

Stromspeicher: Technologische Entwicklung, Bedarf und Geschäftsmodelle >



Dr. Dietmar Graeber
Stromtagung 2015, Freitag 27. November 2015

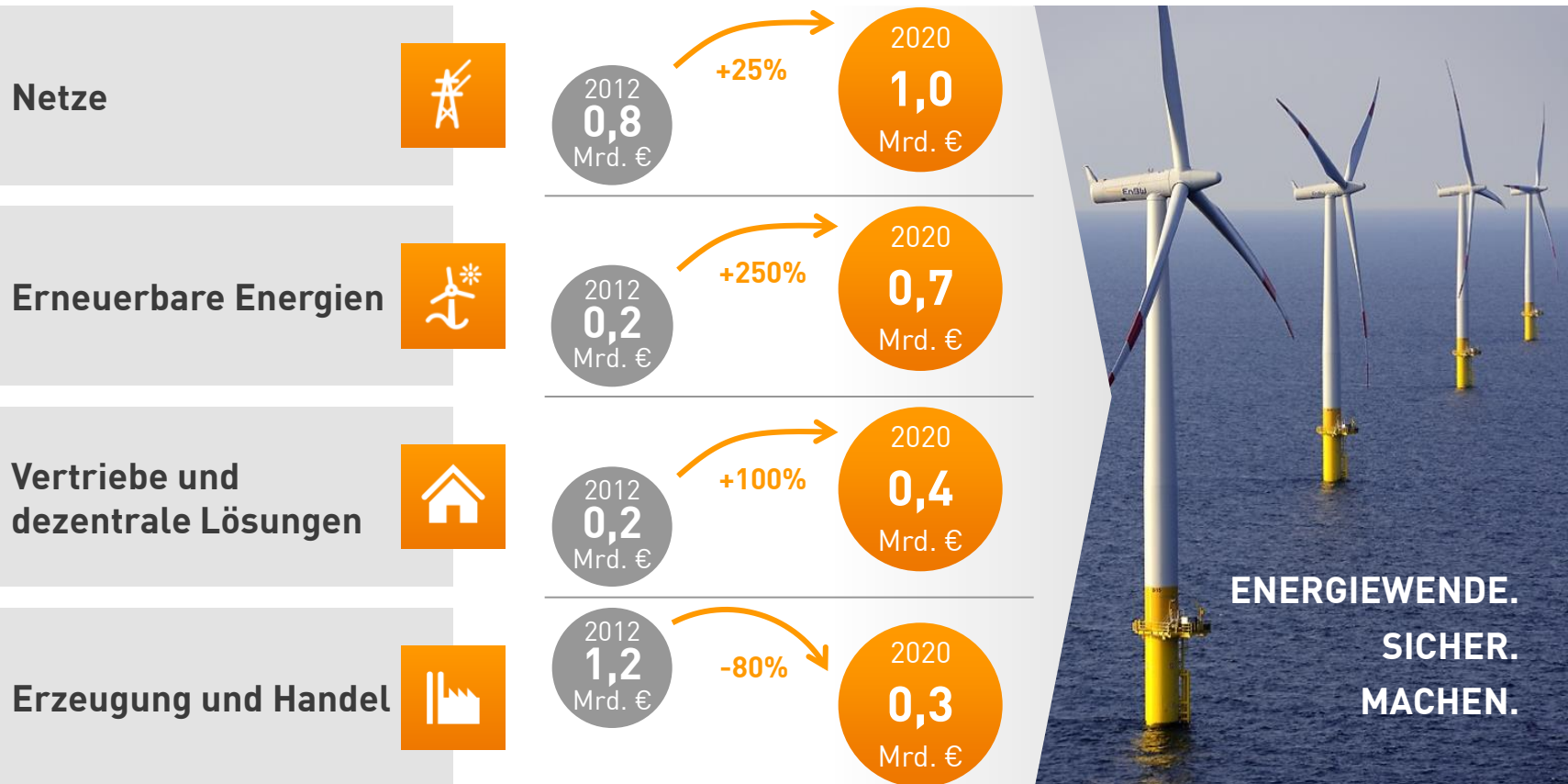
EnBW ist eines der größten Energieversorgungsunternehmen in Deutschland und Europa



- › Segmente unseres Geschäfts:
Vertrieb, Netze, Erneuerbare Energien, Erzeugung und Handel
- › Jahresumsatz 2014: über 21 Milliarden Euro
- › Kunden: rund 5,5 Millionen
- › Mitarbeiter: rund 20.000



Die Transformation der EnBW ist in vollem Gange

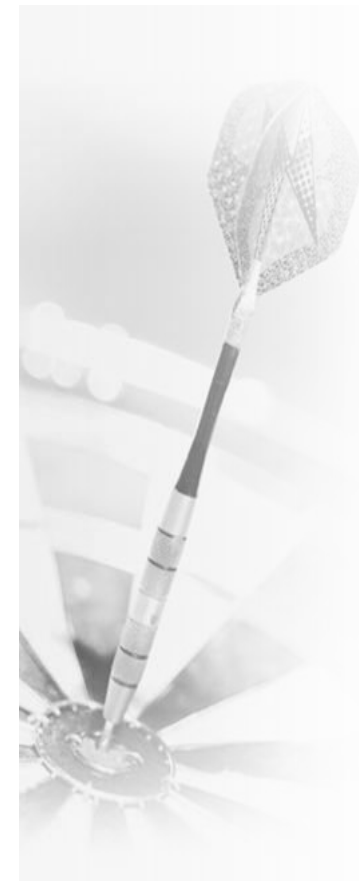


Agenda: in Hinblick auf Stromspeicher drei wesentliche Fragestellungen von Interesse

1 Welche **Technologien zur Stromspeicherung** existieren und welche Entwicklung ist zu erwarten?

2 In welchem Umfang gibt es aktuell und zukünftig **Bedarf zur Speicherung von Strom**?

3 **Wie sehen** mögliche **Geschäftsmodelle** für Speicherbetreiber aus?



Zur Speicherung von Strom existiert eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien

Speichersysteme

Elektrisch

- Doppelschicht-kondensator
- Supraleitende magnetische Spule

Mechanisch

- Pumpspeicher-kraftwerk
- Druckluft-speicher
- Schwungrad

Chemisch

- Batteriespeicher
- Wasserstoff-speicher
- Erdgas-speichersysteme

Thermisch

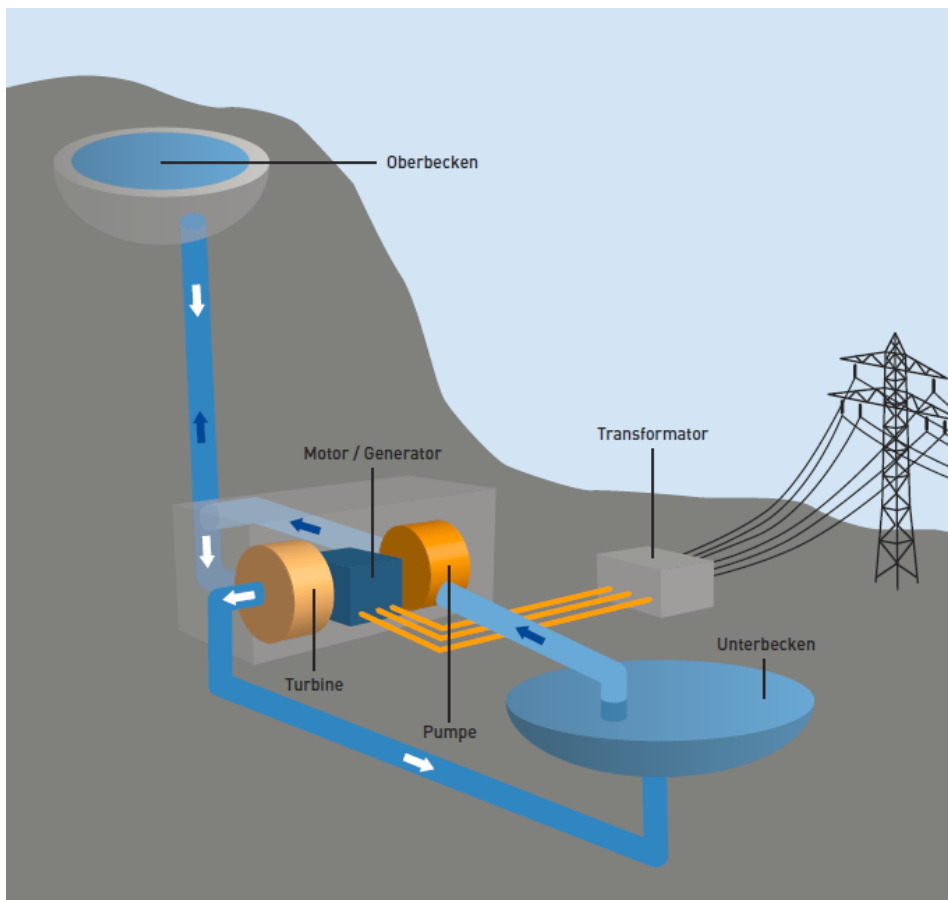
- Thermo-elektrischer Speicher



Im Folgenden werden **Pumpspeicherkraftwerke, Lithium-Ionen-Batteriespeicher und Erdgas-Speichersysteme** betrachtet

Zur stationären Stromspeicherung werden heute insbesondere Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt

Funktionsweise eines Pumpspeicherkraftwerks¹

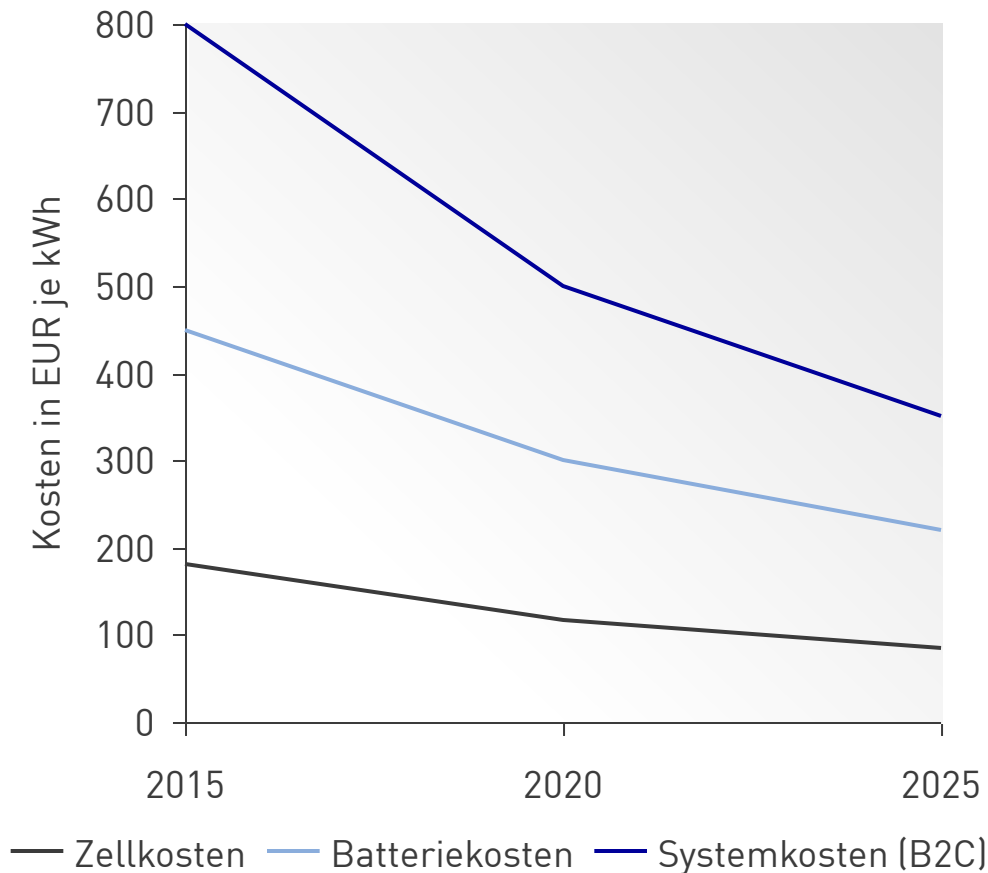


- > **Pumpspeicherung** seit gut 100 Jahren **bewährte und ausgereifte Technologie** mit wenig Kostensenkungspotential
- > Große **Zyklusfestigkeit und hoher Wirkungsgrad** sind wesentliche **Stärken** von Pumpspeicherkraftwerken
- > **Aufwändige Planung, lange Projektlaufzeiten und hohe Kosten** sind wesentliche Schwächen von Pumpspeicherkraftwerken
- > Mit weltweit ca. 125 GW an installierter Leistung **einzigste Speichertechnologie** die **in großem Umfang** eingesetzt wird

¹ Am Beispiel des Pumpspeicherkraftwerks Glems

Batteriespeicher entwickeln sich mittelfristig durch Kostensenkung zu Konkurrenten von Pumpspeichern

Entwicklung von Li-Ion-Batteriespeicherkosten¹

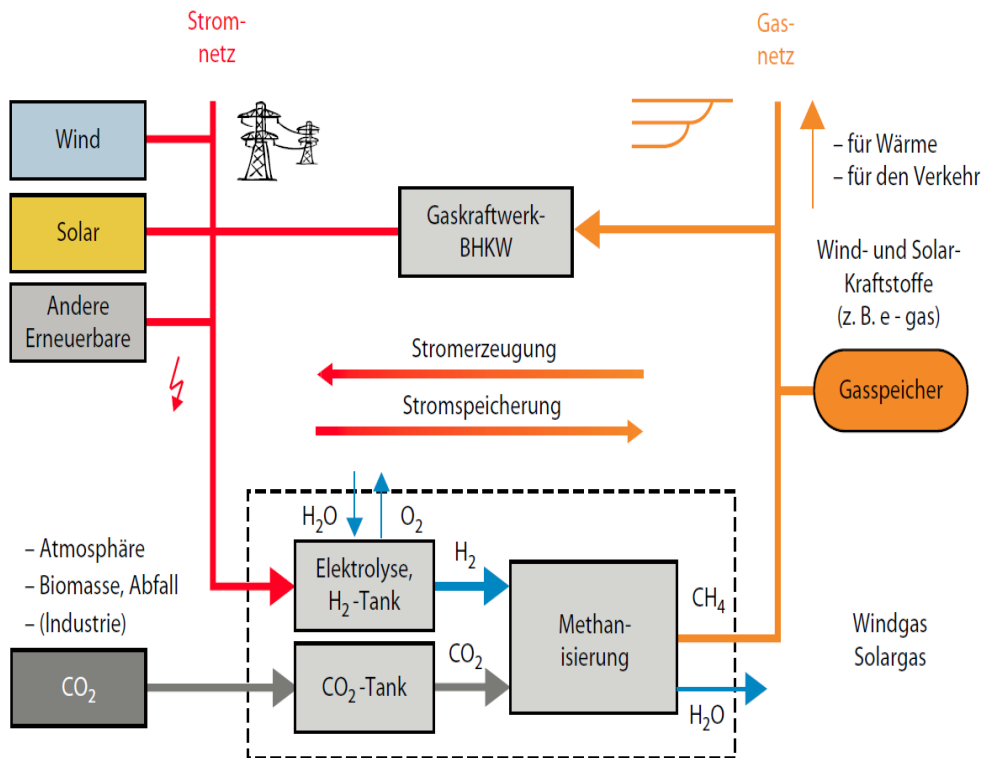


- > **Batteriespeicher schon relativ reife Technologie** mit weiterem starkem Kostensenkungspotential durch Industrialisierung der Systemfertigung
- > Hoher **Wirkungsgrad, schnelle Reaktionszeiten sowie flexible Systemgrößen** sind wesentliche Stärken
- > **Hohe Kosten und nur mittlere Zyklenfestigkeit** sind wesentliche Schwächen
- > **Markt für Batteriespeicher mit hohen Wachstumsraten**, in Deutschland bereits über 100 MW an installierter Leistung

¹ Eigene Abschätzung u. A. auf Basis Nykvist and Nilsson (2015)

Power-to-Gas könnte langfristig eine weitere Option für die Stromspeicherung darstellen
















Schematische Darstellung Power-to-Gas-System¹



- > **Power-to-Gas-Technologie** aktuell im **Erprobungsstadium** mit unterschiedlichen Systemansätzen
- > Sehr **günstige Speicherkosten** durch **Mitnutzung** bestehender **Infrastruktur** sind wesentliche **Stärken**
- > **Geringe Wirkungsgrade** und **geringe Zyklusfestigkeit** sind wesentliche **Schwächen**
- > Ein **kommerzieller Einsatz** in größerem Maßstab **hängt** insbesondere **davon ab, wie stark die Kosten** der Technologie **gesenkt** werden können

¹ Mit Methanisierung, Quelle: Sterner und Stadler (2014)


Die vorgestellten Speichertechnologien weisen heute unterschiedliche Stärken und Schwächen auf

| | Leistungs- kosten | Speicher- kosten | Wirkungsgrad- verluste | Technologie- risiken | Projektrisiken |
|-----------------------|--|--|--|--|--|
| Pump- speicher |  |  |  |  |  |
| Batterie- speicher |  |  |  |  |  |
| Power- to-Gas |  |  |  |  |  |
















 Sehr hoch

 Mittel

 Sehr gering

 **Pumpspeicherkraftwerke nach aktuellem Stand der Technik in den meisten Fällen überlegen** – Batteriespeicher bei kleinem Speichervolumen wettbewerbsfähig

Bis zum Jahr 2025 signifikante Verbesserungen bei Batteriespeichern und Power-to-Gas zu erwarten

| | Leistungs- kosten | Speicher- kosten | Wirkungsgrad- verluste | Technologie- risiken | Projektrisiken |
|-----------------------|--|--|--|--|--|
| Pump- speicher |  |  |  |  |  |
| Batterie- speicher |  |  |  |  |  |
| Power- to-Gas |  |  |  |  |  |

 Sehr hoch

 Mittel

 Sehr gering



Batteriespeicher insgesamt auf einer Augenhöhe mit Pumpspeichern – Power-to-Gas
evtl. in Einzelfällen wettbewerbsfähig

Unterschiedliche Studien zum Bedarf an Stromspeichern liegen vor

Wesentliche Fragestellungen zum Bedarf an Stromspeichern

Welche Einflussfaktoren haben signifikanten **Einfluss auf das** zukünftige **Elektrizitätsversorgungssystem?**

Wie wirken sich diese Einflussfaktoren auf den Speicherbedarf **aus?**

Wie entwickeln sich alternative Technologien zur Substitution von Stromspeichern?

> Im Folgenden werden drei aktuelle **Speicherstudien** in Form von Steckbriefen vorgestellt

Trilaterale Speicherstudie 2014: mit EE Ausbau wächst Bedarf von Speichern für Marktintegration

Studiensetup



- **Forschungsarbeit im Auftrag der Wirtschaftsministerien D, A, CH** durch IAEW der RWTH Aachen, WIP der TU Berlin und Görg Partnerschaft von Rechtsanwälten mbB, Veröffentlichungsdatum August 2014
- **Europaweite Marktmodellierung** unter Berücksichtigung Speicher mit dem Ziel eines kostenminimalen Kraftwerkseinsatz **als wesentliches Instrument**
- **3 Szenarien für 2022** (Sensitivität Gas u. Hydraulik), **5 Szenarien für 2032 – 2035** (Sensitivität Gas, Hydraulik, Fuel-Switch, Lastmanagement)

Wesentliche Ergebnisse



- **In den nächsten 10 Jahren** bis ca. 40% EE-Anteil **kaum Einfluss von Speichern** auf EE Integration
- **In den nächsten 20 Jahren** mit ca. 50% EE-Anteil **helfen Speicher** in kleinem Umfang bei der EE Integration
- Darüber hinaus, **mit mehr als 60% EE-Anteil stark ansteigender Nutzen von Speichern**

Studiensetup



- **Forschungsarbeit im Auftrag der AGORA Energiewende** durch IAEW und iSEA, ef.RUHR und FENES mit Veröffentlichungsdatum September 2014
- **Europaweite Marktmodellierung** unter Berücksichtigung Speicher mit dem Ziel eines kostenminimalen Kraftwerkseinsatz **als wesentliches Instrument**
- **3 Szenarien über EE-Ausbau** in Europa werden berücksichtigt, dazu jeweils verschiedene Varianten alternativer Flexibilitätsoptionen

Wesentliche Ergebnisse



- Der **EE-Ausbau muss nicht auf Stromspeicher warten**, da andere Flexibilitätsoptionen günstiger bereitgestellt werden können
- **Speicher müssen gleichberechtigten Zugang zu Märkten** für Flexibilität wie z.B. Regelleistungsmärkte **erhalten**
- **Speicher sollten** im Verteilnetz **ein Element im Baukasten der Netzbetreiber werden**

Stromspeicherstudie 2050 der TU Wien: Speichern ist nicht das Problem

Studiensetup



- › **Forschungsarbeit im Rahmen des österreichischen Programms „Neue Energien 2020“** durch TU Wien, Verbund, JOANNEUM RESEARCH, AIT und PÖYRY mit Veröffentlichungsdatum Juni 2015
- › **Detaillierte Marktmodellierung von D und AT** mit dem Ziel einen wirtschaftlichen Pumpspeicherbedarf unter Berücksichtigung alternativer Optionen der Flexibilisierung zu analysieren
- › **Mehrere Szenarien werden simuliert**, die zu einer CO₂-Emissionsreduktion von 76 bis 90% führen

Wesentliche Ergebnisse



- › **Wirtschaftlichkeit** und Bedarf an Speichern **hängt stark von CO₂-Reduktionsziel ab**
- › Ein hoher **Pumpspeicherausbaubedarf wird erst nach 2030 erwartet**
- › **Für 2050 beträgt der optimale Pumpspeicherausbau** in Österreich und Deutschland **zwischen 5 und 30 GW**

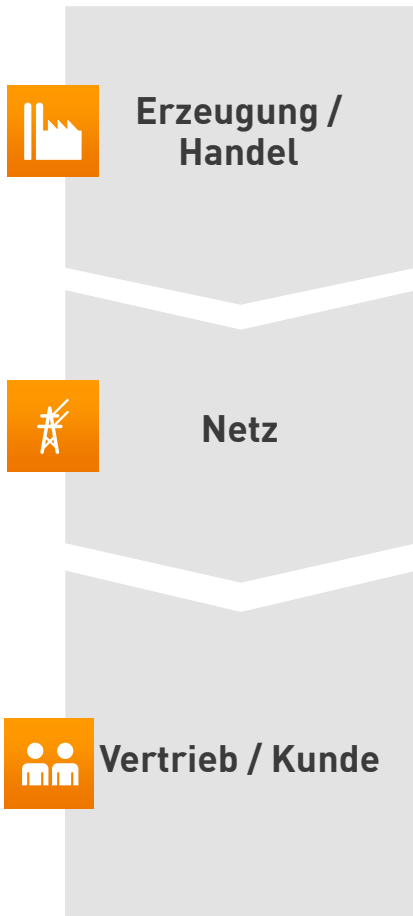
Alle Studien beinhalten Annahmen über die Entwicklung von Alternativen zur Stromspeicherung



Zukünftiger Speicherbedarf hängt sehr stark **von** Entwicklung und Nutzung von Alternativen zur Stromspeicherung **ab**

Für Stromspeicher viele Geschäftsmodelle auf Grundlage unterschiedlicher Use-Cases denkbar

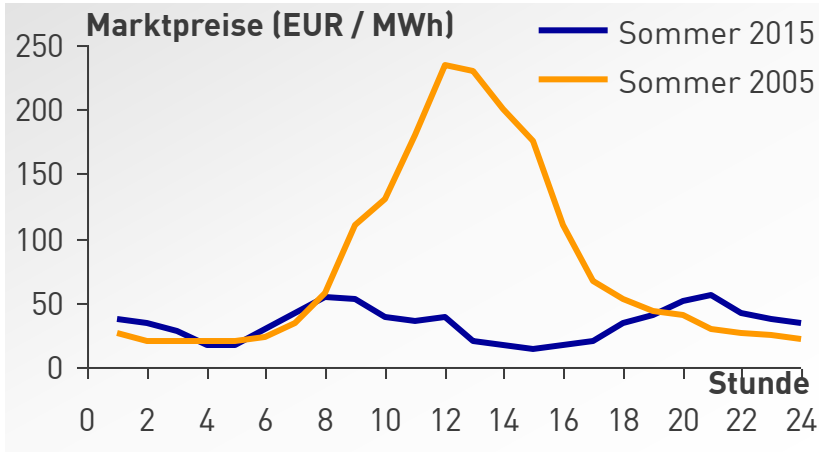
Wertschöpfungsstufe Use-Case für Stromspeicher



- > **Reduzierung der Spitzenlast** (durch Ausschöpfung von zeitlichen Preisdifferenzen an Spot- und Intraday-Märkten)
- > **Bereitstellung von Regelleistung** (Primär-, Sekundärregelleistung und Minutenreserveleistung)
- > **Vermeidung des Netzausbaus** oder zeitlicher Aufschub bei Überlastung
- > **Optimierung des Netzbetriebs** (z.B. bei Spannungshaltung, Bereitstellung zusätzlicher Kurzschlussströme oder Verlustminimierung)
- > **Erhöhung des Eigenverbrauchs** (z.B. in Verbindung mit einer PV-Anlage)
- > **Verringerung der Maximallast** (zur Optimierung des Leistungspreises)
- > **Optimierung der Bezugskosten** (bei zeitvariablen Endkumentarifen)

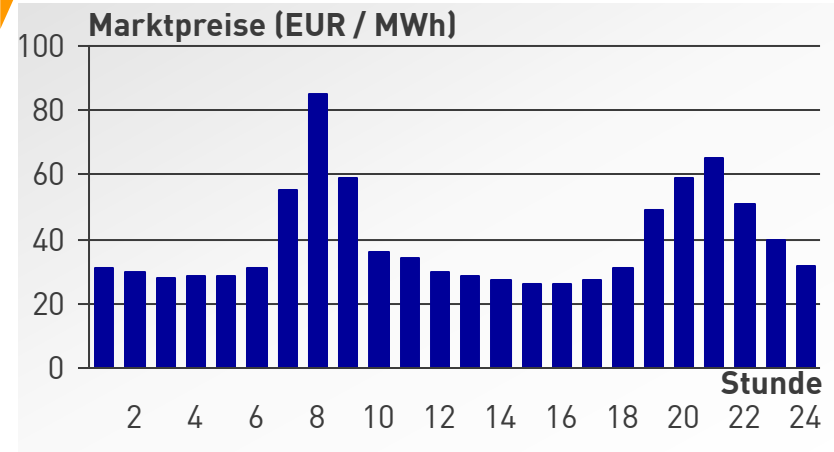
Ausschöpfung von zeitlichen Preisdifferenzen am Großhandelsmarkt könnte wieder attraktiver werden

Gestern / Heute



- › **Früher hoher Peak-Offpeak-Spread** mit Preisspitze in der Mittagszeit und regelmäßigem Pump-/ Turbinenbetrieb
- › **Heute flache Preiskurve** mit kaum mehr auskömmlichen Spreads

Zukünftig



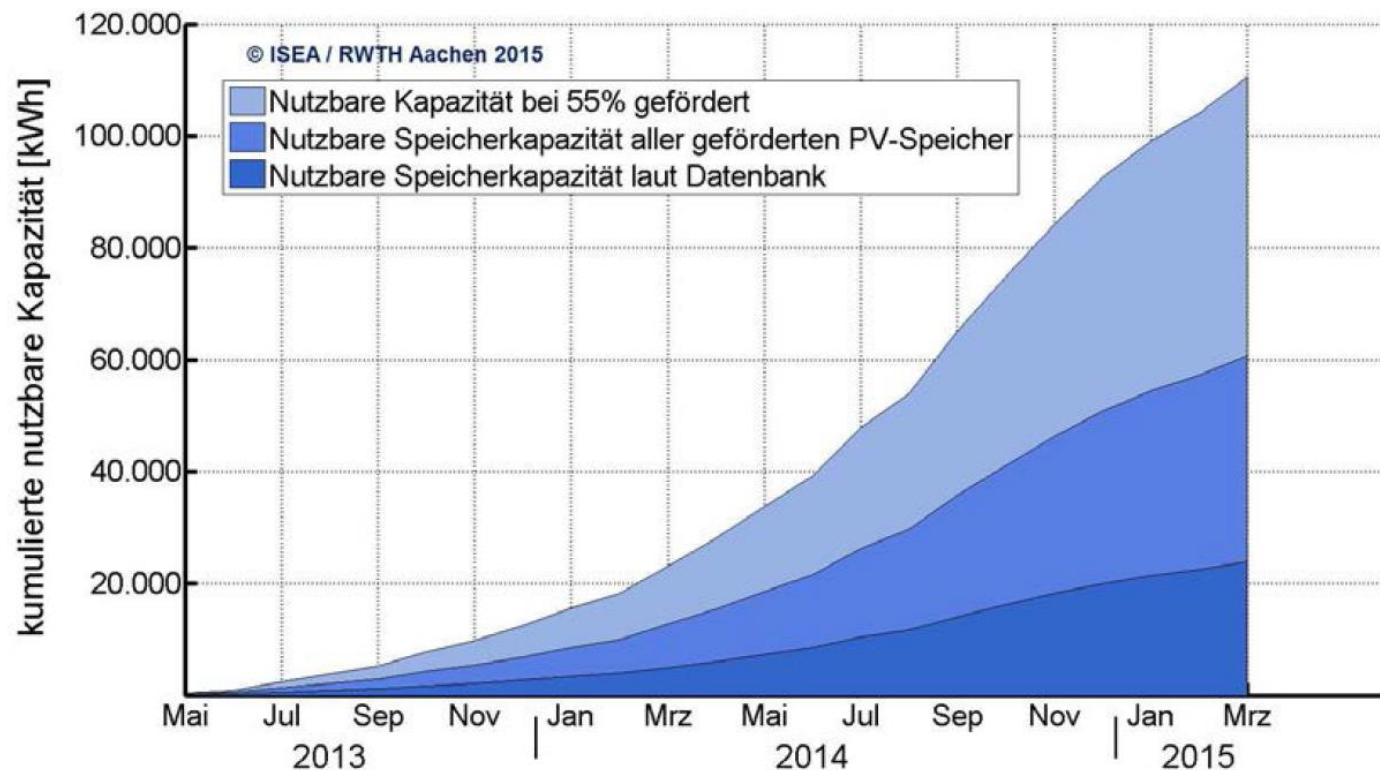
- › **Zukünftig** möglicherweise **Verstärkung** der „Mittagsdelle“ und **Ausprägung von zwei Preis-Peaks** an Sommertagen



Zukünftige Entwicklung von Preis-Spreads allerdings noch unsicher, da großer Einfluss des Kraftwerkparks und anderer Technologien wie Demand-Side-Management

Dezentrale PV-Batteriespeicher zur Eigenverbrauchs-optimierung erleben starkes Wachstum

Zubau von PV-Speichersystemen in Deutschland



➤ Die zukünftige **Wirtschaftlichkeit von PV-Batteriespeichern hängt** sehr stark vom **regulatorischen Rahmen** wie z.B. der Netzentgeltstruktur **ab**

1

Pumpspeicher sind aktuell dominierende Technologie zur Stromspeicherung; Batteriespeicher entwickeln sich zukünftig zu ernstzunehmenden Wettbewerbern

2

Bedarf an Stromspeichern hängt sehr stark **von** Annahmen über **Entwicklung von alternativen Technologien ab**

3

Entlang der Wertschöpfungskette **viele Geschäftsmodelle für Stromspeichern vorhanden**; grundsätzlich Unsicherheiten über zukünftige Wirtschaftlichkeit durch konkurrierende Technologien und regulatorische Eingriffe

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Dr. Dietmar Graeber

Durlacher Allee 93

76131 Karlsruhe

Telefon +49 721 63 – 13675

d.graeber@enbw.com