

ZWISCHENSPEICHER DER ZUKUNFT FÜR ELEKTRISCHE ENERGIE

ZIELE

- Problematiken der Wirkungsgrade der Speichertechnologien veranschaulichen.
- Auswirkungen auf die Umwelt analysieren und aufzeigen
- Erforschung des Energiebewusstseins im Verwandten- und Bekanntenkreis

PROJEKTHINTERGRUND

Der Ausbau von erneuerbaren Energien ist ein wichtiger Faktor für die Energiewende. Um die Umstellung auf Strom aus erneuerbaren Energiequellen, als Alternative zu fossiler Energie, zu bewerkstelligen sind aber systemische Anpassungen notwendig. Denn regenerative Energiequellen, wie Wind- oder Solarenergie, sind von der Wetterlage abhängig und es wird oft mehr oder auch weniger Strom erzeugt als verbraucht wird. Oft sind Erzeuger und Verbraucher von elektrischer Energie weit voneinander entfernt, was eine Infrastruktur Herausforderung (wirtschaftlich und organisatorisch) darstellt. Zwischenspeicher ermöglichen eine zeitliche Entkopplung von Angebot und Bedarf und tragen damit zur besseren Nutzung von erneuerbaren Energien bei.

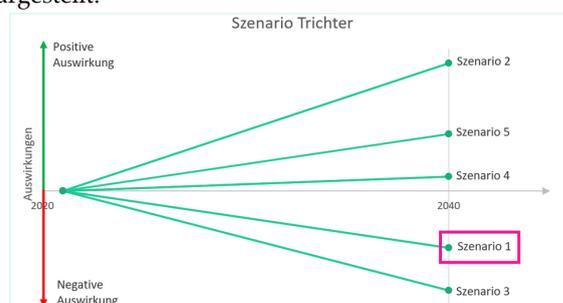
RISIKO MATRIX

häufig	Strompreisschwankung leicht	schwankende Anschaffungskosten		
wahrscheinlich	Stromzukauf	Konkurrenzkampf (Speicheranbieter)	Ausfall Energietransport	Endgültiger Ressourcenverbrauch
gelegentlich	Spannungsspitzen	Strom fällt ungeplant zeitweilig aus	Speichersysteme defekt	"Stromkrieg"
entfernt vorstellbar	Neue Speichertechnologie	Strompreisschwankung stark	Stromrationierung	"Luxusgut" Strom
unwahrscheinlich	Stromproduzent = Verbraucher		Speicher überflüssig	Beschädigung Pumpspeicherkraftwerk → Überflutung
unvorstellbar	Energiesteine	vereinzelte unabhängige Stromnetze		Stromnetz: weltweiter Zusammenbruch
	unwesentlich	geringfügig	kritisch	katastrophal

1. Stromproduzent = Verbraucher - Strom kostet nichts mehr - jeder ist sein eigener Produzent/Verbraucher
2. Pumpspeicherkraftwerk (z.B. Wasserpumpspeicher) wird beschädigt - es kommt zu einer Überflutung - Fauna und Flora wird zerstört

SZENARIEN ENTWICKLUNG

Auf Basis der Risikomatrix und anhand von Brainstorming wurden Schlüsselfaktoren identifiziert auf deren Basis die Bewertung der Auswirkung durchgeführt wurde. Dabei wird angenommen, dass Strom im Jahr 2040 ausschließlich aus erneuerbaren Quellen stammt. Die Ergebnisse der Szenario Entwicklung werden im folgenden Szenario Trichter dargestellt:



Szenario 1 – höchste Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Speichertechnologie ist nicht ganz ausgereift. Durch mehr E-Mobilität und Digitalisierung steigt der Strombedarf an, dafür werden Geräte effizienter und die Menschen sparsamer. Häuser werden mit Individual-speichern ausgestattet sein. Dabei werden „Billigprodukte“ verwendet und die Entwicklungsländer ausgebeutet. Zusätzlich werden große Speicher mit moderner Technologie und nachhaltigen Rohstoffen betrieben. Durch hohe Kapazitäten gibt es kaum Preisschwankungen.

Szenario 2 – Utopie/ Best Case

Es werden Speicher mit hohen Wirkungsgraden, hoher Kapazität und langfristigem Energieerhalt entwickelt. Durch eine Steigerung der Effizienz von Verbrauchern wird der Energieverbrauch gesenkt. Das Speichern von Energie wird fast vollständig von Betreiberfirmen übernommen, welche Wert auf einen fairen Umgang mit den Entwicklungsländern legen. Wegen moderner Technologie und hoher Kapazitäten, unterliegen die Strompreise kaum Schwankungen.

Szenario 3 – Dystopie/ Worst Case

Speicher sind in der Entwicklung so weit wie heute. Der Strombedarf steigt, da viele E-Autos betrieben werden. Es wird immer häufiger zu Ausfällen im Netz kommen. Energielieferanten und Haushalte werden eine schnelle Lösung für das Speicherproblem benötigen und wenig entwickelte Produkte verwenden, welche Ressourcen benötigen, die aus Entwicklungsländern stammen. Aufgrund der Stromknappheit unterliegt der Strompreis starken Schwankungen.

Handlungsempfehlung

Das Energiebewusstsein sollte gesteigert werden um den Strombedarf zu senken. Außerdem sollten Energiespeicher national und international weiter erforscht werden. Dabei sollten ökonomisch, juristisch und sozial relevante Faktoren berücksichtigt werden.

UMWELT AUSWIRKUNGEN

Pumpspeicher

Durch den massiven Eingriff in das Landschaftsbild beim Bau der benötigten Speicherbecken kommt es zu einem Lawineneffekt in der Auswirkung auf die Umwelt. Durch die Vernichtung von Biotopen wird nicht nur der Lebensraum für Flora und Fauna bedroht, auch die Grundwasserqualität bis hin zum lokalen Klima kann beeinträchtigt und sogar geschädigt werden. Damit ist der Einfluss dieser Technologie lokal am größten. [1][2]

Batteriespeichersysteme

Abbau von Rohstoffen, vor allem Lithium und Kobalt haben starke Landschafts-Degradierungen zur Folge. Für den Lithium-Abbau wird viel Wasser benötigt, was zu einem Absenken des Grundwasserspiegels im jeweiligen Gebiet führt. Außerdem besteht die Gefahr der Einbringung von toxischen Materialien, welche bei dem Abbau verwendet werden oder wenn Batterien unsachgemäß recycelt oder entsorgt werden. [1][2]

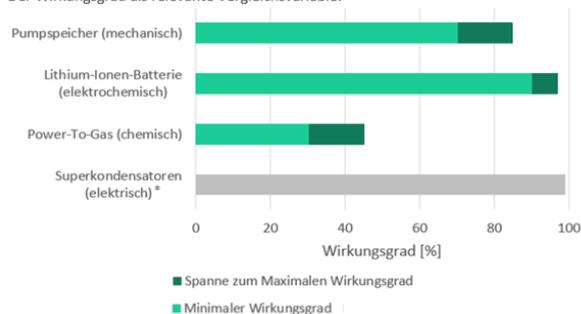
Chemischer Speicher

Die lokalen Umweltfolgen sind überschaubar, da diese Technologie noch nicht ausgereift ist, gestaltet sich die Abschätzung der Folgen und Risiken jedoch als unsicher. Bei Windkraft- und Elektrolyseanlagen besteht nur ein geringer Platzverbrauch, ebenso gering sind die Emissionen durch Landnutzungsänderungen. Notwendige Gas Speicherkapazitäten sind bereits durch die bestehenden Gasnetze und Speicher vorhanden, daher auch keine großen Natureingriffe notwendig. [1][2]

WIRKUNGSGRAD

Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der zugeführten Energie genutzt werden kann. Beim Speichern von elektrischer Energie geht immer ein gewisser Teil in Form von Wärme verloren.

Der Wirkungsgrad als relevante Vergleichsvariable:



* Elektrische Speicher (Spulen und Kondensatoren) werden hier aufgrund der geringen Speicherdauer nicht weiter behandelt.

Pumpspeicher: Speicherung in Form von potentieller und kinetischer Energie, mittels eines oberen und unteren Beckens.[1][4]

Batteriespeichersysteme: Der innere Widerstand sorgt beim Laden und Entladen zu kleinen Energieverlusten.

Chemische Speicher: Speicherung in Form eines brennbaren Gases (Wasserstoff - H₂ oder Methan - CH₄) durch die Spaltung von Wasser mit Hilfe von Strom (Wasserelektrolyse: 2 H₂O → 2 H₂ + O₂). Entstandener H₂ und Kohlenstoffdioxid CO₂ können weiter zu Methan reagieren. [1][4]

ENERGIEBEWUSSTSEIN

Einem Großteil der Bevölkerung ist sich mit Sicherheit nicht bewusst, wie viel Energie bzw. Strom jeder täglich teilweise auch unnötig verwendet. Die Energieverschwendung stellt ein großes Problem dar, denn so könnte einiges an Strom eingespart werden. Wenn das Energiebewusstsein sich nicht baldigst steigert, wird unsere Umwelt immer mehr darunter leiden. [5]

WAS WIRD DIE ZUKUNFT BRINGEN?

Klar ist, dass das Hauptziel für die Zukunft sein wird die derzeitigen Technologien zu verbessern und auch an neuen Möglichkeiten zu forschen, welche die Effektivität der Stromspeicherung erhöhen.

- Verbesserung der Wirkungsgrade: durch die neuen und innovativen Forschungen, soll der Strom möglichst verlustfrei gespeichert werden, um effizient auf diesen zurückgreifen zu können, wenn Strom benötigt wird.
- Der Stromverbrauch wird mit Sicherheit auch in der Zukunft immer weiter ansteigen, dadurch kommt es aber auch zu Schwankungen, die wiederum durch Speicherung und mit besserem Energiebewusstsein kompensiert werden müssen
- Ein weiteres Ziel muss sein, Strom so umweltfreundlich wie möglich zu speichern. Dies lässt darauf schließen, dass die Power-to-X Technologien zukünftig immer häufiger dafür genutzt werden, da bei diesen ein sehr geringer Schaden in der Umwelt entsteht.

QUELLEN

- [1] A. I.-A. Parlament, M. Ornetzeder, S. Bettin, und D. Wasserbacher, „Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie“, Institut für Technikfolgenabschätzung, Austrian Institute of Technology, Wien, Projektbericht ITA-AIT-9, Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.parlament.gv.at/ZUS/D/ITA/EZwi_Endbericht_fin_final.pdf
- [2] D. Oertel, „Energiespeicher - Stand und Perspektiven“, TAB - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Arbeitsbericht 123, Feb. 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.ifas.kit.edu/pub/ty/2008/oeert18a.pdf>
- [3] J. Weniger, S. Maier, V. Quatsching, und M. Orth, „Stromspeicher-Inspektion 2020“, Stromspeicher-Inspektion, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.stromspeicher.de/wp-content/uploads/Stromspeicher-Inspektion-2020.pdf>
- [4] W. Friedl, „Technologie-Roadmap: Energiespeichersysteme in und aus Österreich“, Austrian Institute of Technology (AIT), Aug. 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/TechnologieRoadmap_Energiespeichersysteme2018.pdf
- [5] H. Schömbg, „Zukünftiges Energiebewusstsein - Neuer Schwerpunkt für eine nachhaltige Umweltbildung“, Umweltbundesamt, Nov. 2002. Zugriffszeit: Dez. 15, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbildung.de/212.html?&format=246>
- [6] M. Maier, „Metaanalyse - Die Rolle erneuerbarer Gase in der Energiewende“, März 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.unendlich-kl-energie.de/media/ik/9891_A18_Metaanalyse_Erneuerbare_Gase_Laufstadium_mrz18.pdf

ENERGIESPEICHER IM KONTEXT DER ENERGIEVERFÜGBARKEIT

Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie

Projekthintergrund

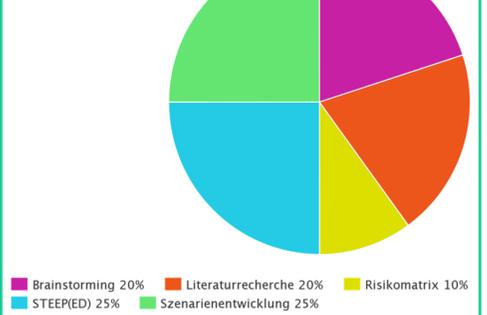
Der Ausbau von erneuerbaren Energieträgern ist ein wichtiger Faktor für die Energiewende. Um die Umstellung auf grünen Strom, als Alternative zu Fossil-Energie, zu bewerkstelligen sind aber systemische Anpassungen notwendig. Denn regenerative Energiequellen, wie Wind- oder Solarenergie, sind von der Wetterlage abhängig und es wird oft mehr oder auch weniger Strom erzeugt als verbraucht wird. Oft sind Erzeuger und Verbraucher von elektrischer Energie weit voneinander entfernt, was eine infrastrukturelle Herausforderung (wirtschaftlich und organisatorisch) darstellt.

Zwischenspeicher ermöglichen eine zeitliche Entkopplung von Angebot und Bedarf und tragen damit zur besseren Nutzung von erneuerbaren Energien bei.

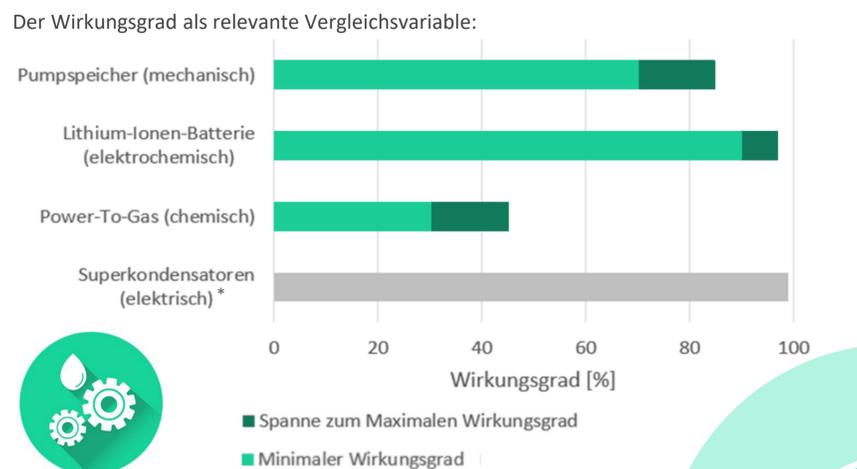
Ziele

- Welche Rolle spielt der jeweilige Wirkungsgrad im Hinblick auf die Gesamtrentabilität?
- Welche Auswirkungen ergeben sich durch die Speichertechnologien auf die Umwelt?
- Welche Szenarien lassen sich aus einer Umfrage im Verwandten und Bekanntenkreis erstellen?

Methoden



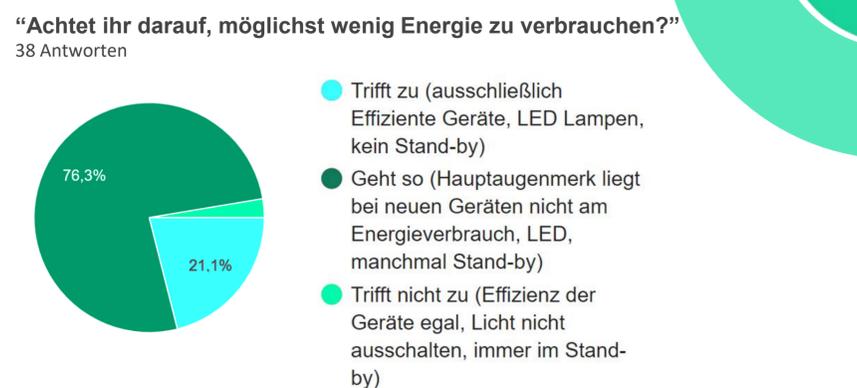
Wirkungsgrade der Speichertechnologien



Auswirkungen auf die Umwelt

- [1][2][6]
- Pumpspeicher**
Landschaftsbild Veränderung ➤ Lawineneffekt ➤ Zerstörung von Fauna und Flora
 - Batteriespeichersysteme**
Abbau von Rohstoffen ➤ Landschafts-Degradierungen & Grundwasser Probleme
Schadstoffe in Umweltkreislauf durch unsachgemäßes Recycling von Batterien
 - Chemischer Speicher**
Senkung von CO₂-Emissionen bei Power-to-Gas Anlagen nur wenn das benötigt Methan ein Abfallprodukt ist und der Strom aus erneuerbaren Quellen stammt.
- Lokale Umweltfolgen gering:
Windkraft- und Elektrolyseanlagen benötigen sehr wenig Platz

Umfrage zum Energiebewusstsein



Risikomatrix

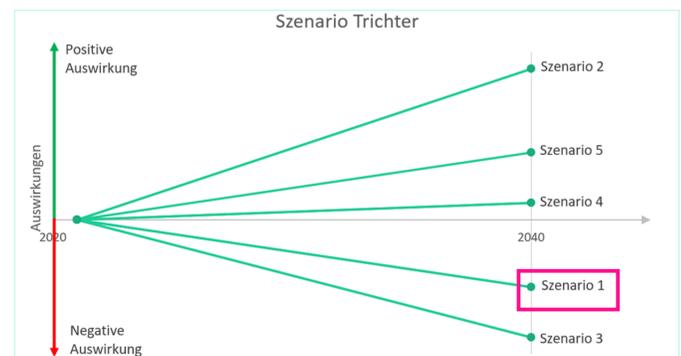
	häufig	Strompreisschwankung leicht	schwankende Anschaffungskosten		
wahrscheinlich	Stromzukauf	Konkurrenzkampf (Speicheranbieter)	Ausfall Energietransport	Endgültiger Ressourcenverbrauch	
gelegentlich	Spannungsspitzen	Strom fällt ungeplant zeitweilig aus	Speichersysteme defekt	„Stromkrieg“	
entfernt vorstellbar	Neue Speichertechnologie	Strompreisschwankung stark	Stromrationierung	„Luxusgut“ Strom	
unwahrscheinlich	Stromproduzent = Verbraucher		Speicher überflüssig	Beschädigung Pumpspeicherkraftwerk → Überflutung	
unvorstellbar	Energiesteine	vereinzelte unabhängige Stromnetze		Stromnetz weltweiter Zusammenbruch	
	unwesentlich	geringfügig	kritisch	katastrophal	

Szenarien-Entwicklung

[1] [2] [3] [4] [5] [6]

Schlüsselfaktoren
Basierend auf die Risikomatrix und die Umfrageergebnisse wurden folgende Schlüsselfaktoren und Szenarien identifiziert. Dabei wird angenommen, dass im Jahr 2040 ausschließlich erneuerbare Quellen verwendet werden:

1. Technischer Fortschritt (hoch – mittel – niedrig)
2. Entwicklung des Energiebedarfs (sinkt – bleibt konstant – steigt)
3. Die Art der Umsetzung (Private Speicher, Anlagen, Kombi)
4. Der Ressourcenverbrauch (gering – verträglich – hoch)
5. Entwicklung der Strompreise (konstant – starke Schwankungen)



- **Szenario 1 – höchste Eintrittswahrscheinlichkeit laut Umfrage**
 - Speichertechnologie umgesetzt, aber nicht ausgereift
 - Strombedarf steigt (E-Mobilität, Digitalisierung)
 - Häuser am Land: individuelle Speicher viele „Billigprodukte“ am Markt → Ausbeutung Entwicklungsländer
 - Im Stadtgebiet: große Speicher moderne Technologie → nachhaltigere Rohstoffe
 - Keine Preisschwankungen (viel Speicherkapazität)
- **Szenario 2 – Utopie/ Best Case Szenario**
 - Speichertechnologie weit entwickelt
 - Strombedarf sinkt (hohe Effizienz bei Verbrauchern)
 - Nur große Speicher (hoher Wert auf Fairness mit Entwicklungsländern)
 - Keine Preisschwankungen (viel Kapazität, hohe Wirkungsgrade)
- **Szenario 3 – Dystopie/ Worst Case Szenario**
 - Kein Fortschritt (Speicherproblem ignoriert)
 - Strombedarf steigt (E-Mobilität, Digitalisierung) → Netzausfälle
 - Individuelle und große Speicher (plötzlicher hoher Bedarf) „Billigprodukte“ → Ausbeutung Entwicklungsländer
 - Starke Preisschwankungen (wegen Stromknappheit)
- **Handlungsempfehlung um Szenario 1 entgegenzusteuern**
 - Energiebewusstsein erhöhen und somit den Strombedarf senken
 - Forschung auf nationaler und internationaler Ebene
 - Soziale, ökologische, ökonomische und juristische Aufgaben mit jeweils gleicher Relevanz bewältigen.

Referenzen

[1] A. I.-A. Parlament, M. Ornetzeder, S. Bettin, und D. Wasserbacher, „Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie“, Institut für Technikfolgenabschätzung; Austrian Institute of Technology, Wien, Projektbericht ITA-AIT-9, Juni 2019. [Online]. Verfügbar unter: https://www.parlament.gv.at/US/D/F/TA/E/ZwI_Endbericht_Ita_Final.pdf

[2] D. Oertel, „Energiespeicher - Stand und Perspektiven“, TAB - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag, Arbeitsbericht 123, Feb. 2008. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.tas.kit.edu/pub/v/2008/oe08a.pdf>

[3] J. Weniger, S. Maier, V. Quatsching, und M. Orth, „Stromspeicher-Inspektion 2020“, Stromspeicher-Inspektion, 2020. [Online]. Verfügbar unter: <https://vvspeicher.hvw-bafo.de/wp-content/uploads/Stromspeicher-Inspektion2020.pdf>

[4] W. Friedl, „Technologie-Roadmap: Energiespeichersysteme in und aus Österreich“, Austrian Institute of Technology (AIT), Aug. 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/TechnologieRoadmap_Energiespeichersysteme2018.pdf

[5] H. Schoembs, „Zukünftiges Energiebewusstsein - Neuer Schwerpunkt für eine nachhaltige Umweltbildung“, Umweltbundesamt, Nov. 2002. Zugegriffen: Dez. 15, 2021. [Online]. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/de/medien/infomaterialien/248>

[6] M. Maier, „Metaanalyse - Die Rolle erneuerbarer Gase in der Energiewende“, März 2018. [Online]. Verfügbar unter: https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/3981/AEE_Metaanalyse_Erneuerbare_Gase_Langfassung_mrz18.pdf

WS 2021/22 - Folgen des technischen Fortschritts
Einführung in die Theorie und Praxis der Technikfolgenabschätzung (TA)

Gruppennummer: 4
Gruppenmitglieder: Brunner Sebastian, Breuer Lena, Karner Philipp, Wenty Pia, Jirges Michael

