

Erneuerbare Energie
speichern!



**Pumpspeicherwerk Einöden
Informationsabend am 2. März 2013**

Kontakt:

Dipl.-Ing. Kuno Weiss

Pumpspeicherwerk Einöden GmbH

Tel. 089 85 63 69 110 oder 08667 876 743

Erneuerbare Energie *speichern!*

Thema: „Warum wir Pumpspeicherwerke brauchen“

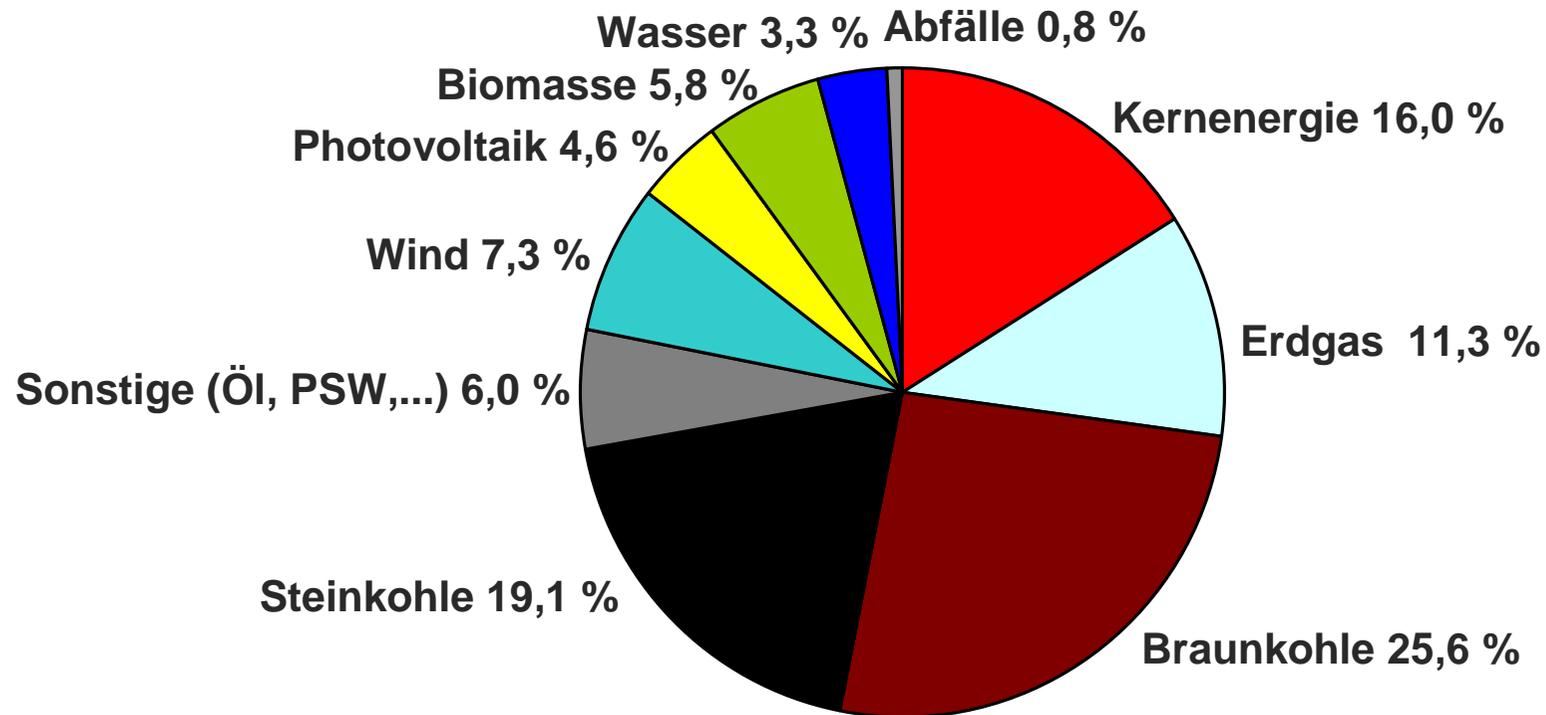
Inhalt:

- Stromerzeugung in Deutschland
- Technik von Pumpspeicherwerken
- Einsatz von Pumpspeicherwerken
- Pumpspeicherwerke und die Energiewende
- Nutzen von Pumpspeicherwerken
- Vergleich von Speichertechnologien
- Diskussion

Pumpspeicher Stromerzeugung in Deutschland

Ein Großteil des heute benötigten Stroms wird mit kalorischen Kraftwerken erzeugt, die mittels Kohle oder Gas betrieben werden. Aus Sicht des Klimaschutzes ist es daher zweckmäßig, den Anteil der regenerativ erzeugten elektrischen Energie zu erhöhen.

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2012 = 617 Milliarden kWh

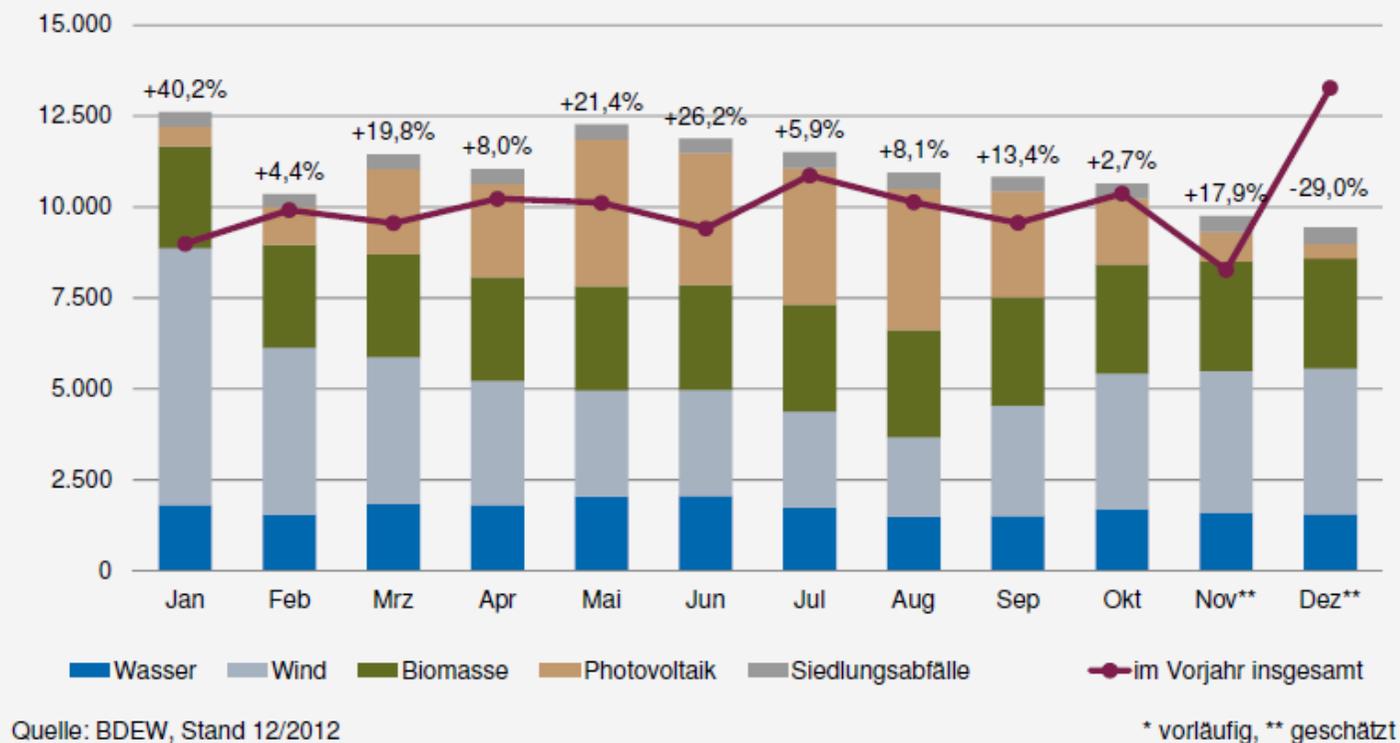


Pumpspeicher Stromerzeugung in Deutschland

Im Jahr 2012 stammten 21,9 % unseres Stromverbrauchs aus erneuerbaren Quellen. Dieser Anteil soll bis 2020 auf 35 % und bis 2050 auf 80 % erhöht werden.

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen 2012

in Mio. Kilowattstunden, Veränderung zum Vorjahr in Prozent

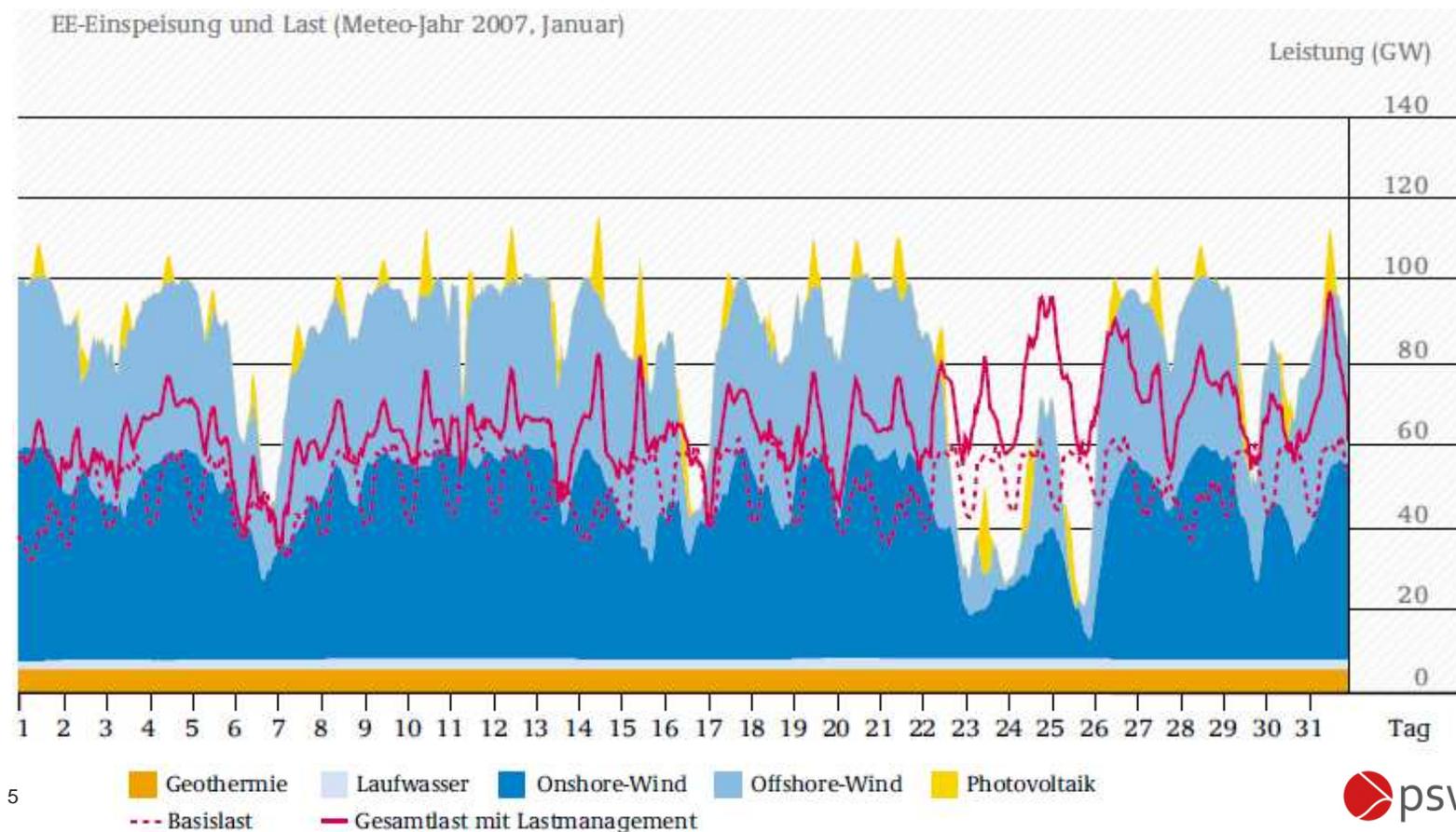


Pumpspeicher

Stromerzeugung in Deutschland

Um die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien zu ersetzen ist der Einsatz von Stromspeichern unerlässlich. Im folgenden Bild ist die Strombilanz für Dezember 2050 simuliert. Als Datenbasis dienten die gemessenen Werte von 2007.

(Studie des Umweltbundesamts: „Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen“)



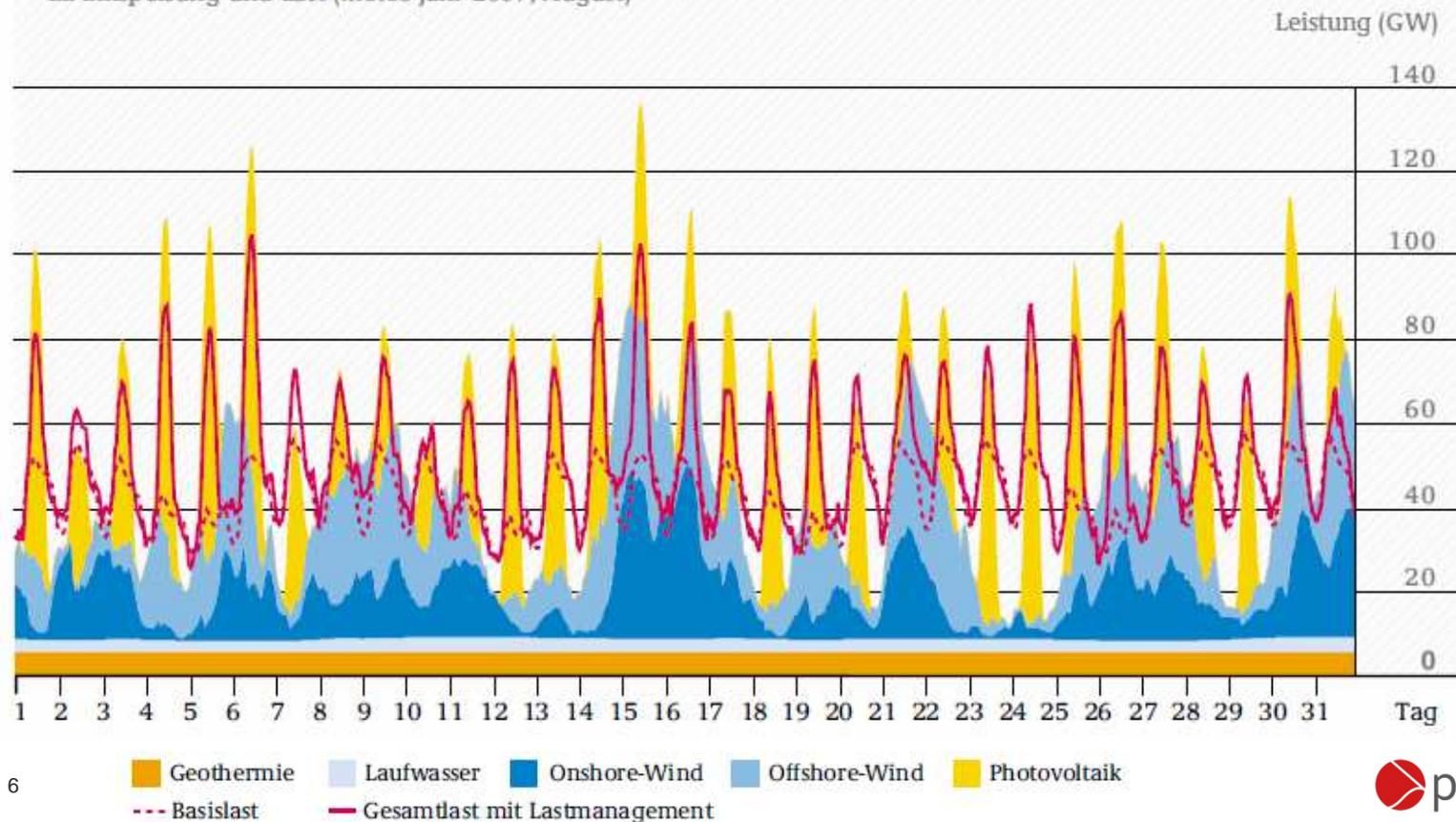
Pumpspeicher

Stromerzeugung in Deutschland

Um die fossilen Energieträger durch erneuerbare Energien zu ersetzen ist der Einsatz von Stromspeichern unerlässlich. Im folgenden Bild ist die Strombilanz für August 2050 simuliert. Auch hier dienten die gemessenen Werte von 2007 als Datenbasis.

(Studie des Umweltbundesamts: „Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen“)

EE-Einspeisung und Last (Meteo-Jahr 2007, August)

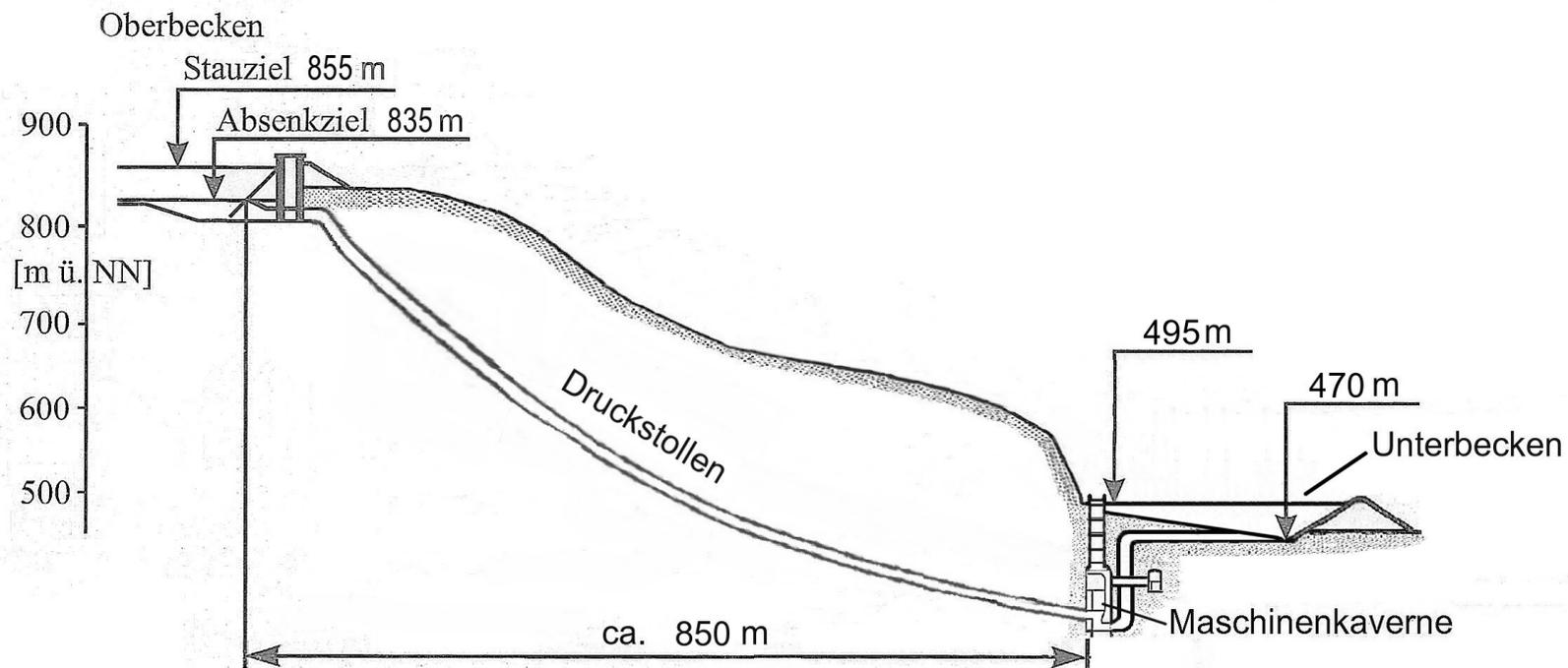


Projektbeschreibung

Technik von Pumpspeicherwerken

In einem Pumpspeicherwerk wird elektrische Energie in potentielle Energie umgewandelt, Wasser wird von einem Unterbecken in ein höher gelegenes Oberbecken gepumpt. Wenn die so gespeicherte Energie wieder abgerufen werden soll, erfolgt die Rückumwandlung in elektrischen Strom durch Ablassen des Oberbeckens und die Stromerzeugung über die Turbinen und die Generatoren.

Längsschnitt durch das Pumpspeicherwerk Einöden



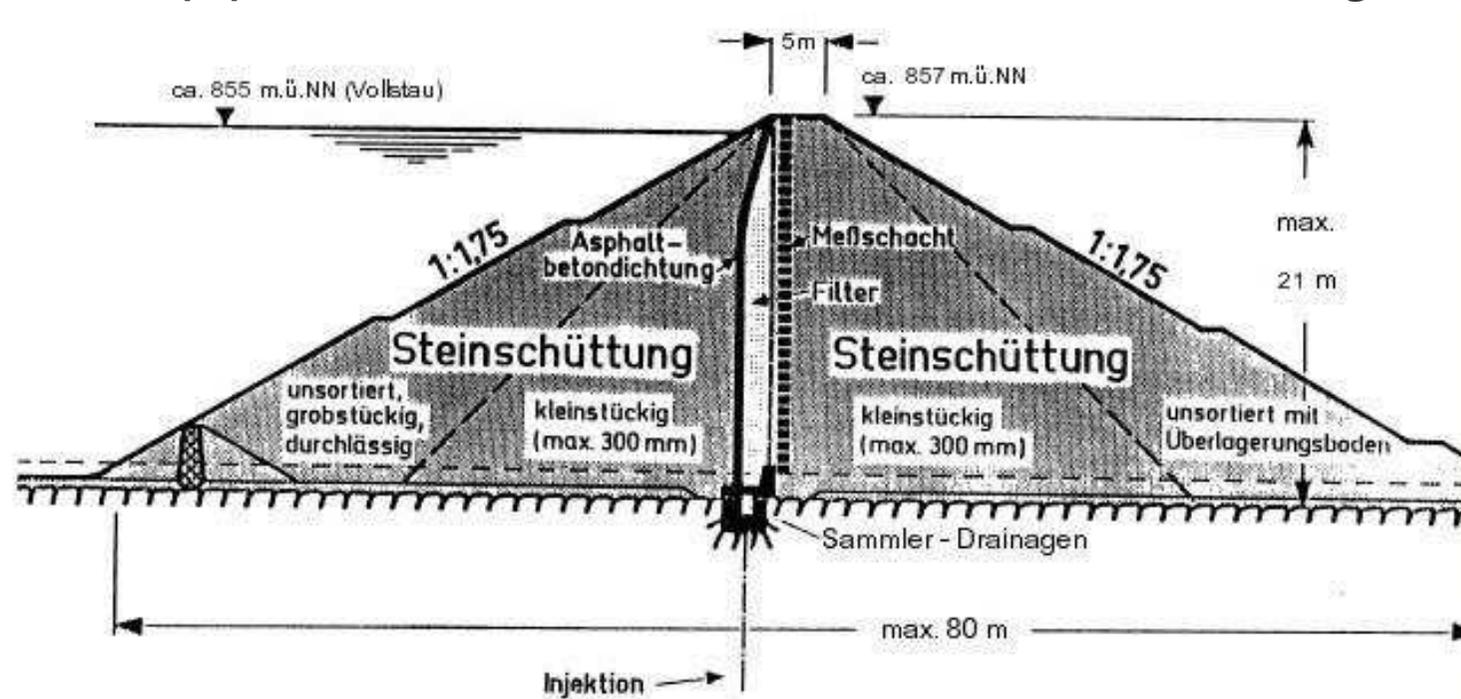
Projektbeschreibung

Technik von Pumpspeicherwerken

Pumpspeicherwerke sind bereits fast hundert Jahre im Einsatz, die Technik ist erprobt und ausgereift.

In Deutschland sind 33 Pumpspeicherwerke mit einer Gesamtleistung von 6.674 MW im Einsatz. Dabei ist es noch nie zu einem Störfall oder sonstigen Unfall gekommen, der eine Gefährdung von Anwohnern zur Folge gehabt hätte.

Das Pumpspeicherwerk Einöden wird von Steinschüttdämmen begrenzt



Projektbeschreibung

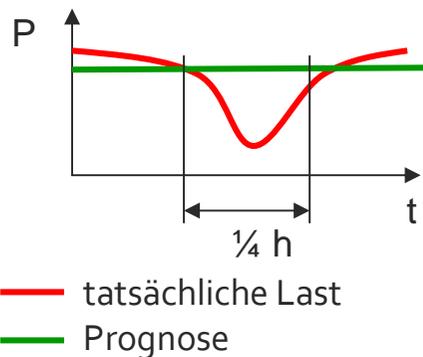
Technik von Pumpspeicherwerken

Eigenschaften und technische Einsatzmöglichkeiten von Pumpspeicherwerken

- Pumpspeicherwerke erlauben einen schnellen Wechsel zwischen unterschiedlichen Betriebsphasen, die Umschaltzeit zwischen Pumpen und Turbinieren beträgt nur wenige Minuten
- Die Leistungsabgabe ist bei der Ausführung von 2 oder mehr Turbinensätzen stufenlos regelbar
- Die rotierenden Schwungmassen der Generatoren gewährleisten Frequenzstabilität gegenüber Lastschwankungen im Stromnetz
- Pumpspeicherwerke ermöglichen die Bereitstellung von Blindleistung
- Pumpspeicherwerke ermöglichen durch Auslegung auf Schwarzstartfähigkeit den Netzwiederaufbau nach einem „Blackout“
- Pumpspeicherwerke gleichen Stromangebot und Nachfrage aus und stabilisieren damit das Stromnetz
- Pumpspeicherwerke sind Dienstleister und stellen Regelenergie bereit

Pumpspeicher

Einsatz von Pumpspeicherwerken



Expertenmeinung:

DENA: „Um im Falle von Engpässen im Stromnetz die Sicherheit des Stromsystems zu gewährleisten, ist es notwendig, auf Kraftwerke entfernt von den Zentren der Stromeinspeisung im Norden zurückgreifen zu können. Hierzu können unter anderem Pumpspeicherwerke in Süddeutschland zum Einsatz kommen.“

1. Lastglättung (historische Verwendung)

Der während der Nachtstunden produzierte Strom von Grundlastkraftwerken, Laufkraftwerken an Flüssen, Windkraftwerken etc. kann sinnvoll für den Betrieb von Pumpspeicherwerken eingesetzt werden, damit zu den Tageszeiten mit erhöhtem Strombedarf Spitzenstrom zur Verfügung gestellt werden kann.

2. Bereitstellung von Regelleistung

Pumpspeicherwerke sind ein wertvolles Instrument zur Stabilisierung der Stromnetze, weil sie derzeit die einzige Möglichkeit zur Speicherung größerer Energiemengen sind. Sie sichern die Stromversorgung und bilden die Basis für den Ausbau der erneuerbaren Energien.

3. Schwarzstartfähigkeit

Dank ihrer sogenannten Schwarzstartfähigkeit können Pumpspeicherkraftwerke bei totalen Stromausfällen zum Anfahren anderer Kraftwerke eingesetzt werden.

Pumpspeicher

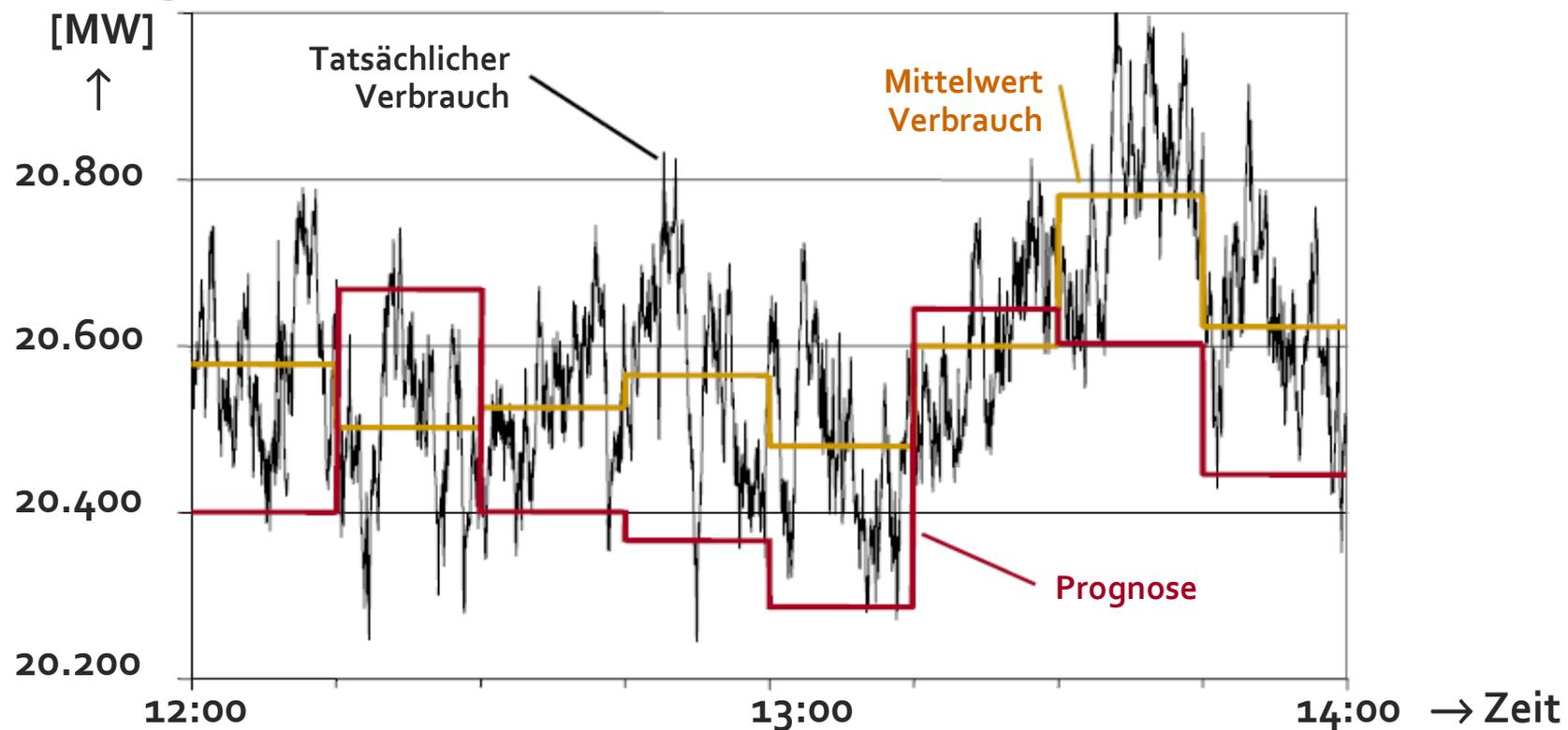
Einsatz von Pumpspeicherwerken

Bereitstellung von Regelleistung

Ursachen für die Erfordernis von Regelleistung können sein:

- Prognoseabweichungen
- Ausfall eines Verbrauchers
- Ausfall eines Stromerzeugers

Leistung



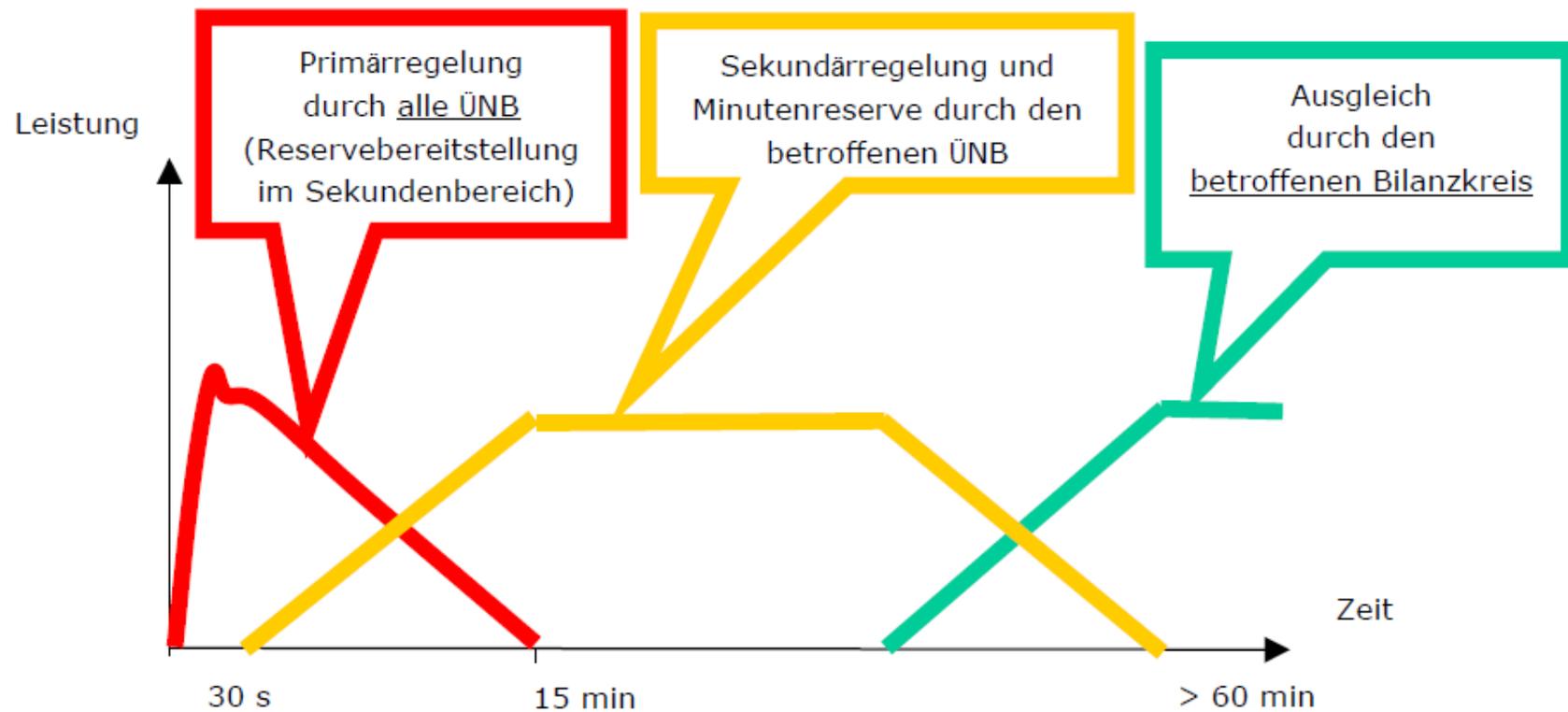
Pumpspeicher

Einsatz von Pumpspeicherwerken

Bereitstellung von Regelleistung

Die Anforderung von Regelenergie erfolgt durch die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB).

Die Aktivierung von Sekundärregelleistung erfolgt binnen 5 Minuten.

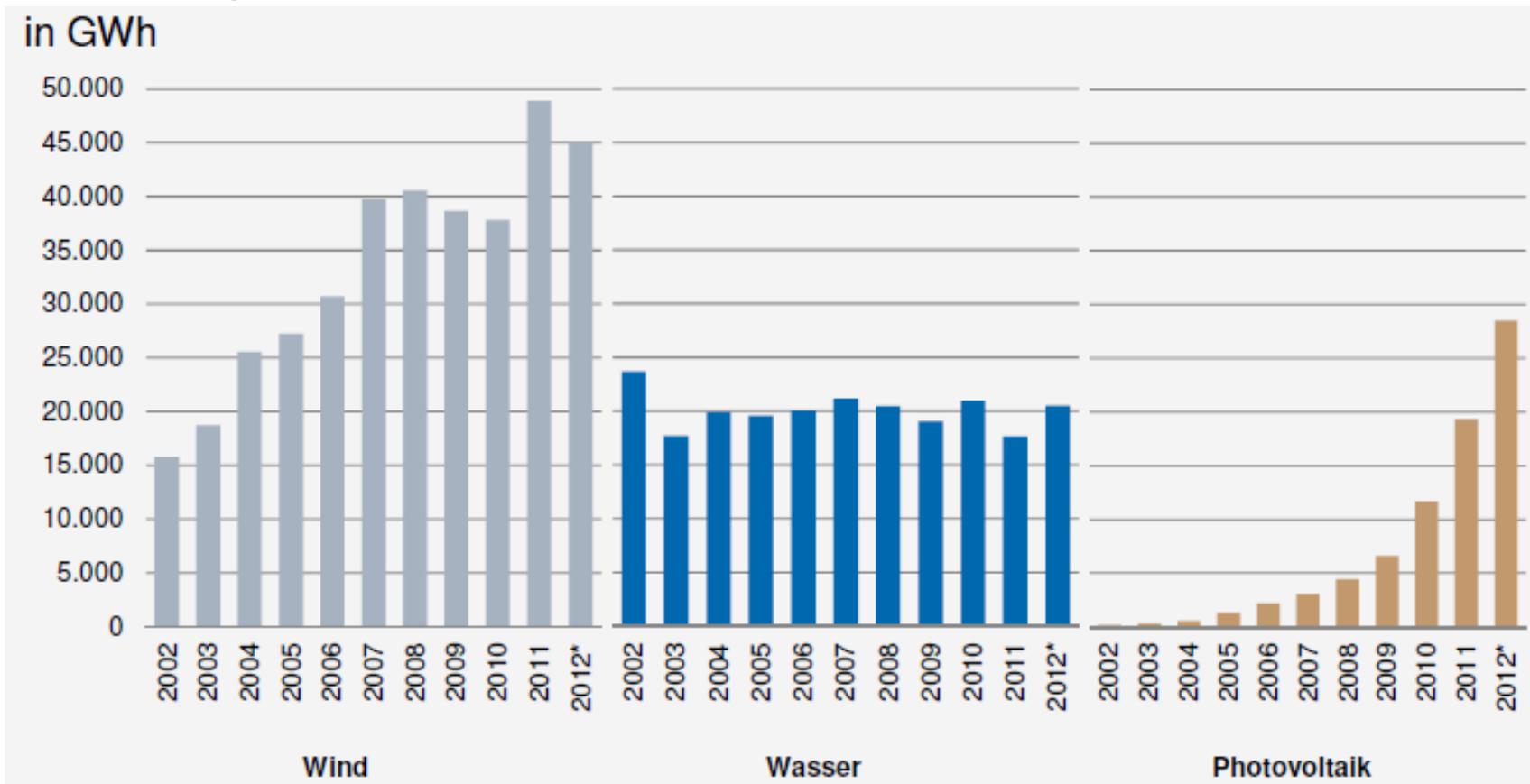


Quelle: Verband der Netzbetreiber, VDN e.V.

Pumpspeicher

Pumpspeicherwerke und die Energiewende

Der Anstieg der Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen macht den Einsatz von Stromspeichern erforderlich

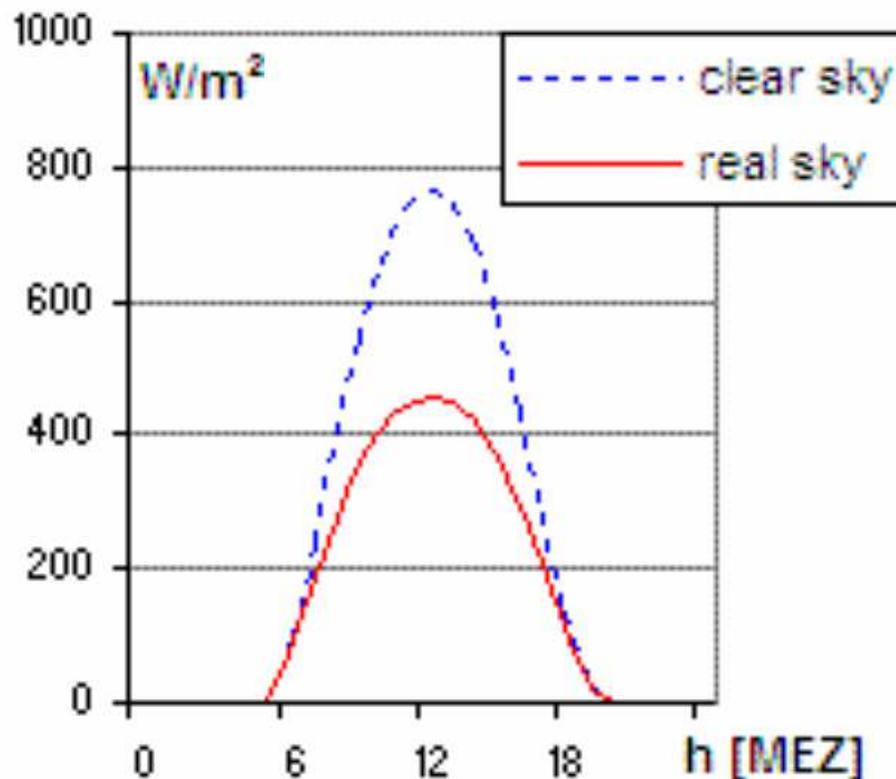


Quelle: BDEW, Entwicklungen in der deutschen Stromwirtschaft 2012

Pumpspeicher

Pumpspeicherwerke und die Energiewende

Pumpspeicherwerke und Photovoltaikanlagen ergänzen sich hervorragend



Wie der typische Tagesgang der Globalstrahlung zeigt, herrscht zur Mittagszeit ein hohes Energieangebot, das mit Hilfe von Photovoltaikanlagen als Strom nutzbar gemacht werden kann.

Wir wollen, dass unsere Stromversorgung in Zukunft auf erneuerbaren Energien basiert. Das erfordert den Einsatz von kostengünstigen Speichern, die es möglich machen, dass überschüssiger Strom aus der Mittagsspitze gespeichert wird, sodass er in den Morgen- und Abendstunden verfügbar ist.

Pumpspeicher

Nutzen von Pumpspeicherwerken

Pumpspeicherwerke haben eine große energiewirtschaftliche Bedeutung und bringen Nutzen für uns

Pumpspeicherwerke

- fördern die Integration von erneuerbaren Energien
- reduzieren CO₂-Emissionen durch die bessere Nutzbarkeit von erneuerbaren Energien
- senken die Kosten der Stromversorgung
- gleichen Schwankungen in der Stromversorgung aus
- vermeiden Ausfälle der Stromversorgung
- erhöhen die technische Versorgungssicherheit
- sind ein wichtiger Baustein, um ein zukunftsfähiges Energiesystem auf der Basis erneuerbarer Energien zu schaffen
- stellen die günstigste Option dar Strom zu speichern
- erhöhen unsere Unabhängigkeit von Rohstoffimporten
- reduzieren den Flächenverbrauch durch Braunkohleabbau
- verringern die Anzahl der erforderlichen Photovoltaik- und Windkraftanlagen zur Deckung unseres Strombedarfs

Pumpspeicher

Nutzen von Pumpspeicherwerken

Der Nutzen und die Notwendigkeit des Neubaus von Pumpspeicherwerken wird in einer Vielzahl von Studien bestätigt

Auszüge aus repräsentativen Studien:

- Umweltbundesamt: „Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen“

Der steigende Anteil fluktuierender, erneuerbarer Energien erfordert mittel- bis langfristig den Einsatz großer zusätzlicher Stromspeicher. Es werden sowohl Kurzzeitspeicher als auch Langzeitspeicher benötigt. Kurzzeitspeicher, wie z. B. Pumpspeicherwerke, können die Einspeiseschwankungen sehr gut im Ein- und Mehrtagesbereich ausgleichen. Langzeitspeicher, wie z. B. chemische Speicher, können sehr gut Einspeiseschwankungen im Mehrtages-, Monats- oder Jahresbereich ausgleichen.

- Fraunhofer Institut: „Energiewirtschaftliche Bewertung von Pumpspeicherwerken und anderen Speichern im zukünftigen Stromversorgungssystem“

Pumpspeicherwerke sind aus technischer Sicht die effizienteste Technologie zur Speicherung von großen Strommengen.

Für die langfristige Versorgungssicherheit sind Pumpspeicherwerke ebenfalls sehr wichtig, da erneuerbare Energien in Kombination mit Pumpspeicherwerken konventionelle Kraftwerkskapazität ersetzen und den Kapazitätseffekt der erneuerbaren Energien erhöhen.

Pumpspeicher

Nutzen von Pumpspeicherwerken

Der Nutzen und die Notwendigkeit des Neubaus von Pumpspeicherwerken wird in einer Vielzahl von Studien bestätigt

Auszüge aus repräsentativen Studien:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: „Leitstudie 2010“

[...] schaltbare Erzeuger oder zuschaltbare Verbraucher erbracht werden. Große Synergien ergeben sich durch den Einsatz von PSW oder anderen Speichern in der Regelleistung zur Vermeidung der Abregelung von Wind- oder Solarstrom. Voraussetzung für diesen Einsatz ist ein flexibler und kurzfristiger Regelleistungsmarkt, der sich so an die Erfordernisse eines Energiesystems mit hohem Anteil fluktuierender EE optimal anpasst. Dazu ist die Anpassung des Regelleistungsmarktes an EE vorzunehmen (kleinere Losgrößen, kürzere Zeitscheiben, [...]

- Sachverständigenrat für Umweltfragen: „Wege zur 100 % erneuerbaren Stromversorgung“

Als bewährte, kostengünstige und verlustarme Speichertechnologie sind Pumpspeicherkraftwerke besonders vorzugswürdig. Nach Einschätzung des SRU werden die spezifischen Speicherkosten von adiabatischen Druckluftspeichern (AA-CAES) oder anderen Speichertechnologien auch nach Erlangung der Marktreife deutlich über denen von Pumpspeicherkraftwerken an geeigneten Standorten liegen.

Pumpspeicher

Nutzen von Pumpspeicherwerken

Der Nutzen und die Notwendigkeit des Neubaus von Pumpspeicherwerken wird in einer Vielzahl von Studien bestätigt

Auszüge aus repräsentativen Studien:

- WWF: „Modell Deutschland, Klimaschutz bis 2050“

Zum Ausgleich der massiv steigenden Beiträge fluktuierender Stromerzeugung sollten die Kapazität der existierenden **Speicher** (bisher v.a. Pumpspeicherkraftwerke) bis 2030 verdoppelt und bis zum Jahr 2050 um den Faktor 4 ausgeweitet werden.

- Zentrum für Energieforschung Stuttgart: „Stromspeicherpotenziale für Deutschland“

Pumpspeicherwerke sind sehr flexibel und besitzen daher hervorragende Regeleigenschaften, weshalb sie sich als Kurzfristspeicher eignen. Sie eignen sich hervorragend sowohl für die Regelenergiebereitstellung (Primär-, Sekundär- und Tertiärregelung) als auch für weitere Systemdienstleistungen wie Blindleistungskompensation, Schwarzstartfähigkeit, Inselbetrieb, Netzwiederaufbau und transiente Stabilität.

Pumpspeicher

Vergleich von Speichertechnologien

Wo stehen Pumpspeicherwerke im Vergleich zu anderen Speichertechnologien?

Vergleich bekannter Speichertechnologien

	Entwicklungsstand	Wirkungsgrad	Lebensdauer	Speicherkosten	Bedarf / Zukunftsaussichten
Pumpspeicherwerk	sehr ausgereift (weltweit 280 Anl.)	80 %	80 – 100 Jahre	3 ct / kWh	sehr hoch
Druckluftspeicher (CAES)	erprobt (weltweit 2 Anl.)	50 – 55 %	50 – 70 Jahre	5 ct / kWh	sehr hoch
Adiab. Druckluftsp. (AA-CAES)	Versuchsstadium (nur Laborversuche)	bis zu 70 %	50 – 70 Jahre	4 ct / kWh	sehr hoch
Wasserstoff	erprobt (industrielle. Anl.)	45 %	25 – 35 Jahre	10 ct / kWh	hoch
EE-Methan	erprobt (Versuchsanlagen)	35 %	25 – 35 Jahre	15 ct / kWh	hoch
Batterien / Akkus	erprobt (Anlagen in Japan)	90 %	15 Jahre	15 ct / kWh	hoch

Pumpspeicher

Vergleich von Speichertechnologien

Welche Speichertechnologien werden wir brauchen?

Vergleich bekannter Speichertechnologien

	Einsatzbereich	Vorteile	Nachteile	Zusatznutzen	Wahrscheinlichkeit der Realisierung
Pumpspeicherwerk	Tagesspeicher	kostengünstig, effizient	Flächenbedarf, hohe Investit.	Netzstabilisierung, Systemdienstleist.	sehr hoch
Druckluftspeicher (CAES)	Tagesspeicher	Niedrige Investition	verbraucht Brennstoff	Minutenreserve	möglich
Adiab. Druckluftsp. (AA-CAES)	Tagesspeicher	kostengünstig, effizient	hohe Invest., langsam	Minutenreserve	möglich
Wasserstoff	Langzeitspeicher	jahreszeitlicher Ausgleich	teuer, ineffizient	-	unwahrscheinlich
EE-Methan	Langzeitspeicher	jahresz. Ausgl., vorh. Infrastrukt.	teuer, ineffizient	Wärmelieferung	möglich
Batterien / Akkus	Tagesspeicher	hoher Wirkungsgrad	teuer, kurze Lebensdauer	Netzstabilisierung, Kleinverbraucher	wahrscheinlich