



# VARIANTENVERGLEICH

WÄRMEGESTEHUNGSKOSTEN & ÖKOLOGIE  
HEIZUNGSTECHNIK

THEMA

Variantenvergleich verschiedener Wärmeerzeugungen

---

PROJEKT

BWS Berufswahlschule, Uster

---

VERFASSER

JUNGENERGIE AG, Binzmühlestrasse 95, CH-8050 Zürich

---

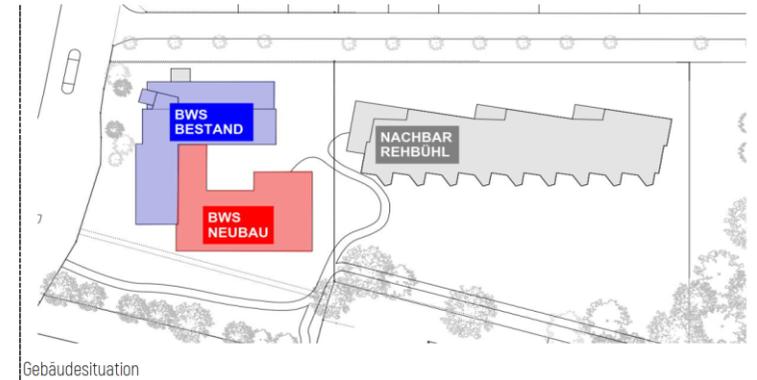
Für die Abklärungen unter anderem mit der Energie Uster wurden Berechnungen zur Heizleistung und dem Energiebedarf erstellt. Diese bilden die Basis für den Variantenvergleich.

Heizleistung: 220 kW  
 Energiebedarf: 253 MWh/a, dies entspricht 253'000 kWh pro Jahr

Heizungsdaten Wärmebezug BWS

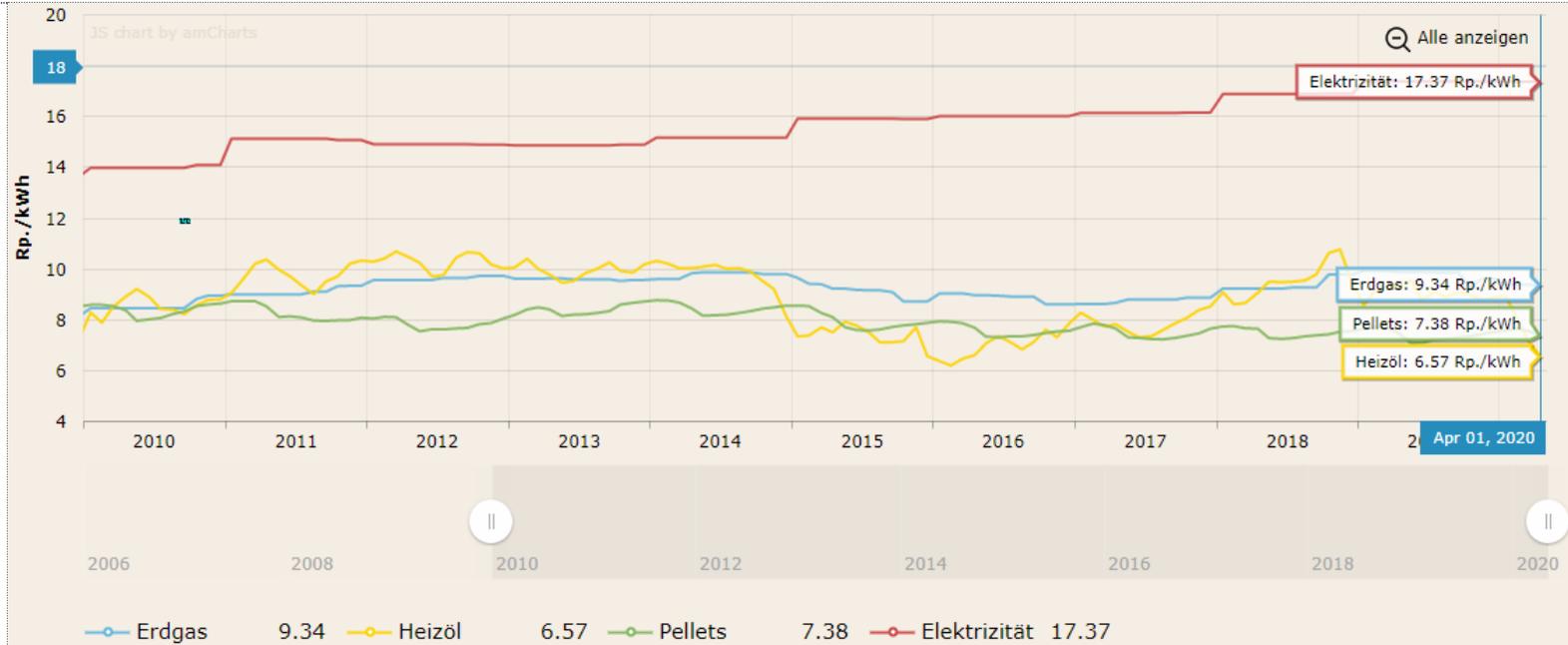
DOR/ 24.03.2020

Objekt: Um- und Neubau BWS Uster  
 Phase: Vorprojekt  
 Standort Übergabestation: Entscheid BH noch offen  
 Betriebszeit: ganzjährig



SEKUNDÄR										PRIMÄR					
Nutzungsdaten			Energiebedarf				Heizleistungsbedarf				Energiebedarf	Heizleistung			
Gebäudeteil	Nutzung gemäss SIA 380/1	EBF	Qh Transmissionsverluste		QL Lüftungsverluste		Qww Warmwasserverbrauch		Qh+QL+Qww	Raumheizung Bestand VL ca. 70°C	Raumheizung Neubau 50/40°C	Warmwasser Bestand+Neubau 62/35°C (ganzjährig)	Lüftungsanlagen Bestand+Neubau 40/30°C	Übergabestation Wärmelieferant	
		m2	kWh/m2*a	kWh/a	kWh/m2*a	kWh/a	kWh/m2*a	kWh/a	kWh/a	kW	kW	kW	kW	MWh/a	kW
Bestand UG	Schule	530	27.0	14'310	27.0	14'310	7	3'710	32'330	85	30	50	55	254	220
Bestand EG	Schule	600	27.0	16'200	27.0	16'200	7	4'200	36'600						
Bestand 1.OG	Schule	650	27.0	17'550	27.0	17'550	7	4'550	39'650						
Bestand 2.OG	Schule	460	27.0	12'420	27.0	12'420	7	3'220	28'060						
Bestand 3.OG	Schule	460	27.0	12'420	27.0	12'420	7	3'220	28'060						
Neubau UG	Schule	395	14.0	5'530	27.0	10'665	7	2'765	18'960						
Neubau EG	Schule	170	14.0	2'380	27.0	4'590	7	1'190	8'160						
Neubau EG	Restaurant	380	16.0	6'080	22.0	8'360	55	20'900	35'340						
Neubau 1.OG	Schule	560	14.0	7'840	27.0	15'120	7	3'920	26'880						

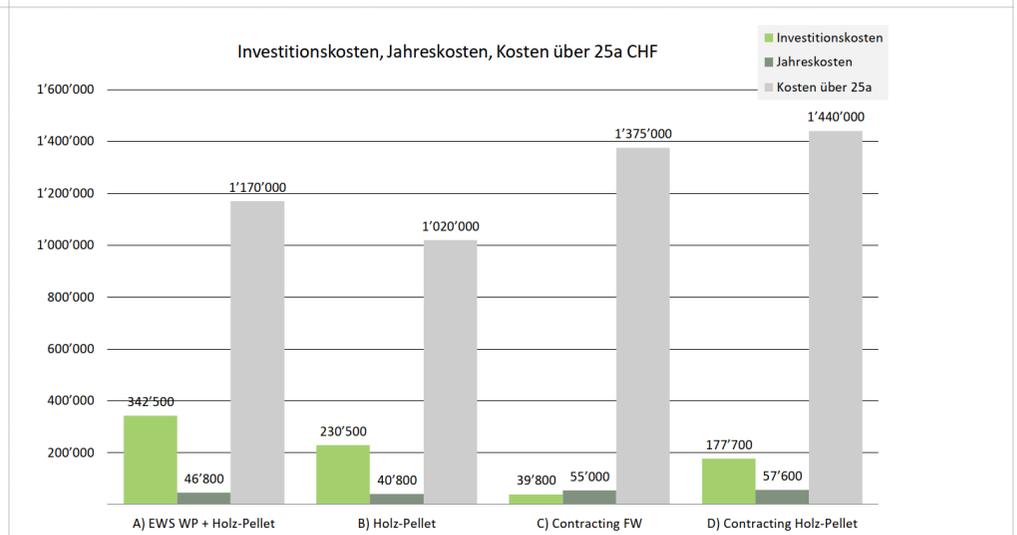
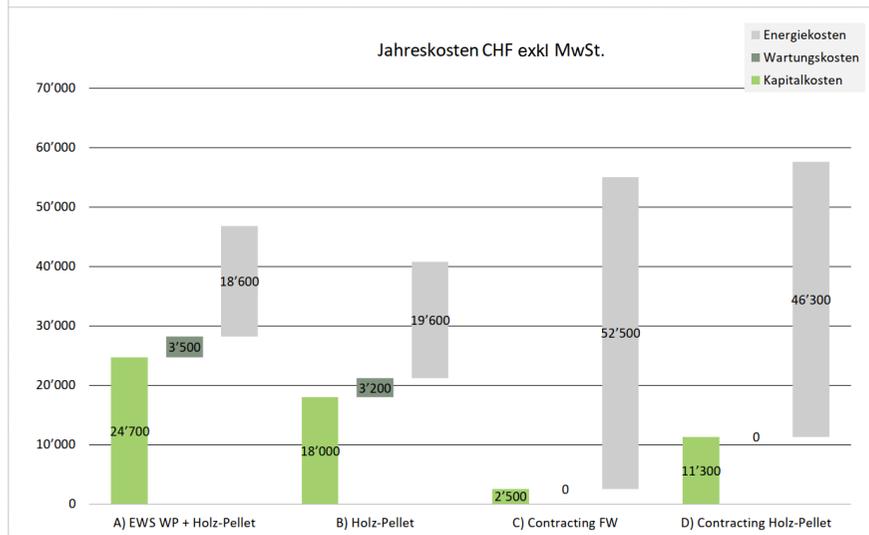
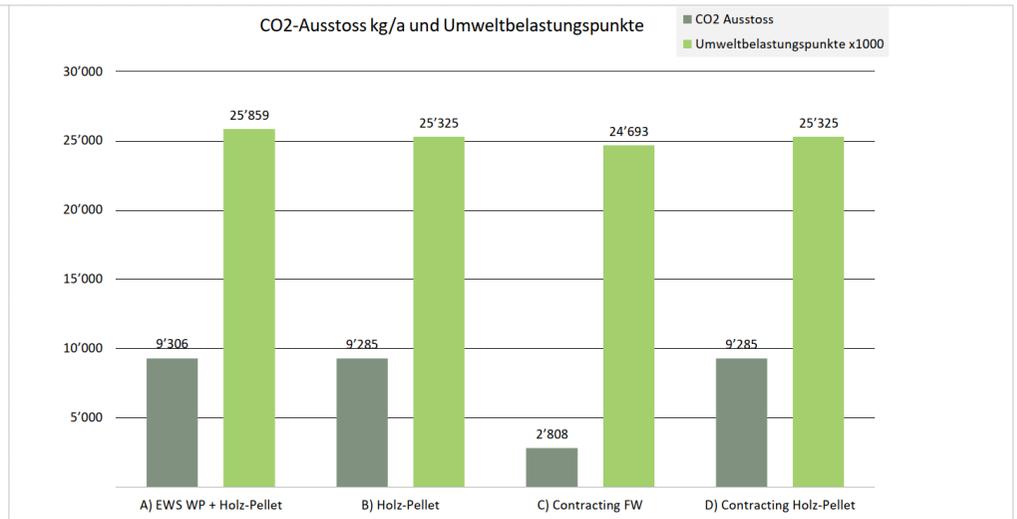
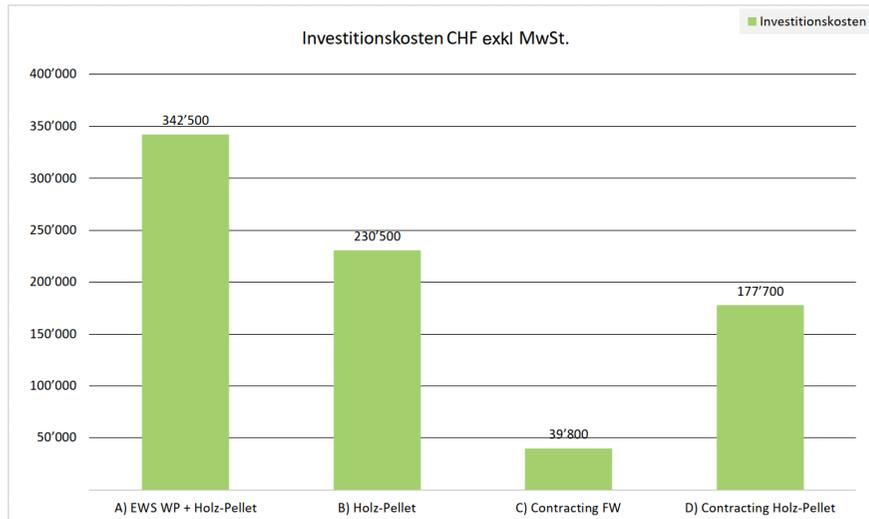
ENERGIEPREISE



Datenquelle: Berechnung basierend auf dem Landesindex der Konsumentenpreise [LIK Detailresultate](#)

Basierend für die weitere Beurteilung werden folgende Werte angenommen:

Holzpelletpreis	CHF 0.074 / kWh
Strompreis	CHF 0.22 / kWh nach Angaben Homepage Energie Uster
Kalkulatorischer Zinssatz	6 %
Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe	JAZ 4.0



**VARIANTE A**

 WÄRMEPUMPE + HOLZPELLETANLAGE BWS  
 IM DETAIL

## Wirtschaftlichkeitsberechnung

BWS Berufswahlschule, 8610 Uster

Variante A - Bivalentes System: Erdsondenwärmepumpe + Holzpelletanlage

20.05.2020

BKP	Kostenschätzung	Menge	Einheitspreis	Investition	Nutzungsdauer	Annuität	Kapitalkosten	Unterhaltskosten		Kosten
								CHF/a	CHF/a	
		-	CHF		a	%		%		CHF/a
211	Baumeister Entsorgung Bauschlamm von den Bohrungen			9200	25	7.82	720	0.0		720
211	Graben + Aushub Pellettank			15000	25	7.82	1170	0.0		1170
211	Graben Anschlussleitungen Erdsonden			20000	25	7.82	1560	0.0		1560
230	Starkstromanlagen, Elektroarbeiten, Schaltschrank			3500	25	7.82	270	1.0	40	310
241	Erdsonden inkl. Anschlussleitungen			80000	50	6.34	5080	0.0		5080
241	Erdsondenwärmepumpe			30000	25	7.82	2350	2.0	600	2950
241	Free Cooling			6000	25	7.82	470	1.0	60	530
241	Energiespeicher			2000	25	7.82	160	1.0	20	180
241	Holz-Pelletkessel inkl. Zubehör (Ladegruppe, Exp.-Anlage)			75000	25	7.82	5870	1.0	750	6620
241	Pellettank unterirdisch			52000	50	6.34	3300	1.0	500	3800
241	Saugleitung erdverlegt (Kessel zum Tank)			5000	25	7.82	390	2.0	100	490
241	Energiespeicher			5000	25	7.82	390	1.0	100	490
241	Kaminanlage			15000	25	7.82	1170	2.0	300	1470
	Total			318000			22900		2470	25370
	Total inkl. MWST. und Rundung			342500			24700		2700	27300

## Kenndaten, Nutzenergieverbrauch

	Bestand	Neu	Total	
Beheizte Bruttogeschossfläche (EBF)	2700	1505	4205	m <sup>2</sup>
spezifischer Wärmeenergiebedarf Heizung	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
spezifischer Wärmeenergiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
Energiebedarf Heizen	0	0		kWh/a
Energiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/a
Deckungsgrad Wärmepumpe Heizen + WW	0	0	17	%
Summe Energiebedarf	0	0	253000	kWh/a
Vollaststunden ca.	2400	2400	2400	h/a
Wärmeenergiebedarf Pellet (H&WW)	0	0	209990	kWh/a
Wärmeenergiebedarf WP (H)	0	0	43010	kWh/a
Wärmeleistungsbedarf für Heizung ca.	0	0	220	kW
spezifischer Wärmeleistungsbedarf ca.	0	0	52	W/m <sup>2</sup>

## Energieverbrauch und Energiekosten

	JAZ	Energieverbr.	Energiekosten (Arbeit)		Leistungskosten	
			kWh/a	CHF/kWh	CHF/a	CHF
Grundpreis	-				120.00	
Heizen mit Wärmepumpe	4.00	10753	0.22	2300		
Heizen mit Holzpelletanlage	-	209990	0.08	16170		

## Wirtschaftlichkeitsannahmen

Kalkulationszinssatz (i)	6.0	%	
Betrachtungszeitraum (n)	25	a	
Annuität [a] für (i) und [n]	7.8	%	
Stromtarife	Endpreis	EPZ-Umwelt	Gesamtpreis
HT (So & Wi)	0.219	0.000	0.219 CHF/kWh
NT (So & Wi)	0.153	0.000	0.153 CHF/kWh
Grundgebühr		120.0	CHF/a
Reale Kostensteigerung pro Jahr		1.4	%
Mittelwertfaktor		1.155617919	
Holzpreis			
Pellets	0.074	0.015	0.089 CHF/kWh
Reale Kostensteigerung pro Jahr		1.4	%
Mittelwertfaktor		1.155617919	

## Zusammenstellung der Kosten

Investitionskosten	342500	CHF
Kapitalkosten	24700	CHF/a
Wartungskosten	2700	CHF/a
Energiekosten	18600	CHF/a
Jahreskosten	46000	CHF/a
Kosten über 25 a	1150000	CHF
<b>Wärmegestehung</b>	<b>18.18</b>	<b>Rp./kWh</b>

**VARIANTE B**  
 HOLZPELLETANLAGE BWS  
 IM DETAIL

 Wirtschaftlichkeitsberechnung BWS Berufswahlschule, 8610 Uster  
 Variante B - Monovalentes System: Holzpelletanlage

BKP	Kostenschätzung	Menge	Einheitspreis	Investition	Nutzungsdauer	Annuität	Kapitalkosten	Unterhaltskosten	Kosten
		-	CHF	CHF	a	%	CHF/a	%	CHF/a
211	Graben + Aushub Pellettank			20'000	25	7.82	1560	0.0	1560
230	Starkstromanlagen, Elektroarbeiten, Schaltschrank			3'500	25	7.82	270	1.0	310
	Kaminarbeiten im Bestand			15'000	25	7.82	1170	0.0	1170
241	Holz-Pelletkessel inkl. Zubehör (Ladegruppe, Exp.-Anlage)			90'000	25	7.82	7'040	2.0	8'840
241	Pellettank unterirdisch			58'000	25	7.82	4'540	1.0	5'140
241	Saugleitung erdverlegt (Kessel zum Tank)			5'000	25	7.82	390	2.0	490
241	Energiespeicher			6'000	25	7.82	470	1.0	570
241	Kaminanlage			16'000	25	7.82	1'250	2.0	1'550
	<b>Total</b>			214'000			16'690		19'630
	<b>Total inkl. MWSt. und Rundung</b>			230'500			18'000		21'100

**Kenndaten, Nutzenergieverbrauch**

	Bestand	Neu	Total	
Beheizte Bruttogeschossfläche (EBF)	2700	1505	4205	m <sup>2</sup>
spezifischer Wärmeenergiebedarf Heizung	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
spezifischer Wärmeenergiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
Energiebedarf Heizen	0	0	205'325	kWh/a
Energiebedarf Warmwasser	0	0	47'675	kWh/a
Deckungsgrad Solaranlage Warmwasser	0	0	100	%
Summe Energiebedarf	0	0	253'000	kWh/a
Volllaststunden ca.	2'400	2'400	2'400	h/a
Wärmeenergiebedarf Pellet (H&WW)	0	0	0	kWh/a
Wärmeleistungsbedarf für Heizung ca.	0	0	220	kW
spezifischer Wärmeleistungsbedarf ca.	0	0	52	W/m <sup>2</sup>

**Energieverbrauch und Energiekosten**

	-	Energieverbr.	Energiekosten (Arbeit)		Leistungskosten	
	-	kWh/a	CHF/kWh	CHF/a	CHF	
Grundpreis					120.00	
Heizen mit Holzpelletanlage	-	253'000	0.08	19'480		

**Wirtschaftlichkeitsannahmen**

Kalkulationszinssatz (i)	6.0	%		
Betrachtungszeitraum (n)	25	a		
Annuität (a) für (i) und (n)	7.8	%		
Stromtarife	Endpreis	EPZ-Umwelt	Gesamtpreis	
HT (So & Wi)	0.219	0.000	0.219	CHF/kWh
NT (So & Wi)	0.153	0.000	0.153	CHF/kWh
Grundgebühr			120.0	CHF/a
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4	%
Mittelwertfaktor			1.155617919	
Holzpreis				
Pellets	0.074	0.015	0.089	CHF/kWh
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4	%
Mittelwertfaktor			1.155617919	

**Zusammenstellung der Kosten**

Investitionskosten	230'500	CHF
Kapitalkosten	18'000	CHF/a
Wartungskosten	3'200	CHF/a
Energiekosten	19'600	CHF/a
Jahreskosten	40'800	CHF/a
Kosten über 25 a	1'020'000	CHF
<b>Wärmegestehung</b>	<b>16.13</b>	<b>Rp./kWh</b>

**VARIANTE C**  
ENERGIE CONTRACTING FERNWÄRME  
IM DETAIL

Wirtschaftlichkeitsberechnung BWS Berufswahlschule, 8610 Uster  
Variante C - Energie Contracting: Fernwärme (Holz)

BKP	Kostenschätzung	Menge	Einheitspreis CHF	Investition CHF	Nutzungsdauer a	Annuität %	Kapitalkosten CHF/a	Unterhaltskosten		Kosten CHF/a
		-						%	CHF/a	
	Erstellungskosten:									
	Anschlussbeitrag			22'000	50	6.34	1'400	0.0		
	Hausanschlussleitung			15'000	50	6.34	950			
	Total			37'000			2'350			
	Total inkl. MWSt. und Rundung			39'800			2'500			

Kenndaten, Nutzenergieverbrauch

	Bestand	Neu	Total	
Beheizte Bruttogeschossfläche (EBF)	2700	1505	4205	m <sup>2</sup>
spezifischer Wärmeenergiebedarf Heizung	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
spezifischer Wärmeenergiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
Energiebedarf Heizen	0	0		kWh/a
Energiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/a
Deckungsgrad Solaranlage Warmwasser	0	0		%
Summe Energiebedarf	0	0	253'000	kWh/a
Volllaststunden ca.	2400	2400	2400	h/a
-	0	0		kWh/a
Wärmeleistungsbedarf für Heizung ca.	0	0	220	kW
spezifischer Wärmeleistungsbedarf ca.	0	0	52	W/m <sup>2</sup>

Energieverbrauch und Energiekosten

	h	Energieverbr. kWh/a	Energiekosten (Arbeit)		Leistungskosten	
			CHF/kWh	CHF/a	CHF	
Grundpreis				0	33'000.00	
Wärmeverbrauch		253'000	0.077	19'481		

Wirtschaftlichkeitsannahmen

Kalkulationszinssatz (i)	6.0	%		
Betrachtungszeitraum (n)	25	a		
Annuität (a) für (i) und (n)	7.8	%		
Stromtarife	Endpreis	EPZ-Umwelt	Gesamtpreis	
HT (So & Wi)	0.219	0.000	0.219	CHF/kWh
NT (So & Wi)	0.153	0.000	0.153	CHF/kWh
Grundgebühr			120.0	CHF/a
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4	%
Mittelwertfaktor			1.155617919	
Holzpreis				
Pellets	0.074	0.015	0.089	CHF/kWh
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4	%
Mittelwertfaktor			1.155617919	

Zusammenstellung der Kosten

Investitionskosten	39'800	CHF
Kapitalkosten	2'500	CHF/a
Wartungskosten		CHF/a
Energiekosten	52'500	CHF/a
Jahreskosten	55'000	CHF/a
Kosten über 25 a	1375'000	CHF
<b>Wärmegebarung</b>	<b>21.74</b>	<b>Rp./kWh</b>

**VARIANTE D**  
ENERGIE CONTRACTING HOLZPELLET  
IM DETAIL

Wirtschaftlichkeitsberechnung BWS Berufswahlschule, 8610 Uster  
Variante D - Energie Contracting: Monovalente Holzpelletanlage im Rehbühl

BKP	Kostenschätzung	Menge	Einheitspreis	Investition	Nutzungsdauer	Annuität	Kapitalkosten	Unterhaltskosten	Kosten
		-	CHF	CHF	a	%	CHF/a	%	CHF/a
	Erstellungskosten:								
	Anschlussbeitrag an Nachbarschaft Rehbühl			150'000	50	6.34	9'520	0.0	
	Hausanschlussleitung			15'000	50	6.34	950		
	<b>Total</b>			<b>165'000</b>			<b>10'470</b>		
	<b>Total inkl. MWSt. und Rundung</b>			<b>177'700</b>			<b>11'300</b>		

**Kenndaten, Nutzenergieverbrauch**

	Bestand	Neu	Total	
Beheizte Bruttogeschossfläche (EBF)	2700	1505	4205	m <sup>2</sup>
spezifischer Wärmeenergiebedarf Heizung	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
spezifischer Wärmeenergiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/m <sup>2</sup> a
Energiebedarf Heizen	0	0		kWh/a
Energiebedarf Warmwasser	0	0		kWh/a
Deckungsgrad Solaranlage Heizen + WW	0	0		%
Summe Energiebedarf	0	0	253'000	kWh/a
Volllaststunden ca.	2400	2400	2400	h/a
-	0	0		kWh/a
Wärmeleistungsbedarf für Heizung ca.	0	0	220	kW
spezifischer Wärmeleistungsbedarf ca.	0	0	52	W/m <sup>2</sup>

**Energieverbrauch und Energiekosten**

	h	Energieverbr.	Energiekosten (Arbeit)		Leistungskosten	
	-	kWh/a	CHF/kWh	CHF/a	CHF	
Grundpreis				0	28'600.00	
Wärmeverbrauch		253'000	0.070	17710		

**Wirtschaftlichkeitsannahmen**

Kalkulationszinssatz (i)		6.0	%
Betrachtungszeitraum (n)		25	a
Annuität (a) für (i) und (n)		7.8	%
Stromtarife	Endpreis	EPZ-Umwelt	Gesamtpreis
HT (So & Wi)	0.219	0.000	0.219 CHF/kWh
NT (So & Wi)	0.153	0.000	0.153 CHF/kWh
Grundgebühr			120.0 CHF/a
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4 %
Mittelwertfaktor			1.155617919
Holzpreis			
Pellets	0.074	0.015	0.089 CHF/kWh
Reale Kostensteigerung pro Jahr			1.4 %
Mittelwertfaktor			1.155617919

**Zusammenstellung der Kosten**

Investitionskosten	177'700	CHF
Kapitalkosten	11'300	CHF/a
Wartungskosten		CHF/a
Energiekosten	46'300	CHF/a
Jahreskosten	57'600	CHF/a
Kosten über 25 a	1'440'000	CHF
<b>Wärmegestehung</b>	<b>22.77</b>	<b>Rp./kWh</b>

**EMPFEHLUNG**

Mit diesem Variantenvergleich wurden in Bezug auf das vorliegende Projekt die verschiedenen Wärmeerzeugungen gegenübergestellt. Nach derzeitigem Kenntnisstand ergibt sich, ohne Berücksichtigung der Synergie mit der Nachbarschaft nachfolgende Zusammenfassung und Rangordnung aus Sicht des Planers.

**1. Contracting Fernwärme (Variante 3)**

Ökologie: schneidet am besten ab  
 Entwärmung: nicht möglich  
 Erstinvestition: klar am niedrigsten  
 Anhängigkeiten: zur Energie Uster  
 Risiko: gering  
 Wärmegestehung: 21.74 Rp/kWh

**2. Holzpelletanlage Standort BWS (Variante 2)**

Ökologie: gut  
 Entwärmung: nicht möglich  
 Erstinvestition: leicht erhöht gegenüber dem Contracting  
 Anhängigkeiten: keine  
 Risiko: erhöht (Eigenkosten bei Defekt oder Betriebsausfall)  
 Wärmegestehung: 16.13 Rp/kWh

**3. Erdsonden Wärmepumpe und Holzpelletanlage (Variante 1)**

Ökologie: gut  
 Entwärmung: möglich jedoch gering, da nur geringer Erdsondenanteil von ca. 17-18% der Gesamtenergie  
 Erstinvestition: am klar höchsten  
 Anhängigkeiten: keine  
 Risiko: erhöht (Eigenkosten bei Defekt oder Betriebsausfall)  
 Wärmegestehung: 18.50 Rp/kWh

**4. Contracting Holzpelletanlage (Variante 4)**

Ökologie: gut  
 Entwärmung: nicht möglich  
 Erstinvestition: fast identisch mit dem Eigenbau Holzpellet BWS  
 Anhängigkeiten: zur Energie Uster und zur Nachbarschaft Rehbühl  
 Risiko: gering  
 Wärmegestehung: 22.77 Rp/kWh

Zürich, 20. Mai 2020 / A. Dordevic u. T. Schoch