

AGW Technik
26.März 2006

Die Kosten unterschiedlicher Energiestandards im Bestand

Dipl.Ing. Hans-Otto Kraus, GWG München

Untersuchungen zu unterschiedlich energetischen Sanierungsstufen von drei Bestandsgebäuden

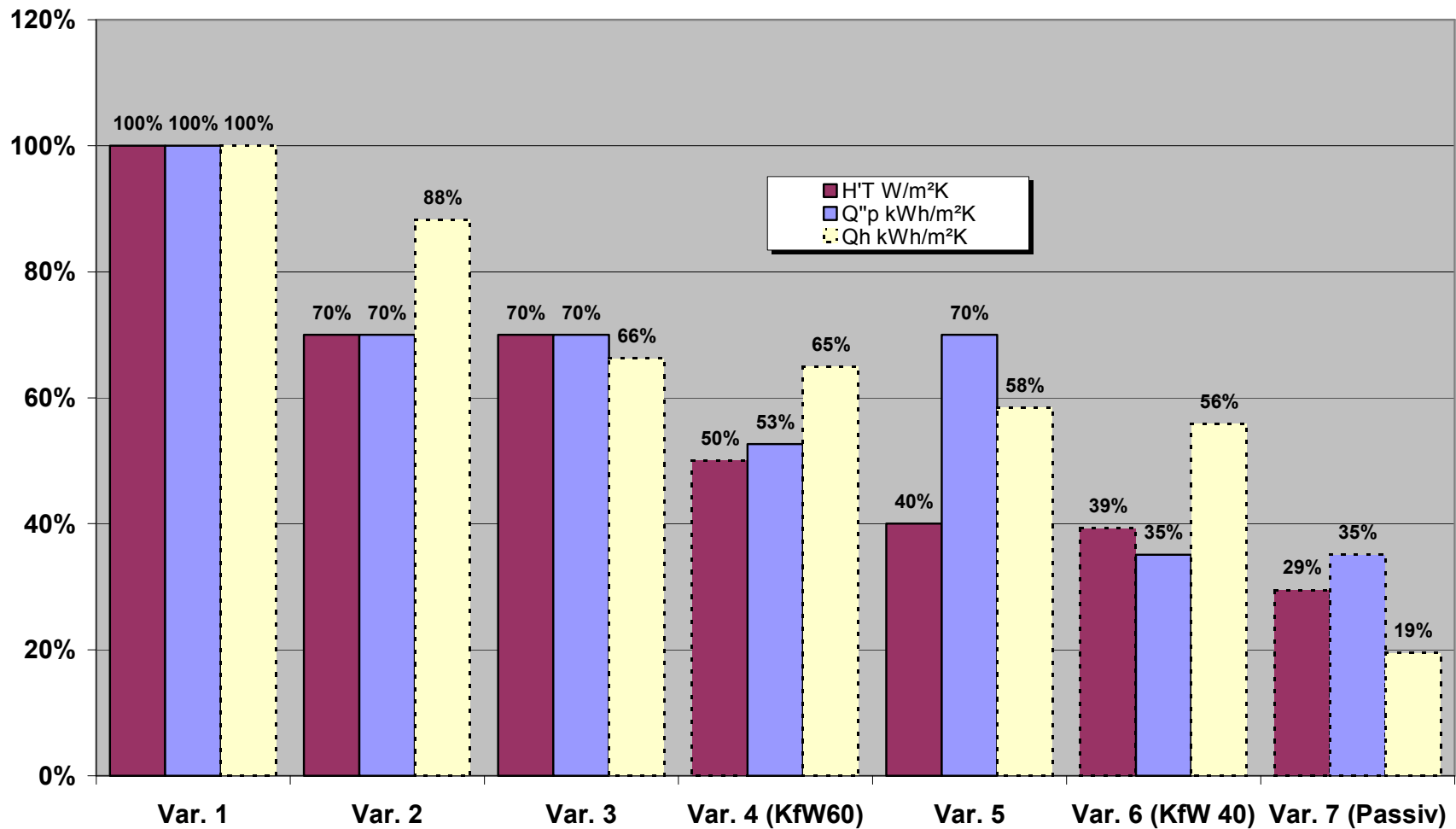
Geschosswohnungsbauten

- Wintersteinstraße 9-13 in München,
Gebäude um 1970
- Seebrucker Straße 3-7 in München
Gebäude um 1960
- Rotwandstraße 19-25 in München
Gebäude um 1930

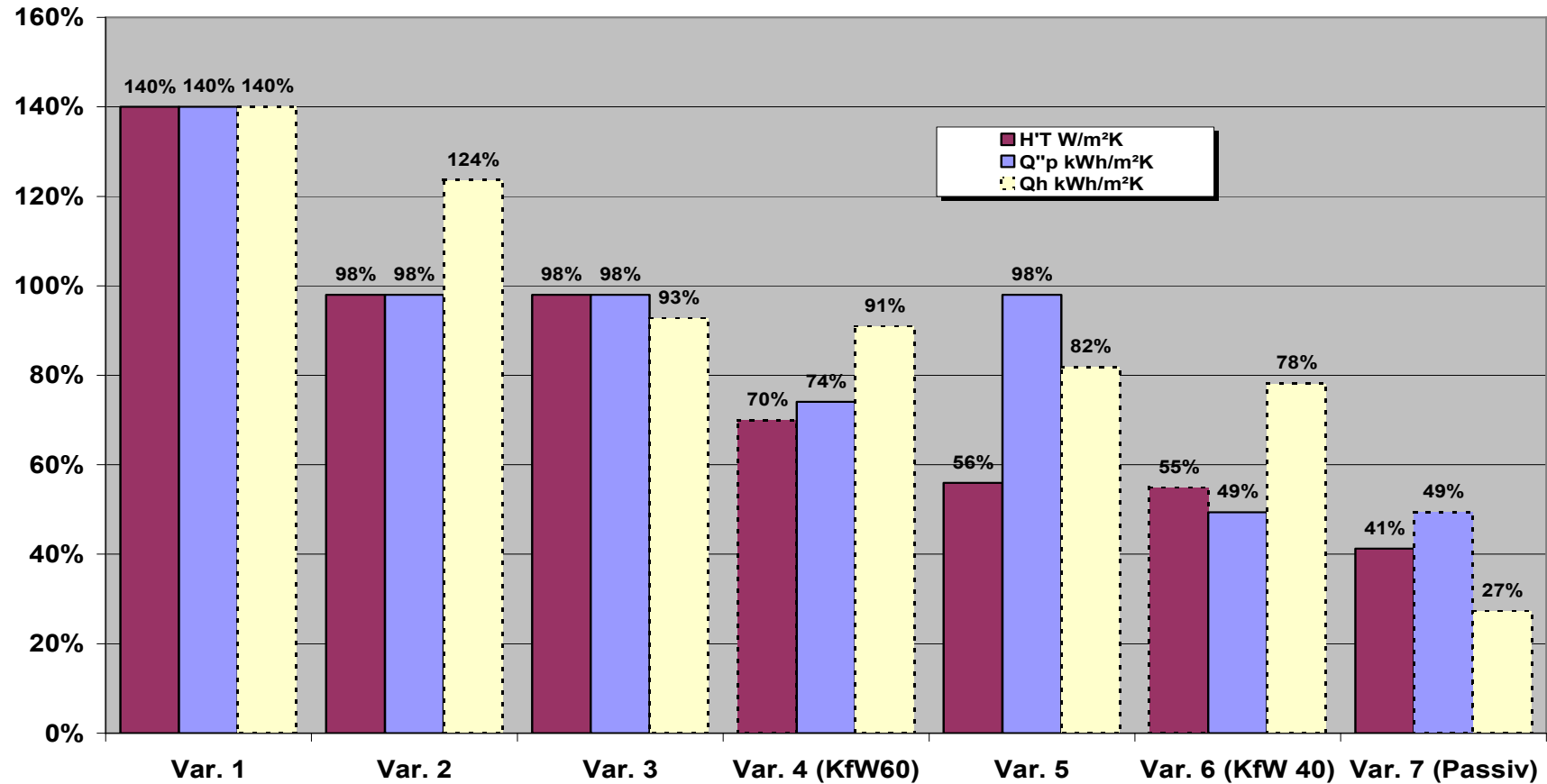
Auftraggeber:
Städtische Wohnungsbaugesellschaften
GWG
HEIMAG
GEWOFAG

München, den 20. November 2008

Anforderungen bezogen auf EnEV-Bestand



Anforderungen bezogen auf EnEV-Neubau



Verhältnis der Varianten untereinander und in Relation zu den Anforderungen der EnEV für bestehende Gebäude und für Neubauten

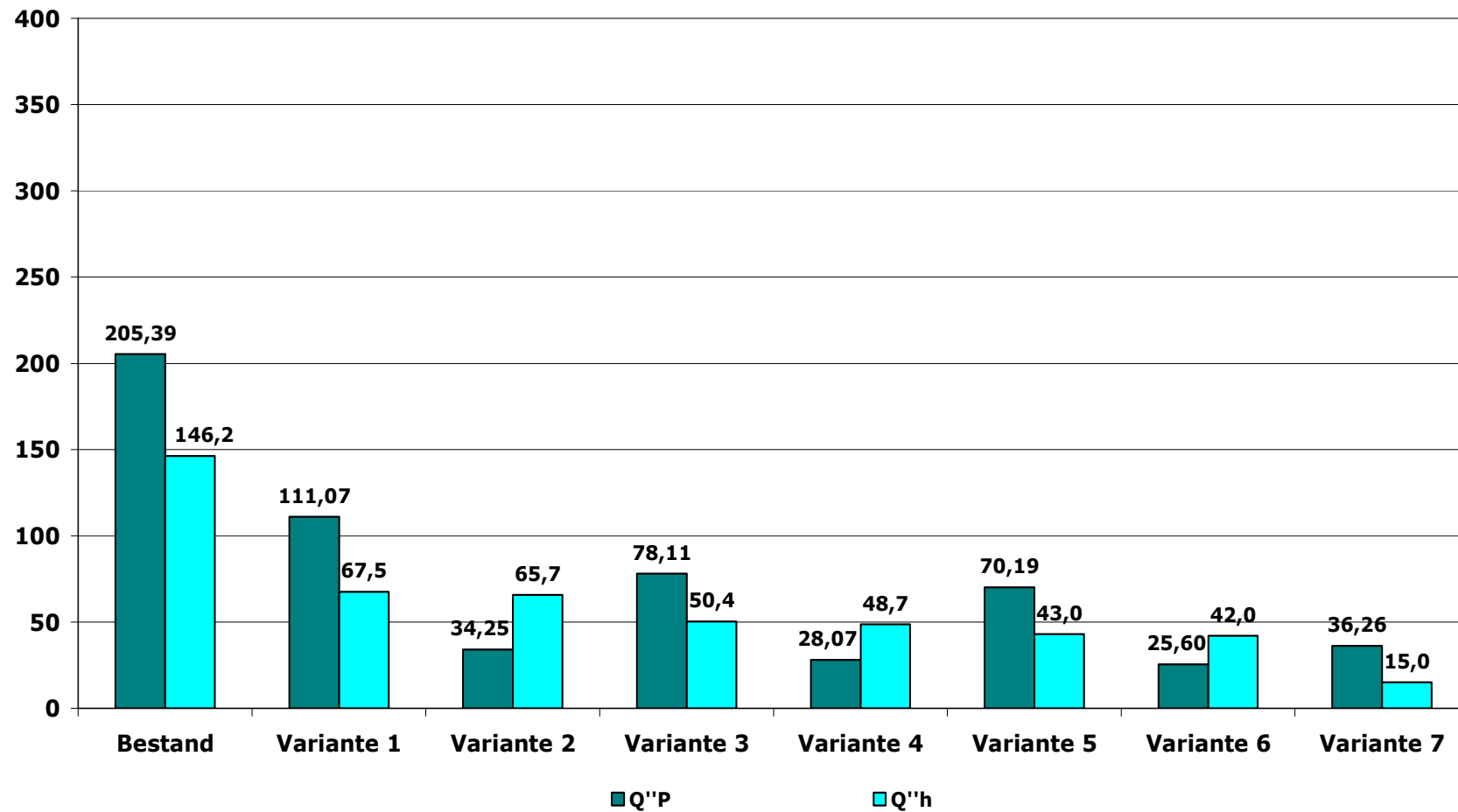
Wintersteinstraße 9-13 in München,
Gebäude um 1970 – Balkone im Gebäude integriert, Heizung mit Gas-Niedertemperaturkessel



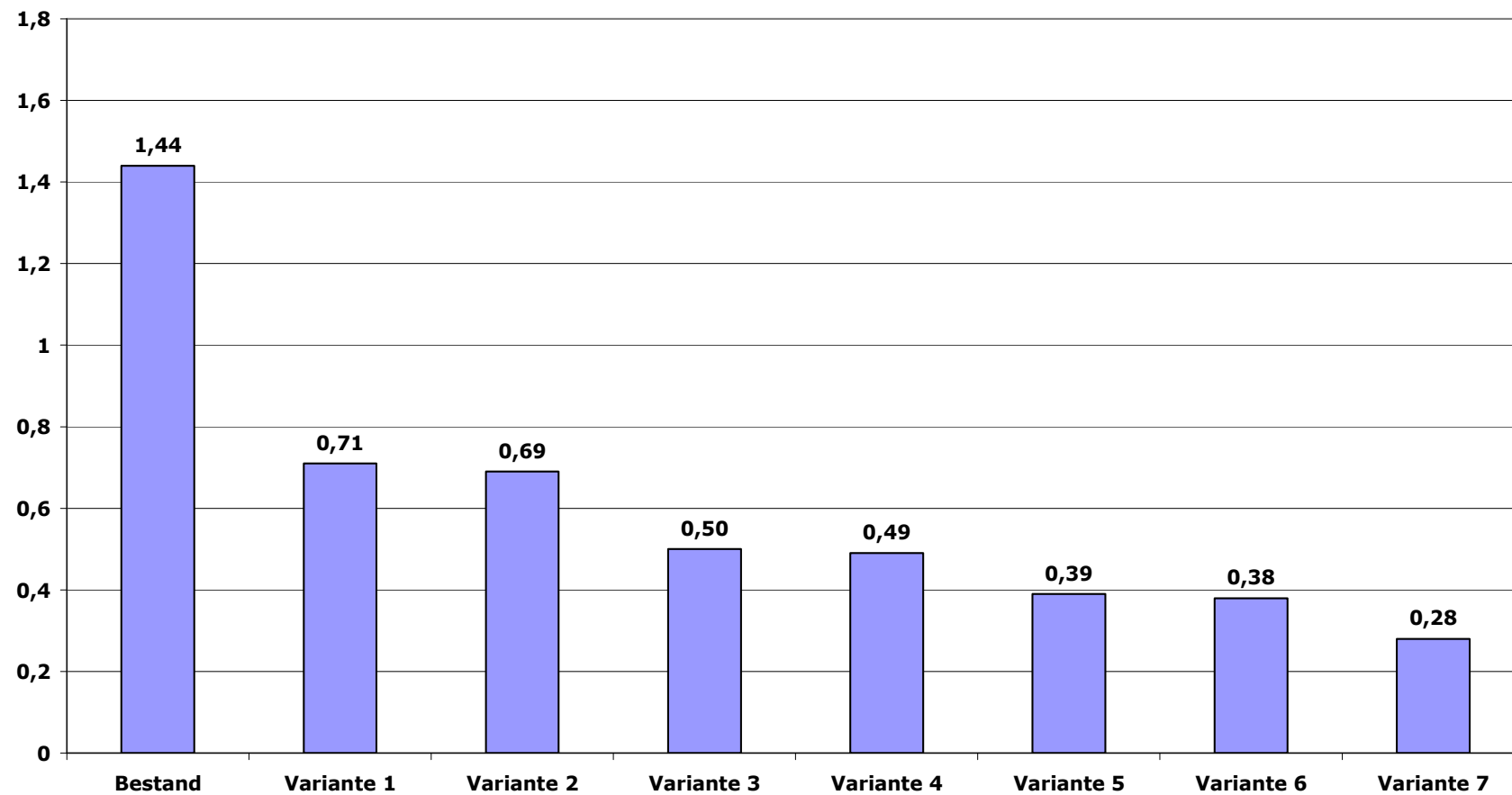
Tabelle 1 Wintersteinstraße 9-13 in München – Gebäude um 1970

Bauteil:	Heizung, Stärke Außenwand, Dämmstoffdicke, U-Wert Fenster							
	Bestand IST-Zustand	Var. 1 EnEV erfüllt	Var. 2 -30% an $H'_T + Q''_P$	Var. 3 -30% an $H'_T + Q''_P$	Var. 4 KfW 60	Var. 5 -60% H'_T -30% Q''_P	Var. 6 KfW 40	Var. 7 <i>Passivhaus</i>
Heizung	Gas-Nieder-temperatur-kessel	Gas-Nieder-temperatur-kessel	Fernwärme München	Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C	Fernwärme München	Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C	Fernwärme München	<i>Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C, solar, TWW</i>
Außenwand (44 %)	365 mm MW: HLZ	MW + 100 mm WDVS, WLG 040	MW + 100 mm WDVS, WLG 035	MW + 100 mm WDVS, WLG 035	MW + 120 mm WDVS, WLG 035	MW + 140 mm WDVS, WLG 035	MW + 120 mm WDVS, WLG 035	<i>MW + 220 mm WDVS, WLG 035</i>
Decke zu Dachraum bzw. Dach (16 %)	100 mm (WLG 045)	← wie vor	← wie vor	200 mm WLG 035	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>280 mm WLG 025</i>
Decke KG/EG (13 %)	25 mm (WLG 045)	← wie vor	← wie vor	80 mm WLG 035	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>120 mm WLG 035</i>
Fenster 16 % U_w -Wert	50%: 1,8 50%: 2,5	50%: 1,8 50%: 1,4 (Zwei-Scheibenverglasung)	50%: 1,8 50%: 1,3 (Zwei-Scheibenverglasung)	1,3 (Zwei-Scheibenverglasung)	← wie vor	0,9 (Drei-Scheibenverglasung)	← wie vor	<i>0,7 (opt. Drei-Scheibenverglasung)</i>
Treppenhäuser oben und unten	unge-dämmt	teilweise ge-dämmt	teilweise ge-dämmt	fast vollständig ge-dämmt	← wie vor	← wie vor	umlaufend ge-dämmt	<i>umlaufend ge-dämmt</i>
Sonstiges	Balkone ohne therm. Trennung	Balkone: Flanken-dämmung nur an Wänden	← wie vor	Balkone: Flanken-dämmung an Wänden + Decken oben und unten (umlaufend)	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>Balkone: umlaufend eingepackt, Lüftungs-anlage mit WRG > 80%, Nachheizregister</i>

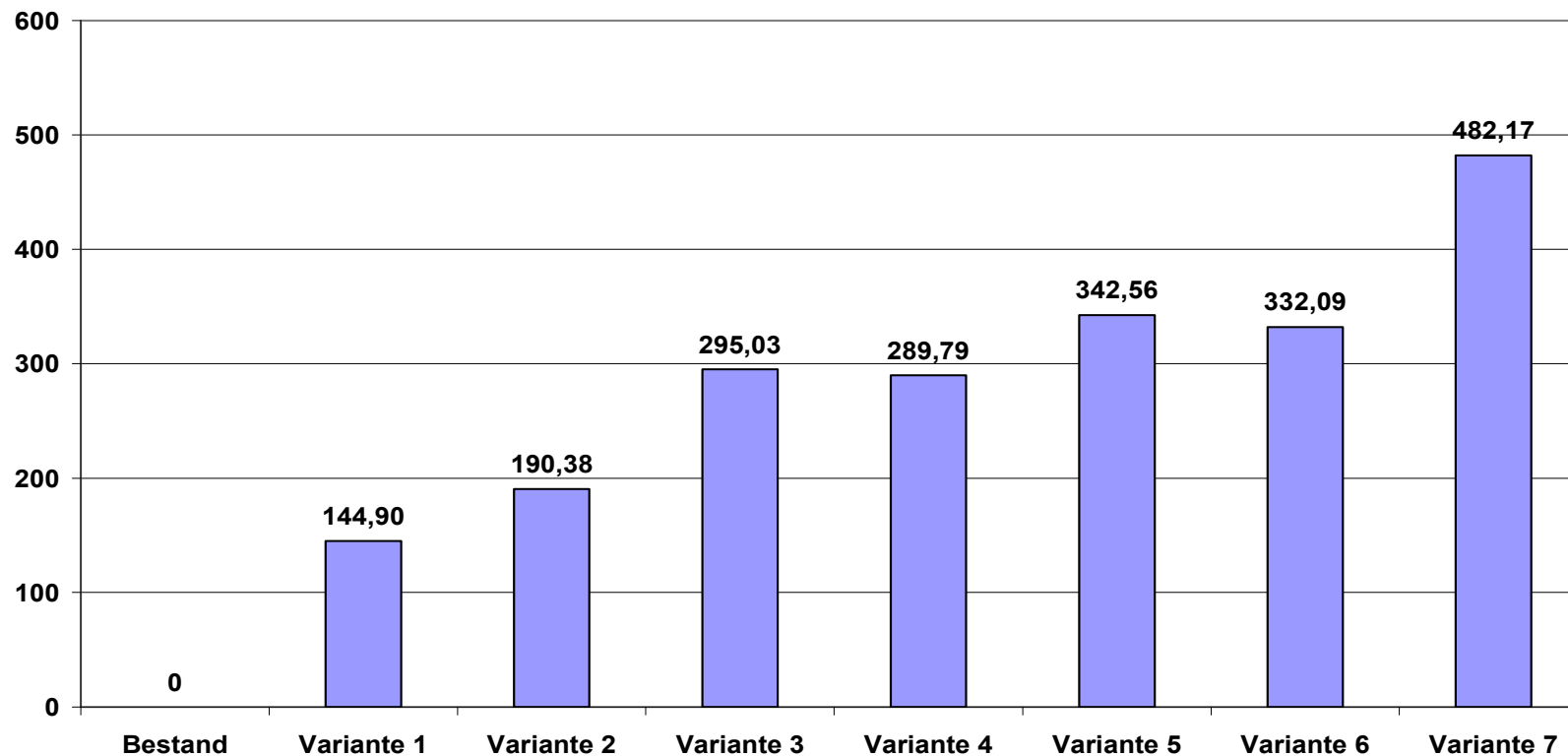
spez. Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p [kWh/m²a]
 spez. Jahres-Heizwärmebedarf Q''_h [kWh/m²a]



spez. Transmissionswärmeverlust $H'T$ [W/m²K]



Kosten € pro qm WF
KGr 300 und 400



Varianten-Ergebnisse Wintersteinstraße
spez. Jahres-Primärenergie/Jahres-Heizwärmebedarf
spez. Transmissionswärmeverlust
Quadratmeter-Kosten Kostengruppe 300 und 400

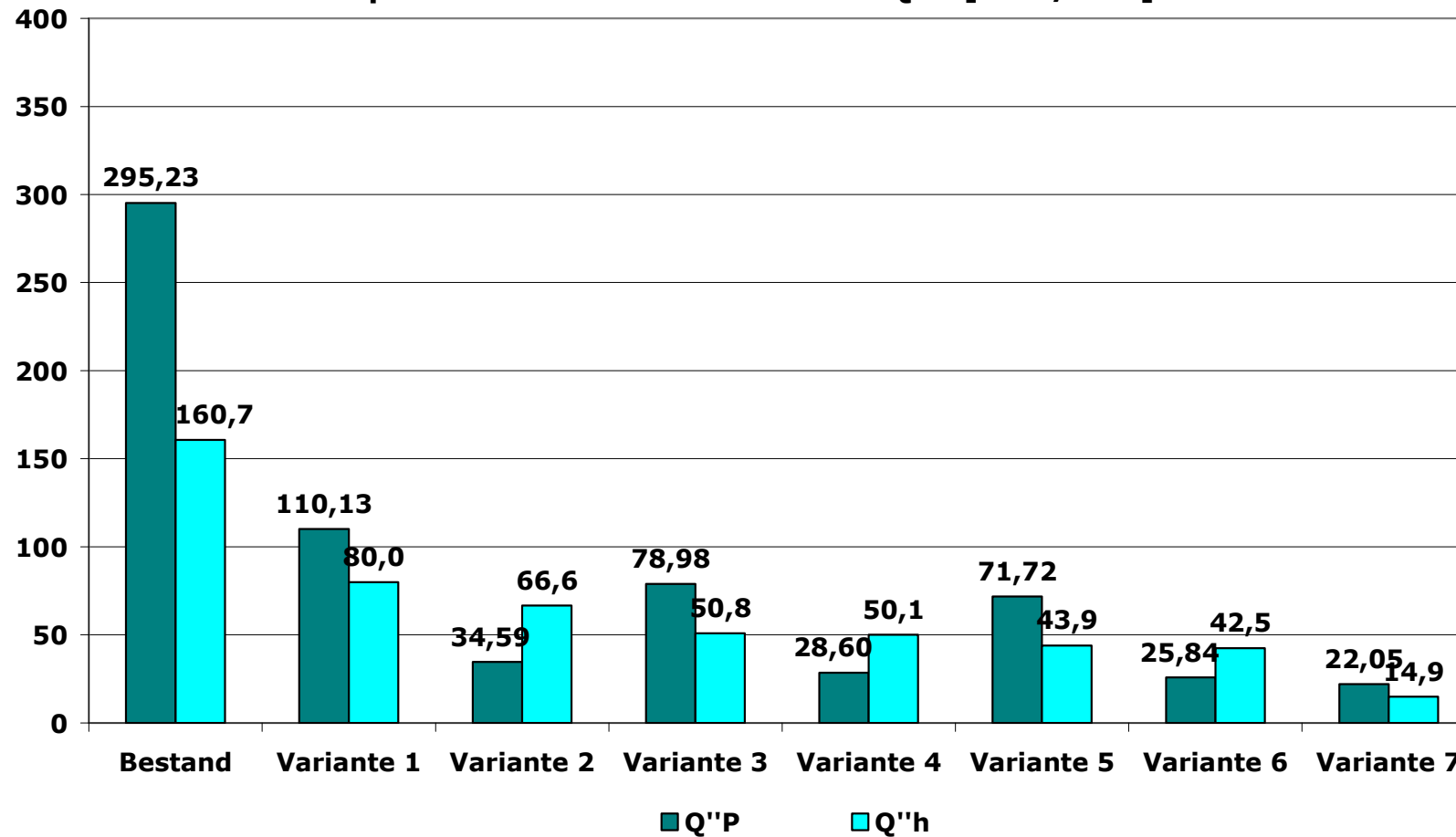
Seebrucker Straße 3-7 in München,
Gebäude um 1960 - Balkone vorgesetzt, Heizung mit Gas-Einzelöfen



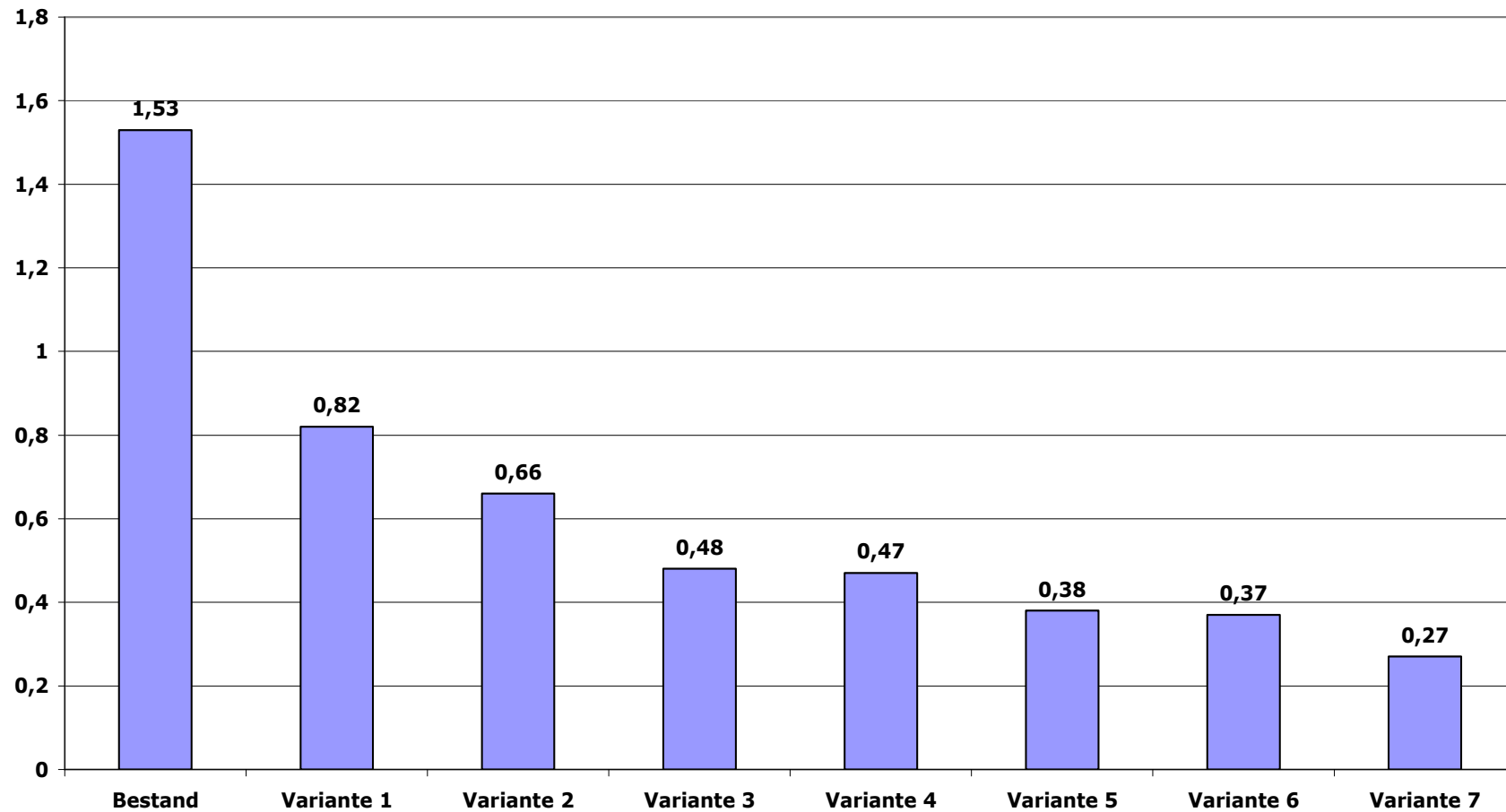
Tabelle 2 Seebrucker Straße 3-7 in München – Gebäude um 1960

Bauteil:	Heizung, Stärke Außenwand, Dämmstoffdicke, U-Wert Fenster							
	Bestand IST- Zustand	Var. 1 EnEV erfüllt	Var. 2 -30% an $H'_{T} + Q'_{P}$	Var. 3 -30% an $H'_{T} + Q'_{P}$	Var. 4 KfW 60	Var. 5 -60% H'_{T} -30% Q'_{P}	Var. 6 KfW 40	Var. 7 <i>Passivhaus</i>
Heizung	Gas-Einzel- öfen, Gas- Durchlauf- erhitzer	Gas-Brenn- werttechnik 55/45°C	Fernwärme München	Gas-Brenn- werttechnik 55/45°C	Fernwärme München	Gas-Brenn- werttechnik 55/45°C	Fernwärme München	<i>Fernwärm e München</i>
Außen- wand (49 %)	300 mm MW: HLZ	MW + 80 mm WDVS, WLG 040	MW + 100 mm WDVS, WLG 035	← wie vor	← wie vor	MW + 120 mm WDVS, WLG 035	← wie vor	<i>MW + 220 mm WDVS, WLG 035</i>
Decke zu Dachraum bzw. Dach (15 %)	Bestand: 20 mm WD (WLG 040)	← wie vor	← wie vor	Neu/Zusatz 100 mm WLG 035	← wie vor	Neu/Zusatz 140 mm WLG 035	← wie vor	<i>Neu/Zusatz 280 mm WLG 025</i>
Decke KG/EG (15 %)	Bestand: 20 mm WD (WLG 040)	← wie vor	Neu/Zusatz 80 mm WLG 035	← wie vor	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>Neu/Zusatz 120 mm WLG 035</i>
Fenster 11 % U _w -Wert	4,0	1,7 (Zwei- Scheiben- verglasung)	1,4 (Zwei- Scheiben- verglasung)	← wie vor	1,3 (Zwei- Scheiben- verglasung)	1,0 (Drei- Scheiben- verglasung)	← wie vor	<i>0,8 (Drei- Scheiben- verglasung)</i>
Treppen- häuser oben und unten	unge dämmt	unge dämmt / nur außen	teilweise gedämmt	fast vollständig gedämmt	← wie vor	umlaufend gedämmt	← wie vor	<i>umlaufend gedämmt</i>
Sonstiges	Balkone ohne therm. Trennung	← wie vor	Balkone abgetrennt, Balkone neu mit punktueLLer Anbindung	← wie vor	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>Balkone abgetrennt, Lüftungs- anlage mit WRG > 80%, Nachheiz- register</i>

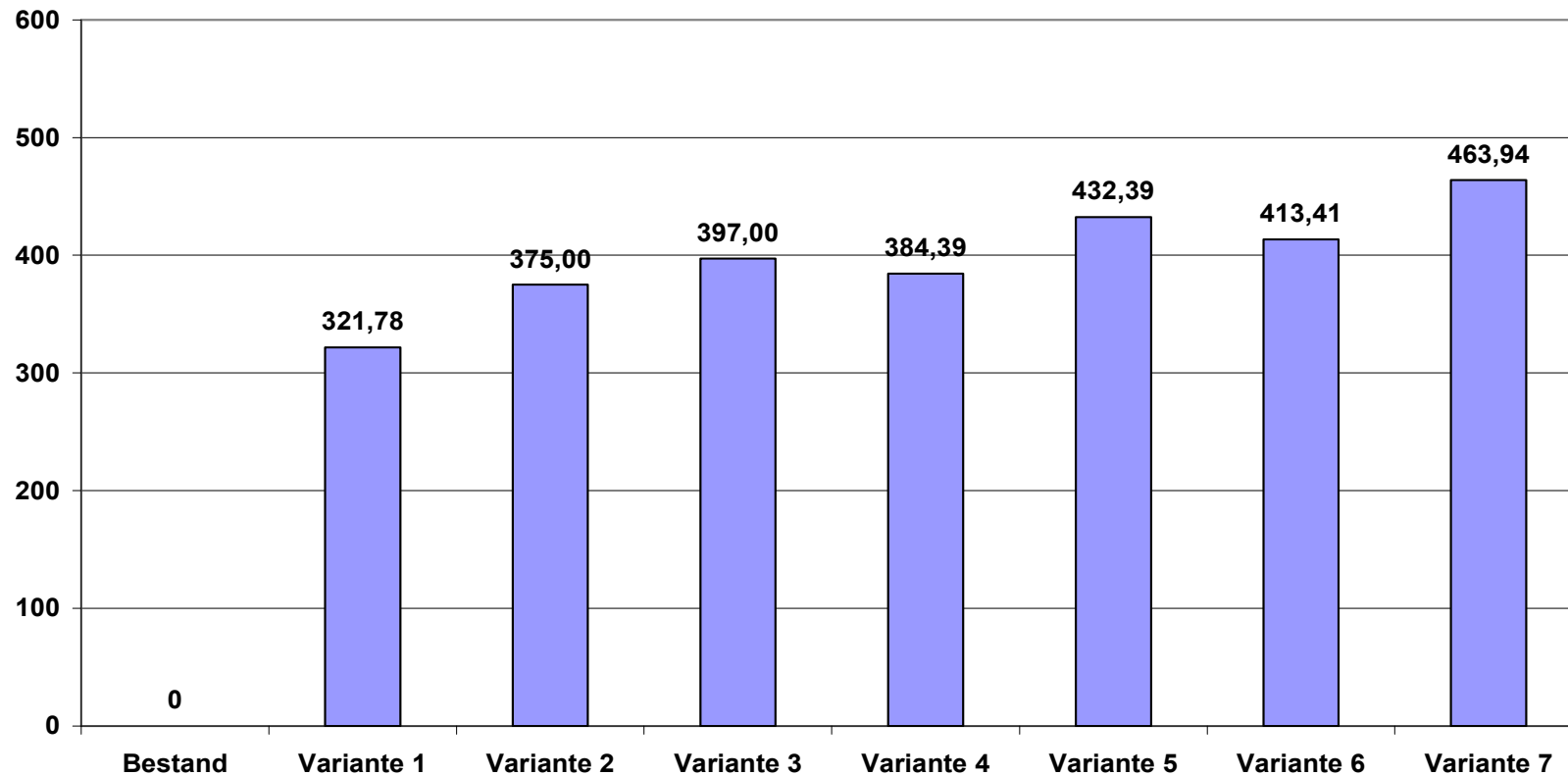
spez. Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p [kWh/m²a]
 spez. Jahres-Heizwärmebedarf Q''_h [kWh/m²a]



spez. Transmissionswärmeverlust $H'T$ [W/m²K]



Kosten € pro qm WF
KGr 300 und 400



Varianten-Ergebnisse Seebrucker Straße
spez. Jahres-Primärenergie/Jahres-Heizwärmebedarf
spez. Transmissionswärmeverlust
Quadratmeter bez. Kosten Kostengruppe 300 und 400

Rotwandstraße 19-25 in München

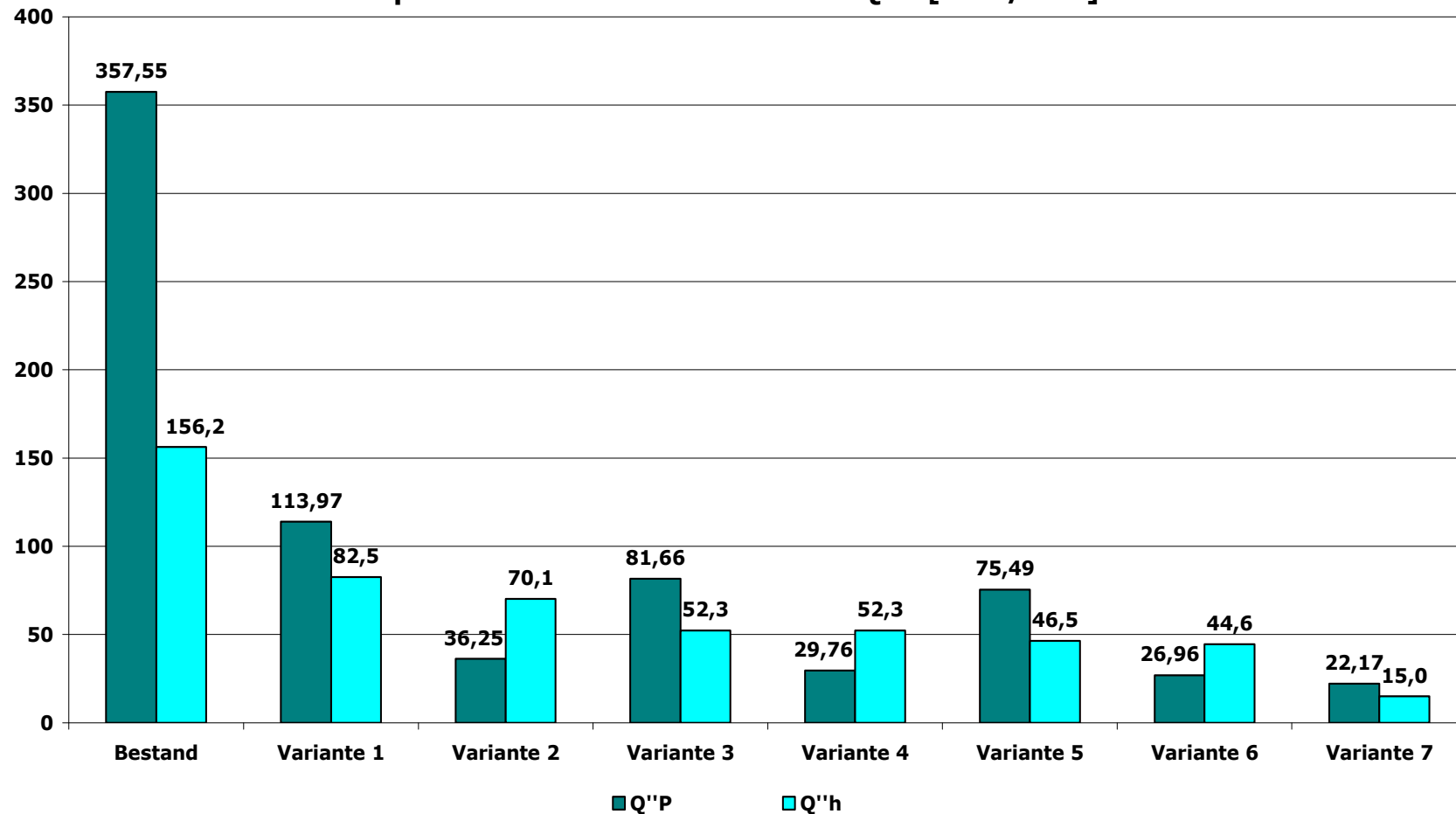
Gebäude um 1930 – keine Balkone, Heizung mit Nachtspeicheröfen



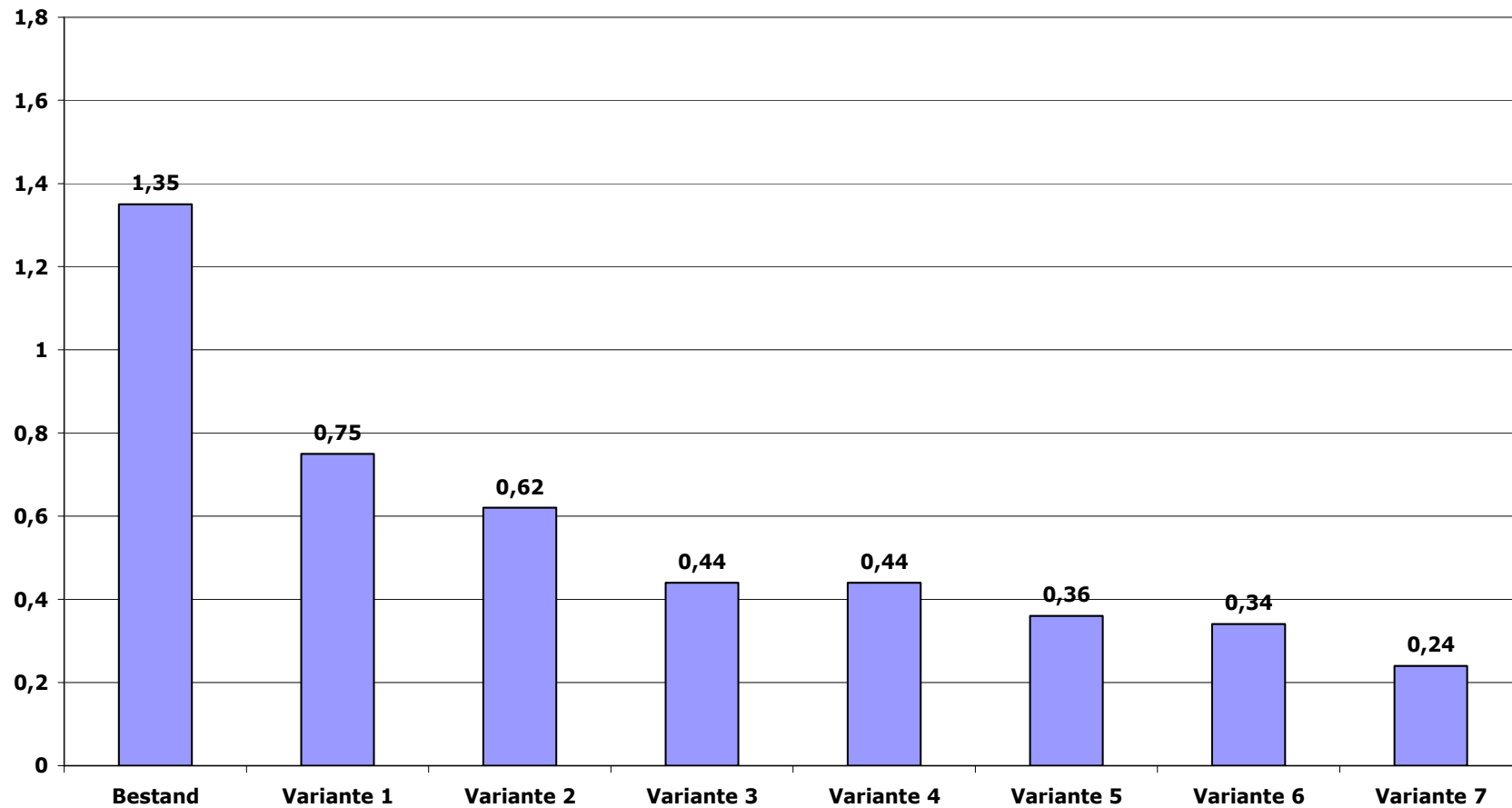
Tabelle 3 Rotwandstraße 19-25 in München – Gebäude um 1930

Bauteil	Heizung, Stärke Außenwand, Dämmstoffdicke, U-Wert Fenster							
	Bestand IST- Zustand	Var. 1 EnEV erfüllt	Var. 2 -30% an $H_T + Q''_{p}$	Var. 3 -30% an $H_T + Q''_{p}$	Var. 4 KfW 60	Var. 5 -60% H_T -30% Q''_{p}	Var. 6 KfW 40	Var. 7 <i>Passivhaus</i>
Heizung	Nachtspeicheröfen, el. Durchlauferhitzer	Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C	Fernwärme München	Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C	Fernwärme München	Gas-Brennwerttechnik 55%/45°C	Fernwärme München	<i>Fernwärme München</i>
Außenwand (48 %)	365 mm MW HLZ	MW + 60 mm WDVS, WLG 040	MW + 80 mm WDVS, WLG 040	MW + 100mm WDVS, WLG 035	← wie vor	MW + 120mm WDVS, WLG 035	← wie vor	MW + 220 mm WDVS, WLG 035
Decke zu Dachraum bzw. Dach (17 %)	HB +: 30 mm WD (WLG 040)	← wie vor	← wie vor	HB + 30mm WaDi WLG 040 + 100 mm WLG 035	← wie vor	HB + 30mm WaDi WLG 040 + 200 mm WLG 035	← wie vor	<i>Neuzusatz 280 mm WLG 025</i>
Decke KG/EG (20 %)	Parkett auf Stahlbetondecke	← wie vor	Zusatz zu Bestand 40 mm WLG 040	Zusatz zu Bestand 80 mm WLG 03	← wie vor	← wie vor	← wie vor	<i>Zusatz zu Bestand 120 mm WLG 035</i>
Fenster (9%) U _w -Wert	Kastenfenster 2,6	1,7 (Zwei-Scheibenverglasung)	1,5 (Zwei-Scheibenverglasung)	1,4 (Zwei-Scheibenverglasung)	← wie vor	1,0 (Drei-Scheibenverglasung)	← wie vor	0,7 (Drei-Scheibenverglasung)
Treppenhäuser oben und unten	unge dämmt	unge dämmt / nur außen	teilweise gedämmt	Fast vollständig gedämmt	← wie vor	umlaufend gedämmt	← wie vor	<i>umlaufend gedämmt</i>
Sonstiges	--	--	--	--	--	--	--	<i>Lüftungsanlage mit WRG >80%, Nachheizregister</i>

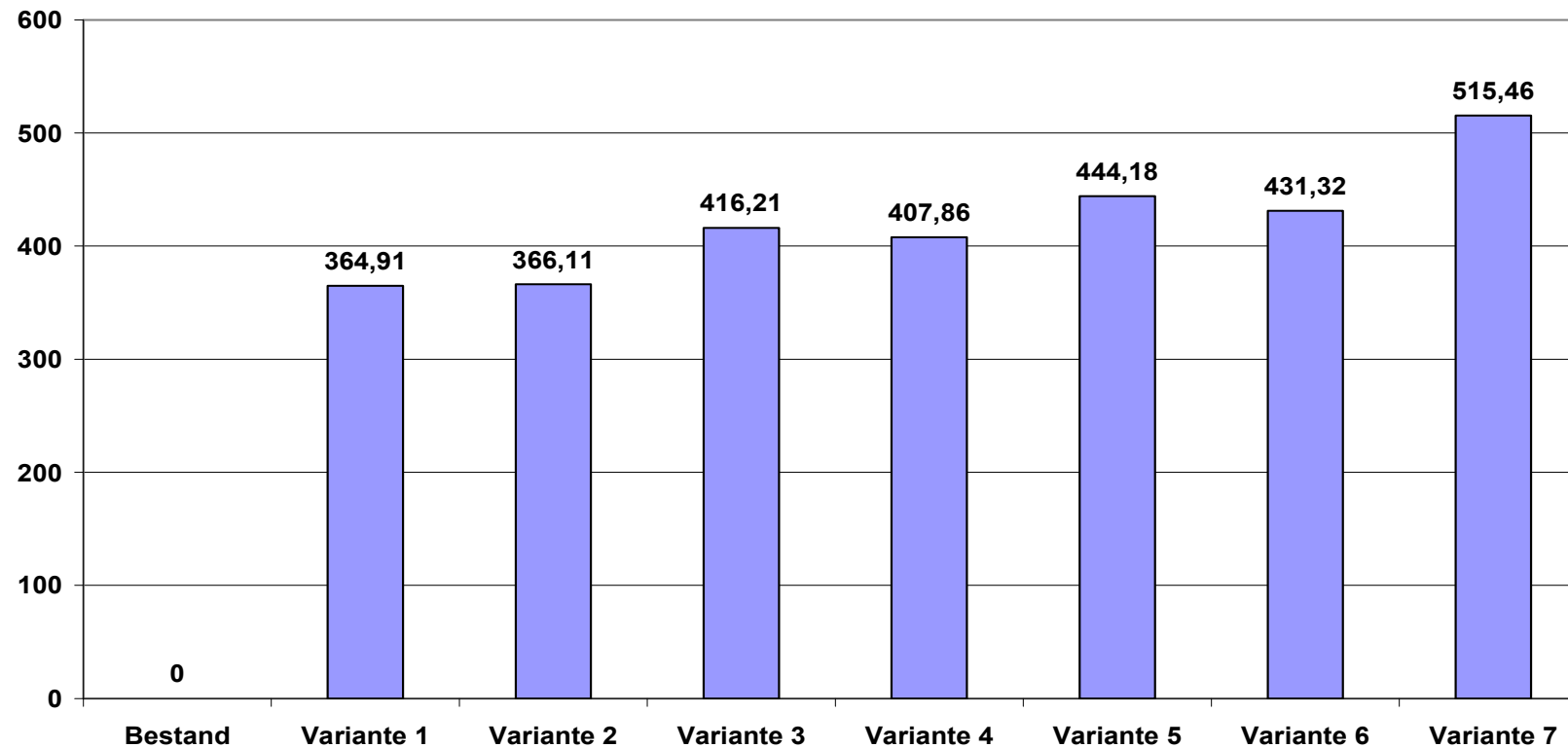
spez. Jahres-Primärenergiebedarf Q''_p [kWh/m²a]
 spez. Jahres-Heizwärmebedarf Q''_h [kWh/m²a]



spez. Transmissionswärmeverlust H'_T [W/m²K]



Kosten € pro qm WF
KGr 300 und 400



Varianten-Ergebnisse Rotwandstraße
 spez. Jahres-Primärenergie/Jahres-Heizwärmebedarf
 spez. Transmissionswärmeverlust
 Quadratmeter bez. Kosten Kostengruppe und

Unterschreitung der EnEV am Beispiel der Wohnanlagen Wintersteinstraße der GWG, Seebrucker Straße der HEIMAG und Rotwandstraße der GEVOFAG, München

Schätzung der Kosten für die Varianten 1 bis 7 auf Grundlage der "Untersuchungen zur energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden" der Ingenieure Süd GmbH vom Oktober 2008, Projekt Nr. I-6308, sowie der aktuell vorliegenden Marktpreise für 2008.

Bearbeitungsstand: 14.11.2008

Zusammenstellung. Alle Angaben einschl. 19% MwSt

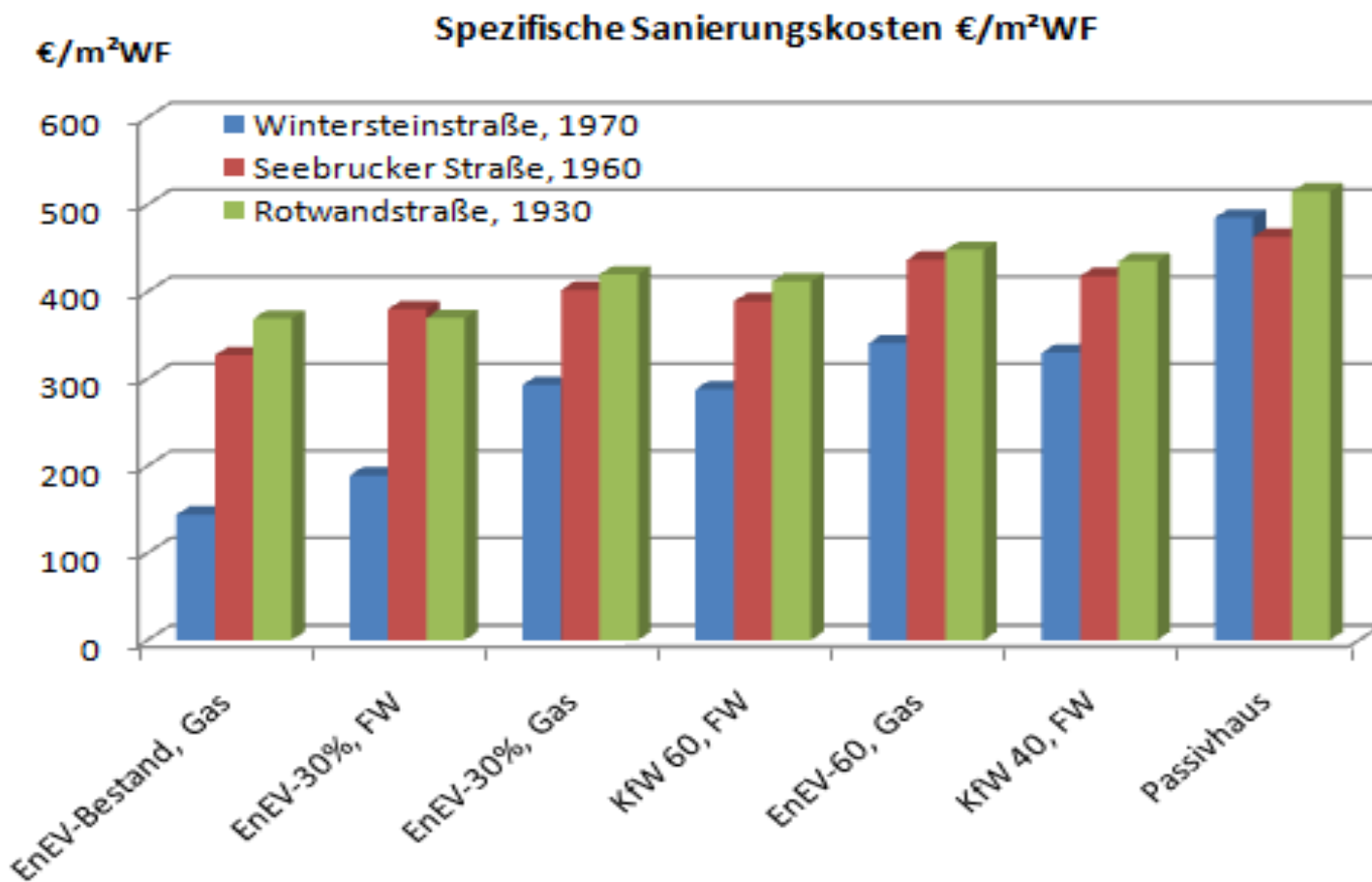
Zeile	Bauteil	Kosten	Kosten (1) pro m² WF	Kosten	Kosten (1) pro m² WF	Kosten	Kosten (1) pro m² WF	Kosten	Kosten (1) pro m² WF	Kosten- differenz
		KGR 300	KGR 300	KGR 400	KGR 400	KGR 300 +	KGR 400	KGR 300	KGR 300	
			€/m²		€/m²		€/m²		€/m²	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2	1. GWG, Wintersteinstraße									
3	1.0 Bestand							0,00		
4	1.1 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T +- 0%, Gas-Niedertemperaturkessel	370.500,21	143,77	2.900,00	1,13	373.400,21	144,90		0	
5	1.2 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, mit Fernwärme	381.440,97	148,02	109.170,00	42,36	490.610,97	190,38		31	
6	1.3 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	636.018,18	246,81	124.270,00	48,22	760.288,18	295,03		104	
7	1.4 Anforderung nach KfW 60 ($Q_{hp} \leq 60$ kWh/m²a und H_T - 30% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	641.647,01	248,99	104.970,00	40,73	746.617,01	289,72		100	
8	1.5 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} -30% und H_T - 60%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	760.195,83	294,99	122.570,00	47,56	882.765,83	342,56		136	
9	1.6 Anforderung nach KfW 40 ($Q_{hp} \leq 40$ kWh/m²a und H_T - 45% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	755.038,19	292,99	100.770,00	39,10	855.808,19	332,09		129	
10	1.7 Anforderung annähernd nach Passivhaus, $Q_{hp} \leq 15$ kWh/m²a, Gas-BW-Kessel, Solaranlage	900.270,91	349,35	342.270,00	132,82	1.242.540,91	482,17		233	
11										
12	2. HEIMAG, Seebrucker Straße									
13	2.0 Bestand							0,00		
14	2.1 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T +- 0%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	330.702,07	153,65	361.850,00	168,12	692.552,07	321,78		0	
15	2.2 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, mit Fernwärme	482.046,55	223,97	325.250,00	151,12	807.296,55	375,09		17	
16	2.3 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	503.190,80	233,80	351.250,00	163,20	854.440,80	397,00		23	
17	2.4 Anforderung nach KfW 60 ($Q_{hp} \leq 60$ kWh/m²a und H_T - 30% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	512.023,52	237,90	315.150,00	146,43	827.173,52	384,33		19	
18	2.5 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} -30% und H_T - 60%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	585.470,54	272,02	345.150,00	160,37	930.620,54	432,39		34	
19	2.6 Anforderung nach KfW 40 ($Q_{hp} \leq 40$ kWh/m²a und H_T - 45% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	584.424,79	271,54	305.350,00	141,87	889.774,79	413,41		28	
20	2.7 Anforderung annähernd nach Passivhaus, $Q_{hp} \leq 15$ kWh/m²a, mit Fernwärme	701.476,13	325,92	297.050,00	138,02	998.526,13	463,94		44	
21										
22	3. GEVOFAG, Rotwandstraße									
23	3.0 Bestand							0,00		
24	3.1 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T +- 0%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	288.078,82	160,34	367.550,00	204,57	655.628,82	364,91		0	
25	3.2 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, mit Fernwärme	323.242,89	179,91	334.550,00	186,20	657.792,89	366,11		0	
26	3.3 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} und H_T - 30%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	412.254,23	229,45	335.550,00	186,76	747.804,23	416,21		14	
27	3.4 Anforderung nach KfW 60 ($Q_{hp} \leq 60$ kWh/m²a und H_T - 30% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	412.254,23	229,45	320.550,00	178,41	732.804,23	407,86		12	
28	3.5 Anforderung nach EnEV an Bestand Q_{hp} -30% und H_T - 60%, Gas-BW-Kessel verbessert, 55/45°	465.712,45	259,20	332.350,00	184,98	798.062,45	444,18		22	
29	3.6 Anforderung nach KfW 40 ($Q_{hp} \leq 40$ kWh/m²a und H_T - 45% Anford. EnEV an Neubau), mit Fernwärme	465.712,45	259,20	309.250,00	172,12	774.962,45	431,32		18	
30	3.7 Anforderung annähernd nach Passivhaus, $Q_{hp} \leq 15$ kWh/m²a, mit Fernwärme	568.888,84	316,63	357.250,00	198,84	926.138,84	515,46		41	

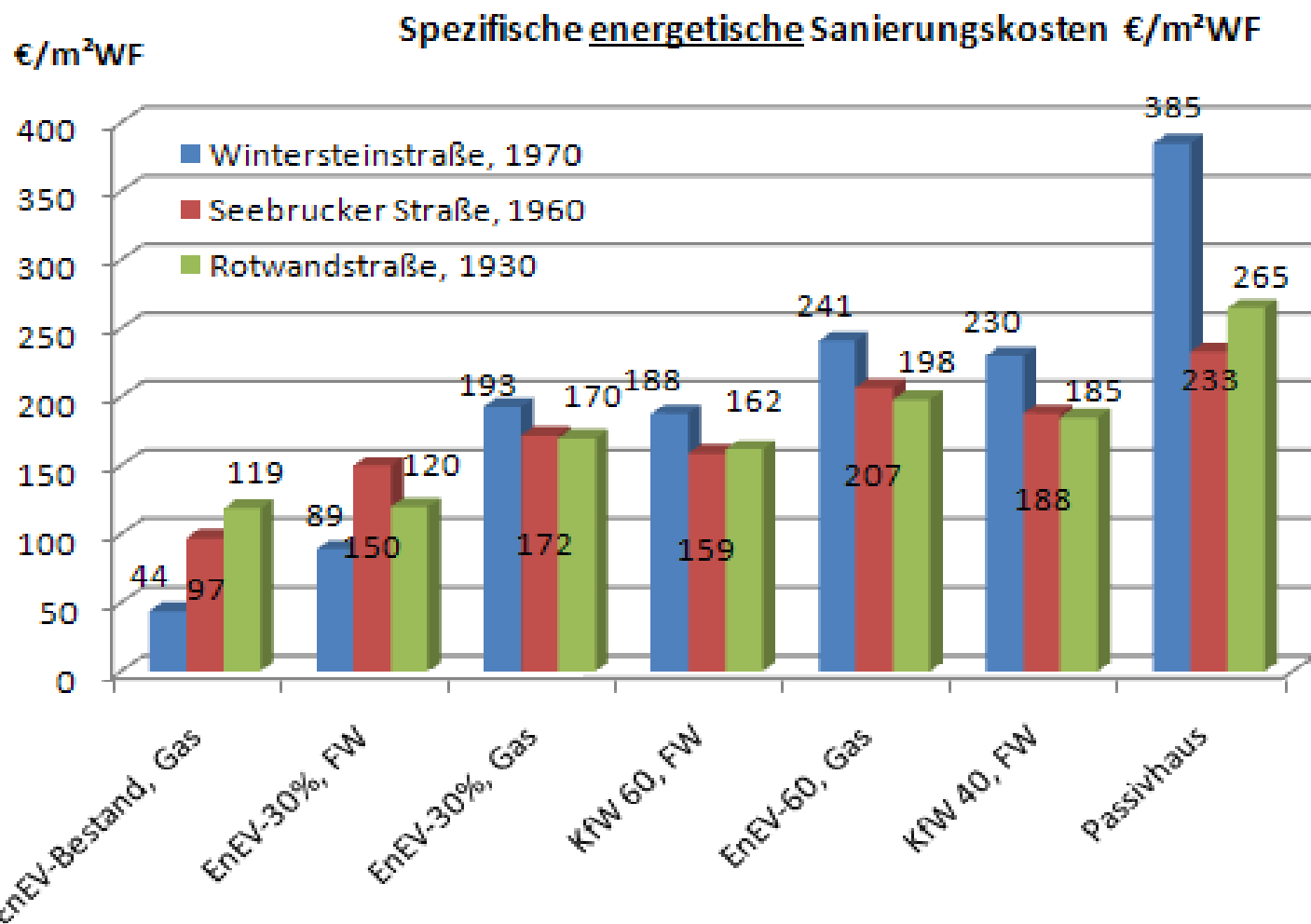
(1) Hinweis: Mehrungen und Flächenverluste sind im Vergleich zur jeweiligen Untervariante x.0 gerechnet.

(2) Hinweis: Endenergiebedarf aus Heizung + Trinkwarmwasser $Q_{wz,z}$ (kWh/m²a); Strom (Lüftung + Hilfsenergie) $Q_{st,z}$ (kWh/m²a) - in Tab. bezogen auf m² Wohnfläche WF

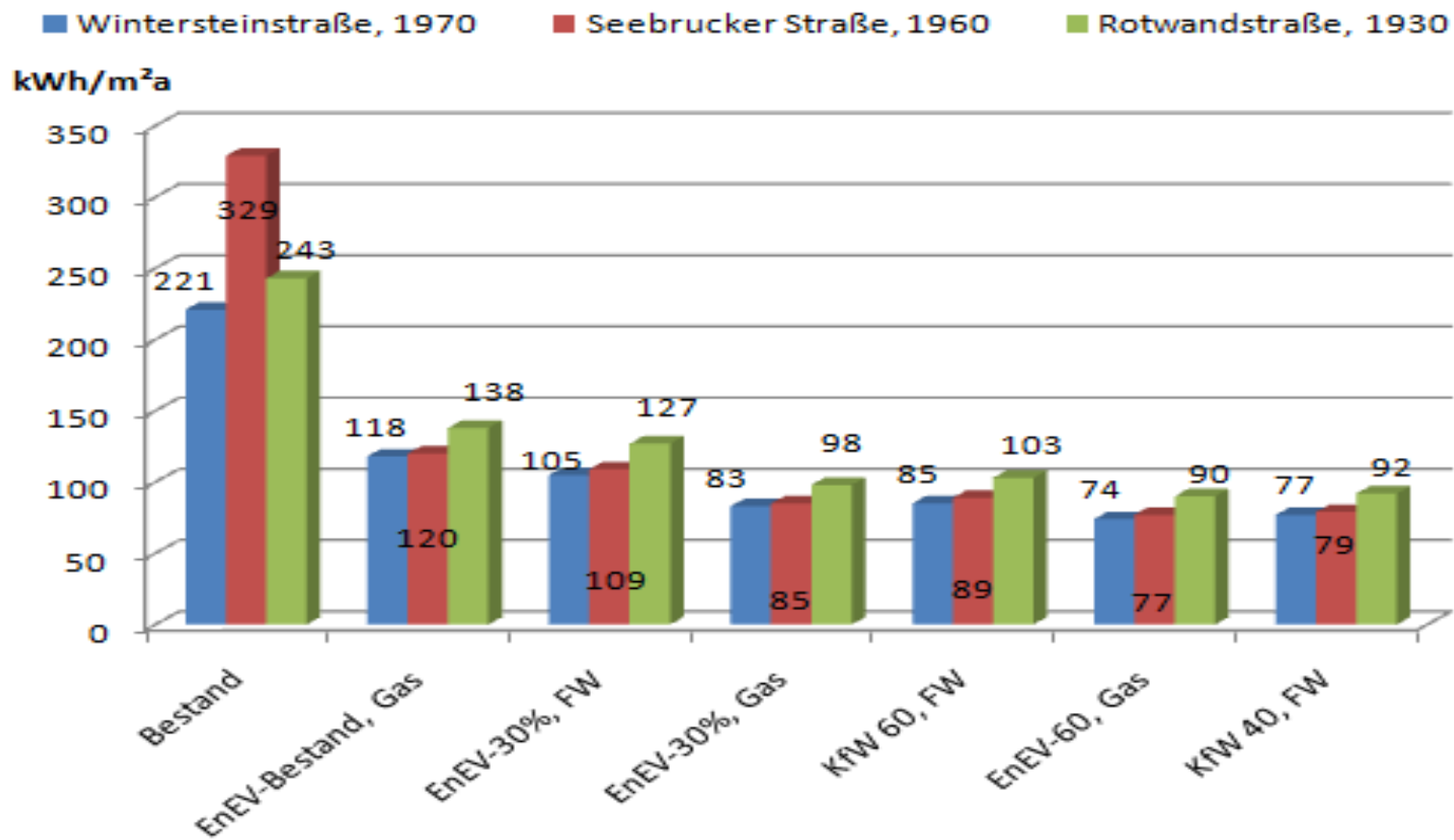
(3) Hinweis: Fernwärme 8,2 ct./kWh zzgl. Grundpreis; Gas 6,2 ct./kWh zzgl. Grundpreis; Strom 18 ct./kWh (bei Var. 3.0 Nachtspeicheröfen: Strom 13 ct./kWh)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!





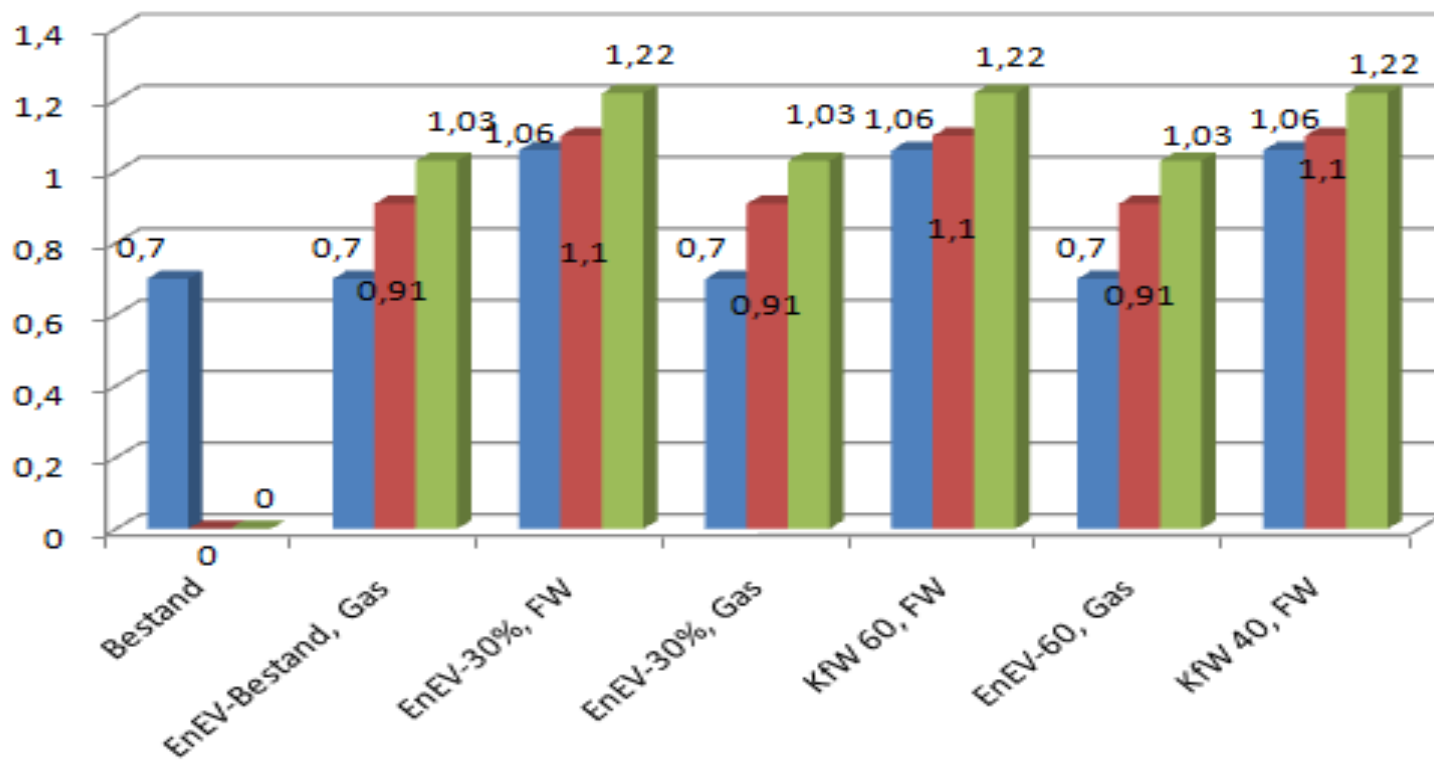
Endenergie kWh/m²WF



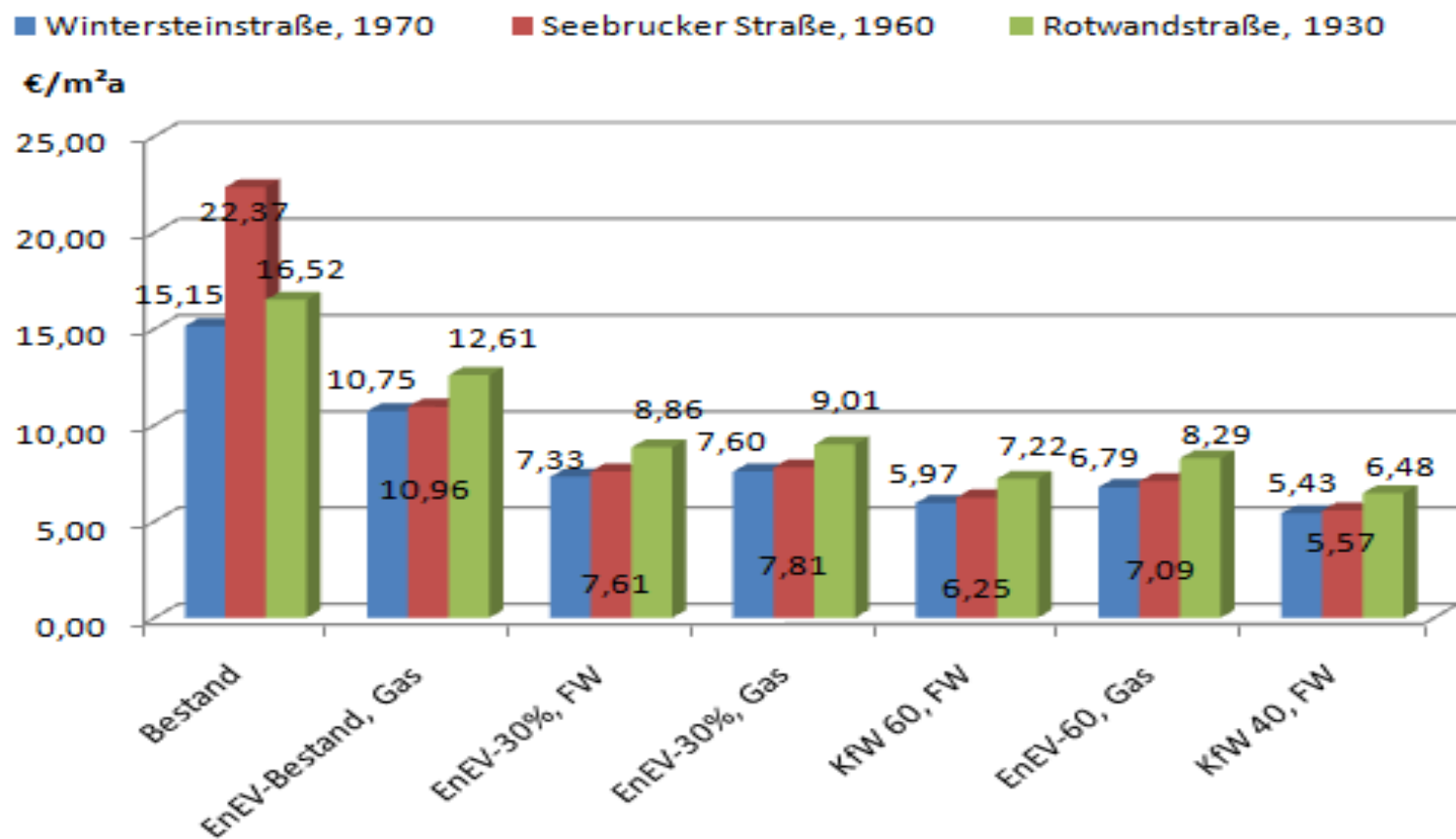
Hilfs-Endenergie kWh/m²WF

■ Wintersteinstraße, 1970 ■ Seebrucker Straße, 1960 ■ Rotwandstraße, 1930

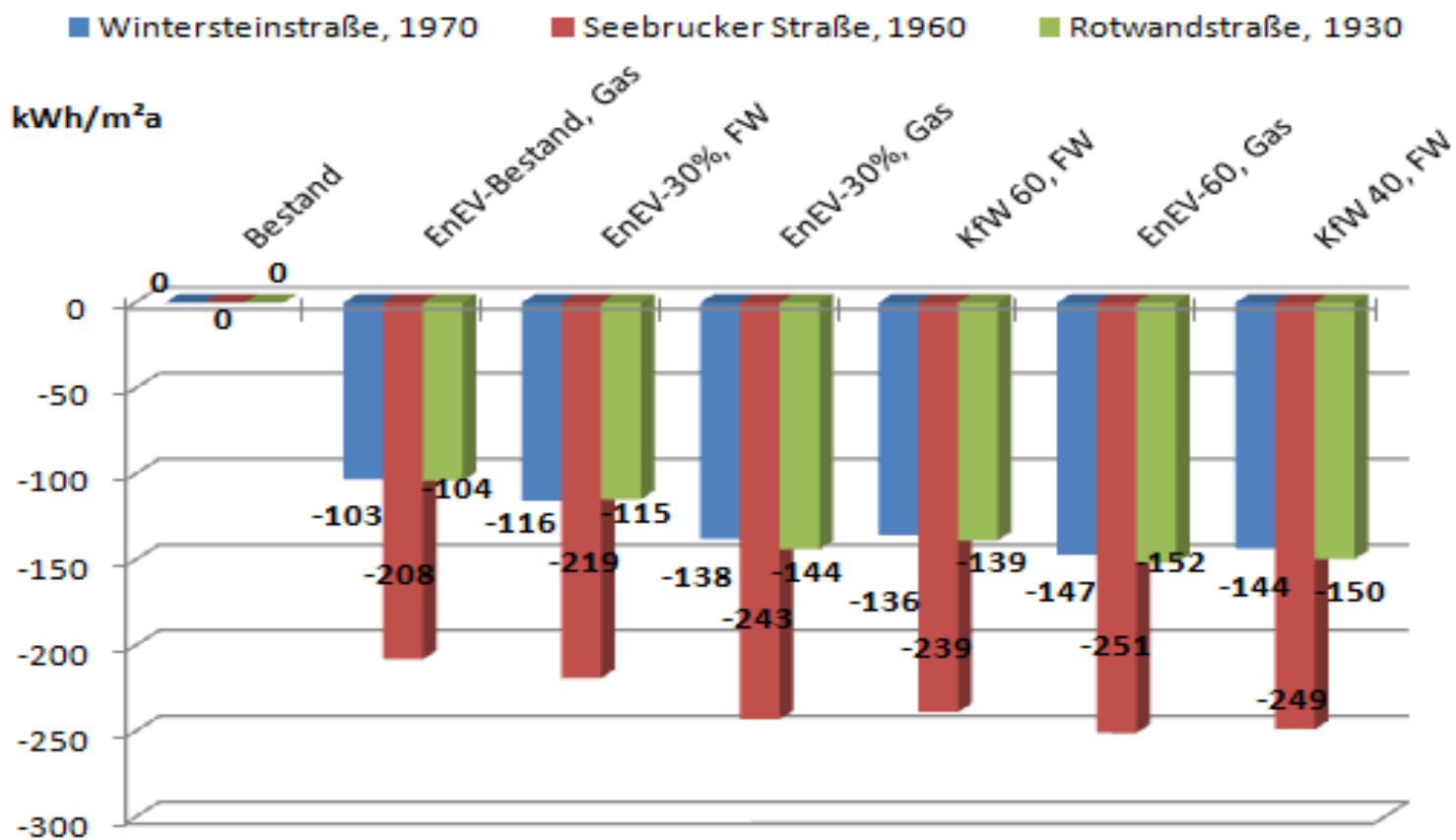
kWh/m²a



Spezifische Endenergiekosten €/m²WF



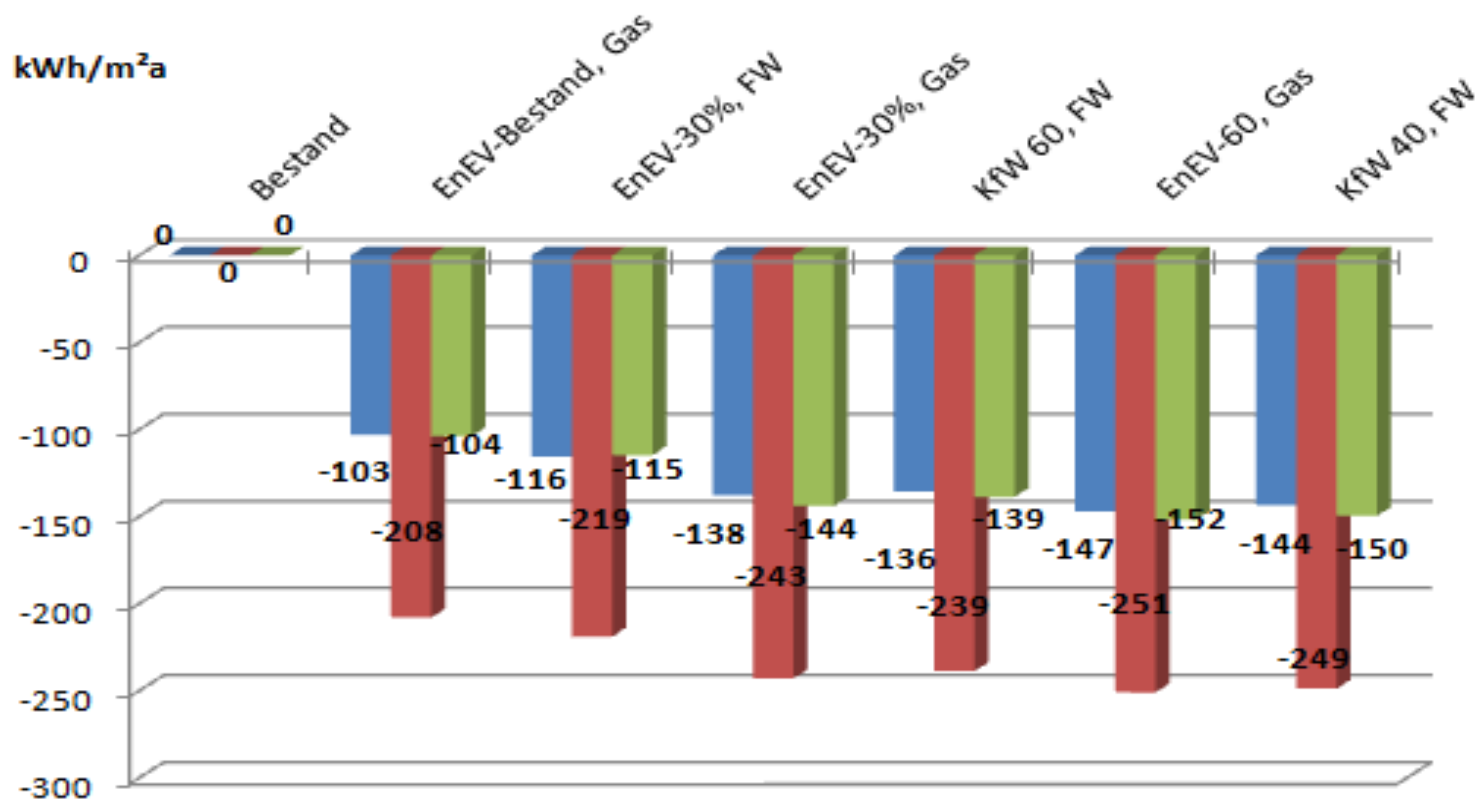
Spezifische Endenergieeinsparungen gegenüber Bestand kWh/m²WF



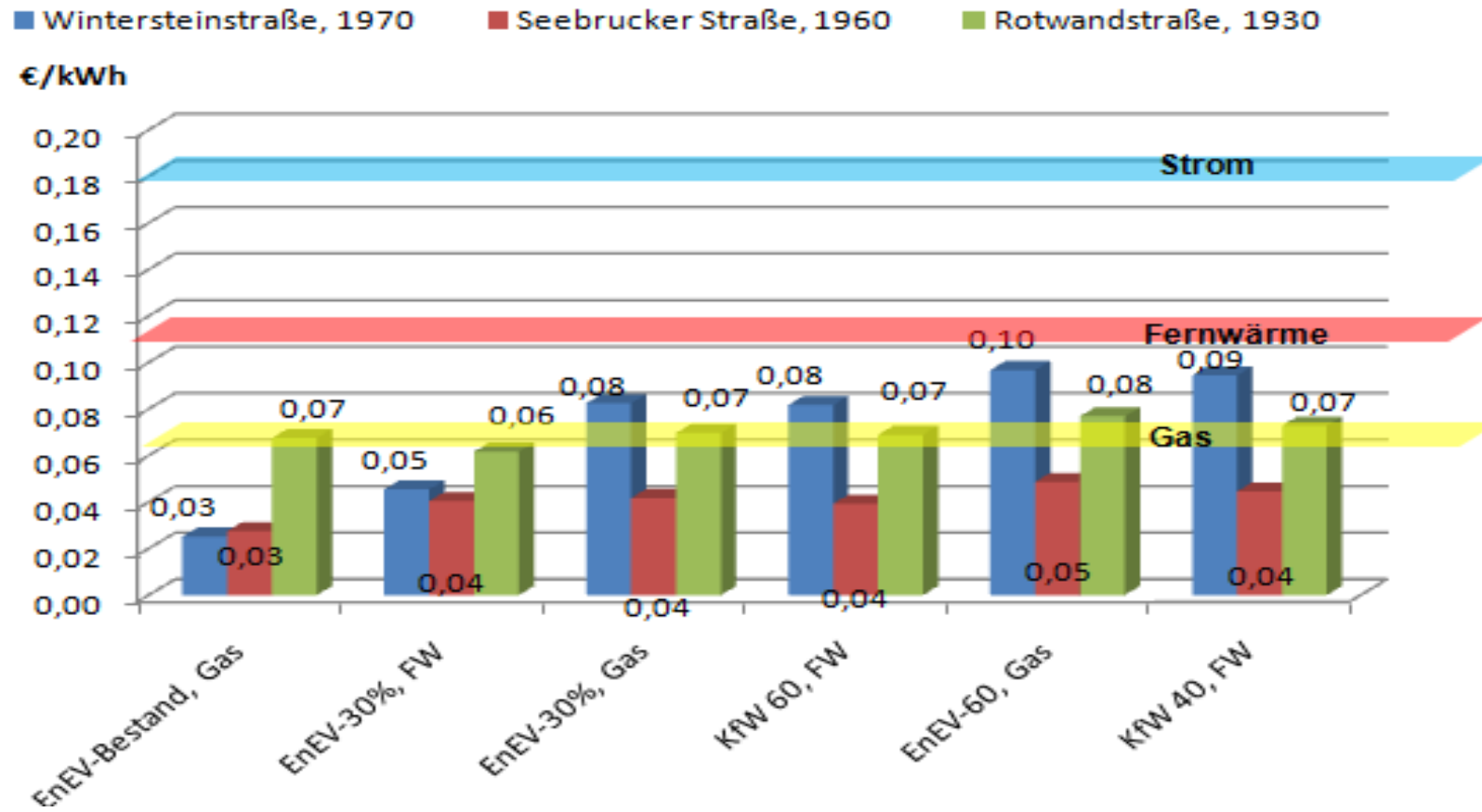
Spezifische Endenergieeinsparungen gegenüber Bestand kWh/m²WF

■ Wintersteinstraße, 1970 ■ Seebrucker Straße, 1960 ■ Rotwandstraße, 1930

kWh/m²a



Kosten je eingesparter Energieeinheit €/kWh



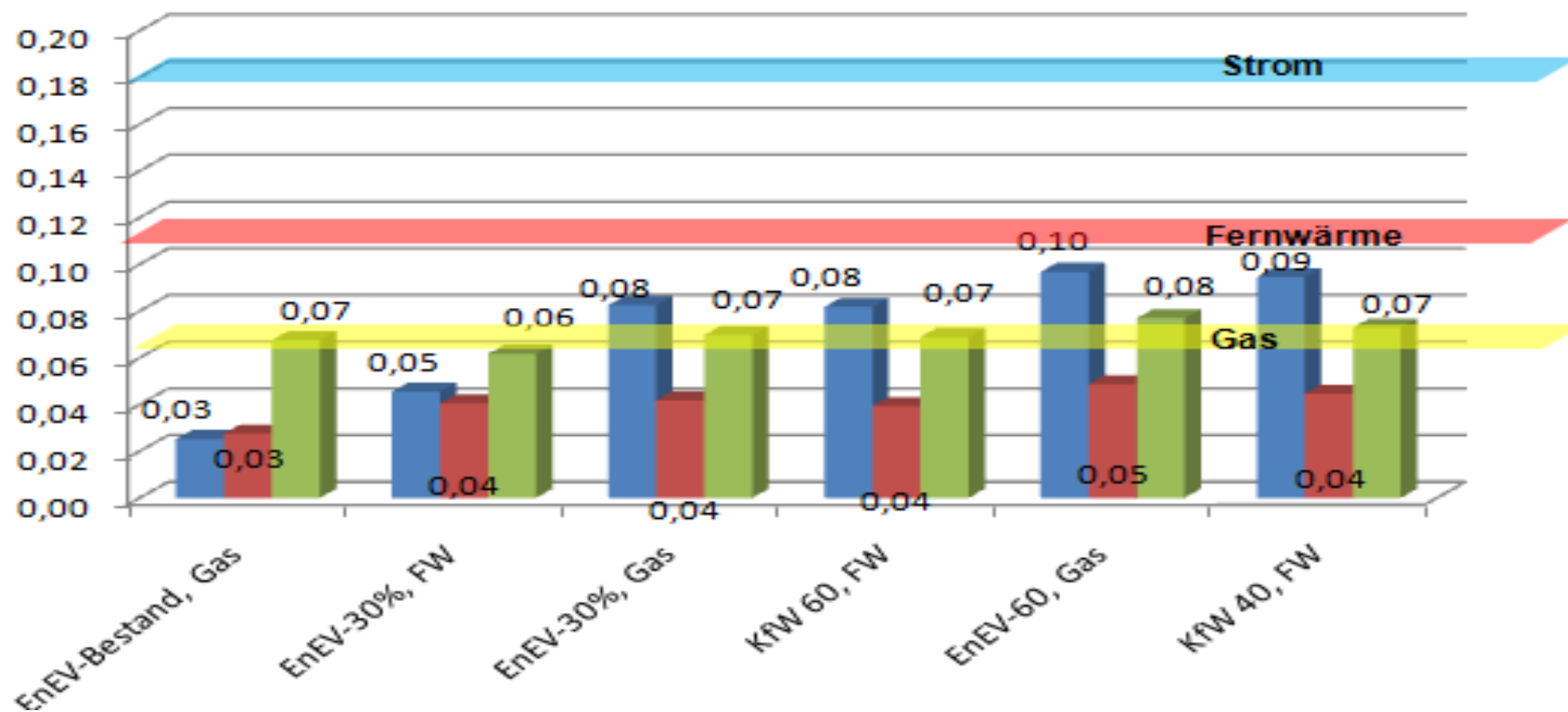
Kosten je eingesparter Energieeinheit €/kWh

■ Wintersteinstraße, 1970

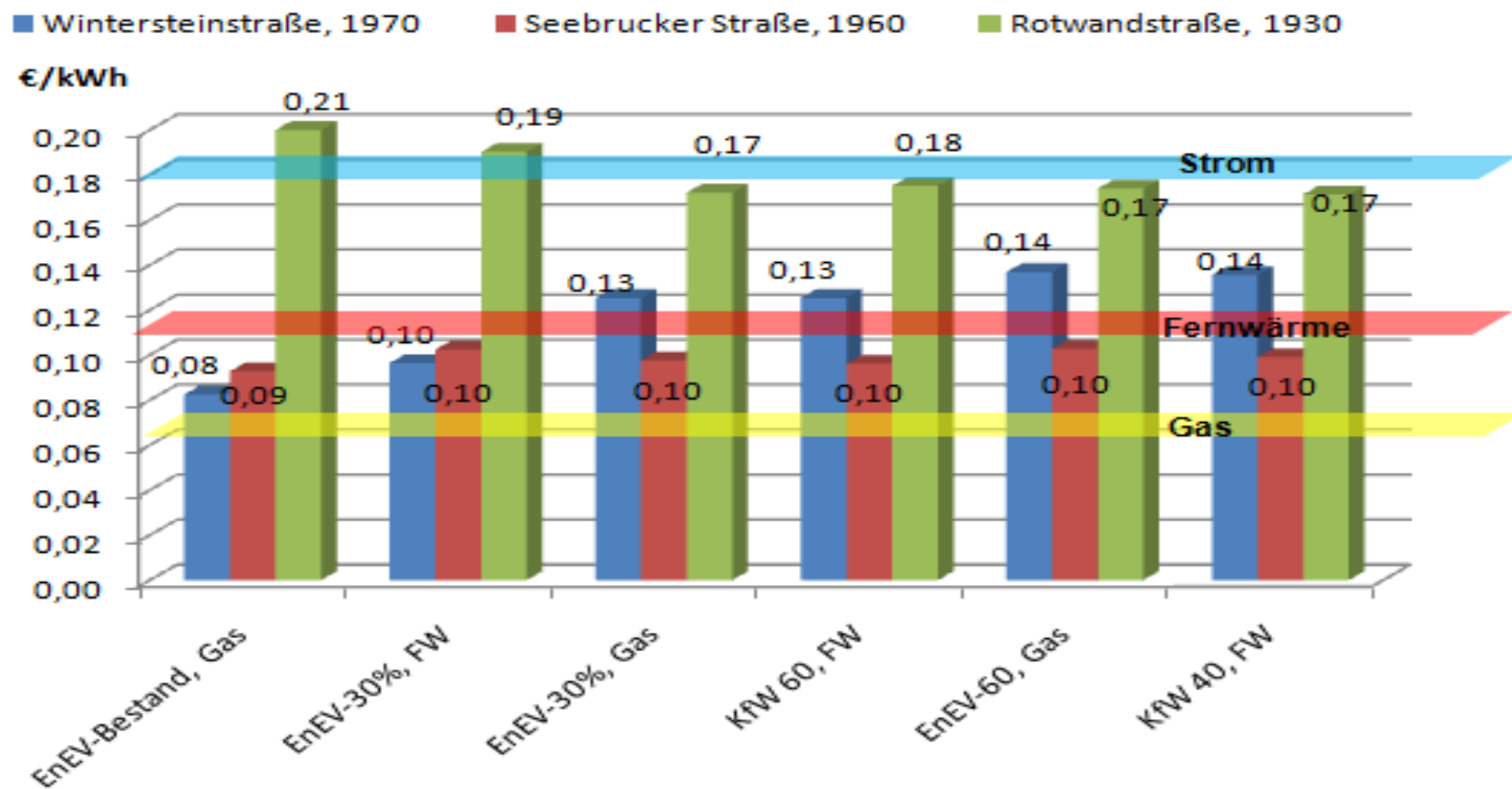
■ Seebrucker Straße, 1960

■ Rotwandstraße, 1930

€/kWh

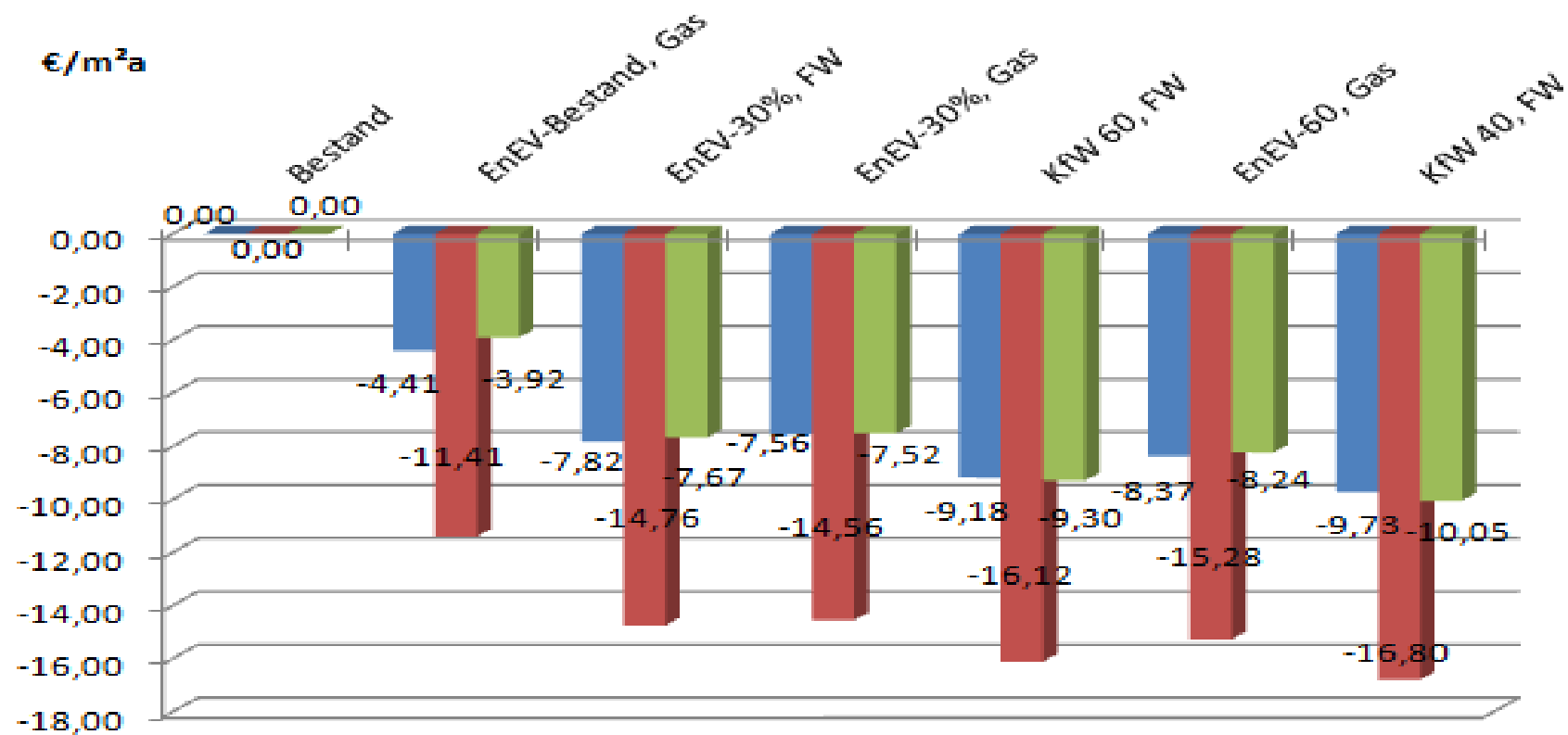


Gesamtkosten je eingesparter Energieeinheit €/kWh



Spezifische Einsparungen gegenüber Bestand €/m²WF

■ Wintersteinstraße, 1970 ■ Seebrucker Straße, 1960 ■ Rotwandstraße, 1930



Spezifische Einsparungen gegenüber Bestand €/m²WF

■ Wintersteinstraße, 1970 ■ Seebrucker Straße, 1960 ■ Rotwandstraße, 1930

