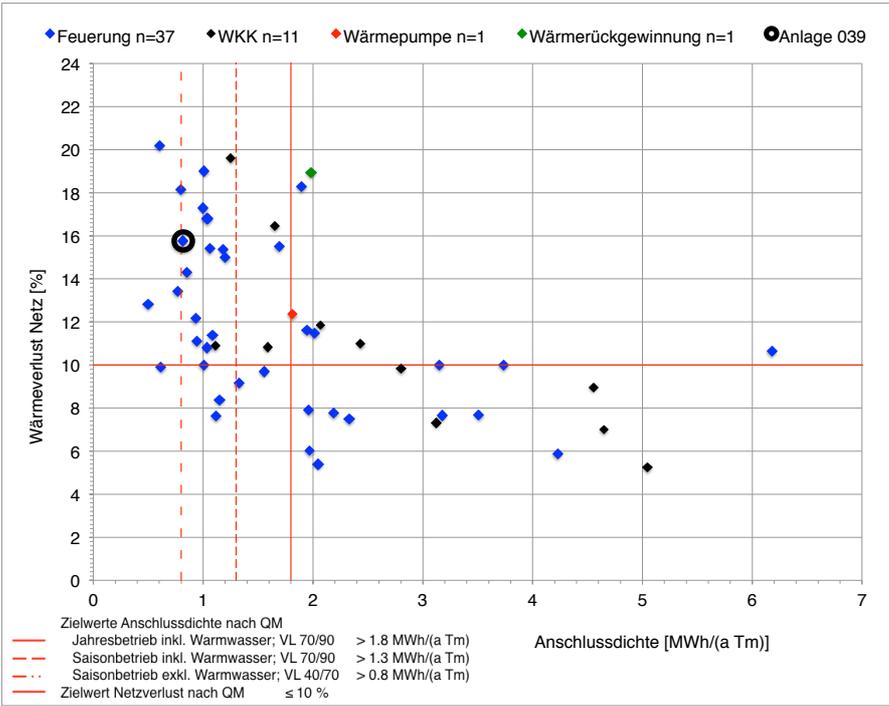
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

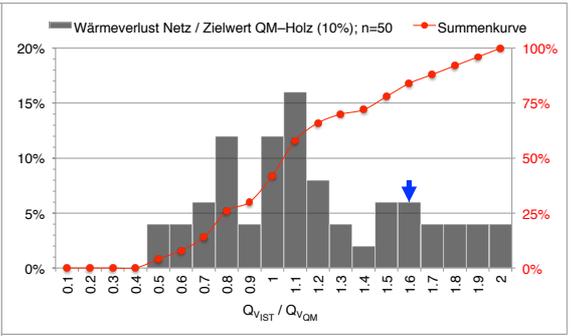
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

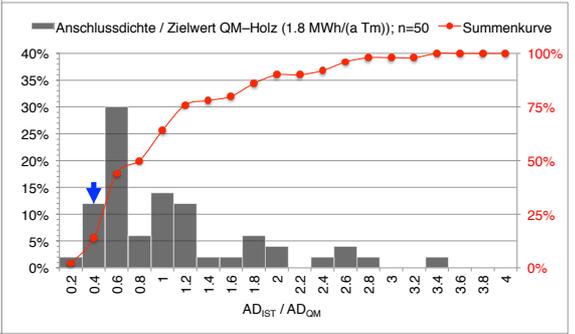
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



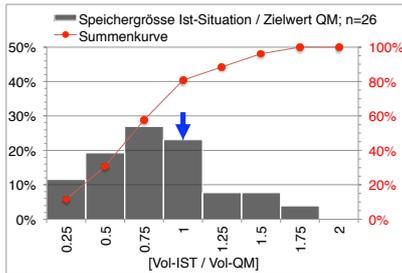
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 15.76 %; Anschlussdichte = 0.82 MWh/(a Tm)



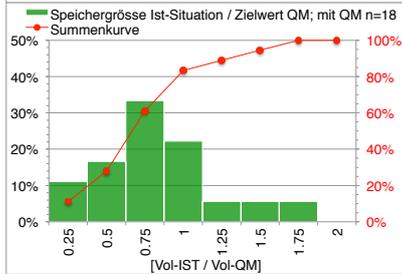
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.58



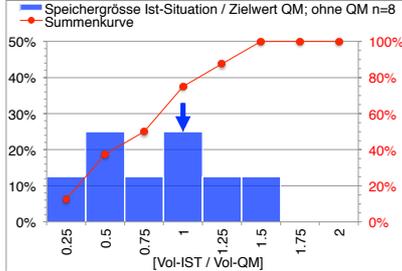
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.46



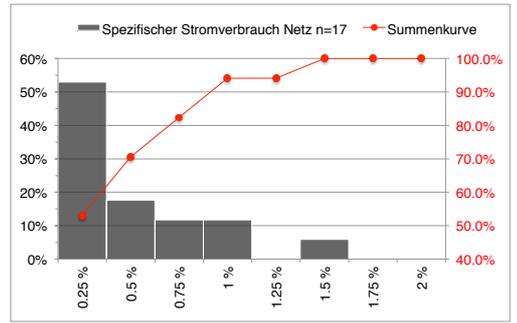
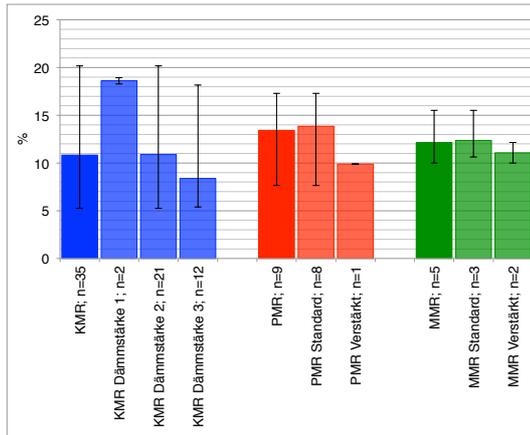
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.98 mit QM-Holz Begleitung = Nein



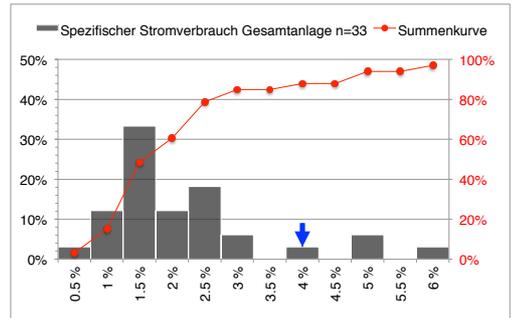
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM; ohne QM n=8



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.98 mit QM-Holz Begleitung = Nein



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 3.87 %

Anlage	040
Inbetriebnahme	2011
Endausbau	2015
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

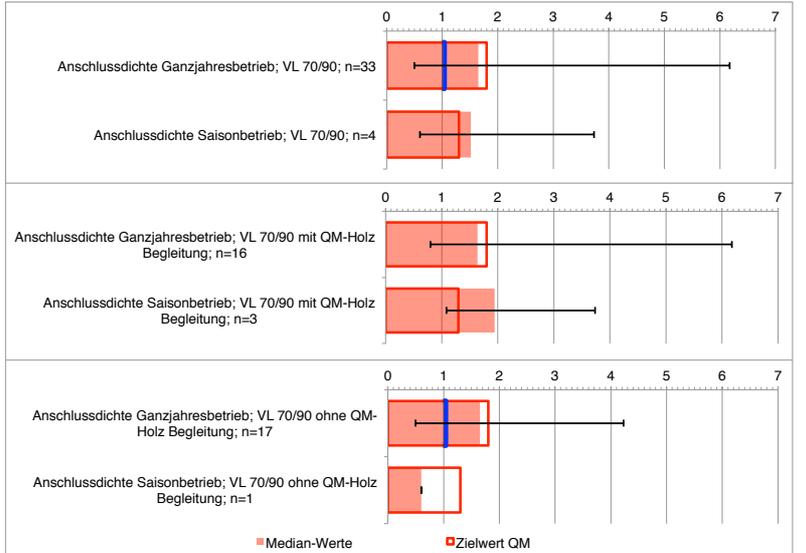
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'200	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'200	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'378	
Speicher	Ist-Situation	m³	16.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	35.0

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'130	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'323	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'072	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	79'911	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	8'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	29'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	80	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trassellänge	Tm	2'000	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	30	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR-Duo
	Zweigleitung	-	KMR-Duo
	Hausanschluss	-	KMR-Duo
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation	
Förderbeiträge	-	Nein	

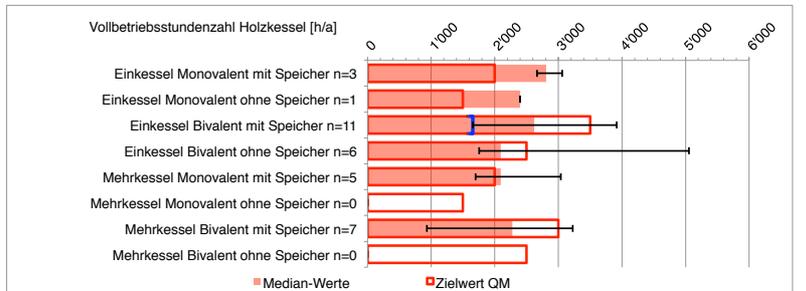
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	80
	bei +10° Aussen	°C	70
	Sommermonate	°C	70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	35
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.6
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'420'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	12'150	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	125.3	
Wärmepreis	Rp./kWh	7.9	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.04	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.58
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	10.8
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	126
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	22.7
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'834
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	1'657
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	1'081
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	-	685
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	0.34
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	1.25
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.46
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	3.21
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	14.78



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.04 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 1657 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 040

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

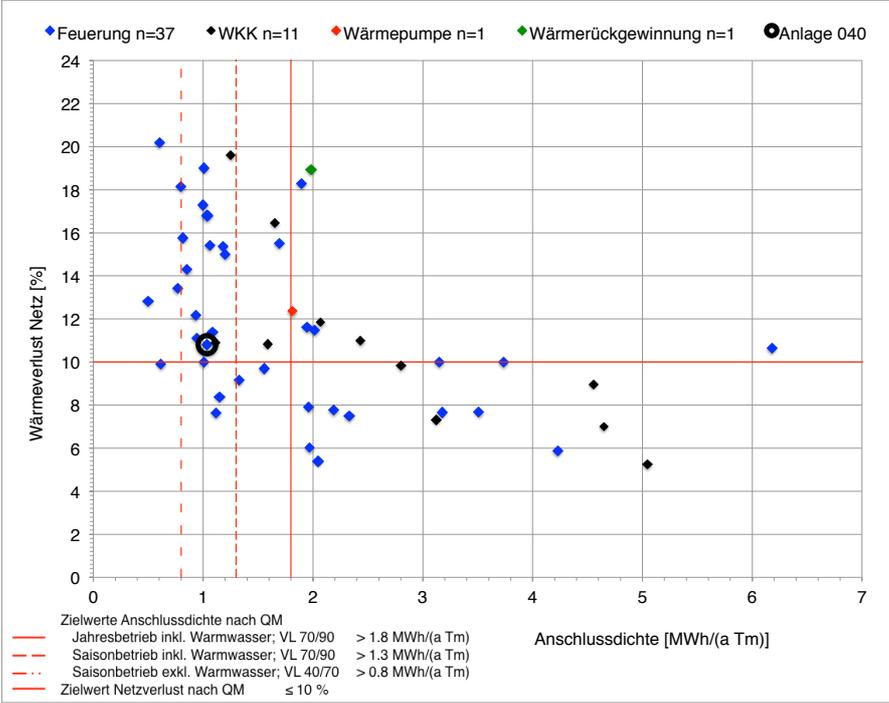
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

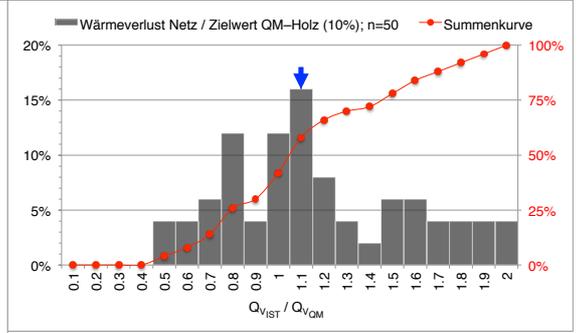
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

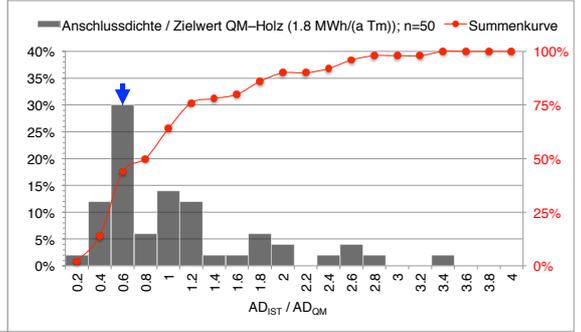
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



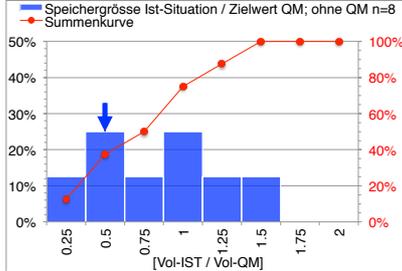
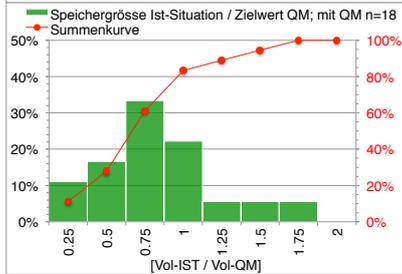
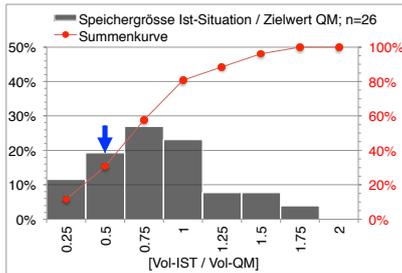
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 10.80 %; Anschlussdichte = 1.04 MWh/(a Tm)



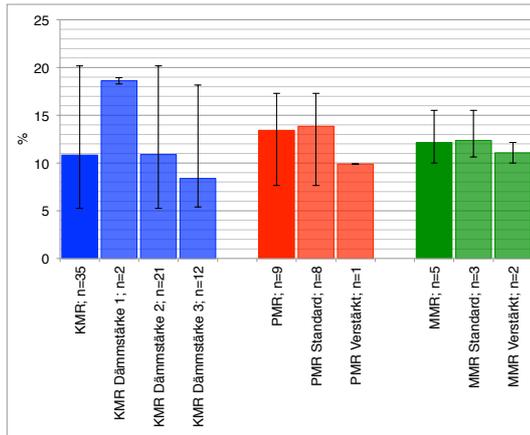
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.08



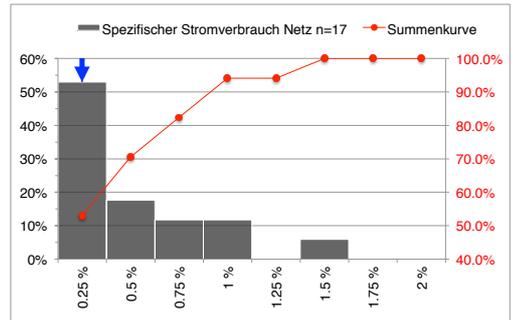
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.58



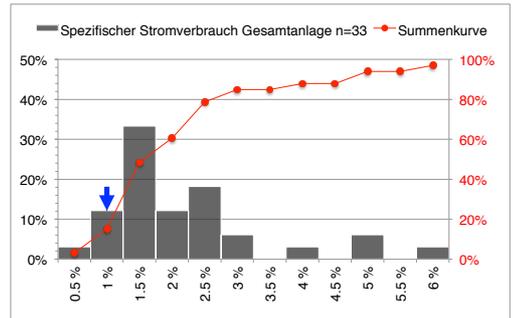
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.46
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR-Duo; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 10.80 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.34 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.25 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	041
Inbetriebnahme	2010
Endausbau	2015
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

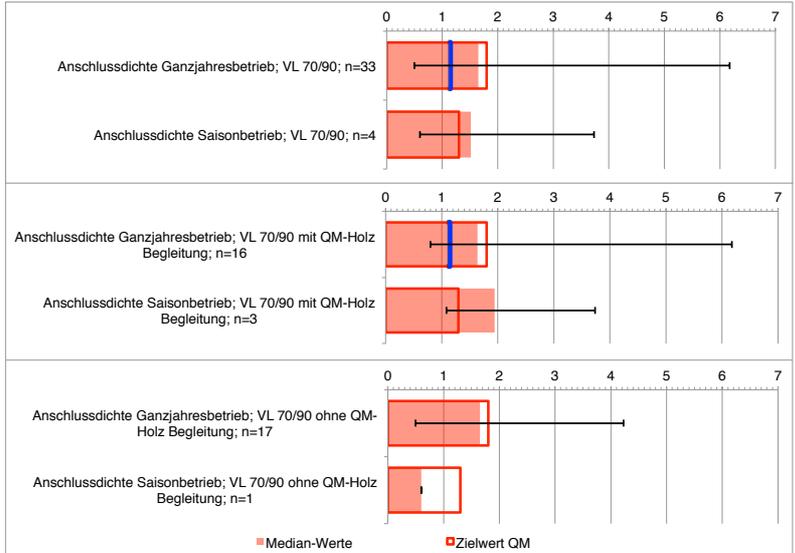
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	2	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	5'700	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'600	
Wärmeproduktion	MWh/a	5'651	
Speicher	Ist-Situation	m³	50.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	46.7

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'297	
Zugeführte Wärme	MWh/a	5'386	
Abgegebene Wärme	MWh/a	4'935	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	132'342	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	20'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	124'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	90	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	4'300	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	33	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation	
Förderbeiträge	-	Nein	

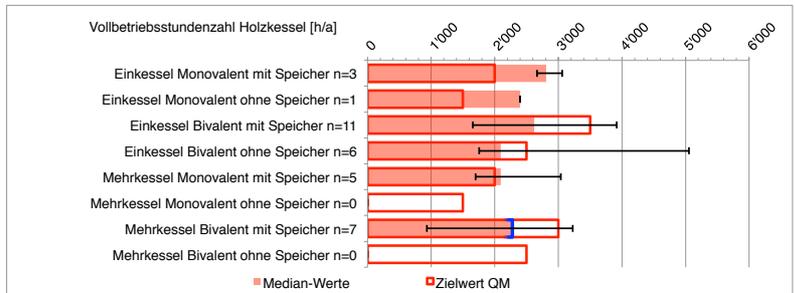
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	90
	bei +10° Aussen	°C	70
	Sommermonate	°C	70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	45
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.8
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	10.0
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.2
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	500
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	5

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	3'800'000	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	41'472	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	109.6	
Wärmepreis	Rp./kWh	10.0	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.15	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.64
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	8.4
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	-	105
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	-	32.6
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	-	1'497
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	-	2'279
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	-	991
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	-	770
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	-	0.37
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	-	2.30
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	1.07
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	2.94
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	17.55



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.15 MWh/(a Tm)



Mehrkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2279 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 041

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

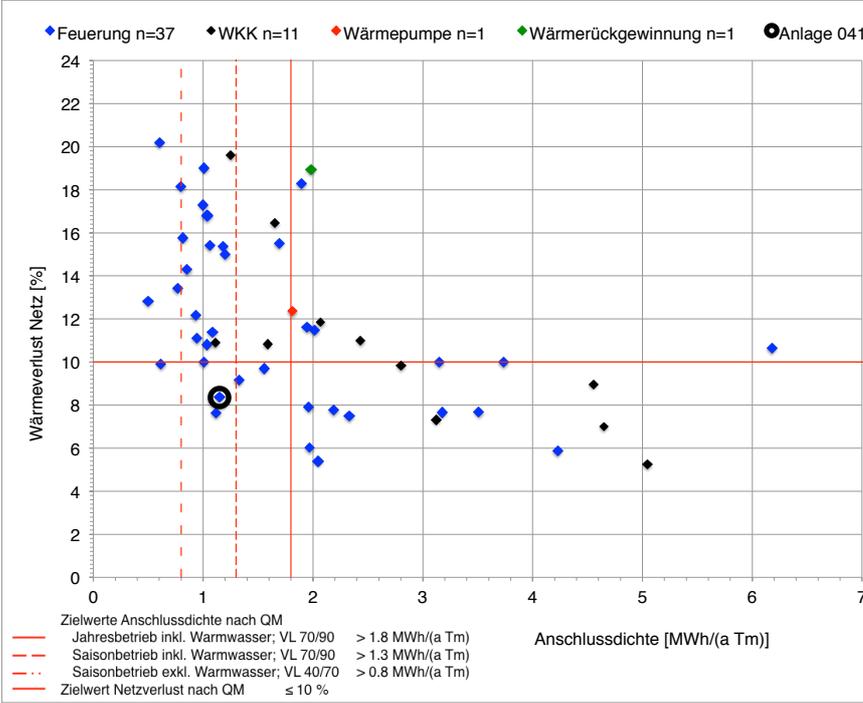
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

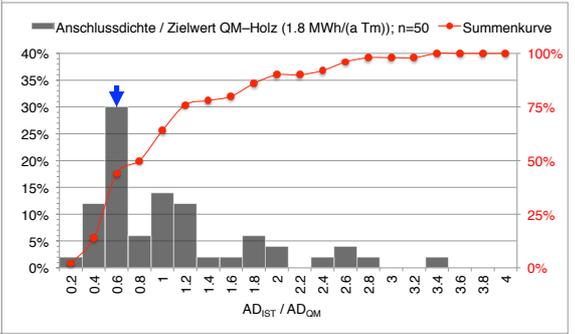
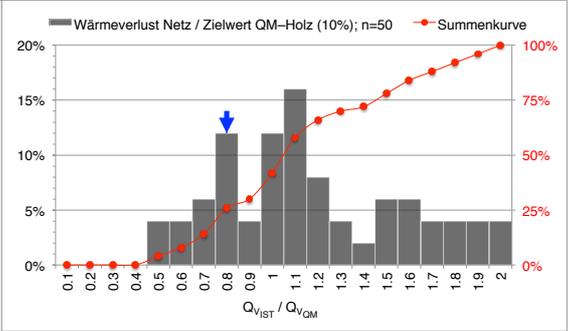
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

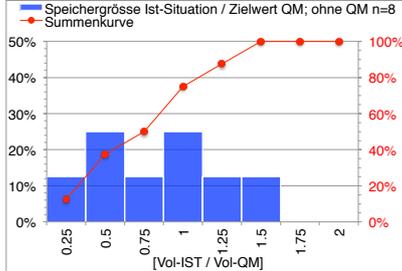
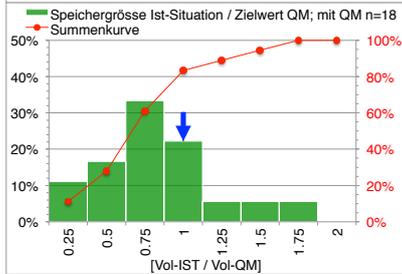
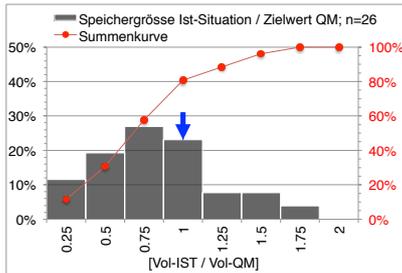
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



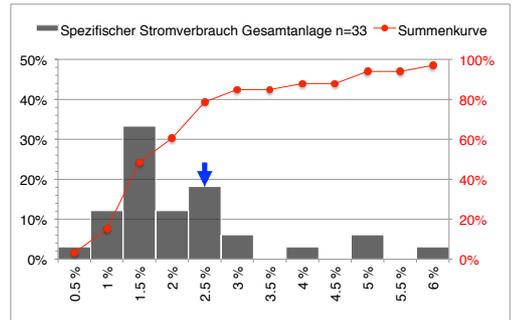
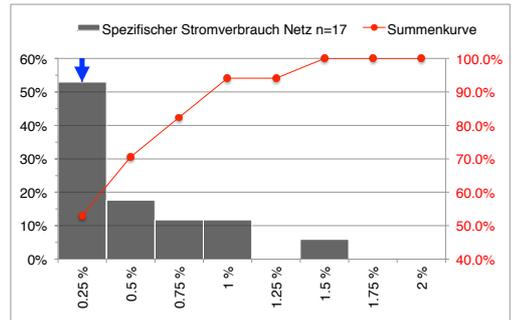
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 8.37 %; Anschlussdichte = 1.15 MWh/(a Tm)



Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.64



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.07 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Anlage	042
Inbetriebnahme	2000
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

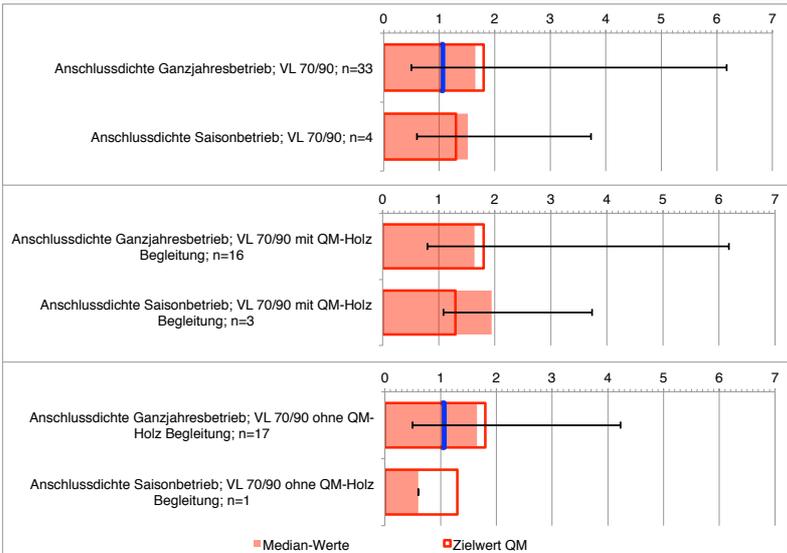
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Erdgas
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'570
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'200
Wärmeproduktion	MWh/a	4'993
Speicher	Ist-Situation	m³ 21.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ 35.0

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'759
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'137
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'499
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	101'650
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	12'000
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	46'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	90
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	3'300
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	116
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation
Förderbeiträge	-	Nein

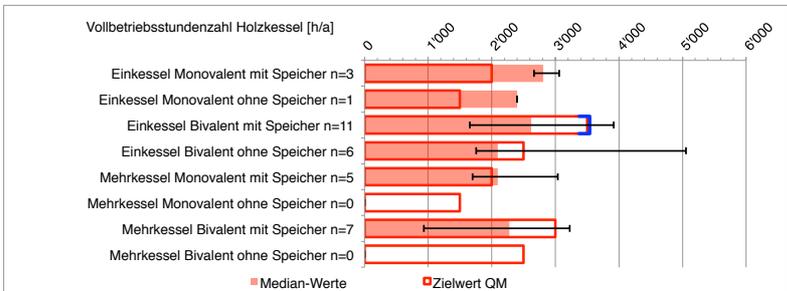
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C 90
	bei +10° Aussen	°C 70
	Sommermonate	°C 70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	Maximal	°C 55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	max.	°C 55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C 55
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar N/A
	max.	bar N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar 0.6
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	- N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'600'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	39'690
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	48.1
Wärmepreis	Rp./kWh	17.7

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.06
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	- 0.59
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	15.4
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	- 1.5
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	193
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	30.1
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'268
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'540
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'943
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	743
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.29
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.11
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.60
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 2.40
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh 22.15

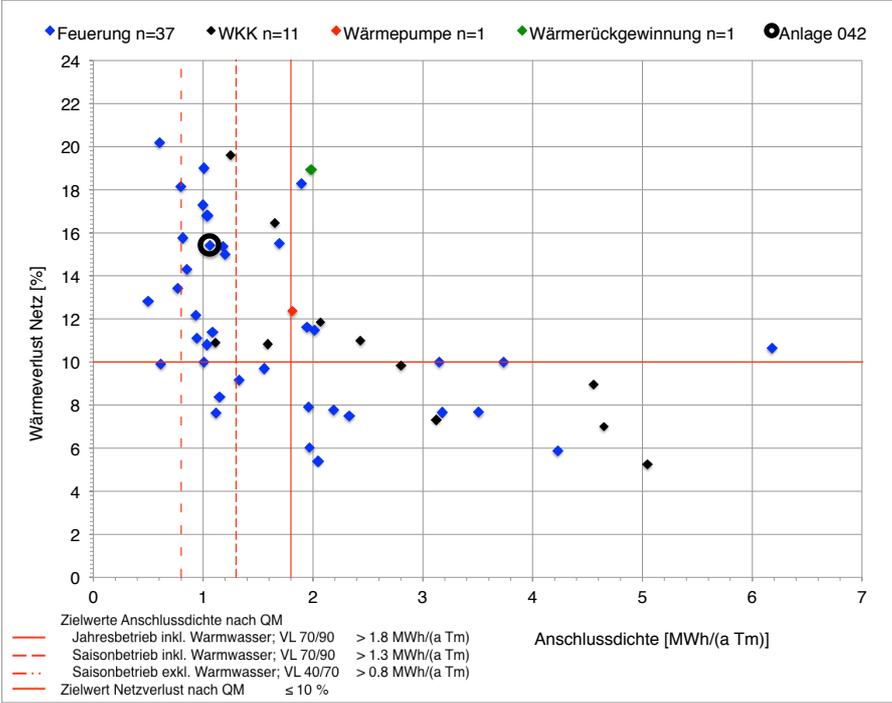


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.06 MWh/(a Tm)

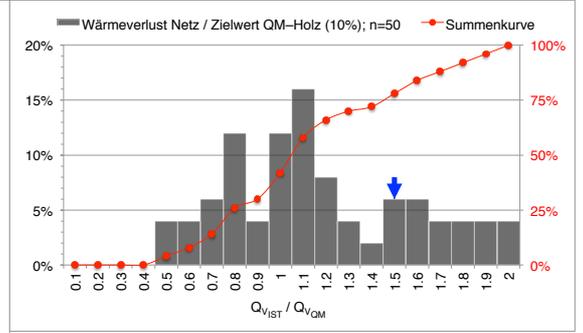


Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 3540 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 042

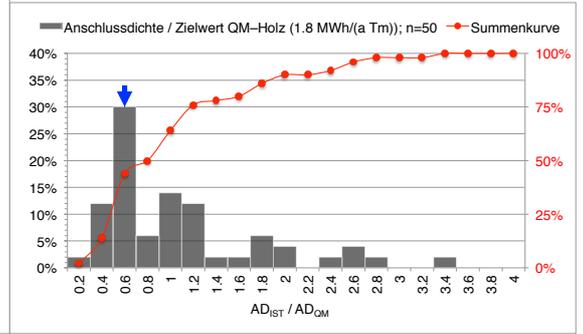
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



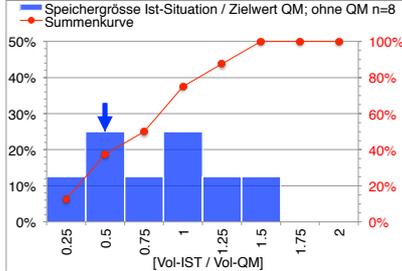
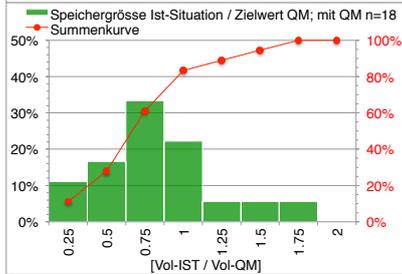
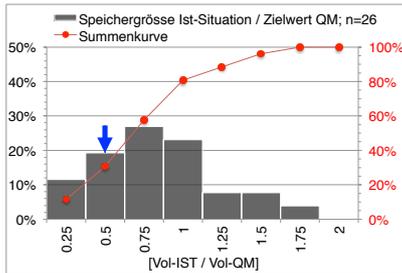
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 15.42 %; Anschlussdichte = 1.06 MWh/(a Tm)



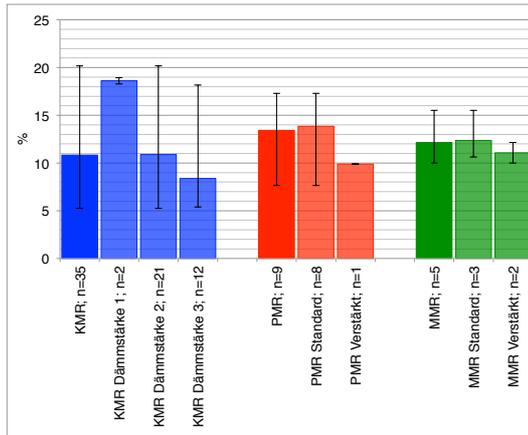
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.54



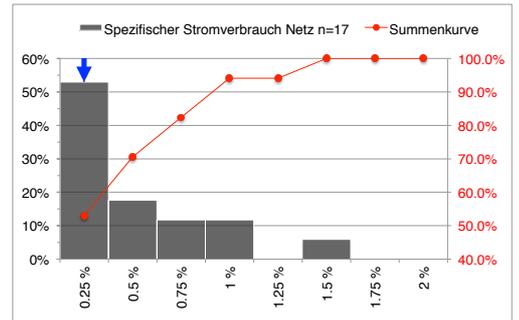
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.59



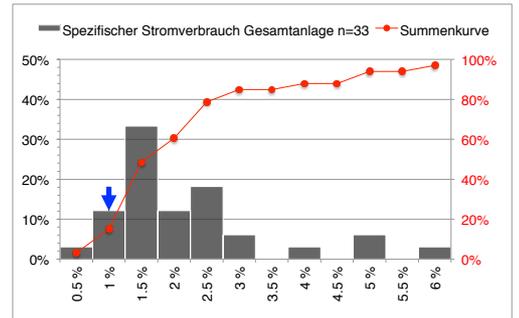
Speichergrosse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.60
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 15.42 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.29 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.11 %

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	043
Inbetriebnahme	2008
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

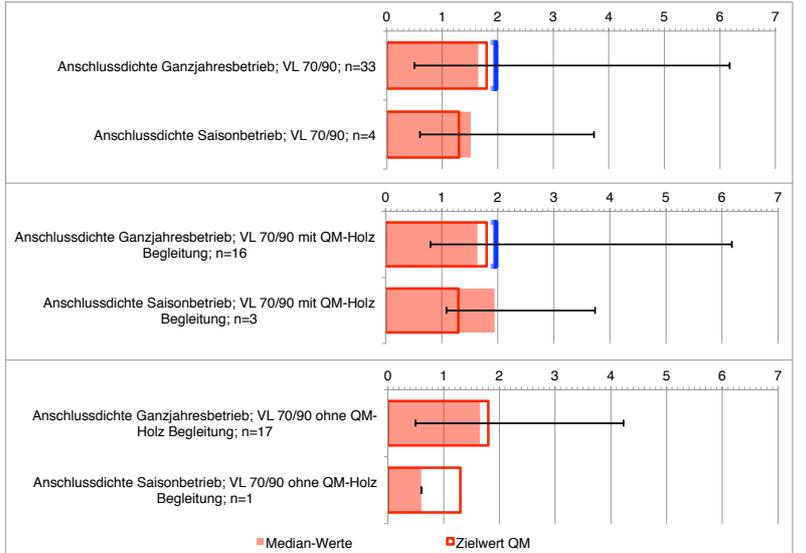
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Erdgas	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	3'800	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'400	
Wärmeproduktion	MWh/a	6'820	
Speicher	Ist-Situation	m ³	40.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m ³	40.8

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	3'352	
Zugeführte Wärme	MWh/a	6'398	
Abgegebene Wärme	MWh/a	5'891	
Geförderte Wassermenge im Netz	m ³ /a	183'410	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	13'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	85'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	90	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trasselänge	Tm	3'000	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	29	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation	
Förderbeiträge	-	Ja	

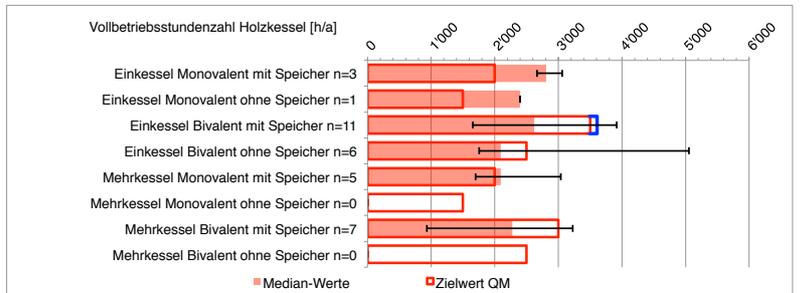
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	90
	bei +10° Aussen	°C	70
	Sommermonate	°C	70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	45
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.8
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	10.0
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	0.0
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	500
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	5

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'400'000	
	-	inklusive Hausstation	
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	24'950	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	42.1	
Wärmepreis	Rp./kWh	12.0	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.96	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.09
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	7.9	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	0.8
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	169	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	28.1	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'757	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'610	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'795	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	407	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.20	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.33	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.98
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	1.83
Wärmebezugskosten ⁹⁾	Abnehmer	Rp./kWh	15.38



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.96 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 3610 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 043

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten

Anlage	044
Inbetriebnahme	1995
Endausbau	2005
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

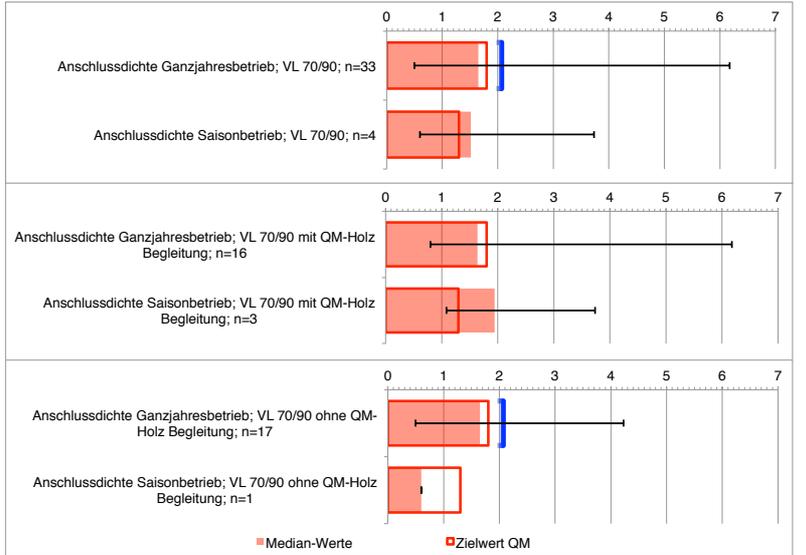
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	Erdgas
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'700
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	4'546
Speicher	Ist-Situation	m³ 30.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'600
Zugeführte Wärme	MWh/a	3'755
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'310
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	129'170
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	9'800
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	48'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	80
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	1'600
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	15
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation
Förderbeiträge	-	Nein

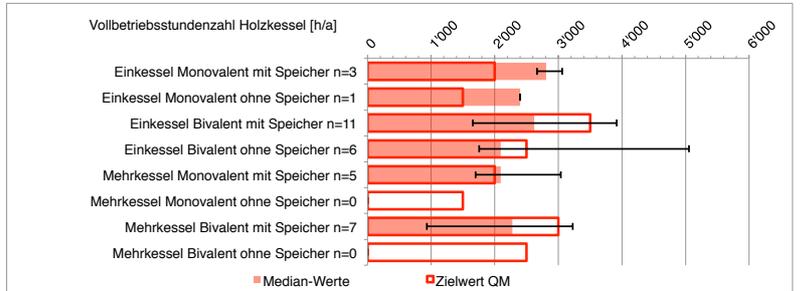
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C 90
	bei +10° Aussen	°C 70
	Sommermonate	°C 70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	Maximal	°C 55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	max.	°C 55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C 55
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar N/A
	max.	bar N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar 0.6
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	- N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'400'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	26'244
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	43.2
Wärmepreis	Rp./kWh	15.2

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.07
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	11.9
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	278
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	22.4
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'273
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Erdgas)	h/a	5'526
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'684
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	423
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.26
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.28
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 1.37
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh 18.73



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 2.07 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 044

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

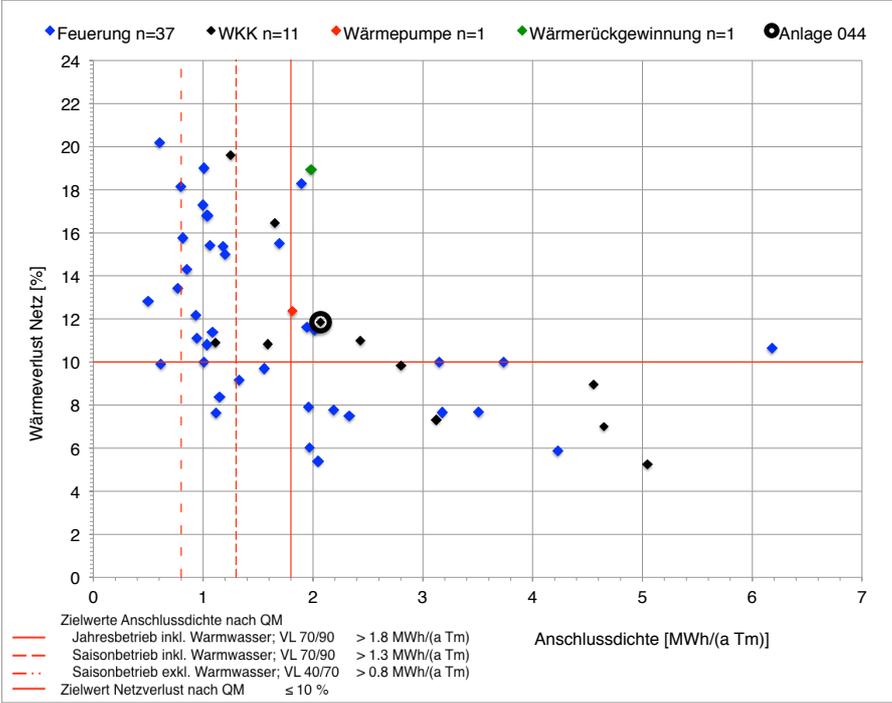
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

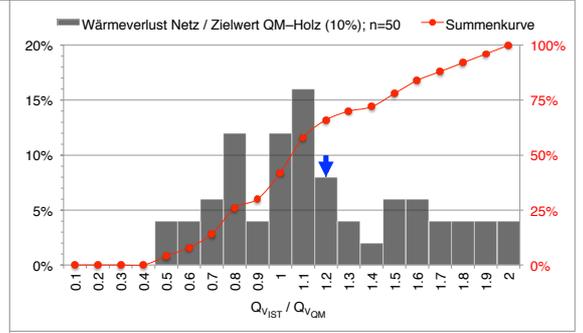
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

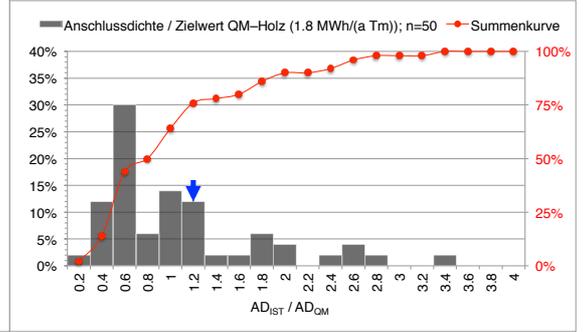
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



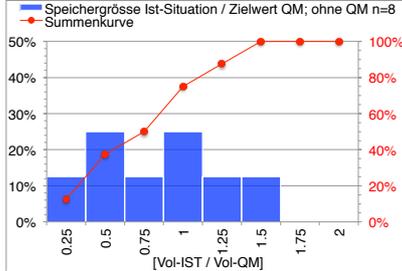
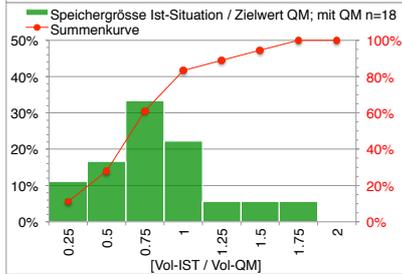
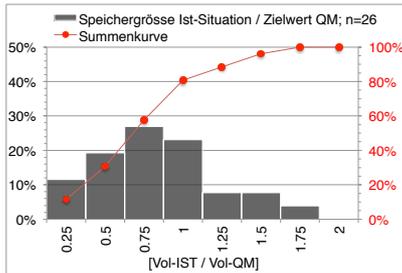
WKK; Wärmeverlust Netz = 11.85 %; Anschlussdichte = 2.07 MWh/(a Tm)



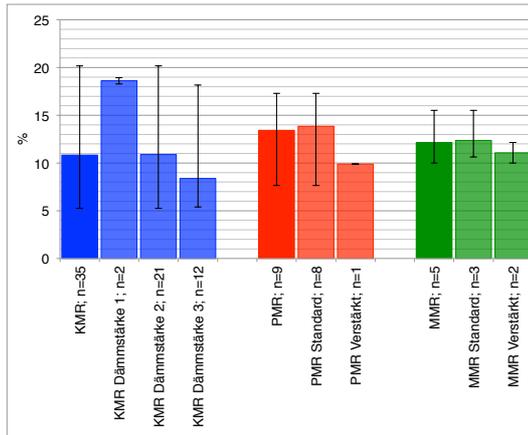
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.19



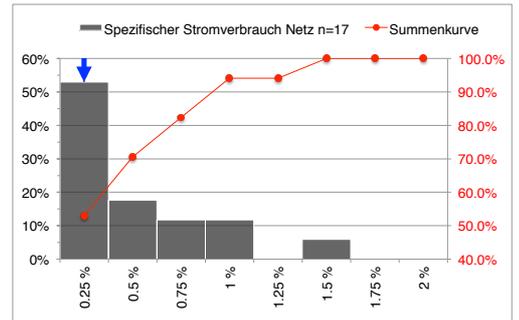
Anschlussdichte / Zielwert QM = 1.15



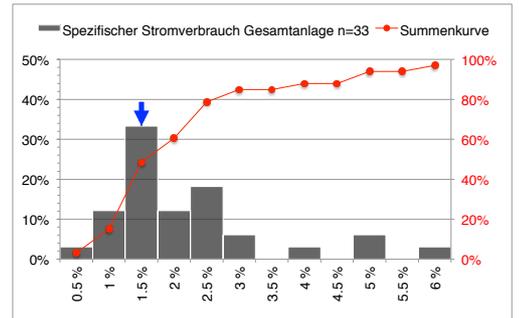
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 11.85 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.26 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.28 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	045
Inbetriebnahme	2000
Endausbau	2012
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

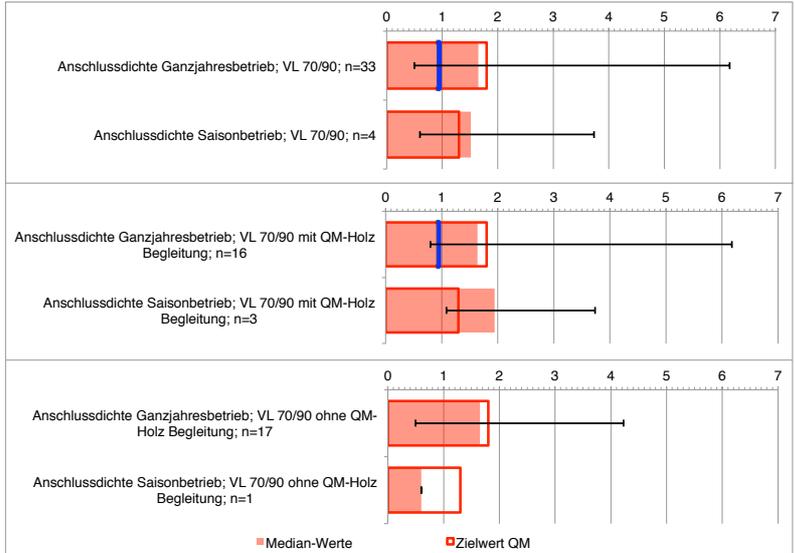
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'550	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	1'200	
Wärmeproduktion	MWh/a	4'730	
Speicher	Ist-Situation	m³	50.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	35.0

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'914	
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'250	
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'777	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	121'840	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	12'000	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	73'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	53	
Trasselänge	Tm	4'000	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	107	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR
	Zweigleitung	-	KMR
	Hausanschluss	-	KMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation	
Förderbeiträge	-	Nein	

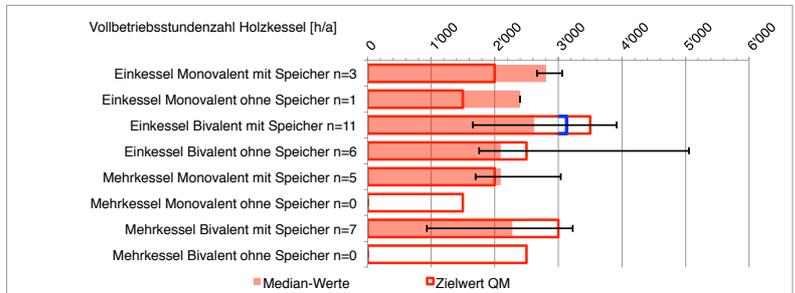
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	85
	bei +10° Aussen	°C	70
	Sommermonate	°C	70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.6
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'900'000	
	-	inklusive Hausstation	
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	18'630	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	33.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	16.9	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.94	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	0.52
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	11.1	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	118	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	27.1	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'296	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'132	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'855	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	768	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.28	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.72	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	1.43
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	2.54
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	19.45



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 0.94 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 3132 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 045

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

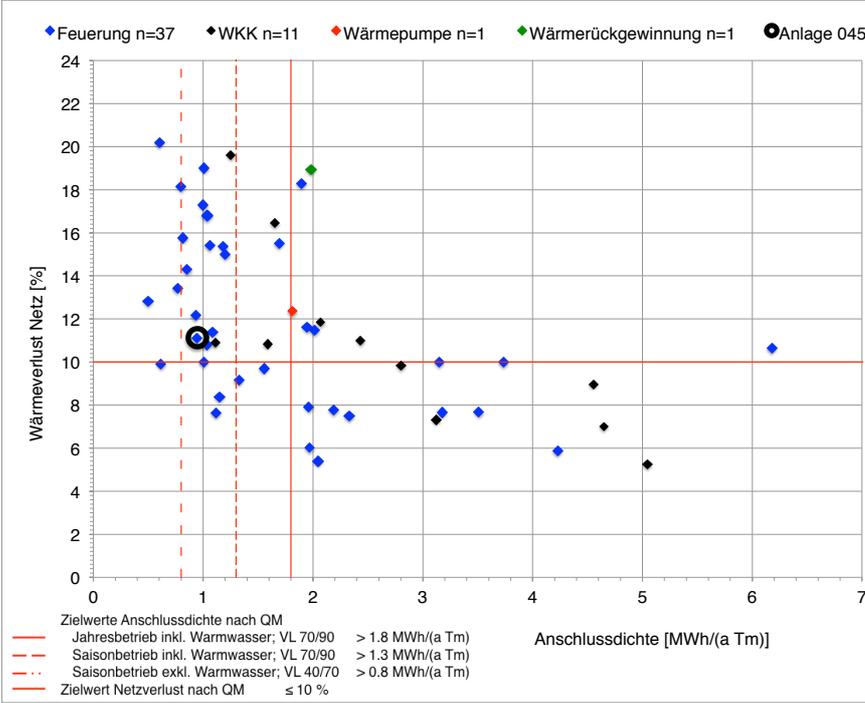
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

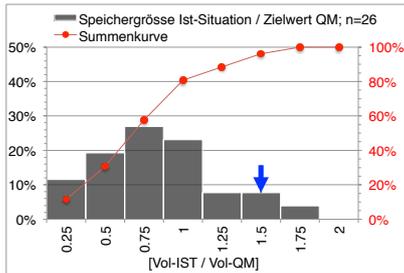
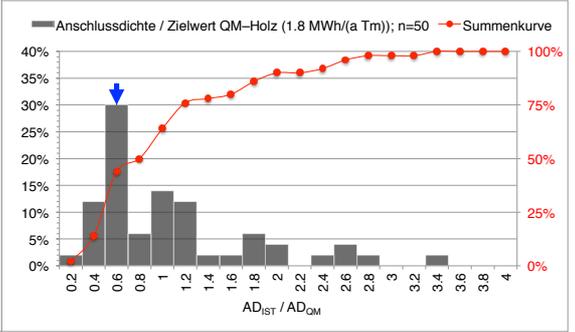
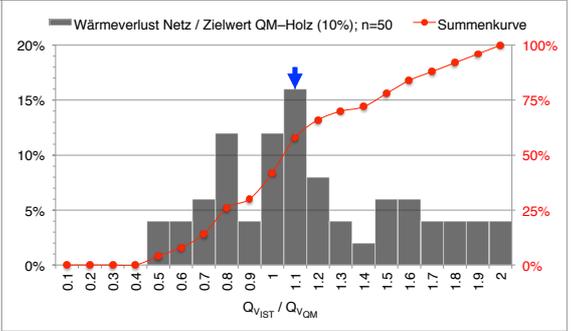
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

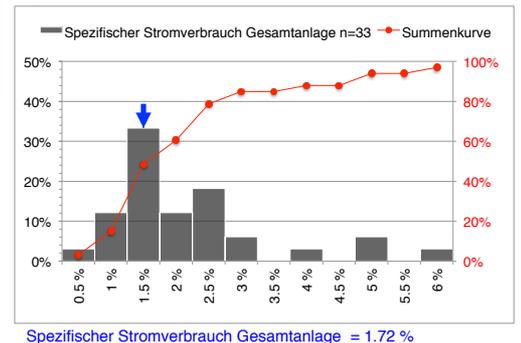
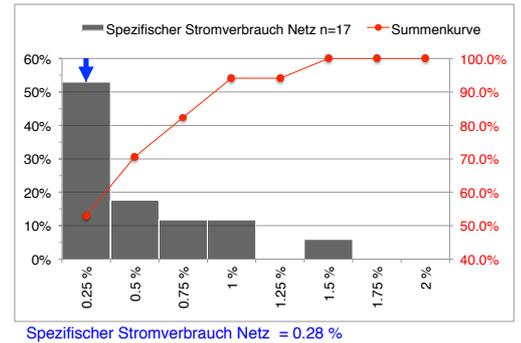
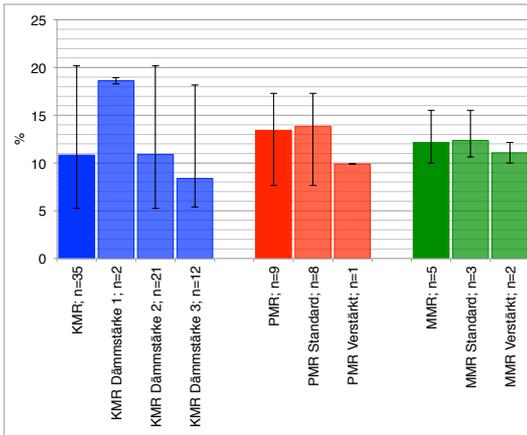
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Feuerung; Wärmeverlust Netz = 11.13 %; Anschlussdichte = 0.94 MWh/(a Tm)



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 1.43
mit QM-Holz Begleitung = Ja



verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	046
Inbetriebnahme	1995
Endausbau	2005
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

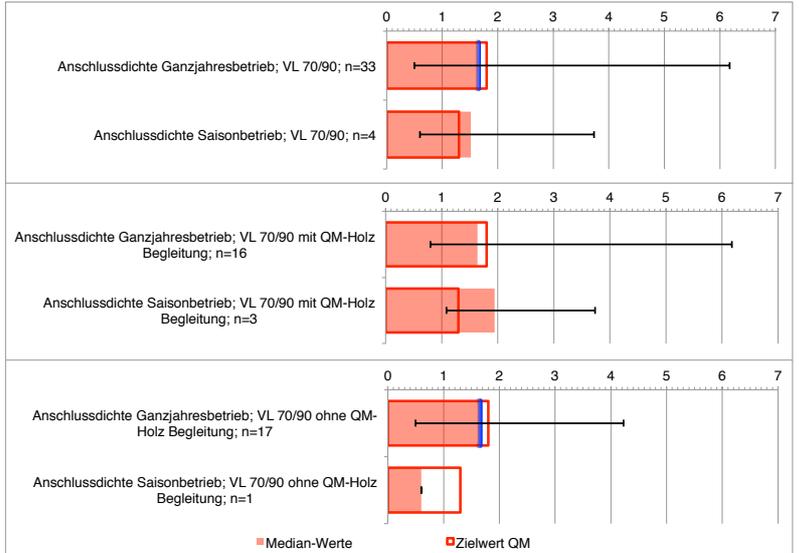
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	Erdgas
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'760
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeleistung	MWh/a	4'624
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'492
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'550
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'801
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	130'400
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	9'200
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	58'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	90
Max. Rücklauftemperatur	°C	56
Trassellänge	Tm	2'300
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	17
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation
Förderbeiträge	-	Nein

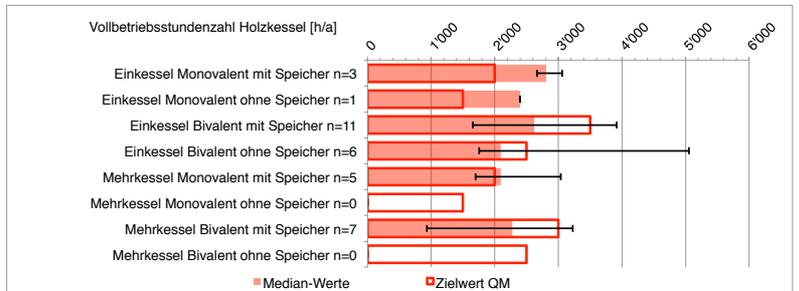
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'000'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	21'276
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	42.7
Wärmepreis	Rp./kWh	14.6

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.65
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	16.5
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	326
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	25.5
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'525
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Erdgas)	h/a	7'550
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'675
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	526
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.20
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.27
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
Wärmebezugskosten ⁹⁾		17.82



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.65 MWh/(a Tm)



Wärmeleistung nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 046

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

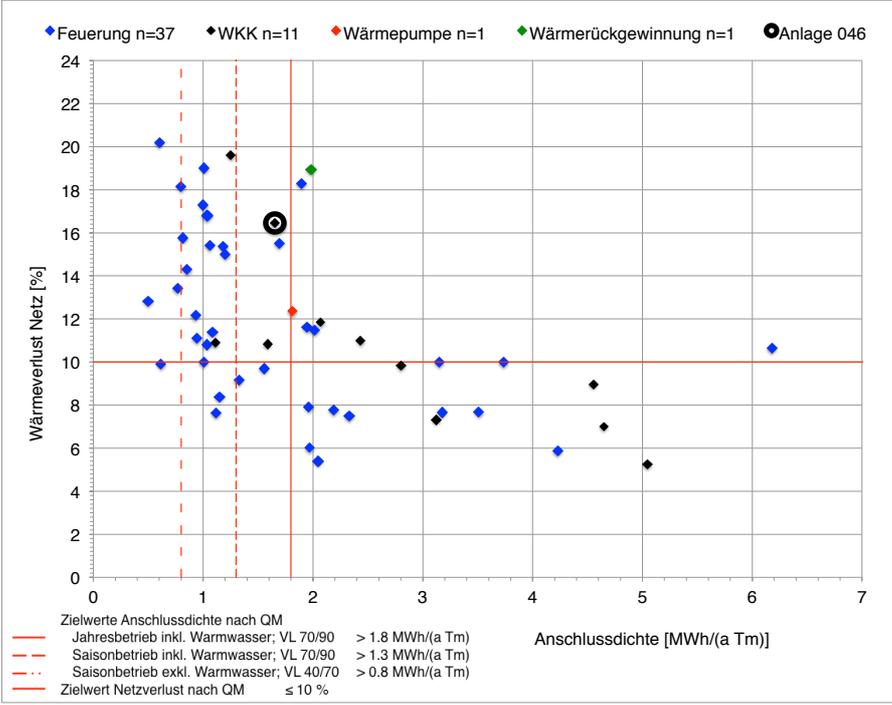
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

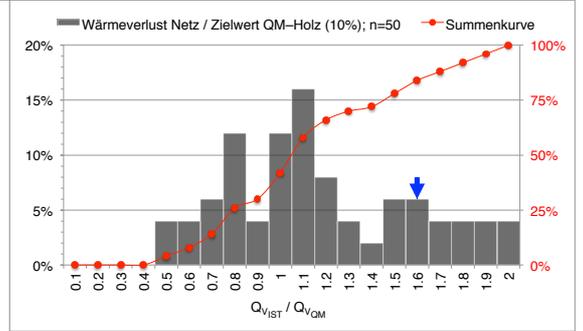
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

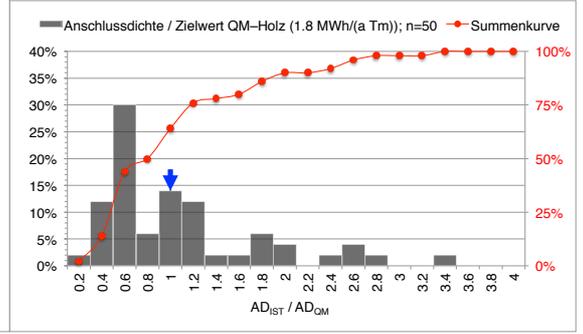
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



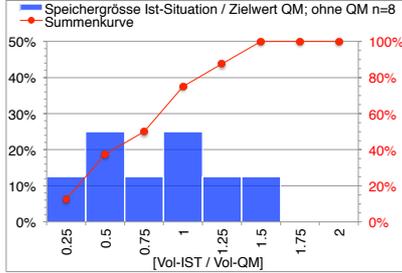
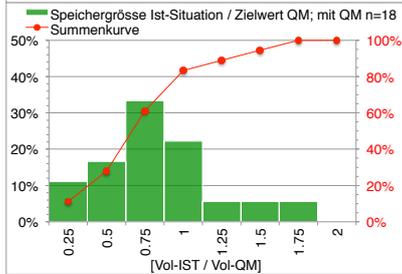
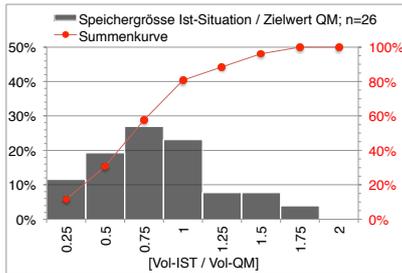
WKK; Wärmeverlust Netz = 16.46 %; Anschlussdichte = 1.65 MWh/(a Tm)



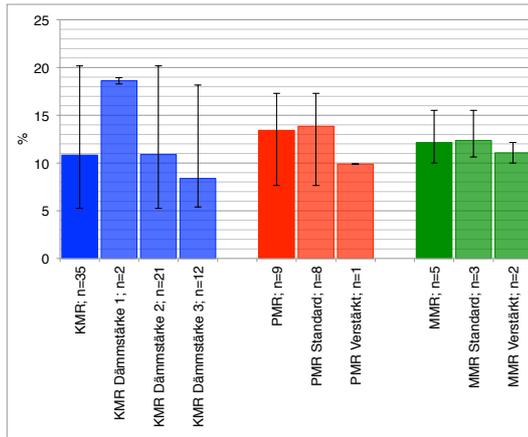
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.65



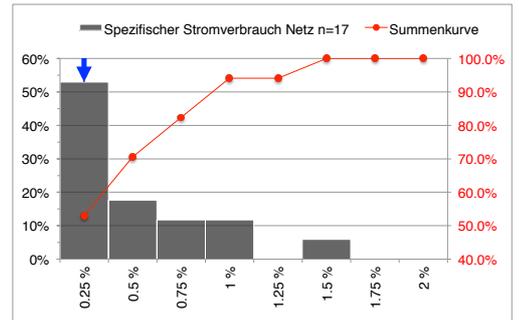
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.92



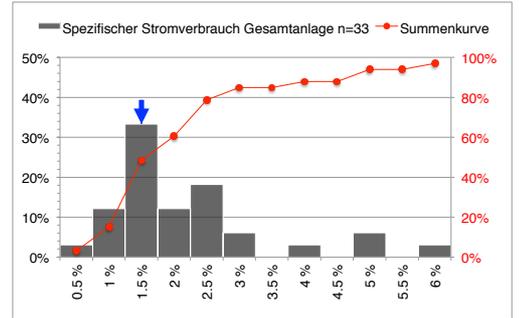
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 16.46 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.20 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.27 %

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage 047

Inbetriebnahme	1996
Endausbau	2005
Betriebsart	Saisonbetrieb
Betriebsstunden Netz	6000 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser

Datenbasis 2011 / 2012

Teil 1: Wärmeerzeugung

Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent ohne Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'500
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	900
Wärmeproduktion	MWh/a	1'879
Speicher	Ist-Situation	m³
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³
		26.3

Teil 2: Fernwärmenetz

Wärmeleistungsbedarf	kW	1'034
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'808
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'443
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	44'430
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	9'600
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	35'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	85
Max. Rücklauftemperatur	°C	48
Trasselänge	Tm	2'400
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	71
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation
Förderbeiträge	-	Nein

Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB

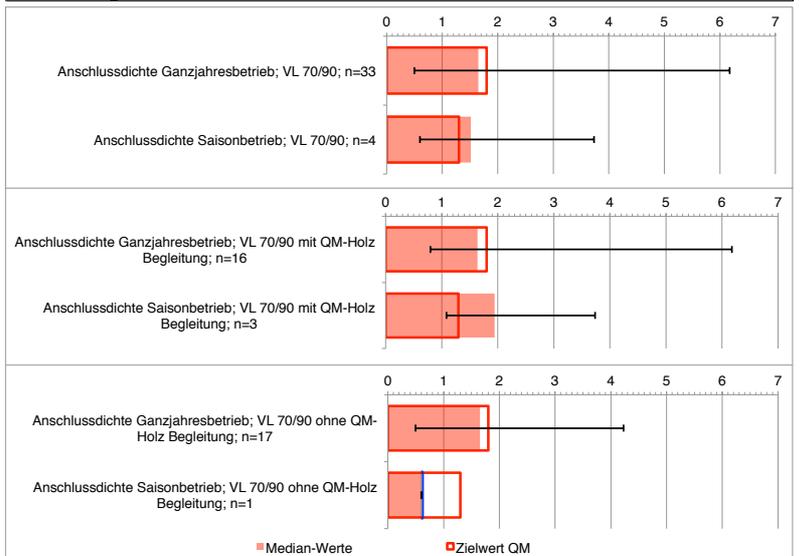
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	85
	bei +10° Aussen	°C	70
	Sommermonate	°C	70
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	55
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	55
Drücke:			
Nenndruck PN	bar		16
Prüfdruck	bar		21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	0.6
Ventilautorität Regulierventil	-		N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten

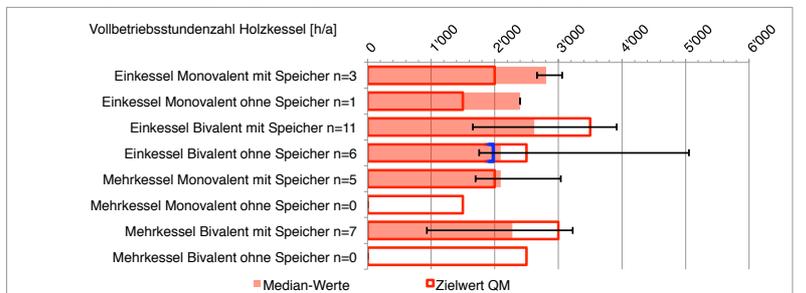
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'100'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	49'356
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	48.6
Wärmepreis	Rp./kWh	15.6

Teil 5: Kennzahlen

Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	0.60
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	20.2
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	152
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	28.4
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'396
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	1'979
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'253
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁹⁾	CHF/(MWh/a)	1'455
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.53
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.94
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁹⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh
	Abnehmer	Rp./kWh
		20.50



Saisonbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 0.60 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent ohne Speicher; Volllaststunden Holzessel = 1979 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 047

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

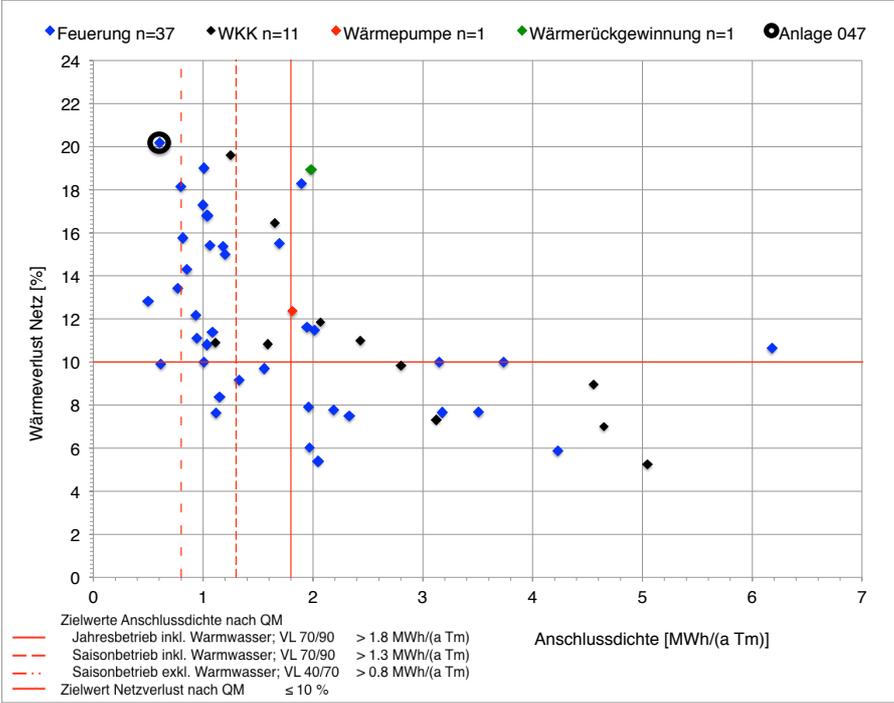
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

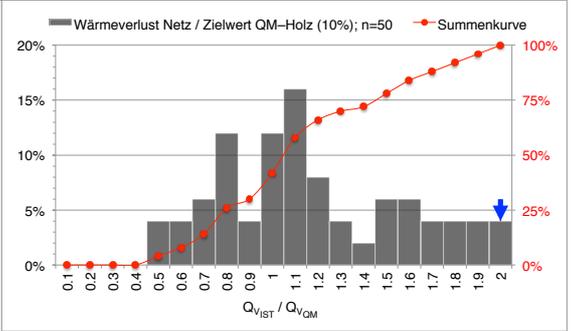
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

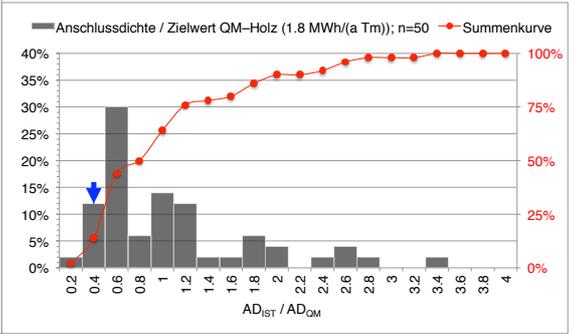
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



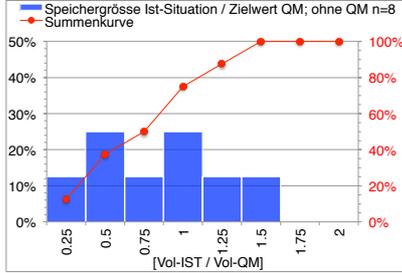
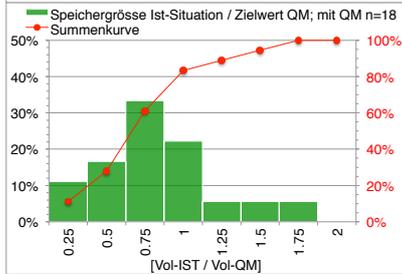
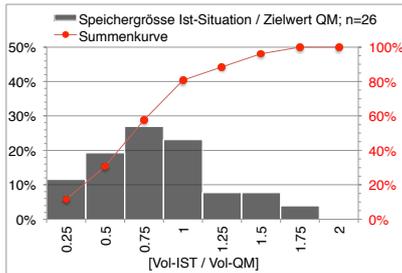
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 20.19 %; Anschlussdichte = 0.60 MWh/(a Tm)



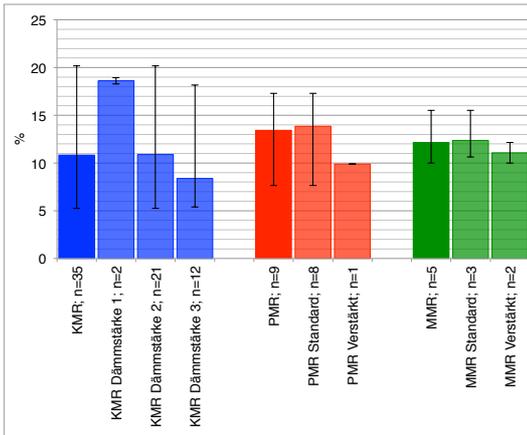
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 2.02



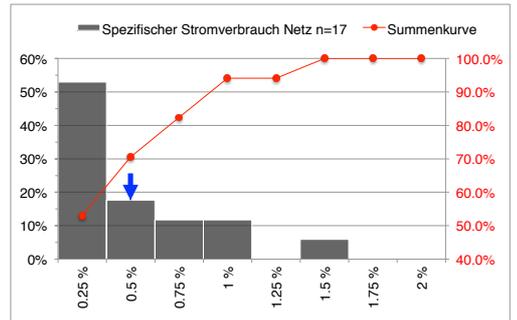
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.33



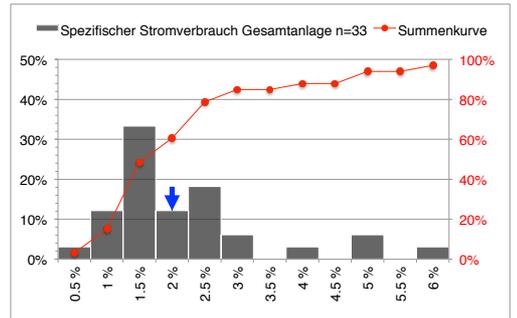
Speichergrosse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = KMR; Dämmstärke = 2
Wärmeverlust Netz = 20.19 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = 0.53 %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = 1.94 %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	048
Inbetriebnahme	2005
Endausbau	2010
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

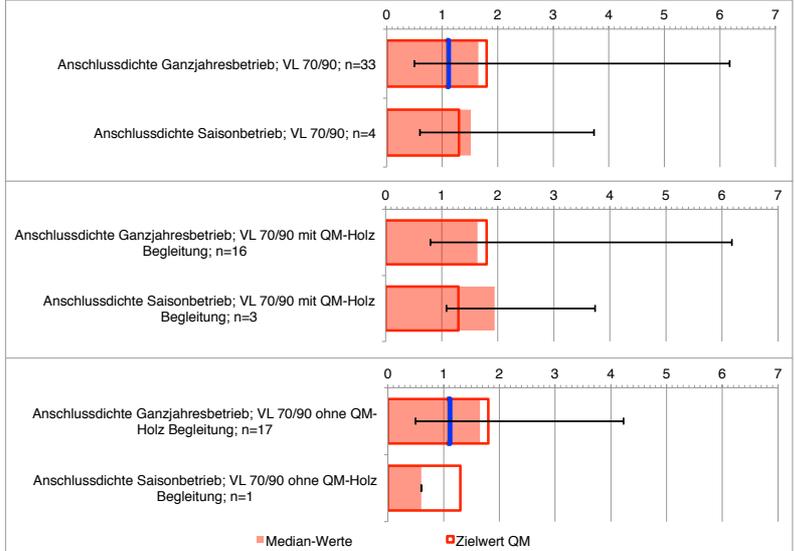
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK
Grundlast	-	Erdgas
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	N/A
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	N/A
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'250
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	N/A
Wärmeproduktion	MWh/a	4'152
Speicher	Ist-Situation	m³ 40.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ N/A

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'167
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'116
Abgegebene Wärme	MWh/a	3'668
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	130'400
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	12'600
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	58'000
Max. Vorlauftemperatur	°C	90
Max. Rücklauftemperatur	°C	55
Trasselänge	Tm	3'300
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	29
Rohrsystem	Stammleitung	- KMR
	Zweigleitung	- KMR
	Hausanschluss	- KMR
Dämmstärke	Stammleitung	- 2
	Zweigleitung	- 2
	Hausanschluss	- 2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Nein
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung/Uebergabestation
Förderbeiträge	-	Nein

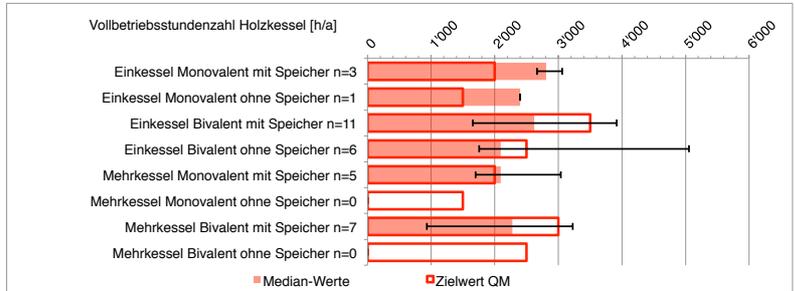
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C 90
	bei +10° Aussen	°C 75
	Sommermonate	°C 75
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	Maximal	°C 55
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C 55
	bei +10° Aussen	°C N/A
	max.	°C 55
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C 60
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	16
Prüfdruck	bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar N/A
	max.	bar N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar 0.6
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-
pH-Wert	max. bei 25°C	- N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	2'700'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	22'190
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	42.7
Wärmepreis	Rp./kWh	14.5

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.11
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	- 0.62
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	10.9
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	- 1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	136
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	24.6
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'693
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Erdgas)	h/a	7'115
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'845
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	736
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	0.31
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	1.41
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	N/A
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 3.18
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh 17.77



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.11 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 048

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

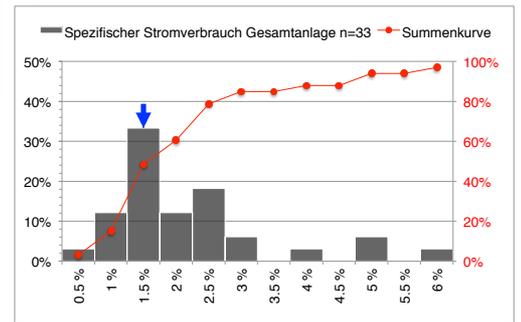
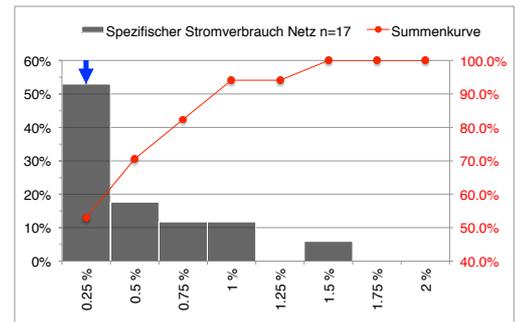
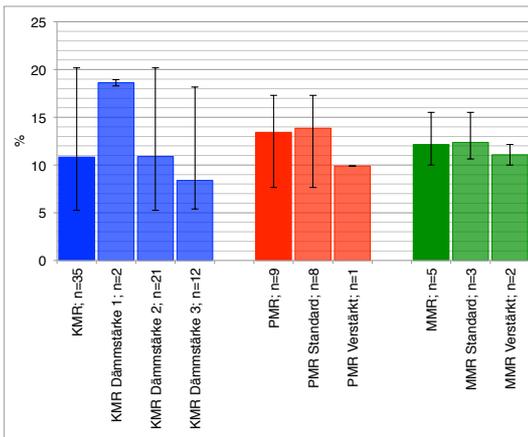
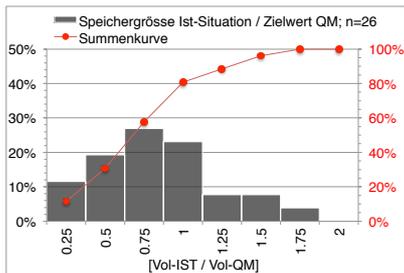
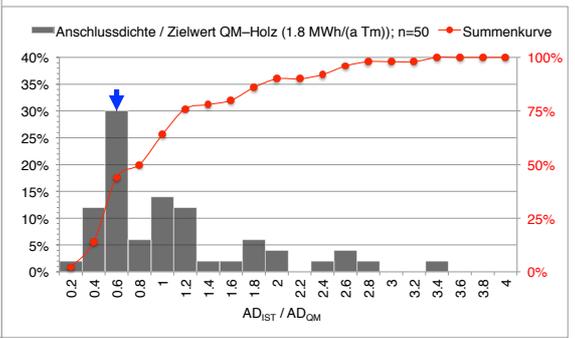
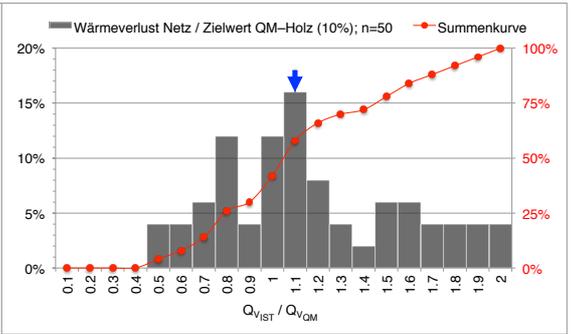
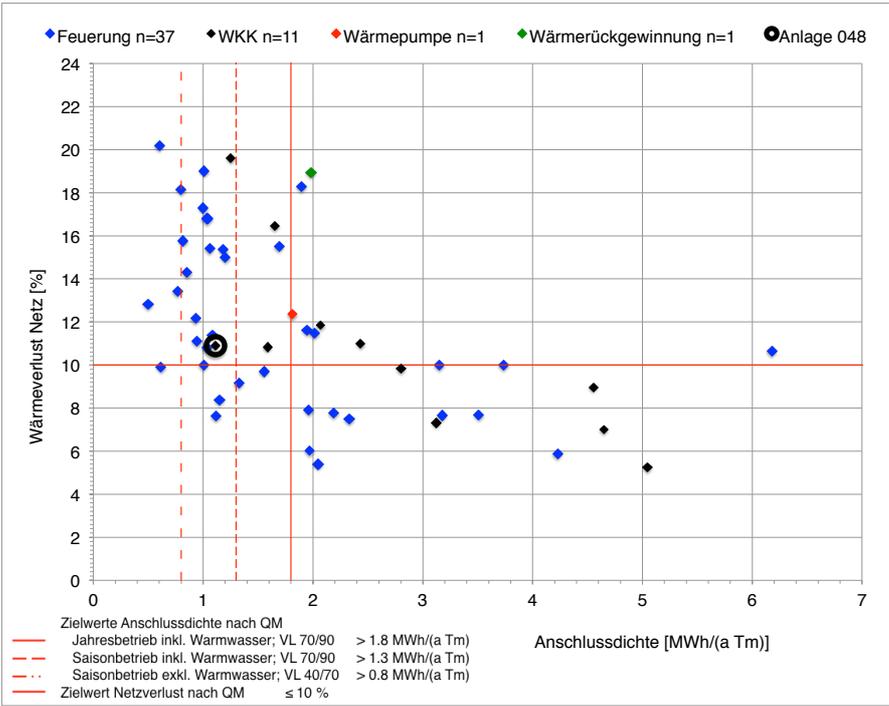
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = N/A
mit QM-Holz Begleitung = Nein

Verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH – 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	049
Inbetriebnahme	1985
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

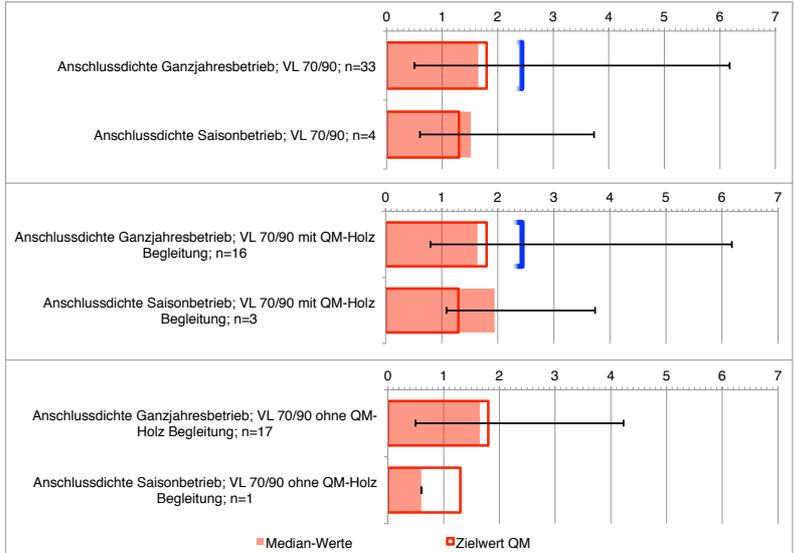
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	WKK	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Mehrkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	3	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	7'500	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	4'300	
Wärmeproduktion	MWh/a	20'209	
Speicher	Ist-Situation	m³	105.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	125.5

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	6'170	
Zugeführte Wärme	MWh/a	17'781	
Abgegebene Wärme	MWh/a	15'825	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	907'000	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	70	
Trasselänge	Tm	6'500	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	132	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR; KMR-Duo
	Zweigleitung	-	KMR; KMR-Duo
	Hausanschluss	-	MMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	2
	Hausanschluss	-	2
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Wärmeerzeugung	
Förderbeiträge	-	Ja	

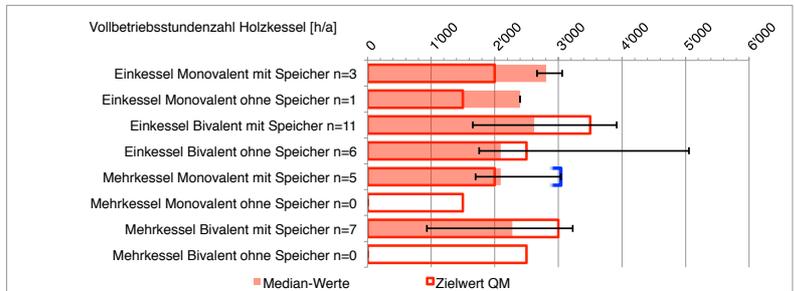
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	Wärmeübertrager	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	85
	bei +10° Aussen	°C	80
	Sommermonate	°C	80
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	60
	bei +10° Aussen	°C	42
	Maximal	°C	60
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	60
	bei +10° Aussen	°C	42
	max.	°C	60
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	60
Drücke:			
Nenndruck PN		bar	16
Prüfdruck		bar	21
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	0.6
Differenz Hausanschluss	min.	bar	1.0
Ventilautorität Regulierventil		-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	3

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	11'500'000	- exklusiv Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	9'720	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	270.0	
Wärmepreis	Rp./kWh	13.3	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	2.43	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	1.35
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	11.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	301	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	2'565	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'041	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'695	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	727	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	5.10	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.84
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	exklusiv Hausstation	Rp./kWh	4.75
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	27.28



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 2.43 MWh/(a Tm)



Wärmeproduktion nicht mit Zielwerten von QM-Holz vergleichbar

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 049

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5–1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

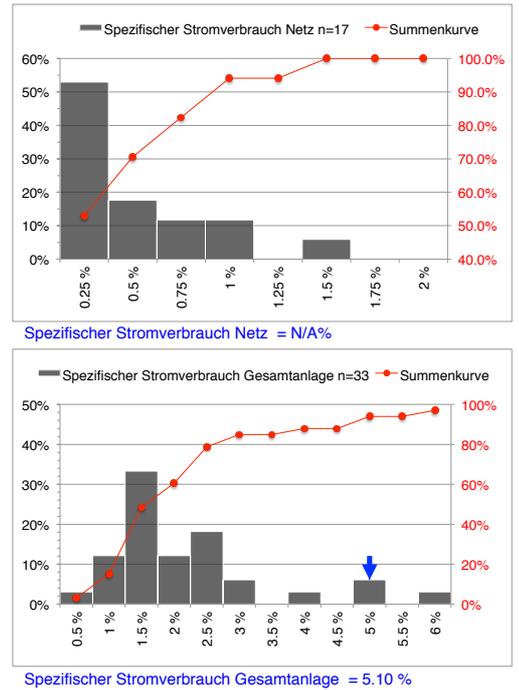
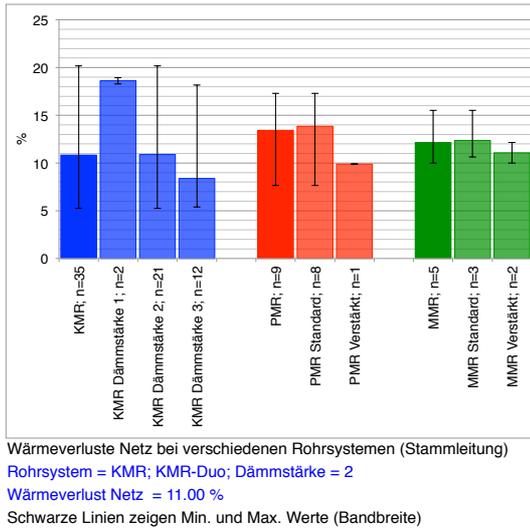
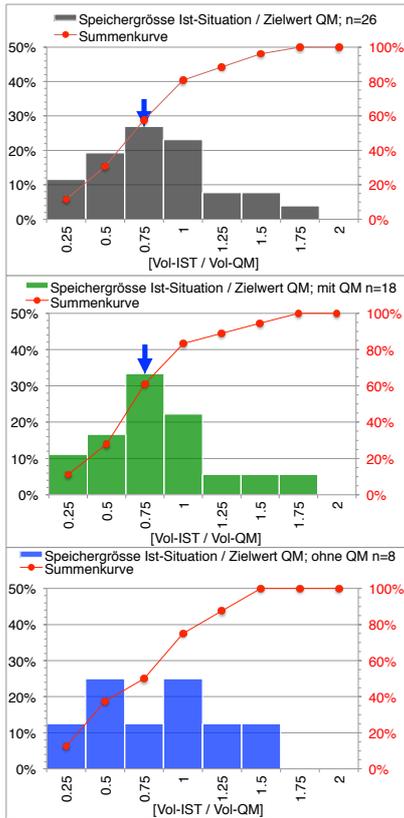
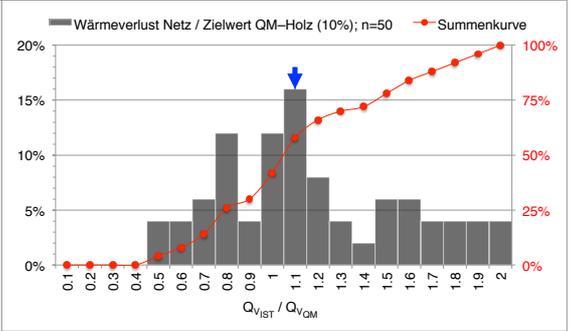
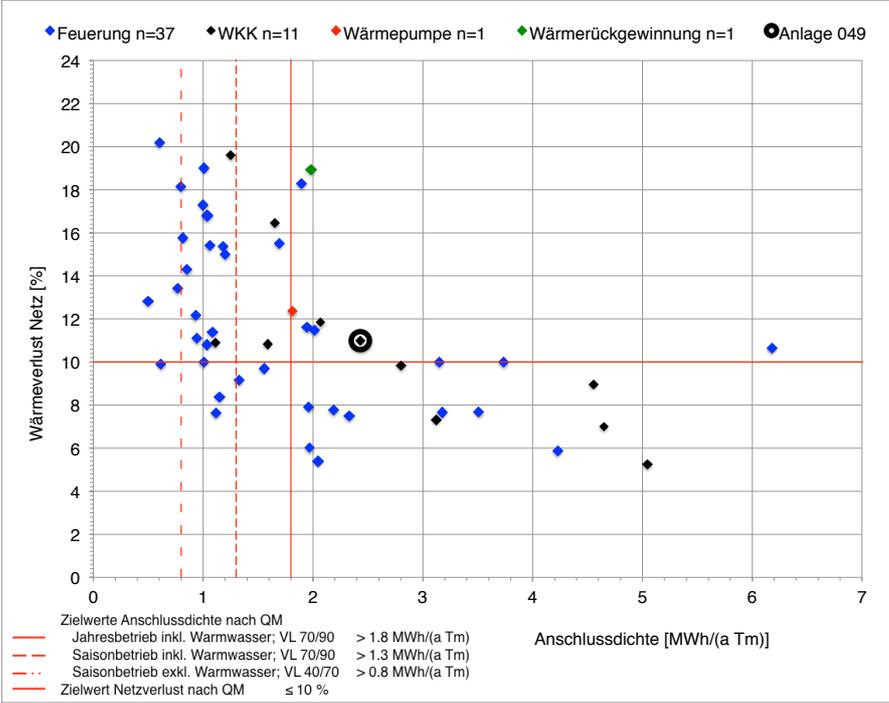
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezüglers.

7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.84
mit QM-Holz Begleitung = Ja

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	050
Inbetriebnahme	2008
Endausbau	2013
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

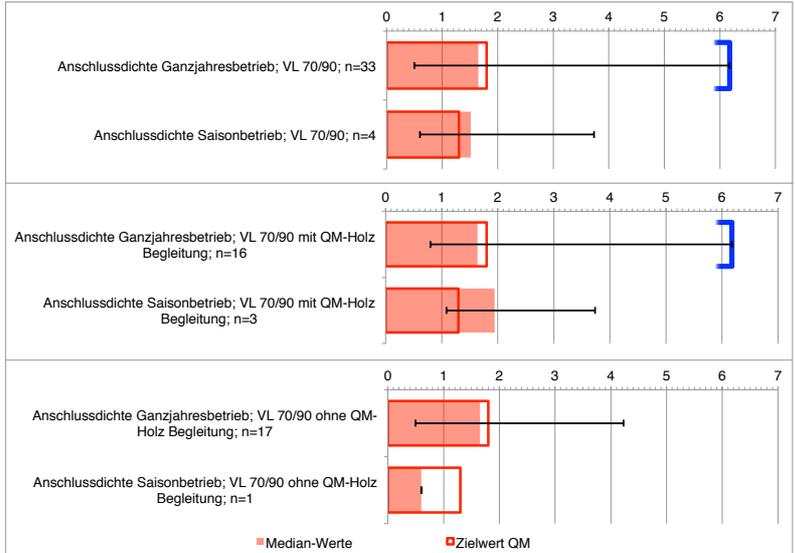
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Heizöl	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	2'410	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	900	
Wärmeproduktion	MWh/a	4'700	
Speicher	Ist-Situation	m³	20.0
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	26.3

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	2'203	
Zugeführte Wärme	MWh/a	4'700	
Abgegebene Wärme	MWh/a	4'200	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	85	
Max. Rücklauftemperatur	°C	50	
Trassellänge	Tm	680	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	16	
Rohrsystem	Stammleitung	-	MMR
	Zweigleitung	-	MMR
Dämmstärke	Hausanschluss	-	MMR-Duo
	Stammleitung	-	Standard
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Standard
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein	
Leckageüberwachung	-	Ja	
Wärmeübergabe	-	Indirekt	
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja	
Leitsystem	-	Ja	
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt	
Förderbeiträge	-	Ja	

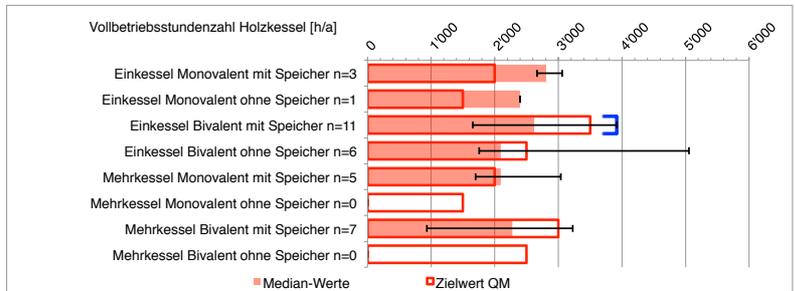
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	N/A	
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	N/A	
Prüfdruck	bar	N/A	
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A	
Fernwärme-Wasser	primärseitig		
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten			
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'183'414	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:			
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0	
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	81.8	
Wärmepreis	Rp./kWh	11.7	

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	6.18	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	3.43
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	-	10.6
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	1.1
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	735	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'906	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	3'917	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'950	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	282	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	-	0.76
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	1.37
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	15.79



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 6.18 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzessel = 3917 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 050

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

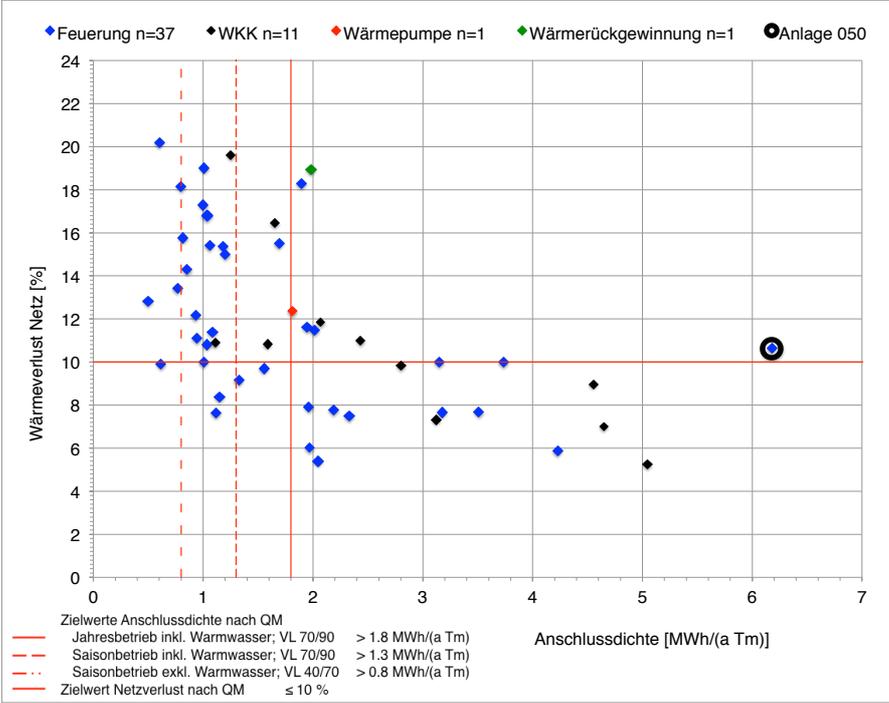
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.

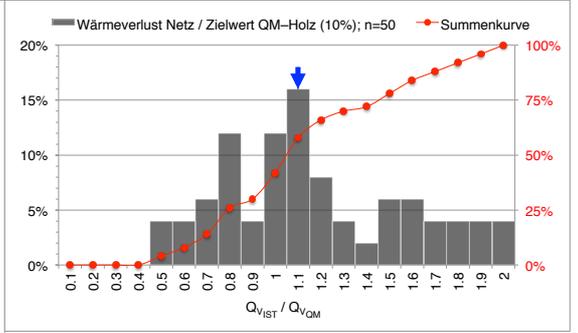
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

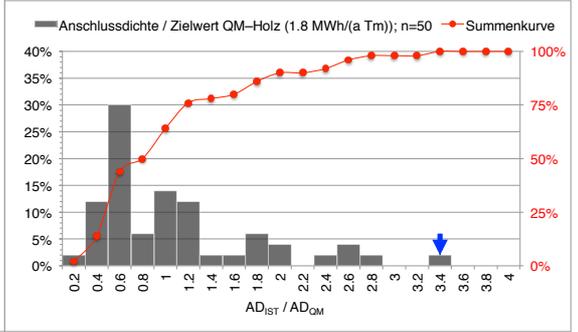
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



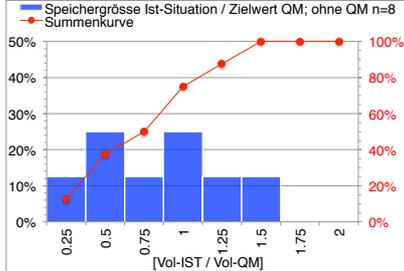
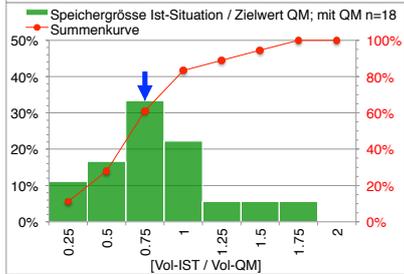
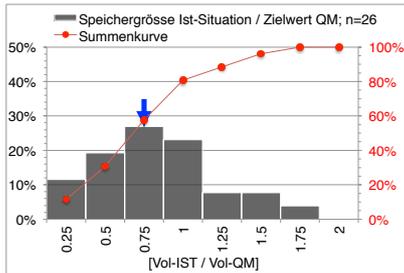
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 10.64 %; Anschlussdichte = 6.18 MWh/(a Tm)



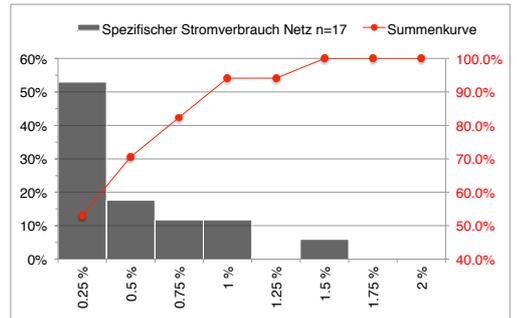
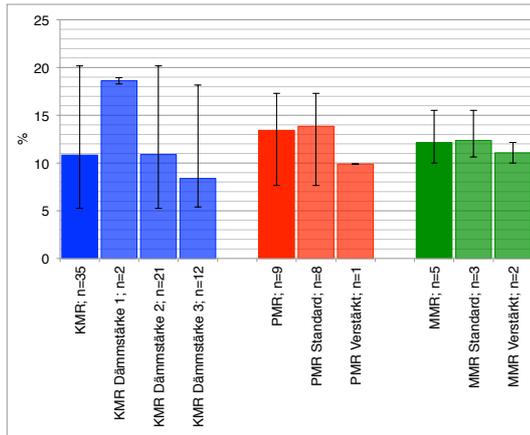
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.06



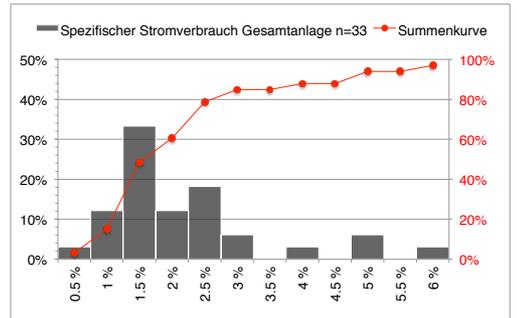
Anschlussdichte / Zielwert QM = 3.43



Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.76
 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

verenum
 Langmauerstrasse 109
 CH - 8006 Zürich
 Telefon: 044 377 70 70
 Internet: www.verenum.ch

Anlage	051
Inbetriebnahme	2011
Endausbau	2014
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8760 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser
Datenbasis	2011 / 2012

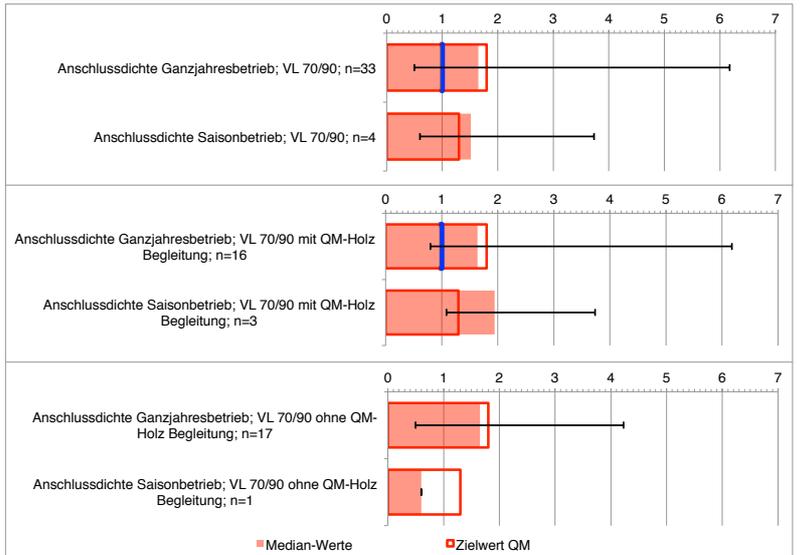
Teil 1: Wärmeerzeugung		
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung
Grundlast	-	Holz
Spitzenlast	-	Heizöl
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Bivalent mit Speicher
Abgaskondensation	-	Nein
Anzahl Holzkessel	stk.	1
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	1'400
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	700
Wärmeproduktion	MWh/a	1'500
Speicher	Ist-Situation	m³ 19.2
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³ 20.4

Teil 2: Fernwärmenetz		
Wärmeleistungsbedarf	kW	766
Zugeführte Wärme	MWh/a	1'500
Abgegebene Wärme	MWh/a	1'350
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A
Max. Vorlauftemperatur	°C	80
Max. Rücklauftemperatur	°C	50
Trasselänge	Tm	1'345
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	13
Rohrsystem	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Dämmstärke	Stammleitung	-
	Zweigleitung	-
	Hausanschluss	-
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	Nein
Leckageüberwachung	-	Ja
Wärmeübergabe	-	Indirekt
Begleitung durch QM-Holz	-	Ja
Leitsystem	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	Ja

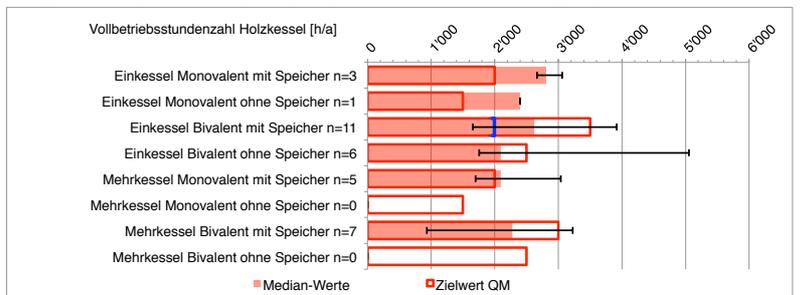
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB		
Eigentumsgrenze	-	N/A
Temperaturen:		
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Sommermonate	°C
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	Maximal	°C
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C
	bei +10° Aussen	°C
	max.	°C
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C
Drücke:		
Nenndruck PN	bar	N/A
Prüfdruck	bar	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar
	max.	bar
Differenz Hausanschluss	min.	bar
Ventilautorität Regulierventil	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	
pH-Wert	max. bei 25°C	-
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l
Leitfähigkeit	max.	µS/cm
Grädigkeit	Wärmetauscher	K

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	1'302'255
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	0
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	204.0
Wärmepreis	Rp./kWh	7.6

Teil 5: Kennzahlen		
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.00
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	10.0
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	112
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'762
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	1'993
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	1'071
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	965
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.94
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh 4.34
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh 17.76



Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Ja; Anschlussdichte = 1.00 MWh/(a Tm)



Einkessel Bivalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 1993 h/a

Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 051

1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.

Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C

2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.

3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen

4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.

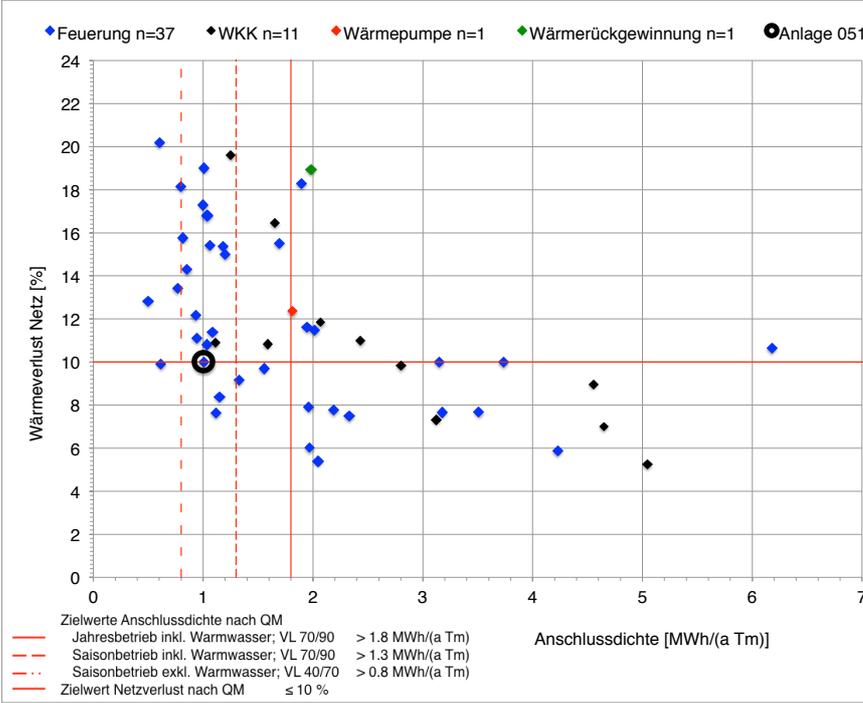
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügers.

6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügers.

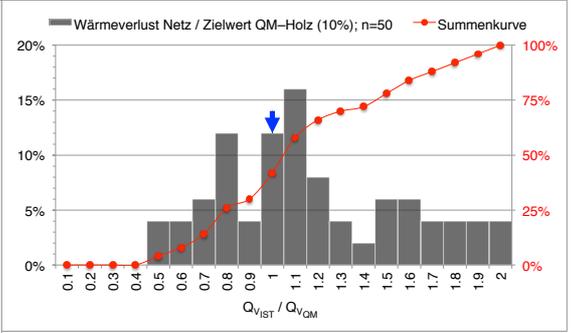
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme

8) Bezogen auf die abgegebene Wärme

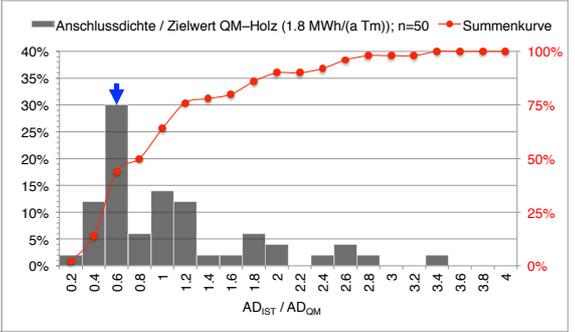
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



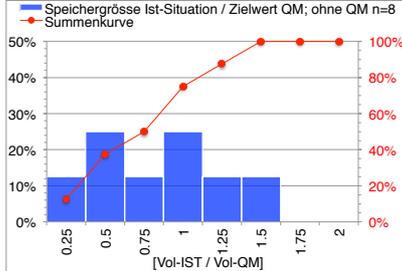
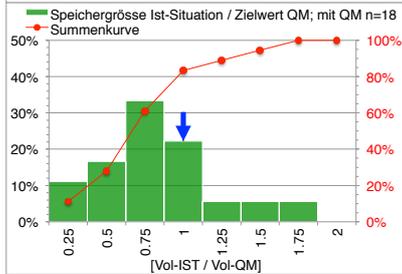
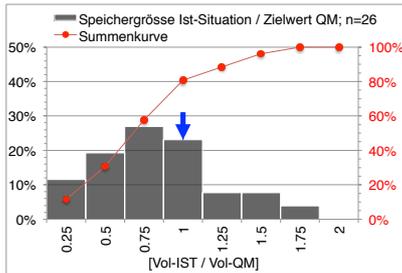
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 10.00 %; Anschlussdichte = 1.00 MWh/(a Tm)



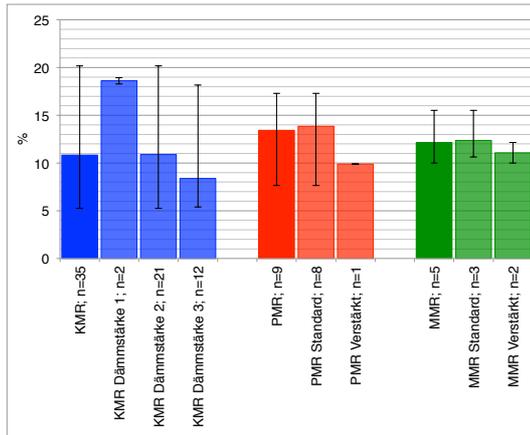
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.00



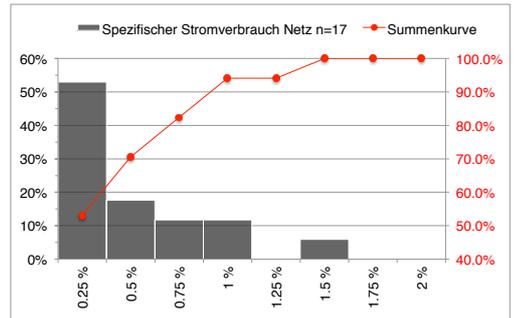
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.56



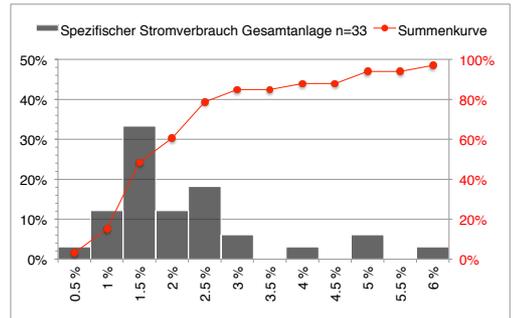
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.94 mit QM-Holz Begleitung = Ja



Wärmeverluste Netz bei verschiedenen Rohrsystemen (Stammleitung)
Rohrsystem = MMR; Dämmstärke = Verstärkt
Wärmeverlust Netz = 10.00 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %

Anlage	052
Inbetriebnahme	2011
Endausbau	offen
Betriebsart	Ganzjahresbetrieb
Betriebsstunden Netz	8640 h/a
Verwendungszweck	Raumwärme Warmwasser Prozesswärme
Datenbasis	2011 / 2012

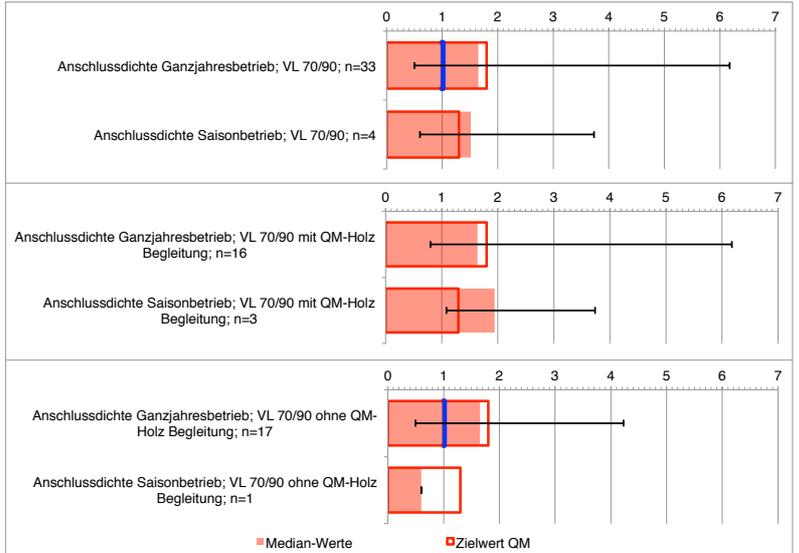
Teil 1: Wärmeerzeugung			
Primäre Wärmeerzeugungstechnologie	-	Feuerung	
Grundlast	-	Holz	
Spitzenlast	-	Holz	
Hydraulische Schaltung Holzfeuerung	-	Einkessel Monovalent mit Speicher	
Abgaskondensation	-	Nein	
Anzahl Holzkessel	stk.	1	
Installierte Nennwärmeleistung Gesamt	kW	900	
Nennwärmeleistung grösster Holzkessel	kW	900	
Wärmeproduktion	MWh/a	2'529	
Speicher	Ist-Situation	m³	25.5
	Zielwert nach QM ¹⁾	m³	26.3

Teil 2: Fernwärmenetz			
Wärmeleistungsbedarf	kW	1'388	
Zugeführte Wärme	MWh/a	2'529	
Abgegebene Wärme	MWh/a	2'049	
Geförderte Wassermenge im Netz	m³/a	N/A	
Stromverbrauch Netzpumpe	kWh/a	N/A	
Gesamtstromverbrauch der Anlage	kWh/a	N/A	
Max. Vorlauftemperatur	°C	75	
Max. Rücklauftemperatur	°C	55	
Trasselänge	Tm	2'026	
Anzahl Hausanschlüsse	stk.	20	
Rohrsystem	Stammleitung	-	KMR-Duo
	Zweigleitung	-	PMR
	Hausanschluss	-	PMR
Dämmstärke	Stammleitung	-	2
	Zweigleitung	-	Standard
	Hausanschluss	-	Verstärkt
Zeitfenster für Warmwassererzeugung	-	-	Ja
Leckageüberwachung	-	-	Nein
Wärmeübergabe	-	-	N/A
Begleitung durch QM-Holz	-	-	Nein
Leitsystem	-	-	Ja
Leitsystem-Ebene	-	-	Gesamt
Förderbeiträge	-	-	Ja

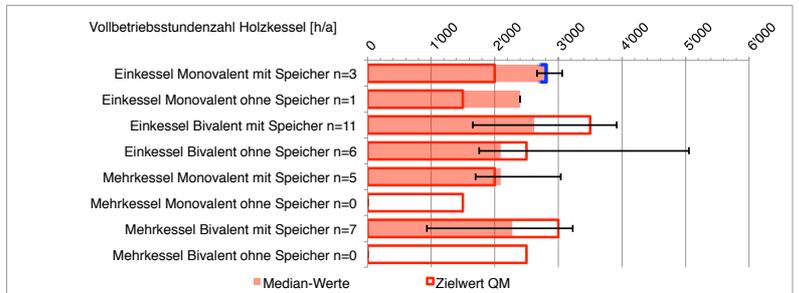
Teil 3: Technische Anschlussbedingungen TAB			
Eigentumsgrenze	-	-	N/A
Temperaturen:			
Vorlauf	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Sommermonate	°C	N/A
Rücklauf Altbau	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	Maximal	°C	N/A
Rücklauf Neubau/Sanierung	bei -10° Aussen	°C	N/A
	bei +10° Aussen	°C	N/A
	max.	°C	N/A
Rücklauf	BWW-Erwärmung	°C	N/A
Drücke:			
Nenndruck PN	bar	-	N/A
Prüfdruck	bar	-	N/A
Verlust Hausinstallation	min.	bar	N/A
	max.	bar	N/A
Differenz Hausanschluss	min.	bar	N/A
Ventilautorität Regulierventil	-	-	N/A
Fernwärme-Wasser	primärseitig	-	N/A
pH-Wert	max. bei 25°C	-	N/A
Sauerstoffgehalt	max.	mg/l	N/A
Leitfähigkeit	max.	µS/cm	N/A
Grädigkeit	Wärmetauscher	K	N/A

Teil 4: Kosten		
Investitionskosten ⁹⁾	CHF	843'000
	-	inklusive Hausstation
Für einen 50 kW Hausanschluss gilt:		
Einmalige Anschlussgebühr	CHF	25'380
Jährliche Grundgebühr	CHF/(a kW)	0.0
Wärmepreis	Rp./kWh	14.6

Teil 5: Kennzahlen			
Anschlussdichte	MWh/(a Tm)	1.01	
Anschlussdichte / Zielwert QM	QM ≥ 1.8 MWh/(a Tm)	-	
Wärmeverlust Netz ⁷⁾	%	19.0	
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM	QM ≤ 10%	-	
Wärmeverlust Netz pro Trassemeter	kWh/(a Tm)	237	
mittlere jährliche Temperaturspreizung ²⁾	K	N/A	
Vollbetriebsstundenzahl Wärmeabnehmer	h/a	1'476	
Vollbetriebsstundenzahl Grundlast (Holz)	h/a	2'810	
Vollbetriebsstundenzahl Gesamt	h/a	2'810	
Spezifische Investitionskosten Wärmenetz ⁸⁾	CHF/(MWh/a)	412	
Spezifischer Stromverbrauch Netz ²⁾	%	N/A	
Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage ⁹⁾	%	N/A	
Speichergrösse Ist-Situation / Zielwert QM-Holz ¹⁾	-	0.97	
Wärmeverteilungskosten ⁵⁾	inklusive Hausstation	Rp./kWh	1.55
Wärmebezugskosten ⁶⁾	Abnehmer	Rp./kWh	15.93

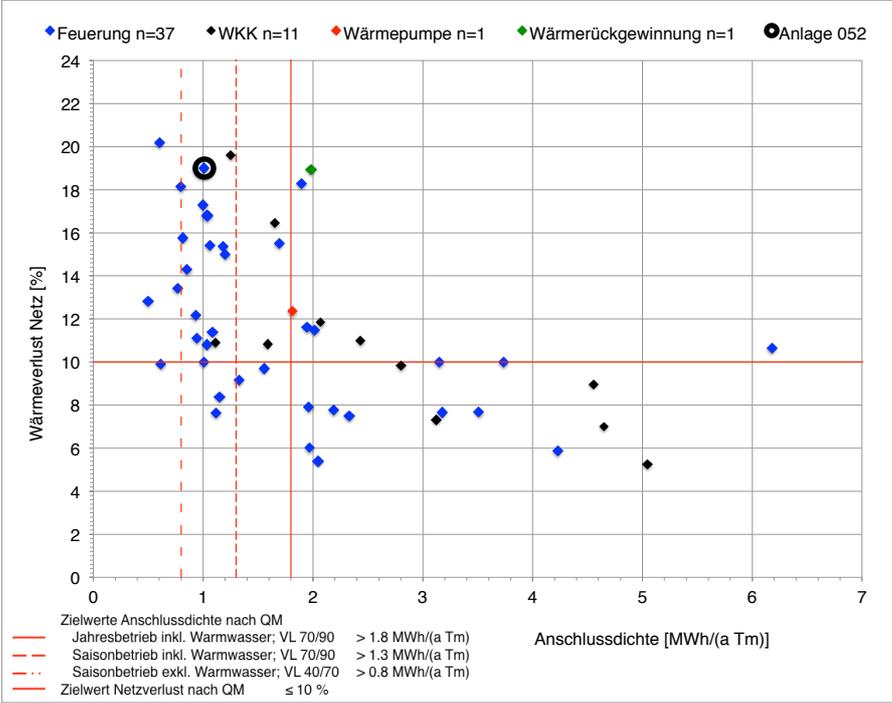


Ganzjahresbetrieb; QM-Holz Begleitung = Nein; Anschlussdichte = 1.01 MWh/(a Tm)

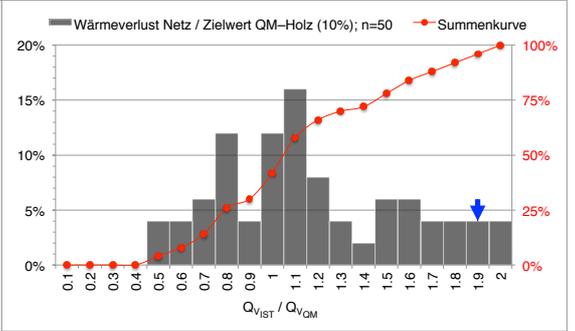


Einkessel Monovalent mit Speicher; Volllaststunden Holzkessel = 2810 h/a
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite Holzfeuerungen); Blaue Linie zeigt Anlage 052

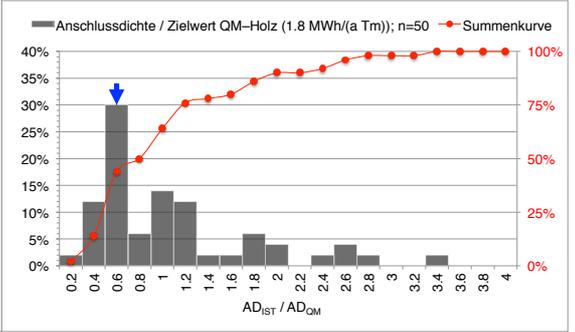
1) 1 Stunde Betrieb bei Nennlast des grossen Holzkessels. Bei Mehrkessel-Anlagen wurde bis 2008 der kleine und ab 2008 der grosse Holzkessel als Basis für die Berechnung der Speichergrösse verwendet.
Annahme: bei einer nutzbaren Speicher-Temperaturdifferenz von 30°C
2) Berechnet aus der Angabe "Geförderte Wassermenge im Netz" bezogen auf die abgegebene Wärme. Berechnung basiert auf Angaben für Wasser bei 60°C.
3) Jährlicher Stromverbrauch der Netzpumpen bezogen auf die zugeführte Wärme; Wert sollten zwischen 0.5-1% liegen
4) Jährlicher Stromverbrauch der Gesamtanlage bezogen auf die zugeführte Wärme.
5) Investitionskosten Wärmenetz mit einer Kalkulationsdauer von 30 Jahren und einem Kalkulationszins von 3% mit der Annuitätenmethode berechnet, bezogen auf den Wärmeleistungsbedarfs mit 2000 Volllaststunden der Wärmebezügler.
6) Bei einem Hausanschluss von 50 kW, einer Laufzeit von 30 Jahren, 3% Zins und 2000 Volllaststunden des Wärmebezügler.
7) Bezogen auf die zugeführte Wärme
8) Bezogen auf die abgegebene Wärme
9) Wärmeverteilung und Fernleitungsgruppe inkl. Baunebenkosten



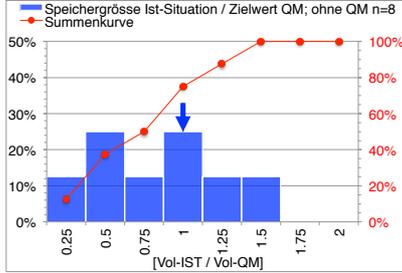
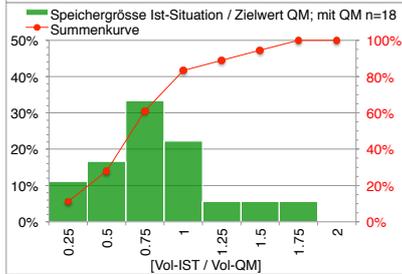
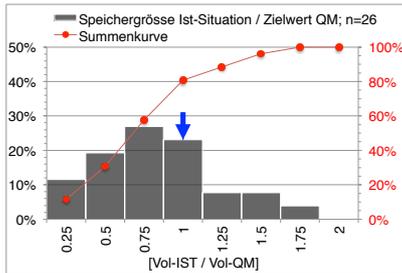
Feuerung; Wärmeverlust Netz = 19.00 %; Anschlussdichte = 1.01 MWh/(a Tm)



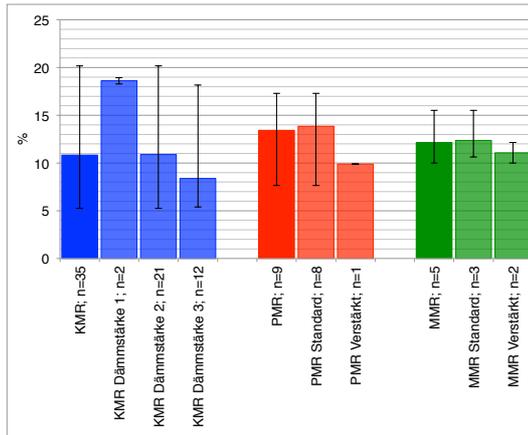
Wärmeverlust Netz / Zielwert QM = 1.90



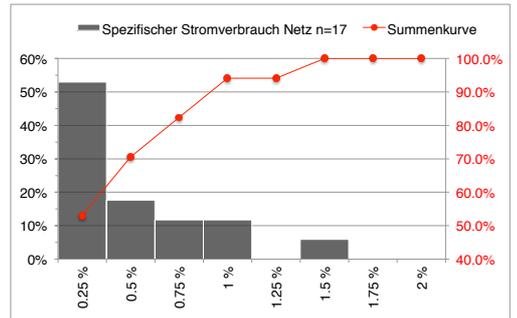
Anschlussdichte / Zielwert QM = 0.56



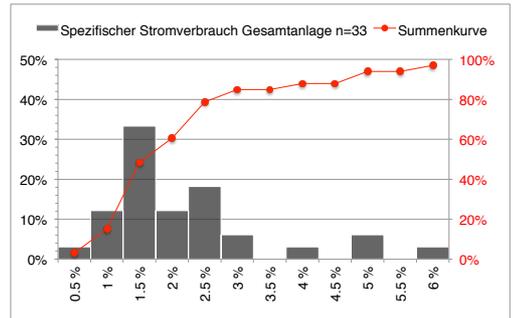
Speichergröße Ist-Situation / Zielwert QM-Holz = 0.97
mit QM-Holz Begleitung = Nein



Wärmeverlust Netz = 19.00 %
Schwarze Linien zeigen Min. und Max. Werte (Bandbreite)



Spezifischer Stromverbrauch Netz = N/A %



Spezifischer Stromverbrauch Gesamtanlage = N/A %