

Stromspeicher

Stromspeicher werden in Zukunft immer wichtiger werden, und gelten als eine der Schlüsseltechnologien der Zukunft.

Grund dafür ist der Ausbau erneuerbarer Energien. Deren Energieproduktion ist oft nicht vorhersehbar bzw. schwankt sehr stark. Dies gilt besonders für Wind- und Solarstrom.

Will man für den privaten Bereich eine Insellösung, ist ein Stromspeicher unverzichtbar.

Eigenschaften/Anforderungen

Wichtige Eigenschaften eines Energiespeichers sind

- die Energiekapazität in Joule oder üblicher in Kilowattstunden
- die maximale Lade- und Entladeleistung
- der Wirkungsgrad (Entladeenergie/Ladeenergie)
- die Selbstentladung
- die Lebensdauer bzw. Zyklenbeständigkeit

Kapazität

Ein durchschnittlicher Haushalt benötigt im Jahr ca. 3500kWh an elektrischer Energie. Das entspricht einer durchschnittlichen Leistung von $3500000\text{Wh}/(365*24\text{h}) = 400\text{W}$. Möchte man nun z.B. Strom für einen Tag speichern können, ist eine Kapazität von $24\text{h}*400\text{W} = 9,6\text{kWh}$ notwendig, also ca. 10kWh. Die Kapazität ist ein entscheidender Faktor für die Kosten des Stromspeichers. Die Preise für Akkumulatoren liegen ca. zwischen 100 und 1500 Euro pro Kilowattstunde - je nach Akkutyp.

Leistung

Der Speicher sollte einerseits produzierte Spitzenleistungen aufnehmen können, und muss andererseits entsprechend der Verbraucher nennenswerte Leistung abgeben können. Hat man z.B. eine Photovoltaikanlage mit 5kW Spitzenleistung installiert, sollte der Speicher fähig sein, bis zu 5kW an Leistung aufzunehmen. Als Verbraucher mit großen Leistungen sind zu nennen:

- E-Herd (3-8kW)
- Backofen (3,5kW)
- Geschirrspüler (1-2kW)
- Waschmaschine (1-2kW)
- Toaster (2kW)
- Wasserkocher (1-2kW)
- Fön (500W-2kW)
- Scheinwerfer (500W)

Je nach dem, wie viele Verbraucher gleichzeitig betrieben werden ergibt sich dadurch eine entsprechende Leistung, die der Speicher abgeben können muss. Die Zubereitung eines

Mittagessens, wo unter Umständen E-Herd, Backofen und Wasserkocher gleichzeitig betrieben werden, führt zu einer Leistung von ca. 10kW! In einem Dreiphasen Stromnetz ist dann auch noch auf die Aufteilung dieser Leistung auf die 3 Phasen zu achten.

Wirkungsgrad

Je nach verwendetem Speicher werden verschiedene Wirkungsgrade von ca. 70% bis annähernd 100% erreicht. Bleibatterien haben z.B. eine Effizienz von ca. 80%, Hochleistungs-LiFePO₄-Zellen hingegen ca. 97%. Hierbei muss aber auch immer angegeben werden, über welchen Zeitraum geladen/entladen wurde. Je schneller der Strom fließt, desto größer sind die Verluste. Für den gesamten Wirkungsgrad sind auch noch die Wirkungsgrade des Ladegerätes und des Wechselrichters entscheidend. In einer Kette von Geräten multiplizieren sich die einzelnen Wirkungsgrade.

Selbstentladung

Ein Energiespeicher verliert über die Zeit einen Teil seiner gespeicherten Energie. Sehr gute Technologien (z.B. Vanadium Redox Batterie) verlieren nur etwa 1% pro Jahr, schlechte bis zu einigen Prozent pro Tag.

Für den Betrieb einer privaten Inselversorgung spielt die Selbstentladung nur eine untergeordnete Rolle, da der Strom typischerweise nur ein paar Tage lang gespeichert wird.

Lebensdauer

Will man eine dauerhafte Lösung, so ist die Lebensdauer des Stromspeichers wesentlich. Bei Sekundärzellen wird immer die Anzahl an Ladezyklen angegeben, bis der Akku nur mehr 80% seiner Nennkapazität hat. Dann gilt er als defekt. Sie reicht bei Bleibatterien von 200-1000 Ladezyklen und bei LiFePO₄-Zellen bis 2000 Zyklen und mehr. Wichtig ist hier auch immer, ob es sich um volle Entladung handelt, oder nur um Teilentladungen. LiFePO₄-Zellen schaffen bis zu 2000 100%-Zyklen, Bleibatterien hingegen eher nur 200 Zyklen. Langfristig ergibt sich bei neueren Batterietypen oft ein wirtschaftlicher Vorteil gegenüber herkömmlichen Bleibatterien, obwohl sie in der Anschaffung weit teurer sind. Weiters gibt es auch eine Alterung unabhängig von Ladezyklen. Hierfür zuverlässige Daten zu bekommen ist in der Praxis oft recht schwierig, wenngleich nicht unerheblich.

Lösungen

Bleisäurebatterie

Die üblichste Variante für kleine Inselanlagen ist die Bleibatterie. Diese kennt man als Starterbatterien in Autos. Der Preis liegt bei ca. 100-200 Euro pro kWh und ist damit die günstigste Lösung - zumindest in der Anschaffung. Durch die recht kurze Lebensdauer von nur 5-15 Jahren und 200 bis 1000 Ladezyklen relativiert sich der günstige Preis.

Das Ladeverfahren ist im Wesentlichen Konstantstrom-Konstantspannung. Es ist üblich, die Konstantspannungsphase für einige Stunden mit erhöhter Spannung zu betreiben, um alle Zellen der Reihenschaltung aufzuladen. Die bereits vollen Zellen gasen dabei aus. Danach wird auf

erhaltungsladung zurückgeschaltet, die die Selbstentladung verhindert. Die Ladedauer ist mindestens ca. 5h.

LiFePO4-Batterie

Die Lithium-Eisen-Phosphat-Zellen gelten derzeit als eine der sichersten auf Lithium basierten Akkumulatoren. Die Nennspannung ist 3.3V. Der Wirkungsgrad liegt hier bei bis zu 97%, was ein beachtlich guter Wert für einen chemischen Speicher ist. Weiters sind diese Zellen sehr belastungsfähig - sowohl beim Entladen als auch beim Laden. Ich persönlich habe Erfahrung mit der Rundzelle ANR26650M1-B von A123. Diese hat 2.5Ah Kapazität und kann mit 10A (4C) geladen werden, und mit 75A (30C) entladen werden. Der DC-Innenwiderstand liegt bei ca. 10mOhm. Das Ladeverfahren ist hier auch Konstantstrom-Konstantspannung. Um eine Zuverlässige Ladung aller in Reihe geschalteten Zellen zu erreichen, muss eine Elektronik die Zellenspannungen überwachen, und gegebenenfalls ausgleichen. Dies übernimmt im Normalfall das Ladegerät. Der Preis ist mit 500-1500 Euro pro kWh allein für die Zellen relativ hoch.

Pumpspeicher

Für die Stabilisierung des Stromnetzes werden so genannte Pumpspeicherkraftwerke eingesetzt. Diese pumpen Wasser in ein hoch liegendes Speicherbecken. Zur Abdeckung von Spitzenlasten wird dann die Lageenergie des Wassers über Turbinen wieder in Strom zurückgewandelt. Für den privaten Bereich ist solch eine Anlage eher nicht umzusetzen. Bei einer realistisch angenommenen Speicherhöhe von 10m, würde man für 10kWh Energie ca. 360 Kubikmeter Wasser benötigen, was einem Würfel mit einer Seitenlänge von 7,1m entspricht. Das ganze ist für diese Größenordnung zu unwirtschaftlich.

Vanadium Redox Batterie

Ein Verfahren, das die elektrische Energie in einem Elektrolyten speichert. Besonders ist hierbei, dass nur eine Art von Chemikalie, die noch dazu ungiftig ist, verwendet wird, die sich durch das Laden dann in 2 Sorten aufteilt. Die beiden Flüssigkeiten können voneinander räumlich getrennt aufbewahrt werden, wodurch sich eine sehr geringe Selbstentladung ergibt. Weiters konnte bisher noch keine Schädigung der Batterie über die Lebensdauer bzw. die Ladezyklen festgestellt werden. Der Wirkungsgrad ist mit 80% nicht berauschend, aber die Langlebigkeit wiegt das sicherlich auf. Zum Betrieb werden Pumpen, zwei Flüssigkeitstanks und eine Reaktionszelle benötigt. Noch ist dieses Verfahren für den privaten Bereich nicht käuflich erhältlich.

From:
<http://www.zeilhofer.co.at/wiki/> - **Verschiedenste Artikel von Karl Zeilhofer**

Permanent link:
<http://www.zeilhofer.co.at/wiki/doku.php?id=stromspeicher>

Last update: **2014/04/25 12:18**

