

Sicher durch die Dunkelflaute

©EnBW / Paul Gärtner

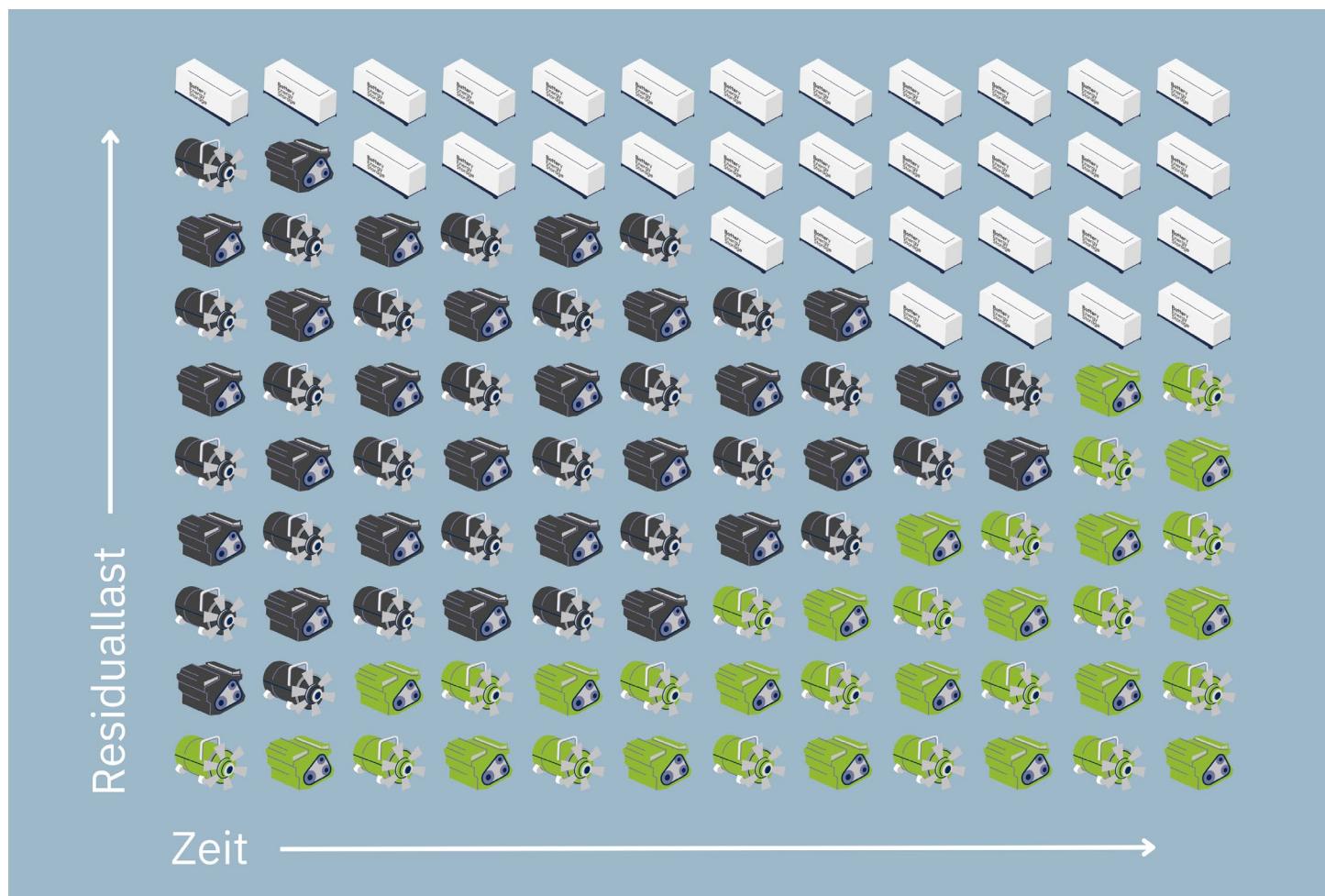
Dunkelflaute, na und. Wir sind in der Vergangenheit sicher durch die Dunkelflaute gekommen, tun das in der Gegenwart und werden die Herausforderung auch in der Zukunft meistern. Auch wenn Wind und Sonne wenig Strom liefern, wird die Energiewirtschaft eine **stabile Energieversorgung** sicherstellen. Die erforderlichen **Technologien stehen schon heute zur Verfügung**. Technologische Weiterentwicklungen werden die Problemlösung vereinfachen.

Heute haben wir in Deutschland noch einen Energiemix der Erneuerbaren Energien mit Kohle- und Erdgaskraftwerken. Dieses Faktenpapier zeigt, **wie die Versorgung auch Morgen und Übermorgen gesichert werden kann** – auch nach dem Marktaustritt von Kohlekraftwerken und der perspektivischen Umstellung der Motoren- und Turbinenkraftwerke auf **klimaneutrale Gase**.

Bei dieser Betrachtung ist es sinnvoll, zwischen **Technologien** auf der einen Seite und **Energieträgern** auf der anderen Seite zu unterscheiden. So wie heute **Turbinen und Motoren als Back-Up¹** zur Verfügung stehen, werden in der Zukunft **Speicher und weitere Flexibilitäten** einen Teil dieser Rolle erfüllen. Was sich ändert, ist die Menge der gespeicherten Energie sowie die **Brennstoffe**.

Entwicklung der Brennstoffe und Speicher zur Deckung der Residuallast

Mit der Zeit kommen mehr Speicher in das Stromsystem. Gleichzeitig werden die genutzten Brennstoffe immer nachhaltiger.



Heute – Energieversorgung ist sicher

Wenn in Deutschland wenig Wind weht und keine Sonne scheint, kommt die notwendige **Absicherung zu großen Teilen aus fossilen Quellen** wie Erdgas und Kohle. **Doch Erneuerbare Energien** sind auch dann stark im Netz vertreten. In einer Dunkelflaute übernehmen **Wasserkraft und Bioenergie (Biometan, Biogas, Müll)** bereits eine wichtige Rolle. Wo Lücken bleiben, springen Motoren oder Turbinen auf Basis von Erdgas und Kohle ein. **Pumpspeicher und erste**

Batteriespeicher helfen zunehmend dabei, **kurzfristige Engpässe** zu überbrücken. Die Batterien finanzieren sich aus dem Markt heraus, als Ergänzung zur Photovoltaik im Sommer. Diese Speicher stehen dem System auch in einer Dunkelflaute zur Verfügung. Zusätzlich stehen **Reserven in Form von Kohle- und Erdgaskraftwerken** bereit. Zudem gibt es den **europäischen Strommarkt**, in dem sich gegenseitig abgesichert wird und der die Kosten senkt.

Morgen – Mehr Speicher und Brennstoffwechsel

Kohlekraftwerke verlassen in den kommenden Jahren schrittweise den Markt. Dennoch wird es noch Kohlekraftwerke als Reservekraftwerke geben. **Dutzende Gigawatt Batteriespeicher** werden in den nächsten Jahren zugebaut. Ebenso wie die **Lastflexibilität** (bspw. Kühlhäuser oder Wärmepumpen) reduzieren die Speicher in Zeiten von **Strompreisspitzen die Residuallast**² erheblich. Speicher werden zu Zeiten niedriger Residuallast, wie beispielsweise nachts, geladen und Flexibilitäten auf ihren nächsten Einsatz vorbereitet. Die verbleibende **Residuallast-Erzeugung**³ wird auch 2030 durch Motoren und Turbinen erbracht. Dies geschieht zur CO2-Einsparung neben den weiterhin vorhandenen Erdgaskraftwerken vorzugsweise mit **Biomasse in den Biogasanlagen und Müll als Brennstoffen**. Biomethan und notfalls Erdgas kann ebenfalls in diesen Motoren und Turbinen verwendet werden und **Erdgasspeicher** sind bereits heute groß. Je mehr **Biogasanlagen flexibilisiert**⁴ werden, desto **weniger neue Gaskraftwerke** sind nötig.

Auch wird Energie zunehmend aus erzeugungsreichen Wochen in erzeugungsärmere Wochen verschoben, z.B. in **Wärmespeichern von Wärmenetzen** oder über **erneuerbare Gasspeicher** (Biomethan).

Übermorgen – Viele Speicher, CO2-neutrale Brennstoffe

Das fossile Erdgas ist nur ein Übergang und wird in den 2030ern zunehmend durch **andere Gase** abgelöst. Hier wird die weitere **Flexibilisierung von Biogas** eine Rolle spielen. **Biomethan** wird für die Dunkelflaute in bereits heute vorhandenen Langzeitspeichern gelagert.

Hinzu kommt schrittweise **Wasserstoff** – idealerweise aus erneuerbaren Energiequellen. Der Wasserstoff wird vor allem im Sommerhalbjahr in den Sonnenstunden erzeugt. Die **Entladegeräte sind Motoren und Turbinen**, evtl. auch Brennstoffzellen.

Im Sommerhalbjahr geladene **Langzeitwärmespeicher** reduzieren den Bedarf an Stromerzeugungsleistung in der Dunkelflaute. **Kurzzeitstromspeicher und Flexibilisierung** tragen die Residuallastspitzen während Dunkelflauten ab.

Möglicherweise werden auch **Langzeitstromspeicher** eine Rolle spielen. Einige entsprechende Technologien sind bereits in der Entwicklung⁵.

Sichere Energieversorgung	Heute	Morgen	Übermorgen
Erneuerbare Energien	<ul style="list-style-type: none"> Wasserkraft Bioenergie, darunter Biomethan, Biogas Windenergie (klein, aber fein) Müll 	<ul style="list-style-type: none"> Wasserkraft Bioenergie, darunter Biomethan sowie teilflexibilisiertes Biogas Windenergie (klein, aber fein) Müll 	<ul style="list-style-type: none"> Wasserkraft Bioenergie, darunter Biomethan sowie vollflexibilisiertes Biogas Windenergie (klein, aber fein) Müll
Speicher	<ul style="list-style-type: none"> Erste Batteriespeicher Pumpspeicher 	<ul style="list-style-type: none"> Viele Batteriespeicher Pumpspeicher 	<ul style="list-style-type: none"> Sehr viele Batteriespeicher Pumpspeicher Langzeitspeicher (Strom/Gas) Langzeitwärmespeicher
Residuallast-Erzeugungstechnologien	<ul style="list-style-type: none"> Motoren Turbinen 	<ul style="list-style-type: none"> Motoren Turbinen Erste Brennstoffzellen 	<ul style="list-style-type: none"> Motoren Turbinen Brennstoffzellen
Brennstoffe für Motoren und Turbinen / ggfs. Brennstoffzellen	<ul style="list-style-type: none"> Biomasse (darunter Biomethan und Biogas) Müll Erdgas Kohle 	<ul style="list-style-type: none"> Biomasse (darunter Biomethan und Biogas) Müll Erdgas 	<ul style="list-style-type: none"> Biomasse (u.a. Biomethan und Biogas) Müll Gas (z.B. grüner Wasserstoff, Synthesegas)
Reserven als Versicherung	<ul style="list-style-type: none"> Kohlekraftwerke Gaskraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> Steinkohlekraftwerke Gaskraftwerke 	<ul style="list-style-type: none"> Gaskraftwerke (THG-neutral)

¹Gemeint ist hier das Back-Up innerhalb des Marktes im Gegensatz zu den Reserven, die außerhalb des Marktes stehen.

²Residuallast beschreibt den Teil des Stromverbrauchs, der nach Abzug der Einspeisung aus Solar- und Windenergie übrigbleibt und durch andere Energiequellen gedeckt werden muss.

³Residuallast-Erzeugung meint die Stromerzeugung, die notwendig ist, um die Residuallast zu decken.

⁴Die Biogas-Flotte kann zu einem relevanten Teil flexibilisiert werden, durch zusätzliche Fermenter, Gasspeicher und Gasmotoren. Dadurch kann mit der gleichen Brennstoffmenge ein Mehrfaches an Leistung zur Verfügung gestellt werden. Mit geringem Vorlauf kann durch angepasste Fütterung der Biogasanlagen deren Methanproduktion phasenweise erhöht werden. In der Dunkelflaute kann so über längere Zeit die Biogasleistung hochgefahren werden.

⁵Theoretisch denkbar, aber sehr teuer wäre die Abscheidung von CO2 am Erdgaskraftwerk.

