

# Haus der Zukunft



1. Ausschreibung im Rahmen  
des Impulsprogramms  
Nachhaltig Wirtschaften

**bmvit**

Bundesministerium für  
Verkehr, Innovation und  
Technologie

## Projekt-Endbericht im Bereich 'Grundlagenstudien'

Titel

**Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zur  
Wärmeversorgung von Objekten mit niedrigem  
Energiebedarf (Niedrigenergiewohnhaus und -bürobau)**

**Dipl.-Ing. Kurt Könighofer**

**JOANNEUM RESEARCH, Institut für Energieforschung**

Elisabethstraße 5

A-8010 Graz

Tel.: +43 316 876-1338

E-Mail: [kurt.koenighofer@joanneum.ac.at](mailto:kurt.koenighofer@joanneum.ac.at)



## Inhaltsverzeichnis

Vorwort	II
Zusammenfassung	III
Summary	IV
1. Problemstellung, Methode, Ziel	1
1.1 Problemstellung und Ziel	1
1.2 Methode	2
2. Arbeitsschritte und Ergebnisse	4
2.1 Marktübersicht Biomassefeuerungen Österreich	4
2.2 Befragung der Bewohner von Mehrfamilienwohnbauten, von Wohnbauträgern und Heizungsbetreuer	12
2.3 Simulation des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser für Referenzbauten (Mehrfamilienwohnhaus, Bürogebäude)	35
2.4 Erkenntnisse aus den Simulationsrechnungen	46
2.4.1 Leistungs- und Wärmebedarf der Gebäude	46
2.4.2 Betrieb der Wärmequelle (Kessel)	47
2.4.3 Jahresnutzungsgrad der Wärmequelle (Kessel)	53
2.5 Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen	70
3. Forschungsbedarf	71
4. Relevante Literatur	73

### Anhang

- Arbeitsplan
- Start-up-Workshop, 22.03.2000, Graz
- Bioenergie-Cluster, 23.03.2000, Gmunden
- Workshop, 13.10.2000, Graz
- Abschluss-Workshop, 31.01.2001, Graz
- Herstellerliste Biomassefeuerungen Österreich
- Analyse der Nutzererfahrungen
- Simulationsbericht (Teil I und Teil II)

## Vorwort

Vorarbeiten im Rahmen des Aktionsschwerpunkts *Energie aus Biomasse* im Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* haben gezeigt, dass ein stärkerer Einsatz der Biomasse im Raumwärmemarkt einen wichtigen Beitrag zum Aufbau einer nachhaltigen Energieversorgung leisten kann. Den statistischen Daten ist zu entnehmen, dass gegenwärtig dem Einsatz von Brennholz (Scheitholz) in Kleinf Feuerungsanlagen für Raumwärme und Warmwasserbereitung die größte Bedeutung zukommt. Da gerade in diesem Bereich ein Rückgang zu beobachten ist, müssen besondere Anstrengungen unternommen werden, dass der angestrebte verstärkte Einsatz der Bioenergie erreicht werden kann. Die dabei zu behandelnden Fragestellungen umfassen technische und soziologische Aspekte.

**Technische Aspekte:** Trotz des sinkenden Energiebedarfs für Raumwärme durch energiesparende Bauweise („Niedrigenergiehaus“) wird die Wärmeversorgung weiterhin eine große Bedeutung haben. Dafür soll auch Biomasse als erneuerbarer, regional verfügbarer und umweltfreundlicher Energieträger eingesetzt werden. Die hierfür notwendigen Anlagen sind weitgehend verfügbar, müssen aber allenfalls an spezielle Einsatzfälle angepasst werden.

**Soziologische Aspekte:** Ein entscheidender Faktor für den verstärkten Einsatz von Biomasse stellen die Nutzer von Biomassefeuerungen dar. Der Bereich der großvolumigen Bauten (Mehrfamilienwohnbauten, Bürogebäude) ist einer der Bereiche, in dem Biomassefeuerungen bisher selten eingesetzt wurden. Die Bereitschaft, zur Versorgung dieser Bauten Biomassefeuerungen einzusetzen, musste deshalb festgestellt werden.

Unter Berücksichtigung der technischen und soziologischen Aspekte sollten die Anforderungen an Biomassefeuerungen für den betrachteten Einsatzbereich erarbeitet werden. Hierzu wurde ein multidisziplinäres Team gebildet: Institut für Wärmetechnik an der Technischen Universität Graz (TUG-IWT), Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) Graz, und Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Energieforschung (JR-IEF). Zusätzlich erfolgte ein Erfahrungsaustausch mit Bearbeitern anderer relevanter Projekte im „Haus der Zukunft“ und mit der Energieverwertungsagentur (E.V.A.).

Die Projektbearbeiter bedanken sich für die fruchtbare Zusammenarbeit mit diesen Partnern, sowie mit dem Bioenergie-Cluster, den Herstellern von Biomassefeuerungen und mit allen Teilnehmern an den Workshops, die in den regen Diskussionen wertvolle Beiträge einbrachten.

Der Dank gilt auch dem Auftraggeber (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie) und den Projektbetreuern (Technologie Impulse Gesellschaft und Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik) für die organisatorische Unterstützung bei der Bearbeitung.

## Zusammenfassung

Ziel des Projektes war es, Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zu erstellen, die in Objekten mit niedrigem Energiebedarf eingesetzt werden können. Betrachtet wurden Mehrfamilienwohnbauten und Bürobauten.

Einerseits handelte es sich dabei um technische Fragestellungen, die in Form von technischen Parametern zu beantworten sind: Es wurde festgestellt, welche Heizanlagen bereits am Markt sind und wie noch zu entwickelnde Biomassefeuerungen gestaltet werden müssen, um die gestellten Anforderungen zu erfüllen.

Andererseits handelt es sich um eine sozialwissenschaftliche Fragestellung: Hierzu wurden die Meinungen und die Einstellungen derjenigen, die mit der Heizanlage in ihrem täglichen Leben konfrontiert sind, untersucht.

Die Bearbeitung erfolgte durch ein multidisziplinäres Team bestehend aus Technikern und Soziologen. Die inhaltlichen Schwerpunkte waren die Erstellung einer Marktübersicht, die Befragung der Nutzer (Bewohner, Wohnbauträger und Heizungsbetreuer), die Simulationsrechnungen zum Wärmebedarf der untersuchten Gebäude und die Festlegung von Anforderungsprofilen. Energieexperten, Heizanlagenhersteller und Wohnbauträger wurden mittels Workshops eingebunden.

Als Ergebnisse liegen nun Anforderungsprofile vor:

- Geringer Bedienungsaufwand, geringe Lärm- und Schmutzmissionen sowie größtmögliche Betriebssicherheit und hoher Automatisierungsgrad.
- Optimierung in Bezug auf Wirkungsgrad und Emissionen für Betriebszustände, in denen der Wärmebedarf des Gebäudes unter 30% der Heizlast liegt, unter Berücksichtigung eines Taktbetriebs.
- Häufigkeit der Takte möglichst klein, das heißt, das Verhältnis zwischen „Brennzeit“ und „Pausenzeit“ möglichst groß halten; im allgemeinen Ausstattung mit einem Pufferspeicher.
- Brauchwassererwärmung im Sommer durch Einsatz einer zusätzlichen Wärmequelle (z. B. Solaranlage).
- Die Feuerungsanlagen sollen für eine möglichst große Bandbreite von Brennstoffen geeignet sein.
- Die Biomassefeuerungen soll so konzipiert werden, dass eine kostengünstige Serienfertigung von Standardkomponenten erreicht wird.

Damit lässt sich folgender Forschungsbedarf ableiten:

- Anlagenkonzepte für unterschiedliche Brennstoffe („Multifuel-Konzepte“).
- Neue Auslegungsstrategie für Feuerungen in Bezug auf Teillastverhalten.
- Messprogramm von Teillastzuständen hinsichtlich Wirkungsgrade und Emissionen.
- Einfache Rechenhilfe zur Auslegung von optimierten Pufferspeichern.

## Summary

The aim of this project was to develop specifications for biomass heating systems for buildings with low energy demand. The focus was on multi-family residential and office buildings.

This involved issues to be described with technical parameters: An analysis of biomass heating systems on the market was performed and specifications for future biomass heating systems meeting the requirements have been developed.

It involved also social issues: The opinions and attitudes of the users of the heating systems were investigated.

A multidisciplinary team with engineers and sociologists was formed to carry out the work program: market analysis, a survey of the users (tenants, housing companies and persons responsible für the heating systems), the analysis of the energy demand of the two building types and the definition of specifications. Energy experts, manufacturers of heating systems and housing companies were integrated in the project through workshops.

The specifications are:

- High automation and operational safety, low noise and dust emissions.
- Optimisation of efficiency and emissions under operating conditions with heat demand of the building below 30% of the peak heat demand, considering „stop-and-go“ operation mode.
- Ratio of burning period to interval period to be minimised by a buffer store.
- Warm water production during summer by other energy sources (e. g. solar energy).
- Suitability for different fuels.
- Concept for cost effective series production of standard components.

Research demand is defined as follows:

- Development of multifuel heating systems.
- New concept for design of heating systems related to partial load operation.
- Measuring programme for efficiency and emissions at partial load capacity.
- Simple algorithm for the planning of optimimised buffer stores.

## 1. Problemstellung, Ziel, Methode

Ausgehend von der Problemstellung des Rückganges von Biomassefeuerungen, einer Marktübersicht, den Bedürfnissen der Nutzer und einem verringerten Energiebedarf werden Anforderungsprofile erstellt und der Forschungsbedarf abgeleitet.

### 1.1 Problemstellung und Ziel

Der Anteil der Biomasse am österreichischen Primärenergieaufkommen liegt mit etwa 142 PJ bei ca. 12% (1998) und damit über dem europäischen Durchschnitt von ca. 6%. Den statistischen Daten ist zu entnehmen, dass gegenwärtig dem Einsatz von Brennholz (Scheitholz) in Kleinfeuerungsanlagen für Raumwärme und Warmwasserbereitung im Sektor der Kleinverbraucher die größte Bedeutung zukommt. Gemäß ÖSTAT wurden 1997 ca. 16% der österreichischen Haushalte mit Holz beheizt.

Etwa 30.000 bestehende Holzheizkessel werden jährlich durch neue Heizkessel ersetzt, davon etwa 15.000 durch Kessel für fossile Energieträger. Dadurch ist es in den 90er Jahren zu einem Rückgang bei den mit Holz beheizten Hauptwohnsitzen um 20 % gegenüber 1990 gekommen. Angesichts der Bedeutung dieses Bereichs für die Bioenergie ist ein massives Gegensteuern erforderlich, wenn an dem Ziel Erhöhung des Bioenergieanteils festgehalten werden soll.

Die Entwicklung im Sektor Raumwärme war in den letzten Jahren geprägt durch eine ständige Verbesserung der Wärmedämmung sowohl bei bestehenden Bauten als auch bei Neubauten (z. B. Niedrigenergiehäuser) und die damit einhergehende Verringerung der Heizlast und des Energiebedarfs. Bei Neubauten wird dies durch eine energiesparende Gesamtkonzeption (z. B. Gebäudeausrichtung, Kompaktheit des Gebäudes) und durch einen verbesserten Wärmeschutz (Bauteilaufbauten mit niedrigen U(k)-Werten) erreicht. Nachgefragt werden deshalb kleine Leistungen für konventionelle zentrale Heizsysteme, neue Wärmebereitstellungs- und -verteilsysteme bzw. sogar der Verzicht auf ein zentrales Heizsystem. Die Wärmeversorgungssysteme sollen möglichst mit erneuerbarer Energie betrieben werden können. Die thermische Sanierung bestehender Gebäude ist ein wichtiger Bestandteil der Gesamtstrategie. Zusätzlich zur Berücksichtigung der verringerten Heizlast ergibt sich hier die Notwendigkeit, bestehende Anlagen und Komponenten bei der Auslegung der neuen Wärmeversorgung zu berücksichtigen.

Der Fokus des Projektes liegt auf großvolumigen Bauten (Mehrfamilienwohnbauten, Bürogebäude). Dies hat einerseits mit dem Schwerpunkt der Ausschreibung des „Hauses der Zukunft“ zu tun, andererseits hat sich ergeben, dass zu dieser Themenstellung im Bereich des verdichteten Wohnbaus noch nicht geforscht wurde. Auch daher schien eine nähere Auseinandersetzung mit diesem Thema interessant.

Ziel des gegenständlichen Projektes war daher die Erarbeitung von Anforderungsprofilen für Biomassefeuerungen für den im "Haus der Zukunft" gegebenen niedrigen Leistungs- und Energiebedarf, die unter den heutigen und zu

erwartenden Randbedingungen konkurrenzfähig sind. Es sollen Lösungsansätze erarbeitet und technische Entwicklungen spezifiziert werden, die mit entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben realisiert werden sollen.

## 1.2 Methode

Dieses Projekt zielt darauf, Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen zu erstellen, die in Objekten mit niedrigem Energiebedarf eingesetzt werden können. Dabei handelt es sich einerseits um eine technische Fragestellung, die mit technischen Parametern zu beantworten ist. Es muss festgestellt werden, welche Heizanlagen bereits am Markt sind, die diese Anforderungen erfüllen können und – falls es derartige Anlagen noch nicht gibt – welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit noch zu entwickelnde Biomassefeuerungen für diesen Leistungsbereich den an die gestellten Anforderungen gerecht werden können. Hier fließen auch Ergebnisse von Simulationsrechnungen ein.

Andererseits handelt es sich um eine sozialwissenschaftliche Fragestellung. Es sind auch die Meinungen und die Einstellungen derjenigen, die mit der Heizanlage in ihrem täglichen Leben konfrontiert sind. Wenn es sich um die BesitzerInnen von Ein- oder Zweifamilienhäusern handelt, ist die Heizanlage eine entscheidende Investition im Haus, die gut überlegt werden muss. Mit welchem Brennstoff soll das Haus beheizt werden? Welche Investitions- und Betriebskosten sind damit verbunden? Wie funktioniert die Zulieferung des Brennstoffes und die Wartung der Anlage? Was ist zu tun, wenn die Anlage einmal ausfällt oder eine Reparatur ansteht?

Im Falle der Errichtung von Mehrfamilien- oder Mehrgeschosswohnbauten sind dies entscheidende Fragen für die Wohnbaugenossenschaften und Wohnbauträger. Für sie kann es unterschiedliche Motive dafür geben, welche Heizanlagen in ihren Wohnanlagen eingesetzt werden sollen. Neben der sicher an erster Stelle stehenden Frage nach den Kosten sind hier wohl auch Bewohnerwünsche zu berücksichtigen, die sich von einer zentralen Heizanlage im Haus wahrscheinlich dementsprechend niedrige Betriebskosten und entsprechenden Komfort erwarten.

Die Akzeptanz der Nutzer von Biomassefeuerungen und das Angebot von Biomassefeuerungsanlagen durch die Hersteller müssen für eine verstärkte Marktdurchdringung in optimale Übereinstimmung gebracht werden. Ein wichtiger Schritt dafür ist die „Übersetzung“ der Bedürfnisse der Nutzer in die Heizungstechnik (Verbrennung, Regelung, Fördertechnik). Um der technischen und sozialwissenschaftlichen Fragestellung Rechnung zu tragen, wurde ein multidisziplinäres Team (Soziologen und Techniker) für die Bearbeitung des Projekts gebildet. Das Interuniversitäre Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (IFZ) Graz, vertreten durch Jürgen Suschek-Berger, befragte die Gruppen der Nutzer (Bewohner, Wohnbauträger, Heizungsbetreuer) und wertete die Fragebögen sowie die persönlichen Gespräche aus. Der Aufgabenstellung entsprechend wurden speziell die Einstellungen von Bewohner in Mehrfamilienwohnbauten bzw. Mehrgeschosswohnbauten untersucht, was bisher in dieser Form noch nicht

durchgeführt wurde. Eine enge Kooperation mit der Energieverwertungsagentur (E.V.A., Christian Rakos) im Projekt „Einsatz von Holz als Energieträger im Wärmemarkt – Verdichteter Wohnbau“ fand statt.

Das Institut für Wärmetechnik an der Technischen Universität Graz (TUG-IWT), vertreten durch Wolfgang Streicher und Thomas Mach, berechnete mittels des Simulationsmodells TRNSYS den Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser für je ein Referenz-Mehrfamilienwohnhaus und ein Referenz-Bürogebäude.

Das Institut für Energieforschung an der Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH (IEF), vertreten durch Reinhard Padinger und Kurt Könighofer, stellte eine Übersicht über die bestehenden Marktangebote von Scheitholz-, Hackgut- und Pelletskessel im Leistungsbereich bis 100 kW zusammen. Es wurde Kontakt zu den österreichischen Herstellern von Biomassefeuerungen und zum Bioenergie-Cluster, Bereich feste Biomasse (Franz Hoinig), aufgenommen. Vom IEF wurden dann auch die Schlussfolgerungen im Hinblick auf die Auslegung der Feuerungen aus der vorausgegangenen Simulation gezogen.

Joanneum Research war für das Projektmanagement verantwortlich und hat gemeinsam mit den Partnern Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen aus den Ergebnissen aller im Projekt durchgeführten Arbeiten ausgearbeitet.

Die inhaltliche und organisatorische Abstimmung der Bearbeitung erfolgte in regelmäßigen Teamtreffen. Die Zwischen- und Endergebnisse wurden im Rahmen von drei Workshops einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt und mit den Teilnehmer diskutiert. Zu den Workshops wurden die relevanten Akteure im Bioenergiebereich, die österreichischen Biomasseanlagenhersteller (in Abstimmung mit dem Bioenergie-Cluster), Bauträger und Architekten, Vertreter der öffentlichen Verwaltung und alle Verantwortlichen der Projekte im Rahmen von „Haus der Zukunft“ eingeladen.

## 2. Arbeitsschritte und Ergebnisse

Entsprechend der in Kapitel 1 beschriebenen Ausgangslage wurden 4 Arbeitsschwerpunkte definiert:

- Marktübersicht Biomassefeuerungen Österreich
- Befragung der Bewohner von Mehrfamilienwohnbauten, von Wohnbauträgern und Heizungsbetreuer
- Simulation des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser für die ausgewählten Referenzbauten (Mehrfamilienwohnhaus, Bürogebäude)
- Erkenntnisse und Schlussfolgerungen
- Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen für den gegebenen niedrigen Leistungs- und Energiebedarf

### 2.1 Marktübersicht Biomassefeuerungen Österreich

Ziel dieses Arbeitsschwerpunktes ist es eine Übersicht über die von österreichischen Herstellern angebotenen Biomassefeuerungen mit einer Nennleistung bis 100 kW für die Brennstoffe Scheitholz, Hackgut und Pellets sowie kombinierte Anlagen zu geben. Es wurde im Laufe der Bearbeitung klar, dass sich das Angebot am Markt relativ schnell verändert (innerhalb eines halben Jahres), sodass die Tabellen nur für einen kurzen Zeitraum Gültigkeit haben werden.

Für die Marktübersicht wurde eine Recherche schriftlicher Datenquellen und Internet-Homepages, eine schriftliche Befragung der Hersteller von Biomassefeuerungen und persönliche Gespräche auf Messen sowie in den Workshops durchgeführt.

Bei der Recherche wurden folgende Datenquellen berücksichtigt:

- Bei Joanneum Research vorliegende Quellen wie z. B. Fachzeitschriften (Der Österreichische Installateur, Renovation, Heizung-Lüftung-Klimatechnik, Sonderheft Heizung & Energie, erneuerbare energie, Veröffentlichungen der Energieinstitutionen der Bundesländer).
- Sonstige Veröffentlichungen, Firmenprospekte, Werbematerial etc.
- Fachliteratur:
  - Rakos, Ch.: Marktübersicht Pelletsheizungen, Energieverwertungsagentur E.V.A., Wien 2000, <http://www.eva.ac.at/service/pelletkessel.htm>
  - Prüfberichte der Bundesanstalt für Landtechnik, Wieselburg, 1994 bis 2000
  - Die Rolle der Kachelöfen im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzepts, Österreichisches Ökologie-Institut, Wien, Jänner 2000
  - Berichte der Bundesanstalt für Landtechnik (M. Wörgetter): Internationales Biomasseseminar, Budapest 1.-2.7.1999; Internationales Biomasseseminar Verona 16.-17.3.2000

- Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen, Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur, Graz, März 1997
- Assessment manual for wood fired small scale central heating systems, Final report, EU-Projekt, Energieinstitut Vorarlberg, J. Haas, Jänner 1998
- Informationen aus dem Internet, insbesondere die Herstellerlisten in den Internetseiten
  - <http://www.energytech.at>
  - [http://www.carmen-ev.de/deutsch/marktplatz/bezugsqu/hack\\_100.html](http://www.carmen-ev.de/deutsch/marktplatz/bezugsqu/hack_100.html)
  - <http://www.biomasseverband.at/kanal7/hersteller.htm>
  - <http://www.bmwf.gv.at/6extern/biomasse/d/p11.htm>
  - <http://www.etn.wsr.ac.at/index.htm>
  - <http://www.bioenergy.at/>

sowie individuelle Homepages verschiedener Hersteller.

- Schriftliche Befragung der Hersteller  
Jeder auf diese Weise bekannt gewordene Hersteller wurde überdies individuell angeschrieben und um aktuelle Angaben zu seinem Angebot ersucht. In einigen Fällen wurden ergänzend telefonische Informationen eingeholt. Eine vollständige Liste der angeschriebenen Hersteller findet sich in Tabelle 1.
- Persönliche Gespräche mit Heizungsanlagenherstellern auf der Grazer Frühjahrs- und Herbstmesse 2000.
- Persönliche Gespräche mit Heizungsanlagenherstellern auf der Welser Energiesparmesse 2000.
- Ergebnisse der Projekt-Workshops am 22. März, 13. Oktober 2000 und 31. Jänner 2001 in Graz. Insbesondere im Start-up-Workshop (22. März 2000) wurden die anwesenden Vertreter der Firmen über ihr Angebot an Biomassefeuerungen befragt und die Informationen in die Marktübersicht integriert.
- Über den Leiter des Bereichs „Feste Biomasse und Heizanlagen“ Franz Hoinig im Bioenergie-Cluster wurde das gegenständliche Projekt den Cluster-Mitgliedern vorgestellt (23.03.2000, Gmunden) und eine schriftliche Befragung an die Mitglieder verteilt. Für den Abschluss-Workshop wurden die Mitglieder durch den Bioenergie-Cluster speziell eingeladen.

Die Hersteller, von denen ausreichende Informationen erhoben werden konnten, wurden in die aktuelle Übersicht über die Heizungsanlagen in die Tabellen 2 bis 5 aufgenommen.

**Tabelle 1: Liste der kontaktierten österreichischen Hersteller von Biomassefeuerungen (siehe Anhang)**

Firma	Adresse	Ort	Tel.Nr.	Fax.Nr.	Email	Homepage
Biogen GesmbH	Plainburgerstr. 503	5084 Großgmain	06247 7121	06247 8795		
Bioheiztechnik	Froschau 79	4391 Waldhausen im Strudengau	07418/4530	07418/45304		
Binder Maschinenbau u. Handelsges.m.b.H.	Grazer Vorstadt 120b	8570 Voitsberg	03142 22544	03142 22544 16	<a href="mailto:binder@binder-gmbh.at">binder@binder-gmbh.at</a>	<a href="http://www.binder-gmbh.at/home.htm">http://www.binder-gmbh.at/home.htm</a>
Compact Heiz- und Energiesysteme	Koaserbauerstr.16	4810 Gmunden	07612 73760	07612 73760 17		
Eder Anton GmbH	Leiten 42	5733 Bramberg am Wildkogel	06566 7366	06566 8127	<a href="mailto:eder.kesselbau@magnet.at">eder.kesselbau@magnet.at</a>	
Fischer GUNTAMATIC Heizungstechnik GmbH	Bruck 7	4722 Peuerbach	07276 24410	07276 3031		
Fröling Heizkessel- und Behälterbau GmbH	Industriestraße 12	4710 Grieskirchen	07248 606	07248 62387	<a href="mailto:office@froeling.at">office@froeling.at</a>	<a href="http://www.austroinfo.at/froeling/">http://www.austroinfo.at/froeling/</a>
Gilles Energiesysteme	Koaserbauerstr. 16	4810 Gmunden	07612 73716	07612 73716 17		
GEO-THERM GesmbH	Koaserbauerstr. 5	4810 Gmunden	07612 65783	07612 65783 10		
Hager-Energietechnik GmbH	Laaer Straße 110	2170 Poysdorf	02552 2110 0	02552 2110 6		
Hargassner GmbH	Gunderding 8	4952 Wenig im Innkreis	07723 5274	07723 5274 5		
Herz-Feuerungstechnik GmbH	Sebersdorf 138	8272 Sebersdorf	03333 2411	03333 241673	<a href="mailto:office@herz.feuerung.com">office@herz.feuerung.com</a>	
HDG Bavaria Heizkessel & Anlagenbau	Im Winkel 15	6850 Dornbirn	05572 33025	05572 33025 4		
HOVAL GesmbH	Hovalstraße 11	4614 Marchtrenk	07243 550 0	07243 550 15	<a href="mailto:info@hoval.at">info@hoval.at</a>	<a href="http://www.hoval.at/">http://www.hoval.at/</a>
Kalkgruber (Prüller) Solar- u. Umwelttechnik	Graben 6	4421 Aschach/Steier	07259/50020	07259/500210	<a href="mailto:office@kalkgruber.at">office@kalkgruber.at</a>	<a href="http://www.kalkgruber.at/default.htm">http://www.kalkgruber.at/default.htm</a>
KÖB & Schäfer KG	Flotzbachstraße 33	6922 Wolfurt	05574 6770 0	05574 65707	<a href="mailto:boehler@koeb-schaefer.com">boehler@koeb-schaefer.com</a>	
Kurri Holzspanheizungen	Fliegergasse 70	2700 Wiener Neustadt	02622 23865	02622 23865 15		
KWB Kraft und Wärme aus Biomasse GmbH		8321 St. Margarethen/Raab	03115 6116 0	03115 6116 4		
Lohberger GesmbH	Braunauerstraße 2	5230 Mattighofen	07742/521112	07742/521174		
ÖKOFEN Forschungs- und Entwicklungsges. M. b. H.	Mühlgasse 9	4132 Lembach im Mühlkreis	07286 7450	07286 7450 10		
Perhofer Bio-Heizungs-GmbH & CoKG	Waisenegg 115	8190 Birkfeld	03174 3705	03174 3705-8	<a href="mailto:biomat-perhofer@hild.at">biomat-perhofer@hild.at</a>	
Pöllinger Heizungstechnik GmbH Herbert Pöllinger	Geroldstr. 12	3385 Gerersdorf	02749 8684	02749 8684-14		
RIKA Metallwaren GmbH & Co. KG	Müllerviertel 20	4563 Micheldorf	07582 686	07582 686 43	<a href="mailto:rika.austria@aon.at">rika.austria@aon.at</a>	
sht-Heiztechnik aus Salzburg GmbH	Rechtes Salzachufer 40	5101 Salzburg	0662 4504440	0662 4504445	<a href="mailto:hartl@sht.at">hartl@sht.at</a>	
Sommerauer & Lindner Heizanlagen-Technik GmbH	Trimmelkam 113	5120 St.Pantaleon	06277 7804	06277 7818	<a href="mailto:sl-heizung@eunet.at">sl-heizung@eunet.at</a>	
Sonnenkraft Vertriebs GesmbH	Resslstrasse 9	9065 Klagenfurt – Ebenthal	0463 740550	0463 740550 – 17	<a href="mailto:office@sonnenkraft.com">office@sonnenkraft.com</a>	<a href="http://www.sonnenkraft.com/">http://www.sonnenkraft.com/</a>
Stelrad Kesselfabrikation	Wienerstrasse 118	2700 Wiener	02622 23555	02622 25346		





**Tabelle 4: Lieferprogramm Pelletsfeuerungen österreichischer Hersteller bis 100 kW  
(Stand 01/2001)**

Hersteller	5 kW	10 kW	15 kW	20 kW	25 kW	30 kW	40 kW	50 kW	> 50 kW
BINDER Voitsberg	7 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	22 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	22 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	30 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	30 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	49 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■			
BIOMAT Birkfeld	7 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	20 (nur mit Pufferspeicher)							
BUDERUS Wetzlar	3 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	7 <i>geplant</i>							
BUDERUS Wetzlar	2 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	10 (Leistung auf Raumwärme und Warmwasser aufteilbar)							
EDER Bramberg	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
FISCHER GUNTAMATIC Peuerbach	3,5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
FRÖLING Grieskirchen	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
FRÖLING Grieskirchen	8 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25	28 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	35 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■					(bis 1.500 kW)
GILLES Gmunden	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	17							
GILLES Gmunden	10 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	32							
GILLES Gmunden	20 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	62							bis 95 kW
HAGER Poysdorf		15 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■		25 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■					
HARGASSNER Weng	3,4 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	12 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	22 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	35 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	45 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■		
HERZ Seebersdorf	3 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
HOVAL Marchtrenk	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15			25 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■				(geplant für das Jahr 2001)
KALKGRUBER Aschach/Steyr	7 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	20							
KALKGRUBER Aschach/Steyr	10 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	30							
KALKGRUBER Aschach/Steyr	13 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	40							
KÖB Wolfurt									ab 100, 150, 220, 300, 400, 540
KWB St. Margarethen/Raab	3,3 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	11							
KWB St. Margarethen/Raab	4,5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
KWB St. Margarethen/Raab	7,5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25							
KWB St. Margarethen/Raab	9 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	30							
LOHBERGER Mattighofen		15 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■							
ÖKOFEN Lembach	3,3 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	11 (für Anlagen unter 10 kW wird ein Pufferspeicher empfohlen)							
ÖKOFEN Lembach	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
ÖKOFEN Lembach	7 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	20							
ÖKOFEN Lembach	9 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25							
ÖKOFEN Lembach	11 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	32							
SHT-HEIZTECHNIK aus Salzburg GmbH, Bergheim	3 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	13							
SHT-HEIZTECHNIK aus Salzburg GmbH, Bergheim	4 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15 (18)							
SHT-HEIZTECHNIK aus Salzburg GmbH, Bergheim	5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25							
SHT-HEIZTECHNIK aus Salzburg GmbH, Bergheim	9 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	30							(Wahlweise Schneckenfördersystem oder Vacuum-Saugfördersystem)
SOMMERAUER & LINDNER, Trimmelkam	4 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
SOMMERAUER & LINDNER, Trimmelkam	4 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25							
VWR Stallhofen	4 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15							
VWR Stallhofen	7 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	25							(Wahlweise mit Schnecken- oder Saugaustragung)
WINDHAGER Seekirchen/Wallersee	3,5 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■	15			25 ■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■■				



- Leistungsbereich ab 5 kW aufwärts (ab 3 kW geplant)

Diese Übersicht über die am Markt angebotenen Biomassefeuerungsanlagen (in Summe etwa 100 Heizungstypen) stellt eine der Grundlagen für die Erarbeitung der Anforderungsprofile und des Forschungsbedarfs dar.

### **Schlussfolgerungen**

Die Schlussfolgerungen für die Marktsituation von Biomassefeuerungsanlagen bis 100 kW sind:

- Es gibt Biomassefeuerungen für die verschiedenen Brennstoffe ab etwa 2 kW am Markt. Die größte Anzahl an Herstellern gibt es bei Pelletsfeuerungen.
- Einige Hersteller bieten ihre Biomassefeuerungsanlagen nur mit Pufferspeicher an.
- Einige Hersteller bieten Komplettlösungen an: Feuerungsanlage, Speicher, Solaranlage etc. werden als Paket geliefert.
- Die Hackgutfeuerungsanlagen werden als problematisch angesehen: Es ist noch immer eine aufwendige Beratung notwendig, die Investitionskosten sind trotz Förderungen sehr hoch und beim Einbau ist die Lärm- und Staubproblematik zu beachten.
- Trotz der Vollautomatisierung der Pelletsfeuerungen ist ein höherer Betreuungsaufwand als bei Öl- oder Gasfeuerungen gegeben.
- Das Marktangebot für Biomassefeuerungsanlagen unterliegt einer starken Dynamik, das heißt es werden in relativ kurzen zeitlichen Abständen (etwa ein halbes Jahr) immer wieder Neuanlagen in den Markt eingeführt.

## 2.2 Befragung der Bewohner von Mehrfamilienwohnbauten, von Wohnbauträgern und Heizungsbetreuern

Folgende Vorgangsweise wurde für die Bearbeitung gewählt:

1. Es wurde eine Sekundäranalyse von bereits durchgeführten Projekten zum Thema „Heizen mit Biomasse“ durchgeführt, um daraus einerseits schon gesicherte Ergebnisse ableiten zu können, andererseits um weiteren Forschungsbedarf festzustellen.
2. Es wurde eine Befragung von ausgewählten Wohnbaugenossenschaften durchgeführt, die bereits zentrale Biomasseheizungen in ihren Wohnanlagen einsetzen, um deren Motive und Erfahrungen kennen zu lernen.
3. Nächster Schritt war eine Österreich-weite Befragung von Bewohnern in Mehrfamilienwohnbauten zum Thema „Heizen“ und speziell zu den Erfahrungen mit dem in ihrem Haus eingesetzten Heizsystem. Diese Befragung wurde sowohl in herkömmlichen als auch in Niedrigenergiebauten durchgeführt.
4. Eine kleine Auswahl von Heizungsbetreuern konnte bei der Bewohnerbefragung ausgemacht werden, die mit einem speziellen Fragebogen zu ihren Erfahrungen mit der von ihnen betreuten Heizanlage befragt wurden.

### **Ergebnisse der Sekundäranalyse**

Zum Thema „Heizen mit Holz“ wurden in Österreich in den letzten Jahren einige Studien durchgeführt, die sich mit Erfahrungen, Einstellungen, Wünschen und Problemen von Holz- und Nicht-Holzheizern und mit der Meinung von Experten zu diesem Thema auseinandersetzen. Diese Studien enthalten sowohl quantitative als auch qualitative Nutzerbefragungen.

Fast alle diese Berichte beziehen sich auf Heizformen in Einfamilienhäusern, nicht auf Wohneinheiten mit mehreren Wohnungen. Dies muss bei der Darstellung der Auswertungen mitbedacht werden.

Um die Ergebnisse der verschiedenen schon durchgeführten Studien und die daraus abgeleiteten Hypothesen zu überprüfen, wurden diese einer Sekundäranalyse unterzogen. Die Ergebnisse aus diesen Untersuchungen sind im folgenden zusammengefasst dargestellt.

Folgende Berichte wurden einer Durchsicht und Auswertung unterzogen:

- Harald Rohrer/Jürgen Suschek-Berger (unter Mitarbeit von Günther Schwärzler): Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen (insgesamt 141 quantitative Nutzer-Interviews (25 Biomasse-Kleinanlagen-Betreiber, 116 andere Heizer), 25 qualitative Experten-Interviews).
- Energie Tirol: Energieholzkonzept Tirol (158 quantitative Interviews, 43 Holzheizer, 30 Ölheizerinnen, 75 Mischheizer).

- Johannes Haas/Roger Hackstock: Brennstoffversorgung mit Biomassepellets (33 Experteninterviews).
- Österreichisches Ökologie-Institut: Kachelöfen im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzeptes (166 quantitative Interviews mit Kachelofenbesitzer, 10 qualitative Nutzer-Interviews, 16 Experten-Interviews).

Es gibt unterschiedliche Gründe und Motive, warum der Brennstoff Holz eingesetzt wird. Aus allen Befragungen geht hervor, dass der Hauptgrund, warum jemand seine Heizung mit Holz (Scheitholz oder Hackschnitzel) betreibt, der Besitz von eigenem bzw. der leichte Zugang zu Holz ist.

So finden sich Hackschnitzelheizungen hauptsächlich im landwirtschaftlichen Bereich, wo es Forstanteile leicht möglich machen, sich mit Holz zu versorgen. Der Brennstoff steht in ausreichender Menge und auch in ausreichender Qualität zur Verfügung.

Holzheizer, die das Holz oft nicht selbst besitzen, sind Kachelofennutzer. Ihre Motivation, einen Kachelofen zu betreiben, ist eine andere: Ihnen geht es um die wohlige Wärme, die der Kachelofen ausstrahlt, um die Gemütlichkeit.

Holz wird auch als billiger Energieträger empfunden, da der Eigenanteil an Arbeit nicht berechnet wird. Aber auch wenn man das Holz extern bezieht – wie die Kachelofenbesitzer – so ist man von der Kostengünstigkeit des Brennstoffes überzeugt.

Personen, die mit fossilen Brennstoffen heizen, haben andere Motive. Ihnen sind vor allem die niedrigen Betriebskosten der Heizungsanlage wichtig. Ebenso sollte die Heizanlage wartungs- und bedienungsfreundlich sein.

Welche Motive hatten Holzheizer, überhaupt eine Holzheizung – sprich: einen Stückholzkessel oder eine Hackschnitzelanlage – zu installieren bzw. installieren zu lassen? Auch hier spielen interessanterweise die Kosten eine große Rolle. Die Besitzer von Holzheizungen sind durchwegs der Meinung, dass ihre Anlagen kostengünstig sind, und zwar vor allem bei den Betriebskosten. Die Untersuchung in Tirol hat auch ergeben, dass die Investitionskosten für die Anlage von den Holzheizern als nicht hoch eingestuft werden.

Ein wichtiger Grund, der für Holz als Energieträger spricht, ist die Tatsache, dass er ein einheimischer Brennstoff ist, der – im Falle eines Falles – auch Unabhängigkeit vom Ausland garantiert. Außerdem handelt es sich um eine erneuerbare Energieform.

Was spricht gegen eine Holzheizung? Hier wird als erster Grund angeführt, dass man den Brennstoff, nämlich das Holz, nicht selbst besitzt. Auch wird angeführt, dass die Heizanlage, aber auch die Lagerung des Brennstoffes zu viel Platz brauchen würde und der Arbeitsaufwand für das Betreiben der Heizung zu groß sei. Die Anlage würde auch zu wenig Komfort bieten.

Es unterscheiden sich auch die Informationsquellen, bei denen die Heizer Informationen über Ihre Heizanlagen eingeholt haben. Während sich die Holzheizer lieber auf Ausstellungen und Messen bzw. bei Verwandten und Bekannten informieren oder sich überhaupt auf ihr eigenes Wissen verlassen, ist der vorrangige Ansprechpartner für Heizer von fossilen Brennstoffen in erster Linie der Installateur, dann werden auch Verwandte und Bekannte befragt.

Für die Installation eines Kachelofens wird in erster Linie der Hafner zu Rate gezogen.

Diese Arbeiten haben auch gezeigt, dass speziell zu Mehrfamilienwohnbauten bisher keine Ergebnisse aus Befragungen vorliegen. Da im Mehrfamilienhausbereich die Art der Beheizung von den Bauträgern und Planern bestimmt wird, scheint es wichtig, diese Gruppe zusätzlich zu den Nutzern ebenfalls zu befragen.

## **Befragungen**

Im ursprünglichen Projektkonzept war eine telefonische Befragung von 1000 Haushalten in ganz Österreich vorgesehen. Aufgrund der neu gewonnenen Erkenntnisse durch die Sekundäranalyse wurde die Anzahl der Telefoninterviews von tausend auf 500 Haushalte reduziert (ca. 250 Bewohner von „herkömmlichen“ Wohnbauten und ca. 250 Bewohner von Niedrigenergiebauten). Dafür wurden zusätzlich Bauträger und Planer befragt, wobei auch persönliche Interviews als Ergänzung zur telefonischen Befragung vorgesehen waren. Ebenso wurden Hausmeister interviewt, die in den von ihnen betreuten Häusern für die Betreuung und Wartung der Heizanlage zuständig sind.

Für die Befragung dieser drei Zielgruppen (Wohnbauträger bzw. Planer, Hausmeister und Nutzer) wurden spezifische Fragebögen entworfen, die als Grundlage für die Befragung dienten. Die Befragung wurde in drei Stufen durchgeführt:

### **1. Kontaktaufnahme mit Wohnbauträgern und Wohnungsgenossenschaften**

Diese Kontaktaufnahme diente dazu, die Erfahrungen mit Biomasseheizungen (Investition und Betrieb) zu erfragen und Adressen von Mehrfamilienbauten mit Biomasseheizungen (speziell Niedrigenergiebauten) zu erhalten.

### **2. Befragung der Heizungsbetreuer**

Im Zentrum dieser Befragung standen Fragen zu technischen Informationen (zu dem von ihnen betreuten Haus, der installierten Heizanlage und dem Gebäude, der Heizanlage und dem Brennstoff) und zur Zufriedenheit bzw. zu Schwierigkeiten (Heizsystem und Brennstoff) sowie zur Einschätzung verschiedener Heizformen nach unterschiedlichen Kriterien.

### **3. Befragung der Bewohner**

Zielsetzungen dieser Befragung waren technische Informationen (Wohnung, Heizanlage und Brennstoff) und Fragen zur Zufriedenheit bzw. zu Schwierigkeiten (Heizsystem und Brennstoff) sowie zur Einschätzung verschiedener Heizformen nach

unterschiedlichen Kriterien. Die Informationen zu Lüftungsverhalten und Wasserverbrauch werden für die Simulation der Referenzbauten benötigt.

Es wurden schließlich insgesamt 467 Bewohner befragt, 193, die in Niedrigenergiebauten leben (Zufallsauswahl aufgrund der von Wohnbaugenossenschaften und Beratungsstellen zur Verfügung gestellten Adressen) und 274 andere (geschichtete Zufallsauswahl aus österreichischen Telefonbüchern). Die Interviews wurden telefonisch im Zeitraum Juli/August 2000 durchgeführt. Die für diese Untersuchungen entworfenen Fragebögen finden sich im Anhang (Analyse der Nutzererfahrungen).

Um ein noch differenzierteres Bild zu bekommen, wurde mit dem Zentrum für Soziale Innovation (ZSI) in dessen Projekt „Erfahrungen und Einstellungen von Nutzern als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz“ zusammengearbeitet. In diesem Projekt wurde eine standardisierte schriftliche Befragung von Bewohnern durchgeführt, die in im weitesten Sinne „ökologischen Wohnformen“ (darunter auch Niedrigenergiebauten) leben. In dem hierfür entworfenen Fragebogen wurden einige zusätzliche Fragen zum Thema „Heizen“ aufgenommen. Dieser Fragebogen wurde an ca. 400 Haushalte in Österreich mit der Bitte um Beantwortung und Rücksendung verschickt. Die in dieser Untersuchung für das Thema „Heizen“ relevanten Daten werden vom ZSI für weitere Auswertungen zur Verfügung gestellt. Ein Großteil dieser Daten bezog sich allerdings auf Ein- und Zweifamilienwohnhäuser, sodass sie für die Auswertung in dieser Untersuchung nicht passend waren.

Eine weitere Kooperationsmöglichkeit ergab sich dadurch, dass die Energieverwertungsagentur im Auftrag des Vereins zur Förderung der Bioenergie in Österreich ein Projekt zum Thema „Einsatz von Holz als Energieträger am Wärmemarkt“ durchgeführt hat. Ziel des Projektes war es, mehr darüber zu erfahren, welche Chancen und Hindernisse es gibt, Holz verstärkt als Energieträger in den Bereichen „Verdichteter Wohnbau“ und „Öffentliche Gebäude“ einzusetzen. Da diese Zielsetzung und das geplante Vorgehen dem hier beschriebenen sehr ähnlich war, wurde mit dem Projektleiter Christian Rakos eine beiderseitige enge Kooperation und ein intensiver Datenaustausch vereinbart. Erster Schritt in dieser Kooperation waren gemeinsame explorative Gespräche bei Wohnbauträgern und Planern in Salzburg. Dies bot auch die Gelegenheit, die in den beiden Projekten verwendeten Gesprächsleitfäden und Fragebögen aufeinander abzustimmen.

### **Befragung der Wohnbaugenossenschaften**

Mit 27 Vertretern von Wohnbaugenossenschaften und Bauträgern in Salzburg (6), Steiermark (6), Tirol (5) und Vorarlberg (10) wurden telefonische und einige persönliche Interviews durchgeführt. Die Länge der Interviews schwankte zwischen wenigen Minuten und mehr als einer Stunde, je nachdem, wie wichtig das Thema „Heizen mit Biomasse“ dem jeweiligen Vertreter der Wohnbaugenossenschaft war

und wie viel er dazu sagen konnte. Von den Interviews wurden Gesprächsprotokolle angefertigt und ausgewertet.

Bezüglich des Einsatzes von Biomasseanlagen bei Wohnbaugenossenschaften gibt es regionale Unterschiede: So gibt es in der Steiermark sehr viele Biomasse-Fern- und Nahwärmenetze, aber nur wenige zentrale Biomasseanlagen. Ebenso wird in der Steiermark kaum im Niedrigenergiebereich gebaut. In Salzburg dagegen werden hauptsächlich Niedrigenergiegebäude errichtet. In diesen Gebäuden wird auch sehr oft Biomasse als Heizform eingesetzt, in Form von Hackschnitzel- oder Pelletsanlagen.

Dieser massierte Einsatz derartiger Heizformen hat damit zu tun, dass in Salzburg die Wohnbauförderung diejenigen Bauten, die nach ökologischen Kriterien errichtet werden, in Form einer Punkteförderung bevorzugt. Diese Wohnbauförderung führt dazu, dass die Zusatz-Investitionskosten für die Biomasseheizanlagen fast vollständig gefördert werden. Zusätzlich sitzt in der Wohnbauförderungsabteilung des Landes ein Promotor von Holzheizungen, der mit viel Einsatz, Elan und Wissen dafür sorgt, dass im kommunalen Wohnbau hauptsächlich Holzheizungen zum Einsatz kommen.

Werden die Vertreter der Wohnbaugenossenschaften nach ihrer Motivation befragt, warum sie Holzheizungen einsetzen, so zeigt sich, dass sehr oft die Gemeinden, in denen die Wohnanlagen gebaut werden, großes Interesse am Einbau einer Biomasseheizung haben. Sie vertreten dabei die Interessen der Bauern in der Kommune, weil diese dadurch die Möglichkeit bekommen, ihr Holz in Form von Hackgut zu verkaufen und die Wohnanlagen damit zu beliefern.

Ebenso ins Treffen geführt werden meist Gründe des Umweltschutzes, die Holz als Energieträger interessant machen. Durch seine CO<sub>2</sub>-Neutralität und seine Eigenschaft, ein heimischer Energieträger zu sein, eignet er sich sehr gut als umweltpolitisches Argument beim Verkauf von Wohnungen.

Was den Kostenaspekt betrifft, ergibt sich hier eine interessante Zweiteilung. Die Kosten werden sowohl als Argument für als auch als Argument gegen den Einsatz von Biomasseheizungen ins Treffen geführt.

Moderne Biomasseheizungen sind vor allem in der Anschaffung und im Bereich der Investitionen noch immer um einiges teurer als z. B. Öl- oder Gasheizungen. Diese Mehrkosten bei den Investitionen schlagen sich natürlich auch bei den Anschaffungskosten für die Wohnung nieder.

Andererseits wird von den Befürwortern ins Treffen geführt, dass die Betriebskosten auf lange Sicht gesehen billiger werden, weil der Brennstoff Holz billig zu bekommen ist. Diese Amortisationszeiten sind aber in den Augen der „Gegner“ der Biomasseheizungen noch zu lange, als dass sie betriebswirtschaftlich relevant wären.

Umstritten ist auch, ab welcher Größe der Wohnanlage sich der Einsatz einer Biomasseheizung wirtschaftlich rechnet. Während ein Interviewpartner diese kritische Größe ab 10 Wohneinheiten ansetzte, meinten andere, es müssten zumindest 40 Wohneinheiten sein. Sehr große Wohnanlagen finden sich aber eher in den Großstädten wie Wien oder Graz, wo aufgrund anderer Rahmenbedingungen – z.B. der Fernwärmeanschlusspflicht in Graz – das Forcieren von Biomasseheizungen wieder erschwert wird.

Sehr massiv ins Treffen geführt wird bei den Gründen gegen Biomasseanlagen die fehlenden oder unzureichenden Förderungen.

Von vielen wird aber auch ein Informationsdefizit zugegeben. Die Genossenschaften, die es vielleicht gerne versuchen würden, wissen nicht, woher sie Informationsmaterial bekommen oder an wen sie sich um Unterstützung wenden könnten. Es gibt keinen regelmäßigen und vor allem keinen organisierten Erfahrungsaustausch zwischen den Genossenschaften.

Was Funktionsweise und Fehleranfälligkeit der Heizanlagen betrifft, ist das Zeugnis unterschiedlich, das den Biomasseanlagen ausgestellt wird. Bei den meisten Genossenschaften, die Holzheizungen im Einsatz haben, gab es Probleme, vor allem, wenn erste Versuche, die Anlagen einzusetzen, bereits länger zurückliegen.

Ein Problem, das auch heute immer wieder auftritt, ist die Lärmbelästigung durch die Anlage. Vor allem bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten, aber auch im Betrieb sind die Anlagen den Bewohnern oft zu laut. Zur Lösung dieses Problems werden die Biomassekessel z. B. auf Gummimanschetten gestellt, um ein Vibrieren zu verhindern.

Sehr oft funktionieren die Anlagen aber auch ohne Probleme. „Wir hören nichts“ ist die Aussage vieler Wohnbaugenossenschaften – gemeint ist damit, dass die Hausbewohner sich nicht zu Wort melden, was für ein gutes Zeichen gehalten wird, weil Positives als selbstverständlich hingenommen und darüber nicht berichtet wird, Negatives aber sehr wohl sofort an die Genossenschaften weitergegeben werden würde.

Ein weiterer hemmender Faktor wird in der Frage gesehen, wer die Heizanlage im Haus betreuen soll, sobald diese in Betrieb ist. Dieses Argument wird vor allen von denjenigen vorgetragen, die noch keine Biomasseanlagen im Einsatz haben. Es werde sich kaum jemand von den Bewohnern finden, der gleichzeitig auch die Aufgabe des „Heizwartes“ übernehmen möchte, der Hausmeister habe andere Aufgaben zu erfüllen (falls es überhaupt einen im Haus gibt).

Interessanterweise funktioniert die Betreuung in den Häusern, in denen Biomasseanlagen im Einsatz sind, aber sehr gut. Sehr vieles von den Aufgaben der Heizung wird bereits automatisch durchgeführt, es bleiben nur noch wenige Handgriffe übrig wie z. B. von Zeit zu Zeit das Ausleeren der Asche. Manche der Heizungsbetreuer sehen dies auch als eine Art Hobby an.

Oft ist es auch so, dass die Liefergemeinschaft, die den Brennstoff, z. B. die Hackschnitzel, liefert, die Betreuung der Anlage und die Verantwortung dafür übernimmt. Sie hat ja ein großes Interesse daran, dass der Brennstoff in einwandfreiem Zustand geliefert wird und dass dadurch die Heizanlage optimal funktioniert und kein großer Betreuungsaufwand notwendig wird.

Große Hoffnung wird in den Brennstoff „Pellets“ gesetzt. Aufgrund ihrer guten Handhabbarkeit und großen Energiedichte werden Pellets in Zukunft durchaus als wichtiges Konkurrenzprodukt zu Öl oder Gas gesehen, vor allem, wenn der Preis noch etwas fallen sollte (oder der Ölpreis in etwa so hoch bleiben sollte wie zum Zeitpunkt der Befragung).

Interessant ist auch noch, wie potentielle Wohnungsinteressenten auf die Mitteilung reagieren, dass ihr Wohnhaus mit einer zentralen Biomasseheizung ausgestattet sein werde. Hier gibt es im wesentlichen zwei Reaktionsweisen: Die eine ist die, dass dies bei dem Interesse für die Wohnung gar keine Rolle spielt, weil andere Aspekte einfach wichtiger sind, wie z. B. die Ausstattung der Wohnung oder ihre Lage innerhalb des Gebäudes. Die andere Reaktion ist durchaus positiv in bezug darauf, dass das Heizen mit Holz als umweltfreundliche Heizform gesehen wird.

Welche Möglichkeiten es gäbe, Wohnbaugenossenschaften beim Einsatz von Biomasseheizungen zu unterstützen, wird in Kapitel „Empfehlungen“ ausgeführt.

### **Befragung der Heizungsbetreuer**

Im Rahmen der Befragungen der Wohnbaugenossenschaften konnten die Namen von sieben Heizungsbetreuern eruiert werden, die Biomasse-Heizanlagen in den von ihnen bewohnten Gebäuden betreuen. Diese wurden mit einem eigenen Fragebogen zu ihren Erfahrungen mit den Heizanlagen befragt. Ein Ergebnis dieser Befragung ist hier kurz dargestellt.

Fünf der Betreuer leben in normalen Wohnhäusern, nur zwei in Niedrigenergiebauten. Sie stammen zum Großteil aus Tirol (vier), zwei aus der Steiermark und einer aus Vorarlberg. Sie betreuen in der Hauptsache Hackschnitzelanlagen (nur eine Pelletsheizung). Drei der mit Hackschnitzel beheizten Gebäude können unterstützend auch mit Öl beheizt werden. Alle Gebäude sind zentralbeheizt, in vielen Wohnungen gibt es zusätzlich Kachelöfen.

Fast alle von den Heizungsbetreuern sind mit der Heiztechnik und dem Brennstoff in Hinsicht auf Aspekte wie Komfort, Bedienung, Wartung, Zuverlässigkeit, Umweltfreundlichkeit zufrieden oder sehr zufrieden.

Trotzdem geben fast alle (sechs von sieben) an, dass die Heizanlage schon einmal ausgefallen ist. Vor allem in der Anfangsphase gab es diesbezüglich Probleme. Schwierigkeiten, die es mit den Anlagen gibt bzw. gegeben hat: Von allen wird die Lärmbelästigung genannt (vor allem kurz nach der Installation und Inbetriebnahme), von einigen auch eine Geruchsbelästigung, mehrmals werden Schmutz- und

Staubbelastung angeführt, einige Male Probleme mit den Emissionen und technischen Teilen der Anlage sowie der Fördereinrichtung.

Sie schätzen die Zufriedenheit der Bewohner im Gebäude aber trotz dieser Probleme als gut ein, sie selbst äußern auch große Zufriedenheit mit der Anlage.

Von den meisten Heizungsbetreuern werden kleinere Reparaturen an der Anlage selbst durchgeführt, einige lassen die Anlage auch fremd warten.

## **Befragung der Bewohner in Österreich**

Um einen Eindruck zu gewinnen, wie die österreichische Bevölkerung in Mehrfamilienbauten mit den zentralen Heizanlagen in den von ihnen bewohnten Gebäuden zufrieden ist und wie deren Einstellung zum Thema „Heizen“ im allgemeinen ist, wurde eine telefonische Befragung von 274 Haushalten in ganz Österreich durchgeführt. Die Adressen wurden nach einer Zufallsauswahl aus den österreichischen Telefonbüchern gezogen, geschichtet nach der Einwohnerzahl der Bundesländer.

Was die sozialstatistische Verteilung betrifft, so zeigt sich, dass in der Stichprobe bei der Bundesländerverteilung der Anteil Oberösterreichs etwas überdimensioniert ist, bei der Verteilung der Schulbildung der Anteil derjenigen, die Matura oder einen Hochschulabschluss haben. Auch ein leichter Überhang von Angestellten und Pensionisten ist in der Stichprobe zu bemerken. Was die Wohnformen betrifft, so machen Mietwohnungen ca. die Hälfte aus, gefolgt von den Eigentumswohnungen. Neuere Rechtsformen wie der Mietkauf sind noch nicht sehr häufig vertreten. Das monatliche Haushaltseinkommen liegt bei fast der Hälfte der befragten Haushalte unter 20.000,- öS. Die Verteilung der Wohngrößen, die Belegungsdauer und die Belegungsdichte in den Wohnungen dürfte ein gutes Abbild der österreichischen Situation darstellen.

Wie sind die Wohnverhältnisse in der Stichprobe verteilt? Ein Großteil der Befragten wohnt entweder in Mietwohnungen (46,3%) oder in Eigentumswohnungen (40,3%), 7,8% wohnen in Genossenschaftswohnungen und nur 5,6% in der relativ neuen Form der Mietkaufwohnungen (siehe Abbildung 1).

In welcher Form werden diese Wohnungen beheizt? (siehe Tabelle 6).

Die meisten Wohnungen sind mit einer Zentralheizung (über 50%) ausgestattet und werden mit dem Brennstoff Öl (ca. 30%) oder Gas (ca. 20%) beheizt, auch Strom ist noch relativ oft vertreten. Scheitholz und vor allem Hackschnitzel spielen eine weit untergeordnete Rolle. In ca. 70% der Fälle werden die Wohnungen über Heizkörper beheizt.

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse in bezug zum eingesetzten Brennstoff in den Wohnungen dargestellt.

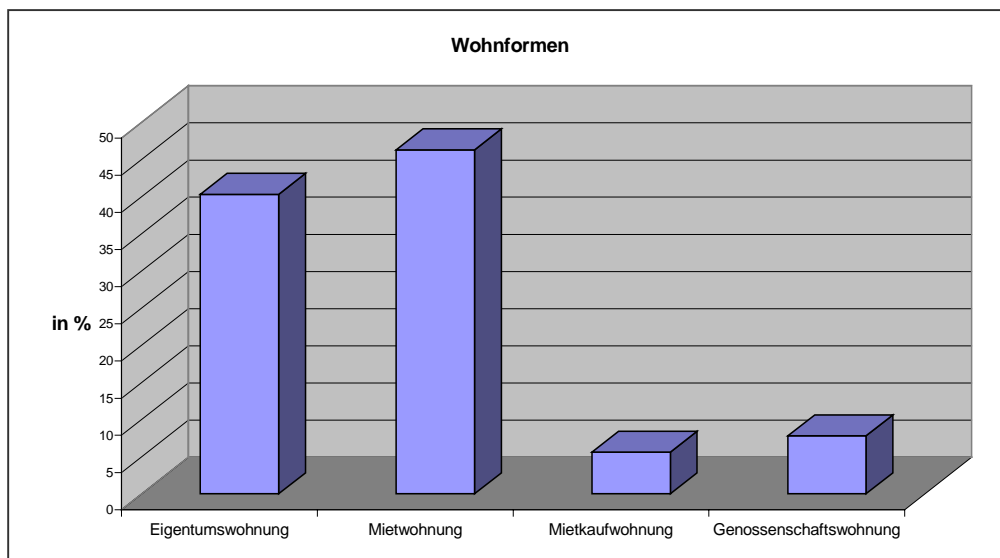


Abb.1: Wohnformen der Befragten

Tabelle 6: Heizformen

Zentralheizung	54%
Fernwärme	21,8%
Einzelöfen	12,1%
Kachelöfen	3,7%
Etagenheizung	3,4%
Wärmepumpe	0,7%
Teilweise Solarwärme	0,3%

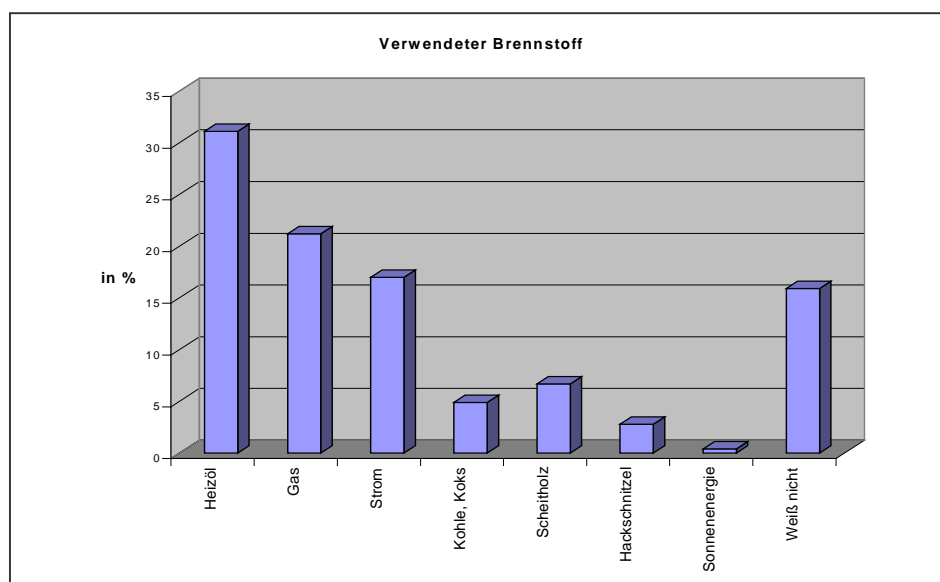


Abb. 2: Verwendeter Brennstoff

Auf die Frage, ob sie wüssten, um welche Heizanlage es sich in Ihrem Haus handelt, antworteten 33,6% mit „ja“ und 66,5% mit „nein“.

Die nächsten Fragen rankten sich um das Thema „Heizkosten“. Interessant war die Frage nach der Höhe der jährlichen Heizkosten (inkl. Warmwasserbereitung) für die Wohnung. Abgesehen davon, dass ein Großteil der Befragten im ersten Moment keine Antwort auf diese Frage geben konnte, ergab eine Nachprüfung oft sehr unglaubliche Werte, die z. B. mit der Größe der Wohnung nicht korrelieren konnten. In Abbildung 3 ist die Auswertung „Wie empfinden Sie Ihre Heizkosten?“ dargestellt.

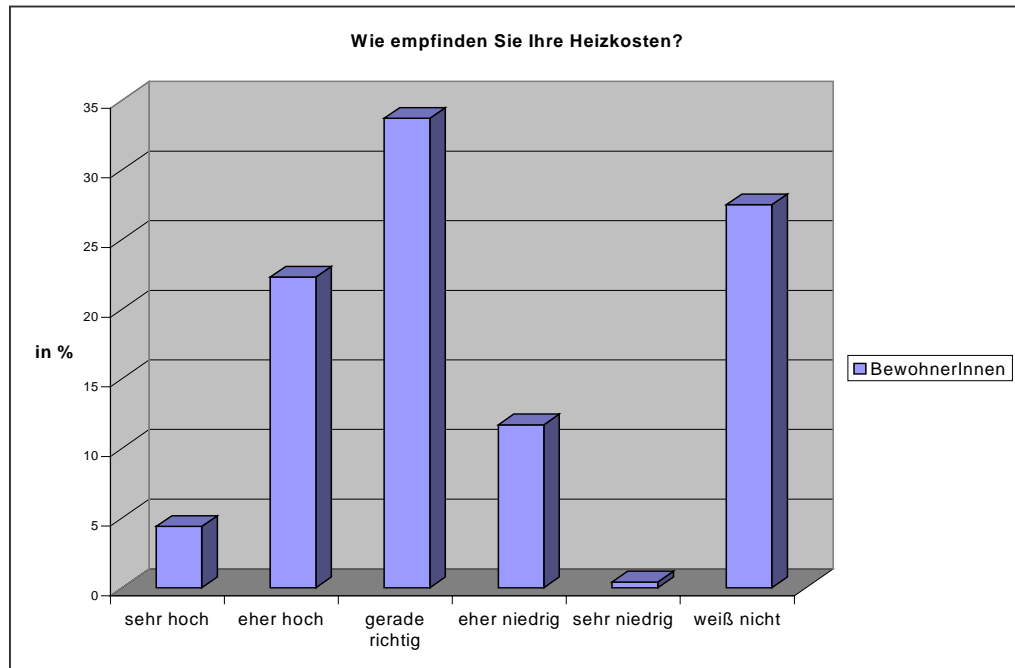


Abb. 3: Wie empfinden Sie Ihre Heizkosten?

Prinzipiell kann aus mehreren Indikatoren abgeleitet werden, dass das Thema Heizen für die Bewohner von Mehrfamilienbauten nicht im Vordergrund steht.

So ist z. B. interessant, dass ein doch beträchtlicher Anteil von 15% der Befragten in Mehrfamilienbauten nicht weiß, mit welchem Brennstoff das von ihnen bewohnte Gebäude beheizt wird.

Ein weiteres Indiz dafür, dass das Thema „Heizen“ für die Bewohner in Mehrfamilienbauten eine untergeordnete Rolle spielt, sind die Antworten auf die Fragen zur Heizanlage. Ca. zwei Drittel der Befragten wissen nicht, welche zentrale Heizanlage im Keller steht (also z. B. welcher Typ es ist oder von welcher Firma die Anlage stammt).

Ebenso interessant ist, dass für über die Hälfte bei der Entscheidung für den Einzug in die Wohnung die Art der Heizung nicht besonders wichtig war (siehe Abbildung 4). Die Bewohner sind mit der Höhe Ihrer Heizkosten zum Großteil einverstanden (wenn die Befragung auch gezeigt hat, dass sie kaum in der Lage sind, entsprechende Auskünfte über deren Höhe zu geben). Was die Erwartung bzgl. der Heizkosten beim Einzug in die Wohnung betrifft, so kann hier wiederum ca. die Hälfte der Befragten

keine Auskunft geben, ob sie diese höher, niedriger oder gleich wie jetzt eingeschätzt hatten.

Diese Ergebnisse werden durch die Gespräche mit den Vertretern der Wohnbaugenossenschaften bestätigt, die auch zeigten, dass die Heizung für die Wohnungsinteressenten kein vorrangiges Thema ist.

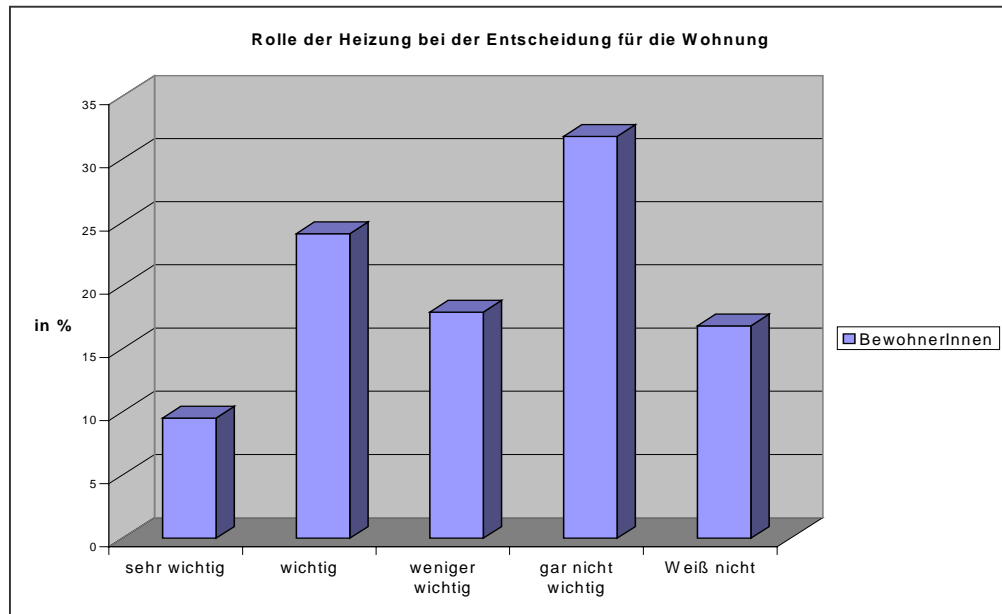


Abb. 4: Rolle der Heizung bei der Entscheidung für die Wohnung

Als nächstes wurden verschiedene Zufriedenheitsaspekte mit der eingesetzten Heiztechnik und Heizanlage im Haus abgefragt, um ein Gefühl dafür zu bekommen, wo es Probleme mit den Heizanlagen gegeben hat.

Es kann eine relativ große Zufriedenheit bei den Befragten mit der im Haus eingesetzten Heiztechnik (siehe [Abbildung 5](#)) und mit dem eingesetzten Brennstoff festgestellt werden (siehe [Abbildung 6](#)). Zu berücksichtigen ist bei diesen Ergebnissen allerdings, dass Bewohner in Mehrparteienhäusern eben wenig mit der Heiztechnik an sich und noch weniger mit dem eingesetzten Brennstoff konfrontiert sind. Unter Beachtung dieser Tatsache zeigt sich, dass bzgl. Komfort, Wartung, Schmutz- und Staubbelastung den Heizanlagen ein sehr gutes Zeugnis ausgestellt wird, nur die Kategorie „Umweltfreundlichkeit“ hinkt etwas nach. Beim verwendeten Brennstoff ist es ähnlich, allerdings ist hier der Anteil derjenigen, die diesbezüglich keine Auskunft geben können, wesentlich höher (vor allem in den Kategorien „Preis“ und „Umweltfreundlichkeit“).

Schwierigkeiten mit der Wärmeversorgung in den Wohnungen gibt es selten. Wenn es Schwierigkeiten gab, handelte es sich meist darum, dass die Heizanlage überhaupt ausgefallen ist, Öfen oder Heizkörper nicht funktioniert haben oder es – aus verschiedensten Gründen – einfach zu kalt in der Wohnung war. Was die Ursachen für diese Schwierigkeiten waren, wissen die Bewohner in den seltensten Fällen.

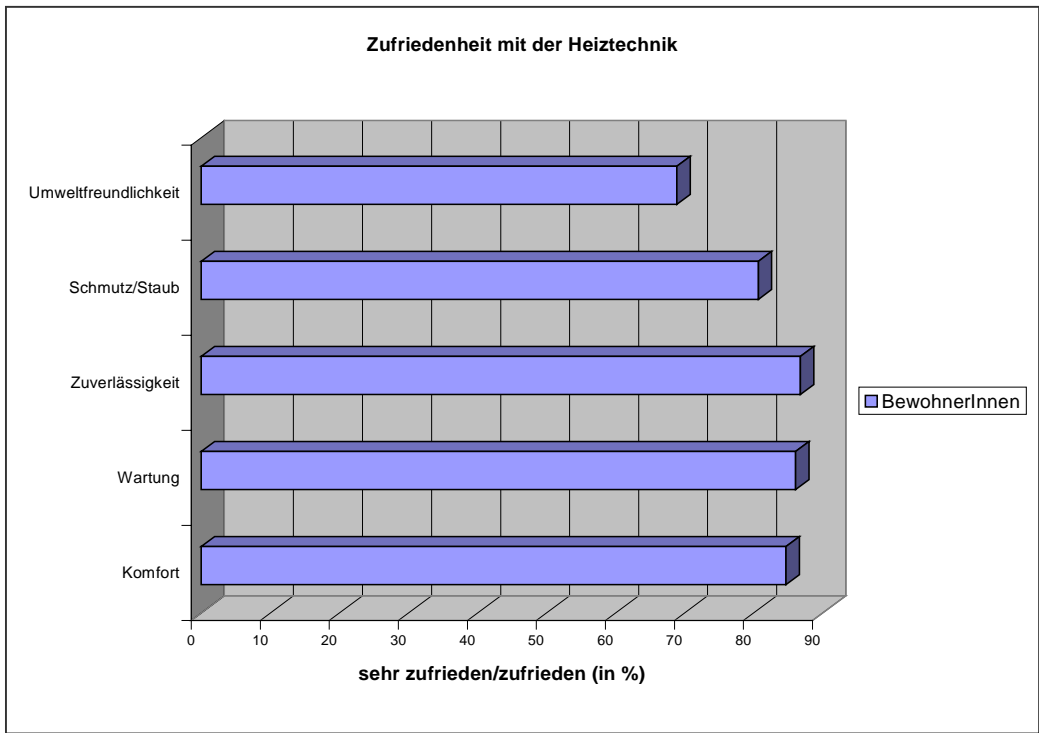


Abb. 5: Zufriedenheit mit der Heiztechnik

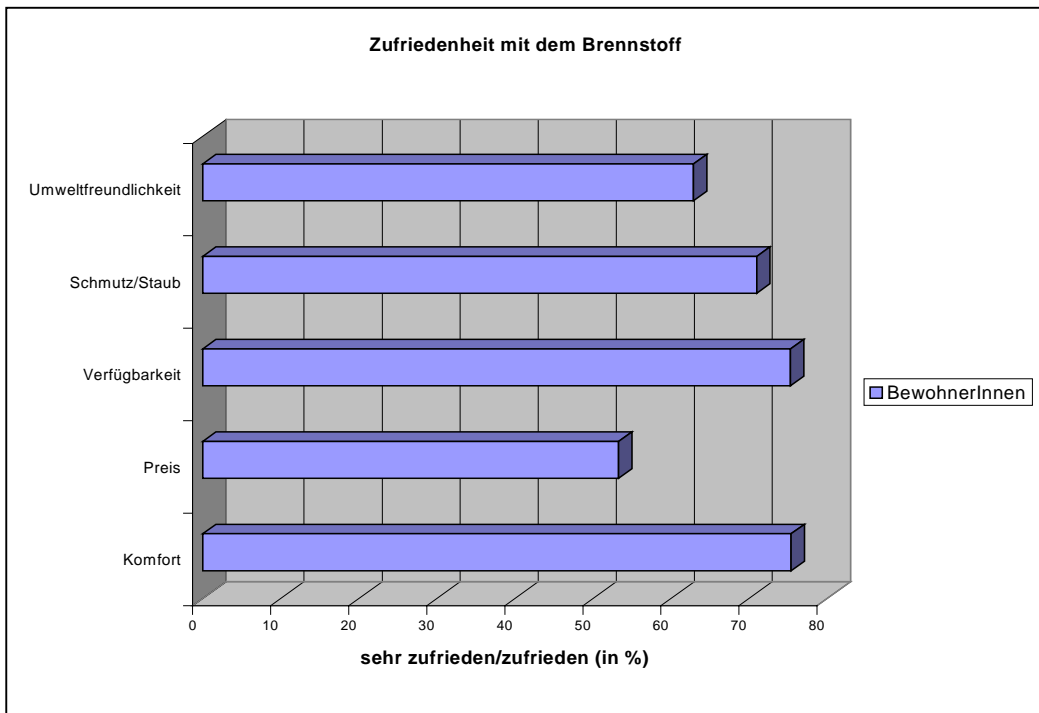


Abb. 6: Zufriedenheit mit dem Brennstoff

Bei der Frage nach der Wichtigkeit verschiedener Eigenschaften einer Heizung stehen der Energiesparaspekt und die Frage des Umweltschutzes an erster Stelle, als weniger wichtig werden die Kostenaspekte (Investitions- bzw. Betriebskosten) bewertet (siehe [Abbildung 7](#)). Dies könnte als ein Ansatzpunkt für die Forcierung von Biomasseheizungen gewertet werden, wenn es gelingt, diese als energiesparend

und umweltfreundlich zu vermarkten. Natürlich muss berücksichtigt werden, dass es sich hier um eine Abfrage zu Einstellungen handelt und nicht zu realen Handlungen.

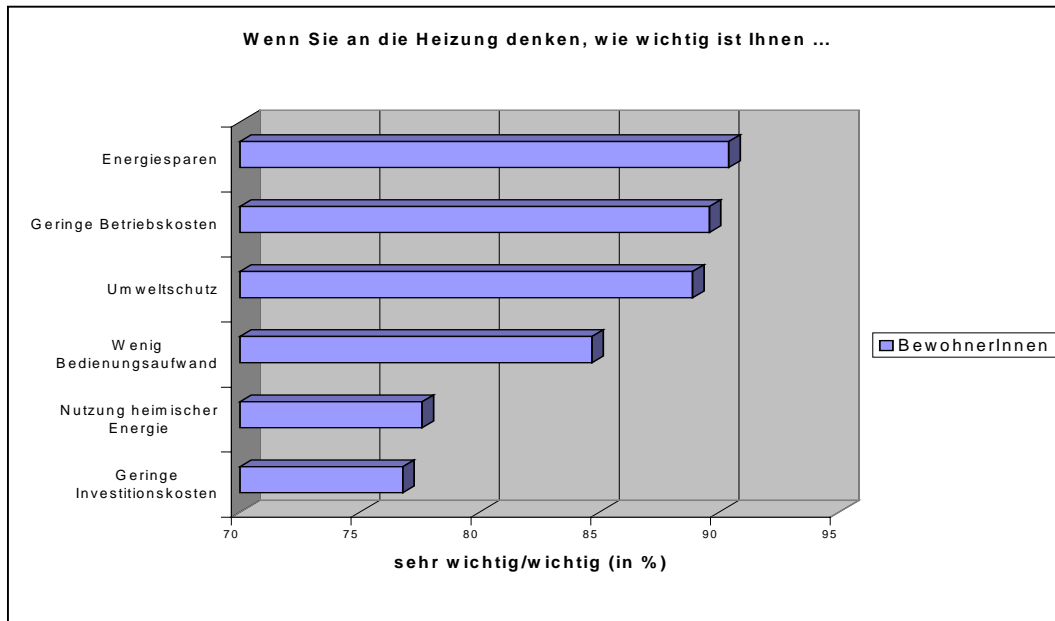


Abb. 7: Wenn Sie an die Heizung denken, wie wichtig ist Ihnen ...?

Bei dieser Frage steht mit über 90% der Aspekt „Energiesparen“ an erster Stelle, knapp gefolgt von geringen Betriebskosten und Umweltschutz.

Abschließend wurden die Befragten noch um eine Rangreihung dreier Heizformen (Öl-, Gas- und Holzheizung) nach den Kriterien „billig“ und „umweltfreundlich“ gebeten. Aus dieser Reihung kann man erkennen, dass die Ölheizung nur von 20% bei der Kategorie „billig“ an erster Stelle gereiht wird, die Gasheizung hingegen von 36%. Selbst die Holzheizung schneidet besser ab als die Ölheizung (28%). Was die Umweltfreundlichkeit betrifft, so siegt die Holzheizung sogar knapp vor der Gasheizung, die Ölheizung liegt hier abgeschlagen. Dieses Ergebnis zeigt, dass das Image der Biomasseheizung in der Bevölkerung besser sein dürfte als oft angenommen, sowohl was den Preis als auch was die Umweltfreundlichkeit betrifft, das der Ölheizung schlechter als oft angenommen.

### Befragung der Bewohner in Niedrigenergiebauten

Der Fokus des Projektes zielt auf Heizanlagen in Niedrigenergiebauten im Mehrfamilienwohnbereich. Daher wurden für das Projekt auch 193 Telefoninterviews in Niedrigenergiebauten durchgeführt. Die Adressen für diese Interviews wurden im Zuge der Recherchen bei den österreichischen Wohnbauträgern gesammelt bzw. in Kooperation mit Christian Rakos von der Energieverwertungsagentur und Michael Ornetzeder vom Zentrum für soziale Innovation zusammengestellt. Hier zu berücksichtigen ist sicher, dass dies nicht wirklich eine repräsentative Auswahl von Niedrigenergiegebäuden sein kann, da ja die Grundgesamtheit nicht bekannt ist und daher keine Stichprobe gezogen werden konnte.

Was in der Stichprobe – im Vergleich zur Österreichbefragung – auffallend ist, sind mehrere Tatsachen. Der Anteil der Jüngeren (unter 30-jährigen) ist höher, ebenso der Anteil der Besserausgebildeten (Matura oder Hochschulabschluss) und der Besserverdienenden. Angestellte und Beamte sind überrepräsentiert. Dies alles deutet darauf hin, dass es sich bei den Bewohner von Niedrigenergiebauten in gewissem Sinn um eine „Elite“ handelt, die einer neuen Wohnform eher aufgeschlossen gegenübersteht.

Die Wohnungen sind – logischerweise – auch bei weitem noch nicht so lange bewohnt wie in der Österreichstichprobe (zu ca. 80% erst seit 5 Jahren). Der Anteil der Eigentumswohnungen ist wesentlich niedriger.

Der Begriff des Niedrigenergiehauses (NEH) wurde für die Befragung relativ weit gefasst. Es wurde kein technisches Kriterium für die Definition angelegt. So umfasst die vorliegende Stichprobe 85,5% Niedrigenergiehäuser, 4,9% Passivhäuser, aber auch 9,6% Häuser, die nach ökologischen Kriterien gebaut sind.

In diesem Bereich überwiegen die mit Fernwärme und zentralbeheizten Bauten bei weitem. Der Anteil der Einzelöfen ist wesentlich geringer als bei den herkömmlichen Bauten (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Heizformen – Niedrigenergiebauten

Fernwärme	45,1%
Zentralheizung	31,6%
Teilweise Solarwärme	6,3%
Etagenheizung	4,9%
Lüftungssystem	2,4%
Einzelöfen	1,9%
Wärmepumpe	1,5%
Kachelöfen	1%
Weiß nicht	5,3%

Interessant ist, dass über 50% der Befragten nicht wissen, mit welchem Brennstoff das von ihnen bewohnte Gebäude beheizt wird. Hier muss berücksichtigt werden, dass Fernwärme einen großen Anteil bei der Heizversorgung (ca. 40%) einnimmt und fast niemand von den Bewohnern angeben kann, woher diese Fernwärme bezogen wird.

Vom Brennstoff her ist Gas (über 20%) am häufigsten vertreten. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass in der Stichprobe Wien überrepräsentiert ist und in Wien Gas als Brennstoff eine wichtige Rolle spielt.

Hackschnitzel und Pellets spielen eine größere Rolle als im Österreich-Schnitt. Der Anteil biogener Heizstoffe ist höher als bei den herkömmlichen Bauten, Scheitholz, Hackschnitzel und Pellets machen zusammen immerhin ca. 14% aus (siehe Abbildung 8).

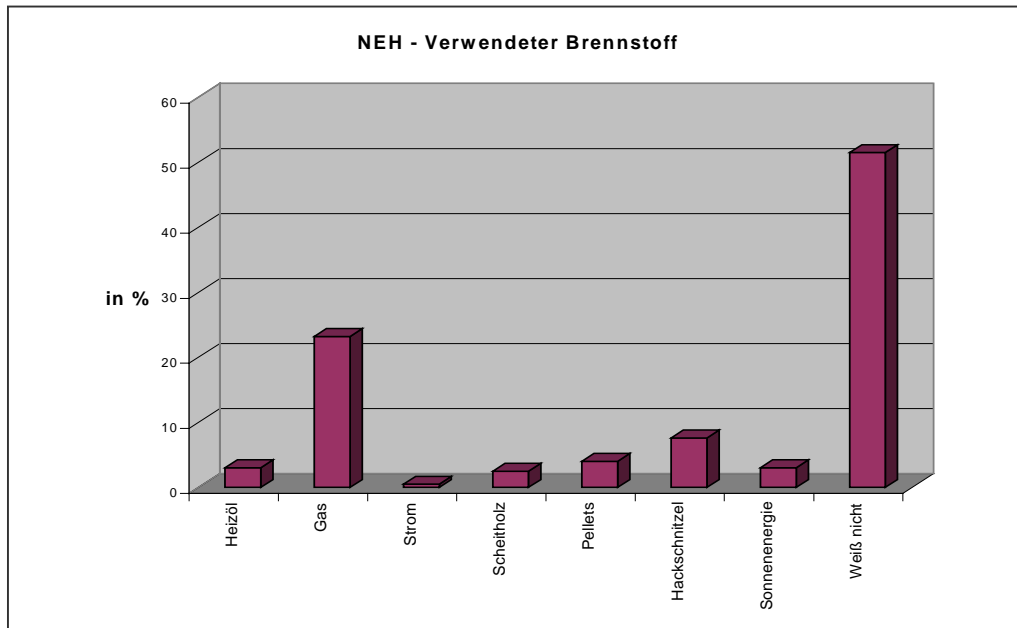


Abb. 8: Verwendeter Brennstoff - Niedrigenergiebauten

Auf die Frage, ob sie wüssten, um welche Heizanlage es sich in Ihrem Haus handelt, antworteten bei den Befragten in den Niedrigenergiebauten 23,1% mit „ja“ und 76,9% mit „nein“.

Die meisten Wohnungen im Niedrigenergiebereich werden über Heizkörper mit Wärme versorgt, geringe Anteile über Fußbodenheizung, Lüftungssystem oder über eine Wandheizung.

Auch bei den Niedrigenergiebauten gab es bei der Beantwortung der Frage nach der Höhe der Heizkosten große Schwierigkeiten. Viele Befragte konnten die Frage nicht beantworten, viele Auskünfte erschienen nicht glaubwürdig.

Die Empfindung der Heizkosten kann besser dargestellt werden. Nur 0,5% der Befragten empfinden ihre Heizkosten (inkl. Warmwasserbereitung) als sehr hoch oder als eher hoch (6,3%), 30,7% als gerade richtig, 21,4% als eher niedrig und 6,3% als sehr niedrig. Bemerkenswert ist wieder der hohe Prozentsatz von 34,9%, der auf diese Frage keine Antwort geben konnte (siehe [Abbildung 9](#)).

Eine mögliche Annahme wäre, dass Bewohner von Niedrigenergiebauten sich bewusster mit dem Thema Energie und damit auch mit dem Themenbereich „Heizen“ auseinandersetzen. Dieses Ergebnis weist nicht in diese Richtung, weitere auch nicht.

So spielte nur für ca. 20% die Art der Heizung eine wichtige Rolle beim Einzug in die Wohnung (siehe [Abbildung 10](#)). Über 70% wissen nicht, um welche Heizanlage es sich im Haus handelt, bei der Angabe der Heizkosten gab es ähnlich große Schwierigkeiten bei der Beantwortung der Frage nach der Höhe dieser Kosten. Auch bei der Frage nach den Erwartungen bzgl. der Höhe der Heizkosten passten über 40%.

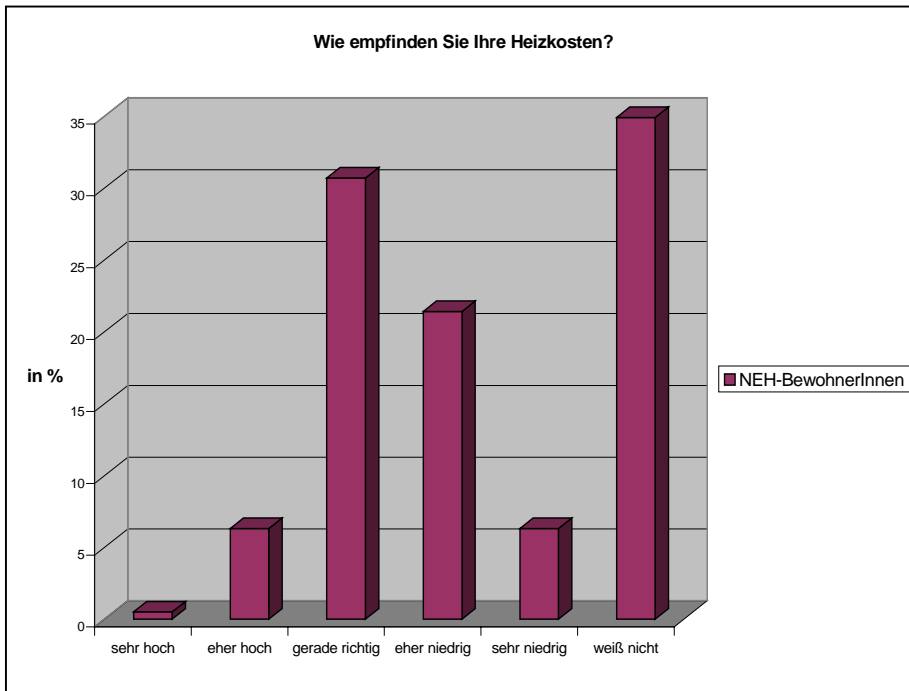


Abb. 9: Wie empfinden Sie Ihre Heizkosten? - Niedrigenergiebauten

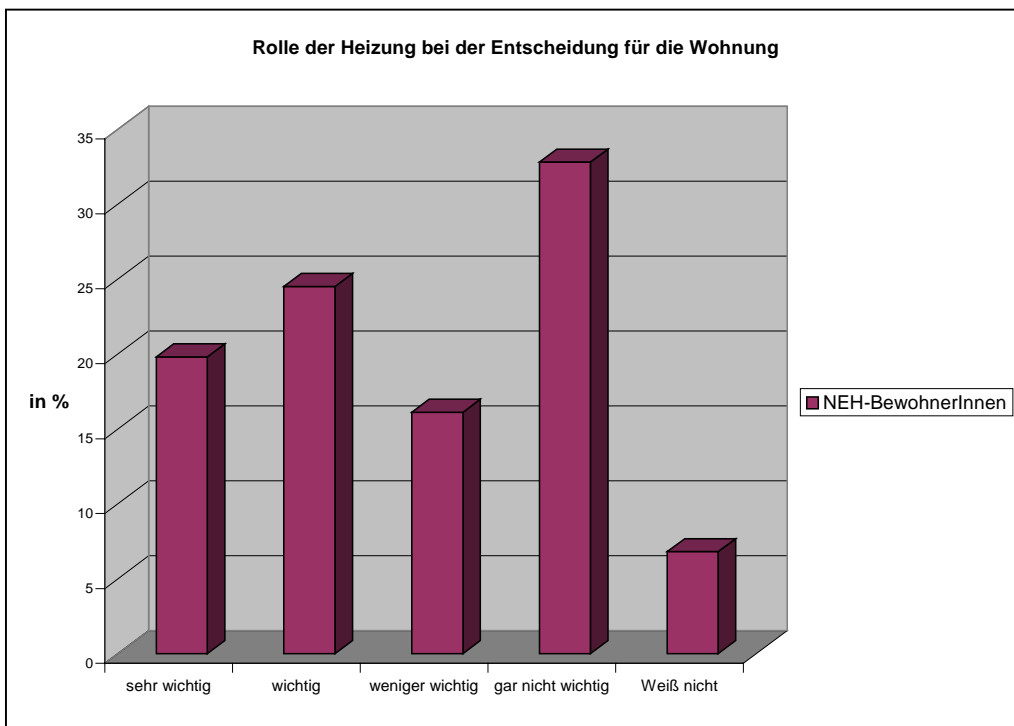


Abb. 10: Rolle der Heizung bei der Entscheidung für die Wohnung – Niedrigenergiebauten

Die Zufriedenheit in bezug auf Schmutz- oder Staubbelästigung, Komfort, aber auch die Umweltfreundlichkeit der Heizanlage ist sehr hoch (siehe [Abbildung 11](#)). Auch für die Beurteilung des eingesetzten Brennstoffes gilt Ähnliches (Schmutz/Staub,

Verfügbarkeit, Komfort, Umweltfreundlichkeit), der Preis wird noch am schlechtesten bewertet. Im Vergleich zur Bewertung der Heiztechnik ist auch hier der Prozentsatz derjenigen, die keine Beurteilung abgeben können, wesentlich höher (im Schnitt bei ca. 30%).

Was die Einstellung allgemein zur Heizung betrifft, so wurden auch bei den Niedrigenergiebauten-Bewohnern mehrere Kriterien abgefragt.

Am wichtigsten sind den Bewohnern von Niedrigenergiebauten die Aspekte des Umweltschutzes und des Energiesparens, gefolgt von wenig Bedienungsaufwand und geringen Betriebskosten. Die Frage der Investitionskosten steht nicht an erster Stelle der Überlegungen (siehe Abbildung 12).

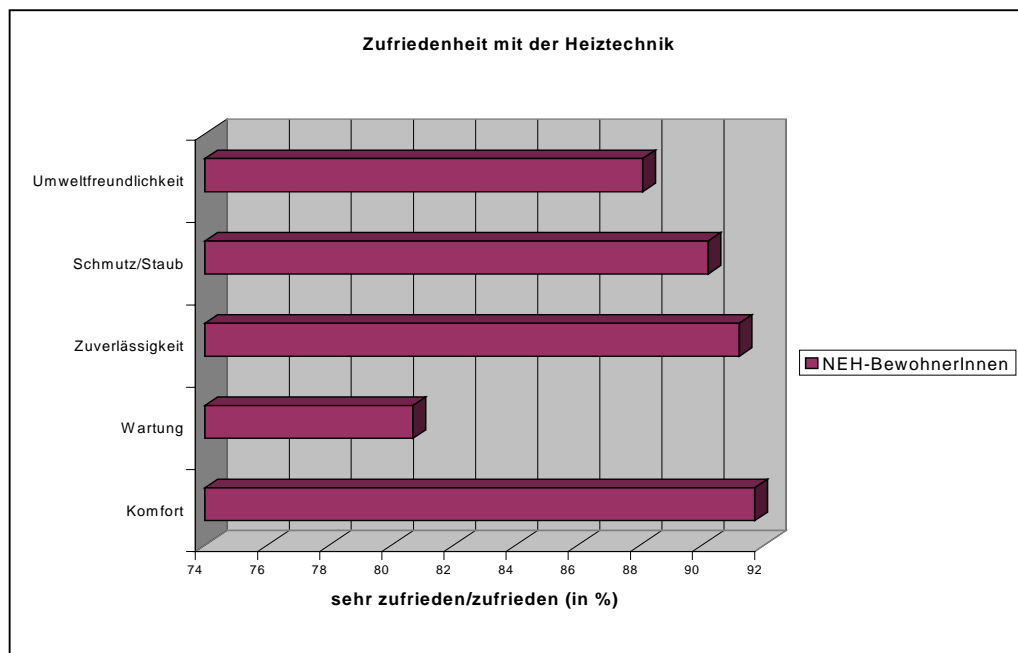


Abb. 11: Zufriedenheit mit der Heiztechnik – Niedrigenergiebauten

Schwierigkeiten mit der Wärmeversorgung in den Wohnungen treten sehr selten auf.

Bei der Wichtigkeit der Eigenschaften einer Heizung stehen auch hier – wie in der Österreichstichprobe – die Kriterien des Umweltschutzes und des Energiesparens an erster Stelle (jeweils ca. 70%). Das Kriterium „geringe Investitionskosten“ wird von nur 30% der Befragten als sehr wichtig angesehen. Dieses Ergebnis könnte darauf hindeuten, dass für die Bewohner in Niedrigenergiebauten doch nicht-monetäre Aspekte bei der Beurteilung einer Heizung im Vordergrund stehen.

Wie die abschließende Reihung der drei Heizformen (Öl, Gas und Holz) zeigt, liegt die Ölheizung sowohl bei den Kriterien „billig“ und „umweltfreundlich“ an letzter Stelle, noch wesentlich schlechter als in der Österreichbefragung. Die Gasheizung schneidet bzgl. beider Kriterien wieder sehr gut ab, ebenso aber die Holzheizung. Das Image der Ölheizung ist also noch schlechter als im Österreich-Schnitt, jenes der Holzheizung besser.

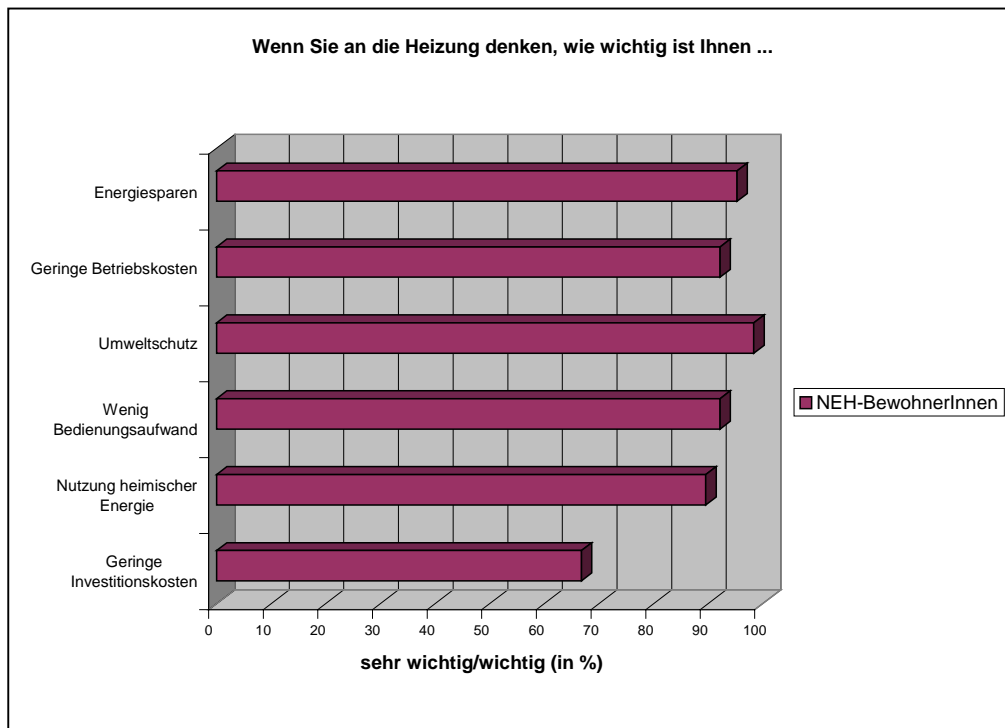


Abb.12: Wenn Sie an die Heizung denken, wie wichtig ist Ihnen ... - Niedrigenergiebauten

### Auswertung nach den Untergruppen „Nichtholz-/Holzheizer“

Besonders interessant für die Auswertung war natürlich der Aspekt, wieweit sich die Bewohner, die in mit Holz (Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets) beheizten Wohnanlagen leben, in ihren Einstellungen, Erfahrungen und Ansichten von den Befragten unterscheiden, die in mit anderen Brennstoffen beheizten Gebäuden leben. Dies sind in den gezogenen Stichproben leider nicht sehr viele: bei den herkömmlichen Bauten handelt es sich um insgesamt 27, bei den Niedrigenergiebauten um 28.

Da sehr viele der Befragten in der Gesamtstichprobe nicht angeben konnten, mit welchem Brennstoff Ihr Haus beheizt wird, konnten diese natürlich auch nicht in eine Auswertung nach Brennstoffen aufgenommen werden – die Fallzahlen sind daher im folgenden entsprechend kleiner.

Die Zufriedenheit mit den Heizkosten ist unterschiedlich. Während die Nicht-Holz-Heizer in Normalbauten zu fast 30% meinen, ihre Heizkosten seien hoch oder sehr hoch, und zu etwas über 30% als gerade richtig einstufen, sind es bei den Holzheizern in Normalbauten fast 60%, die ihre Heizkosten als gerade richtig oder niedriger einstufen. Bei den Niedrigenergiebauten überwiegen in beiden Kategorien diejenigen, die ihre Heizkosten als gerade richtig oder noch niedriger einstufen.

Die Art der Beheizung war für die Befragten in Normalbauten eher kein so wichtiger Grund, in die Wohnung einzuziehen. Unterschiedlich ist es bei den Niedrigenergiehäusern, bei denen sowohl für Nichtholzheizer und Holzheizer dies

schon für die Hälfte bzw. mehr als die Hälfte ein wichtiger Grund war, in die Wohnung einzuziehen. Interessant ist weiter, dass bei dieser Frage zwar 44 Bewohner von Normalbauten keine Antwort geben konnten, dass es bei den Niedrigenergiebauten aber fast keinen gab, der diese Frage nicht beantworten konnte (siehe [Abbildung 13](#)).

Was verschiedene Aspekte der Zufriedenheit mit der eingesetzten Heiztechnik betrifft, so herrscht bei allen Befragten eher Zufriedenheit, egal, welcher Kategorie sie angehören. Vor allem bzgl. Komfort, Wartung und Zuverlässigkeit gibt es wenig Probleme. Am ehesten stellt die Schmutz/Staubbelastung noch ein Problem dar und hier betrifft es die Nicht-Holzheizter und die Holzheizter in Normalbauten gleichermaßen. Mit der Umweltfreundlichkeit sind die Bewohner in Niedrigenergiehäusern in beiden Kategorien zufriedener als die Bewohner in Normalbauten (siehe [Abbildung 14](#)).

Vorausgeschickt kann werden, dass auch nach einer Auswertung der Untergruppen der mit Holz und mit anderen Brennstoffen versorgten Gebäude keine großen Unterschiede in den Bewertungen und Einstellungen festgemacht werden können. Dies deutet darauf hin, dass die mit Biomasse beheizten Wohngebäude weder in positiver noch in negativer Hinsicht gegenüber den anderen Brennstoffen auffallen.

Was die Heizkosten betrifft und die Auseinandersetzung mit dem Thema Heizen überhaupt, so zeigt sich, dass in den Niedrigenergiebauten die Heizkosten von den Bewohnern als niedriger empfunden werden als in den herkömmlichen Bauten – hier haben aber wiederum die Holzheizter die niedrigeren Kosten. Auffallend ist der doch höhere Grad an Auseinandersetzung mit dem Heizsystem bei der Entscheidung für die Wohnung bei den Befragten der Niedrigenergiebauten.

Die Zufriedenheit mit der Heiztechnik ist in allen Kategorien recht bis sehr hoch. Die Zufriedenheit mit der Umweltfreundlichkeit ist vor allem bei den mit Holz beheizten Niedrigenergiebauten extrem hoch.

Gleiches gilt auch für den Brennstoff. Die Zufriedenheit ist in allen Aspekten sehr hoch, am ausgeprägtesten bei den Niedrigenergiebauten, hier vor allem in den mit Holz beheizten. Die Zufriedenheit mit dem Preis des Brennstoffes hinkt vor allem bei den Bewohnern von herkömmlichen Bauten hinterher.

Die Aspekte „Umweltschutz“ und „Energiesparen“ sind den Bewohnern von Niedrigenergiebauten – egal ob mit Holz oder mit einem anderen Brennstoff beheizt – am wichtigsten bei einer Heizanlage, die Investitionskosten am unwichtigsten. Es stehen also bei den Niedrigenergiebauten eher nicht-monetäre Aspekte im Vordergrund, während bei den Normalbauten die Kostenfragen eine größere Rolle spielen.

In der Bewertung der Heizanlagen zeigt sich in allen Kategorien ein gutes Abschneiden der Holzheizung. Vor allem bei den Holzheizern liegt sie sowohl bei dem Aspekten „Preis“, aber vor allem bei der „Umweltfreundlichkeit“ voran. Die Ölheizung schneidet bei den Bewohnern der herkömmlichen Bauten etwas besser ab

(interessanterweise vor allem bzgl. der Umweltfreundlichkeit), liegt aber beim Preis bei weitem nicht so gut wie das zu erwarten gewesen wäre.

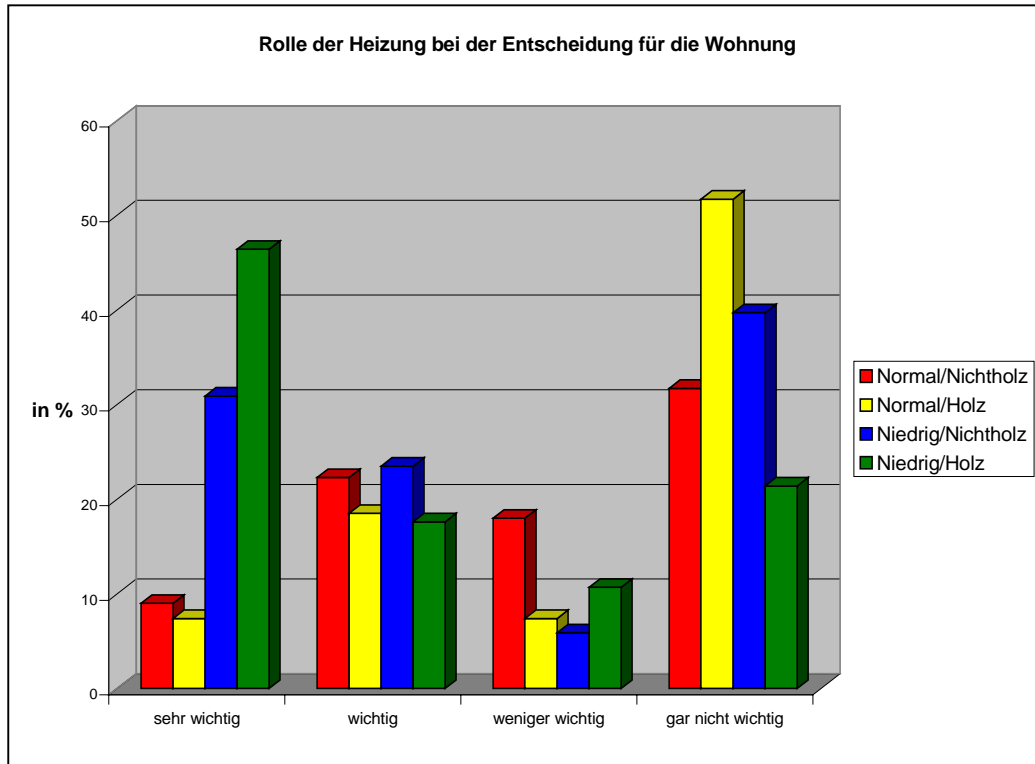


Abb. 13: Rolle der Heizung bei der Entscheidung für die Wohnung – Nichtholz/Holz

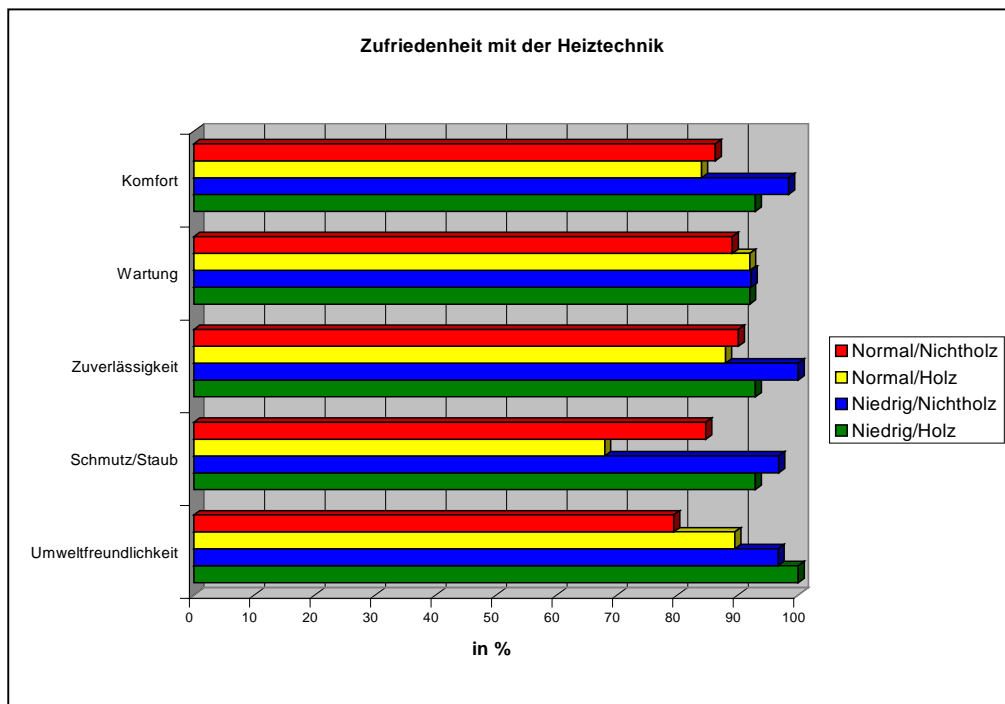


Abb. 14: Zufriedenheit mit der Heiztechnik – Nichtholz/Holz

## **Schlussfolgerungen aus der Befragung der Bewohner**

In einem Resümee zu allen Befragungen kann zusammenfassend festgestellt werden, dass das Thema „Heizen“ für die Bewohner in Mehrfamiliengebäuden eine untergeordnete Rolle spielt. Die Beschäftigung mit der Heizanlage, mit den Heizkosten und verschiedenen Aspekten der Heizung steht im Hintergrund, solange es in der Wohnung bei Bedarf warm ist und die Heizanlage ihren Dienst zufriedenstellend versieht. Auch beim Interesse für eine Wohnung ist die Heizung kein wichtiges Entscheidungskriterium. Es macht interessanterweise keinen Unterschied, ob es sich um Bewohner von Standardbauten oder von Niedrigenergiebauten handelt. Die Art der Heizung ist für das Wohnklima und den Wohnkomfort nicht vorrangig wichtig.

Dies alles unterscheidet die Bewohner im verdichteten Wohnbau signifikant von den Bewohnern von Ein- oder Zweifamilienhäusern, die zu ihrer Heizanlage im Haus wesentlich mehr Bezug haben und über diese auch gut informiert sind.

Was nun die Beurteilung von verschiedenen Heizformen betrifft, schneidet die Biomasseheizung in keinem Fall schlechter ab als andere Heizformen wie die Öl- oder Gasheizung. Befragte, die in mit Biomasseheizungen versorgten Gebäuden leben, sind mit der Heiztechnik und dem Brennstoff genau so zufrieden wie Bewohner anderer Gebäude, die mit anderen Heizformen versorgt werden.

Prinzipiell wichtig sind den Befragten bei der Beurteilung der Heizung Umweltschutz- und Kostenaspekte. Genau diese Attribute werden von der Holzheizung vor allem beim Aspekt des Umweltschutzes und des Energiesparens positiv erfüllt. Aufgrund des zum Zeitpunkt der Befragung sehr hohen Ölpreises wird die Holzheizung auch auf diesem Sektor als durchaus konkurrenzfähig eingestuft. Sollte sich der Ölpreis auf diesem Niveau halten, wird wahrscheinlich auch für Wohnungsinteressenten die Frage des eingesetzten Brennstoffes im Haus interessanter und Holz als Brennstoff eine Alternative.

Vor allem in dem mit Holz geheizten Gebäuden ist die Zufriedenheit mit dem Brennstoff – ob Scheitholz, Hackschnitzel oder Pellets – sehr groß. Die Vermutung, dass der Anteil an Unzufriedenen, der in der Stichprobe ausgemacht wurde, genau diejenigen repräsentieren würde, die in diesem Segment leben, konnte in keiner Weise bestätigt werden.

Aus den Befragungen kann geschlossen werden, dass Biomasseheizungen in der Gesamtbevölkerung ein durchaus positives Bild haben, und wenn kein positives, so ein neutrales, sicher kein negatives. Sicher ist es aber wichtig, hier weiterhin Informations- und Aufklärungsarbeit zu leisten.

Einige Punkte, die bei der Einführung einer Biomasseheizanlage in einem Mehrfamilienbau beachtet werden sollten, sind:

1. Die Feuerungsanlagen sollten für eine möglichst große Bandbreite an Brennstoffen geeignet, d.h. wenn möglich von Hackschnitzel auf Pellets umrüstbar sein.
2. Die Anlagen, insbesondere die Fördertechnik, sollte so weit wie möglich automatisch funktionieren, damit der Betreuungsaufwand für die Anlage möglichst klein bleibt.
3. Die Anlagen sollten „versteckt“ installiert sein, d.h. möglichst wenig von den Bewohnern bemerkt werden können. Dies bezieht sich einerseits auf die Zulieferung von Hackgut und andererseits auf die mögliche Lärmbelästigung durch die Anlage.
4. Maßnahmen zur Imageverbesserung der Biomasseheizungen scheinen nicht vordergründig notwendig zu sein. Da die derzeit eingesetzten Anlagen recht gut funktionieren und funktional sind, können diese für Bewohner, die gegenüber Biomasseheizungen skeptisch sind, sicher als Vorzeigeobjekte präsentiert werden.
5. Die Aspekte des Umweltschutzes, des Energiesparens und der geringen Betriebskosten sollten bei der Bewerbung in den Vordergrund gestellt werden.

Vieles weist aber darauf hin, dass – unter der Prämisse, dass Biomassefeuerungen im verdichteten Wohnbau gefördert werden sollen – die Bewohner die falschen Ansprechpartner sind. Eher sieht es so aus, als müsste hier intensiv mit den Wohnbaugenossenschaften gearbeitet werden. Diese brauchen Unterstützung in verschiedensten Formen, wenn sie forciert Biomasseheizungen bei ihren Planungen berücksichtigen und in ihren Wohnanlagen einbauen sollen.

### **Schlussfolgerungen aus der Befragung der Wohnbaugenossenschaften**

Einige Genossenschaften, vor allem im westlichen Teil Österreichs, sind im Biomassesektor bereits sehr aktiv. Diese sind von der Qualität der Heizanlagen auch überzeugt.

Wie können nun aber diejenigen unterstützt werden, die bisher noch nicht in diesem Bereich tätig waren und dies vielleicht gerne tun würden? Wie können Barrieren und Hemmnisse abgebaut werden?

1. Erster und wichtigster Punkt ist sicher eine Intensivierung der Förderungen für den Einsatz von Biomasseheizungen. Diese politische Unterstützungsmöglichkeit im Sinne der Förderung ökologischer Kriterien beim Bauen würde laut Auskunft der Genossenschaften großen Effekt haben.
2. Wichtig ist aber nicht nur die finanzielle Unterstützung. Eine Intensivierung des Know-How-Transfers zwischen den Genossenschaften, die bereits Erfahrungen haben und denen, die gerne mehr wissen möchten, wäre sehr wünschenswert. Diese Gelegenheiten zum Informationsaustausch haben sich bisher eher zufällig ergeben, z.B. bei den Workshops im Rahmen dieses Projektes.

3. Detaillierte, aber auch klare und prägnante Unterlagen stellen ein weiteren wichtigen Baustein in der Unterstützung der Genossenschaften dar. Es soll nachgelesen werden können, welche Aspekte bei der Planung des Gebäudes zu beachten sind (z.B. in bezug auf den Platz für die Lagerung des Brennstoffes) oder welche technische Kriterien die Anlage erfüllen muss, damit sie für gewisse Leistungsbereiche gut einsetzbar ist. Dies alles könnte z.B. in Form eines Handbuches geschehen.
4. Etwas mit eigenen Augen zu sehen und dessen Funktionstüchtigkeit überprüfen zu können, ist eines der überzeugendsten Argumente. Daher sollten Exkursionen zu bestehenden gut funktionierenden Anlagen auf jeden Fall zu einem Unterstützungsprogramm für Genossenschaften gehören. Die E.V.A. arbeitet derzeit an einer Liste mit Musterbeispielen von zentralen Biomasseanlagen.
5. Wichtig ist in Zukunft sicher auch der Bereich des Anlagencontractings. Die Genossenschaften möchten die Verantwortung für die Betreuung der Heizanlage gerne jemand anderem überlassen und übergeben. Hier ist allerdings noch ein Problem zu bewältigen (auf das Christian Rakos hinweist). Solange diese Dienstleistung von den Genossenschaften nicht nachgefragt wird, wird sie niemand erbringen wollen. Solange sie aber niemand erbringt, kann sie auch nicht nachgefragt werden.
6. Immer wieder zu nennen – wenn sich hier in den letzten Jahren auch sehr viel getan hat – ist die Frage der Brennstoffversorgung. Der Brennstoff – egal ob Hackgut oder Pellets – muss zur Verfügung stehen und in dementsprechender Qualität sein. Alle Möglichkeiten, die eine weitere Verbesserung dieser Versorgungsinfrastruktur und der Qualitätskriterien mit sich bringen, sind zu begrüßen.
7. Sicher nicht zu vernachlässigen ist auch die Frage der Kosten. Vor allem die Investitionskosten von Biomasseanlagen werden noch als Hemmschwelle gesehen, da diese doch um einiges höher liegen als bei Öl- oder Gasheizungen. Hier muss verstärkt auf den Aspekt der geringeren Betriebskosten hingewiesen werden. Beispiele aus Schweden und Vorarlberg zeigen, dass die Umstellung von Wohnbauträgern ausschließlich auf Biomasseheizanlagen alle Kosten reduzieren (Investitionskosten, Betriebs- und Wartungskosten, interner Organisationsaufwand).
8. Sicher sind auch „Leitbetriebe“, die verstärkt auf das Pferd „Biomasse“ setzen, wichtig für das Nachziehen der anderen Wohnbauträger.
9. Biomasseheizanlagen sollten Chefsache sein – die persönliche Überzeugung in den obersten Etagen ist ein entscheidender Faktor.
10. Was natürlich eine große Unterstützung bei der weiteren Forcierung von Biomasseheizanlagen wäre, ist ein weiteres Steigen des derzeit sehr hohen Ölpreises – oder zumindest ein Einpendeln auf dem derzeitigen Stand.

### 2.3 Simulation des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser für die ausgewählten Referenzbauten (Mehrfamilienwohnhaus, Bürogebäude)

Die Bearbeitung teilte sich in eine Recherche über bestehende Niedrigenergiebauten, die Festlegung der Referenzbauten mit allen Ausgangsdaten, die Variation von wichtigen Eingabeparametern und die Durchführung der Simulationsrechnungen mit TRNSYS sowie die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen.

#### **Recherche über bereits ausgeführte Niedrigenergiebauten**

Als Grundlage für die Definition der Referenzbauten waren Recherchen bezüglich bereits ausgeführter und publizierter Niedrigenergiebauten zu erstellen. Dabei musste die Recherche auf Bauten beschränkt bleiben, die mit ausreichend Datenmaterial veröffentlicht wurden, um daraus Leitlinien für die Erstellung der Referenzbauten ziehen zu können.

Schlussfolgerungen aufgrund der Recherche:

- Die Bezeichnung „Niedrigenergiehaus“ wird in der Beschreibung von Gebäuden immer häufiger verwendet; in den seltensten Fällen aber auch mit dem entsprechenden Datenmaterial unterlegt.
- Die Angabe wärmetechnischer Kennwerte ist bei publizierten Bauwerken als Ausnahme und nicht als Standard zu sehen. Daher ergibt sich auch bei gezielter Suche eine Fokussierung auf wenige Datenquellen.
- Die dargestellten Kennwerte sind oftmals ohne Bezugsgrößen und ohne Angabe des verwendeten Berechnungssystems dargestellt und deshalb unbrauchbar oder bestenfalls als Näherung anzusehen.
- In Österreich ist eine Konzentration publizierter Niederenergiebauten in einigen Bundesländern (Vorarlberg, Salzburg, Wien) auffallend.
- Der überwiegende Anteil publizierter Niederenergiebauten ist auf dem reinen Wohnbausektor anzutreffen. Wenige Ausnahmen beziehen auf eine gemischte Nutzung. Publizierter Niedrigenergie-Bürobau ist als Ausnahme anzusehen.
- Die Anzahl der Wohneinheiten hängt von der gestellten Bauaufgabe ab. Ein Zusammenhang der Bauwerksgröße mit der Dämmqualität ist nicht zu erkennen. Großvolumige Bauvorhaben in ausgewiesener und nachgewiesener Niedrigenergiebauweise sind jedoch selten anzutreffen.
- Die U-Werte der Konstruktionen fallen mit dem Fertigstellungsdatum. Dies ist durch die Verschärfung der Bauvorschriften nur teilweise zu erklären, da die erzielten Wärmeschutzwerte die geforderte Qualität weit überschreiten.
- Bei der Brauchwassererwärmung scheint sich die Miteinbeziehung einer Solaranlage durchgesetzt zu haben. Sie ist in fast jedem Projekt, in dem Daten zur Verfügung standen, vertreten.

## Referenzbauten

Es wurden jeweils ein Wohnbau und ein Bürobau als Referenzbauten definiert. Das Referenz-Wohnhaus in der Basisvariante (siehe [Abbildung 15](#)) ist ein dreigeschossiger langgestreckter Baukörper in Ost–West Ausrichtung mit einhüftiger und offener Erschließung an der nördlichen Längsseite. Jedes der drei Geschosse besteht aus vier durchgebundenen Wohneinheiten mit 50, 70, 90 und 100 m<sup>2</sup> Wohnfläche. Der Baukörper wird als vollständig unterkellert angenommen.

Die statistischen Aufstellungen zeigen, dass sich der gewählte Referenzwohnbau sowohl in seiner Baukörpergröße als auch in der Wahl der Wohnungsgrößen einem gegenwärtigen Standardwohnbau entspricht (siehe Anhang/Simulationsbericht, Teil I). Die Basisvariante des Referenz- Bürogebäudes (siehe [Abbildung 16](#)) wird als dreigeschossig, intern erschlossen und Ost–West gerichtet angenommen. Die Nutzfläche einschließlich der Stellflächen für Innenwände und der inneren Erschließung beträgt 309,9 m<sup>2</sup> je Geschoss. Der Baukörper wird als vollständig unterkellert angenommen.

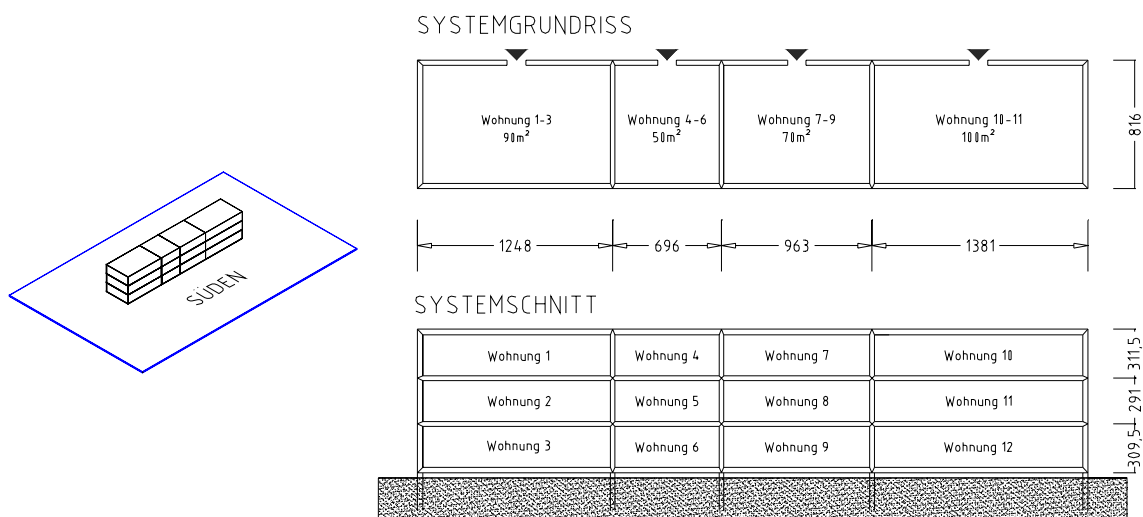
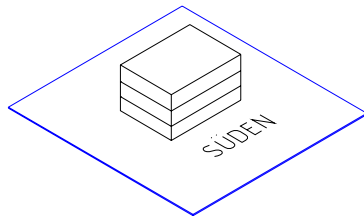
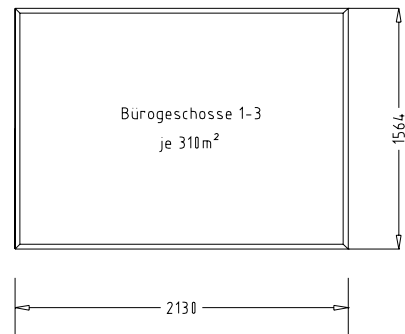


Abb. 15: Die Geometrie des Referenz-Wohngebäudes



SYSTEMGRUNDRISS



SYSTEMSCHNITT

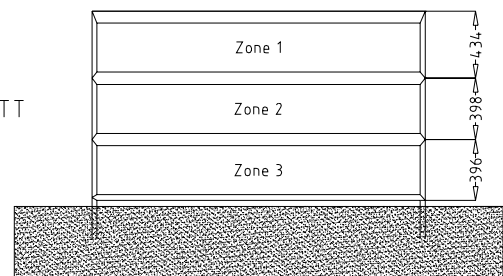


Abbildung 16

Geometrie Referenz-Bürogebäude

### Konstruktion der Referenzbauten

Die Bezeichnung Niedrigenergiehaus ist an die Forderung gekoppelt eine definierte Obergrenze im Jahresheizenergiebedarf nicht zu überschreiten. Bei einem Einfamilienhaus liegt dieser Wert bei 70 kWh/m<sup>2</sup>a und im Mehrfamilienwohnbau bei 55 kWh/m<sup>2</sup>a [Feist, Das Niedrigenergiehaus]. Daraus ist zu ersehen, dass für den einzelnen Bauteil (mit Ausnahme der jeweiligen gültigen baugesetzlichen Bestimmungen) keine zwingend vorgeschriebenen Mindestgrößen im Wärmeschutz eingehalten werden müssen, sofern das Gebäude in seiner Gesamtheit die oben erwähnten 70 bzw. 55 kWh/m<sup>2</sup>a an Heizwärmebedarf nicht überschreitet.

Die raumbegrenzenden Bauteile der Referenzbauten werden nun auf ihre wärmetechnisch relevanten Schichten reduziert (Speicherschicht und Dämmschicht). Die Dicken der Speicherschichten orientieren sich an statischen und schalltechnischen Erfordernissen. Der Wahl der Dämmstärke liegt die Annahme zugrunde, dass bereits die Einhaltung der baugesetzlich vorgeschriebenen Mindestwerte im Wärmeschutz zum Erreichen eines Niedrigenergiehauses führt (siehe Tabelle 8). Daher wurde die Dicke der Dämmschicht so gewählt, dass die derzeit gültigen U-Werte der baugesetzlichen Bestimmungen aller österreichischen Bundesländer eingehalten werden. Die Innendecken weisen zusätzlich eine Nutzschicht am jeweils oberen Rand des Aufbaues auf. Die Wahl der Stoffwerte orientiert sich an derzeit gängigen Materialien.

### Personenbelegung

Als Grundlage der getroffenen Annahmen der Personenbelegung im Referenz-Wohngebäude dient das Statistische Jahrbuch für die Republik Österreich [Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich]. Die durchschnittliche Wohnnutzfläche pro Person lag in Österreich 1991 bei 33,0 m<sup>2</sup>. Das Referenz-Wohngebäude weist eine Nutzfläche von

929,7 m<sup>2</sup> auf; daraus wird eine durchschnittliche Belegung von ca. 29 Personen abgeleitet.

Für jede der 29 Personen der Belegung wird eine Tagesprofil der Anwesenheit, nach Wochentag und Samstag/Sonntag) aufgeteilt, angenommen. Die Überlagerung der 29 Belegungsprofile ergibt ein Belegungsprofil für das gesamte Gebäude an einem Wochentag (siehe Abbildung 17) bzw. an einem Tag des Wochenendes.

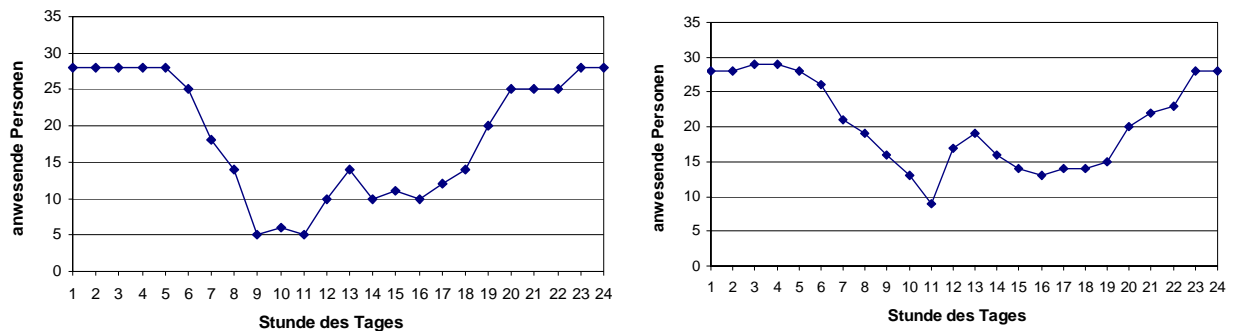


Abb. 17: Angenommene Anwesenheit der Bewohner des Referenzwohnhauses an einem Wochentag (links) und am Wochenende (rechts)

Die Bruttogeschossfläche des Referenz-Bürogebäudes wurde in unterschiedliche Nutzungen unterteilt. Den verbleibenden Flächen für „Büroräume“ und dem „Raum mit Parteienverkehr“ ist in der Referenzvariante je 15 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche eine anwesende Person zugeordnet. Das ergibt eine Vollbelegung von 32 Personen im gesamten Gebäude, die gleich wie im Wohngebäude in ein Tagesprofil der Belegung eingebunden wird.

### Personenabwärme

Die Wärmeabgabe durch Personen ist im Simulationsmodell an die Anwesenheit der Personen geknüpft. Sobald eine Person in der Belegung geführt wird, werden laut [ISO - 7730] 100 W /Person an Innenwärmern in Rechnung gestellt.

### Lüftungsannahmen

Der hygienisch erforderliche Luftwechsel wird mit 30 m<sup>3</sup> pro Person und Stunde angesetzt [ÖNORM B – 8110-1]. In der Referenzvariante wird eine Regelung der Lüftung per Hand über Fensterlüftung angenommen. Für die Belüftung des Referenz-Bürogebäudes wird eine raumluftechnische Anlage angenommen deren Tagesgang an Luftdurchsatz vorgegeben werden kann. Der angesetzte Tagesgang des Luftwechsels setzt sich aus drei Luftwechselraten zusammen. Neben der Grundlüftung durch Gebäudefugen wird der personenbezogene hygienische Luftwechsel laut [ÖNORM H 6000-3] mit 30 m<sup>3</sup>/Person und Stunde angesetzt (unter der Annahme eines Rauchverbotes). Da der hygienische Luftwechsel von der Anzahl der im Gebäude vorhandenen Personen abhängt und anzunehmen ist, dass das Profil der Personenbelegung Schwankungen unterworfen ist, wird eine zusätzliche hygienische Lüftung eingeführt.

## Geräteabwärme

Die Wärmeabgabe durch Beleuchtung und Haushaltsgeräte ist in Anlehnung an die in [Feist, *Das Niedrigenergiehaus*] veröffentlichten Werte angenommen. Die darin enthaltene Aufstellung über innere Wärmequellen wurde für das Referenz-Wohngebäude modifiziert. Bei der Berücksichtigung der Innenwärmen im Referenz-Bürogebäude wird zwischen der Wärmeabgabe durch Bürogeräte und der Wärmeabgabe durch künstliche Beleuchtung unterschieden.

## Fenster

Für den Referenz-Wohnbau wird der Glasflächenanteil der Südfassade mit 33,25% und der Glasflächenanteil der Nordfassade mit 12,66% angesetzt (Bezugsfläche 391,07 m<sup>2</sup>). Die Ost- und Westfassaden werden fensterlos ausgebildet. Die angenommene Qualität der Verglasung wird mit  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=0,598$  und des Rahmens mit  $U=1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$  angenommen.

Für den Referenz-Bürobau wird der Glasflächenanteil der Südfassade bzw. Nordfassade mit 37,39% angesetzt (Bezugsfläche 261,56 m<sup>2</sup>). Die Ostfassade wird mit einem Glasflächenanteil von 10% angenommen; die Westfassade wird fensterlos ausgebildet. Die angenommene Qualität der Verglasung wird mit  $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g=0,598$  und des Rahmens mit  $U=2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  angenommen.

## Einfluss der Zonierung auf die Modellbildung

Bei jeder thermischen Gebäudesimulation ist das zu untersuchende Gebäude in thermische Zonen zu unterteilen. Je höher die Anzahl der thermischen Zonen gewählt wird, umso detaillierter kann die Ausgabe der Ergebnisse erfolgen. Mit der Anzahl der Zonen steigt der Eingabeaufwand und somit auch die Fehleranfälligkeit des Simulationssystems. Da die sich die vorliegende Studie auf das Heizsystem gesamter Gebäude bezieht und nicht auf einzelne Gebäudeteile, ist die Verwendung eines 1-Zonenmodelles zu bevorzugen. Das ein Einzonenmodell eine ausreichende Genauigkeit liefert wurde in einer Anzahl von Vergleichsrechnungen bestätigt.

## Einbau einer Zusatzlüftung gegen Raumlüftüberhitzung

Um zu vermeiden, dass hohe Strahlungsgewinne und die damit verbundenen unbehaglich hohen Raumlüfttemperaturen zur Deckung des Wärmebedarfes strahlungsarmer Tageszeiten verwendet werden, muss ein Überhitzungsschutz eingeführt werden. Sobald die Raumlüfttemperatur über 24°C steigt und die Außentemperatur darunter liegt, erhöht sich der Luftwechsel um 1<sup>-h</sup>, um die Überwärmung wegzulüften. Fällt die Raumlüfttemperatur dann wieder unter 23°C, reduziert sich der Luftwechsel wieder.

## Jalousieverschattung

Im folgenden Schritt wird eine Jalousieverschattung eingesetzt. Der Wirkungsgrad der Verschattung wird mit 50% angenommen. Die Einschaltzeiten der

Verschattungselemente sind raumlufttemperaturgeregelt. Übersteigt die mittlere Raumlufthtemperatur einer Zone 23°C so wird die Verschattung als „aktiv“ angenommen. Fällt die Raumlufthtemperatur dann wieder unter 21°C so werden die Verschattungselemente deaktiviert.

## Einbau eines Heizsystems

Im folgenden wird in die beiden Referenzsysteme je ein Heizungssystem modelliert. Der Auslegung liegt die Normaußentemperatur des Gebäudestandortes laut ÖNORM B 8135 (Graz: -12°C) zugrunde. Im Auslegungsfall des Wohngebäudes werden die Inneren Gewinne sowie die solare Strahlung auf null gestellt und der Luftwechsel wird konstant auf 0,8 h<sup>-1</sup> gehalten. Die geforderte Raumlufthtemperatur wird im Referenz-Wohngebäude mit 21°C festgelegt (Referenz-Bürogebäude: 20°C).

Als Wärmeabgabesystem werden Plattenheizkörper mit einer Bauhöhe von 0,6 m und einer Norm-Wärmeleistung von 1263 W/m gewählt. Die Vorlauftemperatur wird in den Referenzgebäuden mit 50°C (bei Normaußentemperatur: -12°C) angesetzt; die Rücklauftemperatur mit 40°C. Für das Referenz-Wohngebäude ergibt sich unter diesen Annahmen eine erforderliche Heizkörperfläche von 65,88 m<sup>2</sup> (Referenz-Bürogebäude: 63,94 m<sup>2</sup>). Bei einer angenommenen Heizkörperhöhe von 0,6 m wird somit das Referenz-Wohnhaus mit einem Heizkörper in einer Länge von 109,8 m (Referenz-Bürogebäude: 106,6 m) ausgestattet. Eine Darstellung des Simulationsschemas zeigt Abbildung 18.

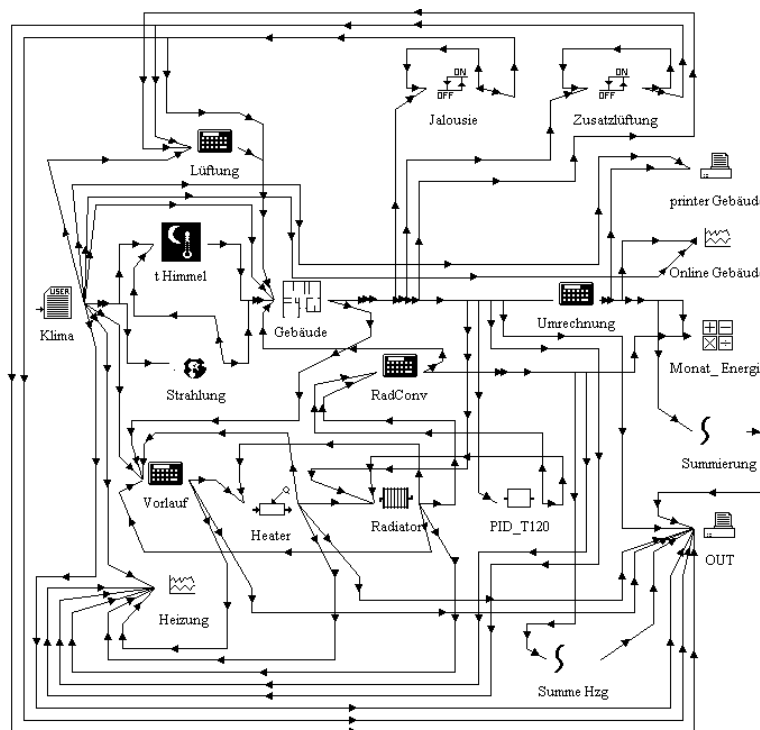


Abb. 18: Simulationsschema des Wohngebäudes mit Heizungssystem

Sowohl unterschiedliche Ausführungen der Gebäudehülle als auch verschiedenartige Nutzungsszenarien können einen bedeutenden Einfluss auf das thermische

Verhalten eines Gebäudes ausüben. Um eine ganze Bandbreite unterschiedlicher Ausführungs- und Nutzungsvarianten in ihrem thermischen Verhalten erfassen zu können werden Variationsrechnungen durchgeführt. Die gewählten Variationen sind in Tabelle 8 und Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht der Variationsrechnungen im Referenz- Wohnbau

Variationsrechnungen Referenz- Wohnbau							
	Klimadaten	Glasflächenanteil der Südfassade	Transmissionswärmeschutz	Verglasung	Belegung	Lüftungsverhalten	Raumlufthaltetemperatur
Referenzvariante	Klimadaten 68	33,25%	lt. Norm	U = 1,1 W/m <sup>2</sup> K g = 0,598	29 Personen	30 m <sup>3</sup> / Pers*h Regelfaktor 2	21°C
Variante_Wohn 1	Meteonorm 2	X	X	X	X	X	X
Variante_Wohn 2	X	23,77%	X	X	X	X	X
Variante_Wohn 3	X	42,73%	X	X	X	X	X
Variante_Wohn 4	X	X	erhöht	X	X	X	X
Variante_Wohn 5	X	X	X	U=0,7 / g=0,407	X	X	X
Variante_Wohn 6	X	X	X	X	39 Personen	X	X
Variante_Wohn 7	X	X	X	X	X	Regelfaktor 3	X
Variante_Wohn 8	X	X	X	X	X	X	23°C

Tabelle 9: Übersicht der Variationsrechnungen im Referenz- Bürobau

Variationsrechnungen Referenz- Bürobau							
	Klimadaten	Glasflächenanteil der Südfassade	Transmissionswärmeschutz	Verglasung	Belegung	Lüftungsverhalten	Raumlufthaltetemperatur
Referenzvariante	Klimadaten 68	37,39%	lt. Norm	U = 1,1 W/m <sup>2</sup> K g = 0,598	32 Personen	30 m <sup>3</sup> / Pers*h	20°C
Variante_Büro 1	Meteonorm 2	X	X	X	X	X	X
Variante_Büro 2	X	21,63%	X	X	X	X	X
Variante_Büro 3	X	53,15%	X	X	X	X	X
Variante_Büro 4	X	X	erhöht	X	X	X	X
Variante_Büro 5	X	X	X	U=0,7 / g=0,407	X	X	X
Variante_Büro 6	X	X	X	X	24 Personen	X	X
Variante_Büro 7	X	X	X	X	40 Personen	X	X
Variante_Büro 8	X	X	X	X	X	45 m <sup>3</sup> / Pers*h	X
Variante_Büro 9	X	X	X	X	X	X	22°C

## Warmwasserbereitung

Die Bereitung des Warmwassers für das Wohngebäude wurde nicht in das Simulationsschema von TRNSYS eingebunden. Ein an der Universität Marburg entwickeltes Programm [Jordan, 2000] zur Generierung realistischer Brauchwasserzapfprofile kam zum Einsatz. Aufgrund statistischer Verteilungen der zu erwartenden Warmwasserzapfungen (Duschen, Baden, Handwäsche etc.) in einem Wohngebäude generiert das Programm Zapfprofile für Wohngebäude von bis

zu 60 Wohneinheiten und gibt es in Minutenschritten aus. Als weiteres Ergebnis liefert das Programm den zur Erwärmung der errechneten Warmwassermenge benötigten Energiebedarf in Stundenwerten für den gesamten Simulationszeitraum (siehe Anhang: Simulationsbericht, Teil II: Daten der Simulationsergebnisse auf CD) eines Jahres. Leitungsverluste sind nicht berücksichtigt. Im Wohngebäude wird von zwei unterschiedlichen Varianten ausgegangen: Einerseits als Beispiel für einen kleinen Warmwasserverbrauch wird von 15 Litern Warmwasser (60°C) pro Person und Tag und andererseits als Beispiel für einen größeren Warmwasserverbrauch von 30 Litern Warmwasser (60°C) pro Person und Tag ausgegangen. Die Arbeitsweise der Berechnung des Energiebedarfes für das Warmwasser ist auf den folgenden Seiten dargestellt. Für das Bürogebäude wurden keine Warmwasserberechnungen durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass eine zentrale, in das Heizsystem eingebundene, Warmwasserbereitung für ein Bürogebäude der gewählten Art nicht in Frage kommt und somit für die Heizanlage ohne Bedeutung bleibt.

## Ergebnisse

Auf Grundlage der gewählten Varianten der Referenzgebäude ergibt sich eine gewisse Streuung in der Anforderung an das Heizsystem. Diese Streuung ist auf Grundlage der Monatsbilanzen in Abbildung 19 dargestellt.

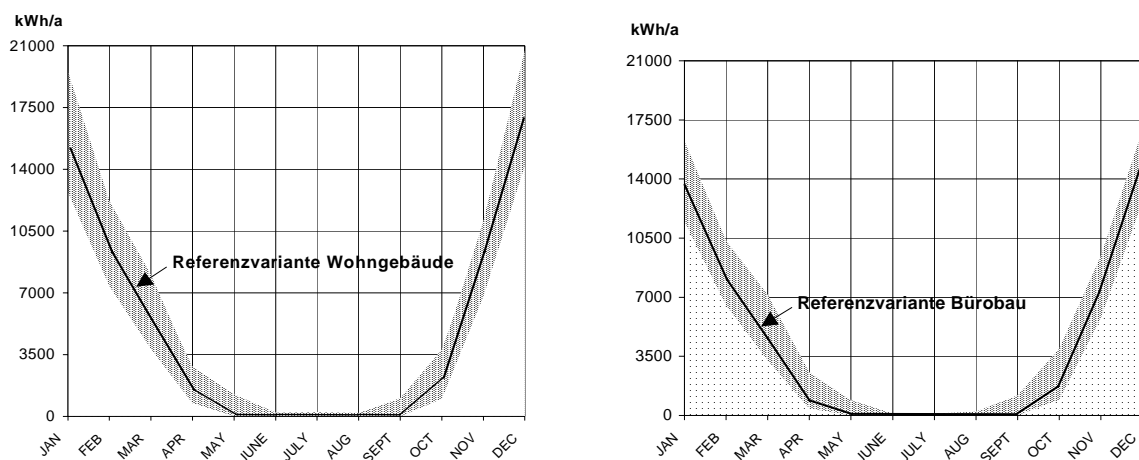


Abb. 19: Streuung der monatlichen Anforderungen an das Heizsystem für Wohn- und Bürobau

Wenn die Stundenwerte der Wärmeabgabe des Heizkörpers nach ihrer Größe geordnet werden, erhält man die Jahresdauerlinien der Varianten. Sie geben ein Bild über die Häufigkeit der im Simulationsjahr auftretenden Leistungsanforderungen (siehe Abbildung 20).

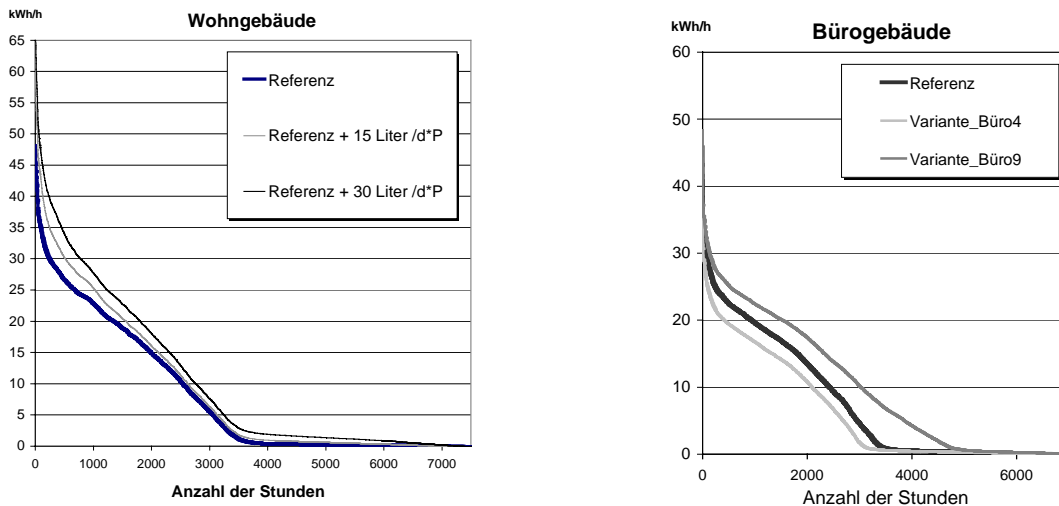


Abb. 20: Jahresdauerlinien einiger Varianten des Wohngebäudes (links) und des Bürogebäudes (rechts)

Bei Ansicht des Wärmebedarfes für Heizung und Warmwasser des Wohngebäudes zeigen sich folgende in Abbildung 21 dargestellte Verhältnisse.

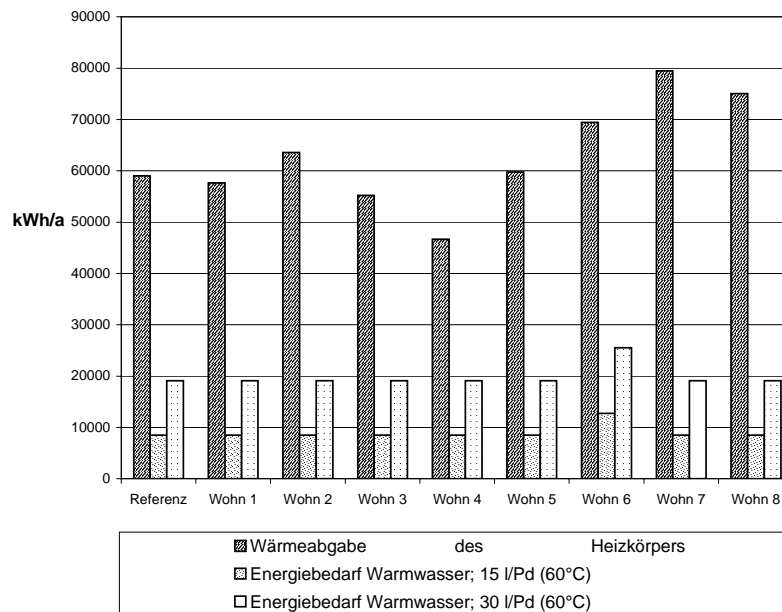


Abb. 21: Energiebedarf des Wohngebäudes für den Simulationszeitraum eines Jahres bezogen auf die Nutzfläche

Wesentliche das Heizungssystem betreffende Simulationsergebnisse der einzelnen Varianten des Wohn- bzw. Bürogebäudes sind in Form von EXCEL-Dateien zusammengefasst worden. In jeder dieser EXCEL-Dateien ist eine Auswertungsmaske (siehe Abbildung 22) enthalten. Am Kopf der Maske ist der Name der Variation verzeichnet. Darunter sind alle wesentlichen Parameter der jeweiligen Variante aufgelistet. Parameter, die von der Referenzvariante abweichen sind mit einem weißen Feld gekennzeichnet. Die Tabelle enthält Stundenwerte des gesamten Simulationsjahres (8760 Stunden).

Zeit		Klimadaten			Heizsystem					Warmwasser		Energiebedarf				
Stunde	Stunde	Zeit	Tag	Tag	t_Luft	Global	Diffuss	t_	t_	t_	Massen-	Wärme-	15	30	Heizung	Heizung
des	des	Monat	des	der				Raumluft	Vorlauf	Rücklauf	strom	abgabe	Liter pro	Liter pro	und Warm-	und Warm-
Jahres	Tages	Monats	Monats	Woche	[ °C ]	[ W/m² ]	[ W/m² ]	[ °C ]	[ °C ]	[ °C ]	[ kg / h ]	[ kWh/h ]	Tag/Pers.	Tag/Pers.	I(P*d)	I(P*d)
1	1	Jänner	1	Montag	-2,5	0	0	21,00	43,04	21,30	5,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	2	Jänner	1	Montag	-2,7	0	0	20,99	43,19	27,38	27,8	29,14	0,00	0,00	29,14	29,14
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8190	22	Dezember	31	Montag	-13,1	0	0	20,00	50,00	32,91	1010,0	33,01	4,00	2,24	37,00	33,20
8759	23	Dezember	31	Montag	-13,6	0	0	20,81	51,13	33,23	1759,0	34,39	1,49	2,68	35,88	37,07
8760	24	Dezember	31	Montag	-13,6	0	0	20,81	51,13	33,71	1804,0	35,58	0,59	4,37	36,17	39,95
<b>Summen:</b>												<b>59048</b>	<b>8510</b>	<b>19145</b>	<b>67558</b>	<b>78193</b>
												[ kWh/a ]	[ kWh/a ]	[ kWh/a ]	[ kWh/a ]	[ kWh/a ]

Abb. 22: Darstellung der Ausgabemaske in EXCEL

Die Maske enthält im Wohngebäude 5 Kategorien und im Bürogebäude 3 Kategorien.

Weiters sind die einzelnen Spalten der Kategorien durch Kommentarflächen näher beschrieben. In jeder EXCEL-Datei befinden sich Auswertungsgraphiken der Zahlenwerte (siehe [Abbildung 23](#)).

Vor-, Rück- und Raumlufttemperaturen im Jahresverlauf  
(Referenz\_Wohngebäude)

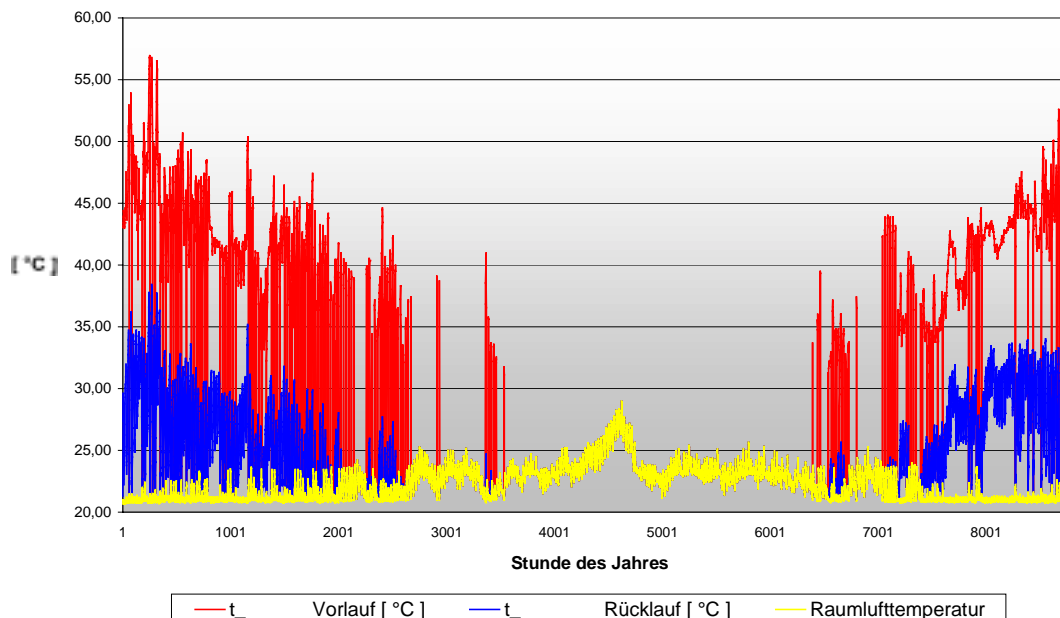


Abb. 23: Darstellung des Ausgabediagrammes „Vorlauf-, Rücklauf- und Raumlufttemperatur im Jahresverlauf“

## Schlussfolgerungen

- Die Lüftung erhöht die Heizlast entscheidend.
- Eine Raumtemperaturerhöhung um 2°C erhöht den Wärmebedarf für die Heizung um 27% für das Wohn- und um 35% für das Bürogebäude. Dieser Anstieg ist wesentlich höher als bei „normal“ gedämmten Gebäuden des derzeitigen Gebäudebestandes in Österreich.
- Bessere Dämmung reduziert die Heizlast und den Wärmebedarf. Der Anteil der zur Brauchwassererwärmung benötigten Energie am Gesamtwärmebedarf steigt auf etwa 40%.
- Ob eine Verglasung mit kleinerem U-Wert und größerem g-Wert den Wärmebedarf senkt hängt vom Strahlungsangebot auf die betrachtete Fläche und somit wesentlich von der Ausrichtung ab.
- Für die gestellte Aufgabe (Anforderungsprofile gesamter Gebäude) liefern Einzonenmodelle ausreichend genaue Ergebnisse.

## 2.4 Erkenntnisse aus den Simulationsrechnungen

### 2.4.1 Leistungs- und Wärmebedarf der Gebäude

In den Simulationsrechnungen wurde der stündliche Wärmebedarf (im folgenden als „Leistungsbedarf“ bezeichnet) eines Wohn- und eines Bürogebäudes unter verschieden angenommenen Randbedingungen (Wohngebäude: 8 Varianten, Bürogebäude: 9 Varianten, siehe Tabellen 8 und 9, Kapitel 2.3) mit einer Auflösung von einer Stunde über den Zeitraum von einem Jahr berechnet. Beim Wohngebäude wurde der Wärmebedarf mit und ohne Brauchwassererwärmung berechnet.

Aus diesen Ergebnissen wurde zunächst die Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs, aufgeteilt in 5 kW Stufen, berechnet. Der Bereich „0 kW“ entspricht dem Fall „kein Leistungsbedarf“. Die Abbildungen finden sich auf den Seiten 55 bis 69.

Die Ergebnisse sind in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abbildung 24 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs des Wohngebäudes mit Brauchwassererwärmung.
- Abbildung 25 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs des Wohngebäudes ohne Brauchwassererwärmung.
- Abbildung 26 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs des Bürogebäudes.

Man erkennt in Abbildung 24 erwartungsgemäß, dass das Wohngebäude praktisch nie „keinen Leistungsbedarf“ hat. Dies ist durch den Leistungsbedarf für Brauchwassererwärmung im Sommer bedingt. Der Leistungsbedarf zeigt ein ausgeprägtes Häufigkeitsmaximum bei sehr kleiner Leistung, also im Leistungsbereich zwischen 0 und 5 kW. Je nach Variante wird diese Leistung zwischen etwa 4.200 und 5.300 Stunden pro Jahr benötigt.

Etwas höhere Leistungen, im Bereich zwischen 5 und 10 kW, werden rund 1.000 Stunden pro Jahr benötigt, Leistungen darüber über einen noch kürzeren Zeitraum. Die berechnete Heizlast von ca. 42 kW (siehe Anhang/Simulationsbericht, Teil I, 3.3 Einbau des Heizsystems) wird schon kaum mehr benötigt. Es ergibt sich dann ein Leistungsbedarf höher als die Heizlast, wenn die in der Simulationsrechnung verwendete Außentemperatur niedriger ist als die Normaußentemperatur (-12°C für Graz) und in Aufheizperioden bei tiefen Temperaturen.

Abbildung 25 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs des Wohngebäudes ohne Brauchwassererwärmung. Erwartungsgemäß ergeben sich hier zwischen etwa 1.100 und 2.100 Stunden, in denen im Sommer tatsächlich keine Leistung gebraucht wird. Auch in diesem Fall wird die kleinste Leistungsstufe mit rund 3.400 bis 4.100 Stunden pro Jahr immer noch weitaus am häufigsten benötigt.

Ähnliche Verhältnisse zeigt Abbildung 26, in der die Häufigkeit des Leistungsbedarfs des Bürogebäudes dargestellt ist. Da hier keine Brauchwassererwärmung

angenommen wurde, ergeben sich etwa 1.700 bis 2.300 Stunden pro Jahr im Bereich „0 kW“. Ein weiteres Maximum von etwa 800 bis 1.200 Stunden pro Jahr liegt im Bereich zwischen 15 und 20 kW. Die Dauer des Leistungsbedarfs in Höhe der Heizlast von 43 kW ist auch hier sehr kurz.

Für die Beurteilung des Betriebszustandes des Heizungssystems ist neben der Häufigkeit der Leistungsverteilung („Wie viele Stunden im Jahr wird eine bestimmte Leistung benötigt?“) aber auch die Wärmemenge, die bei einer bestimmten Leistung benötigt bzw. erzeugt wird (hier „Leistungsspektrum des Wärmebedarfs“ genannt), von Interesse.

Diese Funktionen wurden ebenfalls aus den Ergebnissen der Simulationsrechnungen ermittelt:

- Abbildung 27 zeigt das Leistungsspektrum des Wärmebedarfs des Wohngebäudes mit Brauchwassererwärmung.
- Abbildung 28 zeigt das Leistungsspektrum des Wärmebedarfs des Wohngebäudes ohne Brauchwassererwärmung.
- Abbildung 29 zeigt das Leistungsspektrum des Wärmebedarfs des Bürogebäudes.

Man erkennt in den Abbildungen 27 und 28, dass der größte Wärmebedarf des Wohngebäudes bei Leistungen zwischen 20 und 35 kW benötigt wird. Abbildung 29 zeigt, dass das Bürogebäude den größten Wärmebedarf in einem etwas niedrigeren Leistungsbereich, nämlich zwischen 20 und 25 kW, hat.

#### 2.4.2 Betrieb der Wärmequelle (Kessel)

Der Wärmebedarf des Gebäudes muss durch die Heizanlage mit der geforderten Leistung gedeckt werden. Bei Vorhandensein eines Wärmespeichers können Wärmebedarf und Wärmebereitstellung im Kessel („Wärmequelle“) zeitlich verschoben bzw. in Bezug auf die Leistung entkoppelt sein. Bezüglich der Regelung der momentanen Leistung der Wärmequelle können hierbei prinzipiell drei Möglichkeiten unterschieden werden:

- a) Die kontinuierliche Betriebsweise der Wärmequelle mit Regelung der Leistung bestmöglich entsprechend dem momentanen Wärmebedarf des Gebäudes.
- b) Die taktende Betriebsweise einer Wärmequelle bei jeweils konstanter Wärmeleistung und Einsatz eines Speichers zur Deckung des momentanen Wärmebedarfs des Gebäudes
- c) Die Kombination der Möglichkeiten a) und b) in der Weise, dass die Wärmequelle den Wärmebedarf des Gebäudes bei hohem Leistungsbedarf in kontinuierlicher Betriebsweise, bei niedrigem Leistungsbedarf in taktender Betriebsweise unter Einsatz eines Speichers deckt.

zu a) Kontinuierliche Betriebsweise der Wärmequelle mit Regelung der Leistung bestmöglich entsprechend dem momentanen Wärmebedarf des Gebäudes

Diese Betriebsweise setzt voraus, dass eine Regelung der Leistung der Wärmequelle im gesamten Leistungsbereich technisch uneingeschränkt möglich ist. Dies ist zum Beispiel bei einer Elektro-Widerstandsheizung der Fall.

Alle Feuerungsanlagen hingegen haben eine untere Leistungsgrenze, bei der ein ordnungsgemäßer Betrieb in technischer Hinsicht bzw. in Bezug auf den geforderten Wirkungsgrad und die geforderte Verbrennungsqualität nicht mehr gewährleistet ist. Die Bereitstellung von Wärme mit einer durchschnittlichen Leistung unterhalb dieser Leistungsgrenze ist bei Feuerungsanlagen daher nur im Taktbetrieb möglich.

zu b) Die taktende Betriebsweise einer Wärmequelle bei jeweils konstanter Wärmeleistung und Einsatz eines Speichers zur Deckung des momentanen Wärmebedarfs des Gebäudes

Diese Betriebsweise ist bei elektrisch beheizten Brauchwasserboilern wie auch Öl- und Gasfeuerungen üblich. Die Vorteile dieser Betriebsweise liegen in der Möglichkeit, den Betrieb der Wärmequelle für eine bestimmte Leistung zu optimieren und - wie bereits erwähnt - in der Einsparung von regeltechnischen Einrichtungen. Bei Öl- und Gasfeuerungen kommt dieser Vorteil besonders zur Wirkung.

Der Nachteil dieser Betriebsweise liegen im oftmaligen Durchlaufen von An- und Abstellphasen mit erhöhten Schadstoffemissionen und Wärmeverlusten. Die Schadstoffemissionen sind durch die schlechten Reaktionsbedingungen in den An- und Abstellphasen begründet. Sie ziehen außerdem Energieverluste durch das Entweichen unverbrannter Stoffe durch den Kamin nach sich. Weitere Verluste ergeben aus der Tatsache, dass ein Teil der in den Komponenten der Feuerungsanlage gespeicherten Wärme unterhalb der Heizwassertemperatur anfällt und daher - abhängig von der übrigen wärmemäßigen Einbindung der Feuerung ins Gebäude - zumindest teilweise ungenutzt bleibt bzw. mit dem Rauchgas durch den Schornstein entweicht.

Bei Biomassefeuerungen dauern die An- und Abstellphasen mit schlechten Betriebsbedingungen im allgemeinen länger als bei Öl- und Gasfeuerungen, die nach kurzer Zeit zünden und bei denen die Reaktionsbedingungen nicht so sehr von der Temperatur der Brennkammerwände und den sonstigen physikalischen Bedingungen in der Brennkammer beeinflusst werden, wie dies bei Biomassefeuerungen der Fall ist. Im reinen Taktbetrieb einer Biomassefeuerung können daher sowohl die Schadstoffemissionen wie auch die Energieverluste bezogen auf die Nutzenergie relativ hoch werden. Daher wird bei Einsatz einer Biomassefeuerung derzeit im allgemeinen der kombinierte Betrieb (siehe Absatz c) angestrebt.

Es sei aber dahingestellt, ob bei Einsatz einer optimierten Technik sowie bei Optimierung aller Randbedingungen auch bei einer Biomassefeuerung ein reiner Taktbetrieb mit einheitlicher Leistung letztlich ökonomischer sein kann als eine kombinierte Betriebsweise.

- zu c) Die Kombination der Möglichkeiten a) und b) in der Weise, dass die Wärmequelle den Wärmebedarf des Gebäudes bei hohem Leistungsbedarf in kontinuierlicher Betriebsweise, bei niedrigem Leistungsbedarf in taktender Betriebsweise deckt.

Dies ist, wie schon erwähnt, die Betriebsweise, in der automatische beschickte Biomassefeuerungen im Allgemeinen arbeiten. Sie sind zumeist so konstruiert, dass die Grenze zwischen kontinuierlich geregelter und taktendem Betrieb bei etwa einem Drittel der Nennleistung liegt. Sie können daher im Leistungsbereich zwischen 1/3 der Nennleistung und der Maximalleistung kontinuierlich geregelt betrieben werden. Dies stellt gemäß heutigem Stand der Technik einen guten Kompromiss zwischen den Vorteilen der kontinuierlichen Leistungsregelung einerseits und den physikalisch bedingten Einschränkungen bei der Leistungsregelung von Biomassefeuerungen andererseits dar. Als Wärmespeicher im Taktbetrieb wirken entweder die ohnehin vorhandenen wärmespeichernden Massen der Heizanlage (Teile der Feuerung und des Kessels, sowie das Heizwasser), oder ein extra installierter bzw. ergänzender Pufferspeicher. Je größer das Speichervermögen dieses Pufferspeichers, desto größer werden die „Pausenzeiten“ im Taktbetrieb und desto kleiner wird somit die Anzahl der „Betriebstakte“.

Qualität der Verbrennung und Wirkungsgrad müssen in dem Leistungsbereich, in dem ein kontinuierlich geregelter Betrieb erfolgt, die geltenden gesetzlichen Bestimmungen erfüllen. Die im Taktbetrieb - bezogen auf die Nutzenergie - auftretenden erhöhten Emissionen bleiben allerdings derzeit im allgemeinen unbeachtet, weil sich die gesetzlichen Bestimmungen bei automatisch beschickten Biomassefeuerungen nur auf den Stationärbetrieb beziehen. Dies ist auch bei Öl- bzw. Gasfeuerungen der Fall. In gewissem Sinne „benachteiligt“ sind hier die händisch beschickten Feuerungen für feste Brennstoffe, bei denen die Emissionen über eine gesamte „Ofenreise“, also über einen gesamten „Betriebstakt“ einschließlich der An- und Abstellphase gemittelt werden. Diesem Umstand wird aber durch die Festsetzung entsprechend höherer Grenzwerte Rechnung getragen.

Bei den folgenden Betrachtungen wird der „konventionelle“ Fall gemäß dem obigen Absatz c) angenommen, nämlich dass die Feuerungsanlage in den betrachteten Fällen „Wohngebäude“ und „Bürogebäude“ bis hinab zu 15 kW - entsprechend ca. einem Drittel Teilleistung - kontinuierlich leistungsgeregelt, darunter aber taktend betrieben wird. Das heißt, dass sich die Feuerungsanlage unterhalb eines

Leistungsbedarfs von 15 kW und nachdem ein etwaiger Pufferspeicher bereits aufgeladen ist, also bei Erfüllung der Vorgabe für die maximale Kesselwassertemperatur, selbsttätig abstellt und erst wieder anfährt, wenn der Pufferspeicher entladen ist bzw. die Kesselwassertemperatur unter den eingestellten Minimalwert absinkt.

Nach dem Wiederanfahren wird die Feuerung - gemäß dem angewendeten Regelungsalgorithmus - versuchen, den Maximalwert der Kesselwassertemperatur so rasch wie möglich wieder zu erreichen bzw. den Speicher so rasch wie möglich wieder aufzuladen. Das heißt, dass der Taktbetrieb - sofern keine besonderen regelungstechnischen Maßnahmen getroffen werden, die die Leistung im Taktbetrieb begrenzen - im wesentlichen bei der technisch vorgesehenen Maximalleistung der Wärmequelle bzw. bei einer Leistung entsprechend der Heizlast erfolgt.

Die Merkmale dieser Betriebsweise werden anhand der folgenden Abbildungen 30, 31 und 32, die die Häufigkeitsverteilung der Kesselleistung (bereitgestellten Leistung), sowie anhand der Abbildungen 33, 34 und 35, die das Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme für diesen Fall zeigen, erörtert.

- Abbildung 30 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Kesselleistung für das Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 - 45 kW erfolgt.
- Abbildung 31 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Kesselleistung für das Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 - 45 kW erfolgt.
- Abbildung 32 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Kesselleistung für das Bürogebäude, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 - 45 kW erfolgt.

Man erkennt in Abbildung 30 dass die Feuerungsanlage des Wohngebäudes mit Brauchwassererwärmung Stillstandszeiten von etwa 5.200 bis 6.300 Stunden aufweist. Die längste Betriebsdauer (rund 700 bis 800 Stunden pro Jahr) entfällt auf den Leistungsbereich zwischen 15 bis 20 kW. Bei höheren Leistungen fällt die Betriebsdauer weiter ab. Im Leistungsbereich 40 bis 45 kW ergibt sich erwartungsgemäß wieder eine höhere Betriebsdauer, die durch den Taktbetrieb bei dieser konstanten Leistung begründet ist.

Ohne Brauchwassererwärmung (Abbildung 31) wird die Stillstandsdauer erwartungsgemäß noch höher (5.800 bis 6.900 Stunden pro Jahr). Die Betriebsdauer im Taktbetrieb bei konstanter Kesselleistung von 40 bis 45 kW wird entsprechend verringert (etwa 400 bis 500 Stunden pro Jahr), im übrigen Leistungsbereich ändert sich nur wenig.

Die Verhältnisse im Bürogebäude (Abbildung 32) entsprechen in Bezug auf die Häufigkeitsverteilung der Leistung näherungsweise jenen im Wohngebäude ohne

Brauchwassererwärmung. Niedrige Leistungen im Bereich zwischen 20 und 25 kW treten mit rund 1.000 Stunden etwas häufiger auf als im Wohngebäude.

In den Abbildungen 33, 34 und 35 sind „Leistungsspektren der bereitgestellten Wärme“ unter der Annahme, dass die Feuerungsanlage mit einer Mindestleistung von 15 kW fährt oder stillsteht, dargestellt.

- Abbildung 33 zeigt das Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme für das Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 bis 45 kW erfolgt.
- Abbildung 34 zeigt das Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme für das Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 bis 45 kW erfolgt.
- Abbildung 35 zeigt das Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme für das Bürogebäude, wobei ein allfälliger Taktbetrieb mit einer konstanten Kesselleistung von 40 bis 45 kW erfolgt.

Die in den Abbildungen 33, 34 und 35 dargestellten Leistungsspektren der bereitgestellten Wärme zeigen in allen drei Fällen signifikant, dass die Wärmeerzeugung bei kontinuierlich geregelterm Betrieb überwiegend bei niedrigen Kesselleistungen zwischen 20 und 35 kW erfolgt. Eine zumindest ebenso große Wärmemenge wird aber auch im Taktbetrieb bei einer konstanten Kesselleistung von 40 bis 45 kW erzeugt. Im Fall des Wohngebäudes mit Brauchwassererwärmung (Abbildung 33) ist die im Taktbetrieb erzeugte Wärmemenge nahezu doppelt so groß wie die im kontinuierlich geregelterm Betrieb erzeugte Wärme; in den zwei anderen Fällen ist sie etwa gleich groß. Dies zeigt deutlich den Einfluss der Brauchwassererwärmung im Sommer.

Ein Vergleich mit der Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs (Abbildungen 24, 25 und 26) zeigt, dass die häufig auftretende Kesselleistung von 40 bis 45 kW (bzw. die jeweils „rechte“ Häufungsstelle in den Abbildungen 29 bis 35) ausschließlich durch den Taktbetrieb und in keiner Weise durch ein in diesem Leistungsbereich liegendes Wärmebedarfsmaximum begründet ist. Die in den „rechten“ Häufungsstellen erzeugte Wärme könnte daher auch mit einer kleineren Kesselleistung bereitgestellt werden.

Dies könnte folgende Vorteile haben:

- Die Anzahl der Takte bzw. das Verhältnis zwischen „Brennzeit“ und „Pausenzeit“ im Taktbetrieb würde sich verringern, wodurch die Verluste bezogen auf die Nutzwärme, also der Nutzungsgrad im Taktbetrieb kleiner würden (siehe Absatz zu b).
- Die „rechte“ Häufungsstelle bei Vollast würde zur „linken“ Häufungsstelle bei Teillast hin verschoben werden. Im Idealfall gäbe es nur mehr eine Häufungsstelle bei Teillast. Die Feuerungsanlage könnte dann vorwiegend für diesen einen, niedrigeren Teillastbereich technisch optimiert werden, was

einerseits zu einer kleineren Baugröße mit verringerten Kosten und andererseits zu einem höheren Gesamt-Jahresnutzungsgrad führen könnte (nähere Erläuterungen hierzu finden sich in Abschnitt 2.4.3).

Der Einfluss einer solchen „Verschiebung“ bzw. Verringerung der konstanten Kesselleistung im Taktbetrieb auf die Häufigkeitsverteilung der Kesselleistung und auf das Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme wurde anhand der angenommenen Modellgebäude neben dem bereits beschriebenen

- Fall 1: Die konstante Kesselleistung im Taktbetrieb beträgt 40 bis 45 kW  
(Abbildungen 30, 31, 32 bzw. 33, 34, 35)

für die folgenden 3 weiteren Fälle untersucht:

- Fall 2: Die konstante Kesselleistung im Taktbetrieb beträgt 25 bis 30 kW  
(siehe Abbildungen 36, 37, 38, bzw. 39, 40, 41)
- Fall 3: Die konstante Kesselleistung im Taktbetrieb beträgt 20 bis 25 kW  
(siehe Abbildungen 42, 43, 44, bzw. 45, 46, 47)
- Fall 4: Die konstante Kesselleistung im Taktbetrieb beträgt 15 bis 20 kW  
(siehe Abbildungen 48, 49, 50, bzw. 51, 52, 53)

Der gruppenweise Vergleich dieser Abbildungen zeigt die schrittweise Verschiebung der durch den Taktbetrieb begründeten Häufungsstelle in Richtung immer kleinerer Leistung. In den Fällen 2 und 3, also bei einer konstanten Kesselleistung von 25 bis 30 kW bzw. 20 bis 25 kW fällt diese Häufungsstelle näherungsweise mit der Lage des häufigsten Leistungsbedarfs des Gebäudes zusammen (vergleiche Abbildungen 27, 28 und 29) und es entstehen die höchsten „Peaks“.

In Fall 4 liegt die durch den Taktbetrieb begründete Häufungsstelle niedriger als die Stelle des häufigsten Leistungsbedarfs des Gebäudes. Die insgesamt entstehenden „Peaks“ sind etwas niedriger als in den Fällen 2 bzw. 3, das heißt die Wärmebereitstellung ist etwas weniger auf „eine“ überwiegende Leistung konzentriert. Andererseits würde in diesem Fall aufgrund des Taktbetriebs bei der kleinstmöglichen konstanten Leistung der oben genannte Vorteil längstmöglicher „Brennzeiten“ im Taktbetrieb am besten zur Wirkung kommen. Dieser Fall würde auch die kleinstmögliche Feuerungs-Nennleistung ermöglichen, wobei allerdings das wirtschaftliche Gesamtoptimum der Investition in Verbindung mit der erforderlichen Größe des Pufferspeichers zu ermitteln wäre.

Welche der angeführten Regelungsstrategien letztlich den größten Jahresnutzungsgrad der Heizanlage bewirkt, hängt vom Wirkungsgrad der Feuerungsanlagen bei verschiedenen Leistungen, vor allem aber vom Gesamtwirkungsgrad im Taktbetrieb ab. Eine nähere Analyse hierzu erfolgt im Abschnitt 2.4.3.

### 2.4.3 Jahresnutzungsgrad der Wärmequelle (Kessel)

Der Jahresnutzungsgrad der Heizanlage kann, sofern die benötigten Einzelparameter bekannt sind, aus dem Wirkungsgrad der Heizanlage als Funktion ihrer Leistung, zusammen mit dem Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme berechnet werden.

Die Nutzwärme ( $W$ ) wird in bei verschiedenen Leistungen ( $p_i$ ) erbracht, die in unterschiedlich langen Zeitintervallen  $\Delta t_i$  benötigt werden.

Für die Nutzwärme ( $W$ ) gilt:

$$W = \sum W(p_i) = \sum p_i * \Delta t_i$$

Die benötigten Brennstoffenergien ( $E_i$ ) ergeben sich aus der Nutzwärme durch Division durch den Wirkungsgrad ( $\eta$ ), der, abhängig von der Feuerungsanlage bzw. der Heizungstechnik, eine charakteristische Funktion von  $p$  (bzw. hier bezogen auf einen diskreten Leistungsbereich  $p_i$ ) ist:

$$E_i = 1/\eta(p_i) * W(p_i) \quad (\text{Gleichung 1})$$

Die gesamte Brennstoffenergie ergibt sich somit zu

$$E = \sum 1/\eta(p_i) * W(p_i) \quad (\text{Gleichung 2})$$

Der Jahresnutzungsgrad ( $\eta_J$ ) ist somit

$$\eta_J = W / E = \frac{W}{\sum 1/\eta(p_i) * W(p_i)} \quad (\text{Gleichung 3})$$

Er kann dadurch optimiert werden, dass man versucht, den Nenner möglichst klein zu halten. Dies gelingt im Prinzip dadurch, dass man die Feuerung so auslegt, dass ihr Wirkungsgrad in jenem Leistungsbereich hoch ist, in dem die meiste Wärme erzeugt wird.

Wie die Ergebnisse der Simulationsrechnungen gezeigt haben (siehe insbesondere Abbildungen 51 bis 53), ist dies keinesfalls die Heizlast (hier 42 kW) sondern - unter den getroffenen Annahmen - die Mindestleistung, auf die die Regelung der Feuerung eingestellt ist. Bei Nennleistung und darüber wird kaum ein Zehntel der Wärme erzeugt. Für eine ökonomische Betriebsweise ist es daher besonders wichtig, dass die Feuerungsanlage bei Teillast einen hohen Wirkungsgrad hat. Wird ein Leistungsbereich der Teillast im Taktbetrieb abgedeckt, so sind die in den dabei zu durchlaufenden instationären Betriebszuständen auftretenden erhöhten Verluste zu berücksichtigen. Leider sind quantitative Angaben über Wirkungsgrade von Feuerungen bei Taktbetrieb nur sehr spärlich verfügbar, so dass Gleichung 3 unter der Annahme eines teilweisen Taktbetriebs derzeit nicht berechnet werden kann.

Experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung des Wirkungsgrades einer Biomassefeuerung bei Taktbetrieb sind jedoch im Rahmen des Projekts „Untersuchungen zur Regelung von Biomasse-Feuerungen zur emissions- und effizienzoptimierten Beheizung von Wohn- und Bürobauten“, das ebenfalls im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Haus der Zukunft“ bearbeitet wird, am Beispiel einer konkreten 50 kW Feuerung vorgesehen. Die Ergebnisse werden voraussichtlich weiterführende Schlussfolgerungen in Bezug auf die Optimierung des Jahresnutzungsgrades zulassen.

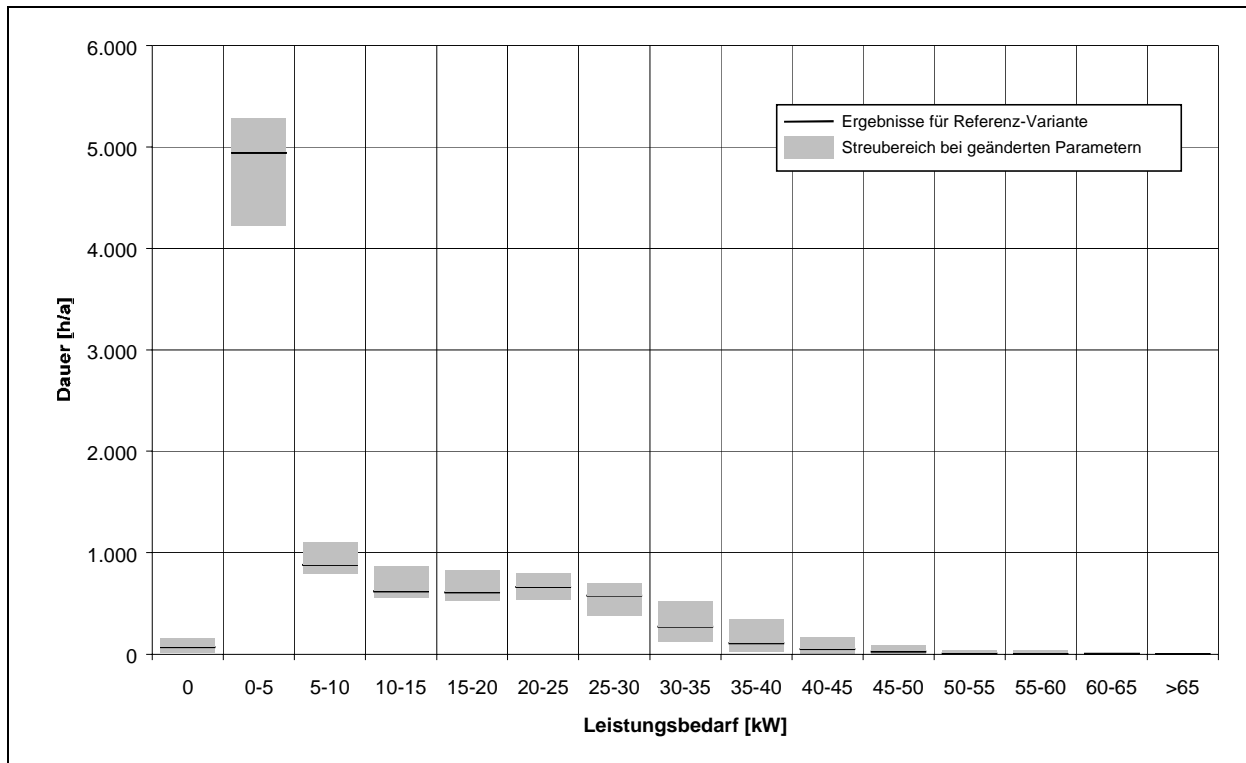


Abb. 24: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung – Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs

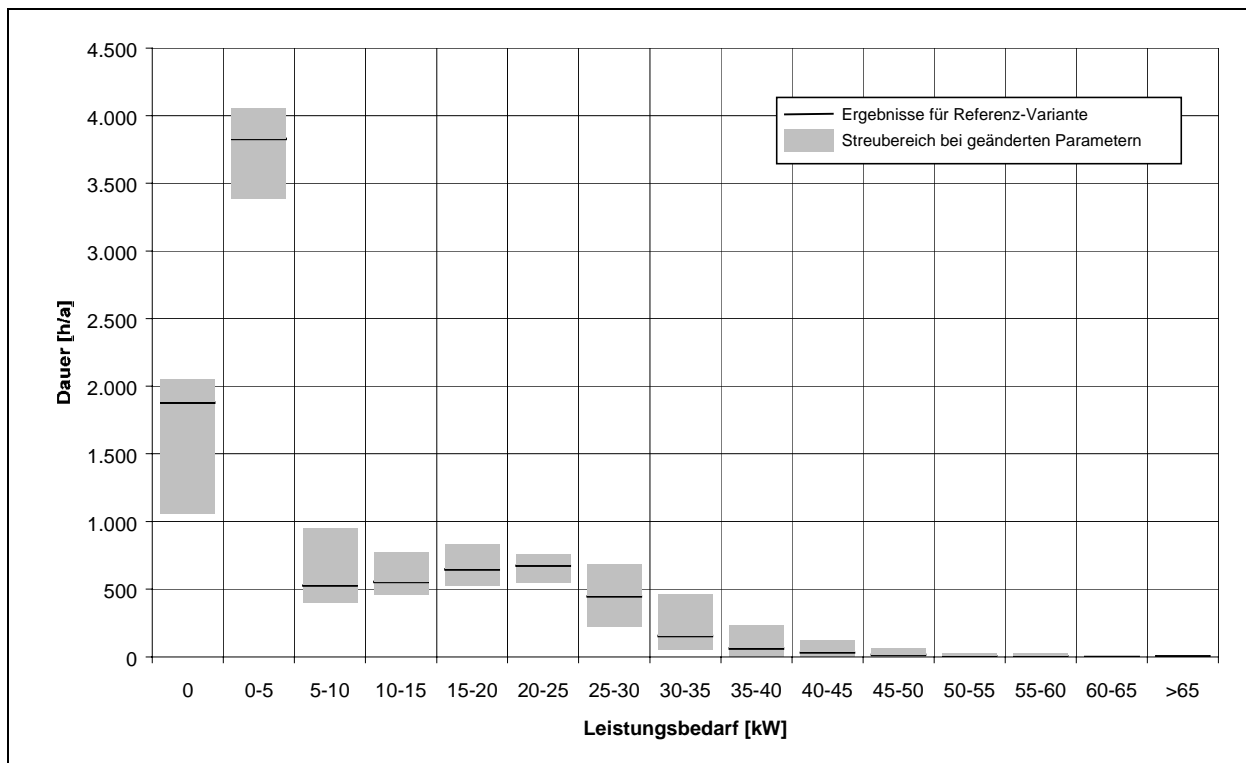


Abb. 25: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung – Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs

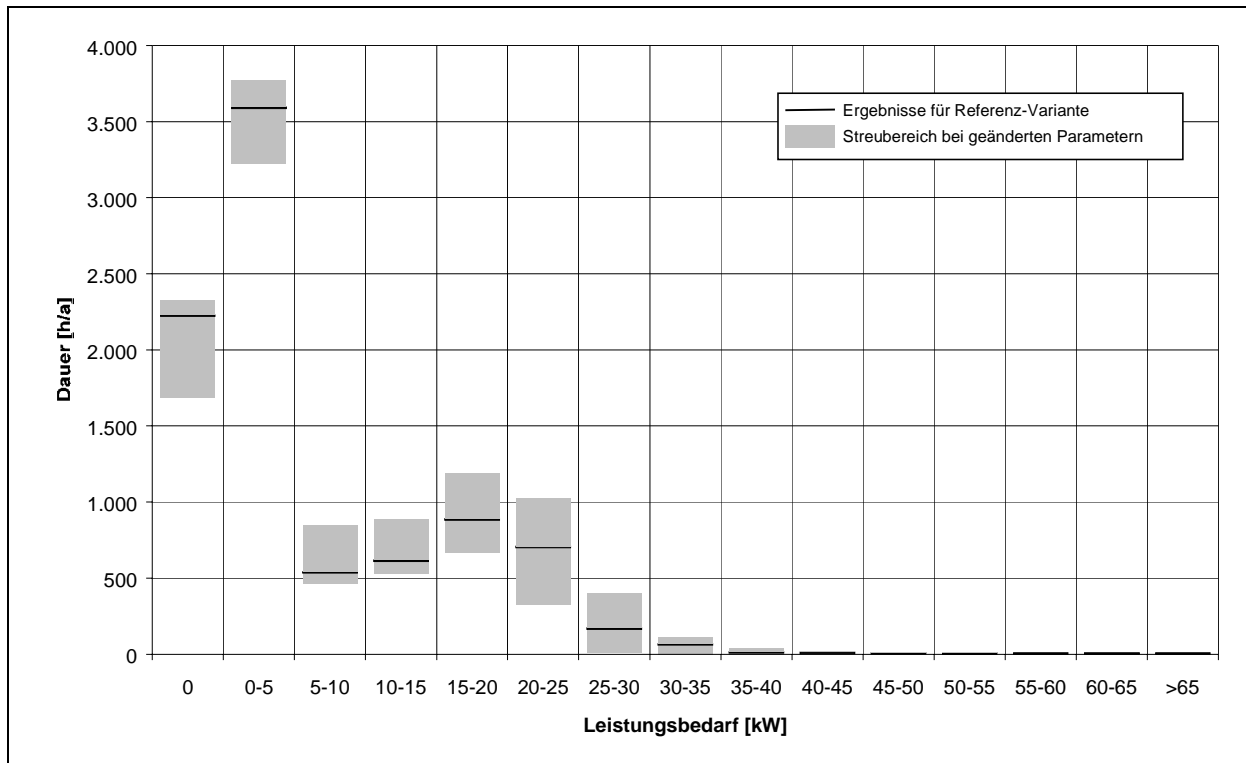


Abb. 26: Bürogebäude – Häufigkeitsverteilung des Leistungsbedarfs

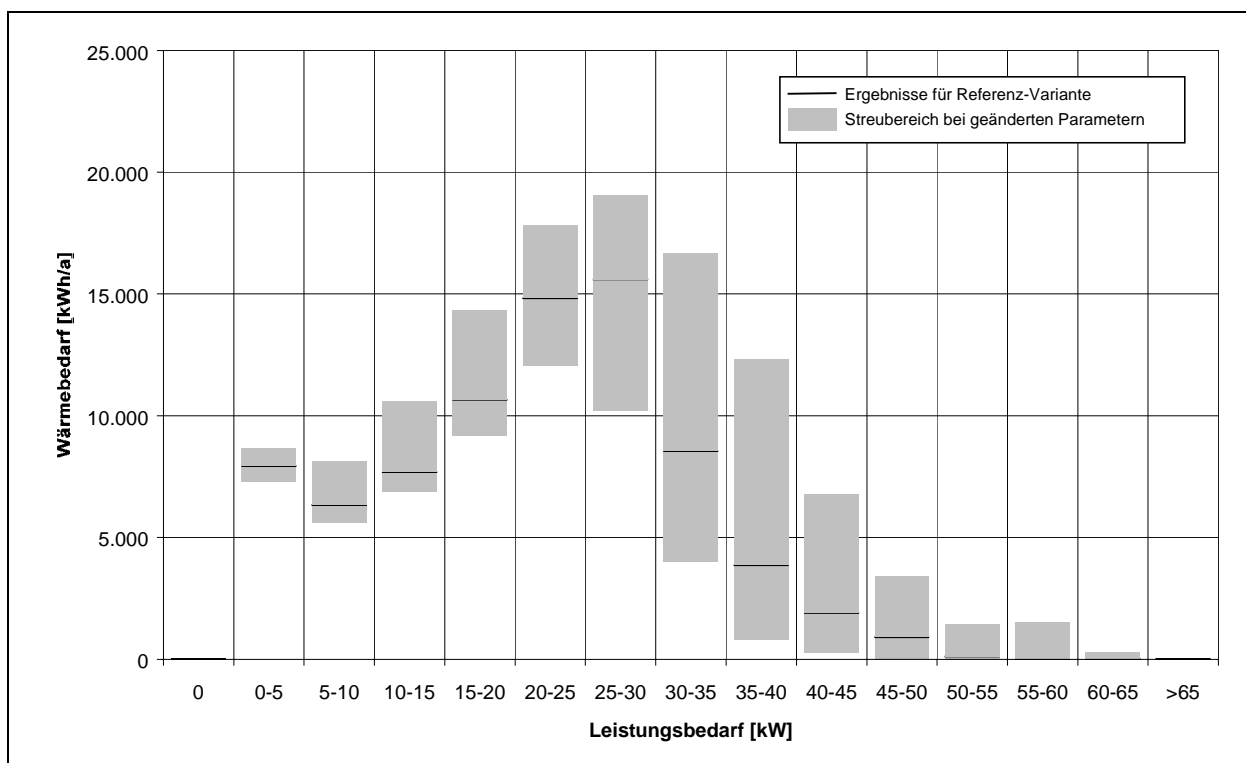


Abb. 27: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung – Leistungsspektrum des Wärmebedarfs

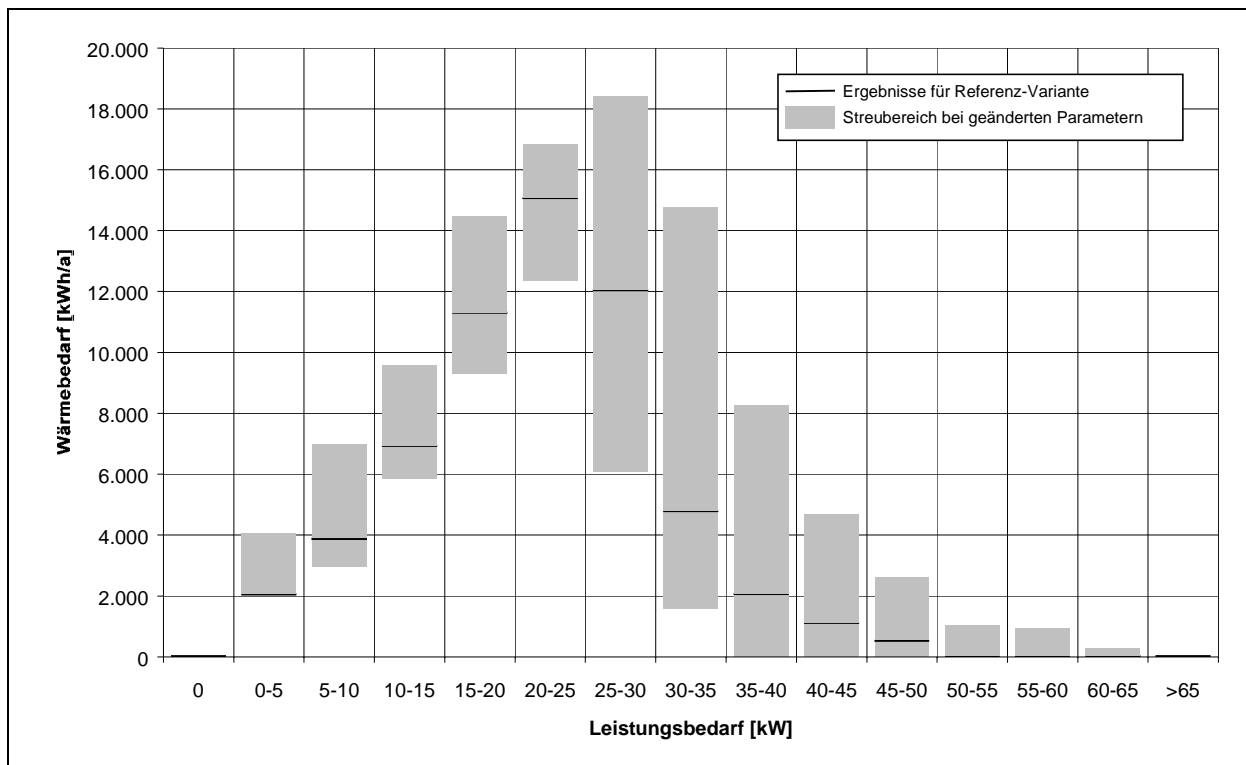


Abb. 28: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung – Leistungsspektrum des Wärmebedarfs

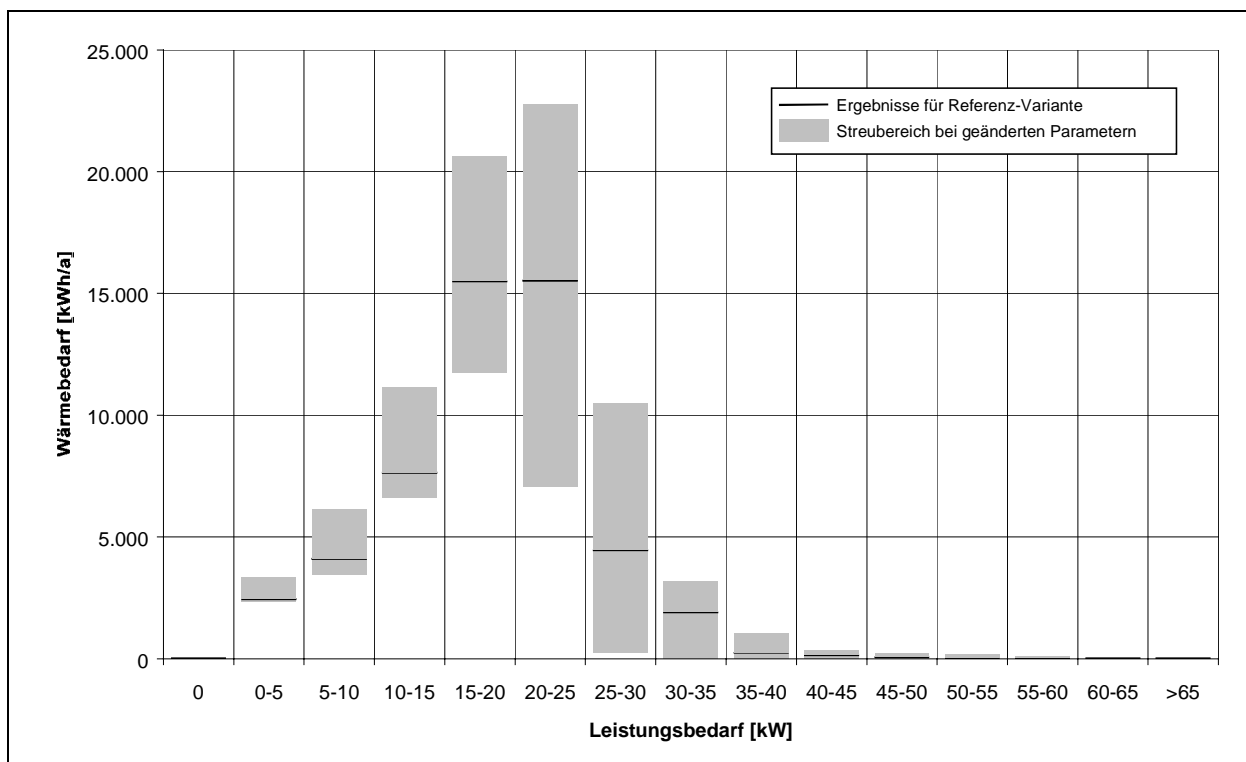
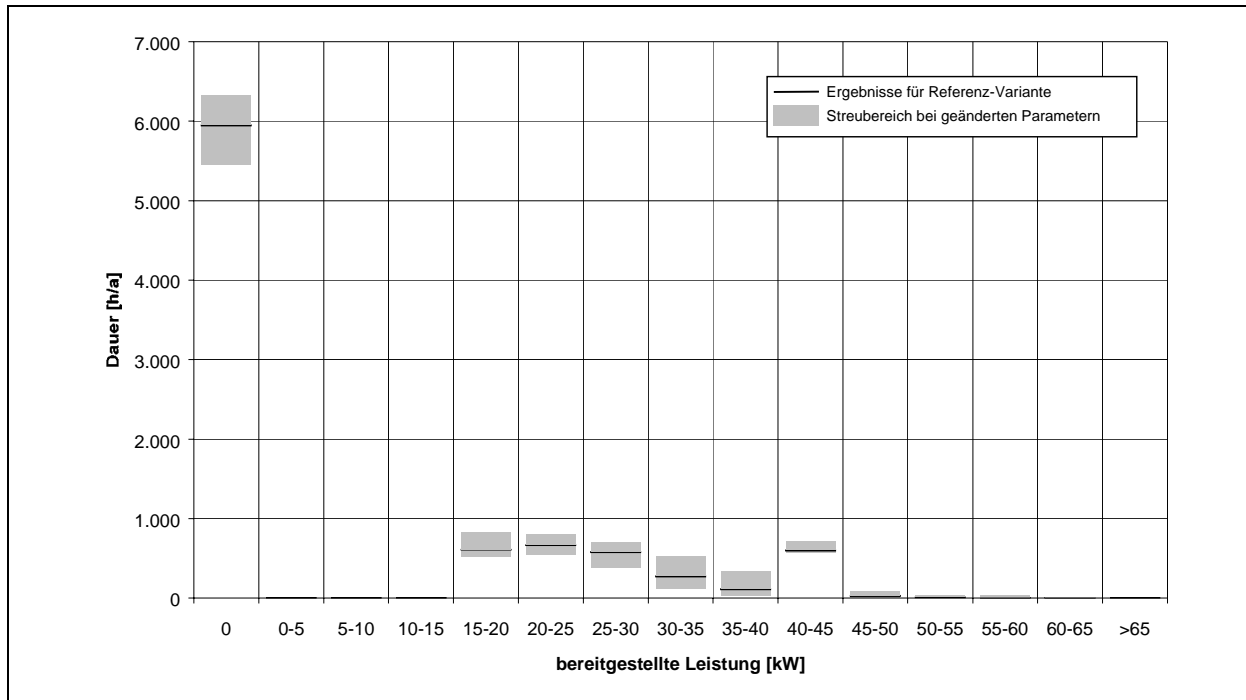
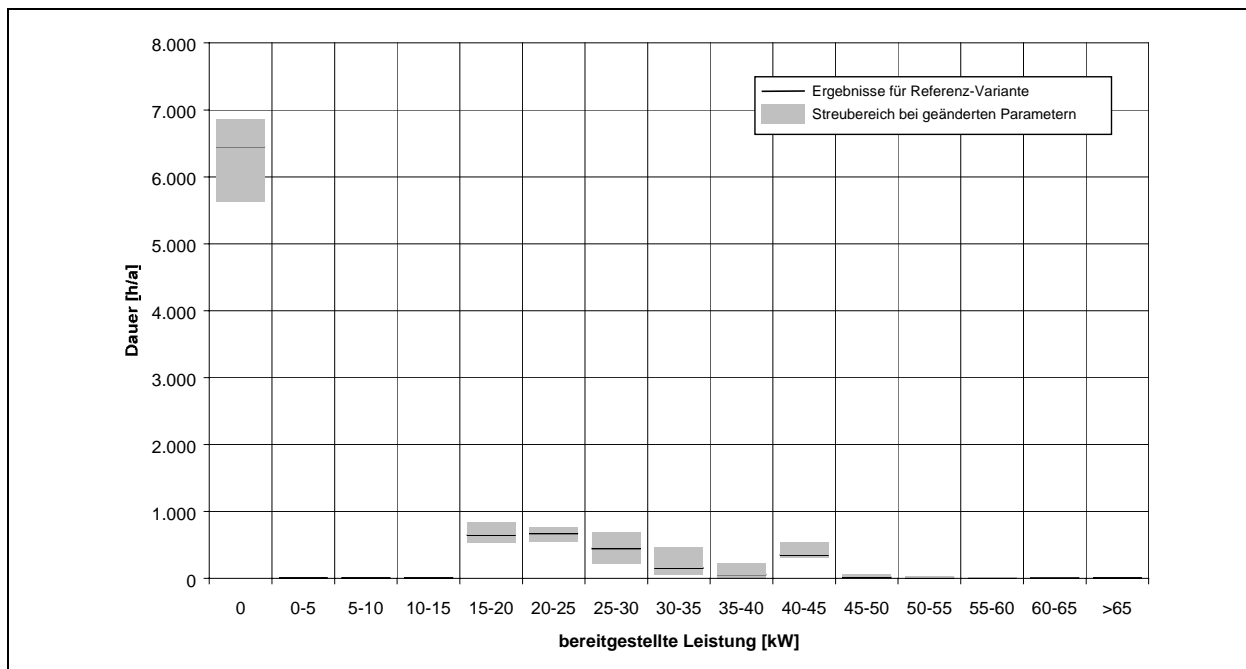


Abb. 29: Bürogebäude – Leistungsspektrum des Wärmebedarfs mit Brauchwasser



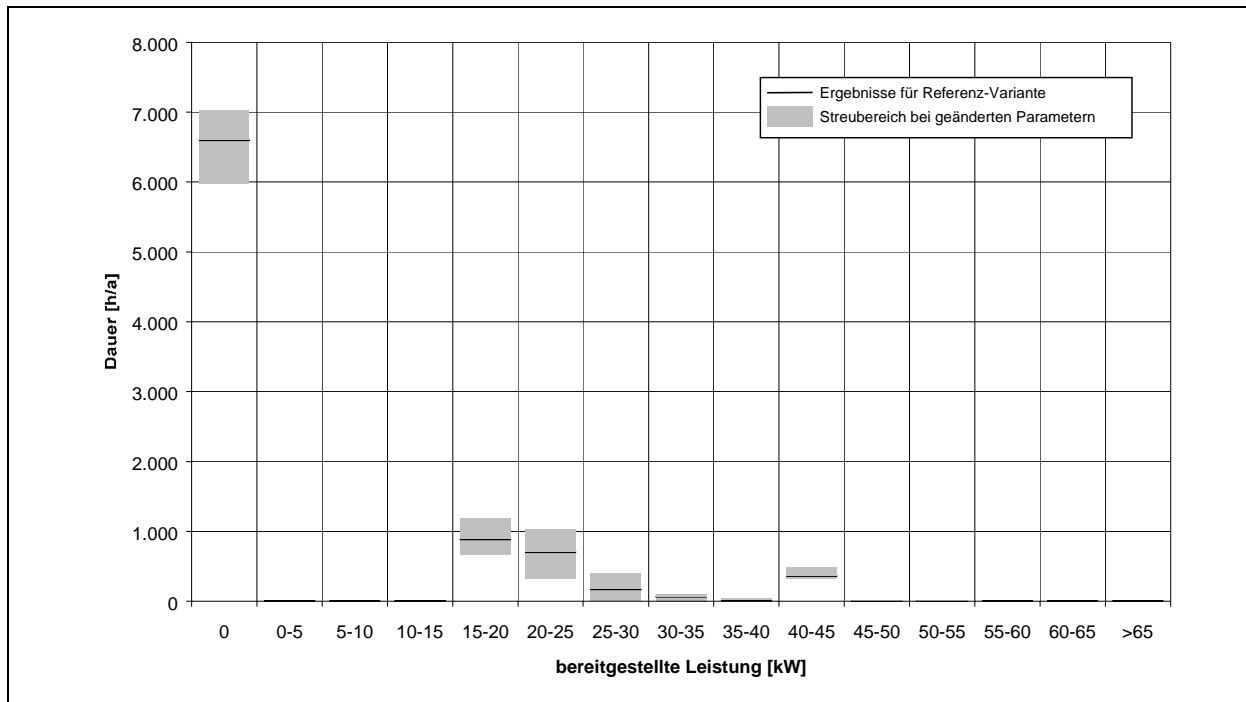
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 30: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



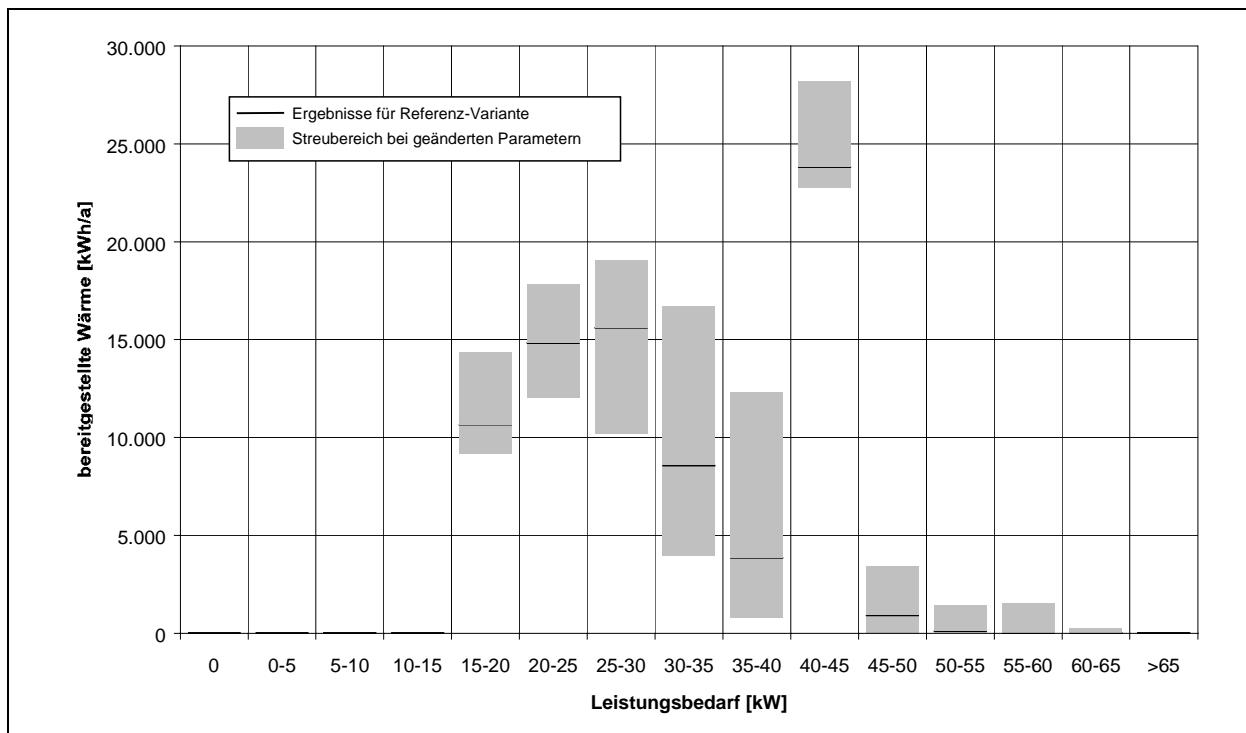
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 31: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



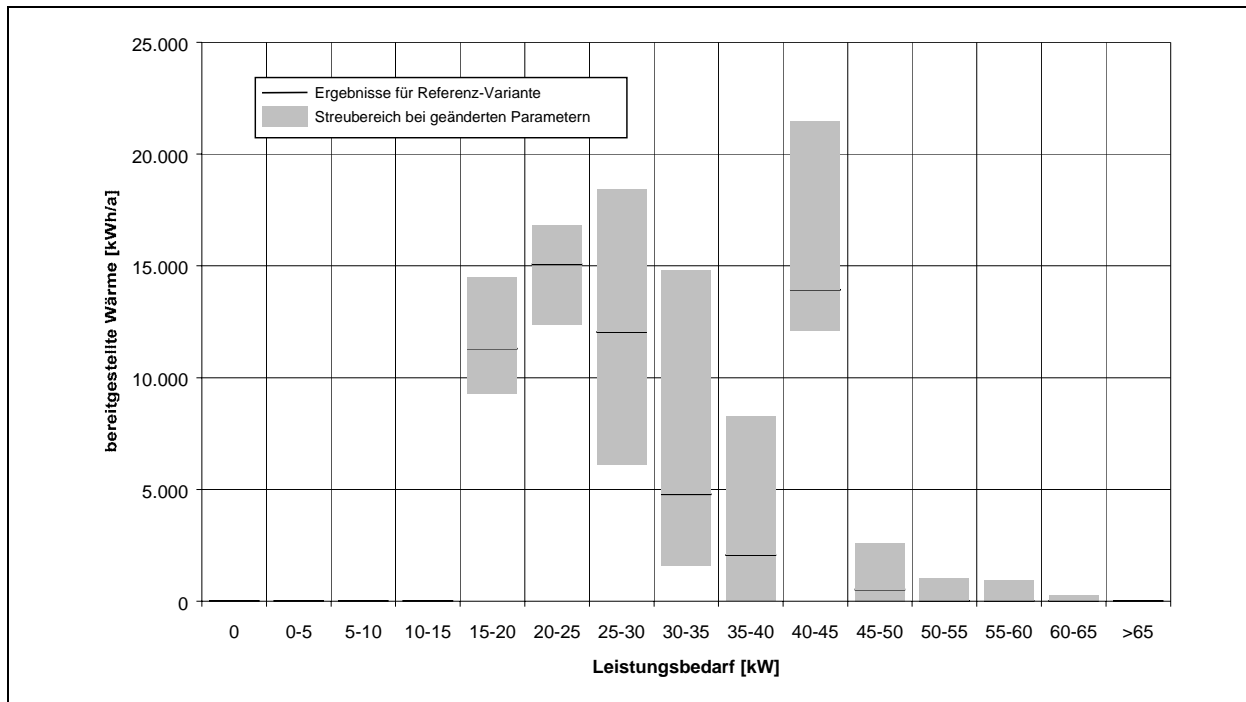
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 32: Bürogebäude - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



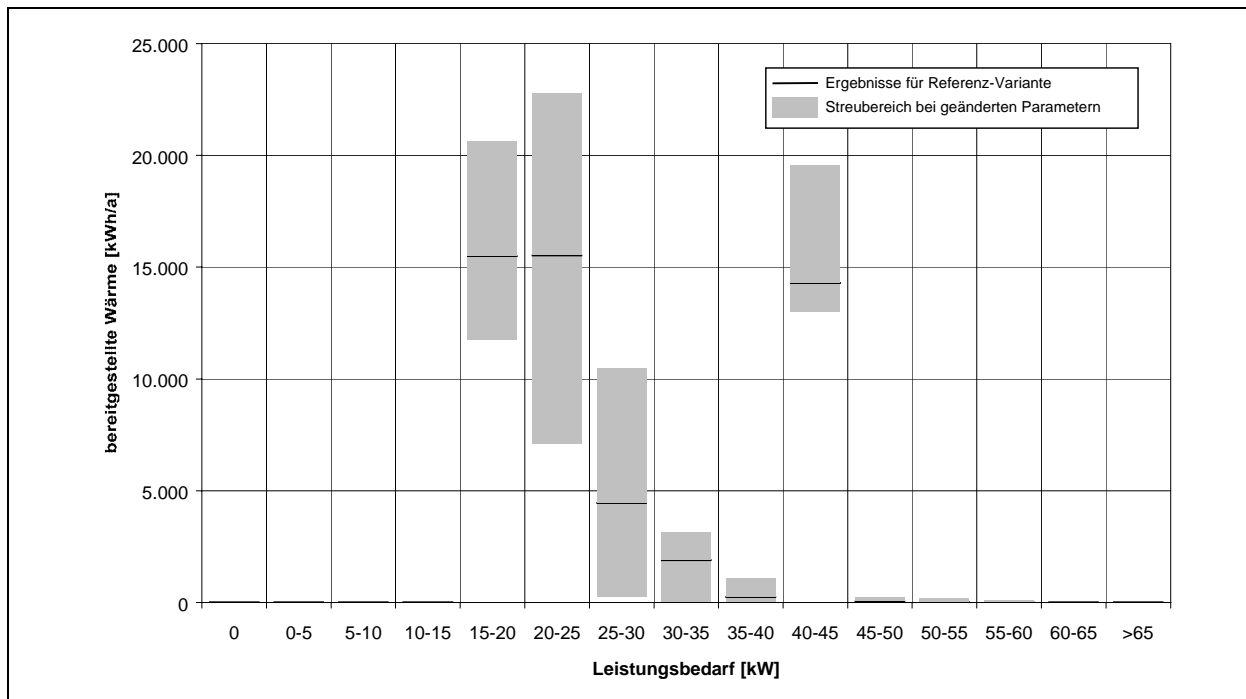
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 33: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



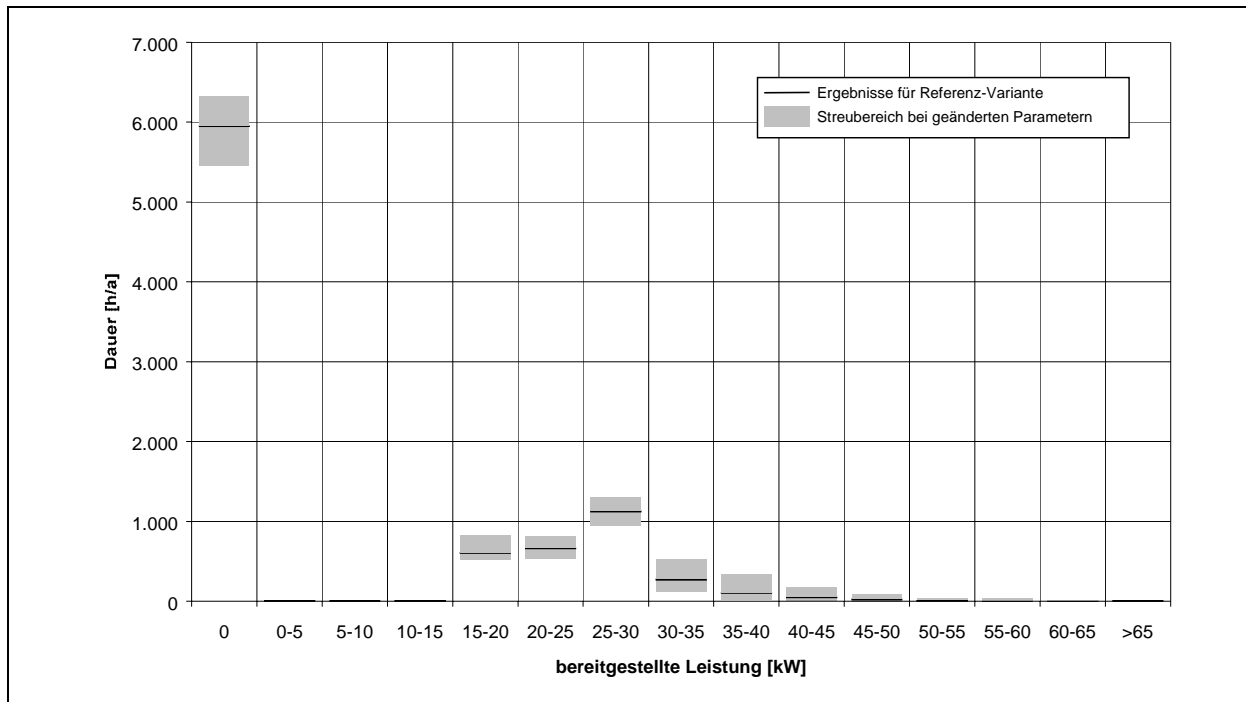
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 34: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



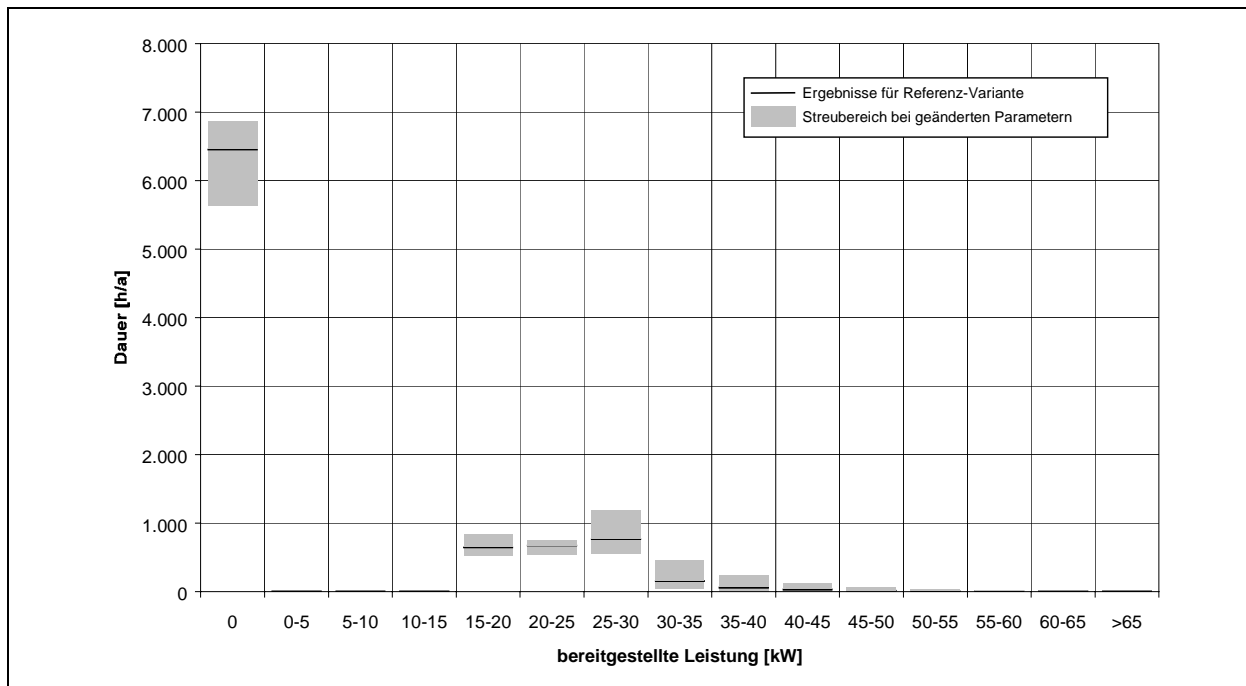
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 40 - 45 kW

Abb. 35: Bürogebäude - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



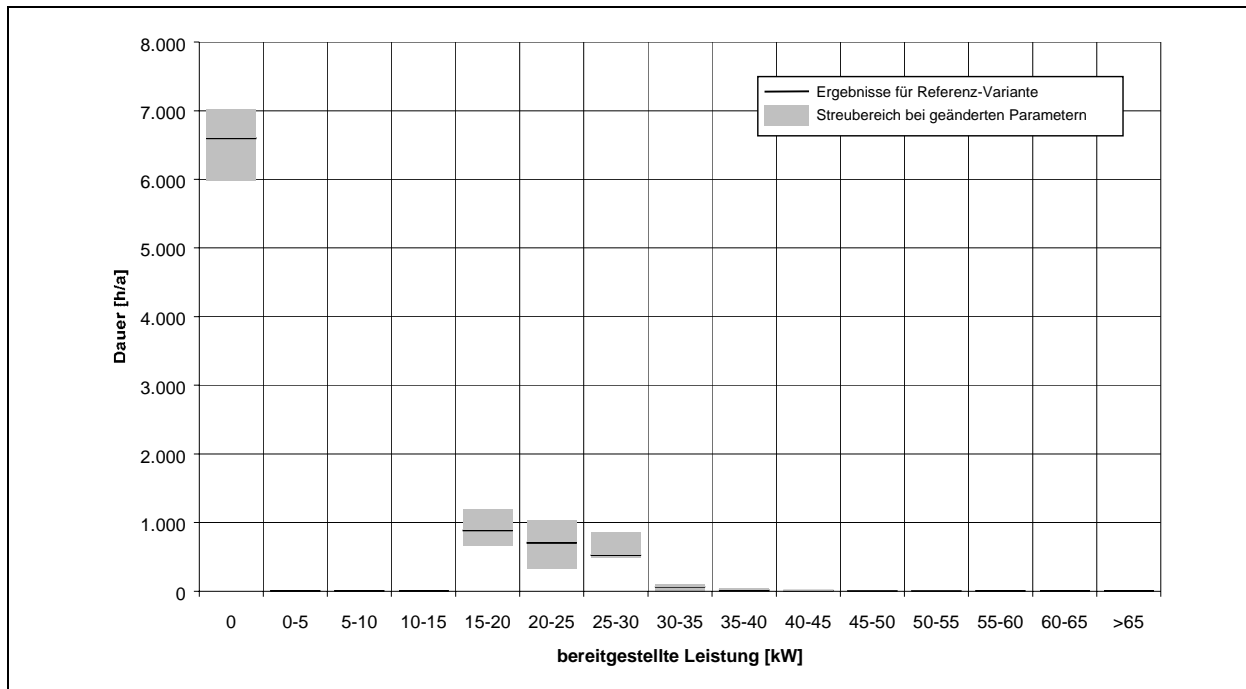
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 36: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



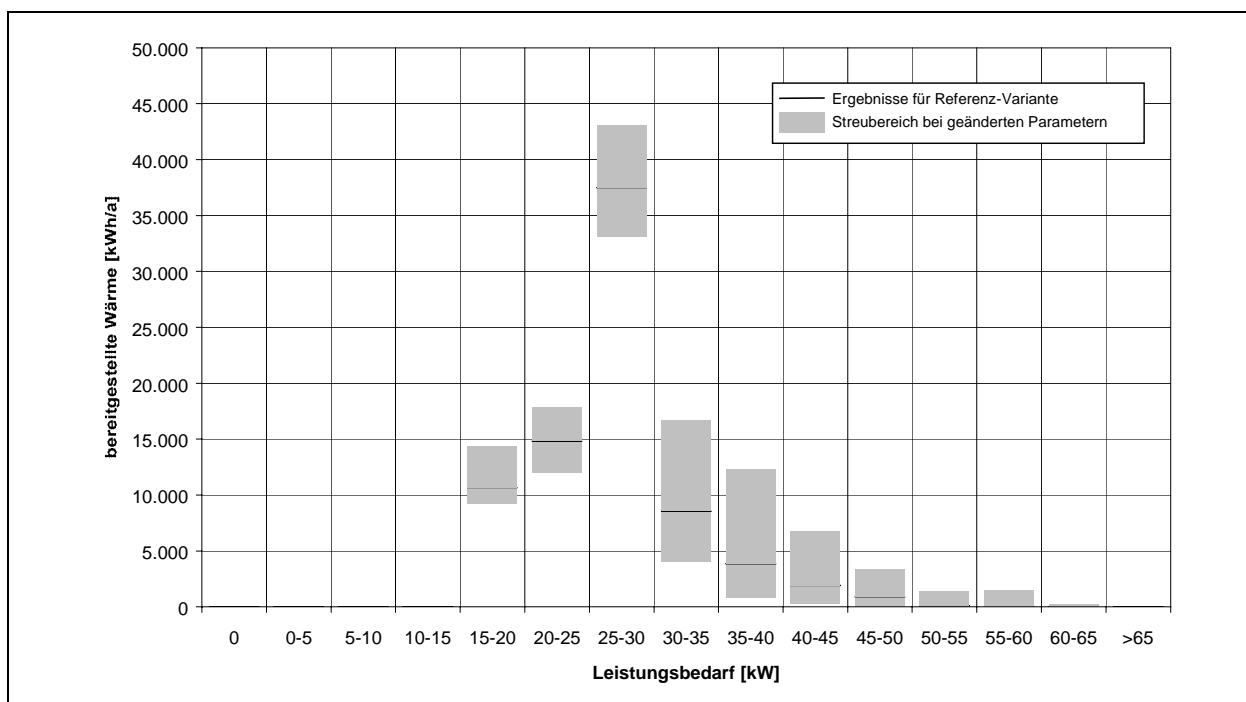
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 37: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



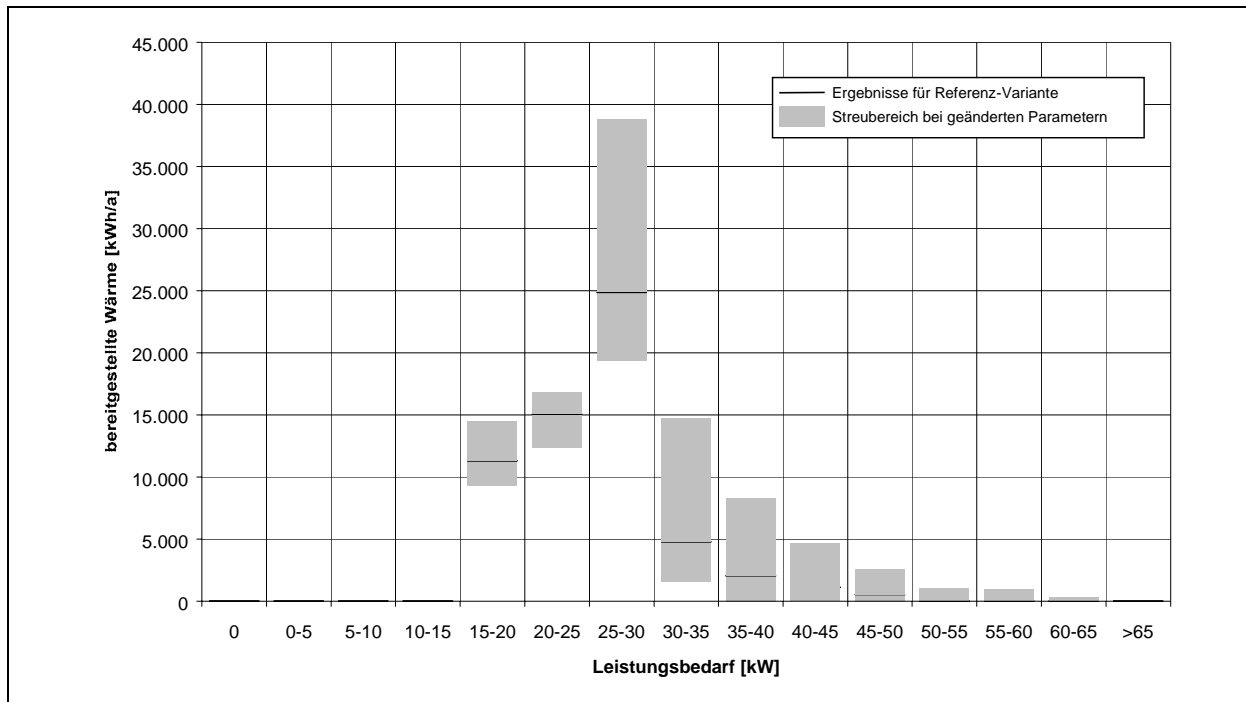
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 38: Bürogebäude - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



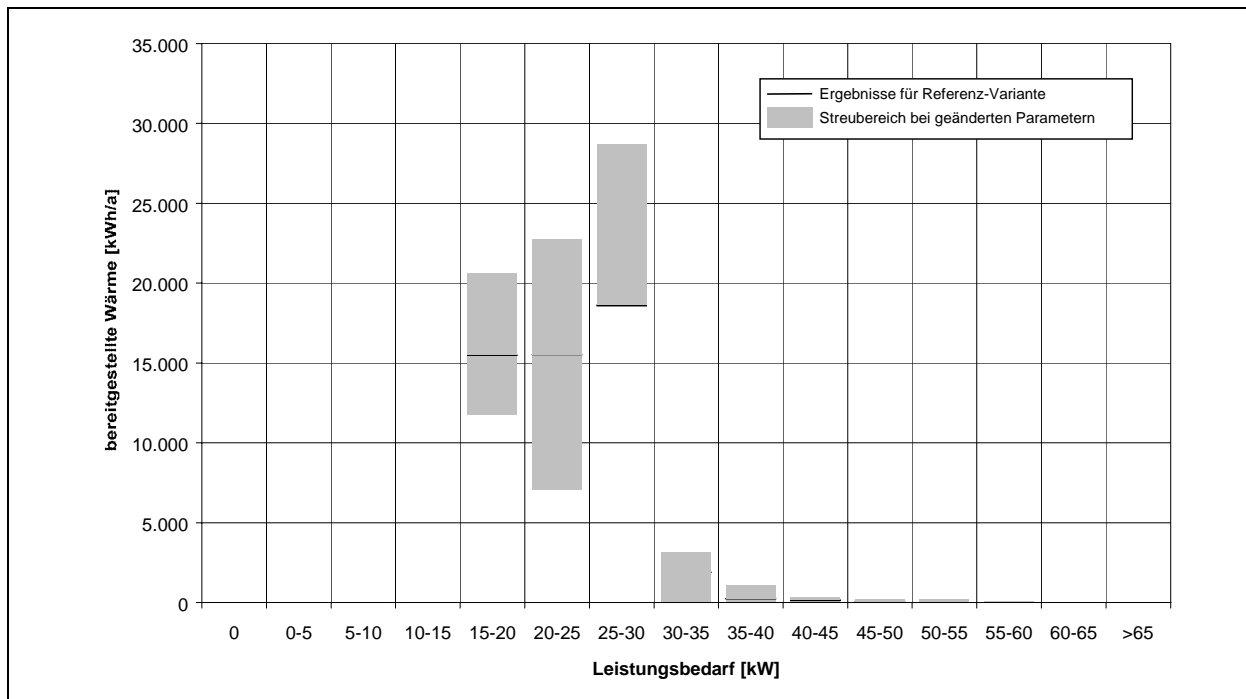
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 39: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



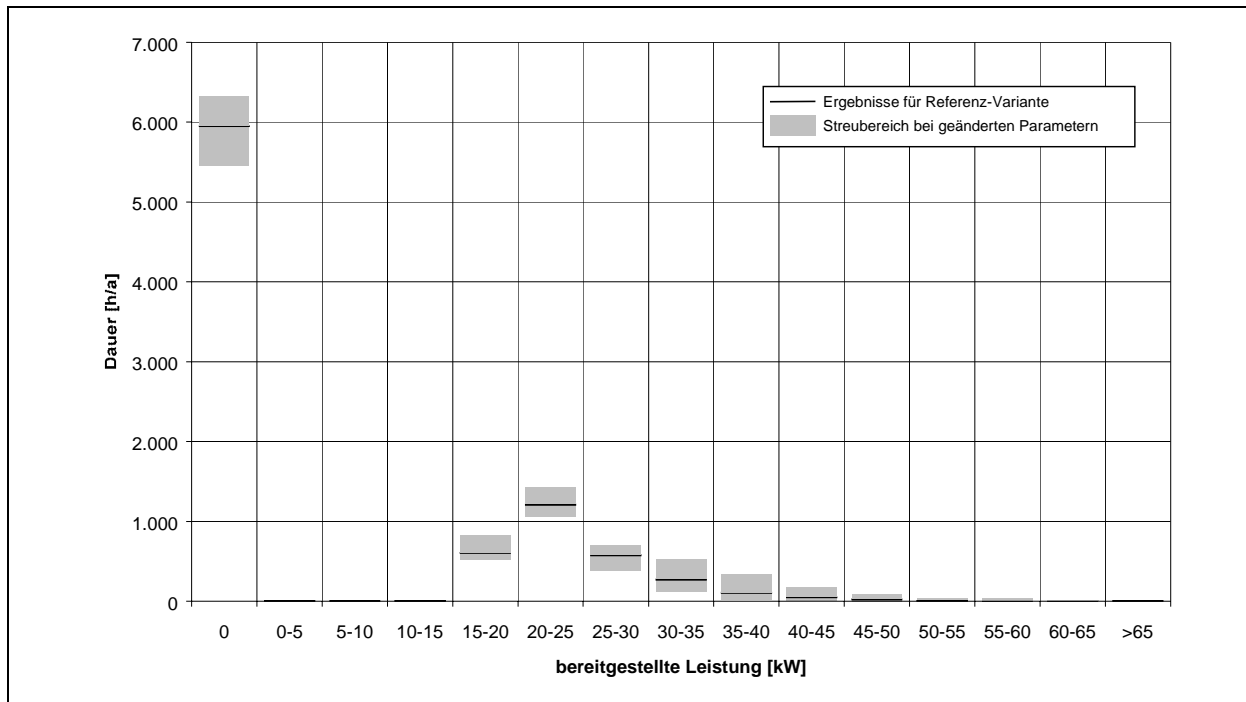
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 40: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



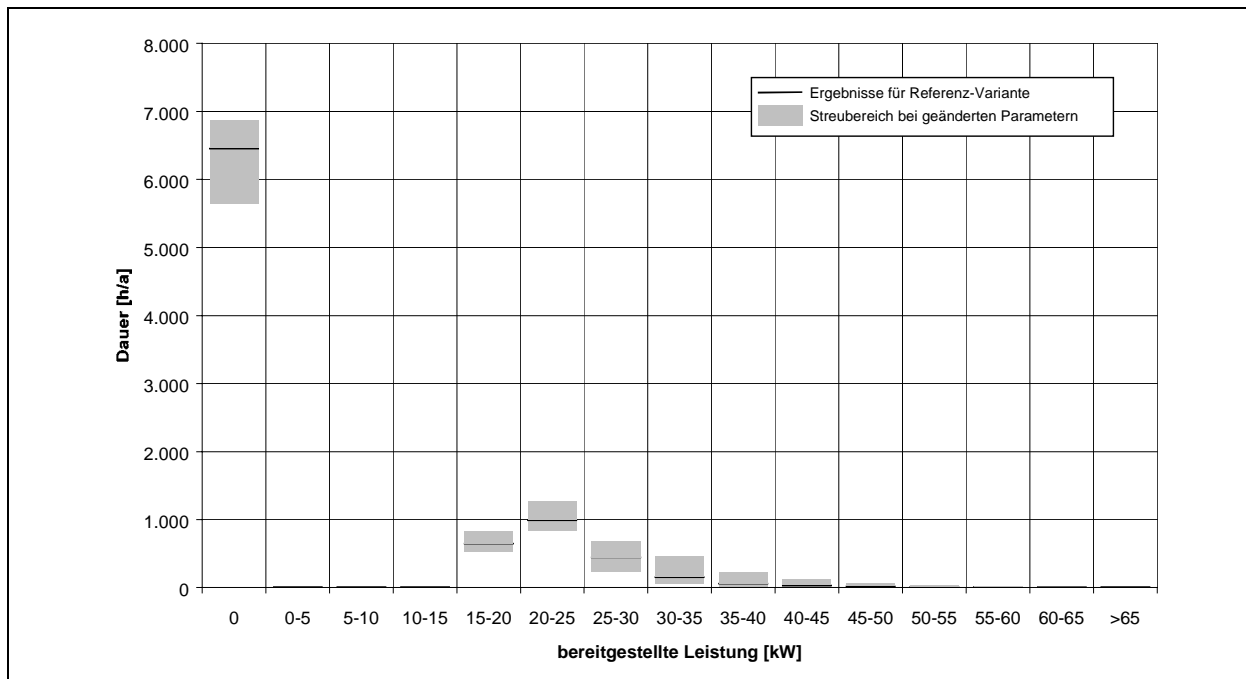
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 25 - 30 kW

Abb. 41: Bürogebäude - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



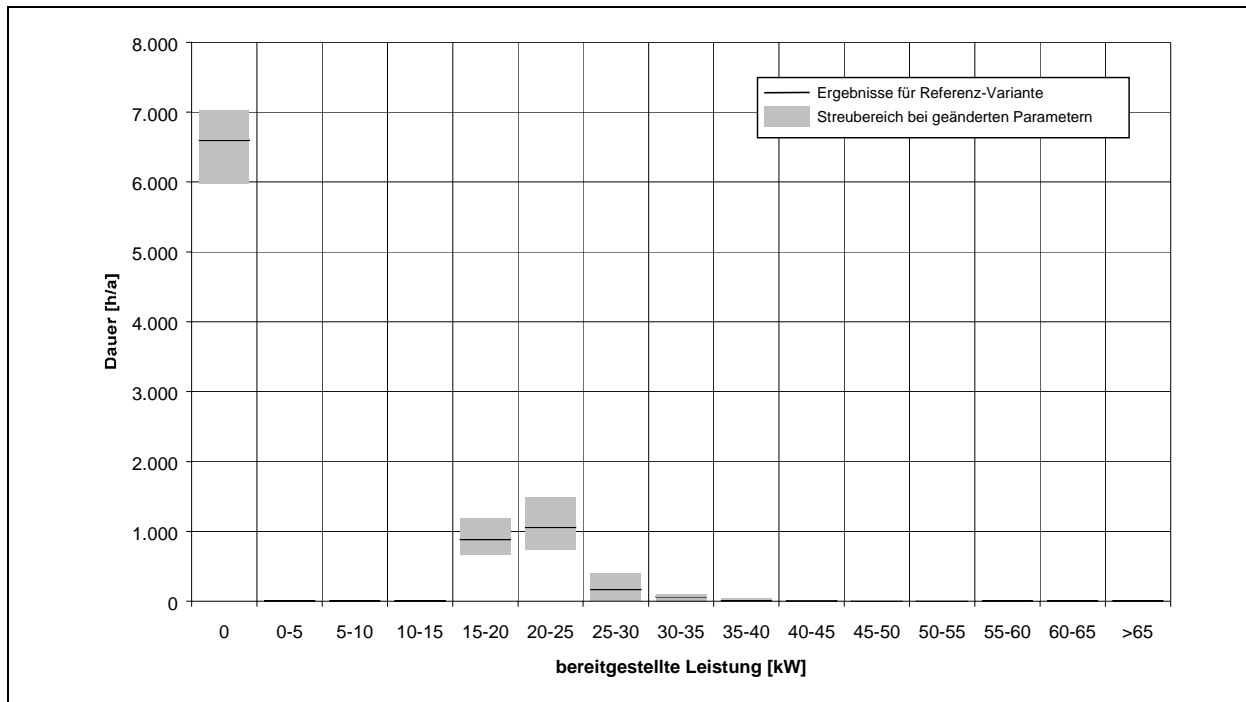
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 42: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



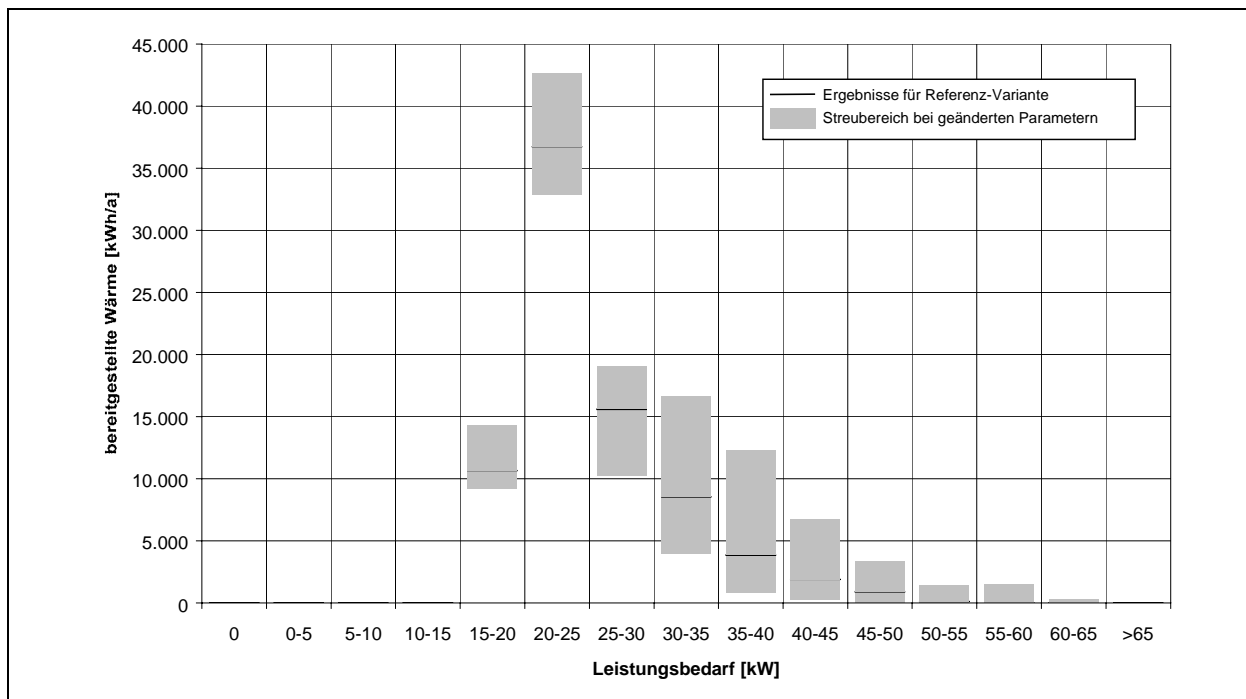
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 43: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



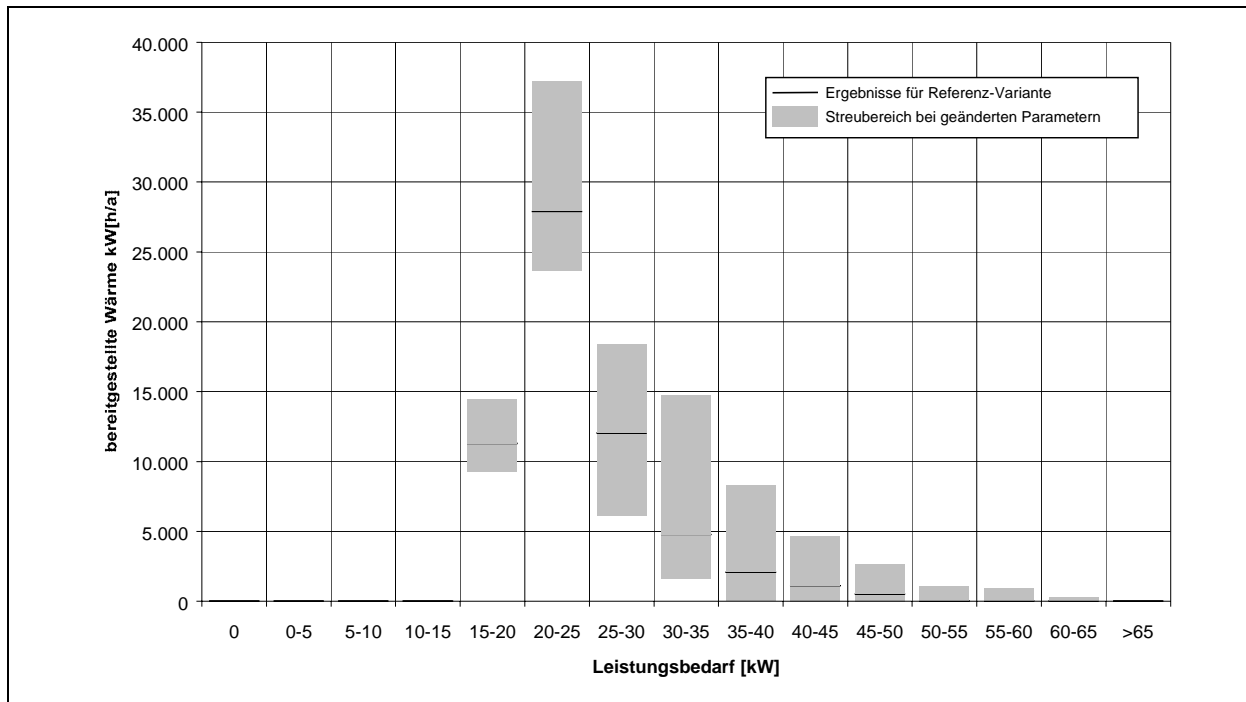
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 44: Bürogebäude - Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



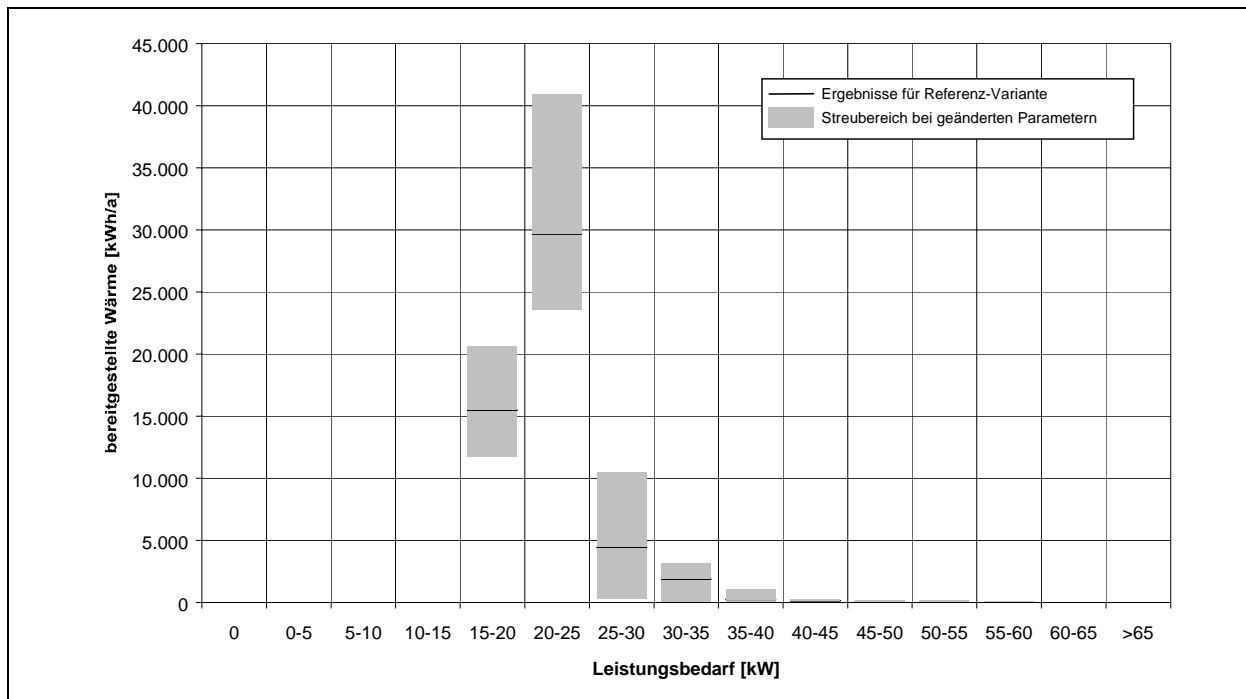
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 45: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



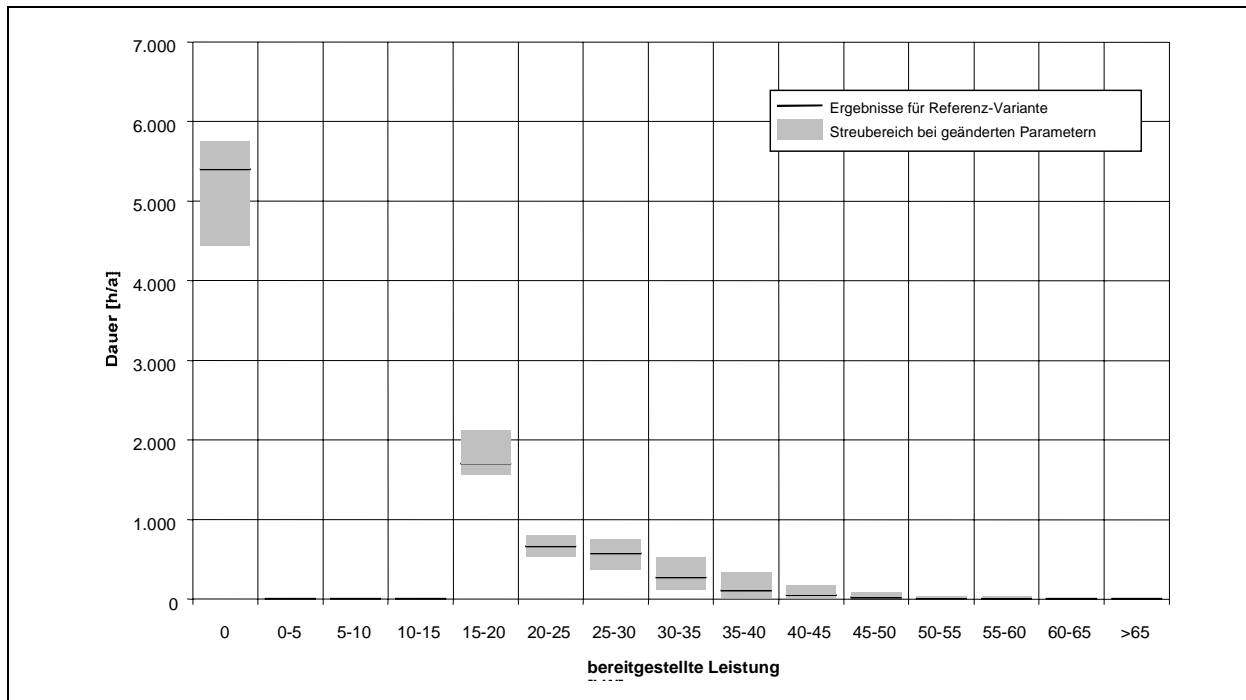
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 46: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



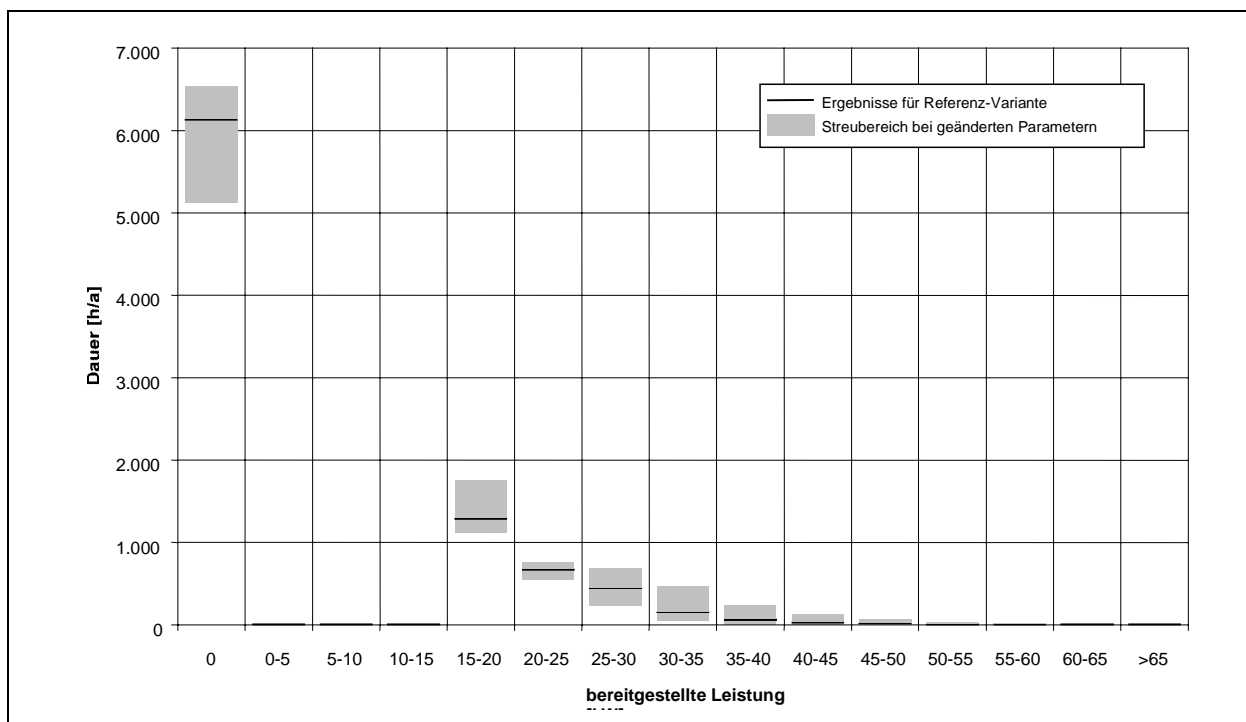
Bei Wärmebedarf über 15 kW: Betrieb mit kontinuierlicher Leistungsregelung; bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 20 - 25 kW

Abb. 47: Bürogebäude - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



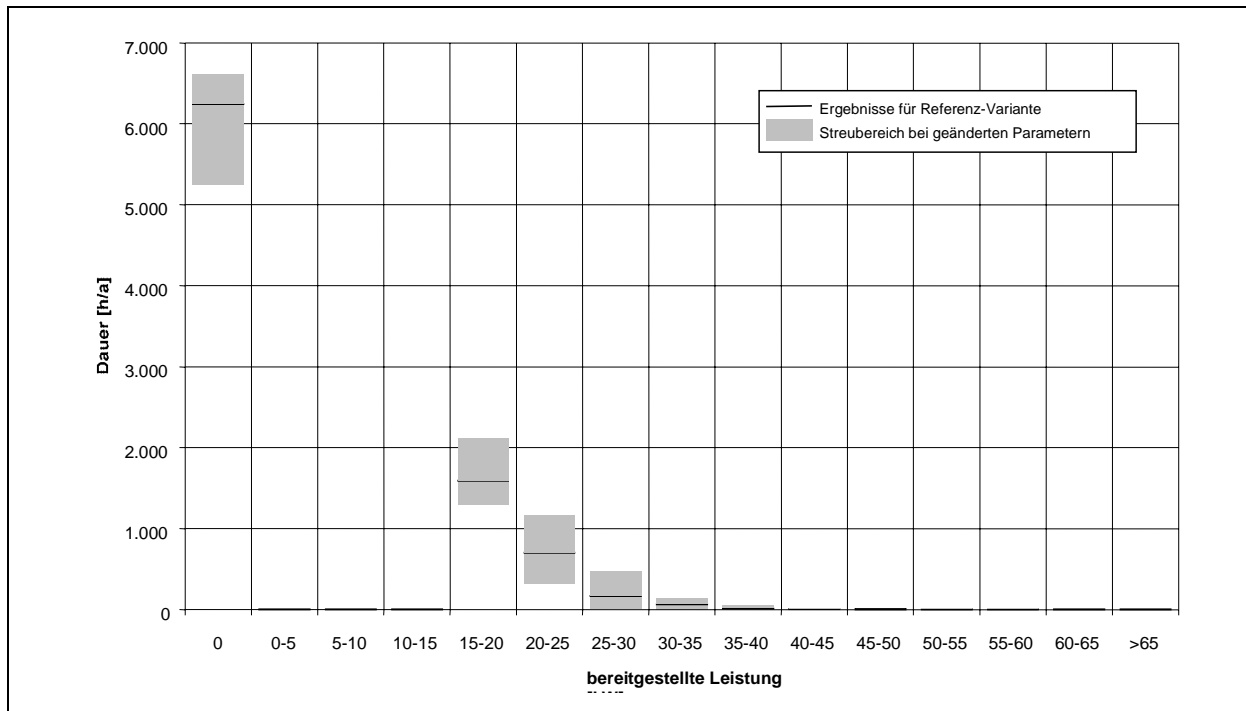
Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 48: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung – Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



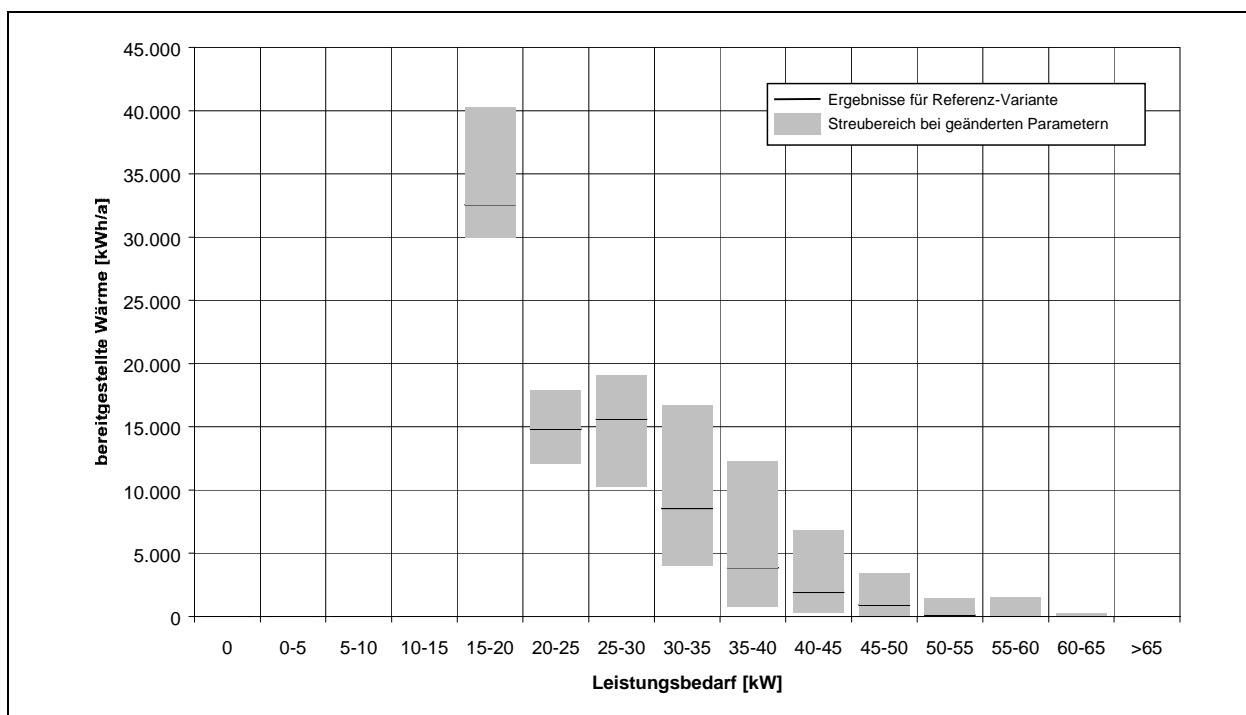
Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 49: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung – Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



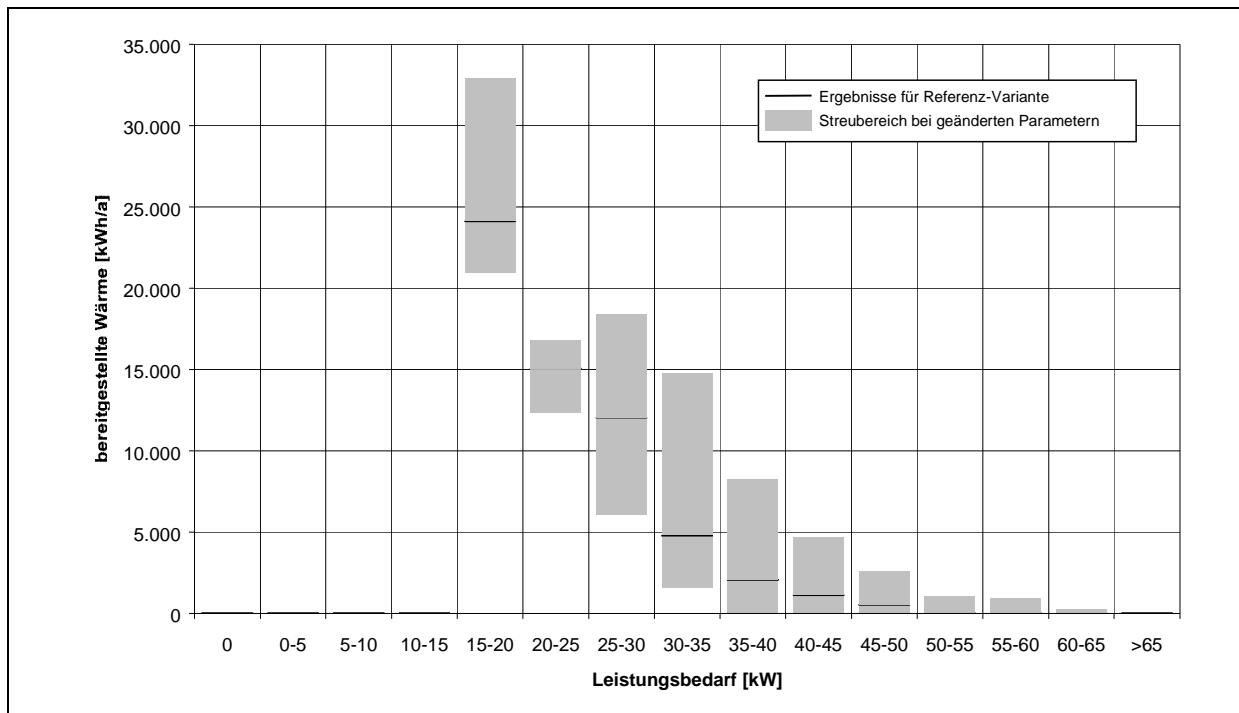
Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 50: Bürogebäude – Häufigkeitsverteilung der bereitgestellten Leistung



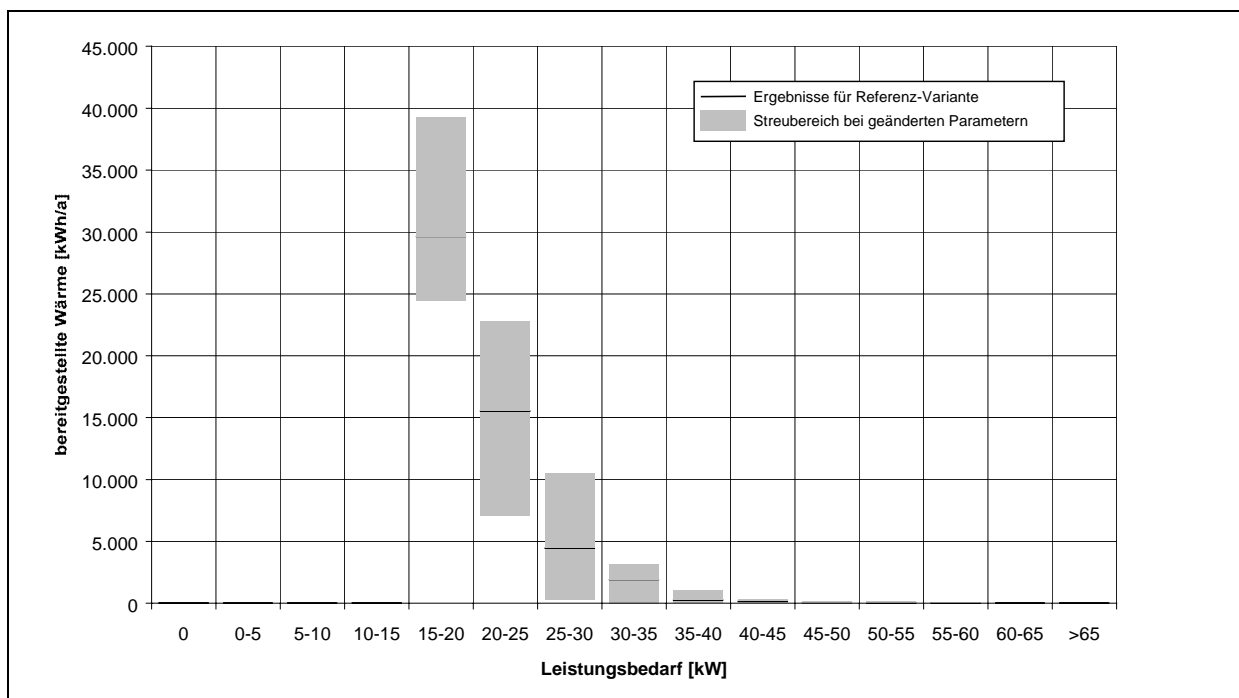
Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 51: Wohngebäude mit Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 52: Wohngebäude ohne Brauchwassererwärmung - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme



Bei Wärmebedarf unter 15 kW: Taktbetrieb mit konstanter Leistung im Leistungsbereich von 15 - 20 kW

Abb. 53: Bürogebäude - Leistungsspektrum der bereitgestellten Wärme

## 2.5 Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen

Aus den Schlussfolgerungen aus der Marktanalyse, der Benutzerbefragung und den Simulationsrechnungen sowie aufgrund der weiteren Erkenntnisse aus den Simulationsrechnungen konnten die nachstehenden Anforderungsprofile für Biomassefeuerungen abgeleitet werden:

- Vorrangige Anforderungen sind geringer Bedienungsaufwand, geringe Lärm- und Schmutzemissionen sowie größtmögliche Betriebssicherheit und hoher Automatisierungsgrad zur Erzielung eines größtmöglichen Komforts für die Bewohner.
- Ein hoher Anteil der Wärme wird im kleinsten Leistungsbereich (unter einem Drittel der Heizlast) benötigt. Das heißt, die Biomassefeuerungsanlagen müssen in Bezug auf Nutzungsgrad und Emissionen einen effizienten Betrieb in kleinen Teillastbereichen ermöglichen. Wird ein Teillastbereich im Taktbetrieb abgedeckt, so sind die in den instationären Betriebsphasen auftretenden erhöhten Verluste zu beachten. Um diese Verluste klein zu halten muss die Heizanlage, vor allem auch die Feuerungsregelung, so ausgelegt werden, dass die Häufigkeit der Takte möglichst klein bzw. das Verhältnis zwischen „Brennzeit“ und „Pausenzeit“ möglichst groß gehalten wird. Weiters ergibt sich hieraus die Anforderung, dass Biomasseheizungen im allgemeinen mit einem Pufferspeicher ausgestattet sein sollten.
- Ein großer Teil der Wärme, die bei kleiner Leistung benötigt wird, ist durch die Brauchwassererwärmung im Sommer begründet. Um die bereits erwähnten Verluste bei kleiner Leistung (insbesondere im Taktbetrieb) zu verringern, ist der Einsatz einer zusätzlichen Wärmequelle (z. B. Solaranlage) zu empfehlen.
- Die Feuerungsanlagen sollen für eine möglichst große Bandbreite an Brennstoffen geeignet sein. Die Entwicklung von „kombinierten Feuerungen“ ist bei den Konsumenten nachgefragt und der Bedarf wird derzeit durch wenige Hersteller erfüllt (siehe Tabelle 5).
- Die Biomassefeuerungen sollen so konzipiert werden, dass eine kostengünstige Serienfertigung von gemeinsamen Komponenten (z. B. Brennkammer, Fördertechnik) mit einer hohen Stückzahl erreicht wird, um die Herstellungskosten zu senken.

### 3. Forschungsbedarf

Aus den Anforderungsprofilen lässt sich folgender Forschungsbedarf ableiten:

- Anlagenkonzepte für unterschiedliche Brennstoffe („Multifuel-Konzepte“)

Die Anforderungen der Nutzer gehen in die Richtung, möglichst unterschiedliche Brennstoffe (Stückholz, Hackgut, Pellets) in einer Feuerung verwenden zu können, um jeweils den kostengünstigsten verfügbaren Brennstoff einsetzen zu können.

Die Anforderungen wurden bereits von einigen Herstellern erfüllt (siehe Tabelle 5). Die Entwicklungen sollten aber verstärkt weitergeführt werden.
- Neue Auslegungsstrategie für Feuerungen

Da ein großer Teil der Wärme in einem Leistungsbereich weit unter der Heizlast bereitzustellen ist (siehe Abbildungen 27 bis 29), wäre es sinnvoll den optimalen „Auslegungspunkt“ für Feuerungsanlagen (höchster Wirkungsgrad, geringste Emissionen) in diesen Bereich und nicht in den Bereich der Heizlast (= Nennlast) zu legen.

Dies sollte zu besserer Brennstoffausnutzung und damit zur Senkung von Betriebskosten führen.
- Messprogramm von Teillastzuständen hinsichtlich Wirkungsgrade und Emissionen

Zur Entwicklung von Regelungen für einen optimalen Betrieb von Biomassefeuerungen unter Berücksichtigung derjenigen Teillastbereiche, in denen ein kontinuierlicher Betrieb nicht mehr möglich ist (unter einem Drittel der Nennlast), sind die Nutzungsgrade von Betriebszuständen im praktischen Einsatz für alle Teillastbereiche notwendig. Die in diesen Betriebszuständen verursachten Emissionsmengen müssten ebenfalls gemessen werden.

Die Kenntnis dieser Daten sollten eine optimale Betriebsweise von Feuerungsanlagen während der Heizperiode mittels „intelligenter“ Regelungen, gegebenenfalls unter Einbeziehung anderer Energieträger - insbesondere Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung im Sommer - ermöglichen.
- Einfache Rechenhilfe zur Auslegung von optimierten Pufferspeichern

Für den Betrieb von Biomassefeuerungsanlagen für niedrigen Energiebedarf ist die Installation von Speichern zu empfehlen. Für die Auslegung könnte ein Rechenmodul - unter Berücksichtigung der Warmwasserbereitung - entwickelt werden, das „Nicht-Fachpersonen“ einfach und rasch Informationen (Größe, Anzahl der Speicher, Kosten etc.) zur Verfügung stellt.

Die Rechenhilfe müsste die Erfordernissen der zukünftigen Nutzer (z. B. Wohnbauträger) sowie die Eigenheiten unterschiedlicher Feuerungsanlagen

berücksichtigen und müsste anhand ausgewählter Wohn- und Bürogebäude in Hinblick auf seine Eignung in der Praxis getestet werden.

#### 4. Relevante Literatur

- Adensam, H. et al: Die Rolle des Kachelofens im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzeptes, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Endbericht, Wien, 02/2000
- Beheizung der Wohnungen 1997, Ergebnisse des Mikrozensus Juni 1997, Statistische Nachrichten 5/1998
- Biermayr, P. et al: Hemmnisse und fördernde Faktoren für die integrale Gebäudeplanung, Vortrag beim BMVIT Workshop „Innovative Wohnbauten“, Wien, 10.11.2000
- Ceipek, K.: Heizen mit Holz: Komfort muss stimmen, In: Ökoenergie 33/98
- Clement, W. et al: Bioenergie-Cluster Österreich, Industriewissenschaftliches Institut (IWI), Fachbereich Industriepolitik, Wien, 1. September 1998
- Einstellungen zum Heizen mit Holz, Fessel-GFK Institut für Marktforschung Ges.m.b.H., Studie im Auftrag des Österreichischen Biomasseverbands, 1998
- Energiefluss Österreichs 1997, Energieverwertungsagentur, Wien 1999
- Energie Tirol: Energieholzkonzept Zillertal, Endbericht, Innsbruck 1998
- Feist, Wolfgang (Hrsg.): Das Niedrigenergiehaus - Neuer Standard für energiebewusstes Bauen, Heidelberg: C.F.Müller Verlag, 4. Auflage 1997
- Haas, J.: Bewertungskatalog für kleine zentrale Holzheizungen, Kurzfassung, Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn 1998
- Haas, J.; Hackstock, R.: Brennstoffversorgung mit Biomassepellets, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Berichte aus Energie- und Umweltforschung 6/98, Wien 1998
- Halozan, H.: Im Jahr 1968 in Graz gemessener Klimadatensatz; ausgewertet von H. Halozan, 1968
- Holzpellets - Brennstoff mit Zukunft, Workshopunterlagen, Bundesanstalt für Landtechnik (BLT) Wieselburg, 16.09.1998
- Jonas, A.; Haneder, H.: Zahlenmäßige Entwicklung der modernen Holz- und Rindenfeuerungen in Österreich, Gesamtbilanz 1984-1999, NÖ Landwirtschaftskammer, Wien, 1. März 2000
- Jordan, U.: Programm zur Generierung realistischer Trinkwasser-Zapfprofile für bis zu 60 Wohneinheiten, Dipl.-Phys. Ulrike Jordan, Universität Marburg
- Keul, A.: Wohnen mit oder ohne Energiesparen: Das Salzburger Gefühl, Vortrag beim SIR Workshop „Wohnen und Energiesparen – was sagen die Bewohner?“, Salzburg, 7.12.2000
- Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren, ISBN 3-540-64853-4, Springer-Verlag, 2001

- Lang, R. W.; Jud, Th.; Paula M.: Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Konzept, Februar 1999
- Meteonorm, 1995: Meteorologische Grundlagen für die Sonnenenergienutzung; Fabrikstrasse 14, CH - 3012 Bern, Schweiz
- Neubarth, J., Kaltschmitt, M. (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Österreich – Systemtechnik, Potenziale, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte; ISBN 3-211-83579-2, Springer-Verlag, Wien 2000
- Obernberger, I., Hammerschmid, A.: Dezentrale Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien, dbv-Verlag, Schriftenreihe Thermische Biomassennutzung, Band 4, Graz 1999
- Österreichisches Ökologie-Institut: Kachelöfen im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzeptes, Endbericht, Wien 2000
- Rakos, Ch.: Holzheizungen - Wege in die Zukunft, Zusammenfassung der Ergebnisse der Expertenklausur "Zukunft der Holzheizung" in Sonntagberg, 27.-28.10.1998, Energieverwertungsagentur, 17.11.1998
- Rakos, Ch.: Zukunft der Forschung und Entwicklung bei Biomasse-Kleinf Feuerungsanlagen, Ergebnisse eines Workshops in der BLT Wieselburg am 15. Juni 1999
- Rakos, Ch.; Hackstock, R.: Untersuchungen zum Einsatz von Holz als Energieträger am Wärmemarkt, Endbericht, Energieverwertungsagentur, Wien 2000
- Rakos, Ch. u.a.: The Diffusion of Biomass District Heating in Austria, Institut für Technikfolgenabschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Endbericht, Wien 1995
- Rohracher, H.: Der organisatorisch-institutionelle Rahmen von Technikdiffusion. Am Beispiel der Verbreitung von modernen Holzfeuerungsanlagen, Interuniversitäres Forschungszentrum, Graz, Heft 26/1997
- Rohracher, H., Suschek-Berger, J., Schwärzler G.: Verbreitung von Biomasse-Kleinanlagen - Situationsanalyse und Handlungsempfehlungen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Berichte aus Energie- und Umweltforschung 9/97, Wien 1997
- Spitzer, J. et al: Energie aus Biomasse – Ergebnisse aus der Vorbereitungsphase für das Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften, Graz, Dezember 1999
- Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich: Österreichisches Statistisches Zentralamt, ab 1.Jänner 2000: Statistik Österreich (als Rechtsnachfolger), Wien
- Streicher, W.: Teilsolare Raumheizung, Auslegung und hydraulische Integration, Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE, ISBN 3-90-1426-06-3, Gleisdorf 1996

Streicher, W.: Das Null-Heizenergiehaus Nader - Erste Messergebnisse und Erfahrungen, in Gleisdorf Solar '98, Internationales Symposium für thermische und photovoltaische Sonnenenergienutzung, 9.-12. Sept. 1998, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Gleisdorf 1998

SEL, 2000: TRNSYS 15, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin-Madison

Zilian, H.G. (unter Mitarbeit von Hödl, J.): Ein Markt in Entstehung – Die Angebotsseite von Biomasse-Kleinfeuerungsanlagen, Endbericht, Graz 2000

#### Verwendete Normen:

ISO - 7730: Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort

ÖNORM B 8110-1: Wärmeschutz im Hochbau; Anforderungen an den Wärmeschutz und Nachweisverfahren. VORNORM 1.Juni 1998

ÖNORM B 8135: Vereinfachte Berechnung des zeitbezogenen Wärmeverlustes (Heizlast) von Gebäuden. VORNORM 1.Februar 1983

ÖNORM H 6000-3: Lüftungstechnische Anlagen; Grundregeln, Hygienische und physiologische Anforderungen für den Aufenthaltsbereich von Personen. 1.Jänner 1989

## Anhang

### Arbeitsplan

#### Start-up-Workshop, 22.03.2000, Graz

- Einladungsbrief
- Adressenliste
- Programm
- Teilnehmerliste
- Vortrag Joanneum Research, K. Könighofer
- Vortrag TU Graz - IWT, W. Streicher
- Vortrag Bausparerheim, E. Haigermoser
- Ergebnisbrief
- Adressenliste
- Ergebnisse Zusammenfassung

#### Bioenergie-Cluster, 23.03.2000, Gmunden

- Vortrag Joanneum Research, K. Könighofer
- Fragebogen für Biomasse-Heizungsanlagen-Hersteller

#### Workshop, 13.10.2000, Graz

- Einladungsbrief
- Programm
- Teilnehmerliste
- Ergebnisbrief
- Adressenliste
- Ergebnisse Zusammenfassung

#### Abschluss-Workshop, 31.01.2001, Graz

- Einladungsbrief
- Programm
- Teilnehmerliste
- Ergebnisse Zusammenfassung

#### Herstellerliste Biomassefeuerungen Österreich

#### Analyse der Nutzererfahrungen

#### Simulationsbericht (Teil I und Teil II)