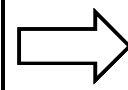


Variantenbildung Wärmeerzeugung Gartensiedlung Bruggenmatt, Bonstetten

		Vorteile	Nachteile
Oel		Platzbedarf Lagerung hohe Energiedichte günstiger Preis langjährige Erfahrung einfache Wartung tiefe Investitionskosten	fossiler Brennstoff Abhängigkeit Ausland unsichere Preisentwicklung lange Transportwege Öl alle 10 Jahre grosse Tankrevision Schwefelgehalt: Korrosion Luftschadstoffe: Schwefel/Stickstoff
Gas		keine Lagerung notwendig Energiedichte günstiger Preis Kondensation möglich tiefe Investitionskosten kleiner Platzbedarf	fossiler Brennstoff Abhängigkeit Ausland steigender Preis lieferantenabhängig
Holz	Hackschnitzel	einheimische Energie CO ₂ neutral nachwachsender Brennstoff regionale Versorgungskette tiefer Energiepreis vollautomatischer Betrieb politische Versorgungssicherheit	Platzbedarf Lagerung Feinstaubbelastung Investitionskosten Platzbedarf Zentrale regelmässige Leerung Aschebehälter brennstoffabhängige Kesselleistung Lagerlüftung notwendig
	Pellets	einheimische Energie CO ₂ neutral Nebenprodukt (Sägerei) direkte Verarbeitung einfache Lagerung niedrige Betriebskosten	Versorgungssicherheit (Brennstoff) Feinstaubbelastung höherer Anlagenbeschaffungspreis regelmässige Leerung Aschebehälter
	Stückholz	erneuerbare Energiequelle CO ₂ neutral einheimisches Produkt Versorgungssicherheit	Feinstaubbelastung hoher Lagerbedarf manuelle Arbeit erforderlich kein automatischer Betrieb möglich
Wärmepumpe	Luft	sehr gute Ökobilanz (mit Ökostrom) kein Kamin je nach Stromquelle CO ₂ neutral hoher Bedienkomfort (automatisch) unabhängig von Preisschwankungen auf Weltmarkt	Investitionskosten für WW-Aufbereitung zusätzliches System vorteilhaft Zusatzheizung erforderlich (Abtaubetrieb) bei grossem Leistungsbedarf kann wenig Umweltwärme genutzt werden
	Grundwasser	dito Luft-WP	Investitionskosten Versorgungssicherheit (Grundwassersenkung) in gewissen Zonen verboten Für WW-Aufbereitung zusätzliches System vorteilhaft
	Erdwärme	dito Luft-WP	Investitionskosten grosser Platzbedarf im Garten teure Sonden Für WW-Aufbereitung zusätzliches System vorteilhaft
	Abwasser	dito Luft-WP sehr guter COP	Investitionskosten hoher Abwasseranfall notwendig (8'000 l/d)
Solar (thermisch)		CO ₂ neutral Gratisenergie Unabhängigkeit	Platzbedarf Investitionskosten Wetterabhängigkeit zusätzliches System notwendig
Blockheizkraftwerk		Stromproduktion kein Brennstofflager (bei Gas) lange Laufzeiten	hohe Investitionskosten Spitzendeckung erforderlich Wärmeabnehmer im Sommer nötig wartungsintensiv → hohe Unterhaltskosten
Abwärme/ Fernwärme		sehr kleiner Platzbedarf keine Brennstofflagerung günstiger Preis Wartungsarm	Abhängigkeit vom Betreiber nicht immer optimales Temperaturniveau
Geothermie		CO ₂ neutral erneuerbare/ unerschöpfliche Energiequelle kein Brennstofflager	Investitionskosten Realisierbarkeit Pilotprojekt



		Ausschlusskriterien
Oel		
Gas		
Holz	Hackschnitzel	Anlieferung unmöglich (Kippplaster) da Hackschnitzellager unter Gebäude → ev. Feuchteprobleme zu aufwändige Lagerlüftung zu grosses Lagervolumen notwendig
	Pellets	
	Stückholz	Lagerung nicht möglich → kein Platz vorhanden aufwändiger, nicht automatischer Betrieb zuviel Brennstoff notwendig um Leistung zu decken
Wärmepumpe	Luft	zuviel Platz notwendig zu kleiner Ertrag von Umweltwärme bei der benötigten Nennleistung (COP ↓)
	Grundwasser	kein nutzbares Grundwasser vorhanden
	Erdwärme	
	Abwasser	Abwasser muss gepumpt werden zu hohe Investitionskosten Temperaturen nicht optimal
Solar		
Blockheizkraftwerk		kein Platz erschwerter Einbringmöglichkeit zu hohe Investitions- und Unterhaltskosten Schallemissionen
Abwärme/ Fernwärme		keine Abwärme oder Fernwärme vorhanden
Geothermie		zu hohe Investitions- und Unterhaltskosten unsichere Realisation



	Wärmeerzeugung	Beschrieb
Variante 1	Oel	- Grundlastabdeckung durch einen Oelkessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Oelkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 2	Gas	- Grundlastabdeckung durch einen Gaskessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Gaskessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 3	Holz	- Grundlastabdeckung durch einen Pelletsholzkessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Pelletsholzkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 4	Wärmepumpe / Oel	- Grundlastabdeckung durch eine Wärmepumpe (Erdsonden) - Spitzenlastabdeckung durch einen Oelkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 5	Wärmepumpe / Gas	- Grundlastabdeckung durch eine Wärmepumpe (Erdsonden) - Spitzenlastabdeckung durch einen Gaskessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 6	Wärmepumpe / Holz	- Grundlastabdeckung durch eine Wärmepumpe (Erdsonden) - Spitzenlastabdeckung durch einen Pelletsholzkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 7	Gas / Oel	- Grundlastabdeckung durch einen Gaskessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Oelkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 8	Holz / Gas	- Grundlastabdeckung durch einen Pelletsholzkessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Gaskessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung
Variante 9	Holz / Oel	- Grundlastabdeckung durch einen Pelletsholzkessel - Spitzenlastabdeckung durch einen Oelkessel - Warmwassererzeugung durch die Heizung

Die Option Warmwassererzeugung mit Solaranlage ist eine dezentrale Lösung und wird nicht in der Nutzwertanalyse betrachtet. Der Vorschlag wird jedoch in der Arbeit als Variante für die Hauseigentümer behandelt.

Nutzwertanalyse Wärmeerzeugung Gartensiedlung Bruggenmatt, Bonstetten

Grundlagen und Rahmenbedingungen

- Als Systemgrenze für die Betrachtungen der Nutzwertanalyse wurde das Grundstück der Siedlung definiert.
- Bei der Nutzwertanalyse wird davon ausgegangen, dass 100% der Gebäudehüllen saniert werden (In Bezug auf die vorliegende Bewertung wären die Unterschiede marginal gegenüber einer Umbaurate von z.B. 50%)

Definition Kriterien

- Investitionskosten:** beinhaltet alle Kosten, welche für die Realisation der Variante notwendig sind
- Energiekosten:** enthält die Kosten, welche für 1 kWh Energie aufgewendet werden muss der Vergleich wurde anhand der aktuellen Kosten erstellt (Jahresmittel 2008)
 Oel: 10 Rp./kWh
 Gas: 10 Rp./kWh
 Holz (Pellets): 7 Rp./kWh
 Elektrizität: 18 Rp./kWh (Mix Hochtarif/Niedertarif)
 [Quelle: <http://www.haustechnik.ch/42.html>], 27.05.2009
- Wartungs- und Unterhaltskosten:** Als Wartungs- und Unterhaltskosten werden alle Kosten bezeichnet, welche notwendig sind, um die Anlage über die Lebensdauer in Betrieb zu halten.
- hohe Betriebssicherheit:** Folgende Kriterien wurden berücksichtigt:
 - Versorgungssicherheit des Energieträgers
 - Störanfälligkeit des jeweiligen Wärmeerzeugers
 - Verfügbarkeit benötigter Verschleisstteile
- hohe Flexibilität in der Realisierung:** - Aufwand für alle notwendigen Massnahmen zur Realisierung der Variante
 - vorgängige Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für eine Realisation
- Emissionen:** enthält alle Emissionen ausser Kohlendioxid CO₂, welche zur Luftverschmutzung beitragen. Insbesondere sind dies folgende Schadstoffe:
 - Feinstaub
 - Stickoxide
 - Kohlenmonoxid

- Anlieferung Brennstoff:** Situation für die Anlieferung des Brennstoffes: Dies beinhaltet u.a. die Zufahrtswege für Lastwagen und Aufwand für die Befüllung von Tanks oder Silos. Im weiteren ist die Anzahl der notwendigen Fahrten für die Anlieferung pro Jahr darin enthalten.
- Platzbedarf:** enthält den Platzbedarf für die komplette Wärmeerzeugung. Dabei wurden die bestehenden Flächen inkl. Tanks berücksichtigt. Folgende Punkte sind beachtet worden:
 - Zentralengrösse (für Wärmeerzeuger und Verteilung)
 - Tankgrössen
 - Silogrössen
 - Fläche für Erdsondenfelder
- Systemeffizienz:** Aufgrund der vorhandenen Gegebenheiten (Warmwasser, Heizkörper etc.) können die Systemtemperaturen nicht beliebig gesenkt werden. Dies wirkt sich bei gewissen Erzeugern negativ auf den Wirkungsgrad aus.
- Bauliche Massnahmen:** Für einige Varianten sind diverse bauliche Massnahmen nötig. Dies beinhaltet u.a. Vergrösserung der Zentrale oder Erstellung von Erdwärmesondenbohrungen.
- CO₂-neutral:** Beurteilung der Energieträger bezüglich CO₂-Ausstosses und damit Einfluss auf den Klimawandel. Berücksichtigung von endlichen und nachwachsenden Energieträger.

Erfüllungsgrad 1-9

Kriterium	Gewichtung [0-100%]	Variante 1		Variante 2		Variante 3		Variante 4		Variante 5		Variante 6		Variante 7		Variante 8		Variante 9	
		Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis	Erfüllungs-grad	Ergebnis
Investitionskosten	13%	9	1.17	7	0.91	5	0.65	3	0.39	2	0.26	1	0.13	8	1.04	4	0.52	6	0.78
Energiekosten	12%	3	0.36	3	0.36	8	0.96	7	0.84	7	0.84	9	1.08	3	0.36	5	0.6	5	0.6
Wartungs-, Unterhaltskosten	5%	5	0.25	9	0.45	1	0.05	6	0.3	8	0.4	4	0.2	7	0.35	3	0.15	2	0.1
hohe Betriebssicherheit	5%	9	0.45	9	0.45	6	0.3	3	0.15	3	0.15	1	0.05	7	0.35	6	0.3	6	0.3
hohe Flexibilität in Realisierung	6%	9	0.54	8	0.48	4	0.24	5	0.3	3	0.18	1	0.06	8	0.48	3	0.18	6	0.36
Emissionen	5%	4	0.2	6	0.3	1	0.05	8	0.4	9	0.45	7	0.35	5	0.25	3	0.15	3	0.15
Anlieferung Brennstoff	7%	3	0.21	8	0.56	1	0.07	6	0.42	9	0.63	5	0.35	7	0.49	4	0.28	2	0.14
Platzbedarf	18%	9	1.62	9	1.62	1	0.18	4	0.72	4	0.72	2	0.36	9	1.62	6	1.08	6	1.08
Systemeffizienz	12%	9	1.08	6	0.72	9	1.08	3	0.36	1	0.12	3	0.36	6	0.72	6	0.72	9	1.08
bauliche Massnahmen	11%	9	0.99	8	0.88	2	0.22	6	0.66	6	0.66	1	0.11	8	0.88	6	0.66	6	0.66
CO ₂ -neutral	6%	3	0.18	3	0.18	9	0.54	7	0.42	7	0.42	9	0.54	3	0.18	7	0.42	7	0.42
Nutzwert	100%		7.05		6.91		4.34		4.96		4.83		3.59		6.72		5.06		5.67