

OPTISOL – Messtechnisch begleitete Demonstrationsprojekte für optimierte und standardisierte Solarsysteme im Mehrfamilienwohnbau

1. Zwischenbericht

Ing. Christian Fink
Ing. Richard Riva
Ing. Waldemar Wagner



AEE INTEC
Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE
Institut für Nachhaltige Technologien

A-8200 Gleisdorf, Feldgasse 19
E-Mail: c.fink@aee.at
<http://www.aee.at>

Gleisdorf, Mai 2003

Im Auftrag von:



Kurzfassung

Das Know-how Transferprojekt OPTISOL richtet sich innerhalb eines Breitentests - zehn optimierte solarunterstützte Wärmenetze für Geschosswohnbauten werden umgesetzt - einerseits an Wohnbauträger sowie andererseits speziell an die beteiligten Fachplaner und ausführenden Unternehmen (Haustechnikplaner, Architekten, Installateur und Anlagenbetreiber). Dabei liegt der Schwerpunkt darin, nicht nur die Solaranlage als einzelne Komponente zu sehen, sondern vielmehr das gesamte Wärmeversorgungssystem gesamtheitlich zu optimieren und einen modellhaften Ablaufplan für weitere Projekte zu definieren. Neben der erfolgreichen Motivation von Wohnbauträgern hat sich vor allem die Identifikation von Fachplanern mit der Technologie als entscheidender Erfolgsfaktor herausgestellt.

Von weit über 20 interessierten Wohnbauträgern wurden schlussendlich zehn Bauvorhaben ausgewählt, die im Rahmen von OPTISOL über die gesamte Planungs- und Umsetzungsphase (Planungsaudits, Baustellentermine, etc.) betreut werden. Nach erfolgter Inbetriebnahme erfolgt ein Monitoring des Betriebes der gesamten Wärmeversorgungsanlage inkl. Analyse und eventuell erforderlicher Nachjustierung in enger Kooperation mit dem verantwortlichen Anlagenbetreiber.

Die Bandbreite der Gebäudegrößen der ausgewählten Bauvorhaben reicht von kleinen Wohnanlagen mit 6 Wohnungen und reihenhausartiger Bebauung bis hin zu Geschosswohnbauten mit über 60 Wohnungen in Kombination mit Büro- und Geschäftslokalen. Die größte Solaranlage umfasst 240 m² Kollektorfläche, die kleinste 30 m². Insgesamt werden im Rahmen von OPTISOL knapp 1.200 m² Kollektorfläche und rund 100 m³ Speichervolumen installiert. Die ausgearbeiteten solarunterstützten Wärmenetze basieren alle auf dem Prinzip des Zwei-Leiter-Netzes mit dezentraler Brauchwassererwärmung in den Wohnungen (Wohnungsstationen).

Zur Zeit der Berichtlegung waren die integralen Projektplanungen abgeschlossen und ein Großteil der Anlagen befand sich in der Umsetzungsphase. Eine solarunterstützte Wärmeversorgungsanlage in Salzburg (Schwarzparkstraße, 156 m²) sowie eine in Graz (Nittnergasse, 30 m²) waren bereits in Betrieb und befinden sich somit in der Monitoringphase.

Abstract

Within the scope of a width test the „OPTISOL“ know-how transfer project is aimed – ten optimised solar-supported heat networks are implemented for storied residential buildings – on the one hand at housing associations and on the other hand especially at the expert planners involved and companies performing the work (facility management planners, architects, plumbers and plant operators). In this respect the focus is not just to see the solar plant as an individual component but rather to optimise the overall energy supply system in a holistic manner and to define a model plan of procedure for other projects. Apart from the successful motivation of housing associations, the identification of the expert planners with the technology in question has proved itself to be a decisive factor for success.

Ten building projects were finally selected from more than 20 interested housing associations who will be looked after throughout the entire planning and implementation phase within the framework of OPTISOL (planning audits, building site deadlines, etc.). A successful start-up is followed by monitoring the operation of the energy supply system as a whole including the analysis and possible subsequent adjustment in close co-operation with the responsible plant operator.

The range of the building sizes of the building projects selected extends from small residential units with 6 flats and terrace house buildings through to storied buildings with more than 60 flats in combination with office and commercial premises. The largest solar plant comprises 240 m² of collector area and the smallest 30 m². All in all around 1,200 m² of collector area and around 100 m³ of storage volume are installed within the framework of the OPTISOL project. The solar-supported energy networks already elaborated are all based on the principle of a two-pipe network with the decentralised heating of water for domestic use in the apartments.

At the time of writing this report the integral project planning had already been brought to a close and the majority of the plants were already in the implementation phase. A solar-supported energy supply plant in Salzburg (Schwarzparkstraße, 156 m²) and another one in Graz (Nittnergasse, 30 m²) were already in operation which means that they are now in the monitoring phase.

INHALT

1	Einleitung und Zielformulierung des Projekts	5
1.1	Problemanalyse.....	6
1.2	Aufgabenstellung und Zielsetzung	7
1.3	Zeitplan und aktueller Projektstand	7
2	Organisation, Zielgruppen und Maßnahmen	9
2.1	Information der Wohnbauträger und Auswahl der Demonstrationsprojekte	9
2.2	Integrale Planung, Qualitätssicherung und Steigerung der Projektidentifikation	12
2.3	Umsetzungs- und Anlagenmonitoring	14
3	Grundlagen für die Auslegung von optimierten solarunterstützten Wärmenetzen	16
3.1	Solarunterstützte Wärmeversorgungskonzepte - Systemvergleiche	16
3.1.1	Systemvergleich nach energetischen Aspekten.....	19
3.1.2	Systemvergleich nach ökonomischen Aspekten	20
3.2	Dimensionierungsnomogramme.....	22
4	Das messtechnische Konzept.....	25
5	Übersicht über die Demonstrationsobjekte	27
5.1	Zeitpläne zu den Demonstrationsobjekten	27
5.2	Kurzbeschreibung der einzelnen Demonstrationsobjekte	28
5.2.1	Schwarzparkstraße	28
5.2.2	Nittnergasse	32
5.2.3	Eggersdorf.....	35
5.2.4	Theodor Körner Straße	37
5.2.5	Seiersberg.....	40
5.2.6	Schwarzer Weg.....	43
5.2.7	Lange Gasse.....	45
5.2.8	Eggenberger Allee	47
5.2.9	Sandgasse	49
5.2.10	Gleisdorf.....	51
5.3	Dimensionierung der Solaranlagen	52
5.4	Kosten der Solarsysteme bzw. anderer Systemkomponenten	53
6	Tätigkeitsbericht.....	57
7	Literaturverzeichnis	58

1 Einleitung und Zielformulierung des Projekts

Obwohl es hinsichtlich klimatischer Rahmenbedingungen in Europa günstigere Standorte gibt (Spanien, Italien, etc.) liegt Österreich heute mit einer installierten Kollektorfläche von ca. 310 m²/1000 Einwohner hinter Griechenland an zweiter Stelle in der pro Kopf-Solarstatistik Europas (Stand: Ende 2002).

Von den insgesamt in Österreich installierten Flach- und Vakuumkollektoren (1.942.134 m², Stand: Ende 2002; Faninger 2003) werden etwa 94% zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung in Ein- und Zweifamilienhäusern genutzt (siehe Abbildung 1). Das bedeutet bei 1.312.600 Hauptwohnsitzen in Ein- und Zweifamilienhäusern, dass knapp 15% eine thermische Solaranlage (rund 3/4 zur Brauchwassererwärmung und rund 1/4 auch zur Heizungsunterstützung) besitzen (Statistik Austria, 2002), (Fink, Blümel, 2002).

Anzahl österreichischer Wohnungen (Ein- und Mehrfamilienwohnbauten) mit Hauptwohnsitz - Solarer Versorgungsgrad

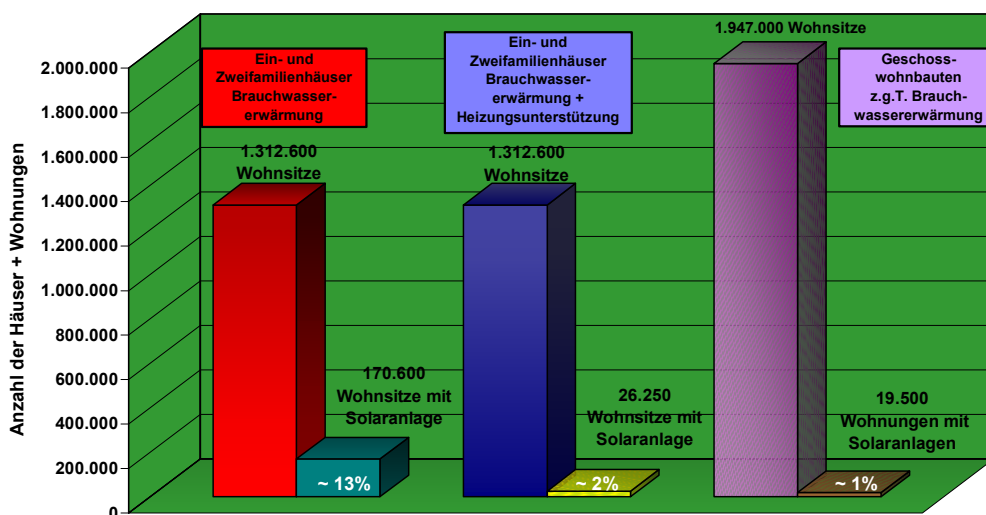


Abbildung 1: Marktdurchdringungsgrad und Potenzial solarer Anwendungen im Wohnbau (Ein- und Mehrfamilienhäuser)

Die verbleibenden 6% der installierten Flach- und Vakuumkollektoren entfallen in etwa zu 5% auf gemeinschaftliche Anwendungen und etwa zu einem Prozent auf Nah- und Fernwärmeeinbindungen. Zur Kategorie der gemeinschaftlichen Anwendungen zählen neben Anwendungen in Mehrfamilienhäusern Anlagen in den Bereichen Sport, Tourismus, Krankenhäuser, Altersheime, etc.. Mit etwa 650 bis 700 installierten Anlagen macht der Mehrfamilienwohnbau hier den größten Anteil aus. Dieser entspricht etwa einer Kollektorfläche von knapp 40.000 m². Geht man von einer Dimensionierung mit etwa 2 m² Kollektorfläche je Wohnung aus, und liegt die Wohnungsanzahl in Geschosswohnbauten bei 1,947 Millionen (Statistik Austria, 2002) so konnte bisher etwa 1% der bestehenden Wohnungen in Geschosswohnbauten (im wesentlichen Brauchwassererwärmung) mit Solarenergie erreicht werden (Fink, Blümel, 2002).

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass Mehrfamilienhäuser ein großes Potenzial zur Nutzung von thermischen Solaranlagen aufweisen und hinsichtlich des nahezu konstanten Warmwasserverbrauchs übers Jahr besonders günstige Rahmenbedingungen für die Solarenergienutzung bedeuten. Zusätzlich zeigen diese Zahlen aber auch, dass im Vergleich

mit Anwendungen in Einfamilienhäusern nicht annähernd eine ähnliche Marktdurchdringung erreicht werden konnte. Die Ursachen der vergleichsweise geringen Marktdurchdringung im Mehrfamilienwohnbau werden in der folgenden Problemanalyse dargestellt.

1.1 Problemanalyse

Im Unterschied zum privaten Bau eines Einfamilienhauses, wo die Entscheidung für eine Solaranlage zumeist emotionell (Imagegewinn, ökologische Gedanken, Versorgungssicherheit, Komfort, etc.) getroffen wird, dominiert im Mehrfamilienwohnbau - unterstützt durch die schlechte Baukonjunktur der letzten Jahre - der wirtschaftliche Aspekt. Niedrige Preise pro Quadratmeter Wohnnutzfläche werden hier häufig niedrigen Betriebskosten vorgezogen. Zusätzlich zu den wirtschaftlichen Faktoren (auch die Wohnbauförderungen der Bundesländer berücksichtigen solarthermische Anlagen nicht immer optimal) kommt, dass Know-how Defizite bei den beteiligten Akteuren existieren und kein einheitlicher Qualitätsstandard für größere Solarwärmenutzungen (im Vergleich zu Anwendungen in Einfamilienhäusern) besteht.

Zahlreiche messtechnische Untersuchungen an solarunterstützten Wärmeversorgungs-konzepten für Geschosswohnbauten zeigen deutlich, dass die in der Planungsphase prognostizierten Systemkennzahlen (Spezifischer Ertrag, solarer Deckungsanteil, Systemwirkungsgrad) häufig im Betrieb nicht erreicht werden können (Fink, Purkarthofer, 2000). Die Ursachen hierfür liegen einerseits bei Defiziten im Planungsprozess, in der Ausführung und Einjustierung sowie andererseits in der Qualitätssicherung und Anlagenüberwachung. Die Folge ist, dass sich bisher nur wenige Wohnbauträger dazu entscheiden konnten, thermische Solaranlagen in ihr Standard-Energieversorgungskonzept aufzunehmen.

Die AEE INTEC beschäftigt sich schon seit Jahren mit der Nutzung von Solarwärme in Geschosswohnbauten und hat im Rahmen von Forschungsprojekten sowie zahlreichen Demonstrationsprojekten umfassendes Know-how hierzu erarbeitet.

Um zukünftig effiziente solarunterstützte Wärmenetze breit umzusetzen, gilt es einerseits das punktuell vorhandene technische Know-how zu den beteiligten Akteuren (Fachplaner, Anlagenbetreiber) zu transferieren sowie andererseits die Identifikation mit der Technologie bei Wohnbauträgern und Fachplanern zu stärken bzw. den Planungsablauf zu optimieren und zu standardisieren. Genau diesen

Ansatz verfolgt das gegenständliche Projekt OPTISOL.

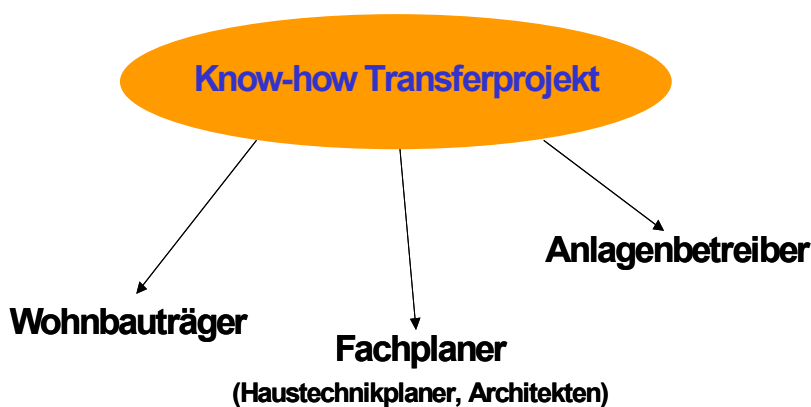


Abbildung 2: OPTISOL als Know-how Transferprojekt

1.2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Das Know-how Transferprojekt OPTISOL richtet sich innerhalb eines Breitentests - 10 optimierte solarunterstützte Wärmenetze für Geschosswohnbauten werden umgesetzt - einerseits an Wohnbauträger sowie andererseits speziell an die beteiligten Fachplaner (Haustechnikplaner, Architekten, Anlagenbetreiber). Dabei liegt der Schwerpunkt darin, nicht nur die Solaranlage als einzelne Komponente zu sehen, sondern vielmehr das gesamte Wärmeversorgungssystem gesamtheitlich zu optimieren und einen modellhaften Ablaufplan für weitere Projekte zu definieren. Neben der erfolgreichen Motivation von Wohnbauträgern hat sich vor allem die Identifikation von Fachplanern mit der Technologie als entscheidender Erfolgsfaktor herausgestellt.

Die AEE INTEC unterstützt alle beteiligten Gruppen bei der integralen Projektplanung und sieht neben Know-how-Input ihre wesentliche Rolle in der Projektbegleitung, im Aufzeigen von Erfolgsfaktoren (Schnittstellenprobleme, spezifische Erfordernisse, Kostensenkungspotenziale, etc.) sowie in der Qualitätssicherung. Hinsichtlich einer gesteigerten Identifikation des Haustechnikplaners mit der Technologie erscheint es dem Projektteam als besonders wichtig, dass in dieser Konstellation die AEE INTEC nicht als Planungskonkurrenz auftritt, sondern viel mehr als Berater und Diskussionspartner.

Mittels OPTISOL soll einerseits Know-how an die beteiligten Gewerke transferiert, sowie ein praxistaugliches Umsetzungsmodell geschaffen werden, das die Erreichung eines einheitlich hohen Qualitätsstandards bei Planung und Ausführung von solarunterstützten Wärmenetzen erheblich steigert.

Parallel dazu sollen die energetischen Ergebnisse aus diesem Breitentest die Möglichkeiten der Realisierung von effizienteren Systemen mit geringeren Wärmepreisen aufzeigen und damit die Akzeptanz der Technologie für eine breite Umsetzung entscheidend stärken.

1.3 Zeitplan und aktueller Projektstand

Die Arbeiten zum Projekt OPTISOL wurden umgehend nach Vertragsunterzeichnung mit dem dritten Auftraggeber (BMWA) im April 2001 gestartet. Bezogen auf die geplante Projektlaufzeit von drei Jahren war somit der Projektabschluss mit Ende März 2004 festgelegt.

Einerseits führten vom Auftragnehmer nicht beeinflussbare Umstände bei ausgewählten Demonstrationsprojekten (Baugenehmigungen, Wohnbauförderungsvergaben, etc.) sowie andererseits vom Auftragnehmer für dementsprechend großvolumige Baukörper als zu optimistisch angesetzte Planungs- und Umsetzungszeiträume zu Verschiebungen im gesamten Projektplan. Aufgrund dieser Verschiebungen gehen nach aktuellem Zeitplan fünf der zehn Demonstrationsanlagen erst in der zweiten Hälfte des Jahres 2004 in Betrieb, was bei Beibehaltung der nachfolgenden einjährigen Monitoring- und Analysephase einen frühest möglichen Projektabschluss mit Ende des Jahres 2005 bedeuten würde.

Mit Stand Mai 2003 waren bereits zwei Demonstrationsprojekte (Nittnergasse, Graz und Schwarzparkstraße, Salzburg) in Betrieb, befanden sich sechs Projekte in der Umsetzungsphase und zwei Projekte in der Endphase des Planungsprozesses.

Abgesehen von der zeitlichen Verschiebung kann gesagt werden, dass sämtliche Arbeitsschritte entsprechend des definierten Arbeitsprogramms erfolgt sind und das Projekt OPTISOL sehr erfolgreich verläuft.

2 Organisation, Zielgruppen und Maßnahmen

Die ambitionierte Zielsetzung, die Anzahl der Projektpartner (Zielgruppen) sowie die Vielschichtigkeit der Inhalte (Planungs- und Umsetzungsabläufe, technisches Fachwissen, Moderation, etc.) erfordert eine detaillierte Organisation und Planung der Arbeitsschritte sowie eine Visualisierung in Form eines Ablaufplans. Nachfolgend werden in Abbildung 3 die wesentlichen Maßnahmen und die Zielgruppen dargestellt. Als wesentliche Etappen im Umsetzungsprozess wurden darin „die Information der Wohnbauträger“, „die integrale Planung“ sowie „das Monitoring“ definiert.

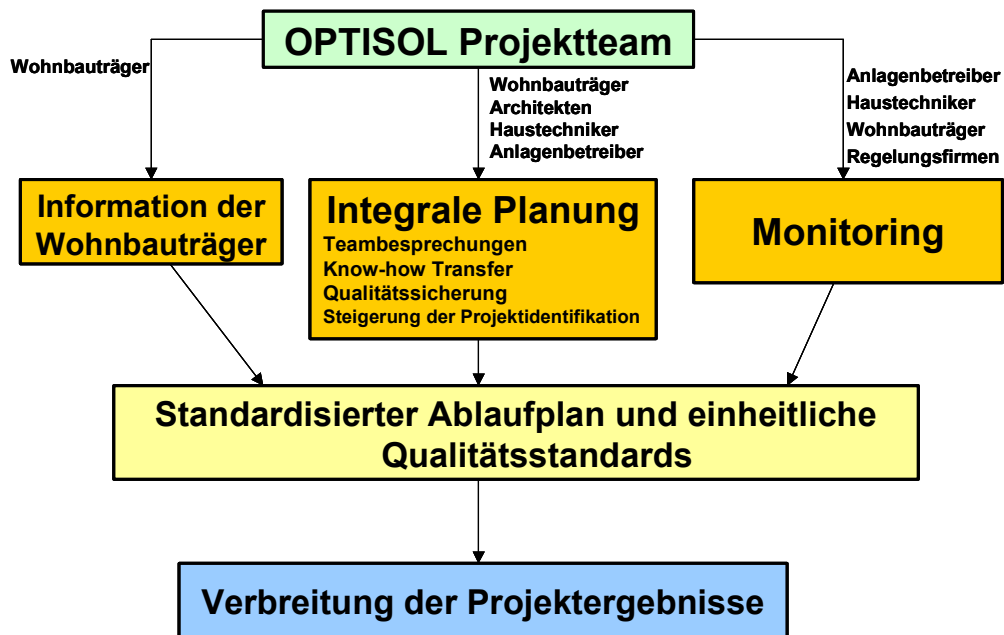


Abbildung 3: Zielgruppen und Maßnahmen für das Projekt OPTISOL dargestellt in einem Ablaufplan

Anhand der Erfahrungen aus den begleiteten Umsetzungsprozessen der zehn Demonstrationsprojekte bzw. der Analyse der Messergebnisse werden als Basis zur breiten Umsetzung von solarunterstützten Wärmenetzen ein standardisierter Projektablaufplan sowie ein einheitlicher Qualitätsstandard definiert und in einer Planungsbrochüre zusammengefasst. Nachfolgend werden in diesem Kapitel die wesentlichen Arbeitsschritte in den drei Etappen des Umsetzungsprozesses beschrieben.

2.1 Information der Wohnbauträger und Auswahl der Demonstrationsprojekte

Da das Land Steiermark einer der Auftraggeber dieses Projektes ist, wurden primär steirische Wohnbauträger kontaktiert. Aber auch ausgewählte Wohnbauträger aus anderen Bundesländern wurden gezielt angesprochen. Die Information der Wohnbauträger erfolgte, wie in Abbildung 4 dargestellt, in drei Schritten.

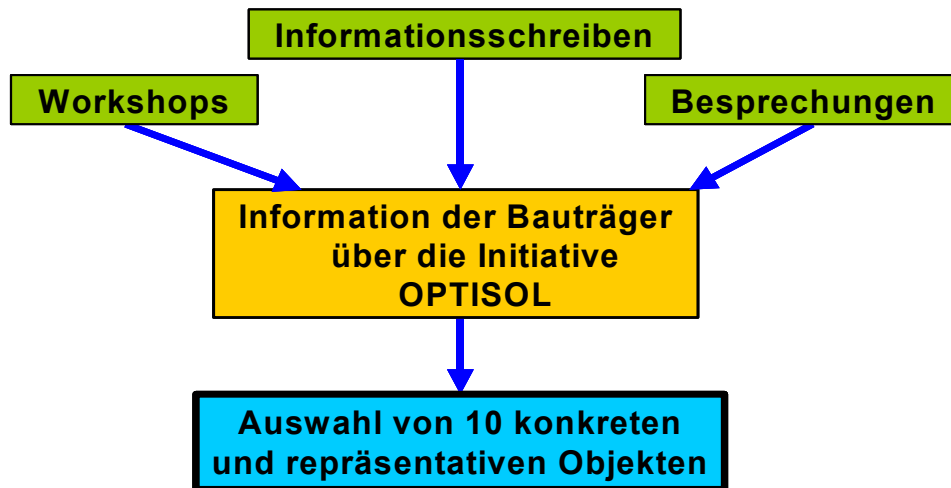


Abbildung 4: Information der Wohnbauträger und Auswahl der Demonstrationsobjekte

Im ersten Schritt wurden die Wohnbauträger mittels Informationsschreiben über die Initiative OPTISOL informiert und zur Beteiligung am Projekt eingeladen.

Im zweiten Schritt wurden sämtliche steirischen Wohnbauträger zusätzlich zu einem Workshop eingeladen, an dem die sechs größten Bauträger der Steiermark, nachfolgend angeführt, teilnahmen.

- ÖWGes. Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft m.b.H., Graz
- Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz
- Gemeinnützige Wohn- und Siedlungsgenossenschaft Ennstal reg.Gen.m.b.H., Liezen
- GWS - Gemeinnützige Alpenländische Gesellschaft für Wohnungsbau und Siedlungswesen m.b.H., Graz
- Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönere Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz
- Siedlungsgenossenschaft Rottenmann reg.Gen.m.b.H., Rottenmann

Ziel dieses Workshops waren die Diskussion der Projektinhalte, die mögliche Adaptierung des Arbeitsprogramms sowie die Klärung der Bereitschaft der Wohnbauträger das Projekt mit Demonstrationsobjekten zu unterstützen. Das Interesse am Projekt erwies sich als groß, da sich alle teilnehmenden Wohnbauträger bereit erklärten, ihre aktuellen Bauvorhaben nach repräsentativen (Größe, Art der Bebauung, etc.) und in den Zeitplan passenden Demonstrationsobjekten zu prüfen.

Im dritten Schritt wurden mit allen interessierten Bauträgern Gespräche geführt und die Eignung der vorgeschlagenen Demonstrationsobjekte bzw. die weitere Vorgangsweise diskutiert. Insgesamt wurden im Rahmen des Projektes OPTISOL in 22 Bauvorhaben der Einsatz von solarunterstützten Wärmenetzen mit den zuständigen Wohnbauträgern bzw. den Fachplanern bearbeitet. In 18 Bauobjekten gelangt das solarunterstützte Wärmenetz auch tatsächlich zur Umsetzung. Bei den restlichen vier Bauvorhaben ist die Entscheidung noch nicht definitiv gefallen. Von den 22 Bauobjekten wurden 10 als Demonstrationsobjekte (Planungsunterstützung, Monitoring, Analyse) ausgewählt. Darunter sind neun steirische Projekte und ein Salzburger Projekt. Was die steirischen Projekte betrifft, war neben den Kriterien „Bauzeit und Bezugszeitpunkt“, „Objektgröße und Bauart“ das „Interesse des

Wohnbauträgers“ entscheidendes Argument bei der Auswahl der Demonstrationsobjekte. Hintergrund der Überlegungen war, bereits sensibilisierten und motivierten Wohnbauträgern jene Unterstützung zukommen zu lassen, die nötig ist, damit die ersten Projekte in der Planungs- und Umsetzungsphase wie auch im Betrieb möglichst optimal realisiert werden und sich daraus ein standardisierter Ablauf entwickeln kann.

Beispielsweise haben sich die Grazer Wohnungsunternehmen „Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H.“ und „Siedlungsgesellschaft Schönerer Zukunft Steiermark Ges.m.b.H.“ selbst entschlossen, jedes neue Bauvorhaben mit einer solarunterstützten Wärmeversorgung auszustatten. Das Projektteam OPTISOL hat diesen beiden Wohnungsunternehmen besondere Unterstützung bei der Umsetzung ihrer Projekte zugesagt, damit dieses ambitionierte Vorhaben auch wirklich über Jahre hindurch beibehalten werden kann. Diese beiden Wohnbauträger übernehmen eine Vorreiterrolle und können mittelfristig bewirken, dass die standardisierte Installation von solarunterstützten Wärmeversorgungsanlagen Schule macht und auch andere Wohnbauträger zunehmend solarunterstützte Wärmeversorgungsanlagen einsetzen.

Die Bauart der zehn ausgewählten Demonstrationsobjekte (Tabelle 1) reicht vom Reihenhaustyp bis hin zum 5-geschossigen Wohnbau. Die kleinste Anlage umfasst 6 Wohnungen, die größte 61 Wohnungen zuzüglich 1500 m² Büroräumlichkeit.

Tabelle 1: Die zehn Demonstrationsobjekte im Projekt OPTISOL

Wohnbauträger	Bauvorhaben	Anzahl der Wohnungen
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H., Graz	Nittnergasse, Graz	6
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Seiersberg	48
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Theodor Körner Straße, Graz	61 +1500 m ² Büro
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Eggenberger Allee, Graz	56
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Schwarzer Weg, Graz	40
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Lange Gasse, Graz	63
Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönerer Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz	Eggersdorf	12
Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönerer Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz	Sandgasse, Graz	42
Salzburg Wohnbau Planungs-, Bau- und Dienstleistungs GesmbH., Salzburg	Schwarzparkstraße, Salzburg	31
Bauträger und Immobilienverwertungs-GmbH, Weiz	Gleisdorf	9

Sollte es bei einem oder anderem Projekt Verzögerungen bzw. unvorhergesehene Veränderungen geben, wurden drei weitere Wohnbauunternehmen bzw. ihre Projekte im Rahmen von OPTISOL unterstützt und auf eine sogenannte Reserveliste gesetzt (Tabelle 2).

Tabelle 2: Demonstrationsobjekte auf der „Reserveliste“

Wohnbauträger	Bauvorhaben	Anzahl der Wohnungen
Siedlungsgenossenschaft Rottenmann reg.Gen.m.b.H., Rottenmann	Ardning	12
EBS Wohnungsgesellschaft mbH, Linz	Solar-City, Linz	93
Holzbau Lehmsitzer Ges.mbH., Lieboch	Lieboch	5

Die weiters im Projekt OPTISOL informierten Wohnbauunternehmen sind in Tabelle 3 mit ihren Projekten angeführt. Nach aktuellem Stand werden auch bei diesen neun Bauvorhaben mindestens fünf mit solarunterstützter Wärmeversorgung ausgestattet.

Tabelle 3: Im Rahmen von OPTISOL zusätzlich informierte Wohnbauunternehmen und ihre Bauvorhaben

Wohnbauträger	Bauvorhaben	Anzahl der Wohnungen
ÖWGes. Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft m.b.H., Graz	Ragnitz an der Stiefing	8
GWS - Gemeinnützige Alpenländische Gesellschaft für Wohnungsbau und Siedlungswesen m.b.H., Graz	Seiersberg	74
GWS - Gemeinnützige Alpenländische Gesellschaft für Wohnungsbau und Siedlungswesen m.b.H., Graz	Prochaskagasse, Graz	72
Neue Heimat Gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgesellschaft in Steiermark Ges.mb.H, Graz	Lechgasse, Graz	21
Eigentümerversreter, Graz-Ragnitz	Berthold Linderweg, Graz	61
WAG – Wohnungsanlagen Ges.m.b.H., Linz	Solar-City, Linz	190
WAG – Wohnungsanlagen Ges.m.b.H., Linz	Prochaskagasse, Graz	65
Gemeinnützige Wohn- und Siedlungsgenossenschaft Neunkirchen reg.Gen.m.b.H., Neunkirchen	Wiener Neustadt	33
Holzbau Hubmann GmbH & CoKG, Weissbriach	Spittal/Drau	8

2.2 Integrale Planung, Qualitätssicherung und Steigerung der Projektidentifikation

Nach Auswahl der Demonstrationsobjekte wurde, entsprechend des Zeitplans für das jeweilige Bauvorhaben, von den Wohnbauunternehmen das Planungsteam definiert und dem OPTISOL Projektteam für die weitere Projektarbeit bekannt gegeben. Als zugehörig zum Planungsteam wurden definiert:

- Vertreter des Wohnbauunternehmers (zumeist der Bauleiter)
- Architekt
- Haustechniker (HLK und Regelung)
- Anlagenbetreiber (Professionist, der nach Übergabe der Wohnungen den Betrieb der gesamten Heizungsanlage aufrechterhält)

Bei Bedarf wurden Sonderfachleute wie beispielsweise Elektroplaner, Energieversorger (Fernwärme, Gas), Vertreter von Förderstellen, etc. zugezogen.

In der Planungsphase stand die Unterstützung des Planungsteams durch das OPTISOL-Projektteam im Vordergrund. Hierfür wurden in Kooperation mit dem Wohnbauunternehmen frühzeitig Teamsitzungen organisiert, in denen versucht wurde, eine möglichst integrale Gebäudeplanung (Kostenminimierung durch Nutzung von maximalen Synergien, überlagerte Betrachtung von Zeitplänen sämtlicher Gewerke, Schnittstellenabklärung, etc.) zu erreichen. Neben den üblichen solarspezifischen Fragestellungen (Dimensionierung, Kollektor- und Speicheranordnung, Rohrleitungsführung, etc.) waren die Spezifikation des gesamten Wärmeverteilnetzes, die Wärmeabgabe an den Endkunden (Brauchwasser, Raumwärme) sowie die Betriebsführung und Betriebsüberwachung die wesentlichen Schwerpunkte.

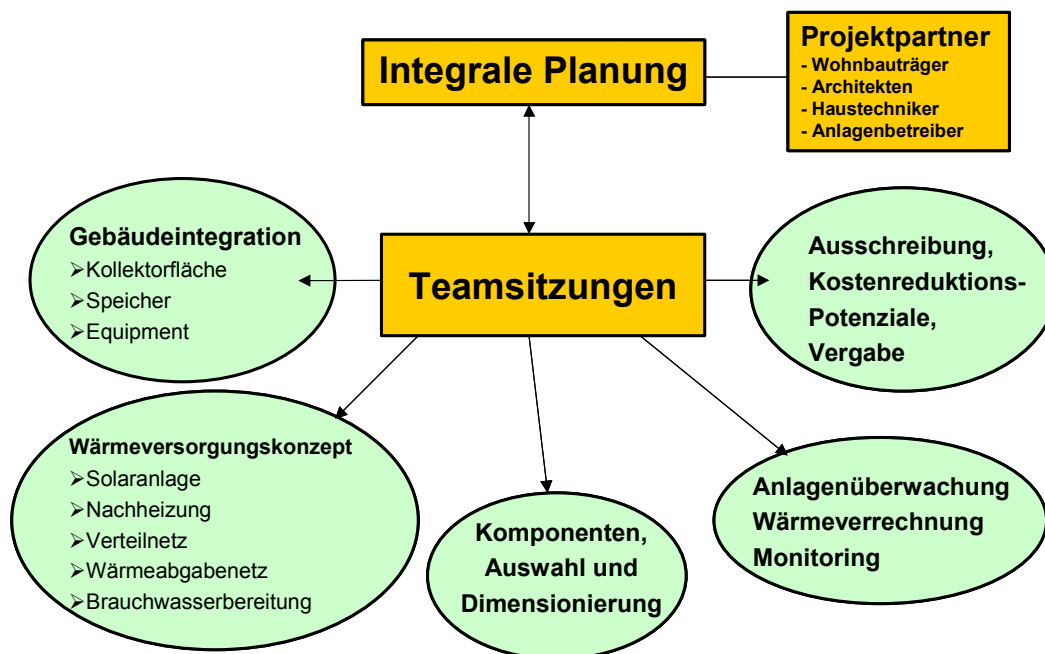


Abbildung 5: Inhalte, Organisation und Zielgruppen für einen „integralen Planungsprozess“

Bei der Auswahl der Wärmeverteilnetze wurde auf Ergebnisse eines abgeschlossenen Forschungsprojektes der AEE INTEC zurückgegriffen (siehe Kapitel 3). In diesem Projekt wurde schwerpunktmäßig der Einfluss von unterschiedlichen Wärmeverteilnetzen auf die Effizienz des Solarsystems und die Auswirkung auf die Dimensionierung (Solarsystem, Wärmeverteilung, Wärmeabgabe) behandelt. 2-Leiter-Netze erwiesen sich in dieser Untersuchung als besonders effizient. Im gegenständlichen Projekt musste aber festgestellt werden, dass beispielsweise bei der Dimensionierung eines 2-Leiter-Netzes der Großteil der beteiligten Planer Neuland betrat. Ein richtig ausgelegtes und geregeltes Verteilnetz stellt aber die Basis für einen hohen Systemwirkungsgrad der gesamten Wärmeversorgung dar und ist gleichzeitig Voraussetzung

für hohe Erträge aus der Solaranlage. Um maximale Synergien herzustellen, erfolgte die Kopplung der Monitoringanforderungen mit den Anforderungen an die regeltechnische Anlage. Hierfür wurde für die Demonstrationsobjekte ein Standardmonitoringkonzept (Fernüberwachung) entwickelt. Parallel zu den technischen Serviceleistungen für Architekten und Haustechniker wurden die Bauträger auch bei der Einhaltung des Kostenrahmens und bei der Vergabe an die ausführenden Unternehmen betreut.

All diese Arbeiten erfolgten unter dem Gesichtspunkt die Identifikation des Projektteams mit der Technologie und dem konkreten Objekt zu maximieren, da sich doch das gesamte Planungsteam aus potenziellen Multiplikatoren von solaren Wärmenetzen zusammensetzt.

2.3 Umsetzungs- und Anlagenmonitoring

Die sorgfältigste Planungsarbeit verliert an Bedeutung, wenn sich die Qualitätssicherung bei der Umsetzung und im Betrieb als suboptimal darstellt. Aus diesem Grund wurde vom OPTISOL-Team ein zweistufiges Monitoring definiert.

Umsetzung und Bauüberwachung:

Auch in der Bauphase bietet OPTISOL den Bauträgern, Architekten und Haustechnikplanern Unterstützung. Die Teilnahme an Meetings des Projektteams vor Ort sowie Anpassungen der Zeit- und Montagepläne sind in dieser Phase die Schwerpunkttätigkeiten. Ergänzt werden diese Aktivitäten durch technische Prüfung der Produkte bzw. der Montagearbeiten der ausführenden Unternehmen sowie durch Unterstützung beim hydraulischen Abgleich und der Inbetriebnahme (siehe Abbildung 6).

Die Bauüberwachung ist wesentlich für die Qualitätssicherung bei den einzelnen Projekten. Zusätzlich liefern die Erfahrungen und Diskussionen während der Umsetzungsphase des Projektteams wichtige Beiträge bei der Definition des „neuen“ Qualitätsstandards von solaren Wärmenetzen.

Monitoring, Nachjustierung und standardisierte Überwachung des Betriebes:

Nach Inbetriebnahme des Wärmeversorgungssystems und dem Bezug der Wohnungen erfolgt für die Demonstrationsobjekte eine intensive Monitoringphase (ca. 2 Monate). Dadurch können eventuelle hydraulische und regelungstechnische Mängel rasch erkannt und deren Behebung in Kooperation mit dem Projektteam veranlasst werden.

Ist der Anlagenbetrieb weitestgehend optimiert, erfolgt das weiterführende Monitoring zum Zwecke der Störungsüberwachung und der Erstellung von Energiebilanzen über ein Betriebsjahr in reduzierter Intensität.

Bei Wärmeversorgungsanlagen für größere Gebäude werden für die Betriebsführung in der Regel Professionisten zugezogen. Es ist erklärtes Projektziel, diese in die Monitoringarbeiten weitestgehend einzubinden, damit nach Ende des Projektes auch die Überwachung des Solarsystems von Fachkundigen weitergeführt wird.

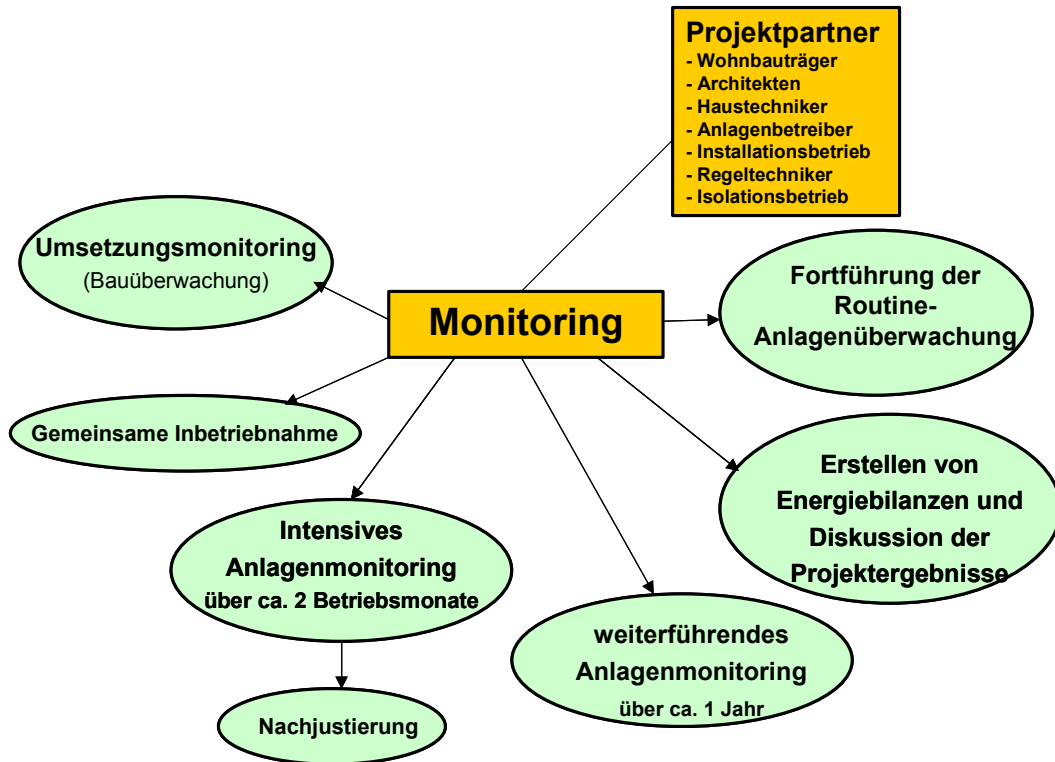


Abbildung 6: Inhalte, Organisation und Zielgruppen für einen optimalen Umsetzungsprozess und eine Betriebsführung auf hoher Qualität

Die Identifikation mit der Technologie kann gesteigert werden, wenn sämtliche Auswertungen und Anlageninterpretationen im Planungsteam besprochen und analysiert werden. Dies gilt vor allem für gut funktionierende Systeme, da „Erfolg bekanntlich viele Väter hat“. Dieses Sprichwortes will sich das OPTISOL-Projektteam bedienen und möglichst viele potenzielle Multiplikatoren für diese Technologie gewinnen.

3 Grundlagen für die Auslegung von optimierten solarunterstützten Wärmenetzen

Die Basis für den Know-how-Transfer im Rahmen des OPTISOL-Projektes bilden die Ergebnisse von Forschungs- bzw. Demonstrationsprojekten des Auftragnehmers der letzten zehn Jahre zu diesem Thema bzw. Arbeiten anderer auf diesem Sektor tätigen Institutionen. Eine diesbezüglich wesentliche Forschungsarbeit des Auftragnehmers - das Projekt „Solarunterstützte Wärmenetze“, beauftragt vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie - wurde mit Ende des Jahres 2001 abgeschlossen (Fink et al., 2002). Der Endbericht hierzu kann unter www.hausderzukunft.at heruntergeladen werden.

Die nachfolgende Zusammenfassung der Projektergebnisse kann als Grundlage für die Planung und Umsetzung von optimierten solarunterstützten Wärmenetzen gesehen werden, welcher sich das OPTISOL-Projektteam bedient hat.

3.1 Solarunterstützte Wärmeversorgungskonzepte - Systemvergleiche

Im Vergleich zu Solarsystemen im Bereich der Einfamilienhäuser ist die Komplexität der Systemhydraulik bzw. der Dimensionierung eine wesentlich höhere. Ist bei thermischen Solaranlagen für Einfamilienhäuser ein entsprechender Standard vorhanden, so existieren für solarthermische Systeme im Geschosswohnbau eine Vielzahl von unterschiedlichen Hydraulikkonzepten und Dimensionierungsansätzen.

Im Zuge einer Literaturrecherche konnten 15 verschiedene Hydraulikkonzepte für solarunterstützte Wärmenetze im Geschosswohnbau dokumentiert und analysiert werden. Diese solarunterstützten Wärmenetze spiegeln die Bandbreite der in Europa entwickelten Strategien zur Integration von thermischen Solarsystemen im Geschosswohnbau wieder. Als besonders wichtig erwies sich die Betrachtung des gesamten Wärmeversorgungsnetzes (vom Kollektor bis zur Wärmeverteilung) und nicht nur die isolierte Betrachtung des Solarsystems. Neben unterschiedlichen Hydrauliken im Solarsystem existieren große Unterschiede in der Art und Weise der Wärmeverteilung. Von Zwei-Leiter-Netzen über Drei-Leiter-Netze bis hin zu Vier-Leiter-Netzen reicht die Bandbreite der Wärmeverteilungssysteme. Da aber gerade das Konzept der Wärmeverteilung entscheidend für die Betriebstemperatur des Solarkreislaufes ist, können unterschiedlichste Betriebsergebnisse für Solaranlagen erzielt werden. Bezogen auf österreichische Verhältnisse sind Zwei-Leiter-Netze und Vier-Leiter-Netze besonders interessant, weshalb in detaillierten Systemsimulationen in der dynamischen Simulationsumgebung TRNSYS jeweils zwei unterschiedliche Ausführungen dieser Kategorien betrachtet wurden (Abbildung 7 und Abbildung 8). Charakteristisch für Vier-Leiter-Netze ist die Verteilung von Wärme für Brauchwasser und Raumheizung über zwei Leitungspaare. Die Brauchwassererwärmung erfolgt zentral. Bei Zwei-Leiter-Netzen erfolgt der Wärmetransfer über ein Rohrleitungspaar und das Brauchwasser wird dezentral in den Wohnungen erwärmt. Das Solarsystem der Referenzhydraulikkonzepte wurde als ident betrachtet.

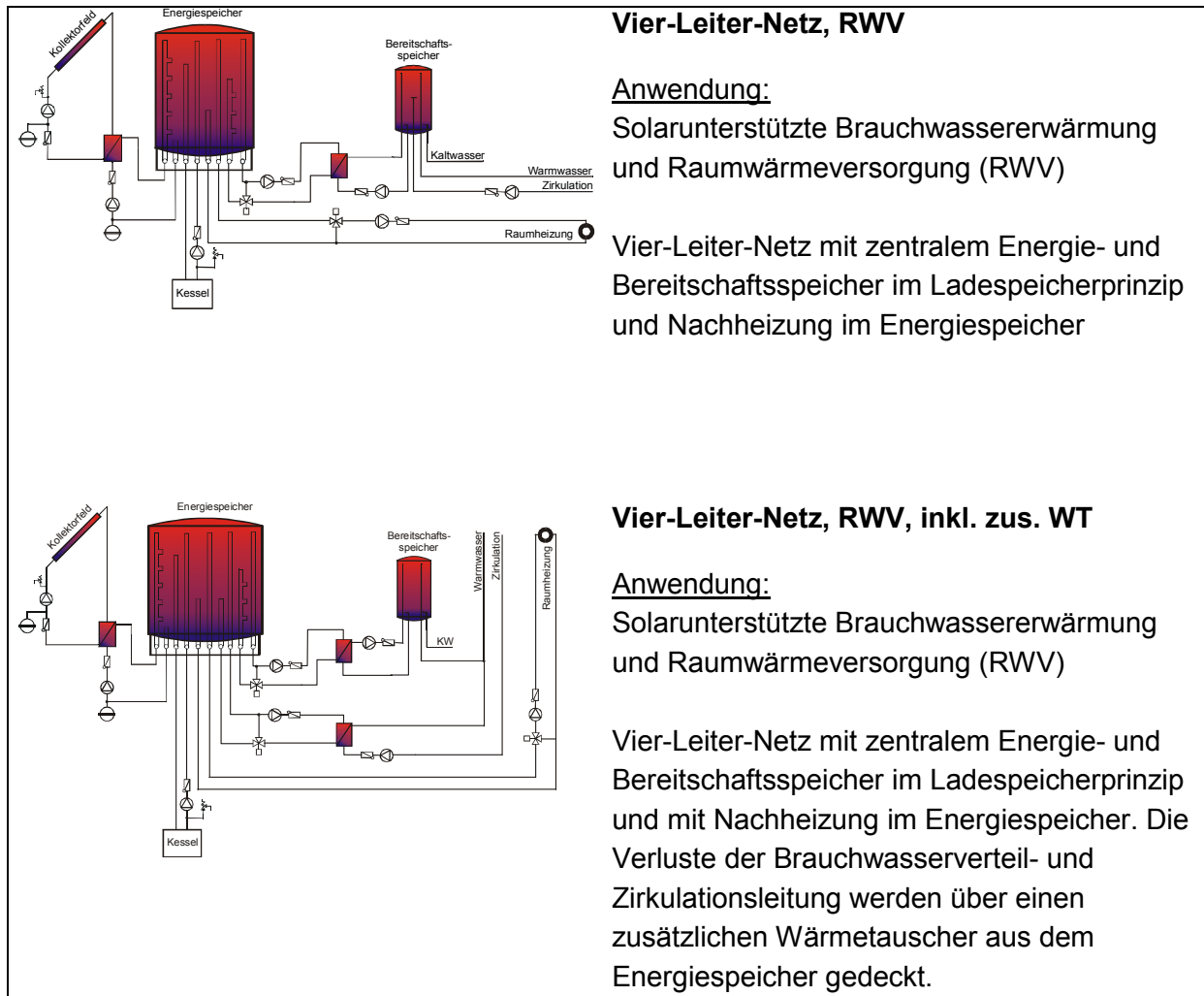


Abbildung 7: Referenzkonzepte in der Kategorie „Vier-Leiter-Netze“

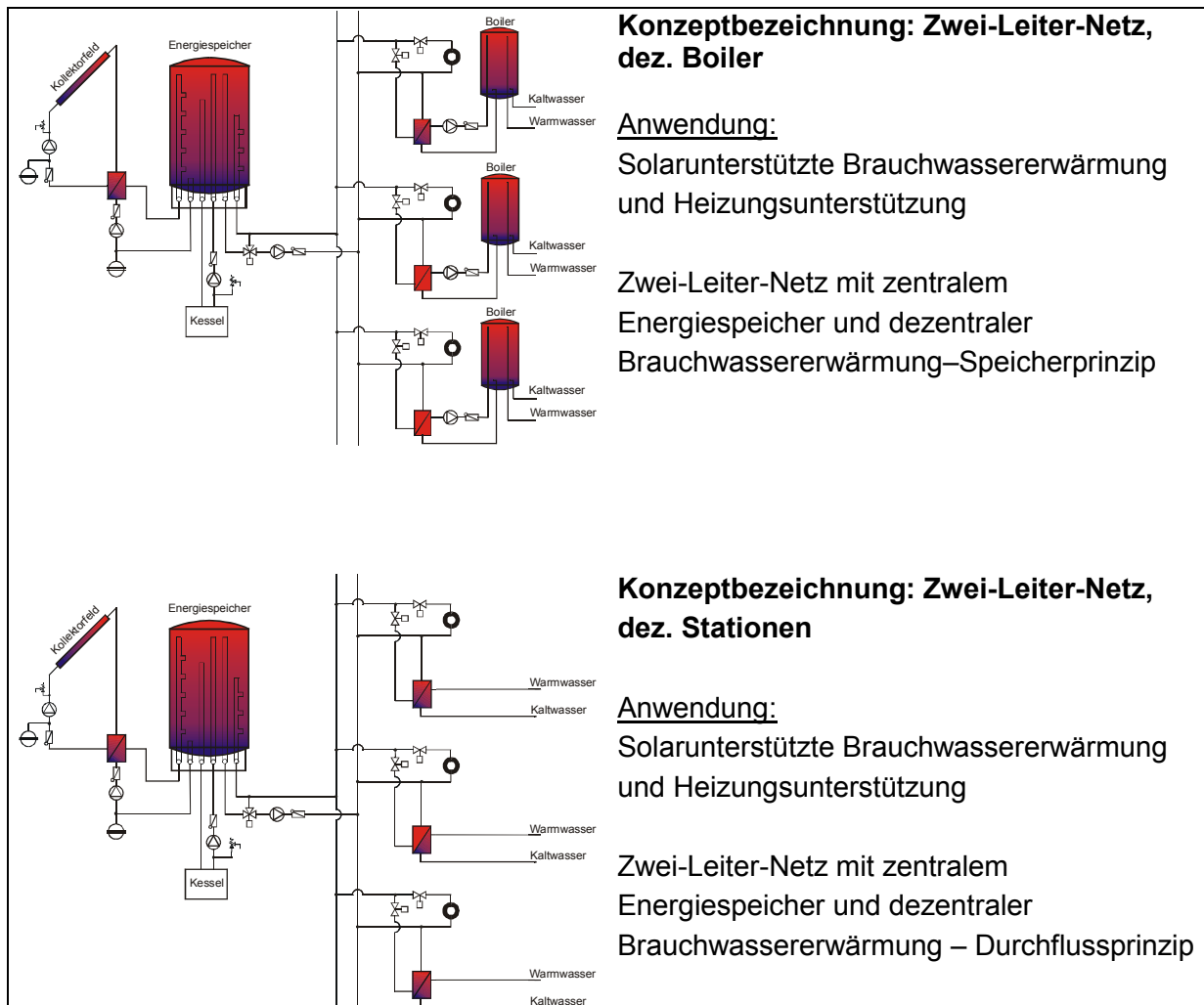


Abbildung 8: Referenzkonzepte in der Kategorie „Zwei-Leiter-Netze“

In den weiteren Betrachtungen erfolgte einerseits ein ökologischer Vergleich (Mit welchem Konzept kann der größte Anteil an Nachheizenergie substituiert werden?) und andererseits ein ökonomischer Vergleich (Mit welchem Konzept kann der geringste Gesamtwärmepreis erzielt werden?).

Da bei Systemvergleichen auch die Art (Bebauungsdichte, Energiedichte) und Größe des Gebäudes (Anzahl der Wohneinheiten) eine wesentliche Rolle spielen, wurden repräsentative Referenzgebäude definiert. Anhand von Recherchen zu in Österreich realisierten Gebäuden (Häufigkeiten von Gebäudegrößen und Bauarten sowie zum energietechnischen Standard) wurden jeweils ein Referenzgebäude mit 5 Wohnungen (reihenhausartige Bebauung), eines mit 12 Wohnungen (dreigeschossig) und eines mit 48 Wohnungen (sechsgeschossig) gewählt.

Die Modellierung der Referenzgebäude und der Referenzhydraulikkonzepte erfolgte in der dynamischen Simulationsumgebung TRNSYS. Jedes Referenzhydraulikkonzept wurde jedem Referenzgebäude zugeordnet und die Wärmeversorgungssituation (Brauchwasser und Raumwärme) simuliert.

Die Systemvergleiche erfolgten im Wesentlichen anhand der Kennzahlen „Nachheizenergiebedarf“ und „Gesamtwärmepreis“. Der Nachheizenergiebedarf ist jene Wärmemenge, die vom konventionellen Energieträger, zusätzlich zu den Solarerträgen, dem System zugeführt werden

muss. Der Gesamtwärmepreis beschreibt die Kosten je benötigter Wärmeeinheit unter Berücksichtigung aller Aufwände und Einsparungen.

3.1.1 Systemvergleich nach energetischen Aspekten

Über die Bandbreite der Referenzgebäudegrößen (5, 12 und 48 Wohnungen) zeigten sich wesentliche energetische Vorteile für Zwei-Leiter-Netze. Beim Referenzgebäude mit 5 Wohnungen (reihenhausartiger Bebauung) und relativ geringen Energieabnahmedichten ergaben sich die größten Unterschiede im Nachheizenergiebedarf zwischen Zwei- und Vier-Leiter-Netzen.

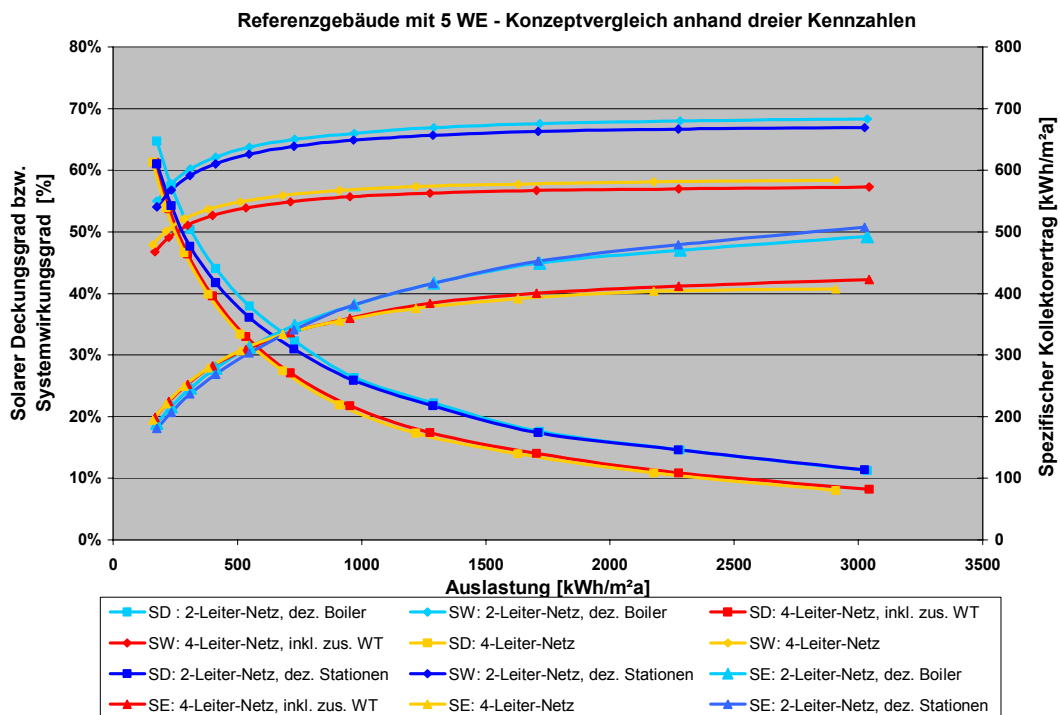


Abbildung 9: Vergleich der 4 Referenzhydraulikkonzepte am Referenzgebäude mit 5 Wohnungen anhand der Kennzahlen Solarer Deckungsgrad (SD), Systemwirkungsgrad (SW) und Spezifischer Solarertrag (SE)

Beim Referenzgebäude mit 48 Wohnungen und relativ hohen Energieabnahmedichten stellten sich pro Meter Netzlänge die geringsten Unterschiede im Nachheizenergiebedarf ein.

Generell kann daher gesagt werden: Je kompakter die Gebäude, desto geringer die Unterschiede im Nachheizenergiebedarf zwischen Zwei- bzw. Vier-Leiter-Netzen.

Innerhalb der Kategorie der Zwei-Leiter-Netze ergibt sich folgende Anwendungsempfehlung: Zwei-Leiter-Netze mit dezentralen Brauchwasserspeichern bieten sich aufgrund der sehr effizienten Betriebsweise des Verteilnetzes (wechselnder Betrieb zwischen Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung) bei wenig kompakten Gebäuden mit geringen Energieabnahmedichten an. Zwei-Leiter-Netze mit dezentralen Durchflusserwärmern hingegen bieten sich eher bei höheren Energieabnahmedichten (kompakte Gebäude) an.

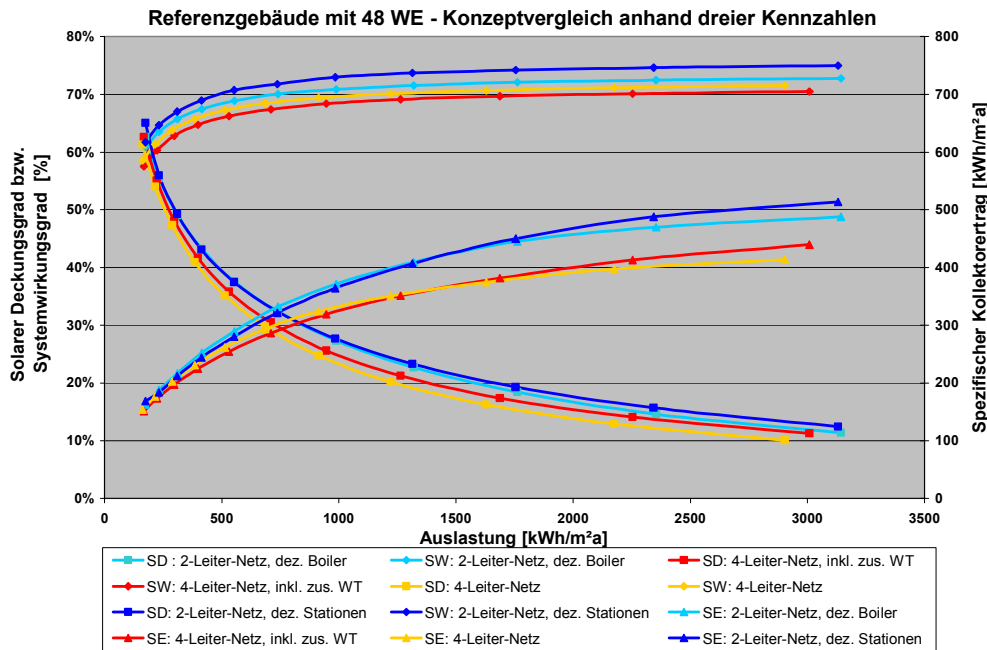


Abbildung 10: Vergleich der 4 Referenzhydraulikkonzepte am Referenzgebäude mit 48 Wohnungen anhand der Kennzahlen Solarer Deckungsgrad (SD), Systemwirkungsgrad (SW) und Spezifischer Solarertrag (SE)

Die wesentlichen Vorteile des Zwei-Leiter-Netzes liegen einerseits beim effizienteren Verteilsystem sowie andererseits bei den tieferen Rücklauftemperaturen aus dem Wärmeverteilnetz. Aufgrund der dezentralen Brauchwassererwärmung und dem daraus resultierenden Wegfall der Zirkulationsleitung, können bei Zwei-Leiter-Netzen konstante Netzzücklauftemperaturen von etwa 30°C und somit tiefere Speichertemperaturen im untersten Bereich des Energiespeichers erreicht werden. Für die Kollektoranlage bedeutet dies tiefere Kollektorrücklauftemperaturen und daraus resultierend höhere Kollektorwirkungsgrade, was sich in höheren Spezifischen Erträgen widerspiegelt.

Systemkonzepte, die zusätzlich zur Brauchwassererwärmung die Solarwärme auch zur Heizungsunterstützung nutzen können, erzielen bei gleicher Größe um bis zu 10% höhere Solarerträge als Konzepte, die nur zur Brauchwassererwärmung verwendet werden können.

3.1.2 Systemvergleich nach ökonomischen Aspekten

Neben der Höhe des verbleibenden Nachheizenergiebedarfes ist der Gesamtwärmepreis die entscheidende Größe beim Vergleich von Wärmeversorgungskonzepten. Ökonomische Vergleiche zwischen den vier Referenzhydraulikkonzepten wurden anhand der erzielbaren Gesamtwärmepreise durchgeführt. Dabei wurden diese nach der Annuitätenmethode der VDI 2067, unter Berücksichtigung von kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten des gesamten Wärmeversorgungssystems (Kollektoranlage, Zusatzheizung, Wärmeverteilung, Wärmeabgabe, Brauchwassererwärmung und Wärmeverrechnung), ermittelt. Diese Art der Wärmepreisberechnung beruht auf der Bestimmung der durchschnittlichen jährlichen Kosten bzw. Kosteneinsparungen über die Nutzungsdauer und berücksichtigt die Veränderung des

Zeitwertes des Geldes (dynamische Methode). Die Basis für die Errechnung der Wärmepreise bildeten umfangreiche Kostenanalysen realisierter Systeme sowie Musterausschreibungen.

Je kompakter (höhere Energieabnahmedichten) das Gebäude, desto größer werden die Vorteile von Vier-Leiter-Netzen hinsichtlich des erzielbaren Gesamtwärmepreises.

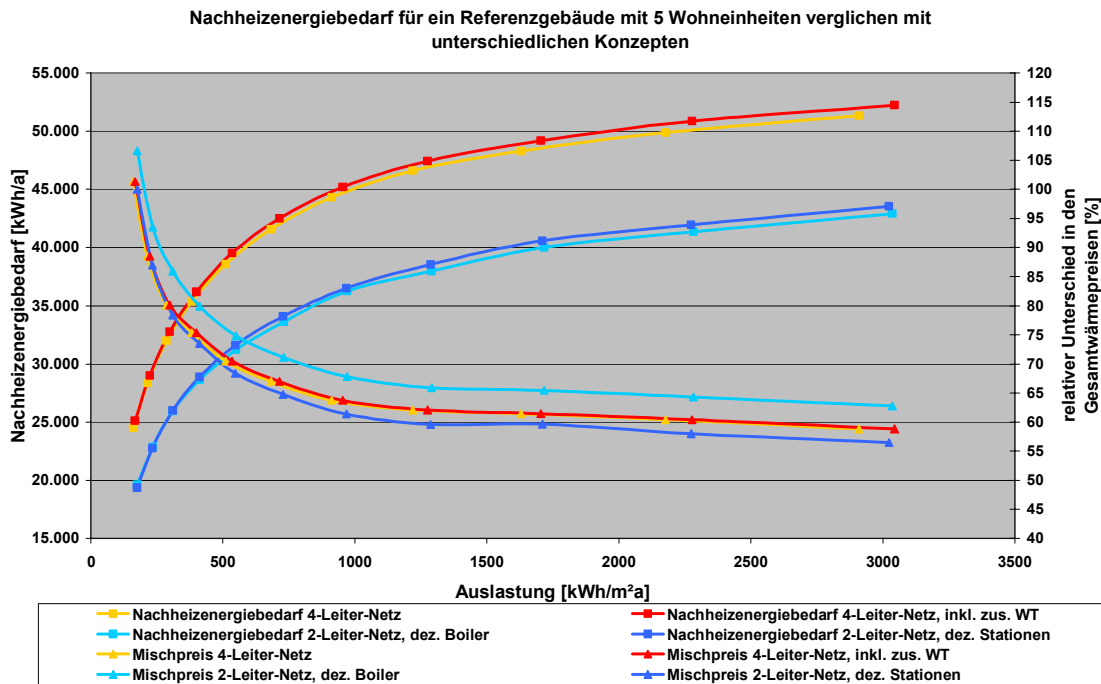


Abbildung 11: Der Unterschied der Gesamtwärmepreise sowie der Nachheizenergiebedarf der Referenzhydraulikkonzepte über der Auslastung – Basis ist das Referenzgebäude mit 5 Wohnungen

Können bei wenig kompakten Gebäuden (beispielsweise bei den Referenzgebäuden mit 5 und 12 Wohnungen) die energetischen Vorteile von Zwei-Leiter-Netzen die höheren Investitionskosten noch kompensieren, so können Zwei-Leiter-Netze bei sehr kompakten Gebäuden (beispielsweise beim Referenzgebäude mit 48 Wohnungen) den Gesamtwärmepreis von Vier-Leiter-Netzen nicht mehr erreichen. Innerhalb der Kategorie der Zwei-Leiter-Netze liegt das Konzept mit dezentralen Boilern aufgrund der höheren Investitionskosten deutlich über dem Konzept mit dezentralen Durchflusserwärmern.

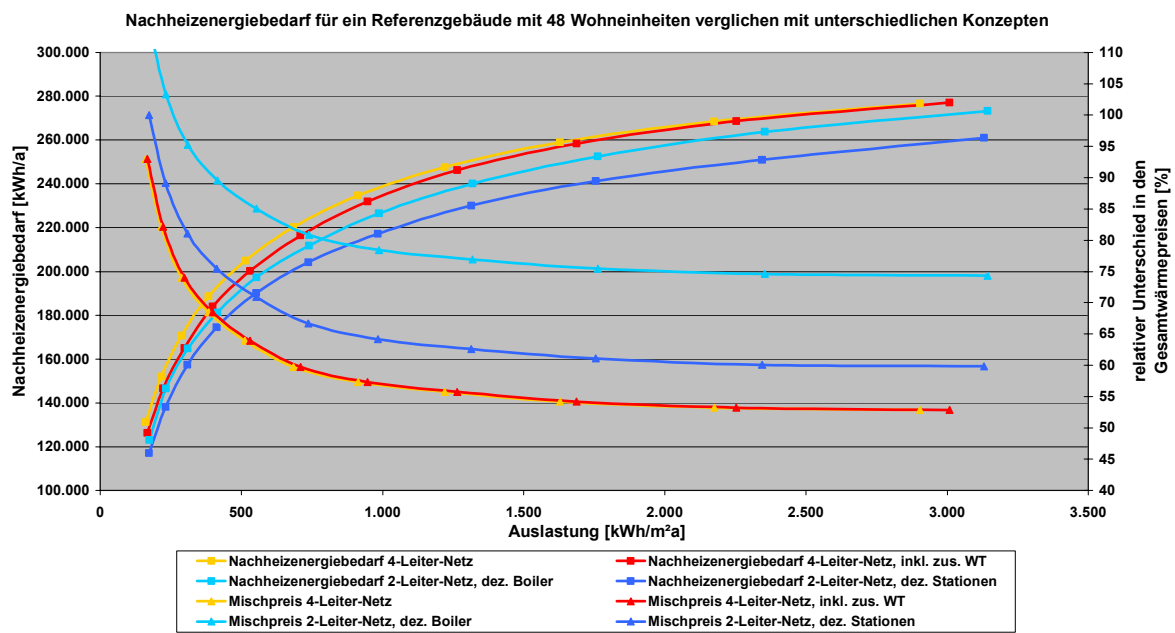


Abbildung 12: Der Unterschied der Gesamtwärmpreise sowie der Nachheizenergiebedarf der Referenzhydraulikkonzepte über der Auslastung – Basis ist das Referenzgebäude mit 48 Wohnungen

Bei kleinen bis mittelgroßen Geschossbauten sind in ökologischer und ökonomischer Hinsicht Zwei-Leiter-Netze Vier-Leiter-Netzen vorzuziehen. Werden bei großen, kompakten Geschoss- und Siedlungsbauten jedoch ökologische Aspekte vor ökonomische gestellt, sollten solarunterstützte Wärmenetze nach dem Prinzip des Zwei-Leiter-Netzes umgesetzt werden.

3.2 Dimensionierungsnomogramme

Aufbauend auf den erstellten Simulationsmodellen (Referenzhydraulikkonzepte und Referenzgebäude) wurden praxisgerechte Nomogramme zur raschen Dimensionierung der Eckdaten von Solarsystemen im Geschosswohnbau erstellt.

Für die flexible Vorauslegung von Solarsystemen ist es erforderlich, möglichst allgemeingültige Werkzeuge zur Verfügung zu haben. Um bei den erstellten Dimensionierungsnomogrammen möglichst breite Gültigkeit zu erreichen, waren einerseits umfassende Validierungsarbeiten nötig und andererseits mussten spezifische Zusammenhänge (beispielsweise die „Auslastung“) gebildet werden. Bei Solarsystemen zur Brauchwassererwärmung ist die Auslastung ein Maß für den täglichen Verbrauch an Warmwasser pro m² Kollektorfläche, bei Solarsystemen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung ist die Auslastung ein Maß für den jährlichen Gesamtwärmebedarf bezogen auf die m² Kollektorfläche. Ist der Wärmebedarf für Brauchwassererwärmung bzw. Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung bekannt, können Kollektorfläche sowie Speichervolumen frei gewählt werden und mittels spezifischem Nomogramm der erzielbare Solare Deckungsgrad ermittelt werden.

Mit der Einführung einer spezifischen Größe wie der „Auslastung“, verlieren Dimensionierungsnomogramme zwar an Transparenz, sie gewinnen jedoch an Allgemeingültigkeit für die Dimensionierung.

Voraussetzung für die Verwendung eines allgemeingültigen spezifischen Dimensionierungsnomogramms ist aber ein annähernd gleichbleibendes Verhältnis zwischen Brauchwasser- und Raumwärmebedarf. Abbildung 13 zeigt das spezifische Dimensionierungsnomogramm für Solarsysteme zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung für 2-Leiter-Netze.

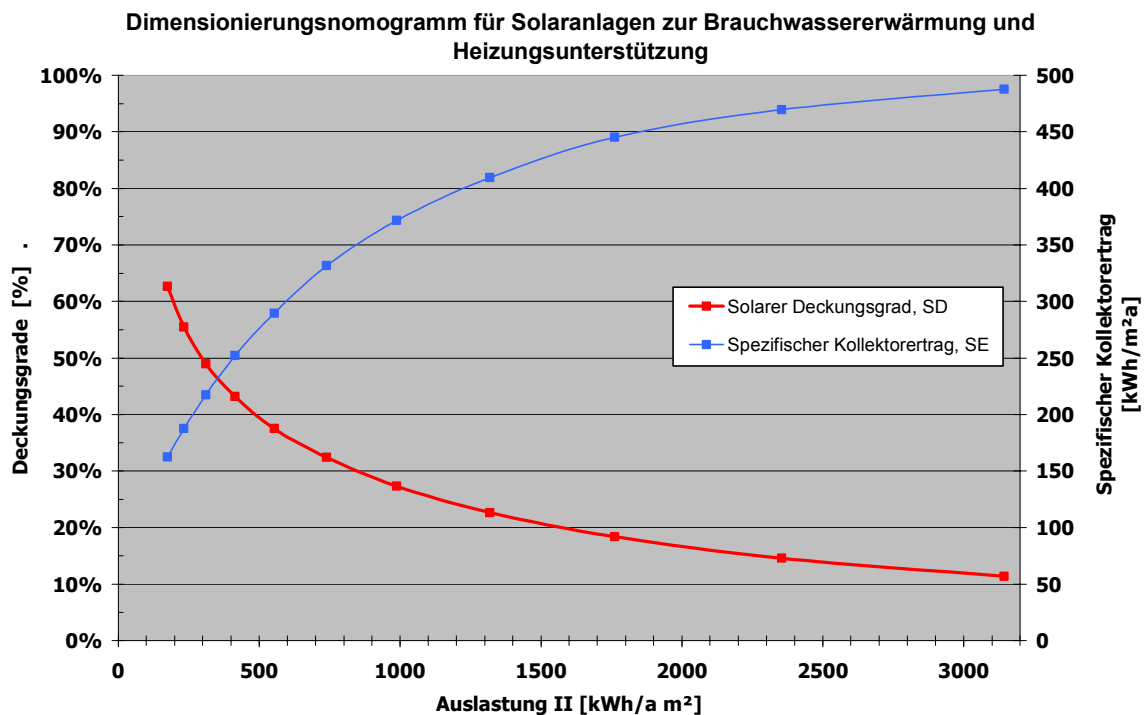


Abbildung 13: Solarer Deckungsgrad und Spezifischer Ertrag über der Auslastung II – Dimensionierungsnomogramm für Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung

In diesem Nomogramm sind die Last (Brauchwasser- sowie Raumwärmebedarf) und die Kollektorfläche flexibel zu definieren. Das Energiespeichervolumen wird mit 50 l/m² Kollektorfläche direkt zugeordnet. Um die Dimensionierung der Eckdaten für Solarsysteme mit Nomogrammen völlig flexibel gestalten zu können, wurde noch ein ergänzendes „Kompakt“-Nomogramm (Abbildung 14) definiert. In Abhängigkeit von der Auslastung und vom Energiespeichervolumen kann einfach und rasch ein Solarer Deckungsgrad ermittelt werden. Die Dimensionierung der Eckdaten des Solarsystems (Kollektorfläche, Energiespeichervolumen) kann jedoch auch ausgehend von einem gewünschten Solaren Deckungsgrad, in Abhängigkeit von der Last, durchgeführt werden.

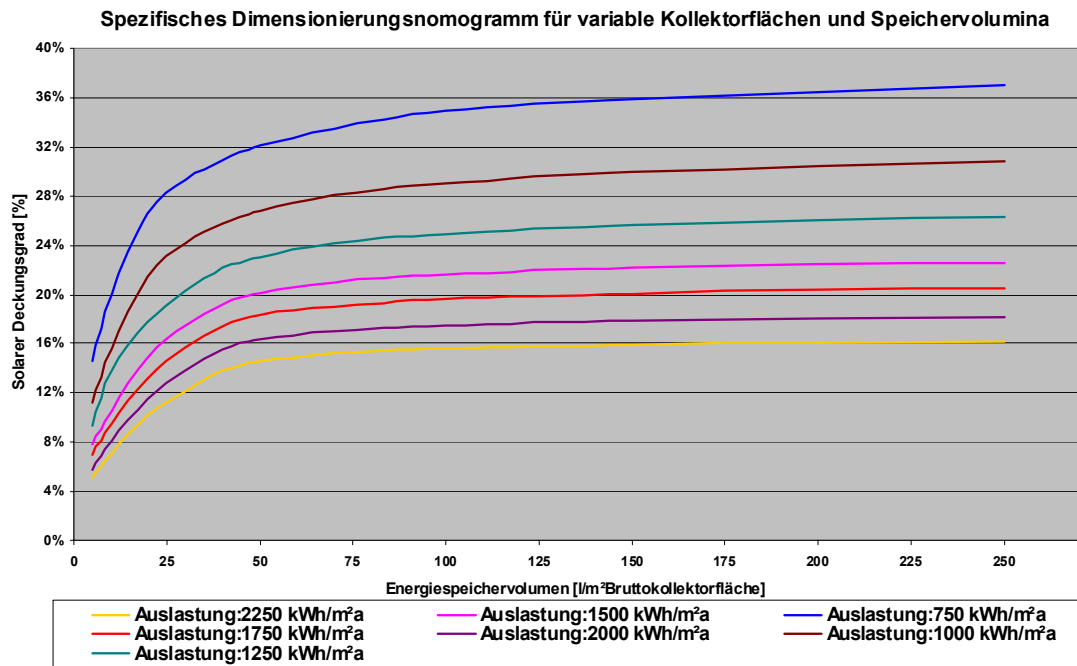


Abbildung 14: „Kompakt“-Dimensionierungsnomogramm für Solarsysteme zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung

4 Das messtechnische Konzept

Mittels einer messtechnischen Überwachung der zehn Demonstrationsprojekte und der Analyse der erhaltenen Messergebnisse sollen die Qualität der Planung und der Umsetzung kontrolliert und ein problemloser Routinebetrieb sichergestellt werden. Dabei wurden folgende Anforderungen definiert:

- Es sollen sämtliche Messdaten in entsprechender zeitlicher Auflösung aufgezeichnet werden, die für eine Beurteilung der Funktion des solarunterstützten Wärmeversorgungskonzeptes notwendig sind (Temperaturen, Betriebszustände, etc.). Die Messdatenerfassung soll weitestgehend automatisiert und die Übertragung über ein Telefonnetz erfolgen.
=> Einjustierungsphase (über ca. zwei Monate)
- Um geschlossene Energiebilanzen erstellen zu können, sollen Wärmemengen in den entsprechenden hydraulischen Kreisen gemessen werden (Solarerträge, Nachheizung, Wärmeverbrauch). Ebenso sollen Temperaturmessungen die Beurteilung der Funktion des solarunterstützten Wärmenetzes ermöglichen und im Störfall entsprechende Alarme weitergeleitet werden. Die Messdatenerfassung bzw. die Störmeldung soll automatisiert und die Übertragung über ein Telefonnetz erfolgen.
=> Detaillierte Monitoringphase über ein Betriebsjahr
- Ein Mindestmonitoring des solarunterstützten Wärmenetzes soll nach Ende der detaillierten Monitoringphase durch den professionellen Anlagenbetreiber weitergeführt werden. Neben der konventionellen Wärmeversorgungsanlage soll auch die Solaranlage an das Störmeldesystem gekoppelt werden.
=> Routineüberwachung

Um Kosten und Ressourcen zu sparen, sollten nach Möglichkeit alle Monitoringanforderungen (siehe oben) sowie die Regelung der Gesamtanlage von einem Gerät aus erfolgen. Diese Aufgaben können grundsätzlich freiprogrammierbare Regelungen sowie Systeme der Gebäudeleittechnik übernehmen. Bei kleineren Wohnbauten wird aus Kostengründen in der Regel keine Gebäudeleittechnik verwendet. Deshalb wird im OPTISOL-Projekt bei dementsprechenden Wohnbauten ein freiprogrammierbarer Regler (EMC 2000, Alternative Energietechnik, Graz) zur Deckung sämtlicher oben definierter Anforderungen verwendet. Sämtliche Temperaturmesspunkte, die auch zur Regelung verwendet werden, stehen auch für Monitoringzwecke zur Verfügung. Ebenso werden auch Energiemengen mittels Impulsmodulen vom Datenlogger aufgezeichnet. Die am Regler zwischengespeicherten Daten können je nach nötiger Detaillierung (in der Monitoringphase beispielsweise täglich) zeitverzögert über ein Telefonnetz ausgelesen werden. Störmeldungen (Systemtemperaturen bzw. Temperaturverhältnisse) können selbsttätig an entsprechende Stellen versendet werden.

Sind bei größeren Wohnbauten Systeme der Gebäudeleittechnik (für die Regelung) finanziell durchwegs interessant, so bringen sie (obwohl grundsätzlich geeignet) vor allem bei der messtechnischen Nutzung (Nutzung als Datenlogger) aber Probleme. Einerseits sind die Speicherintervall-Zeiträume zumeist viel zu groß (z.B. M-Bus max. 1x täglich) und andererseits

ist die Kompatibilität zu anderen Messdatenerfassungssystemen nur bedingt gegeben. Aus diesen Gründen wird im gegenständlichen Projekt bei Wohnbauten mit Systemen zur Gebäudeleittechnik für das detaillierte Monitoring zusätzlich die oben erwähnte freiprogrammierbare Regelung (EMC 2000) als Datenlogger verwendet. Die Regelung sowie das Routinemonitoring (Versenden von Störmeldungen) erfolgt durch die Gebäudeleittechnik.

Anhand des beispielhaften Blockschaltbildes wird in Abbildung 15 das Messkonzept sowie die messtechnische Ausstattung der zehn Demonstrationsobjekte dargestellt.

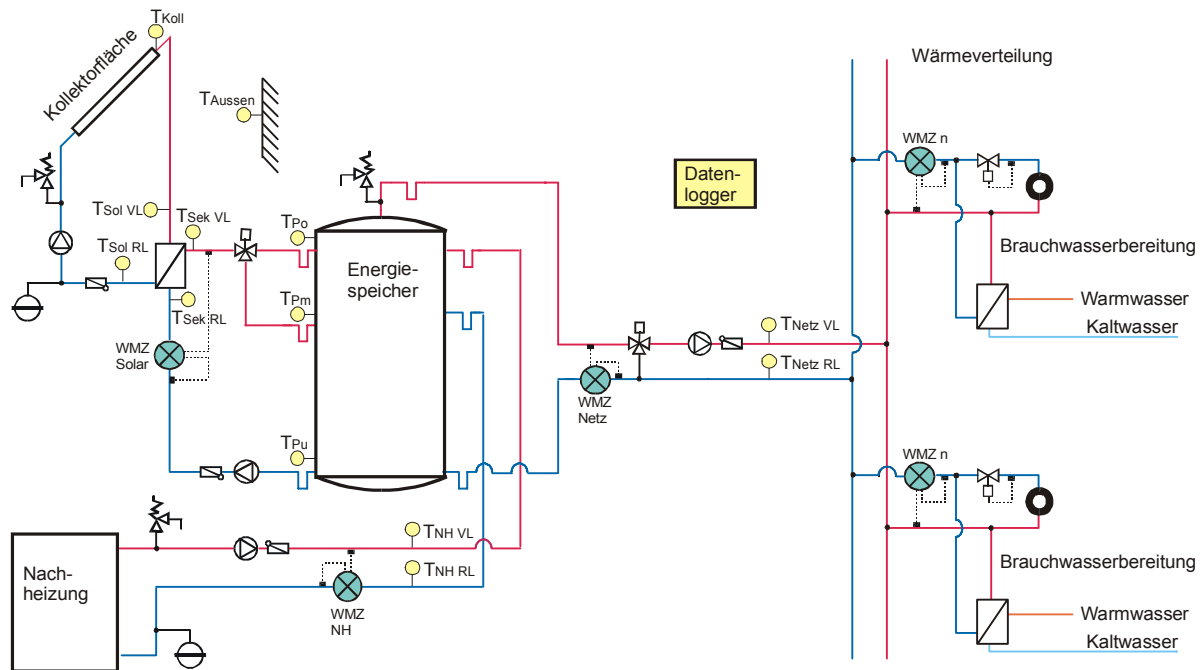


Abbildung 15: Beispielhafte Darstellung des Messkonzeptes und der messtechnischen Ausstattung der zehn Demonstrationsobjekte im OPTISOL-Projekt

Wärmemengen:

- WMZ Solar - Wärmemengenzähler im Sekundärkreis der Solaranlage
- WMZ NH - Wärmemengenzähler im Nachheizungskreislauf
- WMZ Netz - Wärmemengenzähler im Wärmeverteilnetz
- WMZ_n - Wärmemengenzähler direkt in jeder Wohnung

Temperaturen:

- Kollektortemperatur
- Vor- und Rücklauf im Primärkreis der Solaranlage
- Vor- und Rücklauf im Sekundärkreis der Solaranlage
- Vor- und Rücklauf im Nachheizungskreislauf
- Vor- und Rücklauf im Wärmeverteilnetz
- Speichertemperaturen
- Außentemperatur (je nach Möglichkeit)

Datenlogger (bzw. in einigen Projekten auch Regelung der Wärmeversorgungsanlage):

EMC 2000, freiprogrammierbare Regelung, 8 Ausgänge und 16 Eingänge

5 Übersicht über die Demonstrationsobjekte

Wie in Kapitel 2 beschrieben, wurden zehn konkrete Demonstrationsobjekte ausgewählt und eine „Reserveliste“ mit drei Objekten definiert. Nachfolgendes Kapitel beschreibt den aktuellen Stand der Demonstrationsobjekte und gibt ebenso einen Überblick über bereits erzielte Erkenntnisse.

Aufgrund der entscheidenden energetischen Vorteile von 2-Leiter-Netzen zur Wärmeversorgung wurden in allen zehn Demonstrationsobjekten auch bereits 2-Leiter-Netze umgesetzt bzw. gelangen in weiterer Folge zur Umsetzung. In neun Demonstrationsobjekten erfolgt die Brauchwassererwärmung dezentral im Durchflussprinzip, in einem Demonstrationsobjekt (Eggersdorf) aufgrund der Reihenhaus-Bebauung über Speicherladesysteme.

5.1 Zeitpläne zu den Demonstrationsobjekten

Entsprechend der sehr unterschiedlichen Starttermine für Projektierung und der aufgrund der Dimension der Wohnbauten sehr unterschiedlichen Umsetzungszeiträume, befinden sich die Objekte aktuell in unterschiedlichen Projektphasen. An zwei Objekten ist das Wärmeversorgungssystem bereits in Betrieb, sechs Objekte befinden sich in der Umsetzung und zwei Objekte sind noch in der Projektierungsphase. In Abbildung 16 ist der gesamte Projektzeitplan und der Status quo (rot strichlierte Linie) der zehn Demonstrationsobjekte sowie der drei Objekte auf der „Reserveliste“ dargestellt. Für jedes Bauprojekt wurden vier unterschiedliche Phasen definiert. Die orange gefärbten Balken stehen für den Zeitraum der Planungsphase, die türkis gefärbten Balken für die Bauphase, die violett gefärbten Balken für die Phase der Wohnungsübergabe sowie die grünen Balken für das einjährige Anlagenmonitoring.

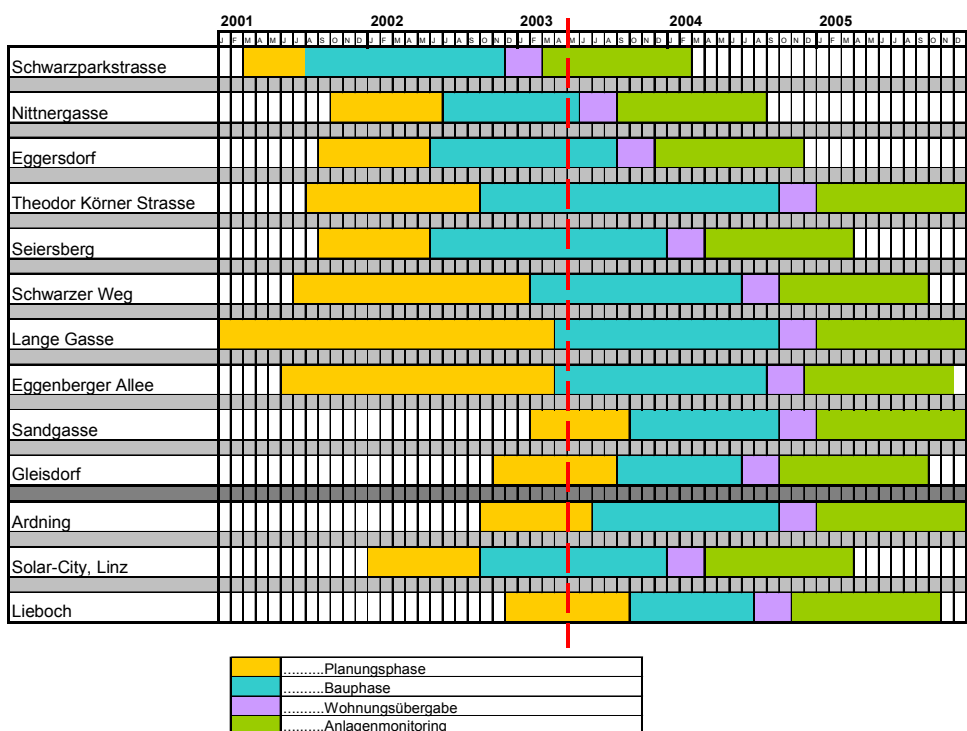


Abbildung 16: Projektzeitpläne und Status quo der Demonstrationsobjekte sowie der Objekte auf der Reserveliste

Die Planungsphasen erstrecken sich je nach Objekt zwischen 5 (Schwarzparkstraße, Salzburg, 31 WE) und 25 Monaten (Lange Gasse, Graz 61 WE), die Bauphasen zwischen 11 (Nittnergasse, Graz, 6 WE) und 24 Monaten (Theodor Körner Strasse, Graz, 63 WE zuzüglich 1500 m² Bürofläche).

Betrachtet man den Projektstatus zum ursprünglich geplanten Projektende mit Ende März 2004, so ist zu erkennen, dass der aktuelle Zeitplan nur ein Objekt mit abgeschlossener einjähriger Monitoringphase ermöglicht. Bei allen anderen Objekten reicht das Ende der Monitoringphase weiter in das Jahr 2004 bzw. bei sechs Objekten sogar bis ins Jahr 2005. Die Monitoringphasen der großen Wohnbauprojekte Theodor Körner Strasse (Graz, 61 WE zuzüglich 1500 m² Bürofläche), Lange Gasse (Graz, 63 WE, zuzüglich Geschäftsfläche) und Sandgasse (Graz, 42 WE) können frühestens im Dezember 2005 abgeschlossen werden. Eine Projektverlängerung bis zum Jahresende 2005 sollte aus jetziger Sicht unbedingt angestrebt werden.

5.2 Kurzbeschreibung der einzelnen Demonstrationsobjekte

In der Folge werden die einzelnen Demonstrationsobjekte beschrieben und entsprechend des aktuellen Projektfortschrittes gereiht dargestellt.

5.2.1 Schwarzparkstraße

Im Herbst 2002 wurde von der Salzburg Wohnbau Planungs-, Bau- und Dienstleistungs GesmbH die Errichtung von 31 Wohneinheiten in der Stadt Salzburg fertiggestellt. Die Siedlung setzt sich aus 5 kompakten Objekten, bestehend aus 4 bzw. 5 Wohnungen, und 10 reihenhausartigen, vorgelagerten Wohnungen zusammen (siehe Abbildung 17). Die Wärmeversorgung erfolgt aus einem zentralen Heizhaus, das im Keller des mittleren dreigeschossigen Gebäudes situiert ist. Die 70 bis 92 m² großen Wohnungen wurden größtenteils schon Ende des Jahres 2002 bezogen. Mit Stand Ende Mai dieses Jahres waren aber noch fünf der zehn Reihenhäuser unbewohnt, was sich klarerweise auf den Wärmebedarf der Wohnanlage und somit negativ auf den Ertrag der Kollektoranlage auswirkt.



Abbildung 17: Übersichtsbild der Wohnanlage Schwarzparkstraße (Computersimulation: Architekturbüro Halle 1, Salzburg)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 4 angeführt.

Tabelle 4: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Schwarzparkstraße“

Wohnbauträger:	Salzburg Wohnbau Planungs-, Bau- und Dienstleistungs GesmbH
Architektur:	Architektur: Halle 1, Salzburg
Haustechnik:	RFG Engineering, Salzburg
Betrieb der Heizungsanlage:	Salzburg AG, Salzburg
Objektgröße:	31 Wohneinheiten
Heizlast:	146 kW
Kollektorfläche:	156 m ²
Energiespeichervolumen:	16,0 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	19%
Nachheizung:	Grundlast: Pelletskessel Spitzen- und Schwachlast: Gas-Brennwertkessel
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

Das Wärmeversorgungskonzept basiert auf einem Pelletskessel für den Grundlastbetrieb, einer thermischen Solaranlage mit 156 m² und einem Gas-Brennwertkessel zur Spitzen- und Schwachlastversorgung (Abbildung 18). Als hydraulische Weiche zum Wärmeverteilnetz (2-Leiter-Netz) fungiert ein Energiespeicher mit einem Volumen von 16 m³.

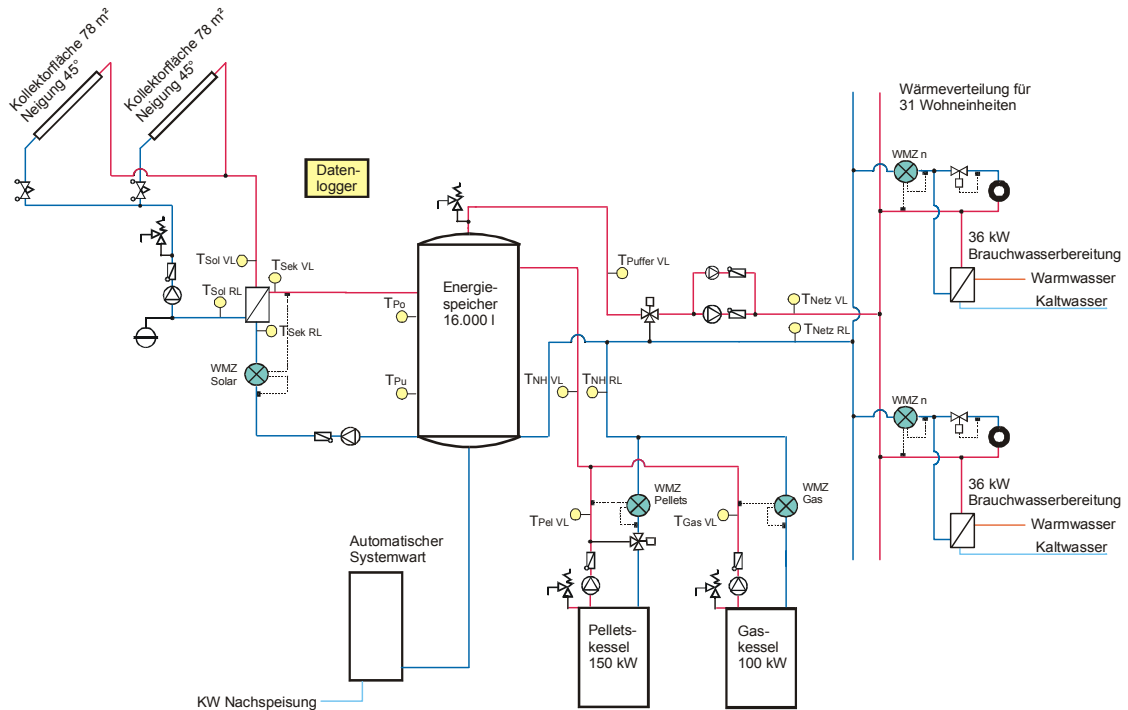


Abbildung 18: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen



Abbildung 19: Pelletskessel zur Grundlastabdeckung



Abbildung 20: Detail zu Rohrführung und Dämmstandard im Heizhaus

Die Sonnenkollektoren wurden aufgrund der Bauweise mit Flachdach mittels Eigenkonstruktion auf zwei Gebäudeteilen angeordnet und entsprechend des Low-Flow-Betriebes hydraulisch verbunden (Abbildung 21 und Abbildung 22).



Abbildung 21: Anordnung der Kollektoren am Flachdach



Abbildung 22: Stirnseitige Gebäudeansicht – Detail Sonnenkollektoren

Ein richtig ausgelegtes und einreguliertes 2-Leiter-Netz sorgt für tiefe Netzurücklauftemperaturen, was die Basis für geringe Verteilverluste und möglichst optimale Nutzung von Solarwärme darstellt. Beispielhaft für die äußerst zufriedenstellende Funktion des Wärmeverteilnetzes inkl. Wohnungsstationen (Raumwärmeversorgung und Brauchwassererwärmung) werden in Abbildung 23 repräsentative Temperaturen für den 1. April des Jahres 2003 dargestellt. Bei einer nahezu konstanten Versorgungstemperatur von 65°C kann eine Rücklauftemperatur zwischen 25 und 30°C erreicht werden. Gleichzeitig erwärmt an diesem sehr sonnigen Tag die Solaranlage den Energiespeicher auf über 70°C, was ein Wegschalten des Biomassekessels zwischen 8 Uhr morgens und 23 Uhr ermöglicht.

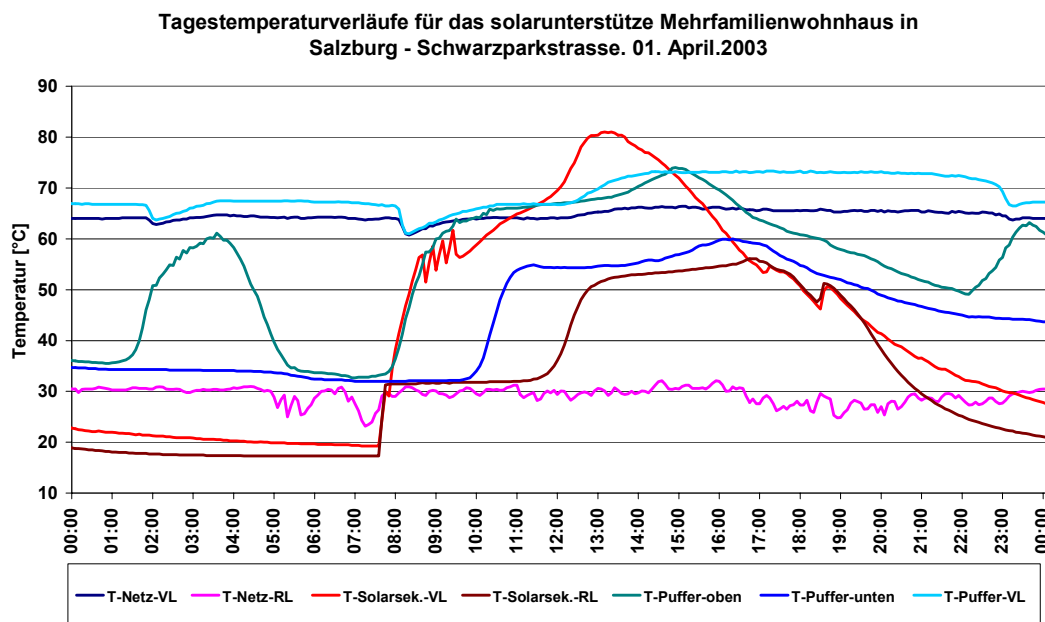


Abbildung 23: Demonstrationsobjekt Schwarzparkstraße - Repräsentative Systemtemperaturen am 1. April des Jahres 2003

Diese Temperaturverläufe stammen bereits aus dem bei diesem Demonstrationsobjekt umgesetzten messtechnischen Konzept mit Anlagenüberwachung bzw. Datenspeicherung und Analyse (siehe Kapitel 4). Seit Jänner dieses Jahres werden sämtliche Systemtemperaturen aufgezeichnet, am Datenlogger zwischengespeichert, über das Telefonnetz täglich übertragen, danach in der Datenbank der AEE INTEC Routineanalysen unterzogen und schlussendlich

abgelegt. Seit Mai dieses Jahres werden auch die Wärmemengen über selbiges System erfasst, übertragen und aufgezeichnet.



Abbildung 24: Ansicht des fertig verdrahteten Datenloggers



Abbildung 25: Ansicht einer installierten Wohnungsstation inkl. Wärmemengenzähler

5.2.2 Nittnergasse

Ende Juni werden von der Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH sechs Wohnungen im Westen von Graz an die zukünftigen Bewohner übergeben. Vier Wohnungen mit rund 90 m² sind im Erdgeschoss angeordnet, zwei Wohnungen mit etwa 80 m² befinden sich im zweigeschossigen Bereich der Wohnanlage. Eine Übersicht über die Wohnanlage bietet Abbildung 26 (Computersimulation) sowie Abbildung 27 (bereits nach Fertigstellung).



Abbildung 26: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Nittnergasse“ (Computersimulation: Architekt Schifko, Graz)



Abbildung 27: Südansicht des Demonstrationsobjektes „Nittnergasse“ nach Baufertigstellung

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 4 angeführt.

Tabelle 5: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Nittnergasse“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, Graz
Architektur:	Architekt Schifko, Graz
Haustechnik:	TB Pickl & Partner, Graz
Betrieb der Heizungsanlage:	Steirische Gas - Wärme GmbH, Graz
Objektgröße:	6 Wohneinheiten
Heizlast:	31 kW
Kollektorfläche:	30 m ²
Energiespeichervolumen:	2,5 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	16%
Nachheizung:	Gas-Brennwertkessel
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

Das solarunterstützte Wärmeversorgungskonzept basiert auf einer 30 m² großen Kollektoranlage und einer Gas-Brennwertkessel mit Kopplung an einen 2,5 m³ fassenden Energiespeicher. Der Solaranlage steht der gesamte Inhalt des Energiespeichers zur

Verfügung, von der Gasbrennwerttherme werden bei mangelndem Solarertrag die obersten 500 l auf 65°C gehalten. Der errechnete solare Deckungsgrad an Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung liegt beim Projekt Nittnergasse bei 16%.

Die Wärmeverteilung erfolgt über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsübergabestationen (Raumwärmeversorgung und Brauchwassererwärmung). Die Regelung der gesamten Wärmeversorgungsanlage, die Anlagenüberwachung sowie die Datenaufzeichnung werden in diesem Demonstrationsobjekt von einem Gerät (EMC 2000) durchgeführt. Das Hydraulikkonzept sowie die vom Meßsystem aufgezeichneten Größen werden in nachfolgender Abbildung dargestellt.

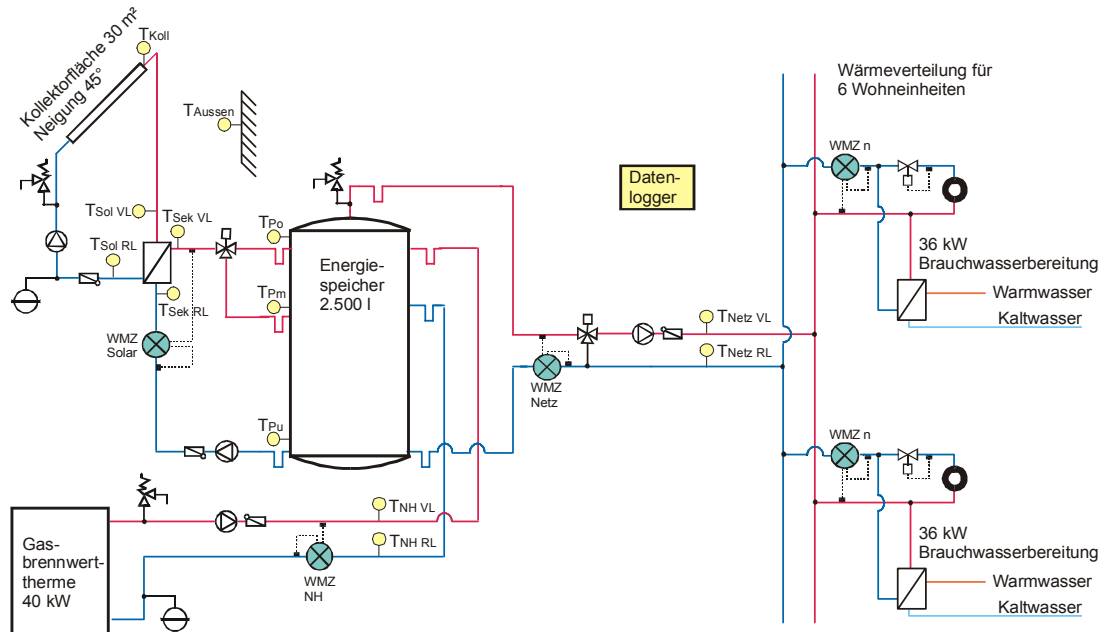


Abbildung 28: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die gesamte Wärmeversorgungsanlage sowie das Monitoringsystem sind bereits im Probetrieb. Kleine Arbeiten, wie beispielsweise das Anbringen von Rohrdämmungen, haben noch zu erfolgen.



Abbildung 29: Ansicht der am Flachdach positionierten Kollektoranlage



Abbildung 30: Detailansicht aus dem Heizhaus – der Energiespeicher ist bereits gedämmt, die Rohrleitungen sind noch ungedämmt.

5.2.3 Eggersdorf

Die Gemeinnützige Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönerer Zukunft Steiermark Ges.m.b.H. errichtet in Eggersdorf eine Reihenhausanlage mit 12 Wohnungen. Die drei Reihenhauszeilen bestehen jeweils aus vier zweigeschossigen Wohnungen mit etwa 90 m² Wohnfläche. Die Wärmeversorgung erfolgt aus einem externen zentralen Heizhaus, das nahezu stirnseitig an das Gebäude 1 angrenzt. Die 48 m² große Kollektoranlage ist am Gebäude 1, das die kürzeste Distanz zum Heizhaus besitzt, angeordnet, unterstützt aber trotzdem die gesamte Wärmeversorgung der Siedlung (errechneter Gesamtdeckungsgrad für Brauchwasser und Raumwärme: 11%).

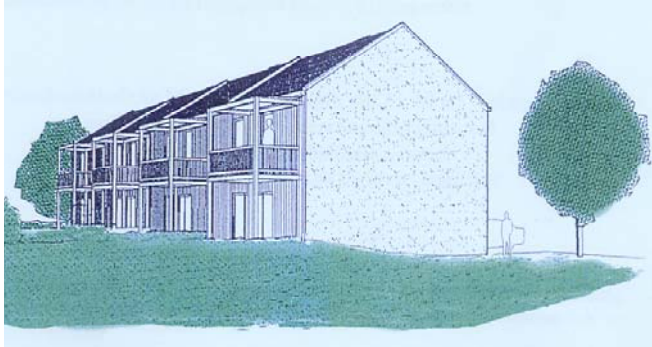


Abbildung 31 (Computersimulation) und Abbildung 32 (Südansicht während der Bauphase) zeigen jeweils eine Zeile der Reihenhausanlage.

Abbildung 31: Ansicht einer Hauszeile des Demonstrationsobjektes „Eggersdorf“ (Computersimulation: Architekt Fiedler, Graz)

Die Komplementärenergiequelle ist bei diesem Demonstrationsobjekt mit Hackgut ebenfalls ein erneuerbarer Energieträger. Zentrale der Wärmeversorgungsanlage ist ein 6m³ fassender Energiespeicher, der so-



wohl von der Hackgut-anlage (Lastausgleich und Erhöhung der Kesselaufzeiten) als auch von der Solaranlage geladen wird.

Abbildung 32: Südansicht des Demonstrationsobjektes „Eggersdorf“ während der Bauphase

Die Wärmeverteilung aus dem Energiespeicher heraus erfolgt über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Brauchwasserspeichern, die nach dem Ladespeicherprinzip geladen werden. Im Vergleich zu den anderen Demonstrationsobjekten, die alle mit dem System des Durchflussprinzips zur Brauchwassererwärmung ausgestattet werden, weist dieses Wohnprojekt vergleichsweise geringe Energiedichten (aufgrund der Reihenhausbauweise) auf. Um die Wärmeverluste des (vergleichsweise langen) Verteilnetzes möglichst zu minimieren, werden die Brauchwasserspeicher zweimal täglich in sogenannten „Ladefenstern“ erwärmt. Die restliche Zeit wird das Netz mit außertemperaturgeführten Vorlauftemperaturen zur Raumwärmeversorgung betrieben, bzw. kann in den Sommermonaten auskühlen. Dieses Prinzip bedeutet zwar etwas höhere Investitionskosten, reduziert die Verteilverluste des Wärmenetzes aber erheblich. Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten

Partner werden nachfolgend in Tabelle 6 angeführt, das Blockschnittbild ist in Abbildung 33 dargestellt.

Tabelle 6: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Eggersdorf“

Wohnbauträger:	Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönere Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz
Architektur:	Architekt Fiedler, Graz
Haustechnik:	Zivilingenieurkanzlei DI Fischer
Betrieb der Heizungsanlage:	Hausmeister
Objektgröße:	12 Wohneinheiten
Heizlast:	95 kW
Kollektorfläche:	48 m ²
Energiespeichervolumen:	6 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	11%
Nachheizung:	Hackgutkessel
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung mittels Ladespeicherprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

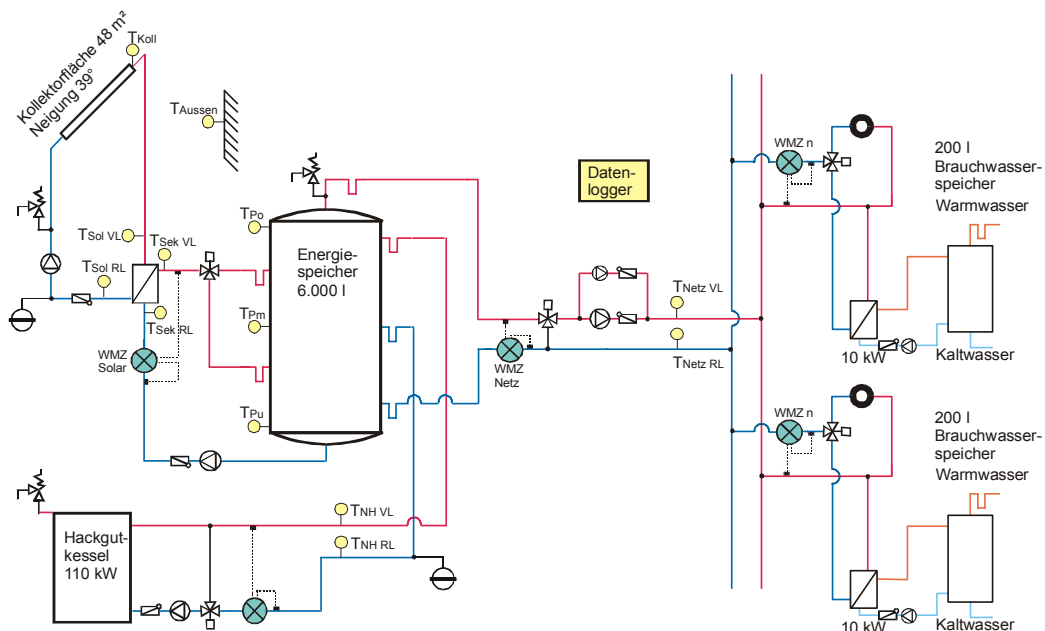


Abbildung 33: Blockschnittbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die Regelung des Solarsystems, die Anlagenüberwachung sowie die Datenaufzeichnung werden in diesem Demonstrationsobjekt von einem Gerät (EMC 2000) durchgeführt.

Das Bauprojekt findet sich momentan in der Fertigstellungsphase. Die 12 Wohnungen werden im September 2003 an ihre künftigen Bewohner übergeben.



Abbildung 34: Detailansicht – Dachintegration eines Kollektorfeldes



Abbildung 35: Detailansicht aus dem externen Heizhaus – Positionierung des Energiespeichers

5.2.4 Theodor Körner Straße

Die Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, startete im Herbst 2002 die Bauarbeiten zum Projekt „Theodor Körner Straße“ im Norden von Graz. Zusätzlich zu 61 Wohneinheiten (40 m² bis 90 m² große Wohnungen) entsteht hier auch das künftige Büro der Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, das etwa 1300 m² Nutzfläche umfasst. Ein zusätzliches Geschäftslokal sowie eine Cafeteria vervollständigen dieses Bauprojekt. Die Siedlung besteht aus drei Gebäudeteilen (drei-, vier- und fünfgeschossig), wobei im Hauptgebäudeteil (viergeschossig) das Büro des Wohnbauträgers integriert ist. Die Büro- und Geschäftslokale verfügen über eine kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und Vorkonditionierung über einen luftdurchströmten Erdkollektor. Die zwei Sonnenkollektorflächen (aufgeteilt auf die vier- und fünfgeschossigen Bauteile) wurden trotz Flachdachbauweise in das Gebäudekonzept integriert und übernehmen Sonnen- und Regenschutzfunktionen. Eine Computersimulation des gesamten Bauprojektes verdeutlicht die Anordnung der Baukörper sowie die Architektur (Abbildung 36).



Abbildung 36: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Theodor Körner Straße“ (Computersimulation: Architekt Fandler, Graz)

Eine 240 m² große Sonnenkollektoranlage unterstützt die Fernwärmeversorgung aus dem Fernwärmenetz der Stadt Graz. Als hydraulisches Zentrum fungiert ein 20m³ Energiespeicher, der einerseits von der Solaranlage zur Gänze geladen werden kann und andererseits bei geringem Solarangebot im obersten Bereich von der Fernwärmeversorgung auf Nutztemperatur (65°C) gehalten wird. Die Wärmeverteilung erfolgt über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip.

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 7 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 37 dargestellt.

Tabelle 7: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Theodor Körner Straße“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, Graz
Architektur:	Architekt Fandler, Graz
Haustechnik:	Ingenieurbüro Hof & Partner, Graz
Betrieb der Heizungsanlage:	Steirische Gas - Wärme GmbH, Graz
Objektgröße:	61 Wohneinheiten ca. 1500 m ² Bürofläche Cafeteria
Heizlast:	440 kW
Kollektorfläche:	240 m ²
Energiespeichervolumen:	20 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	14%
Nachheizung:	Fernwärme der Stadt Graz
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40) In den Büroflächen zentrale Lüftungsanlage mit Erdkollektoren und Wärmerückgewinnung

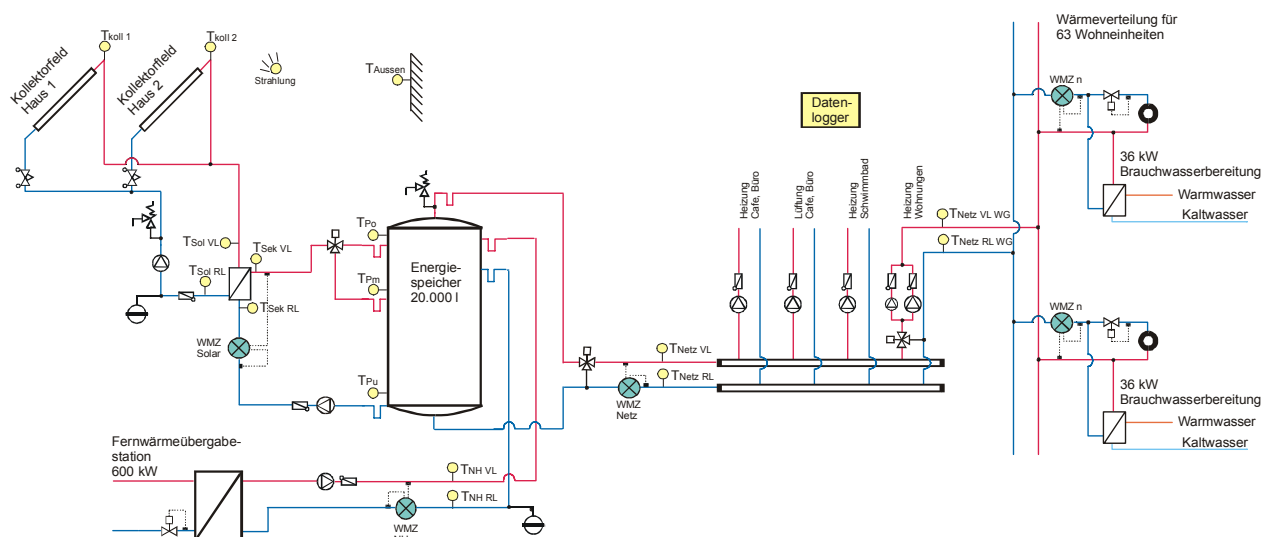


Abbildung 37: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während

der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Aufgrund der Größe des Objektes erstreckt sich die Bauphase über zwei Jahre. Abbildung 38 zeigt beispielsweise die Notwendigkeit der frühzeitigen Integration des Energiespeichers in den Bauablauf bei dementsprechend großen Speichervolumina. Die Fertigstellung und Übergabe an die künftigen Nutzer und Bewohner ist im Herbst 2004 geplant.



Abbildung 38: Lieferung des 20 m³ fassenden Energiespeichers – Detailansicht rechts: hydraulische Anschlüsse im oberen Speicherbereich

5.2.5 Seiersberg

Die Wohnanlage Am Anger in Seiersberg ist der erste von insgesamt drei Bauabschnitten mit 48 von gesamt 125 Mietkauf- und Eigentumswohnungen. Das fünfgeschossige Wohnhaus (siehe Abbildung 39) wird in Massivbauweise vom Wohnbauträger Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, errichtet. Der Baubeginn hierzu erfolgte im Sommer 2002.

Die 96 m² große Kollektoranlage, bestehend aus zwei hydraulischen Teilfeldern, speist einen zentralen Energiespeicher (8m³, siehe Abbildung 41) und wird aufgrund der Flachdachbauweise mittels Eigenkonstruktion am Flachdach angeordnet. Während der Heizperiode bildet eine Fernwärmeversorgung die Komplementärenergiequelle. Außerhalb der Heizperiode wird vom Fernwärmeversorger keine Wärme angeboten, sodass die Brauchwassererwärmung bei geringem Solarenergieangebot mit elektrischem Strom sichergestellt werden muss. Sowohl die Fernwärmeversorgung als auch die Strom-Nachheizung sind in den zentralen Energiespeicher eingebunden.



Abbildung 39: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Seiersberg“ (Computersimulation: Architekt Mesnaritsch, Graz)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 8 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 40 dargestellt.

Tabelle 8: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Seiersberg“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, Graz
Architektur:	Architekt Mesnaritsch, Graz
Haustechnik:	TB Pickl & Partner, Graz
Betrieb der Heizungsanlage:	Wärmebetriebe Gesellschaft m.b.H., Graz
Objektgröße:	48 Wohneinheiten
Heizlast:	188 kW
Kollektorfläche:	96 m ²
Energiespeichervolumen:	8 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	11%
Nachheizung:	Im Winter Fernwärme, Versorger: Steirische Gas - Wärme GmbH, Graz Im Sommer: elektrischer Strom
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

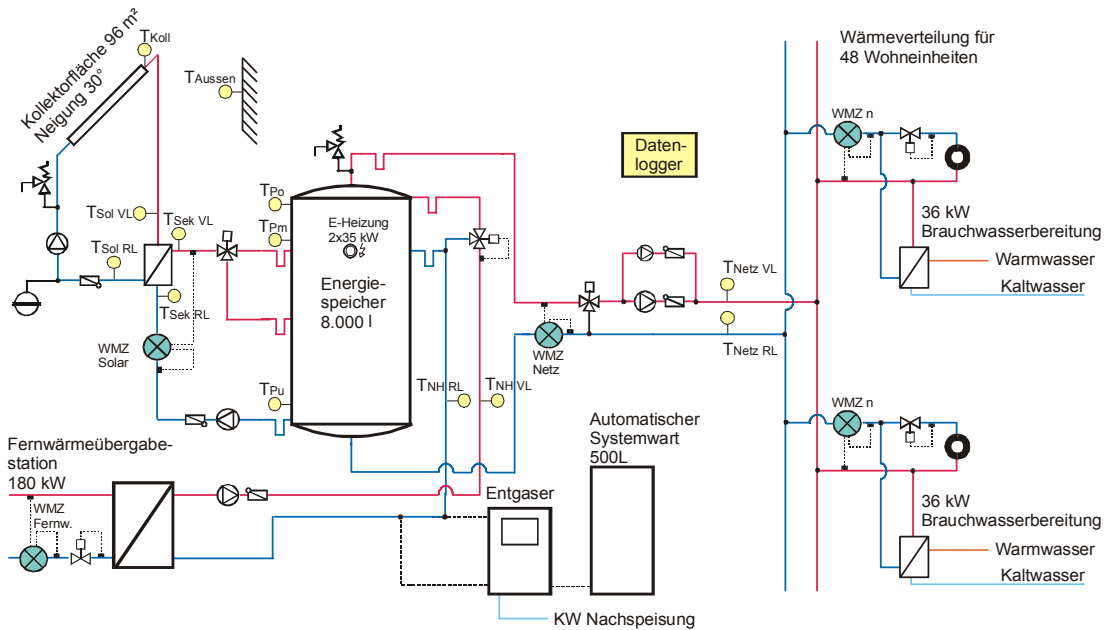


Abbildung 40: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die Wärmeverteilung erfolgt über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip. Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Die Bauzeit - mit Baubeginn im Sommer 2002 und Fertigstellung Ende 2003 - erstreckt sich für das Objekt über rund eineinhalb Jahre.



Abbildung 41: Anordnung des 8 m³ fassenden Energiespeichers im teilweise abgesenkten Fundament des Heizhauses

5.2.6 Schwarzer Weg

Die Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, errichtet am Schwarzen Weg in Graz eine Wohnhausanlage mit insgesamt 40 Wohnungen (Zwei-, Drei- und Vierzimmerwohnungen mit einer Größe von 50 m² bis 95 m²). Die Wohnanlage wurde so ausgerichtet, dass sechs Gebäudeteile einen Innenhof umschließen (siehe Abbildung 42). Die Wärmeversorgung dieser Wohnsiedlung erfolgt aus einem zentralen Heizhaus über ein Wärmeverteilnetz nach dem Prinzip des 2-Leiter-Netzes mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip.

Auf einem Gebäude mit südseitig orientierter Längsseite sind die Kollektoren für die gesamte Wohnsiedlung angeordnet. Die Befestigung der Kollektoren erfolgt teilweise mittels Eigenkonstruktion am Flachdach und teilweise an der Überdachung von Dachterrassen.



Abbildung 42: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Schwarzer Weg“ (Computersimulation: Architekt Rudorfer, Graz)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 9 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 43 dargestellt.

Tabelle 9: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Schwarzer Weg“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, Graz
Architektur:	Architekt Rudorfer, Graz
Haustechnik:	RFG Engineering, Salzburg
Betrieb der Heizungsanlage:	Steirische Gas - Wärme GmbH, Graz
Objektgröße:	40 Wohneinheiten
Heizlast:	190 kW
Kollektorfläche:	96 m ²
Energiespeichervolumen:	12 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	12%
Nachheizung:	Gas-Brennwertkessel
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

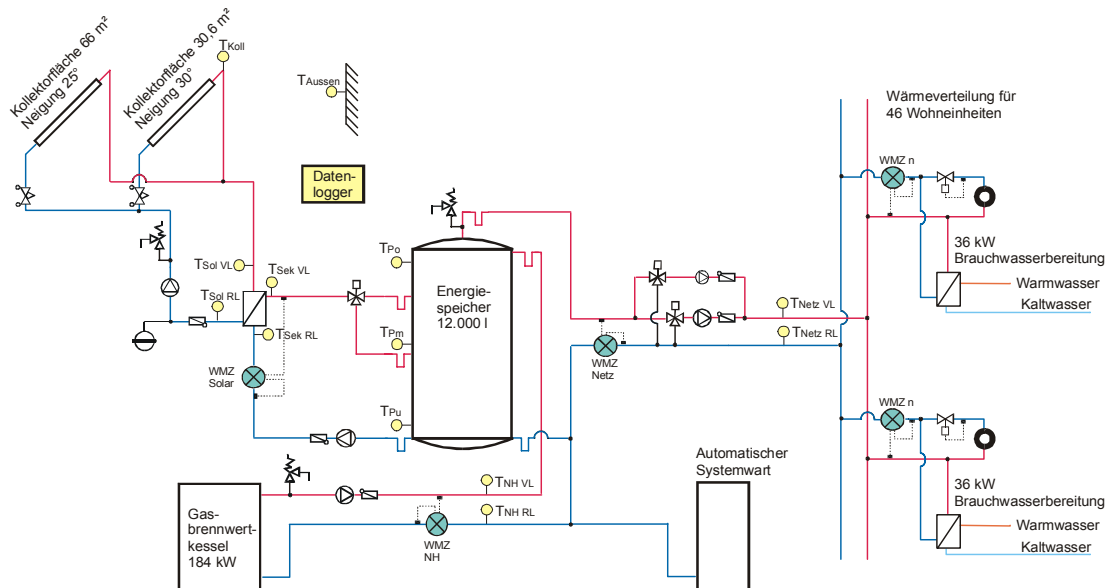


Abbildung 43: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Der Baubeginn erfolgte zu Beginn des Jahres 2003, die Fertigstellung und somit die Übergabe der Wohnungen an die künftigen Bewohner ist mit Sommer 2004 avisiert.

5.2.7 Lange Gasse

Im Zentrum von Graz (im Bezirk Geidorf) wird vom Wohnbauunternehmen Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, ein Objekt mit 63 Wohnungen und einer Geschäftsfläche von rund 800 m² (Supermarkt) errichtet. Die gesamte beheizte Fläche beträgt rund 4.300 m², bei den Eigentumswohnungen handelt es sich um Zwei- bzw. Dreizimmerwohnungen.

Sowohl die Wohnungen als auch der Supermarkt wird über ein 2-Leiter-Netz mit Wärme versorgt. Die 63 Wohnungen besitzen eine dezentrale Wohnungsstation mit Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip. Die Eckpfeiler des Solarsystems bilden ein Kollektorfeld von 227 m² und ein Energiespeicher mit 16m³ Inhalt. Die Komplementärenergie wird über das Fernwärmenetz der Stadt Graz zur Verfügung gestellt.

Die Kollektorfläche wurde aus architektonischen Gründen etwas größer gewählt als rein nach ökonomischen Gesichtspunkten der Fall wäre. In diesem Fall bilden die Großflächenkollektoren die witterungsdichte Dachhaut der gesamten nach Süden geneigten Dachfläche und liefern einerseits ein einheitliches Erscheinungsbild und andererseits keine Schnittstellen zur konventionellen Dachdeckung. Eine Computersimulation des Bauprojektes ist in Abbildung 44 dargestellt.



Abbildung 44: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Lange Gasse“ (Computersimulation: Architekt Regner, Graz)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 10 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 45 dargestellt.

Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Der Baubeginn erfolgte im Frühjahr des Jahres 2003, die Fertigstellung und somit die Übergabe der Wohnungen an die künftigen Bewohner ist mit Ende des Jahres 2004 avisiert.

Tabelle 10: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Lange Gasse“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, Graz
Architektur:	Architekt Regner, Graz
Haustechnik:	RFG Engineering, Salzburg
Betrieb der Heizungsanlage:	Wärmebetriebe Gesellschaft m.b.H., Graz
Objektgröße:	63 Wohneinheiten 800 m ² Geschäftsfläche
Heizlast:	160 kW
Kollektorfläche:	227 m ²
Energiespeichervolumen:	16 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	20%
Nachheizung:	Fernwärme der Stadt Graz
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

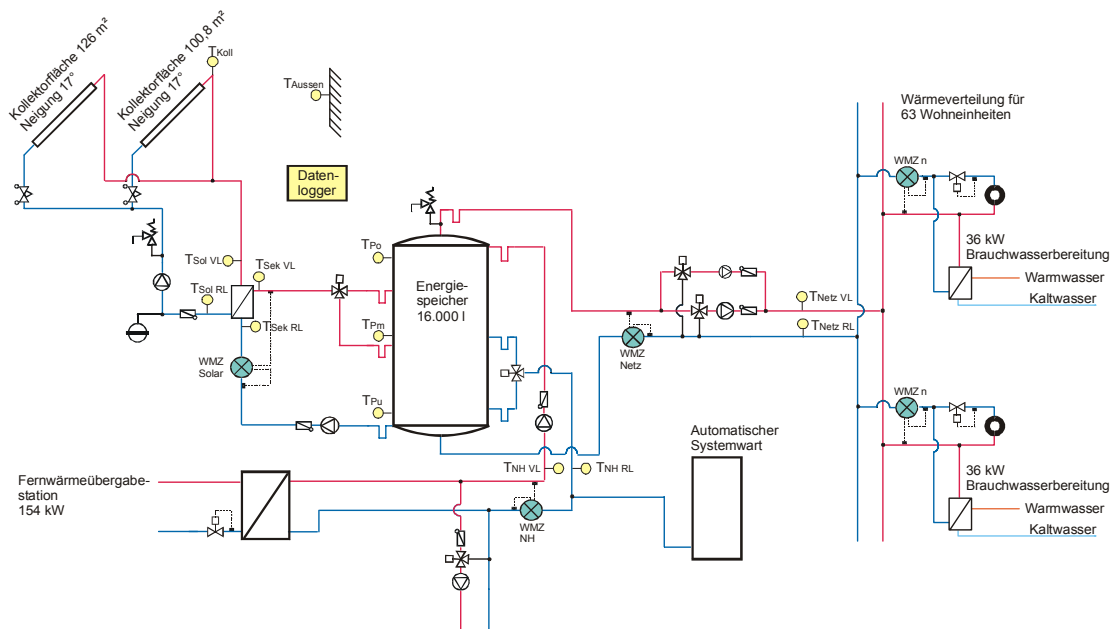


Abbildung 45: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

5.2.8 Eggenberger Allee

Nur einige hundert Meter vom traditionellen Eggenberger Schloss entfernt, errichtet die Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark Gmbh, eine Wohnhausanlage mit insgesamt 52 Wohnungen und diversen Büroflächen. Die Zwei-, Drei- u. Vierzimmerwohnungen mit einer Größe zwischen 50 m² und 95 m² werden in Miete angeboten. Das Bauprojekt besteht aus drei Gebäudeteilen, wobei sich Gebäude 1 aus 25 Wohnungen, Gebäude 2 aus 19 Wohnungen und Gebäude 3 aus acht Reihenhäusern zusammensetzt. Die Wärmeversorgung erfolgt aus einem zentralen Heizhaus (positioniert in Gebäude 1) über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip. Neben einer Kollektoranlage mit 120 m² Kollektorfläche basiert die Wärmeversorgung auf einem Gas-Brennwertkessel. Die Kollektoranlage wurde auf Gebäude 1 angeordnet und aufgrund der Flachdachbauweise mittels Eigenkonstruktion befestigt. Als hydraulische Weiche sowie für die Solaranlage als Energiespeicher fungiert ein 7,5m³ fassender Energiespeicher, angeordnet im zentralen Heizhaus. Eine Computersimulation zeigt das Bauprojekt in Abbildung 46.



Abbildung 46: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Eggenberger Allee“ (Computersimulation: Architekt Riepl, München)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 11 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 47 dargestellt.

Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Der Baubeginn erfolgte im Frühjahr des Jahres 2003, die Fertigstellung und somit die Übergabe der Wohnungen an die künftigen Bewohner ist für Herbst des Jahres 2004 vorgesehen.

Tabelle 11: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Lange Gasse“

Wohnbauträger:	Neue Heimat, gemeinnützige Wohnungs- und Siedlungsgenossenschaft in Steiermark GmbH, Graz
Architektur:	Architekt Riepl, München
Haustechnik:	TB Pickl & Partner, Graz
Betrieb der Heizungsanlage:	noch offen
Objektgröße:	52 Wohneinheiten zuzüglich Geschäftsflächen
Heizlast:	250 kW
Kollektorfläche:	120 m ²
Energiespeichervolumen:	7,5 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	11%
Nachheizung:	Gasbrennwertkessel
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

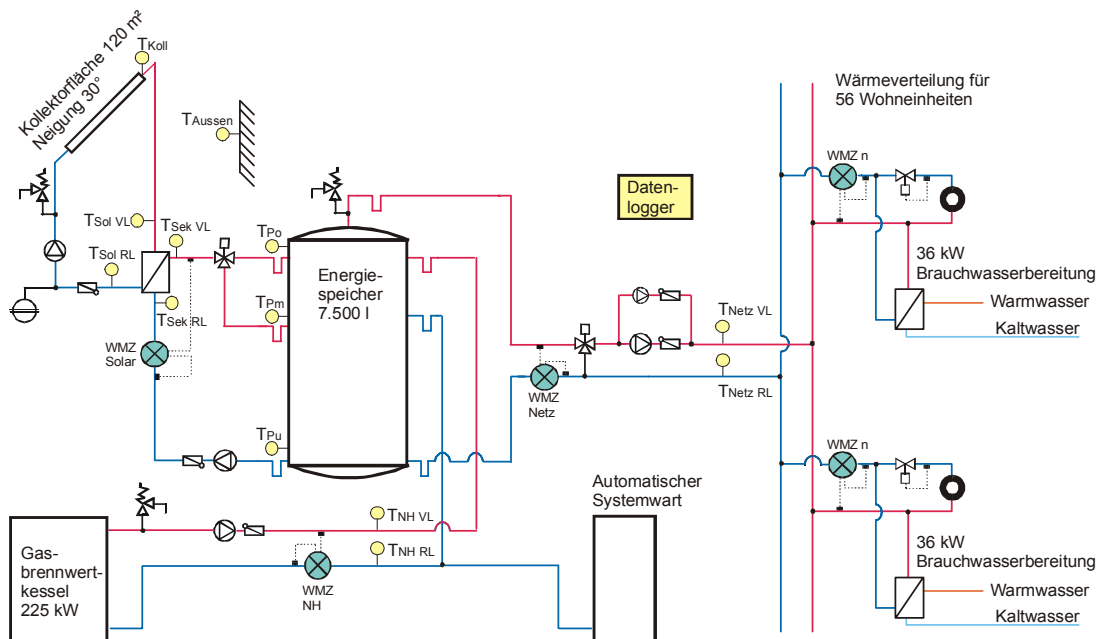


Abbildung 47: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

5.2.9 Sandgasse

Im Zentrum von Graz (im Bezirk St. Peter) wird vom Wohnbauunternehmen Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönerer Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz, ein Objekt mit 42 Wohnungen im ersten Bauabschnitt errichtet. Die nach dem Modell des Mietkaufs vermarkteten Wohnungen weisen Größen zwischen 45 und 90m² auf. Das Bauvorhaben besteht aus einem viergeschossigen Hauptbaukörper (mit Dachterrassen) und drei fünfgeschossigen Seitenbaukörpern.

Die Wärmeversorgung erfolgt aus einem zentralen Heizhaus (positioniert im Hauptgebäude) über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip. Neben einer Kollektoranlage mit 120 m² Kollektorfläche basiert die Wärmeversorgung auf einem Anschluss an das Fernwärmenetz der Stadt Graz. Die Kollektoranlage wird auf die drei mit der Längsseite nach Süden orientierten Seitenbaukörper angeordnet und aufgrund der Flachdachbauweise mittels Eigenkonstruktion befestigt. Der Fernwärmeanschluss wird schon jetzt entsprechend der vollen Ausbaustufe ausgelegt, die Solaranlage wird im Zuge des zweiten Bauabschnittes (28 Wohnungen) erweitert. Abbildung 48 zeigt die Ostansicht sowie den Grundriss zum ersten Bauabschnittes des Demonstrationsobjektes „Sandgasse“.

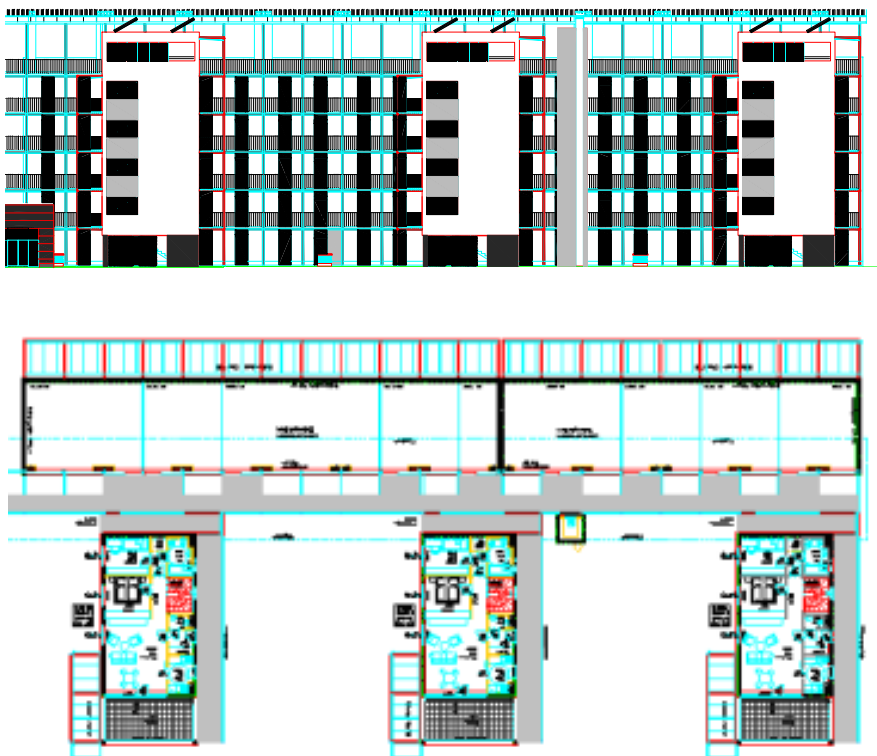


Abbildung 48: Ostansicht und Grundriss des Demonstrationsobjektes „Sandgasse“ (1. Bauabschnitt, Bildquelle: Architekt Tschom)

Die Eckdaten zum gegenständlichen Projekt sowie die beteiligten Partner werden nachfolgend in Tabelle 12 angeführt, das Blockschaltbild ist in Abbildung 49 dargestellt.

Tabelle 12: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Sandgasse“ (1. Bauabschnitt)

Wohnbauträger:	Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönere Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz
Architektur:	Architekt Tschom, Graz
Haustechnik:	Zivilingenieurkanzlei DI Fischer
Betrieb der Heizungsanlage:	Gemeinn. Wohn- und Siedlungsgesellschaft Schönere Zukunft Steiermark Ges.m.b.H., Graz
Objektgröße:	42 Wohneinheiten
Heizlast:	170 kW
Kollektorfläche:	120 m ²
Energiespeichervolumen:	9 m ³
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	14 %
Nachheizung:	Fernwärme der Stadt Graz
Wärmeverteilnetz:	2-Leiter-Netz, Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip
Wärmeabgabe:	Radiatoren (65/40)

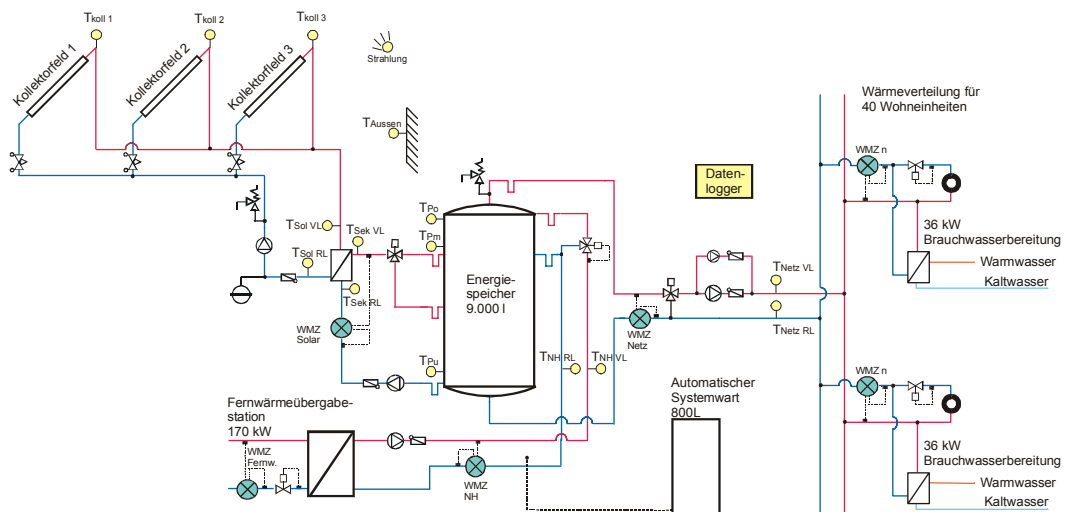


Abbildung 49: Blockschaltbild zur solarunterstützten Wärmeversorgung inklusive der messtechnisch erfassten Größen

Die Regelung der Gesamtanlage sowie das Mindest-Monitoring (nach Ende des Detailmonitorings) erfolgt über ein Gebäudeleittechnik-System, die Datenaufzeichnung während der Phase des Detailmonitorings wird von einem eigenen Datenlogger (EMC 2000) durchgeführt.

Der Baubeginn erfolgt im Herbst des Jahres 2003, die Fertigstellung und somit die Übergabe der Wohnungen an die künftigen Bewohner ist für Herbst des Jahres 2004 avisiert.

5.2.10 Gleisdorf

In Gleisdorf errichtet die Bauträger und Immobilienverwertungs-GmbH aus Weiz eine Reihenanlage mit neun Wohnungen. Die nichtunterkellerten Wohnungen haben eine Wohnnutzfläche zwischen 90 und 114 m². Die Wohnsiedlung befindet sich im Moment in der Planungsphase, weshalb noch nicht alle Punkte bezüglich Wärmeversorgung und Architektur feststehen. Zur Zeit steht fest, dass eine etwa 40 m² große, dachintegrierte Kollektorfläche einen zentralen Energiespeicher – in Kombination mit einem Pelletskessel – speisen wird. Die Wärmeverteilung soll über ein 2-Leiter-Netz mit dezentralen Wohnungsstationen und Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip erfolgen.



Abbildung 50: Ansicht des Demonstrationsobjektes „Gleisdorf“ (Computersimulation: Architekt Staller, Anger)

Die konkreten Planungsergebnisse stehen im Laufe des Sommers dieses Jahres zur Verfügung. Der Baubeginn wird vom Wohnbauunternehmen mit Herbst des Jahres 2003, der Fertigstellungstermin und die Wohnungsübergabe mit Sommer 2004 definiert.

Tabelle 13: Projektpartner und Eckdaten zum Demonstrationsobjekt „Gleisdorf“

Wohnbauträger:	Bauträger und Immobilienverwertungs-GmbH, Weiz
Architektur:	Architekt Staller, Anger
Haustechnik:	TB RUCON, Jennersdorf
Betrieb der Heizungsanlage:	Hausmeister
Objektgröße:	9 Reihenhäuser
Heizlast:	50 kW
Kollektorfläche:	40 m ²
Energiespeichervolumen:	Projektierungsphase
Solarer Deckungsgrad am Gesamtwärmebedarf (errechnet):	Projektierungsphase
Nachheizung:	Pelletsessel
Wärmeverteilnetz:	Projektierungsphase
Wärmeabgabe:	Projektierungsphase

5.3 Dimensionierung der Solaranlagen

Im Rahmen des gegenständlichen Projektes wurde auch die Dimensionierung der Solaranlage in enger Kooperation mit den beteiligten Haustechnikplanern durchgeführt. Im Vordergrund stand bei der Dimensionierung (Kollektorfläche und Speichervolumen) ein ökonomisch sinnvoller Anlagenbetrieb. Diese Zielformulierung bedeutet, dass der solare Deckungsgrad am Wärmebedarf bei den Demonstrationsobjekten unter 20% liegen sollte, da die solaren Wärmepreise bei höheren solaren Deckungsgraden stark zunehmen. Dies liegt an der geringeren „Auslastung“ der Kollektorfläche bei höheren Deckungsanteilen, was mit höheren Betriebstemperaturen (schlechterer Kollektorwirkungsgrad) und häufigeren Stillstandszeiten erklärt werden kann.

Bei Solarsystemen zur Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung ist die „Auslastung“ ein Maß für den jährlichen Gesamtwärmebedarf bezogen auf den m² Kollektorfläche. Ist der Wärmebedarf für Brauchwassererwärmung bzw. Brauchwassererwärmung und Heizungsunterstützung bekannt, können Kollektorfläche sowie Speichervolumen anhand von spezifischen Dimensionierungsnomogrammen ermittelt werden (siehe Kapitel 3). Abbildung 51 zeigt die solaren Deckungsgrade der Demonstrationsobjekte über der Auslastung. Die einzelnen ermittelten solaren Deckungsgrade liegen zwischen 11% (Seiersberg, Eggenberger Allee, Eggersdorf) und 20% (Lange Gasse). Das Bauvorhaben „Gleisdorf“ befindet sich noch in der Projektierungsphase, weshalb noch kein errechneter Solarer Deckungsgrad vorliegt.

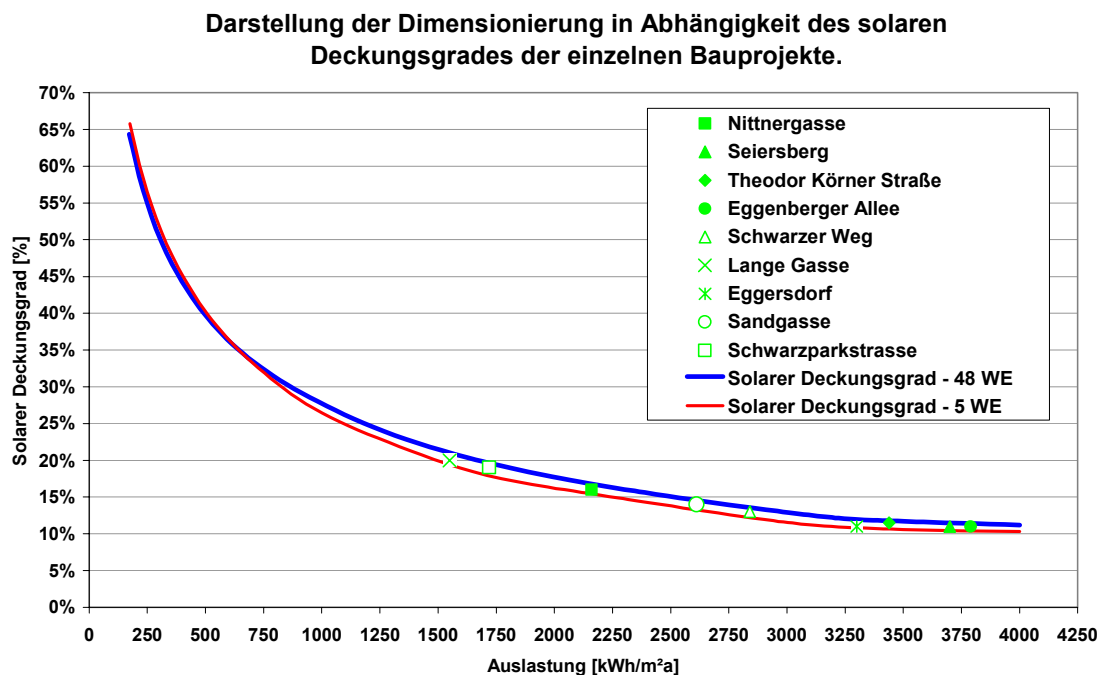


Abbildung 51: Der Solare Deckungsgrad der einzelnen Demonstrationsobjekte dargestellt über der Auslastung in einem spezifischen Dimensionierungsnomogramm

Neben ökonomischen Gesichtspunkten nahmen aber auch die Problemstellungen bei der Gebäudeintegration sowie bestehende Förderungsrichtlinien der Länder Einfluss auf die Dimensionierung. Die schlussendliche Dimensionierung der Bruttokollektorflächen lag zwischen $0,9 \text{ m}^2$ pro Person (bei den größeren Demonstrationsobjekten) und 2 m^2 pro Person (bei den kleineren Demonstrationsobjekten). Das Speichervolumen (Gesamtspeichervolumen) variiert bei den Demonstrationsobjekten zwischen 60 Liter pro m^2 und 100 l/m^2 Bruttokollektorfläche.

5.4 Kosten der Solarsysteme bzw. anderer Systemkomponenten

Entsprechend der Umsetzungszeitpläne der einzelnen Demonstrationsobjekte liegen schon Ausschreibungsergebnisse bzw. Vergabesummen für die unterschiedlichen Gewerke vor, was schon in der jetzigen Projektphase die Darstellung und Analyse von Kosten ermöglicht.

Abbildung 52 zeigt beispielsweise die spezifischen Solarsystempreise (Material- und Montagekosten vom Kollektor bis zum Energiespeicher bezogen auf den m^2 Kollektorfläche) von sechs Demonstrationsobjekten. Die erzielten Systempreise liegen zwischen € 350 und € 500 und somit bezogen auf die Anlagengrößen durchaus in der üblichen Schwankungsbreite von Ausschreibungsverfahren.

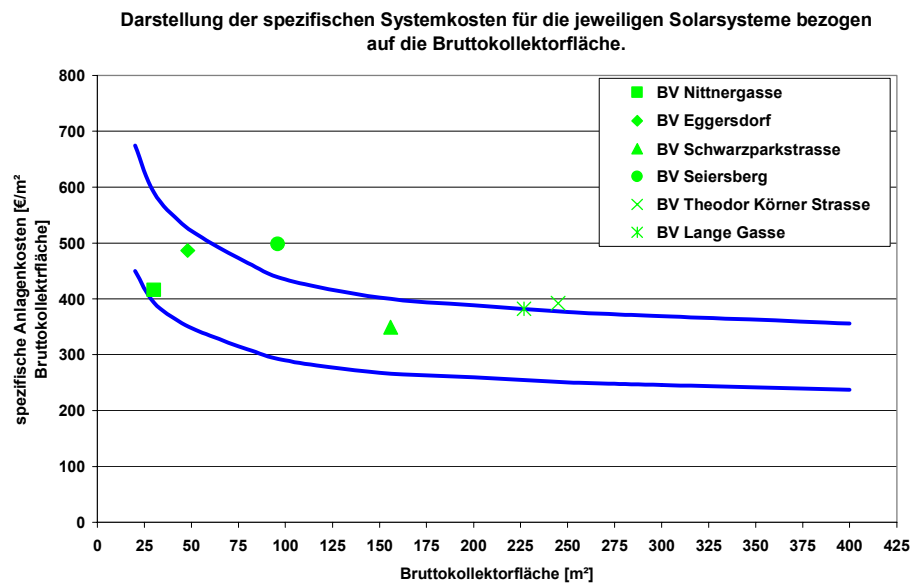


Abbildung 52: Solarsystempreise (inkl. Energiespeicher) von sechs Demonstrationsobjekten (die blauen Linien zeigen die Bandbreiten der Kostenermittlungen aus dem Forschungsprojekt „Solarunterstützte Wärmenetze“ (Fink et al, 2002)

Ebenso zeigen die bisher verfügbaren Energiespeicherkosten von sieben Demonstrationsobjekten (siehe Abbildung 53) einen plausiblen Verlauf in Abhängigkeit des Volumens. Die hier zur Verfügung stehenden Preise zeigen bei kleineren Speichervolumen deutlich höhere spezifische Speicherpreise (€/m³) als bei höheren Speichervolumen. Ein 20m³ fassender Speicher erzielt einen wesentlich günstigeren spezifischen Speicherpreis (€ 325/m³, Theodor Körner Straße) als beispielsweise ein 2,4m³ fassender Speicher (€ 540/m³, Nittnergasse). Auch diese Auswertung zeigt aber die Schwankungsbreite bei Ausschreibungsverfahren.

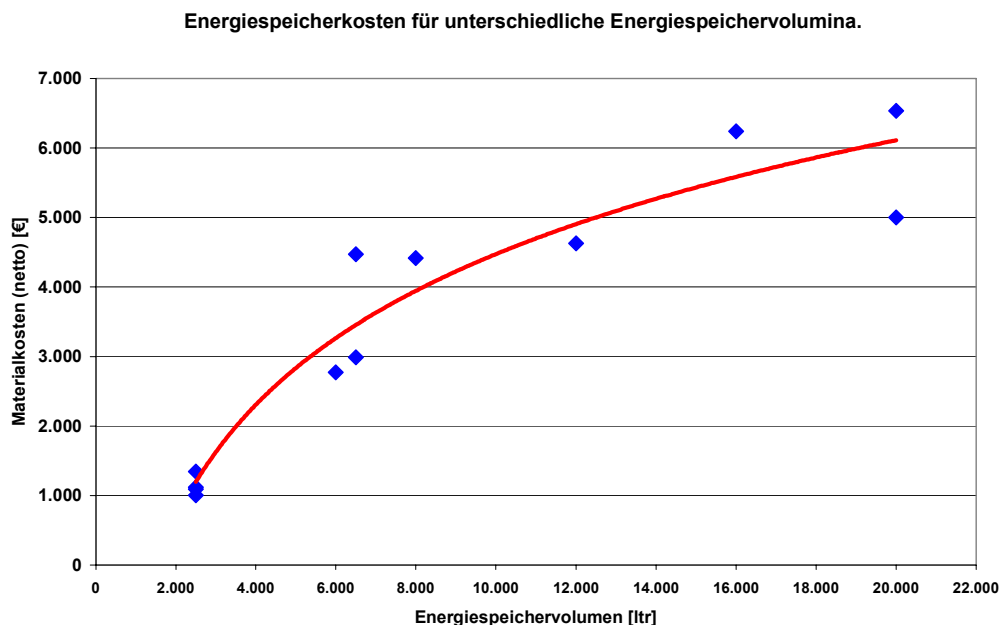


Abbildung 53: Materialkosten für Energiespeicher in Abhängigkeit des Volumens für sieben Demonstrationsobjekte

Desweiteren wurden mit den erzielten Ausschreibungsergebnissen Analysen zu den Wärmeverteilnetzen von sechs Demonstrationsobjekten durchgeführt. Abbildung 54 zeigt die

spezifischen Wärmeverteilnetzkosten (Leitungsnetz, Pumpen- und Armaturengruppen, Wohnungsverteilung, Wohnungsübergabestation, Regelung, Montage) in Abhängigkeit der Wohnungsanzahl. Diese Darstellung zeigt, dass kleine Wohnanlagen (wie beispielsweise das Demonstrationsobjekt „Nittnergasse“) mit geringen Energiedichten im Vergleich zu großen Wohnanlagen mit hohen Energiedichten (wie beispielsweise das Demonstrationsobjekt „Theodor Körner Strasse“) durchwegs höhere spezifische Wärmeverteilnetzkosten aufweisen.

Darstellung der spezifischen Wärmeverteilnetzkosten bezogen auf die Wohnungsanzahl.

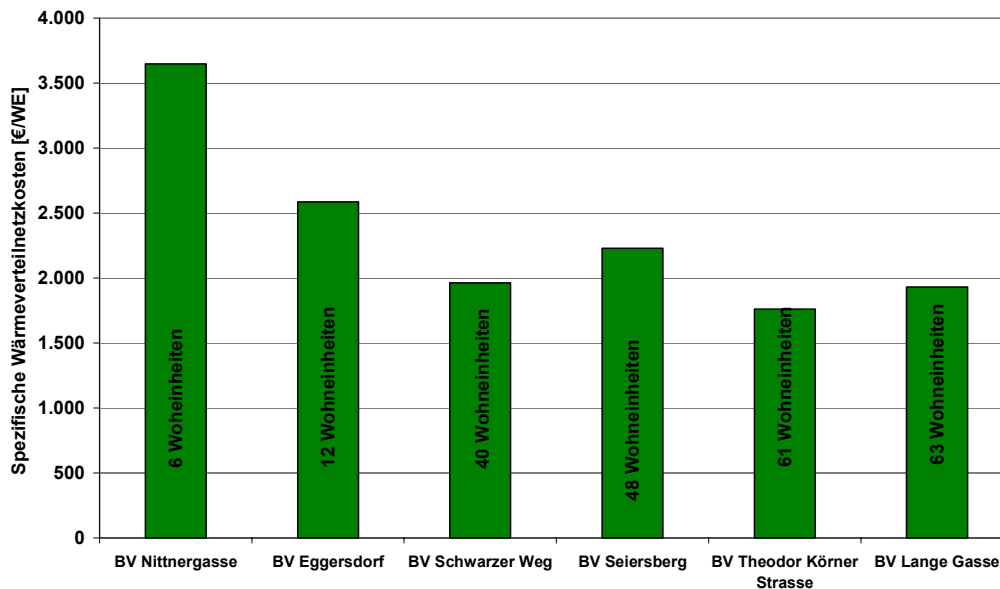


Abbildung 54: Material- und Montagekosten für Wärmeverteilnetze nach dem 2-Leiter-Prinzip für sechs Demonstrationsobjekte

In acht der neun bisher projektierten Demonstrationsobjekte kommen 2-Leiter-Netze mit dezentralen Wohnungsübergabestationen mit Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip zum Einsatz. Abbildung 55 zeigt die Ausschreibungsergebnisse bezogen auf die Anzahl der benötigten Wohnungsübergabestationen (Anzahl der Wohneinheiten). Bei kleiner Wohnungsanzahl liegt der spezifische Materialpreis für die Wohnungsübergabestation höher (ca. € 1300) als bei den Objekten mit großer Wohnungsanzahl (ca. € 900). Trotzdem wird auch bei Objekten mit etwa gleicher Wohnungsanzahl die Schwankungsbreite bei Ausschreibungsverfahren deutlich.

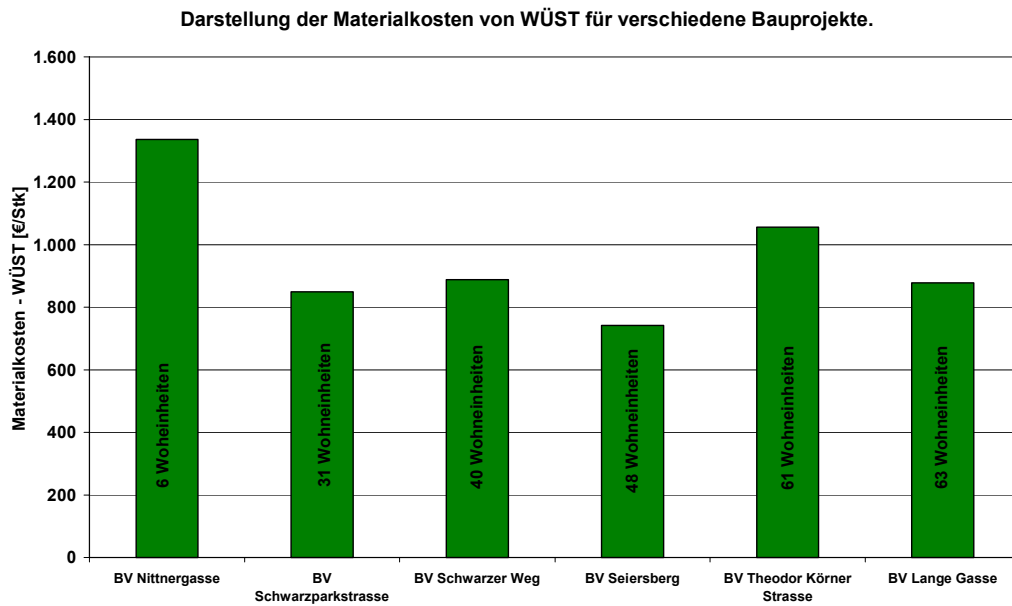


Abbildung 55: Materialkosten von Wohnungsübergabestationen mit Brauchwassererwärmung im Durchflussprinzip für sechs Demonstrationsobjekte

6 Tätigkeitsbericht

Neben dem internen Projektmanagement (zahlreichen Projektmeetings zwischen den Projektpartnern) konnten in der bisherigen Projektlaufzeit nachfolgende Veröffentlichungen bei nationalen und internationalen Fachveranstaltungen erreicht werden.

Art der Veröffentlichung	Veranstaltung	Titel der Veröffentlichung
Präsentation und Beitrag im Tagungsband	13. Symposium „Thermische Solarenergie“ Mai 2003, Staffelstein, Deutschland	„Erfolgreiche Umsetzungsstrategien für effiziente solarunterstützte Wärmenetze im Geschosswohnbau“
Präsentation und Beitrag als „hand out“	Workshop „Qualitätssicherung bei großen thermischen Solaranlagen“ Mai 2003, Arsenal Research, Wien	„Qualitätsstandard und Monitoring von solarunterstützten Wärmenetzen“

7 Literaturverzeichnis

Faninger 2003:

Gerhard Faninger: „Entwicklung des Solarmarktes in Österreich“, iff-Universität Klagenfurt; Klagenfurt, 2003

Fink, Purkarthofer, 2000:

Christian Fink, Gottfried Purkarthofer: Endbericht zum EU-Projekt „Garantierte Wärmelieferung aus thermischen Solaranlagen im Wohnbau“, Contract N° 4.1030/Z97-014, AEE INTEC, Gleisdorf, 2000

Fink et al, 2002:

Christian Fink, Richard Riva, Richard Heimrath, Thomas Mach: Endbericht zum Projekt “Solarunterstützte Wärmenetze”, Projektteil “Thermische Solaranlagen für Geschosswohnbauten, AEE INTEC und Institut für Wärmetechnik an der TU-Graz, Gleisdorf, 2002

Fink, Blümel, 2002:

Christian Fink, Ernst Blümel: „Analyse des österreichischen Solarthermiemarktes“, Bericht im Rahmen des ALTENER - Projektes „SolTherm Europe“, DG TREN Contract N° 4.1030/Z/01-085/2001, AEE INTEC, Gleisdorf, 2002

Statistik Austria, 2002

Homepage der Statistik Austria, Kategorie “Wohnungswesen”, Statistik Austria, Wien, 2002