



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Gebäude

Dr. Ruedi Meier 15.02.2015

Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmassnahmen

Modellrechnungen für Ein- und Mehrfamilienhäuser

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Auftragnehmer:

energie-cluster.ch, Monbijoustrasse 35, 3011 Bern

Autoren:

Dr. Ruedi Meier, Präsident energie-cluster.ch

Mitarbeit EDV:

Otto Hedinger, Projektleiter Studien, AI Angewandte Informatik Ittigen

Johannes Höfler, MSc UZH, energie-cluster.ch

BFE Programm Leiter: Olivier Meile

BFE Vertragsnummer: SI/400908-02

Für den Inhalt ist allein der/die Studiennehmer/in verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Summary	6
Zusammenfassung/Résumé	7
1. Ausgangslage, Problemstellung und Zielsetzung	22
2. Methodisches Vorgehen im Überblick.....	23
2.1 Beschreibung des Berechnungstools	23
2.2 Generelle Annahmen für alle Modellrechnungen	23
3. Beschreibung der Sanierungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus (MFH)	26
3.1 Pinsel-Renovation.....	27
3.2 Erneuerung nach Musterverordnung der Kantone (MuKE).....	28
3.3 Erneuerung nach MINERGIE Neubau-Standard.....	29
3.4 Erneuerung nach MINERGIE-P Neubau-Standard	30
3.5 Erneuerung nach MuKE optimiert Plusenergie	31
3.6 Erneuerung nach MuKE Plusenergie	32
3.7 Erneuerung nach MINERGIE Plusenergie	33
3.8 Erneuerung nach MINERGIE-P Plusenergie.....	34
4. Investitionskosten und Kapitalkosten für die Sanierung eines MFH im Überblick	35
4.1 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	36
4.2 Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	38
4.3 Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug	40
5. Berechnung der Mietzinsüberwälzung für ein MFH	43
5.1 Mietzinsüberwälzung ohne/mit Subventionen	43
5.2 Bruttomieten ohne/mit Subventionen	44
6. Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sanierung eines MFH	47
6.1 Berechnung der Nettorenditen.....	47
6.2 Berechnung der Nettorenditen (minus Pinsel-Renovation)	50
6.3 Berechnung der Eigenkapitalrenditen	53

6.1.1 Fazit.....	53
7. Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein MFH	57
8. Energierenditen (ohne Graue Energie) und CO ₂ -Bilanz für die Sanierung eines MFH	58
9. Sensitivitäten für die Sanierung eines MFH	62
10. Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und PV für die Sanierung eines MFH	64
11. Beschreibung der Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus (EFH).....	66
11.1 Pinsel-Renovation.....	66
11.2 Erneuerung nach Musterverordnung der Kantone (MuKE).....	67
11.3 Erneuerung nach MINERGIE Neubau-Standard.....	68
11.4 Erneuerung nach MINERGIE-P Neubau-Standard	69
11.5 Erneuerung nach MuKE optimiert Plusenergie	70
11.6 Erneuerung nach MuKE Plusenergie	71
11.7 Erneuerung nach MINERGIE Plusenergie	72
11.8 Erneuerung nach MINERGIE-P Plusenergie.....	73
12. Investitionskosten und Kapitalkosten für die Sanierung eines EFH im Überblick.....	74
12.1 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	74
12.2 Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	76
12.3 Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	78
13. Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sanierung eines EFH	81
13.1 Ergebnis der Wärme-Sanierung	81
13.2 Berechnung der Nettoenditen 1	82
13.3 Berechnung der Nettoenditen (minus Pinsel-Renovation)	84
13.4 Berechnung der Eigenkapitalrenditen	86
14. Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein EFH	88
15. Energierenditen (ohne Graue Energie) und CO ₂ -Bilanz für die Sanierung eines EFH.....	89
16. Sensitivitäten für die Sanierung eines EFH.....	92
17. Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und PV für die Sanierung eines EFH	94
18. Modellrechnung Neubau	95

19. Berechnung mit Evalo-Tool.....	99
20. Berechnung mit GEAK.....	101
22. Literaturverzeichnis.....	116
23. Tabellenverzeichnis.....	117
23. Abbildungsverzeichnis.....	120

Summary

Als wichtigstes Ergebnis der vorliegenden Modellrechnungen kann festgehalten werden, dass die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen von Gebäuden entscheidend von den getroffenen Annahmen abhängt. Dabei stehen die **Annuität** bzw. die **Zinskosten** als entscheidende Parameter klar im Vordergrund, weil sie die grössten Sensitivitäten aufweisen. Tiefe Zinsen sind also für energetische Massnahmen an Gebäuden ein grosser Vorteil, der heute viel zu wenig genutzt wird. Weiter haben **Investitionskosten** und **Energiepreise** einen relevanten Einfluss auf die Nettorendite. Wichtig sind auch die **Überwälzungsmöglichkeiten** des Investors auf die Mieterschaft. Die Ergebnisse variieren je nach Annahmen (Förderungen, Steuerabzüge, Zinsen, etc.) von Negativrenditen bis zu positiven Nettokapitalrenditen im zweistelligen Prozentbereich. Unter heutigen Bedingungen können sehr wohl positive Renditen erzielt werden unter Ausnutzung der Förderungen, Steuerabzüge und nutzen der entsprechenden Sanierungsmethode .

Eine Diskussion über die **Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen** ist somit eine Diskussion über realistische Annahmen bzw. eine mögliche wirtschaftliche Entwicklung (Zinsen, Energiepreise). Alle Investitionen sind auf einen längeren Zeithorizont ausgerichtet (Investitionsgüter). Es ist unmöglich, mit sicheren Annahmen zu rechnen, es bleiben immer Unsicherheiten. Letztlich müssen sich Investoren entscheiden, mit welchen Annahmen gerechnet werden soll. Jedes Einzelobjekt ist als solches zu behandeln und weist spezifische Rentabilitäten auf, die unter Berücksichtigung allgemeiner Trends diskutiert werden müssen. Heutigen Energiepreise um CHF 100.- für 100 Liter Heizöl ohne Subventionen und Steuervergünstigungen erreicht kaum eine Rendite. Mit dem CO₂-Gesetz, das eine CO₂-Abgabe von maximal CHF 120.- pro Tonne CO₂ vorsieht, ist dieses Ziel erreichbar.

Die vorliegende Arbeit zeigt, dass das **Verständnis zur Renditeberechnung**, für die vor allem im Mietrecht rechtliche Rahmenbedingungen massgebend sind, von grosser Bedeutung ist. Die Erträge der Investoren sind nicht primär Folge von Energieeinsparungen bzw. betriebswirtschaftlicher Energieerenditen, sondern von **möglichen Überwälzungen der Investitionen**. Je geringer die Investitionskosten und je höher die Überwälzung, desto höher ist die zu erwartende Rendite. Die Frage der Rentabilität ist für Investitionsentscheide relevant. Bei heutigen Marktbedingungen (reale Energiepreise mit Trendextrapolation) sind Energiemassnahmen nicht oder kaum rentabel. Rentabilität **besteht nur bei Subventionen und vor allem Steuerabzügen**. Renditemöglichkeiten sind aber in einem hohen Ausmass auch von der **Annuität bzw. den Zinssätzen** geprägt. Ihnen kommt sogar der weitaus grösste Einfluss zu.

Die Situation der **Mieter** wird einerseits durch Überwälzungen mit höheren Nettomieten und andererseits durch mögliche Energieeinsparungen mit tieferen Nebenkosten beeinflusst. Gemäss den Modellrechnungen kann durchaus eine **Win-Win-Situation** entstehen, das heisst, Investoren erreichen eine positive Rendite und Mieter bezahlen leicht niedrigere, gleichbleibende oder nur leicht höhere Bruttomieten. In jedem Fall verbessert sich der Komfort für den Mieter. Zudem ist das Wohnen mit massiv tieferen Umweltbelastungen verbunden. Diese im Prinzip externen Effekte können sowohl den Mieter als auch dem Investoren zu mehr Prestige und Status verhelfen.

Zusammenfassung/Résumé

Die **Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen** von Gebäuden ist eine zentrale Fragestellung für die Energiestrategie 2050. Für Investoren ist es entscheidend, ob sie mit Energiemassnahmen eine positive – zumindest angemessene – Rendite erzielen können. In den vergangenen Jahren ist die Thematik von verschiedenen Seiten angegangen worden, und verschiedene Antworten liegen vor. Es ist nicht zu übersehen, dass es viele unterschiedliche Positionen gibt. Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen entscheidend von den **Rahmenbedingungen** und den gewählten Berechnungsmethode abhängt. Deshalb ist in der vorliegenden Arbeit nicht eine projektbezogene Analyse durchgeführt worden, sondern es werden **Modellrechnungen** gemacht: Um die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmassnahmen abzuschätzen bzw. die Wirtschaftlichkeit verschiedener Sanierungsvarianten miteinander vergleichen zu können, wurde auf der Basis von Excel 2007 ein **Berechnungstool** aufgebaut und für ein idealtypisches **Modell-Mehrfamilienhaus**, ein **Modell-Einfamilienhaus**. Als zentrale Parameter für die Berechnungen wurden ein Heizölpreis von CHF 100.- für 100 Liter (inkl. Mehrwertsteuer und CO₂-Abgabe) ein Ölverbrauch von 18.0 Liter Heizöl pro m² vor der Sanierung eingesetzt.

Tabelle 1 zeigt die Annahmen für den Ölverbrauch und die weiteren Parameter, die in die Berechnungen für das Mehrfamilienhaus (MFH) und das Einfamilienhaus (EFH) eingeflossen sind.

Grundannahmen für die Berechnung			
Basisparameter	Eingabe		
Kosten des Heizöls als Endenergie	100	CHF pro 100 lt Heizöl	
Ölverbrauch vor der Renovation	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr	
Kosten der Elektrizität aus dem Netz	0.20	CHF/kWh	
Rückvergütung für Elektrizität aus der Photovoltaik ins Netz	0.20	CHF/kWh	
Anzahl Wohnungen im MFH	10	-	
Geschossfläche pro Wohnung	100	m ²	
Energiebezugsfläche total	1000	m ²	
Bruttomiete vor der Sanierung	Bern 1300	CHF	2
Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe	3.5	-	
Subventionsvariante?	CH und Kanton BE		2
Finanzierung_Annuität der Investitionskosten	6.0%		
Photovoltaik_Gesamtfläche	335	m ²	
Photovoltaik_pro kWp benötigte Fläche	6.67	m ²	
Photovoltaik_Installierte Nennleistung	50	kWp	
Photovoltaik_Investitionskosten	2000	CHF/kWp	
Elektrizitätsverbrauch eines Haushalts pro Jahr *	4500	kWh	* inkl. Allg.verbrauch
Einsparung durch sparsame Haushaltung	44%		
Elektrizitätsverbrauch eines Sparhaushalts pro Jahr *	2520	kWh	* inkl. Allg.verbrauch
Finanzierung_Anteil des Fremdkapitals	70%		
Finanzierung_Zinssatz für Fremdkapital	2.0%		
Finanzierung_Anteil Überwälzung Invest.kosten auf Mietzinse	70%		1
Finanzierung_Kapitalisierungsfaktor für Mietzinsüberwälzung	7.00%		

Tabelle 1: Liste der Eingangsdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern, die gemeinsam für alle Sanierungsvarianten gelten.

Gerechnet wurden für das Mehrfamilienhaus bzw. das Einfamilienhaus **8 Sanierungsvarianten** als Modellannahmen. Als Referenzvariante dient eine **Pinsel-Renovation** für die Gebäudeinstandhaltung und lediglich berücksichtigt, dass dank moderner Kessel die Energieeffizienz um 10% gesteigert wird. Aufbauend auf dieser Pinsel-Renovation werden die effektiven Energiemassnahmen dargestellt.

Variante	Ölverbrauch nach Sanierung Gebäudehülle	
1 Pinsel-Renovation	16,2	lt Heizöl pro m ² und Jahr
2 MuKE n	4,8	lt Heizöl pro m ² und Jahr
3 Minergie Neubau	3,8	lt Heizöl pro m ² und Jahr
4 Minergie-P	3,0	lt Heizöl pro m ² und Jahr
5 MuKE n ohne Hülle mit PV*	12,6	lt Heizöl pro m ² und Jahr
6 MuKE n mit PV	6,8	lt Heizöl pro m ² und Jahr
7 Minergie mit PV	3,8	lt Heizöl pro m ² und Jahr
8 MINERGIE-P mit PV	3,0	lt Heizöl pro m ² und Jahr

Umrechnungsfaktor: Heizöl zu kWh

10 kWh/lt Öl

Umrechnungsfaktor CO₂-Ausstoss **:

2,650 t / 1000 lt Öl

Tabelle 2: Definition Energiestandards

* Sanierung nach den MuKE n (Dach, Fenster, Estrich, ohne verbessern der Aussenhülle)

* gemäss BAFU "Energieinhalte und CO₂-Emissionsfaktoren von fossilen Energieträgern"

Die Investitionskosten für die Sanierung eines Mehrfamilienhauses sind in der Tabelle 3 auf der nächsten Seite zusammengefasst und in Abbildung 1 grafisch dargestellt. Als Kommentar dazu ist festzustellen, dass Investitionsentscheide meist allein aufgrund der Höhe der Investitionskosten getroffen werden. Dabei fällt die Energieeffizienz vielfach aus den Traktanden. Deshalb ist es eine zentrale Aufgabe aufzuzeigen, dass wer Energieeffizienz und erneuerbare Energien will, nicht nur auf Investitionskosten achten sollte. Es sind weitere Aspekte wie Subventionen und Steuerabzüge, aber vor allem auch eine Betrachtung der jährlichen Kapitalkosten und Energieeinsparungen einzubeziehen. Erst die Kalkulation von Investitionen über den gesamten Lebenszyklus führt zu einer realistischen Einschätzung der Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen. Der eigentliche Ertrag für den Investor stellt sich mit der Überwälzung seiner Investitionskosten auf die Mieter ein. Die Rendite berechnet sich aufgrund der Überwälzung minus jährliche Kapitalkosten dividiert durch die gesamten Investitionskosten. Dabei fallen die einzelnen Werte je auch Annahmen unterschiedlich aus. Es ergeben sich verschiedene Renditen.

$$Rendite = \frac{\text{Überwälzung} - \text{jährliche Kapitalkosten}}{\text{Investitionskosten}}$$

Formel 1: Renditeberechnung



Investitionen	Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
Gebäudehülle									
Planung	CHF	20'000	40'000	60'000	90'000	40'000	40'000	60'000	90'000
Dach / Estrich	CHF	0	31'350	31'350	39'600	31'350	31'350	31'350	39'600
Wand	CHF	57'600	172'000	172'000	200'000	57'600	172'000	172'000	200'000
Kellerdecke	CHF	0	28'050	28'050	33'000	28'050	28'050	28'050	33'000
Fenster	CHF	9'500	72'000	72'000	80'000	72'000	72'000	72'000	80'000
Gebäudehülle total	CHF	87'100	343'400	363'400	442'600	229'000	343'400	363'400	442'600
Gebäudetechnik									
Komfortlüftung	CHF	0	0	100'000	100'000	0	0	100'000	100'000
Luftdichtigkeit	CHF	0	0	0	40'000	0	0	0	40'000
Photovoltaik	CHF	0	0	0	0	100'000	100'000	100'000	100'000
Wärmepumpe	CHF	0	0	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000
Heizkessel	CHF	15'000	15'000	0	0	0	0	0	0
Gebäudetechnik total	CHF	15'000	15'000	150'000	190'000	150'000	150'000	250'000	290'000
Investitionen total	CHF	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
Anteil Gebäudehülle	%	85.3%	95.8%	70.8%	70.0%	60.4%	69.6%	59.2%	60.4%
Anteil Gebäudetechnik	%	14.7%	4.2%	29.2%	30.0%	39.6%	30.4%	40.8%	39.6%

Tabelle 3: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

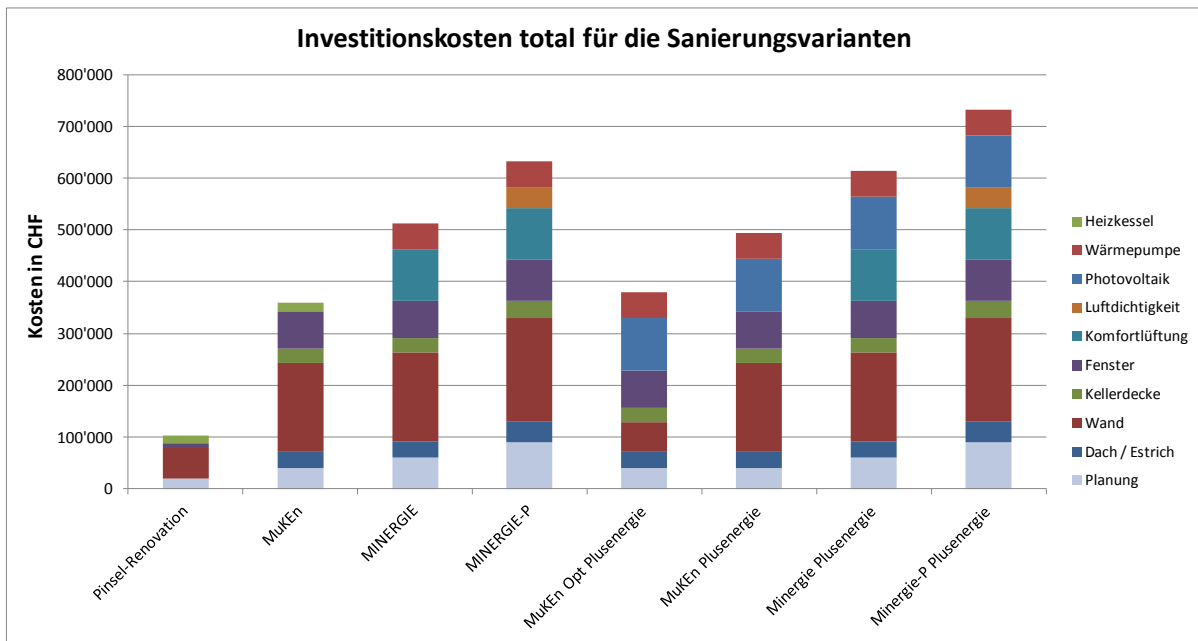


Abbildung 1: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

Aus den diversen Modellberechnungen in dieser Studie können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden: Ohne Subventionen und Steuerabzüge sind Energiemassnahmen kaum oder nur in einem geringen Ausmass rentabel. Unter den heutigen Voraussetzungen besteht also ein rational erklärbarer Sanierungsstau. Es zeigt sich zudem, dass die Renditen mit zunehmender Energieeffizienz tendenziell abnehmen, hingegen mit Energieproduktion gesteigert werden können. Bei steigender Energieproduktion ist mit hoher Rendite zu rechnen.

Es kann mit dieser Studie nicht gesagt werden, in wie vielen Fällen ökonomisch und rational gehandelt wird. Es bleibt offen, ob und unter welchen Annahmen es Renditen gibt, die nicht realisiert werden bzw. Investitionen ohne effektive Renditen getätigt werden. Tendenzuell werden in die Energieeffizienz hohe Erwartungen gesetzt. Fallende Renditen ergeben sich letztlich durch die physikalische Tatsache des exponentiell sinkenden Grenznutzens von Wärmedämmmassnahmen. Die ersten paar Zentimeter Wärmedämmung vermindern den Wärmeverlust erheblich. Der sinkende Nutzen der Wärmedämmung sollte zu einer Optimierung statt Maximierung dieser Effizienzmassnahme führen.

Zudem zeigt sich, dass grosse Sparpotentiale bei den Haushaltsgeräten bestehen. Diese sollten deshalb in eine Bilanzierung bzw. einem Standard unbedingt einbezogen werden. Mehr Effizienz bzw. Rendite kann vielfach sehr kostengünstig erreicht werden. Positive Werte bei Plusenergie-Gebäuden werden nicht nur durch die Energieproduktion sondern vor allem auch durch Effizienz bei allen Anwendungen erzielt! Vergleich Tabelle 31.

In der folgenden Tabelle 4 werden Renditen für alle Sanierungsvarianten dargestellt. Es handelt sich um eine Zusammenfassung der Modellrechnungen für das Mehrfamilienhaus. Die Rendite 1A wird ohne Subventionen und Steuerabzüge und inklusive Pinsel-Sanierungen gerechnet. Sie fällt für alle Varianten negativ aus. Die Variante 1B geht davon aus, dass keine Subventionen gesprochen werden, aber Steuerabzüge gemacht werden können.

Annuität	Heizölpreis [CHF/100 lt]	Verbrauch [lt/m2 Jahr]	Überwälzung auf Mietzins				Strom aus Netz [Rp./kWh]				PV in das Netz [Rp./kWh]				Investitionskosten für PV [CHF/kWp]
6%	100	18	70%				20				20				2000
Bezeichnung der Variante		Kennwerte Mieterschaft		Kennwerte für Besitzer / Investoren											
				Kapitalrendite								Eigenkapitalrendite			
		Mietzins neu 1	Mietzins neu 2	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
Pinselrenovation / Referenz		99.3%	99.3%	-5.3%	-5.1%	-5.1%	-5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.3%	-1.6%	-1.6%	-2.3%
MuKE n Musterverordnung Kt.		102.6%	99.2%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	0.2%	3.1%	5.0%	1.0%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
Minergie Neubau-Standard		106.1%	101.8%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	-0.2%	2.2%	3.0%	0.2%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
Minergie-P Neubau-Standard		109.6%	104.3%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	-0.4%	1.8%	2.4%	-0.1%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
MuKE n Opt Plusenergie		101.8%	98.9%	0.2%	2.3%	2.9%	0.7%	1.8%	5.4%	7.9%	3.1%	16.2%	23.1%	25.0%	17.6%
MuKE n Plusenergie		102.6%	98.6%	-0.1%	1.9%	2.4%	0.3%	1.0%	4.0%	5.6%	2.0%	15.1%	21.7%	23.3%	16.3%
Minergie Plusenergie		106.1%	101.2%	-0.3%	1.6%	2.0%	0.0%	0.5%	3.2%	4.3%	1.2%	14.4%	20.8%	22.1%	15.4%
Minergie-P Plusenergie		109.6%	104.0%	-0.4%	1.5%	1.8%	-0.2%	0.2%	2.7%	3.5%	0.7%	14.0%	20.2%	21.2%	14.7%
Mietzins:	Mietzins neu in Prozent bezogen auf den Mietzins vor der Sanierung			Rendite1A	Nettorendite ohne Subventionen ohne Steuerabzüge				Rendite3A	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen ohne Steuerabzüge					
				Rendite1B	Nettorendite ohne Subventionen mit Steuerabzügen				Rendite3B	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen mit Steuerabzüge					
				Rendite1C	Nettorendite mit Subventionen mit Steuerabzügen				Rendite3C	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen mit Steuerabzüge					
Mietzins neu 1	Mietzins ohne Anrechnung von Subventionen, ohne Steuerabzug für die Mieterschaft			Rendite1D	Nettorendite mit Subventionen ohne Steuerabzüge				Rendite3D	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen ohne Steuerabzüge					
				Rendite2A	Nettorendite ohne Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.										
Mietzins neu 2	Mietzins mit Anrechnung von Subventionen, ohne Steuerabzug für die Mieterschaft			Rendite2B	Nettorendite ohne Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.										
				Rendite2C	Nettorendite mit Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.										
				Rendite2D	Nettorendite mit Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.										

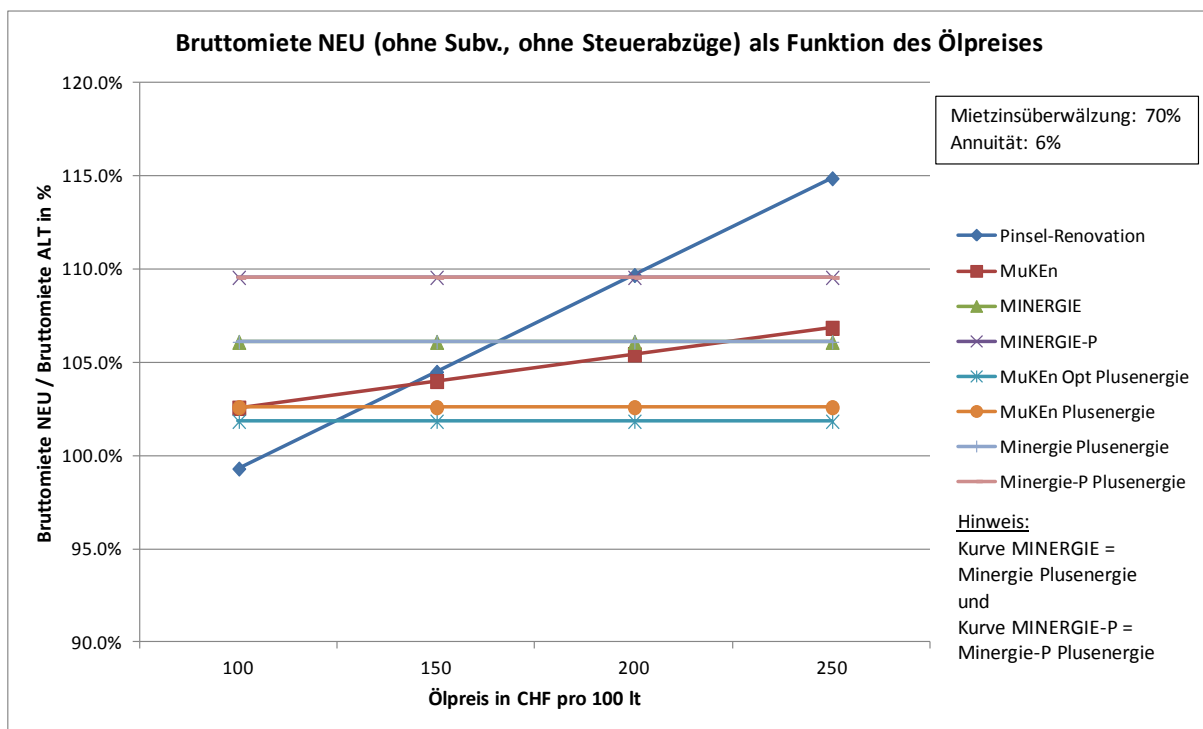
Tabelle 4: Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus

In diesem Fall schliesst nur noch die Pinsel-Sanierung negativ ab. Die Variante 1C rechnet mit Subventionen und Steuerabzügen. In der Variante 1D wird mit Subventionen und ohne Steuerabzüge gerechnet.

Jeweils hohe Renditen können in den Fällen „MuKE n“, „Minergie Neubaustandard“, „Minergie-P“ erzielt werden. In den Varianten 1A und 1 D sind diese jeweils negativ. In den Varianten 1B und 1C leicht positiv. Die Varianten mit Plusenergie schneiden etwas besser ab. Es besteht dabei eine abnehmende Reihenfolge von „MuKE n“ zu „Minergie“ zu „Minergie-P“. Die höchste Rendite wird für (MuKE n Opt. Plusenergie mit 2,9% erzielt (inkl. Steuer und Subventionen).

Sämtliche Varianten 2 sind unter Abzug der Aufwendungen für die Pinsel-Sanierung gerechnet. Am besten schneidet selbstredend die Variante 2C ab (Einbezug von Subventionen und Steuerabzügen). Es werden Renditen zwischen 7,9% (MuKE n Opt. Plusenergie) und 2,4% (Minergie-P Neubau Standard) erzielt. Der Realität am nächsten ist die Variante 2B, das heisst ohne Subventionen für den Eigentümer (diese kommen den Mietern zugute), aber mit Steuerabzügen Zugunsten des Investors. Die Renditen können in diesem Fall als einigermaßen angemessen bezeichnet werden. Im Prinzip sind unter Beachtung von Steuerabzügen Energiesparinvestitionen ein rentables Geschäft, mit Renditen von 2% bis über 5%.

Aufgrund – vor allem den heute tiefen Zinsen – können in potentiell allen Fällen erhebliche Eigenkapi-



talrenditen erzielt werden. Es wird mit 70% Fremdkapital und 2% Zinskosten gerechnet. Die Eigenka-

Abbildung 2: Bruttomiete Neu als Funktion des Ölpreises

pitalrenditen fallen – ausser bei der Pinsel-Sanierung – über 10%, teilweise sogar über 20% aus. Dabei wird vorausgesetzt, dass das entsprechende Eigenkapital vorhanden ist und die Banken eine Finanzierung der lukrativen Energiesanierungsmassnahmen vornehmen.

Bei der Finanzierung müssen jeweils weitere Investitionen für die Modernisierung für Küche, Bad, Sanitär etc. beachtet werden. Diese sollen aus einem „Erneuerungsfond“ finanziert werden.

Dank Energieinvestitionen wird für die Mieterseite teilweise sogar eine Besserstellung erreicht. Dies gilt sowohl für die Pinsel-Sanierung (aufgrund einer 10% Verbesserung des Heiz- und Energiesystems) als auch für eine Sanierung nach den Werten von "MuKE".

Die Modellrechnungen mit dem Excel-Tool machen es auch möglich, den **Ölpreis zu variieren**. Wie die folgende Abbildung 2 zeigt, generiert die „MuKE optimiert-Plusenergie“-Variante bereits bei einem Erdölpreis von ca. CHF 110.- tiefere Bruttomieten gegenüber der Variante „Pinsel-Renovation“. Die „MuKE-Plusenergie“-Variante kommt bei einem Ölpreis von rund CHF 125 auf bessere Bruttomieten, die Varianten „Minergie“ und „Minergie-P“ erst bei einem Ölpreis über CHF 150.-

Die Ansätze für Brennstoffe müssen im CO₂-Gesetz weiter erhöht werden um rationale Entscheide der Investoren zu fördern.

Auch die Annuität, die jährliche Zinsbelastung, kann mit dem Excel-Tool variiert werden. Es zeigt sich in der nächsten Abbildung 3 erwartungsgemäss, dass die kapitalintensivsten Varianten „Minergie-P“ und „Minergie-P-Plusenergie“ die höchste Sensitivität gegenüber den verschiedenen Annuitäten aufweisen. Am geringsten reagiert die Variante „Pinsel-Renovation“, am zweitgeringsten die Variante „MuKE optimiert-Plusenergie“. Im Mittelfeld liegt die Variante „MuKE-Plusenergie“.

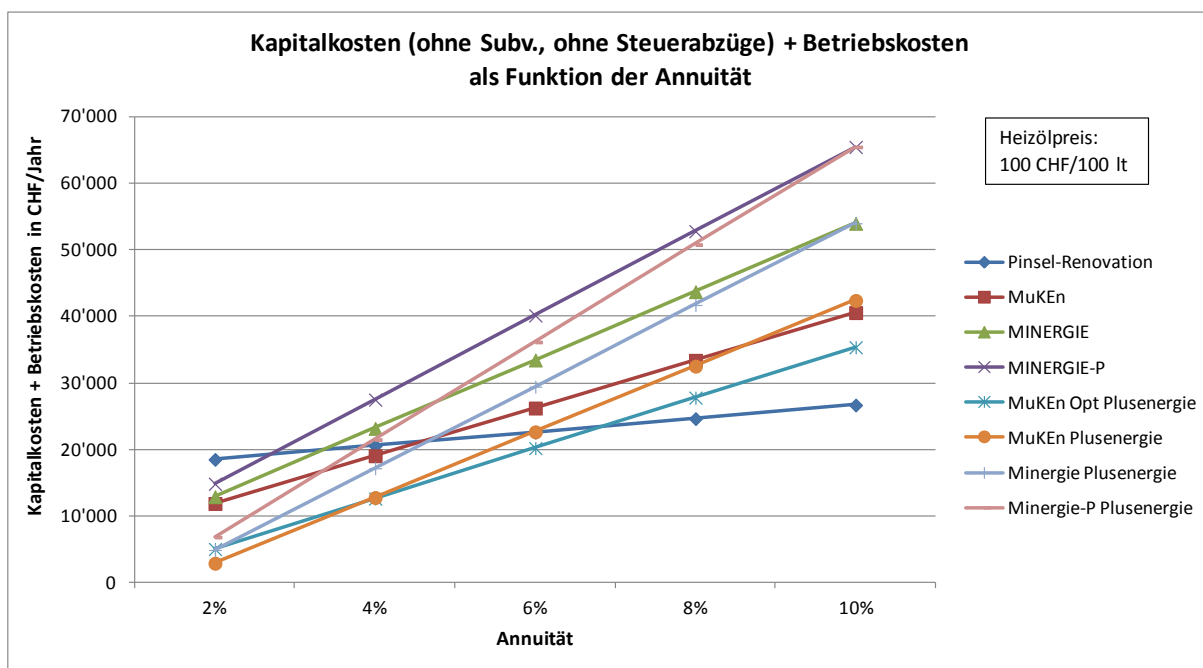


Abbildung 3: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität

Investitionen	Einheit	Pinsel-Renovation	MuEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuEn Opt Plusenergie	MuEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
Gebäudehülle									
Planung	CHF	20'000	40'000	60'000	90'000	40'000	40'000	60'000	90'000
Dach / Estrich	CHF	0	31'350	31'350	39'600	31'350	31'350	31'350	39'600
Wand	CHF	57'600	172'000	172'000	200'000	57'600	172'000	172'000	200'000
Kellerdecke	CHF	0	28'050	28'050	33'000	28'050	28'050	28'050	33'000
Fenster	CHF	9'500	72'000	72'000	80'000	72'000	72'000	72'000	80'000
Gebäudehülle total	CHF	87'100	343'400	363'400	442'600	229'000	343'400	363'400	442'600
Gebäudetechnik									
Komfortlüftung	CHF	0	0	100'000	100'000	0	0	100'000	100'000
Luftdichtigkeit	CHF	0	0	0	40'000	0	0	0	40'000
Photovoltaik	CHF	0	0	0	0	100'000	100'000	100'000	100'000
Wärmepumpe	CHF	0	0	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000
Heizkessel	CHF	15'000	15'000	0	0	0	0	0	0
Gebäudetechnik total	CHF	15'000	15'000	150'000	190'000	150'000	150'000	250'000	290'000
Investitionen total	CHF	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
Anteil Gebäudehülle	%	85.3%	95.8%	70.8%	70.0%	60.4%	69.6%	59.2%	60.4%
Anteil Gebäudetechnik	%	14.7%	4.2%	29.2%	30.0%	39.6%	30.4%	40.8%	39.6%

Tabelle 5: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses

Die 8 Sanierungsvarianten wurden in dieser Studie auch am Beispiel eines **Einfamilienhauses** mit einer Wohnung und einer Energiebezugsfläche von 200m² untersucht. In der Tabelle 5, der vorherigen Seite, werden die Investitionskosten zusammengefasst und in Abbildung 4 grafisch dargestellt. Während die Variante „Pinsel-Renovation“ Investitionskosten von lediglich CHF 56'400 nach sich zieht, sind es bei der Variante „Minergie-P-Plusenergie“ CHF 261'600. In allen Plusenergie-Varianten wird mit Kosten von Fr. 27'000 für eine Photovoltaikanlage von 9 KWp gerechnet.

In der Tabelle 6 der folgenden Seite sind die Renditen aller Sanierungsvarianten für ein Einfamilien-

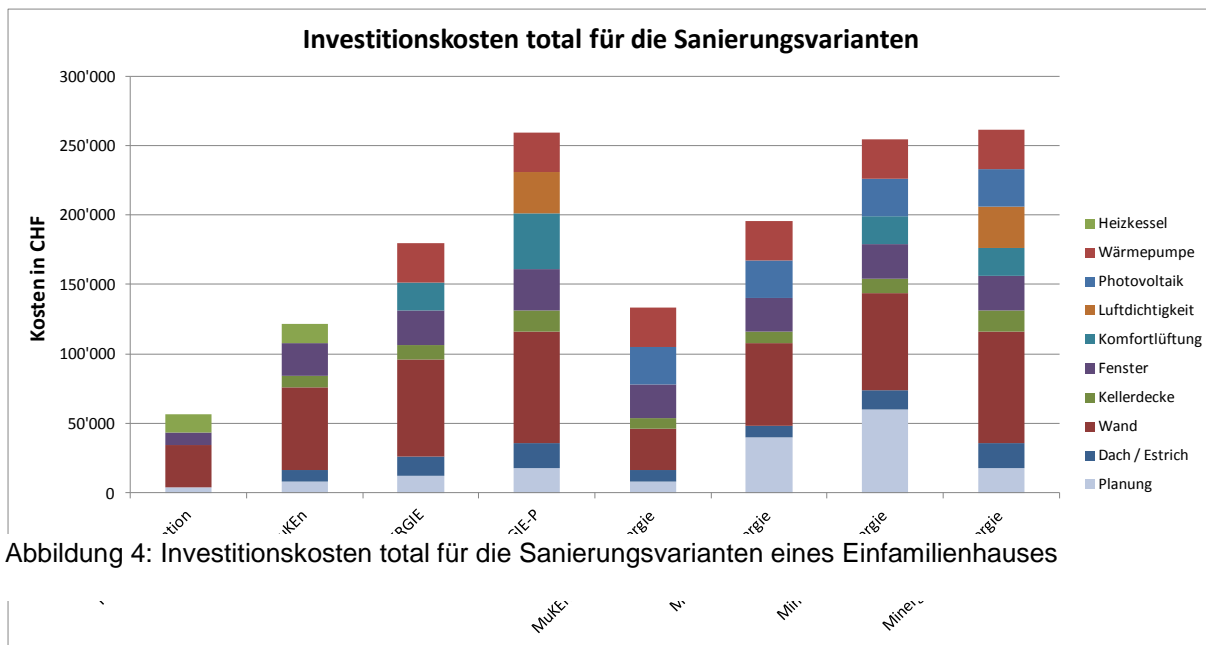


Abbildung 4: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses

haus aufgeführt. Es zeigt sich, dass meistens keine positive Rendite – auch nicht mit Subventionen und Steuerabzügen – erreicht werden kann. Ein in der Variante 2B (MuKE Opt. Plusenergie, 0,9%) und 2C (MuKE Optimierte, 3,1%) werden positive Renditen erzielt. Bei EFH kommt der Optimierung der Effizienz- und Produktionsmassnahmen eine besonders grosse Bedeutung zu. Die Grenzkosten für Baumassnahmen können sehr hoch sein (>1 CHF / kWh) und die Produktionskosten sind selber im Winter tief (< 0,3 CHF / kWh). Immerhin können wegen der heute günstigen Kapitalbedingungen doch recht beträchtliche Eigenkapitalrenditen erzielt werden.

Annuität	Heizölpreis [CHF/100 lt]	Verbrauch [lt/m2 Jahr]	Überwälzung auf Mietzins			Strom aus Netz [Rp./kWh]			PV in das Netz [Rp./kWh]		Investitionskosten für PV [CHF/kWp]		
6%	100	18	0%			20			20		3000		
Bezeichnung der Variante		Kennwerte für Besitzer											
		Kapitalrendite								Eigenkapitalrendite			
		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
Pinselrenovation		-5.4%	-5.1%	-5.1%	-5.4%	*	*	*	*	-2.5%	-1.8%	-1.8%	-2.5%
MuKE Musterverordnung Kt.		-3.8%	-3.0%	-2.3%	-3.2%	-2.6%	-0.4%	2.6%	-1.2%	2.8%	5.3%	7.6%	4.5%
Minergie Neubau-Standard		-4.3%	-3.7%	-3.2%	-3.9%	-3.7%	-2.6%	-1.5%	-3.1%	1.1%	3.1%	4.7%	2.3%
Minergie-P Neubau-Standard		-4.8%	-4.3%	-4.1%	-4.6%	-4.5%	-3.9%	-3.5%	-4.3%	-0.5%	0.8%	1.6%	0.0%
MuKE Opt Plusenergie		-3.0%	-2.0%	-1.4%	-2.5%	-1.7%	0.9%	3.1%	-0.5%	5.2%	8.5%	10.7%	6.9%
MuKE Plusenergie		-3.5%	-2.7%	-2.2%	-3.1%	-2.8%	-1.4%	-0.2%	-2.2%	3.6%	6.4%	8.1%	4.9%
Minergie Plusenergie		-4.1%	-3.4%	-3.0%	-3.7%	-3.7%	-2.7%	-2.0%	-3.2%	1.8%	3.9%	5.3%	2.8%
Minergie-P Plusenergie		-4.1%	-3.4%	-3.0%	-3.8%	-3.7%	-2.7%	-2.0%	-3.3%	1.7%	3.9%	5.2%	2.7%
Rendite1A		Nettorendite ohne Subventionen ohne Steuerabzüge			Rendite2A	Nettorendite ohne Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.			Rendite3A	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen ohne Steuerabzüge			
Rendite1B		Nettorendite ohne Subventionen mit Steuerabzügen			Rendite2B	Nettorendite ohne Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.			Rendite3B	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen mit Steuerabzüge			
Rendite1C		Nettorendite mit Subventionen mit Steuerabzügen			Rendite2C	Nettorendite mit Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.			Rendite3C	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen mit Steuerabzüge			
Rendite1D		Nettorendite mit Subventionen ohne Steuerabzüge			Rendite2D	Nettorendite mit Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.			Rendite3D	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen ohne Steuerabzüge			

Tabelle 6: Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus

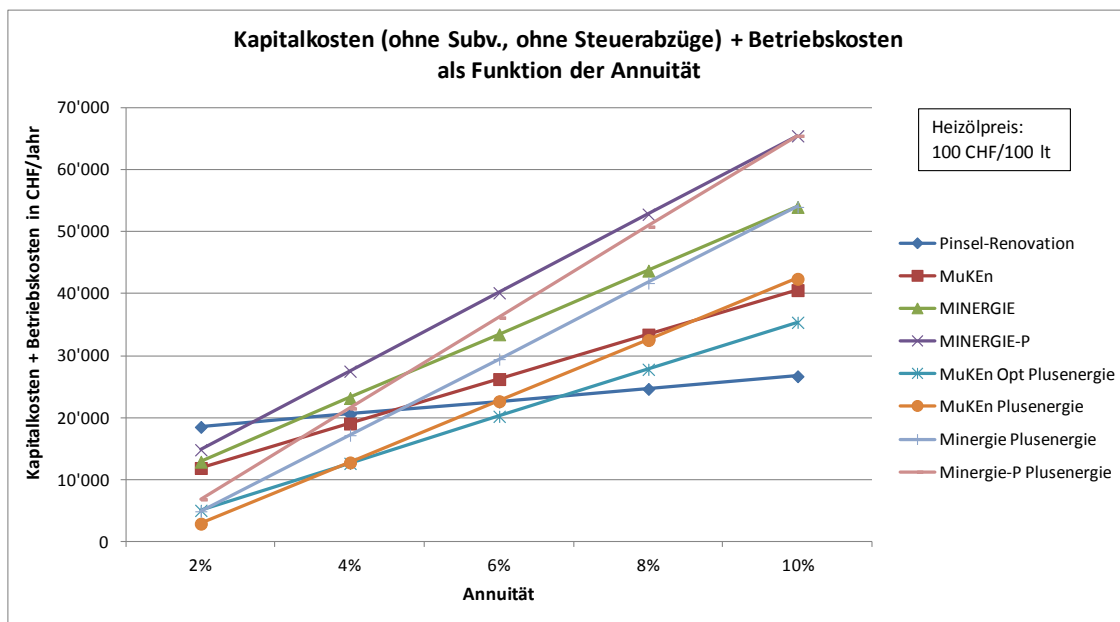


Abbildung 5: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität

Eine grosse Sensitivität der Kapital- und Betriebskosten gibt es auch beim Einfamilienhaus bei den **Annuitäten**, wie die folgende Abbildung 5 zeigt. Bei einer Annuität von 2% weisen praktisch alle Varianten positive Nettorenditen auf. Unterschiedlich, aber in etwa gleichgerichtet, werden positive Renditen auch noch bei einer Annuität von 4% erreicht. Bei hohen Annuitäten steigt die Hürde für positive Renditen massiv an.

Tiefe Zinsen sind demnach eine äusserst positive Voraussetzung für Energiemassnahmen. Ein tiefes Zinsniveau sollte stärker genutzt werden, um den Gebäudepark energieeffizient und mit erneuerbarer Energie zu sanieren.

Thema Neubau

Eine weitere Modellrechnung wird in dieser Studie auch für den Neubau eines Mehrfamilienhauses vorgestellt. Sein Bau soll 7,5 Mio. Franken kosten, die Abschreibungsdauer beträgt in der Variante 1 25 Jahre, die Energiepreise werden mit CHF 1.- pro Liter angenommen, die Annuität mit 6% festgelegt, was einem Realzinssatz von 3 bis 4% entspricht. Bei "Plusenergie" wird mit einer Photovoltaik mit 30 KWp für CHF 3000 bei einem Ertrag von 20 Rappen pro KWh gerechnet. Die jährlichen Kosten liegen bei "Minergie" und "Minergie-P" leicht höher als bei "MuKEn".

Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute

Investitionskosten	CHF 7,5 Mio.
Nutzungsdauer/Abschreibung	25 Jahre
Energiebezugsfläche EBF	2'500 m ²
Annuität / Realzins	6% / 3,4 %
Heizöl	CHF 1/t
	*30 kWp x Fr 3'000 = Fr 90'000; *Ertrag: * 30000 kWh x 20 Rp/kWh = Fr 6000

	MuKE 100 %	Minergie 103 %	Minergie P 105 %	„Plusenergie“ 100 %
Investitionskosten CHF	7'500'000	7'725'000	7'875'000	7'590'000*
Jährliche Kapitalkosten Annuität (6%)	450'000	463'500	472'500	455'400
Jährliche Energiekosten (1 CHF/t Erdöl) Ertrag Plusenergie	17'000 6,8 Liter	9'500 3,8 Liter	7'500 3,0 Liter	17'000 6,8 Liter 6'000*
Total jährliche Kosten	467'000	473'000	480'000	468'200

Tabelle 8: Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute

In der Variante 2 für den Neubau beträgt die Abschreibungsfrist 40 Jahre, die Annuität 4%. Es zeigt sich, dass "Minergie" und "Minergie-P" gegenüber der "MuKE" etwas besser abschneiden. Die tiefsten jährlichen Kosten werden mit der Variante "Plusenergie" erreicht.

Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch

Investitionskosten	CHF 7.5 Mio.
Nutzungsdauer	40 Jahre
Energiebezugsfläche	2'500m ²
Annuität / Zins	4% / 2.5 %
Heizöl	CHF 2/t

	MuKE 100 %	Minergie 103 %	Minergie P 105 %	Plusenergie 100 %
Investitionskosten CHF	7'500'000	7'725'000	7'875'000	7'590'000*
Jährliche Kapitalkosten (Annuität 4%)	300'000	309'000	315'000	303'600
Jährliche Energiekosten (2 CHF/t Erdöl) Ertrag Plusenergie	34'000 6,8 Liter	19'000 3,8 Liter	15'000 3,0 Liter	34'000 6,8 Liter 6'000*
Total jährliche Kosten	334'000	328'000	330'000	332'800

* 30 kWp x Fr 3000 = Fr 90'000; Ertrag: * 30000 kWh x 20 Rp/kWh = Fr 6000

Tabelle 7: Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch

Alles in allem zeigt die Modellrechnung "Neubau", dass die Wirtschaftlichkeit für energieeffiziente Varianten erreicht wird, wenn mit langen Abschreibungszeiten und hohen Energiepreisen sowie relativ geringen Mehrkosten für "Minergie" bzw. "Minergie-P" gerechnet wird. Massnahmen für die Energieproduktion sind in praktisch jedem Fall konkurrenzfähig. Es ist höchste Zeit, die Energieproduktion auf dem Dach und an der Fassade mindestens gleichwertig mit den Effizienzmassnahmen zu betrachten.

Diese Erkenntnis sollte auch in allen Förderprogrammen Eingang finden.

Konsequenzen

Die Modellrechnungen machen deutlich, dass eine **reine Effizienzstrategie** an Grenzen stösst. **Mit zunehmender Energieeffizienz fallen die Renditen.** Dabei ist gleichzeitig festzuhalten, dass auf eine Effizienzstrategie nicht verzichtet werden kann und soll. Diese ist sinnvoll, soll beispielsweise, wie etwa im Fall "MuKE n optimiert" (Dämmung von Dach, Keller und Ersatz Fenster, ohne Aussenwand) aufgezeigt wird, massvoll und zweckmässig sein. Objektspezifische Eigenheiten und planungsrechtliche Gegebenheiten müssen berücksichtigt werden. Es wäre eine Illusion zu glauben, dass mit verschärften Anforderungen Sanierungen erzwungen werden könnten. Das könnte im Gegenteil dazu führen, dass auf Energiesanierungen völlig verzichtet wird. Für die Zukunft ist es vielmehr entscheidend, **positive Anreize** – z.B. mit Steuerabzügen und Subventionen vor allen aber Lenkungsabgaben – zu schaffen, um Energieeffizienzpotenziale von Gebäudehülle, Haustechnik und Haushaltstromgeräte optimal auszunutzen.

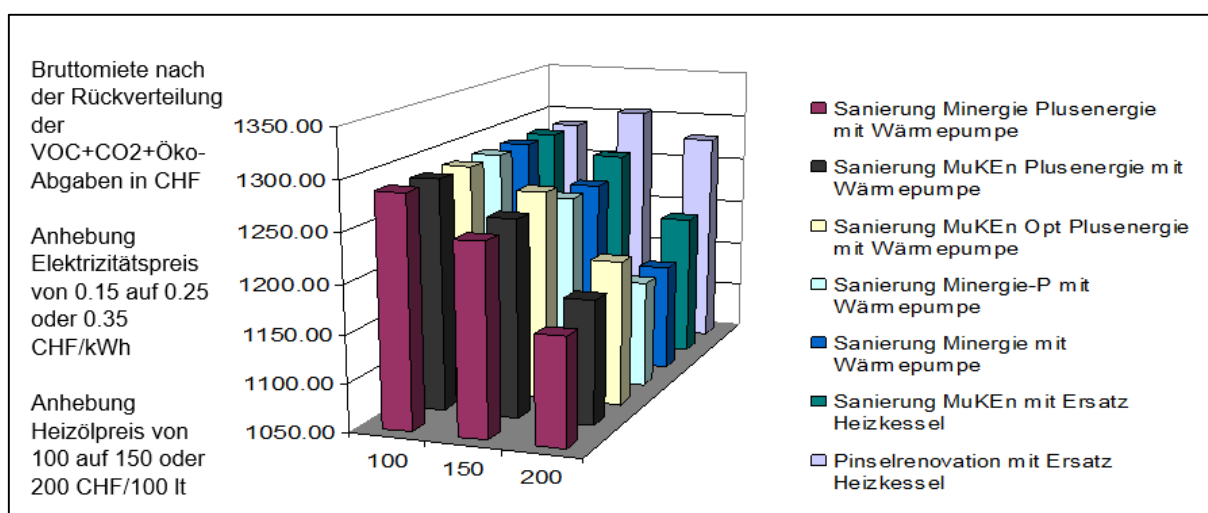


Abbildung 6: CO₂+Öko-Abgaben Mietpreiserhöhung und Rückverteilung MFH Sanierungen mit Mietzinserhöhungen nach der Rückverteilung

*Bruttomiete = Nettomiete + Nebenkosten)

Ein weit grösseres Gewicht als bisher ist auch auf die **Energieproduktion** zu legen. Die Möglichkeiten sind durch die massiv reduzierten Kosten – etwa mit Photovoltaikanlagen auf dem Dach oder der Fassade – deutlich gestiegen. **Plusenergie-Gebäude bzw. Plusenergie-Areale** drängen sich als neue Leuchtturmprojekte ultimativ auf.

Um den Verbrauch von fossilen Energien zu senken, steht das probate Mittel der **Lenkungsabgaben** im Vordergrund. Es kann gezeigt werden, dass ab einem Ölpreis von ca. CHF 150.- pro 100 Liter Energiemassnahmen weitgehend rentabel werden. Zudem werden die Mieter bei einer vollen Rückerstattung der Einnahmen aus den Lenkungsabgaben besser gestellt (Abbildung 6 und Abbildung 7). Negative Verteilungseffekte werden beseitigt.

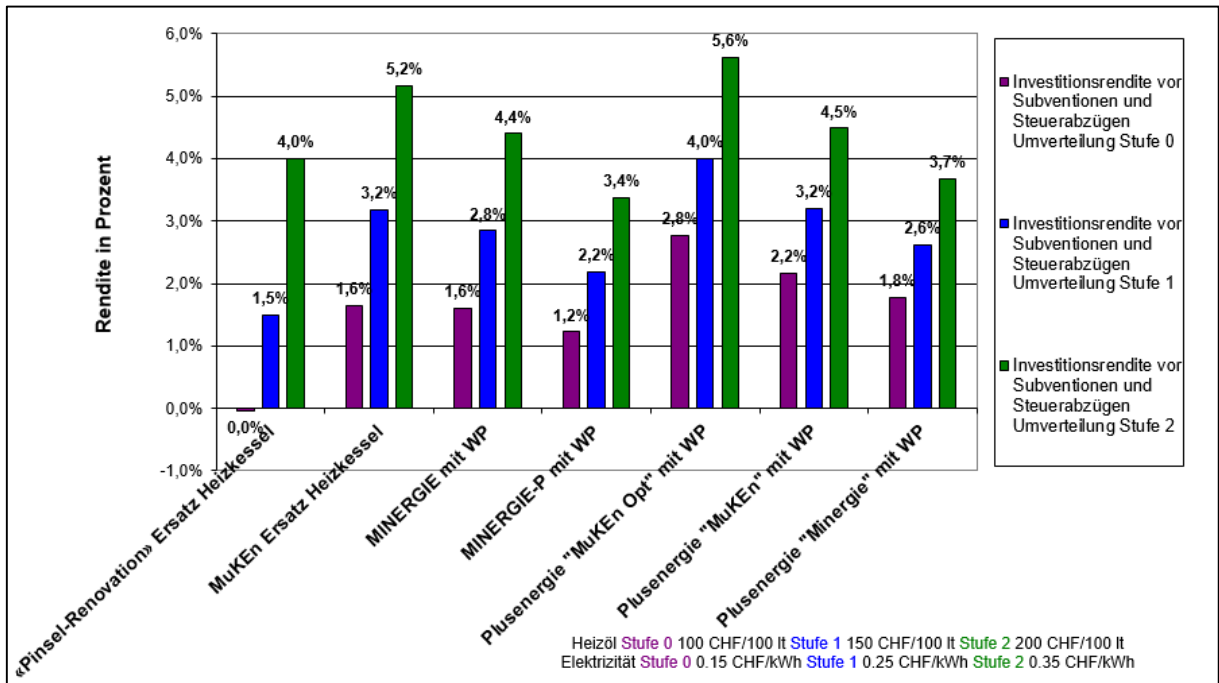


Abbildung 7: Investitionsrendite EFH vor Subventionen und Steuerabzügen mit Umverteilung der VOC+CO₂+Öko-Abgaben Stufe 0-2*

Weitergehende Abklärungen

Die Aussagemöglichkeiten der vorliegenden Studie sind selbstverständlich begrenzt. Beispielsweise ist beim **effektiven Energieverbrauch** die Ausgangssituation entscheidend. In den Modellrechnungen wird mit 18 Litern pro m² und Jahr als Ausgangswert gerechnet (Standard bis ca. 1975). Dieser Wert dürfte für den gesamten Gebäudepark heute eher an der oberen Grenze liegen. Es ist zu vermuten, dass in den letzten Jahren niederschwellige Energiemassnahmen getroffen worden sind, die sich positiv auf den gesamten Verbrauch auswirken. Oft dürften solche Massnahmen ohne Baubewilligung vorgenommen worden sein. Aus theoretischen und praktischen Gründen ist deshalb eine **Klärung des durchschnittlichen Energieverbrauchs** des bestehenden Gebäudeparks angezeigt.

Weitere Fragen werfen die effektiven Investitionskosten auf. In der vorliegenden Studie werden die Werte aus einer ETH-Studie beigezogen. Mit aktuellen Werten können – zum Beispiel mit einer Auswertung der realisierten Gebäudeausweise der Kantone – eine Überprüfung und Vertiefung vorgenommen werden. Weitere Rückschlüsse auf das effektive Verhalten (Rationalität der Entscheide, Zeitkonsum, Vorgehen mit Gesamtanierungen bzw. Etappen etc.) könnten gezogen werden.

Einer vertieften Klärung bedürfen auch die Baubewilligungsverfahren. Warum kommen diese überhaupt zum Zuge? Welche Effekte werden ausgelöst?

Die Analysen machen deutlich, dass bei den **heutigen Energiepreisen** um CHF 100.- für 100 Liter Heizöl ohne Subventionen und Steuervergünstigungen kaum eine Rendite erreicht werden kann. Ein anreizorientierter Energiepreis müsste bei mindestens **CHF 150.- bis CHF 200.-** pro 100 Liter Heizöl liegen. Mit dem vorliegenden **CO₂-Gesetz**, das eine CO₂-Abgabe von maximal CHF 120.- pro Tonne CO₂ zurzeit vorsieht, könnte dieses Ziel im Prinzip erreicht werden. Mit wenig Aufwand könnten einer effizienten Gebäudestrategie sehr grosse Impulse verliehen werden. Bei voller Rückerstattung der CO₂-Einnahmen an Haushalte und Wirtschaft würden zudem negative Verteilungseffekte ausbleiben.

Sanierungsvariante 2: MuKE n Opt	Heutiger Ölpreis	Zuschlag CO ₂ Gesetz	Energiepreis	Investitions- Rendite
Ohne CO ₂ Abgabe	CHF 100,--	CHF 0,--	CHF 100,--	1,6%
CO ₂ Abgabe 120 CHF	CHF 100,--	CHF 31,--	CHF 131,--	2,7%
CO ₂ Abgabe 385 CHF	CHF 100,--	CHF 100,--	CHF 200,--	5,2%

Tabelle 9: Investitionsrendite mit verschiedenen Energiepreisen für Variante 2: MuKE n OPT

Für Investoren und Mieter, vor allem für die Umwelt, wird eine Win-Win-Situation geschaffen.

Grundsätzlich sollte in der Zukunft vermehrt **anreizorientierte Strategien** für eine effiziente und auch produktionsorientierte Gebäudesanierung gesetzt werden. Mit Vorschriften und Regelungen ist dagegen eher sparsam umzugehen. Die rational sinnvollen Massnahmen können ohne Verfassungsänderung aufgrund bestehender Gesetze geschaffen werden.

1. Ausgangslage, Problemstellung und Zielsetzung

Ausgangslage

Umfeld Gebäudestandards; Definition Plusenergie; Beispiele Plusenergie; Fokussierung auf Sanierung Altbauten MFH, EFH; technische Pfade zu Plusenergie; Betriebs- und volkswirtschaftliche Fragen

Zielsetzungen:

Mit der vorliegenden Arbeit werden im Auftrag des Bundesamtes für Energie Modellrechnungen für die Bestimmung der Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen durchgeführt.

Kern der Arbeiten: Betriebswirtschaftliche Fragen mit Modellrechnungen

- Sanierung Einfamilienhaus, Berechnung von Investitionsrenditen
- Sanierung Mehrfamilienhaus, Berechnung von Investitionsrenditen; Rendite für den Investor, Mietzins neu bezogen auf Mietzins vor der Sanierung, Sensitivitätsanalysen, Elektrizitätsbilanz inklusive Gebäudebetrieb, Elektrizitätsbilanz inklusive Haushaltstrom, Elektrizitätsbilanz inklusive Haushaltstrom, Sparvariante
- Neubau Ein- und Mehrfamilienhaus; Zusammenstellungen über sinnvolle Energiestandards, Bestimmung des Energiebedarfs und Aufzeigen von Möglichkeiten zum Erreichen verschiedener Stufen Plusenergie-Gebäude
- Hemmnisanalyse

Volkswirtschaftliche Fragen und Energiepolitik

- Bedeutung des Plusenergie-Gebäudes im Umfeld der nationalen Energiepolitik
- Auswirkungen bei massivem Umbau des Gebäudeparks zu Nullenergiehäusern respektive Plusenergie-Gebäuden (thermischer Energiebedarf, Elektrizitätsbedarf respektive Überschuss)
- Bedeutung der Elektromobilität betreffend Energiebedarf auf nationaler Ebene, Relevanz der Definition der energetischen Abgrenzung beim Plusenergie-Gebäude
- Aufzeigen von Modellen für eine verschärfte Eindämmung des übermässigen Energiekonsums und der CO₂-Produktion mittels Abgaben und Umverteilung an Wirtschaft und Bevölkerung, speziell auch im Rahmen der Sanierung von Altbauten

2. Methodisches Vorgehen im Überblick

Um die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungsmassnahmen abzuschätzen bzw. die Wirtschaftlichkeit verschiedener Sanierungsvarianten miteinander vergleichen zu können, wurde auf der Basis von Excel 2007 ein Berechnungstool aufgebaut, das im Kap. 2.1 kurz beschrieben wird. Die Berechnungen wurden an einem Modell-Mehrfamilienhaus und an einem Modell-Einfamilienhaus durchgeführt. Die dabei angenommenen Werte für die allen Sanierungsvarianten gemeinsamen Eingangsparameter werden in Kap. 2.2 wiedergegeben, die für die jeweilige Sanierungsvariante spezifischen Parameter werden im Kap. 3 für das Mehrfamilienhaus und im Kap. 11 für das Einfamilienhaus behandelt. Die eigentlichen Berechnungen werden in den Kapitel 4 bis 10 resp. 12 bis 17 gezeigt.

2.1 Beschreibung des Berechnungstools

Das Excel-Tool hat den Zweck, aus einem Satz von Eingangsdaten jeweils die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvarianten zu berechnen. Alle übergeordneten Eingangsdaten sind zentral in einem Blatt "Dateneingabe" einzugeben (Tabelle 10). Allenfalls verwendete Standardwerte sind in einem separaten Blatt hinterlegt. In einem weiteren Blatt sind die 8 Sanierungsvarianten mit ihren spezifischen Parameterwerten beschrieben (Tabelle 11). Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sanierungsvarianten erfolgt schrittweise. Dafür werden verschiedene Renditen für den Eigentümer bzw. Investoren, aber auch Auswirkungen auf die Belastung der Mieterschaft berechnet. Abschliessende Sensitivitätsanalysen erlauben eine Beurteilung, wie empfindlich das jeweilige Rechenergebnis vom Wert einzelner Eingangsparameter abhängt.

2.2 Generelle Annahmen für alle Modellrechnungen

Tabelle 10 zeigt die Eingabemaske für die Daten, die allen Sanierungsvarianten gemeinsam sind. Die eingesetzten Werte sind als Beispiel gedacht und sind Basis für die hier durchgeführten Berechnungen, sie können zur Diskussion einzelner Annahmen beliebig verändert werden.

Ein erster zentraler Parameter sind die Heizölkosten. Sie variieren in der Realität, aber der hier eingesetzte Wert von CHF 100.- für 100 Liter ist für die heutigen Verhältnisse plausibel. Dabei sind alle Abgaben (Mehrwertsteuer, CO₂-Abgabe) eingeschlossen. Für zukünftige Szenarien lassen sich beliebige andere Werte einsetzen. So kann etwa mit der Sensitivitätsanalyse eine erhöhte CO₂-Abgabe simuliert werden. Der zweite Parameter ist der Ölverbrauch vor der Sanierung und damit der Referenzwert, von dem aus alle Energiesparmassnahmen gerechnet werden. Der eingesetzte Wert von 18.0 Liter Heizöl pro m² und Jahr ist der für solche Berechnungen üblicherweise verwendete Standard.

Verbrauch vor der Renovation [2]: Dieser wird mit 18 lt Heizöl pro m² und Jahr für Heizung und Brauchwasser angenommen. Vielfach wird für alte Liegenschaften mit Werten von über 20 lt/m²/a gerechnet. Effektiv liegen Durchschnittswerte auch zwischen 10 und 15 lt. Heizöl pro m² und Jahr. Es ist eine offene Frage, welcher Wert effektiv zutrifft. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit kann darauf nicht näher eingegangen werden.

Kosten der Elektrizität aus dem Netz [3]: Diese werden unterdurchschnittlich mit 20 Rp. pro kWh angenommen. Wiederum können Sensitivitätsanalysen mit höheren Werten gerechnet werden.

Rückvergütung der Elektrizität aus der Photovoltaik ins Netz [4]: Diese werden mit 20 Rp. pro kWh angenommen. Dieser Wert trifft auf die heutige kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) recht gut zu. Der Wert kann im Rahmen des Eigenverbrauchs ebenfalls als realistisch bezeichnet werden. Eine Einspeisung ohne KEV ist mit Werten von ca. 7 bis 8 Rappen pro kWh auszugeben.

Anzahl Wohnungen Mehrfamilienhaus [5]: Es werden 10 Wohnungen pro Mehrfamilienhaus angenommen.

Energiefläche pro Wohnung [5]: Diese wird mit 100 m² angenommen. Daraus resultiert eine Energiebezugsfläche pro Mehrfamilienhaus mit 10 Wohnungen von total 1000 m².

Miete [6]: Die Bruttomiete vor der Sanierung, d.h. Nettomiete inkl. aller Nebenkosten wird für Bern mit CHF 1300.00 pro Monat und Wohnung angenommen. Diese kann ebenfalls variiert werden.

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe [7] : Annahme mit einem eher tiefen Wert von 3,5.

Subventionen [8] werden in den einzelnen Rechnungen dargelegt.

Finanzierung der Investitionskosten [8]: Annahme mit 6% Annuität.

Gesamtfläche Photovoltaik (PV) [9]: Die Annahmen dürfen ebenfalls als konservativ angesehen werden. 335m² Gesamtfläche für 50 kWp, 6,6 m² pro kWp.

Investitionskosten Photovoltaik [9]: CHF 2000 pro kWp

Elektrizitätsverbrauch Haushaltstrom pro Jahr [10]: 4500 kWh. Einsparmöglichkeiten durch sparsame Haushaltung werden mit 44% angenommen.

Finanzierung Anteil des Fremdkapitals [12]: 70%. Daraus resultiert ein Eigenkapitalanteil von 30%. Der Zinssatz für Fremdkapital wird mit 2% angenommen. Dieser Satz kann zurzeit über 10 Jahre erreicht werden.

Finanzierung Anteil der Mietzinsüberwälzung [12]: Es wird mit 70% gerechnet. Dabei ist zu achten, dass im Rahmen der vorliegenden Arbeit immer nur die energetischen Investitionen betrachtet werden. In diesem Sinne darf der Satz von 70% als realistisch betrachtet werden.

Finanzierung Kapitalisierungsfaktor für Mietzinsüberwälzung [13]: 7% kann als branchenüblich bezeichnet werden.

Annahmen zu den Sanierungsvarianten: Es werden insgesamt 8 Sanierungsvarianten gerechnet. Dabei sind die Bezeichnungen gemäss der ursprünglichen Projekteingabe "Explorative Studie zum Plusenergiegebäude: Energetische, betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Aspekte" gewählt worden. Eine neue Bezeichnung wird als nicht sinnvoll betrachtet. Entscheidend sind die Annahmen, die zu erreichenden Energiewerte bzw. der entsprechenden Energieeinsparungen. Es ist darauf aufmerksam zu machen, dass es sich wiederum um Modellannahmen handelt, die in der Realität basierend auf dem Einzelobjekt grossen Schwankungen unterliegen können. Sinn und Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, ein relativ grosses Spektrum von Varianten aufzuzeigen. Entscheidend ist ebenfalls, dass als Referenzvariante eine Pinsel-Renovation dient und darauf aufbauend die effektiven Energiemassnahmen analysiert und dargestellt werden. Die „Pinsel-Renovation“ zeigt die notwendigen Sanierungsmassnahmen zur Gebäudeinstandhaltung. Hier wird nur die generell gestiegene Energieeffizienz durch moderne Kessel mit 10% angenommen.

Grundannahmen für die Berechnung			
Basisparameter	Eingabe		
Kosten des Heizöls als Endenergie	100	CHF pro 100 lt Heizöl	
Ölverbrauch vor der Renovation	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr	
Kosten der Elektrizität aus dem Netz	0.20	CHF/kWh	
Rückvergütung für Elektrizität aus der Photovoltaik ins Netz	0.20	CHF/kWh	
Anzahl Wohnungen im MFH	10	-	
Geschossfläche pro Wohnung	100	m ²	
Energiebezugsfläche total	1000	m ²	
Bruttomiete vor der Sanierung	Bern 1300	CHF	2
Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe	3.5	-	
Subventionsvariante?	CH und Kanton BE		2
Finanzierung_Annuität der Investitionskosten	6.0%		
Photovoltaik_Gesamtfläche	335	m ²	
Photovoltaik_pro kWp benötigte Fläche	6.67	m ²	
Photovoltaik_Installierte Nennleistung	50	kWp	
Photovoltaik_Investitionskosten	2000	CHF/kWp	
Elektrizitätsverbrauch eines Haushalts pro Jahr *	4500	kWh	* inkl. Allg.verbrauch
Einsparung durch sparsame Haushaltung	44%		
Elektrizitätsverbrauch eines Sparhaushalts pro Jahr *	2520	kWh	* inkl. Allg.verbrauch
Finanzierung_Anteil des Fremdkapitals	70%		
Finanzierung_Zinssatz für Fremdkapital	2.0%		
Finanzierung_Anteil Überwälzung Invest.kosten auf Mietzinse	70%		1
Finanzierung_Kapitalisierungsfaktor für Mietzinsüberwälzung	7.00%		

*) Elektrizitätsverbrauch inkl. Allgemein-Verbrauch

Tabelle 10: Liste der Eingangsdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern, die gemeinsam für alle Sanierungsvarianten gelten.

Variante	Ölverbrauch nach Sanierung Gebäudehülle
1 Pinselrenovation	16.2 lt Heizöl pro m ² und Jahr
2 MuKE	4.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr
3 Minergie Neubau	3.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr
4 Minergie-P	3.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr
5 Plusenergie MuKE opt	12.6 lt Heizöl pro m ² und Jahr
6 Plusenergie MuKE	6.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr
7 Plusenergie Minergie	3.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr
8 Plusenergie Minergie-P	3.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr

Umrechnungsfaktor: Heizöl zu kWh 10 kWh/lt Öl

Umrechnungsfaktor CO₂-Ausstoss ** 2.6500 t / 1000 lt Öl

**) gemäss BAFU "Energieinhalte und CO₂-Emissionsfaktoren von fossilen Energieträgern"

Tabelle 11: Verbrauchsangaben zu den Sanierungsvarianten

3. Beschreibung der Sanierungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus (MFH)

In der Folge werden die in dieser Studie untersuchten 8 Sanierungsvarianten am Beispiel eines Mehrfamilienhauses mit 10 Wohnungen und einer Energiebezugsfläche von total 1000 m² beschrieben.

Als weitere sensitive Grössen kommen in den folgenden Sanierungsvarianten die Investitionskosten für zentrale Bereiche zur Erreichung der Energieeffizienz hinzu. Im Wesentlichen handelt es sich um Varianten mit unterschiedlicher Intensität, das heisst die Gebäudehülle mit Dach, Estrich, Wand, Kellerdecke, Fenster sowie die Gebäudetechnik mit Komfortlüftung, Luftdichtigkeit, Photovoltaik, Wärmepumpe und Heizkessel. Als "Basisinvestition" ergeben sich für die Pinsel-Renovation Investitionskosten von rund CHF 100'000. Für die Varianten "MuKE", "Minergie", „Neubau-Minergie-P“, steigern sich die Investitionskosten von CHF 300'000 bis 350'000 auf rund CHF 450'000. Bei der Variante "MuKE optimiert" werden keine Investitionen für die Dämmung gerechnet. Diese Variante wird gewählt, weil sie aufgrund von Auflagen, Planungshindernissen, Denkmalschutz, Gebäudeabstände u.a. als einzig machbarer Weg bezeichnet wird. Es handelt sich andererseits aber auch um ein höchst sensibles Element, das in seiner Variation aufgezeigt werden soll.

Die Plusenergie-Varianten werden im vorliegenden Fall mit Photovoltaik-Anlagen gerechnet. Es können grundsätzlich auch andere Energiequellen beachtet werden.

Bei allen Varianten sind die eingesparten Heizölverbräuche zu beachten. Diese werden den einzelnen Elementen wie Dämmung "Dach", "Estrich", "Wand" etc. zugerechnet. Wiederum ist zu betonen, dass es sich um plausible Modellannahmen handelt.

Insgesamt ist der Kostenfrage grosse Aufmerksamkeit geschenkt worden. Die Kosten sind ursprünglich mit Dr. Martin Jakob, CEO TEP Energy, aufgrund diverser Studien im Detail abgesprochen worden. Zudem wurden die Angaben mit verschiedenen weiteren Studien abgeglichen. Zudem sind weitere Experten aus der Baubranche wie auch von Fachverbänden zu Kosten befragt worden.

In einem weiteren Schritt wurde versucht, eine Plausibilität mit den GEAK-Investitionskosten herzustellen. Dabei stellte sich heraus, dass diese im GEAK-Tool nur in einem geringen Ausmass in standardisierter Form vorliegt.

Weiter ist zu bemerken, dass die Investitionskosten recht grossen Schwankungen unterworfen sind. Die Beziehungen Investor/Auftragnehmer spielen eine wichtige Rolle, was sich etwa in gewährten Rabatten zeigen kann. Grundsätzlich ist der Frage der Investitionskosten mit Standardwerten grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind aber weitere Abklärungen nicht möglich. In einer gemeinsamen Anstrengung im Rahmen der Gebäudeausweise der Kantone könnten aber sinnvolle Vertiefungen erzielt werden. Die GEAK-Geschäftsstelle würde in Kombination mit dem Amt für Umwelt und Energie, Bern, seine 300 bewilligten GEAK-Anträge für eine systematische Untersuchung zur Verfügung stellen. Aus diesen Praxiswerten könnten in einer weiteren Studie Basis-Referenzwerte abgeleitet werden.

Die Resultate der Investitionskostenberechnungen wurden in Kapitel 4 "Investitionskosten und Kapitalkosten" zusammengefasst.

3.1 Pinsel-Renovation

Massnahmen:	Wände und Fensterrahmen streichen; Heizung: Neuer Ölkessel				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100 CHF pro 100 lt Heizöl			
	Verbrauch vor Sanierung	18.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Verbrauch nach Sanierung	16.2 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20 CHF/kWh			
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			20'000		
Dach/Estrich	330	0	0	0%	0
Wand streichen	800	72	57'600	0%	0
Kellerdecke	330	0	0	0%	0
Fenster streichen	100	95	9'500	0%	0
Lüftung					
Luftdichtigkeit					
Heizung: Neuer Ölkessel		15'000	15'000	-10%	-1'800
Total			102'100	-10%	-1'800
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-1'800		16'200
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Total					16'500

Tabelle 12: Kostenrechnung Pinsel-Renovation

3.2 Erneuerung nach Musterverordnung der Kantone (MuKE)

Massnahmen:	Wärmedämmung; Heizung: Neuer Ölkessel				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch Neubaustandard	4.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			40'000		
Dach/Estrich	330	95	31'350	-18%	-3'240
Wand	800	215	172'000	-37%	-6'570
Kellerdecke	330	85	28'050	-12%	-2'160
Fenster	100	720	72'000	-6%	-1'080
Total Wärmedämmung			343'400	-73%	-13'050
Lüftung					
Luftdichtigkeit					
Heizung: Neuer Ölkessel		15'000	15'000	-3%	-495
Total			358'400	-75%	-13'545
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-13'545		4'455
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Total					4'755

Tabelle 13: Kostenrechnung MuKE

3.3 Erneuerung nach MINERGIE Neubau-Standard

Massnahmen:	Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe + Komfortlüftung				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100 CHF pro 100 lt Heizöl			
	Verbrauch vor Sanierung	18.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Verbrauch Neubau-Standard	3.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20 CHF/kWh			
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]	
Heizöl	1'000	18.0	18'000	18'000	
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			60'000		
Dach/Estrich	330	95	31'350	-17%	-3'060
Wand	800	215	172'000	-35%	-6'300
Kellerdecke	330	85	28'050	-12%	-2'160
Fenster	100	720	72'000	-5%	-900
Total Wärmedämmung			363'400	-69%	-12'420
Komfortlüftung	10	10'000	100'000	-10%	-1'786
Luftdichtigkeit					0
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-21%	-3'794
Total			513'400	-100%	-18'000
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Komfortlüftung	1'000			1'000	200
Strom Wärmepumpe				10'841	2'168
Total					2'668

Tabelle 14: Kostenrechnung MINERGIE Neubau-Standard

3.4 Erneuerung nach MINERGIE-P Neubau-Standard

Massnahmen:	Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung + Luftdicht				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100 CHF pro 100 lt Heizöl			
	Verbrauch vor Sanierung	18.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Verbrauch Neubau-Standard	3.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20 CHF/kWh			
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			90'000		
Dach/Estrich	330	120	39'600	-18%	-3'240
Wand	800	250	200'000	-37%	-6'570
Kellerdecke	330	100	33'000	-12%	-2'160
Fenster	100	800	80'000	-6%	-1'080
Total Wärmedämmung			442'600	-73%	-13'050
Komfortlüftung	10	10'000	100'000	-9%	-1'584
Luftdichtigkeit	1	40'000	40'000	-2%	-360
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-17%	-3'006
Total			632'600	-100%	-18'000
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Komfortlüftung	1'000			1'000	200
Strom Wärmepumpe				8'589	1'718
Total					2'218

Tabelle 15: Kostenrechnung MINERGIE-P Neubau-Standard

3.5 Erneuerung nach MuKE optimiert Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	12.6	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			40'000		
Dach/Estrich	330	95	31'350	-16%	-2'880
Wand	800	72	57'600	0%	0
Kellerdecke	330	85	28'050	-9%	-1'620
Fenster	100	720	72'000	-5%	-900
Total Wärmedämmung			229'000	-30%	-5'400
Komfortlüftung			0		
Luftdichtigkeit			0		
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-70%	-12'600
Total Stufe 1			279'000	-100%	-18'000
Install. PV 50kWp	333		100'000		
Total Stufe 2			379'000		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Wärmepumpe	1'000			36'000	7'200
Strom aus Photovoltaik				50'000	-10'000
Total					-2'500

Tabelle 16: Kostenrechnung MuKE optimiert Plusenergie

3.6 Erneuerung nach MuKE n Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100 CHF pro 100 lt Heizöl			
	Verbrauch vor Sanierung	18.0 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Verbrauch nach Dämmung	4.8 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20 CHF/kWh			
	Erlös für Photovoltaik	0.20 CHF/kWh			
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00 lt Heizöl pro m ² und Jahr			
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			40'000		
Dach/Estrich	330	95	31'350	-18%	-3'240
Wand	800	215	172'000	-37%	-6'660
Kellerdecke	330	85	28'050	-12%	-2'160
Fenster	100	720	72'000	-6%	-1'080
Total Wärmedämmung			343'400	-73%	-13'140
Komfortlüftung			0		
Luftdichtigkeit			0		
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-27%	-4'860
Total Stufe 1			393'400	-100%	-18'000
Install. PV 50kWp	333		100'000		
Total Stufe 2			493'400		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Wärmepumpe	1'000			13'886	2'777
Strom aus Photovoltaik				50'000	-10'000
Total					-6'923

Tabelle 17: Kostenrechnung MuKE n Plusenergie

3.7 Erneuerung nach MINERGIE Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	3.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			60'000		
Dach/Estrich	330	95	31'350	-17%	-3'060
Wand	800	215	172'000	-35%	-6'300
Kellerdecke	330	85	28'050	-12%	-2'160
Fenster	100	720	72'000	-5%	-900
Total Wärmedämmung			363'400	-69%	-12'420
Komfortlüftung	10	10'000	100'000	-10%	-1'786
Luftdichtigkeit			0	0%	0
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-21%	-3'794
Total Stufe 1			513'400	-100%	-18'000
Install. PV 50kWp	333		100'000		
Total Stufe 2			613'400		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Komfortlüftung	1'000			1'000	200
Strom Wärmepumpe	1'000			10'841	2'168
Strom aus Photovoltaik				50'000	-10'000
Total					-7'332

Tabelle 18: Kostenrechnung MINERGIE Plusenergie

3.8 Erneuerung nach MINERGIE-P Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfass. Dämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung + Luftdicht				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik;				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	1000	Wohnungen	10	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	3.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	1'000	18.0	18'000		18'000
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			90'000		
Dach/Estrich	330	120	39'600	-18%	-3'240
Wand	800	250	200'000	-37%	-6'570
Kellerdecke	330	100	33'000	-12%	-2'160
Fenster	100	800	80'000	-6%	-1'080
Total Wärmedämmung			442'600	-73%	-13'050
Komfortlüftung	10	10'000	100'000	-9%	-1'584
Luftdichtigkeit	1	40'000	40'000	-2%	-360
Einsatz Wärmepumpe	1	50'000	50'000	-17%	-3'006
Total Stufe 1			632'600	-100%	-18'000
Install. PV 50kWp	333		100'000		
Total Stufe 2			732'600		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-18'000		0
Strom Umwälzpumpen	1'000			1'500	300
Strom Komfortlüftung	1'000			1'000	200
Strom Wärmepumpe	1'000			8'589	1'718
Strom aus Photovoltaik				50'000	-10'000
Total					-7'782

Tabelle 19: Kostenrechnung MINERGIE-P Plusenergie

4. Investitionskosten und Kapitalkosten für die Sanierung eines MFH im Überblick

In Tabelle 20 werden die Investitionskosten für die Sanierungsvarianten zusammengefasst.

Die Pinsel-Renovation stellt die Referenzvariante dar. Es geht um Investitionen, die zur Werterhaltung und zum Betrieb einer Immobilie dienen. Für die folgenden Varianten "MuKE", "Minergie", "Minergie-P" etc. werden an Gebäudehülle und Gebäudetechnik zusätzliche Investitionen getätigt. Mit erhöhter Energieeffizienz fallen höhere Investitionskosten an. Für die Plusenergie-Varianten wird zusätzlich "MuKE optimiert" gerechnet, was eine reine Instandhaltung der Wände ohne Dämmung beinhaltet. Dies ist durchaus realistisch, da aufgrund von raumplanerischen und planungsrechtlichen Regelungen wie etwa dem Denkmalschutz eine Wandsanierung nicht oder höchstens in sehr beschränkter Form in Frage kommt. Die Plusenergie-Varianten enthalten die Installation einer Photovoltaik-Anlage von 50 kWp für das Mehrfamilienhaus.

Leider werden Investitionsentscheide meist allein aufgrund der Höhe der Kosten getroffen. Dabei fällt die Energieeffizienz aus Abschied und Traktanden.

Es ist eine zentrale Aufgabe aufzuzeigen, dass wer Energieeffizienz und erneuerbare Energien will, nicht nur auf Investitionskosten achten sollte. Es sind weitere Aspekte wie Subventionen, Steuerabzüge, aber vor allem auch eine Betrachtung der jährlichen Kapitalkosten und Energieeinsparungen sowie und weitere Nutzen einzubeziehen. Erst die Kalkulation von Investitionen über den gesamten Lebenszyklus führt zu einer realistischen Einschätzung der Wirtschaftlichkeit von Energiemaßnahmen.

4.1 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

Investitionen	Einheit	Pinsel-Renovaton	MuKE	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKE Opt Plusenergie	MuKE Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
Gebäudehülle									
Planung	CHF	20'000	40'000	60'000	90'000	40'000	40'000	60'000	90'000
Dach / Estrich	CHF	0	31'350	31'350	39'600	31'350	31'350	31'350	39'600
Wand	CHF	57'600	172'000	172'000	200'000	57'600	172'000	172'000	200'000
Kellerdecke	CHF	0	28'050	28'050	33'000	28'050	28'050	28'050	33'000
Fenster	CHF	9'500	72'000	72'000	80'000	72'000	72'000	72'000	80'000
Gebäudehülle total	CHF	87'100	343'400	363'400	442'600	229'000	343'400	363'400	442'600
Gebäudetechnik									
Komfortlüftung	CHF	0	0	100'000	100'000	0	0	100'000	100'000
Luftdichtigkeit	CHF	0	0	0	40'000	0	0	0	40'000
Photovoltaik	CHF	0	0	0	0	100'000	100'000	100'000	100'000
Wärmepumpe	CHF	0	0	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000	50'000
Heizkessel	CHF	15'000	15'000	0	0	0	0	0	0
Gebäudetechnik total	CHF	15'000	15'000	150'000	190'000	150'000	150'000	250'000	290'000
Investitionen total	CHF	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
Anteil Gebäudehülle	%	85.3%	95.8%	70.8%	70.0%	60.4%	69.6%	59.2%	60.4%
Anteil Gebäudetechnik	%	14.7%	4.2%	29.2%	30.0%	39.6%	30.4%	40.8%	39.6%

Tabelle 20: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

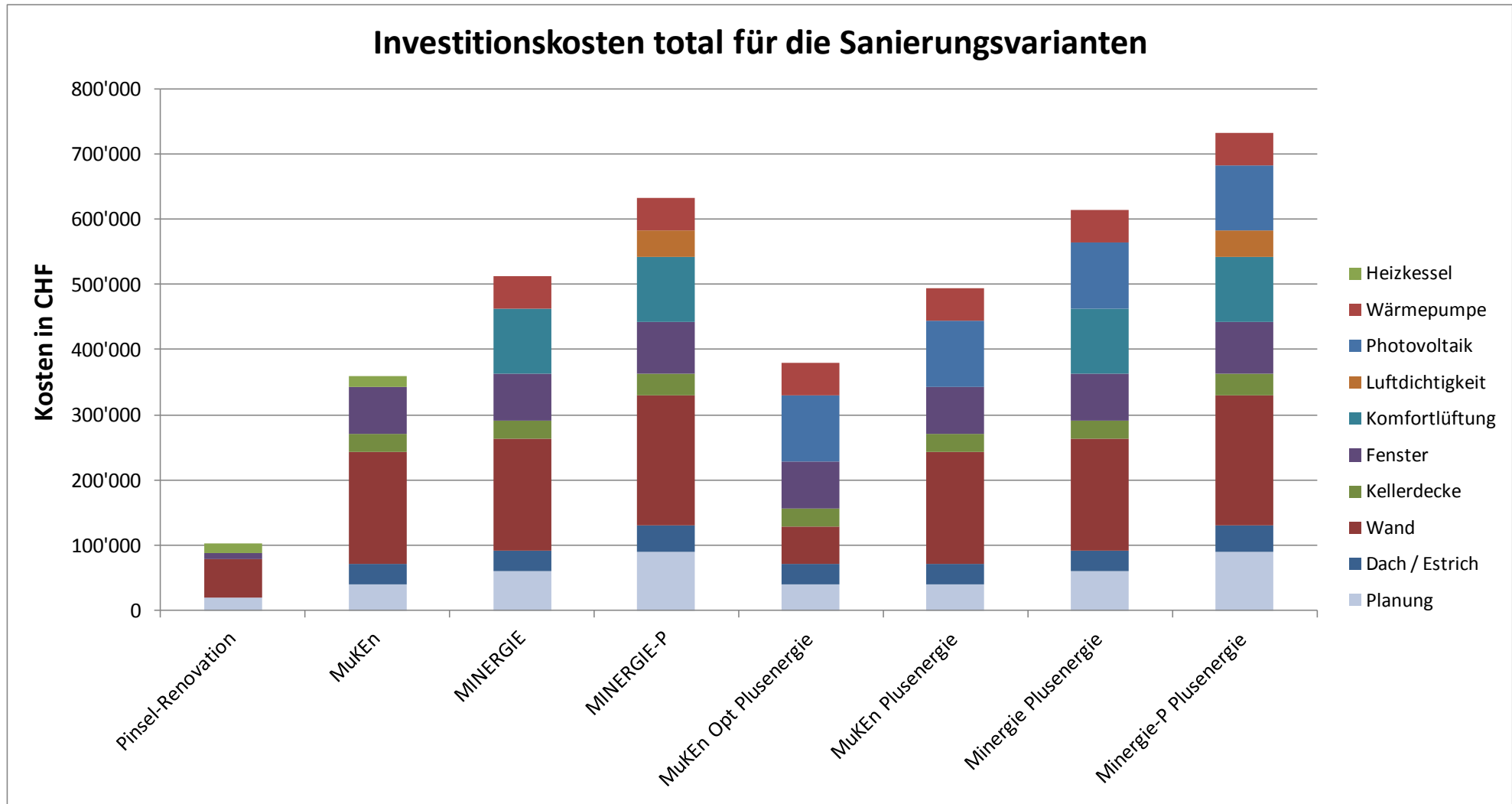


Abbildung 8: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

4.2 Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

Im Tabelle 21 wird in verschiedenen Varianten aufgezeigt, wie sich mögliche Subventions- und Steuerabzüge auswirken. Im vorliegenden Fall wird bei den Subventionen mit unterschiedlichen Sätzen zwischen 13% und 24% gerechnet. Bei den Steuerabzügen werden 16% bis 25% der Investitionskosten angenommen. Sowohl Subventionsabzüge als auch Steuerabzüge können in einem hohen Ausmass variieren. Beispielsweise können sich im Kanton Bern die Steuerabzüge von 0% (kein Einkommen) auf über 40% (Einkommen über CHF 250'000) belaufen. Die Subventionen werden zusammengefasst, das heisst es werden Beiträge von Bund, Kantonen und weiteren Stellen berücksichtigt.

Für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit oder Rentabilität von Energieinvestitionen ist es entscheidend, dass Investitionskosten auf Jahres- oder Kapitalkosten umgerechnet werden. Dabei wird mit einer Realverzinsung und einer Abschreibung gerechnet, was durch die Annuitäts-Annahme von 6% ausgedrückt wird. Wiederum ist zu betonen, dass sowohl die Abschreibungsdauer wie auch die realen Zinssätze unterschiedlich hoch angenommen werden können. Im vorliegenden Fall handelt es sich um zurzeit realistische Werte. Neben den numerischen Resultaten in Tabelle 22 werden die Resultate auch zusätzlich grafisch präsentiert. In Abbildung 10 folgen die jährlichen Kapitalkosten für die verschiedenen Varianten nach Abzug der Kosten für eine Pinsel-Renovation.

Tabelle 21: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

Z	Schema	Steuerabzug Grenzsteuersatz		25%							
		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
1	Sanierungsvarianten 1 - 8	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
2		Subventionen pro m2	[CHF/m2]	0.00	106.80	136.80	166.80	92.80	126.80	156.80	176.80
3		Subventionen Betrag	[CHF]	0	106'800	136'800	166'800	92'800	126'800	156'800	176'800
4	3 / 1	Subventionen in %	[%]	0%	30%	27%	26%	24%	26%	26%	24%
5	1 - 3	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	251'600	376'600	465'800	286'200	366'600	456'600	555'800
6		Steuerabzug in %	[%]	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
7	5 * 6	Steuerabzug auf Investitionen mit Subventionen	[CHF]	25'525	62'900	94'150	116'450	71'550	91'650	114'150	138'950
8	5 - 7	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	188'700	282'450	349'350	214'650	274'950	342'450	416'850
9	1 * 6	Steuerabzug auf Investitionen ohne Subventionen	[CHF]	25'525	89'600	128'350	158'150	94'750	123'350	153'350	183'150
10	1 - 9	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	268'800	385'050	474'450	284'250	370'050	460'050	549'450
11	G55	Kosten Pinsel-Renov. mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	76'575	76'575	76'575	76'575	76'575	76'575	76'575
12	1 - 11	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	281'825	436'825	556'025	302'425	416'825	536'825	656'025
13	5 - 11	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	175'025	300'025	389'225	209'625	290'025	380'025	479'225
14	8 - 11	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	112'125	205'875	272'775	138'075	198'375	265'875	340'275
15	10 - 11	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	192'225	308'475	397'875	207'675	293'475	383'475	472'875

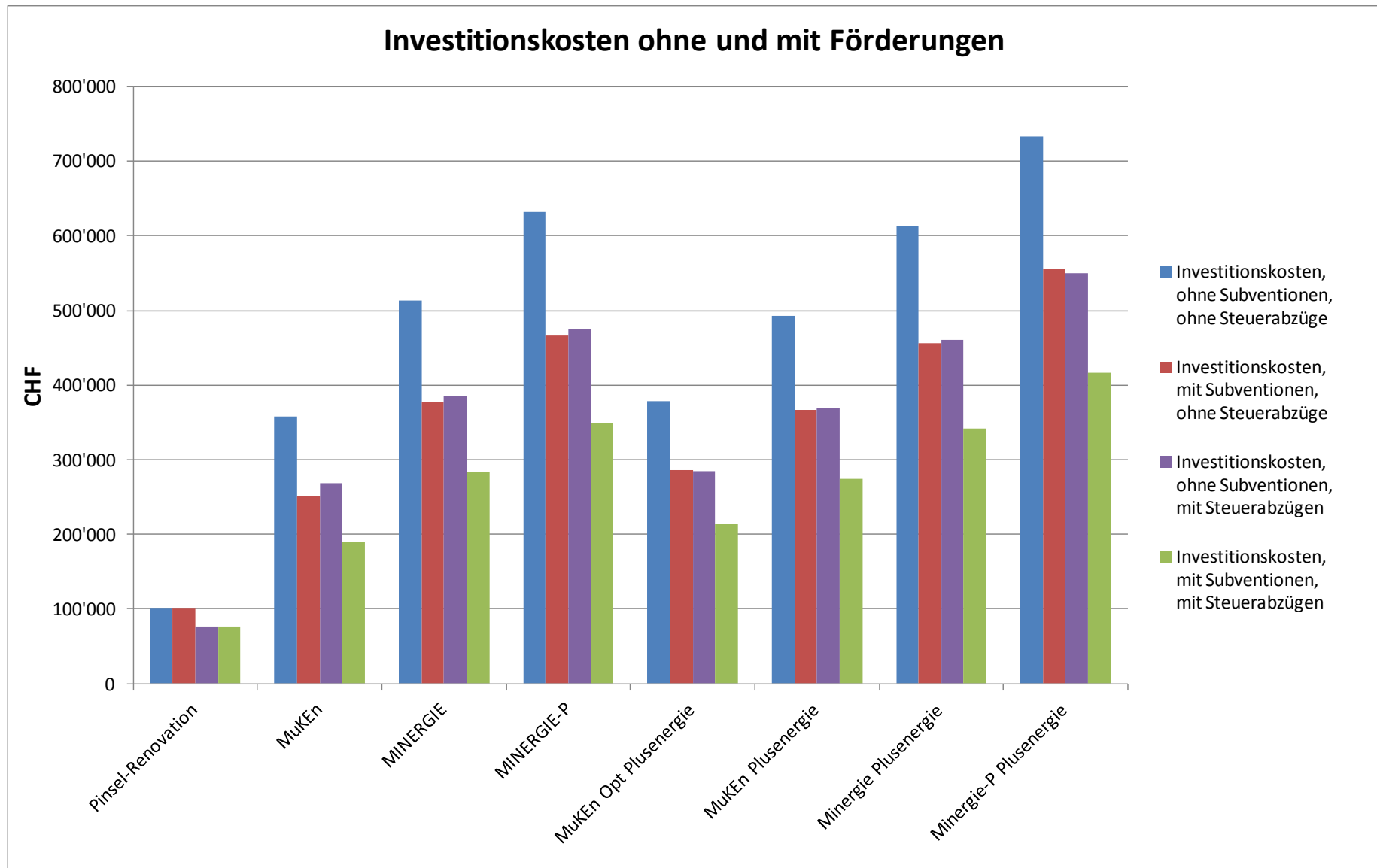


Abbildung 9: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen

4.3 Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

In Tabelle 22 werden die verschiedenen Varianten „Kapitalkosten“ dargestellt.

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z1 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	6'126	21'504	30'804	37'956	22'740	29'604	36'804	43'956
2	T4.2_Z5 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	6'126	15'096	22'596	27'948	17'172	21'996	27'396	33'348
3	T4.2_Z8 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF/a]	4'595	11'322	16'947	20'961	12'879	16'497	20'547	25'011
4	T4.2_Z10 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF/a]	4'595	16'128	23'103	28'467	17'055	22'203	27'603	32'967
5	T4.2_Z12 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	16'910	26'210	33'362	18'146	25'010	32'210	39'362
6	T4.2_Z13 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	10'502	18'002	23'354	12'578	17'402	22'802	28'754
7	T4.2_Z14 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	6'728	12'353	16'367	8'285	11'903	15'953	20'417
8	T4.2_Z15 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	11'534	18'509	23'873	12'461	17'609	23'009	28'373

Tabelle 22: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

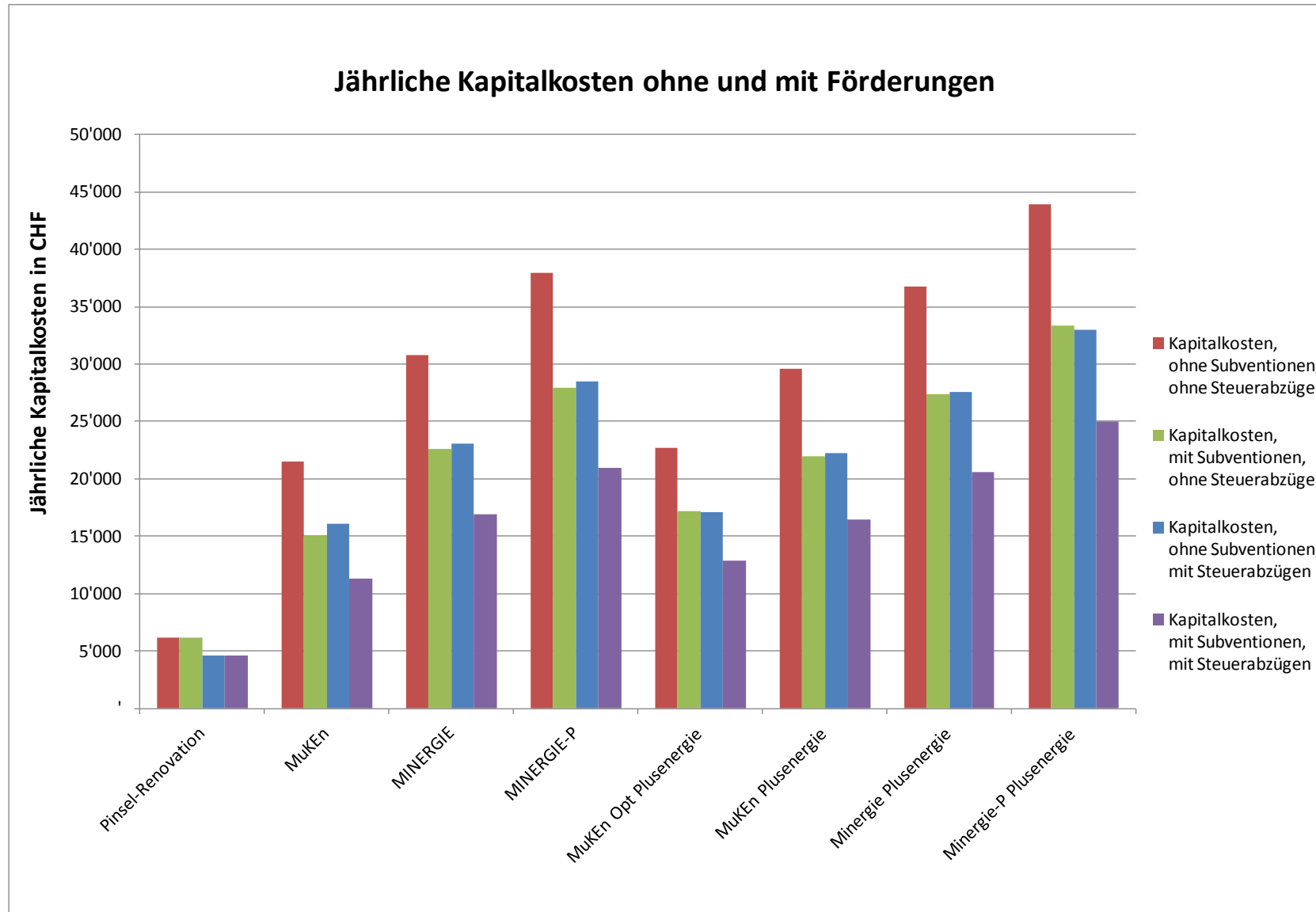


Abbildung 10: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen

Jährliche Kapitalkosten (nach Abzug der Kosten für eine Pinselrenovation) ohne und mit Förderungen

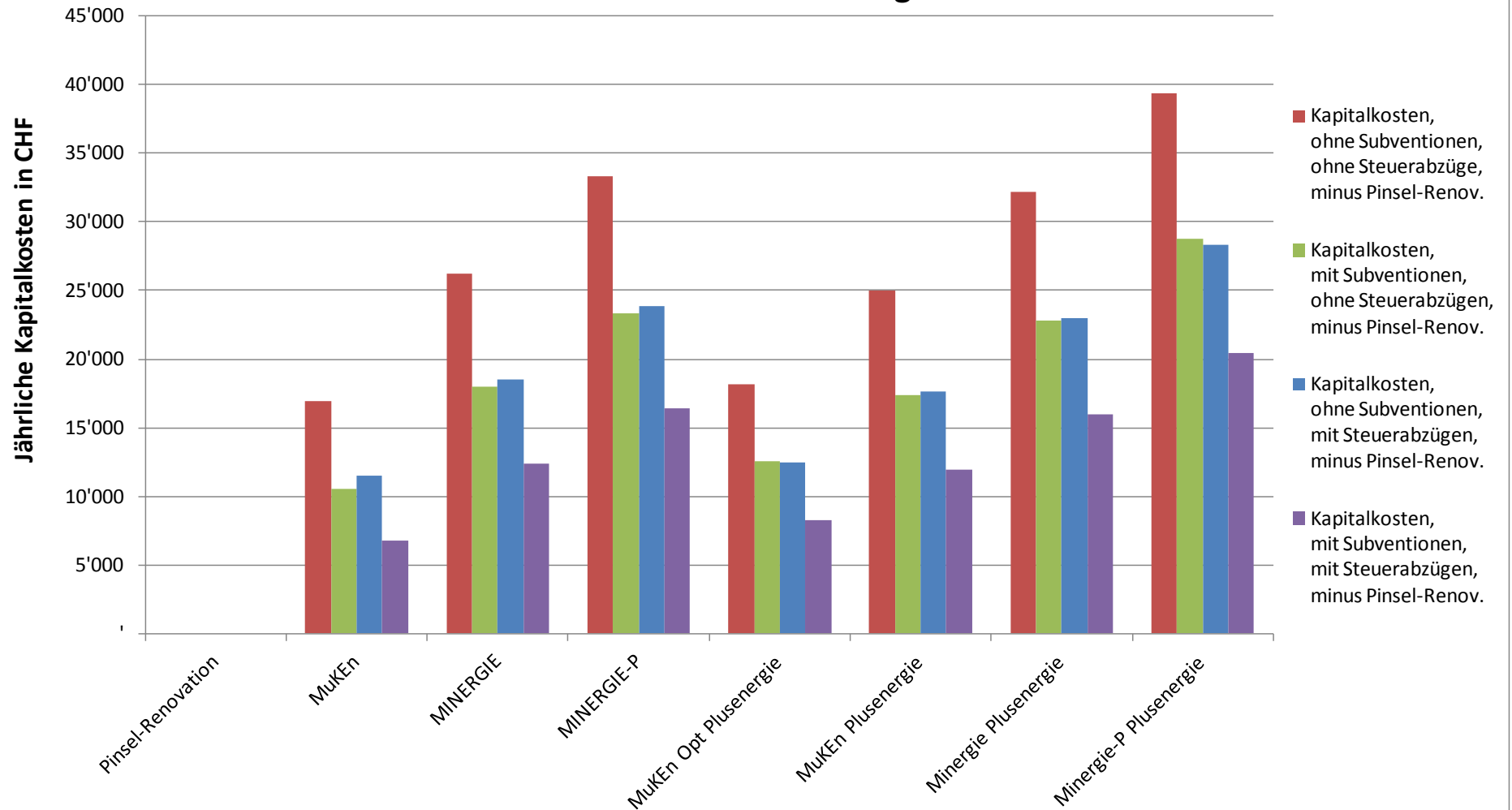


Abbildung 11: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzüge (Investitionskosten minus Kosten für eine Pinsel-Renovation)

5. Berechnung der Mietzinsüberwälzung für ein MFH

5.1 Mietzinsüberwälzung ohne/mit Subventionen

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKE	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKE Opt Plusenergie	MuKE Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z1 - Invest PV	Investitionskosten ohne PV, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	358'400	513'400	632'600	279'000	393'400	513'400	632'600
2	T4.2_Z5 - Invest PV	Investitionskosten ohne PV, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	251'600	376'600	465'800	186'200	266'600	356'600	455'800
3		Investitionskosten: wertvermehrender Anteil	%	10%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	70%
4	1 * 3	Mietwirksame Investitionskosten, ohne Subventionen	[CHF]	10'210	250'880	359'380	442'820	195'300	275'380	359'380	442'820
5	2 * 3	Mietwirksame Investitionskosten, mit Subventionen	[CHF]	10'210	176'120	263'620	326'060	130'340	186'620	249'620	319'060
6		Mietzinsüberwälzung Kapitalisierungsfaktor	[%]	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%
7	4 * 6	Mietzinsüberwälzung ohne Subventionen	[CHF/a]	715	17'562	25'157	30'997	13'671	19'277	25'157	30'997
8	5 * 6	Mietzinsüberwälzung mit Subventionen	[CHF/a]	715	12'328	18'453	22'824	9'124	13'063	17'473	22'334

Tabelle 23: Mietzinsüberwälzung ohne/mit Subventionen

In Tabelle 23 werden die Zinsüberwälzungen mit und ohne Subventionen bzw. Steuerabzügen dargestellt. Es wird mit einem Überwälzungsanteil von 10% bei der Pinsel-Renovation und von 70% bei energieeffizienten bzw. den Varianten mit Plusenergie gerechnet. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass die Photovoltaikanlage als zum Eigentum des Investors gehörend angenommen wird und die entsprechenden Kosten nicht überwälzt werden.

Der Satz von 70% ist als realistisch. Teilweise wird davon ausgegangen, dass nur 50% überwälzt werden können. Dabei wird aber nicht nur von energetischen Massnahmen, sondern von den gesamten Sanierungskosten gesprochen. Es ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass ein Satz von 100% überwälzt wird, da die getätigten Investitionen dem Mieter vollständig zugutekommen.

Um die Investitionskosten auf Jahreskosten umzurechnen, ist wiederum mit einem Kapitalisierungsfaktor zu kalkulieren, der im vorliegenden Fall mit 7% angenommen wird. Im Prinzip handelt es sich bei der Zinsüberwälzung um den Ertrag des Investors, der aufgrund seiner Energieinvestition realisiert werden kann.

Im Prinzip ist davon auszugehen, dass die Mietzinsüberwälzung unter Einbezug der Subventionen, also mit entsprechend verminderten Investitionskosten vorgenommen wird. Entsprechende Regelungen sind inzwischen auf Bundesebene – durch das Bundesamt für Wohnungswesen – aber auch von diversen Kantonen getroffen worden. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass die gesprochenen Subventionen im Prinzip den Mietern zugutekommen und sie eine tiefere Mietzinsüberwälzung übernehmen müssen. Die Nettomiete wird vermindert angehoben. Hingegen fallen die Steuerabzüge vollständig bei den Investoren an. Es wird nicht davon ausgegangen, dass nur die um die Steuerabzüge verminderten Investitionskosten überwälzt werden.

5.2 Bruttomieten ohne/mit Subventionen

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovierung	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
		Belastung Mietende vor der Sanierung										
9		Bruttomiete MFH alt	[CHF/a]	156'000	156'000	156'000	156'000	156'000	156'000	156'000	156'000	
10	0.8 * 9	Nettomiete alt 80%	[CHF/a]	124'800	124'800	124'800	124'800	124'800	124'800	124'800	124'800	
11	0.2 * 9	Nebenkosten alt 20%	[CHF/a]	31'200	31'200	31'200	31'200	31'200	31'200	31'200	31'200	
12		davon Kosten Heizöl alt	[CHF/a]	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	
13	fixer Betrag	Sonstige Nebenkosten	[CHF/a]	13'200	13'200	13'200	13'200	13'200	13'200	13'200	13'200	
		Belastung Mietende nach der Sanierung										
14	7 + 10	Nettomiete neu inklusive Überwälzung, ohne Subventionen	[CHF/a]	125'515	142'362	149'957	155'797	138'471	144'077	149'957	155'797	
15	8 + 10	Nettomiete neu inklusive Überwälzung, mit Subventionen	[CHF/a]	125'515	137'128	143'253	147'624	133'924	137'863	142'273	147'134	
16	Sanierungsvarianten	Kosten Heizöl nach der Sanierung	[CHF/a]	16'200	4'455	0	0	0	0	0	0	
17	dito	Strom für Wärmepumpe	[CHF/a]	0	0	2'168	1'718	7'200	2'777	2'168	1'718	
18	dito	Strom für Lüftung	[CHF/a]	0	0	200	200	0	0	200	200	
		Bruttomiete neu ohne Anrechnung von Subventionen										
19	14 + 16 + 17 + 18 + 13	Bruttomiete MFH neu ohne Subventionen	[CHF/a]	154'915	160'017	165'525	170'915	158'871	160'054	165'525	170'915	
20	19 / 9	Bruttomiete MFH neu ohne Subventionen	%	99.3%	102.6%	106.1%	109.6%	101.8%	102.6%	106.1%	109.6%	
21	19 / [12]	Bruttomiete MFH neu	[CHF/Mt]	12'910	13'335	13'794	14'243	13'239	13'338	13'794	14'243	
22	21 / # Whg	Bruttomiete Whg neu	[CHF/Mt]	1'291	1'333	1'379	1'424	1'324	1'334	1'379	1'424	
		Bruttomiete neu mit Anrechnung von Subventionen										
23	15 + 16 + 17 + 18 + 13	Bruttomiete MFH neu mit Subventionen	[CHF/a]	154'915	154'783	158'822	162'742	154'324	153'841	157'842	162'252	
24	23 / 9	Bruttomiete MFH neu mit Subventionen	%	99.3%	99.2%	101.8%	104.3%	98.9%	98.6%	101.2%	104.0%	
25	23 / [12]	Bruttomiete MFH neu	[CHF/Mt]	12'910	12'899	13'235	13'562	12'860	12'820	13'153	13'521	
26	25 / # Whg	Bruttomiete Whg neu	[CHF/Mt]	1'291	1'290	1'324	1'356	1'286	1'282	1'315	1'352	

Tabelle 24: Bruttomieten ohne/mit Subventionen

Durch Mietzinsüberwälzungen resultieren einerseits höhere Nettomieten, andererseits wird in Tabelle 24 gezeigt, dass sich durch die energieeffizienten Massnahmen die Nebenkosten reduzieren. Im Prinzip sind also die Investitionen zu betrachten, wie sie in Zeile 24 dargestellt werden.

Bemerkenswert ist, dass die Variante "MuKEn optimiert" mit Subventionen zu leicht tieferen Bruttomieten führt.

In den Varianten "Minergie" vor "Minergie-P" ergeben sich leicht höhere Bruttomieten. Dabei ist zu beachten, dass mit dem Einbau einer Komfortlüftung weiterer Zusatznutzen entsteht, wofür durchaus Zahlungsbereitschaft vorhanden ist.

In Abbildung 12 werden die Resultate in grafischer Form präsentiert. Die Berechnung der Nettorendite bzw. der Wirtschaftlichkeit ist ein Ziel der vorliegenden Arbeit. Entscheidend ist die Definition der Rendite. Sie findet sich in den Zeilen 6, 8, 11 und 13. Von der Mietzinsüberwälzung bzw. vom Erlös des Investors werden die jährlichen Kapitalkosten abgezogen. Der entsprechende Betrag wird gemäss Tabelle 20 durch die Investitionskosten definiert: Aufgrund der Subventionen und der Steuerabzüge ist mit unterschiedlichen Kapital- bzw. Investitionskosten zu rechnen. Die Nettorendite, das heisst ohne Subventionen und Steuerabzüge, ist in der vorliegenden Modellrechnung durchwegs negativ.

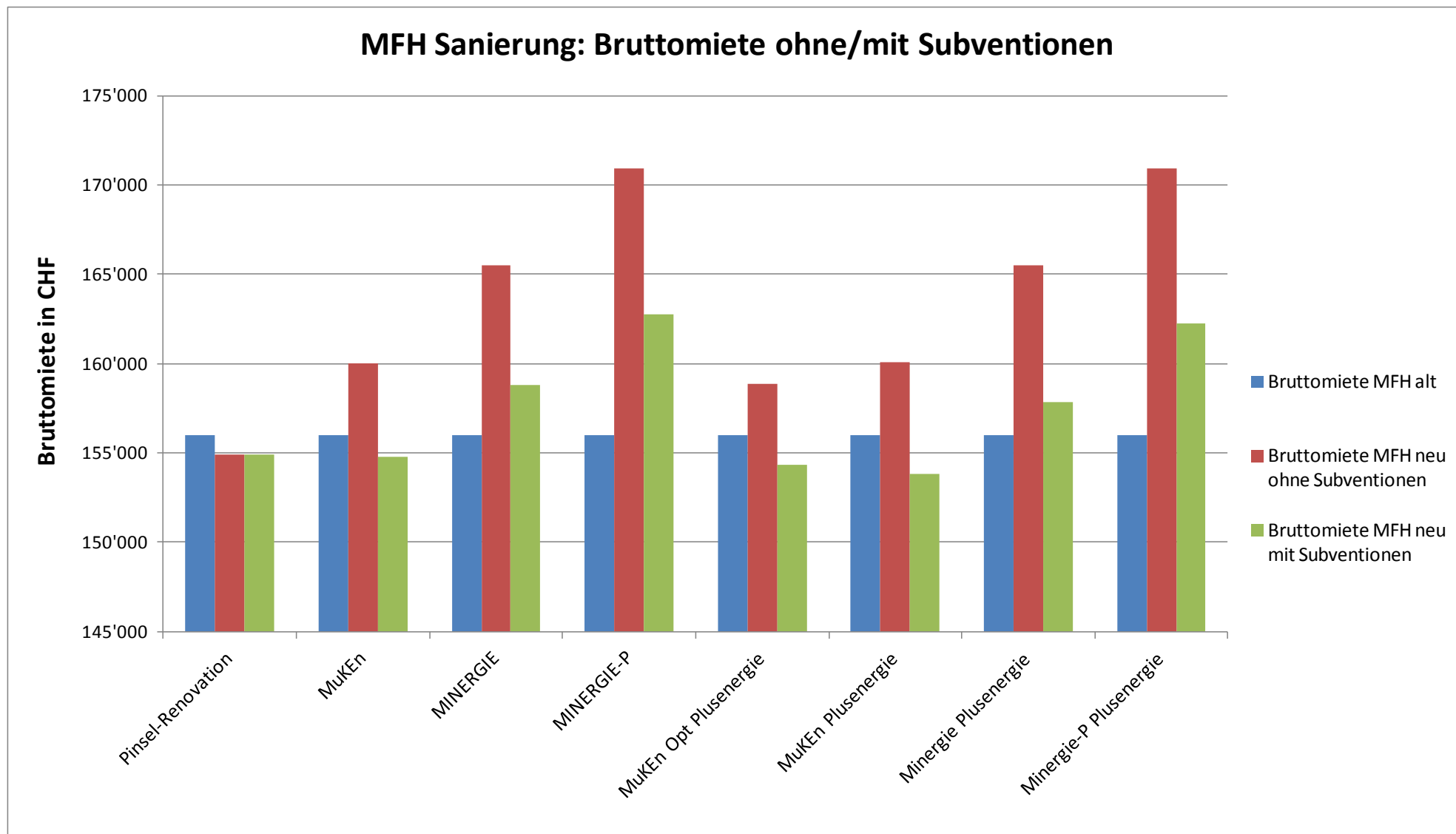


Abbildung 12: MFH Sanierung: Bruttomiete ohne/mit Subventionen

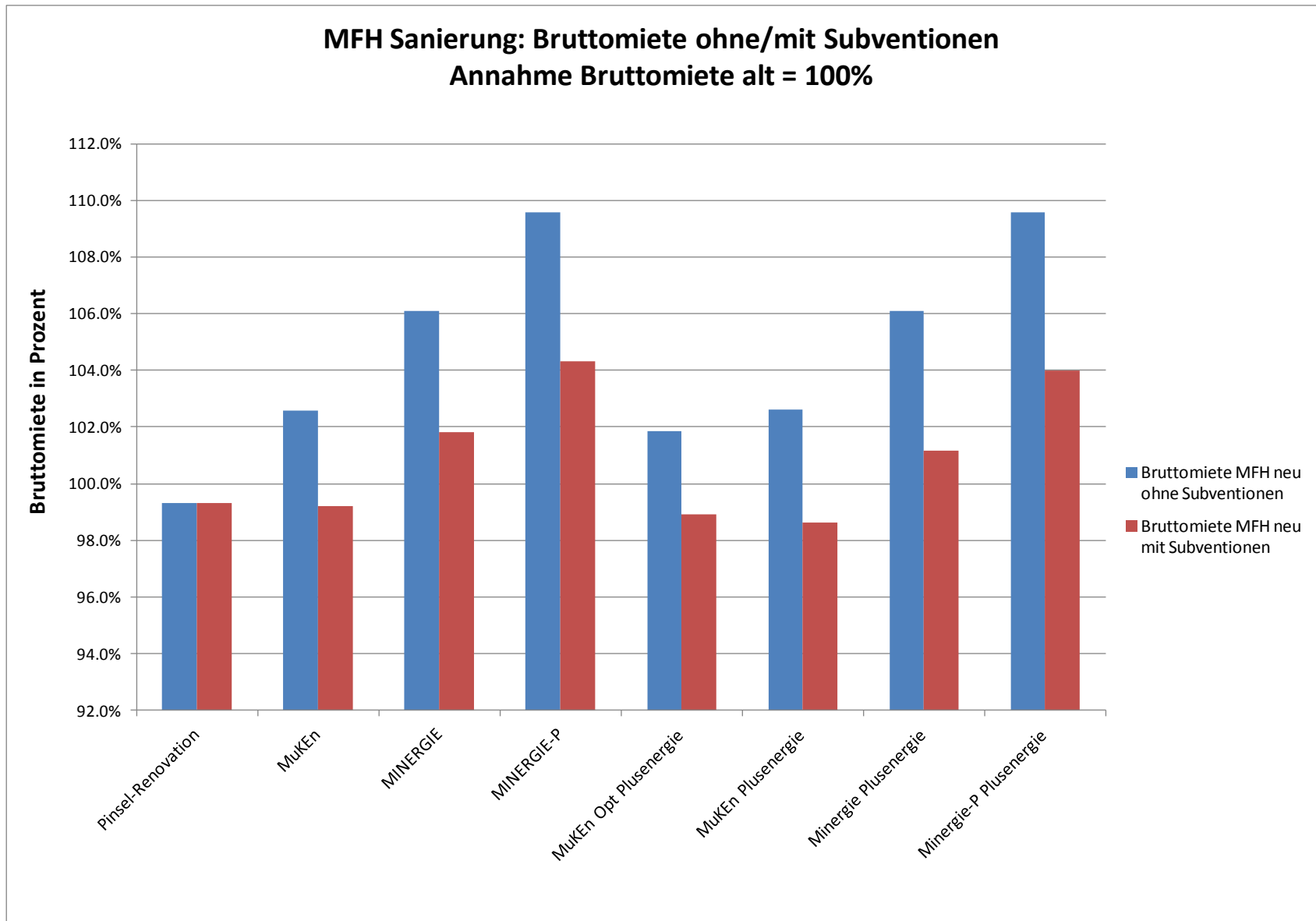


Abbildung 13: Neue Bruttomiete ohne/mit Subventionen in Prozent der Bruttomiete vor der Sanierung

6. Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sanierung eines MFH

6.1 Berechnung der Nettorenditen

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T5.1_Z7	Mietzinsüberwälzung ohne Subventionen	[CHF/a]	715	17'562	25'157	30'997	13'671	19'277	25'157	30'997
2	T5.1_Z8	Mietzinsüberwälzung mit Subventionen	[CHF/a]	715	12'328	18'453	22'824	9'124	13'063	17'473	22'334
3	Sanierungsvarianten	Erlös Photovoltaik	[CHF/a]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000
4	1 + 3	Mietzinsüberwälzung ohne Subv. plus Erlös	[CHF/a]	715	17'562	25'157	30'997	23'671	29'277	35'157	40'997
5	T4.3_Z1	Jährliche Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	6'126	21'504	30'804	37'956	22'740	29'604	36'804	43'956
6	(4-7)/T4.2_Z1	Nettorendite 1A	%	-5.3%	-1.1%	-1.1%	-1.1%	0.2%	-0.1%	-0.3%	-0.4%
7	T4.3_Z4	Jährliche Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	4'595	16'128	23'103	28'467	17'055	22'203	27'603	32'967
8	(4-7)/T4.2_Z10	Nettorendite 1B	%	-5.1%	0.5%	0.5%	0.5%	2.3%	1.9%	1.6%	1.5%
9	2 + 3	Mietzinsüberwälzung mit Subv. plus Erlös PV	[CHF/a]	715	12'328	18'453	22'824	19'124	23'063	27'473	32'334
10	T4.3_Z3	Jährliche Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	4'595	11'322	16'947	20'961	12'879	16'497	20'547	25'011
11	(9-10)/T4.2_Z8	Nettorendite 1C	%	-5.1%	0.5%	0.5%	0.5%	2.9%	2.4%	2.0%	1.8%
12	T4.3_Z2	Jährliche Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	6'126	15'096	22'596	27'948	17'172	21'996	27'396	33'348
13	(9-12)/T4.2_Z5	Nettorendite 1D	%	-5.3%	-1.1%	-1.1%	-1.1%	0.7%	0.3%	0.0%	-0.2%

Tabelle 25: Berechnung der Nettorenditen 1

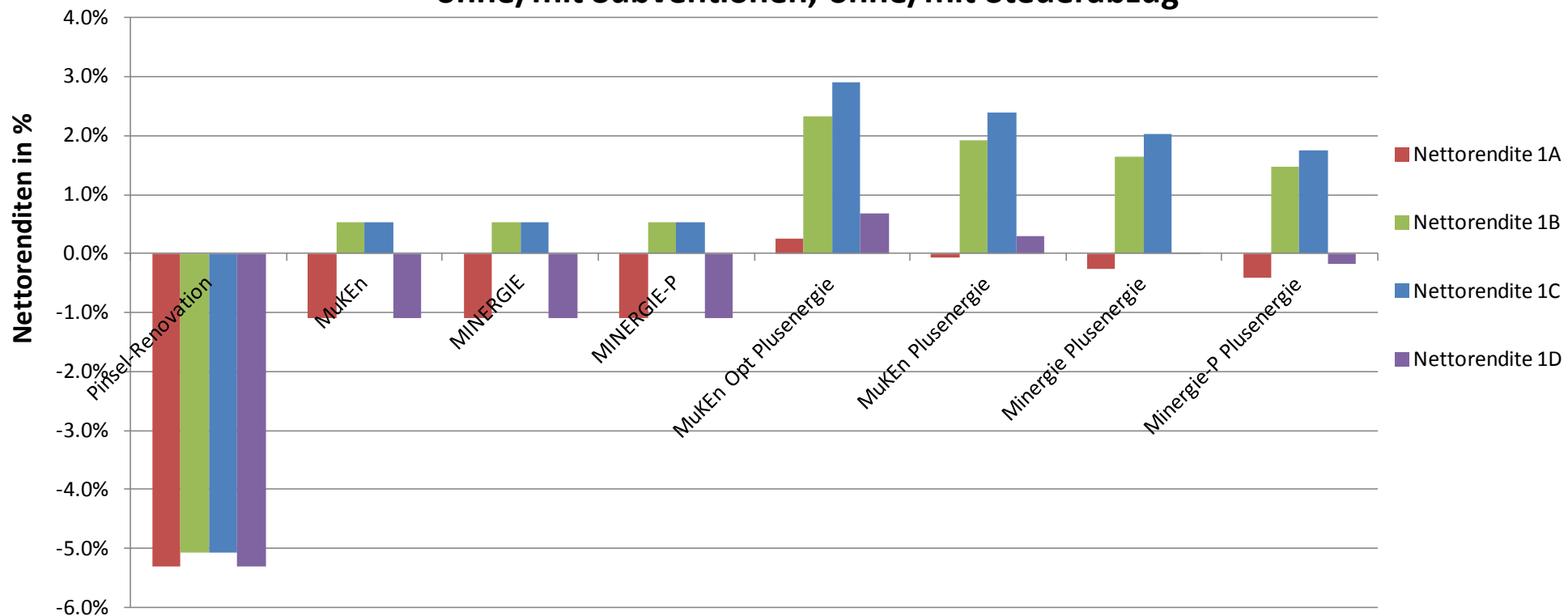
Bei der Nettorendite 1b werden Steuerabzüge (25%), aber keine Subventionen berücksichtigt. In diesem Fall stellen sich – ausser bei der Pinsel-Renovation – leicht positive Renditen ein. Am höchsten sind sie im Fall "MuKEn optimiert / Plusenergie". Die Variante "Plusenergie" zeigt gegenüber allen Effizienzvarianten ("MuKEn", "Minergie", "Minergie-P") höhere Renditen.

Die Nettoendite 1c berücksichtigt sowohl Subventionen wie auch Steuerabzüge. Es resultieren die höchsten Nettoenditen. Die Reihenfolge der Renditen ist für die verschiedenen Varianten – wie oben – gleichbleibend.

Insgesamt zeigen die Resultate, dass mit Subventionen und Steuerabzügen positive Nettoenditen erwirtschaftet werden können.

In Abbildung 14 werden die Resultate grafisch dargestellt.

MFH Sanierung_Nettorenditen 1 ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Nettorendite 1A = Nettoertrag / Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Nettorendite 1B = Nettoertrag / Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 1C = Nettoertrag / Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 1D = Nettoertrag / Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Abbildung 14: Nettorenditen 1

6.2 Berechnung der Nettorenditen (minus Pinsel-Renovation)

		Investitionen minus Pinselrenovation			76'575							
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
13	T4.3_Z5	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	16'910	26'210	33'362	18'146	25'010	32'210	39'362	
14	T4.2_Z12	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	281'825	436'825	556'025	302'425	416'825	536'825	656'025	
15	(4 - 13) / 14	Nettorendite 2A	%		0.2%	-0.2%	-0.4%	1.8%	1.0%	0.5%	0.2%	
16	T4.3_Z8	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	11'534	18'509	23'873	12'461	17'609	23'009	28'373	
17	T4.2_Z15	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	192'225	308'475	397'875	207'675	293'475	383'475	472'875	
18	(4 - 16) / 17	Nettorendite 2B	%		3.1%	2.2%	1.8%	5.4%	4.0%	3.2%	2.7%	
19	T4.3_Z7	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	6'728	12'353	16'367	8'285	11'903	15'953	20'417	
20	T4.2_Z14	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	112'125	205'875	272'775	138'075	198'375	265'875	340'275	
21	(9 - 19) / 20	Nettorendite 2C	%		5.0%	3.0%	2.4%	7.9%	5.6%	4.3%	3.5%	
22	T4.3_Z2	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	10'502	18'002	23'354	12'578	17'402	22'802	28'754	
23	T4.2_Z13	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	175'025	300'025	389'225	209'625	290'025	380'025	479'225	
24	(9 - 22) / 23	Nettorendite 2D	%		1.0%	0.2%	-0.1%	3.1%	2.0%	1.2%	0.7%	

Tabelle 26: Berechnung der Nettorenditen 2

In Tabelle 26 werden die Nettorenditen minus die Investitionen für die Pinsel-Renovation berechnet. Es zeigt sich, dass für die Variante "MuKEn" – ohne Berücksichtigung von Subventionen und Steuerabzügen – ein leichtes Plus resultiert. Für die Varianten "Minergie" und "Minergie-P" ergibt sich eine negative Rendite. Wiederum weist "MuKEn optimiert / Plusenergie" mit 1,8% die höchste Rendite auf. Die Varianten "MuKEn", "Minergie" und "Minergie-P", ergänzt mit "Plusenergie", weisen in abnehmender Reihenfolge positive Renditen aus.

Die Nettorenditen 2b sind ohne Subventionen, aber mit Steuerabzügen gerechnet. Sie erreichen eine halbwegs akzeptable Höhe. Die Reihenfolge der Renditen bleibt unverändert.

Die höchsten Nettorenditen werden im Fall 2c unter Berücksichtigung von Subventionen und Steuerabzügen erzielt.

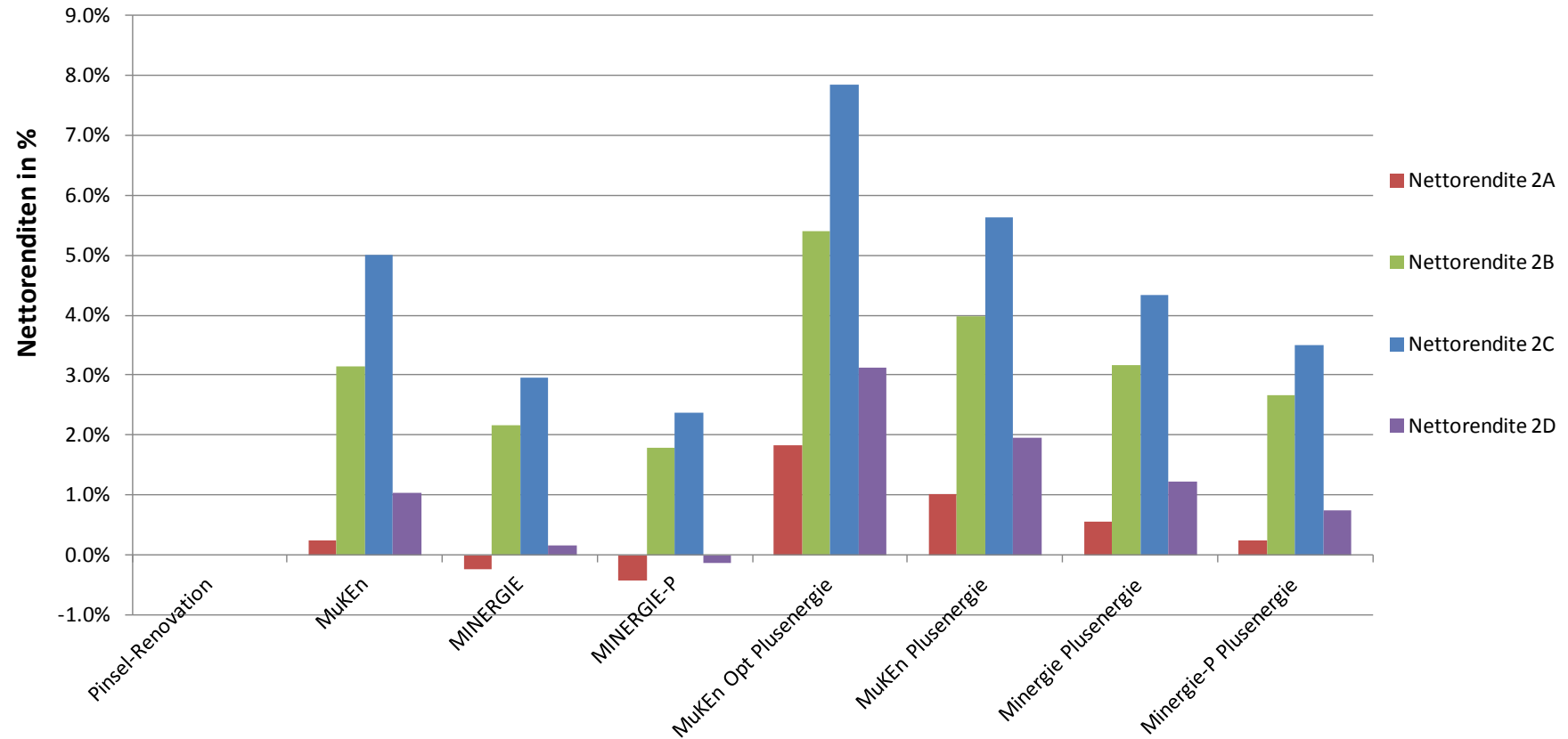
Die Nettorendite 2a fällt für "MuKEn" knapp positiv aus. Für "Minergie Neubau" und "Minergie-P" ergeben sich knapp negative Renditen. Die höchste Rendite wird mit "MuKEn optimiert" und "Plusenergie" mit 1,8% erreicht. Bei "Minergie", "Minergie-P", "Plusenergie" ergeben sich geringe und abnehmende Renditen. Die Berechnungen zeigen, dass ohne Subventionen und Steuerabzügen nur mit reinen Energieinvestitionen kaum eine ausreichende Rendite erzielt werden kann. Dabei ist zu bemerken, dass diese Renditen im Prinzip regional gleichwertig anfallen, allenfalls unter der Voraussetzung, dass die Überwälzungen effektiv auch vorgenommen werden können, was bei gleich bleibender oder tieferer Bruttorendite kein Problem sein dürfte.

Die Rendite 2b geht von Steuerabzügen von 25% ohne Subventionen aus. Dabei stellen sich positive Renditen ein. Das bereits präsentierte Bild der unterschiedlichen Renditen bleibt erhalten. An erster Stelle steht "MuKE optimiert / Plusenergie" mit 5,4%. Es folgen "Plusenergie", "Minergie / Plusenergie", dazwischen liegt "MuKE" mit 3,1% und am Schluss liegen "Minergie-P / Plusenergie" (2,7%), "Minergie" (2,2%) und "Minergie" (1,8%). Insgesamt zeigt sich, dass für eine höhere Rendite eine optimierte Wärmedämmung anzustreben ist. Gleichzeitig muss der Energieproduktion erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt bzw. die Energieproduktion einbezogen werden.

Die Nettorenditen 2c sind unter Einbezug von Subventionen und Steuerabzügen als recht hoch zu bezeichnen. Das Bild der unterschiedlichen Renditen wiederholt sich hier in einer noch etwas ausgeprägten Form, als sich bereits in den Varianten 2a und 2b zeigt.

Die Nettorendite 2d geht von Subventionen ohne Steuerabzüge aus. Dabei fallen wiederum eher tiefe Renditen an.

MFH Sanierung_Nettorenditen 2 ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Nettorendite 2A = Nettoertrag / Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Nettorendite 2B = Nettoertrag / Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 2C = Nettoertrag / Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 2D = Nettoertrag / Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Investitionskosten jeweils minus Kosten für eine Pinsel-Renovation

Abbildung 15: Nettorenditen 2

6.3 Berechnung der Eigenkapitalrenditen

		Annahmen	Eigenkapital Anteil		30%		70%		2%		
			Fremdkapital Anteil								
			Fremdkapital Zinssatz								
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z1	Investitionskosten mit PV ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
2	FK * 1	Fremdkapital	[CHF]	71'470	250'880	359'380	442'820	265'300	345'380	429'380	512'820
3	1 - 2	Eigenkapital	[CHF]	30'630	107'520	154'020	189'780	113'700	148'020	184'020	219'780
4	T5.1_Z7	Mietzinsüberwälzung ohne Subventionen	[CHF]	715	17'562	25'157	30'997	13'671	19'277	25'157	30'997
5	T6.1_Z3	Photovoltaik Erlös	[CHF]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000
6	4 + 5	Mietzinsüberwälzung pro Jahr plus Erlös PV	[CHF]	715	17'562	25'157	30'997	23'671	29'277	35'157	40'997
7	FK% * 2	Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	1'429	5'018	7'188	8'856	5'306	6'908	8'588	10'256
8	6 - 7	Netto-Ertrag = Mietzinsüberwälzung + Erlös PV - Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	-715	12'544	17'969	22'141	18'365	22'369	26'569	30'741
9	8 / 3	Eigenkapitalrendite 3A	[%]	-2.3%	11.7%	11.7%	11.7%	16.2%	15.1%	14.4%	14.0%

Tabelle 26 A: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3A

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z10	Investitionskosten mit PV ohne Subventionen mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	268'800	385'050	474'450	284'250	370'050	460'050	549'450
2	FK * 1	Fremdkapital	[CHF]	53'603	188'160	269'535	332'115	198'975	259'035	322'035	384'615
3	1 - 2	Eigenkapital	[CHF]	22'973	80'640	115'515	142'335	85'275	111'015	138'015	164'835
4	T5.1_Z7	Mietzinsüberwälzung ohne Subventionen	[CHF]	715	17'562	25'157	30'997	13'671	19'277	25'157	30'997
5	T6.1_Z3	Photovoltaik Erlös	[CHF]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000
6	4 + 5	Mietzinsüberwälzung pro Jahr plus Erlös PV	[CHF]	715	17'562	25'157	30'997	23'671	29'277	35'157	40'997
7	FK% * 2	Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	1'072	3'763	5'391	6'642	3'980	5'181	6'441	7'692
8	6 - 7	Netto-Ertrag = Mietzinsüberwälzung + Erlös PV - Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	-357	13'798	19'766	24'355	19'692	24'096	28'716	33'305
9	8 / 3	Eigenkapitalrendite 3B	[%]	-1.6%	17.1%	17.1%	17.1%	23.1%	21.7%	20.8%	20.2%

Tabelle 27 B: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3B

6.1.1 Fazit

Folgende Schlussfolgerungen können gezogen werden: Ohne Subventionen und Steuerabzüge sind Energiemassnahmen kaum oder nur in einem geringen Ausmass rentabel. Es zeigt sich, dass die Renditen mit zunehmender Energieeffizienz tendenziell abnehmen, hingegen mit Energieproduktion gesteigert werden können.

In der heutigen Rechtslage ist die Nettoertragsrendite 2b realitätsbezogen. Dabei fallen auf Seite des Investors unter Berücksichtigung von Steuerabzügen relativ hohe Renditen an. Die Subventionen werden vom Investor "beansprucht".

Die Modellrechnungen können plausibel erklären, weshalb unter den heutigen Voraussetzungen ein Sanierungstau besteht. Energiemassnahmen bei einer Sanierung sind ohne Steuerabzüge und Subventionen nicht rentabel. Es kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht gesagt werden, in wie

vielen Fällen ökonomisch und rational gehandelt wird. Es bleibt offen, ob und unter welchen Annahmen es Renditen gibt, die nicht realisiert werden bzw. Investitionen ohne effektive Renditen getätigt werden. Auf bekannte Hemmnisse wie fehlende Finanzierung, unvollständige Informationen und fehlendes Bewusstsein usw. ist weiter zu achten. Tendenziell werden in die Energieeffizienz hohe Erwartungen gesetzt. Fallende Renditen ergeben sich letztlich durch die physikalische Tatsache des exponentiell sinkenden Grenznutzens von Wärmedämmmassnahmen. Die ersten paar Zentimeter Wärmedämmung vermindern den Wärmeverlust erheblich. Jeder weitere Zentimeter Dämmung bringt einen immer geringeren Nutzen. Ab einigen Zentimetern werden bereits recht gute Wärmedämmresultate erzielt. Bei sehr hoher Wärmedämmung kann die für die Dämmung eingesetzte Energie über den ganzen Lebenszyklus nicht kompensiert werden. Der sinkende Nutzen der Wärmedämmung sollte zu einer Optimierung statt Maximierung führen. Im Prinzip ist dabei immer auch die Effizienz bzw. Umweltverträglichkeit des Heizsystems zu beachten. Das gilt auch für die Möglichkeit der Energieproduktion (vgl. dazu die weiteren Studien des energie-cluster.ch im Literaturverzeichnis).

Höhere Wärmedämmwerte können auch mit strengeren Auflagen nicht durchgesetzt werden. Im Gegenteil: Damit wird entweder überhaupt keine Sanierung oder nur eine minimale ohne Baubewilligungsverfahren vorgenommen. Dies dürfte zu einem recht grossen Teil der Fall sein, wobei minimale Energieeffizienzmassnahmen sehr wohl realisiert werden. Die Resultate dieser Studie sollten auch als Wink verstanden werden, im Sanierungsbereich zu realistischen Anforderungen zu kommen. Im Prinzip ist eine fallweise Optimierung – unter Einbezug von Hochleistungsdämmstoffen – angezeigt.

Für die modellartige Berechnung der Eigenkapitalrendite wird von 70% Fremdkapital bei einem Zinssatz von 2% und von 30% Eigenkapital ausgegangen. Mit den getroffenen Annahmen kann ein erhöhter Leverage-Effekt (Hebelwirkung) erzielt werden. Selbst die Variante Eigenkapitalrendite 3a ohne Subventionen und Steuerabzügen zeigt recht hohe Eigenkapitalrenditen, die in den folgenden Berechnungen mit Subventionen und Steuerabzügen noch gesteigert werden. Dabei ist festzuhalten, dass für die Berechnungen die Zinsannahmen massgebend sind.

In Tabelle 28 werden Renditen für alle Sanierungsvarianten dargestellt. Es handelt sich um eine Zusammenfassung der Modellrechnungen für das Mehrfamilienhaus. Die Rendite 1a wird ohne Subventionen und Steuerabzügen und inklusive Pinsel-Sanierungen gerechnet. Sie fällt für alle Varianten negativ aus.

Die Variante 1b geht davon aus, dass keine Subventionen gesprochen werden, aber Steuerabzüge gemacht werden können. In diesem Fall schliesst nur noch die Pinsel-Sanierung negativ ab.

Gleich hohe Renditen können in den Fällen „MuKE", "Minergie Neubaustandard", "Minergie-P" erzielt werden. Die Varianten mit Plusenergie schneiden etwas besser ab. Es besteht dabei eine abnehmende Reihenfolge von "MuKE" zu "Minergie" zu "Minergie-P".

1c: Die Rendite 1c rechnet mit Subventionen und Steuerabzügen.

Sämtliche Varianten 2 sind unter Abzug der Aufwendungen für die Pinsel-Sanierung gerechnet. Am besten schneidet selbstredend die Variante 2c ab. Am realistischsten ist die Variante 2b, das heisst ohne Subventionen für den Eigentümer (diese kommen den Mietern zugute), aber mit Steuerabzügen. Die Renditen können in diesem Fall als einigermassen angemessen bezeichnet werden.

Dank Energieinvestitionen wird für die Mieterseite teilweise sogar eine Besserstellung erreicht. Dies gilt sowohl für die Pinsel-Sanierung (aufgrund einer 10% Verbesserung des Heiz- und Energiesystems) als auch für eine Sanierung nach den Werten von "MuKE".

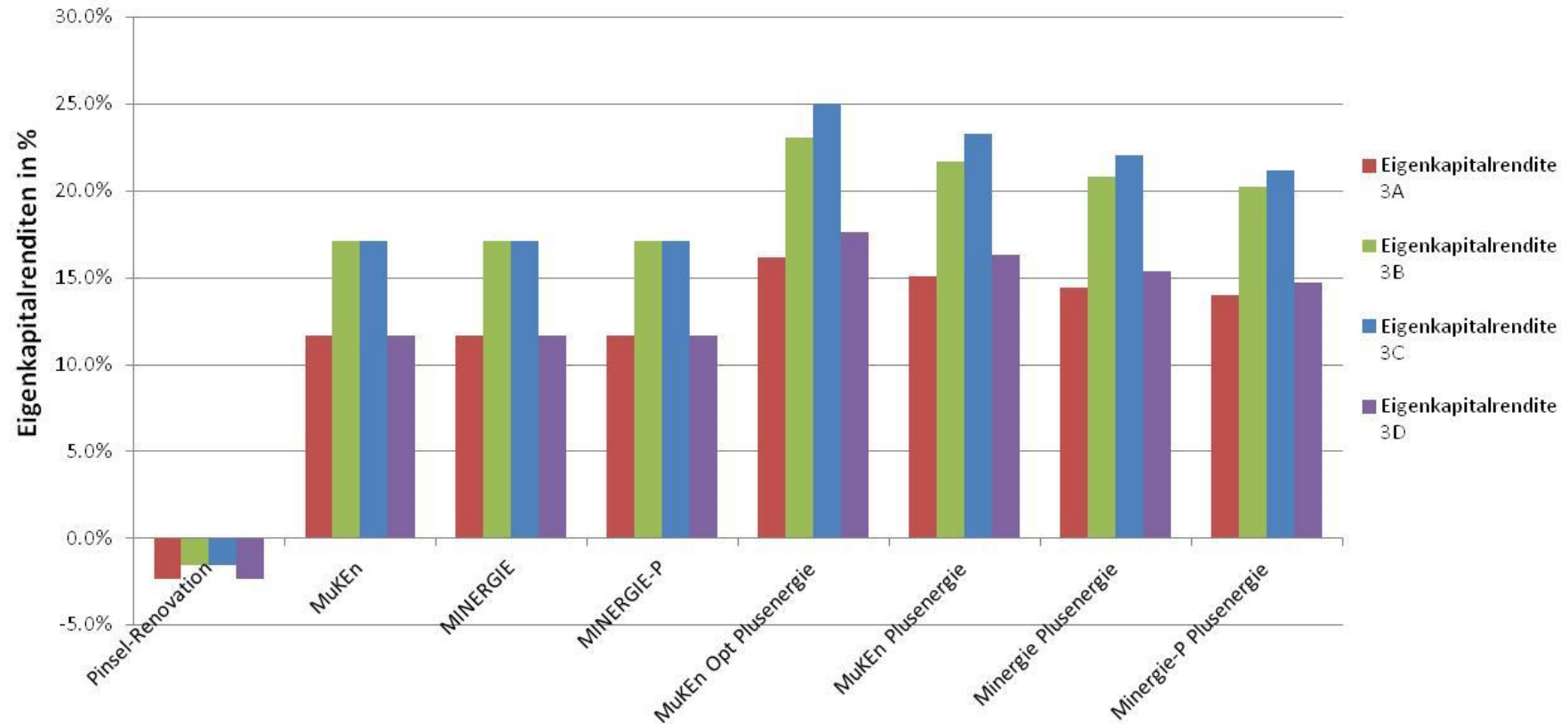
		Annahmen	Eigenkapital Anteil		30%							
			Fremdkapital Anteil			70%						
			Fremdkapital Zinssatz				2%					
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE		MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z8	Investitionskosten mit PV mit Subventionen mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	188'700	282'450	349'350	214'650	274'950	342'450	416'850	
2	FK * 1	Fremdkapital	[CHF]	53'603	132'090	197'715	244'545	150'255	192'465	239'715	291'795	
3	1 - 2	Eigenkapital	[CHF]	22'973	56'610	84'735	104'805	64'395	82'485	102'735	125'055	
4	T5.1_Z8	Mietzinsüberwälzung mit Subventionen	[CHF]	715	12'328	18'453	22'824	9'124	13'063	17'473	22'334	
5	T6.1_Z3	Photovoltaik Erlös	[CHF]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000	
6	4 + 5	Mietzinsüberwälzung pro Jahr plus Erlös PV	[CHF]	715	12'328	18'453	22'824	19'124	23'063	27'473	32'334	
7	FK% * 2	Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	1'072	2'642	3'954	4'891	3'005	3'849	4'794	5'836	
8	6 - 7	Netto-Ertrag = Mietzinsüberwälzung + Erlös PV - Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	-357	9'687	14'499	17'933	16'119	19'214	22'679	26'498	
9	8 / 3	Eigenkapitalrendite 3C	[%]	-1.6%	17.1%	17.1%	17.1%	25.0%	23.3%	22.1%	21.2%	

Tabelle 26C: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3C

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T4.2_Z5	Investitionskosten mit PV mit Subventionen ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	251'600	376'600	465'800	286'200	366'600	456'600	555'800
2	FK * 1	Fremdkapital	[CHF]	71'470	176'120	263'620	326'060	200'340	256'620	319'620	389'060
3	1 - 2	Eigenkapital	[CHF]	30'630	75'480	112'980	139'740	85'860	109'980	136'980	166'740
4	T5.1_Z8	Mietzinsüberwälzung mit Subventionen	[CHF]	715	12'328	18'453	22'824	9'124	13'063	17'473	22'334
5	T6.1_Z3	Photovoltaik Erlös	[CHF]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000
6	4 + 5	Mietzinsüberwälzung pro Jahr plus Erlös PV	[CHF]	715	12'328	18'453	22'824	19'124	23'063	27'473	32'334
7	FK% * 2	Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	1'429	3'522	5'272	6'521	4'007	5'132	6'392	7'781
8	6 - 7	Netto-Ertrag = Mietzinsüberwälzung + Erlös PV - Kapitalkosten Fremdkapital	[CHF]	-715	8'806	13'181	16'303	15'117	17'931	21'081	24'553
9	8 / 3	Eigenkapitalrendite 3D	[%]	-2.3%	11.7%	11.7%	11.7%	17.6%	16.3%	15.4%	14.7%

Tabelle 26D: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3D

MFH Sanierung_Eigenkapitalrenditen 3: ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Eigenkapitalrendite 3A = Nettoertrag / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Eigenkapitalrendite 3B = Nettoertrag / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Eigenkapitalrendite 3C = Nettoertrag / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Eigenkapitalrendite 3D = Nettoertrag / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Abbildung 16: Eigenkapitalrenditen ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

7. Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein MFH

Annuität	Heizölpreis [CHF/100 lt]	Verbrauch [lt/m2 Jahr]	Überwälzung auf Mietzins				Strom aus Netz [Rp./kWh]				PV in das Netz [Rp./kWh]		Investitionskosten für PV [CHF/kWp]		
6%	100	18	70%				20				20		2000		
Bezeichnung der Variante		Kennwerte Mieterschaft		Kennwerte für Besitzer / Investoren											
				Kapitalrendite								Eigenkapitalrendite			
		Mietzins neu 1	Mietzins neu 2	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
Pinselrenovation / Referenz		99.3%	99.3%	-5.3%	-5.1%	-5.1%	-5.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.3%	-1.6%	-1.6%	-2.3%
MuKEn Musterverordnung Kt.		102.6%	99.2%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	0.2%	3.1%	5.0%	1.0%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
Minergie Neubau-Standard		106.1%	101.8%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	-0.2%	2.2%	3.0%	0.2%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
Minergie-P Neubau-Standard		109.6%	104.3%	-1.1%	0.5%	0.5%	-1.1%	-0.4%	1.8%	2.4%	-0.1%	11.7%	17.1%	17.1%	11.7%
MuKEn Opt Plusenergie		101.8%	98.9%	0.2%	2.3%	2.9%	0.7%	1.8%	5.4%	7.9%	3.1%	16.2%	23.1%	25.0%	17.6%
MuKEn Plusenergie		102.6%	98.6%	-0.1%	1.9%	2.4%	0.3%	1.0%	4.0%	5.6%	2.0%	15.1%	21.7%	23.3%	16.3%
Minergie Plusenergie		106.1%	101.2%	-0.3%	1.6%	2.0%	0.0%	0.5%	3.2%	4.3%	1.2%	14.4%	20.8%	22.1%	15.4%
Minergie-P Plusenergie		109.6%	104.0%	-0.4%	1.5%	1.8%	-0.2%	0.2%	2.7%	3.5%	0.7%	14.0%	20.2%	21.2%	14.7%
Mietzins:	Mietzins neu in Prozent bezogen auf den Mietzins vor der Sanierung			Rendite1A	Nettorendite ohne Subventionen ohne Steuerabzüge				Rendite3A	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen ohne Steuerabzüge					
				Rendite1B	Nettorendite ohne Subventionen mit Steuerabzügen				Rendite3B	Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen mit Steuerabzügen					
				Rendite1C	Nettorendite mit Subventionen mit Steuerabzügen				Rendite3C	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen mit Steuerabzügen					
Mietzins neu 1	Mietzins ohne Anrechnung von Subventionen, ohne Steuerabzug für die Mieterschaft			Rendite1D	Nettorendite mit Subventionen ohne Steuerabzüge				Rendite3D	Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen ohne Steuerabzüge					
				Rendite2A	Nettorendite ohne Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.										
Mietzins neu 2	Mietzins mit Anrechnung von Subventionen, ohne Steuerabzug für die Mieterschaft			Rendite2B	Nettorendite ohne Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.										
				Rendite2C	Nettorendite mit Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.										
				Rendite2D	Nettorendite mit Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.										

Tabelle 28: Vergleich der verschiedenen Renditen für alle Sanierungsvarianten

8. Energierenditen (ohne Graue Energie) und CO₂-Bilanz für die Sanierung eines MFH

Energierendite 1A = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
Energierendite 1C = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
Energierendite 1C = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
Energierendite 1D = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	San.var.	Energiekosten vor Sanierung	[CHF]	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000
2	T5.2_Z16	Heizöl nach Sanierung	[CHF]	16'200	4'455	0	0	0	0	0	0
3	T5.2_Z17	Strom Wärmepumpe	[CHF]	0	0	2'168	1'718	7'200	2'777	2'168	1'718
4	T5.2_Z18	Strom Komfortlüftung	[CHF]	0	0	200	200	0	0	200	200
5	2 + 3 + 4	Energiekosten nach Sanierung	[CHF]	16'200	4'455	2'368	1'918	7'200	2'777	2'368	1'918
6	1 - 5	Einsparung durch Sanierung	[CHF]	1'800	13'545	15'632	16'082	10'800	15'223	15'632	16'082
7	T6.1_Z3	Energieproduktion: Erlös Photovoltaik	[CHF]	0	0	0	0	10'000	10'000	10'000	10'000
8	6 + 7	Energiebilanz total	[CHF]	1'800	13'545	15'632	16'082	20'800	25'223	25'632	26'082
9	T4.2_Z1	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	358'400	513'400	632'600	379'000	493'400	613'400	732'600
10	8 / 9	Energierendite 1A	[%]	1.8%	3.8%	3.0%	2.5%	5.5%	5.1%	4.2%	3.6%
11	T4.2_Z10	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	268'800	385'050	474'450	284'250	370'050	460'050	549'450
12	8 / 11	Energierendite 1B	[%]	2.4%	5.0%	4.1%	3.4%	7.3%	6.8%	5.6%	4.7%
13	T4.2_Z8	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	76'575	188'700	282'450	349'350	214'650	274'950	342'450	416'850
14	8 / 13	Energierendite 1C	[%]	2.4%	7.2%	5.5%	4.6%	9.7%	9.2%	7.5%	6.3%
15	T4.2_Z5	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	102'100	251'600	376'600	465'800	286'200	366'600	456'600	555'800
16	8 / 15	Energierendite 1D	[%]	1.8%	5.4%	4.2%	3.5%	7.3%	6.9%	5.6%	4.7%

Tabelle 29: Energierenditen für Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

Tabelle 29 zeigt die sogenannten Energierenditen für Investitionskosten. Diese stellen betriebswirtschaftliche Werte dar. Im Vordergrund stehen dabei die Resultate mit den berechneten Investitionskosten ohne Subventionen und Steuerabzüge. Es zeigt sich, dass in der Variante Pinsel-Renovation aufgrund der Erneuerung des Heizsystems eine Rendite von 1,8% erzielt wird, für "MuKEn" 3,8%, für "Minergie" 3,2% und für "Minergie-P" 2,6%. Die höchste Rendite wird mit "MuKEn optimiert" mit 6,6% erreicht.

Bei "MuKEn / Plusenergie" wird im Gegensatz zu "MuKEn" ebenfalls eine Wärmepumpe eingesetzt. Es resultiert eine Rendite von 5,6%. Höhere Renditen werden dank Photovoltaik auch mit "Minergie / Plusenergie" und "Minergie-P / Plusenergie" erzielt.

In den weiteren Varianten werden die Investitionskosten mit/ohne Subventionen und Steuerabzügen berechnet. Es ergeben sich damit selbstverständlich höhere Renditen. Diese müssen aber als marktverzerrend betrachtet werden.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass sich Energiemassnahmen aus betriebswirtschaftlicher Sicht rechnen. Investoren nehmen darauf kaum Rücksicht, da der Renditemechanismus ein anderer ist.

In Tabelle 30 werden die CO₂-Einsparungen ausgewiesen.

		Annahmen	Anzahl Wohnungen		10 -							
			Fläche pro Wohnung		100 m ²							
			Umrechnungsfaktor CO ₂ -Ausstoss		2.65 t / 1000 lt Öl							
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
1	San.var.	Ölverbrauch vor der Sanierung	lt / a	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	18'000	
2		CO ₂ -Ausstoss vor der Sanierung	t / a	47.7	47.7	47.7	47.7	47.7	47.7	47.7	47.7	
3	San.var.	Ölverbrauch nach der Sanierung	lt / a	16'200	4'455	0	0	0	0	0	0	
4		CO ₂ -Ausstoss nach der Sanierung	t / a	42.93	11.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5		CO₂-Einsparung durch die Sanierung	t / a	4.77	35.89	47.70	47.70	47.70	47.70	47.70	47.70	

Tabelle 30: CO₂-Reduktion pro Jahr

Die Annahmen zur Lebensdauer der getätigten Investition sind entscheidend. Es kann etwa mit 25 oder 40 Jahren gerechnet werden. Dabei ergeben sich Kosten zwischen 100 und 500 CHF pro Tonne CO₂, was als recht hoch zu bezeichnen ist. Dieses Ergebnis ist mit weiteren Studien kompatibel.

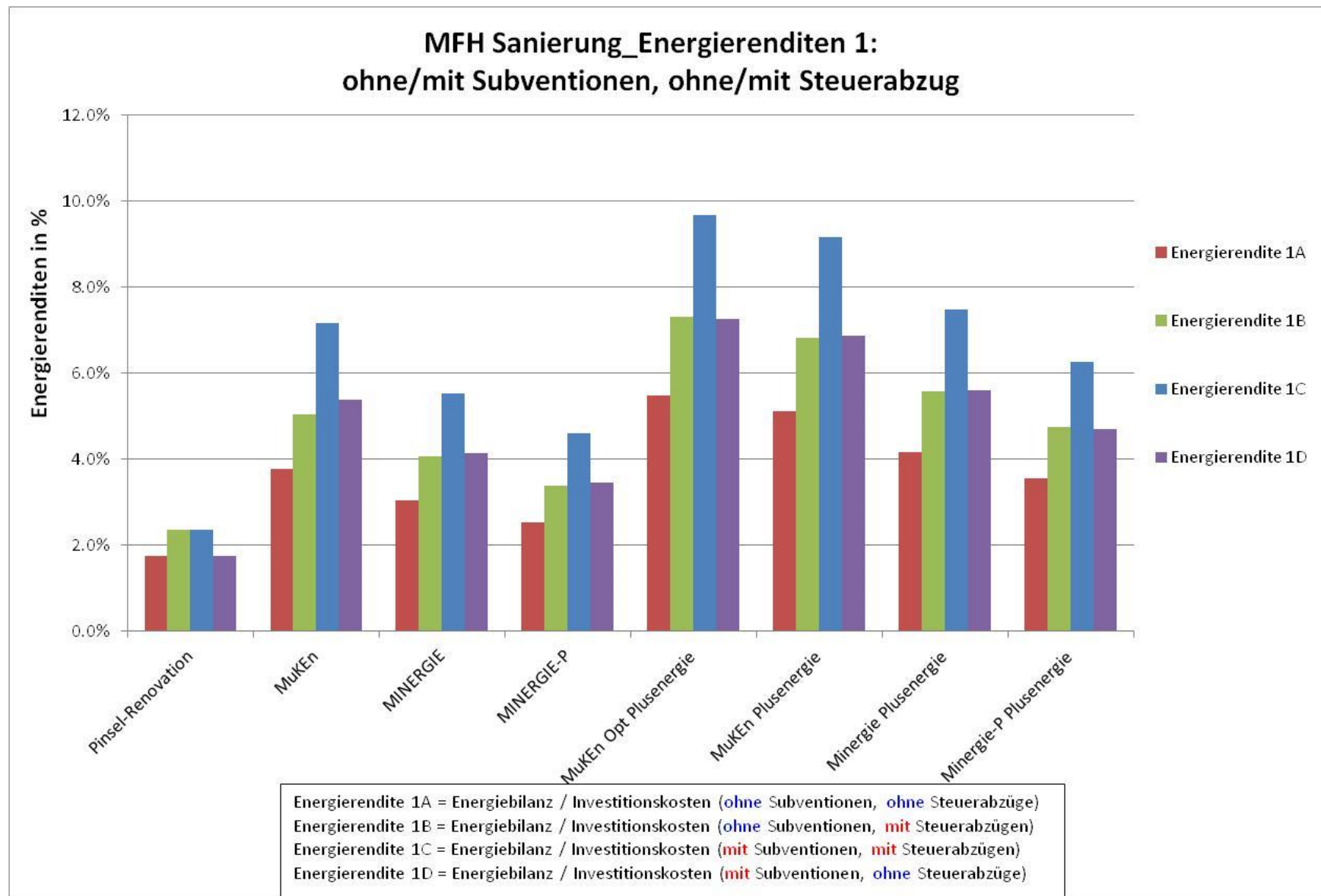


Abbildung 17: Energierenditen

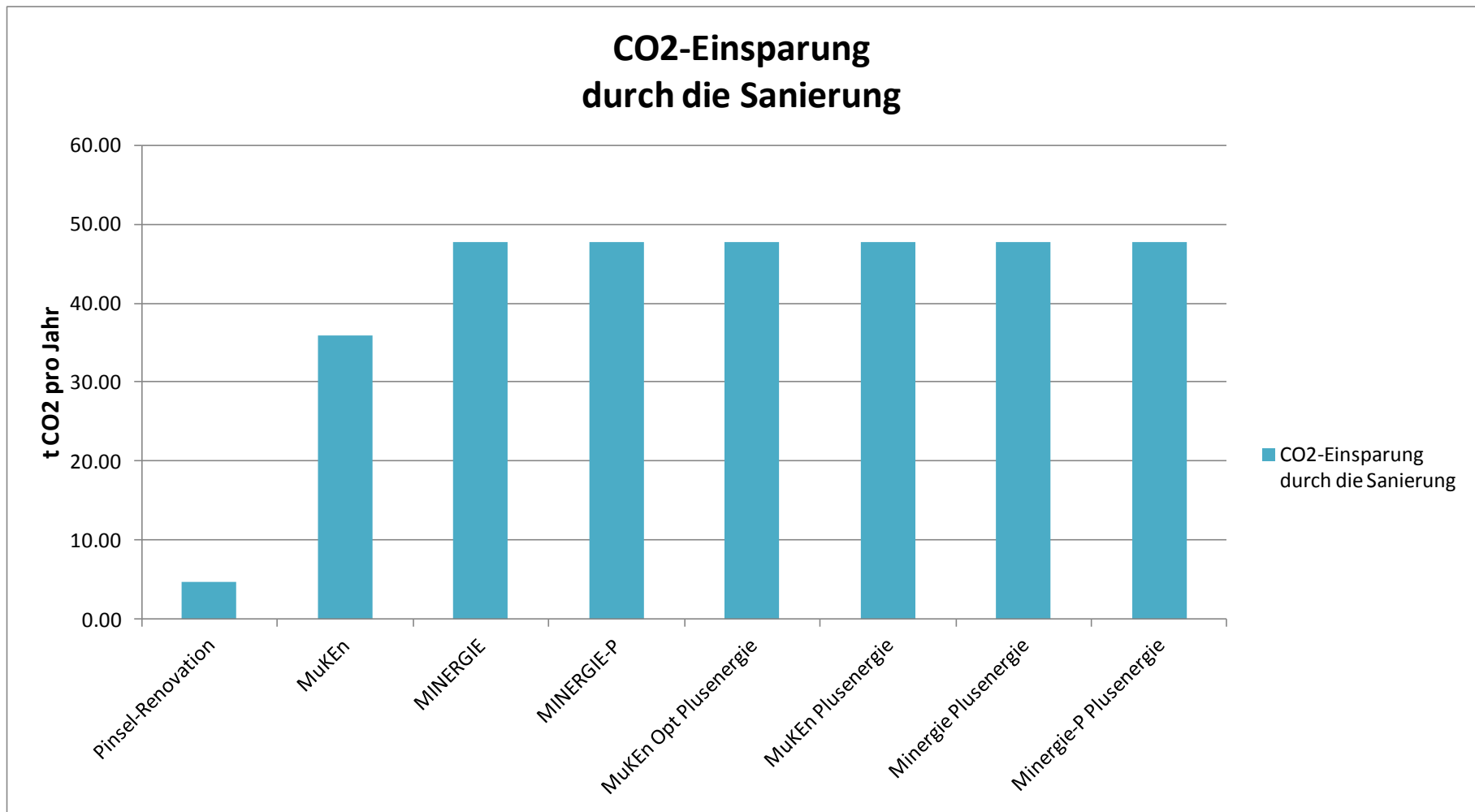


Abbildung 18: CO₂-Einsparung durch die Sanierung

9. Sensitivitäten für die Sanierung eines MFH

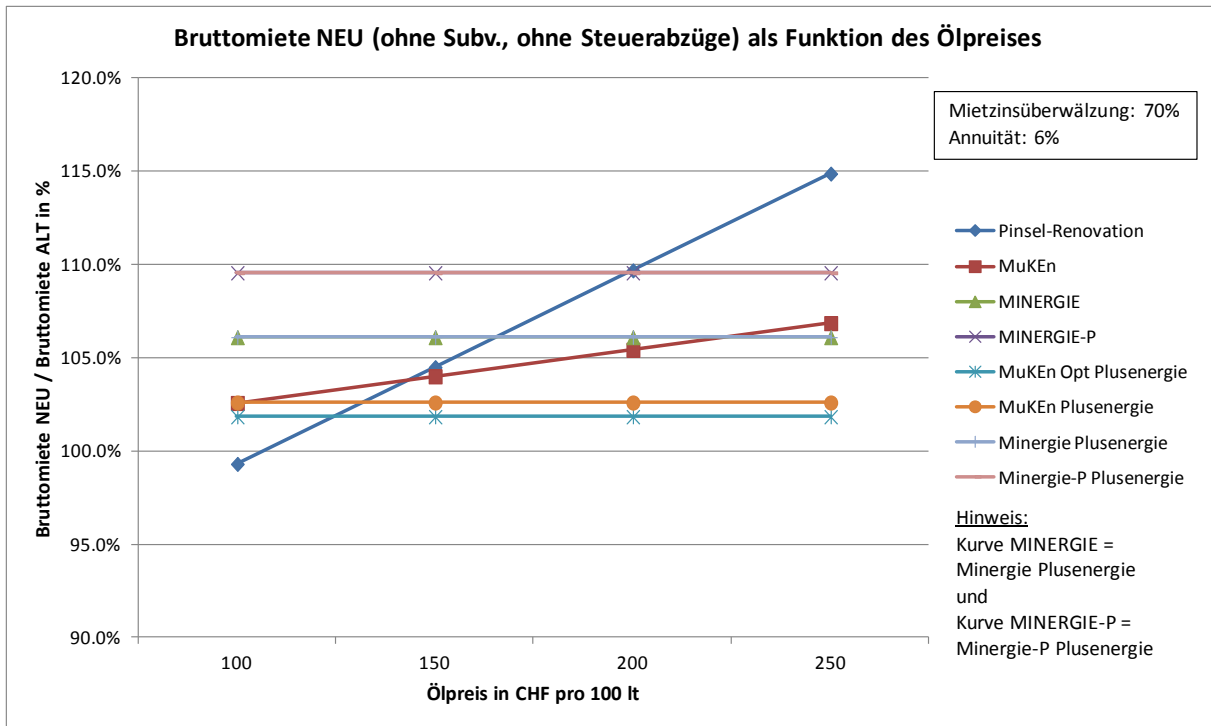


Abbildung 19: Bruttomiete Neu als Funktion des Ölpreises

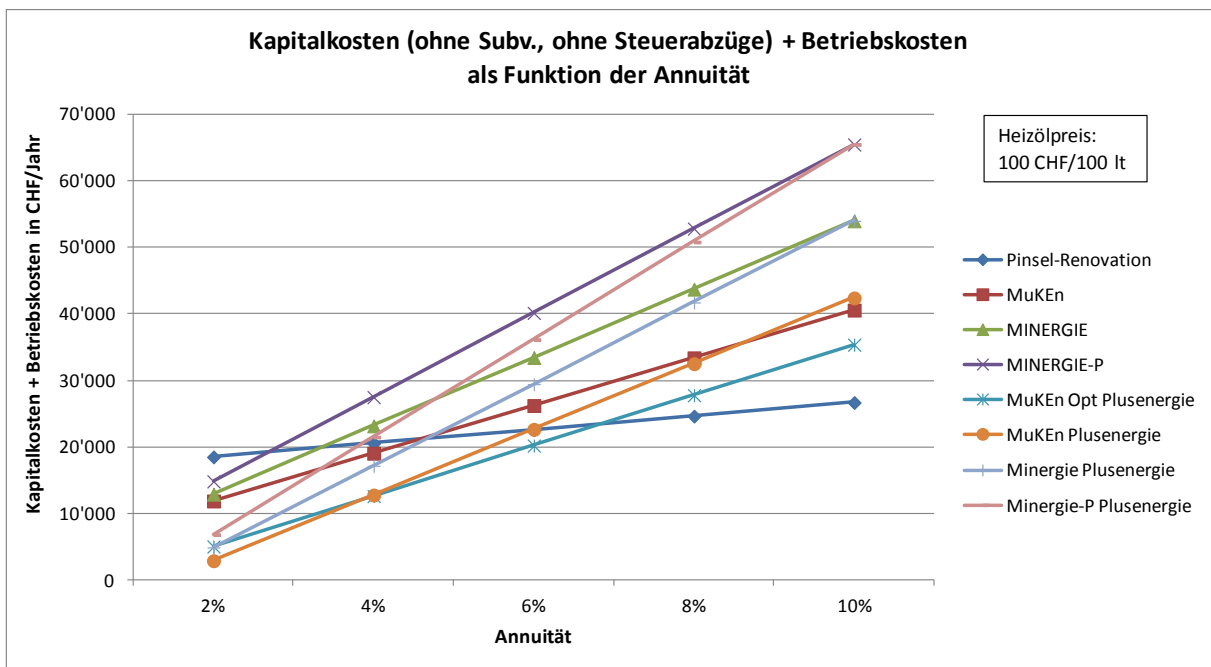


Abbildung 20: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität

Die Modellrechnungen mit dem erstellten Excel Tool erlauben es auf relative einfache Art, Sensitivitäten zu berechnen. In Abbildung 19 zeigt die Auswirkungen auf die Brutto-Rendite mit einer Variation des Ölpreises. Dabei werden die Strompreise bzw. Erträge für die Photovoltaik als gleichbleibende Grössen gesetzt (20 Rappen Stromkosten, 20 Rappen Ertrag für Photovoltaik-Strom). Die "MuKEn optimiert / Plusenergie"-Variante – bei einem Erdölpreis von ca. CHF 110 – generiert bereits tiefere Bruttomieten als die Pinsel-Renovation-Variante. Die "MuKEn / Plusenergie"-Variante führt bei einem Erdölpreis von CHF 125 zu höheren Bruttomieten.

Die Varianten "Minergie", "Minergie-P" ziehen erst bei einem Ölpreis von über CHF 150 bessere Bruttomieten im Vergleich zu Pinsel-Renovationen nach sich.

In Abbildung 20 wird die Sensitivität der Kapital- und Betriebskosten als Funktion der Annuität dargestellt. Wiederum ist ein Vergleich mit einer günstigen Pinsel-Renovation mit allen anderen Varianten von Interesse. Es zeigt sich, dass die kapitalintensivsten Varianten, sprich „Minergie-P“ und „Minergie-P / Plusenergie“, die höchste Sensitivität gegenüber den Annuitäten aufweisen. Am schwächsten reagiert die Pinsel-Renovation. Die jährlichen Kapitalkosten plus Betriebskosten steigen von unter CHF 20'000 auf über CHF 30'000 bei 10% Annuität an. „MuKEn optimiert / Plusenergie“ weist die zweitgeringste Steigung auf. Erst bei einer Annuität von über 7% steigen die jährlichen Kapital- und Betriebskosten über jene einer Pinsel-Renovation. Für die Variante „MuKEn Plusenergie“ ist der Kippeffekt bei 6% festzustellen.

Ursprünglich sind weitere Simulationen mit einer CO₂-Abgabe und voller Rückerstattung gemacht worden. Es konnte gezeigt werden, dass Mieter bei höheren Energiepreisen besser fahren, da sie eine Rückerstattung erhalten. Diese Resultate habe ich in einigen meiner Referate dargestellt, es ist zu überlegen, inwiefern sie rekonstruiert werden sollen/können.

10. Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und PV für die Sanierung eines MFH

		Annahmen	Kosten Strom aus Netz			0.20 CHF/kWh	Vorzeichen -				
			Vergütung Strom ins Netz			0.20 CHF/kWh	Vorzeichen +				
			# Wohnungen = # Haushalte			10 Haushalte					
			Elektrizitätsverbrauch pro Haushalt *			4500 kWh/a					
			Elektrizität Sparpotenzial *			44%		* Allgemeinverbrauch inklusive			
Z	Schema		Einheit	Pinself-Renovation	MuEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuEn Opt Plusenergie	MuEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	San.var.	Strom Umwälzpumpe	[kWh/a]	-1'500	-1'500	-1'500	-1'500	-1'500	-1'500	-1'500	-1'500
2	San.var.	Strom Komfortlüftung	[kWh/a]	0	0	-1'000	-1'000	0	0	-1'000	-1'000
3	San.var.	Strom Wärmepumpe	[kWh/a]	0	0	-10'841	-8'589	-36'000	-13'886	-10'841	-8'589
4	1 + 2 + 3	Verbrauch Gebäudebetrieb	[kWh/a]	-1'500	-1'500	-13'341	-11'089	-37'500	-15'386	-13'341	-11'089
5		Verbrauch Haushalt	[kWh/a]	-45'000	-45'000	-45'000	-45'000	-45'000	-45'000	-45'000	-45'000
6	4 + 5	Verbrauch total	[kWh/a]	-46'500	-46'500	-58'341	-56'089	-82'500	-60'386	-58'341	-56'089
7	5*Spar%	Reduktion Sparen	[kWh/a]	19'800	19'800	19'800	19'800	19'800	19'800	19'800	19'800
8	San.var.	Produktion Photovoltaik	[kWh/a]	0	0	0	0	50'000	50'000	50'000	50'000
9	7 + 8	Reduktion Sparen und Photovoltaik total	[kWh/a]	19'800	19'800	19'800	19'800	69'800	69'800	69'800	69'800
10	4 + 8	Verbrauch Betrieb und Produktion PV *	[kWh/a]	-1'500	-1'500	-13'341	-11'089	12'500	34'614	36'659	38'911
11	6 + 8	Verbrauch total und Produktion PV **	[kWh/a]	-46'500	-46'500	-58'341	-56'089	-32'500	-10'386	-8'341	-6'089
12	6 + 9	Verbrauch mit Sparen und Produktion PV ***	[kWh/a]	-26'700	-26'700	-38'541	-36'289	-12'700	9'414	11'459	13'711
13	10 / 6	Verbrauch Betrieb und Produktion PV !	[%]	-3.2%	-3.2%	-22.9%	-19.8%	15.2%	57.3%	62.8%	69.4%
14	11 / 6	Verbrauch total und Produktion PV !!	[%]	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-39.4%	-17.2%	-14.3%	-10.9%
15	12 / 7	Verbrauch mit Sparen und Produktion PV !!!	[%]	-57.4%	-57.4%	-66.1%	-64.7%	-15.4%	15.6%	19.6%	24.4%
16	4*Kost.Strom+8*Vergüt	Kosten Betrieb und Erlös aus PV *	[CHF]	-300	-300	-2'668	-2'218	2'500	6'923	7'332	7'782
17	6*Kost.Strom+8*Vergüt	Kosten total und Erlös aus PV **	[CHF]	-9'300	-9'300	-11'668	-11'218	-6'500	-2'077	-1'668	-1'218
18	(6+7)*Kosten+8*Vergütng	Kosten mit Sparen und Erlös aus PV ***	[CHF]	-5'340	-5'340	-7'708	-7'258	-2'540	1'883	2'292	2'742
* Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb ohne Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik											
** Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik											
*** Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, mit Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik											
! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb ohne Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch											
!! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch											
!!! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, mit Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch											

Tabelle 31: Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und Photovoltaik (PV)

In Tabelle 31 wird eine Gesamtenergiebilanz inklusive Elektrizitätsverbrauch für Haushalt – und bei den Plusenergie-Varianten inklusive Stromproduktion dargestellt. Es wird analysiert, inwiefern in einer Jahresbilanz Plusenergie erreicht wird.

In Zeile 1 wird der Stromverbrauch für das Zehnfamilienhaus in kWh pro Jahr aufgeführt. Für alle Varianten wird mit gleichem Verbrauch gerechnet.

In Zeile 2 folgt der entsprechende Stromverbrauch in Gebäuden mit Komfortlüftung. Pro Wohnung wird mit 100 kWh pro Jahr gerechnet.

Zeile 3 zeigt den Stromverbrauch für Wärmepumpen.

Zeile 4 zeigt den gesamten Verbrauch in kWh pro Jahr für den gesamten Gebäudebetrieb.

Zeile 5 wiedergibt den gesamten Elektrizitätsverbrauch für Haushalte. Pro Wohnung wird von 4500 kWh/a ausgegangen.

In Zeile 6 wird der gesamte Energieverbrauch für die verschiedenen Varianten in kWh pro Jahr dargestellt.

Zeile 7 zeigt die Reduktionspotenziale unter der Annahme von 44% Energieeinsparungen.

Zeile 8 stellt die Einsparungen durch die Photovoltaik-Stromproduktion in den Plusenergie-Varianten mit 50'000 kWh pro Jahr dar.

Zeile 9 umfasst das Reduktionspotenzial inklusive die Stromproduktionsteile Plusenergie-Varianten.

Zeile 10 betrifft den Verbrauch für den Betrieb und die Produktion für Photovoltaik in Kilowattstunden.

Zeile 11 wird der gesamte Verbrauch unter Berücksichtigung der Stromproduktion bei den Plusenergie-Varianten ausgewiesen. Es zeigt sich, dass bei einer Gesamtbilanzierung ohne Optimierung des Haushaltstroms in keiner Variante ein Plus erreicht werden kann.

Dies ändert sich in Zeile 12, wo beim Haushaltstrom eine Optimierung vorgenommen wird und die Varianten "MuKE n / Plusenergie", "Minergie / Plusenergie" und "Minergie-P / Plusenergie" bezüglich kWh/a ein Plus aufweisen.

In den Zeilen 13 bis 15 werden unterschiedliche Relationen in Prozenten des Verbrauchs Betrieb und Produktion Photovoltaik angegeben.

In den Zeilen 16 bis 18 werden Bilanzierungen in Franken – statt kWh – ausgewiesen. Dabei ergibt sich in Zeile 17 bei einer Gesamtkostenbetrachtung für den Energiebereich und den Erlös für die Photovoltaik in den Varianten "MuKE n / Plusenergie", "Minergie / Plusenergie" und "Minergie-P / Plusenergie" ein Plus.

In Zeile 18 wird die Sparvariante für den Haushaltstrom berücksichtigt, was auch bei der Varianten "MuKE n optimiert" / Plusenergie zu einem eindrucklichen Einnahmeplus führt.

Grundsätzlich ist es eine Ermessensfrage, welche Variante effektiv mit einem Plus ausgewiesen werden kann. Im vorliegenden Fall wird nach verbrauchten bzw. produzierten Kilowattstunden und den effektiven Kosten bzw. Erträgen in Franken bilanziert. Es kann festgestellt werden, dass wohl gewisse Abweichungen bestehen, diese aber nicht überschätzt werden dürfen. Grundsätzlich fällt das Plus in kWh aber auch in Franken desto höher aus, je mehr Energieeffizienz eingesetzt wird. Grundsätzlich führt das Plus zu effizienteren bzw. kostensparenden Lösungen.

In der vorliegenden Bilanz wird nichts ausgesagt über die Rentabilität der Massnahmen und auch nicht der Kosten pro eingesparter Tonne CO₂ bzw. der produzierten Energie.

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass weitere Bilanzierungen möglich sind. Im Vordergrund stehen dabei etwa die Faktoren gemäss Energiedirektorenkonferenz oder die Gewichtungsfaktoren nach SIA. Im ersten Fall wird grundsätzlich eine Gewichtung des Stroms mit dem Faktor 2 vorgenommen. Dabei dürften sich die Resultate kaum verändern. Inwiefern sich eine Berücksichtigung der Gewichtungsfaktoren nach SIA auswirken würde, hängt entscheidend vom Faktor des Strommixes ab. Bei 3,14 wird ein Plus weniger rasch erreicht. Fossile Lösungen werden bevorzugt. Bei 1,21 wird richtigerweise mit dem Öko-Strommix gerechnet. Die vorliegenden Resultate haben den grossen Vorteil, dass sie, weil die effektiven Kosten einbezogen sind, auch für den „Energiet Laien“ verständlich und einfach nachvollziehbar sind.

Es kann auch festgehalten werden, dass es notwendig ist, in eine Energiebilanzierung bzw. Optimierung alle Energieverbräuche einzubeziehen. Bei hoher Wärmedämmung macht der Haushaltstrom einen wesentlichen Anteil der Nutzenergie aus. Zudem ist das Optimierungspotenzial erheblich. Insgesamt stellt sich die Optimierung auf ein Plus als sinnvolle Zielgrösse dar. Fehlallokationen – etwa durch einseitige Effizienzmassnahmen – können verhindert werden. Mit der Plusenergie-Strategie werden auch Anreize für eine ganzheitliche Betrachtung geschaffen.

11. Beschreibung der Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus (EFH)

In der Folge werden die in dieser Studie untersuchten 8 Sanierungsvarianten am Beispiel eines Einfamilienhauses mit 1 Wohnung und einer Energiebezugsfläche von total 200 m² beschrieben. Der Elektrizitätsbedarf des Haushalts wird mit 3500 kWh pro Jahr und das Einsparpotenzial bei sparsamem Haushalten mit 37% angenommen. Darüber hinaus liegen die spezifischen Investitionskosten für Photovoltaik bei 3000 Fr./kWp.

11.1 Pinsel-Renovation

Massnahmen:	Wände und Fensterrahmen streichen; Heizung: Neuer Ölkessel				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Sanierung	16.2	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			4'000		
Dach/Estrich	100	0	0	0%	0
Wand streichen	200	150	30'000	0%	0
Kellerdecke	100	0	0	0%	0
Fenster streichen	30	300	9'000	0%	0
Lüftung					
Luftdichtigkeit					
Heizung: Neuer Ölkessel		13'400	13'400	-10%	-360
Total			56'400	-10%	-360
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-360		3'240
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Total					3'300

Tabelle 32: Kostenrechnung Pinsel-Renovation

In Kapitel 11 werden die Investitionskosten und Energieeinsparungen bzw. Energieproduktionsmöglichkeiten für die 8 Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus mit einer Energiebezugsfläche von 200m² berechnet. Der Elektrizitätsbedarf für den Haushalt wird mit 4500 kWh pro Jahr angenommen und dessen Energieeinsparpotenzial mit 44%. Die Investitionskosten für eine Photovoltaikanlage mit 10 kWp wird mit CHF 3'000 pro kWp angenommen. Als erstes wird wiederum die Pinsel-Renovation gerechnet. Hier ergibt sich eine Energieeinsparung durch einen neuen Heizkessel von 10%. Die gesamten Investitionskosten belaufen sich auf CH 56'400.

11.2 Erneuerung nach Musterverordnung der Kantone (MuKE)

Tabelle 33: Kostenrechnung MuKE

Massnahmen:	Wärmedämmung; Heizung: Neuer Ölkessel				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch Neubaustandard	4.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			8'000		
Dach/Estrich	100	80	8'000	-18%	-648
Wand	200	300	60'000	-37%	-1'314
Kellerdecke	100	80	8'000	-12%	-432
Fenster	30	800	24'000	-6%	-216
Total Wärmedämmung			108'000	-73%	-2'610
Lüftung					
Luftdichtigkeit					
Heizung: Neuer Ölkessel		13'400	13'400	-3%	-99
Total			121'400	-75%	-2'709
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-2'709		891
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Total					951

In Tabelle 33 wird die Kostenrechnung für den Fall MuKE dargestellt. Die Zahlen stützen sich auf die Studie von Martin Jakob, die im Rahmen der Analysen zum Klimarappen gemacht wurde. Das Gleiche gilt für die möglichen Energieeinsparungen. Es ergeben sich Gesamtkosten von CH 121'400 und Energieeinsparungen von 75%.

11.3 Erneuerung nach MINERGIE Neubau-Standard

Tabelle 34: In dieser Variante werden die Kosten für den Fall "Minergie nach Neubau-Standard" zusammengestellt und die Energie- bzw. Kosteneinsparungen ausgewiesen.

Auf eine weitere Kommentierung der folgenden Fälle wird verzichtet.

Massnahmen:	Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe + Komfortlüftung				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch Neubau-Standard	3.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			12'000		
Dach/Estrich	100	140	14'000	-17%	-612
Wand	200	350	70'000	-35%	-1'260
Kellerdecke	100	100	10'000	-12%	-432
Fenster	30	840	25'200	-5%	-180
Total Wärmedämmung			131'200	-69%	-2'484
Komfortlüftung	1	20'000	20'000	-10%	-357
Luftdichtigkeit					0
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-21%	-759
Total			179'600	-100%	-3'600
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Komfortlüftung	200			200	40
Strom Wärmepumpe				2'168	434
Total					534

Tabelle 34: Kostenrechnung MINERGIE Neubau-Standard

11.4 Erneuerung nach MINERGIE-P Neubau-Standard

Massnahmen:	Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung + Luftdicht				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch Neubau-Standard	3.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			18'000		
Dach/Estrich	100	180	18'000	-18%	-648
Wand	200	400	80'000	-37%	-1'314
Kellerdecke	100	150	15'000	-12%	-432
Fenster	30	1'000	30'000	-6%	-216
Total Wärmedämmung			161'000	-73%	-2'610
Komfortlüftung	2	20'000	40'000	-9%	-317
Luftdichtigkeit	1	30'000	30'000	-2%	-72
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-17%	-601
Total			259'400	-100%	-3'600
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Komfortlüftung	200			200	40
Strom Wärmepumpe				1'718	344
Total					444

Tabelle 35: Kostenrechnung MINERGIE-P Neubau-Standard

11.5 Erneuerung nach MuKE n optimiert Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	12.6	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			8'000		
Dach/Estrich	100	80	8'000	-16%	-576
Wand	200	150	30'000	0%	0
Kellerdecke	100	80	8'000	-9%	-324
Fenster	30	800	24'000	-5%	-180
Total Wärmedämmung			78'000	-30%	-1'080
Komfortlüftung			0		
Luftdichtigkeit			0		
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-70%	-2'520
Total Stufe 1			106'400	-100%	-3'600
Install. PV 9kWp	60		27'000		
Total Stufe 2			133'400		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Wärmepumpe	200			7'200	1'440
Strom aus Photovoltaik				9'000	-1'800
Total					-300

Tabelle 36: Kostenrechnung MuKE n optimiert Plusenergie

11.6 Erneuerung nach MuKE n Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch Wärmepumpe				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	4.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]	
Heizöl	200	18.0	3'600	3'600	
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			40'000		
Dach/Estrich	100	80	8'000	-18%	-648
Wand	200	300	60'000	-37%	-1'332
Kellerdecke	100	80	8'000	-12%	-432
Fenster	30	800	24'000	-6%	-216
Total Wärmedämmung			140'000	-73%	-2'628
Komfortlüftung			0		
Luftdichtigkeit			0		
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-27%	-972
Total Stufe 1			168'400	-100%	-3'600
Install. PV 9kWp	60		27'000		
Total Stufe 2			195'400		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Wärmepumpe	200			2'777	555
Strom aus Photovoltaik				9'000	-1'800
Total					-1'185

Tabelle 37: Kostenrechnung MuKE n Plusenergie

11.7 Erneuerung nach MINERGIE Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfassende Wärmedämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung				
	Stufe 2: Installation Photovoltaik				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	3.8	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			60'000		
Dach/Estrich	100	140	14'000	-17%	-612
Wand	200	350	70'000	-35%	-1'260
Kellerdecke	100	100	10'000	-12%	-432
Fenster	30	840	25'200	-5%	-180
Total Wärmedämmung			179'200	-69%	-2'484
Komfortlüftung	1	20'000	20'000	-10%	-357
Luftdichtigkeit			0	0%	0
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-21%	-759
Total Stufe 1			227'600	-100%	-3'600
Install. PV 9kWp	60		27'000		
Total Stufe 2			254'600		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Komfortlüftung	200			200	40
Strom Wärmepumpe	200			2'168	434
Strom aus Photovoltaik				9'000	-1'800
Total					-1'266

Tabelle 38: Kostenrechnung MINERGIE Plusenergie

11.8 Erneuerung nach MINERGIE-P Plusenergie

Massnahmen:	Stufe 1: Umfass. Dämmung; Ersatz Ölkessel durch WP + Komfortlüftung + Luftdicht Stufe 2: Installation Photovoltaik;				
Grundannahmen:	Energiebezugsfläche [m ²]	200	Wohnungen	1	
	Kosten Heizöl	100	CHF pro 100 lt Heizöl		
	Verbrauch vor Sanierung	18.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Verbrauch nach Dämmung	3.0	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
	Strompreis Gebäudebetrieb	0.20	CHF/kWh		
	Erlös für Photovoltaik	0.20	CHF/kWh		
	Verbrauch nach Stufe 1	0.00	lt Heizöl pro m ² und Jahr		
Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Verbrauch pro Jahr [lt/m ² a]	Ölverbrauch pro Jahr [lt/a]		Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl	200	18.0	3'600		3'600
Sanierungsmassnahmen: Investitionskosten und erzielte Wirkung					
Position	Fläche [m ²]	Spezif. Kosten [CHF/m ²]	Investitionskosten [CHF]	Änderung Heizölbedarf [%]	Änderung Kosten pro Jahr [CHF/a]
Planung			18'000		
Dach/Estrich	100	180	18'000	-18%	-648
Wand	200	400	80'000	-37%	-1'314
Kellerdecke	100	150	15'000	-12%	-432
Fenster	30	840	25'200	-6%	-216
Total Wärmedämmung			156'200	-73%	-2'610
Komfortlüftung	1	20'000	20'000	-9%	-317
Luftdichtigkeit	1	30'000	30'000	-2%	-72
Einsatz Wärmepumpe	1	28'400	28'400	-17%	-601
Total Stufe 1			234'600	-100%	-3'600
Install. PV 9kWp	60		27'000		
Total Stufe 2			261'600		
Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung					
Position	Fläche [m ²]		Änderung Ölverbrauch [lt/a]	Änderung Strombedarf [kWh/a]	Totale Kosten pro Jahr [CHF/a]
Heizöl			-3'600		0
Strom Umwälzpumpen	200			300	60
Strom Komfortlüftung	200			200	40
Strom Wärmepumpe	200			1'718	344
Strom aus Photovoltaik				9'000	-1'800
Total					-1'356

Tabelle 39: Kostenrechnung MINERGIE-P Plusenergie

12. Investitionskosten und Kapitalkosten für die Sanierung eines EFH im Überblick

In Tabelle 40 werden alle Investitionskosten für die 8 Sanierungsvarianten zusammengefasst. Für die Pinsel-Renovation werden Kosten von CHF 56'000 ausgewiesen. "MuKen" weist mehr als den doppelten Betrag aus. Für die folgenden Varianten "Minergie" und "Minergie-P" wird mit weiteren Zunahmen gerechnet. Bei den Plusenergie-Varianten kommen die Kosten für die Photovoltaikanlage von 9 Kwp von CH 3'000 pro Kwp hinzu.

In Abbildung 21 werden die gleichen Ergebnisse grafisch dargestellt.

12.1 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

Investitionen	Einheit	Pinsel-Renovation	MuKen	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKen Opt Plusenergie	MuKen Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
Gebäudehülle									
Planung	CHF	4'000	8'000	12'000	18'000	8'000	40'000	60'000	18'000
Dach / Estrich	CHF	0	8'000	14'000	18'000	8'000	8'000	14'000	18'000
Wand	CHF	30'000	60'000	70'000	80'000	30'000	60'000	70'000	80'000
Kellerdecke	CHF	0	8'000	10'000	15'000	8'000	8'000	10'000	15'000
Fenster	CHF	9'000	24'000	25'200	30'000	24'000	24'000	25'200	25'200
Gebäudehülle total	CHF	43'000	108'000	131'200	161'000	78'000	140'000	179'200	156'200
Gebäudetechnik									
Komfortlüftung	CHF	0	0	20'000	40'000	0	0	20'000	20'000
Luftdichtigkeit	CHF	0	0	0	30'000	0	0	0	30'000
Photovoltaik	CHF	0	0	0	0	27'000	27'000	27'000	27'000
Wärmepumpe	CHF	0	0	28'400	28'400	28'400	28'400	28'400	28'400
Heizkessel	CHF	13'400	13'400	0	0	0	0	0	0
Gebäudetechnik total	CHF	13'400	13'400	48'400	98'400	55'400	55'400	75'400	105'400
Investitionen total	CHF	56'400	121'400	179'600	259'400	133'400	195'400	254'600	261'600
Anteil Gebäudehülle	%	76.2%	89.0%	73.1%	62.1%	58.5%	71.6%	70.4%	59.7%
Anteil Gebäudetechnik	%	23.8%	11.0%	26.9%	37.9%	41.5%	28.4%	29.6%	40.3%

Tabelle 40: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

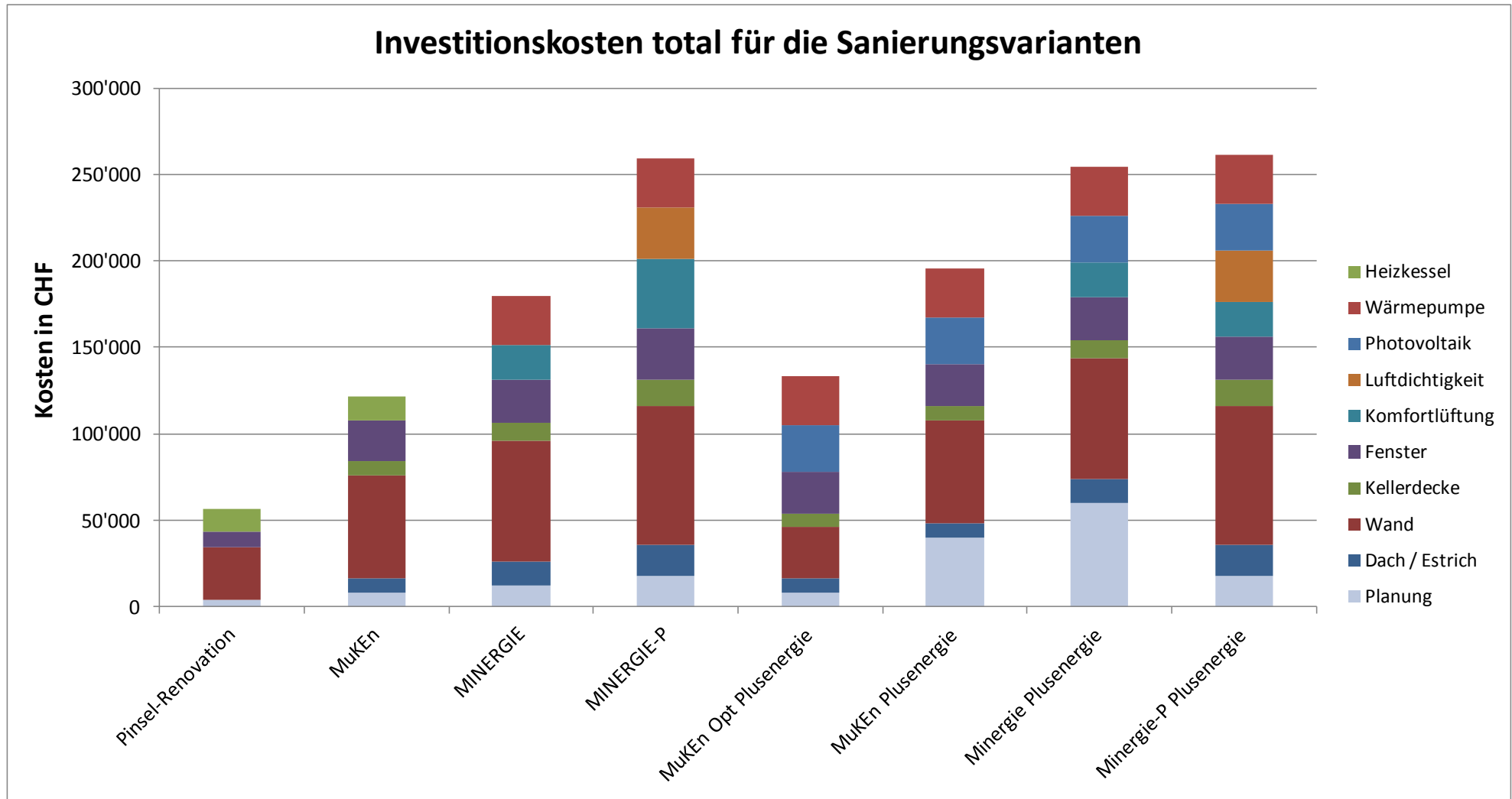


Abbildung 21: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten

12.2 Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

		Steuerabzug Grenzsteuersatz		25%							
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	Sanierungsvarianten 1-8	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	56'400	121'400	179'600	259'400	133'400	195'400	254'600	261'600
2		Subventionen pro m2	[CHF/m2]	0.00	114.50	154.50	154.50	94.50	134.50	179.50	179.50
3		Subventionen Betrag	[CHF]	0	22'900	30'900	30'900	18'900	26'900	35'900	35'900
4	3 / 1	Subventionen in %	[%]	0%	19%	17%	12%	14%	14%	14%	14%
5	1 - 3	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	56'400	98'500	148'700	228'500	114'500	168'500	218'700	225'700
6		Steuerabzug in %	[%]	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
7	5 * 6	Steuerabzug auf Investitionen mit Subventionen	[CHF]	14'100	24'625	37'175	57'125	28'625	42'125	54'675	56'425
8	5 - 7	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	73'875	111'525	171'375	85'875	126'375	164'025	169'275
9	1 * 6	Steuerabzug auf Investitionen ohne Subventionen	[CHF]	14'100	30'350	44'900	64'850	33'350	48'850	63'650	65'400
10	1 - 9	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	91'050	134'700	194'550	100'050	146'550	190'950	196'200
11	G55	Kosten Pinsel-Renov. mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	42'300	42'300	42'300	42'300	42'300	42'300	42'300
12	1 - 11	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	79'100	137'300	217'100	91'100	153'100	212'300	219'300
13	5 - 11	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	56'200	106'400	186'200	72'200	126'200	176'400	183'400
14	8 - 11	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	31'575	69'225	129'075	43'575	84'075	121'725	126'975
15	10 - 11	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	48'750	92'400	152'250	57'750	104'250	148'650	153'900

Tabelle 41: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

In Tabelle 41 werden die Investitionskosten mit/ohne Subventionen bzw. mit/ohne Steuerabzügen berechnet. Dabei werden in Zeile 4 Subventionen zwischen 14% und 19% ausgewiesen. In Zeile 6 erfolgen die Steuerabzüge von 25%. Zudem werden ab Zeilen 12 bis 15 die Investitionskosten minus Pinsel-Renovation dargestellt, um nur die effektiven Kosten für die Energiemassnahmen auszuweisen. Die tiefsten Beträge ergeben sich in Zeile 14 unter Abzug der Subventionen und der Steuerabzüge. Gegenüber der Ausgangssituation zeigt sich dadurch mehr als eine Halbierung der Investitionskosten.

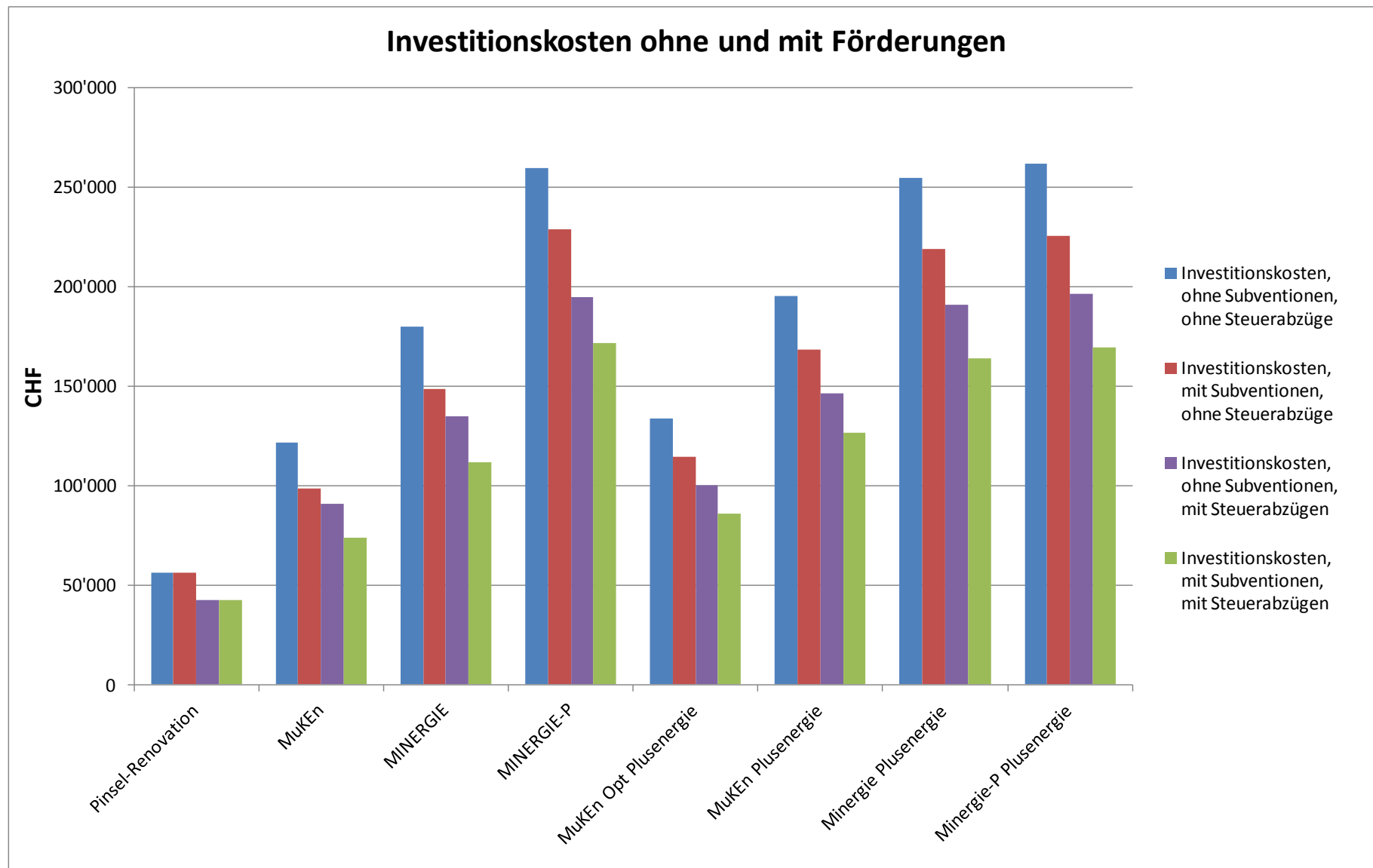


Abbildung 22: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen

12.3 Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

In Tabelle 42 werden die jährlichen Kosten ausgewiesen. Dabei wird von einer Annuität von 6% ausgegangen.

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T12.2_Z1 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	3'384	7'284	10'776	15'564	8'004	11'724	15'276	15'696
2	T12.2_Z5 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	3'384	5'910	8'922	13'710	6'870	10'110	13'122	13'542
3	T12.2_Z8 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF/a]	2'538	4'433	6'692	10'283	5'153	7'583	9'842	10'157
4	T12.2_Z10 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF/a]	2'538	5'463	8'082	11'673	6'003	8'793	11'457	11'772
5	T12.2_Z12 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	4'746	8'238	13'026	5'466	9'186	12'738	13'158
6	T12.2_Z13 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	3'372	6'384	11'172	4'332	7'572	10'584	11'004
7	T12.2_Z14 * Annuität Investition	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	1'895	4'154	7'745	2'615	5'045	7'304	7'619
8	T12.2_Z15 * Annuität Investition	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	2'925	5'544	9'135	3'465	6'255	8'919	9'234

Tabelle 42: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

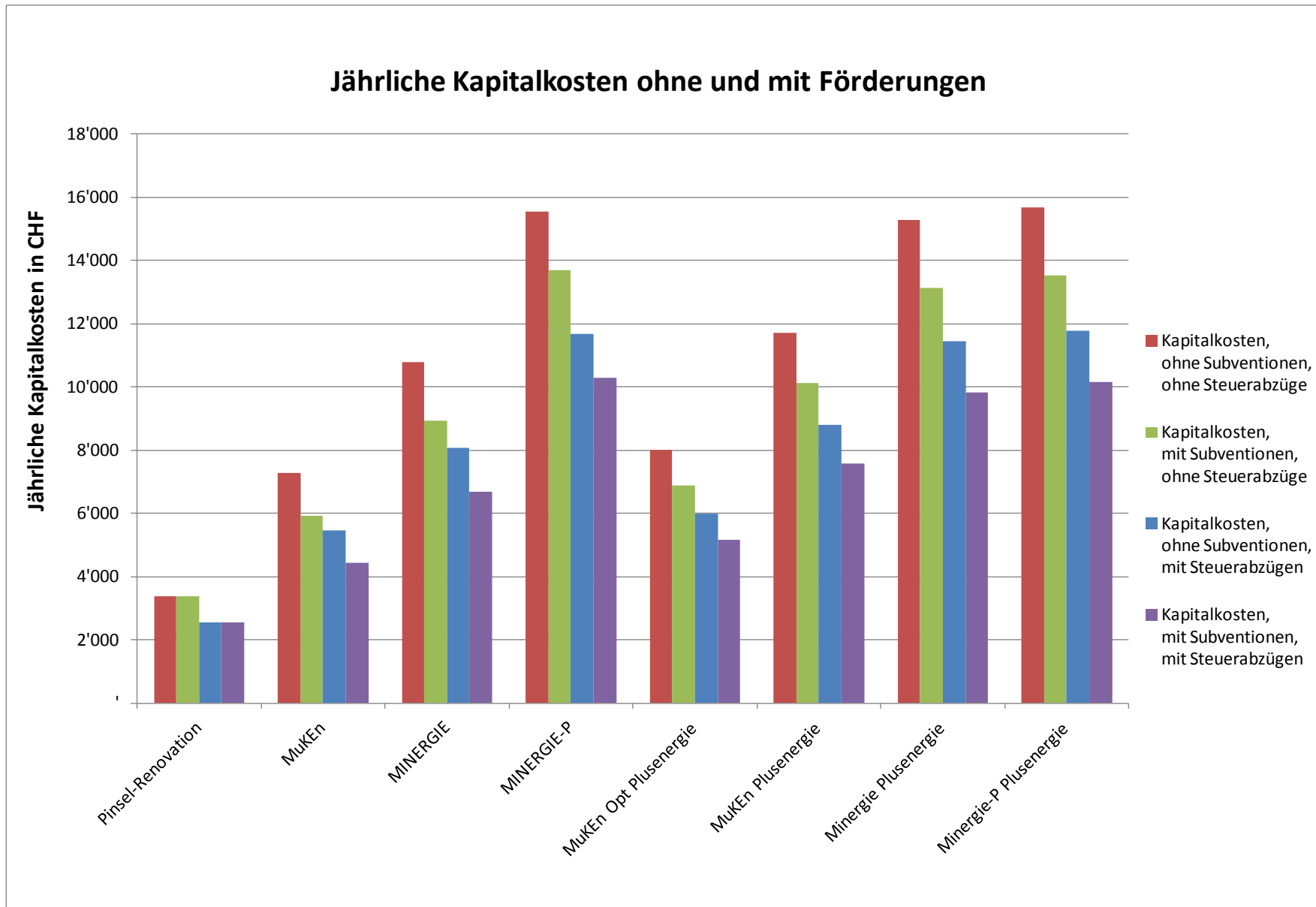


Abbildung 23: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen

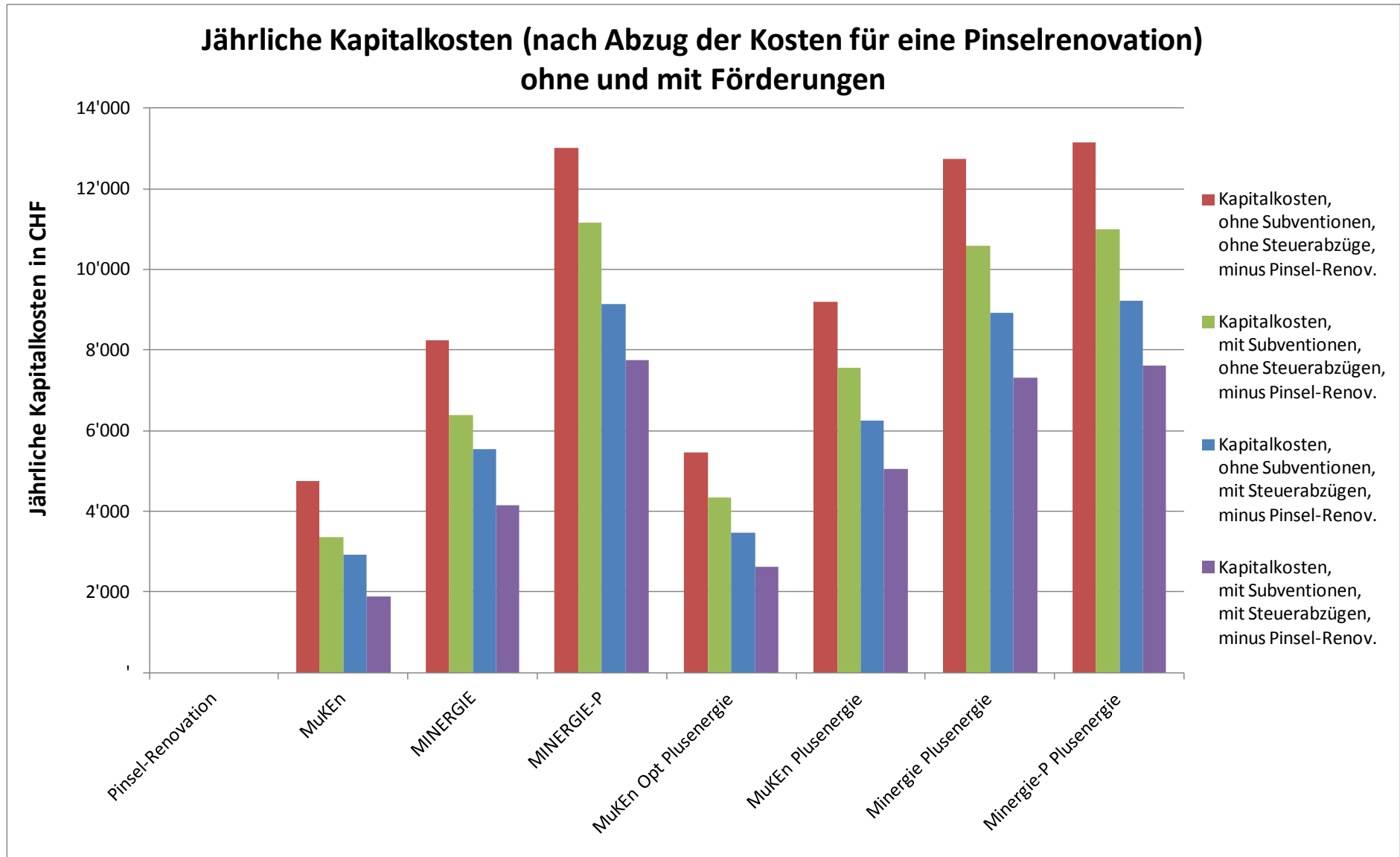


Abbildung 24: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzüge (Investitionskosten minus Kosten für eine Pinsel-Renovation)

13. Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Sanierung eines EFH

13.1 Ergebnis der Wärme-Sanierung

Z	Schema	Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
		Betriebskosten pro Jahr vor der Sanierung									
1		Kosten Heizöl	[CHF/a]	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	
		Betriebskosten pro Jahr nach der Sanierung									
2	San.var.	Kosten Heizöl	[CHF/a]	3'240	891	0	0	0	0	0	
3	dito	Strom für Wärmepumpe	[CHF/a]	0	0	434	344	1'440	555	434	
4	dito	Strom für Komfortlüftg.	[CHF/a]	0	0	40	40	0	0	40	
5		Betriebskosten total	[CHF/a]	3'240	891	474	384	1'440	555	474	
		Ergebnis der Sanierung pro Jahr									
6	5 - 1	Änderung der Betriebskosten	[CHF/a]	-360	-2'709	-3'126	-3'216	-2'160	-3'045	-3'126	
7	San.var.	Erlös Photovoltaik	[CHF/a]	0	0	0	1'800	1'800	1'800	1'800	
8	7 - 8	Nettoertrag der Sanierung	[CHF/a]	360	2'709	3'126	3'216	3'960	4'845	4'926	

Tabelle 43: Ergebnis der Wärme-Sanierung

In Tabelle 43 werden die Einsparungen bei einer Wärme-Sanierung eines Normeinfamilienhauses für alle Varianten berechnet. Es zeigt sich, dass grundsätzlich sehr hohe Einspareffekte erzielt werden können. Diese betragen etwa im Fall von Minergie-P über 90%. Mit der Installation von Photovoltaik-Anlagen kann der Nettoertrag bei Sanierungen um CHF 1'800 gesteigert werden.

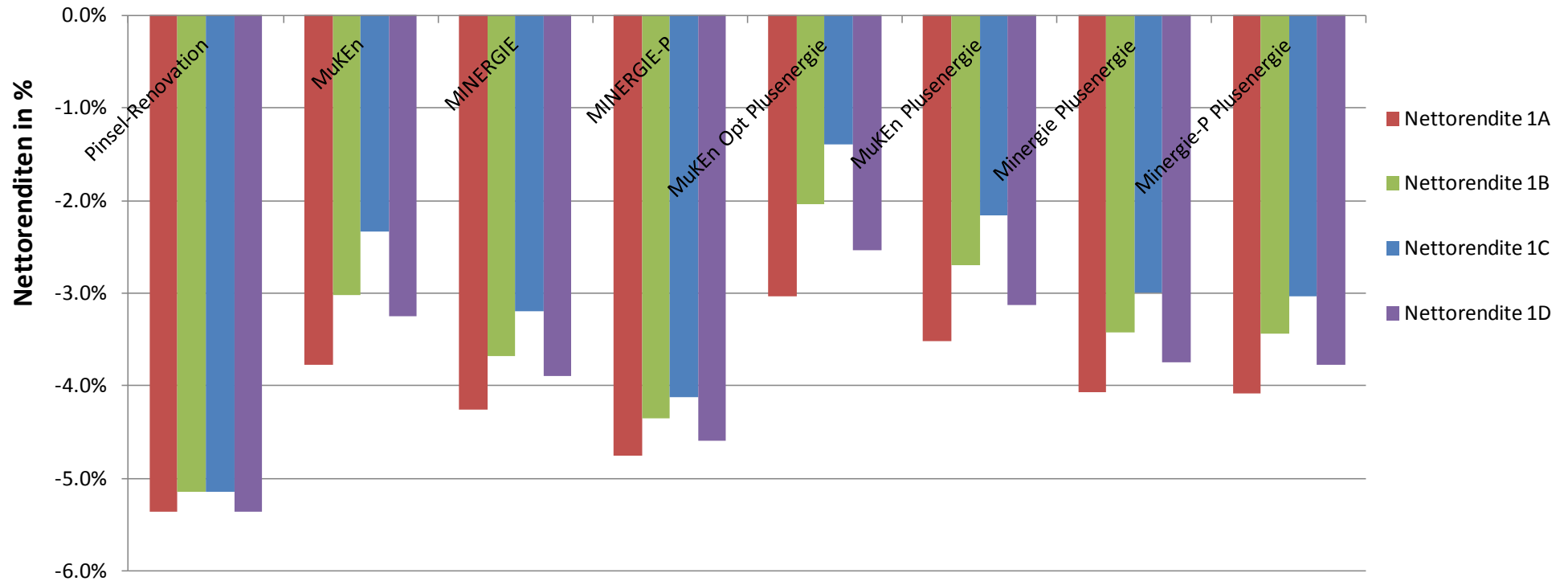
Die Berechnung der Nettoerträge wird in verschiedenen Varianten vorgenommen: Die Nettoerträge 1a in Zeile 4 berechnet sich aufgrund der Nettoerträge minus jährliche Kapitalkosten, dividiert durch die Investitionskosten. Dabei werden weder Subventionen noch Steuerabzüge berücksichtigt. Die Pinsel-Renovation stellt die unrentabelste Variante mit einer Nettoerträge von minus 5,4% dar. Am besten kommt die Variante "MuKEn optimiert Plusenergie" mit minus 2,8% weg. Es folgen "MuKEn / Plusenergie" mit minus 3,4%, "MuKEn" minus 3,8%. "Minergie", "Minergie-P" weisen energetisch saniert die tiefsten Nettoerträge aus. Mit „Plusenergie“ werden diese negativen Renditen nur leicht verbessert. Die geringsten negativen Nettoerträge werden unter Berücksichtigung von Subventionen und Steuerabzügen erreicht. Wiederum sticht die Variante „MuKEn optimiert / Plusenergie“ mit einer negativen Rendite von 1% hervor. Die Varianten mit/ohne Steuerabzüge liegen zwischen den Extremvarianten der Nettoerträge 1a bzw. der Nettoerträge 1c.

13.2 Berechnung der Nettoenditen 1

Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKE	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKE Opt Plusenergie	MuKE Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T13.1_Z8	Nettoertrag	[CHF/a]	360	2'709	3'126	3'216	3'960	4'845	4'926	5'016
2	T12.3_Z1	Jährliche Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	3'384	7'284	10'776	15'564	8'004	11'724	15'276	15'696
3	T12.2_Z1	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	56'400	121'400	179'600	259'400	133'400	195'400	254'600	261'600
4	(1 - 2) / 3	Nettoendite 1A	%	-5.4%	-3.8%	-4.3%	-4.8%	-3.0%	-3.5%	-4.1%	-4.1%
5	T12.3_Z4	Jährliche Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	2'538	5'463	8'082	11'673	6'003	8'793	11'457	11'772
6	T12.2_Z10	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	91'050	134'700	194'550	100'050	146'550	190'950	196'200
7	(1 - 5) / 6	Nettoendite 1B	%	-5.1%	-3.0%	-3.7%	-4.3%	-2.0%	-2.7%	-3.4%	-3.4%
8	T12.3_Z3	Jährliche Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	2'538	4'433	6'692	10'283	5'153	7'583	9'842	10'157
9	T12.2_Z8	Jährliche Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	73'875	111'525	171'375	85'875	126'375	164'025	169'275
10	(1 - 8) / 9	Nettoendite 1C	%	-5.1%	-2.3%	-3.2%	-4.1%	-1.4%	-2.2%	-3.0%	-3.0%
11	T12.3_Z2	Jährliche Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	3'384	5'910	8'922	13'710	6'870	10'110	13'122	13'542
12	T12.2_Z5	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	56'400	98'500	148'700	228'500	114'500	168'500	218'700	225'700
13	(1 - 11) / 12	Nettoendite 1D	%	-5.4%	-3.2%	-3.9%	-4.6%	-2.5%	-3.1%	-3.7%	-3.8%

Tabelle 44: Berechnung der Nettoenditen 1

EFH Sanierung_Nettorenditen 1: ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Nettorendite 1A = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Nettorendite 1B = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 1C = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 1D = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Abbildung 25: Nettorenditen 1

13.3 Berechnung der Nettoenditen (minus Pinsel-Renovation)

Investitionen minus Kosten Pinselrenovation:				42'300							
Z	Schema	Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
1	T13.1_Z8	Nettoertrag	[CHF/a]	360	2'709	3'126	3'216	3'960	4'845	4'926	5'016
2	T12.3_Z5	Kapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	4'746	8'238	13'026	5'466	9'186	12'738	13'158
3	T12.2_Z12	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge, minus Pinsel-Renov.	[CHF/a]	*	79'100	137'300	217'100	91'100	153'100	212'300	219'300
4	(1 - 2) / 3	Nettorendite 2A	%	*	-2.6%	-3.7%	-4.5%	-1.7%	-2.8%	-3.7%	-3.7%
5	T12.3_Z8	Kapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	2'925	5'544	9'135	3'465	6'255	8'919	9'234
6	T12.2_Z15	Investitionskosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	48'750	92'400	152'250	57'750	104'250	148'650	153'900
7	(1 - 5) / 6	Nettorendite 2B	%	*	-0.4%	-2.6%	-3.9%	0.9%	-1.4%	-2.7%	-2.7%
8	T12.3_Z7	Kapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	1'895	4'154	7'745	2'615	5'045	7'304	7'619
9	T12.2_Z14	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	31'575	69'225	129'075	43'575	84'075	121'725	126'975
10	(1 - 8) / 9	Nettorendite 2C	%	*	2.6%	-1.5%	-3.5%	3.1%	-0.2%	-2.0%	-2.0%
11	T12.3_Z6	Kapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	3'372	6'384	11'172	4'332	7'572	10'584	11'004
12	T12.2_Z13	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzügen, minus Pinsel-Renov.	[CHF]	*	56'200	106'400	186'200	72'200	126'200	176'400	183'400
13	(1 - 11) / 12	Nettorendite 2D	%	*	-1.2%	-3.1%	-4.3%	-0.5%	-2.2%	-3.2%	-3.3%

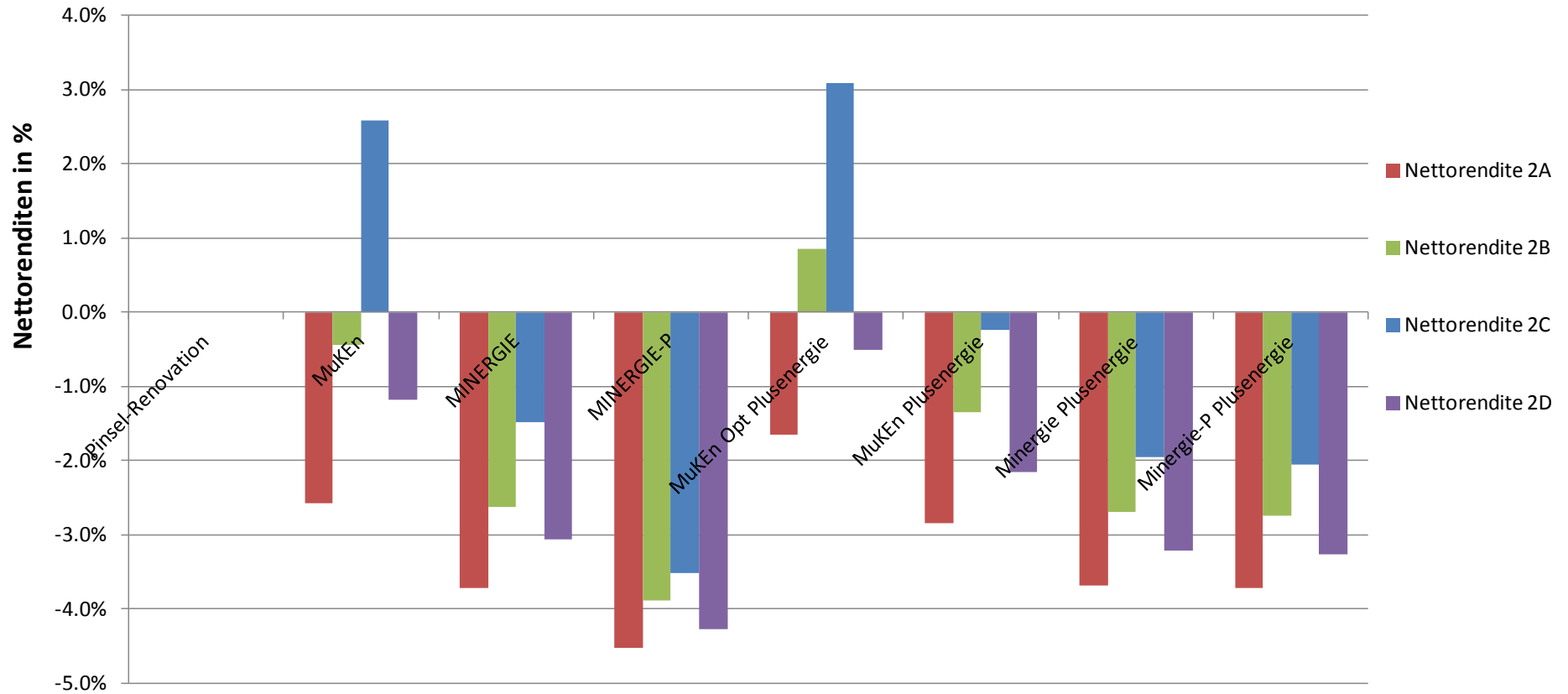
Tabelle 45: Berechnung der Nettoenditen 2

In Tabelle 45 werden die Nettoenditen unter Abzug der Referenzkosten für die „Pinsel-Renovation“ berechnet. In diesem Fall kann bei der Variante „MuKEn optimiert / Plusenergie“ unter Berücksichtigung von Subventionen und Steuerabzügen eine positive Rendite von 3% erreicht werden. Ein positives Ergebnis resultiert auch mit der gleichen Variante ohne Berücksichtigung von Subventionen, allein dank Steuerabzügen. Eine positive, wenn auch kleinere Nettoendite, zeigt sich für die Variante „MuKEn“ mit 2,6%.

In den allermeisten Fällen sind die Nettoenditen positiv. Die höchste zeigt sich im Fall von „MuKEn optimiert / Plusenergie“, wenn Subventionen und Steuerabzügen berücksichtigt werden können. Die Nettoendite steigt auf 12,1%. Am tiefsten liegt die Nettoendite – ausser für die „Pinsel-Renovationen“, für den Fall von „Minergie-P“ – wenn keine Subventionen und Steuerabzügen berücksichtigt werden können.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass steigende Energieeffizienz gegenüber „MuKEn“ zu fallenden Nettoenditen führt. Die Nettoenditen können unter den heutigen Bedingungen mit „Plusenergie“ verbessert werden. Die Berechnungen legen nahe, effizienzoptimierte Strategien zu verfolgen und der Energieproduktion das notwendige Gewicht zu geben.

EFH Sanierung_Nettorenditen 2: ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Nettorendite 2A = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Nettorendite 2B = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 2C = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Nettorendite 2D = (Nettoertrag - Kapitalkosten) / Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Investitionskosten jeweils minus Kosten für eine Pinsel-Renovation

Abbildung 26: Nettorenditen 2

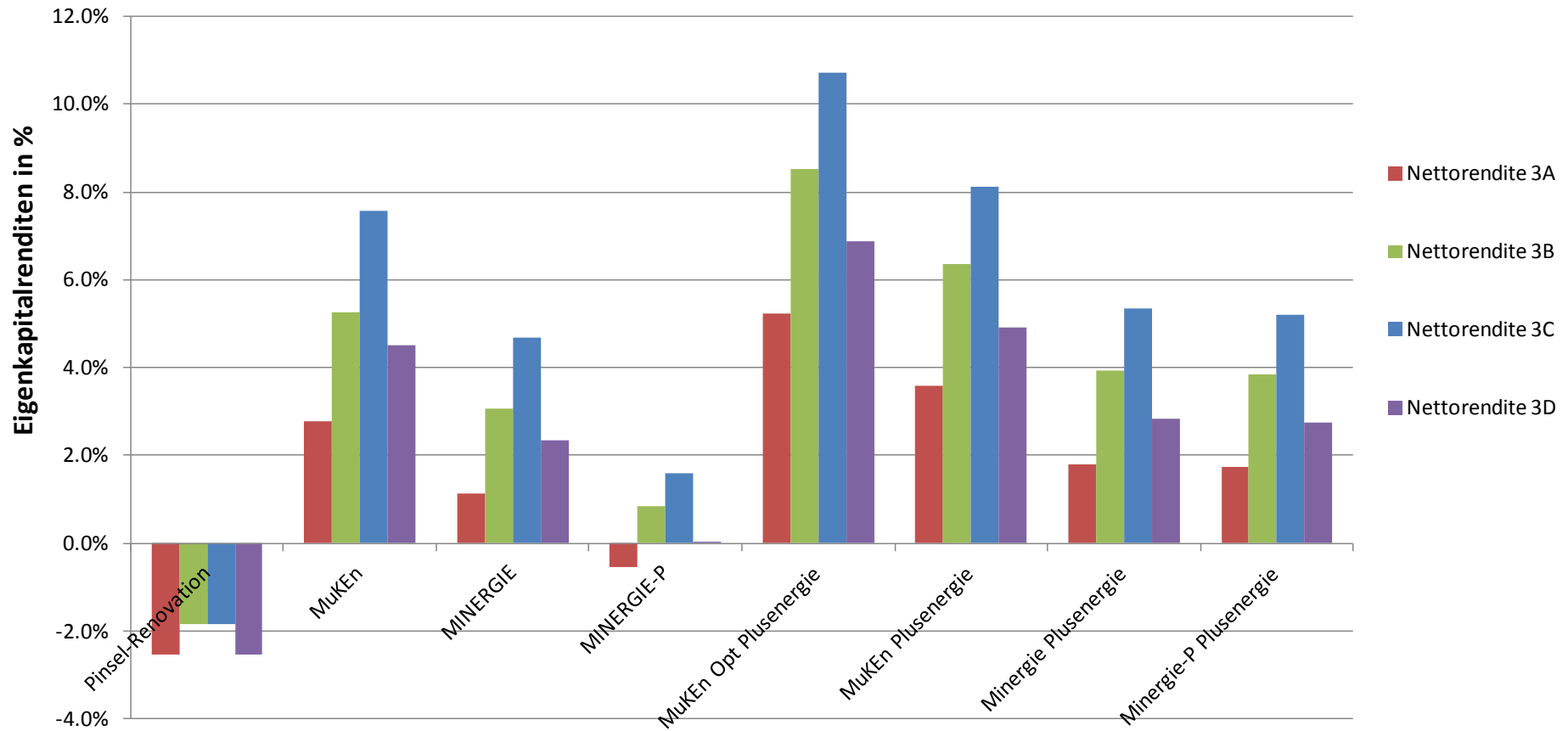
13.4 Berechnung der Eigenkapitalrenditen

		Annahmen	Eigenkapital Anteil		30%						
			Fremdkapital Anteil		70%						
			Fremdkapital Zinssatz		2%						
Z	Schema		Einheit	Pinsel-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	T13.1_Z8	Nettoertrag	[CHF/a]	360	2'709	3'126	3'216	3'960	4'845	4'926	5'016
2	T12.2_Z1 * FK Anteil * Zinssatz	Jährliche Fremdkapitalkosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	790	1'700	2'514	3'632	1'868	2'736	3'564	3'662
3	T12.2_Z1 * EK Anteil	Eigenkapitalanteil, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF/a]	16'920	36'420	53'880	77'820	40'020	58'620	76'380	78'480
4	(1 - 2) / 3	Nettorendite 3A	%	-2.5%	2.8%	1.1%	-0.5%	5.2%	3.6%	1.8%	1.7%
5	T12.2_Z10 * FK Anteil * Zinssatz	Jährliche Fremdkapitalkosten, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	592	1'275	1'886	2'724	1'401	2'052	2'673	2'747
6	T12.2_Z10 * EK Anteil	Eigenkapitalanteil, ohne Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	12'690	27'315	40'410	58'365	30'015	43'965	57'285	58'860
7	(1 - 5) / 6	Nettorendite 3B	%	-1.8%	5.3%	3.1%	0.8%	8.5%	6.4%	3.9%	3.9%
8	T12.2_Z8 * FK Anteil * Zinssatz	Jährliche Fremdkapitalkosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	592	1'034	1'561	2'399	1'202	1'769	2'296	2'370
9	T12.2_Z8 * EK Anteil	Eigenkapitalanteil, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	12'690	22'163	33'458	51'413	25'763	37'913	49'208	50'783
10	(1 - 8) / 9	Nettorendite 3C	%	-1.8%	7.6%	4.7%	1.6%	10.7%	8.1%	5.3%	5.2%
11	T12.2_Z5 * FK Anteil * Zinssatz	Jährliche Fremdkapitalkosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	790	1'379	2'082	3'199	1'603	2'359	3'062	3'160
12	T12.2_Z5 * EK Anteil	Eigenkapitalanteil, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	16'920	29'550	44'610	68'550	34'350	50'550	65'610	67'710
13	(1 - 11) / 12	Nettorendite 3D	%	-2.5%	4.5%	2.3%	0.0%	6.9%	4.9%	2.8%	2.7%

Tabelle 46: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3

Die Berechnung der Eigenkapitalrendite geht von 70% Fremdkapital mit 2% Zins und 30% Eigenkapital aus. Unter heutigen Zinsbedingungen ergibt sich ein recht hoher Leverage-Effekt.

EFH Sanierung_Eigenkapitalrenditen 3: ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Eigenkapitalrendite 3A = (Nettoertrag - Fremdkapitalkosten) / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Eigenkapitalrendite 3B = (Nettoertrag - Fremdkapitalkosten) / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Eigenkapitalrendite 3C = (Nettoertrag - Fremdkapitalkosten) / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Eigenkapitalrendite 3D = (Nettoertrag - Fremdkapitalkosten) / Eigenkapitalanteil der Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Abbildung 27: Eigenkapitalrenditen ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

14. Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein EFH

In Tabelle 47 werden alle Varianten zusammengefasst.

Es zeigt sich, dass bei keiner Variante eine positive Rendite – auch nicht mit Subventionen und Steuerabzügen – erreicht werden kann. Immerhin können dank eines positiven Leverage-Effekts doch recht beträchtliche Eigenkapitalrenditen erzielt werden. Dies ist auf die heutigen Kapitalbedingungen zurückzuführen.

Tabelle 47: Vergleich der verschiedenen Renditen für alle Sanierungsvarianten

Annuität	Heizölpreis [CHF/100 lt]	Verbrauch [lt/m2 Jahr]	Überwälzung auf Mietzins				Strom aus Netz [Rp./kWh]				PV in das Netz [Rp./kWh]				Investitionskosten für PV [CHF/kWp]
6%	100	18	0%				20				20				3000
Bezeichnung der Variante		Kennwerte für Besitzer													
		Kapitalrendite								Eigenkapitalrendite					
		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D		
Pinselrenovation		-5.4%	-5.1%	-5.1%	-5.4%	*	*	*	*	-2.5%	-1.8%	-1.8%	-2.5%		
MuKE n Musterverordnung Kt.		-3.8%	-3.0%	-2.3%	-3.2%	-2.6%	-0.4%	2.6%	-1.2%	2.8%	5.3%	7.6%	4.5%		
Minergie Neubau-Standard		-4.3%	-3.7%	-3.2%	-3.9%	-3.7%	-2.6%	-1.5%	-3.1%	1.1%	3.1%	4.7%	2.3%		
Minergie-P Neubau-Standard		-4.8%	-4.3%	-4.1%	-4.6%	-4.5%	-3.9%	-3.5%	-4.3%	-0.5%	0.8%	1.6%	0.0%		
MuKE n Opt Plusenergie		-3.0%	-2.0%	-1.4%	-2.5%	-1.7%	0.9%	3.1%	-0.5%	5.2%	8.5%	10.7%	6.9%		
MuKE n Plusenergie		-3.5%	-2.7%	-2.2%	-3.1%	-2.8%	-1.4%	-0.2%	-2.2%	3.6%	6.4%	8.1%	4.9%		
Minergie Plusenergie		-4.1%	-3.4%	-3.0%	-3.7%	-3.7%	-2.7%	-2.0%	-3.2%	1.8%	3.9%	5.3%	2.8%		
Minergie-P Plusenergie		-4.1%	-3.4%	-3.0%	-3.8%	-3.7%	-2.7%	-2.0%	-3.3%	1.7%	3.9%	5.2%	2.7%		
<i>Rendite1A</i>		Nettorendite ohne Subventionen ohne Steuerabzüge				<i>Rendite2A</i>				<i>Rendite3A</i>					
<i>Rendite1B</i>		Nettorendite ohne Subventionen mit Steuerabzügen				<i>Rendite2B</i>				Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen ohne Steuerabzüge					
<i>Rendite1C</i>		Nettorendite mit Subventionen mit Steuerabzügen				<i>Rendite2C</i>				Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen mit Steuerabzügen					
<i>Rendite1D</i>		Nettorendite mit Subventionen ohne Steuerabzüge				<i>Rendite2D</i>				Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen mit Steuerabzügen					
		Nettorendite ohne Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.				<i>Rendite3A</i>				Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen ohne Steuerabzüge					
		Nettorendite ohne Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.				<i>Rendite3B</i>				Rendite auf Eigenkapital ohne Subventionen mit Steuerabzügen					
		Nettorendite mit Subv. mit Steuerabzügen minus Pinsel-Renov.				<i>Rendite3C</i>				Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen mit Steuerabzügen					
		Nettorendite mit Subv. ohne Steuerabzüge minus Pinsel-Renov.				<i>Rendite3D</i>				Rendite auf Eigenkapital mit Subventionen ohne Steuerabzüge					

15. Energierenditen (ohne Graue Energie) und CO₂-Bilanz für die Sanierung eines EFH

Z	Schema	Einheit	Pinself-Renovations	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
Energierendite 1A = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)											
Energierendite 1B = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)											
Energierendite 1C = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)											
Energierendite 1D = (Energiekosteneinsparung plus Erlös PV) dividiert durch Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)											
1	San.var.	Energiekosten vor Sanierung	[CHF]	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600
2	T13.1_Z2	Heizöl nach Sanierung	[CHF]	3'240	891	0	0	0	0	0	0
3	T13.1_Z3	Strom Wärmepumpe	[CHF]	0	0	434	344	1'440	555	434	344
4	T13.1_Z4	Strom Komfortlüftung	[CHF]	0	0	40	40	0	0	40	40
5	2 + 3 + 4	Energiekosten nach Sanierung	[CHF]	3'240	891	474	384	1'440	555	474	384
6	1 - 5	Einsparung durch Sanierung	[CHF]	360	2'709	3'126	3'216	2'160	3'045	3'126	3'216
7	T13.1_Z7	Energieproduktion: Erlös Photovoltaik	[CHF]	0	0	0	0	1'800	1'800	1'800	1'800
8	6 + 7	Energiebilanz total	[CHF]	360	2'709	3'126	3'216	3'960	4'845	4'926	5'016
9	T12.2_Z1	Investitionskosten, ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	56'400	121'400	179'600	259'400	133'400	195'400	254'600	261'600
10	8 / 9	Energierendite 1A	[%]	0.6%	2.2%	1.7%	1.2%	3.0%	2.5%	1.9%	1.9%
11	T12.2_Z10	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	91'050	134'700	194'550	100'050	146'550	190'950	196'200
12	8 / 11	Energierendite 1B	[%]	0.9%	3.0%	2.3%	1.7%	4.0%	3.3%	2.6%	2.6%
13	T12.2_Z8	Investitionskosten, mit Subventionen, mit Steuerabzügen	[CHF]	42'300	73'875	111'525	171'375	85'875	126'375	164'025	169'275
14	8 / 13	Energierendite 1C	[%]	0.9%	3.7%	2.8%	1.9%	4.6%	3.8%	3.0%	3.0%
15	T12.2_Z5	Investitionskosten, mit Subventionen, ohne Steuerabzüge	[CHF]	56'400	98'500	148'700	228'500	114'500	168'500	218'700	225'700
16	8 / 15	Energierendite 1D	[%]	0.6%	2.8%	2.1%	1.4%	3.5%	2.9%	2.3%	2.2%

Tabelle 48: Energierenditen für Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug

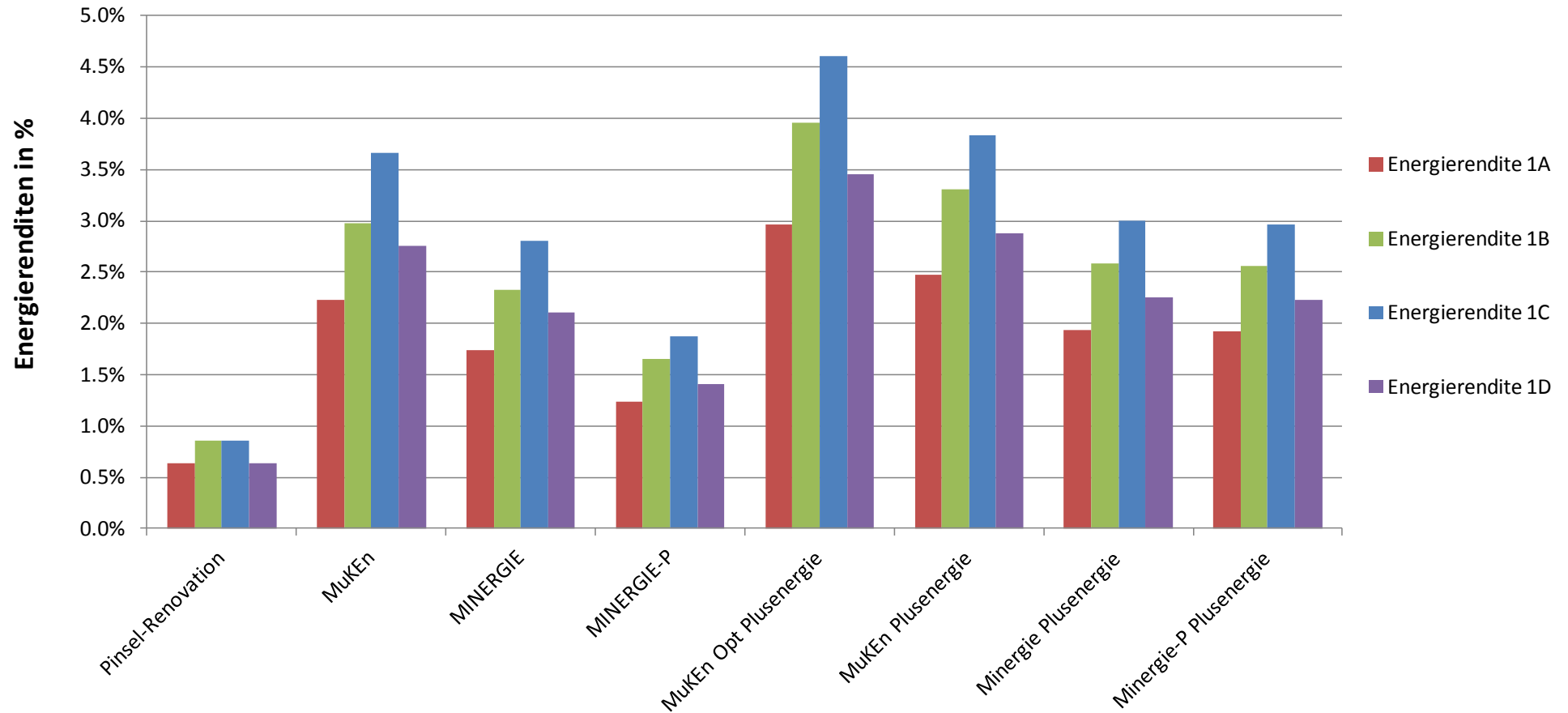
Tabelle 48 weist die Energierenditen als betriebswirtschaftliche Grösse aus. Diese berechnen sich anhand der Energieeinsparungen plus den möglichen Erlösen aus Photovoltaikanlagen dividiert durch die jeweiligen Investitionskosten. Die Renditen sind als relativ tief zu bezeichnen.

Tabelle 49 weist die CO₂-Einsparungen aus. Ergänzend könnten hier noch die Kosten pro eingesparter Tonne CO₂ berechnet werden. Dabei sind verschiedene Abschreibungszeiten von 25 Jahren bzw. ev. 40 Jahren zu berücksichtigen. Die Zahlen zu den eingesparten Tonnen CO₂ sind sehr hoch.

Z	Schema	Einheit	Pinself-Renovations	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie	
		Annahmen	Anzahl Wohnungen		1 -						
			Fläche pro Wohnung		200 m ²						
			Umrechnungsfaktor CO ₂ -Ausstoss		2.65 t / 1000 lt Öl						
1	San.var.	Ölverbrauch vor der Sanierung	lt / a	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600	3'600
2	1*1282	CO ₂ -Ausstoss vor der Sanierung	t / a	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54
3	San.var.	Ölverbrauch nach der Sanierung	lt / a	3'240	891	0	0	0	0	0	0
4	3*1282	CO ₂ -Ausstoss nach der Sanierung	t / a	8.59	2.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2 - 4	CO ₂ -Einsparung durch die Sanierung	t / a	0.95	7.18	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54

Tabelle 49: CO₂-Reduktion pro Jahr bei den verschiedenen Sanierungsvarianten

EFH Sanierung_Energierenditen 1: ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug



Energierendite 1A = Energiebilanz / Investitionskosten (ohne Subventionen, ohne Steuerabzüge)
 Energierendite 1B = Energiebilanz / Investitionskosten (ohne Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Energierendite 1C = Energiebilanz / Investitionskosten (mit Subventionen, mit Steuerabzügen)
 Energierendite 1D = Energiebilanz / Investitionskosten (mit Subventionen, ohne Steuerabzüge)

Abbildung 28: Energierenditen für die Sanierung eines EFH

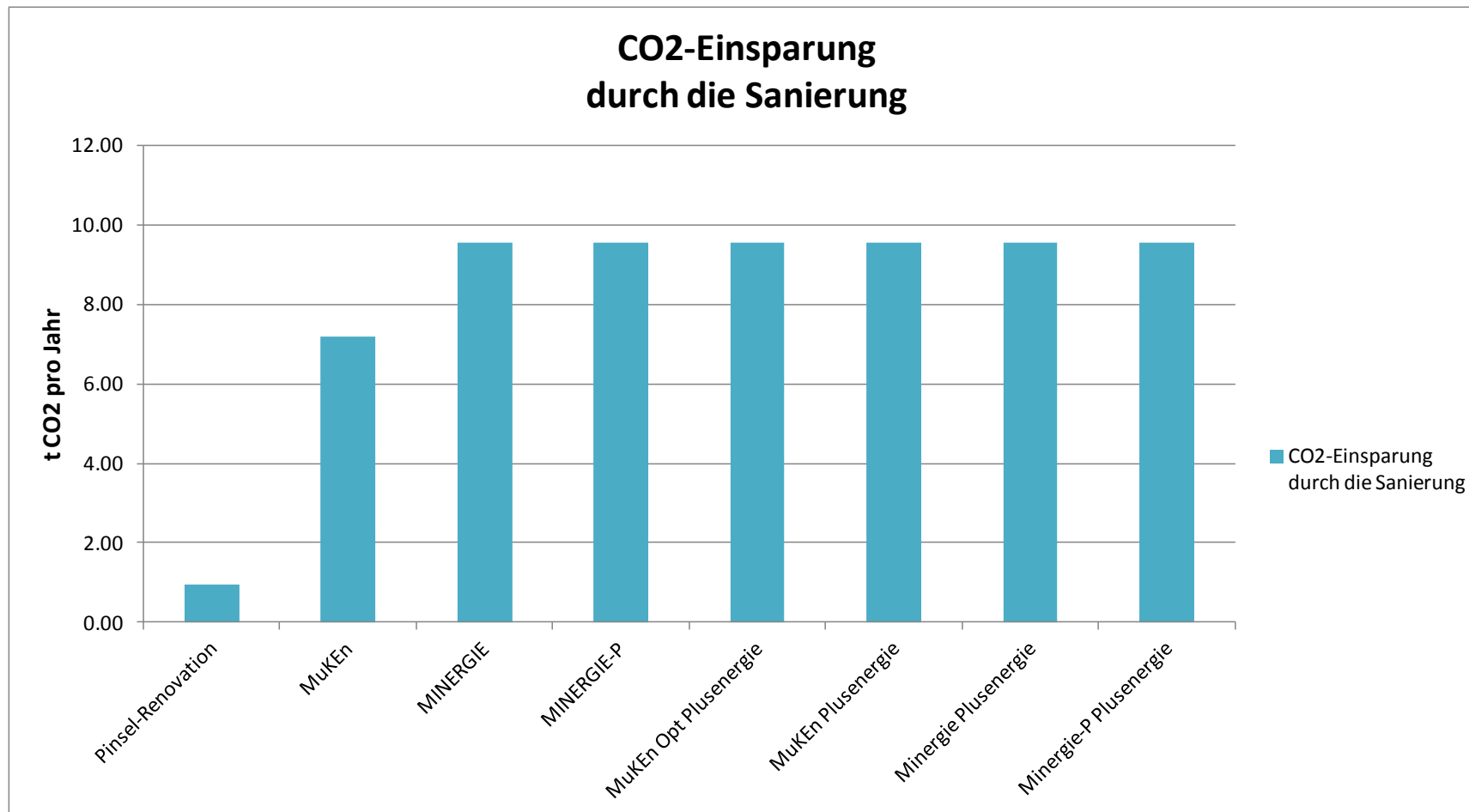


Abbildung 29: CO₂ Einsparung durch die Sanierung

16. Sensitivitäten für die Sanierung eines EFH

In Kapitel 16 werden Sensitivitätsanalysen vorgestellt.

Abbildung 30 zeigt die Sensitivität der Kapital- und Betriebskosten in Abhängigkeit vom Strompreis aus dem Netz bzw. in das Netz. Bei den Plusenergie-Varianten reagieren die Strompreise sensitiv. Bei den Varianten ohne Stromproduktion sind nur sehr geringe Schwankungen der jährlichen Kosten festzustellen.

Weit grössere Sensitivitäten haben die Annuitäten gemäss Abbildung 31, welche die Kapital- und Betriebskosten in Funktion der Annuitäten darstellt. Bei einer Annuität von 2% könnten praktisch alle Varianten positive Nettorenditen ausweisen. In unterschiedlicher Weise, aber in etwa gleichgerichtet, können positive Renditen auch noch bei einer Annuität von 4% erreicht werden. Bei hohen Annuitäten steigt die Hürde für positive Renditen massiv an.

Die tiefen Zinsen sind eine äusserst positive Voraussetzung für Energiemassnahmen, die weit stärker genutzt werden sollte, um den Gebäudepark energieeffizient und mit erneuerbarer Energie zu sanieren.

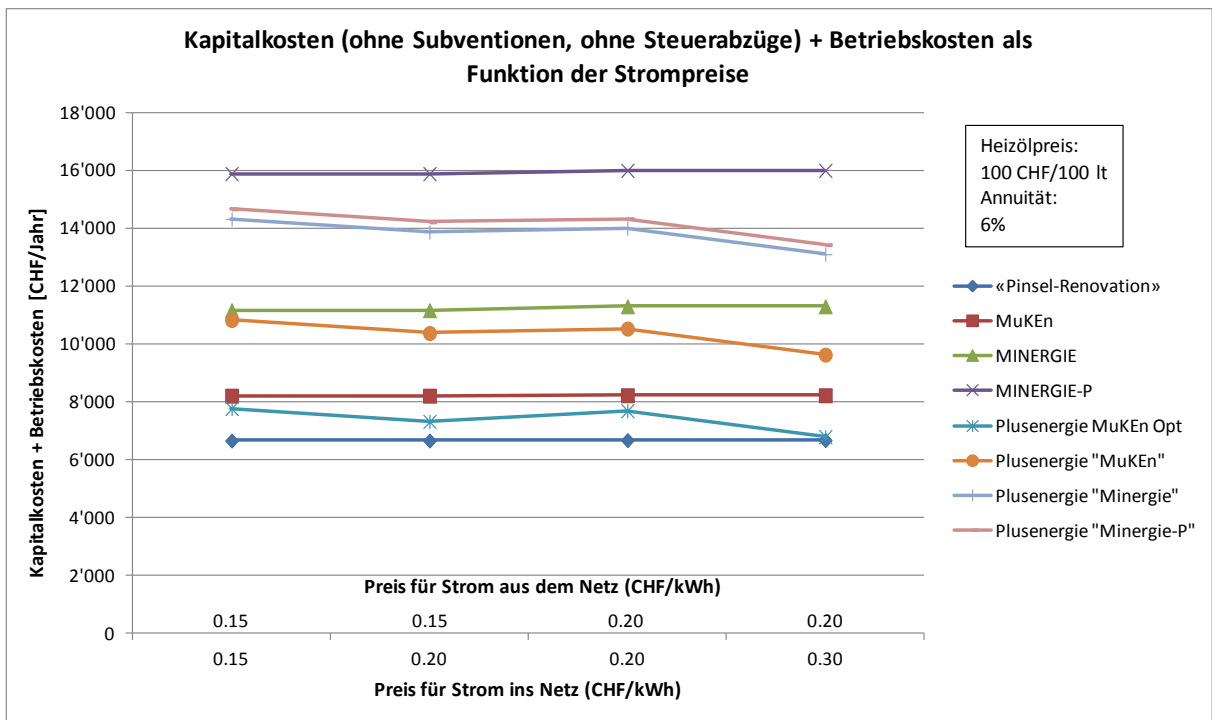


Abbildung 30: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Strompreise aus dem Netz und ins Netz

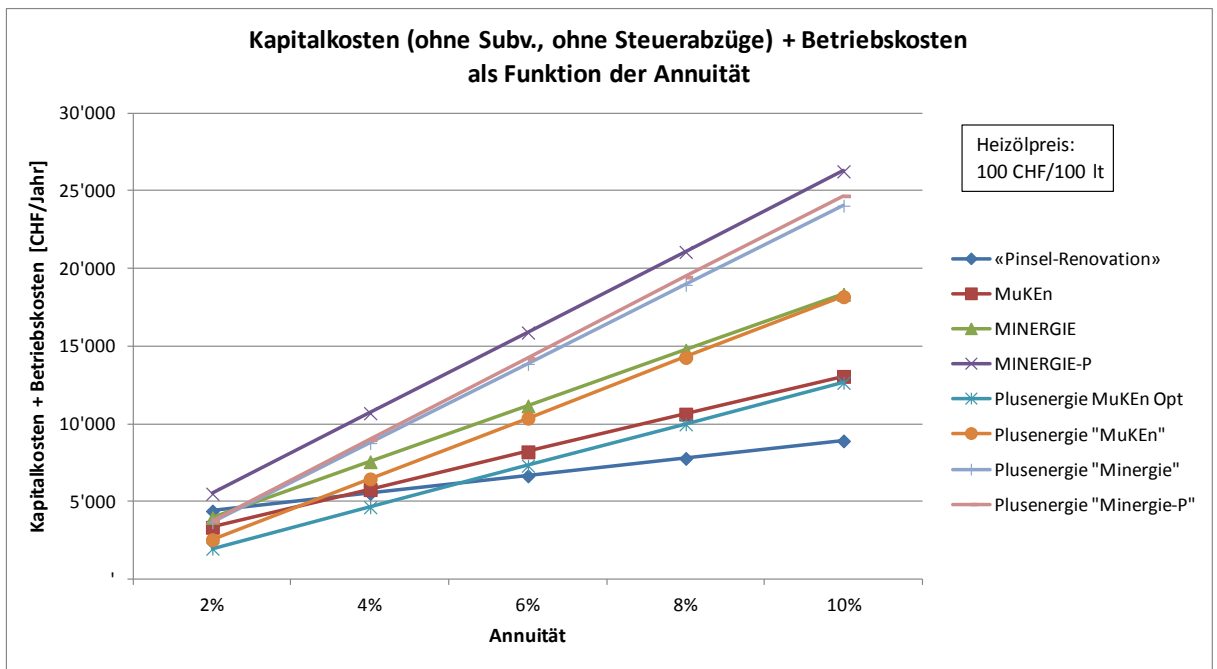


Abbildung 31: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität

17. Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und PV für die Sanierung eines EFH

Analog zur Sanierung eines Mehrfamilienhauses werden in Tabelle 50 die Bilanzen für Energie und Elektrizität für ein Einfamilienhaus vorgenommen.

In den ersten Zeilen 1 bis 5 werden die Annahmen für die einzelnen Varianten in Kilowattstunden ausgewiesen. Zeile 6 weist den Gesamtverbrauch nach Varianten aus.

Zeile 7 geht von einem Einsparpotenzial von 44% aus, und in Zeile 8 wird die Produktion der Photovoltaikanlage mit 9000 KWh ausgewiesen.

* Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb ohne Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik										
** Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik										
*** Bilanz Gebäude total mit Deckung Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, mit Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik										
! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb ohne Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch										
!! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, ohne Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch										
!!! Verhältnis Elektrizität für Gebäudebetrieb mit Haushaltstrom, mit Gewinn Sparpotenzial, mit Erlös aus Photovoltaik zu Gesamtverbrauch										
	Annahmen	Kosten Strom aus Netz		0.20 CHF/kWh	Vorzeichen -					
		Vergütung Strom ins Netz		0.20 CHF/kWh	Vorzeichen +					
		# Wohnungen = # Haushalte		1 Haushalte						
		Elektrizitätsverbrauch pro Haushalt *		3500 kWh/a						
		Elektrizität Sparpotenzial *		37%						
										* Allgemeinverbrauch inklusive
Z	Schema	Einheit	Pinself-Renovation	MuKEn	MINERGIE	MINERGIE-P	MuKEn Opt Plusenergie	MuKEn Plusenergie	Minergie Plusenergie	Minergie-P Plusenergie
1	San.var.	Strom Umwälzpumpe	[kWh/a]	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300
2	San.var.	Strom Komfortlüftung	[kWh/a]	0	0	-200	-200	0	0	-200
3	San.var.	Strom Wärmepumpe	[kWh/a]	0	0	-2'168	-1'718	-7'200	-2'777	-2'168
4	1 + 2 + 3	Verbrauch Gebäudebetrieb	[kWh/a]	-300	-300	-2'668	-2'218	-7'500	-3'077	-2'668
5		Verbrauch Haushalt	[kWh/a]	-3'500	-3'500	-3'500	-3'500	-3'500	-3'500	-3'500
6	4 + 5	Verbrauch total	[kWh/a]	-3'800	-3'800	-6'168	-5'718	-11'000	-6'577	-5'718
7	5*Spar%	Reduktion Sparen	[kWh/a]	1'295	1'295	1'295	1'295	1'295	1'295	1'295
8	San.var.	Produktion Photovoltaik	[kWh/a]	0	0	0	0	9'000	9'000	9'000
9	7 + 8	Reduktion Sparen und Photovoltaik total	[kWh/a]	1'295	1'295	1'295	1'295	10'295	10'295	10'295
10	4 + 8	Verbrauch Betrieb und Produktion PV *	[kWh/a]	-300	-300	-2'668	-2'218	1'500	5'923	6'332
11	6 + 8	Verbrauch total und Produktion PV **	[kWh/a]	-3'800	-3'800	-6'168	-5'718	-2'000	2'423	2'832
12	6 + 9	Verbrauch mit Sparen und Produktion PV ***	[kWh/a]	-2'505	-2'505	-4'873	-4'423	-705	3'718	4'127
13	10 / 6	Verbrauch Betrieb und Produktion PV !	[%]	-7.9%	-7.9%	-43.3%	-38.8%	13.6%	90.1%	102.7%
14	11 / 6	Verbrauch total und Produktion PV !!	[%]	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-100.0%	-18.2%	36.8%	45.9%
15	12 / 7	Verbrauch mit Sparen und Produktion PV !!!	[%]	-65.9%	-65.9%	-79.0%	-77.4%	-6.4%	56.5%	66.9%
16	4*Kost.Strom+8*Vergüt	Kosten Betrieb und Erlös aus PV *	[CHF]	-60	-60	-534	-444	300	1'185	1'266
17	6*Kost.Strom+8*Vergüt	Kosten total und Erlös aus PV **	[CHF]	-760	-760	-1'234	-1'144	-400	485	566
18	(6+7)*Kosten+8*Vergütng	Kosten mit Sparen und Erlös aus PV ***	[CHF]	-501	-501	-975	-885	-141	744	825

Tabelle 50: Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und Photovoltaik (PV)

Die Zeilen 9 bis 12 weisen – die Reduktion durch Sparen und Photovoltaik – den Verbrauch Betrieb und Produktion mit Photovoltaik – Verbrauch und Produktion Photovoltaik – Verbrauch mit Sparen und Produktion Photovoltaik – aus. Es zeigt sich, dass die Varianten "Minergie", "MuKEn" "Plusenergie" sowie die weitergehenden Effizienzvarianten, "Minergie", "Minergie-P / Plusenergie" ein Plus erreichen. Mit "MuKEn optimiert / Plusenergie" kann kein Plus erreicht werden. Dies kann als Indiz genommen werden, dass ein Plus bei einem Plusenergiegebäude relativ anspruchsvolle Massnahmen auch bei der Effizienz erfordert.

Die Zeilen 13 bis 15 weisen den Verbrauch bei Sparen und Produktion Photovoltaik I, II und III aus. In den Zeilen 16 bis 18 werden die Kosten für den Betrieb inklusive Lösung Photovoltaik, Gesamtkosten und die Sparvariante ausgewiesen. Es zeigt sich, dass bei einer kostenmässigen Beurteilung auch die MuKEn-Variante optimiert mit Plusenergie auf die positive Seite kippt.

18. Modellrechnung Neubau

In Tabelle 18 werden Modellrechnungen für einen Neubau vorgestellt. Es wird von Investitionskosten von 7,5 Mio. Franken ausgegangen. Die Abschreibungsdauer beträgt in der Variante 25 Jahre, die Energiepreise werden mit CHF 1 pro Liter angenommen, eine Annuität wird mit 6% festgelegt, was einem Realzinssatz von 3 bis 4% entspricht. In der Variante "Plusenergie" wird mit einer Photovoltaik mit 30 kWp für CHF 3000 bei einem Ertrag von 20 Rappen pro kWh gerechnet. Die jährlichen Kosten bei der Variante "Minergie" und "Minergie-P" liegen leicht über der Variante "MuKEn".

In der Variante II wird eine längere Abschreibungsfrist von 40 Jahren angenommen und die Annuität nur mit 4% angesetzt. In diesem Fall zeigt sich, dass die effizienteren Varianten "Minergie" und "Minergie-P" gegenüber der Variante "MuKEn" leicht besser abschneiden. Die tiefsten jährlichen Kosten können mit der Variante "Plusenergie" erreicht werden.

Insgesamt demonstriert die Modellrechnung "Neubau" gemäss Kapitel 18, dass die Wirtschaftlichkeit für energieeffiziente Varianten erreicht wird, wenn mit langen Abschreibungszeiten und hohen Energiepreisen sowie relativ geringen Mehrkosten für "Minergie" bzw. "Minergie-P" gerechnet wird.

Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute

Investitionskosten	CHF 7,5 Mio.
Nutzungsdauer/Abschreibung	25 Jahre
Energiebezugsfläche EBF	2'500 m ²
Annuität / Realzins	6% / 3.4 %
Heizöl	CHF 1/lt

•30 kWp x Fr 3'000 = Fr 90'000;
•Ertrag: * 30000 kWh x 20 Rp/kWh = Fr 6000

	MuKEn 100 %	Minergie 103 %	Minergie P 105 %	„Plusenergie“ 100 %
Investitionskosten CHF	7 '500 '000	7 '725 '000	7 '875 '000	7 '590 '000*
Jährliche Kapitalkosten Annuität (6%)	450 '000	463 '500	472 '500	455 '400
Jährliche Energiekosten (1 CHF/lt Erdöl) Ertrag Plusenergie	17 '000 6,8 Liter	9 '500 3,8 Liter	7 '500 3,0 Liter	17 '000 6,8 Liter 6 '000*
Total jährliche Kosten	467 '000	473 '000	480 '000	468 '200

Tabelle 51: Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute

Jahreskosten Neubau: kurze Nutzungsdauer; E-Preis heute

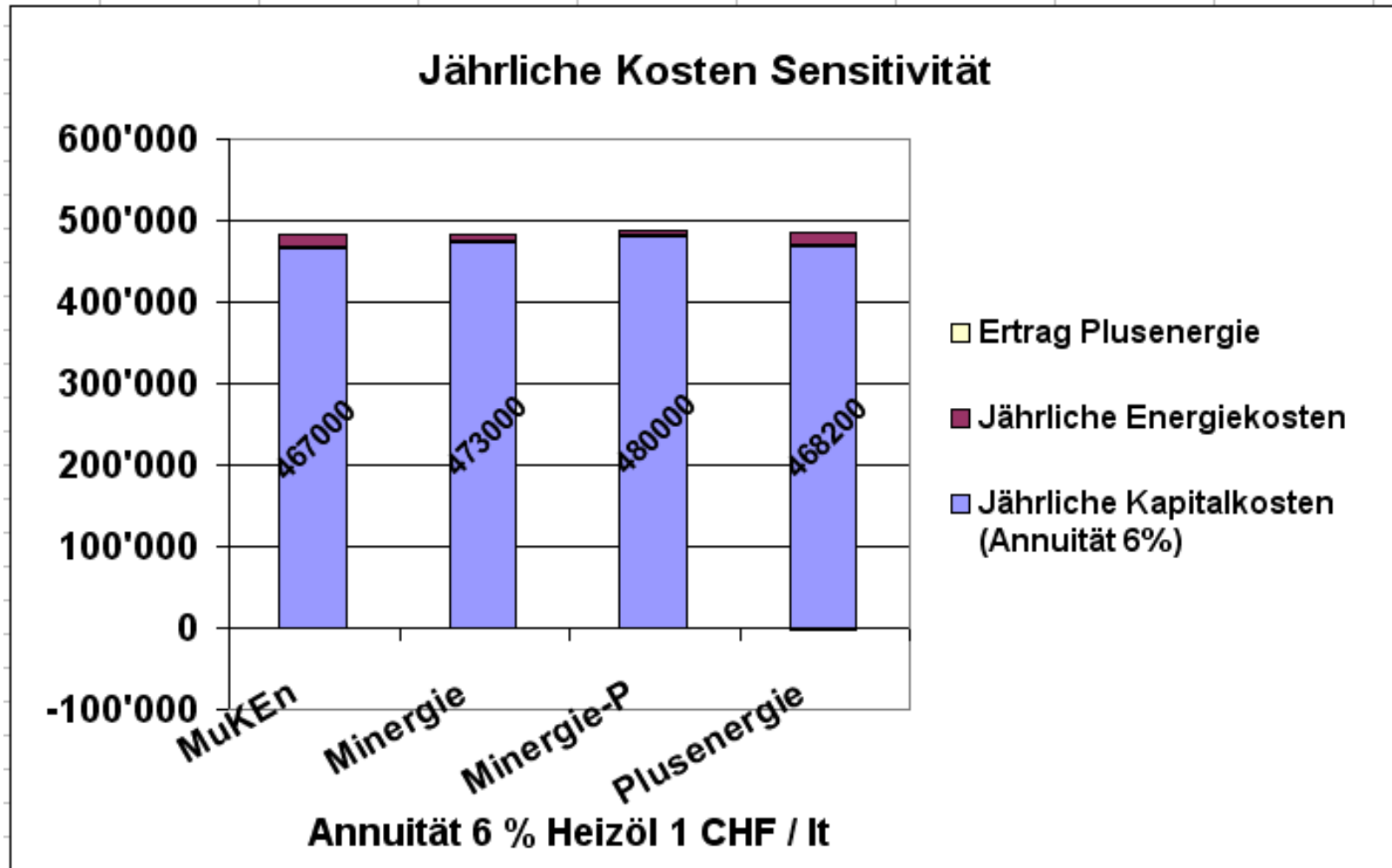


Abbildung 32: Jahreskosten Neubau: Kurze Nutzungsdauer; E-Preis heute

Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch

Investitionskosten CHF 7.5 Mio.
 Nutzungsdauer 40 Jahre
 Energiebezugsfläche 2'500m²
 Annuität / Zins 4% / 2.5 %
 Heizöl CHF 2/t

	MuKEN 100 %	Minergie 103 %	Minergie P 105 %	Plusenergie 100 %
Investitionskosten CHF	7 '500 '000	7 '725 '000	7 '875 '000	7 '590 '000*
Jährliche Kapitalkosten (Annuität 4%)	300 '000	309 '000	315 '000	303 '600
Jährliche Energiekosten (2 CHF/t Erdöl) Ertrag Plusenergie	34 '000 6,8 Liter	19 '000 3,8 Liter	15 '000 3,0 Liter	34 '000 6,8 Liter 6 '000*
Total jährliche Kosten	334 '000	328 '000	330 '000	332 '800

* 30 kWp x Fr 3000 = Fr 90'000; Ertrag: * 30000 kWh x 20 Rp/kWh = Fr 6000

Tabelle 52: Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch

Jahreskosten Neubau: lange Nutzungsdauer, Energiepreis hoch

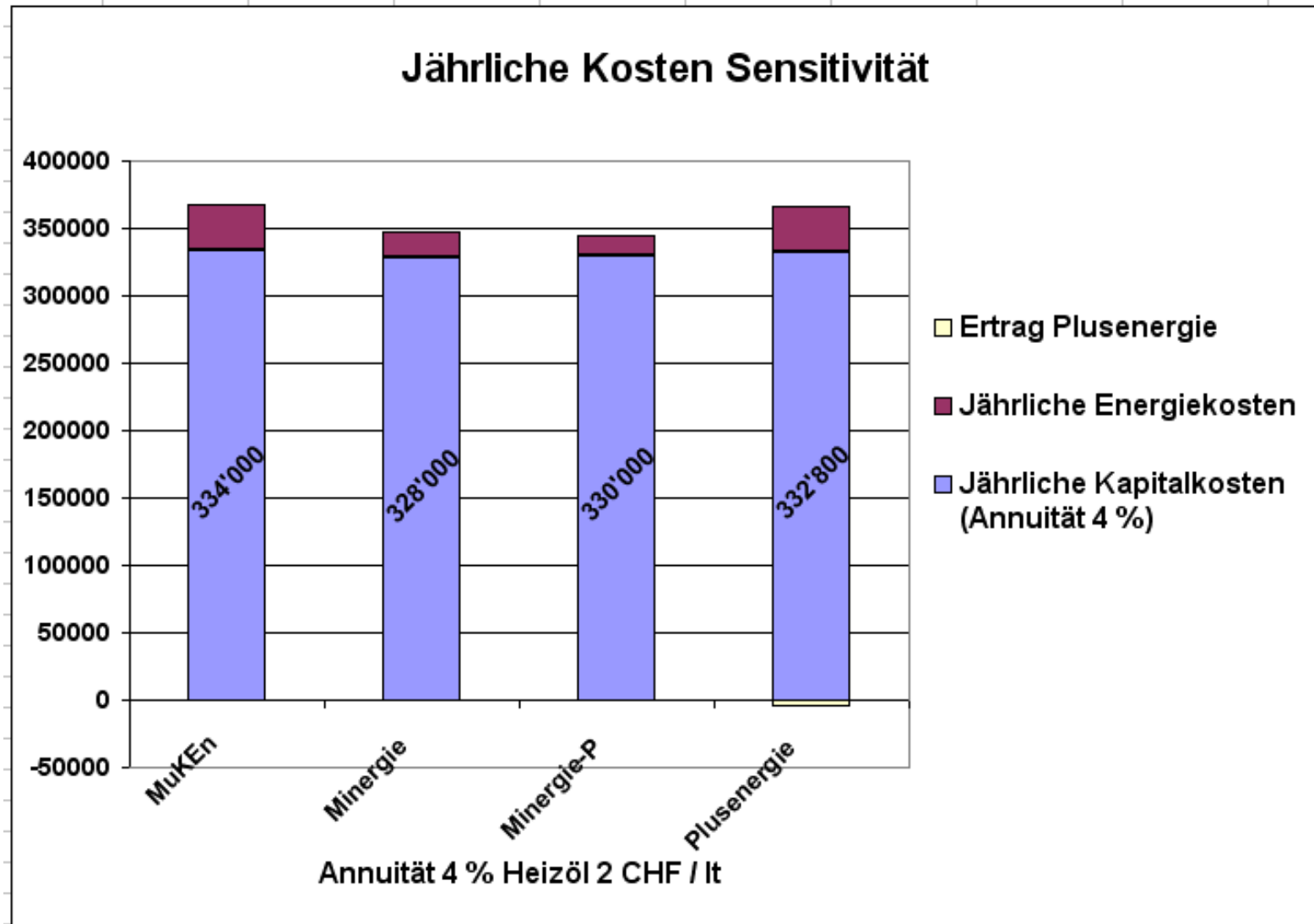


Abbildung 33: Jährliche Kosten Sensitivitäten

19. Berechnung mit Evalo-Tool

Mit dem Evalo-Tool sind die drei Varianten "Minimal", "Basic" und "Top" für ein Mehrfamilienhaus gerechnet worden. Die Annahmen finden sich in der folgenden Tabellen: "Minergie-P-Sanierung wirtschaftlich?"

Das wichtigste Ergebnis wird in der Grafik "Grenzkosten Sanierung Mehrfamilienhaus (MFH), Grenzkosten Photovoltaik (PV)" dargestellt. Es zeigt sich, dass es in der Variante "Minimal" Einsparungen von 11 Rappen pro kWh gemacht werden können. In der Variante "Basic" steigen diese auf 19 Rappen pro kWh und in der Variante "Top" auf 85 Rappen pro kWh. Das Gesetz der steigenden Grenzkosten wirkt. Andererseits ist eine Kostendegression bei der Photovoltaikanlage bei zunehmender Leistung bzw. PV-Fläche festzustellen. Eine 10 KWp-Anlage produziert zu 22 Rappen unter den getroffenen Annahmen, bei 20 KWp ergeben sich 19 Rappen pro kWh und bei 30 KWp 16 Rappen pro kWh.

Grundsätzlich kann aus diesen Berechnungen geschlossen werden, dass eine Optimierung der Energieeffizienz einerseits und eine möglichst grosse Anlage zur Stromproduktion andererseits anzustreben ist.



Mit dem Analyse-Tool EVALO einfach und schnell die Energieeffizienz prüfen.

1


Sie definieren Ihr Gebäude und **führen** **virtuell** die gewünschten **Sanierungsmaßnahmen** durch.


2

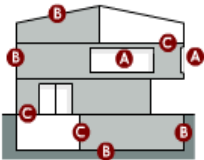
EVALO zeigt synchron die **energetische Verbesserung** durch die virtuellen Massnahmen anhand eines übersichtlichen **Vorher-/Nachher-Vergleichs** an, **berechnet Ihre Investitionen** unter Berücksichtigung allfälliger Förderungen und stellt Ihnen eine **ausführliche Dokumentation** in Form eines druckbaren PDF-Dokuments zur Verfügung.

KLICK


Sie sind informiert!







A	0 m ²	0.- CHF
B	95 m ²	3800.- CHF
C	0 m ²	0.- CHF
Total	95 m²	3800.- CHF

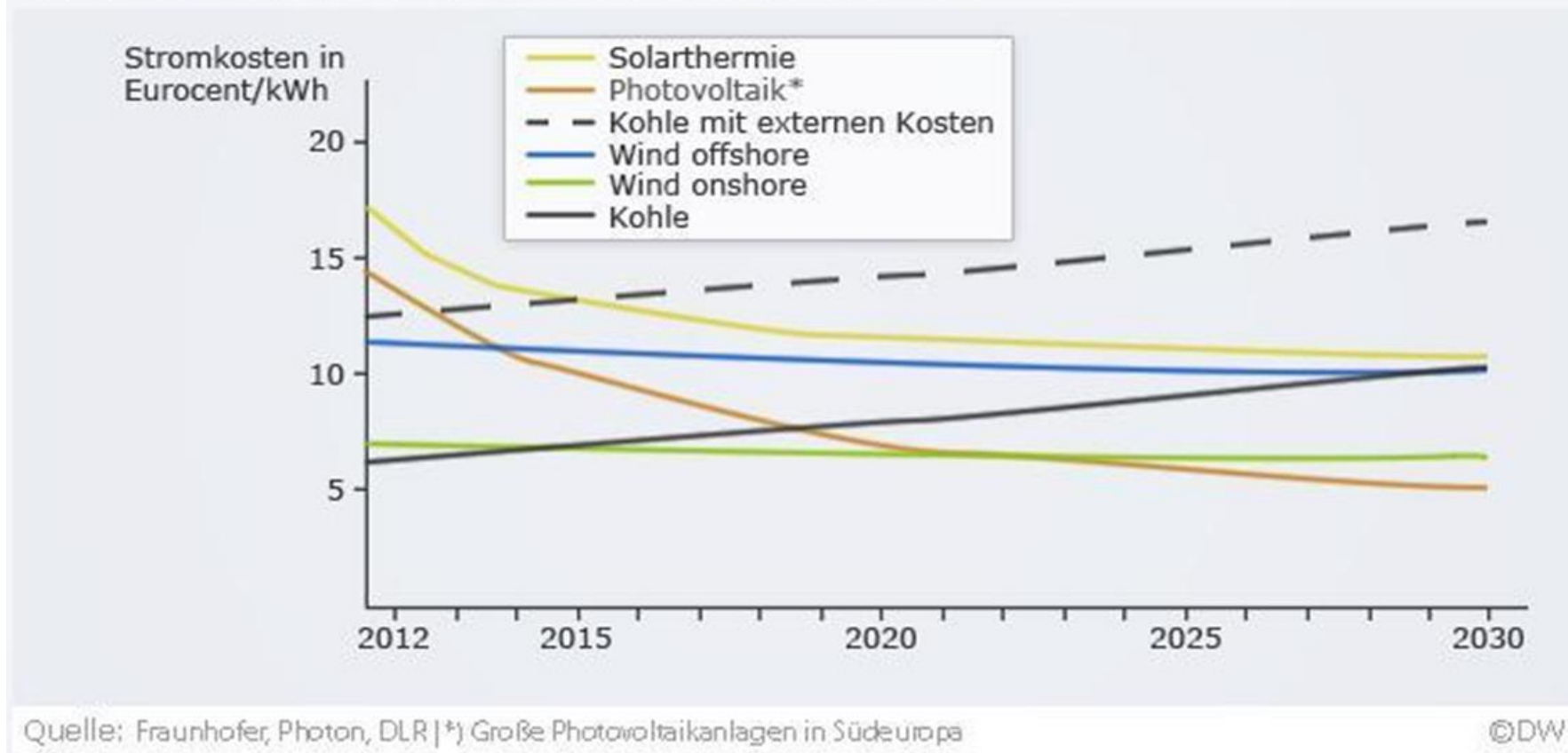


27	54	81	108	136	163
A	B	C	D	E	F
			95	115	

Starten

Abbildung 34: Analyse-Tool EVALO der Firma Flumroc

Erneuerbare Energien werden günstiger



→ Atomstrom ca. 8 Rp/kWh ohne extreme Kosten (inkl. 30-250 Rp/kWh)

→ Dr. Patrick Hofer-Noser, Meyer & Burger, ca. 5 Rp/kWh PV-Strom

Abbildung 35: Übersicht Preise: Erneuerbare Energien

Minergie-P-Sanierung wirtschaftlich?

<http://www.jetzt-daemmen.ch/evalo/>

Sanierung Mehrfamilienhaus Investitionskosten

Annahmen

Mehrfamilienhaus: 3 Segmente, 18 Wg à 80m², EBF 1'440m²
Oelverbrauch 18 lt/m², Oelpreis CHF 1/l, Total CHF 25'920/a

Abweichung +/- 30% möglich	Variante minimal CHF	%	Variante „basic“ CHF	%	Variante „top“ CHF	%
Dach	101,760.00		107'760.00		131'160.00	
Keller	77,760.00		92'640.00		100'200.00	
Aussenhülle	159,360.00		169'320.00		209'760.00	
Fenster/Türen	82,080.00		115'440.00		123'960.00	
Investitionskosten I	420,960.00	100%	485'160.00	115%	565'080.00	134%
Minus Fördergelder	50'400.00		55'200.00		62'400.00	
Minus Steuerabzug (Annahme: Einkommen CHF 200'000/a, 20 %)	84'192.00		97'032.00		113'016.00	
Investitionskosten II	286'368.00	100%	332'928.00	118%	389'664.00	140%

Tabelle 53: Vergleich Investitionskosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser

Minergie-P-Sanierung wirtschaftlich?

<http://www.jetzt-daemmen.ch/evalo/>

Sanierung Mehrfamilienhaus Jahreskosten / Grenzkosten

Annahmen

Mehrfamilienhaus: 3 Segmente, 18 Wg à 80m², EBF 1'440m²
 Ölverbrauch 18 lt/m², Ölpreis CHF 1/l, Total CHF 25'920/a

Abweichung +/- 30% möglich	Variante minimal CHF	%	Variante „basic“ CHF	%	Variante „top“ CHF	%
Investitionskosten II	286'368.00	100%	332'928.00	118%	389'664.00	140%
Pro Jahr (Annuität= 6%)	17'182.00		19'976.00		23'380.00	
Ölverbrauch alt	25'920.00	100%	25'920.00	100%	25'920.00	100%
Einsparung minus	-17'626.00	68%	-19'700.00	76%	-20'218.00	78%
Ölverbrauch neu	8'294.00	32%	6'220.00	24%	5'702.00	22%
Total Jahreskosten	25'476.00		26'196.00		29'082.00	
Grenzkosten	17182/ 17626		(19976-17182)/ (19700-17626)		(23380-19976)/ (20218-19700)	
CHF pro kWh	0.10		0.14		0.66	

Tabelle 54: Vergleich Jahreskosten / Grenzkosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser

Minergie-P-Sanierung wirtschaftlich?

<http://www.jetzt-daemmen.ch/evalo/>

Mehrfamilienhaus

Berechnung Photovoltaik

	10 kWp	20 kWp	30 kWp
Preis pro kWp	10x3500	20x3000	30x2500
Investitionskosten I	35'000.00	60'000.00	75'000.00
Minus Steuerabzug 20%	7'000.00	12'000.00	15'000.00
Investitionskosten II	28'000.00	48'000.00	60'000.00
Jahreskosten (Annuität = 8%)	2'240.00	3'840	4'800.00
Ertrag in kWh	10'000	20'000	30'000
Kosten kWh CHF	0.22	0.19	0.16

Annuität = Zinskosten und Amortisation

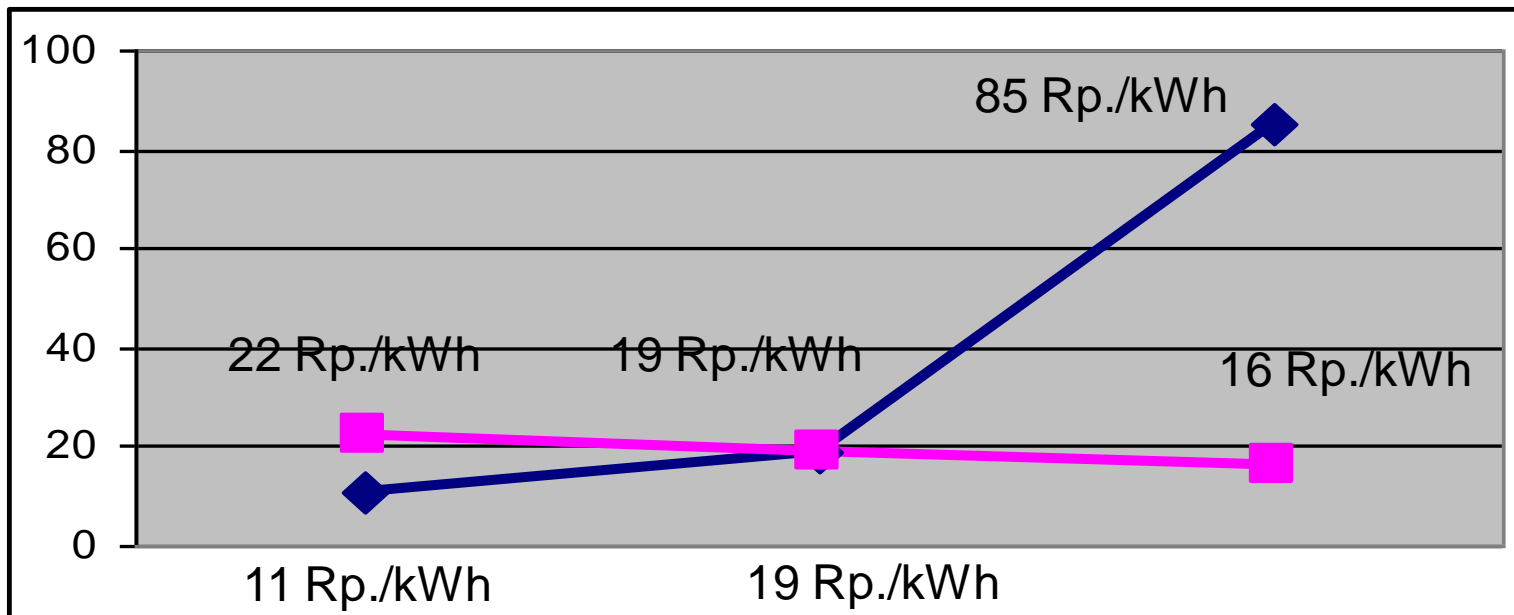
Tabelle 55: Vergleich Investitionskosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser mit Photovoltaik

Grenzkosten Sanierung Mehrfamilienhaus (MFH)

Grenzkosten Photovoltaik (PV)

Effizienzmassnahmen: Mit Steuerabzug, mit Förderbeiträgen

Photovoltaik: Mit Steuerabzügen, ohne Förderbeiträge



	Variante „minimal“	Variante „basic“	Variante „top“
Dämmung			
Leistung PV	10 KW	20 KW	30 KW
Dämmstärke	12 cm	16 cm	24 cm
U-Wert W/(m²*k)	0.25	0.20	0.15

Abbildung 36: Vergleich Grenzkosten von Wärmedämmung und Photovoltaikanlagen

20. Berechnung mit GEAK

→ Planungswerte

→ Reale gemessene Werte



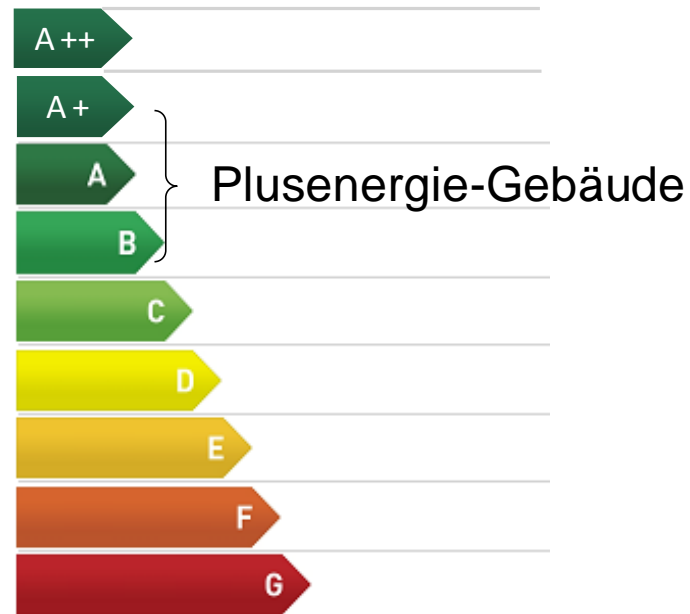
GEBÄUDEENERGIEAUSWEIS DER KANTONE

→ einfach, klar

→ nicht nur Energie, Franken, Rappen

= Strategie Papier Plusenergie-Gebäude → Download unter:

<http://www.energie-plattform.ch/peg/strategie-zum-peg-arbeitspapier>



Beispiel Mehrfamilienhaus



Objekt:

Gebäudekategorie:	Mehrfamilienhaus
Strasse & Nr.:	...
PLZ, Ort:	...
Baujahr:	1961
Renovation:	
Anzahl Bewohner:	18
Anzahl Wohnungen:	9

Gebäudedaten:

Energiebezugsfläche:	705 m ²
Lichte Raumhöhe:	2.40 m
Anzahl Geschosse:	3

Abbildung 38: Verwendetes Praxisbeispiel für Berechnungsgrundlage

Variante A GEAK:

Das Gebäude wird umfassend energetisch saniert (Dach, Wand, Boden). Die Heizzentrale wird ersetzt, es wird empfohlen an die Fernwärme anzuschliessen. Sämtliche Küchen werden modernisiert und Best Geräte eingebaut.

Variante E Offerte:

Diese Variante entspricht energetisch der Variante A GEAK. Anstelle der vom GEAK-Tool automatisch generierten Kosten wurden für die einzelnen modernisierten Bauteilen Kosten einer für die Arbeiten bereits eingeholten Offerte eingesetzt.

Variante U Unterhalt:

Es werden keine energetischen Massnahmen durchgeführt. Es werden nur Unterhaltsarbeiten durchgeführt. Da die Küchen bereits sehr alt sind und gewisse Geräte defekt, werden in dieser Variante sämtliche Küchen modernisiert und Best-Geräte eingebaut.

	Ist-Zustand	A GEAK	E Offerte	U Unterhalt
Energiebezugsfläche [m ²]	705	705	705	705
Heizung* [kWh/a]	170'991	11'820	11'820	119'693
Warmwasser* [kWh/a]	18'695	14'775	14'775	14'775
Elektrizität [kWh/a]	16'279	16'383	16'383	15'786
Gesamtkosten der Massnahmen [CHF]	0	735'830	612'497	317'590
Total Förderbeiträge [CHF]	0	-101'906	-101'906	0
Total Initial-Aufwand [CHF]	0	633'924	510'591	317'590
Jährliche Energiekosten** [CHF/a]	22'021	4'990	4'941	14'016

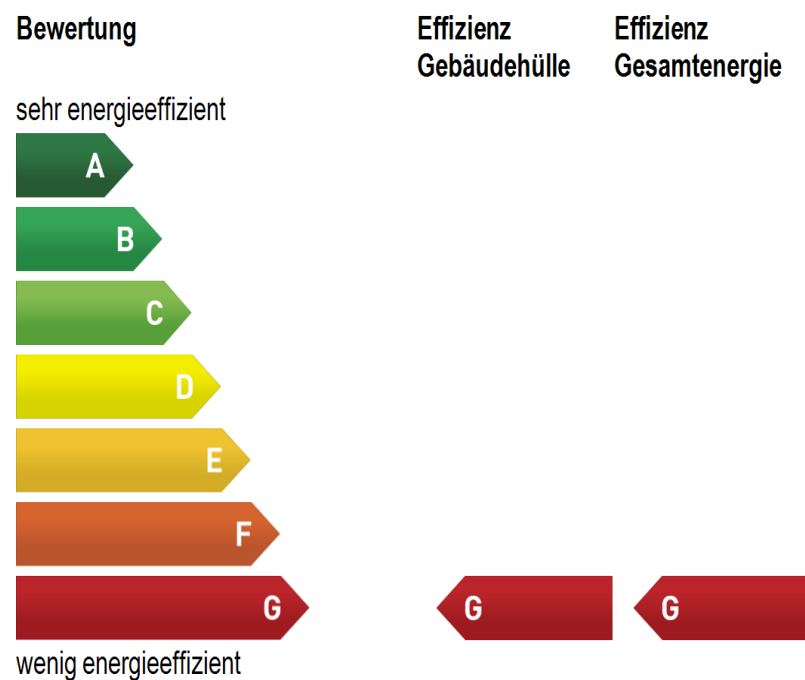
* ohne Solarthermie

** der anrechenbare Anteil der Solarthermie und Elektrizitätsproduktion ist abgezogen

Tabelle 56: Praxisdaten Mehrfamilienhaus für Berechnungsgrundlage

Beschreibung	Fläche [m ²]	U-Wert [W/(m ² K)]			Bewertung
		Ist-Zustand	MuKE n 08 ¹	Gebäudeprogramm ³	
Decke geg. unbeheizte Räume	235	2.0	≤ 0.28	≤ 0.25	leicht abgenutzt
Wand gegen Aussenluft	338	1.2	≤ 0.25	≤ 0.20	abgenutzt
Fenster & Türen vertikal	88	3.0	≤ 1.3	≤ 0.7 (Glas) ⁴	abgenutzt
Boden gegen unbeheizte Räume	235	1.9	≤ 0.3	≤ 0.25	leicht abgenutzt

- 1) Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich 2008, Einzelanforderungen nach Art. 1.6 a) und Anhang 1b.
- 2) Für Bauteile weniger als 2m im Erdreich gelten Anforderungen gegen Aussenluft.
- 3) Förderprogramm für energetische Gebäudeerneuerung. www.dasgebaeudeprogramm.ch
- 4) Fenster sind nur förderberechtigt, wenn gleichzeitig die sie umgebende Fassaden- oder Dachfläche saniert wird. Thermisch optimierter Glasabstandhalter in Kunststoff oder Edelstahl.



	Standard	Aktuell	
Kenndaten			
(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)			
Effizienz Gebäudehülle:	169	169	kWh/(m ² a)
Effizienz Gesamtenergie:	342	370	kWh/(m ² a)
Netto gelieferte Energie pro Jahr			
(basierend auf effektivem Heizwärmebedarf $Q_{h,eff}$)			
Elektrizität:	16'279	24'788	kWh/a
Heizung:	170'991	170'991	kWh/a
Warmwasser:	18'695	18'695	kWh/a
PV-Ertrag:	0	0	kWh/a
WKK-Ertrag	0	0	kWh/a
Energieverbrauch pro Jahr			
(gemessener durchschnittlicher Verbrauch)			
Elektrizität:		0	kWh/a
Heizung / Warmwasser:		155'900	kWh/a
CO₂-Äquivalente	79	81	kg/(m ² a)

Die Etiketle basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten.

Der gemessene Verbrauch kommt in der Regel dem effektiven Bedarf (unter aktueller Belegung und Nutzung) am nächsten (und sollte sich im Toleranzbereich von +/- 20% bewegen).

Abbildung 39: Basiswerte des Praxisbeispiel: Berechnungsgrundlage GEAK

Zusammenfassung der Massnahmen Gebäudehülle:

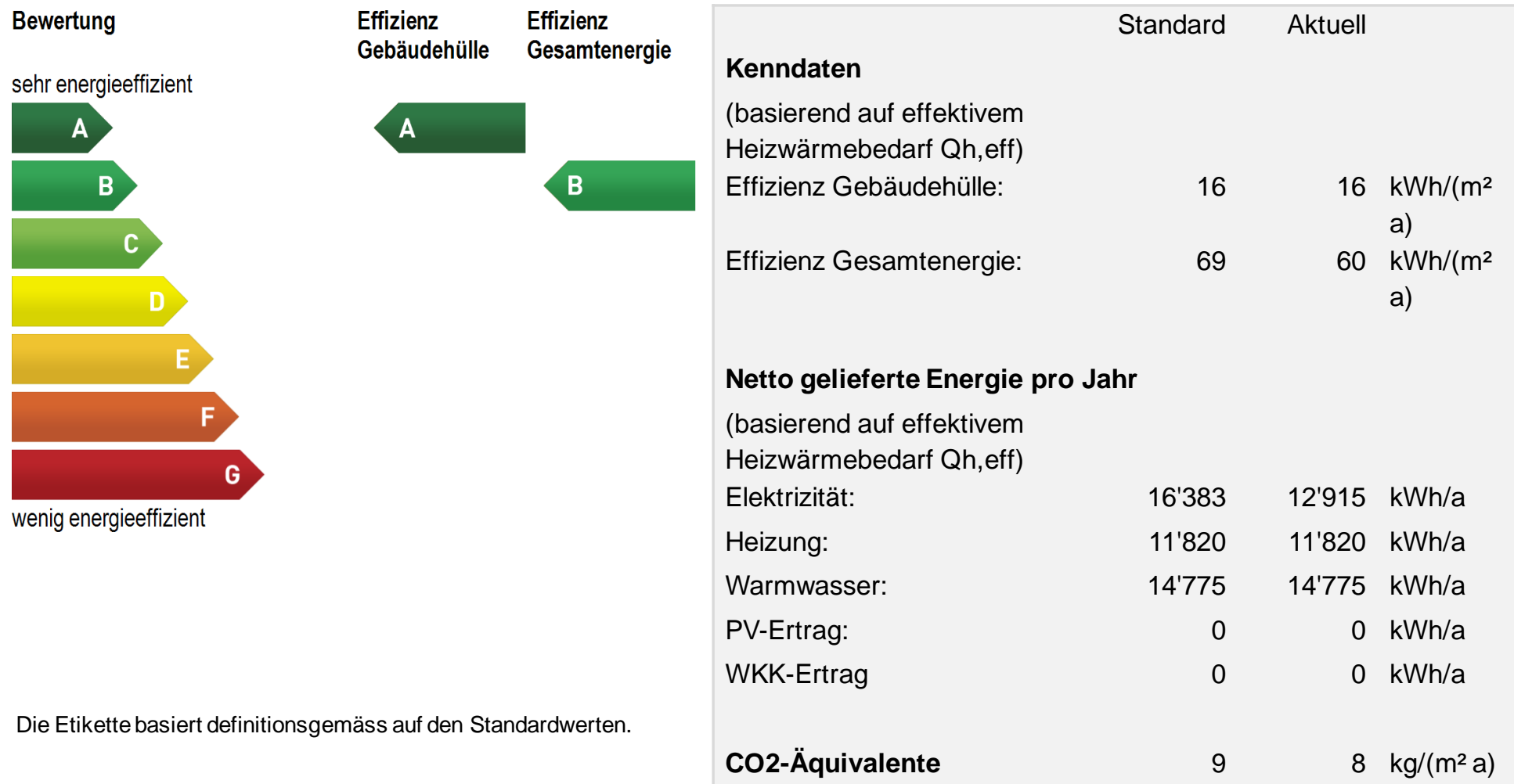
Beschreibung	Kürzel	Bezeichnung	Fläche [m ²]	U-Wert /Psi-Wert	g-Wert
Decke	DU	A Attica-Therm 15cm+EPS 5cm	235.00	0.17 W/(m ² K)	
Wände	WA-xx	A Sager Neopor 15 20cm	338.00	0.13 W/(m ² K)	
Fenster	F-xx	A Swiss Windows Isolux 0.82	85.20	0.82 W/(m ² K)	0.48
	Tür	A Swiss Windows	3.20	1.40 W/(m ² K)	0.00
Böden	BU	A Bauder PIR 12cm	226.00	0.19 W/(m ² K)	
Wärmebrücken	WB-1	A/E Balkon durchbetoniert	36.00	0.70 W/(mK)	
	WB-2	A/E Boden - Kellerinnenwand	82.00	0.15 W/(mK)	
	WB-3	A Gebäudesockel	31.00	0.10 W/(mK)	

Tabelle 57: Vorgeschlagene Massnahmen für das Praxisgebäude basierend auf dem GEAK Berechnungstool

Zusammenfassung der Massnahmen Gebäudetechnik:

Beschreibung	Kürzel	Bezeichnung		
Wärmeerzeuger	WE-1	Fernwärme Heizung		
	WE-2	Fernwärme WW		
Heizung	HE-1	Radiatoren Fernwärme	WE-1	100%
Warmwasser	WW-1	Unterstation pro Wohnung (Fernwärme)	WE-2	100%,
Elektrizität	GE-1 – GE-6	Ersatz der Elektrogeräte durch Best-Geräte		
	GE-8	Einbau neuer Geschirrspüler		
	GE-7	Einbau einer Komfortlüftung in allen Wohnungen		
	BL-1 – BL-4	Erneuerung Beleuchtung		
Photovoltaik	PH-1	Installation einer PV- Anlage		

Tabelle 58: Vorgeschlagene Massnahmen für das Praxisgebäude basierend auf dem GEAK Berechnungstool

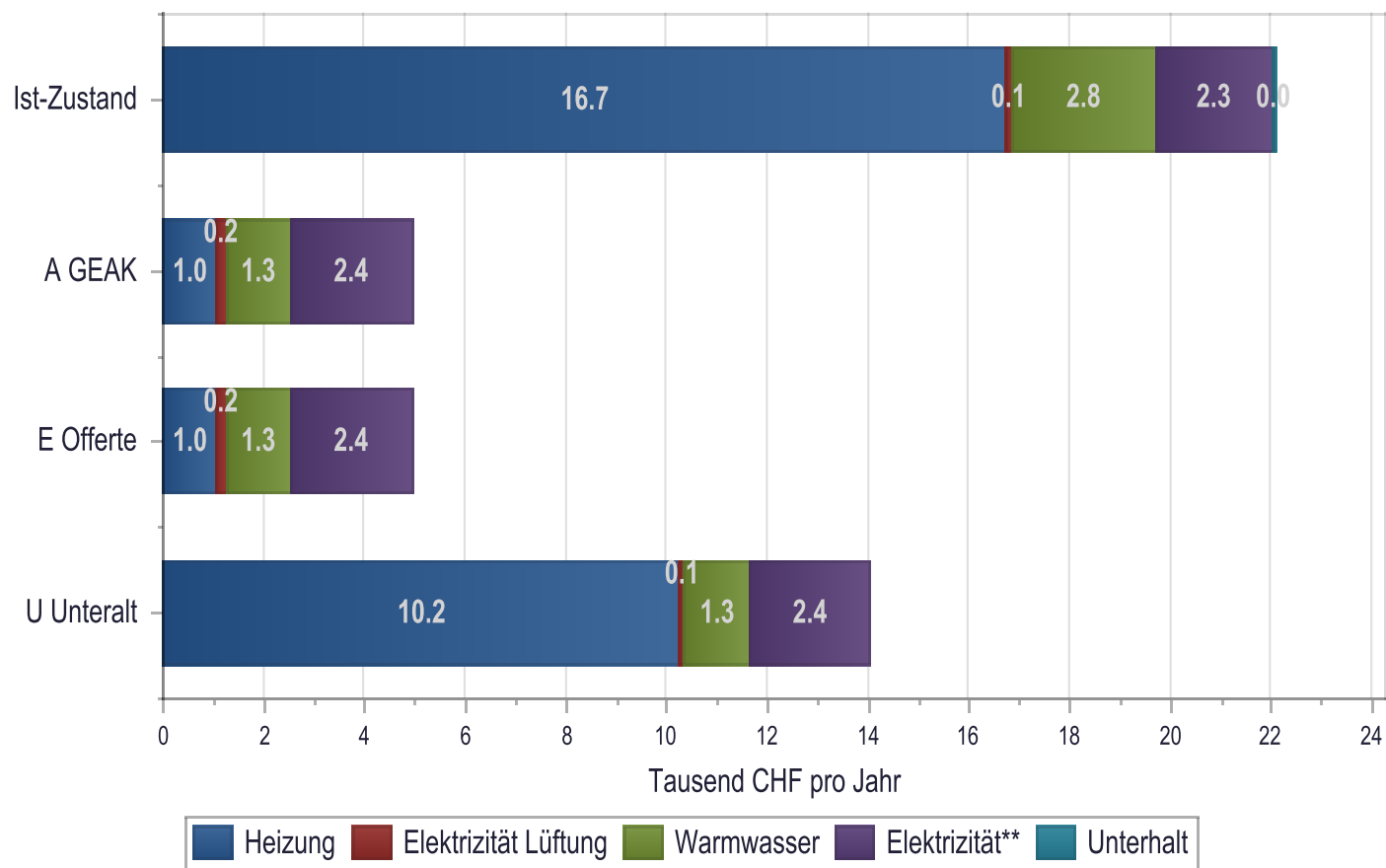


Die Etiketle basiert definitionsgemäss auf den Standardwerten.

Abbildung 40: Basiswerte des Praxisbeispiel nach der Sanierung: Berechnungsgrundlage GEAK

Jährliche Energiekosten - Energiekosten bei standardisierter Belegungsdichte und Nutzungsverhalten:

(Es wurde keinen Unterhaltsarbeiten berücksichtigt)



** der anrechenbare Anteil der Solarthermie und Elektrizitätsproduktion ist abgezogen

Abbildung 41: Übersicht jährliche Energiekosten bei standardisierter Belegungsdichte

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei Standardnutzung

Berechnung mit einer jährlichen Energiepreis-Teuerung von 0.0%,

	A GEAK [CHF]	E Offerte [CHF]	U Unterhalt [CHF]
Gesamtkosten der Massnahmen	735'830	612'497	317'590
Zusatzinvestitionen und Restwertgutschrift über Betrachtungsdauer	57'222	35'892	28'177
Förderbeiträge	-101'906	-101'906	0
Gesamtkosten über Betrachtungsdauer	691'146	546'483	345'767
Barwert der Energiekosteneinsparung über Betrachtungsdauer	-334'407	-333'458	-156'289
Netto-Gesamtinvestition über Betrachtungsdauer	356'739	213'025	189'478

(Kalkulationszinssatz: 2.0%, Allg. jährliche Teuerung: 0.0%, Jährliche Energiepreis-Teuerung: 0.0%, Betrachtungsdauer: 25 Jahre)

Berechnung mit einer jährlichen Energiepreis-Teuerung von 2.0%,

	A GEAK [CHF]	E Offerte [CHF]	U Unterhalt [CHF]
Gesamtkosten der Massnahmen	735'830	612'497	317'590
Zusatzinvestitionen und Restwertgutschrift über Betrachtungsdauer	57'222	35'892	28'177
Förderbeiträge	-101'906	-101'906	0
Gesamtkosten über Betrachtungsdauer	691'146	546'483	345'767
Barwert der Energiekosteneinsparung über Betrachtungsdauer	-427'946	-426'997	-200'130
Netto-Gesamtinvestition über Betrachtungsdauer	263'200	119'486	145'637

(Kalkulationszinssatz: 2.0%, Allg. jährliche Teuerung: 0.0%, Jährliche Energiepreis-Teuerung: 2.0%, Betrachtungsdauer: 25 Jahre)

Tabelle 59: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit und ohne Energiepreissteigerungen

22. Literaturverzeichnis

- [1] Kosten des Heizöls als Endenergie www.migrol-heizöl.ch
- [2] Ölverbrauch vor der Renovation http://www.energie-cluster.ch/ecweb5/de/ecweb_site/veranstaltungen/energie-aperos/energie-aperos-2015/meiringen_christen.pdf
- [3] Kosten der Elektrizität aus dem Netz, ewb Bern Naturstrom
- [4] Rückvergütung für Elektrizität aus der Photovoltaik http://helion-solar.ch/photovoltaik/einmalverguetung-kev_ab_01.10.2015_KEV_<_30KWp
- [5] Anzahl Wohnungen im MFH, Geschossfläche pro Wohnung <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/09/01/key.html>
- [6] Bruttomiete vor der Sanierung www.homegate.ch
- [7] Jahresarbeitszahl JAZ der Wärmepumpe http://www.energie-cluster.ch/ecweb5/de/ecweb_site/veranstaltungen/energie-aperos/energie-aperos-2014/referate-2014-13-energie-aperos-muensingen/05_zehnder_20140424_energieapero_mzehnder.pdf
- [8] Annuität der Investitionskosten <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/09/01/key.html>
- [9] Photovoltaik_Gesamtfläche; pro kWp benötigte Fläche; Installierte Nennleistung; Investitionskosten <http://helion-solar.ch/referenzen/referenzengalerie>
- [10] Elektrizitätsverbrauch eines Haushalts pro Jahr inkl. allg. Verbrauch; Auswertung www.energybox.ch über 13'000 Haushalte
- [11] Einsparung durch sparsame Haushaltung http://energie-cluster.ch/ecweb5/de/ecweb_site/veranstaltungen/energie-aperos/energie-aperos-2015/bern_grossen.pdf
- [12] Finanzierung_Anteil des Fremdkapitals; Finanzierung_Zinssatz für Fremdkapital <https://www.comparis.ch/hypotheken/zinssatz/laufzeiten.aspx?cantoncode=BE>
- [13] Anteil Überwälzung Investitionskosten auf Mietzinsen <http://www.mietrecht.ch/?id=30>
- [14] Grenzsteuersatz für Steuerabzug http://www.fin.be.ch/fin/de/index/steuern/steuern_berechnen/steueranlagen.html

23. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der Eingangsdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern, die gemeinsam für alle Sanierungsvarianten gelten.....	7
Tabelle 2: Definition Energiestandards.....	8
Tabelle 3: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 4 Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein Mehrfamilienhaus	11
Tabelle 5 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses	14
Tabelle 6 Zusammenstellung der Renditen aller Sanierungsvarianten für ein Einfamilienhaus	16
Tabelle 7: Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute	18
Tabelle 8: Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch	18
Tabelle 9: Liste der Eingangsdaten für die Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern, die gemeinsam für alle Sanierungsvarianten gelten.....	25
Tabelle 10: Verbrauchsangaben zu den Sanierungsvarianten	25
Tabelle 11: Kostenrechnung Pinsel-Renovation	27
Tabelle 12: Kostenrechnung MuKE.....	28
Tabelle 13: Kostenrechnung MINERGIE Neubau-Standard	29
Tabelle 14: Kostenrechnung MINERGIE-P Neubau-Standard	30
Tabelle 15: Kostenrechnung MuKE optimiert Plusenergie	31
Tabelle 16: Kostenrechnung MuKE Plusenergie.....	32
Tabelle 17: Kostenrechnung MINERGIE Plusenergie.....	33
Tabelle 18: Kostenrechnung MINERGIE-P Plusenergie	34
Tabelle 19: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	36
Tabelle 20: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	38
Tabelle 21: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	40
Tabelle 22: Mietzinsüberwälzung ohne/mit Subventionen	43
Tabelle 23: Bruttomieten ohne/mit Subventionen	44

Tabelle 24: Berechnung der Nettorenditen 1	47
Tabelle 25: Berechnung der Nettorenditen 2	50
Tabelle 26 B: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3B.....	53
Tabelle 27: Vergleich der verschiedenen Renditen für alle Sanierungsvarianten.....	57
Tabelle 28: Energierenditen für Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug	58
Tabelle 29: CO ₂ -Reduktion pro Jahr	59
Tabelle 30: Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und Photovoltaik (PV)	64
Tabelle 31: Kostenrechnung Pinsel-Renovation	66
Tabelle 32: Kostenrechnung MuKE n	67
Tabelle 33: Kostenrechnung MINERGIE Neubau-Standard	68
Tabelle 34: Kostenrechnung MINERGIE-P Neubau-Standard	69
Tabelle 35: Kostenrechnung MuKE n optimiert Plusenergie	70
Tabelle 36: Kostenrechnung MuKE n Plusenergie.....	71
Tabelle 37: Kostenrechnung MINERGIE Plusenergie.....	72
Tabelle 38: Kostenrechnung MINERGIE-P Plusenergie	73
Tabelle 39: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	74
Tabelle 40: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	76
Tabelle 41: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	78
Tabelle 42: Ergebnis der Wärme-Sanierung	81
Tabelle 43: Berechnung der Nettorenditen 1	82
Tabelle 44: Berechnung der Nettorenditen 2	84
Tabelle 45: Berechnung der Eigenkapitalrenditen 3	86
Tabelle 46: Vergleich der verschiedenen Renditen für alle Sanierungsvarianten.....	88
Tabelle 47: Energierenditen für Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug.....	89
Tabelle 48: CO ₂ -Reduktion pro Jahr bei den verschiedenen Sanierungsvarianten.....	89
Tabelle 49: Bilanz Elektrizität mit Gebäudebetrieb, Haushalt und Photovoltaik (PV)	94

Tabelle 50: Variante 1: Amortisation 25 Jahre, Energiepreis heute	95
Tabelle 51: Variante 2: Lange Abschreibung – Energiepreis hoch	97
Tabelle 52: Vergleich Investitionskosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser.....	101
Tabelle 53: Vergleich Jahreskosten / Grenzkosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser	102
Tabelle 54: Vergleich Investitionskosten für Dämmung bei Mehrfamilienhäuser mit Photovoltaik	103
Tabelle 55: Praxisdaten Mehrfamilienhaus für Berechnungsgrundlage.....	108
Tabelle 56: Vorgeschlagene Massnahmen für das Praxisgebäude basierend auf dem GEAK Berechnungstool.....	111
Tabelle 57: Vorgeschlagene Massnahmen für das Praxisgebäude basierend auf dem GEAK Berechnungstool.....	112
Tabelle 58: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit und ohne Energiepreissteigerungen.....	115

23. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	10
Abbildung 2 Bruttomiete Neu als Funktion des Ölpreises	12
Abbildung 3 Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität	13
Abbildung 4 Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten eines Einfamilienhauses	15
Abbildung 5 Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität	17
Abbildung 6 CO ₂ +Öko-Abgaben Mietpreiserhöhung und Rückverteilung MFH Sanierungen mit Mietzinserhöhungen nach der Rückverteilung	19
Abbildung 7 Investitionsrendite EFH vor Subventionen und Steuerabzügen mit Umverteilung der VOC+CO ₂ +Öko-Abgaben Stufe 0-2*	20
Abbildung 8: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	37
Abbildung 9: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen	39
Abbildung 10: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen	41
Abbildung 11: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzüge (Investitionskosten minus Kosten für eine Pinselrenovation)	42
Abbildung 12: MFH Sanierung: Bruttomiete ohne/mit Subventionen	45
Abbildung 13: Neue Bruttomiete ohne/mit Subventionen in Prozent der Bruttomiete vor der Sanierung	46
Abbildung 14: Nettorenditen 1	49
Abbildung 15: Nettorenditen 2	52
Abbildung 16: Eigenkapitalrenditen ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug	56
Abbildung 17: Energierenditen	60
Abbildung 18: CO ₂ -Einsparung durch die Sanierung	61
Abbildung 19: Bruttomiete Neu als Funktion des Ölpreises	62
Abbildung 20: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität	62
Abbildung 21: Investitionskosten total für die Sanierungsvarianten	75
Abbildung 22: Investitionskosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen	77
Abbildung 23: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzügen	79
Abbildung 24: Kapitalkosten ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzüge (Investitionskosten minus Kosten für eine Pinselrenovation)	80

Abbildung 25: Nettorenditen 1	83
Abbildung 26: Nettorenditen 2	85
Abbildung 27: Eigenkapitalrenditen ohne/mit Subventionen, ohne/mit Steuerabzug	87
Abbildung 28: Energierenditen für die Sanierung eines EFH.....	90
Abbildung 29: CO ₂ Einsparung durch die Sanierung	91
Abbildung 30: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Strompreise aus dem Netz und ins Netz	92
Abbildung 31: Kapitalkosten + Betriebskosten als Funktion der Annuität.....	93
Abbildung 32: Jahreskosten Neubau: Kurze Nutzungsdauer; E-Preis heute.....	96
Abbildung 33: Jährliche Kosten Sensitivitäten.....	98
Abbildung 34: Analyse-Tool EVALO der Firma Flumroc.....	99
Abbildung 35: Übersicht Preise: Erneuerbare Energien.....	100
Abbildung 36: Vergleich Grenzkosten von Wärmedämmung und Photovoltaikanlagen	104
Abbildung 37: Gebäudeausweis der Kantone (GEAK).....	105
Abbildung 38: Verwendetes Praxisbeispiel für Berechnungsgrundlage.....	106
Abbildung 39: Basiswerte des Praxisbeispiel: Berechnungsgrundlage GEAK	110
Abbildung 40: Basiswerte des Praxisbeispiel nach der Sanierung: Berechnungsgrundlage GEAK.....	113
Abbildung 41: Übersicht jährliche Energiekosten bei standardisierter Belegungsdichte	114