

EnWI

Energetisch
Wirtschaftlich
Investieren



«Nachhaltige" Gebäudeerneuerungen

Gibt es win-win-win Situationen für Investoren, Mieter und Umwelt?

Dr. Ruedi Meier, oec. publ.

Raumplaner NDS/ETH-Z,
Ehrenpräsident energie-cluster.ch

Dr. Frank Kalvelage

Geschäftsleiter energie-cluster.ch

Christian Renken

Geschäftsleiter CR Energie GmbH,
Technologievermittler energie-cluster.ch



Inhalt

1. Einleitung: Ausgangslage, Konzept, Ziele
2. Tool EnWI: Systematik, Annahmen, Berechnungen
3. Berechnetes Fallbeispiel
4. Zusammenfassung
5. Fazit
6. Diskussion

Energiestrategie 2050



BEZUGSRAHMEN: RICHTWERTE

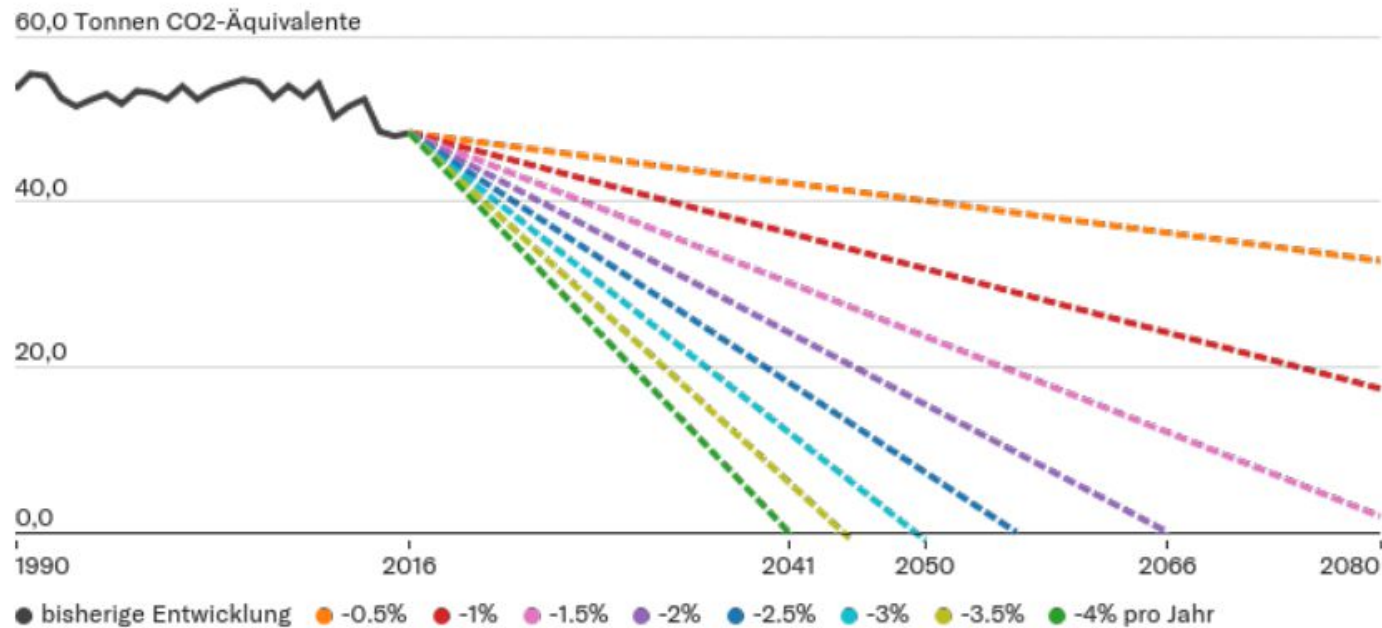
Bereich	2020 (kurzfristig, EnG)	2035 (mittelfristig, EnG)	2050 (Fernziel, Botschaft ES2050)
Endenergieverbrauch pro Person und Jahr	<i>minus 16%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>	<i>minus 43%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>	<i>minus 54%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>
Stromverbrauch pro Person und Jahr	<i>minus 3%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>	<i>minus 13%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>	<i>minus 18%</i> <i>(gegenüber 2000)</i>
Jahresproduktion Strom aus EE (ohne WK)	<i>mindestens 4400 GWh</i>	<i>mindestens 11'400 GWh</i>	<i>mindestens 24'200 GWh</i>
Jahresproduktion Wasserkraft	(kein Richtwert 2020)	<i>mindestens 37'400 GWh</i>	<i>mindestens 38'600 GWh</i>

MONITORING ENERGIESTRATEGIE 2050, MEDIENGESPRÄCH • 20. NOVEMBER 2018, Bundesamt für Energie BFE

Energiestrategie 2050

Minus 3 Prozent sind nötig für das Ziel

Treibhausgasausstoss der Schweiz: bisherige Entwicklung und mögliche Absenkpfade



Quelle: [Bafu](#). Berücksichtigt sind die Emissionen im Inland, ohne den Flugverkehr und die grauen Emissionen aus importierten Produkten.

Aktuelle Praxis

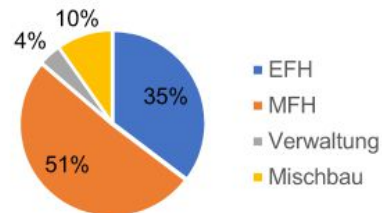


AWEL- Vollzugsuntersuchung Heizkesseleratz

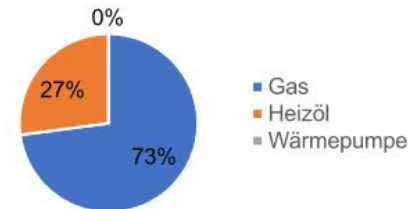
Grundlagen Untersuchung

- Untersuchung von 51 Objekten in den Gemeinden Zürich, Winterthur, Wallisellen, Schlieren, Horgen und Meilen
- Datum der Bewilligung im Jahr 2017
- Objekte mit einem Heizkesseleratz fossil → fossil (z.B. alt: Heizöl neu: Heizöl / alt: Heizöl neu: Erdgas / alt: Erdgas neu: Erdgas)
- wenige Anlagen mit einem Wechsel auf eine Wärmepumpe
- mehrheitlich Objekte im kleineren Leistungsbereich mit der Nutzung EFH und MFH

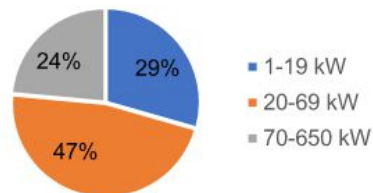
Nutzung



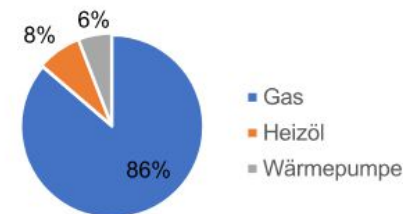
Feuerungsart vor dem Ersatz



Heizleistung nach dem Ersatz



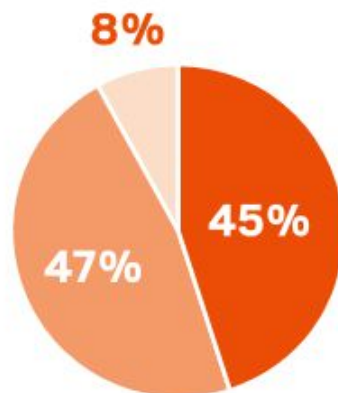
Feuerungsart nach dem Ersatz



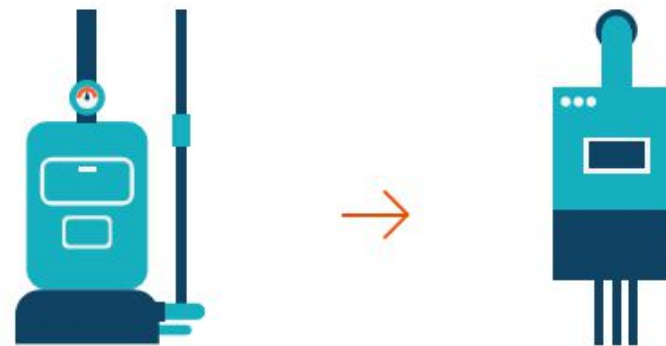
Vollzugsuntersuchung Heizkesseleratz 2017, AWEL, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft Abteilung Energie, Zürich

Das Gebäudeprogramm 2017 in Zahlen

Haustechnik: 2100 Heizungen ersetzt, zusätzlich 1350 Solarwärmeanlagen installiert



- Einfamilienhäuser
- Mehrfamilienhäuser
- Nicht-Wohnbauten



Ursprüngliche Heizung

Ölheizung	69%
Gasheizung	19%
Elektroheizung	12%

Neue Heizung

Wärmepumpe	73%
Holzfeuerung	22%
Wärmenetzanschluss	5%

© Das Gebäudeprogramm Jahresbericht 2017

Energetische Sanierung im Stau

- Pinselsanierungen dominieren. Zusatzinvestitionen > Unterhalt = unwirtschaftlich?
- Zu geringer Ersatz der fossilen Heizsysteme mit erneuerbaren Energien.
- Mangelhafte Transparenz:
 - Welche Sanierungsmassnahmen?
 - Auswirkungen Energie, CO₂, Wirtschaftlichkeit, Mieten, Rentabilität, etc.?
- Welche Bruttomieten lässt der Markt zu?
- Limitierte Finanzierungsmöglichkeiten durch begrenzte Eigenkapitalmittel

Gründe für die Gebäudesanierung

Ziele Eigentümer

- Werterhaltung
- Steigerung Attraktivität der Immobilie, wenig Leerbestand
- Mehr vermietbare Flächen durch Anbau und Aufstockung
- Erfüllung kantonaler Mindestanforderungen Energiegesetz
- Steigerung der Rentabilität bzw. Rendite

Vorteile Mieter

- Wohnkomfort
- Modernes Interieure, moderne Raumaufteilung
- Stabile, niedrige Nettomieten und Nebenkosten (u.a. Energie) bzw. Bruttomieten
- Nachhaltiges und umweltbewusstes Wohnen

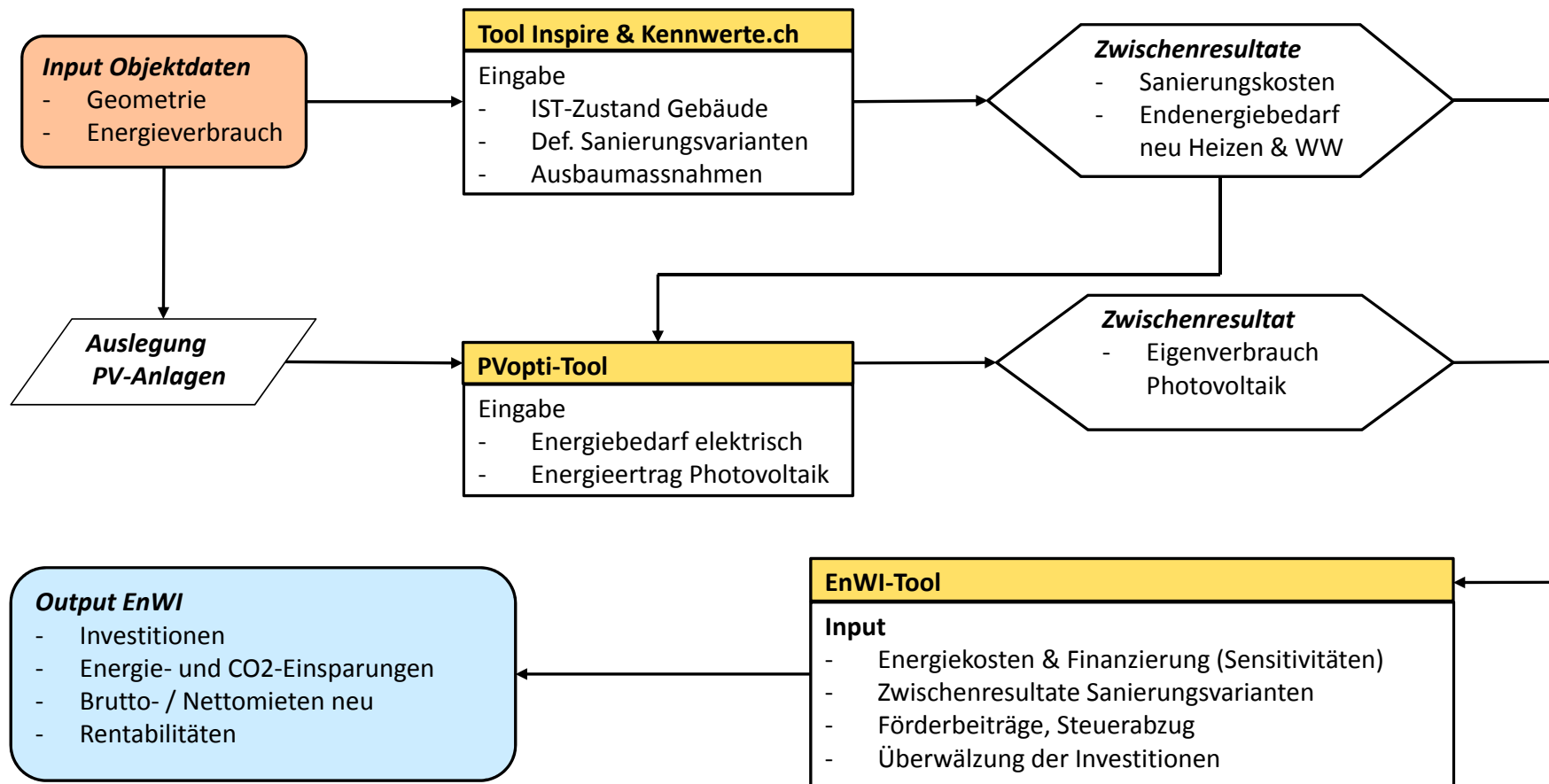
Öffentliche Hand/Umwelt

- Reduktion Energieverbrauch, Emissionen, CO₂

EnWI-Analysen

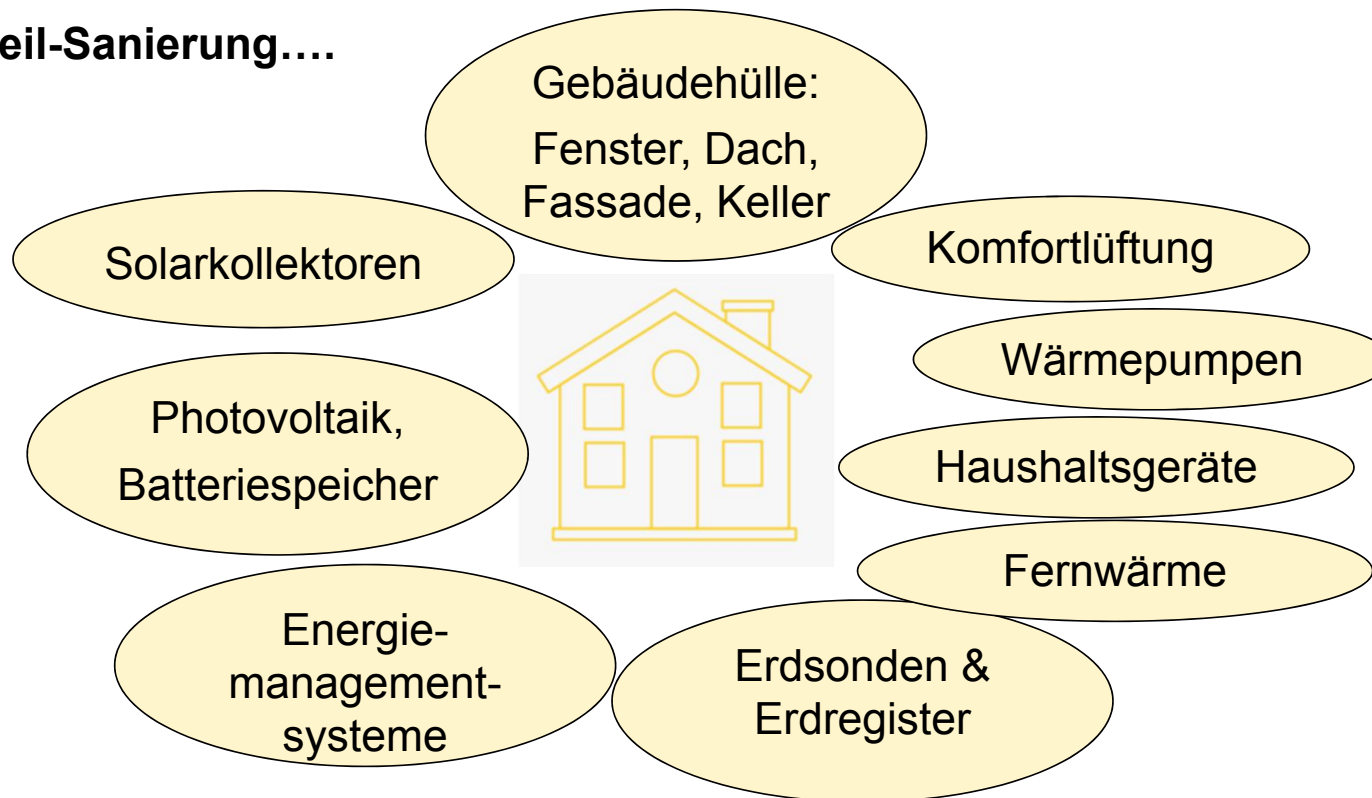
- **Vergleich alternativer Sanierungsvarianten/Standards bezüglich Energie-, CO₂-Einsparungen, Wirtschaftlichkeit:**
 - Investitionskosten, Kosten pro eingesparte kWh, Tonne CO₂, Energierendite
 - Ersatz fossilen Heizsysteme aufzeigen
 - Optimale Sanierungen?
 - Energetisch, wirtschaftliche Bauteil-Sanierungen (OP) vs. Gesamtsanierungen/Zusatznutzen (GS)
- **Auswirkungen auf:**
 - Bruttomieten, d.h. Nettomieten, Nebenkosten
 - Renditen, Eigenkapitalrenditen
 - CO₂-Abgabe mit Rückverteilung, Effekte auf den Mietzins
- **Wirkungen aufzeigen von Fördermitteln, Steuerabzügen**
- **Sensitivitätsberechnungen inkl. Auswirkungen von CO₂-Abgabe inkl. Rückverteilung**

EnWI – Systematische Berechnungsmethodik



EnWI – Sanierungsvarianten unterschiedlicher Eingriffstiefe

Von der Bauteil-Sanierung....



... bis zu vollumfänglichen Sanierungen:

- MuKE
- GEAK
- Minergie
- Minergie-P
- Minergie-A
- Plusenergiegebäude

EnWI – Eingabemaske: Grundannahmen der Energiekosten und für ökonomische Berechnungen

Variable Parameter

- Aktuelle und regionale Energiekosten
- Annuität
- Kapitalisierungsfaktor
- Grenzsteuersatz
- Wertvermehrender Investitionsanteil (Mietzinsüberwälzung), wählbar für jede Sanierungsvariante

Grundannahmen zur Berechnung der Sanierungsvarianten		
Energiekosten und CO2-Faktoren		
Heizöl		
Preis		85 CHF pro 100 lt
Umrechnungsfaktor kWh/Liter		10.5 kWh/lt
CO2-Emissionsfaktor		2.65 t / 1000lt
CO2-Abgabesatz		96 CHF / t CO2
Erdgas		
Preis		-
Biogas-Anteil		10.5 %
Umrechnungsfaktor CO2-Ausstoss		3.1 t / 1000lt
Strom		
Preise		
Hochtarif (6h-21h)		0.2312 CHF/kWh
Niedertarif (22h-5h)		0.2312 CHF/kWh
Prozentualer Anteil Hochtarif		70%
Durchschnittlicher Tages-Netzbezugspreis		0.23 CHF/kWh
Vergütung Überschuss Photovoltaik-Strom		0.103 CHF/kWh
Eigenverbrauch oder Verkauf Photovoltaik-Strom		0.2312 CHF/kWh
Unterhalts- und Betriebskosten Photovoltaik		0.02 CHF/kWh
Finanzierung		
Annuität		
Fremdkapitalanteil	70%	70%
Hypothekarzinsen	2.0%	2%
Risikozuschlag auf Fremdkapital	3.0%	3%
Zinssatz Eigenkapital	5.0%	5.0%
Weighted Average Cost of Capital (WACC)	2.9%	2.9%
Mittlere Nutzungsdauer	30	20 Jahre
Nominaler Annuitätsfaktor der Investition	5.0%	6.7%
Inflation	0.5%	0.5%
Realer Annuitätsfaktor der Investition	4.5%	6.2%
Faktor Mietzinsüberwälzung		
hypothekarischer Referenzzinssatz	1.5%	1.5%
Risikozuschlag	0.5%	0.5%
Verzinsung 50%	1.0%	1.0%
Amortisation	3.3%	5.0%
Unterhaltspauschale	10.0%	10.0%
Kapitalisierungsfaktor Mietzinsüberwälzung	4.8%	6.6%

EnWI – Beispiel Eingabemaske Sanierungsvarianten

Bis zu 9 Sanierungsvarianten im Vergleich:

9. Minergie-A				
Massnahmen und Investitionskosten				
	Fläche [m ²] oder Anzahl	Kosten [CHF/m ²]	Investitions- kosten [CHF]	Bechreibung der Massnahmen
Gebäudehülle				
Planung	432	45.-	19 440.-	Umfassende Sanierung mit Baugesuch
Dach/Estrich	171	225.-	38 475.-	EPS 22cm U-Wert = 0.15
Wand	328	340.-	111 520.-	Steinwolle 24cm U-Wert = 0.15
Kellerdecke	130	160.-	20 800.-	EPS-Dämmung 21cm U-Wert = 0.15
Fenster	81	857.-	69 417.-	Kunststofffenster U-Wert = 0.79
Luftdichtheit	1	15 000.-	15 000.-	
Gebäudetechnik				
Lüftungs- und Klimanlagen	1	195 080.-	195 080.-	
Heiz- und Warmwassersystem	1	49 900.-	49 900.-	Luft/Wasser 12kW, COP 2.96
Zusatzheizung				
Separate Warmwassererzeugung				
Stromproduktionsanlage	323	350.-	113 050.-	38 kWp, Eigenverbrauch 28%
Energiespeicher				
Haushaltsgeräte	1	65 500.-	65 500.-	
Weitere Massnahmen				
Küche / Bad neu				
An- oder Umbauten				
Investition total			698 182.-	

Bilanz Energie und Betriebskosten			
Fossile Energie:	Bedarf		Reduktion
Heizöl	bisher	11 794 lt/a	
	neu	0 lt/a	-11 794 lt/a

Energiebedarf (Endenergie)	kWh	kWh/m ²	Gewicht.- faktoren	kWh/m ² gewichtet	Energie- kosten CHF	Einsparung CHF
Raumwärme und Warmwasser						
Heiz- und Warmwassersystem	10 920	25.3	2	50.6	2 525.-	-7 500.-
Zusatzheizung						
Solarthermie /sep. WW-Erzeugung						
Elektrizität						
Gebäudetechnik / Allgemeinzähler	1 100	2.5	2	5.1	254.-	-592.-
Komfortlüftung	500	1.2	2	2.3	116.-	116.-
Haushaltsgeräte	12 900	29.9	2	59.7	2 982.-	-1 318.-
PV-Produktion						
davon Eigenverbrauch	-31 420	-72.7				
davon Überschussenergie	-8 798	-20.4	2	-40.7	-2 034.-	-2 034.-
	-22 622	-52.4	0.8	-41.9	-2 330.-	-2 330.-
Total	-6 000	-14		35	1 513.-	-13 659.-

Reduktion Treibhausgasemission und CO2-Abgabe					
CO2-Abgabe auf Brennstoffe	CO2- Emissionsfaktor [kg je Liter]	Abgabesatz 96 Fr/t CO2 [Rp. je Lt]	Ansatz Fr. je 1'000 lt	CO2- Emission [t CO2]	CO2-Abgabe [CHF]
Heizöl extraleicht	2.65	25.44	254.4	0.00	0.-
Reduktion Treibhausgasemission und CO2-Abgabe				31.25	3 000.-

Subventionen für die geplanten Energieeinsparmassnahmen	
Kantonal	56 160.- GEAK 4 Klassen verbessert
Gemeinde	
Swissgrid	17 800.- EIV

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

Gebäude: Neunfamilienhaus

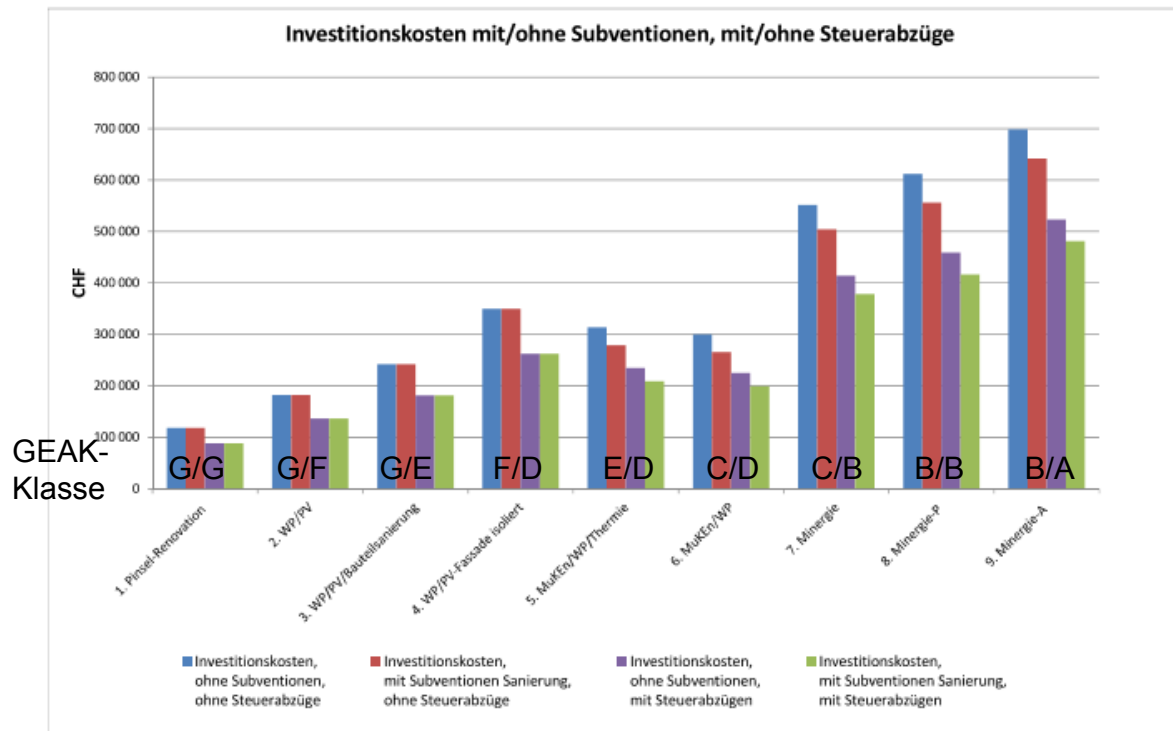
EBF 400 m²; Ölheizung; Endenergie Heizen & WW 287 kWh/m²

Bis zu 9 Sanierungsvarianten:

	GEAK-Klasse
1. Pinselsanierung	G/G
2. Wärmepumpe + PV	G/F
3. WP + PV + Isolation Dach und Keller	G/E
4. WP + VHF isoliert mit PV	F/D
5. MuKEEn-Variante WP + Thermie	E/D
6. MuKEEn-Variante WP + Gebäudehüllenisolierung	C/D
7. Minergie-Variante WP + Komfortlüftung	C/B
8. Minergie-P-Variante WP + Komfortlüftung	B/B
9. Minergie-A-Variante WP + Komfortlüftung + PV	B/A

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

Investitionskosten mit/ohne Subventionen und mit/ohne Steuerabzüge

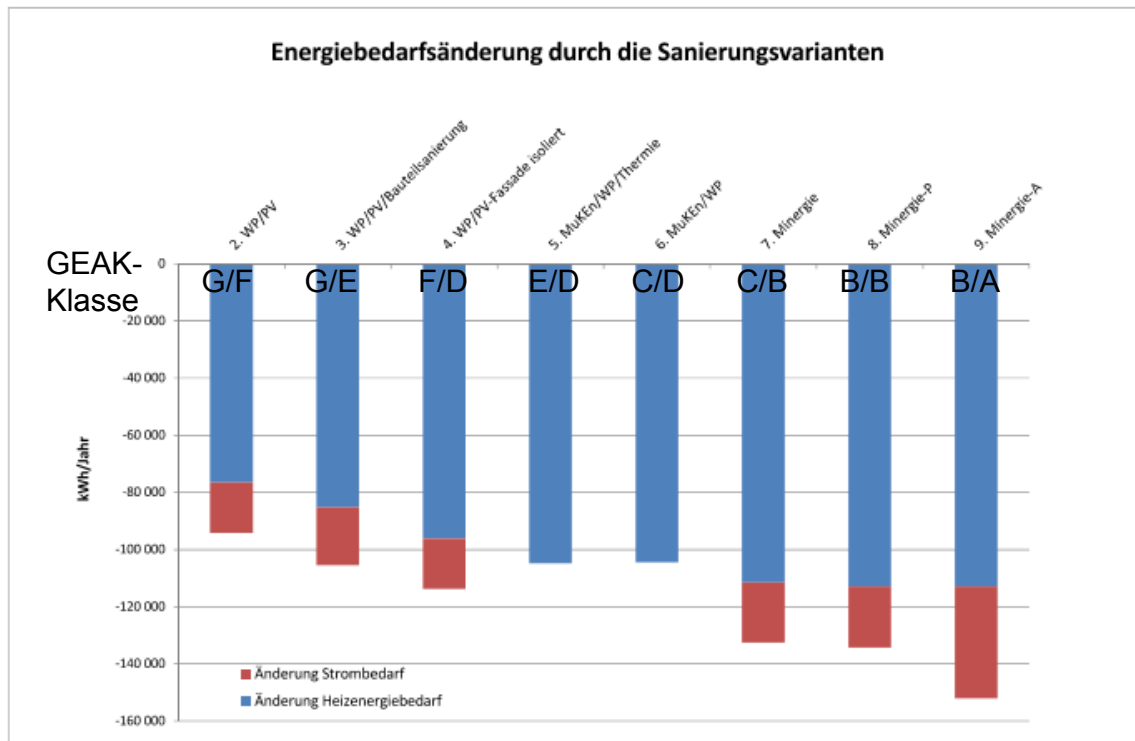


Steuerabzüge vom steuerbaren Einkommens abhängig. Hohe Einkommen bewirken exponentiell höhere Steuerabzüge. Null-Einkommen führen zu keinen Steuerabzügen. Typische Steuerabzüge zwischen 10% bis 25%.

Subventionen für die energetische Sanierung werden über Kantone vollzogen. Vollumfängliche Sanierungen, Minergie, GEAK: 10%-25% subventioniert. Bauteilsanierungen: 0% - 25% subventioniert.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

Energiebedarfsänderung = Energieeinsparung + Energieproduktion PV / Thermie

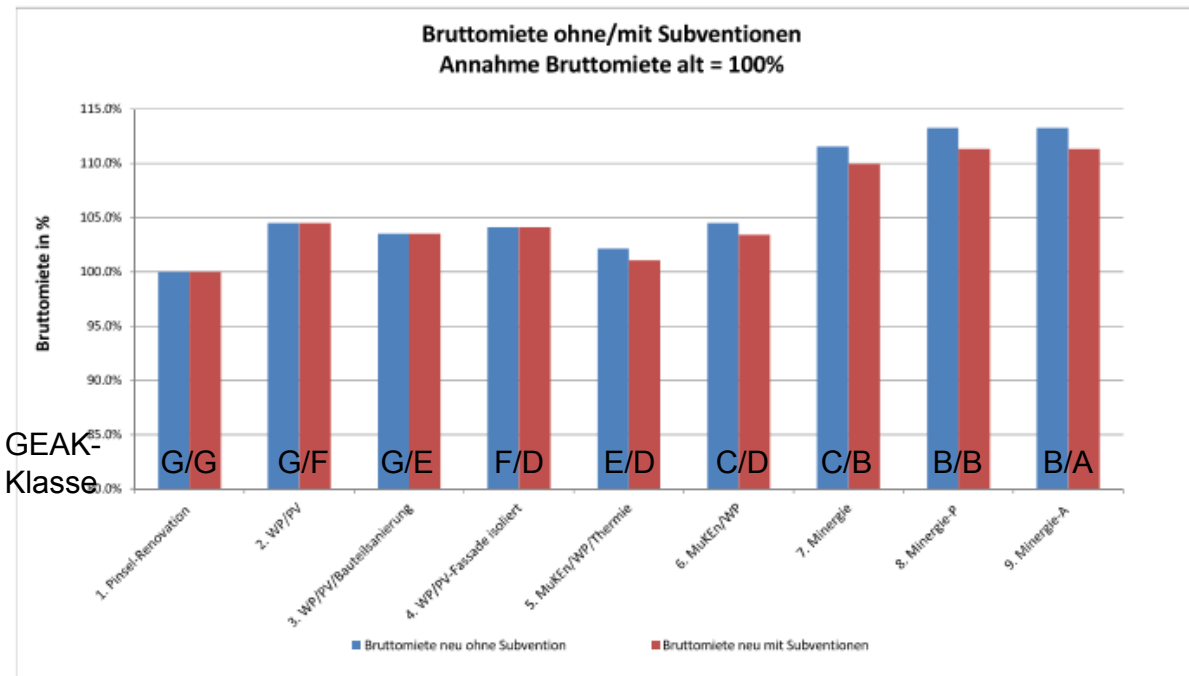


Gezielte Bauteilsanierungen bewirken hohe Energie- und CO₂-Einsparungen.

Vollumfängliche Sanierungen maximieren diese Energie-Einsparungen.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

Änderung Bruttomiete nach Sanierung [%] = $\frac{\text{Bruttomiete neu nach Sanierung}}{\text{Bruttomiete alt vor Sanierung}}$



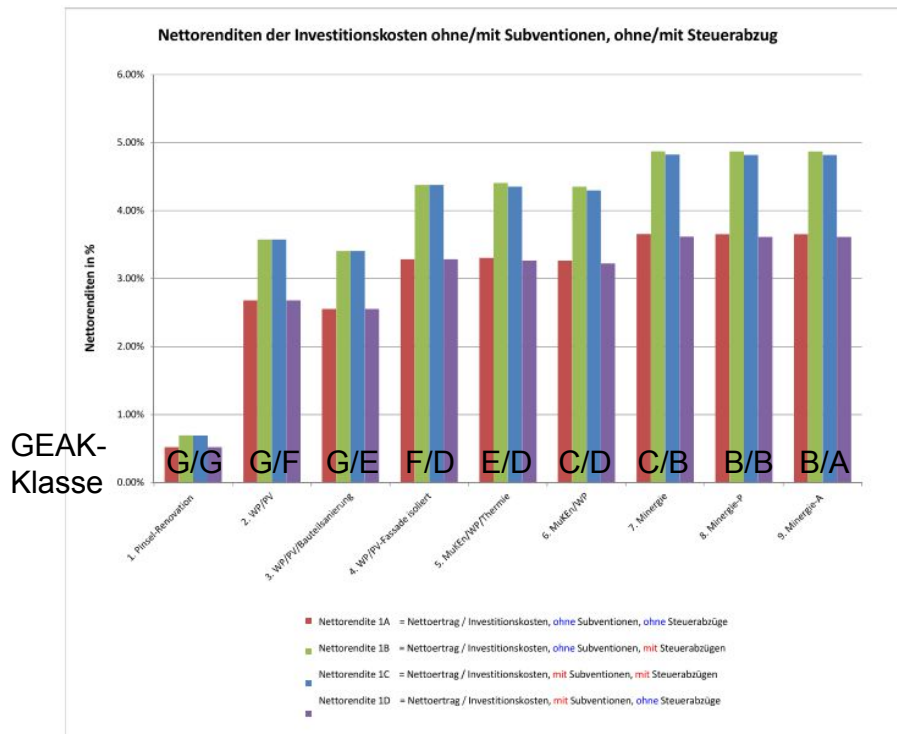
Die Überwälzung der wertvermehrenden Investitionen definiert die neue Nettomiete.

Bei optimierten Sanierungen (höhere Nettomiete, niedrigere Nebenkosten) sind Win-Win-Situationen mit tieferen Bruttomieten nach der Sanierung möglich.

Die Subventionen müssen an die Mieterschaft weitergegeben werden und führen zu max. 3% weniger Bruttomiete.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

$$\text{Nettorendite [\%]} = \frac{\text{Mietzinsüberwälzung} - \text{Unterhalt}}{\text{Investitionskosten}}$$



Typische **Nettorenditen der energetischen Sanierung** betragen ca. **2.5%**, mit steigender Tendenz bei steigenden Überwälzungssätzen (maximal 70%) auf ca. **3.5%**.

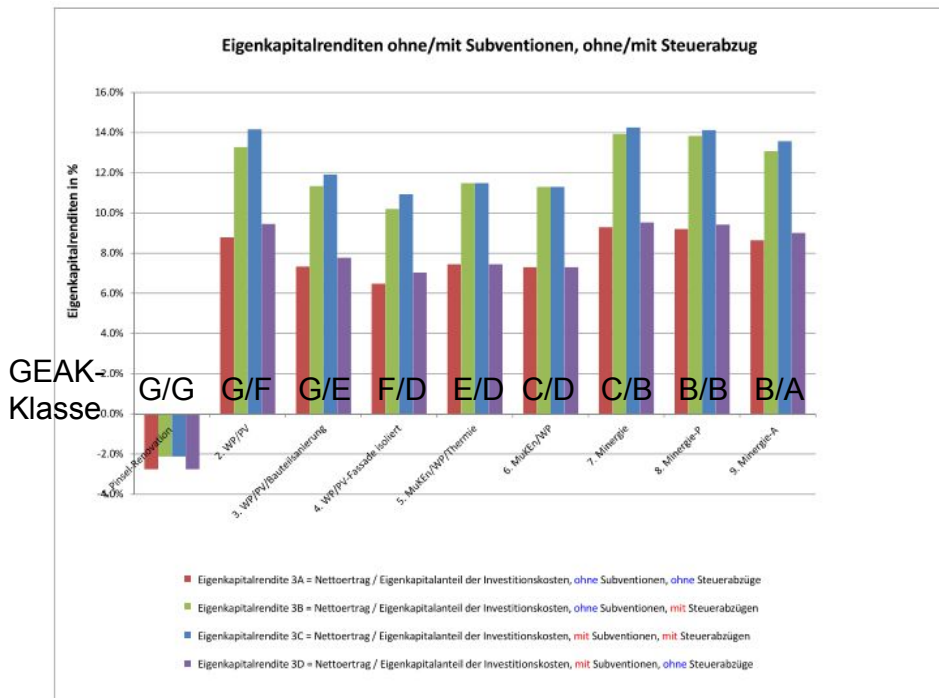
Überwälzungssätze im Beispiel:

- Fall 1 : 10%
- Fall 2 & 3 : 50%
- Fall 4-9 : 70%

Bei Steuerabzügen von 25%, steigen die Nettorenditen um zusätzlich ca. 1% auf **3.5%** bis ca. **5%**.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

$$\text{Eigenkapitalrendite [\%]} = \frac{\text{Mietzinsüberwälzung} + \text{Erlös PV} - \text{Unterhalt PV} - \text{Fremdkapitalkosten}}{\text{Investitionskosten}}$$



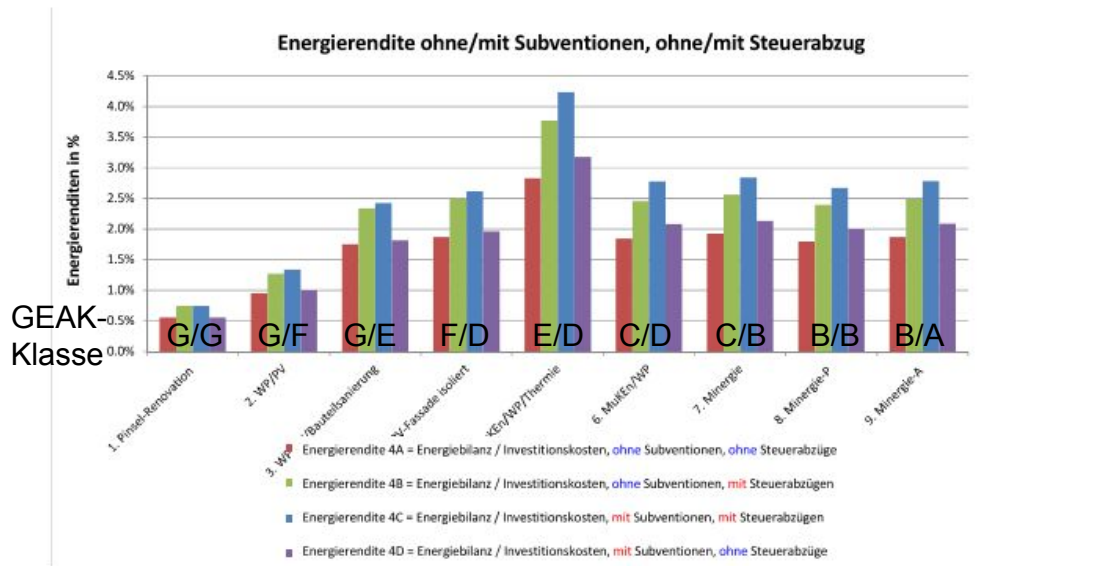
Eigenkapitalrenditen bewegen sich zwischen **6% bis ca. 8%**.

Mit Steuerabzügen von 25% steigen diese auf ca. **12% bis ca. 14%**.

Die beachtlichen Werte sind vor allem auf die aktuell tiefen Zinssätze zurückzuführen.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

$$\text{Energierendite [\%]} = \frac{\text{Eingesparte Energiekosten} + \text{Erlös PV} - \text{Unterhalt PV}}{\text{Spezifische Investitionskosten}}$$



Energierenditen sind ein Mass für die wirtschaftliche Effizienz von energetischen Spar- und Produktionsmassnahmen.

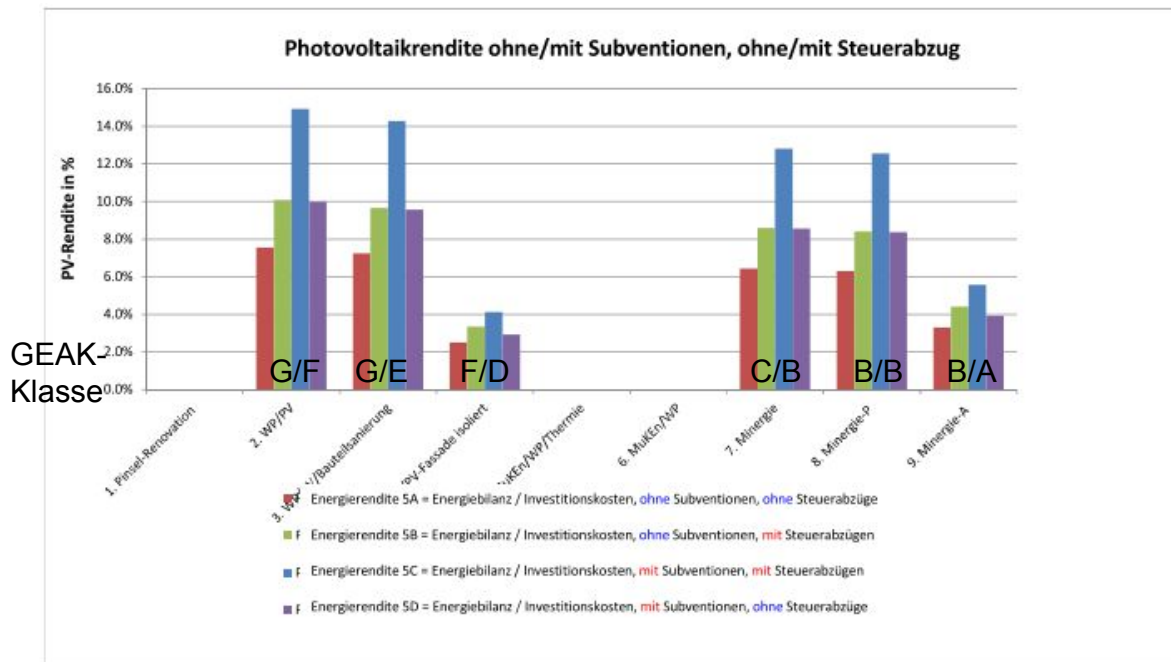
Pinselsanierungen weisen die geringste Rendite auf.

Mit **Bauteil-Sanierungen** oder **MuKEN** wird zumeist die maximale Energierendite erreicht.

Bei **vollumfänglichen Sanierungen** bleibt der Wert stabil oder nimmt sogar wieder ab.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

$$\text{Rendite Photovoltaikanlage [\%]} = \frac{\text{Kosteneinsparung Eigenverbrauch} + \text{Erlös Überschussenergie} - \text{Unterhalt}}{\text{Investitionskosten Photovoltaik}}$$



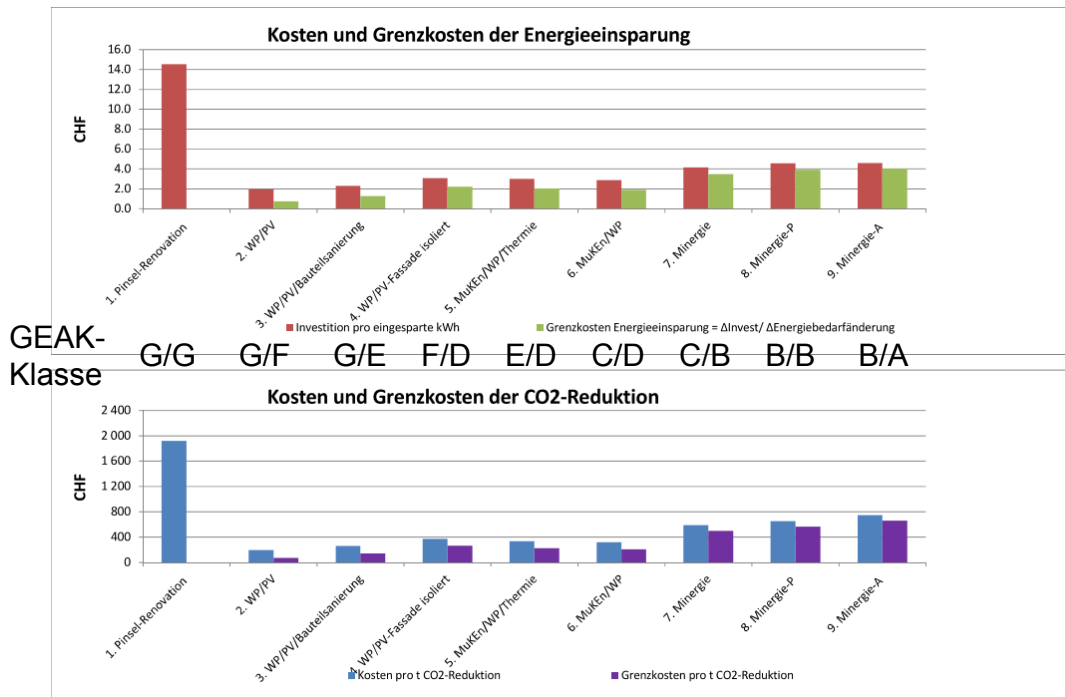
Nettorenditen von Photovoltaik variieren abhängig vom System und deren Einsatz zwischen 2% bis 10%.

Kleine Anlagen, die einen hohen Eigenverbrauch aufweisen, sind am Rentabelsten.

Kleinen Anlagen erfüllen nicht die Anforderungen nach maximalen Eigendeckungsrate mit zukünftigen stationären Speichern oder Elektromobilität.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

$$\text{Grenzkosten Energieeinsparung} \left[\frac{\text{CHF}}{\text{kWh}} \right] = \frac{\text{Diff. Investition Sanierungsvariante (SV) X} - \text{Investition SV X} - 1}{\text{Energieeinspar. Sanierungsvar. (SV) Y} - \text{Energieeinspar. SV Y} - 1}$$



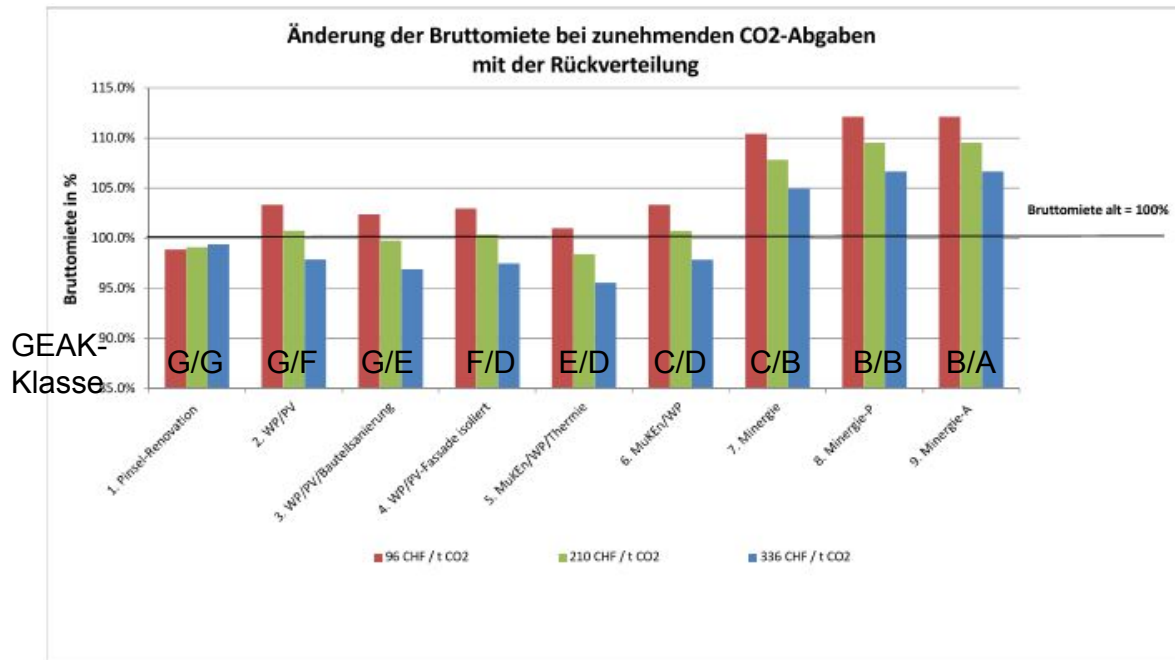
Bei optimierten Investitionen halten sich Durchschnittskosten und Grenzkosten für Energieeinsparung und CO2-Minderungen in einem akzeptablen Rahmen.

Werden weitergehende Standards angestrebt, so nehmen diese Kosten zu.

Bei Pinselsanierungen mit geringen energetischen Effekten muss von exorbitant hohen Kosten gesprochen werden.

EnWI - Fallbeispiel MFH Kt. Bern

Bruttomieten bei zunehmenden CO2-Abgaben mit der Rückverteilung



Sensitivitäten von CO2-Abgaben mit Rückverteilung:

Je höhere CO2-Abgaben erhoben werden, desto geringer fallen die Bruttomieten bei Gebäude mit fossilfreien Heizsystemen aus.

Bei Gebäuden mit fossilen Energieträgern steigen aufgrund von höheren CO2-Abgaben die Bruttomieten an.

Die Rückverteilungen kompensieren die höheren Mieten nicht oder nur teilweise.

Zusammenfassung (1/3)

- I. EnWI-Tool: Transparenz für Investoren, Hauseigentümer, Mieter, Öffentliche Hand (z.B. Kosten eingesparte kWh bzw. Tonne CO₂)
- II. EnWI-Tool: Strategische Machbarkeit von Projekten. Keine Detail-Projektplanungen
- III. Hohe Energieverbrauchsminderungen: Relativ einfache, eher kostengünstigen Massnahmen nötig
- IV. Hohe CO₂-Minderungen: Primär Ersatz des Heizsystems & Einsatz erneuerbare Energien
 - I. Bauteil-Sanierungen/MuKE: Energetisches, wirtschaftliches Optimum (OP)
 - II. Weitergehende Massnahmen wie Komfort, Raumnutzung: Gesamt(-sanierungen)optimierungen (GS)

Zusammenfassung (2/3)

V. Energierendite: Energiekosten + Energieerträge/Investitionskosten:

- I. ca. 1%: Pinselsanierungen wegen Heizungsersatz
- II. ca. 2.5% -3%: Bauteil-Sanierungen, MuKEEn (OP)
- III. unter 2%: Gesamtsanierungen (GS)

VI. Einsparkosten pro kWh bzw. pro Tonne CO₂: Jährliche Kosten eingesparte Energie bzw. t CO₂

- I. Pinselsanierung: 30 bis 50 Rp./kWh
- II. Bauteil-Sanierungen/MuKEEn: ca. 10 Rp./kWh bzw. ca. 200 CHF/t CO₂
- III. Gesamtsanierungen: über 10 Rp./kWh bzw. 500 CHF bis 1000/2000 CHF/t CO₂

Zusammenfassung (2/3)

VII. Höhere CO₂-Abgabe mit Rückverteilung

- I. Gebäude mit fossilem Heizsystem: Bezahlen CO₂-Abgabe
 - Bilanzierte Bruttomiete (inkl. Rückverteilung) praktisch stabil: Spareffekte, sozialverträglich.
- II. Sanierte Gebäude mit erneuerbaren Heizsystemen: Bezahlen keine CO₂-Abgabe
 - Bilanzierte Bruttomiete (inkl. Rückverteilung) sinkt um 3% bei 96 CHF auf 210 CHF pro t/CO₂
Höhere Attraktivität/Anreiz für Mieter/Investoren. Win-win-win-Effekte verstärkt.

VIII. Sanierungsvarianten Intensität: energetisch/ wirtschaftlich OP vs. Gesamtsanierungen GS

- I. Investitionskosten GS vs. OP: + Faktor 2 bis 3: Mehr Planung, Komfortlüftung, Geräte, Raumnutzen, etc.
- II. Kosten OP vs GS pro kWh bzw. pro t/CO₂-Kosten (exponentiell) steigend.
- III. Renditen GS vs. OP steigend wegen höheren Überwälzungen bei höheren Investitionen.

Zusammenfassung (3/3)

IX. Wirkungsmechanismen

1. Bruttomieten: Anstieg: OP zu GS von 0% auf ca. 15%. Teilweise < 100%: win-win-win-Situation
Nochmals: GS haben (grosse) Zusatznutzen.
2. Nettorenditen: 2.5% bis 4 %. Steigend dank höheren Überwälzungen: 50 bis 70%.
Eigenkapitalrenditen: 6-8 %. Mit Steuerabzügen 12-14%.
3. Subventionen: ca. 10-25%: Bruttomieten-Reduktion ca. 3%, Investor: Wettbewerbsfähiger
4. Steuerabzüge: 100%: Je höhere Einkommen, desto höhere Steuerabzüge: ca. 10-25%, max. > 40%
Zugunsten Investor: Bei ca. 25% steigt Rendite ca. 1%

X. Solarinvestitionen Renditen: 3.5% bis 5% > Effizienzinvestitionen.

XI. Liquidität: Verfügbares Kapital, Hypothekierung Banken:

1. Je mehr Mittel, desto eher Engpass
2. Risiken steigen an

Fazit: Je besser die Lage, desto eher Gesamtsanierungen.

Fazit (1/3)

Klare Tendenzen

Aber:

1. Jede Sanierung = Spezialfall.
2. Keine Universallösungen für Sanierungen.
3. Analyse energetische, wirtschaftliche Effekte und Zusatznutzen zentral.

Fazit (2/3)

Priorität für Preispolitik, CO₂-Abgabe ausbauen mit Rückverteilung:

1. Bestehende Win-win-win-Situationen werden gestärkt. CO₂-Abgabe = wirksames Instrument.
2. Nutzen die optimalen Investitionszyklen.
3. Innovationen werden gefördert.
4. Gerechter für Alle: Rückverteilung schafft bei CO₂-Abgaben Ausgleich.
5. Abbau von Bürokratie und Mitnahmeeffekten.

Fazit 3/3

Weiteres Vorgehen

1. Weitere Analysen für öffentliche Hand und Private für
 - politische Fragestellungen
 - strategische Entscheidungen
2. Kombination mit bestehenden Instrumenten als Ergänzung
3. Verbesserung, Aktualisierung der Datenbasis
4. Leistungsfähigkeit, Anwenderfreundlichkeit der Software



Kontaktieren Sie uns!

Dr. Ruedi Meier, oec. publ.

Raumplaner NDS/ETH-Z,
Ehrenpräsident energie-cluster.ch

ruedimeier@solnet.ch

Dr. Frank Kalvelage

Geschäftsleiter energie-cluster.ch

frank.kalvelage@energie-cluster.ch

Christian Renken

Geschäftsleiter CR Energie GmbH
Technologie-Vermittler PEG, energie-cluster.ch

CR Energie GmbH
Z.I. l'Épine 7
1868 Collombey (VS)

+41 76 437 40 39
info@crenergie.ch