SPEICHER IN WÄRMENETZEN

DR. MARIUS MAXIMINI

PROF. DR. ECKHARD RITTERBACH

Workshop „Speicher im Wärme- und Strommarkt - aktuelle Entwicklungen, Förderungen und Hemmnisse"
Düsseldorf, 10. Juni 2020

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

EnergieAgentur.NRW klimaschutz made in nrw

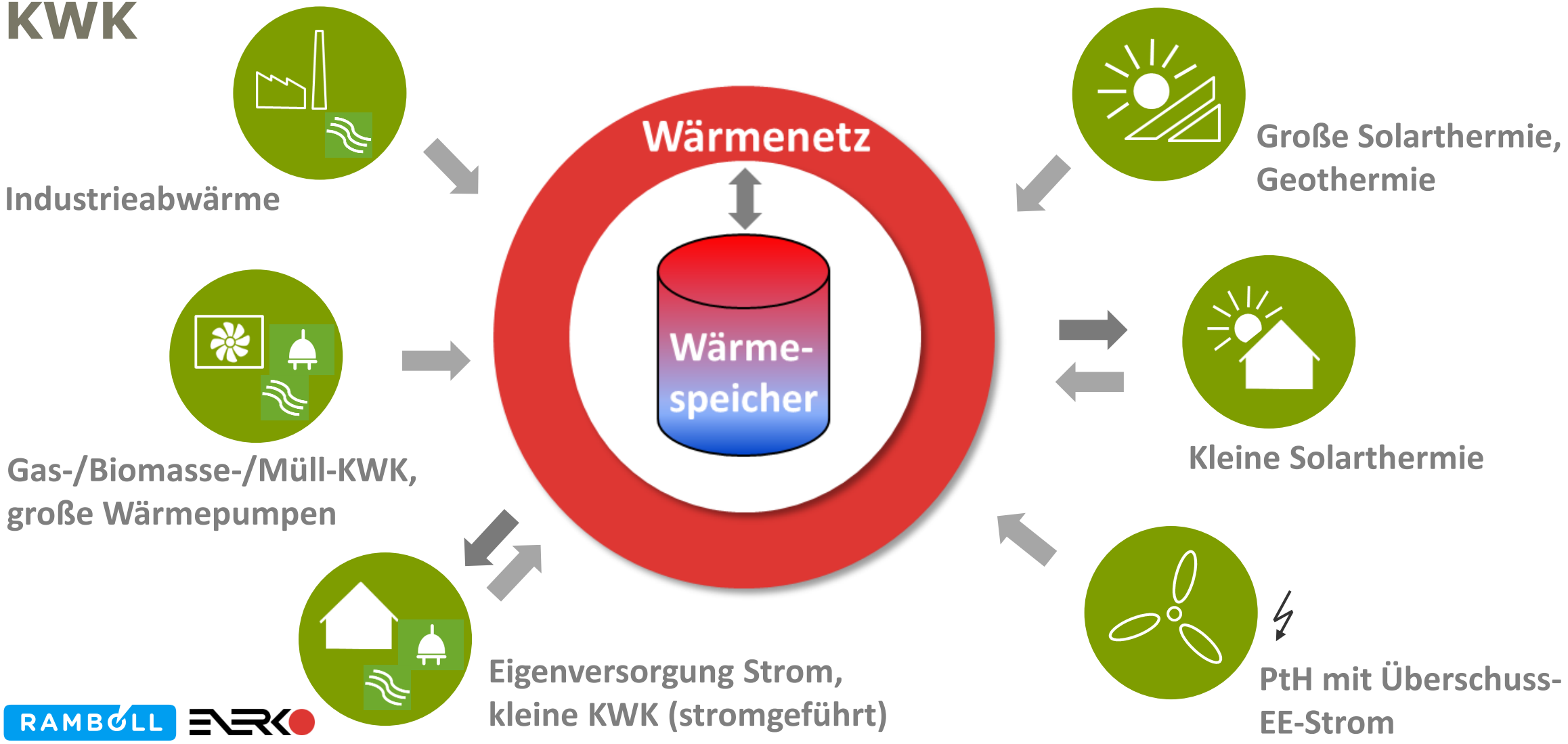
ENERKO changing energy

AGENDA

1. Anforderungen an moderne Wärmenetze
2. Wärmespeicher
   - Typen
   - Verbreitung
   - Einsatzgebiete und Kosten
3. Kurzzeitspeicher
   - Projektbeispiele
4. Langzeitspeicher / Saisonale Speicher
   - Projektbeispiel
5. Fazit und Ausblick

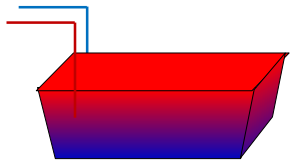
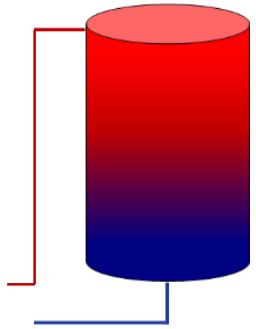
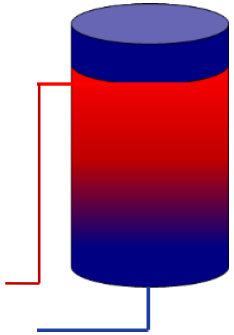
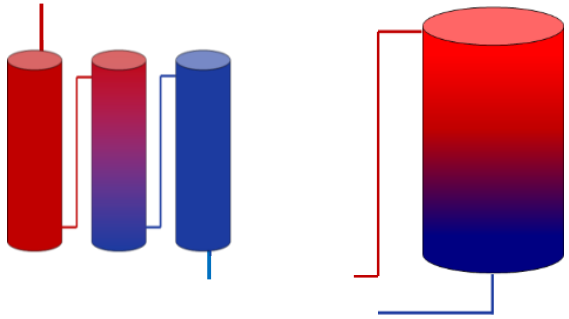
RAMBOLL ENERKO

ZUKUNFT DER WÄRMENETZE: PLATTFORM ZUR INTEGRATION VON ERNEUERBAREN, ABWÄRME UND KWK



RAMBOLL ENERKO

WÄRMESPEICHER - TYPEN

	Drucklose Speicher			Druckspeicher
	Erdbeckenspeicher (Saisonalspeicher)	Atmosphärischer Speicher	Atmosphärischer Zweizonenspeicher	
Prinzip				
Volumen (realisiert)	200.000 m³ (Vojens, DK)	50.000 m³ (Halle/Saale)	43.000 m³ brutto (Duisburg)	Kaskade von Behältern je 390 m³ (Magdeburg) Einzelbehälter bis 24.000 m³ (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

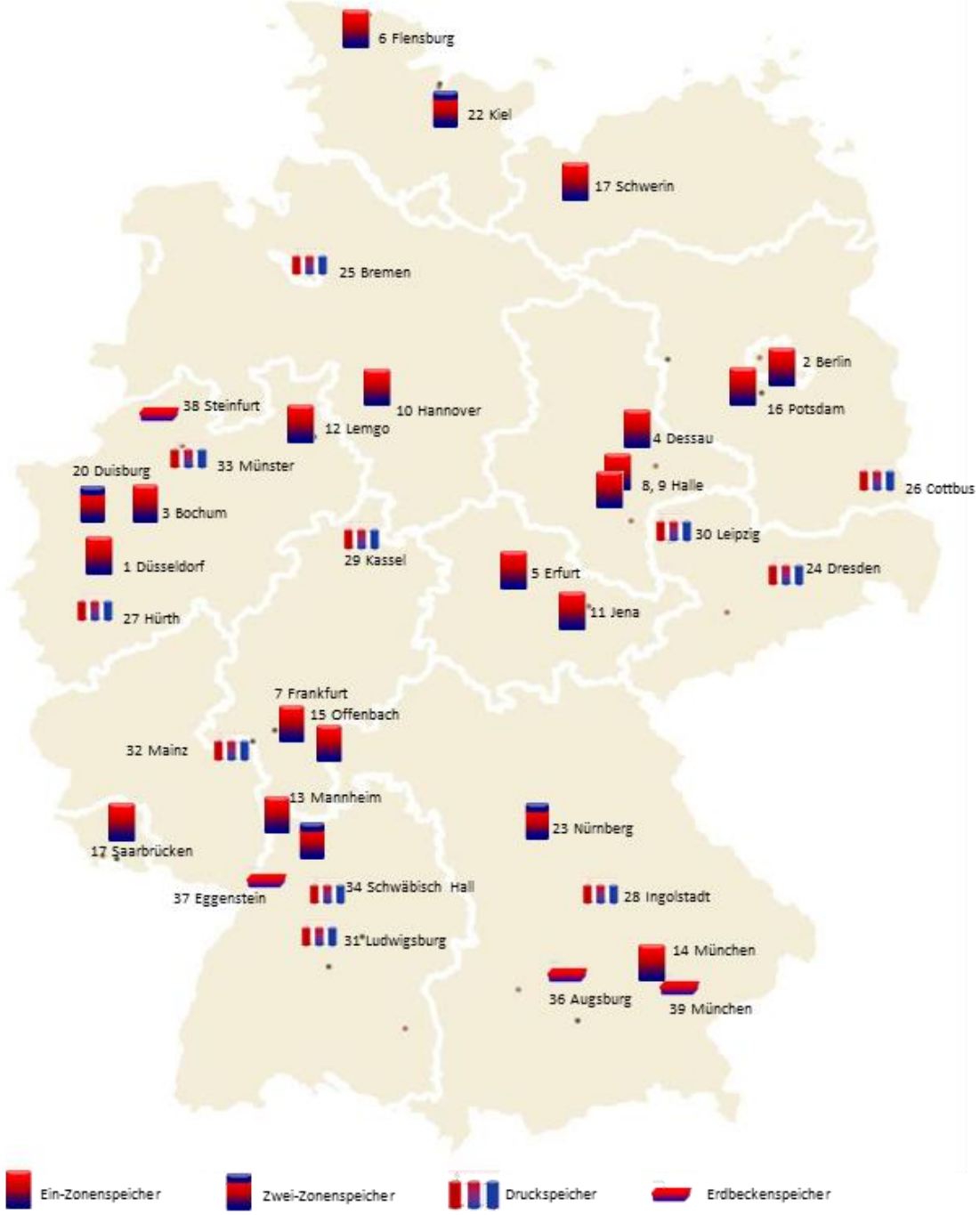
Tages- und Pufferspeicher

RAMBOLL ENERKO

WÄRMESPEICHER – PROJEKTE IN DEUTSCHLAND

Bestandsaufnahme der Speicher in Wärmenetzen

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



RAMBOLL ENERKO

EINSATZGEBIETE FÜR WÄRMESPEICHER

Kurzzeitspeicher (Stunden-/Tageszyklen)

KWK-Kraftwerk oder
BHKW + Tankspeicher

Langzeitspeicher (Monats-/Jahreszyklen)

Klimafreundliche bzw. kostengünstige
Erzeugung + z.B.
Erdbeckenwärmespeicher

- In Deutschland an verschiedener Stelle umgesetzt.
- In Deutschland bislang nicht umgesetzt (in nennenswertem Maßstab).
- Was sind Hindernisse bei der Integration von (großen) Wärmespeichern in Wärmesysteme?

RAMBOLL ENERKO

INVESTITIONSKOSTEN FÜR TANK- UND ERBECKENWÄRMESPEICHER

- Nennenswerte spezifische Kosten, insbesondere für kleine Speichergrößen
- Allgemein: Kostenreduktion durch Größeneffekt
- Tankspeicher (TTES) können trotz relativ hoher Investitionskosten wirtschaftlich eingesetzt werden

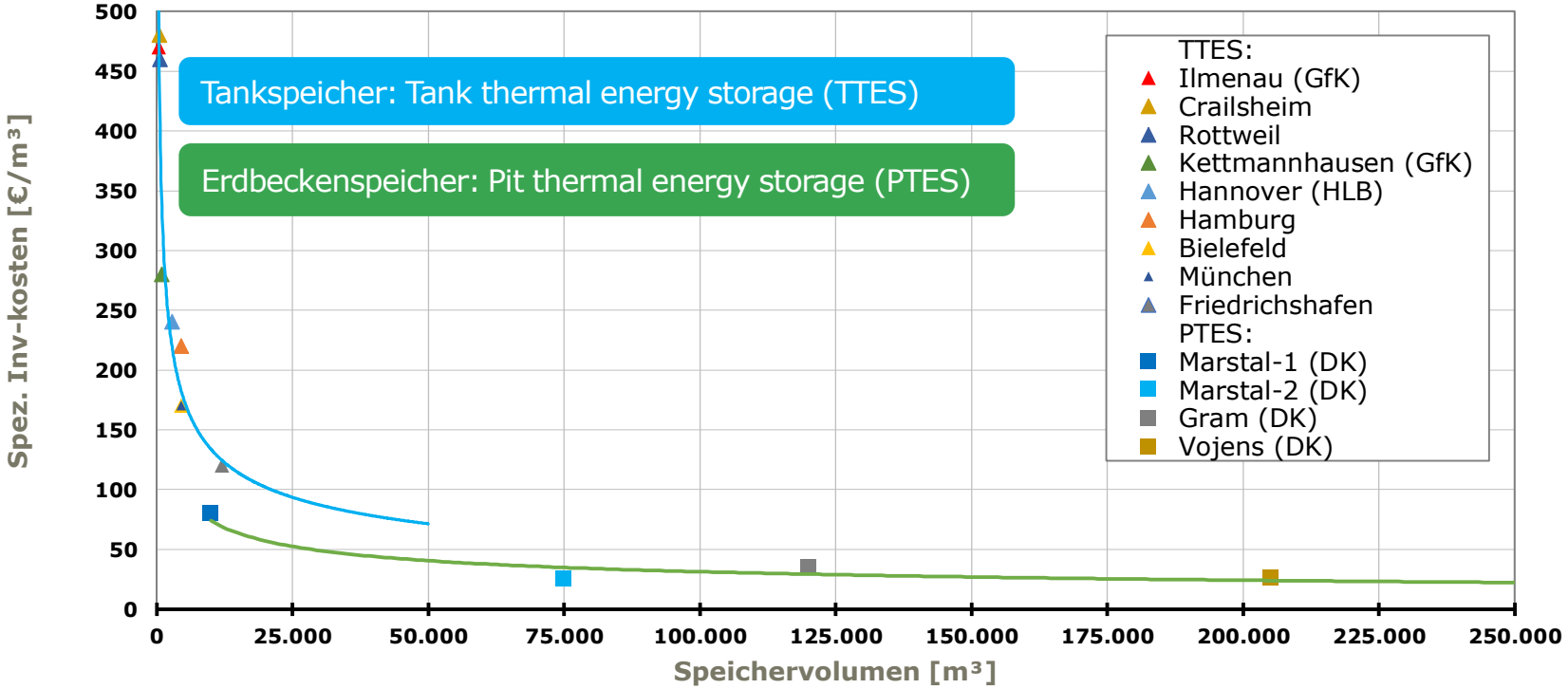
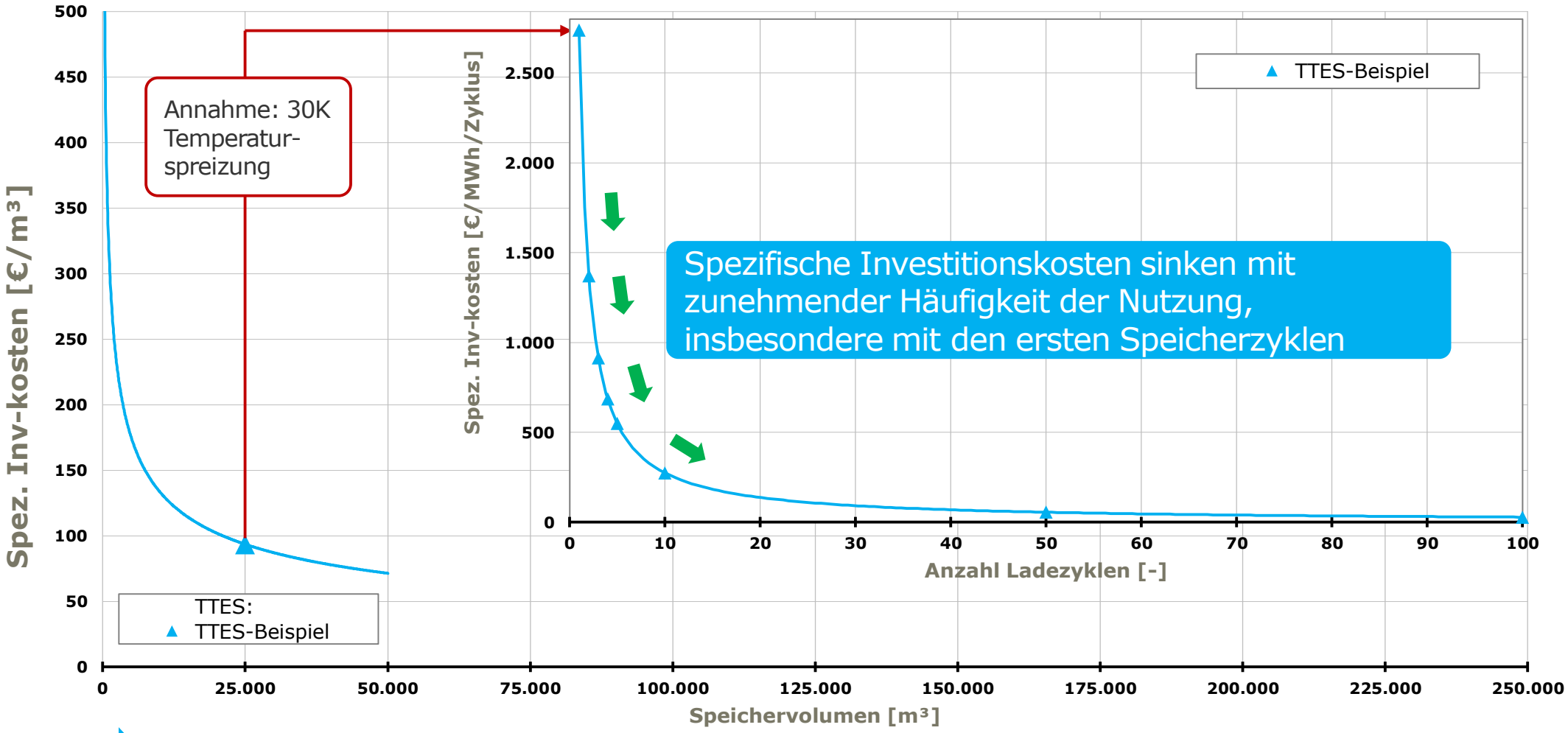


Diagramm: Spezifische Kosten von Wärmespeichern, Angaben ohne Planungskosten und MwSt., Quelle: Solites, Diagramm aufbereitet und modifiziert, von Ramboll hinzugefügt: Kosten (inkl. Planungskosten, ohne MwSt.) für PTES (Gram, Vojens).

WIRTSCHAFTLICHKEIT VON WÄRMESPEICHERN

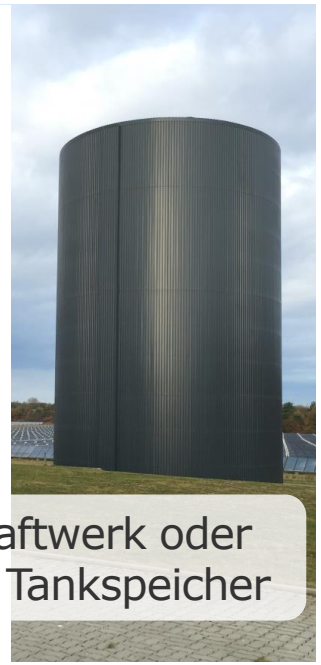


➡ Wirtschaftlichkeit von Speichern wird i.A. über häufigen Einsatz erreicht.

RAMBOLL ENERKO

KURZZEITSPEICHER

Kurzzeitspeicher (Stunden-/Tageszyklen)



KWK-Kraftwerk oder
BHKW + Tankspeicher

- Grundidee: Entkopplung der Strom- und Wärmeerzeugung für einen wirtschaftlichen, stromgeführten Betrieb der KWK-Anlage.
  - Hoher Strompreis am Markt: maximale Stromerzeugung. (Ggf. Einspeichern überschüssiger Wärme oder Ausgleich fehlender Wärme durch den Speicher)
  - Niedriger Strompreis am Markt: Abschalten der KWK-Anlage, Wärmeversorgung aus dem Speicher.
- Vermeidung von Spitzenheizwerken
- Zusätzlich: Nutzung KWKG/EEG-geförderter KWK-Kontingente und ggf. sonstiger Förderungen.
- Gleichwohl stellt der Speicher immer eine hohe Zusatzinvestition dar, die sich rechnen muss.

BEISPIEL ATMOSPHÄRISCHER SPEICHER 1/2 (STADTWERKE DÜSSELDORF)

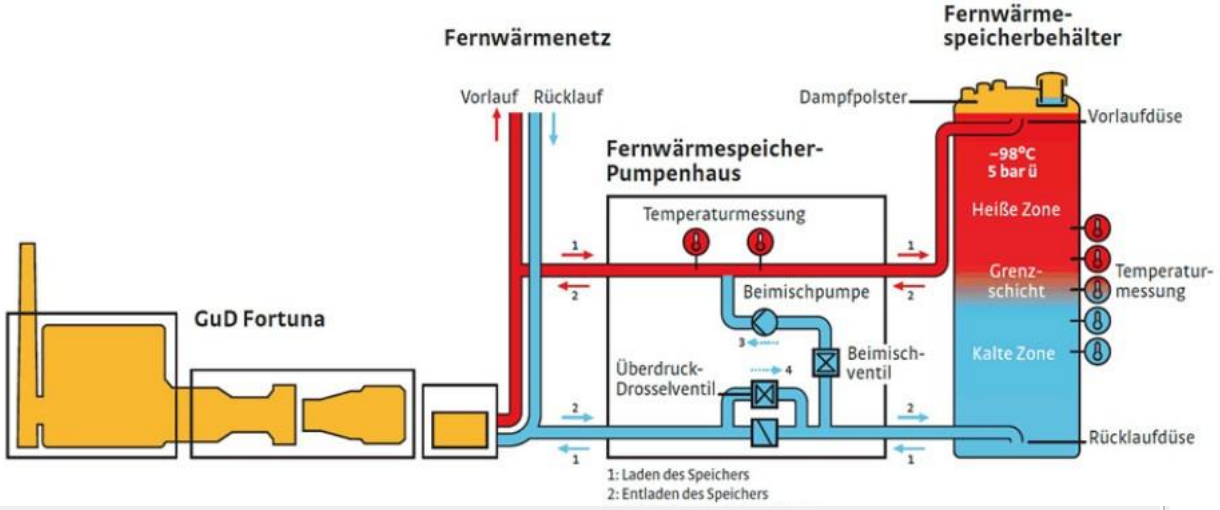
<u>Wärmespeicher der SW Düsseldorf AG</u>

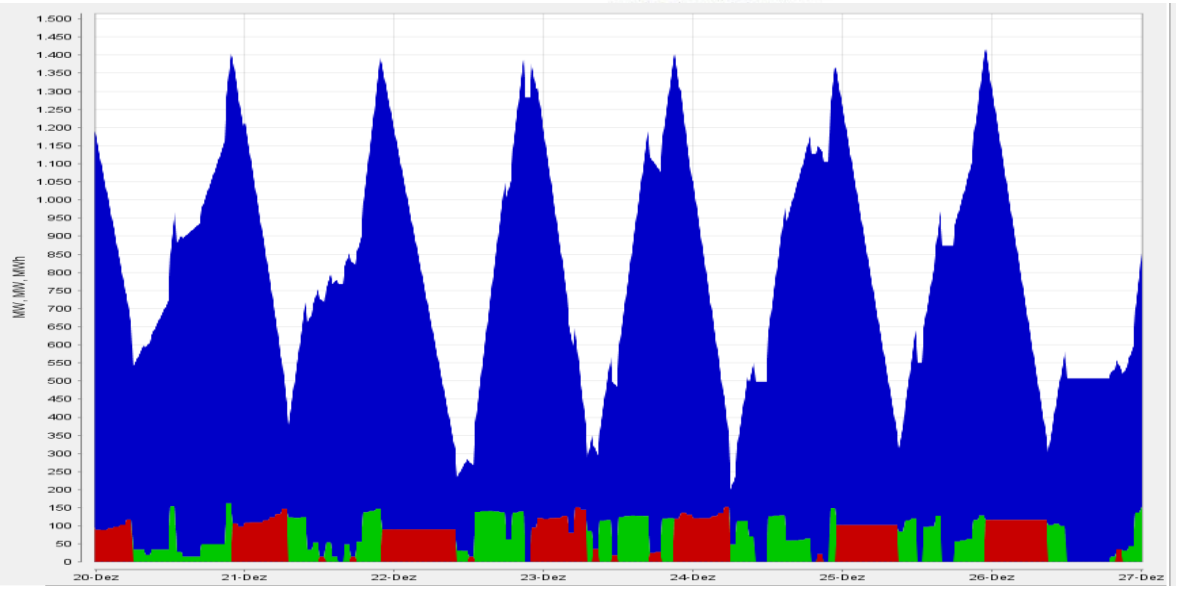
- Standort: HKW Lausward (GuD)
- Speichermedium: Wasser
- Volumen: 36.000 m³
- Speicherkapazität: 1.340 MWh
- Betriebstemperatur: bis 98°C
- Be- und Entladeleistung: 200 MW

Foto: SW Düsseldorf AG

BEISPIEL ATMOSPHÄRISCHER SPEICHER 2/2 (STADTWERKE DÜSSELDORF)

- Flexibilisierung des KWK-Betriebs der GuD Fortuna im HKW Lausward
- Zeitliche Entkopplung von Strom- und Wärmeerzeugung mit Hilfe des Wärmespeichers
  - ➢ Wirtschaftlich optimierter Betrieb der KWK-Anlage
- Versorgung des FW-Netzes aus dem Speicher möglich über Stunden bis Tage (witterungsabhängig)





Quelle: SW Düsseldorf AG

BEISPIEL ZWEIZONENSPEICHER 1/2 (STADTWERKE DUISBURG)

<u>Fernwärmespeicher der SW Duisburg AG</u>

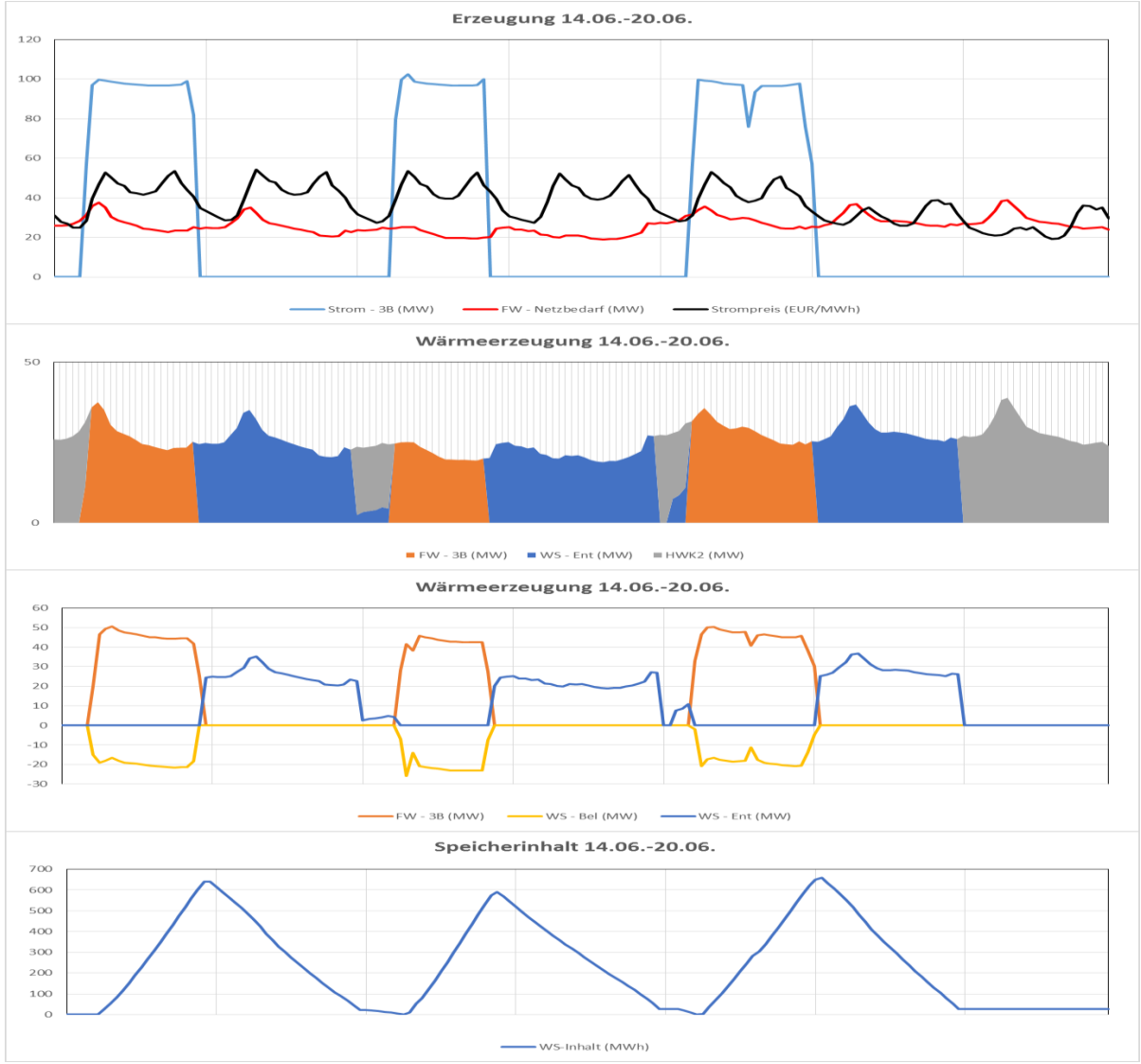
- Standort: HKW III Wanheim (GuD)
- Speichermedium: Wasser
- Bruttovolumen: 43.000 m³
- Speicherkapazität: 1.450 MWh
- Betriebstemperatur: bis 115°C
- VL-Beimischung aus Erzeugern: bis 130°C
- Be- und Entladeleistung: 140 MW
- Planung: EEB Enerko

Abbildung: SW Duisburg AG

Foto: EEB Enerko

BEISPIEL ZWEIZONENSPEICHER 2/2 (STADTWERKE DUISBURG)

- Flexibilisierung des KWK-Betriebs des HKW III für wirtschaftlich optimierten Betrieb
  - Max. Stromerzeugung bei hohen Strompreisen
  - Abschaltung der KWK-Anlage bei geringen Strompreisen
- 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 DRUCKSPEICHER 1/1 (STADTWERKE AACHEN)

<u>Fernwärmespeicher der STAWAG Stadtwerke Aachen AG</u>

- Standort: BHKW Campus Melaten
- Speichermedium: Wasser
- Volumen: 2 x 340 m³
- Betriebstemperatur: bis 130°C
- Planung: EEB Enerko
- mit Hilfe der Wärmespeicher
  - Stromgeführter Betrieb des BHWK
  - Einsatz der BHKW am Regelenergiemarkt (SRL)
- Unabhängige Einspeisung in zwei Wärmenetze

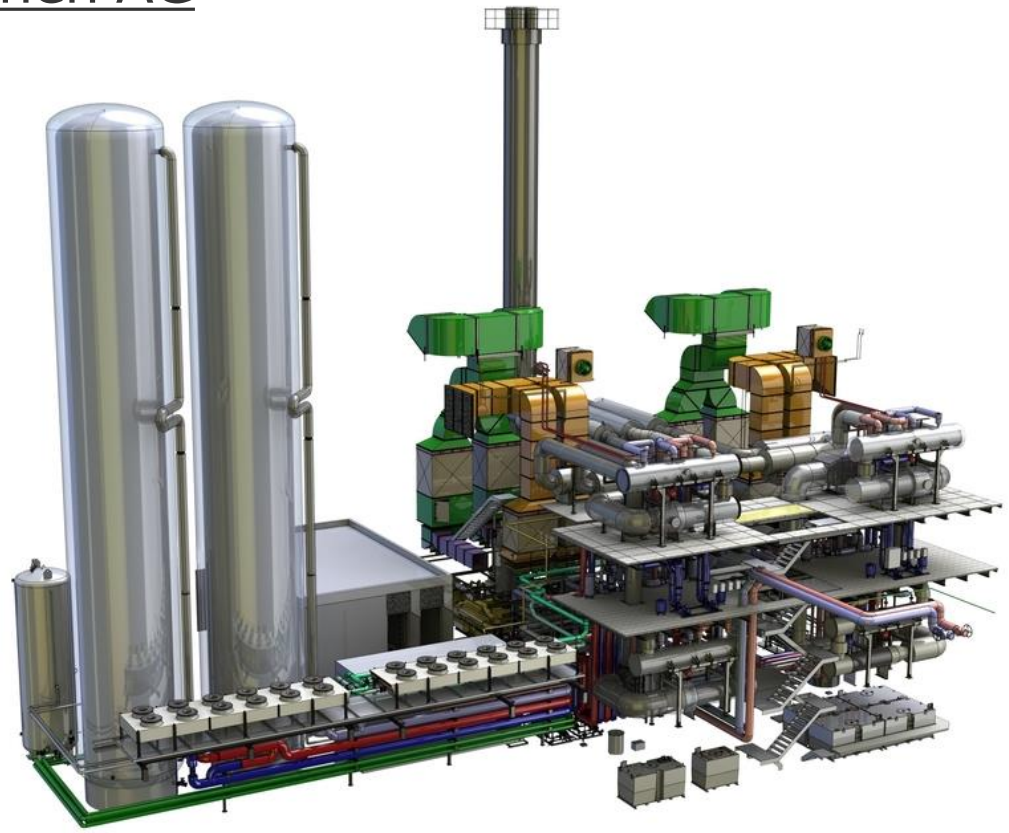


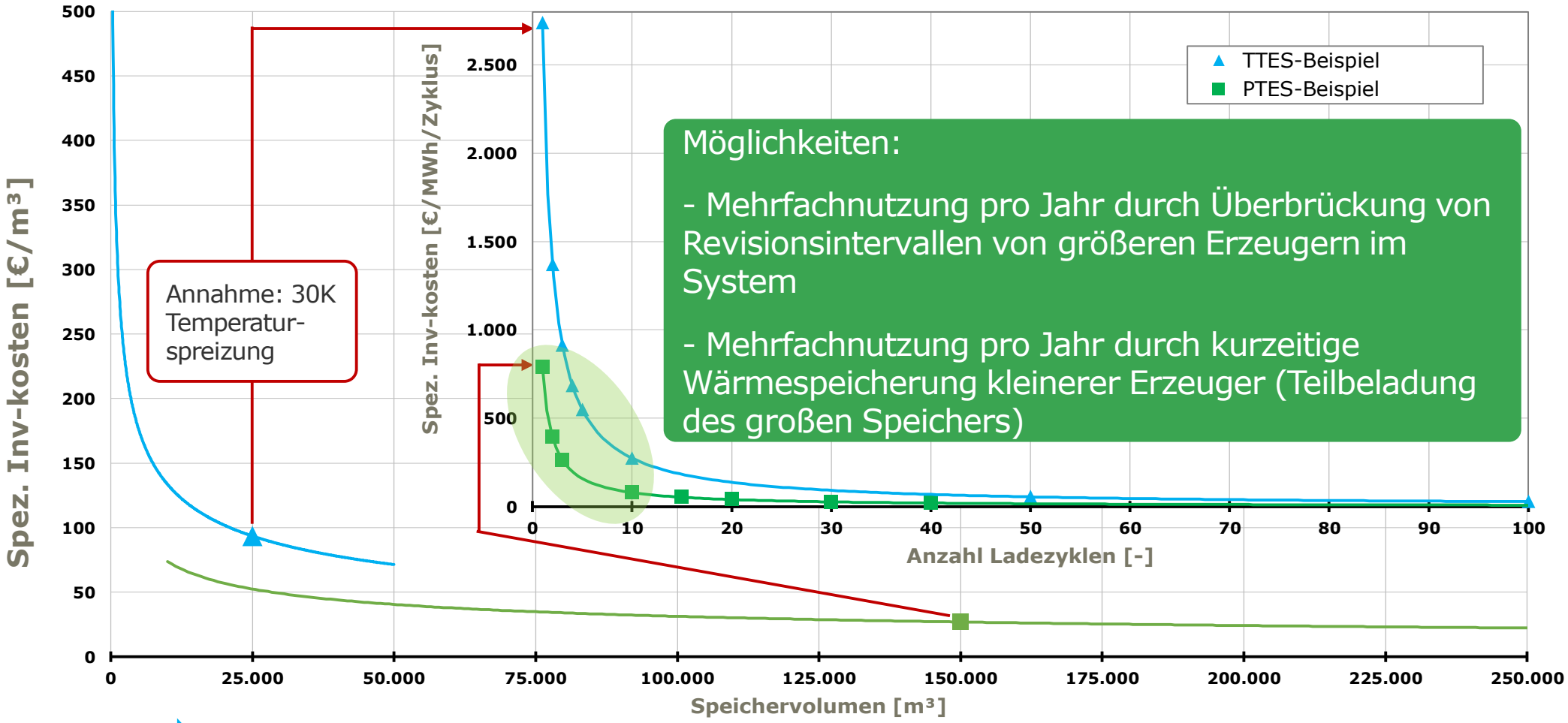
Abbildung: Zeppelin Power Systems

LANGZEITZEITSPEICHER / SAISONALE SPEICHER

Langzeitspeicher (Monats-/Jahreszyklen)

- Grundidee: Speichern von kostengünstiger und/oder klimafreundlicher Wärme vom Sommer bis in den Winter
  - Erzeugung:
    - Z.B. Solarthermie (im wesentlichen im Sommer verfügbar)
    - Z.B. klimafreundliche, im Sommer nicht ausgelastete Erzeuger (u.a. KWK-Müllverbrennungsanlage)
  - Verringerung des Brennstoffeinsatzes im Winter durch Wärmeversorgung aus dem Speicher, ggf. auch Verringerung von Zusatzerzeugerkapazitäten
- Grundproblem: Bedingt durch die meist saisonale Nutzungsart ist die Nutzungsintensität (Zyklenzahl) eingeschränkt.

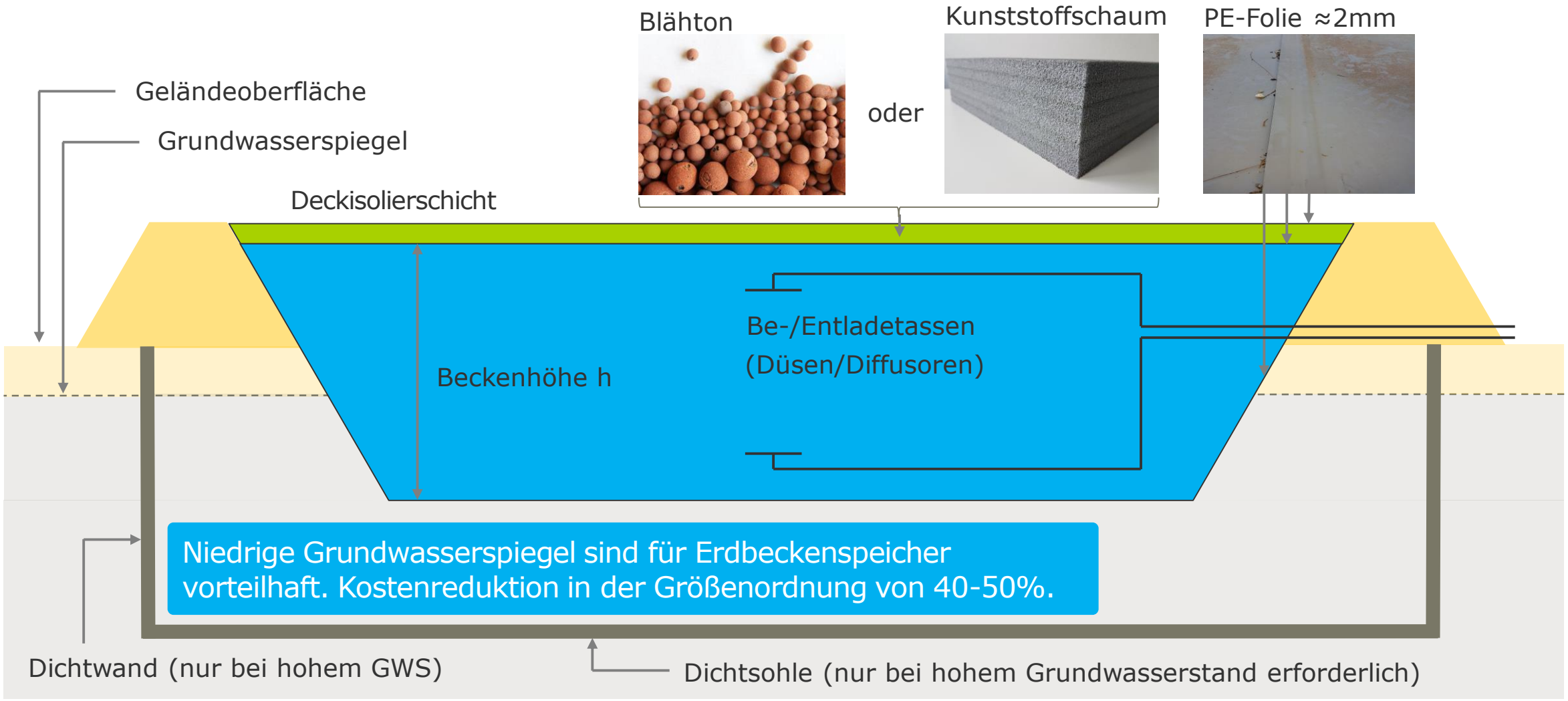
INVESTKOSTEN NACH NUTZUNGSINTENSITÄT



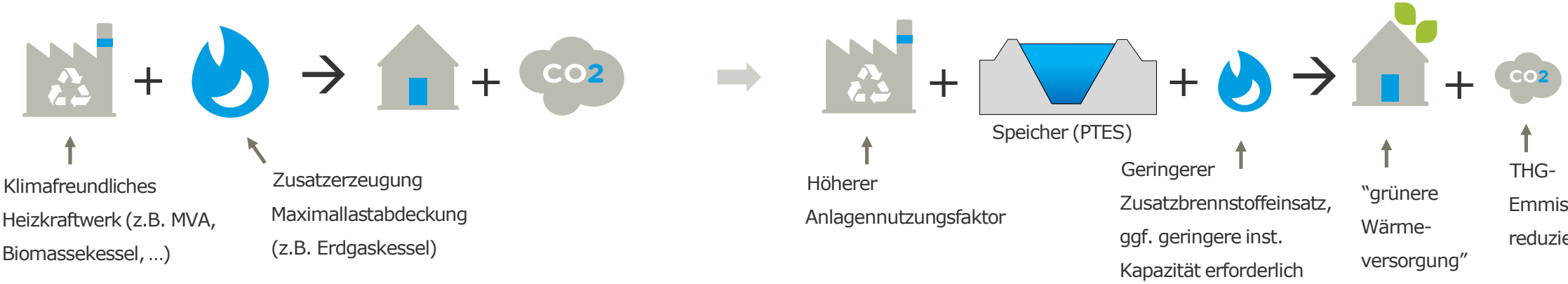
➡ Die sinnvolle Integration großer saisonaler Speicher setzt eine möglichst breite Nutzung zusätzlich zur Grundidee des Wärmetransports vom Sommer in den Winter voraus.

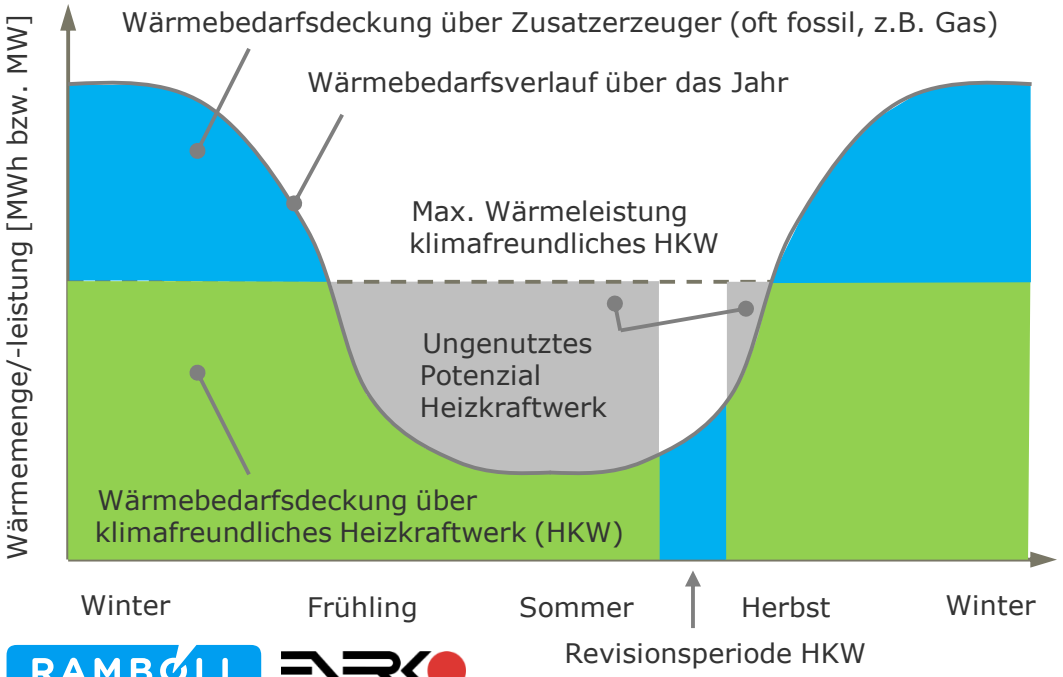
RAMBOLL ENERKO

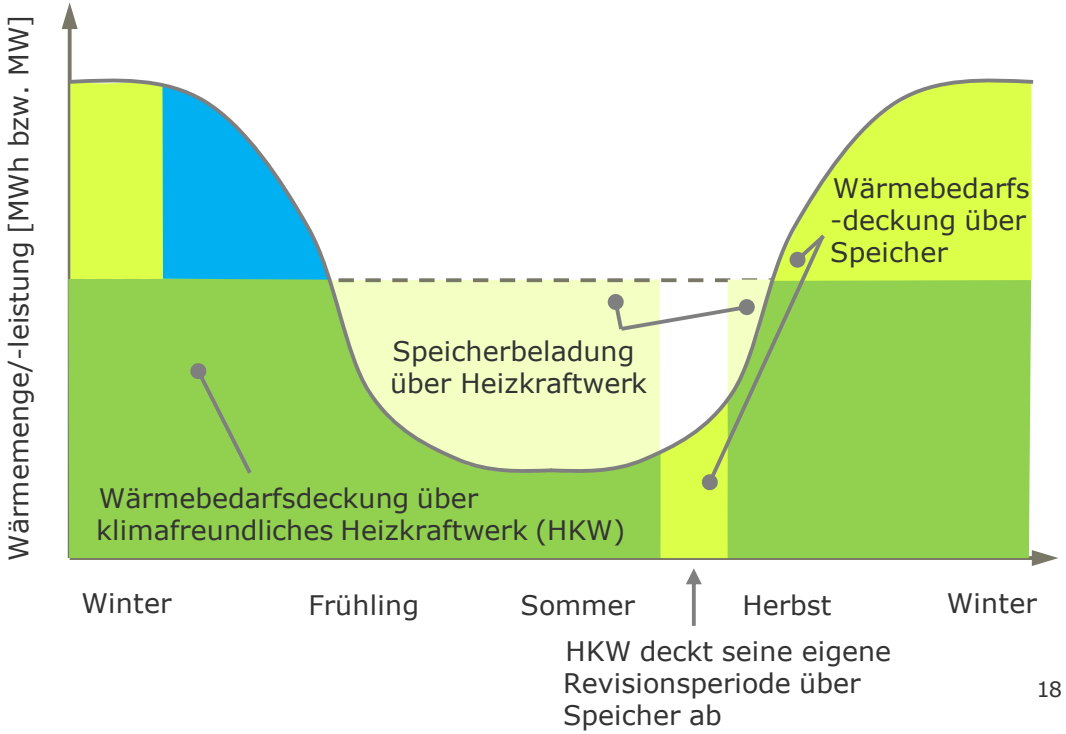
ERDBECKENWÄRMESPEICHER – AUFBAU



BEISPIEL INTEGRATION EINES ERDBECKENSPEICHERS IN VORH. WÄRMESYSTEM (NORDD. STADTWERK) 1/2







RAMBOLL ENERKO

BEISPIEL INTEGRATION EINES ERDBECKENSPEICHERS IN VORH. WÄRMESYSTEM (NORDD. STADTWERK) 2/2

- Das vorgestellte Konzept wurde für ein mittelgroßes deutsches Stadtwerk untersucht
- Vorprüfungen der Wirtschaftlichkeit durch die Stadtwerke ergaben, dass die Variante mit Speicher zu geringeren Vollkosten führt
  (BAFA-Förderung des Speichers nach KWKG vorausgesetzt; Speicher würde geforderte Eigenschaften erfüllen)
- Das Konzept beinhaltet als wesentliche Bestandteile:
  - Saisonaler Transport von klimafreundlicher und kostengünstiger Wärme vom Sommer in den Winter
  - Intensive Nutzung des Speichers zwecks Verringerung der spezifischen Kosten:
    - Hier zunächst nur doppelte Nutzung des Speichers zur Abdeckung der eigenen Revisionsperiode
    - Zusätzlich mittel- und langfristig denkbar: z.B. Erhöhung der Nutzungshäufigkeit durch Power-to-Heat (inkl. elektrischer Wärmepumpen).
- Planung: Ramboll

FAZIT UND AUSBLICK

- Speicher sind notwendiger Bestandteil in Wärmenetzen mit Abwärmenutzung und hohem Anteil Erneuerbarer Energien (einschl. Power-to-Heat).
- Speicher dienen der Flexibilisierung und wirtschaftlichen Optimierung von KWK-Anlagen (von wärme- zu stromgeführter Fahrweise).
- Projektspezifisches Nutzungskonzept entscheidet über Speichertyp und –größe.
- Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Speichers sind die Speicherdimensionierung (Skaleneffekt) und die Nutzungsintensität (Zyklenzahl).
- Besonders effektiv sind Speicher in modernen, integrierten Wärmesystemen mit vielfältigem Erzeugungs- und Verbrauchsmix (ggf. einschl. Kälte).
- Alle notwendigen Technologien stehen bereit – wir müssen sie nur planvoll einsetzen.

➡ **Energiewende geht nicht ohne Wärmewende - Wärmewende geht nicht ohne Wärmenetze - Wärmenetze geht nicht (mehr) ohne Wärmespeicher.**

RAMBOLL ENERKO

ANSPRECHPARTNER

Prof. Dr.-Ing. Eckhard Ritterbach

Leiter Energie

Tel: +49-173-5803600
Mail: eri@ramboll.com
Web: www.ramboll.de

RAMBOLL Deutschland GmbH
Limbecker Platz 1 (Magna-Tower)
45127 Essen

Dr.-Ing. Marius Maximini

Technische Planung

Tel: +49-2464-971-3
Mail: marius.maximini@enerko.de
Web: www.enerko.de

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH
Landstraße 20
52457 Aldenhoven