

IEA EBC Annex 61 Entwicklung von ökonomischen und technischen Konzepten für die hochwertige Sanierung von öffentlichen Gebäuden

Arbeitsperiode 2013 - 2017

H. Staller

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

38/2018

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

Impressum

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

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

Auszugsweise Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet. Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung der Republik Österreich und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Nutzungsbestimmungen: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/impressum/>

IEA EBC Annex 61
Entwicklung von ökonomischen und
technischen Konzepten für die hochwertige
Sanierung von öffentlichen Gebäuden
Arbeitsperiode 2013 - 2017

Heimo Staller, David Venus, Anna Maria Fulterer
AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Gleisdorf, August 2018

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms

IEA FORSCHUNGS
KOOPERATION

des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Programm FORSCHUNGSKOOPERATION INTERNATIONALE ENERGIEAGENTUR. Es wurde vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie initiiert, um Österreichische Forschungsbeiträge zu den Projekten der Internationalen Energieagentur (IEA) zu finanzieren.

Seit dem Beitritt Österreichs zur IEA im Jahre 1975 beteiligt sich Österreich aktiv mit Forschungsbeiträgen zu verschiedenen Themen in den Bereichen erneuerbare Energieträger, Endverbrauchstechnologien und fossile Energieträger. Für die Österreichische Energieforschung ergeben sich durch die Beteiligung an den Forschungsaktivitäten der IEA viele Vorteile: Viele Entwicklungen können durch internationale Kooperationen effizienter bearbeitet werden, neue Arbeitsbereiche können mit internationaler Unterstützung aufgebaut sowie internationale Entwicklungen rascher und besser wahrgenommen werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements der beteiligten Forschungseinrichtungen ist Österreich erfolgreich in der IEA verankert. Durch viele IEA Projekte entstanden bereits wertvolle Inputs für europäische und nationale Energieinnovationen und auch in der Marktumsetzung konnten bereits richtungsweisende Ergebnisse erzielt werden.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse einer interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Publikationsreihe und die entsprechende Homepage www.nachhaltigwirtschaften.at gewährleistet wird.

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

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	6
ABSTRACT	8
1. Einleitung.....	10
1.1. Allgemeine Einführung in die Thematik	10
1.2. Ausgangssituation/Motivation des Projektes	11
1.3. Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet	12
1.4. Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema	15
1.5. Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Ergebnisberichts	16
2. Hintergrundinformation zum Projektinhalt	16
2.1. Darstellung des gesamten Kooperationsprojektes und der Aufgabenstellung des Österreichischen Teilprojektes im Annex.....	16
2.2. Beschreibung der österreichischen Kooperation.....	17
2.3. Beschreibung der Projektziele.....	17
2.4. Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise	18
3. Ergebnisse des Projektes.....	18
3.1. Analyse von hochwertigen Sanierungsprojekten (AP2 – Subtask A)	19
3.1.1. Klimazonen	20
3.1.2. Strategien der Energieeinsparung – Sanierungsmaßnahmen.....	21
3.1.3. Investitionskosten	23
3.1.4. Auswirkungen von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen.....	24
3.1.5. Entscheidungsprozess	31
3.1.6. Co-Benefits hochwertiger Sanierungen	32
3.1.7. Finanzierungs- und Geschäftsmodelle	34
3.1.8. Kosteneffizienz von hochwertigen Sanierungen	35
3.1.9. Erkenntnisse	36
3.1.10. Fallstudien im Detail.....	40
3.2. Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen (AP3 – Subtask B)	41
3.2.1. Geschäftsmodell: Energie-Einsparcontracting	42
3.2.2. Geschäftsmodell: Integriertes Liefercontracting.....	44
3.2.3. Geschäftsmodell: Einsparcontracting mit gewidmeten Baukostenzuschuss.....	46
3.2.4. Erfahrungen aus dem Ausland	47

3.2.5.	Schlussfolgerungen – Empfehlungen	48
3.3.	Machbarkeitsstudien von konkreten Sanierungsvorhaben (AP4 - Subtask C).....	50
3.3.1.	Einleitung.....	50
3.3.2.	Zusammenfassung und Analyse der Fallbeispiele	51
	Zusammenfassung und Analyse der Fallbeispiele	52
3.4.	Hilfestellungen für Entscheidungsträger (AP5 – Subtask D)	57
3.4.1.	Definition	57
3.4.2.	Motive für hochwertige Sanierungen	59
3.4.3.	Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit.....	59
3.4.4.	Leitfaden zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit	60
3.4.5.	Schlussfolgerungen.....	61
4.	Vernetzung und Ergebnistransfer	63
4.1.	Österreichischen Zielgruppe, für die die Projektergebnisse relevant sind	63
4.2.	Stakeholdereinbindung	64
4.3.	Beschreibung der Relevanz und des Nutzens der Projektergebnisse	64
5.	Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen.....	64
5.1.	Was sind die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse für das Projektteam	64
5.2.	Wie arbeitet das Projektteam mit den erarbeiteten Ergebnissen weiter?	65
5.3.	Für welche anderen Zielgruppen sind die Projektergebnisse relevant und interessant und wer kann damit wie weiterarbeiten?	65
5.4.	Weiterführende nationale Forschungsprojekte bzw. IEA-Kooperationsprojekte im Themenbereich	66
6.	Verzeichnisse.....	67
6.1.	Literaturverzeichnis.....	67
6.2.	Abbildungsverzeichnis.....	68
6.3.	Tabellenverzeichnis	68
6.4.	Abkürzungsverzeichnis deutsch	69
6.5.	Abkürzungsverzeichnis englisch	70
7.	Anhang.....	71

KURZFASSUNG

Ausgangssituation/Motivation

Die größten Potentiale zur Erreichung klima- und energiepolitischer Ziele im Gebäudesektor liegen in der energieeffizienten Sanierung von Bestandsgebäuden. Der hochwertigen Sanierung kommt große Bedeutung zu, da Gebäude sehr lange Sanierungszyklen (30 – 50 Jahre) aufweisen und mit jeder nicht hochwertigen Sanierung langfristig große klima- und umweltpolitische Potentiale vergeben werden. Die öffentliche Hand hat diese Bedeutung erkannt und versucht sowohl auf gesetzlicher als auch auf fördertechnischer Ebene energieeffiziente Sanierungen durch strengere Zielvorgaben zu forcieren. Die öffentliche Hand ist sich ihrer Vorbildwirkung bewusst und versucht bei öffentlichen Gebäuden mit „Leuchtturmprojekten“ (Sanierung auf Niedrigst- und Passivhausstandard) beispielhafte Lösungen aufzuzeigen. Es zeigt sich aber, dass diese Projekte die Ausnahme darstellen und hochwertige Sanierungen mit großen Energieeinsparpotentialen auch im öffentlichen Sektor zu wenig Verbreitung finden. Als einer der Hauptgründe für diesen Umstand sind die höheren Errichtungskosten – und die nicht wirtschaftlichen Amortisationszeiten durch Betriebskosteneinsparung - von hochwertigen Sanierungen anzuführen. Zur Lösung dieser Problematik wurden in der Vergangenheit bei einigen Sanierungen Contracting-Modelle angewandt, die jedoch keine sehr große Breitenwirkung erfahren haben. Zur Erhöhung der Sanierungsraten und der Optimierung des derzeitigen energetischen Standards in der Sanierungspraxis des öffentlichen Sektors sind daher kräftige Impulse und neue Lösungsansätze auf technischer - und vor allem auf ökonomischer Ebene - nötig.

Inhalte und Zielsetzungen

In den vergangenen Jahren konnte sich das Instrument des Energie-Contracting in vielen Staaten als wichtiges Instrument zur Erlangung energiepolitischer Ziele im Gebäudesektor etablieren. Bis dato wurde dieses Instrument hauptsächlich als Anlagen (Energiliefer-) Contracting für die Sanierung/Austausch von haustechnischen Anlagen (Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, Steuerung, etc.) eingesetzt. Angesichts der ambitionierten Energieeffizienzziele (EU Gebäude Richtlinie, EU Energieeffizienzrichtlinie) wird es in Zukunft notwendig sein, umfassendere Konzepte und neue Businessmodelle zu entwickeln und diese dem österreichischen Markt bereit zu stellen. So sollten zum Beispiel Maßnahmen zur Erhöhung des energetischen Standards der thermischen Gebäudehülle in bestehende Contracting-Modelle integriert werden. Im Rahmen des vorliegenden Annexes wurden daher Strategien und Werkzeuge für hochwertige Sanierungen unter Einbeziehung von neuen, innovativen Energie-Contracting Methoden erarbeitet, und die Ergebnisse für wichtige Stakeholder des Sanierungsbereiches aufbereitet.

Methodische Vorgehensweise

Die angewandte Methodik basiert auf der Durchführung von Fallstudien (Subtask A), der Entwicklung eines Business-Modells für die Implementierung von integrierten Contractingmaßnahmen (Subtask B), der Analyse von erfolgreich umgesetzten Pilotprojekten (Subtask C), sowie der Entwicklung eines Ratgebers für Entscheidungsträger und Contractingfirmen (Subtask D). Durch die Einbindung der DECA (Verein der Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria) und weiterer österreichischer Akteure wurde einerseits eine praxismgerechte Forschungsarbeit und andererseits großes Verbreitungspotential gewährleistet.

Ergebnisse

Als Ergebnis liegen innovative Sanierungsmodelle vor, die hochwertige energieeffiziente Sanierungen für öffentliche Gebäude durch den Einsatz innovativer Finanzierungsmöglichkeiten in Form von integriertem Energie-Contracting vorantreiben. Basierend auf dem Know-how und den Erfahrungen der TeilnehmerInnen am Annex 61 wurden innovative Instrumente und Tools entwickelt werden, die eine praxistaugliche Implementierung in Österreich gewährleisten sollen. Mit der Teilnahme am Annex 61 konnte somit ein wichtiger Beitrag zur Erlangung der energie- und klimapolitischen Ziele in Österreich geleistet werden. Mit Projektende liegen folgende Ergebnisse in Berichtsform (englisch) vor:

- Handbuch für hochwertige, umfassende Sanierungen (Deep Energy Retrofit - A Guide to Achieving Significant Energy Use Reduction with Major Renovation Projects. Subtask A report)
- Fallbeispiele für hochwertige Sanierungen (Deep Energy Retrofit Case Studies. Annex 61 Subtask A report)
- Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen (Deep Energy Retrofit Business Guide. Annex 61 Subtask B report)
- Dokumentation von erfolgreich umgesetzten hochwertigen Sanierungen (Deep Energy Retrofit Pilot Projects. Annex 61 Subtask C report)
- Ratgeber für Entscheidungsträger für hochwertige Sanierungen (Deep Energy Retrofit Guide for Decision Makers. Annex 61 Subtask D report)

Zusätzlich liegt im AP 3 - Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen ein Bericht auf Deutsch vor, der die aktuelle Situation in Österreich beleuchtet.

ABSTRACT

Starting point and motivation

In the building sector major potentials to reach climate and energetic goals can be found in energy efficient retrofit of existing buildings. As buildings have very long retrofit cycles (30 – 50 years) Deep Energy Retrofit is very important. So each unambitious retrofit is a vain chance to realize maximal potentials to reach climate and environmental targets. Public authorities are aware of this impact forcing stronger goals both on legal and subsidy level. Furthermore public authorities are aware of their role as frontrunner, realizing “Lighthouse retrofits” (renovation to Low Energy and Passive House standard) within their own building stock. However it turns out, that these projects are exceptions to the rule and high quality retrofit with large potential for energy reduction is not state of the art in the public building sector. Main reasons for this circumstance are higher construction costs and missing strategies to compensate these higher investment costs by the reduction of energy costs in the use stage. To overcome this problem in the past in some retrofits projects contracting models have been implemented. However these projects are exceptions having little impact on daily renovation business. To increase the renovation rate and to optimize the energy standards of the public building sector strong incentives and innovative approaches on technical – and preliminary on eco-nomical level – are required.

Contents and objectives

In the last decades in many countries the instrument of energy contracting has been implemented as promising instrument to reach energy targets in the building sector. So far this instrument was used mainly as energy service contracting for renovation/exchange of building services (heating, ventilation, air conditioning, lighting, control systems, etc.). Facing ambitious energy efficiency goals (EU - Energy Performance of Buildings Directive, EU - Energy Efficiency Directive) in future, it will be necessary to provide more comprehensive concepts and innovative business models for the Austrian market. For example measures to optimize the energy quality of the thermal building shell have to be integrated into contracting models.

Due to this fact, within this annex, strategies and instruments for Deep energy Retrofit including new, innovative energy-contracting methods have been worked out. The results of the project have been edited for important stakeholders of the renovation sector.

Methods

Adopted method is based on case studies done in Subtask A, the development of business models for implementation of integrated contracting measures (Subtask B), analysis of successfully implemented pilot projects (Subtask C), as well as by the development of a guideline for stakeholders and contracting companies (Subtask D). Involvement of DECA (Verein der Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria) and further Austrian stakeholders on one hand guaranteed practicable solutions and on the other hand enabled large dissemination potentials.

Results and conclusions

As a result innovative retrofit models, forcing ambitious, energy efficient renovation for public buildings through implementation of innovative financing models with integrated energy contracting are available. Based on the know-how and experiences of the Annex 61 participants, innovative instruments and tools, ensuring practicable implementation in Austria, have been developed. Thus the participation in Annex 61 contributes to meet Austria`s goals for energy and climate protection. By the end of the project following documents in report format (English) are available:

- Deep Energy Retrofit - A Guide to Achieving Significant Energy Use Reduction with Major Renovation Projects. Subtask A report
- Deep Energy Retrofit Case Studies. Annex 61 Subtask A report
- Deep Energy Retrofit Business Guide. Annex 61 Subtask B report
- Deep Energy Retrofit Pilot Projects. Annex 61 Subtask C report
- Deep Energy Retrofit Guide for Decision Makers. Annex 61 Subtask D report

Additional in work package 3 - Deep Energy Retrofit Business Guide a German report, highlighting the actual Austrian situation is on hand.

1. Einleitung

1.1. Allgemeine Einführung in die Thematik

Die thermisch-energetische Sanierung des Gebäudebestandes nimmt eine zentrale Rolle bei der Erreichung internationaler/österreichischer Energie- und Klimaschutzziele ein. In der Feasibility-Studie „Energieautarkie Österreich 2050“ (1) in der Strategien zur Erlangung der Energieautarkie unter Einsatz heimischer erneuerbarer Energieträger für das Jahr 2050 aufgezeigt werden, wird für den Gebäudesektor im Konstant Szenario eine 51%-ige Reduktion und für das Wachstumsszenario eine 44%-ige Reduktion des Gebäudeenergiebedarfes (Heizung, Kühlung, Strom) vorgeschlagen.

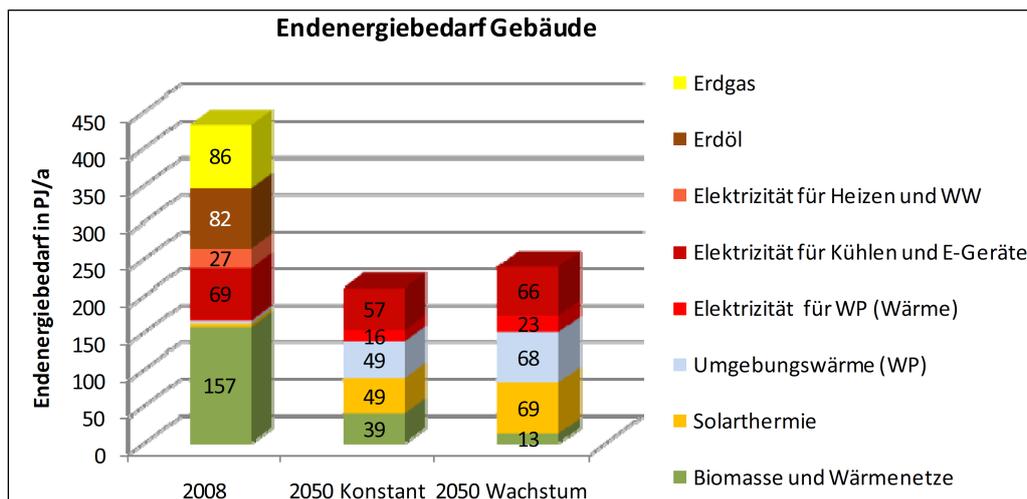


Abbildung 1 Szenarien für die Reduktion des Endenergiebedarfs von Gebäuden zur Erreichung einer österreichischen Energieautarkie im Jahr 2050. Quelle: Energieautarkie Österreich 2050 (1)

Die thermische Gebäudesanierung stellt bei dieser Strategie die wichtigste Maßnahme zur Zielerreichung dar. Des Weiteren kann die thermische Sanierung einen wichtigen Beitrag zur Senkung der österreichischen CO₂-Emissionen leisten (siehe Abbildung 2). Die Erreichung der österreichischen Energie- und Klimaschutzziele wird also maßgeblich davon abhängen, ob der Energieverbrauch des Bestandes nachhaltig gesenkt wird und der restliche Bedarf mit Erneuerbaren abgedeckt wird.

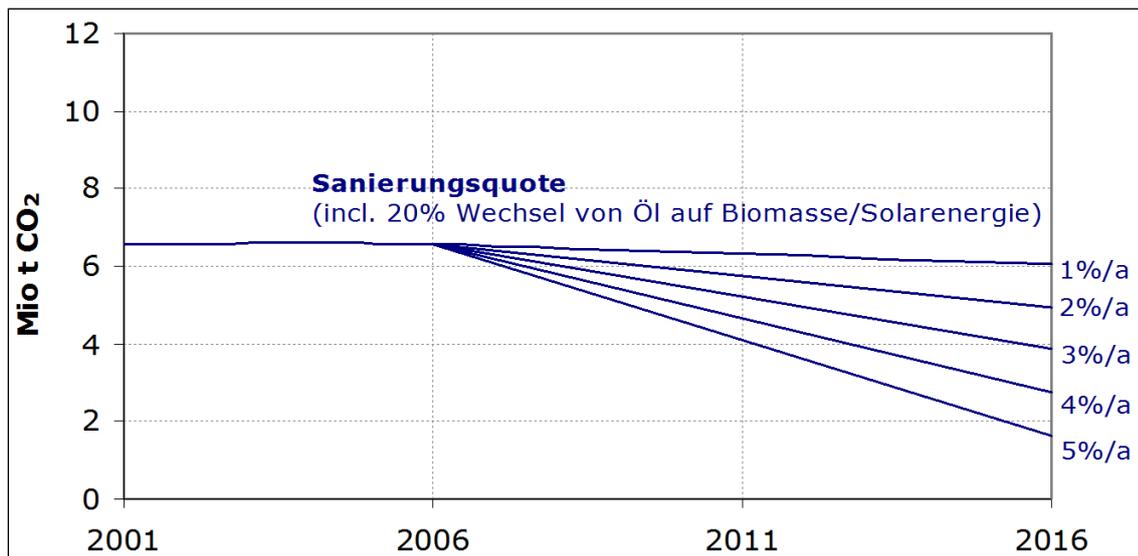


Abbildung 2 Reduktion von CO₂- Emissionen bei unterschiedlichen Sanierungsraten. Quelle: Energieautarkie Österreich 2050 (1)

In Österreich wurde seitens Politik, Wirtschaft, Experten und wichtigen Entscheidungsträgern der Baubranche diese Bedeutung erkannt und der Versuch unternommen die derzeit niedrige Sanierungsrate von ca. 1% durch Lenkungsmaßnahmen im gesetzlichen Bereich (Energieausweis), im Förderbereich (Förderung im Wohnbau und Kommunalbereich) sowie im Dienstleistungsbereich (Forcierung von Energiecontracting im öffentlichen Sektor) zu erhöhen.

1.2. Ausgangssituation/Motivation des Projektes

Gerade in wirtschaftlich angespannten Zeiten ist der energie- und klimapolitisch erforderliche Dimensionssprung – eine Verdoppelung der Sanierungsrate bei gleichzeitiger umfassender Änderung der derzeit üblichen Qualitätsstandards in der Sanierung auf breiter Ebene (und nicht nur in „Leuchtturmprojekten“) - eine Herausforderung. Das von AEE INTEC in den Jahren 2005 – 2009 koordinierte Projekt „ökosan“ zeigt, dass hochwertige Sanierungen notwendig sind, um eine nachhaltige Wertsteigerung im Gebäudebestand zu erreichen, aber Energieeffizienzsteigerungen um mehr als 90% in keinem der untersuchten Gebäude erreicht werden konnte, bzw. kostenmäßig in der Investition nicht mehr erfassbar ist. Kräftige Impulse am Markt zur Erhöhung der Sanierungsraten und Verbesserung des Sanierungsstandards wären dringend vonnöten.

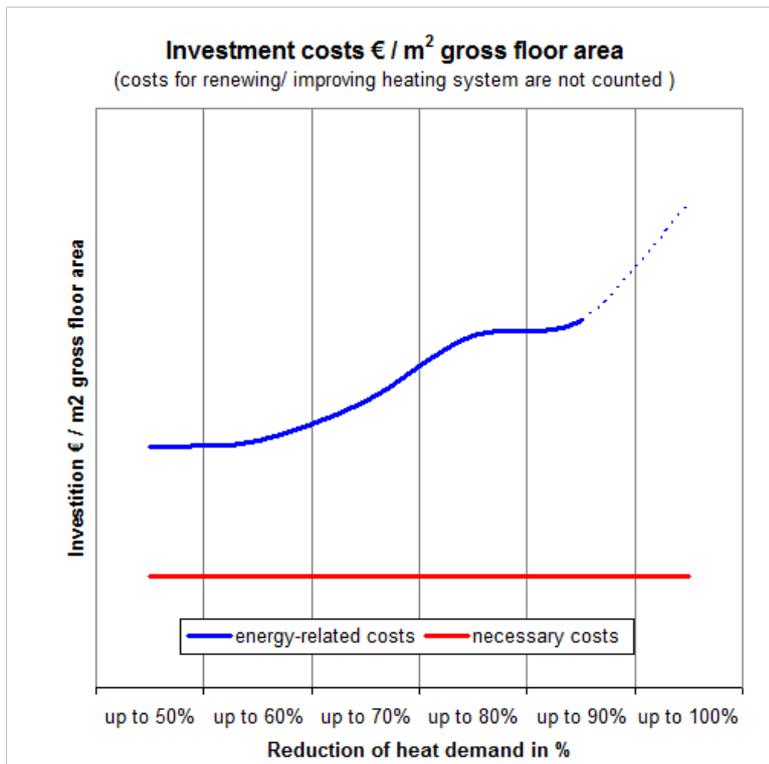


Abbildung 3 Parametrische Analyse von 18 Sanierungsprojekten, die im Projekt “ökosan - Die Modernisierungsinitiative Oststeiermark. 2005-2009“ durchgeführt wurde. Quelle: AEE INTEC

Die Dringlichkeit für Sanierungen im Gebäudebestand besteht im/in:

- Kosten-Nutzen-Bewertung – Benchmarking von Maßnahmen zur Erhöhung der thermischen Qualität und Verbesserung der Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energieträger im Vergleich zu Investitionskosten, Betriebskosten und Lebenszykluskosten.
- Zur Erhöhung der Sanierungsraten und der Optimierung des derzeitigen energetischen Standards in der Sanierungspraxis des öffentlichen Sektors sind kräftige Impulse und neue Lösungsansätze auf technischer - und vor allem auf ökonomischer Ebene - nötig.

1.3. Beschreibung des Standes der Technik in dem Forschungsgebiet

In zahlreichen nationalen und internationalen Forschungsprojekten und Demonstrationsgebäuden konnte gezeigt werden, dass hochwertige energetische Sanierungen technisch ohne größere Probleme umgesetzt werden können. So konnte im Rahmen des von AEE INTEC geleiteten Haus der Zukunft Plus Leitprojektes "e80³-Gebäude - Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen, integrierter Haustechnik und Netzintegration" gezeigt werden das Sanierung auf Plusenergiehausstandard technisch möglich ist. Das, in diesem Leitprojekt umgesetzte Demonstrationsgebäude Johann-Böhm-Straße in Kapfenberg (sowie auch einige andere Demoprojekte) zeigt, dass ein Wohngebäude der 1960-iger Jahre mit sehr hohem Betriebsenergieverbrauch mit innovativen Konzepten und nachhaltigen Technologien in ein Nullenergiegebäude verwandelt werden kann.

Im IEA Annex 46 "Holistic Assessment Tool-kit on Energy Efficient Retrofit Measures for Government Buildings (EnERGo)" (7) wurden mehr als 400 Energieeffizienzmaßnahmen für die Sanierung von Gebäuden aufgelistet. Des Weiteren wurde im Annex 49 "Low Exergy Systems for High-Performance Buildings and Communities" (8) und im Annex 51 "Energy Efficient Communities: Case Studies and Strategic Guidance for Urban Decision Makers" (9) große Energieeffizienzpotentiale durch die intelligente Vernetzung von Gebäudeverbänden aufgezeigt. Durch die synergetische Nutzung von Energie auf Grund unterschiedlicher Last- und Nutzungsprofile von multifunktionalen Gebäudeverbände (z.B. Verbände von Wohn- und Bürogebäuden), der Nutzung von Abwärme, etc. können weitere Effizienzpotentiale erschlossen werden, die derzeit in konventionellen Sanierungsprojekten kaum Berücksichtigung finden.

Die öffentliche Hand ist sich ihrer Vorbildwirkung bewusst und versucht bei öffentlichen Gebäuden mit „Leuchtturmprojekten“ (Sanierung auf Niedrigst- und Passivhausstandard) beispielhafte Lösungen aufzuzeigen. Es zeigt sich aber, dass diese Projekte die Ausnahme darstellen und hochwertige Sanierungen mit großen Energieeinsparpotentialen auch im öffentlichen Sektor zu wenig Verbreitung finden. Als einer der Hauptgründe für diesen Umstand sind die höheren Errichtungskosten und die nicht wirtschaftlichen Amortisationszeiten durch Betriebskosteneinsparung von hochwertigen Sanierungen anzuführen.

Bei vielen nationalen und internationalen Forschungsprojekten, liegt trotz Kenntnis der oben angeführten Problematik, der Fokus nach wie hauptsächlich auf der Weiterentwicklung technischer Aspekte (Entwicklung von innovativen Bau- und Haustechnikelementen). Forschungsprojekte bei denen hochwertige, technische Lösungen mit ökonomischen Fragestellungen (Finanzierbarkeit, marktwirtschaftlich tragbare Amortisationszeiten von Investmentkosten) verknüpft werden, sind bis dato in der Minderzahl.

In den vergangenen Jahren konnte sich das Instrument des Energie-Contracting in vielen Staaten als wichtiges Instrument zur Erlangung energiepolitischer Ziele im Gebäudesektor etablieren. Bis dato wurde dieses Instrument hauptsächlich als Anlagen (Energiliefer-) Contracting für die Sanierung/Austausch von haustechnischen Anlagen (Heizung, Lüftung, Klimatisierung, Beleuchtung, Steuerung, etc.) eingesetzt. Angesichts der ambitionierten Energieeffizienzziele (EU Gebäude Richtlinie, EU Energieeffizienzrichtlinie) wird es in Zukunft notwendig sein, umfassendere Konzepte und neue Businessmodelle zu entwickeln und diese dem österreichischen Markt bereit zu stellen. So sollten zum Beispiel Maßnahmen zur Erhöhung des energetischen Standards der thermischen Gebäudehülle in bestehende Contracting-Modelle integriert werden.

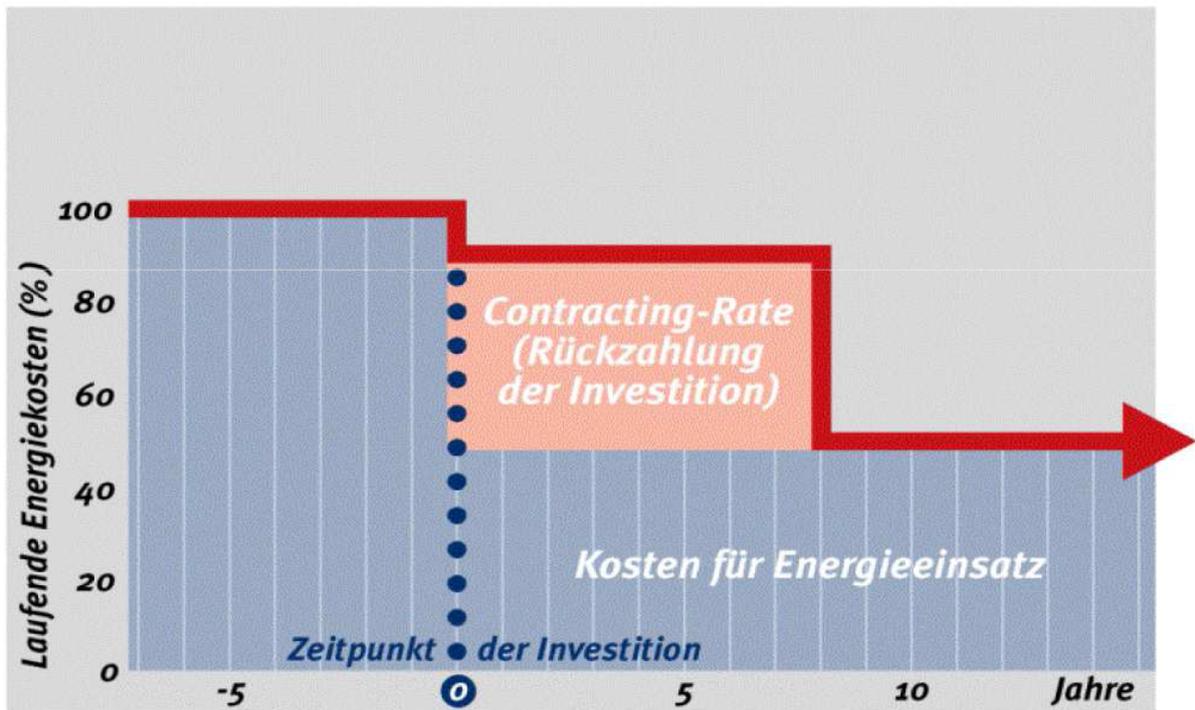


Abbildung 4 Geschäftsmodell Energie-Contracting. Quelle: Papousek, Grazer Energieagentur (2)

Durch die Auslagerung an einen externen Energiedienstleister bieten Contracting-Modelle für den Bauherrn die Möglichkeit, Investitionskosten zur Reduktion des Energieverbrauches, kostenneutral/budgetschonend zu realisieren. Da bei Contracting-Dienstleistungen neben den Investitionskosten die Kosten für den Gebäudebetrieb eine wichtige Rolle spielen, gewinnen Lebenszyklusbetrachtungen (LCC - Life Cycle Costs) verstärkt an Bedeutung. Betrachtet man die Kosten über den gesamten Gebäudelebenszyklus, zeigt sich, dass die Investitionskosten einen sehr geringen Anteil an den Gesamtkosten einnehmen und die Betriebskosten die größten Kosten verursachen.

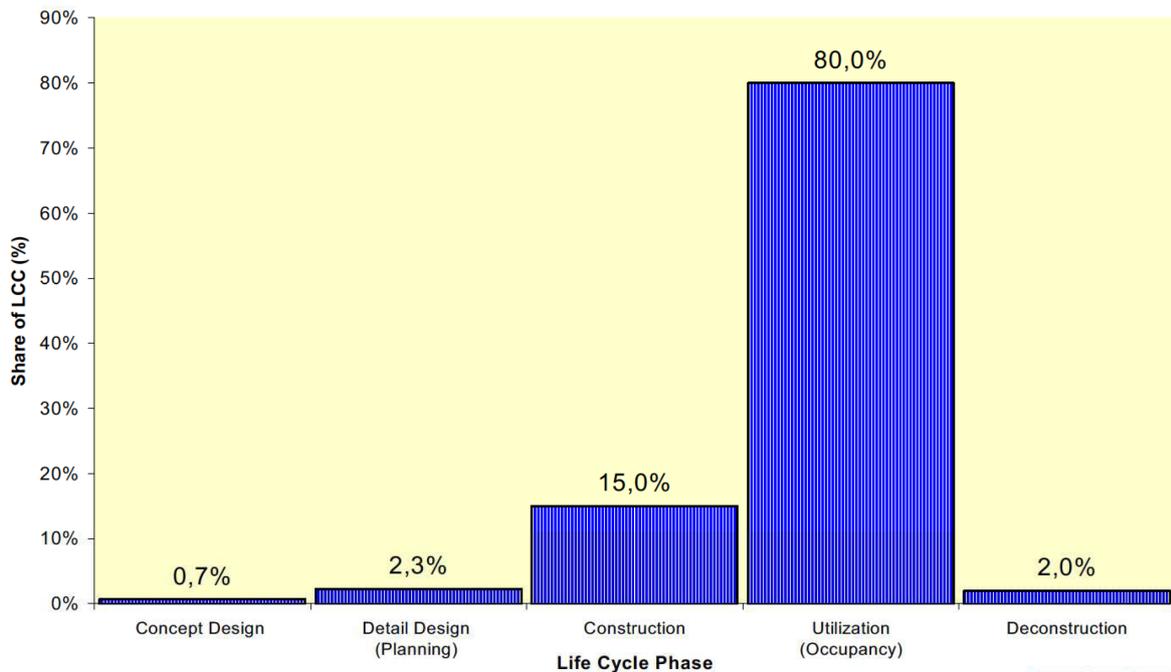


Abbildung 5 Lebenszykluskosten von Gebäuden (Typische Verteilung). Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3)

1.4. Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema

AEE INTEC war/ist in zahlreichen österreichischen Forschungsprojekten im Bereich der hochwertigen Sanierung maßgeblich (als Leiter oder Projektpartner) beteiligt. Nachfolgend sind die wichtigsten Projekte mit Relevanz zum Annex 61 angeführt:

- ökosan – Die Modernisierungsinitiative Oststeiermark
- Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus – Leitprojektmanagement
- Sanierungskonzepte zum Plus-Energiehaus mit vorgefertigten aktiven Dach- und Fassadenelementen - SP 4 Demoprojekt Kapfenberg, Johann-Böhm-Strasse 34-36
- New4Old - Neue Energie für alte Häuser - Projektleitung österreichischer Teil AEE INTEC
- Leitprojekt BIGModern

Im Mittelpunkt dieser Projekte standen im Wesentlichen technische Fragestellungen, die Definition von Nachhaltigkeits- und Klimaschutzkriterien, sowie die Entwicklung von Leitprinzipien für den Planungs-, Ausschreibungs- und Ausführungsprozess. Ökonomische Fragestellungen sowie die Entwicklung von innovativen Geschäftsmodellen standen nicht im Mittelpunkt dieser Forschungsvorhaben.

AEE INTEC kann auf Grund seiner langjährigen Erfahrung im Forschungsbereich, einer umfassende Monitoring Datenbank von evaluierten Sanierungsprojekten auf Daten zurückgreifen, die eine gute Grundlage für den Annex 61 darstellen.

1.5. Kurzbeschreibung des Aufbaus (Kapitel) des Ergebnisberichts

Der publizierbare Ergebnisbericht beinhaltet alle wesentlichen Informationen über die Ziele, Inhalte, Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieses, als IEA Forschungskoooperation durchgeführten, Projektes.

Inhalt:

- Publizierbarer Ergebnisbericht
- Anhang 1: Handbuch für hochwertige, umfassende Sanierungen (Deep Energy Retrofit - A Guide to Achieving Significant Energy Use Reduction with Major Renovation Projects. Subtask A report)
- Anhang 2: Fallbeispiele für hochwertige Sanierungen (Deep Energy Retrofit Case Studies. Annex 61 Subtask A report) - englisch
- Anhang 3: Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen (Deep Energy Retrofit Business Guide. Annex 61 Subtask B report) - englisch
- Anhang 4: Dokumentation von erfolgreich umgesetzten hochwertigen Sanierungen (Deep Energy Retrofit Pilot Projects. Annex 61 Subtask C report) - englisch
- Anhang 5: Ratgeber für Entscheidungsträger für hochwertige Sanierungen (Deep Energy Retrofit Guide for Decision Makers. Annex 61 Subtask D report) - englisch
- Anhang 6: Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen - deutsch

2. Hintergrundinformation zum Projektinhalt

2.1. Darstellung des gesamten Kooperationsprojektes und der Aufgabenteilung des Österreichischen Teilprojektes im Annex

Folgende Länder haben neben Österreich am Annex 61 teilgenommen: Deutschland, USA, Dänemark, Großbritannien und Finnland

Das Arbeitsprogramm des Projektes wurde in vier Subtasks (Arbeitspakete) unterteilt um die Bearbeitung inhaltlich zu strukturieren. Jedes Subtask wurde von einem Subtask-Leader (Arbeitspaketleiter) geleitet, die/der von einem Co-Leader unterstützt wird.

Nachstehend sind die Partner und deren Rolle im Annex 61 aufgelistet:

Operating Agents:

- Alexander M. Zhivov, US Army Corps of Engineers Engineer Research and Development Center, U.S.A.
- Rüdiger Lohse, KEA- Climate protection and energy agency of Baden- Württemberg GmbH, Germany

Subtask A:

Leitung: Ove Mørck, Cenergia (Denmark) und Alexander Zhivov, ERDC- CERL (USA)

Subtask B

Leitung: Robert Slattery, Oak Ridge National Laboratory (USA) und Rüdiger Lohse, KEA (Germany)

Subtask C

Leitung: Cyrus Nasser, Department of Energy, FEMP (USA)

Subtask D

Leitung: Rüdiger Lohse, KEA (Germany) und Heimo Staller, AEE (Austria) and

AEE INTEC hat an allen Subtasks aktiv mitgearbeitet und im Subtask D den Co-Lead übernommen. Darüber hinaus wurden nationale Definitionen, Standards und Know-how in das Projekt der Internationalen Forschungskooperation eingebracht. Ebenso wurden nationale Erfolgsbeispiele aus dem Haus der Zukunft Plus Technologieprogramm (z.B. Plus-Energie-Sanierung Kapfenberg) eingebracht und oftmals einem internationalen Fachpublikum präsentiert. Die österreichischen Ergebnisse wurden des Weiteren durch Beteiligung an der gemeinsamen Annex-Dissemination, Verbreitung und Publikation des Knowhows und der Ergebnisse aus der aktuellen internationalen Forschung, zielgruppengerecht in Österreich präsentiert.

2.2. Beschreibung der österreichischen Kooperation

Die DECA (Verein der Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria) wurde in Form eines Subvertrages eingebunden um Inputs für das Arbeitspaket 3 - Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen zu erstellen.

2.3. Beschreibung der Projektziele

Die Internationale Forschungskooperation im Rahmen des IEA EBC Annex 61 verfolgte folgende Projektziele:

- Entwicklung von Konzepten, Strategien und ausgewählte Instrumente für hochwertige, thermische Sanierungen (mit Energieeinsparung von mehr als 50%) für öffentliche Gebäude
- Sammlung und (Weiter)- Entwicklung von innovativen Maßnahmenbündeln für hochwertig, thermische Sanierungen
- Anwendung von im Projekt entwickelten Konzepten an Hand ausgewählter Fallbeispiele der Teilnehmerländer in unterschiedlichen Klimazonen
- Entwicklung eines Geschäftsmodells unter Einbeziehung von öffentlichen und privaten Finanzierungskonzepten und Contractingmodellen für hochwertige, thermische Sanierungen

Im *Subtask A: Analyse von hochwertigen Sanierungsprojekten (Bundles of Technologies)* erfolgte eine Recherche und Analyse von umgesetzten hochwertigen Sanierungsprojekten.

Im *Subtask B: Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen (Business Models for Market Implementation)* sollten basierend auf den Ergebnissen aus Subtask A in enger Zusammenarbeit mit Energiedienstleistungsfirmen und öffentlichen Bauherren innovative Kon-

zepte auf technischer, ökonomischer und rechtlicher Ebene erarbeitet werden, die hochwertige, energieoptimierte Sanierungen ermöglichen.

Im *Subtask C: Machbarkeitsstudie für ein konkretes Sanierungsvorhaben (Demonstrate Selected Deep Energy Retrofit Concepts)* sollte an Hand eines konkreten Sanierungsprojektes eines öffentlichen Bauherrn die in den Subtasks A-B erzielten Ergebnisse im Rahmen einer Feasibility-Studie angewandt/überprüft/weiterentwickelt werden.

Im *Subtask D: Entwicklung eines IT-Tools für Entscheidungsträger und Energiedienstleister (Develop an IT-Tool for Decision Makers and ESCOs)* sollten die Ergebnisse und Erkenntnisse der anderen Subtasks integriert und zusammengeführt. Es soll ein Entscheidungsmodell für öffentliche Auftraggeber und Energiedienstleister entwickelt werden, das in frühen Planungsphasen verwendet werden kann.

2.4. Beschreibung der verwendeten Methodik, Daten und Vorgangsweise

Die angewandte Methodik basiert auf der Durchführung von Fallstudien (Subtask A), der Entwicklung eines Business-Modells für die Implementierung von integrierten Contractingmaßnahmen (Subtask B), der Analyse von erfolgreich umgesetzten Pilotprojekten (Subtask C), sowie der Entwicklung eines Ratgebers für Entscheidungsträger und Contractingfirmen (Subtask D). Durch die Einbindung der DECA (Verein der Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria) und weiterer österreichischer Akteure wurde einerseits eine praxismgerechte Forschungsarbeit und andererseits großes Verbreitungspotential gewährleistet.

Für das österreichische Fallbeispiel wurde auf bestehende Daten des Haus der Zukunft Plus Demonstrationsgebäudes Johann-Böhm-Straße in Kapfenberg zurückgegriffen.

3. Ergebnisse des Projektes

Die Ergebnisse des Projektes werden detailliert an Hand der einzelnen Arbeitspakete beschrieben, nachstehend findet sich eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse in komprimierter Form.

Die unter 2.3 angeführten internationalen und nationalen Ziele konnten im Wesentlichen erreicht werden. Es liegen innovative Sanierungsmodelle vor, die hochwertige energieeffiziente Sanierungen für öffentliche Gebäude durch den Einsatz innovativer Finanzierungsmöglichkeiten in Form von integriertem Energie-Contracting vorantreiben. Basierend auf dem Know-how und den Erfahrungen der TeilnehmerInnen am Annex 61 konnten innovative Strategien entwickelt werden, die eine praxistaugliche Implementierung in Österreich gewährleisten. Sowohl die im nationalen als auch die im internationalen Antrag definierten Schwachstellen die bei der Umsetzung von hochwertigen, thermischen Sanierungen auftreten haben sich bestätigt und konnten im Forschungsprojekt auf internationaler Ebene diskutiert werden. Auf Grund der unterschiedlichen „Energiekultur“ in den teilnehmenden Ländern (nordeuropäische Kultur im Gegensatz zum anglosächsischen, amerikanischen Raum) konnten keine allgemein gültigen Konzepte erstellt werden. Es zeigte sich, dass hochwertige Sanierungen bei denen sowohl die thermische Gebäudehülle als auch die haustechnischen Anlagen saniert werden im nordeuropäischen Raum verbreiteter sind, wogegen in den USA ein stärkerer Fokus auf der Sanierung/ dem Austausch der haustechnischen Anlagen liegt.

Im Konsortium herrschte aber Einigkeit darüber, dass nur eine hochwertige Sanierung („DER - Deep Energy Retrofit“) des Gebäudebestandes den Energiebedarf signifikant senken kann. Anstelle von schrittweiser Sanierung und der Durchführung einzelner Maßnahmen („low hanging fruits“) ist eine hochwertige Sanierung anzustreben. Teilsanierung (wie etwa nur die Sanierung/ der Austausch von Haustechnikkomponenten), ohne den Energiebedarf eines Gebäudes durch die Sanierung der thermischen Gebäudehülle zu senken, sind grundsätzlich nicht zielführend, da damit spätere Sanierungen in den meisten Fällen nicht mehr wirtschaftlich umzusetzen sind.

Im Projekt bestätigte sich die Prämisse, dass innovative Contracting-Modelle ein Motor für hochwertige Sanierungen sein können. Es zeigte sich aber, dass der Großteil der derzeit am nationalen und internationalen Markt eingesetzten Contracting-Modelle keine hochwertigen, thermischen Sanierungen vorantreiben können, da sie aus ökonomischen Gründen meist nur Energieliefer-Contracting sind. Modelle wie das in 3.2.2 dargestellte integrierte Energie Contracting Modell erweisen sich für hochwertige Sanierungen als wesentlich geeigneter.

Eine Kombination von staatlichen Fördermodellen mit Contracting-Modellen könnte ein Treiber für hochwertige Sanierungen sein.

Es zeigte sich auch, dass die Zusammenfassung von mehreren Objekten, die einer Sanierung unterzogen werden sollen, ökonomisches Einsparpotential mit sich bringt, wodurch hochwertige Sanierungen erst möglich werden.

Des Weiteren zeigte sich, dass gerade hochwertige Sanierungen schon in frühen Planungsstadien berücksichtigt werden müssen. Eine erfolgreiche Umsetzung gelingt nur mit Hilfe einer zeitlich optimalen Einbindung von Entscheidungshilfen, Planungs- und Managementtools. Als wichtiger Punkt kristallisierte sich dabei die Qualitätssicherung im Rahmen der Umsetzung von Sanierungen.

3.1. Analyse von hochwertigen Sanierungsprojekten (AP2 – Subtask A)

An Hand von ausgewählten Sanierungsprojekten aus den Annex-Teilnehmerländern sollten die aktuellen Rahmenbedingungen auf technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Ebene für hochwertige Sanierungen aufgezeigt werden. In Summe wurden 26 Sanierungsprojekte untersucht und nach einem vorgegebenen Schema analysiert:

- Klimazone
- Strategien der Energieeinsparung
- Niveaus der Energieeinsparung
- Gegenüberstellung Energiebedarf vor und nach der Sanierung
- Energieeinsatz vor der hochwertigen Sanierung
- Gemessener Energieverbrauch
- Gründe für die Sanierungsmaßnahmen
- Co-Benefits
- Geschäftsmodelle und Finanzierungsquellen
- Kosteneffektivität

- Erfahrungen
- Sanierungskosten

3.1.1. Klimazonen

Die 26 untersuchten Fallbeispiele wurden anhand der ASHRAE Klimazonenkategorisierung (ASHRAE Standard 169) zugeordnet. Nachstehend sind die 26 Fallbeispiele und ihre Zuordnung zu den ASHRAE Klimazonen angeführt:

Tabelle 1 Zuordnung der Fallbeispiele zu den ASHRAE Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Case study	Country	Climate zone(s)	Representative City
25. Office/Warehouse Indio. USA	USA	3c (Warm-Marine), (3600 ≥ HDD65°F)	California
14. Social housing Dún Laoghaire. IE	Ireland	4a (Mixed-Humid), (3600 < HDD65°F ¹ ≤ 5400)	Dublin, Galway, Cork, Donegal.
18. Shelter home. Leeuwarden. NL	Netherland		London
19. Mildmay Center London. UK	UK		
21. Office/Federal building Maryland. USA	USA		
22. Intelligence Community Maryland. USA	USA		
23. Office. Seattle WA. USA	USA	4c (Mixed-Marine) (3600 < HDD65°F ≤ 5400)	Washington, Oregon
1. Social house Kapfenberg. AT	Denmark	5a (Cool-Humid), (5400 < HDD65°F ≤ 7200)	Copenhagen.
2. School Egedal. DK	Germany		Wuerzburg.
3. OfficeVester Voldgade. DK	USA		Braganza, Innsbruck, Klagenfurt, Linz, Wien, Eisenstaedt, Graz.
5. Passivehaus LudMun. GE			
6. Apartments Nûrnberg. GE			
7. Gym Ostildern. GE			

¹18.3°C

8. School BaWû. GE 9. School Osnabrueck. GE 10. School Olbersdorf. GE 11. Passivehaus Office Darmstadt. GE 12. Town Hall – Baviera. GE 13. Passivehaus High school NordWest. GE 16. Primary school Plevlja. MON 17. Student Dormitory Kontor. MON			Pennsylvania, Nebraska, Massachusetts, Indiana, New York
20. Federal building Grand Junction. USA 24. Beardmore Priest River. USA 26. Federal building Denver-Colorado. USA	USA	5b (Dry) (5400 < HDD65°F ≤ 7200)	Colorado, Idaho
4. Kindergarten Valga. EE 15. Apartments. Riga. LV	Estonia Latvia	6a (Cold-Humid), (7200 < HDD65°F ≤ 9000)	Tartu Riga

3.1.2. Strategien der Energieeinsparung – Sanierungsmaßnahmen

Die Sanierungsmaßnahmen der einzelnen Fallbeispiele wurden in 16 Einzelmaßnahmen untergliedert, die in nachstehender Tabelle angeführt sind:

Tabelle 2 Sanierungsmaßnahmen für hochwertige Sanierungen und deren Zuordnung zu den ASHRAE Klimazonen (hellgrün: Zone 5a; dunkelgrün: Zone 6a; hellrosa: Zone 4a; dunkelblau: Zone 4c; gelb: Zone 3a. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

CORE BUNDLES OF TECHNOLOGIES IMPLEMENTED IN DER															
Case study	Building Envelope					Lighting & Electrical			HVAC				Renewable energy systems		
	Wall insulation	Roof insulation	Floor insulation	New window/ door	Roof lights	Daylight Strategy/external shading	Efficiency lighting/control	BEMS	MVHR	New ventilation system	New heat-cooling	New heat supply: radiators, floor	Air source heat pump	Ground coupled heat pump	Solar thermal system
1. Social house Kapfenberg. AT	✓	✓	✓	✓					✓		✓			✓	✓
2. School Egedal. DK	✓			✓			✓	✓	✓	✓					✓
3. Office Vester Voldgade. DK	✓			✓		✓	✓		✓				✓	✓	
4. Kindergarten Valga. EE	✓	✓	✓			✓	✓		✓					✓	
5. Dwelling passive house LudMun. GE	✓	✓	✓	✓					✓		✓				✓
6. Apartments Nuernberg. GE	✓	✓	✓	✓					✓		✓			✓	
7. High School Ostildern. GE	✓	✓		✓	✓		✓		✓						
8. School BaWue. GE	✓	✓		✓			✓			✓	✓				✓
9. School Osnabrueck. GE	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓		
10. School Olbersdorf. GE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓				✓		
11. Passive house Office Darmstadt. GE	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓					
12. Town Hall – Baviera. GE	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓						
13. Passive house High school NordWest. GE	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓		✓		✓		✓
14. Social housing Dún Laoghaire. IE	✓	✓	✓	✓					✓		✓				
15. Apartments Riga. LV	✓	✓	✓	✓			✓		✓		✓				

16. Primary school Plevlja. MON	✓			✓			✓	✓			✓					
17. Student Dormitory Kontor. MON	✓	✓		✓			✓				✓	✓			✓	
18. Shelter home. Leeuwarden. NL	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓			✓	
19. Mildmay Center London. UK		✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓			✓	✓	✓
20. Federal building Grand Junction. USA	✓	✓			✓		✓			✓	✓	✓		✓		✓
21. Office/Federal building Maryland. USA		✓		✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
22. Intelligence Community Maryland. USA	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓				✓
23. Office. Seattle WA. USA				✓			✓	✓		✓				✓		✓
24. Beardmore Priest River. USA	✓	✓		✓	✓		✓			✓			✓			
25. Office/Warehouse Indio. USA	✓	✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓			✓		✓
26. Federal building Denver-Colorado. USA	✓	✓	✓	✓			✓				✓		✓		✓	

3.1.3. Investitionskosten

Nachstehende Abbildungen zeigen die gesamten, die nicht energie-relevanten und die energierelevanten Investitionskosten für hochwertige Sanierungen. Es zeigt sich, dass die nicht energierelevanten Kosten in den meisten Projekten zwei- bis dreimal höher als die energierelevanten Kosten sind. Betrachtet man die energierelevanten Kosten vergleichbarer Gebäudetypen in den einzelnen Klimazonen, so zeigt sich, dass diese eine große Streuung aufweisen.

- In der Klimazone 5a (Fallbeispiele 1, 2, 3, 5-14, 16-19) liegen die Investmentkosten für Schulen zwischen 150 und 250 €/ m², wobei eine Schule (9) 540 €/ m² aufweist. In den meisten Fallbeispielen umfassten die Sanierungsmaßnahmen Dach- und Wanddämmung, Fenstertausch und Implementierung von Lüftungssystemen.
- In der Klimazone 5a liegen die Investmentkosten für die Sanierung eines Bürogebäudes auf Passivhausstandard bei 490 €/ m² (Objekt Nr. 11), 160 €/m² (Objekt Nr. 12) und bei 240 €/m² (Objekt Nr. 3). Objekt Nr. 11 enthält zwar zusätzliche Maßnahmen (Dämmung Flachdach, Dämmung des erdberührten Fußbodens), aber die mehr als 100%- ige Kostendifferenz kann dadurch nicht erklärt werden.
- In der Klimazone 5a bewegen sich die Investmentkosten für eine hochwertige Sanierung von Mehrfamilienhäusern für Fallbeispiel Nr. 1 und Nr. 5 bei ca. 400 €/m², für Nr. 18 bei 320 €/m² und für Nr. 6 bei 200 €/m². Der große Unterschied zwischen Nr. 1 und Nr. 5 im Vergleich zu Nr. 6 und Nr. 18 kann durch die höheren Kosten für Passivhauskonzepte zum Zeitpunkt der Errichtung erklärt werden.

Die unterschiedlichen Investmentkosten der untersuchten Fallbeispiele können durch die Zuordnung der energie- und nicht energiebezogenen Kosten (Fallbeispiel Nr. 11), unterschiedliche Lohn- und

Materialkosten und unterschiedlichen Ausführungsdetails einer hochwertigen Sanierung erklärt werden. In einigen Fallbeispielen sind die höheren Kosten durch den Einbau von Passivhausfenstern, besserer Wärmedämmung, sowie den höheren Kosten für die Reduktion von Wärmebrücken verursacht. In den letzten 5-8 Jahren seit Umsetzung der Fallbeispiele, sind einige der Investmentkosten wie z.B. die für den Einbau von Passivhausfenstern gesunken, sodass der Unterschied zwischen einer hochwertigen Sanierung im Sinne des Annex 61 und einer Passivhaussanierung heute deutlich geringer sind als zum Zeitpunkt der damaligen Umsetzung.

In der nachstehenden Abbildung 6 und Abbildung 7 sind die Ergebnisse der Analyse dargestellt:

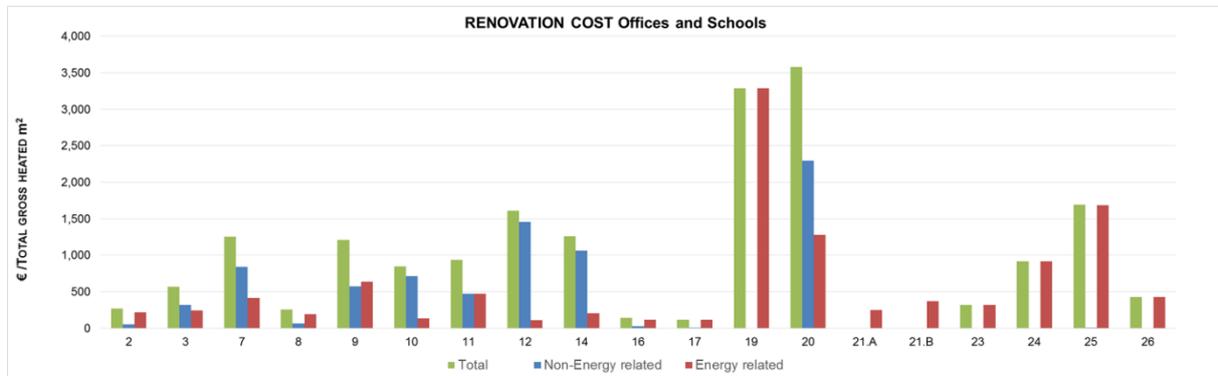


Abbildung 6 Sanierungskosten für öffentliche Bauten. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

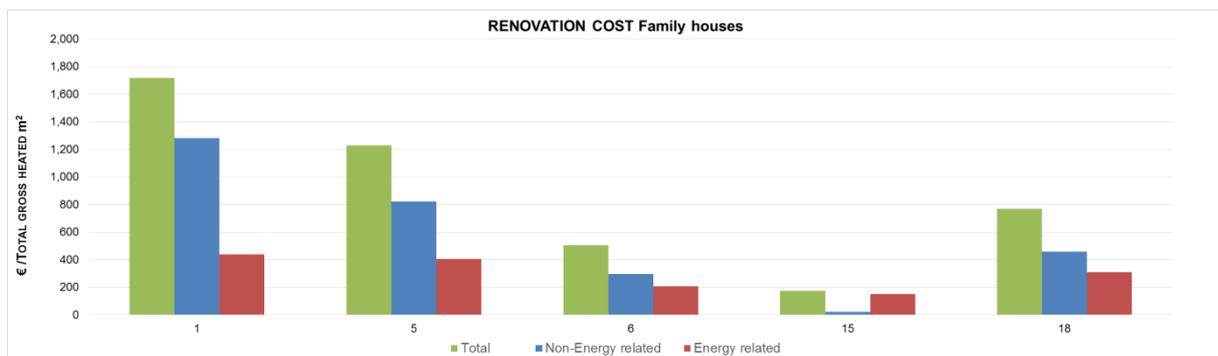


Abbildung 7 Sanierungskosten für Wohngebäude. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

3.1.4. Auswirkungen von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen

Die Auswirkungen von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen, die im vorigen Kapitel beschrieben wurden, wurden nach folgenden Aspekten analysiert:

- 1) Energiebedarf vor und nach der Sanierung
- 2) Energieverbrauch nach Einbeziehung solarer Energiesysteme (Thermisch, PV)

Die Baseline unterscheidet zwischen Heizungsbrennstoffen, Fernwärme und elektrische Anschlussleistungen.

In den meisten Klimazonen wurden bedeutende Energieeinsparungen durch die Sanierung wichtiger Teile der thermischen Gebäudehülle erzielt:

- Die meisten Fallbeispiele befinden sich in der Klimazone 5a. Bei den meisten Fallbeispielen umfassten die Sanierungsmaßnahmen die Verbesserung der thermischen Gebäudehülle (Wände, Dächer, Fenster und Kellerfenster), sowie die Sanierung des Beleuchtungssystems. In den meisten Fallbeispielen wurden keine neuen Lüftungssysteme eingebaut. Dies trifft auch für die kälteren Klimazonen wie z.B. 6 und die milderen Klimazonen 4a und 3c. Um den hochwertigen Sanierungsstandard zu erzielen, wurden die wichtigsten Gebäudeteile der thermischen Gebäudehülle saniert.
- Nur das Gebäude der Klimazone 4c erreichte den im Annex 61 definierten hochwertigen Sanierungsstandard im Wesentlichen durch die Sanierung/Austausch der Haustechnik für Heizen und Kühlen, ohne signifikante Maßnahmen betreffend die thermische Gebäudehülle umzusetzen.

Auf der Erzeugerseite umfassten die Sanierungsmaßnahmen den Wechsel der Energieträger und der Installation von erneuerbaren Energiesystemen wie Fotovoltaik, Solarthermie und Wärmepumpen. Weitere Überlegungen betreffend die Erzeugerseite waren:

- Die Installation von Erdwärmepumpen führen zu einer Reduktion der Brennstoffe für die Heizung, wobei natürlich der Strombedarf ansteigt.
- Die größte Energieeinsparung ohne die Berücksichtigung der Installation von solaren Energiesystemen findet sich im Fallbeispiel Nr. 9 (92%). Die durchschnittliche Energieeinsparung aller Fallbeispiele liegt bei 63%.
- Die gesamte Energieeinsparung unter Berücksichtigung aktiver, solarer Energiegewinne findet sich in der Tabelle 3. Die Implementierung solarer Heizungssysteme führt zu Reduktion von Heizungsbrennstoffen, der Verbrauch von Öl und Gas wird nicht durch Einsparungsmaßnahmen erzielt, sondern ergibt sich durch den Ersatz durch erneuerbare Energiesysteme

In einigen Fallbeispielen, wie z.B. Nr. 5 und 13, kann durch eine Fotovoltaikanlage eine Einsparung von bis zu 90% der vom Netz bereit gestellten elektrischen Energie erzielt werden.

Die durchschnittliche Energieeinsparung durch die Implementierung von solaren, thermischen Energiesystemen liegt bei 68%. Die zusätzliche, zu den durch Maßnahmen auf der Bedarfsseite generierten Einsparungen, erzielte Reduktion der vom Netz bezogenen Energie durch solare Energieerzeugung beträgt 4 – 42%.

Tabelle 3 Energieverbrauch vor und nach hochwertigen Sanierungsmaßnahmen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Case Study	Before Renovation	After Renovation	Net energy consumption	Total% energy saving after DER	Total% energy savings after solar production
1. Social house Kapfenberg. AT	184.0	91.0	52.0	51%	72%
2. School Egedal. DK	148.3	101	39.0	32%	74%
3. OfficeVester Voldgade. DK	116.4	—	57.8	—	50%

Case Study	Before Renovation	After Renovation	Net energy consumption	Total% energy saving after DER	Total% energy savings after solar production
4. Kindergarten Valga. EE	280.0	36.0	36.0	87%	87%
5. Passivehaus LundMun. GE	250.0	48.5	16.0	81%	94%
6. Apartments Nuernberg. GE	229.6	43.1	34.8	81%	85%
7. Gym Ostildern. GE	181.1	99.5	99.5	45%	45%
8. School BaWue. GE	171.3	54.0	54.0	68%	68%
9. School Osnabrueck. GE	354.9	29.3	29.3	92%	92%
10. School Olbersdorf. GE	155.5	52.3	52.3	66%	66%
11. Passivehaus Office Darmstadt. GE	283.0	67.4	67.4	76%	76%
12. Town Hall – Baviera. GE	184.3	82.6	82.6	55%	55%
13. Passivehaus High school Nord-West. GE	220.0	—	20.3	—	91%
14. Social house Dún Laoghaire. IE	482.46	56.69	56.7	88%	88%
15. Apartments Riga. LV	351.30	162.53	162.5	54%	54%
16. Primary school Plevlja. MON	282.0	170.6	170.6	40%	40%
17. Student Dormitory Kontor. MON	199.0	—	132.2	—	34%
18. Shelter home. Leeuwarden. NL	415.0	—	41.5	—	90%
19. Mildmay Center London. UK	270.0	57.0	39.0	79%	86%
20. Federal building Grand Junction. USA	127.2	56.7	18.5	55%	85%
21.A. Office Silver spring. Maryland. USA	372.2	197.8	197.8	47%	47%
21.B. Federal Building New Carrollton. Maryland. USA	382.2	162.9	146.4	57%	62%
22. Intelligence Community Maryland. USA	935.9	—	492.1	—	47%
23. Office Seattle WA. USA	224.0	102.1	91.5	54%	59%

Case Study	Before Renovation	After Renovation	Net energy consumption	Total% energy saving after DER	Total% energy savings after solar production
24. Beardmore Priest River. USA	284.0	110.5	110.5	61%	61%
25. Office/Warehouse Indio. USA	231.1	—	77.3	—	67%
26. Federal building Denver-Colorado. USA	375.4	—	121.1	—	68%

Tabelle 3 zeigt die Energieeinsparung in Bezug auf den gesamten Energieverbrauch vor und nach der Sanierung, den Energiebedarf vom Versorgungsnetz, die gesamte Energieeinsparung nach der Sanierung und den Beitrag der Solarenergie.

Durch die Änderung des Nutzungsprofiles eines Gebäudes können in manchen Fällen bedeutende Einsparungen erzielt werden. Im Fallbeispiel Nr. 18 führte der Wechsel von der Nutzung als Postamt zu einem Obdachlosgebäude (entspricht im Wesentlichen einer Wohnnutzung) zu 90% igen Energieeinsparungen.

Bei zwei Fallbeispielen (Nr. 16 und 17) konnte das Ziel einer 50% Energieeinsparung nicht erreicht werden, da die umgesetzten Maßnahmen auf der Bedarfsseite nicht ausreichend waren und die Energieversorgung bereits auf einem erneuerbarem System basierte (Biomasse).

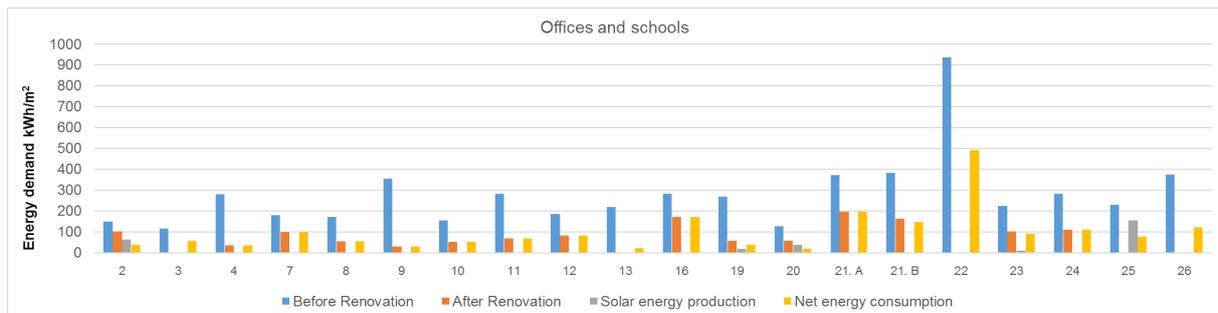


Abbildung 8 Energiebedarf vor und nach der Sanierung – Öffentliche Gebäude. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

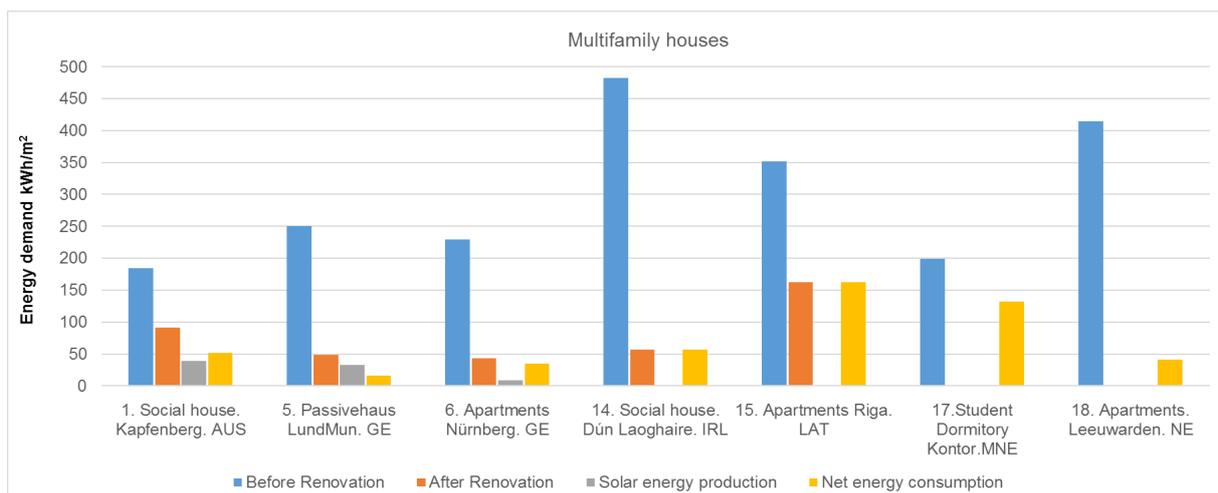


Abbildung 9 Energiebedarf vor und nach der Sanierung – Mehrfamilienhäuser. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Tabelle 4 zeigt die Energieeinsparungen für Heizung, Strom und den Beitrag erneuerbarer Energiesysteme

Tabelle 4 Energieeinsparungen für Heizung, Strom und der Beitrag erneuerbarer Energiesysteme. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

	% Energy reduction		kWh/m ² Contribution		
	Heating	Electricity	Heat pump	PV production	Solar thermal
1. Social house Kapfenberg. AT (5A)	72				27 kWh/m ²
2. School Egedal. DK (5A)	34	100		62.2 kWh/m ²	
3. Office Vester Voldgade. DK (5A)	68	-48	---		---
4. Kindergarten Valga. EE (6A)	87	---			---
5. Passivehouse LundMun. GE (5A)	94	---		32.5 kWh/m ²	
6. Apartments Nürnberg. GE (5A)	86	---			8.3kWh/m ²
7. Gym Ostildern. GE (5A)	51	2			
8. School BaWû. GE (5A)	72	0		8.5 kWh/m ²	
9. School Osnabrueck. GE (5A)	96	17	45.5kWh/m ²		
10. School Olbersdorf. GE (5A)	67	54	---		
11. Passivehouse Office Darmstadt. GE (5A)	78	70			
12. Town Hall- Baviera. GE (5A)	50	57			

² Calculated figure: 28.7 kW peak x 990 kWh/kW

13. Passivehouse High school NordWest. GE (5A)	90	---		---	
14. Social house Dún Laoghaire. IE (4A)	94	84			
15. Apartments Riga. LV (6A)	54				
16. Primary school Plevlja. MON (5A)	41	8			
17. Student Dormitory Kontor. MON (5A)	72	6			---
18. Shelter home. Leeuwarden. NL (4A)	90				---
19. Mildmay Center London. UK (4A)	100	-10		18 kWh/m ²	---
20. Federal building Grand Junction. USA (5B)	100 (gas)	36	---	38 kWh/m ²	
21 A. Office Silver spring. Maryland. USA (4A)	47				
21 B. New Carrollton Federal Building. Maryland. USA (4A)	61			8.6 kWh/m ²	7.7 kWh/m ²
22. Intelligence Community Maryland. USA (4A)	16	95			---
23. Office Seattle WA. USA (4C)	59				10.6 Kwh/m ²
24. Beardmore Priest River. USA (5B)	61				
25. Office/Warehouse Indio. USA (3C)	67			148 KW	

Die Angaben in Tabelle 4 zeigen, dass große Energieeinsparungen in allen Klimazonen erreicht werden konnten. Bis auf das Fallbeispiel in Montenegro (gesamte Energieeinsparung 34%) erzielten alle Fallbeispiele Einsparungen von mehr als 50%. Es zeigt sich, dass in Ländern der Klimazone B (feucht) und Zone C (Meeresklima) durchschnittliche Energieeinsparung zwischen 63% und 71% erzielt wurden. Ähnliche Werte (73%) wurden bei Objekten der Klimazone 5A (Trockenes Klima) erreicht. Eine Einsparung in der Höhe von durchschnittlich 88% wurde bei Objekten in Europa in der Klimazone 4 (Gemischt-feuchtes Klima) erzielt. Objekte (Nr. 21 und 22) der gleichen Zone, die in den USA lokalisiert sind, erzielten jedoch nur Einsparungen von durchschnittlich 52%.

Sortiert man die Fallbeispiele nach Klimazone zeigt sich, dass die Energieeinsparungen der 26 untersuchten Objekte keinen direkten Zusammenhang mit der Klimazone haben. Die geringste Abweichung findet man in der Klimazone 5B, wobei anzumerken ist, dass auf Grund der geringen Anzahl der Fallbeispiele (3) in dieser Klimazone, keine Verallgemeinerung abzuleiten ist. Die Reduktion des aufsummierten Energiebedarfs aller 26 Fallbeispiele liegt bei 66,4%.

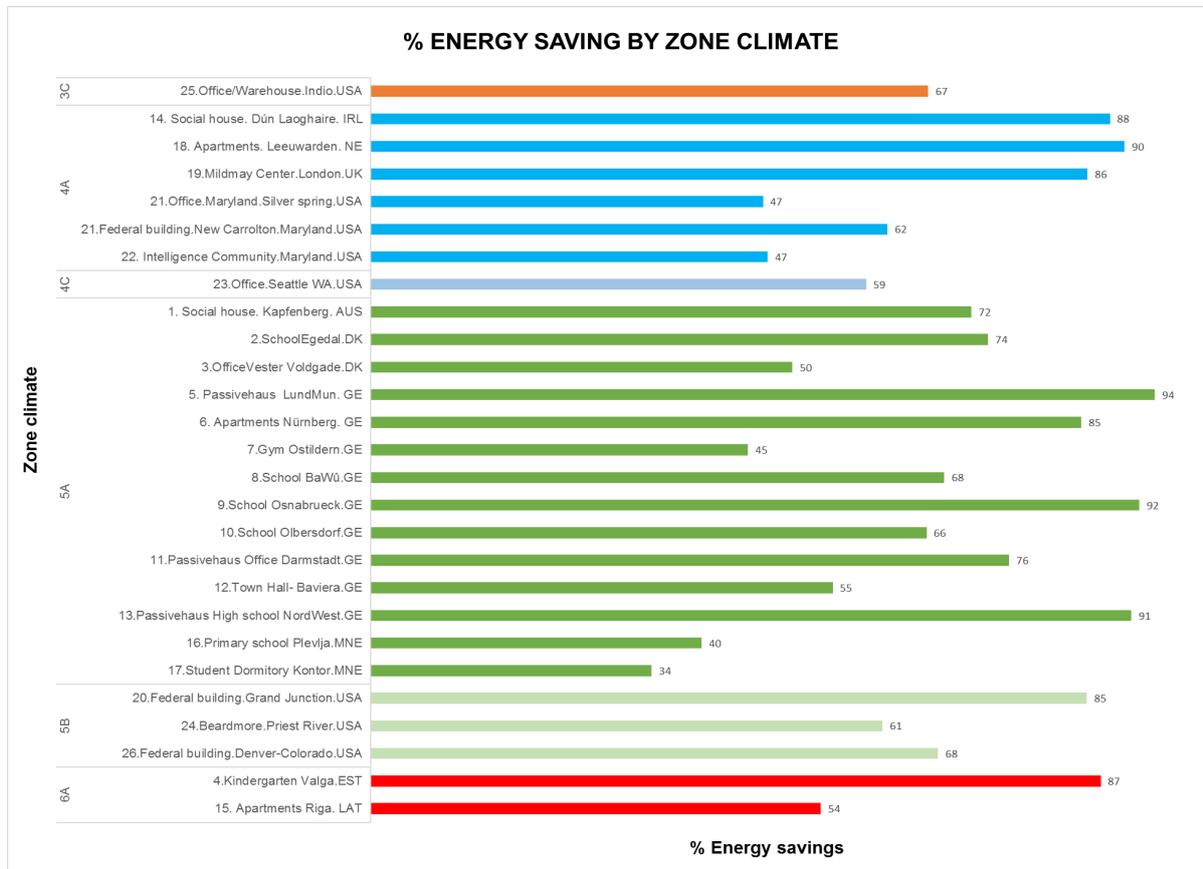


Abbildung 10 Gesamte Energieeinsparung verteilt nach Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Der Endenergiebedarf pro m² Nutzfläche vor der Sanierung ist in Abbildung 11 für Bürogebäude, Schulen und für Mehrfamilienhäuser in Abbildung 12 dargestellt. Der durchschnittliche Wert für öffentliche Gebäude beträgt 238 kWh/m².

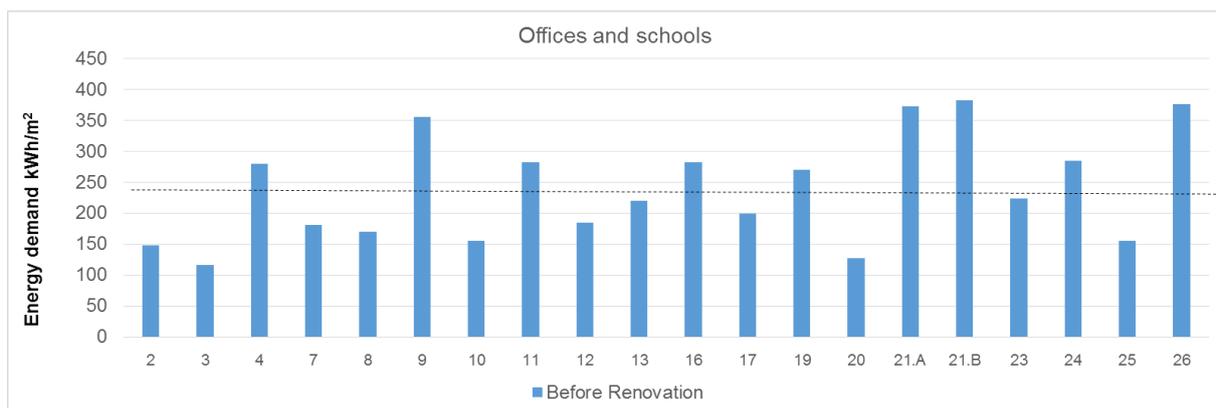


Abbildung 11 Endenergiebedarf pro m² Nutzfläche für öffentliche Gebäude vor der Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

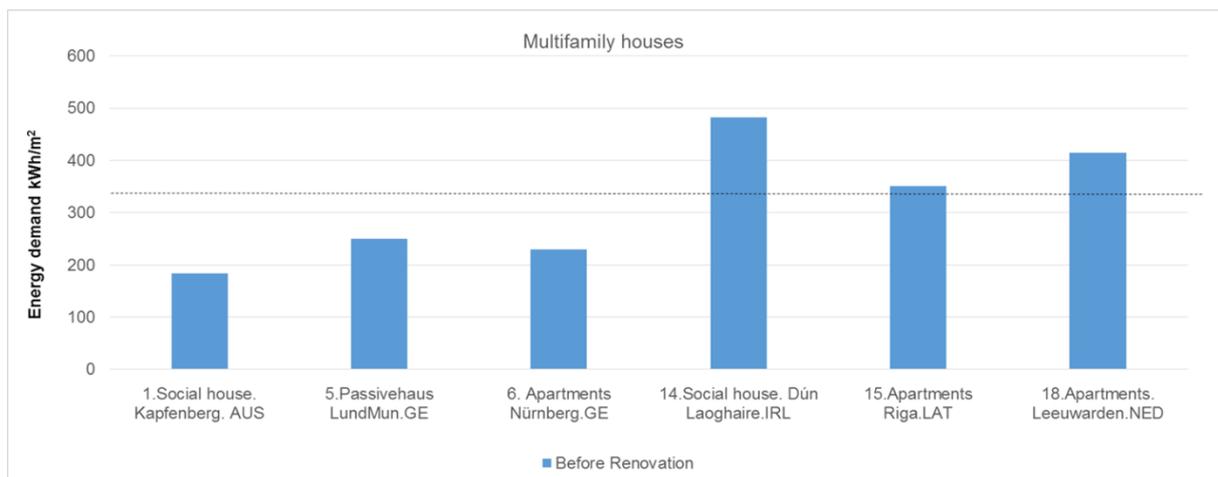


Abbildung 12 Endenergiebedarf pro m² Nutzfläche für Mehrfamilienhäuser vor der Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Aus Abbildung 12 geht hervor, dass der durchschnittliche Endenergiebedarf für Mehrfamilienhäuser bei 319 kWh/m² liegt – also um 80 kWh/m² höher ist als bei öffentlichen Gebäuden. Bei näher Betrachtung zeigt sich, dass überdurchschnittliche Endenergiewerte bei Wohngebäuden mit Einzelheizungen (Öl, Gas) zu finden sind, unterdurchschnittliche Werte finden sich bei Gebäuden die an Nahwärmenetze angebunden sind.

3.1.5. Entscheidungsprozess

Die Gründe für Sanierungsmaßnahmen können in 2 Kategorien unterteilt werden: energierelevante und nicht energierelevante Sanierungsanlässe. In Abbildung 13 findet sich eine Gegenüberstellung der Sanierungsgründe und deren prozentueller Anteil bei den untersuchten Objekten.

Der Hauptgrund für nicht energierelevante Sanierungsmaßnahmen sind Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten (88%). Die Entscheidung zur Sanierung der meisten Gebäude wurde also nicht aus Gründen der Energieeinsparung getroffen, sondern zum Erhalt der Funktionsfähigkeit des Gebäudes. Erst in einem zweiten Schritt wurden dann energierelevante Maßnahmen einbezogen.

Grundsätzlich ist anzumerken, dass die Sanierungsmaßnahmen aller 26 Fallbeispiele aus mehreren Gründen (energierelevant und nicht energierelevant) vorgenommen wurden. Aus diesem Grund sollten Überlegungen betreffend hochwertiger, energetischer Sanierung immer getroffen werden.

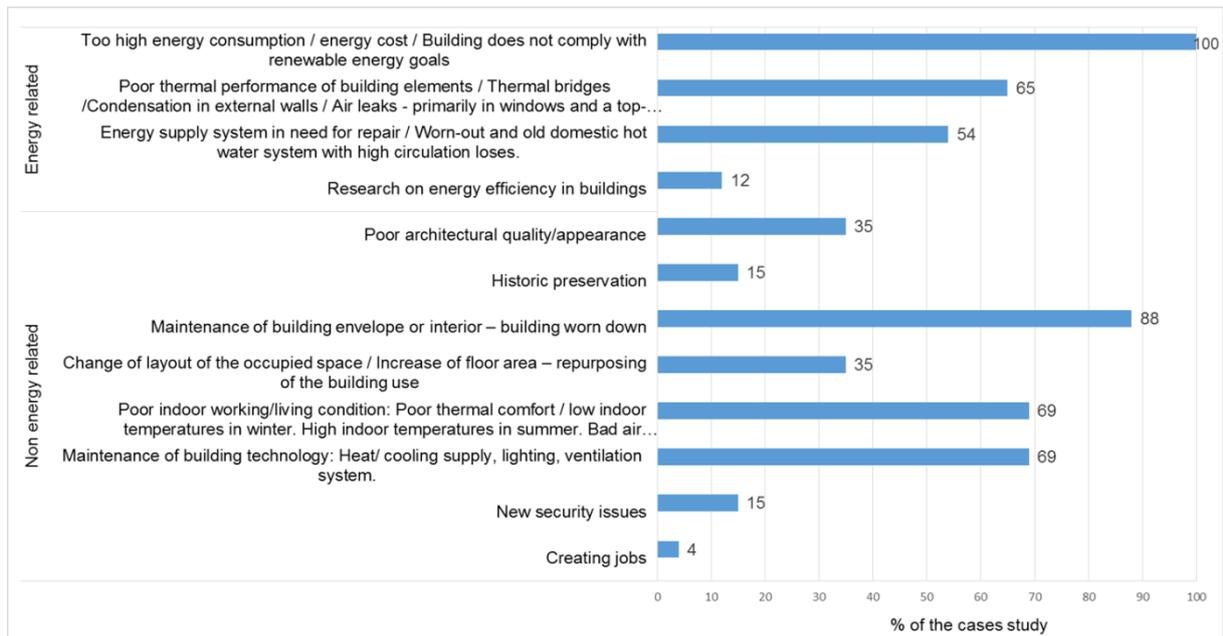


Abbildung 13 Anlässe für Sanierungsmaßnahmen (in % der Fallstudien). Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

3.1.6. Co-Benefits hochwertiger Sanierungen

Die Co-Benefits hochwertiger Sanierungen können ebenfalls in energie- und nicht energierelevante Maßnahmen unterteilt werden. Abbildung 14 zeigt drei energierelevante Co-Benefits (Verbesserung des thermischen Komforts, Verbesserung des ökologischen Images, Reduktion der Abhängigkeit von Energiepreisänderungen) die bei allen Sanierungen aufgetreten sind. Weiters wurde in 85% der Fallbeispiele eine Verbesserung der Steuerung der haustechnischen Anlagen festgestellt.

Auf Seiten der nicht energierelevanten Co-Benefits sind die Verbesserung der technischen Gebäudeausstattung und die Reduktion der Instandhaltungsmaßnahmen zu nennen.

Der häufigste Co-Benefit (in 96 % der Fallbeispiele) ist eine verbesserte Innenraumluftqualität, durch ein Lüftungssystem. Mehr als die Hälfte der Fallstudien führen besseren Schutz gegen Witterungseinflüssen an. Wie bereits erwähnt, müssen sämtliche Sanierungsgründe als miteinander verknüpft angesehen werden.

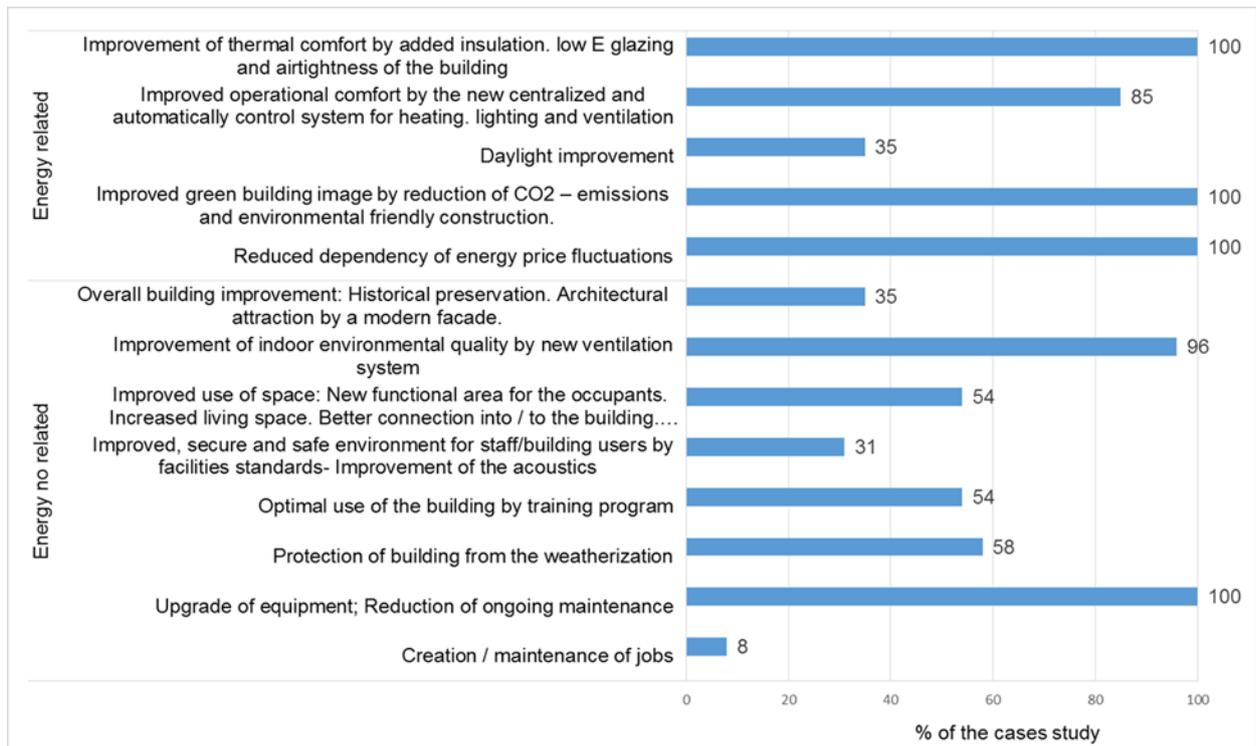


Abbildung 14 Energie- und nicht energierelevante Co-Benefits (in % der Fallstudien). Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

3.1.7. Finanzierungs- und Geschäftsmodelle

Die Finanzierungskosten hochwertiger Sanierungen stellen das größte Hindernis für die Umsetzung dar. In den meisten Fällen wird an eine hochwertige Sanierung die Anforderung einer wirtschaftlich sinnvollen Amortisationszeit gestellt.

In vielen Fällen ist eine Finanzierung umfassender Maßnahmen nicht möglich, Sanierungen starten erst wenn ein Kostenbenefit zumindest für einen größeren Teil der Investmentkosten vorliegt. Diese Anforderung hat eine unmittelbare Beziehung zu den Geschäftsmodellen und den Fördermodellen in den untersuchten Fallbeispielen. In vielen Fallbeispielen wurden die Kostenbenefits nur für energie-relevante Maßnahmen angerechnet, wodurch eine Umsetzung erschwert wird. Dieser Sachverhalt erklärt auch die Finanzierung über Fördermittel in einer Vielzahl der Fallbeispiele.

Förderschemata können in zwei Kategorien unterteilt werden: Forschungsförderung und Investmentförderungen. Forschungsförderungen (Fallbeispiel Nr. 2a und 2b) unterstützen hauptsächlich Forschungsaktivitäten und Kosten für spezielle, innovative Technologien. Investmentförderungen (Nr. 3a und 3b) werden dazu verwendet um höhere Einsparung als per Gesetz verordnet zu erzielen. Daneben gibt es Förderprogramme (e.g. KfW in Deutschland) die eine Reduktion der Darlehenszinsen mit sich bringen.

Das Geschäftsmodell Energie Performance Contracting kombiniert Investitionen in Energieeffizienz mit einem Finanzierungsmodell bei dem ein Contractor (ESCO, energy service company) die Investmentkosten für die Sanierung übernimmt. Die Einnahmen der ESCO speisen sich aus den prognostizierten und garantierten Energieeinsparungen. Dieses Modell ermöglicht Bauherrn die Investitionskosten für hochwertige Sanierungen zu reduzieren.

Tabelle 5 listet Geschäftsmodelle und Förderquellen, unterteilt in unterschiedliche Kategorien auf. In Spalte 2 sind die Fallbeispiele angeführt, bei denen die in Spalte 1 aufgezählten Geschäfts- und Fördermodelle angewandt wurden.

Tabelle 5 Geschäftsmodelle und Förderquellen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

BUSINESS MODELS AND FUNDING SOURCES	CASE STUDY
Case 1: Self-financing Standard monthly “Maintenance and improvement <u>contribution</u> ” by the tenants-funding model. Loan at low interest rates for Danish municipalities. Other loans – i.e., bank loans. In one case “private funding.”	All cases except 4, 5, 10, 13, 14, 16, 17, 19, 20, 21, 25 (58%)
Case 2a: Research grants provided by national or international funding sources	2, 4, 6, 15 (15%)
Case 2b : National research program: American Recovery and Reinvestment Act of 2009; Agency provided funds (RWA); ARRA funding time-frame for completion	20 ,22, 26 (12%)
Case 3a: National/Regional/local investment grant program	1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16 (46%)

Case 3b: Subsidies: For implementation of ecological and sustainable measures; Subsidized feed-in tariff for electricity generated by PV; Subsidy loans for social housing companies – 0.5% - 25 years	1, 23, 24 (12%)
Case 4: EPC Energy Performance Contracting; Design-build business model including third party financing, planning and investment; the revenue payment is related to the savings performed.	8, 25, 26 (12%)
Case 5: Public Private Public Partnership: design build business model including third party financing, planning and investment; the revenue payment is related to a rental rate combined with other performance criteria	12

3.1.8. Kosteneffizienz von hochwertigen Sanierungen

Auf Grund der unterschiedlichen Standorte der Fallbeispiele ergibt sich eine große Bandbreite bei der Methodik der Kostenkalkulationen. Einige Fallbeispiele fokussieren sich auf den Kapitalwert aller aktuellen Einsparungen und Aufwendungen inklusive der Verzinsung der Kapitalkosten; andere Fallbeispiele berücksichtigen nur vereinfachte Rückzahlungsmodelle, die Investmentkosten und die Rückzahlung der Energie- und anderer Kosten berücksichtigen.

Neben verschiedenen Personal-, Material- und Baukosten, unterscheiden sich finanzielle Parameter wie Zinsen und Preissteigerungen von Fallstudie zu Fallstudie. Des Weiteren unterscheiden sich die Fallstudien hinsichtlich unterschiedlicher Annahmen in Bezug auf energie- und nicht energierelevanter Kosten.

Um ein einheitliches Bild zu erhalten, wurde der Kapitalwert für jene Fallstudien bei denen plausible Investmentkosten, Energieeinsparungen und andere Einsparungen vorlagen, berechnet. Die Berechnung verwendet den gleichen Diskontsatz (2%) für alle Fallbeispiele. Die zu erwartende ökonomische und technische Lebenszeit wurde mit 30 Jahren angenommen. Die Berechnung berücksichtigte nicht die Wartungskosten und die Kosten für den Ersatz von Komponenten wie Gebäudeautomation, Wärmepumpen, etc. Für 12 der 26 Fallbeispiele konnten nachfolgende Ergebnisse in Abbildung 15 berechnet werden

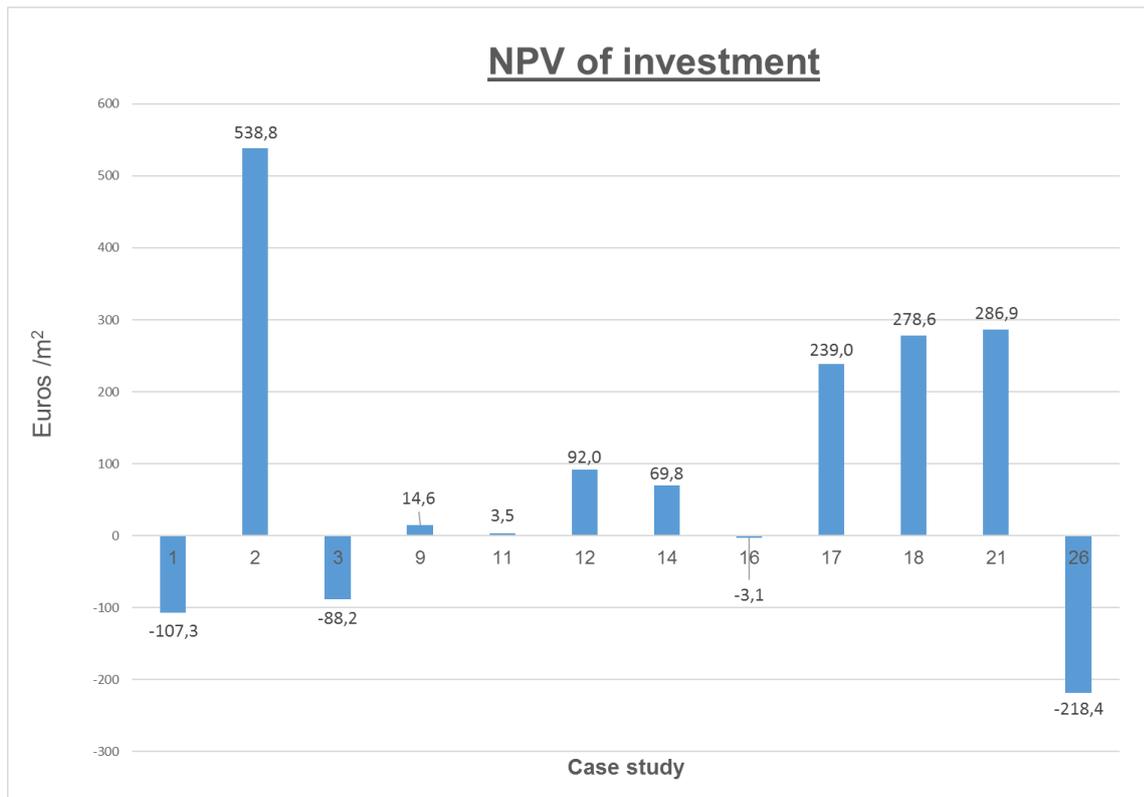


Abbildung 15 Kapitalwerte von 12 Fallbeispielen mit Diskont- und Inflationsraten von 2%. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

Ein positiver Kapitalwert zeigt, dass Kosteneffektivität in einem 30-jährigen Zeitraum erzielt werden kann. Ein negativer Wert zeigt, dass Kosteneffektivität nicht erreicht werden kann. Aus Abbildung 15 geht hervor, dass 8 von 12 Fallbeispielen positive Kapitalwerte für die energetischen Investmentkosten erzielen, 4 Fallbeispiele weisen negative Werte auf.

3 bis 4 Fallstudien sind kosteneffizient innerhalb der vorgegebenen Rahmenbedingungen. Abbildung 15 zeigt, dass eine große Streuung zwischen den 12 Fallbeispielen gibt. Beim Fallbeispiel Nr. 2 lag der Kapitalwert bei 538,80 Euro/m²; beim Fallbeispiel Nr. 26 bei 218,40 Euro/m². Das spiegelt die große Bandbreite der Investmentkosten wieder. Es zeigt sich auch, wie bereits vorher erwähnt, dass bei Fallbeispielen mit hohen, positiven Kapitalwerten (Nr. 2, 17, 18 und 21), ein hoher Anteil der Sanierungskosten auf nicht energierelevante Maßnahmen entfallen ist, womit für energierelevante nur ein kleinerer Teil angefallen ist.

3.1.9. Erkenntnisse

Die Umsetzung hochwertiger Sanierungen im öffentlichen Gebäudesektor bedarf hoher Förderbeiträge, die in einem Objekt gebunden werden. Im Entscheidungsprozess muss zu aller erst abgeklärt werden, ob eine hochwertige Sanierung sinnvoll ist – oder ob ein Neubau nicht die bessere Lösung darstellt. Da es meist sehr schwierig ist, die Investitions- und Lebenszykluskosten exakt abzuschätzen, muss in vielen Fällen auf Erfahrungswerten aus bereits umgesetzten Projekten zurückgegriffen werden. Entscheidungsträger müssen die Zielwerte ihrer Projekte (gesamte und/oder energierelevante Investmentkosten, energie- und nicht energierelevante Einsparungen, Kosteneffizienz, etc.) exakt definieren und Erfahrungen aus bereits umgesetzten Beispielen berücksichtigen. In Tabelle 6 findet sich eine Übersicht über die wichtigsten Erkenntnisse in Bezug auf energierelevante Aspekte.

Tabelle 6 Erkenntnisse in Bezug auf energierelevante Aspekte. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

ENERGY
<ul style="list-style-type: none"> • To achieve 50% heating energy savings, the majority of case studies had to carry out refurbishment of major parts of the building's thermal envelope. • DER measure bundle: To cut back heating energy up to 80 to 90%, use a holistic concept of combined building's thermal envelope, HVAC renovation, and a change of supply solutions.
<ul style="list-style-type: none"> • Synergetic effects: The implementation of DER bundles contain multiple synergetic effects that help to decrease the overall investment costs compared to staged application of single refurbishment measures. This accounts for the reduction of investment costs (thermal envelope allows downsizing heating and cooling supply, LED lighting reduces internal cooling loads), and maintenance and energy costs.
<ul style="list-style-type: none"> • DER to NZEB approach: It is possible to achieve NZEB and plus-energy standard for multi-story buildings when a DER with significant demand reductions is combined with renewable energy supply solutions.
<ul style="list-style-type: none"> • Energy should also be reduced by means of demand side measures.
<ul style="list-style-type: none"> • Energy exchange between buildings with different user/load profiles offer a potential for further energy reduction.
<ul style="list-style-type: none"> • Especially in mid and northern European countries, a DER requires additional (new) ventilation systems, which will result in increased electricity consumption (often +10-15 kWh/m²yr)
<ul style="list-style-type: none"> • To maintain the low energy consumption of a post-DER building it is required to conduct a continuous retro-commissioning /energy management of the implemented DER measures. Implementation of measures without stringent energy management may in many cases result in significant underperformance and lacking cost effectiveness of the DER concept.

Die ersten drei Punkte in Tabelle 6 zeigen auf, dass umfassende Energieeinsparungen nur durch ein Maßnahmenbündel unterschiedlicher Technologien und Maßnahmen erzielt werden können. Hochwertige Sanierungen von größeren Gebäudeverbänden erzielen höhere Einsparungen bei geringeren Investitionskosten. Unterschiedliche Last- und Nutzungsprofile ermöglichen auch einen Energieaustausch zwischen unterschiedlichen Objekten, wodurch weitere Einsparungen erzielt werden können.

Tabelle 7 Erkenntnisse in Bezug auf Funktion und Komfort. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

DER BENEFITS: USE AND COMFORT
<ul style="list-style-type: none">• The indoor air quality increased significantly: buildings with ventilation systems, which are still not very common in most of European cz. 4 and 5 countries, achieve a more stable humidity and a better fresh air quality with less ventilation heating losses than do buildings with window-based ventilation.
<ul style="list-style-type: none">• The implementation of building automation systems allows indoor temperature to be controlled more accurately; this improves indoor climate and energy efficiency.
<ul style="list-style-type: none">• Combining a DER with a major renovation allows energetic refurbishment to be combined with a new layout of the occupied space; this helps project designers to consider indoor climate, daylight usage, etc.
<ul style="list-style-type: none">• A VOC sensor had to be installed in some classrooms to reduce high CO₂ levels.
<ul style="list-style-type: none">• In all case studies, the building users indicated that they perceived the impacts of the DER on the indoor climate either positively or very positively.

Eine Vielzahl von Erkenntnissen aus umgesetzten Projekten und Forschungsprojekten in den letzten Dekaden zeigt, dass neben Energieeinsparungen, hochwertige Sanierungen den Benutzerkomfort und die Arbeitsleistung signifikant steigern können. Gerade bei Schulen und Bürogebäuden kann dies ein zusätzliches Argument für hochwertige Sanierungen sein.

Bei einem Fallbeispiel wurde eine vereinfachte Kalkulation für diese Co-Benefits gemacht: 100 Personen mit einem Jahresgehalt von 50.000 € arbeiten in einem Bürogebäude mit 3000 m² und einem Energieverbrauch von 20 €/m². Unter der Annahme, dass die Energiekosten um 70% verringert werden und die Produktivität der angestellten um 1% steigt, würde der finanzielle Wert der verbesserten Arbeitsbedingungen 50.000 €, und die 70%-igen Energieeinsparungen 45.000 € pro Jahr ergeben. Die Einbeziehung dieser Co-Benefits könnte einen negativen Kapitalwert in einen positiven Wert umwandeln. Bislang gibt es aber kaum Geschäftsmodelle, die dieses große Potential monetär abbilden können. Im Projekt [comfort.meter.org.project](http://comfort.meter.org/project) wurde der Versuch unternommen mit einer einfachen Methode Komfortparameter monetär zu bewerten und die Amortisationszeiten für diese Maßnahmen zu berechnen. In der Tabelle 8 findet sich eine Zusammenfassung der Ergebnisse in Bezug auf Funktion und Komfort. In der Tabelle 9 finden sich des Weiteren Empfehlungen für Bauherren, die hochwertige Sanierungen planen.

Tabelle 8 Nutzerverhalten und Nutzerakzeptanz. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

USER BEHAVIOUR AND ACCEPTANCE
<ul style="list-style-type: none">• The behavior of building users has a major influence on the performance of a DER project. Experiences from case studies shows that misbehavior of building users and facility management staff can lead to a significant underperformance of the DER project i.e., by inaccurate operation of the building. To ensure optimal performance, users and FM staff have in some cases been integrated in the preparation and planning phase of the project so they were able to provide valuable contributions to the design of the concept. Moreover, in such cases, the acceptance of the DER project will be improved. In addition, after the DER has been carried out, the implementation of user training programs is a necessary precondition for a good performance of the DER project. For the FM staff, it is important that the building automation system be accurately documented and that the functionality of the entire system and each sub-group of the building automation system be evaluated and verified.
<ul style="list-style-type: none">• Even after an initial training, users tend to revert to old habits. An annual update of FM staff and users is helpful to maintain a good performance of the DER over a long-time period. In some cases, especially in schools, DER projects have been carried out in combination with incentive systems for the users: energy managers in school classes are responsible for the “micro-management” of the building automation in a class room; if they perform well, the building authority gives the classes a small reward.
<ul style="list-style-type: none">• An additional, significant positive aspect of such a program is that more users become aware of energy saving.
<ul style="list-style-type: none">• In a few cases, the building owner and the users developed a “building user’s guideline” that provides information on the DER concept and how it relates to the correct operation of office room equipment, lighting, ventilation, heating etc.
<ul style="list-style-type: none">• An effective user-training program will improve the general level of care of the refurbished building (eliminate graffiti; ensure that damage is reported and repaired immediately, etc.).

Tabelle 9 Erkenntnisse in Bezug auf Funktion und Komfort. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)

RECOMMENDATIONS TO BUILDING OWNERS
<ul style="list-style-type: none">• Decisions made in early project stages have strong influence on energy performance and costs. To improve cost effectiveness of a DER project, energy efficiency (EE) measures must be combined with a general refurbishment of the building.
<ul style="list-style-type: none">• The DER project must begin by gathering all information concerning the energy consumption (energy baseline), building usage, and building construction and HVAC installation data. Next, a building model must be developed and calibrated against utility bills and other measured and verified data. The plausibility check of the modeling is an important quality management topic.
<ul style="list-style-type: none">• Communication between the building owner, designers, users, FM staff, and often financiers is a very important component to a successful DER project implementation
<ul style="list-style-type: none">• Building systems should be commissioned and adjusted for optimal operation before the project can be handed over to the users/owners and commissioning should be an ongoing activity
<ul style="list-style-type: none">• The cost effectiveness of DER projects can be improved by combining significant demand side reduction in a DER with renewable energy supply solutions in three stages:<ul style="list-style-type: none">○ Stage 1. Exploit non-investment energy savings by considering occupant engagement○ Stage 2. DER implementation○ Stage 3. After 1-year of post occupancy install renewable resources to offset tracked energy demand.
<ul style="list-style-type: none">• The cost effectiveness of a DER concept can also be significantly improved by considering (and documenting/quantifying) non-energy-related benefits such as avoided maintenance costs, increased usable floor space, reduced insurance costs, improved productivity etc.
<ul style="list-style-type: none">• To augment scarce public funding, use innovative business models for Deep Energy Retrofit providing performance guarantees. For the building user, it is relevant that the energy service company take over the risk for the energy savings, and the overall cost effectiveness, availability, and functionality of the DER measure bundles over a time period of 10-20 years.

3.1.10. Fallstudien im Detail

Eine detaillierte Darstellung der internationalen Fallstudien aus Österreich, Dänemark, Estland, Deutschland, Irland, Litauen, Montenegro, Holland, Großbritannien und USA findet sich im Anhang.

3.2. Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen (AP3 – Subtask B)

Weil die Mittel des öffentlichen Sektors begrenzt sind, ist privates Geld für die hochwertige Sanierung eines öffentlichen Gebäudes gefragt. Um jedoch dieses zu bekommen, muss dafür eine Leistung erbracht werden, welche die Kapitalkosten (Anleihe, Kredit etc.) ausbalanciert. Das Geschäftsmodell bildet ab, welche Leistung (Benefit) der Geldgeber erwarten kann. Ein Geschäftsmodell beschreibt Infrastruktur, Kunden, Finanzierung und Wertversprechen eines Produkts. Die Analyse des Geschäftsmodells zeigt, welche Leistungen zu erbringen sind, welche Mechanismen eine Rolle spielen, und welche Interessen verschiedene Akteure verfolgen. Bei klassischen Geschäftsmodellen zur Finanzierung wird vom Eigentümer Geld aufgenommen, das dann in Raten zurückgezahlt wird. Zu den typischen Finanzierungsmitteln zählen klassische Bankdarlehen, zinsgünstige Darlehen, Projektfinanzierung (hier wird das Ziel gewertet und darauf basierend der Zinssatz festgelegt) und Forfaitierung. Die Kreditwürdigkeit von weiteren Projekten hängt wieder davon ab, wie der Kredit in der Bilanz des Eigentümers auftaucht. Zukünftige Energieeinsparungen und die Wertsteigerung durch Sanierung werden oft in der Bilanz nicht berücksichtigt.

Neben den klassischen Instrumenten gibt es solche, die an eine Leistung gebunden sind: Energie Performance Contracting, Energie-Effizienz Fonds, Öffentliche ESCOs für die hochwertige Sanierung von öffentlichen Gebäuden und Energie-Service-Abkommen.

Um die für ein Projekt geeignete Finanzierungsmethode zu finden, müssen Risiken, Kosteneffizienz, und die Möglichkeit der Kombination von Förderungen mit Krediten (z.B. Zinszuschuss etc.) der verschiedenen Möglichkeiten bekannt sein.

Im Folgenden werden verschiedene Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit Energie-Einsparcontracting beschrieben. In der Praxis stellen die umgesetzten Contractingprojekte oft eine Kombination mehrerer Modelle dar.

Der international Report „Deep Energy Retrofit Business Guide for Public Buildings“ aus dem Annex 61 enthält weitere Informationen zu verschiedenen Geschäftsmodellen, und mehr Details zu Erfahrungen in verschiedenen Ländern.

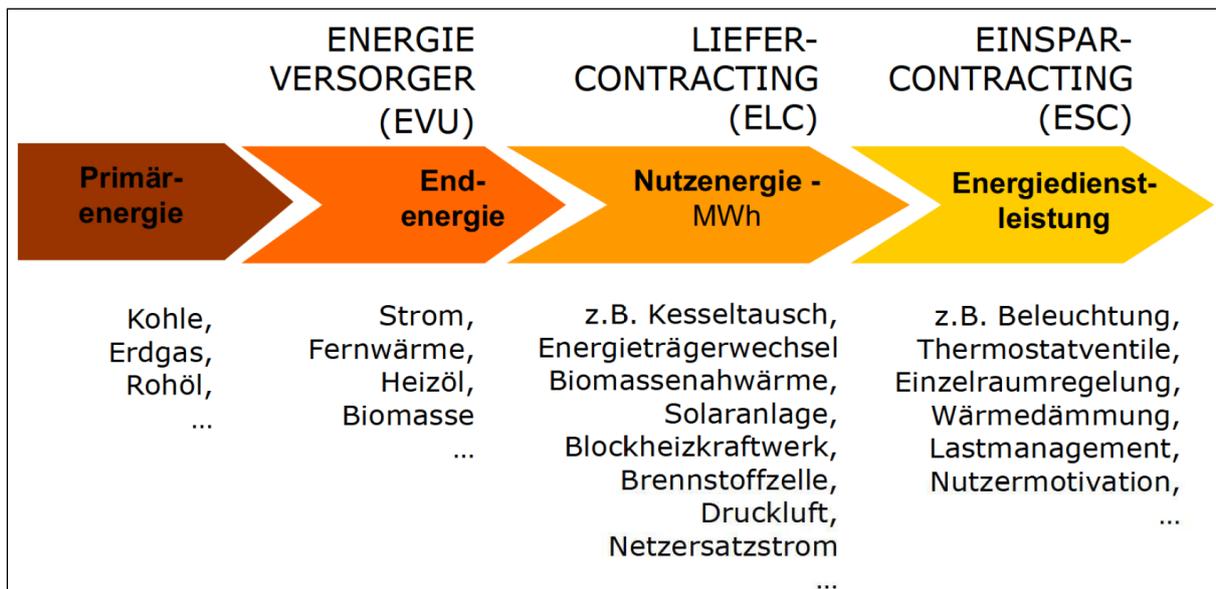


Abbildung 16 Übersicht über verschiedene Contracting-Modelle. Quelle: Papusek, Grazer Energieagentur (2)

3.2.1. Geschäftsmodell: Energie-Einsparcontracting

Einspar-Contracting, auch Performance-Contracting genannt, ist ein vertraglich vereinbartes Modell, bei dem Energiesparmaßnahmen und Energiemanagement durch den Contractor vorfinanziert und aus den erzielten Energiekosteneinsparungen bezahlt werden.

Dem Auftraggeber gegenüber werden die Einsparziele im Einspar-Contracting-Vertrag garantiert. Der Vertrag wird über einen fixen Zeitraum abgeschlossen (meist zwischen 7 - 15 Jahren), innerhalb dessen sich die Investitionen aus den garantierten Einsparungen refinanzieren müssen.

Sämtliche **Kosten**, die beim Contractor entstehen (Planung, Investition, Finanzierung, wenn vereinbart auch Service und Betrieb) werden aus den Einsparungen gedeckt. Der Auftraggeber bezahlt

1. die tatsächlichen, verringerten Energiekosten an den Energieversorger und
2. die monatliche, sogenannte "Contracting-Rate" in der Höhe der tatsächlichen Einsparungen an den Contractor. Bleiben die Einsparungen unter dem vertraglich vereinbarten Ziel, trägt der Contractor die Differenz.

Die Gesamtsumme wird also die bisherigen Energiekosten nicht übersteigen.

Nutzen: In den Genuss der Vorteile der verbesserten Anlagen (Betriebsicherheit, NutzerInnenkomfort, Bedienungsfreundlichkeit etc.) kommt der Auftraggeber sofort, von der vollen Einsparung profitiert er ab Ende der Laufzeit, bzw. kann auch bereits während der Vertragslaufzeit eine Beteiligung des Auftraggebers an den Einsparungen vereinbart werden. In diesem Fall wird der Vertrag über einen entsprechend längeren Zeitraum abgeschlossen.

Eine Variante ist das Einsparcontracting mit **Pooling von Gebäuden**. Hier wird ein Contracting-Vertrag erstellt der mehrere Gebäude (z.B. 10 Objekte in einer Gemeinde) zu einem Gebäudepool zusammenfasst. Der Contractor bietet dann für alle 10 Gebäude die Durchführung von Maßnahmen unter einer bestimmten Einspargarantie an.

Vorteile von Pooling sind:

- **Economy of scale:** Der Arbeitsaufwand für die Grobanalyse (z.B. Vor-Ort-Besichtigungen, Datenerhebungen, Baustellenbetreuung) ist pro Gebäude geringer als bei einer Einzelvergabe. Auch während der Projektlaufzeit ist der Arbeitsaufwand pro Gebäude für den Contractor geringer (NutzerInnenmotivation, Energieverbrauchsablesungen,...)
- **Querfinanzierung** zwischen den Gebäuden möglich: So können z.B. die Einsparungen aus dem Gebäude A Maßnahmen in Gebäude B mitfinanzieren, welche ansonsten wegen der langen Amortisationszeiten nicht umsetzbar wären.
- Möglich sind auch **Synergien bei der Umsetzung mehrerer baulicher Maßnahmen** (z.B. Aufwand für Baustelleneinrichtung) oder bei der Beauftragung von Sub-Unternehmen.

Das Pooling ist insbesondere bei mehreren kleinen Gebäuden desselben Eigentümers/ Betreibers sinnvoll. Das Energie-Einsparcontracting mit Pooling von mehreren Gebäuden wird z.B. von der Österreichischen Bundesimmobiliengesellschaft (BIG) sowie von zahlreichen Gemeinden angewandt.

Beispiele:

Die **Stadt Wien** hat in den letzten 15 Jahren für mehr als 50 Objekte (Schulen, Kindertagesheime, Amtshäuser und Bäder) Energie-Einsparcontracting Projekte vergeben, die sich zur Gänze aus den Energiekostensparnissen finanzieren. Die Ausschreibungen erfolgen oft in Pools mehrerer Gebäude, um eine Mindestvertragssumme pro Ausschreibung zu erreichen, womit die Wirtschaftlichkeit der Projekte verbessert wird. Üblicherweise umfasst ein Ausschreibungspool 4-8 Gebäude.

Die beim Contracting umgesetzten Maßnahmen konzentrieren sich auf die Haustechnik, wobei in der Ausschreibung oft Pflichtmaßnahmen vorgeschrieben werden, welche im Anbot auf jeden Fall enthalten sein müssen. Darüber hinaus können die Anbieter weitere Maßnahmen zur Energieeinsparung vorsehen. Die Bewertung der Angebote erfolgt u. a. auf Basis der Barwertmethode, die Vertragsdauer beträgt maximal 15 Jahre.

Die **umgesetzten Maßnahmen** betreffen meist den Wärmeverbrauch, häufig werden Temperaturregelungen bzw. Betriebszeitensteuerungen eingebaut. Hochbaumaßnahmen wie Außenwanddämmung oder Fenstertausch werden kaum vorgesehen, da diese ohne einen Baukostenzuschuss wirtschaftlich nicht darstellbar sind. Da die meisten Objekte der Stadt Wien fernwärmeversorgt sind, sind Maßnahmen im Bereich Energieträgerwechsel oder Heizkesseltausch kaum vertreten.

Die Auswahl der für Contracting in Frage kommenden Gebäude erfolgt auf Basis des spezifischen Energieverbrauchs, je höher der spezifische Verbrauch, desto wahrscheinlicher ist ein Contracting-Projekt wirtschaftlich darstellbar. Die Energiekostensparnis wird auf Basis eines heizgradtagbereinigten Energieverbrauchs sowie „eingefrorenen“ Energiepreisen (Preise zum Zeitpunkt der Ausschreibung) berechnet. Die **Energiekostensparnis** wird zur Gänze **als Contracting-Rate** verwendet, wird mehr Energie eingespart als vertraglich garantiert, so endet die Contracting-Vertragsdauer früher als geplant.(10)

Der größte Auftraggeber für Einsparcontracting-Pools ist die **österreichische Bundesimmobiliengesellschaft (BIG)**. Bei der Ausschreibung im 2001 wurden im Rahmen des Programms Bundescontracting des Wirtschaftsministeriums und der BIG insgesamt 450 Gebäude von 250 Liegenschaften in 12 Pools vergeben. Am 25. Februar 2015 wurden von der BIG weitere 60 Liegenschaften für Energie-Einsparcontracting ausgeschrieben. Die Gebäude sind an das BMBF vermietet, die Ausschreibung erfolgte in 3 Pools, davon befinden sich 2 Pools in Wien und ein Pool in Oberösterreich. Die Vergabe der Pools in Wien fand nicht statt, der Pool in Oberösterreich wurde an Siemens AG Österreich vergeben. Es wurde dabei ein Baukostenzuschuss bereitgestellt.

Im Jahr 2015 waren insgesamt 160 Liegenschaften der BIG (inkl. ARE) in 17 Pools in Contracting-Verträgen erfasst, diese umfassen insgesamt 1,1 Mio. m² Mietfläche. Die durchschnittliche Einspargarantie betrug in diesen Pools 17,88%. (12)

3.2.2. Geschäftsmodell: Integriertes Liefercontracting

Das Integrierte Liefercontracting kombiniert die beiden folgenden Contracting-Arten:

- Energie-Einsparcontracting und
- Energie-Liefercontracting (ELC)

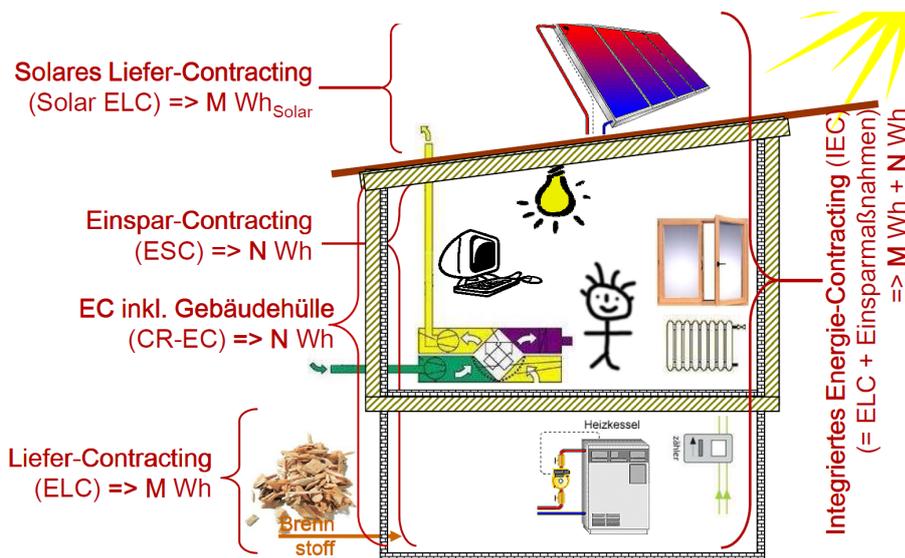


Abbildung 17 Integriertes Energie-Contracting. Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3)

Tabelle 10 Vergleich der Wirkung von Einsparcontracting und Liefercontracting. Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3)

Vergleich der Wirkung von Einsparcontracting und Liefercontracting		
	Einsparcontracting	Liefercontracting
Energieeffizienz	Hohe Effizienzgewinne, weil Konzentration der Maßnahmen auf Einsparung	Effizienzgewinne nur durch Wirkungsgradverbesserungen im Zusammenhang mit Modernisierung von Heiz-/Kühlanlagen und Energieverteilung
Erneuerbare Energien	Meist wenig Einfluss auf die Energieträger bei der Energiebereitstellung	Häufig Maßnahmen mit Energieträgerwechsel hin zu Erneuerbaren Energien
NutzerInnenkomfort	Komfortverbesserungen durch Optimierung der Haustechnik. Bei Dämmmaßnahmen besseres Raumklima durch höhere Oberflächentemperaturen im Winter.	Bessere Versorgungssicherheit durch moderne Anlagen und optimierte Wartung

Beim Integrierten Liefercontracting werden die Vorteile bzw. Stärken von Einsparcontracting und Liefercontracting in einem gemeinsamen Projekt zusammengefasst.

Dabei ergeben sich folgende **Vorteile**:

- Optimierung des Maßnahmenmix aus
 - Energieträgerwechsel (z.B. von Heizöl auf Biomasse)
 - Wirkungsgradverbesserung bei der Energieumwandlung (z.B. Heizkesseltausch)
 - Effizienzverbesserung beim Endverbrauch (z.B. Temperaturregelung, Dämmung)

- Bei der Planung und Dimensionierung der Erzeugungsanlage wird bereits auf den verringerten Verbrauch durch Effizienzmaßnahmen Rücksicht genommen. Damit kann die Erzeugungsanlage und die Haustechnik kleiner dimensioniert werden (z.B. weniger Heizkörper) und eventuell neue Systeme zum Einsatz kommen (z.B. Fußbodenheizung mit geringer Vorlauftemperatur)
- Insgesamt höheres Auftragsvolumen durch potenziell mehr technische und Maßnahmen pro Gebäude, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit erhöht.(13)

Beim integrierten Liefercontracting muss das Contracting-Unternehmen Maßnahmen von unterschiedlichen Fachbereichen kennen, planen und deren Durchführung beaufsichtigen. In einigen Fällen können die **Komplexität** der technischen Fragestellungen und die Wechselwirkungen der Maßnahmen die Kapazitäten des Contractors übersteigen.

Beim Integrierten Liefercontracting kann der Fall eintreten, dass der Contractor sich mit ambitionierten Einsparmaßnahmen selbst die Einnahmen aus der Energielieferung schmälern würde. Um dennoch ambitionierte Einsparkonzepte zu erhalten, ist es beim Integrierten Liefercontracting besonders wichtig, dass bei der Bewertung der verschiedenen Contracting-Angebote das Kriterium „Energieeinsparung“ eine hohe Gewichtung erhält.

Beispiele:

In der Gemeinde **St. Andrä Wördern in Niederösterreich** wurden Einsparmaßnahmen sowie Energielieferung ausgeschrieben. Seitens der Gemeinde gab es die Vorgabe, dass die Energielieferung durch Erneuerbare Energien erfolgen muss. Die Angebotsbewertung erfolgte nach folgendem Punktesystem:

- 65 Punkte für Preis nach Kapitalwertmethode für 20 Jahre
- 20 Punkte für Optimierungs- und Energieeinsparmaßnahmen
- 15 Punkte für CO₂-Emissionsminderung

Die Punkte für die CO₂-Emissionsminderung können dabei durch die Energieeinsparmaßnahmen wie auch durch den Energieträgerwechsel von Heizöl auf Biomasse erzielt werden.(11)

Ein weiteres Beispiel für Integriertes Liefercontracting ist die **Sanierung des Pflegezentrum Bad Radkersburg**. Allerdings wurden hier die Energielieferung und die Energieeinsparmaßnahmen an unterschiedliche Unternehmen beauftragt. Maßnahmen waren der Umstieg von Heizöl auf Solar/Biomasse/Geothermie sowie Änderungen bei der Haustechnik.

3.2.3. Geschäftsmodell: Einsparcontracting mit gewidmeten Baukostenzuschuss

Um bei den derzeitigen Energiepreisen eine hochwertige Gebäudesanierung wirtschaftlich darstellen zu können, muss ein Baukostenzuschuss bereitgestellt werden. Damit können auch Maßnahmen mit langer Amortisationszeit wie Dämmung der Außenwände oder Fenstertausch innerhalb einer vertretbaren Vertragsdauer realisiert werden.

Beispiel: Die Sanierung des **Schulgebäudes** wurde von der **Gemeinde Marchegg (NÖ)** in Form von Contracting finanziert. Dabei wurde die bauliche und energetische Sanierung der Volks- und Hauptschule Marchegg in Form eines Contractingvertrags mit Baukostenzuschuss und in Kombination mit

einem Leasingvertrag vergeben. Bei der Angebotsbewertung wurden die Höhe der garantierten Energieeinsparung, der Kosteneinsparung, der Baukostenpreis, die CO2-Einsparung, das technische Konzept, das Konzept für die NutzerInnenmotivation sowie die Komfortstandards berücksichtigt.

Die Bewertung erfolgte durch ein Punktesystem, wobei

- 60% der Punkte hinsichtlich des Barwerts
- 25% hinsichtlich der Qualität
- 13% hinsichtlich des garantierten Wärmeenergiebedarfs (je niedriger, desto besser)
- 2% hinsichtlich der Referenzen

vergeben wurden.

Bei diesem Contracting-Modell übernimmt die Gemeinde die gesamten Investitionskosten, im Fall des Projektes Marchegg wurde dies durch einen Leasingvertrag gelöst. Der Contractor übernimmt die Planung und die Bauausführung und vergibt eine Fixkostengarantie für die Investitionskosten und eine Energie-Einspargarantie in kWh. Werden die Energie-Einsparungen nicht erreicht, so muss der Contractor eine entsprechende Pönale an die Gemeinde zahlen und Maßnahmen in die Wege leiten, um den Einsparungserfolg zu verbessern.

Wird die Einspargarantie einige Jahre in Folge erreicht, so kann bei beiderseitigem Einverständnis die Überprüfung der Einsparung in den kommenden Jahren entfallen. Dadurch können Kosten auf der Kunden- wie auf der Contractoreseite eingespart werden. Ein Entfallen der Einsparüberprüfung ist bei diesem Modell auch deshalb möglich, weil der Großteil der Einsparungen durch bauliche Maßnahmen wie Dämmung der Gebäudehülle und Fenstertausch erfolgt. Die Haustechnik wird in der Regel durch den Kunden selbst betrieben.(14)

3.2.4. Erfahrungen aus dem Ausland

Frankreich/ Rhône-Alpes Region: Ein öffentliches ESCO Unternehmen bietet EPC für die Sanierung von öffentlichen Gebäuden an. Es erstellt die Verträge mit den Gemeinden und sorgt für niedrige Kosten. Die Durchführung der Sanierungsmaßnahmen und die Gebäudewartung werden teilweise an andere Unternehmen weitervergeben. Zur Startfinanzierung wird von einer öffentlichen Bank zunächst ein kurzfristiges Darlehen vergeben. Ein weiteres - langfristiges - Darlehen wird danach ausgehandelt. Nachteil ist die Auswirkungen auf öffentliche Verschuldung, und die geringe Erfahrung von öffentlichen ESCOs.

In **Belgien** hat „Factor 4“ einen einfachen Mechanismus integriert, um den erhöhten Wert eines Gebäudes, die bessere Innenraumqualität und das hochwertige Wartungsprogramm in der Abrechnung eines erweiterten EPC zu berücksichtigen. Das mit SmartEPC bezeichnete Programm zieht auch die Ergebnisse eines „Comfort meter“ mit ein. (www.comfortmeter.eu)

In den **USA** werden häufig öffentliche Unterstützungen konkret für solche Maßnahmen angefordert und auch gewährt welche derzeit nicht wirtschaftlich darstellbar sind.

Ein interessantes Geschäftsmodell wird von der Lettischen **RenESCO** bei Wohnbauten angewendet. Nachdem die Wohnungseigentümer oft nicht imstande sind, eine Sanierung zu organisieren und zu finanzieren, schafft hier RenESCO eine Möglichkeit: Die Sanierung wird zu 40% von der öffentlich

Hand und zu 60% über die Energieeinsparungen finanziert. RenESCO kümmert sich um Sanierungsarbeiten sowie Wartung für die nächsten 20 Jahre, während die Eigentümer dieselben Energiekosten wie vor der Sanierung an RenESCO weiterzahlen. Ein Teil des Profits von RenESCO wird an die Wohnungseigentümer ausgezahlt, um einen sparsamen Umgang mit Energie zu fördern. Dieses Modell funktioniert sehr gut und führt zu hochwertigen Sanierungen. RenESCO hat dafür den European Energy Service Award 2011 in der Kategorie "Best Provider" bekommen.

In **Deutschland** wird im Rahmen der Energie-Effizienz-Initiative eine Möglichkeit zur Finanzierung von Maßnahmen bei SME ausgearbeitet. (Arbeitsgruppe aus DOE, German guarantee banks, and KEA).

3.2.5. Schlussfolgerungen – Empfehlungen

Unter den bisherigen Rahmenbedingungen ist die Finanzierung der thermischen Sanierung der Außenwände und Fenster allein durch die Energiekosteneinsparung kaum möglich. Daher wird derzeit Energieeinspar-Contracting vor allem zur Finanzierung von Gebäudeautomation und –Regelung eingesetzt, und weniger zur Finanzierung von hochwertigen Sanierungen. Aus den Erfahrungen in und außerhalb von Österreich ergeben sich folgende Empfehlungen, um mit Energie-Einsparcontracting mehr hochwertigen Gebäudesanierungen zu erreichen:

1. **Berücksichtigung von NutzerInnenkomfort** durch die Sanierung der Gebäudehülle in der Ausschreibung:

Die Vorteile beim NutzerInnenkomfort sollten bereits beim Akquisegespräch seitens des Contractors den Gebäudeeigentümern klar dargestellt werden. Verkaufsargumente wie „Beim Einsparcontracting muss der Gebäudebesitzer keine eigenen Mittel bereitstellen“ führen bei den aktuellen Energiepreisen zwangsläufig entweder

- zum „Rosinenpicken“, d.h. zur Realisierung einiger weniger Maßnahmen mit kurzer Amortisationsdauer und geringer Einsparung oder
- zu sehr langen Amortisationszeiten und damit entsprechend langen Contracting-Vertragslaufzeiten, die weit über 10 Jahre liegen. Solch lange Vertragslaufzeiten werden aber sowohl von den Gebäudebesitzern wie auch von den Contractoren nur in wenigen Fällen akzeptiert. Unsicherheitsfaktoren wie Energiepreisschwankungen oder Nutzungsänderungen bei der Liegenschaft sprechen gegen sehr lange Vertragszeiten.

2. Geeignete **Kriterien bei der Angebotsbewertung** einer Contracting-Ausschreibung

Um bei Contracting hochwertige Gebäudesanierungen zu erreichen, soll neben dem Kostenkriterium auch ein eigenes Kriterium „**Energieeffizienz**“ in der Angebotsbewertung enthalten sein. Kommt darüber hinaus bei der Bewertung auch das Kriterium „**CO2-Einsparung**“ zur Anwendung, so ist auf das Verhältnis der Punkte, die für Energieeffizienz einerseits und für CO2-Einsparung andererseits vergeben werden, zu achten. Werden z.B. die CO2-Einsparungen sehr hoch und die Energieeinsparungen sehr gering gewichtet, so kann ein Anbieter, der eine umfassende energetische Sanierung des Gebäudes vorsieht, in der Ausschreibungsbewertung unterliegen, weil ein anderer Anbieter durch den Energieträgerwechsel (z.B. von Heizöl zu Biomasse) in Kombination mit geringen Einsparmaßnahmen mehr Bewertungspunkte und damit den Zuschlag erhält.

3. Geeignete **Aufteilung der Kosteneinsparung bei Übererfüllung zwischen Contractor und Auftraggeber**

Die Aufteilung des Nutzens durch die Kosteneinsparung soll so erfolgen, dass der Contractor schon bei der Anbotserstellung bestrebt ist, das volle Einsparpotenzial im Anbot darzustellen.

So wurde z.B. bei einer großen Contractingausschreibung die Aufteilung der Mehreinsparungen (Übererfüllung) mit 20 % für den Contractor und 80 % für den Contracting-Kunden festgelegt. Damit wird sichergestellt, dass Contractoren nicht bewusst zu niedrige Einspargarantien anbieten, in der Hoffnung, in den kommenden Jahren durch die Mehreinsparungen zusätzliche Einnahmen zu lukrieren.

Bei einer – durchaus üblichen Aufteilung von 50 % zu 50 % ist für den Contractor ein größerer Anreiz gegeben, zu niedrige Einspargarantien anzugeben. Allerdings hat bei dieser Aufteilung der Contractor auch mehr Motivation, während der Vertragsdauer zusätzliche Aktivitäten zur Effizienz durchzuführen.

4. „Marktpflege“ beim regionalen Contracting-Markt

Für die ausschreibende Stelle ist es wichtig, dass in der Region überhaupt eine relevante Anzahl von Unternehmen existiert, die eine umfassende, hochwertige Sanierung im Contracting durchführen können.

Damit ein Unternehmen hochwertige Gebäudesanierungen auf Contracting-Basis anbieten kann, muss dieses eine Reihe an Kompetenzen auf technischer, rechtlicher und sozialer/kommunikativer Ebene aufbauen. Dies ist für ein Unternehmen eine strategisch längerfristige Entscheidung, welche maßgeblich vom zu erwartenden Marktpotenzial abhängt. Um eine ausreichende Anbieteranzahl für eine Contracting-Ausschreibung zu erreichen, muss ein Mindest-Marktpotenzial in der Region regelmäßig vergeben werden.

5. Risikoübernahme von **Energiepreisschwankungen** durch den Auftraggeber

Das Energiepreisschwankungsrisiko ist für den Contractor für die Dauer der Vertragsperiode kaum einschätzbar. Muss der Contractor das Preisschwankungsrisiko übernehmen, so wird er eher kürzere Vertragsdauern anstreben und damit umfassende, hochwertige Sanierungen meiden. Bei Übernahme des Energiepreisschwankungsrisikos durch den Kunden kann der Contractor hinsichtlich des Risikomanagements längere Vertragszeiten und damit höherwertige Sanierungen anbieten.

6. Weitere Anmerkungen

- Wie wirkt sich die Wertsteigerung eines Gebäudes durch die hochwertige Sanierung in der Bilanz aus? Energieeinsparungen lassen sich durch Kosteneinsparungen abbilden, die höhere Behaglichkeit derzeit noch nicht. Dies wäre aber sinnvoll, um hochwertige Sanierungen zu fördern.
- Die Finanzierung von ESCOs soll durch das Bereitstellen von langjährigen Krediten mit stabilen Zinsen sichergestellt werden, z.B. über geförderte Kredite („soft loans“), durch Energiekooperativen oder „green funds“ oder sogar Pensionsfonds.
- Ein Gebäudepool mit kurzen, mittleren und langen Rückzahlperioden optimiert das Verhältnis aus Kosten und Nutzen.

- Ein standardisierter Sanierungsprozess und die detaillierte Dokumentation der hochwertigen Sanierung erleichtern die Akzeptanz von Geschäftsmodellen. So bietet zum Beispiel das Europäische Programm ICP transparente Projekt-Performance Protokolle für jede Phase des Sanierungsprojekts.

3.3. Machbarkeitsstudien von konkreten Sanierungsvorhaben (AP4 - Subtask C)

3.3.1. Einleitung

Ziel dieses Arbeitspaketes war es eine Sammlung von aktuellen hochwertigen Sanierungsprojekten anzulegen, die die Instrumente die im Arbeitspaket 2 und 3 erarbeitet wurden, anwenden. Dieses AP beinhaltet einen Report (englisch) in dem diese Fallbeispiele analysiert und Erkenntnisse für zukünftige Projekte generiert werden sollen.

Folgende Fallbeispiel wurden betrachtet:

- Studentenheim in Mannheim, Deutschland
- IWU Bürogebäude in Darmstadt, Deutschland
- Almegårds Kaserne in Bornholm, Dänmark
- Presidio Kaserne in Monterey, Kalifornien, USA
- Bundes- und Gerichtsgebäude in St. Croix, U.S. Virgin Islands
- Bundesgebäude und Metro Center in Silver Spring, Maryland, USA
- Kindergartens in Valga, Estonia

Die technischen und finanziellen Konzepte des Gebäudes in Darmstadt, des Gebäudes in Silver Spring und des Kindergarten in Valga wurden bereits im AP 2 angeführt. Daher werden in diesem Abschnitt nur das Silver Spring und das Varga Projekt näher beschrieben. Beim Darmstadt Projekt wurden die Verbrauchsdaten aktualisiert.

Die Fallbeispiele wurden laut nachstehenden Parametern auf Basis von gemessenen Verbrauchsdaten – und wenn diese nicht vorhanden sind – durch nachkalibrierte Simulationswerte evaluiert:

- Welche Maßnahmen zur Energieeinsparung wurden implementiert und wie können diese mit den in AP 2 erarbeiteten Maßnahmenbündeln verglichen werden?
- Wie hoch ist die Energieeinsparung im Vergleich zur Baseline, den vorausgesagten Einsparungen und den Simulationsergebnissen?
- Was war das übergeordnete Projektziel?
- Welche Geschäftsmodelle, die im AP 3 aufgezählt wurden, wurden eingesetzt?
- War das Projekt kosteneffizient?
- Was sind die Erkenntnisse? Was lässt sich für zukünftige Projekte ableiten?

3.3.2. Zusammenfassung und Analyse der Fallbeispiele

In nachstehender Tabelle 11 findet sich eine Übersicht der untersuchten Fallbeispiele.

Tabelle 11 Übersicht über die Fallbeispiele. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5)

Case Number	Country	Location	Building Type	Photo
1	Germany	Mannheim	Dormitory	
2 (Subtask A Case 11)	Germany	Darmstadt	Office Building	
3	Denmark	Almegårds Kaserne	Barracks	
4	United States	Monterey, CA	Barracks	
5	United States	St. Croix, U.S. Virgin Islands	Federal Building / Courthouse	
6 (Subtask A Case 21)	United States	New Carrollton / Silver Spring, MD	Office Building and Metro Center	
7 (Subtask A Case 4)	Estonia	Valga	Kindergarten	

Zusammenfassung und Analyse der Fallbeispiele

Die sieben Projekte wurden auf Grund zahlreicher Gründe wie z.B. Betriebskosteneinsparung, Erzielung vorgegebener Standards, Erhöhung des Immobilienwertes, Erreichung von Nachhaltigkeitszielen, Fragen der Energiesicherheit, Komfort und Innenraumqualität und architektonische Verbesserung angestoßen.

Die wesentlichsten technische Aspekte waren:

- Einsatz von hochwertigen Maßnahmen zur Energieeinsparung um einen hochwertigen Sanierungsstandard in Bezug auf gesetzliche Vorgaben oder Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.
- Einsatz von hochwertigen Maßnahmen um alte Gebäude auf Neubaustandard (in Bezug auf Komfort, Energieeffizienz, Gestaltung, etc.) zu bringen, ohne die Kosten eines Neubaus zu überschreiten.
- Einsatz von hochwertigen Maßnahmen um das Gebäude auf Null- oder Plusenergiestandard zu bringen.

Die wesentlichsten finanziellen Aspekte waren:

- Kosteneffiziente Implementierung von hochwertigen Maßnahmen. Anwendung von Contracting-Modellen zur Finanzierung.
- Einsatz von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen für umfassende Sanierungen. Aufzeigen, das hochwertige Maßnahmen durch Energieeinsparungen kompensiert werden können.

Nachstehend findet sich eine Auflistung mit einer Gegenüberstellung der Ziele und der tatsächlicher erreichten Werte.

Ziel 1: Implementierung und Evaluation von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen die auf Grund der Simulation erarbeitet wurden

In Tabelle 12 sind sämtliche umgesetzte energierelevante Sanierungsmaßnahmen dargestellt. Maßnahmenpakete, die im AP 2 (Subtask A) erarbeitet wurden sind rot markiert.

Die Kosteneffizienz der hochwertigen Sanierungsmaßnahmen wurde in Bezug auf die gesamten Sanierungskosten, geringfügigen zusätzlichen Kosten für Energieeffizienzmaßnahmen, und die Kosteneffizienz in Bezug auf einen Neubau betrachtet. Bei allen sechs Projekten die Ziel 1 verfolgten, zeigte sich, dass die Simulation der energetischen Performance einen wichtigen Beitrag liefern konnte.

Das Projekt in Darmstadt und in Estland beabsichtigten Passivhausprinzipien anzuwenden. Das Studentenheim in Mannheim erzielte einen energetischen Standard, der um 40% besser ist als die aktuellen gesetzlichen Anforderungen für den Neubau. Um einen hochwertigen Standard in diesen Klimazonen zu erreichen, musste in den europäischen Klimazonen die thermische Gebäudehülle signifikant verbessert werden, die Kosten lagen zwischen 200 – 550 €/m². Die Sanierungsmaßnahmen führten zu einer deutlichen Verbesserung der Luftdichtheit der Gebäude. Um die geforderten Luftwechselraten zu erzielen, mussten in diesen Gebäuden leistungsfähige Lüftungsanlagen installiert werden, die zu einer Erhöhung der Sanierungskosten führten und eine zusätzliche Energieeinsparung von ca. 5 – 10 kWh/m² pro Jahr mit sich bringen.

Die 2 amerikanischen Projekte – Silver Spring and St. Croix – waren bereits mit Lüftungssystemen ausgestattet, daher fokussierten sich die Maßnahmen auf Heizung, Lüftung, und Air-Condition, kombiniert mit dem Einsatz von Erneuerbaren (St. Croix), sowie einer teilweisen Verbesserung der thermischen Gebäudehülle.

Tabelle 12 Umgesetzte Maßnahmenpakete und Technologien und die Zuordnung zu den ASHRAE Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5)

Case study:	ECM:	Wall insulation	Roof insulation	Floor/basement ceiling insulation	New window/ door	Daylight Strategy/external shading	Efficient lighting/control	BEMS (Building Energy Management)	Mechanical Ventilation Heat Rec.	New ventilation system	New heat-cooling supplier/distribution	Hydronic heat supply incl. radiators,	Air- (A) /Ground-source (G) heat pump	Combined Heat. Power or Biomass	Solar thermal system	Photovoltaic panels(P)/Wind energy(W)	District Heating Improvement
Dormitory, Mannheim, DE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓		CH P	✓	✓	✓
Passive House Office, Darmstadt, DE	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓		✓					✓
Barracks, Almegards Kaserne, DK	✓	✓			✓	✓	✓		✓	✓		✓			✓	W	✓
Kindergarten, Valga, Estonia	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓	✓				✓		
Office Building, Maryland, USA		✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	P	
Presidio of Monterey, CA, USA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		
Federal Building, St. Croix, VI, USA					F			✓	✓	✓						P	

Notes: CLIMATE ZONE: green cz 6a; orange = cz 4a; pink cz 5a; dark blue cz 1; light blue cz 3c
 F = window film
 W = Wind turbine
 P = Photovoltaic panels

Ziel 2: Sanierung eines Bestandsgebäudes mit geringeren Kosten als bei einem Neubau

Nachstehend angeführte Projekte zeigten, dass es möglich ist hochwertige Sanierungen zu geringeren oder gleichwertigen Kosten als bei Abbruch und Neubau zu erreichen:

- Almegårds Kaserne in Bornholm, Dänemark
- Presidio Kaserne in Monterey, Kalifornien, USA
- Studentenheim in Mannheim, Deutschland

Zusätzlich zu Energieeffizienz und finanziellen Aspekten bei der Verfolgung dieses Zieles zeigte sich, dass bei diesen Projekten auch Aspekte wie Komfort, Aussehen, Funktionalität und Barrierefreiheit beachtet wurden. Die Kosten bei alle drei Projekten lagen deutlich unter den Neubaukosten. Bei dem Presidio Projekt lagen die Kosten bei mehr als 50% unter der einer Neubauvariante.

In Mannheim wurden für die Variante Abriss und Neubau Kosten mit 1.140 €/m² Nutzfläche angesetzt, die Kosten für eine hochwertige Sanierung betragen weniger als 350 €/m².

Ziel 3: Sanierung eines Bestandsgebäudes auf Niedrigst- oder Nullenergiestandard

Das Projekt Bundes- und Gerichtsgebäude in St. Croix, U.S. Virgin Islands hatte den Anspruch nahezu Nullenergiestandard zu erzielen. Die Energieeffizienzmaßnahmen (36% Einsparung) haben maßgeblich dazu beigetragen, dass die Anzahl der PV-Module zur Erreichung des Nullenergiestandards reduziert werden konnte. Trotzdem konnte der Nullenergiestandard nicht erreicht werden. Die Monitoringwerte zeigen, dass durch die periodische Verfügbarkeit von PV-Strom, als auch durch den höheren Energieverbrauch des Gebäudes der Nullenergiestandard in mehr als 10% der Zeit nicht erreicht werden kann.

Die gesamten Investitionskosten von \$ 6,25 Millionen wurden nahezu gleich auf Heizung, Lüftung und Klimatisierung und PV aufgeteilt, und wurden bis auf einen kleinen Anteil durch einen Energiecontractor in Form eines Einsparcontractings realisiert. Auf Grund der Installation von PV-Modulen und auf Grund der hohen Elektrizitätskosten (\$ 0,36/kWh) war es möglich, die gesamten Investmentkosten innerhalb von 19,6 Jahren zu finanzieren.

Ziel 4: Kosteneffiziente Implementierung von hochwertiger Sanierung unter Einbeziehung von Energiecontractingmodellen

Fünf Projekte konnten zeigen, dass kosteneffiziente hochwertige Sanierungen möglich sind, indem die Betriebs- und Wartungskosten gesenkt wurden und der Kapitalwert des Gebäudes gesteigert wurde:

- Studentenheim in Mannheim, Deutschland
- IWU Bürogebäude in Darmstadt, Deutschland
- Bundes- und Gerichtsgebäude in St. Croix, U.S. Virgin Islands
- Bundesgebäude und Metro Center in Silver Spring, Maryland, USA
- Kindergartens in Valga, Estonia

Energiecontracting erwies sich dabei als wünschenswertes Geschäftsmodell für hochwertige Sanierungen, das es erlaubt Investmentkosten durch zukünftige Einsparungen, sehr oft ohne das die Investmentkosten als Belastung in den Geschäftsbüchern aufscheinen. Drei Projekte konnten erfolgreich Energiecontracting-Modelle integrieren:

- Studentenheim in Mannheim, Deutschland
- Bundes- und Gerichtsgebäude in St. Croix, U.S. Virgin Islands
- Bundesgebäude und Metro Center in Silver Spring, Maryland, USA

Normalerweise liegen die Einsparungen für Energiecontracting-Projekte in den USA und in Europa zwischen 20 und 30%. Es muss jedoch angeführt werden, dass Energiecontracting bis dato kein brauchbares Werkzeug für hochwertige Sanierungen ist. Die hier angeführten Projekte haben daher grundsätzliche Anpassungen für diese Art der Sanierung vorgenommen:

Leistungsbeschreibung:

Der Auslober hat Ausschreibungen mit funktionaler Leistungsbeschreibung und Zielvorgaben für hochwertige Sanierungen entwickelt, die vom Contractor einzuhalten sind. Diese Vorgangsweise erforderte eine frühe Kooperation zwischen dem Auslober und dem Contractor. Für die Projekte in den USA entwickelte der Auslober (GSA - General Services Administration) ein Prozessdesign bei dem gemeinsam Energieeinsparungsmaßnahmen untersucht wurden um gemeinsame Energieeinsparungsziele zu erreichen. Beim deutschen Projekt führten der Auslober und der Projektbeauftragte eine Machbarkeitsstudie durch um kosteneffiziente Einsparungsmaßnahmen zu identifizieren.

Risikominimierung:

Der deutsche Energiecontractor musste keine Energieeinsparungen durch die Sanierung der thermischen Gebäudehülle garantieren, da eine solche Garantie ein zusätzliches Risiko bedeutet hätte und diese Maßnahmen zu einem höheren Anbot geführt hätten. Um die Kosten und Risiken für den Energiecontractor zu reduzieren, enthielt die Ausschreibung ein paar Anforderungen die das Design einiger Elemente betrifft (Fenster, Farben, Brandschutzmaßnahmen, minimale Luftwechselrate, etc.). Des Weiteren stellte der Auslober dem Energiecontractor ein Simulationstool für die Berechnung der Energieeinsparungen zur Verfügung. Das Gebäudemodell wurde nachkalibriert und es wurden sämtliche Baseline-Daten, Gebäudedaten, U-Werte, etc. eingegeben. Diese Vorgangsweise erlaubt es dem Contractor Berechnungen auf Basis eines gemeinsam erstellten Gebäudemodells zu machen und diese Berechnungen als Grundlage für die zu erzielenden Einsparungen heranzuziehen.

Risikominimierung für die Performance von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen:

In einem „normalen“ Energieeinsparcontracting ist der Contractor für die garantierten Energieeinsparungen als auch für die Wartung und die Reparatur im Zeitraum des Contractingvertrages verantwortlich. Beim Projekt in Mannheim erforderte die hochwertige Sanierung Maßnahmen, für die der Contractor auf wenig Erfahrung zurückgreifen konnte (Typische deutsche Contracting-Projekte erfordern Investments von 80-100 €/m², hier lagen die Kosten bei 350 €/m²). Um diese Risiken zu minimieren ermöglichte der Vertrag dem Energiecontractor einen längeren Zeitraum zur Anpassung und Inbetriebnahme seiner Maßnahmen, indem eine zweijährige „Optimierungsperiode“ vereinbart wurde. Erst nach dieser „Optimierungsperiode“ musste der Contractor seine vollen Einspargarantien gewährleisten. Zusätzlich wurde für die Wartung der thermischen Gebäudehülle und der Fenster ein fünfjähriger Zeitraum vereinbart (die gesamte Vertragsdauer umfasste 16 Jahre).

Ziel 5: Geringfügige Kostensteigerung durch zusätzliche Energieeffizienzmaßnahmen im Rahmen von umfassenden Sanierungen

Am Beispiel der Presidio Kaserne in Monterey, Kalifornien, USA sollte das Ziel 5 illustriert werden. Eine der wesentlichsten Strategien um die Kosteneffizienz von hochwertigen Sanierungen zu verbessern ist die Kombination von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen mit einer umfassenden Sanierung. Dies liegt darin begründet, dass die Mehrkosten für Erhaltungsmaßnahmen gering im Vergleich zu den Kosten für die Sanierung der Gebäudehülle und der haustechnischen Komponenten (Elektro- und Sanitärinstallation, Heizung, Klima und Lüftung) sind. So ist zum Beispiel das Anbringen eines

Wärmedämmverbundsystems aus EPS an einer Fassade als Einzelmaßnahme kaum kosteneffizient, aber wenn die Fassade sowie so erneuert und renoviert werden muss, entstehen durch die Anbringung eines Wärmedämmverbundsystems geringe Mehrkosten.

Für hochwertige Sanierungen sind die zusätzlichen Kosten im Vergleich zu Sanierungen, die nur (gesetzliche) Minimalanforderungen erfüllen, gering und können durch Energieeinsparungen leichter amortisiert werden. So sind die zusätzlichen Kosten für das Anbringen von 15 – 20 cm EPS im Vergleich zu 2,5 – 5 cm EPS sehr gering (10 – 15% zusätzliche Materialkosten).

Mehrere Projekte in den USA haben gezeigt, dass Sanierungen meist kostengünstiger sind als der Abbruch und Neubau eines Gebäudes. Da aber hochwertige Sanierungen in den USA sehr selten sind, liegen kaum Kennwerte von umfassenden Sanierungen vor. Im Projekt wurden daher Planungs- und Simulationsergebnisse herangezogen. Vorläufige Abschätzungen der Investitionskosten (ca. \$330/m²) im Vergleich zu den zusätzlichen Energieeinsparungen (ca. \$6,80/m² und Jahr) die zu einer Verbesserung der von der Armee vorgegebenen 126 kWh/m² und Jahr auf 82 kWh/m² und Jahr weisen eine erhöhte einfache Amortisationszeit auf.

Aus Gründen der Ressourcnknappheit und Sicherheitsaspekten (Stichwort: Resilienz) werden in Zukunft hochwertige Sanierungen von amerikanischen Armeegebüden vermehrt an Bedeutung gewinnen. Würde man Energieeinsparungen von hochwertigen Sanierungen und o.a. Sicherheitsaspekte in einer Lebenszykluskostenanalyse integrieren, wie es im AP 3 (Subtask B) vorgeschlagen wird, könnten zusätzliche Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz positive Kapitalwerte aufweisen.

3.4. Hilfestellungen für Entscheidungsträger (AP5 – Subtask D)

Aus den Ergebnissen der verschiedenen Arbeitspakete wurden mehrere Werkzeuge zur Hilfestellung für Entscheidungsträger erstellt. Diese werden im decision makers guide „Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers“ vorgestellt. Im Anhang dieser Leitlinie finden sich Details zu den Technischen Aspekten, die Beschreibung des Prozesses zur Qualitätssicherung sowie Strategien zur Steigerung der Kosteneffektivität.

Die Leitlinie basiert auf den Ergebnissen der Analyse von Fallstudien aus den teilnehmenden Ländern. In den Fallstudien wurde jeweils der Energieverbrauch vor und nach der Sanierung, Gründe für die Durchführung der Sanierung, die erreichten Co-Benefits, Kosteneffizienz und Geschäftsmodelle untersucht. Die Erkenntnisse dienen dazu, folgende Fragen zu beantworten:

- Was verstehen wir unter hochwertiger Sanierung?
- Warum wird eine hochwertige Sanierung durchgeführt?
- Wie kann die Produktqualität sichergestellt werden?
- Was macht eine hochwertige Sanierung kosteneffektiv/wirtschaftlich?

Die Frage der Finanzierung und der Geschäftsmodelle wurde schon im Absatz 3.1 adressiert, und wird daher hier nicht mehr explizit abgehandelt.

3.4.1. Definition

Da es keine allgemein anerkannte Definition der hochwertigen Sanierung („Deep Energy Retrofit“, kurz DER) gibt, wurde im Rahmen des Projektes eine gemeinsame erarbeitet.

Die hochwertige Sanierung (DER - Deep Energy Retrofit) ist ein größeres Gebäudesanierungsprojekt, bei dem der Energieverbrauch (inklusive Stromverbrauch an Steckdosen) im Vergleich zu vor der Sanierung um mindestens 50% gesenkt wird, und außerdem die Innenraumqualität ansteigt.

Aktuelle Studien zeigen, dass derzeit viele Gebäude wenig umfassend saniert werden, wobei der Fokus oft auf einer einzigen Maßnahme liegt. Aus Sicht des Gebäudebesitzers ist dies eine verfehlte Gelegenheit zur umfassenden Sanierung. Dynamische Simulation (z.B. Bettgenhäuser et al. 2014 and Nock and Wheelock 2010) zeigen, dass hochwertige Sanierungen eher zur Erreichung der Klimaziele führen, als die schnelle Durchführung von Einzelmaßnahmen. Laut Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2007) sind die Kosten für die Erzeugung erneuerbarer elektrischer Energie (2 bis 45 €/kWh) wesentlich höher als die Kosten von Einsparungen mit Hilfe hochwertiger Sanierung (2 bis 9 €/kWh). Damit wäre die Sanierung wirtschaftlich darstellbar. Die Energiepreise schwanken allerdings stark und sind auch vom Energieträger abhängig. Aus diesem Grund reicht die Energiekostensenkung alleine oft nicht aus, damit die hochwertige Sanierung kosten-effektiv ist.

Eine hochwertige Sanierung umfasst Gebäudehülle, Beleuchtung, Elektrische Systeme sowie die Gebäudetechnik. Zentrale Technologiebündel für die hochwertige Sanierung sind in Tabelle 13 dargestellt.

Tabelle 13 Zentrale Technologiebündel für die hochwertige Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5)

Kategorie	Name
Gebäudehülle	Dachdämmung
	Wanddämmung
	Dämmung des erdanliegenden Bodens
	Fenster
	Türen
	Beseitigung von Wärmebrücken
	Luftdichtheit
	Dampfsperre
	Qualitätssicherung Gebäudedämmung
Beleuchtung und Elektrische Systeme	Beleuchtung mit LED Technologie, Tageslicht- und Bewegungssensorik
HVAC	Hocheffiziente Motoren, Ventilatoren, Kühler, Boiler und Brennofen, etc.
	Lüftungssystem
	Wärmerückgewinnung (Effizienz >70%)
	Dämmung der Schächte
	Luftdichtheit Schächte
	Dämmung von Leitungen

3.4.2. Motive für hochwertige Sanierungen

Als Motive für hochwertige Sanierungen wird folgendes genannt:

- Verlängerung des Nutzungsdauer des Gebäudes
- Änderung der Nutzung
- Anpassung an Richtlinien (z.B. Brandschutz)
- Sanierung von Schimmelschäden, Verschönerung, Verbesserung von thermischem Komfort und Luftqualität
- Wertsteigerung, damit höhere Einnahmen (Verkauf, Vermietung) lukriert werden können.
- Gesetzliche Vorgaben: z.B. weil mehr als 25% der Fläche von der Sanierung betroffen ist, muss eine umfassende Sanierung durchgeführt werden.
- Wenn das Gebäude wegen dringender Sanierungsarbeiten nicht genutzt werden kann, wird oft gleich eine umfassende Sanierung durchgeführt, um Zeiten des Leerstands kurz zu halten.

3.4.3. Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit

Zur Qualitätssicherung wurde ein Prozess definiert, der die aktuellen Standards und Leitlinien ergänzt. (NIBS 2012, ASTM 2015 and ASHRAE Guideline 0-2013). Dieser ist im Dokument „Product Delivery Quality Assurance Process (PDQA) for Deep Energy Retrofit (DER)“ beschrieben.

Zur Sichererstellung der Wirtschaftlichkeit soll eine Lebenszyklus-Kosten Analyse (LCCA) durchgeführt werden. Dabei werden Investitions- und Betriebskosten berücksichtigt. Dazu wurde die Leitlinie „DER Technical Guide“ verfasst, welche als Startpunkt für die Optimierung genutzt werden kann. Die Übersicht über abgeschlossene Sanierungsprojekte zeigt, dass die Anwendung des „Minimalkosten“ Planungsprinzips (least cost planning - LCP) die die Kosten-Effektivität von umfassende Sanierungsprojekten um 5 bis 28% steigern kann.

Bei den Betriebskosten können Einsparungen durch Senkung des Energieverbrauchs und Umstellung auf andere Energieträger erzielt werden, aber auch durch die reduzierten Instandhaltungskosten der modernen und bedarfsangepassten, d.h. verkleinerten, Systeme.

Daneben zeigen aktuelle Studien und Best-Practice Sanierungen weitere Möglichkeiten zur Darstellung von Kostensenkungen:

- **Erhöhte Lebensdauer** durch verbesserte Temperatur- und Feuchteregelung (Schimmel- und Feuchtevermeidung)
- Finanzielle Unterstützung für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen
- **Erhöhung der Nutzfläche** durch
 - geringeren Raumverbrauch von verkleinerter und platzsparender mechanischer Ausstattung
 - besseren thermischen Komfort von Flächen nahe an Außenwänden

- thermische Isolierung und Belüftung von Attika
- **Reduzierte Kosten für Angestellte** durch
 - Zeitersparnis wegen schnellerer Einstellung auf flexible und nachhaltige Arbeitsplätze
 - Weniger Krankenstände durch verbesserte Raumluftqualität und höheren Komfort
 - Höhere Produktivität der Arbeiter durch verbesserte Raumluftqualität und höheren Komfort
 - Einsparung bei Recruitment durch höhere Mitarbeiterzufriedenheit (zusätzliche Kostenreduktion, die über eine längere Zeit verteilt werden kann)
- Zusätzliches Einkommen weil bei Neuvergaben bei höherer Nachfrage **die Mieten erhöht** werden können
- **Reduzierte Versicherungsprämien**

Direkte und indirekte Kosteneinsparungen durch hochwertige Sanierung, welche zusätzlich zu Energiekosten anfallen, wurden vom Rocky Mountains Institute (RMI 2015) aus Studien zusammengefasst und sind in der Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14 Direkte und indirekte Kosteneinsparungen zusätzlich zu Energiekostensenkungen durch die hochwertige Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers (6)

Maintenance Costs Pacific Northwest National Laboratory (2008); Leonardo Academy (2008); Aberdeen Group (2010)	 9.0-14%	Property Sale Price Premium Eicholtz, Kok & Quigley (2010); Fuerst & McAllister (2011); Eicholtz, Kok, et al. (2011); Newell, Kok, et al. (2011)	 11.1-26%
Occupant Satisfaction GSA (2011)	 27-76%	Employee Productivity Lawrence Berkeley National Laboratory	 1.0-10%
Rental Premium Eicholtz, Kok & Quigley (2010); Wiley et al. (2010); Fuerst & McAllister (2011); Eicholtz, Kok, et al. (2011); Newell, Kok, et al. (2011); Miller, Morris & Kok (2011); Pogue et al. (2011); McGraw Hill/Siemens (2012)	 2.1-17%	Employee Sick Days Miller, Pogue, Gough & Davis (2009); Cushman & Wakefield et al. (2009); Dunckley (2007); City of Seattle (2005); Romm & Browning (1995)	 0-40%
Occupancy Premium Wiley et al. (2010); Pogue et al. (2011); McGraw Hill/Siemens (2012)	 3.14-18%	* Information courtesy of Rocky Mountain Institute's Deep Retrofit Value Practice Guide.	

3.4.4. Leitfaden zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit

Zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit eines Technologiebündels wird die in Abbildung 19 dargestellte Vorgangsweise empfohlen. Abbildung 18 zeigt den Handlungsspielraum der hochwertigen Sanierung und ihre Relation zum „Base case“ bzw. zum „Business as usual“ (BAU) Vorgehen.

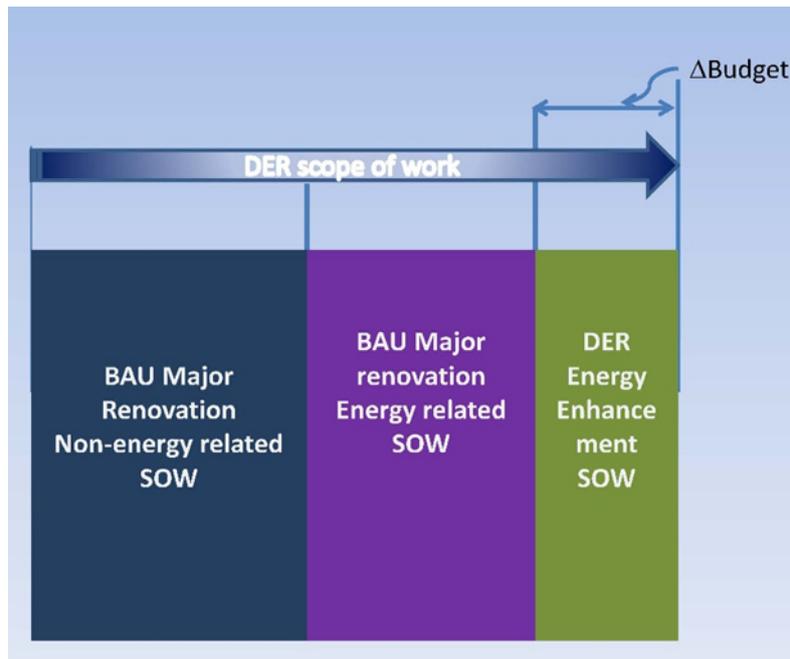


Abbildung 18: Handlungsspielraum bei der hochwertigen Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers (6)

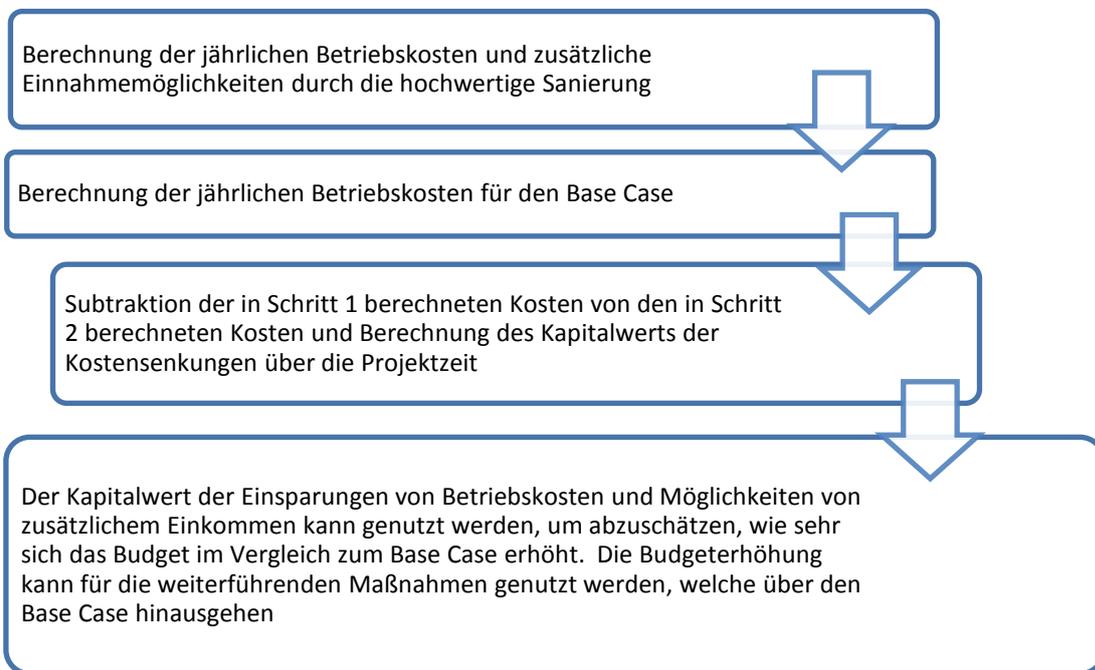


Abbildung 19: Schritte zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers, bearbeitet von AEE INTEC (6)

3.4.5. Schlussfolgerungen

1. Im Entscheidungsprozess muss zunächst beraten werden, ob die Sanierung kostengünstiger als der **Neubau** ist, und ob die **nationalen Forderungen** an die Energie-Performance **übertroffen** werden sollen.

2. Hochwertige Sanierung kann durch den Einsatz eines Bündels von **Schlüsseltechnologien** erreicht werden, welche am Markt verfügbar sind. Die konkrete Auswahl hängt davon ab, welche Technologien national erhältlich sind, welches die Mindestanforderungen lt. nationalen Standards sind und was kostengünstig ist (wird durch die LCC Analyse geprüft). Anforderungen an die Gebäudehülle hängen auch von lokalen Klimabedingungen ab.
3. Die Auswahl der Schlüsseltechnologien hängt auch von den **lokalen Klimabedingungen und Energiekosten** ab: In warmen Regionen mit signifikantem Kühlbedarf soll auf die Reduktion des Energieverbrauchs von Haushaltsgeräten geachtet werden, und auf die Verwendung von modernen HVAC Technologien und Fenstern mit geringen solaren Wärmegewinnkoeffizienten. In Ländern mit Stromtarifen bei über 0.15 € wird die Sanierung durch die Nutzung von Strom aus erneuerbaren Quellen kostengünstiger. Bei Klimabedingungen mit hohem Heizbedarf ist das Hauptaugenmerk auf die Gebäudehülle zu legen (Dämmung, Luftdichtheit und Beseitigung von Wärmebrücken). Mechanisches Kühlen soll dann vermieden oder verringert werden, wenn es nicht gesetzlich verlangt ist, und Gebäudenutzer temporäre Temperaturanstiege vertragen (z.B. bis zu 25 °C)
4. Die Energieeffizienz und Kosteneffektivität einer hochwertigen Sanierung hängt nicht nur von den gewählten Schlüsseltechnologien ab, sondern von deren **korrekter Installation**. Es ist zum Beispiel wichtig bei den Sanierungsarbeiten auf eine durchgehende Wärmebarriere zu achten, ebenso auf eine luftdichte Hülle.
5. Die hochwertige Sanierung bringt neben den Energieeinsparungen auch **Verbesserungen bei der Raumluftqualität und dem thermischen und visuellen Komfort**. Die Gebäudehülle strahlt weder Hitze noch Kälte aus; ebenso sollen keine Luftzüge entstehen, weder durch Lüftungsauslässe noch durch undichte Stellen in der Gebäudehülle. Schließlich soll auch die Belichtung verbessert werden und Blendung durch Fenster vermieden.
6. Für eine erfolgreiche hochwertige Sanierung ist **Qualitätssicherung** dringend notwendig. Die Qualitätssicherung wird zusätzlich zu Entwurf, Konstruktion, Dokumentation und Auftragsvergabe durchgeführt, und enthält die klaren und kurz formulierten Nutzerziele und –Erwartungen, sowie weitere Anforderungen an das sanierte Gebäude. Eine andere wichtige Komponente der Qualitätssicherung liegt in der Beschaffungsphase, wobei die Qualifikation und Erfahrung der Bieter und ihr Verständnis vom Projekt analysiert wird.
7. Zur hochwertigen Sanierung bedingt die Betrachtung des **Gebäudes als Ganzes**. Das Gebäude wird als integriertes System und nicht als Ansammlung von Einzelsystemen wie Gebäudehülle, Gebäudetechnik, Energieversorgung etc. gesehen. Dadurch können synergetische Wechselwirkungen leichter erkannt werden.
8. **Integrierter Planungsprozess**: Der Schlüssel zum ganzheitlichen Gebäude liegt am Beginn des Planungsprozesses. Alle relevanten Disziplinen werden mit eingebunden werden, wobei interdisziplinäre Zusammenarbeit und Information im Vordergrund stehen. Das traditionelle Prozessdesign sieht hingegen einen linearen Informationsfluss vor.
9. **Inbetriebnahme vor Nutzung**: Gebäudesysteme sollen in Betrieb genommen und eingestellt werden, bevor das Objekt dem Nutzer übergeben wird.
10. Es ist kostengünstiger wenn die hochwertige Sanierung **zeitgleich mit einer schon geplanten Renovierung** stattfindet. Dann können Synergien genutzt werden und durch die hochwertige Sanierung werden die sowieso eingeplanten Kosten lediglich erhöht. Einige zentrale Technologien (z.B. solche die auf die Gebäudehülle abzielen, Fenstertausch etc.) sind als Einzelmaßnahme nicht

wirtschaftlich, als Teil eines Paktes hingegen schon. So können z.B. durch Wärmedämmung der Gebäudehülle Heiz- und Kühllasten empfindlich gesenkt werden, wodurch geringere Leistungen bei Heiz- und Kühlanalgen notwendig sind, welche wiederum verringerte Instandhaltungskosten und Versicherungskosten bedingen.

11. Für **die Analyse der Lebenszykluskosten** im Sanierungsprojekt ist es wichtig, das **Energie- und Kostenmodell** genau festzulegen, und zwar (1) für den Zustand vor der Sanierung, (2) für den Base Case und (3) verschiedene Szenarien der hochwertigen Sanierung. Aus der Kosten-Nutzen Analyse jedes Szenarios kann der Entscheidungsträger/die Entscheidungsträgerin jenes Szenario auswählen, das zur Erreichung der Minimalkosten weiter optimiert werden soll. Eine Analyse von komplettierten Sanierungsprojekten zeigt, dass die Anwendung der Minimalkostenplanung die Kosteneffektivität um 5 bis 28% verbessert.
12. Studien und Pilotprojekte auf der ganzen Welt zeigen, dass zusätzlich zu den üblichen Kostensenkungen (z.B. durch Verringerung des Energiebedarfs) auch **andere Verbesserungen und zusätzliche Einnahmen diskontierbar ("bankable")** sind, siehe Kapitel 3.4.3. Diese Anteile sollten auch in die LLC eingebracht werden.
13. Wenn geeignete Finanzierungsquellen nicht vorhanden oder limitiert sind, aber eine hochwertige Sanierung kosteneffizient ist, dann können **EPC Geschäftsmodelle** dabei helfen die Sanierung teilweise oder zur Gänze zu finanzieren.
14. Das **Nutzerverhalten** hat große Auswirkungen auf die erzielten Einsparungen. Erfahrungen aus Fallbeispielen zeigen dass ein Fehlverhalten der Gebäudenutzer und –Manager zu einer signifikanten Abweichung von den geplanten Zielen führt. Um den optimalen Betrieb zu gewährleisten, sollen Nutzer und Manager in die Vorbereitungs- und Planungsphase des Projekts integriert werden, und wertvolle Beiträge zum Konzeptdesign leisten können. Dadurch wird auch die Akzeptanz des Sanierungsprojekts verbessert. Zusätzlich ist nach Durchführung der Sanierung ein Trainingsprogramm für Nutzer eine notwendige Bedingung für die Zielerreichung.

4. Vernetzung und Ergebnistransfer

4.1. Österreichischen Zielgruppe, für die die Projektergebnisse relevant sind

Für folgende Zielgruppen sind die Projektergebnisse relevant:

- Öffentliche und private Bauherren
- Öffentliche Verwaltung
- Fördergeber (Bund / Land)
- ArchitektInnenen, FachplanerInnen
- Contracting-Firmen
- Interessensvertretungen des Baubereichs
- ForscherInnen

4.2. Stakeholdereinbindung

Die Einbindung von projektrelevanten Stakeholdern erfolgte durch direkte Kontakte und Diskussion der Projektergebnisse, in Form von Publikationen. Am 21.09.2015 fand im Hotel Harkamp in St. Nikolai im Sausal der Technical Day zum Thema Geschäftsmodelle und technische Lösungen für hochwertige Sanierung von öffentlichen Gebäuden statt. Neben den Annex 61 Partnern nahmen Experten aus Deutschland, Holland und Österreich an dieser Veranstaltung teil. Durch die Einbindung der DECA (Verein der Dienstleister Energieeffizienz und Contracting Austria) und weiterer österreichischer Akteure wurde einerseits eine praxisgerechte Forschungsarbeit und andererseits großes Verbreitungspotential gewährleistet.

4.3. Beschreibung der Relevanz und des Nutzens der Projektergebnisse

Die im IEA EBC Annex 61 erarbeiteten Ergebnisse und Berichte stellen die Grundlage für weitere Forschungsaktivitäten dar, können aber gleichzeitig auch direkt in der (Bau-)Praxis berücksichtigt und umgesetzt werden. Als wichtigste Publikation des IEA EBC Annex 61 sind die Publikationen

- Deep Energy Retrofit Business Guide. Annex 61 Subtask B report
- Deep Energy Retrofit Guide for Decision Makers. Annex 61 Subtask D report

zu nennen, welche abgestimmt auf die jeweiligen Bedürfnisse der Zielgruppen, die Ergebnisse in kompakter Form präsentieren.

Zusätzlich liegt mit dem Report *Geschäftsmodelle für die Durchführung von hochwertigen Gebäudesanierungen* ein Bericht auf Deutsch vor, der in komprimierter Form die aktuelle Situation in Österreich beleuchtet.

Darüber hinaus liefern die parametrischen Analysen der Fallstudien wichtige Erkenntnisse über die Sinnhaftigkeit und Potenziale einzelner Sanierungsmaßnahmen, welche direkt im Entscheidungsprozess von zukünftigen Sanierungsmaßnahmen Anwendung finden können.

Der Mehrwert und Nutzen dieser IEA-Beteiligung ist somit aus Sicht der Verfasser jedenfalls in hohem Maße für den Technologiebereich in Österreich gegeben.

5. Schlussfolgerungen, Ausblick und Empfehlungen

5.1. Was sind die in dem Projekt gewonnenen Erkenntnisse für das Projektteam

Hochwertige, thermische Sanierungen können nur durch den Einsatz eines Bündels von Schlüsseltechnologien umgesetzt werden, welche am Markt zu ökonomisch vertretbaren Kosten verfügbar sind. Grundsätzlich sind sowohl Maßnahmen auf der Bedarfsseite (Verbesserung der thermischen Gebäudehülle) als auch Maßnahmen auf haustechnischer Seite (Austausch veralteter Systeme, effizientere Steuerungen, etc.) erforderlich um höhere Einsparpotentiale zu erzielen. Auf Grund der derzeitigen Situation im österreichischen (aber auch im internationalen) Sanierungssektor, bedarf es neben technischer und qualitätssichernder Maßnahmen, vor allem auf Seiten der Finanzierung von

hochwertigen Sanierungsmaßnahmen, neuer innovativer Geschäftsmodelle. Für den öffentlichen Gebäudesektor kann eine Kombination von Förderinstrumenten und modifizierten Energiecontractingmodellen zu kürzeren Amortisationszeiten von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen führen, und somit einen höheren Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen leisten.

Zusammengefasst lassen sich aus den gewonnenen Projektergebnissen Empfehlungen für zukünftige hochwertige, thermische Sanierungen ableiten:

- Integrierte Planungsprozesse – Einbindung aller relevanten Disziplinen im gesamten Planungsprozess. Größere Defizite finden sich derzeit noch in frühen Planungsphasen (Projektentwicklung, Entwurfsphase).
- Betrachtung von Lebenszykluskosten – Auf Grund der Eigentumsstruktur (Eigentümer und Nutzer) ermöglicht die Einnahme einer Lebenszyklusperspektive für öffentliche und öffentlichkeitsnahe Gebäudebesitzer, eine leichtere Umsetzung von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen.
- Frühzeitige Einbindung der Gebäudenutzer, da das Nutzerverhalten große Auswirkungen auf die erzielten Einsparungen hat. Durch eine frühe Einbindung lässt sich auch die Akzeptanz von hochwertigen Sanierungsmaßnahmen steigern.
- Monetäre Bewertung von Co-Benefits (Komfort, Gesundheit, etc.) – einige Fallbeispiele des Forschungsprojektes zeigen, dass zusätzlich zu den üblichen Kostensenkungen (z.B. durch Verringerung des Energiebedarfs) auch andere Verbesserungen und zusätzliche Einnahmen diskontierbar (“bankable”) sind.
- Qualitätssicherung – im Projekt zeigte sich, dass es Mängel betreffend einer durchgehenden Qualitätssicherung von Sanierungsmaßnahmen gibt. Unklare Verantwortlichkeiten, und mangelhafte Monitoringkonzepte, verhindern die Erreichung der geplanten Einsparungswerte.
- Integriertes Liefercontracting forcieren - Insgesamt höheres Auftragsvolumen durch potenziell mehr technische und Maßnahmen pro Gebäude, wodurch sich die Wirtschaftlichkeit erhöht.

5.2. Wie arbeitet das Projektteam mit den erarbeiteten Ergebnissen weiter?

Die Projektergebnisse werden zukünftig in die weiteren Forschungsaktivitäten einfließen. Dies erfolgt sowohl in bereits laufenden Projekten, als auch in folgenden Forschungsprojektanträgen. Vor allem bei der Realisierung von weiteren Demonstrationsprojekten können die Ergebnisse des IEA EBC Annex 61 eine wichtige Rolle spielen. Die erarbeiteten Methoden und Ergebnisse dienen unsererseits als wichtiges Instrument für kosteneffiziente, zukünftige Sanierungsstrategien und Entscheidungshilfe für EigentümerInnen und BauherrInnen.

5.3. Für welche anderen Zielgruppen sind die Projektergebnisse relevant und interessant und wer kann damit wie weiterarbeiten?

Diskussion der Zwischen- und Endergebnisse mit relevanten Zielgruppen wurde in mehreren Veranstaltungen während der Projektphase durchgeführt. Seitens der Zielgruppen wurden die im Annex 61

bearbeiteten Themen und Projektergebnisse als wichtig erachtet. Nachstehend sind die Zielgruppen und die Relevanz der Projektergebnisse angeführt:

- Öffentliche und private Bauherren

Grundsätzlich sind die Ergebnisse für öffentliche und private Bauherren interessant, da eine nachhaltige hochwertige Sanierung in der nächsten Zeit zum Standard werden sollte, jedoch die Kosteneffizienz dabei eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung spielt. Die im Projekt erarbeiteten Ergebnisse und Methoden bieten für diese Zielgruppe eine zukünftige wichtige Hilfestellung bei der Entscheidung, welche Maßnahmen zur höchsten Reduktion des Energieverbrauchs - unter Berücksichtigung der Investitions- und Betriebskosten - führen. Des Weiteren können die Projektergebnisse Unterstützung bei der Definition von energetischen Zielvorgaben geben.

- Öffentliche Verwaltung, Fördergeber (Bund / Land)

Seitens der Behörden sollen zukünftige Fördermodelle auf nachhaltige und innovative Sanierungskonzepte abgestimmt werden. Dabei ist die richtige Balance zwischen thermischer Sanierung und Sanierung bzw. Modernisierung der Gebäudetechnik durch Einsatz von erneuerbaren Energieträgern mit einzubeziehen. Eine starke Verknüpfung von traditionellen Fördermodellen mit Contracting Modellen könnte ein Motor für hochwertige Sanierungen sein.

- ArchitektInnenen, FachplanerInnen

Für ArchitektInnen und PlanerInnen können die Ergebnisse dazu beitragen, dass die "richtigen" Entscheidungen für Sanierungskonzepte schon im Anfangsstadium getroffen werden. Eine Optimierung der Sanierungsstrategie muss im Entwurf erfolgen. Diesbezügliche Informationen durch Broschüren und Guidelines konnten erarbeitet werden und sind erhältlich.

- Contracting-Firmen

Im Projekt wurden unterschiedliche Finanzierungsmodelle, die in den teilnehmenden Ländern eingesetzt wurden, vorgestellt und innovative Weiterentwicklung von vorhandenen Modellen vorgeschlagen. Für österreichische Contracting-Firmen stehen wichtige Informationen zu diesen Modellen in den Annex Reports zur Verfügung.

5.4. Weiterführende nationale Forschungsprojekte bzw. IEA-Kooperationsprojekte im Themenbereich

Im Zuge des letzten Projekttreffens in Washington wurden auch weiterführende Aktivitäten besprochen. Basierend auf den Ergebnissen und Erkenntnissen des IEA EBC Annex 61 wäre es denkbar die Aktivitäten vom einzelnen Objekt in Richtung Gebäudeverbände weiterzuführen, da wie im Bericht erwähnt, bei der Einbeziehung von mehreren Gebäuden in ein einheitliches, umfassendes Sanierungskonzept, technische und ökonomische Synergien vorliegen.

Auf Grund dieser Aktivitäten wurde von einem Teil des Konsortiums ein Proposal für einen neuen Annex, der eine Weiterentwicklung von Annex 61 ist, erstellt. AEE INTEC war in der Vorbereitungsphase aktiv an der Definition der Inhalte beteiligt. Der Annex wurde im Herbst 2016 vom Executive Committee of the International Energy Agency Energy in Buildings and Communities programme als "IEA-EBC Annex 73: Towards Net Zero Energy Public Communities" genehmigt.

AEE INTEC nimmt im Rahmen des nationalen Forschungsprojektes „IEA EBC Annex 73 „Hin zu resilienten öffentlichen „Niedrigstenergie“-Gebäudeverbänden und Siedlungen“ teil.

6. Verzeichnisse

6.1. Literaturverzeichnis

- (1) Streicher W., Schnitzer H., Titz M., Tatzber F., Heimrath R., Hausberger S., Haas R., Kalt G., Damm A., Steininger K., Oblasser S. : Energieautarkie für Österreich 2050, Feasibility Study, Endbericht, Dezember 2010
- (2) Papusek B.: Energie-Contracting als Umsetzungsinstrument für Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien, Vortrag EUREM – European Energy Manager
- (3) Bleyl J.: Integriertes Energie-Contracting: Ein Contractingmodell um Energieeffizienz und -lieferung zu kombinieren, IEA DSM Task XVI “Competitive Energy Services”, 2008
- (4) Mørck O., Sánchez M., Lohse R., Riel M., Zhivov A. : Deep Energy Retrofit – Case Studies, Business and Technical Concepts for Deep Energy Retrofit of Public Buildings Energy in Buildings and Communities Programme, Annex 61, Subtask A - Report, October 2017
- (5) Nasserri C., Lohse R., Markel L., Mørck O., Porst K., Riel M., Tulley J., Clark B., Kalamees T.: Deep Energy Retrofit - Pilot Projects, Annex 61, Subtask C – Report, October 2017
- (6) Lohse R., Zhivov A.: Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers, Annex 61, Subtask D – Report, October 2017
- (7) IEA Annex 46 “Holistic Assessment Tool-kit on Energy Efficient Retrofit Measures for Government Buildings (EnERGo)”, http://annex46.de/tool_e.html
- (8) IEA Annex 49 “Low Exergy Systems for High-Performance Buildings and Communities”, <https://annex49.info/background.html>
- (9) Annex 51 “Energy Efficient Communities: Case Studies and Strategic Guidance for Urban Decision Makers”, <http://ww38.annex51.org/>
- (10) Objekte der Stadt Wien – Energie-Einspar-Contracting <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sparen/contracting/objekte.html>, Interview mit Herrn Dr. Michael Minarik, MA 34 der Stadt Wien, am 8. Jänner 2016
- (11) Interview mit Hrn. Werner Kerschbaumer, Siemens AS Österreich am 15.12.2015 sowie Auswertung des Interviews mit Hrn. Ohnewas, Amtsleiter von St. Andrä Wördern
- (12) Quelle: Interview mit Hrn. Manfred Luckerbauer, Bundesimmobiliengesellschaft am 17. 12. 2015 und am 2. 2. 2016
- (13) IEA DSM Task XVI, Finanzierungsmodelle für Energiedienstleistungen (Contracting), Jan W. Bleyl-Androschin et. al., 2008
- (14) www.eq-energie.at, <http://www.eq-energie.at/referenzen/marchegg.html>, Interview mit Hrn. Gerhard Haupt, Bürgermeister von Marchegg, Interview mit Hrn. Weber, EQ Energie und Bau GmbH am 22.1.2016

6.2. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Szenarien für die Reduktion des Endenergiebedarfs von Gebäuden zur Erreichung einer österreichischen Energieautarkie im Jahr 2050. Quelle: Energieautarkie Österreich 2050 (1)	10
Abbildung 2 Reduktion von CO ₂ - Emissionen bei unterschiedlichen Sanierungsraten. Quelle: Energieautarkie Österreich 2050 (1).....	11
Abbildung 3 Parametrische Analyse von 18 Sanierungsprojekten, die im Projekt “ökosan - Die Modernisierungsinitiative Oststeiermark. 2005-2009“ durchgeführt wurde. Quelle: AEE INTEC.....	12
Abbildung 4 Geschäftsmodell Energie-Contracting. Quelle: Papousek, Grazer Energieagentur (2).....	14
Abbildung 5 Lebenszykluskosten von Gebäuden (Typische Verteilung). Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3).....	15
Abbildung 6 Sanierungskosten für öffentliche Bauten. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	24
Abbildung 7 Sanierungskosten für Wohngebäude. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	24
Abbildung 8 Energiebedarf vor und nach der Sanierung – Öffentliche Gebäude. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	27
Abbildung 9 Energiebedarf vor und nach der Sanierung – Mehrfamilienhäuser. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	28
Abbildung 10 Gesamte Energieeinsparung verteilt nach Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	30
Abbildung 11 Endenergiebedarf pro m ² Nutzfläche für öffentliche Gebäude vor der Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	30
Abbildung 12 Endenergiebedarf pro m ² Nutzfläche für Mehrfamilienhäuser vor der Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	31
Abbildung 13 Anlässe für Sanierungsmaßnahmen (in % der Fallstudien). Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	32
Abbildung 14 Energie- und nicht energierelevante Co-Benefits (in % der Fallstudien). Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	33
Abbildung 15 Kapitalwerte von 12 Fallbeispielen mit Diskont- und Inflationsraten von 2%. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	36
Abbildung 16 Übersicht über verschiedene Contracting-Modelle. Quelle: Papousek, Grazer Energieagentur (2).....	42
Abbildung 17 Integriertes Energie-Contracting. Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3).....	45
Abbildung 18: Handlungsspielraum bei der hochwertigen Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers (6)	61
Abbildung 19: Schritte zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers, bearbeitet von AEE INTEC (6)	61

6.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Zuordnung der Fallbeispiele zu den ASHRAE Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	20
Tabelle 2 Sanierungsmaßnahmen für hochwertige Sanierungen und deren Zuordnung zu den ASHRAE Klimazonen (hellgrün: Zone 5a; dunkelgrün: Zone 6a; hellrosa: Zone 4a; dunkelblau: Zone 4c; gelb: Zone 3a. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	22

Tabelle 3 Energieverbrauch vor und nach hochwertigen Sanierungsmaßnahmen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	25
Tabelle 4 Energieeinsparungen für Heizung, Strom und der Beitrag erneuerbarer Energiesysteme. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	28
Tabelle 5 Geschäftsmodelle und Förderquellen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4).....	34
Tabelle 6 Erkenntnisse in Bezug auf energierelevante Aspekte. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	37
Tabelle 7 Erkenntnisse in Bezug auf Funktion und Komfort. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	38
Tabelle 8 Nutzerverhalten und Nutzerakzeptanz. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	39
Tabelle 9 Erkenntnisse in Bezug auf Funktion und Komfort. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – Report Case Studies (4)	40
Tabelle 10 Vergleich der Wirkung von Einsparcontracting und Liefercontracting. Quelle: Bleyl, Grazer Energieagentur (3).....	45
Tabelle 11 Übersicht über die Fallbeispiele. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5).....	51
Tabelle 12 Umgesetzte Maßnahmenpakete und Technologien und die Zuordnung zu den ASHRAE Klimazonen. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5).....	53
Tabelle 13 Zentrale Technologiebündel für die hochwertige Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit, Subtask C - Report (5).....	58
Tabelle 14 Direkte und indirekte Kosteneinsparungen zusätzlich zu Energiekostensenkungen durch die hochwertige Sanierung. Quelle: Annex 61, Deep Energy Retrofit – A Guide for Decision Makers (6)	60

6.4. Abkürzungsverzeichnis deutsch

BGF	Brutto-Grundfläche
CO2	Treibhausgasemissionen
EPS	Expandiertes Polystyrol
LCA	Lebenszyklusanalyse
LCC	Lebenszykluskosten
MW	Mineralwolle
PE	Gesamt-Primärenergiebedarf (erneuerbar + nicht-erneuerbar)
WD	Wärmedämmung
WP	Wärmepumpe
WRG	Wärmerückgewinnung

6.5. Abkürzungsverzeichnis englisch

AUS	Österreich
DH	District heating
DER	Deep Energy Retrofit
DHW	Domestic Hot Water
DK	Denmark
EN	European Norm
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive
EST	Estonia
GE	Germany
HP	Heat Pump
HVAC	Heating, Ventilation and Air conditioning
IEA-EBC	Energy in Buildings and Communities Programme of the International Energy Agency
IRL	Ireland
kWh	Kilowatt hours: 1 kWh = 3.6 MJ
Λ	Lambda-Value (value for the insulating capacity of a material)
LAT	Latvia
MNE	Montenegro
MVHR	Mechanical ventilation with heat recovery
NED	The Netherlands
NZEB	Nearly zero energy building or nearly zero emissions building
PV	Photovoltaic
Ref	Reference
RES	Renewable energy sources
SOW	Scope of work
UK	United Kingdom
USA	The United States of America

7. Anhang

- *Anhang 1:* Deep Energy Retrofit - A Guide to Achieving Significant Energy Use Reduction with Major Renovation Projects. Subtask A report
- *Anhang 2:* Deep Energy Retrofit Case Studies. Annex 61 Subtask A report
- *Anhang 3:* Deep Energy Retrofit Business Guide. Annex 61 Subtask B report
- *Anhang 4:* Deep Energy Retrofit Pilot Projects. Annex 61 Subtask C report
- *Anhang 5:* Deep Energy Retrofit Guide for Decision Makers. Annex 61 Subtask D report
- *Anhang 6:* Entwicklung von ökonomischen und technischen Konzepten für die hochwertige Sanierung von öffentlichen Gebäuden. Subtask B (deutsch)

Die Anhänge 1 – 6 stehen in Kürze unter folgendem Link zum Download bereit:

<https://iea-annex61.org/#>



Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
[bmvit.gv.at](https://www.bmvit.gv.at)