UPSCHALTEN

FÜR DIE ENERGIEWENDE!

EINE ENERGIEGELADENE THEATERPRODUKTION

Das Begleitheft zum energetischen Theaterstück
„Upschalten – Für die Energiewende“

von Christopher Oberle und Jean-Francois Drozak
mit der N-ERGIE Schulinformation

Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Herausgeber
N-ERGIE Aktiengesellschaft
Am Plärrer 43, 90429 Nürnberg
www.n-ergie.de

Gefördert durch

Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Kunstdünger – Die Agentur für Kulturdesign

Projektleitung
Claudia Jordan – N-ERGIE Schulinformation

Autoren
Christopher Oberle – Staatliche Realschule Zirndorf
Jean-Francois Drozak – Kunstdünger

Redaktion
Stefanie Dürrbeck, Claudia Jordan, Matthias Klopfer (Beratung),
Gabriele König, Isolde Kolb (Gestaltung), Volker Laudien

Layout
Gudrun Hanauer

Fotos:
N-ERGIE
Jean-Francois Drozak

Inhalt

Vorwort Hubert Aiwanger, **4**
Stellvertretender Ministerpräsident des Freistaates Bayern
und Staatsminister für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Vorwort Maik Render und Magdalena Weigel, Vorstände der N-ERGIE Aktiengesellschaft **5**

Einführung **6**

Woher kommt unsere Energie und wie wird sie verteilt? **8**

Energie als Wirtschaftsgut **12**

Die Energievorhersage für den heutigen Tag **14**

Das Energieangebot optimal nutzen **16**

Vorwort

Die Energiewende ist eine große, gesamtgesellschaftliche Aufgabe, die uns nur gemeinsam gelingen kann. Ohne Akzeptanz vor Ort und ohne einen intensiven Bürgerdialog ist es unmöglich, unser Ziel einer sicheren, bezahlbaren und nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen. Denn insbesondere der Ausbau erneuerbarer Energien erfordert eine intensive Beteiligung vieler Bürger. Dabei geht es nicht nur um die Zukunft des Wirtschaftsstandortes Bayern, sondern auch um eine gute Zukunft künftiger Generationen im Freistaat.

Um die Gesellschaft zu einer nachhaltigen und verantwortungsvollen Lebensweise anzuregen, ist es von Bedeutung, dass Themen wie die Energiewende über alle Generationen hinweg thematisiert werden. Dafür sind Dialogplattformen für den Austausch mit Bürgern, aber auch Verbänden, Kammern, Kommunen sowie Vertretern der bayerischen Energiewirtschaft entscheidend.

Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung für diese Thematik können aber schon bei den Jüngsten beginnen. Denn wenn Kinder und Jugendliche frühzeitig und spielerisch mit Themen wie Erneuerbare Energien oder Energiesparen in Berührung kommen, fördert das ihre spätere Bereitschaft, sich für die Energiewende einzusetzen. In der Bildung zu nachhaltiger Entwicklung ist Energie daher ein zentrales Element und wird in Zukunft immer wichtig bleiben. Vor allem wenn Kinder selbst aktiv werden, bleiben ihnen die Erfahrungen am besten in Erinnerung.

Die Energiebildung betrifft fächerübergreifend die verschiedensten Lebensbereiche und ermöglicht es, Theorie und Alltag miteinander zu verbinden. Dabei gibt es Themen, wie etwa das Energiesparen, bei denen alle Altersklassen mitwirken können. Dem interaktiven Theaterstück „Upschalten – Für die Energiewende“ gelingt genau diese Verbindung: Kinder und Jugendliche werden für die fachlich komplexe Herausforderung sensibilisiert und lernen spielerisch, verantwortungsvoll mit Energie umzugehen.

Ich freue mich, dass das Theaterstück „Upschalten“ einen so wertvollen Beitrag zur Energiebildung in Bayern leistet und wünsche allen Beteiligten viel Freude und Erfolg.

Hubert Aiwanger

Stellvertretender Ministerpräsident
des Freistaates Bayern und Staatsminister für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Vorwort N-ERGIE Aktiengesellschaft

Die Energiewende, die Umstellung auf eine umweltfreundliche Energieerzeugung, ist DIE Herausforderung unserer Zeit.

Jede*r Einzelne von uns steht hier in der Verantwortung, einen Beitrag zu leisten. Energiewende bedeutet eine gesamtgesellschaftliche Transformation. Vom Umbau der Wirtschaft über eine Veränderung der Landschaft bis hin zu verändertem Verhalten aller Einzelnen. Wesentlich für den Erfolg hierbei ist eine dauerhafte und breite gesellschaftliche Akzeptanz für diese Transformation. Dafür ist es notwendig, alle Zusammenhänge zu verstehen. Nur so kann man das eigene Handeln einordnen und gegebenenfalls anpassen.

Das sind wir nicht zuletzt den nachfolgenden Generationen schuldig. Und gerade Kinder und Jugendliche setzen sich so intensiv mit dem Klimawandel und seinen Folgen auseinander wie kaum eine andere Gruppe unserer Gesellschaft. Sie fordern von uns einen verantwortungsbewussten Umgang mit Ressourcen, leben ihn vor, sind in vielen Familien das notwendige Gewissen, wenn es um Nachhaltigkeit geht.

Um dieser Zielgruppe das abstrakte Themenfeld Energie jeweils altersgerecht, alltagsnah und anschaulich zu vermitteln, bietet die N-ERGIE Schulinformation viele Materialien und Angebote vom Kindergarten bis zur Oberstufe. Ein besonders kreatives Projekt dabei: das Theaterstück „Upschalten – Für die Energiewende“. Hier wird locker und (schau)spielerisch vermittelt, wie das Energiesystem funktioniert. Eine echte Bereicherung für den Unterricht.

Maik Render
Vorstand der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Magdalena Weigel
Vorständin der N-ERGIE Aktiengesellschaft

Einführung

Die Energiewende ist ein komplexe Generationenaufgabe, bei der noch viele Fragen offen sind. Klar ist allerdings: Ein Umdenken und „Umhandeln“ sind zwingend nötig, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Dazu braucht es vor allem Verständnis, Sachlichkeit und einem faktenbasierten Dialog.

Die Energiewende gelingt nur zusammen mit den Menschen vor Ort, und sie wird nur als Erfolgsmodell und nicht als Verzichtsmodell Akzeptanz finden. Rund um die Energiewende brauchen wir eine sachliche Diskussion. Dazu muss jeder begreifen, wie die Energieversorgung funktioniert.

Die Theaterproduktion „Upschalten – Für die Energiewende“ für Schulen in Bayern hilft dabei, die Zusammenhänge der Energiewirtschaft besser zu verstehen. Die Hauptrolle spielen die Schüler*innen selbst.

Die Anregung für das Drehbuch zu „Upschalten“ stammt aus dem Buch „Briefe in die chinesische Vergangenheit“ von Herbert Rosendorfer. Darin reist ein Chinese aus dem 10. Jahrhundert in die Gegenwart und überspringt dabei 1000 Jahre.

Für das Theaterprojekt wurde die Geschichte leicht abgeändert: Aus dem Chinesen wurde der Japaner Masayuki. Dieser Wechsel der Nationalität ist eine Anspielung auf die Nuklearkatastrophe von Fukushima in Japan im März 2011. Masayuki kommt ins Heute mit dem Auftrag etwas abzuschalten und nach dem Abschalten der Atomkraft das „Upschalten“ für die Energiewende vorzubereiten. Aber was soll das sein – Upschalten? Im Mittelalter, aus dem Masayuki kommt, gab es keine elektrischen Geräte. Es gab auch noch keinen Strom, kein Netz, keine Energieversorgung, geschweige denn die Themen Energiewende und Klimaschutz. Man glaubte damals noch an andere Formen der Energie – meist spirituell.

Ingenieur*innen und Pädagog*innen standen Pate, um die Handlung des Theaterstücks mit wissenschaftlichen Fakten zu verbinden und auch politische Rahmenbedingungen in den Kontext zu setzen: In den acht Szenen von „Upschalten“

werden diese Ergebnisse und Impulse verständlich zusammengefasst – sowohl für die Theaterakteure als auch für das Publikum. Auf spielerische Art wird den Schüler*innen so deutlich gemacht, vor welchen Herausforderungen ein Energieversorger täglich steht und was in den Stromnetzen eigentlich passiert.

Zudem entstand die Idee, das Publikum mit in das Theatergeschehen einzubeziehen. Drei Fahrräder stehen als „Kraftwerke“ bereit und werden durch Zuschauer*innen betrieben: Dadurch erzeugen sie Strom und helfen, die notwendige Spannung für das Theaterstück zu erzeugen.

Das Stück wird von acht Schüler*innen gespielt. Fünf junge Schauspieler*innen treiben die Handlung voran, drei sorgen als Ingenieur*innen dafür,

dass für jede Szene genügend Energie vorhanden ist. Wird es im Stück spannend, wird viel Energie benötigt. „Drei Kraftwerke“, kündigen dann etwa die Ingenieur*innen an. Dann müssen drei Personen aus dem Publikum auf die Fahrräder und strampeln. Aber es gibt im Stück wie in der realen Energiewirtschaft auch Situationen, bei denen Strom im Überfluss vorhanden ist. Dieser kann dann z. B. in andere Netzgebiete verkauft werden. So vermittelt das Theaterstück ganz nebenbei, wie das Stromsystem funktioniert.

In dieser Begleitbroschüre wird diese Thematik vertieft:

- Das erste Kapitel behandelt die Herausforderung, die mit dem Netzausbau auf unsere Gesellschaft zukommt.
- Im zweiten Kapitel wird auf die Bedeutung einer gut funktionierenden Infrastruktur für die Versorgung eingegangen. Denn Strom und Wasser sind mehr als nur eine Ware.
- Das dritte Kapitel handelt vom Alltag in einem Kraftwerk. Dreh- und Angelpunkt ist die Abschätzung, wie viel Strom in den nächsten Stunden tatsächlich benötigt wird. Noch können wir alleine mit dem Stromnetz keinen Strom speichern. Daher muss in den Kraftwerken so viel Strom erzeugt werden, wie zum selben Zeitpunkt von den Verbrauchern abgenommen wird.
- Das vierte und letzte Kapitel setzt sich mit den zukünftigen Gerätegenerationen auseinander. Unter dem Stichwort „Internet der Dinge“ werden Wärmepumpen und Elektroautos, aber auch unsere elektrischen Haushaltshelfer per WiFi an das Internet angeschlossen sein. Welche Vorteile und Nachteile bringt das eventuell mit sich?

Claudia Jordan
N-ERGIE Schulinformation

1. Woher kommt unsere Energie und wie wird sie verteilt?

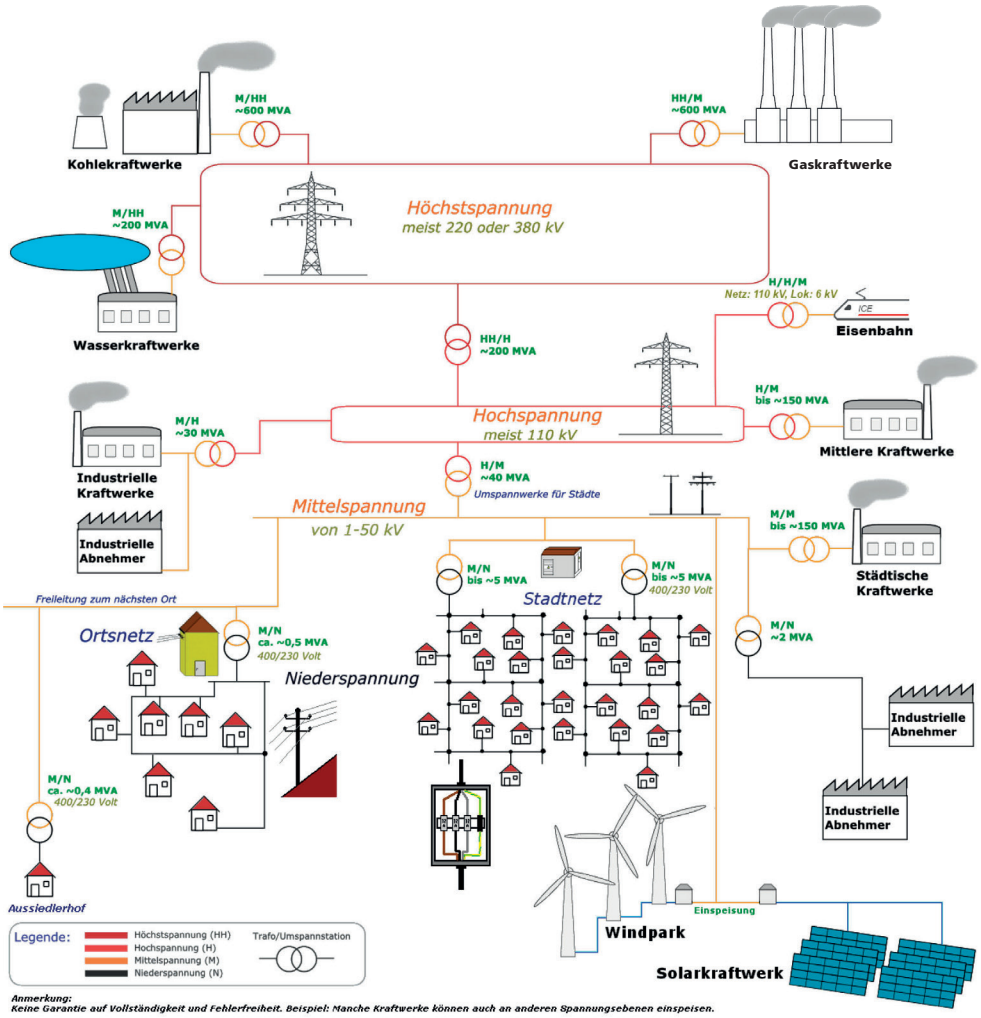
Im Mittelalter, aus dem der japanische Hauptdarsteller Masayuki in die Gegenwart reist, gab es noch keine elektrischen Geräte. Der Zeitreisende wundert sich deshalb sehr über die viele Technik, die man heute zuhause nutzen kann. Seine Gastgeberin zeigt ihm ihre Mikrowelle, die elektrische Heizung, die Musikanlage und vieles mehr. Wie ein kleines Kind schaltet er die Geräte ein und aus, um zu sehen, was als Nächstes passiert.

Wir sind es gewohnt, dass das Licht angeht, wenn wir den Schalter betätigen, und dass das Mobiltelefon geladen wird, sobald wir seinen Stecker in die Steckdose stecken. Unser modernes Leben und unser Komfort hängen zum Großteil von der Verfügbarkeit elektrischer Energie ab. Aber woher bekommen wir diese Energie?

Bis zur Jahrtausendwende war die Stromversorgung in Deutschland einfach zu erklären. In relativ wenigen Großkraftwerken wurde aus Primärenergieträgern wie Öl, Kohle und Erdgas durch Verbrennung bzw. bei Uran durch Spaltung von Atomkernen die darin enthaltene Primärenergie in mehreren Schritten in elektrische Energie umgewandelt. Ein Stromleitungsnetz transportierte diese Energie zu den Endabnehmern, wie Unternehmen und privaten Haushalten.

Regenerative Energieformen spielten damals mit vier bis fünf Prozent an der Gesamtenergiebereitstellung nur eine relativ kleine Rolle. Natürlich gab es auch schon in den 1980er- und 1990er-Jahren Menschen, die sich Gedanken machten, wie man den eigenen Energiebedarf selbst decken kann, z. B. mit Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) oder kleinen Windkraftanlagen. Diese Systeme waren aber für die breite Masse noch zu teuer.

Die Stromversorgung änderte sich mit dem Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz, kurz EEG) aus dem Jahr 2000. In diesem Gesetz wurde unter anderem geregelt, dass elektrische Energie aus erneuerbaren Energien vorrangig in das Stromnetz eingespeist wird. Zudem wurde eine Mindestvergütung für diese Energie festgelegt. Die Anschaffung von PV- und Windkraftanlagen wurde so auch für Privatleute wirtschaftlich. Hausbesitzer montierten PV-Anlagen auf ihre Dächer, Bürgergenossenschaften errichteten Windräder am Wohnort, Landwirte nutzten immer größere Anteile ihrer Felder zur Energiegewinnung aus Biomasse. Zu den wenigen Unternehmen, die Großkraftwerke betrieben, kamen nun viele kleine Energieerzeuger hinzu, die über das ganze Land verteilt elektrische Energie in die Stromnetze einspeisten.



Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Stromversorgung.png

Dabei ist die Bereitstellung durch regenerative Energieträger abhängig von der geografischen Lage. Im Norden Deutschlands weht in Küstennähe ein relativ konstanter Wind, darum entstanden hier große Windparks. Der Süden Deutschlands ist aufgrund der höheren Anzahl an Sonnenstunden pro Jahr vor allem durch Photovoltaik-Anlagen geprägt.

Beide Primärenergieformen sind zudem von der Witterung und der Jahreszeit abhängig. Dies hat zur Folge, dass die eingespeiste Strommenge im Tages- und Jahresverlauf stark schwankt. Für die Stromnetzbetreiber stellt das eine große Herausforderung dar.

Das deutsche Stromnetz selbst besteht aus mehreren Spannungsebenen:

Das **Höchstspannungsnetz** bildet die oberste Spannungsebene mit 220 oder 380 kV (Kilovolt) und zählt zum sogenannten Übertragungsnetz. In diese Netzebene speisen Großkraftwerke ein, wie Gas- oder Kohlekraftwerke, sowie die großen norddeutschen Windparks.

Unterhalb des Höchstspannungsnetzes ist die sogenannte Verteilnetzebene, die aus Hoch-, Mittel- und Niederspannungsebene besteht.

In das **Hochspannungsnetz** mit 110 kV speisen vorwiegend große Windparks und großflächige PV-Anlagen ein.

Die **Mittelspannungsebene** bewegt sich üblicherweise im Bereich von 10 bis 30 kV. In diese Netzebene speisen einzelne Windkraft-, Photovoltaik- und Kleinanlagen wie Blockheizkraftwerke, Biomasse- oder Wasserkraftanlagen ins Netz ein. Im **Niederspannungsnetz** mit 400 V wird unter anderem die Energie der PV-Anlagen, z. B. auf Hausdächern, aufgenommen.

Da das Stromnetz selbst keine Energie speichern kann, ist immer so viel Strom einzuspeisen, wie durch die Verbraucher entnommen wird. Solange nur Großkraftwerke Strom lieferten, war die Balance leicht zu halten. Die Netzbetreiber mussten nur wenige Male im Jahr Engpässe im Netz durch die Veränderung der Kraftwerksleistung ausgleichen. Mit dem Aufkommen der regenerativen Energiequellen müssen die Netzbetreiber regelmäßig aktiv eingreifen, damit das Netz stabil bleibt.

Da erneuerbare Energien bei der Einspeisung Vorrang haben, müssen die Großkraftwerke ihre Leistungsabgabe immer wieder verändern. Diese sind jedoch überwiegend darauf ausgelegt, mit konstanter Leistung betrieben zu werden. Kurzfristige Leistungsänderungen oder gar Zu- bzw. Abschaltungen sind daher nicht ohne Weiteres möglich.

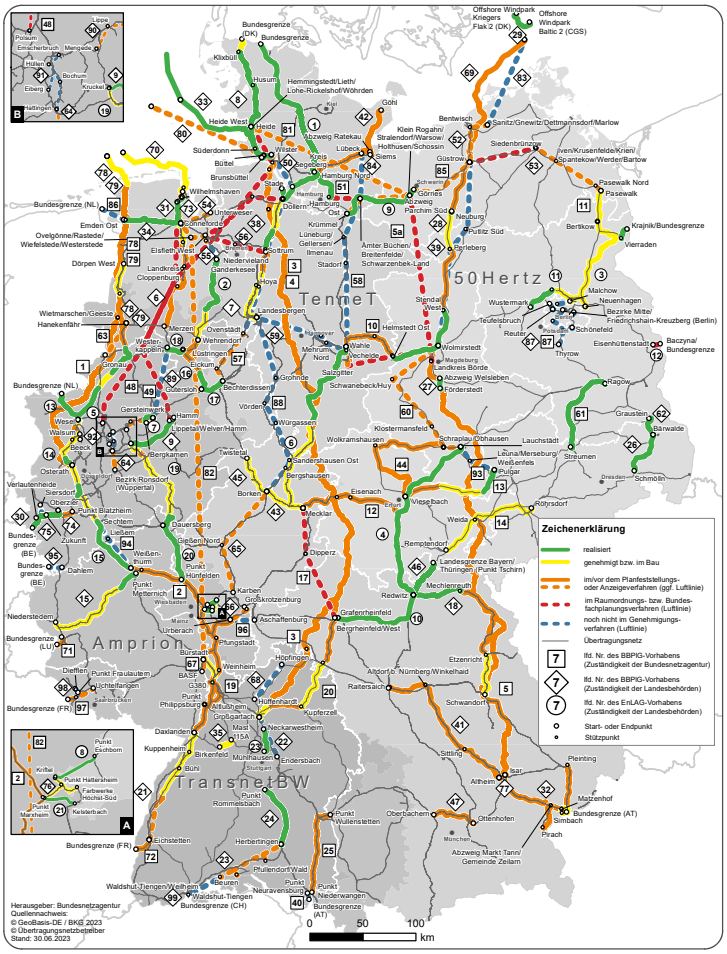
Gaskraftwerke, die zur Abdeckung von Lastspitzen konzipiert sind, können in ihrer Leistung schnell geregelt werden; auch andere Kraftwerkstypen verfügen in gewissen Grenzen über die Möglichkeit einer schnellen (Teil-)Leistungsregelung.

Neben der Lastregulierung der Kraftwerke bleibt als weitere Möglichkeit, überschüssige Energie an die europäischen Nachbarn zu verkaufen. Auch hierfür sind die Übertragungsnetze konzipiert.

Ausblick: Was muss also getan werden, um erneuerbare Energien zu fördern und dabei gleichzeitig das Stromnetz in Balance zu halten? Wie kann die angestrebte Energiewende gelingen?

Wichtig ist, die erneuerbaren Energien gemäß der regionalen Potenziale optimal zu nutzen und auszubauen. Verschiedene Verfahren tragen dazu bei, die Balance im Netz herzustellen:
Eine Möglichkeit ist der **Ausbau des Übertragungsnetzes** (= Höchstspannungsebene, d. h. 220kV und höher), wie er im Netzentwicklungsplan Strom der Bundesregierung festgeschrieben ist. Erklärtes Ziel ist es, durch den Bau neuer Höchstspannungsleitungen einen weitgehend engpassfreien Stromaustausch zwischen den verschiedenen Regionen Deutschlands zu ermöglichen und auch eine energie- und volkswirtschaftlich **sinnvolle Koppelung der Erzeugungs- und Verbrauchsregionen** über Ländergrenzen hinweg zu realisieren, wie es die EU vorgibt.

Deutsches Übertragungsnetz



Quelle: Bundesnetzagentur

Anstatt Erzeugungsspitzen zu kappen, indem etwa Windräder oder PV-Anlagen in Zeiten (zu) hoher Erzeugungsleistung vom Netz genommen werden, könnte ein möglicher Stromüberschuss in **Energiespeichern** zwischengespeichert werden. Zu Zeiten, wenn weniger regenerative Energie zur Verfügung steht, wird er in das Netz zurückgeleitet. Die Problematik dabei ist, dass sich elektrische Energie (bisher) nicht in großer Menge speichern lässt. Dazu muss sie in eine andere Energieform umgewandelt werden.

Der bekannteste Energiespeicher ist die **Batterie**. Beim Aufladen wird elektrische in chemische Energie umgewandelt. In den letzten Jahren wurden gerade durch die Entwicklung von Elektroautos große Fortschritte im Bereich der Batterietechnik gemacht, die auch für private Haushalte nutzbar sind. So kann man beispielsweise einen Speicher an eine Photovoltaikanlage anschließen, um Stromüberschuss aufzunehmen und wieder abzugeben.

In Bayern, Sachsen, Thüringen und im Schwarzwald stehen auch so genannte **Pumpspeicherkraftwerke** zur Verfügung. Aktuell stellen diese das effizienteste und kostengünstigste Verfahren zur Speicherung von großen Strommengen dar. Mit Überkapazitäten an elektrischer Energie pumpt man Wasser in ein höher gelegenes Becken und wandelt so elektrische in Lageenergie um. Durch Ablassen des Wassers über eine Turbine, die einen Generator antreibt, erhält man wieder elektrische Energie.

Ein weiteres Verfahren nennt sich **Power-to-Gas.** Gemeint ist damit die Elektrolyse von Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff. Erfolgt die Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Energien, nennt man den erzeugten Wasserstoff „Grün". Wasserstoff lässt sich in Flaschen oder Pipelines transportieren und perspektivisch in großen Mengen über lange Zeiträume speichern. Durch Reaktion mit Sauerstoff kann die chemische Energie des Wasserstoffs über eine Brennstoffzelle oder eine Kombination aus Turbine und Generator wieder in elektrische Energie umgewandelt werden.

Eine weitere Möglichkeit ist die sogenannte **funktionale Stromspeicherung,** bei der man z. B. Wärmepumpen bei guter Stromverfügbarkeit laufen lässt und die Energie als Wärme in Häusern speichert. In Zeiten von Stromengpässen können diese Gebäude diesen Wärmespeicher nutzen und gezielt auf Strombezug verzichten. Auf das Stromnetz könnte das eine ähnliche Wirkung wie ein Reservekraftwerk haben.

Daneben wird zurzeit noch an vielen, zum Teil futuristisch anmutenden Verfahren der Energiespeicherung geforscht. Gemeinsam ist vielen, dass sie das Herzstück einer **dezentralen Energieversorgung** bilden können.

Auch die Wärme, die in Wärmekraftwerken nicht in elektrische Energie umgesetzt wird, lässt sich nutzen. Mit ihr kann man über **Fernwärme** Gebäude mit Heizung und Warmwasser versorgen. Diese sogenannte Kraft-Wärme-Kopplung steigert die Effizienz eines Wärmekraftwerks deutlich. Da auch der Fernwärme-Bedarf je nach Jahreszeit unterschiedlich hoch ist, wurde beispielsweise am N-ERGIE Kraftwerksstandort Sandreuth in Nürnberg ein Wärmespeicher in Form eines 33.000 Kubikmeter fassenden Warmwassertanks errichtet. Dieser kann eine Wärmemenge von 1,5 Millionen Kilowattstunden speichern.

2. Energie als Wirtschaftsgut

Was würde passieren, wenn die Stromversorgung von einer Stunde auf die andere zusammenbrechen würde? Eine Person im Theaterstück „Upschalten“ ist Herr Wagner, ein nahezu militanter Ökoaktivist, der sich Medienpräsenz erhofft: Er bricht in ein Kraftwerk ein und versucht, es abzuschalten. Von einem Stromausfall im Versorgungsgebiet wären Privathaushalte und Wirtschaftsunternehmen gleichermaßen betroffen… Unsere Gesellschaft ist von einer gut funktionierenden Infrastruktur abhängig, insbesondere von der Stromversorgung. Wie kann sie am besten gewährleistet werden?

Elektrische Energie ist ein Wirtschaftsgut, d. h. der Verbraucher bezahlt für die Lieferung. Damit der Strompreis möglichst günstig bleibt, wurde in den 1980er- und 1990er-Jahren der Strommarkt liberalisiert. Hatten zuvor lokale Energieversorger, in der Regel waren das Stadtwerke, fast ein Monopol in ihrem Versorgungsgebiet, können seither die Kunden wählen, von welchem Stromhändler sie die elektrische Energie beziehen möchten.

So kann man auch in Bayern Stromhändler auswählen, die hunderte Kilometer entfernt ihren Sitz haben. Diese Anbieter müssen nicht einmal über eigene Kraftwerke verfügen. Sie ordern ihren Bedarf über andere Stromhändler, die wiederum die Energie direkt bei den großen Erzeugern beziehen. Stromhändler sind gesetzlich verpflichtet, nur so viel Energie bei den Erzeugern zu ordern, wie ihre Kunden auch verbrauchen können. Durch das Übertragungsnetz wird der Strom über Knotenpunkte an das Verteilnetz weitergeleitet, an das dann die Kunden angeschlossen sind.

Großkunden, wie z. B. Industriebetriebe, handeln Verträge direkt mit den Stromhändlern sowie den Netzbetreibern aus. Haushaltskunden dagegen bekommen über Stromtarifanbieter sogenannte All-in-one-Verträge, in denen die

Stromkosten und die Netzentgelte (Kosten für Netznutzung) schon enthalten sind.

Der Preis für die elektrische Energie wird an der Strombörse EEX, die in Leipzig ihren Sitz hat, festgelegt. Obwohl nur circa 20 Prozent der elektrischen Energie über die Börsen gehandelt werden, entscheiden hier Angebot und Nachfrage über den Preis.

Durch den enormen Zubau an erneuerbarer Energie und die geringe Speicherbarkeit von Strom kommt es an wind- und sonnenreichen Tagen zu erheblichen Preisbewegungen am Spotmarkt. Auch die Jahreszeiten haben deutliche Auswirkungen. So lag im kalten Januar 2023 die Preisspanne zwischen 10 und 200 Euro pro Megawattstunde (0,1 bis 20 ct/kWh), im Juni 2023 lag sie zwischen 42 und 130 Euro pro Megawattstunde (4,2 bis 13 ct/kWh).

Die großen Schwankungen machen den Weg frei für Spekulationen, die durchaus riskant sein können. So zögerten etwa im Februar 2012 einige Händler, Strom nachzukaufen, um ihren Profit zu erhöhen. Dadurch kam das deutsche Stromnetz an den Rand eines Zusammenbruchs, da der Lastbedarf größer war als die von Erzeugern bereitgestellte Energiemenge. Es musste auf Notreserven zurückgegriffen werden.

Die Basis: Grundversorgung und lokaler Wirtschaftsmotor

Strom gehört genauso wie Wasser zur Grundversorgung, auf die jeder Haushalt einen Anspruch hat. Der Grundversorger ist der Stromanbieter, der in der Region die meisten Kunden hat. In der Regel sind dies Gemeinde- oder Stadtwerke, die sich in kommunaler Hand befinden; entweder als Eigenbetrieb oder als Aktiengesellschaft, an der die Kommune die Mehrheit hält.

Die Gemeinde- oder Stadtwerke sind als Stromhändler und Betreiber des lokalen Stromnetzes ein Teil der regionalen Wertschöpfungskette: Ihre Gewinne sind oftmals ein wichtiger Posten im kommunalen Haushalt und sie schaffen Arbeitsplätze vor Ort.

Eigenversorgung und Bürgerbeteiligung

Auf lokaler Ebene rücken – neben den Stromversorgern – die Eigenversorger ins Blickfeld. Sie stellen elektrische Energie dezentral her und profitieren unmittelbar, z. B.:

- Private Photovoltaik-Anlagen: Der erzeugte Strom wird in den Haushalten oder beispielsweise für das E-Auto größtenteils selbst verbraucht. Eventuelle Überschüsse werden ins Netz eingespeist und erhöhen das lokal verfügbare Angebot.
- Bürgerwindparks: Hierbei beteiligen sich Bürger finanziell an der Errichtung der Windkraftanlagen und generieren aus dem Stromverkauf eigenes Einkommen.

3. Die Stromvorhersage für den heutigen Tag

Wie ist die Prognose? Diese Frage stellen sich die Ingenieure und Kraftwerksmeister im Theaterstück „Upschalten“ vor jeder Szene. Entsprechend dem prognostizierten Energieverbrauch werden mehr oder weniger Zuschauer gebeten, auf den bereitgestellten Fahrrädern in die Pedale zu treten: Strom erzeugen! Wie im wahren Leben gibt es auch auf der Bühne keinen geeigneten Energiespeicher, mit dem man einen erhöhten Energieverbrauch ausgleichen könnte. Es muss daher so viel Strom produziert werden, wie zum selben Zeitpunkt verbraucht wird.

Eine Region mit elektrischer Energie zu versorgen, bedeutet mehr als nur Kraftwerke ans Netz zu hängen. Da nie mehr Energie in das Netz eingespeist werden darf, als ihm entnommen wird, muss der Versorger den Bedarf vorausschauend im Blick haben. Dies hat aber nichts mit Hellseherei zu tun, denn der Energiebedarf hält sich an bestimmte Regeln.

Zunächst einmal gibt es jahreszeitliche Schwankungen. Während der Heizperiode im Herbst, Winter und Frühling ist der Strombedarf höher als im Sommer. Dann gibt es deutliche Unterschiede zwischen Werktagen, Samstagen und Sonn- und Feiertagen. Hier spielt unter anderem das Freizeitverhalten der Bürger eine große Rolle. Und zu guter Letzt kann man den Tagesbedarf verschiedener Verbraucher analysieren: In einem Privathaushalt werden elektrische Geräte zu einem anderen Zeitpunkt in Betrieb genommen als etwa in einem Handwerksbetrieb.

Und selbst bei den Gewerben gibt es Unterschiede, die zu berücksichtigen sind. In einer Bäckerei z. B. wird die Energie zu einem viel früheren Zeitpunkt benötigt als in einem Friseursalon. Und wieviel Strom wird verbraucht? Ein Föhn hat beispielsweise eine Leistungsaufnahme von 1.800 Watt (W). Das bedeutet, dass er für seinen Betrieb in jeder Sekunde eine elektrische Energie

von 1.800 Wattsekunden (Ws) benötigt, die der Versorger in das Netz einspeisen muss.
Die Energieversorger bezeichnen den jeweils aktuellen Verbrauch als Last – und protokollieren, wie viel Energie wann bezogen wird. Aus den Tageslastprofilen aller Verbraucher in der Versorgungsregion kann der Energieversorger prognostizieren, wann er wie viel Energie in das Netz einspeisen muss.

Dabei werden drei Lastarten unterschieden:

a. Grundlast
Verbraucher entnehmen rund um die Uhr Strom dem Netz. Deshalb muss eine Grundlast bereitgestellt werden, die auch während der Nacht verfügbar ist. Diese Grundlast wurde im traditionellen Versorgungssystem durch Kraftwerke sichergestellt, die nicht ständig neu geregelt werden können. Dazu zählen z. B. Braunkohle- und Laufwasserkraftwerke, die rund um die Uhr laufen und mit relativ günstigen Betriebsstoffen arbeiten. Deshalb können sie billige elektrische Energie produzieren.

b. Lastspitzen
Für das Abfangen der Lastspitzen, die morgens, mittags und abends auftreten, müssen Kraftwerke schnell zugeschaltet werden. Dafür geeignet sind Pumpspeicher- oder Gaskraftwerke. Diese werden nur stundenweise in Betrieb genommen, was den von ihnen produzierten Strom sehr teuer macht.

c. Mittellast
Zwischen Grund- und Spitzenlast liegt der Bereich der Mittellast. Hierfür werden vor allem Kraftwerke verwendet, die über den Tag kontinuierlich laufen und abends wieder vom Netz genommen werden.

Durch die erneuerbaren Energien stehen die Netzbetreiber, die für die Stabilität der Energieversorgung verantwortlich sind, vor einer neuen Herausforderung. Denn nun sind neben den Lastprofilen auch die Wettervorhersagen wichtige Hilfsmittel bei der Erstellung der Bedarfsprognosen für den Kraftwerkseinsatz.

Da Wind und Sonne keinen festen Regeln folgen, muss immer öfter auch die Einspeisung der Grundlastkraftwerke angepasst werden. Diese sind für solche kurzfristigen Anpassungen nicht ausgelegt und deshalb (teilweise) einem beschleunigten Alterungsprozess ausgesetzt.

4. Das Energieangebot optimal nutzen

Masayuki begreift zum Schluss der Geschichte, was er hätte „abschalten“ sollen: das Atomkraftwerk in Fukushima. Doch dafür ist es zu spät. Er ist zu weit in die Zukunft gereist: Deutschland hat den Atomausstieg bereits vollzogen. Doch mit der Energiewende müssen neue Herausforderungen bewältigt werden. Obwohl mehr Strom aus regenerativen Quellen erzeugt wird, müssen wir lernen, weniger Strom zu verbrauchen und auf umweltverträgliche Stromquellen umzuschalten. Aber niemand will auf Komfort verzichten. „Upschalten“ – geht das?

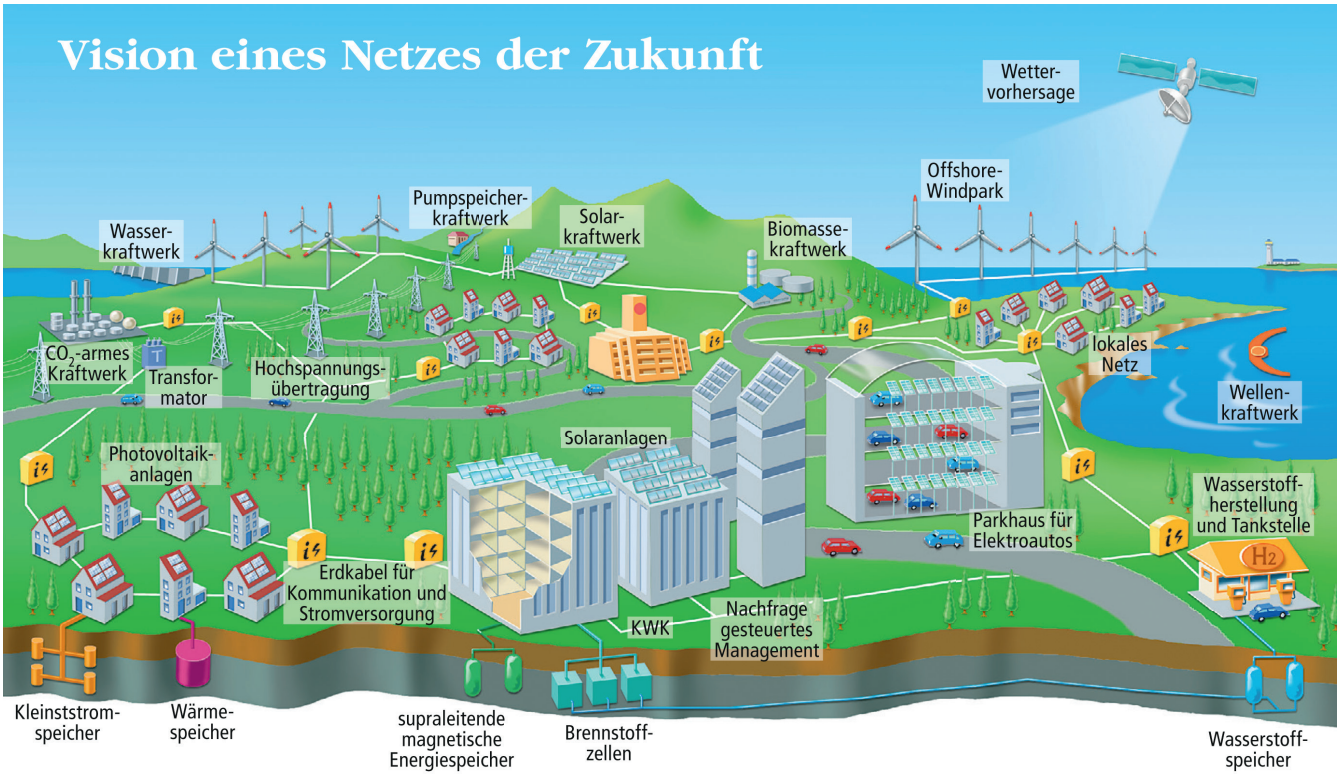
Mit dem gängigen System der Prognose nach Lastprofilen kann das Angebot an Wind- und Sonnenenergie nur bedingt sinnvoll verteilt werden. Ist die Lastkurve niedrig, das Stromangebot aber hoch, müssen die Überschüsse aus dem Verteilnetz abgeführt werden.

Sinnvoller wäre es, wenn man den Bedarf dem Angebot anpassen oder ihn grundsätzlich senken könnte. Dies kann man durch verschiedene Energie-Einsparmaßnahmen erreichen, z. B. durch den Einsatz effizienterer Geräte und eine bessere Wärmedämmung von Häusern. Getreu dem Motto: Die beste Energie ist immer noch die, die man nicht verbraucht.

Doch ganz ohne Strom geht es nicht.

Ein erster Schritt zu mehr Energieeffizienz sind digitale Zähler, die dem Kunden neben seinem Verbrauch pro Tag oder Stunde auch seine aktuelle Leistung (Watt) anzeigen. Danach können Haushalte ihren Verbrauch identifizieren.

Eine weiterführende Entwicklung sind „intelligente Mess- und Regelsysteme“. Ab 2025 ist jeder Energieversorger verpflichtet, seinen Kunden einen „dynamischen Tarif“ anzubieten, bei dem sich beispielsweise viertelstündlich, stündlich oder täglich die Preise ändern. Auf Basis flexibler Strompreise kann dann eine intelligente Steuerung die Wärmepumpe oder das Elektroauto bevorzugt dann betreiben oder laden, wenn viel



Strom aus erneuerbaren Quellen verfügbar und der Strom billig ist.

Bei allen Kunden mit einem Verbrauch über 6000 kWh pro Jahr müssen intelligente Messsysteme (Smart Meter) bis spätestens Ende 2030 eingebaut sein. Ebenso bei Kunden, die sich eine private Wallbox für ihr E-Auto, eine Wärmepumpe oder einen größeren Speicher kaufen oder die sich eine größere PV-Anlage auf das Dach bauen. Daneben können auch alle anderen Kunden ab 2025 den Einbau eines intelligenten Messystems beantragen.

Damit der Umstieg auf erneuerbare Energien gelingt, ist es auch nötig, den Verbrauch der Geräte zu reduzieren. Vor allem gilt dies für Geräte, die wie Heizungen, Kühl- und Gefriergeräte rund um die Uhr am Netz sind. Hier lohnt es oft, auf neuere und effizientere Geräte umzusteigen.

Viele Geräte im Haushalt werden im Laufe eines Tages nur kurz in Betrieb genommen und befinden sich die meiste Zeit im Stand-by-Modus. Die Leistungsaufnahme fällt auf den ersten Blick gering aus – ein älterer PC mit Monitor und Drucker kann im Stand-by-Modus eine Leistungsaufnahme von 20 W (Watt) haben. Doch wenn er im Schnitt 20 Stunden am Tag nicht benutzt wird, summiert sich die im Stand-by verbrauchte Energie pro Jahr auf 146 kWh (Kilowattstunden).

Allein durch den Stand-by-Betrieb können in einem Haushalt Energiekosten von mehreren hundert Euro pro Jahr anfallen. Durch die Verwendung von schaltbaren Steckerleisten kann durch konsequentes Abschalten viel Energie eingespart werden.

Ergänzend zu dieser Broschüre finden Sie unter

http://www.n-ergie.de/n-ergie/schulinformation/unterrichtsmaterial/ und
https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/bildung sowie
https://www.energieatlas.bayern.de/sites/default/files/2024-07-24_Grundlagen_zum_Verstaendnis_von_energie_0.pdf

umfassende Hintergrundinformationen und verschiedene Arbeitsblätter beispielsweise zu den Themen Energieerzeugung, Energieverteilung, Energieverbrauch und Energiesparen.

Upschalten – damit eure und unsere Kinder auf einem lebenswerten Planeten leben können

Abschalten – gemeinsam schaffen wir das

Abschalten – wir schützen unsere Umwelt

Upschalten – denn fossile Energiequellen sind endlich

Upschalten – wir wollen die Energiewende

Abschalten – damit wir dem Klimawandel entgegen-wirken

N-ERGIE Aktiengesellschaft
Schulinformation
Am Plärrer 43
90429 Nürnberg
Telefon: 0911 802-58058
Telefax: 0911 802-58053
schulinformation@n-ergie.de
www.n-ergie.de/schulinformation

01-04-900-0001-0003