



Passivhausstandard in Krankenhäusern wirtschaftlich?

ING + ARCH Partnerschaft

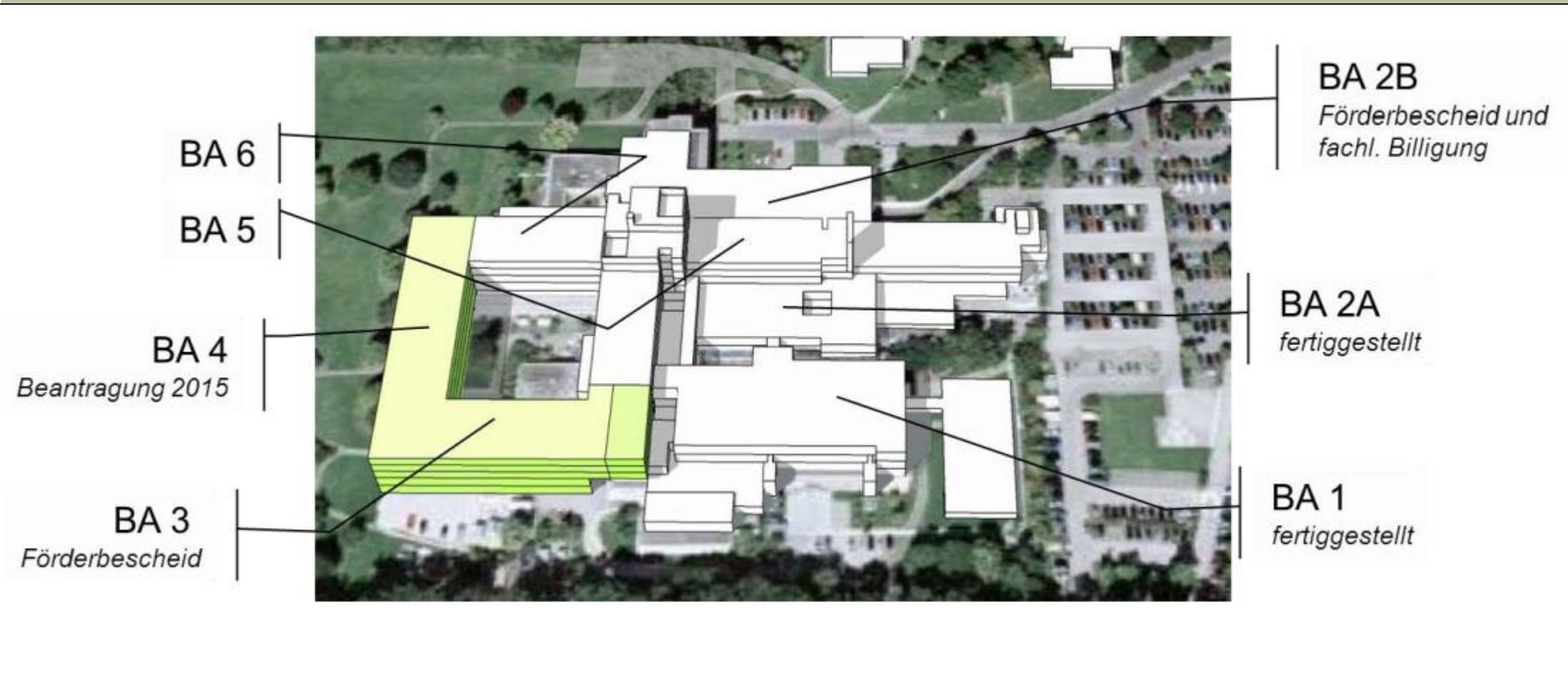
Energieeffiziente Architektur + Fachplanung

Pia Regner , Dipl. Ing. (FH)
Steinstr. 21, Nürnberg

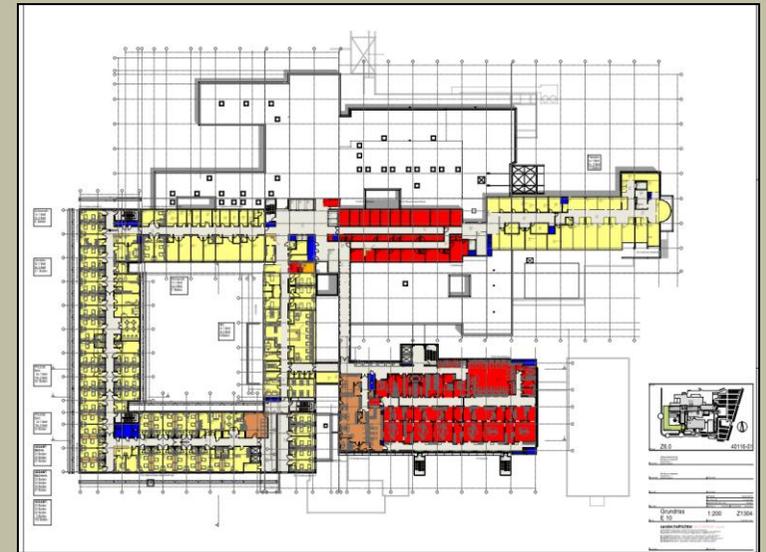
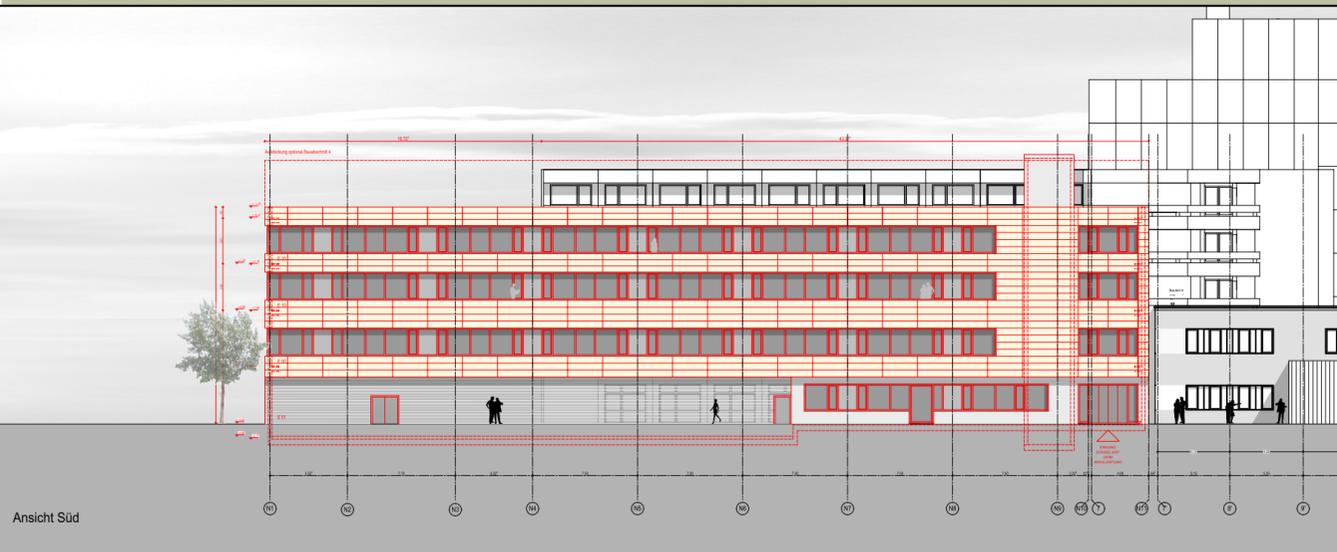
Fon: 0911 59 31 90 90

www.ingplusarch.eu

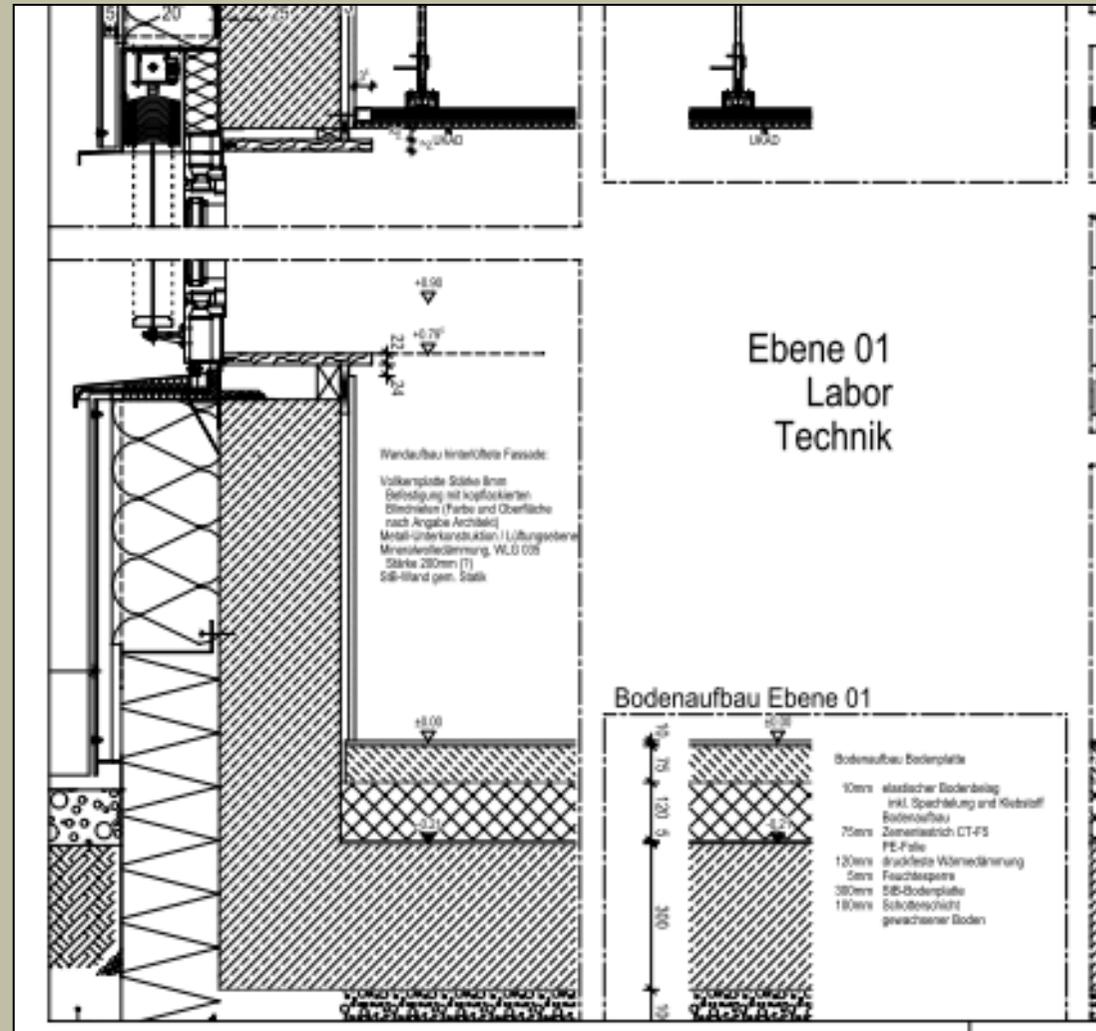
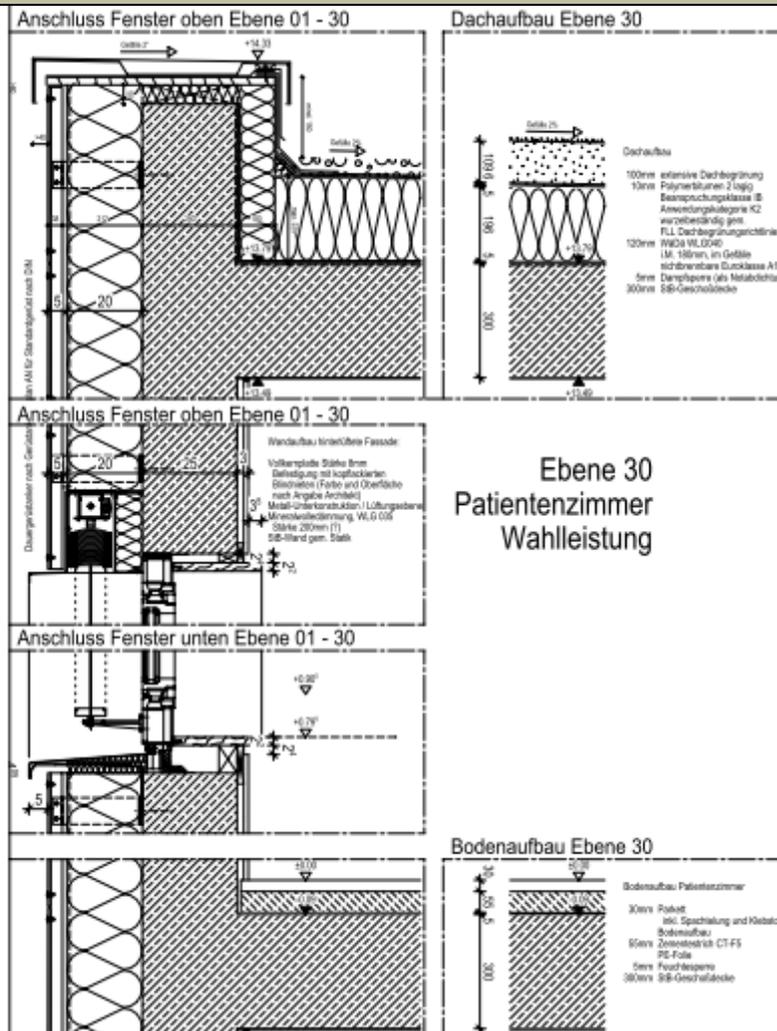
ANregiomed KLINIKUM ANSBACH – BAUABSCHNITTE



BA 3 ANSICHT SÜD



OPTIMIERUNGEN DER ENTWURFS - PLANUNG



VARIANTEN -ÜBERSICHT

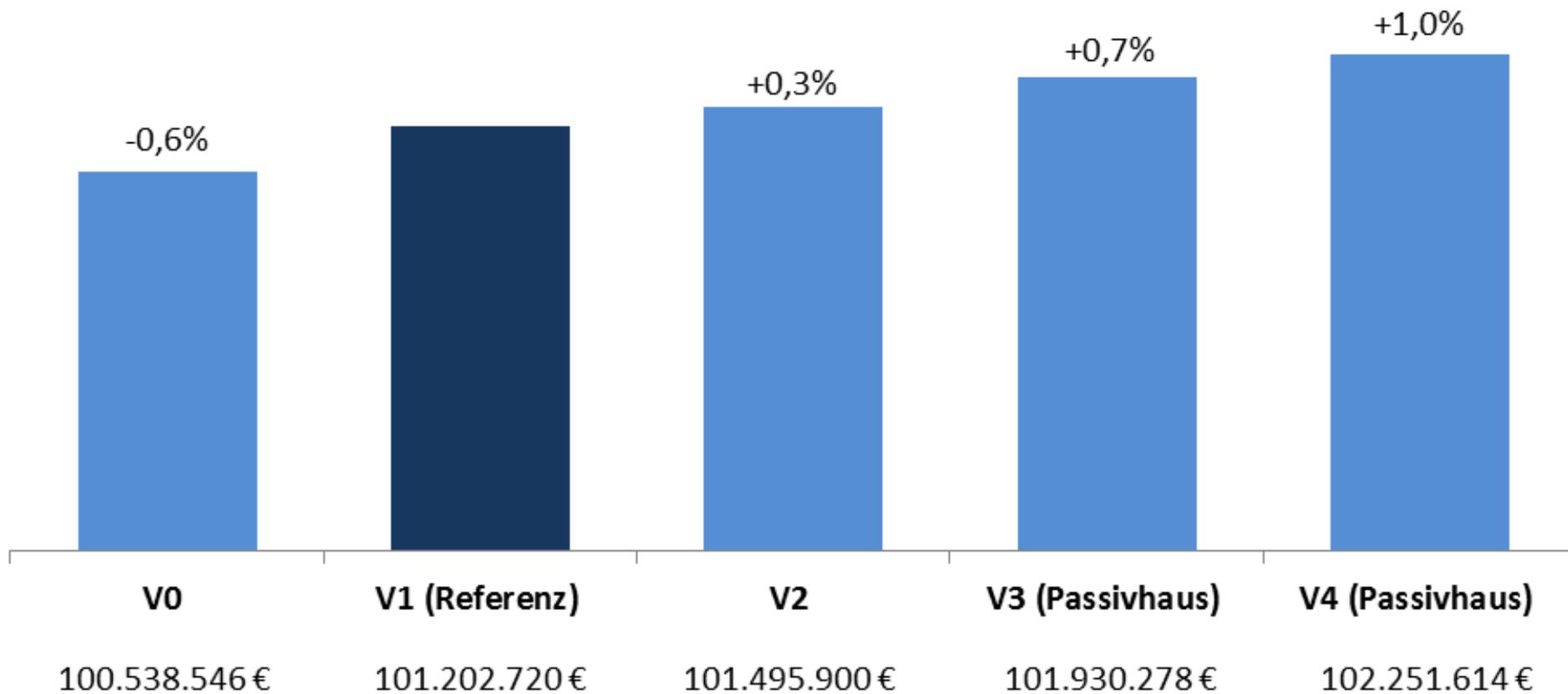
BA 3 + 4 Klinikum Ansbach			Variantenübersicht vom 22.05.2015							
Konstruktionsdetails	Variante 0	V0 Minderkosten	Variante 1 (REFERENZ)	V1 Referenzkosten	Variante 2	V2 Mehrkosten	Variante 3 (Passivhaus)	V3 Mehrkosten	Variante 4 (Passivhaus)	V4 Mehrkosten
	-BA 3: EnEV -9% -BA 4: EnEV -5%		-BA 3: EnEV -17% -BA 4: EnEV -9%		-BA 3: EnEV -19% -BA 4: EnEV -9%		-BA 3: EnEV -19% -BA 4: EnEV -10%		-BA 3: EnEV -20% -BA 4: EnEV -11%	
Außenwand gegen Außenluft	18 cm WLS 035 +ΔU = 0,05 herkömmliche Dübel, Fensterbankbügel Raffstorehalter	-45.637 €	26 cm WLS 035 +ΔU = 0,03 Thermodübel, Fensterbankbügel und Raffstorehalter	0 €	26 cm WLS 035 +ΔU = 0,03 Thermodübel, Fensterbankbügel und Raffstorehalter	0 €	26 cm WLS 035, +ΔU = 0,00 Thermodübel	0 €	26 cm WLS 035, +ΔU = 0,00 Thermodübel	0 €
Außenwand im Erdreich	14 cm WLS 038	0 €	14 cm WLS 038	0 €	22 cm WLS 038	9.489 €	22 cm WLS 038	9.489 €	22 cm WLS 038	9.489 €
Flachdach	16 cm WLS 035 mittlere konstruktive Dämmstärke	-48.949 €	24 cm WLS 035 mittlere konstruktive Dämmstärke	0 €	24 cm WLS 035 mittlere konstruktive Dämmstärke	0 €	30cm WLS 035 mittlere konstruktive Dämmstärke	36.712 €	30cm WLS 035 mittlere konstruktive Dämmstärke	36.712 €
Fußboden	12 cm WLS 035 +ΔU = 0,03 Einzelfundament	0 €	12 cm WLS 035 +ΔU = 0,03 Einzelfundament	0 €	18 cm WLS 035 +ΔU = 0,03 Einzelfundament	41.120 €	18 cm WLS 035 +ΔU = 0,02 Einzelfundament	41.120 €	18 cm WLS 035 +ΔU = 0,02 Einzelfundament	41.120 €
Fenster incl. Paneel	Rahmen: Uf = 1,3 W/m²K Glas: 2-fach WSV: Ug = 1,1 W/m²K; g = 0,60 Glasrandverbund: Ψ = 0,065 Einbau: Ψ = 0,080 Paneel = 0,8 W/m²K	-98.775 €	Rahmen: Uf = 1,3 W/m²K Glas: 3-fach WSV: Ug = 0,60 W/m²K; g = 0,51 Glasrandverbund: Ψ = 0,045 Einbau: Ψ = 0,01 Paneel = 0,54 W/m²K	0 €	Rahmen: Uf = 1,3 W/m²K Glas: 3-fach WSV: Ug = 0,60 W/m²K; g = 0,51 Glasrandverbund: Ψ = 0,045 Einbau: Ψ = 0,01 Paneel = 0,54 W/m²K	0 €	Rahmen: Uf = 1,3 W/m²K Glas: 3-fach WSV: Ug = 0,50 W/m²K; g = 0,51; Glasrandverbund: Ψ = 0,034 Einbau: Ψ = 0,01 Paneel = 0,54 W/m²K	24.694 €	Rahmen: Uf = 0,9 W/m²K Glas: 3-fach WSV: Ug = 0,50 W/m²K; g = 0,51 Glasrandverbund: Ψ = 0,034 Einbau: Ψ = 0,01 Paneel = 0,54 W/m²K	110.907 €
Fenster Einbau STB Außenkante	außenbündig Fensterrahmen überdämmt	-18.178 €	2,0 cm aufstehend Rahmen mit 6,0 cm überdämmt	0 €	2,0 cm aufstehend Rahmen mit 6,0 cm überdämmt	0 €	2,0 cm aufstehend Rahmen mit 6,0 cm überdämmt	0 €	2,0 cm aufstehend Rahmen mit 6,0 cm überdämmt	0 €
Sonnenschutz	Sonnenschutz - geregelt mit Sonne Wind Wächter	0 €	Sonnenschutz - geregelt mit Sonne Wind Wächter	0 €	Sonnenschutz - Variabel mit Sonne Wind Wächter geregelt + über Außentemperatur	0 €	Sonnenschutz - Variabel mit Sonne Wind Wächter geregelt + über Außentemperatur	0 €	Sonnenschutz - Variabel mit Sonne Wind Wächter geregelt + über Außentemperatur	0 €
Wärmebrücken	Ohne Optimierung	0 €	Ohne Optimierung	0 €	Ohne Optimierung	0 €	Wärmebrückenoptimierung: Anschlüsse Raffstore- und Fensterbankbügel + Dach (Attika) + Mauerwerksinnenwände + Trockenbauwände (wärmetechnische Entkopplung)	88.821 €	Wärmebrückenoptimierung wie V3: Außenwände: + ½ im Erdreich Flankendämmungen + ½ im Erdreich mit Porenbeton (wärmetechnische Entkopplung erfordert statischen Nachweis)	122.425 €
Außentüren	U = 3,0 W/m²K	-17.470 €	U = 1,80	0 €	U = 1,8 W/m²K	0 €	U = 1,8 W/m²K	0 €	U = 1,8 W/m²K	0 €
Luftdichtigkeit	n ₅₀ = 1,0 (ohne Blower-Door)	0 €	n ₅₀ = 1,0 1/h (ohne Blower-Door)	0 €	n ₅₀ = 0,6 1/h ohne techn. Gewerke	58.710 €	n ₅₀ = 0,3 1/h (incl. techn. Gewerke)	70.452 €	n ₅₀ = 0,3 1/h (incl. techn. Gewerke)	70.452 €
INVESTITIONSKOSTEN Minder-/Mehrkosten aus Konstruktion zu V1 (Referenz)	-229.009 €		0 €		+ 109.319 €		+ 271.287 €		+ 391.105 €	
+ 20 % Nebenkosten	-45.802 €				21.864 €		54.257 €		78.221 €	
= INVESTITIONSKOSTEN Minder-/Mehrkosten aus Konstruktion zu V1 (Referenz)	-274.811 €				131.183 €		325.545 €		469.326 €	

PARAMETER DER WIRTSCHAFTLICHKEITS -BERECHNUNG

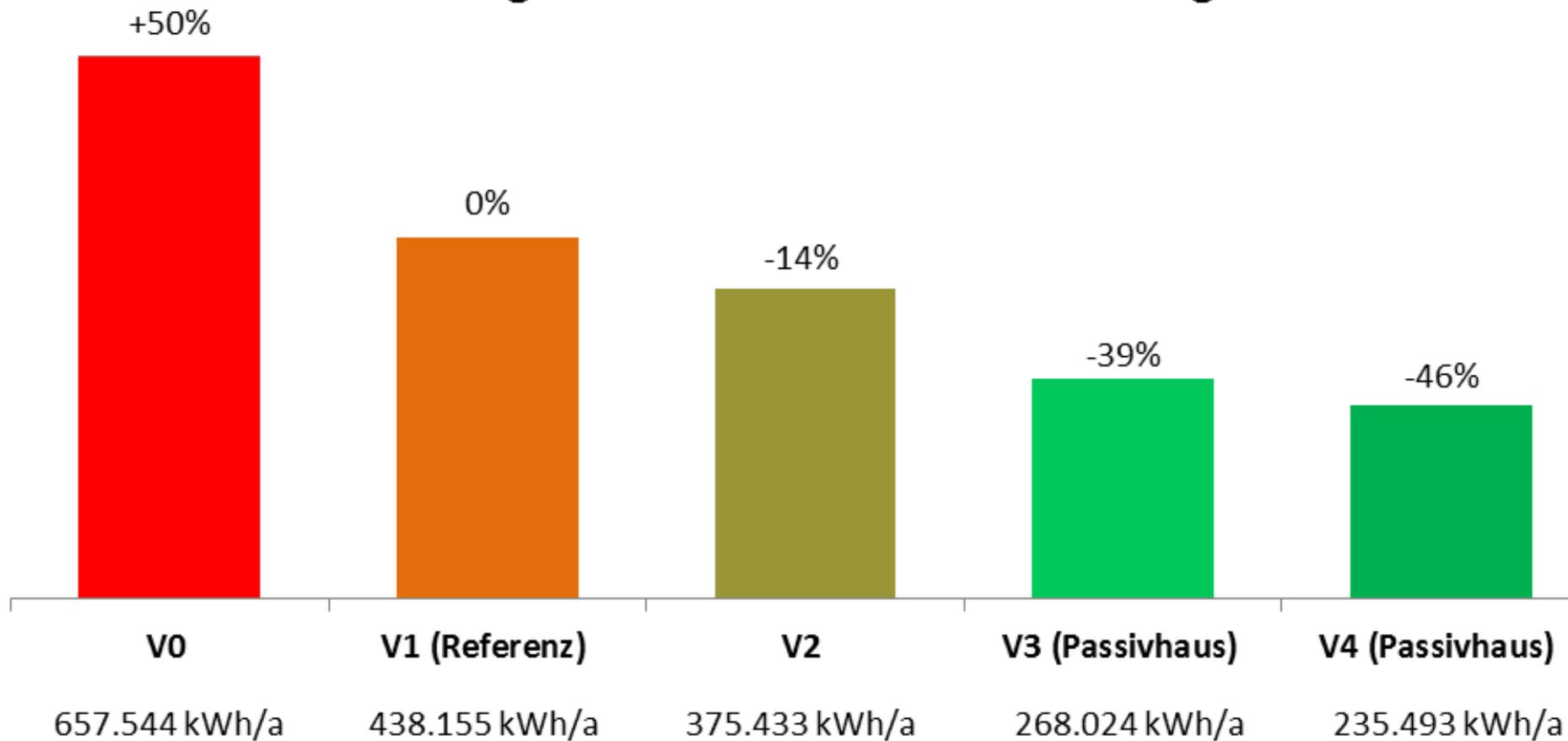
Parameter der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung		
Betrachtungszeitraum	20 und 40 Jahre	
Eigenfinanzierung	100 %	
Erdgas: Preis (brutto)	0,068 €/kWh	<i>(Mittelwert der letzten drei Abrechnungsperioden)</i>
Erdgas: Preissteigerung moderat	4 %/a	<i>(Preissteigerung der letzten 10 Abrechnungsperioden -1%)</i>
Erdgas: Preissteigerung dynamisch	6 %/a	<i>(Preissteigerung der letzten 10 Abrechnungsperioden +1%)</i>

INVESTITIONSKOSTEN

Investitionskosten (Brutto)

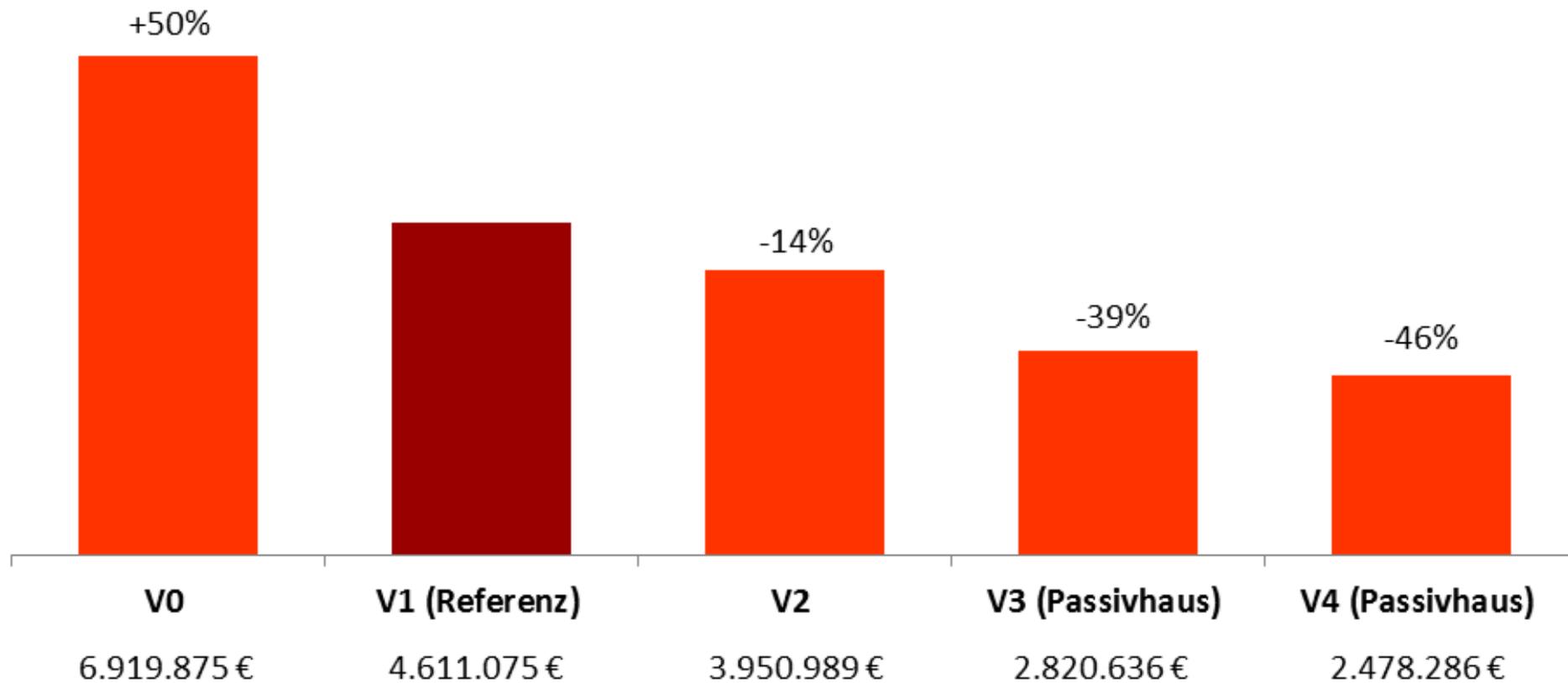


Endenergiebedarf der Gebäudebeheizung

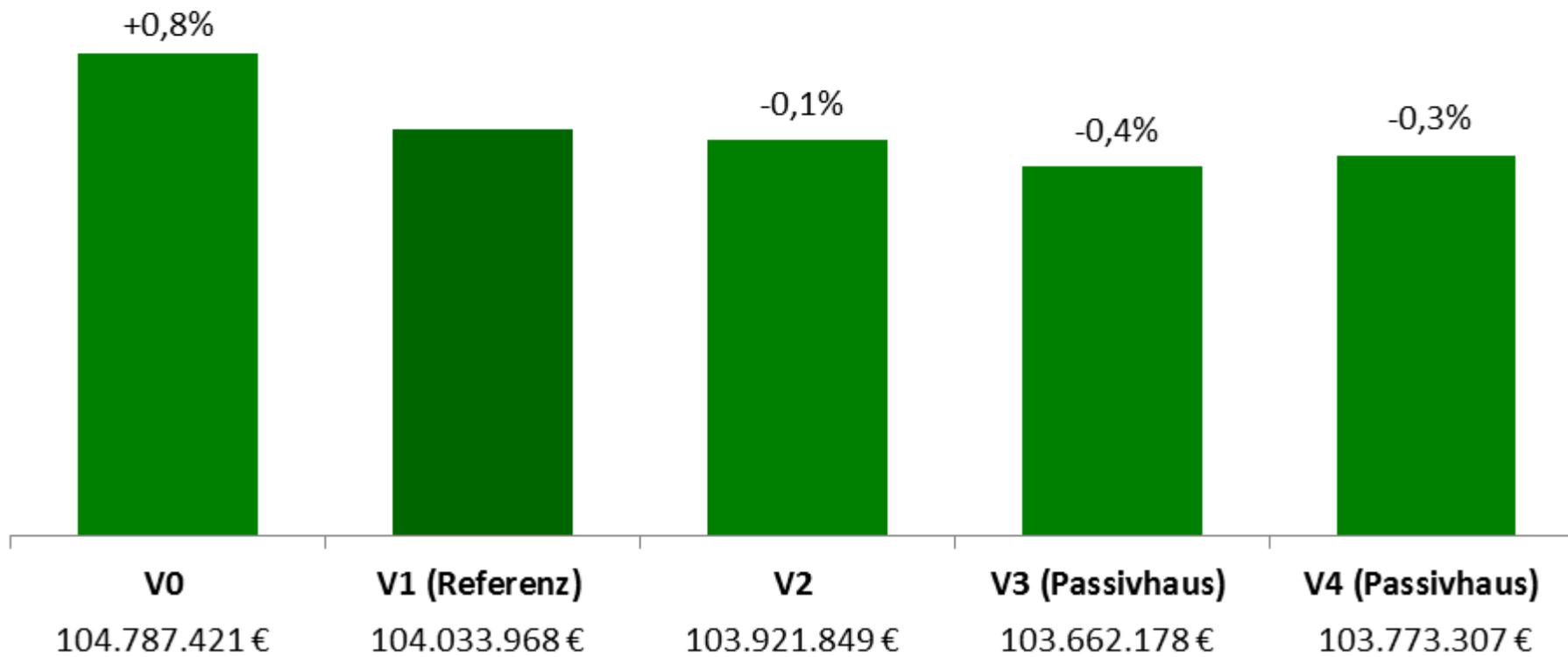


HEIZENERGIEKOSTEN DYNAMISCH

Energiekosten für Gebäudeheizung in 40 Jahren (dynamisch)

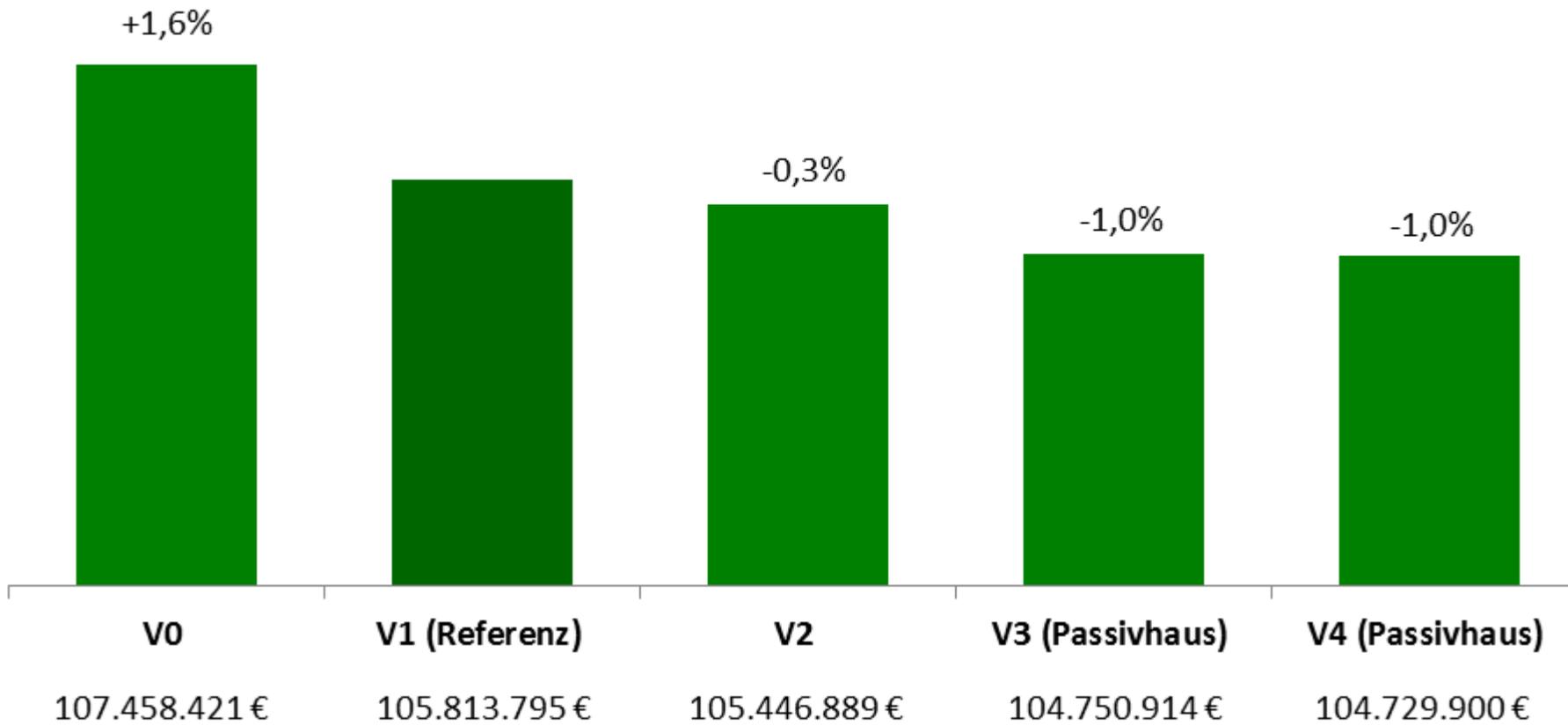


GESAMTKOSTEN IN 40 JAHREN

Gesamtkosten nach 40 Jahren (moderat)


	V0	V1 (Referenz)	V2	V3 (Passivhaus)	V4 (Passivhaus)
Investitionskosten	100.538.546 €	101.202.720 €	101.495.900 €	101.930.278 €	102.251.614 €
+ Energiekosten	4.248.875 €	2.831.248 €	2.425.949 €	1.731.900 €	1.521.693 €
= Gesamtkosten	104.787.421 €	104.033.968 €	103.921.849 €	103.662.178 €	103.773.307 €
<i>Differenz zu V1 (absolut)</i>	753.453 €		-112.119 €	-371.790 €	-260.661 €

GESAMTKOSTEN IN 40 JAHREN

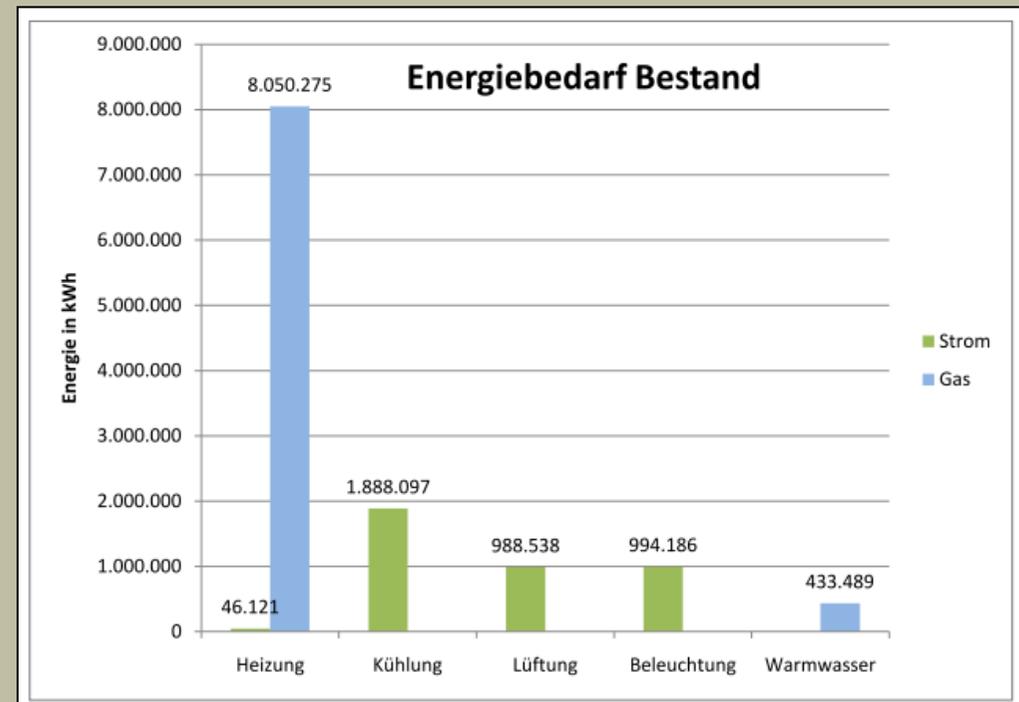
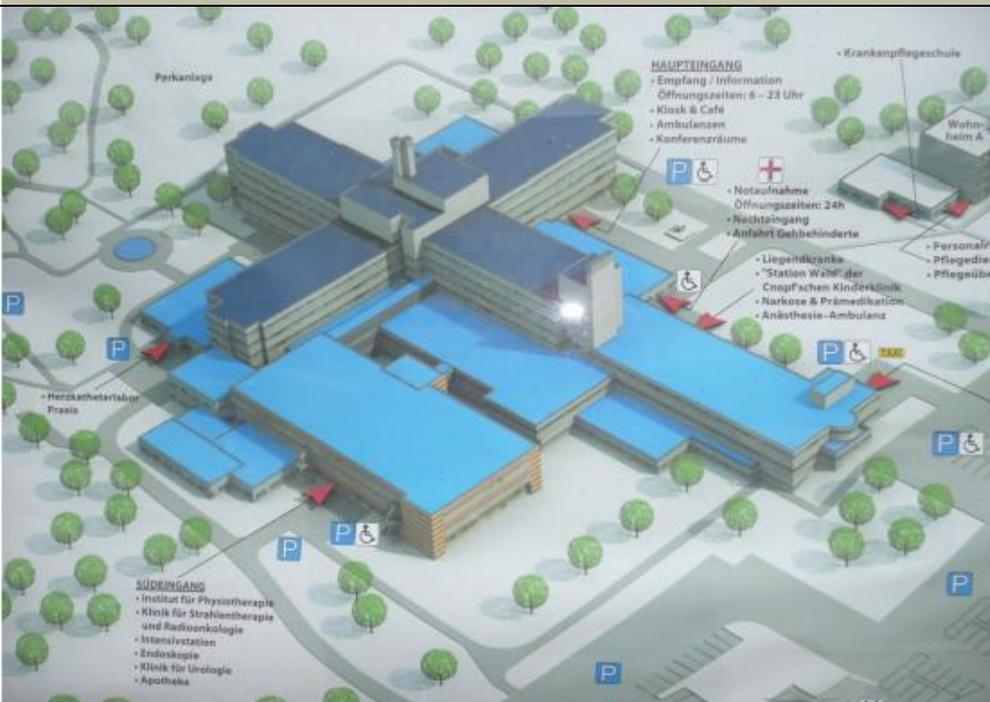
Gesamtkosten nach 40 Jahren (dynamisch)


	V0	V1 (Referenz)	V2	V3 (Passivhaus)	V4 (Passivhaus)
Investitionskosten	100.538.546 €	101.202.720 €	101.495.900 €	101.930.278 €	102.251.614 €
+ Energiekosten	6.919.875 €	4.611.075 €	3.950.989 €	2.820.636 €	2.478.286 €
= Gesamtkosten	107.458.421 €	105.813.795 €	105.446.889 €	104.750.914 €	104.729.900 €
<i>Differenz zu V1 (absolut)</i>	1.644.626 €		-366.906 €	-1.062.881 €	-1.083.895 €

ENERGIEKONZEPT ANLAGENTECHNIK

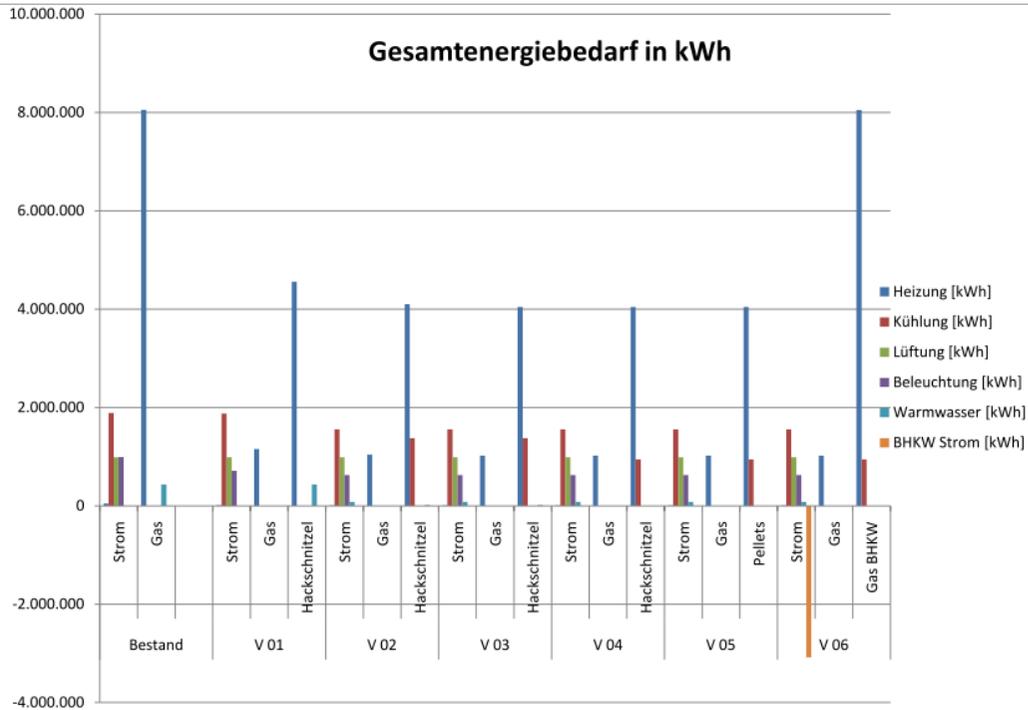


ENERGIEVERSORGUNGSTUDIE 2011



ENERGIEBEDARF UNTERSCHIEDLICHER ANLAGENTECHNIK

Gesamtenergiebedarf in kWh



Dämmung :	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Außenwand / Decke im Außenbereich	12 cm	20 cm	28 cm	28 cm	28 cm	28 cm
Minimierung der Wärmebrücken im Bereich Konsolen vorgehängte Fassade			x	x	x	x
Dämmen Dächer	16 cm	24 cm	40 cm	40 cm	40 cm	40 cm
Dämmen Kellerdecken	8 cm	12 cm	18 cm	18 cm	18 cm	18 cm
Kellerwände Innendämmung gegen Erdreich und unbeheizt	16 cm	16 cm	16 cm	16 cm	16 cm	16 cm
Fenster Austausch Isolierverglaster Fenster	uf = 1,4 ug = 1,0	uf = 0,97 ug = 0,8	uf = 0,80 ug = 0,6			
	Zweifach	Dreifach	Dreifach	Dreifach	Dreifach	Dreifach
Jalousien	x	x	x	x	x	x
Jalousien mit Lichtklammellen		x	x	x	x	x
Luftdichtheitskonzept und Blower Door Test		x	x	x	x	x
Wärmebrückenoptimierung, z.B. Flankendämmung, gedämmte Fassadenanker		x	x	x	x	x

Lüftung:	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung in der warmen Hülle	WRG 80 %	WRG 90 %				

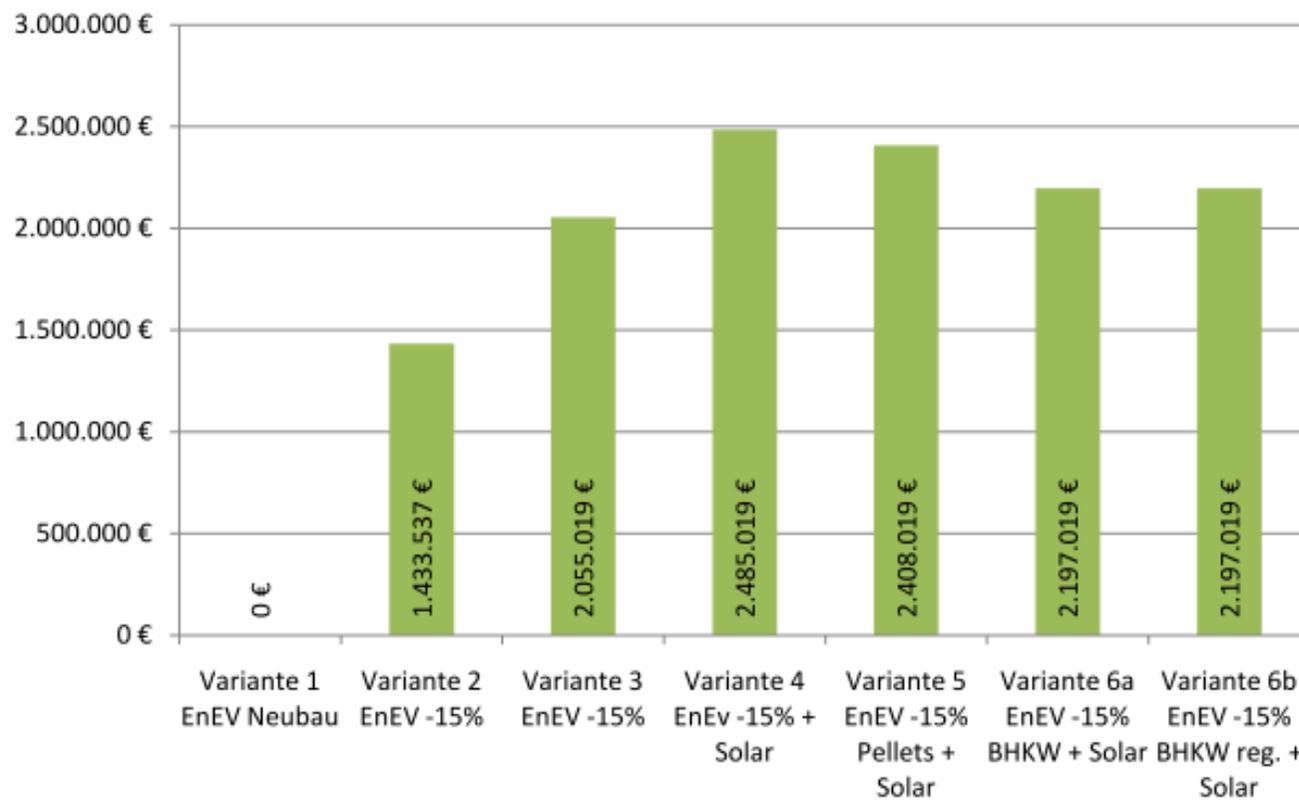
Heizung:	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Abbau der Niederdruckkessel, Ersatzmaßnahmen	x	x	x	x	x	x
Heizung-Grundlastbereich	Hackschnittelkessel				Pellet	Gas BHKW
Heizung Spitzenlast und Redundanz	2 Gas Niedertemperaturkessel + Brennwertnutzung					
Elektronisch geregelte Heizpumpen / Hydraulischer Abgleich	x	x	x	x	x	x
Stärkeres Dämmen der Heizungsleitungen		x	x	x	x	x
Stärkeres Dämmen der WW-Leitungen		x	x	x	x	x

Kälte:	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Wärmeverschiebung aus Abwärme Kühlung zur Warmwassererwärmung mit Wärmepumpe		x	x	x	x	x
Bestehende Kältemaschinen bleiben für Grund- und Spitzenlast	x					
Absorptionskältemaschinen für Grundlast, bestehende Kältemaschinen Spitzenlast		x	x	x	x	x
Stärkeres Dämmen der Kälteleitung		x	x	x	x	x
ca. 600 m² Solaranlage zur Unterstützung Kühlung/ Überschüsse -Warmwasser				x	x	x

Elektro:	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Präsenzmelder in Fluren, Sanitär, Patientenzimmern und Arbeitszimmern zum automatischen Abschalten der Beleuchtung	x	x	x	x	x	x
Tageslichtabhängige Regelung der Beleuchtung in Fluren, Sanitär, Patientenzimmern und Arbeitszimmern		x	x	x	x	x
Soll-Lichtregelung in den Fluren mit geringer Tageslichtversorgung		x	x	x	x	x
Beleuchtung in Bettzimmern mit möglichst hohem Wirkungsgrad und notwendigem Indirektanteil	T5 + EVG					
Einbau von Stromzählern in den Bereichen Heizung und Lüftung	x	x	x	x	x	x
Zentrale GLT Anlage mit Datenerfassung zur Nachbetreuung und Regelungsfeinabstimmung	x	x	x	x	x	x

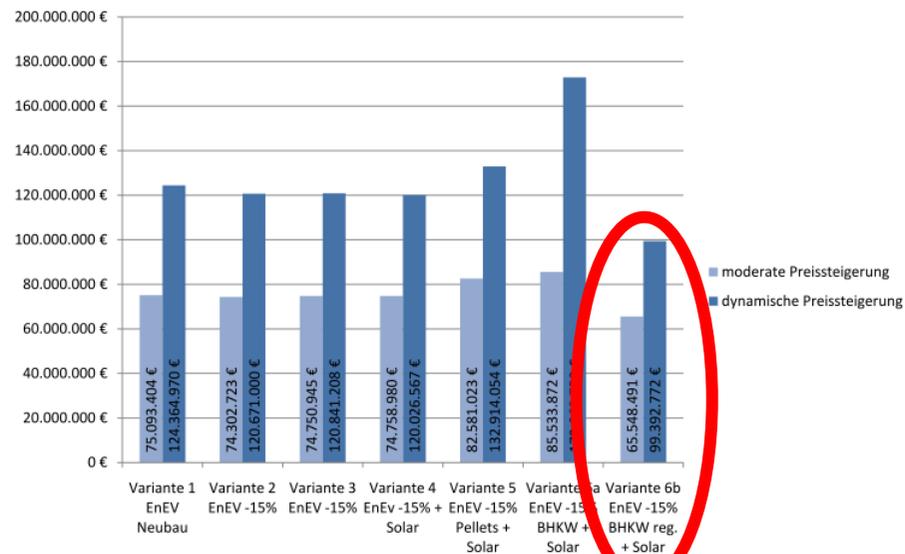
INVESTITIONSKOSTEN

■ Investitionsmehrkosten

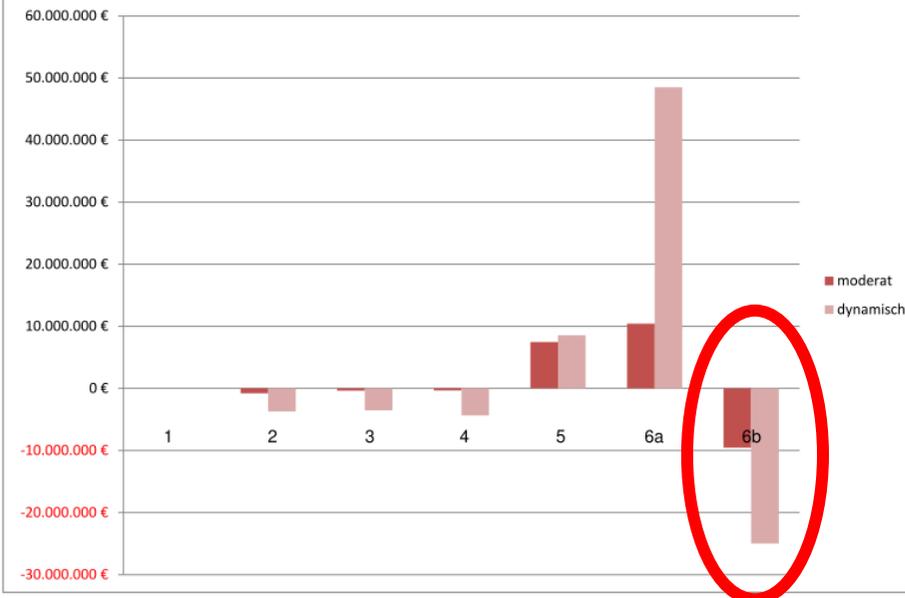


GESAMTKOSTEN MIT HOHEM EINSARPOTENTIAL

Gesamtkosten



Gesamtkosten: Differenz gegenüber Variante 1





Passivhausstandard in Krankenhäusern wirtschaftlich?

ING + ARCH Partnerschaft

Energieeffiziente Architektur + Fachplanung

Pia Regner , Dipl. Ing. (FH)
Steinstr. 21, Nürnberg

Fon: 0911 59 31 90 90

www.ingplusarch.eu