

Energiekonzept B-Plan Fürstenwalde

15517 Fürstenwalde

17.09.2024

Energiekonzept Fürstenwalde

Aufgabenstellung

Projektinformationen

- Neubau eines Quartiers mit einer Kita und 15 Wohngebäuden mit insgesamt 500 Wohneinheiten
- Standort: 15517 Fürstenwalde
- KfW-40 Standard, DGNB-Gold, QNG-Siegel
- Keine Kühlung vorgesehen
- Lüftung optional

Ziel:

- Ermittlung verschiedener Versorgungsvarianten
 - **Variante 1:** Zentrale Versorgung mit Luft-Wasser-Wärmepumpen
 - **Variante 2:** Zentrale Versorgung mit Luft-Wasser und Sole-Wasser-Wärmepumpen
 - **Variante 3:** Dezentrale Versorgung mit Luft-Wasser Wärmepumpen

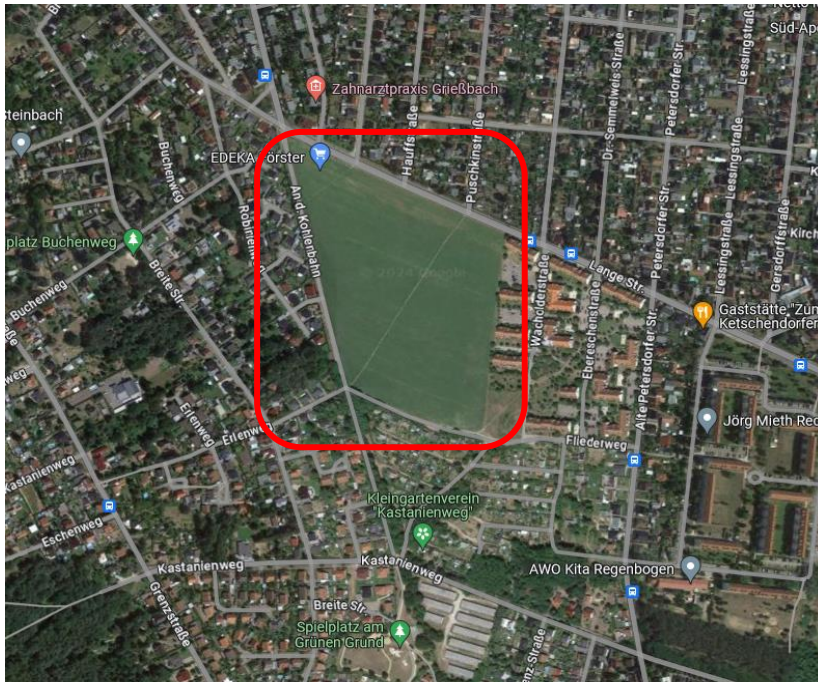
Standortbedingungen:

- Geothermie zulässig
- Dachflächen zur Nutzung von PV-Anlagen vorhanden bzw. geplant
- PV-Pflicht auf öffentlichen und gewerblich genutzten Gebäuden
- Fernwämeanschluss nicht möglich

Energiekonzept Fürstenwalde

Standort

Geplanter Standort in Fürstenwalde



Luftbild des Standortes; Quelle: Google Maps



Geplante Bebauung

Energiekonzept Fürstenwalde

Leistungen und Energiemengen

Für Berechnungen genutzte Werte:

- **Angenommene Gebäudeheizlasten KfW-40 Standard**

- Wohngebäude 20 W/m²
- Kita 50 W/m²

- **Flächen**

- Ca. 3100 m² pro Wohngebäude und ca. 360 m² Kita (**BGF**)
- **Beheizte Fläche** voraussichtlich ca. 2330 m² pro Wohngebäude und 271 m² Kita

→ Da die spezifische Gebäudeheizlast auf Annahmen beruht und in der Realität durchaus höher ausfallen kann, wurden die Energiebedarfe mit der BGF errechnet.

- **Jährlicher Heizenergiebedarf***

- Wohngebäude ca. 66.000 kWh/a → 990.000 kWh/a für 15 Wohngebäude
- Kita ca. 26.000 kWh/a

- **Jährlicher Energiebedarf Trinkwarmwasser****

- Wohngebäude ca. 17.500 kWh/a → ca. 262.000 kWh/a für 15 Wohngebäude
- Kita ca. 9000 kWh/a

* Errechnet auf Basis der spez. Leistung, lokalen Klimadaten und einem Wärmebedarfsprofil für Wohnsiedlungen

** 1,45 kWh pro Tag und Person(DIN EN 15450), 2 Personen pro WE; Kita: 130 Wh/m²d, 200 d/a (DIN 18599)

Energiekonzept Fürstenwalde

Anforderungen Zertifizierung

Anforderungen QNG

- Grundvoraussetzung ist die Zertifizierung mit einem registrierten Bewertungssystem für nachhaltiges Bauen (z.B. DGNB)
- **QNG-Plus WG:**
 - max. 24 kg CO₂ äqu./m²a
 - max. 96 kWh/m²a Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)
- **QNG-Premium WG:**
 - Max. 20 kg CO₂ äqu./m²a
 - Max. 64 kWh/m²a Primärenergiebedarf (nicht erneuerbar)



KfW-Effizienzhaus 40

- Keine Ölheizungen (auch nicht als Spitzenlastkessel)
- Primärenergiebedarf: 40 % des Referenzwertes
- Transmissionswärmeverlust: 55 % des Referenzwertes



40

EffizienzHaus

Anforderungen DGNB

- TEC1.4: Einsatz und Integration von Gebäudetechnik
1. Planung und Umsetzung eines passiven Gebäudekonzepts
 2. Anpassbarkeit der Verteilung auf Betriebstemperaturen für eine Einbindung von regenerativen Energien
 3. Zugänglichkeit der TGA
 4. Integrierte Systeme



Energiekonzept Fürstenwalde

Anforderungen aus den DGNB-Kriterien

- Passives Gebäudekonzept zur Reduktion des Energiebedarfs
- Auslegung der Wärmeübergabe für eine mittlere Heizwassertemperatur von möglichst $\leq 34\text{ °C}$ (sonst $< 50\text{ °C}$)
 - Volle Punktzahl wenn der Gesamtbedarf an thermischer Energie zu 100% aus erneuerbaren Energien (nach GEG) gedeckt wird
- Auslegung der Kälteübergabe für eine mittlere Kühlwassertemperatur von $\geq 19\text{ °C}$ (sonst $> 14\text{ °C}$)
- Planung eines quartiersbezogenen Energiekonzepts mit dem Ziel der Nutzung von Synergien im Quartier
 - Analyse von Energiepotenzialen der Umgebung
 - Erstellung von quartiersbezogenen Energiebilanzen für Wärme, Kälte und Strom im Gebäude
 - Wirtschaftliche Bewertung (Investitionen und Betriebskosten) von unterschiedlichen Wärmeversorgungsvarianten
 - Analyse der Bereitstellung von regenerativ erzeugter Energie an das Quartier / die Umgebung unter Einbezug möglicher Konsumenten



Bonus-Punkte für:

- **Circular Economy**
 - Konstante Nutzung von erneuerbaren Energien aus Gebäude oder Quartier für die Deckung von 10 % des Energiebedarfs (Endenergie) / 10 % der selbst erzeugten Erneuerbaren Energie wird an das Quartier abgegeben
 - Bereitstellung einer Batterieleistung von 10 % des Energiebedarfs (Endenergie) als Speicherkapazität für Netzstabilisierung oder Nutzung von integriertem Energie-/Lastmanagement
- **Agenda 2030**
 - Anteil der Erneuerbaren Energien am regulierten Energiebedarf (Endenergie) liegt bei über 65 % oder 85 % (Punktestaffelung)
 - Mind. 60 % oder 80 % der geeigneten Dachfläche/Eignungsfläche bei Parkplatzneubau werden mit Photovoltaik ausgestattet (Punktestaffelung)

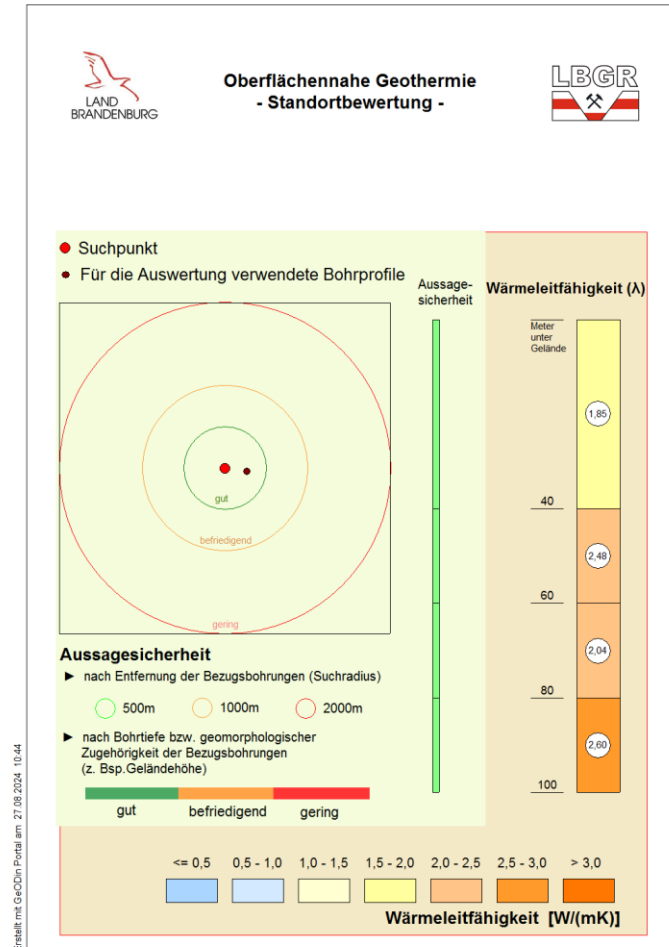
Energiekonzept Fürstenwalde

Standortbedingungen Geothermie

Geologische Daten

- Standort befindet sich außerhalb von Wasserschutzgebiet → besondere Sicherheitsanforderungen wenig wahrscheinlich (Absprache mit unterer Wasserbehörde)
- Mittlere Wärmeleitfähigkeit bis 100 m: 2,164 W/mK
- Normaußentemperatur*: -12,4 °C
- Jahresmitteltemperatur*: 9,9 °C

* DIN TS 12831 -1



Erstellt mit GeoDin Portal am 27.08.2024 10:44

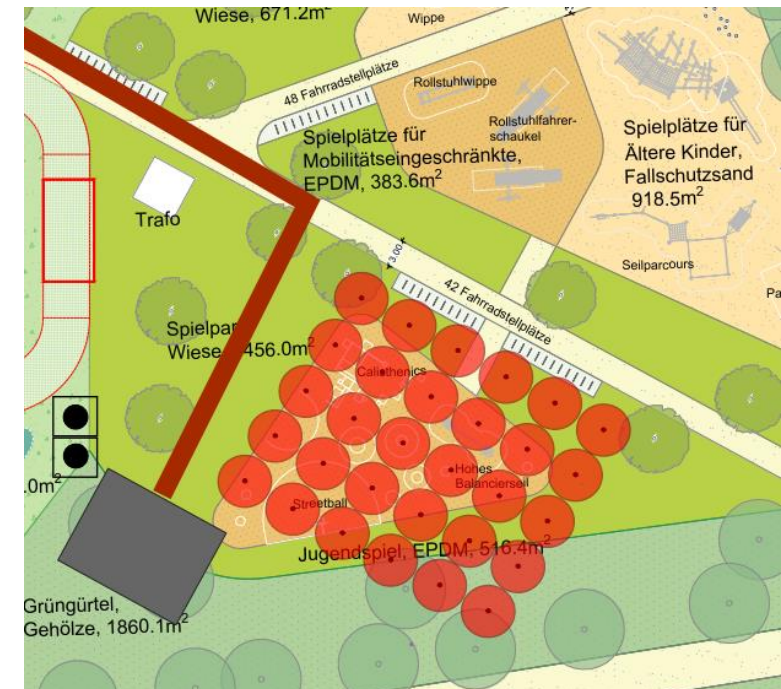
Quelle: LBGR Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg

Energiekonzept Fürstenwalde

Abschätzung Geothermie

Parameter Geothermie

- 30 % Leistungsanteil Geothermie: ca. 300 kW
- Angenommene Entzugsleistung: 50 W/m
- Bohrtiefe: 200 m
- Entzugsleistung pro Bohrung: 10 kW
- Anzahl Bohrungen: 30
- Mindestflächenbedarf: $30 \cdot (8 \cdot 8) \text{ m} = 1920 \text{ m}^2$



→ Hinweis: Ab einer Bohrtiefe von > 100 m ist eine bergrechtliche Genehmigung erforderlich. Wird die Länge der Sonde verringert, müssen mehr Sonden eingebracht und der Platzbedarf erhöht werden.

→ Möglichkeit zur Reduzierung der Sondenanzahl durch Kühlung der Gebäude

Energiekonzept Fürstenwalde

Abschätzungen Photovoltaik

PV-Anlagendaten und Simulationsergebnisse für ein Wohngebäude:

- 430 W je Modul (Megasol Energie AG 430)
- Anzahl der Module*: 90
- Leistung der PV-Anlage: 39 kWp
- Stromertrag**: 31.000 kWh/a → 465.000 kWh/a für alle Wohngebäude

PV-Anlagendaten und Simulationsergebnisse für die Kita:

- 430 W je Modul (Megasol Energie AG 430)
- Anzahl der Module*: 72
- Leistung der PV-Anlage: 31 kWp
- Stromertrag**: 30.000 kWh/a

→ Finale Leistung muss über konkrete Auslegung geprüft werden → mögliche Verringerung der Leistung

→ **Voraussichtliche Leistung ca. 616 kWp**

* Abstand zur Dachkante und zwischen den Modulen berücksichtigt, Störflächen anhand von Erfahrungswerten abgeschätzt

** Ost-West-Ausrichtung der Module

Energiekonzept Fürstenwalde

Abschätzungen Kosten Photovoltaik

Kostenschätzung (inkl. Montage und zusätzlichen Komponenten):

- Wohngebäude (39 kWp): ca. **50.700 €**
- Kita (31 kWp): ca. **40.300 €**
- Kosten für 15 Wohngebäude + Kita: **808.000 €**
- Stromertrag: ca. 495.000 kWh pro Jahr

Mögliche Nutzung und Vergütung:

- **Aktuelle Vergütung nach EEG** (Anlagen bis 40kWp):
 - 10,7 ct/kWh bei Volleinspeisung, 6,9 ct/kWh Teileinspeisung
 - Ertrag pro Jahr bei Volleinspeisung: ca. 53.000 €

Eigenverbrauch:

- **Mieterstrommodell:** Der Anlagenbetreiber (Vermieter) ist zugleich Stromlieferant
 - Mieter dürfen ihren Stromanbieter weiterhin frei wählen
 - Überschüssiger Strom wird nach EEG vergütet
 - Vollversorgung der Mieter muss sichergestellt werden
 - Vor Ort verbrauchter Strom ist Netzentgelt- und Stromsteuerbefreit
 - Es entstehen zusätzliche Kosten für den Betrieb und Verwaltung

Energiekonzept Fürstenwalde

Energiekonzept – Variante 1 (zentral)

Nahwärmenetz mit Luft-Wärmepumpen (zentral) + Photovoltaik

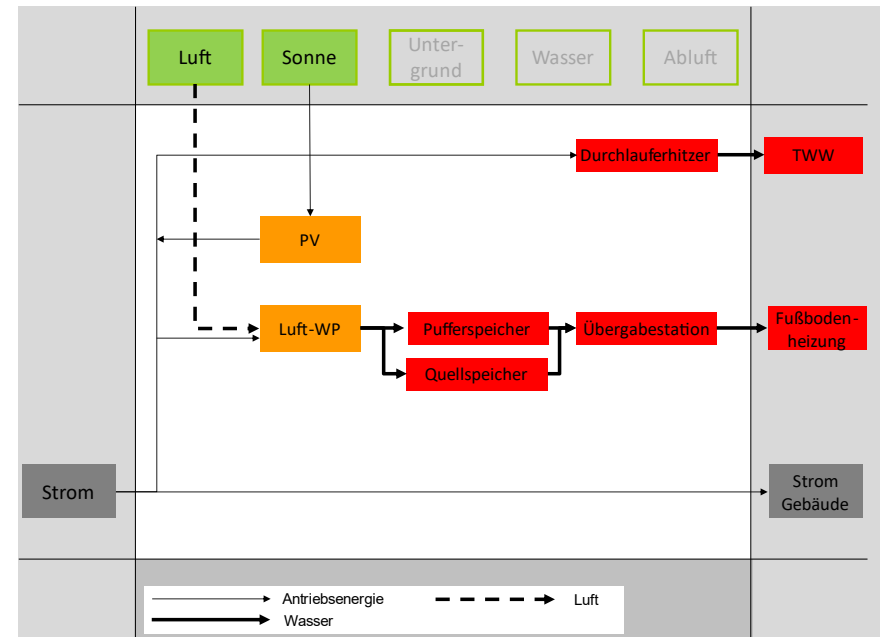
- 4 x Luft-Wärmepumpen je 250 kW (monovalent)
- 1 x Quellspeicher* (20.000 L) + 1 x Pufferspeicher* (10.000 L)
- 1 x Übergabestation je Gebäude
- Trinkwarmwasserbereitung über Durchlauferhitzer je Wohneinheit + KiTa
- Photovoltaik auf vorhandenen Dachflächen
- Flächenübertragungssystem (Fußbodenheizung)

Vorteile:

- Nutzung erneuerbarer Energien
- Einhaltung gesetzlicher Anforderungen
- Unabhängigkeit von Gasversorgung
- Geringer Technikflächenbedarf in einzelnen Gebäuden
- Reduzierung des Strombezugs durch PV

Nachteile:

- Erhöhter Regelungsaufwand (Steuerungstechnik für Anlagen und Übertragung)



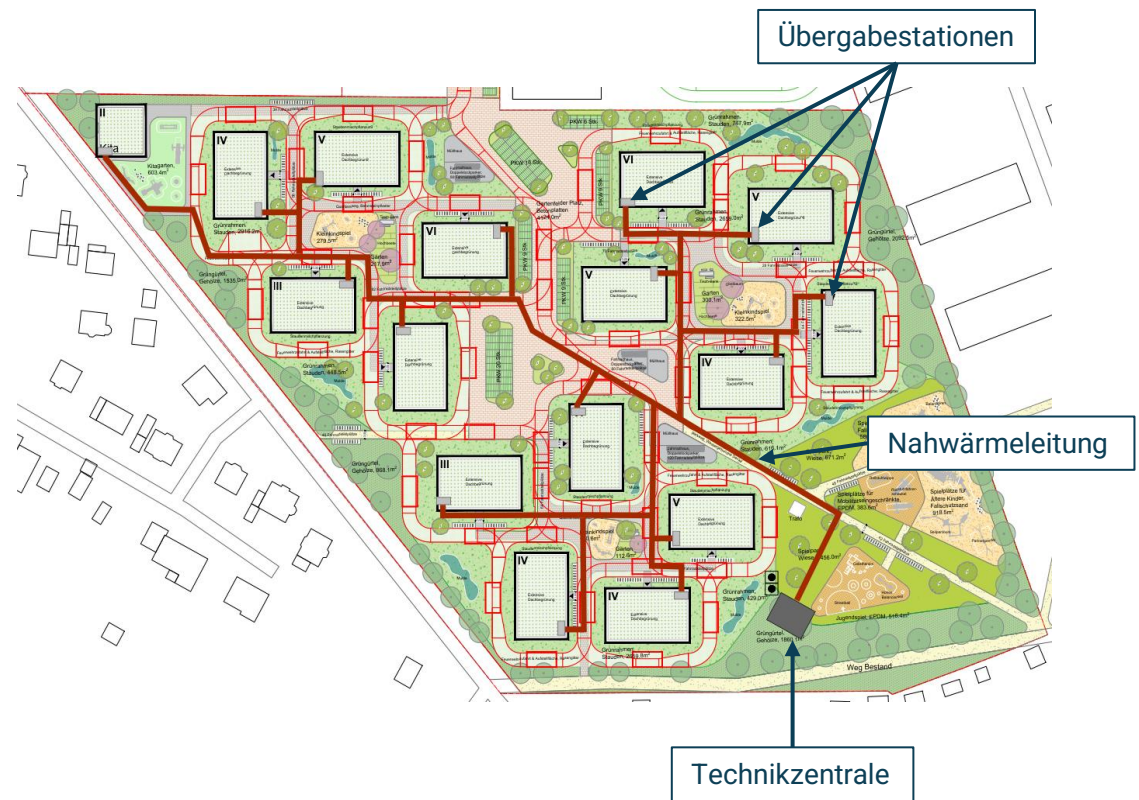
*Quellspeicher zur Abtauung der Luft-Wärmepumpe und Pufferspeicher zur Sicherstellung des Regelbetriebs in der Abtauphase. Hydraulische Anbindung muss im weiteren Planungsverlauf ausgeplant werden.

Energiekonzept Fürstenwalde

Energiekonzept – Variante 1 (zentral)

Beschreibung Nahwärmenetz

- Gleichzeitigkeit: 0,3 bis 1
(Wärmebedarfsprofil Wohnsiedlung)
- Wärmemengen:
 - Bedarf Gebäude: 1,02 MWh/a
 - Bedarf inkl. Verluste Wärmenetz: 1,12 MWh/a
- Temperaturen Nahwärmenetz:
40 °C/ 35 °C
- Gesamtlänge: ca. 760 m (Doppelrohr)
inkl. Hausanschlussleitungen
- Nennweiten: DN40 – DN200



Energiekonzept Fürstenwalde

Energiekonzept – Variante 2 (zentral)

Nahwärmenetz mit Luft-Wärmepumpen + Geothermie (zentral) + Photovoltaik

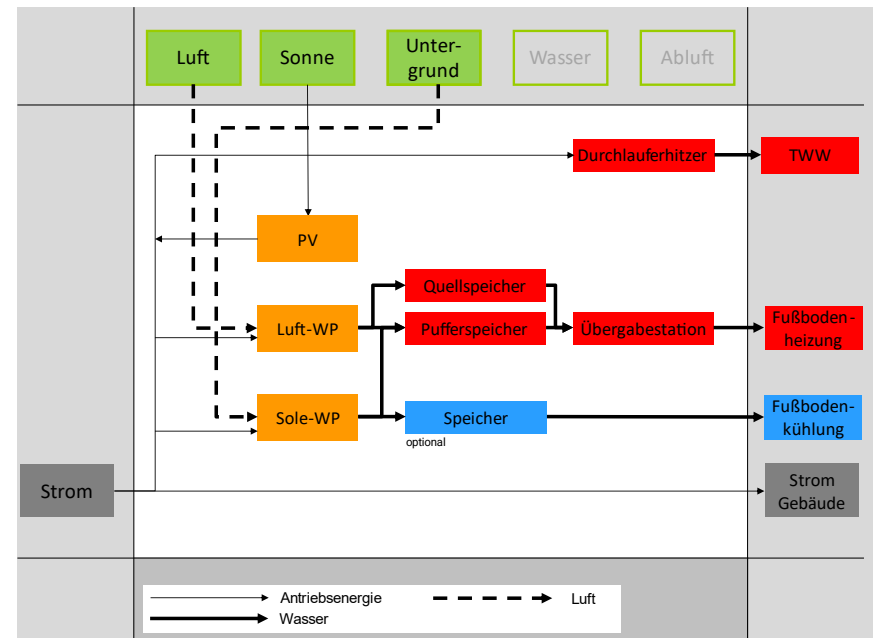
- 3 x Luft-Wärmepumpen je 250 kW zur Spitzenlastabdeckung
- 1 x Sole-Wärmepumpe (300 kW) zur Grundlastabdeckung
- 1 x Quellspeicher* (20.000 L) + 1 x Pufferspeicher* (10.000 L)
- 1 x Übergabestation je Gebäude
- Trinkwarmwasserbereitung über Durchlauferhitzer je Wohneinheit + KiTa
- Photovoltaik auf vorhandenen Dachflächen
- Flächenübertragungssystem (Fußbodenheizung/-kühlung)

Vorteile:

- Nutzung erneuerbarer Energien
- Einhaltung gesetzlicher Anforderungen
- Unabhängigkeit von Gasversorgung
- Möglichkeit zur Kühlung der Gebäude
- Geringer Technikflächenbedarf in einzelnen Gebäuden
- Reduzierung des Strombezugs durch PV

Nachteile:

- Erhöhter Regelungsaufwand (Steuerungstechnik für Anlagen und Übertragung)
- Erhöhter Aufwand für Planung, Bau und Betrieb



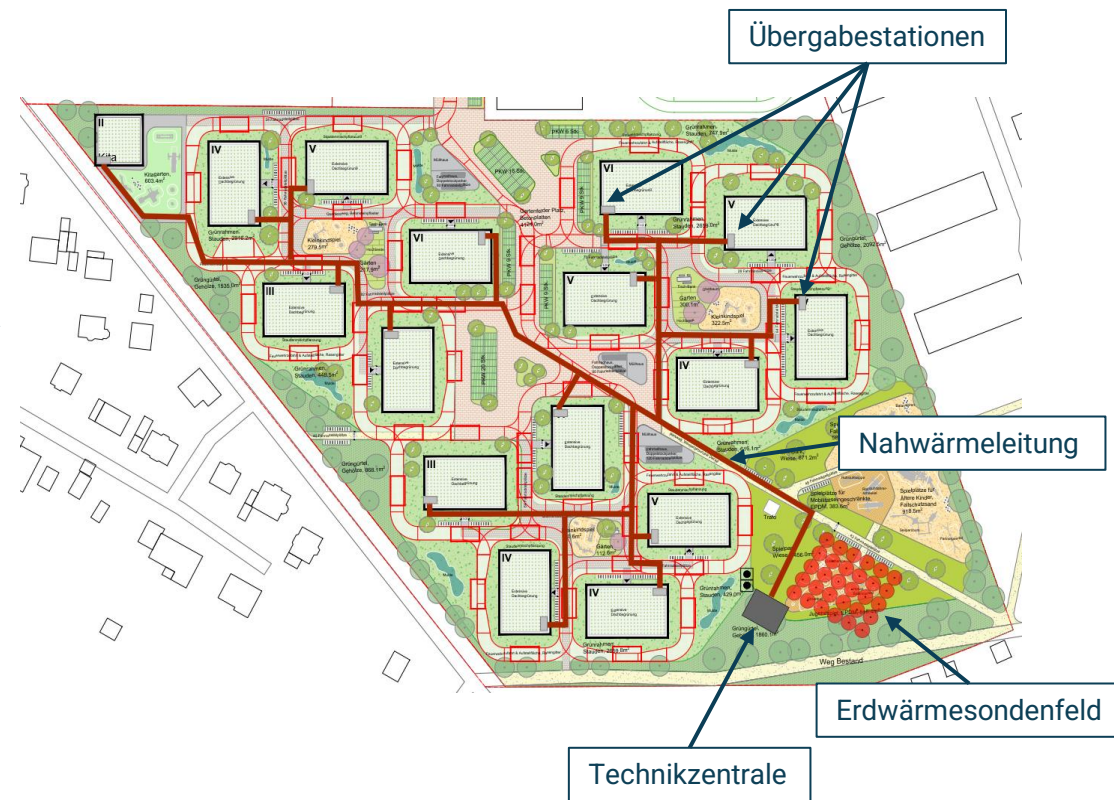
*Quellspeicher zur Abtauung der Luft-Wärmepumpe und Pufferspeicher zur Sicherstellung des Regelbetriebs in der Abtauphase. Hydraulische Anbindung muss im weiteren Planungsverlauf ausgeplant werden.

Energiekonzept Fürstenwalde

Energiekonzept – Variante 2 (zentral)

Beschreibung Nahwärmenetz

- Gleichzeitigkeit: 0,3 bis 1
(Wärmebedarfsprofil Wohnsiedlung)
- Wärmemengen:
 - Bedarf Gebäude: 1,02 MWh/a
 - Bedarf inkl. Verluste Wärmenetz: 1,12 MWh/a
- Temperaturen Nahwärmenetz:
40 °C/ 35 °C
- Gesamtlänge: ca. 760 m (Doppelrohr) inkl.
Hausanschlussleitungen
- Nennweiten: DN40 – DN200
- Zusätzlich ist eine Anbindeleitung vom
Sondenfeld zur Technikzentrale nötig



Energiekonzept Fürstenwalde

Energiekonzept – Variante 3 (dezentral)

Luft-Wärmepumpen (dezentral) + Photovoltaik

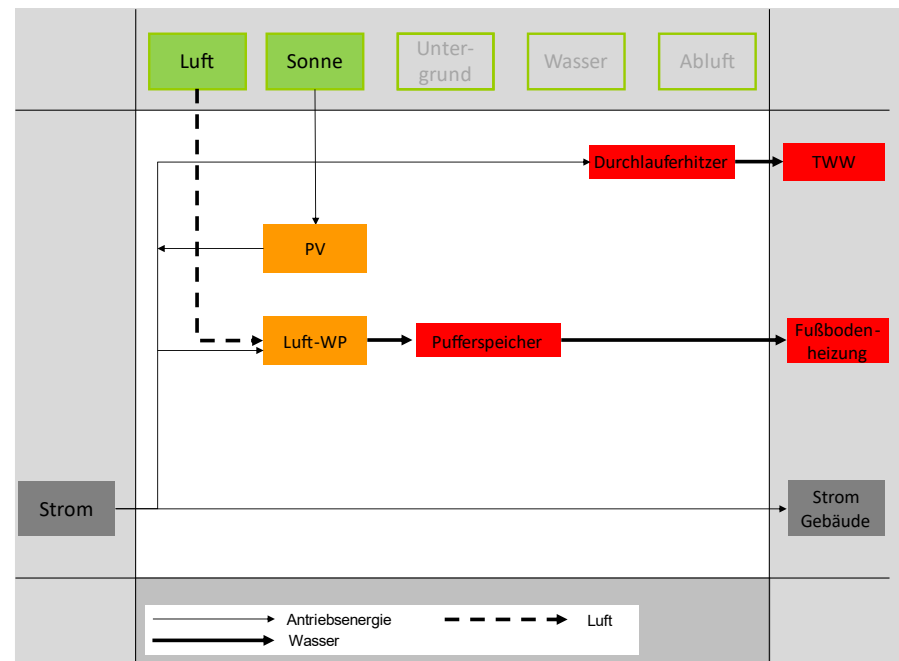
- 1 x Luft-Wärmepumpen pro Gebäude (je 72 kW) (monovalent)
- 15 x Pufferspeicher (2.000 L) Wohngebäude
- 1 x Pufferspeicher (700 L) Kita
- Trinkwarmwasserbereitung über Durchlauferhitzer je Wohneinheit + KiTa
- Photovoltaik auf vorhandenen Dachflächen
- Flächenübertragungssystem (Fußbodenheizung)

Vorteile:

- Nutzung erneuerbarer Energien
- Einhaltung gesetzlicher Anforderungen
- Unabhängigkeit von Gasversorgung
- Reduzierung des Strombezugs durch PV
- Keine Kosten für Nahwärmenetz (Rohre, Tiefbau, etc.)

Nachteile:

- Technikflächen für Luft-Wärmepumpen und Komponenten in jedem Gebäude notwendig
- Höhere Gesamtkosten als bei den zentralen Varianten



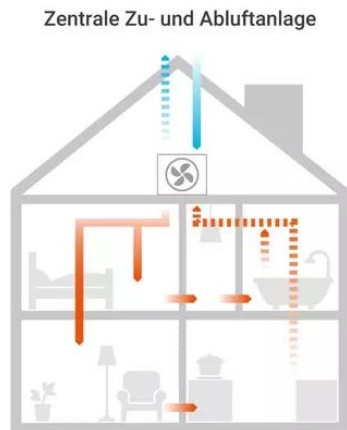
Energiekonzept – weitere Optionen Lüftung

- **Option 1: Zentrale Lüftungsanlage je Wohneinheit (Decken-, Brüstungs- oder Raumgerät)**
 - + Wärmerückgewinnung
 - + Komfort
 - Investitionskosten
 - Technikflächenbedarf
 - Wartungsaufwand
- **Option 2: Dezentrale Lüftungsanlage je Wohneinheit und Raum**
 - + geringe Investitionskosten
 - + geringer Planungs- und Montageaufwand
 - + keine separate Verbrauchserfassung nötig
 - + Wärmerückgewinnung
 - Mehrere Geräte pro Wohnung nötig
- **Option 3: Zentrale Abluftanlage für alle Wohneinheiten mit Fensterelementen (Fensterfalzlüfter) zur Außenlufteinbringung**
 - + Wärmerückgewinnung in Form einer Abluftwärmepumpe möglich
 - + Wartung (hauptsächlich) außerhalb der Mietwohnung
 - Planungs- und Installationsaufwand
 - Investitionskosten
 - Technikflächenbedarf
 - Wartungsaufwand
 - nachströmende kalte Luft im Winter

Energiekonzept Fürstenwalde

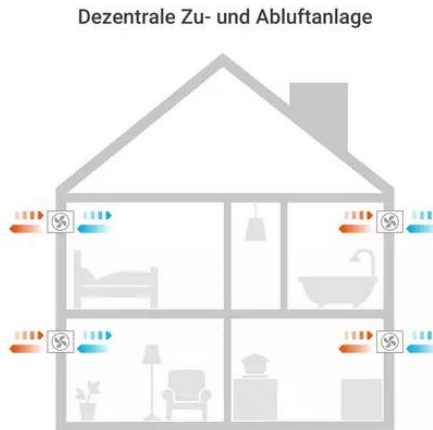
Beispielhafte Darstellung – Optionen Lüftung

Option 1: Zentrale
Lüftungsanlage je Wohneinheit



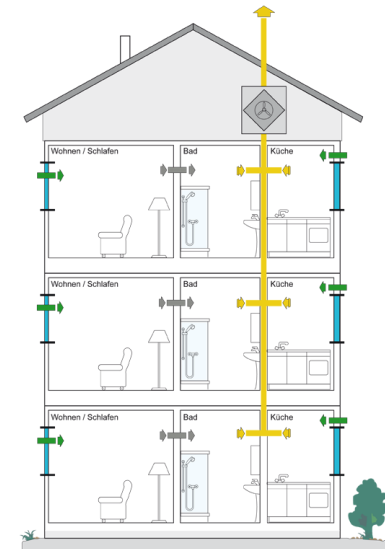
Quelle: www.co2online.de

Option 2: Dezentrale
Lüftungsanlage je Raum



Quelle: www.co2online.de

Option 3: Zentrale Abluftanlage für
alle Wohneinheiten mit
Fensterelementen



Quelle: www.kwl-info.de

Energiekonzept – weitere Optionen Trinkwarmwasser

- **Option 1: Dezentral über Durchlauferhitzer**
 - + geringe Investitionskosten
 - + geringer Platzbedarf im Gebäude
 - + keine Zirkulationsleitung nötig
 - + geringer Wartungsaufwand
 - + keine separate Verbrauchserfassung nötig
 - Betriebskosten
 - Primärenergiebedarf
- **Option 2: Dezentral über Wohnungsstationen**
 - + Hygienische Trinkwassererwärmung
 - + geringer Wartungsaufwand
 - + keine Zirkulationsleitung
 - Platzbedarf in der Wohnung
 - Investitionskosten
- **Option 3: Zentral über Hochtemperaturwärmepumpen in Verbindung mit Frischwasserstationen**
 - + geringere Betriebskosten
 - + hohe Temperaturen realisierbar
 - Speicher notwendig
 - Hohe Investitionskosten
 - ineffizienter Betrieb des Wärmenetzes im Sommer
 - Wartungsaufwand
 - Technikflächenbedarf

Energiekonzept Fürstenwalde

Technikflächen

Vorzuhaltende Technikflächen

Zentrale Varianten:

Im Gebäude:

- Übergabestation
- Durchlauferhitzer

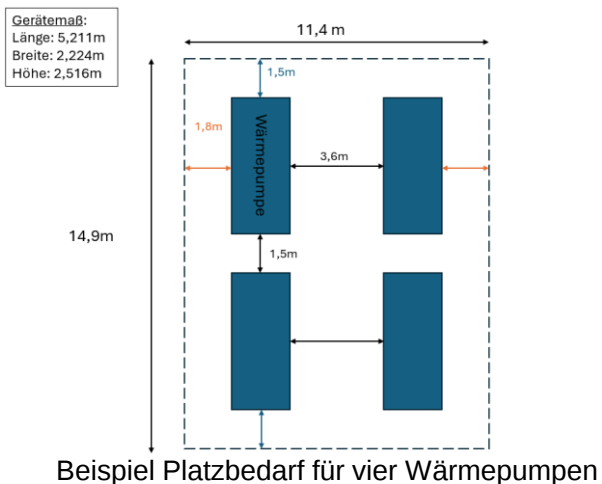
Auf dem Gelände:

- Technikzentrale ca. 15m * 12m
- Pufferspeicher
- Erdwärmesonden

Dezentrale Variante:

Im bzw. am Gebäude

- Wärmepumpe (am Gebäude oder auf dem Dach)
 - Kompaktgeräte oder Split-Systeme
- Speicher
- Verteilsystem
- Durchlauferhitzer



Energiekonzept Fürstenwalde

Wirtschaftlichkeit

Energiepreise

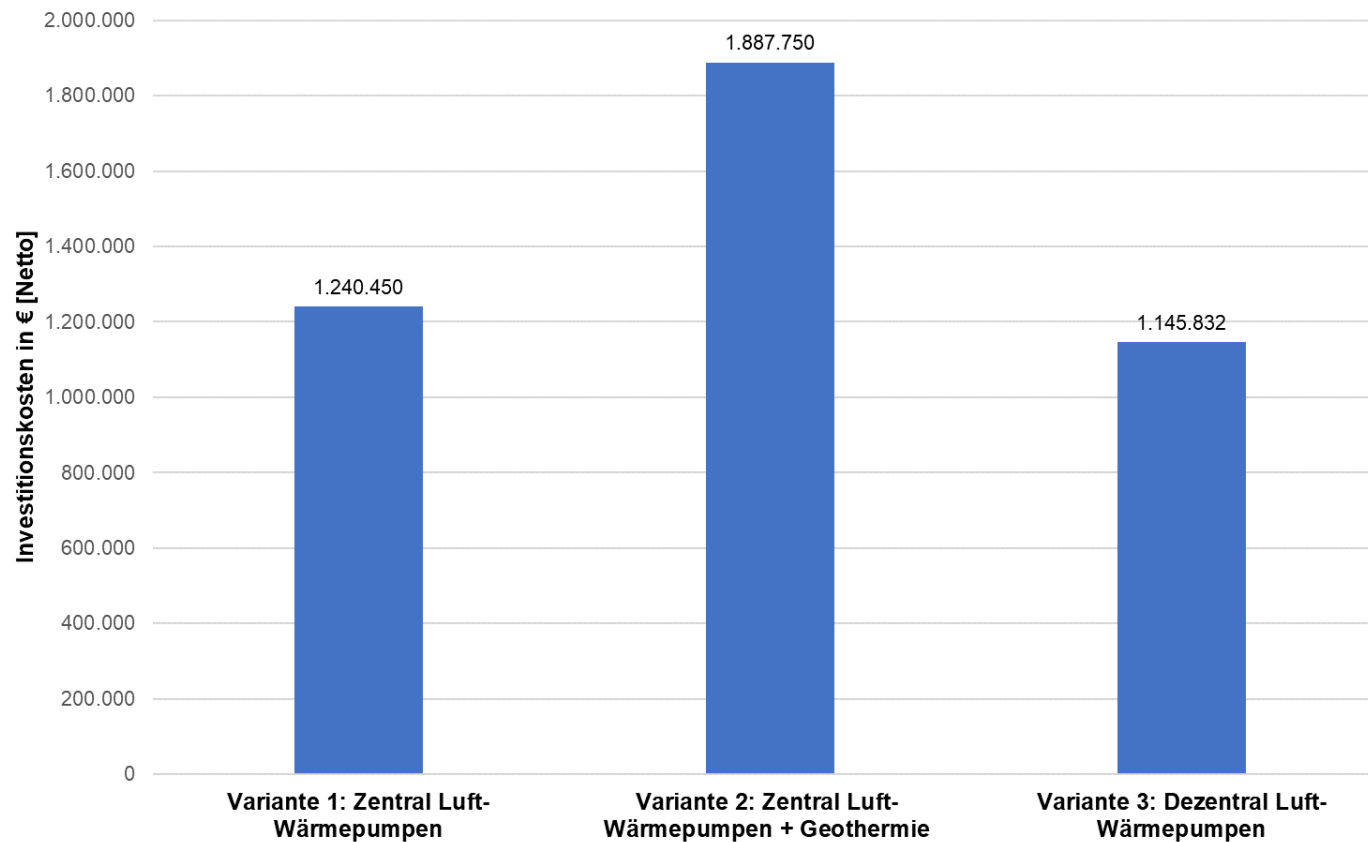
- Strompreis: **30,0 ct/kWh**
- Heizstrom: **22,0 ct/kWh**
- Preissteigerung Strom: 4%

Berücksichtigung Nutzungszeit der Wärmeerzeuger:

- Betriebskosten (Aufwand für Instandsetzung, Wartung und Inspektion) werden nach VDI 2067 ermittelt
- Berücksichtigung der Nutzungszeit der Wärmeerzeuger; nach dem Ende der Nutzungszeit wird eine Neuinvestition berücksichtigt

Energiekonzept Fürstenwalde

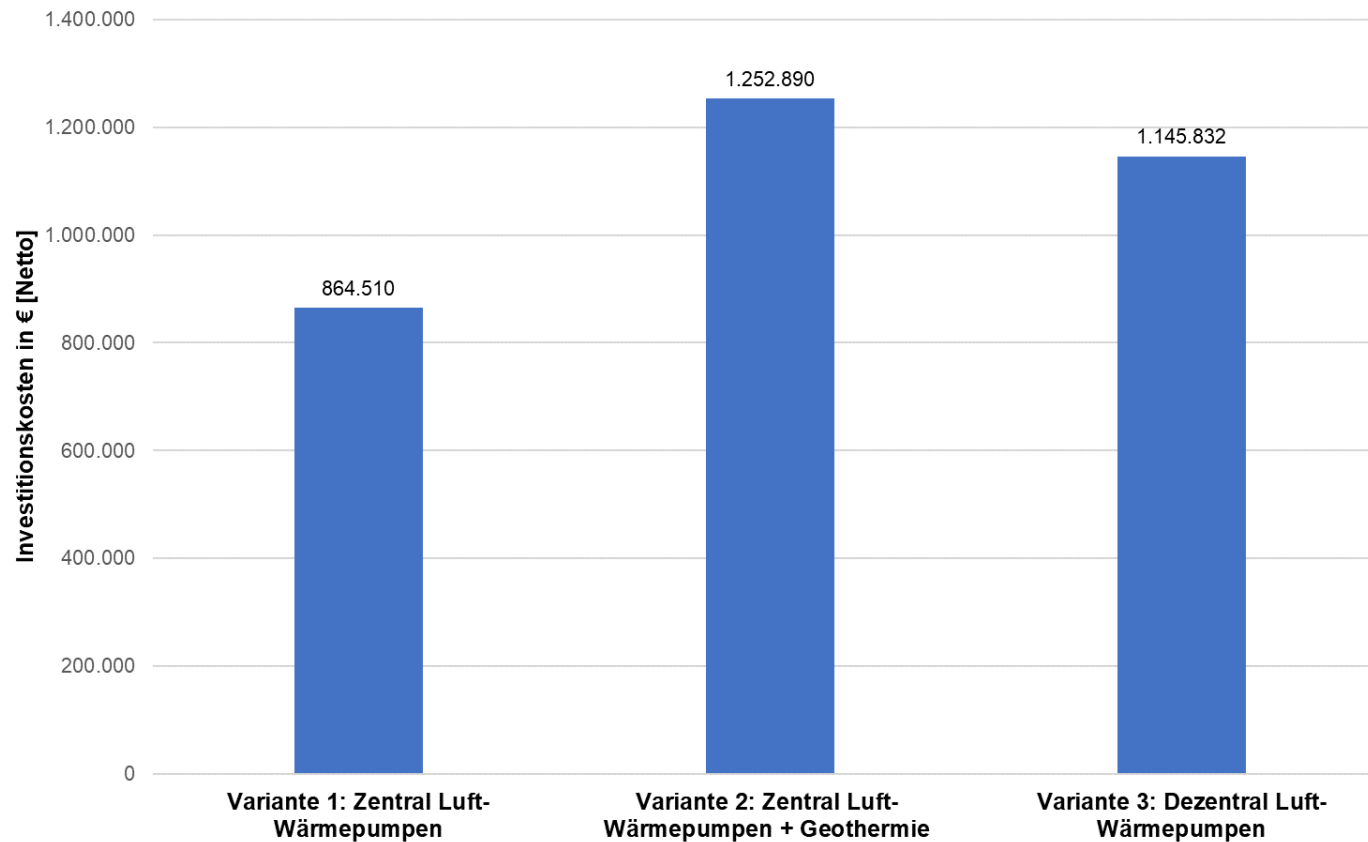
Investitionskosten*



*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen, ohne mögliche staatliche Förderungen

Energiekonzept Fürstenwalde

Investitionskosten inkl. Förderung*



*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen, inkl. Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) 40% der förderfähigen Kosten

Energiekonzept Fürstenwalde

Investitionskosten*

	Variante 1 Zentrale Luft-Wärmepumpen	Variante 2 Zentrale Luft-Wärmepumpen + Geothermie	Variante 3 Dezentrale Luft-Wärmepumpen
Luft-Wasser-Wärmepumpen	469.600 €	352.200 €	765.432 €
Sole-Wasser-Wärmepumpen	-	104.700 €	-
Quellspeicher	50.000 €	50.000 €	-
Pufferspeicher	20.000 €	20.000 €	79.800 €
Übergabestationen	96.496 €	96.496 €	-
Durchlauferhitzer	300.600 €	300.600 €	300.600 €
Bohrungen	-	660.000 €	-
Wärmenetz (Material + Tiefbau; exkl. Montage)	303.754 €	303.754 €	-
SUMME	1.240.450 € [Netto]	1.887.750 € [Netto]	1.145.832 € [Netto]

*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen

Energiekonzept Fürstenwalde

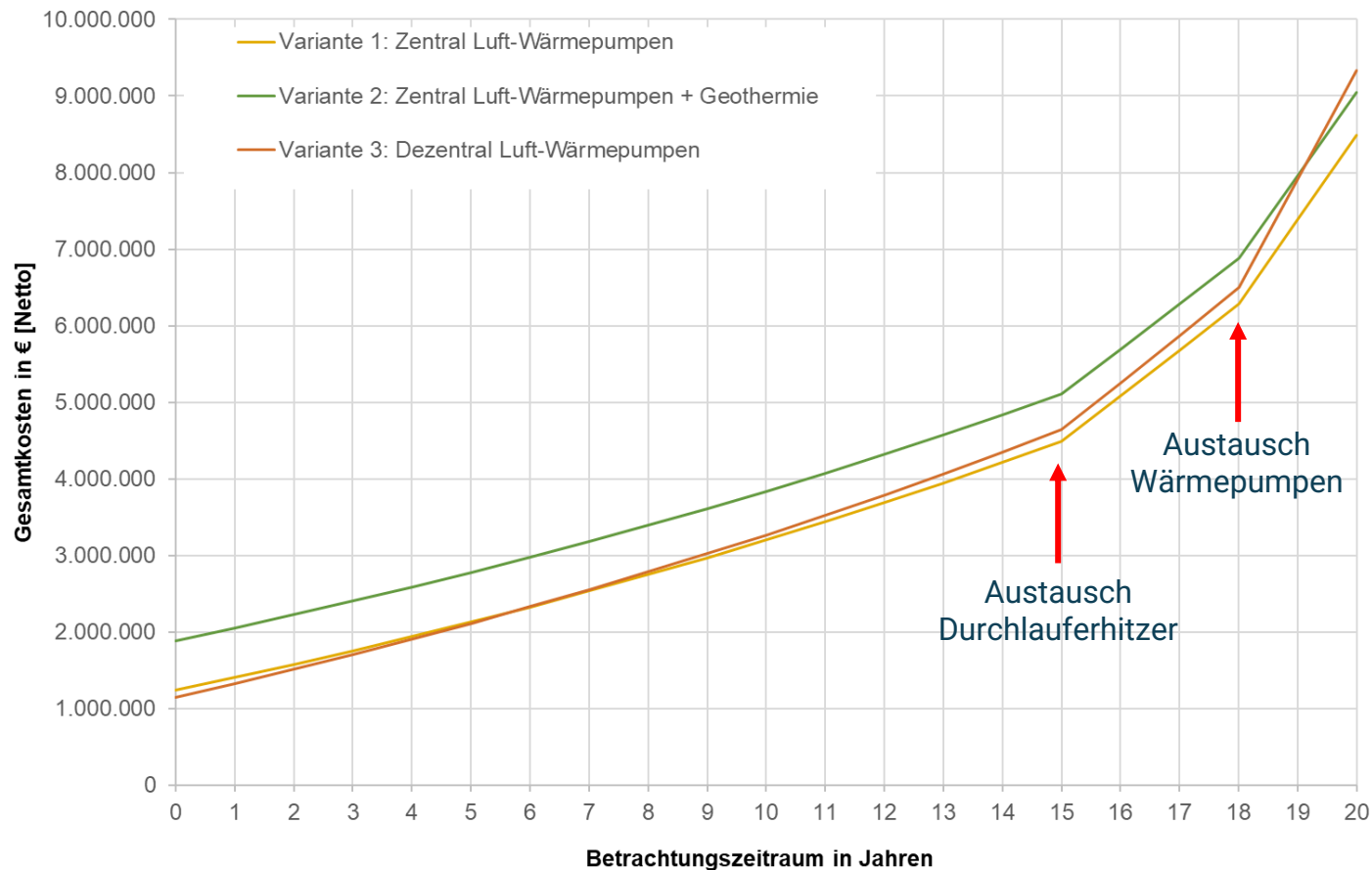
Förderfähige Investitionskosten nach BEW*

	Förderfähig?	Variante 1 Zentrale Luft- Wärmepumpen	Variante 2 Zentrale Luft- Wärmepumpen + Geothermie
Luft-Wasser- Wärmepumpen	Ja	469.600 €	352.200 €
Sole-Wasser- Wärmepumpen	Ja	-	104.700 €
Quellspeicher	Ja	50.000 €	50.000 €
Pufferspeicher	Ja	20.000 €	20.000 €
Übergabestationen	Ja	96.496 €	96.496 €
Durchlauferhitzer	Nein	300.600 €	300.600 €
Bohrungen	Ja	-	660.000 €
Wärmenetz (Material + Tiefbau; exkl. Montage)	Ja	303.754 €	303.754 €
SUMME		1.240.450 € [Netto]	1.887.750 € [Netto]

*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen

Energiekonzept Fürstenwalde

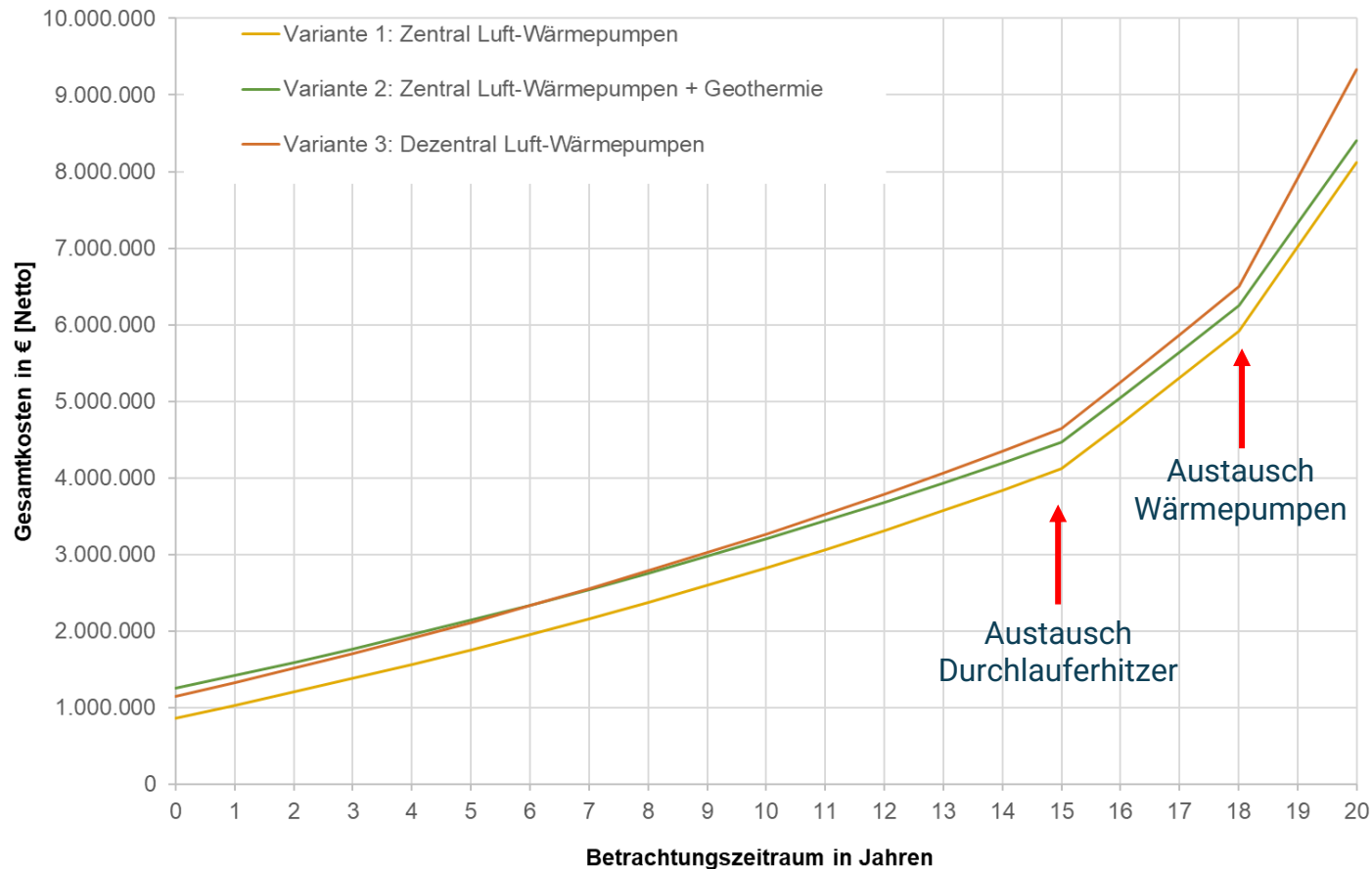
Wirtschaftlichkeit über 20 Jahre*



*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen

Energiekonzept Fürstenwalde

Wirtschaftlichkeit über 20 Jahre inkl. Förderung*



*Kosten beinhalten nur die Anlagentechnik und Verteilung; Schätzung auf Grundlage von Erfahrungswerten und Richtpreisen

Energiekonzept Fürstenwalde

Zusammenfassung

- Alle drei untersuchten Varianten nutzen erneuerbare Energien zur Deckung des Wärmebedarfs des Quartiers
- Der Einsatz von PV-Anlagen ist optionaler Bestandteil aller Varianten (auf dem Dach der Kita ist eine Mindestbelegung von 50% gesetzlich vorgeschrieben)
- Die Nutzung von Geothermie ist grundsätzlich möglich, sollte allerdings mit der unteren Wasserbehörde und dem zuständigen Bergbauamt abgestimmt werden
- Für die zentrale Versorgung ist der Bau und Betrieb eines Wärmenetzes nötig:
 - Der Betreiber des Netzes ist für die Wartung der Leitungen bis zur Übergabestation verantwortlich
 - Der Betreiber des Wärmenetzes muss die Wärmelieferung zu jedem Zeitpunkt garantieren
 - Eine permanente Überwachung des Netzes ist erforderlich
 - Einsatz von Pufferspeichern für die Abtauung und Laufzeitoptimierung der Anlage

Energiekonzept Fürstenwalde

Empfehlung

Empfehlung von Variante 1:

- Variante 1 hat minimal höhere Investitionskosten als Variante 3 und niedrigere Investitionskosten als Variante 2
- Über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren weist Variante 1 die geringsten Gesamtkosten auf
- Weitere Vorteile der Variante (zentral über Luft-WP) 1:
 - Geringer Technikflächenbedarf an bzw. in den einzelnen Gebäuden
 - Keine Geräuschemissionen direkt am Gebäude
 - Keine zusätzlichen Genehmigungsverfahren durch z. B. die untere Wasserbehörde notwendig
- Nachteile der Variante 2 (zentral über Luft-WP + Geothermie):
 - Hoher Planungsaufwand und rechtliche Hürden bzgl. Erdwärmesonden
 - Hohe Investitionskosten
- Nachteile der Variante 3 (dezentral über Luft-WP):
 - Höchste Gesamtkosten über den Betrachtungszeitraum
 - Höherer Wartungs- und Instandhaltungsaufwand

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

IMF INGENIEURGESELLSCHAFT
MEINHARDT FULST

ANSPRECHPARTNER

Johannes Tryleski
johannes.tryleski@i-mf.de

Anna-Lena Müller
anna-lena.mueller@i-mf.de

KONTAKT

Ingenieurgesellschaft Meinhardt Fulst

Carl-Giesecke-Straße 2

38116 Braunschweig | Germany

+49 0531 31 05 41 - 0

info-bs@i-mf.de | www.i-mf.de



Alle verwendeten Logos und Markenzeichen sind Eigentum ihrer eingetragenen Besitzer.
Aus Gründen der Lesbarkeit wird bei Personenbezeichnungen die männliche Form
gewählt, es ist jedoch immer die weibliche Form mitgemeint.