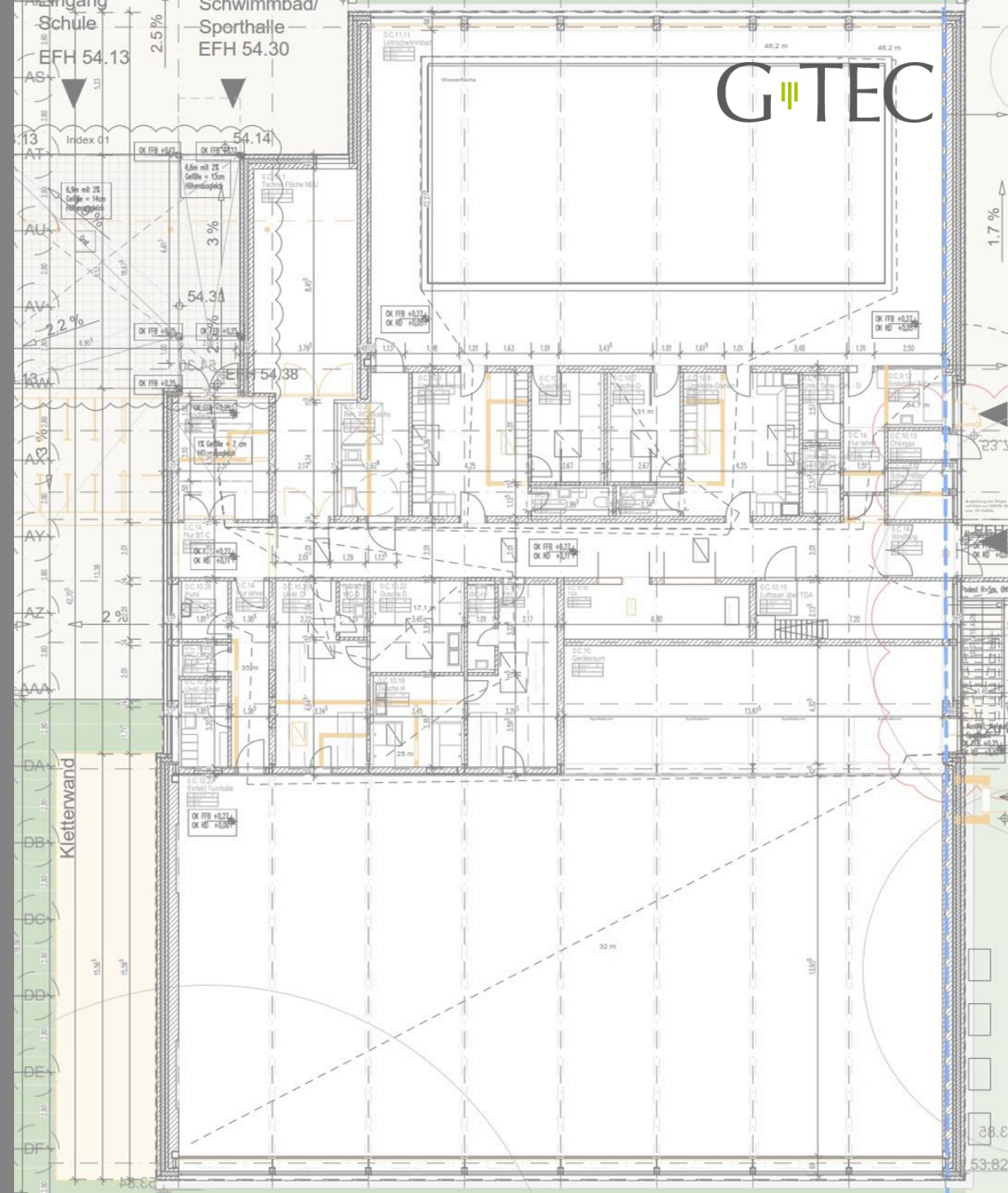


Variantenbetrachtung zur Energieversorgung

Gesamtschule Grevenbroich Turnhalle und Schwimmbad

Stand: 29.11.2024 (angepasst)

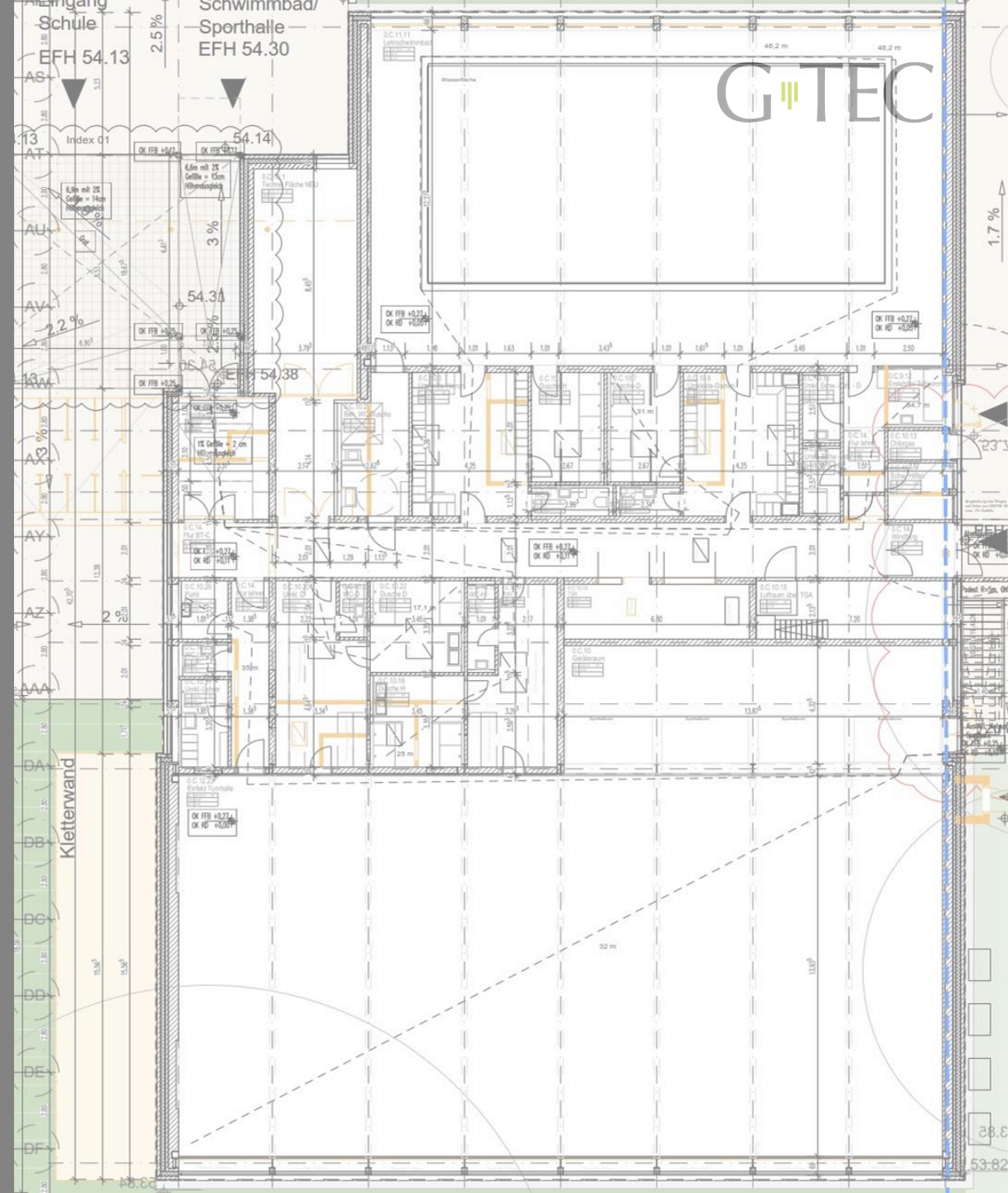


Inhaltsverzeichnis

1. Untersuchte Varianten
2. Kosten und Bewertung der Varianten

Anhang 1: Randbedingungen der Variantenbetrachtung

Anhang 2: Ergänzende Diagramme

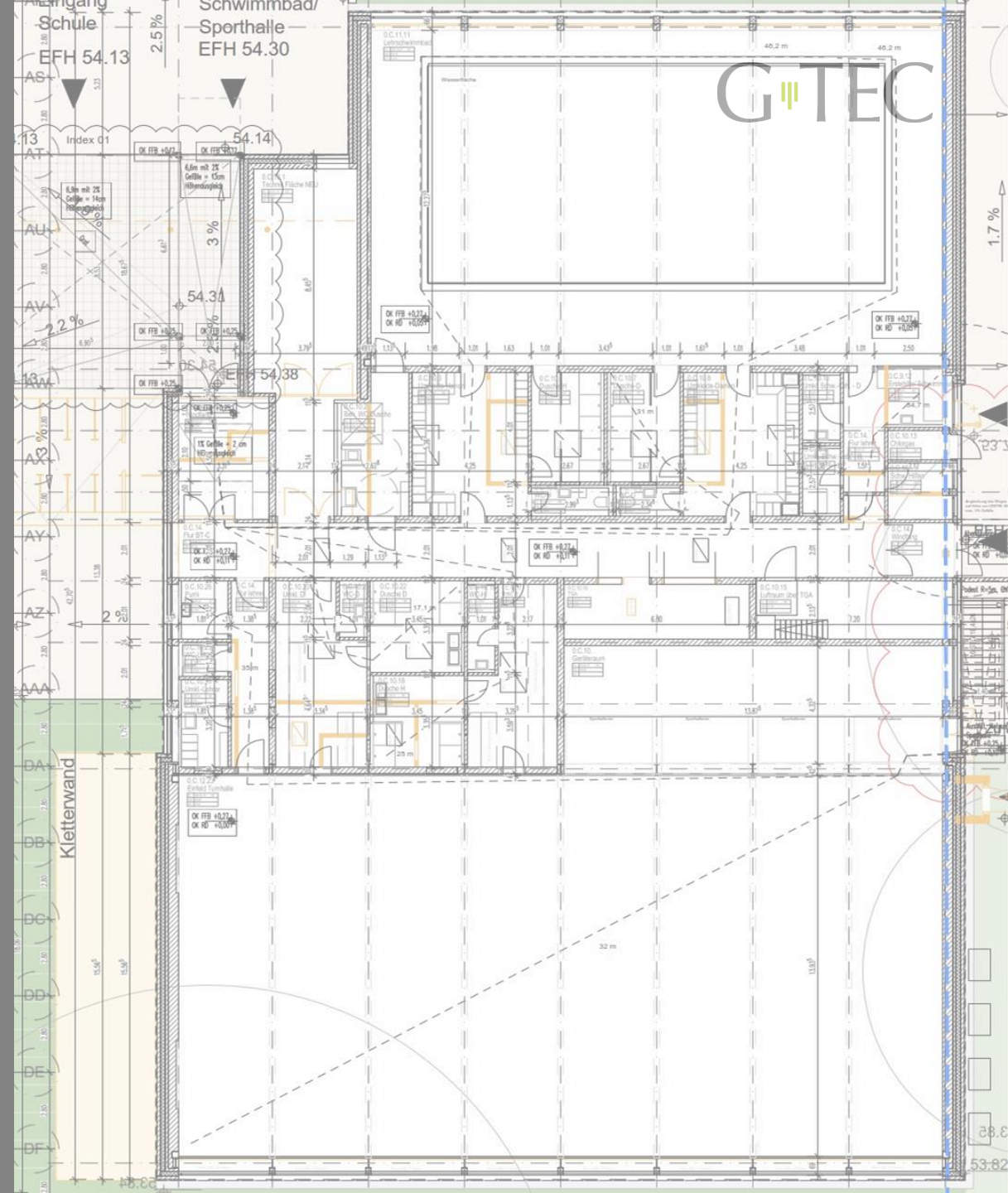


1. Untersuchte Varianten

2. Kosten und Bewertung der Varianten

Anhang 1: Randbedingungen der Variantenbetrachtung

Anhang 2: Ergänzende Diagramme



Zu Grunde gelegte Kriterien:

- Keine Nutzung der fossilen Energieträger Erdgas, Flüssiggas oder Heizöl, aus den folgenden Gründen:
 - Beitrag zum Klimaschutz durch Verzicht auf fossile Energieträger (Vorbildfunktion der öffentlichen Hand).
 - Anforderung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) 2024: Heizkessel dürfen nur noch bis zum 31.12.2044 mit fossilen Brennstoffen betrieben werden (§ 72 Absatz 4).
 - Unsicherheiten bei der zukünftigen Preisentwicklung (steigende CO₂-Bepreisung, Wegfall von günstigen Gasimporten aus Russland etc.).
- Berücksichtigung der Fördervoraussetzung der EFRE-Richtlinienförderung „Energieeffiziente öffentliche Gebäude“ des Landes NRW: Verringerung des Primärenergiebedarfs um mindestens 50 % gegenüber dem unsanierten Bestandsgebäude (durch Maßnahmen an der Gebäudehülle und der Anlagentechnik).
- Möglichst schlanke Technik.
- Einfache Regelbarkeit und Überwachung der Anlagen.

1. Untersuchte Varianten

Untersuchung von zwei Varianten aus der Aufstellung der möglichen Varianten vom 04.09.2024

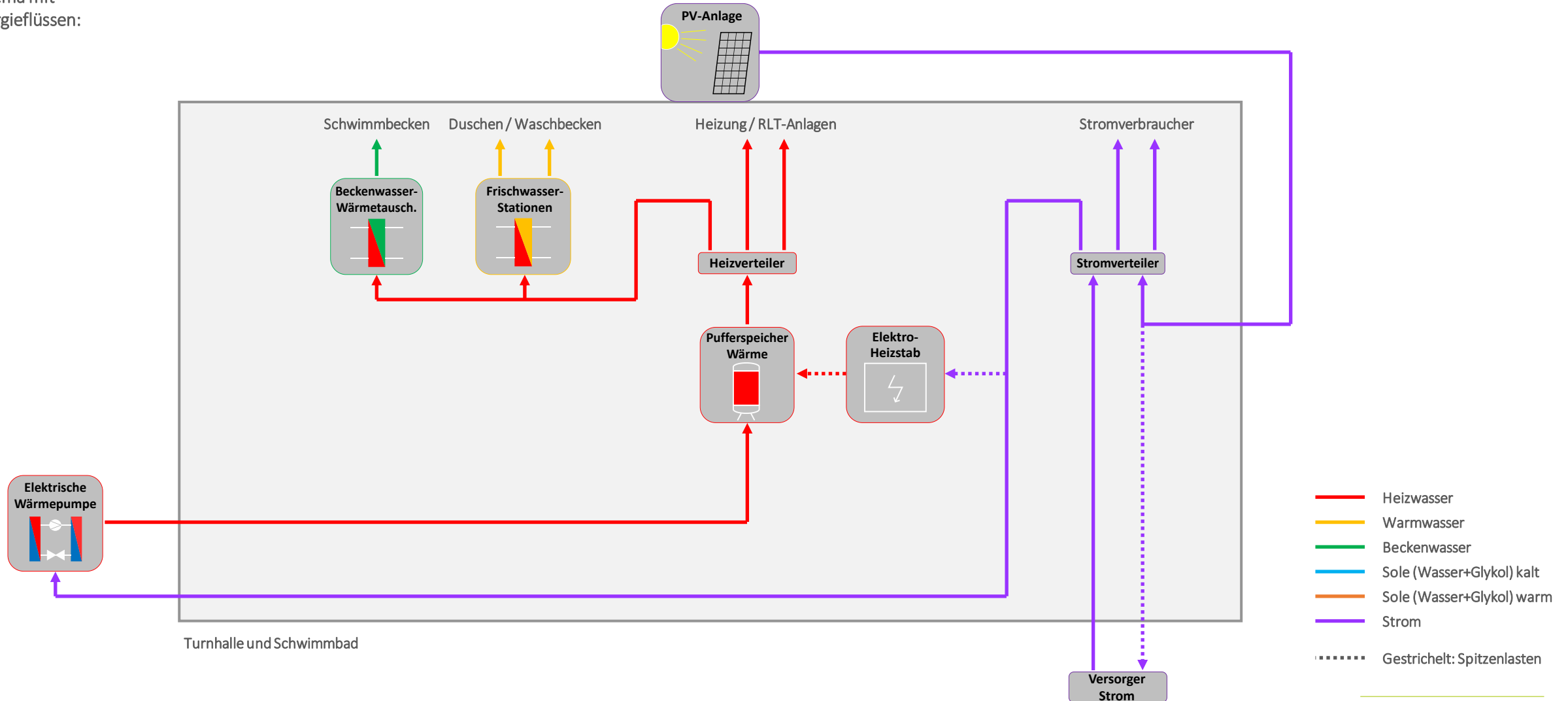
Variante	Gesamtbewertung Kriterien	Weitere Untersuchung sinnvoll?
Variante 1.1: Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	+ 6	ja
Variante 1.2: Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage	+ 5	eher ja
Variante 3.1: Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden + Photovoltaikanlage	+ 2	bei Bedarf
Variante 2: Luft/Wasser-Wärmepumpe + Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden + Photovoltaikanlage	0	eher nein
Variante 3.2: Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage	0	eher nein
Holzpellet-Kessel	-	nein
Holzhackschnitzel-Kessel	-	nein
Blockheizkraftwerk	-	nein
Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Flächenkollektor	-	nein
Fernwärme	-	nicht möglich

Die rot umrandeten beiden Varianten wurden detailliert untersucht.

1. Untersuchte Varianten

Variante 1.1: Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage

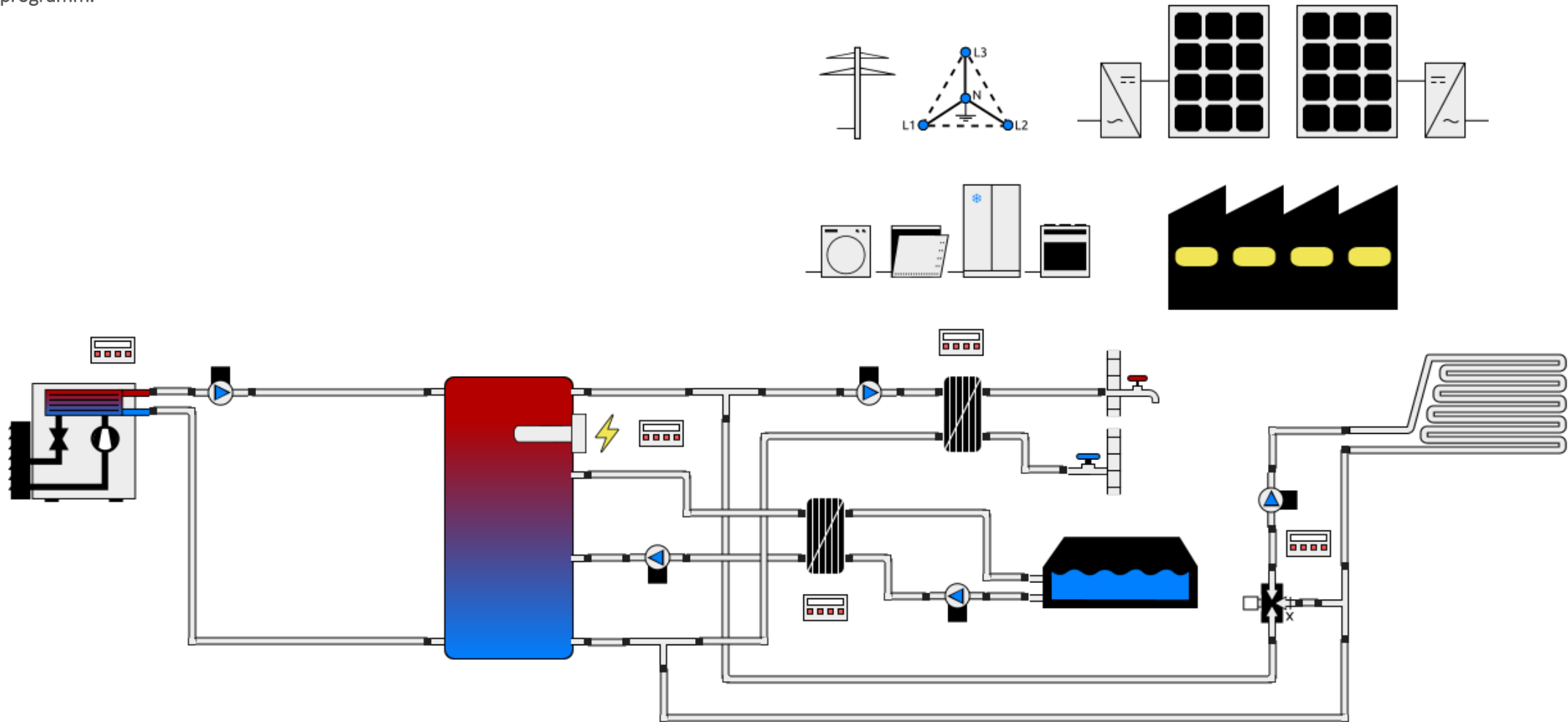
Schema mit
Energieflüssen:



1. Untersuchte Varianten

Variante 1.1: Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage

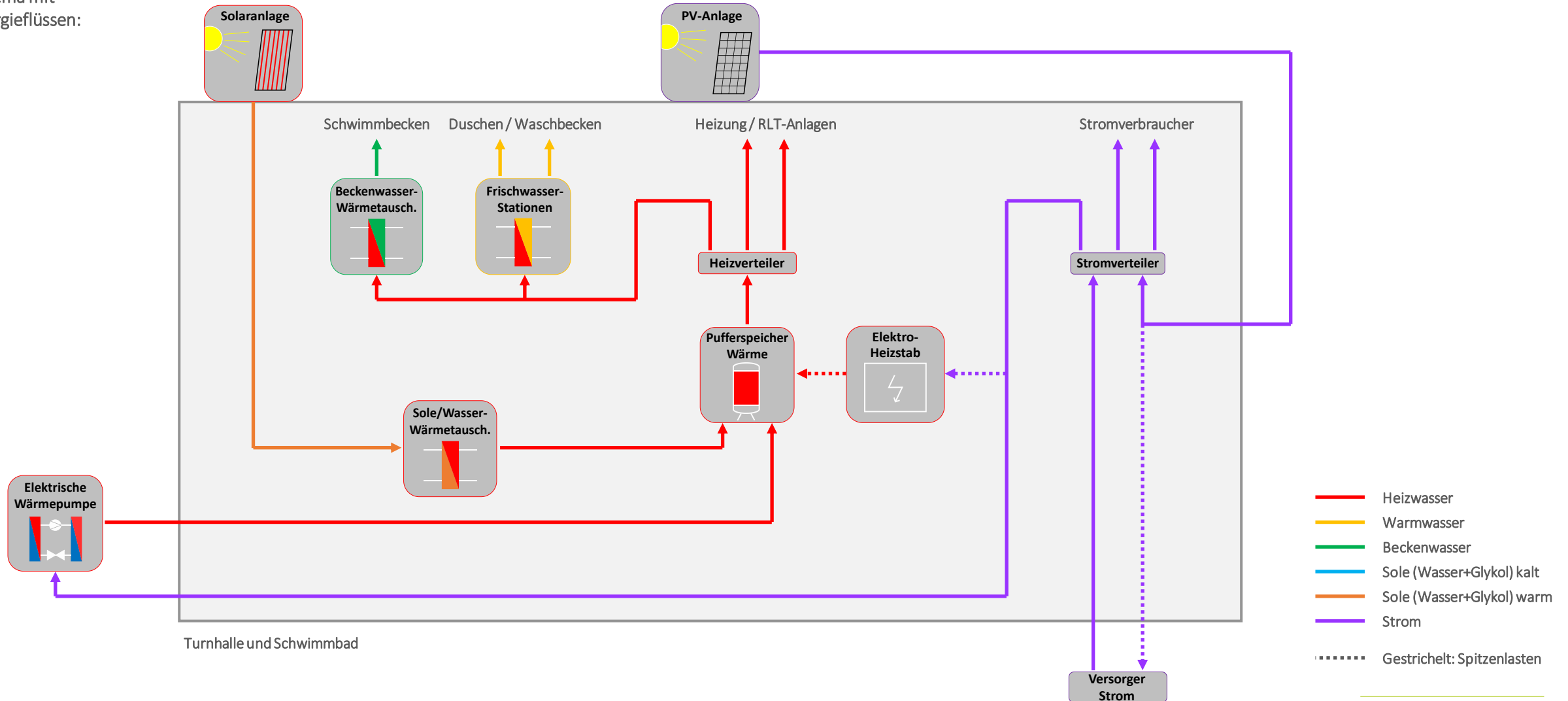
Schema aus
Simulationsprogramm:



1. Untersuchte Varianten

Variante 1.2: Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage

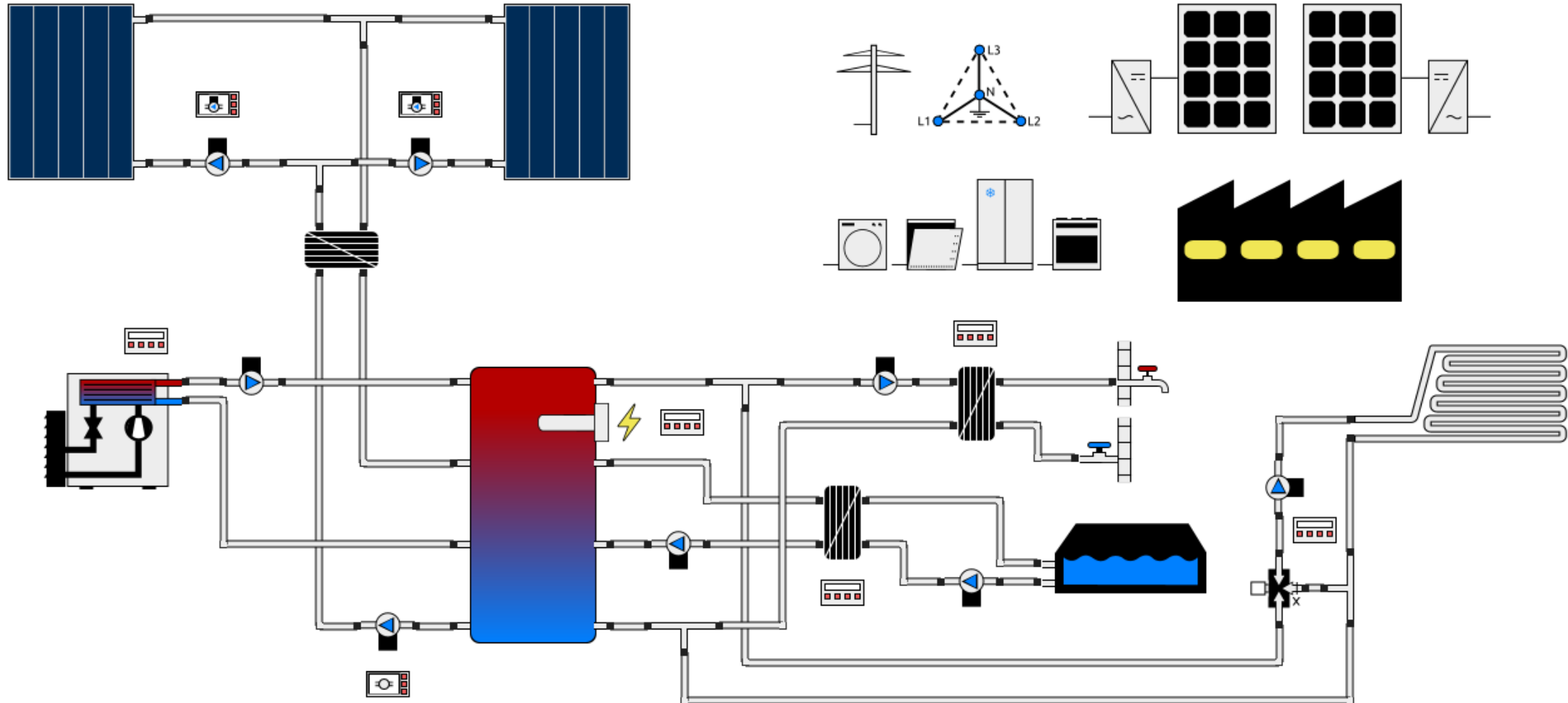
Schema mit
Energieflüssen:



1. Untersuchte Varianten

Variante 1.2: Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage

Schema aus
Simulationsprogramm:



Hinweis: Dieses Schema ist vereinfacht und dient lediglich zur Simulation der energetischen Kennzahlen.

1. Untersuchte Varianten

Wesentliche energetische Kennzahlen – Wärme (Seite 1 von 2)

	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Jährlicher Wärmebedarf für die Raumheizung und die Heizregister der Lüftungsanlagen	ca. 84.500 kWh/a	
Jährlicher Wärmebedarf für die Trinkwarmwasser-Bereitung	ca. 16.300 kWh/a	
Jährlicher Wärmebedarf für den Beckenwasser-Wärmetauscher	ca. 62.100 kWh/a	
Jährlicher Wärmebedarf gesamt	ca. 162.900 kWh/a	
Maximale Wärmelast der Raumheizung und der Heizregister der Lüftungsanlagen	ca. 46 kW	
Maximale Wärmelast für die Trinkwarmwasser-Bereitung	ca. 22 kW	
Maximale Wärmelast des Beckenwasser-Wärmetauschers - im Normalbetrieb (d.h. Ausgleich der Wärmeverluste des Beckenwassers) - bei Aufheizung des gesamten Beckenvolumens innerhalb von 72 h, z.B. nach einer Wiederbefüllung des Beckens	ca. 25 kW <i>ca. 67 kW (nicht berücksichtigt, da Vorrangschaltung)</i>	
Maximale Wärmelast gesamt	ca. 93 kW	

1. Untersuchte Varianten

Wesentliche energetische Kennzahlen – Wärme (Seite 2 von 2)

	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Jährliche Wärmearbeit der thermischen Solaranlage	-	ca. 42.400 kWh/a
Deckungsanteil der thermischen Solaranlage am Gesamt-Wärmebedarf	-	ca. 26 %
Maximale Wärmeleistung der Wärmepumpen im Auslegungsfall	83 kW (bei L-8/W40)	83 kW (bei L-8/W40)
Jährliche Wärmearbeit der Wärmepumpen	ca. 156.000 kWh/a	ca. 113.600 kWh/a
Deckungsanteil der Wärmepumpen am Gesamt-Wärmebedarf	ca. 96 %	ca. 70 %
Jährlicher Stromverbrauch der Wärmepumpen	ca. 32.800 kWh/a	ca. 24.700 kWh/a
Maximale Wärmeleistung der Elektro-Heizstäbe	10 kW	10 kW
Jährliche Wärmearbeit der Elektro-Heizstäbe	ca. 6.900 kWh/a	ca. 6.900 kWh/a
Deckungsanteil der Elektro-Heizstäbe am Gesamt-Wärmebedarf	ca. 4 %	ca. 4 %
Jährlicher Stromverbrauch der Elektro-Heizstäbe	ca. 6.900 kWh/a	ca. 6.900 kWh/a

1. Untersuchte Varianten

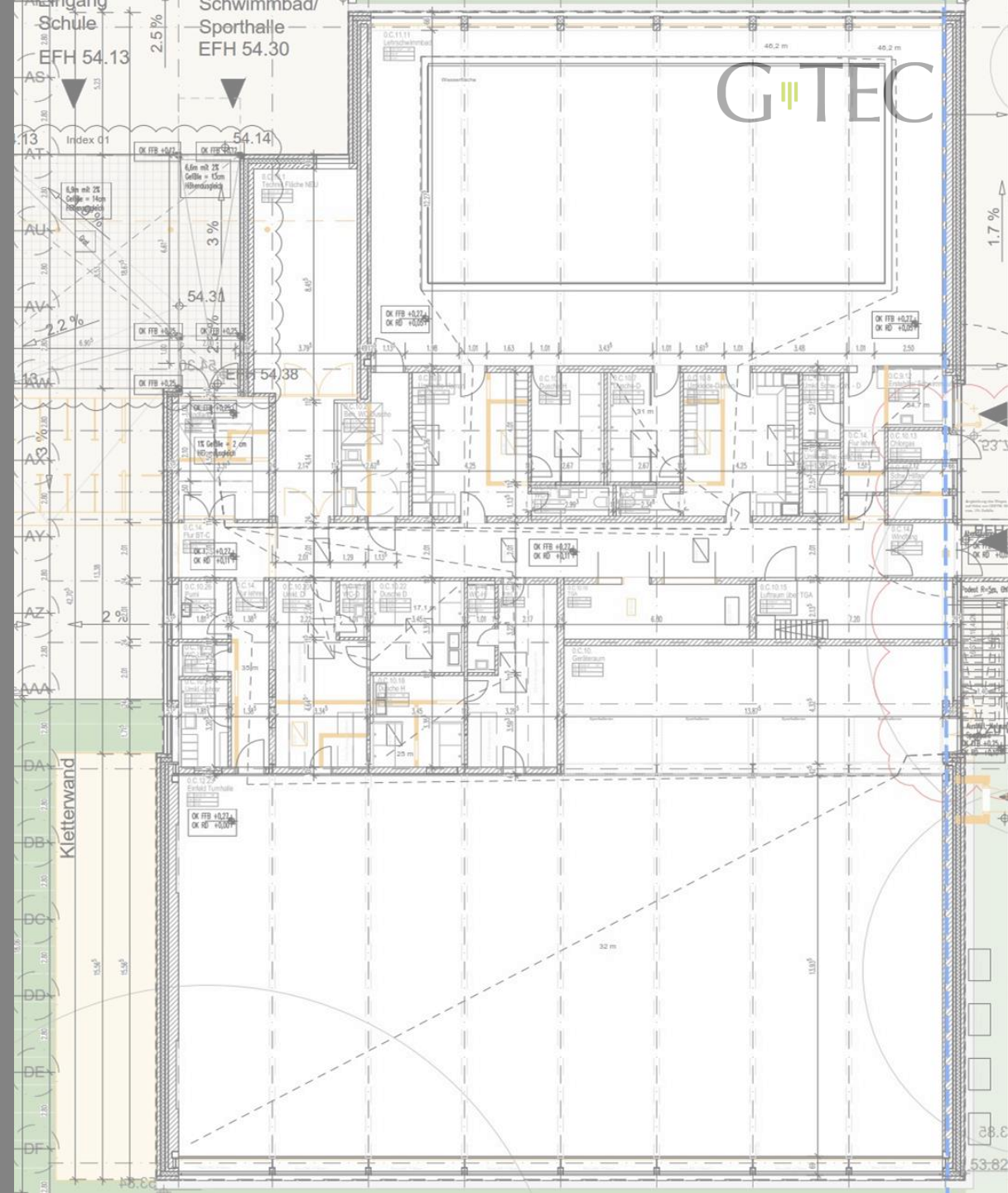
Wesentliche energetische Kennzahlen – Strom (Seite 1 von 2)

	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Jährlicher Strombedarf (ohne Wärmeerzeugung)	ca. 119.100 kWh/a	
Jährlicher Strombedarf der Wärmeerzeugung (Hilfsstrom für Pumpen, Regelungen etc. vernachlässigt)	ca. 39.700 kWh/a	ca. 31.600 kWh/a
Jährlicher Strombedarf gesamt	ca. 158.800 kWh/a	ca. 150.700 kWh/a

1. Untersuchte Varianten

Wesentliche energetische Kennzahlen – Strom (Seite 2 von 2)

	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Peakleistung der Photovoltaikanlage auf dem Schulgebäude	100 kWp	100 kWp
Jährliche Stromerzeugung der Photovoltaikanlage auf dem Schulgebäude	ca. 100.800 kWh/a	ca. 100.800 kWh/a
Selbst genutzte Strommenge aus der Photovoltaikanlage für das Schulgebäude (mit Berücksichtigung des Strombedarfs für die Wärmeerzeugung)	ca. 66.400 kWh/a	ca. 66.400 kWh/a
Selbst genutzte Strommenge aus der Photovoltaikanlage für die Turnhalle und das Schwimmbad (mit Berücksichtigung des Strombedarfs für die Wärmeerzeugung)	ca. 26.600 kWh/a	ca. 25.600 kWh/a
Deckungsanteil der Photovoltaikanlage am Strombedarf des Gebäudes (mit Berücksichtigung des Strombedarfs für die Wärmeerzeugung)	ca. 17 %	ca. 17 %
In öffentliches Netz eingespeiste Strommenge aus der Photovoltaikanlage	ca. 7.800 kWh/a	ca. 8.800 kWh/a
Verbleibender Netzstrombezug des Gebäudes (mit Berücksichtigung des Strombedarfs für die Wärmeerzeugung)	ca. 132.200 kWh/a	ca. 125.100 kWh/a
Deckungsanteil des Netzstrombezugs am Strombedarf des Gebäudes (mit Berücksichtigung des Strombedarfs für die Wärmeerzeugung)	ca. 83 %	ca. 83 %



2. Kosten und Bewertung der Varianten

Schätzung der Brutto-Investitionskosten (Seite 1 von 3)

	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	EUR brutto	EUR brutto
Thermische Solaranlage Thermische Solaranlage, Kollektorfläche insgesamt 150 m ² , Ausrichtung Süd / Neigung 30 °, Module, Unterkonstruktion, hydraulische Einbindung	-	ca. 80.000 €
Luft/Wasser-Wärmepumpen Luft/Wasser-Wärmepumpe, Heizleistung 83 kWth bei L-8/W40, Aufstellkonsole, Stromversorgung, Mehrkosten für zusätzliche Trafoleistung aufgrund der Erhöhung der elektrischen Gesamt-Anschlussleistung	ca. 149.000 €	ca. 149.000 €
Elektro-Heizstäbe Elektro-Heizstab in den Pufferspeichern, Leistung 10 kW, Stromversorgung, Mehrkosten für zusätzliche Trafoleistung aufgrund der Erhöhung der elektrischen Gesamt-Anschlussleistung	ca. 8.000 €	ca. 8.000 €
Trinkwarmwasser-Bereitung Frischwasser-Stationen, heizseitige hydraulische Einbindungen, Rohrleitungen Heizwasser	ca. 56.000 €	ca. 56.000 €
Beckenwasser-Erwärmung Beckenwasser-Wärmetauscher, Übertragungsleistung 67 kW (Beckenaufheizung in 72 h), heizseitige hydraulische Einbindung, Rohrleitungen Heizwasser	ca. 18.000 €	ca. 18.000 €
Wärmespeicherung / zentrale Wärmeverteilung (bis zum Heizverteiler) Hydraulische Einbindungen der Wärmepumpe und der Pufferspeicher, Druckhaltung, Nachspeisung, Wasseraufbereitung	ca. 50.000 €	ca. 62.000 €

2. Kosten und Bewertung der Varianten

Schätzung der Brutto-Investitionskosten (Seite 2 von 3)

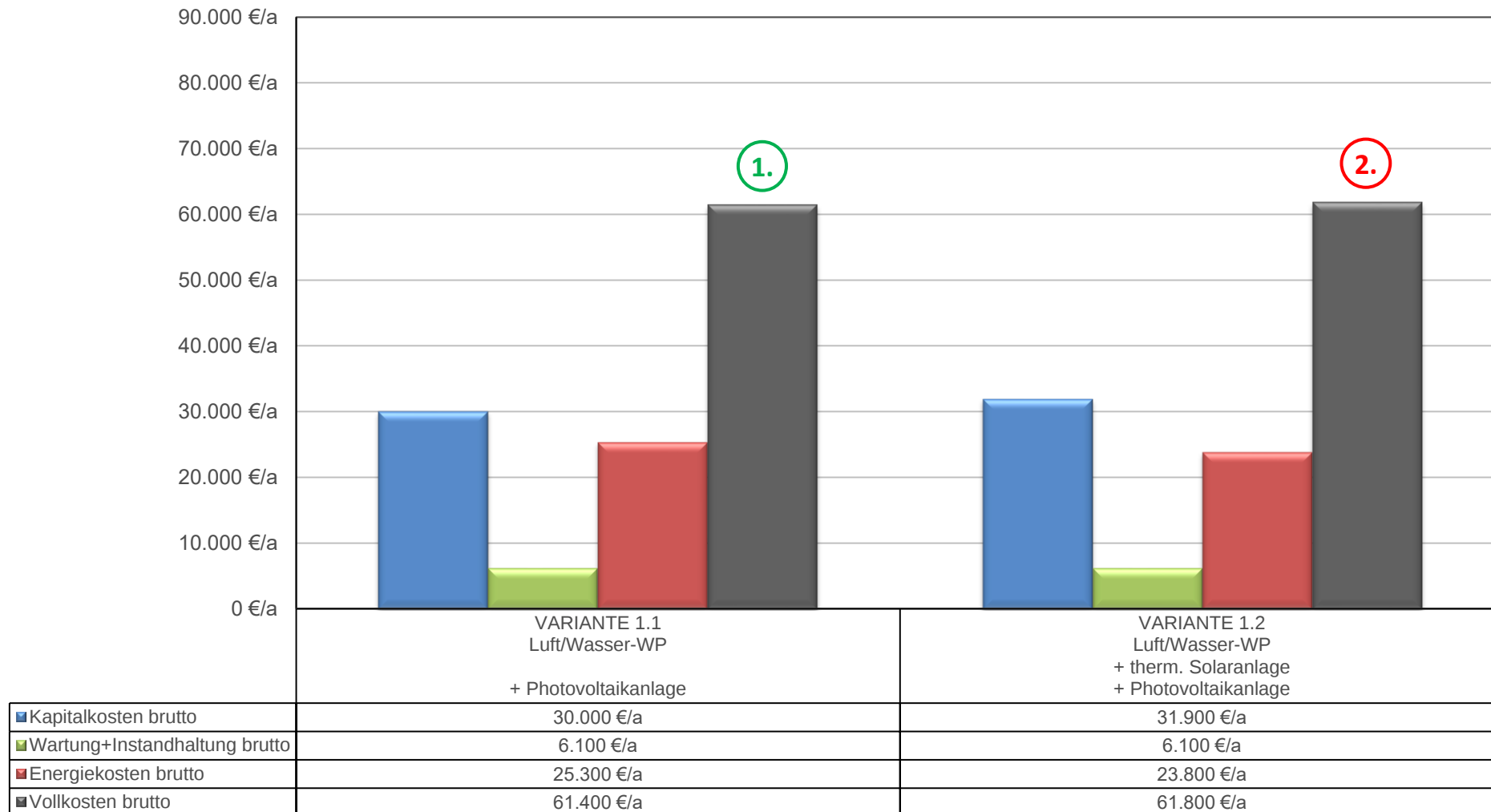
	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Titel	EUR brutto	EUR brutto
Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen (bis zum Heizverteiler) Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen für die Wärmeerzeugung und Wärmeverteilung, Schaltschränke, Sensoren und Aktoren, Stromversorgung	ca. 49.000 €	ca. 59.000 €
Photovoltaikanlage Photovoltaikanlage, Kollektorfläche 499 m ² / Spitzenleistung 100 kWp, Ausrichtung 50 % Ost + 50 % West / Neigung 15 °, Module, Unterkonstruktion, Wechselrichter, Stromeinspeisung	Kosten bei Schulgebäude berücksichtigt	Kosten bei Schulgebäude berücksichtigt
Unvorhergesehenes Unvorhergesehenes (z.B. Schallschutz Wärmepumpe, zusätzliche Kernbohrungen etc.), 5 % der Herstellkosten	ca. 17.000 €	ca. 17.000 €
Förderung thermische Solaranlage Mögliche Förderung der thermischen Solaranlage inkl. hydraulischer Einbindung und Mehrkosten für MSR-Technik (80 % der Herstellkosten gemäß Angabe von Hr. Kühn)	-	ca. -82.000 €
Zwischensumme Herstellkosten	ca. 347.000 €	ca. 367.000 €
Planungshonorar und Nebenkosten Planungshonorar und Nebenkosten für die vorgenannten technischen Anlagen, Honorarsätze gemäß Ingenieurvertrag	ca. 93.000 €	ca. 97.000 €
Gesamtsumme Investitionskosten	ca. 440.000 €	ca. 464.000 €

Nicht in der vorstehenden Kostenschätzung enthalten sind die folgenden Positionen:

- Baunebenkosten (mit Ausnahme des Planungshonorars).
- Wartungs- und Instandhaltungskosten (separat in den Vollkosten berücksichtigt).
- Maurer-, Mörtel-, Beton-, Dachdecker-, Zimmer-, Schlosser-, Putz-, Estrich-, Maler-, Abdichtungs- und Trockenbauarbeiten aller Art.
- Öffentliche und nicht öffentliche Erschließung.
- Wärmeverteilung ab der Zuleitung der Wärmeerzeugung auf den Heizverteiler.
- Wärmeübergabe in den Räumen, sonstige Wärmeverbraucher.
- Trinkwarmwasser- und Trinkkaltwasser-Rohrleitungen, sanitäre Einrichtungsgegenstände.
- Übergeordnete Gebäudeleittechnik.

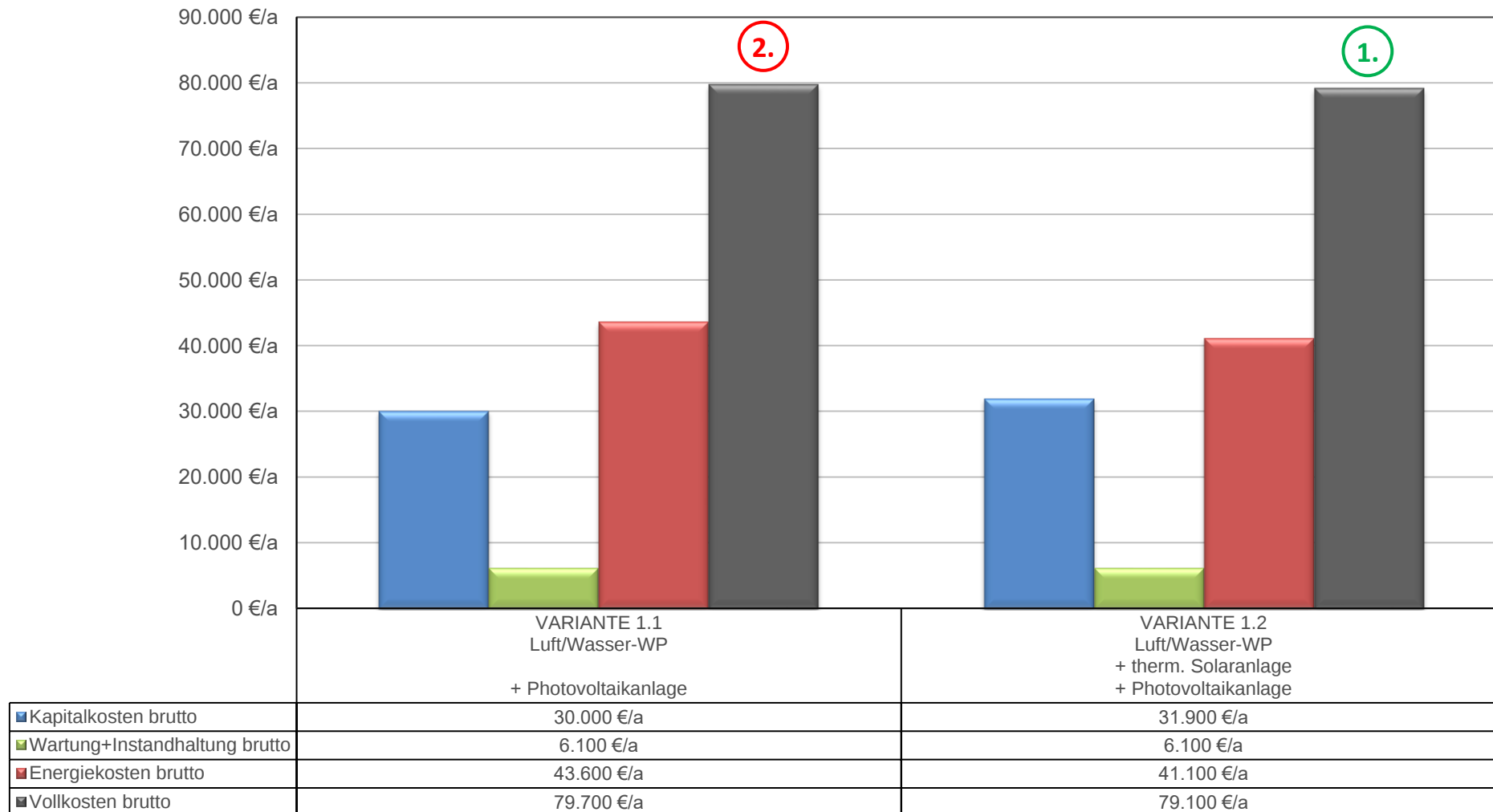
2. Kosten und Bewertung der Varianten

Relation der Vollkosten – ohne Energiepreissteigerung



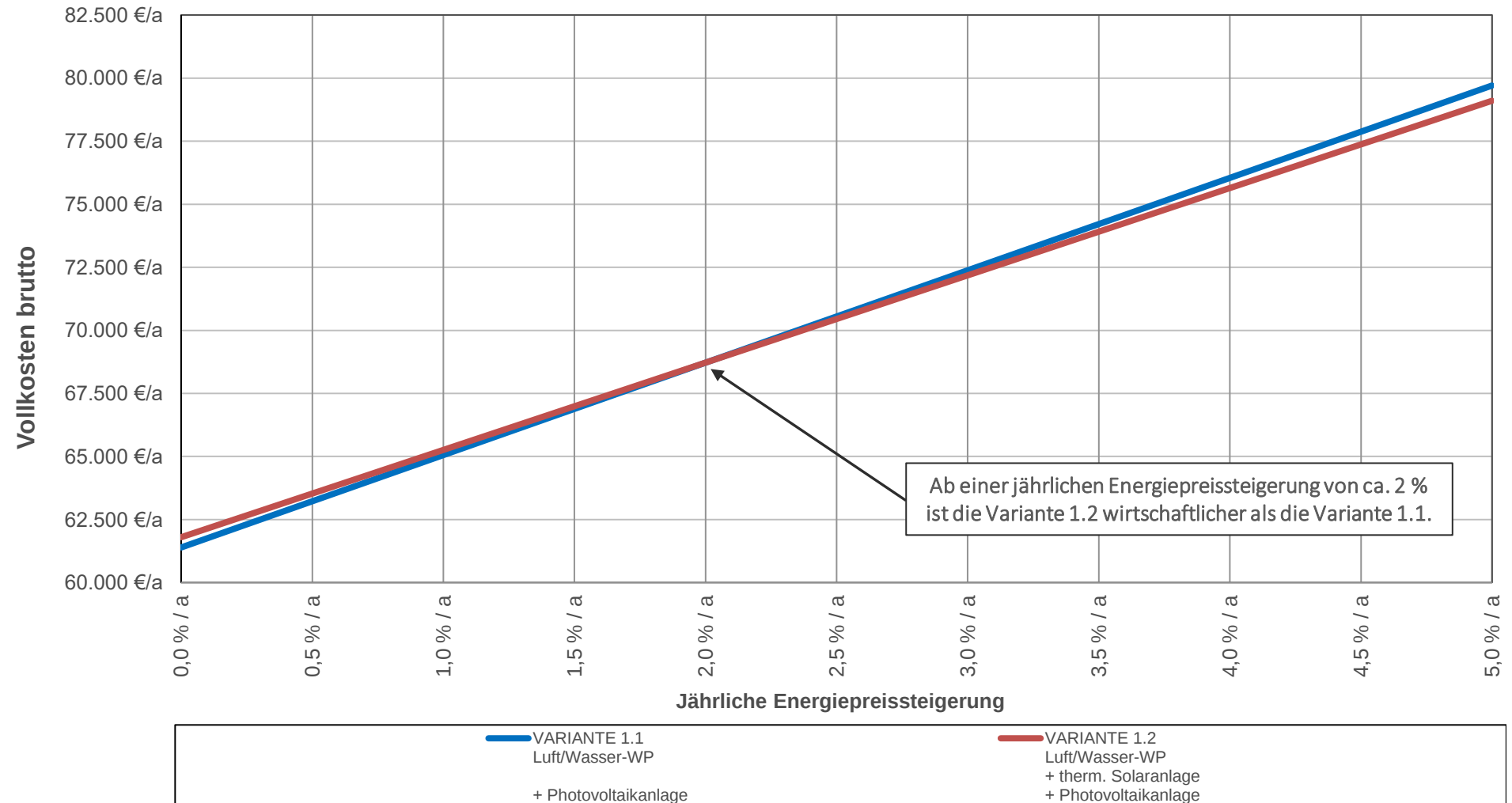
2. Kosten und Bewertung der Varianten

Relation der Vollkosten – mit mittlerer Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr



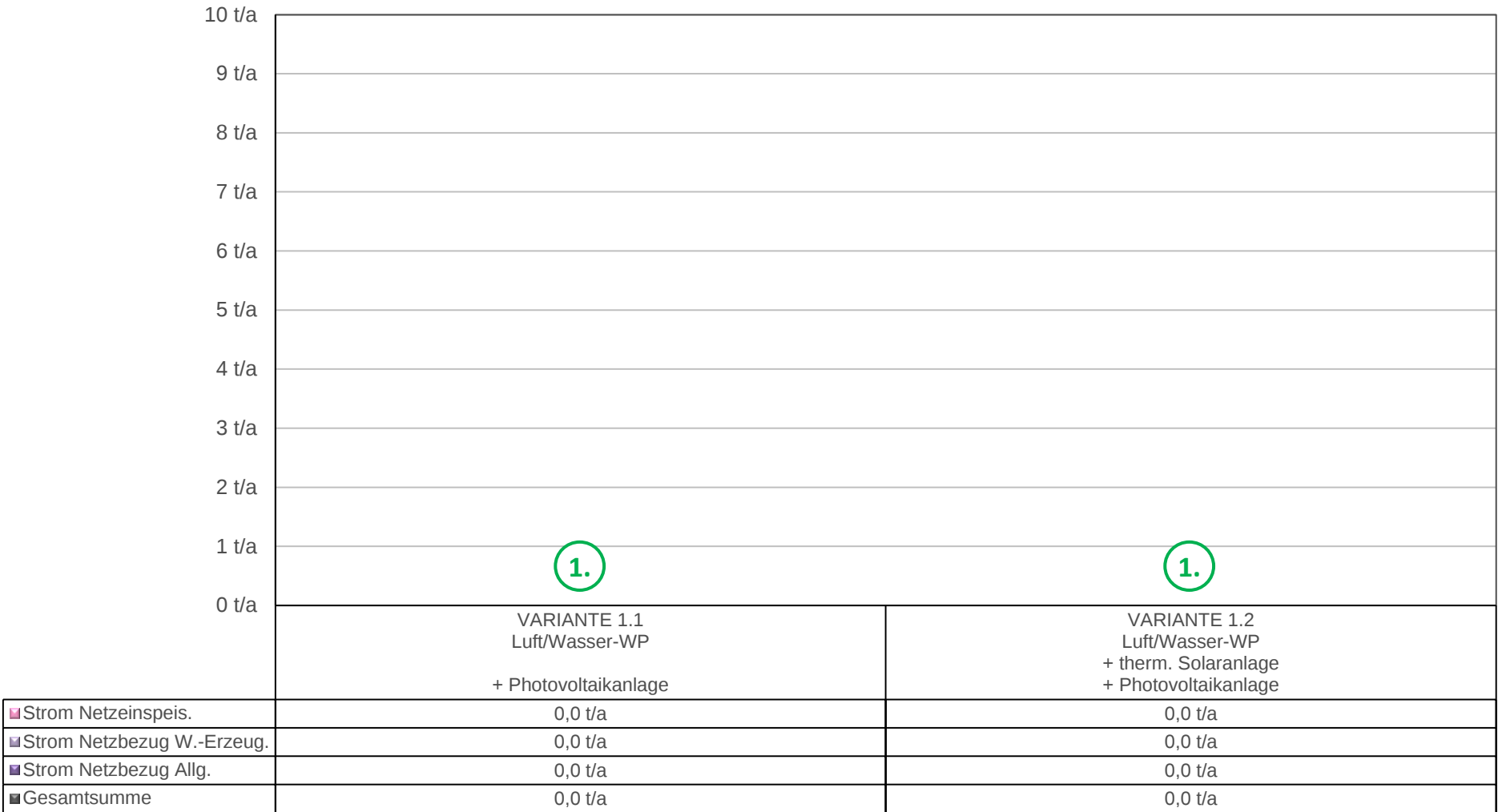
2. Kosten und Bewertung der Varianten

Relation der Vollkosten – in Abhängigkeit der jährlichen Energiepreissteigerung



2. Kosten und Bewertung der Varianten

Relation der CO₂-Emissionen – Bezug von Ökostrom



2. Kosten und Bewertung der Varianten

Gesamtbewertung der einzelnen Varianten

Kriterium	Gewichtung (Ansatz G-TEC)	Variante 1.1 Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage	Variante 1.2 Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage
Investitionskosten *) (Herstellkosten inkl. Planungs- und Nebenkosten)	1,0	+ 1	0
Betriebskosten (Wartungs-, Instandhaltungs- und Energiekosten)	1,0	- 1	+ 1
Wirtschaftlichkeit ohne Energiepreisteigerung (jährliche Vollkosten)	1,0	+ 1	- 1
Wirtschaftlichkeit mit Energiepreisteigerung von 5 % pro Jahr (jährliche Vollkosten)	1,0	- 1	+ 1
Energieeffizienz des Gesamtsystems (Verhältnis Energieabgabe zur Energieaufnahme)	1,0	0	+ 1
Kostensicherheit (Energiepreisteigerungen, CO ₂ -Preis, strombasierte Energieversorgung)	1,0	0	+ 1
CO ₂ -Emissionen im Anlagenbetrieb (Energieträger <u>Ö</u> kostrom)	1,0	+ 1	+ 1
Nachhaltigkeit des/der Energieträger(s) (Energieträger <u>Ö</u> kostrom)	1,0	+ 1	+ 1
Wartungs- und Betreuungsaufwand (Aufwand für die Wartung und das Bedienen)	1,0	+ 1	0
Raumbedarf innerhalb des Gebäudes (Größe der Technikräume)	1,0	+ 1	+ 1
Flächenbedarf neben dem Gebäude (Aufstellfläche für Anlagen inkl. Schallschutz)	1,0	0	0
Flächenbedarf auf dem Dach des Gebäudes **) (Aufstellfläche für Anlagen)	1,0	+ 1	0
Umsetzungsaufwand (Planung, Genehmigung und Bau)	1,0	+ 1	0
Förderfähigkeit (Beitrag zur Primärenergieeinsparung von 50 % gegenüber dem Bestand)	1,0	0	+ 1
Summe aller Kriterien		+ 6	+ 7
Bewertung		keine Empfehlung	Empfehlung

*) Variante 1.2: mit Förderung der thermischen Solaranlage.

**) Variante 1.2: zusätzl. Fläche für die therm. Solaranlage (PV-Anlage wird auf Schulgebäude installiert).

Empfehlung: Umsetzung der Variante 1.2 (Luft/Wasser-Wärmepumpe + thermische Solaranlage + Photovoltaikanlage)

Für die Umsetzung dieser Variante sprechen insbesondere die folgenden Aspekte:

- Niedrigere Energiekosten.
- Bessere Wirtschaftlichkeit bei steigenden Energiepreisen.
- Höhe Energieeffizienz des Gesamtsystems durch Nutzung der solaren Strahlungsenergie auch zur Wärmeherzeugung.
- Größere Kostensicherheit bei den Energiekosten aufgrund des geringeren Strombedarfs der Wärmepumpen.

Dabei müssen jedoch auch die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- Auch mit Förderung der thermischen Solaranlage etwas höhere Investitionskosten.
- Etwas höherer Wartungsaufwand aufgrund der zusätzlichen thermischen Solaranlage.

Keine Empfehlung für die Umsetzung der Variante 1.1 (Luft/Wasser-Wärmepumpe + Photovoltaikanlage)

Insbesondere aus den folgenden Gründen:

- Höhere Energiekosten.
- Schlechtere Wirtschaftlichkeit bei steigenden Energiepreisen.
- Höherer Strombedarf der Wärmepumpen, dadurch größerer Einfluss von steigenden Energiepreisen auf die Energiekosten.

Impressum:

Dipl.-Phys.Ing. Alexander Reh

0271.33883-137 | a.reh@gtec.de

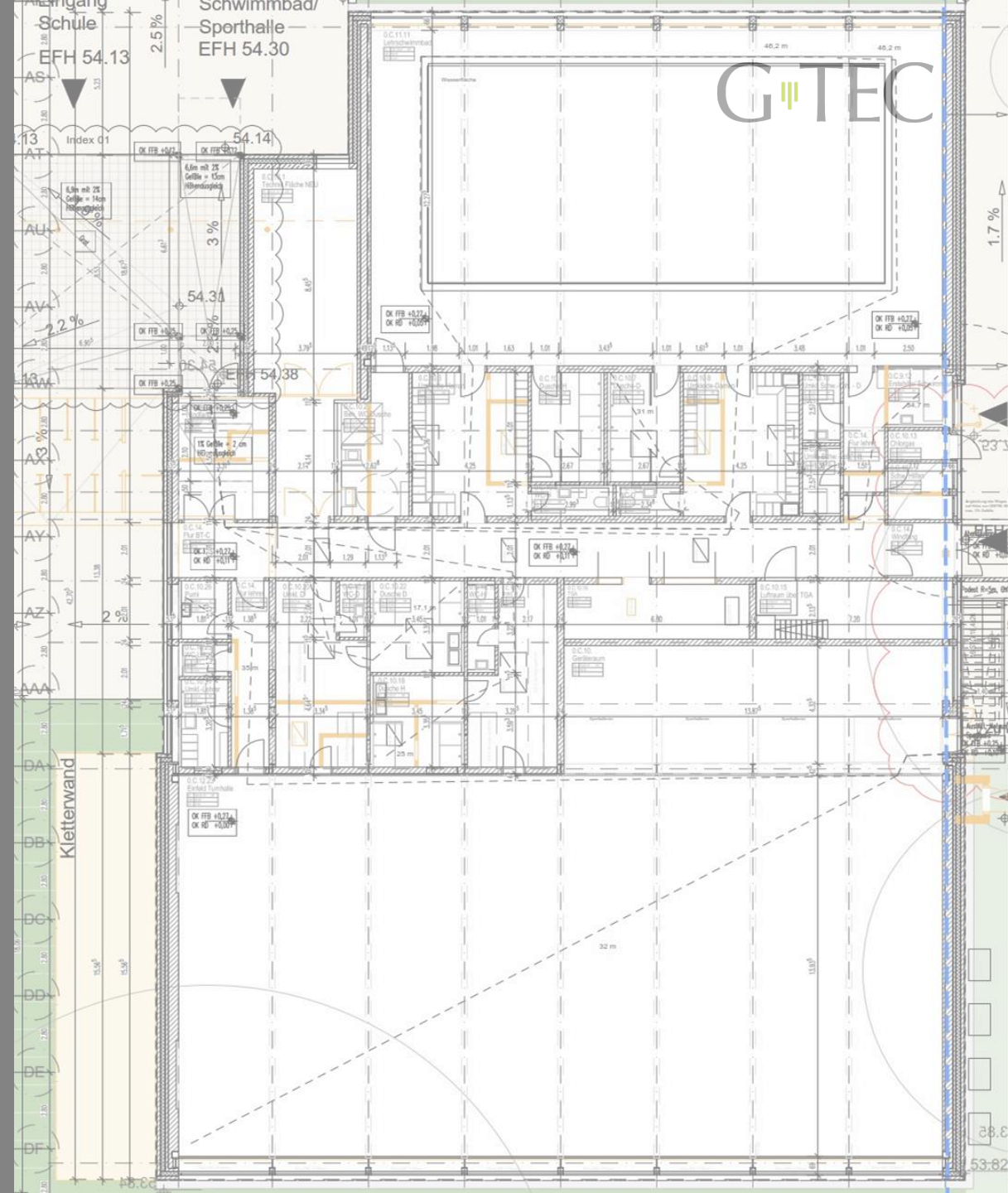
G-TEC Ingenieure GmbH

Friedrichstraße 60

57072 Siegen

0271.33883-0 | siegen@gtec.de | www.gtec.de

SIEGEN | GARMISCH-PARTENKIRCHEN | HAMBURG



Bewertung der Wirtschaftlichkeit auf Grundlage der mittleren jährlichen Vollkosten in Anlehnung an die DIN 18960^{*)} und die VDI 2067^{**)}.

Vollkosten: Summe aus

1. Kapitalkosten,
2. Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen (Photovoltaikanlagen: zusätzlich Versicherung),
3. Energiekosten (einschließlich CO₂-Bepreisung).

^{*)} DIN 18960: Nutzungskosten im Hochbau.

^{**)} VDI 2067: Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen

1. Jährliche Kapitalkosten:

- Rückzahlung eines Kredits mit Zinsen über die gesamte Nutzungsdauer der einzelnen Anlagenkomponenten bei vollständiger Tilgung der Investition.
- Randbedingungen:
 - **Mittlere Nutzungsdauer der wartungsintensiven Technik: 20 Jahre**
(z.B. Wärme- und Stromerzeuger, Pumpen, Mess-, Steuer- und Regelungsanlagen).
 - **Mittlere Nutzungsdauer der wartungsarmen Technik: 30 Jahre**
(z.B. Pufferspeicher).
 - Kreditzinssätze abhängig von der Laufzeit (Annahme G-TEC):
3,50 % bei einer Nutzungsdauer von 20 Jahren,
3,75 % bei einer Nutzungsdauer von 30 Jahren.

2. Jährliche Kosten für Reparaturen, Wartung, Instandhaltung und Bedienen:

- Entnommen aus dem Abschlussbericht des BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) zu „Kosten und Personalbedarf für das Betreiben von technischen Anlagen“.
- **Grundsätzlicher Ansatz:**
Getrennt nach Kostengruppen werden die Investitionskosten mit einem bestimmten Prozentsatz multipliziert (z.B. KG 420 „Wärmeversorgungsanlagen“: 1,37 % pro Jahr), dann nochmals mit einem weiteren Faktor abhängig von der Gebäudenutzungsart multipliziert (hier Schulgebäude: 1,34).
- **Sonderfall Photovoltaikanlage:**
Jährliche Kosten ca. 36 € brutto pro kWp (einschließlich Versicherung), zusätzlich wird eine Rücklage für einen eventuellen vorzeitigen Austausch des Wechselrichters nach 10 Jahren berücksichtigt.

3. Jährliche Energiekosten:

- Es wurden die folgenden Energiepreise zu Grunde gelegt:
 - Erdgas:
Verbrauchspreis: 6,00 ct/kWh brutto
Jährlicher Grundpreis: bereits im Verbrauchspreis enthalten
Gemäß E-Mail von Herrn Kühn (Stadtbetriebe Grevenbroich) vom 14.06.2024.
 - Allgemeinstrom:
Verbrauchspreis 21,00 ct/kWh brutto
Jährlicher Grundpreis: bereits im Verbrauchspreis enthalten
Gemäß E-Mail von Herrn Kühn (Stadtbetriebe Grevenbroich) vom 14.06.2024.
 - Wärmepumpen-Strom: 21,00 ct/kWh brutto
Annahme: wie Allgemeinstrom.

3. Jährliche Energiekosten:

- Es wurden die folgenden Energiepreise zu Grunde gelegt:
 - **Strom aus der PV-Anlage – vermiedene Stromkosten bei Selbstnutzung des Stroms: 21,00 ct/kWh brutto**
Gleich Bezugspreis für Allgemeinstrom.
 - **Strom aus der PV-Anlage – Stromvergütung bei Einspeisung in das öffentliche Netz: 6,99 ct/kWh brutto**
EEG-Zuschlag bei Teileinspeiseanlagen mit bis zu 100 kWp elektrischer Leistung und Inbetriebnahme bis zum 31.01.2024: 9,76 ct/kWh brutto für den Leistungsanteil bis 10 kWp, 8,45 ct/kWh brutto für den Leistungsanteil bis 40 kWp, 6,90 ct/kWh brutto für den Leistungsanteil bis 100 kWp. Bei späterer Inbetriebnahme 1 % Verringerung des Zuschlags pro Halbjahr (zum 01.02. und 01.08.). Angenommene Inbetriebnahme der Anlagen: bis Juli 2028.
 - **CO₂-Bepreisung: 65,00 € pro t CO₂**
Höchstpreis für die Ausgabe von CO₂-Zertifikaten an Versorgungsunternehmen ab dem Jahr 2026 gemäß dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung.

3. Jährliche Energiekosten:

- Die Berechnung wurde einmal ohne Energiepreissteigerung und einmal mit einer mittleren Energiepreissteigerung von 5 % pro Jahr über einen Betrachtungszeitraum von 20 Jahren durchgeführt. Dieser Zeitraum entspricht der mittleren Nutzungsdauer der untersuchten Wärme- und Stromerzeuger. Nach 20 Jahren ist eine Entscheidung für eine andere Variante möglich und ggf. auch sinnvoll aufgrund einer unterschiedlichen Preisentwicklung einzelner Energieträger, geänderten politischen Rahmenbedingungen etc.

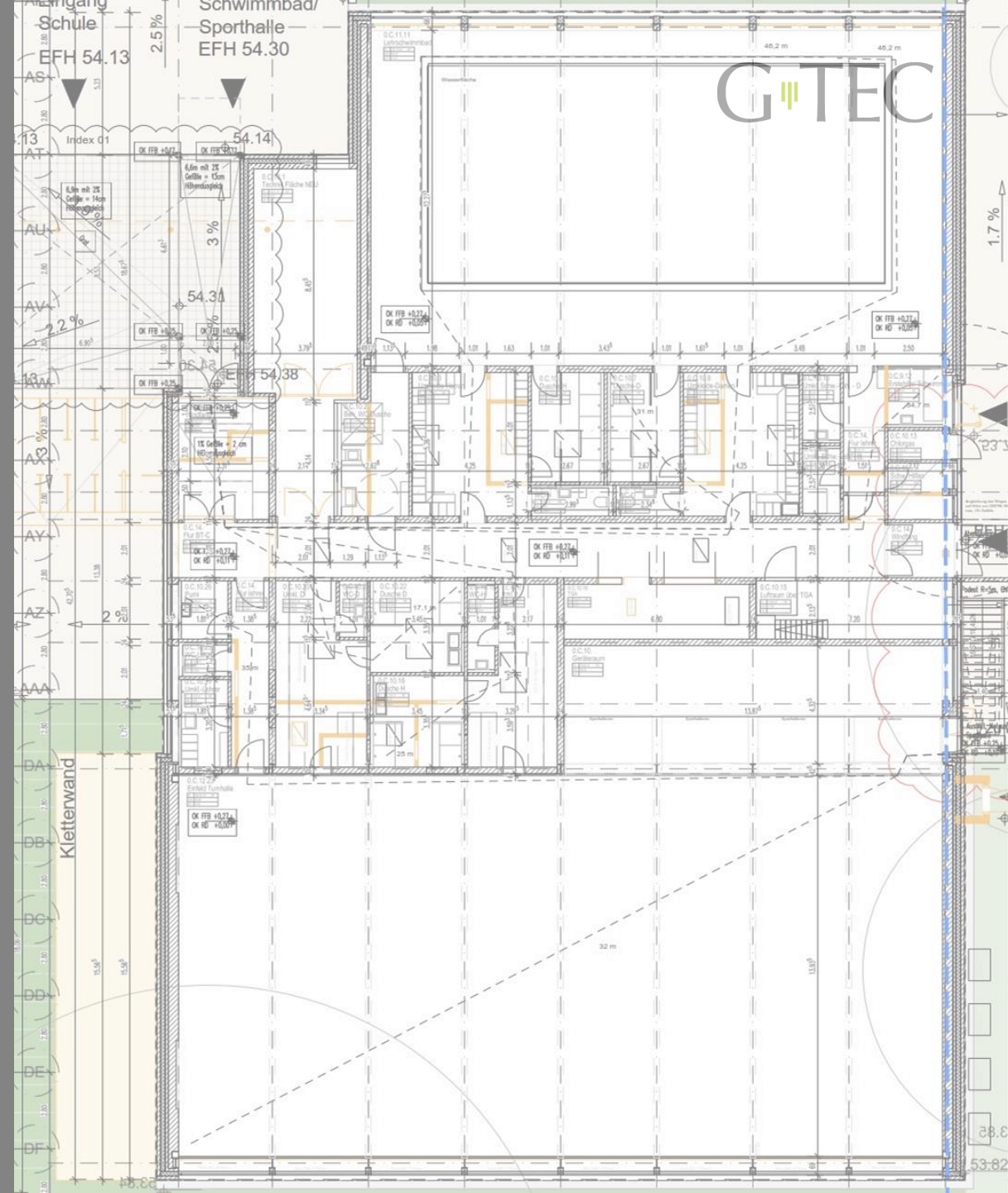
Ermittlung der CO₂-Emissionen

Jährliche CO₂-Emissionen:

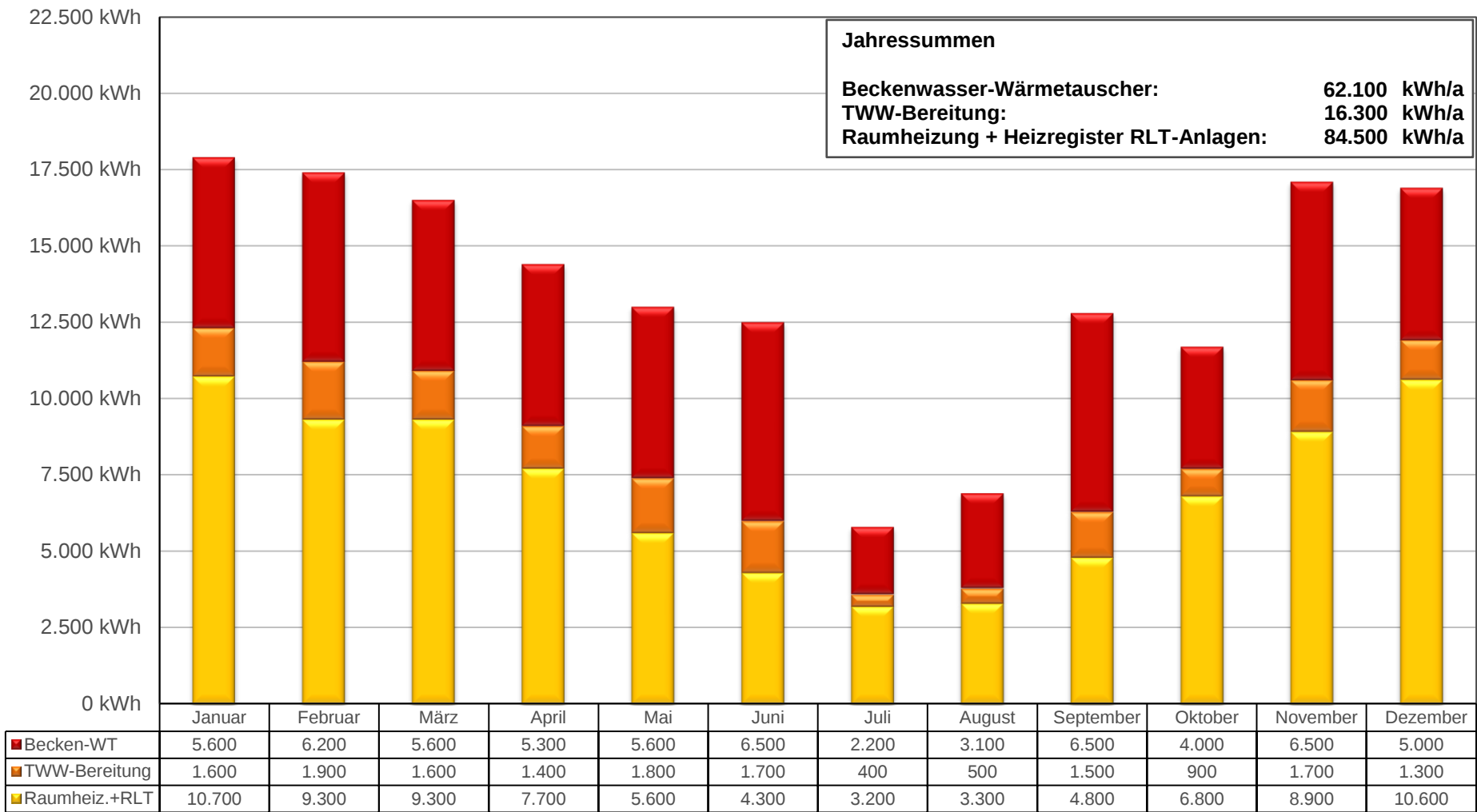
- Angesezte CO₂-Emissionsfaktoren:
 - **Ökostrom: 0 t pro 1.000 kWh**
Annahme: Ökostrom zu 100 % aus erneuerbaren Energien (Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft und/oder Biomasse).

Hinweise zur Variantenbetrachtung

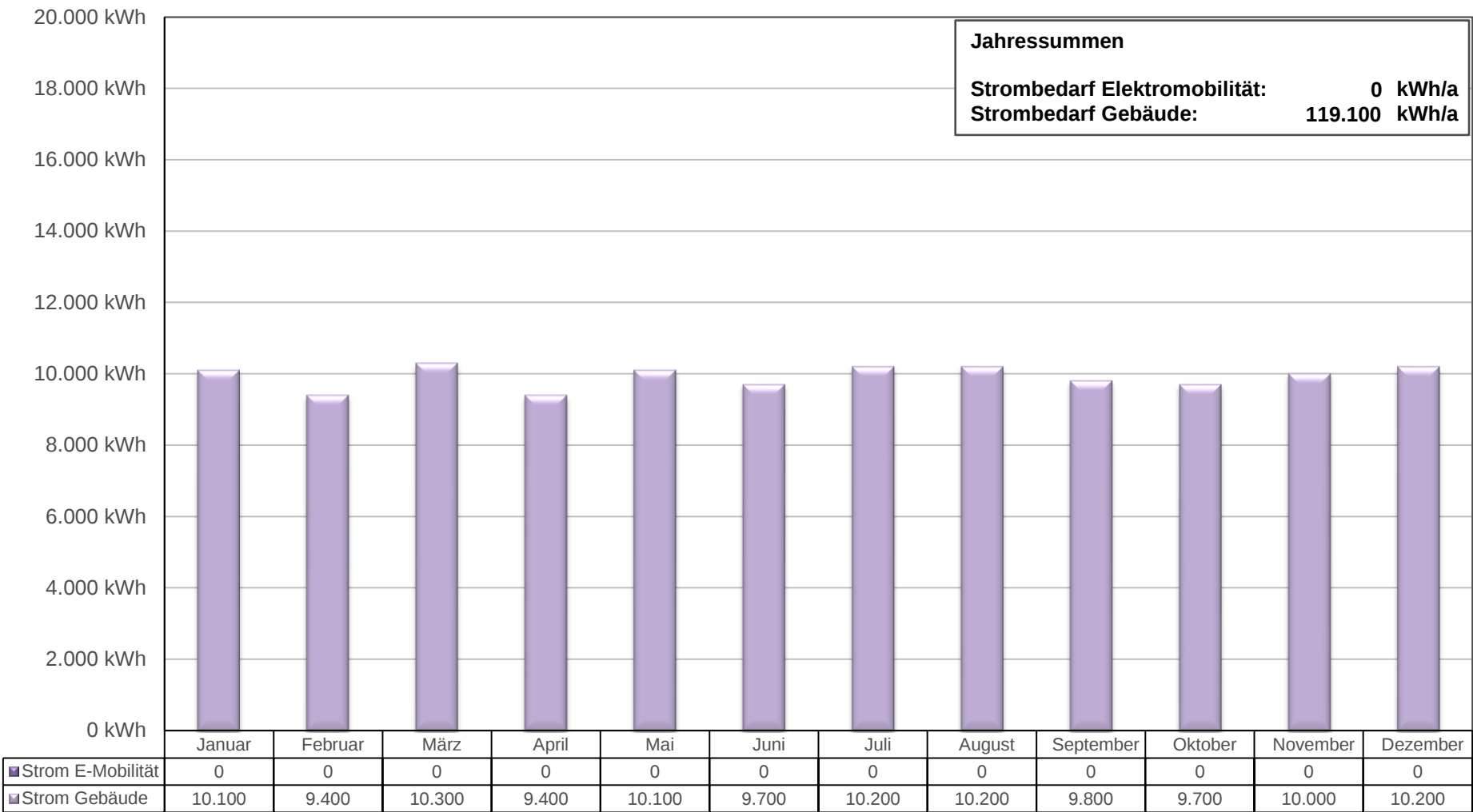
- Für die Projektierung von technischen Anlagen sind umfassende und detaillierte Berechnungen zur Festlegung der relevanten Parameter und für die Auslegung erforderlich, die im Rahmen dieser Variantenbetrachtung noch nicht vollständig erbracht werden können (z.B. Heizlastberechnung). Daher können sich bei der weiteren Entwurfs- oder Ausführungsplanung noch kleinere – jedoch nicht grundsätzliche – Anpassungen an der ausgewählten Variante ergeben.
- Die angegebenen Energiemengen sowie die entsprechenden maximalen Lasten wurden unter Standard-Randbedingungen ermittelt. Alle Energiebedarfe stellen theoretische Werte dar, welche von den tatsächlichen Verbräuchen im späteren Gebäudebetrieb abweichen können, da die Verbräuche stark durch das Außenklima, das Nutzerverhalten sowie eventuelle Nutzungsänderungen beeinflusst werden. Die Betriebskosten basieren auf den angegebenen Energiebedarfen und Energiepreisen.



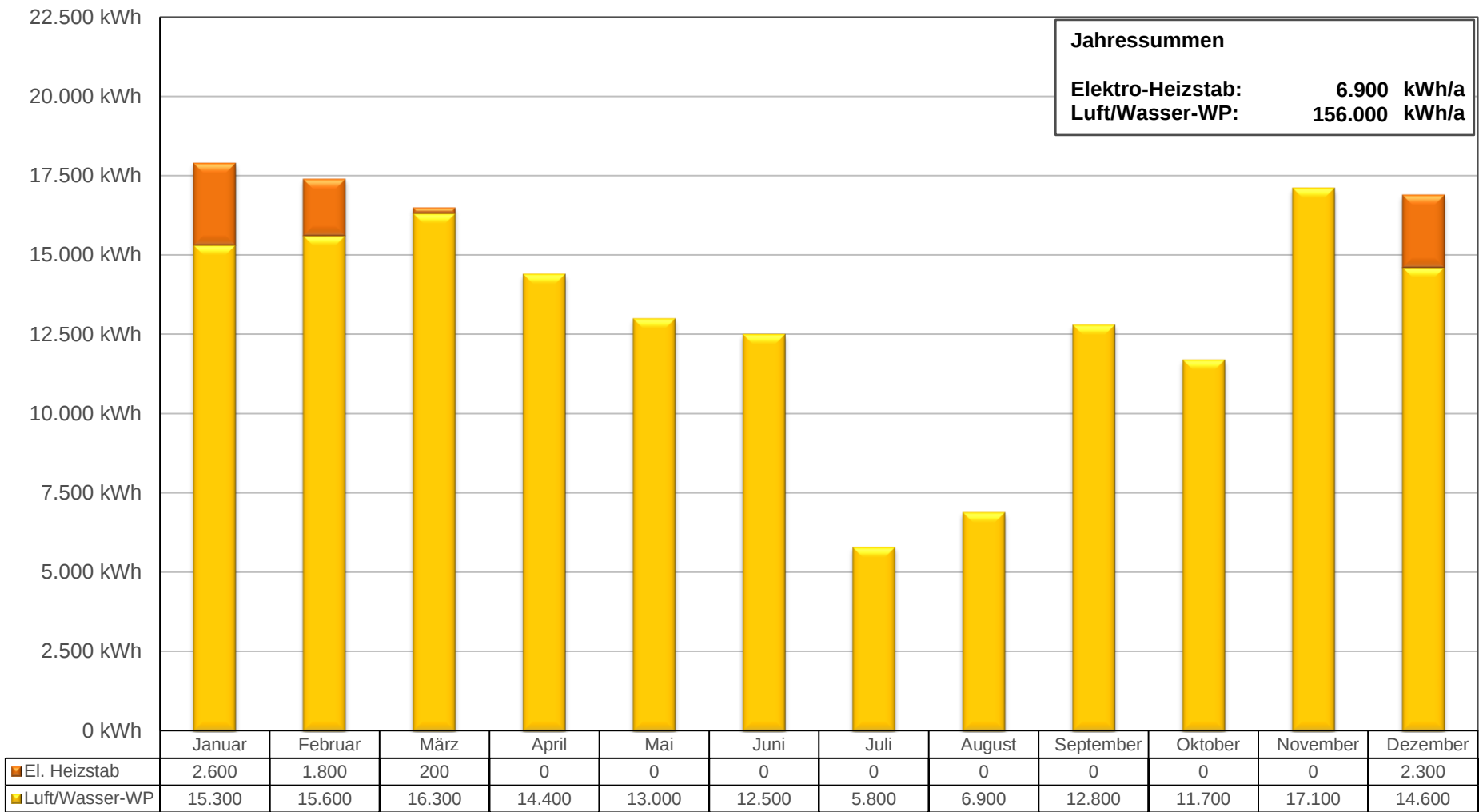
Nutzwärmebedarf des Gebäudes



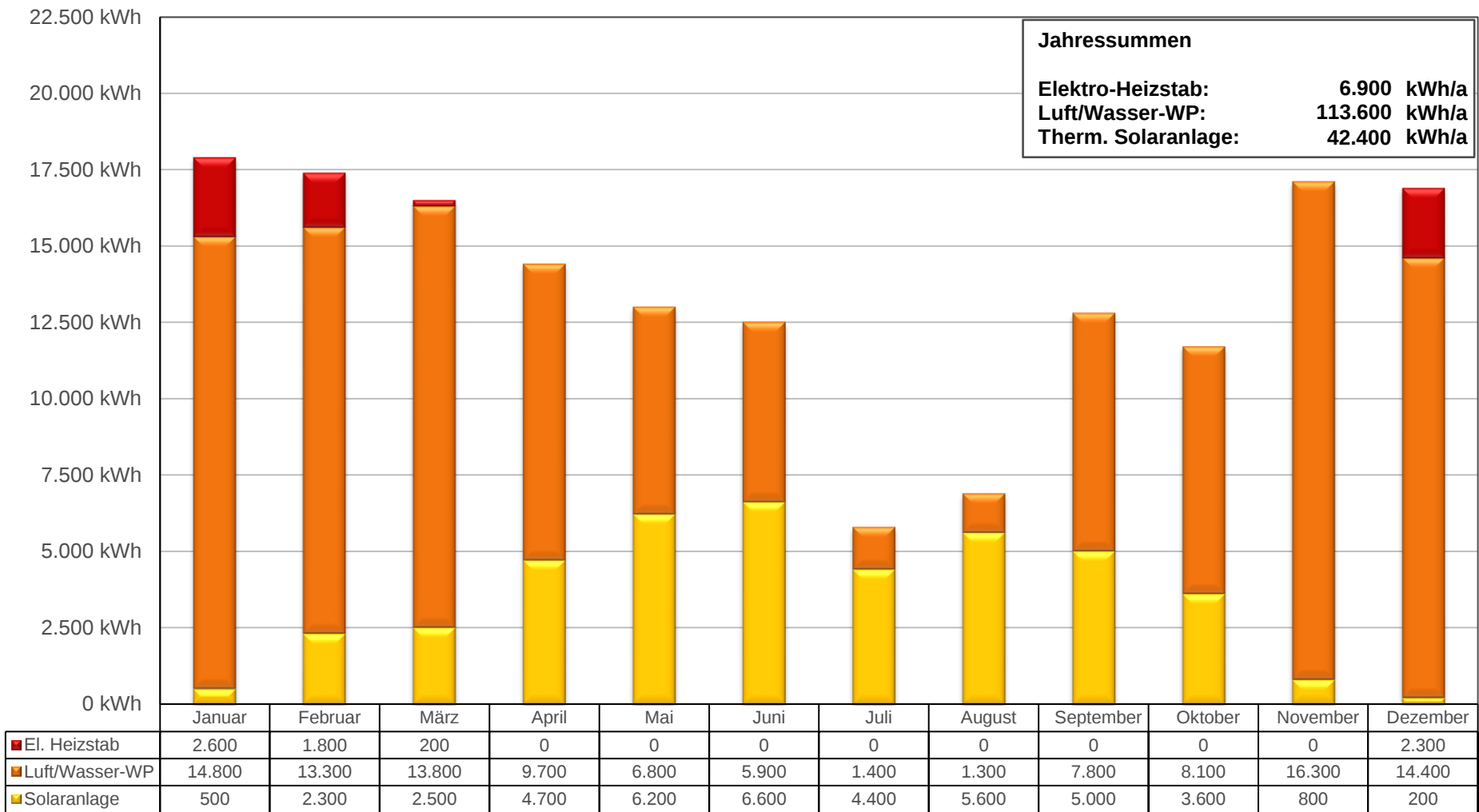
Strombedarf des Gebäudes – ohne Wärmeerzeugung



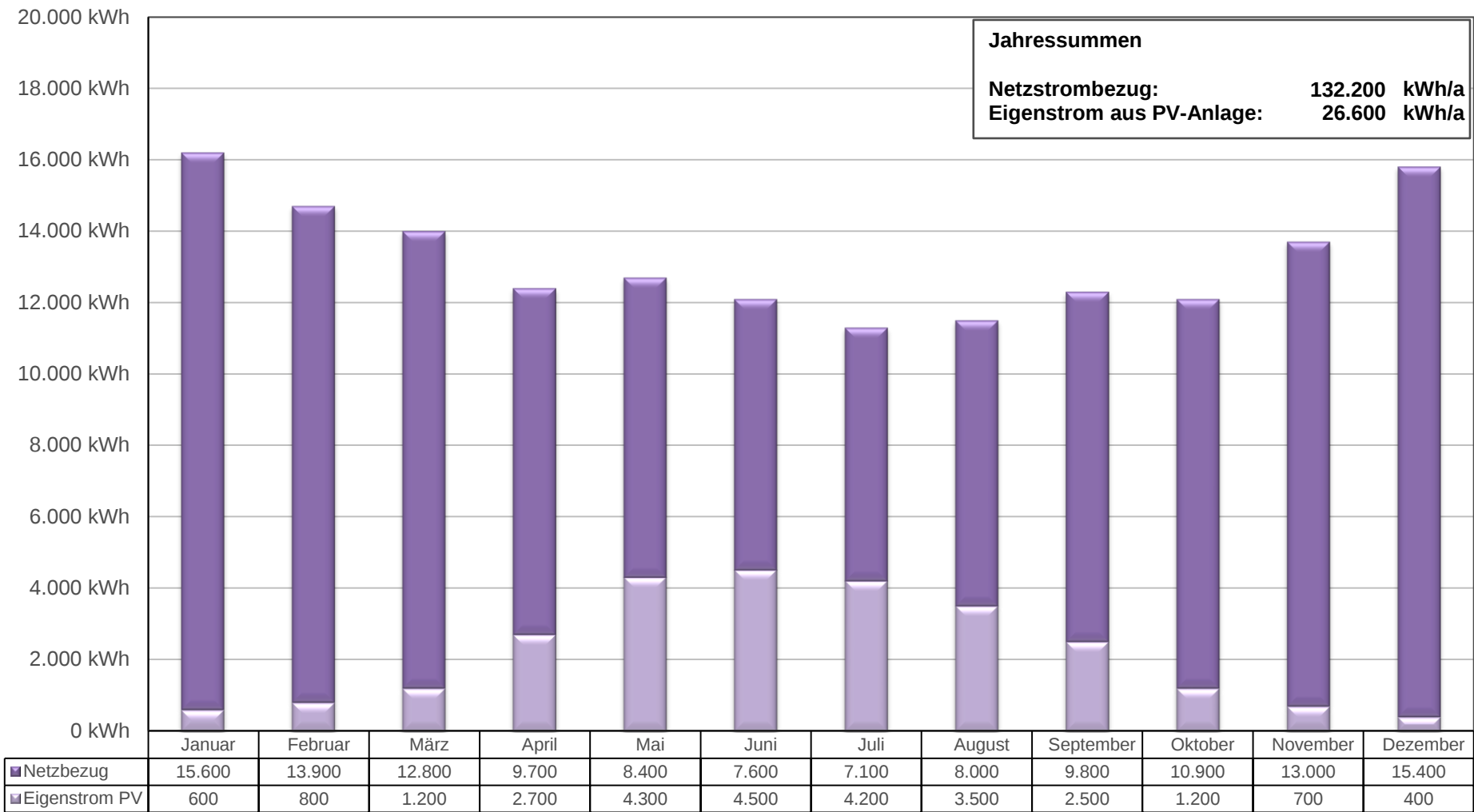
Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.1



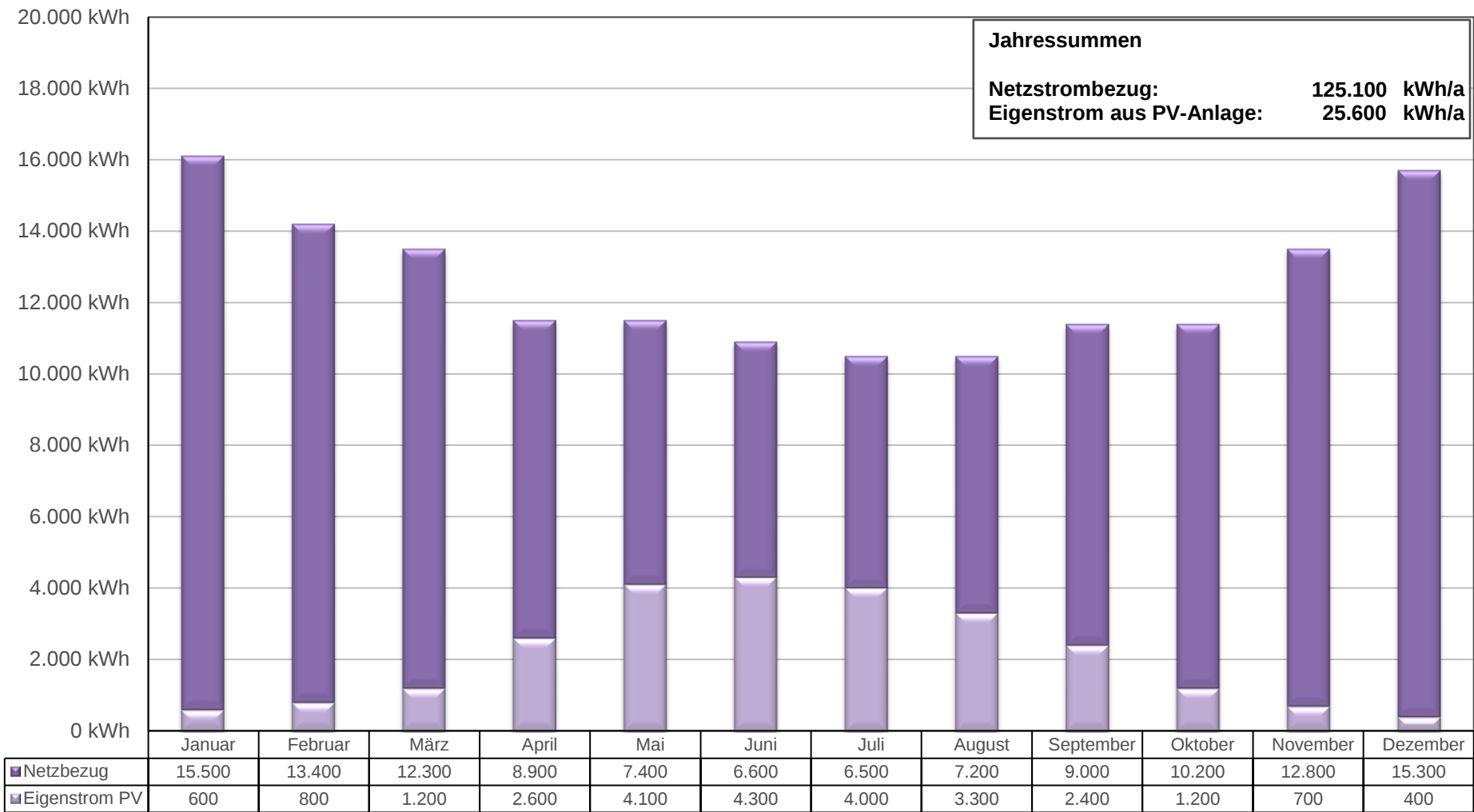
Erzeugte Wärmemengen bei der Variante 1.2



Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.1



Erzeugte und bezogene Strommengen bei der Variante 1.2



Jährliche Energiebezüge des Gebäudes in Abhängigkeit von der Variante

