

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmezeugung



<https://grundschule-reppenstedt.de/>

16.09.2022

1

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmezeugung



### Varianten der Wärmeversorgung

- Zusammenfassung Bestand
- Gesetze und Bestimmungen
- Bewertung einzelne Technologien
- Energiekosten Übersicht
- Empfehlung
- Fazit

16.09.2022

2

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Örtliche Bedingungen:

Die Grundschule befindet sich in Reppenstedt. An der Wärmeversorgung der Schule sind noch die Sporthalle, das Rathaus und das Gellersenhalle Angeschlossen.



<https://www.google.com/maps/place/Grundschule+Reppenstedt.de>

- Gas Versorgung vorhanden
- Dachflächen werden für Photovoltaik genutzt und auch noch neue Fläche geschaffen.

16.09.2022

3

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Aktuelle Versorgung/ Bestandsaufnahme:

Die aktuelle Wärmeerzeugung liegt im der Heizungszentrale im der Schule im Erdgeschoss:

- 3 Kessel vom Typ Buderus Logano GB312 mit je 225 kW

Zwei dieser drei Kessel sind defekt und nicht mehr Betriebsbereit

Des weiteren ist momentan eine PV-Anlage mit einer Leistung von 93 KWP in Betrieb mit einem Ertrag von ca. 85 MWH/a. Diese wird bei der Erweiterung der Schule um eine 55 kWP Anlage erweitert. Die Erweiterung bringt als Ertrag dann ca. 50 MWH/a.

16.09.2022

4

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Bestimmungen:

- GEG
  - §2 (2) 3. Der Wärme- und Kältebedarf muss anteilig durch EE gedeckt sein
  - Anforderungen sind erfüllt, wenn der Wärme- und Kältebedarf durch einen der folgenden Anteile gedeckt ist
    - §35 – 15% aus Solarthermischen Anlagen
    - §36 – 15% aus erzeugt aus Strom aus eigener produzierten EE
    - §37 – 50% aus Geothermie, Umweltwärme
    - §30 – 50% aus fester Biomasse
    - §39 – 50% aus flüssiger Biomasse mit KWK oder Brennwertkessel
    - §40 – 30%/50% aus gasförmiger Biomasse mit KWK/Brennwertkessel
    - §41 – 50% aus Nutzung von Abwärme
    - §42 – 50% aus Abwärme
    - §43 – 50%/40% durch KWK BHKW/Brennstoffzellenheizung
    - §44 – Fernwärme mit geringem Primärenergiebedarf
    - Kombination von Maßnahmen ist möglich - §34

Aktuelle politische Diskussion: Ab 2024 sollen 65% aus regenerativen Energien gewonnen werden

16.09.2022

5

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Anforderungen an die Versorgung:

- Energieeffizient
- Wirtschaftlich
- Einfacher Bedienungsaufwand
- Zukunftsfähig
- Langlebig
- nachhaltig

16.09.2022

6

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Im folgenden beschriebene Erzeugungsmöglichkeit :

- Gas Brennwert Heizung
- Photovoltaik
- Solare Warmegewinnung
- BHKW Anlagen
- Brennstoffzellen- Heizgerät
- Elektrische Luft Wasser Wärmepumpe
- Elektrische Sole Wasser Wärmepumpe
- Tiefenbohrung
- GRD-System
- Erdwärme über Flächenkollektoren
- Gas Absorption Wärmepumpe
- Eisspeicher

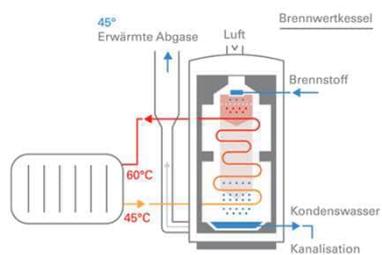
16.09.2022

7

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Gas Brennwert Heizung:



**Beurteilung**

**Beschreibung** Brennwert-Heizkessel sind Wärmeerzeuger, in denen die im Wasserdampf des Heizgases enthaltene latente Wärme durch Kondensation nutzbar gemacht werden kann. Sie bieten eine höchstmögliche Brennstoffausnutzung.

**Vorteile**

- Einfache, kompakte und bewährte Anlagentechnik
- Geringe Investitionskosten
- Effiziente Nutzung des Brennstoffes
- Kontinuierlich verfügbare Wärme

**Nachteile**

- Primärenergiefaktor (1,1), weitere Energieerzeugung aus EE nötig um Bestimmungen zu erfüllen
- Steigender Erdgaspreis durch CO<sub>2</sub>-Steuer

**Vorläufige Empfehlung** In Verbindung mit PV-Anlage umsetzbar

Abbildung:  
<https://heizung.de/gasheizung/funktionsweise/>

16.09.2022

8

## Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



### Gas Brennwert Heizung Bewertung:

Beurteilung	
Investition	Ca. 70.000,00€
Verbrauch	Bei dieser Variante würde keine Reduzierung des Gasverbrauchs eintreten. Durch die Erweiterung der Schule würde Verbrauch ansteigen (geschätzt 15-20%)
Kostenentwicklung	Nach Schätzungen mehrerer Gasversorger wird der Gas vom Stand 01.08.2022 zum 01.10.2022 um rund 300% ansteigen wird.
Vorläufige Empfehlung	Bei der momentanen Marktlage nicht mehr Zeitgemäß und würde zu hohe Betriebskosten verursachen

Abbildung:  
<https://heizung.de/gasheizung/funktionsweise/>

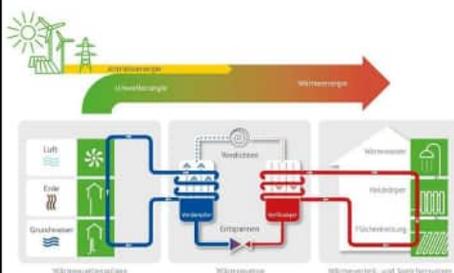
16.09.2022

9

## Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



### Elektrische Luft Wasser Wärmepumpe:



Beurteilung	
Beschreibung	Eine Wärmepumpe entzieht der Umgebungsluft Wärme und stellt sie auf einem höherem Temperaturniveau dem Heizsystem zur Verfügung.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Durch Umschaltung kann Kälte und Wärme erzeugt werden</li> <li>Keine Lokalen Emissionen</li> <li>Geringer Primärenergiebedarf besonders mit Ökostrom</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schallemissionen und Platzbedarf des Luftwärmeübertragers</li> <li>Bei Vorort Begehung wurde kein geeigneter Standort gefunden.</li> <li>Begrenzte Vorlauftemperatur, Niedertemperaturheizflächen oder Konvektoren werden benötigt</li> </ul>
Vorläufige Empfehlung	Kann nur in Verbindung eines Spitzenlastkessels in Betracht gezogen werden. In Verbindung mit der PV-Anlage eine Nachhaltige Lösung
	Hohe Investition von Nöten

Abbildung :  
<https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/technik>

16.09.2022

10

## Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



### Elektrische Luft Wasser Wärmepumpe Bewertung:

Beurteilung	
Investition	Ca. 220.000,00€
Verbrauch	Gasverbrauch würde um ca. Zweidrittel niedriger werden von 666,261 kWh/a (Stand 2020) auf ca. 250 kWh/a.  Stromverbrauch würde sich durch die Wärmepumpe erhöhen von 135,092 kWh/a auf ca. 210 kWh/a. Die Stromversorgung kann über die PV-Anlage gedeckt werden.
Kostenentwicklung	Momentaner Marktpreis Gas: 0,09 € pro kWh
	Momentaner Marktpreis Strom: 0,35 € pro kWh
	Prognose Gaspreis: 0,30 € pro kWh
	Prognose Strompreis: 0,50 € pro kWh
Vorläufige Empfehlung	Kann nur in Verbindung eines Spitzenlastkessels in Betracht gezogen werden. In Verbindung mit der PV-Anlage eine Nachhaltige Lösung  Hohe Investition von Nöten

Abbildung :  
<https://www.energie-experten.org/heizung/waermepumpe/technik>

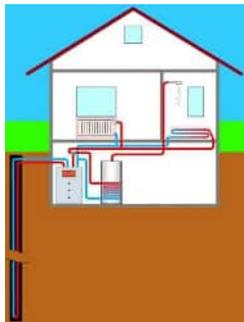
16.09.2022

11

## Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



### Elektrische Sole Wasser Wärmepumpe:



Beurteilung	
Beschreibung	Über eine mit Sole durchströmte Erdsonde wird den grundwasserführenden Bodenschichten Wärme entzogen. Eine Wärmepumpe hebt diese auf ein nutzbares Temperaturniveau.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganzjährige Grundlastabdeckung</li> <li>• Geringer Primärenergiebedarf besonders mit Ökostrom</li> </ul>
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringe Leistung</li> <li>• Planungs- und Genehmigungsaufwand</li> </ul>
Vorläufige Empfehlung	Genehmigungsanfrage nötig und ausreichend Platz.  Nur geeignet in Verbindung mit einem Spitzenlastkessel

Abbildung :  
[https://www.mhk-regenerativ.de/produkte/waermepumpen\\_sole.php](https://www.mhk-regenerativ.de/produkte/waermepumpen_sole.php)

16.09.2022

12

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung

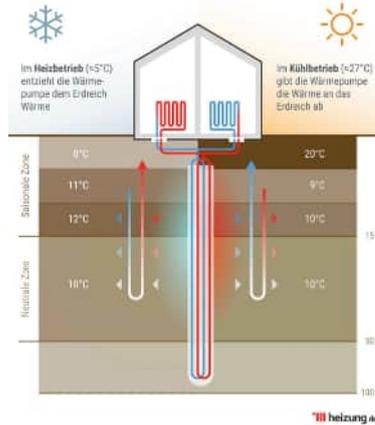


Tiefenbohrung:

50 W/m Bohrlänge  
50 – 100 € pro Meter Bohrlänge

- Genehmigungsverfahren nötig
- Bodengutachten ist von Nöten um die Bohrtiefe bestimmen zu können

Heizen und Kühlen mit einer Sole-Wasser-Wärmepumpe  
Mithilfe von Erdwärmesonden in etwa 100 Metern



Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Elektrische Sole Wasser Wärmepumpe Bewertung:

Beurteilung					
Investition	je nach Ausführung ca. 700.000,00€ wenn der komplette Energiebedarf gedeckt werden soll  Teilabdeckung über Erdwärme (ca. 30-40%): ca. 280.000,00 € und die restliche Wärmeerzeugung würde über einen Spitzenlastkessel generiert werden.				
Verbrauch	bei kompletter Deckung des Energiebedarfes. Würde der Gasverbrauch komplett zurückgehen die benötigte Elektrische Leistung würde über die PV-Anlage gedeckt werden können.				
Kostenentwicklung	<table border="0"> <tr> <td>Momentaner Marktpreis Gas: 0,09 € pro kWh</td> <td>Momentaner Marktpreis Strom: 0,35 € pro kWh</td> </tr> <tr> <td>Prognose Gaspreis: 0,30 € pro kWh</td> <td>Prognose Strompreis: 0,50 € pro kWh</td> </tr> </table>	Momentaner Marktpreis Gas: 0,09 € pro kWh	Momentaner Marktpreis Strom: 0,35 € pro kWh	Prognose Gaspreis: 0,30 € pro kWh	Prognose Strompreis: 0,50 € pro kWh
Momentaner Marktpreis Gas: 0,09 € pro kWh	Momentaner Marktpreis Strom: 0,35 € pro kWh				
Prognose Gaspreis: 0,30 € pro kWh	Prognose Strompreis: 0,50 € pro kWh				
Vorläufige Empfehlung	Genehmigungsanfrage nötig und ausreichend Platz. Muss intensiver durch einen Energieberater geprüft werden.  Nur geeignet in Verbindung mit einem Spitzenlastkessel				

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Energieverbrauch aktuell Gas und Strom:

**Kosten sind Betriebsabhängig**

Energieverbrauch Strom  
aktuell

Eigenerzeugung durch PV-Anlage	85 MWH/a
Verbrauch im Jahr 2021	135,1 MWH/a
Kosten für Strom pro kWh	5,8275 Cent/KWH
Dazugekaufter Strom in MWH	50 MWH/a
Gesamt Jahresenergiekosten Strom	2913,75 €

Energiekosten Gas Stand  
2021

Energiekosten Stand 2021	0,12 Cent/kWh
Verbrauch im Jahr 2021	609.179 kWh
Gesamt Jahresenergiekosten Erdgas	73.089,48 €

16.09.2022

15

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



Variante 1 (nicht zu empfehlen):

- Gas unabhängige Lösung nicht gefunden
- Variante 1: Demontage der drei Gasbrennwertkessel mit je 225 kW.  
Zwei neue Gasbrennwertkessel mit je 300 kW
- Grobkostenschätzung Variante 1: **70.000,00 €** inklusive der Demontage der Bestandskessel

**Weitere Hinweise zur Variante:**

- Aufgrund der Sanierung kann Leistung der Anlage reduziert werden und reicht auch für die Erweiterung der Schule.
- Keine weiteren Maßnahmen notwendig um die Anforderungen nach GEG zu Erfüllen. Nach §36 des GEG müssen 15% des Verbrauchten Stroms aus Eigenerzeugung kommen. Diese Anforderung wird erfüllt und übertroffen.

16.09.2022

16

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



#### Empfehlung Variante 2:

- Gas unabhängige Lösung nicht gefunden
- Variante 2: Demontage der drei Gasbrennwertkessel mit je 225 kW. Zwei Luft-Wasser-Wärmepumpen mit je 150 kW Wärmeleistung in Kaskadenschaltung. Könnte über die PV-Anlage betrieben werden  
Zusätzlich ein Spitzelastkessel als Gasbrennwertgerät mit 300 KW
- Grobkostenschätzung Variante 2: **260.000,00 €** inklusive Demontage der Bestandskessel

#### **Weitere Hinweise zu Variante:**

- Vorhandener Pufferspeicher könnte gut, nach ordentlicher Gebrauchsprüfung, in Anlagensystem eingebunden werden.
- Aufstellbereich im Außenbereich ist notwendig. Wenn auf Dach, ist es statisch zu prüfen und freizugeben.
- Umbau im Bestand

16.09.2022

17

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



#### Empfehlung Variante 3:

- Gas unabhängige Lösung nicht gefunden
- Variante 3: Demontage der drei Gasbrennwertkessel mit je 225 kW. Eine Sole-Wasser Wärmepumpe mit Tiefenbohrungen. Abdeckung des Energiebedarfes von 30-40 % und den Restlichen Bedarf über zwei Gasbrennwertgeräte decken.
- Grobkostenschätzung Variante 3: **470.000,00 €** inklusive Demontage der Bestandskessel

#### **Weitere Hinweise zu Variante:**

- Vorhandener Pufferspeicher könnte gut, nach ordentlicher Gebrauchsprüfung, in Anlagensystem eingebunden werden.
- Bodengutachten muss vorliegen
- Es ist eine Genehmigung nötig
- Gesamtes Pflaster auf Gelände müsste aufgenommen werden

16.09.2022

18

Erweiterung (GS) Grundschule Reppenstedt  
Versorgungsvarianten Wärmeerzeugung



**Fazit:**

- Eine Gas unabhängige Variante ist für dieses Bauvorhaben schwer umzusetzen oder mit extremen Investitionskosten verbunden (Beispiel: Sole-Wasser-Wärmepumpen).
- Die Varianten 2 kann mit einem gewissen Aufwand gut in das Gebäude integriert werden
- Variante 1 wirkt von der Investition am günstigsten, wird aber aufgrund der Energiepreise schnell unwirtschaftlich.
- Variante 3 lässt sich nur mit einem sehr hohem Aufwand umsetzen

**Empfehlung von HSGP:**

**Die Varianten mit der Luft-Wasser-Wärmepumpen (Variante 2)**

• 16.09.2022

• 19