

Inwiefern haben Pumpspeicher-Kraftwerke eine Bedeutung für die Sicherheit der Stromversorgung ?

von Eberhard Wagner

e-mail Eberhard.Wagner@energie-fakten.de

Hier die Fakten - vereinfachte Kurzfassung

Pumpspeicher-Kraftwerke (PSW) erzeugen Strom durch Wasser, das von einem hoch gelegenen Speichersee (Oberbecken) über eine Druckleitung zu Turbinen mit gekoppelten Generatoren geleitet wird und dann in einen tief gelegenen Speichersee (Unterbecken) fließt. Dort steht es zur erneuten Auffüllung des Oberbeckens wieder zur Verfügung. Das Zurückfördern des Wassers in das Oberbecken erfolgt durch Pumpen, die durch die Generatoren, dann als Motor laufend, angetrieben werden.

Pumpspeicher-Kraftwerke bieten als einzige Energieanlagen die Möglichkeit, Elektrizität wirtschaftlich und in nennenswertem Umfang mit Hilfe potentieller Energie (Speicherwasser) zu speichern. Wie keine andere Kraftwerksart stellen sie eine

Leistungsreserve mit hoher Verfügbarkeit dar und gestatten damit, auftretende Spitzennachfragen nach Strom zu decken sowie Regelleistung für den Netzbetrieb zur Verfügung zu stellen.

Die gesamte Leistung dieser Anlagen ist innerhalb sehr kurzer Zeit – etwa eine Minute – verfügbar. Ebenso schnell sind Abschaltungen möglich. Die Kraftwerke können damit Schwankungen des Strombedarfs sowie Ausfälle anderer Kraftwerke ausgleichen. Den Pumpstrombedarf liefern Grundleistungs-Kraftwerke in lastschwachen Zeiten (nachts, Wochenende). Diesen ist dadurch ein gleichmäßigerer Betrieb (optimale Brennstoffausnutzung) möglich. Außerdem können PSW bei plötzlichem Lastrückgang im Netz (z. B. Abschalten eines großen Verbrau-

chers, Netzunterbrechung) sehr rasch (Minutenbereich) in den Pumpbetrieb genommen werden und so den Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch wieder herstellen. Keine andere Kraftwerksart ist dazu in der Lage.

Eine sichere Stromversorgung ist nur gewährleistet, wenn zu jedem Zeitpunkt Strombedarf und Stromerzeugung gleich groß sind. Abweichungen führen unmittelbar zu Änderungen der Frequenz und der Netzspannung. Das notwendige schnelle Gegensteuern ermöglichen vor allem PSW.

Zur Nutzung natürlicher Wasserkräfte siehe auch: „[Welche Bedeutung hat die Wasserkraft für Deutschland ?](#)“.

Inwiefern haben Pumpspeicher-Kraftwerke eine Bedeutung für die Sicherheit der Stromversorgung ?

von [Eberhard Wagner](#)

e-mail Eberhard.Wagner@energie-fakten.de

Hier die Fakten - Langfassung

Historie

Um den in den 1920er Jahren schnell wachsenden, im Tages- und Wochenverlauf aber stark schwankenden Strombedarf zu decken und die Wärmekraftwerke gleichmäßiger ausnutzen zu können, wurde in Deutschland die Idee der Pumpspeicher-Kraftwerke geboren. Nur mit diesen war es möglich, Elektrizität – indirekt - zu speichern. Bis 1930 wurden zwei Anlagen in Betrieb genommen: In Niederwartha an der Elbe bei Dresden und in Herdecke an der Ruhr bei Essen. Bis heute ist die Leistung der mittlerweile 33 Anlagen auf etwa 6.610 MW angewachsen, einschließlich der Anlage Goldisthal (Thüringen), die Ende 2003 mit 1.060 MW in Betrieb gegangen ist. Zum Vergleich: Die Leistung aller Kraftwerke der allgemeinen Stromversorgung beträgt etwa 100.000 MW.

Technik

Ein Pumpspeicher-Kraftwerk besteht wesentlich aus dem Oberbecken und dem Unterbecken. Dazwischen ist das eigentliche Kraftwerk mit den Turbinen,

Pumpen und Generatoren/Motoren angeordnet. Die Becken sollen höhenmäßig möglichst weit auseinander liegen. Die Fallhöhen deutscher Anlagen (Höhenlage zwischen Ober- und Unterbecken) betragen je nach den Standorten zwischen 70 und 600 m. Soll das Kraftwerk Strom liefern, wird Wasser vom Oberbecken über die Turbinen in das Unterbecken geleitet. Soll das Oberbecken gefüllt werden, wird der Weg des Wassers umgekehrt. Die Generatoren werden dann als Motoren für den Antrieb der Pumpen genutzt, die das Wasser „bergauf“ pumpen. Den Strombedarf für den Pumpvorgang liefern Grundleistungskraftwerke (Kern- und Braunkohlen-Kraftwerke sowie größere Laufwasser-Kraftwerke) in bedarfsarmen Zeiten - nachts und an Wochenenden. Der Wirkungsgrad der PSW beträgt etwa 75 %. Der Energieverlust bei der Umwälzung des Wassers wird durch die Betriebsvorteile bei den Grundleistungskraftwerken und die sonstigen Beiträge für die Versorgungssicherheit aufgewogen. Fließt ein natürli-

ches Gewässer (Bach) in das Oberbecken, so spricht man von einem „Pumpspeicher-Kraftwerk mit natürlichem Zufluss“. Die Stromerzeugung aus diesem Zufluss wird zur Stromerzeugung aus erneuerbarer Wasserkraft gerechnet. Alle anderen derartigen Anlagen bezeichnet man als „Pumpspeicher-Kraftwerke ohne natürlichen Zufluss“. Diese Stromerzeugung, wie auch die aus gepumptem Wasser (Pumpwasser) in Anlagen mit natürlichem Zufluss wird zu Recht nicht als erneuerbare Energie gezählt. In Studien und Statistiken werden diese Aspekte oft übergangen und führen vielfach zu Missverständnissen und Fehlbeurteilungen. Siehe auch: [„Welche Bedeutung hat die Wasserkraft für Deutschland?“](#)

Beitrag zur Versorgungssicherheit

Die wesentlichen physikalischen Merkmale der Versorgung mit Elektrizität sind die Netzfrequenz (Maßeinheit „Hertz - Hz“) und die Netzspannung (Maßeinheit „Volt - V“). Der eigentliche Wert dieser Strom-Eigenschaften ist

LANGFASSUNG

dem Stromnutzer meist unbekannt, obwohl diese unabdingbare Voraussetzungen für eine sichere Versorgung mit Elektrizität sind.

Für den Elektrizitäts-Verbraucher ist es gewöhnlich nur von Interesse, zu jeder Zeit Strom aus dem Netz („der Steckdose“) entnehmen zu können. Den Strombezug registriert er über den Stromzähler in der Maßeinheit Kilowattstunden (kWh). Dass Strom auch Qualität hat, merkt er nur sehr selten, z. B. wenn im Hotel in anderen Ländern z. B. der Rasierapparat nicht funktioniert. Oder wenn elektrische, an das Stromnetz angeschlossene Uhren infolge von Änderungen der Frequenz, falsche Zeitangaben machen. Oder wenn einmal das Netz zusammenbricht und der Strom überhaupt wegbleibt.

Eine sichere Stromversorgung setzt voraus, dass die Stromerzeugung jederzeit exakt genau so groß ist wie die Stromnachfrage. Dazu muss gesicherte Kraftwerksleistung (gemessen in Kilowatt – kW - bzw. in Megawatt – MW; 1 MW = 1.000 kW) vorgehalten werden. Steigt der Strombedarf und kann dieser nicht sofort aus der Rotationsenergie (Drehbewegung) der Turbinen gedeckt werden (sog. Primärregelung), sinkt die Turbinen-Drehzahl und damit die Netzfrequenz. Die Frequenz ergibt sich rechnerisch aus der Anzahl der Drehungen einer Generatorwelle innerhalb einer Sekunde. In Deutschland hat man sich früh auf 50 Hz festgelegt; das sind 50 Umdrehungen pro Sekunde. Diese Frequenzhöhe bietet eine ausreichende Sicher-

heit gegenüber z. B. einem Flackern des Lichts (Glühbirne), was sich bei zu niedriger Frequenz bemerkbar machen würde.

Die heutigen Ansprüche der Stromverbraucher an das Stromversorgungssystem setzen in weit höherem Maße als früher die Konstanz der Frequenz sowie der Spannung voraus. Viele Produktionsprozesse in der Industrie sind darauf angewiesen. Man denke nur an alle elektronischen Systeme (Steuerungen, Computer etc.). Abweichungen von Sollfrequenz und Sollspannung oder gar Stromausfälle durch Überlastung der Netze können für die Stromverbraucher sehr nachteilig sein.

Zur Erfüllung dieser Qualitätsansprüche an die Stromversorgung sind Pumpspeicher-Kraftwerke besonders geeignet. Sie sind neben Spitzenleistungs-Gasturbinen-Anlagen unverzichtbare Bestandteile des gesamten Kraftwerksparks der allgemeinen Stromversorgung. Auch die Deutsche Bahn AG nutzt diese Technik für die Bahnstromversorgung; das Bahnnetz wird mit einer Frequenz von $16 \frac{2}{3}$ Hertz betrieben.

Die vielseitige Nutzungsmöglichkeit der PSW zeigt sich insbesondere bei der:

- **Stromveredelung:** Das ist die Abgabe von Strom in Tageszeiten mit besonders hohem Stromverbrauch. Preiswerter Strom aus Grundleistungskraftwerken bei niedriger Stromnachfrage kann als Pumpstrom so in Spitzenstrom umgewandelt und damit günstiger verkauft werden.

- **Reserve- und Störungsreserve-Beistellung:** Das ist die Möglichkeit, die Anlagen innerhalb etwa einer Minute vom Stillstand auf die maximale Generatorleistung hochzufahren - sog. Minutenreserve.
- **Leistungs-Frequenz-Regelung:** Durch die hohe Regelgeschwindigkeit der Maschinen in den PSW können Leistungsschwankungen des Netzes und Ausfälle von anderen Kraftwerken ausgeglichen werden; man spricht von der Sekundärregelung.
- **Spannungshaltung, Blindleistungs-Bereitstellung (Phasenschieberbetrieb):** In allen Netzen, vom Höchstspannungsnetz bis zur Hausstromversorgung, müssen jeweils bestimmte Spannungswerte eingehalten werden. Dies ist nur durch eine ausgeglichene sog. Blindleistungsbilanz möglich. Als Blindleistung wird die Leistung bezeichnet, die zum Aufbau magnetischer oder elektrischer Felder benötigt und beim Abbau der Felder wieder an die Generatoren zurückgeliefert wird. Diese Leistung trägt nicht zum Energieumsatz bei, da durch sie keine gewollten Wärme-, Licht- oder Krafteffekte bewirkt werden.
- **Nutzung erneuerbarer Energien:** Der erhebliche Zuwachs der Stromerzeugung aus Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, vor allem der extrem stark schwankenden Windenergie, führt zunehmend zu Problemen der Stabilität von Netzen und damit der gesamten Stromversorgung. Obwohl man sich bemüht, immer

LANGFASSUNG

bessere Vorhersagen zum Windaufkommen zu machen, ergeben sich doch häufig erhebliche Abweichungen der Windgeschwindigkeiten zwischen den Prognosen und den wirklichen Werten. Diese Abweichungen können zu einem nicht erwarteten plötzlichen Anstieg der Stromerzeugung aus Windkraftanlagen führen. Konventionelle Kraftwerke müssen dann ihre Leistung genauso schnell absenken. Weiters problematischer sind plötzliche Erzeugungsausfälle bei Flauten oder durch das gleichzeitige Abschalten vieler Wind-

kraftanlagen bei Stürmen aus Gründen der Anlagensicherheit. In diesen Fällen muss ebenso schnell konventionelle Kraftwerksleistung bereitgestellt werden. Es besteht dauerhaft die unmittelbare Notwendigkeit, die Stromerzeugung und den Strombedarf zur Deckung zu bringen. Hierbei kommt den PSW wachsende Bedeutung zu.

Ausblick

PSW leisten mit ihren besonderen Speicher- und Betriebsmöglichkeiten einen wesentlichen Beitrag zur Sicherheit der Strom-

versorgung. Die Nutzung erneuerbarer Energien, besonders durch Windkraftanlagen und zukünftig auch Photovoltaikanlagen, gibt ihnen einen zusätzlichen Einsatzwert. Der Bedarf an Kraftwerken mit den beschriebenen Eigenschaften ist auch deshalb tendenziell steigend. Für vier weitere Standorte sind weit gediehene Voruntersuchungen durchgeführt worden. Der Zubau von Anlagen dürfte jedoch durch die Vorrangstellung von Naturschutzaspekten kaum noch möglich sein. ■