

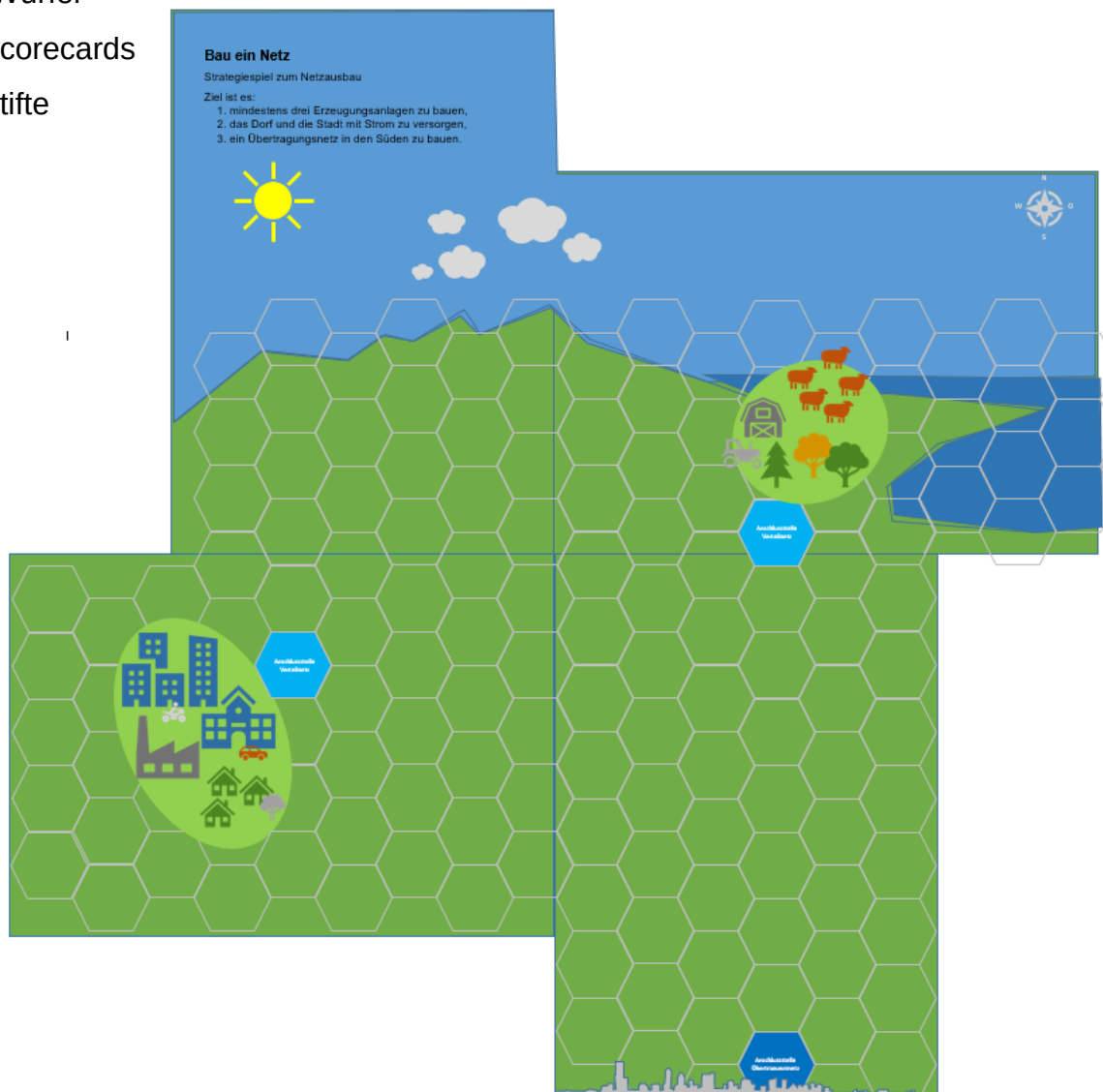
Bau ein Netz

Strategiespiel zum Netzausbau für 2-4 Spieler

Auf einem Spielbrett werden Anlagen zur Stromerzeugung und das dazugehörige Netz gebaut. Für jeden Spieler ist auf der Netzausbau-Gewinnkarte eine Spalte vorgesehen, in der seine Ergebnisse eingetragen werden. In jeder Runde wird der jeweilige Spielzug dokumentiert.

Spielmaterial:

- ein Spielbrett
- 48 Legekarten
- zwei Würfel
- vier Scorecards
- vier Stifte



Ziel ist es:

1. mindestens drei Erzeugungsanlagen zu bauen,
2. das Dorf und die Stadt mit Strom zu versorgen,
3. eine Übertragungsnetztrasse in den Süden zu bauen.

Spielverlauf:

Als erstes schaut Euch das Spielfeld, die Spielkarten und die Scorecard genau an und macht Euch klar, was sie bedeuten. Im Zweifel lest in der Hintergrundinformation nach. Die Spieler sind einmal pro Runde mit dem Würfeln an der Reihe. Der Spieler darf sich zu jeder gewürfelten Augenzahl eine Karte nehmen und kann sich dann überlegen, welche Karte er auf dem Spielbrett ablegt. Die andere Karte wird zurückgelegt. Das Spiel beginnt, wenn ein Spieler eine Erzeugungskarte (eine 3 oder eine 6) gewürfelt hat. In jeder Runde wird der jeweilige Spielzug dokumentiert. Aufgeschrieben wird im besten Fall die höhere Zahl der gewürfelten Punkte, es kann aber auch die niedrigere Zahl oder gar eine Null sein.

Der Strom kann nur über das Verteilnetz in die Orte geleitet werden. Übertragungsnetz und Verteilnetz werden in einem Umspannwerk über einen Transformator miteinander verbunden. Wärmekraftwerke speisen direkt ins Übertragungsnetz ein und werden in der Regel in einiger Entfernung zu einer Siedlung gebaut.

Hat man einen Pasch, darf man beide Karten ablegen oder einen Joker einsetzen. Der Joker muss nicht in der aktuellen Runde eingesetzt werden, er kann auch aufgespart werden und in der nächsten oder übernächsten Runde abgelegt werden. Das entscheidet der jeweilige Spieler. Oft ist die Paschkarte die Schlusskarte. Kommt die Paschkarte zum Einsatz, tauscht man sie mit der jeweiligen Funktionskarte ein, schreibt sich die Punkte auf der Scorecard gut, darf sich den gleichen Wert bei den Zusatzpunkten zusätzlich aufschreiben und legt die Paschkarte zurück auf den Stapel.

Können keine Karten mehr abgelegt werden, und die Ziele sind nicht erreicht, ist die Energiewende gescheitert. Will die Gruppe das nicht akzeptieren, kann

sie gemeinsam entscheiden, ob sie durch einen Rückbau von höchstens zehn Karten einen zweiten Anlauf nehmen möchte.

Die Punkte:

Sie können mit einem einfachen Strich in dem jeweiligen Kästchen notiert werden. Bei der Abrechnung werden diese dann mit der Punktzahl multipliziert.

Bonus:

Um den Bonus von 10 Punkten zu bekommen, müssen die Spieler mindestens 35 Punkte im gesamten oberen Teil addiert erreichen.

Spielende:

Das Spiel endet, sobald die drei Ziele erreicht sind. Nun werden alle Punkte (Boni nicht vergessen) zusammengerechnet. Der Spieler mit den meisten Punkten gewinnt.

Werft noch einen letzten Blick auf den Spielplan und diskutiert Euren Aufbau. Habt ihr eine versorgungssichere Erzeugungsstruktur aufgebaut? Unter welchen Aspekten ließe sich etwas verbessern? Liegen die Erzeugungsanlagen günstig? Sind alle Erzeugungsanlagen ans Netz angeschlossen? Verbindet das Netz Erzeuger und Verbraucher auf dem kürzesten Weg? Unter welchen Aspekten ließe sich hier etwas verbessern?

Hat jemand eine wirklich gute Idee, wie man den Erzeugungsmix und das Netz noch besser gestalten könnte? Dann sollte der Spieler oder die Spielerin noch zusätzlich 10 Punkte bekommen und vielleicht doch noch Sieger werden ;-))

Spielkarten (3,3 zu 3,83)

schneiden – falten – kleben



2 x ausdrucken

Bau ein Netz



Bau ein Netz



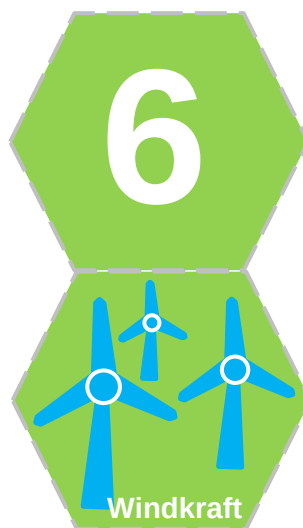
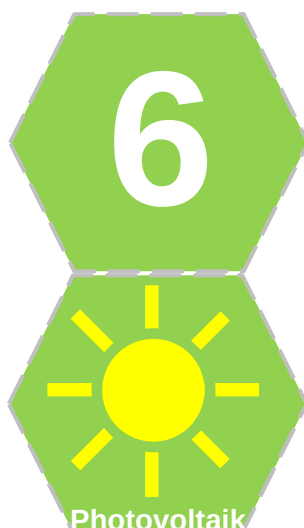
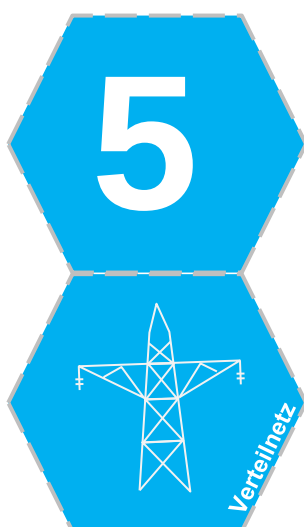
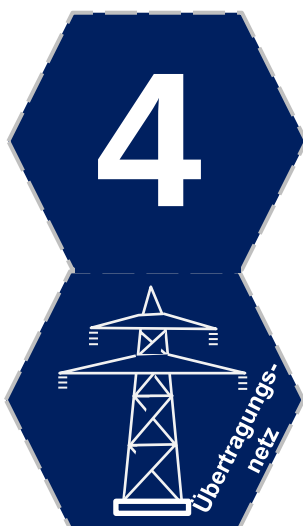
Bau ein Netz



Bau ein Netz



Bau ein Netz



2 x ausdrucken

Spielernamen:			
Kategorien	Zusammenhänge	Punkte einfacher Strich	Summe
1 – Transformator	Ohne Transformator werden nur die Verteilnetz- oder die Übertragungsnetzpunkte angerechnet.		
2 – Speicher	Die Speicher gleichen die Volatilität der Erneuerbaren aus und halten das Netz stabil. Ohne einen Speicher fünf Punkte Abzug .		
3 –Wärmekraftwerk	Das Wärmekraftwerk speist ins Übertragungsnetz ein. Ohne Übertragungsnetz können die Punkte nicht gezählt werden.		
4 – Übertragungsnetz	Ohne Übertragungsnetz können die Erneuerbaren nicht einspeisen. Fünf Punkte Abzug .		
5 – Verteilnetz	Ohne Verteilnetz können die Erneuerbaren nicht einspeisen. Fünf Punkte Abzug .		
6 – Erneuerbare Energien	Die Erneuerbaren speisen ins Verteilnetz ein. Ohne Verteilnetz können Punkte nicht gezählt werden.		
Gesamt			
Zusatzpunkte			
35 Punkten oder mehr: plus 10			
Du machst aus einer Solaranlage einen Solarpark: plus 5			
Du machst aus einer Windkraftanlage einen Windpark: plus 5			
Du machst aus einer Biomasseanlage eine Großanlage: plus 5			
Du machst aus einem Wasserkraftwerk eine Großanlage: plus 5			
Ein Joker zählt zusätzlich so viel wie die Karte die er ersetzt.			
Endsumme			

Scorecard (je nach Anzahl der Spieler 2-4 mal ausdrucken)

Auswertung:

Jeder muss von jeder Karte mindestens eine haben oder sich null Punkte eintragen. Hat man keine Speicherkarte, bekommt man sogar 5 Punkte Abzug.

Nur wenn man mindestens einen Transformator (es sind vier Karten im Spiel) ablegt, können die Verteilnetzpunkte **und** die Übertragungsnetzpunkte gezählt werden. Ohne Transformator muss man sich für eines von beiden entscheiden bzw. ein Posten muss durchgestrichen werden. Hat ein Spieler zwei Transformatoren, geht ein anderer zwangsläufig leer aus.

Die Erneuerbaren speisen ihren Strom ins Verteilnetz ein. Ohne eine Verteilnetzkarte kann man sich die Erneuerbaren-Punkte nicht anrechnen. Das Wärmekraftwerk speist seinen Strom ins Übertragungsnetz ein. Ohne eine Übertragungsnetzkarte können die Wärmekraftwerkspunkte nicht angerechnet werden.

Die Speicher gleichen die Volatilität der Erneuerbaren Energien aus und halten das Netz stabil. Ohne eine Speicherkarte fünf Punkte Abzug.

Legst Du zwei Erneuerbare Energiekarten aneinander und machst so z.B. aus einer Windkraftanlage einen Windpark, bekommst Du 5 Zusatzpunkte. Dazu musst Du die erste Karte nicht gelegt haben.

Hintergrundwissen zur Energiewende

Deutschland geht neue Wege in der Energiepolitik. Der Ausstieg aus der Kernenergie und der beschleunigte Einstieg in die Erneuerbaren Energien wurde im Juli 2011 von Bundestag und Bundesrat beschlossen. Das aktuelle Atomgesetz sieht bis 2022 einen kompletten Ausstieg aus der Atomkraft vor. Bis 2050 sollen 80 Prozent des nationalen Strombedarfs durch Erneuerbare Energien erzeugt werden.

Die Energiewende ist also in aller Munde. Und das zu recht. Denn die Entscheidungen, die in diesen Tagen getroffen werden, bestimmen die Architektur und Spielregeln in der Energiewirtschaft für die kommende Generation. Im Moment wird das Fundament für eine moderne und innovative Energieversorgung gelegt. Sie soll so kostengünstig und verlässlich bleiben, wie sie es in der Vergangenheit war. Gerade und erst recht wenn zunehmend Wind- und Sonnenstrom in den Markt kommt, die sie deutlich umweltschonender und klimafreundlicher machen soll. Die Energiewende ist außerdem eine große Chance für die Modernisierung unserer Industriegesellschaft. Von ihr können wichtige Impulse für zukunftsweisende Technologien und für einen ressourcenschonenden Energiemix ausgehen.

Wenn die Erneuerbaren Energien in Zukunft den Hauptteil der Versorgung leisten sollen, muss unser bestehendes Stromversorgungssystem von Grund auf umstrukturiert und modernisiert werden. Früher waren es ca. 450 Großkraftwerke, die in der Nähe der großen Stromverbrauchszentren (z. B. Städte, Industriebetriebe) standen und mit der großen Fläche des Landes über ein filigranes Netzwerk aus Übertragungs- und Stromverteilungsnetzen verbunden waren. Mit dem Umbau der Stromerzeugung hin zu sehr unterschiedlichen Erneuerbaren Energien-Anlagen (EE-Anlagen) entwickelt sich die Fließrichtung des Stroms zu einem vielfältigen Hin-und-her.

Selbst „kleine“ Verbraucher können zu Erzeugern werden. In der Folge fließt der Strom nicht mehr nur in eine Richtung. Der in EE-Anlagen erzeugte Strom muss in der Fläche eingesammelt, gebündelt und zu den großen Verbrauchs-

zentren z. T. über sehr große Distanzen herangeführt werden. So müssen beispielsweise die großen Windparks in Nord- und Ostsee und den großen Verbrauchszentren im Rhein-Main-Gebiet und in Süddeutschland über neu zu bauende Hoch- und Höchstspannungstrassen quer durch Deutschland verbunden werden. Das erfordert nicht nur eine Menge „Kupfer“ für die neuen Leitungen, sondern auch eine grundlegend neue Art und Weise der Systemführung und -steuerung unserer gesamten Stromversorgung. Das Stromversorgungssystem der Zukunft wird deutlich komplexer sein.

Für die Stromerzeugung heißt das, dass für die fluktuierende Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zu jedem Zeitpunkt ein Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch durch andere Stromerzeugungseinrichtungen, Stromspeicher oder regelbare Stromgroßverbraucher gewährleistet wird.

Dass diese Aufgabe auch jederzeit garantiert ist, scheint uns heute selbstverständlich. Sie ist tatsächlich eine der Stärken der bisherigen Stromversorgung mit Wärmekraftwerken. Für einen längeren Zeitraum des Übergangs werden diese Kraftwerke auch in Zukunft einspringen müssen, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht. Zug um Zug – und wo wirtschaftlich vernünftig – wird sich auch die Nachfrage anpassen müssen, oder es müssen Speichertechnologien entwickelt und zum Einsatz kommen. Und schließlich müssen die Rahmenbedingungen und Regularien an den Strommärkten weiterentwickelt werden, damit sie diese Entwicklung ermöglichen und unterstützen.

Das Netz

Strom ist und wird auch in Zukunft auf Freileitungen und Erdkabel angewiesen sein. Alle elektrischen Leitungen, die untereinander leitend verbunden sind, bilden zusammen ein Netz. Das Versorgungsnetz ist wegen der unterschiedlichen Aufgaben, die es erfüllen muss, in verschiedene Spannungsebenen (Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannung) gegliedert. Jedes dieser Netze hat ganz spezielle Aufgaben. Es wird unterschieden zwischen Übertragungsnetze (Höchstspannung) und Verteilnetze (Hochspannung, Mittelspannung und Niederspannung). Die Spannungsebenen sind nicht leitend miteinander verbunden.

Im Höchstspannungsnetz beträgt die maximale elektrische Spannung 380.000 V (380 kV) oder 220.000 V (220 kV). Dieses Netz ist ausschließlich für weiträumige Verbindungen zuständig, beliefert regionale Stromversorger und sehr große Industriebetriebe. Es ist circa 35.000 Kilometer lang und mit so genannten Kuppelleitungen an das europäische Verbundnetz angeschlossen. In Deutschland ist das Höchstspannungsübertragungsnetz im wesentlichen Eigentum der vier Übertragungsnetzbetreiber TenneT TSO, 50Hertz Transmission, Amprion und TransnetBW. Die nächstniedrigere Ebene ist das Hochspannungsnetz mit einer Spannung von 110.000 V (110 kV). Es ist circa 95.000 Kilometer lang. Die Leitungen dieser regionalen und großen städtischen Verteilnetze übertragen elektrische Energie zu den Verbrauchszentren, zum Beispiel zu Industriebetrieben, lokalen Stromversorgern oder Umspannanlagen. In solchen Umspannanlagen wird die Spannung auf Mittelspannungsniveau – meist 20.000 V (20 kV) – abgesenkt (transformiert). Kunden sind hier Industrie und größere Gewerbebetriebe. Die Stromkreislänge beträgt ungefähr 510.000 Kilometer.

Private Haushalte, Gewerbe und Landwirtschaft verfügen jedoch ausschließlich über Geräte, die mit Spannungen von 230 V beziehungsweise 400 V betrieben werden. Folgerichtig muss die Mittelspannung zur Einspeisung ins örtliche Niederspannungsnetz erneut transformiert werden. Die Länge aller Niederspannungsnetze ist zusammengenommen die Größte unter den Versorgungsnetzen. Die Stromkreislänge beträgt circa 1.100.000 Kilometer. In diesem Bereich sind eine Vielzahl von regionalen und kommunalen Netzbetreibern tätig.

Warum Hochspannung?

110 kV, 220 kV, 380 kV – das sind die Spannungen, mit denen elektrische Energie über weite Strecken transportiert wird. Dabei ist diese hohe Spannung lebensgefährlich (nur bei Berührung; Sicherheitseinrichtungen verhindern das selbstverständlich) und für die meisten Verbraucher völlig ungeeignet. Warum dann trotzdem Hoch- oder gar Höchstspannung? Ein kurzer Ausflug in die Physik liefert die Antwort: Nur mit Hoch- oder Höchstspannung lassen sich sehr hohe Leistungen übertragen und dabei die Verluste in den Leitungen in Grenzen halten. Wird die Spannung (Volt) erhöht, nimmt – gleichbleibende Leistung

vorausgesetzt – die Stromstärke (Ampere) ab. Ein niedriger Wert für die Stromstärke bedeutet automatisch: geringerer Verlust. Denn die Verlustleistung ist vom Widerstand der Leitung und vom Quadrat (!) der Stromstärke abhängig. Dazu kommt, dass mit zunehmender Stromstärke auch der Querschnitt der Leitung steigen muss. Doch selbst wenn man die Kosten für stärkeres Leitungsmaterial einmal außer Acht lässt, wären die statischen Probleme, die aus dem höheren Gewicht der Leitungen resultieren würden, für die Erbauer der Freileitungen nur mit großem technischem und damit erneut hohem finanziellem Aufwand für Bau und Unterhaltung der Leitungen zu bewältigen. Die technische Möglichkeit, relativ einfach und nach Bedarf von einer Spannungsebene auf eine andere übergehen zu können, ist die Lösung. Durch die vergleichsweise einfache Erhöhung oder Verringerung der Wechselspannung können die Verluste beim Transport so gering wie möglich gehalten werden. Dazu benutzt man Transformatoren.

Funktionsprinzip des Transformators

Ein Transformator besteht aus einem Eisenkern, um den zwei elektrisch voneinander getrennte Spulen aus Kupferdraht gewickelt sind, eine davon mit vielen, die andere mit wenigen Windungen. Legt man an die Spule mit der höheren Windungszahl eine hohe Spannung, dann entsteht zwischen den Anschlussklemmen der Spule mit den wenigen Windungen eine niedrigere Spannung. Will man dagegen eine niedrige Spannung in eine höhere transformieren, funktioniert das Prinzip genau umgekehrt: Man legt die niedrige Spannung an die kleine Spule und greift an den Klemmen der größeren die hohe Spannung ab. Hinter dem Transformatorprinzip steckt das wechselnde Magnetfeld, das von der angelegten Wechselspannung erzeugt wird und über den Eisenkern in der anderen Spule wiederum eine Wechselspannung erzeugt. Dabei entspricht das Verhältnis der Spannungen dem Verhältnis der Windungszahlen.

Die Frequenz

Das Kennzeichen des Wechselstroms ist die Frequenz. Sie ist ein Maß für die Elektronenbewegung im elektrischen Leiter. Diese Bewegung muss man sich als eine Art Pendelbewegung vorstellen: immer hin und her. Unser Stromver-

sorgungsnetz wird – unabhängig von der Spannungsebene – mit einer Frequenz von 50 Hz betrieben. Anders ausgedrückt: Die Elektronen kommen auf 50 komplette Pendelbewegungen – in einer Sekunde! Ganz besonders wichtig ist es, diese Frequenz immer genau einzuhalten. Beispielsweise hängt davon die Drehzahl eines Motors ab. Deutlich wird das an der mit Wechselstrom betriebenen Uhr. Ist die Frequenz zu hoch, läuft der kleine Motor in der Uhr zu schnell, die Uhr geht vor (oder umgekehrt).

Schwankender Bedarf – angepasstes Angebot

Die Frequenz muss stimmen. Daraus folgt, dass Stromerzeugung und -nachfrage immer im Gleichgewicht sein müssen. Denn speichern kann man elektrische Energie nicht, zumindest bisher nicht in dem Umfang, den man für die Belieferung von Dörfern, Städten oder noch größeren Versorgungseinheiten benötigt. Genau die Menge, die alle angeschlossenen Verbraucher zu einem bestimmten Zeitpunkt – übrigens ohne Vorbestellung – aus dem Netz beziehen, muss von den Generatoren zum gleichen Zeitpunkt erzeugt werden. In der Praxis sieht das so aus: Wenn morgens in den Fabriken die Montagebänder in Betrieb gehen oder um die Mittagszeit unzählige Elektroherde eingeschaltet werden, dann laufen die Generatoren für kurze Zeit geringfügig langsamer, weil sie plötzlich stark belastet werden. Geringere Drehzahl ist jedoch gleichbedeutend mit geringerer Frequenz. Messgeräte in den Leitzentralen registrieren diese Veränderung; automatisch wird dafür gesorgt, dass mehr Strom erzeugt wird. Auf laufende Turbinen wird mehr Wasser oder Dampf geleitet, bei Bedarf werden weitere Maschinensätze hinzugeschaltet – bis die Frequenz wieder stimmt. Nimmt die Belastung erneut ab, werden nach und nach Turbinen und Generatoren auf geringere Leistungen eingestellt oder gar „vom Netz genommen“.

Netzeleittechnik

Die Netzeleittechnik umfasst die Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik von Netzen. Hauptsächlich eingesetzt wird die Netzeleittechnik in leitungsgebundenen Netzen wie Stromnetzen, aber auch in Rohrnetzen wie Gas-, Wasser- (Trinkwasser/Abwasser) und Wärmenetzen (Fernwärme/Nahwärme). Die Aufgabe der Netzeleittechnik besteht darin, die Netzbetreiber in der Betriebsführung

ihrer Netze, zum Beispiel der Stromnetze, zu unterstützen, das heißt dem Betriebspersonal (die Personen werden auch Operator, Schalttechniker, Schaltingenieure genannt) Entscheidungshilfen an die Hand zu geben und so weit wie möglich bei Routinearbeiten zu entlasten. Neben der Netzüberwachung muss auf sich ergebende Störsituationen reagiert und steuernd in das Netzgeschehen eingegriffen werden. Zu den wesentlichen Aufgaben der Netzleittechnik gehört es, Prozessinformationen wie Zählwerte, Messwerte und Meldungen an eine zentrale Leitstelle zu übertragen, dort bedienergerecht aufzubereiten und darzustellen. In der Gegenrichtung besteht die Aufgabe, Steuer- und Stellbefehle an den Prozess auszugeben.

In den Anfängen der Stromversorgung bestand die Netzleittechnik meist aus vielen dezentralen Steuerstellen mit einfachen Fernsteuer- und Fernüberwachungseinrichtungen. Der Fortschritt dieser Einrichtungen bestand im Wesentlichen in der richtigen chronologischen Erfassung der Prozessereignisse sowie in deren fortlaufender Protokollierung. Schritthaltend mit der Entwicklung der Computertechnik seit den 1980er Jahren hat die Netzleittechnik stark an Bedeutung gewonnen. Neben den Kernaufgaben der Netzsteuerung und Netzüberwachung bietet die Rechnerntechnik heute vielfältige Möglichkeiten der Störungsanalyse, der Simulation von Netzzuständen und Netzfehlern, unter anderem auch für Training- und Schulungszwecke des Betriebspersonals, sowie der Ermittlung und Einstellung optimaler Netzzustände.

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland schreitet voran. Rund 43 Prozent des in Deutschland verbrauchten Stroms wurde 2019 aus Erneuerbaren Energien erzeugt. Für die übrigen 57 Prozent sorgten fossile Energieträger wie Kohle, Öl und Gas sowie die Kernenergie. Der Anteil der Erneuerbaren an der Stromversorgung ist von 2004 mit circa neun Prozent bis 2019 mit circa 43 Prozent sehr schnell angestiegen. Damit sind die Erneuerbaren zum Hoffnungsträger einer neuen Generation der Energieversorgung geworden.