„Die elektrische Energie muss von den Kraftwerken in genau dem Moment erzeugt werden, in dem sie von den Verbrauchern benötigt und verbraucht wird. […] Erzeugung und Verbrauch müssen zu jeder Zeit im Gleichgewicht sein.“  
[Quelle: D. Ludgen und H. Waitschat: Funktionsweise des elektrischen Versorgungsnetzes, in: PdN-PhiS 5(58) 2009, S. 5]

„Ein wachsender Teil der Stromversorgung erfolgt dezentral, hängt ab von Wind und Sonneneinstrahlung und steht daher nicht immer bedarfsgerecht zur Verfügung.“

[Quelle: <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/hintergrundpapiere/%e2%80%9esmart-grids%e2%80%9c-fuer-die-stromversorgung-der-zukunft> vom 3.8.2016]

**Problem:**

Durch eine Störung des Gleichgewichts zwischen Produktion und Verbrauch z.B. durch Überproduktion oder auch durch einen zu hohen Bedarf an elektrischer Energie kann es zu erheblichen Stromausfällen kommen.

Für eine Lösung des Problems gibt es prinzipiell 4 Möglichkeiten:

1. Ein Überangebot an elektrischer Energie kann durch den geographischen Ausgleich und die Verteilung der vorhandenen Kapazitäten über das Stromnetz reguliert werden. Strom, der an einer Stelle überschüssig ist, wird entsprechend des Bedarfs andernorts abtransportiert.
2. Kraftwerke müssen ihre Stromproduktion schnell hoch- und herunterfah­ren können.
3. In Zeiten, in denen die Stromerzeugung niedrig und die Nachfrage groß ist, können große Stromverbraucher, zum Beispiel Kühlhäuser, flexibel ihren Verbrauch her­unterfahren und im Gegenzug bei hohem Stromangebot und niedriger Nachfrage ihren Verbrauch wieder hochfahren.
4. Speicher für elektrische Energie, die je nach Bedarf Energie schnell aufnehmen bzw. wieder schnell als elektrische Energie abgeben.

**Aufgaben:**

1. Recherchiere, welche Kraftwerkstypen sehr schnell auf einen Bedarfswechsel reagieren können.
2. Beschreibe, welche Information ein Stromverbraucher aber notwendigerweise haben muss, wenn er nach Punkt 3 seinen Bedarf flexibel gestalten will.
3. Recherchiere, welche Speicher es für die elektrische Energie gibt.   
   (Siehe dazu Tabelle unten)
4. Ermittle, welche Speicher zudem sehr gut geeignet sind, die 4. Möglichkeit zu erfüllen.

In der folgenden Tabelle sind für Deutschland wichtige Energiespeicher und ihre Eigenschaften aufgelistet   
(Quelle: Eva Mahnke, Jörg Mühlenhoff, Leon Lieblang: Renews Special, Nr 75, Dezember 2014, Agentur für Erneuerbare Energien e. V., S. 23 ff. bzw. <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/hintergrundpapiere/strom-speichern> )

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Speicher-medium: | Pumpspeicherwerke | Wasserstoff-Speicher | Kondensatoren | Autobatterien | Lithium-ionen-Akkus |
| Wirkungsgrad in % | 70 - 80 | 40 | 95 | 80-95 | 80 - 95 |
| Leistung in MW | 100 - 1000 | 100 - 1000 | 1 – 100 | 0,001 - 100 | 0,001 - 100 |
| Kapazität in kWh | 40 Mio. | 200 Mrd. | bis 52 | 1 - 40000 | 20 – 50  (1 E-Auto) |
| Reaktionszeit | > 3 min | 10 min | < 10 ms | 3 – 5 ms | 3 – 5 ms |
| Einsatzgebiet | Lastausgleich, Minutenreserve | Langzeitspeicher, Lastausgleich, Regelenergie, Kraftstoff im Verkehrssektor | Stabilität der Netzspannung, Kurzzeit­speicherung, unterbrechungsfreie Stromversorgung | Lastausgleich, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Regelenergie, Insellösungen | Elektromobilität |

1. Erläutere, warum Wasserstoff in Deutschland vermutlich bisher nur wenig als Energiespeicher eingesetzt wird.
2. Erkläre, warum mit steigender Zahl an Elektroautos diese zunehmend als große Speicher für elektrische Energien gesehen werden.