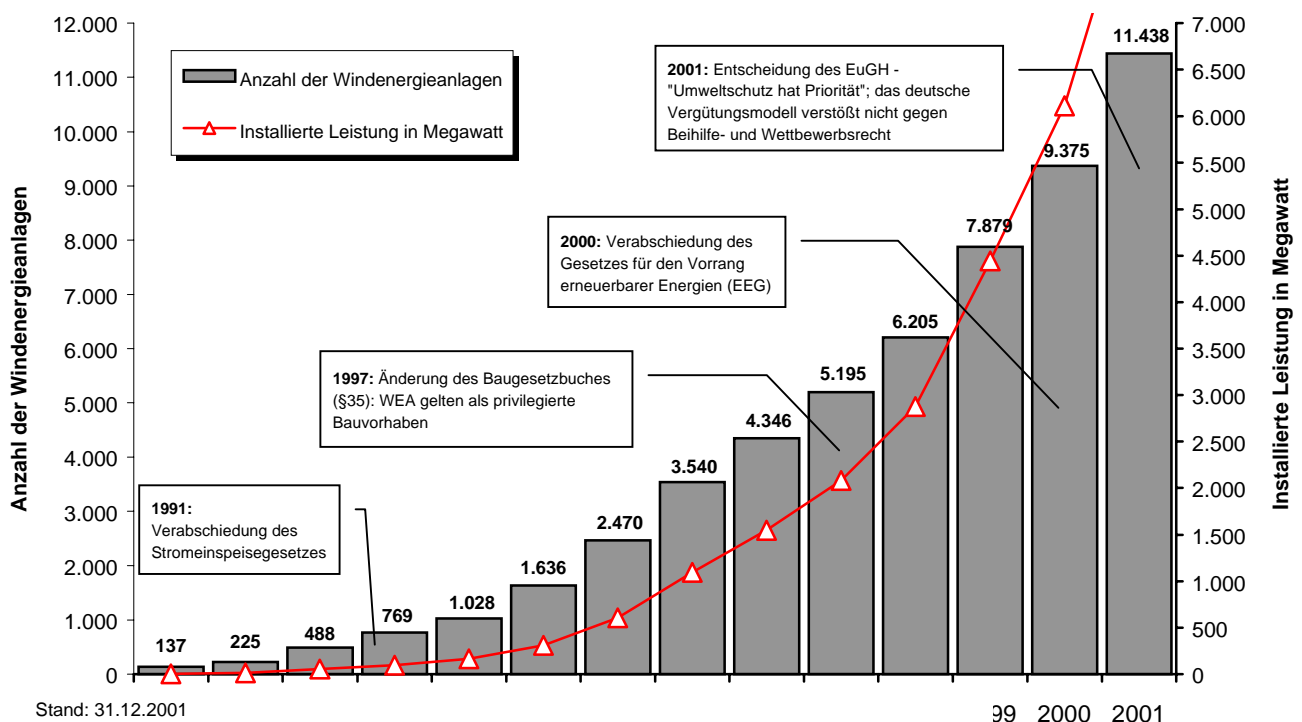


## Zahlen und Fakten zur Windenergie

Herausgegeben: 28.02.2002

**Inhalt:** Entwicklung der Windenergienutzung - Ausbau und Stand der Windenergie in Deutschland und den Ländern - Weltweite Nutzung der Windenergie - Kosten der Windenergie - Leistung der Windenergie - Schadstoffeinsparungen - Externe Kosten - Volkswirtschaftlicher Nutzen - Emissionen



### Entwicklung der Windenergie in Deutschland

Der Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland begann 1982 mit der Errichtung der ersten privaten netzgekoppelten Windenergieanlage (WEA) von Dietrich Koch in Mettingen, eine 20 kW-Anlage, die noch immer läuft! Der eigentliche Boom der Windenergie erfolgte jedoch erst ab 1991. Die Grundlage für die positive Entwicklung der Windenergienutzung in Deutschland bildete das unter der CDU/FDP Regierung, mit breiter Zustimmung aller im Bundestag vertretenen Parteien, verabschiedete Stromeinspeisungsgesetz (StrEG). Es verpflichtete die Strom-

konzerne zur Aufnahme des sauberen Stroms aus erneuerbaren Energien und schrieb für Windstrom eine Mindestvergütung von 90% „des Durchschnittserlöses je Kilowattstunde aus der Stromabgabe von Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU) an alle Letztverbraucher“ vor. Die Höhe dieser Vergütung betrug 1999 pro Kilowattstunde (kWh) Windstrom 16,52 Pfennig, von Januar bis März 2000 waren es 16,13 Pf. Bevor das StrEG verabschiedet wurde, gab es keine Pflicht für den Energieversorger, den Windstrom aufzunehmen, und die Vergütung betrug zwischen 6 und 12 Pf/kWh. So ist es nicht verwunderlich, dass Ende 1990 gerade mal eine Wind-

Stromeinspeisungsgesetz (StrEG)

**Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG)**

energieleistung von 60 Megawatt (MW) installiert war. Mit Inkrafttreten des Gesetzes für den Vorrang Erneuerbarer Energien, kurz Erneuerbare Energien Gesetz (EEG), am 01. April 2000 wurde die Vergütung vom allgemeinen Strompreis abgekoppelt und das Referenzertragsmodell eingeführt. —> *Unterschiedlicher Ausbau in den Bundesländern.* Dieser Schritt sichert den Betreibern von Windparkprojekten den Betrieb ihrer Anlagen trotz des gesunkenen Strompreises der letzten Jahre und bildet die Grundlage für eine weiterhin positive Entwicklung, da es die notwendige Investitionssicherheit für die Wirtschaft gewährleistet. Mit dem Urteil des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) vom 13. März 2001 wurden auch die letzten Bedenken bezüglich Beihilfe- und Wettbewerbsfreiheit ausgeräumt und die Konformität des deutschen Vergütungsmodells für erneuerbare Energien mit europäischem Recht bestätigt.

**Urteil des EuGH zum Einspeisungsgesetz**

## **D**erzeitiger Stand der Windenergienutzung in Deutschland

Im Jahr 2002 waren in Deutschland 11.438

Windkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 8.754 MW in Betrieb. Der potenzielle Jahresenergieertrag aller Windenergieanlagen im Jahr 2001 liegt bei rund 13,5 Mrd. kWh. Dies entspricht einem Anteil von ca. 3,5% am gesamten Nettostromverbrauch in Deutschland.

Im Strategiepapier der Bundesregierung vom Januar 2002 wurden für den weiteren Ausbau festgelegt, dass man bis zum Jahr 2030 anstrebt, 25% des Stromverbrauches aus Windkraft zu decken. Davon 15% Offshore (vor der Küste) und 10% Onshore (an Land).

Schon die letzten Jahre haben gezeigt, dass Wirtschaftswachstum nicht zwingend mit höherem Energieverbrauch einhergehen muss. Effizientes und sparsames Umgehen mit den uns zur Verfügung stehenden Ressourcen ist ein wichtiger Faktor. Alleine durch die Stand-by-Funktion in elektrischen Geräten werden laut Umweltbundesamt jährlich über zwanzig Milliarden Kilowattstunden verschwendet. Dies entspricht der Leistung der vier ältesten Atommeiler in Deutschland!

Die Zahl von 150.000 Windrädern, welche spezi-

**Ziel der Bundesregierung**

**Stromeinsparung**

Bundesland	Anzahl der Anlagen <sup>(1)</sup>	Installierte Leistung [MW] <sup>(1)</sup>	potenzieller Jahresenergieertrag [GWh] <sup>(2)</sup>	Durchschnittliche Größe der bestehenden Anlagen <sup>(3)</sup>	Durchschnittliche Größe neu installierter Anlagen <sup>(4)</sup>	Nettostromverbrauch 2000 [GWh] <sup>(5)</sup>	Windstromanteil am Nettostromverbrauch <sup>(5)</sup>
Niedersachsen	3.051	2.427	4.773	800 kW	1.400 kW	47.528	10,0%
Schleswig-Holstein	2.351	1.555	3.279	660 kW	1.280 kW	13.053	25,1%
Nordrhein-Westfalen	1.478	1.010	2.041	680 kW	1.280 kW	135.746	1,5%
Mecklenburg-Vorpommern	869	682	1.158	780 kW	1.160 kW	6.039	19,2%
Brandenburg	870	769	1.242	880 kW	1.290 kW	14.880	8,3%
Sachsen-Anhalt	793	796	1.614	1.000 kW	1.250 kW	14.234	11,3%
Sachsen	517	416	748	800 kW	1.110 kW	20.481	3,7%
Hessen	394	254	373	640 kW	1.100 kW	34.740	1,1%
Rheinland-Pfalz	479	373	724	780 kW	1.160 kW	27.753	2,6%
Thüringen	247	210	239	850 kW	1.160 kW	10.333	2,3%
Bayern	150	100	114	670 kW	880 kW	69.821	0,2%
Baden Württemberg	141	108	80	760 kW	1.070 kW	56.281	0,1%
Saarland	27	18	30	680 kW	980 kW	7.522	0,4%
Hamburg	44	24	34	540 kW	--	12.972	0,3%
Bremen	27	13	18	490 kW	--	5.846	0,3%
<b>Deutschland (gesamt)</b>	<b>11.438</b>	<b>8.754</b>	<b>16.467<sup>(6)</sup></b>	<b>770 kW</b>	<b>1.280 kW</b>	<b>491.243</b>	<b>3,35%</b>

(1) Stand der Zahlen: 31.12.2001; BWE-Herstellerumfrage, DEWI-Magazin, Zahlen wurden gerundet

(2) Der potenzielle Jahresenergieertrag gibt an, wieviel Strom die WEA produzieren würden, wenn sie unter durchschnittlichen Bedingungen ein Jahr lang Strom produzierten. Er weicht insofern von der tatsächlichen Einspeisung ab, da die meisten Anlagen erst im Laufe des Jahres in Betrieb genommen wurden.

(3) Stand der Zahlen: 31.03.2001

(4) Zubau im Jahr 2001

(5) Warum Netto-Stromverbrauch? Mit der Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien ändert sich das Bild der bisherigen zentralen Versorgung grundlegend. Die Angabe: *Brutto-Stromerzeugung* beinhaltet den Eigenverbrauch der Kraftwerke (ca. 50 TWh inkl. Pumpstromverbrauch) sowie Netzverluste (ca. 21 TWh). Dies sind Angaben, welche im Netz der regenerativen Energieversorgung einen wesentlich geringeren Umfang einnehmen und daher einen Vergleich verfälschen. Zu decken ist lediglich der reale Bedarf der Verbraucher und das ist der *Netto-Stromverbrauch!* Da Wind als Primärenergie nur schwer zu benennen ist und die Windenergie in erster Linie der Stromversorgung dient und nicht der Wärmeabgewinnung oder der Energieversorgung des Verkehrssektors, hinkt auch ein Vergleich mit dem *Primärenergieverbrauch*. Hierin enthalten ist der gesamte Mineralölverbrauch und der Einsatz fossiler Rohstoffe zur Wärmeabgewinnung. Bereiche, welche in einem nachhaltigen Energie-Szenario durch andere regenerative Energien gedeckt werden.

(6) Die Zahl basiert auf den installierten Anlagen bis Ende 2001. Für das ganze Jahr 2001 liegt die Einspeisung von Windstrom bei ca. 13,5 Mrd. kWh.

### Auswirkungen der Vergütung für erneuerbare Energien und des Stroms aus Kraft-Wärme-Kopplung auf den allgemeinen Strompreis

Eine bundesweite Ausgleichsregelung sieht vor, dass die Mehrkosten aus dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und dem Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung gleichmäßig auf alle Netzbetreiber verteilt wird. Über die Netznutzungsgebühr werden diese Kosten letztlich vom Endverbraucher getragen. Dies müsste zur Folge haben, dass Preiserhöhungen der letzten Jahre in Regionen mit einem hohen Aufkommen an Windenergie aufgrund der Teilung der Belastung zurückgenommen werden (Schleswig-Holstein, Teile Niedersachsens), während sich die Kilowattstunde (kWh) in Regionen mit geringem Aufkommen an Erneuerbaren Energien geringfügig verteuert.

Jedoch kam es bisher nicht zu Preissenkungen, dafür erhöhten die EVU ihre Preise um bis zu 1,5 Pfennige je kWh und begründeten dies mit den o.g. Gesetzen.

Ein jetzt veröffentlichtes Gutachten des Büros für Energiewirtschaft und Technische Planung GmbH (BET) beziffert die Mehrbelastungen jedoch maximal auf 0,12 Pf/kWh durch das EEG. Wenn das Ziel der Bundesregierung, den Anteil der erneuerbaren Energien bis 2010 zu verdoppeln, erreicht wird, steigt dieser Anteil auf maximal 0,38 Pf/kWh!

ell von Gegnern immer wieder warnend als Ausbauziel der Windbranche genannt wird, ist völlig unrealistisch. Mit ihnen könnte man schon heute den gesamten Strombedarf in Deutschland decken. Angestrebt wird jedoch ein Mix aller regenerativer Energien bei gleichzeitig sinkendem Stromverbrauch.

**Potenzial** Das technische Potenzial der Windenergienutzung in Deutschland wird je nach Berechnung auf 256 bis 365 Mrd. kWh geschätzt. In keinem ökologischen Energieszenario wird jedoch die vollständige Ausschöpfung dieses Potenzials gefordert. Der tatsächliche Ausbau wird aus Gründen der Rücksichtnahme auf Mensch und Naturschutzbelange geringer ausfallen.

### Ein denkbare Szenario für Deutschland könnte wie folgt aussehen:

Zur Deckung von 30% des gegenwärtigen Nettostromverbrauchs von 498 TWh (2000) würden ca. 45.000 WEA mit einer Leistung von 1,5 MW benötigt. Ein wesentlicher Teil davon könnte in einem zukünftigen Energiemix Offshore gewonnen werden, wo 40% mehr Erträge und Anlagengrößen bis zu 5 MW eine effiziente Nutzung des Windes erwarten lassen. (Offshore bezeichnet die Nutzung der Windenergie in den Gewässern vor der Küste)

Gelingt es darüber hinaus, den Nettostromverbrauch durch Effizienzsteigerung und Einsparung um ein Viertel bis ein Drittel zu reduzieren, steigert dies auch den Anteil der Erneuerbaren Ener-

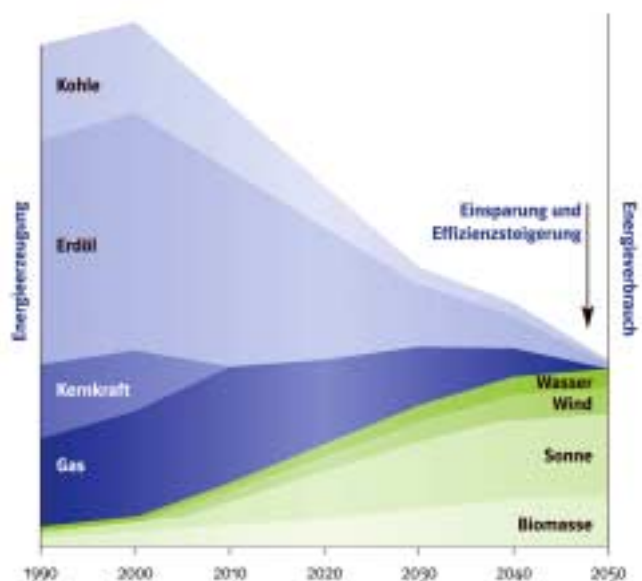
gien. Welche Möglichkeiten uns offen stehen zeigt eine Studie des Wuppertal Institut, Klima, Umwelt und Energie (nebenstehende Grafik).

### U nterschiedlicher Ausbau der Windenergie in den Bundesländern

Sehr verschieden ist bisher der Ausbau der Windenergienutzung in Deutschland erfolgt. Die Rahmenbedingungen sind von Bundesland zu Bundesland sehr unterschiedlich. Während an der Küste häufig durch das bisherige StrEG die Einspeisevergütung einen wirtschaftlichen Betrieb erwarten ließ, spiegelte der Ausbau in den Binnenländern hauptsächlich das Volumen der entsprechenden Förderprogramme wider. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geht auf diese bisherige Entwicklung ein. Das Referenzertragsmodell berücksichtigt bei der Berechnung der Dauer der erhöhten Einspeisevergütung die „Windernte“ an den einzelnen Standorten. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass unterschiedliche Standorte auch unterschiedliche Erträge aufweisen. Jede Neuanlage wird nach fünf Jahren (Altanlagen nach vier Jahren) mit einer Referenzanlage gleichen Typs verglichen. Liegt der durchschnittliche reale Ertrag wesentlich über dem der Referenzanlage, reduziert sich die Vergütung des eingespeisten Windstroms bereits nach diesem Zeitraum auf 12,1 Pf/kWh. Liegt der reale Ertrag nur leicht über dem Referenzertrag oder weist sogar weniger auf, erfolgt die Absenkung zu einem späteren Zeitpunkt. Weniger ertragreiche Standorte erhalten demnach die höhere Vergütung von

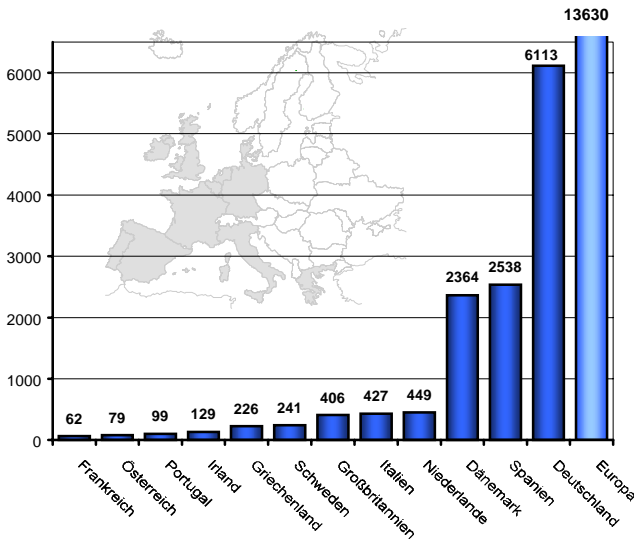
EEG - Vergütungsregelung

### Zukünftige Energieversorgung Szenario

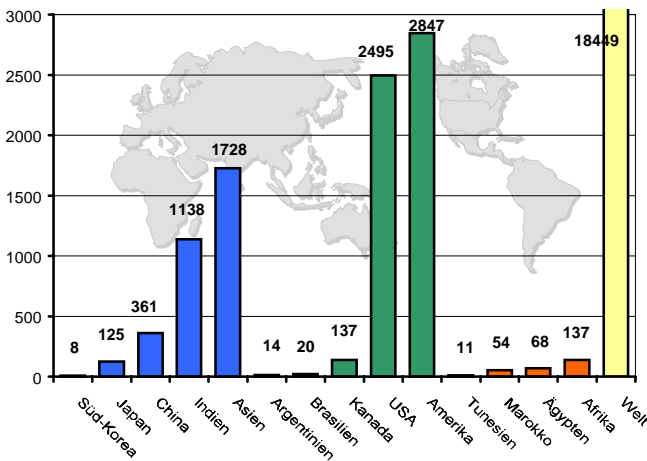


Quelle: Vereinfachte Darstellung nach H. Lehmann, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, 1999.

**Windenergieausbau in Europa. Installierte Leistung in Megawatt**  
(Stand: 31.12.2000; Quelle: NEW ENERGY 1/2001, BTM Consult):



**Windenergieausbau weltweit. Installierte Leistung in Megawatt**  
(Stand 31.12.2000; Quelle: NEW ENERGY 1/2001, BTM Consult):



17,8 Pf/kWh über einen längeren Zeitraum, so dass auch diese wirtschaftlich betrieben werden können. Konkret bedeutet dies, dass gute Küstenstandorte über 20 Jahre gesehen eine durchschnittliche Vergütung von 13,8 Pf/kWh

erhalten, während an weniger guten Standorten mit einer Vergütung zwischen 15 und 17,8 Pf/kWh gerechnet werden kann. Auf dieser Grundlage wird in den nächsten Jahren eine Verlagerung des Ausbaus der Windenergie ins Binnenland erwartet.

Das unternehmerische Risiko beim Betrieb einer Anlage sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Noch liegen keine langjährigen Erfahrungen mit den einzelnen Komponenten moderner Wind-

**Offshore-Potenzial**

Land	max. Potenzial in TWh
Großbritannien	986
Belgien	24
Niederlande	136
Deutschland	237
Dänemark	550

Quelle: Zukunft Windkraft - Die Energie aus dem Meer, Greenpeace, 2000

energieanlagen vor. Eine solide Planung sowohl der technischen als auch der betriebswirtschaftlichen Seite eines Windenergieprojektes ist daher maßgebliche Grundlage seines Erfolges. Vergleicht man die Wirtschaftlichkeit heutiger Energiegewinnungsarten, darf man seinen Blick nicht alleine auf betriebswirtschaftliche Daten richten. Erneuerbare Energien zeichnen sich besonders in der Vermeidung Externer Kosten aus. —> *Volkswirtschaftlicher Nutzen*

**S tand der Windenergienutzung in Europa und der Welt**

Unter allen erneuerbaren Energien ist die Windenergie neben der Wasserkraft die erfolgreichste. Hat sie in den letzten Jahren bereits einen wahren Boom in einigen europäischen Länder erfahren, steht sie weltweit jedoch erst am Anfang.

Aufgrund der ökologischen Vorteile sind die erneuerbaren Energien in vielen Ländern mit staatlichen Mitteln unterstützt worden. Ziel dieser Programme war es, einen Anreiz für den Markt zu schaffen, auf diese Weise Kosten zu senken und bestehende Wettbewerbsvorteile der konventionellen Energien auszugleichen.

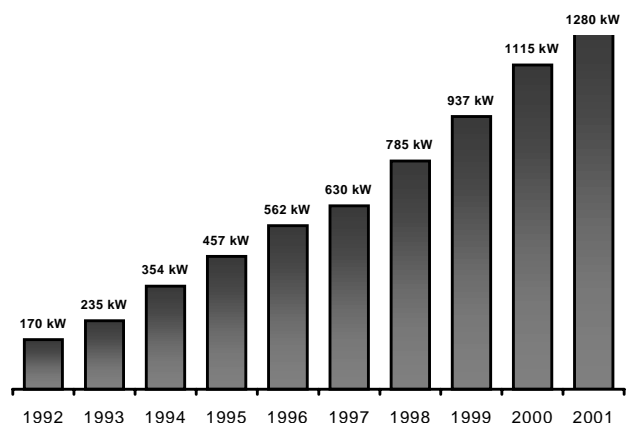
Die größten Erfolge in Europa konnte die Windenergie in Ländern verzeichnen, welche sich bei der Vergütung des umweltfreundlich erzeugten Stroms für ein Mindestpreissystem entschieden haben. Hierzu gehören Dänemark, Spanien und Deutschland. Der weitere Ausbau in Dänemark ist jedoch gefährdet: Im März 1999 beschloss das dänische Parlament eine Übergangsregelung vom Mindestpreissystem zu einem Zertifikatshandels-System. Aufgrund der daraus resultierenden mangelnden Investitionssicherheit wurde seit Beginn 2000 kein einziges Windrad mehr für den dänischen Markt geordert. Das Rekordjahr 2000, mit über 660 MW neu installierter Leistung, beruhte auf alten Aufträgen vor dem

Europa

Dänemark

Quelle: BWE-Herstellerumfrage, Stand: 31.03.2001

**Durchschnittliche Leistung neu installierter WEA**



01.01.2000. Im Jahre 2001 wurden gerade 10 MW neu aufgebaut.

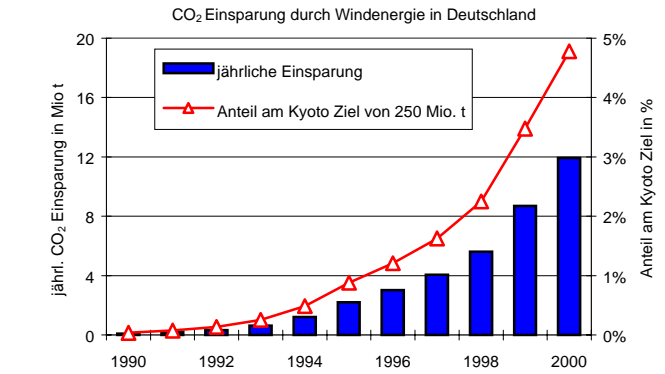
**Frankreich** Eine gegenläufige Tendenz ist in Frankreich zu verzeichnen. Dort tendiert man vom bisherigen Ausschreibungs-(Quoten-)Modell zu einem Mindestpreissystem. Seit Mitte 2001 existiert dort ein Gesetz, vergleichbar dem deutschen EEG.

**Welt** Günstige Windverhältnisse finden sich weltweit, auf allen Kontinenten. Gerade Länder mit großen Energie- und Umweltproblemen entdecken die Vorzüge der dezentralen, umweltfreundlichen Stromerzeugung. China und Indien gehören zu den Vorreitern in Asien und stellen in Zukunft sicher einen attraktiven Markt dar, Japan seine Potenziale bisher eher ungenutzt lässt. Seit der letzten Unfälle in Atomanlagen ist aber auch in Japan ein Umdenken erkennbar. So plant die Regierung ein Ausbau der installierten Leistung um 3000 Megawatt bis 2010.

Quelle:  
Dt. Institut für  
Wirtschafts-  
forschung  
(DIW) – Wo-  
chenbericht  
32/00;  
BMW i –  
Energiedaten  
2000

### Leistung der Windenergie

Der technische Fortschritt der Windenergie ist enorm: Moderne Windturbinen arbeiten leise und effektiv: Eine einzige 1.500 kW-Anlage



produziert je nach Standort drei bis fünf Millionen Kilowattstunden Strom im Jahr. Damit versorgt sie zwischen 1.000 und 2.000 Vier-Personen-Haushalte. Konservative Schätzungen gehen von einem technischen Potenzial aller erneuerbaren Energien in Deutschland von über 525 Milliarden Kilowattstunden aus, was der derzeitigen Bruttostromerzeugung in Deutschland entspricht. In Ostfriesland kommt bereits heute jede zweite kWh aus der Nutzung der Windenergie. 700 Windturbinen produzieren dort jährlich eine Milliarde Kilowattstunden Strom, womit rechnerisch gut 300.000 Vier-Personen-Haushalte versorgt werden. Die durchschnittliche Größe der neuinstallierten Windenergieanlagen hat sich allein seit 1992 mehr als versechsfacht (--> siehe Grafik Seite 4). Darüber hinaus werden bereits Konverter in der Leistungsklasse drei bis fünf Megawatt, vor allem im Hinblick auf die Nutzung im Offshorebetrieb, entwickelt.

Die Berechnungen beruhen auf der Einspeisung von Windstrom in das öffentliche Netz (Zahlen der DVG) und der dadurch vermiedenen Emissionen an CO<sub>2</sub> (siehe Tabelle).

### Schadstoff-Emissionen in Deutschland (temperaturbereinigte Werte)

Jahr	CO <sub>2</sub> (in Mio. t)		SO <sub>2</sub> (in kt)	NO <sub>x</sub> (in kt)	CO (in kt)	Staub (in kt)
	1999	1998	1998	1998	1998	1998
gesamt	861,2	886,5	1.290	1.781	5.426	271
Kraft- und Fernheizwerke	noch keine Werte	312,6	790	330	107	29
Industrie	115,4	117,1	75	13	600	100
Straßenverkehr	noch keine Werte	168,5	856	27	2.963	36
Haushalte	123,6	136,1	102	103	858	32

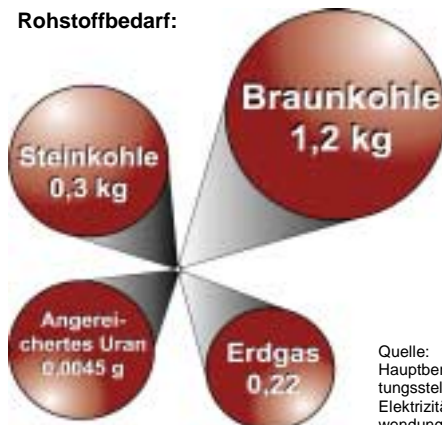
SO<sub>2</sub> = Schwefeldioxid, NO<sub>x</sub> = Stickoxid, CO = Kohlenmonoxid

### Vermeidung von Schadstoff-Emissionen

Unser bisheriger Umgang mit der Natur bei der Gewinnung von Energie und dem verschwenderischen Verbrauch, gerade in den entwickelten Industriegesellschaften, hat gravierende negati-

### Schadstoffemissionen und Rohstoffbedarf EINER KILOWATTSTUNDE Strom aus fossilen Energieträgern

#### Rohstoffbedarf:



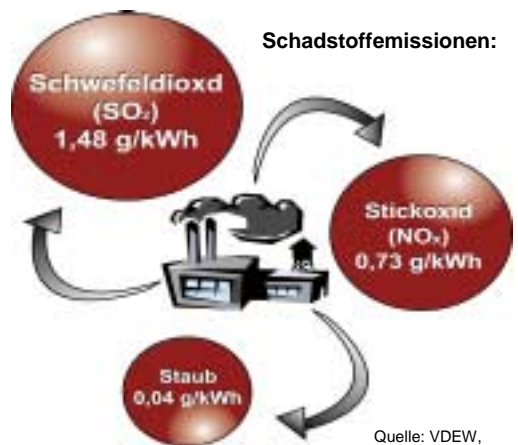
Quelle:  
Hauptbera-  
tungsstelle für  
Elektrizitätsan-  
wendung e.V.  
(HEA)

#### CO<sub>2</sub>-Ausstoss

Braunkohle	1081 g
Steinkohle	802 g
Erdgas	426 g
fossiler Energieträgermix	970 g
gesamter Energieträgermix	590 g

Quelle:  
Arbeitsgemeinschaft Energiebi-  
lanzen; VDEW; Zahlen von 1998

#### Schadstoffemissionen:



Quelle: VDEW,  
Zahlen von 1998



ve Folgen für unsere Umwelt. Der Treibhauseffekt und die damit verbundene Erderwärmung ist in erster Linie ein Energieproblem, beruhend auf dem Kohlendioxidausstoß (CO<sub>2</sub>) bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe. Die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind weltweit seit 1990 um mehr als 2.000 Millionen Tonnen auf über 24.790 Millionen Tonnen (1998) gestiegen. Mit einem Anteil von über 56% sind die USA und Europa bei weitem die größten Emittenten von Klimaschadstoffen.

**Klimagipfel von Kyoto**

Auf dem Klimagipfel von Kyoto (Japan), im Dezember 1997, einigten sich 160 Teilnehmerstaaten auf ein Abkommen zum Klimaschutz. Demzufolge sollen die Industriestaaten ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2010 um durchschnittlich 5,2% gegenüber 1990 senken; Japan reduziert um 6%, die USA um 7% und die EU um 8%. Gemessen an den Emissionen der einzelnen EU-Staaten wurde das Einsparungsziel aus dem Kyoto-Protokoll auf die 15 Mitgliedsstaaten verteilt. Als größter Emittent von CO<sub>2</sub> resultiert daraus für Deutschland die Verpflichtung, seine Emissionen bis zum Jahr 2012 um bis zu 21% gegenüber dem Stand von 1990 zu senken (in 2000 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen wieder angestiegen auf 862,6 Mio. Tonnen --> *siehe auch die Tabelle auf Seite 4*).

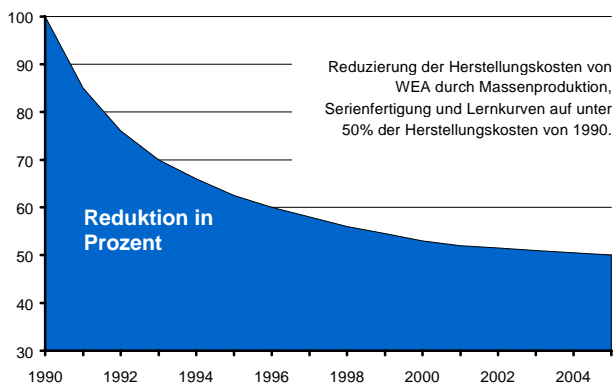
Wie die Grafik auf Seite 5 (oben) zeigt, können die erneuerbaren Energien hierzu einen wesentlichen Beitrag leisten. Jede mit Windturbinen erzeugte Kilowattstunde spart die Verbrennung fossiler Rohstoffe. Dies vermindert zum einen Emissionen und zum anderen verringert es Rohstoffimporte und damit die Abhängigkeit vom Weltmarkt und seinen schwindenden Ressourcen und schwankenden Energiepreisen (—> *volkswirtschaftlicher Nutzen*).

Quelle: Klimaschutz durch Nutzung erneuerbarer Energien, BMU 2000

**K**ostenentwicklung der Windenergienutzung

Der Grund für den rasanten Ausbau der Wind-

**Kostensenkung bei Windkraftanlagen**



energie in Deutschland liegt nicht zuletzt in der spürbaren Senkung der Kosten für Windkraftanlagen. Dies wurde möglich durch die Entwicklung größerer und leistungsfähigerer Konverter sowie zunehmender Serienfertigung. Die Kosten haben sich in den letzten zehn Jahren daher deutlich verändert. In jüngsten Untersuchungen und Prognosen wird einerseits eine Reduktion der Investitionskosten um ca. 45 % bezogen auf die Kosten in 1990 festgestellt und andererseits aufgrund von zunehmenden Serieneffekten anhand von üblichen Lernkurven ein zusätzliches Kostensenkungspotential um weitere 5 bis 10 % bis 2005 bescheinigt. Besonders die seit 1993 verstärkt errichteten Anlagen der 500/600 kW-Klasse haben zu einer deutlichen Preissenkung bei den Anlagenherstellern geführt.

Die Stromgestehungskosten für Windstrom in Deutschland betragen bei durchschnittlichen Investitionskosten, inklusive Nebenkosten, gemäß einer Studie des Deutschen Windenergie Institutes derzeit zwischen 13 Pf/kWh (6,5 m/s in 30m-Höhe) und 33 Pf/kWh (4,5 m/s in 30 m Höhe).

Beim Problem des Netzanschlusses, welcher einen Großteil der Nebenkosten ausmacht und immer wieder zu Konflikten mit den etablierten Energieversorgungsunternehmen führte, stellt die Regelung des EEG eine Verbesserung dar. Sie sieht vor, dass Netzanschlusskosten vom jeweiligen WEA-Betreiber, die evtl. anfallenden Netzerweiterungskosten jedoch vom Netzbetreiber zu tragen sind. Diese Kosten können vom Netzbetreiber auf das Netznutzungsentgelt umgelegt werden und sind somit nicht mehr von einem EVU alleine zu tragen. Die Offenlegung der Netz- und Anlagedaten (soweit notwendig) sowie des Investitionsvolumens und der Kosten für die Netzerweiterung soll für größtmögliche Transparenz sorgen. Zur Beilegung von Streitigkeiten wurde eine Bundes-Clearingstelle eingerichtet.

**Energiebilanz**

Was die ökologischen Kosten angeht, weisen regenerative Energien die bei weitem beste Bilanz auf. Sie benötigen nur einen Bruchteil ihrer Lebenszeit, um die Energie zu erzeugen, welche für Produktion, Aufbau, Betrieb und Entsorgung notwendig ist. Die energetische Amortisationszeit einer Windenergieanlage liegt je nach Windgeschwindigkeit zwischen drei und sieben Monaten. Bei einer Laufzeit von ca. 20 Jahren stellt sich die Energiebilanz also außerordentlich positiv dar.

**W**ertschöpfung

Investitionen in die Windenergie sowie auch in alle anderen erneuerbaren Energien sind

**Regionale Wertschöpfung**

Investitionen in die heimische Wirtschaft und fließen nicht für Rohstoffimporte ins Ausland.

Bereits heute gehören die Windkraftanlagenhersteller zu den größten Abnehmern der Stahlproduzenten. Auch in den Betrieben der Elektrotechnik, Chemie und Bauwirtschaft gehen immer mehr Aufträge aus der Windbranche ein. Für Landwirte stellt Windenergie zunehmend ein zweites Standbein dar, um Einkommensverluste durch Flächenstilllegungen sowie die stagnierende bis rückläufige Entwicklung in der Landwirtschaft auszugleichen. Der Landwirt als Energiewirt stellt sicher eine Perspektive mit Zukunft dar. Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen und die Stärkung der heimischen Kaufkraft sind die Folge. Über 35.000 Arbeitsplätze hängen schon heute direkt und indirekt von der Windenergie ab. Experten schätzen ein Potenzial von 100.000 bis 200.000 zusätzlichen Arbeitsplätzen durch den Ausbau der regenerativen Energien und die Nutzung von Energieeinsparpotenzialen alleine in Deutschland. Europaweit rechnet man mit zwei Millionen Arbeitsplätzen, davon zwischen 190.000 und 320.000 im Windenergiesektor.

**Arbeitsplätze**

**Nordfriesland**

Dies zeigt, dass die Windenergiebranche sich zu einem bedeutenden Wirtschaftsfaktor im Hinblick auf Beschäftigung und Einkommen entwickelt hat, mit weiterhin viel Potenzial. Nach Angaben der IHK Flensburg liegt der Anteil der Windenergie an der Wertschöpfung im Kreis Nordfriesland inzwischen bei 12%-15%. Die Kommunen profitieren dabei vor allem von der Einkommens- und Gewerbesteuer. So verbleibt z.B. in der Region Ostfriesland eine Wertschöpfung von rund 170 Millionen DM. Dazu kommen weitere Einnahmen, die durch die Produktion bei Herstellern von Windenergieanlagen und diversen Vorlieferanten erzielt werden.

**Ostfriesland**

**Windenergieanlagen und Landschaft**

Zur Diskussionen über den „Landschaftsverbrauch“ von Windenergieanlagen können die Daten in der folgenden Tabelle beitragen. Dabei ist zu beachten, dass der

Quelle: VDEW, Preußen, Elektra, DEWI

**Zahlen von 1999**

Hochspannungsmasten	Anzahl	Windenergie-Anlagen	Anzahl
110kV-Ebene Höhe: ca. 30 m Breite: ca. 14 m	121.377	Bis 400 kW Höhe: bis 65 m Durchm.: bis 33 m	2.223
220kV-Ebene Höhe: ca. 40 m Breite: ca. 22 m	33.447	400 bis 750 kW Höhe: bis 100 m Durchm.: bis 45 m	4.409
380kV-Ebene Höhe: ca. 50 m Breite: ca. 30 m	29.215	Über 750 kW Höhe: bis 125 m Durchm.: ca. 70 m	1.417
<b>Summe</b>	<b>184.039</b>		<b>8.049</b>

Umbau unserer Energieversorgung weg von der zentralistischen Struktur der heutigen Großkraftwerke hin zur dezentralen Struktur der erneuerbaren Energien auch eine Veränderung des Stromnetzes bewirken wird: Hochspannungsleitungen der 220 kV-/380 kV-Ebene werden vielfach überflüssig und damit auch die entsprechenden Hochspannungsmasten!

**Volkswirtschaftlicher Nutzen der Windenergie**

Weitgehend unbestritten ist der große volkswirtschaftliche Nutzen der Windenergie. Neben zahlreichen zukunftsfähigen Arbeitsplätzen, die neu entstehen, vermeidet Windenergie auch Externe (soziale) Kosten. Hierunter versteht man die Kosten, welche nicht in die betriebswirtschaftliche Preisberechnung der Energieversorger einfließen, sondern von der Allgemeinheit getragen werden. Ein Ausgleich durch die Verursacher erfolgt nicht. Bezogen auf den Energiesektor gehören hierzu unter anderem Gesundheitsschäden durch Schadstoffemissionen, Tanker-Havarien, Säuberung verstrahlter und verschmutzter Gebiete und politische sowie militärische Sicherung der Zugänge zu Rohstoffen. Diese Kosten, welche nur bei der Versorgung mit fossilen Energien entstehen, sind großenteils nur schwer zu quantifizieren und fließen bislang nicht in die Preise der konventionellen Stromerzeugung ein. Würden sie jedoch berücksichtigt, verteuerte sich die Stromerzeugung bei Kohle, Gas und Atomkraft erheblich. Entsprechende Werte wurden u.a. in einer Studie von Olav Hohmeyer ausführlich hergeleitet (siehe Tabelle). Derzeit zahlt die Allgemeinheit diese ökologischen und politischen Folgekosten mit ihren Steuergeldern. Durch die Nutzung regenerativer Energien werden aber auch Importabhängigkeiten bei Erdöl, Erdgas, Kohle und Uran vermieden. Rund 100 Milliarden DM werden jährlich für den Import von Rohstoffen ausgegeben. Geld, welches vor allem der heimischen Wirtschaft zugute kommen würde wenn man es in erneuerbare Energien investierte.

Energie-träger	Externe Kosten [Pf/kWh]
Kohle	41,4 - 60,85
Atomenergie	26,1 - 43,20
Gas	41,4 - 60,85
Öl	41,4 - 60,85
Wasserkraft	k. S.
Biomasse	k. S.
Wind	0,01
Photovoltaik	0,44

K.s. = keine Schätzung

Quelle: Hohmeyer, Soziale Kosten des Energieverbrauchs, 1989

Quelle: Energiedaten 2000, BMWi; NAC (Nuclear Assurance Corporation), Zürich.

**Rohstoffimporte der BRD - 1999**

Rohstoff	Import	in Prozent vom Gesamtverbrauch
Rohöl	103 Mio.t.	98,4%
Uran <sup>(1)</sup>	<sup>(2)</sup> 3027,65 t	95,0%
Erdgas	735 Mrd. m <sup>3</sup>	<sup>(3)</sup> 78,8%
Steinkohle <sup>(4)</sup>	26,8 Mio.t.	35,8%
Braunkohle	2 Mio.t.	1,3%

- (1) Zahlen von 2000; mit eingerechnet sind sowohl der Import natürlichen Urans sowie der Import/Reimport von Brennstäben.
- (2) Der Gesamtbedarf liegt bei 3187 t. In Deutschland gibt es jedoch keinen eigenen Uranabbau. Die Differenz ergibt sich aufgrund von Lagerbeständen.
- (3) vom Gesamtverbrauch aller Gase (Erdgas, Grubengas, Gichtgas, etc.).
- (4) Zahlen von 1998

## WEITERFÜHRENDE LITERATUR

**Energiedaten 2000 - Nationale und internationale Entwicklung**, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) (Hrsg.), Berlin 2000.  
Zu beziehen über [www.bmwi.de](http://www.bmwi.de).

**Auswirkungen des EEG und des KWKG auf die Endkundenpreise - Kurzgutachten im Auftrag des BWE e.V. und des Bund der Energieverbraucher e.V.**, Büro für Energiewirtschaft und Technische Planung GmbH (BET), Aachen 2001.  
Zu Beziehen über: [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)

**Windstärke Zehn - Eine Studie, die zeigt, wie bis zum Jahr 2020 10% des weltweiten Elektrizitätsverbrauchs durch Windenergie gedeckt werden kann**, EWEA, Greenpeace international, Forum for Energy and Development, ISBN: 1-871532-248, 1999.

**Zukunft Windkraft: Die Energie aus dem Meer - Technische Möglichkeiten und ökologische Rahmenbedingungen**, (Studie, dt. Kurzfassung), Deutsches Windenergie Institut, Greenpeace (Hrsg.), Berlin 2000.  
Zu Beziehen über: [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

**North Sea Offshore Wind - A Powerhouse for Europe - Technical Possibilities and Ecological Considerations**, Deutsches Windenergie Institut, Greenpeace (Hrsg.), Berlin 2000.  
Zu beziehen über: [www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

**Windiger Protest - Konflikte um das Zukunftspotential der Windkraft**, Alt, F., Claus, J. Scheer, H. (Hrsg.), Ponte Press Verlag, Bochum 1998.

**Was ist Windstrom wert? Der technische und der ökonomische Kapazitätseffekt der Windkraftnutzung in Deutschland; in: Windkraftanlagen Marktübersicht 1996**, Bischof, R., Interessenverband Windkraft Binnenland (Hrsg.), Osnabrück 1996.

**Windenergie 2001 - Marktübersicht**, Bundesverband Wind-Energie e.V. (Hrsg.), Osnabrück 2001.

**DEWI-Magazin**, (Erscheinungsweise: 2 x jährlich) Deutsches Windenergie-Institut, Ebertstr. 96, 26382 Wilhelmshaven

**Energie und Klima Bd. 1-10** : Bundesrepublik Deutschland / 11. Deutscher Bundestag / Enquete-Kommission „Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre“ (Hrsg.); Bonn u.a.: Economia Verlag, 1990

**Die Bedeutung der Windenergie für den Klimaschutz in Deutschland** in: Windkraftanlagen Marktübersicht 1996, Fischeck, M., Interessenverband Windkraft Binnenland (Hrsg.), Osnabrück 1996.

**Soziale Kosten des Energieverbrauchs. Externe Effekte des Elektrizitätsverbrauchs in der BRD**, Hohmeyer, O., Springer Verlag, Berlin 1989.

**Wissenschaftliches Meß- und Evaluierungsprogramm (WMEP) zum Breitentest "250 MW Wind" - Jahresauswertung 1997**, Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET (Hrsg.), ISET e.V., Kassel 1998.

**Klimaschutz durch Nutzung erneuerbarer Energien**, BMU/ Umwelt Bundesamt, Berlin 2000.  
Zu beziehen über: [www.bmu.de](http://www.bmu.de)

## BWE-INFOS

Info 1: Literaturliste Windenergie

**Info 2: Zahlen und Fakten zur Windenergie**

Info 3: Technik der Windenergienutzung

Info 4: Windkraft in Bürgerhand - Gründung einer Betreiber-gemeinschaft

Info 5: Errichtung einer Windkraftanlage

Info 6: Windkraftanlagen und Naturschutz

Info 7: Was ist Windstrom wert?

Info 8: Der Wind - Windmessungen

Info 9: Vorurteile im Kampf gegen Windmühlen - und warum sie falsch sind!

Info 10: Adressenliste Windenergie

## WEITERE BWE-PUBLIKATIONEN

**Von A-Z Fakten zur Windenergie** 8seitige Broschüre - gibt kurz und prägnant Auskunft über die wichtigsten Fragen zur Windenergie.

**NEUE ENERGIE** Monatlich erscheinendes Magazin für Erneuerbare Energien.

**NEW ENERGY** Alle zwei Monate erscheinendes englischsprachiges Magazin für erneuerbare Energien

**Windenergie 2001** Komplette Übersicht über den deutschen Windenergiemarkt.

**Grafik- & Präsentations CD-Rom**

## AKTUELLE INFORMATIONEN ZAHLEN - STATISTIKEN - DOKUMENTE

### Der BWE im Internet

- ⇒ maßgebliche Gesetze und politische Dokumente sowie Rechtsgutachten werden umgehend ins Netz gestellt
- ⇒ vierteljährlich aktualisierte Statistiken zur Windenergieentwicklung in Deutschland und weltweit
- ⇒ Aktuelle Mitteilungen des BWE und politische Initiativen
- ⇒ Erläuterungen zum EEG und ein Rechner zur Berechnung der Vergütung nach EEG.
- ⇒ NEUEN ENERGIE/ NEW ENERGY online
- ⇒ Informationen auch in Englisch

besuchen Sie uns auf: [www.wind-energie.de](http://www.wind-energie.de)

### Impressum:

**Herausgeber:** Bundesverband WindEnergie e.V.  
Herrenreichsstraße 1, 49074 Osnabrück  
Tel.: +49 (0)541 35060-0  
Fax: +49 (0)541 35060-30

**Redaktion:** Thorsten Paulsen  
Mail: [t.paulsen@wind-energie.de](mailto:t.paulsen@wind-energie.de)

Das Infoblatt wird regelmäßig aktualisiert. Bitte beachten Sie das Datum der Herausgabe auf Seite 1.