

NEUEN ENERGIEN 2020

Publizierbarer Endbericht

Programmsteuerung:

Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:

Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

1 Projektdaten

Kurztitel	PH 2.0	
Langtitel	Entwicklung von optimierten praxisorientierten Planungs- und Ausführungsunterlagen von Passivhäusern der 2. Generation	
Projektnummer	818851	
Programm/Programmlinie	Neue Energien 2020 1. Ausschreibung	
Antragsteller	AEE – Institut für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC)	
Projektpartner	P1: Schöberl & Pöll GmbH P2: TB Hofbauer P3: Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur P4: Energie Tirol	
Projektstart u. -dauer	Projektstart: 01.05.2010	Dauer: 24 Monate
Berichtszeitraum	01.05.2010 bis 30.04.2012	

Synopsis:

Aufbauend auf den Ergebnissen der messtechnischen Begleituntersuchung von mehrgeschossigen Passivhäusern unterschiedlicher Bautypen und Nutzungsarten werden umsetzungs- und praxisorientierte Richtlinien in Form eines „Handbuchs für Passivhäuser der 2. Generation“ dargestellt. Diese Richtlinien erörtern die Anforderungen an das Passivhaus der 2. Generation und geben Empfehlungen und innovative Lösungsansätze für die Planung, Umsetzung und Qualitätssicherung der Technologien und Systeme in großvolumigen Passivhäusern wieder.

2 Einleitung

2.1 Aufgabenstellung

Die innovativen Technologien des Passivhauses der 1. Generation sind nur so gut, wie sie in der tatsächlichen praktischen Umsetzung auch die theoretisch projektierten Zielwerte einhalten können. Neben der bau- und haustechnischen Planung müssen bei energierelevanten Detaillösungen für mehrgeschossige Passivhäuser oft auch die Vorgaben von Bauträgern und ArchitektInnen berücksichtigt werden.

Die Grundlage zur Festlegung der notwendigen Kriterien wie Dämmstärken, Wärmebrücken, Luftdichtheit oder Ausnutzung der passiven solaren Gewinne bildet dabei das vom Passivhausinstitut Darmstadt (PHI) entwickelte Passivhaus Projektierungs-Paket (PHPP). Die im Zuge der Planung daraus ermittelten Kennzahlen für den Heizwärmebedarf werden meist erreicht. Die Zielwerte für End- und Primärenergieverbrauch werden hingegen häufig verfehlt (siehe Abbildung 1).

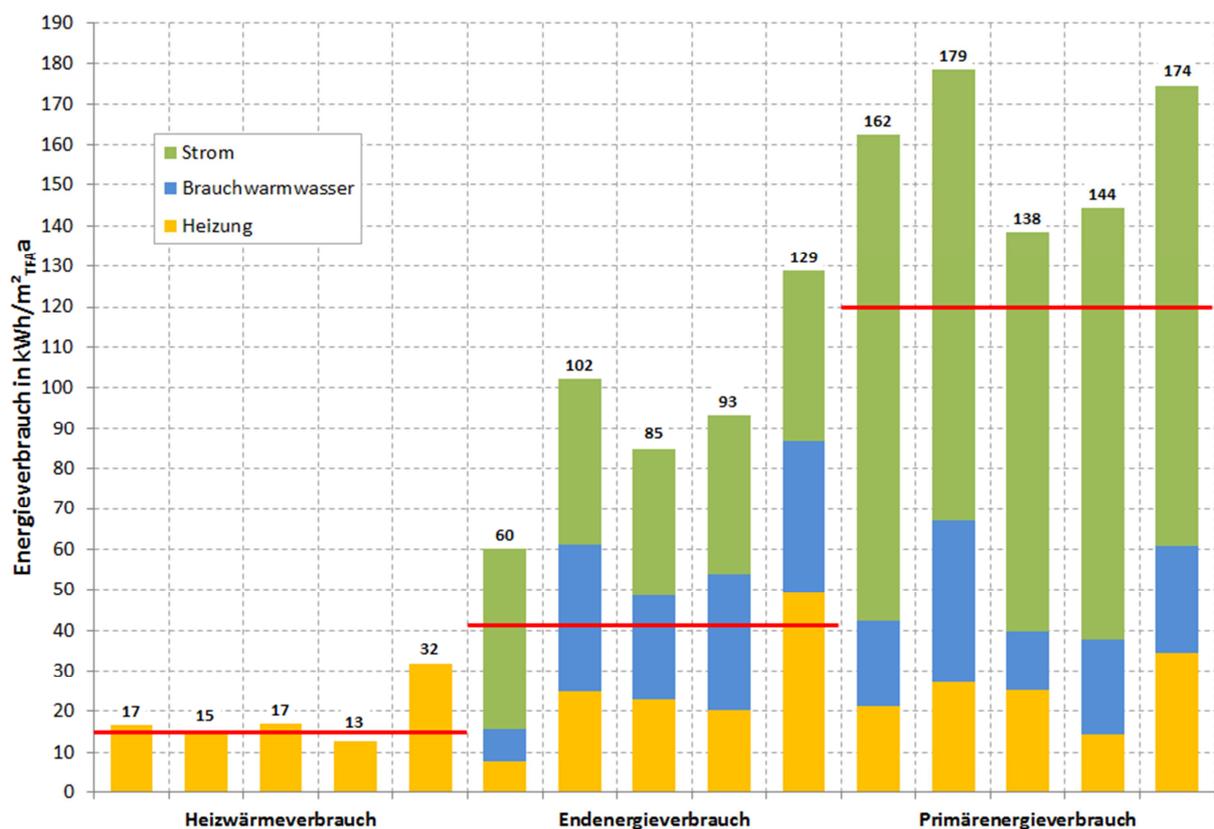


Abbildung 1: Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergieverbrauch messtechnisch untersuchter großvolumiger Mehrfamilienpassivwohnhäuser der Jahre 2007 bis 2009 (Quelle: nach [1])

Neben den energietechnischen Kennwerten ist auch die Erreichung des „höheren Wohnkomforts“ relevant und wurde überprüft. Dabei zeigte sich, dass es vor allem in den Sommermonaten zu Behaglichkeitsproblemen auf Grund zu hoher Raumtemperaturen

kommt. In Abbildung 2 wird diese Problematik anhand der Anzahl der Jahresstunden mit einer Raumtemperatur von über 26°C in den Wohnungen verdeutlicht.

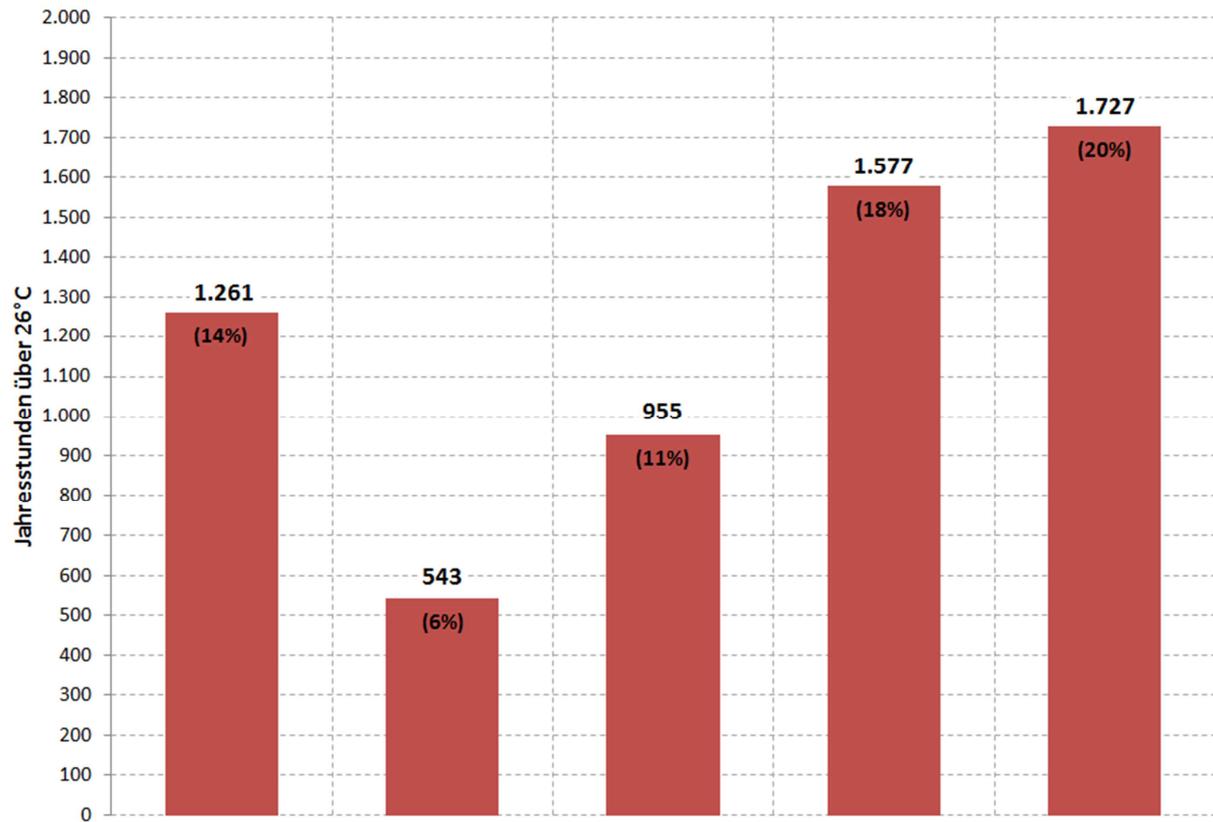


Abbildung 2: Jahresstunden mit einer Raumtemperatur über 26°C von messtechnisch untersuchten großvolumigen Mehrfamilienpassivwohnhäusern der Jahre 2007 bis 2009 (Quelle: nach [1])

Von großer Bedeutung ist es daher, die Abweichungen von den projektierten Kennwerten sowie die Ursachen der Behaglichkeitsprobleme zu ergründen, Schwachstellen und Probleme aufzuzeigen und Lösungsvorschläge anzubieten.

2.2 Schwerpunkt des Projektes

Analysen und Messdatenauswertungen vorangegangener Projekte wie „Energetische, baubiologische und nutzerInnen-spezifische Begleituntersuchung zu innovativen Baukonzepten, der im Rahmen HAUS DER ZUKUNFT umgesetzten Projekte“ (kurz „Innovative Bau-Konzepte“ - IBK) [1] haben gezeigt, dass trotz zum Teil hoch entwickelter Einzelkomponenten das Gesamtsystem „großvolumiges Passivhaus“ energietechnisch noch einiges an Optimierungspotenzial aufweist. Vor allem in den Bereichen Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung treten hohe Systemverluste auf. Zudem gewinnt der Stromverbrauch der Gebäude nachgewiesen immer mehr an Bedeutung.

Das Ziel dieses Projektes war daher die Ausarbeitung von Strategien zur Optimierung der bau-, haus- und lüftungstechnischen Komponenten zu einem innovativen Gesamtsystem.

Berücksichtigt wurden dabei die Auswertungen der durchgeführten NutzerInnenbefragungen und der messtechnischen Untersuchungen in großvolumigen Passivhäusern der „1. Generation“. Weitere Detailuntersuchungen einzelner Objekte wurden vorgenommen, vor allem hinsichtlich deren Potenzial bereits in der 1. Generation eingesetzte, gut funktionierende Haustechniklösungen auf anderen Gebäude zu übertragen. Zusätzliche Messungen und Auswertungen der Haustechnikkomponenten und -systeme waren dazu unerlässlich und beanspruchten einige Zeit im Projekt.

Wichtig war letztlich, die Daten und Analysen der großvolumigen Passivhäuser auch so zu interpretieren, dass ganz klar wurde, was ist den Passivhäusern und deren Verbesserung, und was auch anderen Gebäuden zuzuschreiben. Das heißt welche Maßnahmen zur Verbesserung betreffen wirklich das Passivhaus (z.B. Heizungsdimensionierung) und welche alle anderen Gebäude gleichermaßen (z.B. Stromverbräuche – Haushalt, Allgemeinstrom).

Als strategische „Richtlinien“ stehen die erarbeiteten Ergebnisse, Strategien und Lösungsansätze in weiterer Folge sowohl PlanerInnen als auch ausführenden Unternehmen zu Verfügung. Sie wurden den relevanten Zielgruppen via Internet und öffentlichem Workshop mit Präsentationen zum Thema zugänglich gemacht.

2.3 Einordnung in das Programm

Der Gebäudebereich zeichnet für einen wesentlichen Anteil am Energieverbrauch und an den CO₂-Emissionen in Österreich und Europa verantwortlich. Darunter fallen der Energiebedarf für die Heizung, Kühlung, die Warmwasserbereitung, die Beleuchtung, etc. Aber auch der Energieverbrauch im Bereich Mobilität und Industrie (Baustoffproduktion) wird durch die Gebäude wesentlich beeinflusst. Dadurch bildet der Gebäudebereich den zentralen Ansatzpunkt aller nachhaltigen Energieszenarien und verfügt über die größten realistischen Potenziale zur deutlichen Erhöhung der Energieeffizienz und zur Reduktion treibhausrelevanter Emissionen in Österreich.[2]

Daher orientierte sich die erste Ausschreibung des Forschungs- und Technologieprogramms „Neue Energien 2020“ auch an den drei grundlegenden Ausrichtungen:

- Effizienter Energieeinsatz
- Erneuerbare Energieträger
- Intelligente Energiesysteme,

wobei auch darüber hinausgehende Fragen, wie etwa jener des Lebensstils als ein bedarfsbestimmender Faktor erörtert werden sollen.[2]

Diesem ganzheitlichen und umfassenden Betrachtungsansatz wurde auch im durchgeführten Forschungsprojekt „PH 2.0 – Entwicklung von optimierten praxisorientierten Planungs- und Ausführungsunterlagen von Passivhäusern der 2. Generation“ folge geleistet.

Im Detail kann das Projekt folgenden Themenpunkte der 1. Ausschreibung des Forschungs- und Technologieprogramms „Neue Energien 2020“ zugeordnet werden:

3.4.5 Technologien und Komponenten für höchst energie- und ressourceneffizientes Bauen

Der Fokus dieses Themenpunktes lag lt. Ausschreibungsleitfaden auf der Entwicklung, Demonstration und Integration hochinnovativer Technologien und Komponenten mit höchsten Ansprüchen an Energieeffizienz und Nachhaltigkeit im Bereich der Technischen Gebäudeausrüstung (z.B. Passivhauskomponenten).[2]

Die Identifikation von Schwachstellen und deren Lösungsansätze durch verschiedene Passivhaustechnologien wie Lüftung mit WRG, Stromeinsatz für Pumpen, Frostfreihaltung waren ein Schwerpunkt in PH 2.0.

3.5.5 Effizienzsteigerung von Produkten und Systemen

Laut Ausschreibungsleitfaden lag der Schwerpunkt dabei auf Produktentwicklungen und Systemverbesserungen zur Erzielung deutlicher Effizienzsteigerungen bei Endverbrauchsgeräten und deren Anwendung (Energie- und Rohstoffeffizienz).

Die Systemverbesserungen vor allem in der Haustechnik von Passivhäusern (z.B. Verteilverluste) inkl. Bedienung, Regelung des Systems bildeten hier einen Schwerpunkt im Projekt.

3.5.9 Visionäre Konzepte und Systemlösungen

Bei vielen Energieverbrauchern, die im Haushalt eingesetzt werden, lässt sich eine energieeffiziente Lösung nicht auf der Basis des einzelnen Produkts realisieren, sondern es sind vielmehr Optimierungen des Gesamtsystems von Mensch und Technik erforderlich.

Gefragt war daher die Entwicklung von visionären Konzepten und innovativen Systemlösungen. Dabei standen mögliche Einsatzgebiete und beispielhafte Lösungsansätze im Vordergrund. Die Analyse von NutzerInnenverhalten und die Optimierung des Systems Mensch/Technik unter energetischen Gesichtspunkten war dabei ebenso von Relevanz wie die Integration von Funktionen einzelner Geräte in Gesamtsysteme (Klimatisieren, Trocknen, Kühlen, Kochen, etc.). Die entwickelten Konzepte sollten zu einer bedarfsgerechten Gestaltung der Nutzersysteme, wo passend unter Berücksichtigung geänderter Klimabedingungen, führen.[2]

Viele verschiedene Planungsansätze zu Detailthemen im großvolumigen Passivhaus wurden im Projekt behandelt, mit dem Ziel das Gesamtsystem zu verbessern und für BewohnerInnen und EigentümerInnen weniger fehleranfällig zu gestalten. Dabei standen beispielsweise effiziente Pumpensysteme für Wärmepumpen, Frostfreihaltung für Wärmetauscher im Lüftungsgerät, Sommerbypassschaltungen für Lüftungssysteme, Stromverbrauch für Beleuchtung, Liftanlagen, etc. im Fokus.

2.4 Ursprüngliche geplanter Aufbau des Projektes

Das Projekt „PH 2.0 – Entwicklung von optimierten praxisorientierten Planungs- und Ausführungsunterlagen von Passivhäusern der 2. Generation“ war ursprünglich in sechs Arbeitsschwerpunkte gegliedert, wobei die Projektleitung und Koordination als Begleitung zu den restlichen Arbeitsbereichen anzusehen ist.

Die fünf restlichen Arbeitsschwerpunkte reichen von der Definition der Qualitätskriterien für Passivhäuser der 2. Generation, über die Bewertung der Ist-Zustände von bereits vermessenen großvolumigen Passivhäusern und die daraus analytische Betrachtung der Schwachstellen bis hin zu anschließenden Maßnahmen und Strategien zur Verbesserung und zur Qualitätssicherung. Der letzte Arbeitsschwerpunkt lag auf der Durchführung von nationalen Vernetzungs- und Verbreitungsaktivitäten (siehe auch Abbildung 3).

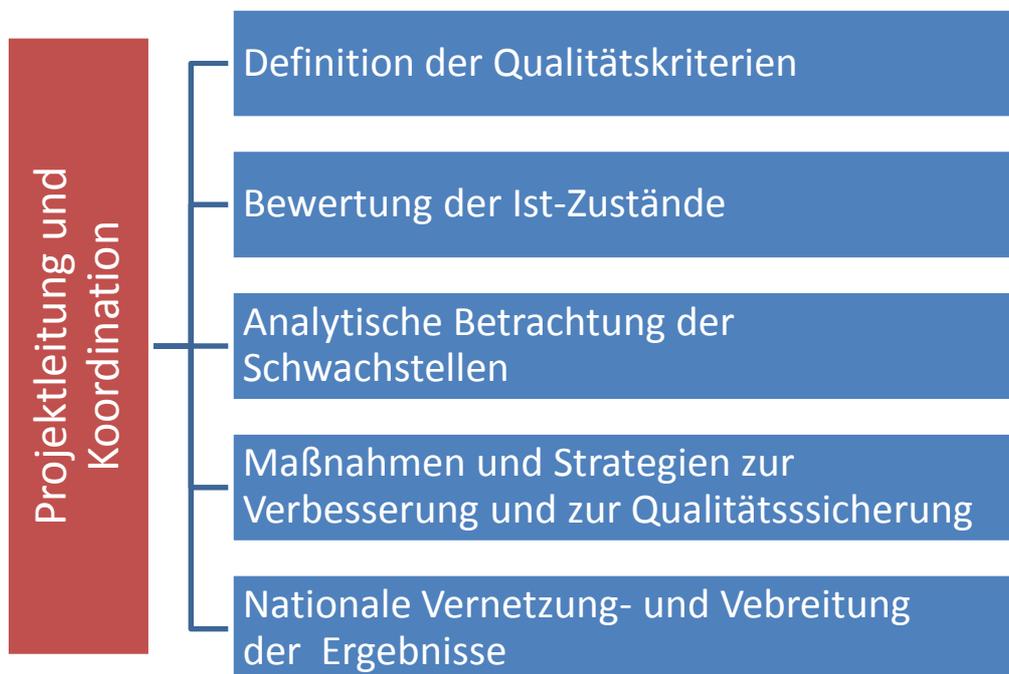


Abbildung 3: Ursprünglich geplanter Aufbau des Projektes (Quelle: AEE INTEC)

Dazu war ursprünglich geplant bei der Bewertung der Ist-Zustände den Fokus auf folgende fünf großvolumige Passivhäuser zu richten:

- MFH Roschégasse/Pantucekgasse, Wien
- MFH Utendorfgasse, Wien
- MFH Mühlweg, Wien
- MFH Dreherstraße, Wien
- Büro- und Lagergebäude Eine Welt Handel AG, Niklasdorf

Viele messtechnische Untersuchungen in den letzten Jahren durch AEE INTEC ermöglichten es aber auf eine Vielzahl von zusätzlichen Ergebnissen und Erfahrungen zurückzugreifen. Aus diesem Grund wurden neben den fünf oben erwähnten Objekten auch weitere für die Bewertung der Ist-Zustände herangezogen.

2.5 Projektablauf und verwendete Methoden

Bei der Durchführung des vorliegenden Forschungsprojektes wurde geringfügig vom geplanten Projektaufbau/ -ablauf abgewichen. Dennoch waren die Arbeiten durch einen mehrstufigen Arbeitsprozess gekennzeichnet. Die wesentlichen Arbeitsschritte sowie die dabei verwendeten Methoden sind nachfolgender Abbildung 4 zu entnehmen.

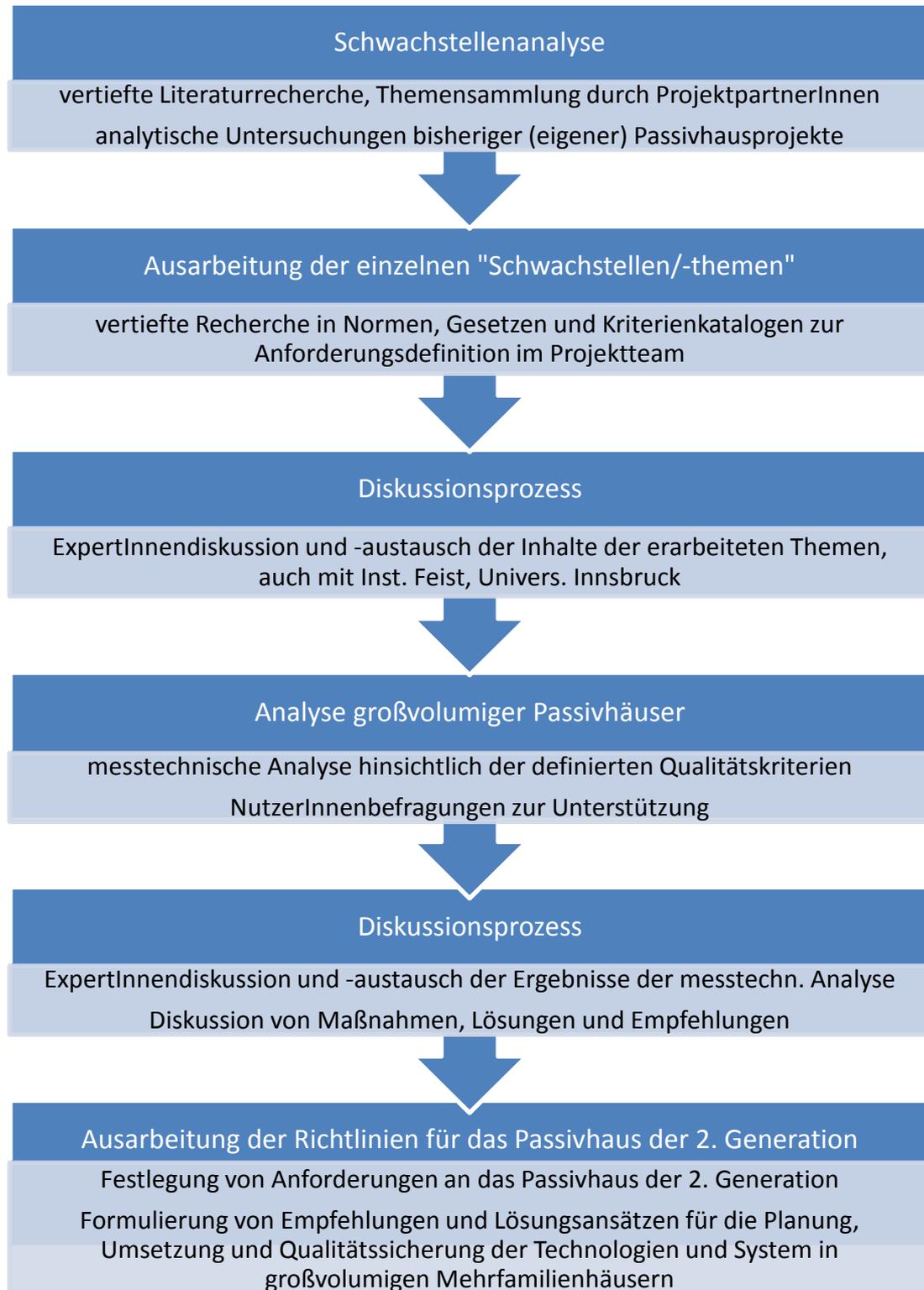


Abbildung 4: Tatsächlicher Projektablauf und dabei verwendete Methoden (Quelle: AEE INTEC)

Neben den in Abbildung 4 ersichtlichen Arbeitsschritten wurden begleitende Tätigkeiten durchgeführt. Dies waren zum einen Arbeiten, die zur Projektleitung und Koordination notwendig waren und zum anderen Tätigkeiten zur nationalen Vernetzung und Verbreitung der Projektergebnisse. Dazu gehörten vor allem PR-Aktivitäten und die Abhaltung eines öffentlichen Abschlussworkshops, wo die wesentlichen Projektergebnisse dargestellt wurden, sowie die Herausgabe von Artikeln. Eine Auflistung der durchgeführten Verbreitungsaktivitäten ist Kapitel 0 zu entnehmen.

2.6 Aufbau des vorliegenden Endberichts

Die einzelnen Arbeitsschritte des Projektes aus Abbildung 4 finden sich auch in den nachfolgenden Kapiteln des Endberichts wieder. D.h. die Darstellung der Projektergebnisse im vorliegenden Dokument gliedert sich in vier Kapitel:

-
1. Erarbeitung der Qualitätskriterien für das Passivhaus der 2. Generation

 2. Zusätzliche Messungen, Auswertung und Analyse der messtechnischen Untersuchungen und Befragungen der BewohnerInnen von großvolumigen Passivhäusern

 3. Ausarbeitung der Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation

 4. Verbreitung der Projektergebnisse und der Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation

3 Projektergebnisse

3.1 Erarbeitung der Qualitätskriterien für das Passivhaus der 2. Generation

Qualitätskriterien stellen in diesem Fall Punkte dar, die zur Beschreibung der Wohn- und Arbeitsqualität in großvolumigen Passivhäusern dienen. Diese Qualitätskriterien wurden dabei aus vorangegangenen Projekten und Erfahrungen, aber auch aus diversen zusätzlichen Recherchen und Studien entwickelt und beschrieben. Die Erfahrungen der einzelnen ProjektpartnerInnen aus deren bisherigen Tätigkeiten bei der Planung, Umsetzung und Monitoring großvolumiger Passivhäuser spielten eine wesentliche Rolle bei der Erarbeitung der Qualitätskriterien. Somit sind mit den definierten Qualitätskriterien Punkte bzw. Themen ausgearbeitet worden, die sich aus Sicht des Projektteams im „System Passivhaus“ als problematisch und verbesserungswürdig herausgestellt haben.

Die Definition von Anforderungen für sämtliche Qualitätskriterien stellte folgend die Ausgangslage für die messtechnische Analyse der großvolumigen Passivhäuser dar.

Insgesamt kamen so 68 Punkte zusammen, die in weiterer Folge zu 13 Themen/-bereichen mit Unterpunkten konzentriert wurden. Diese 13 Themenbereiche sind:



Einzelne der 13 Themenbereiche wurden wie schon erwähnt weiter unterteilt. Abbildung 5 zeigt die jeweiligen Unterpunkte mit einer möglichen Beschreibung der damit verbundenen Inhalte.

Nr.	Thema	Unterpunkt	Erklärung / Stichworte
1	Information und Kommunikation	NutzerInnenhandbuch - Einschulung	vorhandene NutzerInnenhandbücher weiterentwickeln, symbolisches BenutzerInnenhandbuch (kurz und einfach zu verstehen), derzeit mangelnde Einschulung und Nachbetreuung, kaum Kommunikation, mangelnde Informationen
		HandwerkerInnen / PlanerInnen	Bauablauf verbessern, "PH-Einschulung" der HandwerkerInnen, Übergabeformulare für Haustechnik (Kontrolle der Umsetzung der Planung)
2	Stromverbräuche	Lüftung	Stromverbrauch von (zentralen) Lüftungsgeräten
		Wärmepumpe	Arbeitszahl Wärmepumpe --> hoher Hilfsstromverbrauch
		Hilfsstrom	Beleuchtung, Umwälzpumpen, Ventilatoren, Steuerung Lüftungsanlage, Lift,...
		Bestenliste	Liste mit effizientesten Geräten (Lüftung, Haushalt, usw.)
3	Regelung	für NutzerInnen	Raumregelgerät, simple Regelung für NutzerInnen
		Technik allgemein	Regelung Lüftungsanlage (Volumenstrom, Heizregister,...), standardisierte "Regelungskonzepte" und "-systeme" für PH
4	Komfort	Lufttrockenheit	-
		zu niedrige Temperaturen	Probleme mit zu niedrigen Temperaturen im Winter, Sonnenschutz ≠ Sichtschutz --> Maximierung der solaren Gewinne im Winter
		zu hohe Temperaturen	richtiges Lüftungsverhalten im Sommer, Orientierung und Verschattungssituation beachten
5	Planungsaspekte	Komfort	"warme" Heizflächen, Pufferräume
		technische Lösungen	nachhaltiges Gebäude <-> aufwendige Haustechnik, zentrale oder dezentrale Lösungen, innovative PH- Haustechnik ("Haustechnik-Blackbox"), lüftungsfreundliche Grundrisse (geringe Luftmengen - bessere Lüftungseffizienz), Gestaltung der Warmwasserversorgung (zentral/dezentral, Rohrsysteme)
6	(Passive) Kühlung		Hinweis auf ineffiziente Kühlgeräte --> Beratung und Information zu passiven Kühlkonzepten, Verbesserung der Effizienz von passiven Kühlkonzepten (Steuerung,...)
7	Hygieneanforderungen		Lösung gemäß VDI 6022 (Filter/Feuchte), Möglichkeit des Filterwechsels für NutzerInnen
8	Sommerbypass		Einsatz und Schaltung Sommerbypass
9	Wärmebereitstellung		zentrale oder dezentrale Lösungen?, Problem der zu geringen Wärmeversorgung, unterschiedliche Arten der Wärmebereitstellungen in Passivhäusern
10	System(temperaturen) - Verluste	Verluste	Leitungsverluste, Speicherverluste, Wärmedämmung von Verteilleitungen sowie von Armaturen, Pumpen,....
		schlechte Wirkungsgrade	zu hohe Systemtemperaturen, zu hohe Verluste --> richtige Planung des Systems (Überdimensionierung, hydr. Weiche bei Brennwertechnik, etc.)
11	Wärmetausch Zu- und Abluft		-
12	smart metering		-
13	Druckverluste		geringer Druckverlust des Leitungssystems trotz Einbauten (Brandschutz, Volumenstromregler, Register, usw.) bei Lüftungsanlagen

Abbildung 5: Auflistung der erhobenen Schwachstellen (Quelle: AEE INTEC)

Nach der Erhebung der Schwachstellen wurde im nächsten Schritt eine analytische Betrachtung der einzelnen Bereiche durchgeführt. Diese erfolgte dabei nach einem vorher festgelegten Schema, das die Punkte „Ausgangslage“, „Inhaltliche Beschreibung“, „Anforderungen“ und „Herangezogene Literatur“ umfasste.

Im Punkt „Ausgangslage“ erfolgte eine kurze Beschreibung der IST-Situation durch das Aufzeigen der Problematik an Hand von konkreten Beispielen, Untersuchungen oder Statistiken.

Der Punkt „Inhaltliche Beschreibung“ beinhaltet die notwendigen Grundlagen sowie eine dazugehörige Erklärung der Thematik. Vor- und Nachteile von Systemen wurden hier ebenso beschrieben wie verschiedene eingesetzte Technologien passend zum Themenbereich.

Im dritten Punkt „Anforderungen“ wurden dann konkrete Richtwerte und Rahmenbedingungen für die einzelnen Themen verfasst. Diese stammten sowohl aus Normen und Gesetzen, als auch aus bereits vorhandenen Kriterienkatalogen oder aber aus Erfahrungswerten und anderen Projekten. Bereits vorhandene im Folgenden aufgelistete Kriterienkataloge wurden hinsichtlich möglicher relevanter Kriterien und Anforderungen durchforstet:

- Leitfaden für die TQ-Bewertung (TQB) [3]
- klima:aktiv Bauen und Sanieren Kriterienkatalog [4]
- 60 Qualitätskriterien Komfortlüftung MFH [5]
- 9 zusätzliche Qualitätskriterien für Lüftungen im Passivhaus [6]
- SQUARE – 10 measures for energy improvement [7]
- Passivhaus Institut Darmstadt – Kriterien für Wohn- und Nichtwohngebäude [8]

Im letzten Punkt „Herangezogene Literatur“ wurde dann der Hinweis zur verwendeten Literatur bzw. auf etwaige interessante Studien, Richtlinien, etc. gegeben.

Abbildung 6 zeigt beispielhaft die Ausarbeitung des Themas „Komfort – Lufttrockenheit“. Sämtliche Themenbeschreibungen sind Anhang 1 zu entnehmen.

<p>Projekt PH 2.0 11. April 2011</p> <p style="text-align: center;">Thema Komfort Unterpunkt Lufttrockenheit</p> <p>1 Ausgangslage Studien [1] haben gezeigt, dass Bewohnerinnen und Bewohner von Passivhäusern oft über zu trockene Luft klagen. Vielfach wird dieser Zustand auf die Lüftungsanlage zurückgeführt.</p> <p>2 Kurze inhaltliche Beschreibung Da, wie Untersuchungen gezeigt haben, die Luftqualität in Aufenthaltsräumen nicht nur von den Verunreinigungslasten (verursacht durch Personen, Raumausrüstung, Rauchen,...) bestimmt wird, sondern auch die Luftfeuchtigkeit und die Raumlufttemperatur eine wichtige Rolle spielen, darf der Lüftungsbedarf nicht allein aus der Massenbilanz abgeleitet werden.[2]</p> <p>Innerhalb des üblichen Raumluft-Temperaturbereiches zwischen 20°C und 26°C spielt Verdunstung eine geringere Rolle bei der Thermoregulation des menschlichen Körpers. Deshalb entstehen in der Regel kaum Probleme bezüglich thermischer Behaglichkeit, wenn die relative Feuchte zwischen 30% und 70% liegt. Beschwerden darüber, dass die Luft zu trocken sei, haben ihre Ursache häufig in Staub(-verschwebungen) oder anderen Verschmutzungen in der Luft. Auf Grund zu hoher Raumtemperaturen und/oder zu hoher Außenluftvolumenströme ist die relative Feuchte tatsächlich sehr gering.</p> <p>Da eine hohe relative Feuchte das Wachstum von Pilzen und Hausstaubmilben begünstigt und den Verfall von Baustoffen beschleunigt, sollten längere Zeiträume mit einer zu hohen relativen Feuchte vermieden werden. Eine zu hohe Konzentration dieser Organismen kann außerdem eine Gefahr für empfindliche Personen bedeuten und sollte deshalb vermieden werden.[3]</p> <p>3 Anforderungen Da wie schon erwähnt, die Kombination der Raumlufttemperatur und der Raumluftfeuchte, für das Wohlbefinden der Personen im Raum sind, müssen dabei die aus nachfolgender Abbildung 1 ersichtlichen Werte eingehalten werden.</p> <p>Eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit kann durch nachfolgende Maßnahmen erzielt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integration einer passiven Feuchterückgewinnung im Zuge der Planung der Lüftungsanlage, entweder über <ul style="list-style-type: none"> – Regeneratoren (Rotationswärmeübertrager, zyklische Regeneratoren), oder – spezielle Plattenwärmeübertrager mit Membran • Erhöhung der Anzahl der Pflanzen in der Wohnung <p style="font-size: small;">Komfort_Lufttrockenheit.doc Seite 1/2</p>	<p>Projekt PH 2.0 11. April 2011</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Luftmenge der Lüftungsanlage bei sehr tiefen Außentemperaturen. Die Bewohnerinnen und Bewohner müssen daher die Möglichkeit haben, die Luftmenge ihrer Lüftungsanlage selbstständig zu reduzieren. <p style="text-align: center;">Umgebungstemperatur [°C]</p> <p style="text-align: center;">Abbildung 1: Behaglichkeitsfeld (relative Luftfeuchtigkeit - Raumtemperatur)[4] abgeleitet aus DIN 1946-2</p> <p>4 Herangezogene Literatur</p> <ol style="list-style-type: none"> [1] Wagner, W.; Spörk-Dür, M.; Lechner, R.; Suschek-Berger, J. (2010): Ergebnisse der messtechnischen Begleituntersuchungen von „Haus der Zukunft“ – Demonstrationsbauten – Leitfaden; BMVIT; Wien [2] Recknagel, H.; Sprenger, E.; Schramek, E.-R. (2001): Taschenbuch für HEIZUNG + KLIMA TECHNIK einschließlich Warmwasser und Kältetechnik, Oldenbourg Industrieverlag München ISBN 3-486-26450-8 [3] ÖNORM EN 13779, 2004: Lüftung von Nichtwohngebäuden Allgemeine Grundlagen und Anforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage, S.26 [4] Humm, O. (1998): NiedrigEnergie- und PassivHäuser, Konzepte, Planung, Konstruktionen, Beispiele, Ökobuch Verlag <p style="font-size: small;">Komfort_Lufttrockenheit.doc Seite 2/2</p>
---	--

Abbildung 6: Beispiel der Schwachstellenausarbeitung (Quelle: AEE INTEC)

Die Diskussion dieser Themenbearbeitungen erfolgte anschließend in einem nächsten Arbeitsschritt zusammen mit ExpertInnen in Österreich. Dabei wurden die erarbeiteten Inhalte der Schwachstellenanalyse besprochen sowie jene Themen festgelegt, die in weiterer Folge einer vertieften Betrachtung unterzogen werden sollen.

Einige Themen wurden verworfen, da sie wie z.B. (Luft-/Wasser-)Wärmepumpen nicht speziell in großvolumigen Passivhäusern relevant sind, zum anderen deshalb, weil es bei einigen Themen noch nicht ganz klar ist, welche Verbesserungen möglich sind (z.B. smart metering) und innerhalb des Projektteams der Beschluss gefasst wurde, sich auf einige Passivhaus-Kernthemen zu konzentrieren. Somit wurden insgesamt 19 Themen ausgewählt, zusammengefasst zu sieben Themencluster, auf denen der Schwerpunkt der weiteren Tätigkeiten/ Forschungsarbeiten liegen sollte. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht dieser Themen.

Tabelle 1: Ausgewählte Themenbereiche für eine vertiefte Untersuchung

Themencluster	Beinhaltete Themen
<i>Komfort</i>	Lufttrockenheit zu hohe Temperaturen Sommerbypass Lüftung passive Kühlkonzepte
<i>Systemverluste Heizung/WW</i>	Leitung, Verteilung Speicher Wirkungsgrade – Überdimensionierung
<i>Information und Kommunikation</i>	NutzerInnenhandbuch/ Einschulung Haustechnikbauaufsicht – Kontrolle der Umsetzung der Planung
<i>Energieeffiziente Lüftung</i>	Planungsaspekte – Dimensionierung Wärmetauscher Druckverluste Stromverbrauch große Lüftungsanlagen
<i>Regelung Lüftungsanlage</i>	Regelung Stromeffizienz Steuerung Bedienkomfort NutzerInnen
<i>Hygieneanforderungen Lüftung</i>	Reinhaltung und Reinigung von Lüftungsanlagen
<i>Planungsaspekte Komfort - Heizflächen</i>	Behaglichkeit bei Luftheizung bzw. wassergeführten Heizungssystemen

3.2 Bewertung der Ist-Zustände in großvolumigen Passivhäusern

Für die Bewertung der Ist-Zustände wurden sowohl die vorangegangenen messtechnischen Untersuchungen als auch die NutzerInnenbefragungen herangezogen und nachfolgend dargestellt. Vermessen und analysiert wurden sowohl großvolumige Wohngebäude als auch Nicht-Wohngebäude.

3.2.1 Messtechnische Untersuchungen

3.2.1.1 Raumtemperaturen

Abbildung 7 zeigt die Verteilung der gemessenen Raumtemperaturen aller Wohnobjekte über den Zeitraum 01.06.2008 bis 01.06.2009. Dazu wurden über alle Messwohnungen eines Objektes Stundenmittelwerte gebildet und dargestellt. Dabei zeigt sich, dass die Raumtemperaturen in der Heizperiode im behaglichen Bereich zwischen 20°C und 26°C liegen. In den Sommermonaten zeigt sich jedoch eine Überwärmung in einzelnen Objekten. Dabei sind neben einer ausreichenden Verschattungsmöglichkeit auch die Ausrichtung und Lage der Wohnung sowie das Lüftungsverhalten der BewohnerInnen maßgeblich.

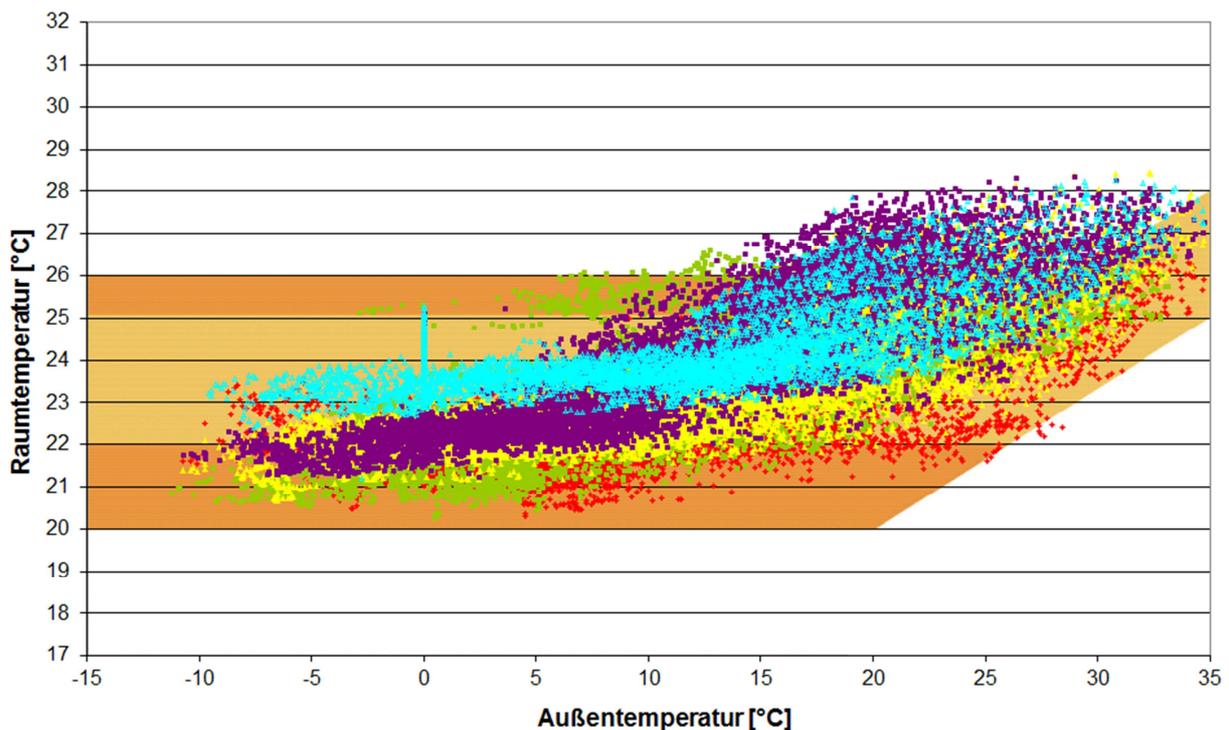


Abbildung 7: Raumtemperaturen aller Wohnobjekte als Mittelwerte bezogen auf die jeweilige Außentemperatur im Zeitraum 01.06.2008 bis 01.06.2009 (Quelle: AEE INTEC)

Der Vergleich der nachfolgenden Abbildung 8 mit Abbildung 9 zeigt die gemessenen Raumtemperaturen in zwei Wohngebäuden, wobei in einem Fall die Wärmeversorgung ausschließlich über die Lüftungsanlage erfolgt (Abbildung 8) und im zweiten Fall zur Wärmeversorgung der Räumlichkeiten ein zusätzliches wassergeführtes Wärmeabgabesystem installiert ist (Abbildung 9).

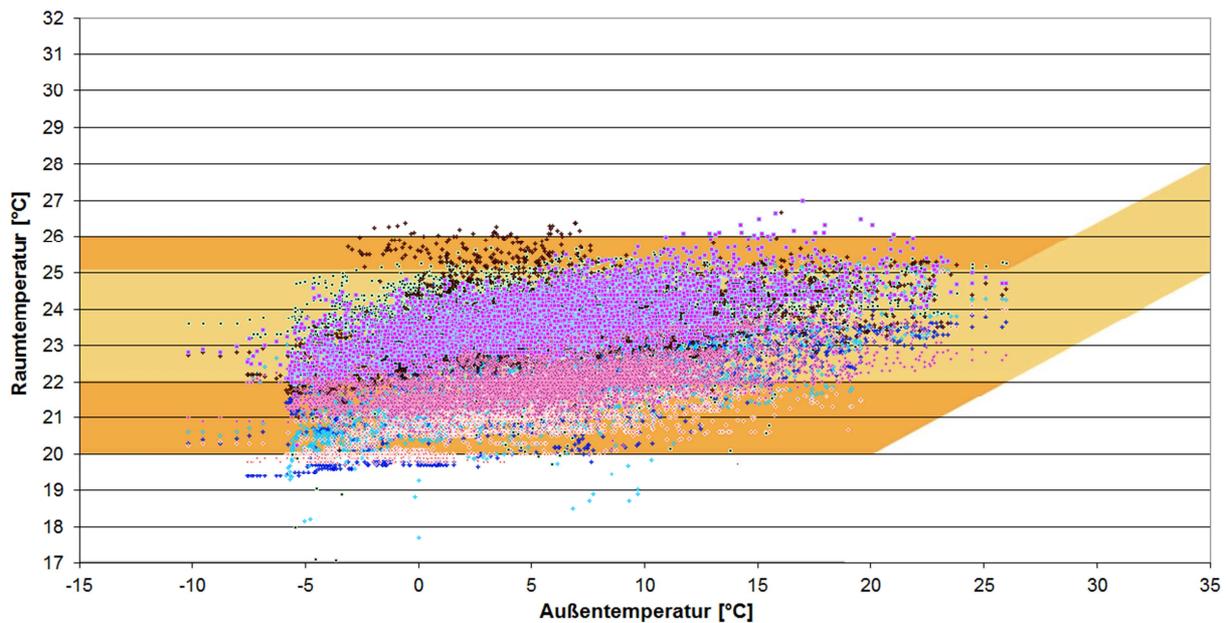


Abbildung 8: Raumtemperaturen in einem Wohngebäude mit Luftheizung bezogen auf die Außentemperaturen im Zeitraum 01.10.2007 bis 30.04.2008 (Quelle: AEE INTEC)

Dabei wird erkenntlich, dass in beiden Fällen die Anforderungen an die Raumtemperaturen zum größten Teil eingehalten werden. Jedoch zeigt der Vergleich auch, dass es beim Wohngebäude mit Luftheizung zu einer geringfügigen Unterschreitung der 20°C-Grenze kommt. Im Fall des Wohngebäudes mit wassergeführtem Wärmeabgabesystems wurde eine Unterschreitung dieser Grenze nicht gemessen.

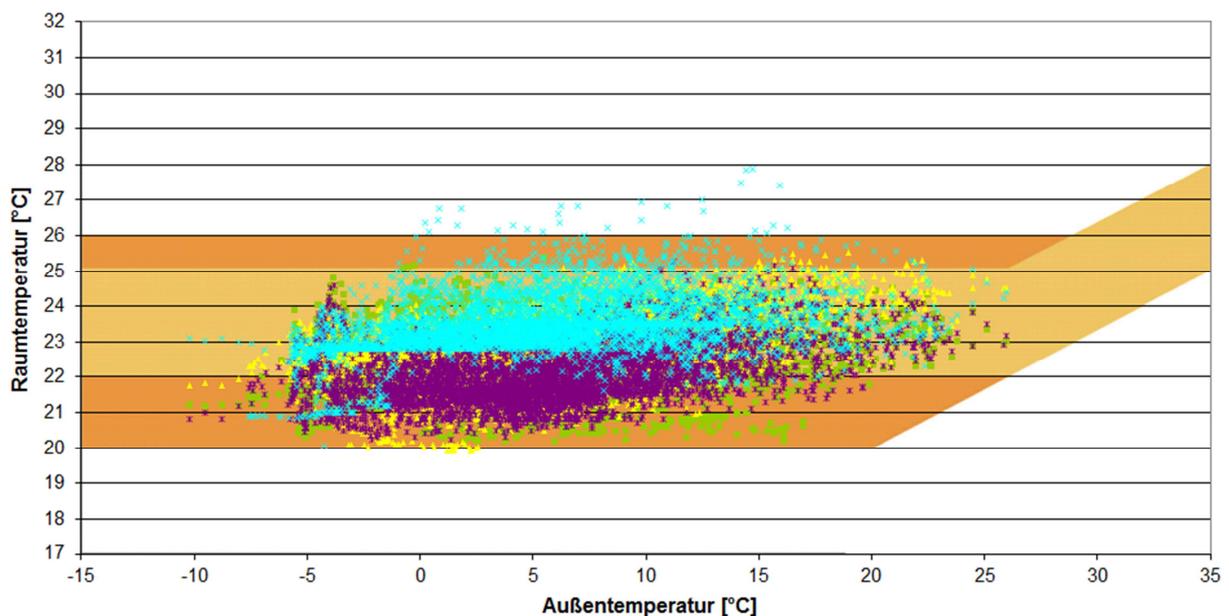


Abbildung 9: Raumtemperaturen in einem Wohngebäude mit wassergeführtem Heizungssystem bezogen auf die Außentemperaturen im Zeitraum 01.10.2007 bis 30.04.2008 (Quelle: AEE INTEC)

Diese geringeren Raumtemperaturen beim Wohngebäude mit Luftheizung könnten auf eine zu geringe Heizleistung der Lüftungsanlage zurückzuführen sein, nicht nur auf Abwesenheit

der BewohnerInnen wegen Urlaub etc. – diese wirkt sich in Abbildung 7 interessanterweise auch nicht auf die Temperaturen aus. Zu niedrige Temperaturen könnten bedeuten, dass in der jeweiligen Situation die Heizleistung nicht ausreicht, um die Heizlast der Wohnungen zu decken; hier muss in der Planung angesetzt werden.

Da diese Unterschreitungen allerdings nur in einer sehr begrenzten Anzahl festgestellt wurden, kann rein aus dem Vergleich der Raumtemperaturen keine haltbare Aussage dazu gemacht werden. Ein zusätzlicher Vergleich dieser beiden Wohnobjekte erfolgte in Kapitel 3.2.1.2 zur gemessenen relativen Luftfeuchtigkeit.

In nachfolgender Abbildung 10 wird die mittlere Raumtemperatur in der Heizperiode für 12 verschiedene Objekte dargestellt. Dabei handelt es sich sowohl um Wohn- als auch um Nicht-Wohngebäude, wobei in jedem Objekt nur die darin untersuchten Messwohnungen herangezogen wurden. Bei der Berechnung der mittleren Raumtemperatur wurden anschließend sämtliche Tagesmittelwerte der Raumtemperaturen berücksichtigt, bei denen die mittlere Außentemperatur (wiederum als Tagesmittelwert) unter 15°C lag.

Der blaue Bereich soll darin den 20°C-Temperaturbereich kennzeichnen, die in der Planung/Berechnung im Passivhaus Projektierungs-Paket und in den Normen in der Regel verwendet wird. Der orange Bereich kennzeichnet jene Temperaturerhöhung, die im tatsächlichen Gebäudebetrieb gemessen wurde. Die in Abbildung 10 dargestellten Werte sind dabei das Ergebnis der messtechnischen Untersuchung eines, zweier oder dreier Messjahre, wobei dies für die einzelnen Objekte jeweils unterschiedlich ist.

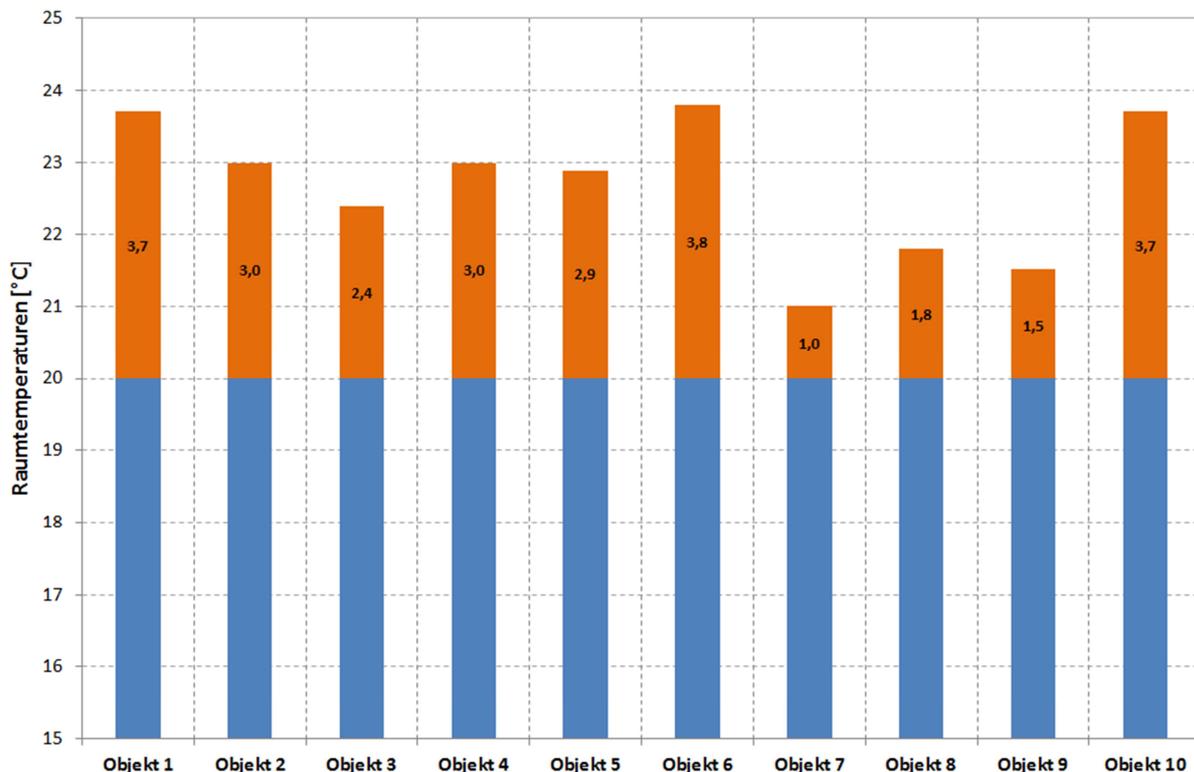


Abbildung 10: Mittlere Raumtemperaturen von Passivhaus-Wohn- und Nicht-Wohngebäuden in der Heizperiode (Quelle: AEE INTEC)

Das Ergebnis dieser Auswertung zeigt, dass die Raumtemperaturen in den vermessenen Objekten deutlich über 20°C liegen, bei durchschnittlich rund 22,5°C. Dies bedeutet, dass die Anforderungen an die thermische Behaglichkeit (aus Sicht der Raumtemperaturen) zwar eingehalten werden, die höheren Raumtemperaturen im Vergleich zur Projektierung aber auch einen erhöhten Energieverbrauch für die Heizung zur Folge haben.

Ebenso wie für die Heizperiode wurden auch die mittleren Raumtemperaturen für die Sommermonate ermittelt und in nachfolgender Abbildung 11 dargestellt. Der abgebildete Bereich umfasst wiederum alle Tagesmittelwerte der Raumtemperaturen, die während dem Tagesmittel der Außentemperatur über 20°C erfasst wurden.

Die Analyse der mittleren Raumtemperaturen in der Sommerperiode zeigt, dass diese in einem Bereich zwischen knapp 25°C und fast 28°C liegen. Nimmt man als oberen Behaglichkeits-Grenzwert eine Raumtemperatur von 26°C an, so zeigt sich, dass die mittleren Raumtemperaturen in mehr als der Hälfte der Objekte über dieser Grenztemperatur liegen. Diese Ergebnisse zeigen erneut die Problematik der sommerlichen Überwärmung im Passivhaus und generell energieeffizienten Gebäuden auf und machen nachhaltige Lösungen zur Reduktion der Raumtemperaturen in Sommer notwendig.

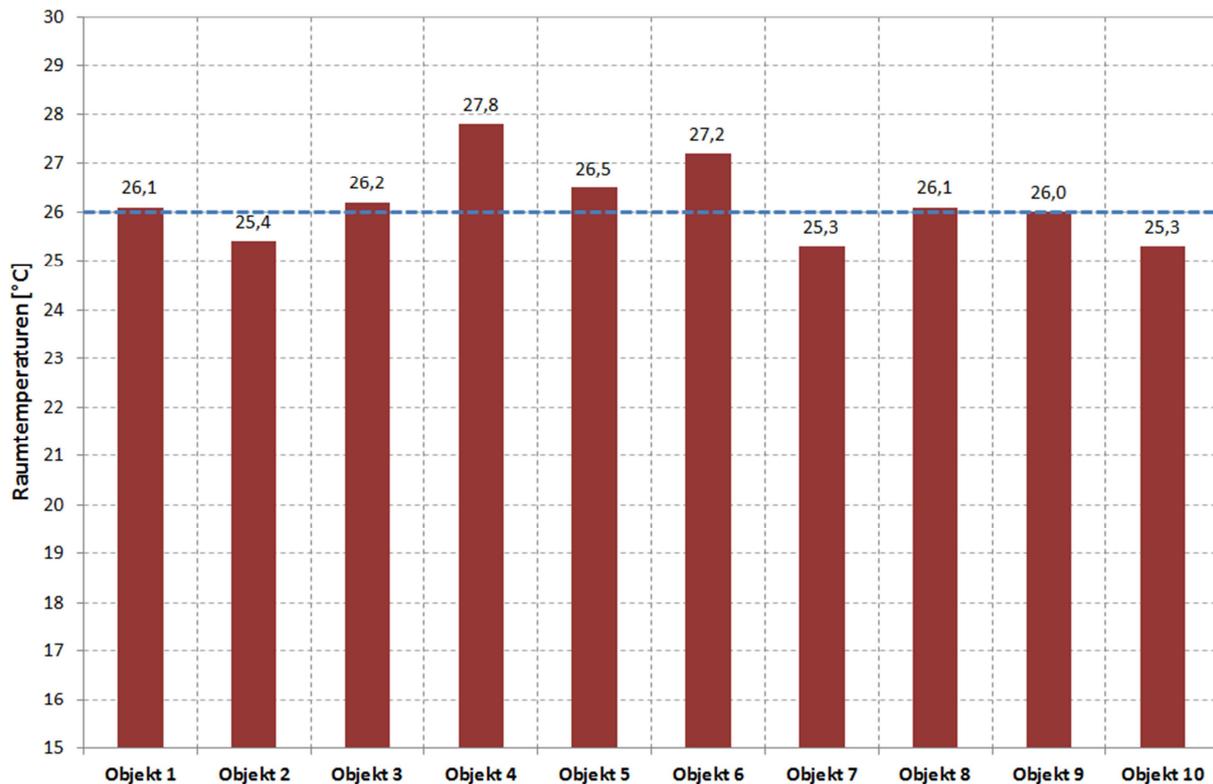


Abbildung 11: Mittlere Raumtemperatur von Passivhaus-Wohn- und Nicht-Wohngebäuden in der Sommerperiode (Quelle: AEE INTEC)

Im Zuge der Projektarbeiten wurden dazu verschiedene Maßnahmen überprüft, die Raumtemperaturen in den Sommermonaten zu reduzieren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden nachfolgend kurz dargestellt.

Abbildung 12 zeigt den Einfluss einer verstärkten Nachtlüftung auf die Raumtemperaturen in einem Wohngebäude. Dazu wurden die Raumtemperaturen der vier Messwohnungen in diesem Gebäude sowie die dazugehörige Außentemperatur für eine Woche im Sommer dargestellt.

Die Analyse dieser Messdaten zeigt, dass die verstärkte Nachtlüftung in diesem Fall nur bei einer Wohnung einen deutlichen Effekt zeigt. Bei der Wohnung 4 kann die Raumtemperatur durch die Nachtlüftung in dieser Woche um bis zu 6°C gesenkt werden. Bei den restlichen drei Wohnungen zeigt sich jedoch kaum ein bzw. gar kein Effekt. Bei diesen Wohnungen wurde die Nachtlüftung eventuell in einem zu geringen Ausmaß durchgeführt (zu kurze Öffnungszeit der Fenster in der Nacht).

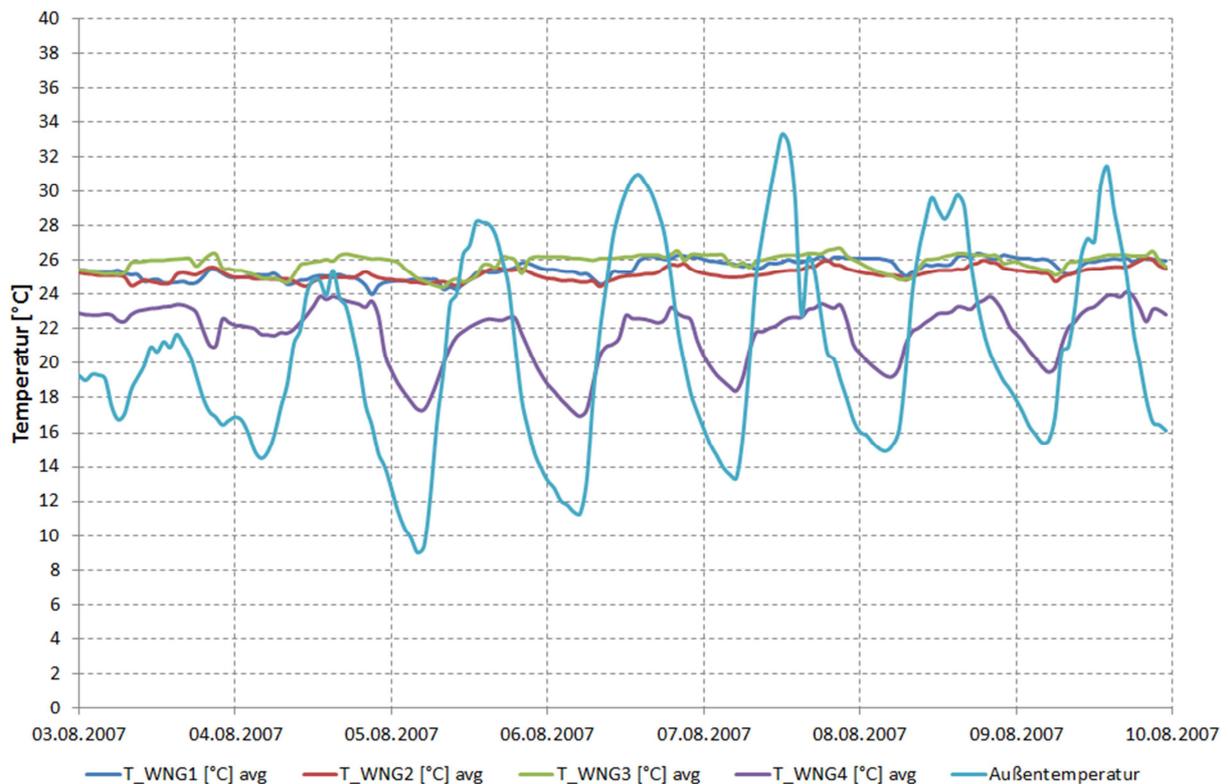


Abbildung 12: Einfluss einer verstärkten Nachtlüftung auf die Raumtemperaturen
(Quelle: AEE INTEC)

Neben der verstärkten Nachtlüftung besteht eine weitere Möglichkeit zur Reduktion der Raumtemperaturen im Einsatz einer Sommerbox (Nutzung der „Sommerbypass“-Schaltung“) bei der mechanischen Lüftungsanlage (Abbildung 13). Dadurch wird verhindert, dass es zu einem Wärmeaustausch zwischen Abluft und Frischluft kommt und die Frischluft durch den Wärmetauscher im Lüftungsgerät unnötig erwärmt wird.

Das Ergebnis der messtechnischen Untersuchung einer Lüftungsanlage mit Sommerbox zeigt, dass im Vergleich zu einer Anlage ohne diesen Einbau die Zulufttemperatur effektiv um rund 2°C, in den Wohnungen selbst um 1 bis 2°C gesenkt werden kann.

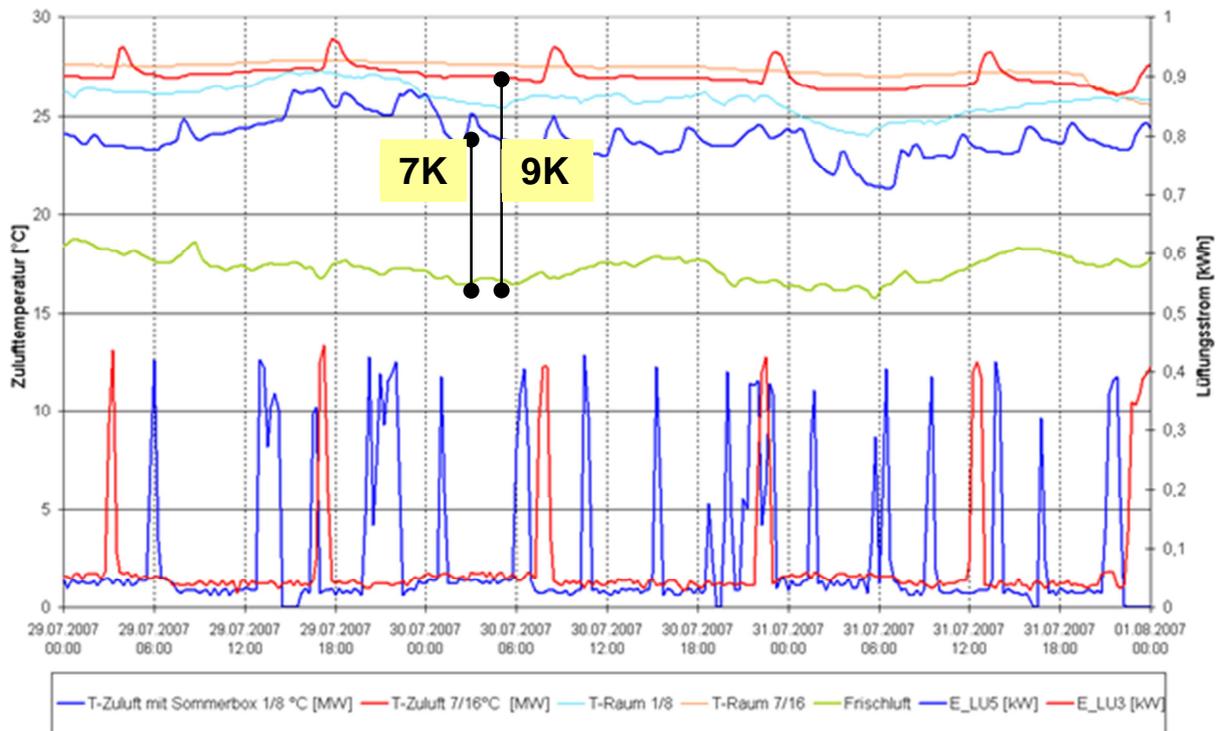


Abbildung 13: Vergleich Lüftungsanlage mit und ohne Sommerbox (Quelle: AEE INTEC)

Als dritte Möglichkeit zur passiven Kühlung wurde die Zuluftkonditionierung mittels eines Solekreislaufs (Erdregister) überprüft. Abbildung 14 zeigt das Ergebnis dieser Untersuchung. Im betrachteten idealen Fall (5 Tage im Juni 2007) kann die Zulufttemperatur, trotz Außentemperaturen von über 31°C, bei rund 20-21°C gehalten werden.

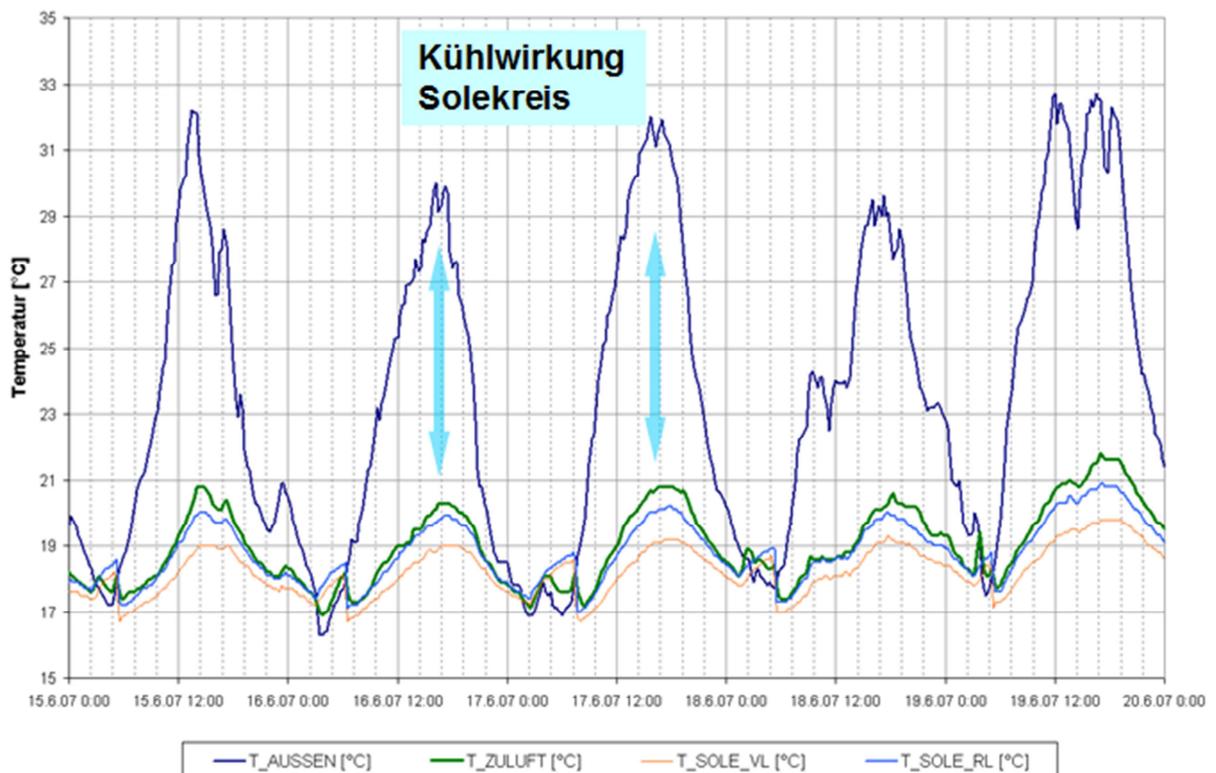


Abbildung 14: Kühlwirkung Solekreislauf bei einer mechanischen Lüftungsanlage (Quelle: AEE INTEC)

Beim Vergleich dieser drei passiven Kühlmöglichkeiten zeigt die Zuluftkonditionierung mittels Solekreislauf die besten Resultate. Allerdings wurden die Raumtemperaturen dazu, die tatsächlich in den Räumen gemessen werden können, nicht erfasst, d.h. die Wirkung auf die Raumtemperaturen kann hier nicht angegeben werden.

Wünschenswert zur Raumkonditionierung im Sommer wäre neben der noch viel wichtigeren äußeren Verschattung eine Kombination aus den drei vorher beschriebenen passiven Kühlungsmaßnahmen.

3.2.1.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Aus den Anforderungen der Qualitätskriterien geht hervor, dass die relative Luftfeuchtigkeit, in Abhängigkeit der Raumtemperatur, in einem Bereich von 20-30% bis maximal 70-80% liegen soll. Unter bzw. über diesen Werten kann es zu Unbehagen für die BewohnerInnen kommen.

Nachfolgende Abbildung 15 zeigt die Verteilung der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit einiger vermessener Passivhauswohngebäude. Jede Farbe repräsentiert dabei ein eigenes großvolumiges Gebäude. Das Ergebnis der Untersuchung zeigt, dass die mittlere rel. Luftfeuchtigkeit dabei im Bereich von 20%r.F. bis rund 70%r.F. liegt. An die Grenzen der Behaglichkeit kommt es unter 30%r.F. und bei hoher rel. Luftfeuchtigkeit, hier in Kombination mit hohen Temperaturen. Gerade dieser Bereich mit hohen Raumtemperaturen und hoher relativen Luftfeuchtigkeit stellt einen zum Teil beachtlichen Anteil dar, welchen es gilt in Zukunft verstärkt zu untersuchen, da sich eine Tendenz der gemessenen Werte in Richtung dieses Bereiches abzeichnet.

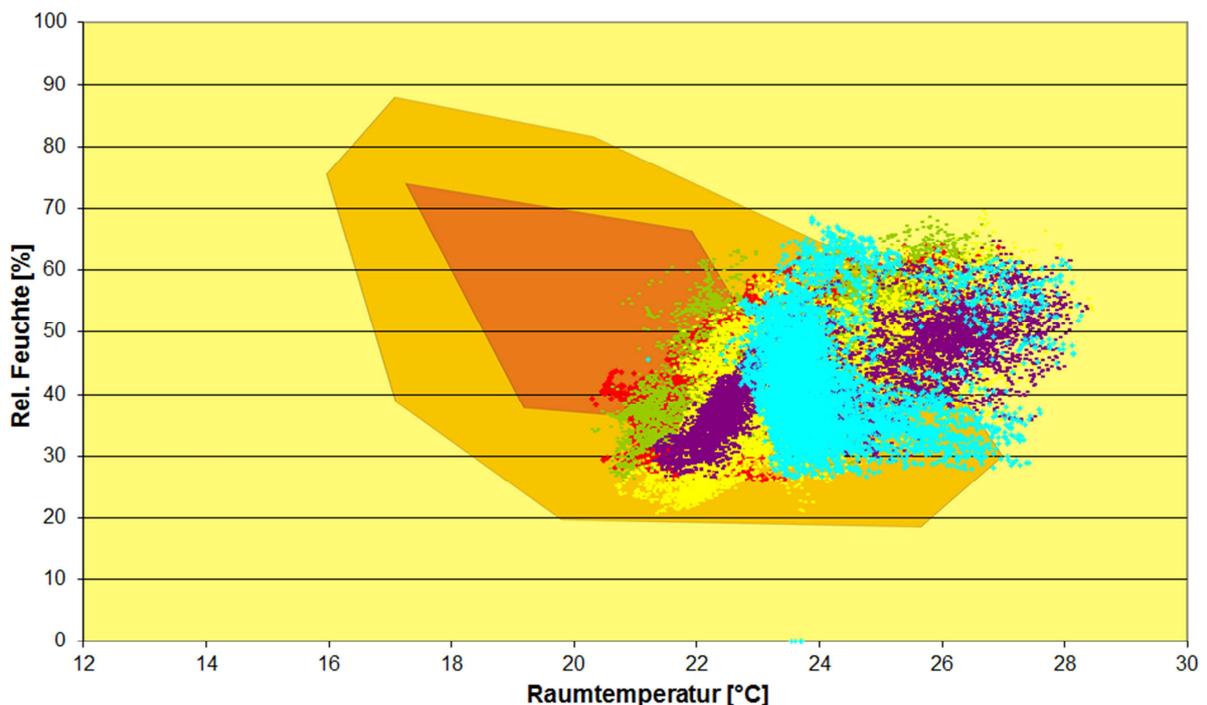


Abbildung 15: Relative Luftfeuchtigkeit aller Wohnobjekte als Mittelwerte bezogen auf die jeweilige Raumtemperatur im Zeitraum 01.06.2008 bis 01.06.2009 (Quelle: AEE INTEC)

Neben der Darstellung der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit für mehrere untersuchte Wohngebäude soll hier noch kurz die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit in zwei Wohngebäuden extra dargestellt werden, wobei in einem Gebäude die Wärmeversorgung über die Lüftungsanlage erfolgt und im zweiten Gebäude über ein zusätzliches wassergeführtes Wärmeabgabesystem. Dieser Vergleich soll zeigen, ob es durch die Luftheizung zu einer Absenkung der relativen Luftfeuchtigkeit kommt (Abbildung 16 und Abbildung 17).

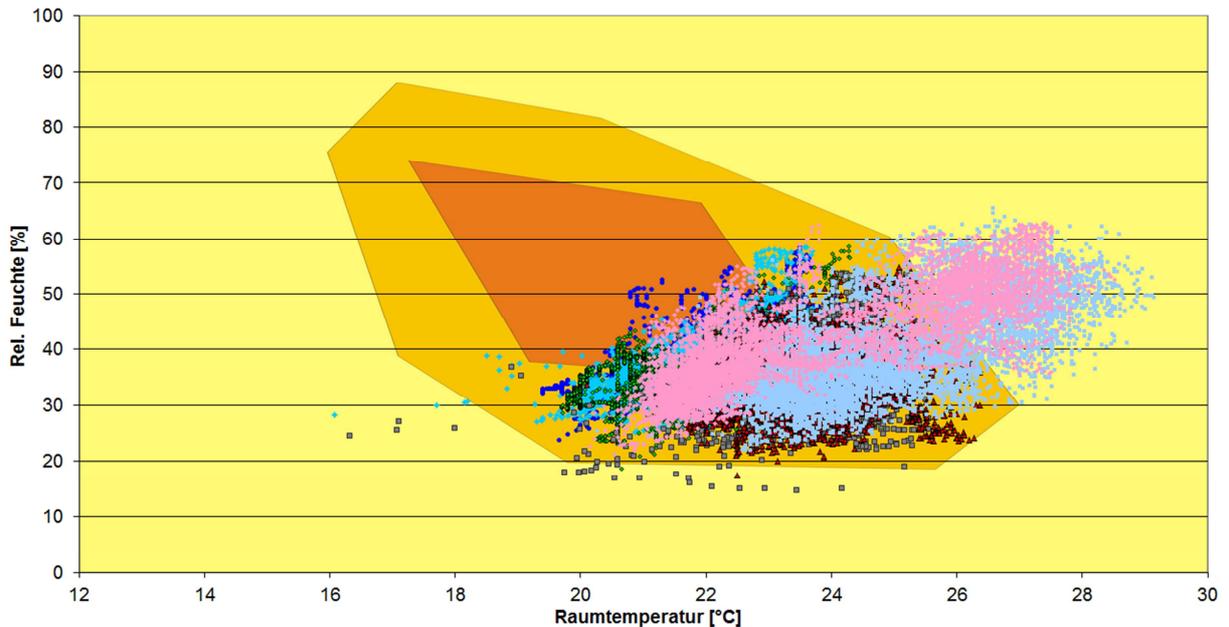


Abbildung 16: Relative Luftfeuchtigkeit in einem Wohngebäude mit Luftheizung bezogen auf die Raumtemperatur im Zeitraum 01.10.2007 bis 30.04.2008 (Quelle: AEE INTEC)

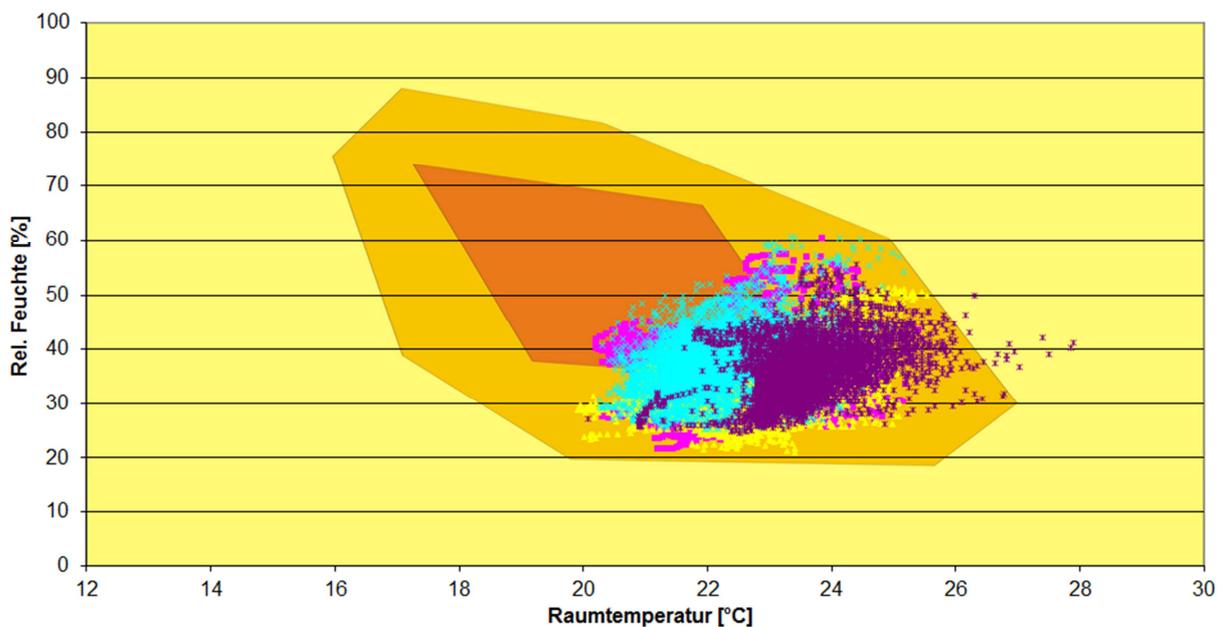


Abbildung 17: Relative Luftfeuchtigkeit in einem Wohngebäude mit wassergeführtem Heizungssystem bezogen auf die Raumtemperatur im Zeitraum 01.10.2007 bis 30.04.2008 (Quelle: AEE INTEC)

Die Analyse dieser Messdaten zeigt, dass die relativen Luftfeuchtwerte beim Wohnobjekt mit Luftheizung nur ganz vereinzelt geringer sind als beim Vergleichsobjekt. Es kommt kaum zu einer Unterschreitung des Grenzwertes von 20%r.F. Beim Vergleichswohnobjekt ohne Luftheizung zeigen sich ganz ähnliche Werte.

Wie für die Wohngebäude wurde die Verteilung der relativen Luftfeuchtigkeit auch für Nicht-Wohngebäude analysiert. Abbildung 18 zeigt dazu beispielhaft die Messergebnisse eines Bürogebäudes bei dem unzählige relative Feuchtwerte deutlich unter der Behaglichkeitsgrenze von 20%r.F. liegen. Diese Unterschreitungen mit einer Häufigkeit von bis 20% der Fälle (siehe Abbildung 19) konnten in diesem Fall mit einem deutlich erhöhten Luftwechsel der mechanischen Lüftungsanlage begründet werden.

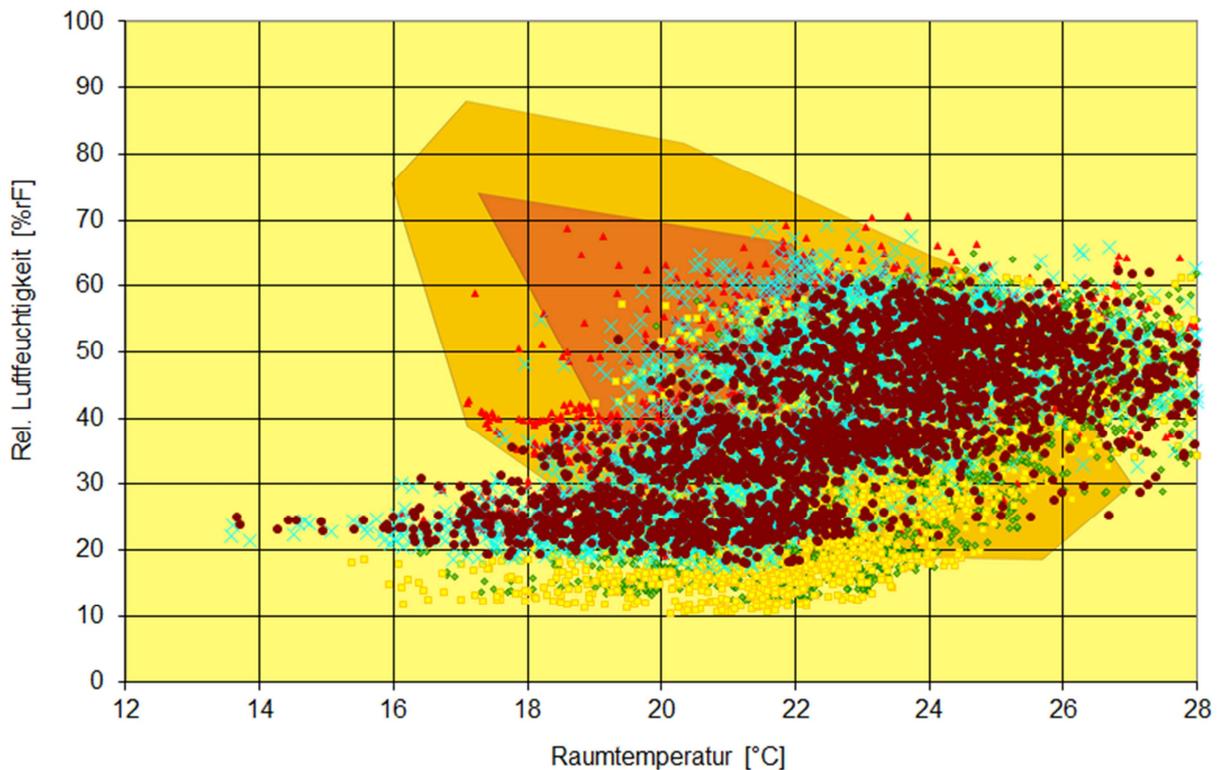


Abbildung 18: Relative Luftfeuchtigkeit in einem Nicht-Wohngebäude bezogen auf die Raumtemperatur im Zeitraum 01.05.2009 bis 28.02.2010 (Quelle: AEE INTEC)

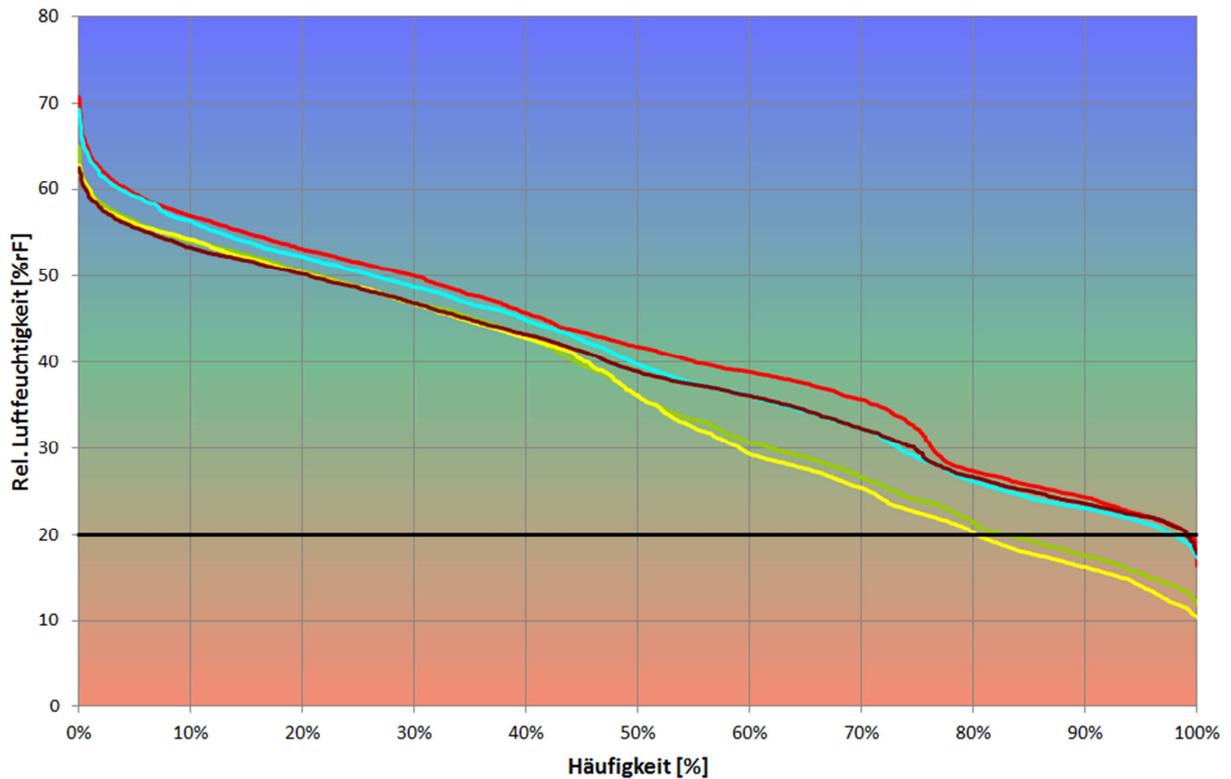


Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung der relativen Luftfeuchtigkeit in einem Nicht-Wohngebäude im Zeitraum 01.05.2009 bis 28.02.2010 (Quelle: AEE INTEC)

Wie für die Raumtemperaturen wurde auch für die relative Luftfeuchtigkeit ein Mittelwert für jedes einzelne Objekt erstellt. Abbildung 20 zeigt diese Werte. Zum einen für die Heizperiode (grüne Balken) und zum anderen für die Sommerperiode (violette Balken).

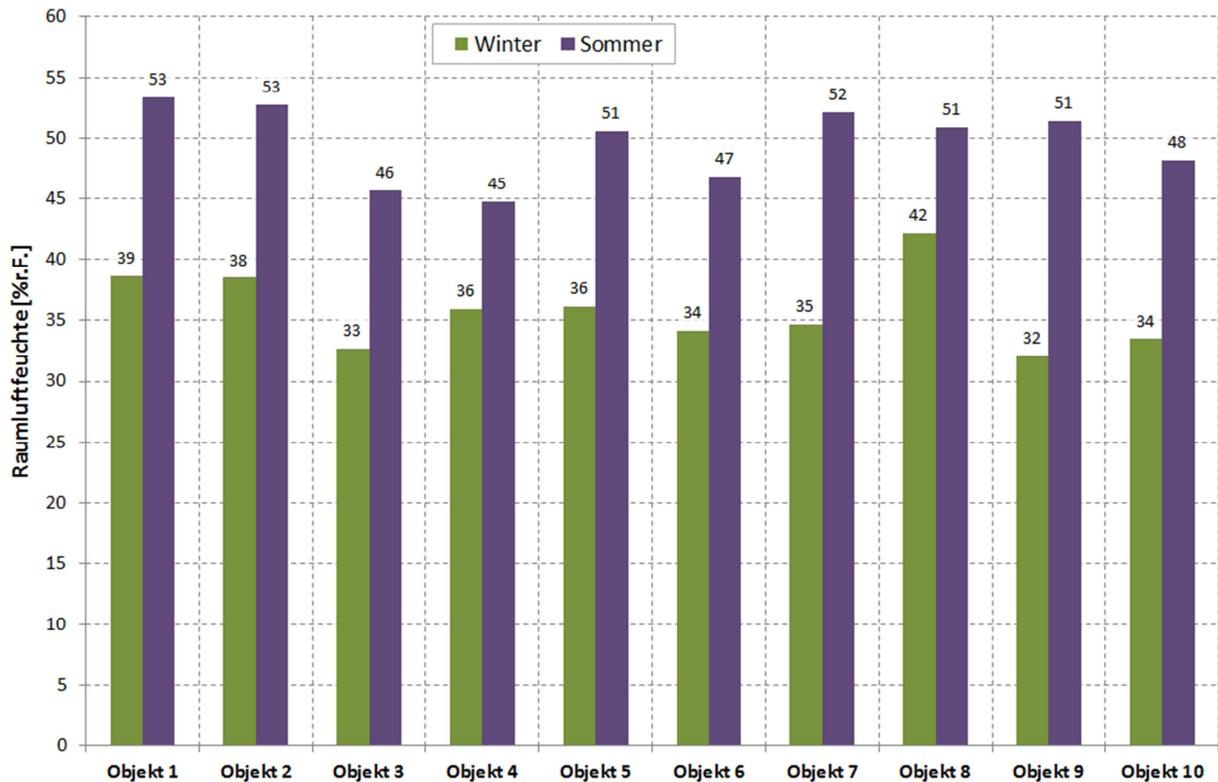


Abbildung 20: Mittlere relative Luftfeuchtigkeit von vermessenen PH-Wohn- und Nicht-Wohngebäuden in der Heiz- und Sommerperiode (Quelle: AEE INTEC)

Vergleicht man nun zusätzlich die relative Luftfeuchtigkeit von großvolumigem Passivhaus und Niedrigenergiehaus, so sieht man, dass eine trockene Raumluft nicht unbedingt ein Spezifikum des Passivhauses und damit des Betriebs einer mechanischen Lüftung ist. Dazu wurden zwei Wohngebäude untersucht, bei denen es sich um zwei nahezu idente Bauwerke handelt. Ein Gebäude wurde im Passivhaus-Standard mit Lüftungsanlage und Wärmerückgewinnung, das zweite Gebäude in Niedrigenergiebauweise ohne Lüftungsanlage errichtet. Die Luftfeuchtigkeitswerte des Passivhauses weisen eine geringere Streuung auf als die des Niedrigenergiehauses. Sowohl im Passivhaus als auch im Niedrigenergiehaus wird eine relative Feuchtigkeit von 20%r.F. so gut wie nie unterschritten, sehr wohl aber die 30%r.F.-Grenze (siehe Tabelle 2).

Der Großteil der Messwerte liegt im Bereich zwischen 30%r.F. und 50%r.F., wobei das Passivhaus eine durchschnittliche Häufigkeit der Werte von 77,27% der Fälle in diesem Bereich aufweist, im Niedrigenergiehaus liegt die durchschnittliche Häufigkeit bei 71,30% der Fälle. Der Anteil der Werte mit relativer Feuchte < 30%r.F. liegt im Passivhaus im Durchschnitt bei 7,47%, im Niedrigenergiehaus bei 9,64%.

Tabelle 2: Häufigkeitsverteilung der gemessenen Stundenmittelwerte der relativen Luftfeuchtigkeit im Vergleich Passivhaus und Niedrigenergiehaus (Quelle: AEE INTEC)

Häufigkeiten	Passivhaus			Niedrigenergiehaus		
	Ø	min	max	Ø	min	max
> 60%r.F.	1,42%	0,06%	3,39%	1,69%	0,01%	5,26%
50%r.F. – 60%rF	13,77%	7,79%	17,11%	17,33%	8,13%	38,22%
30%r.F. – 50%r.F.	77,27%	66,97%	86,39%	71,30%	55,96%	82,45%
20%r.F. – 30%r.F.	7,47%	2,35%	12,97%	9,64%	0,56%	27,54%
< 20%r.F.	0,07%	0,00%	0,43%	0,04%	0,00%	0,23%

3.2.1.3 CO₂-Konzentrationen

Die häufigste Methode zur Beschreibung der Raumluftqualität ist die Messung der CO₂-Konzentration in den betreffenden Räumen. Dabei sollte die CO₂-Konzentration einen Wert von 1.000 ppm (= 0,1 Vol%) nicht überschreiten (= Pettenkofer-Zahl).

Abbildung 21 zeigt die gemessenen CO₂-Konzentrationen der Raumluft bei einem großvolumigen Passivhaus-Wohngebäude in Abhängigkeit der relativen Raumluftfeuchte. Die darin ersichtlichen unterschiedlichen Farben repräsentieren die verschiedenen Messwohnungen in diesem Gebäude. In jeder Messwohnung wurde für diese Auswertung die CO₂-Konzentration des Wohnzimmers herangezogen.

Die Analyse der gewonnenen Messdaten zeigt, dass zwar der Großteil der Messwerte in einem Bereich unter 1.000 ppm liegt (Abbildung 21), es dennoch zu Überschreitungen dieses Grenzwertes mit Häufigkeiten von über 50% der Fälle in einer Wohnung kommt (siehe Abbildung 22).

Um eine Aussage eben zu diesen Häufigkeiten der Grenzwert-Überschreitung tätigen zu können, wurden in Abbildung 22 die CO₂-Konzentrationen in den Wohnzimmern der Messwohnungen der Größe nach sortiert und mittels Gesamtanzahl die Häufigkeit ihres Auftretens bestimmt.

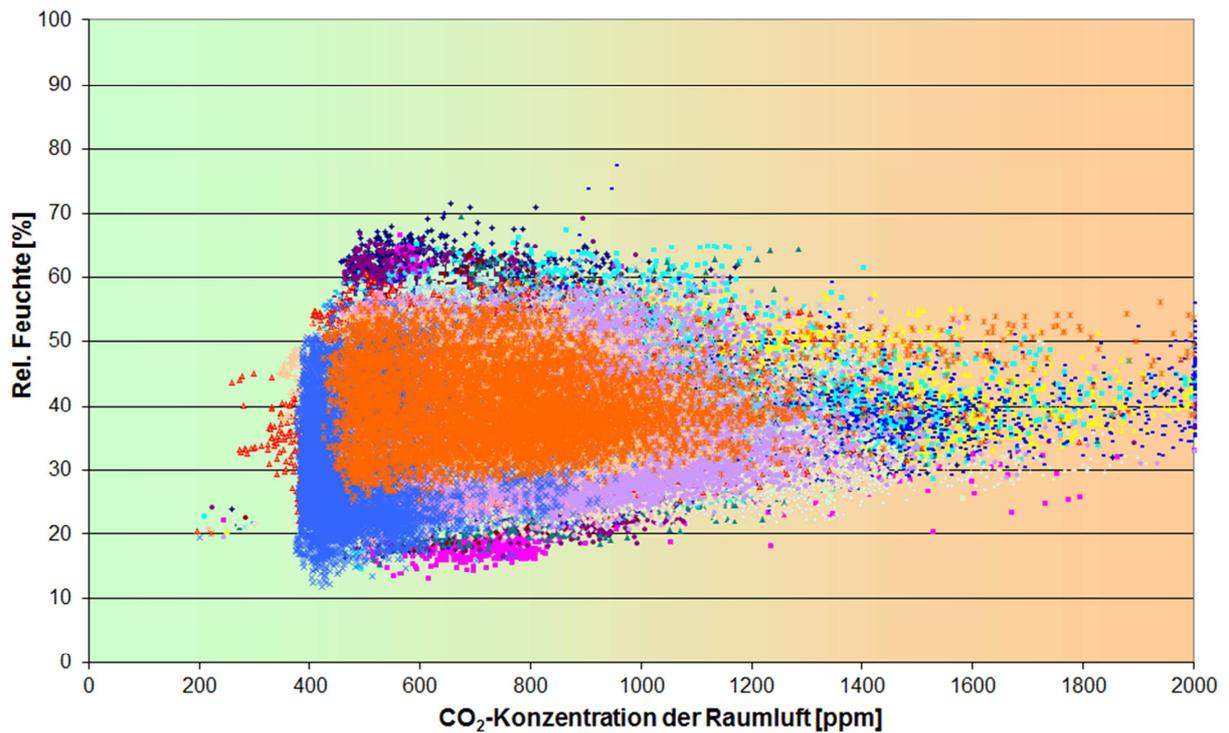


Abbildung 21: CO₂-Konzentrationen der Raumluft verschiedener Wohnungen in einem PH-Wohngebäude bezogen auf die rel. Luftfeuchtigkeit im Zeitraum 01.01.2011 bis 31.12.2011 (Quelle: AEE INTEC)

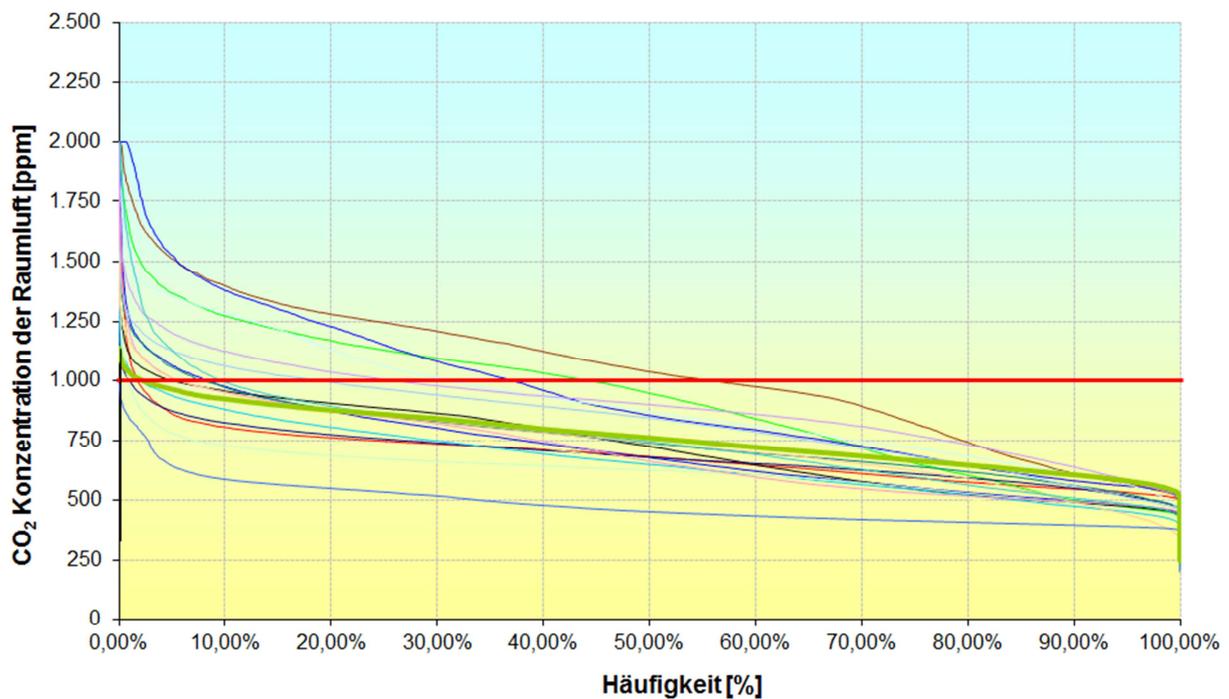


Abbildung 22: Häufigkeitsverteilung der CO₂-Konzentrationen verschiedener Wohnungen in einem PH-Wohngebäude im Zeitraum 01.01.2011 bis 31.12.2011 (Quelle: AEE INTEC)

Die Analyse der Häufigkeitsverteilung der CO₂-Konzentrationen in den Wohnzimmern in Abbildung 22 zeigt, dass es teilweise zu einer deutlichen Überschreitung des Grenzwertes von 1.000 ppm kommt. Im schlechtesten Fall liegt die CO₂-Konzentration im Wohnzimmer zu

knapp 55% der Fälle über dem Grenzwert. Im besten Fall werden die 1.000 ppm nie überschritten. Bei der Analyse der Häufigkeitsverteilung der CO₂-Konzentration wurden somit große Differenzen zwischen den einzelnen Wohnungen deutlich.

Abbildung 23 zeigt ergänzend dazu die CO₂-Konzentrationen eines Büro- und Verwaltungsgebäudes und die dazugehörigen relativen Luftfeuchtwerte.

Die Darstellung zeigt, dass die anfallenden CO₂-Belastungen in den einzelnen Räumen sehr gut von der mechanischen Lüftungsanlage beseitigt werden, denn der Großteil der Messergebnisse liegt bei Werten um rund 500 bis 700 ppm, allerdings um den Preis teilweise sehr niedriger relativer Luftfeuchtigkeit. Die vereinzelt über 1.000 ppm werden auf die in diesem Raum stattfindenden Veranstaltungen und den somit verbundenen Ansammlungen vieler Personen in sehr kurzer Zeit zurückgeführt. Dennoch kann die Leistung der Lüftungsanlage hinsichtlich der Reduktion der CO₂-Konzentrationen in diesem Fall als sehr positiv beurteilt werden.

In diesem Fall wäre es sogar möglich die Luftwechselzahl zu verringern. Dies würde zwar einen leichten Anstieg der CO₂-Konzentrationen zur Folge haben, würde aber gleichzeitig auch den Stromverbrauch der mechanischen Lüftungsanlage deutlich reduzieren und die relative Luftfeuchtigkeit erhöhen (siehe Vergleich mit Abbildung 18).

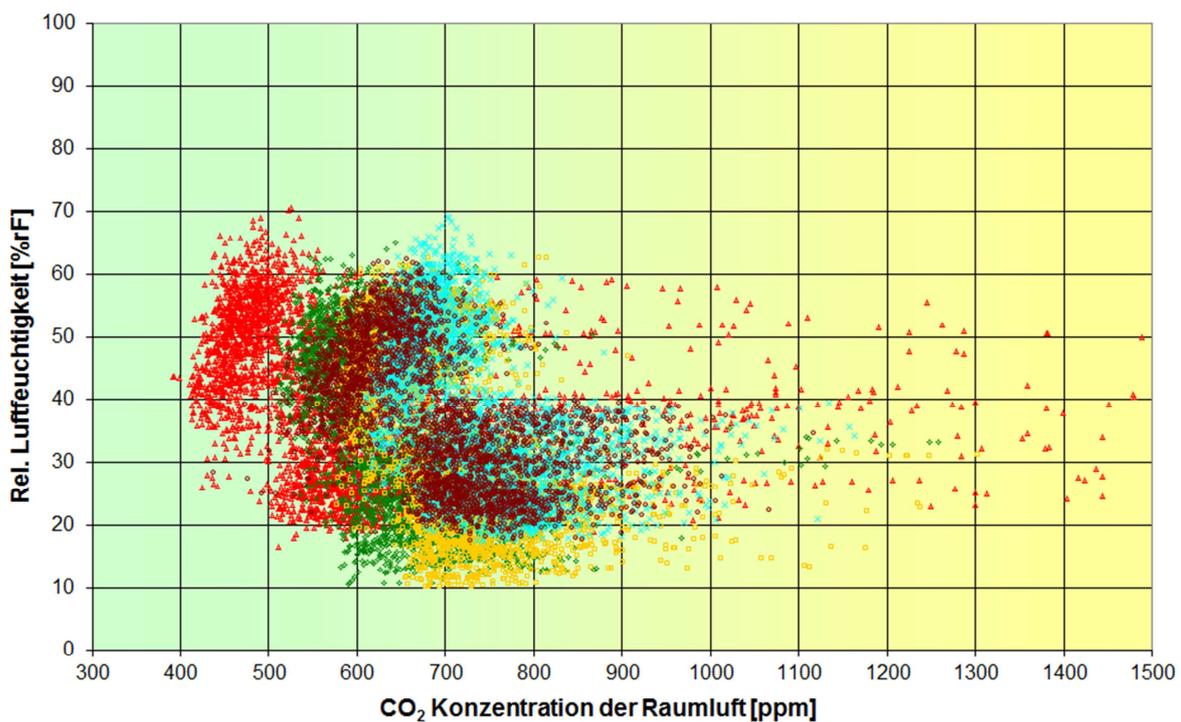


Abbildung 23: CO₂-Konzentrationen der Raumluft in verschiedenen Räumen eines PH- Büro- und Verwaltungsgebäudes bezogen auf die rel. Luftfeuchtigkeit im Zeitraum Mai 2009 bis April 2010 (Quelle: AEE INTEC)

3.2.1.4 Heizwärme-/Endenergie-/Primärenergieverbrauch

Neben den sogenannten Komfortparametern wie Raumtemperatur, relative Raumluftfeuchtigkeit und CO₂-Konzentration in den Aufenthaltsräumen sind aus messtechnischer Sicht auch die energetischen Parameter Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergieverbrauch von Bedeutung. Vor allem um Verluste im System oder auch Bevorzugung einzelner Energieträger mit abzubilden. Als Vorgaben dazu dienen z.T. die Zertifizierungskriterien des Passivhausinstituts Darmstadt.

Abbildung 24 zeigt das Ergebnis der messtechnischen Untersuchung. Darin wurden für fünf großvolumige Wohngebäude die gemessenen Heizwärme-, Endenergie-, und Primärenergieverbräuche dargestellt. Diese repräsentieren dabei die tatsächlich gemessenen Werte, d.h. eine Klima- und Temperaturbereinigung ist nicht enthalten.

Die Analyse dieser Auswertung zeigt, dass die vorgegebenen Kennwerte für den Heizwärmebedarf recht gut erreicht, aber für End- und Primärenergiebedarf im tatsächlichen Gebäudebetrieb teils deutlich verfehlt werden, d.h. die Verbräuche die festgelegten Grenzwerte zum Teil weit überschreiten.

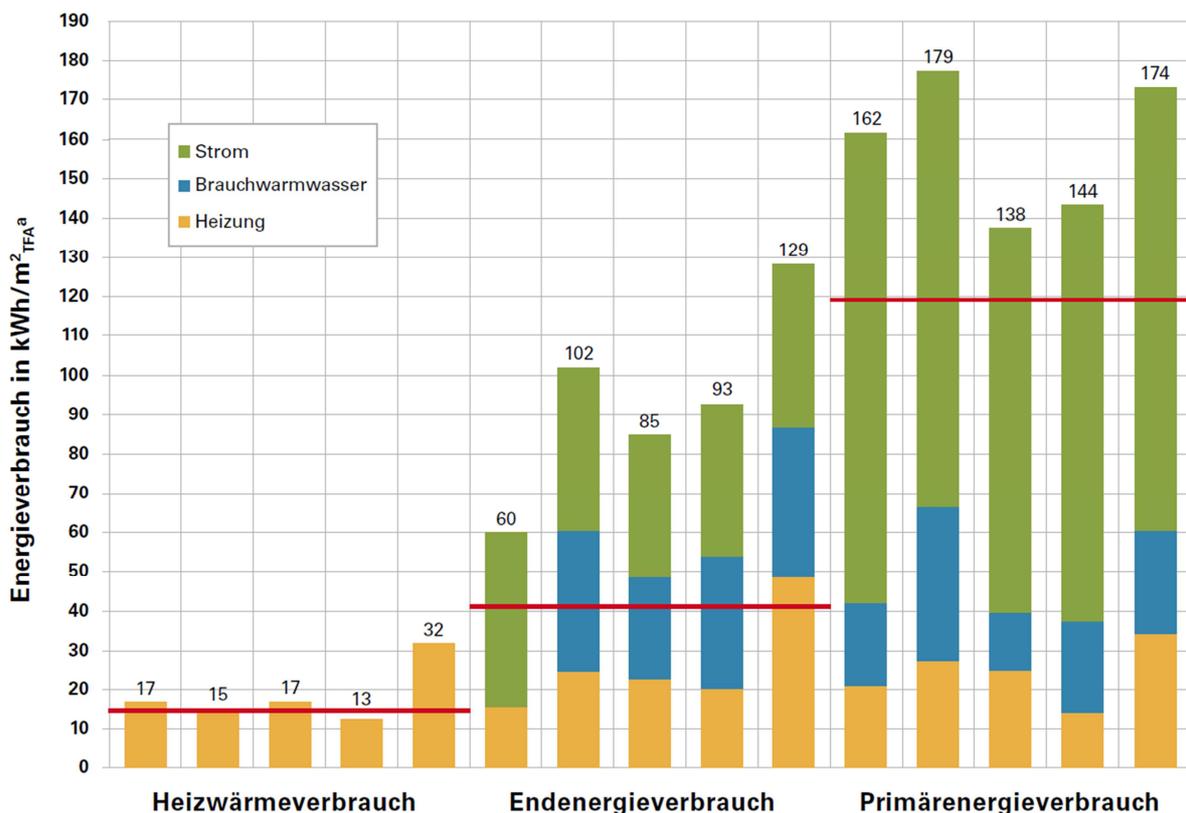


Abbildung 24: Gemessene Heizwärme-, Endenergie und Primärenergieverbräuche von PH-Wohngebäuden (Quelle: AEE INTEC)

Hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs stellt der Stromverbrauch im Gebäude den wesentlichsten Einflussfaktor dar. Dies zeigt sich in Abbildung 24. Zur genaueren Analyse wurden der prozentuelle Anteil der Heizung, Brauchwarmwasserbereitung und des Stroms am Gesamtprimärenergieverbrauch bestimmt. Das Ergebnis dieser Analyse ist in nach-

folgender Abbildung 25 ersichtlich. Bei diesen fünf untersuchten großvolumigen Passivhaus-Wohngebäuden nimmt der Strom einen Anteil von rund 69% am Gesamtprimärenergieverbrauch ein. Der Anteil der Heizung liegt nur bei rund 15% und jener der Brauchwarmwasserbereitung bei etwa 16%. (Der Technikstromverbrauch für die Heizung bzw. für die Brauchwarmwasserbereitung wird dabei im Punkt „Strom“ berücksichtigt!)

Bei einem dieser fünf Wohngebäude sind in den Wohnungen dezentrale Kompaktlüftungsgeräte mit Wärmepumpe zur Brauchwarmwasserbereitung und Heizungsversorgung installiert. Der Stromverbrauch dieser Wärmepumpen wurde in nachfolgendem Diagramm allerdings nicht berücksichtigt.

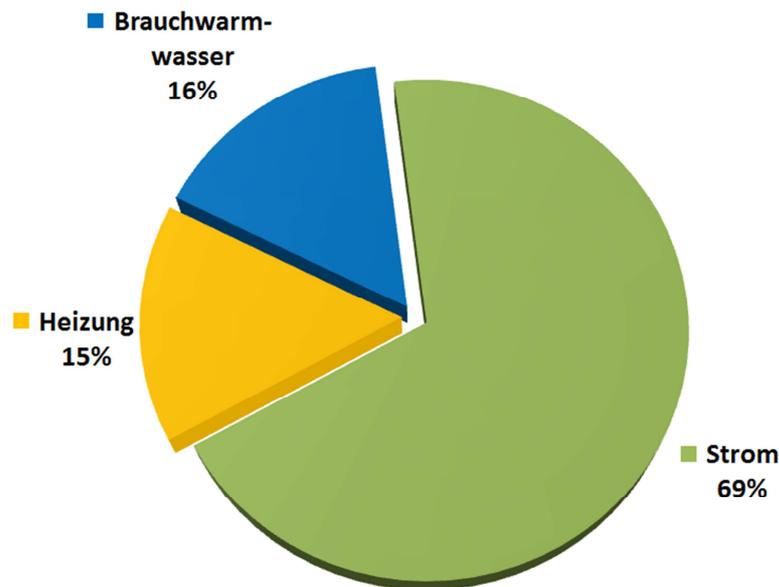


Abbildung 25: Anteil von Heizung, Brauchwarmwasserbereitung und Strom am Gesamtprimärenergieverbrauch von 5 PH-Wohngebäuden (Quelle: AEE INTEC)

Wie bei den Wohngebäuden wurden auch drei Nicht-Wohngebäude hinsichtlich deren Heizwärme-, Endenergie- und Primärenergieverbrauchs analysiert. Abbildung 26 zeigt die gewonnenen Messergebnisse. Dabei zeigt sich, dass sowohl die gemessenen Heizwärme-, als auch die Endenergieverbräuche über den geforderten Kriterien liegen. Hinsichtlich der Primärenergieverbräuche kann im Gegensatz zu den Wohngebäuden jedoch der Grenzwert nahezu eingehalten werden. Der Grund dafür liegt zum einen im sehr geringen bzw. keinem Brauchwarmwasserverbrauch, als auch in der Wärmebereitstellung über erneuerbare Energieträger (Biomasse). Wiederum nimmt der Stromverbrauch einen wesentlichen Anteil ein.

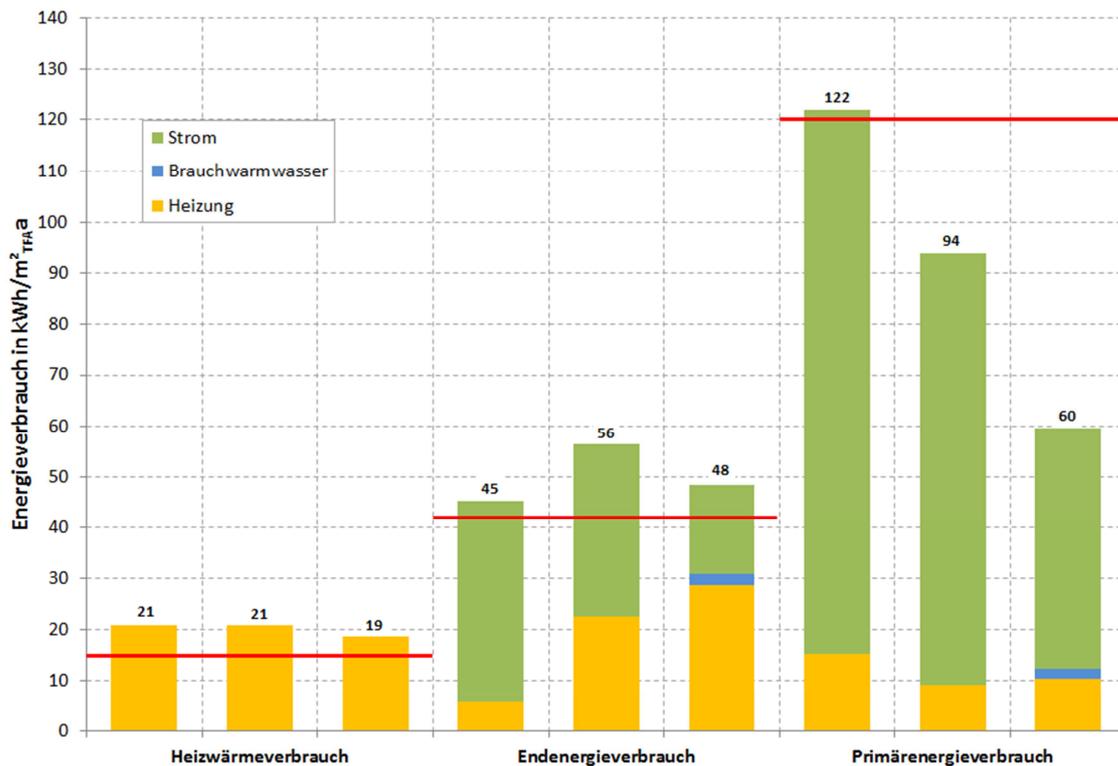


Abbildung 26: Gemessene Heizwärme-, Endenergie und Primärenergieverbräuche von drei Nicht-Wohngebäuden in Passivhaus-Standard (Quelle: AEE INTEC)

3.2.1.5 Stromverbrauch

Wie die vorherigen Analysen gezeigt haben, hat der Stromverbrauch sowohl in den Wohn- als auch Nicht-Wohngebäuden den wesentlichsten Einfluss auf den End- und Primärenergieverbrauch. Aus diesem Grund wurde der Stromverbrauch der Gebäude detailliert untersucht und analysiert. An dieser Stelle werden nun die wichtigsten Ergebnisse dazu kurz präsentiert.

Abbildung 27 zeigt zu allererst die Aufteilung des Stromverbrauchs nach dessen Verwendung als Mittelwert über alle vermessenen Wohngebäude. Dabei zeigt sich, dass den größten Anteil der Haushaltsstromverbrauch mit rund 63% einnimmt. Der Anteil des Allgemeinstromverbrauchs (Beleuchtung Stiegenhaus und Gänge, Technik, Lift, etc.) liegt bei rund 21%, der Lüftungsstromanteil bei rund 16%.

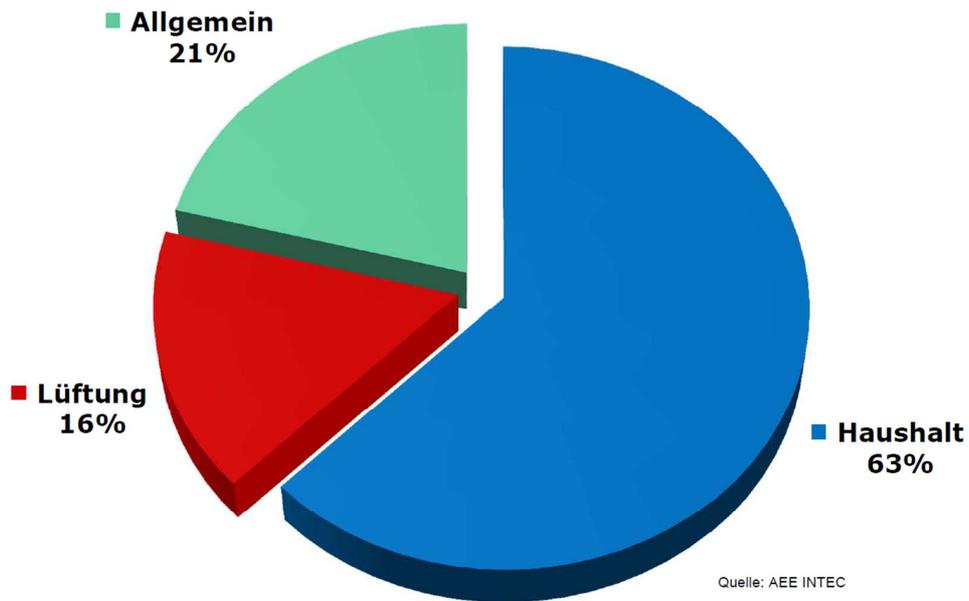


Abbildung 27: Aufteilung des gemessenen Stromverbrauchs als Mittelwert aller Wohngebäude (Quelle: AEE INTEC)

Im nächsten Schritt wurden nun die einzelnen Verbrauchsanteile separat betrachtet und theoretische Optimierungspotenziale ermittelt. Abbildung 28 zeigt dazu die gemessenen Haushaltsstromverbräuche einiger (Mess-)Wohnungen in PH-Wohngebäuden. In blau für das erste Messjahr und soweit vorhanden in grün für das zweite Messjahr. Die rote Vergleichslinie markiert den durchschnittlichen Haushaltsstromverbrauch in Österreich lt. Statistik Austria, der ohne die Anteile für Heizung und Brauchwarmwasserbereitung bei 2.754 kWh/a liegt [9].

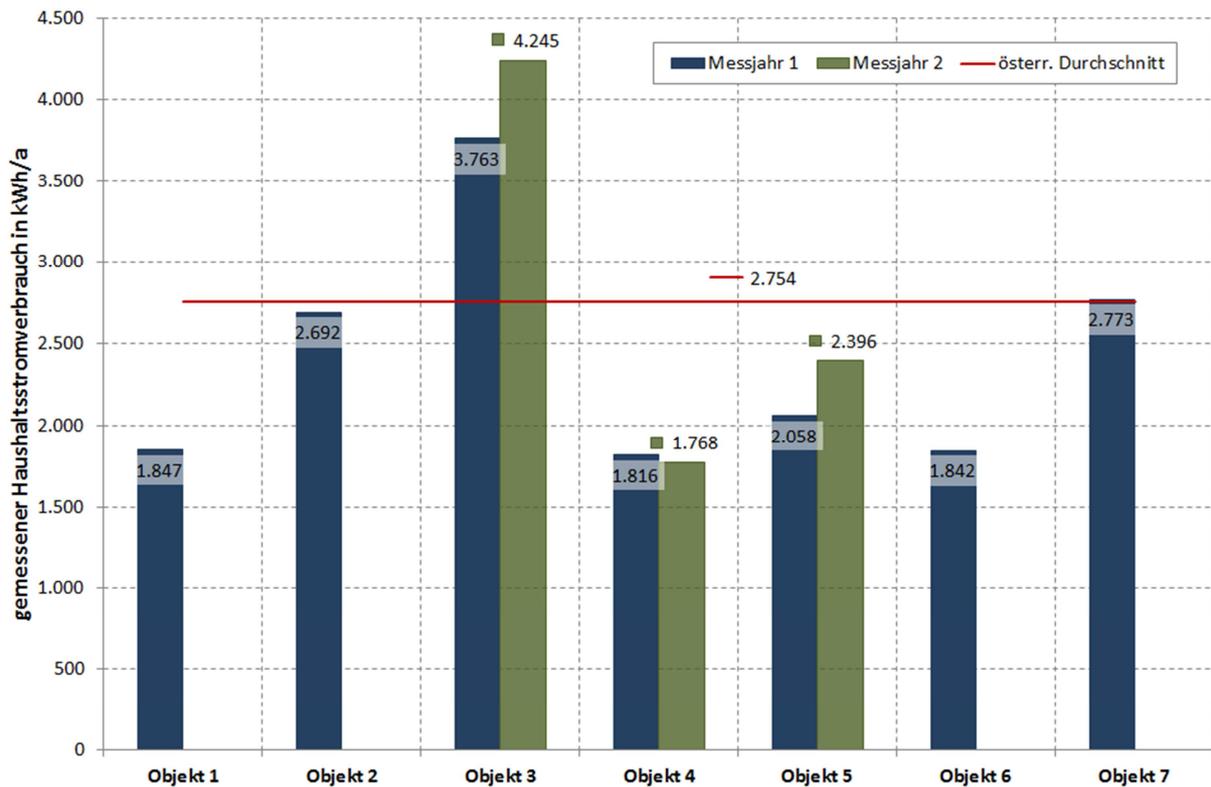


Abbildung 28: Gemessener Haushaltsstromverbrauch von PH-Wohngebäuden im Vergleich mit dem österreichischen Durchschnitt (Quellen: AEE INTEC und Statistik Austria [9])

Die Auswertung in Abbildung 28 zeigt, dass die gemessenen Haushaltsstromverbräuche in acht von zehn Fällen unter dem österreichischen Durchschnitt liegen. Nur in zwei Objekten überschreitet der gemessene den statistischen Wert. In einem Objekt dabei deutlich (um bis zu 1.491 kWh/a), einmal hingegen nur knapp (um 19 kWh/a).

Der Mittelwert der gemessenen Haushaltsstromverbräuche liegt bei rund 2.520 kWh/a, was im Vergleich mit dem in Österreich durchschnittlichen Wert grundsätzlich ein sehr positives Ergebnis darstellt. Das könnte erstens daran liegen, dass es Wohnungen in Passivhäusern noch nicht so lange gibt und dadurch die Ausstattung mit Elektrogeräten einer hohen Energieeffizienzklasse dort Standard ist. Zweitens könnte das mit „energiebewussteren“ BewohnerInnen in Passivhaus-Wohnungen zusammen hängen.

In Abbildung 29 wurde ergänzend der gemessene Gesamtstromverbrauch der sieben PH-Wohngebäude bezogen auf die jeweilige Energiebezugsfläche (TFA) dargestellt. Dabei zeigt sich, dass sich die gemessenen Werte zwischen 37 und 45 kWh/m²_{TFA} bewegen. Vergleicht man diese Werte nun mit dem Anhaltswert aus dem Handbuch zum Passivhaus Projektierungs-Paket [10] von 18 kWh/m²_{TFA}, so liegen die gemessenen Stromverbräuche deutlich über diesem Wert. Ein offensichtliches Stromeinsparpotenzial ist somit gegeben, welches es gilt in Zukunft bestmöglich auszuschöpfen.

Dies gilt jedoch nicht nur für Passivhaus-Wohngebäude. Denn wie die Analyse klar zeigt, haben diese sieben PH-Wohngebäude, trotz eines Haushaltsstromverbrauchs, der unter dem österreichischen Durchschnitt liegt, deutliche Probleme die geplanten Stromkennwerte

einzuhalten. Daher werden auch alle anderen Gebäude in Zukunft noch viel mehr Augenmerk auf den Stromverbrauch legen müssen.

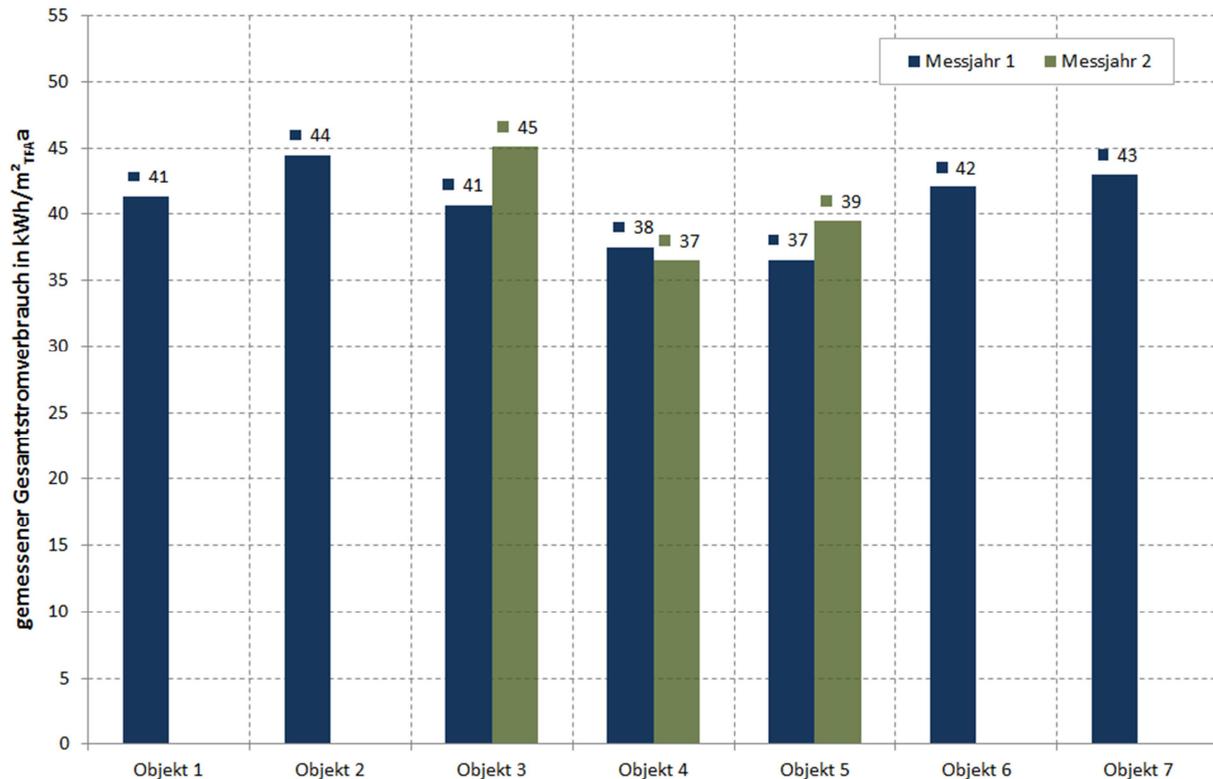


Abbildung 29: Gemessener Stromverbrauch von PH-Wohngebäuden bezogen auf die Energiebezugsfläche (Quelle: AEE INTEC)

3.2.2 NutzerInnenbefragungen

Im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) [1] wurden in verschiedenen Projekten Passivhausbauten bzw. -siedlungen evaluiert und begleitet. Diese Untersuchungen beinhalteten Neubauten, ein saniertes Mehrfamilienhaus und eine Schulsanierung. Die Bauprojekte wurden zwei Jahre durch ein Gebäudemonitoring begleitet, gleichzeitig wurden sozialwissenschaftliche Befragungen (quantitativ und qualitativ) durchgeführt und die Gebäude anhand eines Total Quality Bewertungssystems untersucht.

Durch diese Untersuchungen konnten viele Erfahrungen im Hinblick auf den Einsatz der Passivhaustechnologie im Mehrgeschoßwohnbau und bei Büro- und Sonderbauten sowohl in energietechnischer, ökologischer und vor allem auch sozialwissenschaftlicher Hinsicht gesammelt werden.

Eine der größten Passivhaus-Wohnanlagen Österreichs mit 354 Wohnungen und rund 26.000 m² Wohnnutzfläche ist die „Passivhaus-Wohnanlage Lodenareal“ in Innsbruck. Die Passivhauswohnanlage Lodenareal wird seit dem Erstbezug im Herbst 2009 in einem Forschungsprojekt (Projektleitung: Energie Tirol) messtechnisch und sozialwissenschaftlich begleitet. Gemessen wird in 18 Passivhauswohnungen am Lodenareal in Innsbruck und zum

Vergleich in 6 Wohnungen in einem Niedrigenergiehaus-Standard-Gebäude ohne Komfortlüftung in Kufstein.

Auch hier wurden neben den messbaren technischen Größen die NutzerInnenzufriedenheit mit der Wohnsituation, den eingesetzten Technologien und der Informations- und Kommunikationspolitik des zuständigen Wohnbauträgers evaluiert. Mit Hilfe von zwei bereits durchgeführten quantitativen schriftlichen Befragungen, qualitativen Interviews und einer Fokusgruppe mit ausgewählten BewohnerInnen wurden die Rückmeldungen der NutzerInnen erhoben. Ziel dieser Untersuchungen war und ist es, Rückmeldungen von den BewohnerInnen und NutzerInnen zur Akzeptanz der Gebäudekonzepte und den eingesetzten Technologien, zum Umgang mit der Lüftungsanlage, zu Schwierigkeiten und Problemen und auch zu ihrer Zufriedenheit zu bekommen. Anregungen zu Verbesserungen sind immer erwünscht.

Ergebnisse aus diesen Untersuchungen wurden auch als Grundlage für das Erkennen von Schwachstellen und für das Erstellen von Verbesserungsmöglichkeiten in diesem Projekt genutzt. Hier soll ein kurzer Überblick über die aktuellsten Ergebnisse aus der BewohnerInnenbefragung im Lodenareal Innsbruck gegeben werden:

- 91% der BewohnerInnen beantworten die Frage nach der allgemeinen Wohnzufriedenheit mit „sehr zufrieden“ bzw. „eher zufrieden“.
- 84% äußern sich zur Heizung mit „sehr zufrieden“ bzw. „eher zufrieden“.
- Die Bewertung der Komfortlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (nach dem Schulnotensystem) ergibt bei 17% der BewohnerInnen ein „sehr gut“ bzw. bei 57% ein „gut“.
- Die Einstellung zur Komfortlüftung hat sich seit dem Bezug für 60% der BewohnerInnen zum Positiven gewendet bzw. ist gleich positiv geblieben.
- 80% der Befragten würden wieder in eine Wohnung mit Komfortlüftung einziehen wollen.
- 83% der BewohnerInnen lüften im Winter zusätzlich zur eingeschalteten Lüftungsanlage (Gründe: Kochen, zu trockene Luft, Gewohnheit)
- 72% der BewohnerInnen sind mit der Temperatur in der Wohnung zufrieden.
- Für 63% der BewohnerInnen war die Information über die Komfortlüftung bei Bezug ausreichend, für 28% waren es zu wenige Informationen.
- Für 43% der Befragten sind nach Bezug noch Fragen zur Komfortlüftung aufgetaucht, die aber nicht mehr beantwortet wurden.

Diese Analyse zeigt im Großen und Ganzen ein positives Bild, bei dem es aber sicher noch immer Verbesserungsbedarf gibt.

Prinzipiell ist es sicher so, dass die wichtigste Voraussetzung für die Zufriedenheit der Betroffenen eine gut geplante, adäquat konzipierte und den jeweiligen Erfordernissen entsprechende Lüftungsanlage sowie ein gut umgesetztes Passivhauskonzept ist. Die

Erfahrungen über die letzten Jahre zeigen, dass hier ein guter Weg gegangen wird. Dies gilt sowohl für den Neubau als auch für den Bereich der Sanierung.

Allerdings spielt die Information der und die Kommunikation mit den BewohnerInnen und NutzerInnen eine entscheidende Rolle. Die Information über die Passivhaustechnologie sollte so früh wie möglich beginnen. Hier ist sicher eine prinzipielle Unterscheidung zu treffen nach Miet- und Eigentumsbereich. Während man es bei Mietobjekten sicher leichter hat, die potenziellen MieterInnen im Vorfeld zu informieren, ist es bei Eigentumsprojekten etwas schwieriger. Aber auch hier ist es so, dass meist erst gebaut wird, wenn ein Großteil der Wohnungen verkauft und die späteren BesitzerInnen daher bereits bekannt sind. Zu diesem Zeitpunkt lässt sich bereits eine erste Informationsveranstaltung zu den geplanten Technologien im neuen Gebäude oder in der neuen Siedlung durchführen.

Es bewährt sich bei der Informationspolitik ein Mix aus persönlichen, mündlichen und schriftlichen Zugängen. So sind BewohnerInnenversammlungen eine gute Möglichkeit, allgemein über das Projekt zu berichten, in die Technologie einzuführen und Fragen zu beantworten. Diese Informationsveranstaltung sollte zirka einen Monat nach Bezug wiederholt werden, damit nach dem ersten Übersiedlungsstress noch einmal wichtige Fragen abgeklärt werden können und auch schon erste Erfahrungen der BewohnerInnen vorliegen.

Diese Veranstaltungen sollten ergänzt werden durch das Ausgeben von schriftlichen Informationen in Form von Foldern, Broschüren oder Handreichungen, die die BewohnerInnen bei der Handhabung der Lüftungsanlage und beim Bewohnen eines Passivhauses unterstützen. Wenn möglich, ist sicher auch noch eine erste persönliche Einweisung bei der Wohnungsübergabe von Vorteil.

Da manche Fragen erst im Regelbetrieb auftauchen, ist es auf jeden Fall notwendig, eine Ansprechperson zu benennen, die für die NutzerInnen nach der Inbetriebnahme des Gebäudes zur Verfügung steht, die auch entscheidungsbefugt ist und sich Problemen annehmen kann. Diese Ansprechperson wird umso weniger beansprucht werden, je besser die Anlage funktioniert und je besser die Informationspolitik davor war. Noch besser ist es, wenn diese Person schon in der Planungsphase zur Verfügung steht. Auch die rasche Reaktion auf Beschwerden und eine anschließende schnelle Problembeseitigung tragen sehr zur Zufriedenheit der Betroffenen bei. Insofern handelt es sich bei einer erfolgreichen Einführung der Passivhaustechnologie mit kontrollierter Wohnraumlüftung um ein gelungenes Zusammenspiel zwischen technischen, ökologischen, kommunikativen und sozialen Elementen.

Zum Zweck der schriftlichen Information an die BewohnerInnen wurde in diesem Projekt daher auch ein Nutzinformativblatt erstellt, das in drei Varianten (je nach Art der eingesetzten kontrollierten Wohnraumlüftung) zum Beispiel von den zuständigen Wohnbaugenossenschaften bzw. Hausverwaltungen an die BewohnerInnen weiter gegeben werden kann. Es ist für individuelle Zwecke adaptierbar und gibt einen guten Einblick und

eine erste Anweisung zur Handhabung des Passivhausgebäudes und der kontrollierten Wohnraumlüftung.

3.3 Erarbeitung der Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation

Aufbauend auf der Erarbeitung der Qualitätskriterien sowie der messtechnischen Untersuchung und Befragung der BewohnerInnen und deren Analyse, wurden im nächsten Schritt Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation erarbeitet.

Diese Richtlinien, in Form eines digitalen Handbuchs, geben zum einen Anforderungen an das Passivhaus der 2. Generation und zum anderen Empfehlungen und innovative Lösungsansätze für die Planung, Umsetzung und Qualitätssicherung der Technologien und Systeme in großvolumigen Passivhäusern wieder. Außerdem werden darin Hinweise für den optimierten Betrieb und die Nutzung gegeben.

Anwendung soll das Handbuch vor allem in der Planung, einige Teile auch in der Ausführung und im Betrieb von vor allem großvolumigen Mehrfamilienhäusern finden. Einige Inhalte können auch für andere Gebäudetypen wie z.B. Bürogebäude angewendet werden, wobei eine Anwendbarkeit der Richtlinien auf sämtliche vorhandenen Gebäudetypen kein definiertes Ziel war.

Die Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation gliedern sich dabei in 7 thematische Kapitel. Dies sind:

- Thermischer Komfort
- Heizungsversorgung & Brauchwarmwasserbereitung
- Energieeffizienz von Komfortlüftungen
- Hygiene bei Komfortlüftungsanlagen
- Regelung der Komfortlüftungsanlage
- Stromverbrauch
- Information und Kommunikation – BewohnerInnen / HandwerkerInnen

Neben diesen sieben thematischen Kapiteln besteht dieses Handbuch des Weiteren aus zwei informativen Anhängen. Diese sind:

- Anhang 1: NutzerInneninformationsblatt – dieses soll den BewohnerInnen eines Passivhauses mit dem Miet- bzw. Eigentumsvertrag übergeben und auf einer NutzerInneninformationsveranstaltung kurz vor Übergabe erläutert werden. Darauf finden diese dann die wichtigsten Ansprechpersonen sowie alle notwendigen Informationen zur Regelung der Lüftungsanlage oder zum richtigen Verhalten im Winter wie im Sommer.

- Anhang 2: Infos PHPP – darin werden relevante Tipps und Hinweise zur Planung (Eingabe) des Gebäudes im Passivhaus Projektierungs-Paket (PHPP) gegeben.

Nachfolgende Abbildung 30 zeigt einen Auszug aus den erarbeiteten Richtlinien. Das komplette Handbuch ist ausschließlich in digitaler Form erhältlich und kann kostenlos von der Homepage www.aee-intec.at heruntergeladen werden. Daneben erfolgt die Verbreitung des Handbuchs über die Websites der Projektpartner Energie Tirol (<https://www.energie-tirol.at/index.php?id=2292>), Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur (<http://www.ifz.tugraz.at/Projekte/Energie-und-Klima/Passivhaus-2.0>) und Schöberl & Pöll GmbH (http://www.schoeberlpoell.at/download/forschung/PH%202.0_Richtlinien_120502.zip).

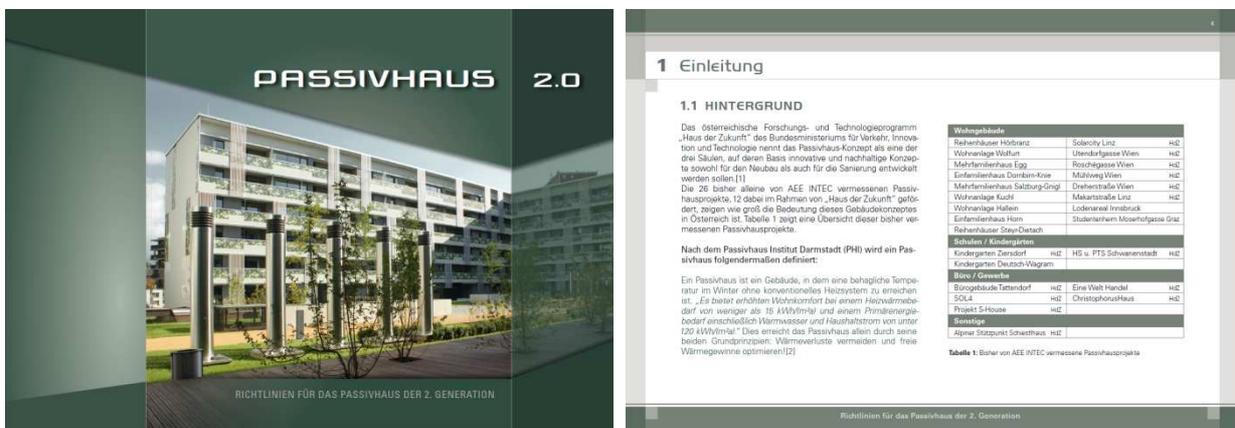


Abbildung 30: Auszug aus „Passivhaus 2.0 - Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation“

3.4 Verbreitung der Projektergebnisse

Um auf die Ergebnisse dieses Forschungsprojektes aufmerksam zu machen und gleichzeitig das Handbuch „Passivhaus 2.0 – Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation“ anzukündigen, wurde neben anderen Aktivitäten am 16. April 2012 im Roten Saal der Landesbuchhaltung in Graz ein Diskussionsforum (öffentlicher Workshop) zum Thema „Passivhäuser der 2. Generation – Was unterscheidet heutige großvolumige Passivhäuser von zukünftigen?“ abgehalten. Mehr als 80 TeilnehmerInnen bekundeten mit ihrer Anwesenheit ihr Interesse an dem Thema.

Am Programm standen dabei sechs Vorträge, welche vom Projektteam bzw. einem externen Fachmann gehalten wurden (siehe Programm in Abbildung 31):

Workshop / Diskussionsforum

Passivhäuser der 2. Generation
 Was unterscheidet heutige großvolumige Passivhäuser von zukünftigen?

Montag, 16. April 2012, 13:30 – 17:00
Roter Saal - Landesbuchhaltung
Burggasse 13, 8010 Graz

Programm

13:30 – 13:45	Empfang – Kaffee und Kuchen Begrüßung
13:45 – 14:05	Was sind die Erfahrungen aus der ersten Passivhausgeneration? DI Monika Spörk-Dür – Messtechnik AEE INTEC, Gleisdorf
14:05 – 14:25	Was bringt die nächste Lüftungsgeneration im Passivhaus? DI Andreas Greml – TB Greml, Kufstein
14:25 – 14:45	Stromeffizienz im Passivhaus – ein Widerspruch? DI Wilhelm Hofbauer – Ing.-Büro Hofbauer, Wien
14:45 – 15:05	KAFFEPAUSE
15:05 – 15:25	Wie wird das Passivhaus durch die Ö-Normen abgebildet? DI Helmut Schöberl – TB Schöberl & Pöll, Wien
15:25 – 15:45	Was ist das PH der 2. Generation aus der Sicht der BewohnerInnen und/oder der Bauausführenden? DI Jürgen Suschek-Berger – IFZ, Graz
15:45 – 16:05	Auf welche Punkte gilt es zu achten im PH(PP) der Zukunft? DI David Venus – Nachhaltige Gebäude AEE INTEC, Gleisdorf
16:05 – 17:00	DISKUSSION mit allen REFERENT/-INNEN
	Ende der Veranstaltung

Moderation: **Armin Knotzer**, AEE INTEC, Gleisdorf



TB Hofbauer



Schöberl & Pöll GmbH
BAUPHYSIK und FORSCHUNG



ENERGIE TIROL

Stand: 16.03.2012

Abbildung 31: Programm des öffentlichen Diskussionsforums

Im ersten Vortrag wurden die Erfahrungen aus den großvolumigen Passivhäusern der 1. Generation an Hand einer Auswahl von Messergebnissen der vergangenen 10 Jahren vorgestellt. In der zweiten Präsentation wurde ein Überblick über Komfortlüftungen dargebracht und gezeigt, was die nächste Lüftungsgeneration im Passivhaus bringen könnte. Im dritten Vortrag wurde dann versucht aufzuzeigen, mit welchen Maßnahmen der Stromverbrauch in Gebäuden, übrigens nicht nur im Passivhaus, noch weit geringer ausfallen könnte.

Nach der Pause wurde auf die technischen Inhalte der neuen Generation von Normen, die das Passivhaus betreffen, eingegangen. Die Berechnung des Energieausweises soll in Zukunft das Passivhaus besser abbilden können. Anschließend wurde im fünften Vortrag anhand von BewohnerInnenbefragungen im Lodenareal Innsbruck aufgezeigt, dass Passivhaus-Wohnbauten bei den BewohnerInnen gut ankommen, vor allem wenn das Gesamtsystem inkl. Technik und kommunikative Elemente funktioniert. In der letzten Präsentation wurden wesentliche Bereiche bei der Projektierung von Passivhäusern (mit PHPP) aufgezeigt, denen in Zukunft mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.



Abbildung 32: Impressionen vom öffentlichen Diskussionsforum (Quelle: AEE INTEC)

Bei einer abschließenden Diskussion mit allen ReferentInnen konnte auf Fragen und Anregungen des Fachpublikums eingegangen und diese gemeinsam erörtert werden.

Im Resümee der Veranstaltung und der Diskussion wurden folgende Punkte deutlich:

- Das Konzept des Passivhauses hat auch bei großvolumigen Wohn- und Nichtwohngebäuden jedenfalls Zukunft, reine Luftheizungskonzepte werden in Österreich derzeit kaum umgesetzt.
- Viele Dinge werden dem Passivhaus angelastet, die in anderen Gebäuden noch evidenter, aber weniger detailliert untersucht sind (z.B. Endenergiebedarf, Stromverbrauch, rel. Luftfeuchtigkeit).

- Detaillösungen zur Senkung des Stromverbrauchs z.B. bei Lüftungssystemen sind aber auch im Passivhaus gefragt.
- BewohnerInnen sind, je nachdem mit welchen Versprechungen sie ins Passivhaus „gelockt“ wurden, entweder anspruchsvoll oder eben welche mit ganz „normalen“ Wohnbedürfnissen.

Sämtliche Vorträge des öffentlichen Diskussionsforums können im Downloadbereich auf www.aee-intec.at heruntergeladen werden. Die Vorträge finden sich ebenso in Anhang 3 dieses Berichts.

Neben dem öffentlichen Workshop wurden weitere Verbreitungs- und Vernetzungsaktivitäten vor allem in der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit durchgeführt:

- Vernetzung mit Uni Innsbruck
Erstes Arbeitstreffen mit Universität Innsbruck – „Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften - Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen“ am 21.10.2010 in Innsbruck und Vorabstimmung mit Fabian Ochs und Wolfgang Feist wegen Kooperation im Projekt.
Workshop Ende März 2011 unter Teilnahme der Universität Innsbruck – „Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften - Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen“ und Andreas Greml (TB Greml)
- Ausschnitt aus den Zwischenergebnissen als E-Mail-Newsletter
Nach erster Hälfte der Projektlaufzeit im Juli 2011 – inkl. Beantwortung und Einarbeitung der Rückmeldungen
- Ausschnitt aus den Endergebnissen als E-Mail-Newsletter
Kurz vor Ende der Projektlaufzeit im März 2012
- Ankündigung des öffentlichen Diskussionsforums
Per E-Mail Aussendung im März 2012
- Veröffentlichungen in diversen Fachzeitschrift
„erneuerbare energie“ (Ausgabe 2010-4, Seite 33, und Ausgabe 2012-2, Seiten 32-35)
Weitere Veröffentlichungen dieses Artikels werden in der Fachzeitschrift „Energie Perspektiven Tirol“ und im „IBOmagazin“ 2012 erwartet.
- Einreichung zum „Fast Forward Award 2012“
Handbuch „Passivhaus 2.0 – Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation“ wurde beim steirischen „Fast Forward Award 2012“ der SFG eingereicht.
- Projekt-Beschreibungen inkl. Updates und Ankündigungen sowie Verbreitung der Ergebnisse
Auf allen Partner-Websites (siehe auch Kap. 3.3)

4 Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

Die Auswertungen der Messdaten der großvolumigen Passivhäuser der 1. Generation haben gezeigt, dass dem Sommerkomfort im Passivhaus der 2. Generation eine bedeutende Rolle zukommt. Scheinen die Behaglichkeitsanforderungen in der Heizperiode nämlich so gut wie erfüllt zu sein, trifft dies auf die Sommermonate mit augenscheinlicher Überhitzungstendenz noch nicht zu. Die hohen Raumtemperaturen nehmen dabei vor allem in Kombination mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit einen wesentlichen Anteil ein. Daher galt es (und gilt es weiterhin) ein verstärktes Augenmerk auf Lösungen zur Vermeidung von sommerlicher Überwärmung zu legen. Der thermische Sommerkomfort wird auch in weiterer Folge ein zentrales Thema im Passivhaus sein.

Neben dem thermischen Sommerkomfort hat sich während der Projektlaufzeit ein zweites Thema als sehr substanziell herauskristallisiert. Das Thema „Komfortlüftung im Passivhaus“ stellte sich als ein sehr komplexes Thema dar, bei dem unterschiedliche Anforderungen und Interessen berücksichtigt werden müssen. So z.B. bei der Luftmengen dimensionierung bei Wohngebäuden. Zu wenig Luftmenge bedeutet eine zu geringe Luftqualität, zu hohe Luftmengen die Gefahr von trockener Raumluft im Hochwinter sowie unnötigen Strombedarf und Lüftungswärmeverluste. Durch unterschiedliche Vorgaben und Empfehlungen wird diese Problematik verstärkt. So definiert z.B. das Passivhaus Institut Darmstadt andere Vorgaben als beispielsweise das normative Verfahren nach ÖNORM H 6038. Aus diesem und vor allem Behaglichkeitsgründen wird diesem Thema in Zukunft sicherlich weiterer Forschungsbedarf gewidmet werden.

Wie die Auswertungen in Kapitel 3.2.1.4 gezeigt haben, ist der Stromverbrauch der wesentlichste Einflussfaktor auf die Erfüllung der Anforderungen an den End- und Primärenergieverbrauch, neben dem Haushalts- natürlich auch der Lüftungs- und Allgemeinstrom. Daher galt und gilt es diesen weiter zu analysieren und in weiterer Folge Maßnahmen bzw. Lösungen zu dessen Reduktion zu erarbeiten. Wichtig ist hier aber die Erkenntnis, dass die Analyse des Stromverbrauchs noch viel mehr in Gebäuden, die nicht dem Passivhaus-Standard entsprechen, notwendig wäre.

Als wesentliche Erkenntnis aus dem durchgeführten Forschungsprojekt hat sich weiters gezeigt, dass jene Punkte, die schon bisher im „System Passivhaus“ als Herausforderung gegolten haben und großteils eigentlich schon bekannt sein sollten, oft in Vergessenheit gerieten. Daher wurde die Aufmerksamkeit nicht nur auf die neuen Erkenntnisse, sondern auch auf bereits bekannte Punkte gelegt und versucht deren Wichtigkeit zu erläutern.

Ebenso wurde im Projekt ein Augenmerk auf das Thema „Information und Kommunikation“ gelegt, da die durchgeführten NutzerInnenbefragungen die große Bedeutung dieses Themas neuerlich unterstrichen haben. Dies betrifft sowohl die Information der und Kommunikation mit den BewohnerInnen, als auch mit den ausführenden HandwerkerInnen. In einem eigenen Kapitel in den Richtlinien wurde versucht dieses Thema kurz zu erläutern und gleichzeitig

das Bewusstsein dafür zu stärken. Das entwickelte NutzerInneninformationsblatt (Anhang 1 der Richtlinien) soll der Information der BewohnerInnen dienen.

5 Ausblick und Empfehlungen

Das Ziel muss sein die bisher erarbeiteten Ergebnisse als ersten Schritt im Optimierungsprozess von großvolumigen Passivhäusern anzusehen. In weiterer Folge gilt es nun weitere Detailschritte zu setzen, um die Behaglichkeit in den Winter- und Sommermonaten zu gewährleisten bzw. zu erhöhen, den Stromverbrauch (Haushalts- und Allgemeinstrom inkl. der Lüftungssysteme) zu reduzieren und so die Gesamtenergieeffizienz zu erhöhen, d.h. den End- und Primärenergieverbrauch nachhaltig zu senken.

Als wichtiger Schritt wird dabei die laufende Verbreitung der Projekterkenntnisse angesehen, um so auf bereits bekannte „Probleme“, aber auch Lösungskonzepte aufmerksam zu machen.

Offene Fragen bzw. Themen müssen durch weitere Forschungsaktivitäten analysiert und beantwortet werden. Wir sehen folgende als relevant an:

- Sommerliche Überwärmung auch mit Hinblick auf hohe relative Luftfeuchtigkeiten
- Regelung von Lüftungssystemen (v.a. in Abstimmung der Heizung)
- Reduktion des Gesamtstromverbrauchs des Gebäudes mit besonderem Augenmerk auf den Stromverbrauch der Lüftungsanlagen
- Energieeffizienz und Komfortbedingungen von wassergeführten Heizsystemen versus luftgeführten in Passivhäusern
- Wärmeverteilung und damit zusammenhängend der Vergleich von 2-, 3- und 4-Leiternetzen (aus energetische und wirtschaftlicher Sicht)
- Lebenszyklusanalysen verschiedener Passivhauskonzepte zur Beurteilung des ökologischen Optimums
- Bauausführungsplanung, -abwicklung und -aufsicht speziell für Passivhausprojekte – Qualitätskontrolle der Ausführung
- Etablierung von Know how bei HandwerkerInnen und bauausführendem Gewerbe
- Einfluss weiterer Technologien (z.B. smart metering) auf die Energieeffizienz im Passivhaus

6 Literaturverzeichnis

- [1] Wagner, W.; Spörk-Dür, M.; Lechner, R.; Suschek-Berger, J. (2010): Ergebnisse der messtechnischen Begleituntersuchungen von „Haus der Zukunft“ – Demonstrationsbauten – Leitfaden; BMVIT; Wien
- [2] Klima- und Energiefonds (Hrsg.) (2008): Neue Energien 2020 - Forschungs- und Technologieprogramm - 1. Ausschreibung 2008 - Leitfaden für die Projekteinreichung; Wien
- [3] Bruck, M. und Geissler, S. (2002): Leitfaden für die TQ Bewertung - Kostengünstige, nutzer- und umweltfreundliche Gebäude - Bewertungskriterien, Planungsziele und Toolbox: Kennzahlen und Vorgaben für die Planung sowie Daten, Anleitungen und Informationen zur Umsetzung der Planungsziele; Wien
- [4] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.) (2012): klima:aktiv Kriterienkatalog
<http://www.klimaaktiv.at/kriterienkataloge>
- [5] Greml, A.; Kapferer, R.; Leitzinger, W. (2010): 60 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen – Mehrfamilienhaus (MFH) (inkl. Erläuterungen)
http://www.komfortlueftung.at/fileadmin/komfortlueftung/MFH/60_QK_Komfortlueftung_MFH_V_1.4_Februar_2011_mit_Erlaeuterungen.pdf
- [6] Greml, A.; Kapferer, R.; Leitzinger, W. (2010): Komfortlüftungsinfo Nr. 28 – Luftheizung im Passivhaus
http://www.komfortlueftung.at/fileadmin/komfortlueftung/EFH/komfortlueftung.at-Info28_Luftheizung_V_1.0.pdf
- [7] Knotzer, A. und Venus, D. (2010): SQUARE – Qualitätssicherung in der Gebäudesanierung; Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und ihre Auswirkungen auf das Wohnraumklima; Arbeitspaket 5: Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz - Bericht 5.1
http://www.iee-square.eu/InformationPublications/Reports/SQUARE_Energy_Improvement_Measures_Indoor_Environment_DE.pdf
- [8] Passivhaus Institut Darmstadt (2012): „Zertifiziertes Passivhaus“ – Zertifizierungskriterien für Passivhäuser mit Wohnnutzung; Stand 18.04.2012
http://www.passiv.de/downloads/03_zertifizierungskriterien_wohngebaeude_de.pdf
- Passivhaus Institut Darmstadt (2012): „Zertifiziertes Passivhaus“ – Zertifizierungskriterien für Passivhäuser mit Nicht-Wohnnutzung; Stand 25.04.2012
http://www.passiv.de/downloads/03_zertifizierungskriterien_nichtwohngebaeude_de.pdf
- [9] STATISTIK AUSTRIA (2009): Statistiken – Energie und Umwelt – Energieeinsatz der Haushalte; Durchschnittlicher Stromverbrauch der Haushalte nach Verbrauchskategorien 2008;

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/energie/energieeinsatz_der_haushalte/index.html , aufgerufen am 14. Mai 2012 um 15:45 Uhr

- [10] Feist, W.; Pfluger, R.; Kaufmann, B.; Schnieders J.; Kah, O. (2007): Passivhaus Projektierungs-Paket 2007 – Anforderungen an qualitätsgeprüfte Passivhäuser; Handbuch; Passivhaus Institut Darmstadt

7 Anhang

- Anhang 1 Ausarbeitung Qualitätskriterien
- Anhang 2 Richtlinien für das Passivhaus der 2. Generation + Anhänge
- Anhang 3 Vorträge beim öffentlichen Diskussionsforum am 16.04.2012 in Graz