

*Herzlich
Willkommen!*

Energiezentrale Schortens

**Umstellung auf eine regenerative und fossilfreie
Wärmeversorgung**

IST-Zustand

Anlagen:

Erdgas-BHKW: $275 \text{ kW}_{\text{therm}}$ und $202 \text{ kW}_{\text{el}}$

Erdgas-Spitzenlastkessel: $500 \text{ kW}_{\text{therm}}$

Biomassekessel: $320 \text{ kW}_{\text{therm}}$

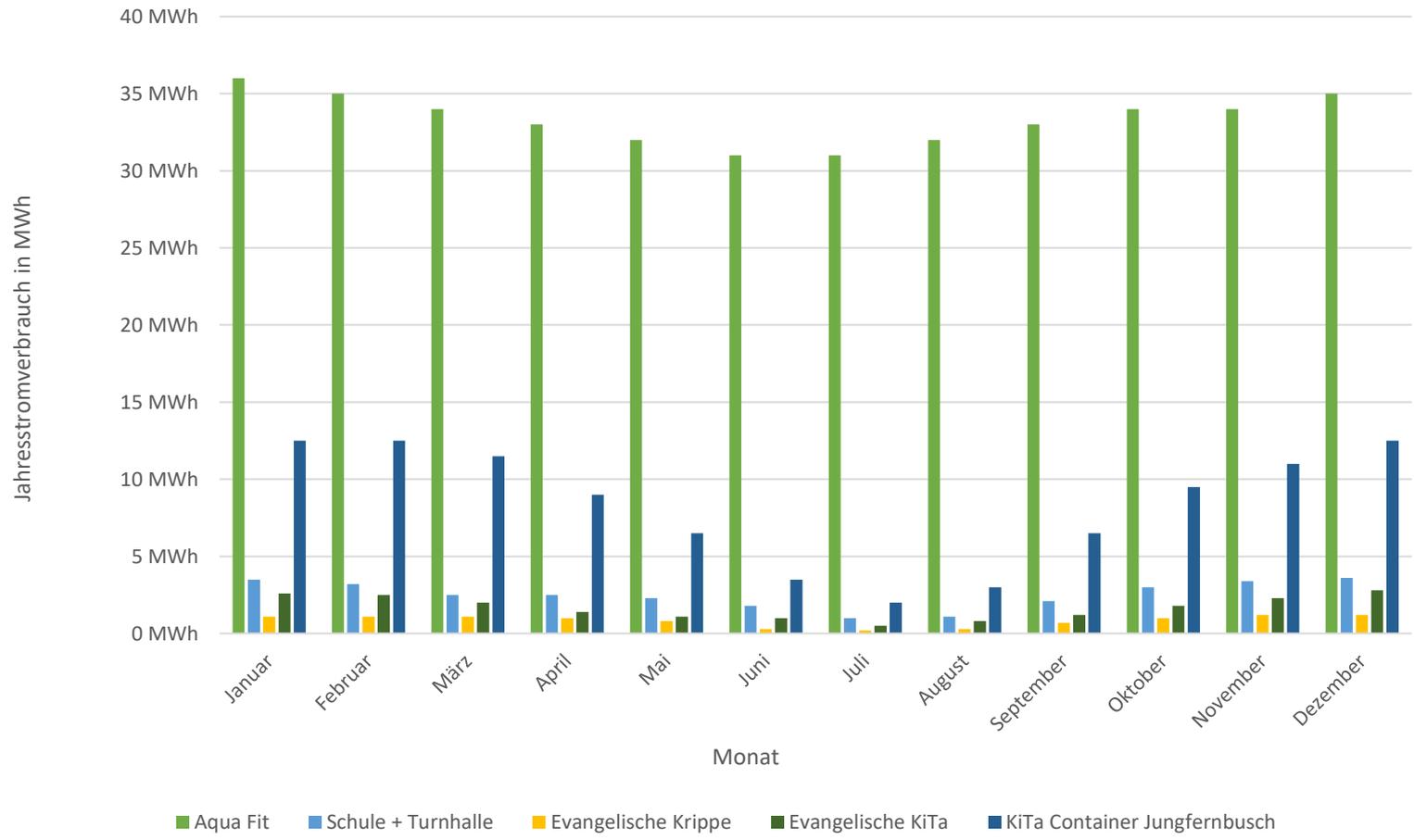
Kalkulatorischer Jahresstromverbrauch: 560.000 kWh

Kalkulatorischer Jahreswärmeverbrauch: 1.500.000 kWh

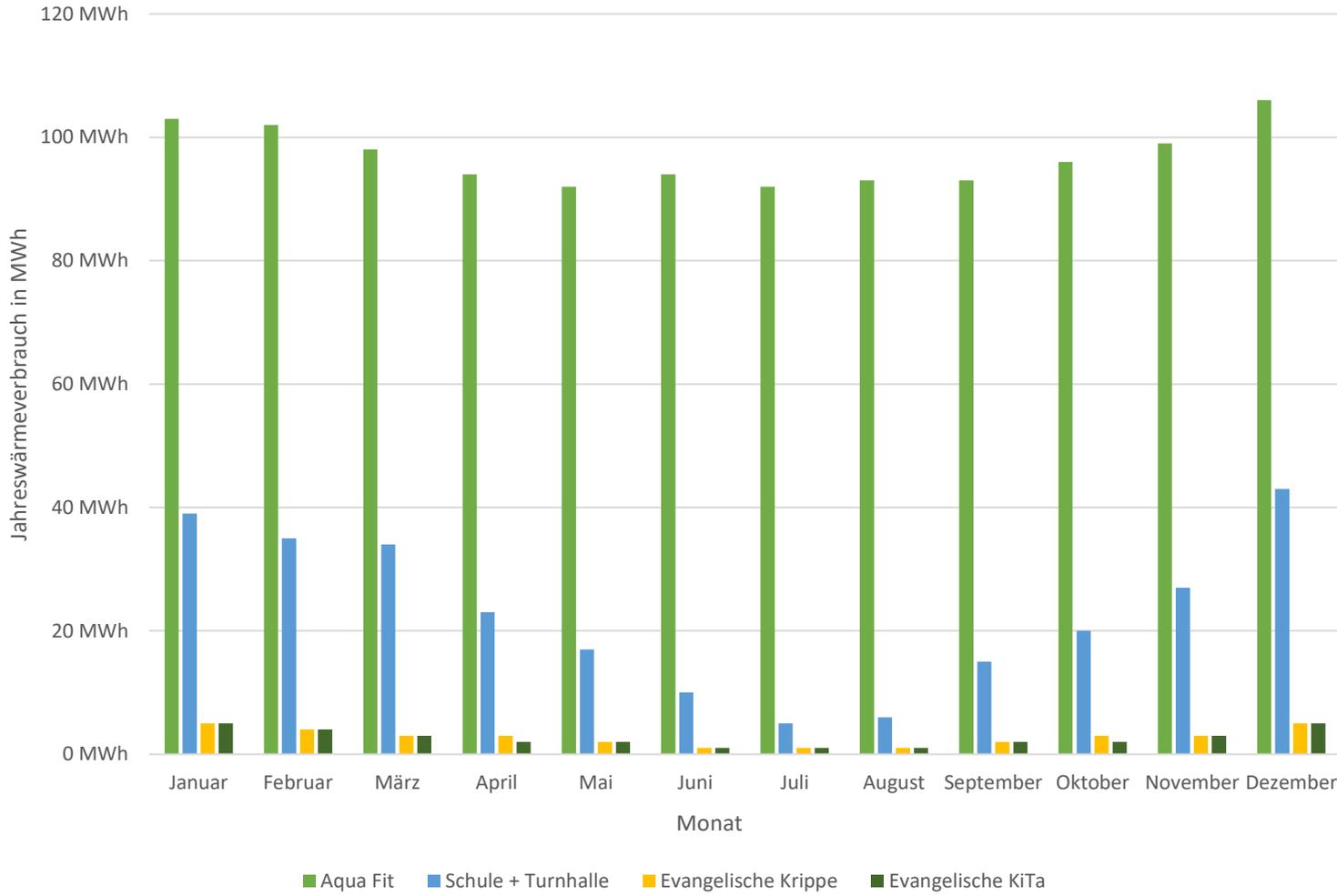
Ziel: Regenerative, fossilfreie Wärmeversorgung für Krippe, KiTa, Schule, Turnhalle und Aqua Fit



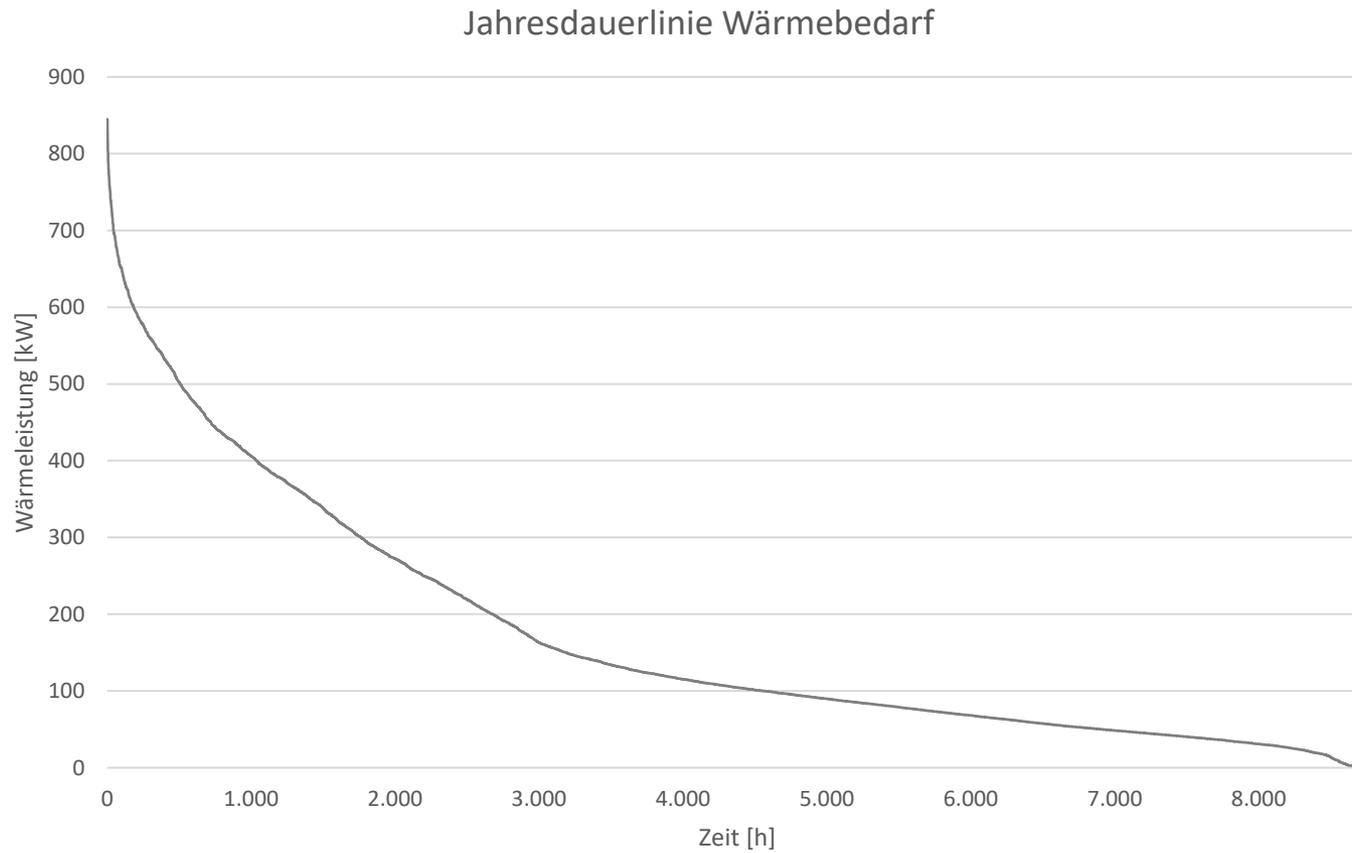
Strombedarf



Wärmebedarf



Wärmebedarf



Maßnahmenübersicht

- Die folgenden Maßnahmen werden in den folgenden Übersichten beschrieben
- **Verschiedene Kombinationen aus den vorgestellten Maßnahmen führen zu verschiedenen Versorgungsvarianten**
 - **Versorgungsvarianten werden hinsichtlich der energetische Bilanz simuliert und bewertet**
 - **Versorgungsvarianten werden innerhalb einer Wirtschaftlichkeitsberechnung bewertet**

Maßnahmen

PV-Anlage

Luft-Wasser-Wärmepumpe

Erdwärmesonde + Wasser-Wasser-Wärmepumpe

Elektrolyseur

H2 BHKW

Kleinwindenergieanlage

Biomassekessel

Maßnahme: Photovoltaik

Anlagenleistung:	222,38 kWp
Jahresertrag:	224.894 kWh/a
Eingesparte CO ₂ -Emissionen:	24.064 kg CO _{2,eq} /a (gemessen an dt. Strommix)



Maßnahme: Photovoltaik

Leichtbau



Module

Artikel-Nr.	Hersteller	Artikelbezeichnung	Gewicht (kg)	Gewicht/ m ²	Leistung (W)	Abmessung (mm)
600041	SunMan	SunMan FLEX SMF375M-6X12UW	5,8	2,90	375	2002 x 1000 x 2
600046	SunMan	SunMan FLEX SMF430F12x12UW	7,3	3,25	430	2054 x 1093 x 2
600123	SunMan	SunMan SLIM SMD290M-6X10DW	5,6	3,25	290	1690 x 1019 x 5,6

Quelle: <https://www.osna-tech.de/downloads/>



Quelle: NOZ „Wallenhorster Fitnesscenter setzt auf Sonnenstrom“

DIMENSIONS

I-V CURVE (430)

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Nominal Module Operating Temperature(NOMT)	41±2 °C
Temperature Coefficient of P _{max}	-0.38 %/°C
Temperature Coefficient of V _{oc}	-0.28 %/°C
Temperature Coefficient of I _{sc}	0.020 %/°C

SMF430F IEC EN 2022B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STC	SMF425F-12X12UW	SMF430F-12X12UW
Maximum Power (P _{max})	425	430
Maximum Power Voltage (V _{mp})	41.8	42.0
Maximum Power Current (I _{mp})	10.17	10.24
Open-circuit Voltage (V _{oc})	49.6	49.8
Short-circuit Current (I _{sc})	10.67	10.74
Module Efficiency (%)	19.2	19.4
Operating Temperature	-40 °C to 85 °C	
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)	
Maximum Series Fuse Rating	20 A	
Application Class	Class A	
Power Tolerance	0/+5 W	

STC: Irradiance 1000W/m², Cell temperature 25 °C, AM1.5G, Wind speed 1 m/s. Tolerances of P_{max}, V_{mp} and I_{sc} are within ±0.5%

NMOT	SMF425F-12X12UW	SMF430F-12X12UW
Maximum Power (P _{max})	321.4	325.1
Maximum Power Voltage (V _{mp})	38.6	38.8
Maximum Power Current (I _{mp})	8.33	8.38
Open-circuit Voltage (V _{oc})	46.6	46.8
Short-circuit Current (I _{sc})	8.64	8.69

NMOT: Irradiance 800W/m², Ambient temperature 20 °C, AM1.5G, Wind speed 1 m/s.

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Solar Cell	Monocrystalline silicon(166mm half cell)	
No. of Cells	144 (12×12)	
Module Dimensions	2054×1080×2 mm	
Weight	7.2kg	
Backsheet	White	
Frame	Frameless	
J-box	IP 68 rated	
Output Cables	Photovoltaic technology cable 4.0 mm ² , (+)300 / (-)300 mm	
Connector	MC4 compatible	

PACKAGING CONFIGURATION

Module per pallet	20' GP	40' HC
Pieces per container	66×40	66×40
	530	1400

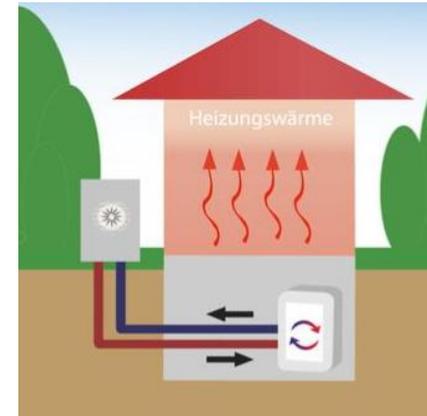
Quelle: technische Datenblatt Sunman

Maßnahme: Luft-Wasser-Wärmepumpe (L-W)

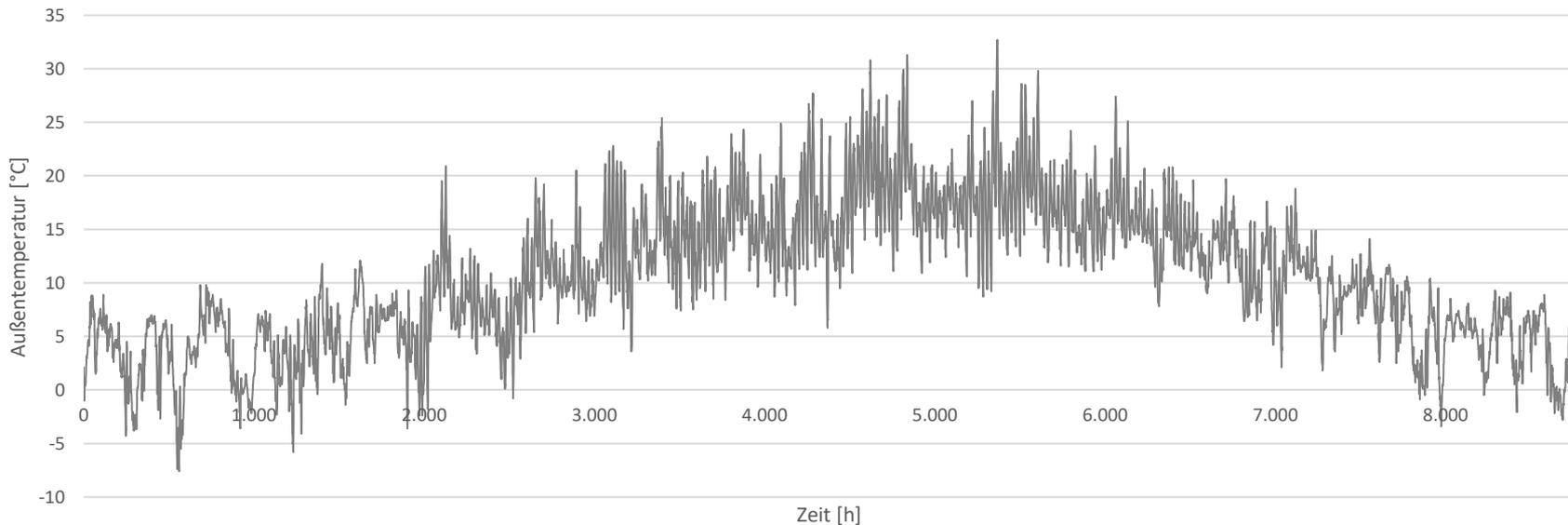
- Wärmepumpe möglichst mit konstanter Quellentemperatur betreiben (Abhängigkeit von Außentemperatur ungünstig)
- Entscheidend ist der Temperaturhub, d. h. um so größer die Differenz zwischen der höchsten Temperatur (Vorlauf Wärmesenke) und der niedrigsten (Rücklauf Wärmequelle), um so geringer ist der COP und auch die abgegebene Leistung.
- **Hier sehr großer Temperaturhub (Vorlauf 80°C -> JAZ/COP nur 1,75)**

Wärmepumpe (Luft/Wasser) L10/W80

Leistung	305 kW
COP (theoretisch für R1234yf mit W10/W80)	2,6
JAZ (bei wechselnder Außentemperatur und Vorlauf 80°C)	1,75
Elektrische Aufnahmeleistung	174,29 kW



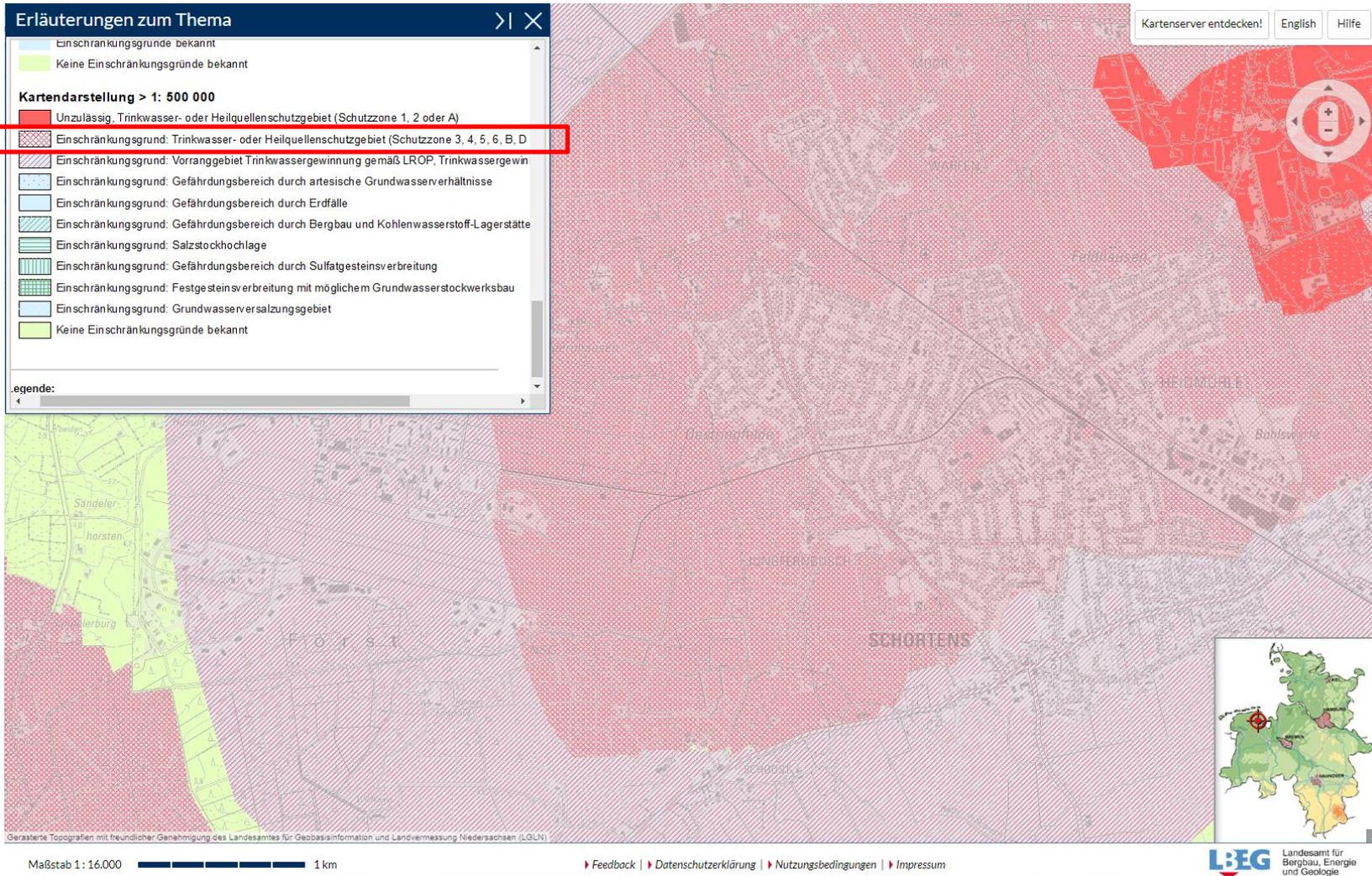
Lufttemperatur 2m Höhe über Grund - Schortens



Maßnahme: Geothermie + Wärmepumpe (W-W) pbr.NETZenergie

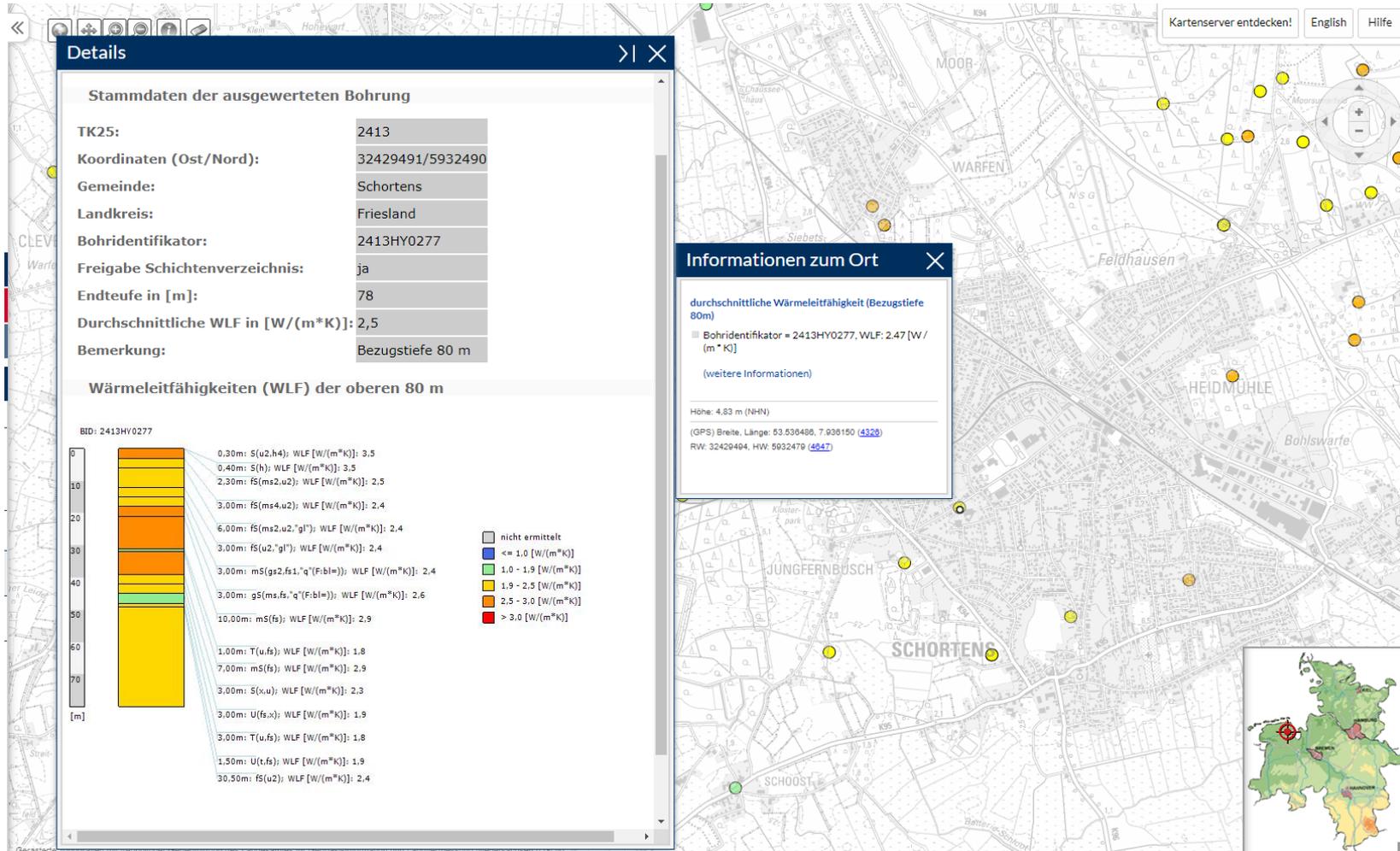
So ist in Trinkwasserschutzgebieten eine geothermische Nutzung entweder untersagt oder nur unter bestimmten Auflagen möglich. Eine Errichtung von Erdwärmesonden/-brunnen in den Trinkwasserschutzzonen I und II ist generell unzulässig. In weiteren Schutzzonen ist es von den geologischen und den wasserwirtschaftlichen Verhältnissen abhängig, ob Erdwärmesonden/-brunnen genehmigt werden.

→ Empfehlung: Voranfrage bei unterer Wasserbehörde

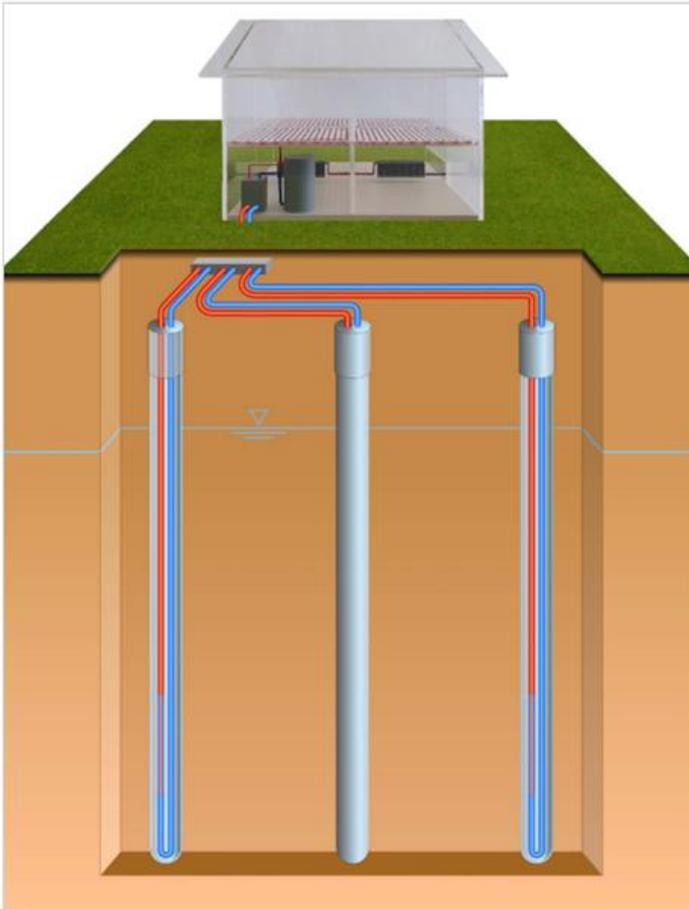


Maßnahme: Geothermie + Wärmepumpe (W-W) pbr.NETZenergie

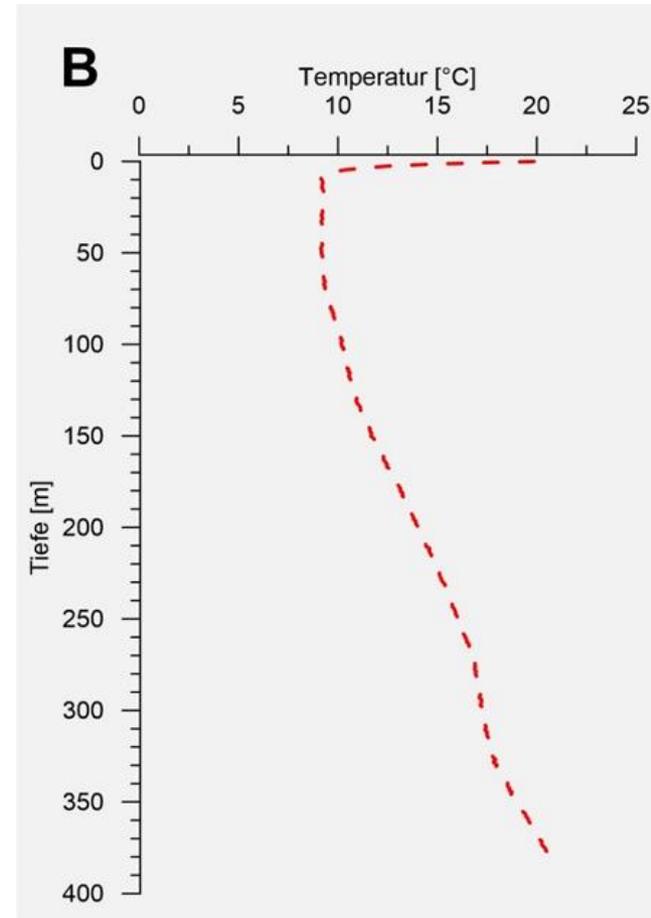
- Nahegelegene Bohrung (80 m tief)
- Durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit der Gesteinsschichten: 2,5 W/(m*K)



Maßnahme: Geothermie + Wärmepumpe (W-W) pbr. NETZenergie



Beispielsystem: Haus mit 3 Erdwärmesonden
[LBEG (2022): Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen]



Temperaturverlauf Bohrung Nienburg (Weser)-46 (Juli 2014)
[LBEG (2022): Leitfaden Erdwärmennutzung in Niedersachsen]

Maßnahme: Geothermie + Wärmepumpe (W-W) pbr. NETZenergie

Wärmepumpe (Wasser/Wasser) W10/W80

Leistung	305 kW
COP (theoretisch für R1234yf mit W10/W80)	2,6
Elektrische Aufnahmeleistung	117,31 kW

Geothermie

Bemerkung

spezifische Wärmeleitfähigkeit Durchschnitt	2,47 W/(m*K)	Bohrung/ Messung: 2413HY0277
Temperatur bei 100 m	13 °C	Bohrung/Messung: Nienburg (Weser)-46
spezifische Entzugsleistung	32,11 W/m	
Thermischer Bedarf Geothermie	188 kW	
Entzugsleistung pro 100m Bohrung	3,211 kW	
Anzahl notwendiger 100m Bohrungen	58,45 Stk.	

Maßnahme: Wasserstoff - Sektorenkopplung

Windenergie aus der Umgebung Schortens

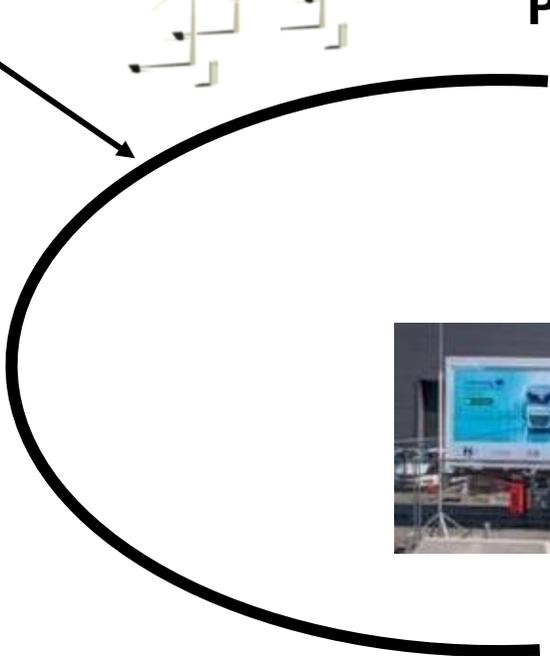


PV



Elektrolyseur

Quelle: Wasserstoff und Brennstoffzelle; Töpfer, Lehmann



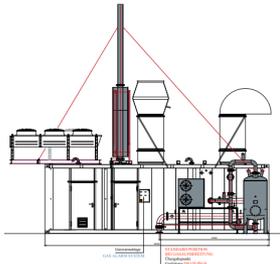
Speicher und/oder ggf.

Tankstelle

Quelle:Wystrach GmbH

BHKW

**Ggf. Tankstelle
Eigener Fuhrpark
und weitere Nutzer**



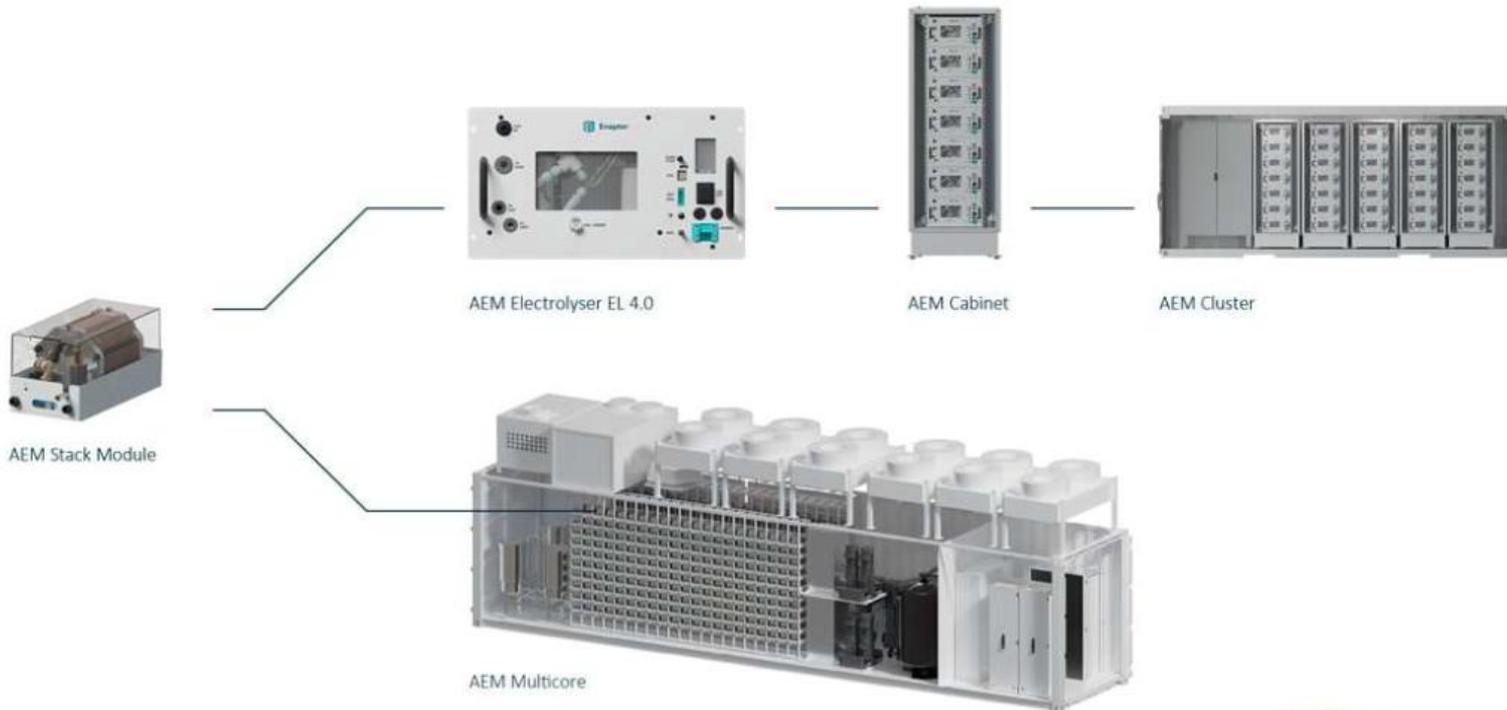
← Thermische Energie

← Elektrische Energie



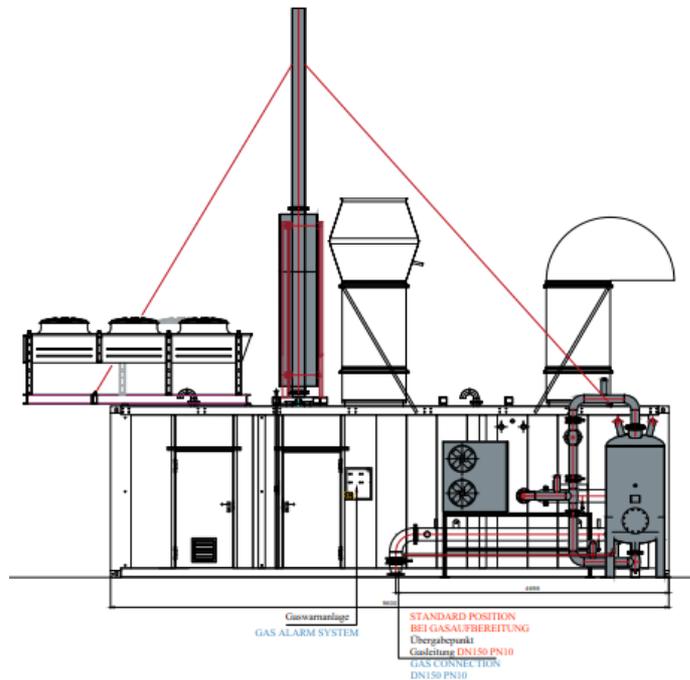
Maßnahme: Wasserstoff - Elektrolyseur

- Elektrolyseur (hier modularer Aufbau → Bei Bedarf kann man Stack Module erweitern)
- Gute Kaltstarteigenschaften und Lastwechselgeschwindigkeiten
 - Netzstabilisation
 - Ausgleich zur volatilen Erzeugung aus PV- und Windenergieanlagen
 - Chemische Speicherung von erneuerbaren Strom



Maßnahme: Wasserstoff – H2 BHKW

- Bivalentes BHKW (Wechselbetrieb Wasserstoff/ Biogas/ Erdgas möglich)
- Gute Kaltstarteigenschaften und Lastwechselgeschwindigkeiten
 - Netzstabilisation
 - Ausgleich zur volatilen Erzeugung aus PV- und Windenergieanlagen
 - Rückverstromung von grünem Wasserstoff



H2 BHKW

Quelle: Wasserstoff-BHK 2G Energy AG

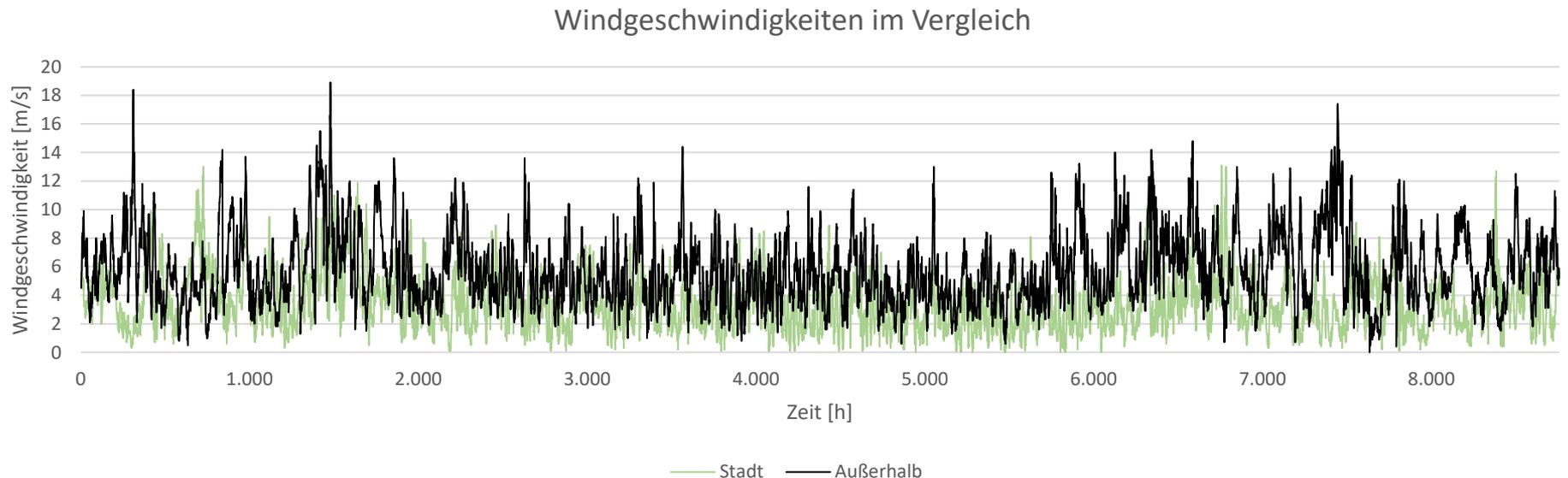


H2 BHKW

Quelle: Wasserstoff-BHK 2G Energy AG

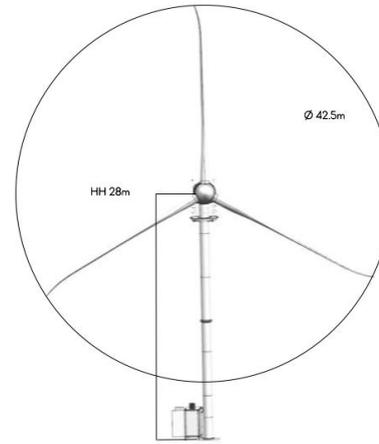
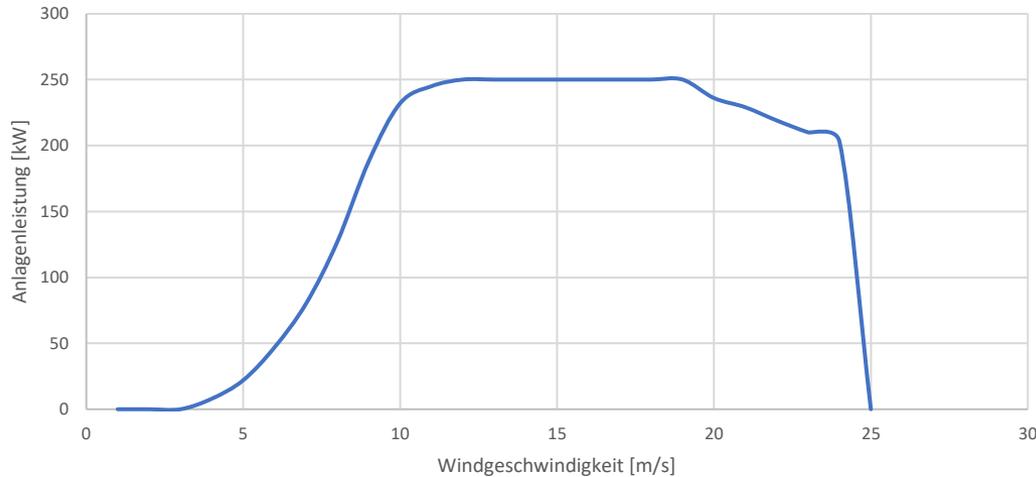
Maßnahme: Wasserstoffherzeugung mit Strom aus (Klein-) WEA

- Vergleich der Windgeschwindigkeiten im Vergleich zwischen Stadtgebiet und außerhalb der Stadt
 - Stadt: 3,44 m/s (Durchschnitt pro Jahr) – bei 10 m über Grund
 - Außerhalb: 5,76 m/s (Durchschnitt pro Jahr) – bei 10 m über Grund
- Außerhalb der Stadt weniger Einfluss der Umgebung auf die Windgeschwindigkeit
 - Insbesondere bei Kleinwindenergieanlagen relevant

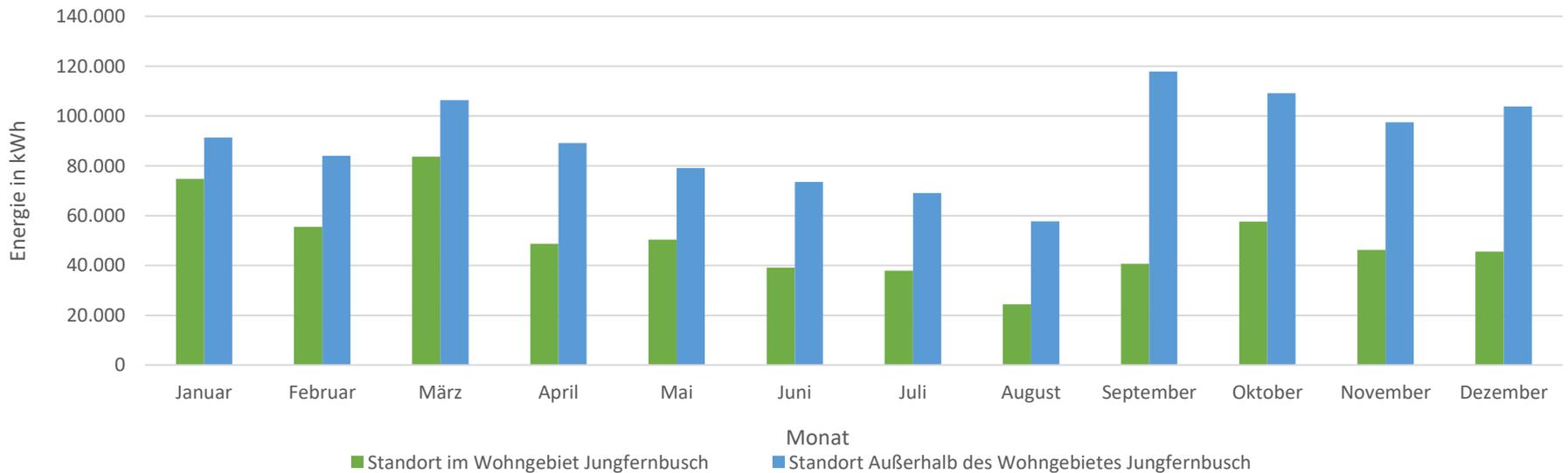


Maßnahme: Wasserstoffherzeugung mit Strom aus (Klein-) WEA

Kennlinie LTW 42



Layout Leitwind LTW42 250 kW



Variante 1

Anlagen:

Bestand-Biomassekessel 1:	320 kW _{therm}
PV-Anlage:	222,38 kW _p
Biomassekessel 2:	350 kW _{therm}

Variante 2

Anlagen:

Bestand-Biomassekessel 1:	320 kW _{therm}
PV-Anlage:	222,38 kW _p
Wärmepumpe (Luft-Wasser):	305 kW _{therm}

Variante 3

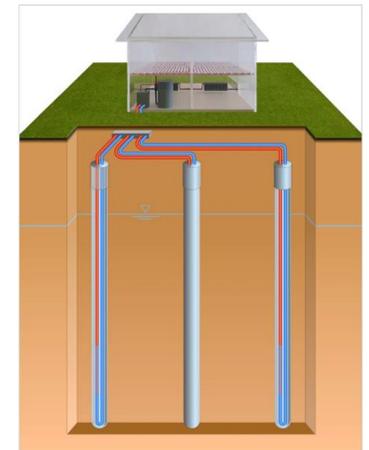
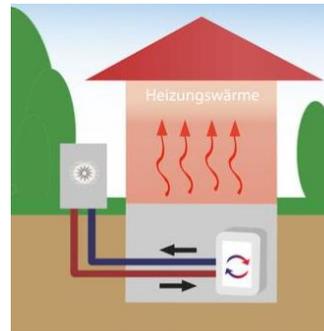
Anlagen:

Bestand-Biomassekessel 1:	320 kW _{therm}
PV-Anlage:	222,38 kW _p
Wärmepumpe (Wasser-Wasser):	305 kW _{therm}
Erdwärmesonden:	58 x 100m

Variante 4

Anlagen:

Bestand-Biomassekessel 1:	320 kW _{therm}
Biomassekessel 2:	150 kW _{therm} bzw. 200 kW _{therm}
PV-Anlage:	222,38 kW _p
Weitere PV:	500 bzw. 800 kW _p
WEA:	1 bzw. 2 x 250 kW _{el}
Elektrolyseur:	500 kW _{el} bzw. 750 kW _{el}
H2-BHKW:	2 x 50 kW _{el} / 2 x 50 kW _{therm}
H2-Speicher:	1.875 kWh _{H2} bzw. 2.690 kWh _{H2}



Energetische Bilanz

Ist-Zustand

Kalkulatorischer Jahresstromverbrauch: 560.000 kWh

Kalkulatorischer Jahreswärmeverbrauch: 1.500.000 kWh

Ziel: Regenerative, fossilfreie Wärmeversorgung für Krippe, KiTa, Schule, Turnhalle und Aqua Fit

Energiebezug	Ist	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 wf	Variante 4 sf
Strom	560.000 kWh	364.318 kWh	524.445 kWh	565.077 kWh	15.523 kWh	598 kWh
Erdgas	704.944 kWh	- kWh	- kWh	- kWh	- kWh	- kWh
Biomasse	1.180.552 kWh	1.666.785 kWh	1.320.370 kWh	1.077.831 kWh	766.101 kWh	1.209.177 kWh
Gesamt	2.445.497 kWh	2.031.103 kWh	1.844.815 kWh	1.642.908 kWh	781.354 kWh	1.209.776 kWh

EE-Stromerzeugung	Ist	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 wf	Variante 4 sf
PV	0 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh
H2 BHKW	0 kWh	- kWh	- kWh	- kWh	955.223 kWh	363.720 kWh
Gesamt	0 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh	224.894 kWh	1.323.464 kWh	588.614 kWh

Wirtschaftliche Parameter

Energiekosten		Einheit	Wert	Preisenticklung	
Strom	0,25	€/kWh		Strompreis	2% pro Jahr
Erdgas	0,08	€/kWh		Gaspreis	2% pro Jahr
Biomasse	0,067	€/kWh		Holzpreis	1% pro Jahr
				Kapitalzins	5% pro Jahr

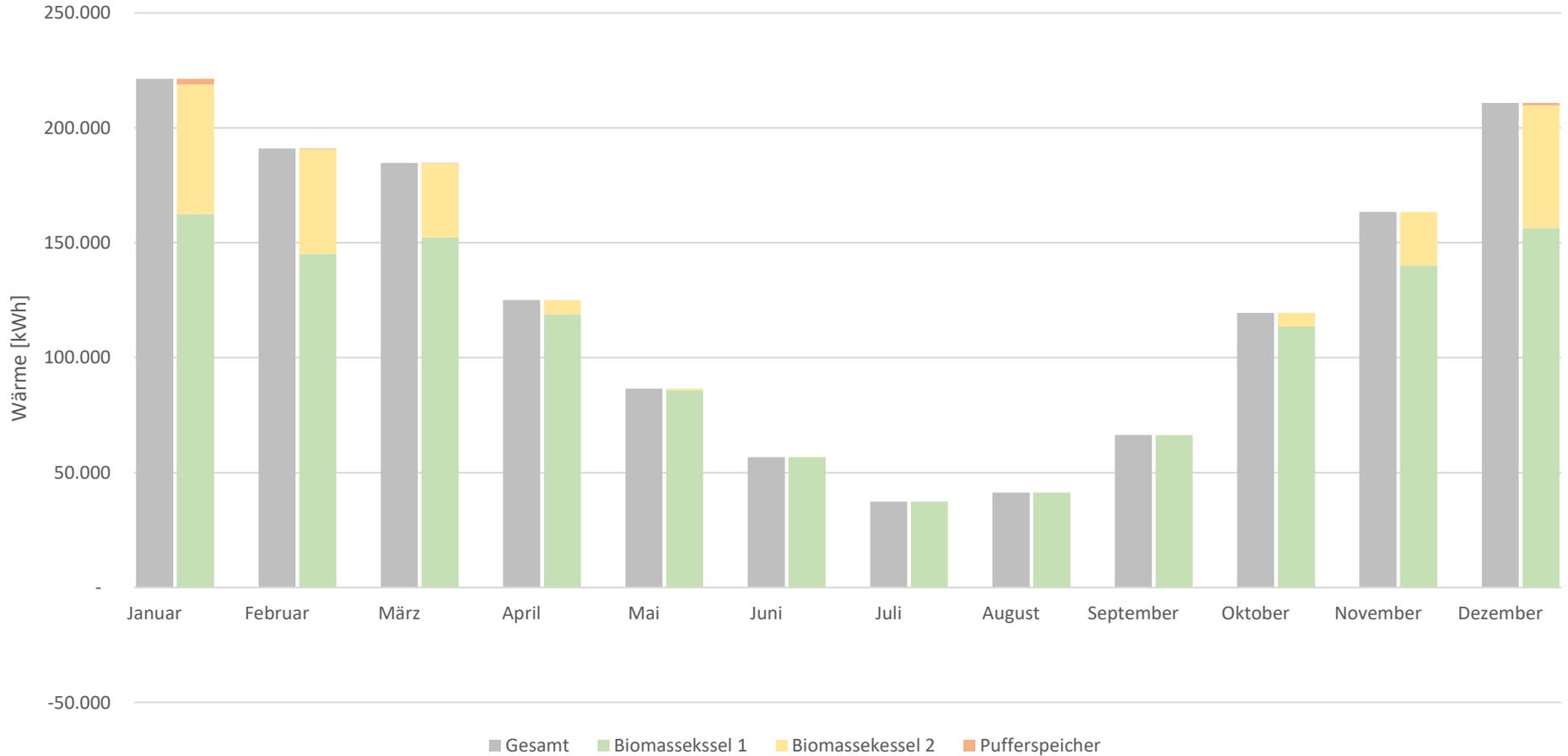
Investitionskosten netto	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 wf	Variante 4 sf
PV	222.380,00 €	222.380,00 €	222.380,00 €	222.380,00 €	222.380,00 €
WEA	0,00 €	0,00 €	0,00 €	1.575.200,00 €	787.600,00 €
PV Freifläche	0,00 €	0,00 €	0,00 €	800.000,00 €	500.000,00 €
H2 BHKW	0,00 €	0,00 €	0,00 €	370.024,78 €	370.024,78 €
Elektrolyseur	0,00 €	0,00 €	0,00 €	840.000,00 €	525.000,00 €
H2 Speicher	0,00 €	0,00 €	0,00 €	56.065,95 €	39.065,84 €
Biomassekessel	65.802,80 €	0,00 €	0,00 €	18.800,80 €	28.201,20 €
Biomassekessel Zubehör/Inbetriebnahme	141.596,00 €	0,00 €	0,00 €	40.456,00 €	60.684,00 €
Wärmepumpe (Luft-Wasser)	0,00 €	200.324,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Wärmepumpe Zubehör/Inbetriebnahme	0,00 €	90.036,67 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Wärmepumpe (Wasser-Wasser)	0,00 €	0,00 €	200.324,00 €	0,00 €	0,00 €
Wärmepumpe Zubehör/Inbetriebnahme	0,00 €	0,00 €	90.036,67 €	0,00 €	0,00 €
Bohrung und Erdwärmesonden	0,00 €	0,00 €	438.396,86 €	0,00 €	0,00 €
Summe netto	429.778,80 €	512.740,67 €	951.137,53 €	3.922.927,53 €	2.532.955,82 €
MWST	81.657,97 €	97.420,73 €	180.716,13 €	745.356,23 €	481.261,61 €
Summe brutto	511.436,77 €	610.161,40 €	1.131.853,66 €	4.668.283,76 €	3.014.217,42 €

Wartungs- und Instandhaltungskosten (p.a)	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 wf	Variante 4 sf
PV	1.779,04 €	1.779,04 €	1.779,04 €	8.179,04 €	5.779,04 €
H2 BHKW	0,00 €	0,00 €	0,00 €	29.601,98 €	29.601,98 €
Elektrolyseur	0,00 €	0,00 €	0,00 €	67.200,00 €	42.000,00 €
(Klein-) WEA	0,00 €	0,00 €	0,00 €	50.000,00 €	25.000,00 €
Biomassekessel	3.948,17 €	0,00 €	0,00 €	1.128,05 €	1.692,07 €
Wärmepumpe	0,00 €	5.008,10 €	5.008,10 €	0,00 €	0,00 €
Summe	5.727,21 €	6.787,14 €	6.787,14 €	156.109,07 €	104.073,09 €

Personalkosten (p.a)	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4 wf	Variante 4 sf
Personal	14.400,00 €	14.400,00 €	14.400,00 €	14.400,00 €	14.400,00 €

Wärmebereitstellung Variante 1

Wärmebereitstellung Variante 1



Wirtschaftlichkeit Variante 1

Investitionskosten netto	Variante 1	Förderquote BEG	verbleibender Eigenanteil
PV	222.380,00 €	0%	222.380,00 €
Biomassekessel	65.802,80 €	15%	55.932,38 €
Biomassekessel Zubehör/Inbetriebnahme	141.596,00 €	15%	120.356,60 €
Summe netto	429.778,80 €		398.668,98 €
MWST	81.657,97 €		75.747,11 €
Summe brutto	511.436,77 €		474.416,09 €

Wartungs- und Instandhaltungskosten (p.a)	Variante 1	Einheit
PV	1.779,04 €	pro Jahr
Biomassekessel	3.609,75 €	pro Jahr
Summe	31.138,69 €	pro Jahr

Personalkosten (p.a)	Variante 1	Einheit
Personal	14.400,00 €	pro Jahr

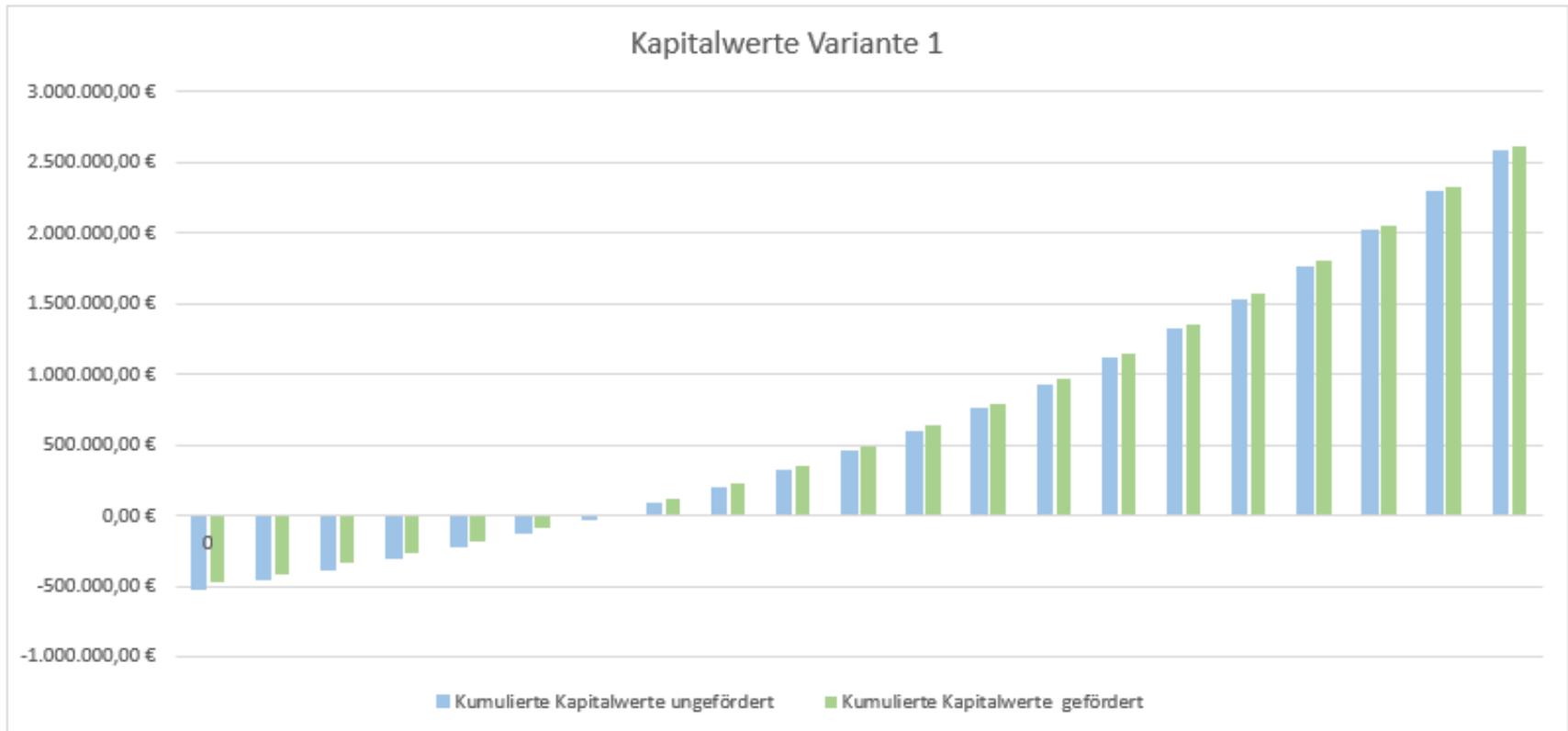
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Energiepreise	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€/kWh	0,2500	0,2550	0,2601	0,2653	0,2706	0,2760	0,2815	0,2872	0,2929	0,2988	0,3047
Gas	€/kWh	0,0800	0,0816	0,0832	0,0849	0,0866	0,0883	0,0901	0,0919	0,0937	0,0956	0,0975
Biomasse	€/kWh	0,0670	0,0677	0,0683	0,0690	0,0697	0,0704	0,0711	0,0718	0,0726	0,0733	0,0740
Energiebezug	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	560.000	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318	364.318
Gas	kWh	704.944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	kWh	1.180.552	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785	1.666.785
Einsparung Energie	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh		195.682	195.682	195.682	195.682	195.682	195.682	195.682	195.682	195.682	195.682
Gas	kWh		704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944
Biomasse	kWh		-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233	-486.233
Einsparung Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€		49.898,79 €	50.896,77 €	51.914,70 €	52.953,00 €	54.012,06 €	55.092,30 €	56.194,14 €	57.318,03 €	58.464,39 €	59.633,67 €
Gas	€		57.523,46 €	58.673,93 €	59.847,41 €	61.044,36 €	62.265,25 €	63.510,55 €	64.780,76 €	66.076,38 €	67.397,91 €	68.745,86 €
Biomasse	€		-32.903,35 €	-33.232,39 €	-33.564,71 €	-33.900,36 €	-34.239,36 €	-34.581,75 €	-34.927,57 €	-35.276,85 €	-35.629,62 €	-35.985,91 €
Gesamt	€	0	107.422,25 €	109.570,70 €	111.762,11 €	113.997,36 €	116.277,30 €	118.602,85 €	120.974,91 €	123.394,40 €	125.862,29 €	128.379,54 €
jährliche Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wartungs-/ Instandhaltungs- Kosten	€	0	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €

Kumulierte Kapitalwerte ungefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-511.436,77 €	64.977,74 €	70.595,29 €	76.661,89 €	83.211,93 €	90.282,38 €	97.912,96 €	106.146,33 €	115.028,34 €	124.608,27 €	134.939,01 €
Einnahmen	0,00 €	107.422,25 €	109.570,70 €	111.762,11 €	113.997,36 €	116.277,30 €	118.602,85 €	120.974,91 €	123.394,40 €	125.862,29 €	128.379,54 €
Ausgaben	-511.436,77 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €
kum. Kapitalwerte	-511.436,77 €	-446.459,03 €	-375.863,74 €	-299.201,86 €	-215.989,92 €	-125.707,54 €	-27.794,58 €	78.351,74 €	193.380,09 €	317.988,36 €	452.927,36 €

Kumulierte Kapitalwerte gefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-474.416,09 €	64.977,74 €	70.595,29 €	76.661,89 €	83.211,93 €	90.282,38 €	97.912,96 €	106.146,33 €	115.028,34 €	124.608,27 €	134.939,01 €
Einnahmen	0,00 €	107.422,25 €	109.570,70 €	111.762,11 €	113.997,36 €	116.277,30 €	118.602,85 €	120.974,91 €	123.394,40 €	125.862,29 €	128.379,54 €
Ausgaben	0,00 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €	-45.538,69 €
kum. Kapitalwerte	-474.416,09 €	-409.438,35 €	-338.843,06 €	-262.181,17 €	-178.969,24 €	-88.686,85 €	9.226,10 €	115.372,43 €	230.400,78 €	355.009,04 €	489.948,05 €

Wirtschaftlichkeit Variante 1

dynamische Amortisationszeit	Wert	Einheit
Variante 1 ungefördert	6,26	Jahre
Variante 1 gefördert	5,91	Jahre

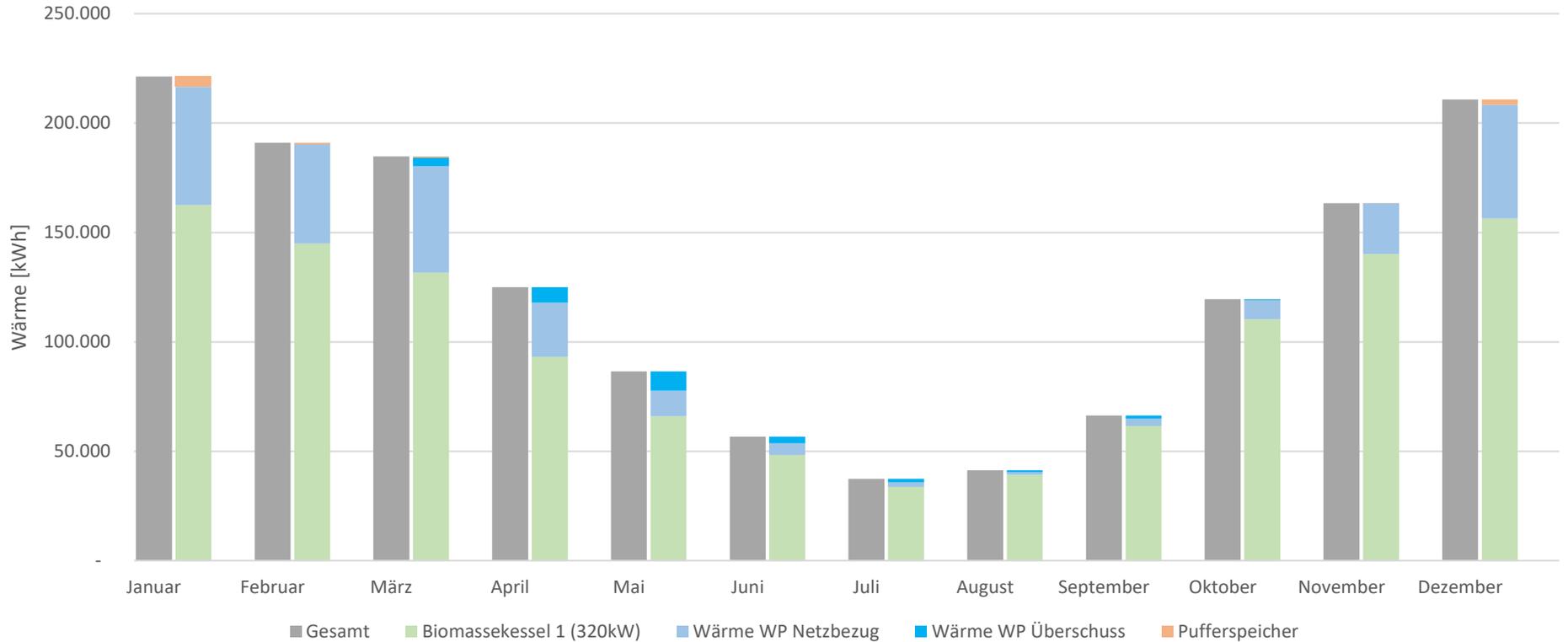


→ Hier Mindestförderung nach BEG berücksichtigt!
→ 15 % für Biomassekessel möglich

→ Andere Förderprogramme ggf. möglich:
→ KfW 230: Umweltinnovationsprogramm
→ Nbank: Klimaschutz und Energieeffizienz

Wärmebereitstellung Variante 2

Wärmebereitstellung Variante 2



Wirtschaftlichkeit Variante 2

Investitionskosten netto	Variante 2	Förderquote verbleibender	
		BEG	Eigenanteil
PV	222.380,00 €	0%	222.380,00 €
Wärmepumpe	200.324,00 €	25%	150.243,00 €
Wärmepumpe Zubehör/Inbetriebnahme	90.036,67 €	25%	67.527,50 €
Summe netto	512.740,67 €		440.150,50 €
MWST	97.420,73 €		83.628,60 €
Summe brutto	610.161,40 €		523.779,10 €

Wartungs- und Instandhaltungskosten (p.a)	Variante 2	Einheit
Wärmepumpe	5.008,10 €	pro Jahr
Summe	6.787,14 €	pro Jahr

Personalkosten (p.a)	Variante 2	Einheit

Energiepreise	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€/kWh	0,2500	0,2550	0,2601	0,2653	0,2706	0,2760	0,2815	0,2872	0,2929	0,2988	0,3047
Gas	€/kWh	0,0800	0,0816	0,0832	0,0849	0,0866	0,0883	0,0901	0,0919	0,0937	0,0956	0,0975
Biomasse	€/kWh	0,0670	0,0677	0,0683	0,0690	0,0697	0,0704	0,0711	0,0718	0,0726	0,0733	0,0740

Energiebezug	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	560.000	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445	524.445
Gas	kWh	704.944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	kWh	1.180.552	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370	1.320.370

Einsparung Energie	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555	35.555
Gas	kWh	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944
Biomasse	kWh	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818	-139.818

Einsparung Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€	9.066,41 €	9.247,74 €	9.432,70 €	9.621,35 €	9.813,78 €	10.010,05 €	10.210,25 €	10.414,46 €	10.622,75 €	10.835,20 €	
Gas	€	57.523,46 €	58.673,93 €	59.847,41 €	61.044,36 €	62.265,25 €	63.510,55 €	64.780,76 €	66.076,38 €	67.397,91 €	68.745,86 €	
Biomasse	€	-9.461,47 €	-9.556,09 €	-9.651,65 €	-9.748,16 €	-9.845,65 €	-9.944,10 €	-10.043,54 €	-10.143,98 €	-10.245,42 €	-10.347,87 €	
Gesamt	€	0	66.589,88 €	67.921,67 €	69.280,11 €	70.665,71 €	72.079,02 €	73.520,60 €	74.991,02 €	76.490,84 €	78.020,65 €	79.581,07 €

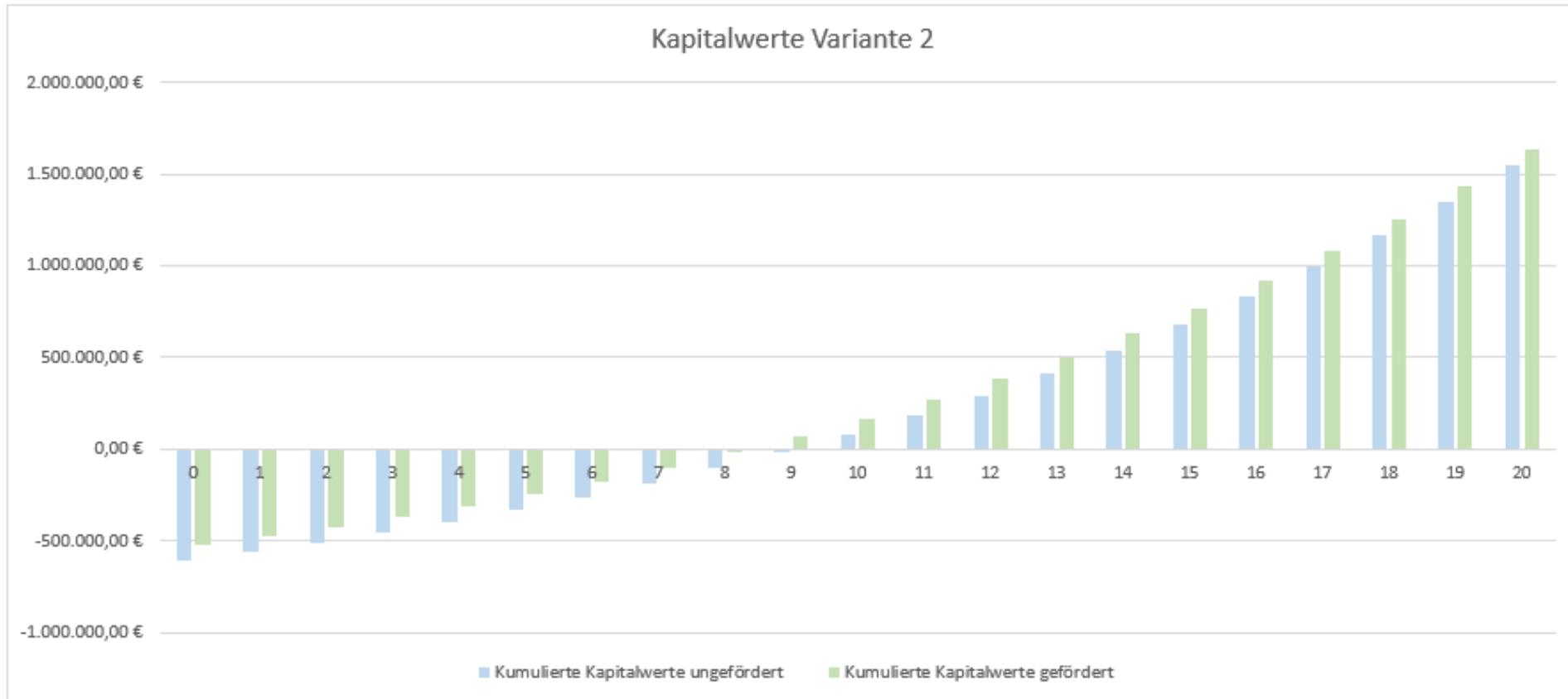
jährliche Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wartungs-/ Instandhaltungs- Kosten	€	0	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €

Kumulierte Kapitalwerte ungefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-610.161,40 €	47.672,87 €	51.524,82 €	55.673,62 €	60.141,51 €	64.952,37 €	70.131,85 €	75.707,46 €	81.708,75 €	88.167,43 €	95.117,55 €
Einnahmen	0,00 €	66.589,88 €	67.921,67 €	69.280,11 €	70.665,71 €	72.079,02 €	73.520,60 €	74.991,02 €	76.490,84 €	78.020,65 €	79.581,07 €
Ausgaben	-610.161,40 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €
kum. Kapitalwerte	-610.161,40 €	-562.488,52 €	-510.963,70 €	-455.290,08 €	-395.148,57 €	-330.196,20 €	-260.064,35 €	-184.356,89 €	-102.648,14 €	-14.480,71 €	80.636,84 €

Kumulierte Kapitalwerte gefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-523.779,10 €	47.672,87 €	51.524,82 €	55.673,62 €	60.141,51 €	64.952,37 €	70.131,85 €	75.707,46 €	81.708,75 €	88.167,43 €	95.117,55 €
Einnahmen	0,00 €	66.589,88 €	67.921,67 €	69.280,11 €	70.665,71 €	72.079,02 €	73.520,60 €	74.991,02 €	76.490,84 €	78.020,65 €	79.581,07 €
Ausgaben	0,00 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €
kum. Kapitalwerte	-523.779,10 €	-476.106,22 €	-424.581,40 €	-368.907,78 €	-308.766,27 €	-243.813,90 €	-173.682,05 €	-97.974,59 €	-16.265,84 €	71.901,59 €	167.019,14 €

Wirtschaftlichkeit Variante 2

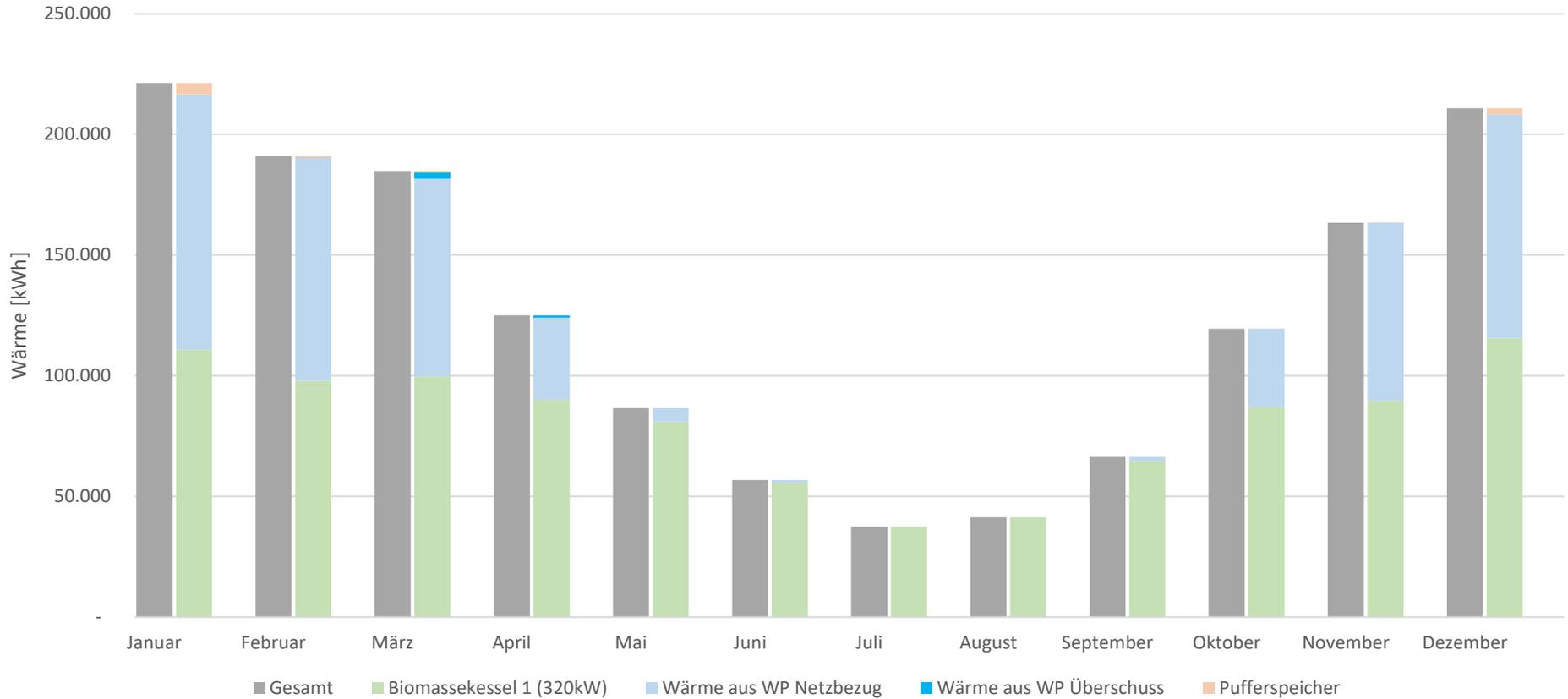
dynamische Amortisationszeit	Wert	Einheit
Variante 2 ungefördert	9,44	Jahre
Variante 2 gefördert	8,18	Jahre



- Hier Mindestförderung nach BEG berücksichtigt!
 - 25 % für Luft-Wasser-Wärmepumpen möglich
 - Mindest-COP zu beachten – evtl. nicht möglich wg. hoher Temperaturhub
- Andere Förderprogramme ggf. möglich:
 - KfW 230: Umweltinnovationsprogramm
 - Nbank: Klimaschutz und Energieeffizienz

Wärmebereitstellung Variante 3

Wärmebereitstellung Variante 3



Wirtschaftlichkeit Variante 3

Investitionskosten netto	Variante 3	verbleibender	
		Förderquote BEG	Eigenanteil
PV	222.380,00 €	0%	222.380,00 €
Wärmepumpe	200.324,00 €	30%	140.226,80 €
Wärmepumpe Zubehör/Inbetriebnahme	90.036,67 €	30%	63.025,67 €
Bohrung und Erdwärmesonden	438.396,86 €	30%	306.877,80 €
Summe netto	951.137,53 €		732.510,27 €
MWST	180.716,13 €		139.176,95 €
Summe brutto	1.131.853,66 €		871.687,22 €

Wartungs- und Instandhaltungskosten (p.a.)	Variante 3	Einheit
Wärmepumpe	5.008,10 €	pro Jahr
Summe	6.787,14 €	pro Jahr

Personalkosten (p.a.)	Variante 3	Einheit
Personal	14.400,00 €	pro Jahr

Energiepreise	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€/kWh	0,2500	0,2550	0,2601	0,2653	0,2706	0,2760	0,2815	0,2872	0,2929	0,2988	0,3047
Gas	€/kWh	0,0800	0,0816	0,0832	0,0849	0,0866	0,0883	0,0901	0,0919	0,0937	0,0956	0,0975
Biomasse	€/kWh	0,0670	0,0677	0,0683	0,0690	0,0697	0,0704	0,0711	0,0718	0,0726	0,0733	0,0740

Energiebezug	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	560.000	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077	565.077
Gas	kWh	704.944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	kWh	1.180.552	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831	1.077.831

Einsparung Energie	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077	-5.077
Gas	kWh	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944
Biomasse	kWh	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722	102.722

Einsparung Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€	-1.294,71 €	-1.320,60 €	-1.347,02 €	-1.373,96 €	-1.401,44 €	-1.429,46 €	-1.458,05 €	-1.487,21 €	-1.516,96 €	-1.547,30 €	-1.578,42 €
Gas	€	57.523,46 €	58.673,93 €	59.847,41 €	61.044,36 €	62.265,25 €	63.510,55 €	64.780,76 €	66.076,38 €	67.397,91 €	68.745,86 €	70.129,67 €
Biomasse	€	6.951,17 €	7.020,68 €	7.090,89 €	7.161,80 €	7.233,42 €	7.305,75 €	7.378,81 €	7.452,60 €	7.527,12 €	7.602,39 €	7.678,31 €
Gesamt	€	0	56.228,75 €	57.353,33 €	58.500,40 €	59.670,40 €	60.863,81 €	62.081,09 €	63.322,71 €	64.589,16 €	65.880,95 €	67.198,57 €

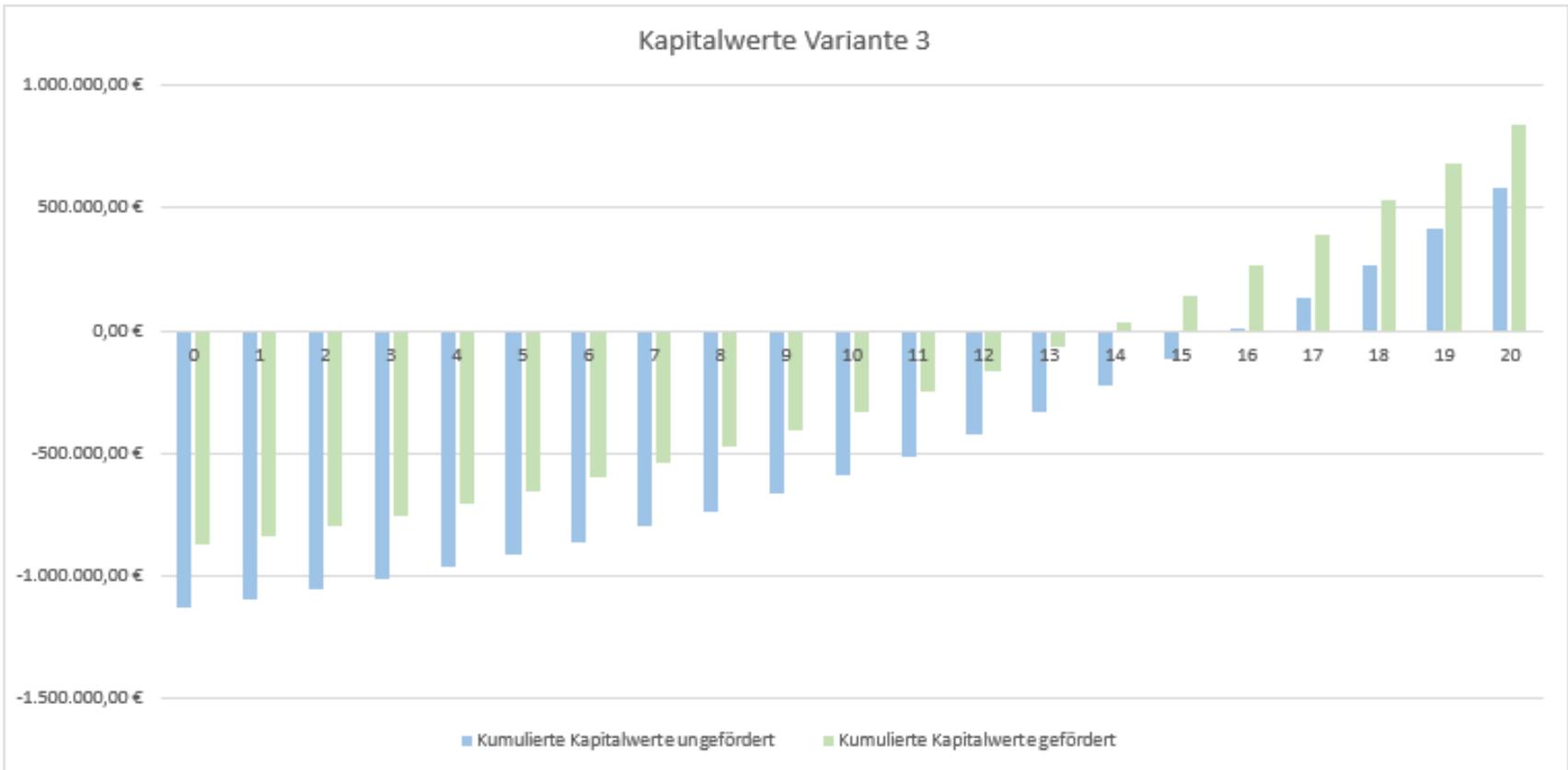
jährliche Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wartungs-/ Instandhaltungs- Kosten	€	0	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €

Kumulierte Kapitalwerte ungefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-1.131.853,66 €	36.793,70 €	39.873,22 €	43.194,76 €	46.776,65 €	50.638,61 €	54.801,80 €	59.288,98 €	64.124,56 €	69.334,76 €	74.947,77 €
Einnahmen	0,00 €	56.228,75 €	57.353,33 €	58.500,40 €	59.670,40 €	60.863,81 €	62.081,09 €	63.322,71 €	64.589,16 €	65.880,95 €	67.198,57 €
Ausgaben	-1.131.853,66 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €
kum. Kapitalwerte	-1.131.853,66 €	-1.095.059,96 €	-1.055.186,74 €	-1.011.991,98 €	-965.215,33 €	-914.576,73 €	-859.774,92 €	-800.485,95 €	-736.361,39 €	-667.026,62 €	-592.078,86 €

Kumulierte Kapitalwerte gefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-871.687,22 €	36.793,70 €	39.873,22 €	43.194,76 €	46.776,65 €	50.638,61 €	54.801,80 €	59.288,98 €	64.124,56 €	69.334,76 €	74.947,77 €
Einnahmen	0,00 €	56.228,75 €	57.353,33 €	58.500,40 €	59.670,40 €	60.863,81 €	62.081,09 €	63.322,71 €	64.589,16 €	65.880,95 €	67.198,57 €
Ausgaben	0,00 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €	-21.187,14 €
kum. Kapitalwerte	-871.687,22 €	-834.893,52 €	-795.020,30 €	-751.825,54 €	-705.048,89 €	-654.410,29 €	-599.608,49 €	-540.319,51 €	-476.194,95 €	-406.860,19 €	-331.912,42 €

Wirtschaftlichkeit Variante 3

dynamische Amortisationszeit	Wert	Einheit
Variante 3 ungefördert	15,98	Jahre
Variante 3 gefördert	13,68	Jahre

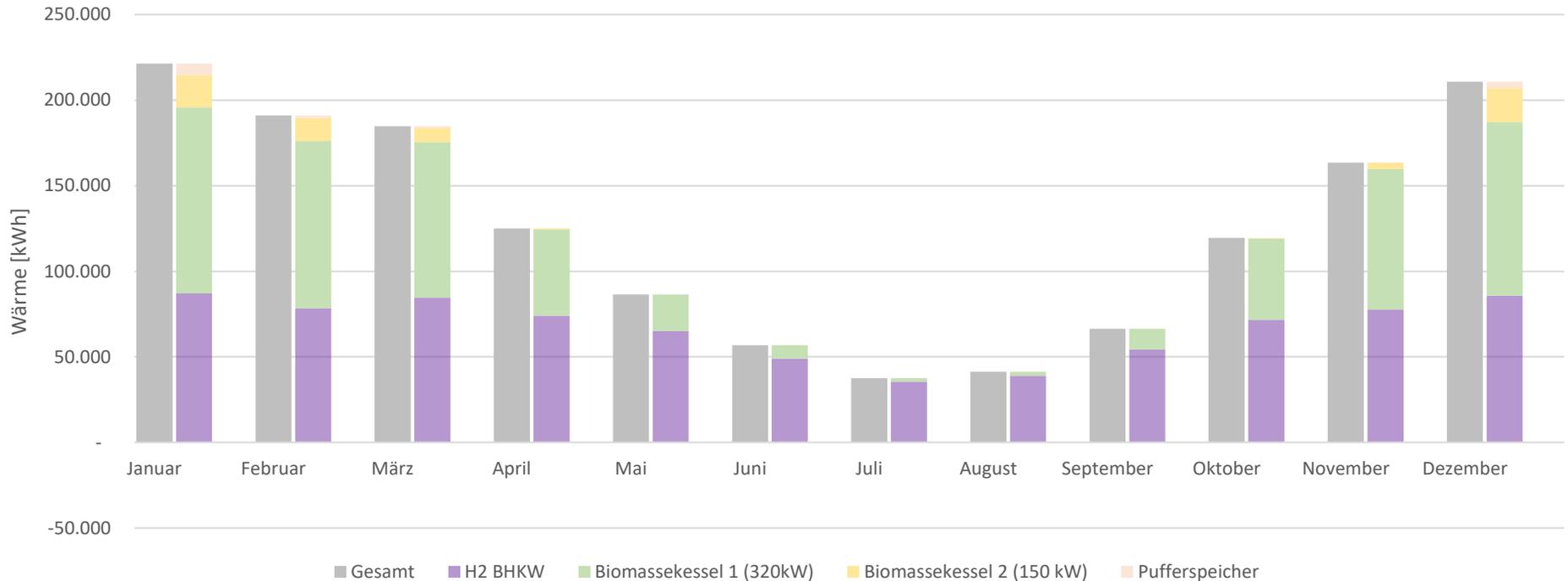


- Hier Mindestförderung nach BEG berücksichtigt!
 - 25% für Wasser-Wasser-Wärmepumpe möglich
 - + 5%-Punkte bei Geothermie als Quelltemperatur

- Andere Förderprogramme ggf. möglich:
 - KfW 230: Umweltinnovationsprogramm
 - Nbank: Klimaschutz und Energieeffizienz

Wärmebereitstellung Variante 4 (wärmegeführt)

Wärmebereitstellung Variante 4 (wärmegeführt)



→ **Benötigter Wasserstoff:** **1.903.886 kWh/a**
 → **Benötigter Wasserstoff:** **57.174 kg/a**
 → **Benötigter Strom für Elektrolyse:** **2.719.836 kWh/a**

→ **Benötigte Anlagen:**
 → **Kleinwindenergieanlage:** **2 x 250 kW_{el}**
 → **Weitere PV-Anlage:** **800 kWp**
 → **Elektrolyseur:** **750 kW_{el}**
 → **H2 Speicher:** **2.690 kWh_{H2}**

Wirtschaftlichkeit Variante 4 (wärmegeführt)

Investitionskosten netto	Variante 4 wf.	Förderquote BEG	verbleibender	
			Eigenanteil	
PV	222.380,00 €	0%	222.380,00 €	
Klein WEA	1.575.200,00 €	0%	1.575.200,00 €	
weitere PV	800.000,00 €	0%	800.000,00 €	
H2 BHKW	370.024,78 €	0%	370.024,78 €	
Elektrolyseur	840.000,00 €	0%	840.000,00 €	
H2 Speicher	56.065,95 €	0%	56.065,95 €	
Biomassekessel	18.800,80 €	15%	15.980,68 €	
Biomassekessel Zubehör/Inbetriebnahme	40.456,00 €	15%	34.387,60 €	
Summe netto	3.922.927,53 €		3.914.039,01 €	
MWST	745.356,23 €		743.667,41 €	
Summe brutto	4.668.283,76 €		4.657.706,43 €	

Wartungs- und Instandhaltungskosten		
(p.a)	Variante 4 wf.	Einheit
PV	8.179,04 €	pro Jahr
H2 BHKW	29.601,98 €	pro Jahr
Elektrolyseur	67.200,00 €	pro Jahr
(Klein-) WEA	50.000,00 €	pro Jahr
Biomassekessel	1.128,05 €	pro Jahr
Summe	156.109,07 €	pro Jahr

Personalkosten (p.a)		
	Variante 4 wf.	Einheit
Personal	14.400,00 €	pro Jahr

Energiepreise	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€/kWh	0,2500	0,2550	0,2601	0,2653	0,2706	0,2760	0,2815	0,2872	0,2929	0,2988	0,3047
Gas	€/kWh	0,0800	0,0816	0,0832	0,0849	0,0866	0,0883	0,0901	0,0919	0,0937	0,0956	0,0975
Biomasse	€/kWh	0,0670	0,0677	0,0683	0,0690	0,0697	0,0704	0,0711	0,0718	0,0726	0,0733	0,0740

Energiebezug	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	560.000	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253	15.253
Gas	kWh	704.944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	kWh	1.180.552	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101	766.101

Einsparung Energie	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747	544.747
Gas	kWh	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944
Biomasse	kWh	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451	414.451

Einsparung Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€		138.910,58 €	141.688,79 €	144.522,57 €	147.413,02 €	150.361,28 €	153.368,51 €	156.435,88 €	159.564,59 €	162.755,89 €	166.011,00 €
Gas	€		57.523,46 €	58.673,93 €	59.847,41 €	61.044,36 €	62.265,25 €	63.510,55 €	64.780,76 €	66.076,38 €	67.397,91 €	68.745,86 €
Biomasse	€		28.045,92 €	28.326,37 €	28.609,64 €	28.895,74 €	29.184,69 €	29.476,54 €	29.771,30 €	30.069,02 €	30.369,71 €	30.673,40 €
Gesamt	€	0	196.434,05 €	200.362,73 €	204.369,98 €	208.457,38 €	212.626,53 €	216.879,06 €	221.216,64 €	225.640,97 €	230.153,79 €	234.756,87 €

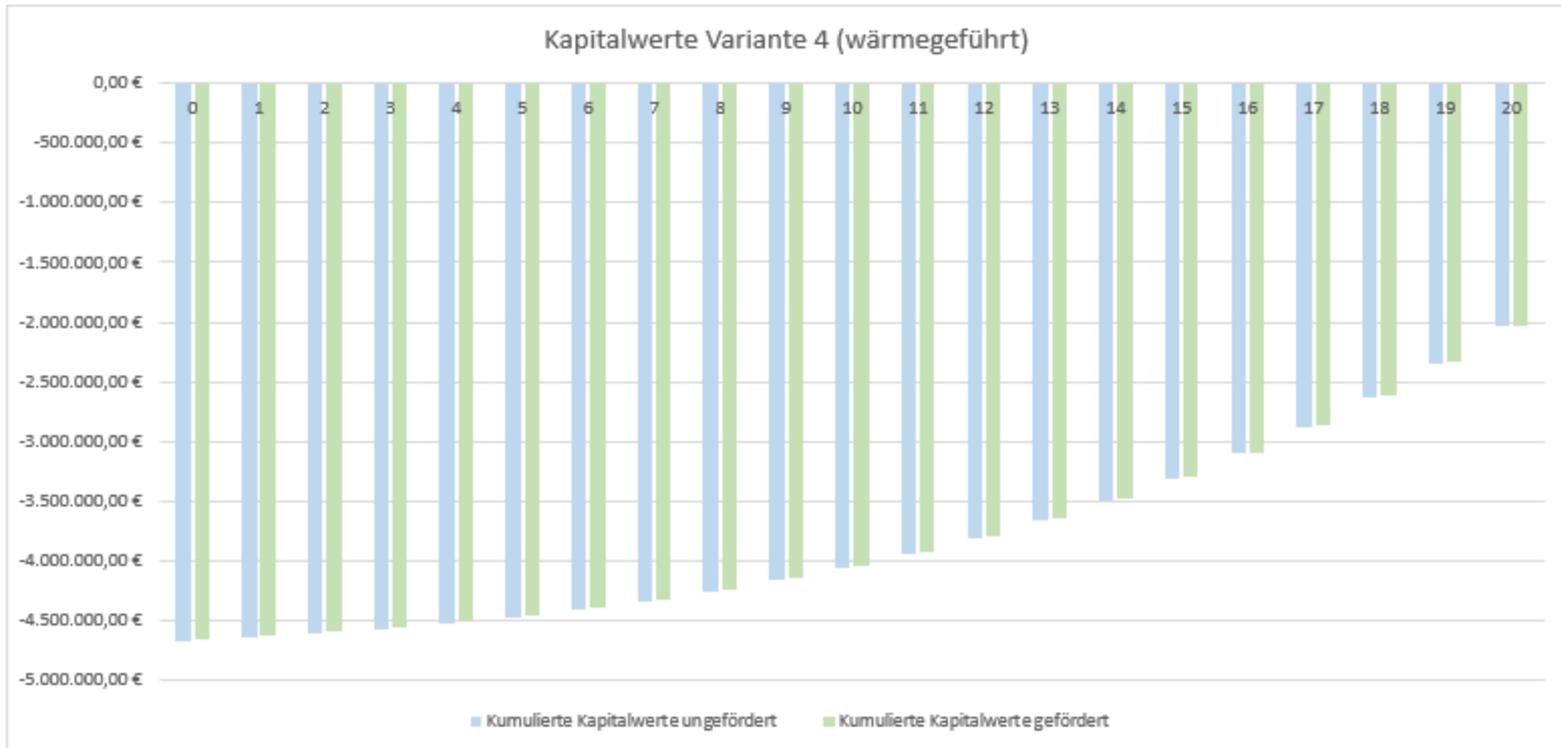
jährliche Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wartungs-/ Instandhaltungs- Kosten	€	0	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €

Kumulierte Kapitalwerte ungefördert			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte			-4.668.283,76 €	27.221,22 €	32.913,66 €	39.198,24 €	46.126,41 €	53.753,74 €	62.140,22 €	71.350,64 €	81.454,93 €	92.528,54 €	104.652,89 €
Einnahmen			0,00 €	196.434,05 €	200.362,73 €	204.369,98 €	208.457,38 €	212.626,53 €	216.879,06 €	221.216,64 €	225.640,97 €	230.153,79 €	234.756,87 €
Ausgaben			-4.668.283,76 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €
kum. Kapitalwerte			-4.668.283,76 €	-4.641.062,54 €	-4.608.148,88 €	-4.568.950,65 €	-4.522.824,24 €	-4.469.070,50 €	-4.406.930,28 €	-4.335.579,64 €	-4.254.124,71 €	-4.161.596,17 €	-4.056.943,28 €

Kumulierte Kapitalwerte gefördert			2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte			-4.657.706,43 €	27.221,22 €	32.913,66 €	39.198,24 €	46.126,41 €	53.753,74 €	62.140,22 €	71.350,64 €	81.454,93 €	92.528,54 €	104.652,89 €
Einnahmen			0,00 €	196.434,05 €	200.362,73 €	204.369,98 €	208.457,38 €	212.626,53 €	216.879,06 €	221.216,64 €	225.640,97 €	230.153,79 €	234.756,87 €
Ausgaben			0,00 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €	-170.509,07 €
kum. Kapitalwerte			-4.657.706,43 €	-4.630.485,20 €	-4.597.571,55 €	-4.558.373,31 €	-4.512.246,90 €	-4.458.493,17 €	-4.396.352,95 €	-4.325.002,30 €	-4.243.547,37 €	-4.151.018,83 €	-4.046.365,94 €

Wirtschaftlichkeit Variante 4 (wärmegeführt)

dynamische Amortisationszeit	Wert	Einheit
Variante 4 wf ungefördert	keine Amortisation	
Variante 4 wf gefördert	keine Amortisation	



→ Hier Mindestförderung nach BEG berücksichtigt!

→ 15 % für Biomassekessel möglich

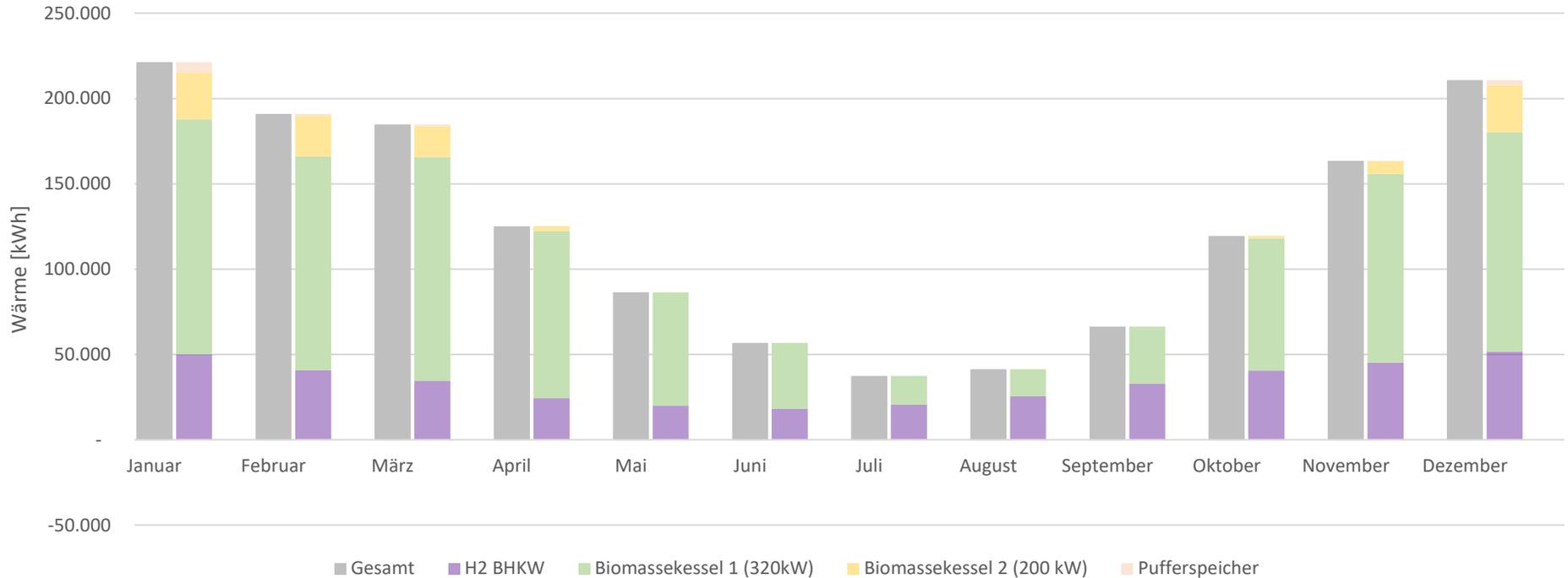
→ Andere Förderprogramme ggf. möglich:

→ KfW 230: Umweltinnovationsprogramm

→ Nbank: Klimaschutz und Energieeffizienz

Wärmebereitstellung Variante 4 (stromgeführt)

Wärmebereitstellung Variante 4 (stromgeführt)



→ **Benötigter Wasserstoff:** **961.486 kWh/a**
 → **Benötigter Wasserstoff:** **28.873 kg/a**
 → **Benötigter Strom für Elektrolyse:** **1.373.551 kWh/a**

→ **Benötigte Anlagen:**
 → **Kleinwindenergieanlage:** **1 x 250 kW_{el}**
 → **Weitere PV-Anlage:** **500 kW_p**
 → **Elektrolyseur:** **500 kW_{el}**
 → **H2 Speicher:** **1.875 kWh_{H2}**

Wirtschaftlichkeit Variante 4 (stromgeführt)

Investitionskosten netto	Variante 4 sf.	verbleibender	
		Förderquote BEG	Eigenanteil
PV	222.380,00 €	0%	222.380,00 €
Klein WEA	787.600,00 €	0%	787.600,00 €
weitere PV	500.000,00 €	0%	500.000,00 €
H2 BHKW	370.024,78 €	0%	370.024,78 €
Elektrolyseur	525.000,00 €	0%	525.000,00 €
H2 Speicher	39.065,84 €	0%	39.065,84 €
Biomassekessel	28.201,20 €	15%	23.971,02 €
Biomassekessel Zubehör/Inbetriebnahme	60.684,00 €	15%	51.581,40 €
Summe netto	2.532.955,82 €		2.519.623,04 €
MWST	481.261,61 €		478.728,38 €
Summe brutto	3.014.217,42 €		2.998.351,41 €

Wartungs- und Instandhaltungskosten		
(p.a)	Variante 4 sf.	Einheit
PV	5.779,04 €	pro Jahr
H2 BHKW	29.601,98 €	pro Jahr
Elektrolyseur	42.000,00 €	pro Jahr
(Klein-) WEA	25.000,00 €	pro Jahr
Biomassekessel	1.692,07 €	pro Jahr
Summe	104.073,09 €	pro Jahr

Personalkosten (p.a)		
Personal	Variante 4 wf.	Einheit
Personal	14.400,00 €	pro Jahr

Energiepreise	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€/kWh	0,2500	0,2550	0,2601	0,2653	0,2706	0,2760	0,2815	0,2872	0,2929	0,2988	0,3047
Gas	€/kWh	0,0800	0,0816	0,0832	0,0849	0,0866	0,0883	0,0901	0,0919	0,0937	0,0956	0,0975
Biomasse	€/kWh	0,0670	0,0677	0,0683	0,0690	0,0697	0,0704	0,0711	0,0718	0,0726	0,0733	0,0740

Energiebezug	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	560.000	598	598	598	598	598	598	598	598	598	598
Gas	kWh	704.944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biomasse	kWh	1.180.552	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177	1.209.177

Einsparung Energie	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	kWh	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401	559.401
Gas	kWh	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944	704.944
Biomasse	kWh	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625	-28.625

Einsparung Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Strom	€	142.647,36 €	145.500,30 €	148.410,31 €	151.378,52 €	154.406,09 €	157.494,21 €	160.644,09 €	163.856,97 €	167.134,11 €	170.476,80 €	
Gas	€	57.523,46 €	58.673,93 €	59.847,41 €	61.044,36 €	62.265,25 €	63.510,55 €	64.780,76 €	66.076,38 €	67.397,91 €	68.745,86 €	
Biomasse	€	-1.937,05 €	-1.956,42 €	-1.975,99 €	-1.995,75 €	-2.015,70 €	-2.035,86 €	-2.056,22 €	-2.076,78 €	-2.097,55 €	-2.118,53 €	
Gesamt	€	0	200.170,82 €	204.174,24 €	208.257,72 €	212.422,88 €	216.671,33 €	221.004,76 €	225.424,86 €	229.933,35 €	234.532,02 €	239.222,66 €

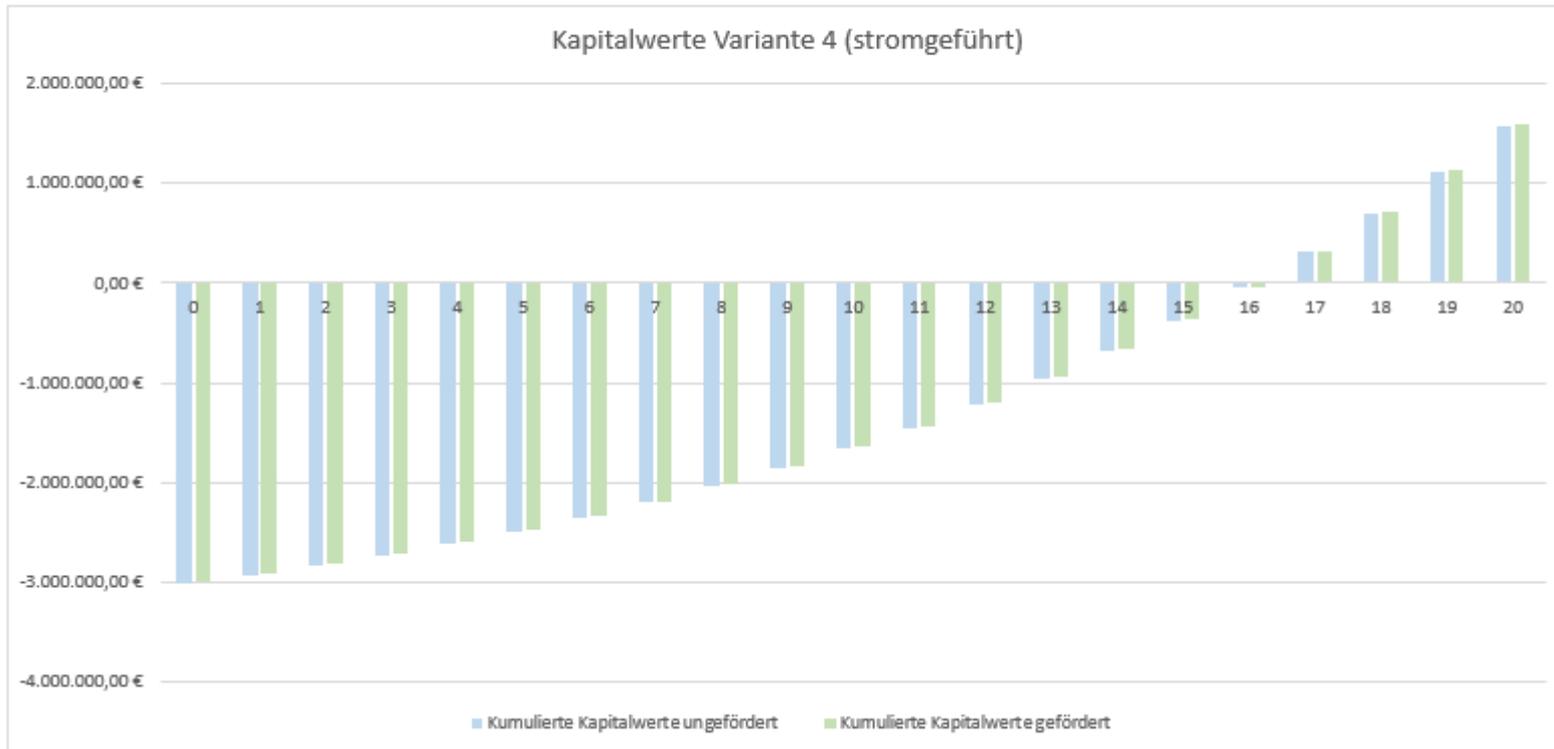
jährliche Kosten	Einheit	Ist	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Wartungs-/ Instandhaltungs- Kosten	€	0	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €

Kumulierte Kapitalwerte ungefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-3.014.217,42 €	85.782,61 €	94.485,51 €	103.936,93 €	114.196,55 €	125.328,60 €	137.402,24 €	150.491,87 €	164.677,57 €	180.045,49 €	196.688,32 €
Einnahmen	0,00 €	200.170,82 €	204.174,24 €	208.257,72 €	212.422,88 €	216.671,33 €	221.004,76 €	225.424,86 €	229.933,35 €	234.532,02 €	239.222,66 €
Ausgaben	-3.014.217,42 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €
kum. Kapitalwerte	-3.014.217,42 €	-2.928.434,81 €	-2.833.949,30 €	-2.730.012,37 €	-2.615.815,82 €	-2.490.487,22 €	-2.353.084,98 €	-2.202.593,11 €	-2.037.915,54 €	-1.857.870,05 €	-1.661.181,73 €

Kumulierte Kapitalwerte gefördert	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Jahr	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kapitalwerte	-2.998.351,41 €	85.782,61 €	94.485,51 €	103.936,93 €	114.196,55 €	125.328,60 €	137.402,24 €	150.491,87 €	164.677,57 €	180.045,49 €	196.688,32 €
Einnahmen	0,00 €	200.170,82 €	204.174,24 €	208.257,72 €	212.422,88 €	216.671,33 €	221.004,76 €	225.424,86 €	229.933,35 €	234.532,02 €	239.222,66 €
Ausgaben	0,00 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €	-118.473,09 €
kum. Kapitalwerte	-2.998.351,41 €	-2.912.568,80 €	-2.818.083,29 €	-2.714.146,36 €	-2.599.949,81 €	-2.474.621,21 €	-2.337.218,97 €	-2.186.727,10 €	-2.022.049,53 €	-1.842.004,05 €	-1.645.315,73 €

Wirtschaftlichkeit Variante 4 (stromgeführt)

dynamische Amortisationszeit	Wert	Einheit
Variante 4 sf ungefördert	16,13	Jahre
Variante 4 sf gefördert	16,09	Jahre



→ Hier Mindestförderung nach BEG berücksichtigt!

→ 15 % für Biomassekessel möglich

→ Andere Förderprogramme ggf. möglich:

→ KfW 230: Umweltinnovationsprogramm

→ Nbank: Klimaschutz und Energieeffizienz

Mögliche Förderungen

BAFA BEG	KFW 230	NBank
<ul style="list-style-type: none"> • Bundesförderung effiziente Gebäude <ul style="list-style-type: none"> • 15 % Biomassekessel • 25 % Wärmepumpe (Luft-Wasser) • 25 % + 5 Prozentpunkte Wärmepumpe (Wasser-Wasser bei Geothermie als Quelle) 	<ul style="list-style-type: none"> • Umweltinnovationsprogramm <ul style="list-style-type: none"> • Für innovative Umweltschutzmaßnahmen in Deutschland • Bis zu 30% Investitionszuschuss oder Kredit mit Zinsverbilligung • Großtechnische Pilotvorhaben, die unsere Umwelt nachhaltig entlasten 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaschutz und Energieeffizienz <ul style="list-style-type: none"> • Bis zu 70% Investitionszuschuss • Investitionen in Nichtwohngebäude, Maschinen, Anlagen und Wärmenetze • Energetische Sanierung • Energieeffiziente oder treibhausgasmindernde Produktionsprozesse und –anlagen • Wärmenetze in Verbindung mit energetischer Sanierung • Förderhöhe ist abhängig von der Maßnahmenart • Nächster Stichtag: 15. Dezember 2023

Der Eine wartet, dass die Zeit sich wandelt, der Andere packt sie an und handelt!*

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dipl.-Ing. Tobias Peselmann
Lise-Meitner-Straße 2
49076 Osnabrück
0541 / 9412 700
peselmann@pbr-netzenergie.de