

Zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien - gestern, heute und morgen

Die Nutzung erneuerbarer Energiequellen für die Strom- und Wärmeerzeugung mit dem Ziel der Schonung endlicher Ressourcen und der Verminderung von energiebedingten Umweltbelastungen für eine nachhaltige Energieversorgung befindet sich seit Jahren auf steilem Wachstumskurs. Der Versorgungsbeitrag regenerativer Energien zur öffentlichen Stromerzeugung geht bereits heute weit über das Maß additiver Energieträger hinaus. 2002 wurde fast ein Viertel des in Mecklenburg-Vorpommern erzeugten Stroms aus Wind-, Bio-, Wasser- und Sonnenenergie hergestellt. Prognosen zufolge, auf die im vorliegenden Beitrag Bezug genommen wird, ist das Energieerzeugungspotenzial aus erneuerbaren Energien in Mecklenburg-Vorpommern aber bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Welchen Versorgungsbeitrag die Regenerativen in Deutschland, Europa und global leisten bzw. perspektivisch leisten könnten, vermittelt ein Exkurs am Ende der Darstellung.

Gabriele Kleinpeter

Rückblick: Beginn der Nutzung erneuerbarer Energiequellen

Die Geschichte der Stromerzeugung begann in Deutschland, wie auch in Mecklenburg und Vorpommern, etwa um 1880 mit der Nutzung von Elektrizität für gewerbliche und private Zwecke. Erste Initiativen zum Aufbau einer öffentlichen Stromversorgung gingen hierzulande um 1900 von den Kommunen aus, die eine moderne Beleuchtung für Straßen und Plätze anstrebten. Daneben waren besonders kleinstädtische Gewerbetreibende, Handwerker sowie Hoteliers und Gastronomen vor allem in den großen Badeorten (Warnemünde, Binz, Sassnitz) an der Nutzung von Strom als Licht- und Kraftquelle interessiert. Zudem beförderten fortschrittliche Großagrarier, insbesondere Betreiber von Zuckerfabriken, Molkereien, Brennereien, Dampf- und Wassermühlen die Elektrifizierung im kleinstädtischen Raum.¹⁾

Um 1920 begann der Ausbau der Stromversorgung auf dem flachen Lande. Aber erst zum Ende der 50er Jahre fand die Elektrifizierung im heutigen Mecklenburg-Vorpommern ihren endgültigen Abschluss, nachdem das Dorf Weberin (heutiger Landkreis Parchim) 1957 an die öffentliche Stromversorgung angeschlossen wurde.^{2) 3)}

Die Stromerzeugung aus alternativen Quellen für die öffentliche Versorgung hat in Mecklenburg und Vorpommern ebenfalls eine lange Tradition. Pläne zum Bau eines Wasserkraftwerkes gab es schon 1908. Doch erst die angespannte Energielage nach dem Ersten Weltkrieg führte dann zum Bau des Wasserkraftwerkes in Zülow (heutiger Landkreis Parchim), das 1924 mit ei-

nem Jahr Bauverzögerung ans Netz ging. Es ist noch heute das größte nördlich von Berlin liegende Wasserkraftwerk, das Strom in das öffentliche Versorgungsnetz speist. In den 30er und 40er Jahren wurden weitere Wasserkraftwerke in Betrieb genommen, die auch lange Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg zur Stabilisierung der öffentlichen Stromversorgung beitrugen.⁴⁾

In den 40er Jahren wurde noch eine andere alternative Energiequelle für die öffentliche Versorgung erschlossen. Zur Überwindung von Engpässen in der Energieversorgung ist vom damaligen Regionalversorger der Auftrag zum Bau von 50 Windkraftwerken an verschiedenen Standorten Mecklenburgs und Vorpommerns erteilt worden, um Zusatzenergien in das öffentliche Versorgungsnetz zu speisen. Die Nutzung von Wind zur Stromversorgung ist auch zu späterer Zeit, allerdings unter dem Vorzeichen der vollständigen Selbstversorgung mit Strom und der Vermeidung von Importen aus dem (westlichen) Ausland, weiter vorangetrieben worden. So ist 1987 im Rostocker Energiekombinat eine Windkraftanlage mit einer Leistung von 55 Kilowatt projektiert und in Wustrow auf dem Fischland (Ostseeküste) erbaut worden.

In den 60er Jahren wurde im Rahmen einer geologischen Gesamtaufnahme auf dem Territorium der damaligen DDR nach Bodenschätzen geforscht. Neben kleineren Erdöl- und Erdgasvorkommen stieß man in Mecklenburg-Vorpommern auf eine weitere alternative Energiequelle, auf heißes Wasser. Dafür hatte man zu dem damaligen Zeitpunkt noch keine Verwendung. Erst Ende der 70er Jahre wurde die praktische Anwendung von Erdwärme zu Heizzwecken wieder aufgegriffen und ein Pilotprojekt zur Nutzung von Geo-

thermie gestartet. Nach erfolgreichem Abschluss des Projektes wurde 1987 der weitere Ausbau von Geothermieanlagen initiiert.⁵⁾ Noch heute gehören die Geothermieanlagen in Mecklenburg-Vorpommern zu den größten in Deutschland. Zurzeit entsteht hierzulande das erste deutsche Erdwärmekraftwerk mit einer Anschlussleistung von 200 kW.

Überblick: Energieträgerstruktur zur Stromerzeugung

Der Strombedarf in Mecklenburg-Vorpommern wird derzeit zu 72 Prozent durch die einheimische Erzeugung gedeckt. Die übrigen 28 Prozent werden über den Stromaustausch mit anderen Bundesländern oder dem Ausland abgesichert.

Die Energieträgerstruktur zur Stromerzeugung für die einheimische Versorgung hat sich in den vergangenen zehn Jahren zugunsten klimaschonender regenerativer Energiequellen verschoben. Fossile Energieträger sind aber nach wie vor die wichtigsten Energielieferanten.

Im Jahr 2002 wurden in Mecklenburg-Vorpommern insgesamt 5,7 Millionen Megawattstunden Strom durch öffentliche Energieversorgungsunternehmen und Einspeiser zur Versorgung abgegeben. Davon basieren rund 49 Prozent auf Steinkohle und 24 Prozent auf Erdgas. Die dritte tragende Säule im aktuellen Energieträgermix zur Stromerzeugung stellen mit einem Anteil von ebenfalls 24 Prozent erneuerbare Energiequellen. Industriekraftwerke und sonstige Anlagen haben 2002 rund 3 Prozent des Stroms zur öffentlichen Versorgung eingespeist. Für diese An-

Nettostromerzeugung und -einspeisung nach Energieträgern						
Merkmal	1991	1995	1999	2000	2001	2002
	MWh					
Nettostromerzeugung und -einspeisung insgesamt	300 152	2 583 305	4 456 732	4 632 176	4 649 628	5 695 374
davon aus						
Braunkohle	93 048	-	-	-	-	-
Steinkohle	-	1 787 249	2 257 612	2 171 735	2 259 455	2 783 441
Erdgas	130 591	469 618	1 445 627	1 471 127	1 347 588	1 374 363
Heizöl	67 995	95 251	23 215	23 814	19 768	15 630
Einspeisung bzw. Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern	.	95 101	491 833	805 141	893 313	1 349 710
Industriekraftwerken ¹⁾	2 051	136 086	238 445	160 359	129 504	172 230
	Anteil in Prozent					
Nettostromerzeugung und -einspeisung insgesamt	100	100	100	100	100	100
davon aus						
Braunkohle	31,5	-	-	-	-	-
Steinkohle	-	69,2	50,7	46,9	48,6	48,9
Erdgas	44,1	18,2	32,4	31,8	29,0	24,1
Heizöl	23,0	3,7	0,5	0,5	0,4	0,3
Einspeisung bzw. Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern	0,7	3,7	11,0	17,4	19,2	23,7
Industriekraftwerken ¹⁾	0,7	5,2	5,4	3,5	2,8	3,0
1) einschließlich sonstigen Anlagen						

Tabelle 1

lagen sind die Energieträger im Einzelnen zwar nur zum Teil erfasst, es kann aber davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei überwiegend um Erdgas handelt.

Nach der Abschaltung des einzigen Kernkraftwerkes im Jahr 1990 war die Stromversorgung in Mecklenburg-Vorpommern auf Fremdbezug angewiesen. Der Selbstversorgungsgrad mit Elektrizität betrug 1991 nur noch 5 Prozent. 95 Prozent des benötigten Stroms wurden aus anderen Bundesländern oder dem Ausland bezogen. Zu der Zeit basierte die einheimische Elektrizitätserzeugung hauptsächlich auf Braunkohle und Erdgas. Mit 340 Tausend Megawattstunden betrug die Stromproduktion im Jahr 1991 weniger als ein Zehntel der Menge in 2002. Durch den Aufbau bzw. Ausbau der Erzeugungsleistung der Kommunal- und Regionalversorger erhöhte sich der Eigenversorgungsgrad mit Energie in der Folgezeit wieder. Ein sprunghafter Anstieg der Leistung öffentlicher Energieversorger Mecklenburg-Vorpommerns erfolgte 1994, als das neu erbaute Steinkohlekraftwerk Rostock ans Netz ging. Zugleich löste die Steinkohle die Braunkohle als Energieträger in der Elektrizitätsversorgung Mecklenburg-Vorpommerns vollständig ab. Seitdem ist Import-Steinkohle in Mecklenburg-Vorpommern die mit Abstand wichtigste Energiequelle

für die öffentliche Stromerzeugung. Die Bedeutung von Erdgas ist durch den Aus- und Aufbau von Stadtwerken bis Mitte der 90er Jahre weiter gewachsen und erreichte 1997 mit einem Anteil von 40 Prozent an der einheimischen Stromerzeugung einen Höchstwert. Danach entwickelte sich der Erdgasbedarf auf heute 24 Prozent rückläufig.

Heizöl (leichtes und schweres) war nur bis 1994 (19 Prozent) für die öffentliche Stromerzeugung von Bedeutung. Gegenwärtig liegt der Anteil von Heizöl an der Stromproduktion bei knapp 0,3 Prozent.

Die Versorgungsleistung erneuerbarer Energieträger für die öffentliche Versorgung war zu Beginn der 90er Jahre noch gering. 1991 wurden etwa 2 Tausend Megawattstunden Strom aus Wasserkraft eingespeist. 1995 gingen 95 Tausend Megawattstunden bzw. 4 Prozent der Stromerzeugung auf erneuerbare Energiequellen zurück.

Heute sind erneuerbare Energieträger mit mehr als 1,3 Millionen Megawattstunden eingespeistem/erzeugtem Strom neben Steinkohle und Erdgas eine tragende Säule in der öffentlichen Energieversorgung Mecklenburg-Vorpommerns. Die Strommenge aus Wind-, Wasser-, Bio- und Sonnenenergie würde ausreichen, um rund 60 Prozent des jährlichen Strombedarfs aller

Haushalte Mecklenburg-Vorpommerns mit Ökostrom zu decken.

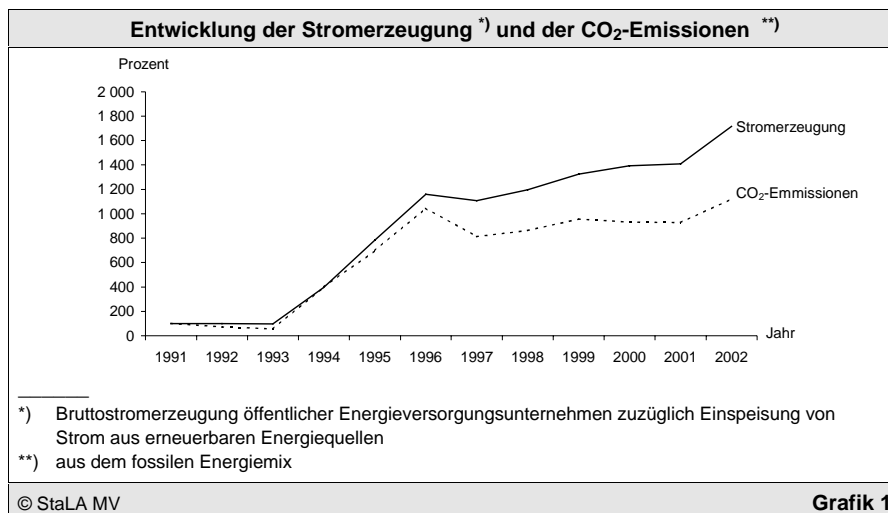
Die zunehmende Verstromung regenerativer Energieträger leistet insbesondere durch die Verminderung bzw. Vermeidung von CO₂-Emissionen einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. Darüber hinaus trägt die Nutzung von Regenerativen durch die Schonung endlicher Energieträger zu einer nachhaltigen Energieversorgung bei.

Jede Megawattstunde Strom aus erneuerbaren Energieträgern vermindert im Vergleich zum aktuellen fossilen Energieträgermix in Mecklenburg-Vorpommern den Ausstoß von 560 Kilogramm CO₂. Wären 2002 die rund 1,3 Millionen Megawattstunden Ökostrom auf der Basis fossiler Energieträger erzeugt worden, dann hätten die strombedingten CO₂-Emissionen für die öffentliche Versorgung in Mecklenburg-Vorpommern rund 3,2 Millionen Tonnen statt 2,5 Millionen Tonnen CO₂ betragen.

Darüber hinaus hat der Einsatz von CO₂-freien bzw. CO₂-neutralen Energieträgern maßgeblich dazu beigetragen, dass der Anstieg der CO₂-Emission zunehmend von der Erhöhung der einheimischen Stromerzeugung entkoppelt wurde. Absolut nahm die freigesetzte Menge CO₂ durch die deutlich gestiegene Stromproduktion in Meck-

lenburg-Vorpommern zwar noch zu, jedoch blieb der Anstieg der CO₂-Emissionen im Zeitraum 1995 bis 2002 mit 60 Prozent deutlich hinter der Zunahme der Stromerzeugung um 120 Prozent zurück.

Aber auch die CO₂-Emissionen der fossilen Energieträger entwickelten sich im Vergleich zu Anfang der 90er Jahre durch die Substitution von Braunkohle und schwerem Heizöl durch CO₂-ärmere fossile Brennstoffe, wie Steinkohle und Erdgas, deutlich rückläufig (- 16 Prozent). Da fossile Energieträger auch in Zukunft für die öffentliche Stromerzeugung von Bedeutung bleiben werden, kommt neben dem Ausbau der regenerativen Stromerzeugung der weiteren Erhöhung der Energieeffizienz eine Schlüsselrolle im Rahmen des Aufbaus einer nachhaltigen Energieversorgung zu. In Mecklenburg-Vorpommern erfolgt aufgrund der Neustrukturierung der öffentlichen Energieversorgung nach 1990 die Stromerzeugung zu mehr als 90 Prozent in Anlagen mit gekoppelter Kraft-Wärme-Nutzung (KWK-Anlagen). In den KWK-Anlagen werden Strom und Wärme gemeinsam in einem Prozess erzeugt, dadurch erhöht sich die Ausnutzung des Energiepotenzials der Energieträger und der Wirkungsgrad der Kraftwerke nimmt deutlich zu. KWK-Anlagen sind damit umwelt- und ressourcenschonend und tragen zur Minderung energiebedingter CO₂-Emissionen bei. Mecklenburg-Vorpommern nimmt bundesweit bei der Nutzung von KWK-Technologien zur öffentlichen Energieerzeugung eine Spitzenposition ein.



Bilanz: Stand der regenerativen Stromerzeugung 2002

Der Einsatz erneuerbarer Energieträger auf dem öffentlichen Energiesektor befindet sich in Mecklenburg-Vorpommern bereits seit Jahren auf steilem Wachstumskurs.

In 2002 wurden in Mecklenburg-Vorpommern mit 1,3 Millionen Megawattstunden rund 51 Prozent mehr Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt als im Vorjahr. Am Stromverbrauch, der 2002 rund 6,5 Millionen Megawattstunden betrug und damit 0,7 Prozent unter dem Vorjahresniveau lag, hatte die alternative Stromerzeugung einen Anteil von rund 21 Prozent. Damit hat sich der Beitrag erneuerbarer Energieträger am Stromverbrauch in Jahresfrist um 7 Prozentpunkte erhöht (Angaben zur Stromerzeugung und Stromverbrauch in 2003 liegen noch nicht vor). Bezogen auf den Primär-

energieverbrauch des Landes liegt der Anteil der Regenerativen bei etwa 4,4 Prozent (Strom- und Wärmeerzeugung), darunter der Anteil zur Stromerzeugung bei etwa 2,4 Prozent (2000). Damit ist der Beitrag der alternativen Energieträger zum Primärenergieverbrauch des Landes zwar noch relativ gering, aber dynamisch ansteigend.

Den größten Anteil an der regenerativen Stromerzeugung hat in Mecklenburg-Vorpommern die **Windkraft**. 84 Prozent des Ökostromes basieren auf der CO₂-freien Erzeugung aus Windenergie. Die Zuwachsrate gegenüber 2001 betrug 63 Prozent. Seit 1995 ist die Einspeisung von Windenergie ins öffentliche Versorgungsnetz Mecklenburg-Vorpommerns um das 14fache auf insgesamt 1,3 Millionen Megawattstunden gestiegen. Die hohen Winderträge in 2002 sind auf die hierfür guten Witterungsbedingungen, aber auch auf die Inbetriebnahme neuer leistungsfähiger Windräder zurückzuführen. Nach Angaben der Unternehmen, die ein Netz für die allgemeine Elektrizitätsversorgung betreiben, speisten 2002 in Mecklenburg-Vorpommern 910 Windräder mit einer installierten Leistung von insgesamt 759 Megawatt Strom ein. Danach hat sich in den zurückliegenden Jahren (seit 1999) die installierte Leistung schneller erhöht als die Zahl der Windräder. Diese Entwicklung lässt darauf schließen, dass zunehmend leistungsfähigere Windkraftanlagen in Betrieb genommen werden. Nach Angaben des Bauministeriums Mecklenburg-Vorpommerns liegen derzeit Anträge von weiteren 400 Anlagen zur Stromerzeugung aus Windenergie vor. Dabei stoßen die Netzkapazitäten punktuell bereits an die Grenzen der Belastbarkeit. ⁶⁾

Versorgungsbeitrag erneuerbarer Energiequellen an der Stromerzeugung bzw. am -verbrauch			
Jahr	Erzeugung bzw. Einspeisung in das öffentliche Netz	Anteil an der Nettostromerzeugung	Anteil am Stromverbrauch
	MWh	%	
1995	95 101	3,7	1,5
1996	129 663	3,5	2,1
1997	216 898	5,9	3,6
1998	348 151	8,8	5,6
1999	491 833	11,0	7,9
2000	805 141	17,4	12,3
2001	893 313	19,2	13,7
2002	1 349 688	23,7	20,9

Tabelle 2

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen nach Energieträgern								
Jahr	Insgesamt	Wind	Feste Biomasse	Biogas	Deponie-gas	Klärgas	Wasser-kraft	Foto-voltaik
MWh								
1995	95 101	91 941	-	218	-	-	2 922	20
1996	129 663	127 422	-	104	-	-	2 095	42
1997	216 898	193 279	12 555	2 221	2 660	4 003	2 089	91
1998	348 151	288 662	38 329	7 383	4 338	4 337	5 001	101
1999	491 833	368 131	81 231	6 479	27 031	3 284	5 637	40
2000	805 141	667 966	99 676	13 800	14 800	3 104	5 669	126
2001	893 313	694 042	131 855	18 715	35 465	5 981	6 949	306
2002	1 349 710	1 133 142	133 079	24 796	37 969	8 899	9 764	2 061
Anteil an Insgesamt in Prozent								
1995	100	96,7	-	0,2	-	-	3,1	0,0
1996	100	98,3	-	0,1	-	-	1,6	0,0
1997	100	89,1	5,8	1,0	1,2	1,9	1,0	0,0
1998	100	82,9	11,0	2,1	1,3	1,3	1,4	0,0
1999	100	74,8	16,5	1,3	5,5	0,7	1,2	0,0
2000	100	83,0	12,4	1,7	1,8	0,4	0,7	0,0
2001	100	77,7	14,8	2,1	4,0	0,7	0,8	0,0
2002	100	84,0	9,9	1,8	2,8	0,7	0,7	0,2

Tabelle 3

Windkraftanlagen, wie auch alle anderen Anlagen zur alternativen Stromerzeugung, werden in Mecklenburg-Vorpommern derzeit nahezu ausnahmslos von privatwirtschaftlichen Einspeisern und nicht von öffentlichen Energieversorgungsunternehmen betrieben.

Strom aus **Biomasse** wurde erstmals 1997 in das öffentliche Versorgungsnetz Mecklenburg-Vorpommerns ein-

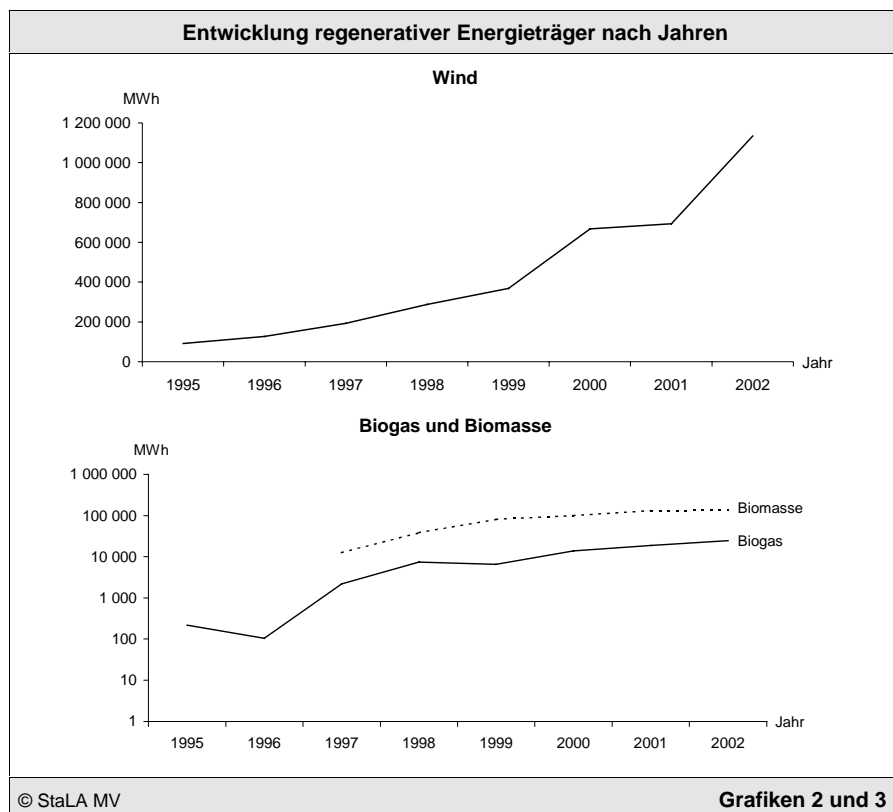
gespeist. Seitdem hat die Bedeutung dieses sehr heterogenen Energieträgers für die öffentliche Stromversorgung erheblich zugenommen. 2002 wurden 133 Tausend Megawattstunden Strom aus Biomasse in das öffentliche Versorgungsnetz eingespeist. Darin enthalten ist erstmals auch Strom, der aus Rapsmethylester (RME) erzeugt wurde. Allerdings ist der Anteil von RME an der alternativen Stromspeisung noch gering. Seit 1995 hat sich in

Mecklenburg-Vorpommern die Einspeisemenge von Strom aus Biomasse verzehnfacht.

Gegenwärtig werden rund 10 Prozent des Regenerativstroms auf der Basis von Biomasse der öffentlichen Versorgung zur Verfügung gestellt. Als Energieträger wurden 2002 insgesamt rund 260 000 Tonnen Bau- und Abbruchholz und Holz aus der Holzverarbeitung bzw. Herstellung von Platten und Möbeln in Biomasseheizkraftwerken eingesetzt. Im Vergleich zu 2001 hat sich die Stromspeisung aus Biomasse 2002 allerdings nur noch geringfügig (+ 0,9 Prozent) erhöht.

Ein nicht unerheblicher Teil der erzeugten Bioenergie wird in Mecklenburg-Vorpommern auch zur Wärmebereitstellung genutzt. Daten zur thermischen Energie aus Biomasse in Heizkraftwerken liegen erstmals für 2002 vor. Vorläufigen Angaben der Anlagenbetreiber zufolge sind 2002 zusätzlich zu den 133 Tausend Megawattstunden Strom etwa 122 Tausend Megawattstunden Wärmenergie aus fester Biomasse erzeugt und davon rund 115 Tausend Megawattstunden zur Versorgung abgegeben worden.

Biogasanlagen verwerten organische Stoffe pflanzlichen oder tierischen Ursprungs. Biomasse fällt in einem agrarisch geprägten Flächenland wie Mecklenburg-Vorpommern hauptsächlich in Form von Gülle (70 Prozent) an. Aber auch Schlämme aus betrieblichen Abwasserbehandlungsanlagen (8 Prozent) und Versitzgrubenschlamm (7



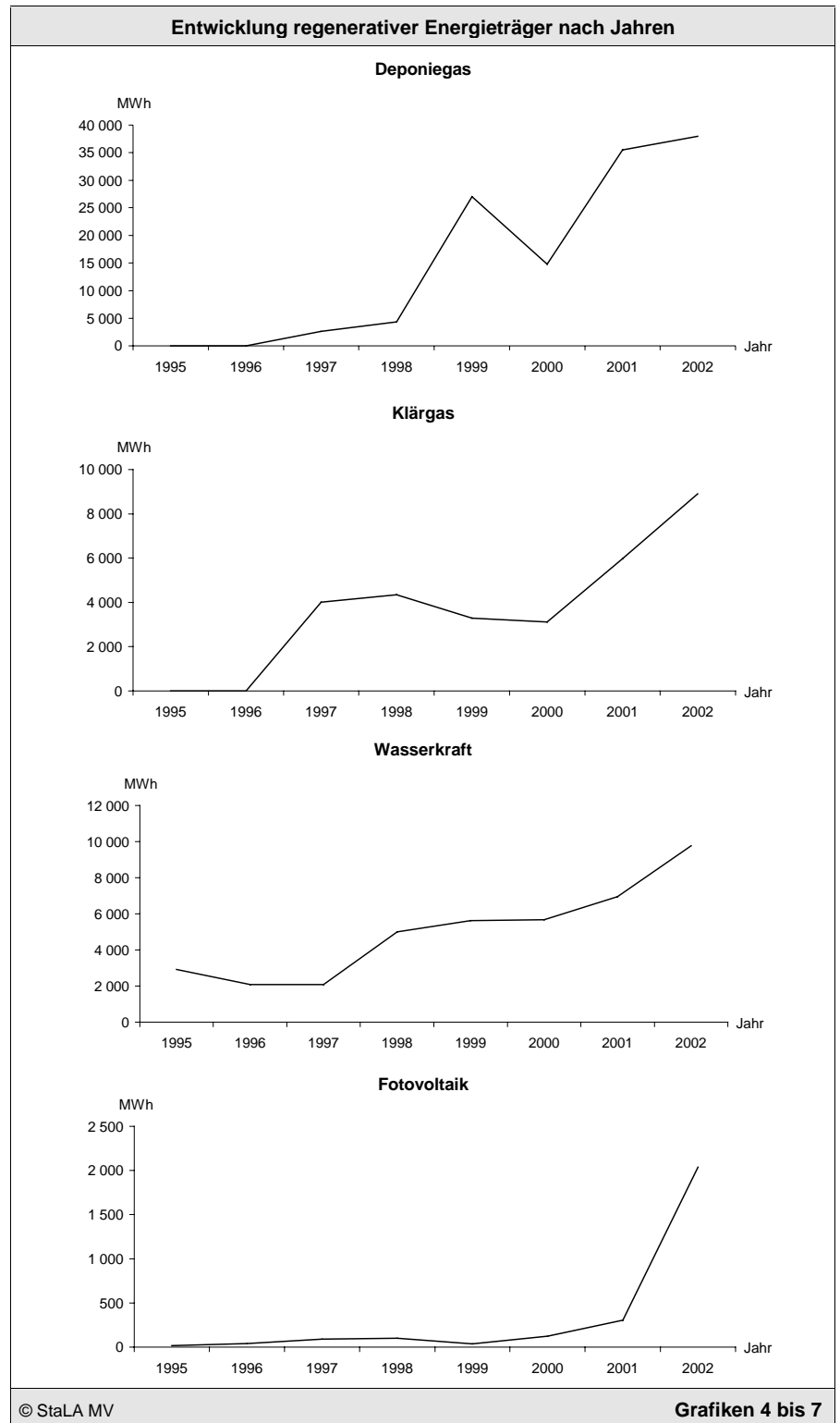
Prozent) werden zur Vergärung eingesetzt.

2002 lag der Anteil von Biogas an der alternativen Stromerzeugung bei 2 Prozent. Insgesamt sind 25 Tausend Megawattstunden Strom, ein Drittel mehr als 2001, in das Netz öffentlicher Versorger eingespeist worden. Gegenüber 1995 ist die Stromeinspeisung aus Biogas von einem sehr niedrigem Niveau aus gestiegen. Die Zuwachsrate ist bei Biogas im Vergleich zu den anderen Erneuerbaren am höchsten.

Der Anteil von **Deponiegas** am Ökostrom belief sich in 2002 auf 3 Prozent. Durch die Inbetriebnahme weiterer Deponiegasanlagen zur Stromerzeugung wurde mit insgesamt 38 Tausend Megawattstunden ein neuer Höchstwert erreicht. Die Einspeisemenge hat sich 2002 gegenüber dem Vorjahr um 7 Prozent und gegenüber 1997 um das 14fache erhöht. Nach Biogas und Fotovoltaik liegt der Zuwachs der eingespeisten Strommenge aus Deponiegas an dritter Stelle.

Die Einspeisung von Strom aus **Klärgas** ist 2002 gegenüber 2001 um die Hälfte (49 Prozent) auf insgesamt 9 Tausend Megawattstunden angestiegen. Damit ist rund 1 Prozent des Regenerativstroms auf der Basis von Klärgas erzeugt worden. In Mecklenburg-Vorpommern gewinnen nur 9 der insgesamt fast 500 Kläranlagen Gas zur weiteren Nutzung. Dabei handelt es sich ausschließlich um Kläranlagen mit mehr als 1 000 Einwohnerwerten. Aber nicht alle dieser Anlagen erzeugten 2002 Strom und stellten diesen der öffentlichen Versorgung zur Verfügung. Die überwiegende Zahl der neun Anlagen mit Klärgasnutzung produzierten Strom und/oder Wärme zur Eigenversorgung. Der Zuwachs von Strom aus Klärgas fiel im Vergleich zu den anderen Regenerativen mit einem Anstieg auf das Doppelte seit 1997 moderat aus.

Wasserkraft, die älteste regenerative Energiequelle in Mecklenburg-Vorpommern, lieferte in 2002 einen Beitrag zur alternativen Stromerzeugung von rund 1 Prozent. Mit 10 Tausend Megawattstunden wurden 40 Prozent mehr Strom für die öffentliche Versorgung abgegeben als 2001. 2002 war in Mecklenburg-Vorpommern ein ausnehmend gutes Wasserjahr. In den zurückliegenden sieben Jahren hat sich der erzeugte/ingespeiste Strom aus Wasserkraft verdreifacht.



Nach vorläufigen Angaben der Betreiber öffentlicher Stromnetze speisten 2002 rund 330 **Fotovoltaik**-Anlagen Strom aus Sonnenergie ein. Die Gewinnung von Strom in Fotovoltaikanlagen belief sich 2002 auf rund 2 Tausend Megawattstunden. Damit stieg die Einspeisung in das öffentliche Versorgungsnetz innerhalb eines Jahres sprunghaft um mehr als das Sechsfache an. In Mecklenburg-Vor-

pommern nahm die Verstromung von Sonnenenergie seit 1995, ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau, auf das 100fache zu und verzeichnete damit einen überdurchschnittlich hohen Zuwachs. Mecklenburg-Vorpommern ist in Bezug auf Solarenergieerträge dennoch das Schlusslicht in Deutschland. Dabei bestehen hierzulande durchaus gute natürliche Voraussetzungen zur Nutzung von Sonnenenergie.⁷⁾

Ausblick: Potenzial der regenerativen Stromerzeugung in Mecklenburg-Vorpommern

Nach Angaben einer Potenzialanalyse im Auftrag des Umweltministeriums Mecklenburg-Vorpommerns (Quelle: Landesatlas erneuerbare Energien 2002) wird bei Fortbestand der gegenwärtigen gesetzlichen Rahmenbedingungen für das Jahr 2005 eine Jahresstromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen von 2,5 Millionen Megawattstunden prognostiziert.⁸⁾ Ausgehend von einem annähernd gleichbleibenden Stromverbrauch entspricht das einem Anteil von etwa 38 bis 39 Prozent. Gegenüber 2002 würde sich damit die regenerative Stromerzeugung bis 2005 verdoppeln.

Mecklenburg-Vorpommern verfügt aufgrund der vorherrschenden Windgeschwindigkeiten an Land und an der Küste über sehr gute Bedingungen zur Windenergienutzung. Im Oktober 2002 waren an Land 98 Eignungsgebiete ausgewiesen, wovon noch 33 unbebaut waren. Das gesamte technische Erzeugungspotenzial (physikalisches Angebot der erneuerbaren Energieträger, z. B. kinetische Energie des Windes im Jahresverlauf, unter Berücksichtigung der derzeitigen technischen Möglichkeiten) an Land entspricht etwa 30 Prozent des gesamten Windenergiepotenzials in Mecklenburg-Vorpommern. Vergleicht man das technische Erzeugungspotenzial mit der aktuellen Nutzung von Windenergie, so beträgt die derzeitige Potenzialnutzung an Land 23 Prozent (2001).

Bis zum Jahr 2005 wird für Mecklenburg-Vorpommern eine Stromerzeugung aus Windkraft von rund 1,9 Millionen Megawattstunden prognostiziert. Im Landesatlas erneuerbare Energien wird perspektivisch davon ausgegangen, dass ab 2005 der Umfang der Eignungsgebiete an Land weitgehend ausgeschöpft ist und Möglichkeiten Offshore genutzt werden müssen. Demnach kommt der Offshorenutzung für die Zukunft das größte Potenzial zur alternativen Stromerzeugung zu.⁹⁾

Im Bereich Biogas wird derzeit erst 1 Prozent des Potenzials genutzt. Die Erzeugung von Biogas soll nach Angaben des Umweltministeriums des Landes bis 2005 von derzeit 25 Tausend Megawattstunden Strom auf eine Ein-

speisung von 200 Tausend Megawattstunden ansteigen.¹⁰⁾ Das größte Potenzial liefern hierfür auch in Zukunft Exkremente aus der Tierhaltung und Landschaftspflegematerialien. Zusätzlich wird auf den gezielten Anbau von Biomasse auf (stillgelegten bzw. auch nicht stillgelegten) Landwirtschaftsflächen abgestellt, um sie zur alternativen Energieerzeugung zu nutzen.

Die Verstromung von Deponiegas erreicht nach den Angaben der Potenzialanalyse im Jahr 2005 mit 70 Tausend Megawattstunden ein Maximum. Die Stromerzeugung soll sich in den nächsten vier Jahren von derzeit 38 Tausend Megawattstunden (Einspeisung) auf das Doppelte erhöhen. In den Folgejahren wird die Gaserzeugung geringer werden, da sich das deponierte Abfallaufkommen aufgrund des Ablagerungsverbot von unbehandelten Siedlungsabfällen auf Deponien ab Mitte 2005 deutlich rückläufig entwickeln dürfte.¹¹⁾

Die Klärgaserzeugung in Mecklenburg-Vorpommern ist wegen der großen Zahl dezentraler Kläranlagen mit geringer Kapazität nicht mehr im großen Umfang erweiterbar. Es wird davon ausgegangen, dass 2005 höchstens 23 Tausend Megawattstunden Strom auf der Basis von Klärgas erzeugt werden. 2002 betrug die Einspeisung von Strom aus Klärgas 9 Tausend Megawattstunden Strom. Das vorhandene technische Potenzial von Klär- und Deponiegas ist damit zu fast 30 Prozent genutzt worden.¹¹⁾

Die Verstromung von fester Biomasse erreicht bereits heute eine Potenzialnutzung von 35 Prozent. Biomasseheizkraftwerke speisten 2002 rund 133 Tausend Megawattstunden Strom ins

Netz. Bis 2005 sollen es rund 215 Tausend Megawattstunden werden, wobei die Realisierung der geplanten Vorhaben maßgeblich von der Absicherung der Alt- und Industrieholzlieferung abhängig ist.¹¹⁾

Der Nutzung von Wasserkraft sind in Mecklenburg-Vorpommern natürliche, topografische Grenzen gesetzt. Es wird eingeschätzt, dass 2005 eine Jahresstromerzeugung von etwa 14 Tausend Megawattstunden Strom durch Reaktivierung, Modernisierung und eventuell auch Neubau von Wasserkraftwerken erfolgen wird. Das energiewirtschaftliche Gewicht von Wasserkraft wird in Mecklenburg-Vorpommern aber auch in Zukunft gering bleiben.

Die Bedeutung von Fotovoltaikanlagen zur öffentlichen Stromerzeugung bleibt im Vergleich mit anderen regenerativen weiterhin sehr gering. Die für 2005 prognostizierte Stromerzeugung soll sich mit 4,8 Tausend Megawattstunden gegenüber 2002 nahezu verdoppeln. Das Erzeugungspotenzial von Strom aus Sonnenlicht wird mit 2,3 Millionen Megawattstunden beziffert.¹¹⁾

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das technische Erzeugungspotenzial für die erneuerbaren Energiequellen in Mecklenburg-Vorpommern bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist. Wie diese Potenziale zukünftig tatsächlich genutzt werden, hängt im Wesentlichen von der langfristigen Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine alternative Energieerzeugung ab. Insgesamt wird für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Mecklenburg-Vorpommern eingeschätzt, dass das größte Nutzungspotenzial aufgrund der günstigen Windverhältnisse und der Küstennähe in der Windener-

Potenziale erneuerbarer Energien und deren Nutzung 2001

Merkmal	Technisches Stromerzeugungspotenzial	Potenzialnutzung
	GWh/a	%
Windkraft onshore	2 957	23
Windkraft offshore	7 000	-
Feste Biomasse	382	35
Biogassubstrate	990	1
Deponie- und Klärgas	129	30
Wasserkraft	18	35
Fotovoltaik	2 362	0,02
Gesamtes technisches Stromerzeugungspotenzial	13 838	x
Nutzung des Stromerzeugungspotenzials	880	6

Quelle: Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern 2003, S. 64

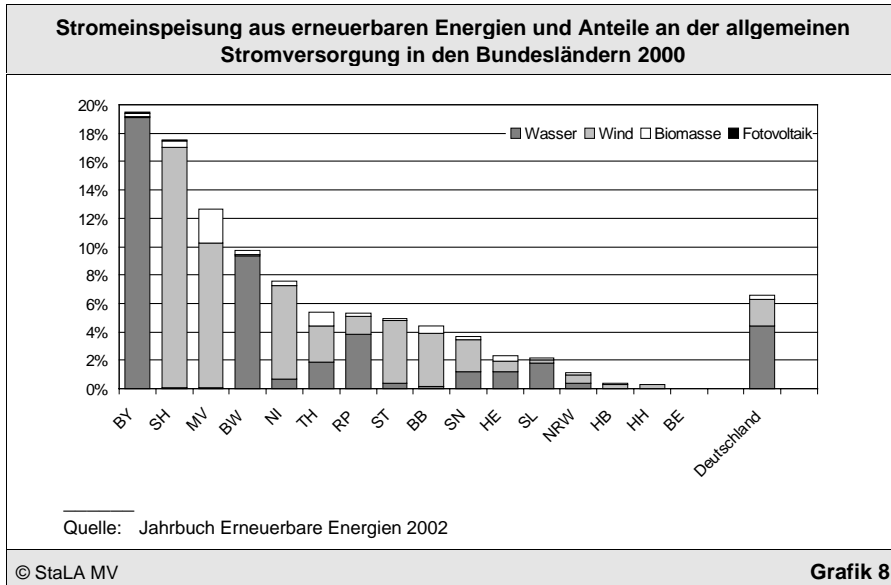
Tabelle 4

gienutzung und dabei insbesondere im Offshorebereich liegt. Aber auch für die Verstromung von fester und gasförmiger Biomasse werden angesichts der umfangreichen land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen und der regional hohen Tierbestandskonzentration große Nutzungspotenziale gesehen. Demgegenüber wird der Nutzungsausbau bei Klärgas und Wasserkraft in Zukunft eher moderat und bei Deponiegas nach 2005 sogar rückläufig ausfallen. Die Nutzung von Sonnenenergie zur Stromerzeugung wird trotz erwarteter hoher Zuwachsraten energiewirtschaftlich von untergeordneter Bedeutung bleiben.

Perspektiven: Regenerative Stromerzeugung in Deutschland, Europa und der Welt

Deutschland ¹²⁾

Die nationale Nachhaltigkeitsstrategie ist darauf ausgerichtet, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis 2010 auf 12,5 Prozent zu erhöhen, bis 2020 sollen 20 Prozent des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Der Ausstoß von Treibhausgasen ist bis 2012 gegenüber 1991 bundesweit um 21 Prozent zu senken. Der Anteil der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung am Primärener-



gieverbrauch lag 2001 in Deutschland bei 1,0 Prozent bzw. 1,5 Prozent. Das Stromangebot aus erneuerbaren Energiequellen betrug insgesamt 37 Millionen Megawattstunden und hatte damit einen Anteil von rund 6,6 Prozent (2001) am bundesweiten Stromverbrauch. Von den Bundesländern hatte in Bayern die regenerative Stromerzeugung mit 18 Prozent den höchsten Anteil am Stromverbrauch, gefolgt von Schleswig-Holstein mit 13 Prozent, Baden-Württemberg mit 8,5 Prozent

und Mecklenburg-Vorpommern mit 8,0 Prozent (1999). Von den Regenerativen leisten Wasserkraft und Windenergie bundesweit mit anteilig 4,4 bzw. 1,8 Prozent den größten Beitrag zur öffentlichen Stromversorgung. Im Süden Deutschlands (Bayern und Baden-Württemberg) dominiert Wasserkraft die alternative Stromerzeugung, während im Norden Windkraft (Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern) überwiegt. Strom aus Biomasse (Bio-, Deponie-,

Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien nach Bundesländern 2000											
Bundesland	Wasser ¹⁾	Anteil an allgemeiner Versorgung ²⁾	Fotovoltaik	Anteil an allgemeiner Versorgung	Wind	Anteil an allgemeiner Versorgung	Biomasse	Anteil an allgemeiner Versorgung	Insgesamt	Allgemeine Versorgung	Anteil an allgemeiner Versorgung
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	
Baden-Württemberg	5 384	9,3	6,7	0,012	52	0,09	196	0,340	5 649	57 735	9,8
Bayern	13 341	19,1	10,1	0,014	47	0,07	172	0,247	13 589	69 821	19,5
Berlin	0	0,0	1,1	0,008	0	0,00	3	0,019	4	14 011	0,0
Brandenburg	18	0,1	0,3	0,002	532	3,73	77	0,543	631	14 257	4,4
Bremen	0	0,0	0,2	0,004	16	0,28	8	0,135	25	5 846	0,4
Hamburg	0	0,0	1,1	0,009	39	0,30	0	0,000	40	12 957	0,3
Hessen	405	1,2	1,6	0,005	265	0,76	145	0,416	818	34 741	2,4
Mecklenburg-Vorpommern	6	0,1	0,1	0,002	665	10,19	156	2,391	837	6 520	12,8
Niedersachsen	306	0,6	0,6	0,001	3 166	6,66	122	0,256	3 602	47 528	7,6
Nordrhein-Westfalen	528	0,4	5,8	0,004	791	0,58	234	0,171	1 560	136 994	1,1
Rheinland-Pfalz	1 054	3,8	0,9	0,003	358	1,29	58	0,210	1 477	27 753	5,3
Saarland	138	1,8	0,4	0,005	14	0,19	11	0,141	165	7 522	2,2
Sachsen	248	1,2	0,3	0,001	456	2,24	46	0,223	753	20 386	3,7
Sachsen-Anhalt	50	0,4	0,2	0,001	632	4,44	17	0,117	704	14 232	4,9
Schleswig-Holstein	9	0,1	2,1	0,016	2 213	16,95	60	0,462	2 301	13 053	17,6
Thüringen	196	1,9	0,4	0,004	269	2,56	101	0,960	571	10 515	5,4
Deutschland	21 683	4,4	31,8	0,006	9 514	1,93	1 405	0,284	32 640	493 871	6,6
Anteil in Prozent	66,4	x	0,1	x	29,2	x	4,3	x	100	x	x

Quelle: Jahrbuch Erneuerbare Energien 2001
1) ohne Erzeugung aus Pumpwasser in Pumpspeicherkraftwerken
2) Stromverbrauch einschließlich Netzverlusten aus dem Netz der allgemeinen Versorgung

Tabelle 5

Klär gas, feste und flüssige Biomasse) ist bundesweit nur mit einem Anteil von 0,2 Prozent am Stromverbrauch beteiligt. Lediglich in Mecklenburg-Vorpommern ist die Stromeinspeisung aus Biomasse mit 1,6 Prozent am Stromverbrauch von größerer Bedeutung (2001).

Zurzeit wird das technische Erzeugungspotenzial erneuerbarer Energiequellen in Deutschland erst zu 6 Prozent genutzt. Am weitesten erschlossen ist dabei die Wasserkraft. Jedoch entfallen rund 86 Prozent des Stromerzeugungspotenzials auf Wind und Solarstrahlung. Im Weißbuch der EU ist für Solarstrom ein Potenzial ausgewiesen, wonach in Deutschland zirka 38 Prozent der Stromerzeugung mit Fotovoltaikanlagen auf Dach- und Fassadenflächen gewinnbar sind. Die größte Fotovoltaik-Anlage Europas entsteht zurzeit in Mecklenburg-Vorpommern.

Europäische Union ^{13) 14)}

In der EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien, die 2001 in Kraft getreten ist, wurden Richtwerte für den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch festgelegt. Danach soll der Anteil der regenerativen Stromerzeugung in der EU bis 2010 auf 22 Prozent steigen. Im Weißbuch der Europäischen Kommission wird eine Verdopplung des Anteils erneuerbarer Energien am (Brutto-) Energieverbrauch auf 12 Prozent bis 2010 angestrebt. 2000 lag der Anteil alternativer Energieträger zur Strom- und Wärmeenergie am Primärenergieverbrauch in der EU bei durchschnittlich 6,3 Prozent und damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Einen be-

sonders großen Versorgungsbeitrag zum Primärenergieverbrauch wiesen dabei Biomasse (3,8 Prozent) und Wasserkraft (1,9 Prozent) auf.

Zur Stromversorgung in der EU trugen regenerative Energien 2000 rund 14 Prozent bei.

Auch innerhalb der EU ist Wasserkraft mit einem Anteil von 83 Prozent an der regenerativen Stromerzeugung der bedeutendste Energieträger. In den 90er Jahren hat die installierte Wasserkraftleistung in der EU nur geringfügig zugenommen. Es werden diesbezüglich auch zukünftig keine signifikanten Steigerungsraten erwartet.

Biomasse war 2000 mit etwa 9 Prozent an der regenerativen Stromerzeugung beteiligt. Dabei liegt die Bedeutung der Biomasse in der EU vor allem in der Bereitstellung von Wärme und nur der geringere Teil der Energie wird zur Stromerzeugung genutzt. Im Unterschied zu Deutschland, wo bislang nur die Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energiequellen gefördert wird, findet in anderen Ländern der EU (z. B. Österreich) auch die regenerative Wärmeeinspeisung Berücksichtigung. Es gibt aber auch in Deutschland bereits Vorüberlegungen zu einem Regenerativ-Wärme-Gesetz.

Windenergie erlangte 2000 einen Anteil an der regenerativen Stromerzeugung in Europa von 6 Prozent. Zehn Jahre zuvor waren es lediglich 0,3 Prozent. Deutschland nimmt in der EU sowie weltweit eine Spitzenposition bei der Stromerzeugung aus Windkraft ein. Mit der beginnenden Offshore-Windnutzung wird für die kommenden Jahre mit einer deutlichen Ausweitung der Stromerzeugung aus Windkraft in der EU gerechnet.

Fotovoltaik leistet auch innerhalb der EU noch den geringsten Beitrag zur Elektrizitätsversorgung. In 2000 wurden etwa 150 Tausend Megawattstunden Strom aus Sonnenlicht erzeugt. Damit trug die Fotovoltaik zur gesamten regenerativen Stromproduktion der EU bzw. in Westeuropa nur 0,04 Prozent bei.

Es wird für die folgenden Jahre mit einem relativ starken Wachstum im Bereich der netzgekoppelten Fotovoltaikanlagen gerechnet.

Weltweit ^{15) 16)}

Der Einsatz erneuerbarer Energieträger auf dem Strommarkt hat weltweit kontinuierlich zugenommen. Etwa 20 Prozent der Weltstromerzeugung entfallen zurzeit auf Wasser-, Solar-, Wind-, Bio- und Geoenergie. Der weitaus größte Teil der regenerativen Stromerzeugung wird mit anteilig 96 Prozent aus Wasserkraft produziert. Platz 2 erreicht die Stromproduktion aus geothermischen Anlagen (1,8 Prozent) vor Windenergie (0,8 Prozent). Fotovoltaik bildet auch bei der weltweiten Stromproduktion das Schlusslicht.

Wasserkraft als weltweit wichtigste regenerative Energiequelle wird vor allem in Asien, Europa, Nord- und Mittelamerika genutzt. Allerdings ist seit Jahren beim Ausbau der Wasserkraftleistung weltweit keine signifikante Ausdehnung des Marktes sichtbar.

Geothermie ist zurzeit in 46 Ländern der Erde installiert. Für Geothermieanlagen wird ein jährlicher Zuwachs von durchschnittlich 8 Prozent prognostiziert.

Windenergie hat in den 90er Jahren weltweit einen beachtlichen Ausbau

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (EE) in der EU												
Merkmal	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ¹⁾	2001 ²⁾
	TWh											
Biomasse ³⁾	15,4	15,9	17,4	18,9	20,9	22,6	24,2	27,3	31,0	35,1	k. A.	k. A.
Wasserkraft ⁴⁾	259,0	264,3	281,4	285,7	293,5	287,2	287,3	292,6	301,7	300,4	311,7	334,6
Windenergie	0,8	1,1	1,6	2,4	3,0	4,1	4,9	7,3	12,1	14,2	21,9	26,8
Geothermie	3,2	3,2	3,5	3,7	3,4	3,4	3,8	3,9	4,3	4,5	4,7	k. A.
Fotovoltaik ⁵⁾	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,15 ²⁾	0,23
Insgesamt	278,4	284,5	303,8	310,7	320,8	317,4	320,1	331,2	349,3	354,3	373,5 ⁶⁾	401,4 ⁶⁾
Anteil EE am Bruttostromverbrauch %	13,3	12,7	13,5	13,8	14,0	13,5	13,2	13,6	13,9	13,9	14,3	k. A.

k. A. keine Angabe
Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand März 2003, S. 26
1) vorläufige Angaben
2) Schätzung
3) einschließlich städtischen Mülls und Biogas
4) für Pumpspeicherkraftwerke nur Erzeugung aus natürlichem Zufluss
5) berücksichtigt sind EU-weit zirka 90 Prozent der installierten Fotovoltaik-Leistung; Frankreich inklusive Übersee-Departements
6) fehlende Angaben für einzelne Technologien durch Vorjahreswerte ersetzt

Tabelle 6

Entwicklung des Anteils erneuerbarer Energien (EE) an der weltweiten Stromerzeugung										
Merkmal	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000 ¹⁾
	TWh									
Wasser	2 209,6	2 206,8	2 338,6	2 355,4	2 474,4	2 511,8	2 573,0	2 564,7	2 606,7	2 649,1
Geothermie, Solar, Wind, Holz, Abfall	138,1	157,0	165,1	174,6	181,5	188,6	199,4	206,3	228,3	240,3
Summe EE ²⁾	2 347,7	2 363,8	2 503,7	2 530,0	2 655,9	2 700,4	2 772,4	2 771,0	2 835,0	2 889,4
Nettostromverbrauch	10 777,2	10 860,3	11 112,2	11 389,4	11 803,9	12 151,7	12 468,8	12 752,1	13 107,3	13 719,1
Anteil EE ²⁾	21,8	21,8	22,5	22,2	22,5	22,2	22,2	21,7	21,6	21,1

Quelle: Jahrbuch Erneuerbare Energien 2002
1) vorläufig
2) einschließlich Abfall

Tabelle 7

erfahren. Die Anlagen sind hauptsächlich in Deutschland, USA und Dänemark installiert. Für Wind wird perspektivisch ein schnelles Wachstum bis 2005 von jährlich 15 Prozent und danach von jährlich 10 Prozent prognostiziert.

Bei der Nutzung von Fotovoltaik kann ein Zuwachs nur über eine mengenmäßige Ausdehnung des Solarzellenmarktes erfolgen. Dabei wird von einem durchschnittlichen Jahreswachstum der Leistung von 30 Prozent ausgegangen. Insgesamt wird ein Anstieg der weltweiten regenerativen Stromerzeugung bis 2005 auf 3 200 Terawattstunden von gegenwärtig 2 800 Terawattstunden (2000) prognostiziert. Wenn parallel dazu die voraussichtliche Steigerung der Weltenergieerzeugung (jährlich 2

Prozent) berücksichtigt wird, stagniert der Anteil erneuerbarer Energieträger, ohne weitere Stützungsmaßnahmen, noch bis 2010 weiterhin bei 20 Prozent. Analysen zufolge liegt das weltweite Angebotspotenzial der erneuerbaren Energiequellen aber um ein Vielfaches höher als der weltweite anthropogene Energieverbrauch.

- 1) Sens, I.: Geschichte der Energieversorgung in Mecklenburg-Vorpommern von ihren Anfängen im 19. Jahrhundert bis zum Jahr 1990, Hanseatische Energieversorgung AG Rostock (Hrsg.), Rostock 1997, S. 17 bis 19
- 2) ebenda, S. 59 bis 62
- 3) ebenda, S. 242
- 4) Schweriner Volkszeitung vom 3. März 2003
- 5) Sens, I.: Geschichte der Energieversorgung in Mecklenburg-Vorpommern von ihren Anfängen im 19. Jahrhundert bis zum Jahr 1990, Hanseatische Energieversorgung AG Rostock (Hrsg.), Rostock 1997, S. 271 bis 273

- 6) Schweriner Volkszeitung vom 23. Januar 2003
- 7) Ostseezeitung vom 5. August 2003
- 8) Landesatlas erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2002, Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, S. 28
- 9) Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern 2003, S. 63 bis 64
- 10) Landesatlas erneuerbare Energien Mecklenburg-Vorpommern 2002, Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern, S. 9 ff
- 11) Umweltreport Mecklenburg-Vorpommern 2003, S. 63,
- 12) Staiß, F.: Jahrbuch Erneuerbare Energien 2002, Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg (Hrsg.), S. I - 3 bis I - 6, S. I - 54 ff
- 13) ebenda, S. I bis 234 ff (EU)
- 14) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen, Stand März 2003, S. 23 bis 26
- 15) Allnoch, N.: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 50. Jg., (2000), Heft 5, S. 344 bis 348
- 16) Kaltschmitt, M., Wiese, A.; (Hrsg), Erneuerbare Energieträger in Deutschland, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1993, S. 5