



Wärmespeicher 2021

Dr. Armin Kraft

06.10.2021

EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

Entwickeln

Konzepte und Gutachten

- Unternehmensentwicklung
- Klimaschutzkonzepte
- Kraftwerks- und KWK-Analysen
- Fernwärmekonzepte
- Primärenergiefaktoren und Hocheffizienznachweise
- Energiemanagement

Bewerten

Energiewirtschaftliche Beratung

- Unternehmensbewertung
- Netzbewertung und -kauf
- Netznutzungsentgelte
- Strom- und Gasbeschaffung
- Emissionshandel
- Betriebswirtschaftliche Begleitung

Realisieren

Technische Planung

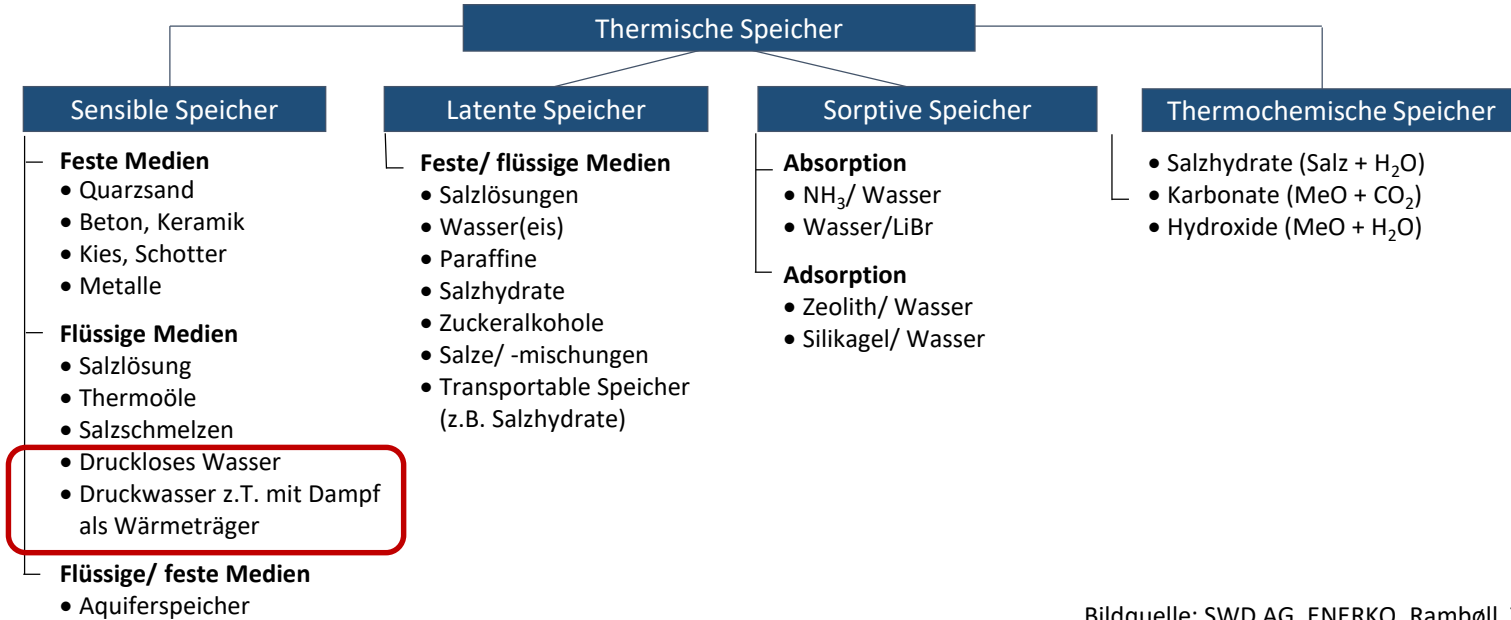
- Heizkraftwerke und BHKW
- Netze Strom, Gas, Fernwärme
- Industrielle Medienversorgung
- Speicher für Fernwärme und Gas
- Regenerative Wärme- und Stromerzeugung

- Wärmespeicher: Warum und wie ?
 - Anforderungen an Wärmenetze der Zukunft
 - Wärmespeichertechnologien und Typisierung
- Praxisbeispiele
 - Realisiert: Fernwärmespeicher der Stadtwerke Duisburg
 - Realisiert/in Konzeption: Energie- und Zukunftsspeicher der Stadtwerke Heidelberg
 - In Konzeption: Wärmespeicher an der Fernwärmeschiene Ruhr der STEAG Fernwärme

Einleitung

Ausgangslage

- Die Dekarbonisierung des Wärmesektors erfordert die Umsetzung von drei zentralen Strategien:
 - Steigerung der **Energieeffizienz**
 - Nutzung und Verstetigung von **volatilen, erneuerbaren** Energien
 - **Sektorenkopplung**, insbesondere mit dem Stromsektor
- Wärmespeicher sind dazu ein Schüsselement, gerade auch im Energieland NRW:
 - Bevölkerungstärkstes Flächenland, höchste Besiedlungsdichte mit 515 Einwohnern pro km²
 - 257 Fernwärmenetze mit fast 5.000 km Gesamtlänge und Europas größte zusammenhängende Wärmeinfrastruktur im Ruhrgebiet
 - Große Abwärmepotenziale (mit bis zu 48 TWh gem. LANUV Studie 2019 – ähnliche Größenordnung wie Nah- und Fernwärmemenge)
 - Rd. 8 GW Kohlekapazitäten fallen in den nächsten 10 Jahren sukzessive weg

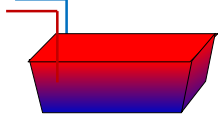
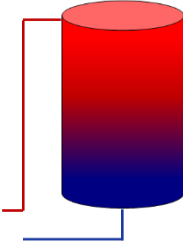
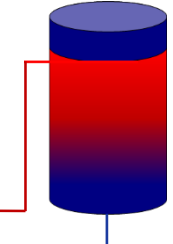
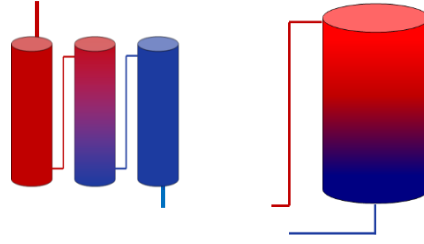


Bildquelle: SWD AG, ENERKO, Rambøll, TSK Flagsol, DLR, swilar



Wärmespeichertypen mit Wasser als Medium

Ausführungsvarianten für Wärmenetze

	Drucklose Speicher			Druckspeicher
	Erdbeckenspeicher (Saisonalspeicher)	Atmosphärischer Speicher	Atmosphärischer Zweizonenspeicher	
Prinzip				
Volumen (realisiert)	200.000 m ³ (Vojens, DK)	50.000 m ³ (Halle/Saale)	43.000 m ³ brutto (Duisburg)	Kaskade von Behältern je 390 m ³ (Magdeburg) Einzelbehälter bis 24.000 m ³ (Kopenhagen, DK)
Max. Temperatur	90°C (überwiegend Solarthermie)	98°C	> 100°C (realisiert bis 120°C)	> 100°C (realisiert bis 160 °C, Dresden)
Langzeit-/ Saisonalspeicher		Tages- und Pufferspeicher		

Großwärmespeicher – 1 und 2 Zonen

Herausforderungen

- Ein- und Ausströmen des Wassers mit geringen Turbulenzen
- Für die optimale Speicherkapazität muss Schichtung der Temperaturzonen erhalten bleiben
- Anwendung von tellerförmigen Verteilern mit Prallplatte
=> radialer Einströmung und kleiner Impuls
- Hohe Anforderungen an Armaturen, Ventile und Sicherheitseinrichtungen
=> Pumpenhaus, MSR-Technik und Verrohrung oft ähnlich kostenaufwändig wie Behälter !



Bilder: WS der SW Duisburg, Visualisierung und Fotos: ENERKO

Große Wärmespeicher: Erdwalltechnik

Saisonalspeicher: Wichtige (Zukunfts-)Bausteine für die Wärmewende !

Erdbewegung während der Bauphase



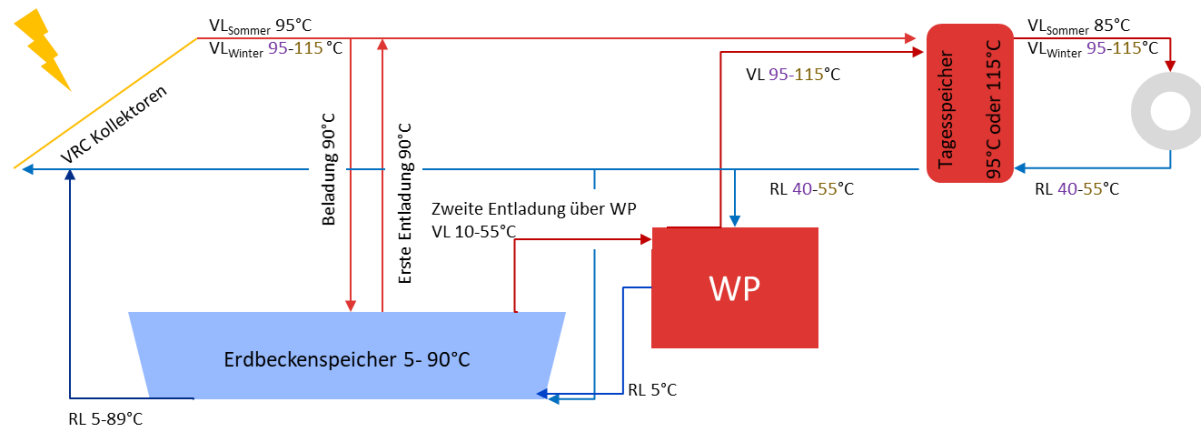
Montage der Folien und Ein/Auslässe



Erdbeckenspeicher: Luftansicht



Bilder: ENERKO / Arcon Sunmark 2016, Projekte in Dänemark

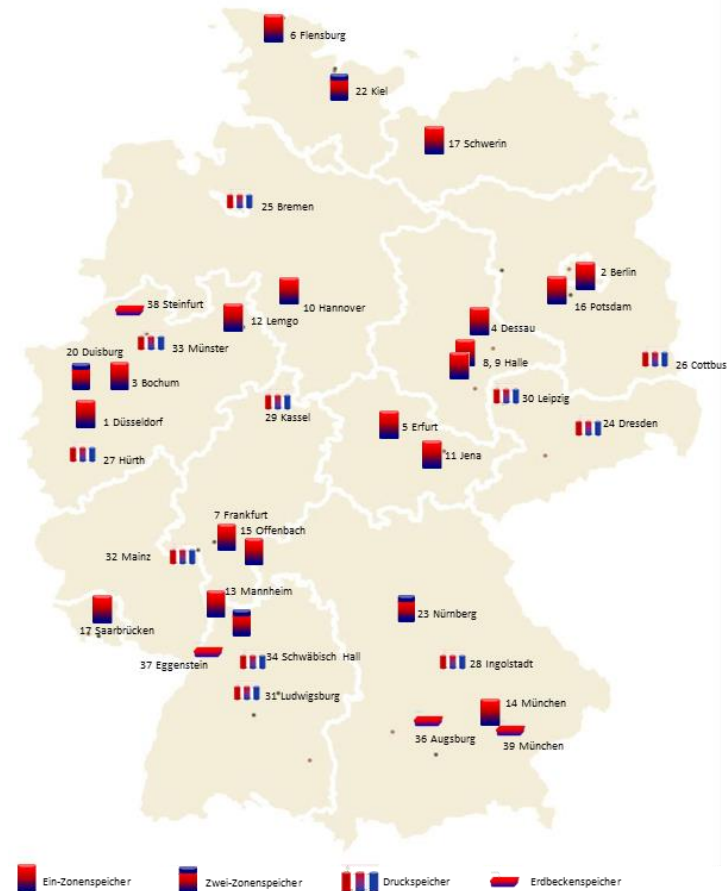


Wärmespeicherprojekte in Deutschland

Auswahl realisierter Projekte

Speicher in Wärmenetzen (>2000 m³)

- Zahlreiche Referenzen für Druckspeicher und atmosphärische Speicher
- Vier atmosphärische Zweizonenspeicher (junge Technologie) – weitere in Planung
- Erdbeckenspeicher bisher nur in kleinem Maßstab



Quelle: Wärmespeicher in NRW, EA.NRW Broschüre 2020

- Wärmespeicher: Warum und wie ?
 - Anforderungen an Wärmenetze der Zukunft
 - Wärmespeichertechnologien und Typisierung
- Praxisbeispiele
 - Realisiert: Fernwärmespeicher der Stadtwerke Duisburg
 - Realisiert/in Konzeption: Energie- und Zukunftsspeicher der Stadtwerke Heidelberg
 - In Konzeption: Wärmespeicher an der Fernwärmeschiene Ruhr der STEAG Fernwärme

Beispiel Zweizonenspeicher realisiert (Stadtwerke Duisburg)

Eckdaten

Fernwärmespeicher der SW Duisburg AG

- Standort: HKW III Wanheim (GuD)
- Speichermedium: Wasser
- Bruttovolumen: 43.000 m³
- Speicherkapazität: 1.450 MWh
- Betriebstemperatur: bis 115°C
- VL-Beimischung aus Erzeugern: bis 130°C
- Be- und Entladeleistung: 140 MW
- Planung: EEB ENERKO
- Inbetriebnahme: 2019

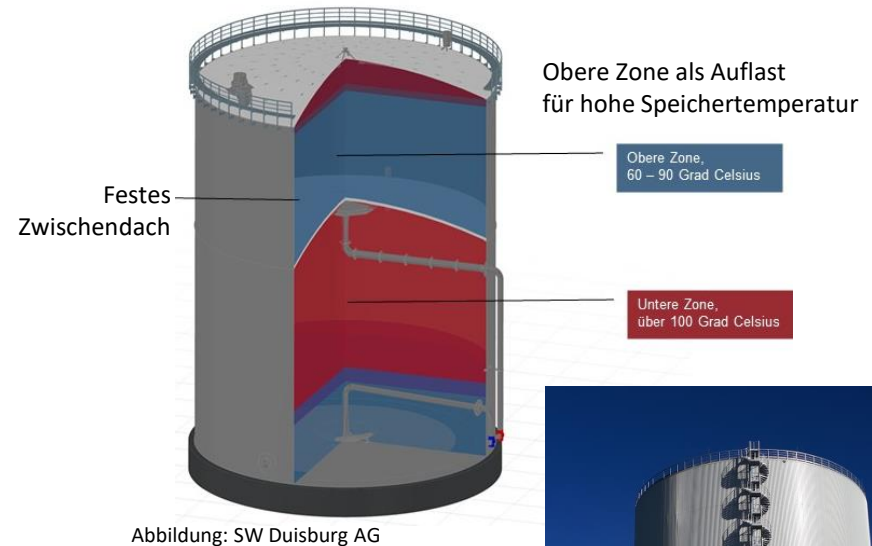
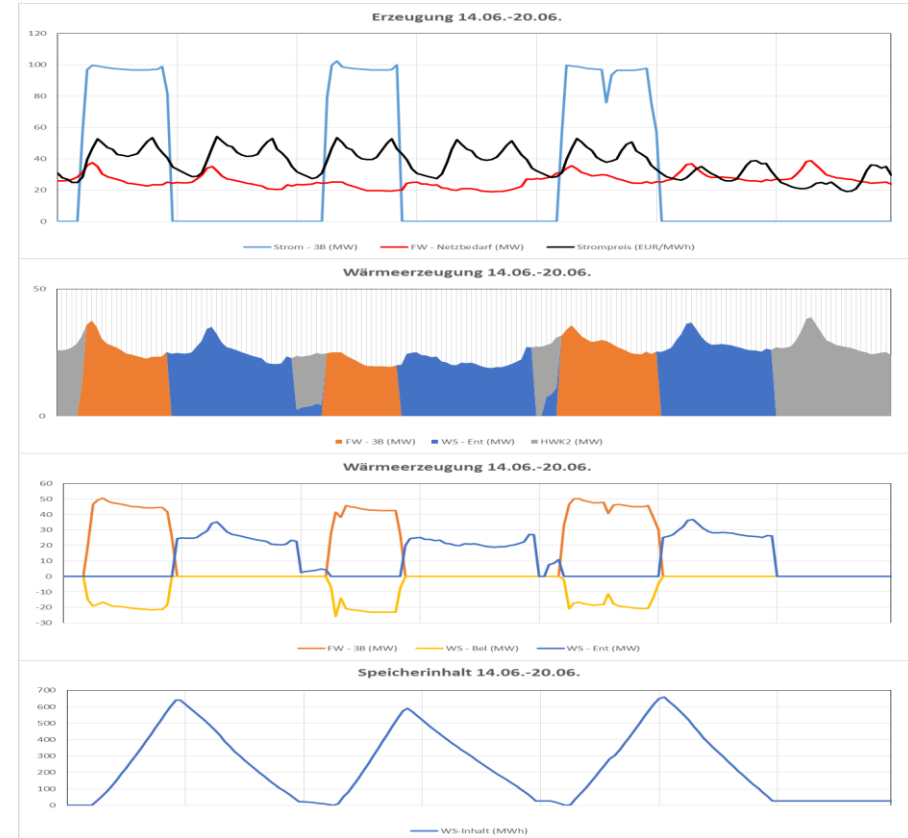


Foto: EEB ENERKO

Einsatzprofil

- Flexibilisierung des KWK-Betriebs des HKW III für wirtschaftlich optimierten Betrieb
- Max. Stromerzeugung bei hohen Strompreisen
- Abschaltung der KWK-Anlage bei geringen Strompreisen
- Besserer Anlagennutzungsgrad und mehr KWK Wärme
- Versorgung des FW-Netzes aus dem Speicher bei stehender KWK-Anlage
- Hohe Verfügbarkeit für das FW-Netz durch hohe Speichertemperatur, kein Nachheizen nötig



Quelle: SW Duisburg AG

Beispiel Zweizonenspeicher SW Heidelberg (realisiert)

Energie- und Zukunftsspeicher Heidelberg: 1. Bauphase 2018-2021

Daten:

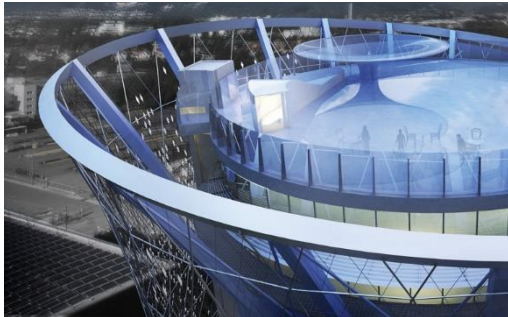
- Atmosphärischer Zweizonenspeicher
- Medium Wasser
- Bruttovolumen: 20.000 m³
- Temperaturbereich: 60 - 115°C
- Be- und Entladeleistung: 40 MW



Bilder: Baufortschritt Sommer/Herbst 2018, nach Erstbefüllung Sommer 2019 (ENERKO), nach IBN 2020

Beispiel Zweizonenspeicher Heidelberg (Erweiterung)

Energie- und Zukunftsspeicher: 2. Bauphase ab 2021 als städtebauliche Marke



Visualisierung: LAVA Laboratory for Visionary Architecture, Stuttgart/Berlin

Beispiel Zweizonenspeicher (Konzept) an der FW Schiene Ruhr

Ausgangssituation Fernwärmenetz der STEAG FW

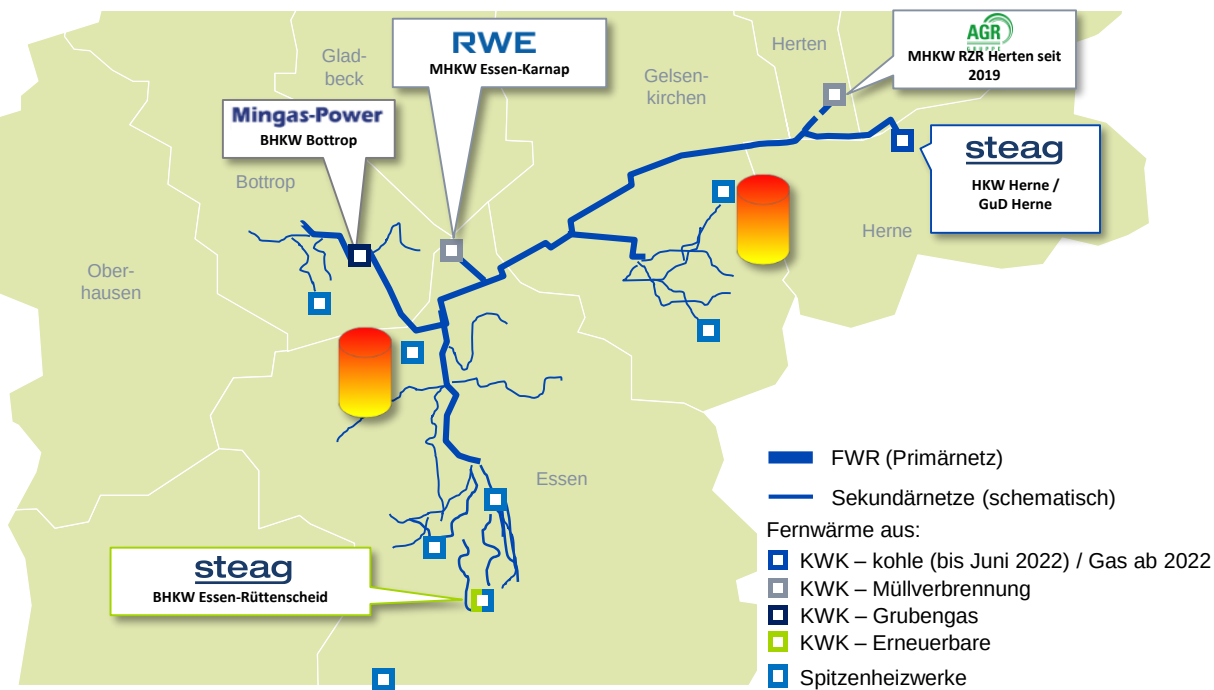


Bild: STEAG Fernwärme GmbH

Hauptschiene FWR zwischen
Herne und Bottrop
Gleitender Betrieb bis 180°C
PN 40

→ **Hoher Aufwand
für Fernwärmespeicher**

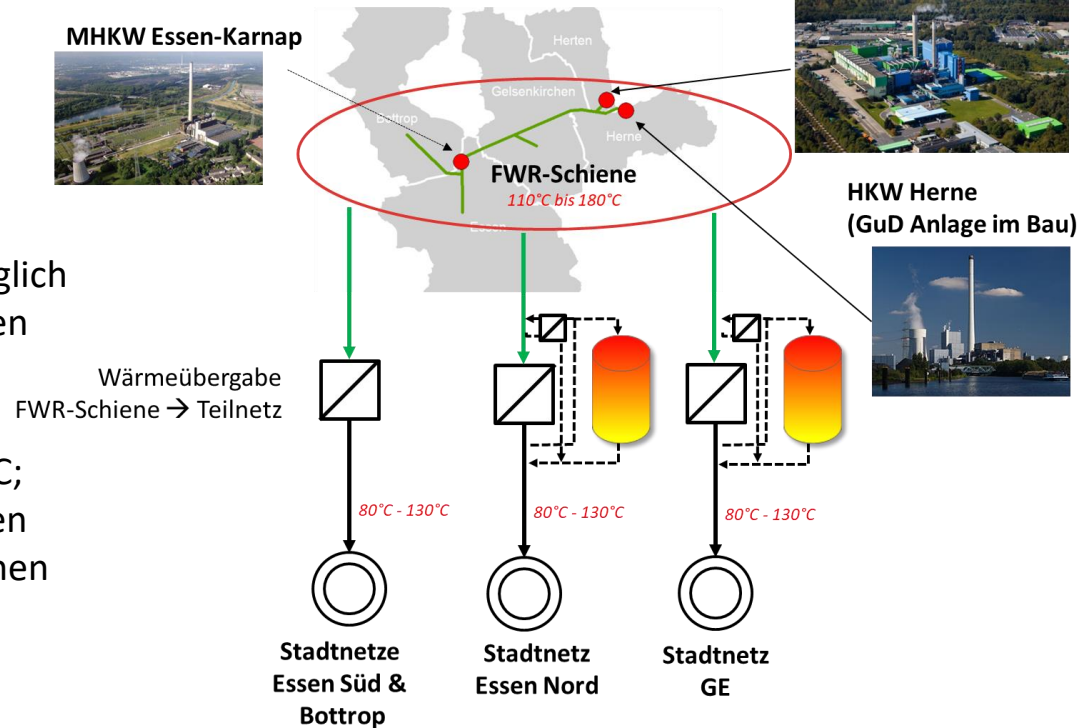
Stadtnetze Essen, Gelsen-
kirchen & Bottrop
Gleitender Betrieb bis 130°C
PN 25

→ **Besser geeignet für Fern-
wärmespeicher, aber im
Stadtnetz nur im Winter
hinreichend hohe
Ladetemperaturen**

Beispiel Zwei-Zonenspeicher an der FW Schiene Ruhr

Lösungsansatz „Doppelter Zwei-Zonenspeicher“

- Bau der Speicher an der Wärmeschnittstelle FWR => Stadtnetz
- Platz vorhanden in Gelsenkirchen und Essen Nord
- Beladung ganzjährig aus FW-Schiene möglich => Optimale Ausnutzung Speichervolumen
- Entladung direkt in die Stadtnetze
- Ausführung als Zwei-Zonenspeicher bis 115°C; wirtschaftlich auf die örtlichen Gegebenheiten optimiert (Essen Nord 900 MWh, Gelsenkirchen 1050 MWh)
- Die Speicherkubatur wird den örtlichen Verhältnissen angepasst => Bruttovolumen rd. 30.000 m³



Zwischenfazit und Projektstand

- Die Einbindung von Wärmespeichern in das komplexe Fernwärmenetz ist herausfordernd, aber möglich
 - Realisierung geplant als Doppelspeichersystem jeweils an den Schnittstellen FWR => Städtnetz an den Standorten Essen Nord und Gelsenkirchen
 - Speicher stellt flexibles Bindeglied zwischen Strommarkt und Wärmemarkt (Sektorenkopplung) dar und führt zu hoher Energieeffizienz durch stärker markt- und netzdienlichen KWK Anlagenbetrieb
 - Beladung bei höheren Strompreisen = Volllastbetrieb der neuen hocheffizienten Erdgas-KWK Anlage Herne 6
 - Entladung bei niedrigen Strompreisen = reduzierter Teillast-/ oder kein KWK Anlagenbetrieb
 - Besser Ausnutzung von Abwärme aus den beiden einspeisenden Müllheizkraftwerken Karnap und Herten und Option auf zukünftige Einbindung weiterer klimaschonender Wärmequellen
 - Brennstoffeinsatz Gas/Öl in dezentralen Spitzenheizwerken wird reduziert und führt sowohl zu ökologischen als auch ökonomischen Vorteilen
 - Signifikante CO₂-Einsparung von rd. 5.000 t/a => ohne dass eine einzige kWh erzeugt wird !
- **Das Projekt ist z.Z. in der Vergabephase, eine endgültige Investitionsentscheidung soll bis Ende 2021 fallen.**

Fazit: Thermische Speicher

Thermische Speicher sind wesentliche Bausteine der Wärmewende

- in großen Fernwärmesystemen
- in Nahwärme- und Quartiersnetzen
 - zur Flexibilisierung der KWK
 - zur Aufnahme von Abwärme
 - in Verbindung mit PtH Anlagen
 - in Verbindung mit Solarthermie
- langlebig und ohne Degradation
- fast wartungsfrei
- und günstiger als Strom/Gasspeicher !

