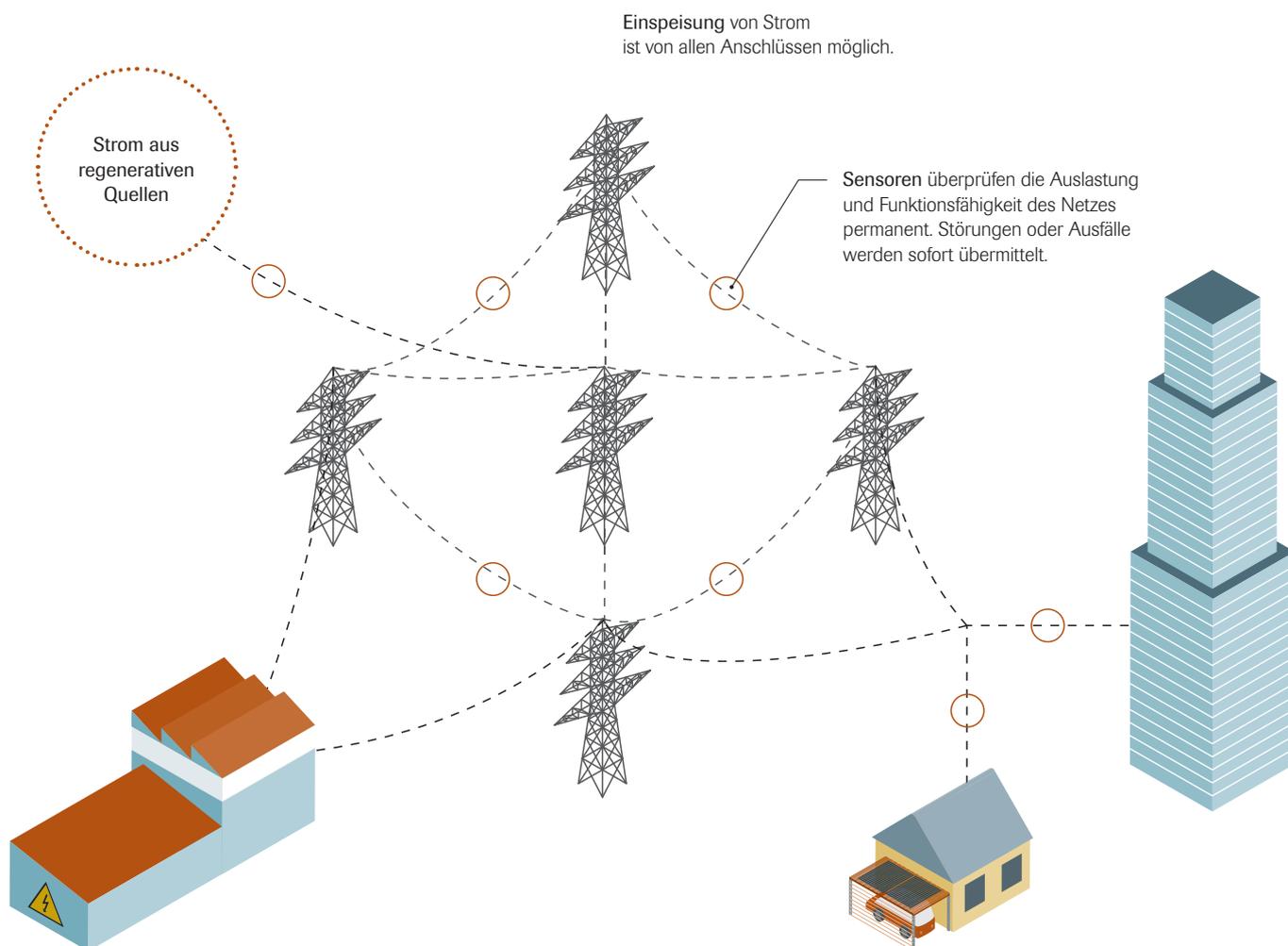


Sauberer Strom in die Autos bringen

Elektromobilität wird dann besonders sinnvoll, wenn der Strom aus erneuerbaren Energiequellen stammt. Wie kann er gewonnen werden? Und wie gelangt er dann am besten in die Fahrzeuge?

STROM AUS REGENERATIVEN QUELLEN

Quelle: Spiegel Online



Elektroautos sind nur so umweltfreundlich wie der Strom, der in sie hineinfließt. Die deutsche Automobilindustrie hat den Anspruch, dass in den neu entwickelten Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb ausschließlich „grüner“ Strom aus regenerativen Quellen zum Einsatz kommt. Was für eine Wirkung das hätte, zeigt ein Blick auf die Zahlen. Laut der Deutschen Energie-Agentur (dena) errechnen sich unter der Annahme des heutigen Strommix in der EU die CO₂-Emissionen und Äquivalente zu 75 g/km. Bei 100 Prozent Windstrom sind es nur 5 g CO₂_{äq}/km. Allerdings kann das System Elektromobilität selbst dazu beitragen, dass sich die Verbreitung neuer Energiequellen erhöht. Denn es verbindet Forschungs- und Entwicklungsbemühungen in vielen Bereichen der Erzeugung und des Transports von Strom. Doch auf welchem Stand ist die Technik heute?

Energie aus Wind, Wasser, Pflanzen und von ganz oben

Die Windenergie ist die am weitesten ausgebauten Technologie zur Gewinnung regenerativer Energie. 2010 deckte sie rund 6 Prozent des gesamten Stromverbrauchs ab. Dieser Prozentsatz wird weiterhin ansteigen, vor allem durch Offshore-Anlagen auf dem Meer, wo der Wind stetiger und kräftiger weht. Auch an den Anlagen selbst wird weiterhin geforscht und entwickelt, um die Effizienz bei der Stromerzeugung zu steigern. Nur unwesentlich kleiner ist der Beitrag von Biomasse. Dabei kommen unterschiedliche Verfahren wie zum Beispiel die Gaserzeugung oder die direkte Verbrennung zum Einsatz. Allerdings darf die Nutzung von Grünflächen zur Energiegewinnung nicht in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelversorgung stehen. Deswegen unterstützen deutsche Hersteller die Entwicklung von Biokraftstoffen der zweiten Generation, die aus jeder Art von Biomasse – wie Holz, Stroh oder biogenen Reststoffen – erzeugt werden. Die Wasserkraft hat in Deutschland einen hohen Entwicklungs- und Ausbaustand erreicht, wobei die jeweiligen Potenziale schon relativ weit ausgeschöpft sind und die Effizienz der Umsetzung sehr gut ist. Wasserkraft trägt rund 3 Prozent zum Energiemix bei.

Anders ist es bei der Photovoltaik, also der direkten Umwandlung von Sonnenenergie. Da ist die Entwicklung noch längst nicht abgeschlossen. Allerdings wird sie in Deutschland nicht die dominierende Rolle spielen, dazu scheint die Sonne hier seltener und schwächer als in anderen Regionen. In Nordafrika und Südeuropa sind hingegen große Anlagen geplant. Bevor Strom von dort nach Deutschland gelangen kann, muss vor allem die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung ausgebaut werden. Diese kann Strom relativ verlustarm über weite Distanzen

transportieren. Der Ausbau ist jedoch hierzu lange umstritten. Viele Menschen wollen die Leitungen nicht in ihrer Nachbarschaft sehen. Ihre Bereitschaft dazu wäre ein großer Schritt auf dem Weg zu weniger CO₂-Emissionen.

Wohin mit dem ganzen Strom?

Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung spielt auch eine Rolle bei einem Kernproblem der erneuerbaren Energien: der Speicherung des Stroms. Herkömmliche Kohle- und Atomkraftwerke sind grundlastfähig. Sie produzieren genau die Menge Strom, die in einem Netz ständig verbraucht wird. Wind- und Sonnenenergie hingegen sind stark witterungsabhängig und können deshalb nicht für eine gleichbleibend große Menge sorgen. Die Lösung: Der Strom wird gespeichert und längerfristig nutzbar gemacht. Das leisten zum Beispiel Pumpspeicherkraftwerke. Eine andere Möglichkeit sind sogenannte Hybridkraftwerke.

Das Kombikraftwerk

Im brandenburgischen Prenzlau steht eine Anlage, die zukunftsweisend sein kann – für die Energiegewinnung und Fahrzeuge mit der Brennstoffzelle. Das Hybrid- oder Kombikraftwerk produziert rund um die Uhr Strom durch die Kombination von Windkraftanlagen, Biogas und Wasserstoff. Bisher speisen Windkraftanlagen ihre Energie direkt ins Netz ein, wenn diese am meisten gebraucht wird. Dies ist vor allem tagsüber und in den frühen Abendstunden der Fall. Doch nachts sinkt der Verbrauch deutlich. Ist mehr Energie im Netz als gebraucht wird, werden Windräder abgeschaltet. Der Wind weht dann natürlich trotzdem weiter. Das Hybridkraftwerk nutzt nun die überschüssige Energie zur Produktion von Wasserstoff. Bei Windstille, wenn die Windkraftanlage nicht liefert, wird der wiederum zusammen mit Biogas in einem Kraftwerk zu Strom gemacht. Das Prinzip des Kombikraftwerks lässt sich auch problemlos auf solarthermische Anlagen übertragen. Der Wasserstoff ist aber nicht nur Speichermedium, sondern auch Kraftstoff für Wasserstoffmotoren in Autos oder Brennstoffzellen.

Denkende Netzwerke

Es reicht nicht, Strom sauber zu erzeugen. Er muss auch beim Kunden ankommen. Dafür ist der Ausbau des Stromnetzes nötig. Hier müssen neue Ansätze her, um die Ansprüche von Erzeugern, Netzen, Speichern und Verbrauchern in Einklang zu bringen. Die Entwicklung eines „Smart Grids“, eines intelligenten Netzwerkes, läuft auf Hochtouren. „Smart Grids“ liefern nicht nur Strom, sondern beflügeln auch den Datenaustausch. Damit können Erzeugung, Speicherung und Verbrauch des Stroms aufeinander abgestimmt werden.

So sollen sie die natürlichen Schwankungen ausgleichen und die Verteilung von Strom effizienter machen. Der Vorteil für die Elektromobilität: Strom für Autos könnte in Nebenzeiten, also nachts, billiger sein als zu Hauptzeiten. Experten erhoffen zudem einen Entwicklungsschub für neue Technologien. So ist eine Kombination der Ladestationen mit Photovoltaikanlagen in heimischen Carports denkbar.

Weitere Modelle wie das „Vehicle to Grid“-System beziehen die Autos in die Stromversorgung ein. Die Speicherfähigkeit der Batterien könnte dann dafür genutzt werden, überschüssigen Strom zwischenspeichern und bei Bedarf abzurufen, wenn das Fahrzeug nicht genutzt wird. Die Batterien von Elektroautos haben ein Leistungsspektrum von 10 bis 60 kWh. Durchschnittlich verbraucht eine Person täglich 5 kWh Strom im Haushalt. Ein Elektrofahrzeug könnte somit die Stromversorgung eines Hauses für mehrere Tage übernehmen.

Wie kommt der Strom ins Auto?

Zu Hause: Grundsätzlich brauchen Elektroautos nur eine 230-Volt-Leitung, um sich aufzuladen. Man kann also sein Auto einfach zu Hause an der normalen Steckdose, mit einer maximalen Ladeleistung von 3,6 Kilowatt, anschließen. Eine Nacht sollte für eine Vollladung reichen. Es geht aber auch schneller. Je nach Netzausbau sind heute Ladeleistungen bei Wechselstromladung von bis zu 43 Kilowatt möglich. Der Ladevorgang verkürzt sich damit auf weniger als eine Stunde. Voraussetzung dafür ist eine einheitliche, genormte Steckverbindung. Beim Fahrzeug gibt es die in Europa bereits, allerdings nur beim Fahrzeug selbst. Für die „Wandseite“ hat die Diskussion begonnen.

INNERE WERTE

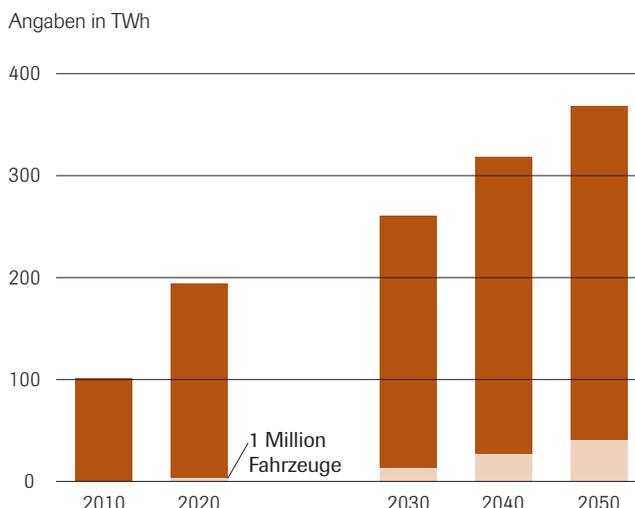
Europas erfolgreichstes Auto aller Zeiten ist jetzt auch elektrisch unterwegs. Den Prototyp erkennt man von außen nur am seitlichen Schriftzug blue-e-motion und dem fehlenden Auspuff. Unter der Motorhaube aber leistet ein Elektromotor gespeist von einem Lithium-Ionen-Akku 115 PS. Das Besondere am Elektro-Golf: Über Lenkrad-Paddels regelt der Fahrer selbst, wie viel Energie zurückgewonnen wird, sobald er den Fuß vom Gas nimmt. Mit einem Mittelkonsolen-Schalter kann er außerdem zwischen mehr Reichweite oder mehr Fahrkomfort wählen. Nach maximal 150 Kilometern geht's an die Steckdose. Die Markteinführung des Elektro-Golf ist für 2013 geplant.

STROMVERBRAUCH AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Prognose 2010–2050

Quellen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Energiekonzept d. Bundesregierung vom 28.9.2010

- Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien, Szenario des Bundesumweltministeriums
- Strombedarf der Elektrofahrzeuge (Prognose)



Draußen: Wer unterwegs ist, kann nicht immer abends nach Hause kommen. Außerdem haben vor allem in Großstädten viele Menschen kein eigenes Haus, Grundstück oder eine Garage. Öffentliche Ladestationen sind also wichtig für die Entwicklung der Elektromobilität.

Deswegen wird mit Hochdruck an verschiedenen Systemen in Form von Ladesäulen und Wandanschlüssen geforscht. Voraussetzung für ein nutzerfreundliches Netz sind standardisierte Stecker, um die lange Suche nach der passenden Ladestation zu vermeiden. Dazu kommt ein transparentes Abrechnungssystem. Trotz der vielen Anbieter mit unterschiedlichen Tarifen muss es möglich sein, Strom ohne Verunsicherung und eine Vielzahl von Kundenkarten an öffentlichen Ladestationen zu beziehen. Verschiedene Modelle sind denkbar, wie zum Beispiel eine Abrechnung über Handy oder Kreditkarte. Aber auch die Bezahlung mit Bargeld könnte funktionieren, wie bei einer Parkuhr.

Eine Stadt voller Ladestationen, das entspricht natürlich nicht dem ästhetischen Empfinden vieler Bewohner. Gerade in Großstädten, in denen die Mehrzahl der Autofahrer sogenannte Laternenparker sind, können zusätzlich andere Lademöglichkeiten Abhilfe schaffen. So können größere Unternehmen ihren Angestellten Parkplätze mit Lademöglichkeiten anbieten und den Strom mit dem Gehalt verrechnen. Stromtankstellen, die einen kostenlosen Abstellplatz für die Zeit des Ladens anbieten, sind ebenfalls denkbar. Durch Ladestationen auf Parkplätzen könnte die Stromversorgung pauschal und unbürokratisch mit der Parkgebühr verrechnet werden. Dieses System läuft schon heute in der Schweiz und zunehmend auch in Deutschland unter dem Namen Park & Charge.

Vom Kabel befreit

Aussteigen, Kabel aus dem Kofferraum holen und an die Ladesäule anstecken – das macht nicht immer Spaß und schon gar nicht, wenn es feucht und kalt ist. Hoffnung macht das sogenannte induktive Laden, das sich für den Einsatz bei Elektrofahrzeugen gut eignet und völlig ohne Kabel auskommt. Es funktioniert nach dem gleichen Prinzip wie die elektrische Zahnbürste. Durch die Spule in der Ladestation fließt Wechselstrom. Dadurch wird ein sich änderndes Magnetfeld erzeugt. Im Griff der Bürste befindet sich eine zweite Spule. Beim Aufladen wird diese in das Magnetfeld der Ladestation eingeführt. Durch diesen Vorgang wird Spannung induziert, also erzeugt. Die Spannung lädt schließlich die Akkus auf.

Um sein Auto induktiv aufzuladen, muss der Fahrer nur an der richtigen Stelle parken. Dort wirkt eine im Boden befindliche Spule auf eine zweite Spule im Fahrzeug ein. Die entstehende Energie wird dann den Akkus zugeführt. Der Ladevorgang beginnt automatisch, sobald das Auto sich in der richtigen Position befindet und identifiziert wurde. Dafür ist ein Datenaustausch notwendig, der auch die Abrechnung ermöglicht. Diese Technik ist nicht ohne Schwierigkeiten. So muss der Abstand zwischen Spule und Batterie bei der Konstruktion des Autos für den Prozess optimiert sein. Ein fahrzeugtaugliches Ladesystem würde einen höheren Wirkungsgrad ebenso benötigen wie Komponenten mit möglichst wenig Gewicht, die zudem platzsparend und sicher sein müssen. Durch den zusätzlichen Aufwand kosten solche Ladestationen auch mehr als die herkömmlichen. Dennoch halten viele Experten das induktive Laden in der Zukunft für eine wichtige Ergänzung der Elektromobilität.

Einfach die Batterie wechseln?

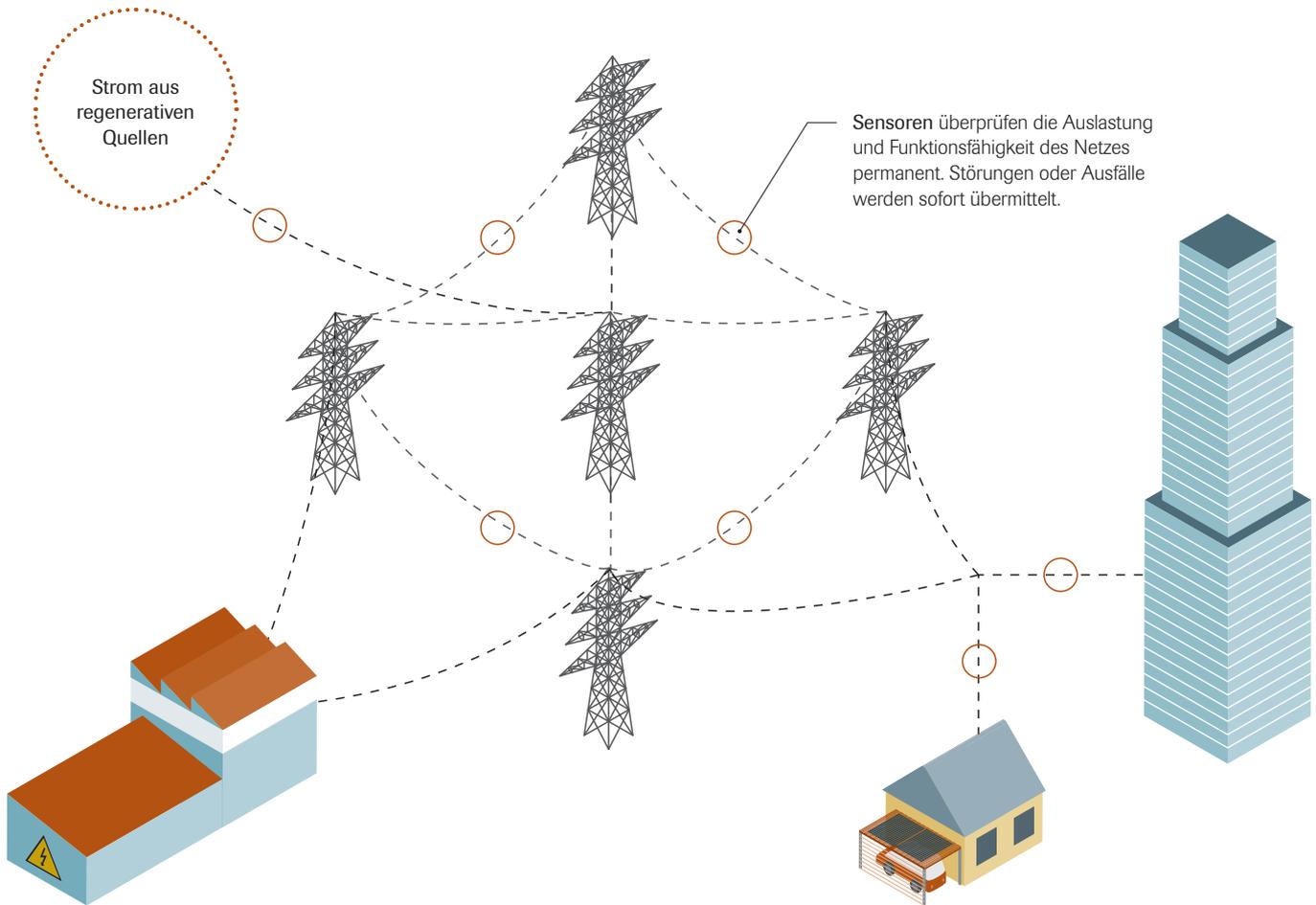
Ganz ohne Ladezeiten würde der Fahrer eines Elektrofahrzeuges auskommen, wenn er die leere Batterie gegen eine bereits geladene austauschen könnte. Hier setzt die Idee an, ein Netz von Akku-Wechselstationen aufzubauen. Das Prinzip gleicht dem einer Waschstraße. Das Ganze soll nicht länger dauern als der Aufenthalt an einer herkömmlichen Tankstelle.

Doch diese Idee hat einen großen Haken. Um wirklich funktionieren zu können, müssten die Batterien und die Unterböden der Fahrzeuge einheitlich im Aufbau sein. Sonst würde ein wahrer Wildwuchs von konkurrierenden Anbietern unterschiedlicher Wechselstationen entstehen. Auch ist eine Batterie in einem Auto natürlich etwas anderes als die einer Taschenlampe. Allein in der Größe unterscheiden sich die Batterien je nach Nutzungskonzept erheblich, von den vielen technischen Abweichungen wie den Hochvoltanschlüssen und den Zu- und Abluftkanälen für die richtige Temperierung zu schweigen. Die unterschiedlichen Fahrzeug- und Nutzungskonzepte führen auch zu unterschiedlichen Einbauorten. In einigen Fahrzeugen sind die Batterien in mehrere Einzelsegmente getrennt, in anderen zusammenhängend. All dies macht die Vereinheitlichung der Batterie, und damit einen durchschlagenden Erfolg eines solchen Projekts, unwahrscheinlich. ■

STROM AUS REGENERATIVEN QUELLEN

Quelle: Spiegel Online

Einspeisung von Strom
ist von allen Anschlüssen möglich.



Das intelligente Netz ermöglicht ein effektives Management zwischen Verbrauch, Erzeugung und Speicherung von Energie. **Kontrollzentren** sorgen dafür, dass stets gerade so viel Energie erzeugt wird, wie tatsächlich benötigt wird.

Smart Homes ermöglichen einen effizienten Umgang mit Energie. Eine Zentrale regelt die Verbräuche im Haus. Intelligente Stromzähler ermöglichen die Abrechnung bei flexiblen Tarifen.

STROMVERBRAUCH AUS ERNEUERBAREN ENERGIEN

Prognose 2010-2050

Quellen: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU); Energiekonzept d. Bundesregierung vom 28.9.2010

- Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien, Szenario des Bundesumweltministeriums
- Strombedarf der Elektrofahrzeuge (Prognose)

Angaben in TWh

