

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Wichtige Informationen für die Anwender

Die nachfolgenden Informationen sind sehr wichtig für die Anwendung und das Verständnis dieses Werkzeugs. Bitte lesen Sie diese aufmerksam durch, bevor Sie zum ersten Mal damit arbeiten.

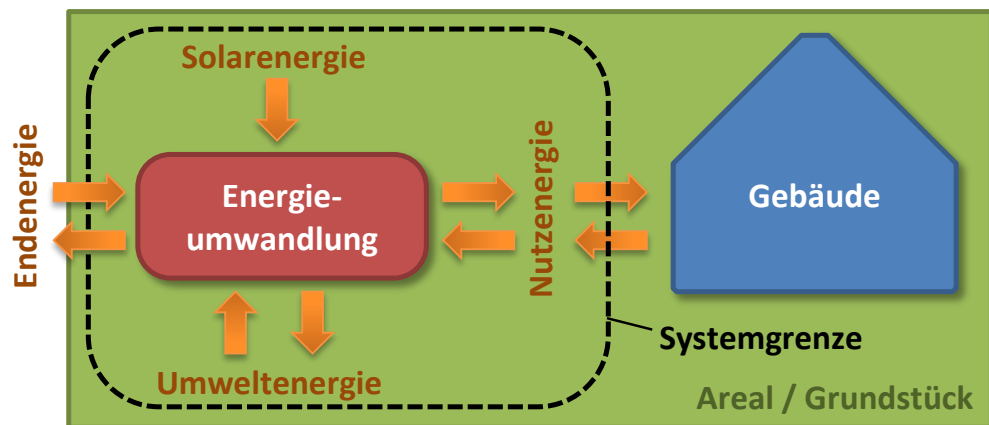
Zweck

Das vorliegende Werkzeug dient zur Erstellung eines Variantenvergleichs zwischen verschiedenen möglichen Energieversorgungssystemen eines Gebäudes. Der Variantenvergleich wird in der Vorstudien- oder zu Beginn der Vorprojektphase erstellt und dient als Grundlage für den Systemscheid.

Es können bis zu vier Systemvarianten miteinander verglichen und dokumentiert werden. Deren Festlegung ist mit dem Auftraggeber abzusprechen.

Systemgrenze

Betrachtungssperimeter sind die der Energieversorgung eines Gebäudes oder einer Gruppe von Gebäuden dienenden Anlagen sowie die dazu gehörenden Energieflüsse. Letztere werden vom Bezug an der Grundstücksgrenze (Endenergie) bis zur Abgabe an das/die Gebäude (Nutzenergie) erfasst und dargestellt. Die Verteilung innerhalb der/des Gebäude/s wird für alle Varianten als gleich angenommen und deshalb nicht mit einbezogen. Zu berücksichtigen ist jedoch die Nutzung von Solar- und Umweltenergie innerhalb des Areals.



Ergebnisse

Nach vollständiger Dateneingabe werden folgende numerischen Werte dargestellt:

- **Investitionskosten und allfällige Förderbeiträge.** Ob letztere berücksichtigt werden oder nicht, kann im Tool eingestellt werden.
- **Jährliche Kosten**, aufgeteilt in Finanzierungs-, Instandhaltungs- und Energiekosten sowie kalkulatorische Energiepreiszuschläge (KEPZ), welche die externen Umweltkosten abbilden. Ob letztere berücksichtigt werden oder nicht, kann im Tool eingestellt werden.
- **Primärenergiebedarf**, aufgeteilt in Graue Energie für die Erstellung sowie Betriebsenergie nicht erneuerbar, erneuerbar und erneuerbar am Standort
- **Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente)**, aufgeteilt in Erstellung und Betrieb
- **Umweltbelastungspunkte (UBP)**, aufgeteilt in Erstellung und Betrieb
- **Energiebedarf nach MINERGIE**, aufgeteilt nach Energieträgern und Vergleich mit dem MINERGIE-Grenzwert
- **Gestehungskosten** für Wärme, Kälte und Elektrizität.

Ergänzend können fallweise **qualitative Kriterien** aufgeführt und beurteilt werden. Diese sollen vorgängig gemeinsam mit dem Auftraggeber festgelegt werden.

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Struktur

Blatt	Inhalt	Eingaben
Projektdaten	Allgemeine, nicht variantenbezogene Angaben und Grundlagendaten zum Projekt	• Objekt und Bauvorhaben • Angaben zum Ersteller des Variantenvergleichs • Produktwahl Elektrizität (Strommix) und Fernwärme • Berücksichtigung der externen Kosten (KEPZ) • Berücksichtigung Förderbeiträge • Energiebedarfszahlen gemäss separaten Berechnungen • Angaben zur Berechnung des MINERGIE-Grenzwerts
Grunddaten	Sämtliche Grunddaten für die Berechnung der wirtschaftlichen und ökologischen Vergleichszahlen mit Quellenangaben	• Energiepreise, Kostensteigerungsraten und Kalkulationszinssatz können bei Bedarf überschrieben werden • Bei Bedarf können eigene Daten für regionale, leitungsgebundene Energieträger eingegeben werden
EV_Var1 /..2 /..3 /..4	Bezeichnung, Kurzbeschreibung und grafische Darstellung der Energieversorgungs-Varianten. Die farbige Darstellung entsteht automatisch aufgrund der Eingaben.	• Bezeichnung und Kurzbeschreibung der Variante • Energie- und Leistungsdaten, Nutzungsgrade, etc. • Allfällige Netzzurückspeisung aus Eigenstromerzeugung • Angaben zu baulichen Massnahmen
WR_Var1 /..2 /..3 /..4	Wirtschaftlichkeitsrechnung pro Variante Berechnung der jährlichen Finanzierungs-, Instandhaltungs- und Energiekosten sowie der Gestehungspreise	• Geschätzte Investitionskosten und Nutzungsdauern der Anlagen und Bauteile • Approximative Kosten für Überwachung und Instandhaltung • Allfällige Förderbeiträge ¹⁾
DK_Var1 /..2 /..3 /..4	Detaillkosten pro Variante (alternativ zur summarischen Eingabe in den Blättern WR_Var...)	• Geschätzte Investitionskosten und Nutzungsdauern der Anlagen und Bauteile • Approximative Kosten für Überwachung und Instandhaltung
WR_Übersicht	Zusammenstellung der Resultate der Wirtschaftlichkeitsrechnung	• <i>Keine Eingaben</i>
Ergebnisse	Darstellung der Ergebnisse (siehe oben) des Variantenvergleichs: Übersichtsseite mit allen numerischen und qualitativen Angaben sowie verschiedene Balkengrafiken	• Qualitative Vergleichskriterien einfügen • Beurteilung der Varianten nach obigen Kriterien mit Ampelsystem und Stichworten • Gesamtbeurteilung der Varianten mit Ampelsystem und Fazit/Empfehlung

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Berechnungen	Berechnung aller numerischen Daten, welche in den Ergebnissen dargestellt werden.	• Keine Eingaben Die Basisdaten wie Primärenergiefaktoren, Grenzwerte, etc. werden bei Bedarf durch das AHB angepasst.
---------------------	---	---

¹⁾ Ob die hier eingegebenen Förderbeiträge für die Berechnung der Finanzierungskosten und der Gestehtungspreise berücksichtigt werden oder nicht, kann mit einem Selektor auf dem Blatt "Projektdaten" eingestellt werden.

Anwenderführung

Die Arbeitsmappe ist eingabeorientiert aufgebaut, d.h. die einzelnen Arbeitsblätter werden sinnvollerweise - beginnend mit "Projektdaten" - von links nach rechts bearbeitet.

Alle Eingabefelder sind blassgelb hinterlegt. Ausnahme ist das Blatt "Ergebnisse", wo blassblaue Felder für die qualitativen Kriterien und taubenblaue Felder für die Beurteilungen auszufüllen sind. Alle übrigen Felder sind für die Anwender gesperrt.

Hellblau hinterlegte Felder und Kommentare enthalten wichtige Hinweise.

Kommentar zu Eingabefeld (erscheint wenn Mauszeiger darauf ist)

Aufbereitung und Abgabe der Ergebnisse

Alle wichtigen Informationen zur Beurteilung der Varianten sind im Blatt "Ergebnisse" zusammengefasst. Dessen Darstellung eignet sich sowohl für eine Präsentation als auch für den Ausdruck auf Papier. Für die Entscheidungsträger genügen diese Informationen in der Regel.

Für eine vollständige und nachvollziehbare Dokumentation sind jeweils auch die übrigen Blätter - ausser "INFO" - abzugeben. Dies erfolgt zweckmässigerweise in Form eines Anhangs zum Bericht über die Variantenstudie.

Bei Variantenstudien im Auftrag des Amtes für Hochbauten der Stadt Zürich ist der Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik jeweils eine elektronische Version im Originalformat (MS Excel) abzugeben.

Neu in Version 2.2

Blatt	Änderungen
Projektdaten	• Es wurde eine zusätzliche Produktwahl für Biogas hinzugefügt
Grunddaten	• Die Energiepreise wurden aktualisiert • Die Umweltdaten wurden überprüft und teilweise angepasst • Bei Biogas wird neu zwischen "Durchschnitt CH" und "Energie 360° (naturemade star)" unterschieden
DK_Var1 /..2 /..3 /..4	• Die Vorgaben für die Nutzungsdauern und die Instandhaltungskosten wurden überprüft und teilweise angepasst • Die Positionen in der Gruppe "4. Wärme- / Kälteerzeugung" wurden der Struktur der Blätter EV_Var... angepasst

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten



Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Projektdaten

Objekt: Schulanlage Blumenfeld

Bauvorhaben: Neubau

Variantenvergleich

Version 1

Datum 22.01.16

Ersteller: Firma Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Name Thomas Kessler

Produktewahl

☒ Stadt Zürich

Elektrizität: CH-Verbrauchermix

Fernwärme: Stadt Zürich

Biogas: Biogas - Energie360° (naturemade star)

Wirtschaftlichkeitsrechnung

Externe Kosten: Externe Kosten nicht berücksichtigen

Förderbeiträge: Förderbeiträge berücksichtigen

Energiebedarf

Raumheizung (inkl. Lüftung): 142'800 kWh/a

Brauchwarmwasser (inkl. Speicher- und Verteilverluste): 256'000 kWh/a

Raumkühlung: 55'000 kWh/a

Elektrizitätsverbraucher: 227'100 kWh/a

SIA Effizienzpfad
Energie

MINERGIE

Elektrische Hilfsenergien Raumwärme und Warmwasser 9'300 kWh/a

Lüftung / Klimatisierung 51'100 kWh/a

Beleuchtung 101'700 kWh/a

Betriebseinrichtungen 65'000 kWh/a

Eingaben für Berechnung MINERGIE-Grenzwert

Standard:

Nutzungskategorie

Energiebezugsfläche

Zone 1 m²

Zone 2 m²

Zone 3 m²

Zone 4 m²

Total m²

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Grunddaten Wirtschaftlichkeit und Ökologie

Kalkulationszinssatz (real) 2.5%

Instandhaltungskostensteigerung (real) 0.0%

Energieträger			Wirtschaftlichkeit (alle Preise inkl. MWSt. und CO ₂ -Abgabe)							Ökologie				
			Leistungs- preis (pro Jahr) [Fr./kW]	Preisanteil Energie [Rp./kWh]	Preisanteil Netznutzung [Rp./kWh]	Preisanteil Abgaben [Rp./kWh]	Energiepreis- zuschlag (KEPZ) [Rp./kWh]	Arbeitspreis inkl. Zuschlag [Rp./kWh]	Preis- steigerung (linear) [%/a]	Primärener- gie nicht erneuerbar [kWh/kWh]	Primär- energie erneuerbar [kWh/kWh]	Treibhaus- gas- Emissionen [kg/kWh CO _{2e}]	Umwelt- belastungs- punkte [UBP/kWh]	MINERGIE Gewichtung [-]
Elektrizität	Stadt Zürich Verwaltungsmix	Hochtarif		13.4	8.2	1.4		24.1						2.0
		Niedertarif		9.2	4.1	0.6		15.0						
		WP, Hochtarif	117	13.4	8.2	1.4	1.1	24.1	1.4	0.046	1.122	0.0127	65.7	
		WP, Niedertarif		9.2	4.1	0.6		15.0						
	ewz.basis	Hochtarif		8.9	8.2	2.9		21.1						
		Niedertarif	117	4.7	4.1	2.1	1.0	11.9	1.4	0.040	1.100	0.0121	63.1	
		WP, Hochtarif		8.9	8.2	2.9		21.1						
		WP, Niedertarif		4.7	4.1	2.1		11.9						
	ewz.ökopower	Hochtarif		12.5	8.2	1.7		23.4						
		Niedertarif	117	8.3	4.1	0.8	1.1	14.2	1.4	0.040	1.120	0.0113	63.5	
		WP, Hochtarif		12.5	8.2	1.7		23.4						
		WP, Niedertarif		8.3	4.1	0.8		14.2						
	ewz.wassertop	Hochtarif	117	11.1	8.2	1.7	1.0	21.9	1.4	0.030	1.110	0.0086	58.6	
		Niedertarif		6.8	4.1	0.8		12.7						
	ewz.solartop	Hochtarif	117	58.3	8.2	-10.8	3.0	58.7	1.4	0.350	1.250	0.0803	174.6	
		Niedertarif		58.3	4.1	-10.8		54.6						
	CH-Verbrauchermix	Hochtarif		23.4	8.2	1.4	7.3	30.3	1.4	2.690	0.450	0.1386	381.6	
		Niedertarif	117	23.4	4.1	0.6		21.2						
	Netzzurückspeisung erneuerbar	Hochtarif		8.5				8.5	1.4					
		Niedertarif		4.5				4.5						
	Netzzurückspeisung nicht erneuerbar	Hochtarif		8.5				8.5	1.4					
		Niedertarif		4.5				4.5						
	Lokales Produkt A	Hochtarif						0.0						
		Niedertarif						0.0	1.4					
		WP, Hochtarif						0.0						
		WP, Niedertarif						0.0						
	Lokales Produkt B	Hochtarif						0.0						
		Niedertarif						0.0	1.4					
		WP, Hochtarif						0.0						
		WP, Niedertarif						0.0						
	Lokales Produkt C	Hochtarif						0.0						
		Niedertarif						0.0	1.4					
		WP, Hochtarif						0.0						
		WP, Niedertarif						0.0						
Brennstoffe	Holzpellets (mit Partikelfilter)			6.9			2.3	9.2	1.6	0.200	1.020	0.0345	77.4	0.7
	Holzschnitzel (mit Partikelfilter)			4.6			1.9	6.5	2.9	0.066	1.084	0.0107	64.1	
	Biogas - Durchschnitt CH			16.7			4.2	20.9	1.2	0.308	0.030	0.1318	110.9	
	Biogas - Energie360° (naturemade star)		36.7	14.3			2.1	16.4	1.2	0.221	0.038	0.0770	56.9	
	Erdgas		36.7	6.1			2.2	8.3	2.2	1.060	0.010	0.2279	136.8	
	Heizöl EL			7.6			4.3	11.9	1.6	1.220	0.010	0.2977	221.0	1.0
	Brennstoff XY							0.0						
Fernwärme	Stadt Zürich	degressiv	11.3	8.0			1.8	9.8	1.3	0.370	0.180	0.0684	58.7	0.6
	Durchschnitt CH (KVA)	linear	0.0	7.4			1.8	9.2	1.3	0.451	0.261	0.0889	73.8	0.6
	Fernwärme XY	linear						0.0	1.3					
Verbundwärme /-kälte	Wärmeverbund XY							0.0						
	Kälteverbund XY							0.0						

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

 Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Grunddaten Wirtschaftlichkeit und Ökologie - Quellenangaben

Kalkulationsszinssatz (real)		KBOB-Empfehlung 2014/1 "Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau"	
Kalkulatorische Energiepreiszuschläge (KEPZ)		www.kbob.ch → Publikationen (Veröffentlichung geplant)	
Energiepreisteigerung (linear)			
Energieträger		Preise	Umweltdaten (Primärenergiefaktoren, Treibhausgasemissionen, Umweltbelastungspunkte)
Elektrizität	Stadt Zürich	Durchschnitt der eingekauften Stromprodukte, bezogen auf das Jahr 2014:	1% ewz.basis (=ewz.naturpower)
	Verwaltungsmix		97% ewz.ökopower
Elektrizität	ewz-Produkte, Netzzurückspeisung	Energie- und Netznutzungstarife von ewz, gültig ab 1.1.2016 Tarif ZH-NNB1; Effizienzbonus (10%) berücksichtigt www.ewz.ch → services → dokumentencenter → Energie beziehen	0% ewz.wassertop
			2% ewz.solartop
Elektrizität	CH-Verbrauchermix	KBOB-Empfehlung 2014/1 "Wirtschaftlichkeitsrechnung im Hochbau" www.kbob.ch → Publikationen (Veröffentlichung geplant)	ewz - Stadt Zürich, Umweltdeklaration 2014 für Stromprodukte Für ewz.basis sind die Daten von ewz.naturpower eingesetzt Nicht naturemade-star zertifizierte Anteile mit CH-Verbrauchermix gerechnet
Holzschneitzel			
Biogas	Durchschnitt CH		
Fernwärme	Durchschnitt CH (KVA)		
Heizöl extraleicht			
Holzpellets		Durchschnittspreis der letzten 3 Jahre (Dez. 12 - Nov. 15) gemäss Statistik Zürich (Liefermenge 6001 - 9000): CHF 90.56 /100l www.stadt-zuerich.ch/statistik → Themen → Wirtschaft → Konsumentenpreise → Durchschnittspreise	KBOB Empfehlung "Ökobilanzdaten im Baubereich" 2009/1:2014 www.kbob.ch → Publikationen
Erdgas		Energie 360° AG: Durchschnittspreis Stadt Zürich, inkl. Transport (exkl. MWSt)	
Biogas		bis 20t/a: CHF 318.- /t 6.36 Rp./kWh	
Fernwärme		ab 21t/a bis 200t/a: CHF 311.- /t 6.22 Rp./kWh	
		ab 200t/a: CHF 294.- /t 5.88 Rp./kWh	
Erdgas		Energie 360° AG, Preisstand: Januar 2016	Energie 360° AG, Umweltdeklaration 2016, Biogas
Biogas		www.energie360.ch → Energie → Erdgas/Biogas → Wärme	
Fernwärme		Tarif Zürich Wärme, Ausgabe 1. Jan. 2016 www.erk.ch/zuerichwaerme	
		P ₀₁ = Heizölpreis (s. unten) exkl. MWSt und CO ₂ -Abgabe: CHF 67.95 /100l	
		CO ₂ -Anteil Emissionshandelssystem (nur Handling-Charge): CHF 0.05 /MWh	
		Leistungspreis-Faktor (Indexstand Nov. 2015 = 107.1 Punkte): 10'433	
Elektrizität	Lokales Produkt A		
	Lokales Produkt B		
	Lokales Produkt C		
Anderer Brennstoff	Brennstoff XY		
Fernwärme	Fernwärme XY		
Verbundwärme /-kälte	Wärmeverbund XY		
	Kälteverbund XY		

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Diverse Vorgaben

Primärfaktoren Erstellung				
Bauteil	Einheit	Primärenergie (PEI) [kWh/a]	Treibhausgas- [kg/a CO _{2e}]	Umwelt- [UBP06/a]
MB2032_001 Baugrubenaushub inkl. Abtransport 30km	m ³ Aushub	0.672	0.140	162
MB2032_035 Betonwand bis K32, roh, 20 cm, B 90 kg/m ³	m ² Bauteilfläche	3.700	1.220	1'765
MB2032_005 Betondecke bis 6m Spannweite, 25cm, Fe 85kg/m ³	m ² Bauteilfläche	3.986	1.470	2'072
MB2032_217 Solarstromanlage	kWp	322.731	61.300	98'670
MB2032_200 Wärmeerzeuger, spez. Leistungsbedarf 10 W/m ²	kW Erzeugerleistung	13.056	3.000	5'502
MB2032_208 Erdsonden, spez. Leistungsbedarf 10 W/m ²	kW Erzeugerleistung	96.389	19.000	21'848
MB2032_212 Sonnenkollektoren, Warmwasser MFH	m ² Kollektorfläche	57.094	11.470	27'046

Quelle	www.bauteilkatalog.ch → Kataloge → Bauteile SIA MB 2032
---------------	--

Nutzungskategorien und MINERGIE-Grenzwerte			
Nutzungskategorie	MINERGIE Umbau [kWh/m ² _{EBFa}]	MINERGIE Neubau [kWh/m ² _{EBFa}]	MINERGIE-P [kWh/m ² _{EBFa}]
Wohnen EFH	60	38	30
Wohnen MFH	60	38	30
Verwaltung	55	40	25
Schulen	55	40	25
Verkauf	55	40	25
Restaurants	65	45	40
Versammlungslokale	60	40	40
Spitäler	85	70	45
Industrie	40	20	15
Lager	35	20	15
Sportbauten	40	25	20

Quellen	Reglement MINERGIE, Stand Januar 2014 Reglement MINERGIE-P, Stand Januar 2013	www.minergie.ch/minergie www.minergie.ch/minergie-p
----------------	--	--

Vorgaben für Nutzungsgrade und Erträge							
		Standard	Holzpellets	Holzschnitzel	Biogas - Durchschnitt	Erdgas	Heizöl EL
Ertrag Sonnenkollektoren	kWh/m²	500					
Ertrag Solarstromanlage	kWh/kWp	800					
Jahresnutzungsgrad Heizkessel		0.80	0.85	0.75	0.85	0.85	0.85
Jahresnutzungsgrad WKK		0.70	0.85	0.75	0.90	0.90	0.90
		Standard	Erdsonden	Grundwasser	Abwasser	Aussenluft	Wärmeverbund XY
Jahresarbeitszahl Gasmotorwärmepumpe			3.1	2.7	3.4	2.3	3.5
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe			3.1	2.7	3.4	2.3	3.5
Jahresarbeitszahl Kältemaschine		3.0					
Jahresarbeitszahl Absorptionskälte		0.7					
Jahresarbeitszahl freie Kühlung		20.0					

Quelle	Reglement MINERGIE, Stand Januar 2014 www.minergie.ch/minergie
---------------	--

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

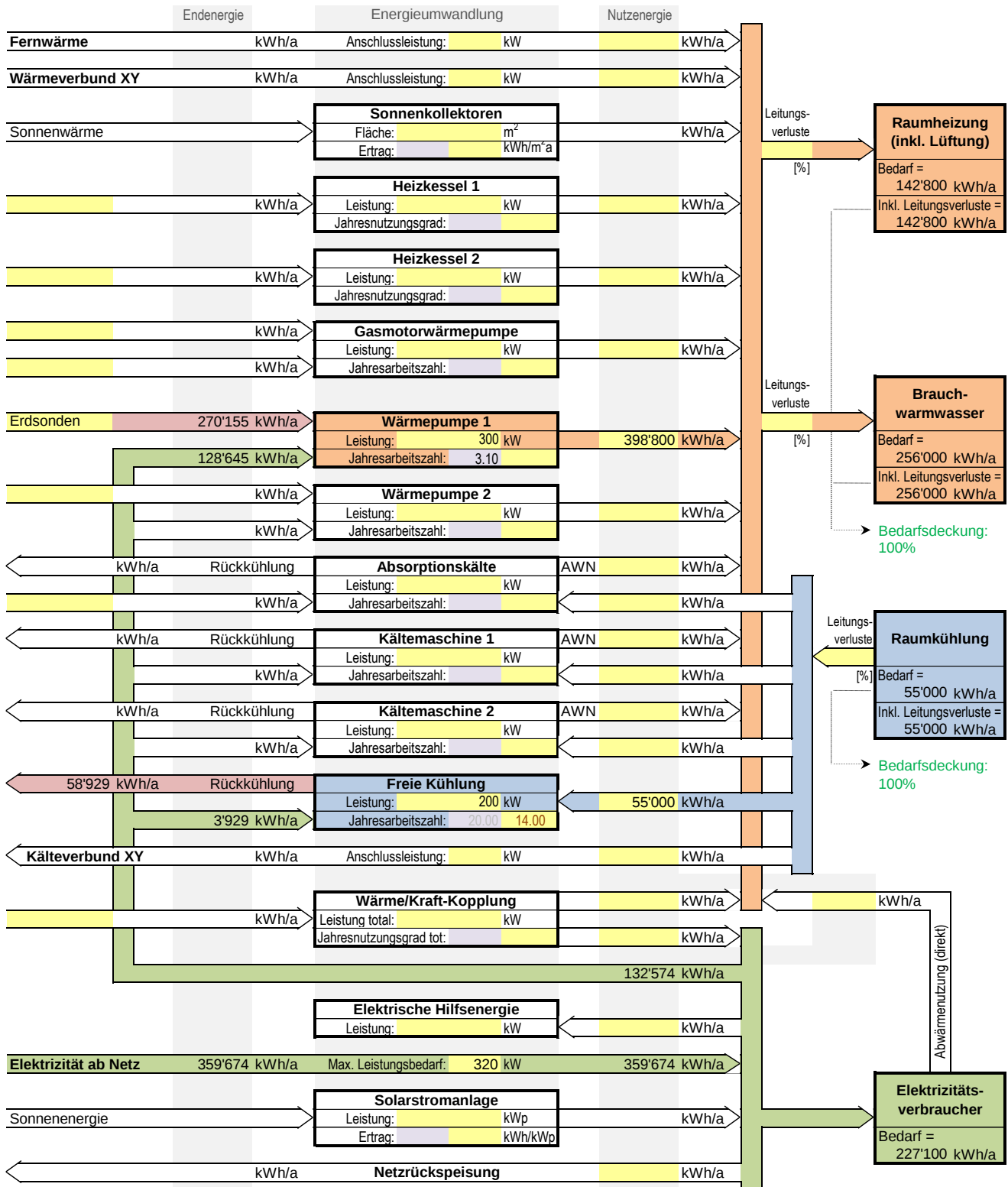
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Energieversorgung

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 1 ES-WP Erdsonden-Wärmepumpe für Raumheizung und Warmwasser



Bauliche Massnahmen:

1.	Länge:	Breite:	Höhe:	Lage:
2.	Länge:	Breite:	Höhe:	Lage:
3.	Länge:	Breite:	Höhe:	Lage:

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

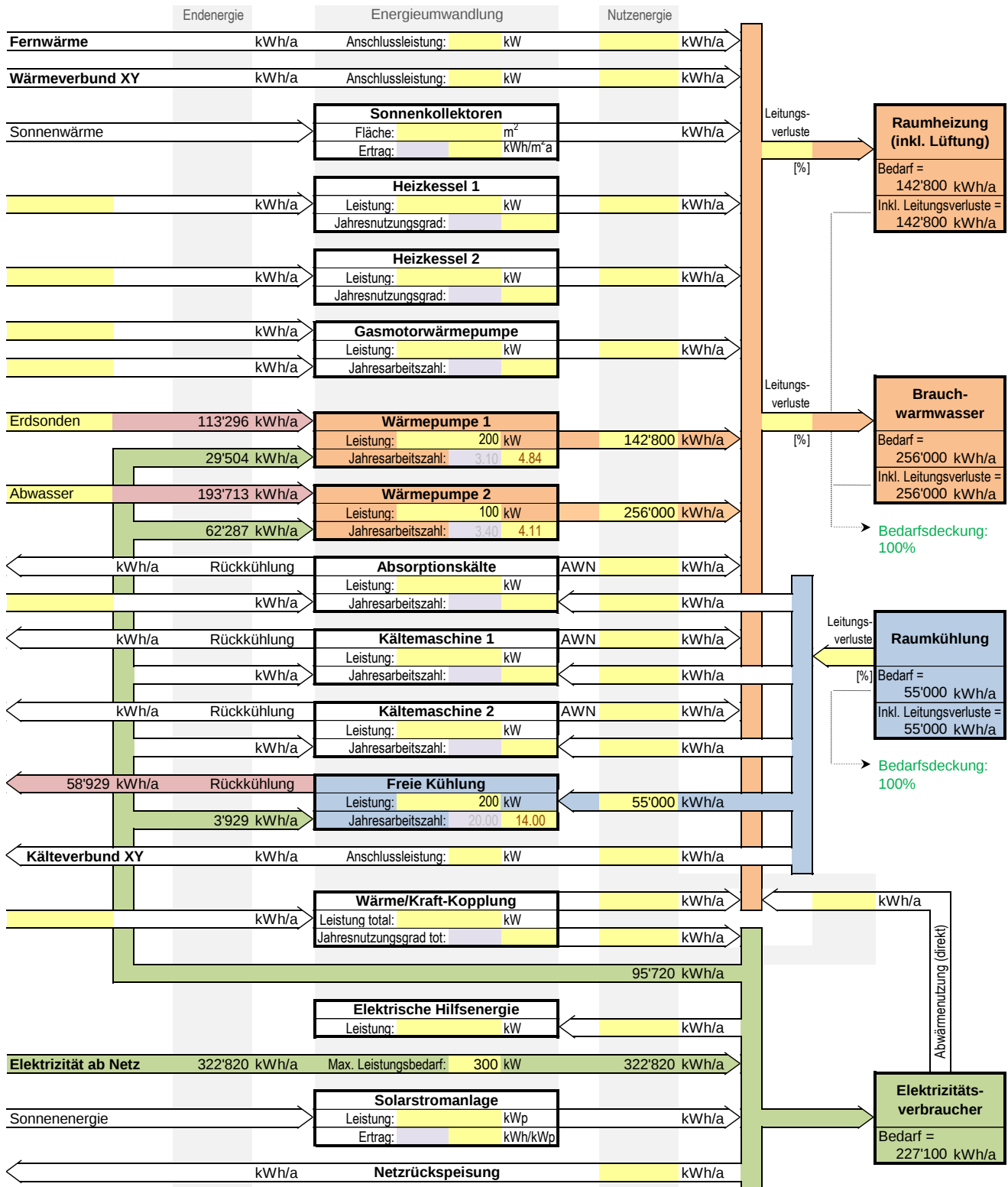
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Energieversorgung

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 2 ES-&AW-WP EWS-WP für Raumheizung und Abwasser-WP für Warmwasser



Bauliche Massnahmen:

1.	Neuer Abwassertank (Abwasser-WP)	Länge:	3.0 m	Breite:	3.0 m	Höhe:	3.0 m	Lage:	im Erdreich
2.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	
3.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

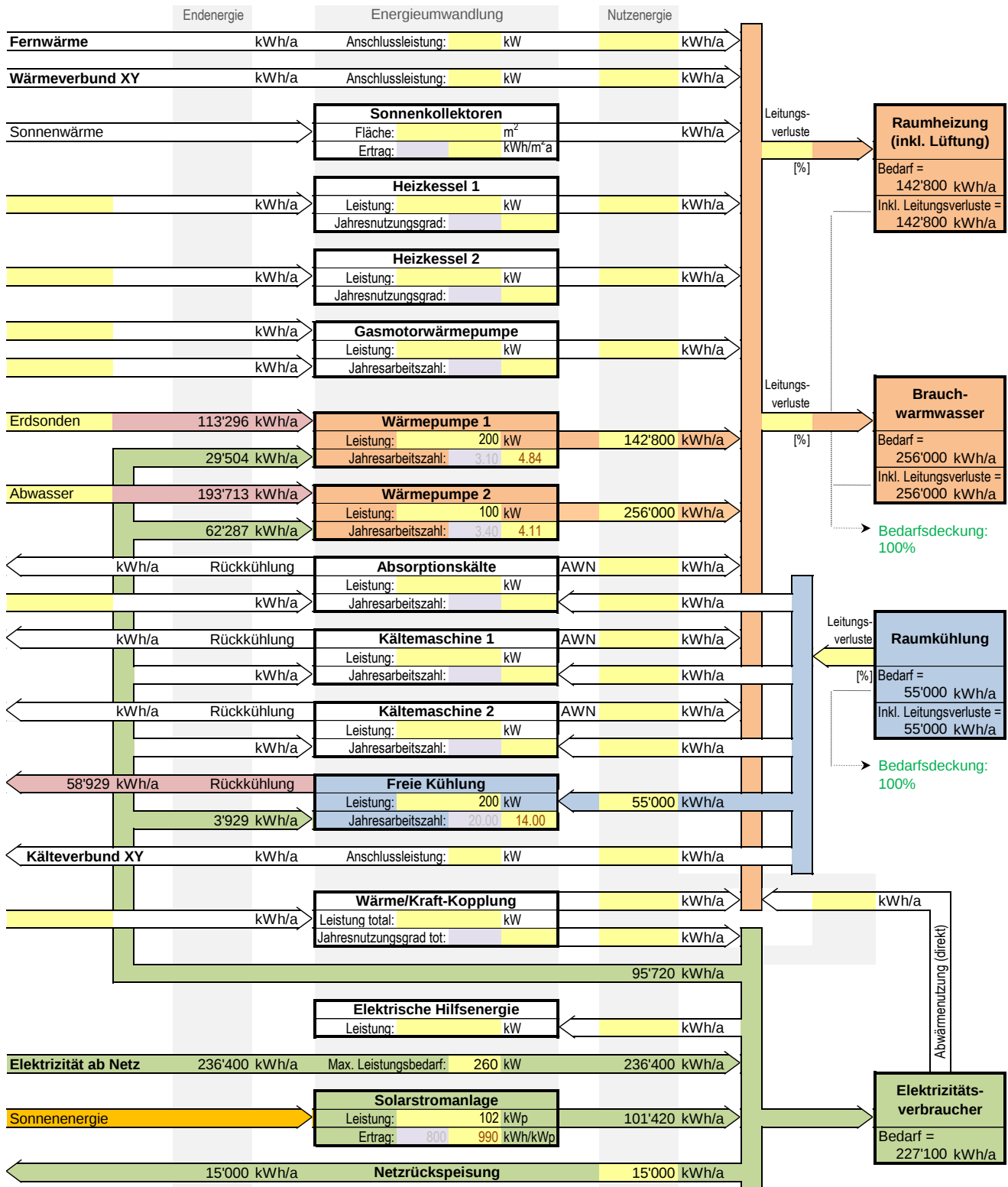
Energieversorgung

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 3 ES-&AW-WP + PV klein

Wie Variante 2 + PV-Anlage 100kWp (Süd-ausgerichtet)



Bauliche Massnahmen:

1.	Neuer Abwassertank (Abwasser-WP)	Länge:	3.0 m	Breite:	3.0 m	Höhe:	3.0 m	Lage:	im Erdreich
2.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	
3.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

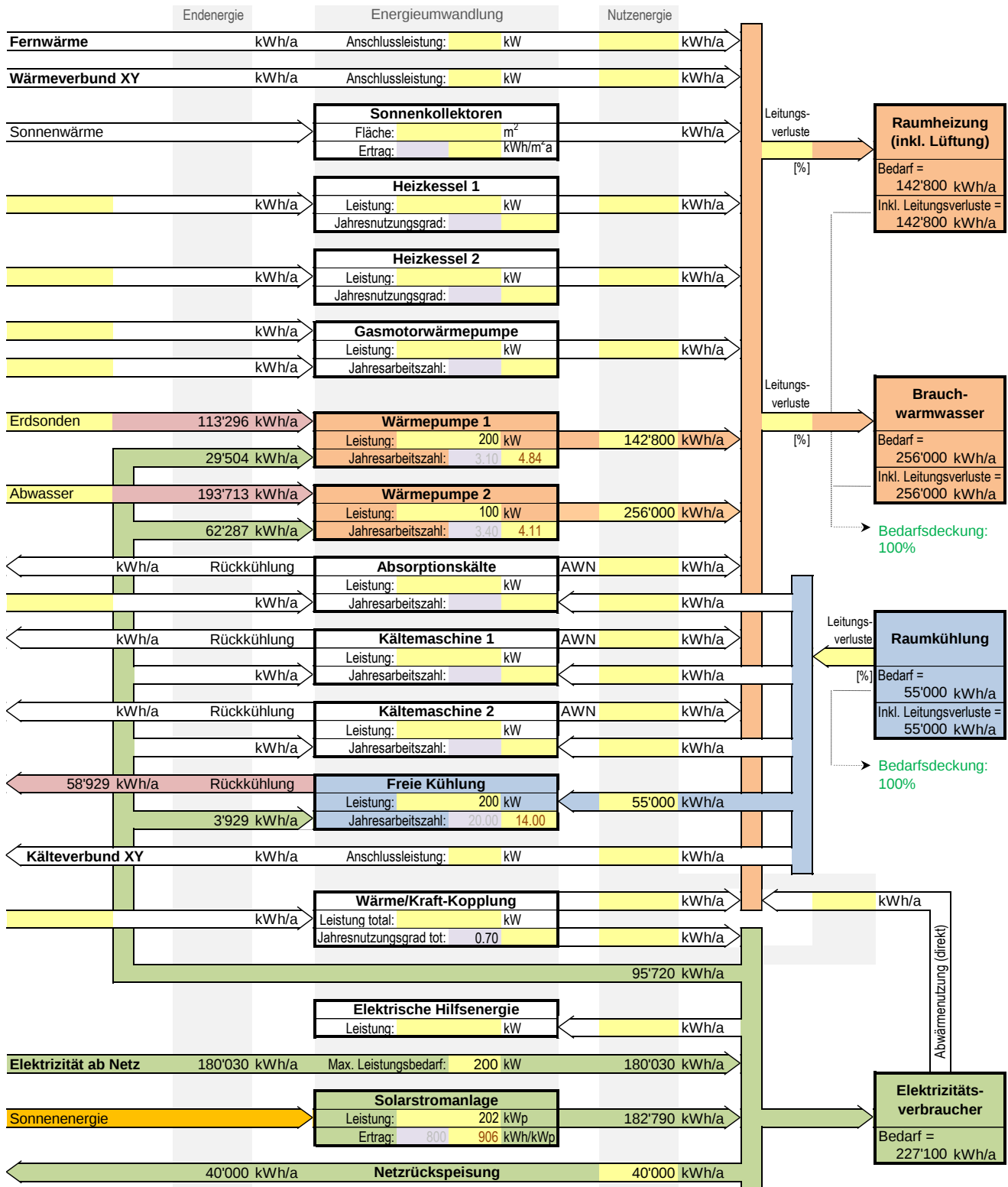
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Energieversorgung

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 4 ES-&AW-WP + PV gross Wie Variante 2 + PV-Anlage 200kWp (Ost/West-ausgerichtet)



Bauliche Massnahmen:

1.	Neuer Abwassertank (Abwasser-WP)	Länge:	3.0 m	Breite:	3.0 m	Höhe:	3.0 m	Lage:	im Erdreich
2.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	
3.		Länge:		Breite:		Höhe:		Lage:	

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 1: ES-WP

Finanzierungs- und Instandhaltungskosten

Kalkulationszinssatz, real: 2.50% (von Blatt "Grunddaten")

Beschreibung	Freie Eingabe in Tabelle unten	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
						% Inv.	pauschal	[CHF/a]
<i>Gemäss Detailkostenzusammenstellung (Blatt "DK_Var1")</i>								
Erdsonden-Wärmepumpe komplett	300kW	300'000.-	20	6.41%	19'240.-	3.5		10'500.-
Erdsondenfeld	46 Stk à 150m à 80.-/m	552'000.-	50	3.53%	19'460.-			
WW-Speicher	2 x 5'000l	70'000.-	30	4.78%	3'340.-	0.5		350.-
Honorare	15% der Investitionen	138'300.-	20	6.41%	8'870.-			
Total		1'060'300.-	= 36	4.80%	50'910.-	1.0		10'850.-

Förderbeiträge

Quelle	Bezeichnung	Betrag [CHF]	Bemerkungen
Stadt			
Kanton			
Bund			
Total			

Finanzierungskosten mit Förderbeiträgen

Beschreibung	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
					% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Total	1'060'300.-	36	4.80%	50'910.-	1.0		10'850.-

Jährliche Energiekosten

(ohne externe Kosten)

Energieträger		Leistungspreis	Verbrauch	Berechnungspreis Energie	Heutige jährliche Energiekosten
		[CHF/a]	[kWh/a]	[Rp./kWh]	[CHF/a]
Elektrizität		37'325.-	----	----	----
Elektrizität, Hochtarif	Anteil: 70%	16'782.-	161'720	23.0	53'980.-
Elektrizität, Niedertarif	Anteil: 30%	7'192.-	69'309	13.9	16'840.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	Anteil: 70%	9'345.-	90'052	23.0	30'060.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	Anteil: 30%	4'005.-	38'594	13.9	9'380.-
Netzrückspeisung erneuerbar, HT	Anteil: 90%			8.5	
Netzrückspeisung erneuerbar, NT	Anteil: 10%			4.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, HT	Anteil: 70%			8.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, NT	Anteil: 30%			4.5	
Holzpellets				6.9	
Holzschnitzel				4.6	
Biogas				14.3	
Erdgas				6.1	
Heizöl EL				7.6	
Brennstoff XY					
Fernwärme				8.0	
Wärmeverbund XY					
Kälteverbund XY					
Total					110'260.-

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten


 Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hocht

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 1: ES-WP
Total der jährlichen Kosten

 Programmvorschlag Betrachtungsdauer: **36 Jahre**

 Betrachtungsdauer für Berechnung: **36 Jahre**

Option: Eingabe Betrachtungsdauer:

	Kostensteigerung (real) [%]	Heutige jährliche Kosten		Mittlere jährl. Kosten über die Betr.dauer [CHF/a]
		ohne externe Kosten [CHF/a]	externe Kosten [CHF/a]	
Finanzierungskosten (Förderbeiträge berücksichtigen)	----	50'910.-	----	50'910.-
Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		10'850.-	----	10'850.-
Energiekosten				
Elektrizität, Hochtarif	1.4%	53'980.-		65'210.-
Elektrizität, Niedertarif	1.4%	16'840.-		20'340.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	1.4%	30'060.-		36'310.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	1.4%	9'380.-		11'330.-
Netzrückspeisung erneuerbar, HT				
Netzrückspeisung erneuerbar, NT				
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, HT				
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, NT				
Holzpellets				
Holzsnitzel				
Biogas				
Erdgas				
Heizöl EL				
Brennstoff XY				
Fernwärme				
Wärmeverbund XY				
Kälteverbund XY				
Total Energiekosten		110'260.-	----	133'190.-
Total externe Kosten (KEPZ) (nicht berücksichtigt)				
T O T A L		172'020.-		194'950.-

Gestehungskosten

(Förderbeiträge berücksichtigen)

	Erzeugung [kWh/a]	Gestehungskosten Nutzenergie [Rp./kWh]		
		Programmvorschlag	Manuelle Eingabe	Verwendet
Wärme	398'800	24.4		24.4
Kälte	55'000	24.4		24.4
Elektrizität*				
Total (Mittelwert)	453'800	24.4		24.4

*) Nur lokal erzeugte Elektrizität (netto)

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 2: ES-&AW-WP

Finanzierungs- und Instandhaltungskosten

Kalkulationszinssatz, real: 2.50% (von Blatt "Grunddaten")

Beschreibung	Freie Eingabe in Tabelle unten	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
						% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Gemäss Detailkostenzusammenstellung (Blatt "DK_Var2")								
Erdsonden-Wärmepumpe komplett	200kW	200'000.-	20	6.41%	12'830.-	3.5		7'000.-
Erdsondenfeld	25 Stk à 150m à 80.-/m	300'000.-	50	3.53%	10'580.-			
Abwasser-Wärmepumpenanlage komplett inkl. Speicher		245'000.-	20	6.41%	15'720.-	3.5		8'580.-
Honorare	15% der Investitionen	111'750.-	20	6.41%	7'170.-			
Total		856'800.-	≈ 31	5.40%	46'300.-	1.8		15'580.-

Förderbeiträge

Quelle	Bezeichnung	Betrag [CHF]	Bemerkungen
Stadt			
Kanton			
Bund			
Total			

Finanzierungskosten mit Förderbeiträgen

Beschreibung	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
					% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Total	856'800.-	31	5.40%	46'300.-	1.8		15'580.-

Jährliche Energiekosten

(ohne externe Kosten)

Energieträger		Leistungspreis [CHF/a]	Verbrauch [kWh/a]	Berechnungspreis Energie [Rp./kWh]	Heutige jährliche Energiekosten [CHF/a]
Elektrizität		34'992.-	----	----	----
Elektrizität, Hochtarif	Anteil: 70%	17'530.-	161'720	23.0	54'720.-
Elektrizität, Niedertarif	Anteil: 30%	7'513.-	69'309	13.9	17'160.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	Anteil: 70%	6'965.-	64'254	23.0	21'740.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	Anteil: 30%	2'985.-	27'537	13.9	6'820.-
Netzrückspeisung erneuerbar, HT	Anteil: 90%			8.5	
Netzrückspeisung erneuerbar, NT	Anteil: 10%			4.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, HT	Anteil: 70%			8.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, NT	Anteil: 30%			4.5	
Holzpellets				6.9	
Holzschnitzel				4.6	
Biogas				14.3	
Erdgas				6.1	
Heizöl EL				7.6	
Brennstoff XY					
Fernwärme				8.0	
Wärmeverbund XY					
Kälteverbund XY					
Total					100'440.-

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten



Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hocht

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 2: ES-&AW-WP

Total der jährlichen Kosten

Programmvorschlag Betrachtungsdauer: **36 Jahre**

Betrachtungsdauer für Berechnung: **36 Jahre**

Option: Eingabe Betrachtungsdauer:

	Kostenstei- gerung (real) [%]	Heutige jährliche Kosten		Mittlere jährl. Kosten über die Betr.dauer [CHF/a]
		ohne externe Kosten [CHF/a]	externe Kosten [CHF/a]	
Finanzierungskosten (Förderbeiträge berücksichtigen)	----	46'300.-	----	46'300.-
Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		15'580.-	----	15'580.-
Energiekosten				
Elektrizität, Hochtarif	1.4%	54'720.-		66'120.-
Elektrizität, Niedertarif	1.4%	17'160.-		20'730.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	1.4%	21'740.-		26'270.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	1.4%	6'820.-		8'240.-
Netzzückspeisung erneuerbar, HT				
Netzzückspeisung erneuerbar, NT				
Netzzückspeisung nicht erneuerbar, HT				
Netzzückspeisung nicht erneuerbar, NT				
Holzpellets				
Holzschnitzel				
Biogas				
Erdgas				
Heizöl EL				
Brennstoff XY				
Fernwärme				
Wärmeverbund XY				
Kälteverbund XY				
Total Energiekosten		100'440.-	----	121'360.-
Total externe Kosten (KEPZ) (nicht berücksichtigt)				
T O T A L		162'320.-		183'240.-

Gestehungskosten

(Förderbeiträge berücksichtigen)

	Erzeugung [kWh/a]	Gestehungskosten Nutzenergie [Rp./kWh]		
		Programmvorschlag	Manuelle Eingabe	Verwendet
Wärme	398'800	21.6		21.6
Kälte	55'000	21.6		21.6
Elektrizität*				
Total (Mittelwert)	453'800	21.6		21.6

*) Nur lokal erzeugte Elektrizität (netto)

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 3: ES-&AW-WP + PV klein

Finanzierungs- und Instandhaltungskosten

Kalkulationszinssatz, real: 2.50% (von Blatt "Grunddaten")

Beschreibung	Freie Eingabe in Tabelle unten	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
						% Inv.	pauschal	[CHF/a]
<i>Gemäss Detailkostenzusammenstellung (Blatt "DK_Var3")</i>								
Erdsonden-Wärmepumpe komplett	200kW	200'000.-	20	6.41%	12'830.-	3.5		7'000.-
Erdsondenfeld	25 Stk à 150m à 80./-m	300'000.-	50	3.53%	10'580.-			
Abwasser-Wärmepumpenanlage komplett inkl. Speicher		245'000.-	20	6.41%	15'720.-	3.5		8'580.-
Fotovoltaik-Anlage komplett	394 Module, 650m2	236'000.-	25	5.43%	12'810.-			
Süd-Ausrichtung, 20° Neigung	Unterhalt: 5 Rp/kWh						5'071.-	5'071.-
Honorare	15% der Investitionen	147'150.-	20	6.41%	9'440.-			
Total		1'128'200.-	≈ 29	5.44%	61'380.-	1.8		20'650.-

Förderbeiträge

Quelle	Bezeichnung	Betrag [CHF]	Bemerkungen
Stadt	Stromsparfonds	78'900.-	PV: 35% von Referenzanlage KEV
Kanton			
Bund			
Total		78'900.-	

Finanzierungskosten mit Förderbeiträgen

Beschreibung	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
					% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Total	1'049'300.-	29	5.44%	57'090.-	2.0		20'650.-

Jährliche Energiekosten

(ohne externe Kosten)

Energieträger		Leistungspreis	Verbrauch	Berechnungspreis Energie	Heutige jährliche Energiekosten
		[CHF/a]	[kWh/a]	[Rp./kWh]	[CHF/a]
Elektrizität		30'326.-	----	----	----
Elektrizität, Hochtarif	Anteil: 70%	12'986.-	101'226	23.0	36'270.-
Elektrizität, Niedertarif	Anteil: 30%	5'565.-	43'383	13.9	11'600.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	Anteil: 70%	8'243.-	64'254	23.0	23'020.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	Anteil: 30%	3'533.-	27'537	13.9	7'360.-
Netzrückspeisung erneuerbar, HT	Anteil: 90%		-13'500	8.5	-1'150.-
Netzrückspeisung erneuerbar, NT	Anteil: 10%		-1'500	4.5	-70.-
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, HT	Anteil: 70%			8.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, NT	Anteil: 30%			4.5	
Holzpellets				6.9	
Holzschnitzel				4.6	
Biogas				14.3	
Erdgas				6.1	
Heizöl EL				7.6	
Brennstoff XY					
Fernwärme				8.0	
Wärmeverbund XY					
Kälteverbund XY					
Total					77'030.-

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten



Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hocht

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 3: ES-&AW-WP + PV klein

Total der jährlichen Kosten

Programmvorslag Betrachtungsdauer: **36 Jahre**

Betrachtungsdauer für Berechnung: **36 Jahre**

Option: Eingabe Betrachtungsdauer:

	Kostensteigerung (real) [%]	Heutige jährliche Kosten		Mittlere jährl. Kosten über die Betr.dauer [CHF/a]
		ohne externe Kosten [CHF/a]	externe Kosten [CHF/a]	
Finanzierungskosten (Förderbeiträge berücksichtigen)	----	57'090.-	----	57'090.-
Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		20'650.-	----	20'650.-
Energiekosten				
Elektrizität, Hochtarif	1.4%	36'270.-		43'820.-
Elektrizität, Niedertarif	1.4%	11'600.-		14'020.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	1.4%	23'020.-		27'810.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	1.4%	7'360.-		8'900.-
Netzurückspeisung erneuerbar, HT	1.4%	-1'150.-		-1'390.-
Netzurückspeisung erneuerbar, NT	1.4%	-70.-		-80.-
Netzurückspeisung nicht erneuerbar, HT				
Netzurückspeisung nicht erneuerbar, NT				
Holzpellets				
Holzsnitzel				
Biogas				
Erdgas				
Heizöl EL				
Brennstoff XY				
Fernwärme				
Wärmeverbund XY				
Kälteverbund XY				
Total Energiekosten		77'030.-	----	93'080.-
Total externe Kosten (KEPZ) (nicht berücksichtigt)				
T O T A L		154'770.-		170'820.-

Gestehungskosten

(Förderbeiträge berücksichtigen)

	Erzeugung [kWh/a]	Gestehungskosten Nutzenergie [Rp./kWh]		
		Programmvorslag	Manuelle Eingabe	Verwendet
Wärme	398'800	21.2		21.2
Kälte	55'000	21.2		21.2
Elektrizität*	86'420	21.2		21.2
Total (Mittelwert)	540'220	21.2		21.2

*) Nur lokal erzeugte Elektrizität (netto)

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 4: ES-&AW-WP + PV gross

Finanzierungs- und Instandhaltungskosten

Kalkulationszinssatz, real: 2.50% (von Blatt "Grunddaten")

Beschreibung	Freie Eingabe in Tabelle unten	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
						% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Gemäss Detailkostenzusammenstellung (Blatt "DK_Var4")								
Erdsonden-Wärmepumpe komplett	200kW	200'000.-	20	6.41%	12'830.-	3.5		7'000.-
Erdsondenfeld	25 Stk à 150m à 80.-/m	300'000.-	50	3.53%	10'580.-			
Abwasser-Wärmepumpenanlage komplett inkl. Speicher		245'000.-	20	6.41%	15'720.-	3.5		8'580.-
Fotovoltaik-Anlage komplett	776 Module, 1280m2	412'000.-	25	5.43%	22'360.-			
Ost/West-Ausrichtung, 10° Neigung	Unterhalt: 7 Rp/kWh						12'795.-	12'795.-
Honorare	15% der Investitionen	173'550.-	20	6.41%	11'130.-			
Total		1'330'600.-	28	5.46%	72'620.-	2.1		28'380.-

Förderbeiträge

Quelle	Bezeichnung	Betrag [CHF]	Bemerkungen
Stadt	Stromsparfonds	149'700.-	PV: 35% von Referenzanlage KEV
Kanton			
Bund			
Total		149'700.-	

Finanzierungskosten mit Förderbeiträgen

Beschreibung	Investitions- ausgaben [CHF]	Nutzungs- dauer [Jahre]	Annuitäts- faktor [%]	Finanzie- rungskosten [CHF/a]	Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		
					% Inv.	pauschal	[CHF/a]
Total	1'180'900.-	28	5.46%	64'450.-	2.4		28'380.-

Jährliche Energiekosten

(ohne externe Kosten)

Energieträger		Leistungspreis	Verbrauch	Berechnungspreis Energie	Heutige jährliche Energiekosten
		[CHF/a]	[kWh/a]	[Rp./kWh]	[CHF/a]
Elektrizität		23'328.-	----	----	----
Elektrizität, Hochtarif	Anteil: 70%	8'004.-	61'767	23.0	22'210.-
Elektrizität, Niedertarif	Anteil: 30%	3'430.-	26'472	13.9	7'110.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	Anteil: 70%	8'326.-	64'254	23.0	23'100.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	Anteil: 30%	3'568.-	27'537	13.9	7'400.-
Netzrückspeisung erneuerbar, HT	Anteil: 90%		-36'000	8.5	-3'060.-
Netzrückspeisung erneuerbar, NT	Anteil: 10%		-4'000	4.5	-180.-
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, HT	Anteil: 70%			8.5	
Netzrückspeisung nicht erneuerbar, NT	Anteil: 30%			4.5	
Holzpellets				6.9	
Holzschnitzel				4.6	
Biogas				14.3	
Erdgas				6.1	
Heizöl EL				7.6	
Brennstoff XY					
Fernwärme				8.0	
Wärmeverbund XY					
Kälteverbund XY					
Total					56'580.-

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten



Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hocht

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante 4: ES-&AW-WP + PV gross

Total der jährlichen Kosten

Programmvorslag Betrachtungsdauer: **36 Jahre**

Betrachtungsdauer für Berechnung: **36 Jahre**

Option: Eingabe Betrachtungsdauer:

	Kostensteigerung (real) [%]	Heutige jährliche Kosten		Mittlere jährl. Kosten über die Betr.dauer [CHF/a]
		ohne externe Kosten [CHF/a]	externe Kosten [CHF/a]	
Finanzierungskosten (Förderbeiträge berücksichtigen)	----	64'450.-	----	64'450.-
Instandhaltungskosten (inkl. Überwachung)		28'380.-	----	28'380.-
Energiekosten				
Elektrizität, Hochtarif	1.4%	22'210.-		26'830.-
Elektrizität, Niedertarif	1.4%	7'110.-		8'590.-
Elektrizität Wärmepumpen, HT	1.4%	23'100.-		27'910.-
Elektrizität Wärmepumpen, NT	1.4%	7'400.-		8'940.-
Netzzurückspeisung erneuerbar, HT	1.4%	-3'060.-		-3'700.-
Netzzurückspeisung erneuerbar, NT	1.4%	-180.-		-220.-
Netzzurückspeisung nicht erneuerbar, HT				
Netzzurückspeisung nicht erneuerbar, NT				
Holzpellets				
Holzsnitzel				
Biogas				
Erdgas				
Heizöl EL				
Brennstoff XY				
Fernwärme				
Wärmeverbund XY				
Kälteverbund XY				
Total Energiekosten		56'580.-	----	68'350.-
Total externe Kosten (KEPZ) (nicht berücksichtigt)				
T O T A L		149'410.-		161'180.-

Gestehungskosten

(Förderbeiträge berücksichtigen)

	Erzeugung [kWh/a]	Gestehungskosten Nutzenergie [Rp./kWh]		
		Programmvorslag	Manuelle Eingabe	Verwendet
Wärme	398'800	21.3		21.3
Kälte	55'000	21.3		21.3
Elektrizität*	142'790	21.3		21.3
Total (Mittelwert)	596'590	21.3		21.3

*) Nur lokal erzeugte Elektrizität (netto)

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten


 Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Übersicht

Variantenbeschreibung	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Variantenbezeichnung	ES-WP	ES-&AW-WP	ES-&AW-WP + PV klein	ES-&AW-WP + PV gross
Variantenbeschrieb	Erdsonden-Wärmepumpe für Raumheizung und Warmwasser	EWS-WP für Raumheizung und Abwasser-WP für Warmwasser	Wie Variante 2 + PV-Anlage 100kWp (Süd-ausgerichtet)	Wie Variante 2 + PV-Anlage 200kWp (Ost/West-ausgerichtet)

Total der heutigen jährlichen Kosten

Kostenart	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Instandhaltungskosten [CHF]	10'850.-	15'580.-	20'650.-	28'380.-
Energiekosten [CHF]	110'260.-	100'440.-	77'030.-	56'580.-
Betriebskosten [CHF]	121'110.-	116'020.-	97'680.-	84'960.-
Finanzierungskosten [CHF]	50'910.-	46'300.-	57'090.-	64'450.-
Externe Kosten [CHF]				
Total [CHF]	172'020.-	162'320.-	154'770.-	149'410.-

Total der mittleren jährlichen Kosten über die Betrachtungsdauer

Betrachtungsdauer [Jahre]: 36 36 36 36

Kostenart	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Instandhaltungskosten [CHF]	10'850.-	15'580.-	20'650.-	28'380.-
Energiekosten [CHF]	133'190.-	121'360.-	93'080.-	68'350.-
Betriebskosten [CHF]	144'040.-	136'940.-	113'730.-	96'730.-
Finanzierungskosten [CHF]	50'910.-	46'300.-	57'090.-	64'450.-
Externe Kosten [CHF]				
Total [CHF]	194'950.-	183'240.-	170'820.-	161'180.-

Investitionskosten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Total [CHF]	1'060'300.-	856'800.-	1'128'200.-	1'330'600.-

Förderbeiträge

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Stadt Betrag [CHF]			78'900.-	149'700.-
Stadt Bezeichnung			Stromsparfonds	Stromsparfonds
Kanton Betrag [CHF]				
Kanton Bezeichnung				
Bund Betrag [CHF]				
Bund Bezeichnung				
Total [CHF]			78'900.-	149'700.-

Gestehungskosten

Förderbeiträge berücksichtigen

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Wärme [Rp./kWh]	24.4	21.6	21.2	21.3
Kälte [Rp./kWh]	24.4	21.6	21.2	21.3
Elektrizität [Rp./kWh]			21.2	21.3

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016

Übersicht	1 ES-WP	2 ES-&AW-WP	3 ES-&AW-WP + PV klein	4 ES-&AW-WP + PV gross
	Erdsonden-Wärmepumpe für Raumheizung und Warmwasser	EWS-WP für Raumheizung und Abwasser-WP für Warmwasser	Wie Variante 2 + PV-Anlage 100kWp (Süd-ausgerichtet)	Wie Variante 2 + PV-Anlage 200kWp (Ost/West-ausgerichtet)
Investitionskosten	▲ 1'060'000 CHF	● 857'000 CHF	▲ 1'128'000 CHF	◆ 1'331'000 CHF
Jährliche Kosten	◆ 195'000 CHF/a	▲ 183'200 CHF/a	● 170'800 CHF/a	● 161'200 CHF/a
Primärenergiebedarf (gesamt)	◆ 1'432'400 kWh/a	◆ 1'344'200 kWh/a	● 1'187'400 kWh/a	● 1'089'500 kWh/a
Primärenergie nicht erneuerbar	◆ 967'500 kWh/a	◆ 868'400 kWh/a	● 635'900 kWh/a	● 484'300 kWh/a
Treibhausgas-Emissionen	◆ 56'450 kg/a CO _{2e}	▲ 49'530 kg/a CO _{2e}	● 42'900 kg/a CO _{2e}	● 39'410 kg/a CO _{2e}
Umweltbelastung (UBP)	◆ 145'460'000 Punkte/a	◆ 129'330'000 Punkte/a	● 104'970'000 Punkte/a	● 90'400'000 Punkte/a
Gestehungskosten Wärme	24.4 Rp./kWh	21.6 Rp./kWh	21.2 Rp./kWh	21.3 Rp./kWh
Gestehungskosten Kälte	24.4 Rp./kWh	21.6 Rp./kWh	21.2 Rp./kWh	21.3 Rp./kWh
Gestehungskosten Elektrizität			21.2 Rp./kWh	21.3 Rp./kWh
Fazit, Empfehlung	◆ Wirtschaftlich und ökologisch schlechteste Variante	▲ Wirtschaftlich und ökologisch schlechter als mit PV	● Annähernd gleich gut wie Variante 4	● Beste Wirtschaftlichkeit und Ökobilanz, hohe Investition

● gut / niedrig / erfüllt
Zahlenvergleich: Unteres Drittel

▲ mittel / teilweise erfüllt
Zahlenvergleich: Mittleres Drittel

◆ schlecht / hoch / nicht erfüllt
Zahlenvergleich: Oberes Drittel

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

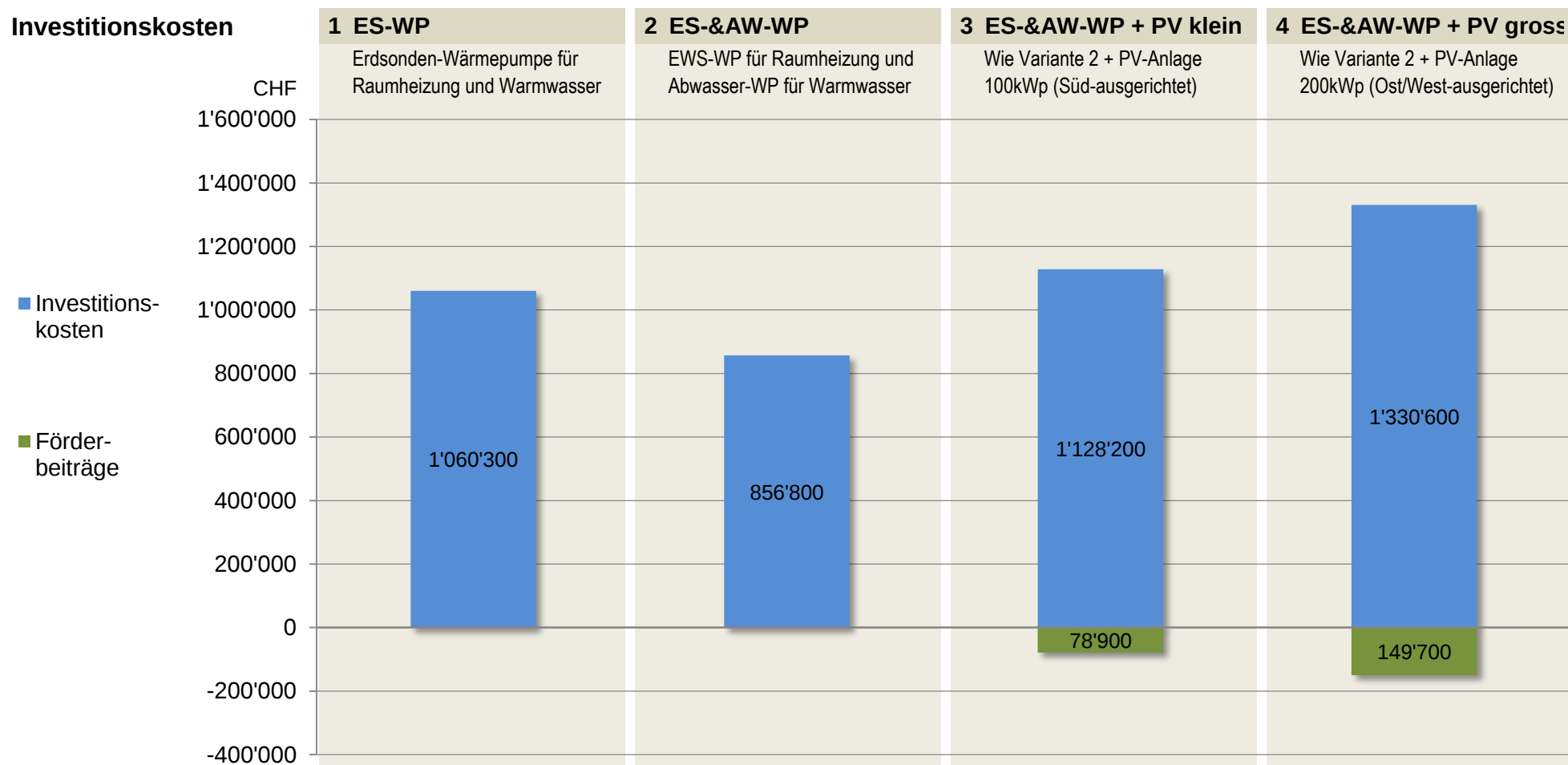
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

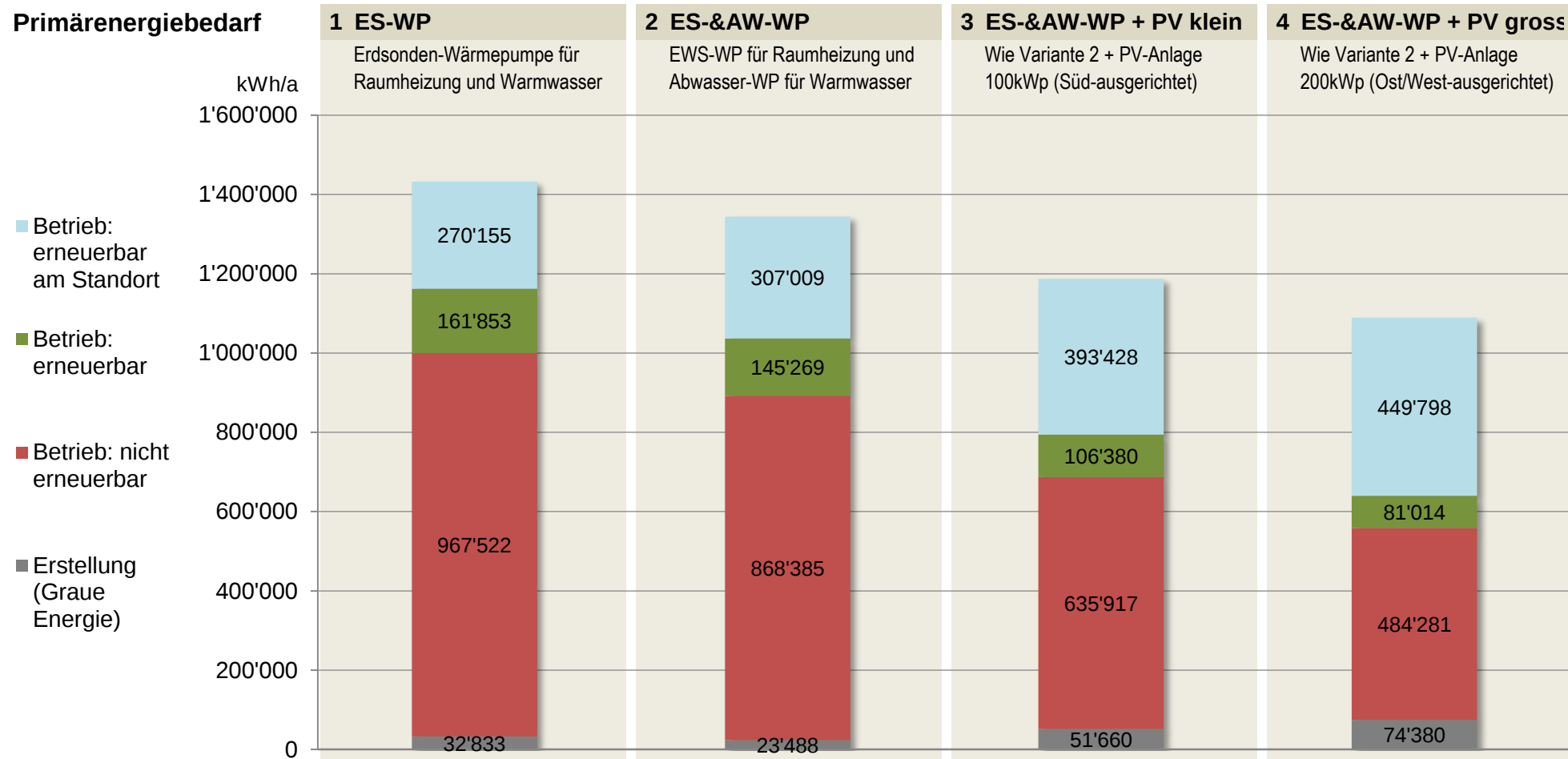
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

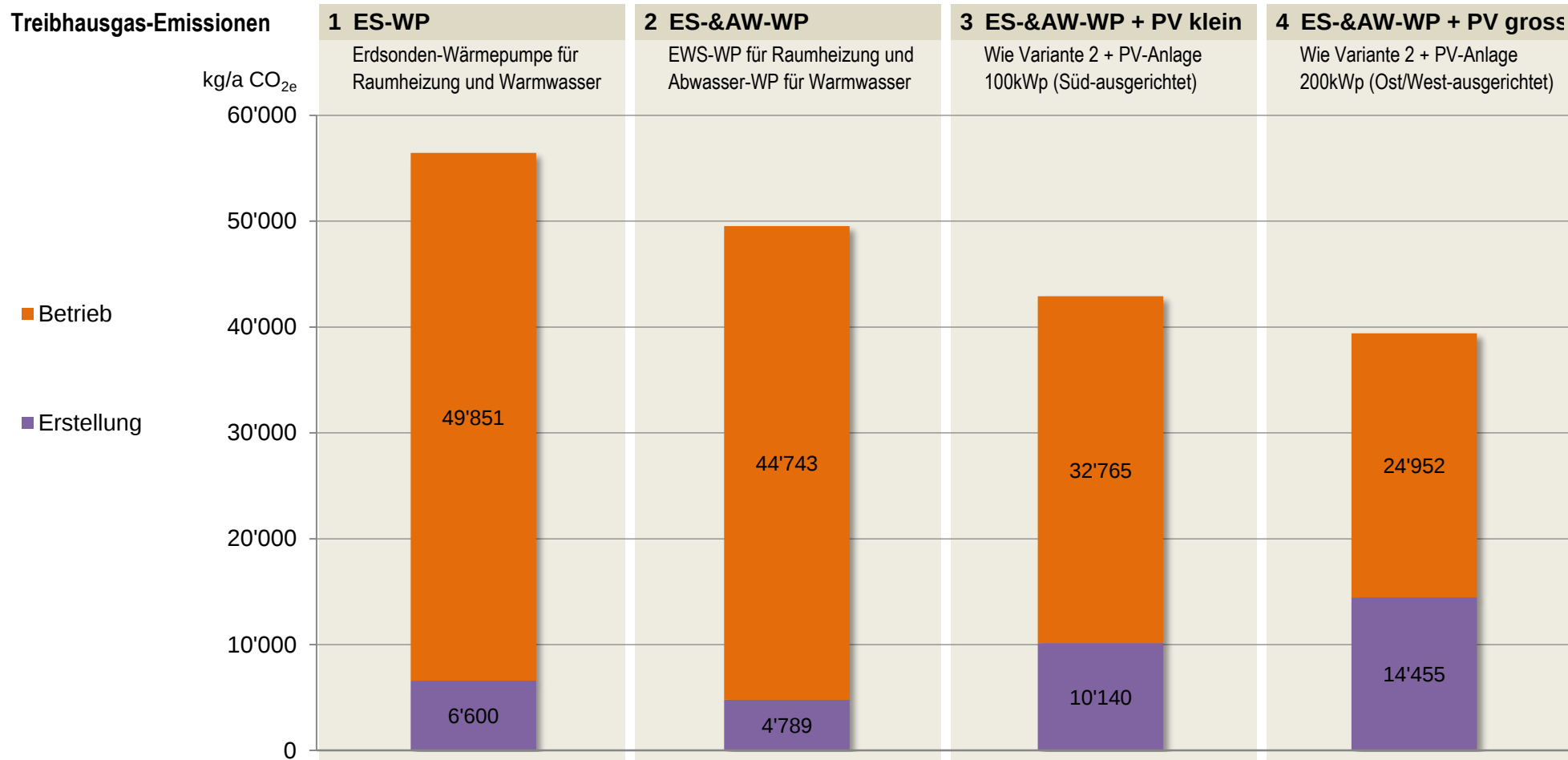
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

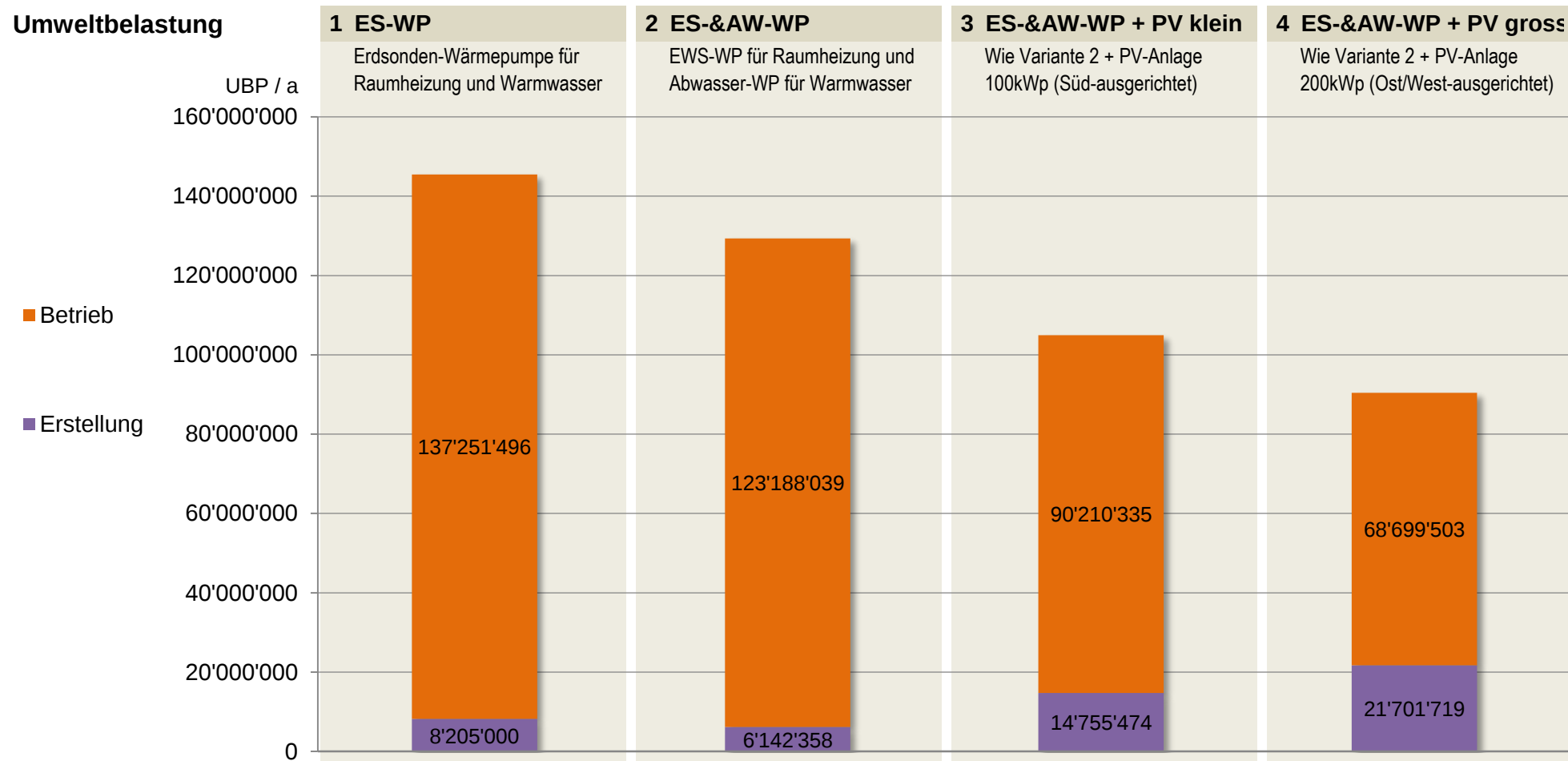
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

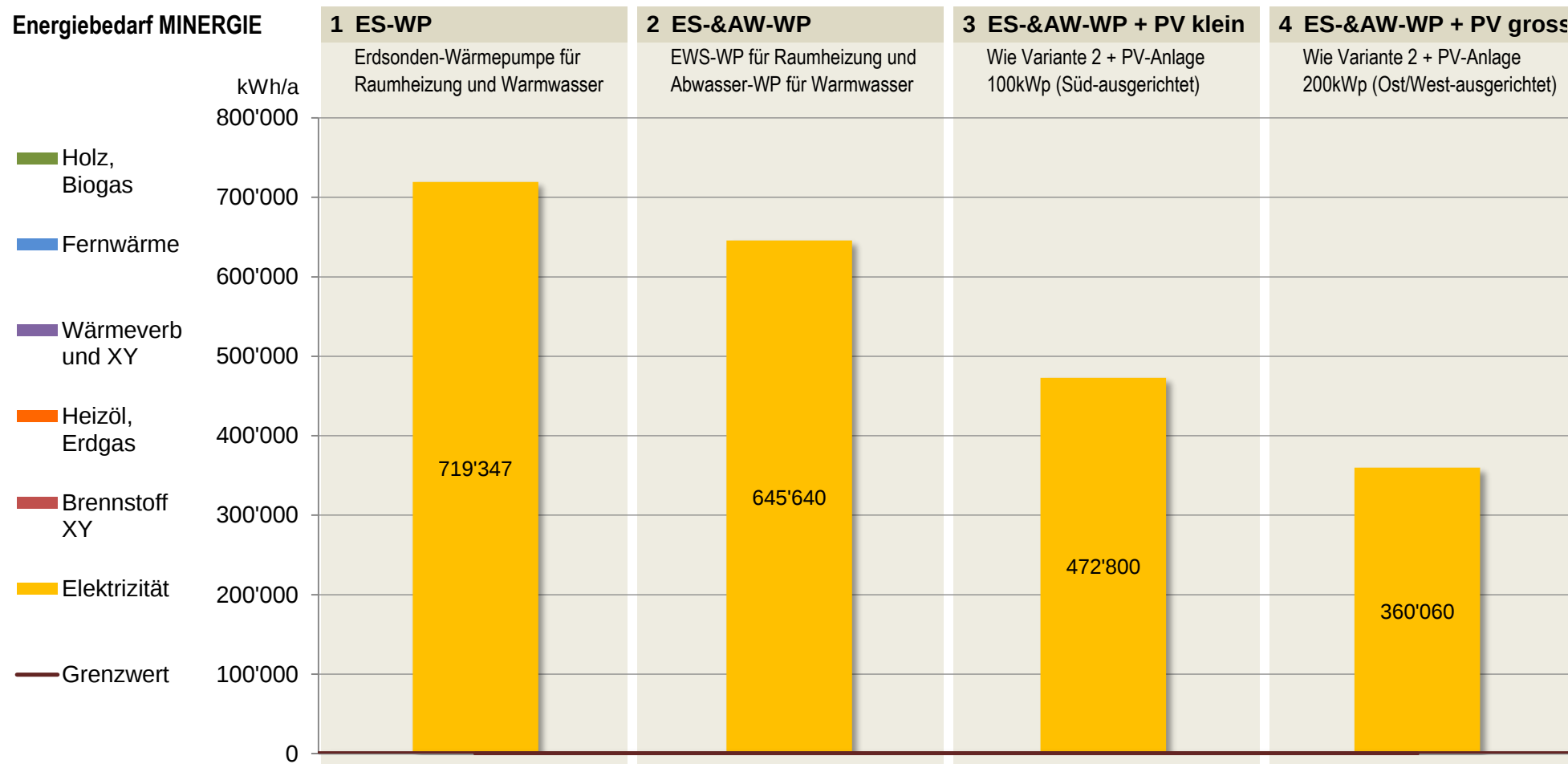
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

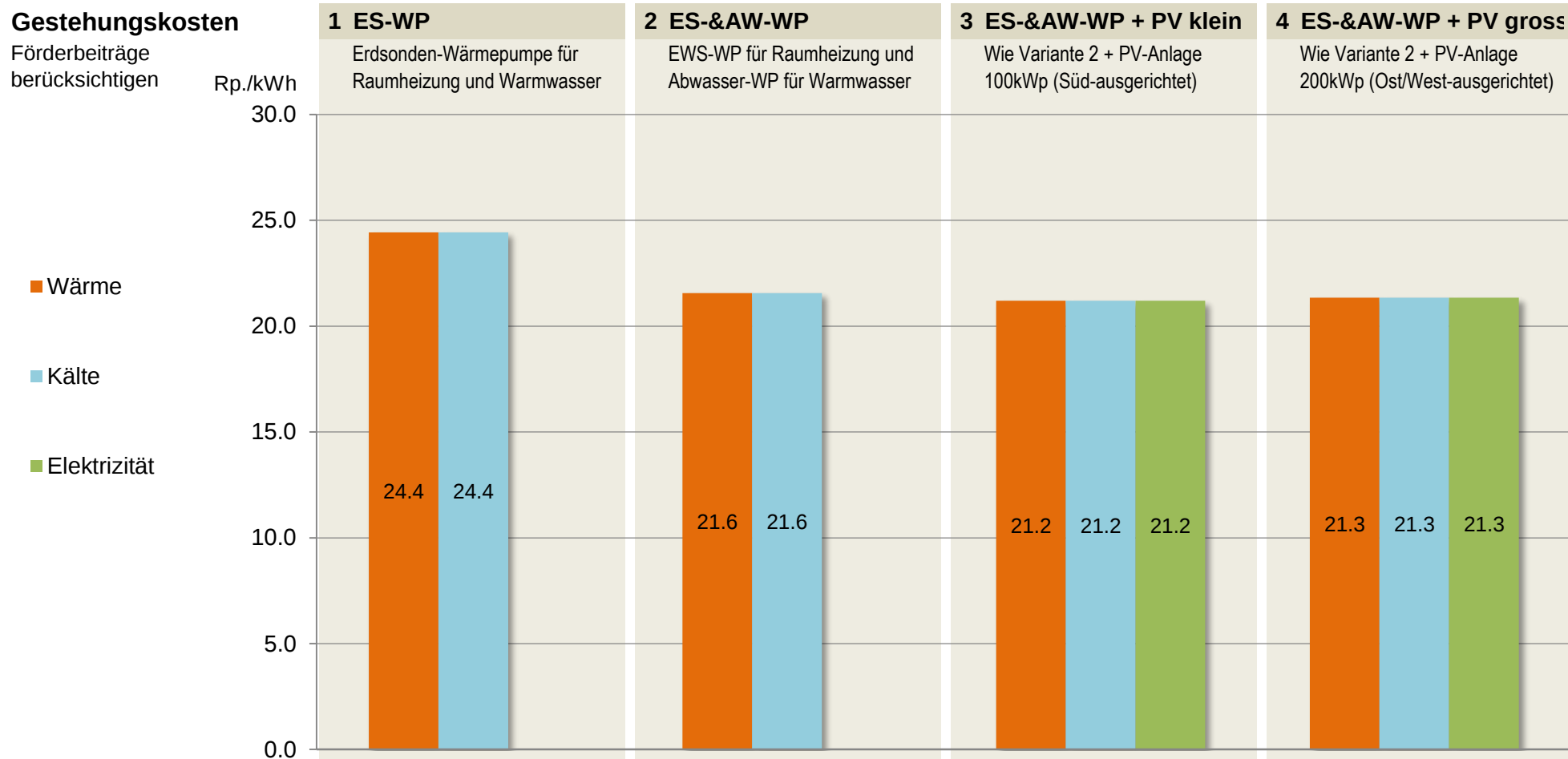
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: Thomas Kessler, Stadt Zürich, Amt für Hochbauten

Schulanlage Blumenfeld **Neubau** Version 1 22. Januar 2016



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten


 Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Berechnungen

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante		1 ES-WP	2 ES-&AW-WP	3 ES-&AW-WP + PV klein	4 ES-&AW-WP + PV gross
Investitionskosten					
Investitions-kosten	CHF	1'060'300	856'800	1'128'200	1'330'600
Förder-beiträge	CHF			-78'900	-149'700
Jährliche Kosten	CHF/a	194'950	183'240	170'820	161'180
Finanzie-rungs-kosten	CHF/a	50'910	46'300	57'090	64'450
Instand-haltungs-kosten	CHF/a	10'850	15'580	20'650	28'380
Energie-kosten	CHF/a	133'190	121'360	93'080	68'350
Externe Kosten	CHF/a				
Gestehungskosten	Rp./kWh	24.4	21.6	21.2	21.3
Förderbeiträge berücksichtigen					
Wärme	Rp./kWh	24.4	21.6	21.2	21.3
Kälte	Rp./kWh	24.4	21.6	21.2	21.3
Elektrizität	Rp./kWh			21.2	21.3
Endenergiebedarf	kWh/a	629'829	629'829	629'829	629'829
Elektrizität	kWh/a	359'674	322'820	236'400	180'030
Heizöl EL	kWh/a				
Erdgas	kWh/a				
Biogas	kWh/a				
Holzsplitzel	kWh/a				
Holzpellets	kWh/a				
Brennstoff XY	kWh/a				
Fernwärme	kWh/a				
Ab-/Umweltwärme	kWh/a	270'155	307'009	393'428	449'798
Wärmeverbund XY	kWh/a				
Kälteverbund XY	kWh/a				
Energiebedarf nach MINERGIE	kWh/a	719'347	645'640	472'800	360'060
Elektrizität	kWh/a	719'347	645'640	472'800	360'060
Heizöl, Erdgas	kWh/a				
Fernwärme	kWh/a				
Holz, Biogas	kWh/a				
Brennstoff XY	kWh/a				
Wärmeverbund XY	kWh/a				
Kälteverbund XY	kWh/a				
Grenzwert	kWh/a				
Netzurückspeisung	kWh/a			15'000	40'000
WKK Treibstoff					
Netzurückspeisung	kWh/a				
PV Netzurückspeisung	kWh/a			15'000	40'000
Nach Tarif "nicht erneuerbar"	kWh/a				
Nach Tarif "erneuerbar"	kWh/a			15'000	40'000

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten


 Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Berechnungen

Schulanlage Blumenfeld

Neubau

Variante		1 ES-WP	2 ES-&AW-WP	3 ES-&AW-WP + PV klein	4 ES-&AW-WP + PV gross
Erstellung: Graue Energie	kWh/a	32'833	23'488	51'660	74'380
Wärmeerzeuger	kWh/a	3'917	3'917	3'917	3'917
Erdsonden/Grundwassersfassung	kWh/a	28'917	19'278	19'278	19'278
Sonnenkollektoren	kWh/a				
Kälteerzeuger	kWh/a				
Wärme/Kraft-Kopplung	kWh/a				
Solarstromanlage	kWh/a			28'172	50'892
Bauliche Massnahme 1	kWh/a		294	294	294
Bauliche Massnahme 2	kWh/a				
Bauliche Massnahme 3	kWh/a				
Erstellung: Treibhausgas	kg/a CO_{2e}	6'600	4'789	10'140	14'455
Wärmeerzeuger	kg/a CO _{2e}	900	900	900	900
Erdsonden/Grundwassersfassung	kg/a CO _{2e}	5'700	3'800	3'800	3'800
Sonnenkollektoren	kg/a CO _{2e}				
Kälteerzeuger	kg/a CO _{2e}				
Wärme/Kraft-Kopplung	kg/a CO _{2e}				
Solarstromanlage	kg/a CO _{2e}			5'351	9'666
Bauliche Massnahme 1	kg/a CO _{2e}		89	89	89
Bauliche Massnahme 2	kg/a CO _{2e}				
Bauliche Massnahme 3	kg/a CO _{2e}				
Erstellung: Umweltbelastungspunkte	UBP06/a	8'205'000	6'142'358	14'755'474	21'701'719
Wärmeerzeuger	UBP06/a	1'650'600	1'650'600	1'650'600	1'650'600
Erdsonden/Grundwassersfassung	UBP06/a	6'554'400	4'369'600	4'369'600	4'369'600
Sonnenkollektoren	UBP06/a				
Kälteerzeuger	UBP06/a				
Wärme/Kraft-Kopplung	UBP06/a				
Solarstromanlage	UBP06/a			8'613'116	15'559'361
Bauliche Massnahme 1	UBP06/a		122'158	122'158	122'158
Bauliche Massnahme 2	UBP06/a				
Bauliche Massnahme 3	UBP06/a				
Primärenergiebedarf	kWh/a	1'432'364	1'344'151	1'187'385	1'089'473
Erstellung (Graue Energie)	kWh/a	32'833	23'488	51'660	74'380
Betrieb: nicht erneuerbar	kWh/a	967'522	868'385	635'917	484'281
Betrieb: erneuerbar	kWh/a	161'853	145'269	106'380	81'014
Betrieb: erneuerbar am Standort	kWh/a	270'155	307'009	393'428	449'798
Treibhausgas-Emissionen	kg/a CO_{2e}	56'451	49'532	42'905	39'408
Erstellung	kg/a CO _{2e}	6'600	4'789	10'140	14'455
Betrieb	kg/a CO _{2e}	49'851	44'743	32'765	24'952
Umweltbelastungspunkte	UBP06/a	145'456'496	129'330'397	104'965'809	90'401'223
Erstellung	UBP06/a	8'205'000	6'142'358	14'755'474	21'701'719
Betrieb	UBP06/a	137'251'496	123'188'039	90'210'335	68'699'503