

THERMISCHE ENERGIESPEICHER FÜR QUARTIERE

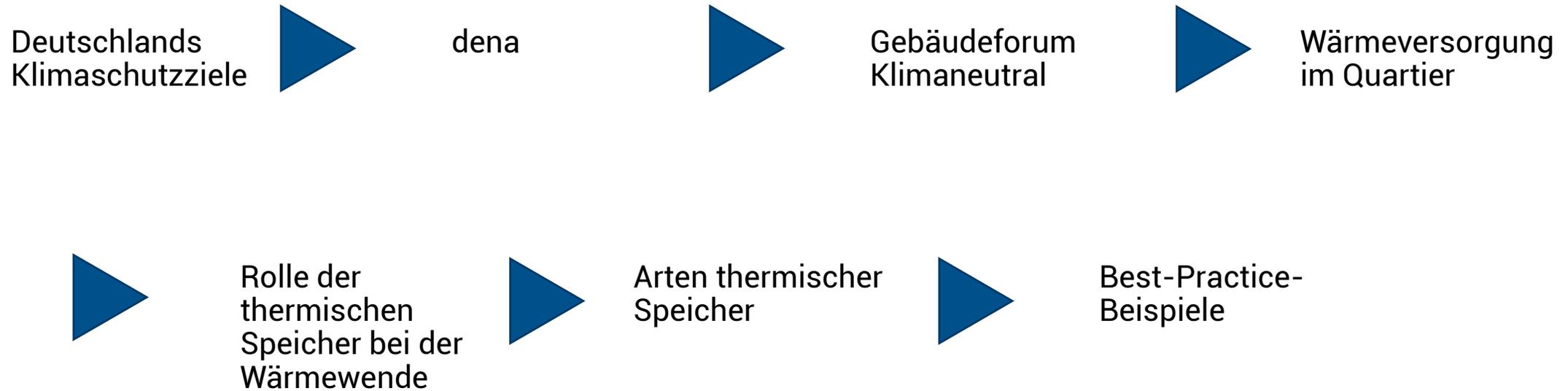
THERMISCHE ENERGIESPEICHER FÜR QUARTIERE

BEST-PRACTICE-BEISPIELE AUS DER STUDIE

21.11.2023, Leipzig



Agenda



Deutschlands Klimaschutzziele

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt

- bis 2045 vollständig klimaneutral zu werden.
- Bis zum Jahr 2030 müssen bestehende Wärmenetze zu einem Anteil von 30 Prozent und bis 2040 zu einem Anteil von 80 Prozent aus Erneuerbaren Energien oder unvermeidbarer Abwärme gespeist werden

Dena – was macht die dena?

- Die dena ist ein Kompetenzzentrum für angewandte Energiewende und Klimaschutz.
- Als Thinktank betrachten wir die Herausforderungen einer klimaneutralen Gesellschaft und unterstützen die Bundesregierung beim Erreichen ihrer energie- und klimapolitischen Ziele.

Dena - Wir sind seit zwei Dekaden aktiv



Dena - Wir sind vielfältig

rund 500

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

58 % Frauen
42 % Männer

39,1 Jahre

Durchschnittsalter

> 20

Nationalitäten



Paritätisch
besetzt auf allen Ebenen



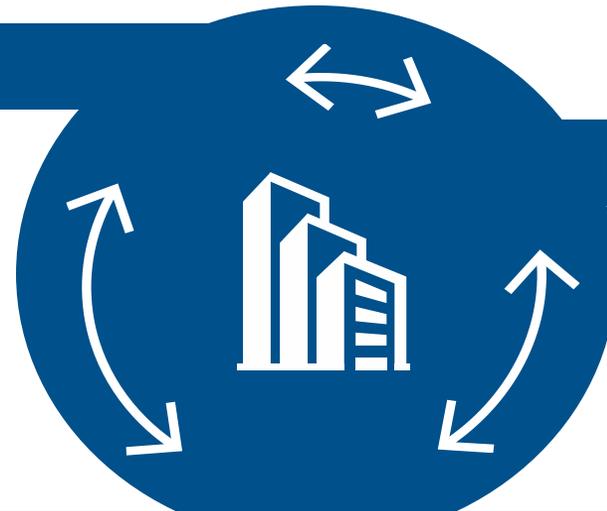


Was ist das Gebäudeforum klimaneutral und wofür steht es?

Das Gebäudeforum klimaneutral bietet Zugang zum Thema Klimaschutz in Gebäuden

Zentrale Plattform

Mit der Plattform werden Wissen und Aktivitäten sinnvoll aufbereitet, gebündelt und über passgenaue Serviceangebote für Expertinnen und Experten bereitgestellt.



Exzellentes Netzwerk

Im Netzwerk werden Impulse und Fragen der Marktakteure aufgenommen, die in den Werkstätten bearbeitet werden. Das neue Wissen wird über das Netzwerk multipliziert.

Innovative Werkstätten

In den Werkstätten wird Wissen aufgebaut sowie innovative Themen und Instrumente vertieft, getestet und weiterentwickelt.



Warum gibt es das Gebäudeforum klimaneutral?

Potential



ca. **33,5%**

des gesamten Endenergieverbrauchs in Deutschland*

Schlüsselrolle



mehr als **3 Mio**
Nutzende und Gestaltende

Kräfte bündeln



über **300**
Partner als Multiplikatoren

Der Gebäudebereich bietet
enormes Potential für die
Umsetzung der Energiewende.

Expertinnen und Experten
erkennen, nutzen und
gestalten ihre Schlüsselrolle in
zunehmend aktiver Weise.

Die dena kann in ihrer Rolle mit
zahlreichen unterschiedlichen
Partnern bundesweit wirken
und gestalten.



Nutzergruppen

Gewerbe

- ❑ Eigentümer und Betreiber der Immobilien
- ❑ Banken und Finanzinstitute

Planung, Beratung, Umsetzung

- ❑ Ingenieurwesen und Architektur
- ❑ Handwerk

Immobilienwirtschaft und -verwaltung

- ❑ Technische Zuständige
- ❑ Facility Management
- ❑ Strategische Entscheiderinnen und Entscheider

Kommunen und Landesebene

- ❑ Öffentliche Verwaltungen (Bund, Länder, Gemeinden)
- ❑ Stadtwerke

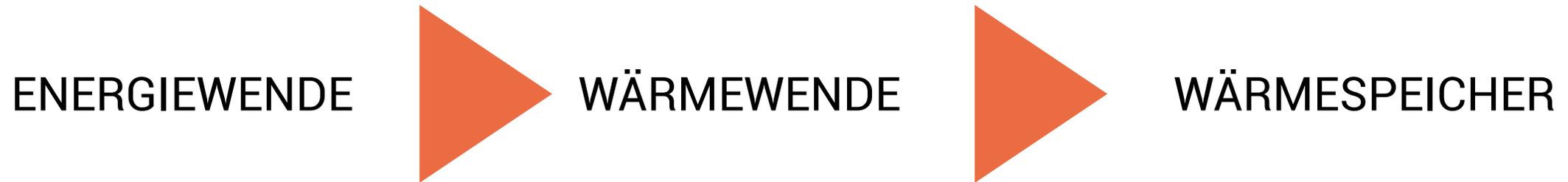


Wärmeversorgung im Quartier

Mit Blick auf die 65 %-Regelung

- Wenn mehrere Gebäude mittels eines Gebäude- oder Wärmenetzes mit Wärme versorgt werden gelten für die Wärmeerzeugung ebenfalls Anforderungen, die im GEG formuliert werden.
- Im Quartier besteht im Vergleich zu Einzelgebäuden die Möglichkeit, Umweltwärme von benachbarten Flächen zu nutzen oder über ein Nahwärmenetz im Quartier zu verteilen.

Rolle bei der Wärmewende



Rolle bei der Wärmewende

- Thermische Speicher sind Schlüsselemente für die Wärmewende, um erneuerbare Wärme effizient zu speichern und zu nutzen.
- Auch bei der Erstellung und Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung und für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung
- Die Speicher ermöglichen:
 - Sektorenkopplung (Strom/Wärme)
 - Flexibilisierung von Angebot und Nachfrage in Abhängigkeit von der volatilen Einspeisung von EE
 - Ausgleich und Reduzierung von unerwünschten Tageslastspitzen
 - Weitere technische Besonderheiten: Modularität, Zusammenschaltbarkeit, Erweiterbarkeit usw

Arten thermischer Speicher

Sensible
Wärmespeicher

Latentwärmespeicher

Thermo-
chemische
Wärmespeicher

Hoch-
temperatur-
Wärmespeicher

Einsatzgebiete

- Gebäude und Haushalte,
- Industrie und Gewerbe,
- Nah- und Fernwärmeversorgung

Quelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Arten thermischer Speicher

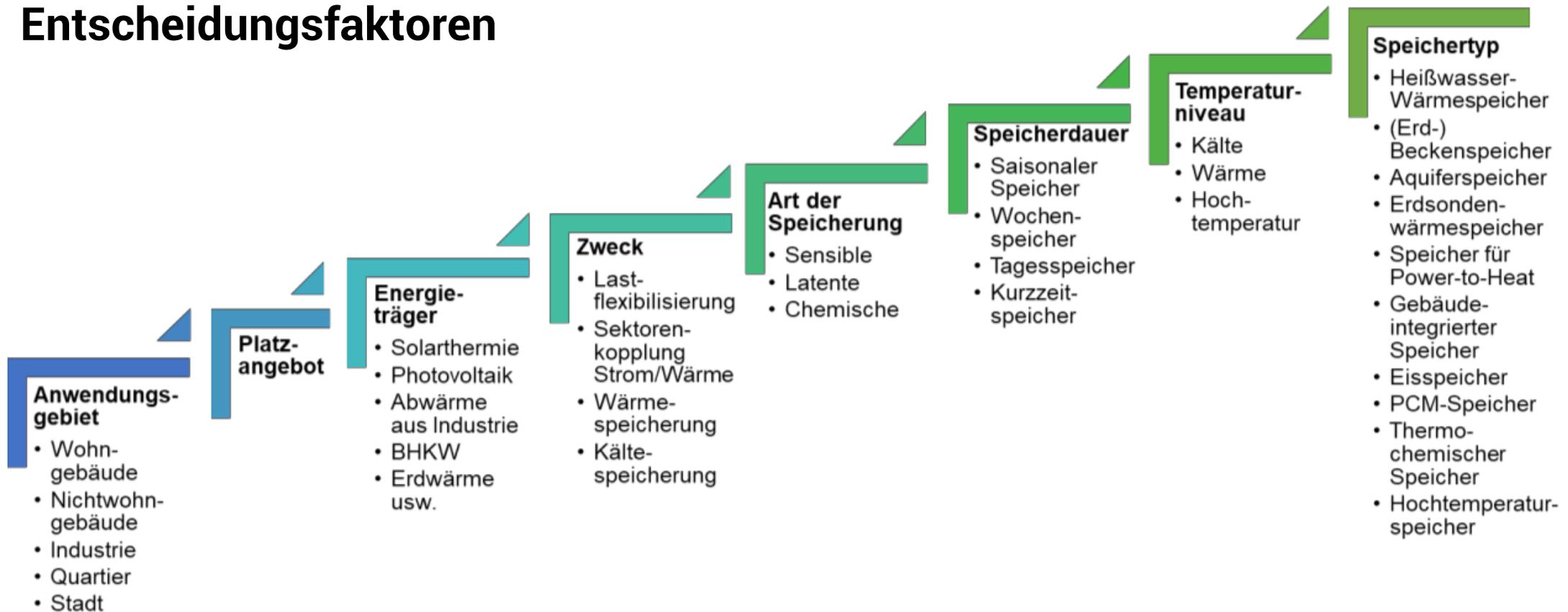
Beschreibung

- Im Fall **sensibler Speicherung** wird das Speichermedium erhitzt oder abgekühlt.
- **Latentwärmespeicher** (auch Phasenwechsel-Speicher) nutzen hingegen den Enthalpieumsatz der Phasenänderung eines Speichermaterials.
- **Thermochemische Speicher** nutzen die Enthalpieänderung einer physikalischen Umwandlung (Sorptions) oder einer reversiblen chemischen Reaktion zur Speicherung.
- **Hochtemperatur-Speicher** dienen der Wärmespeicherung zwischen 300 °C und 1.300 °C

Quelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Arten thermischer Speicher

Entscheidungsfaktoren



Quelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice-Beispiele



Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus

- Ehemalige militärische Einrichtung 22,5 Hektar
- Neues Quartier mit einer Wärmeversorgung auf EE-Basis verknüpft.
- Kultur- und Kreativnutzungen, soziale Einrichtungen, IT- und Gesundheitsquartier
- Wohnraum für 2.400 Menschen sowie Arbeitsplätzen im Dienstleistungsbereich.
- Bestand und Neubau



Quelle: Stadwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus – Energiekonzept I

- Min 70 % der benötigten Wärme wird vor Ort erzeugt
- Kombination unterschiedlicher Technologien und Wärmequellen
- Herzstück Energiezentrale: Blockheizkraftwerke (BHKW), Großpufferspeicher, Pumpen, Fernwärmetechnik sowie die gesamte Steuerung.
- Abgestimmtes und smartes Lade- und Entlademanagement des gesamten Systems

Quelle: Stadtwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

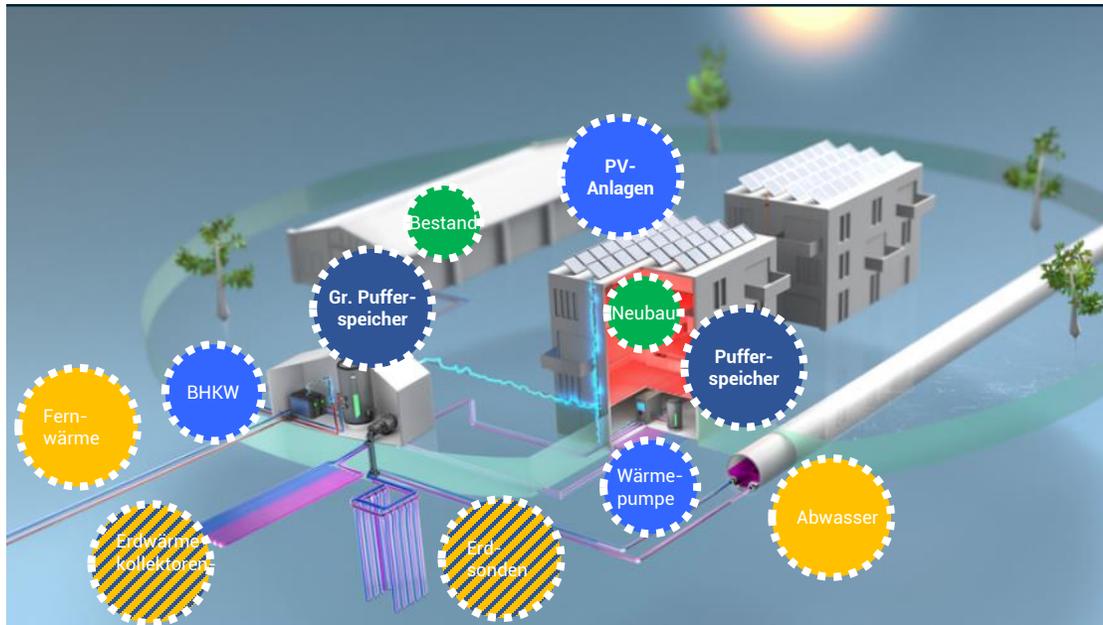
Lagarde-Campus – Energiekonzept II

Standort	Bamberg Ost
Ermittelter Wärmebedarf	8.500 MWh/a im Neubau 1.000 MWh/a in den Bestandsgebäuden
Wärmeerzeuger	BHKW 350 kW _{el} , 390 kW _{th} Wärmepumpen 4.200 kW
PV-Anlagen	2.900 kW _p Dächer Gebäude und Energiezentrale
Wärmeabnehmer	ca. 55 Wärmezentralen über die ca. 1.200 Wohnungen und bis zu 80 Gewerbe und Nutzeinheiten versorgt werden
Energieerzeugung	Wärmepumpen: 8.500 MWh thermisch BHKW: 1.785 MWh elektrisch, 2.244 MWh thermisch
Speichervolume	300 m ³ Gebäudeintegrierte Pufferspeicher 153 m ³ Großpufferspeicher in der Energiezentrale
Speichertemperatur	45-65 °C bei den gebäudeintegrierten Pufferspeichern 70-90 °C beim Großpufferspeicher in der Energiezentrale

Quelle: Stadtwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus – Energiekonzept III



-  Energieerzeugung
-  Wärmequellen (I)
-  Energiespeicherung (II)
-  (I)+ (II)

Quelle: Stadtwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

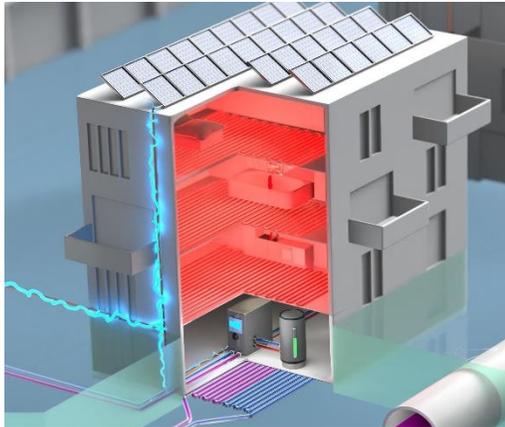
Lagarde-Campus - Speicherkonzept

- **Tagesspeicher** - Die Speicherung von Überschussstrom mittels gebäudeintegrierter Pufferspeicher
- **Wochenspeicher** - Die Speicherung von Abwärme aus dem BHKW-Betrieb in einem Großpufferspeicher
- **Saisonspeicher** - Erdkollektoren und -sonden in Verbindung mit der Regeneration des Erdreichs

Quelle: Stadtwerke Bamberg

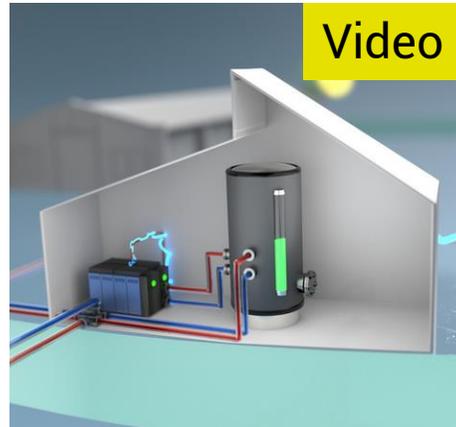
Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus – Speicherkonzept II



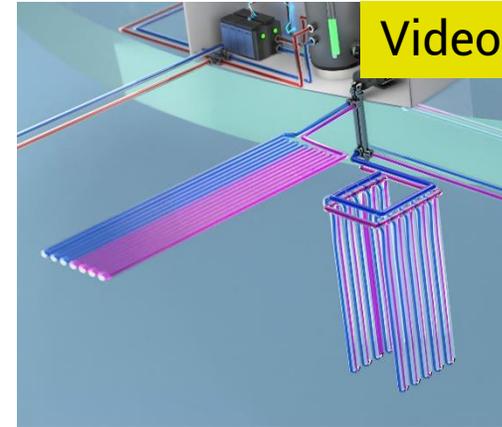
Tagesspeicher

Insg. 300 m³ dezentrale Wärmespeicher
Aufladung über PV-Anlagen



Wochenspeicher

153 m³ zentraler Pufferspeicher
Aufladung über BHKW und FW



Saisonspeicher

30.000 m² Erdwärmekollektoren und
175 Erdsonden
Aufladung über Gebäude FH
und Abwasser-Abwärme

Quelle: Stadtwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus - Erdwärmekollektoren



Best-Practice - Multispeicher

Lagarde-Campus – Wärmeversorgung Jahresverlauf



Quelle: Stadtwerke Bamberg

Best-Practice - Multispeicher

Technologie – dezentrale Speicher, gebäudeintegriert

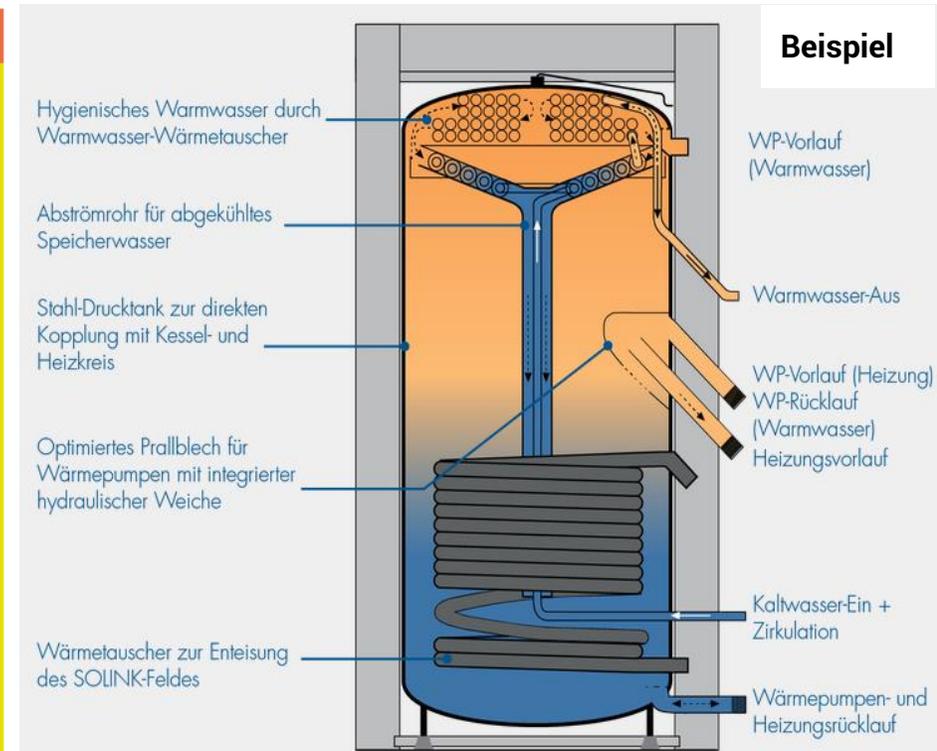
- Bei den gebäudeintegrierten Wasserspeichern für kalte Nahwärmenetze kommen mehrere dezentrale Wärmepumpen zum Einsatz.
- Wärme wird in diesem Fall aus einer oder mehreren Wärmequellen (z. B. Abwärme, Erdwärmesonden, Erdwärmekollektoren) gewonnen und dann durch ein Wärmenetz an die umliegenden Gebäude verteilt. Dabei liegt die Netztemperatur unter 30 °C

Quelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice - Multispeicher

Technologie – dezentrale Speicher, gebäudeintegriert

Technische Anforderungen	Beschreibung
Betriebstemperatur	Max. Speichertemperatur 80 – 90 °C (KEA-BW, 2022)
Spezifische Wärmekapazität	2 – 19 kWh _{th} (KEA-BW, 2022)
Wirkungsgrad	45 – 75 % (Jahnke, 2019)
Speichermedium und -aufbau	Wasser / wassergefüllter Behälter mit einer Wärmedämmung und einem innen liegenden oder externen Wärmeübertrager
Anforderungen an den Standort	Gutstehender Boden, Mindestabstand zur Wand >200 mm (Wolf GmbH, 2017)
Zykluslebensdauer	15 – 20 Jahre (KEA-BW, 2022)
Recyclingfähigkeit	Hauptbaumaterial Stahl: Recycling möglich / Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: Recycling möglich; Polyurethan, Polystyrol u. a.: Recycling theoretisch möglich (Schneider et al., 2011)
Reaktionszeit	Minuten (Lassacher et al., 2018)
Speicherdauer	Stunden – Tage



Quelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023), „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“
Bild: Consolar

Best-Practice - Multispeicher

Technologie – Erdwärmesondenspeicher

- Bei Erdwärmesondenspeichern oder Erdwärmekollektoren dient Erdreich bzw. Gestein als Speichermedium und die Erdwärmesonden (in der Regel Doppel-U-Rohre) dienen als Wärmeübertrager zum Be- und Entladen des Speichermediums.
- Sie finden häufig als Quartierspeicher bei großen solaren Wärmeversorgungen zur Gebäudeheizung und -kühlung Anwendung.

Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice - Multispeicher

Technologie – Erdwärmesondenspeicher

Technische Anforderungen	Beschreibung
Betriebstemperatur	4 – 35 °C (Andresen et al., 2017)
Spezifische Wärmekapazität	15 – 30 kWh _{th} /m ³ (Mangold et al., 2001b)
Wirkungsgrad	45 – 75 % (Jahnke, 2019)
Speichermedium und -aufbau	Erdreich bzw. Gestein / vertikale Doppel-U-Rohr-Sonden in wassergesättigtem Erdreich
Anforderungen an den Standort	Bodenklasse I–III, Grundwasser günstig, Bohrung von 30 bis 100 m _{Tiefe} (Mangold et al., 2001b)
Zykluslebensdauer	5.000 – 10.000 Zyklen / >20 Jahre (Jahnke, 2019), (Lassacher et al., 2018)
Recyclingfähigkeit	Hauptmaterial Sonde: Polypropylen, Polyethylen (Rosenkranz, 2020) x werkstoffliche, rohstoffliche und energetische Verwertung möglich (Rosenkranz, 2020) Wasser-Glykol-Gemisch: Recycling möglich (Glysofor, 2020)
Reaktionszeit	Minuten (Lassacher et al., 2018)
Speicherdauer	Langzeit- und Kurzzeitwärmespeicherung (Stunden – Jahr) (Seitz et al., 2018)

Best-Practice – Latentwärme-Speicher

Blütenviertel Potsdam

- Neubauquartier
- 180 Wohn- und Gewerbeeinheiten
- „Wärmenetze 4.0“ mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energie, Abwärme und auf einem deutlich niedrigeren Temperaturniveau im Vergleich zu klassischen Wärmenetzen

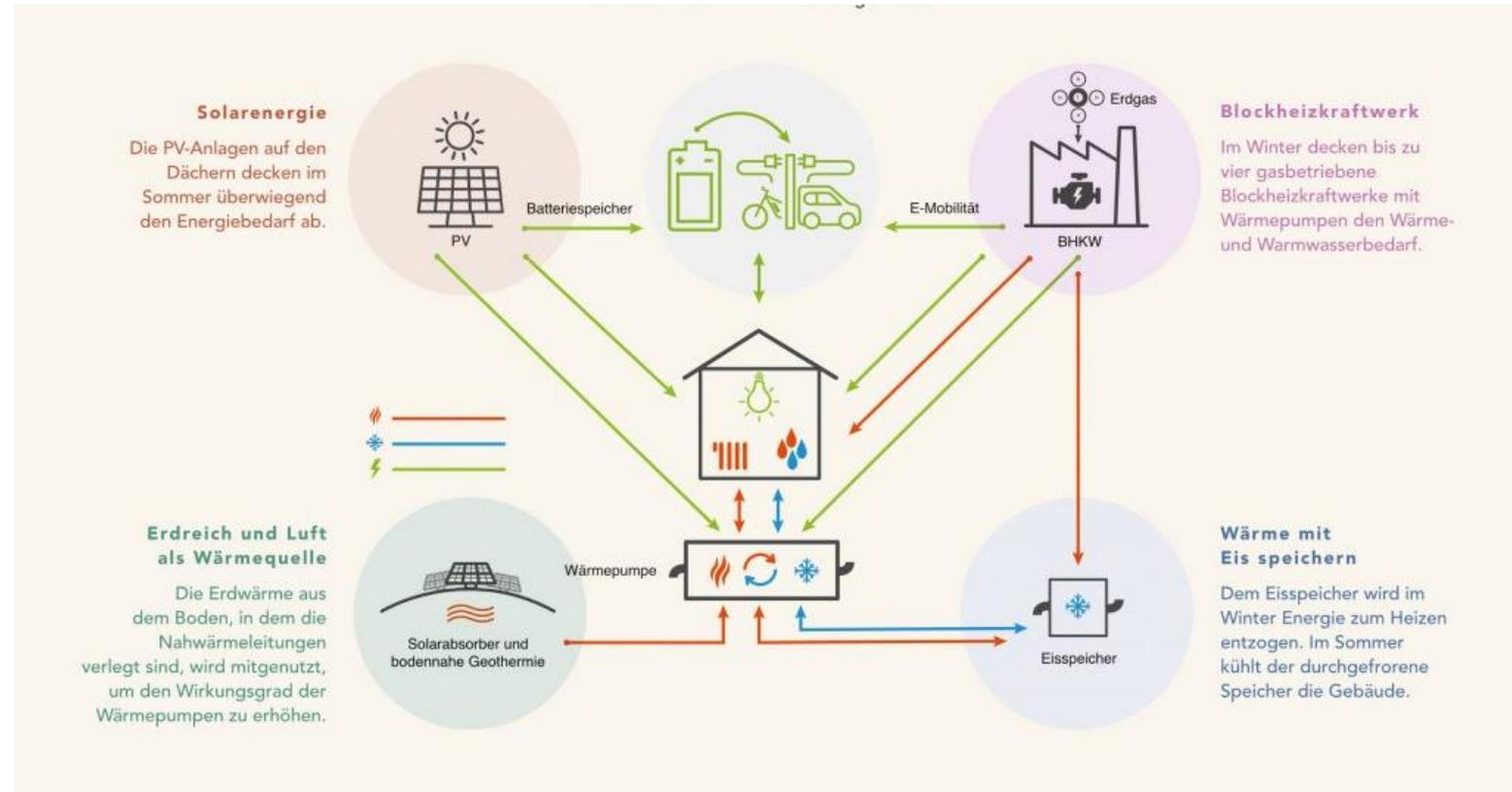


Quelle FPE Flowerpower Energy GmbH Caputh

Best-Practice – Latentwärme-Speicher

Blütenviertel Potsdam - Energiekonzept

- Photovoltaik-Anlagen
- Erdgas-BHKWs
- Wärmepumpen
- Erdwärme
- Abwärmenutzung
- Eisspeicher 650 m³

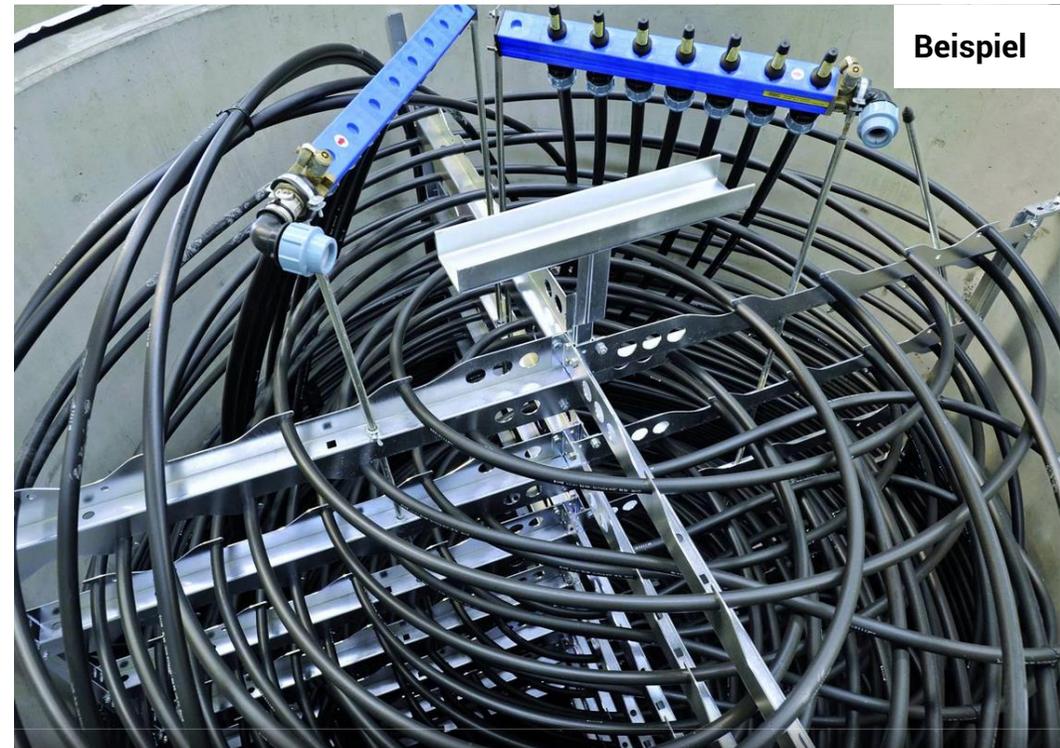


Quelle FPE Flowerpower Energy GmbH Caputh

Best-Practice – Latentwärme-Speicher

Technologie - Eisspeicher

Technische Anforderungen	Beschreibung
Betriebstemperatur	-7 – 25 °C (VIESSMANN, 2012b)
Spezifische Wärmekapazität	50 – 150 kWh _{th} /m ³ (Werschy et al., 2019)
Wirkungsgrad	80 % (Tech und Josfeld, 2008)
Speichermedium und -aufbau	Wasser / zylinder- wie auch quaderförmiger Betonbehälter mit einem integrierten Wärmeübertrager
Anforderungen an den Standort	Wärmeentzug, zum Beispiel infolge angrenzender Gebäude, durch ausreichenden Abstand vermeiden (ca. 2 m), Überlauf eines Eisspeichers muss mindestens 1 m tief liegen oder sich unterhalb der Frostschutzgrenze befinden (VIESSMANN, 2016)
Zykluslebensdauer	50 Jahre (Schroeteler et al., 2020)
Recyclingfähigkeit	Hauptbaumaterialien wie Beton, Kunststoffrohr und Stahl sind recyclingfähig. Beim Abbau ist eine Grobsortierung der Materialien vor Ort sinnvoll. / Recyclingprodukt, zum Beispiel Blähglasgranulat, einsetzbar für Wand- und Deckenbereich (Bodmann und Fisch, 2002)
Reaktionszeit	Minuten (Lassacher et al., 2018)
Speicherdauer	Stunden – Monate



Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023). „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“
Bild: Viessmann

Best-Practice – Latentwärme-Speicher

Technologie – Eisspeicher

- Eisspeicher dienen sowohl als Wärmequelle wie auch als saisonale Wärmespeicher.
- Sowohl für Ein- und Zweifamilienhäuser als auch für größere Gebäude oder als Einbindung ins kalte Nahwärmenetz sind technische Lösungen verfügbar
- Geeignet ist die Technik für gut gedämmte Gebäude mit Fußbodenheizungen in Neubaugebieten.

Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

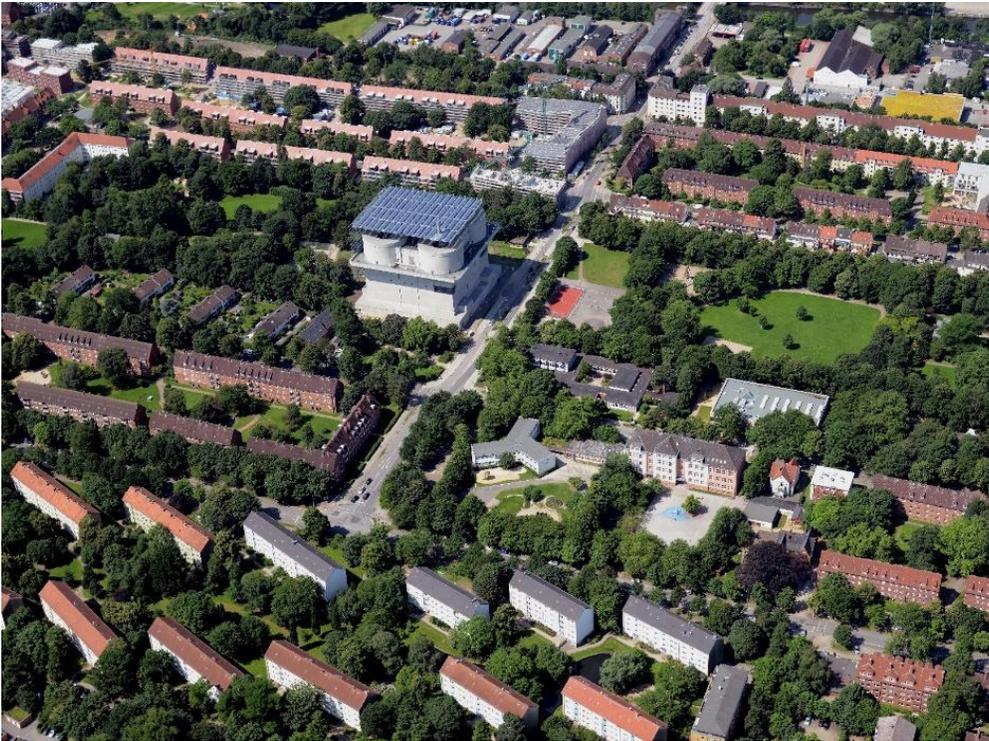
Energiebunker Hamburg

- Errichtet 1943 im Wilhelmsburger Reihersteigviertel, Schutz für 10.000 Menschen
- Nach Kriegsende wurde das Gebäude gesprengt
- Heute wird es wieder genutzt als Energiebunker für umliegende Quartiere
- Ziel war der Aufbau einer Wärmeversorgung auf Quartiersebene, die primär auf regenerativen Energieträgern basiert.

Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg



Quelle Hamburger Energiewerke GmbH

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg – Energiekonzept

- Der Gesamt-Jahreswärmebedarf 22.000 MWh ermittelt.
- Über eine Energiezentrale wird die das umliegende Areal über ein Nahwärmenetz von mehr als sieben Kilometern Länge versorgt.
- Sie ist Dreh- und Angelpunkt sowohl für die Steuerung des Gesamtsystems als auch für Erzeugung, Speicherung und Weiterleitung der Energie.
- Wärmequellen: Biomethan BHKW, Industrie-Abwärme, Solarthermie-Anlage

Quelle Hamburger Energiewerke GmbH

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg – Energiekonzept

Standort	Hamburg-Wilhelmsburg
Ermittelter Wärmebedarf	Ca. 22.400 MWh/a
Wärmeerzeuger	Solarthermie-Anlage Dach 751 kW _{th} Biogas-BHKW 0,6 MW _{th} , 0,51 MW _{el} Industrielle Abwärme 0,451 MW _{th}
PV-Anlage	100 kW _p Südfassade
Wärmeabnehmer	2.000 Wohneinheiten (2021)
Energieerzeugung	21.500 MWh (Wärme und Strom)
Speichervolumen	2.000 m ³ Großpufferspeicher
Speichertemperatur	Bis 90 °C

Quelle Hamburger Energiewerke GmbH

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg – Speicherkonzept

- 2.000 m³ Großpufferspeicher Stahltank, 20 Meter hoch, Durchmesser 11 Meter
- Speichermedium vollentsalztes Wasser mit einer Maximaltemperatur von 90 °C
- „Pufferspeicher“ ermöglicht eine zeitliche Trennung von Wärmeerzeugung und Wärmeabgabe

Quelle Hamburger Energiewerke GmbH

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg – Großpufferspeicher zentral



Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Energiebunker Hamburg – Speicher Lade-Priorisierung



Quelle Hamburger Energiewerke GmbH

Best-Practice – Heißwasser-Speicher

Technologie – Zentral-Speicher

Technische Anforderungen	Beschreibung
Betriebstemperatur	30 – 95 °C (Heidemann et al., 2005), bis 100 °C und unter Druck bis 150 °C (BVES, 2022f)
Spezifische Wärmekapazität	60 – 100 kWh _{th} /m ³ (BVES, 2022f)
Wirkungsgrad	50 – 90 % (BVES, 2022f)
Speichermedium und -aufbau	Wasser / wärmegeämmter, wassergefüllter, ins Erdreich eingegrabener oder ebenerdiger Behälter mit Tragwerkskonstruktion meist aus Stahlbeton oder glasfaser-verstärktem Kunststoff (Mangold et al., 2001b)
Anforderungen an den Standort	Gut stehender Boden, Bodenklasse II–III ³ , möglichst kein Grundwasser in 5 bis 15 m Tiefe, bei ebenerdiger Anordnung keine Anforderungen an die Grundwassertiefe (Mangold et al., 2001b)
Zykluslebensdauer	>10.000 Zyklen / >20 Jahre (Jahnke, 2019), (Lassacher et al., 2018)
Recyclingfähigkeit	Hauptbaumaterialien wie Beton, Kunststoffrohr und Stahl sind recyclingfähig. Beim Abbau ist eine Grobsortierung der Materialien vor Ort sinnvoll. Im Anschluss erfolgt die endgültige Trennung und Aufbereitung der Materialien durch ein qualifiziertes Entsorgungsunternehmen (Schneider et al., 2011).
Reaktionszeit	Minuten (Lassacher et al., 2018)
Speicherdauer	Langzeit- und Kurzzeitwärmespeicherung (Stunden – Jahr) (Seitz et al., 2018)

- Für die Speicherung von Niedertemperaturwärme wird in der Regel Wasser als Speichermedium eingesetzt.
- Speicherung von Heißwasser in kleinen Speichern mit wenigen Kubikmetern oder in Großwasserspeichern für die saisonale Wärmespeicherung in Wärmenetzen.

Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023), „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice – Hochtemperatur-Speicher

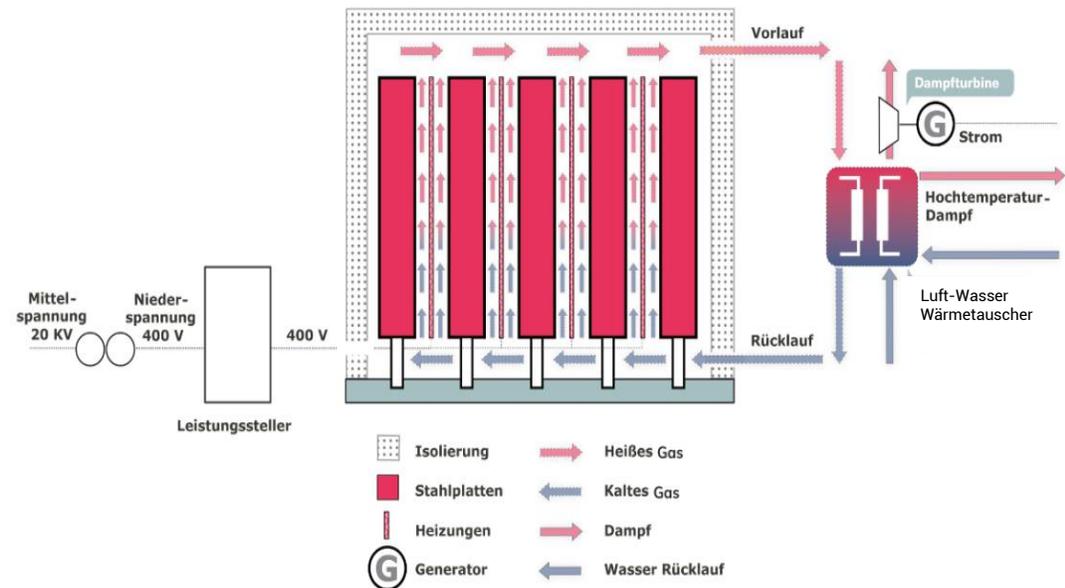
Gewobag Siedlung Berlin-Tegel



Quelle: <https://www.gewobag.de/quartierstrom/blockheizkraftwerke/blockheizkraftwerk-bottroper-weg-8/>

Best-Practice – Hochtemperatur-Speicher

HT- Speicher



Quelle Tabelle: Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena, 2023) „Thermische Energiespeicher für Quartiere - Aktualisierung, Überblick zu Rahmenbedingungen, Marktsituation und Technologieoptionen für Planung, Beratung und politische Entscheidungen im Gebäudesektor“

Best-Practice – Hochtemperatur-Speicher

Gewobag Siedlung Berlin-Tegel – HT-Speicher

- 2,4 Megawattstunden (MWh) Speicherblock
- Der HT-Speicher wird mit einem bestehenden Gas-BHKW in die Quartierstrom- und Nahwärmeversorgung einer 70er Jahre Siedlung der Gewobag integriert.
- Der Speicher nimmt temporär nicht benötigte Stromspitzen auf und speist sie bei Bedarf in die Wärmeversorgung ein.



Bild: Lumenion

Best-Practice – Hochtemperatur-Speicher

Technologie

Technische Anforderungen	Beschreibung
Betriebstemperatur	300 – 1.300 °C
Spezifische Wärmekapazität	<1.200 kWh/m ³ in Abhängigkeit von der Temperatur
Wirkungsgrad	80 – 95 % in Abhängigkeit vom System
Speichermedium und Aufbau	Recyclinggranulat, Vulkangestein, Stahl
Anforderungen an den Standort	Wie bei anderen Speichern üblich, gut stehender Boden, unkritisch bei Grundwasser
Zykluslebensdauer	>10.000
Recyclingfähigkeit	Recyclingfähige Hauptmaterialien wie Baubeton, Stahl, Gestein und Rezyklate Bei Stahl zum Beispiel hoher Restwert am Ende der Laufzeit
Reaktionszeit	Wenige Sekunden bis wenige Minuten
Speicherdauer	Stunden bis wenige Tage

- Speichertemperaturen zwischen 300 °C und 1.300 °C
- Als Wärmequelle dient zum einen **Abwärme** aus industriellen Produktionsprozessen, wie zum Beispiel Stahl, Keramik, Glas, Metall-verarbeitung usw., und zum anderen (**überschüssiger**) **Strom**, der mittels Power-to-Heat (PtH) in Wärme umgewandelt wird.
- Als Wärmeträgermedium kommen in den meisten Fällen Gas, wie beispielsweise Abgas, Luft oder ein Schutzgas, aber auch Thermoöle zum Einsatz

Zusammengefasst

ENERGIEWENDE

BRAUCHT

WÄRMEWENDE



WÄRMEWENDE

BRAUCHT

WÄRMESPEICHER



- aktuell - informativ - vernetzt -

Melden Sie sich zu unserem Newsletter an.

www.gebaeudeforum.de/service/newsletter



Folgen Sie uns auf LinkedIn.

www.linkedin.com/showcase/gebäudeforum-klimaneutral



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das „Gebäudeforum klimaneutral“ wird im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz realisiert. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Vorhaben bei der Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele.