

# Mit System energie- und kostenoptimiert bauen und sanieren



Gefördert als Projekt des Comet-Zentrums ALPS in Innsbruck. COMET Projekte werden durch die Bundesministerien BMVIT und BMWFW sowie durch das Land Vorarlberg gefördert und durch die FFG abgewickelt.

Beteiligte / Förderer:



Modellvorhaben KliNaWo, Feldkirch; Bauherr: VOGEWOSI, Dornbirn; Arch. Walser + Werle, Foto: Energieinstitut Vorarlberg

Arch.-Dipl.-Ing. M. Ploss | Energieinstitut Vorarlberg | 23. Herbstforum Altbau | Stuttgart, 24.11.2021

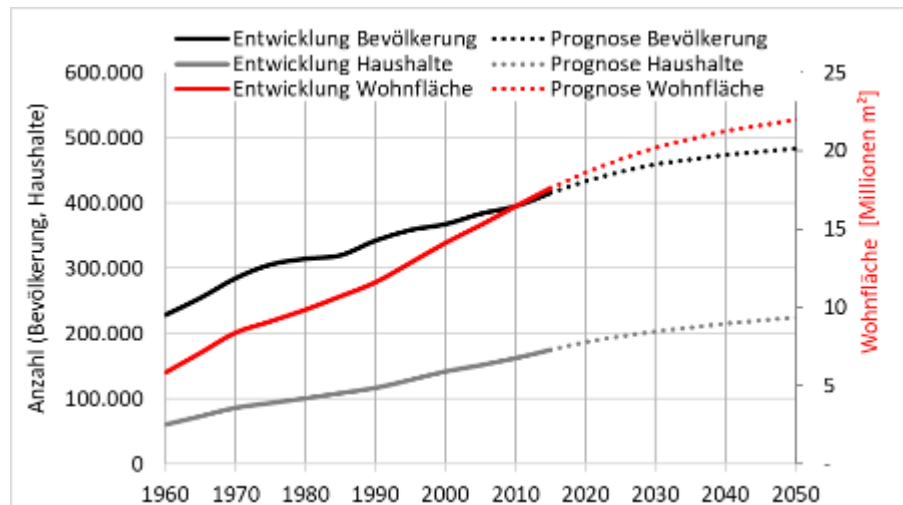
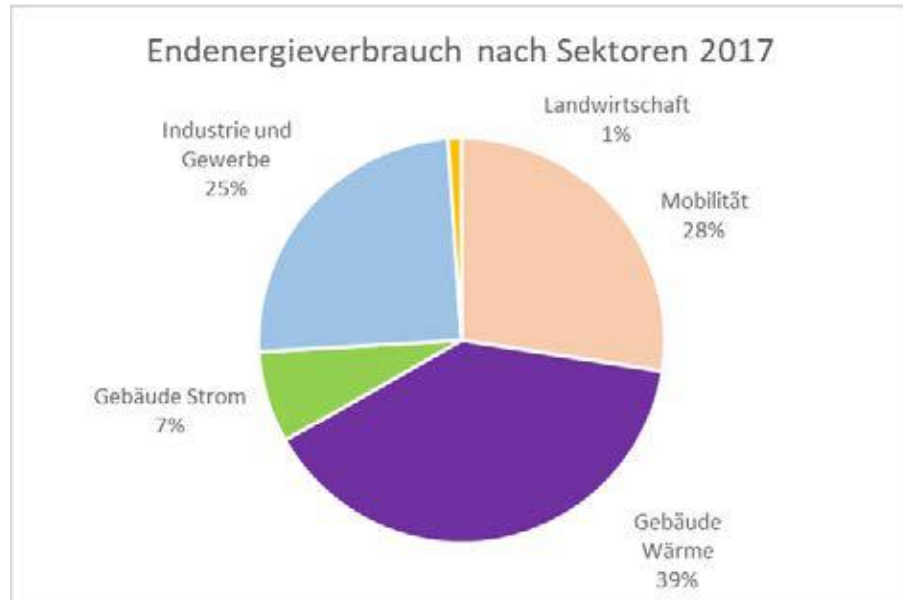


Energieinstitut Vorarlberg

# Inhalt

1. Energieeffizienz / Leistbarkeit / Wirtschaftlichkeit - Problemstellung und Ausgangslage
2. Modellvorhaben KliNaWo - Kostenoptimalität im Neubau
3. KliNaWo – ein glücklicher Einzelfall?
4. Status Quo Sanierung MFH
5. Übertragung der Methodik auf die Sanierung – Modellvorhaben SüdSan

# 1 Problemstellung und Ausgangslage - Vorarlberg



## Problemstellung

- Gebäudesektor (Wärme) verursacht 39% des Endenergieverbrauchs (Vorarlberg 2017)
- Reduktion Endenergieverbrauch 2005 bis 2017: 8%
- Weiteres Bevölkerungswachstum bis 2050
- Wohnfläche steigt schneller als Bevölkerung
- Bisheriges Reduktionstempo Energieverbrauch deutlich zu langsam

## Lösungsansatz

- höhere energetische Qualitäten in Neubau und Sanierung
- höhere Sanierungsraten der Gebäudehülle, höhere Kesselaustauschraten

## Umsetzungshindernisse

- Errichtungskosten?
- Wirtschaftlichkeit?
- Reale Verbräuche?

## Strategie Energieinstitut Vorarlberg

- Modellvorhaben Kosten und Wirtschaftlichkeit an realen Gebäuden

# 1 Problemstellung und Ausgangslage



Arch. H. Kaufmann (oben), Arch. G. Zweier (unten)  
Fotos: Energieinstitut Vorarlberg

## Ausgangslage

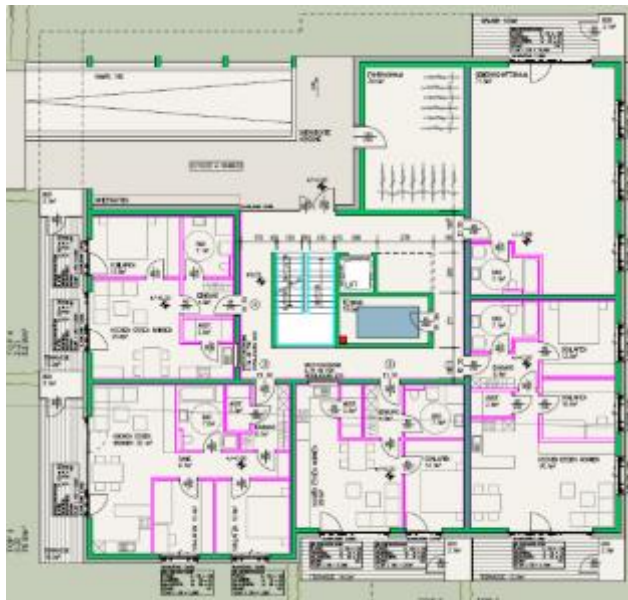
- Erste Passivhausprojekte in Vorarlberg seit 1995, MFH ab 1997
  - Passivhaus-Verpflichtung im gemeinnützigen Wohnbau ab 2008
  - Kritik an hohen Kosten und zu hohen realen Verbräuchen ab 2011
  - Unsachliche Diskussion mangels belastbarer Daten zu Verbrauch, Investitions- und Lebenszykluskosten
- Projekt KliNaWo wird in Kooperation mit kritischen Partnern durchgeführt  
(VOGEWOSI, Arbeiterkammer Vorarlberg)

## Projektziele

- Quantifizierung des Einflusses des Energieniveaus auf Investitionskosten
- Entwicklung einer Methode zum Vergleich der Lebenszykluskosten
- Messung des realen Verbrauchs und der thermischen Behaglichkeit

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

### Architektonischer Entwurf nach energetisch-wirtschaftlicher Optimierung - wichtigste Kennzahlen

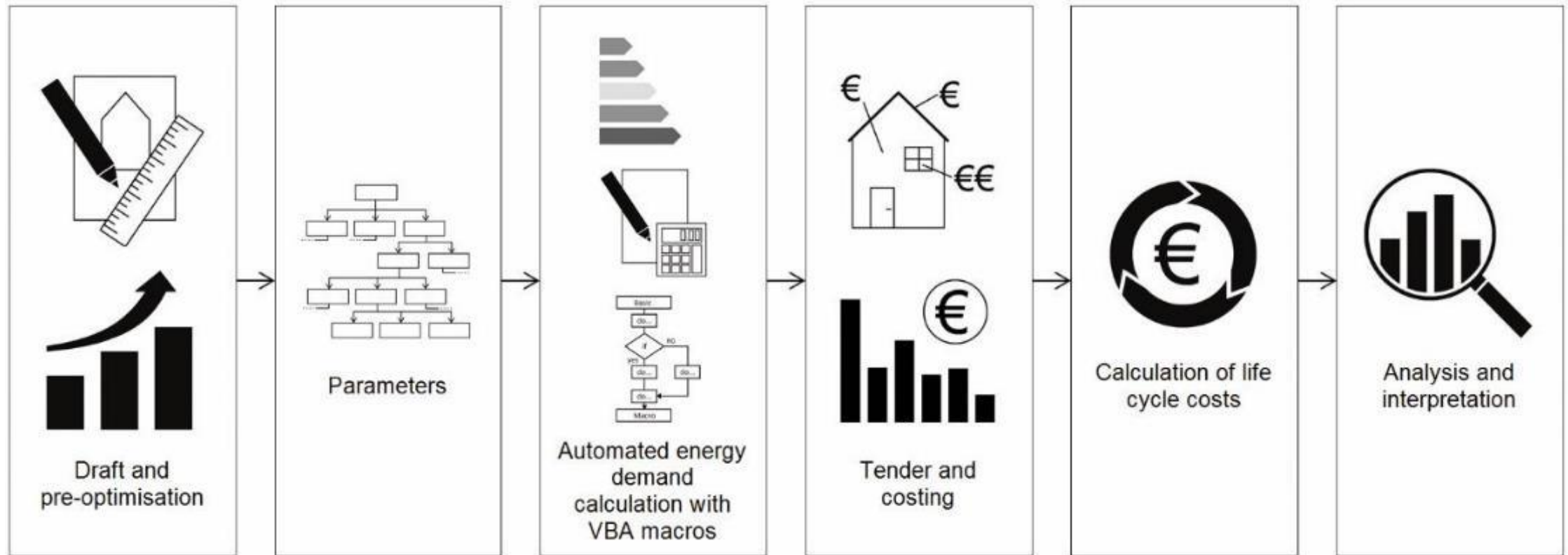


Quelle: Arch. Walser + Werle

Bauherr		VOGEWOSI
Standort		Feldkirch
Klimadaten für PHPP-Berechnungen		TRY Feldkirch (ZAMG 1994-2012)
Wohneinheiten	Anzahl	18 + 1
Wohnfläche der Wohnungen	m <sup>2</sup>	53 und 76
Energiebezugsfläche PHPP	m <sup>2</sup>	1.421
Wohnnutzfläche	m <sup>2</sup>	1.281
BGF Energieausweis	m <sup>2</sup>	1.822

# 2 Modellvorhaben KliNaWo

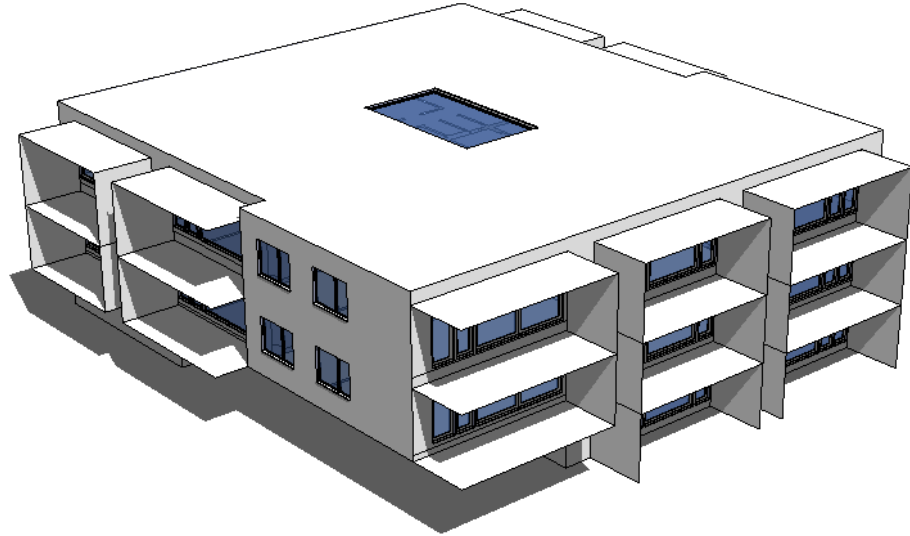
## Vorgehensweise



- 60.000 Ausführungsvarianten untersucht
- Variante mit den niedrigsten Lebenszykluskosten wurde 2016/17 realisiert
- Monitoring des Energieverbrauchs und der thermischen Behaglichkeit seit Ende 2017

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

### Auswirkungen der energetisch-wirtschaftlichen Optimierung des Entwurfs

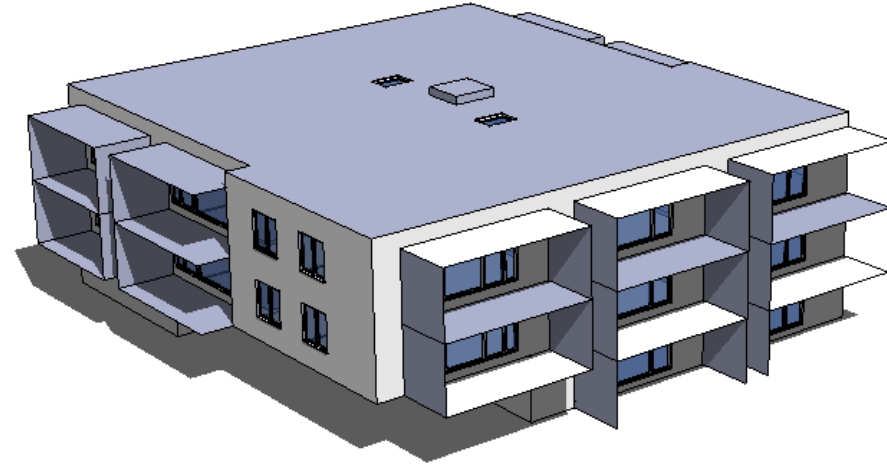


#### Originalentwurf

HWB<sub>PHPP</sub>

47 – 48 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> (BTV)

14 – 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> (PH)



#### Energetisch-wirtschaftlich optimierter Entwurf

HWB<sub>PHPP</sub>

47 – 48 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> (BTV)

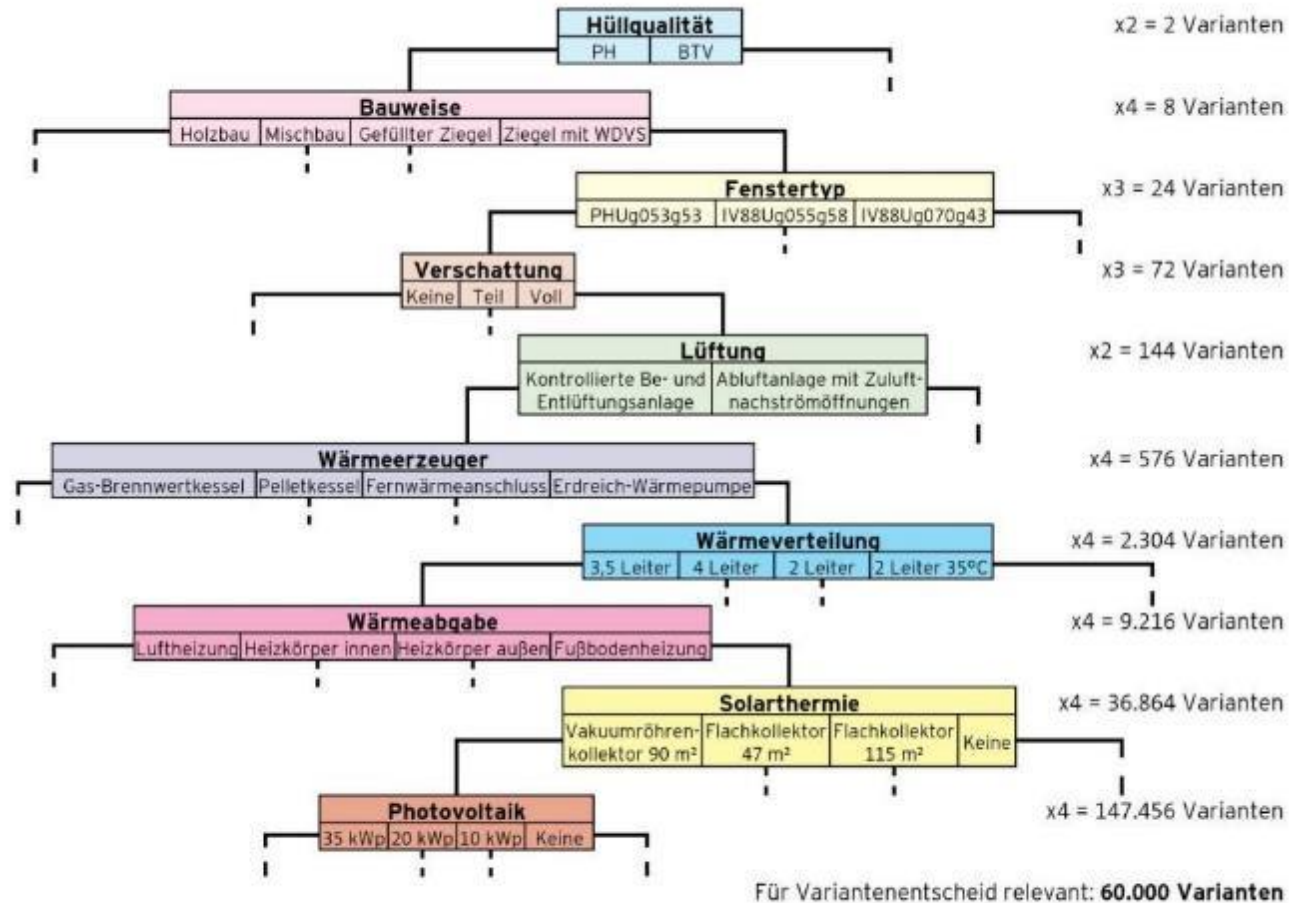
14 – 15 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub> (PH)

Dämmstoffstärken für gleichen HWB deutlich reduziert  
Weniger Überhitzung > weniger Sonnenschutz notwendig  
„Normale“ Fensterrahmen möglich

**Einsparung durch energetisch-wirtschaftliche Optimierung:  
ca. 50-60 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>**

# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Variantenmatrix



### 60.000 Varianten untersucht

Abschätzung der Energiekosten aller Variante auf Basis automatisierter PHPP-Verbrauchsprognoseberechnungen mit realistischen Randbedingungen (22°C, 30% höherer WW-Bedarf...)

Vorsichtige Abschätzung der Wartungskosten auf Basis von Erfahrungswerten

Berechnung der Lebenszykluskosten für Investition, Wartung und Energie

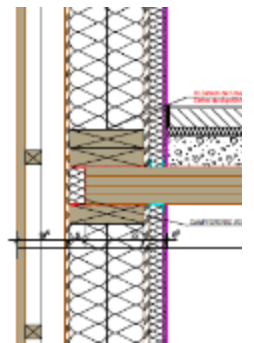
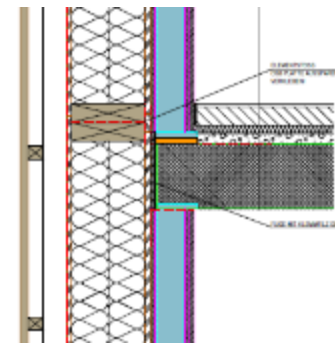
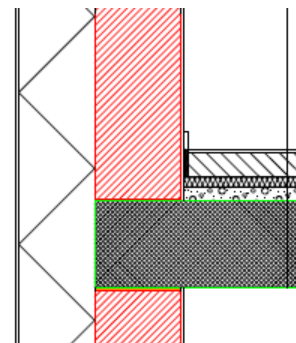
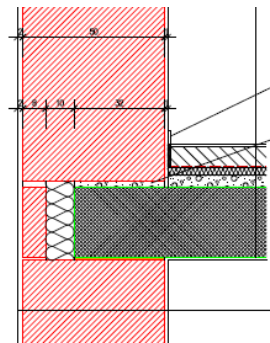


# 2 Modellvorhaben „KliNaWo“

## Modulare Ausschreibung



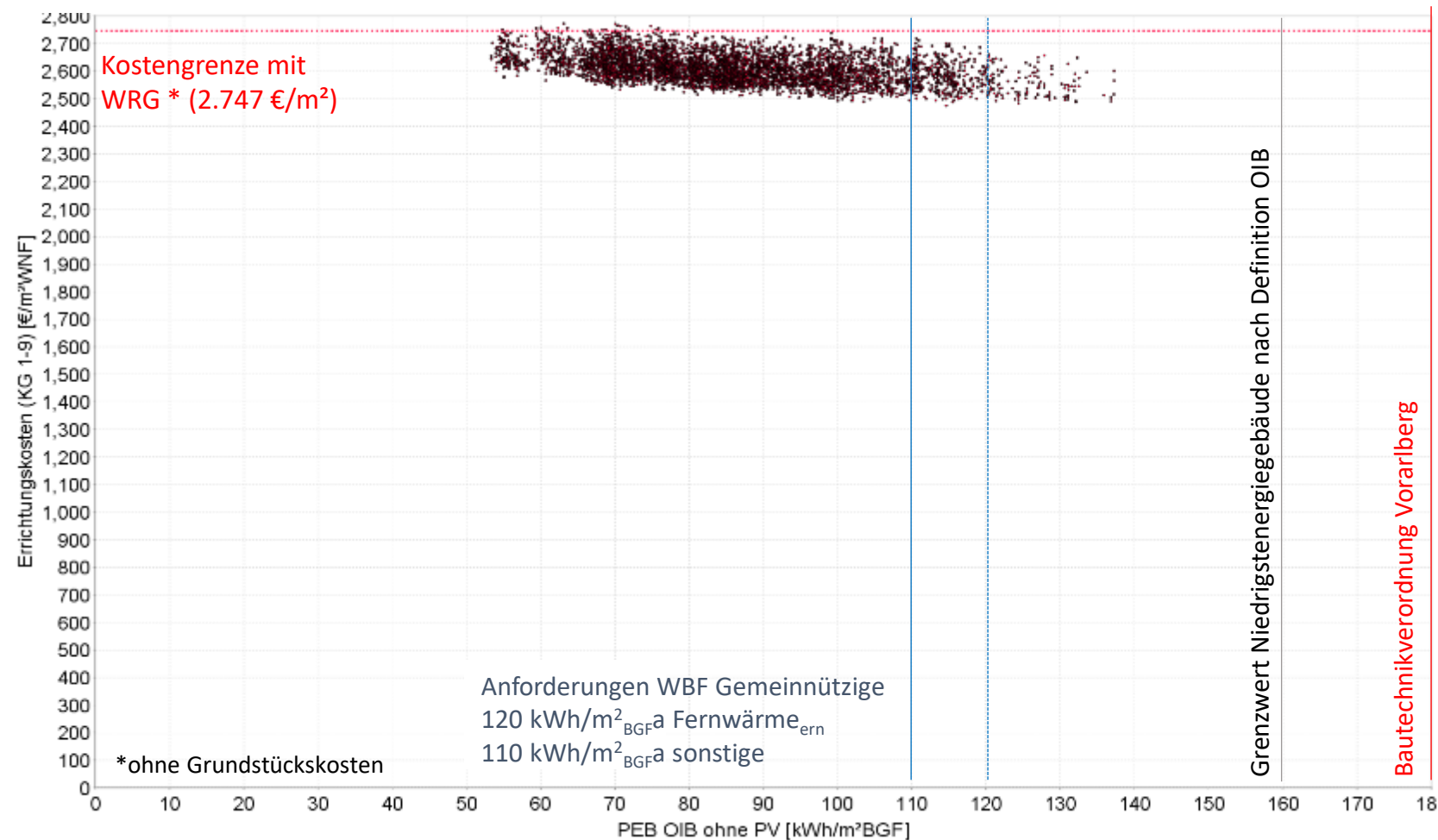
- modulare Ausschreibung für Gebäude und Haustechnik
- Ergebnis: Investitionskosten für 60.000 mögliche Ausführungsvarianten



Quelle: Detailzeichnungen Walser + Werle

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

### Netto-Errichtungskosten in Abhängigkeit vom Primärenergiebedarf nach OIB RL 6 (2011) – Var. mit WRG

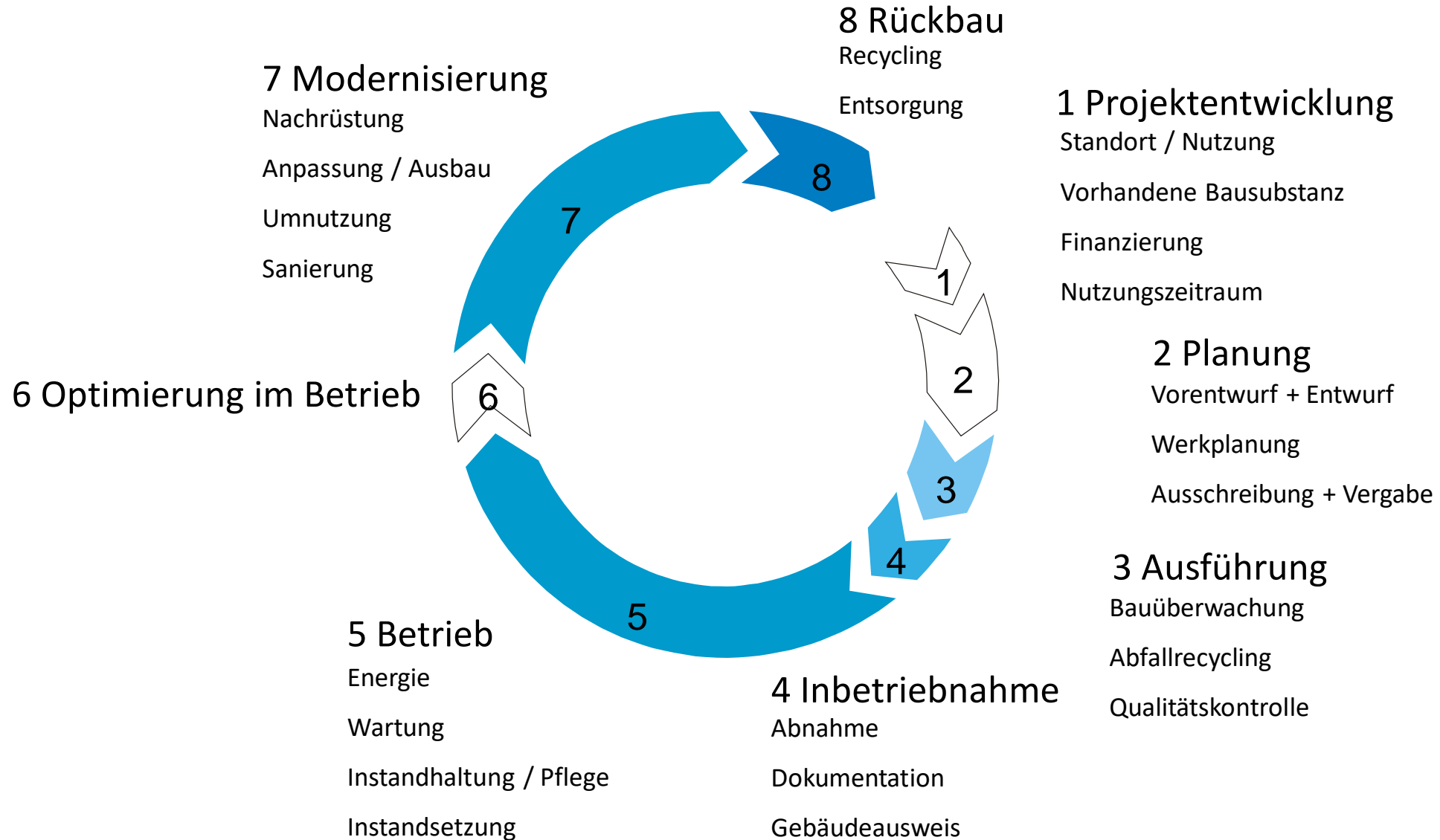


Modulare Ausschreibung zeigt sehr geringen Einfluss des Energieniveaus auf die Errichtungskosten

99% der Varianten mit WRG liegen unter Kostengrenze der Wohnbauförderung 2015

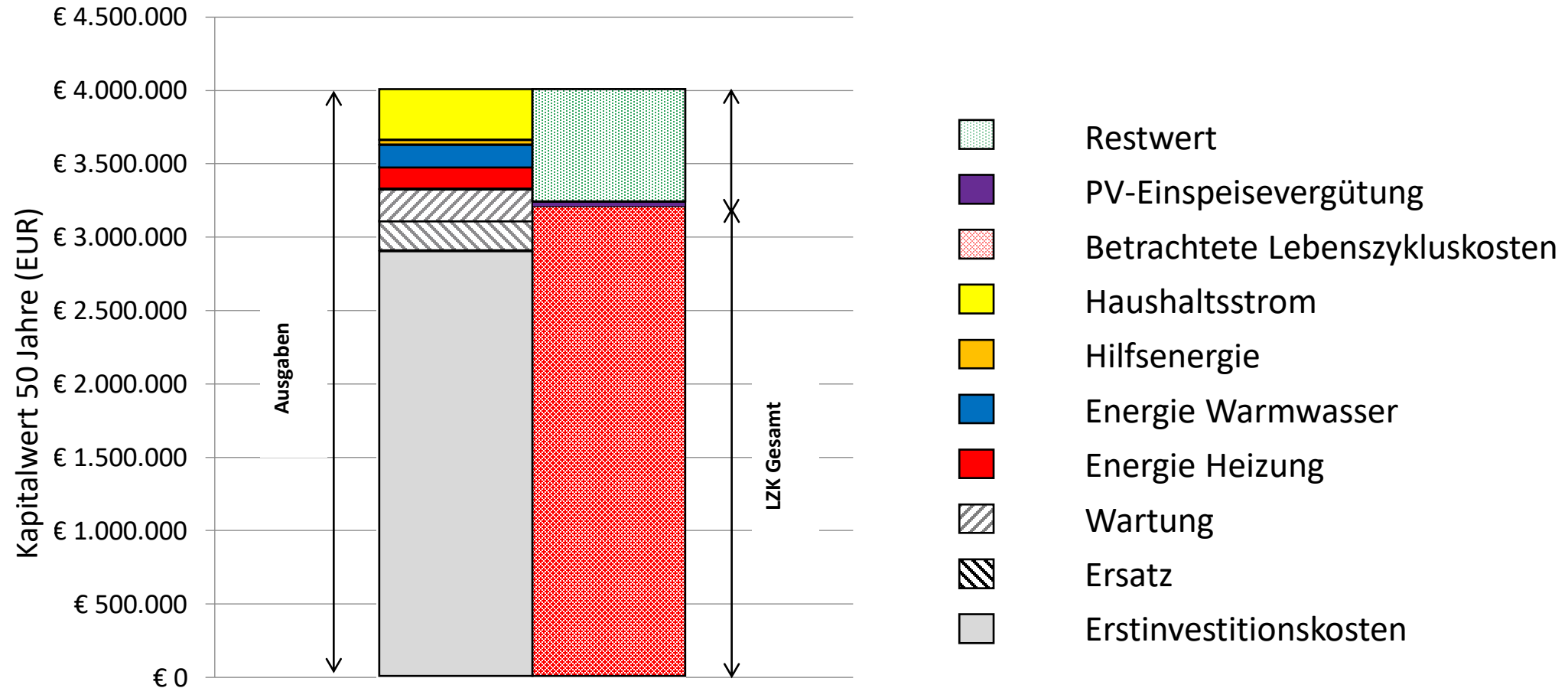
# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Von den Errichtungs- zu den Lebenszykluskosten



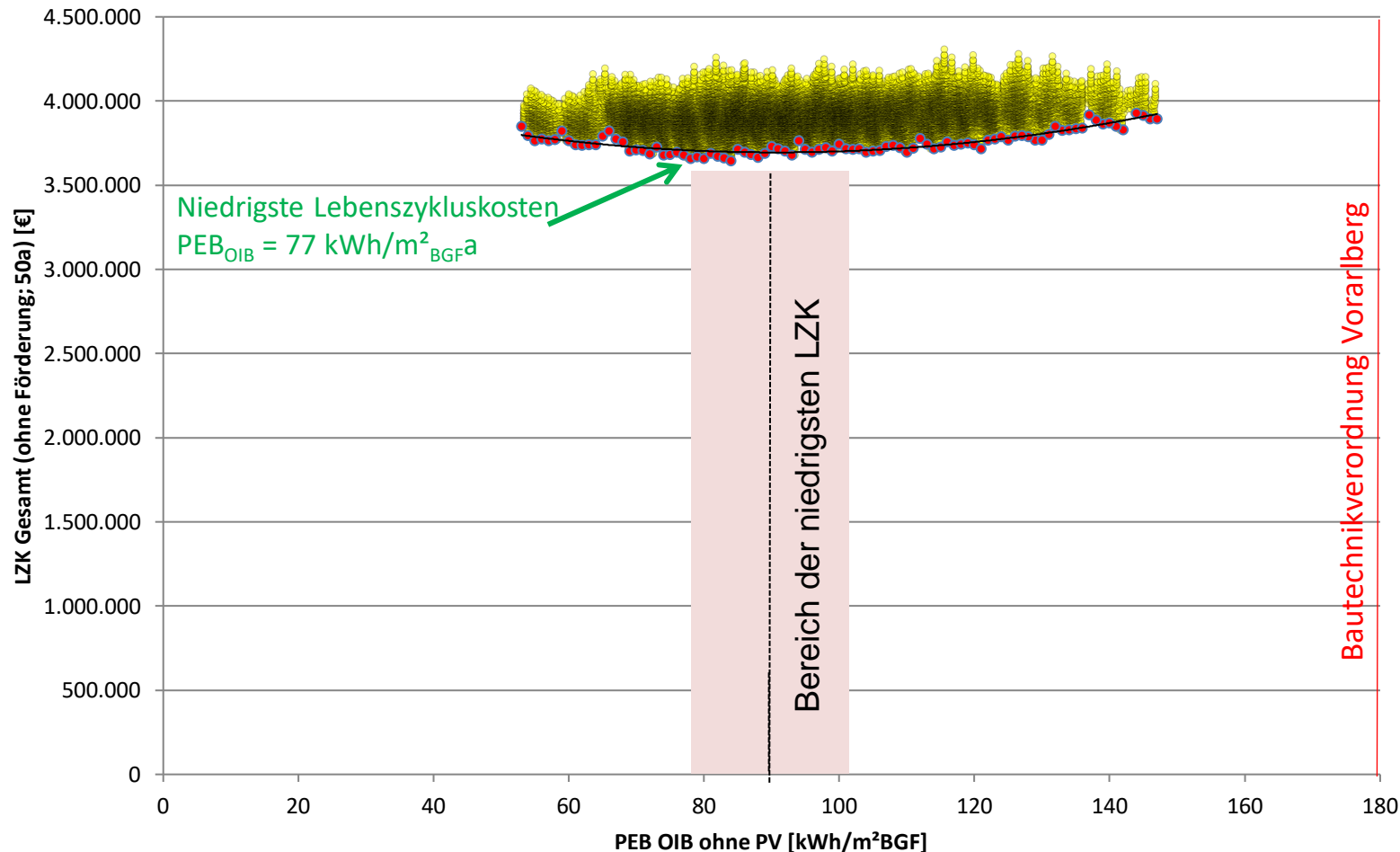
# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Berechnung der Lebenszykluskosten – Kapitalwertberechnung



# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Lebenszykluskosten (LZK) in Abhängigkeit vom Primärenergiebedarf OIB RL 6 (2011)



- flache Kostenoptimalitätskurve
- min. LZK:  $77 \text{ kWh/m}^2_{\text{BGF}} \text{a}$  (OIB 2011)
- Netto-Errichtungskosten (Stand Vergabe):  $2.530 \text{ EUR/m}^2_{\text{WNF}}$

### Annahmen:

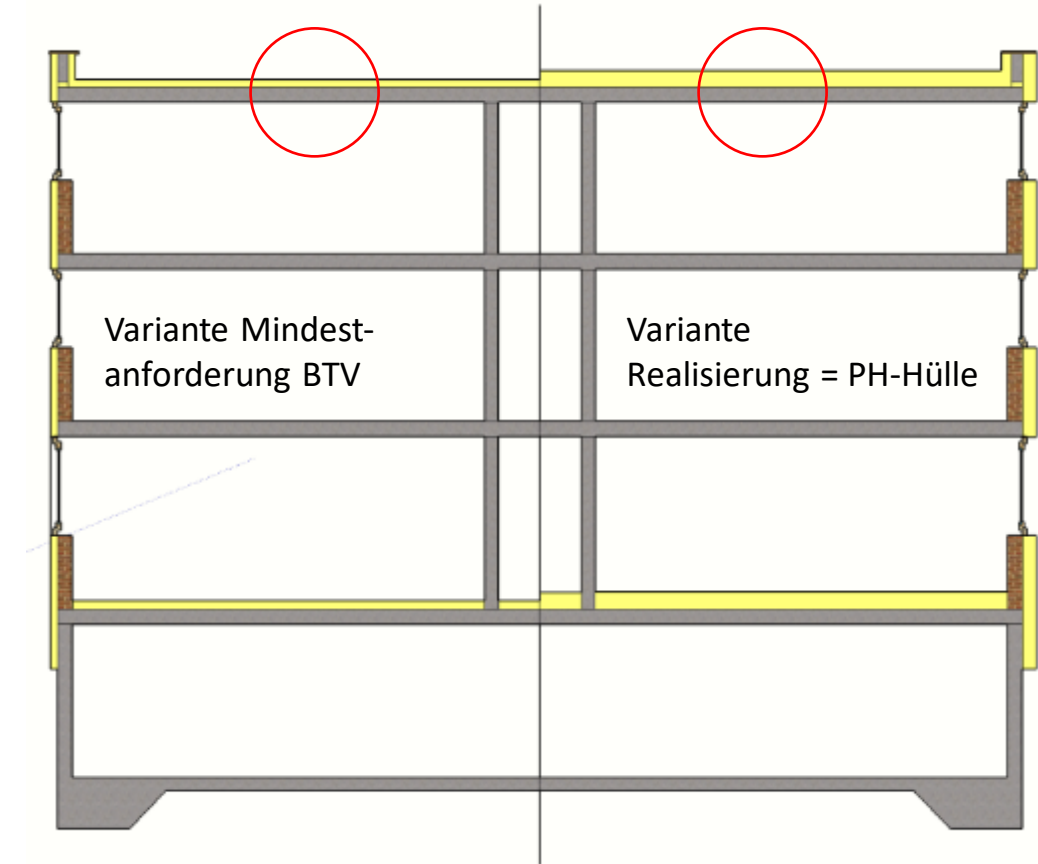
- Betrachtungszeitraum: 50 a
- Zinssatz: 3,0%
- Energiepreissteigerung: 3,5%
- ohne Berücksichtigung Förderung

- Das wirtschaftliche Optimum liegt schon ohne jegliche Förderung bei energetischen Qualitäten, die weit besser sind, als die Mindestanforderungen OIB / BTV

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

### Kennzahlen der Realisierungsvariante - Gebäudehülle

	Einheit	Wert
U-Außenwand	W/(m <sup>2</sup> K)	0,118
U-Flachdach	W/(m <sup>2</sup> K)	0,081
U-Decke Keller/Tiefgarage	W/(m <sup>2</sup> K)	0,146
U-Glas / g-Glas	W/(m <sup>2</sup> K) / %	0,51 / 53%
U-Rahmen	W/(m <sup>2</sup> K)	0,97
HWB PHPP 20°	kWh/m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> a	27,5
HWB PHPP 22°C	kWh/m <sup>2</sup> <sub>EBF</sub> a	34,5

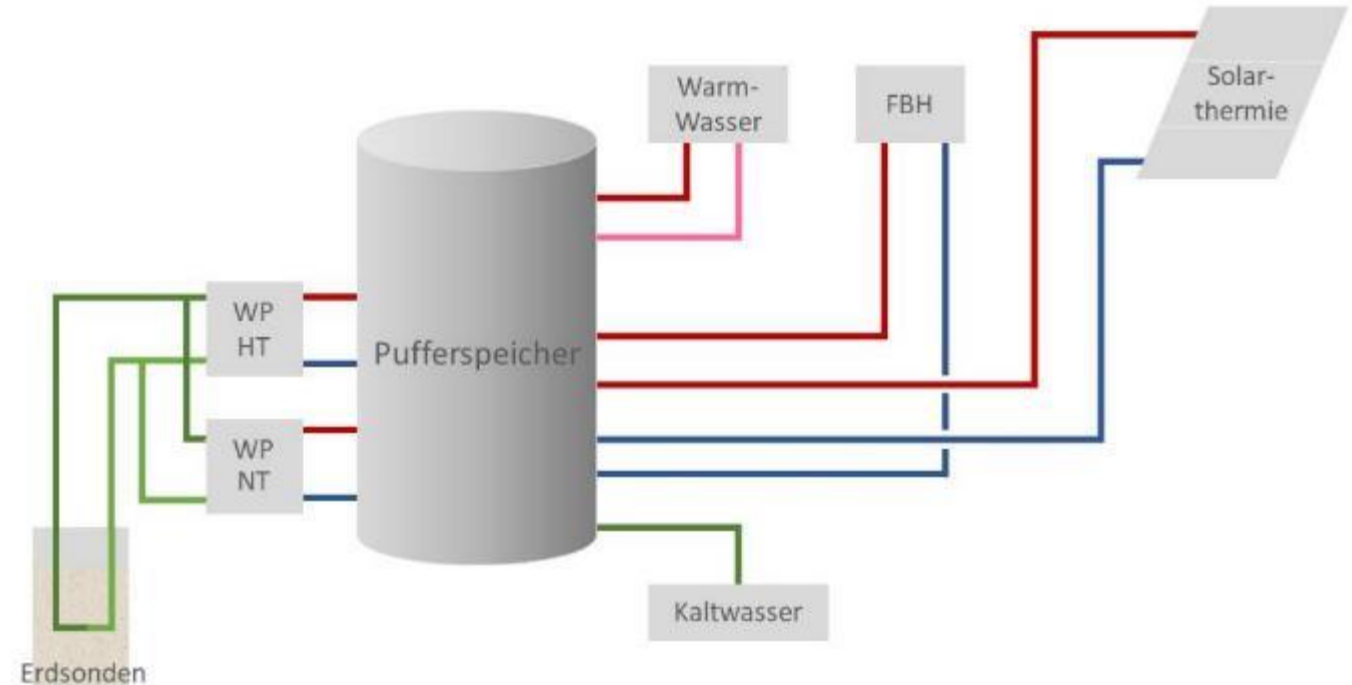


- Das dargestellte Energieniveau der Hülle ist für alle Konstruktionsarten wirtschaftlich

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

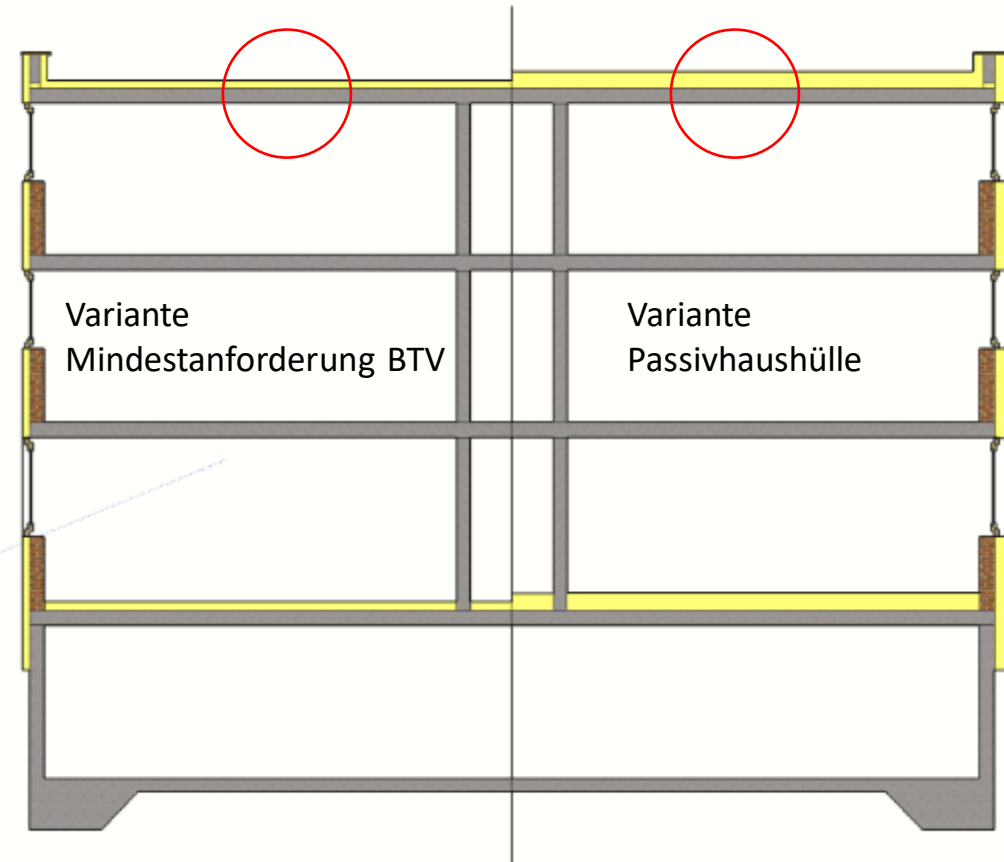
### Grobschema Wärmeversorgungssystem mit wichtigsten Kennwerten

	Einheit	Wert
Wärmebereitstellungsgrad Lüftung	%	0
spez. Heizlast PHPP 20°	W/m <sup>2</sup> <sub>PHPP</sub>	14,9
Leistung Sole-WP Heizung	kW	36
Leistung Sole-WP Warmwasser	kW	10
Netto-Kollektorfläche	m <sup>2</sup>	98
Speichervolumen	Liter	6.740



# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Bauwerkskosten (netto) – Beispiel Flachdach, EPS-Gefälledämmung



Qualität	BTV	PH
Skizze		
U-Wert	0,17 [W/m <sup>2</sup> K]	0,08 [W/m <sup>2</sup> K]
Kosten*	251 [€/m <sup>2</sup> Bauteil]	280 [€/m <sup>2</sup> Bauteil]
Kosten*	122 [€/m <sup>2</sup> WNF]	136 [€/m <sup>2</sup> WNF]

\*Nettokosten gem. ÖNorm 1801-1 KG 2-4, inkl. Attika, Dachrinnen und Ablaufrohren, Komponenten für Dachöffnungen



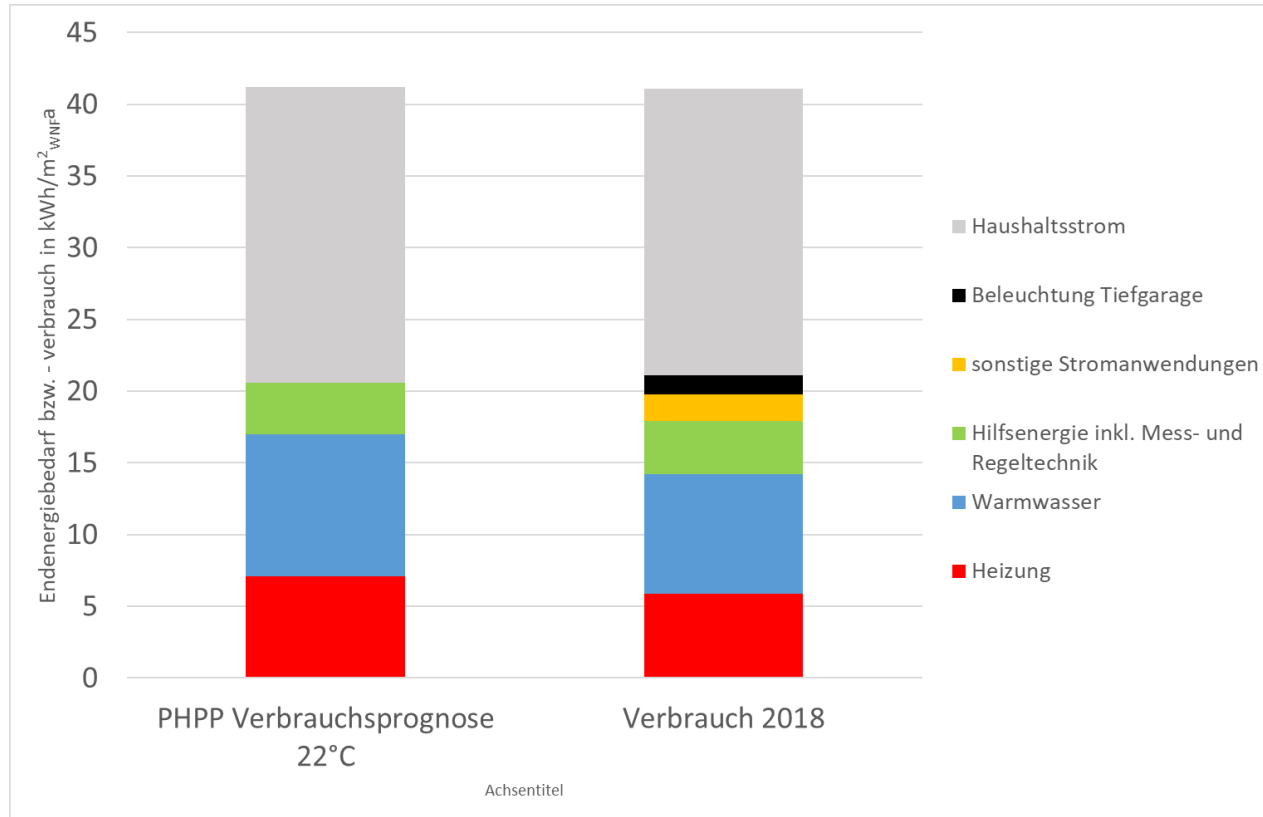
## 2 Modellvorhaben KliNaWo

Netto-Bauwerkskosten (ÖNORM B 1801-1, KG 2+3+4, entspricht DIN 276, KG 300+400)

	Variante Mindestanforderungen BTV	Realisierungs- variante
	EUR/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub>	EUR/m <sup>2</sup> <sub>WNF</sub>
Baukonstruktion (Ziegel + WDVS)	1 116	1 142
Fenster (sehr gute Dreifach-Verglasung, Holzrahmen IV 90)	97	97
Jalousien	23	23
Wärmeversorgungssystem (2 Sole-WP, Fußbodenheizung Variante BTV: ohne thermische Solaranlage Realisierungsvariante: 98m <sup>2</sup> Kollektorfläche, Speicher 6.740 Liter)	124	157
Sanitär	91	91
Abluftanlage (ohne WRG)	32	32
Elektroinstallation	102	102
Andere, identische Kosten	329	329
<b>Summe Bauwerkskosten (ÖNORM 1801-1, KG 2-4)</b>	<b>1 914</b>	<b>1 973</b>
Mehrkosten Realisierungsvariante		59
<b>Prozentuale Mehrkosten</b>		<b>3,1%</b>
Heizwärmebedarf PHPP, 20°C	36,2	27,5
<b>Reduktion Primärenergiebedarf + CO<sub>2</sub>-Emissionen (ohne Haushaltsstrom)</b>		<b>-67%</b>

# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Vergleich des Verbrauchs im Jahr 2018 mit der PHPP\*-Verbrauchsprognoseberechnung



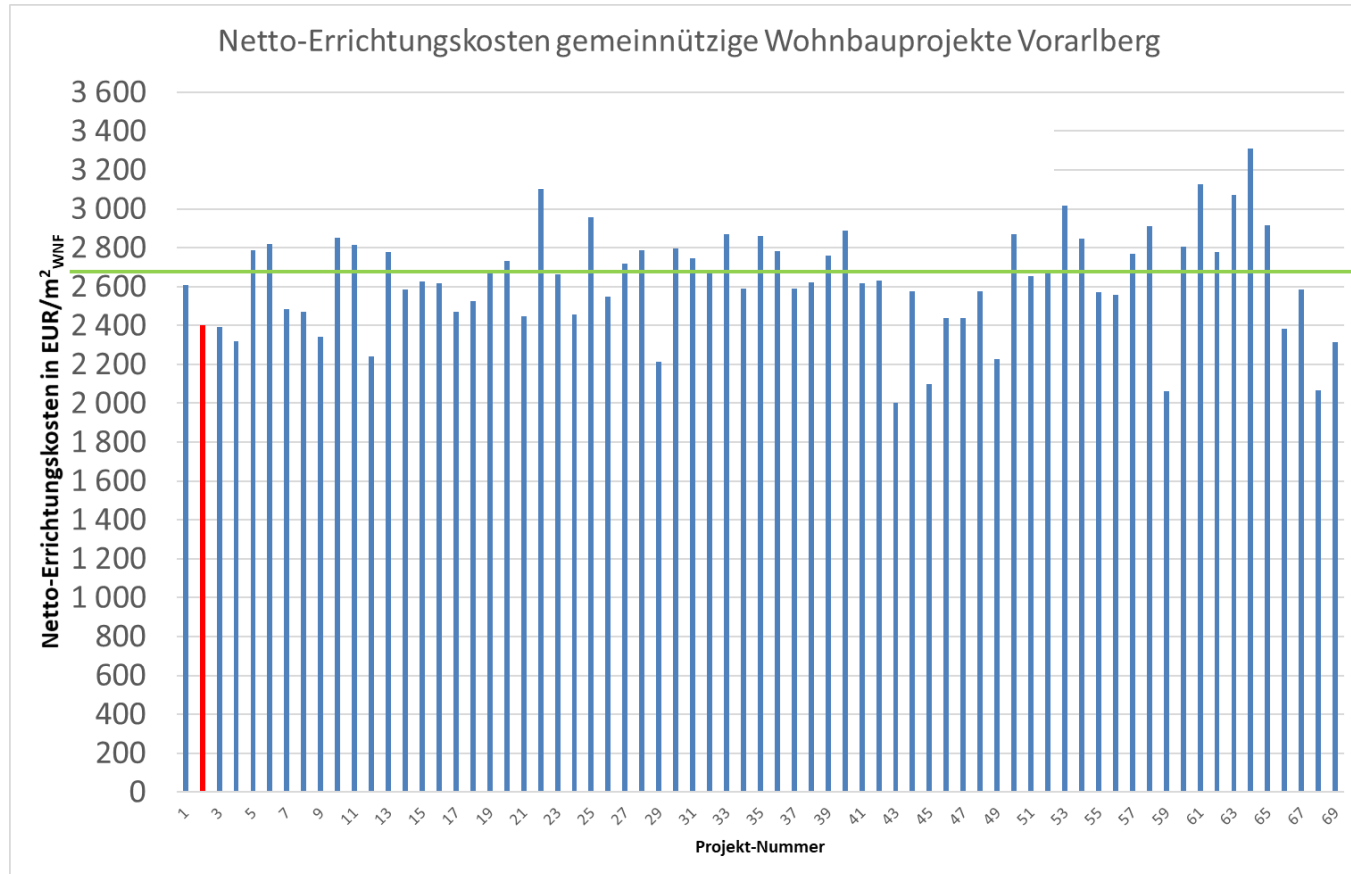
- Endenergieverbrauch<sub>Heizung + WW</sub>  
14,2 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNFA</sub>
- Monatliche Kosten Stromverbrauch Heizung + WW in 76m<sup>2</sup>-Wohnung:  
10,50 EUR/Monat  
(zzgl. ca. 6 EUR/Monat Grundgebühr)
- Niedriger Verbrauch auch für Beleuchtung Tiefgarage und sonstiges (Lift,...)
- Realer Verbrauch liegt knapp unter PHPP-Verbrauchsprognose

\*PHPP: Passivhaus-Projektierungspaket: validiertes excel-tool zur Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden

Bezug: Passivhausinstitut, Darmstadt; [www.passiv.de](http://www.passiv.de)

## 2 Modellvorhaben KliNaWo

### abgerechnete Netto-Errichtungskosten (ÖNORM 1801, KG 1-9)



- Abgerechnete Errichtungskosten: 2.400 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>, d.h. 130 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> günstiger als bei Kostenstand Vergabe
- Mehr als 200 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub> günstiger als Mittelwert aller zeitgleich errichteten gemeinnützigen Projekte in Vorarlberg
- Deutlich unter der projektspezifischen Kostengrenze für den gemeinnützigen Wohnbau

# 2 Modellvorhaben KliNaWo

## Resumé für den Neubau von Mehrfamilienhäusern

- Energetische Gebäudequalität hat einen sehr geringen Einfluss auf die Errichtungskosten
- Kostenoptimale Varianten (65 bis 75% Energieeinsparung): Mehrkosten ca. 3-5% der reinen Baukosten
- Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW</sub> von  $14 \text{ kWh/m}^2_{\text{WNF}}$ a entspricht sehr gut der PHPP-Verbrauchsprognose
- Netto-Errichtungskosten des Projekts liegen  $> 200 \text{ EUR/m}^2_{\text{WNF}}$  unter dem Durchschnittswert der gleichzeitig errichteten (und im Mittel gleich großen) gemeinnützigen Wohnbauten in Vorarlberg
- Miete aufgrund niedriger Investitions- und abgerechneter Energiekosten zweimal gesenkt
- Methode der Optimierung auf Lebenszykluskosten hat sich bewährt

# 3 KliNaWo – ein glücklicher Einzelfall?

- Gleiche Ergebnisse bezüglich Mehrkosten und Wirtschaftlichkeit in mehr als 10 Mehrfamilienhaus-Projekten
- Projektergebnisse im EU-Projekt „low cost nzeb“ aufbereitet
- Online-Endveranstaltung am 10.12.2021
- Buch zum EU-Projekt Anfang April 2022
- Mehr Infos zum Projekt KliNaWo und zur eingesetzten Methodik in zwei wissenschaftlichen Berichten:

<https://www.energieinstitut.at/unternehmen/bauen-und-sanieren-fuer-profis/kosten-und-wirtschaftlichkeit/forschungsprojekte-energieeffizienz-und-wirtschaftlichkeit/alps-klinawo/>



Im Projekt "Low Cost nearly Zero Energy Buildings" haben wir mit unseren Partnern Energiebedarf und Treibhausgasemissionen, Kosten und Wirtschaftlichkeit sowie Behaglichkeit von zehn Mehrfamilienhäusern in Deutschland und Österreich analysiert.

Anhand von Ergebnissen aus dem Monitoring und von abgerechneten Verbräuchen, dynamischen Simulationen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird aufgezeigt, wie neu errichtete Mehrfamilienhäuser kompatibel zu den Zielen des Pariser Klimaschutzabkommens und gleichzeitig wirtschaftlich errichtet werden können.

Freitag, 10. Dezember 2021, von 9:00 bis 13:00 Uhr  
Onlineveranstaltung

Melden Sie sich gleich an, die Teilnahme ist kostenlos:  
[www.energieinstitut.at/lowcost](http://www.energieinstitut.at/lowcost)

Die wichtigsten Erkenntnisse und wie Sie sie in Ihren Projekten anwenden können, zeigen wir in folgenden Vorträgen:

- **Vom Globalbudget zum klimazielkompatiblen Mehrfamilienhaus**  
Martin Ploß, Energieinstitut Vorarlberg
- **Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung**  
Christof Drexel, drexel reduziert GmbH
- **Konstruktionsarten, Hüllqualität und sommerlicher Wärmeschutz**  
Tobias Hatt, Energieinstitut Vorarlberg
- **Varianten optimierter Wärmeverteilsysteme**  
Fabian Ochs, Universität Innsbruck
- **Optimierung solarer Energiesysteme am Gebäude**  
Ferdinand Sigg, Technische Hochschule Rosenheim
- **Kosten und Wirtschaftlichkeit klimazielkompatibler Mehrfamilienhäuser**  
Thomas Roßkopf-Nachbaur, Energieinstitut Vorarlberg
- **Definition des Standards klimazielkompatibles Mehrfamilienhaus und Überprüfung an Beispielgebäuden**  
Martin Ploß, Energieinstitut Vorarlberg



Energieinstitut Vorarlberg

CAMPUS V, Stadtstraße 33  
6850 Dornbirn | Austria  
+43 5572 31 202-0  
info@energieinstitut.at  
www.energieinstitut.at

Unsere Projektpartner:



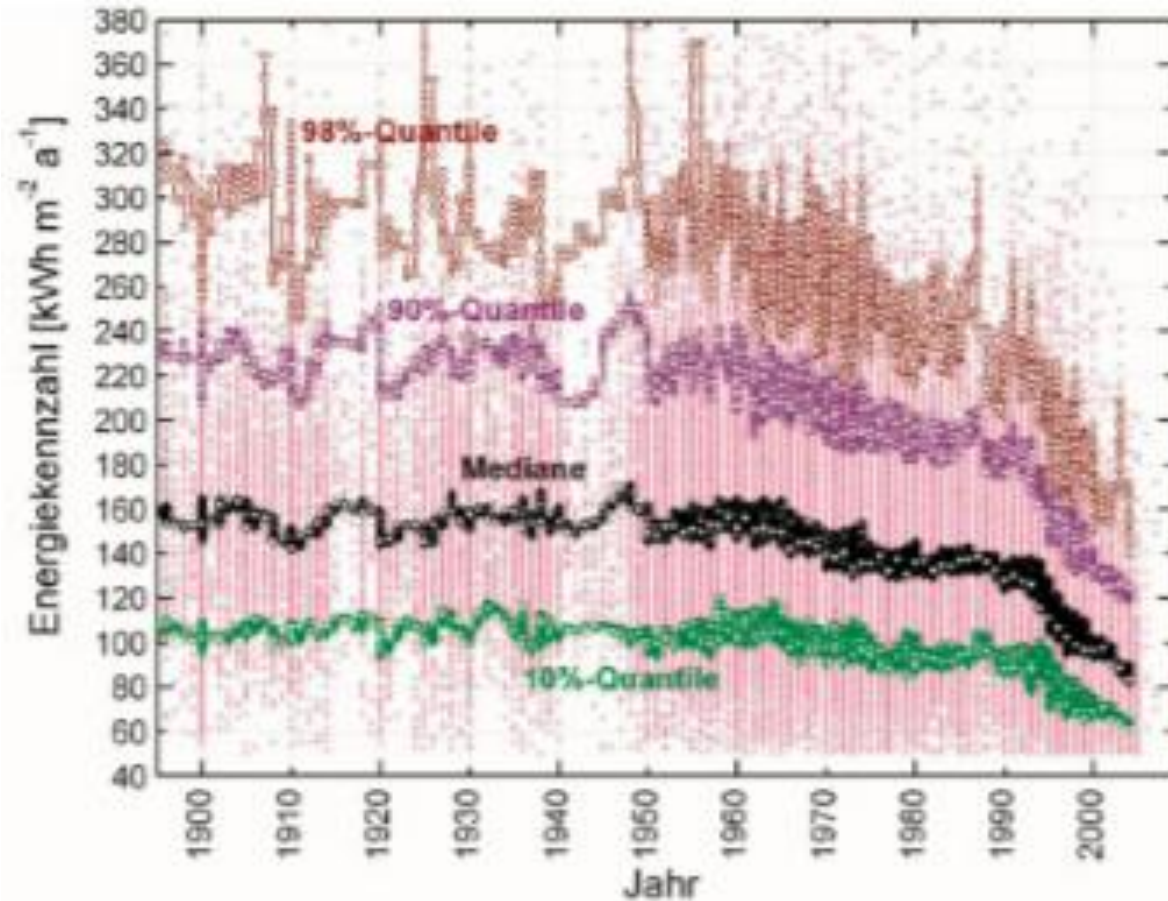
# 4 Status Quo Sanierung MFH



Sanierung Wohnanlage in Rankweil, Arch. A. Vogel-Sonderegger; Foto: M. Ploss

# 4 Status Quo Sanierung MFH

Wie viel Energie braucht ein „normales“ MFH? – realer Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW</sub>

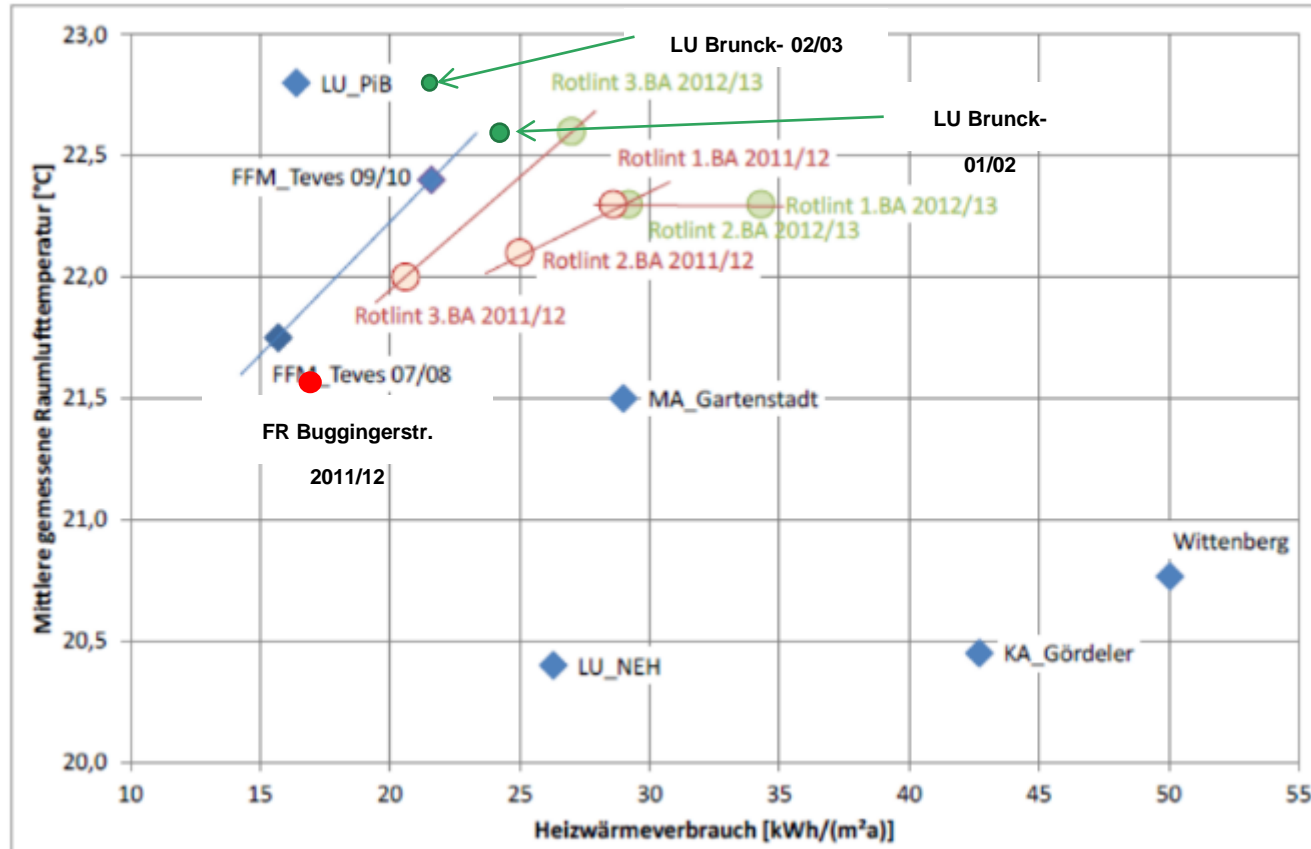


- Dargestellt sind die gemessenen Energieverbräuche für Heizung und Warmwasser von 110.000 öl- und gasbeheizten Mehrfamilienhäusern in Deutschland
- Klimabereinigte Messdaten eines Ableseunternehmens
- Die Gebäude sind nach dem Baujahr auf der x-Achse aufgetragen
- Jeder Punkt repräsentiert den Messwert eines Gebäudes
- Der Median des Verbrauchs für die Baujahre 1900 bis 1964 liegt fast konstant bei etwa 155 kWh/m<sup>2</sup><sub>WFa</sub>
- Median Baujahr 1990: 136 kWh/m<sup>2</sup><sub>WFa</sub>
- Median Baujahr 2004 bis 2006: 85 kWh/m<sup>2</sup><sub>WFa</sub>
- Strengere Grenzwerte ab 1995 deutlich ablesbar

Quelle: Greller, M. et al.: Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 2: Verbrauchskennzahlentwicklung nach Baualtersklassen; in: Bauphysik 32(2010) Heft 1

# 4 Status Quo Sanierung MFH

## realer Heizwärmeverbrauch hocheffizienter MFH-Sanierungen



- Beste Projekte erreichen Heizwärmeverbräuche von 15 bis 17 kWh/m<sup>2</sup><sub>PHPPa</sub>
- Viele weitere Projekte liegen bei etwa 20 bis 30 kWh/m<sup>2</sup><sub>PHPPa</sub>
- mittlere Raumlufttemperaturen in der Heizperiode liegen wie in Neubauten meist zwischen 21 und 23°C

Quellen: M. Großklos et al.: Wissenschaftliche Begleitung der Sanierung Rotlintstraße 116-128 in Frankfurt a.M. – Endbericht – Ergebnisse der messtechnischen Erfolgskontrolle; IWU, 2013

F. Kagerer et al.: Sanierung eines Hochhauses auf Passivhaus-Standard – ein Jahr Betriebserfahrungen, in: Tagungsband 17. IPHT 2013

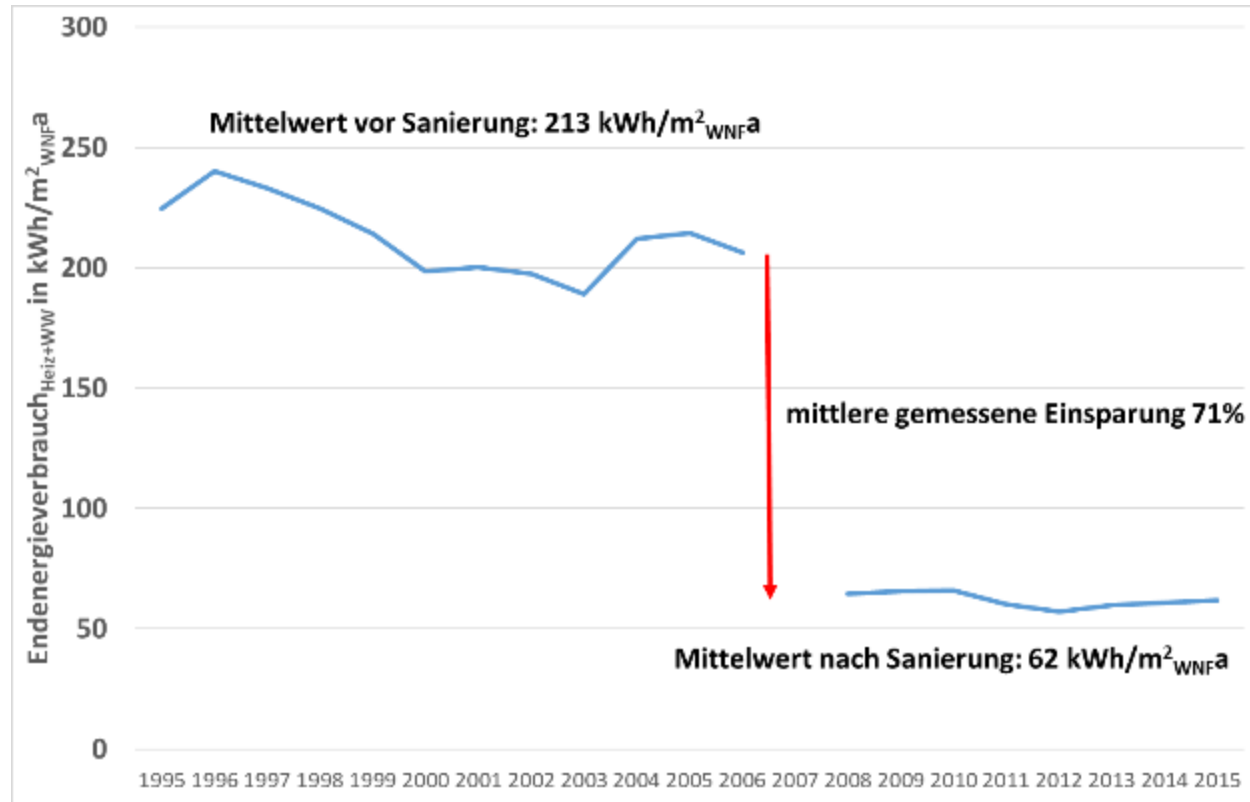
N. Weyand et al.: Modernisierung Brunckviertel: Ergebnisse zum 3-Liter-Haus, in: Tagungsband 9. IPHT 2005, Ludwigshafen





# 4 Status Quo Sanierung MFH

realer Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW</sub> Projekt Rankweil vor und nach Sanierung



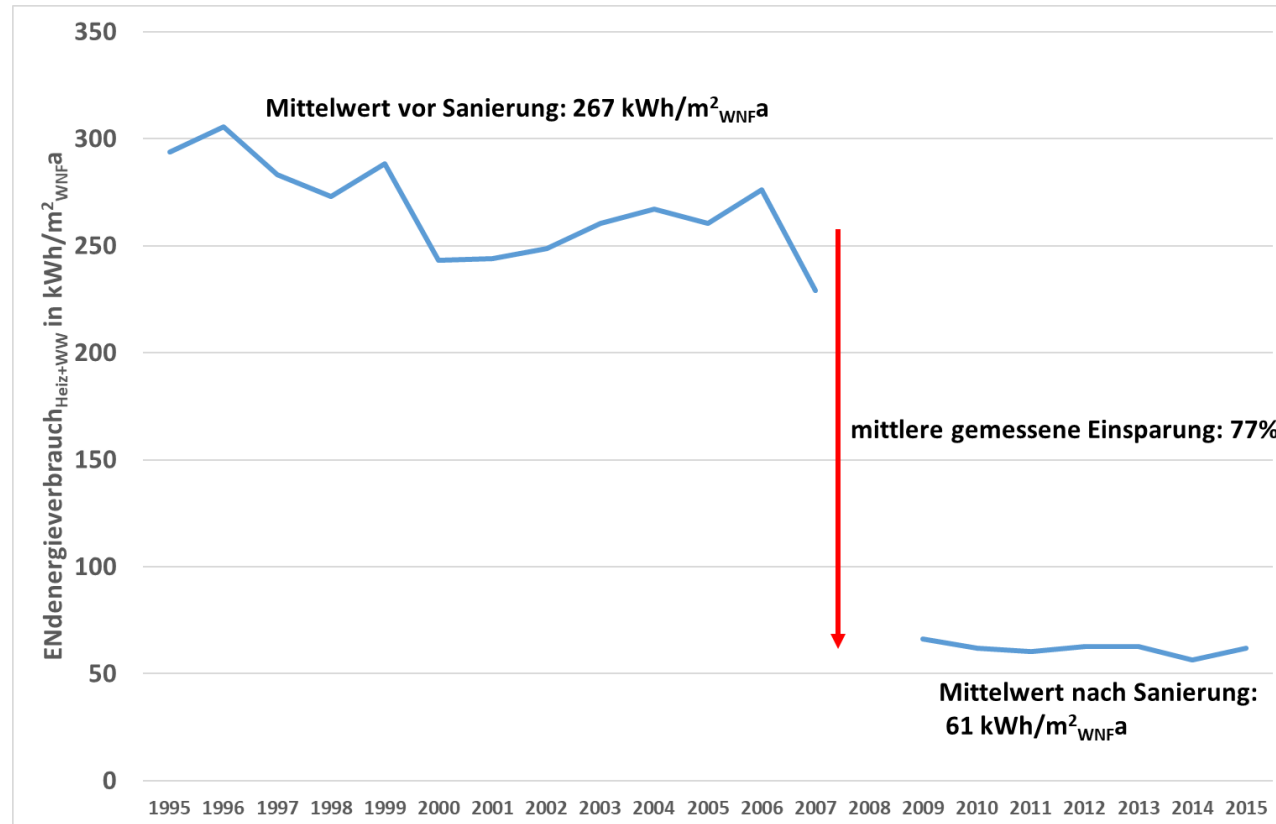
- Mittelwert vor Sanierung: 213 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- Mittel nach Sanierung: 62 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- Mittlere Einsparung 71%



Quelle: Verbrauchsauswertung Wohnanlagen VOGEWOSI, Energieinstitut Vorarlberg, 2018; Foto: Sanierung Wohnanlage in Rankweil, Arch. A. Vogel-Sonderegger; Foto: Ploss

# 4 Status Quo Sanierung MFH

realer Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW</sub> Projekt Dornbirn-Fussenau vor und nach Sanierung



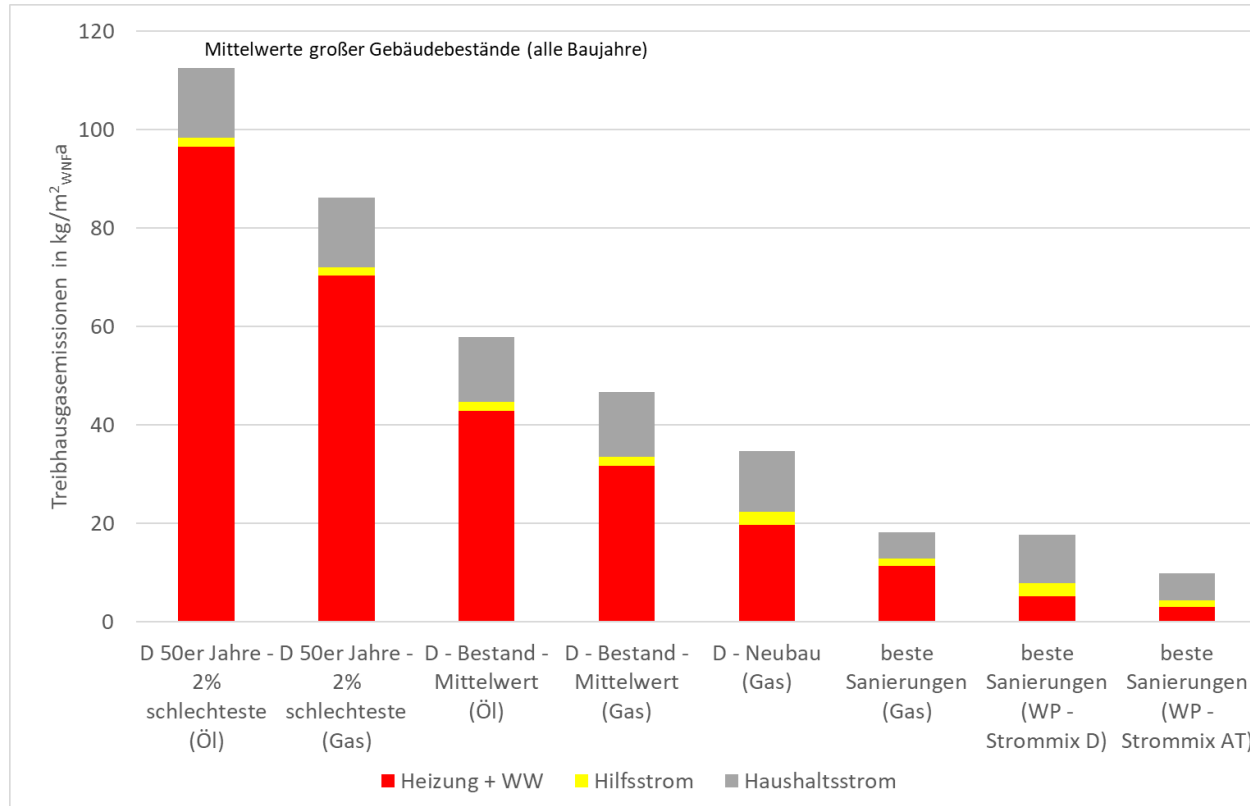
- Mittelwert vor Sanierung: 267 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- Mittel nach Sanierung: 61 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- Mittlere Einsparung 77%



Quelle: Verbrauchsauswertung Wohnanlagen VOGEWOSI, Energieinstitut Vorarlberg, 2018; Foto: Sanierung Wohnanlage in Rankweil, Arch. Kuess; Foto: Ploss

# 4 Status Quo Sanierung MFH

## spezifische THG-Missionen hocheffizienter MFH-Sanierungen auf Basis gemessener Verbräuche



- THG-Emissionen berechnet aus Mittelwerten der gemessenen Energieverbräuche großer MFH-Bestände sowie innovativer Sanierungen
- THG-Missionsfaktoren nach Stolz/Frischknecht bzw. Energieinstitut Vorarlberg (für Verbraucherstrommix AT und DE)

Greller, M. et al.: Universelle Energiekennzahlen für Deutschland – Teil 2: Verbrauchskennzahlentwicklung nach Baualterklassen; in: Bauphysik 32(2010) Heft 1

techem Energiekennwerte 2017 – Transparenz zum Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in deutschen Mehrfamilienhäusern; Techem Energy Services GmbH, Eschborn;

J. Stede et al.: Wärmemonitor 2019 - Klimaziele bei Wohngebäuden trotz sinkender CO<sub>2</sub>-Emissionen derzeit außer Reichweite; in: DIW Wochenbericht 40/2020; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Berlin, 30.09.2020;

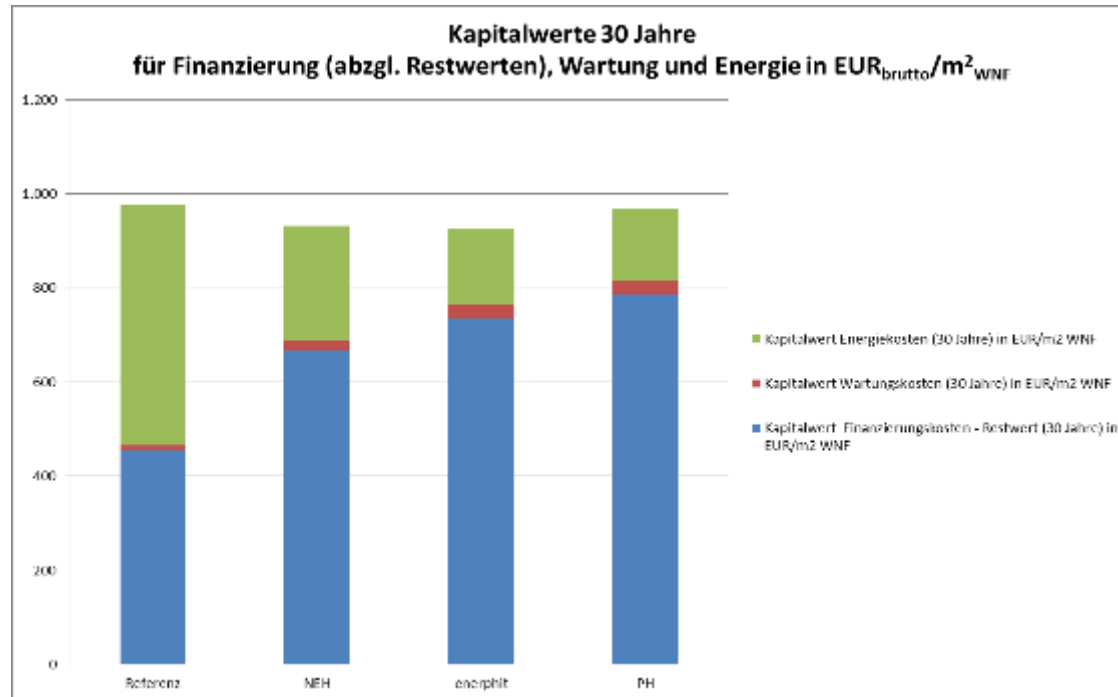
A. Peter et al: Verbrauchsauswertung der zentralbeheizten Mehrfamilienhäuser der VOGEWOSI für die Jahre 2016 bis 2018 (unveröffentlicht), Energieinstitut Vorarlberg, Dornbirn, 2021

P. Stolz, R. Frischknecht: Umweltkennwerte und Primärenergiefaktoren von Energiesystemen; treeze Ltd.

E. Drössler: Verbrauchsdatenauswertung MFH-Sanierung Hörbranz, Energieinstitut Vorarlberg

# 4 Status Quo Sanierung MFH

## Wirtschaftlichkeit hocheffizienter MFH-Sanierungen – Projekt Ludwigshafen



Quellen:

B. Kaufmann: Ökonomische Evaluierung zweier Sanierungsprojekte mit Dokumentation der abgerechneten Kosten: Hoheloostraße und Schlesierstraße in Ludwigshafen; Endbericht IEA SHC 37 Subtask B; Passivhaus Institut, Darmstadt, 2010

M. Ploss: Kosten und Wirtschaftlichkeit von Sanierungen auf Passivhausniveau, in: Passivhaus-Bauteilkatalog: Sanierung, Birkhäuser Verlag, Basel, 2017

Arch. Dipl.-Ing. M. Ploss | 23. Herbstforum Altbau | Stuttgart, 24.11.2021

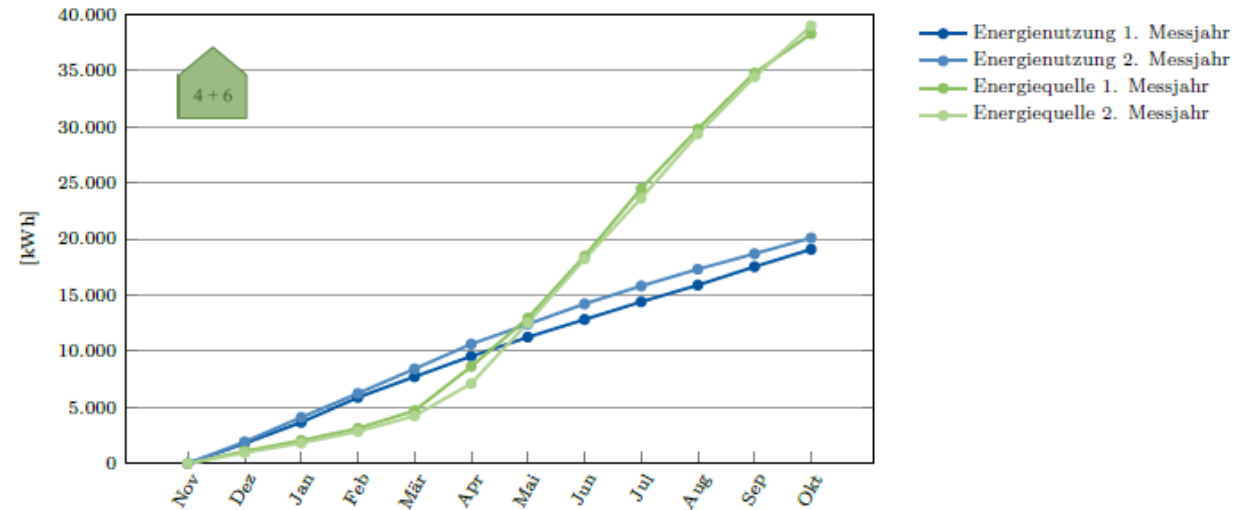
- Verglichen werden vier mögliche Sanierungsvarianten eines MFH mit 12 Wohneinheiten und Fernwärme
- Varianten NEH und PH wurden an identischen Gebäuden realisiert, abgerechnete Kosten liegen vor
  1. ohne energetische Maßnahmen 820 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>
  2. Niedrigenergie 1.066 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>
  3. enerphit (PH für Sanierungen) 1.146 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>
  4. Sanierung Passivhaus 1.214 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>
- Energiebedarfsberechnungen PHPP liegen vor
- Wirtschaftlichkeitsberechnungen nach Kapitalwertmethode
- Betrachtungszeitraum: 30 Jahre, ohne Förderung



# 4 Status Quo Sanierung MFH

## Sanierung MFH Neu-Ulm

- Endenergieverbrauch<sub>Heiz+WW+Hilf</sub>: 23 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- Haushaltsstromverbrauch: 14 kWh/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>a
- PV-Erzeugung weit höher als Verbrauch für Heizung, Warmwasser, Hilfs- und Haushaltsstrom
- Überschuss von ca. 18.000 kWh/a reicht für etwa 100.000 km/a mit Elektroauto, d.h. 5 Autos a 20.000 km/a
- Bauwerkskosten: ca. 2.180 EUR/m<sup>2</sup><sub>WNF</sub>



# 5 Übertragung der Methodik auf die Sanierung

## Sanierung Südtirolersiedlung Bludenz – Projekt SüdSan



Quelle: <https://pid.volare.vorarlberg.at/o:116498>



# 5 Übertragung der Methodik auf die Sanierung

## Sanierung Südtirolersiedlung Bludenz – baulicher Zustand April 2021

Fotos: Energieinstitut Vorarlberg



# 5 Übertragung der Methodik auf die Sanierung

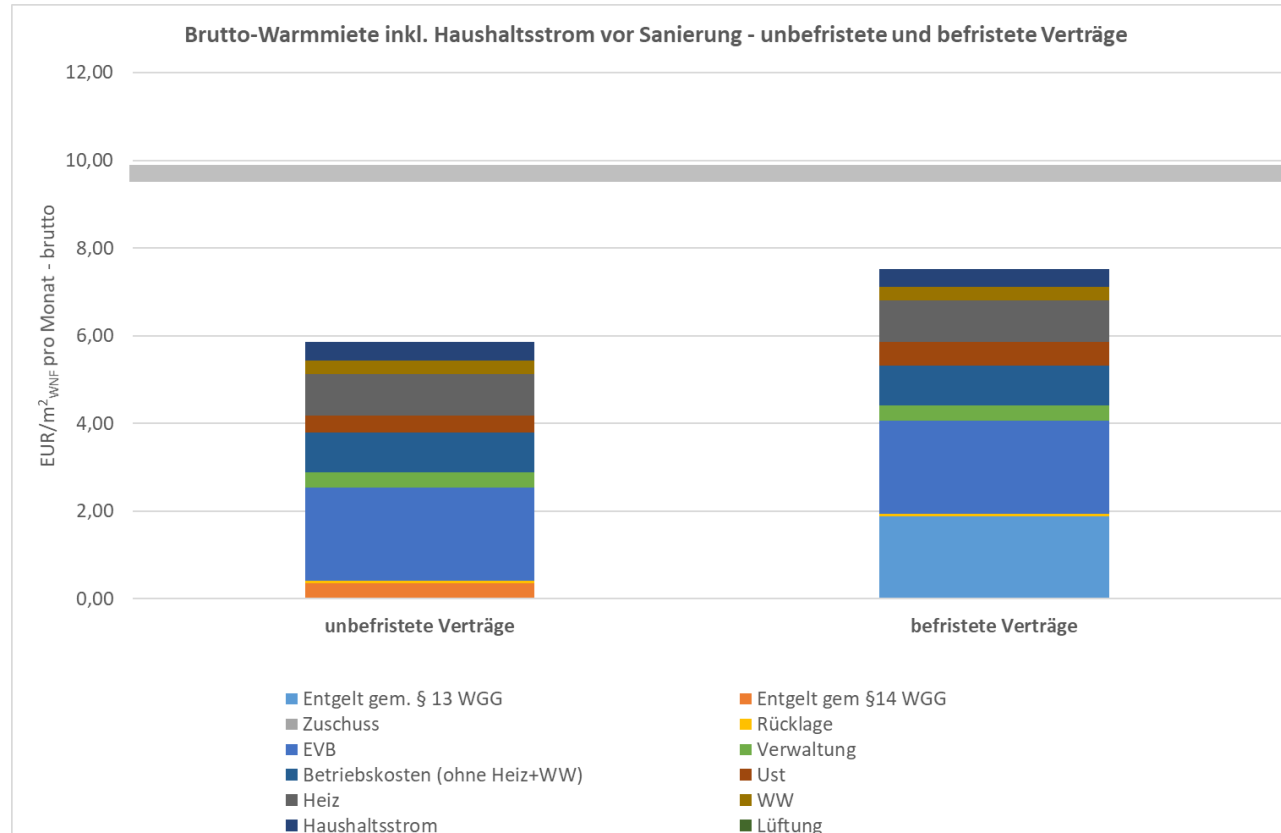
## Sanierung Südtirolersiedlung Bludenz – Variantenmatrix Haustyp 50er/60er Jahre

	Anzahl Qualitäten	Qualität 1	Qualität 2	Qualität 3	Qualität 4
Hülle opak	1	WBF Bonus (2022), d.h. etwa Passivhaus			
Hülle opak	1	Hüllelemente Holz, optimiert, hoher Vorfertigungsgrad			
Fenster	1	PH Rahmen schmal, Glas 3-fach, hohe Qualität			
Lüftung	4	Abluft zentral	WRG zentral	WRG wohnungsweise, Geräte und Vertikalverteilung in Hüllelementen	WRG raumweise
Wärmeerzeuger Heizung	4	Sole-WP (Keller)	Sole-WP (Keller)	el. Infrarot	FW-Anschluss (Keller)
Wärmeerzeuger Warmwasser	3	wie Heizung	Kombi mit el. Boiler	Kombi mit WP-Boiler	
Regelung	2	Standard	optimiert		
Verteilung vertikal	1	bestehender Kamin			
Verteilung horizontal	2	unter Decke	Fußboden		
Abgabe	3	Heizkörper Innenwand	Fußbodenheizung	Deckenheizung	
Thermie	3	ohne	klein (ca. 2m <sup>2</sup> /Wohnung, d.h. 10m <sup>2</sup> )	groß (ca. 4m <sup>2</sup> /Wohnung, d.h. 20 m <sup>2</sup> )	
PV	4	ohne	klein	groß (Dach komplett)	sehr groß (Dach+Fassade)
Batteriespeicher	2	ohne	klein		
	13 824				



# 5 Übertragung der Methodik auf die Sanierung

## Sanierung Südtirolersiedlung Bludenz – Vergleich der Brutto-Warmmiete Bestand und Neubau



**Abschätzung erweiterte Brutto-Warmmiete für zwei typische 50er/60er Jahre MFH des gemeinnützigen Wohnbaus in Vorarlberg vor Sanierung**

**Grundmiete ist sehr gering**

**EVB\* ist – österreichweit gleich – gedeckelt und an den Verbraucherpreisindex gekoppelt**

**Kosten vor Sanierung inkl. Haushaltsstrom**

**Vergleichswert Neubau gemeinnütziger Wohnbau ist nicht sehr viel höher**

\* EVB: Erhaltungs- und Verbesserungsbeitrag = Erneuerungsrücklage im gemeinnützigen Wohnbau Österreichs

# 6 Zum Vertiefen der Erkenntnisse

## kostenloser download der Themenbände zur Veranstaltungsreihe economicum

- Alle Themenbände der Veranstaltungsreihe economicum – leistbares und energieeffizientes Wohnen können kosten kostenlos von der homepage des Energieinstitut Vorarlberg heruntergeladen werden.
- Zum Thema Sanierung: Themenbände 8 (verfügbar) und 11 (verfügbar ab ca. März 2022)
- Sonstige Themenbände zu Thema Neubau Wohnen (MFH) sowie Bürogebäude
- <https://www.energieinstitut.at/economicum/themenbaende-zum-economicum/>