



FOTO: TRONS/SCANPIX

Im Jahr 2012 lieferten die rund 2 000 schwedischen Windkraftanlagen 7,1 TWh Strom

ENERGIE:

VOLLE KRAFT VORAUSS FÜR NACHHALTIGE LÖSUNGEN

Spitzentechnologie, Reichtum an natürlichen Ressourcen und ein großer Anteil an Energie aus erneuerbaren Quellen: Beim globalen Ringen um nachhaltigere Energiesysteme kämpft Schweden an vorderster Front.

Schweden investiert bereits seit der Ölkrise in den frühen 1970er Jahren beträchtliche Summen in die Erforschung alternativer Energiequellen. Und der allmähliche Öl-ausstieg gelingt reibungslos: Im Jahr 1970 wurden in Schweden noch über 75 Prozent des Energiebedarfs mit Erdöl gedeckt. Vor allem weil in Privathaushalten immer weniger mit Öl geheizt wird, lag diese Zahl 2012 bei gerade einmal 21,5 Prozent.

Schweden umriss seine derzeitige Energiepolitik 1997. Die Regierung will „eine effektive und nachhaltige Energienutzung und kosteneffiziente Energieversorgung“ fördern, die „den Übergang in eine ökologisch nachhaltige Gesellschaft erleichtern“. Um die Entwicklung zu überwachen, wurde die Schwedische Energieverwaltung (*Statens energimyndighet*) gegründet.

Hoher Elektroenergieverbrauch – geringe Emissionen

In Schweden wird mit 15 000 kWh pro Person und Jahr sehr viel elektrische Energie verbraucht. Nur in ein paar anderen Ländern ist der Stromverbrauch höher als in Schweden. Trotzdem sind die schwedischen Kohlendioxidemissionen im inter-

nationalen Vergleich gering: In Schweden werden etwa 5,1 t Kohlendioxid pro Kopf und Jahr in die Atmosphäre abgegeben, während der EU-Durchschnitt bei 7,9 t und der US-Durchschnitt sogar bei 19,1 t Kohlendioxid pro Kopf und Jahr liegt.

Die relativ geringe Emissionsrate Schwedens ist darin begründet, dass hier rund 78 Prozent der Elektroenergie aus Atom- und Wasserkraft gewonnen werden – aus Energiequellen also, die keine Kohlendioxidemissionen generieren. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen liefern weitere gut 10 Prozent des schwedischen Stroms; diese Anlagen werden hauptsächlich mit Biobrennstoffen betrieben. Etwa 8 Prozent der elektrischen Energie werden importiert, die restlichen circa 4 Prozent stammen aus der Windkraftnutzung.

Ungeklärte Zukunft für die Atomkraft

In Schweden waren bis zu 13 Atomreaktoren im kommerziellen Einsatz; gegenwärtig verfügt das Land über 3 Kernkraftwerke mit insgesamt 10 Reaktoren. Mehrere Jahrzehnte zielte die schwedische Energiepolitik darauf ab, das Kernener-

gieprogramm des Landes auslaufen zu lassen. Aber im Juni 2010 beschloss der Riksdag (Parlament), dass in Schweden neue Atomkraftwerke gebaut werden dürfen – und hob damit das Gesetz zum Ausstieg aus der Atomenergie auf. Neue Kernkraftwerke dürfen allerdings nur errichtet werden, um stillgelegte zu ersetzen, und zwar ausschließlich am Standort bereits vorhandener Kraftwerke.

In fast keinem anderen Land der EU unterstützt ein so großer Anteil der Bevölkerung die Atomkraft wie in Schweden. Trotzdem ist eine Weiterentwicklung des schwedischen Kernenergieprogramms mit großen Herausforderungen verbunden: Es wurde noch keine geeignete Lösung für die Endlagerung des Atommülls gefunden, und es sind zu wenig Kerntechniker verfügbar. Außerdem müssen die Kosten und die Umweltauswirkungen bewertet werden, bevor neue Kraftwerke gebaut werden können.

Strommarkt der Weltklasse

Die Internationale Energieagentur ist der Auffassung, dass sich der schwedische Strommarkt seit seiner Deregulierung im ►

WEITERFÜHRENDE INFOS ÜBER ERNEUERBARE ENERGIEN

BIOENERGIE

Schweden hat mehr Wald als die meisten anderen Länder der Welt: 53 Prozent der Fläche Schwedens sind mit Wald bestanden, während der weltweite Durchschnitt bei nur 30 Prozent liegt. Rund 85 Prozent der schwedischen Bioenergie wird heute im Forstsektor gewonnen. Circa 30 Prozent der in Schweden bereitgestellten Energie ist Bioenergie; der Großteil wird in industriellen Prozessen und zur Fernwärmeversorgung genutzt.



BRENNSTOFFZELLE

Eine Brennstoffzelle arbeitet wie ein kleines Kraftwerk; durch die kombinierte Zuführung von Wasserstoff und Sauerstoff wird Energie erzeugt, wobei als einziges Abfallprodukt Wasser anfällt.

Schwedische Wissenschaftler, die die Erzeugung von Wasserstoff erforschen, versuchen die Photosynthese grüner Pflanzen zu imitieren, einen Prozess, bei dem nur Sonnenlicht und Wasser erforderlich sind. Der Kgl. Technischen Hochschule (Kungl. Tekniska Högskolan, KTH) in Stockholm gelang 2012 ein Durchbruch, als ein Forscherteam einen molekularen Katalysator entwarf, der Wasser in kürzester Zeit zu Sauerstoff oxidieren kann. Allerdings wird es noch Jahre dauern, bis sich die Forschung in diesem Bereich in eine wirtschaftlich rentable Technologie umsetzen lässt.

SOLARENERGIE

Der schwedische Solarenergiemarkt ist noch immer sehr begrenzt, wächst aber seit 2005 dank staatlicher Förderung stärker als zuvor. Die installierte Gesamtleistung betrug im Jahr 2011 ungefähr 14 MW. In den Jahren 2013 bis 2016 wird die Schwedische Energieverwaltung 123 Mio. SEK in Forschungsarbeiten auf den Gebieten Solarzellen, Solarthermie und Solarbrennstoffe investieren, um die Nutzung von Solarenergie im schwedischen Energiesystem anzukurbeln.

WELLENENERGIE

Beim Übergang in eine nachhaltige Gesellschaft könnte die Wellenenergie eine wichtige Rolle spielen. Noch ist die Wellenenergietechnologie relativ wenig entwickelt. Pilotstudien vor der schwedischen Westküste sollen nun klären, ob sie langfristig rentabel nutzbar ist.

► zwischenstaatlichen Vergleich vorbildlich entwickelt hat. Sie erkennt zwei Gründe für diesen positiven Trend: die Wahlfreiheit der Kunden und die schwedenweite Preisausgleichung. Seit 1996 können die schwedischen Konsumenten ihren Energieversorger selbst wählen, wobei ihnen heute rund 130 Unternehmen zur Auswahl stehen.

Ein großer Teil des schwedischen Stroms wird im Norden des Landes erzeugt. Allerdings ist der Stromverbrauch in dieser Region geringer als im dichter besiedelten Süden. Das ist einer der Gründe dafür, dass Schweden 2011, mit dem Ziel die Kosten des Energieverlustes bei der Übertragung über die Freileitungen zu kompensieren, in vier Strompreiszonen unterteilt wurde. Ein anderer Grund ist die Vereinfachung des Stromhandels zwischen Schweden und anderen europäischen Ländern.

Verbesserte Energieeffizienz im Industriesektor

Im Jahr 2005 lancierte Schweden ein Fünfjahresprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz im Industriesektor. An dieser Aktion nahmen rund 180 stromintensive Industriebetriebe teil. Für ihre Anstrengungen, einen Energiesparplan zu etablieren und den Energieverbrauch zu senken, wurden den Unternehmen Steuererleichterungen zugestanden.

Als das Programm 2009 auslief, hatte es eine jährliche Einsparung von etwa 1,45 TWh mit einem Wert von circa 500 Mio. SEK (56,9 Mio. EUR) ergeben. Inzwischen ist das Programm neu aufgelegt worden. Dieses Mal beteiligen sich um die 90 Industriebetriebe, auf die ein Fünftel des schwedischen Stromverbrauchs entfällt.

Energieeffiziente Haushalte

Seit dem 1. Januar 2008 ist in Schweden auf der Grundlage einer EU-Richtlinie ein neues Energieausweisgesetz in Kraft, das eine effizientere Energienutzung begünstigen soll. Ein Energieausweis, der zum Beispiel bei einem Hausverkauf zur Anwendung kommt, muss genau belegen, wie viel Energie das Gebäude im Vergleich zu anderen verbraucht. Alle Eigentümer von Privathäusern, Mehrfamilienhäusern und anderen Räumlichkeiten müssen eine solche Urkunde vorlegen können.

Die schwedische Regierung unternimmt große Bemühungen, Informationen und Rat im Bereich Energiesparmöglichkeiten anzubieten. Jede der 290 schwedischen Gemeinden hat eine Energieberatung, an die sich die Bevölkerung wenden kann. Die Beratungsstelle hilft zum Beispiel mit nützlichen Hinweisen zu Themen wie Wechsel von Heizsystemen, Austausch von Fenstern, Nutzung von Kompaktleuchtstofflampen usw. ■

SCHWEDISCHE UNTERNEHMEN INVESTIEREN IN ENERGIEEINSPARUNGEN

Immer mehr schwedische Unternehmen investieren in Energie aus regenerativen Quellen. Ein Beispiel ist die Immobiliengesellschaft Wallenstam, die nicht nur im Immobilienhandel und in der Vermietungsbranche tätig ist, sondern auch 41 schwedische Wasser- und Windkraftanlagen besitzt. Wallenstam erzeugt Ökostrom für die Nutzung im eigenen Unternehmen, aber auch zum Verkauf an Mieter und andere Kunden. Das Unternehmen will sich und seine Kunden ab Ende 2013 komplett selbst mit erneuerbaren Energien versorgen. Inzwischen treten bereits mehrere andere schwedische Immobiliengesellschaften in die Fußstapfen des Unternehmens Wallenstam.

Auch in anderen Branchen wird ein immer größeres Schwergewicht auf Ökostrom und Energiesparmaßnahmen gelegt. IKEA zum Beispiel entwickelte 2012 eine neue Nachhaltigkeitsstrategie. Das Unternehmen setzte sich zum Ziel, nicht nur selbst mehr Energie einzusparen, sondern auch seinen Kunden nachhaltige Kaufentscheidungen leichter zu machen. IKEA will sich bis zum Jahr 2020 bei allen nationalen und interna-

tionalen Tätigkeiten komplett selbst versorgen und kann in Schweden dank Investitionen in Windkraft, geothermische Energie und regenerative Fernwärme bereits einen Ökostromanteil von 98 Prozent verzeichnen.



FOTO: WALLENSTAM

Schwedische Unternehmen messen der Energieeffizienz bei geschäftlichen Planungsprozessen und Aktivitäten einen immer höheren Stellenwert bei

HÄTTEN SIE'S GEWUSST?

STROMHANDEL

Die meisten nordeuropäischen Energieversorger kaufen den Strom, den sie an die Konsumenten verkaufen, an der Strombörse Nord Pool im norwegischen Oslo. Die Börse hat einen Spotmarkt mit stündlichen Preisen und einen Terminmarkt.

Wegen des hohen Anteils an Wasserkraft in Norwegen und Schweden hängen die Strompreise weitgehend vom Wasservorrat ab. Wenn der Vorrat für die Wasserkraftanlagen in trockenen Jahren zurückgeht, steigen die Preise. In regnerischen Jahren verhält es sich meist umgekehrt.

MENSCHLICH BEHEIZTE GEBÄUDE

Bis 2020 will die schwedische Regierung den Energieverbrauch in Gebäuden im Vergleich zum Jahr 1995 um 20 Prozent senken und bis 2050 eine 50-prozentige Reduzierung pro beheizte Flächeneinheit erreichen. Daraus hat sich ein gesteigertes Interesse an energieeffizienten Häusern ergeben, zu denen auch Passivhäuser gehören. Hierbei handelt es sich um Gebäude, die keine klassische Heizung benötigen, weil der Wärmebedarf über „passive Quellen“ wie die Abwärme ihrer Bewohner gedeckt wird. Besonders gute Isolierung und eine ausgeklügelte Lüftungsanlage gewährleisten in solchen Häusern einen geringen Energieverbrauch.



FOTO: CLEANMOTION.SE

DIE STADTAUTOS VON MORGEN

Das globale Bevölkerungswachstum belastet die städtischen Gebiete und deren Infrastruktur immer mehr, sodass neue Transportlösungen gefunden werden müssen. Dazu entwickelte das schwedische Unternehmen Clean Motion das kleine elektrisch betriebene Stadtauto Zbee.

Zbee ist ein dreirädriges Fahrzeug mit drei Sitzplätzen und einer Reichweite von 50 Kilometern. Sein Verbrauch liegt bei 0,4 kWh auf 100 Kilometer, was einer Emission von rund 0,7 g CO₂/km entspricht. Nach heutigem Standard werden Fahrzeuge mit einem Ausstoß von 120 g CO₂/km als Umweltautos klassifiziert. www.cleanmotion.se

GROSSER ANTEIL ERNEUERBARER ENERGIEN

Auf der Grundlage der 2009 verabschiedeten EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen will Schweden den Anteil regenerativer Energien am Gesamtenergieverbrauch bis 2020 auf 50 Prozent steigern.

In Schweden stammen 48 Prozent der Energie – inklusive Strom, Fernwärme und Kraftstoffe – aus erneuerbaren Quellen. Diese im Vergleich mit den meisten anderen EU-Ländern relativ hohe Zahl lässt sich vor allem durch den hohen Anteil von Wasserkraft und Biokraftstoffen am Energiesystem erklären.

Im Jahr 2003 wurden in Schweden zur Förderung erneuerbarer Energien Ökostromzertifikate eingeführt. Als Ökostrom zertifizierter Strom wird aus Windenergie, Solarenergie, geothermischer Energie, Wellenenergie oder Biobrennstoffen gewonnen oder in kleinen Wasserkraftwerken produziert. Die Stromhandelsunternehmen müssen einen bestimmten Anteil Ökostrom kaufen, während die Stromproduzenten für die von ihnen erzeugte erneuerbare Energie zertifiziert werden. Die aus regenerativen Quellen gewonnene Elektroenergiemenge soll von 2002 bis 2020 um 25 TWh gesteigert werden.

Durch die zunehmende Nutzung von Biokraftstoffen und den Ausbau der Windenergie hat Schweden inzwischen mehr als die Hälfte des Wegs zu diesem Ziel zurückgelegt.

Immer wichtigere Energiequelle

Seit ein paar Jahren ist Windkraft die erneuerbare Energiequelle, deren Nutzung weltweit am stärksten steigt. Auch in Schweden wird immer mehr auf Windkraft gesetzt. Seit 2000 konnte die Windenergiemenge von 0,5 auf 7,1 TWh gesteigert werden. Anfang 2011 gab es in Schweden rund 2 000 Windkraftanlagen. Allerdings stellt der wachsende Marktanteil der Windkraft mit ihren schwankenden Produktionsvolumen beträchtliche Anforderungen an das Stromversorgungsnetz, das verstärkt und ausgebaut werden muss.

Alternative Kraftstoffe

Schweden unternimmt große Anstrengungen, die Entwicklung erneuerbarer, alternativer Kraftstoffe voranzutreiben. Schweden initiierte die Ethanol-Forschung bereits in den 1980er Jahren und gehört auf diesem Gebiet inzwischen zu den führenden Ländern.

Der Großteil des heute verkauften Ethanols wird aus Getreide gewonnen. Die schwedischen Forscher konzentrieren sich auf die Herstellung von Ethanol aus Zellulose, die einerseits energieeffizienter ist und



FOTO: BJÖRN LARSSON ASK/SCANPIX

Nichtfossile Kraftstoffe werden allmählich populärer

andererseits die Lebensmittelproduktion nicht negativ beeinflusst. Andere vielversprechende Biokraftstoffe sind aus Dung und Abfall gewonnene Biogase.

Saubere Beförderung

Bis 2020 sollen gemäß EU-Vorgaben 10 Prozent der im Verkehr genutzten Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien stammen. Für das eigene Land verfolgt Schweden das Ziel, dass der Fahrzeugbestand bis 2030 ohne fossile Kraftstoffe betreibbar ist. Im Jahr 2012 erreichte Schweden einen Anteil an erneuerbaren Treibstoffen von 9,8 Prozent, was vor allem auf die vermehrte Ethanolnutzung zurückzuführen ist. Um die Entwicklung zu beschleunigen, müssen Tankstellen, die mehr als 3 000 Kubikmeter Benzin oder Diesel jährlich verkaufen, seit 2006 mindestens einen erneuerbaren Kraftstoff im Angebot haben. Drei Jahre nach der Einführung des sog. Zapfsäulengesetzes wurde in einem Regierungsbericht konstatiert, dass dieses die Versorgung mit und die Bereitstellung von regenerativen Treibstoffen ankurbeln geholfen hatte. Man stellte allerdings auch fest, dass das Gesetz eine große wirtschaftliche Belastung für die Tankstelleneigentümer mit sich gebracht hatte.

Aufladbare Autos

Mittelfristig werden immer mehr Kraftfahrzeuge mit Hybridantrieb, also mit mindestens einem Elektromotor und einem Verbrennungsmotor, auf den Straßen unterwegs sein. Die Kombination von elektrischer Energie und Biokraftstoffen scheint vielversprechend. In einem weiteren Schritt will man die Entwicklung von Plug-in-Hybriden vorantreiben. Derzeit planen die meisten Autohersteller die Produktion beider Fahrzeugtypen. Allerdings ist nur schwer zu beurteilen, ob und wann Elektroautos und Hybridfahrzeuge ihren Weg in die Massenproduktion finden werden. ■

HÄTTEN SIE'S GEWUSST?

SCHWEDEN – AKTIV AN
INTERNATIONALEN
KLIMASCHUTZBEMÜHUNGEN
BETEILIGT

Schweden engagiert sich in etlichen globalen Foren für die Klimaarbeit. Die internationalen Anstrengungen im Bereich Klimaschutz erfolgen hauptsächlich unter der Schirmherrschaft der EU und der UN. Im Jahr 1997 unterzeichnete Schweden das Kyoto-Protokoll, das eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen verlangt, um eine „gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems“ zu verhindern. Das Protokoll sieht vor, den jährlichen Treibhausgasausstoß bis 2020 um 5,2 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren. Schweden spielt eine aktive Rolle beim Mechanismus für umweltverträgliche Entwicklung (Clean Development Mechanism, CDM) und bei der Gemeinschaftsreduktion (Joint Implementation, JI). Für die schwedischen Bemühungen im Rahmen dieser vom Kyoto-Protokoll vorgesehenen Programme zeichnet die Schwedische Energieverwaltung verantwortlich; die Programme umfassen Projekte im Baltikum sowie in China, Indien und Brasilien.

Die erste Verpflichtungsperiode lief im Jahr 2012 aus, und inzwischen wurde das Kyoto-Protokoll um eine weitere Periode verlängert. Eine der größten Herausforderungen besteht darin, bis 2015 eine umfassende Nachfolgeregelung zu erarbeiten, die dann 2020 in Kraft treten soll.

Schweden schwebt in diesem Zusammenhang eine Einigung auf einen rechtsverbindlichen Rahmen vor, bei dem sich alle Länder der Welt dazu verpflichten, Emissionspegel zu wahren, mit denen die globale Erwärmung auf weniger als zwei Grad gegenüber dem Niveau vor Beginn der Industrialisierung begrenzt werden kann.

1 SEK (Schwedische Krone)
= 0,11 EUR



SI.

AUS FÜR ENERGIEINEFFIZIENTE
PRODUKTE

Mit der Glühlampe fing es an. Nach einer dreijährigen Auslaufzeit dürfen herkömmliche Glühlampen weder nach Schweden importiert noch in Schweden hergestellt werden; sie wurden durch Energiespar-, Halogen- und LED-Lampen ersetzt.

Jetzt befinden sich im Zuge der EU-Richtlinie zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen immer mehr energieineffiziente Produkte in der Auslaufphase.

Durch die Festlegung von Minimalstandards für verschiedene technische Produkte ergibt sich ein großes Potenzial zur Senkung des Energieverbrauchs – und damit der klimarelevanten Emissionen – in Europa. Auf der Liste der Produkte, die strengeren Normen entsprechen müssen, stehen neben der Glühlampe auch Fernsehgeräte, Digitalboxen, elektrische Küchen- und Haushaltsgeräte, Umwälzpumpen und Elektromotoren.

Die Ökodesign-Richtlinie der EU bezieht sich auf Neuverkäufe in der EU. Insgesamt bewirken die Minimalanforderungen, die verschiedene Produktgruppen erfüllen müssen, große Einsparungen beim Energieverbrauch. Es wird erwartet, dass durch die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und durch die Kennzeichnung des Energieverbrauchs EU-weit bis 2020 circa 1 110 TWh eingespart werden – das ist fast doppelt so viel wie der jährliche Energieverbrauch Schwedens.



FOTO: SHUTTERSTOCK

NÜTZLICHE LINKS

www.elforsk.se Elforsk, Forschungs- und Entwicklungszentrum der schwedischen Energieindustrie

www.energimarknadsinspektionen.se Energiemarktinspektion, Behörde für den Strom-, Gas- und Fernwärmemarkt

www.energimyndigheten.se Schwedische Energieverwaltung, verantwortlich für die schwedische Energiepolitik

www.energy.eu Europas Energie-Portal

www.iea.org Internationale Energieagentur

www.managenergy.net ManagEnergy, eine Initiative der EU-Kommission zur Unterstützung lokaler und regionaler Energiemanagement-Agenturen

www.naturvardsverket.se Schwedisches Amt für Umweltschutz, koordiniert, überwacht und evaluiert die Bemühungen zur Erfüllung der Umweltqualitätsziele

www.svenskenergi.se Svensk Energi, Branchen- und Interessenorganisation der schwedischen Stromversorgungsunternehmen

www.vr.se Schwedischer Forschungsrat

Copyright: Vom Schwedischen Institut herausgegeben. Oktober 2013 TS 3.

Alle Inhalte sind durch das schwedische Urheberrechtsgesetz geschützt. Mit Ausnahme von Fotos und Illustrationen sind Vervielfältigung, Verbreitung, Ausstellung, Veröffentlichung oder Sendung des Textes in allen Medien unter Hinweis auf sweden.se gestattet.

Das Schwedische Institut (SI) ist eine staatliche Behörde, die damit betraut ist, im Ausland das Interesse an und das Vertrauen zu Schweden zu erhöhen. Durch strategische Kommunikation und Austausch in den Bereichen Kultur, Ausbildung, Wissenschaft und Wirtschaft fördert das SI internationale Kooperationen und dauerhafte Beziehungen zu anderen Ländern.

Weitere Informationen über Schweden: auf sweden.se, über die schwedische Botschaft bzw. das schwedische Konsulat in Ihrem Land oder über das Schwedische Institut, Box 7434, 103 91 Stockholm, Schweden

Tel.: +46 8 453 78 00 E-Mail: si@si.se www.si.se www.swedenbookshop.com www.swedenabroad.com