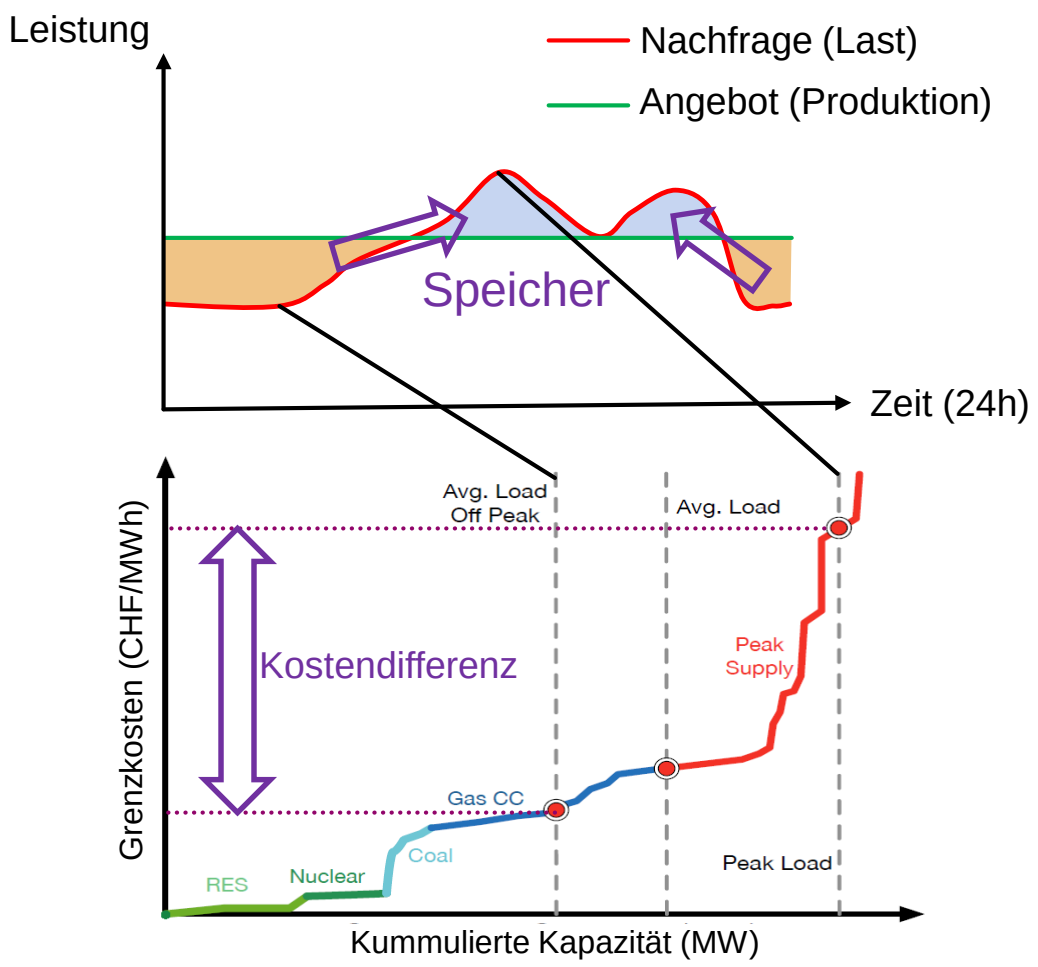
ETH zürich

Energiespeicherung: Wie können private Investitionen und Innovation gefördert werden?

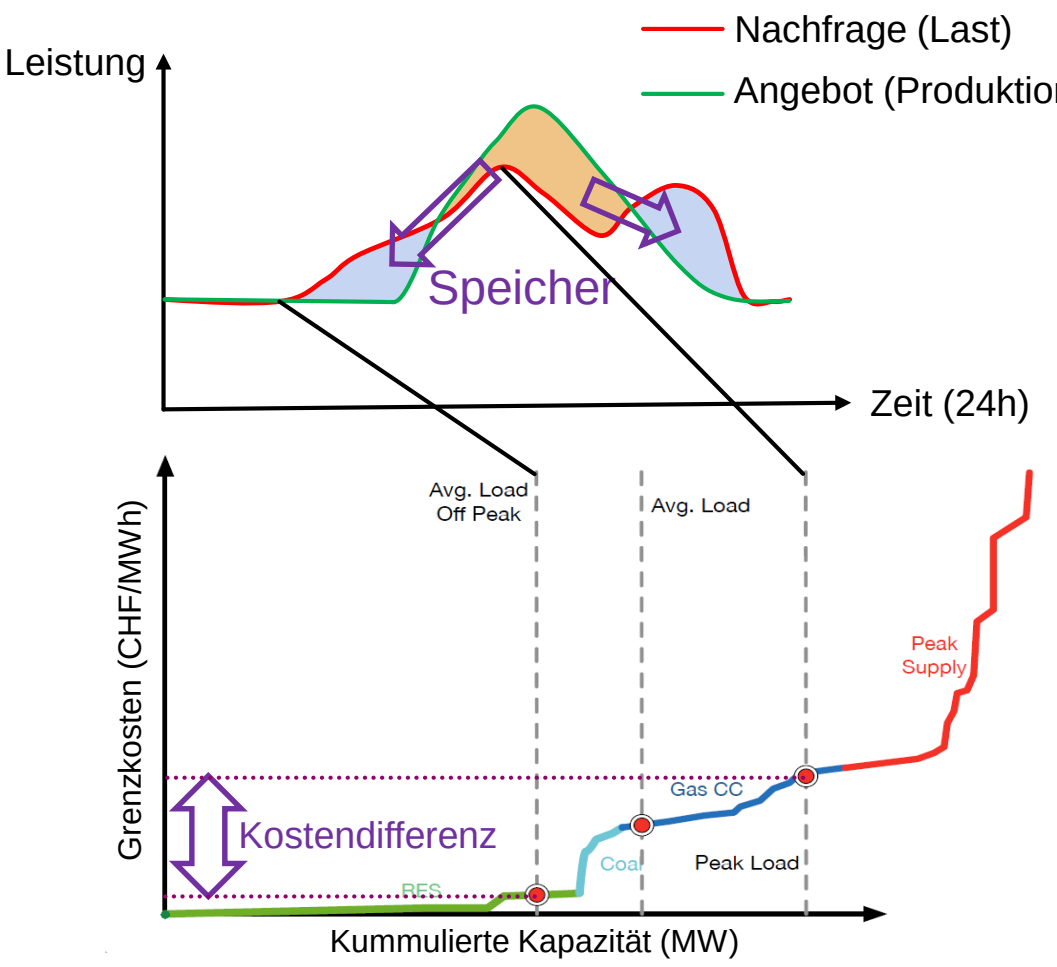
Professor Tobias Schmidt & Professor Renate Schubert

Traditionelle Rolle von Speichern: Ausgleich von Angebot und Nachfrage (Arbitrage)

Situation vor der Energiewende (vereinfacht)



Situation mit hohem Anteil Erneuerbarer (vereinfacht)



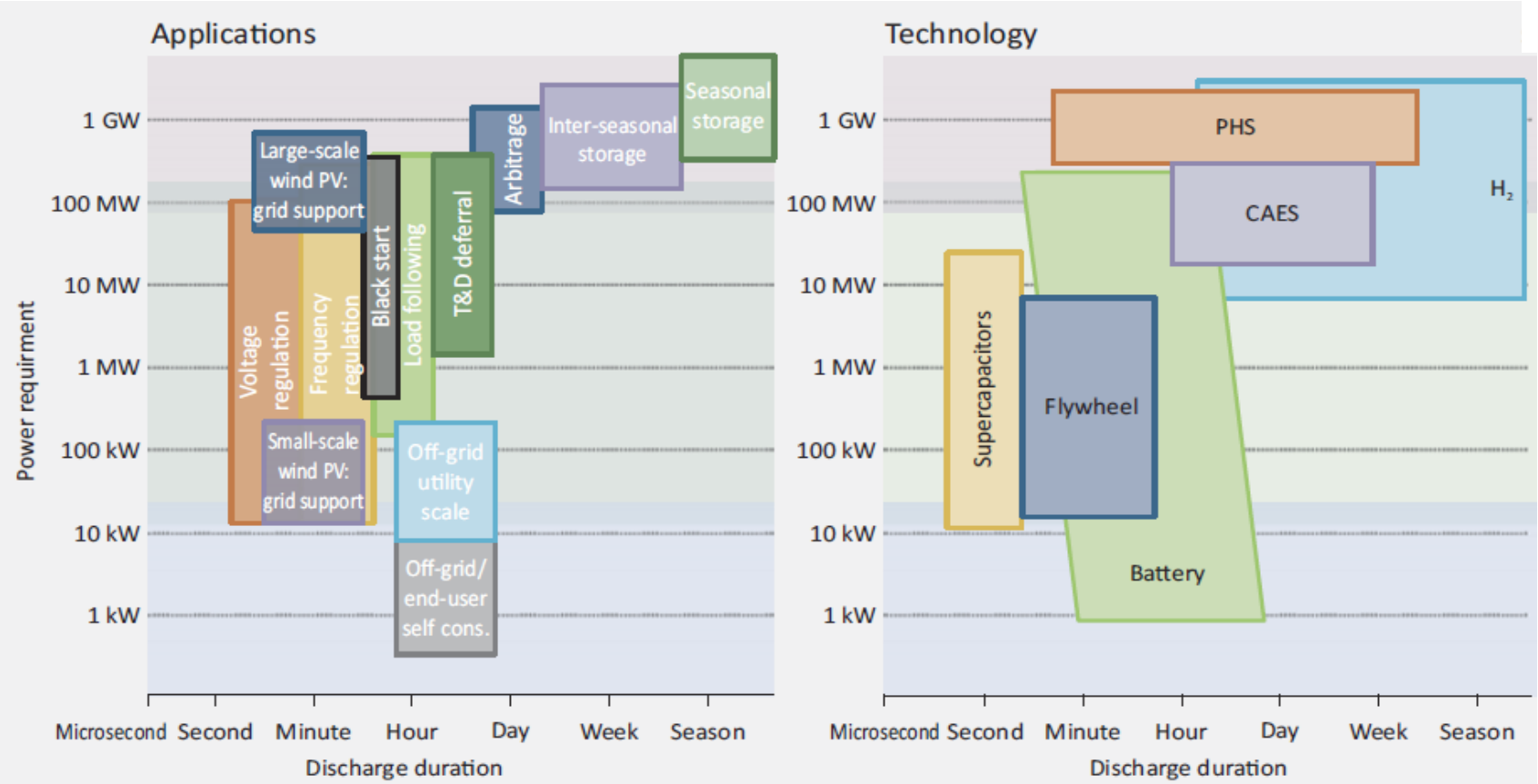
Quellen: Energy Politics Group; Energy Science Center (ETH Zürich)

Neue Aufgaben und Anwendungen für Speicher im Energiesystem

Value creation \ Location along value chain	*Generation*		*Transmission & Distribution*	*End-consumer*	
	Conventional	Renewable		Industrial	Private
Power quality		**RET Smoothing**	**Area & Frequency Regulation** **Support of Voltage Regulation**	**End-consumer Power Quality**	
Power reliability	**Black Start**		**Reserve Capacity**	**End-consumer Power Reliability**	
Increased utilization of existing assets	**Load Following**	**RET Firming**	**T&D Investment Deferral**	**Increase of Self-consumption**	
Arbitrage		**RET Arbitrage**	**Wholesale Arbitrage**	**End-consumer Arbitrage**	

Quelle: Battke B. & Schmidt T.S. *Applied Energy* (2015)

Eignung verschiedener Speichertechnologien für verschiedene Anwendungen



Quelle: IEA Energy Technology Perspectives 2014

- Anwendungen unterscheiden sich hinsichtlich Entladungsdauer, Zyklusfrequenz und Leistungsklassen
- Batterien und Wasserstoff-Speicher haben eine relative grosse Flexibilität hinsichtlich der Anwendungen
- Durch ***Innovation*** kann diese Flexibilität erhöht werden
  => Technologien können in anderen Anwendungen wettbewerbsfähig werden

Innovationspotential und Lernmechanismen ausgewählter Speichertechnologien

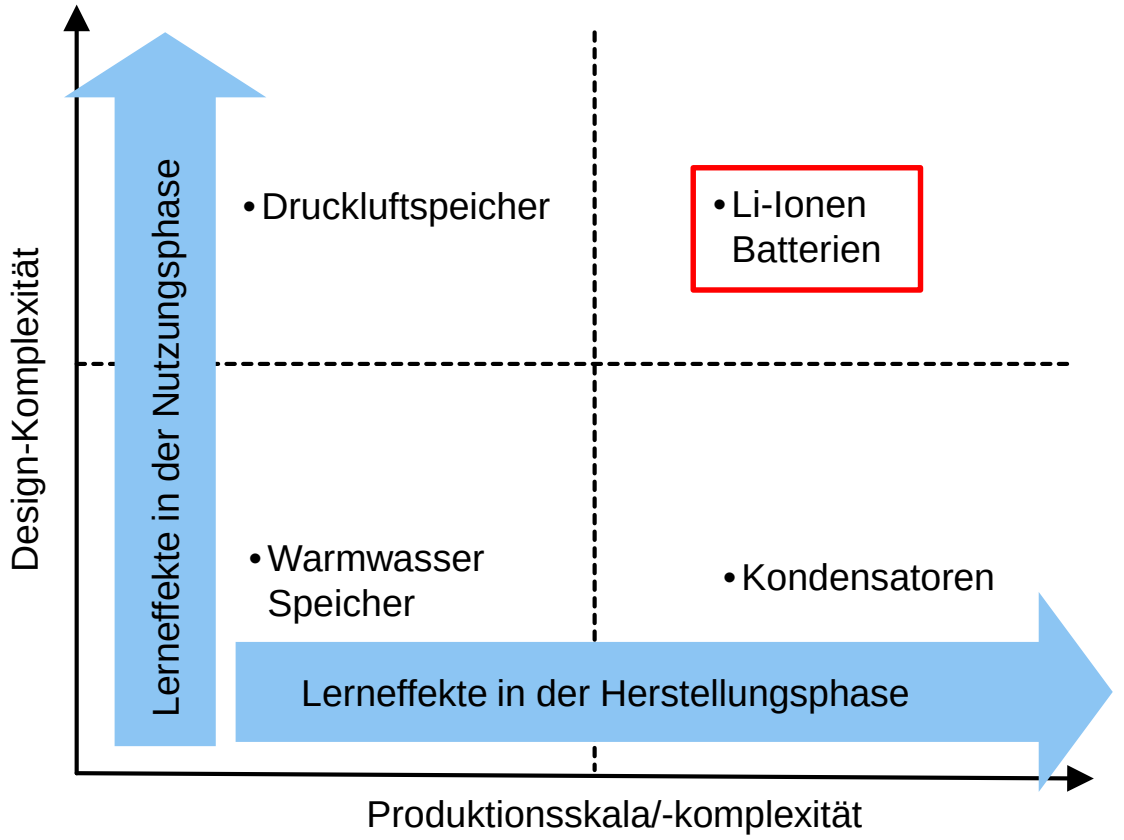
Innovationspotential

Technologie	Aktuelle Zykluseffizienz	Innovations-potential
Pumpspeicher	85-90%	gering-mittel
Schwungrad	90-95%	gering
Druckluftspeicher	40-72*%	hoch
Batterien		
• Bleisäure	80-90%	gering
• Lithium-Ionen	85-90%	hoch
• neue Materialien	hohe Varianz	sehr hoch

*in Bau (Leventin, NEAT)

Quellen: Lopes Ferreira et al. *Energy* (2013), Luo et al. *Applied Energy* (2015), ETH Zurich/SNF NFP

Lernmechanismen



adapted from: Schmidt T.S., Huenteler J.: *Global Environmental Change* (2016); Huenteler J., Schmidt T.S., Ossenbrink J., Hoffmann V.H. (2016), *Technol. Forecasting & Soc. Change* (2016)

Kombination von Anwendungen in einer Batteriespeicheranlage

Anwendung A:
Kappen der Lastspitze

+ Geringes Marktrisiko
- Niedrige Kostenersparnisse

Einnahmen

Service

Einnahmen

Service

Anwendung B:
Regelleistung

+ Hohes Einkommensniveau
- Hohes Marktrisiko

Regulatorische Barrieren für Kombination von Anwendungen

- Fehlende rechtliche Definition von Speichern
- Qualifikationsbedingungen
- Entflechtungsregeln

Quelle: Stephan A., Battke B., Beuse M., Clausdeinken J.H, Schmidt T.S., *Nature Energy* (2016)

Energiespeicherung bei privaten Haushalten: Batterien

Batterien zur Stromspeicherung in Haushalten werden **immer interessanter**:

- **Preisentwicklung am Batteriemarkt**: Batterien zur Speicherung von Solarstrom der eigenen PV-Anlage werden immer kostengünstiger →«grid parity», d.h. Bezug aus dem Stromnetz ist oft annährend gleich teuer wie die Eigennutzung des Stroms per Batterie

- Strom-Konsumentinnen und –Konsumenten haben die Möglichkeit **Strom-Prosumentinnen und –Prosumenten** zu werden, d.h. durch die Produktion von eigenem Strom in Kombination mit einem Speicher den (gesamten?) Strombedarf abzudecken

Energiespeicherung bei privaten Haushalten: Batterien

Batterien zur Stromspeicherung in Haushalten werden **immer interessanter**:

- Batterien zur Stromspeicherung haben **positives Image in der Gesellschaft** – «74% der Haushalte denken, dass Batteriespeicher die Stromversorgung revolutionieren können» (Kundenbarometer Erneuerbare Energien, Universität St. Gallen, 2016)

- Thema hat **hohe mediale Aufmerksamkeit**, z.B. wurden von der Tesla Powerwall noch vor Markteinführung weltweit 38’000 Einheiten vorbestellt

Bildquelle: Fortune, 10. August 2015

Barrieren für Batterien zur Stromspeicherung in Haushalten

- Marketing und **Kostenwahrheit für Speicherlösungen** in Haushalten divergieren
- Ein vereinfachtes Kostenbeispiel anhand der Tesla Powerwall mit 6,4kWh Speicherkapazität

  (Daten des Verbands unabhängiger Energieerzeuger, VESE):

  - Anschaffungskosten für Tesla-Powerwall: ~ 5’100 CHF
  - Wechselrichter: ~ 3’000 CHF
  - Smart-Meter ~ 300 CHF
  - Montage & Konfiguration ~ 1’500 CHF
  - Total **~ 9’900 CHF**

Bildquelle: The Telegraph, 6. Mai 2015

- Optimistisch gerechnet hält die Batterie 5’000-10’000 Zyklen, was in etwa 15-30 Rappen / kWh reinen Speicherkosten entspricht (ohne Verzinsung und Stromgestehungskosten der PV-Anlage). Im Vergleich: Strompreis im ewz-Basistarif bei rund 27 Rappen /kWh (inkl. Netznutzung und Abgaben) → **Ökonomische Rentabilität**?

Barrieren für Batterien zur Stromspeicherung in Haushalten

- **Heterogenität der Haushalte** ist ausgeprägt und ökonomische Rentabilität von Batteriespeichern hängt von vielen Faktoren ab:
  - PV-Anlage (schon) vorhanden?
  - Elektroauto (schon) vorhanden?
  - Möglichkeit der Auswahl verschiedener Tarife? ‘Time of use’ – Tarife oder Einheitstarife?

- **Landlord-Tenant Problem**, d.h. Mieter können häufig keine Speicher installieren

- Strombezugskosten können auch anderweitig und kostengünstiger gesenkt werden – **Stichwort: Energieeffizienz**

- Batteriespeicherlösungen können **psychologische Kosten** haben – die Verlässlichkeit des Stromnetzes wird aufgegeben, es gibt kein Sicherheitsnetz: Nicht-technikaffine und risikoaverse Haushalte werden dieser Technologie wahrscheinlich mit Skepsis gegenüber stehen; ausserdem: **data privacy** ??

Nutzung der Speicherkapazität von Elektroautos für das Netz

- Anzahl Elektroautos in der Schweiz steigt (~7'500 in 2015 = 1 Promille)
- Chancen und Herausforderungen:
  - Weitere Erhöhung der Stromnachfrage in den Abendstunden (Ladevorgang am Ende des Tages)
  - Fahrzeuge sind oft tagsüber geparkt – Chance für flexible Lade- und Entladevorgänge (Verminderung von Lastspitzen), welche den Benutzerkomfort nicht einschränken sollten → Elektroauto fungiert als Speicher im Stromnetz ('Vehicle to Grid (V2G)')
  - ETH-Projekt THELMA (Technology-centered Electric Mobility Assessment) schätzt, dass Elektroautos bis 2035 zwischen 35-73% der erforderlichen Ausgleichsenergie bereitstellen könnten
  - Aber: V2G braucht noch bessere technische Voraussetzungen (Informationstechnologie)
  - Und: V2G braucht höhere Akzeptanz für Nutzerinnen/Nutzer von Elektroautos

Nutzung der Speicherkapazität von Elektroautos für das Netz

Fallbeispiel: ‘ChargeForward’-Programm von BMW und Pacific Gas and Electric (PGE)

- 100 BesitzerInnen eines BMW i3 geben über eine mobile Applikation Auskunft, wann ihr Auto zum Auf- bzw. zum Entladen bereit ist
- Das Programm nützt diese Information, um Ladevorgänge besser auf die Bedürfnisse und Restriktionen des Stromnetzes abzustimmen
- Wer mitmacht, bekommt einen 1’000$ Gutschein von PGE
- Ziel dieses Versuchs: Mehr Wissen über die Flexibilität und das Verhalten von BenutzerInnen von E-Fahrzeugen bezüglich des Ladevorgangs; Langfristig Entlastung des Stromnetzes

Bildquelle: BMW, 2016

Finanzierung von Speichern in privaten Haushalten

- In der **Schweiz**:
  - Investitionen in Batteriespeicherlösungen sind Privatsache der Haushalte; niedriges Kreditzinsniveau kann Investitionen unterstützen; zögerliche Kreditvergabe durch Banken
  - Vereinzelte Förderung: Kanton Thurgau fördert Batteriespeicher für Solarstromanlagen mit 2’000 CHF + 400 CHF pro kWh nutzbarer Kapazität (maximal 35% der Gesamtkosten)
- In **Deutschland**:

  ‘Förderprodukt Erneuerbare Energie und Speicher’ der KfW-Bank:

  (1) Zinsgünstiges Darlehen (1% eff. Jahreszins für 100% der Investitionssumme) für Errichtung eines Batteriespeichersystems inkl. PV-Anlage

  (2) Tilgungszuschuss (bis zu 25% der Gesamtsumme) aus Bundesmitteln

➔ Marktentwicklung und Kreditvergabe sind wichtig

Neue Geschäftsmodelle für Batteriespeicherung bei Privaten

- Verkauf von Speicher-Dienstleistungen statt Speicher-Geräten → Nutzen der Vorteile von Bündelung
- Zusammenschluss von Haushalten/Siedlungen/Kommunen (und deren jeweiligen Batterien) als Akteure am Strommarkt (Anbieter von Ausgleichsenergie) → regulatorische Rahmenbedingungen
- V2G mit Kompensationsleistungen für Nutzerinnen/Nutzer von Elektrofahrzeugen (Zahlungen für Ausgleichsenergie) →Systemdienstleister an Schnittstelle Mobilität/Strom
- Kleinteilige Geschäftsmodelle mit Fokus auf Gewohnheiten und Verhalten sowie Befürchtungen (mangelnde Verfügbarkeit; data privacy) der Kundinnen und Kunden → Weiterentwicklung von ICT

Fazit

- Langfristig wird **mehr Speicherkapazität** benötigt; derzeit ist die Situation aber nicht günstig für traditionelle Geschäftsmodelle (Arbitrage)
- **Neue Geschäftsmodelle**, die alternative Anwendungen bedienen und sie kombinieren, können aber zur Wettbewerbsfähigkeit beitragen
- Geht es nur ums Senken der Strombezugskosten, sind auch **andere Wege** attraktiv
- Politik zur **Förderung von Investitionen und Innovation** bei Energiespeicherung sollte:
  - Technologieunterschiede hinsichtlich Lernmechanismen berücksichtigen
  - Risikoabschätzungen bei Kreditgebern beachten
  - Barrieren für innovative Geschäftsmodelle reduzieren
  - Lösungen für Data Privacy Issues anbieten
  - Ihre Idee??!!