



ÖkoplusKomplex -vorläufige Ergebnisse

Vergleich von Gebäudesystemvarianten hinsichtlich
deren Erreichungsgrad des Plus Energiestandards

Stefan Gunczy,
Rudolf Stiglbrunner, Johanna Pucker, Anton Wenzel

Wien, 30. November 2010

INNOVATION aus TRADITION

Inhalt

1. Projektüberblick
2. AP1 Systemvarianten
3. AP2 Technologien
4. Systemvariante Mühlweg
5. Umsetzungsrelevante Ergebnisse
6. Ausblick

- Langfristige Vision für Gebäude der Zukunft:
 - Über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes werden die treibhausrelevanten Emissionen in Summe auf Null reduziert.
 - Entwicklung des Gebäudes in der Betriebs-Phase vom Verbraucher zum Energie-Lieferanten

- Betrachtung von Plus-Energie-Häusern mit allen
- relevanten Energieflüssen und
 - CO₂-Emissionen
- über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes.

- Projektstart 1. Jänner 2010
- Projektpartner
 - Softechenergy
 - Sauper
 - KLH
 - Pexider
- www.oekopluskomplex.at



- AP 1: Definition von Systemvarianten und Ermittlung von energetischen und ökologischen Kenngrößen
- AP 2: Bewertung der Technologien zur Deckung des Energiebedarfs der Systemvarianten bzw. zur Erzeugung erneuerbarer Energie
- AP 3: Ökologische und ökonomische Bewertung der Systemvarianten und Technologien
- AP 4: Projektkoordination und Verbreitung der Ergebnisse

Projektstand

Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	■	■	■	■	■	■	■	■																
								■ MS1																
2									■	■	■	■	■	■	■	■ MS2								
3																	■	■	■	■	■	■	■	■
																								■ MS3
4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■ MS 4.1		■	■	■	■ WS 1	■	■	■	■	■	■	■
																								■ MS 4.2 ■ WS 2

MS = Milestone, WS = Workshop

7

INNOVATION aus TRADITION

AP1: Systemvarianten

	Systemvariante 1	Systemvariante 2	Systemvariante 3	Systemvariante 4	Systemvariante 5
	EFH Dalitz ¹⁾	EFH Schlosser	EFH Weiland	GWB Mühlweg - Haus C	Veranstaltungsgebäude Leitl
Gebäudart	Einfamilienhaus eingeschöfzig auf Bodenplatte	Einfamilienhaus zweigeschofzig auf Keller	Einfamilienhaus zweigeschofzig auf Keller	Geschofwohnbau (18 WE) viergeschofzig auf Bodenplatte	Veranstaltungsgebäude
Gebäudegröße	108 m ² WF	277 m ² WF	147 m ² WF	1.564 m ² TFA ³⁾	660 m ² BGF
Bauweise	Ziegel massiv mit XPS-Dämmung (ECOPEX-System)	Ziegel massiv - Sonnenhauskonzept	Kreuzlagenholz, Passivhausbauweise	Kreuzlagenholz, Passivhausbauweise	Ziegel massiv - Sonnenhauskonzept
Treibhausgas-Emissionen und Primärenergieaufwand für die Errichtung des Gebäudes (vorläufige Werte, ohne Aushub und Installationen; bei Mühlweg enthalten!)					
Absolutwerte					
- GWP (kg CO ₂ e...)	29.011	215.169	25.179	173.046	317.335
- GWP ohne Speicherung (kg CO ₂ e...)	44.491	259.778	176.491	564.224	337.357
- PEI (MJ)	734.180	2.653.515	2.678.599	8.687.292	5.245.107
- PEI (MWh)	204	737	744	2.413	1.457
Spezifische Werte (pro m ² ,...)					
- GWP (kg CO ₂ e... / m ²)	269	777	171	111	481
- GWP ohne Speicherung (kg CO ₂ e... / m ²)	413	939	1.200	361	511
- PEI (MJ / m ²)	6.812	9.587	18.207	5.555	7.947
- PEI (MWh / m ²)	1,89	2,66	5,06	1,54	2,21
Energiebedarf für die Nutzung des Gebäudes (bei einer Nutzungsdauer 60 Jahren)					
Absolutwerte					
- Strom (MWh)	397 ¹⁾	265	413 ⁴⁾	3.426	
- Wärme (MWh)	397 ²⁾	976 ⁴⁾	445 ⁴⁾	4.547	
	¹⁾ inklusive Stromverbrauch der Luftwärmepumpe	⁴⁾ wird zu ca. 90% solarthermisch bereitgestellt	⁴⁾ inklusive Stromverbrauch der Wärmepumpe	³⁾ Energiebezugsfläche nach PHPP	
	²⁾ wird über Luftwärmepumpe bereitgestellt		⁵⁾ wird über Wärmepumpe und solarthermisch bereitgestellt		
	⁷⁾ ohne Blech für Dach und Dachrinnen				

AP1: Systemvarianten

- EFH Dallitz => GWP: 269 [kg CO₂-Äq. / m²]
- EFH Schlosser => GWP: 777 [kg CO₂-Äq. / m²]
- EFH Weiland => GWP: 171 [kg CO₂-Äq. / m²]
- GWB Mühlweg - Haus C
 => GWP: 111 [kg CO₂-Äq. / m²]
- Veranstaltungsgebäude Leitl
 => GWP: 481 [kg CO₂-Äq. / m²]

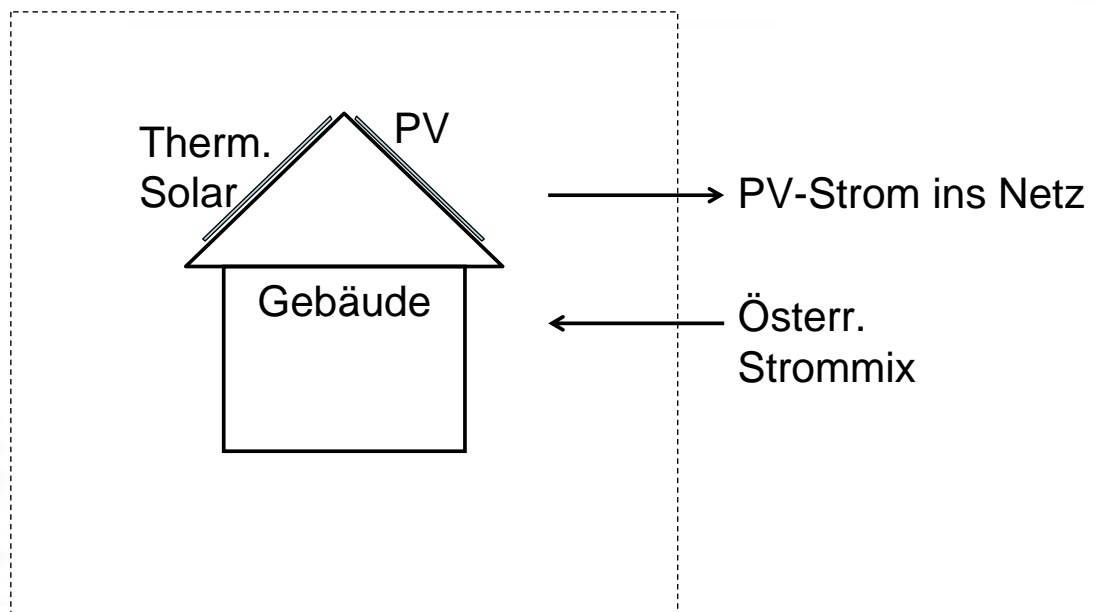
AP2: Technologien

- Stromerzeugung
 - Solar
 - Wind
 - Wasser
 - KWK
- Wärmeerzeugung
 - Solar
 - Biomasse
 - Wärmepumpe

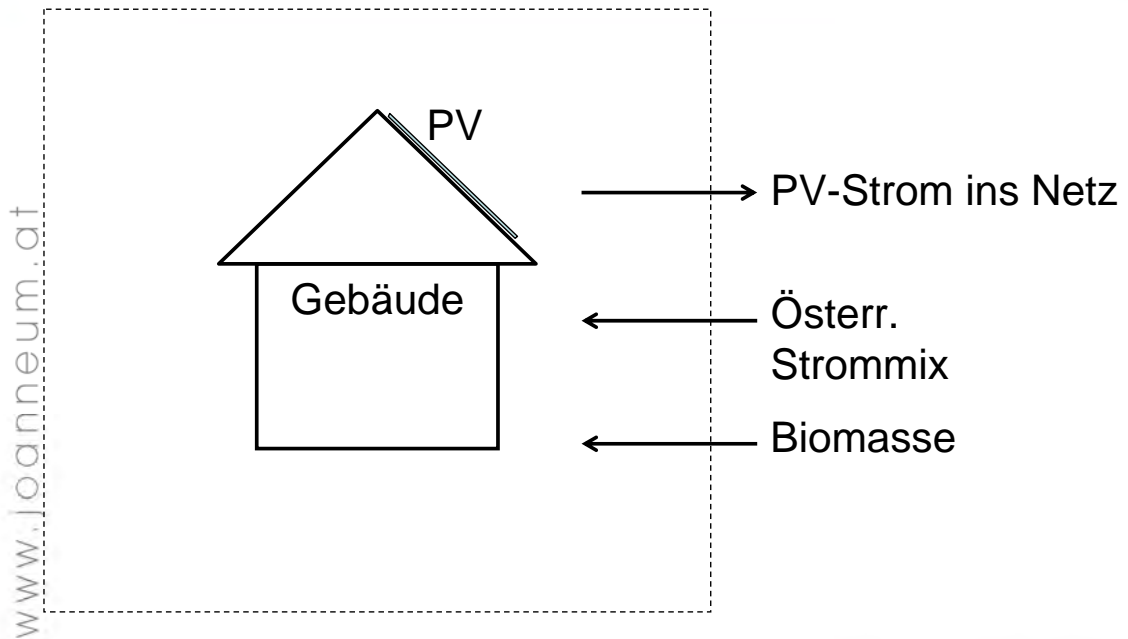
AP2: Technologien

- **Energiespeicherung**
 - zentral (z.B. Gebäudeverbund)
 - gebäudeintegriert
- **Energieerzeugung**
 - zentral (z.B. Gebäudeverbund)
 - gebäudeintegriert

AP2: Technologien Bsp. Solar

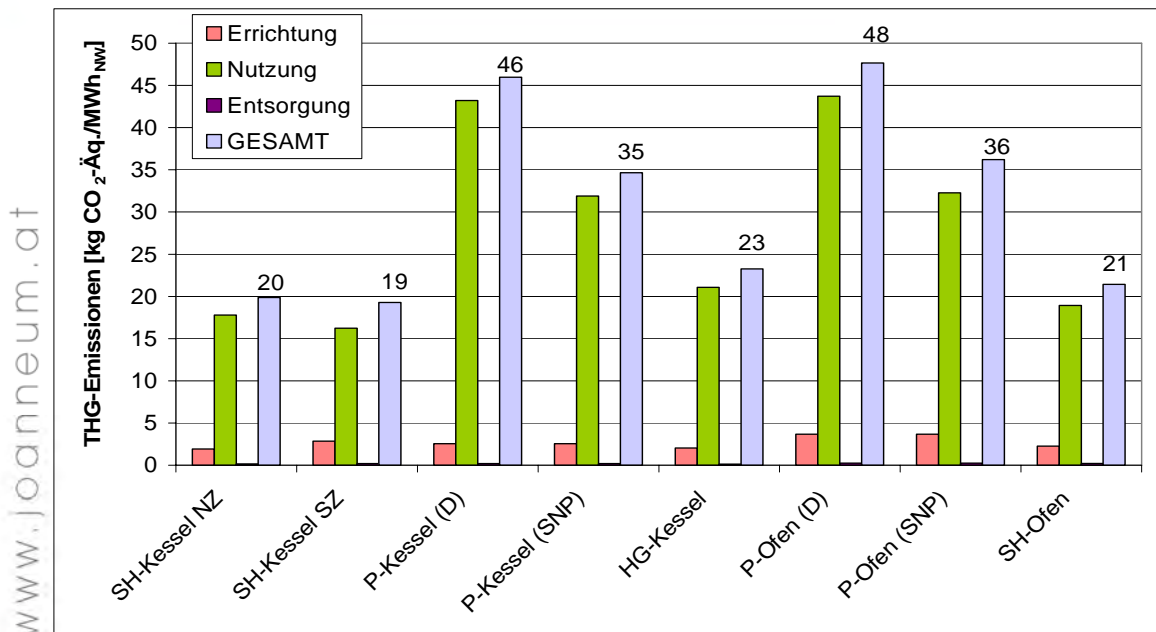


AP2: Technologien Bsp. Biomasse



INNOVATION aus TRADITION

AP2: Technologien Bsp. Biomasse



INNOVATION aus TRADITION

Systemvariante Mühlweg

- **Gebäudeart:** Mehrfamilienwohnhaus (18 WE)
 - 4-geschoßig auf Bodenplatte
- **Gebäudegröße:** 1.564 m² TFA¹⁾
- **Bauweise:**
 - Kreuzlagenholz
 - Passivhausbauweise
- **Energiebedarf (60 Jahre):**
 - Strom: 3.426 MWh
 - Wärme: 4.547 MWh

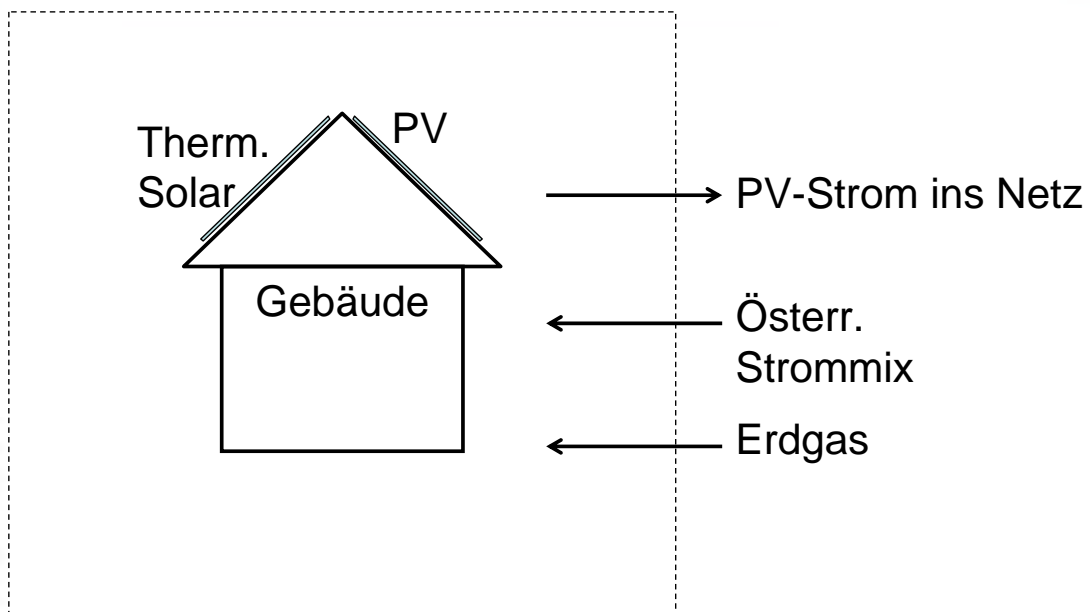


Quelle: Haus der Zukunft
INNOVATION aus TRADITION

www.joanneum.at

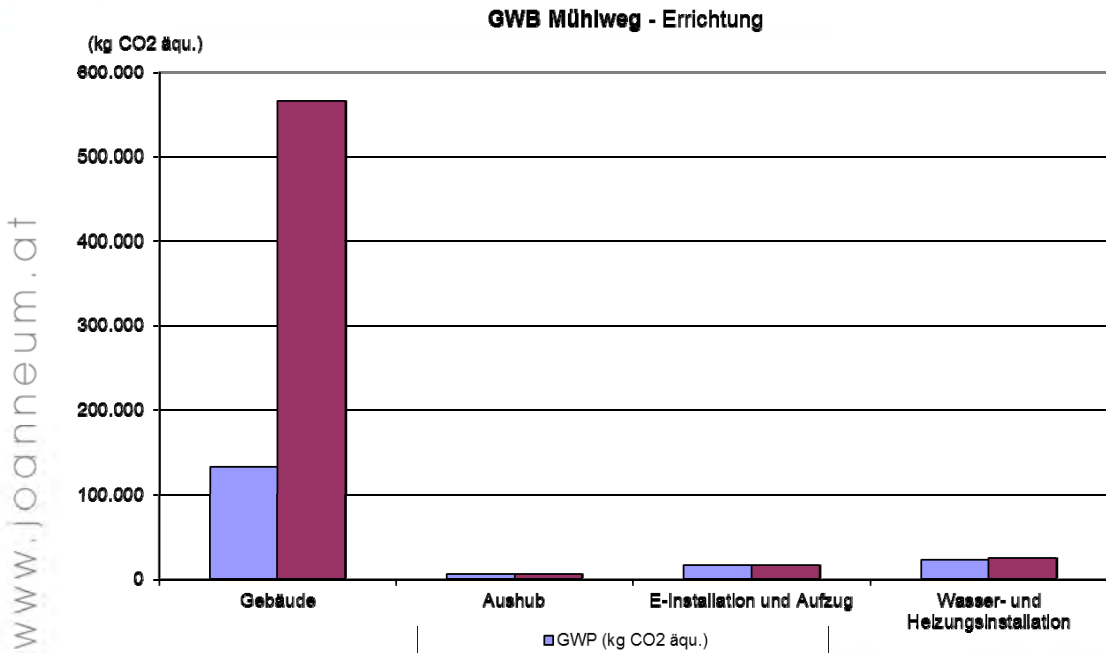
1) Energiebezugsfläche nach PHPP

Systemvariante Mühlweg Systemgrenze

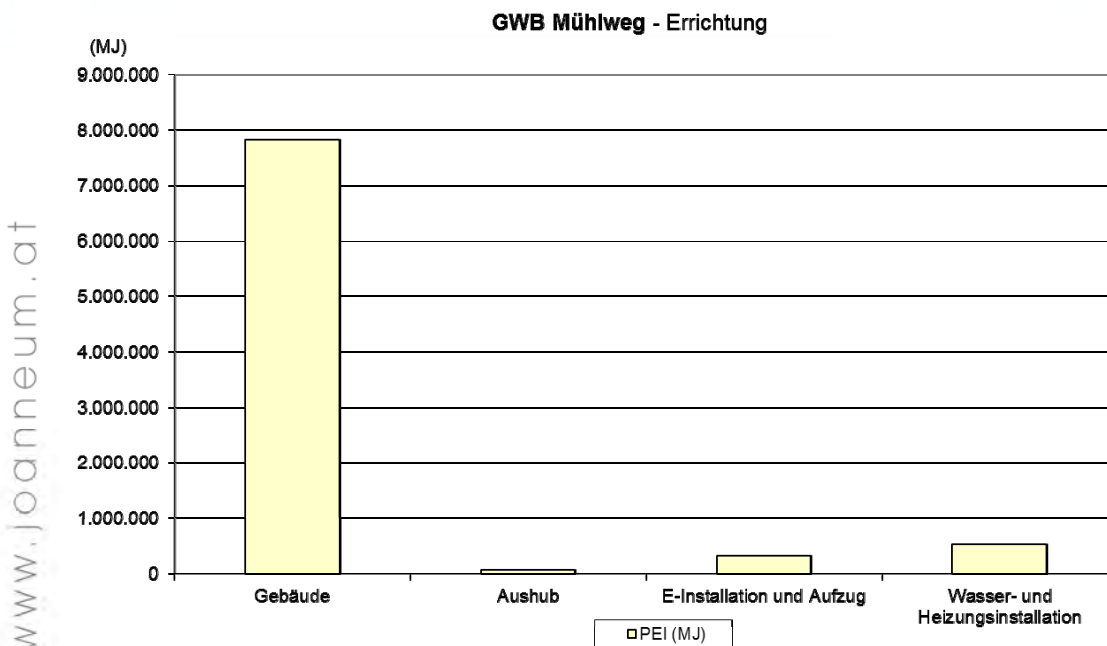


www.joanneum.at

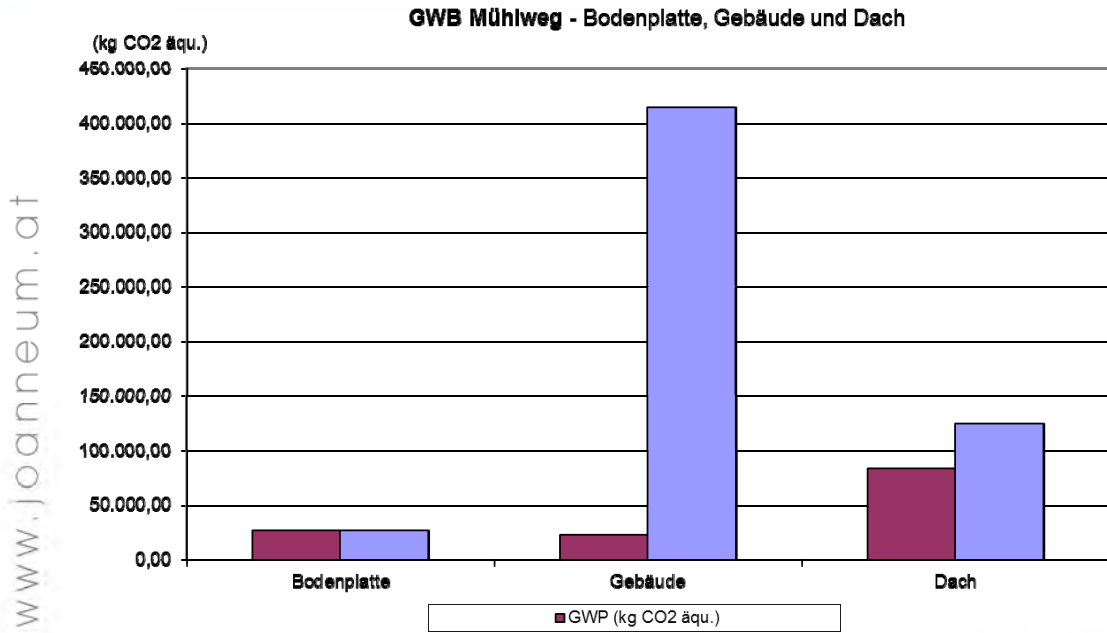
Systemvariante Mühlweg GWP-Errichtung



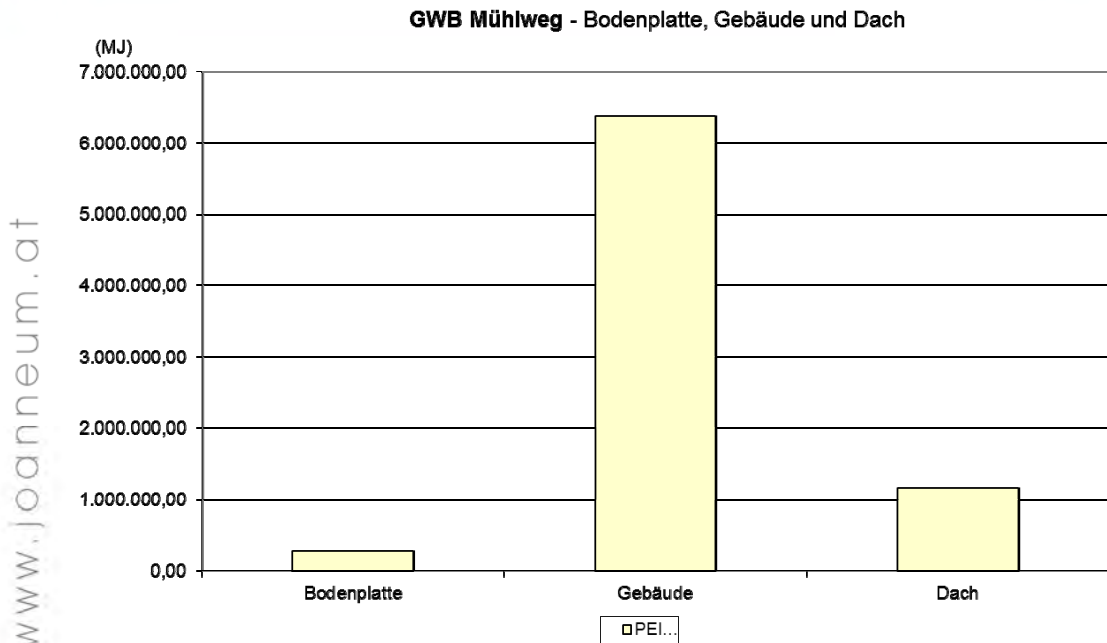
Systemvariante Mühlweg PEI-Errichtung



Systemvariante Mühlweg GWP-Bodenplatte, Gebäude und Dach

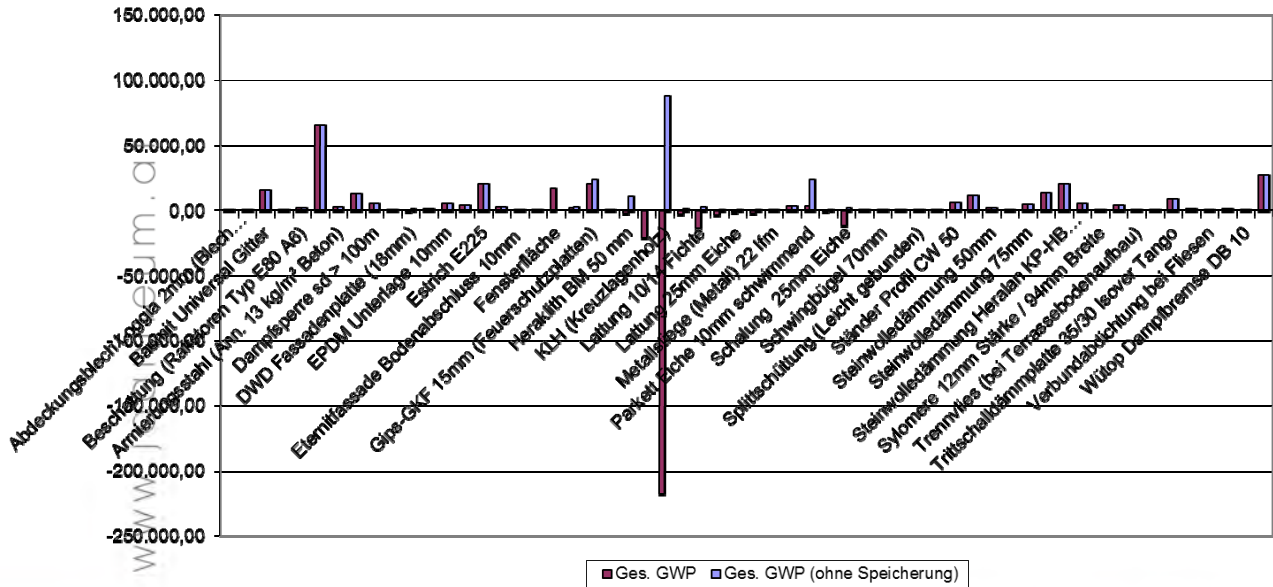


Systemvariante Mühlweg PEI-Bodenplatte, Gebäude und Dach



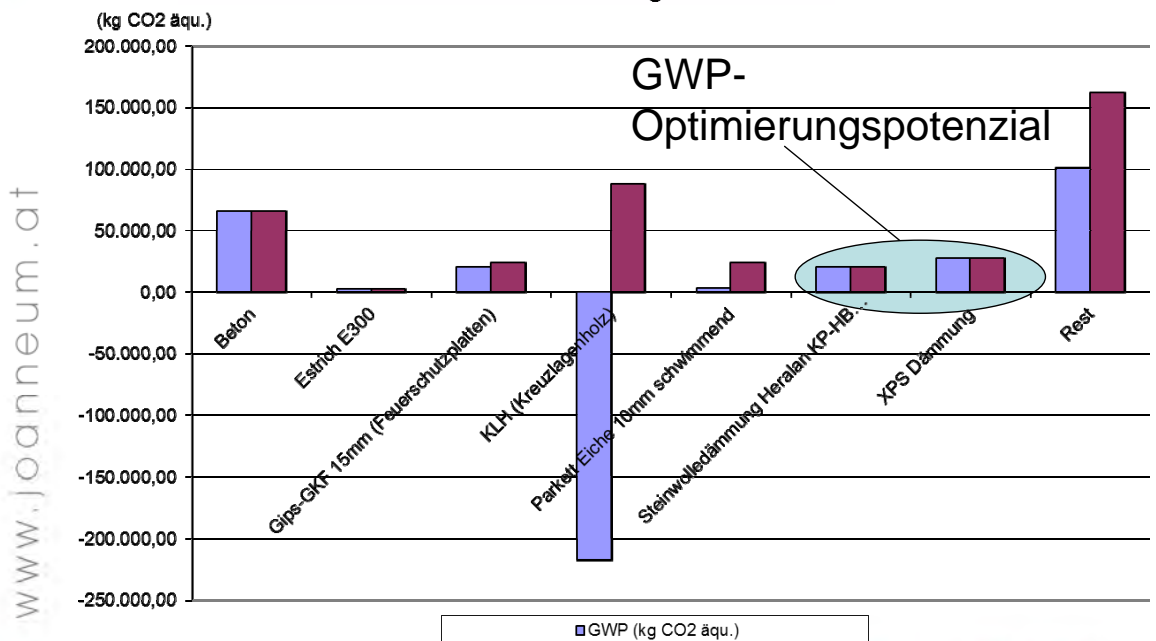
Systemvariante Mühlweg GWP-Baustoffe

Mühlweg - Gebäude



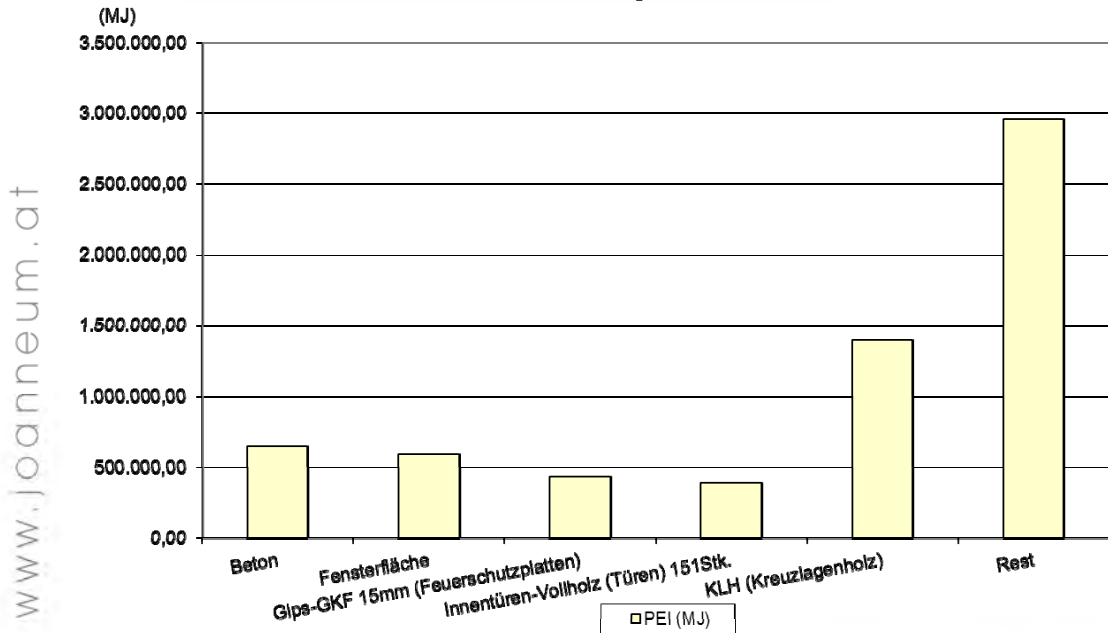
Systemvariante Mühlweg

GWB Mühlweg - Gebäude



Systemvariante Mühlweg

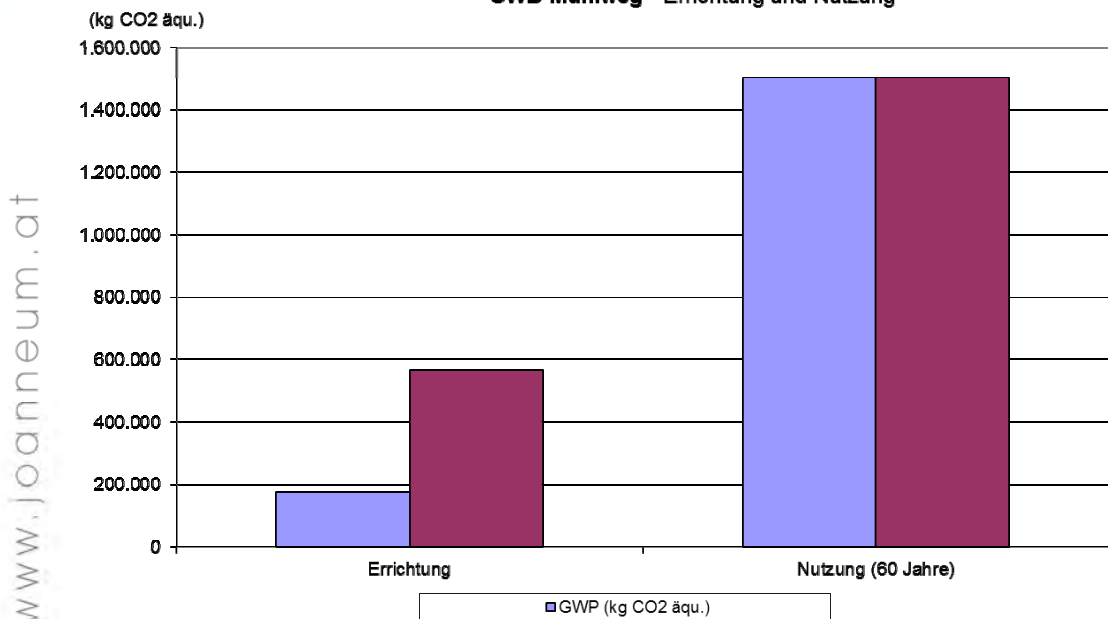
GWB Mühlweg - Gebäude



www.joanneum.at

Systemvariante Mühlweg

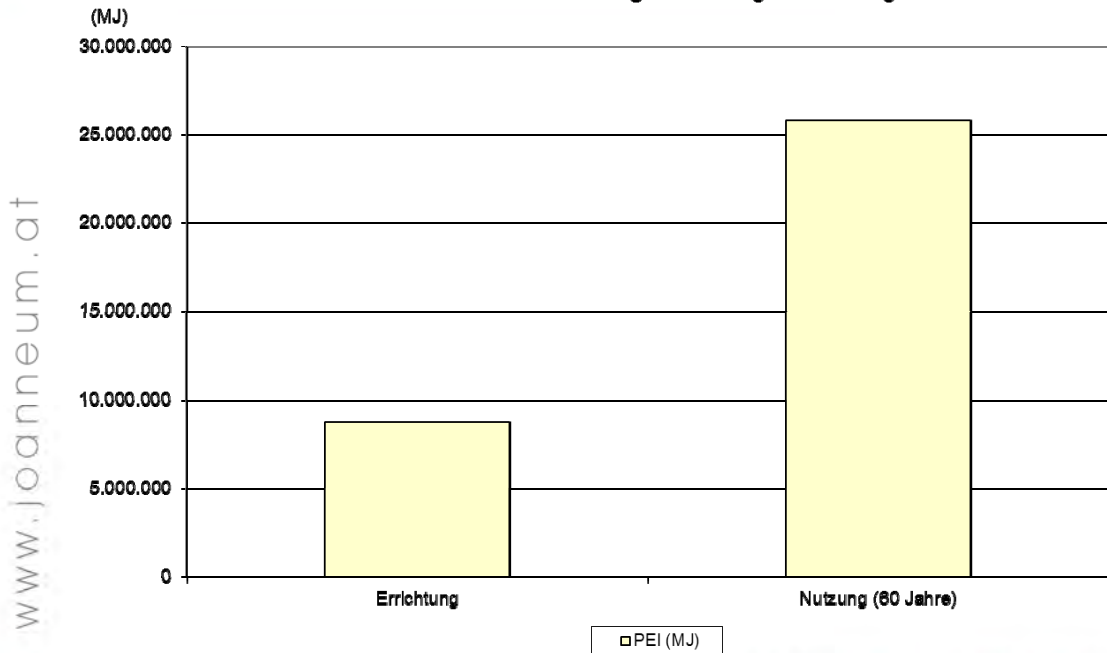
GWB Mühlweg - Errichtung und Nutzung



www.joanneum.at

Systemvariante Mühlweg

GWB Mühlweg - Errichtung und Nutzung



www.joanneum.at

25

INNOVATION aus TRADITION

Systemvariante Mühlweg Technologie PV

Beispiel: Ausstattung mit PV

- Verfügbare Fläche: ca. 475 m²
- Polykristallines-Modul:
 - Modulfläche: 1,25 m²
 - Modulwirkungsgrad: 9,66%
 - Wirkungsgrad Wechselrichter: 96%
 - Strahlungsfaktor für unterschiedliche Neigungswinkel + Faktor für Wirkungsgradreduktion über Lebensdauer
 - Globaleinstrahlung (Wien): 1.151 kWh/(m²*a)
- Anzahl der Module: 377
- Eingespeiste Strommenge über 60 Jahre:
1.219 MWh

www.joanneum.at

26

INNOVATION aus TRADITION

- Entspricht einer THG-Reduktion von:

Ersatz von	THG-Reduktion* [t CO ₂ -Äq]
Österreichischer Strommix	272
Kohlekraftwerk	1.176
Erdgas-GuD	583

* Datenquelle für alle berücksichtigten Prozesse und THG-Emissionen: Österreichischer Datensatz für Gemis Version 4.5 vom Umweltbundesamt

- THG-Emissionen des Gebäudes:
2.674 t CO₂-Äq. für Herstellung (inkl. PV-Anlage) + Nutzung
- Für neutrale THG-Bilanz wäre eine PV-Fläche von
735 - 2.300 m² notwendig (abhängig von ersetzttem Strom)

- Baumaterialien=> geringes Optimierungspotenzial
 - Dämmstoffe mit niedrigem GWP einsetzen
- Nutzung=> großes Optimierungspotenzial
 - Verbrauch fossiler Energieträger minimieren
 - Einsatz erneuerbarer Energieträger maximieren
- Bisher untersuchte Technologie PV zur THG-Amortisation für neutrale THG-Bilanz:
 - Spez. PV-Fläche: 0,4 bis 1,2 [m²_{PV}/m²_{BGF}]

Umsetzungsrelevante Ergebnisse Plusenergiehaus-Technologien

Errichtung:

- Einsatz von Baustoffen mit einem geringem THG-Potenzial

Nutzung:

- Generell sind alle CO₂-neutralen Energieträger vorteilhaft
 - Beispiel Mühlweg: Ersatz Gasbrennwertkessel durch Biomasse-Hackgutkessel bewirkt eine **Reduktion** der erforderlichen **PV-Fläche** um **ca. 25%**

Projekt Ausblick

- Fertigstellung Systemvariante Siedlung
- Fertigstellung von AP2
 - Stromerzeugung
 - Solar
 - Wind
 - Wasser
 - KWK
 - Wärmeerzeugung
 - Solar
 - Biomasse
 - Wärmepumpe
- Projekt Workshop 1: 7. April 2011

ÖKOPLUS-KOMPLEX: »Technische, Ökologische und Ökonomische Voraussetzungen für Plusenergiegebäude«

S. Gunczy, M. Lauer, J. Pucker, R. Stiglbrunner, A. Wenzel

Einleitung

Die Weiterentwicklung vom Niedrigenergie- bzw. Passivhaus- zum Plus-Energie-Haus-Standard hat eine deutliche Einsparung der treibhausrelevanten Emissionen und des Primärenergiebedarfs zur Folge. Das Ziel des gegenständlichen Projekts ist die Ermittlung der technischen, ökologischen und ökonomischen Voraussetzungen für die erfolgreiche Errichtung und Nutzung von Plusenergiegebäuden und Verbänden solcher Gebäude.

Betrachtete Gebäude und Gebäudeverbände

Ausgehend vom Stand der Technik am Gebäudesektor und aufbauend auf Ergebnissen aus dem Programm »Haus der Zukunft« wurden in Abstimmung mit dem Programmmanagement »Haus der Zukunft plus« mögliche Systemvarianten von Plusenergiegebäuden und deren Gebäudeverbänden spezifiziert. Dafür wurden die entsprechenden energetischen und ökologischen Kenngrößen ermittelt. Die Systemvarianten basieren auf existierenden realen Gebäuden. Anhand folgender Kriterien wurde die Auswahl der Systemvarianten durchgeführt:

- Hoher Energiestandard (z. B. Passivhauskonzept oder Sonnenhauskonzept)
- Unterschiedliche Bauweisen (Holzbau und Ziegelbau)
- Berücksichtigung von Gebäudeverbänden (Mehrfamilienhäuser und Siedlungen)
- Datenverfügbarkeit (z. B. Baumassenauszüge, Gebäudepläne, Energieausweis)

Auf Grund dieser Kriterien wurden sechs Systemvarianten definiert und die dazugehörigen Daten erhoben. In der Folge wird eine ausgewählte Systemvariante kurz beschrieben.

Beispiel Systemvariante 4: GWB Mühlweg – Haus C

Bei dieser Systemvariante (siehe Abbildung 1) handelt es sich um ein viergeschossiges Gebäude mit 18 Wohneinheiten. Das Gebäude ist Bestandteil einer Passivhausssiedlung in Holzmassiv-Mischbauweise. Das Gebäude wurde bereits im Rahmen des von der AEE-INTEC geleiteten Projektes »Energietechnische und baubiologische Begleituntersuchung Passivmehrfamilienhaus Mühlweg« in Hinblick auf Energietechnik, Baubiologie und Akzeptanz durch die BenutzerInnen. Die Ergebnisse zu Heizwärmeverbrauch, Warmwasserverbrauch und Stromverbrauch sind daraus übernommen. Die Siedlung ist mit einer Tiefgarage ausgestattet, die von mehreren Gebäuden benützt wird. Diese Tiefgarage wurde in diesem Projekt durch eine Bodenplatte aus Beton für das untersuchte Gebäude ersetzt.

Methodik zur Bestimmung der Treibhausgas-Emissionen und des Primärenergieaufwands

Die Bestimmung der Treibhausgasemissionen und des Primärenergieaufwandes erfolgte jeweils für die Phasen der

- Errichtung
- Nutzung und des
- Abbruchs

der Gebäude.



Abbildung 1: Passivhausssiedlung Mühlweg (Quelle: Bruno Klomfar)

Ergebnisse

Im Folgenden werden die bisherigen Ergebnisse der Arbeiten am Beispiel »GWB Mühlweg – Haus C« in Form von Abbildung 2 dargestellt.

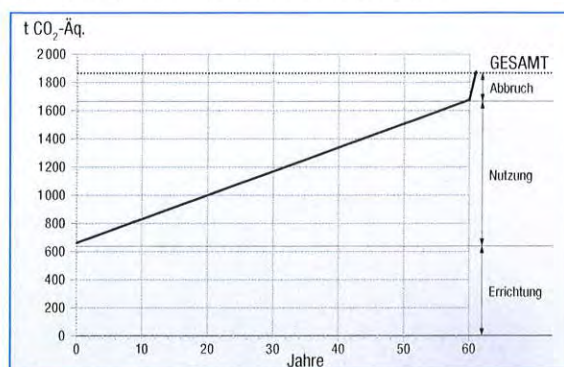


Abbildung 2: Mühlweg – Haus C. Treibhausgasemissionen

Resümee

Die bisherigen Untersuchungen zeigten, dass in der Phase der Errichtung der untersuchten Gebäude ein geringes Potential zur Reduktion der Treibhausgasemissionen des Gebäudes besteht. Hingegen hat die Phase der Nutzung der Gebäude einen wesentlichen Einfluss auf die Treibhausgasemissionen.

Durch den Einsatz von Dämmstoffen mit niedrigen Treibhausgasemissionen, der Minimierung des Einsatzes fossiler Energieträger und der Maximierung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger können die Treibhausgasemissionen über den Lebenszyklus des Gebäudes wesentlich reduziert werden.

Ausblick

Die Ergebnisse aus dem Projekt werden im Endbericht mit Ende März 2012 zur Verfügung stehen. Sie sollen zeigen, welche Technologien zur Erzeugung elektrischer Energie bei Plusenergiegebäuden eingesetzt werden können und welche Produkte für die Errichtung von Plusenergiegebäuden geeignet sind.

Des Weiteren werden Empfehlungen zur erfolgreichen Umsetzung des Plus-Energie-Standards veröffentlicht.

Weitere Informationen und der aktuelle Stand des Projektes sind der Homepage www.oekopluskomplex.at zu entnehmen.

RESOURCES – Institute for Water, Energy and Sustainability



Requirements and Limitations of Climate Neutral Buildings

J. Pucker, S. Gunczy, K-P. Felberbauer, D. Tudiwer, R. Stiglbrunner

Bregenz, 02.05.2012

Variety of Building Concepts

2

Passive House

Low Energy Building

Nearly Zero Energy Building

Net Zero Energy Building



Plus Energy House

Zero Emission Building

Climate Neutral Building

Austrian Research Project “Ökoplus Komplex”

3



- Focuses on **Plus Energy Buildings** and **Climate Neutral Buildings**



- Investigation of technical, ecological and economic pre-conditions for the implementation



- Starting basis: 6 existing buildings



- 4 single-family homes
- 1 apartment building
- 1 housing complex



*The project is carried out within the framework of the program
“Building of Tomorrow plus”.*

Plus Energy Building

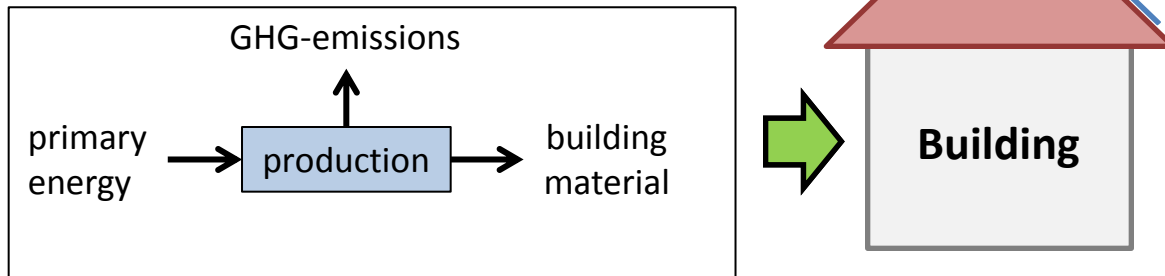
1st call, Haus der Zukunft Plus, October 2008

- The long term vision for “buildings of the future” is,
 - to increase the energy efficiency for construction and operation of the building,
 - to be able to reduce **the sum of GHG-emissions for the total life cycle of the building to zero.**
- This means that
 - in the operation phase the building changes from a consumer to a **supplier of energy** and
 - complies with the concept of a Plus Energy Building.



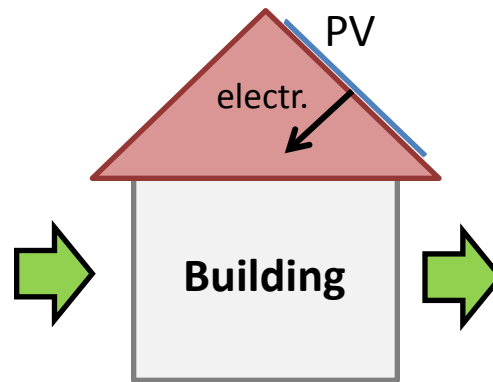
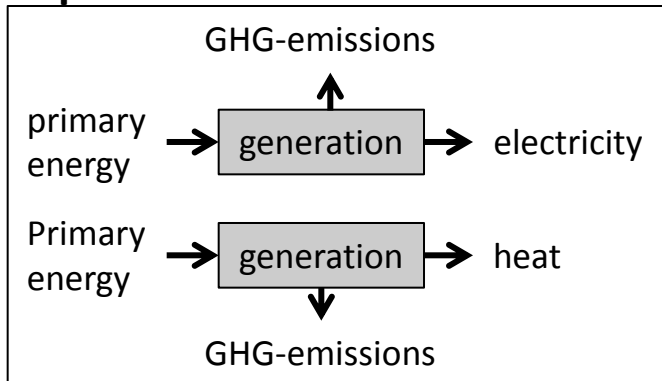
Plus Energy Building

Construction-Phase

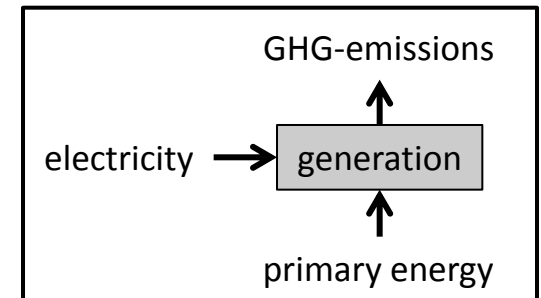


Plus Energy Building

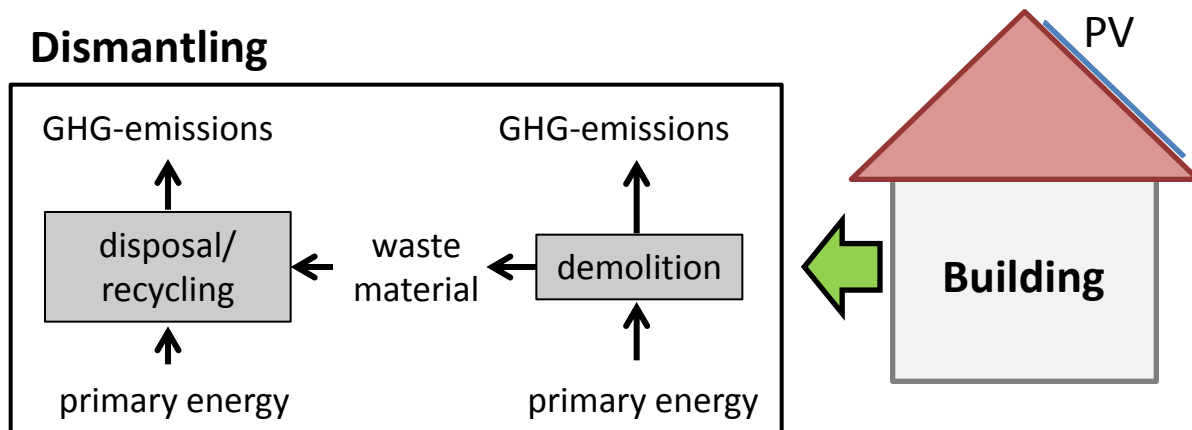
Operation-Phase



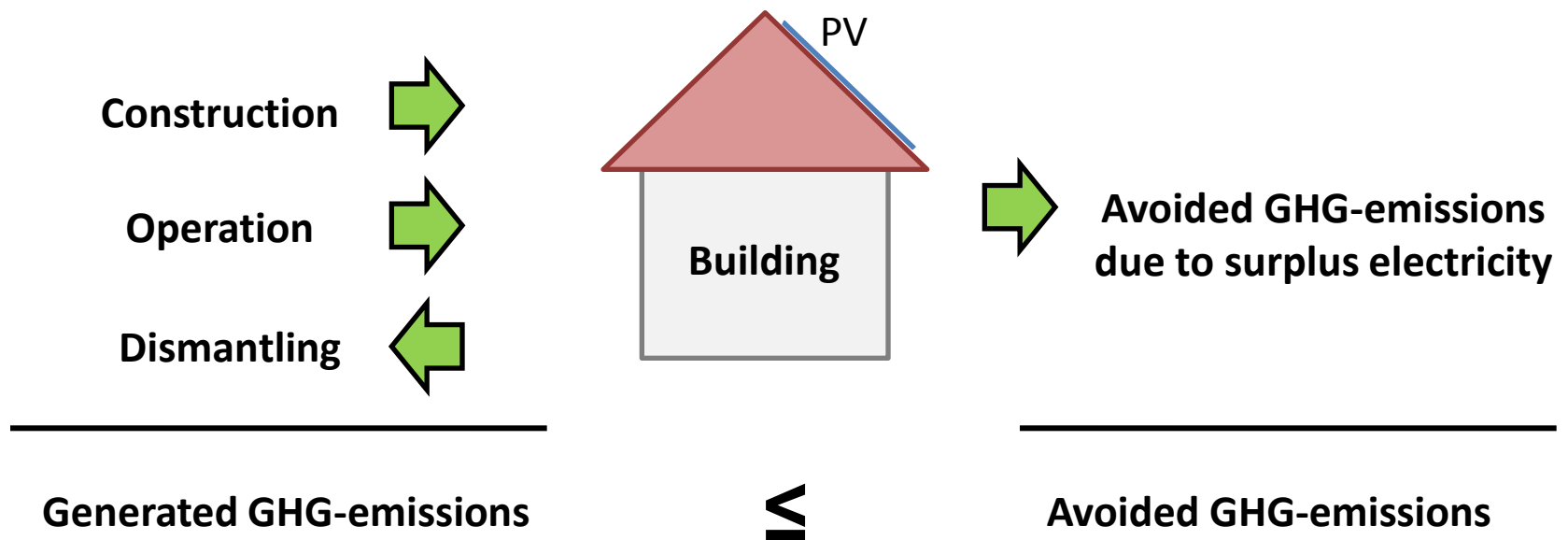
Avoided GHG-emissions



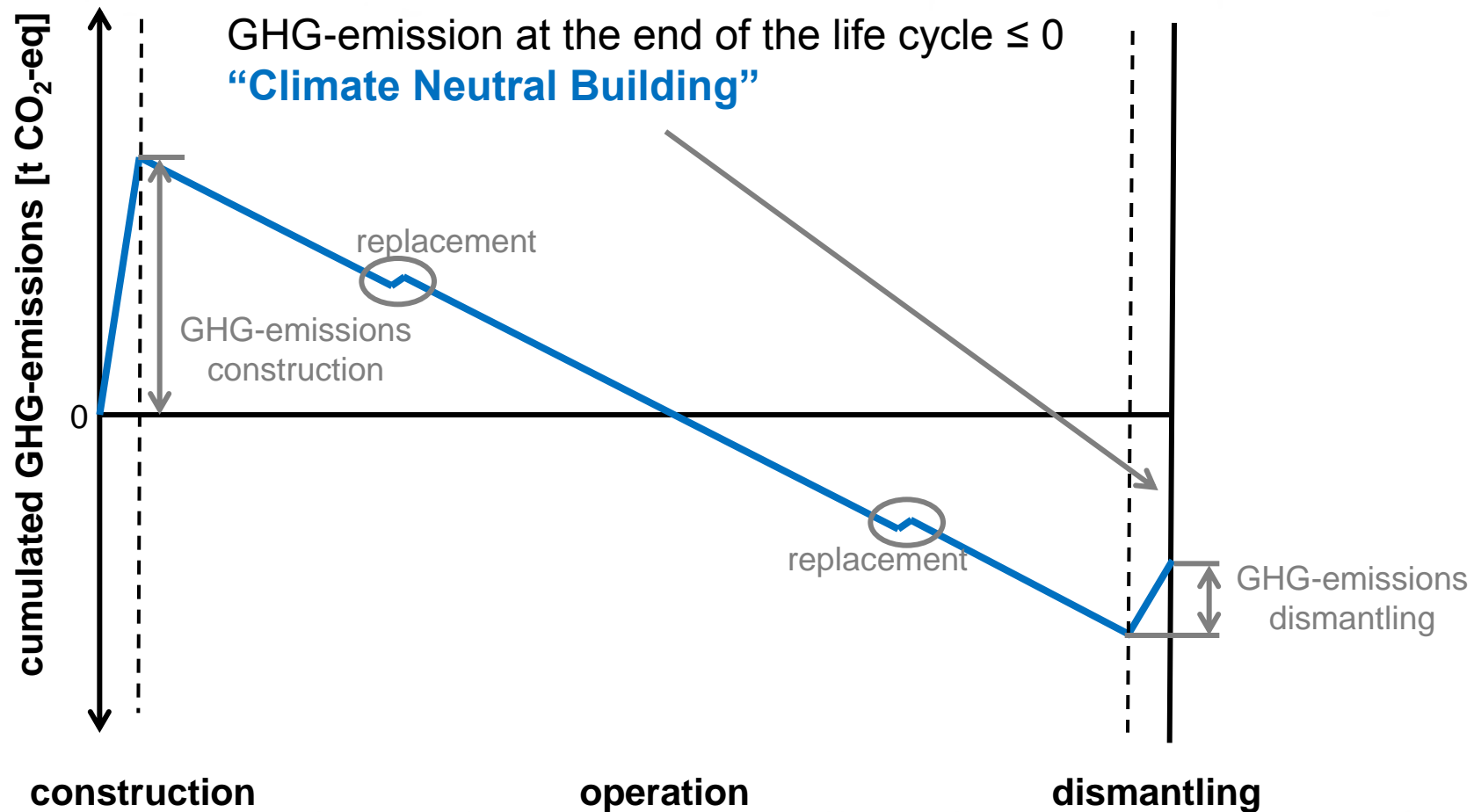
Plus Energy Building



Plus Energy Building



Climate Neutral Building



Ecological Assessment

10

Indicator

- GHG-emissions
- National factors (IBO, GEMIS, Statistics Austria, literature)

Accounting period

- Life time of the building (60 years)
- Energy balance in the operation phase on annual basis

System boundaries

- Building
- Electricity supply and injection into the grid beyond building boundary



markusof/FreeDigitalPhotos.net

Which energy carrier is substituted?

11

Electricity generation	GHG-emissions [g CO ₂ -eq per kWh]
Austrian electricity mix 2007*	270
Natural gas combined cycle plant ⁺	442
Black coal power plant ⁺	1.054
Photovoltaics [°]	76

* Beermann et al 2010, Quo Vadis Elektroauto, Final Report

+ Gemis-Austria, Austrian Environment Agency

° Literature: Average value for Mult-Si panel in Austria and Switzerland

Ecological Assessment

12

■ Technology options

Electricity generation	Heat generation
Photovoltaic maximum	Heat pump
Photovoltaic reduced	Pellet boiler
Small wind turbines	Solar thermal

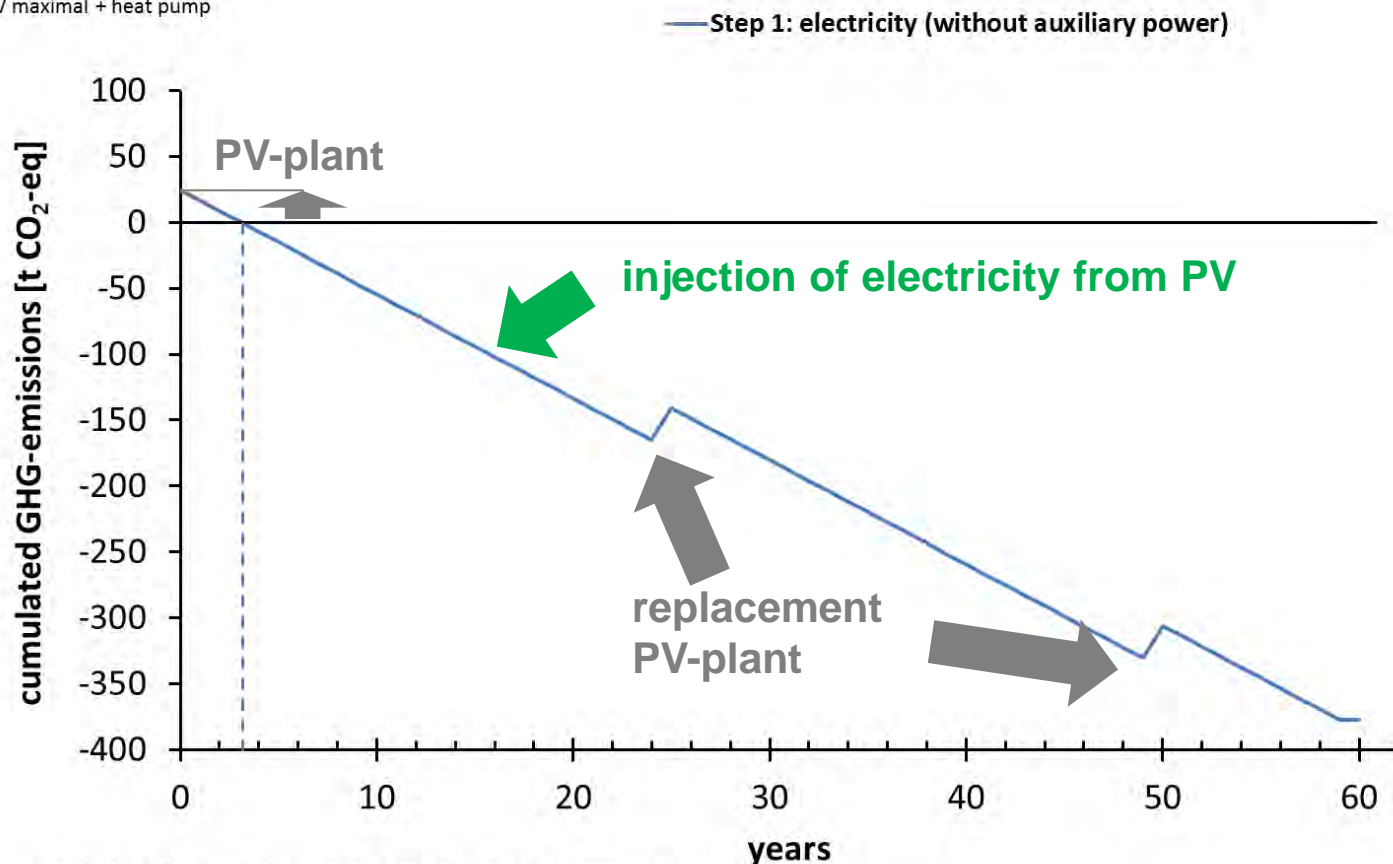
■ Step by step assessment

1. Electricity only
2. Electricity + heat – auxiliary power
3. Electricity + heat – auxiliary power + building

PV maximum + heat pump Single family home 'Dalitz'

13

S 1 - Single family home "Dalitz"
T 1 - PV maximal + heat pump



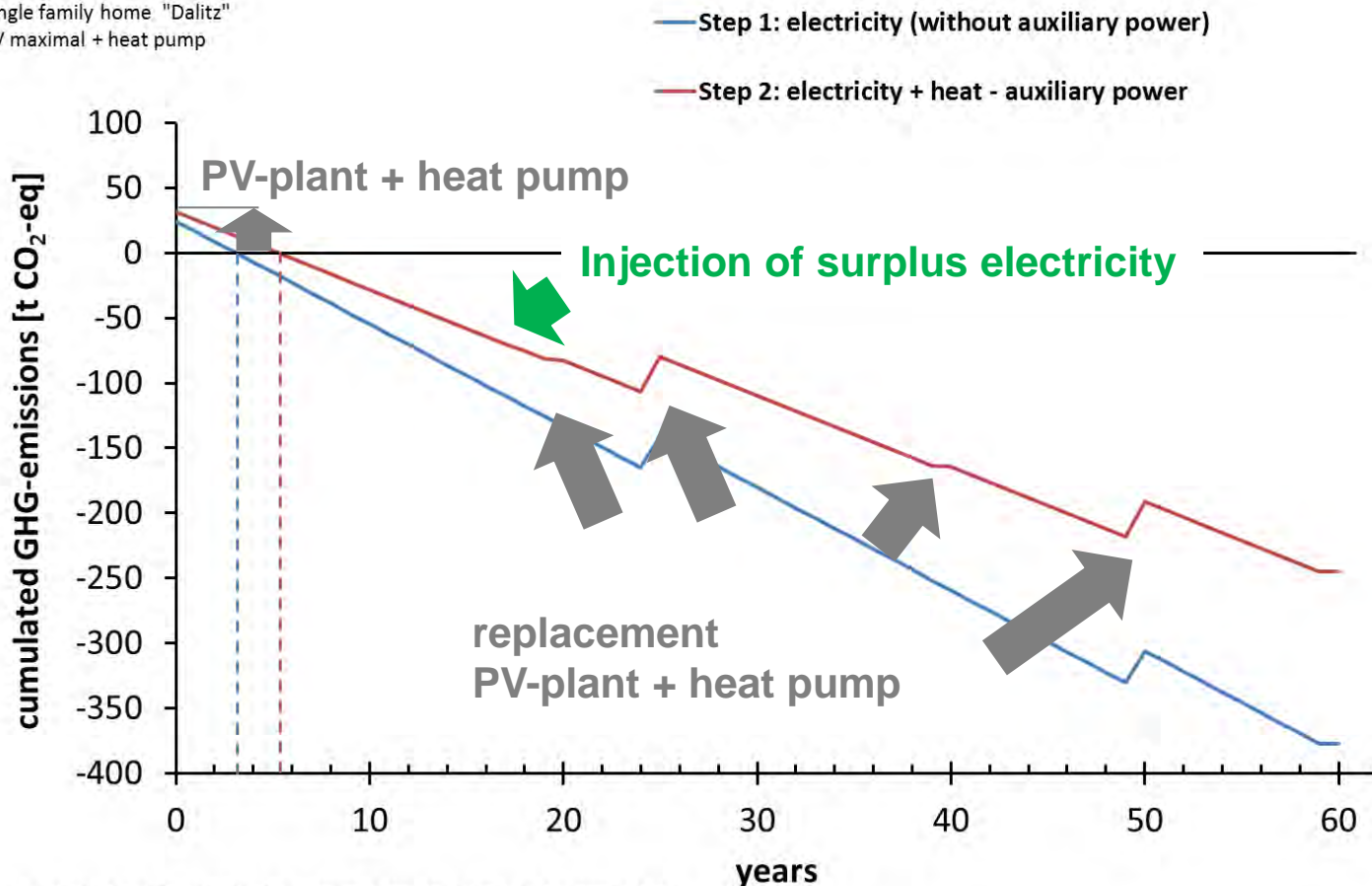
Supply and substitution of electricity from natural gas combined cycle power plant

PV maximum + heat pump

Single family home 'Dalitz'

14

S 1 - Single family home "Dalitz"
T 1 - PV maximal + heat pump

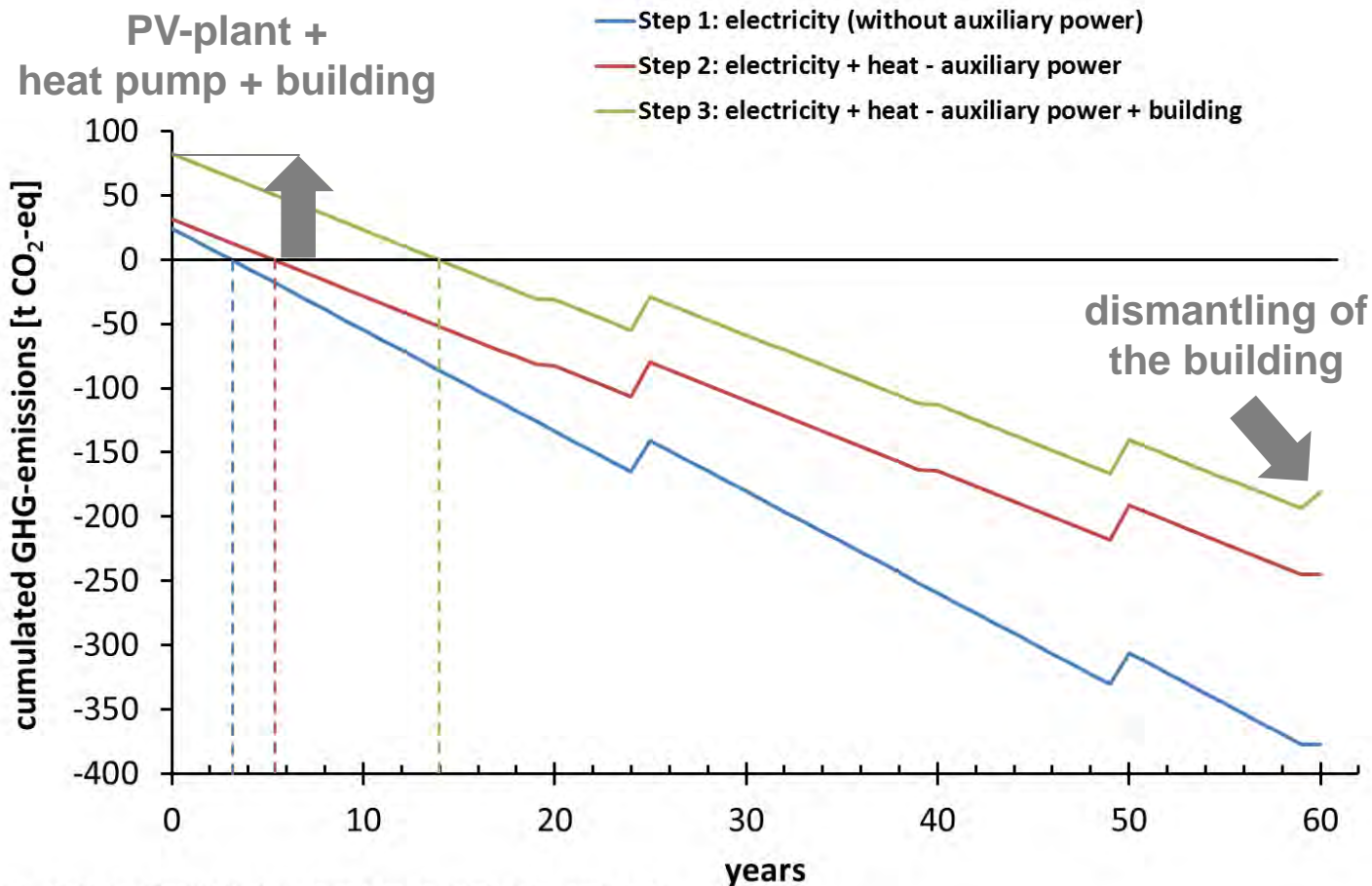


Supply and substitution of electricity from natural gas combined cycle power plant

PV maximum + heat pump

Single family home 'Dalitz'

15

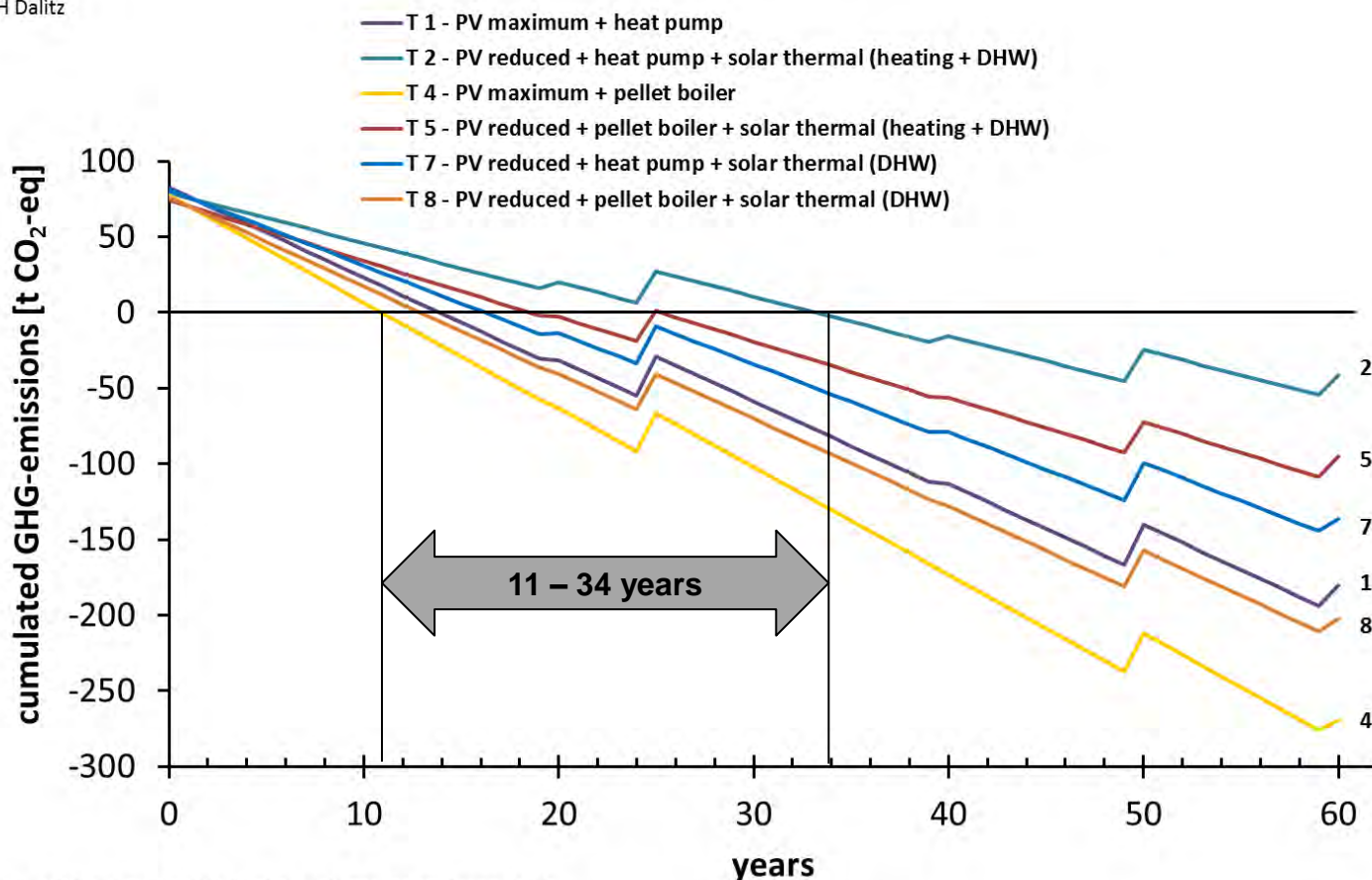


Supply and substitution of electricity from natural gas combined cycle power plant

Technology comparison Single family home 'Dalitz'

16

S 1 - EFH Dalitz

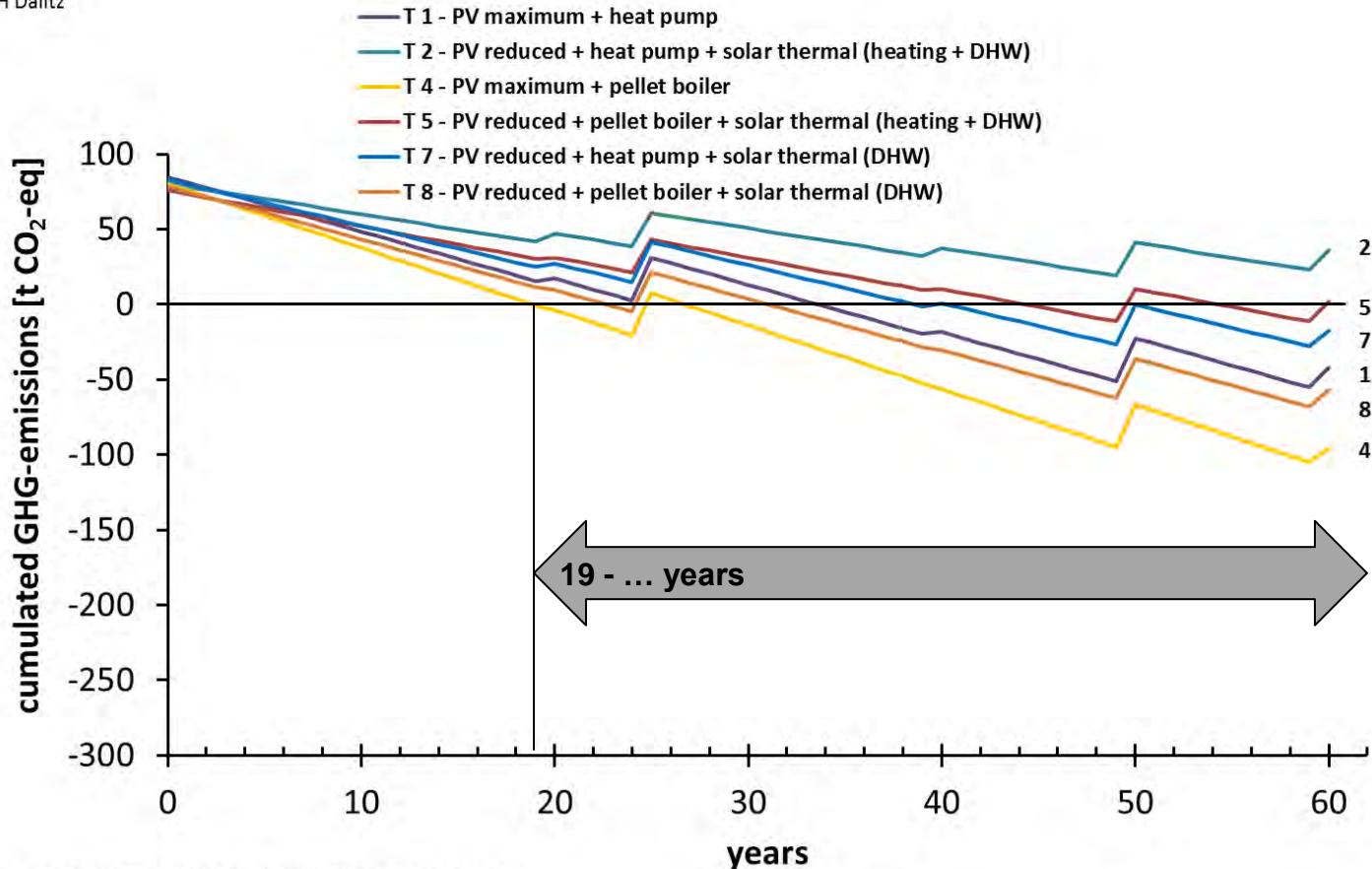


Supply and substitution of electricity from natural gas cc power plant

Substituted energy carrier: Austrian electricity mix

17

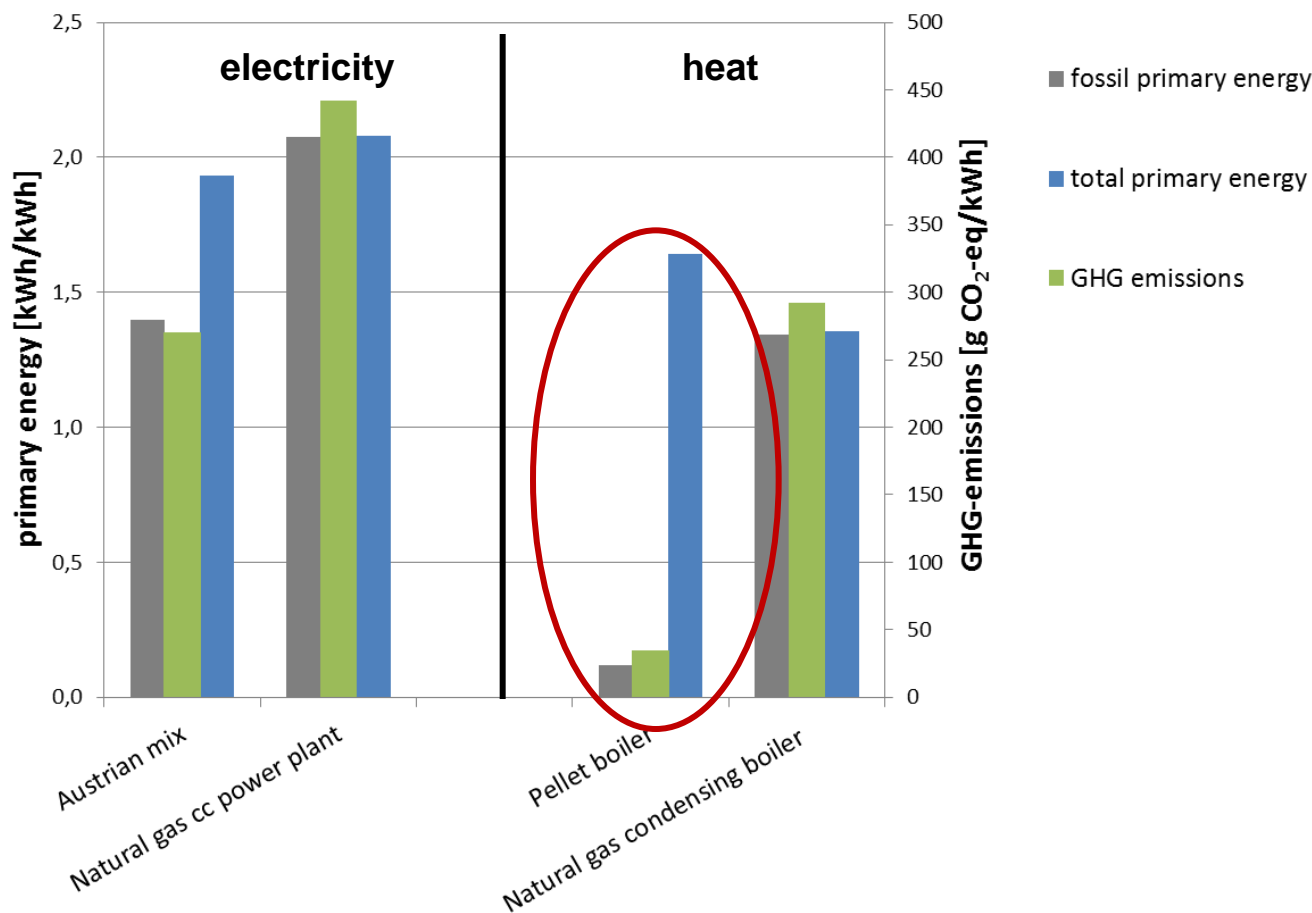
S 1 - EFH Dalitz



Supply and substitution of electricity from Austrian electricity mix

Influence of the chosen indicator

18

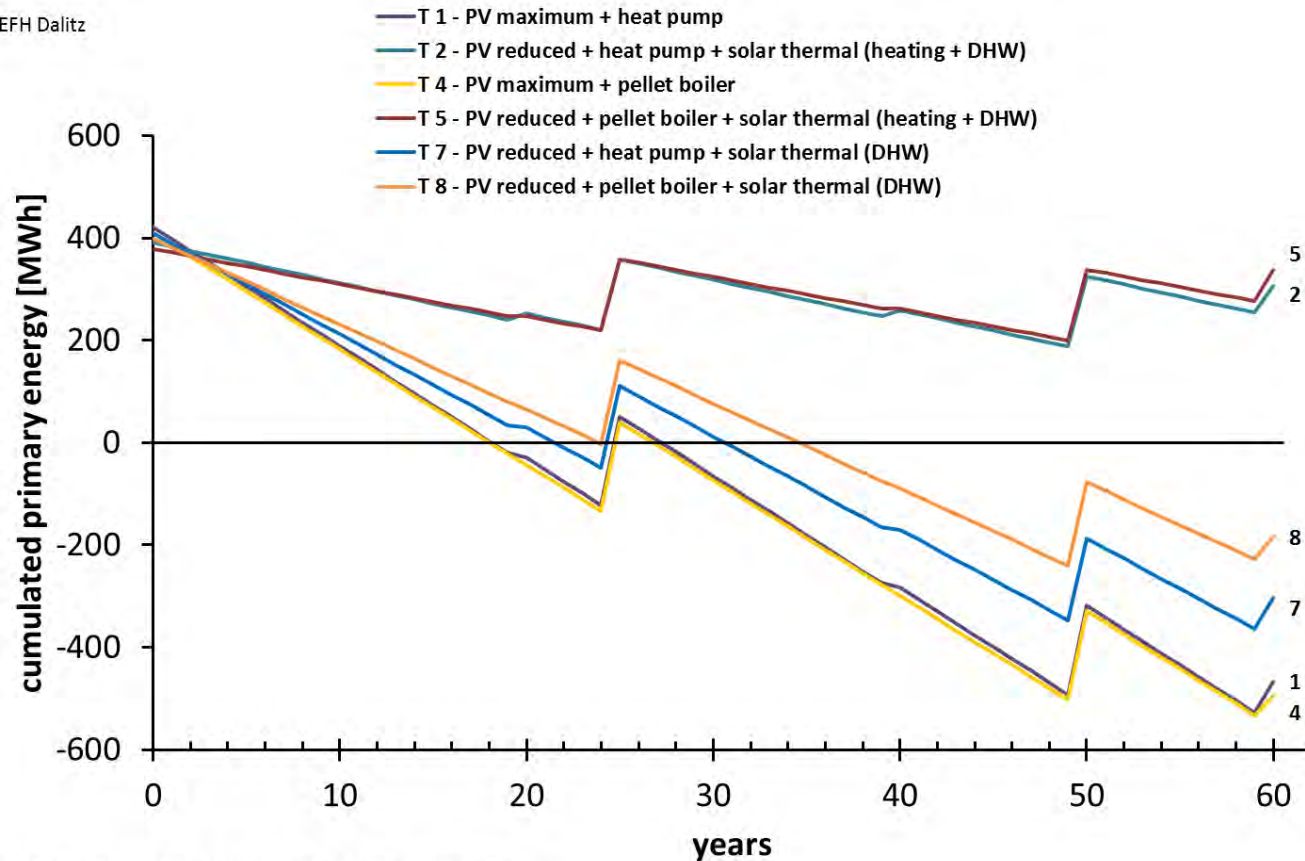


Indicator: primary energy

Single family home 'Dalitz'

19

S 1 - EFH Dalitz



Supply and substitution of electricity from natural gas cc power plant

Conclusions

- Climate neutral buildings are possible
- Requirements:
 - Low energy consumption in operation phase
 - Low GHG emissions in operation phase (heating system)
- Technology options:
 - PV shows high potential
 - But: high building surface area demand is a disadvantage for multi-store buildings
 - Potential of small wind turbines site depend
 - Biomass – more usage options, continuous system input

Conclusions

- Results are strongly influenced by the basic definitions made for the assessment
 - Which energy carrier is substituted by the surplus electricity of the building?
 - Which indicator is used for the assessment?
 - GHG-emissions: starting point for the project
 - Primary energy: seems more suitable for the assessment of biomass
- Plus energy concept shows some risk to concentrate more on the energy generation than on energy efficient building design -> high energy standards must be the first step, plus energy generation the second



Thank you for your attention!

Johanna Pucker
Elisabethstraße 18/II
8010 Graz, Austria
Johanna.pucker@joanneum.at
www.joanneum.at/resources