



STADT FÜRTH - HSG
ENERGIE- &
NACHHALTIGKEITSBERATUNG
GESAMTENERGIEKONZEPT

25.05.2021 Moritz Decker,
Emelyn Wageneder

Sitzstufen

Henri-Dunant-Str.

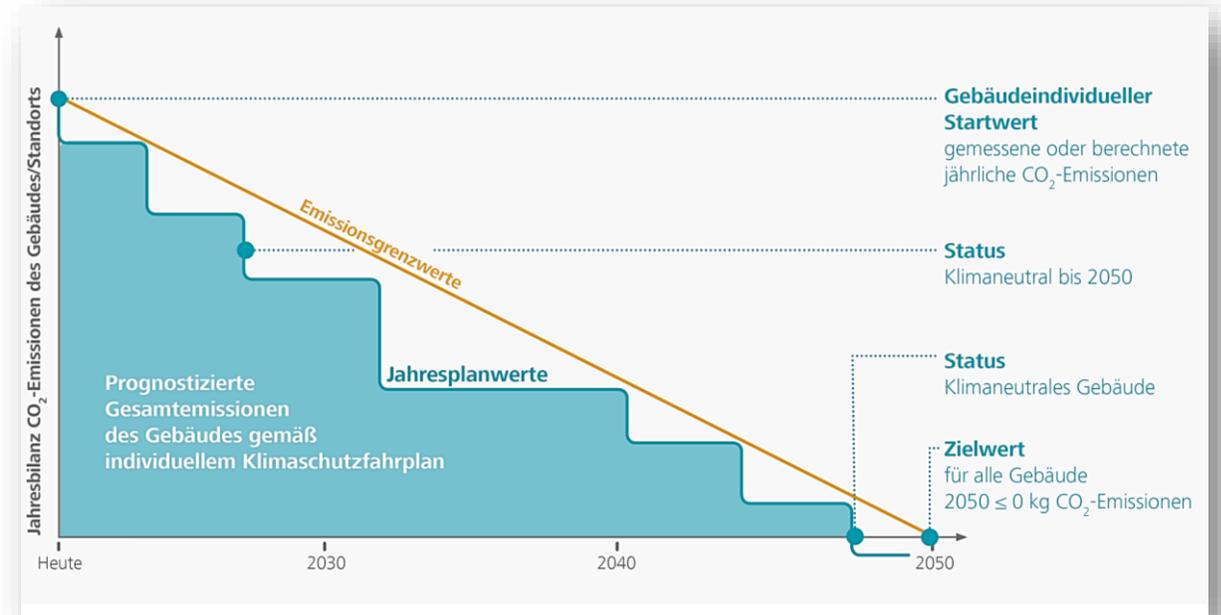


ENERGIEKONZEPT

Vermeiden → Reduzieren → Kompensieren

Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung u. ggfs. CO₂-Neutralität:

- ✓ Einsatz von PV-Modulen (Dach)
- ✓ Hoher energetischer Standard der thermischen Gebäudehülle (KfW 55)
- ✓ Effiziente Anlagentechnik (WRG >0,75, LED-Beleuchtung, bedarfsgeführte Regelung Lüftung, Beleuchtung, Konditionierung etc.)
- ✓ Einsatz CO₂-Armer Wärmeversorgung (z.B. Umweltenergien gekoppelt mit Wärmepumpe)





RANDBEDINGUNGEN

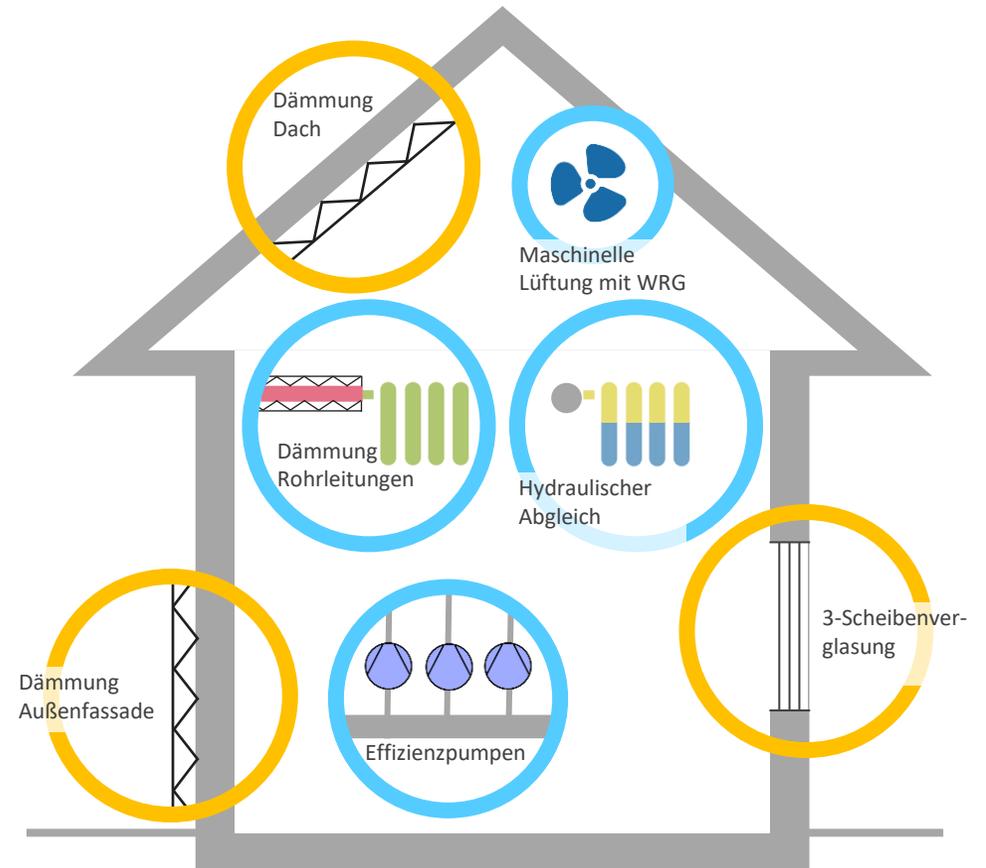
Empfehlungen Drees & Sommer

Drees & Sommer empfiehlt (gem. Abstimmung Stand 04.02.21), sich zur Abschätzung der künftigen Energiebedarfswerte des Projekts für die thermische Gebäudehülle an den U-Werten des KfW-Effizienzhauses 55 zu orientieren.

Bei vergleichbaren Projekten hat sich die KfW55-Qualität, im Hinblick auf Kosten-Nutzen-Aufwand, Komfort und graue Energie (CO₂-Emissionen in der Konstruktion, cradle-to-cradle etc.), als Optimum herauskristallisiert.

- Effiziente Gebäudehülle gem. **KfW 55 Standard** (Außenfassade, Fenster etc.)
- Effiziente Anlagentechnik (Photovoltaik, Wärmepumpe, maschinelle Lüftung mit WRG, LED-Beleuchtung etc.)

-  Gebäudehülle
-  TGA





LEISTUNGSABSCHÄTZUNG GEM. TGA-PLANUNG

HSG_Fürth

Heizlastüberschlag

18.02.2021

Heizlast

Ansatz: 30W/m²

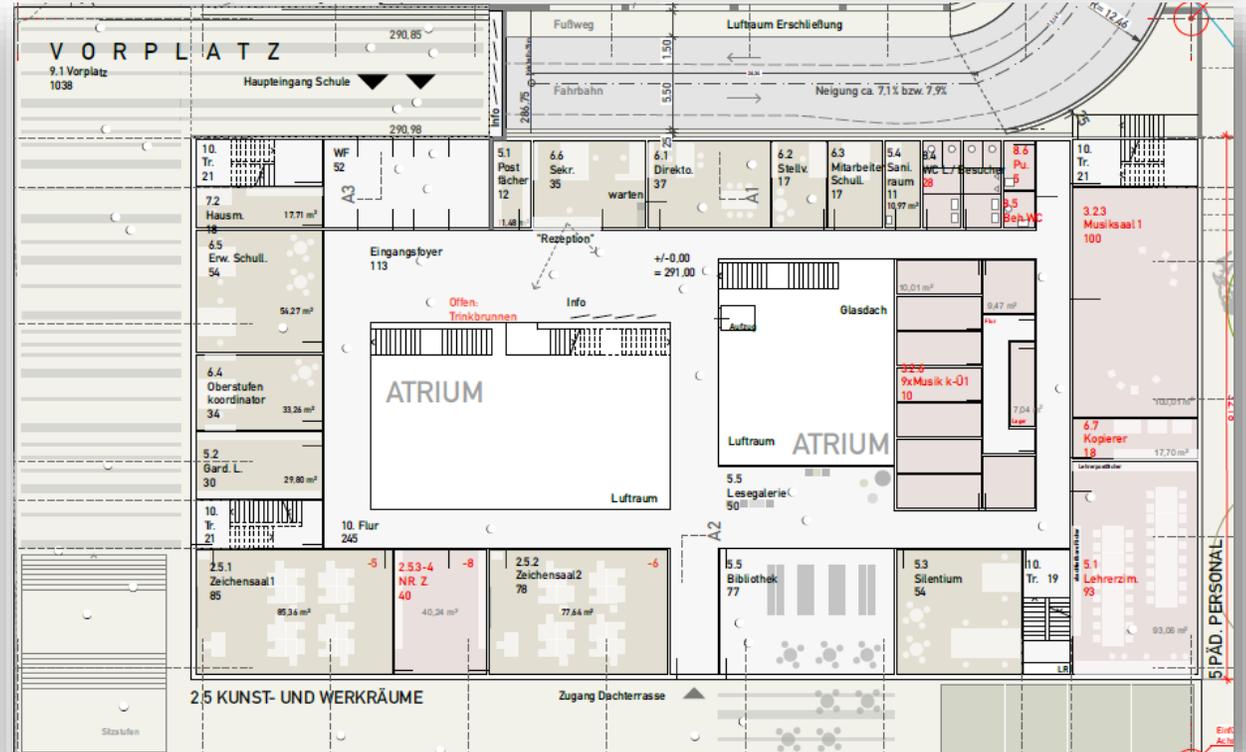
Geschoss	Fläche	Heizlast 30 W/m ²
2. Untergeschoss (-2)	1305 m ²	39150 W
1. Untergeschoss (-1)	2293 m ²	68790 W
Erdgeschoss (0)	1914 m ²	57420 W
1. Obergeschoss (+1)	2381 m ²	71430 W
2. Obergeschoss (+2)	2381 m ²	71430 W
3. Obergeschoss (+3)	2381 m ²	71430 W
	12655 m²	379,7 kW

RLT-Geräte

Anlage	Volumenstrom	Leistung
Küche	7500 m ³ /h	48000 W
Pausenhalle/Atrium	35000 m ³ /h	155000 W
Sozial- und Nebenräume	7500 m ³ /h	48000 W
Klassenräume (1)	40000 m ³ /h	256000 W
Klassenräume (2)	40000 m ³ /h	256000 W
Tiefgarage	-	-
	130000 m³/h	763,0 kW

Gesamtwärmebedarf

	Leistung kW
Heizlast	379650 W
RLT-Geräte	763000 W
	1142,7 kW



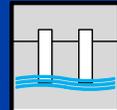


ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN UMWELTENERGIEN

Erstabschätzung Wasserwirtschaftsamt vom 16.03.2021 (Auszug)



Erdsonden



Grundwasser



Flusswasser

Geschlossenes System (Erdsonden): maximale Bohrtiefe bis Top Estheriensichten (voraussichtlich bei etwa 50 m u. GOK).

Grundwassernutzung: WWP könnten auf o. g. Grundstück ggf. je nach Quartärmächtigkeit mittels Förder- und Schluckbrunnen mit Tiefen bis max. Top Lehrbergschichten (voraussichtlich bis ca. 10 m u. GOK) im ergiebigeren Porengrundwasserleiter realisiert werden. Der Wasserchemismus ist bezüglich der Belastungssituation und evtl. erforderlichen Anforderungen an die Wiedereinleitung ins Grundwasser hier ebenso zu berücksichtigen.

Flusswassernutzung: Eine Flusswassernutzung wäre durch Entnahme von Uferfiltrat über Brunnen aus Grundwasserbegleitstrom, Wärmeentzug, Wiedereinleitung über Brunnen oder ggf. direkt in das Gewässer grundsätzlich denkbar.

Wegen Minimierung direkter Auswirkungen auf die Biozönose im Gewässer wäre zu prüfen, ob das Wasser über Brunnen im Uferbereich gewonnen werden könnte (Entnahme von Uferfiltrat über Brunnen aus Grundwasserbegleitstrom, Wiedereinleitung über Brunnen oder ggf. direkt in das Gewässer).

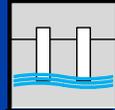


ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN UMWELTENERGIEN

Erstabschätzung Wasserwirtschaftsamt vom 16.03.2021 (Auszug)



Erdsonden



Grundwasser



Flusswasser

Hinweis zur Belastungssituation:

Im Anwesen Mühlstraße 21-31 sind bereichsweise Untergrundverunreinigungen insb. mit LHKW und PFC vorhanden, die das Potenzial einer geothermischen Nutzung beschränken könnten.

Für die Beurteilung der Realisierbarkeit sind die Verunreinigungssituation und mögliche Auswirkungen des Vorhabens gutachterlich auszuwerten sowie Vorschläge zu unterbreiten, wie das Vorhaben ausgeführt werden kann, ohne dass Verschleppungen von evtl. vorhandenen Schadstoffen zu besorgen sind. Ggf. ist ein Beweissicherungskonzept zur Überprüfung bzw. zum Nachweis der Wirksamkeit von Vermeidungsmaßnahmen während und nach der Durchführung des Vorhabens zu entwickeln.

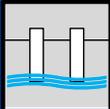
Aufgrund der bekannten Belastungssituation des Grundwassers auf o. g. Grundstück ist bei der Nutzung von Grundwasser / Uferfiltrat mit Anforderungen an die Einleitung ins Gewässer bzw. Wiedereinleitung ins Grundwasser zu rechnen.

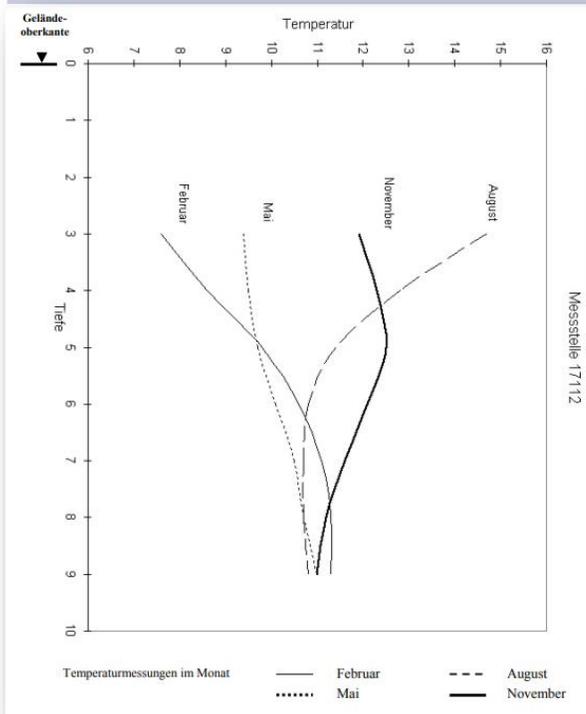
→ Ggfs. Ist eine Filterung des Grundwassers / Flusswassers notwendig, ein geschlossenes System (z.B. Erdsonden) ist durch die bekannte Belastungssituation des Grundwassers nicht betroffen.



LEISTUNGSABSCHÄTZUNG DER ZUR VERFÜGUNG STEHENDEN UMWELTENERGIEN

Übersicht

 Erdsonden	 Grundwasser	 Flusswasser	 Luft*
ca. 200 kW	ca. 50-100 kW	ca. 100-150 kW	750 kW



Anlage 1.6 Temperatur-Tiefenprofil an Messstelle 17112

Messstellenname **VACH VA 14**
 Landkreis **Fürth**
 Ausbautiefe **10,10 m unter Gelände**

[https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=1189672244&ACTIONxSESSxS HOWPIC\(BILDxKEY:%27fw_was_00180%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=1189672244&ACTIONxSESSxS HOWPIC(BILDxKEY:%27fw_was_00180%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))

Tabelle 4: Übersicht Förderleistung und Fördermenge der Grundwassermessstellen

	GWM 1	GWM 2	GWM 3	GWM 4
Förderleistung (l/s)	4,0	3,00	2,35	0,5
Fördermenge (m³)	103,032	57,773	49,203	13,528
Grundwasserstand	4,45 m u. POK	3,98 m u. POK	4,89 m u. POK	3,5 m u. POK
max. Absenkung (m)	5,6	3,41	2,28	3,7

*** Lüftung (Heizung) 750 kW**

→ z.B. über integrierte Luft-Luft-WP in RLT-Anlagen Nutzung d. warmen Abluft

Auszug Baugrundgutachten R&H
 Stand 01.02.2019
 „Baugrundgutachten_R&H Umwelt_20190201.pdf“





POTENTIALABSCHÄTZUNG

Erdwärmesonden

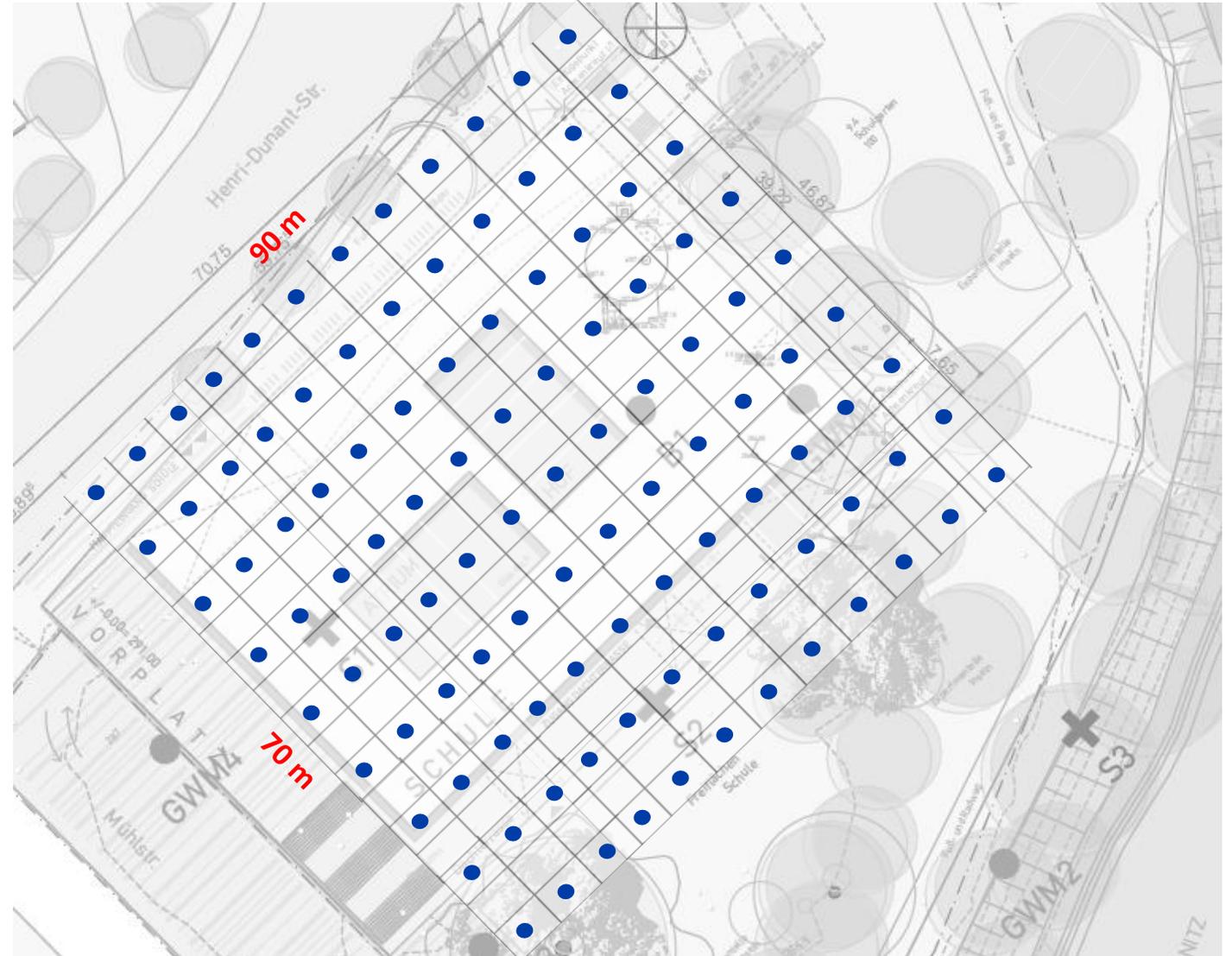
exemplarische Anordnung

Normleistung	50	W/m
Durchsch. Jahrestemp.	9,3*	°C
Standort Höhe	294	m.ü.Meer
Erdreichtemp. bei 10 m	6,0	°C
Erdreichtemp. bei 50 m	7,3	°C

- maximale Bohrtiefe bis Top Estheriensichten (voraussichtlich bei etwa 50 m u. GOK)
- bei einem Abstand von jeweils 7,5 m ist eine Linienanordnung von ca. 12x9 Erdwärmesonden möglich
- 1 Erdwärmesonde = 1.800 W bei 50 m Tiefe
- 12 Erdwärmesonden Linienanordnung = ca. 25.000** W / 9
Erdwärmesonden Linienanordnung = ca. 16.000 W Leistung → 108
Erdwärmesonden gesamt bei 50 m Tiefe = ca. 200.000** W = **200 kW Leistung**

*Daten gem. DWD

**interpoliert



Maßstab 1:1000 m



MÖGLICHE RLT-ERGÄNZUNG

Dezentrale Wärmeversorgung mit integrierter Luft/Luft-Wärmepumpe

Beschreibung:

Durch die Ausstattung des integrierten Kühlsystems mit einem Wärmepumpenkreislauf zur Umkehrung des Kältekreislaufs kann die Restwärme der Abluft/Fortluft sehr effektiv genutzt werden.

Nutzung der integrierten Direktkälteerzeugung über Direktverdampfung: Der Wärmetauscher, in dem das Kältemittel verdampft (Direktverdampfer), steht direkt mit der zu kühlenden Außen- oder Umluft in Berührung. Dabei kann im Winter die Kälteanlage als Rückgewinnung der Abluftwärme genutzt werden (reversible Wärmepumpe).

Randbedingungen:

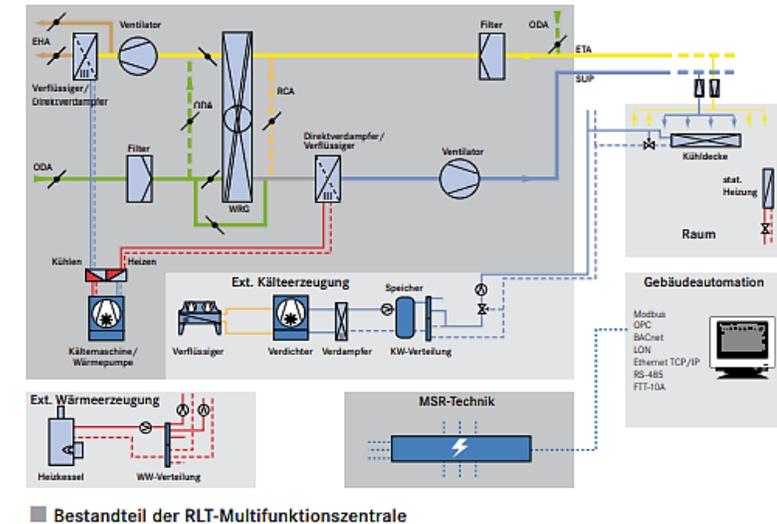
- COP im Winter: ca. 3,0 COP im Sommer: ca. 4,0 (durch Doppelfunktion)
- Wärmepumpe mit hoher Leistungszahl
- viel warme Abluft muss vorhanden sein

Ergebnis:

Durch den Einsatz durch integrierte Wärmepumpen in RLT-Anlagen kann an Technikflächen deutlich gespart werden. Die zur Verfügung gestellten Umweltenergien (Geothermie/Solarthermie) können ausschließlich für stat. Heizsysteme (NT) effizient verwendet werden.

→ gut geeignet, Potential weiterverfolgen

- Umschaltbare Direktverdampfung
- Wärmerückgewinnung aus der Fortluft
- Keine oder geringe „Backup“- Heizleistung für Raumlufttechnik erforderlich
- Enteisungsfunktion des Fortluft-Direktverdampfers
- 4-Klappensystem



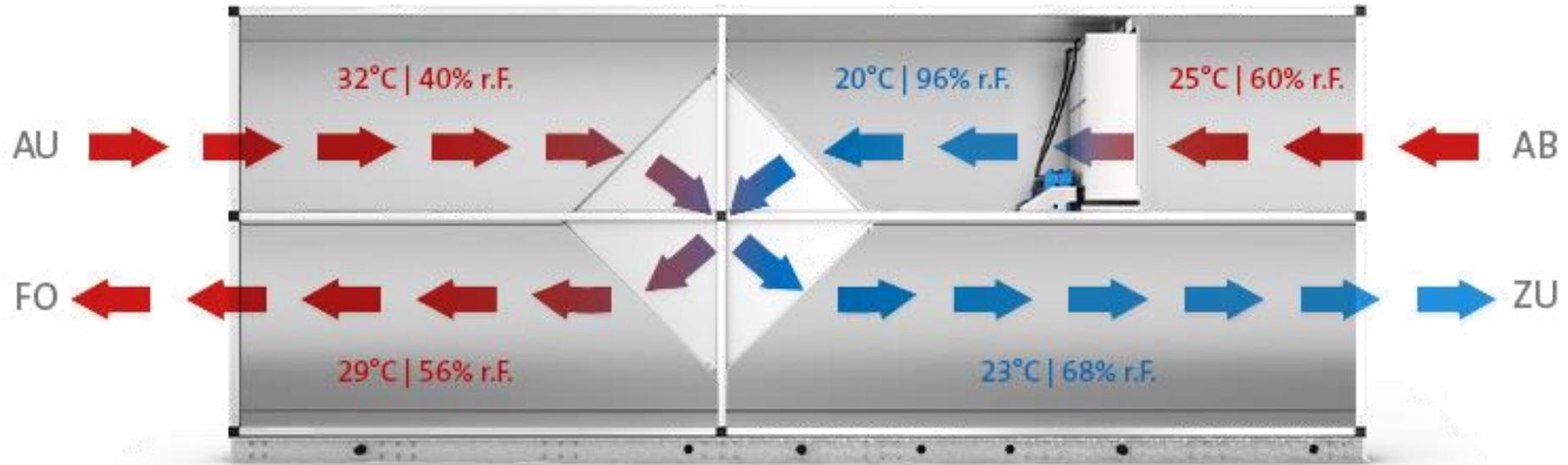
Quellen: [robatherm_All-in-One_deu.pdf](#), [Zentrale Klimageräte mit integrierter Kälte- und Wärmepumpentechnologie - tab - Das Fachmedium der TGA-Branche](#), [Wärmepumpe mit Lüftung: eine Lösung für Niedrigenergiehäuser - SBZ \(sbz-online.de\)](#), [Wärmepumpe mit Lüftungsanlage kombinieren | heizung.de](#)



MÖGLICHE RLT-ERGÄNZUNG

Adiabate Abluftbefeuchtung

ggf. Optional



Quelle: condair

Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und adiabater Abluftbefeuchtung

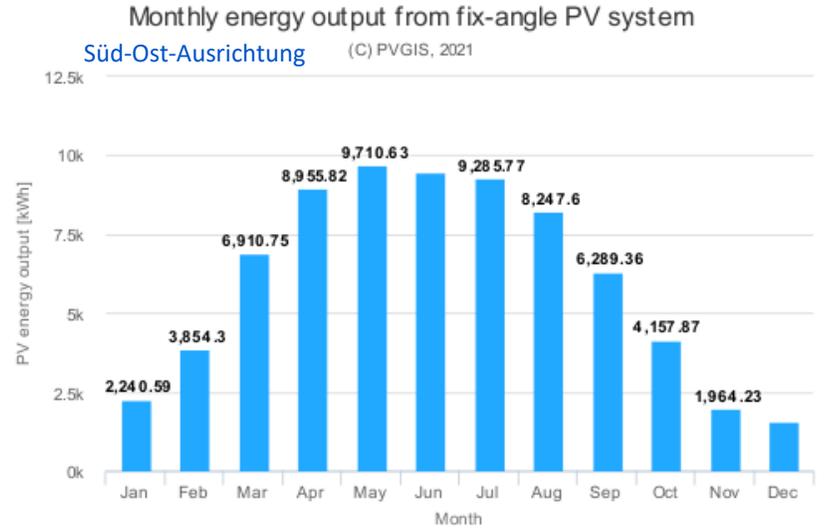
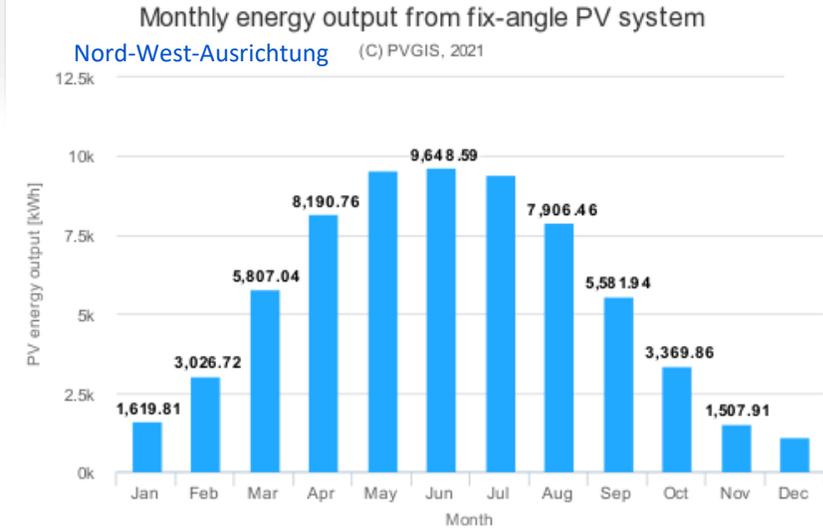


LOKALE POTENTIALE AM STANDORT

Photovoltaik Dach: 50% Süd-Ost- und 50% Nord-West-Orientierung

Positiv, weiter zu untersuchen

Abschätzung Photovoltaik Dach	
Dachfläche gesamt	ca. 1.990 m ²
Nutzbare Fläche (ca. 42%)	ca. 850 m ²
Installierte PV-Leistung (ca. 5,5 m ² /kW Peak)	ca. 78 kW Peak (156 kW Peak)
Systemverluste	ca. 14%
Aufstellwinkel Süd-Ost-West (optimiert)	ca. 35°
Jährlicher PV-Ertrag	ca. 72.611 kWh (SO) ca. 66.739 kWh (NW)
\sum Jährl. PV – Ertrag	ca. 139.350 kWh





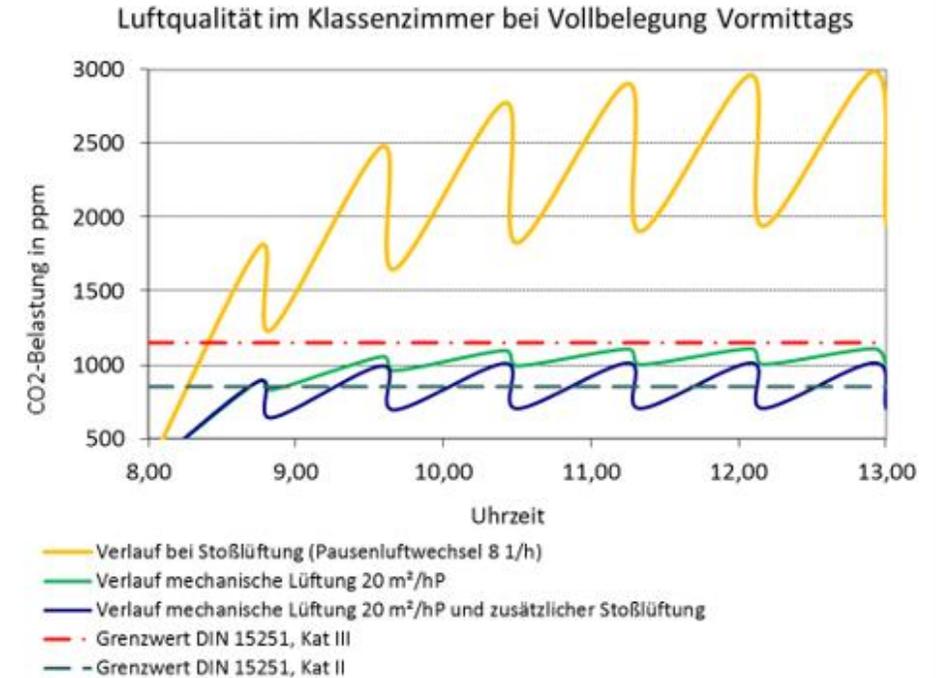
RANDBEDINGUNGEN

Anforderungsprofil Lüftung

-
- KfW Effizienzhaus 55 nur umsetzbar über eine zentrale Lüftungsanlage mit WRG
- Einfluss auf Investitions- und Betriebskosten der RLT werden maßgeblich durch Luftmenge bestimmt.
 - Welche Luftmenge ist für die zentrale Lüftung anzusetzen?
- Lüftung mit $20 \text{ m}^3/(\text{hP})$ + Fensterlüftung in den Pausen (Hybridlüftung)
- Ziel: CO₂-Konzentraion unter 1.000 ppm.

Klassifizierung der Raumluftqualität nach DIN EN 13779:2007-09

Raumluft-Kategorie (Indoor Air)	Beschreibung	Erhöhung CO ₂ -Konzentration gegenüber der Außenluft [ppm]	Absolute CO ₂ -Konzentration in der Innenraumluft [ppm]	Lüftungsgeräte/Außenluftvolumenstrom [l/s Person] ((m ³ /h Person))
IDA 1	Hohe Raumluftqualität	≤ 400	≤ 800	>15(>54)
IDA 2	Mittlere Raumluftqualität	> 400-600	> 800-1000	10-15 (>36-54)
IDA 3	Mäßige Raumluftqualität	> 600-1000	> 1000-1400	6-10 (>22-36)
IDA 4	Niedrige Raumluftqualität	> 1000	> 1400	<6(<22)





BELÜFTUNG

Klassenzimmer (exemplarische Auslegung)

Nutzung	Anlagennummer	Luftwechsel	ca. Fläche (in m ²)	ca. Σ Luftmenge
Klassenzimmer (nach DIN EN 16798)	A	8,1 m ³ /hm ²	4.191	34.000

Berechnung des Luftwechsels
in den Klassenzimmern:

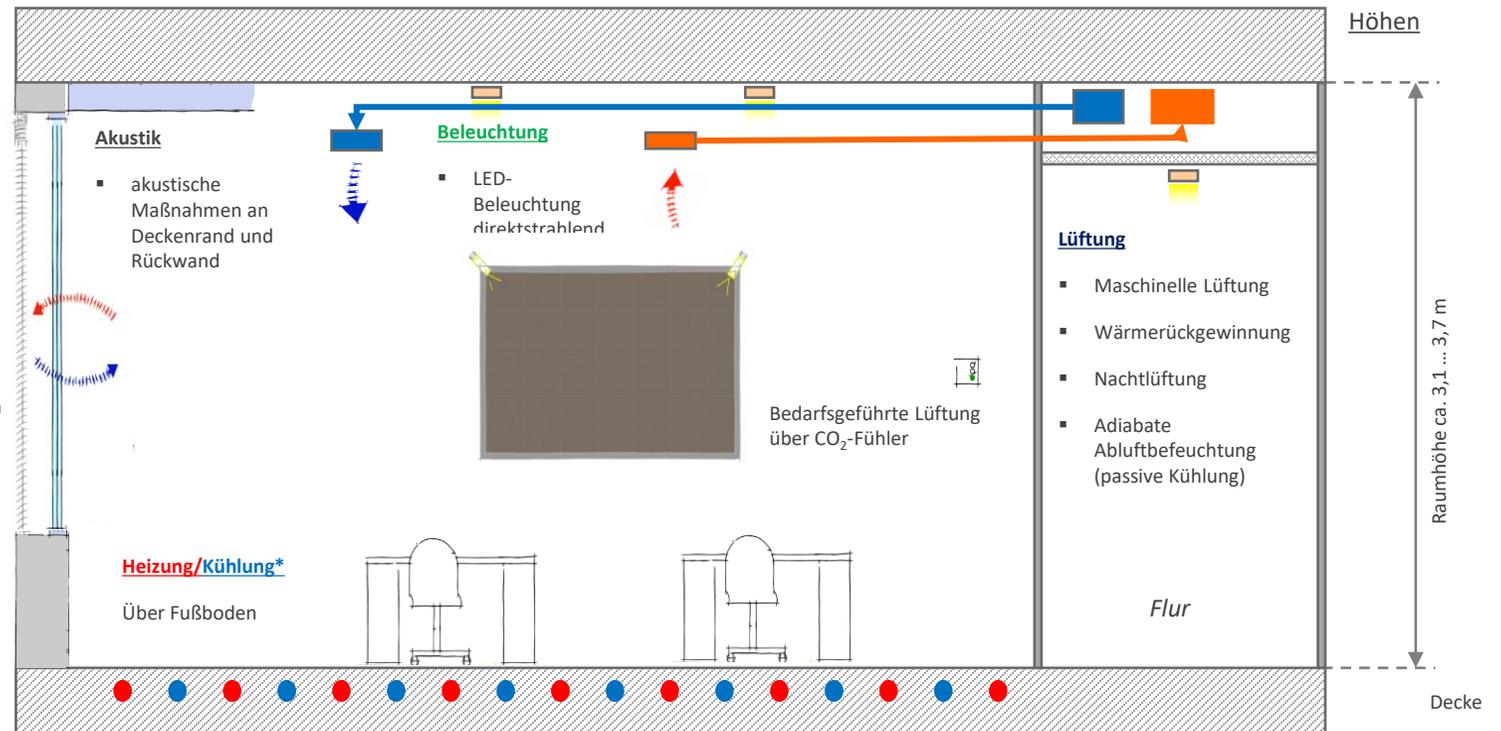
Luftmenge (m ³ /h*Pers.)	20
Schüler	32
Lehrer	1
pro Klassenzimmer (m³)	660
ca. Fläche eines KZ	65
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,8

Öffnbare Fenster

- 3-fach-Verglasung

Sonnenschutz

- Außenliegende Jalousien (automatisch + manuell)



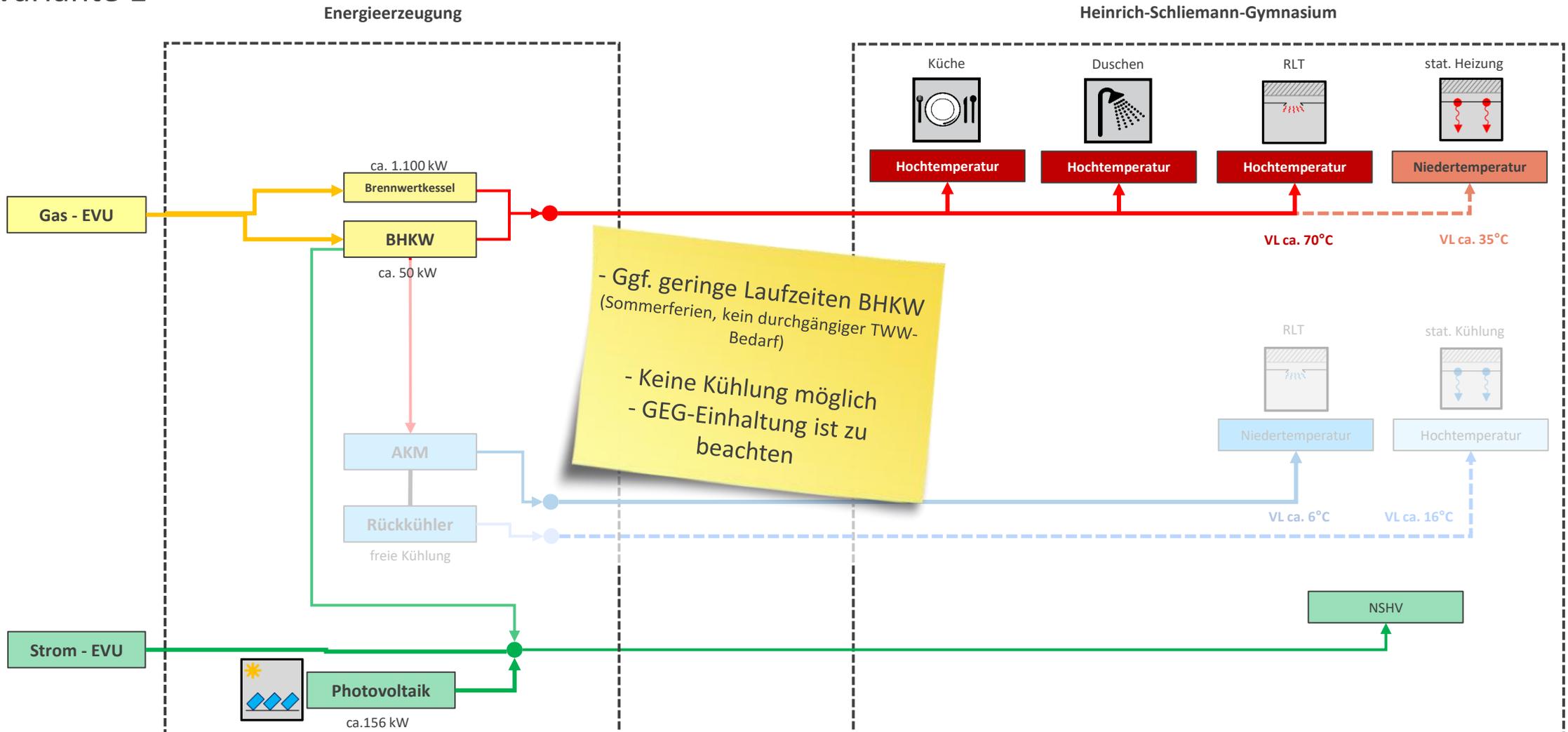
Durchschnittliche flächenspezifische Luftmenge:

$$\rightarrow 20 * (32+1) / 65 * 0,8 = 8,1 \text{ m}^3/\text{h} * \text{m}^2$$



ENERGIEKONZEPTE: FOSSILE VARIANTE

Variante 1

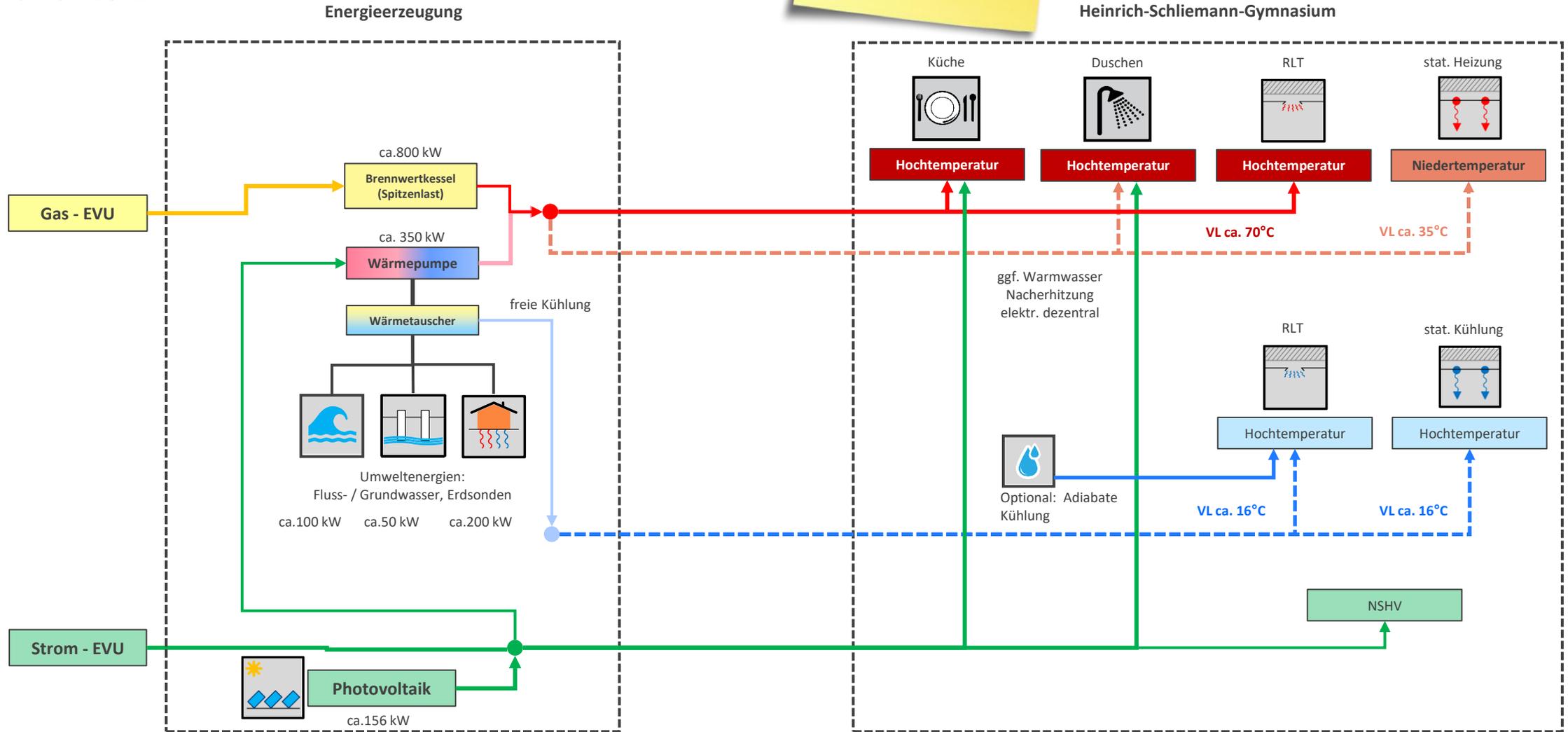




ENERGIEKONZEPTE: HYBRID VARIANTE

Variante 2

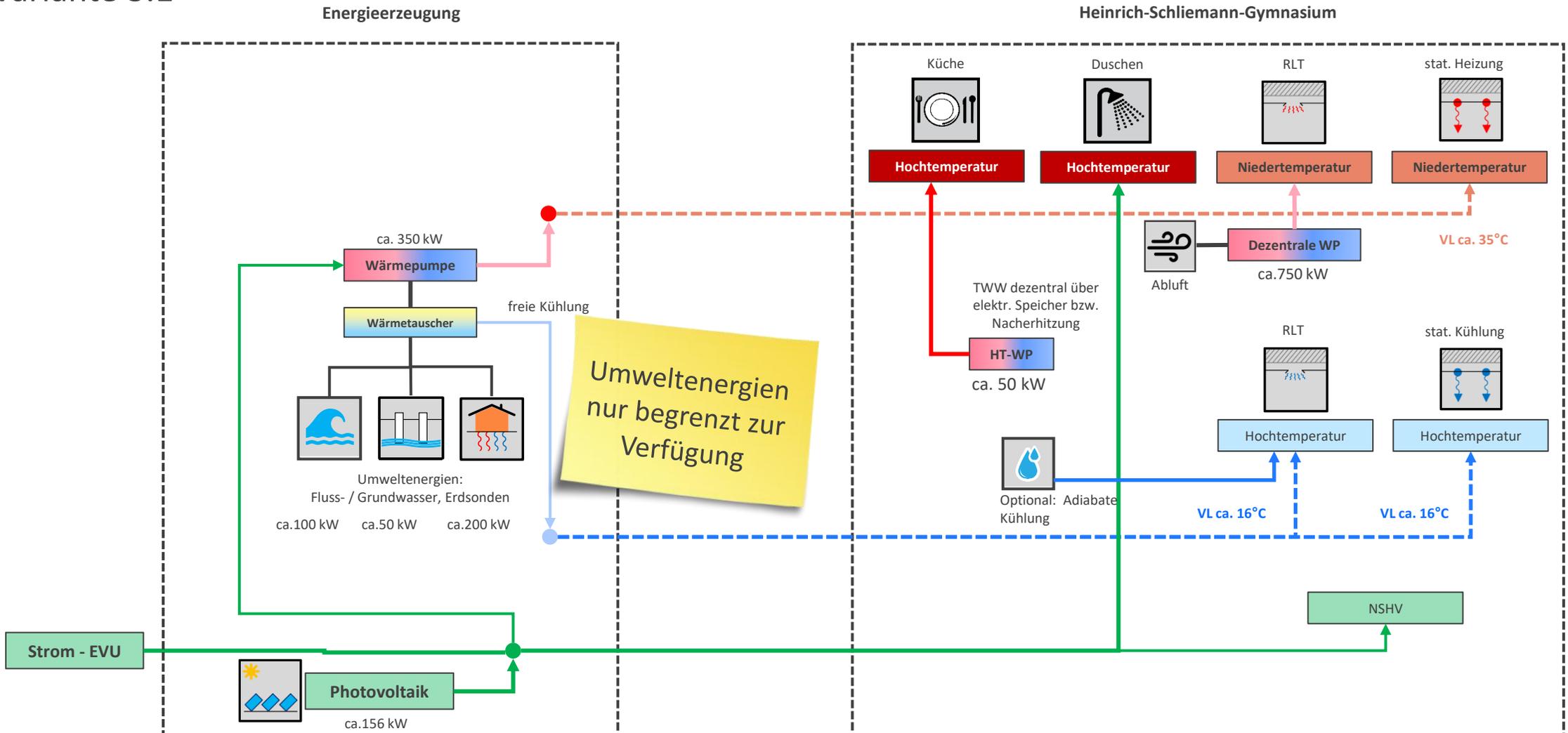
Vom Planungsteam
favorisiertes Konzept





ENERGIEKONZEPTE: VOLL ELEKTRISCHE VARIANTE

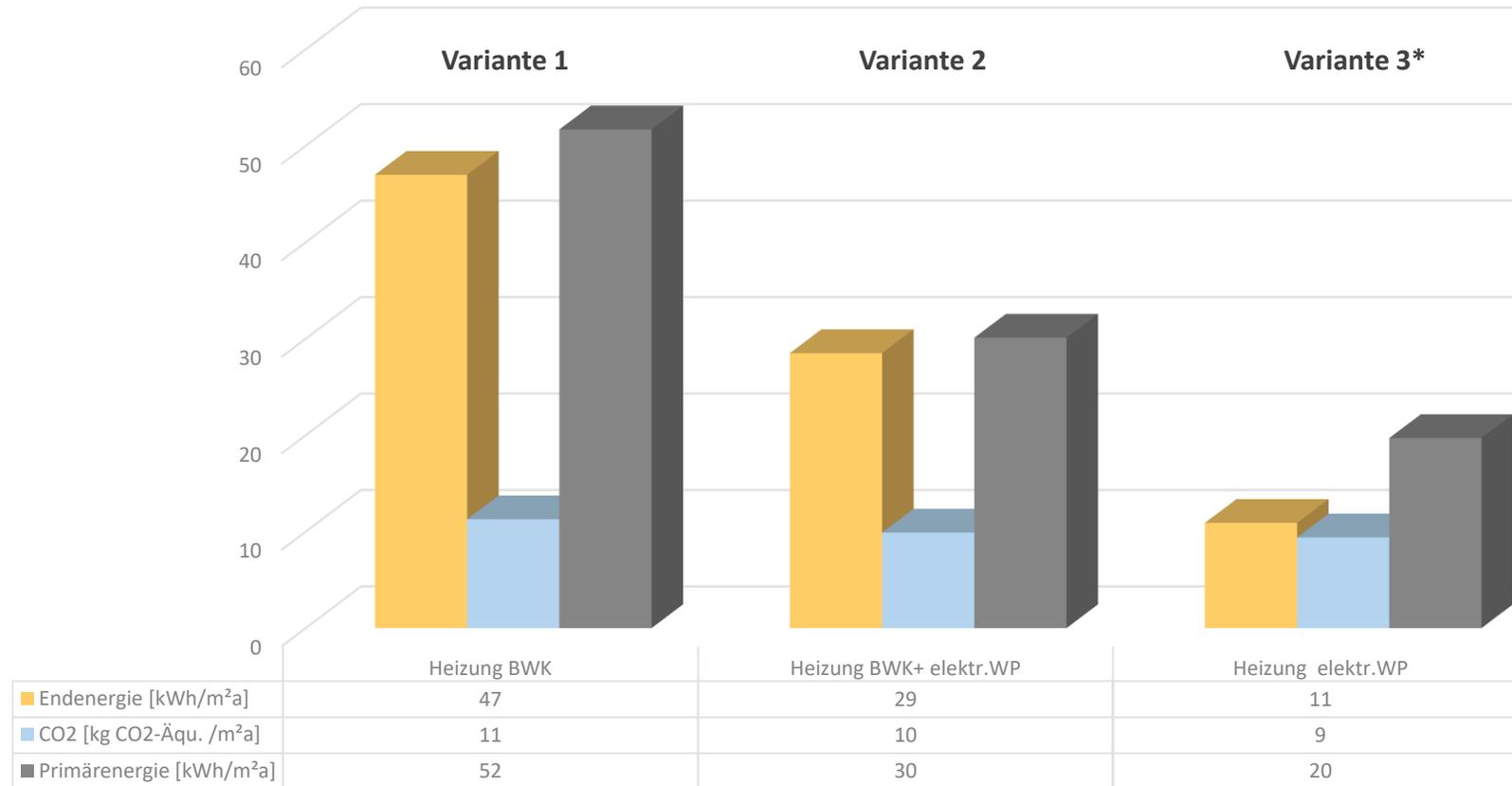
Variante 3.1





BEDARFSABSCHÄTZUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG

Heizung



Hinweis: JAZ bei WP hier 4,3 angesetzt (Sole-Wasser-WP)

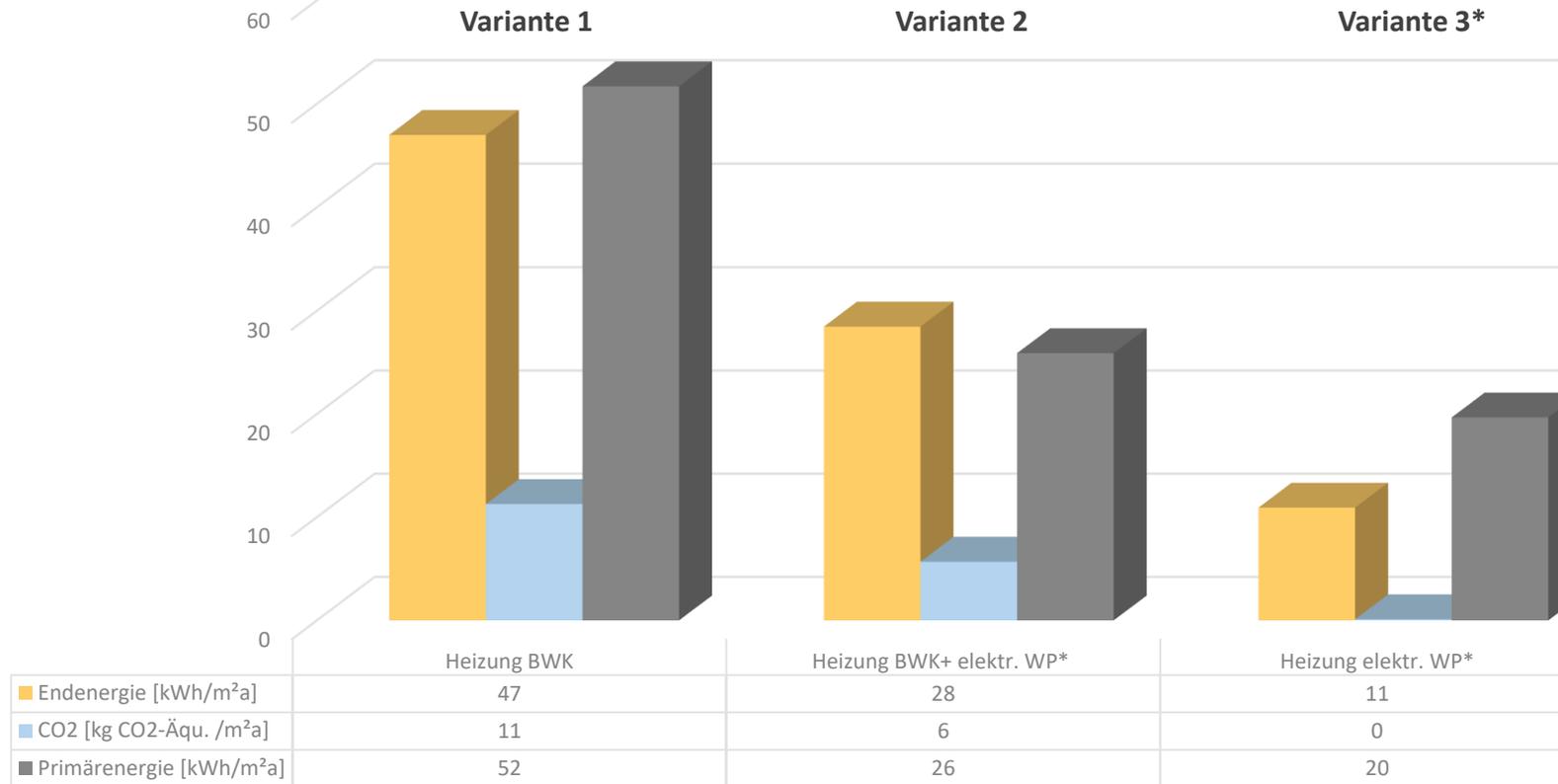
■ Endenergie [kWh/m²a] ■ CO2 [kg CO2-Äqu. /m²a] ■ Primärenergie [kWh/m²a]



BEDARFSABSCHÄTZUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG

Ökostrom*

*Änderung: Energieträger des kg CO₂-Äqu./m²a ist Ökostrom gem. DGNB



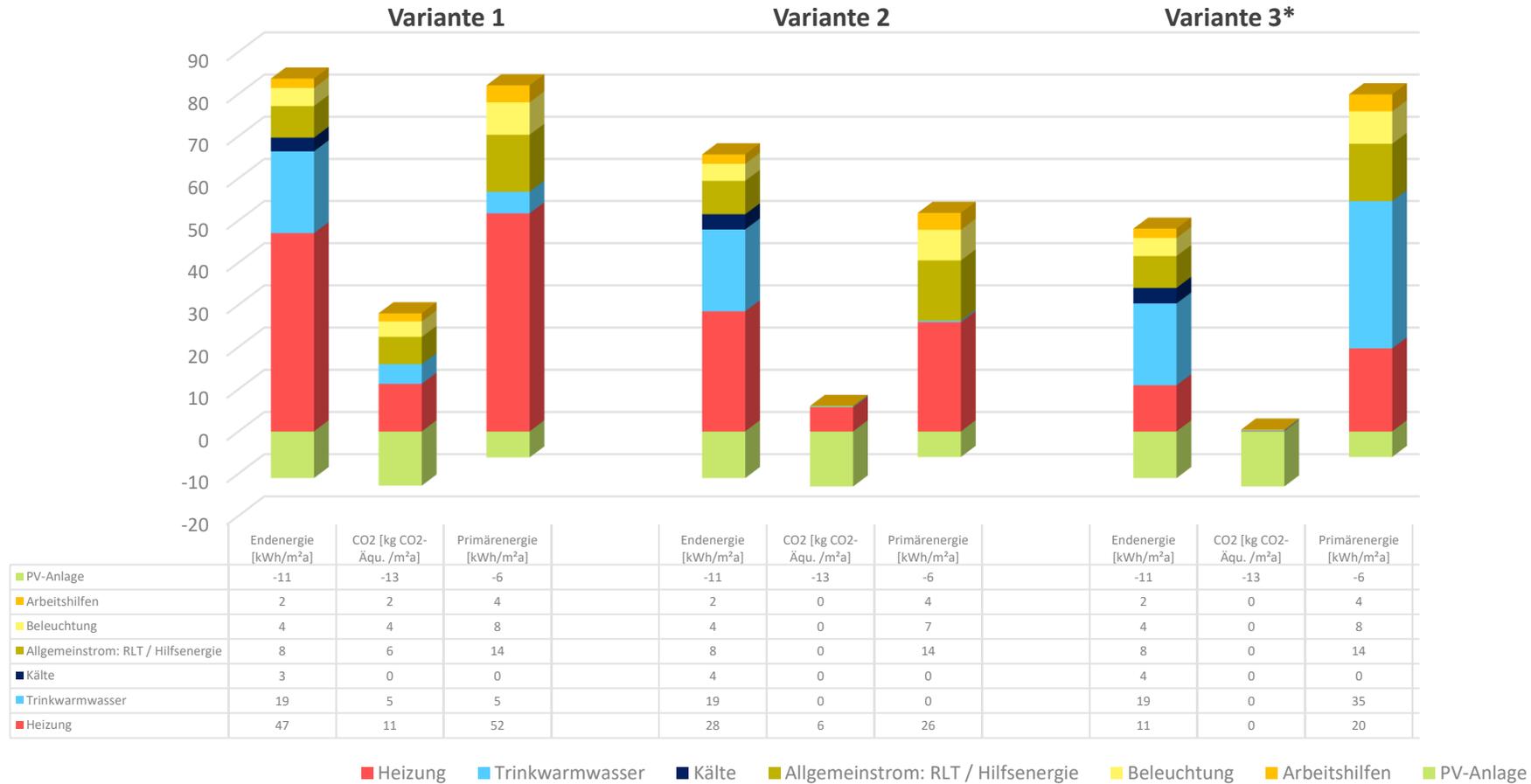
■ Endenergie [kWh/m²a] ■ CO₂ [kg CO₂-Äqu. /m²a] ■ Primärenergie [kWh/m²a]

Hinweis: JAZ bei WP hier 4,3 angesetzt (Sole-Wasser-WP)



BEDARFSABSCHÄTZUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG

graphische Gegenüberstellung Gesamtgebäude HSG



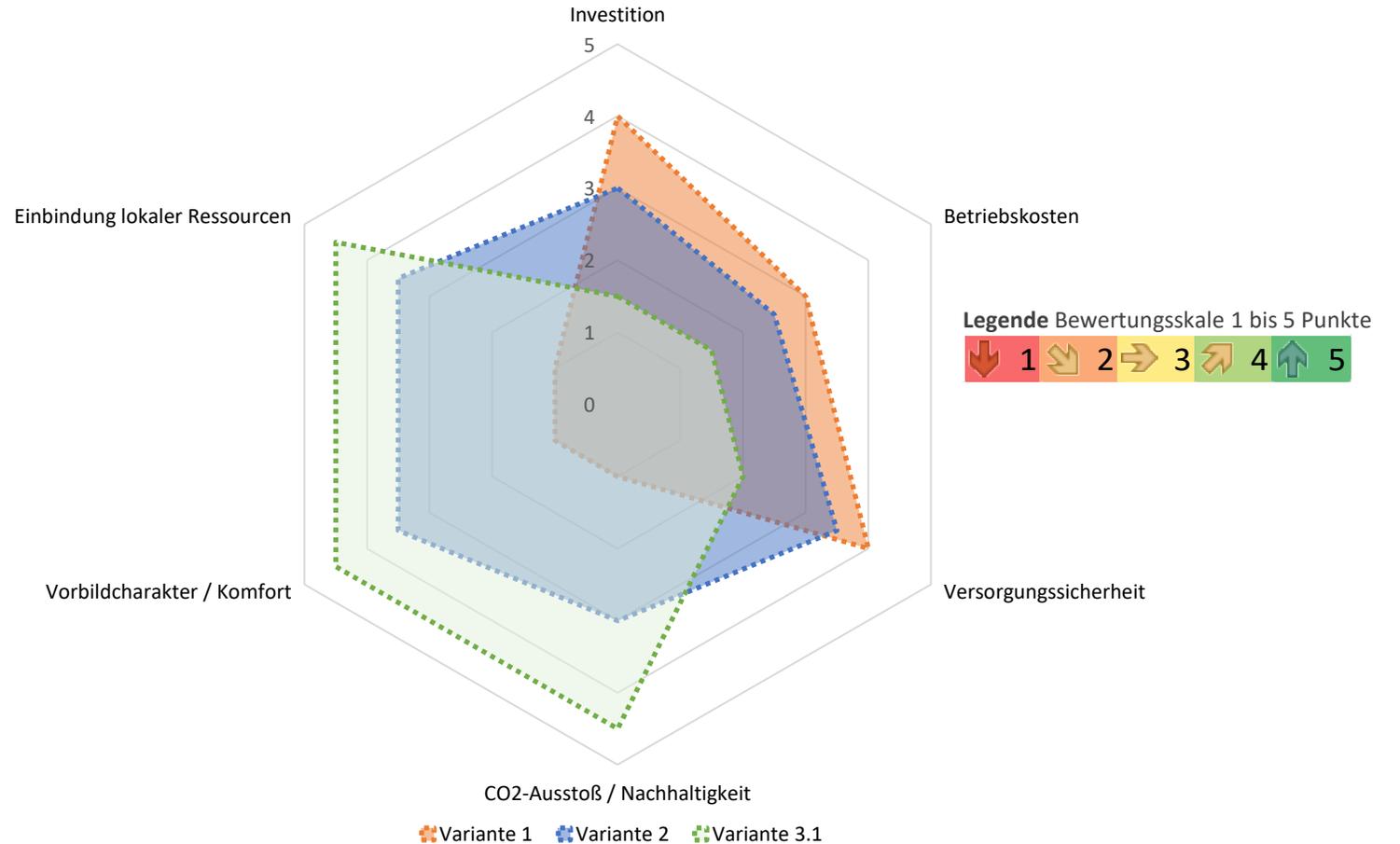
* Energieträger des kg CO2-Äqu./m²a ist Ökostrom gem. DGNB Rahmenwerk Klimaneutralität



ENERGIEKONZEPT – VARIANTENUNTERSUCHUNG

Bewertungskriterien

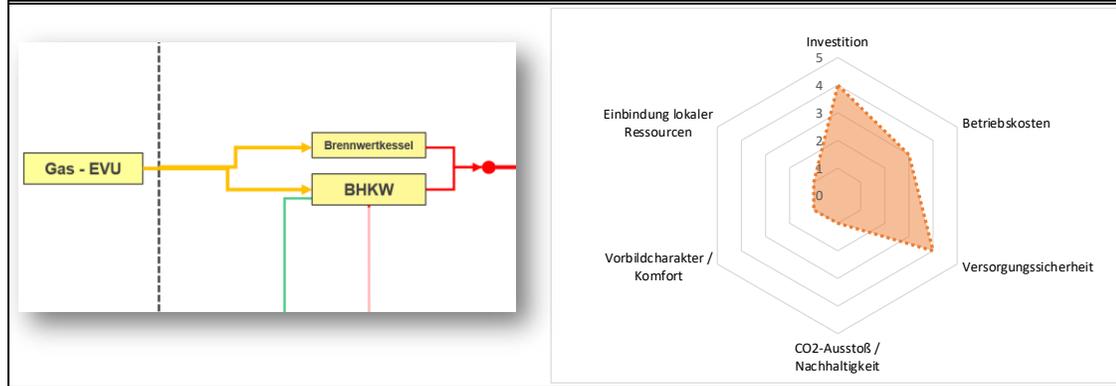
- ✓ Investition
- ✓ Betriebskosten
- ✓ Versorgungssicherheit
- ✓ CO2-Ausstoß / Nachhaltigkeit
- ✓ Vorbildcharakter / Komfort
- ✓ Einbindung lokaler Ressourcen



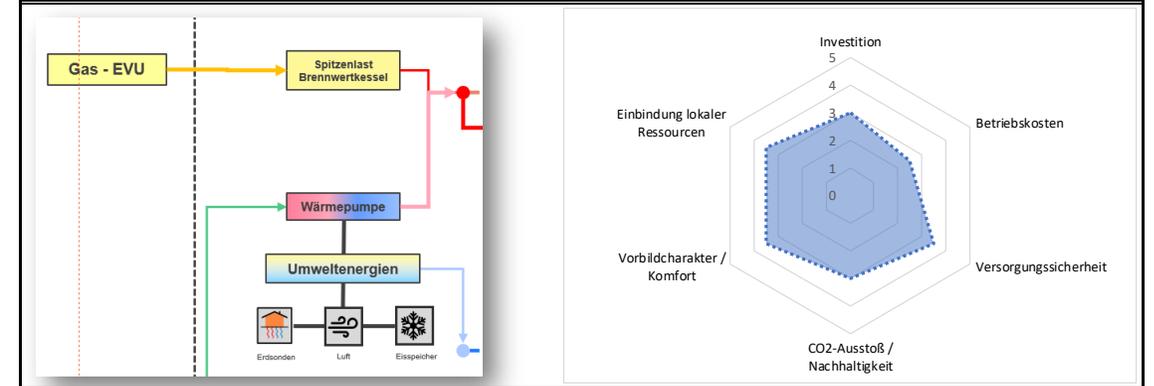


BEWERTUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG

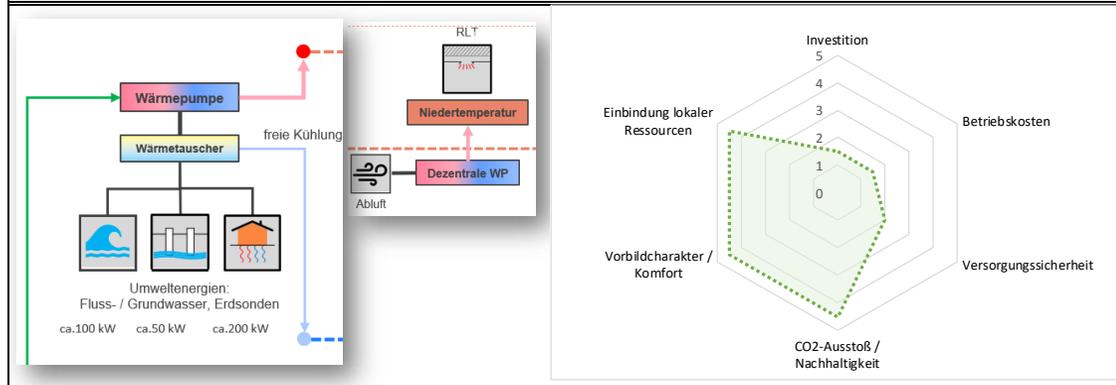
Variante 1 Fossile Variante



Variante 2 Hybrid Variante



Variante 3.1 Voll elektrisch

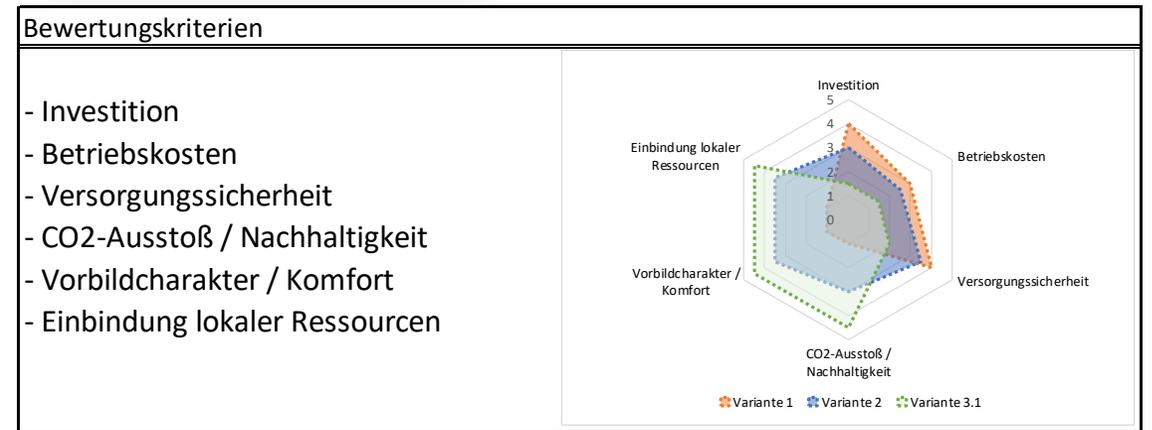
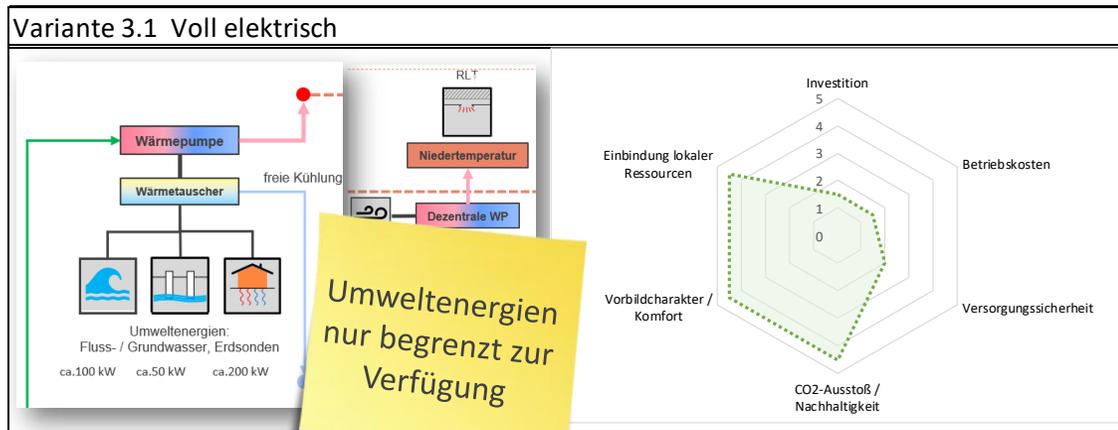
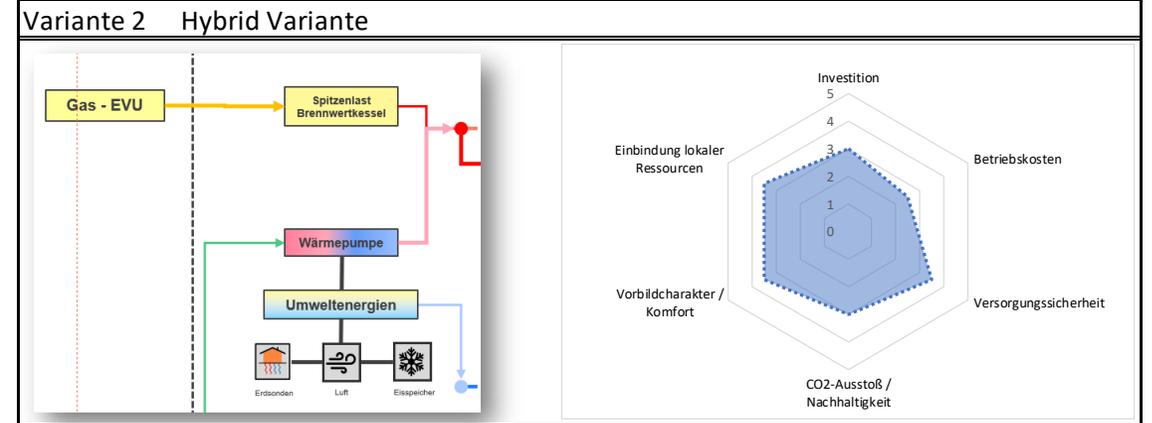
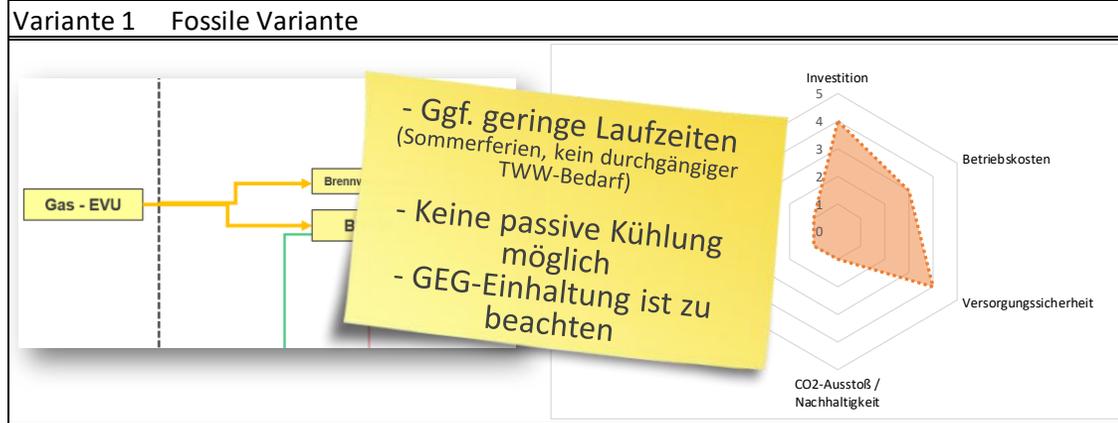


Bewertungskriterien





BEWERTUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG





WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Randbedingungen

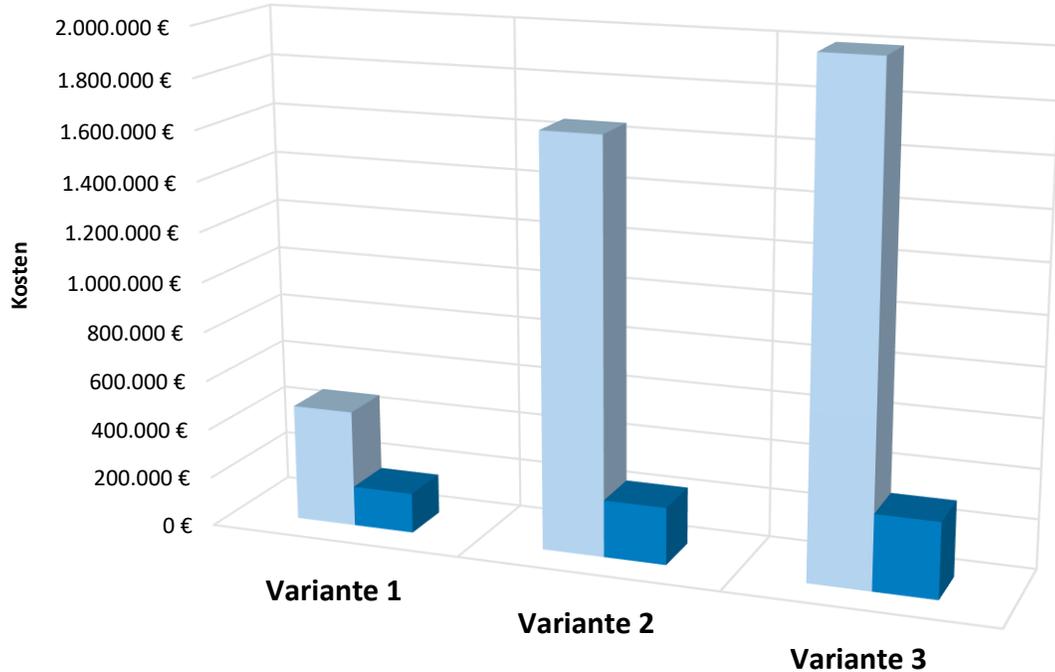
- Die dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt in Anlehnung an die Annuitätenmethode nach VDI 2067-1:2012 („Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen“).
- Die Annuitätenmethode unterteilt sich hierbei in folgende Kostenbestandteile:
 - Kapitalgebundene Kosten (Investitionskosten, einmalig)
 - bedarfsgebundene (Energiekosten, laufend)
 - betriebsgebundene Kosten (Wartung und Instandhaltung, laufend)
 - sonstige Kosten (Einspeisevergütung, EEG-Umlage, CO₂-Steuer fossile Energieträger etc., laufend)
- Diese Kostenbestandteile werden mit Hilfe von Annuitätsfaktoren über einen festgelegten Betrachtungszeitraum zusammengeführt. Energiepreiserhöhungen sowie Lohnkosten für Wartung und Instandhaltung sind in den bedarfsgebundenen bzw. betriebsgebundenen Kosten berücksichtigt.
- Es werden nur vergleichsrelevante Kosten berücksichtigt, entsprechend werden Komponenten die in allen Varianten gleich sind, nicht berücksichtigt
- Der Endenergiepreis wird gemäß Angaben der Infra Fürth mit ca. 0,04 €/kWh für Gas und 0,21 €/kWh für Strom angenommen.
- Folgende Randbedingungen werden bei der ökonomischen Bewertung berücksichtigt:
 - Betrachtungszeitraum: 20 Jahre nach VDI 2067
 - Kapitalzinns: 1 %
 - CO₂-Steuer Jahr 2025 65 €/tCO₂ (Quelle: CO₂-Bepreisung in Deutschland umweltbundesamt.de)
 - Energiepreiserhöhung: 5 %
 - Instandhaltung/Betriebskosten/rechnerische Nutzungsdauer: gemäß VDI 2067 Blatt 1:2012
 - Einspeisevergütung: 0,06 €/kWh (Stand Mai 2021)



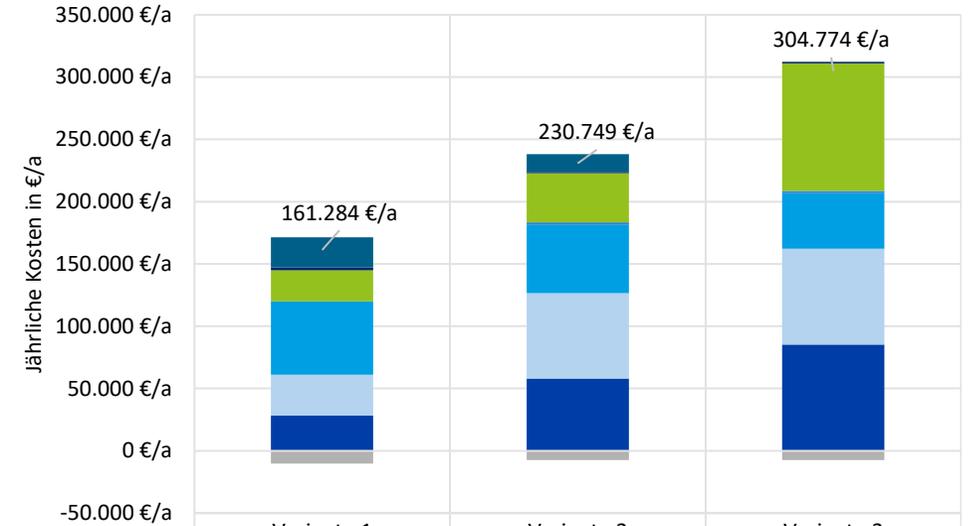
WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Investitionskosten u. jährliche Kosten

Vergleichsrelevante Kosten für Wärme- und Kälteerzeugung



	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Investitionskosten	471.000 €	1.652.000 €	2.144.500 €
Jährliche Kosten (VDI 2067)	161.284 €/a	230.749 €/a	304.774 €/a

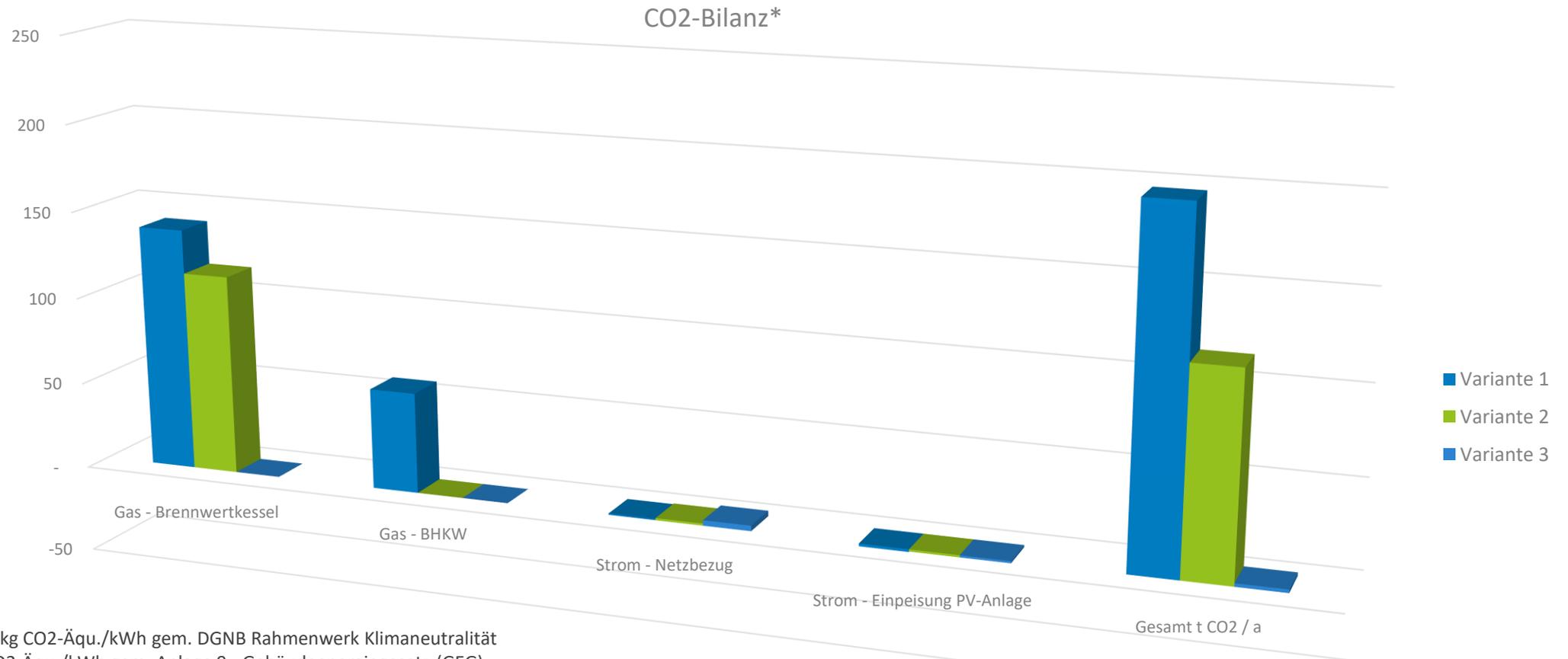


	Variante 1	Variante 2	Variante 3
CO2 Steuer (fossile Energieträger)	24.300 €/a	14.200 €/a	0 €/a
Bedarfsgebundene Kosten (EEG-Umlage)	2.197 €/a	1.262 €/a	1.262 €/a
Bedarfsgebundene Kosten (Strom)	25.126 €/a	39.402 €/a	102.247 €/a
Bedarfsgebundene Kosten (Kälte)	0 €/a	1.952 €/a	1.987 €/a
Bedarfsgebundene Kosten (Wärme)	58.861 €/a	54.833 €/a	44.378 €/a
Betriebsgebundene Kosten	32.900 €/a	68.500 €/a	77.000 €/a
Kapitalgebundene Kosten	28.100 €/a	58.000 €/a	85.300 €/a
Einspeisevergütung	-10.200 €/a	-7.400 €/a	-7.400 €/a
Summe Jährliche Kosten	161.284 €/a	230.749 €/a	304.774 €/a



WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Gegenüberstellung CO2-Emissionen Varianten



* Ökostrom mit 0,01 kg CO₂-Äqu./kWh gem. DGNB Rahmenwerk Klimaneutralität

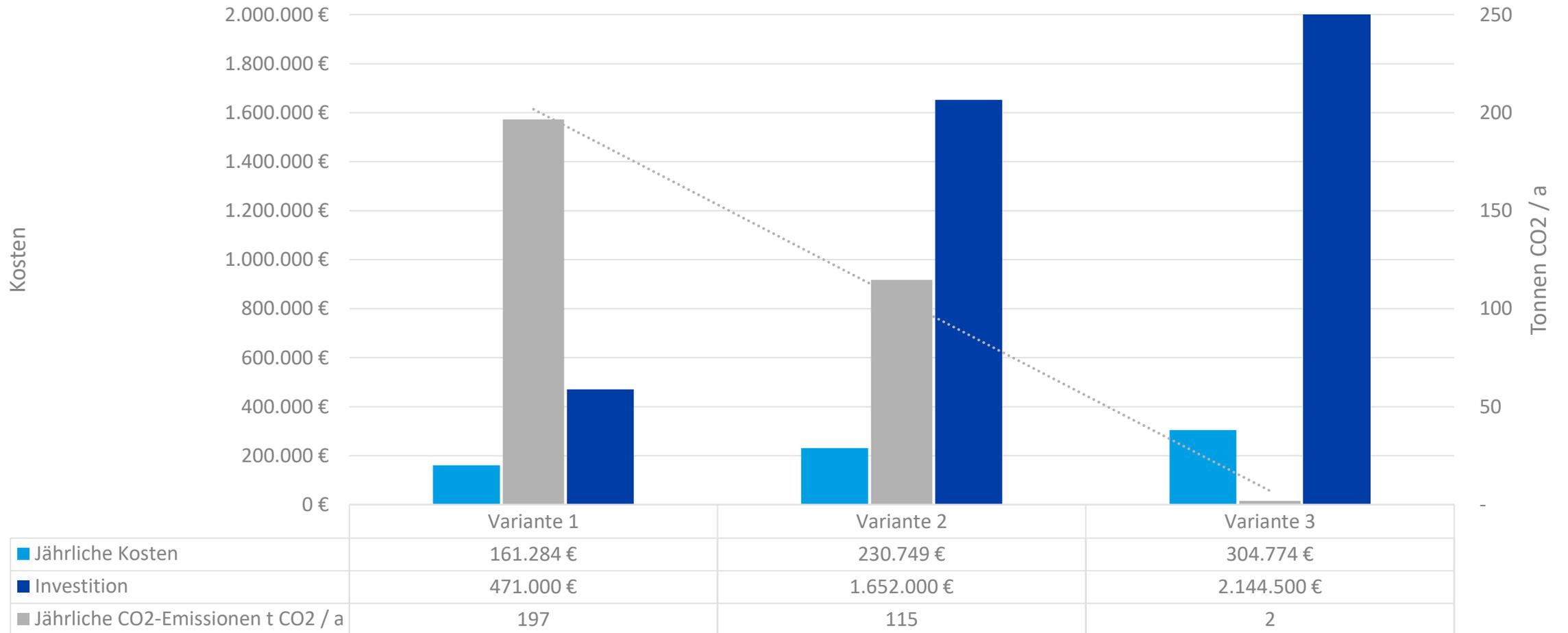
* Gas mit 0,240 kg CO₂-Äqu./kWh gem. Anlage 9 - Gebäudeenergiegesetz (GEG)

* Eigenstromnutzung PV-Anlage und BHKW bereits berücksichtigt



WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Gegenüberstellung Varianten: Kosten und jährliche CO2-Emissionen





ENERGIEKONZEPT – VARIANTENGEGENÜBERSTELLUNG

Bewertungsmatrix (qualitativ)

Bezeichnung	Variante 1	Variante 2	Variante 3
	Fossile Variante	Hybrid Variante	Voll elektrisch
Investition	↑ 5,0	→ 3,0	↓ 1,0
Betriebskosten	↗ 4,0	→ 3,0	↘ 2,0
Versorgungssicherheit	↗ 4,0	↗ 3,5	↓ 1,5
CO ₂ -Ausstoß / Nachhaltigkeit	↓ 1,0	→ 3,0	↑ 5,0
Vorbildcharakter / therm. Komfort	↓ 1,0	↗ 3,5	↑ 4,5
Einbindung lokaler Ressourcen	↓ 1,0	↗ 3,5	↑ 4,5
Gesamtbewertung (Summe)	↓ 16,0	↑ 19,5	↗ 18,5

Legende Bewertungsskala 1 bis 5 Punkte





BEWERTUNG – VARIANTENUNTERSUCHUNG

Fazit

Variante 1: Aufgrund der geringen verbrauchsgebundenen Kosten (z.B. Sonder-Tarif für Gas infra Fürth) hat diese Variante die geringsten jährlichen Kosten. Variante 1 hat zusätzlich die geringsten Investitionskosten. Allerdings werden durch die geplante CO₂-Steuer die verbrauchsgebundenen Kosten mittelfristig deutlich steigen. Eine passive Kühlung mittels Umweltenergien und eine damit einhergehende Steigerung des thermischen Komforts ist in dieser Variante nicht möglich. In Bezug auf Nachhaltigkeit und CO₂-Emissionen schneidet diese Variante mit Abstand am schlechtesten ab. Die Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen gem. GEG können durch den empfohlenen hohen Wärmestandard (mind. EG-55) und den Einsatz einer PV-Anlage voraussichtlich knapp eingehalten werden. Die GEG-Anforderungen sind im weiteren Planungsverlauf zu validieren.

Variante 2: Die Hybride-Variante bietet eine gute Versorgungssicherheit und schneidet in allen Bewertungskriterien moderat ab. Durch den Einsatz der passiven Kühlung über Umweltenergien, kann der thermische Komfort in den Sommermonaten deutlich gesteigert werden. Diese Variante wird vom Planungsteam favorisiert. Die Wärmeversorgung folgt in der Grundlast durch die Nutzung von oberflächennaher Geothermie (z.B. Erdsonden, Energiepfählen), die Spitzenlasten werden über den Einsatz von Gas-Brennwert-Technologie abgedeckt. Der Einsatz von Fluss- bzw. Grundwasser wird aufgrund der vorhandenen Belastungssituation derzeit als kritisch eingestuft. Entsprechend sind weitere Gutachten, Genehmigungen etc. im weiteren Planungsverlauf durchzuführen.

Variante 3: Variante 3 hat die höchsten Investitionen und jährlichen Kosten, kann aber durch den Bezug von Ökostrom und die Eigenerzeugung durch Photovoltaik bilanziell einen CO₂-neutralen Betrieb erreichen. Daher schneidet diese Variante im Bereich Nachhaltigkeit, CO₂ und Nutzung lokaler Ressourcen am besten ab. Da die Verfügbarkeit der Umweltenergien am geplanten Standort begrenzt sind, muss die restliche Leistung für die Wärmeversorgung über die Luft-Luft-Wärmepumpen abgedeckt werden. Dies kann z.B. durch den Einsatz von integrierten Wärmepumpen in den geplanten RLT-Anlagen platzsparend und effizient erfolgen, dadurch kann der thermische Komfort durch die reversible Nutzung zusätzlich gesteigert werden. Für die Nutzung der zu Verfügung stehenden Umweltenergien (z.B. Erdsonden etc.) sind weitere gutachterliche Untersuchungen, Genehmigungen etc. im weiteren Planungsverlauf durchzuführen.



GROBINVESTABSCHÄTZUNG

Variante 1

System	ca. Leistung in kW	ca. Gesamtkosten netto
Brennwertkessel	1100	180.000 €
Blockheizkraftwerk (zentrale WWB für Küche, Duschen)	50	100.000 €
-	-	-
-	-	-
-	-	-
PV-Module	156	200.000 €
-	-	-
-	-	-
ca. Gesamtsumme netto		470.000 €

Hinweis: Angaben basieren auf Benchmarks €/kW vergleichbarer Referenzprojekte und Herstellerangaben. Variante 1 kann lediglich nur in Kombination mit der PV-Anlagen und erhöhtem Wärmeschutz die gesetzlichen Anforderungen gem. GEG knapp einhalten.

Netto Kosten ohne Planung/Baunebenkosten, Genauigkeit +/- 50%. Die Angaben wurden mit den zuständigen Fachplaner am 20.05.2021 abgesprochen.

Für die Nutzung der zu Verfügung stehenden Umweltenergien (z.B. Erdsonden etc.) sind weitere gutachterliche Untersuchungen, Genehmigungen etc. im weiteren Planungsverlauf durchzuführen.

Die abgeschätzten Angaben sind in der weiteren Planung fortzuschreiben.



GROBINVESTABSCHÄTZUNG

Variante 2

System	ca. Leistung in kW	ca. Gesamtkosten netto
Brennwertkessel	800	120.000 €
-	-	-
NT-Wärmepumpe	350	100.000 €
-	-	-
Erdwärmesonden	200	430.000 €
PV-Module	156	200.000 €
Schluckbrunnen	50	300.000 €
Flusswassernutzung	100	500.000 €
ca. Gesamtsumme netto		1.650.000 €

Hinweis: Angaben basieren auf Benchmarks €/kW vergleichbarer Referenzprojekte und Herstellerangaben.

Netto Kosten ohne Planung/Baunebenkosten, Genauigkeit +/- 50%. Die Angaben wurden mit den zuständigen Fachplaner am 20.05.2021 abgesprochen.

Für die Nutzung der zu Verfügung stehenden Umweltenergien (z.B. Erdsonden etc.) sind weitere gutachterliche Untersuchungen, Genehmigungen etc. im weiteren Planungsverlauf durchzuführen.

Die abgeschätzten Angaben sind in der weiteren Planung fortzuschreiben.



GROBINVESTABSCHÄTZUNG

Variante 3

System	ca. Leistung in kW	ca. Gesamtkosten netto
HT-Wärmepumpe (zentrale WWB für Küche, Duschen)	50	50.000 €
NT-Wärmepumpe	350	100.000 €
RLT-Ergänzung mittels Luft-Luft-Wärmepumpe	750	560.000 €
Erdwärmesonden	200	430.000 €
PV-Module	156	200.000 €
Schluckbrunnen	50	300.000 €
Flusswassernutzung	100	500.000 €
ca. Gesamtsumme netto		2.140.000 €

Hinweis: Angaben basieren auf Benchmarks €/kW vergleichbarer Referenzprojekte und Herstellerangaben.

Netto Kosten ohne Planung/Baunebenkosten, Genauigkeit +/- 50%. Die Angaben wurden mit den zuständigen Fachplaner am 20.05.2021 abgesprochen.

Für die Nutzung der zu Verfügung stehenden Umweltenergien (z.B. Erdsonden etc.) sind weitere gutachterliche Untersuchungen, Genehmigungen etc. im weiteren Planungsverlauf durchzuführen.

Die abgeschätzten Angaben sind in der weiteren Planung fortzuschreiben.

ERFOLGREICHE GEBÄUDE

LEBENSWERTE STÄDTE

RENDITESTARKE PORTFOLIOS

LEISTUNGSFÄHIGE INFRASTRUKTUR

ZUKUNFTSWEISENDE BERATUNG



DREES &
SOMMER