



# Wärmespeicher für Nah- und Fernwärmenetze

Dr. Armin Kraft, Dr. Marius Maximini

18.03.2021

EEB ENERKO  
Energiewirtschaftliche  
Beratung GmbH

**ENERKO**  
changing energy

Standorte Aldenhoven bei Aachen und Berlin • 40 Mitarbeiter

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

# Agenda



- Anforderungen an Wärmenetze der Zukunft
- Großwärmespeicher
  - Wärmespeichertechnologien und Typisierung
  - Planung und Einsatzmöglichkeiten
- Praxisbeispiele
  - Realisiert: Fernwärmespeicher der Stadtwerke Duisburg
  - In Konzeption: Wärmespeicher an der Fernwärmeschiene Ruhr der STEAG Fernwärme

# Einleitung

## Ausgangslage

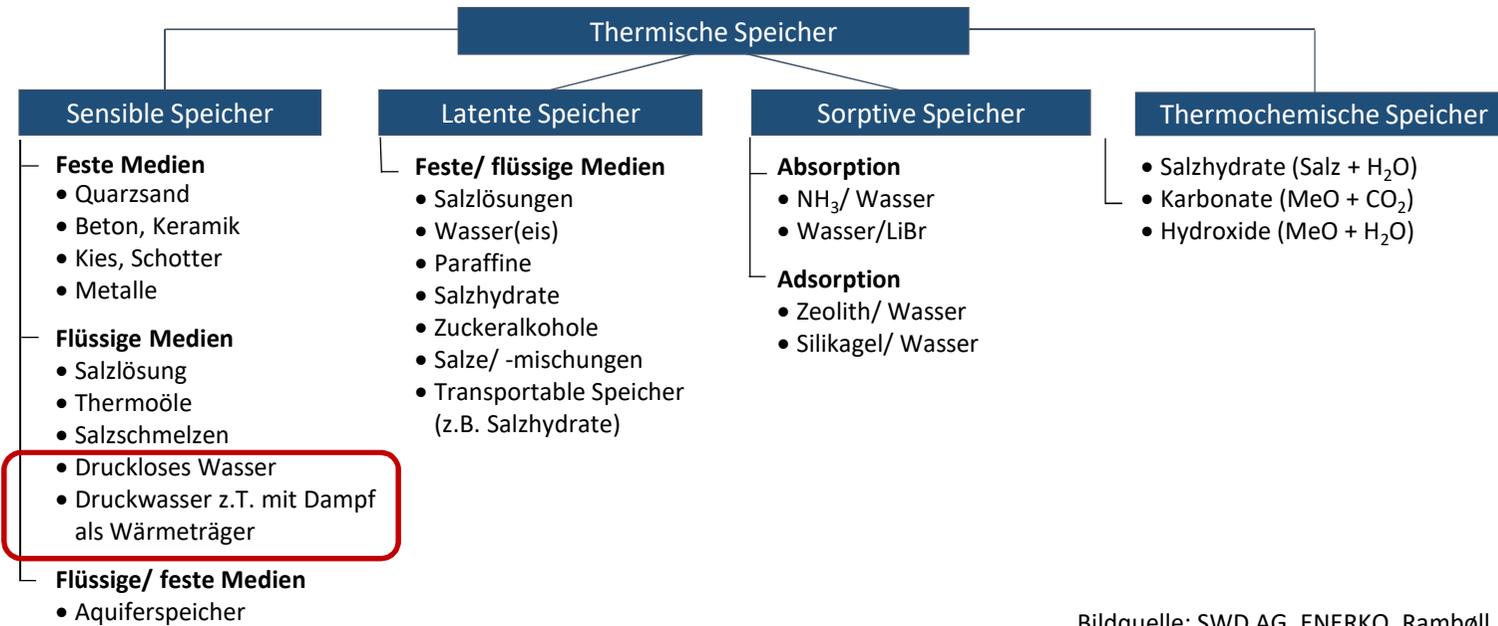
- Die Dekarbonisierung des Wärmesektors erfordert die Umsetzung von drei zentralen Strategien:
  - Steigerung der Energieeffizienz
  - Nutzung und Verstetigung von volatilen, erneuerbaren Energien
  - Sektorenkopplung, insbesondere mit dem Stromsektor
- Wärmespeicher sind dazu ein Schüsselement, gerade auch im Energieland NRW:
  - Bevölkerungstärkstes Flächenland, höchste Besiedlungsdichte mit 515 Einwohnern pro km<sup>2</sup>
  - 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

# Agenda



- Anforderungen an Wärmenetze der Zukunft
- Wärmespeicher
  - Wärmespeichertechnologien und Typisierung
  - Planung und Einsatzmöglichkeiten
- Praxisbeispiele
  - Realisiert: Fernwärmespeicher der Stadtwerke Duisburg
  - In Konzeption: Wärmespeicher an der Fernwärmeschiene Ruhr der STEAG Fernwärme

# Überblick Technologien



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



18.03.2021

Wärmespeicher für Nah- und Fernwärmenetze

Folie 6

# Wärmespeichertypen mit Wasser als Medium

## Ausführungsvarianten für Wärmenetze



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



Bilder: ENERKO / Arcon Sunmark 2016

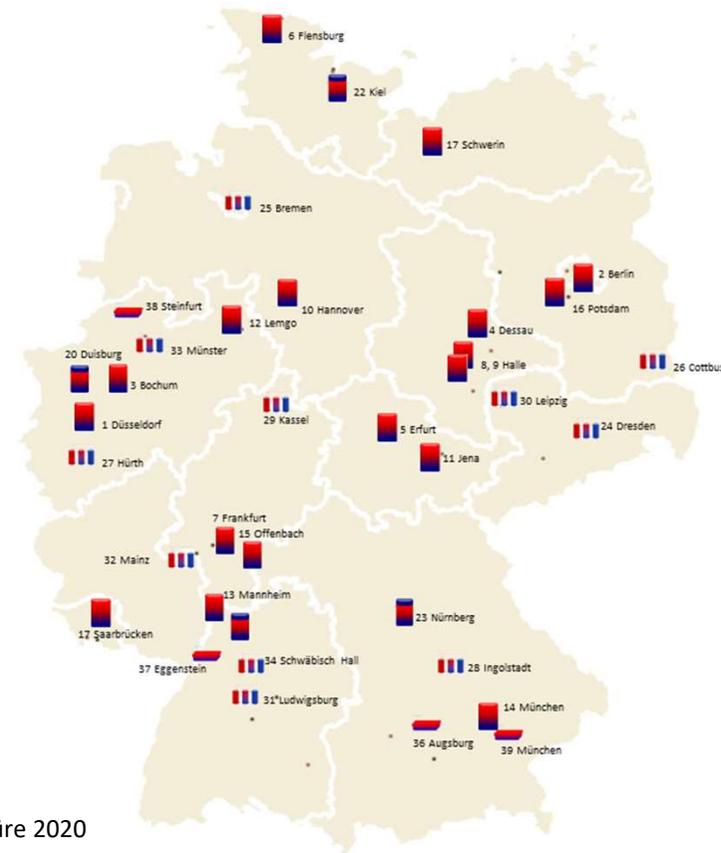
# Wärmespeicherprojekte in Deutschland

## Auswahl realisierter Projekte



### Bestandsaufnahme der Speicher in Wärmenetzen

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



Quelle: Wärmespeicher in NRW, EA.NRW Broschüre 2020

Ein-Zonenspeicher    Zwei-Zonenspeicher    Druckspeicher    Erdbeckenspeicher

# Agenda



- Anforderungen an Wärmenetze der Zukunft
- Wärmespeicher
  - Wärmespeichertechnologien und Typisierung
  - Planung und Einsatzmöglichkeiten
- Praxisbeispiele
  - Realisiert: Fernwärmespeicher der Stadtwerke Duisburg
  - 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 m<sup>3</sup>
- 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

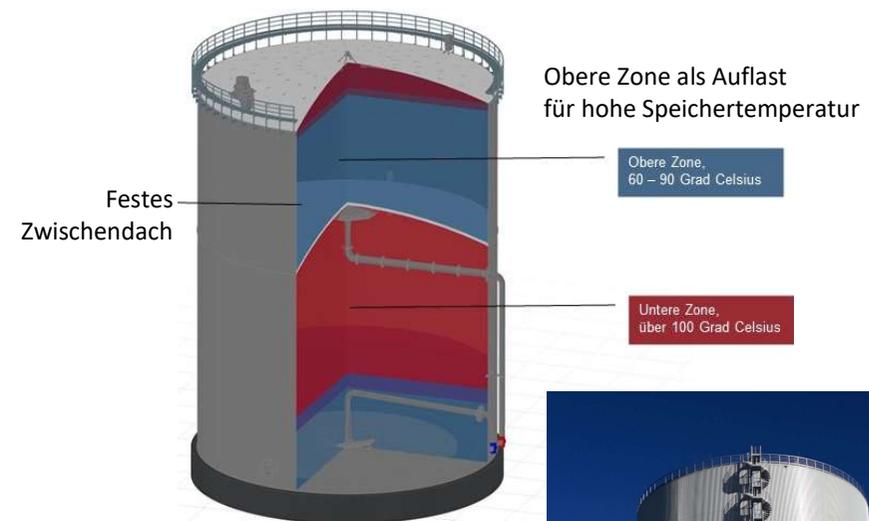


Abbildung: SW Duisburg AG



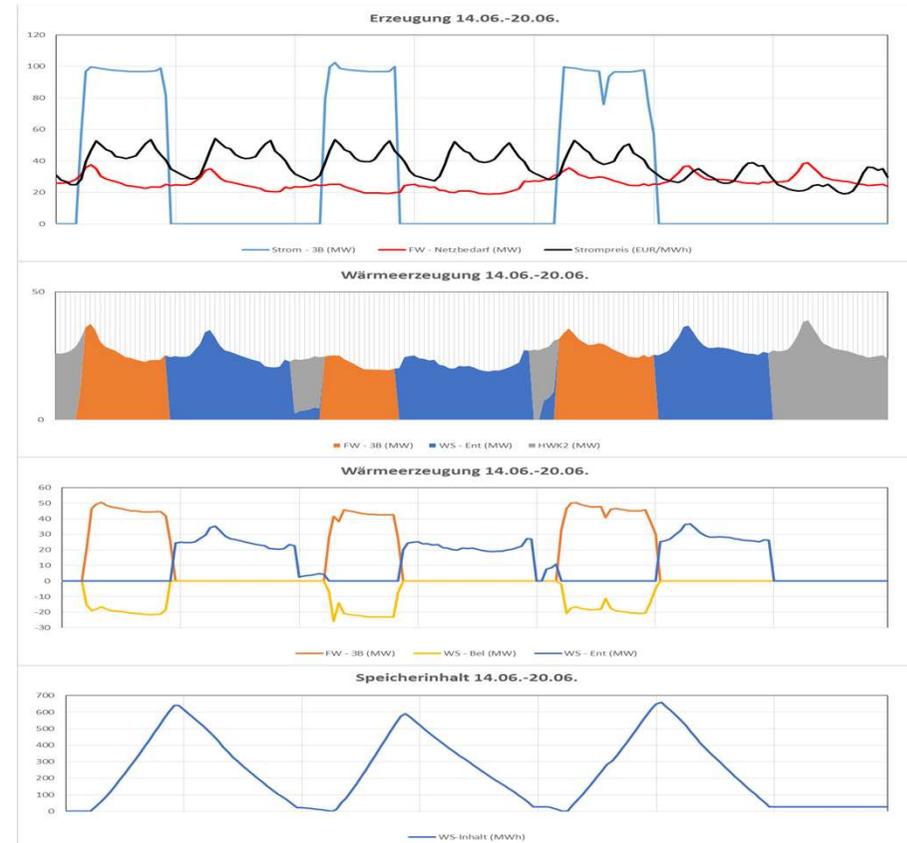
Foto: EEB Enerko

# Beispiel Zweizonenspeicher realisiert (Stadtwerke Duisburg)



## 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 (Konzept) an der FW Schiene Ruhr

## Ausgangssituation Fernwärmenetz der STEAG FW

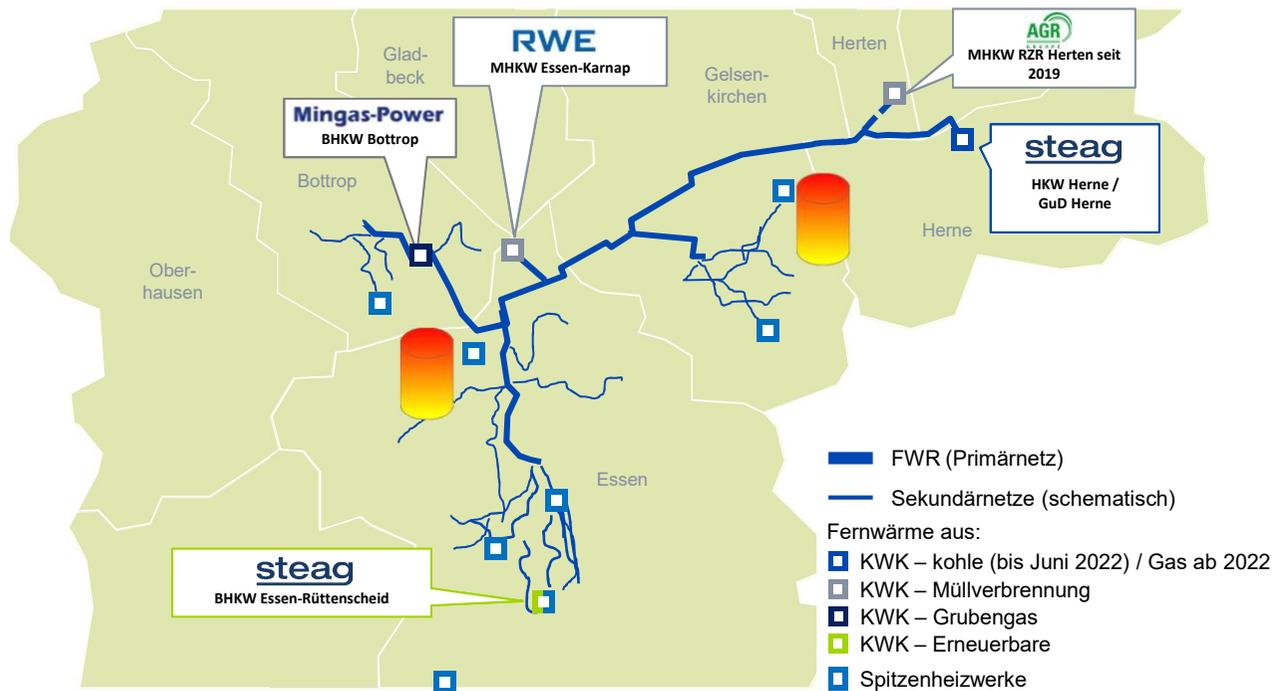


Bild: STEAG Fernwärme GmbH

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

→ **Hoher Aufwand für Fernwärmespeicher**

Stadtnetze Essen, Gelsenkirchen & Bottrop  
 Gleitender Betrieb bis 130°C  
 PN 25

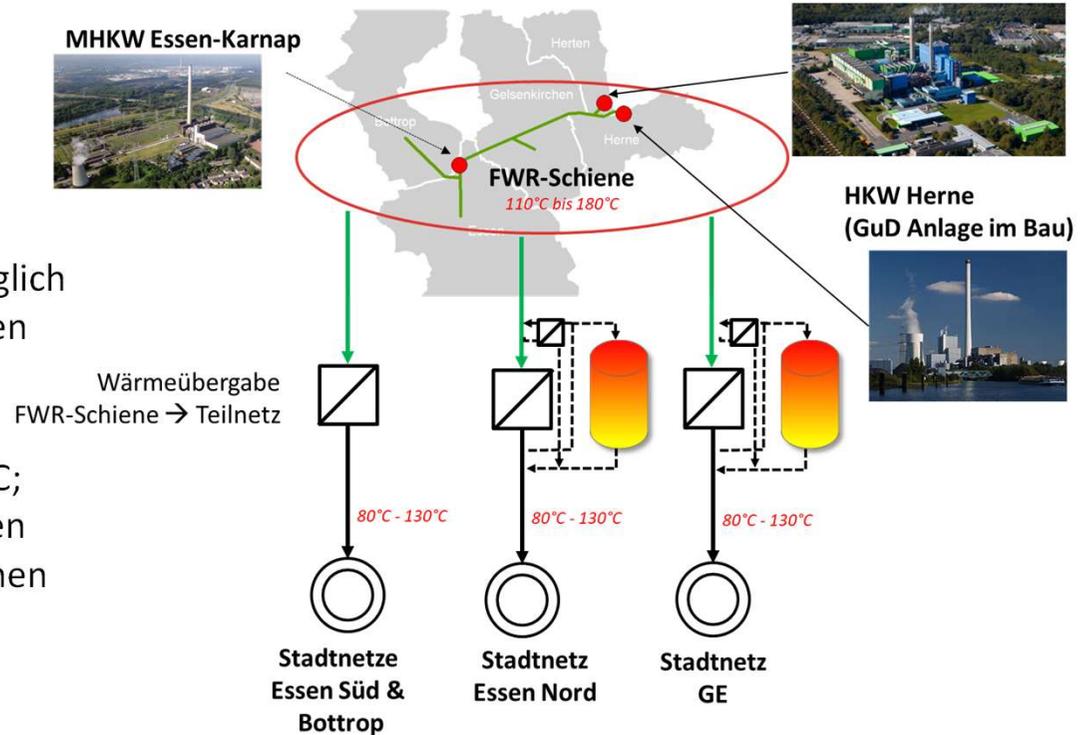
→ **Besser geeignet für Fernwärmespeicher, aber im Stadtnetz nur im Winter hinreichend hohe Ladetemperaturen**

# 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 m<sup>3</sup>



# Beispiel Zwei-Zonenspeicher an der FW Schiene Ruhr

## Zwischenfazit und Projektstand

- Die Einbindung von Wärmespeichern in das komplexe Fernwärmenetz ist herausfordernd, aber möglich
- Realisierung geplant als Doppelspeichersystem jeweils an den Schnittstellen FWR => Städtetz 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 CO<sub>2</sub>-Einsparung von rd. 5.000 t/a => ohne dass eine einzige kWh erzeugt wird !
- **Das Projekt ist z.Z. in der Vorplanung, eine Investitionsentscheidung soll bis Ende 2021 fallen.**

# Fazit: Thermische Speicher



Thermische Speicher sind wesentliche Bausteine der Wärmewende – In großen Fernwärmesystemen wie in Nahwärme- und Quartiersnetzen

