



Energiekonzept Heizung

Neubau Berufsschulzentrum Konstanz

19.07.2021

Variantevorstellung für die Beheizung

- Variante 1: Pelletkessel (nicht näher verfolgt)
- Variante 2: Hackgutkessel
- Variante 3: Gas-Absorptionswärmepumpe (nicht näher verfolgt)
- Variante 4: Eis-Speicher mit Sole-/Wasser Wärmepumpe
- Variante 5: Luft-/Wasser-Wärmepumpe

Ergänzende Varianten: Integration Pilotanlagen mit grünem Methanol (nicht näher verfolgt)

- Variante 6: Luft-/Wasser-Wärmepumpe und Methanol (flüssiger Wasserstoff) KWK-Anlage
- Variante 7: Eis-Speicher mit Sole-/Wasser Wärmepumpe und Methanol (flüssiger Wasserstoff) KWK-Anlage

Für alle Varianten ist ein Gas-Brennwert-Spitzenlastkessel vorgesehen.

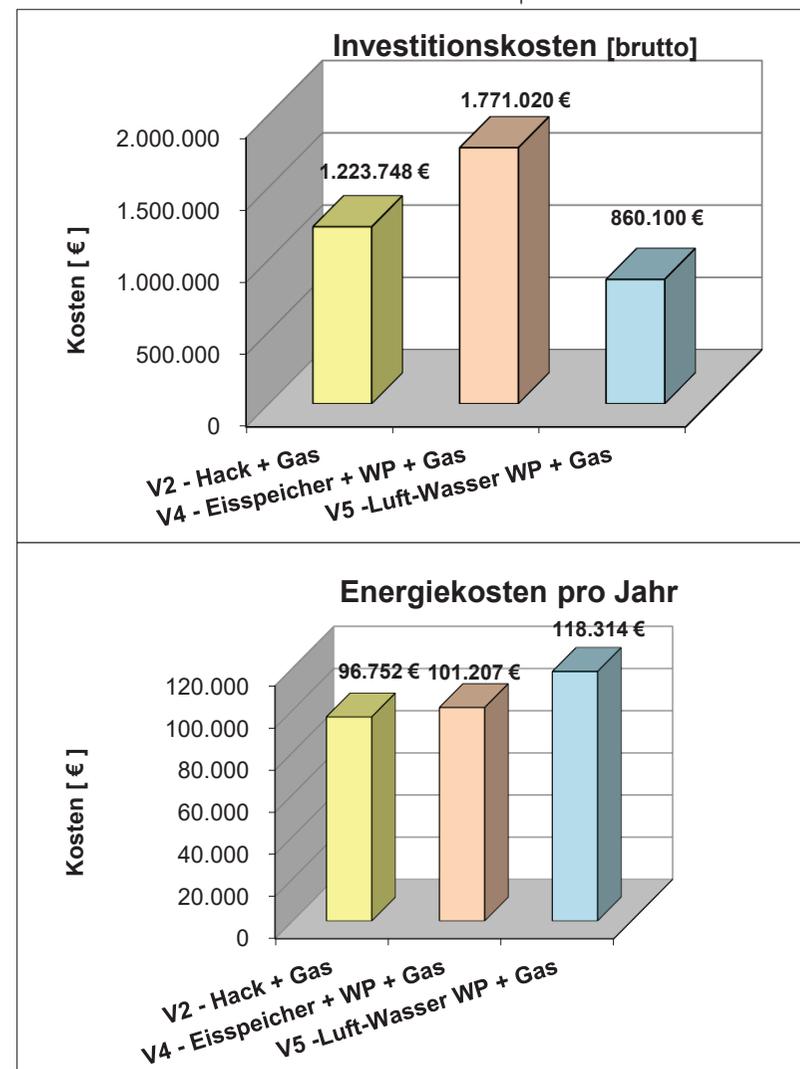
Ausgangsdaten

• Wärmebedarf	ca. 1.725 MWh/a	nach Testreferenzjahr 2015 ext. Winter
• Kältebedarf Lüftung	ca. 135 MWh/a	nach Testreferenzjahr 2045 ext. Sommer
• Strombedarf Lüftung	ca. 308 MWh/a	nach Nutzungszeiten Lüftungsanlage
• Spitzenleistung Heizen	ca. 1.000 kW	
• Spitzenleistung Kühlen	ca. 650-700 kW	
Energiepreise (brutto)		
• Erdgas	4,956 - 5,432 ct/kWh	je nach Verbrauch (Stadtwerke KN)
• Strom	27,0 ct/kWh	Angabe durch LRA
• Hackschnitzel	2,70 ct/kWh	Mittelwert. 2019 C.A.R.M.E.N. WG 35 Süd
• Holzpellets	5,00 ct/kWh	Mittelwert. 2019 C.A.R.M.E.N. (20 t) Süd

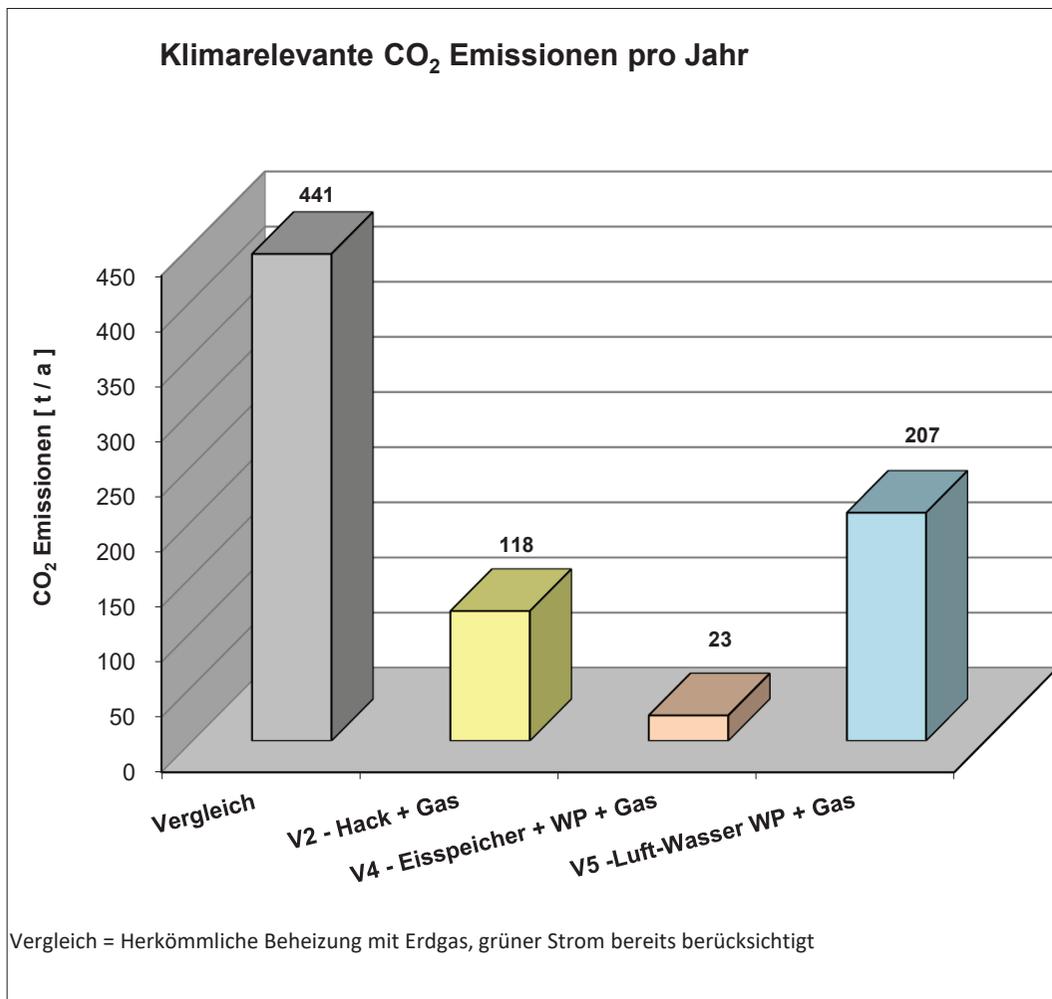
Jahresgesamtkosten

	Variante 2	Variante 4	Variante 5
Gesamtkosten	Hack + Gaskessel	Eisspeicher + WP + Gaskessel	Luft - Wasser WP + Gas
Investitionskosten netto (€)	1.223.748,00	1.771.020,00	860.100,00
A. Kapitalgebundene Kosten netto (€/a)	62.411,29	61.871,52	45.169,81
B. Betriebsgebundenen Kosten netto (€/a)	32.597,25	20.908,50	17.777,50
C. Verbrauchsgebundene Kosten netto (€/a)	96.751,51	101.206,77	118.313,75
D. Jahresgesamtkosten netto (€/a) ca.	191.760,05	183.986,79	180.751,75
D. Jahresgesamtkosten brutto (€/a) ca.	228.194,46	218.944,28	215.094,58
spezifisch Energiekosten brutto (€/kWh) ca.	0,1053	0,1010	0,0992
spezifischer Wärmepreis brutto (€/kWh) ca.	0,1034	0,0981	0,0962

Nach VDI 2067



CO₂- Emissionen und CO₂-Steuer



CO₂-Äquivalente nach GEMIS 5.0:

- Strom erneuerbar: 0 g/kWh (Angabe LRA)
- Gas: 247 g/kWh
- Hackschnitzel: 24 g/kWh

Quelle: KEA-BW Emissionsfaktoren

CO₂-Bepreisung Deutschland

2021:	25 €/t	2022:	30 €/t
2023:	35 €/t	2024:	45 €/t
2025:	55 €/t	2026:	60 €/t

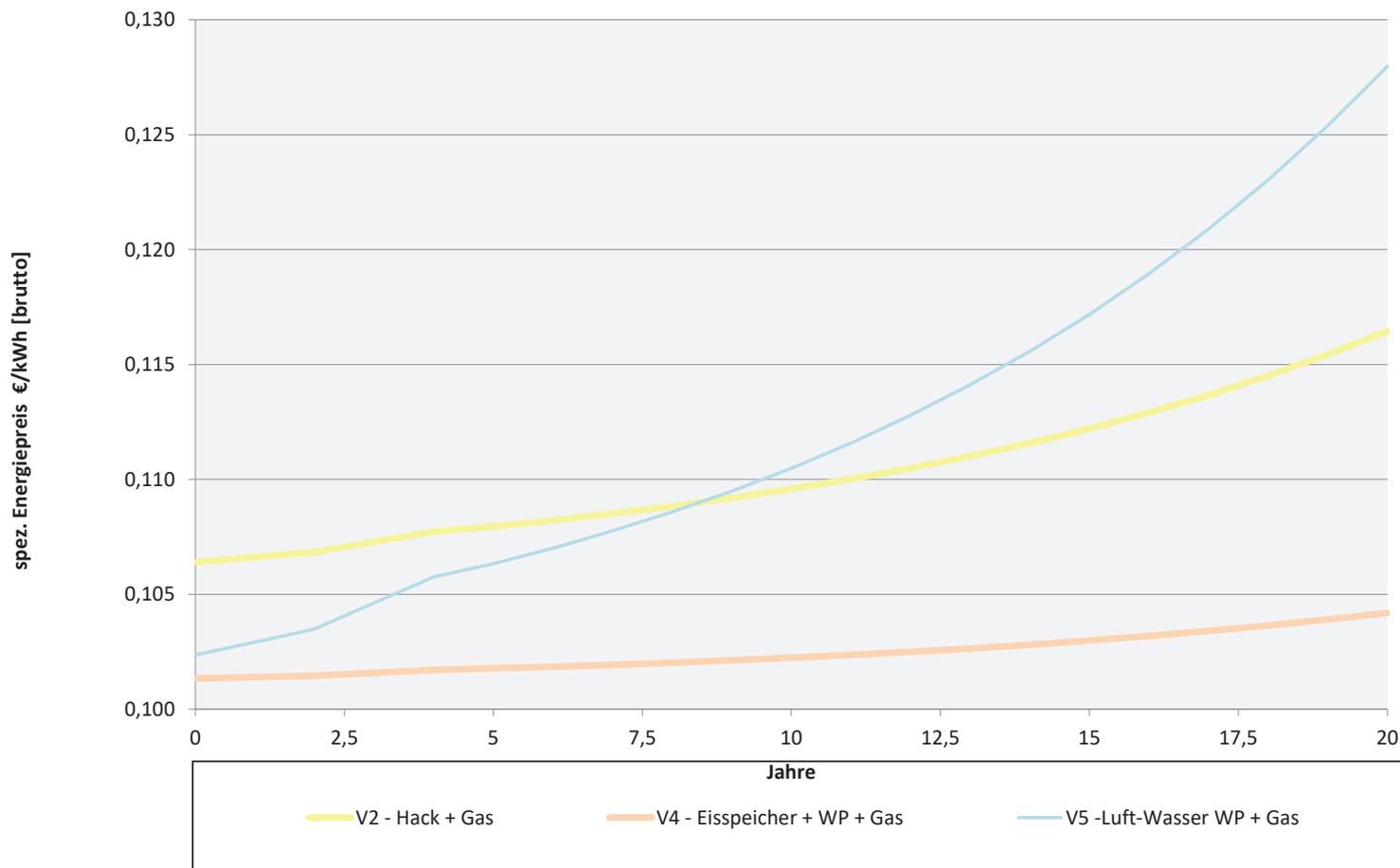
Danach ang. Preissteigerung von 10 %

CO₂-Steuer über 20 Jahre Erdgas

Vergleich:	1.035.957 €
Variante 2:	190.483 €
Variante 4:	54.236 €
Variante 5:	485.358 €

Preisentwicklung mit Berücksichtigung CO₂-Steuer

Entwicklung des spez. Energiepreis je Jahr Entwicklung 20 Jahre



Vergleich 20 Jahre Summe

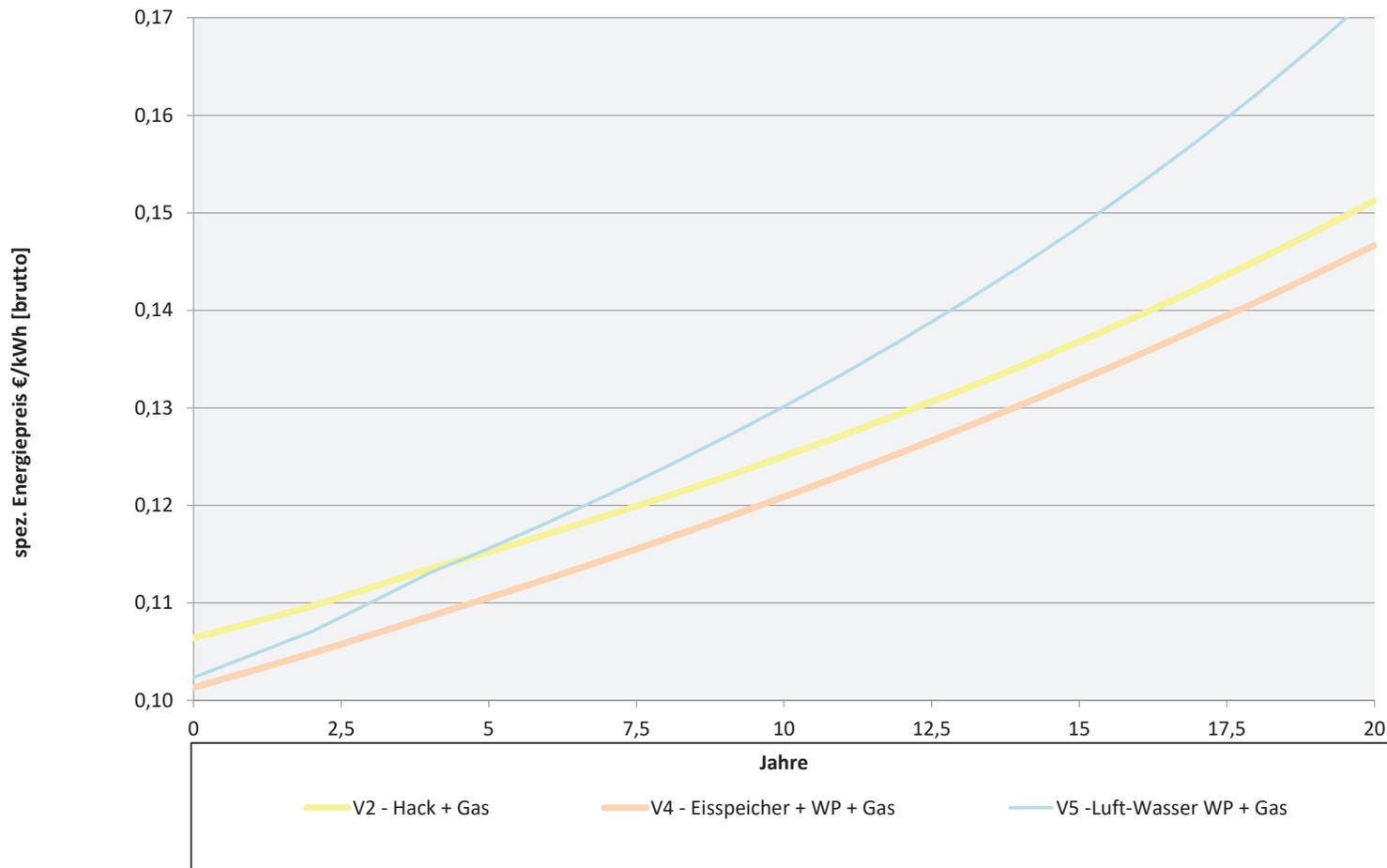
Variante 2: 5.754.330 €

Variante 4: 5.553.924 €

Variante 5: 6.046.280 €

Preisentwicklung über 20 Jahre mit Preissteigerung

Entwicklung des spez. Energiepreis je Jahr Entwicklung 20 Jahre



Vergleich 20 Jahre Summe

Variante 2: 5.018.758 €

Variante 4: 4.662.370 €

Variante 5: 5.107.290 €

Angen. Preissteigerungen

Erdgas 2,00 %

Holzpellets 0,90 %

Holzackschnitzel 0,70 %

Strom 2,50 %

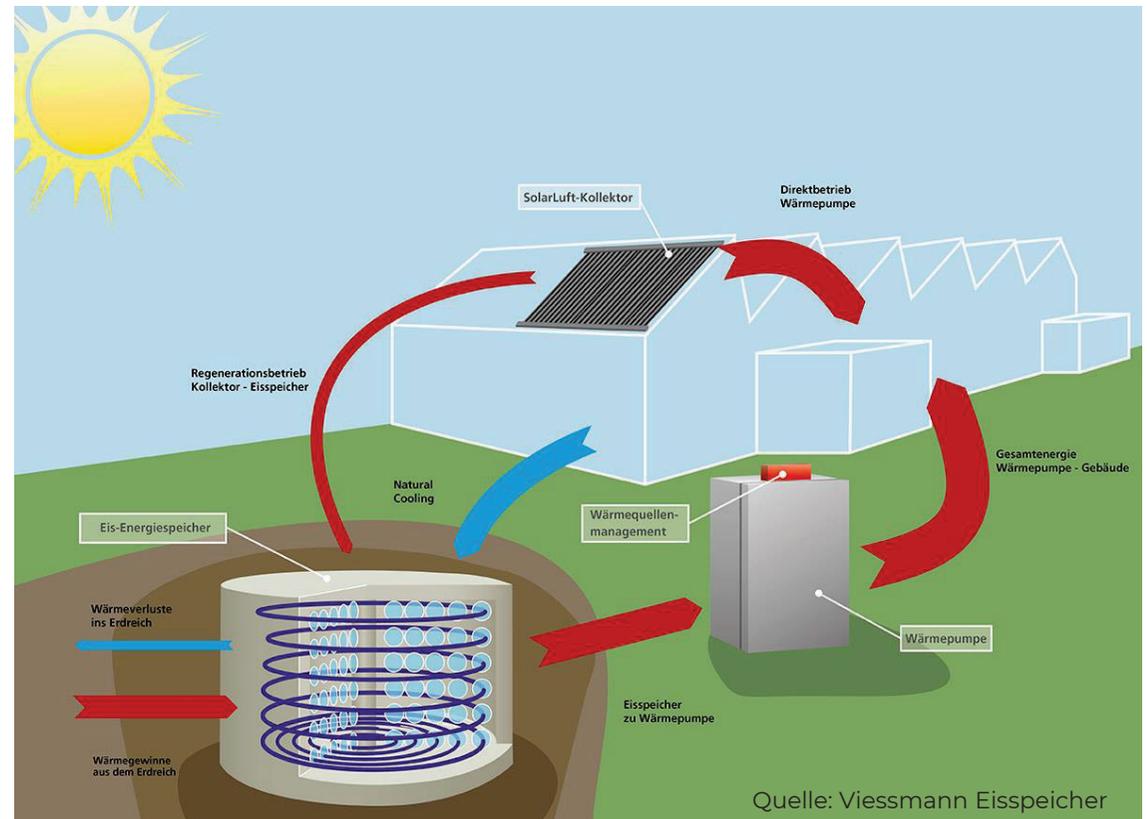
Methanol 1,00 %

Lohnkosten 2,50 %

Empfehlung

Variante 4 Eisspeicher mit Sole-/Wasser Wärmepumpe und Gas-Spitzenlastkessel

- Unter Berücksichtigung der CO₂-Steuer trotz hoher Investitionskosten wirtschaftlichste Variante
- Eisspeicher = Innovativ und Nachhaltig
- Kein hoher Aufwand für Brennstofflieferungen Holz
- Beste Möglichkeit der Kühlung durch natürliche Kühlung über den Eisspeicher mit minimalem Energieeinsatz



Pilotprojekt Methanol KWK als zusätzliche Innovation über die Nutzungszeit 20 Jahre nahezu kostenneutral, wenn Herstellersubvention und Brennstoffpreise tatsächlich wie angenommen abbildbar wären. Aktuelle Marktpreise hierfür im Moment noch nicht wirtschaftlich! Eine Nachrüstung für die vorgeschlagene Variante ist möglich und zum richtigen Zeitpunkt sinnvoll.