

Energetische Sanierung von Wohnhäusern

Transparenz für die Eigentümerschaft von der Investition bis zu den Nutzungskosten



Abbildung 1: energetisch Sanieren (twentyonecelsius, 2021)

Verfasser:	Christian Grüninger und Fabian Eberle
Referent:	Urs Stoll
Studiengang:	Master Real Estate Management OST - Ostschweizer Fachhochschule
Eingereicht am:	Abgabedatum 22.10.2021

Vorwort

In den vergangenen zwei Jahren konnten die Verfasser an der Fachhochschule OST in Sankt Gallen umfassendes Wissen über die Immobilienökonomie aneignen. Zur Erlangung des Abschlusstitels gilt es eine Masterarbeit mit freier Themenwahl zu erstellen. Aufgrund unseres Werdegangs mit technischem Hintergrund interessieren wir uns sehr für energetische und nachhaltige Lösungen bei Wohnhäusern. Das erarbeitete Wissen aus dieser Arbeit kann bei zukünftigen energetischen Investitionen als Hilfsmittel dienen.

Durch die heutige Informationsflut ist es für viele Bauherrschaften schwierig, einen geordneten Überblick über alle Sanierungsmöglichkeiten zu erhalten. Neben den Massnahmen gibt es zahlreiche weitere Punkte, die sorgfältig abzuklären sind. Die Abhandlung mit Berechnungsbeispielen und einem Musterprozess werden dabei helfen, Entscheidungen zugunsten energetischer Sanierungen verständlicher zu machen und transparent aufzuzeigen.

Die Arbeit richtet sich nicht nur an Immobilienfachpersonen, sondern ist für alle Eigentümerinnen und Eigentümer von Liegenschaften gedacht. Zugunsten der Leserlichkeit wird bei dieser Arbeit weiter auf die weibliche Form verzichtet.

Es ist uns wichtig, den folgenden Personen zu danken, welche wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben:

Als erstes danken wir Herrn Urs Stoll, der uns bei der Erstellung der Masterarbeit betreut und begleitet hat. Seine hilfreichen und konstruktiven Feedbacks haben zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein weiteres Dankeschön gilt Herrn Roland Grob, Leiter Energiemission SAK, mit dem wir einen informativen Austausch über Photovoltaikanalgen hatten.

Abschliessend möchten wir Familie und Freunden für die Unterstützung und ihr Verständnis bei zeitlichen Absenzen danken.

St. Gallen, Oktober 2021

Christian Grüninger

Fabian Eberle

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Abkürzungsverzeichnis	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung	1
1.2 Fragestellung und Zielsetzung	1
1.3 Vorgehensweise	1
1.4 Präzisierung und Abgrenzung	2
2 Theoretische Grundlagen	4
2.1 Nachhaltigkeit bei der Erneuerung von Wohnbauten	4
2.2 Grundsätze der Sanierung	4
2.2.1 Was heisst energetisch Sanieren?.....	5
2.2.2 Lebensdauer der Bauteile	6
2.2.3 Alterung der Zyklusgruppen bei Immobilien.....	7
2.3 Wesentliche Fachstellen und Institute	7
2.3.1 Programm EnergieSchweiz.....	7
2.3.2 Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK)	7
2.3.3 Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK)	7
2.3.4 Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE).....	8
2.3.5 Harmonisiertes Fördermodell der Kantone 2015 (HFM 2015).....	8
2.3.6 Das Gebäudeprogramm Schweiz	8
2.4 Rahmenbedingungen und Standards.....	8
2.4.1 Klimapolitik der Schweiz.....	8
2.4.2 Gebäudeprogramm Schweiz Stand 2020	9
2.4.3 Baubewilligung	10
2.4.4 Standards	10
2.4.5 Minergie.....	10
2.4.6 GEAK.....	11
2.5 Finanzen.....	11
2.5.1 Hypotheken	11
2.5.2 Vorsorgegelder.....	12
2.5.3 Steuern	12
2.6 Förderungen und Subventionen.....	13
2.6.1 Harmonisiertes Fördermodell der Kantone 2015 (HFM 2015).....	13
2.6.2 Förderbeitragsbedingungen	15
2.6.3 Abwicklung des Gesuches	15
3 Sanierungsvarianten und Strategien	16
3.1 Photovoltaik	16
3.1.1 Grundlage/Einleitung.....	16
3.1.2 Funktionsweise und Ausführungen	16

3.1.3	Einschränkungen und Auflagen	17
3.1.4	Kosten einer Photovoltaikanlage.....	17
3.1.5	Optimierungsmöglichkeiten	18
3.2	Heizungen	18
3.2.1	Grundlage/Einleitung.....	18
3.2.2	Funktionsweise und Ausführungen	19
3.2.2.1	System Luft.....	19
3.2.2.2	System Wasser.....	19
3.2.2.3	System Erdreich	20
3.2.3	Einschränkungen/Auflagen	20
3.2.4	Kosten Wärmepumpe.....	20
3.2.5	Förderungsbeiträge	21
3.2.6	Wirtschaftlichkeitsrechnung.....	21
3.3	Aussenhülle	22
3.3.1	Grundlagen.....	22
3.3.2	Aussenwärmedämmung Fassade.....	22
3.3.2.1	Funktionsweise und Ausführungen	23
3.3.2.2	Kosten Fassadendämmung	23
3.3.2.3	Förderbeiträge	24
3.3.2.4	Einschränkungen und Auflagen	24
3.3.3	Fenster	24
3.3.3.1	Funktionsweise und Ausführungen	24
3.3.3.2	Förderbeiträge	25
3.3.4	Dach	25
3.3.4.1	Funktionsweise und Ausführungen	25
3.3.4.2	Kosten Dachdämmung	26
3.3.4.3	Förderbeiträge	27
3.3.5	Estrich- und Kellerboden.....	27
3.3.5.1	Funktionsweise und Ausführungen	27
3.3.5.2	Kosten	28
3.3.5.3	Förderbeiträge	28
4	Kostentransparenz	29
4.1	Einleitung.....	29
4.2	Erstinvestition	29
4.2.1	Photovoltaik.....	29
4.2.2	Heizungsanlage.....	30
4.2.3	Aussenhülle.....	30
4.2.4	Unterhalts-, Betriebs- und Folgekosten.....	31
4.2.5	Photovoltaik.....	31
4.2.6	Heizung	32
4.2.7	Aussenhülle.....	33
4.3	Übersicht Lebenszykluskosten.....	34
5	Umsetzung einer energetischen Sanierung.....	36
5.1	Musterablauf einer energetischen Sanierung.....	36
5.2	Musterprozess einer energetischen Sanierung	37
6	Diskussion.....	38

6.1	Erkenntnisse aus Sicht der Immobilienökonomie	38
6.2	Interpretation der Ergebnisse	38
6.3	Ausblick	39
7	Literaturverzeichnis	41
Anhang A	44
Anhang B	45
Anhang C	46
Anhang D	47
Anhang E	48
Anhang F	49
Anhang G	50
Anhang H	51
Nutzungs-/Verwendungsrechte an der Masterarbeit	52
Erklärung	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: energetisch Sanieren (twentyonecelsius, 2021)	I
Abbildung 2: Lebensdauertabelle (HEV Schweiz, 2021)	6
Abbildung 3: Alterung Zyklusgruppen Immobilien (Stoll, 2021, S. 37)	7
Abbildung 4: Treibhausgase in der Schweiz in unterschiedlichen Sektoren (BAFU, 2016)	8
Abbildung 5: Auszahlungen Gebäudeprogramm (Gebäudeprogramm Schweiz, 2021, S. 4)	9
Abbildung 6: Minergie-Labels (Minergie Schweiz, 2021)	11
Abbildung 7: Massnahmen Harmonisiertes Fördermodell (HFM, 2016, S. 7)	14
Abbildung 8: Empfehlung Grundstruktur HFM (HFM, 2016, S. 12)	15
Abbildung 9: Ausführungsmöglichkeiten Photovoltaikanlagen (Swissolar, 2021)	16
Abbildung 10: Systemausführungen Wärmepumpen (Heizsystem Wärmepumpe, 2021)	19
Abbildung 11: Heizungsvergleich Leistung (CKW, 2021)	21
Abbildung 12: Wärmeverluste über Aussenhüllen (Clever Sanieren, 2010, S. 3)	22
Abbildung 13: Dämmung Aussenwand (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 35)	23
Abbildung 14: Ausführungsvarianten Fassaden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 33)	23
Abbildung 15: Kosten Fassadendämmung (energieheld Schweiz, 2021)	24
Abbildung 16: Unterschied Zweifach- und Dreifachverglasung (Clever Sanieren, 2010, S. 7) ..	25
Abbildung 17: Unterschied Kaltdach/Warmdach (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 47)	26
Abbildung 18: Kosten Dachdämmung (energieheld Schweiz, 2021)	26
Abbildung 19: Estrichbodendämmung (Clever Sanieren, 2010, S. 7)	27
Abbildung 20: Kellerbodendämmung (Clever Sanieren, 2010, S. 9)	28
Abbildung 21: Musterprozess energetische Sanierung (Quelle: eigene Abbildung)	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lebensdauer Bauteile (eigene Abbildung)	6
Tabelle 2: Einschränkungen und Auflagen Wärmepumpensysteme (energieheld Schweiz, 2021) ...	20
Tabelle 3: Eckdaten Beispielgebäude (eigene Darstellung)	29
Tabelle 4: Investitionskosten Photovoltaik (eigene Darstellung, Quelle im Anhang A)	29
Tabelle 5: Investitionskosten Heizungsanlage (eigene Darstellung, Quelle im Anhang B)	30
Tabelle 6: Investitionskosten Aussenhülle (eigene Darstellung, Quelle im Anhang C)	31
Tabelle 7: Jährliche Betriebskosten Photovoltaik (eigene Darstellung, Quelle im Anhang D) ...	32
Tabelle 8: Jährliche Betriebskosten Heizung (eigene Darstellung, Quelle im Anhang E)	32
Tabelle 9: Instandsetzung und Erneuerung (eigene Darstellung, Quelle im Anhang F)	34

Abkürzungsverzeichnis

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
EFH	Einfamilienhaus
EnDK	Konferenz Kantonaler Energiedirektoren
EnFK	Konferenz Kantonaler Energiefachstellen
GEAK	Gebäudeenergieausweise der Kantone
HEV	Hauseigentümerverband
HFM	Harmonisiertes Fördermodell der Kantone
JAZ	Jahresarbeitszahl (Produktion Wärme aus kWh)
KLEIV	kleine Einmalvergütung Photovoltaikanlage
kWp	kilo Watt peak (Höchstleistung)
MuKE	Mustervorschriften Kantonaler Energiebereich
NNBS	Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz
SAK	St. Gallisch – Appenzellische Kraftwerke AG
SNBS	Standard für nachhaltiges Bauen Schweiz

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Um bei bestehenden Wohnhäusern den Werterhalt sicherzustellen sowie beim Wohnkomfort keine Abstriche hinnehmen zu müssen, sind zyklische Sanierungen unabdingbar. Ist eine grosszyklische Erneuerung in Planung beziehungsweise in den nächsten Jahren zur Ausführung angedacht, wird eine energetische Sanierung zum Thema. Energetische Sanierungen beschränken sich auf einzelne Bauteile, welche Einfluss auf das komplette Gebäude haben.

Soll zum Beispiel lediglich die Heizungsanlage durch eine nachhaltigere Anlage ersetzt werden, die Aussenhülle und Wärmeverteilung dabei aber ausser Acht gelassen werden, muss im gravierendsten Falle mit einer Verschlechterung des Wohnkomforts gerechnet werden.

Eine Übersicht über das bestehende breite Angebot auf dem Markt zu erlangen, ist schwierig und die Abläufe einer Sanierung sind oftmals unklar. Welche Verbesserungen vom Staat, Kanton oder der Gemeinde subventioniert beziehungsweise gefördert werden, sind auf den ersten Blick nicht klar.

Eine gebündelte Übersicht über die energetische Sanierung, welche nicht nur Initialkosten, sondern das gesamte Kosten- und Nutzenspektrum abbildet, ist kaum zu finden. Bei zahlreichen Informationen und Wegleitungen ist ein Vorwissen erforderlich, bei welchem ein Laie auf fachkundige Unterstützung angewiesen ist.

1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Sobald eine umfassende Sanierung eines Wohnbaus ansteht oder die bestehende Haustechnik ersetzt werden muss, stellt sich die Frage nach dem weiteren Vorgehen. Zentral ist dabei der Punkt, ob der Eigentümer die Bauteile gleichwertig ersetzen oder durch Mehrkosten energetisch aufwerten soll.

Dabei ist zahlreichen Hausbesitzern unklar, wann und ob sich die Mehrkosten wirtschaftlich rechnen lassen, wie vorgegangen werden soll und wer Unterstützung anbietet. Zudem ist offen, an welchem Punkt auf der Zeitachse einer Immobilie eine energetische Sanierung sinnvoll ist.

Mit der Arbeit soll transparent aufgezeigt werden, ob eine energetische Sanierung Vorteile mit sich bringt und wie die Massnahmen in den Lebenszyklus einer älteren Immobilie einzuordnen sind.

1.3 Vorgehensweise

Um die Fragestellung detailliert untersuchen, plausibel erklären und systematisch behandeln zu können, ist eine gewisse Themenkompetenz eine Grundvoraussetzung. Folglich werden im zweiten Kapitel die theoretischen Grundlagen ausführlich erläutert. Dazu wird zunächst das übergeordnete Thema Nachhaltigkeit und energetische Sanie-

zung, welches die Basis dieser Abschlussarbeit darstellt, umfassend erklärt. Zentrale Aspekte sind die Beziehung zu den Lebenszyklen einer Immobilie und deren Einfluss auf die Bauteile. Weiterführend werden die wesentlichen Fachstellen und Institute beschrieben, womit aufgezeigt wird, wofür diese verantwortlich beziehungsweise zuständig sind. Diesbezüglich wird erklärt, was die Rahmenbedingungen sind und wie Fördermassnahmen des Bundes erhalten werden können.

Im zweiten Teil der Arbeit wird auf die verschiedenen Massnahmen, die unter energetischem Sanieren verstanden werden, eingegangen. Dazu werden die Bauteile und technischen Systeme ausführlich dargestellt. Der Fokus liegt auf dem Aufzeigen der Möglichkeiten, um bestehende Gebäudeteile ökologisch und wirtschaftlich zu verbessern.

Den Hauptteil der vorliegenden Abschlussarbeit bildet das vierte Kapitel. Darin werden die Informationen aus dem vorangegangenen Kapitel mithilfe eines Musterhauses illustriert. Die Berechnungen und Vergleiche sind dabei der elementare Teil und zeigen die Kosten transparent auf. Weiterführend wurde ein Musterprozess erarbeitet, der die zentralen Punkte zur erfolgreichen energetischen Sanierung auf einen Blick zeigt.

In der Schlussbetrachtung werden die gewonnenen Ergebnisse und bedeutendsten Erkenntnisse aufgezeigt und Antworten auf die Ausgangsfragen gegeben. Darin enthalten sind die Erkenntnisse aus der Arbeit hinsichtlich der Immobilienökonomie, welche sachlich hinterfragt werden.

1.4 Präzisierung und Abgrenzung

In dieser Arbeit über energetische Erneuerungen von Wohnbauten wurde der Fokus auf Ein- und Zweifamilienhäuser gelegt. Auf grössere Bauten wie Mehrfamilienhäuser sowie Industrie- und Bürobauten wird nicht spezifisch eingegangen. Wie im Titel dieser Arbeit angedeutet werden energetische Sanierungen behandelt. Neubauprojekte sowie Kernsanierungen mit noch mehr Möglichkeiten, etwa des Einbaus einer kontrollierten Lüftungsanlage, werden nicht berücksichtigt. Die Möglichkeiten der energetischen Sanierung werden auf die wesentlichen drei Bauteile Aussenhülle, Heizungsanlage und Photovoltaik beschränkt. Diese Bauteile werden je nach Ausgangslage als Einzelmassnahmen oder im Verbund von mehreren Massnahmen saniert. Da bei der Erneuerung von Energieträgern je nach der geografischen Makro- oder Mikrolage der Immobilie nicht alle Möglichkeiten verfügbar sind, wurde bei dieser Arbeit einzig der Einsatz von Wärmepumpen berücksichtigt.

Der steuerliche Vorteil, welcher aus Instandsetzungsmassnahmen und Erneuerungen geltend gemacht werden kann, wird nicht detailliert abgebildet, da dieser Faktor stark abhängig vom Einkommen und Wohnort ist. Zudem werden die mögliche Veränderung des Eigenmietwerts und deren Folgen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Weiter wurde diese Arbeit im Rahmen der politischen Ausgangslage im Zeitraum von Juli bis Oktober 2021 verfasst. Auf die anstehende Abstimmung über die Abschaffung des Eigenmietwerts und die monetären Folgen bezüglich Steuereinsparungen von Sanierungen wird nicht eingegangen.

Sollte der Eigenmietwert abgeschafft werden, haben Hauseigentümer nicht die Möglichkeit, die jährlichen Unterhaltskosten sowie die Hypothekarkosten von den Steuern abzuziehen. Zusätzlich würde auch bei der Investition in Photovoltaik der steuerliche Vorteil entfallen. Zugunsten des Hauseigentümers würde gemäss dem Abstimmungsinhalt der Eigenmietwert nicht mehr besteuert werden.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Nachhaltigkeit bei der Erneuerung von Wohnbauten

Nicht nur in Bezug auf die ökologische Nachhaltigkeit ist das Erneuern des Wohnbaubestands relevant. Ebenso ist es für die gesellschaftliche Dimension der Nachhaltigkeit und die wirtschaftliche Attraktivität eines Standortes bedeutsam. Dabei sind die Forderungen und Interessen zwischen dem Eigentümer und den Mietern bei vermieteten Objekten zum Teil widersprüchlich. Es besteht ein Spannungsfeld zwischen den wirtschaftlichen Interessen der Eigentümer (hohe Renditen), den Qualitätsansprüchen, dem Wunsch der Mieter nach günstigen Mieten und den energetischen Zielsetzungen des Bundes (Hans-Rudolf Schalcher, 2011, S. 72).

Ein immer grösserer Faktor im nachhaltigen Bauen ist die graue Energie der Baustoffe. Dabei geht es um die nicht erneuerbare Primärenergie, welche für die Rohstoffgewinnung, Herstellung, Verarbeitung und Entsorgung der Baustoffe inklusive Transport aufgewendet wird. Heutzutage kann mit dem Bauteilkatalog im Vorhinein berechnet werden, wie viel graue Energie ein Gebäude enthält. Ausgewiesen wird dies in Umweltbelastungspunkten (Primärenergie und CO₂-Emission). Beispielsweise kann auf diese Weise beurteilt werden, wie eine Betondecke im Vergleich zu einer Massivholzdecke hinsichtlich der Umweltbelastung abschneidet. Mit diesen Informationen, der höher werdenden Recyclingquote von Bauteilen und deren bewusstem Einsatz kann die Baubranche nachhaltiger werden. Aufgrund des höheren Preises haben diese Produkte auf dem Markt einen schweren Stand. Mit dem Netzwerk Nachhaltiges Bauen Schweiz (NNBS), welches ein Zusammenschluss zahlreicher Bereiche aus der Baubranche, Forschung, dem Bund und den Kantonen ist, konnten die Grundlagen zur Sensibilisierung und für Vorzeigeprojekte geschaffen werden. Entstanden ist der Standard für Nachhaltiges Bauen Schweiz (SNBS), welcher vorerst eine Orientierungshilfe für Bauherrschaften und Investoren ist (Bundesamt für Umwelt, 2021).

2.2 Grundsätze der Sanierung

Anhand gezielter Massnahmen und regelmässiger Investitionen können die Eigentümer erreichen, dass bestehende Gebäude hinsichtlich des Ausbaustandards, des Energieverbrauchs und des Komforts mit Neubauten mithalten können. Die Gebäude sind somit wieder für die Zukunft gerüstet und auf dem neuesten Stand der Technik. Der Wert der Liegenschaft und die Bausubstanz bleiben dabei erhalten. Um dies zu erreichen, gibt es mehrere Strategien. Sowohl Einzel- wie auch gebündelte Massnahmen führen zum Ziel. Zweifelsohne bietet eine Sanierung den idealen Zeitpunkt, den Energieverbrauch des Gebäudes unter die Lupe zu nehmen und nachhaltig zu reduzieren. Beispielsweise können fossile durch erneuerbare Energieträger ersetzt werden. Dabei leisten die Eigentümerinnen und Eigentümer zusätzlich einen Beitrag zum Klimaschutz und senken zugleich die Betriebskosten der Liegenschaft, was wiederum notwendig ist, damit die angepeilten ambitionierten Energie- und Klimaziele der Schweiz erreicht werden können (EnergieSchweiz, 2021).

Infolge besseren Dämmmaterials lässt sich der Wärmebedarf von Gebäuden, die vor dem Jahr 1990 erbaut wurden, um die Hälfte reduzieren. Mit dem Wechsel einer fossilen Heizung auf erneuerbare Energien können die CO₂-Emissionen auf beinahe null reduziert werden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 6).

Es lohnt sich hierfür, den Blickwinkel auf einen längeren Zeithorizont zu richten. Hausbesitzer wird empfohlen, die Bedürfnisse und notwendigen Massnahmen gemäss der zukunftsorientierten Wohnvision zu formulieren. Relevant dafür ist, wie und von wem die Immobilie zukünftig genutzt wird und ob Ausnutzungsreserven auf dem Grundstück vorhanden sind beziehungsweise Erweiterungen möglich wären. Damit dies für die Eigentümer überhaupt zum Thema werden kann, ist eine frühzeitige Planung und Kontrolle der Finanzen unumgänglich. Bestenfalls werden für solche Vorhaben jährlich Rückstellungen getätigt. In der Immobilienbranche ist die Rede von ein bis zwei Prozent des Gebäudeneuwertes (teuerungsbereinigt) (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 6).

2.2.1 Was heisst energetisch Sanieren?

Für die energetische Sanierung gibt es keine Musterlösung. Es werden basierend auf der genauen Aufnahme des Ist-Zustandes die für das Objekt sinnvollsten Massnahmen aufgezeigt. Dabei werden Gebäude oder Gebäudeteile in verschiedenen Bereichen optimiert und erneuert. Der Fokus liegt auf qualitativ hochwertiger oder zusätzlicher Dämmung sowie dem Produzieren nachhaltigen Stroms und erneuerbarer Heizsysteme. Dabei steht nicht einzig die Reduktion der Energiekosten für den Eigentümer im Zentrum, sondern auch der umweltschonende Energieverbrauch, ein besseres Wohnklima und der Werterhalt des Gebäudes. Aus Kostengründen können sich nur wenige Eigentümer eine komplette energetische Sanierung ihres Gebäudes leisten. In diesen Fällen ist es zentral, dass die einzelnen Massnahmen aufeinander abgestimmt sind. Beispielsweise ist es ratsam, den Fensterersatz mit einer zusätzlichen Fassadendämmung zu kombinieren und erst in einem weiteren Schritt die Heizung zu ersetzen. Unnötige Wärmeverluste infolge von Wärmebrücken und der Einbau einer überdimensionierten Heizung können dadurch umgangen werden (Ausbau und Fassade, 2021).

2.2.2 Lebensdauer der Bauteile

Die nachfolgende Abbildung des Hauseigentümergebietes zeigt die Lebensdauer der einzelnen Bauteile einer Liegenschaft.



Abbildung 2: Lebensdauertabelle (HEV Schweiz, 2021)

Für die Massnahmen einer energetischen Sanierung sind primär die folgenden Bauteile von Relevanz.

Fassade	40–50 Jahre
Fenster	25–30 Jahre
Flachdach	30 Jahre
Heizkessel/Wärmepumpe	20 Jahre
Schrägdach	50 Jahre
Sonnenkollektoren	20–25 Jahre

Tabelle 1: Lebensdauer Bauteile (eigene Abbildung)

Je nach Bausystem und Qualität der Bauteile können diese Lebensdauer-Richtwerte von Objekt zu Objekt abweichen. Sie zeigen dem Eigentümer, wie sich die Immobilie entwertet, und sind dadurch die Treiber von Sanierungen. Ein Übersichtsbeispiel dazu folgt in Kapitel 4.3 unter, Übersicht Lebenszykluskosten (HEV Schweiz, 2021).

2.2.3 Alterung der Zyklusgruppen bei Immobilien

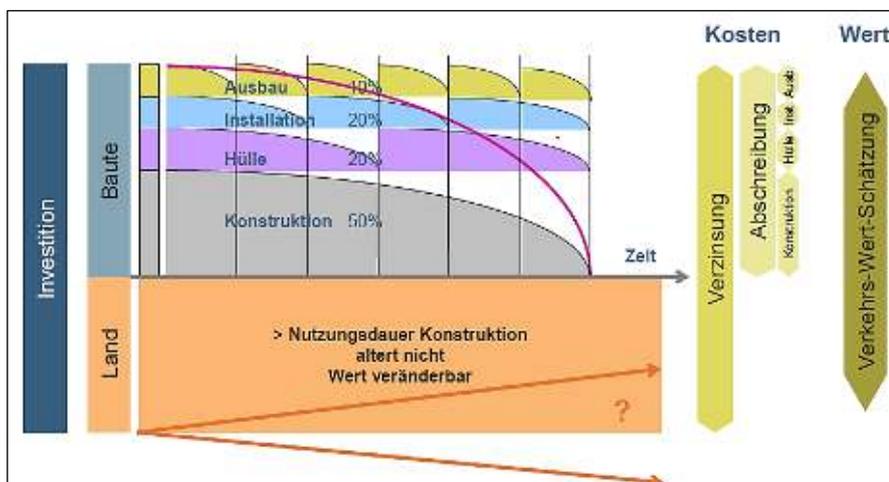


Abbildung 3: Alterung Zyklusgruppen Immobilien (Stoll, 2021, S. 37)

Abbildung 3 zeigt, wie sich die Investition in eine Immobilie zusammensetzt und über die Zeit verändert. Das Land altert nicht, kann jedoch im Wert im Vergleich zur ursprünglichen Investition sinken oder steigen. Die Alterung der vier Zyklusgruppen Konstruktion, Hülle, Installation und Ausbau ist nicht vermeidbar. Mit periodischen werterhaltenden oder wertvermehrenden Investitionen kann die Investition jedoch werthaltig bleiben. Wie lange eine Immobilie schlussendlich stehen bleibt, ist abhängig von Nutzung, Standort, Strategie und Zustand. In der Immobilienbranche wird mit einer grundsätzlichen Lebensdauer von 100 Jahren kalkuliert. Anschliessend bräuchte es theoretisch eine Kernsanierung oder einen Ersatzneubau (Stoll, 2021, S. 37).

2.3 Wesentliche Fachstellen und Institute

2.3.1 Programm EnergieSchweiz

Mit dem Programm EnergieSchweiz fördert der Bundesrat erneuerbare Energien und die Energieeffizienz von Gebäuden. Das Ziel ist es, die Eigentümer/-innen für Energiethemata zu sensibilisieren und Fachkräfte entsprechend aus- und weiterzubilden (EnergieSchweiz, 2021).

2.3.2 Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK)

Die Konferenz kantonaler Energiedirektoren gilt als Energie-Kompetenzzentrum der Kantone. Sie fördert und koordiniert die gemeinsamen Interessen der Kantone bezüglich Energiefragen. Ein Teil der EnDK ist die Energiefachstellenkonferenz EnFK, welche die fachtechnischen Fragen bearbeitet (EnDK, 2021).

2.3.3 Konferenz Kantonaler Energiefachstellen (EnFK)

Diese Fachstelle soll die Zusammenarbeit der Kantone fördern und koordinieren. Gemäss der Bundesverfassung sind primär die Kantone für die Massnahmen, die den Verbrauch von Energie in Gebäuden betreffen, federführend (EnDK, 2021).

2.3.4 Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)

Die Mustervorschriften der Kantone (MuKE) geben Empfehlungen zur konkreten Umsetzung im kantonalen Bau- und Energierecht ab. Dabei werden Massnahmen zur Stärkung der Energieeffizienz gefördert (MuKE, 2014).

2.3.5 Harmonisiertes Fördermodell der Kantone 2015 (HFM 2015)

Das HFM-2015-Dokument soll den Kantonen als Grundlage bei der Förderung von erneuerbaren Energien und einer sparsamen Energienutzung dienen. Basis dazu sind die gesetzlichen Bestimmungen des Bundes und der Kantone. Das Dokument wurde im Jahr 2016 revidiert. (HFM, 2016).

2.3.6 Das Gebäudeprogramm Schweiz

Das Gebäudeprogramm basiert auf Artikel 34 des CO₂-Gesetzes und ist ein zentraler Eckpfeiler des Bundes und der Kantone hinsichtlich der Schweizer Energie- und Klimapolitik. Für Eigentümer lässt sich dort viel Informatives zu den Themen Reduktion des Energieverbrauchs und CO₂-Austoss finden. Die Basis des Gebäudeprogramms ist das HFM 2015 (Gebäudeprogramm Schweiz, 2021).

2.4 Rahmenbedingungen und Standards

2.4.1 Klimapolitik der Schweiz

Der Gebäudepark Schweiz ist ein bedeutender Faktor, wenn es um die Erreichung der schweizerischen Klimaziele geht. Die Gebäude verbrauchen rund 45 % der gesamten Energie und stossen dabei beinahe ein Drittel der schweizerischen CO₂-Emissionen aus. Wie in Abbildung 4 erkennbar ist, sind über 20 % des gesamten Energieverbrauches bei privaten Haushalten angefallen. Ein Grossteil ist auf die fossile Energie zurückzuführen. Rund zwei Drittel der Gebäude werden mit fossiler Energie beheizt (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 62).

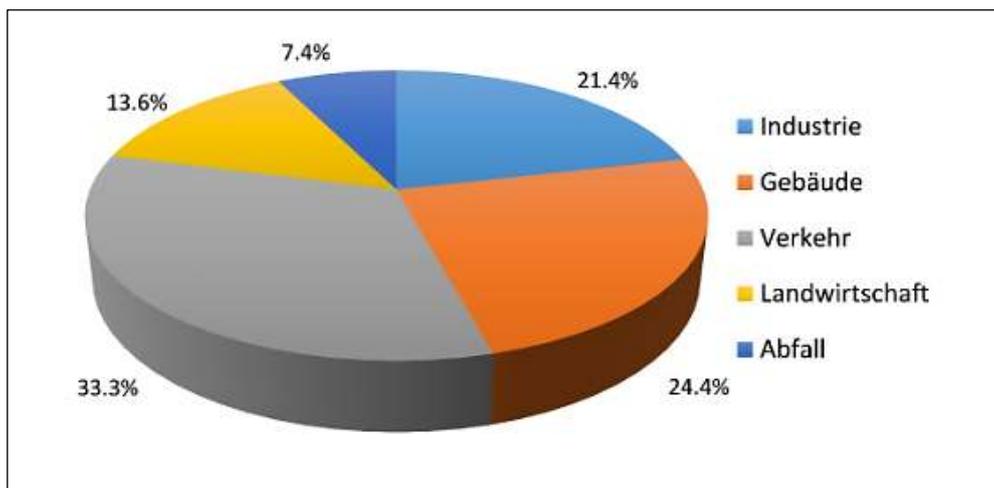


Abbildung 4: Treibhausgase in der Schweiz in unterschiedlichen Sektoren (BAFU, 2016)

Das CO₂-Gesetz besagt, dass Neubauten, welche ab dem Jahr 2023 erstellt werden, kein CO₂ mehr ausstossen dürfen. Jedoch dürfen bei bestehenden Bauten nach wie vor Öl- und Gasheizungen eingebaut werden. Die Voraussetzung sind ausreichend isolierte Bauten, die den Grenzwert von 20 Kilogramm CO₂ pro Quadratmeter nicht übersteigen (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 62).

Damit diese Werte verbessert werden, benötigt es ein Umdenken bezüglich der Energieversorgung. Dazu liegen diverse Massnahmen mit Verbesserungspotenzial bei Gebäudesanierungen auf der Hand. Fossile Heizungen, welche mit Öl oder Gas betrieben werden, sollen durch Holzsnitzelheizungen oder Wärmepumpen ersetzt werden. Gebäudehüllen können zusätzlich gedämmt und der Bedarf an elektrischer Energie kann mit Solar-, Wind- oder Wasserkraft abgedeckt werden (Schürpf, 2021).

2.4.2 Gebäudeprogramm Schweiz Stand 2020

Basierend auf den Daten von Gebäudeprogramm Schweiz sind im Jahr 2020 über eine Million Häuser in der Schweiz energetisch dringend sanierungsbedürftig. Rund zwei Drittel aller Gebäude in der Schweiz werden nach wie vor fossil oder elektrisch beheizt. Seit der Lancierung des Gebäudeprogramms im Jahre 2010 sind mittels Massnahmen 2,5 Milliarden kWh Energie und 660'000 Tonnen CO₂ eingespart worden. Im Jahr 2020 wurden rund 299 Millionen CHF an Fördergeldern ausbezahlt, was trotz der Pandemie rund 13 % mehr sind als im Jahr 2019. Seit 2010 ist das so viel wie noch nie. Am meisten Auszahlungen gab es im Bereich der Haustechnik sowie der Systemsanierungen (Sanierungen nach Minergie oder GEAK-Klassierung). Abbildung 5 zeigt die geförderten Gewerke in Millionen CHF des Gebäudeprogramms seit deren Lancierung im Jahr 2010. Auffallend ist, dass anhaltend seit 2011 mit Abstand am meisten in eine verbesserte Wärmedämmung investiert wird. Zudem haben umfangreichere Systemsanierungen nach Minergie oder GEAK-Klassen seit 2017 an Bedeutung gewonnen (Gebäudeprogramm Schweiz, 2021, S. 2).

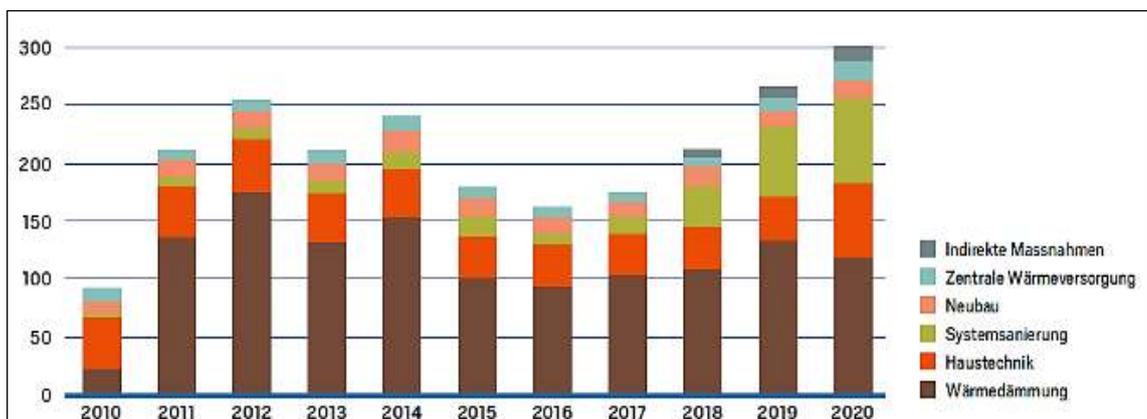


Abbildung 5: Auszahlungen Gebäudeprogramm (Gebäudeprogramm Schweiz, 2021, S. 4)

2.4.3 Baubewilligung

Diverse bauliche Anpassungen können zur Folge haben, dass eine Baubewilligung bei einer Sanierung vorausgesetzt wird. Gerade wenn die architektonische Gestaltung eines Gebäudes verändert wird, sind Baubewilligungen kaum mehr abzuwenden. Darunter fallen grössere Veränderungen an der Gebäudehülle, Anbauten, Aufbauten und Nutzungsänderungen (z.B. Ausbau Dachgeschoss). Wird die Gestaltung/Struktur des Gebäudes nicht wesentlich verändert, kann ein vereinfachtes Verfahren (Anzeigeverfahren) ausreichen. Genauere Auskunft darüber erteilt die örtliche Bauverwaltung der Gemeinden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 11).

Bei einer rechtmässigen Umsetzung eines Bauvorhabens gibt es drei Wege nach (Ratgeber Baubewilligung, 2011, S. 3):

- Das Vorhaben braucht aufgrund der Geringfügigkeit und der geltenden Vorschriften keine Baubewilligung.
- Das Vorhaben kann im vereinfachten Verfahren realisiert werden (Anzeigeverfahren).
- Aufgrund der Massnahmen braucht es eine ordentliche Baubewilligung mit Publikation.

Es gibt aber auch besondere Regelungen nach (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 11):

- Es braucht nicht für jeden Heizungsersatz ein Baubewilligungsverfahren (unterschiedlich auf kantonaler und gemeindlicher Ebene).
- Für Erdwärmebohrungen braucht es eine Gewässerschutzbewilligung.
- Bei Solaranlagen braucht es lediglich eine Baubewilligung, sofern das Gebäude unter Denkmalschutz oder in einer Schutzzone steht. Alle weiteren Anlagen müssen anhand eines Meldeformulars vor Baubeginn der zuständigen Behörde gemeldet werden.

2.4.4 Standards

Folgend werden die wesentlichen baulichen Standards erläutert. Diese Standards sind geschützt und lediglich über eine verifizierte Fachstelle zu erlangen.

2.4.5 Minergie

Minergie ist ein Label, das in der Schweiz für nachhaltiges Bauen steht. Dabei wird die Qualitätssicherung von der Planungsphase bis zur Inbetriebnahme definiert. Die Bauten sollen einen möglichst geringen Energiebedarf vorweisen und einen Grossteil davon aus erneuerbaren Energiequellen beziehen.

Im Fokus stehen überdurchschnittliche Energie-, Komfort- und Qualitätsansprüche der Bauherren und Planern. Dabei unterscheidet (Minergie Schweiz, 2021) die Labels in folgende Kategorien.

Minergie-P: Das sind Bauten, die sich insbesondere durch ihre herausragende Gebäudehülle und den dadurch generierten Wohnkomfort auszeichnen.

Minergie-A: Minergie-A-Bauten sind energetisch unabhängig. Diese Gebäude produzieren mehr Energie, als sie verbrauchen, und das bei maximalem Komfort.

Minergie-Eco: Ein Minergie-Eco-Bau zeichnet sich durch noch höhere Gesundheits- und Umweltstandards aus, indem noch spezifischer auf nachhaltige Materialien und Systeme zurückgegriffen wird.



Abbildung 6: Minergie-Labels (Minergie Schweiz, 2021)

2.4.6 GEAK

Mit dem Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) kann der Ist-Zustand von Gebäuden eruiert werden. Das Gebäude wird mit einer Klassierung von A–G bewertet. Je niedriger der Wert ist, umso umfangreicher gilt es die Sanierung zu planen. Bei einem GEAK Plus werden neben dem energetischen Ist-Zustand noch drei auf das Gebäude abgestimmte energetische Modernisierungen aufgezeigt (GEAK, 2021).

2.5 Finanzen

2.5.1 Hypotheken

Zahlreiche Banken sind bereit, einen Kredit für Sanierungen zu gewähren, sofern 20 % Eigenkapital wie bei der Eigenheimfinanzierung eingehalten werden können. Eine verbreitetere Methode ist jene des Aufstockens der bestehenden Hypothek. Das heisst, wenn die ursprüngliche Finanzierung mit mehr als 20 % Eigenkapital abgesichert ist, kann bis zur Belehnungsgrenze auch Geld der bestehenden Hypothek beigezogen werden. Es wird empfohlen, die unterschiedlichen Hypothekarmodelle zu vergleichen, da die Hypothekarzinsse somit stark beeinflusst werden. Es gibt im Rahmen von energeti-

schen Sanierungen auch Situationen, in denen sich trotz genügend Bonität eine Hypothek nicht lohnt, beziehungsweise diese nicht von der Bank gewährt wird. Bankkredite sind zudem infolge hoher Verzinsung nicht zu empfehlen. Kleine Beträge für Sanierungen werden am besten über die jährlichen Rückstellungen direkt abgewickelt.

In der Gegenwart sind immer mehr Banken bereit, Spezialhypotheken anzubieten, sofern die Sanierungsmassnahmen über den gesetzlichen Mindestanforderungen liegen. Solche Investitionen sind oftmals auch mit vergünstigten Hypothekarzinsen oder Pauschalbeträgen verbunden. Um diese zu erwerben, müssen gewisse Energiestandards wie der GEAK oder Minergie eingehalten werden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 23).

2.5.2 Vorsorgegelder

Für die Finanzierung von Umbauten und Sanierungen dürfen auch Vorsorgegelder ausgelöst werden. Eine Bedingung ist, dass die Liegenschaft selbst bewohnt ist. Auch die gebundene Vorsorgesäule 3a kann für gewisse Massnahmen ausgelöst werden, beispielsweise bei einer Sanierung der Gebäudehülle, dem Anbau eines Wintergartens oder dem Küchenersatz (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 23).

2.5.3 Steuern

Wenn energetische Sanierungen in mehreren Etappen (über Jahre) umgesetzt werden, können in der Regel bei den Steuern mehr Abzüge gemacht werden. Prinzipiell gilt: alle werterhaltenden Investitionen können in der jeweiligen Steuerperiode von den Vermögenssteuern abgezogen werden. Hingegen müssen wertvermehrende Investitionen wie zum Beispiel Balkonvergrösserungen, ein Ausbau des Dachstockes und der Bau eines Wintergartens normal versteuert werden. Bei einer kompletten Gesamterneuerung darf die Eigentümerschaft maximal drei Steuerperioden gestaffelte Abzüge machen. Die Kosten können demnach auf die zwei nachfolgenden Steuerjahre übertragen werden. Diese Gesetzesänderung erfolgte im Rahmen der vom Volk angenommenen Energiestrategie 2050 per 1. Januar 2020. Bis dahin durften lediglich im gleichen Jahr die Abzüge getätigt werden. Eine weitere Neuerung gab es bezüglich der Rückbaukosten. Liegenschaftseigentümer dürfen bei einem Ersatzneubau (innert angemessener Frist) die Rückbaukosten von den Steuern abziehen. Auch das kann auf zwei Folgeperioden vorgetragen werden. Die Steuervorteile gibt es lediglich für den Teil, der nicht mit Förderbeiträgen subventioniert wurde (HEV, 2019) (Gebäude Erneuern, 2019, S. 58) (Steuerverwaltung, 2018).

Bei gemischten Investitionen (warterhaltend und wertvermehrend) müssen die Arbeiten aufgeteilt werden. Bei diesen Fällen gibt es einen Abzug nach den effektiven Kosten oder durch einen Pauschalabzug. Beim Bund und in zahlreichen Kantonen beträgt der Pauschalabzug bei bis zu zehn Jahre alten Liegenschaften 10 % des Eigenmietwerts. Bei noch älteren Liegenschaften können es bis zu 20 % sein. Durch die Sanierung kann es auch dazu kommen, dass sich der Eigenmietwert der Liegenschaft erhöht, was wiederum den Steuervorteil reduzieren würde (EnergieSchweiz, 2021, S. 24).

Nicht abziehbar sind Kosten für Aushubarbeiten (Ersatzneubau), Altlastensanierungen, Geländeverschiebungen, Rodungen und Planierungsarbeiten. Bei der Abrechnung für die Steuerbehörde gilt es darauf zu achten, dass die Energiesparmassnahmen getrennt von den übrigen werterhaltenden Unterhaltskosten ausgewiesen sind (HEV, 2019).

2.6 Förderungen und Subventionen

2.6.1 Harmonisiertes Fördermodell der Kantone 2015 (HFM 2015)

Das Dokument des HFM aus 2015 soll den Kantonen als Grundlage bei der Förderung von erneuerbaren Energien und einer sparsamen Energienutzung dienen. In diesem Dokument werden Massnahmen im Gebäudebereich gelistet, welche finanzielle Förderungen innerhalb der gesetzlichen Rahmenbedingungen durch die CO₂-Abgaben erhalten können. Es werden ausschliesslich Investitionsmassnahmen in Bauten und Anlagen unterstützt. Aus- und Weiterbildungen, Informationsarbeit und Beratung sind kein Teil des HFM. Insbesondere werden Förderbeitragsbedingungen sowie Untergrenzen für die angebotenen Fördersätze anhand spezifischer Anforderungen je Massnahme empfohlen. Dazu gibt es Richtwerte zum Energiebedarf, zu den CO₂-Emissionen sowie zu den Investitionen, wo finanzielle Unterstützung angeboten werden kann.

Das HFM 2015 wird in die drei Themenbereiche Gebäudesanierung (Hülle und Haustechnik), Neubauten und Wärmenetzprojekte gegliedert. Diese wiederum umfassen 18 Massnahmen, welche durch den HFM zu einem grossen Teil abgedeckt werden. Details dazu sind Abbildung 7 zu entnehmen (HFM, 2016, S. 4).

Tabelle 1: Massnahmen des HFM 2015, strukturiert nach Themenbereich					
Kapitel	Abschnitt	Massnahme	Basisförderprogramm? *	Bezeichnung HFM 2015	Bezeichnung HFM 2009 BFE 2013a
Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen (Kap. 2)	Wärmedämmung (2.1)	Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich	✓	M-01	U7
	Installation Holzfeuerung (2.2)	Stückholzfeuerung, Pelletfeuerung mit Tagesbehälter	✓	M-02	H1
		Automatische Holzfeuerung bis 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	✓	M-03	H2
		Automatische Holzfeuerung über 70 kW _{FL} Feuerungswärmeleistung	✓	M-04	H3a, H3b
	Installation Wärmepumpe (2.3)	Luft/Wasser-Wärmepumpe	✓	M-05	WP1
		Sole/Wasser-, Wasser/Wasser-Wärmepumpe	✓	M-06	WP1
	Anschluss an ein Wärmenetz (2.4)	Anschluss an ein Wärmenetz	✓	M-07	W1, W2, H4
	Installation Solarkollektor (2.5)	Solarkollektoranlage	✓	M-08	S1, S2, S3
Installation Wohnungslüftung (2.6)	Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung	x	M-09	U12	
Gebäudesanierung in umfangreichen Etappen (Kap. 3)	Verbesserung GEAKEffizienzklasse (3.1)	Verbesserung GEAKEffizienzklasse Gebäudehülle und Gesamtenergieeffizienz	✓	M-10	-
	Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf (3.2)	Reduktion Heizwärme- und Endenergiebedarf	✓	M-11	-
Umfassende Gebäudesanierung ohne Etappierung (Kap. 4)	Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (4.1)	Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat	✓	M-12	U1, U2, U15, U16, U18, U19, U20, U21
	Gesamtsanierung mit GEAKEffizienzklasse (4.2)	Umfassende Gesamtsanierung mit GEAKEffizienzklasse	✓	M-13	U23, U24, U25, U26
	Bonus für umfassende Sanierung (4.3)	Bonus Gebäudehülleneffizienz	x	M-14	-
		Bonus Gesamtenergieeffizienz	x	M-15	-
Neubauten (Kap. 5)	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P (5.1)	Neubau/Ersatzneubau Minergie-P	x	M-16	U3, U4, U5, U17
	Neubau/Ersatzneubau GEAKEffizienzklasse A/A (5.2)	Neubau/Ersatzneubau GEAKEffizienzklasse A/A	x	M-17	-
Wärmenetzprojekte (Kap. 6)	-	Neubau/Erweiterung Wärmenetz, Neubau/Erweiterung Wärmezeugungsanlage	x	M-18	W1, W2, H3a, H3b, H4

* Bei den Gebäudesanierungen ist die finanzielle Förderung im energie- und klimapolitischen Instrumentenmix von Bund und Kantonen ein Schlüsselinstrument. Daher zeigt das HFM 2015 auf, wie ein harmonisiertes „Basisförderprogramm“ in diesem Kernbereich aussehen könnte. Der Vorschlag gemäss HFM, der im folgenden Abschnitt 1.4 ausführlich erläutert ist, berücksichtigt dabei die Botschaft des Bundesrats zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie (BR 2013) sowie die starken Anstrengungen der Kantone im gesetzgeberischen Bereich der letzten Jahre sowie der Zukunft (MuKE 2014).

Abbildung 7: Massnahmen Harmonisiertes Fördermodell (HFM, 2016, S. 7)

Das HFM 2015 zeigt drei Basisförderprogramm-Varianten auf, die beliebig mit Zusatzmassnahmen ergänzt werden können. Es wird unterschieden zwischen der Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen, der Sanierung in umfangreichen Etappen und der umfassenden Sanierung ohne Etappen. In Abbildung 8 ist zu sehen, was für die Förderung der entsprechenden Varianten umgesetzt werden muss. Beispielsweise könnte bei der Programmvariante 1 die Massnahme M-05 der Ersatz einer Heizöl-, Gas- oder Elektroheizung sein. Der Wechsel zu einer Wärmepumpe wäre demnach förderbeitragsberechtigt, sofern die Bedingung eingehalten wird, dass die Anlage als Hauptheizung eingesetzt wird (HFM, 2016, S. 8/9).

Empfehlungen zur Grundstruktur des Förderprogramms sowie Optionen zu dessen Ergänzung			
Basisförderprogramm Mindestens eine Variante muss angeboten werden.	Programmvariante 1, Gebäudesanierung mit Einzelmassnahmen Wärmedämmung (M-01) Holzfeuerung (M-02, M-03, M-04) Wärmepumpe (M-05, M-06) Wärmenetzanschluss (M-07) Solarkollektor (M-08)	Programmvariante 2, Sanierung in umfangreichen Etappen Verbesserung GEAK-Effizienzklasse (M-10) und/oder Reduktion Heizwärme- und Heizenergiebedarf (M-11)	Programmvariante 3, umfassende Sanierung ohne Etappierung Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (M-12) und/oder umfassende Gesamtsanierung mit GEAK (M-13)
Optionale ergänzende Massnahmen je Programmvariante	Wohnungslüftung (M-09)	Bonus umfassende Gebäudesanierung (M-14 und/oder M-15)	Neubauten (M-16 und/oder M-17)
	Bonus umfassende Gebäudesanierung (M-14 und/oder M-15)	Neubauten (M-16 und/oder M-17)	Wärmenetzprojekte (M-18)
	Neubauten (M-16 und/oder M-17)	Wärmenetzprojekte (M-18)	
	Wärmenetzprojekte (M-18)		

Abbildung 8: Empfehlung Grundstruktur HFM (HFM, 2016, S. 12)

2.6.2 Förderbeitragsbedingungen

Die Förderbeitragsobergrenze ist mit maximal 50 % der Gesamtinvestition eines Projektes definiert. Projekte in kleinerer Ausführung, bei denen der Förderbeitrag unter CHF 1000.- liegt, werden nicht gefördert. Weiter ist der Vermieter verpflichtet, die gewinnbringenden Förderbeitragsinvestitionen, die zur Reduktion der Liegenschaftskosten beitragen, der Mieterschaft zu überwälzen (HFM, 2016, S. 13).

2.6.3 Abwicklung des Gesuches

Die Fördergesuche müssen vor Baubeginn vollständig eingereicht werden. Unvollständige Gesuche werden nicht behandelt und bereits im Bau oder fertiggestellte Projekte werden nicht mehr unterstützt. Die Kantone behalten sich das Recht vor, weitere Unterlagen einzufordern und Vor-Ort-Kontrollen durchzuführen. Wird ein Förderbeitrag infolge falscher Angaben ausbezahlt, kann dieser vom Kanton wieder zurückgefordert werden (HFM, 2016, S. 13).

3 Sanierungsvarianten und Strategien

3.1 Photovoltaik

3.1.1 Grundlage/Einleitung

Photovoltaikanlagen können grundsätzlich bei jedem Gebäude installiert werden. Um die Nachrüstungskosten im Rahmen zu halten, sind diverse Punkte vorgängig zu prüfen. Die Dachkonstruktion sollte die Lebensdauer der Solar-Module überdauern. Bei einer anstehenden Dachsanierung kann die Anlage auch ins Dach integriert werden und damit Dachziegel ersetzen. Die produzierte elektrische Energie wird bestenfalls direkt vor Ort durch eine Wärmepumpe oder für die Ladung eines Elektroautos eingesetzt. Wesentliche Gebäudeeigenschaften wie die Dachausrichtung und die Neigung tragen zur bestmöglichen Produktivität der Anlage bei.

3.1.2 Funktionsweise und Ausführungen

Bei Photovoltaikanlagen wird die Lichtenergie in elektrische Energie umgewandelt. Die aus Halbleitern (Silizium) bestehenden Solarzellen erzeugen unter Lichteinfall Elektrizität. Die in Serie geschalteten Zellen ergeben in einer Vielzahl von meist 60 Zellen ein Photovoltaik-Modul mit einer Grundfläche von 1–1,8 m². Die Module weisen eine Leistung je nach Hersteller von 250 bis 350 Watt peak (Wp) aus. ‚Watt peak‘ bezeichnet die Nennleistung unter Testbedingungen. Die gegenwärtig angebotenen Anlagen lassen sich aufgrund verschiedener Oberflächenausführungen oder Farbgebungsmöglichkeiten unauffällig ins Gebäude integrieren (Helion, 2021).

Ausführungsmöglichkeiten:



Abbildung 9: Ausführungsmöglichkeiten Photovoltaikanlagen (Swissolar, 2021)

Abbildung 9 zeigt die fünf verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten:

1. Auf dem Flachdach
2. Als Sonnenschutz
3. Aufbau an der Fassade
4. Aufbau auf Steildach
5. Integriert ins Steildach

Als zentraler Punkt für eine hohe Effizienz ist der Montageplatz der Photovoltaik am Gebäude zu berücksichtigen. Module, welche gegen Süden ausgerichtet sind und mit einer Neigung von 30 Grad installiert werden, erreichen den höchsten Ertrag von 100 %. Entscheidend ist zudem, dass keine Bäume oder Nachbargebäude die Anlage beschatten (Swissolar, 2021).

3.1.3 Einschränkungen und Auflagen

Um eine Solaranlage auf dem Dach oder an der Fassade zu befestigen, muss die Unterkonstruktion in einem guten Zustand sein. Die Lebensdauer der Solarpaneele von zirka 30 Jahren sollte auch für die Installationsgrundfläche gegeben sein. Die Ertrags Höhe von elektrischer Energie ergibt sich aus der Platzierung der Anlage. Gegen Süden ausgerichtet mit einer Neigung von 30 Grad kann die Anlage den bestmöglichen Wirkungsgrad erreichen. Ausser bei denkmalgeschützten Objekten bedarf die Anlage in der Regel keiner Baubewilligung. Es reicht, die Anlage bei der kommunalen Baubehörde zu melden. Hierfür stehen Meldeformulare der Kantone zur Verfügung oder es kann die Mustervorlage von Energie Schweiz verwendet werden. In jedem Fall muss die Anlage beim zugehörigen Elektrizitätswerk angemeldet werden.

3.1.4 Kosten einer Photovoltaikanlage

Photovoltaikanlagen sind heute bereits ab zirka CHF 15'000 vollumfänglich installiert erhältlich. Die Leistung beträgt bei dieser Anlageninvestition ungefähr 5 kWp und die Anlage benötigt eine Installationsgrundfläche von 25 bis 30 m². Grössere Anlagen mit beispielsweise 12 kWp kosten in etwa CHF 27'800 installiert (SAK, 2021). Der Hauptteil der Investition ist auf die Installation, den Gerüstbau und die Arbeiten am Gebäude wie die Leitungsführung zurückzuführen. Die Komponenten der Anlage betragen zirka 40 % der gesamten Kosten. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, eine Anlage bei einer Dachsanierung nachzurüsten, damit die Kosten für den Gerüstbau und Sicherheitsmassnahmen (Sturznetze) lediglich einmal zu bezahlen sind. Förderbeiträge für Photovoltaikanlagen werden heutzutage über eine Einmalvergütung ausbezahlt. Die Vergütung deckt maximal 30 % der Investitionskosten ab. Die Einmalvergütung wird durch die KLEIV (Einmalvergütung für kleine PV-Anlagen) für Anlagen bis 100 kWp getätigt. Zum Teil unterstützen auch die Kantone, die Gemeinde oder der Energieversorger die Installation einer Photovoltaikanlage. Mehr Informationen sind auf der Internetseite ‚energiefranken.ch‘ ersichtlich. Für die berechnete Anlage EFH Grüniger (im Anhang H), offeriert vom Energieversorger SAK, ist zum Beispiel eine Einmalvergütung von CHF 3'933 zu erwarten. Neben dem Förderbeitrag ist es möglich, die Investition der Photovoltaikanlage in den

meisten Kantonen von den Steuern abzuziehen. Dies würde zum Beispiel, gemäss der Offerte von SAK, die Investition zusätzlich um CHF 4'847 entlasten.

3.1.5 Optimierungsmöglichkeiten

Die erzeugte elektrische Energie sollte stets, wenn möglich, als Eigenverbrauch direkt im Wohnhaus eingesetzt werden. Eine Rückspeisung ins Elektrizitätsnetz ist aufgrund der meist niedrigen Vergütungstarife nicht rentabel und erhöht die Dauer bis zur Amortisation der Investitionskosten. Der tägliche elektrische Verbrauch im Haushalt sollte auf die Produktionszeiten der Photovoltaikanlage abgestimmt werden. Waschmaschinen sollten nicht abends zu Niedertarifzeiten, sondern zu den Zeiten, wo Eigenleistung aus der Photovoltaikanlage anfällt, eingeschaltet werden. Zum Eigenverbrauch zählt auch eine mögliche Zwischenspeicherung in Batterien. Diese Lösung ist aber bei Einfamilienhäusern aufgrund der hohen Batteriekosten (noch) nicht rentabel. Vorzugsweise wird die Anlage auf die Heizungsanlage abgestimmt und damit bei überschüssiger Energie zum Beispiel ein thermischer Speicher für Brauchwarmwasser oder Heizwasser geladen. Bei einer solchen Sektor-Koppelung mehrerer Anlagen können der Eigenverbrauch massiv erhöht sowie der Break-even der Investition gesenkt werden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 76/77).

3.2 Heizungen

3.2.1 Grundlage/Einleitung

In Wohnhäusern, welche zwischen 1960 und 1990 erbaut wurden, fand oftmals eine Öl-beziehungsweise Gasheizung ihren Platz im Technikraum. Die grossen Öltanks wurden meist in einem Nebenraum platziert. Bei einer Gasheizung wird aufgrund der kompakten Bauweise weniger Installationsfläche als bei einer Wärmepumpe benötigt.

Spätestens innerhalb von 20 bis 30 Jahren ist eine solche Anlage am Ende ihrer Lebensdauer angelangt. Die Reparaturkosten häufen sich. Oftmals sind aufgrund des Anlagealters auch diverse Ersatzteile nicht mehr verfügbar. Ein Austausch der Anlage ist unausweichlich. Sinnvollerweise wird nicht nur die alte Heizungsanlage durch eine neuere nachhaltigere Anlage ersetzt, sondern auch die Aussenhülle des Wohnbaus zusätzlich gedämmt. Mehr darüber folgt im Kapitel 3.3 Aussenhülle.

Eine Umrüstung auf nachhaltigere und effizientere Heizungsanlagen muss bei einer Sanierung genau geprüft werden. Die Auswahl einer energetisch nachhaltigen Heizung hängt davon ab, ob lediglich der Kessel oder die gesamte Heizungsanlage samt Wärmeverteilung erneuert werden soll. Zudem unterliegt die Anlagenauswahl ortsgebundenen Einschränkungen. Liegt ein Wohnhaus abgelegen, wäre ein Anschluss an einen Wärmeverbund eher nicht gegeben. Die Auswahl an Wärmepumpen ist möglicherweise ebenfalls durch den Wohnort oder die Beschaffenheit der Umgebung/des Untergrunds eingeschränkt.

Für die Darlegung der möglichen Heizungsanlage wird die Ausgangslage eines Wohnbaus zwischen 1960 und 1990 angenommen.

3.2.2 Funktionsweise und Ausführungen

Wärmepumpen heben die vorhandene Umgebungswärme aus Luft, Wasser oder Erdreich anhand eines Kreisprozesses an, um damit nutzbare Wärme für die Beheizung eines Wohnhauses zu generieren. Die Wärme aus der Umwelt wird auf ein Kältemittel übertragen und mit einem Kompressor verdichtet. Anhand der damit gewonnenen Wärme wird ein Heizungsspeicher geladen, welcher die Wärme mittels einer konventionellen Verteilung auf die beheizten Räume abgibt. Je nach Anlagenausführung produzieren die Wärmepumpen aus einer Grundeinheit Elektrizität drei bis fünf Energieeinheiten Raumwärme. Dieses Wirkungsverhältnis über ein Jahr wird als Jahresarbeitszahl (JAZ) angegeben. Die drei unterschiedlichen Wärmepumpen-Systemausführungen sind in Abbildung 10 ersichtlich (erneuerbar heizen, 2021).

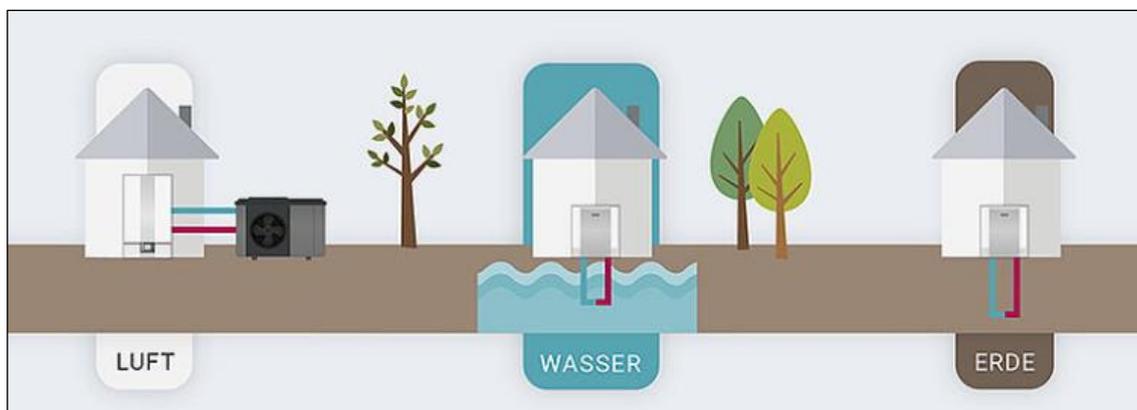


Abbildung 10: Systemausführungen Wärmepumpen (Heizsystem Wärmepumpe, 2021)

3.2.2.1 System Luft

Diese Anlage entzieht die Energie aus der Umgebungsluft und wandelt sie in thermische Energie um. Bauseitige Einschränkungen bei einer Sanierung gibt es keine. Die Anlagen können bei Aussentemperaturen von bis zu minus 20 Grad Celsius der Aussenluft Energie entziehen. Darunterliegende Temperaturen werden mit einem Elektroeinsatz kompensiert. Die Energiequelle leistet gemäss dem Bericht Energie Schweiz 2,8–3,5 JAZ und weist von den drei Wärmepumpensysteme den niedrigsten Wirkungsgrad auf (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 71).

3.2.2.2 System Wasser

Diese Energiequelle ist nicht überall verfügbar beziehungsweise ist der Energiebezug daraus bei Grundwasserschutzgebieten untersagt. Sofern die Gegebenheiten für eine solche Anlage vorhanden sind, lässt sich daraus eine grosse Menge energetischer Wärmeenergie abschöpfen. Grundwasser ist gegenüber Erdreich tendenziell wärmer. Die Temperaturschwankungen über das Jahr fallen gering aus. Der Wirkungsgrad ist mit 3,8–4,8 JAZ der höchste unter allen Wärmepumpenmodellen (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 70).

3.2.2.3 System Erdreich

Erdsonden-Wärmepumpen nutzen die Wärme aus dem Erdreich. Die Sonden werden in einer Tiefe von 80 bis 400 m verlegt. Ab 15 m Tiefe bleibt die Temperatur im Erdreich konstant und nimmt pro 100 m um jeweils drei Grad zu. Eine solche Bohrung kann lediglich mit einer Genehmigung der Gemeinde respektive des Kantons ausgeführt werden. Alternativ gibt es die Möglichkeit, Flächenkollektoren zu verlegen. Da diese jedoch auf einer grossen Fläche (doppelte Heizfläche) ungefähr 1,5 m unter der Erde verlegt werden müssen, kommt diese Möglichkeit bei einer Sanierung eines Wohnhauses kaum in Frage. Die Erdsonden-Wärmepumpe weist einen Wirkungsgrad von 3,5–4,5 JAZ auf (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 70).

3.2.3 Einschränkungen/Auflagen

Anlagentyp	Bau- oder ortsgebundene Einschränkungen	Auflage / Rechtliches
System Luft	Geräuschemissionen vom Aussengerät	Schallschutznachweis erforderlich
System Wasser	Grundwasser oder See muss vorhanden sein.	Gewässerschutzbewilligung von Kanton erforderlich
System Erdreich	In Grundwasserschutzzonen verboten. Hohe Kosten für Bohrung der Erdsonde. Bodenbeschaffenheit muss gegeben sein.	Gewässerschutzrechtliche Bewilligung. In den meisten Kantonen durch das Amt für Umwelt

Tabelle 2: Einschränkungen und Auflagen Wärmepumpensysteme (energieheld Schweiz, 2021)

Zusammengefasst aus Tabelle 2 weist das System Wasser eine hohe Einschränkung aufgrund des notwendigen Grundwassers beziehungsweise Sees auf. Das System Luft kann bei siedlungsdichten Gebieten zu Beanstandungen bezüglich der Geräuschemissionen des Aussengeräts führen. Dazu gibt es entweder bauliche Möglichkeiten zur Geräuschkämmung beziehungsweise leisere Modelle im Handel. Beim System Erdreich muss die Bohrung vorgängig bezüglich der Beschaffenheit des Untergrunds bzw. des Umweltschutzes abgeklärt werden.

3.2.4 Kosten Wärmepumpe

Die Kosten für eine Luft-Wasser-Wärmepumpe liegen bei zirka CHF 35'000. Im Vergleich liegt die Erdsonden-Wärmepumpe aufgrund der kostenintensiven Bohrung bei etwa CHF 52'000. Diese Kosten fallen für eine Anlage an, welche in einem Haus mit einer durchschnittlichen Energiebezugsfläche von 150 m² Wohnfläche verbaut wird. Dies entspricht einem Einfamilienhaus mit 22'000 kWh an Energiebedarf beziehungsweise mit einem vorherigen Verbrauch von 2'600 Litern Heizöl pro Jahr (Helion, 2021).

3.2.5 Förderungsbeiträge

Ein einmalig ausbezahlter Förderungsbeitrag soll die Investition in ein umweltschonendes Heizsystem noch attraktiver machen. Die Fördergelder werden nach Abschluss der Sanierung und nach geprüfter Rückmeldung an die Hauseigentümerschaft ausbezahlt. Die Förderungsbeiträge sowie die Förderungsarten hinsichtlich der Anlagen sind von Kanton zu Kanton unterschiedlich.

Als Beispiel werden im Kanton St. Gallen der Rückbau und der Austausch von fossilen (Kohle-, Öl- oder Gasheizung) und elektrischen Heizungen durch nachhaltige Anlagen in bestehenden Bauten gefördert. Wird die Heizung durch eine Wärmepumpe ersetzt, besteht die Möglichkeit, Fördergelder zu beantragen. Die Zertifizierung der neuen Anlage wird ebenfalls von der Energieförderung getragen. Wird in der Stadt St. Gallen gemäss den obengenannten Kosten von CHF 35'000 eine Wärmepumpe als Ersatz für eine Ölheizung eingebaut, kann mit einem Förderbeitrag von CHF 2'800 gerechnet werden (Förderportal, 2021). Diese Berechnung bezieht sich auf ein Einfamilienhaus mit einer Wärmepumpenheizleistung von 12 kW thermischer Energie.

3.2.6 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Da bei Sanierungen häufig Ölheizungen durch Wärmepumpen ersetzt werden und damit das grösste nachhaltige energetische Einsparpotenzial möglich ist, wurde der untenstehende Vergleich herangezogen. Die Wärmepumpe überzeugt nicht nur durch den nachhaltigeren Betrieb. Sie ist über die Dauer auch wirtschaftlicher als eine Ölheizung.



Abbildung 11: Heizungsvergleich Leistung (CKW, 2021)

3.3 Aussenhülle

3.3.1 Grundlagen

Die Sanierung der Aussenhülle hat einen grossen Einfluss auf die Reduktion des Energieverbrauches eines Gebäudes, wie in Abbildung 12 bezüglich der Gebäudehülle erkennbar ist. Etwa 40 % der Raumwärme fliessen durch die Fassade, knapp 20 % durch Dach und Estrich und in etwa 10 % durch den Keller. Durch neuwertige Dämmmaterialien und den Austausch von energetisch minderwertigen Bauteilen ist es möglich, den Energieverbrauch eines Gebäudes zu halbieren. Mit der Nutzung dieses Potenzials können die Gebäude nicht nur in Bezug auf den Energieverbrauch, sondern auch hinsichtlich der Behaglichkeit und des Benutzerkomforts optimiert werden. Es entsteht ein ausgeglichenes Raumklima für den Sommer und im Winter (Gebäude Erneuern, 2019, S. 14).

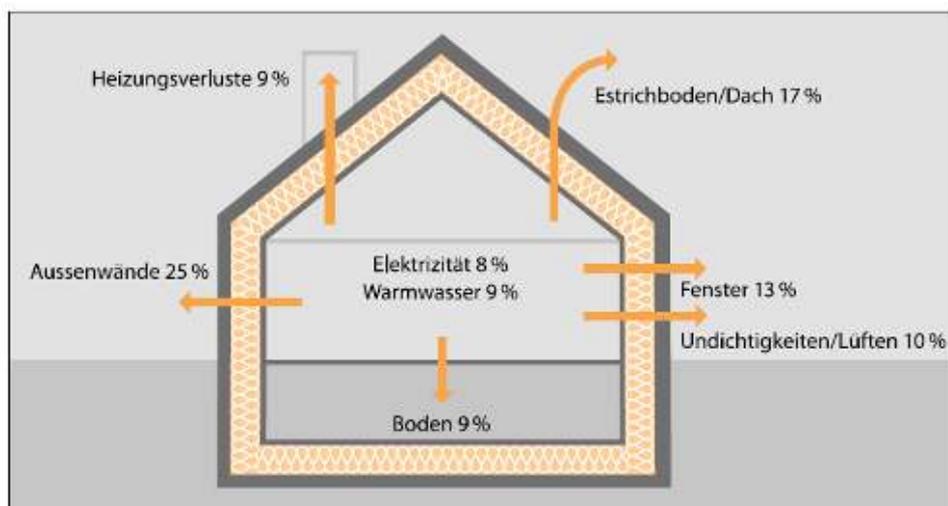


Abbildung 12: Wärmeverluste über Aussenhüllen (Clever Sanieren, 2010, S. 3)

3.3.2 Aussenwärmedämmung Fassade

Aufgrund der grossen Fläche verursacht die Aussenwand in den meisten Fällen den höchsten Energieverlust. In der Praxis wird von bis zu einem Drittel Energieeinsparpotenzial bei Altbauten gesprochen, wenn Aussenwände besser gedämmt werden. Mittlerweile werden bei Massivbauten (z.B. Mauerwerk, Beton, Stahlbeton) Dämmstärken von 18 bis 22 cm und bei Leichtbaukonstruktionen (z.B. Holz, Stahlbau, Aluminiumbau) 20 bis 25 cm empfohlen (siehe Abbildung 13). Solche Dämmstärken entsprechen in etwa dem Minergie-Standard. Bei Dämmmaterialien wird auf die Wärmeleitfähigkeit und den U-Wert des Produktes geachtet (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 33).

U-Wert: Dieser zeigt den Wärmedurchgang durch einen Quadratmeter Dämmmaterial bei einer Temperaturdifferenz von einem Kelvin. Der U-Wert wird in der Einheit ‚Watt pro Quadratmeter und Kelvin‘ ($W/(m^2K)$) angegeben (energie-umwelt, 2021).

Wärmeleitfähigkeit: Dies ist die Stoffeigenschaft, die den Wärmestrom durch ein Material aufgrund der Wärmeleitung bei einer Temperaturdifferenz von einem Kelvin bestimmt. Es ist der Kehrwert des U-Werts, angegeben in m^2K/W (energie-umwelt, 2021).

Dämmung einer Aussenwand: Wie dick muss die Dämmung sein?			
DÄMMSTOFF	WÄRMELEITFÄHIGKEIT (LAMBDA-WERT)	NOTWENDIGE DÄMMDICKE FÜR U-WERTE VON	
		0,2 W/M²K	0,15 W/M²K
EPS: Expandierter Polystyrol-Hartschaum	0,032 bis 0,045 W/m K	14 bis 20 cm	20 bis 26 cm
XPS: Extrudierter Polystyrol-Hartschaum	0,023 bis 0,040 W/m K	10 bis 18 cm	14 bis 24 cm
PUR: Polyurethan	0,023 bis 0,030 W/m K	10 bis 14 cm	14 bis 18 cm
Glaswolle (mineralischer Dämmstoff)	0,032 bis 0,040 W/m K	14 bis 18 cm	20 bis 24 cm
Steinwolle (mineralischer Dämmstoff)	0,035 bis 0,048 W/m K	16 bis 20 cm	20 bis 26 cm
VIP: Vakuum-Isolations-Paneele (diffusionsdicht!)	0,007 bis 0,008 W/m K	3 bis 4 cm	4 bis 6 cm

Abbildung 13: Dämmung Aussenwand (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 35)

3.3.2.1 Funktionsweise und Ausführungen

Beim Fassadenaufbau wird grundsätzlich zwischen der Kompaktfassade und der hinterlüfteten Fassade unterschieden. Beim System Kompaktfassade können die Dämmplatten direkt auf der bestehenden Fassade befestigt werden. Abschliessend kommt der Verputz darauf und die Fassade bleibt in ihrer Struktur identisch. Die hinterlüftete Fassade ist im Aufbau etwas aufwendiger und dadurch im Vergleich zur Kompaktfassade rund um ein Drittel teurer. Sie hat jedoch den Vorteil, dass sie mechanisch das widerstandsfähigere und bauphysikalisch das hochwertigere System ist. Beides lässt sich bei einer Sanierung im Bestand hinreichend ausführen. Abbildung 14 zeigt den Fassade-schnitt dieser beiden Systeme mit den beschriebenen Vor- und Nachteilen (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 32).

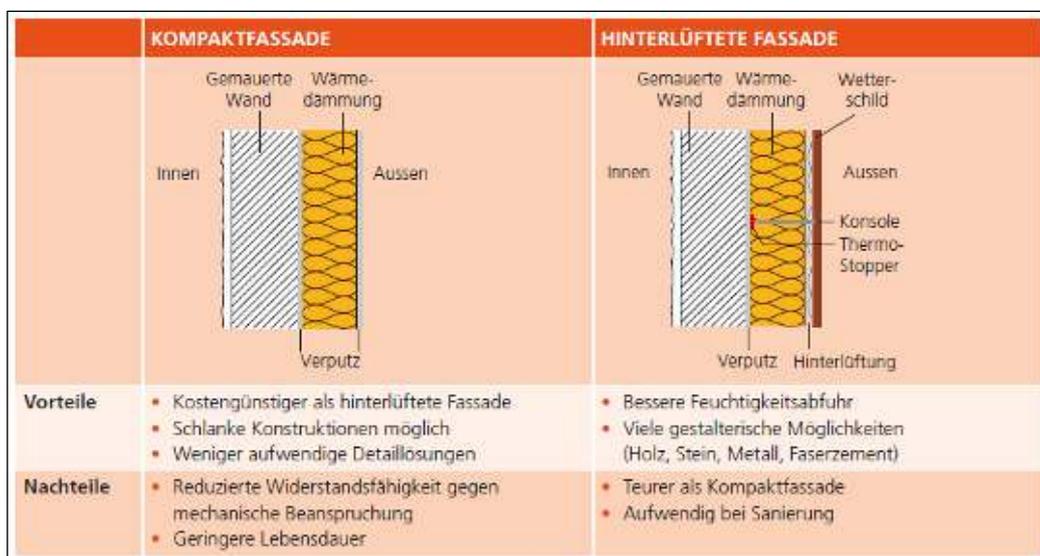


Abbildung 14: Ausführungsvarianten Fassaden (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 33)

3.3.2.2 Kosten Fassadendämmung

Die Kosten für die Fassadendämmung sind vom Bausystem und Dämmmaterial abhängig. Grobe Richtwerte in CHF/m² zeigen die Werte von (energieheld Schweiz, 2021) gemäss Abbildung 15.

Fassade	Kerndämmung	sehr gut	CHF 45 - 120 / m ²
	WDVS	mittelmässig	CHF 150 - 220 / m ²
	Vorhangfassade	mittelmässig	CHF 230 - 280 / m ²
	Einblasdämmung	sehr gut	CHF 80 - 100 / m ²

Abbildung 15: Kosten Fassadendämmung (energieheld Schweiz, 2021)

3.3.2.3 Förderbeiträge

Um Förderbeiträge zu erlangen, sind gedämmte Bauteile mit einem Wärmedurchgang von höchstens 0,2 Watt pro m² und einem Grad Temperaturdifferenz anzustreben. Im HFM 2015 wird von einem Minimalfördersatz von 40 CHF/m² wärmegeämmtes Bauteil gesprochen. Förderberechtigt sind Gebäude mit einem Baubewilligungsjahr vor 2000 (HFM, 2016, S. 16).

3.3.2.4 Einschränkungen und Auflagen

Bei einer Sanierung der Aussenfassade gilt es im Vorhinein zu prüfen, ob das Objekt unter Denkmalschutz steht und ob allenfalls Ausnützungsreserven vorhanden sind. Beides sind Punkte, die ein Projekt wesentlich beeinträchtigen könnten. Zahlreiche energetische Erneuerungsmassnahmen sind jedoch nicht baubewilligungspflichtig, sofern sie die architektonische Gestaltung nicht wesentlich verändern. Es wird empfohlen, detaillierte Auskünfte dazu bei der örtlichen Gemeinde einzuholen (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 11).

3.3.3 Fenster

Fenster sind aus bauphysikalischen, energetischen und wohnphysiologischen Aspekten ein zentraler Bauteil eines Gebäudes. Bei einer Sanierung sollten die Schnittstellen zu den Fenstern genau hinterfragt und sorgfältig geprüft werden. Nicht umsonst wird empfohlen, die Fenstersanierung mit Massnahmen an der Aussenwand zu kombinieren. Ansonsten besteht die Gefahr, dass durch neue dichtere Fenster Bauschäden entstehen. Die baulichen Details rund um ein Fenster (Fensterbank, Leibungen und Sturz) sind komplex und anfällig bezüglich Wärmebrücken. Wärmebrücken gilt es infolge von Bauschäden, Energieverlust und Kondenswasserbildung zu vermeiden (Gebäude Erneuern, 2019, S. 25/26).

3.3.3.1 Funktionsweise und Ausführungen

Bei Fenstern gibt es unterschiedliche Typen. Gegenwärtig werden am häufigsten Aluminiumfenster, Holzfenster, Holz-Metall-Fenster, Kunststofffenster und Renovationsfenster verbaut. Diese Ausführungen unterscheiden sich bezüglich der Materialien oder deren Kombination und weisen gewisse Vor- und Nachteile hinsichtlich der Lebensdauer

und der Kosten auf. Gemäss der paritätischen Lebensdauertabelle von (mietrechtspraxis, 2019) haben alle eine Lebensdauer von mindestens 25 bis 30 Jahren. Als Richtpreise werden zudem CHF 450 bis CHF 600 pro Fensterflügelersatz angegeben, wobei das Kunststofffenster das günstigste und das Metallfenster das teuerste ist (mietrechtspraxis, 2019, S. 13).

In der Gegenwart ist die Dreifachverglasung bei Fenstern Standard. Der Unterschied zwischen zweifach und dreifach verglasten Fenstern ist in Abbildung 16 zu sehen. Dadurch lassen sich zufriedenstellende U-Werte zwischen 0,5 bis 0,7 W/m²K erreichen, was im Vergleich zur Zweifachverglasung (1,1 W/m²K) in etwa eine Halbierung des Wertes darstellt. Der Feuchte-, Schall- und der Wärmeschutz werden dadurch deutlich verbessert und tragen zur Behaglichkeit im Innern eines Gebäudes bei (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 42).

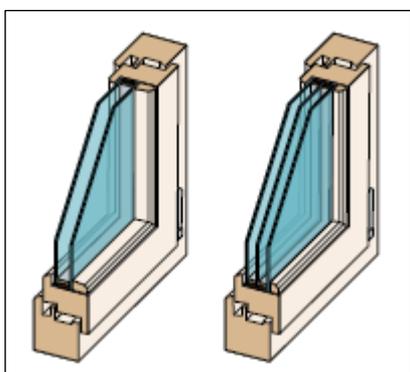


Abbildung 16: Unterschied Zweifach- und Dreifachverglasung (Clever Sanieren, 2010, S. 7)

3.3.3.2 Förderbeiträge

Fenstersanierungen als Einzelmassnahmen werden nicht gefördert. Es ist ein Paket mit der Fassade zu bilden, dass entsprechend gefördert wird. Gemäss (HFM, 2016, S. 10) liegt der Mindestfördersatz bei 40 CHF/m² wärmegeämmtes Bauteil.

3.3.4 Dach

Bei Gebäuden, die vor der Jahrtausendwende gebaut wurden, gibt es bezüglich der Dämmstärke Verbesserungspotenzial. Über unzureichend gedämmte Dächer (unter 160 mm) können bis zu 20 % der Heizwärme eines Daches verloren gehen. Mit einer zeitgemässen Dämmstärke kann die Wärme bei niedrigen Temperaturen im Gebäude gehalten werden. Ähnliches gilt bei warmen Aussentemperaturen, eine bessere Dämmung hält die Hitze zurück und sorgt für ein behagliches Klima im Innenbereich (Clever Sanieren, 2010, S. 6).

3.3.4.1 Funktionsweise und Ausführungen

3.3.4.1.1 Steildach

Je nach Dachform und Aufbau ist eine energetische Dachsanierung mit zusätzlicher Dämmung unterschiedlich aufwendig. In der Praxis wird bei Steildächern zwischen dem Kalt- und Warmdach unterschieden. Bei einem Kaltdach sind zwei Durchlüftungsräume

vorhanden. Die Luft kann unter der Dacheindeckung und unter dem Unterdach zirkulieren. Hingegen zeichnet das Warmdach einzig eine Luftzirkulation unter der Eindeckung aus. Abbildung 17 zeigt auf der linken Seite ein Warmdach und auf der rechten Seite ein Kaldach (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 46/47).

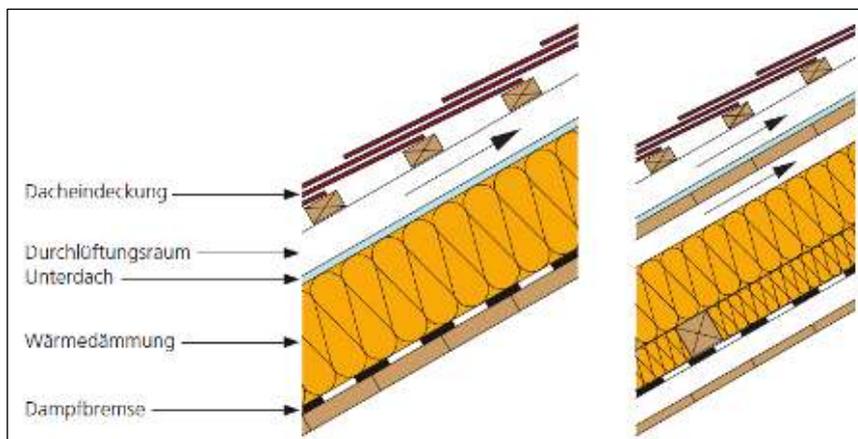


Abbildung 17: Unterschied Kaldach/Warmdach (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 47)

3.3.4.1.2 Flachdach

Je nach Aufbau ist ein Flachdach über oder zwischen der Konstruktion gedämmt. Bessere Dämmwerte mit zusätzlicher Dämmung lassen sich, ohne die architektonische Gestaltung verändern zu müssen, umsetzen. Dabei soll nach Möglichkeit eine Dämmstärke von 200 mm erreicht werden. Bei Flachdächern beträgt die Lebensdauer zirka 30 Jahre. Anschliessend gilt es die Dachhaut auf deren Dichtigkeit zu überprüfen. Sind Mängel erkennbar, macht es Sinn, eine Sanierung mit zeitgemässen Dämmmaterialien zu planen. Falls eine Photovoltaikanlage als Einzelmassnahme angestrebt wird, gilt es die Lebensdauer und den Zustand der Dachhaut zu prüfen. Ist die Lebensdauer des bestehenden Flachdachs niedriger als 20 Jahre, sollte der Einbau einer Photovoltaikanlage kritisch hinterfragt werden (mietrechtspraxis, 2019, S. 14) (Energiegerecht Sanieren, 2020, S. 46/47).

3.3.4.2 Kosten Dachdämmung

Ähnlich den Fassadendämmungen ist die Situation bei der Dachdämmung. Hierbei sind ebenfalls der Dachaufbau und das Dämmmaterial für die Preisbildung entscheidend. Als Richtwerte werden hier jene von (energieheld Schweiz, 2021) in Abbildung 18 angegeben.

Dach	Aufsparrendämmung	mittelmässig	CHF 145 - 250 / m ²
	Zwischensparrendämmung	gut	CHF 60 - 150 / m ²
	Untersparrendämmung	gut	CHF 40 - 80 / m ²

Abbildung 18: Kosten Dachdämmung (energieheld Schweiz, 2021)

3.3.4.3 Förderbeiträge

Im HFM 2015 wird von einem Minimalfördersatz von 40 CHF/m² wärmegeämmtes Bauteil gesprochen. Förderberechtigt sind Gebäude mit einem Baubewilligungsjahr vor 2000 (HFM, 2016, S. 16).

3.3.5 Estrich- und Kellerboden

Durch Estrich- und Kellerböden kann viel Energie verloren gehen. Es stellt sich die Frage, wie das Dachgeschoss beziehungsweise das Kellergeschoss aktuell gebaut ist. Sind das Dach und der Keller nicht ausgebaut und geheizt, kann die Sanierung der jeweiligen Bauteile einen Mehrwert generieren. Der Wärmeverlust des Gebäudes kann auf diese Weise um 20 bis 30 % reduziert werden, wie Abbildung 12 Wärmeverluste über Aussenhüllen zu entnehmen ist.

3.3.5.1 Funktionsweise und Ausführungen

3.3.5.1.1 Estrichboden

Wenn der Ausbau des Estrichs (bewohntes Dachgeschoss) nicht in Frage kommt, kann anstelle des gesamten Daches der Estrichboden gedämmt werden. Diese Lösung, wie in Abbildung 19 ersichtlich, ist wesentlich kostengünstiger und wärmetechnisch oftmals genügend. Es liegt beim Hausbesitzer, ob die Variante von mehr Wohnraum und höheren Investitionskosten angestrebt werden soll oder die Variante mit einem nicht ausgebauten Dachgeschoss und kleineren Ausgaben vorteilhafter ist. Energetisch spielt dies für das Gebäude keine grosse Rolle. Experten empfehlen den Einbau von mindestens 180 mm Dämmung und einen U-Wert von maximal 0,25 W/m²K. Baulich sind die Massnahmen bezüglich der Luftfeuchtigkeit (Dampfbremse) und der Türen zum Estrichbereich zu überprüfen (Clever Sanieren, 2010, S. 7).

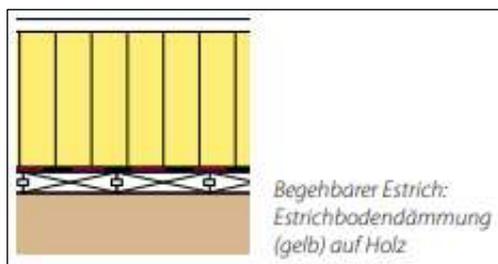


Abbildung 19: Estrichbodendämmung (Clever Sanieren, 2010, S. 7)

3.3.5.1.2 Kellerdecke

Vielerorts wurden in der Vergangenheit die Kellerdecken nicht gedämmt und haben somit einen U-Wert von 0,9–1,5 E/m²K. Nach den derzeitigen Normen wird ein U-Wert von 0,25 W/m²K angestrebt. Diese Differenz zeigt bereits auf den ersten Blick, wie gross das Potenzial ist. Auch in Bezug auf die Temperaturunterschiede zwischen einem kalten und einem warmen Raum gibt es bauphysikalisch Handlungsbedarf. Nicht oder ungenügend gedämmte Decken und Wände können der Bausubstanz aufgrund von Feuchtigkeit enorme Schäden zufügen. Dadurch leidet auch die Gesundheit der Bewohner. Gerade

im Erdbereich und in nicht abgedichteten Kellern ist die aufsteigende Feuchte zu berücksichtigen. Eine saubere Abdichtung zum Erdboden gemäss Abbildung 20 wird auch in Bezug auf Radon, welches nicht Bestandteil dieser Arbeiten ist, empfohlen (Clever Sanieren, 2010, S. 9).

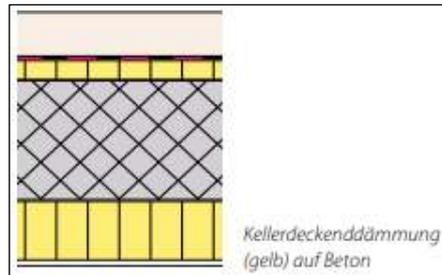


Abbildung 20: Kellerbodendämmung (Clever Sanieren, 2010, S. 9)

3.3.5.2 Kosten

Die Kosten für Dachbodendämmung variieren nach (energieheld Schweiz, 2021) zwischen 35–80 CHF/m² und bei Kellerböden zwischen 35–110 CHF/m². Die grossen Preisunterschiede kommen von den unterschiedlichen Aufbauarten und Dämmmaterialien.

3.3.5.3 Förderbeiträge

Wie bei den Fenstern gilt auch bei den Estrichböden und Kellerdecken, dass diese als Einzelmassnahmen gemäss HFM 2015 nicht mehr gefördert werden. In Bündelung mit weiteren Massnahmen könnte es je nach Kanton hierfür den Minimalfördersatz von 40 CHF/m² wärme gedämmtes Bauteil geben (HFM, 2016, S. 10).

4 Kostentransparenz

4.1 Einleitung

Um die Initialkosten wie auch die Folge- und Instandsetzungskosten abbilden zu können, wurde in den folgenden Berechnungsbeispielen ein Einfamilienhaus im Mittelland angenommen. Das Beispielhaus wurde 1980 erbaut. Die nachfolgenden Berechnungen unterliegen den Eckdaten aus Tabelle 3.

Eckdaten Beispielgebäude	
Einfamilienhaus mit Satteldach, Lage im Mittelland der Schweiz	
Grundrissfläche EFH:	72 m ² (8m x 9m)
Wohnfläche:	EG und OG: 60 m ² DG: 30 m ²
Gedämmte Dachfläche:	150m ²
Gesamte Fassadenfläche:	250m ² (inklusive Fenster und Türen) 20 Fenster à 24m ² Glasfläche inklusive Terrassentüre Haupteingangstüre à 2m ² Fläche
Beheiztes Volumen:	375 m ³

Tabelle 3: Eckdaten Beispielgebäude (eigene Darstellung)

4.2 Erstinvestition

4.2.1 Photovoltaik

Investitionskosten Photovoltaik					
Ausführung	Anlageleistung	Kosten installiert CHF	Förderbeitrag CHF	Steuervorteil CHF	effektiv anfallende Kosten CHF
Photovoltaikanlage 5 kWp					ohne Batteriespeicher mit Batteriespeicher
Auf Steildach	5 kWp	16'859	2'577	3'099	11'183
Batteriespeicher optional	4.5 - 5 kWh	5'925			17'108
Photovoltaikanlage 10 kWp					ohne Batteriespeicher mit Batteriespeicher
Auf Steildach	10 kWp	20'000	4'000	4'800	11'200
Batteriespeicher optional	9 - 10 kWh	10'000			21'200

Tabelle 4: Investitionskosten Photovoltaik (eigene Darstellung, Quelle im Anhang A)

Für die 5-kWp-Anlage muss eine Dachfläche von ungefähr 30 m² verfügbar sein. Bei der 10-kWp-Anlage liegt der Flächenbedarf bei zirka 46 m² auf dem Steildach. Beide Anlagen könnten somit unter Berücksichtigung der Dachfenster und/oder der Dachaufbauten am Beispielhaus verbaut werden. Die Anschaffungskosten beinhalten die gesamten Aufwendungen, etwa das Material, das Gerüst und die Einbindung in die vorhandene Hausinstallation (Tabelle 4). Die Förderbeiträge liegen bei der Anlage mit 5 kWp Leistung bei CHF 2'577 (Kanton SG) und bei der Anlage mit 10 kWp Leistung bei CHF 4'000 CHF

(Kanton AR). Der erwartete Steuervorteil bezieht sich auf einen angenommenen Grenzsteuersatz von 15 %. Um den Steuervorteil zu erlangen, muss die Investition zwingend auf der Steuererklärung deklariert werden (SAK, 2021).

4.2.2 Heizungsanlage

Investitionskosten Heizungsanlage					
Ausführung	Anlagekosten inkl. Einbau CHF	Förderbeitrag bei Ersatz von fossiler Anlage CHF			effektiv anfallende Kosten CHF (Beispiel Kt. BE)
		Kanton SG	Kanton Bern	Kanton Zürich	
Wärmepumpe					
Luft-Wasser	35'000	4'500	6'000	4'900	29'000
Erdsonde	52'000	9'000	10'000	10'100	42'000
Alternative Heizung					
Öl Heizung	24'000	keine	keine	keine	24'000
Gasheizung	21'000	keine	keine	keine	21'000

Tabelle 5: Investitionskosten Heizungsanlage (eigene Darstellung, Quelle im Anhang B)

Die Heizungsanlage wird als einzelne energetische Massnahme gefördert. In Tabelle 5 werden verschiedene Heizungsanlagen für eine gesamte Energiebezugsfläche von 150m² aufgezeigt. Die Anlagekosten bilden die gesamte Einbringung und Installation der Wärmeerzeugung an die bestehende Hausinstallation ab. Spezielle zusätzliche Aufwendungen wie ein Betonsockel, eine erschwerte Einbringung der Anlage oder die Wärmeverteilung wie die Bodenheizung oder die Radiatoren sind in den Kosten nicht enthalten und separat zu entrichten. Förderbeiträge für die oben abgebildeten Wärmepumpen können lediglich eingeholt werden, sofern damit eine fossile Anlage wie eine Öl- oder Gasheizung ersetzt wird. Die Förderbeiträge sind kantonal unterschiedlich hoch. Wird eine Wärmepumpe zum heutigen Zeitpunkt ersetzt, können damit keine Fördergelder mehr aktiviert werden. Öl- und Gasheizungen werden nicht mehr gefördert, dürfen unter Berücksichtigung von anderen energetischen Einsparungen am Gebäude jedoch noch ersetzt werden.

4.2.3 Aussenhülle

Zugunsten der besseren Übersicht wurden die Initialkosten auf die verschiedenen Bauteile separat abgebildet. Die aufgeführten Kosten beziehen sich auf das Musterhaus. Förderbeiträge können gemäss der unteren Auflistung (Tabelle 6) lediglich eingeholt werden, sofern damit die vorgegebene Verbesserung der Dämmwerte erreicht wird. Bei der Aussensparrendämmung und der Zwischensparrendämmung werden die Arbeiten vorzugsweise von der Aussenseite ausgeführt. Ein solches Vorhaben bietet sich im Zusammenhang mit einer Dachsanierung an. Hier ist ein Gerüst für die Arbeiten unumgänglich. Dazu wurde eine Annahme von 6 CHF pro m² Gerüstbau getroffen, exklusive der Arbeitszeit für die Montage und Demontage. Bei der Untersparrendämmung wird die Arbeit vom Gebäudeinnern ausgeführt, wobei hier in den meisten Fällen ein Innengerüst notwendig ist. Die Demontage der Inneninstallation wie des Deckenaufbaus und allfälliger Elektroinstallationen wurde bei der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Geschosdeckendämmung als einzelne Massnahme ist nicht förderberechtigt. Die Installationskosten halten sich aufgrund der ausreichenden Zugänglichkeit sowie der Flächendämmung, die kleiner als die Dachfläche ist, auch als Einzelmassnahme in Grenzen.

Investitionskosten Aussenhülle								
Bauteil	Flächenpreis montiert CHF/m ²	Kosten Bsp. CHF	Gerüstbau 8 CHF/m ²	Förderbeitrag CHF/m ²	Förderbeitrag Beispiel CHF	Spezielles	effektiv anfallende Kosten in CHF	inkl. Planerkosten und Reserve (zus.15%)
Dachdämmung		150 m ²			bei 150m ²			
Aufsparrendämmung	270	40500	5'000	40	6000	Dach Ab- und Eindeckung in Flächenpreis inklusiv	39'500	45'425
Zwischensparrendämmung	161	24150	5'000	40	6000	Dach Ab- und Eindeckung in Flächenpreis inklusiv	23'150	26'623
Untersparrendämmung	86	11610	1'000	40	5400	Demontage Innenausbau exklusiv Dachfläche innen 135m ²	7'210	8'292
Estrichbodendämmung		65 m ²						
Geschosdeckendämmung	65	4225	-	40	2600	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	4'225	4'859
Fassadendämmung		224m ²			bei 224m ²			
Kerndämmung	97	21728	5'000	40	8960		17'768	20'433
Vorhangfassadendämmung	270	60480	5'000	40	8960		56'520	64'998
Einblasdämmung	97	21728	5'000	40	8960		17'768	20'433
WDVS	194	43456	5'000	40	8960		39'496	45'420
Fensterersatz		22 Einheiten						
3-fach Isolierverglasung	1200 CHF / pro Fenster	26400	-	-	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	26'400	30'360
Kellerdeckendämmung		65m ²						
Perimeterdämmung	108	7020	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	7'020	8'073
Erdarbeiten	54	3510	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	3'510	4'037
Innendämmung	108	7020	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	7'020	8'073

Tabelle 6: Investitionskosten Aussenhülle (eigene Darstellung, Quelle im Anhang C)

Die Fassadendämmungen unterscheiden sich preislich stark von deren Ausführungsart. Eine Einblasdämmung kann lediglich ausgeführt werden, sofern der notwendige Hohlraum vorhanden ist. Dies ist zum Beispiel bei einem Doppelmauerwerk der Fall. Bei allen Ausführungen wirkt der minimale Förderbeitrag von CHF 40/m² zugunsten der eigenen Investitionen positiv (HFM, 2016).

4.2.4 Unterhalts-, Betriebs- und Folgekosten

4.2.5 Photovoltaik

Bei einer Photovoltaikanlage fallen in der Regel lediglich geringe Betriebskosten an. Gerade Anlagen, welche auf Steildächer montiert sind, werden durch den Regen gewaschen und verlieren damit kaum an Leistung. Trotzdem wird empfohlen, periodische Sicht- und Funktionskontrollen durchzuführen und gegebenenfalls eine Fachperson für einen Service beizuziehen. Während der Lebensdauer einer Photovoltaikanlage von 25–30 Jahren muss einmal mit einem Austausch des Wechselrichters gerechnet werden. Die Kosten dazu belaufen sich je nach Anlage zirka auf CHF 2'000–4'000 (energieheld Schweiz, 2021).

Die folgenden Berechnungen unterliegen einer durchschnittlichen Energieproduktion, berechnet mit einem durchschnittlichen Strompreis. Die zusätzlichen Kosten für die Gebäudeversicherung fallen kaum ins Gewicht und schmälern den Ertrag unwesentlich. Die Differenz von der Anlage mit Batteriespeicher zu der ohne ist gerade bei der 5-kWp-Anlage klein. Hier könnte mit weiteren Massnahmen der Eigenverbrauch zusätzlich erhöht werden, zum Beispiel mit dem Nutzerverhalten der Eigentümer (stromfressende Geräte wie Waschmaschinen und Tumbler tagsüber betreiben) oder über weitere Speicher, um zum Beispiel ein Elektrofahrzeug tagsüber zu laden. Die Tabelle 7 zeigt auf, dass bei einer Photovoltaikanlage in kleiner wie auch in grosser Ausführung Geld zurück in die Haushaltskasse kommt.

Jährliche Betriebskosten Photovoltaik								
Photovoltaikanlage	Energieproduktion pro Jahr in kWh	Netztarif Rp./kWh	Rückspesetarif Rp./kWh	Jährliche Energiekosten CHF	Unterhalt	Gebäudeversicherung CHF / Jahr	CO2 Ersparnis kg/Jahr	Total CHF
5 kWp ohne Batteriespeicher	5'200	20	6.53	-571	kein UH	9.52	ca. 450kg	-561
5 kWp mit Batteriespeicher	5'200	20	6.53	-765	kein UH	12.9	ca. 550kg	-752
10 kWp ohne Batteriespeicher	10'400	20	6.53	-1'141	kein UH	17	ca. 900kg	-1'124
10 kWp mit Batteriespeicher	10'400	20	6.53	-1'519	kein UH	21	ca. 1'100kg	-1'498

Tabelle 7: Jährliche Betriebskosten Photovoltaik (eigene Darstellung, Quelle im Anhang D)

4.2.6 Heizung

Die Betriebskosten für die Heizungsanlage pro Jahr sind abhängig von dem zu beheizenden Volumen. Beim Musterhaus in Tabelle 8 beläuft sich diese auf 375m³. Die Energiekosten umfassen den gesamten Verbrauch von Elektrizität inklusive der fossilen Energie. Die Berechnung unterliegt dem momentanen Kostenstand der Energietarife 2021. Sollte der Preis für fossile Träger steigen, treibt dies die Betriebskosten exzessiv in die Höhe. Die Unterhaltskosten bei den Wärmepumpen unterliegen einem jährlichen Check der Inneneinheit der Anlage. Bei Öl- und Gasheizungen sind neben der Heizung und der Brennerwartung auch die Kosten für Kaminfeger einzukalkulieren. Ausgaben dieser Art können je nach Platzierung und Zugänglichkeit der Anlage sowie der Führung der Abluft abweichen. Der Kostenabschreiber wurde anhand des Anschaffungspreises der Anlage unter Berücksichtigung einer Betriebszeit von 20 Jahren berechnet. Bei den Anlagen mit Fördergeldern wurde der Förderbeitrag berücksichtigt. Sollte eine solche Anlage nach 20 Jahren ersetzt werden müssen, wird dieser tendenziell höher ausfallen, da keine Fördergelder mehr zu beziehen sind.

Jährliche Betriebskosten Heizung						
Heizung	Energiekosten CHF	Unterhaltskosten CHF	Rückstellungen CHF	Klimabelastung in Kg CO2/Jahr	Gebäudeversicherung CHF	Betriebskosten CHF
WP Luft - Wasser	800	200	1'225	100	6	2'231
WP Erdsonde	600	200	1'050	100	11	1'861
Ölheizung	1'900	600	1'200	5'700	keine Erhöhung	3'700
Gasheizung	900	800	1'050	4'100	2	2'752

Tabelle 8: Jährliche Betriebskosten Heizung (eigene Darstellung, Quelle im Anhang E)

4.2.7 Aussenhülle

Für die Aussenhülle fallen in der Regel lediglich kleine Unterhalts- und Betriebskosten an. Eine Fassade, eine Dach- oder eine Kellerdeckendämmung unterliegen keinem Gebrauch, welcher mit einem regelmässigen Eingriff hinsichtlich des Lebenszyklus oder auf deren Nutzungsfähigkeit beeinflusst werden kann. In Ausnahmefällen kommt es vor, dass bei Wohnliegenschaften regelmässig die Fenster und die Türanlage kontrolliert und einjustiert werden müssen. Dies ist aber abhängig von der Eigentümerschaft sowie der verbauten Anlage hinsichtlich der Ausführung und Baugrösse. Die Lage des Gebäudes ist hinsichtlich regelmässiger Betriebskosten massgebend. Steht ein Haus in unmittelbarer Nähe zu einer stark befahrenen Strasse oder einer Autobahn kann es notwendig sein, die Fassade regelmässig von Staub und Feinstaub zu befreien. Regelmässige Dachreinigungen sind bei Häusern notwendig, welche nahe am Wald stehen oder umgeben von hohen Bäumen sind. Das herabfallende Laub verstopft die Regenrinnen und lässt tendenziell eher Moosbildung auf dem Dach zu. Eine verputzte, nicht ausreichend geschützte Westfassade benötigt womöglich nach zirka 20 Jahren eine Pinselsanierung. Dies ist der Fall, da die Witterungseinflüsse einer Fassade stark zusetzen können. Da solche Instandhaltungsarbeiten nicht die Regel sind, wird davon abgesehen, die entsprechenden Betriebskosten hier abzubilden. Im Beispielobjekt wird kein regelmässiger Servicegang berücksichtigt.

In Tabelle 9 werden die Erneuerungszyklen des Beispielhauses aufgezeigt. Das Beispielhaus ist zum heutigen Zeitpunkt 40 Jahre alt. Mit dem immobilienökonomischen Ansatz, dass eine Immobilie 100 Jahre alt wird, hat dieses Haus eine theoretische Restnutzungsdauer von 60 Jahren. Danach stellt sich die Frage, wie das Haus weiter betrieben werden soll. Es folgt eine Strategieentscheidung mit der Folge einer Kernsanierung, eines Abbruchs/Neubaus oder dem Weiterbetreiben.

Aus der Tabelle wird ersichtlich, in welchen Zeitabständen grössere Investitionen bei den Bauteilen Photovoltaikanlage, Heizung, Fassade, Dach und Fenster anfallen. Je nach dem angewendeten Bausystem variiert die Lebensdauer der Bauteile. Die zu erwartende Beständigkeit eines Bauteils stammt von der paritätischen Lebensdauertabelle von (mietrechtspraxis, 2019). Neigt sich die Lebensdauer des Bauteils dem Ende zu, erhöht sich die Notwendigkeit einer Sanierung. Diese ist vorteilhaft und unter Berücksichtigung einer energetischen Verbesserung zu planen. Wie häufig dies theoretisch beim Beispielhaus der Fall wäre, ist aus der Tabelle ersichtlich. Die einzige Ausnahme bildet die Photovoltaikanlage, welche als neues Bauteil hinzukommt. Sie entwertet jedoch das darunterliegende Steil- oder Flachdach nicht. Wird eine Photovoltaikanlage mit einer nötigen Dachsanierung kombiniert, sind die Erstinvestitionskosten inklusive des Förderbeitrags im Endeffekt niedrig. Hier empfiehlt es sich, eine fundierte Kosten- und Nutzen-Analyse zu erstellen.

Die Öl-, Gas- und Wärmepumpen sind allesamt nach etwa 20 Jahren zu ersetzen. Somit lassen sich die Preise einander gegenüberstellen. Feststeht, dass Gas- und Ölheizungen in der Erstinvestition und im Ersatz am günstigsten sind. Wie sich deren Betriebs- und Unterhaltskosten verhalten, wurde bereits oben erläutert. Auffallend ist der Vergleich der Wärmepumpen mit den fossilen Heizungen. Grosse Kostenabweichungen sind lediglich bei der Erstinvestition festzustellen, was auf den grösseren baulichen Aufwand zurückzuführen ist. Im Anschluss, alle 20 Jahre, sind die Kosten für den Ersatz von Heizkessel und Brenner gegenüber jenem einer neuen Wärmepumpe beinahe identisch. Die Mehrkosten der Erstinvestition können über die Jahre mit den eingesparten Betriebskosten amortisiert werden. Dabei ist unschwer zu erkennen, dass auf längere Sicht der Wechsel von fossilen zu erneuerbaren Heizsystemen wirtschaftlich und ökologisch lohnend ist.

Die Dämmungen des Daches und der Fassade sind im Beispiel lediglich einmal innerhalb der Lebensdauer einer Immobilie zu erneuern. Hinsichtlich dieser langen Restlebensdauer sind die Zusatzkosten für eine effektivere Dämmung inklusive der Fördergelder als nicht hoch einzuschätzen. Durch die verbesserte Dämmung ist folglich mit deutlich niedrigeren Energiekosten zu rechnen.

Für Fenster als Einzelermassnahmen sind keine Fördergelder zu beziehen. Während der 100 Jahre ist zwei- bis dreimal ein Ersatz einzuplanen. Dabei ist die bestehende Technologie meist überholt und neue Fenster weisen automatisch einen optimierten U-Wert auf. In Kombination mit einer gut gedämmten Aussenhülle kann die benötigte Heizleistung um ein Vielfaches gesenkt werden.

5 Umsetzung einer energetischen Sanierung

5.1 Musterablauf einer energetischen Sanierung

Damit ein Sanierungsprojekt erfolgreich abgewickelt werden kann, sind gewisse Vorgehensschritte essenziell. Im folgenden Musterprozess sind basierend auf den Recherchen im Theorieteil zentrale Abläufe und Schritte aus der Sicht der Autoren definiert.

In einem ersten Schritt muss der finanzielle Rahmen abgeklärt werden. Dieser ist für die weitere Objektstrategie und die Planung der möglichen Eingriffstiefe von Bedeutung. Dazu ist die Liegenschaft über einen längeren Zeitraum zu betrachten. Anhand gebildeter Rückstellungen oder durch mögliche Kredite kann der finanzielle Rahmen vom Eigentümer definiert werden. Erste Gespräche mit Energieberatungsstellen können zu diesem Zeitpunkt bereits hilfreich sein und erste Fragen klären. Ähnliches gilt für Abklärungen beim Kanton, wo zu erfahren ist, unter welchen Bedingungen Fördergelder zu erhalten sind.

Im Anschluss gilt es die Lebensdauer der betroffenen Bauteile und den Energieverbrauch separat aufzugliedern und einzuordnen. Fühlt sich der Eigentümer mit der Thematik nicht vertraut, macht es Sinn, frühzeitig eine Fachperson beizuziehen. Dazu bietet die GEAK-Gebäudeanalyse eine Lösung. Anhand dieser Auswertung kann der Energieberater dem Eigentümer Potenziale zur energetischen Verbesserung des Gebäudes aufzeigen. Der Energieberater weist eine Sanierungs- beziehungsweise Mehrjahresplanung vor, abgestimmt auf die bestehenden Bauteile, sofern eine Sanierung in Etappen angestrebt wird. Je nach den definierten Massnahmen ist der Aufwand unterschiedlich gross. Bei umfassenden Sanierungen ist im Rahmen des Projektes häufig automatisch eine Fachperson (Architekt, Bauleiter) involviert.

Sind die Massnahmen definiert, gilt es die Frage nach einer Baubewilligung vorgängig zu klären. Ist eine Baubewilligung notwendig, muss dies zeitlich im Projektplan berücksichtigt werden. Um detaillierte Fördergeldabklärungen durchführen zu können, sind Konkurrenzofferten empfehlenswert, welche dem Bauherrn helfen, die Preise zu verifizieren. Fördergelder werden vom Kanton erst ausbezahlt, wenn die Massnahmen umgesetzt sind. Eine Voraussetzung ist, dass dies Massnahmen vorgängig mit dem entsprechenden Formular angemeldet und bestätigt worden sind.

Nach der Erledigung all dieser Punkte wird zur Umsetzung übergegangen. Abhängig von der Komplexität der Arbeiten können diese selbst oder von einer Fachperson durchgeführt werden. So steht einer erfolgreichen Inbetriebnahme nichts mehr im Wege. Nach der Feinjustierung und der Behebung der Mängel folgt zum Schluss die Bauabrechnung. Versprochene Fördergelder können nun beim Kanton eingefordert und die getätigten Investitionen den Steuern abgezogen werden.

Wie erfolgreich das Projekt ist, zeigt sich fortlaufend an den Betriebskosten.

5.2 Musterprozess einer energetischen Sanierung

Wie ein möglicher theoretischer Ablauf aussehen kann, zeigt der Musterprozess in Abbildung 21. Dabei wird das Vorgehen in fünf Hauptprozesse unterteilt und mit den darin beinhalteten Kontrollpunkten beschrieben. Je nach Objekt und Vorinformationen kann das Vorgehen von diesem Musterablauf abweichen.

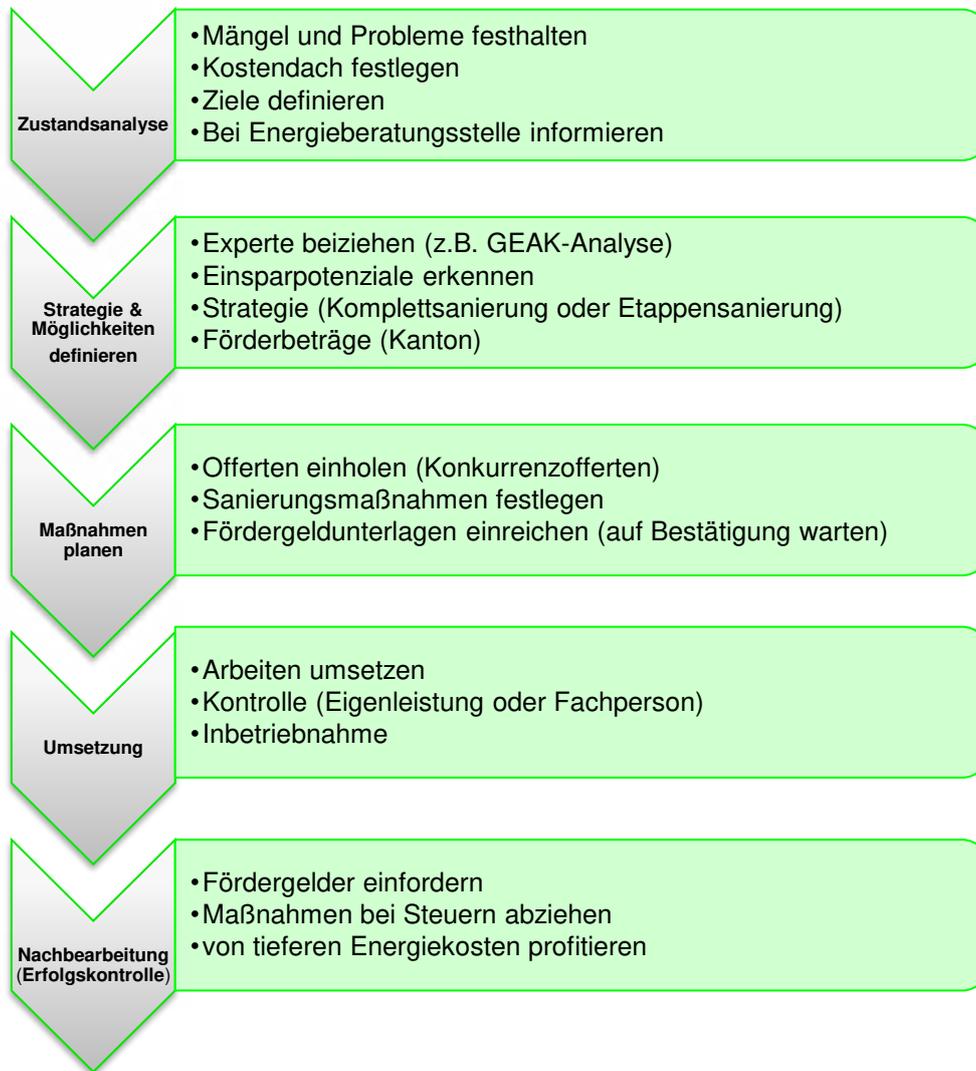


Abbildung 21: Musterprozess energetische Sanierung (Quelle: eigene Abbildung)

6 Diskussion

6.1 Erkenntnisse aus Sicht der Immobilienökonomie

Bei einer Immobilie, welche in einen Sanierungszyklus fällt, gilt es die Planung sorgfältig und durchdacht anzugehen. Dazu braucht es Weitsicht und Fachverständnis bezüglich der Erneuerungszyklen und der Lebensdauer der Bauteile. Bei genauerer Betrachtung ist es nicht einzig der Mehrwert infolge der tiefen Energiekosten. Immobilien mit erneuerbaren und effizienten technischen Anlagen respektive nachhaltig verbesserten Bausubstanzen haben auch einen Einfluss auf den Wert einer Immobilie. Wird zum Beispiel bei einer Immobilie eine alte Ölheizung durch eine energetische Wärmepumpe ersetzt, wird nicht nur die technische Entwertung vermindert, sondern auch eine Wertsteigerung bei der Bausubstanz erzielt. Dieser positive Effekt widerspiegelt sich bei allen energetischen Massnahmen. Anders gesagt sind alle zusätzlichen oder neuen energetischen Massnahmen wertvermehrend und senken nachhaltig die Betriebskosten.

Obwohl der Wechsel von einer Ölheizung auf eine Wärmepumpe bei der ersten Investition trotz der Fördergelder noch abschreckend wirkt, muss die gesamte Bilanz über alle Erneuerungszyklen berücksichtigt werden. Durch niedrigere Betriebskosten wird der höhere Anschaffungswert während der Laufzeit amortisiert. Die fortführenden Kosten sind tiefer als bei einem gleichwertigen Ersatz. Bei den Betriebs- und Investitionskosten ist darum der monetäre Vorteil selbstredend. Die Fördergelder, welche eingeholt werden können, sowie steuerliche Vorteile wirken zusätzlich attraktiv auf die Erstinvestitionen.

Ebenso zentral ist der allgemeine ökologische Aspekt. Bereits heute ist der Druck auf die Menschheit bezüglich des Klimaschutzes enorm. Wie eingangs erwähnt, ist der Gebäudepark Schweiz für 45 % der Schweizer Energie und ein Drittel des CO₂-Austosses verantwortlich. Das Umdenken findet bereits statt und das gesellschaftliche Interesse für nachhaltigere Immobilien mit weniger CO₂-Ausstoss nimmt stetig zu. Dadurch werden Gebäude mit zufriedenstellender Energiebilanz für die Käufer und Mieterschaften zunehmend attraktiver und dienen als Aushängeschild. Bei vermieteten Gebäuden mit guter Reputation besteht ein niedrigeres Risiko für einen Leerstand respektive Mietzinsausfälle. Der Wert der Immobilie kann dadurch längerfristig sichergestellt werden. Bei Einfamilienhäusern wirkt dieser Vorteil vor allem gewinnbringend bei konkreten Verkaufsabsichten. Die niedrigeren Betriebskosten, welche durch gezielte energetische Massnahmen erreicht werden, wirken sich bei vermieteten Objekten positiv auf die Nebenkosten aus. Auch bei einer Eigennutzung bleibt somit mehr in der Haushaltskasse übrig.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass durch energetische Massnahmen und unter Einhaltung der zyklischen Sanierungen eine Liegenschaft dauernd und vorteilhaft am Markt positioniert werden kann.

6.2 Interpretation der Ergebnisse

Bei der Erarbeitung und Diskussion dieser Materie sind den Autoren immer wieder Schwierigkeiten bei der Umsetzung von energetischer Sanierungen aufgefallen. Diese kommen erst mit der intensiven Auseinandersetzung des Themas auf. Der Erfolg einer

energetischen Sanierung liegt in einer professionellen Analyse und einer nachhaltigen Planung und Ausführung. Zeigt eine GEAK-Analyse aufgrund nicht zufriedenstellender Werte beispielsweise einen notwendigen Heizungsersatz auf, ist es dennoch bedeutsam, den gesamtheitlichen Blick über die Immobilie zu haben. Der bestmögliche Nutzen wird erreicht, wenn die Systeme Aussenhülle, Heizung und Photovoltaik aufeinander optimal abgestimmt werden. Der technische Zustand und die zu erwartende Lebensdauer einzelner Bauteile müssen dem ausführenden Bauherrn bekannt sein. Auf diese Weise ist es möglich, Synergien zwischen einzelnen Massnahmen zu planen sowie Kosten und Zeit einzusparen.

Gerade bei Photovoltaikanlagen ist die Spannweite zwischen ideologischer Anschaffung und wirtschaftlichem Nutzen gross. Durch die zahlreichen attraktiv gestalteten Angebote von regionalen Elektrizitätswerken oder privaten Anbietern werden viele Anlagen installiert, bei welchen eine späte Amortisation zu erwarten ist. Eine Photovoltaikanlage funktioniert am wirtschaftlichsten, wenn zwei Anforderungen erfüllt werden. Das System ist intelligent in die vorhandene Hausinstallation und die technischen Anlagen eingebunden und der Energiebezug ist tagsüber auf die anfallende Produktion angeglichen.

Als Beispiel kann bei einem Haushalt, in dem beide Bewohner tagsüber auswärtig der Arbeit nachgehen, die Photovoltaikanlage über eine Systemkoppelung per intelligenter Steuerung einen Heizungswasserspeicher laden, um damit nachts die Wärmeerzeugung zu entlasten. Noch effektiver ist es, wenn tagsüber die gesamte anfallende Energie vom Dach direkt verbraucht wird. Die Waschmaschine und die Geschirrwashmaschine laufen idealerweise tagsüber und nicht am Abend zu Niedertarifzeiten. Der direkte Verbrauch ist stets der effizienteste. Ein Elektroauto wird per smarterer Steuerung ebenfalls lediglich geladen, wenn Sonnenenergie verfügbar ist. Das Ziel einer optimal genutzten Photovoltaikanlage ist es, die gewonnene Energie vom Dach, wenn möglich stets im eigenen Haushalt zu verbrauchen und nicht ins Netz zu einem niedrigen Tarif einzuspeisen.

Bei einem notwendigen Heizungsersatz, vorzugsweise bei einem Wechsel von fossilen auf erneuerbare Energieträger, ist primär zuerst die Aussenhülle samt den Fenstern energetisch aufzuwerten. Ein behagliches Raumgefühl kann lediglich sichergestellt werden, sofern die Gebäudehülle mit der Heizungsanlage abgestimmt ist. Eine nachhaltige Lösung macht nur Sinn, wenn die Reihenfolge der Sanierungsmassnahmen aufeinander abgestimmt ist.

6.3 Ausblick

Wie der Jahresbericht 2020 von (dasgebaeudeprogramm, 2020) aufzeigt, ist der Sanierungsbedarf bei den Gebäuden (noch) hoch. Demzufolge sind über eine Million Gebäude in der Schweiz zu sanieren. Die Mehrheit davon hat bezüglich des CO₂-Ausstosses und der Energieeffizienz grosses Potenzial. Rund zwei Drittel aller Gebäude werden im Jahr 2021 nach wie vor fossil oder elektrisch beheizt. Auch in Bezug auf die Wärmedämmung weisen zahlreiche Gebäude, die vor der Jahrhundertwende erbaut wurden, ungenügende Dämmwerte auf. Wirtschaftlich gesehen kann daraus abgeleitet werden, dass die Baubranche im Bereich der Sanierung viel Arbeit vor sich hat. Dies widerspiegelt sich

beispielsweise an den ausbezahlten Fördergeldern im Jahr 2020. Seit dem Bestehen von *das Gebäudeprogramm (2010)* wurden noch nie so viele Gesuche gestellt und Förderbeiträge ausbezahlt wie 2020. Diese Steigerung um 13 % im Vergleich zum Vorjahr 2019 ist erfreulich und auffällig, wenn bedacht wird, dass es ein ‚Pandemiejahr‘ war. Die Thematik scheint also bei vielen Hausbesitzern präsent zu sein. Bleibt diese Tendenz in den nächsten Jahren weiter positiv, kann der Gebäudepark Schweiz zukünftig deutlich nachhaltiger werden.

Abschliessend sind die Verfasser der Ansicht, dass, wann immer möglich, eine energetische Sanierung zu priorisieren ist. Die Mehrkosten der Erstinvestition lassen sich über die Jahre anhand der niedrigen Betriebskosten amortisieren. Stimmt die Reihenfolge der geplanten Massnahmen und wird das Nutzerverhalten auf die Neuerungen angepasst, ist ein solches Vorhaben aussichtsreich. In Bezug auf die Wohnqualität, aber auch in wirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht kann dadurch ein Mehrwert für den Eigentümer entstehen.

Mithilfe dieser Arbeit legen Eigentümer den ersten Grundstein für die Sanierung Ihres Gebäudes. Die Transparenz von der Investition bis zu den Nutzungskosten wurde aufgezeigt und ist erfolgsversprechend.

7 Literaturverzeichnis

- Ausbau und Fassade.* (26. 09 2021). Abgerufen am 26. 09 2021 von <https://www.ausbauundfassade.de/energetische-sanierung>
- BAFU. (01. 09 2016). *bafu.admin*. Abgerufen am 01. 08 2021 von [bafu.admin: https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/zukuenftige-klimapolitik-vernehmlassung/haeufig-gestellte-fragen--faq-.html](https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/dossiers/zukuenftige-klimapolitik-vernehmlassung/haeufig-gestellte-fragen--faq-.html)
- Bundesamt für Energie.* (09 2016). Abgerufen am 10. 08 2021 von [file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/hfm2015%20\(1\)%20\(5\).pdf](file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/hfm2015%20(1)%20(5).pdf)
- Bundesamt für Umwelt.* (19. 09 2021). Abgerufen am 19. 09 2021 von <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/dossiers/mehr-als-nur-eine-frage-der-energieeffizienz.html>
- CKW. (25. 08 2021). *Heizungsrechner CKW*. Abgerufen am 25. 08 2021 von https://heizungsrechner.ckw.ch/ckw/?gclid=EAIaIQobChMI_8rcyKS48wIVFOJ3Ch1hxgZ8EAAYAiAAEgIPDfD_BwE#/df/start
- dasgebaeudeprogramm.* (2020). Abgerufen am 30. 09 2021 von <https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/de/publikationen-und-fotos/berichte-und-statistiken/>
- dein Heizungsbauer.* (15. 09 2021). Abgerufen am 15. 09 2021 von <https://www.dein-heizungsbauer.de/systeme-und-technik/waermepumpe/>
- EnDK. (04. 08 2021). *endk.ch*. Abgerufen am 04. 08 2021 von Konferenz Kantonalen Energiedirektoren: <https://www.endk.ch/de/endk>
- Energie Schweiz.* (01 2019). Abgerufen am 12. 08 2021 von [file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/6712-EnergieSchweiz-Broschuere-Gebaeude_erneuern_Energieverbrauch_halbieren-DE%20\(1\).pdf](file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/6712-EnergieSchweiz-Broschuere-Gebaeude_erneuern_Energieverbrauch_halbieren-DE%20(1).pdf)
- energieheld Schweiz.* (18. 10 2021). Abgerufen am 18. 10 2021 von [energieheld Schweiz: https://www.energieheld.ch/heizung/waermepumpe](https://www.energieheld.ch/heizung/waermepumpe)
- energieheld Schweiz.* (09. 10 2021). Abgerufen am 09. 10 2021 von [energieheld.ch: https://www.energieheld.ch/daemmung/kosten](https://www.energieheld.ch/daemmung/kosten)
- energieheld Schweiz.* (09. 10 2021). Abgerufen am 09. 10 2021 von <https://www.energieheld.ch/solaranlagen/photovoltaik-loesungen/wechselrichter>
- EnergieSchweiz.* (2020). Abgerufen am 01. 08 2021 von [energieschweiz.ch: https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/14/1402EC7524F81EEB918983A812DE71C3.pdf](https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_mimes_bbl/14/1402EC7524F81EEB918983A812DE71C3.pdf)
- EnergieSchweiz.* (2021). Abgerufen am 04. 08 2021 von [energieschweiz.ch: https://www.energieschweiz.ch/gebaeude/renovieren-sanieren/](https://www.energieschweiz.ch/gebaeude/renovieren-sanieren/)
- energie-umwelt.* (10. 10 2021). Abgerufen am 10. 10 2021 von <https://www.energie-umwelt.ch/haus/renovation-und-heizung/gebaeudeplanung/isolation/837>

- EnFK. (7. 10 2021). *Harmonisiertes Fördermodell der Kantone (HFM 2015)*. Von Konferenz Kantonaler Energiedirektoren : <https://www.endk.ch/de/dokumentation/harmonisiertes-foerdermodell-der-kantone-hfm> abgerufen
- erneuerbar heizen*. (01. 08 2021). Abgerufen am 01. 08 2021 von <https://erneuerbarheizen.ch/erneuerbare-heizsysteme/waermepumpen/>
- Förderportal, S. G. (19. 08 2021). *efoerderportal*. Abgerufen am 19. 08 2021 von <https://efoerderportal.sg.ch/foerdergeldrechner>
- GEAK. (2021). Abgerufen am 13. 08 2021 von <https://www.geak.ch/>
- Gebäudehülle Schweiz*. (2010). Abgerufen am 23. 08 2021 von https://www.montana-ag.ch/dokumente/produkte/sanieren/clever_sanieren_d.pdf
- Gebäudeprogramm Schweiz*. (19. 09 2021). Abgerufen am 18. 09 2021 von https://www.dasgebaeudeprogramm.ch/media/filer_public/03/a6/03a60b89-4d45-487b-bf88-b1d421521a23/bfe_gebaeudeprogrammjahresbericht_de_210805_final.pdf
- Hans-Rudolf Schalcher, H.-J. B. (2011). *Was kostet das Bauwerk Schweiz in der Zukunft und wer bezahlt dafür?* vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. Abgerufen am 02. 08 2021
- Heizung. (3. Oktober 2021). *Heizung*. Von Heizung: <http://www.heizung.de> abgerufen
- Helion*. (15. 08 2021). Abgerufen am 15. 08 2021 von Helion: <http://www.helion.ch/solaranlage/funktionsweise>
- Helion*. (25. 09 2021). Abgerufen am 25. 09 2021 von Helion: <https://www.helion.ch/waermepumpe/kosten>
- HEV. (02. 12 2019). *Hauseigentümerverband HEV*. Abgerufen am 13. 08 2021 von hev-zuerich: <https://www.hev-zuerich.ch/neu-ab-2020-sind-rueckbaukosten-bei-den-steuern-abziehbar/>
- HEV Schweiz*. (2021). Abgerufen am 01. 09 2021 von raiffeisen: <https://www.raiffeisen.ch/casa/de/immobilien-sanieren/sanierungsplanung/lebensdauertabelle.html#interview>
- mietrechtspraxis. (2019). *Paritätische Lebensdauertabelle* (Ausgabe 2019 Ausg.). Abgerufen am 20. 09 2021
- Minergie Schweiz*. (04. 09 2021). Abgerufen am 4. 09 2021 von Minergie Schweiz: <https://www.minergie.ch/de/ueber-minergie/modernisierung/>
- Minergie Schweiz*. (03. 09 2021). Abgerufen am 03. 09 2021 von <https://www.minergie.ch/de/ueber-minergie/uebersicht/>
- MuKE. (2014). *Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich*. Abgerufen am 04. 08 2021 von Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich: file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/MuKE2014_BeschriebMuKE.pdf

- Ratgeber Baubewilligung*, 2. (20. 09 2011). Abgerufen am 20. 09 2021 von <https://docplayer.org/5554187-Ratgeber-baubewilligung-energetische-sanierung-von-ein-und-mehrfamilienhaeusern-informationen-und-tipps-fuer-hauseigentuemmer-und-baufachleute.html>
- SAK. (21. 07 2021). Persönliche Zusammenfassung PV Systems. St. Gallen, SG, CH: SAK. Abgerufen am 15. 08 2021
- Schürpf, T. (14. 06 2021). Jetzt sucht die Schweiz nach einer neuen Klimapolitik. (N. Z. Zeitung, Hrsg.) *Neue Zürcher Zeitung*. Abgerufen am 12. 08 2021 von <https://www.nzz.ch/schweiz/jetzt-sucht-die-schweiz-nach-einer-neuen-klimapolitik-id.1630333?reduced=true>
- Steuerverwaltung, E. (Hrsg.). (09. 03 2018). *estv.admin*. Abgerufen am 19. 10 2021 von [estv.admin: https://www.estv.admin.ch/estv/de/home/die-estv/medien/nsb-news_list.msg-id-70048.html#:~:text=Sie%20konkretisiert%20die%20im%20Zuge%20der%20Energiestrategie%202050,Bestimmungen%20treten%20am%201.%20Januar%202020%20in%20Kraft.](https://www.estv.admin.ch/estv/de/home/die-estv/medien/nsb-news_list.msg-id-70048.html#:~:text=Sie%20konkretisiert%20die%20im%20Zuge%20der%20Energiestrategie%202050,Bestimmungen%20treten%20am%201.%20Januar%202020%20in%20Kraft.)
- Stoll, U. (28. 01 2021). *Nutzungskosten in Immobilien*. Winterthur: Ostschweizer Fachhochschule. Abgerufen am 28. 08 2021
- Swissolar*. (15. 08 2021). Abgerufen am 15. 08 2021 von <https://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/photovoltaik/solaranlagen-installationsarten/>
- Swissolar*. (25. 08 2021). Abgerufen am 25. 08 2021 von <https://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/photovoltaik/technik/>
- twentyonecelsius*. (15. 10 2021). Abgerufen am 1. 10 2021 von http://twentyonecelsius.com.au/blog/wp-content/uploads/2015/01/shutterstock_123263716.jpg
- www.endk.ch*. (09 2016). Abgerufen am 04. 08 2021 von [www.endk.ch:file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/hfm2015%20\(1\)%20\(3\).pdf](http://www.endk.ch:file://szh.loc/imo/users/imoeba/Download/hfm2015%20(1)%20(3).pdf)

Anhang A

Investitionskosten Photovoltaik					
Ausführung	Anlageleistung	Kosten installiert CHF	Förderbeitrag CHF	Steuervorteil CHF	effektiv anfallende Kosten CHF
Photovoltaikanlage 5 kWp					ohne Batteriespeicher mit Batteriespeicher
Auf Steildach	5 kWp	16'859	2'577	3'099	11'183
Batteriespeicher optional	4.5 - 5 kWh	5'925			17'108
Photovoltaikanlage 10 kWp					ohne Batteriespeicher mit Batteriespeicher
Auf Steildach	10 kWp	20'000	4'000	4'800	11'200
Batteriespeicher optional	9 - 10 kWh	10'000			21'200
Berechnungsdaten und Quellen					
Alle abgebildeten Preise sind inklusive 7.7 % MwSt.					
Quelle Kosten inst. ;	SAK Offerte vom 30.07 und 25.09.2021 (beide im Anhang)				
Quelle Förderbeitrag 5kWp;	SAK Offerte Nr. 65238 vom 25.09.2021				
Quelle Steuervorteil 5kWp;	SAK Offerte Nr. 65238 vom 25.09.2021				
Quelle Förderbeitrag 10kWp;	SAK Offerte EFH Grüninger vom 30.07.2021				
Quelle Steuervorteil 10kWp;	SAK Offerte EFH Grüninger vom 30.07.2021				

Anhang B

Investitionskosten Heizungsanlage						
Ausführung	Anlagekosten inkl. Einbau CHF	Förderbeitrag bei Ersatz von fossiler Anlage CHF			effektiv anfallende Kosten CHF (Beispiel Kt. BE)	
		Kanton SG	Kanton Bern	Kanton Zürich		
Wärmepumpe						
Luft-Wasser	35'000	4'500	6'000	4'900	29'000	
Erdsonde	52'000	9'000	10'000	10'100	42'000	
Alternative Heizung						
Öl Heizung	24'000	keine	keine	keine	24'000	
Gasheizung	21'000	keine	keine	keine	21'000	
Berechnungsdaten und Quellen						
Alle abgebildeten Preise sind inklusive 7.7 % MwSt.						
Die Anlagekosten umfassen die Installation samt Anbindung an die bestehende Haustechnik ohne spezielle Anpassungen.						
Quelle Anlagekosten;				www.energieheld.ch , 25.09.2021.		
Quelle Förderbeitrag Kanton Sankt Gallen;				https://www.energieagentur-sg.ch , 25.09.2021		
Quelle Förderbeitrag Kanton Bern;				https://www.weu.be.ch/de , 25.09.2021		
Quelle Förderbeitrag Kanton Zürich				https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/energie/energiefoerderung.html , 25.09.2021		

Anhang C

Investitionskosten Aussenhülle									
Bauteil	Flächenpreis montiert CHF/m ²	Kosten Bsp. CHF	Gerüstbau 8 CHF/m ²	Förderbeitrag CHF/m ²	Förderbeitrag Beispiel CHF	Spezielles	effektiv anfallende Kosten in CHF	inkl. Planerkosten und Reserve (zus.15%)	
Dachdämmung		150 m ²			bei 150m ²				
Aufsparrendämmung	270	40500	5'000	40	6000	Dach Ab- und Eindeckung in Flächenpreis inklusiv	39'500	45'425	
Zwischensparrendämmung	161	24150	5'000	40	6000	Dach Ab- und Eindeckung in Flächenpreis inklusiv	23'150	26'623	
Untersparrendämmung	86	11610	1'000	40	5400	Demontage Innenausbau exklusiv Dachfläche innen 13,5m ²	7'210	8'292	
Estrichbodendämmung		65 m ²							
Geschossdeckendämmung	65	4225	-	40	2600	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	4'225	4'859	
Fassadendämmung		224m ²			bei 224m ²				
Kerndämmung	97	21728	5'000	40	8960		17'768	20'433	
Vorhangfassadendämmung	270	60480	5'000	40	8960		56'520	64'998	
Einblasdämmung	97	21728	5'000	40	8960		17'768	20'433	
WDVS	194	43456	5'000	40	8960		39'496	45'420	
Fensterersatz		22 Einheiten							
3-fach Isolierverglasung	1200 CHF / pro Fenster	26400	-	-	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	26'400	30'360	
Kellerdeckendämmung		65m ²							
Perimeterdämmung	108	7020	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	7'020	8'073	
Erdarbeiten	54	3510	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	3'510	4'037	
Innendämmung	108	7020	-	40	-	Als Einzelmassnahme keine Fördergelder	7'020	8'073	

Berechnungsdaten und Quellen

Alle abgebildeten Preise sind inklusive 7.7 % MwSt.

Berechnung Gerüstbau: 300m² Gerüstfläche, 2 Wochen Mietzeit à 6 CHF/m². Montage und Demontage je 1'600 CHF.

Quelle Flächenpreise: www.energieheld.ch/daemmmung 28.08.2021

Quelle Förderbeiträge: www.dasgebaeudeprogramm.ch 28.08.2021

Anhang D

Jährliche Betriebskosten Photovoltaik								
Photovoltaikanlage	Energieproduktion pro Jahr in kWh	Netztarif Rp./kWh	Rückspeisetarif Rp./kWh	Jährliche Energiekosten CHF	Unterhalt	Gebäudeversicherung CHF / Jahr	CO2 Ersparnis kg/Jahr	Total CHF
5 kWp ohne Batteriespeicher	5'200	20	6.53	-571	kein UH	9.52	ca. 450kg	-561
5 kWp mit Batteriespeicher	5'200	20	6.53	-765	kein UH	12.9	ca. 550kg	-752
10 kWp ohne Batteriespeicher	10'400	20	6.53	-1'141	kein UH	17	ca. 900kg	-1'124
10 kWp mit Batteriespeicher	10'400	20	6.53	-1'519	kein UH	21	ca. 1'100kg	-1'498

Berechnungsdaten und Quellen	
Alle abgebildeten Preise sind inklusive 7.7% MwSt.	
Berechnungsgrundlage jährliche Energiekosten;	Anlage ohne Batterie : 33% Eigenverbrauch und 67% Rückspeisung Anlage mit Batterie : 60% Eigenverbrauch und 40% Rückspeisung
Beispielberechnung 5kWp ohne Batterie;	Eigenverbrauch 33% von 5200 kWh sind 1'716kWh à 20 Rp./kWh = 343 CHF Rückspeisung 67 % von 5200 kWh sind 3'484 kWh à 6.53 Rp/kWh = 228 CHF Ergebnis ein Haben von 571 CHF / Jahr.
Quelle Energieproduktion pro Jahr;	SAK Offerte vom 30.07 und 25.09.2021 (beide im Anhang)
Quelle Netztarif;	www.swissgrid.ch/de/home/customers/topics/tarifs.html , 26.09.2021
Quelle Rückspeisetarif;	www.sak.ch/downloads/strom/strom-selber-produzieren/ruecklieferungspreise , 25.09.2021
Quelle Co2 Ersparnis;	SAK Offerte vom 30.07 und 25.09.2021 (beide im Anhang)
Quelle Gebäudeversicherung;	Tarife Aesekuranz AR, Gemäss Auskung Leiter Schaden und Schätzung, R.Grüniger, am 07.09.2021

Anhang E

Jährliche Betriebskosten Heizung						
Heizung	Energiekosten CHF	Unterhaltskosten CHF	Rückstellungen CHF	Klimabelastung in Kg CO2/Jahr	Gebäudeversicherung CHF	Betriebskosten CHF
WP Luft - Wasser	800	200	1'225	100	6	2'231
WP Erdsonde	600	200	1'050	100	11	1'861
Ölheizung	1'900	600	1'200	5'700	keine Erhöhung	3'700
Gasheizung	900	800	1'050	4'100	2	2'752
Berechnungsdaten und Quellen						
Alle abgebildeten Preise sind inklusive 7.7 % MwSt.						
Berechnungsgrundlage Energiekosten;		Verbrauch 150m ² beheizte Fläche.				
Berechnung Rückstellungen;		Lineare Rückstellung auf 20 Jahre.				
Quelle Klimabelastung Co2 Aus t o s s ;		www.https://heizungsrechner.ckw.ch/ckw vom 26.09.2021				
Quelle Energie- und Unterhaltskosten;		www.https://heizungsrechner.ckw.ch/ckw vom 26.09.2021				

Anhang F

Instandsetzung und Erneuerung (PV-Anlage, Heizungsanlage und Gebäudehülle)													
Erneuerungszyklen Beispielhaus (in CHF)													
EFH Mittelland	Lebensdauer	Alter am Stichtag				70 Jahre				100 Jahre			
		40-45 Jahre	50-55 Jahre	60-65 Jahre	70-75 Jahre	55-60 Jahre	60-65 Jahre	70-75 Jahre	80-85 Jahre	90-95 Jahre	95-100 Jahre	100 Jahre	
Solarstrom													
PV-Anlage 5 kWh ** (ohne Batteriespeicher)	25 - 30		Installation neue Anlage 11'200					Ersatz Anlage 19'000					
Heizungsanlage													
Gas-Heizung-Ersatz*	20	21'000			Ersatz 21'000								
Öl-Heizung-Ersatz*	20	24'000			Ersatz 24'000								
Wärmepumpe Luft-Wasser neu*	20	29'000			Ersatz WP 24'500								
Wärmepumpe Erdsonde neu*	20	42'000			Ersatz WP 21'000								
Gebäudehülle													
Fassade													
Kompaktassade WDVS	40		Ersatz 45'000										
hinterlüftete Fassade	40		Ersatz 65'000										
Dach													
Steldach ** (Auspäandämmung)	50		Ersatz 45'000										
Fenster*	25									Ersatz 30'000			

* eingebaut am Stichtag

** Einbau PV-Anlage abhängig von Lebensdauer Dach

Berechnungen und Quellen	
Quelle PV	file:///szh.loc/imo/users/moeba/Dow%20load/8665-EnergieSchweiz-A4-Brosch-Betriebskosten%20PV%20805.523.D%20(4).pdf, 25.09.2021
Quelle Heizung	https://www.hoval.ch/de_CH/Wie-lange-h%C3%A4lt-eine-Heizung%3F-lebensdauer-heizung, 25.09.2021
Quelle Heizung	https://www.energieheld.ch/heizung/waermepumpe/kosten, 25.09.2021
Quelle Fassade	Paritätische Lebensdauer-Tabelle, Metreco Praxis Ausgabe 2019
Quelle Preise	siehe vorangegangene Auflistungen

Anhang G

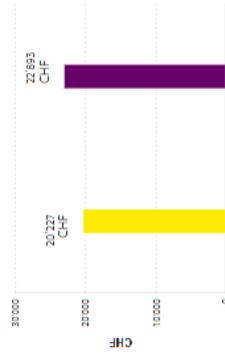


WIRTSCHAFTLICHKEIT

Investition

Photovoltaikanlage	15'654.50 CHF
Total exkl. MWST	15'654.50 CHF
MWST 7.7%	1'205.40 CHF
Total inkl. MWST	16'859.90 CHF
Einmalvergütung (EIV*)	-2'377.20 CHF
Ihre Investition	14'482.70 CHF
Erwartete Steuerersparnis***	-3'099.60 CHF
Effektive Kosten	12'140.30 CHF
Optional:	
Batteriespeicher exkl. MWST	5'925.20 CHF
* Bei Inbetriebnahme vor dem 31.3.2022	
*** Annahme Grenzsteuersatz 15%	

Ertrag über 25 Jahre



■ Ohne Batteriespeichersystem
■ Mit Batteriespeichersystem

Was bedeutet Ertrag?

Erträge sind die gesamten Einsparungen durch Eigenstromproduktion und Einnahmen aus dem Stromverkauf, abzüglich Betriebskosten über Nutzungsdauer der Photovoltaikanlage / Batteriespeichers.

Produktionskosten

1 kWh Solarstrom vom eigenen Dach kostet Sie:

Ohne Batteriespeichersystem	14.6 Rappen
Mit Batteriespeichersystem	20.9 Rappen

Die Kosten sind für die Nutzungsdauer der Photovoltaikanlage inkl. Investition, Kapital- sowie Unterhaltskosten berechnet.



PERSÖNLICHE ZUSAMMENFASSUNG IHRES PV-SYSTEMS

Christian Grüninger
Sommerhofstrasse 3
8535 Schwarzenbach SG
Tel.: 0713884480
christian.grueninger@coop.ch

St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG
Vadianstrasse 50
9000 St. Gallen
Tel.: +41 71 225 50 00
energie@mission@sak.ch

Kennzahlen Ihres PV-Systems



Unabhängigkeitsgrad
Eigenverbrauch

Die Werte gelten für ein System ohne Batteriespeicher.

Ihr neues Energiesystem



Google

Heizung	Wärmepumpe
Warmwasser	Wärmepumpenboiler
Verbrauch	8'000 kWh/Jahr
Dachneigung	30°
Solaranlage	4,94 kWp
Batterie	5 kWh
Jahresertrag	5'386 kWh/Jahr

Berechnungsgrundlagen

Energieversorger	Standardprodukte	Unterhalt PV	1 % Invest. p.a.
Stromprodukt	CH-Mittelwert (22.13 Rp./kWh)	Unterhalt Batterie	1 % Invest. p.a.
Erwartete Teuerung Einspeisetarif	1.8 % jährlich	PV-Nutzungsdauer	25 Jahre
Erwartete Strompreisteuerung	1.8 % jährlich	Eigenkapitalkosten	0 %

Anhang H



PERSÖNLICHE ZUSAMMENFASSUNG IHRES PV-SYSTEMS

Christian Grüninger
Sturzenegg 2157
9100 Herisau
Tel: 079 74 11 48
chriggrueningen@gmx.ch

St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG
Vadianstrasse 50
9000 St. Gallen
Tel: +41 71 229 50 00
energiemission@sak.ch

Kennzahlen Ihres PV-Systems



Unabhängigkeitsgrad: 30%
Eigenverbrauch: 33%

Die Werte gelten für ein System ohne Batteriespeicher.

Ihr neues Energiesystem



Google 2021 | Luftbild | Wärmepumpe, Wärmepumpen, Wärmepumpen

Heizung	Wärmepumpe
Warmwasser	Wärmepumpenboiler
Verbrauch	12'600 kWh/Jahr
Dachneigung	34°
Solaranlage	11,84 kWp
Batterie	5 kWh
Jahresertrag	11'422 kWh/Jahr

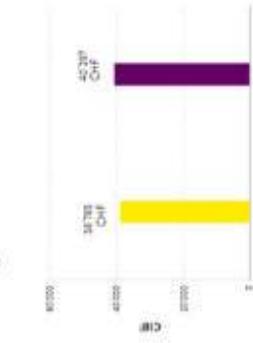
WIRTSCHAFTLICHKEIT

Investition

Photovoltaikanlage	27'862.50 CHF
Total exkl. MWST	27'862.50 CHF
MWST 7.7%	2'145.40 CHF
Total inkl. MWST	30'007.90 CHF
Einmalvergütung (EIV*)	-3'933.60 CHF
Ihre Investition	26'074.30 CHF
Erwartete Steuersparnis**	-4'847.40 CHF
Effektive Kosten	21'226.90 CHF
Optional:	
Batteriespeicher exkl. MWST	5'795.50 CHF

* Bei Inbetriebnahme vor dem 31.12.2021
** Anprobe: Energieertragswert (EIV)

Ertrag über 25 Jahre



• Ohne Batteriespeichersystem
• Mit Batteriespeichersystem

Was bedeutet Ertrag?

Erträge sind die gesamten Erzeugnisse durch Eigenstromproduktion und Einsparungen aus dem Stromerwerb. Abzüglich Betriebskosten über Nutzungsdauer der Photovoltaikanlage / Batteriespeicher.

Produktionskosten

1 kWh Solarstrom vom eigenen Dach kostet Sie:

Ohne Batteriespeichersystem	12 Rappen
Mit Batteriespeichersystem	14.8 Rappen

Die Kosten sind für die Nutzungsdauer der Photovoltaikanlage inkl. Investition, Kapital- sowie Unterhaltskosten berechnet.

Rendite

Verzinsung Ihres Kapitals (interner Zinsfluss):

Ohne Batteriespeichersystem	3.2%
Mit Batteriespeichersystem	1.6%

Der interne Zinsfluss entspricht der mittleren, jährlichen Rendite Ihres Kapitals über die gesamte Laufzeit.

Berechnungsgrundlagen

Energieerzeuger	St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG	Umfasst PV	14 Invest. p.a.
Stromprodukt	Primium naturstrom basic	Umfasst Batterie	14 Invest. p.a.
Erwartete Teuerung Energieerzeuger	1.6 % jährlich	PV-Nutzungsdauer	25 Jahre
Erwartete Strompreisaufschlag	1.6 % jährlich	Eigenkapitalkosten	0 %

Nutzungs-/Verwendungsrechte an der Masterarbeit

Solange nichts anderes vereinbart ist, liegen die Nutzungs- bzw. Verwendungsrechte an der Masterarbeit bei der OST – Ostschweizer Fachhochschule. Dazu gehört unter anderem das Recht, die Masterarbeit zu publizieren. Die Verfasser dürfen Masterarbeiten nur mit Zustimmung der Weiterbildungsleitung veröffentlichen oder auf andere Weise verwerten. Zur Einholung der Zustimmung haben sie ein **schriftliches, begründetes Gesuch bei der zuständigen Studienkoordination einzureichen**.

Die Verfasser können bei der Weiterbildungsleitung beantragen, dass die Masterarbeit vertraulich behandelt wird, wenn deren Nutzung bzw. Verwendung durch die OST Berufs- bzw. Geschäftsgeheimnisse von Dritten verletzen oder Persönlichkeitsrechte von Dritten tangieren würde. **Der schriftliche Antrag ist bei der zuständigen Studienkoordination einzureichen**. Die behauptete Verletzung von Berufs- bzw. Geschäftsgeheimnissen oder das Tangieren von Persönlichkeitsrechten ist im Antrag glaubhaft zu machen.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe und nur unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe, und dass ich ohne schriftliche Zustimmung der OST – Ostschweizer Fachhochschule keine Kopien dieser Arbeit an Dritte aushändigen werde.

	Datum	Unterschrift
Christian Grüninger	19.10.2021	
Fabian Eberle	19.10.2021	