

Sanierungsleitfaden zur Optimierung von Fernwärmenetzen



Verbesserung und
Modernisierung
bestehender
Fernwärme-
versorgungsanlagen
in der Steiermark

Dezember 2018



Sanierungsleitfaden für Fernwärmenetze

Für den Inhalt verantwortlich: Dipl.-Ing. Dr.techn. Friedrich Lettner
Ingenieurkonsulent für WIW-Maschinenbau
Fachbereich Energie- u. Umwelttechnik, Allgemein beeideter und
gerichtlich zertifizierter Sachverständiger,
KPC-Qualitätsbeauftragter für Heizwerke
PHI-zertifizierter Passivhausplaner
Körösistr. 66, 8010 Graz, www.zt-lettner.at

Fotos und Abbildungen: Wenn nicht anders angegeben: Land Steiermark
Fotos am Titelblatt: © finecki und fefufoto

Layout: Sylvia Pausch

Graz, Dezember 2018

Auftraggeber:

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung Energie und Wohnbau (FAEW)
Referat Sanierung und Ökoförderung
Landhausgasse 7/III
8010 Graz

Telefon: +43/(0)316/877- 3719

Fax: +43/(0)316/877- 4569

E-Mail: wohnbau@stmk.gv.at

Das vorliegende Dokument umfasst 90 Seiten. Die Vervielfältigung und auszugsweise Veröffentlichung bedarf der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers und Autors. Im Falle einer Vervielfältigung oder Veröffentlichung dieses Berichtes ist der Inhalt ausschließlich wort- und formgetreu wiederzugeben. Für den Inhalt wird kein Vollständigkeits-, Förderungs-, Gewährleistungs- oder sonstiger Rechts- oder Haftungsanspruch erhoben, wodurch auch entsprechende Haftungsansprüche ausgeschlossen werden.





Vorwort



Die zentralen gesellschaftspolitischen Aufgabenstellungen zum Klimaschutz sind nicht erst seit dem Abkommen von Paris im Jahr 2015 weltweit in aller Munde. Auch die Steiermark braucht eine effiziente Energieoffensive, um sich als Ökoregion weiterzuentwickeln und um in eine sichere, nachhaltige Zukunft gehen zu können, die unser Land auch für die nachfolgende Generationen besonders lebenswert macht.

In der Steiermark gibt es über 500 größere und kleinere Biomasseheizwerke, die über Fernwärmenetze größtenteils ganzjährig Wärme für die Gebäudebeheizung und Warmwassererzeugung bereit stellen. Biomasse als erneuerbarer Energieträger für die Wärmegewinnung hat in der Steiermark seit langem Tradition. Der Ausbau der Biomassenah- und -fernwärme ist eine steirische Erfolgsgeschichte, die auch in den laufenden klima- und energiestrategischen Überlegungen der Steiermark zur Reduktion der Treibhausgase und zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien fest verankert ist.

Um diese Fülle an größeren und kleineren Fernwärmeversorgungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energieträger als wichtige energiepolitische Infrastruktur langfristig zu erhalten und zu optimieren, muss laufend darauf geachtet werden, anstehende Verbesserungen und Maßnahmen zur Netzverdichtung umzusetzen sowie die größtmögliche Effizienz sicher zu stellen.

Im vorliegenden Leitfaden werden sinnvolle Möglichkeiten zur Optimierung aufgezeigt, um bestehende Biomasse-Heizwerke und die dazugehörigen Wärmenetze effizienter und kostengünstiger zu machen sowie künftig noch mehr als bisher industrielle Abwärme und thermische Solarwärmequellen einzubinden.

Ich bedanke mich beim Autor des Leitfadens, Herrn DI Dr. Friedrich Lettner, für die fundierte und ausführliche Aufbereitung des Themas. Damit wird ein wichtiger Beitrag zur optimierten Betriebsführung und Qualitätssicherung der dezentralen Wärmeversorgung geleistet.

Anton Lang

Landesrat für Umwelt und Erneuerbare Energien



Zusammenfassung

Der vorliegende Leitfaden zur Verbesserung und Modernisierung bestehender Fernwärmeversorgungsanlagen beleuchtet ausgehend von dem Faktum, dass leitungsgebundene Wärmeversorgungsprojekte, langfristig zu investierende und betreibende Infrastrukturprojekte sind, die Details der notwendigen Planungs-, Bauüberwachungs-, Betriebsführungs-, sowie Wartungs- und Instandhaltungsqualität – sowohl in der Umsetzung von Neuanlagen als auch in der Bestandsanlagenerweiterung. Optimierungs- und Qualitätsbereiche, welche während der Planungsphase nicht oder unzureichend berücksichtigt werden, können durch die nachfolgende Betriebsoptimierung nicht mehr vollständig kompensiert werden.

Aufgrund des hohen öffentlichen Interesses an der Umsetzung derartiger Anlagen, welches sich u.a. in sehr günstigen Förderbedingungen widerspiegelt, werden alle Maßnahmen unterstrichen, welche eine hochwertige und langfristig ausgerichtete Umsetzung unterstützen. Dies wird vor allem durch eine qualitativ hochwertigen Projektplanung und -umsetzung gewährleistet, welche die Basis dafür darstellt, dass die dauerhaft erwarteten Beiträge zur Senkung der Treibhausgasemissionen und der Importabhängigkeit, zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung bei sozial verträglichen Wärmepreisen, sowie einer höchstmöglichen Effizienz bei der Nutzung heimischer Rohstoffe, udgl., langfristig realisiert werden können. Dies hat zur Folge, dass höchste Qualitäts-, Unabhängigkeits- und Haftungsstandards an die Planung und Bauüberwachung zu setzen sind.

Hinsichtlich der essentiellen Einflussgrößen auf die Langlebigkeit und Effizienz der Anlagen, werden die Optimierungsbereiche einerseits aufgrund der Kostenstruktur typischer Anlagen, andererseits anhand der eingesetzten Hauptbaugruppen abgeleitet und mit einer Vielzahl von Optimierungserfahrungen aus Bestandsanlagen ergänzt und exemplarisch illustriert. Für Anlagenverdichtungen, -erweiterungen, udgl., wird die Wichtigkeit der Bestandsanlagenuntersuchung als Grundlage für planerisch/konzeptionelle Arbeiten, sowie für wirtschaftlich/unternehmerische (Expansions-) Entscheidungen (ebenso Förder-Entscheidungen) aufgrund des damit feststellbaren, technisch wie wirtschaftlichen Zustandes der Bestandsanlage betont, da sich die zumeist vorhandenen Zeitreihenuntersuchungen bestimmter Bilanz- oder Einnahmen/Ausgabenrechnungs-Kennzahlen ohne technischer Zustandsanalyse als untauglich für die faktische Betriebsbewertung erwiesen haben.

Ein besonderes Augenmerk wird im vorliegenden Leitfaden auf die Vorevaluierung potentieller Fernwärme-Erschließungsgebiete in Konnex zu Fernwärme-Vorranggebieten entsprechend §22-StROG gelegt – mit einer derartigen Vorgehensweise können sehr effektiv (automatisiert, noch ohne vorherige Objektbewohnerbefragung) machbare Fernwärmegebietsabschätzungen und -szenarienrechnungen, auch unter Einbeziehung von Sanierungsszenarien erarbeitet werden und somit ein Beitrag zur gesamtheitlichen Energiekonzeptierung geleistet werden, welche wiederum rasch in Fernwärmevorranggebietsdefinitionen entsprechend §33 StROG eingearbeitet werden kann.

Im Rahmen der Umsetzung wird speziell die Notwendigkeit der qualitativ hochwertigen Ausführung betont, welche durch eine effektive, herstellerunabhängige Bauüberwachung gewährleistet sein sollte, wodurch die Erreichung der kalkulatorischen Nutzungsdauern zumindest aufgrund der erreichten Gewerksherstell-Qualität gewährleistet sein sollte.

Darüber hinaus werden exemplarische Optimierungsrichtungen und deren Potentiale für interessierte PlanerInnen, QualitätsbeauftragtenInnen oder HeizwartInnen/BetreiberInnen mit Hilfe einer Vielzahl von zusammengefassten, praktischen Optimierungsbeispielen an Bestandsanlagen gegeben.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Hintergrund	8
1.1	Allgemeines und Motivation	8
1.2	Effizienzvergleich möglicher Systeme der Wärmeversorgung	12
1.3	Kostenstruktur und Optimierungspotential in der Planungsphase	13
1.4	Bestandsanlagen-Altersverteilung und Überleitung zum Leitfaden i.e.S.	16
2	Wesentliche Betriebsoptimierungsmaßnahmen im Überblick	18
2.1	Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von Kundenanlagen	18
2.2	Optimierungsmöglichkeiten im Bereich des Wärmenetzes	22
2.2.1	Beispiel: Optimierung der Wärmeverluste des Netzes	22
2.2.2	Beispiel: Optimierung des Pumpstrom-Aufwandes	24
2.2.3	Beispiel: Lebensdauer-Verlängerung durch regelmäßige Kontrolle des Leckwarnsystems	26
2.3	Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Wärmebereitsteller-Hydraulik	27
2.4	Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von Wärmebereitstelleranlagen	28
2.4.1	Beispiel: Maßnahmen zur Lebensdauererhöhung/-sicherung	28
2.4.2	Beispiel: Maßnahmen zur Effizienzsteigerung	28
2.5	Gesamtanlage, täglicher Anlagenrundgang sowie Anlagenmonitoring	32
2.6	Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von vertraglichen Vereinbarungen	34
2.7	Stand der Wirtschaftlichkeit und der wirtschaftlichen Ausblicksrechnung	35
2.8	Zusammenfassung der wesentlichsten Betriebsoptimierungsmaßnahmen und Betriebsopprimierungspotentiale	35
3	Neuanlagen sowie Ausbau und Sanierung von Bestandsprojekten	38
3.1	Projektierung von NEUANLAGEN	38
3.1.1	Haupt-Inhaltspunkte einer umfassenden Neuanlagen-Vorbereitung und Umsetzung	38
3.1.1.1	Abstimmung des potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebietes	39
3.1.1.2	Vorabschätzung der Machbarkeit v. Fernwärmetrassierungen aufgrund der Gebäude- u. Bebauungsstruktur	40
3.1.1.3	Festlegung von Fernwärme- (Vorrang-) Erschließungsgebieten	42
3.1.1.4	Erhebung Anschlussparameter und -Interesse im potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebiet	42
3.1.1.5	Hydraulisch geeignete Sekundärschaltungen und umzurüstende Schaltungen	44
3.1.1.6	Abschätzung der optimalen Betriebsparameter für die Sekundäranlage	48
3.1.1.7	Weiterer Planungsverlauf	50
3.1.1.8	Errichtung, Bauüberwachung und Qualitätssicherung	50
3.1.1.9	Betrieb, Betriebsoptimierung und laufende Wartung & Instandsetzung	51
3.2	Bestandsanalyse und Projektierung von Sanierung und Ausbau von BESTANDSANLAGEN	51



3.3	Integration von Solarthermie-Anlagen	57
3.3.1	Motivation und inhaltlicher Fokus	57
3.3.2	Grundsätzliche Aspekte der Integration von Solarthermieanlagen in Fernwärmesysteme	58
3.3.3	Wechselwirkungen zwischen den Hauptkomponenten von Solarthermieanlagen und Fernwärmeanlagen und deren Auswirkungen und Erfolgsparameter	63
3.3.4	Zusammenfassung der Erfolgsparameter hinsichtlich der Integration von Solarthermieanlagen in Fernwärmenetze	70
3.3.5	Systemmöglichkeiten und Realisierungsbeispiele	71
3.3.5.1	Nahwärme Eibiswald	71
3.3.5.2	Nahwärme Großklein	73
3.3.5.3	Fernheizwerk II Graz-Puchstraße	74
4	Sorgfalts- und Dokumentationspflicht im Planungs- und Bauüberwachungsprozess	76
5	Literatur	77
6	Anhang	79
6.1	Fördertechnischer Rahmen - Allgemein	79
6.2	Neuanlagenprojektierung – Empfohlene Projektgliederung	79
6.3	Ergänzungen für die Projektgliederung bei Bestandsanlagenveränderungen	83
6.4	Exemplarischer Umsetzungsplan (nicht zeitäquivalent) für Biomasse- Fernwärmeprojekte mit Involvierten und Schnittstellenberücksichtigung	85
6.5	Exemplarische Optimierungsmaßnahmen und deren Erfolgsparameter	87

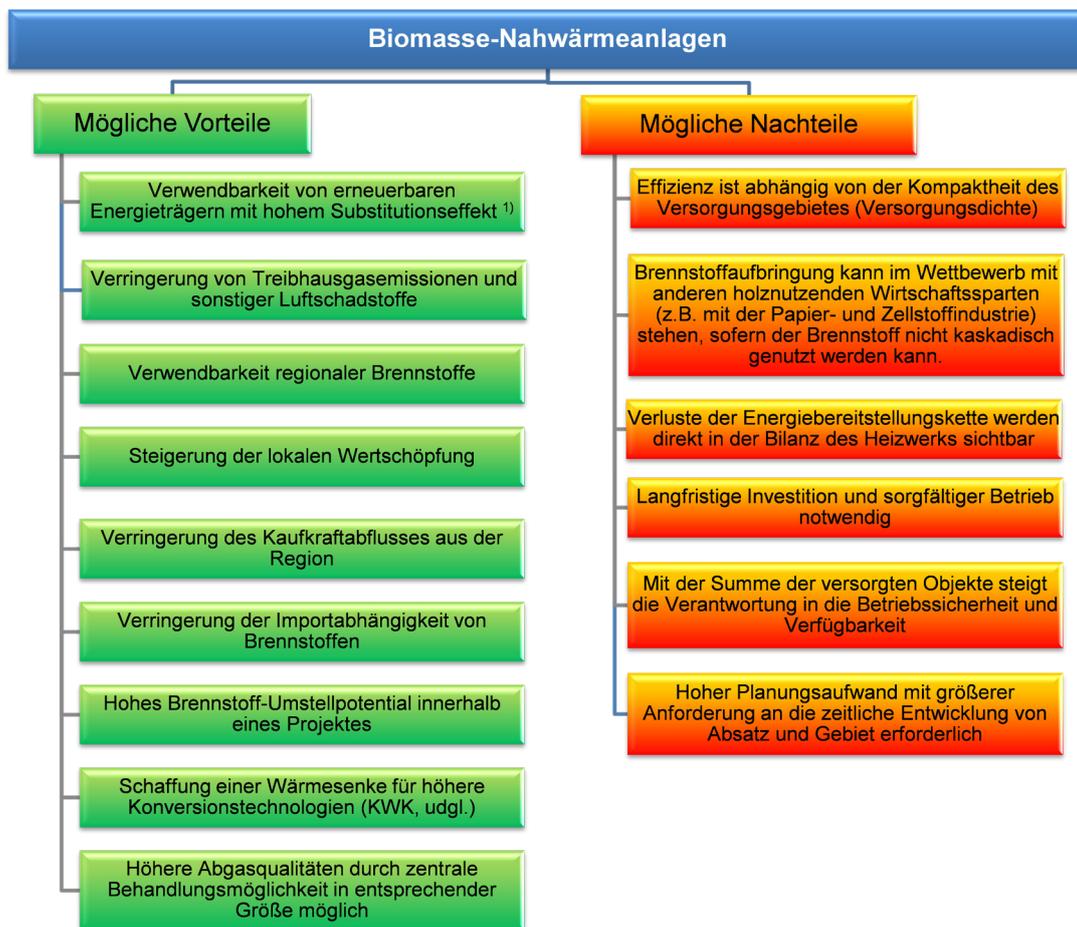


1 Einleitung und Hintergrund

1.1 Allgemeines und Motivation

Biomasse-Fernwärmeversorgungsanlagen spielen eine wesentliche Rolle bei der Versorgung mit Wärme z.B. für Raumheizung und Warmwasserbereitung.

Mit dieser Versorgungstechnologie sind folgende energiepolitische Aspekte verbunden:



Nach Möglichkeit kommen ausschließlich heimische nachwachsende Rohstoffe zum Einsatz, wodurch die Importabhängigkeit von anderen (fossilen) Energieträgern verringert und die lokale Wertschöpfung gesteigert wird.

Fernwärmeversorgungsanlagen auf der Grundlage von Biomasse mit örtlich kompakter Abnahmestruktur (Versorgungsdichte) und dadurch für Endkundinnen vorteilhaften Abnahmepreisen liefern nicht nur effiziente, schadstoffarme Wärme, sondern haben auch entsprechenden Wärmelasten, sodass optimierte Abgasreinigungs-Technologien und ggf. höherwertige Konversionstechnologien eingesetzt werden können.

¹ Substitution: Ersetzen von fossilen, klimaschädigenden Energieträgern durch erneuerbare Energieträger



Nach dem Steiermärkischen Raumordnungsgesetz 2010 sind Gemeinden unter bestimmten Voraussetzungen verpflichtet, Fernwärmeanschlussbereiche für ihr Gemeindegebiet festzulegen. Dass hier der Focus auf Vorranggebieten zur lufthygienischen Sanierung liegt, unterstreicht diese Bedeutung als „saubere“ Form der Energieaufbringung.

In der Steiermark existiert eine Fülle an größeren und kleineren Fernwärmeverorgungsanlagen. Um diese wichtige energiepolitische Infrastruktur langfristig zu erhalten und zu optimieren, soll das teilweise bestehende, signifikante Verbesserungspotential, etwa bei der Netzverdichtung oder in der Leistungssteigerung umgesetzt werden und nicht zuletzt auch zu einer Verlängerung der Lebensdauer der eingesetzten Komponenten und zur Optimierung der Anlagen in wirtschaftlichen und technischen Belangen führen.

In Abbildung 2-1 sind die Heizwerksstandorte in der Steiermark im Jahr 2008 (seither liegt diese Grafik nicht mehr aktualisiert vor) dargestellt.

BIOMASSE - WÄRMENETZE in der Steiermark

Gesamtleistung: ca. 383 MW
Berücksichtigt wurden nur Anlagen mit über 80 kW

Stand: März 2008

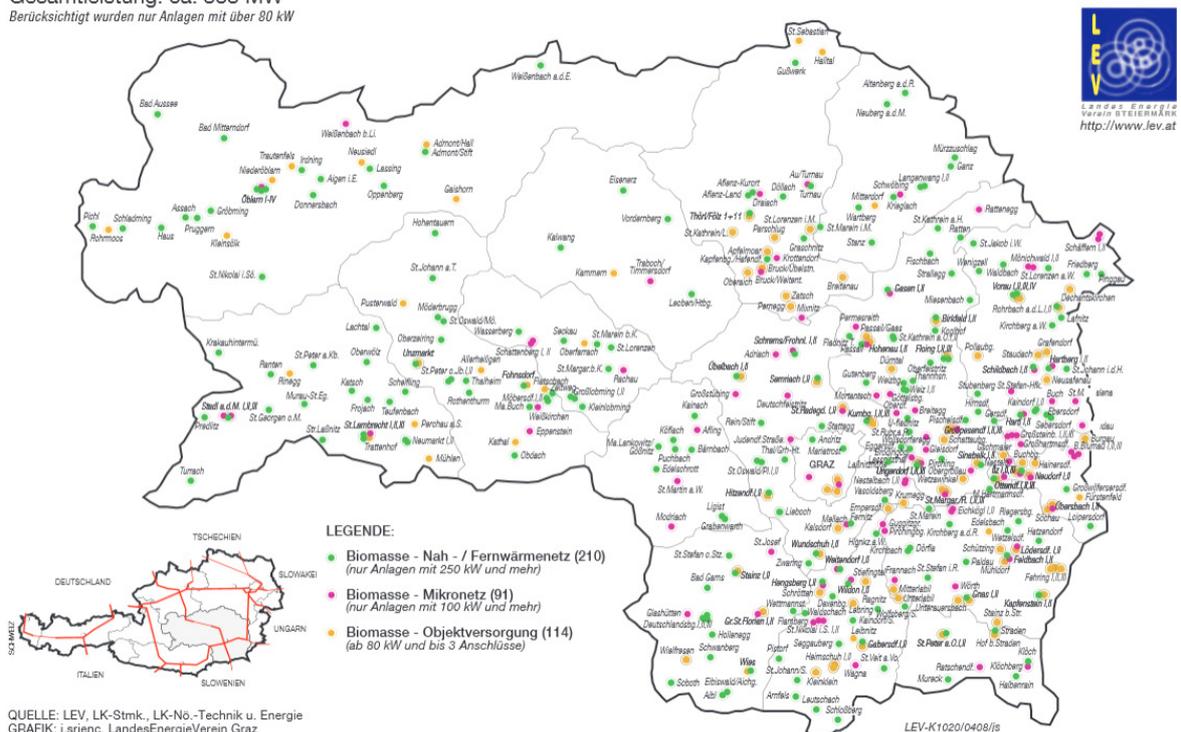


Abbildung 2-1: Biomasse-Wärmenetze in der Steiermark, Stand März 2008, Quelle: LandesEnergieVerein Steiermark, [12]

Auf der Grundlage des Steiermärkischen Raumordnungsgesetz 2010 haben Gemeinden örtliche Entwicklungskonzepte festzulegen. Jene Gemeinden, die in Vorranggebieten zur lufthygienischen Sanierung liegen, haben dazu kommunale Energiekonzepte zu erlassen, in denen jedenfalls die Entwicklungsmöglichkeiten einer Fernwärmeverversorgung für das Gemeindegebiet oder für Teile davon (Fernwärmeausbauplan) darzustellen sind. Andere Maßnahmen zur lufthygienischen Sanierung dürfen von der Gemeinde nur dort vorgesehen werden, wo der Fernwärmeausbau technisch undurchführbar oder wirtschaftlich unzumutbar ist. Vorhandene kommunale Energiekonzepte sind hinsichtlich der Entwicklungsmöglichkeiten der Fernwärmeverversorgung zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.



Solche Gemeinden haben in weiterer Folge die Verpflichtung zum Anschluss an ein Fernwärmesystem festzulegen (Fernwärmeanschlussbereich), sofern für die Errichtung und den Ausbau der Fernwärmeversorgung eine verbindliche Zusage eines Fernwärmeversorgungsunternehmens vorliegt.

Gut geplante Fernwärmeversorgungsanlagen liefern nicht nur einen besonders wichtigen Input zum Klimaschutz, sondern stehen auch durch ihre dezentrale und dennoch möglichst breite Aufbringung mit regionalen und somit importunabhängigen Rohstoffen für langfristig geringere Wärmegestehungskosten und damit Preise bei den Endkundinnen. Dass sich ein effizienter und wirtschaftlicher Betrieb auch aus Sicht der öffentlichen Hand durch einen verringerten Bedarf an notwendigen Unterstützungen, etwa in Form von Förderungen, niederschlägt, soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben. Mit der gesamtheitlichen Energiekonzeptierung (d.h. Berücksichtigung der lokalen Nachfrage und deren Entwicklung, der Bebauungs-/Versorgungsstruktur und des Rohstoffaufkommens, etc.) kann der bestmöglichen künftigen Energie-Gesamtversorgung besonders gut Rechnung getragen werden²⁾.

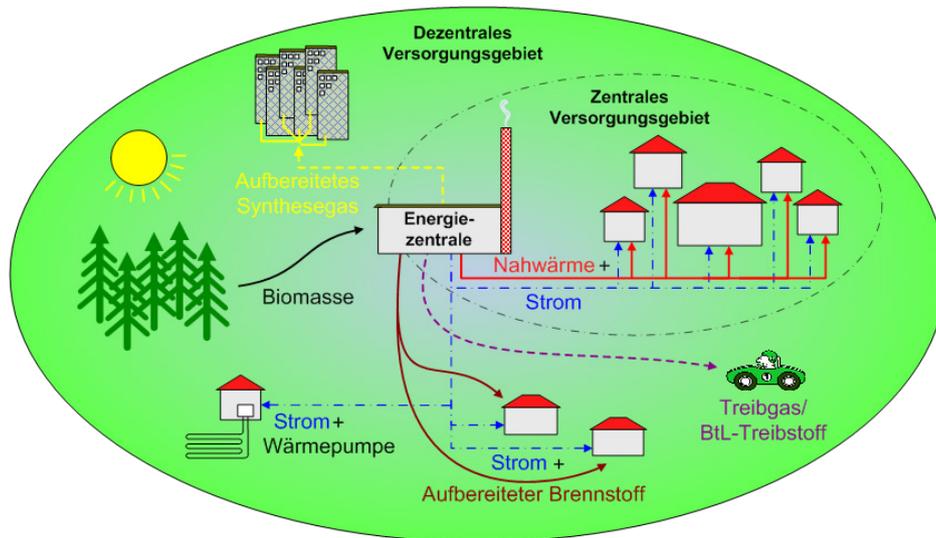


Abbildung 2-2: Beispiel für die Bilanzierungsgrenzen des Energiebedarfs- und -angebotes entsprechend Synergio-Konzept, [13]

Hinsichtlich des künftigen Bedarfes, welchen die Fernwärmeversorgungsanlagen decken können (sollen), steht zunächst die Wärmeversorgung für Heiz- und Warmwasserbereitungszwecke von Haushalten im Vordergrund. Darüber hinaus kann auch die gewerbliche/industrielle Wärmeversorgung (mit ggf. etwas anderen Anforderungen an die Wärme) und die Kälteversorgung im Übergangszeit-/Sommerzeitbereich eine Rolle spielen.

Neben der Aufgabe als klassische WärmelieferantIn ist weiters die Öffnung der Netze für EinspeiserInnen aus dem Bereich von Abwärme oder thermischen Solaranlagen, udgl., zu berücksichtigen. Dadurch können insbesondere Netzengpassbereiche durch dislozierte EinspeiserInnen überwunden werden, oder beispielsweise saisonal partiell unwirtschaftliche Bereitstelleranlagen zeitweise ersetzt oder ergänzt werden.

² Entsprechende Analysen sind u.a. mittels Synergio-Konzept [13] gemeindeweise, aber auch in Gemeindegruppen innerhalb einer Region möglich. Dabei wird ausgehend vom Energieträgerbedarf und erneuerbaren Energieträgerangebot innerhalb einer Bilanzierungsgrenze untersucht, mit welchen Konversionstechnologien ein bestmöglicher Gesamtnutzen erreicht werden kann. Die NutzerInnen können dabei selbst die Gewichtungsparemeter (Eigenversorgung, Effizienz, Wirtschaftlichkeit, Beschäftigungseffekte, udgl.) festlegen.



Für die Bedarfsabschätzung wird auf die Folge-Detailkapitel dieses Leitfadens verwiesen – es sollen hier nur die grundlegenden Gedanken skizziert werden.

Zu berücksichtigen ist bei der **Bedarfsabschätzung** nicht nur die Einschätzung eines realistischen Ist-Bedarfes, sondern auch dessen realistische, künftige Entwicklung. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass einerseits **ein bedeutender Teil des Bedarfes durch thermische Sanierung der Objekte abgesenkt wird**, andererseits wird **ein gewisser Teil durch steigenden Heizkomfort** (bei gleichem Lebensstandard tendenziell steigende Heizgrenzen, steigende Raum-Innentemperaturen) **in einem wiederum höheren Energiebedarf** (Backfire-Effekt) resultieren.

Eine Sensitivitätsanalyse hinsichtlich der Veränderungen der Heizgradtagszahl (HGT) als Maß für den Heizenergiebedarf in Relation zu HGT_{20/12} ist für veränderte Heizgrenzen und RaumInnentemperaturen in Tabelle 2-1 zusammengestellt. Reduktionspotentiale aufgrund thermischer Gebäudesanierung sowie den Bedarfsreduktionen aufgrund lediglich teilweiser Objektbeheizung (durch sozial nur mehr teilweise leistbare Energiepreise) sind hier noch nicht berücksichtigt, ebenso wie teilweise feststellbare Veränderungen des durchschnittlichen HGT vergangener Perioden im Vergleich zum Referenzwert.

		HGT in Relation zu HGT _{20/12}								
		Heizgrenze [°C]								
		12	13	14	15	16	17	18	19	20
Raum-Innentemp [°C]	18	88%	90%	93%	95%	96%	97%	97%		
	19	94%	97%	100%	102%	104%	105%	106%	106%	
	20	100%	104%	108%	110%	112%	114%	115%	116%	116%
	21	106%	110%	115%	118%	120%	123%	124%	126%	126%
	22	112%	117%	122%	125%	128%	131%	134%	136%	136%
	23	118%	123%	129%	133%	136%	140%	143%	145%	146%
	24	125%	130%	136%	141%	144%	149%	152%	155%	156%
	25	131%	137%	144%	148%	152%	157%	161%	165%	166%
	26	137%	143%	151%	156%	160%	166%	170%	174%	176%

Tabelle 2-1: Veränderung der HGT als Maß für den Heizenergiebedarf bei veränderten Raum-Innentemperaturen sowie veränderter Heizgrenze (entspricht innen-nutzbarer Wärme) in Relation zu HGT_{20/12} (am Beispiel des Klimadatensatzes von Graz; insgesamt ist noch die Bedarfs einschränkung durch thermische Sanierung und partielle Beheizung zu berücksichtigen!)

Hinsichtlich der Versorgungsstruktur muss aufgrund des bedeutenden Investitions- und Finanzierungsbedarfes davon ausgegangen werden, dass Wärmeversorgungsgebiete so geplant und errichtet werden, wie es die derzeitige Bebauungsstruktur erlaubt – künftig beabsichtigte, noch nicht konkretisierte und noch nicht realisierte Entwicklungsgebiete sollten nicht in die konkrete Projektausgestaltung integriert werden, da sie später durch technische Optimierungsmaßnahmen ohnehin nahezu meist integriert werden können.

Somit ist im Sinne der **gesamtheitlichen Energiekonzeptierung** eine **Abgrenzung zwischen leitungsgebundenem Versorgungsgebiet** und **disloziert versorgten Objekten** zu treffen und wird ein ökonomisch/ökologisch günstiger Gesamtmix mit Rücksicht auf die vorhandenen Ressourcen zu finden sein.



Damit kann für die festgelegten, mit unterschiedlichen Energieträgern/Energieversorgungstechniken zu versorgenden Gebiete, mit einem strukturierten Umsetzungsplan fortgefahren werden, bei dem wechselseitig negativ beeinflussende Aspekte zwar wie bisher, jedoch nur mehr verringert auftreten und eine Strategie für eine **effizientere, ökonomisch und ökologisch insgesamt verbesserte Umsetzung möglich** wird.

Hinweis: Die damit im Zusammenhang stehenden (beihilfen-)rechtlichen Rahmenbedingungen werden im Anhang behandelt.

1.2 Effizienzvergleich möglicher Systeme der Wärmeversorgung

Hinsichtlich der aufzuwendenden Brennstoffe bzw. des Primärenergiefaktors sind Vergleiche der Effizienz und des Primärenergiefaktors für Einzel- und Fernwärmeanlagen in Abbildung 2-3 sowie Abbildung 2-4 zusammengestellt. Daraus ist ersichtlich, dass sich mit effizienten Anlagenkomponenten einer Fernwärmeanlage (Wärmebereitsteller- und Netzanlage) ein deutlicher Vorteil in der Effizienz wie im Primärenergieaufwand realisieren lässt – darüber hinaus ist von essentieller Bedeutung, dass bei Biomasse-Fernwärmenetzen bspw. die Treibhausgasemissionen substanziell geringer sind, als jene von bspw. fossilen Einzelanlagen.

Nutzungsgradvergleich

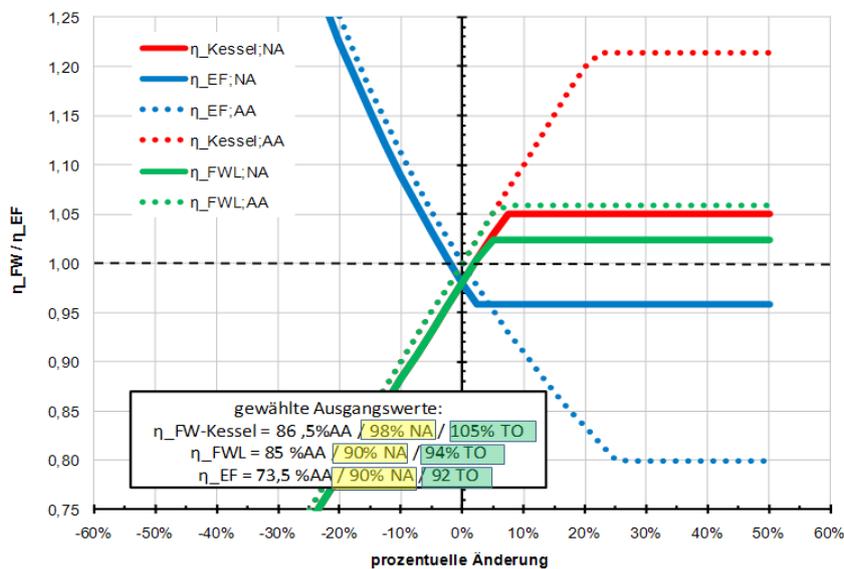


Abbildung 2-3: Effizienzvergleich zwischen Fernwärmesystemen unterschiedlicher Effizienz (Bereitstellereffizienzen und Netz-Effizienzen) und Einzelheizungsanlagen (Syntax: FWL... Fernwärmeleitung, EF... Einzelfeuerung, AA... Altanlagen, NA... Neuanlagen, TO... technisches Optimum)

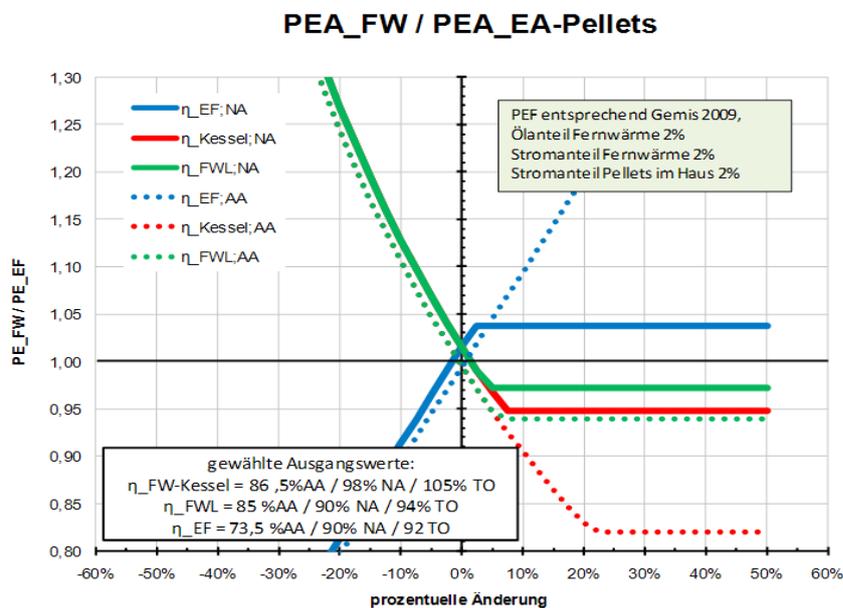


Abbildung 2-4: Vergleich des Primärenergieaufwandes zwischen Fernwärmesystemen unterschiedlicher Effizienz (Bereitstellereffizienzen und Netz-Effizienzen) und Einzelheizungsanlagen (Syntax: FWL... Fernwärmeleitung, EF... Einzelheizung, AA... Altanlagen, NA... Neuanlagen, TO... technisches Optimum)

Ein bedeutendes Augenmerk liegt sohin neben den bestechenden Vorteilen in der Zukunftsfähigkeit von langfristig angelegten Fernwärmeprojekten in deren **machbarer Effizienz**, welche einen entsprechend **sorgfältigen Planungs-, Errichtungs-, und Betriebs- bzw. Instandhaltungsprozess erfordert**.

1.3 Kostenstruktur und Optimierungspotential in der Planungsphase

Bei der Optimierung bestehender, bzw. zu ergänzender Anlagen sollte auch die Kostenstruktur berücksichtigt werden.

Bei Biomasse-Fernwärmenetzen stellen sich Investitionskosten bzw. die spezifischen Jahreskosten durchschnittlicher Anlagen wie in Abbildung 2-5 dar.

Auffallend ist bei den Investitionskosten, dass Netzkosten mit rund 50 % den größten Teil der Investitionsaufwendungen ausmachen. Die Kosten der baulichen sowie der anlagentechnischen Infrastruktur machen im Schnitt jeweils ein Fünftel aus.

Nachdem in den spezifischen Netzkosten auch ein im Nachhinein nicht mehr zugänglicher, „vergrabener“ Teil der Anlage steckt, ist dieser Kostenblock einerseits hinsichtlich der damit im Grunde genommen unveränderbar fixierten Netzbetriebskosten (i.W. Wärmeverluste, Pumpstromaufwand), andererseits hinsichtlich der Wichtigkeit der qualitativ hochwertigen Installation zur Erreichung der kalkulatorischen Lebensdauer des Netzes mit geringstmöglichen Wartungskosten (Muffenreparaturen oder Rohraustausch, Kommunikationseinrichtungen, udgl.) von hoher Bedeutung. Hinsichtlich der Schwankungsbreiten der Investitionskosten und vertiefter Analysen rund um dieses Thema wird auf die weiterführenden Informationen im Literaturverzeichnis verwiesen [14].

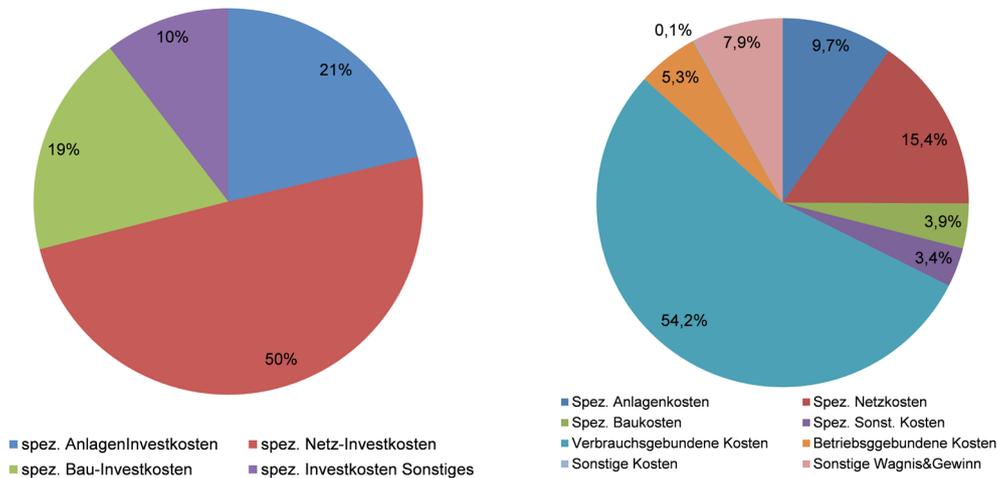


Abbildung 2-5: Mittlere Investitionskostenstruktur von Fernwärmenetzen (links), mittlere Aufteilung der spezifischen Jahreskosten von Biomasse-Fernwärmenetzen (rechts)

Das rechte Diagramm in Abbildung 2-5 zeigt die Verteilung der jährlichen Kosten für eine Gesamtanlage. Daraus wird ersichtlich, dass die Investitionskosten mit einem Anteil von rund 1/3 der Jahreskosten als Kapitalkosten einen bedeutenden Kostenanteil ausmachen. Der Löwenanteil der Jahreskosten liegt allerdings in den verbrauchsgebundenen Kosten – d.h. im Wesentlichen in den Brennstoffkosten, die sich naturgemäß als Folge der Effizienzketten der technischen Anlage ergeben. Somit kann leicht abgeleitet werden, dass der grundsätzlichen Festlegung der Investitionskosten, wie der Effizienz der Anlage in der Planungsphase eine essentielle Bedeutung zukommt.

Die Ergebnisse einer Abschätzung hinsichtlich der Optimierungsmöglichkeiten für die betrachteten Anlagen und deren Auswirkungen auf die Verringerung der Kosten ist in Abbildung 2-6 zusammengefasst. Darin ist die Entwicklung der mittleren arbeitsspezifischen Kostenanteile für die unterschiedlichen Kostengruppen, sowie die Summe aller Kosten für mehrere Varianten gegenübergestellt. Die jeweils linken Säulen stehen für die Variante des Status Quo (in denen die Anlagen betrieben werden), die mittleren Säulen stehen für eine Variante, welche Veränderungen in der Kostenstruktur durch Maßnahmen der Betriebsoptimierung und Lebensdauererhöhung erwirkt (also keine Anlagenveränderung im engeren Sinne), der jeweils rechte Säulenblock steht für die Variante mit optimierter Planung von Beginn an, mit der sich naturgemäß die höchsten Kostenreduktionspotentiale im Vergleich zum Status Quo heben lassen.

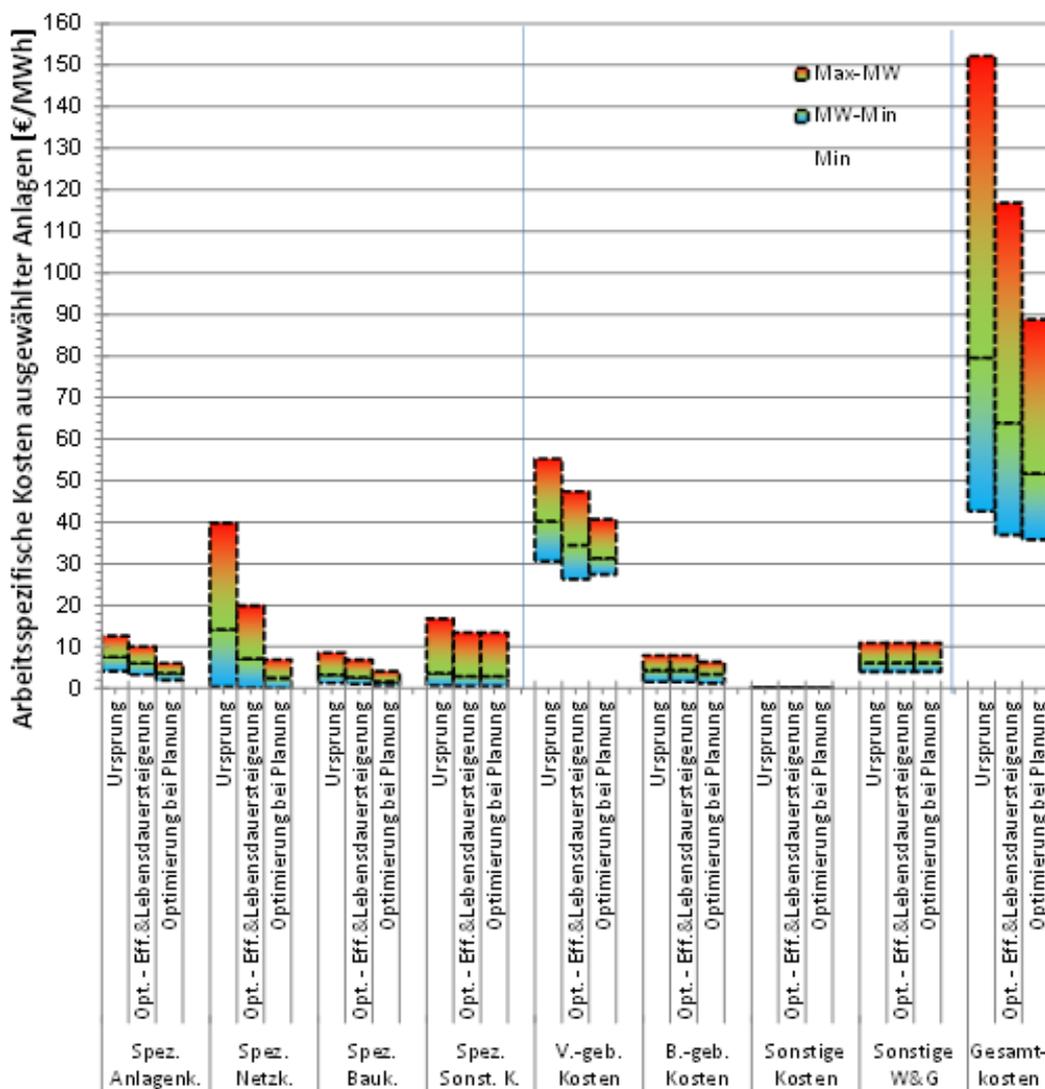


Abbildung 2-6: Veränderungen der arbeitsspezifischen Kosten für alle Kostengruppen, im Vergleich zum durchschnittlichen Status Quo durch Maßnahmen der Betriebsoptimierung und Lebensdauersteigerung, sowie durch optimierte Planung.

Hinsichtlich der Optimierungsparameter für Neuerrichtungsteile ist somit auf die **bestmögliche Abstimmung der Effizienzketten** zu achten.

Die Komponenten der Anlage, wie Wärmebereitstellung, Wärmeverteilhydraulik, Wärmenetz und Kundenstationen mit Sekundäranlagen müssen bestmöglich zusammenarbeiten.

Dies ist bei optimierten Komponenten und optimierten Vor- und Rücklauftemperaturen (Planungs- und Betriebsoptimierung), udgl., gewährleistet. Exemplarisch soll hier auf die Senkung der Rücklauftemperatur hingewiesen werden, welche einerseits Spreizungen erhöht, damit Pumpstrombedarfe senkt, Wärmeverluste der Trasse senkt. Darüber hinaus wird damit das grundsätzliche Einspeisepotential für niederkalorische Wärme (Abwärme, Kondensationswärme, Solarwärme, udgl.) erhöht.



Hinsichtlich des Wärmeverlustes eines exemplarischen Netzes ergibt sich folgender charakteristische Trend in Abhängigkeit der verbauten Dämmserie und der betriebenen Systemtemperaturen (hier nur Vorlauftemperatur variiert; Verluste normiert auf Vorlauftemperatur 100°C, Rücklauftemperatur 50°C und DS 1) – s. Tabelle 2-2:

VL-Temp [°C]	RL-Temp [°C]	DS1 [%]	DS2 [%]	DS3 [%]
100	50	100%	86%	76%
95	50	97%	83%	73%
90	50	93%	80%	70%
85	50	90%	77%	67%
80	50	87%	74%	65%
75	50	83%	71%	62%
70	50	80%	68%	59%

Tabelle 2-2: Verhältnis der Wärmeverluste eines exemplarischen Netzes in Abhängigkeit der Betriebstemperaturen und der verbauten Dämmserie – normiert auf DS 1 und Vorlauftemperatur 100°C, Rücklauftemperatur 50°C

1.4 Bestandsanlagen-Altersverteilung und Überleitung zum Leitfaden i.e.S.

In den folgenden Kapiteln soll ein Leitfaden für die Bestandsanalyse und Projektierung gegeben werden. Dabei ist grundsätzlich zwischen Neuprojekt und Bestandsanlagenadaptierung zu unterscheiden, wobei aufgrund der Altersstruktur der bestehenden Anlagen – s. Abbildung 2-7 und Abbildung 2-8 - auch der Bestandsanlagenadaptierung eine zunehmend bedeutendere Rolle zukommt.

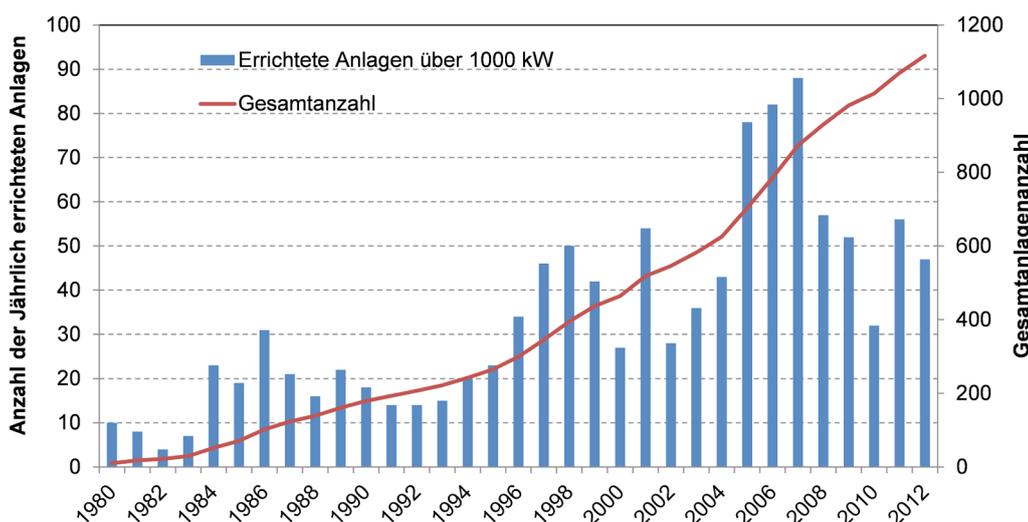


Abbildung 2-7: errichtete Biomasse-Nah- und Fernwärmanlagen mit einer Leistung von über 1.000 kWth in der Zeit von 1980 bis 2012 in Österreich, entsprechend [15]

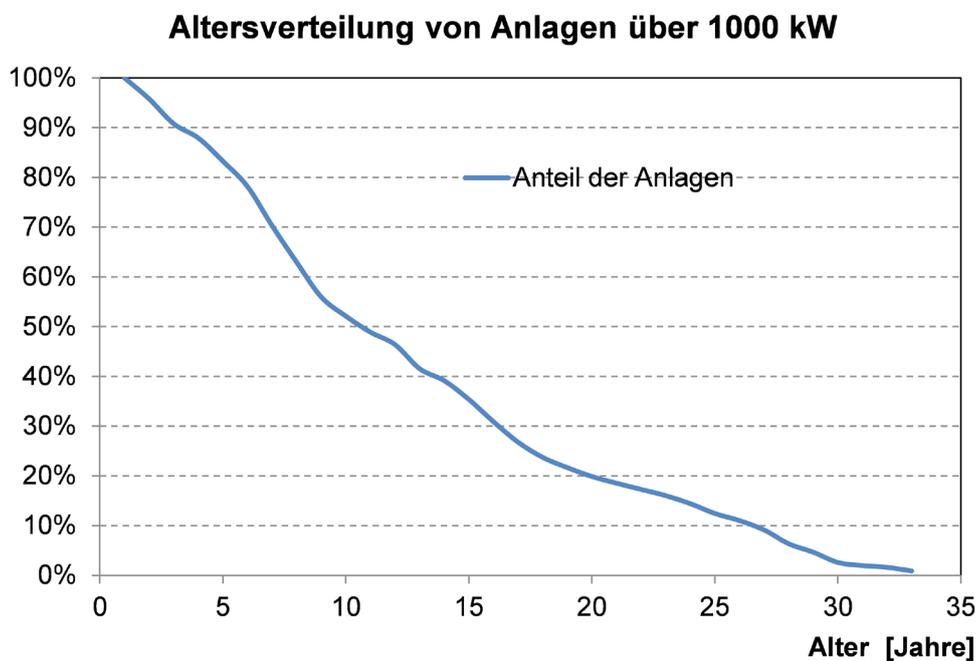


Abbildung 2-8: Altersverteilung bestehender Biomasse-Nah- und Fernwärmeanlagen über 1.000 kW Nennwärmeleistung in Österreich, [15]



2 Wesentliche Betriebsoptimierungsmaßnahmen im Überblick

Im Sinne des Leitfadens soll strukturell mit Optimierungsmaßnahmen für bestehende Anlagen begonnen werden, wobei die Betriebsoptimierung vorerst an die bestehende Anlagenkonfiguration gebunden ist.

Auf die bedeutende Optimierungspotentiale in der Projektierungs-/Planungs- und Errichtungsphase wird in Kapitel 3 eingegangen - s. auch Kapitel 3.

Die vollständige Erstellung/Lieferung des Werkes entsprechend der werkvertraglich bedungenen Spezifikationen und Qualitätsvereinbarungen stellt die Ausgangsbasis für den Start von Optimierungsmaßnahmen dar, da die Lebensdauer und das grundsätzliche Effizienzpotential hauptsächlich im Planungs- und Herstellungsprozess definiert werden - eine entsprechende Prüfung ist üblicherweise im Planer-Werkvertrag enthalten, kann aber auch durch einen externen Dienstleister (SV, ZT) erfolgen. Bzgl. der Betriebsoptimierung i.e.S. können Maßnahmen in folgenden Bereichen unterschieden werden:

1. Betriebsoptimierung **Kundenanlagen**,
2. Betriebsoptimierung **Wärmeverteilung**,
3. Betriebsoptimierung **Hydraulik**,
4. Betriebsoptimierung **Bereitstellersystem** (Kesselanlage, udgl.),
5. Optimierung **vertraglicher Vereinbarungen**.

2.1 Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von Kundenanlagen

Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Kundenanlagen stellen grundsätzlich eine sehr wesentliche und wirksame Möglichkeit dar, da die gesamte zuvor gelagerte Kette der Versorgungsanlage auf der Basis der sich aus den Kundenanlagen ergebenden Betriebsparametern arbeiten muss. Aus praktischer Sicht resultieren die höchsten Betriebsoptimierungspotentiale im Bereich von Kundenanlagen aus nicht umgesetzten Maßnahmen der Optimierung bzw. der notwendigen Anpassung während der Errichtung des Wärmeanschlusses an das Nah-/Fernwärmenetz.

Zu aller erst sollten alle rücklauftemperatursenkenden Maßnahmen überprüft werden (hydraulisch nicht einregulierte Abnehmer und Stränge, Rücklauftemperaturbegrenzung bei Hochtemperaturabnehmern, Warmwasserbereiter-Einbindung).

Für die entsprechenden Ausführungen wird auf Kapitel 3.1.1.5 verwiesen.

Darüber hinaus kann auf Kapitel 3.1.1.6 verwiesen werden, in dem die grundsätzliche Abschätzung der erforderlichen/erreichbaren Anlagenparameter der Sekundäranlage detailliert dargestellt ist. Das Optimierungspotential im Bereich der Kundenanlagen ist mit jenen **Anlagenbetriebsparametern begrenzt**, welche die **gerade Erreichung der gewünschten Sollzustände mit der bestehenden Anlage** (Raumtemperaturen, WW-Bedingungen) **ermöglichen**.



Die **Optimierung** kann in **zwei Schritten** in Angriff genommen werden:

1. **Überprüfung der Optimierungsnotwendigkeit und Optimierungswichtigkeit** im Vergleich zu anderen Abnehmern,
2. **Überprüfung und Optimierung der Parameter und Anlagenkonfiguration vor Ort.**

Dabei handelt es sich um charakteristische Anlagenbetriebswerte während einer Betriebsperiode oder in standardisierten Teilperioden daraus, welche, teilweise klimakorrigiert, Grobausagen über die Betriebsweise der Objekte liefern – es sind dies:

1. **Maximale mittlere Tages-Leistung bei minimaler mittlerer Außentemperatur** (Quelle Leittechnik, oder Wärmemengenzähler und eigene Aufzeichnung),
2. **Überprüfung der Volllaststunden** (klimakorrigiert),
3. **Vergleich der mittleren spezifischen Volumenströme** der Abnehmer-Verteilerguppen (untereinander und im Vergleich zu Vorperioden, sofern messtechnisch erfasst).

Hinsichtlich der Überprüfung der Optimierungsnotwendigkeit und der Optimierungswichtigkeit im Vergleich zu anderen Abnehmern, wird eine Prüfung oder laufende Überwachung der General-Anlagenspezifika vorgeschlagen.

Abbildung 3-1 zeigt exemplarisch eine Gegenüberstellung der mittleren Spreizungen der Kundenanlagen über eine Heizsaison. Dabei ist zu erkennen, dass einige Ausreißer mit einer sehr geringen Spreizung und viel zu hohem Durchfluss vorhanden sind (Achtung, logarithmische Skalierung der Spreizung!).

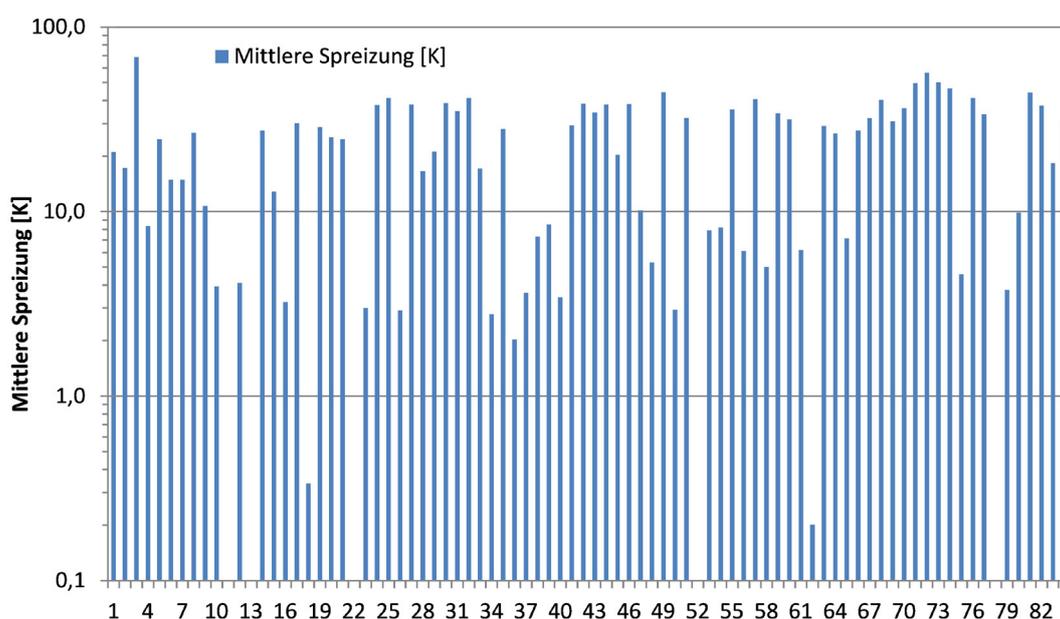


Abbildung 3-1: exemplarische Verteilung der mittleren Spreizungen von Kundenanlagen (Achtung, logarithmische Skalierung der Spreizung!)



Optimierungsstrategien können unter Berücksichtigung folgender Parameter gewählt werden:

- Mittlere Rücklauftemperatur des Abnehmers (Achtung, keine Gewichtung mit dessen Wärmebedarf, auch keine Bewertung der Temperaturspreizung) – diese Kennzahl entspricht im Äquivalent der mittleren Spreizung (d.h. Differenz zwischen Vorlauf- u. Rücklauftemperatur) des Abnehmers sinngemäß indirekt auch der teilweise eingesetzten Rechengröße der

Mittleren spezifischen Versorgungsvolumina

$$\text{Reihung aus } \frac{V_i}{Q_i} = \frac{1}{\rho * c_p * \Delta t_i}$$

- Gewichtete, mittlere spezifische Versorgungsvolumina

$$\text{Reihung aus } \frac{V_i}{Q_i} * \frac{V_i}{Q_{ges}}$$

In Tabelle 2-2 ist ein Auszug aus einer exemplarischen Zusammenstellung verschiedener Abnehmerzahlen einer Saison abgedruckt. Darin sind die verkaufte Wärme, der Durchfluss, sowie die auf Basis des Wärmeverkaufs in Relation zu den Vertragsvereinbarungen errechnete Volllaststundenanzahl angegeben. Weiters sind darauf aufbauende Kenngrößen, wie der spezifische Durchfluss, die mittlere Spreizung und die vorhin genannten zwei Prioritäts-Reihenfolgen auf Basis des spezifischen Durchflusses bzw. unter Einbeziehung einer Wärmegewichtung errechnet.

Saison 20xx/yy						
verkaufte Wärme	Durchfluss	Analyse				
		Volllaststunden-Anzahl	Spezifischer Durchfluss	Mittlere Spreizung	Rang Wichtigkeit Optimierung - Rücklauftemperatur, entspr. mittlere spez. Versorgungsvolumina	Rang Wichtigkeit Optimierung - Rücklauftemperatur, entspr. gew., mittlere spez. Versorgungsvolumina
[kWh/a]	[m3/a]	[h/a]	[m³/MWh]	[K]	[-]	[-]
23.104	6.583	1.624	284,9	3,0		5
23.395	5.846	1.425	249,9	3,4		8
23.703	5.607	1.132	236,6	3,6		9
11.882	3.492	785	293,9	2,9		3
10.958	3.090	903	282,0	3,0		6
181.585	11.468	1.217	63,2	13,6		32
16.057	3.353	1.423	208,8	4,1		12
13.139	2.994	1.289	227,9	3,8		10
8.722	2.306	1.068	264,4	3,2		7
11.324	2.119	538	187,1	4,6		13

Tabelle 2-2: Exemplarische Zusammenstellung der Wärmeverkaufsmengen und Volumenströme samt deren Überleitung in unterschiedliche Optimierungs-Empfehlungen (gereiht nach Spalte „mit Gewichtung“ (ganz rechts))

Darin ist leicht zu erkennen, dass die gewichtete Methode für eine effiziente Vorgehensweise im Regelfall (d.h. alle Regler und Stationen funktionieren ordnungsgemäß) zu bevorzugen ist, da in dieser Optimierungspriorität auch der Anteil der abgegebenen Wärmemenge Berücksichtigung findet.

Um Fehler in der Anlage ausschließen zu können, sind aber auch sehr hohe Volumina, unabhängig vom gepaart übertragenen Wärmestrom, zu überprüfen.



Zusammenfassend kann aus dem vorliegenden Beispiel hochgerechnet werden, dass der **Pumpstrombedarf für den Netzbetrieb** alleine **aufgrund höherer Spreizungen wesentlich geringer (ca. minus 75%) ausfallen könnte**. Darüber hinaus wären noch **geringere Netzverluste aufgrund höherer Wärmeträgernutzung** (Spreizung 25K) **im Bereich von ca. 5%abs erreichbar**.

Hinsichtlich der Überprüfung und Optimierung der Anlagenparameter einer spezifischen Anlage vor Ort kann folgende Empfehlung gegeben werden:

1. Prüfung ob die hydraulischen Grundschaltungen der Sekundäranlage mit den Fernwärmeanforderungen übereinstimmen (Kapitel 4.1.1.5 und TABs),
2. Prüfung ob hydraulische Regulierventile in jedem Strang vorhanden und eingestellt sind,
3. Prüfung ob die Einstellung der Regulierventile richtig sind und ob deren Grundlage richtig ist,
4. Prüfung ob jede Wärmeabgabefläche (z.B. Heizkörper, udgl.) mit einem Regulierventil ausgestattet ist und ob jenes einreguliert ist, bzw. ob die Einstellung richtig vorgenommen wurde bzw. nach wie vor richtig eingestellt ist,
5. Prüfung ob Hochtemperatur-Wärmeabnehmer (z.B. Lüfter, Torluftschleier, udgl.) hydraulisch richtig angebunden sind, mit Rücklauftemperaturebegrenzern ausgestattet sind und richtig einreguliert sind,
6. Prüfung ob Warmwasserbereitungssysteme fernwärmetauglich angebunden sind, ob sie hydraulisch richtig einreguliert sind (Achtung auf Legionellen/Temperaturproblematik entsprechend ON B 5019),
7. Prüfung der Einstellungen der Umwälzsysteme,
8. Prüfung der Wärmeträgerqualität [5],
9. Prüfung der Sauberkeit der Schmutzfänger,
10. Prüfung der Sauberkeit der Wärmeübertragerflächen,
11. Prüfung der Einstellung der Heizcharakteristiken (Heizkurve, Stütz- und Maximaltemperatur, Vorhaltezeiten, Heiz-/Absenkprogramme).
12. Ggf. Prüfung, ob die Modernisierung der Übergabestation eine technisch/wirtschaftlich ergänzend positive Maßnahme ist; ggf. Prüfung ob die Grädigkeit des Wärmetauschers verbessert werden kann.

Hinsichtlich der Prüfung der richtig eingestellten Heizcharakteristiken ist auf ggf. erfolgte Änderungen in der Baustruktur (thermische Sanierungsmaßnahmen) oder verändertes Nutzerverhalten Rücksicht zu nehmen.



2.2 Optimierungsmöglichkeiten im Bereich des Wärmenetzes

Hinsichtlich der Optimierungspotentiale werden diese im Bereich des Wärmenetzes in folgende Bereiche gegliedert:

1. Prüfung der Konfiguration und Einstellungen/Parameter der Kundenanlagen (s. 3.1),
2. Optimierung der **Wärmeverluste**,
3. Optimierung der **Netz-Pumpstrom-Aufwendungen**,
4. Optimierung der **Lebensdauer-Prophylaxe** durch **regelmäßige, manuelle Leckwarnprüfungen**.

2.2.1 Beispiel: Optimierung der Wärmeverluste des Netzes

Wie bereits im Kapitel der Optimierung der Kundenanlagen erwähnt, gibt es bei unveränderter

Betriebsstrategie im Bereich bestehender Netze lediglich die Möglichkeit, durch Anpassung, d.h. durch Reduktion des Bedarfscharakteristika (Vorlauftemperaturen/Rücklauftemperaturen) der Kundenanlagen, auch die Bedingungen am Netz zu verbessern.

Dennoch soll hier nochmals strukturiert auf die Einflussgrößen der Effizienzsteigerung am Netz eingegangen werden – s. Abbildung 2-2.

Darin ist zu erkennen, dass selbstverständlich in der Planungsphase der größte Optimierungsrahmen geschaffen werden kann, welcher sich mit fortschreitender Projektumsetzung bis hin zur Betriebsführung deutlich einengt, da er sohin i.W. nur mehr auf die Betriebstemperaturen und Lastwechselspiele begrenzt ist – kurzum:

Was in der Planung nicht berücksichtigt wird, kann später nicht mehr vollständig wettgemacht werden!

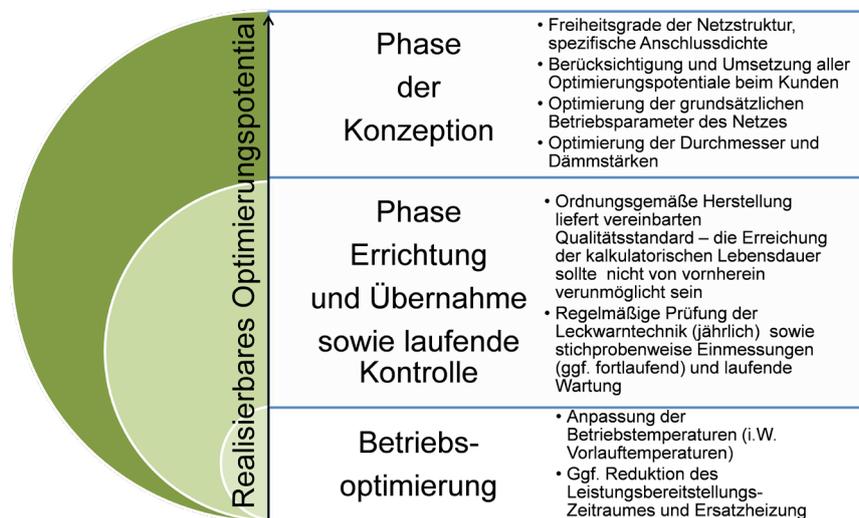


Abbildung 3-2: realisierbares Optimierungspotential für den Bereich des Wärmenetzes für die unterschiedlichen Projektphasen

Somit wird insgesamt für die Optimierung von bestehenden Netzen ohne Veränderung der grundlegenden Versorgungscharakteristik, abseits von Sonderlösungen (z.B. Trennung von Hoch- und Niedertemperaturnetz, udgl.), auf das Kapitel der Kundenanlagenoptimierung hingewiesen, da aus diesem Bereich die wesentlichsten Ingredienzien für die Senkung des Versorgungsniveaus – und damit der Netzverluste – gelegt werden.

Darüber hinaus soll auch noch hingewiesen werden, dass für die reine Netzoptimierung auch die Funktionstücktigkeit und Dichtheit der Absperrarmaturen am Netz sowie insbesondere die für den Betriebszustand richtige Stellung allenfalls eingebauter Netz-Bypässe zu kontrollieren ist. Ggf. können erforderliche Netzbypässe mit einer automatischen thermostatischen RL-Temperaturbegrenzung im Betrieb relativ leicht entschärft werden.

Wenn **unwirtschaftlich hohe Netzverluste** auftreten, so wird empfohlen, **Überlegungen zur Vermeidung der Verluste** durch **günstigere Betriebsbedingungen, geringere Betriebszeiten und/oder andere, günstigere Wärmequellen** (u.U. Abwärme, Solarthermie) anzustellen.

Im Falle der angedachten Reduktion der Betriebszeit (kein Sommerbetrieb mehr) sind die Kundenanlagen mit entsprechenden Ersatz-Heizmöglichkeiten auszustatten und dies auch entsprechend im Wärmeliefervertrag zu vereinbaren (Achtung: Jedenfalls vorherige Prüfung dieser Variante aus betriebswirtschaftlicher, technischer und juristischer Sicht!).

Insgesamt wird auf das in Tabelle 2-2 zusammengestellte, exemplarische Verhältnis der Wärmeverluste eines beispielhaften Netzes in Abhängigkeit der Betriebstemperaturen und der verbauten Dämmserie – normiert auf DS 1 und Vorlauftemperatur 100°C und eine Rücklauftemperatur 50°C verwiesen – daraus ist die grundlegende Effizienzfestlegung in der Planungs- und Errichtungsphase, sowie das Optimierungspotential durch Temperaturoptimierung deutlich sichtbar.



2.2.2 Beispiel: Optimierung des Pumpstrom-Aufwandes

Hinsichtlich der Optimierung des Pumpstromaufwandes zur Aufrechterhaltung der notwendigen Strömungsbedingungen im Netz ist grundsätzlich festzuhalten, dass das bedeutende Einsparungspotential grundsätzlich in der differenzdruckgeführten Netzpumpenregelung gegenüber dem ungeregelten Fixdruckbetrieb liegt (s. Abbildung 3-3).

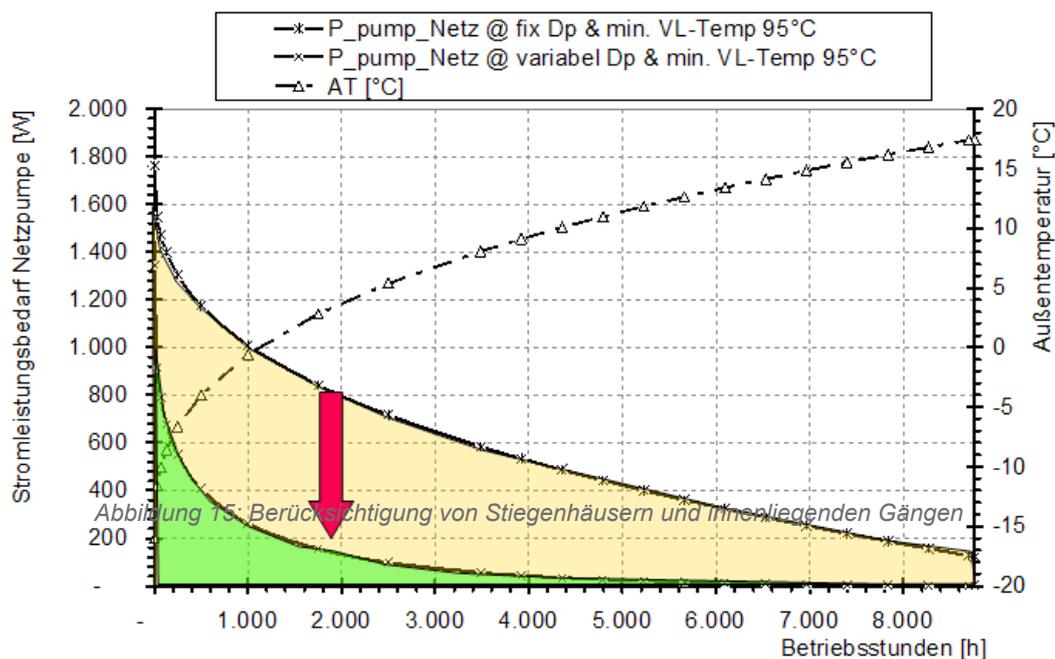


Abbildung 15: Berücksichtigung von Stiegenhäusern und innenliegenden Gängen

Abbildung 3-3: Netzbetriebsstrategie-Pumpstromaufwand – ungeregelter Betrieb (Fixdruck) zu differenzdruckgeregelter Betriebsweise bei konstanter Vorlauftemperatur



In Abbildung 3-4 sind die Auswirkungen von veränderten Netztemperaturen auf den Pumpstrombedarf dargestellt, welche naturgemäß auch eine Veränderung der Netz-Wärmeverluste bedingen.

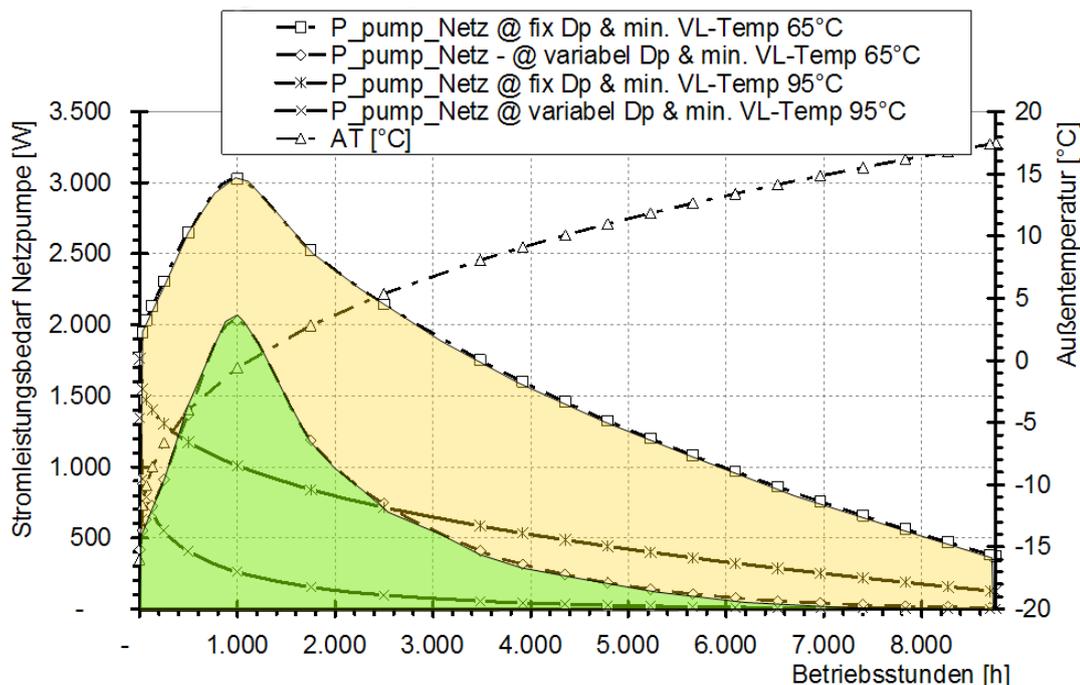


Abbildung 3-4: Netzbetriebsstrategie-Pumpstromaufwand – geregelt und ungeregelt bei variablen Netztemperaturen

Diese unterschiedlichen Betriebscharakteristika wurden in Tabelle 3-2 auf deren Kosteneinsparungswirkung hin gegenübergestellt. Somit kann gesagt werden, dass trotz leicht steigender Pumpstromaufwendungen bei geringeren Netztemperaturen (geringere Spreizung – höherer Volumenstrom) aufgrund der dominierenden, vermiedenen Wärmeverlustkosten eine deutliche Einsparung gegenüber dem Fixdruck-Betrieb auf konstanter Versorgungstemperatur erreicht werden kann.

Vorlaufstemperatur [°C]	Netz-wärme-verluste [kW]	Netzverluste (kalk. mit 40 €/MWh) [€/a]	Gesamtkosten inkl. variable Δp und Netzverluste [€/a]	Gesamtkosten inkl. fix Δp und Netzverluste [€/a]	Kosteneinsparung im Vergleich zum Referenzfall (fix Δp und konst. VL-Temp 95°C) [€/a]
95	120	42.048	42.179	42.674	495
85	110	38.684	38.901	39.488	3.773
75	101	35.320	35.696	36.432	6.978
65	91	31.956	32.628	33.706	10.046

Tabelle 3-2: Exemplarische Auswirkungen von veränderten Betriebscharakteristika am Wärmeverteilnetz und deren Kosteneinsparungswirkung



2.2.3 Beispiel: Lebensdauer-Verlängerung durch regelmäßige Kontrolle des Leckwarnsystems

In Abbildung 3 2 wurde innerhalb des Bereiches der laufenden Überprüfungsmaßnahmen die

Wichtigkeit der regelmäßigen Kontrolle des Leckwarnsystems

angesprochen, auf welche in diesem Zuge nochmals präzisierend eingegangen werden soll.

Sofern bereits über die Nachspeisemenge ein täglicher oder sonstig regelmäßiger Bedarf an Nachspeisewasser zu registrieren ist, obwohl keine Netzbauarbeiten stattfinden, sollte dringendst eine Lecksuche in Angriff genommen werden, um eine Schadensvergrößerung dringlich hintanzuhalten.

Sofern dies glücklicherweise noch nicht der Fall ist, sollten jedenfalls Leckwarngeräte jährlich von unabhängiger Stelle auf deren ordnungsgemäße Funktion geprüft werden. Werden bei stichprobenweisen Prüfmessungen Abweichungen zur ordnungsgemäßen Funktion/Anzeige des Leckwarnsystems festgestellt, sind die Geräte umgehend zu reparieren und der Stichprobenumfang der manuellen Nachmessungen innerhalb des Leckwarndrahtsystems selbst zu vergrößern, bzw. die tatsächliche Fehlerstelle zu lokalisieren und reparieren.

Tabelle 3-3 zeigt die tabellarischen Ergebnisse einer exemplarisch dargestellten Kontrolle eines Netzabschnittes (auf die Darstellung eines Laufzeitdiagramms wird aus Übersichtlichkeitsgründen verzichtet) – das zugehörige Leckwarngerät zeigte einen ordnungsgemäßen Zustand an, der allerdings bereits aufgrund einer grundlegenden manuellen Kontrollmessung hinterfragt werden musste, da Widerstandswerte unterhalb von 10 MOhm grundsätzlich bereits zu einer Überprüfung der Anlage führen sollten.

HW Sulz		Stand: 13.07.2012								Bemerkung
Überprüfung der Leckwarntechnik / technischen Parameter										
Nordteil	VL				RL				Bemerkung	
Länge laut Netzplan [m]	Schleifenwiderstand [Ohm]	Anzahl der Schleifen [-]	Isolationswiderstand [MOhm]		Schleifenwiderstand [Ohm]	Anzahl der Schleifen [-]	Isolationswiderstand [MOhm]			
1071			rot	weiß			rot	weiß		
24.07.2012	27,9	2	0,15	0,14	28	2	0,14	0,14	bei offenen Schleifen	
spez. Widerstand	0,0125				0,0116					
Länge aus Widerstand	2.232				2.414					
Länge je Schleife	1.116		104%		1.207		113%			
Laufzeitmessung gespeichert unter Kurve	K3				K4					

Tabelle 3-3: Exemplarische Auswertung von Leckwartests



2.3 Optimierungsmöglichkeiten im Bereich der Wärmebereitsteller-Hydraulik

Dieser Bereich ist grundsätzlich sehr umfangreich und benötigt detailliertes Fachwissen für die richtige Interpretation – deswegen sollen hier lediglich die wichtigsten Punkte in Form einer Checkliste erwähnt werden:

1. Niedertemperatureinspeiser (z.B. Kondensatoren, Abwärme, Wärmepumpen, Solaranlagen, udgl.) richtig eingebunden und richtig durchströmt,
2. Rücklauftemperaturenanhebungen entsprechend den Herstellervorgaben dauerhaft eingehalten.
3. Wasseraufbereitung und Wasserqualität entsprechend den Vorgaben [5],
4. Druckhaltung auf richtigem Niveau im Regelbetrieb,
5. Schmutz- und Blasenabscheider regelmäßig gewartet,
6. Pufferspeicher-Betriebsführung nutzt die Pufferspeicher bestmöglich aus und gewährleistet damit einen Feuerungsbetrieb mit geringstmöglichen Lastschwankungen - damit hohe Feuerungseffizienz und geringste Emissionen,
7. Netzdruckhaltung und Netztemperaturführung auf optimalen Betriebseinstellungen (s. Kapitel 3.2),
8. Sicherheitstechnik, Brandschutztechnik, TRVB, Blitzschutz, Elektrotechnik, udgl., auf Stand?
9. Leittechnik und Datenaufzeichnung in ordnungsgemäßem Betrieb,
10. usw.

Besonders soll darüber hinaus nochmals auf die **Pufferbewirtschaftung** eingegangen werden, welche in den meisten Fällen noch beachtliches Verbesserungspotential in sich birgt.

Folgende Soll-Spezifikationen soll die Pufferbewirtschaftung leisten können:

1. Gestaltung der Pufferanlage mit **geringstmöglichen Wärmeverlusten** und richtiger hydraulischer Anbindung, sodass Fehlzirkulationen und Durchmischungsströmungen vermieden werden,
2. Grundsätzlich von der Durchschnittslast abhängige Maximal/Minimal-Befüllung und Teilabschaltung einzelner Pufferzellen, z.B. im Übergangszeit- und Sommerbetrieb,
3. **Abdeckung der z.B. Tages-Lastschwankungen im Puffer**, wodurch die **Wärmebereitstelleranlage geringstmögliche Schwankungen in der Leistungsbereitstellung** leisten muss.

Diese geringen Lastschwankungen der Bereitstelleranlage ermöglichen eine weitaus **optimalere Einstellung der Feuerungsparameter**, wodurch die **Abgasverluste deutlich gesenkt** werden können (neben den nicht in Geldwerten ausdrückbaren, geringeren emittierten Schadstoffmengen).

Untersuchungen haben gezeigt, dass sich **mit optimiertem Puffermanagement der Brennstoffbedarf aufgrund konstanter betriebener, optimierter Feuerung um bis zu 5% verringern lässt**.

Ungünstig gestaltete Anlagen bedürfen darüber hinaus aufgrund konstruktiver/herstellerischer Unbedachtheiten eines Mehraufwandes an Energie von einigen Prozent – daraus ist zu erkennen, dass in der Pufferspeicheranlage und deren Bewirtschaftung einiges an Optimierungspotential liegt.



2.4 Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von Wärmebereitstelleranlagen

Optimierungsmöglichkeiten an den Wärmebereitstelleranlagen sollen ebenfalls grob umrissen werden – diese können wie folgt gegliedert werden:

1. Maßnahmen zur **Lebensdauersicherung/-erhöhung**,
2. Maßnahmen zur **Hebung der Effizienz**.

2.4.1 Beispiel: Maßnahmen zur Lebensdauererhöhung/-sicherung

Unter diesem Punkt werden alle Maßnahmen subsumiert, welche zur Sicherung/Steigerung der Lebensdauer beitragen – diese sind

1. Sicherheitsvorschriften alle eingehalten und laufend überprüft (sowie dokumentiert) (Brandschutz, sicherheitshydraulische Anlage, TRVB-Ausstattung, Blitzschutz, Elektrotechnik, usw.),
2. Richtige Wärmeträger-/Kesselwasserqualität,
3. Kessel-Rücklaufhochhaltung dauerhaft im vorgeschriebenen Bereich,
4. Richtig konfigurierte und eingestellte automatische Kesselreinigung,
5. Regelmäßige und ausreichende Kesselreinigung,
6. Regelmäßige Kesselwartung mit Inspektion folgender Punkte:
 - a. Ausmauerung,
 - b. Rost,
 - c. Kesselrohre/-züge, Kesselplatten,
 - d. Druckstoßabreinigungen.
7. Beschickungssystem,
8. Asche- und Entstaubungs- sowie sonstiges Abgasreinigungssystem,
9. Elektrische – und leittechnische Anlage auf Stand der Technik.
10. Unterstützung durch solarthermische Anlagen, insbesondere im Sommerbetrieb

2.4.2 Beispiel: Maßnahmen zur Effizienzsteigerung

Hinsichtlich der Maßnahmen zur **Effizienzsteigerung** ist bspw. der Bereich der **Reinheit der Wärmeübertragerflächen von entscheidender Bedeutung** - Tabelle 3-4 zeigt dazu das Ergebnis einer Kesselrechnung mit unterschiedlichen Brennstofffeuchten und Fouling-Belagdicken, aus welcher die essentielle Beeinflussung der Wärmetauscherverschmutzung hinsichtlich der Effizienz hervorgeht.



Dabei ist wichtig, dass **sämtliche Wärmeübertragerflächen** in **regelmäßigen Abständen** manuell auf deren Verschmutzungszustand **kontrolliert**, ggf. manuell **nachgereinigt** werden und nach einem **Reisezeitintervall** einer **intensiven Reinigung** unterzogen werden. Je nach Kesselwasserqualität sollte ggf. auch das **wasserseitige Fouling** in **regelmäßigen Abständen** geprüft werden.

Bei den üblicherweise eingesetzten **Druckstoßabreinigungseinrichtungen** ist darauf zu achten, dass die **richtigen Impulsdauern**, der **richtige Druck** und ein **lastabhängig günstiges Abreinigungsintervall** eingestellt sind, eine **trockene (technisch getrocknete) Druckluft** zur Verfügung steht und die **Ventile im geschlossenen Zustand** dicht sind, da die Druckluftaufbereitung grundsätzlich einen sehr hohen Energiebedarf aufweist und von falsch eingestellten Druckstoßabreinigungseinrichtungen massive Schädigungen des Kesselteils ausgehen können.

		Leistungsreserve/ -defizit gegenüber Nennleistung						
		Wassergehalt [%f]	B-Variante 1	B-Variante 2	B-Variante 3	B-Variante 4	B-Variante 5	B-Variante 6
Wandstärke								
Außenfouling	[mm]		65%	60%	55%	50%	40%	30%
	0		107%	105%	104%	103%	102%	103%
	3		103%	102%	101%	100%	100%	99%
	5		101%	100%	99%	98%	98%	98%
	8		98%	97%	96%	94%	94%	95%
	15		90%	89%	88%	87%	86%	87%

Tabelle 3-4: Lastreserve eines Kessels (exemplarisch) bei unterschiedlichen Brennstofffeuchten und Verschmutzungs-Belagdicken (Fouling)

Eine bedeutende Rolle hat diesbzgl. auch die **Abgasqualität** – d.h. im Wesentlichen die **Abgastemperatur** und die Verdünnung mit **Restsauerstoff** (die Einhaltung der Emissionslimits wird vorausgesetzt!).

Beide Faktoren haben einen essentiellen Einfluss auf die Effizienz der Feuerung (feuerungstechnischer Wirkungsgrad) - Abbildung 3-5 zeigt den Einfluss unterschiedlicher Abgastemperaturen und Luftüberschusszahlen Lambda der Feuerung (Restsauerstoffwerte) auf die Effizienz der Feuerung, bezogen auf den Heizwert (Hu) oder den Brennwert (Ho, entspricht der eigentlich zur Verfügung stehenden, chemischen Energie bezogen auf Umgebungszustand) bei unterschiedlichen Brennstofffeuchten. Daraus ist ersichtlich, dass einerseits die Senkung der Abgastemperatur, andererseits die Senkung eines allzu großen Luftüberschusses einen bedeutenden Einfluss auf die Feuerungseffizienz hat.

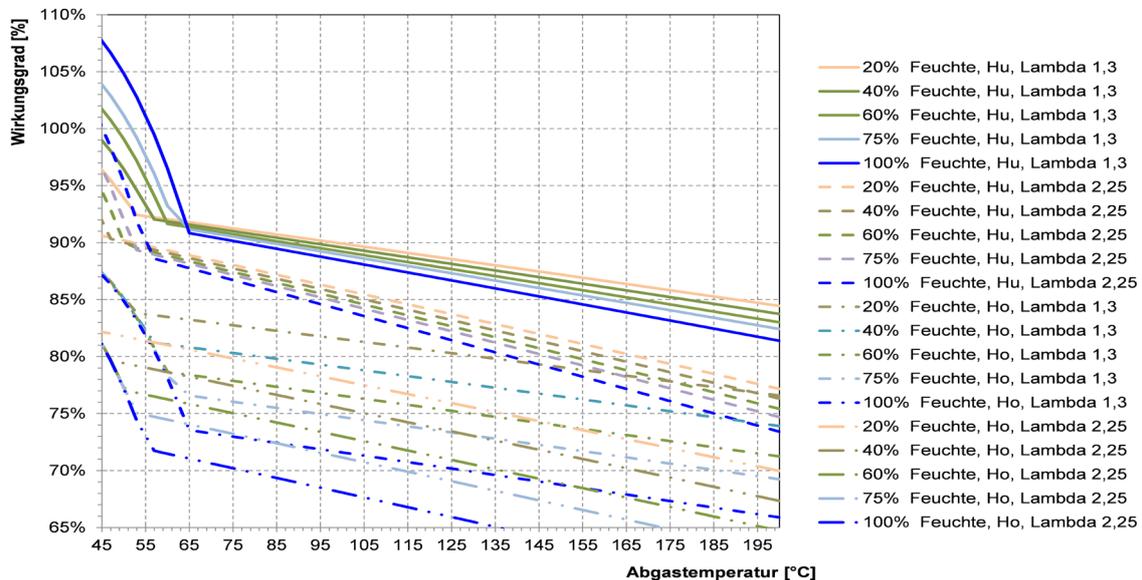


Abbildung 3-5: Abgasverluste, bezogen auf den Heiz-/Brennwert bei unterschiedlichen Brennstofffeuchten, Abgastemperaturen und unterschiedlichen Luftüberschusszahlen der Feuerung

Derartige Einstellungen können relativ leicht durch Parameteroptimierung an der bestehenden Kesselsteuerung erreicht werden – die Optimierung wird erleichtert, je geringer die Last- und Brennstoffschwankungen sind, welche von der Feuerung übernommen werden müssen (Anm. s. Pufferbewirtschaftung!) – für Rückfragen interessierter Kesselwärter stehen die Kesselhersteller unterstützend zur Verfügung. Für möglichst geringe Betriebsschwankungen ist u.a. eine detailliert ausgearbeitete Pufferspeicherbewirtschaftungsstrategie hilfreich, welche hilft, die Lastschwankungsdynamik am Kessel bedeutend zu reduzieren (s. 3.3).

Der Restsauerstoffgehalt im Abgas bedingt somit nicht nur den Abgasverlust (und damit einen u.U. überhöhten Brennstoffbedarf), sondern damit einhergehend auch einen höheren Strombedarf für Beschickung und Abgasförderung - Abbildung 3-6 zeigt den Zusammenhang für den Strombedarf der Abgasförderung bei variierendem Lambda – daraus ist ersichtlich, dass bei geringeren Rest-Sauerstoffverdünnungen des Abgases der Gebläsestrombedarf eklatant sinkt.

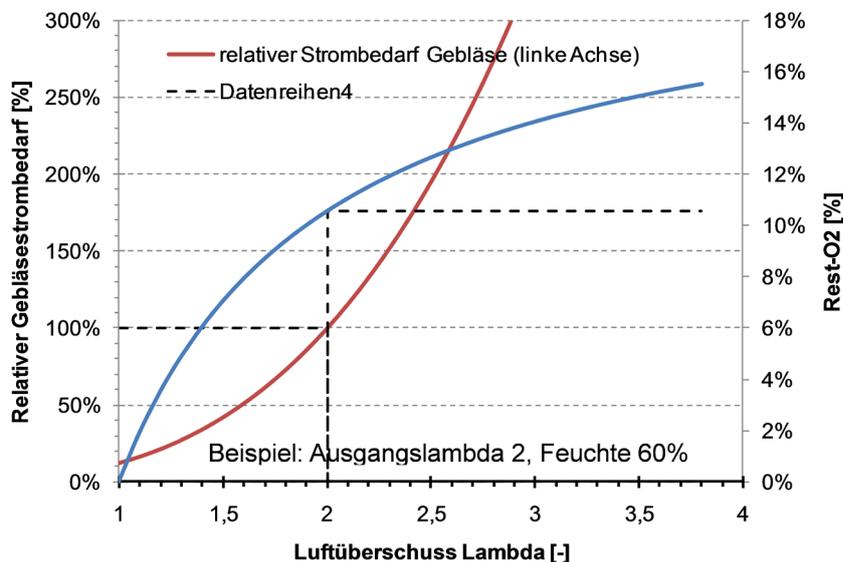


Abbildung 3-6: Relativer Gebläsestrombedarf zur Abgasförderung bei unterschiedlichem Luftüberschuss der Feuerung

Abbildung 3-7 ergänzt vorstehende Abbildung mit einer Abschätzung des Gebläsestrombedarfes in Abhängigkeit der Abgastemperatur (Kesselverschmutzung) bzw. der Einbauposition des Saugzugventilators.

Darüber hinaus wird darauf verwiesen, dass es eine Vielzahl weiterer Optimierungsbereiche und –möglichkeiten gibt, welche u.a. in verschiedenen Beiträgen von [14] zu finden sind.

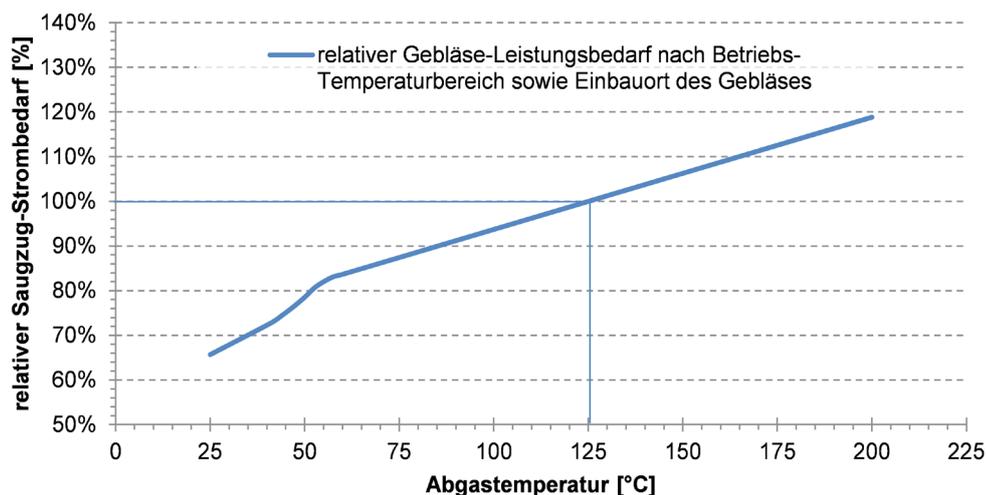


Abbildung 3-7: Relativer Gebläsestrombedarf zur Abgasförderung bei unterschiedlichen Abgastemperaturen

Somit kann zusammenfassend empfohlen werden, die **Wärmeübertragerflächen der Kessel so sauber wie möglich zu halten**, damit die **Abgastemperatur gering** gehalten wird. Gleichzeitig sollte der **Luftüberschuss auf ein sinnvolles Minimum** begrenzt werden, sodass der Verlust an sensibler Wärme durch Abgasverdünnung und zu hohe Temperaturen so gering wie möglich gehalten werden kann.



2.5 Gesamtanlage, täglicher Anlagenrundgang sowie Anlagenmonitoring

In der **Gesamtanlagenverfügbarkeitsbetrachtung** muss die gesamte Anlage für sich im Rahmen einer Verfügbarkeitsanalyse auf alle diese beeinträchtigenden Faktoren untersucht werden – daraus können folgende Ergänzungen resultieren:

1. **Bevorratung** einer definierten **Brennstoffmenge** vor Ort oder in unmittelbarer Nähe zur Absicherung von Brennstoffanlieferungsproblemen,
2. **Bevorratung** mit **kritischen Ersatzteilen** (elektrische Schaltanlage, Hydraulikbauteile, Sicherheitsbauteile, udgl.),
3. **Backup Stromversorgung** für kurzfristige Stromausfälle – zur Verhinderung eines Ausfalls der bspw. der Leittechnik oder SPS-Steuerungen – z.B. durch USV,
4. **Backup Stromversorgung oder zumindest Plug-Möglichkeit** für mittelfristige Stromausfälle – Heizwerksbetrieb muss mehrere Tage im Inselbetrieb mit Notstromaggregat möglich sein,
5. **Hintergrund-Backup (Vertrag + Verfügbarkeit)** über eine **kurzfristig verfügbare Not-Heizstation** für den Fall eines größeren Gebrechens in der Heizzentrale oder an einem Netzast,
6. **Besicherungen vertraglicher Natur** – s. Kapitel 3.6.

Bzgl. der Gesamtanlage ist es nützlich (teilweise auch aufgrund Herstellerangaben und Sicherheitsvorschriften (z.B. [16]) notwendig), tägliche/wöchentliche/monatliche Betriebsrundgänge mit unterschiedlichen Analyseschwerpunkten durchzuführen und dabei die Eckpunkte des Betriebes in einem Betriebstagebuch festzuhalten. Dieses Protokoll kann händisch, in einer eigenen Rubrik der Leittechnik oder sonst wie erstellt werden und ermöglicht im Analysefall sehr rasch, eine Einschätzung über den Stand des Anlagenbetriebes zu bekommen.

Neben der ohnehin vorhandenen Datenspeicherung der leittechnischen Anlage empfiehlt es sich, wesentliche Anlagenbetriebswerte nochmals eigenständig zu notieren, da nicht in allen Fällen eine ausreichende Sicherheit, was Datensicherung und Datenexportmöglichkeit betrifft, besteht.

Tabelle 3-5 zeigt ein exemplarisches Tool, mit welchem anhand von ein paar täglich abgelesenen Werten (für den Fall, dass die automatisch erfolgte Auswertung durch die Leittechnik nicht erledigt werden kann) spezifische Effizienzkennzahlen in Relation zu historischen Tagen gleicher Lastcharakteristik leicht geprüft werden können und so sehr rasch Ineffizienztrends lokalisiert werden können, welchen sodann unmittelbar im Detail nachgegangen werden kann.

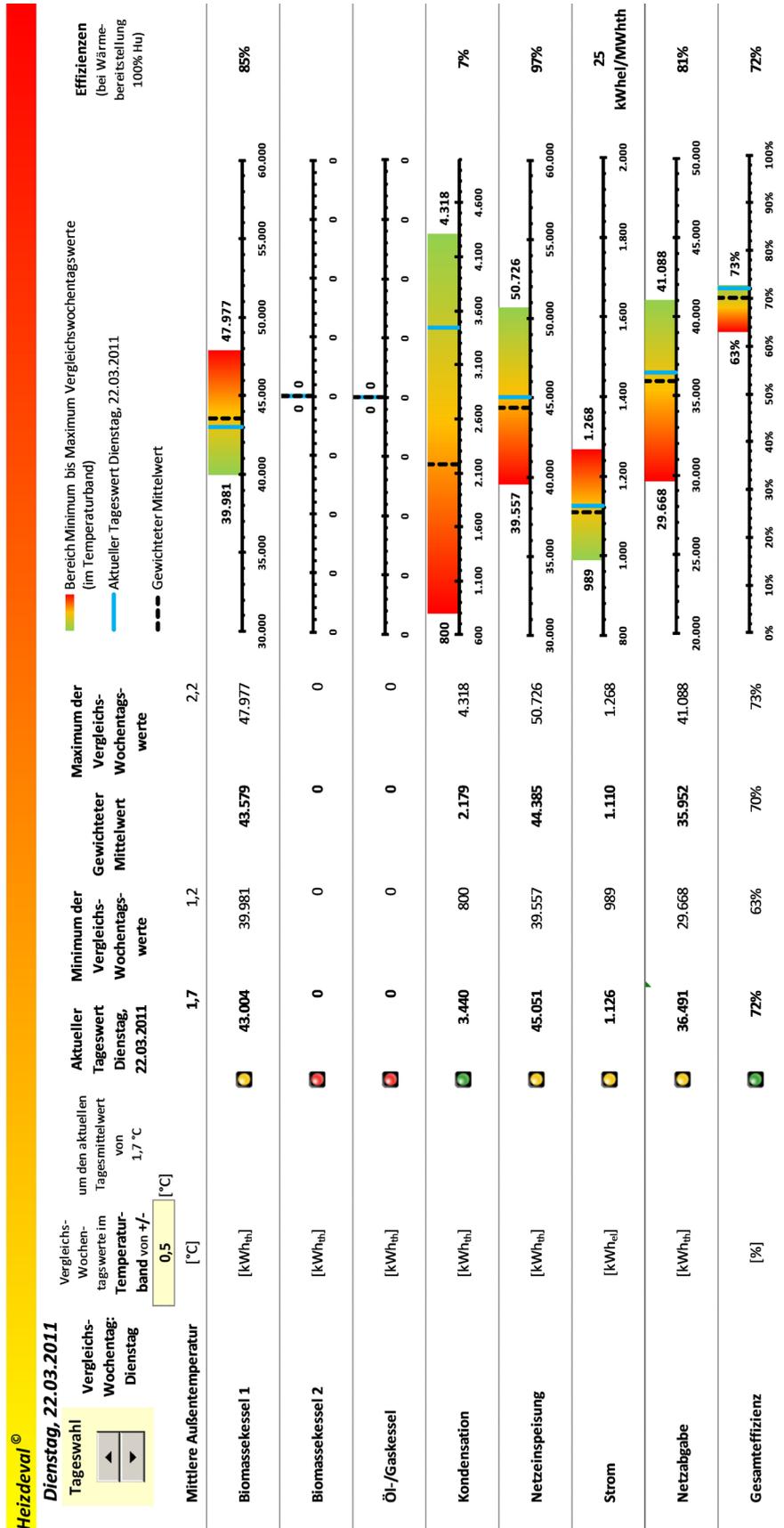


Tabelle 3-5: Screenshot HEIZDEVAL© - Analyse von groben Effizienzkennzahlen von Netzen anhand von simplen, manuellen Aufzeichnungen



2.6 Optimierungsmöglichkeiten im Bereich von vertraglichen Vereinbarungen

Hinsichtlich der vertraglichen Vereinbarungen werden folgende Empfehlungen abgegeben

1. Längerfristige, diversifizierte Brennstoffliefervereinbarungen, mit langfristiger Preisbindung und teilweise Vorlagerung von Brennstoffen,
2. Open Source-Code Liefervereinbarung bei leittechnischen Komponenten (Industriestandard; POM – „Peace of Mind“ – Automatisierungs-Standard)
3. Liefervereinbarung bei der leittechnischen Komponente mit Datenaufbereitungs- und -exportmöglichkeit der aufgezeichneten Betriebsdaten nach HEIZBIL-Format entsprechend QM- oder Förderbedingungen,
4. Definition über die Art der Datensicherung und Datensicherheit aller Unternehmensdaten,
5. Langfristige Serviceverträge mit den Hauptkomponenten-Lieferanten und Ersatzteil-Vor-Ort-Haltung für wichtige Komponenten ab einer gewissen Lebensdauer (z.B. Hydraulikteile, Elektrotechnik-Schaltanlageanteile),
6. Vereinbarung einer verbindlichen Rufbereitschaft im Fall von leittechnischen Problemen mit mindestens zwei Leveln,
7. Vereinbarung über eine kurzfristig verfügbare (innerhalb bspw. wenigen Stunden verfügbare) Not-Heizstation für den Fall eines größeren Gebrechens in der Heizzentrale oder an einem Netzlast,
8. Technische Anschlussbedingungen und Allgemeine Geschäftsbedingungen für die vertragliche Gestaltung Kunden/Betreiber-Verbindung, welche den Stand der Technik und Erfordernisse der Kunden, wie der Heizanlage abbilden, die entsprechenden Optimierungsmöglichkeiten eröffnen und auch auf Stand der rechtlichen Entwicklung sind,
9. Tarifsysteem, welches die Kostenträgerrechnung der Anlage berücksichtigt und Anpassungsmöglichkeiten im Falle künftiger wesentlicher Änderungen ermöglicht,
10. Kundenliefervereinbarungen, welche im Falle des Ablaufes und der stillschweigenden Verlängerung an den Stand der Entwicklung derartiger Verträge wieder herangeführt werden und folgende Mindest-Inhaltspunkte enthalten (s. auch [7]):
 - a. Vertragliche Leistung,
 - b. Geschätztes Kunden-Wärmeabnahmeverhalten (geschätzte Wärmeabnahme pro Jahr),
 - c. Zweck der Liefervereinbarung,
 - d. Informationspflicht des Kunden bei beabsichtigten, wesentlichen Änderungen,



- e. Bindungsdauer – Kündungsverzicht (mit Überbindung im Überlassungs- oder Verkaufsfall),
- f. Aufklärung über Notwendigkeit der langen Bindungsdauer (entspr. KSchG),
- g. Regelung über Vertragsauslauf und Hinweis auf Modernisierungskosten nach Erreichen der technischen Lebensdauer,
- h. Indexierungsvereinbarung für und Vereinbarung von Grund-, Arbeits- und Messpreis,
- i. Haftungseinschränkungen für den Netzbetreiber,
- j. Grundstücks-Nutzungsvereinbarung und Überbindungspflicht für Leitungsverlegung,
- k. Eigentums- und Verantwortlichkeitsgrenzen,
- l. Salvatorische-, und Kündigungsklausel sowie Gerichtsstand

2.7 Stand der Wirtschaftlichkeit und der wirtschaftlichen Ausblicksrechnung

Neben der vielen technischen Details, welche im Auge behalten und auch optimiert werden sollen, ist es auch wichtig, den **Stand der wirtschaftlichen Entwicklung der Anlage im Auge zu behalten**.

Dazu wird dringend empfohlen, die **zustandsbezogene Anlagenbewertung** in die wirtschaftliche Bilanz miteinzubeziehen, da teilweise in (Vor-)Perioden mit einem zu geringen Wartungs- und Instandsetzungsaufwand eine vermeintlich gute wirtschaftliche Entwicklung in der kaufmännischen Bilanz dargestellt werden konnte, welche allerdings aufgrund einer seriösen, zustandsorientierten Bewertung nicht im gleichen Ausmaß darstellbar ist.

In diesem Sinne sollte **im Zuge des Jahresabschlusses jährlich eine technisch fundierte Anlagen-Zustands- und Risikobewertung** erfolgen, die sodann mit dem Stand der Abschreibungen/des Restwertes verglichen werden kann, um kaufmännisch nur unvollständig abbildbare Perspektiven dementsprechend zu ergänzen.

Hinsichtlich der Indexierungsvereinbarungen bspw., sollte jährlich geprüft werden, ob die Steigerungen einerseits auf der Kundenseite noch zu der gewünschten Zufriedenheit führen, andererseits aber auch die Umsätze für die langfristige Betriebssicherung einbringen.

2.8 Zusammenfassung der wesentlichsten Betriebsoptimierungsmaßnahmen und Betriebsoptimierungspotentiale

Folgende Optimierungsmaßnahmen können im Sinne einer Checkliste zusammengefasst werden (aufgrund Aggregation unvollständig – für anlagenspezifische Details erkundigen Sie sich bitte bei Fachleuten):

**Bereich Kundenanlagen samt Hilfsbaugruppen:**

1. Sekundäranlagenhydraulik passend;
2. Regulierventile richtig eingestellt und fixiert;
3. Heizcharakteristiken entsprechend den installierten Heizflächen in Relation zum Leistungsbedarf (Heizkurven, -zeitprogramme, Vorhaltezeiten, udgl.) richtig eingestellt;
4. Wärmeträgerzusammensetzung entsprechend ÖNORM H5195-1, [5];
5. Schmutzfänger und Blasenabscheider richtig eingebaut und regelmäßig gereinigt;

Aus dem Bereich der Kundenanlagen resultiert einerseits eine bedeutende Einsparung bei den Kunden (bis zu ca. 80% beim Pumpstrom und bis zu 50% bei den internen Verteilverlusten), andererseits begründet dies aber auch alle Einsparmaßnahmen im Bereich der FernwärmebetreiberInnen!

Bereich Wärmeverteilnetz samt Hilfsbaugruppen:

1. Qualität von Installation und Dokumentation für die Netz-Montage (Schweißnähte, Muffenmontage und Leckwarnsystemherstellung) entsprechend den Regeln der Technik – mit entsprechender Übernahmepfung und Prüfung vor Gewährleistungsübergang;
2. Überlegungen zu bestmöglichen Dämmstärken bei der Netzverlegung;
3. Niedrigste mögliche Vor- und Rücklauf-Betriebstemperaturen, angepasst entsprechend durchschnittlicher Lastanforderung;
4. Richtige (ausreichende) Netzdruckhaltung;
5. Richtige Netzdruck-Bewirtschaftung (lastabhängiger/bedarfsabhängiger Differenzdruck mit frequenz geregelter Pumpenanlage);
6. Wiederkehrende Prüfungen des Leckwarnsystems.

Aus diesem Bereich können Brennstoffeinsparungen bis 20% und deutliche Pump-stromeinsparungen (bis zu 75%), sowie Lebensdauererlängerungen resultieren.

**Bereich Wärmebereitstellung samt Hilfsbaugruppen:**

1. Richtige Bereitstellerhydraulik;
2. Dauerhafte, zuverlässige Kessel-Rücklaufhochhaltung;
3. Pufferbewirtschaftung ermöglicht die Ausnutzung des Puffers und die Verringerung der Lastwechseldynamik der Wärmebereitsteller;
4. Optimierung der Feuerungsparameter der Wärmebereitsteller (i.W. Abgastemperatur und Restsauerstoff);
5. Regelmäßige Prüfung der wesentlichen Feuerungs- und Kesselbauteile (Brennstoffversorgung, Rostbereich, Ausmauerungsbereich, udgl.);

Aus diesem Bereich können zusätzlich Brennstoffeinsparungen bis 20% und deutliche Stromeinsparungen, sowie Lebensdauererlängerungen resultieren.



3 *Neuanlagen sowie Ausbau und Sanierung von Bestandsprojekten*

Der Fokus des vorliegenden Leitfadens liegt auf der Optimierung von Bestandsanlagen, bzw. den erforderlichen Untersuchungen/Überlegungen, welche vorbereitend für einen Ausbau oder eine Erweiterung bzw. auch für eine Modernisierung einer Bestandsanlage zweckdienlich sind.

Aus diesem Grund ist es vor der Diskussion der empfohlenen Überlegungen/Maßnahmen im Bereich der Projektvorbereitung von Bestandsanlagenerweiterungen, udgl., notwendig, sich den technisch/wirtschaftlichen Optimierungsmöglichkeiten im Rahmen der Projektierung von Neuanlagen zu widmen, um anhand deren Kenntnis das Potential und die Empfehlungen für Bestandsanlagenerweiterungen, udgl., abzuleiten.

3.1 *Projektierung von NEUANLAGEN*

Werden Überlegungen angestellt, ein potentiell Versorgungsgebiet neu mit Fernwärme zu erschließen (potentielles Fernwärme-Erschließungsgebiet), so sind strukturiert folgende Schritte notwendig:

3.1.1 *Haupt-Inhaltspunkte einer umfassenden Neuanlagen-Vorbereitung und Umsetzung*

Als Haupt-Inhaltsverzeichnis einer Neuanlagenvorbereitung und –umsetzung kann folgende Vorgehens-Struktur gesehen werden:

1. Abstimmung des potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebietes (Vor- und Feinabstimmung mit Bestandsanalyse),
2. Meilenstein Abschluss Grob-Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet,
3. Vorkonzeption der Gesamtanlage,
4. Detailplanung der Gesamtanlage,
5. Baurechtliches/Gewerbliches Einreich- und Bewilligungsverfahren,
6. Mindestwärmeverkauf,
7. Vorbereitung Fördervoraussetzungen,
8. Klärung der Finanzierung,
9. Ggf. Revision des Geschäftsplanes in Abhängigkeit zwischenzeitig veränderter Parameter,
10. Ausschreibungs- und Zuschlagsverfahren,
11. Meilenstein Errichtungsstart,
12. Beauftragungen,
13. Herstellung und begleitende Bauüberwachung,
14. Fertigstellung der Gesamtanlage,
15. Rechnungsprüfung und Zahlungsfreigabe Gesamtwerk,
16. Regelbetrieb und Klärung offener Fragen, Betriebsoptimierung,
17. Ggf. erforderliche Nachbesserungen vor Gewährleistungsablauf,
18. Prüfungen vor Gewährleistungsablauf.



Eine exemplarische Detaillierung der notwendigen, fachlichen Unterpunkte dieser Grobgliederung ist dem Anhang zu entnehmen.

Darüber hinaus werden in der Folge jene Teile des Planungsprozesses, welche die übliche Tiefe übersteigen, detailliert beschrieben – für die Sicherstellung der fachlichen Qualität der Projektierungsvorbereitung, Projektierung i.e.S. und die Umsetzung sowie Qualitätsüberwachung der Gewerkslieferanten, ist die Beauftragung von sorgfältigen, auftraggeber-treuen und von sonstigen Nebeninteressen freien Projekt-Planern und Qualitätsbeauftragten bedeutend für den Projekterfolg – s. auch Förderrahmenbedingungen, QM-Richtlinien, udgl., [1-4], usw., sowie Kapitel 5.

3.1.1.1 Abstimmung des potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebietes

Unter der Abstimmung des potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebietes werden folgende Inhaltspunkte verstanden:

1. Abstimmung des potentiellen Versorgungsgebietes
 - a. Projektvorbereitungen und Grob-Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet,
 - b. Kontakt und Abstimmung mit dem zuständigen Gemeindeamt/Magistrat bzgl. der örtlichen Rahmenbedingungen und ggf. vorhandener, kommunaler Energiekonzepte,
 - c. Berücksichtigung der Fernwärmeziele des Ortes - z.B. entsprechend dem örtlichen Entwicklungskonzept (§22, StROG),
 - d. Berücksichtigung ggf. vorhandener anderer, leitungsgebundener Versorgungsnetze,
 - e. Berücksichtigung ggf. vorhandener Abwärmepotentiale im Umfeld des beabsichtigten Fernwärme-Erschließungsgebietes,
 - f. Vorabschätzung der Machbarkeit von Fernwärmetrassierungen aufgrund der Gebäude- und Bebauungsstruktur (rechnergestützt mit Hilfe von Verwaltungsdaten - z.B. DHFOS),
 - g. Einarbeitung ggf. vorhandener Daten von Feuerbeschau, Installateuren oder Rauchfangkehrern, udgl., über die Heizungsalter- und Energieträger-Struktur,
 - h. Berücksichtigung des Sanierungsentwicklungspotentiales in Szenarienrechnungen,
 - i. Vorab-Festlegung von rechnerisch realistisch umsetzbaren Fernwärme-Erschließungsgebieten,
 - j. Abstimmung mit Gemeindeamt und sonstigen relevanten Stellen,
 - k. Ggf. Vorbereitung zur Ergänzung/Adaption von Fernwärmevorranggebieten,
2. Grob-Erhebung Anschlussparameter und -Interesse im potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebiet
 - a. Grob-Erhebung der potentiellen Abnehmer innerhalb des angepeilten Fernwärme- Erschließungsgebietes
 - i. thermischer Zustand des Objektes - Sanierungsabsichten, Ausbauabsichten,
 - ii. Anzahl der ständig im Objekt wohnenden/arbeitenden Personen,
 - iii. Anzahl der teilweise wohnenden/arbeitenden Personen,
 - iv. derzeitiger Nutzleistungs- und Nutz-Energieträgerbedarf,



- v. derzeitige Energiequellen für Heizung und Warmwasser,
 - vi. derzeitige Energiequellen für Kühlung,
 - vii. Anschlussinteresse,
3. Ergebnis - Verifikation potentiell Fernwärme-Erschließungsgebiet: Summen-Anschlusscharakteristika und Anschlussszenarien entsprechend Grob-Erhebung
- a. Anschluss-Nutzleistung,
 - b. Anschluss-Energieabgabepotential,
 - c. Sanierungs-Wärmeabgabe-Senkungspotential,
 - d. Heizungsanlagenalter,
 - e. Umrüstbedarf,
 - f. udgl.

Derartige Projektvorbereitungen auf konzeptioneller und planerischer Basis fallen i.d.R. in die anrechenbaren Vorkosten eines Förderprojektes – bitte kontaktieren Sie ehestmöglich die Förderstelle und informieren Sie diese über das Anlaufen der Vorleistungen, sodass hinsichtlich der aktuellen Fördersituation richtig agiert werden kann.

3.1.1.2 Vorabschätzung der Machbarkeit v. Fernwärmetrassierungen aufgrund der Gebäude- u. Bebauungsstruktur

Bei der **Vorabschätzung der Machbarkeit von Fernwärmetrassierungen** aufgrund der Gebäude- und Bebauungsstruktur wird in Abstimmung mit dem örtlich zuständigen Gemeindeamt/Stadtamt/Magistrat ein aufgrund des örtlichen Entwicklungskonzeptes vorgegebenes oder in Zusammenarbeit zu entwickelndes Fernwärme-Vorrang-Erschließungsgebiet erarbeitet.

Dabei können rechnerische Tools, wie bspw. jenes der Universität für Bodenkultur, Institut für Raumplanung und ländliche Neuordnung oder das DHFOS®-Tool [17] von ZT Lettner eingesetzt werden, welches auf Basis von Verwaltungsdaten die Wärmebedarfe der Objekte im betrachteten Gebiet samt deren Sanierungspotential (für die Abschätzung eines künftige Geschäftsfallenszenarios) abschätzt und in Abhängigkeit von deren räumlicher Verteilung rechnerische Gebietsvorschläge erarbeitet, für die eine leitungsgebundene Wärmeversorgung grundsätzlich in Frage kommt (s. exemplarische Darstellung von Ausgabemöglichkeiten von DHFOS® am Beispiel der Stadt Enns (OÖ) - s. Abbildung 4 1). Dabei wird wie folgt vorgegangen:

1. Dateninput:
 - a. Einlesen von Gebäudestrukturdaten,
 - b. Einlesen von Ortsstrukturdaten,
 - c. Einbindungsmöglichkeit von spezifischen Kundendaten
2. Berechnung:



- d. Automatische Abschätzung von Energiebedarf für Heizung und WW sowie hinsichtlich Heizenergiebedarfsentwicklungen (Sanierungsszenarien = % von Gebäudestrukturfähigkeit),
 - e. Automatische Erkennung von zusammenhängenden Netzteilen (geographisch),
 - f. Abschätzung von Netzlängen und darauf aufbauenden spezifischen Versorgungsdichten,
 - g. Berechnung vermiedener Primärenergieträger, Emissionen etc.
3. Bewertung:
 - h. Ausschluss/Vorzug von Versorgungsgebieten auf Basis von Versorgungsdichte-Filtern,
 - i. Bei Gebietsdefinition: Automatikmodus + manuelle Definitions- und Verbindungsmöglichkeiten,
 - j. Berechnungsmöglichkeit von existierenden Gebieten hinsichtlich deren Verdichtungs- und Ausbaupotentialen,
 - k. Reporting tabellarisch und als Plan-Layer (dwg).

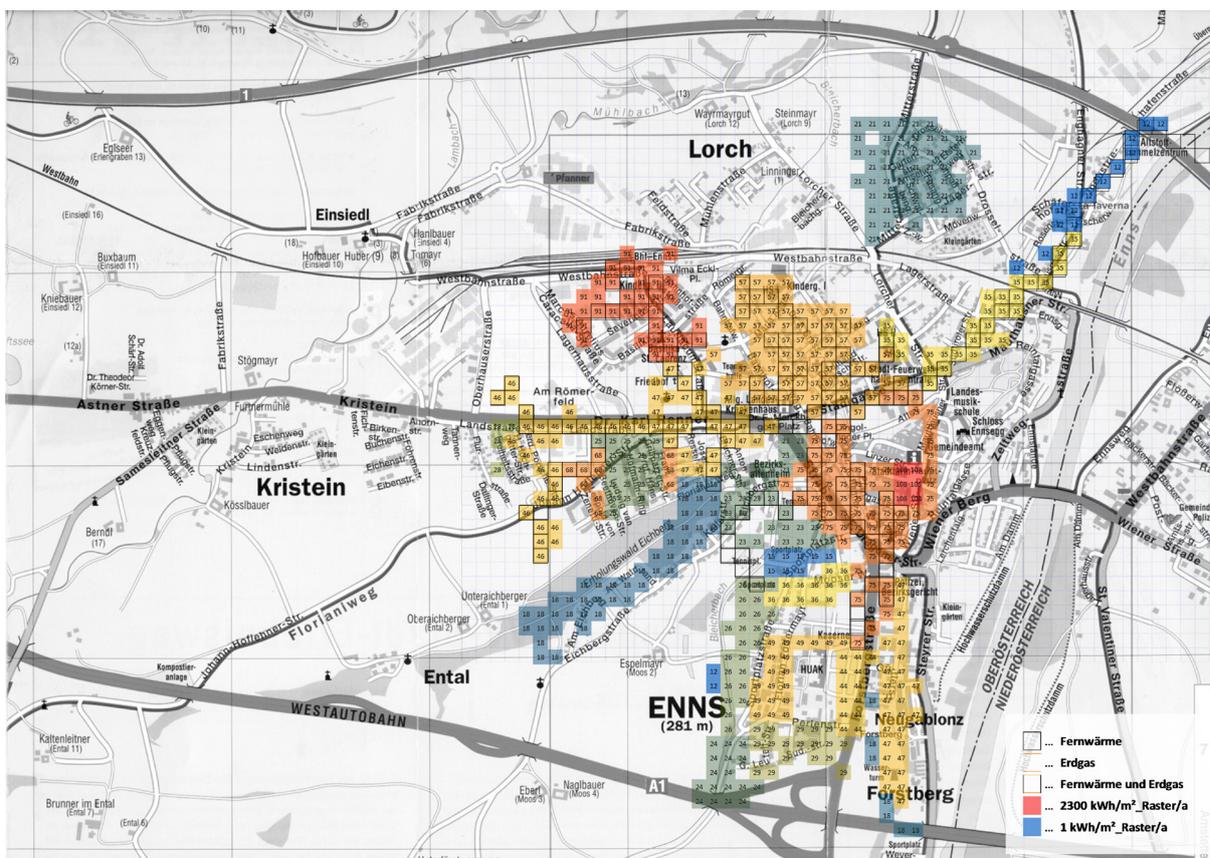


Abbildung 4-1: exemplarische DHFOS® – Ausgabe aus der Berechnung von Fernwärme-Vorranggebieten für die Stadt Enns (OÖ)



3.1.1.3 Festlegung von Fernwärme- (Vorrang-) Erschließungsgebieten

Konnten somit dauerhaft erschließbare Fernwärmegebiete gefunden und festgelegt werden, so wird eine schriftliche Vereinbarung zwischen Gemeindeamt/Stadtamt/Magistrat und dem potentiellen Fernwärmebetreiber getroffen, in der geregelt wird, ab welchem gesamten Anschlussinteresse innerhalb welcher Zeit und zu welchen (Anschluss-/Versorgungs-)Kosten, Teilgebiete erschlossen werden können.

In Gemeinden mit vorrangigen energiepolitischen Leitzielen kann insbesondere auch ein Umsetzungs-Strategie-Zeitplan beschlossen werden.

Derartige Vereinbarungen können/müssen sodann von der Gebietskörperschaft in das örtliche Entwicklungskonzept samt Umsetzungsmaßnahmen-Legislative (Verordnungen entsprechend §22 StROG) überführt werden.

Der weitere Projektvorbereitungspfad ist prinzipiell analog zu einem sorgfältigen Planungsprozess abzuarbeiten, wobei in den Planungsphasen laufend auf die Bedeutung der künftigen Projekt- und Wärmeabsatzentwicklung mit deren Auswirkungen auf die ideale/optimierte Technik-Konzeption Rücksicht genommen wird, bzw. derartige Szenarien in den Wirtschaftlichkeitsanalysen bzw. Business-Plan-Betrachtungen berücksichtigt werden.

3.1.1.4 Erhebung Anschlussparameter und -Interesse im potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebiet

Eine wesentliche Grundlage zur Fein-Konzeption der Gesamtanlage liegt in der **Schaffung einer detaillierten und qualitativ hochwertigen Planungsgrundlage** – somit in der **Abnehmererhebung**.

Dabei sollte aus energietechnischen Gesichtspunkten wie folgt vorgegangen werden (s. Anhang):

Grob-Erhebung Anschlussparameter und -Interesse im potentiellen Fernwärme- Erschließungsgebiet

Grob-Erhebung der potentiellen Abnehmer innerhalb des angepeilten Fernwärme- Erschließungsgebietes

Anschlussinteresse

thermischer Zustand des Objektes - Sanierungsabsichten, Ausbauabsichten Anzahl der ständig im Objekt wohnenden/arbeitenden Personen

Anzahl der teilweise wohnenden/arbeitenden Personen

derzeitiger Nutzleistungs- und Nutz-Energieträgerbedarf

derzeitige Energiequellen für Heizung und Warmwasser

derzeitige Energiequellen für Kühlung

Detailerhebung und Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet

Detailerhebung der potentiellen Abnehmer innerhalb des angepeilten Fernwärme- Erschließungsgebietes

Anschlussinteresse



thermischer Zustand des Objektes - Sanierungsabsichten, Ausbauabsichten Anzahl der ständig im Objekt wohnenden/arbeitenden Personen

Anzahl der teilweise wohnenden/arbeitenden Personen

derzeitiger Leistungs- und Energieträgerbedarf

derzeitige Energiequellen für Heizung und Warmwasser

derzeitige Energiequellen für Kühlung

Bereitsteller-Charakteristika für Heizungs-Bereitsteller-Aggregat[e]

Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Warmwasser-Bereitsteller-Aggregat[e]

Inhalt

Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Klimatisierungs-Bereitsteller-Aggregat[e] Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Sonder-Bereitsteller-Aggregat[e]

Leistung

Wärmeverteilsystem

Anzahl der Heizkreise

Hydraulisches System der Heizkreise

Pumpenleistung

Mischer - Ventile/Hähne

Drucklose Verteiler, Kurzschlüsse, hydraulische Weichen vorhanden?

Vorhandene Regulierventile, Einstellung?

Wärmeabgabesystem Heizflächen

Höhe

Tiefe (Bauart)

Länge



Fläche

Anbindungsart - Ventilausstattung

Vorlauf

Rücklauf

thermostatisierter Antrieb

Regelungs-/Steuerungssystem

Anlagen-Steuerungs-/Regeltechnikanlage

Außentemperaturgeführt

Fix-Vorgabe

Raumtemperaturgeführt

Alter

Funktionsweise der Sensorik/Aktorik gegeben?

Solaranlage vorhanden

Fläche

Ausrichtung

Typ

Pufferspeicher

Solaranlagen-Errichtungs-Interesse

Dachflächenausrichtung

Summencharakteristika der erhobenen Objekte

Anschluss-Nutzleistung

Anschluss-Energieabgabepotential

Sanierungs-Wärmeabgabe-Senkungspotential

Heizungsanlagenalter

Umrüstbedarf

udgl.

Dabei ist bei der Sekundäranlage insbesondere auf folgendes Bedacht zu nehmen:

1. die Tauglichkeit der Sekundäranlagenhydraulik (s. Details),
2. die erforderlichen Leistungen,
3. die erforderlichen Vorlauftemperaturen,
4. die realistisch, technisch machbaren Rücklauftemperaturen.

3.1.1.5 Hydraulisch geeignete Sekundärschaltungen und umzurüstende Schaltungen

Bzgl. der grundsätzlichen Tauglichkeit von hydraulischen Schaltungen in Verteilsystemen von Sekundäranlagen ist festzustellen, dass **alle Schaltungen**, welche **höhere Durchflüsse (Kurzschlüsse) ermöglichen** und **damit zu höheren Rücklauftemperaturen führen** können, **umzurüsten sind**.



Weiters sind die **Wärmeabgabesysteme** (Heizkörper, Flächenheizungen, Lüftungen, Strahlungsheizungen, udgl.) **hydraulisch einzuregeln**, sodass sie bei optimiert niedrigen Betriebsparametern betrieben werden können.

Hinsichtlich der Optimierung der Betriebstemperaturen wird auf das Kapitel der Betriebsoptimierungsmaßnahmen (Kapitel 3) verwiesen – in diesem Zusammenhang sollen lediglich die wichtigsten Verteilhydraulik-Punkte abgehandelt werden – detaillierte Rahmenbedingungen sind in den „Technischen Anschlussbedingungen“, welche Bestandteil eines Wärmeliefervertrages sind, enthalten.



Abbildung 4-2: Hydraulische Weichen (links), Hydraulische Kurzschlüsse (mitte), Luftheizer-Anbindung ohne Rücklauf-temperaturbegrenzung (rechts); Bildquelle: ZTL, 2011

Für die Anbindung an Nah-/Fernwärmesysteme ungeeignet sind jedenfalls folgende Bestandteile von Sekundäranlagen-Hydrauliken:

- Hydraulische Weichen,
- Hydraulische Kurzschlüsse (an drucklosen Verteilern oder in weitverzweigten Netzen),
- Mischschaltungen mit Vier-Wege-Mischarmaturen,
- Umlenkschaltung mit Dreiwegarmatur,
- Einspritzschaltung mit Dreiwegarmatur,
- Differenzdruckregelung mit Überströmventil,
- Überströmventile generell (außer zum Pumpen-Kurzschluss – Achtung Sinnhaftigkeit prüfen),
- Generell alle Schaltungen, welche Vorlaufwasser thermisch ungenutzt in den Rücklauf abströmen lassen,
- (Reitende) Einrohrheizungen mit Kurzschluss,
- Lüftungs- oder sonstige Hochtemperatur-Abnehmer-Anbindungen, welche ohne (thermischer oder sonstige) Rücklauf-temperaturbegrenzung ausgestattet sind,
- Problematisch können auch ungünstig angebundene Warmwasserbereiter, Legionellenschaltungen oder die Wärmetauscher von Warmwasserbereitern sein, die eine hohe Rücklauf-temperatur erwirken,
- Offene Systeme sind generell problematisch hinsichtlich der entsprechend dem Stand der Technik geforderten Wärmeträgerqualität und den Sicherheitsanforderungen.



Bei den sohin zugelassenen/günstigen Sekundär-Verteilhydrauliken sind darüber hinaus folgende Punkte zu gewährleisten:

- Richtig dimensionierte und dementsprechend eingestellte Strangversorgungs-Umwälzpumpen,
- Hydraulische Volumenstrombegrenzungsarmaturen und deren richtige Einstellung und Fixierung,
- Einregulierung der Geräte-Anschlussarmaturen der Wärmeabgabeeinrichtungen (z.B. Heizkörper-Ventile, udgl.),
- Raumweise Regulierbarkeit der Raumtemperatur (vgl. ÖNORM EN 12828:2014, [6]).

Abbildung 4-3 zeigt grundsätzlich für den Nah-/Fernwärmeanschluss **hydraulisch zulässige Schaltungen der Sekundäranlagenhydraulik**.

Mit den zuvor genannten Punkten wird offenkundig, dass eine genaue Abnehmererhebung hinsichtlich dessen hydraulischer Ausstattung, sowie hinsichtlich des Energie-/Leistungsbedarfes und der zur Verfügung stehenden Heizflächen notwendig ist, um einerseits für den Sekundäranlagenbetreiber bestmögliche Betriebsparameter einstellen zu können. Darüber hinaus ermöglichen derartige Betriebsparameter auch für den Fernwärmenetzbetreiber günstige Betriebsparameter, welche eine effiziente Betriebsweise insgesamt ermöglichen und auch entsprechende Kostensenkungspotentiale bei der Errichtung und Betriebsführung eröffnen.



3.1.1.6 Abschätzung der optimalen Betriebsparameter für die Sekundäranlage

Dieser grundlegende Punkt ergibt sich, da üblicherweise Heizflächen eine gewisse/maßgebliche Überdimensionierung aufweisen, aufgrund derer die Versorgungstemperaturen gesenkt werden können.

Eine Überdimensionierung des Wärmeabgabesystems kann sich auch durch allenfalls erfolgte thermische Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle ergeben – deswegen ist die Information über derartige Aktivitäten und deren konkreten Inhalt in der Vergangenheit sowie über derartige Absichten in der Zukunft für die Optimierung besonders wichtig.

Hinsichtlich der Optimierung der Betriebsparameter ist auf die verringerten Wärmeverluste des Verteilsystems in Relation zur Entwicklung des Pumpstrombedarfes zu achten. Grundlage dafür ist die Kenntnis des Energie-/Leistungsbedarfes, der installierten Heizflächen sowie der bisherigen Betriebsweise und installierten Anbindungshydraulik.

Die Erhebung der Heizflächen kann sehr rasch mittels Durchgehen der beheizten Räume vor Ort im Rahmen der Kundenpotentialerhebung erfolgen, indem die Heizflächen samt deren Armaturen aufgenommen werden.

Eine entsprechende exemplarische Dokumentation, mit der man in der Folge auch technisch weiterarbeiten kann, stellt sich bspw. wie in Tabelle 4-1 dar.

Raumbezeichnung [-]	Installierter Heizkörper 1 [Typ]	Installierter Heizkörper 2 [Typ]	Ausstattung Heizkörper- Regulierventil	Ausstattung Heizkörper Thermostatven- til	Vorlaufventil voreinstellbar	Rücklauf- verschraubung sperrbar	Rücklauf- verschraubung voreinstellbar
R 8 / Haupteingang	TPA106-1100		J	N	N	N	N
R 9 / Herrenzimmer	REX 59/154	REX 59/154	J	N	N	N	N
R 14 / Essen	REX 59/200		J	N	N	N	N
R 16 / Erkerzimmer	REX 110/105		J	N	N	N	N
R 17 / Wirtschaftsraum	TRIPLEX 59/950		J	N	N	N	N
R 18 / Küche	REX 59/154	REX 59/154	J	N	N	N	N
R 19 / Nebeneingang	REX 110/590		J	N	N	N	N
R 21 / Abstellraum	REX 110/240		J	N	N	N	N
R 23 / Nähzimmer	REX 59/110		J	N	N	N	N
R 25 / Wohn-/Schlafraum 11	REX 59/120	REX 59/120	J	N	N	N	N
R 28 / Halle OG	bei Halle EG		J	N	N	N	N
R 29 / Wohn-/Schlafraum 8	REX 59/150		J	N	N	N	N
R 30 / Wohn-/Schlafraum 10	REX 59/220		J	N	N	N	N

Tabelle 4-1: Exemplarische Erfassung der Heizflächen samt deren Armaturenausstattung

Mit diesen Daten können in der Folge die theoretischen Heizleistungen der Heizflächen bestimmt werden und sodann in Relation zum Heizleistungsbedarf gestellt werden, um in der Folge die notwendige, mittlere Übertemperatur der Heizflächen errechnen zu können, welche wiederum Vor- und Rücklauftemperaturen bedingt.

In der Folge ist noch zu prüfen, ob diese Temperaturen auch für die ordnungsgemäße Beheizung aller versorgten Räume ausreichen – ggf. müssen die Temperaturen aufgrund lokal, d.h. in spezifischen Räumen, nicht so hoher Überdimensionierungen angepasst und dafür die korrespondierenden, übrigen Heizflächen hydraulisch gedrosselt werden.



Bei der Wahl der günstigen Temperaturen ist sohin auf die sich ergebende Optimierungs-Gegenläufigkeit zwischen Temperatur-Variation und resultierendem Massenstrom zu achten.

Eine exemplarische Auswertung für ein Einfamilienhaus mit einem Wärmeleistungsbedarf von 15 kW ist in folgender Abbildung 4-4 zusammengestellt.

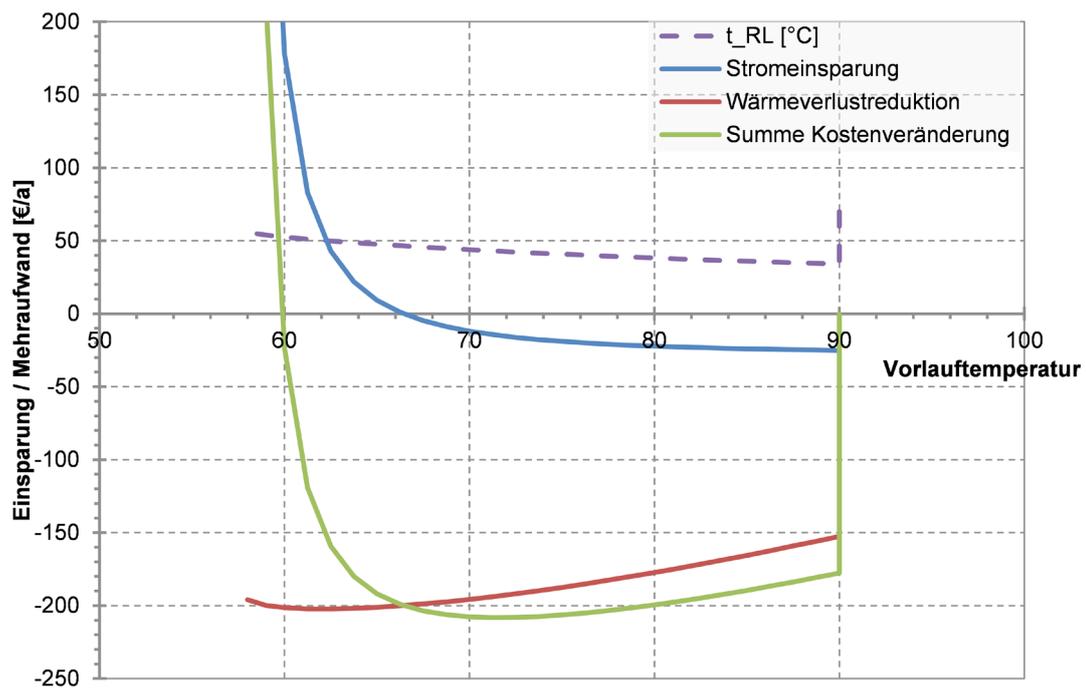


Abbildung 4-4: Gegenüberstellung von möglichen Einsparungen und Mehrkosten einer bestehenden Heizkörper-Heizung gegenüber dem ursprünglichen Betriebszustand im Auslegungsfall von 90/70°C intermittierend aufgrund vorhandener Überdimensionierung der Heizflächen.]

Darin ist ersichtlich, wie sich Veränderungen im Betrieb der Sekundäranlage bei Abweichungen gegenüber dem Taktbetrieb im Auslegungszustand bei 90/70°C auswirken. Die Abbildung zeigt, dass ein Absenken der Vor- und Rücklauftemperaturen aufgrund der Überdimensionierung der Heizflächen, in Relation zum tatsächlichen Bedarf eine Einsparung auf der Seite vermiedener Wärmeverluste, sowie im Bereich des Pumpstromaufwandes bedeutet – diese Einsparung ist bei allzu intensiver Absenkung der Temperaturen, aufgrund der geringer werdenden Spreizung und des damit stark steigenden Pumpstrombedarfes, limitiert und weist ein anlagenspezifisches Optimum an Einsparung auf der Sekundärseite auf – in diesem Fall bei einem Vorlauf/Rücklauf- Temperaturregime von 71 bzw. 43°C im Auslegungsfall (darunter gleitend).

Hat man die entsprechenden Betriebsbedingungen festgelegt, so können dementsprechend die Einstellwerte der Abnehmerventile bzw. der Strangreguliertventile abgeschätzt werden und in der Folge für den Kundendienst als Ersteinstellwerte für die Inbetriebnahme vorgegeben werden.



Somit können sowohl die größtmöglichen Einsparungen auf der Kundenseite realisiert werden, als auch auf der Seite der Fernwärmebetreiber geringstmögliche Leitungsverluste und Potentiale für die Einspeisung anderer erneuerbare Energieträger oder bspw. aus Kondensationsanlagen umgesetzt werden.

3.1.1.7 Weiterer Planungsverlauf

Hinsichtlich des weiteren Planungsverlaufes wird an dieser Stelle auf das übliche Procedere und die bestehenden Empfehlungen [3, 4] verwiesen, wobei insbesondere (und abweichend zum Status Quo) auf folgendes Bedacht zu nehmen ist:

1. Planerische Optimierung der Komponenten und deren Zusammenspiel, sodass eine höchstmögliche Gesamteffizienz im Regelbetrieb erreicht werden kann,
2. Ausreichende Berücksichtigung veränderter Betriebsbedingungen – z.B. Sanierungsfall,
3. Berücksichtigung von Ausbaureserven in der Bereitstellung,
4. Ausreichende Berücksichtigung des Themas Versorgungssicherheit für den gesamten Betrieb der Anlage (Frostschutzhaltung, Ausfallsreserve, Versorgungssicherheit Brennstoffe, Brennstoffbevorratung, Strom-Ausfallsicherheit und entsprechende Backups durch USV und Notstromaggregat, Ersatzteilbevorratung kritischer Bauteile (an Brennstofflogistik, Kessel, Hydraulik, Pumpen, Elektrische Schaltanlagen, Leittechnik, udgl.),
5. Überprüfung der leittechnischen Ausschreibungsspezifikation, welche zumindest die Anlagenausstattung entsprechend Förderungs- und QM-Anforderungen enthalten sollte und ein laufendes Anlagen-Optimierungsmonitoring sowie einen Open Source-Software-Zugang für den Betreiber gestatten sollte,
6. Ausreichende Berücksichtigung des Bereiches effizienter Brennstoffausnutzung – Prüfung der Einbindungsmöglichkeiten von Kondensationsanlagen, Solaranlagen, sonstigen Abwärmeanlagen, udgl.,
7. Definition des Gewerksüberganges, der gewünschten Haftungsvereinbarungen sowie der Nachhaftungen bzw. Prüfungsvereinbarungen vor Gewährleistungsübergang.

3.1.1.8 Errichtung, Bauüberwachung und Qualitätssicherung

Aus den Erfahrungen, welche bei einer Vielzahl von überprüften/optimierten Anlagen gewonnen werden konnten, kann hinsichtlich der Qualitätssicherung während der Errichtungsphase und des Betriebsüberganges bzw. des Regelbetriebes zusammenfassend dringend empfohlen werden, eine fachlich kompetente Bauüberwachung während der Errichtungsphase beizuziehen, damit die Qualität der Gewerklieferungen professionell überwacht und dokumentiert werden kann – dies kann dem Betreiber sehr viel an ansonsten außerhalb der Gewährleistung liegender Reparatur- und Wartungskosten ersparen.



Dabei sollte auch Bedacht darauf genommen werden, dass die ausführende Qualitätsüberwachungsstelle weder in einem wirtschaftlichen noch sonstigen Naheverhältnis zu einem der ausführenden Professionisten steht.

Entsprechend den derzeitigen Vorgaben der Förderung und des Förder-QM-Systems wird dies zwar nicht so konkret gefordert, liefert aber dem Bauherrn/Investor die Gewähr, dass sein Auftrag vollständig im Sinne seiner Vorgaben umgesetzt wird.

Dabei kann dem Qualitätsbeauftragten über das bestehende QM-/Fördersystem hinaus durchaus auch eine größere Rolle in der faktischen Planungs-, Bau- und Qualitätsüberwachung zukommen, welche über die Grenzen des QM-Förderreportings hinausgeht.

Im Bereich der Wärmeverteiltrasse werden die Herstell- und Qualitätssicherungs-Prüfvorschriften der AGFW, [8-10, 18, 19], empfohlen.

3.1.1.9 Betrieb, Betriebsoptimierung und laufende Wartung & Instandsetzung

Das Thema der Betriebsoptimierung und der laufenden Wartung und Instandsetzung soll aufgrund seiner Bedeutung für die dauerhafte Funktionalität und Wirtschaftlichkeit der Anlage an dieser Stelle erwähnt werden – ausführliche Details zu diesem Kapitel finden sich in Kapitel 3.

3.2 Bestandsanalyse und Projektierung von Sanierung und Ausbau von BESTANDSANLAGEN

Grundsätzlich gilt für die Projektierung einer spezifischen Veränderung an einer Bestandsanlage (bspw. Erweiterung Bereitstelleranlage, Netzverdichtungsaktion, spezifischer Netzausbau in einen neu zu erschließenden Ortsteil, udgl.) die gleiche, vorhabensspezifische Vorbereitung wie bei Neuanlagen (s. Kapitel 4.1).

Darüber hinaus ist aufgrund des einzubindenden Bestandsanlagenparkes die Erarbeitung der genauen Bestandscharakteristika (z.B. Leistungscharakteristik, Auslastung, Effizienzen, Betriebsparameter, udgl.) als Ausgangsgröße von essentieller Bedeutung, um ggf. erforderliche Leistungserweiterungen, Modernisierungsanpassungen, udgl., gebührend vor/in der Projektierung des eigentlichen Vorhabens berücksichtigen zu können.

Somit wird in der Folge hinsichtlich der Neuanlagenprojektierung auf die Inhalte des Kapitels 4.1 verwiesen und an dieser Stelle insbesondere auf den Teil der Bestandsanlagencharakterisierung eingegangen.



Die mögliche Detaillierung der von vornherein möglichen Charakterisierung der Bestandsanlage hängt stark von den Aufzeichnungen des Betreibers und der Ausstattung der Anlage ab.

Von Interesse sind:

1. Leistungscharakteristik der Bereitstelleraggregate,
2. Spitzenleistungs-Auslastung und ggf. vorhandene Leistungsreserve der Bereitsteller,
3. Zustand und Effizienz der Bereitstelleranlagen,
4. Zustand, Effizienz und Leistungsreserven der Bereitstellerhydraulik,
5. Zustand, Effizienz und Leistungsreserven der Netzeinspeisung,
6. Zustand und Effizienz der Fernwärmeleitungen (Wärmeverluste, Lecks - Nachspeisebedarf, Zustand Leckwarntechnik, udgl., vergleiche AGFW-Dokumentationsvorschriften [8-10] sowie Zustandsermittlungsstandards [11]),
7. Zustand und Ausstattungsgrad der Wärmeübergabestationen,
8. Zustand der leittechnischen und elektrotechnischen Anlage,
9. Dokumentation der Gesamtanlage,
10. Einhaltungszustand der Genehmigungsaufgaben,
11. Dokumentationsstand der wiederkehrenden Prüfungen,
12. Dokumentationsstand der Wartungs- und Instandhaltungsaufwendungen,
13. Stand der bestehenden Wärmeliefervereinbarungen und deren Bestandteile (juristisch und wirtschaftlich/technisch).

Zur möglichst effektiven Einarbeitung in die Bestandsanlagencharakterisierung wird der Weg „vom Groben ins Feine“ vorgeschlagen – dabei wird schrittweise ein Bild der bestehenden Anlage gezeichnet, welches immer detaillierter wird und somit schrittweise zu den erforderlichen Daten für die weitere Verwendung im eigentlichen Planungsprozess führt.

Als **erster Punkt** wird die **Grobcharakterisierung** der Anlage auf Basis einer Analyse der **technischen Betriebsbilanz** kombiniert mit einer Durchsicht des **Hydraulikschemas** und des **Netzplanes** empfohlen - wie folgt:



Nr.	Daten der Bestandsanlage	Auswertung / Information über
I	Ableitung der grundsätzlichen Parameter der Anlage aus der technischen Betriebsanlagenbilanz (s. auch QM-Betriebsbericht [20])	
	<u>1</u> Betriebsart der Gesamtanlage (Heizsaison- oder Ganzjahresbetrieb)	
	<u>2</u> Summen-Anschlussleistung der Abnehmer	Relation zu Summe Bereitstellerleistung
	<u>3</u> Summen-Wärmeverkauf an die Abnehmer	mittlere Volllaststundenanzahl der Abnehmer
	<u>4</u> Summe eingespeister Wärme in das Netz	Netzverluste
	<u>5</u> Summe Wärmeträgertransportvolumen – spezifische Wassermenge	spezifischer Wärmeträger-Transportvolumenstrom („spezifischer Volumenstrom“), mittlere Netzspreizung
	<u>6</u> Summe bereitgestellter Wärme ab Wärmebereitsteller	In Wechselwirkung mit 4 - Wärmeverluste in Bereitstellerzentrale, Wärmebereitstellungsanteile
	<u>7</u> Energieträgerbedarfe der einzelnen Wärmebereitsteller	Nutzungsgrade der Wärmebereitsteller
	<u>8</u> Emissionssituation der Wärmebereitsteller	Emissionssituation der Wärmebereitsteller
	<u>9</u> Summe elektrischer Bedarf der Anlage (und deren Baugruppen)	spezifischer Strombedarf der Gesamtanlage sowie von Baugruppen
	<u>10</u> Entsorgungsmassen und -klassen	spezifische Entsorgungsmengen, Rückschlüsse auf Brennstoffe und Qualität der Konversion, Hochrechnung auf durchschnittliche Jahreskosten
	<u>11</u> Zustandsanalyse des Wärmeträgermediums	Fouling- und Korrosionsneigung des Wärmeträgers
	<u>12</u> Wirtschaftliche Daten Wärmeverkauf (Grundpreis, Arbeitspreis, udgl.)	Überleitung zur grundsätzlichen wirtschaftlichen Situationseinschätzung der Anlage
	<u>13</u> Personal- und Wartungsaufwand	Überleitung zur grundsätzlichen wirtschaftlichen Situationseinschätzung der Anlage
	<u>14</u> Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, Modernisierungsaufwendungen	Einschätzbarkeit des Generalzustandes der Anlage aufgrund Wartungs- und Instandsetzungsaufwand
	<u>15</u> Charakteristika der Wärmeabnehmer (verkaufte Wärme, Volumenstrom, ...)	Volllaststunden jedes Wärmeabnehmers, ggf. Hinweis auf bevorstehende Leistungspreisadaptionen, spezifischer Wärmeträger-Transportvolumenstrom, durchschnittliche Spreizung am Kunden, Optimierungspotentiale, & -notwendigkeiten



	<u>16</u>	Hydraulikschema Wärmebereitstellung	Anlagenkonfiguration, Baujahre, Verschaltungen
	<u>17</u>	Netzplan	Netzstruktur, Dokumentationsstand, udgl.

Zu diesem **ersten Schritt (I)** ist ergänzend anzumerken, dass teilweise aufgrund unvollständig installierter messtechnischer Anlagen bei älteren Anlagen in diesem Stadium bereits ein Defizit an Datengrundlagen auftreten kann, welches so gut wie möglich durch Aufzeichnungen des Heizwartes, udgl., gefüllt werden sollte, oder eben vorläufig nicht in der festgehaltenen Struktur ausgewertet werden kann.

Ist bspw. für einen Netzausbau die Lastreserve der Kesselanlagen von Bedeutung, so können die notwendigen Daten durch temporäre Installation der entsprechenden Messtechnik im laufenden Betrieb über einen relevanten Zeitbereich gemessen und ausgewertet werden.

In einem **weiteren Schritt (II)** geht es um die **Feststellung des Wartungszustandes** im engeren Sinn sowie des Zustandes der Anlage hinsichtlich Genehmigungs-Auflagenerfüllungspunkte bzw. der wiederkehrenden Prüfungsnotwendigkeiten.

Nr.	Daten der Bestandsanlage	Auswertung / Information über
II	Überprüfung der Genehmigungsaufgaben-Erfüllung, der wiederkehrenden Prüfungsergebnisse, sowie Feststellung des Anlagenwartungszustandes und des Dokumentationsstandes	
<u>1</u>	Überprüfen des baurechtlichen und ggf. gewerberechtlichen Bescheides und deren Auflagen (ggf. weitere Genehmigungsbescheide nach spez. Rechtsmaterien)	Überprüfung des Erfüllungsstandes der Genehmigungsaufgaben
<u>2</u>	Überprüfung der regelmäßigen, wiederkehrenden Prüfungen	z.B. Vollständigkeit des § 82b-GewO-Prüfbuches als Zusammenfassung aller notwendigen Prüfungen (bspw. Brandschutz, TRVB- Prüfungen, Sicherheitsausstattungsprüfung der thermo-hydraulischen Ausstattung, Blitzschutz, Prüfung der elektrotechnischen Anlage, sonstige Sicherheitsprüfungen, wiederkehrende Prüfungen spezifischer Aggregate, Emissionen, udgl., (nicht taxativ)
<u>3</u>	Überprüfung der regelmäßigen Wartung der Komponenten	Zustandsdokumentation der Kernkomponenten (Feuerung, Kessel, Brennstofflager und -logistik, Hydraulik, Leckwarneinrichtung, udgl.)



	4	Dokumentation - Vollständigkeit und Dokumentationsstand	Vollständigkeit der vorhandenen Komponentendokumentationen, Anlagenschemata, Netzplan, Netzrechnung, Leckwarnplan, Wartungslisten, Aktualität der Dokumentationen
	5	Prüfung des Zustandes der Kernkomponenten vor Ort	<p>ggf. (sofern nicht dokumentiert) Überprüfung von Kernkomponenten wie:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wasseraufbereitung, Wasserqualität, 2. Feuerung (Rostbereich, Ausmauerung, Verschleißbereiche Feuerung, Hydraulik), 3. Kessel (Fouling, Verschleiß, Abreinigung, Druckluftaufbereitung, Kesselrohre, Rohrbodenplatte, udgl.), 4. Abgasreinigung (Verschleiß+Zustand Zyklon, E-Filter, Staub-/Ascheausscheidestrecke), 5. Lagerausstattung und Brennstofflogistik (Sicherheit, Verschleiß, Wartungszustand), 6. Hydraulik (Druckhaltung, Netzdruck- und -temperatur-Betriebsregime, ggf. Pufferbewirtschaftung), 7. Überprüfung der elektrischen Schaltanlage, 8. Zustand der Netzanlage, Leckwarnanlage, Leckwarnprüfung, 9. Zustand und Vorhandensein von Sicherungen der leittechnischen Aufzeichnungen bzw. des Leittechnik-Programmes, 10. Zustand und Aktualität der Risikoanalyse, 11. Stichprobenweise Dokumentationsprüfung (Aktualität, Vollständigkeit, udgl.), 12. Teilweise Referenzzustandsinspektion von Übergabestationen, 13. weitere Positionen nach sich ergebendem Bedarf.



Somit sollte mit dem Schritt II festgestellt sein, in welchem Zustand sich die Anlage befindet, **welche Zusatzleistungen für den weiteren Betrieb unbedingt notwendig sind, welche Instandsetzungsmaßnahmen mittelfristig einzuplanen sind und welche Optimierungspotentiale grundsätzlich bestehen werden** – darüber hinaus kann aus diesem Begutachtungszustand heraus auch eine **grobe Einschätzung über die weitere Lebensdauer** für einen gesicherten Betrieb gegeben werden, was für die Ergänzungsplanung insbesondere für die Wirtschaftlichkeit und Budgetierung eine bedeutende Rolle spielt.

Darüber hinaus können spezifische technische Optimierungspotentiale und Optimierungsschritte entsprechend den Angaben in Kapitel 3 ergänzt werden.

Nr.	Daten der Bestandsanlage	Auswertung / Information über
III	Technoökonomische Einschätzung der Ertragskraft der Bestandsanlage	
<u>1</u>	Abnehmerlisten mit Wärmeenergieerlöse und Vertragsstatus	Wärmeerlöse der letzten drei Heizsaisonen, klimaberichtigt,
<u>2</u>	Vertragsanalyse	Wie viele Versionen von Verträgen mit welchen technisch/wirtschaftlich relevanten Vereinbarungen sind vorhanden
<u>3</u>	Brennstoffkosten inklusive Lagerstandsabgrenzung	Brennstoffkosten um Lagerstandsabgrenzung korrigieren; Lieferantanalyse
<u>4</u>	Ausgaben für sonstige Bezugsgrößen (Strom, Öl, etc.)	
<u>5</u>	Ausgaben für Personal	
<u>6</u>	Ausgaben für Wartung und Instandhaltung	
<u>7</u>	Ertragskraft	Durchschnittliche Ertragskraft der Anlage;
<u>8</u>	Stand der Indexierungen in Vergleich zu Indexierungsvereinbarungen	Indexierungs-Rückstand
<u>9</u>	Reserven- und Ertragskraftbewertung in Relation zu den Sowieso- Kosten zur Aufrechterhaltung des Bestands-Betriebes	Ev. Reserven oder zusätzliche Ertragsnotwendigkeiten für Bestandssicherung



Somit sollte bis inklusive Punkt III ein vollständiger technoökonomischer Überblick über den Zustand der Bestandsanlage möglich sein.

Aus dem Zustand der Anlage kann somit abgeleitet werden, **welche technischen Maßnahmen zur Bestandssicherung in welcher Fristigkeit** zu setzen sind, welche **wirtschaftlichen Auswirkungen dies hat** und welche darüber hinaus gehenden Auswirkungen diese Fakten auf das geplante Vorhaben des Ausbaus, der Netzerweiterung - was auch immer - haben.

Darüber hinaus können **wertvolle Aussagen über die Bestandsoptimierung und Ertragskraftsteigerung** gegeben werden.

Zuletzt liefert die Bestandsanalyse sehr genau die **Lastreserven der Wärmebereitstellung**, so welche vorhanden sind, damit die Wärmebereitstellungssituation für den geplanten Ausbau richtig eingeschätzt werden kann.

In diesem Zusammenhang kann es auch erforderlich sein, ev. bestehende Netz-Engpässe durch eine Druckverlustrechnung (sofern bei älteren Netzen vorhanden) durchzuführen und mit entsprechenden Maßnahmen der Optimierung teure Umbauarbeiten (Bspw. Ringschlussleitungen oder Leitungstausch) ggf. unnötig zu machen.

Für die Projektierung des geplanten neuen Teils der Anlage kann somit auf einer technisch und ökonomisch gesicherten Ausgangsbasis agiert werden.

3.3 Integration von Solarthermie-Anlagen

Im Rahmen einer Ergänzung des Leitfadens im Frühjahr 2018 wurde das vorliegende Kapitel integriert, das sich sowohl auf Neuanlagen, als auch auf die Erweiterung von Bestandsanlagen bezieht. Es beschäftigt sich mit Hintergründen, Anforderungen, Wechselwirkungen und **zu berücksichtigenden Erfolgsparemtern** hinsichtlich der **Integration von Solarthermieanlagen in Fernwärmeanlagen**.

3.3.1 Motivation und inhaltlicher Fokus

Vor dem Hintergrund der Anstrengungen zur Effizienzsteigerung und Einsparung an Ressourceneinsatz sind Solarthermieanlagen (wie auch andere, bspw. Abwärmequellen) grundsätzlich zu berücksichtigende Energiequellen. Diese können als erneuerbare Energieträger auch bei Fernwärmeanlagen einen substantiellen Beitrag zu diesen Zielen leisten.

In diesem Zusammenhang kann im Vergleich zu üblichen Heizwerkskonfigurationen mit Biomassekessel und Spitzenlast-/Ausfallsreserveeinheit mit Blick auf die Solarthermie festgestellt werden, dass Solarthermieanlagen vergleichsweise ohne laufende, reine Brennstoffkosten arbeiten und abseits von Kapitalkosten, Wartungs- und Instandhaltungskosten lediglich die Pumpstrom- und Regelungsaufwendungen zu tragen sind.

Nachdem der gesamte Leitfaden auf kleinere und mittlere Wärmenetze mit dem hauptsächlichen Zwecke der Energiebereitstellung zur Raumwärme- und Warmwasserbedarfsdeckung fokussiert (wenngleich die diskutierten Optimierungsschritte sinngemäß auch für größere, bzw. spezifische Fernwärmelösungen gelten), soll auch das vorliegende Kapitel der Integration von Solarthermieanlagen in diesem Sinne (eingeschränkt) betrachtet werden. Daher wird im Rahmen dieses Leitfadens



nicht auf Speziallösungen wie Ganzjahres-Solarthermiebereitstellung, Solarsysteme mit hohem solaren Deckungsgrad³ wie bspw. Solarthermie-Wärmepump-Systeme, udgl., eingegangen.

Die auf den Bedarf angepasste Planung und Errichtung, sowie das laufende Monitoring des Betriebes und die darauf aufbauende Optimierung (wie sie in den Vorkapiteln beschrieben wurden), sind die **essentielle Grundlage für die generelle Effizienz/Ineffizienz einer Fernwärmanlage – mit oder ohne Solarthermieanlage**. Darüber hinaus werden Effizienzsteigerungsmaßnahmen in der überwiegenden Anzahl auch die **Voraussetzung für eine sinnvolle Ergänzung**, bspw. durch **Solarthermie**, sein.

Daher wird in diesem Kapitel aufbauend auf den in den Vorkapiteln diskutierten Optimierungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen, insbesondere auf die Anforderungen und Wechselwirkungen von Solarthermieanlagen in Kombination mit Fernwärmanlagen eingegangen. Dazu werden Lösungsansätze und -voraussetzungen für deren erfolgreiche Integration diskutiert.

3.3.2 Grundsätzliche Aspekte der Integration von Solarthermieanlagen in Fernwärmesysteme

Mit Blick auf den Fernwärmebedarf und dessen mehrheitlich auftretenden Lastgang bzw. Hintergrund ist festzustellen, dass die überwiegende Anzahl der Fernwärmesysteme **hauptsächlich für Raumheizungs- und Warmwasserbereitungszwecke** errichtet und betrieben werden. Demzufolge besteht die Hauptnachfrage nach Wärme im Winter bzw. in der Übergangszeit. Im Sommer wird (abgesehen von allfälligem Prozesswärme- oder sonstigem Energiebedarf) lediglich der Wärmebedarf für Warmwasserbereitung sowie die für die Aufrechterhaltung des Betriebes notwendige Energie (Wärmeverluste) nachgefragt.

Der zur Wärmebereitstellung notwendige Energiebedarf wird in der überwiegenden Mehrheit der Fernwärmanlagen mittels Brennstoffen bereitgestellt, die speicher- bzw. lagerbar sind und in entsprechenden Konversionsanlagen in Nutzwärme umgewandelt werden. Sohin kann geschlussfolgert werden, dass der **Ausgleich zwischen den schwankenden Lastabnahmen** im Wesentlichen **durch die Lagerfähigkeit der Brennstoffe kombiniert mit der Leistungsvariabilität der Bereitstellernanlagen erfolgt**. Kurzfristige Leistungsschwankungen zwischen Bereitsteller und Lastnachfrage werden im Allgemeinen durch Pufferspeicher abgedeckt.

Betrachtet man dazu **solarthermische Anlagen**, so weisen diese zwei **Energiebereitstellungseigenschaften** auf: Einerseits der tägliche Leistungsanfall bei vorhandener Strahlung, also zur Tageszeit, mit einem Maximum bei konstanter Wetterlage in der Mittags-/Frühnachmittagszeit und andererseits einer langfristigen, jährlichen Ertragsspitze eher in den Sommer- bis Übergangsmonaten (siehe u.a. Abbildung 3-5). Daher besteht das Erfordernis der Abnahme der variablen Last und deren Speicherung, damit die zeitliche Diskrepanz zwischen unterschiedlichem Wärmebedarf und Wärmeangebot der Solarthermieanlage in Summe in Einklang gebracht werden kann.

In diesem Zusammenhang ist angesichts des unbedingten Abnahmegebotes für die bereitgestellte Kollektorstärke zu beachten, dass die Solarwärme aufgrund dessen als Grundlastwärme eingeordnet wird, was im Beispiel von Abbildung 3-5 bzw. Abbildung 3-6 ohne weitere planerische Berücksichtigung

³ Als solarer Deckungsgrad wird der Anteil der Solarenergiebereitstellung an der gesamten Energiebereitstellung für ein Energiebereitstellungssystem bezeichnet.



eine einschränkende Wirkung hinsichtlich bspw. der Möglichkeit der Einordnung einer Grundlast-KWK-Anlage hätte.

In diesem Zusammenhang soll aus energieplanerischer Sicht erwähnt werden, dass im Hinblick auf ein Gesamtenergieaufbringungssystem idealerweise auch ein Strombereitstellungsanteil berücksichtigt werden sollte, der in Fernwärmeanlagen üblicherweise als KWK- oder BHKW-Anlagen (zeitunabhängige Bereitstellung) sowie als PV- oder sonstige, anfallscharakteristische Strombereitstellungsanlagen realisiert werden kann. Aufgrund der spezifisch höheren Investitions- sowie niedrigeren Brennstoffkosten von KWK- und BHKW-Anlagen werden diese Anlagen üblicherweise als Grundlastanlagen eingeordnet. Das heißt, dass diese Anlagen im Sinne einer hohen Auslastung mit einer möglichst langen Einsatzdauer betrieben werden sollten – aus diesem Grund wurde im vorigen Absatz auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung dieses Faktums im Rahmen der Planung hingewiesen.

Hinsichtlich der grundsätzlichen Dimensionierung/Einordnung von Solarthermieanlagen wird unterschieden in:

- **Anlagen mit niedrigem bzw. mittlerem solaren Deckungsgrad**
- **Anlagen mit höherem bzw. hohem solaren Deckungsgrad**

In den folgenden Beschreibungen und Abbildungen werden diese beiden Varianten für einen bestimmten Lastgang des Fernwärmebedarfes exemplarisch dargestellt und gemeinsam mit der komplementär erforderlichen Wärmebereitstellung weiterer erforderlicher Bereitstellereinrichtungen beispielhaft diskutiert. Anhand dessen soll erörtert werden, in welcher Weise die grundsätzliche Einordnung/Dimensionierung der Solarthermieanlage erfolgen kann und welche Effekte damit einhergehen bzw. welche Begleitmaßnahmen dies erfordert.

1. **Anlagen mit niedrigem bzw. mittlerem solaren Deckungsgrad** zielen auf die Deckung einer Grundlast (bspw. Wärmebedarf für Warmwasser und Netzverluste) ab und weisen daher im Allgemeinen überschaubare Anlagengrößen in Bezug auf Kollektorfläche, Speichervolumen etc. auf. Üblicherweise wird in diesem Bereich nochmals unterschieden in folgende Anlagen:

Anlagen zur **Deckung von Teilen der Fernwärmeverluste und zur Deckung des Warmwasser-/Dauerlastbandes**. Aus Sicht der Bilanzierung ergibt sich je nach Anlagengestaltung im Detail eine Verringerung des Brennstoffeinsatzes hinsichtlich der Wärmeverlust- oder Dauerlastabdeckung. Darüber hinaus können **Solaranlagen zur Volledeckung der Fernwärmeverluste und des Warmwasser-/Dauerleistungsbandes** ausgelegt werden, wodurch sie im Sommer in der Lage sind, die **Versorgung bei der Sommer-Dauerlast, vollständig aufrecht zu erhalten**. Damit werden die problematischen Teillasterfordernisse der sonstigen Wärmebereitsteller und deren Begleiterscheinungen beachtlich verringert.

Darüber hinaus kann zur Hebung der Anzahl der (Sommer-)Monate mit vollsolarer Deckung auch die Solarfläche und das Energiespeichervolumen entsprechend gesteigert werden. Dabei ist durch Wahl entsprechender Speicher darauf zu achten, dass die Solarthermieanlagen nicht in Stagnation (Kollektorkreisabschaltung aufgrund keiner Abnahme und bspw. voller Speicher) fallen.

Zu beachten ist immer, dass die Solarthermie nicht wie ein konventioneller Bereitsteller betrachtet werden kann, da die Leistungswerte je nach Sonneneinstrahlung bzw. Bewölkungs- /Verschattungsgrad schwanken. Dadurch sind in jedem Fall Speicher zur Überbrückung strahlungsarmer Perioden bzw. zur Einbeziehung der sonstigen Bereitsteller sinnvoll und erforderlich.



In Abbildung 3-5 ist jener Fall auf Monatsbasis dargestellt, in dem die Solaranlage so dimensioniert ist, dass sie in den Sommermonaten den Netzbedarf vollständig abdecken kann (samt Kurzzeitpufferung für bspw. bis zu ein paar Tagen).

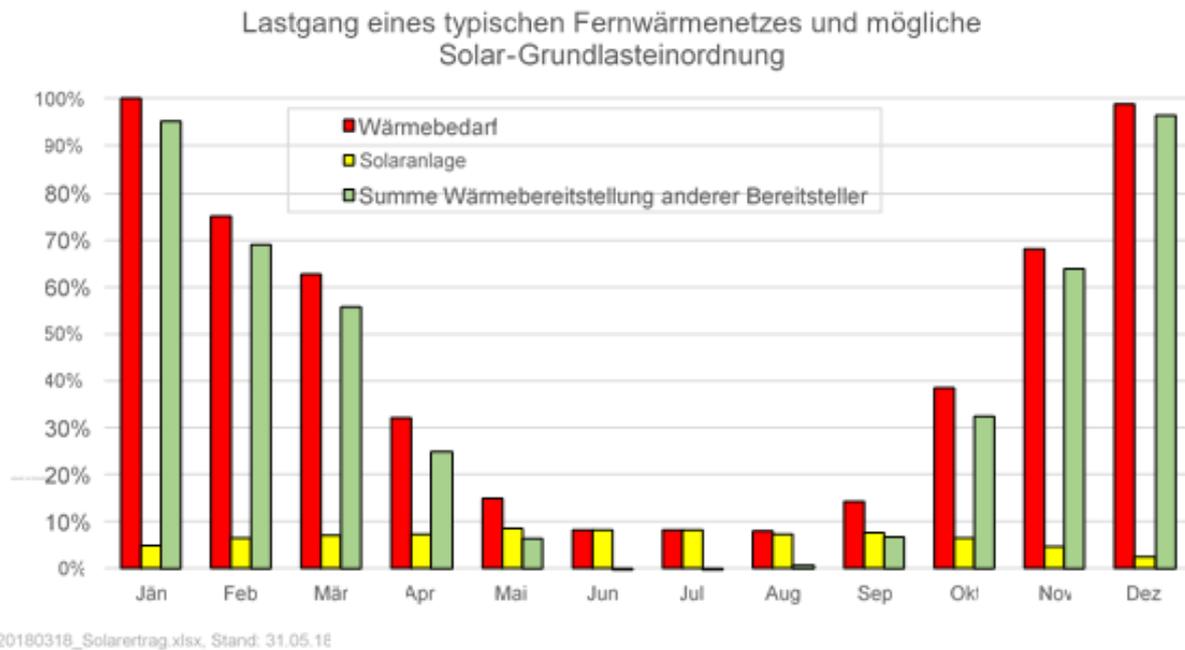


Abbildung 3-5: Charakteristischer Lastgang (Darstellung auf Monatsbasis) des Wärmebedarfes und des Solarertrages für eine Sommerbedarfs-Solarthermieeinordnung (Quelle: Simulationsergebnisse aus Polysun)

2. **Anlagen mit höherem bzw. hohem solaren Deckungsgrad:** In diesem Fall wird der Wärmespeicher auf eine längere Versorgungszeit dimensioniert und ist damit im Stande, die zeitliche Diskrepanz zwischen Energieangebot und Nachfrage länger-/langfristig zu decken. Dabei ist das Teillastverhalten der anderen Bereitsteller zu berücksichtigen (erforderliche Mindestteillast für einen effizienten und emissionsarmen Betrieb, automatische Zündung und dergleichen).

In der Regel läuft dies auf Speicher mit höherer Kapazität bzw. höherem Volumen hinaus, unter Umständen, bei weiterer Steigerung des gewünschten Solarthermieanteils, bis hin zu „Saisonspeichern“ mit hohem Volumen im Rahmen von „BIG-Solar-Konzepten“ (bspw. [17-20]; unter Saisonspeichern werden große Speicher verstanden, die eine volle oder nahezu volle Deckung des Energiebedarfes während einer Saison erlauben). Dies geht einher mit großen Speichervolumina, je nach technischer Ausgestaltung mit Nachheiz-Möglichkeiten vor der Netzeinspeisung (bspw. zur Spitzenlastabdeckung), Einbindung von Wärmeschiebesystemen⁴ zur Effizienzsteigerung, sowie mit großen spezifischen Solarflächen.

In Abbildung 3-6 ist der Fall einer großzügiger als lediglich für den Sommerbedarf eingeordneten Solaranlage abgebildet. Dadurch wird sichtbar, dass in den Sommermonaten in einen Pufferspeicher größerer Kapazität eingespeichert werden kann, um dies in der darauffolgenden Übergangszeit derart zu nützen, dass bspw. die Kesselanlage nicht in Betrieb gesetzt werden muss. Daher ist im Fall von Abbildung 3-6 der Betrieb der sonstigen Bereitstellerguppe (bspw. Kessel) von Mai bis September nicht mehr erforderlich.

⁴ Wärmeschiebesysteme ... bspw. Wärmepumpensysteme, Sorptionssysteme



Daraus ist wiederum erkennbar, dass die Dimensionierung der Solarthermieanlage immer auch in Beziehung zur Pufferspeicher- und sonstigen Bereitstellerkonstellation zu sehen ist. Bezüglich der Darstellung auf Monatsbasis wird darauf hingewiesen, dass Tagesschwankungen und ein allfälliger Tagesschwankungs-Pufferbedarf in dieser Auflösung aus Übersichtsgründen nicht dargestellt sind, aber in der Praxis berücksichtigt werden müssen.

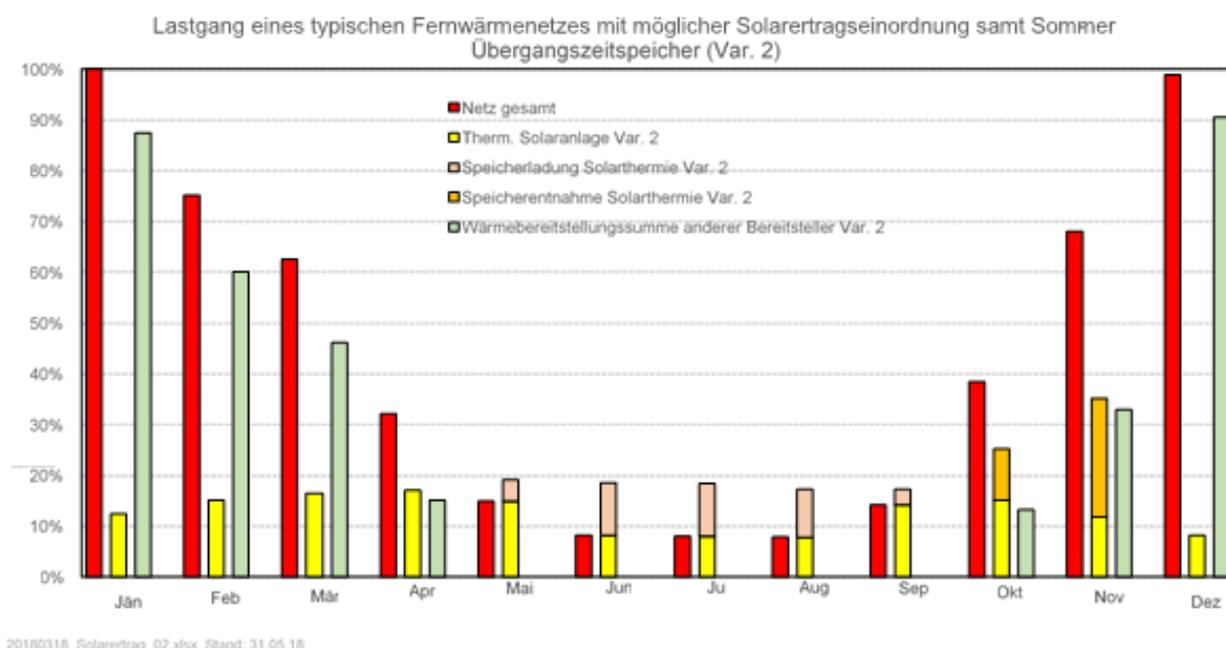


Abbildung 3-6: Charakteristischer Lastgang (Darstellung auf Monatsbasis) des Wärmebedarfes und des Solarertrages für eine Solarthermieeinordnung, die den Sommer- und teilweise Übergangszeitbedarf übernimmt
(Quelle: Simulationsergebnisse aus Polysun)

Darüber hinaus ist neben der Last- und Ertragscharakteristik auch die Effizienz der Solarthermieanlage, d.h. die spezifische Ertragskraft aufgrund der Betriebsparameter der Fernwärme, zu beachten. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang die **notwendige Vorlauftemperatur** und die **bereitgestellte Rücklauftemperatur des Fernwärmesystems** relevant.

Ohne weitere technische Maßnahmen und in der Einbindung zwischen Rücklauf und Vorlauf definieren diese beiden Temperaturen die **mittlere Kollektortemperatur**⁵ und damit gemeinsam mit der Bauart des Kollektors und dessen Einsatzbedingungen (Einstrahlung, Temperatur, Wind, etc.) dessen **Kollektoreffizienz**.

In Abbildung 3-7 sind exemplarisch einige charakteristische Effizienzkennlinien unterschiedlicher, relevanter Kollektorsysteme über der mittleren Kollektorübertemperatur⁶ aufgetragen. Daraus wird ersichtlich, dass bei höheren Übertemperaturen die Gestaltung der Kollektorabdeckung effizienzbestimmend ist.

⁵ Die mittlere Kollektortemperatur ist als Mittelwert zwischen Kollektorvor- und Rücklauftemperatur definiert.

⁶ Die mittlere Kollektorübertemperatur bezeichnet die Differenz zwischen mittlerer Kollektortemperatur und mittlerer Umgebungstemperatur.

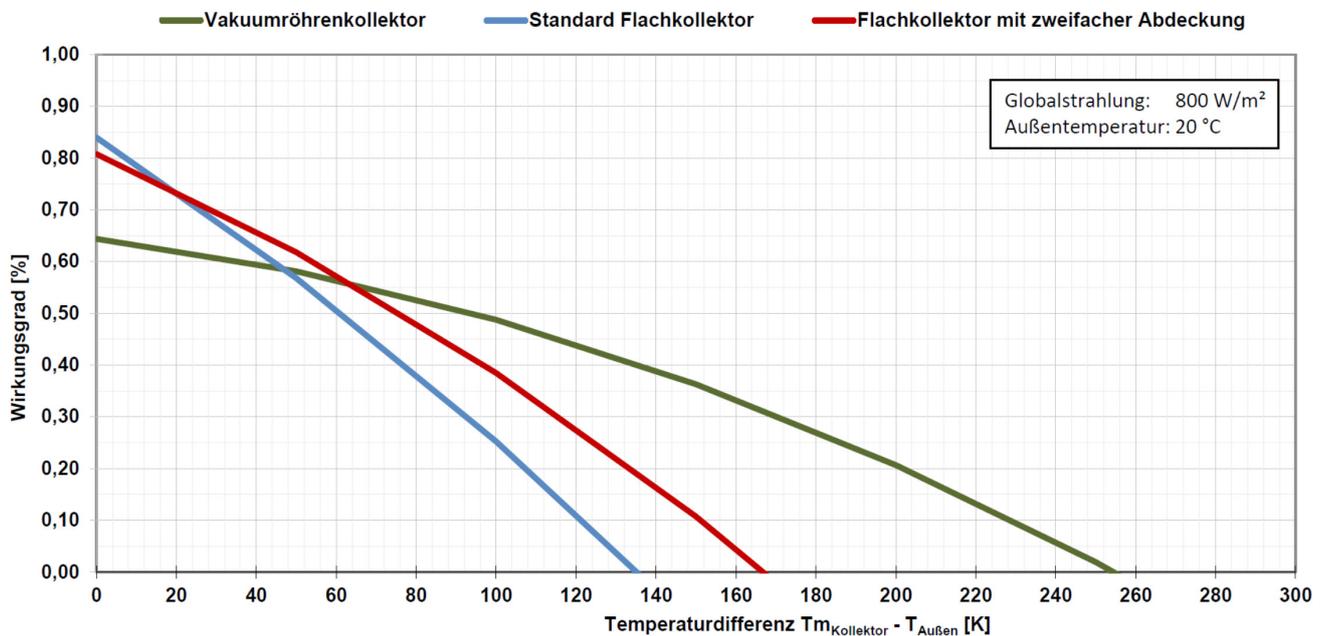


Abbildung 3-7: Ausgewählte, exemplarische Kollektoreffizienzen in Abhängigkeit zur mittleren Kollektorübertemperatur, [21]

Mithilfe der hydraulischen Einbindungsvariante kann auch Einfluss auf den beabsichtigten Zweck bzw. die Effizienz der Solarenergiebereitstellung genommen werden. Dabei ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob die Solarthermieanlagen zentral (d.h. in einer der Wärmebereitstellerzentralen) oder dezentral (d.h. bei Kundenanlagen) eingebunden werden. Darüber hinaus sind hinsichtlich der hydraulischen Einbindung grundsätzlich unterschiedliche VL/RL-Einbindevarianten, unabhängig von zentraler oder dezentraler Einspeisung, entsprechend Abbildung 3-8, zu unterscheiden.

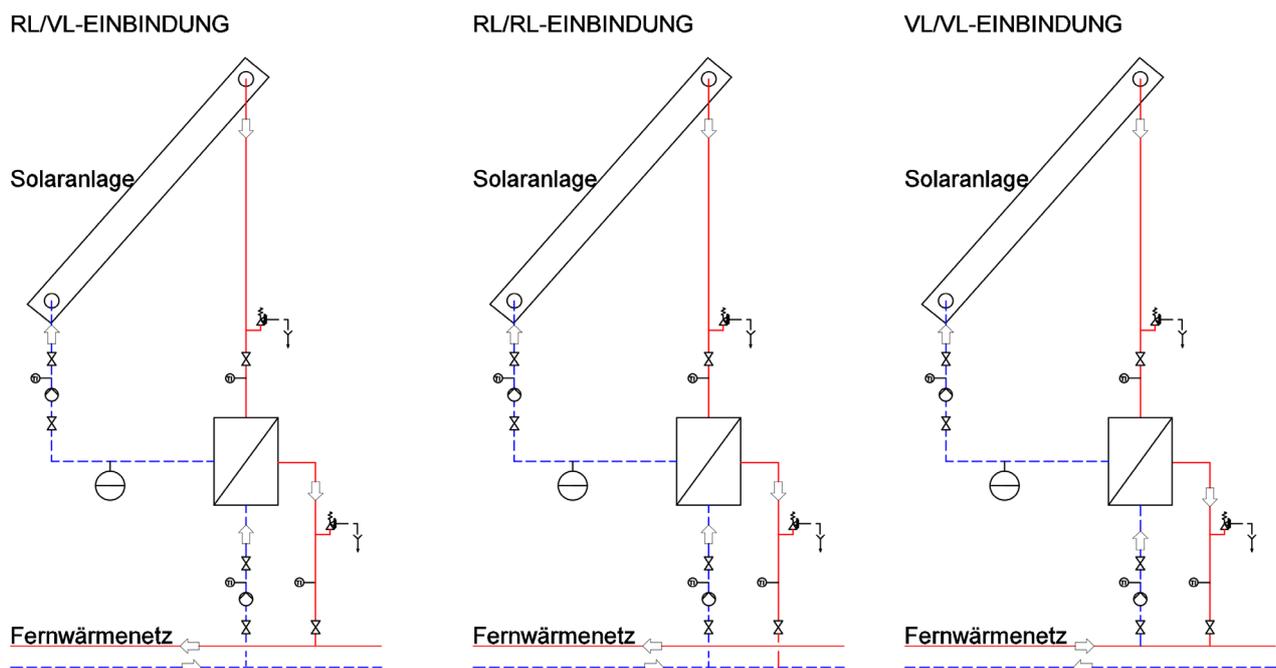


Abbildung 3-8: Grundsätzliche Möglichkeiten der hydraulischen Einbindung (vereinfacht) von Solarthermieanlagen in Fernwärmenetze mit geregelten Speisepumpen



In Abbildung 3-8 ist skizziert, dass ausgehend von der Rücklauf- (RL) / Vorlauf (VL) - Einbindung eine Möglichkeit darin besteht, eine RL/RL-Einbindung zu realisieren und damit die mittlere Kollektortemperatur zu senken, gleichzeitig die Kollektoreffizienz zu erhöhen. Zu beachten ist in diesem Fall, dass dies für Fernwärmenetze mit einer Anhebung der RL-Temperatur einhergeht, was in überwiegenden Fällen bei dezentraler Einspeisung nicht angestrebt wird. In den allermeisten Fällen wird gegenteilig eine RL-Temperaturabsenkung zur Senkung der Wärmeverluste, Senkung des Pumpstromaufwandes und zur Erhöhung bspw. des Kondensationsanlagen-Bereitstellungspotentiales angestrebt.

Ferner kann noch theoretisch noch eine VL/VL-Schaltung umgesetzt werden, was im Hinblick auf die Erhöhung der Solar-Effizienz und deren Ertrages weniger von Vorteil sein wird.

Daher verbleibt in der Praxis für die überwiegende Mehrheit des von diesem Leitfaden adressierten Anlagenbereiches die **RL/VL-Schaltung als sinnvolle Variante** und gegebenenfalls die VL/VL-Schaltung zur Nachheizung von weit entfernten Netzästen mit aufgrund der Wärmeverluste des Netzes bereits abgesunkener Vorlauftemperatur.

In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass es in Zukunft auch weitaus attraktiver sein kann, RL/VL bzw. RL/RL-Schaltungen zu realisieren, sofern Projekte in Richtung „kalter oder mittlerer Fernwärmenetze“ samt deren Abnehmerstrukturen umgesetzt werden können.

Darüber hinaus wird an dieser Stelle noch darauf hingewiesen, dass man mit abweichenden thermo-hydraulischen **Einbindungsvarianten**, sowie mit Hilfe von **additiven Wärmeschiebetechologien** in der Lage ist, die mittlere Kollektur(über-)temperatur zu senken und dadurch eine Effizienzsteigerung im Gesamtsystem gegenüber der rein elektrischen Nachheizung zu erzielen.

Unter Wärmeschiebesystemen werden Wärme-Pump-Technologien (Kompressions- oder Sorptions-systeme) verstanden, die bspw. das Rücklauf- oder tiefere Pufferspeichertemperaturniveau als Wärmequelle für einen Wärmepumpenprozess nutzen. Dabei wird das RL-Temperaturniveau gesenkt, wodurch die Kollektoreffizienz steigt und unter Zufuhr von bspw. Strom (Verdichterarbeit) das obere Puffertemperaturniveau auf ein höheres Temperaturniveau gebracht. Auf dieser Basis kann die Grundlage für die Anhebung der Kollektoreffizienz und somit die gesteigerte Einbindung von erneuerbarer, solarer Wärme bereitgestellt werden. In diesem Zusammenhang ist darauf zu achten, dass der dazu erforderliche, zusätzliche Ressourcenbedarf (z.B. Strombedarf) dieses Systems den positiven Effekt bei der Kollektoreffizienz mit Blick auf die Kennzahlen (bspw. CO₂-Emissionen, Primärenergiefaktor, udgl.) in Summe nicht negativ (bspw. aufgrund der Art der Strom-Bereitstellung) verändert. Auf die unterschiedlichen thermohydraulischen und sonstigen Einbindemöglichkeiten wird im Folgekapitel eingegangen.

3.3.3 Wechselwirkungen zwischen den Hauptkomponenten von Solarthermieranlagen und Fernwärmeanlagen und deren Auswirkungen und Erfolgsparameter

Im folgenden Kapitel werden die zuvor bereits teilweise genannten Parameter von Fernwärme- und Solaranlagen und deren Wechselwirkungen strukturiert analysiert. Aus Gründen des Überblicks liegt der Fokus hierbei auf den Hauptparametern, für Detailfragen wird auf die Fachliteratur verwiesen.

1. Solarthermieranlage bestehend aus:
 - a. Kollektoranlage,
 - b. Speicheranlage,
 - c. Einbindehydraulik,
 - d. Wirtschaftliche Aspekte,



- e. Betriebsrahmen und rechtliche Aspekte.
2. Fernwärmanlage
- a. Wärmenutzenseite (Kunden),
 - b. Wärmeverteilung,
 - c. Speicheranlage,
 - d. Energiebereitstelleranlage,
 - e. Wirtschaftliche Aspekte,
 - f. Betriebsrahmen und rechtliche Aspekte.

Ad 1a - Solarthermieanlage – Kollektoranlage

Kollektortyp

Wie bereits in Abbildung 3-7 erwähnt, existieren **unterschiedliche Bauarten von Absorbern und Kollektoren** (insbesondere hinsichtlich deren Kollektorabdeckung), welche hinsichtlich der zu erwartenden, mittleren Kollektor-Übertemperaturen **günstige Betriebs-Effizienzfelder** ausweisen. In der Regel wird für konventionelle Fernwärmenetze mit Standard-Betriebsparametern ein **hochselektiver Absorber mit ein- oder zweifacher Abdeckung** die zu bevorzugende Variante sein.

Platzmöglichkeiten und Kollektoranordnung (Ausrichtung, Neigung, Verschattung)

Der erreichbare Ertrag eines Kollektorfeldes wird neben dem Kollektortyp im Wesentlichen durch folgende Parameter bestimmt: Das **möglichst nahe zur Einspeisestelle liegende Platzangebot**, die **möglichst günstige Kollektoranbindung**, die **Ausrichtung der Absorberflächen**, deren **Neigung** und die Berücksichtigung einer gegebenenfalls örtlich **vorhandenen Verschattungsproblematik**.

Detailliertere Aussagen zu Ertragsparametern liefern entsprechende Solar-Simulationsprogramme wie beispielsweise Polysun oder T-Sol.

Eine prinzipielle Übersicht hinsichtlich der Zusammenhänge liefert Abbildung 3-9.

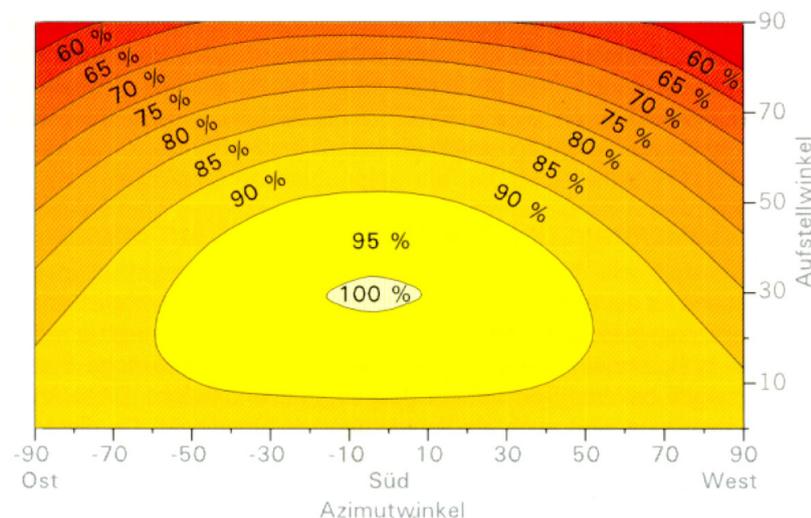


Abbildung 3-9: Relation der jährlichen Globalstrahlungssumme zum Maximum bei verschiedenen Aufstell- und Azimutwinkeln [22]



Montage-/Befestigungsaufwand und Standsicherheit

Hinsichtlich der Investitionskosten ist der Montage- und Befestigungsaufwand zu beachten. Bei der Befestigung ist grundsätzlich darauf zu achten, dass Eigen-, Wind- und Schneelasten sicher abgetragen werden können.

Bei der Montage einer Solarthermieanlage auf einem Dach ist zu beachten, dass die auftretenden Lasten von der bestehenden Dach- und Bauwerkskonstruktion sicher abgetragen werden können. Im Zweifelsfall ist vor der Errichtung eine statische Berechnung vorzunehmen.

Rohrführungsmöglichkeiten und Wärmedämmung zur Anbindung an Fernwärme

Hinsichtlich der Investitionskosten sind Anbindelängen und Aufwendungen der Rohrführung zu berücksichtigen.

Ertrags- und Aufwandsdaten

Die zuvor genannten Parameter hinsichtlich des Kollektortyps und der Situierungsmöglichkeit ergeben gemeinsam mit den Fernwärmerahmenbedingungen (bspw. Rücklauf-, Vorlauftemperatur, Last) die technische Ertragscharakteristik der geplanten Anlage.

Aus technisch/wirtschaftlicher Sicht wird empfohlen, vor der Umsetzung einer derartigen Anlage eine Software-Simulation des Anlageverhaltens durchzuführen. Diese liefert die zu erwartenden Ertragsdaten, die in weiterer Folge im Hinblick auf die wesentlichen Einflussparameter mit Hilfe einer Sensitivitätsanalyse untersucht und optimiert werden können.

Ad 1b - Solarthermieanlage – Speicheranlage

Speicheranlage

Eine Speicheranlage ist in der überwiegenden Anzahl der Standard-Solaranlageeinbindungen notwendig, um die zeitliche Abweichung zwischen dem Energieangebot durch die Solaranlage und der Energienachfrage durch das Fernwärmesystem auszugleichen.

In den meisten Fällen kann die Speicheranlage bei zentralen Solaranlagen hydraulisch so eingebunden werden, dass der Speicher, welcher der Solaranlage zugeordnet ist, auch durch die anderen Wärmebereitsteller genutzt wird und somit ein Doppelnutzen realisiert werden kann.

Innerhalb des Anlagenfokus dieses Leitfadens wird davon ausgegangen, dass primär Lösungen abseits von Groß/Langzeit-Speicher eingesetzt werden, wodurch somit üblicherweise von der Anwendung von druckbehafteten, wärmegeämmten Stahlblechtanks ausgegangen wird.

Für größere Deckungsraten sind höhere Speichervolumina und damit auch andere Speicherbauarten [23-26] sinnvoll.

Hinsichtlich der Speichereinbindung in den Solarkreis gibt es je nach Anlagengröße unterschiedliche Anbindevarianten, z.B. über Umschalt-Beschickungsventile entlang der Höhe des Speichers oder Schichtladeeinheiten, und dergleichen. Der Hintergrund ist dabei die möglichst gering zu haltende Durchmischung im Speicher beim Laden/Entladen bzw. die möglichst temperaturäquivalente Einschichtung, d.h. möglichst genau auf Höhenlage der Ladetemperatur. Zu beachten ist die hydraulische Anbindung des Speichers hinsichtlich Fehlzirkulationen (Thermosiphonierung).



Kollektorfläche und Speicherinhalt sowie Fernwärmebedarfscharakteristik

Die üblichen Grob-Dimensionierungs-Richtwerte von haustechnischen Solaranlagen zur Warmwasser-Bereitung und gegebenenfalls Heizungsunterstützung werden den Anforderungen der Fernwärmedeckung nicht mehr ausreichend gerecht. Deswegen wird auf deren Nennung verzichtet, da im Rahmen einer sorgfältigen Planungsvorbereitung anhand von Bedarfscharakteristiken des Fernwärme-Netzbetriebes jedenfalls Simulationsrechnungen anzustellen sind. Je nach Speicher-Verfügbarkeitsdauer (Zeit, die der Speicher die durchschnittliche Last bereitstellen kann) steigen dabei die Volumina je installierter Kollektorfläche.

Für Fernwärmesysteme im Fokus dieses Leitfadens ist die Sommerlastdeckung zur vollständigen Außerbetriebnahme der sonstigen Wärmebereitsteller von bedeutendem Interesse. Deswegen wurde für diesen Fall ein Beispiel berechnet und wird dieses in Abbildung 3-10 dargestellt. Darin wird der erreichbare solare Deckungsgrad einer exemplarischen Anlage mit deren hinterlegtem Lastprofil über dem spezifischen Speichervolumen für die Monate Juni bis August in RL/VL-Schaltung (ohne weitere hydraulische Maßnahmen oder sonstige Wärmeschiebesysteme) dargestellt. Darin ist zu erkennen, dass mit steigendem spezifischem Puffervolumen der solare Deckungsgrad gesteigert werden kann. Darüber hinaus werden noch größere spezifische Volumen realistisch nicht mehr ohne zusätzliche Wärmepump-Systeme realisiert, um bspw. auch in weiteren Monaten darüber hinaus einen hohen Deckungsgrad und eine hohe Kollektoreffizienz erreichen zu können (Vgl. Variante 2 von zuvor).

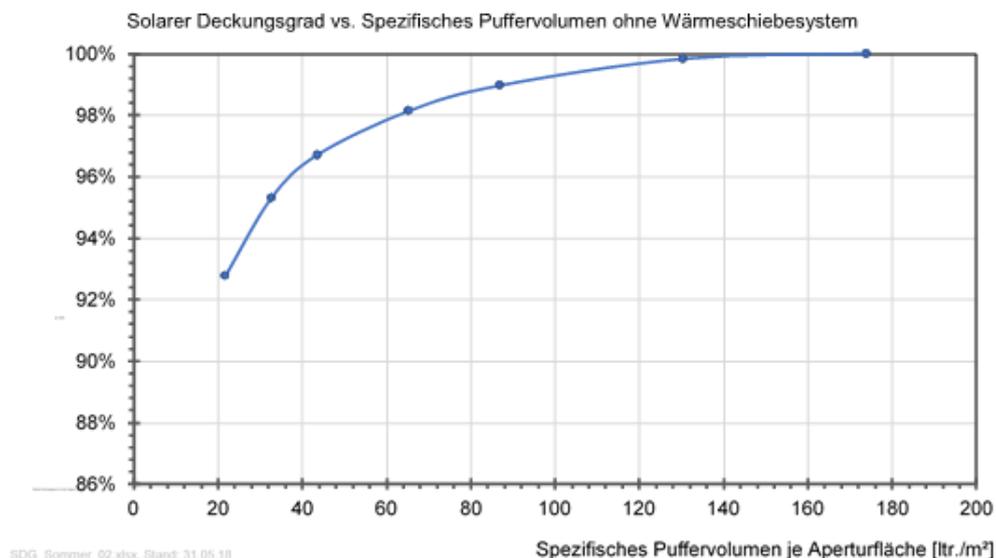


Abbildung 3 10: exemplarischer solarer Deckungsgrad in den Sommermonaten Juni bis August über spezifischem Speichervolumen [ltr./m²] ohne weitere technische Ergänzungsmaßnahmen (Sonder-hydraulik, Wärmeschiebesystem, udgl.)

Ad 1c – Solarthermieanlage - Einbindehydraulik

Hinsichtlich der Einbindehydraulik ist grundsätzlich zu unterscheiden in

- die Anbindehydraulik der Kollektoranlage auf den Speicher, sowie
- der Speicheranlage an das Wärmeabgabesystem (-verteilsystem).



Bezüglich der Anbindehydraulik der Kollektoren an die Speicher wird üblicherweise ein drehzahl-geregelter Pumpen-Solekreis geführt, welcher ggf. bei verschiedenen Kollektorfeldern auch entsprechend aufgeteilt sein kann.

Die Wärme wird sodann über einen Wärmeübertrager (üblicherweise Platten-Wärmetauscher) an den Warmwasserkreis der Speicheranlage übergeben, wobei hinsichtlich der tatsächlichen Einbindung in den Pufferspeicher verschiedene Detailsysteme verwendet werden können (Schicht-ladeeinheiten, externe höhenmäßige Umschalt-Beschickungsventile, udgl.).

Bei der Anbindung des Speichers i.e.S. sind Fehlzirkulationen durch Thermosiphonierung der Anschlussleitungen zu unterbinden.

Hinsichtlich der Anbindung des Speichers an das Wärmeverteilsystem des Fernwärmesystems gelten die grundsätzlichen Einbindemöglichkeiten, die in Abbildung 3-8 bereits vorgestellt wurden.

Zu beachten ist dabei die Druckstufe des Verteilnetzes samt örtlich vorhandener Druckbedingun-gen im Betriebs- sowie Auslegungszustand.

Ad 1d - Solarthermieanlage - Wirtschaftliche Aspekte

Mit der Einbindung der Solarthermieanlage werden betriebswirtschaftliche Verbesserungen im Gesamtbetrieb, also mit dem Fernwärme- und Solarteil, erwartet.

Die öffentliche Hand unterstützt dies in der Regel mittels Investitionsförderungen. Dadurch werden die schlussendlich zu tragenden Investitionskosten für den Betreiber reduziert. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang für den Betreiber, dass bis zur Förderauszahlung die gesamten Investiti-onskosten zu finanzieren sind.

Die Betriebswirtschaftlichkeitsrechnung kann bspw. als Amortisationsrechnung nach VDI 2067, [27] oder nach ÖN M7140, [28] durchgeführt werden und ist aufgrund der Kopplung der Solaran-lage mit dem Fernwärmebetrieb aus technoökonomischer Sicht in drei Schritten durchzuführen – diese sind:

1. Wirtschaftlichkeitsrechnung ohne Solaranlage – Errechnung der Wärmegestehungskosten im Jahres- sowie in den Durchschnittsmonatsbetrieben,
2. Wirtschaftlichkeitsrechnung der Solaranlage – Errechnung der Wärmegestehungskosten – Vergleich mit 1,
3. Wirtschaftlichkeitsrechnung der Gesamtanlage (Fernwärme plus Solaranlage) - die Wärmege-stehungskosten müssen sinken.

In den Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind die Kapitalkosten der Investitionen, die Betriebs- und verbrauchsgebundenen sowie sonstige Kosten zu berücksichtigen.

Ad 1e - Solarthermieanlage - Betriebsrahmen und rechtliche Aspekte

Insgesamt ist zu beachten, inwieweit der Sommerbetrieb einer Fernwärmeanlage in den Kundenverträgen rechtlich verbindlich vereinbart ist und sich dadurch eine seriöse planerische Lastbedarfsbasis für die Integration einer Solarthermieanlage und deren wirtschaftliche Nutzungsdauer gesichert darstellen lässt.

Im Detail ist auf die Netzbedingungen am Einspeisepunkt (VL/RL-Druck und Temperatur) zu achten. Insbesondere sollte im Sinne der planerischen Sorgfalt das Optimierungspotential hinsichtlich erforderlicher Vorlauftemperaturen bzw. erreichbarer Rücklauftemperaturen durch optimierbare Kundenanlagen nicht außer Acht gelassen werden.



Ferner ist bei der Nutzung von Fremdgrundstücken, etwa für die Kollektoraufstellung oder Trassenführung, die entsprechend rechtliche Sicherung der Verfügbarkeit der Grundstücke – im Idealfall grundbücherlich eingetragen - zu berücksichtigen.

Ad 2a – Fernwärmeanlage – Wärmenutzenseite (Kunden)

Nachdem hinsichtlich der Effizienz und des technischen wie wirtschaftlichen Erfolges die Planungsqualität bei Fernwärmeanlagen wie bei allen anderen Energiesystemen eine essentielle Rolle spielt, ist die bedarfsorientierte Planung die Grundlage für eine technisch/wirtschaftlich erfolgreiche Solaranlagenintegration.

Hinsichtlich der Solaranlage sollte vor allem auf die Sommer- und Übergangszeit-Lastcharakteristik geachtet werden.

Aus technischer Sicht sollten hier die **Globalbetriebsparameter für den typischen Sommermonat** mit lediglich Warmwasserbereitung sowie für einen Fall in einer **typischen Übergangszeit mit fallweisem, zusätzlich geringem Raumheizungsbedarf** analysiert werden und die Speicher- sowie Bereitstellerkonfiguration hinsichtlich Teillastfähigkeit, udgl., berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang wird auf die Kennzahlen und Optimierungsanleitung in Kapitel 2.1 verwiesen.

Darüber hinaus sollte zur möglichst effizienten Nutzung der Solarthermieanlage das Optimierungsfeld der Kundenanlagen technisch geprüft werden. In diesem Zusammenhang wird auf Optimierungsförderungen hingewiesen, wodurch Anlagen aufgrund von zusätzlich umgesetzten Maßnahmen effizienter im Fernwärmebetrieb selbst, sowie ertragsreicher für die Solaranlage betrieben werden können (siehe Auflistung auf Seite 25).

In diesem Zusammenhang soll auf die umsetzbaren Möglichkeiten innerhalb der definierten technischen Anschlussbedingungen des Fernwärmebetreibers verwiesen werden.

Ferner sollten auch auf Optimierungspotentiale im Wärmeverteilnetz (u.a. Rücklaufsenkung) sowie in der Wärmebereitstellung beachtet werden. Eine herausragende Relevanz hat hinsichtlich der Solaranlagenintegration die Prüfung des Pufferspeicher- bzw. des Wärmebereitstellerverhaltens aufgrund der Solaranlagenintegration.

Ad 2b – Fernwärmeanlage - Wärmeverteilung

Hinsichtlich des Wärmeverteilnetzes sollte geprüft werden, ob bspw. Kurzschlüsse, welche die Rücklauftemperatur zusätzlich erhöhen, auf thermostatisierte Kurzschlüsse umzubauen sind.

Darüber hinaus ist auf die Regelbarkeit der notwendigen Vorlauftemperatur durch die entsprechende Einspeisestation hinzuweisen.

Ad 2c – Fernwärmeanlage - Speicheranlage

Die Pufferspeicheranlage bildet die technische Brücke zwischen dem zeitlich variierenden Wärmebedarf und Einschränkungen hinsichtlich der Variabilität der Wärmebereitsteller bzw. Leistungsschwankungen der Solarkollektoren aufgrund unterschiedlicher Einstrahlung. Daher ist die Speicheranlage ein Kernbaustein, dessen Dimensionierung sich massiv auf den technischen und wirtschaftlichen Erfolg der Gesamtanlage auswirkt.

Mithilfe einer **Anlagensimulation** lässt sich leicht eine Optimierungsanalyse hinsichtlich der bestmöglichen **Pufferdimensionierung** anstellen. Zu beachten ist aus technischer Sicht, dass in diesem Zuge auch das **Teillast- und Taktverhalten der sonstigen Wärmebereitsteller** berücksichtigt wird, welche ohne weitere Maßnahmen durch die Solaranlage zusätzlich in die Teillast bzw. in den Taktbetrieb gezwungen werden würden.



Ad 2d – Fernwärmeanlage - Biomasse- und andere Wärmebereinsteller-Anlage

Im Zusammenhang mit der Speicheranlage ist das sich verändernde Teillastverhalten bzw. Taktverhalten der Kessel- oder KWK-Anlage zu optimieren. Insbesondere sollte aus technischer Sicht auf die **Grenzen der zulässigen Teillast von bspw. Feuerungen oder KWK-Anlagen geachtet** werden. Darüber hinaus ist auch das resultierende Takten auf ein Minimum zu begrenzen, da Takten immer Effizienz- und Lebensdauerverlust (aufgrund Materialbeanspruchung beim Lastwechsel) bedeutet. Die damit weiters verbundenen Auskühlverluste bedeuten eine Effizienzeinbuße und erfordern bspw. gegebenenfalls die Nachrüstung einer automatischen Zündung für den automatischen Betrieb.

Ad 2e – Fernwärmeanlage - Wirtschaftliche Aspekte

Hinsichtlich der wirtschaftlichen Aspekte wird grundsätzlich auf den gleichnamigen Abschnitt 1d im Solarbereich verwiesen.

Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass in der Wirtschaftlichkeitsrechnung bspw. für die Kesselanlagen die Abschreibung weiter anzusetzen ist. Im Sonderfall (vermehrte Teillast, Takten) ist dieser Block erhöht anzusetzen und sollte auch der Wartungs- und Instandsetzungsblock nicht unterschätzt werden. Bei üblichen Sommerbetriebseinordnungen der Solarthermieanlage kann hinsichtlich der Wartungs- und Instandsetzungskosten der anderen Bereitstellereanlage davon ausgegangen werden, dass deren Kosten jene ohne Solarthermieanlagenintegration kaum überschreiten.

Ad 2f – Fernwärmeanlage - Betriebsrahmen und rechtliche Aspekte

Aus fernwärmetechnischer Sicht ist im Hinblick auf die Versorgungsverantwortung des Betreibers darauf zu achten, dass die sonstigen Wärmebereinsteller auch für eine Ausfallsreserve im Falle von zu überbrückenden Solarausfällen, die mit dem Pufferspeicher nicht mehr überbrückt werden können, zur Verfügung stehen.

Darüber hinaus ergeben sich lediglich aufgrund des gestiegenen Anlagen-Investitionsaufwandes erhöhte Anforderungen zur Sicherung der langfristigen Kundenbedarfsentwicklung. Diese kann unter anderem mittels intensivierter Kundeninformation und -kontakte positiv hinsichtlich einer dauerhaften Kundenbindung beeinflusst werden. In diesem Zusammenhang wird hinsichtlich Finanzierung und Kundenbindung auf Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten hingewiesen.

Bei einer entsprechend längerfristigen Investition sollte aus Sicht des Autors die Kundenbindung auch formell durch neue Kundenverträge abgesichert werden, sofern diese bereits außerhalb der vereinbarten Bindungszeit sind. In diesem Zuge sollte jedenfalls die Heranführung der technischen Anschlussbedingungen auf den möglichen/erforderlichen Stand geprüft werden.

Darüberhinausgehende Informationen zu Solaranlagen-/Fernwärmeintegration

Darüber hinaus finden sich in den Publikationen des BMVIT sowie in einschlägigen Journalen entsprechende Fachinformationen zu Planung, Regelungseinstellungen, Betrieb und Optimierung derartiger Anlagen. Besonders hilfreich können folgende Quellen sein: [29-40]



3.3.4 Zusammenfassung der Erfolgsparameter hinsichtlich der Integration von Solarthermieanlagen in Fernwärmenetze

Nachfolgend werden die wichtigsten Punkte hinsichtlich der Integration von Solarthermieanlagen in Kurzform zusammengefasst:

Erfolgsparameter

- Positive Wirtschaftlichkeitsprognose auf Basis des Planungskonzeptes für den Gesamtbetrieb der Fernwärme- und Solaranlage sowie Verbesserung der Wirtschaftlichkeitsprognose für den Gesamtbetrieb inkl. Solaranlage gegenüber dem Fernwärmebetrieb exkl. Solaranlage,
- Langfristig abgesicherte Kundenabsätze (Vertragsbindung),
- Optimierte Kundenanlagen und dadurch optimierte Betriebsparameter der Anlage (niedrige Vorlauf- und Rücklauf-temperatur),
- Vollständige, optimierte Detailplanung der Anlagenintegration,
- Günstig ausgerichtete Flächen (Azimut, Neigung, geringe Verschattung),
- Angepasste, günstige Relation Kollektorflächen/Puffergröße,
- Gegebenenfalls Anpassungen bei den Bereitstellern, die als Ausfalls-/Nachheizreserven mit automatischer Zündung im richtigen Leistungssegment integriert sein müssen,
- Korrekte Einbindungshydraulik,
- Berücksichtigung bestehender Brennstoffliefervereinbarungen,
- Ggf. Berücksichtigung von notwendigen Betriebsrahmenbedingungen durch KWK- oder sonstigen Strombereitstellungsanlagen,
- ...

Notwendige konzeptionelle/planerische (Vor-)Prüfungen

- Durchführung von Grundlagenarbeiten der bedarfsorientierten Planung (siehe Grundlagenteil Kapitel 2 und 3, Grundlagenerhebung der Kundenanlagen-Betriebsparameter, deren Optimierungspotentiale, Umsetzung der Optimierung),
- Simulationsrechnungen zu unterschiedlichen Deckungsvarianten der Solaranlage samt Zubehör und deren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeitsrechnung,
- Gegebenenfalls Förderunterstützung aus technischer Sicht,
- Insbesondere planerische Berücksichtigung:
 - » der optimalen Kollektorfläche und -situierung,
 - » der optimalen Pufferspeichergöße,
 - » der hydraulisch korrekten Pufferspeicheranbindung,
 - » des resultierenden Teillast- und Taktverhaltens der sonstigen Bereitsteller.
- Sensitivitätsanalysen und Anlagensimulationen hinsichtlich der Auswirkungen bei Veränderung verschiedener Parameter mit dem Ziel der Gesamtanlagenoptimierung,
- Berücksichtigung des Adaptionsbedarfes bei der Konstellation von Hydraulik, Puffer und Bereitsteller,



- Untersuchung der wirtschaftlichen Veränderungen,
- Berücksichtigung der vertraglichen Angelegenheiten (Kundenbindung, Lieferantenkontingente, Technische Anschlussbedingungen).

3.3.5 Systemmöglichkeiten und Realisierungsbeispiele

Nachfolgend werden drei exemplarische Realisierungsprojekte vorgestellt [29-40] um die mögliche Realisierungs-Bandbreiten die Unterschiedlichkeit des beabsichtigten, individuellen Nutzens zu illustrieren.

Folgende Projekte werden dargestellt (Quelle BMVIT-Monitoringberichte, AEE-Intec), und hinsichtlich deren Fernwärme- sowie solarspezifischer Parameter in Tabelle 3-2 zusammengefasst:

1. Nahwärme Eibiswald,
2. Nahwärme Großklein,
3. Fernheizwerk II Graz.

		Nahwärme Eibiswald	Nahwärme Großklein	Fernheizwerk Graz Puchstraße (II)
Fernwärmenetz		Kommunales Nahwärmenetz	Kommunales Nahwärmenetz	Städtisches Fernwärmenetz (Energie Graz)
Vertragliche Anschlussleistung	[kW]	4.000	n.b.	n.b.
abgegebene Wärmemenge (ca.)	[MWh]	7.600	2.000	1.050.000
Temperaturen VL/RL Winter	[°C]	85/45	70/45	bis 120/60
Temperaturen VL/RL Sommer	[°C]	75/50	60/50	75/60
Netzlänge	[trm.]	11.000	2.500	n.b.
spez. Wärmebelegung	[kWh/trm/a]	691	800	
Wärmebereitstellung				
<i>Kollektorfeld</i>		einfach und doppelt verglaste Flachkollektoren	einfach verglaste Flachkollektoren	einfach und doppelt verglaste Flachkollektoren
Bruttokollektorfläche	[m ²]	2.445	485	2.500
Ausrichtung	[°]	-30° (Südwest)	15° (Südost)	0° (Süd)
Neigung	[°]	30° (1200m ²), 25° (1245m ²)	30° (350m ²), 40° (85m ²), 80° (50m ²)	30°
Solarertrag	[MWh/a]	966	186	1.128
solare Deckung	-	11,9%	7,8%	100,0%
spez. Solarertrag (Bruttokollektorfläche)	[kWh/m ² /a]	395	384	451
Installierte Leistung sonstiger Wärmebereitsteller	[kW]	3.000	1.000	n. g.
(Puffer-)Speichervolumen	m ³	174	55	Direkteinspeiser
spezifisches Speichervolumen	[tr./m ²]	71	113	-

Tabelle 3-2: Gegenüberstellung der wesentlichen Fernwärme- und Solaranlagenparameter für die Anlagen Eibiswald, Großklein und Fernheizwerk Graz-Puchstraße

3.3.5.1 Nahwärme Eibiswald

Die Nahwärme Eibiswald betreibt seit 1994 ein Biomasse-Heizwerk zur Wärmeversorgung. Zur Optimierung des Sommerbetriebes wurde 1997 einer Solarthermieanlage mit einer Kollektorfläche von rund 1.250 m² und einem 105 m³ Pufferspeicher implementiert. Diese erste Aufbaustufe wurde auf 90% solare Deckung des Netzes in den Monaten Juli und August ausgelegt.

Aufgrund der Fernwärmenetzerweiterung wurde die Solarthermieanlage neuerlich erweitert und weist derzeit eine Kollektorfläche von 2.445 m² und insgesamt 174 m³ Pufferspeicher auf. In Abbildung 3-11 ist im rechten Bildteil ersichtlich, dass die Kollektoren auf dem Dach des in diesem Zuge neu errichteten Hackgutlagerraums installiert wurden.



In Abbildung 3-12 ist das Hydraulikschema der Anlage Nahwärme Eibiswald dargestellt. Daraus geht hervor, dass beide Kollektorfelder über getrennte Solarprimärkreisläufe verfügen. Je nach Temperaturniveau besteht im Sekundärkreislauf mittels Umschaltventil die Möglichkeit, den Pufferspeicher in drei unterschiedlichen Höhen zu beschicken.



Abbildung 3-11: Ansicht der beiden Kollektorfelder als Panoramafoto (links: 1.250 m² Altbestand; rechts: 1.200 m² Neubau) der Anlage „Nahwärme Eibiswald“, Bildquelle: AEE INTEC

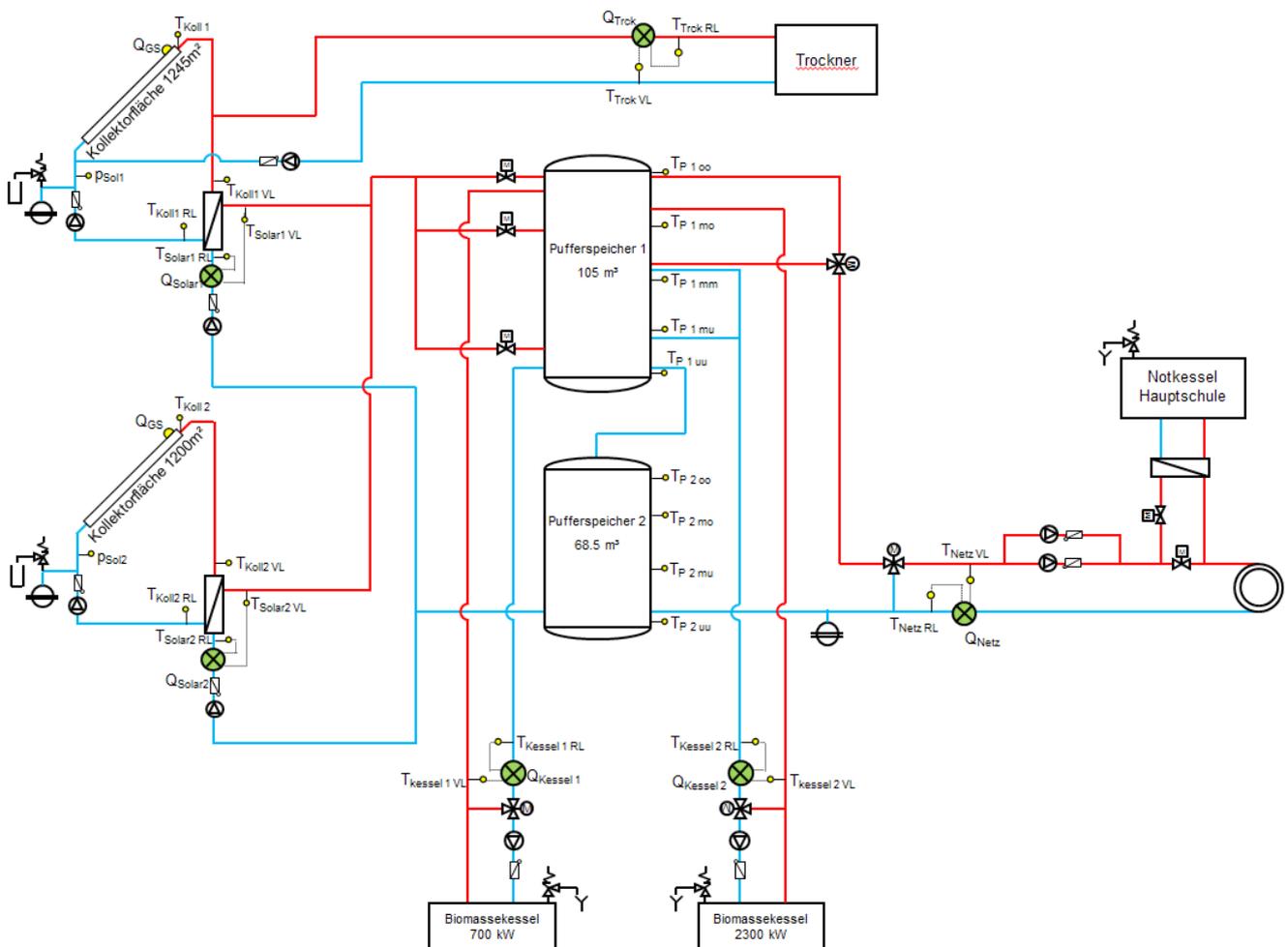


Abbildung 3-12: Prinzip-Hydraulikschema der Anlage „Nahwärme Eibiswald“, (Quelle: AEE INTEC)



3.3.5.2 Nahwärme Großklein

Die Nahwärme Großklein versorgt seit 2009 rund 40 Abnehmer aus Großklein und Umgebung mit Wärme. Im Zuge der Erweiterungen des Nahwärmenetzes wurde 2012 eine Solarthermieanlage mit einer Kollektorfläche von rund 350 m² am Dach des Heizwerkes montiert (siehe Abbildung 3-13). Bei einem Anschlusskunden wurden zwei weitere Solarkollektorfelder (85 m² am Dach und 50 m² Flachkollektor als Fassadenintegration) installiert und in das Nahwärmenetz integriert (siehe Abbildung 3-14). Somit stehen rund 485 m² Bruttokollektorfläche zur Verfügung.



Abbildung 3-13: Ansicht des 350 m² großen Kollektorfeldes am Dach des Heizhauses bzw. Hackgutlagerraumes der Anlage „Nahwärme Großklein“, Bildquelle AEE INTEC



Abbildung 3-14:: Ansicht des 50 m² großen Kollektorfeldes an der Fassade eines Anschlusskunden (links) sowie Ausschnitt des 85 m² großen Kollektorfeldes am Dach des Kunden (rechts), Bildquelle: AEE INTEC



In Abbildung 3-15 ist das Prinzipschema der Heizzentrale und des einspeisenden Kunden zusammengefasst dargestellt.

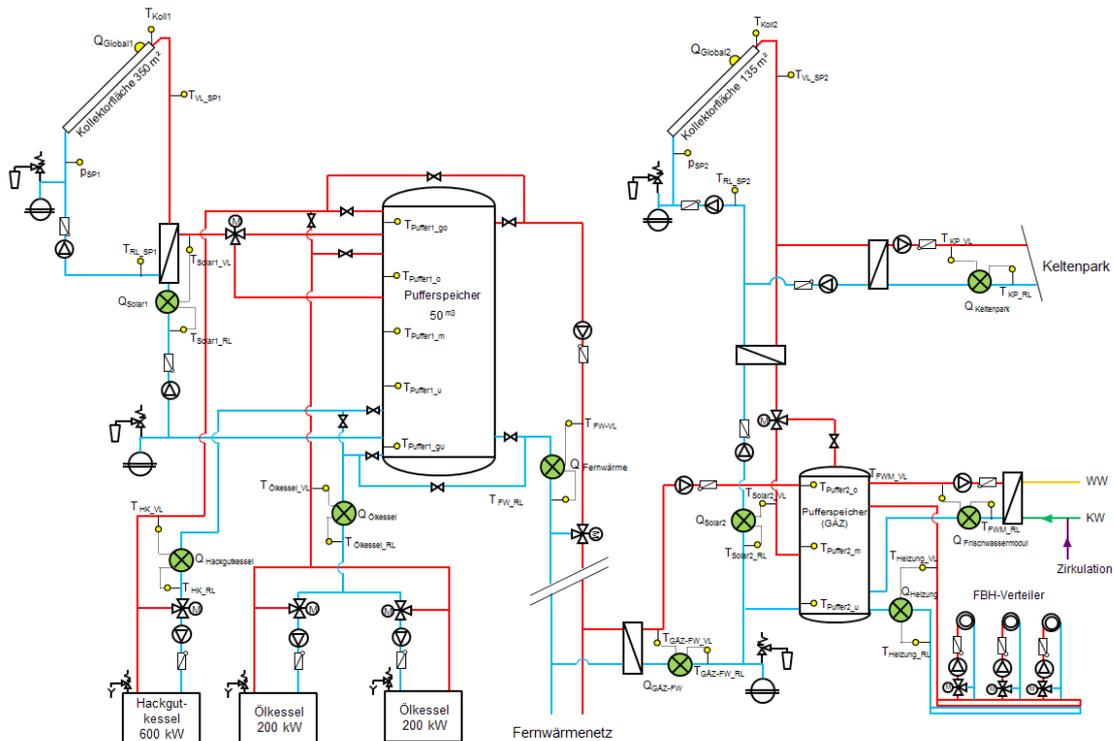


Abbildung 3-15: Prinzip-Hydraulikschema der Anlage „Nahwärme Großklein“, Bildquelle: AEE INTEC

3.3.5.3 Fernheizwerk II Graz-Puchstraße

2007 wurde auf den Dächern der AEVG (Abfallentsorgungs- und Verwertungs GmbH) eine solarthermische Anlage mit einer Kollektorfläche von rund 5.000 m² errichtet. Diese Anlage wurde 2014 um ein weiteres Kollektorfeld mit einer Bruttokollektorfläche von rund 2.278 m² erweitert. Das neue Kollektorfeld wurde nördlich der bestehenden Anlage direkt auf dem Gelände des angrenzenden Fernheizwerks installiert (siehe Abbildung 3-16). Die bereitgestellte solarthermische Energie der gesamten Anlage wird zur Zentrale transportiert, über einen Plattenwärmeübertrager in das Heizwerk der Steirischen Gas- Wärme GmbH und danach in das Fernwärmenetz von Graz eingespeist und ist in RL-RL-Schaltung integriert.



Abbildung 3-16: Ansicht im Zuge der Errichtung des Kollektorfeldes (linkes Abbildung, Bildquelle: SOLID) und Ansicht des fertig errichteten Kollektorfeldes auf dem Gelände des Fernheizwerk Graz (rechte Abbildung, Bildquelle: „Kleine Zeitung“)



4 Sorgfalts- und Dokumentationspflicht im Planungs- und Bauüberwachungsprozess

Nachdem es sich bei den **Nah- und Fernwärmeanlagen um langfristige Infrastrukturprojekte handelt, die dauerhaft mit der angenommenen Effizienz und den angesetzten Kosten/Erträgen wirtschaftlich betrieben werden müssen** und darüber hinaus die technische Konzeption auf einigermäßen umfangreiche, gegenseitige Wechselwirkungen Rücksicht zu nehmen hat, wird für die **Planer- und Bauüberwacherleistungen empfohlen, fachlich kompetente, wirtschaftlich von den ausführenden Unternehmungen unabhängigen PlanerInnen zu beauftragen**, deren **Auftrag genau definiert wird**, deren **Leistungen mit entsprechenden Haftungen besichert** sind und denen **die Annahme von Provisionen oder sonstigen Vergünstigungen nicht gestattet ist** (z.B. Ingenieurkonsulenten mit deren Standesrecht [21]), da in der Planungsphase bekannter Weise die Gesamtfunktionalität, die Effizienz, die Investitions- und Betriebskosten, udgl., für derartig langfristige Investitionsprojekte festgelegt werden.

Entsprechend den Förderbedingungen können Planungs- und Bauüberwachungsleistungen auch abgerechnet werden und wird in der Entwicklung der Förderbedingungen der Trend deutlich in Richtung erhöhter Planerhaftung gehen, um der hohen Verantwortung und Auswirkung Rechnung zu tragen.

Hinsichtlich der **Regeln der Technik**, welche für den **gewöhnlich bedungenen Planerauftrag** als grundsätzlich vereinbart gelten, sofern nichts spezifisches vereinbart wird, stellt der rechtliche Rahmen, sowie der Stand der Normung den entsprechenden Rahmen des Dienstleistungsauftrages dar.

Für einen **technisch sorgfältigen Planungsprozess** ergibt sich der in den zuvor detailliert beschriebenen Kapiteln definierte Aufwand auch entsprechend dem Normenwerk, welches die Grundlagen für die **Regeln der Technik** definiert (vgl. bspw. zum Themenbereich Sekundäranlagenerfassung: **ÖNORM H 6010-1**, [22], Punkt 4.4.2 „Leistungs-, Durchfluss- und Temperaturangaben in Projektierungsunterlagen“ oder **ÖNORM EN 12828**, [6] – z.B. 4.3.2.2: „Der Volumenstrom des Heizmediums und die Voreinstellung der Errichtungen für den hydraulischen Abgleich müssen sowohl entsprechend den notwendigen Wassermengen des Wärmeerzeugungs- als auch des Wärmeabgabe-Systems und sämtlicher verbundener Systeme berechnet und dokumentiert werden, wenn es nach der Leistungsbeschreibung erforderlich ist.“ - Darüber hinaus gelten sinngemäß natürlich auch andere Punkte dieser Norm; schlussendlich regelt die **ÖNORM EN 12170**, [23], u.a. die gesamte Dokumentationspflicht des Planers; Liste nur exemplarische Aufzählung – nicht taxativ).

Somit ist es grundsätzlich ausreichend, im Dienstleistungs-/Planungsauftrag eine Planer- und Bauüberwachungsleistung entsprechend den gesetzlichen Rahmenbedingungen, den fördertechischen Vorschriften und den Regeln der Technik, sowie die wirtschaftliche Unabhängigkeit von den Gewerkslieferanten, keine Provisionsannahme, odgl., und eine entsprechende (Nach-)Haftungsvereinbarung zu definieren und diese Vereinbarungen schrittweise zu prüfen.



5 Literatur

- [1] Kommunalkredit Public Consulting, aktuelle Förderbedingungen, http://www.umweltfoerderung.at/kpc/de/home/umweltfoerderung/fr_betriebe/energieversorgung/nahwarmeversorgung/, 2014, lfd.
- [2] Steiermark, L., Aktuelle Förderungen <http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/beitrag/12117789/113383975/>, lfd.
- [3] Arbeitsgemeinschaft QM-Holzheizwerke, Planungshandbuch QM Holzheizwerke, ISBN 3-937441-94-8, 2004.
- [4] Arbeitsgemeinschaft QM-Holzheizwerke, Q-Leitfaden, ISBN 3-937441-91-3, 2004.
- [5] Österreichisches Normungsinstitut, ÖNORM H 5195-1, „Wärmeträger für haustechnische Anlagen - Teil 1: Verhütung von Schäden durch Korrosion und Steinbildung in geschlossenen Warmwasser-Heizungsanlagen“, 20101201.
- [6] Österreichisches Normungsinstitut, ÖNORM EN 12828, „Heizungsanlagen in Gebäuden - Planung von Warmwasser-Heizungsanlagen“, 20030901.
- [7] Lettner Friedrich, Vorlagen für moderne Wärmeliefervereinbarungen, bestehend aus Wärmeliefervertrag, Allgemeine Geschäftsbedingungen und Technische Anschlussbedingungen, 2008, lfd.
- [8] AGFW, FW401 Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze - Teil 17: Qualitätssicherung, A, 200712.
- [9] AGFW, FW401 Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze - Teil 18: Dokumentation, A, 200712.
- [10] AGFW, FW402 Netzdokumentation - Fernwärmeleitungen und bauliche Anlagen, A, 2 Entwurf, 201312.
- [11] AGFW, FW 435 Teil 1-7 Verfahren zur Zustandsermittlung von Fernwärmeleitungen und zur Feststellung/Einmessung von Abweichungen (Leckortung), M, siehe Angaben bei den einzelnen Teilen 200411.
- [12] Landesenergieverein Steiermark, Biomasse-Wärmenetze in der Steiermark, Stand März 2008.
- [13] Lettner Friedrich, Synergio-Konzept – ZT Lettner, Neue Energien 2020, KlimaEnergie Fonds, 2008, Konzepterstellungs-Begleituntersuchungen im Rahmen einer Diplomarbeit - Ramerstorfer: „Rechenmodell für Energiesysteme“, DA am Institut für Wärmetechnik (Betreuer Lettner), TU Graz, 2008.
- [14] QM-Heizwerke, Vorträge im Rahmen der Weiterbildungsveranstaltungen, s. www.qm-heizwerke.at, 2014.
- [15] Haneder, F., Biomasse-Heizungserhebung der Landwirtschaftskammer Niederösterreich, 2012.
- [16] Österreichischer Bundesfeuerwehrverband, pr TRVB H 118 - Technische Richtlinien für den vorbeugenden Brandschutz - Automatische Holzfeuerungsanlagen, 2003.
- [17] Lettner Friedrich, DHOS® - District Heating und Optimization Software-Tool - Software zur Optimierung von Nah- und Fernwärmenetzen in Neuanlagenprojektierung sowie Bestandsanlagenverdichtung und -ausbau, sowie Tool zur Vorevaluierung von Fernwärmeverangeboten, ZT für Energie- und Umwelttechnik, 2008.



- [18] AGFW, FW401 Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze - Teil 14: Bau und Montage; Muffenmontage, A, 200712.
- [19] AGFW, FW401 Verlegung und Statik von Kunststoffmantelrohren (KMR) für Fernwärmenetze - Teil 13: Bau und Montage; Rohrbau, A, 200712.
- [20] Promitzer F., Steiner H., Schrammel H., Metz S., Malik A.: Jährlicher Betriebsbericht für QM-Heizwerke-Projekte, http://www.qm-heizwerke.at/DB/counter_betriebsbericht.asp, 20120502.
- [21] Bundes-Architekten und Ingenieurkonsulentenkammer, Standesregeln der Ziviltechniker entsprechend Verordnung der Bundes-Architekten- und Ingenieurkonsulentenkammer gemäß § 32 Abs. 1 des Ziviltechnikerkammergesetzes, BGBl. Nr.157/1994, 20090210.
- [22] Österreichisches Normungsinstitut, ÖNORM H6010-1, „Dokumente der Gebäudetechnik - Teil 1: Pläne und Planinhalte in den einzelnen Projektphasen“, 20081201.
- [23] Österreichisches Normungsinstitut, ÖNORM EN 12170, „Heizungsanlagen in Gebäuden - Betriebs-, Wartungs- und Bedienungsanleitungen, Heizungsanlagen, die qualifiziertes Personal erfordern“, 20021001



6 Anhang

6.1 Fördertechnischer Rahmen - Allgemein

Zu beachten sind folgende Standard-Förderrichtlinien

- Bund: http://www.umweltfoerderung.at/kpc/de/home/umweltfoerderung/fr_betriebe/energieversorgung/nahwarmeversorgung/
- Land Steiermark: <http://www.wohnbau.steiermark.at/cms/beitrag/12117789/113383975/>

Darüber hinaus existieren für besondere, eingesetzte Technologien spezifische Förderprogramme, über die Sie bei den entsprechenden Landes- und Bundesförderstellen informiert werden.

6.2 Neuanlagenprojektierung – Empfohlene Projektgliederung

Abstimmung des potentiellen Versorgungsgebietes

Projektvorbereitungen und Grob-Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet

Kontakt und Abstimmung mit dem zuständigen Gemeindeamt/Magistrat bzgl. der örtlichen Rahmenbedingungen und ggf. vorhandener kommunaler Energiekonzepte

Berücksichtigung der Fernwärmeziele des Ortes - z.B. entsprechend dem örtlichen Entwicklungskonzept (§ 22, StROG)

Berücksichtigung ggf. vorhandener anderer, leitungsgebundener Versorgungsnetze

Berücksichtigung ggf. vorhandener Abwärmepotentiale im Umfeld des beabsichtigten Fernwärme-Erschließungsgebietes

Vorabschätzung der Machbarkeit von Fernwärmetrassierungen aufgrund der Gebäude- und Bebauungsstruktur (rechnergestützt mit Hilfe von Verwaltungsdaten - z.B. DHFOS)

Einarbeitung ggf. vorhandener Daten von Feuerbeschau, Installateuren oder Rauchfangkehrern, udgl. über die Heizungsalter-Struktur

Berücksichtigung des Sanierungsentwicklungspotentiales in Szenarienrechnungen

Vorab-Festlegung von rechnerisch realistisch umsetzbaren Fernwärme-Erschließungsgebieten

Abstimmung mit Gemeindeamt und sonstigen relevanten Stellen

ggf Vorbereitung zur Ergänzung/Adaption von Fernwärmevorranggebieten

Grob-Erhebung Anschlussparameter und -Interesse im potentiellen Fernwärme-Erschließungsgebiet

Grob-Erhebung der potentiellen Abnehmer innerhalb des angepeilten Fernwärme-Erschließungsgebietes

Anschlussinteresse

thermischer Zustand des Objektes - Sanierungsabsichten, Ausbauabsichten Anzahl der ständig im Objekt wohnenden/arbeitenden Personen

Anzahl der teilweise wohnenden/arbeitenden Personen

derzeitiger Nutzleistungs- und Nutz-Energieträgerbedarf

derzeitige Energiequellen für Heizung und Warmwasser

derzeitige Energiequellen für Kühlung

Ergebnis Verifikation potentiell Fernwärme-Erschließungsgebiet: Summen-Anschluss- charakteristika und Anschlusszenarien entsprechend Grob-Erhebung

Anschluss-Nutzleistung Anschluss-Energieabgabepotential Sanierungs-Wärmeabgabe-Senkungspotential Heizungsanlagenalter

Umrüstbedarf

udgl.

Technische Grobkonzeption und grobe Abschätzung der wirtschaftlichen Gesamtsituation

Netzkonzeption

Bereitstellerzentralen-Konzeption

Investitionskostenabschätzung

Anlagen-Errichtungs- bzw. Entwicklungszeitplan

Wirtschaftlichkeits-Szenarien

Meilenstein Stop/Go

Detailerhebung und Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet

Detailerhebung der potentiellen Abnehmer innerhalb des angepeilten Fernwärme-Erschließungsgebietes

Anschlussinteresse

thermischer Zustand des Objektes - Sanierungsabsichten, Ausbauabsichten Anzahl der ständig im Objekt wohnenden/arbeitenden Personen

Anzahl der teilweise wohnenden/arbeitenden Personen

derzeitiger Leistungs- und Energieträgerbedarf

derzeitige Energiequellen für Heizung und Warmwasser

derzeitige Energiequellen für Kühlung

Bereitsteller-Charakteristika für Heizungs-Bereitsteller-Aggregat[e]

Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Warmwasser-Bereitsteller-Aggregat[e] Inhalt

Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Klimatisierungs-Bereitsteller-Aggregat[e]



Leistung

Alter

Fabrikat

Typ

Brennereinstellung o.Ä. (Druck, Düse)

Bereitsteller-Charakteristika für Sonder-Bereitsteller-Aggregat[e]

Leistung

Wärmeverteilsystem

Anzahl der Heizkreise

Hydraulisches System der Heizkreise

Pumpenleistung

Mischer - Ventile/Hähne

Drucklose Verteiler, Kurzschlüsse, hydraulische Weichen vorhanden?

Wärmeabgabesystem

Heizflächen

Höhe

Tiefe (Bauart)

Länge

Fläche

Anbindungsart - Ventilausstattung

Vorlauf

Rücklauf

Thermostatventilantrieb

Regelungs-/Steuerungssystem

Anlagen-Steuerungs-/Regeltechnikanlage

Außentemperaturgeführt

Fix-Vorgabe

Raumtemperaturgeführt

Alter

Funktionsweise der Sensorik/Aktorik gegeben?

Solaranlage vorhanden

Fläche

Ausrichtung

Typ

Pufferspeicher

Solaranlagen-Errichtungs-Interesse

Dachflächenausrichtung



Summencharakteristika der erhobenen Objekte

Anschluss-Nutzleistung

Anschluss-Energieabgabepotential

Sanierungs-Wärmeabgabe-Senkungspotential

Heizungsanlagenalter

Umrüstbedarf

udgl.

Netzplanung

Netzstruktur

Netzauslegung und Druckreserven

Netz-Leittechnik

Netz-Leckwarntechnik

Netzbetrieb (Temperatur- und Druckhaltung)

Netzurücklauftemperatur aufgrund Abnehmererhebung errechnen Einstellwerte an den Übergabestationen für IB errechnen und ausweisen

Hydraulik-Planung

hydraulische Netzentkopplung

ggf. Pufferspeicher

Pufferspeicher-Betriebsführungs-Vorgaben

Druckausdehnung und Druckhaltung

Wasseraufbereitung und -nachspeisung

Bereitsteller-Dimensionierung und Planung

Hochtemperatur-Wärmebereitsteller-Anbindung

Wärmebereitsteller-Temperaturkonditionierung (z.B. RL-Temperatur-Hochhaltung)

Niedertemperatur-Wärmebereitsteller-Anbindung

Wärmebereitsteller-Regelungsstrategie

Ausfalls- und Spitzenlastreserve

Lagerhaltung

Planung der Umhausung für Bereitsteller- und Lager, udgl.

Leittechnik-Strategie Gesamtanlage

Baurechtliches/Gewerbliches Einreich- und Bewilligungsverfahren

Vorbereitung Ausschreibungs- und Zuschlagsverfahren

Mindestwärmeverkauf - Lol

Vorbereitung Fördervoraussetzungen

Dokumentation des Planungstandes - Abbildung in QM-Datenbank

Erledigung des QM-Meilenstein 2

Förderansuchen



Förderzusage

Klärung der Finanzierung

Ggf. Revision des Geschäftsplanes in Abhängigkeit zwischenzeitig veränderter Parameter

Meilenstein Errichtungsstart

QM-Meilenstein 3

Bauüberwachung

QM-Meilenstein 4

Teilgewerks-Betreibereinschulung

Teilgewerksabnahmen

Fertigstellung der Gesamtanlage

Vollständigkeits- u. Qualitätsprüfung

Probetrieb

Leistungstests und -messungen

Betriebsoptimierungs-Initiierung

Hafrücklass-Thematik

Betriebsoptimierungs-Verfolgung (laufend)

Gewerks-Gesamtabnahme

Rechnungsprüfung und Zahlungsfreigabe Gesamtwerk

Qualitäts- und Effizienz-Prüfungen während der Gewährleistungszeit

Prüfungen vor Gewährleistungsauslauf

Qualitäts- und sonstige Tests vor Ablauf der Gewährleistungszeit (ggf. Garantievereinbarungen)

6.3 Ergänzungen für die Projektgliederung bei Bestandsanlagenveränderungen

Ableitung der grundsätzlichen Parameter der Anlage aus der technischen Betriebsanlagenbilanz (s. auch QM-Betriebsbericht [20]) – Erhebung von:

Betriebsart der Gesamtanlage (Heizsaison- oder Ganzjahresbetrieb)

Summen-Anschlussleistung der Abnehmer

Summen-Wärmeverkauf an die Abnehmer

Summe eingespeister Wärme in das Netz

Summe Wärmeträgertransportvolumen – spezifische Wassermenge

Summe bereitgestellter Wärme ab Wärmebereitsteller

Energieträgerbedarfe der einzelnen Wärmebereitsteller

Emissionssituation der Wärmebereitsteller

Summe elektrischer Bedarf der Anlage (und deren Baugruppen)

Entsorgungsmassen und –klassen

Zustandsanalyse des Wärmeträgermediums



Wirtschaftliche Daten Wärmeverkauf (Grundpreis, Arbeitspreis, udgl.)
Personal- und Wartungsaufwand
Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten, Modernisierungsaufwendungen
Charakteristika der Wärmeabnehmer (verkaufte Wärme, Volumenstrom, ...)
Hydraulikschema Wärmebereitstellung
Netzplan

Überprüfung der Genehmigungsaufgaben-Erfüllung, der wiederkehrenden Prüfungsergebnisse, sowie Feststellung des Anlagenwartungszustandes und des Dokumentationsstandes

Überprüfen des baurechtlichen und ggf. gewerberechtlichen Bescheides und deren Auflagen (ggf. weitere Genehmigungsbescheide nach spez. Rechtsmaterien)
Überprüfung der regelmäßigen, wiederkehrenden Prüfungen
Überprüfung der regelmäßigen Wartung der Komponenten
Dokumentation - Vollständigkeit und Dokumentationsstand
Prüfung des Zustandes der Kernkomponenten vor Ort

Technoökonomische Einschätzung der Ertragskraft der Bestandsanlage

Abnehmerlisten mit Wärmeerlös- und Vertragsstatus
Vertragsanalyse
Brennstoffkosten inklusive Lagerstandsabgrenzung
Ausgaben für sonstige Bezugsgrößen (Strom, Öl, etc.)
Ausgaben für Personal
Ausgaben für Wartung und Instandhaltung
Ertragskraft
Stand der Indexierungen in Vergleich zu Indexierungsvereinbarungen
Reserven- und Ertragskraftbewertung in Relation zu den Sowieso-Kosten zur Aufrechterhaltung des Bestands-Betriebes



6.4 Exemplarischer Umsetzungsplan (nicht zeitäquivalent) für Biomasse- Fernwärmeprojekte mit Involvierten und Schnittstellenberücksichtigung

	Involvierung folgender Proponenten										Projektphase (Breite nicht Zeitdauer-äquivalent)																			
	(Künftiger) Betreiber	Planer	Q-Beauftragter	Wärmekunden	Gemeinde	Behörde	Formelles Förderverfahren	Förderstelle Land	Förderstelle Bund	QM-Begleitung	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
0 Definition von Fernwärme-Vorranggebieten	x	x	x	x	x	x																								
1 Abstimmung des potentiellen Versorgungsgebietes	x	x	x	x	x	(x)																								
2 Meilenstein Abschluss Grob-Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet	x	x	x	x	x																									
3 Vorkonzeption der Gesamtanlage	x	x	x	x																										
4 Detailplanung der Gesamtanlage	x	x	x	x		(x)																								
5 Bäurechliches/Gewerbliches Einreich- und Bewilligungsverfahren	x	x	x	x	x																									
6 Mindestwärmeverkauf - Lol	x	x	x	x																										
7 Vorbereitung Fördervoraussetzungen	x	x	x	x																										
8 Klärung der Finanzierung	x	x	x	x																										
9 Ggf. Revision des Geschäftsplanes in Abhängigkeit zwischenzeitig veränderter Parameter	x	x	x	x																										
10 Ausschreibungs- und Zuschlagsverfahren	x	x	x	x																										
11 Meilenstein Errichtungsstart	x	x	x	x																										
12 Beauftragungen	x	x	x	x																										
13 Baubewachung	x	x	x	x																										
14 Fertigstellung der Gesamtanlage	x	x	x	x																										
15 Rechnungsprüfung und Zahlungsfreigabe Gesamtwerk	x	x	x	x																										
16 Regelbetrieb und Klärung offener Fragen, Betriebsoptimierung,	x	x	x	x																										
17 Ggf. erforderliche Nachbesserungen vor Gewährleistungsablauf,	x	x	x	x																										
18 Prüfungen vor Gewährleistungsablauf.	x	x	x	x																										



		Behörde		Bauherr		Planer		Qualitäts-Beauftragter	QM-Meilensteine	Förderverfahren		Förderstelle Land	Förderstelle Bund
										Anrechenbare Kosten			
Definition von Fernwärme-Vorranggebieten		x	x	x	x	x	(x)						
Abstimmung des potentiellen Versorgungsgebietes			x	x	x	x	(x)						
Meilenstein Abschluss Grob-Festlegung Fernwärme-Erschließungsgebiet			x	x	x	x	(x)	1					
Vorkonzeption der Gesamtanlage			x	x	x	x	(x)						
Detailplanung der Gesamtanlage			x	x	x	x	(x)						
Baurechtliches/Gewerbliches Einreich- und Bewilligungsverfahren	x		x	x	x	x	(x)						
Mindestwärmeverkauf - Lol			x	x	x	x	(x)	2					
Vorbereitung Fördervoraussetzungen			x	x	x	x	(x)					x	
Klärung der Finanzierung			x	x	x	x	(x)					x	
Ggf. Revision des Geschäftsplanes in Abhängigkeit zwischenzeitig veränderter Parameter			x	x	x	x	(x)					x	
Ausschreibungs- und Zuschlagsverfahren			x	x	x	x	(x)					x	
Meilenstein Errichtungsstart			x	x	x	x	(x)					x	
Beartragungen			x	x	x	x	(x)					x	
Errichtung und Bauüberwachung			x	x	x	x	(x)	3				x	
Fertigstellung der Gesamtanlage	x		x	x	x	x	(x)					x	
Rechnungsprüfung und Zahlungs-freigabe Gesamtwerk			x	x	x	x	(x)	4				x	
Regelbetrieb und Klärung offener Fragen, Betriebsoptimierung,			x	x	x	x	(x)	5				x	
Ggf. erforderliche Nachbesserungen vor Gewährleistungsablauf,	(x)		x	x	x	x	(x)						
Prüfungen vor Gewährleistungsablauf.			x	x	x	x	(x)	6					



6.5 Exemplarische Optimierungsmaßnahmen und deren Erfolgsparameter

Anlagenbereich	Beobachtung	Maßnahme	Technischer Erfolg	Einsparerfolg	Amortisation
Kundenan-lage	Verlauftemperatur nicht erreicht	Schmutzfränger gereinigt, richtige Positionierung der Fühler	Verlauftemperatur wird wieder erreicht	Kundenzufriedenheit	-
	Rücklauftemperatur zu hoch	Einregulierung der Heizkreis-Strangreguliventile	TL-Temperatur kann 10K abgesenkt werden	Netzverluste sinken in der Hausanschlussleitung um 6 % durch geringere RL-Temperatur, arbeitsbezogener Pumpstromaufwand sinkt um ca. 30 %, geringere Verteilverluste und Pumpstromaufwand in Kundenanlage! Ggf. höhere Kondensator-/Solarerträge	-
	Rücklauftemperatur zu hoch	ungeeigneter Warmwasserbereiter - Wärmetauscher wird getauscht	TL-Temperatur kann bei WW-Bereitung um ca. 35K abgesenkt werden	Netzverluste sinken in der Hausanschlussleitung um 20 % durch geringere RL-Temperatur, arbeitsbezogener Pumpstromaufwand sinkt um ca. 30 %, geringere Verteilverluste und Pumpstromaufwand in Kundenanlage! Ggf. höhere Kondensator-/Solarerträge	ca. 7 Jahre
	Rücklauftemperatur zu hoch	Umwälzpumpen ungünstig eingestellt- Reduktion der Pumpleistung	Rücklauftemperatur sinkt um ca. 20K	Netzverluste sinken in der Hausanschlussleitung um 12 % durch geringere RL-Temperatur, arbeitsbezogener Pumpstromaufwand sinkt um ca. 55%; Kondensatorertrag steigt; geringere Verteilverluste und Pumpstromaufwand in Kundenanlage!	-
	Rücklauftemperatur zu hoch, uneingestellte Heizkörper-Ventile	Heizkörper-Reguliventile einstellen	Rücklauftemperatur sinkt um ca. 35K	Netzverluste sinken in der Hausanschlussleitung um 20 % durch geringere RL-Temperatur, arbeitsbezogener Pumpstromaufwand sinkt um ca. 80 %; Kondensatorertrag steigt; geringere Verteilverluste und Pumpstromaufwand in Kundenanlage!	-
	ausgeprägte Lastspitzen zu bestimmten Tageszeiten	leichte Verschiebung der parallel eingestellten Heizzeitprogramme	Lastspitze verringert sich um 40 %	geringerer Pumpstromaufwand im Netz, höhere Lastreserve der Anlage	-
	Raumtemperatur wird nicht erreicht	Heizzeiten anpassen, ggf. Leistung anpassen	Temperatur wird erreicht	Kundenzufriedenheit	-



Anlagenbereich	Beobachtung	Maßnahme	Technischer Erfolg	Einsparerfolg	Amortisation
Wärmeverteilnetz	Vorlauftemperatur konstant	Lastabhängige Vorlauf-temperaturführung (wenn Netzmischer eingebaut - Einstellung, sonst Integration)	Vorlauftemperatur kann bedarfs-/lastabhängig mit hoher Dämpfung geführt werden	Wärmeverlustreduktion um 14 % (rel.)	ca. 1 Jahr
	Vorlaufdruck konstant	lastabhängige Druckführung der Netzpumpen	bedarfsabhängiger Netzdruck	Pumpstromaufwand-Reduktion um ca. 75 %	ca. 1-5 Jahre
	laufende, schleichende Netznachspeisung	Kontrolle Leckwarnsystem und manuelle Nachmessung	Feststellung des Fehlers, Verhinderung der Verbreitung des Fehlers	Lebensdauerverlängerung der Netzanlage	< 1 Jahr
	Wärmeträgerkontrolle zeigt charakteristische Werte außerhalb des zulässigen Bereiches an (z.B. Härte, pH, Chlorid, etc.)	unmittelbare Detailkontrolle der Wasseraufbereitung, Gegenmaßnahmen	Wiederherstellung der erforderlichen Wasserqualität - Verhinderung von Folgeschäden!	Lebensdauerverlängerung der Gesamtanlage	< 1 Jahr
	Leckwarneinrichtung zeigt Fehler an	Kontrolle Leckwarnsystem und manuelle Nachmessung	Feststellung des Fehlers, Verhinderung der Verbreitung des Fehlers	Lebensdauerverlängerung der Netzanlage	< 1 Jahr
	Leckwarneinrichtung zeigt (noch) keinen Fehler an	Kontrolle Leckwarnsystem und manuelle Nachmessung	Feststellung von Fehlern; Verhinderung der Verbreitung des Fehlers	Lebensdauerverlängerung der Netzanlage	< 1 Jahr
	Abgastemperatur des Kessels hoch	Kessel-Reinigung	gereinigte Heizflächen des Kessels; geringere Abgasverluste	höhere Kesseleffizienz (bis zu ca. 5 % Brennstoffeinsparung)	< 1 Jahr
	Restsauerstoffgehalt im Abgas zu hoch	Feuerungseinstellung optimieren	geringere Abgasverluste	höhere Kesseleffizienz (bis zu ca. 4 % Brennstoffeinsparung)	< 1 Jahr
	Pufferspeicher auf ungefähr konstanter Temperatur über z.B. Tag; Kessel arbeitet Lastspiele der Abnehmer ab	Pufferbewirtschaftung optimieren	geringere Emissionen, geringere Kesselbeanspruchung, höhere Kesseleffizienz, Feuerung besser einstellbar	Lebensdauerverlängerung der Kesselanlage, geringere Feuerungsverluste, geringere Emissionen	< 1 Jahr
	Sicherheitseinrichtungen funktionieren entsprechend regelm. Kontrolle	regelm. Kontrolle	Sicherstellung der Wahrung der Pflichten des ordentlichen Betriebes	nicht direkt, aber Lebensdauerabsicherung	-
Hydraulikdruck oder Energieaufwand für der Beschickung und Bett-Transport steigt	Kontrolle der Brennstofflogistikette bzw. der Rostführung, etc.	Korrektur von mechanischen verschleißbedingten Feinheiten	geringerer Strombedarf, Lebensdauerverlängerung und Verfügbarkeitsteigerung	-	
Gesamtanlage	Strombedarf sehr hoch	Kontrolle der Netzspeisung (Pumpstromaufwand), Feuerungs-Einstellungen, Abgasreinigungseinstellungen	Rückführung des Strombedarfes	Strombedarf sinkt schrittweise um ca. 60 %	< 3 Jahre
	Leittechnik fällt aus	Kontrolle der Anlage; Kontrolle der Datensicherung	Verfügbarkeitssteigerung Leittechnik und Datenarchivierung; Grundlage für Optimierungen verfügbar	technischer Erfolg; Folgefolge wirtschaftlicher Natur	< 1 Jahr



