

Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern

H. Schöberl, R. Hofer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

2/2012

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Reduktion der Wartungskosten von Lüftungsanlagen in Plus-Energiehäusern

Bmst. DI Helmut Schöberl
DI Richard Hofer
Schöberl & Pöll GmbH

Wien, Mai 2011

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	4
Abstract	6
1 Einleitung.....	8
2 Aufgabenstellung und erreichte Ziele	8
3 Grundlagen.....	9
3.1 Methodik	9
3.2 Normen und Richtlinien zum Thema Wartung	10
4 Auswertung von Wartungsverträgen und Kosten (AP 1).....	12
4.1 Allgemein	12
4.2 Projektbeschreibungen	13
4.3 Brandschutzklappen und tabellarische Gegenüberstellung	13
4.4 Gegenüberstellung der Wartungskosten	14
4.5 Optimierungspotenzial	19
5 Maßnahmenkatalog für die Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern (AP 2).....	22
5.1 Grundlagen	22
5.2 Maßnahmenkatalog – zentrale Lüftungsanlagen	24
5.3 Maßnahmenkatalog – dezentrale Lüftungsanlagen	31
6 Schlussfolgerungen.....	36
7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis	38
7.1 Literaturverzeichnis.....	38
7.2 Abbildungsverzeichnis	40
7.3 Tabellenverzeichnis	40

Kurzfassung

Ausgangssituation/Motivation

Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ist ein wesentlicher Bestandteil von Passiv- und Plus-Energiehäusern. Die Wartungskosten dieser Anlagen sind ein wichtiger Teil der Betriebskosten.

Inhalte und Zielsetzungen

Insgesamt wurden 10 Wartungsverträge von 9 mehrgeschossigen Passivwohnhausprojekten, zum Teil „Haus der Zukunft“-Projekte, aus ganz Österreich gegenübergestellt. Die Wartungsverträge wurden ausgewertet und ein Maßnahmenkatalog für durchzuführende Wartungsarbeiten erstellt.

Methodische Vorgehensweise

Für das AP 1 wurden Wartungsverträge von 9 mehrgeschossigen Passivhausprojekten eingeholt, nach folgenden Kostenpositionen aufgegliedert und gegenübergestellt: Prüfen Ventilatoren, Keilriemen, Motoren, Wärmerückgewinnung, Filter und Filtertausch, Heizregister, Regelung, Hygieneinspektion und Sonstiges. Aufgrund dieser Gegenüberstellung konnten Aussagen über die Bandbreite der spezifischen Wartungskosten und deren Optimierungspotenzial getroffen werden. Brandschutzklappen wurden gesondert ausgewertet. Erfahrungen zur Wartung von Lüftungsanlagen wurden mit BauträgerInnen und HausverwalterInnen ausgetauscht.

Im Zuge des AP 2 wurde eine Recherche aktueller EN-Normen, DIN-Normen, ÖNORMen, VDI-Richtlinien und VDMA-Einheitsblätter durchgeführt. Ein Maßnahmenkatalog mit Intervallen und Schnittstellendefinition für die Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern wurde auf Basis dieser Recherche erstellt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Auswertung der Wartungsverträge brachte folgende Ergebnisse: Die Wartungskosten zentraler Lüftungsanlagen liegen durchschnittlich bei 0,42 Euro/m².a exkl. USt., bei dezentralen Anlagen im Schnitt bei 1,16 Euro/m².a exkl. USt.

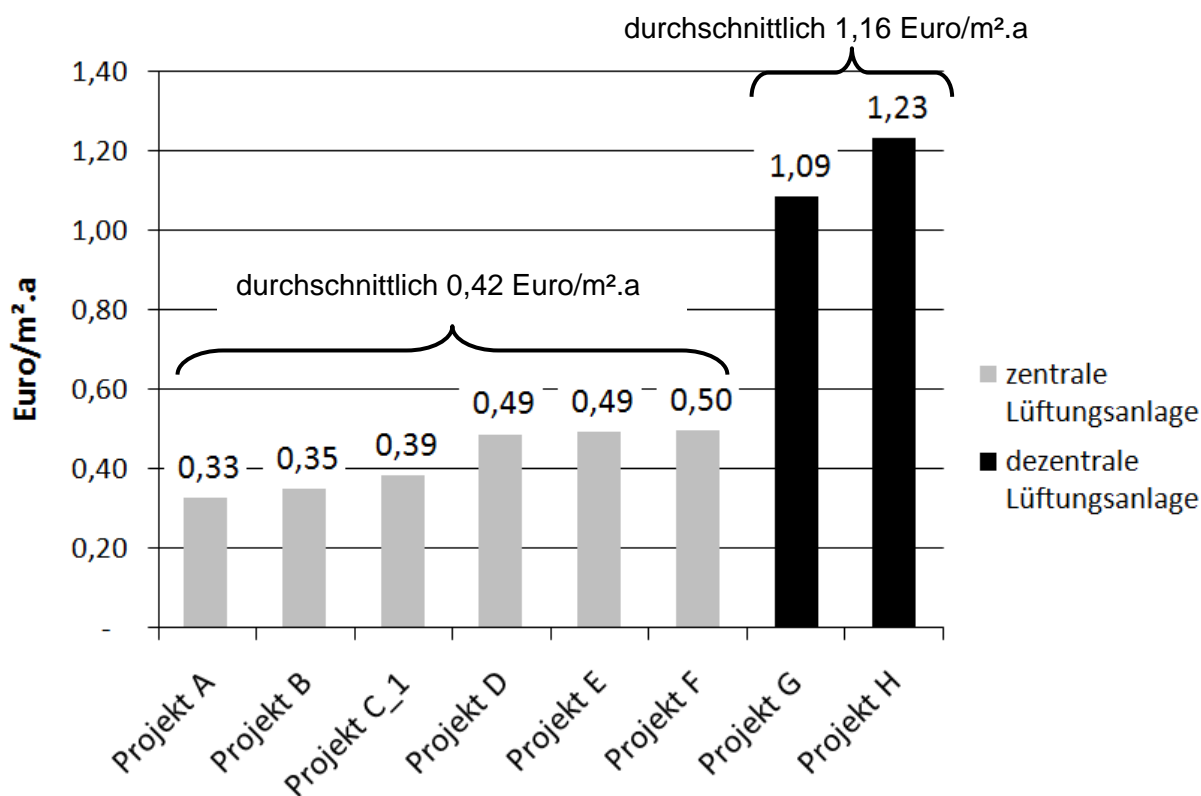


Abbildung 1: Übersicht der Wartungskosten exkl. USt. für zentrale und dezentrale Lüftungsanlagen bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Die Betriebskosteneinsparung des Mehrfamilien-Passivhauses gegenüber dem Mehrfamilien-Niedrigenergiehaus von 50 % [SCH11] kann mit Wartungskosten rund 0,42 Euro/m².a erreicht werden.

Bei einem Projekt mit älterem Vertrag, welcher Wartungskosten von 1,57 Euro/m².a exkl. USt. aufwies, was deutlich teurer als die oben dargestellten Wartungsverträge ist, wurde ein Wartungsangebot von einer anderen Firma eingeholt, welches um 0,39 Euro/m².a exkl. USt. angeboten wurde.

Der Maßnahmenkatalog für die Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern wurde mit Empfehlungen für Intervalle und Schnittstellendefinition in einer Tabelle zusammengefasst und soll als Wissensbasis und Entscheidungshilfe für die Aushandlung von Wartungsverträgen dienen.

Abstract

Starting point/Motivation

An air ventilation system with heat exchange is an essential component of passive and plus-energy buildings. Maintenance costs of these facilities are important parts of the operating costs.

Contents and Objectives

In total 10 maintenance contracts of 9 apartment passive houses in Austria, partly „Haus der Zukunft“-projects, were compared. Those contracts were evaluated and a package of measures of maintenance works to be performed was created.

Methods

In the first work package the maintenance contracts of 9 apartment passive house projects were obtained, itemized after the following cost positions: check ventilator, V-belt, engine, heat exchange, filter and filter exchange, heat register, regulation, hygiene inspection and miscellaneous. Based on this comparison statements about the bandwidth of the specific maintenance costs and their potential for optimisation were issued. Fire dampers were analyzed separately. Experiences in maintaining air ventilation systems were exchanged with developers and property managers.

Results

An analysis of these maintenance contracts showed results as follows: Maintenance costs for central air ventilation systems are approximately 0,42 Euro/m².a excluding VAT, for decentralized systems 1,16 Euro/m².a excluding VAT.

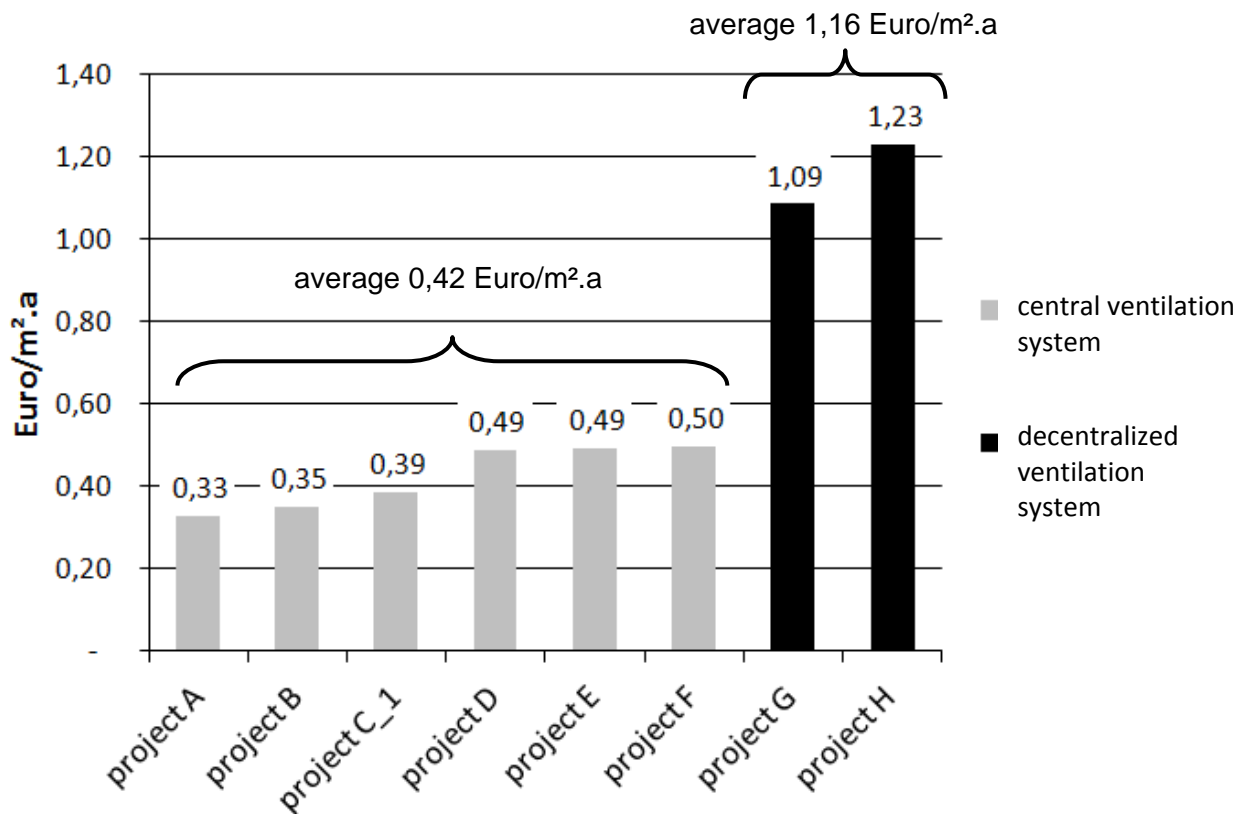


Abbildung 2: Overview of the maintenance costs excluding VAT for central and decentral air ventilation systems based on useable living area, retrieved 2011

50% savings in operating costs of apartment passive houses opposed to apartment low-energy buildings [SCH11] can be achieved with maintenance costs of around 0,42 Euro/m².a.

In a project with a prior contract which showed much higher maintenance costs of 1,57 Euro/m².a excluding VAT than the above mentioned maintenance contracts, a quotation of another company with costs at 0,39 Euro/m².a excluding VAT has been sought.

The package of measures for maintaining air ventilation systems in passive and plus-energy houses has been compiled together in a table with recommendation for intervals and interface descriptions which should serve as knowledge basis and decision support for the negotiation of maintenance contracts.

1 Einleitung

Die Wartungskosten von Lüftungsanlagen waren bzw. sind in Österreich teilweise extrem hoch und sind ein wesentlicher Teil der Betriebskosten von Passiv- und Plus-Energiehäusern. Damit sich Plus-Energie- und Passivhäuser gegen Niedrigenergiehäuser durchsetzen können, müssen Wartungskosten niedriger als die eingesparten Heizkosten sein. Ziel des Projekts war die Auswertung und Gegenüberstellung von Wartungsverträgen und die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs zur Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plusenergiehäusern. Das Projekt wird in enger Zusammenarbeit mit großen österreichischen Bauträgern umgesetzt.

2 Aufgabenstellung und erreichte Ziele

Die Projektarbeiten sind in folgende Arbeitspakete aufgeteilt:

Arbeitspaket Nr. 1	Bestandsanalyse
Arbeitspaket Nr. 2	Auswertung und Vergleich

Tabelle 1: Übersicht der Arbeitspakete

AP 1:

Ziel: Überblick über derzeit durchgeführte Wartungsarbeiten und –kosten bei Wartung von Lüftungsanlagen in fast allen der ersten „Haus der Zukunft“-Projekte sowie aus anderen durchgeführten Projekten, Aufzeigen vom Optimierungspotenzial in Wartung

erreichtes Ziel: Insgesamt wurden von 9 ausgeführten mehrgeschossigen Passivhausprojekten in ganz Österreich, ein Teil davon „Haus der Zukunft“-Projekte, 10 Wartungsverträge eingeholt, ausgewertet und gegenübergestellt. Aufgrund dieser Gegenüberstellung konnten Aussagen über die Bandbreite der spezifischen Wartungskosten getroffen werden. Durch die Auswertung konnten Optimierungspotenziale für die Wartung von Lüftungsanlagen aufgedeckt werden. Für das Projekt I wurde im Zuge des Projekts ein Wartungsvertrag von einer renommierten Wartungsfirma eingeholt, welcher jedoch nicht in die Auswertung eingeht, sondern Optimierungspotenzial beim Filterwechsel aufzeigen soll. Brandschutzklappen wurden gesondert betrachtet, da die Wartungskosten stark von der Anzahl und der Erreichbarkeit abhängig sind. Die Wartung von Volumenstromreglern wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt. Erfahrungen zur Wartung von Lüftungsanlagen wurden mit BauträgerInnen und HausverwalterInnen ausgetauscht.

Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets befinden sich in Kapitel 4.

AP 2:

Ziel: Wissensbasis bezüglich Wartung von Lüftungsanlagen, der notwendigen Wartungsarbeiten und deren Häufigkeiten für BauträgerInnen und HausverwalterInnen, Erhöhung der Transparenz auf dem Markt

erreichtes Ziel: Im Zuge des AP 2 wurde eine Recherche von maßgeblichen Normen, Richtlinien und Literaturangaben vorgenommen und auf dieser Basis ein Maßnahmenkatalog für die Wartung von zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern erstellt. Angaben zu Intervallen und Kompetenzenverteilung für die Wartungsarbeiten wurden mit Abstimmung von Experten erarbeitet.

Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets befinden sich in Kapitel 5.

3 Grundlagen

3.1 Methodik

Insgesamt wurden 10 Wartungsverträge von 9 mehrgeschossigen Passivhausprojekten aus ganz Österreich ausgewertet und gegenübergestellt. Im ersten Schritt wurden die Verträge nach relevanten Wartungsarbeiten und Kosten gegliedert:

- Wartung Ventilatoren
- Wartung Keilriemen
- Wartung Motoren
- Wartung Wärmerückgewinnung
- Wartung Filter und Filtertausch
- Wartung Heizregister
- Wartung Regelung
- Hygieneinspektion
- Sonstiges (Anfahrtpauschale, Schalldämpfer, Frischluftansaugung etc.)

Die Berechnung der spezifischen Wartungskosten erfolgte über die Wohnnutzfläche. Eine Aufteilung der pauschalen Kosten auf die einzelnen Punkte wurde laut Angaben im jeweiligen Wartungsvertrag getroffen. Gespräche zur Wartung von Lüftungsanlagen wurden mit BauträgerInnen und HausverwalterInnen geführt.

Brandschutzklappen wurden gesondert betrachtet, da die Wartungskosten stark von der Anzahl und der Erreichbarkeit abhängig sind und große Abweichungen bei diesen Kosten festgestellt wurden. Die Wartung von Volumenstromreglern wurde in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Auf Basis der ausgewerteten Wartungsverträge, aktueller Normen, Richtlinien und Literaturangaben erfolgte die Erstellung eines Maßnahmenkatalogs bezüglich der Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern, der notwendigen Wartungsarbeiten und

deren Häufigkeiten. Dieser soll als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl von Wartungsarbeiten dienen und stellt eine Wissensbasis für BauträgerInnen, PlanerInnen und HausverwalterInnen dar.

3.2 Normen und Richtlinien zum Thema Wartung

Für die Instandhaltung und Wartung von Lüftungsanlagen gibt es für Europa und Österreich eine Vielzahl von Richtlinien und Normen. Die österreichische Plattform komfortlüftung.at gibt in dem Leitfaden „60 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen – Mehrfamilienhaus (MFH)“ [KOM11a] Empfehlungen für die Anwendung von Normen und Richtlinien zu Betrieb, Instandhaltung, Reinhaltung und Reinigung von Lüftungsanlagen.

Qualitätskriterium 59 (M)	Anforderung
Gesicherter, hygienischer und energiesparender Betrieb und professionelle Instandhaltung der Anlage	a) Ausführung, Reinhaltung und Reinigung nach ÖNORM H 6021 bzw. VDI 6022
	b) Betrieb und Instandhaltung der Lüftungsanlage soll anhand der VDI 3801 mit einem Pflichtenheft durchgeführt werden.
	c) Kontinuierliche Aufzeichnung der durchgeführten Arbeiten und Kosten
	d) Überwachung des Energieverbrauches durch Energiebuchhaltung oder eine andere Form der Aufzeichnung
	e) Regelmäßige Überprüfung des energiesparenden Betriebes gemäß ÖNORM EN 15239 bzw. ÖNORM EN 15240
	f) Empfehlung: Fernüberwachung der Anlage

Abbildung 3: Qualitätskriterium 59: Anforderungen an die Reinigung und Instandhaltung [KOM11a]

Für den Betrieb und die Instandhaltung empfiehlt die Plattform komfortlüftung.at die Richtlinie VDI 3801 [VDI00]. Laut dieser Richtlinie setzt sich der Begriff Instandhalten aus drei Hauptpunkten zusammen:

- Warten (Maßnahmen zum Bewahren des Soll-Zustandes)
- Inspizieren (Maßnahmen zum Feststellen und Beurteilen des Ist-Zustandes)
- Instandsetzen (Maßnahmen zum Wiederherstellen des Soll-Zustandes)

Laut VDI 3801 ist es nur bedingt möglich, plausible Werte für die Instandhaltungs- und Betreiberkosten anzuführen. Ein grober Richtwert von 4 % (Personal- und Sachkosten) der Investitionskosten wird angegeben. Für die im Rahmen der Instandhaltung notwendigen Wartungsarbeiten wird auf das VDMA-Einheitsblatt 24186-1 [VDM02] verwiesen, welches ein Leistungsprogramm für die Wartungsarbeiten von lufttechnischen Geräten und Anlagen enthält.

Zur Reinhaltung und Reinigung empfiehlt [KOM11a] die VDI 6022 [VDI06] und die ÖNORM H 6021 [ONO03]. Die VDI 6022-1 gibt Hinweise und Anforderungen in Bezug auf die Hygiene bei Planung, Herstellung, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Lüftungsanlagen an. Zusätzlich wird eine Checkliste der Instandhaltungsmaßnahmen hinsichtlich der Hygiene von Lüftungsanlagen angeführt.

Die ÖNORM H 6021 [ONO03] zielt ebenfalls, wie die VDI 6022, darauf ab, die hygienischen Grundlagen zur Reinhaltung und Reinigung von Lüftungstechnischen Anlagen darzustellen. Darauf aufbauend werden Reinhaltungs- und Reinigungsmaßnahmen und Kontrollintervalle angegeben.

Zur Überprüfung des energiesparenden Betriebs empfiehlt [KOM11a] die EN 15239 [DIN07a]. Ihr Zweck besteht darin, die Funktionsfähigkeit und die Auswirkung der Anlage auf den Energieverbrauch zu bewerten. Sie enthält Empfehlungen zu möglichen Anlagenverbesserungen [DIN07a]. Die Norm gibt eine Übersicht über durchzuführende Messungen, Inspektionsarbeiten und Verbesserungsvorschläge und zeigt Hauptauswirkungen auf den Energieverbrauch auf.

Im Hinblick auf die gesonderte Auswertung der Wartungskosten für Brandschutzklappen wird an dieser Stelle auf die ÖNORM H 6031 „Lüftungstechnische Anlagen - Einbau und Kontrollprüfung von Brandschutzklappen und Brandrauch-Steuerklappen“ [ONO07] hingewiesen. Sie legt die Anforderungen für den Einbau von Brandschutzklappen in Bauwerken und deren Kontrollprüfung fest.

Folgende weitere Normen, Richtlinien und Standardwerke wurden untersucht:

- DIN EN 13306 „Begriffe der Instandhaltung“ [DIN01]
- DIN 31051 „Grundlagen der Instandhaltung“ [DIN03]
- DIN 1946-6 „Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung.“ [DIN09]
- Eurovent 6/7 „Wartungsrichtlinie für lufttechnische Anlagen“ [EUR86]
- DIN EN 15650 Lüftung von Gebäuden – Brandschutzklappen [DIN10]
- DIN EN 13379 Lüftung von Nichtwohngebäuden - Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme [DIN07b]
- Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik (Recknagel) [REC09]
- DIN EN 12599 Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen - Entwurf [DIN11]

4 Auswertung von Wartungsverträgen und Kosten (AP 1)

4.1 Allgemein

Ohne Durchführung von wichtigen Wartungsarbeiten kann die Leistung und Funktion der Lüftungsanlage nicht sichergestellt werden. Dadurch wird die Lebensdauer der Anlage gesenkt und es können hygienische sowie gesundheitliche Risiken auftreten. Außerdem kann die Anlage nicht mehr effizient arbeiten und der energiesparende sowie ökologische Betrieb sind nicht mehr möglich (z. B. verschmutzte Filter erhöhen die Druckverluste und in weiterer Folge den Stromverbrauch der Ventilatoren).

Einen Richtwert bzw. einen Zielwert für Wartungs-, Filter- und Stromkosten gibt der „Planungsleitfaden für Wohnungslüftungen im Mehrfamilienhaus (MFH)“ [KOM11b]:

<i>(10) WARTUNGS- und BETRIEBSKOSTEN (WB)</i>		
<i>Klasse</i>	<i>Standard</i>	<i>Voraussetzung / Kriterien</i>
WB1	minimale Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Stromkosten $\leq 0,4\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Filterkosten $\leq 0,2\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Wartungskosten $\leq 0,4\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$
WB2	niedrige Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Stromkosten $\leq 0,6\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Filterkosten $\leq 0,4\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Wartungskosten $\leq 0,6\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$
WB3	mittlere Betriebskosten	<ul style="list-style-type: none"> • Stromkosten $\leq 0,8\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Filterkosten $\leq 0,6\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$ • Wartungskosten $\leq 0,8\text{€}/\text{m}^2\text{WNF}\cdot\text{a}$

Abbildung 4: Planungsparameter „Wartungs- und Betriebskosten“ – Planungsleitfaden für Mehrfamilienhäuser [KOM11b]

Laut der Studie „Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich“ [KAP10] machen die Instandhaltungskosten 1,5 bis 2 % der Investitionskosten aus. Bei einer Musterwohnung würden die Wartungskosten 0,45 bis 1,35 Euro/m²·a betragen. In der Masterarbeit von Thaler [THA10] wurden für drei Objekte Werte zwischen 0,81 und 1,19 Euro/m²·a erhoben. Laut [REC09] können für Wartungsarbeiten etwa 1 % bis 2 % der Investitionskosten angesetzt werden.

In den folgenden Kapiteln erfolgen die Auswertung der Wartungsverträge und die Gegenüberstellung der Kosten. Brandschutzklappen werden gesondert behandelt.

4.2 Projektbeschreibungen

Im Zuge des AP 1 wurde von folgenden anonymisierten Projekten aus ganz Österreich Wartungsverträge eingeholt. Ein Teil sind „Haus der Zukunft“-Projekte.

Tabelle 2: Projektübersicht

Bezeichnung	WNF ¹	WE ²	zentrale Anlagen	dezentrale Anlagen	Vertragsabschluss
	m ²				
Projekt A	6321	62	2	0	26.05.2011
Projekt B	6748	70	4	0	01.01.2010
Projekt C_1	2986	39	3	0	06.04.2009
Projekt D	1414	18	1	0	30.05.2008
Projekt E	4156	90	1	0	29.09.2009
Projekt F	3149	73	1	0	01.09.2009
Projekt G	7070	87	0	87	27.01.2009
Projekt H	7171	133	4	64	06.12.2006
Projekt C_2	2986	39	3	0	24.01.2007
Projekt I_2	2405	27	2	0	19.01.2009
¹ Wohnnutzfläche ² Wohneinheiten					

4.3 Brandschutzklappen und tabellarische Gegenüberstellung

Brandschutzklappen werden verwendet, um eine Feuer- und Rauchausbreitung von einem Brandabschnitt in einen anderen zu verhindern [DIN10]. Lüftungsleitungen in Gebäuden mit mehr als zwei Geschossen und Luftleitungen, die Brandabschnitte überbrücken, müssen so beschaffen sein, dass Feuer und Rauch nicht in andere Geschosse und Brandabschnitte gelangen können [KAP10]. Die ÖNORM H 6031 [ONO07] legt Anforderungen für den Einbau aber auch für die Kontrollprüfung von Brandschutzklappen in Bauwerken fest.

In den betrachteten Objekten und deren Wartungsverträgen gibt es eine große Bandbreite bei den Wartungskosten für Brandschutzklappen. In erster Linie hängen die Kosten von der Anzahl der Brandschutzklappen ab, ob Revisionsöffnungen notwendig sind um sie überprüfen zu können und wie gut die Brandschutzklappen erreichbar sind. Besonders bei Projekt D sind hohe Wartungskosten für die Brandschutzklappen im Vertrag festgelegt. Für folgende Projekte wurden die Brandschutzklappen im Wartungsvertrag ausgewiesen:

Tabelle 3: Wartungskosten exkl. USt. für Brandschutzklappen bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Bezeichnung	Anzahl Brandschutzklappen	Wartungskosten
		Euro/m ² .a
Projekt A	151	0,10
Projekt B	2	Pauschalpreis
Projekt D	45	0,76
Projekt F	168	0,06
Projekt H	303	0,11
Projekt I_2	36	Pauschalpreis

4.4 Gegenüberstellung der Wartungskosten

In der folgenden Übersicht werden die Wartungsverträge nach den einzelnen Positionen aufgegliedert und gegenübergestellt. Wartungskosten, welche pauschal mehrere Positionen abdecken, werden in der Tabelle mit Symbolen (**,++) markiert. Es werden jene Arbeiten aufgeführt, die explizit im Wartungsvertrag angegeben sind. Die Wartungskosten sind exkl. USt. und auf die Wohnnutzfläche bezogen.

Tabelle 4: Wartungsverträge Projekte A, B, C_1, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Wartungskosten von Lüftungsanlagen		Projekt A	Projekt B	Projekt C_1
	Wohneinheiten	62	70	39
	Wohnnutzfläche in m ²	6321	6748	2986
	Lüftungseinheiten zentral	2	4	3
	Lüftungseinheiten dezentral	0	0	0
	Wartungsvertrag Abschluss	26.05.2011	01.01.2010	06.04.2009
Wartungskosten in Euro/m².a	Pauschalpreis ¹	0,32 **	0,35 **	-
	Wartung Ventilatoren	-	-	0,39 **
	Wartung Keilriemen	-	-	**
	Wartung Motoren	-	-	**
	Wartung Wärmerückgewinnung	-	-	**
	Wartung Filter	**	**	**
	Filtertausch	**	** 2	**
	Wartung Heizregister	0,01 ³	-	-
	Wartung Regelung	-	-	-
	Hygieneinspektion	-	-	-
	Sonstiges (Anfahrtpauschale, Schalldämpfer, Frischluftansaugung etc.)	-	-	-
		vergleichbare Summe	0,33	0,35
¹ Pauschalpreis ohne genauere Aufzählung der einzelnen Wartungsarbeiten ² Preis für unterjährig, zusätzlichen Filtertausch: 0,07 Euro/m ² ³ Vorheizregister ** Wartungskosten decken pauschal mehrere Positionen ab.				

Tabelle 5: Wartungsverträge Projekte D, E, F, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Wartungskosten von Lüftungsanlagen		Projekt D	Projekt E	Projekt F
	Wohneinheiten	18	90	73
	Wohnnutzfläche in m ²	1414	4156	3149
	Lüftungseinheiten zentral	1	1	1
	Lüftungseinheiten dezentral	0	0	0
	Wartungsvertrag Abschluss	30.05.2008	29.09.2009	01.09.2009
Wartungskosten in Euro/m².a	Pauschalpreis ¹	-	0,24 **	-
	Wartung Ventilatoren	0,03	-	-
	Wartung Keilriemen	0,01	-	0,41 **
	Wartung Motoren	0,02	-	**
	Wartung Wärmerückgewinnung	0,02	-	-
	Wartung Filter	0,22 ** ²	**	** ²
	Filtertausch	**	**	** ²
	Wartung Heizregister	-	-	-
	Wartung Regelung	0,08	0,25	-
	Hygieneinspektion	0,11	-	-
	Sonstiges (Anfahrtpauschale, Schalldämpfer, Frischluftansaugung etc.)	-	-	0,09
	vergleichbare Summe	0,49	0,49	0,50
¹ Pauschalpreis ohne genauere Aufzählung der einzelnen Wartungsarbeiten ² Filtertausch halbjährlich ** Wartungskosten decken pauschal mehrere Positionen ab.				

Tabelle 6: Wartungsverträge Projekte G, H, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Wartungskosten von Lüftungsanlagen		Projekt G	Projekt H
	Wohneinheiten	87	133
	Wohnnutzfläche in m ²	7070	7171
	Lüftungseinheiten zentral	0	4
	Lüftungseinheiten dezentral	87	64
	Wartungsvertrag Abschluss	27.01.2009	06.12.2006
Wartungskosten in Euro/m².a	Pauschalpreis ¹	0,25 **	-
	Wartung Ventilatoren	-	0,84 **
	Wartung Keilriemen	-	-
	Wartung Motoren	-	**
	Wartung Wärmerückgewinnung	-	-
	Wartung Filter	**	**
	Filtertausch	0,84 ²	**
	Wartung Heizregister	**	**
	Wartung Regelung	-	0,39
	Hygieneinspektion	-	**
	Sonstiges (Anfahrtpauschale, Schalldämpfer, Frischluftansaugung etc.)	**	-
	vergleichbare Summe	1,09	1,23
¹ Pauschalpreis ohne genauere Aufzählung der einzelnen Wartungsarbeiten ² Kosten pro Filtersatz und Wohnung: G4 Filter 25,71 Euro/Satz, F7 Filter 42,33 Euro/Satz ** Wartungskosten decken pauschal mehrere Positionen ab.			

Tabelle 7: Wartungsverträge Projekte C_2, I_2, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

Wartungskosten von Lüftungsanlagen		Projekt C_2	Projekt I_2
	Wohneinheiten	39	27
	Wohnnutzfläche in m ²	2986	2405
	Lüftungseinheiten zentral	3	2
	Lüftungseinheiten dezentral	0	0
	Wartungsvertrag Abschluss	24.01.2007	19.01.2009
Wartungskosten in Euro/m².a	Pauschalpreis ¹	-	-
	Wartung Ventilatoren	0,94 **	0,71 **
	Wartung Keilriemen	-	-
	Wartung Motoren	-	-
	Wartung Wärmerückgewinnung	**	**
	Wartung Filter	0,63 ++	1,66 ++ ²
	Filtertausch	++	++
	Wartung Heizregister	-	-
	Wartung Regelung	-	**
	Hygieneinspektion	-	-
	Sonstiges (Anfahrtpauschale, Schalldämpfer, Frischluftansaugung etc.)	**	**
	vergleichbare Summe	1,57	2,37
¹ Pauschalpreis ohne genauere Aufzählung der einzelnen Wartungsarbeiten ² Kosten für wohnungsweisen Abluftfilterwechsel. Filterwechsel für Zentrale in den Gesamtkosten von 2,37 Euro/m ² .a enthalten ** Wartungskosten decken pauschal mehrere Positionen ab. ++ Wartungskosten decken pauschal mehrere Positionen ab.			

Die folgende Grafik gibt eine Übersicht über alle Wartungsverträge und deren spezifischen Kosten.

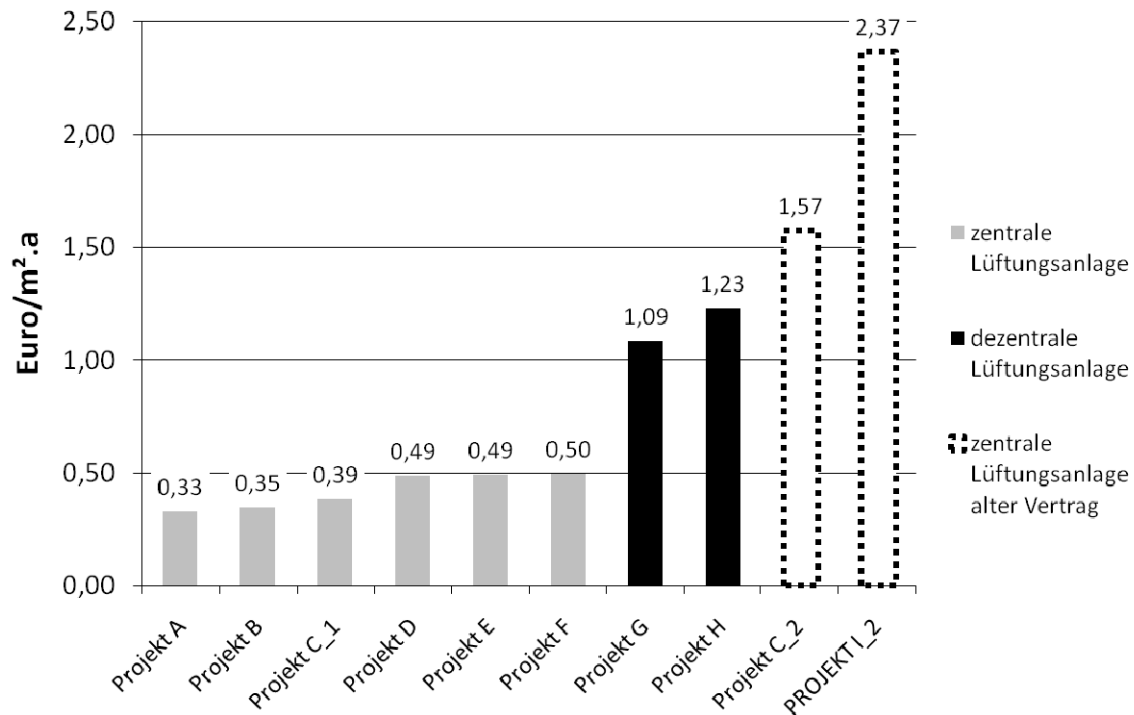


Abbildung 5: Übersicht der Kosten exkl. USt. aller Wartungsverträge bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011

4.5 Optimierungspotenzial

Ein wichtiger Grundstein für eine kostengünstige und effiziente Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern muss schon in der Planungsphase gelegt werden. Die Ermöglichung einer einfachen Wartung und Reinigung von Anlageteilen hat großen Einfluss auf die Wartungskosten.

Vor allem die Wartungskosten von Brandschutzklappen sind sehr stark von der Erreichbarkeit aber auch von der Anzahl abhängig. Müssen eigens Revisionsöffnungen geschaffen werden, können sich die Kosten für die Wartung einer Klappe verdoppeln. Welch großen Anteil die Wartung der Brandschutzklappen haben kann, ist an Projekt D zu sehen, wo diese Kosten 0,76 Euro/m².a betragen.

Filterüberprüfung und Filtertausch stellen einen wesentlichen Teil der Wartungskosten dar. Ist bei dezentralen Lüftungsgeräten ein wohnungswiseiger Filtertausch durch die Wartungsfirma vorgesehen, ergeben sich ein höherer Zeitaufwand und höhere Kosten. Bei dezentralen Anlagen gibt es zwei Möglichkeiten:

- Projekt G: Die Filter müssen in den Wohnungen getauscht werden.

- Projekt H: Die Filter können außerhalb der Wohnungen getauscht werden, die Frischluftfilter sind in den Schächten situiert, eine Lüftungsanlage versorgt jeweils zwei Wohneinheiten.

Bei Projekt I_2 (alter Vertrag), welches zwei zentrale Lüftungsanlagen aufweist, ist im Wartungsvertrag ein wohnungsweiser Abluftfiltertausch vorgesehen (27 Filtersätze). Im alten Vertrag sind für den Filtertausch in den Wohnungen 1,12 Euro/m².a (exkl. Filterkosten) angesetzt. Laut eines für das Forschungsprojekt eingeholten Wartungsvertrag kann dieser Kostenpunkt auf 0,34 Euro/m².a reduziert werden. Ein Filtertausch durch die NutzerInnen wäre bei diesem Objekt ebenfalls denkbar, die Kosten von 1,12 Euro/m².a bzw. 0,34 Euro/m².a würden so entfallen.

Die Überprüfung und der Tausch von Filtern sind in jedem Wartungsvertrag vorgesehen. Die Art der Filter wird zwar festgelegt (z. B. F7 oder G4) aber nicht die Qualität. Hochqualitative Filter mit einem niedrigeren Anfangs- und Enddruckverlust sind über ihre Lebensdauer gesehen billiger, als Filter welche zwar in der Anschaffung kostengünstig sind jedoch nicht im Betrieb.

Optimiert werden kann bei Arbeiten wie dem Filtertausch auch die Aufgabenverteilung. Einfache Arbeiten können bei guter Zugänglichkeit in der Wohnung und einfacher Handhabung von den BewohnerInnen selbst erledigt werden. Bei Projekten I und G wäre der Filtertausch durch die MieterInnen durchaus denkbar und anzustreben, was die Kosten erheblich senken würde. Bei zentralen Anlagen kann auch die Hausverwaltung Wartungsarbeiten übernehmen (siehe auch Maßnahmenkatalog Kapitel 5).

Für dezentrale Lüftungsanlagen sind längere Wartungsintervalle als ein Jahr anzudenken, da Einzelgeräte nicht dieselbe Ausfallsicherheit wie zentrale Anlagen aufweisen müssen. Neue dezentrale Anlagen haben eine Stör- und Ausfallsensorik, welche beispielsweise zu hohe Druckverluste infolge alter Filter anzeigt. Kleine Anlagen werden nicht so stark beansprucht wie große zentrale Anlagen, was ebenfalls ein längeres Wartungsintervall ermöglicht. Die durchschnittlichen Wartungskosten für dezentrale Anlagen von 1,16 Euro/m².a können so verringert werden.

Aus der Übersicht in Kapitel 4.4 ist ersichtlich, dass ältere Verträge teurer sind und neu verhandelt werden können. Die folgende Grafik zeigt, dass aktuelle Verträge im Schnitt um 80 % billiger sind. Bei Projekt C ist der alte Vertrag (C_2) mit 1,57 Euro/m².a um 1,18 Euro/m².a billiger als der neue.

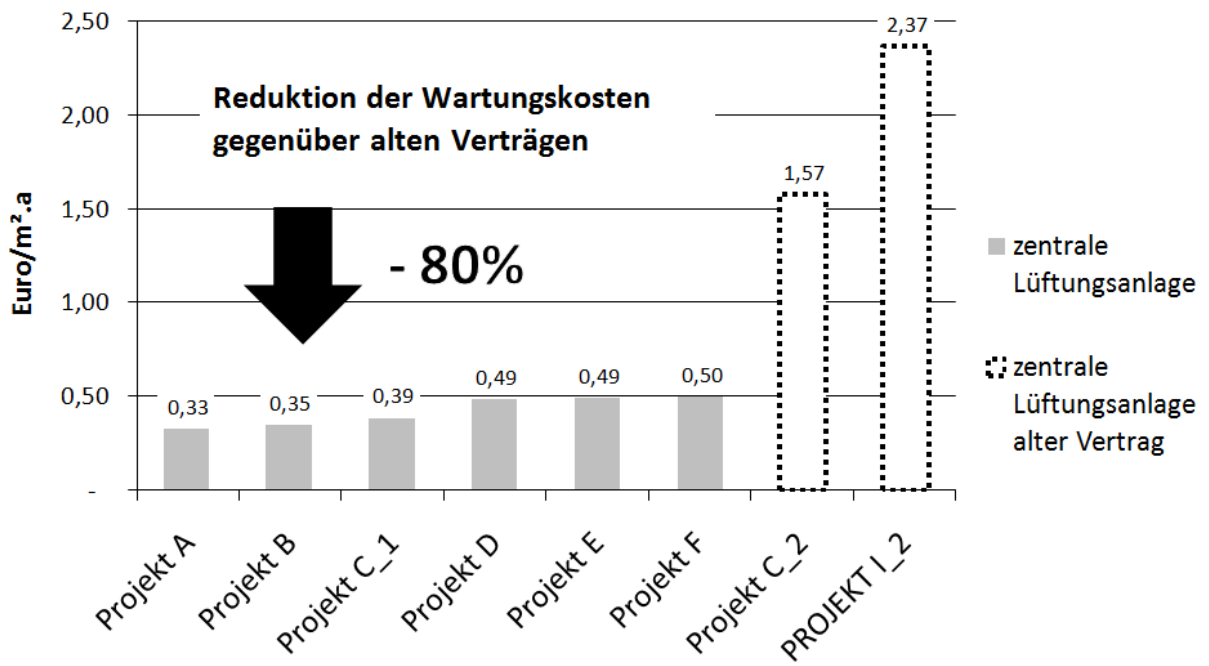


Abbildung 6: Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche - durchschnittliche Einsparung von aktuellen gegenüber alten Verträgen, Stand 2011

5 Maßnahmenkatalog für die Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern (AP 2)

5.1 Grundlagen

Im Zuge des AP 2 wurde ein Maßnahmenkatalog zur Wartung von Lüftungsanlagen in Passiv- und Plus-Energiehäusern (siehe Kapitel 5.2 und 5.3) auf Basis folgender Normen, Richtlinien und Literaturangaben erstellt:

- VDMA 24186-1 [VDM02]
- VDI 6022-1 [VDI06]
- VDI 3801 [VDI00]
- Taschenbuch für Heizung + Klimatechnik (Recknagel) [REC09]
- ÖNORM H 6031 [ONO07]

Laut der VDI 3801 bzw. [REC09] ist eine allgemeine Festlegung der Instandhaltungsintervalle nicht möglich und muss in Abhängigkeit der Anlagenart, -nutzung, Betriebszeit, Umwelteinflüsse und Bauelemente vom fachlich verantwortlichen Betreiber unter Berücksichtigung von Herstellerangaben festgelegt werden. Bei Nichteinhaltung der vom Hersteller vorgegebenen Wartungsintervalle kann die Werksgarantie erlöschen. Die im Maßnahmenkatalog (siehe Kapitel 5.2 und 5.3) angegebene Intervalle sind als allgemeine Empfehlungen zu verstehen und müssen in Verbindung mit oben stehenden Punkten gesehen werden.

Für die Wartung wird laut EN 13379 [DIN07b] und VDI 3801 [VDI00] die Erstellung eines Pflichtenhefts für Betrieb, Wartung und Instandhaltung empfohlen, welches auch die Zeitabstände, Zuständigkeiten und bei der Wartung anfallende Prüf- und Messtätigkeiten enthält. Funktionsmessungen laut EN 12599 [DIN11] sind nicht Teil der Wartung aber für einen effizienten Betrieb, zur Überwachung der Anlage und als Basis für durchzuführende Wartungsarbeiten unerlässlich.

Die Durchführung der Wartungsarbeiten muss durch ausgebildetes Fachpersonal mit entsprechender Berufserfahrung erfolgen. Für einfache Tätigkeiten wie z. B. einfache Reinigungsarbeiten oder Filterwechsel können Hilfskräfte (BewohnerInnen, MitarbeiterInnen der Hausverwaltung) eingesetzt werden. Diese müssen entsprechend eingewiesen sein. Vgl. [VDI00] Diese Schnittstellendefinition ist mit der Hausverwaltung und den BewohnerInnen unter Beachtung aller Rahmenbedingungen zu klären. Eine Empfehlung wird im Maßnahmenkatalog (siehe Kapitel 5.2 und 5.3) gegeben.

Für das Wartungs- und Instandhaltungsmanagement können drei Arten von Strategien verfolgt werden [REC09]:

- Vorbeugende Strategie: Wartung/Instandsetzung erfolgt vor dem vermutlichen Schadensfall
- Fehlerbeseitigende Strategie: Wartung/Instandsetzung nach Schadensfall

- zustandsbasierende Strategie: Wartung/Instandsetzung erfolgt aufgrund von Inspektions- und Messergebnissen

Eine objektbezogene Strategie enthält Elemente aus allen oben angeführten drei Punkten.

5.2 Maßnahmenkatalog – zentrale Lüftungsanlagen

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ¹
1 Luftfördereinrichtung			
1.1 Ventilatoren			
1.1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen	6 Monate	F
1.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F
1.1.3	Laufrad auf Unwucht prüfen	1 Jahr	F
1.1.4	Antriebselemente (siehe Punkt 7)	siehe Punkt 7	F
1.1.5	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
2 Wärmeübertrager			
2.1 Kreuzstromwärmeübertrager			
2.1.1	Luftseitig auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	6 Monate	F
2.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen (luftseitig)	bei Bedarf	F
2.1.3	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
2.2 Rotationswärmetauscher			
2.2.1	Luftseitig auf Verschmutzung, Dichtheit und Korrosion prüfen	6 Monate	F
2.2.2	Funktionserhaltendes Reinigen (luftseitig)	bei Bedarf	F
2.2.3	Antriebselemente (siehe Punkt 7)	1 Jahr	F
2.2.4	Rotor auf Unwucht prüfen, Lager auf Geräusch prüfen	1 Jahr	F
2.2.5	Position der Spülkammer kontrollieren	1 Jahr	F
2.2.6	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		

¹ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ²
2.3 Bypassklappen			
2.3.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
2.3.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F
2.3.3	Auf Funktion prüfen	1 Jahr	F
2.4 Frostschutzregister / Nachheizregister			
2.4.1	Luftseitig auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Dichtheit prüfen	6 Monate	F
2.4.2	Funktionserhaltendes Reinigen (luftseitig)	bei Bedarf	F
2.4.3	Auf Funktion prüfen	1 Jahr	F
2.5 luftdurchströmte Erdwärmetauscher			
2.5.1	zugängliche Stellen auf Verschmutzung prüfen (Sichtprüfung)	3 Jahre	F
2.5.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F
2.5.3	Tätigkeiten laut Herstellerangaben unter Beachtung von VDI 6022-1		
3 Luftfilter			
3.1 Filter allgemein			
3.1.1	Filterkontrolle, Druckdifferenz messen)	3 Monate	F
3.1.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
3.2 Feinfilter			
3.2.1	Auf unzulässige Verschmutzung und Beschädigung (Leckagen) und Gerüche prüfen	3 Monate	F
3.2.2	Filterwechsel	3-12 Monate	F/H

² Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ³
3.3 Grobfilter			
3.3.1	Auf unzulässige Verschmutzung und Beschädigung (Leckagen) und Gerüche prüfen	3 Monate	F
3.3.2	Filterwechsel	3-12 Monate	F/H
4 Bauelemente des Luftverteilungssystems			
4.1 Wetterschutzgitter und sonstige Gitter			
4.1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen,	1 Jahr	F/H
4.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F
4.2 Jalousieklappen			
4.2.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
4.2.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		
4.3 Kammern / Gerätegehäuse			
4.3.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F/H
4.3.2	Auf Wasserniederschlag prüfen	6 Monate	F/H
4.3.3	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
4.4 Brandschutzklappen und -ventile			
4.4.1	Einrastvorrichtung / Auslösevorrichtung auf Verschmutzung und Funktion prüfen	1 Jahr	F
4.4.2	Sicherheitsschließbetrieb der Brandschutzklappe entsprechend den Herstelleranleitungen überprüfen	1 Jahr	F
4.4.3	Dichtungen auf Verschmutzung und Beschädigung prüfen	1 Jahr	F
4.4.4	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, ÖNORM H 6031 bzw. laut Herstellerangaben		

³ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ⁴
4.5 Luftkanäle			
4.5.1	Zugängliche Kanalabschnitte einschließlich vorhandener Wärmedämmung und Befestigung auf äußere Beschädigung und Korrosion prüfen (Sichtprüfung)	1 Jahr	F
4.5.2	Abläufe auf Funktion prüfen	1 Jahr	F
4.5.3	Abläufe reinigen	bei Bedarf	F
4.5.4	Innere Luftleitungsfläche auf Verschmutzung, Korrosion und Wasserniederschlag an zwei bis drei repräsentativen Stellen prüfen	1 Jahr	F
4.5.5	Funktionserhaltendes Reinigen von Abluft- und Zuluftleitungen	bei Bedarf	F
4.5.6	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
4.6 Luftdurchlässe			
4.6.1	Luftdurchlässe, eingebaute Lochbleche, Maschendraht oder Siebe auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen (Stichprobe)	1 Jahr	H/F
4.6.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
4.7 Schalldämpfer			
4.7.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
4.8 Misch-/Entspannungskästen und Volumenstromregler			
4.8.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
4.8.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		

⁴ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ⁵
4.9 Absperr- und Abgleichelemente			
4.9.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
4.9.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		
4.10 Induktionsgeräte und vergleichbare Nachbehandlungsgeräte			
4.10.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben		
5 Rohrnetz			
5.1 Pumpen			
5.1.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben	1 Jahr	F
5.2 Absperr-, Abgleich- und Regelarmaturen			
5.2.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben	1 Jahr	F
5.3 Schmutzfänger			
5.3.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben	1 Jahr	F
5.4 Rohrleitungen und Ausdehnungsgefäße			
5.4.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben	1 Jahr	F
6 Schaltschränke, MSR-Einrichtungen und Gebäudeautomationssysteme			
6.1 Druckluftaufbereitung und -verteilung (MSR-Technik)			
6.1.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-4	1 Jahr	F
6.2 Schaltschränke			
6.2.1	Überprüfung der Filter-, Betriebs- und Störanzeigen	1 Jahr	F
6.2.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-4		

⁵ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ⁶
6.3 Feldgeräte			
6.3.1	Überprüfung von Sensoren (Messwertfühler/-geber, Messwertumformer, Wächter, Begrenzer etc.) laut VDMA 24186-4	1 Jahr	F
6.3.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-4 bzw. laut Herstellerangaben		
7 Antriebselemente			
7.1 Elektromotor			
7.1.1	Äußerlich auf Verschmutzung, Befestigung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
7.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F
7.1.3	Auf Laufruhe und Erwärmung prüfen	1 Jahr	F
7.1.4	Stromaufnahme messen	1 Jahr	F
7.1.5	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		
7.2 Riementriebe			
7.2.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Verschleiß prüfen, Funktionserhaltendes Reinigen	6 Monate	F
7.2.2	Auf Spannung und Fluchtung prüfen, Nachstellen	6 Monate	F
7.2.3	Riemen auswechseln / nachstellen	bei Bedarf	F
7.2.4	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		
7.3 Antriebskupplungen			
7.3.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen	1 Jahr	F
7.3.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		

⁶ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Kompetenz ⁷
7.4 Getriebe			
7.4.1	Äußerlich auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	1 Jahr	F
7.4.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1 bzw. laut Herstellerangaben		
8 Überprüfung von Dokumentation und Kennzeichnung			
8.1 Wartungsrelevante Unterlagen (z. B. Schemata, Herstellervorschriften)			
8.1.1	Auf Vorhandensein prüfen	1 Jahr	F/H
8.2 Bestehende Anlagenkennzeichnung (Beschilderung, Farbkennzeichnung, Typenschild / Zulassungszeichen)			
8.2.1	Auf Vorhandensein prüfen	1 Jahr	F/H
9 Dokumentation der Wartungsarbeiten			
9.1 Objektliste			
9.1.1	Inhalt laut VDI 3801	siehe ⁸	F
9.2 Ersatzteilbeschaffung			
9.2.1	Inhalt laut VDI 3801	siehe ⁹	F
9.3 Wartungsbericht			
9.3.1	Inhalt laut VDI 3801	bei Durchführung	F
9.4 Inspektionsbericht			
9.4.1	Inhalt laut VDI 3801	bei Durchführung	F
9.5 Instandhaltungsbericht			
9.5.1	Inhalt laut VDI 3801	bei Durchführung	F
9.5 Pflege von Bestandsunterlagen			
9.5.1	Inhalt laut VDI 3801	laufend	F/H

⁷ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

⁸ einmalige Erstellung, laufende Aktualisierung

⁹ anlagenbezogene Liste mit wesentlichen Ersatzteilen, laufende Aktualisierung

5.3 Maßnahmenkatalog – dezentrale Lüftungsanlagen

Bei der Wartung von dezentralen Lüftungsanlagen wird zwischen Anlagen in und außerhalb der Wohnung unterschieden. Der Katalog für dezentrale Lüftungsanlagen ist als Zusatz zu Kapitel 5.2 zu sehen. Die dort angeführten Arbeiten sind sinngemäß auf dezentrale Anlagen zu übertragen.

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Lüftungsgerät	
			innerhalb Wohnung	außerhalb Wohnung
			Kompetenz ¹⁰	
1 Luftfördereinrichtung				
1.1 Ventilatoren				
1.1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen	1 Jahr	F	F
1.1.2	Tätigkeiten laut Kapitel 5.2 bzw. laut Herstellerangaben			
2 Wärmeübertrager				
2.1 Wärmetauschereinheit				
2.1.1	Wärmetauscher auf Dichtheit, Korrosion, Beschädigung und Verschmutzung überprüfen, Kondensatablauf überprüfen	1 Jahr	F	F
2.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	N/F	H/F
2.1.3	Kondenswasserbehälter überprüfen	1 Jahr / bei Entleerung	F	F
2.1.4	Kondenswasserbehälter entleeren	bei Bedarf	N	N/H
2.1.5	Tätigkeiten laut Kapitel 5.2 bzw. laut Herstellerangaben			

¹⁰ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Lüftungsgerät	
			innerhalb Wohnung	außerhalb Wohnung
			Kompetenz ¹¹	
2.2 Luftherhitzer (Nachheizregister, Frostschutzregister)				
2.1.1	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1	1 Jahr	F	F
2.3 Bypassklappen				
2.1.1	Auf Funktion prüfen	3 Jahr	F	F
2.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F	F
2.4 luftdurchströmte Erdwärmetauscher				
2.4.1	zugängliche Stellen auf Verschmutzung prüfen (Sichtprüfung)	3 Jahre	F	F
2.4.2	Funktionserhaltendes Reinigen	10 Jahre bei Bedarf	F	F
2.4.3	Tätigkeiten laut Herstellerangaben unter Beachtung von VDI 6022-1			
3 Luftfilter				
3.1 Filter allgemein				
3.1.2	Filterkontrolle	3 Monate	N/F	H/F
3.1.2	Filterwechselrhythmus an Hand der Aufzeichnungen bei MieterIn prüfen	siehe ¹²	H/F	H/F
3.1.3	Tätigkeiten laut Kapitel 5.2 bzw. laut Herstellerangaben			
3.2 Zuluftfilter im Gerät				
3.3.1	Filterreinigung bzw. Wechsel	3-12 Monate	N/F	H/F
3.3 Abluftfilter an Abluftventilen				
3.3.1	Filterreinigung bzw. Wechsel	3-12 Monate	N/F	H/F

¹¹ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

¹² nach dem ersten Betriebsjahr, dann alle 2 Jahre

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Lüftungsgerät	
			innerhalb Wohnung	außerhalb Wohnung
			Kompetenz ¹³	
4 Bauelemente des Luftverteilungssystems				
4.1 Wetterschutzgitter und sonstige Gitter				
4.1.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung, Korrosion und Befestigung prüfen,	3 Jahre	F/H	F/H
4.1.2	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	F/H	F/H
4.2 Brandschutzklappen und -ventile				
4.1.1	Einrastvorrichtung / Auslösevorrichtung auf Verschmutzung und Funktion prüfen	1 Jahr	F	F
4.1.2	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, ÖNORM H 6031 bzw. laut Herstellerangaben			
4.3 Luftkanäle				
4.2.1	Zugängliche Kanalabschnitte stichprobenweise innen auf Verschmutzung prüfen (Sichtprüfung)	3 Jahre	F	F
4.2.2	Funktionserhaltendes Reinigen von Abluft- und Zuluftleitungen	bei Bedarf	F	F
4.2.3	Tätigkeiten laut Kapitel 5.2 bzw. laut Herstellerangaben			
4.5 Schalldämpfer				
4.5.1	Tätigkeiten laut Kapitel 5.2 bzw. laut Herstellerangaben	3 Jahre	F	F

¹³ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Lüftungsgerät	
			innerhalb Wohnung	außerhalb Wohnung
			Kompetenz ¹⁴	
4.6 Ventile (Lufteinlässe)				
4.6.1	Funktionserhaltendes Reinigen	bei Bedarf	N	N
4.6.2	Ventileinstellungen prüfen (Luftdurchsatz)	siehe ¹⁵	F	F
4.7 Kammern / Gerätegehäuse				
4.7.1	Auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion prüfen	bei Filterwechsel	N/F	H/F
4.7.2	Auf Wasserniederschlag prüfen	bei Filterwechsel	N/F	H/F
4.7.3	Arbeiten und Tätigkeiten laut VDMA 24186-1, VDI 6022-1 bzw. laut Herstellerangaben			
5 sonstige Überprüfungen / Tätigkeiten (falls vorhanden)				
5.1	Prüfen der elektrischen Anschlüsse (Kontakte)	3 Jahre	F	F
5.2	Prüfen der Lüftersteuerung	3 Jahre	F	F
5.3	Prüfen der Not-Aus-Funktion	3 Jahre	F	F
5.4	Prüfen der Filterkontrollanzeige	bei Filterwechsel	F	F
5.5	Prüfen sonstiger Steuereinheiten	3 Jahre	F	F
5.6	Strömungssensoren reinigen	3 Jahre	F	F
5.7	Prüfen der Antriebselemente (Elektromotor)	3 Jahre	F	F
5.8	Prüfung der Kamintauglichkeit	3 Jahre	F	F
5.9	Differenzdruckwächter überprüfen	bei Filterwechsel	F	F
5.10	Sichtkontrolle des Geräts auf Verschmutzung	bei Filterwechsel	N	H

¹⁴ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

¹⁵ zumindest bei Neuübernahme der Wohnung überprüfen und gegebenenfalls anpassen

Pos.Nr.	Tätigkeit	Intervall	Lüftungsgerät	
			innerhalb Wohnung	außerhalb Wohnung
			Kompetenz ¹⁶	
6 Messungen				
	6.1 Stromaufnahme WRG-Gerät (ohne Heizung)	1 Jahr	F	F
	6.2 Temperaturen am Gerätetutzen			
	6.2.1 Messung Außenluft, Zuluft, Abluft, Fortluft	1 Jahr	F	F
	6.3 Lufttemperatur			
	4.1.3 Messung an Zuluftventilen	1 Jahr	F	F
	4.1.4 Messung an Abluftventilen	1 Jahr	F	F
7 Überprüfung von Dokumentation und Kennzeichnung				
	siehe Kapitel 5.2		H/F	H/F
8 Dokumentation der Wartungsarbeiten				
	siehe Kapitel 5.2		F	F

¹⁶ Abkürzungen: N – NutzerIn, F – Fachfirma, H – Hausverwaltung

6 Schlussfolgerungen

Nach Auswertung der Wartungsverträge ist ersichtlich, dass die Wartungskosten für zentrale Anlagen in Passivhäusern in den letzten Jahren zurückgegangen sind. Durchschnittlich liegen die aktuellen Wartungskosten von zentralen Lüftungsanlagen der untersuchten Anlagen bei 0,42 Euro/m².a. Die Wartungskosten von dezentralen Anlagen liegen durchschnittlich bei 1,16 Euro/m².a.

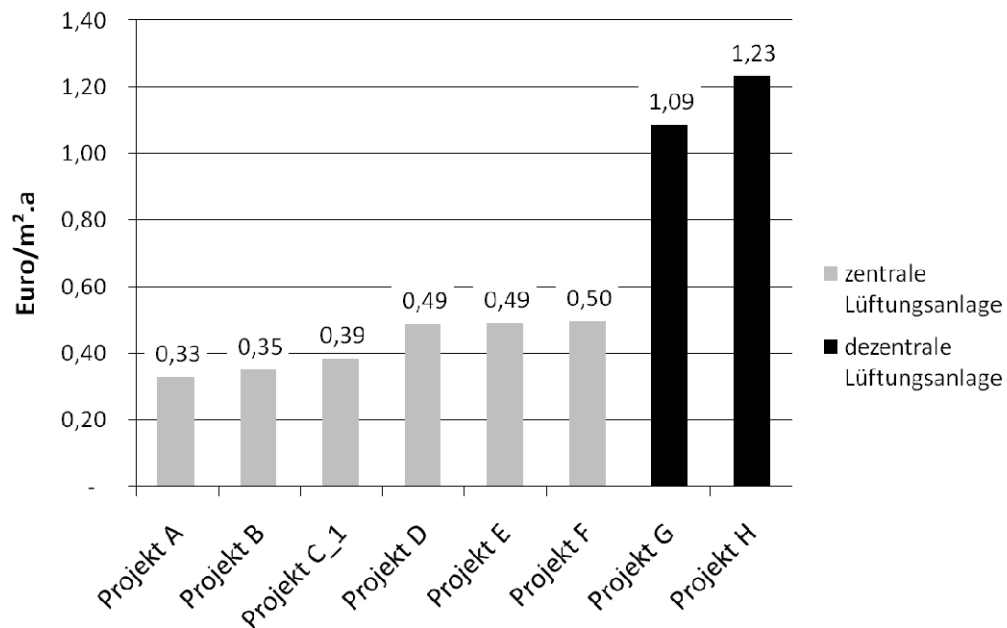


Abbildung 7: Wartungskosten exkl. USt. zentraler und dezentraler Anlagen bezogen auf die Wohnnutzfläche – aktuelle Verträge, Stand 2011

In folgender Abbildung ist ersichtlich, dass einige Wartungsverträge mit durchschnittlich 2,00 Euro/m².a deutlich über den Kosten für aktuelle Verträge liegen. Bei einem Projekt mit älterem Vertrag, welcher Wartungskosten von 1,57 Euro/m².a exkl. USt. aufwies, was deutlich teurer als die oben dargestellten Wartungsverträge ist, wurde ein Wartungsangebot von einer anderen Firma eingeholt, welches um 0,39 Euro/m².a exkl. USt. angeboten wurde.

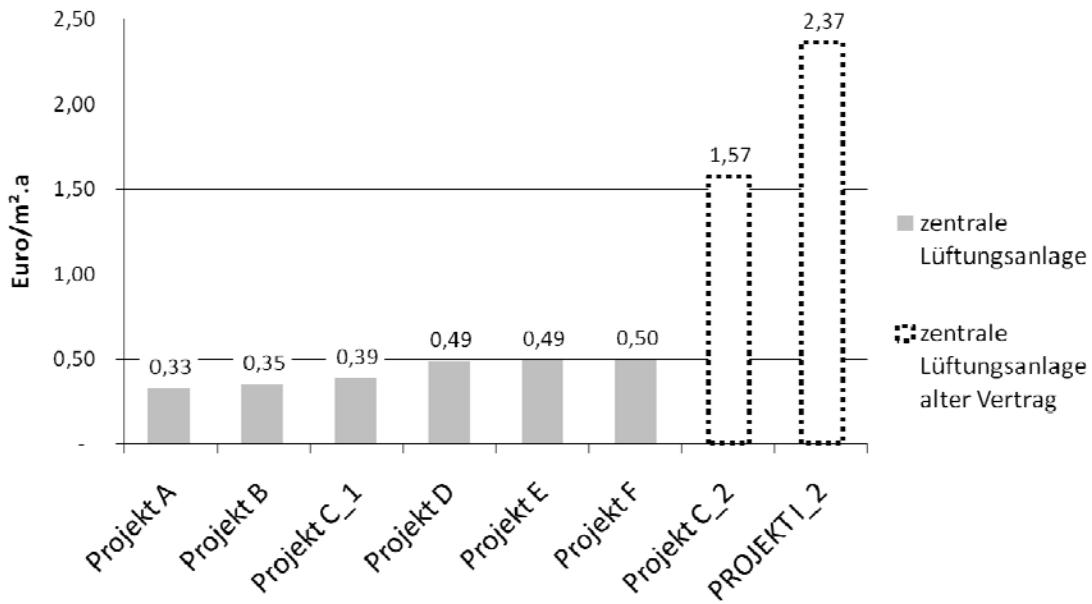


Abbildung 8: Wartungskosten exkl. USt. alter und aktueller Verträge bezogen auf die Wohnnutzfläche– zentrale Anlagen, Stand 2011

Damit sich das Plus-Energie- bzw. das Passivhaus gegenüber dem Niedrigenergiehaus durchsetzen kann, müssen alle Betriebskostengruppen, auch die Wartungskosten, optimiert sein. Eine Betriebskosteneinsparung des Mehrfamilien-Passivhauses gegenüber Mehrfamilien-Niedrigenergiehäusern von 50 % [SCH11] kann unter anderem mit Wartungskosten von rund 0,42 Euro /m².a erreicht werden. Liegen die Wartungskosten über diesem Niveau, geht die Einsparung in extremen Fällen auf 0 % zurück wie in nachfolgender Grafik ersichtlich.

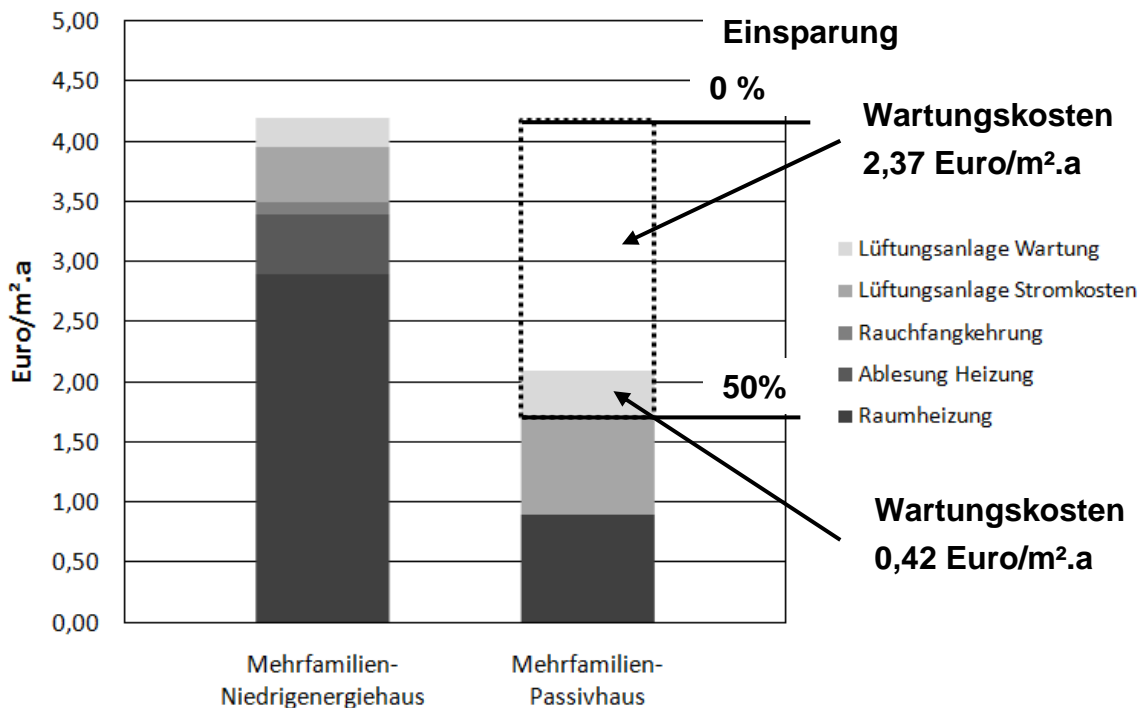


Abbildung 9: Gegenüberstellung der Betriebskosten exkl. USt. von Mehrfamilien-Passivhäusern zu Mehrfamilien-Niedrigenergiehäusern bezogen auf die Wohnnutzfläche mit Hervorhebung von hohen und niedrigen Wartungskosten für zentrale Lüftungsanlagen auf Basis von [SCH11], Stand 2011

7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

7.1 Literaturverzeichnis

- [DIN01] DIN EN 13306 Begriffe der Instandhaltung. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2001.
- [DIN03] DIN 31051 Grundlagen der Instandhaltung. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2003.
- [DIN07a] DIN EN 15239 Lüftung von Gebäuden. Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Leitlinien für die Inspektion von Lüftungsanlagen. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2007.
- [DIN07b] DIN EN 13779 Lüftung von Nichtwohngebäuden. Allgemeine Grundlagen und Anforderungen für Lüftungs- und Klimaanlageanlagen und Raumkühlsysteme;. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2007.
- [DIN09] DIN 1946 Raumluftechnik – Teil 6: Lüftung von Wohnungen – Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) und Instandhaltung. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2009.
- [DIN10] DIN EN 15650 Lüftung von Gebäuden – Brandschutzklappen. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2010.
- [DIN11] DIN prEN 12599 Lüftung von Gebäuden. Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluftechnischer Anlagen. Entwurf. Deutsches Institut für Normung, Berlin, 2011.
- [EUR86] EUROVENT 6/7 Wartungsrichtlinie für lufttechnische Anlagen. Eurovent, Brüssel, 1986
- [KAP10] Kapferer, R., Greml, A., Leitzinger W. et. al.: Evaluierung von zentralen bzw. semizentralen Wohnraumlüftungen im Mehrfamilienhausbereich und Erstellung von Qualitätskriterien bzw. eines Planungsleitfadens. Energie der Zukunft Endbericht, 2010
- [KOM11a] 60 Qualitätskriterien für Komfortlüftungen – Mehrfamilienhaus (MFH). Ausgabe V1.4: 25.2.2011
- http://www.xn--komfortlftung-3ob.at/fileadmin/komfortlueftung/MFH/60_QK_Komfortlueftung_MFH_V_1.4_Februar_2011_mit_Erlaeuterungen.pdf
- (abgerufen am 16. Juni 2011)

- [KOM11b] Planungsleitfaden für Wohnungslüftungen im Mehrfamilienhaus (MFH). Ausgabe V1.0: 25.02.2011
- http://www.xn--komfortlftung-3ob.at/fileadmin/komfortlueftung/MFH/Planungsleitfaden_Komfortlueftung_im_MFH_V_1.0.pdf
- (abgerufen am 16. Juni 2011)
- [ONO03] ÖNORM H 6021 Lüftungstechnische Anlagen. Reinhaltung und Reinigung. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2003.
- [ONO07] ÖNORM H 6031 Lüftungstechnische Anlagen. Einbau und Kontrollprüfung von Brandschutzklappen und Brandrauch-Steuerklappen. Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 2007.
- [REC09] Schramek, E. (Hrsg.): Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. Recknagel. Sprenger. Schramek. 74. Auflage. München: Oldenbourg Industrieverlag, 2009
- [SCH11] Schöberl, H., Hofer, R.: „Betriebskosten- und Wartungskostenvergleich zwischen Passivhäusern und Niedrigenergiehäusern“, Haus der Zukunft, Endbericht, Wien 2011
- [THA10] Thaler, A.: Lebenszykluskosten von Wohnraumlüftungsanlagen im mehrgeschossigen Wohnbau. Diplomarbeit, Fachhochschule Kufstein Tirol Bildungs GmbH, Kufstein 2010
- [VDI00] VDI 3801 Betreiben von Raumluftechnischen Anlagen. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 2000.
- [VDI06] VDI 6022-1 Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte. Verein Deutscher Ingenieure, Düsseldorf, 2006.
- [VDM02] VDMA 24186-1 Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden. Teil 1: Lufttechnische Geräte und Anlagen. Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau, Berlin, 2002.

7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Wartungskosten exkl. USt. für zentrale und dezentrale Lüftungsanlagen bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	5
Abbildung 2: Overview of the maintenance costs excluding VAT for central and decentral air ventilation systems based on useable living area, retrieved 2011	7
Abbildung 3: Qualitätskriterium 59: Anforderungen an die Reinigung und Instandhaltung [KOM11a]	10
Abbildung 4: Planungsparameter „Wartungs- und Betriebskosten“ – Planungsleitfaden für Mehrfamilienhäuser [KOM11b].....	12
Abbildung 5: Übersicht der Kosten exkl. USt. aller Wartungsverträge bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	19
Abbildung 6: Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche - durchschnittliche Einsparung von aktuellen gegenüber alten Verträgen, Stand 2011	21
Abbildung 7: Wartungskosten exkl. USt. zentraler und dezentraler Anlagen bezogen auf die Wohnnutzfläche – aktuelle Verträge, Stand 2011	36
Abbildung 8: Wartungskosten exkl. USt. alter und aktueller Verträge bezogen auf die Wohnnutzfläche– zentrale Anlagen, Stand 2011	37
Abbildung 9: Gegenüberstellung der Betriebskosten exkl. USt. von Mehrfamilien-Passivhäusern zu Mehrfamilien-Niedrigenergiehäusern bezogen auf die Wohnnutzfläche mit Hervorhebung von hohen und niedrigen Wartungskosten für zentrale Lüftungsanlagen auf Basis von [SCH11], Stand 2011	37

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Arbeitspakete	8
Tabelle 2: Projektübersicht.....	13
Tabelle 3: Wartungskosten exkl. USt. für Brandschutzklappen bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	14
Tabelle 4: Wartungsverträge Projekte A, B, C_1, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	15
Tabelle 5: Wartungsverträge Projekte D, E, F, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	16
Tabelle 6: Wartungsverträge Projekte G, H, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	17
Tabelle 7: Wartungsverträge Projekte C_2, I_2, Wartungskosten exkl. USt. bezogen auf die Wohnnutzfläche, Stand 2011	18