

# 2

## Die Basics: Begriffe der Stromwirtschaft

### Maßeinheiten – Definitionen – Primärenergie – Energiewende und Primärenergiequellen

*Man muss Grundlagen lernen, um über das, was man nicht weiß, fragen zu können.*

(Jean-Jacques Rousseau, französischer Philosoph, 1712–1778)

Jedes Spiel verfügt über einige Grundbegriffe und Regeln, deren Verständnis notwendig ist um das Spiel zu verstehen. Die Diskussionen über ein Fußballspiel ohne die Abseits-Regeln zu kennen, macht ja auch nur halb so viel Freude. Als Fußballfan wissen Sie, was sich hinter dem Begriff „Abseits“ oder „Strafstöß“ verbirgt. Stellen Sie sich vor, Sie lesen nun

einen Zeitungskommentar über ein wichtiges Fußballspiel, ohne diese Begriffe zu kennen. Ein gewisser Kanon an Grundbegriffen ist notwendig, um die Mechanismen eines Spiels richtig einordnen zu können. Die Stromwirtschaft ist ein komplexes Spiel. Die Fachbegriffe aus dem technischen, juristischen und ökonomischen Fachvokabular sind zahlreich und unübersichtlich. Zum Teil werden sie, je nach Fachbereich, auch unterschiedlich verwendet. Um dieses Spiel als Laie zu verstehen, ist es nicht notwendig, die Fachsprache fließend sprechen zu können. In diesem Kapitel möchte ich Ihnen die notwendigen energiewirtschaftlichen Begriffe vorstellen. Wenn Sie diese Begriffe kennen, verstehen Sie die Zusammenhänge, welche die anderen Kapitel beschreiben, umso leichter.

## **Maßeinheiten: Kilowatt, Volt, Ampere & Co**

Unter Strom versteht man die flussartige Bewegung von Elektronen (geladene Teilchen). Dieser Stromfluss ist in verschiedenen Materialformen in unterschiedlicher Ausprägung möglich. Am besten geeignet sind Metalle. Die Netzwirtschaft (Kap. 3) verwendet sie daher auch für den Stromtransport. Um einen Stromfluss hervorzurufen, muss es an den jeweiligen Enden einer Leitung einen sogenannten „Höhenunterschied“ geben. Das bedeutet, dass es auf der einen Seite der Leitung einen Ladungsüberschuss gibt, auf der anderen Seite dagegen einen Ladungsmangel.

Genau diesen Effekt sehen wir bei der Stromversorgung vom Kraftwerk bis zur heimischen Steckdose.

Verschiedene Maßeinheiten und Definitionen beschreiben den physikalischen Vorgang. In der landläufigen Sprache werden diese oftmals uneinheitlich verwendet bzw. verwechselt.

Die Stromstärke misst man in der Einheit Ampere. Diese Einheit beschreibt die fließende Ladung.

Der Unterschied aus Ladungsüberschuss und Ladungsmangel stellt die elektrische Spannung dar. Je höher der Unterschied, desto größer die elektrische Spannung. Die Maßeinheit für diese Spannung ist Volt.

Vergleicht man den Stromfluss mit einem Wasserfall, so ist die Spannung die Höhe, aus der das Wasser herunterstürzt.

### **Beispiele Spannungsebenen**

Steckdose/Hausanschluss = 230 V

Ortschaften/Industrie = 10.000 – 30.000 V

Kleinere Kraftwerke/Großindustrie = 110.000 V

Großkraftwerke/Transportnetze = 220.000 – 380.000 V

Natürlicher Widerstand für die elektrische Spannung ist die jeweilige Leitung. Eine dicke Leitung stellt einen geringen Widerstand dar, eine dünne Leitung einen großen Widerstand. Die Maßeinheit für den Widerstand der elektrischen Spannung ist Ohm.

### **Beispiel Stromwiderstände**

Metalldrähte (1 m Länge und Querschnitt 1 mm<sup>2</sup>)

Kupfer = 0,0156  $\Omega$

Silber = 0,0151  $\Omega$

Gold = 0,0265  $\Omega$

Eisen = 1,25  $\Omega$

Anhand ihrer Widerstandszahl lassen sich Stoffe in elektrische Leiter (z. B. Kupfer), Halbleiter (z. B. Silicium), Isolatoren (z. B. Gummi oder Luft) einteilen.

Ein weiterer Begriff den man kennen sollte, ist die Netzschnwingung. Diese sagt aus, mit welcher Frequenz der Strom in den Stromleitungen schwingt. Maßeinheit für die Schwingung ist Hertz (Hz). Im Haushaltsnetz beträgt dieser Wert weltweit 50 Hertz. Für den Privatverbraucher war dieser Wert in der bisherigen Stromversorgung relativ unwichtig. Durch die Energiewende gewinnt diese Maßeinheit jedoch an Bedeutung. Plakativ lässt sich postulieren: ohne die 50 Hz keine stabilen Netze, ohne stabile Netze keine stabile Energieversorgung, ohne stabile Energieversorgung keine Energiewende (Kap. 3).

Die Stromstärke wird also in Ampere angegeben und die Spannung in Volt. Indem man nun Menge mit Spannung multipliziert, erhält man die Leistung. Die Maßeinheit für Leistung ist Watt. Das menschliche Herz hat eine Leistung von 1,5 Watt. Ein professioneller Radrennfahrer tritt in einer Bergetappe mit einer Trittleistung von 400 Watt. Ein ICE dagegen kommt auf eine Leistungszahl von ca. 8.000.000 Watt. 1600 Watt entsprechen in etwa 1,36 PS.

### Zur Übersicht

Stromstärke = Ampere

Spannung = Volt

Widerstand = Ohm

Netzschnwingung = Hertz

Leistung = Watt

## Arbeit ist nicht Leistung

Stellen Sie sich bitte folgendes Szenario vor: Sie ziehen um. Sie haben Ihre Kisten gepackt und müssen diese nun in den Umzugswagen tragen. Tragen Sie die Kisten alleine, so schaffen Sie es in acht Stunden. Wenn Freunde dabei helfen, schaffen Sie es gemeinsam in zwei Stunden.

In beiden Fällen wurde dieselbe Anzahl an Kisten transportiert. Jedoch wurde pro Stunde (Zeiteinheit) eine unterschiedliche Anzahl an Kisten befördert.

Ein Beispiel für die Unterscheidung von Arbeit und Leistung.

Was für viele Bereiche des Lebens gilt, gilt für die Stromversorgung im Besonderen. Die Leistung gibt an, welche Menge Energie in jeder Sekunde umgewandelt wird. Maßeinheit hierfür ist wie beschrieben Watt.

Die Arbeit gibt dagegen an, wie viel Energie des elektrischen Stromes in andere Energieformen umgewandelt wird. Die Arbeit ist die Leistung je Zeiteinheit. Maßeinheit für die Arbeit ist folgerichtig Watt pro Stunde (Wh). Um den Größenordnungen technischer Anwendungen gerecht zu werden, verwendet man nicht die Beschreibung Watt/Stunde (Wh), sondern Kilowatt/Stunde (tausend Watt pro Stunde) oder kurz eine Kilowattstunde (eine kWh). Diese kWh war bisher eine der Leitwährungen der Stromwirtschaft. Alle Bereiche, alle Wertschöpfungsstufen, welche dieses Buch beschreibt, messen ihren Erfolg oder Misserfolg in dieser oder einer eng mit ihr verknüpften Währung. Ein Stromproduzent fragt, wie viel kWh er produziert hat; ein Netzbetreiber, wie viel er transportiert hat;

ein Händler, wie viel er verkauft hat und ein Verbraucher wie viel er verbraucht hat. Es sind diese Maßeinheiten, um welche sich das Spiel der Energiewirtschaft dreht.

Der Vollständigkeit halber sei an dieser Stelle zu ergänzen, dass in verschiedenen Bereichen der Stromwirtschaft die Größe angepasst wird. So rechnen Energiehändler in MWh (Megawattstunde = 1000 kWh). Großverbraucher drücken ihren Strombedarf oft in GWh (Gigawattstunde = 1 Mio. kWh) aus.

### **Zur Übersicht**

kWh = 1 Kilowattstunde

MWh = 1 Megawattstunde (1000 kWh)

GWh = 1 Gigawattstunde (1 Mio. kWh)

TWh = 1 Terrawattstunde (1 Mrd. kWh)

Die erzeugte Gesamtstrommenge aller Kraftwerke (konventionell + regenerativ) in der Bundesrepublik Deutschland betrug 2015 etwa 650 Milliarden Kilowattstunden.

Die Maßeinheit kWh gilt auch in Zeiten der Energiewende als „Leitwährung“ der Stromwirtschaft. Jedoch könnte sich im Rahmen der Marktumwälzungen eine zweite „Währung“ herausbilden. Einige Marktteilnehmer fordern diese bereits vehement. Es handelt sich um die „gesicherte elektrische Kapazität“. Kap. 4 beschreibt diese alternative Währung.

## Der Input: Primärenergie in der Stromversorgung

Rind, Schwein, Geflügel, Wild, Steak! Welcher Begriff gehört nicht in die Wortreihe?

Dieselbe Frage nun für die Energiewirtschaft:

Öl, Kohle, Gas, Wasserkraft, Erdwärme, Strom! Es handelt sich um sechs Energieträger; jedoch fällt einer aus der Reihe.

Wenn wir über Energie bzw. Energieträger sprechen, so gibt es dabei eine feine, aber entscheidende, Unterscheidung.

Es gibt Energieträger, welche in der Natur als natürliche Ressource vorkommen. Diese Energie bezeichnet man als Primärenergie. Dazu gehören die Kohle-, Erdöl- und Erdgasvorkommen sowie Uran, Wasserkraft oder die Kraft durch Sonneneinstrahlung. Die Natur ist ihr Lieferant. Um sie in Verkehr oder als elektrische Energie nutzbar zu machen, muss diese Primärenergie umgewandelt werden. Das Produkt dieser Umwandlung wird in der Energiewirtschaft als Sekundärenergie bezeichnet. Erdölprodukte entstehen durch die Umwandlung von Rohöl in Raffinerien in Benzin, Heizöl oder Diesel etc. Auch Strom ist eine Sekundärenergie. Wir bedienen uns diverser „Input-energien“, um Strom zu produzieren. Die Umwandlung in Strom erfolgt in thermischen Kraftwerken (Kernkraft-, Gas-, Kohlekraftwerke) oder durch EE-Kraftwerke (Wasserkraftwerke, Windanlagen, Photovoltaik-Anlagen). Kap. 3 stellt die verschiedenen Erzeugungstechniken im Detail vor. Im Verhältnis zu den Primärenergieträgern ist Strom

somit eine höherwertige Energieform, da es zu seiner Produktion der Umwandlung von Primärenergie bedarf.

Von der Umwandlung von Primärenergie in Sekundärenergie unterscheidet man die Umwandlung in Endenergie bzw. Nutzenergie. Diese ist die Energie, welche der Endverbraucher tatsächlich bezieht (Endenergie) und die ihm nach der Umwandlung durch elektrische Anwendungen zur Verfügung steht (Nutzenergie). Es ist die Menge an Strom, welche Sie nutzen, wenn Sie Ihren Laptop an die Steckdose anschließen, um ihn hochzufahren und damit zu arbeiten.

#### **Beispiele: Energiearten**

Primärenergie = z. B. Kohle, Erdgas, Erdöl, Windkraft, Biomasse

Sekundärenergie = z. B. Strom, Heizöl, Fernwärme

Endenergie = z. B. Stromanschluss, Heizöl im Tank

Nutzenergie = z. B. Raumbeleuchtung, Rolltreppe, Heizung

## **Energiebilanz**

Im Zusammenhang mit der Umwandlung von Primärenergie wird energiewirtschaftlich häufig der Begriff der Energiebilanz verwendet. Eine Energiebilanz ist eine Übersichtsrechnung, welche den Input an Primärenergieträgern zum Output an nutzbarer Energie ins Verhältnis setzt. Diese Bilanz ist sinnvoll, da beim Umwandlungsprozess von Primärenergie in Sekundärenergie und von Sekundärenergie in End- bzw. Nutzenergie Umwandlungsverluste entstehen.



Eine Energiebilanz beinhaltet drei Hauptteile:

- die Primärenergiebilanz
- die Umwandlungsbilanz
- den Nutz- bzw. Endenergieverbrauch

Veranschaulichen wir uns die Energiebilanz am Beispiel einer konventionellen Glühbirne. Um die Glühbirne zu beleuchten, benötigt man Strom. Um diesen Strom zu erzeugen, wird eine Menge von Primärenergie (Gas, Kohle, Uran, Erneuerbare Energien) benötigt. Diese Primärenergie stellt 100 Prozent Eingangsenergie dar. Bei der Umwandlung in Strom (Sekundärenergie) bleiben noch knapp 40 Prozent erhalten. Nach dem Transport des Stroms zur Steckdose (Endenergie) verbleiben ca. 38 Prozent der Eingangsenergie. Bei der Beleuchtung der Glühbirne (Nutzenergie) sind am Ende noch knapp 5 Prozent der ursprünglich 100 Prozent Primärenergie übrig. Bei einer Energiesparlampe (Kompaktleuchtstoffröhre) beträgt dieser Wert etwa 50 Prozent.

Eine Energiebilanz kann auch für die gesamte Volkswirtschaft aufgestellt werden. Diese volkswirtschaftliche Energiebilanz berücksichtigt neben der reinen Umwandlungsbilanz, inwieweit die jeweilige Primärenergie importiert werden musste oder innerhalb des eigenen Staatsgebietes gefördert werden konnte. Sie stellt somit das energiewirtschaftliche Pendant zur volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung eines Landes dar.

Offiziell erstellt die Bundesrepublik Deutschland seit dem Jahr 1971 eine Energiebilanz. Sie wird aufgestellt von

der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts, welcher Fachverbände und wissenschaftliche Institute angehören. Seine Ergebnisse macht dieses Gremium der Öffentlichkeit zugänglich und stellt sich der Politik als Analyse-Instanz zur Verfügung. Die Arbeitsgemeinschaft berechnet unter anderem den Primärenergieverbrauch (PEV) der Bundesrepublik Deutschland. Dieser legt den Energiegehalt aller im Inland eingesetzten Energieträger dar.

Grundsätzlich ist bei der Berechnung einer Energiebilanz die Frage zu stellen, wie sich die jeweilige Primärenergienmenge einheitlich bewerten lässt. Immerhin fließen unterschiedliche Energieträger (z. B. Erdgas, Erdöl, Steinkohle, Braunkohle) mit unterschiedlichen Energiegehalten und in unterschiedlichen Mengen in die Bewertung ein.

Ein definierter Maßstab löst dieses Bewertungsproblem. An diesem misst man den Energiegehalt einer jeden Primärenergieeinheit. Maßstab in Mitteleuropa war hierzu oftmals die Steinkohleeinheit (SKE). Der historische Grund: In Mitteleuropa hatte die Kohle lange Zeit das Monopol als Primärenergie inne. Eine Steinkohleeinheit entspricht der Energiemenge, welche beim Verbrennen von einem Kilogramm Steinkohle frei wird. Die Steinkohleeinheit ist keine gesetzlich vorgeschriebene Maßeinheit. Auch ist sie kein international gängiger Standard. International findet die „Öleinheit“ bei der Erfassung des Primärenergieverbrauchs oftmals Verwendung. Inzwischen hat die Einheit „Joule“ die Steinkohleeinheit als Referenzgröße zunehmend verdrängt.

**Zum Vergleich andere Primärenergieträger in Steinkohleeinheiten**

1 kg Rohöl = 1,428 (kg) SKE

1 kg Flüssiggas = 1,60 (kg) SKE

1 kg Uran = 15.000 (kg) SKE

Die Bundesrepublik Deutschland hatte 2015 einen Primärenergiebedarf von etwa 455 Millionen Tonnen Steinkohleeinheiten (tSKE). Rund 30 Prozent werden aus heimischen Ressourcen gewonnen, die übrige Menge wurde importiert. Importiert werden vor allem die Energieträger Mineralöl, Erdgas, Steinkohle und Uran. 80 Prozent des Primärenergiebedarfs in Deutschland wird durch fossile Energieträger gedeckt. Diese Zahl ist jedoch nicht mit der Menge, der in der Stromversorgung eingesetzten fossilen Primärenergie, identisch. Ca. 38 Prozent des Primärenergiebedarfes fließt in die Stromversorgung. Die übrige Menge verteilt sich auf die anderen Bereiche der Energieversorgung (Verkehr, Wärmeversorgung). Seit 1990 vollzieht sich ein drastischer Wandel. Durch den Wegfall von alten, ineffizienten Braunkohlekraftwerken in der ehemaligen DDR und dem enormen Zubau an Erneuerbaren Energien findet eine Verschiebung, weg von der Kohle hin zu Gas und den Erneuerbaren Energien, statt. Das grundsätzliche Steigerungspotenzial der regenerativen Energien ist groß. Nicht erst seit den Atomausstiegsbeschlüssen nach dem Reaktorunfall in Fukushima 2011 strebt die Bundesrepublik im großen gesellschaftlichen Konsens an, die Nutzung von Sonne, Windkraft, Wasserkraft und anderen regenerativen Primärenergieträgern erheblich auszuweiten.

## Primärenergie und Energiewende

Welche Primärenergiequellen vor allem in der Stromerzeugung genutzt werden, ist seit den Siebzigerjahren eine sehr polarisierende Frage. Mit dem Beginn der Anti-Atombewegung und dem Erwachen der Umweltbewegung entwickelte sich zunehmend die Diskussion darüber, welche Primärenergiequellen ethisch vertretbar für die Stromerzeugung erschlossen werden sollen. Im Grunde ist jede Nutzbarmachung von Primärenergie mit einem Eingriff in die Natur verbunden. In Deutschland zeigt sich dieser Eingriff am deutlichsten in den gewaltigen Kohlelatagebauten im Ruhrgebiet und der Lausitz. Man sieht hier deutlich, mit welcher Gewalt und Macht der Mensch die Energiequellen der Natur entreißt. Doch auch die regenerativen Primärenergiequellen sind nicht ohne Beeinträchtigung der Natur nutzbar zu machen. Um die Energie des Windes oder der Sonne zu nutzen, benötigt man Erneuerbare-Energien-Anlagen (EE-Anlagen). Diese sind in der Regel sehr flächenintensiv und beeinträchtigen oft zusätzlich das Landschaftsbild (Kap. 5).

Die Energiewende verändert die Anteile der genutzten Primärenergiequellen. Durch den Atomausstieg wird Uran als Primärenergiequelle bis 2022 komplett obsolet. Mit dem Zubau entsprechender Anlagen nimmt die Nutzung regenerativer Primärenergiequellen dagegen zu. Die Notwendigkeit des Ausbaus der Erneuerbaren Energien ist vor dem Hintergrund von potenziellen, zukünftigen Preissteigerungen bei fossilen Energieträgern, dem Atomausstieg und dem globalen Klimaschutz

in Deutschland unbestritten. Ein Blick auf die Preise der drei fossilen Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) zeigt deren langfristige Preisschwankungen ([https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergiepreisentwicklungPDF\\_5619001.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergiepreisentwicklungPDF_5619001.pdf?__blob=publicationFile)).

In den Jahren 1986 bis 1999 waren alle drei fossilen Primärenergien relativ preiswert. Ab dem Jahre 2000 kam es zu deutlichen Nachfragesteigerungen, welche die Preise selbst während der schweren Weltwirtschaftskrise von 2008/2009 auf einem hohen Niveau verharren ließen. Ab 2014 Jahren kam es an den Weltmärkten für fossile Primärenergieträger zu einem deutlichen Preisabsturz. Allein die Referenzpreise für Erdöl stürzten von 2014 auf 2015 um 70 Prozent in die Tiefe. Hintergrund war eine Gesamtkonstellation aus weltweiten Überkapazitäten, angebotssteigernden Technologieinnovationen und geostrategischen Entwicklungen im Nahen Osten (Kap. 3). Trotz der strukturellen Marktverwerfungen zeigen die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte, dass auf Phasen drastischer Preisstürze, Preisregime mit deutlichen Steigerungen folgten. Über die Jahrzehnte mit volatilen Preisbewegungen ist sowohl in der Politik, in der Bevölkerung als auch in der Versorgungswirtschaft das Bewusstsein um die volkswirtschaftlichen Probleme durch schwankungsanfällige Preise für fossile Energieträger gewachsen. Durch die Nutzung von regenerativen Primärenergieträgern macht sich unsere Volkswirtschaft von diesen Schwankungen unabhängig. Eine vergleichende Wirtschaftlichkeitsrechnung zwischen Erneuerbaren Energien und den konventionell fossilen

Energieträgern auf Basis der aktuell niedrigen Preise wäre daher zu kurz gegriffen. Mögliche Umweltimplikationen bei der Nutzung fossiler Energieträger sind in dieser Rechnung ohnehin nicht berücksichtigt. So besagen Studien, dass um das zwei Grad Ziel der Pariser Klimabeschlüsse zu erreichen und somit die einschneidendsten Konsequenzen der globalen Erwärmung zu vermeiden, im Zeitraum bis 2050 etwa ein Drittel der heute bekannten Erdölreserven, die Hälfte der Erdgasreserven und 80 Prozent der Kohlereserven nicht verbrannt werden dürfen.

Offen bleibt die Frage, welche Auswirkungen die Energiewende kurzfristig auf die Nutzung von fossilen Primärenergieträgern hat. Die Lücke, die durch den Ausstieg aus der Atomkraft sukzessive entsteht, muss geschlossen werden. Ob die Erneuerbaren diese Lücke kurzfristig schließen können, ist eine technologische Wette auf die Zukunft. Daher kann es durchaus zu einem kurzfristigen Anstieg der Nutzung von Kohle und Gas für die Stromproduktion kommen. Dies trifft aktuell vor allem für die Kohle zu (Kap. 3).

Auch im Jahr 2050, wenn regenerative Energiequellen 80 Prozent des deutschen Stroms produzieren sollen, muss es immer noch einen Restbestand an fossilen Kraftwerken geben. Dieser steht sozusagen als Back-up hinter den Erneuerbaren Energien. Somit werden fossile Primärenergiequellen auch in Zukunft einen Teil des Inputs für die deutsche Stromversorgung liefern.

Welche Bedeutung hat in diesem Zusammenhang das Merkmal „Steigerung der Energie-Effizienz“ im Rahmen der Energiewende? In der Vergangenheit galt der scheinbar

festgeschriebene Satz: „Je höher das Wirtschaftswachstum, desto höher der Primärenergieverbrauch.“ Die Steigerung der Energie-Effizienz soll diesen Zusammenhang durchbrechen, das Wirtschaftswachstum soll vom gesamten Energieverbrauch entkoppelt werden. Neben der Stromversorgung umfasst dies auch die Bereiche Verkehr und Wärmeversorgung. Was die Stromversorgung anbelangt, so gibt es Anzeichen, dass dieses Ziel tatsächlich erreicht werden kann.

So sinkt seit 2010 der Stromverbrauch in Deutschland. Dieser Trend, bei gleichzeitig relativ robuster Konjunktur, lässt auf eine tatsächliche Entkopplung zwischen Energieverbrauch und wirtschaftlicher Entwicklung schließen. Bis zum Jahr 2010 ging ein Ansteigen der wirtschaftlichen Aktivität mit dem Ansteigen des Stromverbrauchs einher. Zwischen 1991 und 2010 stieg der jährliche Stromverbrauch um etwa durchschnittlich 0,7 Prozent. Die Volkswirtschaft wuchs in dieser Zeit um durchschnittlich 1,2 Prozent. Offensichtlich gab es also bereits in dieser Zeit eine schleichende Entkopplung. Gründe hierfür waren der Einsatz effizienterer Technologien, der bewusstere Umgang der Verbraucher mit Energie und der steigende Anteil der weniger energieintensiven Dienstleistungssektoren am Bruttosozialprodukt der Bundesrepublik Deutschland. Abb. 2.1 zeigt die Entwicklung des Netto-Stromverbrauchs seit 1971.

### **Exkurs: Bestimmende Trends des Stromverbrauchs**

Konkret zeigt sich, dass die Entwicklung des Stromverbrauchs von einer Reihe von langfristigen Teiltrends beeinflusst wird, die sich gegenseitig überlagern:

**Gesteigerte Effizienz:** Tendenziell sind die Stromanwendungen gekennzeichnet durch sinkende, spezifische Stromverbräuche. Dieser Trend erstreckt sich auf nahezu alle Verbrauchsgeräte und Produktionsprozesse. Ob diese Entwicklung zu Rebound-Effekten führen wird, bleibt abzuwarten.

**Verbraucherverhalten:** Neben dem gesteigerten Umweltbewusstsein haben die gestiegenen Strompreise zu einem sparsameren und effizienteren Verbraucherverhalten geführt.

**Industrielle Entwicklungen:** Die Verlagerung von energieintensiven Prozessen von Deutschland ins Ausland und ein höherer Anteil am weniger energieintensiven Dienstleistungssektor am Bruttosozialprodukt haben zu einem sinkenden gesamtwirtschaftlichen Stromverbrauch beigetragen.

**Demografische Faktoren:** Die Zahl der Haushalte ist in den letzten Jahren beständig gestiegen. Der Anteil der Ein- und Zweipersonenhaushalte steigt stetig an. Im Haushaltsektor kam es somit zu einem insgesamt höheren Stromverbrauch.

**Substitutionseffekte:** Strom steht in verschiedenen Endenergieanwendungen (beispielsweise Heizung, Warmwasseraufbereitung, zunehmend Mobilität) im Wettbewerb zu anderen Energieträgern. So hat Strom im Wärmemarkt kontinuierlich Anteile zugunsten von Erdgas und Erneuerbaren Energien verloren. Gleichzeitig kam es zu einem wachsenden Anteil an Wärmepumpen, die diesen Effekt jedoch nicht ausgleichen konnten. Ein flächendeckender Ausbau der Elektromobilität könnte zu einem deutlichen Wachstum des Stromanteils im Verkehr führen. Abb. 2.2 fasst die einzelnen Einflussfaktoren und ihre tendenzielle Wirkung auf den Stromverbrauch zusammen.

Mit Blick auf die kurzfristige Entwicklung des Stromverbrauchs kommen zu diesen Einflussfaktoren noch die konjunkturelle Situation sowie Temperatur und Witterungseffekte hinzu. Gleichzeitig wirken sich sowohl kurz- als auch langfristig



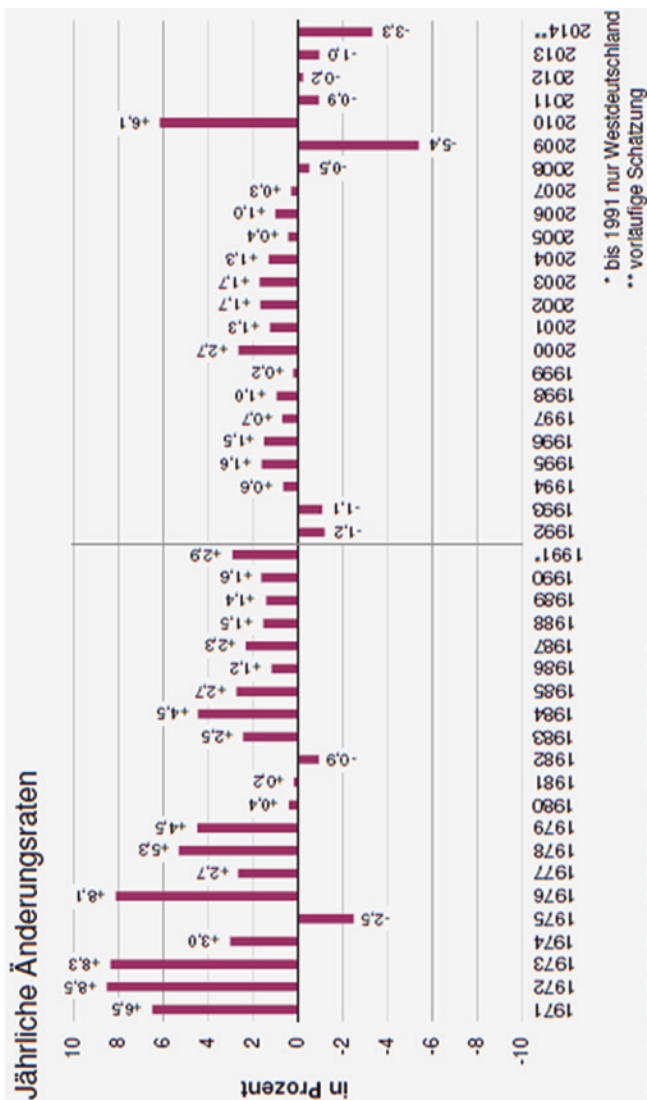


Abb. 2.1 Entwicklung des Netto-Stromverbrauchs seit 1971. (Quelle: BDEW)

### Was bestimmt die Entwicklung?

Senkende Faktoren	Steigernde Faktoren	Weitere Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieeffizienz (z. B. Hausgeräte, Beleuchtung, Heizungs-umwälzpumpen)</li> <li>• Substitution von Stromanwendungen im Wärmemarkt</li> <li>• Sparsameres Verbraucherverhalten</li> <li>• Abwanderung Industrie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demographie (mehr Haushalte, mehr Einpersonen-Haushalte)</li> <li>• „neue“ Anwendungen (Wärmepumpe, Elektromobilität)</li> <li>• Rebound-Effekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konjunktur</li> <li>• Temperatur</li> <li>• politische Maßnahmen</li> </ul>

**Abb. 2.2** Einflussfaktoren auf den Stromverbrauch. (Quelle: BDEW)

politische Maßnahmen auf den Energieverbrauch und damit auf den volkswirtschaftlichen Stromverbrauch aus.

Mit Blick auf den wachsenden Anteil der Erneuerbaren Energien verliert die Kennzahl „verbrauchte Primärenergie“ in der Stromversorgung tendenziell an Bedeutung. Im Gegensatz zu den endlichen Rohstoffen Kohle und Erdgas, stehen Sonne und Wind als Primärenergiequelle nach menschlichem Ermessen unendlich zur Verfügung. In einem Versorgungssystem, welches überwiegend auf regenerativen Energien beruht, ist eine Erfassung des Verbrauchs daher letztendlich zunehmend unbedeutender.

Unter Strom

Die neuen Spielregeln der Stromwirtschaft

Würfel, P.

2017, XXVI, 297 S. 6 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-15163-8