

# Regenerative Vollversorgung im Strommarkt des Saarlandes

Der Weg zu 100% erneuerbare Energien  
bis zum Jahr 2030

- KOMPLETTFASSUNG -



**Herausgeber:**

juwi Holding AG, Energie Allee 1, 55286 Wörrstadt

**Mitherausgeber:**

BUND Saar (Christoph Hassel / Joachim Götz), NABU Saar (Uli Heintz / Helmut Harth),  
Energiewende Saarland (Christian Bersin), IGU Bexbach (Karl-Heinz Winkler)

**Autoren:** Matthias Willenbacher, Christian Hinsch, Sebastian Stollhof

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

# **Inhaltsverzeichnis**

## **Vorwort**

## **Einleitung und Zielsetzung**

### **I Rahmenbedingungen und Strategien für eine Energiewende**

#### **I.1 Der derzeitige Stromsektor im Saarland: von fossilen Energiequellen geprägt**

#### **I.2 Die „Drei-E“-Strategie zum Wandel in der Energiewirtschaft:**

##### **I.2.1 Energie sparen**

##### **I.2.2 Energieeffizienz steigern**

##### **I.2.3 Erneuerbare Energien ausbauen**

#### **I.3 Grundversorgung mit erneuerbaren Energien**

##### **I.3.1 Kriterien für die Zusammensetzung eines regenerativen Energiemix**

##### **I.3.2 Das Grundversorgungskraftwerk**

### **II Ausbaupotenziale und Netzintegration erneuerbarer Energien**

#### **II.1 Ausbaupotenziale bis 2030 – Windenergie**

#### **II.2 Ausbaupotenziale bis 2030 – Solarenergie**

#### **II.3 Ausbaupotenziale bis 2030 – Bioenergie**

#### **II.4 Ausbaupotenziale bis 2030 – Wasserkraft**

#### **II.5 Ausbaupotenziale bis 2030 – Geothermie**

#### **II.6 Ausbaupotenziale bis 2030 – Grubengas**

#### **II.7 Ausbaupotenziale bis 2030 – Zusammenfassung**

#### **II.8 Netzintegration erneuerbarer Energien**

##### **II.8.1 Nutzung bestehender Energiespeicher**

##### **II.8.2 Intelligentes Energiemanagement**

##### **II.8.3 Ausbau virtueller Kraftwerke**

##### **II.8.4 Vernetzung mit anderen Stromnetzen**

##### **II.8.5 Weiterentwicklung von vorhandenen Speichertechnologien**

##### **II.8.6 Das regenerative Kombikraftwerk – ein Beispiel aus der Praxis**

##### **II.8.7 Energieautarke Einheiten**

### **III Positive Nebeneffekte und Vorreiter der Energiewende**

- III.1 Erneuerbare Energien - Motor für den Arbeitsmarkt**
- III.2 Regionale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien**
- III.3 Referenzobjekte im Bereich erneuerbare Energien**
- III.4 Wer wird die Nummer Eins?  
Die Landesliga für nachhaltige Entwicklung**
- III.5 Wärme und Mobilität – zwei weitere Säulen im Energiemarkt**

### **IV Ausblick und Zukunftsoptionen**

- IV.1 Ein Plädoyer für rasches Handeln**
- IV.2 Visionen einer zukünftigen Energiewirtschaft**

## Vorwort

### **„Auf dem Weg zum regenerativen Energieland“**

Bereits in 22 Jahren kann der komplette Strombedarf im Saarland mit erneuerbaren alternativen Erzeugungsmethoden produziert werden. Das ist die Kernaussage und gleichzeitig das Leitbild des vorliegenden Energiekonzepts. Den Autoren und Herausgebern ist es wichtig, einen gangbaren Weg aus der Umweltgefährdung und dem drohenden Klimakollaps durch die immer noch steigende Verbrennung fossiler Energieträger, besonders in der Stromerzeugung, aufzuzeigen. Mit der bereits heute zur Verfügung stehenden Technik ist es möglich, über Wind, Sonne, Wasser, Biomasse und Erdwärme soviel Strom im Saarland CO<sub>2</sub>-neutral zu produzieren, dass der vollständige Bedarf ohne Kohle, Erdöl, -gas oder Uran gedeckt werden kann – wenn man denn ernsthaft will.

#### **Know-how über die Landesgrenzen hinaus vermarkten**

Das vorliegende Konzept macht deutlich, welche Schritte hierfür erforderlich sind und dass dieser Weg eine realistische Alternative zu der derzeitigen Stromerzeugung in fossilen Großkraftwerken darstellt. Das Saarland kann und soll Energieland bleiben. Wichtig erscheint uns außerdem, dass die Wertschöpfung aus dem Energiesektor im Land bleibt, volkswirtschaftlich sinnvolle Arbeitsplätze neu entstehen und darüber hinaus das Know-how aus Wissenschaft und Technik über die Landesgrenzen hinaus vermarktet werden kann. Damit würde das Saarland auch in wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen.

Das Konzept ist nicht streng wissenschaftlich strukturiert, sondern baut auf Praxiserfahrung und Plausibilität auf. Für die Mitherausgeber BUND Saar, NABU Saar, Energiewende Saarland und IGU Bexbach ist es bedeutsam, dass das Papier als Diskussionsgrundlage für die Zukunftsentwicklung in den Gemeinden, dem Land und bei den betroffenen Akteuren dienen kann. Neue technische Entwicklungen werden das Ziel möglicherweise noch schneller erreichen lassen. Die aus der „Vision 2030“ abgeleiteten Schritte sind jedoch kein Freibrief für alle Einzelprojekte, sondern die Umweltverträglichkeit muss weiterhin auch für regenerative Energieproduktionsstandorte gewährleistet sein.

#### **Realistisches Szenario einer umweltschonenden Energiezukunft**

Unsere Vision 2030 bietet den Kommunen, die eine „andere“ Energieversorgung ihrer Bürger wollen, sicher wertvolle Anregungen für Planungen. Das Konzept beschreibt ein realistisches Szenario und malt das Bild einer umweltschonenden Energiezukunft. Es besitzt einen vorläufigen Charakter und wird nach dem aktuellen Stand der Forschung und den Erfahrungen aus der Praxis angepasst. Alle sind eingeladen, sich an der Fortschreibung und Umsetzung der Vision 2030 zu beteiligen.

Wir freuen uns auf Ihre Anregungen!

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

## Einleitung und Zielsetzung

*Über 35 Jahre* ist es mittlerweile her, dass der Club of Rome erstmals die „Grenzen des Wachstums“ aufzeigte. Viele weitere Berichte, Kommissionen sowie Konferenzen folgten, und spätestens seit dem „Erdgipfel“ der Vereinten Nationen 1992 in Rio de Janeiro ist der Begriff **„Nachhaltige Entwicklung“** etabliert und definiert: als eine Entwicklung, die die Bedürfnisse gegenwärtiger Generationen befriedigt, ohne die Handlungsmöglichkeiten zukünftiger Generationen einzuschränken.

*Über 15 Jahre* sind seit Rio vergangen – und zahlreiche Akteure aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft versuchen seitdem, den Begriff Nachhaltigkeit mit Leben zu füllen: **think global, act local!** Spätestens nach der Veröffentlichung der letzten Berichte der Vereinten Nationen zum weltweiten Klimawandel im Jahr 2007 dürfte jedem klar sein: Unser Planet stirbt, wenn wir nicht gegenlenken – und wir müssen schnell handeln, wenn wir das Klima und somit unsere Lebensgrundlagen sichern wollen!

*Heute* ist in weiten Teilen der Gesellschaft die Einsicht vorhanden, dass schnelles Handeln notwendig ist. Denn die Klimaveränderungen, die wir bereits sehen und die wir in den nächsten Jahren noch stärker spüren werden, haben ihre Ursache in dem seit Jahrzehnten ansteigenden Ausstoß Klima schädigender Treibhausgase. Ein „Weiter so“ darf es nicht geben, denn es würde die Ökosysteme der Erde an den Rande des Ruins führen. **Der Klimawandel würde nicht nur zahlreiche Regionen unbewohnbar machen, viele Menschen zur Migration zwingen und neue Völkerwanderungen auslösen. Er wäre auch für uns – in den gemäßigten Regionen Europas – mit immensen wirtschaftlichen Folge- und Anpassungskosten verbunden.**

Die Kosten des Klimawandels im Saarland beziffert das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) mit rund 19 Mrd €, das sind rund 2% der Bruttowertschöpfung des Landes (Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 12–13/2008, S. 141). Hinzu kommen an der Saar die Auswirkungen des Strukturwandels im Kohlebergbau.

*Und die Zukunft?* Bei aller Einigkeit und bei allen Bekenntnissen zum konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien – die aktuellen Entwicklungen und Diskussionen im Energiesektor sind geprägt von stark konkurrierenden Ausbauszenarien: Sollen wir an der Atomenergie festhalten und einen „Ausstieg vom Ausstieg“ einleiten? Oder bauen wir neue Kohlekraftwerke und nutzen so weiterhin überwiegend fossile Brennstoffe mit den bekannten Auswirkungen auf Klima, Umwelt und Natur? Stellen wir heute die falschen Weichen für die künftige Struktur des Kraftwerkparcs, so zementieren wir für mehrere Jahrzehnte auch die Struktur im künftigen Energiemix – notwendige Investitionen in neue, saubere Energiequellen werden somit blockiert.

## **Wir wollen saubere Energie: möglichst schnell und überall.**

Wie also sieht sie aus, die Zukunft der Energieversorgung? Werden wir in der Lage sein, uns nicht nur umweltfreundlich, sondern auch unabhängig von Energieimporten aus Krisenregionen und damit preisstabil zu versorgen? Und wann wird es soweit sein?

Nachfolgend möchten wir für den Stromsektor des Saarlandes ein Szenario aufzeigen, welches **eine saubere und preiswerte Energieerzeugung** gewährleistet, zu **mehr Unabhängigkeit** und **mehr regionaler Wertschöpfung** führt sowie **viele neue Arbeitsplätze** schafft.

Wir wollen so dazu beitragen, dass schon im Jahr 2030 der komplette Strombedarf im Saarland regenerativ erzeugt wird: mit modernsten Windturbinen und Photovoltaik-Anlagen, mit Bioenergie- und Geothermie-Projekten sowie mit neuen Wasserrädern. Mit einem intelligenten Energiemix kann sich das Saarland vollständig regenerativ versorgen – was wir ohnehin spätestens dann tun müssen, wenn fossile und nukleare Rohstoffe verbraucht sind.

### **Unsere Vision für das Saarland:**

#### **100 Prozent Strom aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahr 2030**

Diese Vision hat ein realistisches Ziel, das sich in Zusammenarbeit mit Kommunen und Landespolitik, mit Unternehmen und Verbänden sowie den Einwohnern des Saarlandes erreichen lässt und dem Land und seinen Bürgern **eine Vorreiterrolle beim Ausbau der erneuerbaren Energien** sichern kann.

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für einen konsequenten Ausbau von Sonne, Wind und Co. sind gegeben. Die gesellschaftliche Unterstützung für einen weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien – das zeigen alle Umfragen – ist ebenfalls vorhanden. Die regenerativen Energietechniken sind verfügbar und werden kontinuierlich effizienter. Und auch die Politik hat in den letzten Jahren vor allem auf Bundesebene einiges zum Aufschwung der erneuerbaren Energien beigetragen.

Natürlich kann noch mehr getan werden, zumal die Technologie voranschreitet. Die bestehenden Energiemanagementsysteme – dazu zählen Regelsysteme, Speichertechnologien und so genannte „virtuelle Kraftwerke“ – entwickeln sich stetig weiter. Das Zusammenspiel von effizienter Energienutzung und Energieeinsparung mit einem intelligenten Energiemix aus allen möglichen erneuerbaren Energiequellen wird sich optimieren lassen. Altbewährtes lässt sich verbessern, Erfindungen und Innovationen werden hinzukommen.

Immer wieder jedoch wird bestritten, dass eine Vollversorgung mittels erneuerbarer Energien möglich sei. Wie wenig stichhaltig dieser Einwand ist, lässt sich leicht verdeutlichen, wenn man die durch Solarstrahlung eingebrachte Energiemenge auf der Erdoberfläche betrachtet.

Die Sonne ist die mit Abstand bedeutendste Energiequelle für unseren Planeten. Letztlich beruhen auch Wind- und Wasserenergie sowie die in der Biomasse gespeicherte Energie auf der Solarstrahlung, da die in ihnen enthaltene Energie der durch physikalische oder biologische Prozesse umgewandelten Sonnenenergie entspricht. Jährlich erreicht die Erdoberfläche per Sonneneinstrahlung eine Energiemenge von etwa  $10^{12}$  Gigawattstunden (GWh), was dem 10.000fachen des jährlichen Weltprimärenergiebedarfs entspricht. Der Weltprimärenergiebedarf umfasst jene Menge an Energie, die in natürlichen vorkommenden Energieträgern wie zum Beispiel Kohle, Erdöl, Erdgas, Uran, Windenergie, Wasserkraft, Solarstrahlung, Rohbiomasse (z.B. Holz) usw. enthalten ist und weltweit verbraucht oder – wie im Falle der regenerativen Energien – genutzt wird. Zurzeit liegt der globale Primärenergiebedarf bei 107.000.000 GWh (=  $1,07 \times 10^{14}$  kWh) pro Jahr.

Berücksichtigt man nur den Stromverbrauch, so ergibt sich folgendes Bild:

	Größe	Jährlich eingestrahlte Sonnenenergie	Stromverbrauch
<b>Saarland</b>	2.570 km <sup>2</sup>	2.570.000 GWh	8.708 GWh
<b>Deutschland</b>	357.092 km <sup>2</sup>	357.092.000 GWh	600.000 GWh
<b>Welt</b>	510.000.000 km <sup>2</sup>	1.080.000.000.000 GWh	18.000.000 GWh

In Mitteleuropa beträgt die jährliche solare Strahlungsenergie etwa 1.000 kWh pro Quadratmeter. Daraus ergibt sich, dass allein die auf der saarländischen Landesfläche einfallende Solarenergie etwa dem 320fachen des derzeitigen Stromverbrauchs des Bundeslandes entspricht. Selbst der gesamte deutsche Stromverbrauch wird von der im Saarland eingestrahlten Energiemenge noch um das vierfache übertroffen.

Technisch ist es natürlich nicht möglich, 100 Prozent der eingestrahlten Solarenergie nutzbar zu machen. Die angeführten Zahlen verdeutlichen aber, dass es im Endeffekt nur um die Erschließung eines minimalen Teils der eingestrahlten Sonnenenergie geht, der mittels unterschiedlicher Techniken – Wind- und Wasserkraftanlagen, Photovoltaikmodule oder Biogas- und Biomassekraftwerken – in Sekundärenergie (wie etwa elektrischer Strom) umgewandelt werden muss.

**Die Politik kann mit entsprechenden Maßnahmen den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien flankieren. Das heißt beispielsweise, durch entsprechende Anreize und vereinfachte, unbürokratische Genehmigungsverfahren die benötigten Flächen für den Aufbau regenerativer Kraftwerke bereitzustellen oder die Nutzung dieser Flächen zu ermöglichen und zu fördern.**

Dass wir – bei weltweit steigender Energienachfrage und schwindenden Ressourcen – irgendwann unseren kompletten Energiebedarf mit erneuerbaren Energien decken müssen, steht außer Frage. **Doch wir können das Tempo bestimmen und entscheiden, ob wir zu den Vorreitern oder den Nachzüglern gehören wollen.**

Ein Umstieg von der heute im Saarland überwiegend auf der von Steinkohle dominierenden Energieversorgung hin zu einer dezentralen und auf einheimischen regenerativen Energieträgern aus der Region basierenden Energieerzeugung würde zahlreiche volkswirtschaftliche Vorteile mit sich bringen. Wählen wir die Vorreiterrolle und machen das Saarland zum „Kompetenzzentrum für erneuerbare Energien“, so werden wir davon im Jahr 2030 in mehrfacher Hinsicht profitieren:

- **eine saubere Energieversorgung**
- **dauerhaft stabile Strompreise mit Erzeugungskosten von wenigen Cent pro kWh – und deutlich unterhalb der zu erwartenden Erzeugungskosten konventioneller Kraftwerke**
- **eine Unabhängigkeit von Energieimporten**
- **mehr Versorgungssicherheit durch viele dezentrale Kraftwerke**
- **Investitionen von ca. 7,3 Milliarden Euro im Saarland**
- **jährliche Umsatzerlöse aus dem Betrieb regenerativer Kraftwerke von rund 700 Mio. Euro und so eine Erhöhung der regionalen Wertschöpfung**
- **rund 20.000 neue Arbeitsplätze**
- **gute Chancen auf dem Weltmarkt, denn moderne Technologien lassen sich exportieren**
- **neue Attraktionen im Land, da innovative Konzepte sich auch touristisch vermarkten lassen**

In den folgenden Kapiteln werden wir diese Punkte im Einzelnen erläutern und mit konkreten Zahlen unterlegen. Damit möchten wir die Entwicklung in dieser Richtung voranbringen, neue **Informationen und Erkenntnisse bereitstellen** sowie vor allem manches **Vorurteil abbauen**. Auch wollen wir die **Vorstellungskraft erweitern**: Als das erste Auto über die Straßen rollte, hielten es viele für eine „Höllmaschine“. Die erste Eisenbahn wurde ebenso belächelt wie der erste Computer für den Hausgebrauch. Und heute? Fast jeder Haushalt hat einen PC und einen PKW. Jeder nutzt ganz selbstverständlich die Bahn – warum sollten ausgerechnet erneuerbare Energien nicht schon in Kürze „Dinge des Alltags“ sein?

**Wir wollen zeigen, dass wir schon heute mit den bestehenden Potenzialen und Techniken einen rein regenerativen Energiemix im Saarland erreichen können.**

Dabei möchten wir allerdings zu bedenken geben, dass die Ansprüche an die erneuerbaren Energien nicht unverhältnismäßig höher sein sollten als an konventionelle Energien. Weder heute noch morgen können zentrale Großkraftwerke eine komplette Selbstversorgung sichern. Auch diese Großkraftwerke werden immer wieder für Wartungs- und Reparaturzeiten ihren Betrieb – geplant und ungeplant – einstellen müssen und sind somit auf ein funktionierendes Verbundnetz angewiesen. Deshalb wäre es unredlich, vom Ausbau der erneuerbaren Energien im Saarland zu verlangen, dass dieser das Land zu einer autarken „Energieinsel“ machen müsste.

**Im Gegensatz zu vielen anderen Zukunftsszenarien setzen wir vor allem auf bestehende Techniken, auch im Bereich der Energiespeicherung.** Denn neben der Tatsache, dass Biomasse, Wasserkraft und Geothermie rund um die Uhr zur Stromerzeugung zur Verfügung stehen können, haben diese Energiequellen den Vorteil, dass sie gleichzeitig auch als direkte Speichertechnologien verwendet werden können. Vor allem die Biomasse und Wasserspeicher an Laufwasserkraftwerken haben einen großen Vorteil gegenüber allen anderen indirekten Speichern wie etwa Batterien und Wasserstoff: Da bei ihrer Nutzung als Speicher **keine zusätzlichen Umwandlungsverluste** – wie beispielsweise beim Wasserstoff – auftreten, sind Biomasse und Wasserkraft gegenüber anderen Technologien die kostengünstigste und effektivste Form der Speicherung.

Dabei stellt sich vor allem die Biomasse als idealer Energieträger für die Zukunft dar, weil sie sich aufgrund der Vielfältigkeit zum Beispiel in Form von Holzhackschnitzeln, Maissilage, Gülle usw. leicht speichern, aber auch relativ zügig in elektrische Energie umwandeln lässt. Biogasanlagen beispielsweise können in zweifacher Art und Weise als Speichertechnologie dienen: Zum einen kann der Rohstoff (die Biomasse) gespeichert werden, bevor er dem Vergärungsprozess zugeführt wird, zum anderen kann das erzeugte Biogas gespeichert werden, bevor es in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeenergie genutzt wird. Ähnlich verhält es sich mit Wasserkraftwerken, die über ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken verfügen: Bei viel Wind und/oder Sonnenschein wird der Abfluss (und damit die Turbinenleistung) des Wasserkraftwerks reduziert, und das auflaufende Wasser füllt den Speicher. Bei Windstille und dunklem Himmel fließt mehr Wasser aus dem Becken über die Turbinen ab, und der Pegel im Speicherbecken sinkt. Ergänzen lassen sich diese Systeme durch Pumpspeicher- und Druckluftkraftwerke.

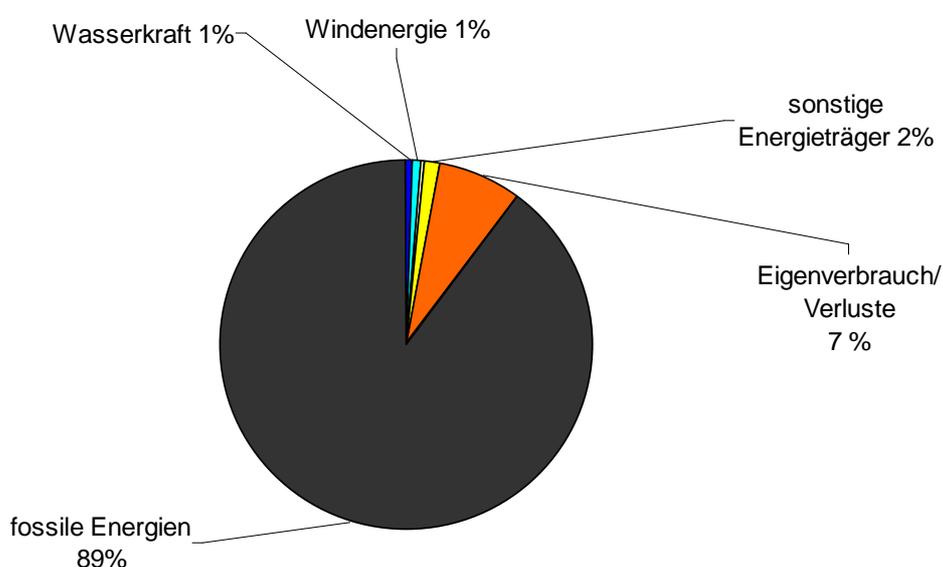
Wie der Energiemix der Zukunft aussehen kann – und welche positiven „Nebenwirkungen“ diese Entwicklung für die Region und den Arbeitsmarkt haben wird – das möchten wir auf den folgenden Seiten darstellen.

## I Rahmenbedingungen und Strategien für eine Energiewende

### I.1 Der gegenwärtige Stromsektor im Saarland – von fossilen Energiequellen geprägt

Das Saarland ist heute ein Stromexporteur. Die Elektrizitätserzeugung der saarländischen Kraftwerke lag im Jahr 2007 bei rund 12,8 Terawattstunden (TWh). Fast 20 Prozent des im Saarland produzierten Stroms werden exportiert. Als Primärenergieträger dominiert die saarländische Steinkohle.

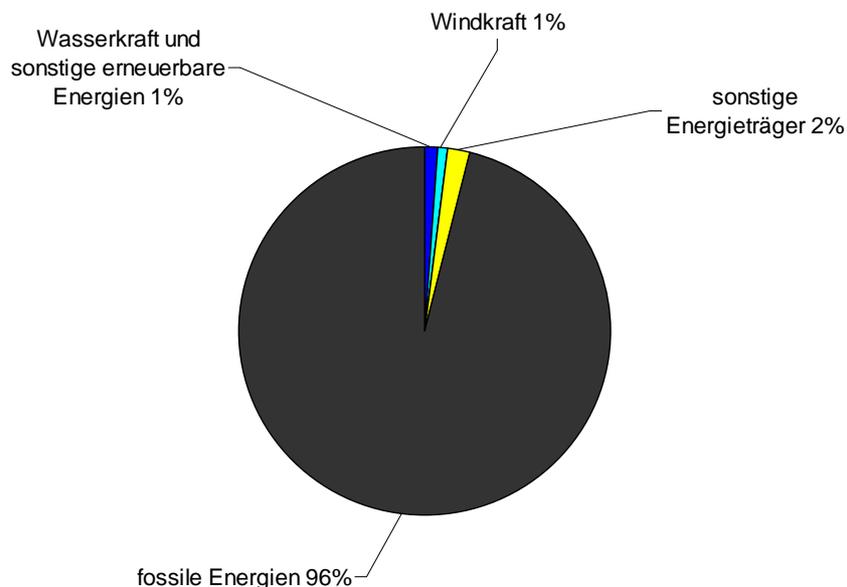
#### Bruttostromerzeugung im Saarland 2007: ca. 12,8 TWh



**Situation 2007:** Bei der Brutto-Stromerzeugung im Saarland besteht der überwiegende Teil aus fossilen Energien. 32 Prozent des erzeugten Stroms werden exportiert. (Quelle: Statistisches Amt Saarland)

Knapp 96 % des im Saarland verbrauchten Stroms stammt aus fossilen Energieträgern – wie schon erwähnt ganz überwiegend auf Basis der Steinkohle. Die Aufteilung des Stromverbrauchs im Saarland ist derzeit wie folgt:

### **Stromverbrauch im Saarland im Jahr 2007 (ca. 8,7 TWh)**



*Struktur des Stromverbrauches im Saarland 2007  
(Quelle: Statistisches Amt Saarland)*

Unter den erneuerbaren Energien spielt die Windkraft beim Stromverbrauch mit 1,0 Prozent die größte Rolle. Ihr folgt die Wasserkraft mit 0,7 Prozent. Die weiteren erneuerbaren Energieträger spielen heute nur eine marginale, die Geothermie (0,0 Prozent) überhaupt keine Rolle.

Leider sind die Zahlen zur installierten Kraftwerksleistung und zur Energiebilanz des Saarlandes nicht auf dem neusten Stand verfügbar. Die letzte amtliche Energiebilanz liegt nur für 2003 vor. Amtliche Angaben über installierte Kraftwerksleistungen und Standorte konnten nicht ermittelt werden. Die Grünen gehen in ihrem Energiekonzept (April 2008) von rund 2.400 MW fossiler Kraftwerksleistung aus. Auch sie müssen für die Erneuerbaren auf Zahlen von 2005 zurückgreifen. Dies ist besonders in dieser dynamisch wachsenden Branche ein ausgesprochen unbefriedigender Zustand, zumal solche Zahlen von den Netzbetreibern im Rahmen der EEG-Vergütung erhoben werden.

**Insgesamt trugen 2007 die erneuerbaren Energien im Saarland nur rund 2 Prozent zur Eigenstromerzeugung bei; das entspricht einer Energiemenge von rund 158.000 MWh. Bezogen auf den Stromverbrauch beträgt ihr Anteil etwa 1,8 Prozent. Das ist im Vergleich zum Bundesdurchschnitt von mittlerweile fast 15 Prozent sehr wenig.**

Um den Anteil der erneuerbaren Energien im Stromsektor deutlich zu erhöhen, bedarf es entsprechend neuer Standorte für Wind-, Solar- und Bioenergie-Anlagen. Doch sind hierfür ausreichend Flächen vorhanden? Die Antwort gibt ein kurzer Blick in die Statistik über Bodenflächen im Saarland. Das Saarland verfügt über eine Gesamtfläche von über 250.000 Hektar (exakt: 256.974 Hektar), verteilt auf sechs Landkreise und 52 Gemeinden. Die Aufteilung der Bodenfläche im Saarland ist dabei wie folgt:

Landwirtschaftsfläche (44,2%)	113.501 ha
Waldfläche (33,4%)	85.884 ha
Siedlungs- und Verkehrsfläche (20,2%)	51.887 ha
„sonstige Flächen“ (2,2%)	5.702 ha
<u>Summe</u>	<u>256.974 ha</u>

Wie wir in den nachfolgenden Kapiteln zeigen werden, reichen Bruchteile dieser Flächen aus, um eine hundertprozentig regenerative Stromversorgung im Saarland zu erreichen.

**Ein Umstieg von der heute hochgradig zentralen fossilen Energieversorgung hin zu einer dezentralen und auf regenerativen Energieträgern aus der Region basierenden Energieerzeugung würde zahlreiche volkswirtschaftlichen Vorteile mit sich bringen, die wir an dieser Stelle zusammenfassen möchten. Dabei haben wir berücksichtigt, dass durch das zu erwartende Ende des saarländischen Bergbaus die einheimische Energieerzeugung künftig massiv abnehmen würde und die saarländische Kraftwerke künftig mit Importkohle betrieben werden müssten.**

- 1. keine teuren Rohstoff- und Energieimporte mehr  
-> die Wertschöpfung bleibt im Inland vor Ort**
- 2. mehr Arbeitsplätze in den Regionen**
- 3. durch die Vielzahl von Anbietern entsteht mehr Wettbewerb; mehr Wettbewerb im Energiemarkt führt zu geringeren Energiepreisen als bei monopolähnlichen Strukturen**
- 4. Die Beschäftigung mit der Energieerzeugung führt zu einem anderen Umgang mit dem Thema Energie und damit auch zu mehr „Energiebewusstsein“**
- 5. Dezentrale Kombikraftwerke erzeugen neben Strom auch Wärme und tragen so zu mehr Effizienz in der Energieversorgung bei.**

Für das Saarland bietet eine konsequente „100%-Erneuerbare-Energien-Strategie“ die einmalige Möglichkeit, vom „Steinkohle-Land“ zum Selbstversorger durch erneuerbare Energien oder sogar zum Strom- und Technologieexporteur – abseits der Steinkohle – zu werden. Warum jedes Jahr Milliardenbeträge in die Kassen großer Energiekonzerne zahlen und in fernen Ländern wie Russland die Taschen reicher Rohstoff-Barone füllen? Warum behalten wir nicht die Wertschöpfung vor Ort?

## I.2 Die „Drei-E“-Strategie zum Wandel in der Energiewirtschaft

Im Mix der regenerativen Energien lässt sich schon in wenigen Jahren **ein sicheres, umweltfreundliches, von Importen unabhängiges und preisstabiles Energieversorgungssystem** auch in einer Industrienation wie Deutschland aufbauen. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ist neben Anstrengungen zum Energie sparen und zur effizienten Energienutzung das zentrale Instrument zur Umsetzung dieser Strategie. **Energie sparen, Energieeffizienz steigern und Erneuerbare Energien ausbauen** – diese drei Bereiche sollen nachfolgend zusammen mit den Initiativen auf EU-Ebene näher erläutert werden.

### Initiativen auf EU-Ebene

Im Oktober 2006 hat die EU-Kommission einen Aktionsplan verabschiedet, dessen Ziel **die Senkung des Energieverbrauchs um 20 Prozent bis zum Jahr 2020** ist. Der Aktionsplan umfasst Maßnahmen, mit denen die Energieeffizienz von Produkten, Gebäuden und Dienstleistungen verbessert und der Wirkungsgrad der Energieerzeugung und -verteilung erhöht werden soll; ferner sollen damit die Auswirkungen des Verkehrs auf den Energieverbrauch vermindert und die Finanzierung und Durchführung von Investitionen in diesem Bereich verbessert werden, und es sollen Impulse für vernünftiges Verhalten im Bereich des Energieverbrauchs gegeben und gefördert und internationale Energieeffizienzmaßnahmen intensiviert werden.

Durch diesen Aktionsplan sollen die breite Öffentlichkeit, die politischen Entscheidungsträger und die Marktakteure mobilisiert werden, damit der Energiebinnenmarkt so umgestaltet werden kann, dass die Bürger der Europäischen Union (EU) Zugang zu den weltweit energieeffizientesten Infrastrukturen (einschließlich der Gebäude), Produkten (u. a. Geräte und Verkehrsmittel), Verfahren und Energiedienstleistungen erhalten.

Das Ziel dieses Aktionsplans lautet, den Energiebedarf so zu steuern und zu verringern und Energieverbrauch und -versorgung gezielt so zu beeinflussen, dass bis zum Jahr 2020 insgesamt 20 Prozent des jährlichen Energieverbrauchs (gemessen am hochgerechneten Energieverbrauch für das Jahr 2020) eingespart werden können. Dieses Ziel entspricht Energieeinsparungen von rund 1,5 Prozent jährlich bis zum Jahr 2020.

Deutliche und dauerhafte Energieeinsparungen erzielen zu wollen, bedeutet einerseits, dass energieeffiziente Techniken, Produkte und Dienstleistungen entwickelt werden müssen, erfordert andererseits aber auch eine Verhaltensänderung der Verbraucher bei gleich bleibender Lebensqualität. Im Aktionsplan werden verschiedene kurz- und mittelfristige Maßnahmen beschrieben, mit denen dieses Ziel erreicht werden soll.

Die Kommission ist der Ansicht, dass die größten Energieeinsparmöglichkeiten in folgenden Bereichen zu erreichen sind: Wohngebäude und gewerblich genutzte Gebäude (Dienstleistungssektor), wobei das Einsparpotenzial hier mit 27 % beziehungsweise 30 % veranschlagt wird, ferner in der verarbeitenden Industrie, in der ein Einsparpotenzial von rund 25 % besteht, sowie im Verkehrssektor, dessen Potenzial zur Verbrauchssenkung auf ca. 26 % geschätzt wird.

Diese Senkungen des Energieverbrauchs entsprechen geschätzten Gesamteinsparungen von 390 Mio. Tonnen Rohöläquivalent (t RÖE) jährlich, also **rund 100 Milliarden Euro jährlich bis zum Jahr 2020**. Zugleich ließen sich damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 780 Mio. Tonnen jährlich senken. Dieses Einsparpotenzial kann zusätzlich zu Verbrauchssenkungen erreicht werden, die auf 1,8% oder 470 Mio. t RÖE geschätzt werden und unter anderem durch bereits eingeleitete Einsparmaßnahmen und den Ersatz gegenwärtig verwendeter Geräte erzielt werden.

***Indem das Einsparziel von 20 Prozent erreicht wird, können die Auswirkungen auf den Klimawandel und die Abhängigkeit der EU von der Einfuhr fossiler Brennstoffe verringert werden. Zugleich bewirkt der Aktionsplan eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Industrie, ermöglicht den Ausbau der Ausfuhren neuer Technologien und bringt beschäftigungspolitisch positive Auswirkungen mit sich. Außerdem kann durch die Energieeinsparungen unter anderem ein Ausgleich für die Investitionen in innovative Technologien geschaffen werden.***

### **I.2.1 Energie sparen**

Der effektivste und günstigste Weg, den Kohlendioxid-Ausstoß zu reduzieren, ist die Einsparung möglichst vieler Kilowattstunden. Für die Diskussion zur Nachhaltigkeit stellen Gesichtspunkte der Energieeinsparung einen wichtigen Faktor dar. Um für künftige Generationen einen naturverbundenen und natürlichen Lebensraum zu erhalten, ist es wichtig, den derzeitigen hohen Energieverbrauch zu reduzieren.

Das klingt selbstverständlich, erfordert aber in der Umsetzung erhebliche Anstrengungen aller Akteure, um eingefahrene Verhaltensweisen und Gewohnheiten zu ändern, die viel Energie verschwenden. Hier sind alle gefordert, durch Kampagnen und Aktionen das Bewusstsein für den sparsamen Umgang mit Energie zu fördern und Verhalten zu ändern. Besonders ist die Politik gefordert, durch Vorschriften und Normen den Standby-Verbrauch von Neugeräten gemäß dem technischen Stand auf ein Minimum zu reduzieren. Aber auch neue Kennzeichnungsvorschriften sind erforderlich, die nicht nur die Effizienzklassen von Elektrogeräten, Heizungen oder Fahrzeugen benennen, sondern auch deren voraussichtliche Energiekosten in den ersten 10 Jahren für den Verbraucher transparent machen, damit dieser beim Kauf nicht das billigste Gerät oder Fahrzeug erwirbt, sondern das preiswerteste.

Die Verringerung des Energiebedarfs kann sowohl in Industrie und Gewerbe als auch im eigenen Heim verwirklicht werden. Beispiele hierfür gibt es viele: Einsatz von Energiesparlampen, Reduzierung des Stand-By-Betriebs vieler Geräte wie PC, Fernseher etc., Haushaltsgeräte mit positiven Effizienzklassen, usw. Zusätzlich kann man durch die Verwendung eines Strommessgeräts anderen bisher nicht wahrgenommenen Stromverbrauchern auf die Spur kommen. Durch die Senkung des Energieverbrauchs reduzieren die Verbraucher zudem ihre Kosten und durch die verminderte Nachfrage auch die Kosten für Energie allgemein. Das gilt natürlich nicht nur für den Stromsektor, sondern auch für den Wärme- und Verkehrsbereich.

Immense Einsparungen können beim Stromverbrauch auch durch die Beachtung von Energieeffizienzklassen beim Kauf von Haushaltsgeräten erzielt werden, die die Mehrkosten bei der Anschaffung mehrfach auffangen. Ein gutes Beispiel sind Energie-Sparlampen, die nicht nur eine höhere Lebensdauer besitzen, sondern auch weniger Strom benötigen. Insbesondere beim Einsatz in öffentlichen Gebäuden, auf Gehwegen und sonstigen öffentlichen Einrichtungen kann die öffentliche Hand bewusst eine Vorbildfunktion für die Gesellschaft übernehmen.

## **I.2.2 Energieeffizienz steigern**

In zahlreichen Bereichen der Energieerzeugung und des Energieverbrauchs lassen sich ungenutzte Potenziale zur Effizienzsteigerung aufzeigen. So führt die bislang vorherrschende Stromerzeugung in zentralen Großkraftwerken allein durch lange Übertragungswege zum Verbraucher zu so genannten Leitungsverlusten. Diese addieren sich in Deutschland auf einen Anteil von 4,3 % an der Stromproduktion. Je näher also der Produktionsort an den Ort des Energieverbrauches rückt, umso niedriger fallen die Leitungsverluste aus. Der Ausbau einer dezentralen Energieversorgung, deren Merkmal die breite räumliche Streuung von Windturbinen als auch Solar-, Biomasse-, Biogas-, Wasser- und Geothermie-Kraftwerken ist, zeichnet sich daher prinzipiell durch eine höhere Effizienz aus.

Je effizienter eine Energieerzeugung ist, desto umweltschonender ist sie auch. Während bei der herkömmlichen Energieerzeugung in fossil oder nuklear befeuerten Kraftwerken, die nur für Stromerzeugung ausgelegt sind, die Wärme ungenutzt verloren geht, wird bei der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) nicht nur der Strom, sondern auch die Wärme verwendet. Dadurch wird ein wesentlich höherer Nutzungsgrad (bis zu 95 %) bei gleichzeitiger Einsparung von Brennstoffen erreicht. Auch bei Bioenergie- und Geothermie-Kraftwerken lässt sich die Stromerzeugung mit der Wärmeerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplung kombinieren.

Im Wohnbereich lohnt sich in der Regel eine energetische Sanierung, bei der nicht nur Fragen der Wärmedämmung, sondern auch gleichzeitig effiziente Formen der Energieversorgung mit eingebracht werden. So kann ein Mini-Blockheizkraftwerk im Eigenheim einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 % erreichen. Das bedeutet nicht nur ein Höchstmaß an Energieeffizienz, sondern vor allem auch verringerte Emissionen zum Wohle der Umwelt.

Nicht nur im privaten Bereich lassen sich Effizienzsteigerungen erzielen, sondern auch im öffentlichen Bereich. Darunter fallen beispielsweise Büro- und Verwaltungsgebäude, Bildungseinrichtungen, Verkaufsstätten, Sportgebäude, Krankenhäuser, Seniorenheime, Hotels und Gaststätten. Diese Gebäude benötigen

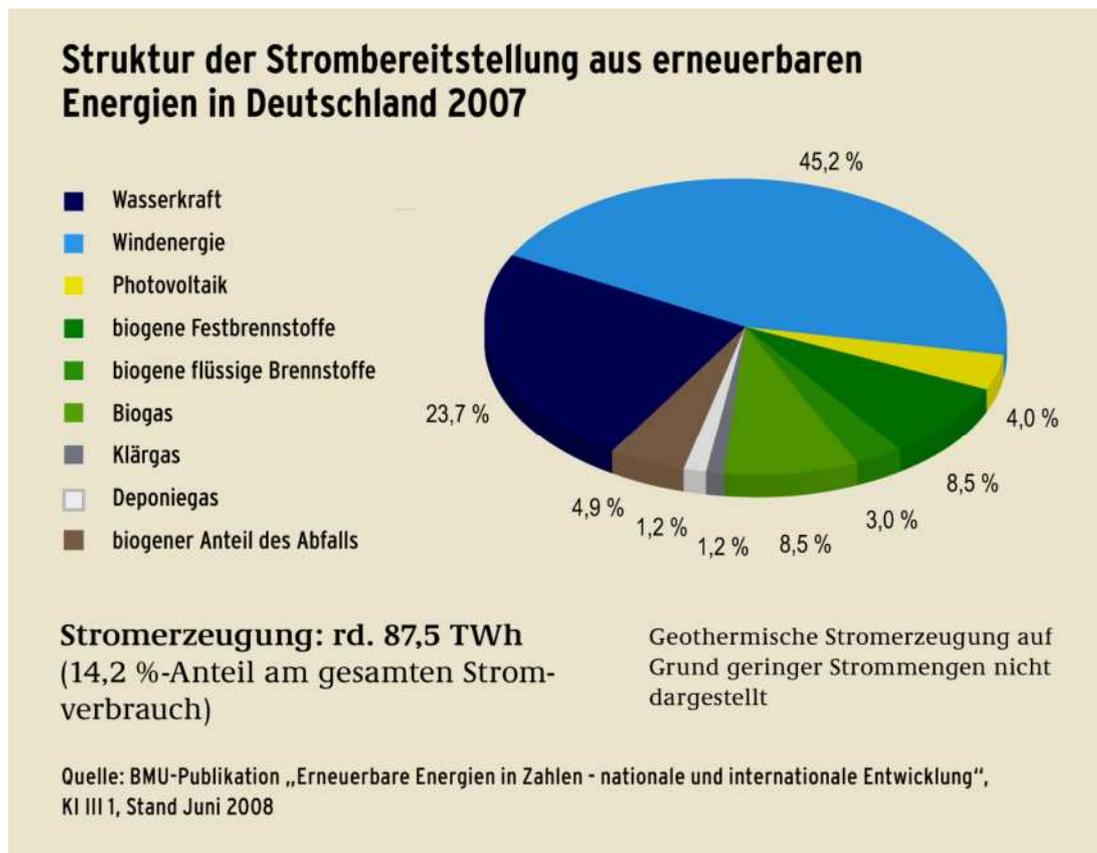
- zum einen Haustechnik: Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung, diverse Technik wie Aufzug, Fahrtreppen, Pumpen
- zum anderen Betriebstechnik: Arbeitshilfen wie Computertechnik, Kopierer, Telefone und zentrale Dienste wie Küchen, Telefonanlagen, Server.

Hier lassen sich durch den konsequenten Ausbau von neuen, energieeffizienteren Geräten trotz anfänglich eventuell höherer Investitionskosten erhebliche Effizienzsteigerungen und damit Einsparungen erzielen.

In der Industrie lassen sich ebenfalls viele Prozesse energieeffizienter durch variable Prozessparameter betreiben. So lässt sich allein im Bereich der elektrischen Antriebstechnik durch den Einsatz von Drehstrommotoren im Bremsbetrieb elektrische Energie zurückgewinnen, wie dies zum Beispiel schon seit Jahren bei einer Vielzahl von elektrischen Lokomotiven der Deutschen Bahn der Fall ist. Darüber hinaus lassen sich nicht benötigte Nebenprozesse in der Industrie zeitweise ganz abschalten oder ganze Prozesse in ihrem Ablauf energetisch optimieren.

### I.2.3 Erneuerbare Energien ausbauen

Bundesweit steuern erneuerbare Energien heute rund 14 % zur Stromerzeugung bei. Damit hat Deutschland sein ursprüngliches Ziel, den Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis 2010 auf mindestens 12,5 % zu steigern, bereits jetzt deutlich übertroffen. Im Jahr 2007 wurden 87,5 Mrd. Kilowattstunden (87,5 TWh) regenerativ erzeugt. Im Vergleich zum Vorjahr ist das eine Steigerung um rund 18 %. Die Windenergie ist mittlerweile die wichtigste regenerative Energiequelle.



In vielen Regionen Deutschlands wird es möglich sein, schon in kurzer Zeit den Anteil an regenerativen Energien im Strommix deutlich zu steigern. So geht etwa eine Prognose des Bundesverbandes der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) davon aus, dass der Anteil der erneuerbaren Energien 2013 bereits ein Viertel des deutschen Strombedarfes decken wird. Kommunen, Landkreisen und Bundesländern bietet sich hier die Möglichkeit, durch eine konsequente Umsetzungspolitik eine Vorreiterrolle einzunehmen und sich so auf Jahre hinaus ein großes Stück vom Zukunftsmarkt „Umweltfreundliche Energiewirtschaft“ zu sichern.

Ein gängiger Einwand gegen den zügigen Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung lautet, dass er die Strompreise massiv in die Höhe treiben werde. Richtig ist, dass Strom aus erneuerbaren Energien ohne die finanzielle Förderung nach dem EEG gegenüber der konventionellen Stromerzeugung auch heute noch nicht konkurrenz- und wettbewerbsfähig ist; was allerdings vorrangig daran liegt, dass die externen Kosten der konventionellen Stromerzeugung (z.B. Umweltschäden) heute nicht im Strompreis abgebildet werden, sondern von der Allgemeinheit über Steuermittel und Versicherungsbeiträge aufgebracht werden müssen.

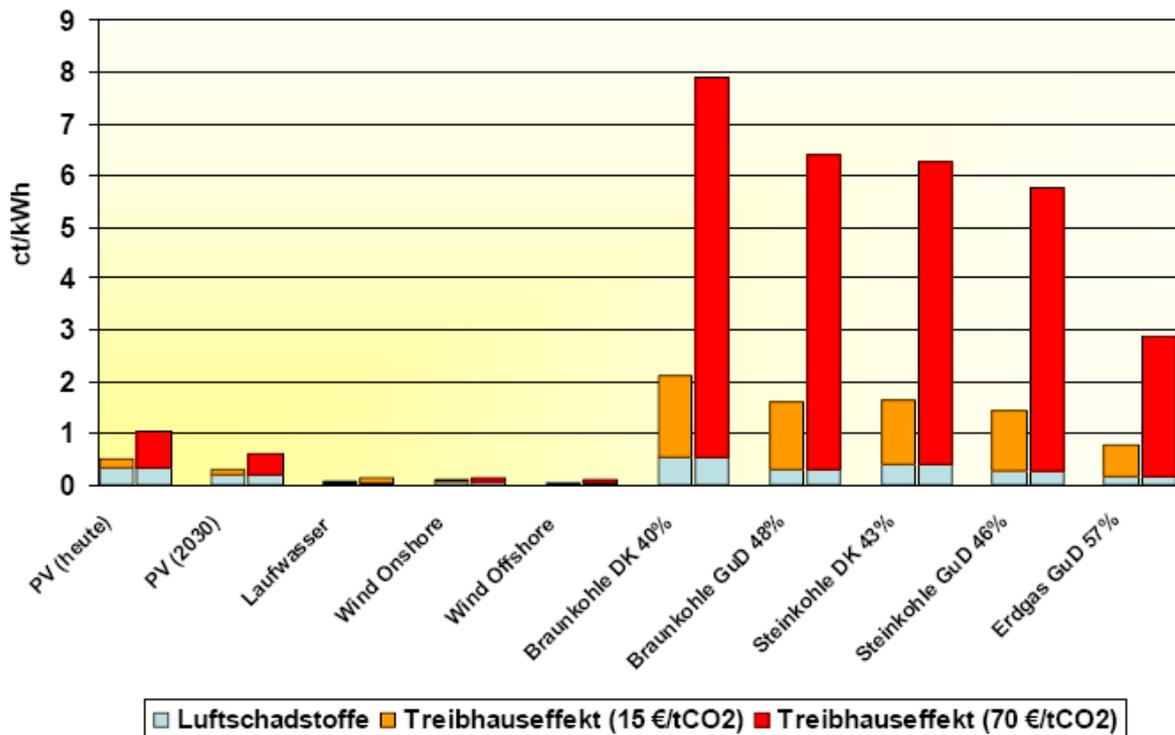
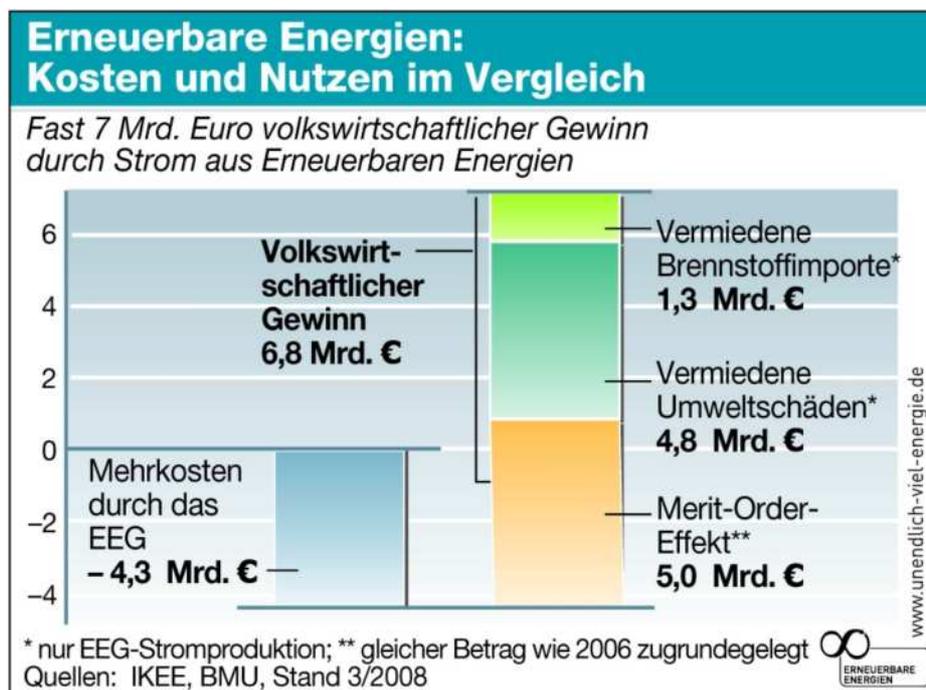


Abbildung 3.1: Quantifizierbare externe Kosten für verschiedene Stromerzeugungstechnologien. (DK: Dampfkraftwerk; GuD: Gas- und Dampfkraftwerk)

Quelle: Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern von DLR und Fraunhofer ISI im Auftrag des BMU April 2006

Doch nicht allein die notwendige Integration dieser „externen“ Kosten treibt die Preise. Hinzu kommen gestiegene Rohstoffpreise sowie die Kosten, die im fossilen Bereich durch die altersbedingte Stilllegung konventioneller Kraftwerke am Ende der technischen Laufzeit sowie der damit verbundene Neubau von Kraftwerke bedingt. Neue konventionelle Kraftwerke sind zwar effizienter, werden aber zusätzliche Strompreiserhöhungen durch die hohen Rohstoffkosten der Baumaterialien (Stahl, Kupfer, Beton) sowie die langen Lieferzeiten für Kraftwerkskomponenten und den damit verbundenen Preisvorstellungen der Lieferanten bewirken. Zudem sind hier, anders als bei abbeschriebenen Altkraftwerken, auch die Kapitalkosten ein zusätzlicher Kostenfaktor.

Bei der Betrachtung und Beurteilung der durch die erneuerbaren Energien entstehenden Kosten sind aber nicht allein die Vergütungszahlungen nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz entscheidend, sondern vor allem die im EEG gesetzlich definierten Differenzkosten. Sie geben den Wert an, der sich aus dem Unterschied zwischen den von den Energieversorgungsunternehmen (EVU) an die Betreiber von Erneuerbare-Energie-Anlagen gezahlten Vergütungen und dem durchschnittlichen Strombezugspreis des EVU ergibt, der ohnehin von jedem Stromverbraucher über die Stromrechnung zu begleichen ist. Die Differenzkosten werden in der Praxis in Form der EEG-Umlage von den EVU über den Strompreis auf den Stromkunden übertragen.



Den „Mehrkosten“ des EEG stehen aber zahlreich volkswirtschaftliche Vorteile gegenüber:

- vermiedene Brennstoffkosten
- vermiedene Umweltschäden
- Reduzierung der hohen Stromerzeugungskosten an der Börse durch Reduzierung des konventionellen Strombedarfs (sog. **Merit-Order-Effekt**)

Bei steigenden konventionellen Strompreisen ist zudem damit zu rechnen, dass die Differenzkosten zukünftig wieder sinken und bei Erreichung der Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien schließlich gänzlich entfallen. Mehrere Faktoren sprechen dafür, dass die Erzeugung konventionellen Stroms in den kommenden Jahren deutliche Kostensteigerungen erfahren wird. Dazu gehören in erster Linie die Investitionen, die bei der Errichtung neuer konventioneller Kraftwerke amortisiert werden müssen, und steigende Brennstoffkosten. Angesichts der Endlichkeit und der im weltweiten Maßstab räumlich stark konzentrierten Lagerstätten von Gas- und Ölreserven werden die Importpreise für diese Energieträger zwangsläufig steigen.

Einhergehend mit dem stark wachsenden Energiebedarf der Schwellen- und Entwicklungsländer steigt bereits gegenwärtigen der Preis für Kohle. Zudem haben auch die Preise für konventionelle Kraftwerkstechnik aufgrund der hohen Nachfrage angezogen. Nicht zuletzt wird die Einpreisung der externen Kosten der konventionellen Stromerzeugung, die im Zuge des Emissionshandels über die teilweise Versteigerung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ab 2008 beginnen wird, zu einer weiteren Erhöhung der Erzeugerkosten führen.

Demgegenüber kann der Strom aus erneuerbaren Energien in den kommenden Jahren immer günstiger produziert werden, denn mit Ausnahme der Bioenergie fallen dabei nur Technikkosten und keine Brennstoffkosten an. Die Technikkosten sinken zudem bei wachsender industrieller Anlagenproduktion (Maßstabsvorteile oder *economies of scale*) sowie durch Technologiesprünge, die bei jungen Technologien größer ausfallen als bei schon lange etablierten Technologien. Insgesamt ergibt sich daraus, dass eine übermäßige Kostensteigerung auch bei einem beschleunigten und vermehrten Ausbau nicht zu erwarten ist. Vielmehr wird nur der Ausbau erneuerbarer Energien zur Stabilisierung der Strompreise beitragen.

### I.3. Grundversorgung mit erneuerbaren Energien

Erneuerbare Energien sind künftig in der Lage, die Grundversorgung mit Strom sicher zu stellen. Denn Wind- und Solarkraftwerke nutzen kostenlose und unbegrenzte Ressourcen – dies müssen auch die wesentlichen Eigenschaften der Energieträger der Zukunft sein. Die Unabhängigkeit von Energieimporten sowie eine preisstabile, umweltfreundliche Energieerzeugung werden die wesentlichen Merkmale einer nachhaltigen Energieversorgung sein.

Ein hoher Anteil EE fordert von dem übergangsweise verbleibenden konventionellen Kraftwerkspark, dass er auf die variable Einspeisung regenerativer Energien reagieren kann. Diese Anforderung können unflexible Großkraftwerke nicht erfüllen. Sie produzieren unabhängig von der aktuellen Stromnachfrage und der Einspeisung der EE. In Folge dessen muss sich eine neue Kraftwerksstruktur ausbilden, die Rücksicht auf die Schwankungen bei Erzeugung und Verbrauch nimmt. Fossile Großkraftwerke können dann nur als flexible Ergänzungskraftwerke zu den EE agieren.

#### I.3.1 Kriterien für die Zusammensetzung eines regenerativen Energiemix

Unser Ziel ist es, im Saarland im Jahr 2030 den Jahresstrombedarf zu 100 Prozent mit Strom aus erneuerbaren Energien zu decken. **Doch welche regenerativen Energiequellen werden das sein? Was sind die Kriterien für den Strommix der Zukunft? Grundlage des von uns vorgeschlagenen Energiemix ist die Berücksichtigung eines aus heutiger Sicht vernünftigen, technisch machbaren und wirtschaftlichen Szenarios.** Bei der Festlegung der einzelnen Anteile der regenerativen Energien haben wir uns an folgenden Kriterien orientiert:

- 1.) **Kostenstruktur**
- 2.) **Rohstoffabhängigkeit**
- 3.) **Flächenbedarf**
- 4.) **Stand der technologischen Entwicklung**
- 5.) **Vermeidung einer Überproduktion von Strom**

Gegenüber konventionellen Energiequellen haben erneuerbare Energien – wie die nachfolgende Grafik zeigt – die mit Abstand niedrigsten energetischen Amortisationszeiten. Denn während in fossilen und atomaren Kraftwerken Ressourcen für immer verloren gehen, stehen uns Sonne, Wind und Wasser nahezu unbegrenzt zur Verfügung. Deshalb haben diese regenerativen Kraftwerke schon nach wenigen Monaten die Energiemenge erzeugt, die für Planung, Bau, Betrieb und spätere Entsorgung benötigt werden.

**Energiebilanz von Kraftwerken**

Energieträger	Energetische Amortisationszeit (für Herstellung, Betrieb und Entsorgung)
Windkraft	4 bis 7 Monate
Wasserkraft	9 bis 13 Monate
Photovoltaik	2 bis 5 Jahre
Konventionelle Kraftwerke	nie

Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Dass die Windenergie mittlerweile bundesweit eine führende Rolle unter den erneuerbaren Energien erlangen konnte, liegt vor allem an ihrer Effizienz und ihrer günstigen Kostenstruktur. Für Anlagen, die im Jahr 2009 in Betrieb gehen, erhalten Betreiber regenerativer Kraftwerke folgende Vergütungssätze (für 20 Jahre fest):

**Energieform      Vergütung bei Inbetriebnahme im Jahr 2009 (in Cent pro kWh)**

Windenergie	ca. 5 (Basisvergütung); ca. 9,2 (erhöhte Vergütung)
Wasserkraft	ca. 11,5 (bis 500 kW)
Bioenergie	ca. 10 (Grundvergütung bis 150 kW)
Geothermie	ca. 16 (bis 5 MW)
Grubengas	ca. 7 (bis 1 MW)
Photovoltaik	ca. 43 (Dachanlage bis 30 kW); ca. 32 (Freiflächenanlagen)

Auch das neue, am 01.01.2009 in Kraft tretende EEG sieht für die einzelnen regenerativen Energieträger unterschiedliche Degressionsraten für Neuanlagen vor. Im Einzelnen betragen diese Absenkungsraten des Vergütungssatzes:

**Energieform      Jährliche Degression für Neuanlagen**

Windenergie	1,0%
Wasserkraft	0,0%
Bioenergie	1,0%
Geothermie	1,0%
Grubengas	1,5%
Photovoltaik	9,0% (Dachanlagen); 9,0% (Freiflächenanlagen)

Daraus ergeben sich – unter der Annahme einer weitgehend unveränderten Fortsetzung des EEG – folgende Vergütungssätze für Neuanlagen, die im Jahr 2030 in Betrieb genommen werden:

Energieform	Vergütung bei Inbetriebnahme im Jahr 2030 (in Cent pro kWh)
Windenergie	ca. 4 (Basisvergütung); ca. 7,5 (erhöhte Vergütung)
Wasserkraft	ca. 11,5 (bis 500 kW)
Bioenergie	ca. 7,5 (Grundvergütung bis 150 kW)
Geothermie	ca. 13 (bis 5 MW)
Grubengas	ca. 5 (bis 1 MW)
Photovoltaik	ca. 6 (Dachanlage bis 30 kW); ca. 4,5 (Freiflächenanlagen)

**Die Erzeugungskosten konventioneller Kraftwerke dürften sich im gleichen Zeitraum von heute rund 6 Cent / kWh auf deutlich über 11 Cent / kWh erhöhen.**

Einen Vergleich der **Flächeneffizienz** der Energieträger zeigt die folgende Übersicht:

**Energieform jährlicher Flächenertrag (in Kilowattstunden pro Hektar)**

Windenergie	ca. 18,0 Mio. (Einzelanlage der 6-MW-Klasse) ca. 6,0 Mio. (5er Windpark der 6-MW-Klasse)
Photovoltaik	ca. 1,0 Mio. (Schrägdach); ca. 0,4 Mio. (Freifläche)
Biogas	ca. 0,025 Mio. (inkl. Anbaufläche)

Wie zu sehen liefert die Windenergie die mit Abstand größten Erträge. Im Verhältnis zur Stromerzeugung mit nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen beträgt das Verhältnis etwa 720 zu 1.

**Windenergie:**

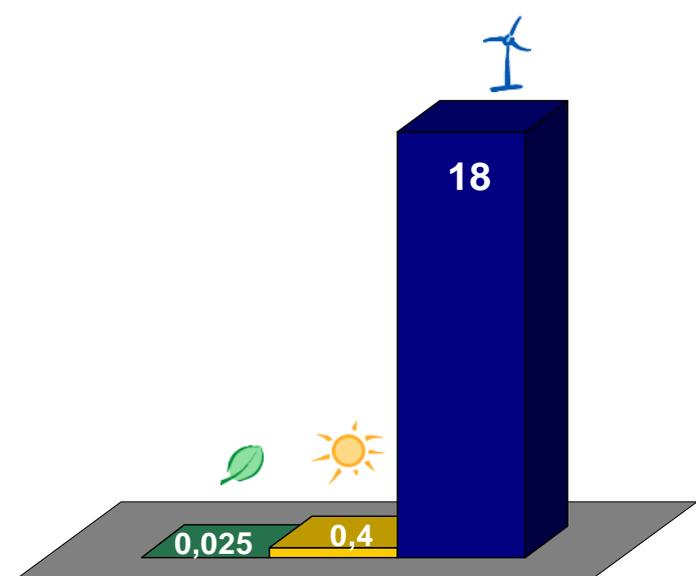
Einzelanlage der 6-MW-Klasse

**Photovoltaik (PV):**

Freiflächenanlage

**Bioenergie:**

landwirtschaftliche Biogasanlage



*Spezifischer Energieertrag in Millionen Kilowattstunden pro Hektar*

**Große, bislang ungenutzte Ausbaupotenziale befinden sich aber nicht nur im Bereich der Windenergie, sondern vor allem auch im Bereich der Solarenergie. Beide Energiequellen ergänzen sich in der Regel sehr gut und sind unabhängig von Rohstoffen: Im Winterhalbjahr (Oktober bis März) gibt es viel Wind, im Sommerhalbjahr (April bis September) viel Sonne.**

Die Stromerzeugung durch Wasserkraft lässt sich ebenfalls steigern, allerdings – unter den heute geltenden naturschutzrechtlichen Rahmenbedingungen – in einem überschaubaren Rahmen. Hoffnungen setzen wir zudem auf die Bioenergie- und Geothermie-Potenziale. Deren Erschließung ist allerdings – wie wir später noch zeigen werden – mit einigen Fragezeichen versehen. Dennoch werden sie in einem künftigen Energiemix eine wichtige Rolle spielen, vor allem auch als speicherfähige Medien in Ergänzung zur Wind- und Solarenergie.

Bei der Bioenergie sind bereits heute Grenzen erkennbar, die im Wesentlichen aus dem konkurrierenden Nutzungsanspruch in Bezug auf die zur Verfügung stehenden Flächen resultieren: Nahrungsmittelproduktion (z.B. Getreide), Pflanzenanbau (z.B. Raps) für den Treibstoffmarkt oder Rohstoffe für Biogasanlagen (z.B. Mais). **Die Abhängigkeit von Rohstoffen – selbst wenn sie vor Ort angebaut werden können – ist der große Unterschied der Bioenergie gegenüber der rohstofffreien Wind- und Solarenergie.** Und diese Abhängigkeit macht den Strom aus Bioenergie-Anlagen über einen langen Zeitraum auch schwerer kalkulierbar als Strom aus Windgeneratoren und Photovoltaik-Anlagen; weil schlicht der Einkaufspreis für die Biomasse nicht über 20 Jahre konstant sein wird.

Bei der bestehenden Unsicherheit hinsichtlich der Kostenentwicklung kann beispielhaft auf die jüngsten Preissteigerungen auf den Agrarmärkten verwiesen werden. Aufgrund der weltweit zunehmenden Nachfrage kam es vergangenes Jahr beispielsweise zu unerwartet hohen Preisanstiegen – ausgelöst durch einen Ursachenkomplex aus globalem Bevölkerungswachstum, veränderten Konsumgewohnheiten in den aufsteigenden Schwellenländern, Verlusten von Anbauflächen und regionalen Ernteaussfällen wie etwa 2006 in Australien oder 2007 in der Ukraine. Eine Verteuerung der Verstromung von Biomasse für die Anlagenbetreiber ist die Folge.

Mit dem zunehmenden Ausbau erneuerbarer Energien wird auch **ein stärkeres Bewusstsein in der Bevölkerung für Energiefragen** entstehen. Deshalb wird es parallel auch zu einer Steigerung der Energieeffizienz und damit verbunden zu Einsparungen im Stromverbrauch kommen. Entsprechende Initiativen und Kampagnen wurden von der Bundes- und Landespolitik initiiert. Bis 2030 halten wir ein Einsparpotenzial von 30 bis 40 Prozent für erreichbar – für die vorliegenden Betrachtungen gehen wir allerdings konservativ von einer Einsparung von rund 20 Prozent aus. Der Stromverbrauch im Saarland würde dann im Jahr 2030 bei rund sieben Milliarden Kilowattstunden liegen.

**Regenerativ erzeugter Strom könnte auch in den Bereichen Wärme und Mobilität eine bedeutende Rolle spielen!** Im Kapitel III.5 werden wir darauf näher eingehen. Zunächst einmal konzentrieren wir uns mit der vorliegenden Studie jedoch auf die Möglichkeiten im Stromsektor.

### I.3.2. Das Grundversorgungskraftwerk

Erneuerbare Energien werden künftig die Grundversorgung mit Energie sicherstellen. Denn Wind- und Solarkraftwerke nutzen kostenlose, unbegrenzte Ressourcen – dies sind die wesentlichen Eigenschaften der Energieträger der Zukunft! Die Unabhängigkeit von Energieimporten sowie eine preisstabile und umweltfreundliche Energieerzeugung werden die wesentlichen Merkmale einer nachhaltigen Energieversorgung sein.

**Nur so können wir die Preisspirale durchbrechen, die sich immer schneller dreht. Steigende Energienachfrage und schwindende Ressourcen werden die Preise explodieren lassen.**

Ein hoher Anteil erneuerbarer Energien fordert von dem übergangsweise verbleibenden konventionellen Kraftwerkspark, dass er auf die variable Einspeisung erneuerbarer Energien reagiert. Diese Anforderung wird von den unflexiblen Großkraftwerken nicht erfüllt. Sie produzieren unabhängig von der aktuellen Stromnachfrage und der aktuellen Einspeisung der klimaneutralen erneuerbaren Energien. In Folge dessen wird sich eine neue Kraftwerksstruktur ausbilden. Fossile Kraftwerke müssen als flexibles Ergänzungskraftwerk zu den erneuerbaren Energien agieren können. Grundlastkraftwerke im klassischen Sinne werden nicht mehr einsetzbar sein, denn erneuerbare Energien liefern künftig sowohl Grund- und Mittel- als auch Spitzlast. Im intelligenten Zusammenspiel zwischen der Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien und der umweltfreundlichen Verbrauchssteuerung lässt sich so eine hohe Versorgungssicherheit auch in einer Industrienation wie Deutschland sicherstellen. Dazu werden keine verlängerten Laufzeiten von Atomkraftwerken und keine neuen fossilen Großkraftwerke benötigt.

**Der heutige Kraftwerkspark ist gekennzeichnet durch ein hohes Maß an Überkapazität.** Der insgesamt installierten Kraftwerksleistung von rund 140.000 Megawatt steht eine benötigte Höchstlast von rund 75.000 Megawatt gegenüber. Das entspricht einer Quote von etwas mehr als 50 Prozent.

**Kraftwerksleistung in Megawatt**

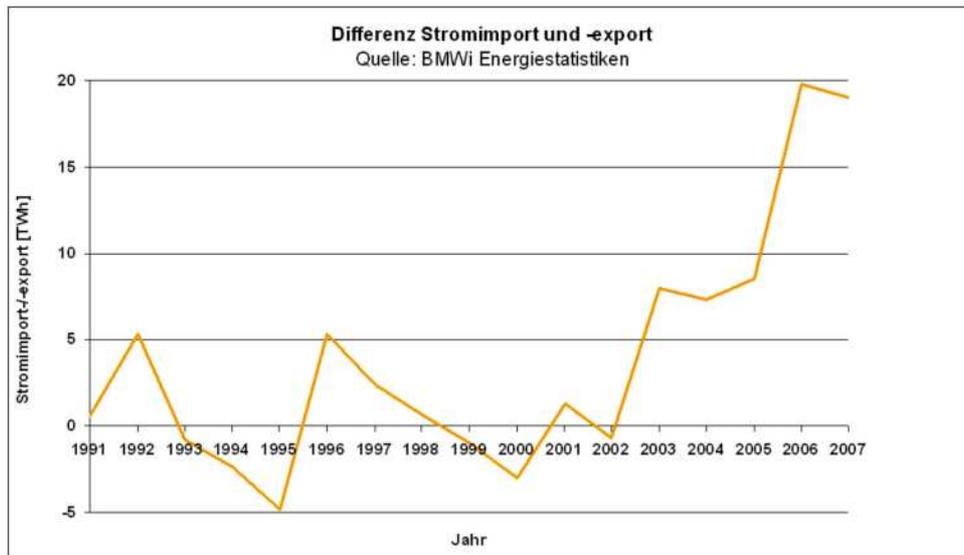
	1996	2004 <sup>1)</sup>	2005 <sup>1)</sup>	2006 <sup>1)</sup>
<b>Stromversorger</b>	102.327	101.133	101.843	102.572
<b>Industrielle Eigenanlagen</b>	11.741	9.275	9.945	10.565
<b>Private</b>	•	18.715	22.571	26.402
<b>Insgesamt</b>	114.068	129.123	134.359	139.539

<sup>1)</sup> geschätzte Angaben

• Werte liegen nicht vor

Quelle: BDEW; Stromzahlen 2007

Auf Grund der hohen Überkapazitäten kam es in den vergangenen Jahren zu einem zunehmenden Exportüberschuss im Strommarkt. 2007 lag er bei knapp 20 Milliarden Kilowattstunden – obwohl fünf Atomkraftwerk-Blöcke zeitweise vom Netz waren, die beiden Biblis-Blöcke nahezu das ganze Jahr. Im ersten Halbjahr 2008 betrug der Exportüberschuss bereits 14,4 TWh. Ende des Jahres werden es voraussichtlich knapp 30 TWh sein – das ist fünf bis sechs Mal soviel wie z.B. im geplanten Kohlekraftwerk in Mainz jährlich produziert werden soll.

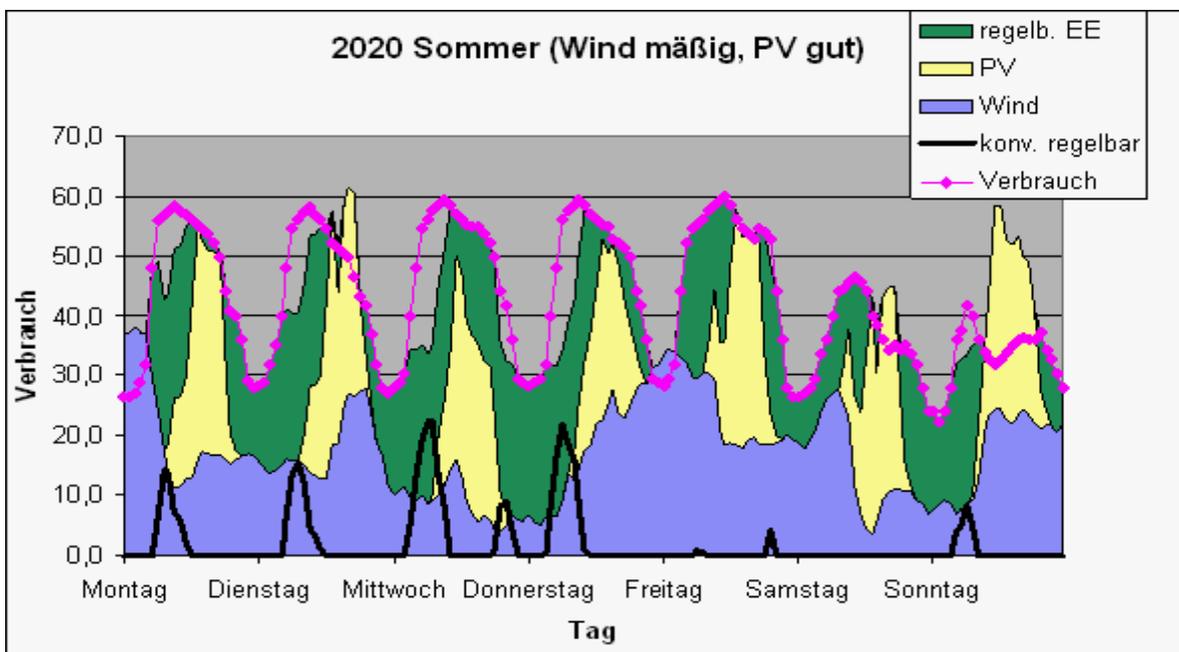
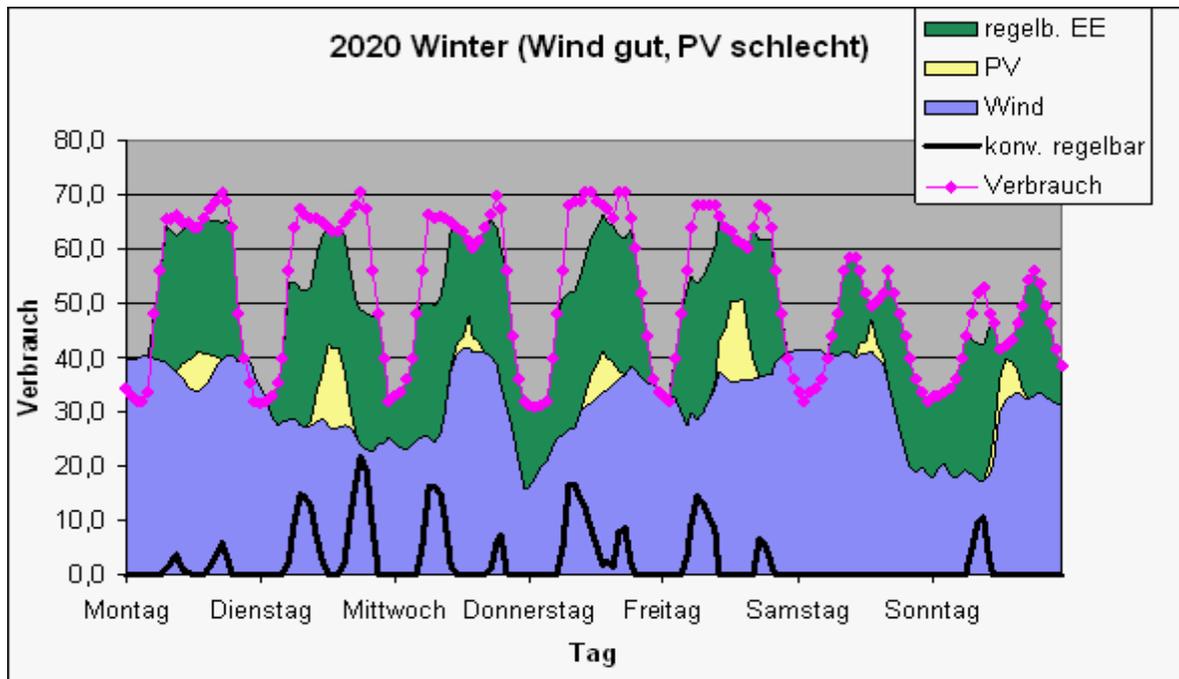


Vor diesem Hintergrund werden die erneuerbaren Energien in der Lage sein, schon weit vor 2030 einen großen Teil der benötigten Leistung in Deutschland bereitzustellen.

- 2/3 der Windenergie liefern Windenergieanlagen im Winter, da der Wind deutlich stärker weht und darüber hinaus auch bedingt durch verbesserte Anlagentechniken, große Nabenhöhen über 100 Meter und damit verbunden höheren Volllaststunden von mehr als 3.000 Stunden.
- Solarenergie liefert tagsüber immer Strom, da Photovoltaikanlagen das Licht (nicht den Sonnenschein!) ausnutzen. Im Sommer deutlich besser als im Winter.
- Durch die natürlichen Zyklen von Wind (vorwiegend im Winterhalbjahr) und Solarstrahlung (vorwiegend im Sommerhalbjahr) ergänzen sich diese beiden Energieträger hervorragend.
- Bioenergie, Wasserkraft und Geothermie können den Bedarf in flexibel regelbaren Kraftwerken decken und die Lücke zwischen Wind- und Sonnenstrom regenerativ schließen.
- Weitere Differenzen zwischen Bedarf und regenerativer Energieerzeugung können nur durch flexible Kraftwerke (z. B. auf Basis von Erdgas) geschlossen werden.
- Künftig wird auch die Rückeinspeisung von gespeichertem, regenerativ erzeugtem Strom zunehmend möglich sein; zum Beispiel durch Wasserkraftwerke (Pumpspeicher) und Bioenergieanlagen (Gasspeicher).

### Konventionelle Kraftwerke nur selten notwendig

Die nachfolgenden Grafiken zeigen exemplarisch, wie erneuerbare Energien uns schon weit vor Erreichen des 100%-Ziels mit sauberem Strom versorgen können. Dabei wurden typische Erfahrungswerte für das Winter- und Sommerhalbjahr zu Grunde gelegt. Eine Rückeinspeisung von regenerativ erzeugtem, gespeichertem Strom bleibt dabei unberücksichtigt.



Die beiden Grafiken zeigen sehr eindrucksvoll, dass der Bedarf an konventioneller Kraftwerksleistung nur an wenigen Stunden benötigt wird. Dies setzt eine gute Regelbarkeit dieser Kraftwerke voraus! Zu bestimmten Zeiten produzieren die erneuerbaren Energien mehr Strom als benötigt: Die Windenergie vor allem nachts und die Solarenergie dazu im Sommerhalbjahr tagsüber.

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

**Fazit:**

*Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und insbesondere der Flächenpotenziale im Saarland halten wir eine zu 100 Prozent auf regenerativen Energien basierende Stromerzeugung spätestens im Jahr 2030 für erreichbar.*

*In den nachfolgenden Kapiteln präsentieren wir – unter Berücksichtigung der Flächenstruktur im Saarland – für die einzelnen Energieträger die jeweiligen Möglichkeiten und Ausbauszenarien. Ein Ergebnis können wir bereits jetzt vorwegnehmen: **Es gibt ausreichend Flächen, es gibt zuverlässige Techniken, und es gibt keinen Grund, an einer rein regenerativen Stromversorgung zu zweifeln.***

*Die Windenergie wird als die effektivste, kostengünstigste und eine von Rohstoffen unabhängige Energiequelle die wichtigste Rolle spielen. Warum ausgerechnet Windenergie – das erläutern wir Ihnen ausführlich in Kapitel II.7.*

*Gleichzeitig möchten wir jedoch betonen, dass diese Vision lebt und wir ausdrücklich zu weiteren Anregungen, positiver wie negativer Kritik und Verbesserungsvorschlägen aufrufen möchten. Auch wir werden dieses Papier kontinuierlich ergänzen, aktualisieren und überarbeiten.*

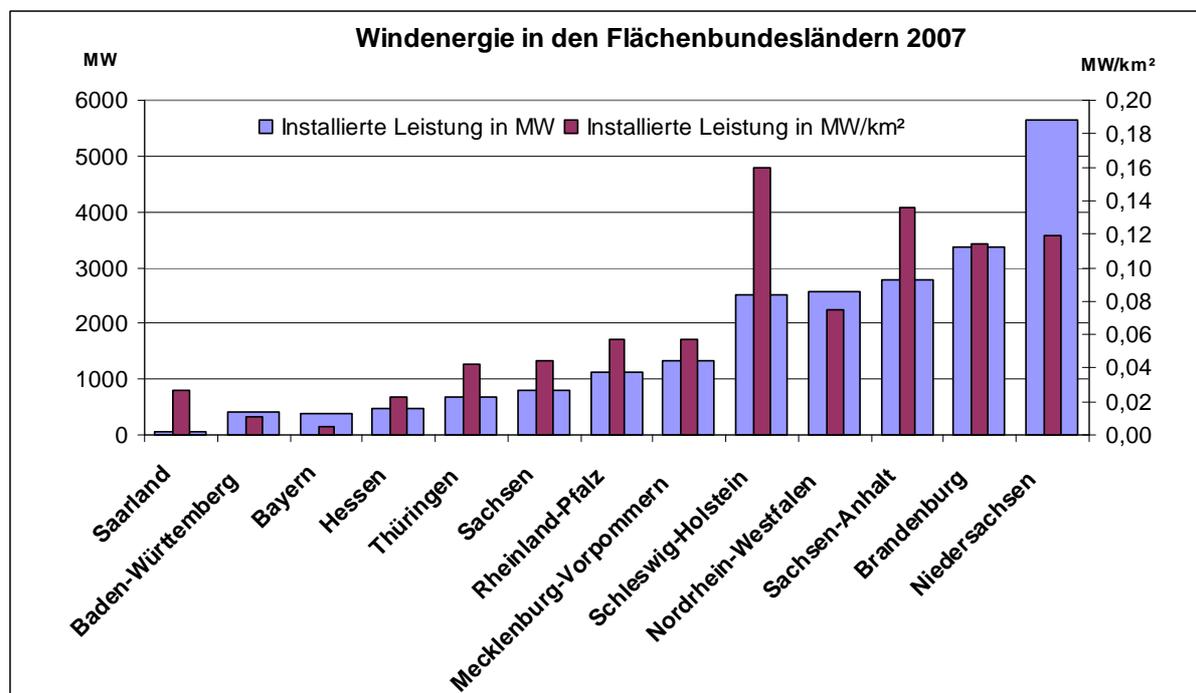
## II Ausbaupotenziale und Netzintegration erneuerbarer Energien

### II.1 Ausbaupotenziale bis 2030 – Windenergie

In den vergangenen Jahren hat sich Deutschland zum Weltmeister bei der Windenergie-Nutzung entwickelt. Kein anderes Land der Welt produziert mehr Windstrom als Deutschland. Ende 2007 gab es 19.460 Windräder mit einer Gesamtleistung von etwa 22.250 Megawatt. Sie können in einem normalen Windjahr rund 40 Milliarden Kilowattstunden erzeugen und damit etwa sieben Prozent des deutschen Strombedarfs decken.

Zu den bundesweit führenden Ländern bei der Windenergie-Nutzung zählen Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein mit zusammen etwa 76 Prozent der installierten Gesamtleistung. In diesen Bundesländern haben sich in den vergangenen Jahren zahlreiche Unternehmen der Windenergie-Branche angesiedelt.

Den größten Windstrom-Anteil im Netz hat Sachsen-Anhalt mit 39,27 Prozent, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern (ca. 36,5%) und Schleswig-Holstein (ca. 36%). Das Saarland kommt nur auf etwas mehr als ein Prozent. Und das, obwohl es auch dort hervorragende Windstandorte – vor allem in Höhenlagen – gibt, die bislang nicht genutzt werden.



Ein Ländervergleich zur Flächenintensität der Windenergienutzung belegt, dass das Saarland weit hinter seinem Potenzial zurückbleibt. Selbst den Bundesdurchschnitt von 0,062 MW pro km<sup>2</sup> installierter Leistung unterschreitet das Saarland (0,027 MW/km<sup>2</sup>) noch deutlich. Nur Baden-Württemberg, Hessen und Bayern weisen niedrigere Werte auf.

*Copyright-Hinweis:*

*Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!*

Derzeit stehen im Saarland etwa 60 Windräder mit einer Gesamtleistung von rund 67 MW. Die installierte Windkraft-Leistung pro Anlage beträgt damit im Mittel etwa 1,1 MW. Auf dem Markt sind allerdings längst mehrere Anlagen der Fünf- bis Sechs-Megawatt-Klasse verschiedener Hersteller im erfolgreichen Betrieb. In absehbarer Zeit werden diese Anlagen serienmäßig hergestellt. Sie sind gekennzeichnet durch Nabenhöhen von rund 130 bis 150 Metern sowie Rotordurchmessern von 125 bis 130 Metern. Gegenüber heutigen Anlagen zeichnen sich diese Windräder durch eine geringere Rotordrehzahl aus.

**Würde man also die Zahl der Windräder im Saarland konstant halten, gleichzeitig aber die neueste Technik einsetzen, so könnten bis zum Jahr 2030 rund 60 Windräder der Sechs-Megawatt-Klasse im Land errichtet werden** – teilweise an neuen, noch zu erschließenden und besonders windstarken Standorten, teilweise auch im Rahmen des so genannten Repowerings als Ersatz bestehender, leistungsschwächerer Anlagen. Eine Anordnung wäre sowohl als Einzelanlage als auch in Form von Windparks möglich. Würde man beispielsweise jeweils fünf bis sechs Anlagen zusammenfassen, wären rund zehn bis zwölf Standorte nötig.

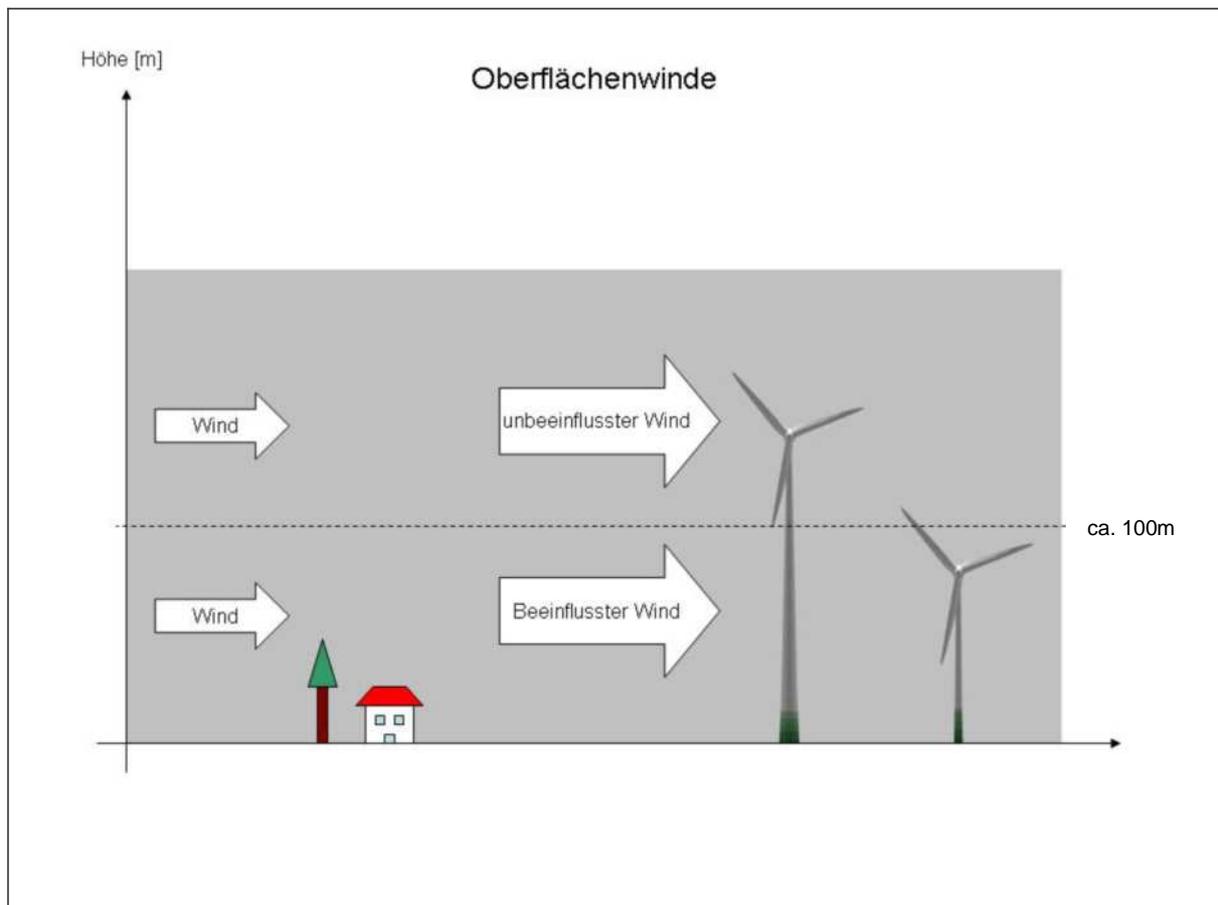
### **Ertragssteigerung durch moderne Windenergie-Technologie**

In den letzten 15 Jahren hat sich die Windenergie-Technologie weltweit rasant entwickelt. Während Anfang der 80er Jahre ein neues Windrad gerade einmal 35.000 kWh im Jahr erzeugen konnte, sind es heute – rund 25 Jahre später – etwa 500-mal so viel. Die technologische Entwicklung wurde dabei maßgeblich von deutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen geprägt.

Aufgrund dieser verbesserten Technik (höherer Wirkungsgrad, größere Nabenhöhen) wird künftig der durchschnittliche Jahresertrag pro Anlage deutlich gesteigert. Vor allem zwei Aspekte der modernen Windenergietechnologie, auf die nachfolgend kurz eingegangen werden soll, werden dazu beitragen:

- **höhere Nennleistung & größere Rotoren**
- **höhere Nabenhöhe**

**Das wesentliche Kriterium für die Ertragsoptimierung ist eine höhere Nabenhöhe.** In der Luftschicht bis ca. 100 Meter, der sogenannten *Prandtschicht*, nimmt die Windgeschwindigkeit mit der Höhe üblicherweise logarithmisch zu, also zunächst sehr rasch, dann immer langsamer. Ein wichtiger Faktor bei der Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe ist die Rauigkeit der Umgebung. So schwächt eine stark strukturierte Landschaft (zum Beispiel viel Wald und Siedlungen) den Wind tendenziell ab. Auch thermische Effekte (zum Beispiel aufsteigende Warmluft) führen zu eher turbulenten Winden. Oberhalb der Prandtschicht schließt sich die *Ekmanschicht* an, die kaum oder gar nicht von den genannten bodennahen Effekten beeinflusst wird. Hier werden höhere Windgeschwindigkeiten und geringere Turbulenzen angetroffen. **Da diese starken, konstanten Winde für die Windenergienutzung besonders gut geeignet sind, ist es sinnvoll, mit großen Türmen in den unbeeinflussten Luftschichten zu arbeiten.**



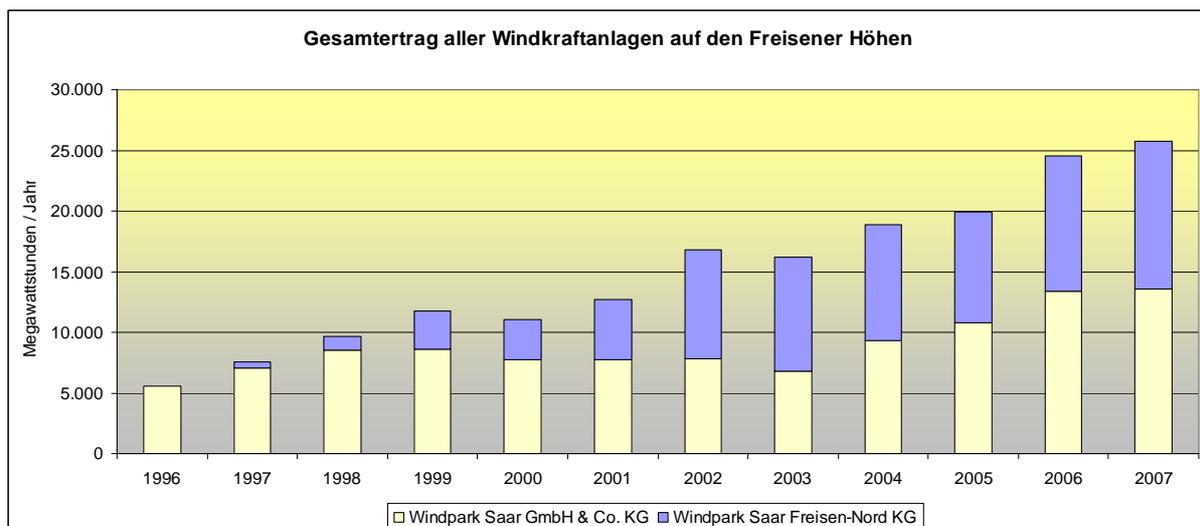
Allerdings wird hier die Entwicklung aufgrund der physikalischen Bedingungen nicht grenzenlos sein. Da die Windgeschwindigkeiten oberhalb von 200 Metern nur noch sehr langsam zunehmen, sind Gesamthöhen der Anlagen von wesentlich mehr als 200 Meter wirtschaftlich nicht sinnvoll, da eine weitere Erhöhung nur in einem geringen Mehrertrag resultiert. Auch zukünftige Anlagengrößen dürften daher kaum über Turmhöhen von 130 Meter bis 160 Meter hinausgehen.

## Beispiel Windpark Saar in Freisen

Auf der Freisener Höhe im Landkreis Sankt Wendel wurde im Oktober 1995 der erste saarländische Windpark in Betrieb genommen. Die erste Windkraft-Anlage des Saarlandes wurde im Übrigen im April 1994 auf eine Initiative der Energiewende Saarland e.V. errichtet. Freisen empfahl sich als Standort des größten Windparks im Saarland durch die besten Windverhältnisse der Region mit bis zu 6,2 m/s in 50 Meter Höhe im Jahresmittel. Nicht zuletzt war es dabei auch die Gemeinde Freisen, die bereits sehr früh das Potenzial erkannte, das im Ausbau der regenerativen Energien steckt. Von den Einwohnern der Gemeinde werden die Windkraft-Anlagen überwiegend positiv bewertet. Das ergab eine Befragung der Universität des Saarlandes im Jahre 2001.

Eigentümer des Windparks sind zwei Betreibergesellschaften: Die Windpark Saar GmbH & Co. KG ist für das erste Projekt aus dem Jahr 1994 verantwortlich. Die Windpark Saar Freisen-Nord KG ist Initiator des laufenden Endausbaus. Beide Gesellschaften sind als Beteiligungsfonds mit einem Investitionsvolumen von insgesamt rund 11,5 Millionen Euro angelegt. Diese Fonds sind durch Beteiligungen von 450 beziehungsweise 390 Anteilseignern entstanden, die mit Beträgen ab 511 Euro insgesamt 5,7 Millionen Euro Eigenmittel aufgebracht haben. Ein Großteil der Anleger kommt aus der Region.

Derzeit stehen im Windpark Saar 17 Windkraft-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 13,6 MW. 2007 leisteten die Anlagen im Windpark Saar einen Gesamtertrag von rund 25 Millionen kWh. Der erzeugte Strom wird in das örtliche 20 kV-Stromnetz eingespeist und ersetzt herkömmlichen Strom aus Kohle- und Atomkraftwerken. Der Windpark erzeugt genügend Strom, um übers Jahr gesehen den Verbrauch von über zwei Prozent der saarländischen Haushalte zu decken. Damit können rund 7.500 Haushalte mit Elektrizität versorgt werden. Freisen selbst mit seinen 8.500 Einwohnern deckt seinen Jahresbedarf zu weit mehr als 100 Prozent durch Windenergie.



Quelle: Windpark Saar

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

Die positiven Auswirkungen auf die Jahreserträge dank moderner Windenergie-Technologie zeigen sich auch an verschiedenen anderen Standorten im Südwesten Deutschlands, zum Beispiel im Landkreis Alzey-Worms (Rheinland-Pfalz)

Standorte im Landkreis Alzey-Worms	Hochborn	Spiesheim	Flornborn (alt)	Flornborn (neu)	Flornborn (Zukunft)
Inbetriebnahme	1995	1997	1999	2003	???
Leistung	250 kW	500 kW	1.000 kW	1.800 kW	6.000 kW
Nabenhöhe	40 m	65 m	70 m	65 m	135 m
Jahresertrag	300 MWh	900 MWh	1.800 MWh	2.700 MWh	18.000 MWh
Ertragsfaktor (1 = Hochborn)	1	3	6	9	60

\* Ertragsprognose berechnet mit einem branchengängigen Programm (windPRO)

Mittlerweile gibt es bei zahlreichen Herstellern Anlagen der 5- bis 6-MW-Klasse im Angebot. Beim führenden deutschen WEA-Hersteller, der Enercon GmbH aus Aurich, sind bereits konkrete Überlegungen für eine Acht-Megawatt-Anlage vorhanden. Ertragsberechnungen zeigen, dass mit modernster Technik bei entsprechend großen Nabenhöhen die Erträge auch an saarländischen Standorten zwischen 18 und 22 Mio. Kilowattstunden (kWh) pro Jahr mit einem einzigen Windrad erzeugt werden können.

Geht man konservativ davon aus, dass nicht an allen potenziellen Standorten im Saarland diese Anlagen in der gewünschten Höhe realisiert werden können, so würden bei einem durchschnittlichen Jahresertrag in Höhe von 20 Mio. kWh rund 60 Windräder ausreichen, um rund 1,2 Mrd. kWh Windstrom im Jahr im Saarland zu erzeugen. Bezogen auf den Strombedarf im Jahr 2030 (7 Mrd. kWh) wären das etwa 17 %. Es ist nicht erkennbar, dass es nicht ausreichend Höhenlagen im Saarland für die Aufstellung dieser Anlagen geben sollte. Notwendig ist allerdings eine konsequente und vorrangige Orientierung der Landesentwicklungsplanung sowie der kommunalen Planungen an der Windhöffigkeit von Standorten.

**Bei sachgerechter Ausweisung von Flächen bietet das Saarland unserer Ansicht nach auch das Potenzial für eine Erhöhung der Anlagenzahl. 130 Windräder der Sechs-Megawatt-Klasse würden dann etwa 37 % des Strombedarfs im Saarland decken.**

Bei einer Anordnung von jeweils fünf Anlagen der Sechs-MW-Klasse an einem Standort liegt die benötigte Fläche für einen Windpark dieser Größenordnung (30 MW) bei etwa 30 Hektar, wenn die erforderlichen Abstände aufgrund der gegenseitigen Abschattung im Park berücksichtigt werden. Zieht man etwa 26 Standorte á fünf Anlagen in Betracht, so liegt die benötigte Fläche für diese 130 Anlagen bei 780 Hektar.

Würde man die benötigte Windpark-Fläche von 780 Hektar zur Hälfte auf der vorhandenen Landwirtschaftsfläche und zur Hälfte auf Waldflächen unterbringen, so wären dafür jeweils knapp 0,35 Prozent beziehungsweise 0,45 Prozent dieser Flächen notwendig. Sinnvoll erscheint eine vernünftige Kombination von Wald- und Feldstandorten in den verschiedenen Landkreisen und am Rande der kreisfreien Städte.



**Bei einer Erhöhung der Anlagenzahl von heute 60 auf 130 Windräder im Jahr 2030 würde die benötigte Fläche bei 0,35 Prozent der landwirtschaftlichen Fläche und bei 0,45 Prozent der Waldfläche liegen.** Würde man die Maßstäbe anderer Bundesländer zu Grunde legen – Schleswig-Holstein beispielsweise stellt etwa ein Prozent der Landesfläche für die Windenergie bereit – so könnte theoretisch das Fünffache an Windkraft-Leistung im Saarland installiert werden. Der Jahresertrag dieser Anlagen würde ausreichen, um den Jahresstrombedarf im Saarland nahezu zweimal zu decken.

**Fazit:**

***Es stehen genug Flächen zur Verfügung, um rund 37 Prozent des Strombedarfs im Saarland mittels Windenergie zu gewinnen! Das setzt allerdings voraus, dass die Genehmigungsbehörden bereit sind, vor allem windstarke Standorte als Vorranggebiete für die Windenergie-Nutzung auszuweisen.***

**Erneuerbare Energien schützen Lebensräume**

Auch wenn sie lokale Eingriffe darstellen, tragen erneuerbare Energien – wie die Windenergie - insgesamt zum Erhalt der Lebensräume von Menschen, Tieren und Pflanzen bei. Im Vergleich zu den Eingriffen, die für fossile oder atomare Energien von der Förderung bis zur Entsorgung notwendig sind, sind die lokalen Auswirkungen von Erneuerbaren in der Regel gering. Weder werden gewaltige Tagebaue notwendig, noch ein massives Abpumpen von Grundwasser, wie in Garzweiler. Erneuerbare verursachen weder Bergschäden noch „Ewigkeitslasten“ durch strahlenden Müll oder durch notwendiges Abpumpen von Stollen oder Absenkungspoldern. Erneuerbare verursachen keine Ölpest an 400 km Atlantikküste, noch geht von ihnen ein Leukämierisiko für Kinder aus.

Schon in Genehmigungsverfahren von Windkraft-Anlagen fließen alle artenschutzrechtlichen Belange ein und sind von Planern und Betreibern zu berücksichtigen. Diesen Standards fühlen wir uns selbstverständlich verpflichtet.

## II.2 Ausbaupotenziale bis 2030 – Solarenergie

Auch bei der Nutzung der Solarenergie ist Deutschland mittlerweile in die Weltspitze aufgestiegen und gehört zusammen mit Japan und den USA zu den führenden Ländern, vor allem im Bereich der solaren Stromerzeugung (Photovoltaik). Es ist unstrittig unter Energieexperten, dass die Solarenergie die größten Potenziale aller erneuerbaren Energien hat. Das belegen nicht nur Studien renommierter Forschungsinstitute und Umweltverbände, sondern auch Expertisen des Mineralölkonzerns Shell.

Der Wissenschaftliche Beirat „Globale Umweltveränderungen“ der Bundesregierung geht beispielsweise davon aus, dass weltweit die Solarstrom-Erzeugung zum dominierenden Energieträger unter den erneuerbaren Energien wird: Der Anteil der Photovoltaik und der solarthermischen Kraftwerke wird im weltweiten Energiemix von heute nahezu null Prozent auf etwa 25 Prozent im Jahr 2050 und auf über 60 Prozent im Jahr 2100 ansteigen.

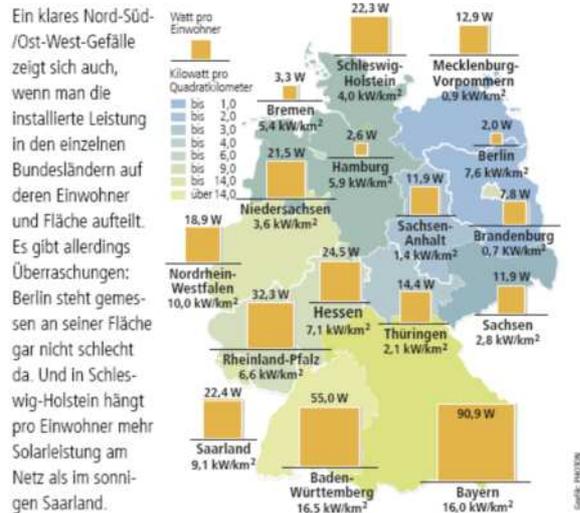
2007 war für die deutsche Photovoltaikbranche ein Jahr der Rekorde. Die Anzahl der vornehmlich auf deutschen Dächern montierten Solarstromanlagen vergrößerte sich nach Angaben des Bundesverbandes Solarwirtschaft (BSW) um rund 130.000 auf insgesamt **430.000 Anlagen**. Mit rund 1.100 Megawatt<sub>peak</sub> (MW<sub>p</sub>) zugebauter Solarstromleistung gingen im vergangenen Jahr so viele Solarstromanlagen in Deutschland ans Netz wie nie zuvor. Davon profitierten vorrangig einheimische Hersteller, Zulieferer und Handwerker. Der Umsatz deutscher Photovoltaikhersteller stieg im letzten Jahr um 23 Prozent auf rund 5,5 Milliarden Euro. Die **Gesamtbeschäftigtenzahl** der Solarbranche stieg damit nach Angaben des Bundesverbandes Solarwirtschaft auf insgesamt **40.000**.

In Deutschland sind nach Angaben des BSW-Solar inzwischen Solarstromanlagen mit einer Gesamtleistung von rund **3.800 Megawatt** installiert. Die produzierte Strommenge von **drei Mrd. Kilowattstunden** reicht rechnerisch aus, um ganz Hamburg mit Haushaltstrom zu versorgen. Nach einem Zubau von jeweils 850 MWp in den Vorjahren 2005 und 2006 wurden 2007 rund 1.100 Megawatt Photovoltaik-Leistung in Deutschland installiert. **Die Bundesrepublik ist damit mittlerweile weltweit die Nummer 1 auf dem Solarmarkt.**

Im Saarland betrug die installierte Photovoltaik-Leistung Ende 2007 rund 30 Megawatt. Bezogen auf die insgesamt in Deutschland installierte Leistung war dies weniger als ein Prozent. Zu den führenden Bundesländern gehören Bayern (ca. 1.500 MW), Baden-Württemberg (ca. 800 MW) und Nordrhein-Westfalen (ca. 450 MW).

Merzig führt die Landesliga Saarland in der Solarbundesliga an, ist aber im Bundesvergleich nur auf Rang 166; die zweitplatzierte saarländische Kommune, Losheim, liegt bundesweit auf Platz 333. Pro Kopf hat das Saarland weniger installierte Solarleistung als Schleswig-Holstein im hohen Norden.

### Leistung je Einwohner und Quadratkilometer



(=> <http://www.solarbundesliga.de/?content=landeswertung&land=10>) (Grafische Darstellung Stand 2006: Photon Dez. 2007, S. 45)

Im Bereich der Photovoltaik kann man im Wesentlichen drei Anwendungsbereiche unterscheiden:

#### 1.) **Privater und Genossenschaftlicher Wohnungsbau**

Dabei handelt es sich um Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie kleinere Gebäude von Vereinen und Verbänden. Dies sind vor allem Schrägdächer. Auf einer schrägen Dachfläche benötigt man in etwa 8.500 m<sup>2</sup> (0,85 ha), um rund eine Million Kilowattstunden Solarstrom im Jahr zu erzeugen.

#### 2.) **Gewerbe- und Industriebauten**

Hierzu zählen größere Dachflächen von Speditionen, Produktionshallen und Handwerksbetrieben. Dies sind vor allem Flachdächer. Auf einem Flachdach benötigt man in etwa 25.000 m<sup>2</sup> (2,5 ha) für die Produktion von einer Million Kilowattstunden Solarstrom im Jahr.

#### 3.) **Freiflächen-Anlagen**

Siedlungs- und Verkehrsflächen sind oft aufgrund ihrer bereits vorhandenen Oberflächenversiegelung gut geeignet für Freiflächen-Solaranlagen. Dazu zählen Deponie- und Konversionsflächen ebenso wie Straßenränder und Industrieparkflächen. Auch der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung entzogene Flächen sind geeignet. Auf Freiflächen benötigt man in etwa 25.000 m<sup>2</sup> (2,5 ha) für die Produktion von einer Million Kilowattstunden Solarstrom im Jahr.

In allen drei Anwendungsbereichen ist ein rasanter Ausbau der Photovoltaik möglich. Um etwa 34 Prozent Solarstrom im Saarland im Jahr 2030 bereitzustellen, ist eine installierte Leistung von rund **2.400 Megawatt** nötig; das entspricht in etwa der Hälfte der derzeit bundesweit installierten Leistung. Die PV-Stromproduktion im Saarland wird dann aufgrund weiterer Wirkungsgradsteigerungen bei rund 2,4 Milliarden Kilowattstunden liegen.

Geht man von einer annähernd gleichmäßigen Verteilung zwischen den drei oben genannten Anwendungsbereichen aus, so liegt die benötigte Fläche für 2,4 Milliarden Kilowattstunden bei rund 4.675 Hektar:

1.) **Privater und Genossenschaftlicher Wohnungsbau**

Strombeitrag: 0,85 Mrd. kWh pro Jahr;  
entspricht einem Flächenbedarf von ca. 725 Hektar.

2.) **Gewerbe- und Industriebauten**

Strombeitrag: 0,85 Mrd. kWh pro Jahr;  
entspricht einem Flächenbedarf von ca. 2.170 Hektar.

3.) **Freiflächen-Anlagen**

Strombeitrag: 0,7 Mrd. kWh pro Jahr;  
entspricht einem Flächenbedarf von ca. 1.785 Hektar.

Bezogen auf die Siedlungs- und Verkehrsfläche im Saarland (rund 52.000 ha) sind dies lediglich knapp neun Prozent dieser Fläche.

Nachfolgend beispielhaft einige Anwendungen aus dem Gebäudebereich:



Mehrzweckhalle in Ottweiler



Grundschule in Ensheim



Möbelhaus in Dillingen



Solarhaus in Ensheim



Michelin-Werk in Homburg



Grundschule in Ottweiler

Das nachfolgende Beispiel mag verdeutlichen, dass der Flächenbedarf für einen rasanten Ausbau der Photovoltaik nicht übermäßig groß wäre: Würde **jede der 52 saarländischen Gemeinden zwei bis drei Areale für eine Freiflächen-PV-Anlage mit rund fünf bis sechs Megawatt** ausweisen, könnten auf Grund der Größe und der günstigen Kostenstruktur von Freiflächen große Mengen relativ günstigen Solarstroms erzeugt werden. Mit einer Realisierung in dieser Größenordnung kämen wir auf eine Solarleistung von rund 700 MW. Bei den guten Einstrahlungsbedingungen im Saarland wären allein das rund 0,7 Mrd. kWh pro Jahr.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass die Wirkungsgrade und die Flächeneffizienz von Solarmodulen kontinuierlich steigen. Ein gutes Beispiel ist die Firma First Solar, die ihr europäisches Vertriebszentrum mit über 30 Mitarbeitern in Mainz hat und in Frankfurt an der Oder in diesem Sommer die weltweit modernste Fabrik zur Herstellung von Solarmodulen auf Basis der Dünnschichttechnologie – mit einer Jahreskapazität von 120 Megawatt – eröffnet hat. First Solar ist es gelungen, die Leistung pro Fläche seit 2002 um zwei Drittel zu erhöhen – bis 2010 wird sogar eine Verdoppelung gegenüber 2002 erwartet.

Gleichzeitig kommt es auf Grund der ausgereiften Unterkonstruktion nur zu einer minimalen Versiegelung, wie auch das Beispiel des Photovoltaik-Kraftwerkes auf dem Gelände des Saarbrücker Flughafens zeigt:



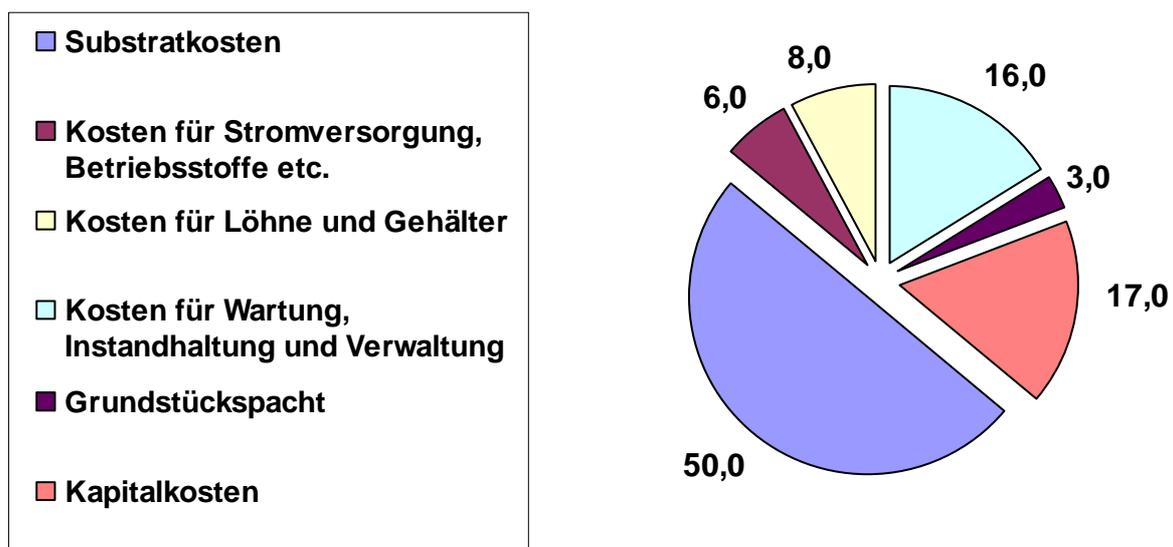
**Fazit:**

**Es stehen genug Flächen zur Verfügung, um rund 34 Prozent des Strombedarfs im Saarland mittels Photovoltaik zu gewinnen!**

### II.3 Ausbaupotenziale bis 2030 – Bioenergie

Die Bioenergie ist eine der vielseitigsten regenerativen Energiequellen: Sie lässt sich sowohl im gasförmigen, als auch im flüssigen und festen Zustand nutzen. Entsprechend dieser Vielseitigkeit ist die Nachfrage nach Bioenergie allein im Energiesektor groß: Wärme- und Stromanwendungen sind ebenso gefragt wie Biotreibstoffe für den Verkehrssektor.

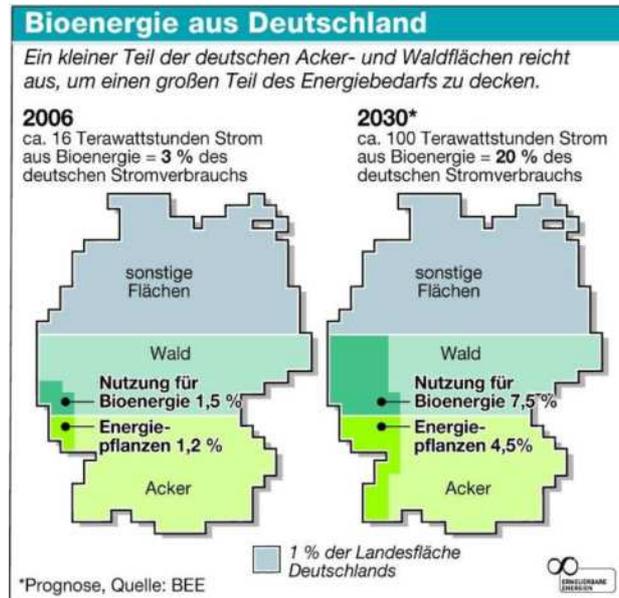
Aus diesen Gründen gibt es **einen konkurrierenden Nutzungsanspruch** der landwirtschaftlichen Fläche. Diese Konkurrenzsituation wird zusätzlich noch verstärkt durch Bedürfnisse für die Lebensmittelproduktion. Daraus resultiert unter Umständen nicht nur eine begrenzte Zugriffsmöglichkeit auf diese Flächen für bioenergetische Zwecke, sondern auch eine Ungewissheit über die Preisentwicklung der Bioenergie-Rohstoffe. Vor allem vor dem Hintergrund der rund 20-jährigen Betriebszeit von Bioenergie-Kraftwerken ist somit ein konstanter Einkaufspreis für die Rohstoffe nicht gegeben. Bei einer landwirtschaftlichen Biogasanlage beispielsweise macht der Einkauf der Rohstoffe in etwa 40 bis 60 Prozent des Strompreises aus. Wird der Rohstoff also deutlich teurer, so wirkt sich das auch direkt auf die Wirtschaftlichkeit der Biogasanlage aus. Die Kapitalkosten haben dagegen nur einen geringen Anteil von rund 15 bis 20 Prozent.



*Kostenstruktur einer Biogasanlage auf Basis nachwachsender Rohstoffe  
(alle Angaben in Prozent)*

## Bioenergie für den Stromsektor

Insbesondere Bioenergie lässt sich sehr gut speichern und ist damit ein wichtiger Bestandteil im regenerativen Energiemix. Sie stellt damit eine wesentliche Ergänzung für einen großen Anteil von Wind- und Solarenergie dar (siehe auch Kapitel II.8.1 und II.8.6).



Die Bioenergie-Branche erwartet, dass im Jahr 2030 bundesweit ein Anteil von rund 20 Prozent Bioenergie im Strommix erreicht werden kann. Diesen Anteil halten wir auch für das Saarland erreichbar.

Im Stromsektor wird es dabei vor allem drei Formen der Bioenergie-Nutzung geben: Biogasanlagen mit landwirtschaftlichen und industriellen Rohstoffen, Heizkraftwerke auf Holzbasis sowie dezentrale Blockheizkraftwerke, die mit Treibstoffen auf Basis von Bioenergie (zum Beispiel Rapsöl) betrieben werden. Allen Systemen gemeinsam ist die parallele Produktion von Strom und Wärme durch **Kraft-Wärme-Kopplung**.

Für unser regeneratives Energiekonzept im Saarland halten wir einen Anteil von 20 Prozent bis 2030 für realisierbar: rund 7,5 Prozent (525 Mio. kWh) Biogas aus nachwachsenden, rein landwirtschaftlichen Rohstoffen sowie etwa 12,5 Prozent (875 Mio. kWh) feste und flüssige Biomasse (in größeren Kraftwerken und vielen kleinen dezentralen BHKW-Einheiten). Das entspricht zusammen etwa einer jährlichen Stromproduktion von rund 1,4 Milliarden Kilowattstunden. Dies beinhaltet auch die Energieerzeugung durch Altholzverbrennung, Abfallvergärung und durch Deponiegas.

**Bioenergie ist nachhaltig und umweltschonend**

Ohne Bioenergien kann ein Mix der Erneuerbaren nicht gelingen. Die Nutzung der Bioenergien darf nicht auf Monokulturen reduziert oder in einem Konflikt zwischen Tank und Teller aufgerieben werden. Ohne Nachhaltigkeit und Anpassung an regionale ökologische Gegebenheiten kann Bioenergie nicht dauerhaft erfolgreich sein.

Jedoch stehen wir bei den Bioenergien in Forschung und Entwicklung noch völlig am Anfang. Sowohl die Anbaumethodik als auch die Anlagentechnik wird noch deutliche Optimierungen bringen. Dies hat z.B. im Bioenergiedorf Jühnde in Niedersachsen zu einer Extensivierung des Anbaus geführt (Herbizide oder Fungizide sind nicht mehr nötig und gedüngt wird mit den Gärresten). Zudem gibt es Erkenntnisse, dass auch beim Füttern der Mikroben der Mix aus Gülle und verschiedenen Energiepflanzen zu optimalen Ergebnissen führen könnte. **Gentechnisch veränderte Pflanzen sind weder notwendig noch wünschenswert. Sie bringen keinen zusätzlichen Nutzen, noch genügen sie ernsthaft dem Prinzip der Nachhaltigkeit.**

Im Mix der Erneuerbaren werden die Bioenergien in Zukunft als Reserve- und Regelenergien eingesetzt werden, um auch diese Rohstoffe zu schonen, denn sie sind leicht speicherbar. Wind und Sonne, die nicht auf Brennstoffe angewiesen sind, werden die Grundversorgung sichern (siehe Kapitel 1.3) – und Bioenergien in der Regel nur noch dann zum Einsatz kommen, wenn andere Formen nicht oder nicht ausreichend zur Verfügung stehen. Bei sachgerechtem Umgang sehen wir mittelfristig kaum Konflikte mit der Nahrungsmittel- oder Futterproduktion.

**Biogas**

Deutschland hat in den vergangenen Jahren insbesondere im Bereich der Biogas-Technologie rasante Fortschritte vermelden können. Heute beträgt der Anteil des in Biogasanlagen erzeugten Stroms rund 1,5 Prozent des bundesweiten Strombedarfs. Nach Angaben des Fachverbandes Biogas e.V. werden bundesweit 300.000 bis 350.000 Hektar landwirtschaftlicher Fläche für Biogas genutzt. **Sowohl der Deutsche Bauernverband als auch das Bundesumweltministerium (BMU) gehen von einer Steigerung der landwirtschaftlichen Produktivität aus. Während heute für die Nahrungsmittelversorgung 0,24 Hektar pro Kopf benötigt werden, sind dies langfristig nur noch 0,15 Hektar pro Kopf – etwa ein Drittel weniger!** In der Folge steht bis 2030 bundesweit eine Fläche von 4,5 Mio. Hektar (rund ein Viertel der derzeit landwirtschaftlich genutzten Fläche) zur energetischen und stofflichen Nutzung frei zur Verfügung – ohne mit dem Food-Sektor in Konkurrenz zu treten.

Laut dem statistischen Landesamt waren im Saarland 2007 lediglich zwei Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 2,7 Megawatt in Betrieb. Der Fachverband Biogas spricht von 7-8 Biogasanlagen. Bundesweit wurden bis Ende 2007 rund 3.700 Biogasanlagen mit einer Leistung von 1.270 MW<sub>el</sub> errichtet, davon allein 1.500 Anlagen mit 350 MW<sub>el</sub> installierter Leistung in Bayern.



Biogasanlagen, wie die hier zu sehende Anlage am Markushof in Losheim am See (Kreis Merzig-Wadern), arbeiten heute überwiegend mit landwirtschaftlichen Produkten, in der Regel Gülle aus der Viehhaltung und nachwachsenden Rohstoffen wie beispielsweise Mais.

Auf einem Hektar landwirtschaftlicher Fläche lassen sich genug Energiepflanzen anbauen, um aus diesen durch Vergärung in einer Biogasanlage nach dem heutigen Stand der Technik jährlich rund 25.000 Kilowattstunden Strom sowie eine zusätzliche Menge an Wärmeenergie zu erzeugen. Dieser Wert lässt sich in den nächsten Jahren jedoch durch neue Forschungsergebnisse bei der Suche nach geeigneten Energiepflanzen usw. weiter steigern:

- durch mehr Ertrag pro Hektar
- durch mehr Biogas bei der Vergärung.

Wir gehen deshalb bei unserem regenerativen Energiekonzept für das Saarland von einer Stromproduktion von etwa 35.000 kWh pro Hektar aus.

***Für die Produktion von rund 525 Mio. kWh in Biogasanlagen sind folglich rund 15.000 Hektar landwirtschaftliche Fläche erforderlich. Das entspricht etwa 13 Prozent der gesamten landwirtschaftlichen Fläche des Saarlandes.***

## Biomasse sowie Deponie- und Biogas aus der Abfallwirtschaft

Laut Abfallmengenbilanz des Saarländischen Ministeriums für Umwelt wurden allein im Jahr 2006 etwas mehr als 53.000 Tonnen Bioabfälle erfasst. Dazu gehören sowohl Küchenabfälle wie auch pflanzliche Abfälle aus Gärten und Grünanlagen. Von der Gesamtmenge wird derzeit nur ein geringer Prozentsatz einer energetischen Nutzung zugeführt. In einigen Gemeinden werden Grünabfälle in mobilen Anlagen zerkleinert und direkt an die Erzeuger bzw. Landwirte zur weiteren Verwertung zurückgegeben. Hier bleiben erhebliche Energiepotenziale ungenutzt.

Bei einer Ausweitung der Bioabfallererfassung auf etwa 100.000 Tonnen könnten daraus bis 2030 jährlich rund 30 Mio. kWh durch die Herstellung und Verstromung von Biogas gewonnen werden. Weitere 30 Mio. kWh lassen sich durch die Verbrennung von Althölzern oder Gärresten aus der Biogasgewinnung sowie durch die Verstromung von Deponiegas erzeugen. Insgesamt stünden bis 2030 zusammen 60 Millionen Kilowattstunden aus der Abfallwirtschaft zur Verfügung.

## Feste Biomasse (Holz)

Das Saarland verfügt über eine Waldfläche von rund 86.000 Hektar. Nach Angaben des saarländischen Umweltministeriums beträgt der jährliche Zuwachs über elf Erntefestmeter je Hektar, von denen fünf Festmeter genutzt werden. Zwei Erntefestmeter sind für den Vorratsaufbau geplant. Nimmt man nun die Waldfläche und multipliziert diese mit den fünf nutzbaren Erntefestmetern Zuwachs je Hektar und Jahr, ergibt dies 430.000 Hektar pro Jahr. Multipliziert mit 3.000 Kilowattstunden je Festmeter, lassen sich aus den 430.000 Hektar pro Jahr 1.290.000.000 Kilowattstunden Wärmeenergie pro Jahr gewinnen. Geht man bei den Biomasse-Kraftwerken von einer Volllaststundenzahl von 5.000 Stunden pro Jahr aus, so ergibt sich daraus eine installierte Kraftwerksleistung (thermisch) von rund 250 Megawatt. Die elektrische Leistung dieser Kraftwerke würde bei etwa 125 Megawatt liegen.

Erfahrungen aus anderen Bundesländern (z.B. Brandenburg) zeigen, dass für den Betrieb eines Biomassekraftwerks mit einer elektrischen Leistung von 10 Megawatt und einer thermischen Leistung von 20 Megawatt ein jährlicher Holzbedarf von rund



80.000 Tonnen nötig ist. In solch einem Kraftwerk würden jährlich rund 75 Millionen Kilowattstunden Strom erzeugt.

Um zehn Prozent des Strombedarfs des Saarlandes im Jahr 2030 durch feste Biomasse zu erzeugen, wären folglich rund zehn Biomasse-Heizkraftwerke der 10-MW-Klasse mit einer Gesamtleistung von 100 Megawatt (elektrisch) nötig. Wie die obigen Betrachtungen zur Nutzung des Zuwachses an Festmetern zeigen, liegt dieser Wert unter dem theoretisch möglichen Maximalwert von 125 MW. Der jährliche Holzbedarf liegt dann bei etwa 800.000 Tonnen. Für den Betrieb dieser Kraftwerke wäre somit keine Erhöhung der Holzvermarktung nötig, bzw. der Anbau speziell schnell wachsender Hölzer für diese Kraftwerke. Schnell wachsende Hölzer (wie z.B. Miscanthus) haben einen Jahresenergieertrag von bis zu 80.000 Kilowattstunden pro Hektar, wovon die Hälfte als elektrische Energie erzeugt werden kann. Würde man beispielsweise 2,5 Prozent der landwirtschaftlichen Fläche des Saarlandes dafür bereitstellen, so könnten mit auf dieser Fläche (ca. 2.080 ha) angebaute Biomasse über 100 Millionen Kilowattstunden Strom erzeugt werden.

### **Nachhaltige Waldwirtschaft**

Der Begriff „Nachhaltigkeit“ stammt aus der Waldwirtschaft und beruht auf dem augenscheinlichen Erkenntnis, dass man dem Wald nur so viel entnehmen kann, wie nachwächst, sonst verschwindet der Wald. Dieses kluge Prinzip ist inzwischen Allgemeingut geworden. Es muss selbstverständlich auch für die energetische Nutzung gelten.

### **Biomasse in Klein- und Mikro-Blockheizkraftwerken**

Kleine Blockheizkraftwerke (BHKW) auf Basis von Bioenergie (Rapsöl, Holzpellets, Biogas etc.) werden ebenfalls einen Beitrag zum regenerativen Energiemix beitragen. Würden 2030 rund 2,5 Prozent des Jahresstrombedarfs im Saarland mit Hilfe von Bioenergie-BHKWs gedeckt, dann wären dies unter der Berücksichtigung der angenommenen Einsparpotenziale etwa 175 Mio. kWh.

Die Wirtschaftlichkeit einer Mikro-BHKW-Anlage hängt nicht nur von der Entwicklung der Strompreise ab, sondern ist umso höher, je konstanter der Wärmebedarf vor Ort ist. Die Laufzeit ist vor allem von der Auslegung der Anlage und von der Wärmenachfrage des Objektes abhängig. Je mehr Wärme auch in den Sommermonaten benötigt wird, etwa durch die Warmwasserbereitstellung zum Duschen und Baden oder durch Nutzung von Prozesswärme für Gewerbe und Industrie, desto länger und damit wirtschaftlicher kann eine BHKW-Anlage betrieben werden. Zu beachten ist dabei vor allem, dass die Anlage nicht überdimensioniert ist, weil sonst schnell überschüssige Wärme anfällt oder die Anlage abgeschaltet werden müsste. Als Faustformel gibt das Bundesumweltministerium an, dass die thermische Leistung des Klein-BHKW 10 bis 15 Prozent der benötigten Wärmeleistung des zu versorgenden Objektes nicht überschreiten sollte. Um die Wärmenachfrage möglichst konstant zu halten, können mehrere benachbarte Gebäude zusammen an ein BHKW angeschlossen werden. Auch Wärmespeicher fangen Nachfrageschwankungen zu einem gewissen Grad auf und dienen als Puffer. Die Erzeugung von Kälte mit einer Sorptionskälteanlage ist bei bestimmten Anlagen und gegebener Nachfrage – etwa für Kühlhäuser – ebenfalls eine günstige Lösung. Die Auslastung der Anlage kann so auch in den Sommermonaten gewährleistet werden.

*Copyright-Hinweis:*

*Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!*

Ausgehend von 2.500 Volllaststunden ist für die Erzeugung von 175 Mio. kWh im Saarland eine installierte Leistung von 70.000 kW nötig, die sich auf mehrere zehntausend Anlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern, Gewerbe- und Industriebetrieben und Liegenschaften der öffentlichen Hand verteilen wird.

### ***Fazit Bioenergie***

***Die Bioenergie wird ein wichtiger Bestandteil eines regenerativen Energiemixes sein. Aufgrund der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten ist ihr Potenzial allerdings – im Gegensatz zur Wind- und Solarenergie – für die Stromerzeugung begrenzt. Ein Anteil von rund 20 Prozent erscheint möglich, setzt allerdings ein entsprechendes Management der Stoffströme voraus.***

Theoretisch könnte auch ein höherer Anteil an Bioenergie im Stromsektor realisiert werden. Allerdings würde das unter Umständen negative Auswirkungen auf den Nahrungsmittelsektor haben und außerdem – im Vergleich zur Windenergie – deutlich höhere Strompreise nach sich ziehen.

## II.4 Ausbaupotenziale bis 2030 – Wasserkraft

Die Wasserkraft war lange Zeit die regenerative Energiequelle Nummer Eins in Deutschland. Vor allem die Energiekonzerne im süddeutschen Raum haben – aufgrund der geografischen Gegebenheiten – einen mehr oder weniger großen Anteil Wasserkraft-Strom in ihrem Energiemix. Allerdings stagniert die Stromerzeugung aus Wasserkraft seit Jahren in etwa auf dem Niveau von rund 20 bis 25 Milliarden Kilowattstunden – je nach Niederschlagsmenge. Ihr Anteil an der Stromerzeugung in Deutschland liegt damit seit Jahren bei rund vier Prozent.

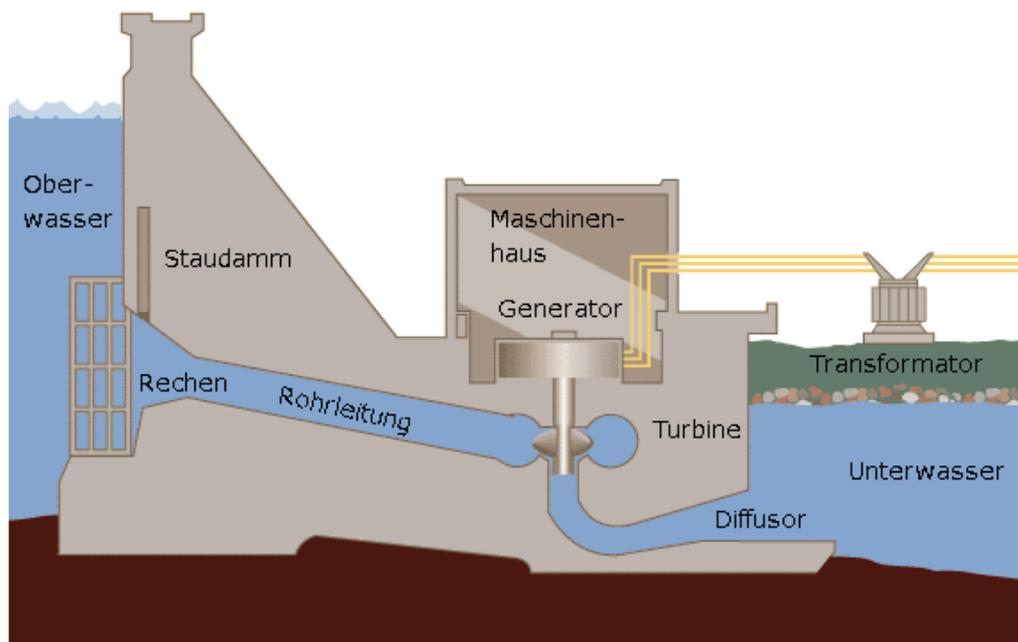
Eine Erschließung neuer Potenziale scheint begrenzt möglich. Die Möglichkeit der Stromerzeugung aus Wasserkraft an kleineren Flüssen scheitert nicht selten an den naturschutzrechtlichen Auflagen, beziehungsweise den damit verbundenen Kosten, die eine wirtschaftliche Erschließung behindern. Einzig die Erweiterung bestehender Großprojekte – wie beispielsweise das Kraftwerk Rheinfelden am Rhein – lassen bundesweit einen Zuwachs an Wasserkraft-Strom erwarten.



In den letzten 50 Jahren sind Wasserkraftanlagen mit unterschiedlichen Anlagengrößen realisiert worden: Anlagen zwischen 10 und 40 Kilowatt sind an sehr kleinen Flüssen mit alten Wasserrechten gebaut worden. Eine zweite Größenordnung stellen Anlagen zwischen 150 und 500 Kilowatt dar – ein viel versprechendes Feld. Schließlich wurde die Saar mit Dämmen und Wehren zur Stromproduktion ausgestattet, die in einer Größenordnung zwischen 2 und 6 Megawatt elektrische Leistung liegen.

Im Saarland sind ca. 23 Wasserkraftanlagen mit Leistung von < 10MW in Betrieb (Stand 2005), die eine installierte Leistung von 16 MW aufweisen ([www.erneuerbareenergien.saarland.de](http://www.erneuerbareenergien.saarland.de); Seite ist inzwischen gelöscht worden – und nur noch bei google als cache verfügbar.). Laut dem Statistischen Landesamt gab es im Saarland 2007 vier große „Saarwasserkraftwerke“ sowie zahlreiche kleinere Anlagen mit einer Jahresstromproduktion von rund 75 Millionen Kilowattstunden.

Wasserkraft ist ein wichtiger Bestandteil im regenerativen Energiemix. Vor allem Wasserkraftwerke, die über ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken verfügen, stellen eine wesentliche Ergänzung für einen großen Anteil von Wind- und Solarenergie dar: Bei viel Wind und/oder Sonnenschein wird der Abfluss (und damit die Turbinenleistung) des Wasserkraftwerks reduziert, und das auflaufende (oder hoch zu pumpende) Wasser füllt den Speicher. Bei Windstille und dunklem Himmel fließt mehr Wasser aus dem Becken über die Turbinen ab, und der Pegel im Speicherbecken sinkt. Siehe auch nachfolgendes Schema eines Wasserkraftwerkes mit Ober- und Unterbecken.



Wasserkraftwerke weisen vielfach gut Optimierungsmöglichkeiten auf, die aber oft wegen der relativ hohen Investitionskosten nicht genutzt werden. Diese Potentiale können mit relativ einfachen Mitteln erschlossen werden, bedürfen aber ggf. der Einzelfallförderung.

Auch wenn die Landesregierung offenbar der Auffassung ist, die Potenziale seien ausgeschöpft, lohnt eine eingehende Prüfung. Dabei sollte auch geklärt werden ob bestehende Stauseen (z.B. Stausee Nonnenweiler; Primstalsperre) als Pumpspeicherkraftwerke umgenutzt werden können.

### **Stichwort Wasserkraft**

Neue Wasserkraftwerke unterliegen strengen und umfangreichen Genehmigungsverfahren, in denen Restwassermengen und Fischtreppen vorgeschrieben werden. Bei sachgerechtem Bau und Betrieb stellen sie für Fische und andere Wasserlebewesen keine Gefahr dar und schränken auch die Durchwanderbarkeit von Flüssen kaum in Frage. Lediglich für Aale sind besondere Regelungen erforderlich.

Wegen der hohen Investitionskosten ist eine vielfach wünschenswerte Nachrüstung von bestehenden Wasserkraftwerken mit Fischtreppen meist nicht finanzierbar. Hier sind entsprechende Zuschüsse notwendig.

### **Fazit:**

***Die Stromproduktion aus großen und kleinen Wasserkraftwerken im Saarland kann bis zum Jahr 2030 nach unserer Einschätzung bei Ausschöpfung aller Potenziale – vor allem der Kleinwasserkraft – auf rund 140 Mio. kWh ansteigen. Ihr Beitrag zum saarländischen Energiemix im Jahre 2030 liegt dann bei rund 2 Prozent.***

## II.5 Ausbaupotenziale bis 2025 – Geothermie

Eine weitere wichtige Komponente im künftigen regenerativen Energiemix ist die Nutzung der Erdwärme zur Stromerzeugung. Sie stellt eine wesentliche Ergänzung für einen großen Anteil von Wind- und Solarenergie dar (siehe auch Kapitel II.8.1).

Nach Angaben des Bundesumweltministeriums (BMU) ist in der Geothermie-Branche in den nächsten Jahren mit einem größeren Wachstum zu rechnen. Das lässt sich aus der Anzahl der Genehmigungen für Geothermie-Kraftwerke schließen. Derzeit sind in Deutschland rund 150 solcher Projekte in der Planung. Das Investitionsvolumen dieser Projekte wird auf vier Mrd. Euro geschätzt. Einige dieser Geothermie-Kraftwerke werden als Demonstrationsvorhaben vom BMU gefördert. Dazu zählen die Projekte in Unterhaching, Landau, Bruchsal und Groß-Schönebeck. Das BMU hat die Forschungsgelder für Geothermie-Kraftwerke in den vergangenen Jahren deutlich erhöht und stellte 2006 knapp 14 Mio. Euro zur Verfügung.

Weltweit sind rund 9.000 Megawatt elektrischer Leistung installiert. Zu den größten geothermischen Stromproduzenten gehören Italien, die USA, die Philippinen, Indonesien und Mexiko. In Deutschland steht die Stromgewinnung aus Erdwärme noch am Anfang. Im Wärmebereich ist die Nutzung von geothermischer Wärme aber bereits eine feste Größe: Rund zwei Mrd. Kilowattstunden Wärme werden aus geothermischen Anlagen jährlich erzeugt. Einen wichtigen Beitrag dazu liefern auch private Haushalte, die Wärmepumpen installiert haben. Rund 100.000 Systeme sind derzeit in Betrieb. Das Marktvolumen für Wärmepumpen in Deutschland hat sich im vergangenen Jahr verdoppelt.

Die Techniken zur geothermischen Stromerzeugung sind bislang allerdings noch nicht im großen Stil einsatzbereit. Die elektrische Leistung der meisten aktuellen Projekte liegt bei rund drei bis fünf Megawatt:

Ort	Typ	Elektr. Leistung in Megawatt	Bohrtiefe in Meter	Inbetriebnahme
Bad Urach	HDR	1	-	Abbruch der Bohrarbeiten im Mai 2004
Bellheim	Kalina	6	3.000	2008
Bruchsal	ORC/Kalina	0,5	2.000+2.500	2007
Groß Schönebeck	ORC	k.A.	4.300	k.A.
Landau	ORC	3	3.000	2007
Offenbach	HDR	4,8	2.500	k.A.
Riedstadt	Kalina	3	2.300	2007
Sauerlach	ORC/Kalina	3 – 6	3.800	2009
Speyer	ORC	5,4	2.900	k.A.
Unterhaching	Kalina	3,4	3.466	2007

Quelle: eigene Recherchen

Quelle: Neue Energie; Ausgabe 12/2006

Im Saarland gibt es bisher keine Anlagen, welche die geothermische Energie zur Erzeugung von Strom und Wärme direkt nutzt, jedoch einige oberflächennahe Nutzungsformen im Zusammenhang mit Wärmepumpe.

Das erste Geothermie-Kraftwerk Deutschlands produziert seit November 2003 im mecklenburgischen Neustadt-Glewe erfolgreich Strom. Das Kraftwerk ergänzt das bereits 1994 betriebene Erdwärmeheizwerk und wird ausschließlich aus regenerativer Erdwärme gespeist. Aus 2.200 Meter Tiefe wird dabei 98 °C heißes Wasser gepumpt, das seine Energie über Wärmetauscher an einen Turbinenkreislauf abgibt. Die installierte Leistung beträgt 230 kW. Aufgrund der für die Stromerzeugung relativ geringen Thermalwassertemperaturen hat während der Wintermonate die Fernwärmeerzeugung Vorrang, so dass der Volllastbetrieb nur während der wärmeren Monate erfolgt. Im ersten Betriebsjahr wurden 500.000 Kilowattstunden erzeugt.



*Geothermie-Kraftwerk Neustadt-Glewe (Quelle: Wikipedia)*

Der Bau des ersten industriellen Geothermiekraftwerks der Megawatt-Klasse in Deutschland hat Ende Mai 2007 im rheinland-pfälzischen Landau begonnen. Läuft alles weiterhin nach Plan, so werden dieses Jahr rund 6.000 Haushalte mit Strom versorgt werden können, der aus heißem Wasser aus 3.000 Metern Tiefe gewonnen wird. Aus dem 150 bis 170 Grad heißen Wasser können bis zu 300 Haushalte ortsnah mit der Wärme versorgt werden; das entspricht einer thermischen Leistung von 3 bis 6 Megawatt. Die elektrische Leistung des Kraftwerks wird bei drei Megawatt liegen.



*Geothermie-Kraftwerk Landau (Quelle: geo x GmbH)*

**Fazit:**

***Wir gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2030 die Technik sich weiter entwickeln wird – natürlich auch im Saarland. Zwei Kraftwerke der 10-MW-Klasse oder entsprechend mehr kleinere Kraftwerke sollten realisierbar sein. Die geothermische Stromerzeugung würde dann im Jahr 2030 rund 140 Mio. kWh betragen. Dies entspräche rund 2 Prozent der Stromerzeugung im Saarland.***

## II.6 Ausbaupotenziale bis 2030 – Grubengas

Eine weltweit führende Rolle hat das Saarland bei der Nutzung von methanhaltigem Grubengas zur Stromerzeugung. Laut dem saarländischen Ministerium für Umwelt sind derzeit 13 mit Grubengas betriebene Blockheizkraftwerke am Netz – mit einer Gesamtleistung von 51,7 Megawatt. Ihr Jahresertrag dürfte bei rund 300 Mio. kWh liegen.

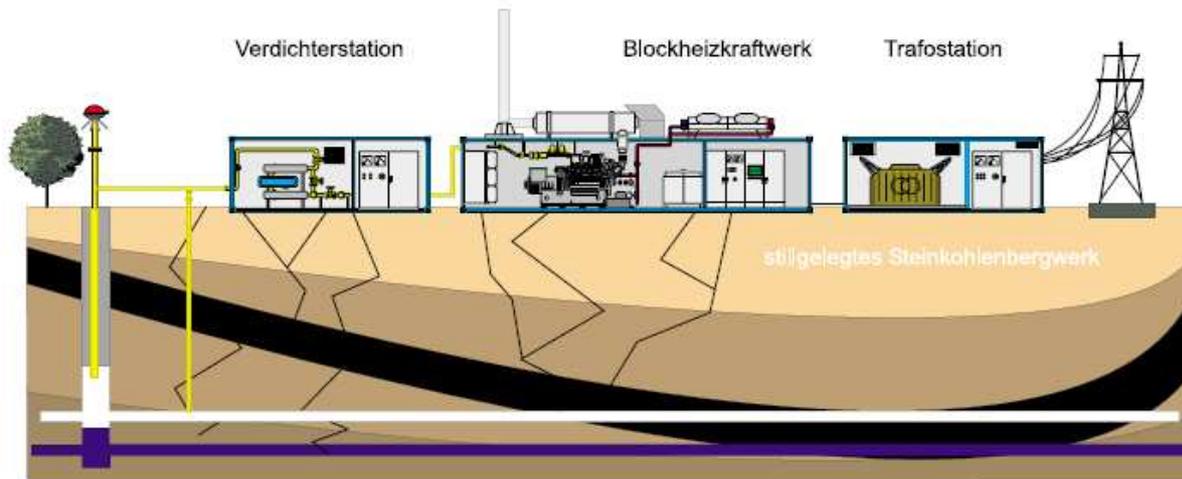
Was ist Grubengas überhaupt? Vor rund 300 Millionen Jahren bildete sich bei der geochemischen Umwandlung organischer Substanzen zu Steinkohle Grubengas, ein Gasgemisch, das zum Großteil aus Methan besteht. Im aktiven Bergbau wird Grubengas frei und stellt eine große Gefahr dar, da es mit Luft/Sauerstoff explosive Gemische bildet, die zu den gefürchteten „Schlagenden Wettern“ führen können. In Deutschland sind die Bergleute – dank hervorragender Sicherheitstechnik und wegen einer exzellenten und ausgeklügelten Belüftung (Bewetterung) – seit vielen Jahren vor Explosionsunfällen in den Kohlegruben verschont geblieben.

Selbst aus stillgelegten Bergwerken entweicht Grubengas noch jahrzehntelang. Sammelt es sich an der Oberfläche, in Kellern oder Kanälen, kann es auch hier zu Explosionen kommen – die eine Gefahr für Leib und Leben bedeuten. Zudem wird beim Austritt an die Oberfläche das äußerst klimaschädliche Methan (das sogar um den Faktor 21 schädlicher ist als CO<sub>2</sub>) in der Umgebung freigesetzt.

Zur Gefahrenabwehr wird das Grubengas unter Tage wie über Tage gezielt abgesaugt. Die Absaugung von Grubengas bringt zwei Vorteile mit sich:

- Sicherheit für die Bergleute und Anwohner
- und Reduzierung der Umweltbelastung durch Verminderung der Methanemissionen in die Atmosphäre (Klimaschutz).

Dabei hat das Grubengas einen entscheidenden Zusatznutzen: Es eignet sich hervorragend dazu, beim Einsatz in Blockheizkraftwerken (BHKWs), Strom und Wärme zu erzeugen. Gerade seit der Verabschiedung des EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) ist die Verstromung auch wirtschaftlich. Deshalb ist die Nutzung von Grubengas seit dem Jahr 2000 stetig angestiegen.



Schematischer Aufbau einer Grubengasnutzungsanlage

Quellen: Interessenverband Grubengas e.V., energie.de

**Fazit: Die guten Erfahrungen und die weltweit führende Rolle bei der Nutzung von methanhaltigem Grubengas zur Stromerzeugung sollte sich das Saarland weiterhin zu Nutze machen. In welchem Maße das Grubengas zu einem regenerativen Energiemix im Saarland beitragen kann, müsste jedoch noch geprüft werden. Einen Anteil von vier bis fünf Prozent im saarländischen Energiemix des Jahres 2030 und somit rund 320 Mio. kWh halten wir für möglich.**

## **II.7 Ausbaupotenziale bis 2030 – Zusammenfassung**

Die erneuerbaren Energien verfügen auch im Saarland über ein riesiges Potenzial. Dabei gibt es Techniken, die bereits heute technologisch weit entwickelt und wirtschaftlich konkurrenzfähig sind (z.B. Windenergie), und Techniken, deren Entwicklung noch bei Weitem nicht abgeschlossen ist (z.B. Geothermie). Manche Potenziale sind nahezu unbegrenzt (z.B. Solarenergie), andere aus verschiedensten Gründen eingeschränkt (z.B. Bioenergie und Wasserkraft).

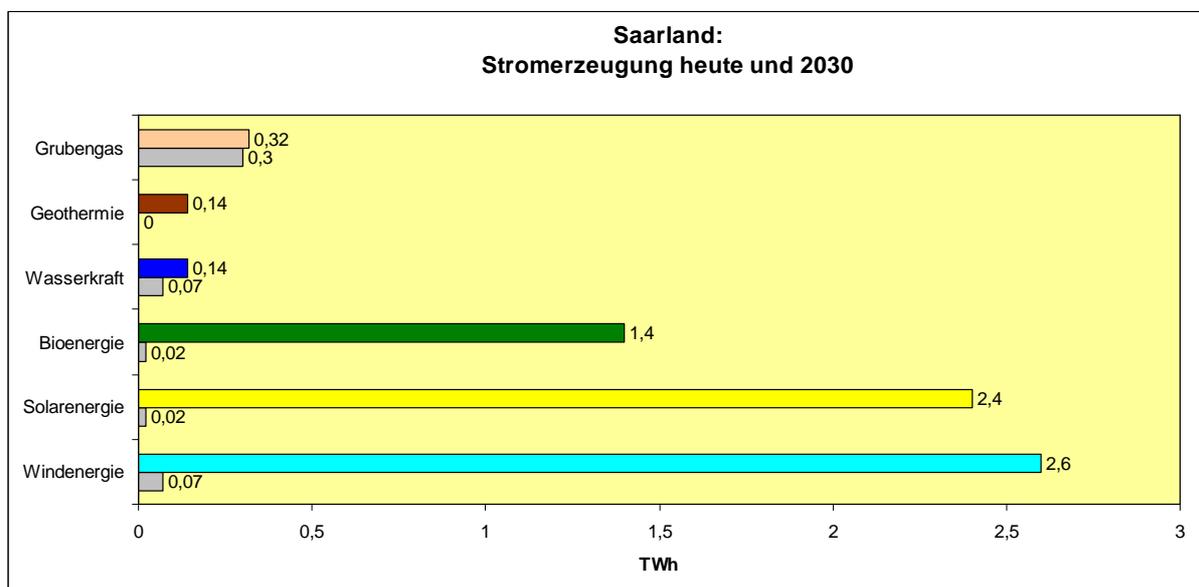
**Grundlage des vorgeschlagenen Energiemix ist die Berücksichtigung eines aus heutiger Sicht vernünftigen, technisch machbaren und wirtschaftlichen Szenarios. Dabei haben wir uns an folgenden Kriterien orientiert:**

- 1.) Kostenstruktur**
- 2.) Rohstoffabhängigkeit**
- 3.) Flächenbedarf**
- 4.) Stand der technologischen Entwicklung**
- 5.) Vermeidung einer Überproduktion von Strom**

Parallel zum Ausbau der erneuerbaren Energien wird es zu umfangreichen Effizienzsteigerungen in der Anwendung und zu Einsparungen beim Stromverbrauch kommen. Wir gehen dabei von einer Größenordnung in Höhe von etwa 20 Prozent bis zum Jahr 2030 aus. Der Strombedarf im Saarland beträgt dann sieben Mrd. Kilowattstunden. Somit wären die erneuerbaren Energien in der Lage, entsprechend der aufgezeigten Entwicklungspfade diesen Bedarf zu 100 Prozent zu decken.

Die in den bisherigen Kapiteln dargestellten Ergebnisse sprechen eindeutig für einen relativ hohen Windenergie-Anteil: Windenergie ist die günstigste regenerative Energiequelle, hat den höchsten Ertrag pro Hektar, ist unabhängig von Rohstoffen und kann auf einer jahrzehntelangen technologischen Entwicklung aufbauen. Im Einzelnen erwarten wir für die regenerativen Energieträger sowie das Grubengas folgende Entwicklung in einem nachhaltigen und wirtschaftlichen Energiemix. Natürlich sind auch Verschiebungen zwischen den einzelnen Energieträgern möglich – je nachdem, welche der Techniken sich schneller und preisgünstiger entwickelt.

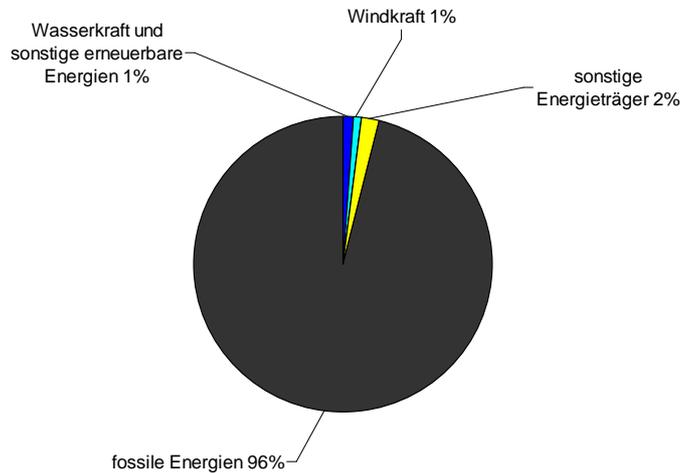
Energieträger	Stromerzeugung (heute)	Stromerzeugung (2030)	Anteil (2030)
Windenergie	0,07 TWh	2,60 TWh	37 %
Solarenergie	0,02 TWh	2,40 TWh	34 %
Bioenergie	0,02 TWh	1,40 TWh	20 %
Wasserkraft	0,07 TWh	0,14 TWh	2 %
Geothermie	0,00 TWh	0,14 TWh	2 %
Grubengas	0,30 TWh	0,32 TWh	5 %
<b>Summe</b>	<b>0,48 TWh</b>	<b>7,00 TWh</b>	<b>100 %</b>



Mit diesem Ausbauszenario wird folglich auch die durch das Ende des Bergbaus im Saarland drohende Importabhängigkeit beim Strom, bzw. von den fossilen Brennstoffen (Öl, Gas, Kohle) verschwinden.

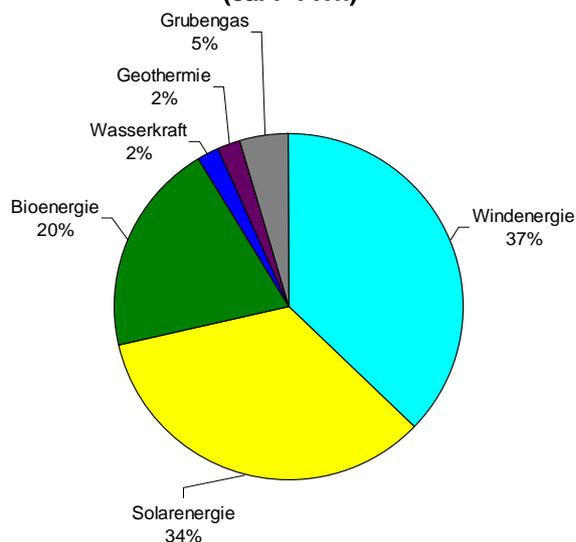
Die beiden nachfolgenden Grafiken zeigen den Wandel des saarländischen Stromsektors **unter Berücksichtigung einer Energieeinsparung von rund 20 %**:

**Stromverbrauch im Saarland im Jahr 2007  
(ca. 8,7 TWh)**



**Situation 2007:** Rund 96% des Verbrauchs werden durch fossile Energien gedeckt.

**Stromerzeugung im Saarland im Jahr 2030  
(ca. 7 TWh)**



**Situation 2030:** Der Strombedarf ist um 20 Prozent gesunken - und wird ausschließlich durch einheimische regenerative Energien gedeckt.

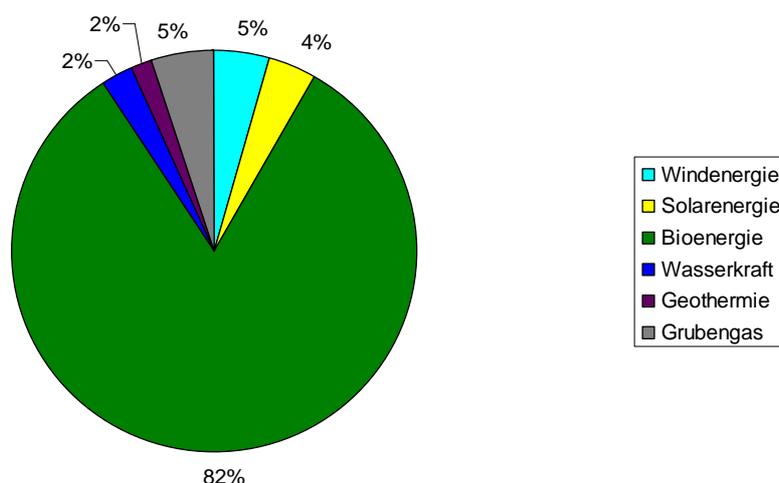
Die installierte Leistung der regenerativen Energieträger wäre dann wie folgt:

Energieträger	inst. Leistung (heute)	inst. Leistung (2030)	Investment
Windenergie	67 MW	780 MW	ca. 0,75 Mrd. €
Solarenergie	24 MW	2.400 MW	ca. 5,5 Mrd. €
Bioenergie*	26 MW	1.000 MW*	ca. 0,6 Mrd. €
Wasserkraft	18 MW	30 MW	ca. 0,2 Mrd. €
Geothermie	0,0 MW	20 MW	ca. 0,15 Mrd. €
Grubengas	52 MW	60 MW	ca. 0,1 Mrd. €
<b>Summe</b>	<b>ca. 190 Megawatt</b>	<b>ca. 4.300 Megawatt</b>	<b>ca. 7,3 Mrd. €</b>

\*: Bei der Bioenergie ist folgendes zu berücksichtigen: Da Biomasse ein hervorragender Speicher ist, sollte die Anlagendimensionierung derart angepasst werden, dass zu Höchstlastzeiten mehr Biomasse genutzt wird als im Jahresmittel. Zu anderen Zeiten (bei viel Wind und/oder Sonnenschein) wird die Biomasse nicht genutzt, sondern für eine spätere Nutzung (bei wenig Wind und wenig Sonnenschein) gelagert.

Der Höchstwert der maximal benötigten Leistung im Saarland liegt nach eigener Abschätzung heute zwischen rund 1.000 Megawatt (Sommer) und rund 1.500 Megawatt (Winter). Durch ein intelligentes Energiemanagement könnten rund 20% der nachgefragten Leistungsspitzen wegfallen. Weitere Einzelheiten dazu finden sich im nachfolgenden Kapitel II.8.2 (Intelligentes Energiemanagement). Die Werte würden dann zwischen 800 MW (Sommer) und 1.200 MW (Winter) liegen. Unter Berücksichtigung dieser Einsparungspotentiale sähe die Verteilung der gesicherten Leistung dann folgendermaßen aus:

**Gesicherte Leistung (2030)**

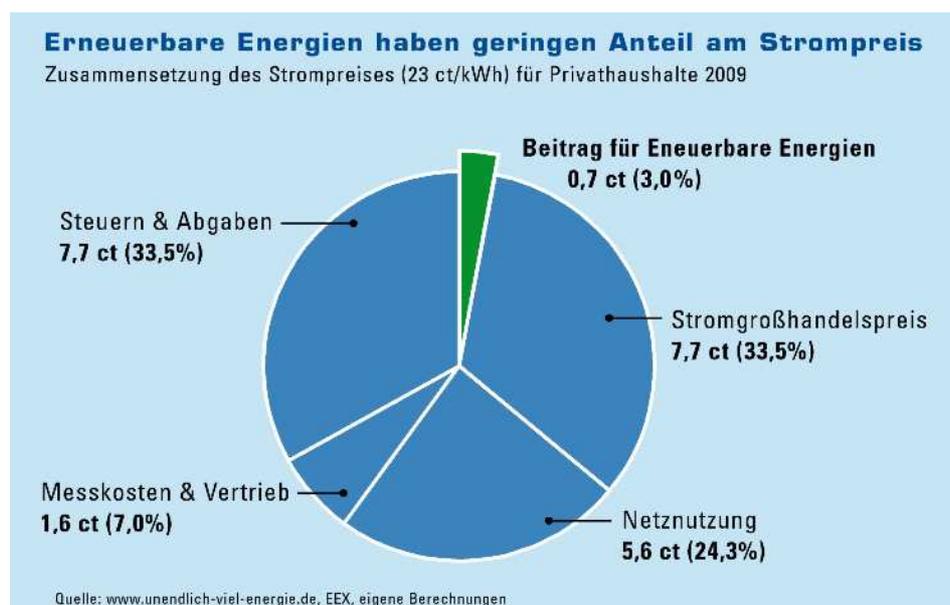




Würde die gesamte regenerative Energiemenge im Jahr 2030 durch Neuanlagen aus dem Jahr 2030 erzeugt werden, würde die mittlere Vergütung – entsprechend der Anteile der regenerativen Energieträger im Jahr 2030 – bei rund 7,2 Cent pro Kilowattstunde liegen. Realistisch betrachtet wird es im Jahr 2030 jedoch auch einen größeren Bestand an Altanlagen geben, die höher vergütet werden. Allerdings wird der Zubau in den nächsten Jahren nicht linear über die Jahre verteilt sein, sondern gerade zum Ende des Betrachtungszeitraums stark ansteigen. **Deshalb gehen wir davon aus, dass der mittlere Vergütungssatz aller im Jahr 2030 produzierenden regenerativen Kraftwerke bei knapp unter zehn Cent pro Kilowattstunde liegen wird.**

Demgegenüber steht ein Strompreis der konventionellen Energieträger, dessen langfristige Entwicklung vor allem einer Richtung folgen wird: nach oben. Auf Grund der knapper werdenden Rohstoffe und der steigenden Nachfrage wird auch der Börsenpreis so lange weiter steigen, wie er überwiegend von fossilen und nuklearen Kraftwerken bestimmt wird.

Neben steigenden Rohstoffpreisen sind vor allem die oligopolistischen Strukturen auf dem deutschen Strommarkt für die erheblichen Preissteigerungen der letzten Jahre verantwortlich. Zusammen kontrollieren die vier Konzerne E.ON, Vattenfall; EnBW und RWE 80 Prozent der Stromerzeugung und 100 Prozent der überregionalen Netze. Von Seiten der traditionellen Stromwirtschaft wird zwar immer wieder auf die steigenden staatlichen Abgaben und die angeblich stark steigenden Mehrkosten für erneuerbare Energien verwiesen, doch laut Spiegel-Online sehen auch die Energieexperten vom Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) und vom Hamburgischen Weltwirtschaftsinstitut (HWI) die Gründe für die Preisaufschläge im Oktober letzten Jahres in der Preispolitik der Konzerne selbst begründet. **So machen etwa die Mehrkosten durch die im Erneuerbare-Energie-Gesetz festgelegte Umlage nur 3 Prozent (0,7 Cent pro kWh) des Strompreises von 23 Cent pro Kilowattstunde in 2009 aus:**



Beispiel Photovoltaik: Nur einen Euro im Monat investiert ein Haushalt in Solarstrom. Hier haben sich sinkende Einspeisetarife als kosteneffizientes Instrument einer gezielten Markteinführung bewährt. 2009 steigt die Degression bei Photovoltaikanlagen auf Dächern sogar auf 9 Prozent. Damit ist der Subventionsvorwurf faktisch entkräftet: Kein anderes Land produziert so günstig Solarstrom wie Deutschland – mehr als 40 Staaten haben das Modell bereits erfolgreich übernommen.

Auch im kommenden Jahr dürfte die Umlage nach Angaben des Bundesverbandes Erneuerbarer Energien nur um 0,1 Cent pro Kilowattstunde steigen. Die angekündigten Preiserhöhungen liegen jedoch bis um das 15-fache darüber. Die Energieexperten der Wirtschaftsinstitute fordern daher neue Kraftwerke, die sich im Besitz neuer Anbieter befinden, und damit mehr Wettbewerb auf dem deutschen Strommarkt zu initiieren – eine Forderung, der durch den Ausbau der dezentralen erneuerbaren Energienkraftwerke nachgekommen werden kann. Studien haben zudem nachgewiesen, dass an windreichen Tagen bereits heute durch das Angebot der Windenergie ein Preis senkender Effekt an der deutschen Strombörse EEX auftritt. **Erst die erneuerbaren Energien wirken somit dämpfend auf den Börsenpreis.**

Die Stromgestehungskosten konventioneller Kraftwerke werden im Jahr 2030 mit Sicherheit deutlich über zehn Cent pro Kilowattstunde liegen, wenn man die Entwicklung der Vergangenheit fortschreibt. Dabei ist noch nicht einmal berücksichtigt, dass der Strompreis künftig auch durch eine wirkliche **Berücksichtigung der externen Kosten** (z.B. durch CO<sub>2</sub>-Zertifikate) deutlich weiter steigen wird. So haben Bundestag und Bundesrat erst im Juni die teilweise Versteigerung von CO<sub>2</sub>-Zertifikaten ab dem Jahr 2008 beschlossen.

**Fazit:**

***Die Energiewende ist machbar. Das Saarland kann im Jahr 2030 seinen Strombedarf zu 100 Prozent aus regenerativen Energien bereitstellen. Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist nicht nur umweltfreundlich, sondern er garantiert langfristig auch einen stabilen Strompreis!***

***Gerade der private Endverbraucher wird von einem Ausbau der regenerativen Energien profitieren. Durch die Dezentralität sinken die Durchleitungsgebühren, und weitere Abgaben und Steuern können eingespart werden. Damit wird der regenerative Energiemix nicht nur günstigere Stromerzeugungskosten als künftige konventionelle Großkraftwerke aufweisen, sondern auch um 2 bis 3 Cent pro Kilowattstunde geringere Nebenkosten, wie beispielsweise für den Stromtransport. Der Strompreis für den Endverbraucher dürfte somit im Jahr 2030 nur unwesentlich höher liegen als heute – eine Perspektive, die mit fossilen und atomaren Großkraftwerken nie zu erreichen wäre.***

## II.8 Netzintegration erneuerbarer Energien

Wie die vorangegangenen Kapitel gezeigt haben, werden die erneuerbaren Energien im Jahr 2030 in der Lage sein, eine dem jährlichen Strombedarf des Saarlandes äquivalente Strommenge bereitzustellen. Welche ergänzenden Maßnahmen nötig sein werden, um eine Rund-um-die-Uhr-Versorgung zu sichern, wollen wir in diesem Kapitel erläutern. **Neue Techniken müssen dafür nicht erfunden werden!**

Die erneuerbaren Energien werden in der Lage sein, bei einer intelligenten Vernetzung und in Kombination mit weiteren Maßnahmen jederzeit die benötigte Leistung bereitzustellen. Energieeinsparung und effiziente Energienutzung (siehe Kapitel 3) stehen dabei an erster Stelle. Zu den weiteren Maßnahmen gehören:

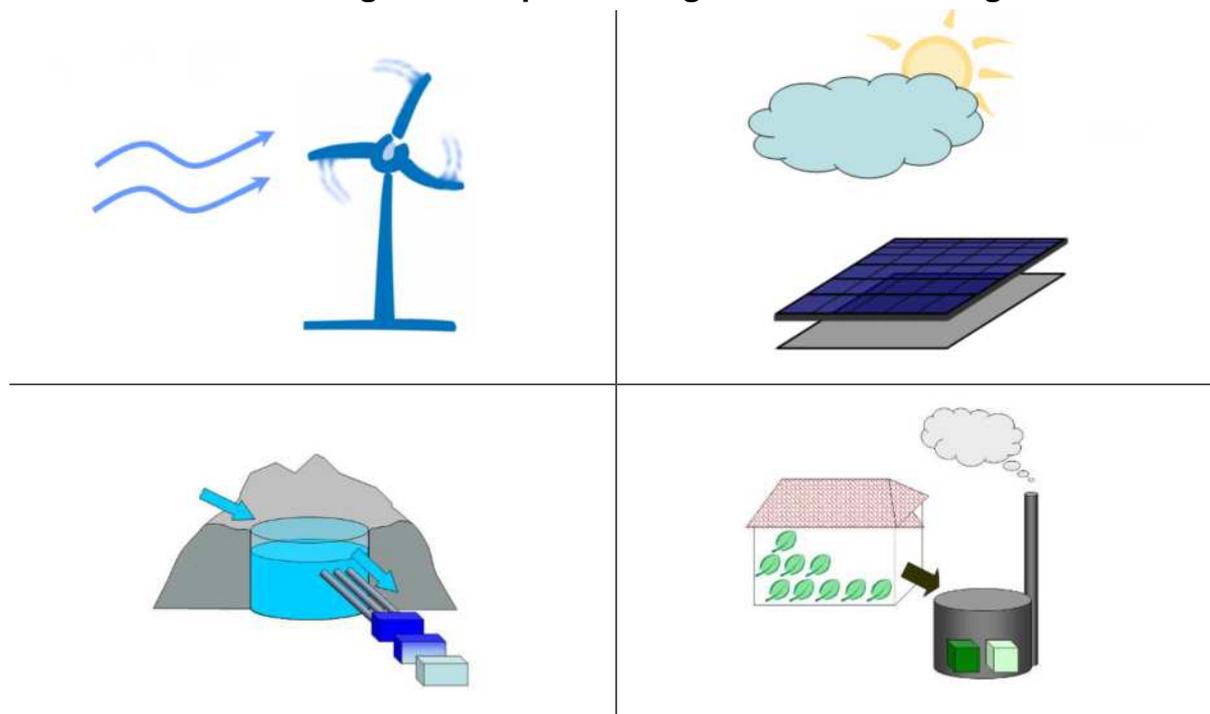
1. Nutzung bestehender Energiespeicher
2. Intelligentes Energiemanagement
3. Ausbau virtueller, regenerativer Kraftwerke
4. Vernetzung mit anderen Stromnetzen
5. Weiterentwicklung von vorhandenen Speichertechnologien
6. Das regenerative Kombikraftwerk – ein Beispiel aus der Praxis
7. Energieautarke Einheiten

**Eine sichere Energieversorgung durch erneuerbare Energien immer und überall – das regenerative Kombikraftwerk macht es möglich.** Das regenerative Kombikraftwerk verknüpft und steuert 36 über ganz Deutschland verteilte Wind-, Solar-, Biomasse- und Wasserkraft-Anlagen. Es ist ebenso zuverlässig und leistungsstark wie ein herkömmliches Großkraftwerk. Das Kombikraftwerk zeigt, wie durch die gemeinsame Regelung kleiner und dezentraler Anlagen bedarfsgerecht und zuverlässig Strom bereitgestellt werden kann. „Kombikraftwerk“ bedeutet, die Vorteile der verschiedenen erneuerbaren Energien optimal zu kombinieren. Windenergie-Anlagen und Solarmodule leisten je nach Verfügbarkeit von Wind und Sonne ihren Beitrag zur Stromerzeugung. Ausgleichend werden Biogas und Wasserkraft eingesetzt: Je nach Bedarf werden sie in Strom umgewandelt, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen oder vorübergehend gespeichert. **Einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien steht technisch nichts im Wege.**

### II.8.1 Nutzung bestehender Energiespeicher

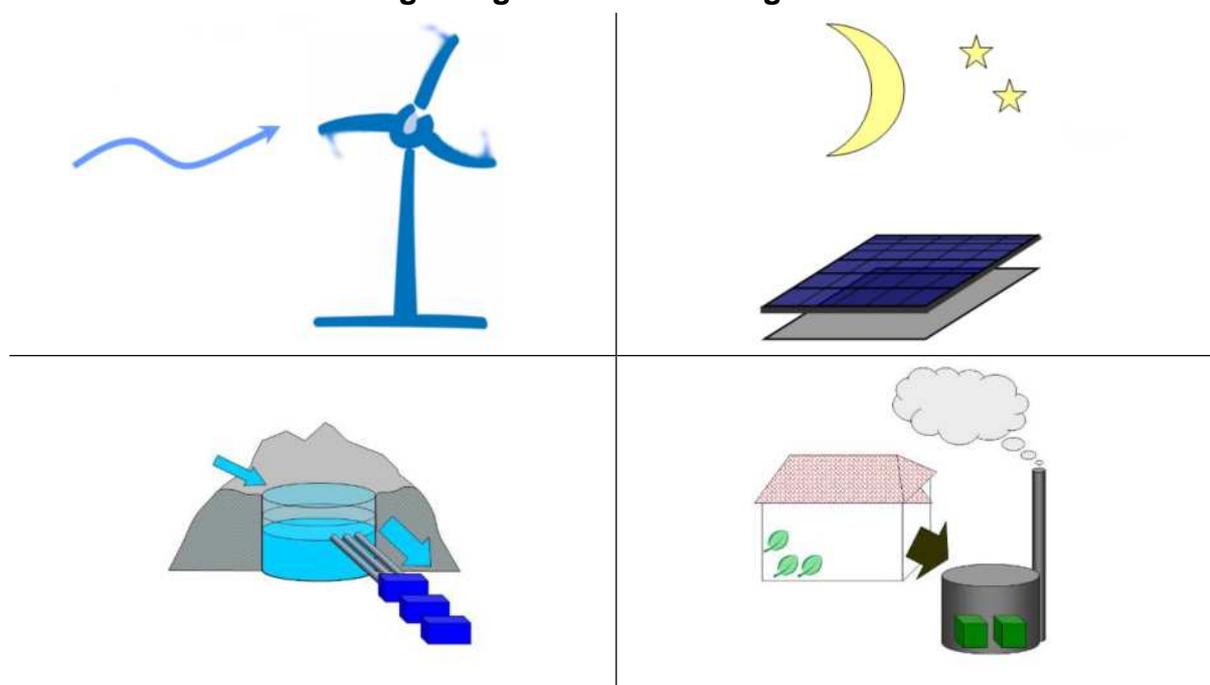
Im Gegensatz zu vielen anderen Zukunftsszenarien setzen wir auf bestehende Techniken, auch im Bereich der Energiespeicherung. Vor allem **Biomasse und Wasserkraft** können als direkte Speichertechnologien verwendet werden und **somit komplett den Strombedarf zeitgerecht abdecken**. Beide Energiearten haben einen großen Vorteil gegenüber allen „indirekten“ Speichern wie beispielsweise Batterien und Wasserstoff: Bei ihrer Nutzung als Speicher treten **kaum zusätzliche Umwandlungsverluste** im Gegensatz zur Wasserstoff-Technologie auf. Biomasse und Wasserkraft sind somit die kostengünstigste und effektivste Form der Speicherung. Die nachfolgenden Grafiken veranschaulichen das ideale Zusammenspiel der regenerativen Energieträger. Aus Gründen der Vereinfachung haben wir den Energieträger „Geothermie“ nicht dargestellt. Die Geothermie lässt sich allerdings problemlos in dieses Energiesystem integrieren.

## Der Normalfall: Das Angebot entspricht weitgehend der Nachfrage



Bei normalen Wetterbedingungen (Wind und/oder Sonnenschein) wird nur wenig Wasserkraft- und Biomasseleistung sowie Geothermie als Ergänzung zur Wind- und Solarleistung benötigt. In den Wasserkraft- und Biomassekraftwerken laufen nicht alle Generatoren. Das System befindet sich dank einer intelligenten Vernetzung und einer effektiven Steuerung der Nachfrageseite im Gleichgewicht.

## Ausnahme 1: Die Nachfrage ist größer als das Angebot

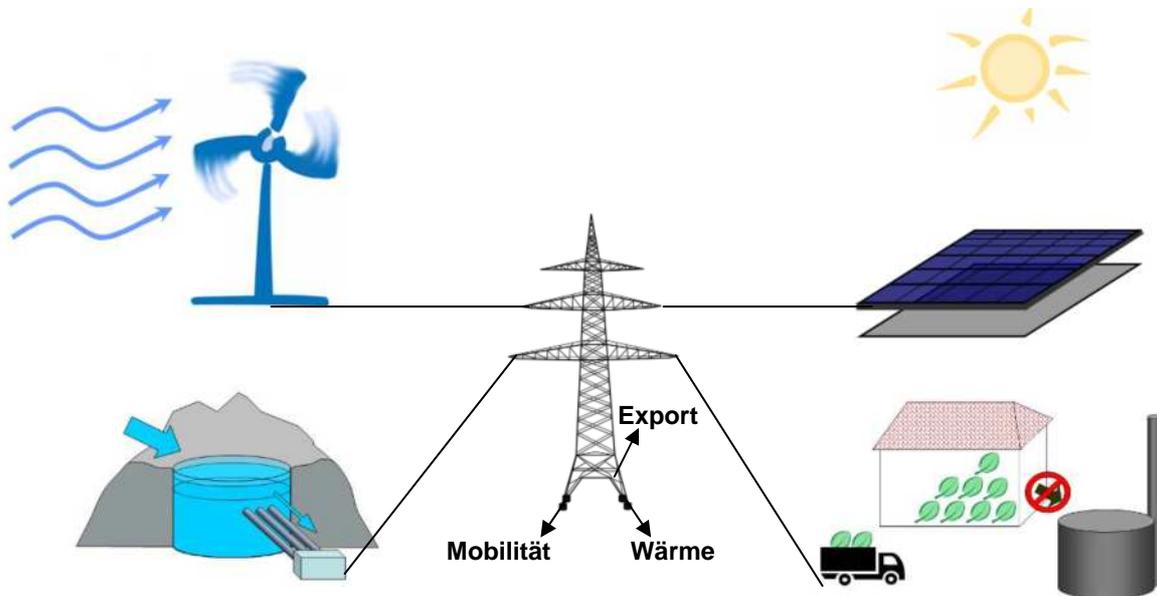


Bei wenig Wind und/oder Sonnenschein wird mehr Wasserkraft- und Biomasseleistung sowie Geothermie benötigt. Wasserspeicher und Biomasselager leeren sich. In diesen Kraftwerken laufen alle Generatoren unter Vollast.

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

## Ausnahme 2: Das Angebot ist größer als die Nachfrage



Bei seltenen, sehr extremen „regenerativen“ Wetterbedingungen (sehr viel Wind und/oder Sonnenschein) und gleichzeitig sehr geringer Nachfrage werden nur sehr wenig Wasserkraft- und Biomasseleistung als Ergänzung zur Wind- und Solarleistung benötigt. Wasserspeicher und Biomasselager füllen sich, die Generatoren laufen mit minimaler Leistung. Zusätzlich können mit der Überproduktion von Wind- und/oder Sonnenstrom beispielsweise Batterien in E-Mobilen gefüllt oder Wärme produziert werden. Einen Teil des Stroms kann man zudem auch in benachbarte Regionen exportieren.

Vor allem die Biomasse ist die ideale Ergänzung zur Wind- und Sonnenenergie im regenerativen Energiemix, weil sie sich aufgrund der Vielfältigkeit zum Beispiel in Form von Holzhackschnitzeln, Maissilage, Gülle usw. leicht speichern, aber auch relativ zügig in elektrische Energie umwandeln lässt. Holzhackschnitzel beispielsweise können genau dann verbrannt werden, wenn nicht genügend Wind- und Solarstrom zur Verfügung steht. Ist aber ausreichend Strom im Netz, wird das Holz solange gelagert, bis es wieder gebraucht wird. Einzig größere Generatoren zur Erzeugung von Strom und Wärme in kurzen Zeiträumen (z. B. in 4.000 statt 8.000 Stunden pro Jahr) müssen angeschlossen werden.

Ähnlich verhält es sich mit Wasserkraftwerken, die über ein ausreichend dimensioniertes Speicherbecken verfügen: Bei viel Wind und/oder Sonnenschein wird der Abfluss (und damit die Turbinenleistung) des Wasserkraftwerks reduziert, und das auflaufende Wasser füllt den Speicher. Bei Windstille und dunklem Himmel fließt mehr Wasser aus dem Becken über die Turbinen ab – und der Pegel im Speicherbecken sinkt. Wasserkraftwerke im Verbund mit Speicherbecken sind eine seit Jahrzehnten weltweit genutzte Möglichkeit der Energiespeicherung. Hinzu kommen klassische Pumpspeicherkraftwerke, wie sie bundesweit an verschiedenen Standorten erfolgreich betrieben werden. Dabei werden Energieüberkapazitäten benutzt, um Wasser von niedrig auf höher gelegene Speicherbecken zu pumpen, um dann zu Spitzenlastzeiten durch Turbinen entsprechende Energie bereitzustellen.

An der Saar gibt es mehrere Laufwasserkraftwerke. Eines davon ist bei Flusskilometer 18,3: die Staustufe Serrig. Von 1981 bis 1986 erbaut und zwischen den Staustufen Kanzem und Mettlach gelegen, gehört zur Staustufe Serrig ein Wasserkraftwerk. Die Leistung der beiden Rohrturbinen beträgt 12.000 kW.

Im benachbarten Rheinland-Pfalz existiert zum Beispiel das Dhronkraftwerk Leiwen mit einer Leistung von 6,1 Megawatt in der Nähe von Trier; das Kraftwerk wurde ursprünglich als Laufwasserkraftwerk konzipiert, später aber mit einer Pumpspeicherfunktion ergänzt. Es wäre zu prüfen, ob und inwiefern Pumpspeicherkraftwerke im Saarland verwirklicht werden können.

In einem europäischen Verbundnetz ist es zudem auch vorstellbar, die riesigen vorhandenen Speichermöglichkeiten in den skandinavischen Ländern (vor allem in Norwegen) oder den Alpenregionen für ein rein regeneratives europäisches Verbundnetz zu nutzen – warum sollte davon nicht auch der saarländische Energiemarkt im Bedarfsfall profitieren?

In Norwegen beispielsweise werden jährlich rund 120 Mrd. kWh Strom erzeugt. Dies geschieht zu 99,3 Prozent durch Wasserkraft-Werke. Und im benachbarten Schweden beträgt die Jahresstromproduktion ca. 150 Mrd. kWh. Hier liegt der Wasserkraft-Anteil bei etwa 50 Prozent. Ebenfalls sehr hohe Anteile an Wasserkraft haben die beiden Alpenländer Österreich und Schweiz: In Österreich steuert die Wasserkraft etwa 67 Prozent zur Jahresstromproduktion von ca. 60 Mrd. kWh bei, in der Schweiz (Jahresstromproduktion: ca. 70 Mrd. kWh) liegt ihr Anteil bei knapp 60 Prozent. Die installierte Wasserkraft-Leistung in diesen vier Ländern beträgt zusammengenommen rund 70.000 Megawatt.

Am Beispiel Norwegen sollen die Möglichkeiten eines internationalen Zusammenwirkens im Stromsektor nachfolgend kurz erläutert werden. Norwegen ist der sechstgrößte Wasserkraftproduzent der Welt und der größte Europas. Das Wasserkraftpotenzial Norwegens wird derzeit auf insgesamt 205 Mrd. kWh geschätzt. Ausgebaut sind Anlagen für eine mittlere Produktionskapazität von 118,9 Mrd. kWh.

Gleichzeitig hat Norwegen mit einem Jahresstromverbrauch von über 15.000 kWh pro Haushalt den größten Verbrauch in ganz Europa – der Durchschnitt in der EU liegt bei rund 4.000 kWh. Die Gründe für den hohen Verbrauch in Norwegen liegen vor allem in der Nutzung von Elektrizität im privaten Wärmesektor. **Würden die rund zwei Millionen norwegischen Haushalte ihren Wärmebedarf einerseits durch eine effiziente Dämmung senken und den verbleibenden Bedarf mit anderen Energiequellen (zum Beispiel in Form von Holzpellets oder anderer Biomasse) decken, so könnten sie somit ihren Jahresstrombedarf pro Haushalt auf den europäischen Durchschnitt senken. Dann wären rund 22 Mrd. kWh Wasserkraft-Strom verfügbar. Zum Vergleich: Der Jahresstrombedarf des Saarlandes wird im Jahr 2030 voraussichtlich rund sieben Mrd. kWh betragen!**

## II.8.2 Intelligentes Energiemanagement

Um eine bedarfsgerechte Versorgung der Haushalte und des Gewerbes sowie der Industrie mit Energie zu erreichen, wird das intelligente Energiemanagement künftig eine zentrale Aufgabe bilden. Das bedeutet, dass nicht nur auf Erzeugerseite die teilweise fluktuierenden regenerativen Energiequellen ausgeglichen werden, sondern auch auf der Verbraucherseite die Nachfrage dem Angebot angepasst wird.

Bisher wird auf Verbraucherseite sowohl das private als auch das öffentliche und das betriebliche Energiemanagement sehr wenig beachtet. Allein durch die Anpassung des Zeitpunktes des privaten Verbrauchs an den Zeitpunkt der regenerativen Energieerzeugung lässt sich ein hoher Grad an Energieeffizienz verwirklichen. So kann man den höchsten Stand der Sonne mit Blick auf die Photovoltaik optimal ausnutzen, indem man zur gleichen Zeit z.B. auch automatisch die Waschmaschine einschalten lässt. Teilweise gibt es auch „natürliche“ Korrelation zwischen den regenerativen Energien und der Nachfrageseite: So ist der Strombedarf für Klimaanlage in aller Regel immer dann am höchsten, wenn viel Sonne scheint.

Auch im Gewerbe und in der Industrie lassen sich einige Prozesse zeitlich verschieben und damit besser mit der regenerativen Energieerzeugung vernetzen. Nicht benötigte Nebenprozesse in der Industrie lassen sich beispielsweise zeitweise ganz abschalten oder ganze Prozesse in ihrem Ablauf energetisch optimieren. Beispielsweise können Trocknungsprozesse (z.B. in Lackierstraßen) und Kühlungsprozesse (z.B. in Kühlhäusern) vom zeitlichen Ablauf her gut gesteuert werden.

## II.8.3 Ausbau virtueller Kraftwerke

Der Umstieg von der momentanen zentralen Energieerzeugung zu einer dezentralen Erzeugung regenerativer Energien bei zentraler Ansteuerung der verschiedenen Anlagentypen wird ebenfalls zum Kern eines neuen Energiesystems gehören. Beispielhaft sei an dieser Stelle das so genannte „virtuelle Kraftwerk“ genannt: Es basiert auf der Idee, unter Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen der Verbraucher, die einzelnen dezentralen Energieerzeugungsanlagen über das Internet zu steuern.

Darunter können z.B. kleinere Anlagen wie private Blockheizkraftwerke (BHKW) fallen, bei denen der jeweilige Eigentümer bei Bedarf Strom in das öffentliche Stromnetz mittels des virtuellen Kraftwerks einspeisen kann. Es gibt bereits heute zahlreiche Techniken, mit denen sich der Ansatz der virtuellen Kraftwerke umsetzen lässt: Neben Mini-BHKW gehören dazu die so genannte Sunmaschine, die auf dem Prinzip des Stirling-Motors basiert, oder auch solare Inselssysteme wie beispielsweise das System Sunny Island, das Solarmodule mit Batterien kombiniert. Ähnliche Anlagen sind jedem Autofahrer von Parkautomaten oder Messstationen an den Autobahnen bekannt.

Positive praktische Erfahrungen mit einem virtuellen Kraftwerk haben bereits die Technischen Werke Ludwigshafen AG (TWL) mit ihrer Querverbundwarte als Steuerungseinheit gemacht. Ebenso ist seit Ende 2004 im nordrhein-westfälischen Unna das erste virtuelle Kraftwerk im Dauerbetrieb, darüber hinaus betreibt die Transferstelle Bingen zu Forschungszwecken ein virtuelles Kraftwerk mit unterschiedlichen Energieträgern. Auch die Saarbrücker Stadtwerke haben seit Beginn des Jahres einen Feldversuch zur Praxistauglichkeit und Dauerhaltbarkeit des Stirlingmotors an ihrer Gasdruckregelstation am Saarbrücker Busdepot gestartet.

## II.8.4 Vernetzung mit anderen Stromnetzen

Über das regionale Energiemanagement hinaus könnten notfalls vielfältige Ausgleichseffekte durch den Einsatz der internationalen Stromnetze erfolgen. So kann eine Vergleichmäßigung der Stromerzeugung durch die Ausdehnung des Strom erzeugenden Gebiets erzielt werden. Grundgedanke ist der saisonale Ausgleich über Distanzen von unter Umständen mehreren tausend Kilometern.

Dem Charme der Windenergie-Erzeugung in den windstarken Regionen Nordeuropas (On- und Offshore) sowie der solaren Stromerzeugung in Südeuropa und Nordafrika steht allerdings neben den langen, mit Verlusten behafteten Transportstrecken **eine neue Form der Abhängigkeit** gegenüber. Denn warum sollte der Betreiber eines solaren Großkraftwerkes in der Wüste seinen Strom kostengünstig im Saarland anbieten, wenn er andere Abnehmer in Europa (oder dem Nahen Osten) hat, die mehr zahlen würden. Leitungsgebundene Energieformen (wie Elektrizität, aber auch Erdgas und Erdöl) sind systembedingt mit dem Risiko des „Hahnzudrehens“ behaftet.

Zudem würden viele kleine regionale und dezentrale Erzeugungseinheiten im Besitz vieler kleiner Unternehmen (z.B. privater Betreibergesellschaften, regionaler Energieversorger oder auch Stadt- und Gemeindewerke) aufgrund der Wettbewerbssituation eher innovative und für den Verbraucher günstige Energielösungen finden und anbieten als Großkonzerne, die über Teilmonopole – wie zum Beispiel Versorgungsleitungen oder Großkraftwerke – verfügen und so die Preise stärker beeinflussen können. Derzeit befinden sich die überregionalen Netze zu 100 Prozent in Besitz der vier großen Energieversorgungsunternehmen. Eine eigentumsrechtliche Trennung zwischen Netzbetrieb und Stromerzeugung wird Anreize für den Ausbau der Netzstrukturen bieten und den Wettbewerb auf Erzeugerseite steigern.

Für einen internationalen Stromaustausch wäre der konsequente Ausbau der Einrichtungen für die Stromübertragung erforderlich. Auch die Nutzung bestehender Speicher - wie in Norwegen (siehe weiter vorne) - setzt ein gut erhaltenes, effektives und verlustarmes internationales Verbundnetz voraus. Allerdings sind derzeit die Stromnetze in Deutschland und Europa für den konsequenten Ausbau mit der Versorgung durch regenerative, teils schwankende Energieträger noch nicht ausreichend ausgebaut. Bisher sind die Übertragungskapazitäten innerhalb der EU und innerhalb vieler Regionen zu schwach.

## II.8.5 Weiterentwicklung von vorhandenen Speichertechnologien

Überschüssigen Wind- und/oder Solarstrom sollte man selbstverständlich nicht ungenutzt lassen, sondern wie bereits beschrieben zur Auffüllung bestehender Speicherbecken von Wasserkraftwerken nutzen oder über eine intelligente Vernetzung zum entsprechenden Verbraucher führen. Auch eine Umwandlung des Stroms in Wärme ist als Option vorstellbar, wenngleich die Effizienz dieser Prozesse nicht besonders wirtschaftlich ist.

Eine andere Möglichkeit zur Speicherung bilden beispielsweise Batterien, heutzutage ein alltäglicher Bestandteil im europäischen Stromverbund für die Sofortreserve zur Sicherstellung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV). Darüber hinaus existieren bereits Insellösungen, wenn die Anbindung an das Stromnetz zu teuer ist. Sie eignen sich gut, um bei Überproduktion und zeitversetzter Nutzung Energie aus Photovoltaik- bzw. Windenergie-Anlagen zu speichern. Ähnliche Anlagen sind jedem Autofahrer zur Stromversorgung von Parkautomaten oder Messstationen an den Autobahnen bekannt.

An dieser Stelle ist beispielhaft die ursprünglich aus Deutschland stammende Idee der Natrium-Schwefel-Batterie (NaS) zu nennen. Derzeit plant der japanische Hersteller NGK bei Tohoku den Einsatz einer 30 Megawatt starken NaS-Batterie zur Speicherung des durch Windenergie erzeugten Stroms. Auch hierzulande soll dieser Batterietyp zum Einsatz kommen, um eine kurzfristige Überbrückung zu ermöglichen und kleinere lokale Versorgungseinheiten zu stärken. Vorteilhaft ist bei der Wahl einer NaS-Batterie, dass sich mit der BASF bereits ein Partnerunternehmen der NGK in Deutschland befindet.

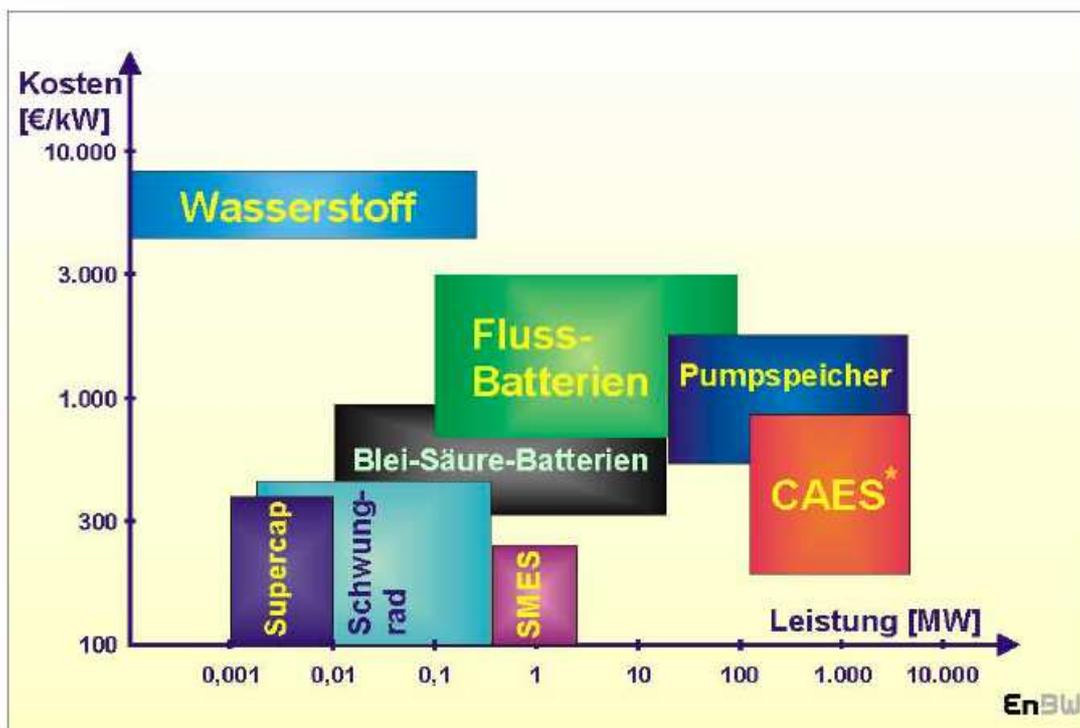
Darüber hinaus bietet es sich auch an, in Elektrogeräten Akkus zu verwenden, die während der energieintensiven Phasen von Wind- und Solarenergie aufgeladen werden. Im städtischen Bereich können zudem Batterien für Elektrofahrzeuge mit dem Überschuss aus Wind- und Solarenergie-Anlagen aufgeladen werden. In windschwachen und sonnenarmen Zeiten können diese Batterien (bzw. die Fahrzeuge) dann als stationärer Speicher zur Stromabnahme genutzt werden.

Auch Wasserstoff ist als Speichermedium in aller Munde, konnte sich bislang jedoch trotz der enormen Popularität weder im Verkehrs- noch im Energiesektor durchsetzen. Dies dürfte unter anderem an dem schlechten Wirkungsgrad der gesamten Umwandlungskette und den damit verbundenen hohen Kosten liegen.

Zur Speicherung thermischer Energie, die sich ebenfalls durch Strom aus Wind- und Solarenergie erzeugen lässt, eignen sich auch natürliche Grundwasserschichten, sog. Aquifere, die unterhalb des Niveaus der Trinkwassernutzung (in der Regel unter 100 Meter) liegen. Bisher sind vor allem in Skandinavien, Belgien und den Niederlanden entsprechende Projekte umgesetzt worden. In Deutschland wird dies zum Beispiel im Energiekonzept „Spreebogen“ für den Reichstag erprobt.

Außerdem kann man Schwungräder als Hochleistungsspeicher für die kurzfristige und kurz andauernde Energiebereitstellung in großen Mengen betreiben. Das ist der Fall bei häufigen Lade- und Entladevorgängen wie z.B. bei Containerbrücken oder im Nahverkehrsbereich. Eine weitere Speichertechnologie, die ebenfalls für den Bereich der schnellen Lade-/Entladevorgängen geeignet ist, sind die Doppelschichtkondensatoren bzw. SuperCaps oder supraleitende Spulen (SMES).

Die unterschiedlichen Speicherkonzepte unterscheiden sich dabei nicht nur bei den Kosten und Wirkungsgraden, sondern auch bei den Anwendungsbereichen, wie das nachfolgende Schaubild zeigt:



Pumpspeicher-Kraftwerke liegen in der Größenordnung von 50 bis 5.000 Megawatt, die geplanten Druckluft-Kraftwerke (CAES) ebenfalls. Dagegen decken sowohl Wasserstoff- als auch Batteriespeicher eher den Bereich von wenigen Kilowatt bis maximal 100 Megawatt ab, weil sie zu hohe Verluste aufweisen und zu teuer sind.

## II.8.6 Das regenerative Kombikraftwerk – ein Beispiel aus der Praxis

An der Realisierung einer Vollversorgung mit regenerativen Energien wird in Nordhessen intensiv geforscht. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Solare Versorgungstechnik (ISET) an der Universität Kassel haben die Anlagenhersteller Schmack Biogas AG, SolarWorld AG und Enercon GmbH Deutschlands erstes Kombikraftwerk mit dem Namen „EE 100“ für erneuerbare Energien entwickelt und im Oktober letzten Jahres nach mehrmonatiger Laufzeit einer breiten Öffentlichkeit in Berlin vorgestellt. Das Projekt demonstriert, dass erneuerbare Energien eine bedarfsgerechte Stromversorgung zu 100 Prozent sicherstellen können.

*Copyright-Hinweis:  
Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!*

Im Kombikraftwerk sind 36 Erneuerbare-Energien-Kraftwerke vernetzt, die über ganz Deutschland verstreut sind. Zu dem Kraftwerk gehören elf Windanlagen, vier Biogaskraftwerke und 20 Solaranlagen sowie ein Pumpspeicherkraftwerk, die durch eine zentrale Steuerungseinheit zusammengeschlossen werden. Ein Zehntausendstel des deutschen Strombedarfs – etwa der Bedarf einer Kleinstadt mit 12.000 Haushalten – wird auf diese Weise abgedeckt. Was einmal für die gesamte Bundesrepublik möglich werden soll, wird hier im Kleinen erfolgreich getestet. Um sich minutengenau an den tatsächlichen Bedarf anzupassen, speichert das regenerative Kombikraftwerk überschüssige Strommengen, um sie im Falle der Nachfragespitzen wie beispielsweise zur Mittagszeit wieder zur Verfügung zu stellen.

Der Dreh- und Angelpunkt für alle Kraftwerksfunktionen ist dabei der tatsächliche Verlauf des Strombedarfs. Das so genannte Lastprofil, eine Prognose des erwarteten Energiebedarfs, wird an eine zentrale Steuerungseinheit übermittelt, wo auch die auf den Vorhersagen des deutschen Wetterdienstes basierenden Prognosen über die zu erwartenden Wind- und Solarerträge eingehen. Die zentrale Steuerungsanlage rechnet diese Daten gegeneinander auf. Da die Leistung der Wind- und Solaranlagen gemäß den natürlichen Bedingungen schwankt, können sie den Strombedarf nicht exakt abdecken. Die entstehende Unter- beziehungsweise Überversorgung muss ausgeglichen werden, um Versorgungssicherheit und Netzstabilität zu garantieren. Genaue Prognosen gestatten es, grundsätzliche Steuerungsmuster festzulegen.

Die eigens dafür am ISET entwickelte Software berechnet alle 60 Sekunden den Energiemix unter Berücksichtigung der Wetterdaten neu. Trotz der sehr genauen Vorhersagen über die zu erwartende Leistung der beteiligten Kraftwerke besteht bei der realen Einspeisung noch ein Ausgleichsbedarf. Die zentrale Steuerungseinheit regelt schließlich auch die Feinabstimmung zwischen den Energiequellen. Von dieser ist abhängig, wie viel Energie aus Biogas- und Pumpspeicherwasserkraftwerken bereitzustellen ist. Dabei kommen die besonderen Eigenschaften des Biogases zum Tragen, da Biogas als einziger der Energieträger speicherfähig ist und damit nachfragegerecht Strom liefern kann. Außergewöhnlich bei dem Projekt ist, dass Biogas zur Abdeckung der Spitzenlast herangezogen wird und nicht im Grundlastbereich zum Einsatz kommt. Die natürlichen Schwankungen von Wind- und Solarenergie lassen sich auf diese Weise sinnvoll in ein bedarfsgerechtes Lastprofil überführen. Der Biogasnutzung kommt damit eine zentrale Rolle bei der Regulation des Kombikraftwerks zu.

## II.8.7 Energieautarke Einheiten

Die Erzeugung regenerativer Energie innerhalb energieautarker Einheiten ist auch in einem kleinen Maßstab denkbar. So ist der Bau von Windrädern längst nicht mehr nur die Domäne von großen Betreibern. Kleinwindräder für den Privatgebrauch, die in Gärten gestellt oder auf Hausdächern montiert werden, können ebenfalls sauberen Strom liefern. Noch ist der Marktanteil von kleinen Windenergieanlagen allerdings gering, da Erwerb und Installation eine relativ kostspielige Angelegenheit darstellen und attraktive Rahmenbedingungen in Deutschland bislang fehlen. So benötigen die Eigentümer von heimischen Kleinanlagen genau wie die Betreiber großer Windparks ein um die 1.000 € teures Standortgutachten oder müssen sich bilateral mit ihren Versorger einigen. Zudem ist für die Errichtung des Windrads eine Baugenehmigung nötig, die vom Wohlwollen der lokalen Baubehörden abhängt. Dennoch belegt das steigende Engagement zahlreicher Unternehmen, dass der Markt an Fahrt gewinnt.

Das Beispiel Großbritannien verdeutlicht, dass kleine Windräder bei guten Rahmenbedingungen durchaus Chancen haben. Dort erhalten alle Hausanlagen, die regenerativen Strom produzieren, bis zu 30 % Zuschuss zu den gesamten Investitionskosten. Die erzeugte Elektrizität fließt in den eigenen Verbrauch. Britische Unternehmen, die Kleinanlagen anbieten, erfreuen sich an gut gefüllten Auftragsbüchern. In Deutschland bemüht sich der Bundesverband Windenergie (BWE), die Bedingungen für Kleinwindanlagen zu verbessern. Zu den Forderungen des BWE gehören die Befreiung von der Gutachtenpflicht, verstärkte Forschung, Verbraucherinformationen und eine angemessene Einspeisevergütung, die sich in der Höhe des Hausstromtarifs bewegen soll.



Beispiel eines Vertikalsystems.  
Quelle: Tassa GmbH

Kleinwindräder erreichen bislang nicht den Wirkungsgrad großer Anlagen, können aber bei einer Nennleistung von 1 kW etwa ein bis zwei Drittel des Jahresdurchschnittsverbrauchs eines Haushalts von 3.500 kWh abdecken. Ihr Einsatz bietet sich unter anderem in entlegenen, nicht erschlossenen Gebieten an. Die Errichtung ist aber ebenso in Industrie- oder Gewerbegebieten, auf landwirtschaftlichen Betrieben oder größeren Privatgrundstücken denkbar, sofern sich Nachbarn durch mögliche Geräuschentwicklung und Schattenschlag nicht beeinträchtigt fühlen. Für den Betrieb in Siedlungen, Gewerbebetrieben oder direkt auf Hausdächern werden auch geräusch- und schwingungsarme Vertikalsysteme angeboten, die eine Beeinträchtigung der vor Ort lebenden oder arbeitenden Menschen vermeiden. Eine Einbindung der Kleinwindräder in Gesamtsysteme mit Solarmodulen, Klein-Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die mit Biomasse oder -gas befeuert werden, und/oder solarthermischen

Anlagen zur Wärme- oder Warmwassererzeugung ist möglich. Einige Hersteller arbeiten an dem Ziel, auf diese Weise ein Konzept für energieautarke Häuser im Stadtgebiet anbieten zu können.

Solarmodule auf Dächern sind heute keine Ausnahme mehr und haben seit der Einführung des EEG zunehmende Verbreitung gefunden. Weniger durchgesetzt haben sich bisher solare Stand-alone- und Stand-by-Techniken, wie man sie etwa von mit Solarzellen betriebenen Taschenrechnern her kennt. Der Einbau von Photovoltaikmodulen ist dank verbesserter Wirkungsgrade der Module und der erhöhten Stromnutzungseffizienz in einem breiten Spektrum von Elektrogeräten – angefangen von Fernbedienung über Handy hin zu Haushaltsgeräten mit eingebauter Uhr – denkbar.

Die Leerlaufzeiten von Stand-by-Geräten sind seit Jahren Gegenstand heftiger Debatten. Während bei einigen Geräten das komplette Abschalten lediglich die Benutzerfreundlichkeit einschränkt, sind andere Geräte wie Fax oder Anrufbeantworter sinnvoller Weise auf die Stand-by-Funktion angewiesen. Um die Leerlaufverluste und den Stromverbrauch zu verringern beziehungsweise zu vermeiden, wird ein beachtlicher entwicklungstechnischer Aufwand betrieben und Aufklärungs- und Informationskampagnen für Produzenten, Händler und Kunden angeboten. Neben optimierten Techniken und verändertem Verbraucherverhalten könnte der Einbau von Solarmodulen einen erheblichen Beitrag zur Lösung der Probleme beitragen. Des Weiteren würde allein der Einsatz von Photovoltaik in Stand-alone- und Stand-by-Geräten den Anteil der erneuerbaren Energien um einige Prozentpunkte steigern. Zu bedenken ist außerdem, dass Energieverluste entfielen, die beispielsweise durch das Überladen von Batterien konventioneller Stand-alone-Geräte oder den Verbrauch von Transformatoren während des Nichtbetriebs von elektrischen Geräten entstehen. Da der Strom für den Stand-by-Betrieb der Grundlast zuzurechnen ist, zeigt sich, dass mit der Photovoltaiktechnik durchaus Grundlastkapazitäten ersetzt werden können.

Ein grundsätzlicher Strukturwandel in der Versorgung, insbesondere der Stromversorgung, können kleine, dezentrale Anlagen zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme (Mikro-Kraft-Wärme-Kopplung) bewirken. Kleinkraftwerke im Keller einzelner Gebäude können Strom vor Ort bereitstellen oder ins lokale Verteilungsnetz einspeisen. Die entstehende Abwärme wird für die Heizung und die Warmwasserbereitstellung des Gebäudes verwendet. Auf diese Weise werden private Stromverbraucher gleichzeitig auch zu Stromproduzenten. Als Folge könnten sich weit reichende Veränderungen in der Topologie der Stromnetze sowie eine stärkere Kopplung zwischen Brennstoffen aus erneuerbaren Energien und der Stromversorgung ergeben.

Mikro-KWK-Anlagen kommen in der Regel in Ein- oder Mehrfamilienhäusern als Ersatz für herkömmliche Zentralheizungen zum Einsatz. Sie wenden verschiedene Technologien an und werden mit unterschiedlichen Brennstoffen betrieben. Derzeit arbeiten die meisten Anlagen auf der Basis von Erdgas, vereinzelt kommen aber auch schon regenerative Energiequellen (zum Beispiel Holzhackschnitzel, Pflanzenöl oder Biogas) zum Einsatz. Bei den Technologien ist der Ottomotor am weitesten verbreitet. Stirlingmotoren befinden sich vor der Markteinführung, Brennstoffzellen sowie Mikro-Gasturbinen werden vorläufig noch als Pilot- oder Versuchsanlagen betrieben. Einen weiteren Ausblick auf mögliche Entwicklungen und Technologien gibt Kapitel IV. 2.

## Zusammenfassung

**Eine sichere Energieversorgung durch erneuerbare Energien immer und überall – das regenerative Kombikraftwerk macht es möglich.** Kombikraftwerke verknüpfen und steuern über eine Region verteilte Wind-, Solar-, Biomasse- und Wasserkraft-Anlagen sowie Geothermie-Kraftwerke. Sie sind ebenso zuverlässig und leistungsstark wie ein herkömmliches Großkraftwerk. Durch die gemeinsame Regelung kleiner und dezentraler Anlagen kann bedarfsgerecht und zuverlässig Strom bereitgestellt werden. „Kombikraftwerk“ bedeutet, die Vorteile der verschiedenen erneuerbaren Energien optimal zu kombinieren. Windenergie-Anlagen und Solarmodule leisten je nach Verfügbarkeit von Wind und Sonne ihren Beitrag zur Stromerzeugung. Ausgleichend werden Biogas und Wasserkraft eingesetzt: Je nach Bedarf werden sie in Strom umgewandelt, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen oder vorübergehend gespeichert. **Einer Vollversorgung mit erneuerbaren Energien steht technisch nichts im Wege.**

Zudem haben zahlreiche weitere Studien gezeigt, dass die Komplett-Versorgung von Gemeinden mit erneuerbaren Energien möglich ist. Die Transferstelle Bingen (TSB) hat etwa eine Studie zur Energieversorgung in Bruchmühlbach (Rheinland-Pfalz) vorgelegt. Dort wird die Versorgung durch Wind- und Solarenergie in Kombination mit einem Batteriespeicher zu 80 Prozent gesichert. Die restlichen 20 Prozent können durch die Bereitstellung der Energie durch Biomasse geleistet werden.

Ein Vergleich verschiedener Speichersysteme zeigt deutlich, dass vor allem Biomasse der effizienteste und damit auch günstigste Speicher ist:

<b>Speicher</b>	<b>Verluste*</b>	<b>Zusatzkosten*</b>
Biomasse	1-2%	2-3 Cent pro kWh
Pumpspeicher	25%	4 Cent pro kWh
Batterien	25%	8 Cent pro kWh
Druckluft	30-60%	10 Cent pro kWh
Wasserstoff	75%	10 bis 20 Cent pro kWh

(\*: alle Angaben basieren auf Einzelfallstudien und eigenen Abschätzungen)

Energiemanagementsysteme, Speichertechniken und neuartige Stromnetze ermöglichen es, überschüssigen Windkraft- und Solarstrom für windschwache und sonnenarme Zeiten zu speichern bzw. über weite Strecken zu übertragen. Auch die Steuerung von Verbrauchern – sowohl im privaten als auch im industriellen Bereich – wird möglich sein: zum Beispiel über eine entsprechende Preisgestaltung, wie sie schon heute in groben Zügen (Hoch-, bzw. Niedrigtarif) existiert.

Ein weiterer Vorteil der dezentralen Versorgung ist die hohe Versorgungssicherheit auf Grund der Vielzahl der Anlagen. Denn die Wahrscheinlichkeit, dass alle Systeme gleichzeitig ausfallen, ist relativ gering. Mit der intelligenten Vernetzung lässt sich auch Regel- und Ausgleichsenergie gut einplanen. Entsprechende Prognosesysteme für die Windenergie machen zudem den Anteil an benötigter Regel- und Ausgleichsenergie zunehmend kleiner: Schon heute lässt sich die Windkraft-Leistung 72 Stunden im Voraus mit einer geringen Fehlerquote vorhersagen.

An dieser Stelle möchten wir noch einmal **die volkswirtschaftlichen Vorteile** zusammenfassen, die ein Umstieg von der zentralen Energieversorgung hin zu **einer dezentralen und auf einheimischen regenerativen Energieträgern basierenden Energieerzeugung** mit sich bringen würde:

- **keine teuren Rohstoff- und Energieimporte**  
→ die Wertschöpfung bleibt im Inland vor Ort
- **mehr Arbeitsplätze in den Regionen**
- **durch die Vielzahl von Anbietern entsteht mehr Wettbewerb; mehr Wettbewerb im Energiemarkt führt zu geringeren Energiepreisen als bei monopolähnlichen Strukturen**
- **Die Beschäftigung mit der Energieerzeugung führt zu einem anderen Umgang mit dem Thema Energie und damit auch zu mehr „Energiebewusstsein“**
- **Dezentrale Kombikraftwerke erzeugen neben Strom auch Wärme und tragen so zu mehr Effizienz in der Energieversorgung bei**
- **Das Saarland wird zum Kompetenzzentrum für erneuerbare Energien**

***Fazit:***

**Durch diverse Maßnahmen sowie weitere Forschungsanstrengungen und insbesondere die Einbindung von Bioenergie-KWK-Anlagen kann eine Deckungsrate von 100 Prozent in der Energieerzeugung durch erneuerbare Energien im Saarland erreicht werden.**

**Dabei wird es darauf ankommen, vorhandene Speichertechnologien (wie die Biomasse) intelligent einzusetzen und andere, bereits bestehende Speichertechnologien konsequent weiterzuentwickeln. Wir müssen nicht mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien warten, bis die letzte Kilowattstunde in irgendeiner Speicherdose „zwischen geparkt“ werden kann.**

## III Positive Nebeneffekte und Vorreiter der Energiewende

### III.1 Erneuerbare Energien – Motor für den Arbeitsmarkt

Deutschland bietet ein attraktives Klima für Investitionen in erneuerbare Energien; dies gilt sowohl für Investitionen in die Erzeugung regenerativer Energie als auch für Investitionen in den Produktions- und Dienstleistungsstandort Deutschland. Auch für ausländische Unternehmen gilt die Bundesrepublik als Standort mit der am besten ausgereiften Technologie im regenerativen Energiesektor. Dies führt auch zu einer erhöhten Nachfrage nach deutschem Know-how auf den boomenden Weltmärkten und damit glänzenden Exportaussichten für Hightech „Made in Germany“.



Der Markt mit der Technik für erneuerbare Energien wird für Deutschland in 2007 einen Umfang von etwa 32 Milliarden Euro erreichen. Für das Jahr 2010 wird bereits ein Umfang von ca. 45,3 Milliarden Euro prognostiziert. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) erwartet hier ein weit überdurchschnittliches Wachstum. Günstige gesetzliche Voraussetzungen wie zum Beispiel das Erneuerbare-Energien-Gesetz, treiben die technologische Entwicklung in größerem Umfang voran.

Die erneuerbaren Energien sind dank dieser Entwicklung zum Wachstumsmotor des Arbeitsmarktes geworden. Deutschland nimmt bei der Entwicklung und Herstellung von Produkten zur Gewinnung erneuerbarer Energien einen Spitzenplatz auf der Welt ein. **Bundesweit sind nach jüngsten Berechnungen des BMU bislang im Bereich erneuerbarer Energien rund 250.000 Arbeitsplätze geschaffen worden.** Darin enthalten sind neben den in diesem Bereich unmittelbar Beschäftigten auch die Beschäftigten der Zulieferindustrie und bei Dienstleistungsunternehmen sowie die durch öffentliche und gemeinnützige Mittelbereitstellung entstandenen Stellen in Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung. Darunter sind beispielsweise bei Windenergie-Anlagen nicht nur die eigentliche Herstellung, sondern auch die Zulieferindustrie (Stahl-, Getriebe- und Generatorenproduktion) sowie Vertrieb und Vermarktung zu nennen.

*Copyright-Hinweis:*

*Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!*

Der Ausbau der erneuerbaren Energien hat bundesweit zu neuen Zentren von industriepolitischer Bedeutung geführt. Dazu zählen beispielsweise die Küstenregionen in Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern im Bereich der Windenergie, die neuen Bundesländer im Bereich der Solarenergie und der Süden im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus der Bioenergie-Branche. **Bis zum Jahr 2020 erwartet die Branche der erneuerbaren Energien einen Zuwachs an Arbeitsplätzen in Deutschland auf rund 500.000. Werden die Rahmenbedingungen in allen Energiesektoren – Strom, Wärme, Verkehr – richtig gesetzt, kann der Zuwachs sogar doppelt so hoch ausfallen.**

Der Wegfall von Arbeitsplätzen in den alten Energiesektoren lässt sich mehr als kompensieren, da zusätzliche Arbeitsplätze geschaffen werden. Bei entsprechend guten Rahmenbedingungen kann auch das Saarland vom weltweiten Boom bei den erneuerbaren Energien profitieren. Investitionen in neue Anlagen für erneuerbare Energien lösen unter anderem folgende Beschäftigungseffekte aus:

- Herstellung von Komponenten für regenerative Energieanlagen
- Dienstleistungen rund um die Projektentwicklung
- Aufbau, Wartung und Betrieb regenerativer Kraftwerke
- Export von Anlagen und Dienstleistungen
- Forschung & Entwicklung

### **Auswirkungen im Saarland**

Momentan sind nach Angaben des Statistischen Bundesamtes etwa 3.500 Personen im Bereich der Energie- und Wasserversorgung im Saarland tätig; überwiegend bei kommunalen Unternehmen wie Stadtwerken und Regionalversorgern. Laut der Frankfurter Allgemeinen Zeitung vom 19. März 2008 müssen bei einem Bergbaustopp im Saarland nach Gewerkschaftsangaben bis zu 10.000 neue Arbeitsplätze gefunden werden.

Rund um die erneuerbaren Energien gibt es auch im Saarland bereits viele Beschäftigte bei Herstellern und Dienstleistern. Bis zum Jahr 2030 ist ein stetiges Wachstum zu erwarten, wobei allein die gesamten Arbeitsplätze im Bereich erneuerbarer Energien bei einem moderaten Szenario – wie wir später noch herleiten werden – um mindestens 20.000 zunehmen werden. Die erneuerbaren Energien können also auch im Saarland zum Jobmotor werden. Zu unterscheiden sind dabei die zuvor genannten Bereiche.

## **Herstellung von Komponenten für regenerative Energieanlagen und Dienstleistungen rund um die Projektentwicklung**

Heute gibt es bereits zahlreiche Unternehmen, die in diesem Sektor aktiv sind. Beispielphaft seien an dieser Stelle genannt:

- Conergy Vertriebs GmbH & Co. KG, Systemanbieter im Bereich der regenerativen Energien, Standort Sulzbach
- Windpark Saar GmbH & Co.KG. Das Unternehmen aus Merzig ist der Betreiber des größten Windparks im Saarland.
- Evonik New Energies GmbH, Unternehmen aus Saarbrücken mit langjähriger Erfahrung im Energiegeschäft.
- CIC Solar AG, Saarbrücker Unternehmen mit Photovoltaik-Programmen.
- iSYS Marketing & Consulting GmbH, Consultingunternehmen aus Saarbrücken mit Spezialisierung auf erneuerbare Energien
- Vensys Energy AG, Hersteller von Windenergie-Anlagen aus Saarbrücken.

In der Saar-Lor-Lux-Straße in Saarbrücken hat der Windenergie-Anlagen Hersteller Vensys Energie AG seinen Firmensitz. Der Wunsch nach zuverlässigen Anlagen mit hohem Wirkungsgrad war Vater des konzeptionellen Gedankens der Vensys-Anlagen. Dabei beweist das Unternehmen, dass es für komplexe Aufgaben einfache Lösungen gibt: die Beschränkung auf wenige Bauteile, die Reduzierung der Verschleißteile und die ausschließliche Verwendung von langlebigen Komponenten. Einen störungsfreien Betrieb garantieren der getriebelose Vielpol-Generator mit Permanentmagneterregung, die patentierte Luftkühlung und das Pitchsystem mit verschleißfreien Zahnriemen. Der Dreiklang aus kompakter Bauweise, effizienter Energiewandlung und klugem Sicherheitssystem maximiert dabei Erträge und minimiert Ausfallzeiten.

Künftig wären zum Beispiel die Ansiedlung eines Komponentenherstellers für Windenergie-Anlagen, die Produktion von Solarmodulen oder Solarzellen, oder auch eine verstärkte Herstellung von Komponenten für Bioenergie-Anlagen denkbar. Die hervorragende Infrastruktur des Landes – gekennzeichnet unter anderem durch die Saar-Wasserstraße sowie entsprechende Autobahnnetze – ermöglicht die Fertigung großer Bauteile und deren Transport zu den Standorten des Weltmarktes. Dies kann sich vor dem Hintergrund rasant steigender Komponentengrößen, wie etwa im Bereich der Windenergieanlagen zu einem echten Wettbewerbsvorteil entwickeln.

Ergänzend zu den regenerativen Kraftwerken kann sich das Saarland bei der Zielsetzung einer 100-Prozent-EE-Strategie auch im Bereich der virtuellen Kraftwerke und der Speichermedien profilieren. Heute werden beispielsweise die Natrium-Schwefel-Batterien zur Stromspeicherung überwiegend in Japan produziert. Warum sollte es nicht gelingen, eine Fertigung in das Saarland zu locken, wenn hier auch ein entsprechend großer Absatzmarkt vorhanden ist?

## **Aufbau, Wartung & Betrieb regenerativer Kraftwerke**

Nicht nur die Herstellung der Hardware, sondern auch der Aufbau der Kraftwerke (inklusive der Erstellung der erforderlichen Infrastruktur) sowie die Wartung und der Betrieb der Anlage schaffen neue Arbeitsplätze.

So haben sich zahlreiche Handwerksbetriebe (Elektriker, Dachdecker, Firmen aus dem Bereich Sanitär-Heizung-Klimatechnik etc.) mit dem Vertrieb und der Montage von Solaranlagen, Pelletsöfen, Wärmepumpen und kleinen Blockheizkraftwerken ein neues Geschäftsfeld erschlossen. Diese Diversifizierung wirkt sich in der Regel positiv auf die Unternehmen aus, da sich die Ertragslage verbessert und die Beschäftigtenzahlen gesichert beziehungsweise ausgebaut werden.

Jeder dritte der bundesweit 78.000 mittelständischen Elektro-Unternehmen ist auf dem Gebiet der Solartechnik tätig, ergab im März 2007 eine Umfrage des Zentralverbands der Elektro- und Informationstechnischen Handwerke bei den Mitgliedsbetrieben. Sie wurde vom Volkswirtschaftlichen Institut für Mittelstand und Handwerk an der Universität Göttingen (ifh) durchgeführt.

Das Geschäft mit der Sonne brummt: Der Anteil am Gesamtumsatz, den die spezialisierten Betriebe jährlich mit der Installation von Solartechnik erzielen, hat sich von acht Prozent im Jahr 2000 auf 21 Prozent im Jahr 2006 gesteigert. In den vergangenen drei Jahren haben diese Betriebe auf diesem Tätigkeitsfeld jährlich durchschnittlich 218.000 Euro Umsatz gemacht. 2003 waren es nur 41.700 Euro. Immer häufiger wird mit Dachdeckern (47 Prozent) zusammengearbeitet, aber auch mit Kollegen aus dem Heizungs- (40 Prozent) und Metallbau (7 Prozent) und anderen Branchen.

Bei größeren Kraftwerken (Windparks, Bioenergieanlagen etc.) kommen zu den Tätigkeiten des Handwerks noch weitere Beschäftigungseffekte in der Bauwirtschaft dazu. Die Anlagenbetreiber beauftragen in der Regel regionale Unternehmen mit dem Straßen- und Wegebau, der Gebäudeerstellung, der Erschließung von Kabeltrassen etc.

Der Betrieb der zahlreichen dezentralen Windenergie- und Solaranlagen erfordert eine entsprechend qualifizierte Betreuung durch ausgebildetes Personal. Dies gilt sowohl für den Bereich der Anlageninstandhaltung als auch der Integration in das Stromnetz sowie die kaufmännische Begleitung bei Betreibern, Investoren, Banken und Versicherungen.

Heute haben einige Windenergieanlagen-Hersteller Servicestützpunkte im Saarland, dazu kommen entsprechende Leitstellen bei Anlagenbetreibern wie beispielsweise Ralos und ABO Wind. Biogasanlagen werden meist von den beteiligten Landwirten betreut, bei Biomasse-, Geothermie- und Wasserkraftwerken gibt es in aller Regel vor Ort ein Betriebspersonal.

## **Export von Anlagen und Dienstleistungen**

Die guten Rahmenbedingungen in Deutschland haben zu einem echten Wettbewerbsvorteil auf dem Weltmarkt geführt. Deutsche Produkte und deutsche Dienstleistungen werden zunehmend international nachgefragt. Der weltweit wachsende Energiemarkt bietet somit deutschen Unternehmen glänzende Aussichten für neue Absatzmärkte und Umsatzsteigerungen. Dies wird bei entsprechender Steuerung zu neuer Beschäftigung, beziehungsweise zur Sicherung bestehender Arbeitsplätze im Saarland führen.

Im Bereich der Windenergie beispielsweise setzt sich der weltweite Boom der Branche unvermindert fort: Nach Berechnungen des Bundesverbands WindEnergie (BWE) stieg 2006 der Umsatz mit in Deutschland hergestellten Windkraftanlagen und deren Bauteilen im Vergleich zu 2005 um 22 Prozent von 4,9 auf 6,0 Milliarden Euro. 61 Prozent davon, also rund 3,6 Milliarden Euro, brachte das Export-Geschäft ein. Um der weltweit gestiegenen Nachfrage nach Windenergieanlagen gerecht zu werden, weiteten Hersteller und Zulieferindustrie ihre Kapazitäten auch in Deutschland aus. Warum künftig nicht auch im Saarland?

In Saarbrücken ist so zum Beispiel die Evonik New Energies GmbH (vormals STEAG Saar Energie) tätig. Das Unternehmen ist einer der führenden Energieproduzenten in Südwestdeutschland, ist Marktführer in der Bundesrepublik im Bereich der Nutzung geothermischer Energie, ist einer der größten Betreiber von Biomasse-Heizkraftwerken in Deutschland, einer der größten überregionalen Anbieter von Fernwärme und Contracting und führend bei der energetischen Verwertung von Grubengas in Deutschland. Evonik New Energies ist mit eigenen Tochtergesellschaften in Polen und Tschechien vertreten: seit 1998 mit der SFW Energia in Polen und seit 2002 mit der SFW s.r.o. in Tschechien. Im Fokus der Gesellschaften stehen die Beteiligung an kommunalen Wärmeversorgungsunternehmen beziehungsweise Heizkraftwerken, die Lieferung von Energieanlagen, Finanzierungs- und Betriebsführungsmodelle sowie Energiedienstleistungen einschließlich Energieeinsparung.

## ***Forschung & Entwicklung***

Durch die Ansiedlung von Hochtechnologiebetrieben würde auch zeitgleich die Forschungslandschaft im Saarland belebt. Aufgrund von Drittmitteln in der Wissenschaft und Forschung wäre auch hier von einer volkswirtschaftlichen Multiplikation jedes investierten Euros auszugehen. Das Saarland besitzt bereits einige renommierte öffentliche und private Universitäten, Fachhochschulen und Forschungseinrichtungen, deren Institute sich ebenfalls – teilweise schon seit mehreren Jahren – mit dem Themenfeld der nachhaltigen Energiewirtschaft beschäftigt. Das Saarland kann bundesweit eine führende Rolle übernehmen, denn mit zahlreichen Firmen und vielen wissenschaftlichen und Transfer-Einrichtungen verfügt das Land auf diesem Gebiet über ein gutes Potenzial. Exemplarisch seien einige Institutionen hier genannt:

- ***IZES gGmbH (Institut für ZukunftsEnergieSysteme)***  
betreibt angewandte Forschung und Entwicklung in den Feldern erneuerbare Energien, dezentrale Energieerzeugung und -verteilung, Energiesystemtechnik und Zukunftsmärkte.
- ***Universität des Saarlandes***  
Fachbereich Elektrotechnik und Bioinformatik
- ***Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes***  
Fachbereich Elektrotechnik

## Zusammenfassung

Betrachtet man das Potenzial und die verschiedenen Bereiche, in denen Arbeitsplätze entstehen können, so ergibt sich folgendes Bild: Bis zum Jahr 2030 werden rund 7,3 Mrd. Euro in den Aufbau eines regenerativen Kraftwerkparks Saarland investiert. Für den Bereich der Investition in neue Windenergie-Anlagen rechnet der Bundesverband WindEnergie (BWE) mit einem Faktor von 12,1 Beschäftigten pro Mio. Euro Umsatz, der sich aus dem durchschnittlichen Umsatz pro Arbeitsplatz im Maschinenbau (ca. 150.000 Euro) und einem vorsichtig geschätzten Aufschlag von 60 Prozent für so genannte indirekte Effekte ergibt. Diese Annahme stützen aktuelle Untersuchungen mit Input-Output-Analysen des statistischen Bundesamts. Nach einer anderen wirtschaftswissenschaftlich begründeten Faustregel ergeben sich durchschnittlich auf eine Mrd. Euro Investitionen 20.000 Arbeitsplätze.

Überträgt man diese Annahmen auch auf andere Bereiche der erneuerbaren Energien, so ergeben sich bei einem mittleren jährlichen Investitionsvolumen von rund 300 Mio. Euro im Saarland (in der Summe 6,5 Mrd. Euro für den 22-Jahres-Zeitraum 2009 bis 2030) **etwa 3.500 bis 7.000 Dauerarbeitsplätze durch die Neuinvestitionen**. Diese Arbeitsplätze entstehen zunächst einmal überwiegend dort, wo die Anlagen-Komponenten hergestellt werden. Gelingt es, einen Teil der Komponentenfertigung im Saarland anzusiedeln, so würde auch ein Teil dieser Arbeitsplätze hier entstehen. Zusätzlich kämen weitere Stellen durch die weltweite Nachfrage nach regenerativen Kraftwerken hinzu.

Betriebsführung, Wartung und Instandsetzung von Windrädern (und anderen regenerativen Kraftwerken) sind wesentlich arbeitsintensiver bzw. kapitalärmer als die Herstellung. Der BWE setzt hier einen Faktor von 17,1 Beschäftigten pro Mio. Euro Umsatz an. Verallgemeinert man auch diese Annahmen für die anderen Bereiche der erneuerbaren Energien, so ergeben sich bei einem Umsatz von rund 700 Mio. Euro im Jahr 2030 **etwa 12.000 Arbeitsplätze durch den Betrieb der regenerativen Kraftwerke**. Und diese Arbeitsplätze entstehen dort, wo die Anlagen betrieben werden – im Saarland!

### **Fazit:**

***Erneuerbare Energien führen zu einem positiven Effekt für die regionale Wirtschaft, die Volkswirtschaft und den Arbeitsmarkt im Saarland. Auf absehbare Zeit werden in den Regionen des Saarlandes neue Gewerbeansiedlungen entstehen, die einen Aufschwung für Wirtschaft und Forschung bewirken – eine große Chance für das Land, in einem weltweiten Zukunftsmarkt eine führende Rolle zu spielen.***

***Investieren wir in den Ausbau der erneuerbaren Energien, so schaffen wir damit viele neue Arbeitsplätze in Deutschland statt mehr Reichtum bei den Rohstofflieferanten in Russland, Saudi-Arabien und anderen weit entfernten Regionen. Im Saarland könnten dabei rund 20.000 neue Arbeitsplätze entstehen.***

### III.2 Regionale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien

Besonders auf kommunaler Ebene ergeben sich aus der Nutzung regenerativer Energien zahlreiche Vorteile. Dazu gehören neben dem Potenzial zur Schaffung neuer Arbeitsplätze (siehe Kapitel III.1) vor allem auch neue Einnahmequellen aus der Verpachtung von Grundstücken, durch Gewerbe- und Umsatzsteuer sowie – bei entsprechend guter Konzeption – neue Möglichkeiten der touristischen Vermarktung. Am Beispiel der Windenergie im Allgemeinen sowie der Morbacher Energielandschaft im Speziellen werden nachfolgend die Aspekte der kommunalen Wertschöpfung durch Windkraft näher erläutert. Eine entsprechende Kommunikation der Vorteile für die Region schafft so auch eine höhere Akzeptanz für die erneuerbaren Energien!

#### ***Die Kommunen und die Windenergie***

Ein modernes Windrad der Zwei-Megawatt-Klasse kostet – schlüsselfertig errichtet – etwa 2,5 Mio. Euro. Bei einer in Deutschland üblichen Projektfinanzierung beträgt der Eigenanteil rund 20 Prozent – also etwa 500.000 Euro. Diese Summe können die meisten Gemeinden in aller Regel aufgrund der angespannten kommunalen Haushalte nicht aufbringen. Für Gemeinden und Städte entfällt somit in aller Regel die Möglichkeit, selbst als Betreiber einer Windenergie-Anlage oder eines Windparks aufzutreten und somit die Vergütungen des EEG zu nutzen.

Dennoch profitieren Kommunen in vielen Punkten von der Windenergie:

- Pachteinnahmen
- Gewerbesteuer
- Erlöse aus dem Betrieb durch Stadt- und Gemeindewerke
- Lokale Beschäftigung bei Bau und Betrieb
- Einnahmen aus dem Tourismus bei entsprechender Vermarktung

#### ***Pachteinnahmen***

Befinden sich die Windenergie-Anlagen auf kommunalen Flächen, so können die Gemeinden direkt die Einnahmen aus der Verpachtung verbuchen. Eine heute marktübliche Zwei-Megawatt-Anlage erzeugt an einem durchschnittlichen Windstandort etwa vier Mio. Kilowattstunden (kWh) Strom pro Jahr. Der Strom wird nach EEG ins nächstgelegene Stromnetz eingespeist und vom Netzbetreiber mit rund acht Cent pro kWh vergütet. Pro Jahr verbucht der Betreiber der Windenergie-Anlage somit Einnahmen von rund 320.000 Euro. Als typischer Wert für Pachtzahlungen können nach Angaben des Bundesverbandes WindEnergie e.V. (BWE) etwa fünf Prozent des Jahresumsatzes angesetzt werden. Das sind in diesem Beispiel folglich etwas mehr als 15.000 Euro pro Anlage. Die Empfehlung für Gemeinden lautet daher: Sichern Sie sich die Flächen in der Region, an denen die besten Windverhältnisse herrschen.

### Gewerbesteuer

Der Ort der Produktionsstätte, d.h. der Standort der Windenergie-Anlage(n), sollte in aller Regel auch der Sitz der Betreibergesellschaft sein. Gelegentlich hat die Verwaltung der Betreibergesellschaft ihren Sitz allerdings auch an einem anderen Ort. Dann wäre die zu zahlende Gewerbesteuer zwischen dem Firmensitz und der Betriebsstätte (Standort der Windkraftanlage) zu zerlegen. Eine sinnvolle Aufteilung könnte beispielsweise in der Form erfolgen, dass 90 Prozent der Gewerbesteuer vor Ort verbleiben und zehn Prozent am Sitz der Verwaltung anfallen. Diese Gewerbesteuerzerlegung ist mit dem Finanzamt am Ort des Firmensitzes zu verhandeln. Wenn sich diese Regelung nicht anwenden lässt, dann sollte die Gemeinde mit dem Betreiber vereinbaren, dass auch der Sitz der Verwaltung in der Standort-Gemeinde liegt.

Bisher können Gemeinden die ersten Gewerbesteuereinnahmen meist nach etwa zehn Jahren verbuchen. Nach Ende der Finanzierungszeit – in der Regel 15 Jahre – steigen die Gewerbesteuereinnahmen deutlich an. Während sie zunächst bei etwas mehr als 5.000 Euro pro Jahr liegen, sind es später deutlich über 20.000 Euro jährlich. Ab Anfang 2008 werden Gemeinden durch eine Änderung der Gesetzgebung jedoch deutlich früher Einnahmen aus der Gewerbesteuer verzeichnen können, da die degressive Abschreibung durch eine lineare Abschreibung ersetzt wird. Im Durchschnitt wird die Einnahme bei jährlich etwa 3,5 Prozent der Erlöse aus dem Stromverkauf liegen.

**Die kommunale Wertschöpfung ist dann am größten, wenn man die besten Standorte auswählt und die leistungsfähigsten Windenergie-Anlagen mit den höheren Nabenhöhen auswählt (100 bis 150 Meter statt 50 bis 65 Meter).** Wenn die Gemeinden dann noch im Besitz dieser Flächen sind, dann haben sie doppelte Einnahmen: Pacht und Gewerbesteuer. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht dieses an Beispielen verschiedener Binnenlandstandorte in Rheinland-Pfalz:

		Standort	Baujahr	Jahres- ertrag	Pacht- einnahmen in Euro*	Gewerbesteuer- einnahmen in Euro*
		Rheinland- Pfalz		kWh	in 20 Jahren	in 20 Jahren
1	Enercon E-66/18.70 (NH 65m, RD 70m) <b>1,8 Megawatt</b>	Bad Dürkheim	2003	3.000.000	100.000	100.000
2	Enercon E-66/20.70 (NH 114m, RD 70m) <b>2,0 Megawatt</b>	Donners- bergkreis	2003	4.500.000	350.000	250.000
3	Enercon E-70 (NH 113,5m, RD 71m) <b>2,3 Megawatt</b>	Bad Kreuznach	2005	6.000.000	500.000	400.000
4	Enercon E-126 (NH 135m, RD 126m) <b>6,0 Megawatt</b>	Donners- bergkreis	2009/2010 (Planung)	18.000.000	1.500.000	1.000.000

(\*: Mehr Ertrag führt zu höheren Pacht- und Gewerbesteuereinnahmen. Bei guten Standorten beträgt die Pacht rund fünf Prozent der Erlöse aus dem Stromverkauf. Je nach Standortqualität kann die Pacht um ein bis zwei Prozentpunkte höher oder niedriger ausfallen.)

#### Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

### *Erlöse aus dem Betrieb durch Stadt- und Gemeindewerke*

Auch wenn die Kommunen in aller Regel nicht direkt als Betreiber auftreten, so können sie in den Fällen, in denen sie an kommunalen Energieunternehmen (zum Beispiel Stadtwerken) beteiligt sind, indirekt von der Windenergie profitieren. Denn wenn diese Unternehmen erfolgreich Windräder betreiben, dann profitieren davon auch die Kommunen, da diese als Anteilseigner am Gewinn beteiligt sind.

Die juwi-Gruppe aus Rheinland-Pfalz beispielsweise ist in den vergangenen Jahren zwei Partnerschaften mit regionalen Energieversorgern eingegangen: zum einen über die RIO Energie GmbH & Co. KG mit der Stadtwerke Mainz AG, deren Aktien zu 100 Prozent im Besitz der Stadt Mainz sind. Zum anderen über die pfalzwind GmbH mit der Pfalzwerke AG aus Ludwigshafen. Fast drei Viertel des Aktienkapitals der Pfalzwerke AG befindet sich in der Hand von Kommunen im Versorgungsgebiet. Der Bezirksverband Pfalz, eine kommunale Gebietskörperschaft, ist mit über 50 Prozent der größte Anteilseigner.



Windrad der RIO Energie



Windrad der pfalzwind GmbH

### *Einnahmen aus dem Tourismus*

Mit einer ausgefeilten Marketingstrategie lassen sich Windräder und weitere erneuerbare Energien auch hervorragend in lokale Tourismuskonzepte integrieren. So gibt es beispielsweise in Schleswig-Holstein mehrere Ausstellungen rund um das Thema, einige Betreiber bieten den Feriengästen „Tage der offenen Tür“ an oder informieren am Rande von Wanderwegen über die Vorteile der Windenergienutzung. Darüber hinaus gibt es einige Projekte, in denen Gemeinden gezielt mit ihrem Windpark werben und so neben den „normal Interessierten“ vor allem auch ein Fachpublikum aus aller Welt anlocken. Zu diesen besonders gelungenen Projekten zählt die Morbacher Energielandschaft (MEL) im Hunsrück. Dort kann die Gemeinde seit Jahren jährlich über 1.000 Besucher aus allen Erdteilen begrüßen und so über die in der MEL realisierten Projekte aus den Bereichen Wind-, Solar- und Bioenergie informieren.

### ***Ein Beispiel aus der Praxis***

Das nachfolgende Beispiel aus Rheinland-Pfalz zeigt, wie eine gezielte Kommunikation der Vorteile der Windenergie zu einer hohen Akzeptanz geführt hat. In diesem Fall hat es der Bürgermeister verstanden, die ökologischen Vorteile der erneuerbaren Energien auch zum Gewinn für die Region zu nutzen und somit Ökologie und Ökonomie zu verbinden.

#### ***Beispiel: Die Morbacher Energielandschaft***

In der Nähe von Trier liegt die rund 11.000 Einwohner zählende Hunsrückgemeinde Morbach. Oberhalb des Ortes befand sich von 1957 bis 1995 das größte Waffenlager der US-amerikanischen Streitkräfte außerhalb Amerikas. Nach dem Abzug des Militärs Mitte der 90er Jahre ging das rund 150 Hektar große Gelände wieder in das Eigentum der Gemeinde Morbach über.

Nach diversen (erfolglosen) Versuchen, auf dem Gelände verschiedene Gewerbe- und Industriebetriebe oder Freizeiteinrichtungen zu etablieren, wurde in der Gemeinde unter der Führung von Bürgermeister Gregor Eibes die Idee einer „Energielandschaft“ geboren. Im Juni 2001 beauftragte der Gemeinderat die Verwaltung, die Möglichkeiten der Energiegewinnung im ehemaligen US-Munitionsdepot zu untersuchen. Auf einer Bürgerversammlung im Januar 2002 präsentierte die Gemeinde den Einwohnern die Idee der „Morbacher Energielandschaft“: die Nutzung von Windkraft, Photovoltaik und Biomasse. Ein Gesamtkonzept, dass in dieser Form weltweit einmalig ist und eine sehr hohe Zustimmung in der Bevölkerung findet. Im Rahmen einer Ausschreibung entschied sich die Gemeinde, die vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement (IfaS) am Umweltcampus Birkenfeld beraten wurde, für das von der juwi-Gruppe aus Mainz vorgestellte Konzept einer umfassenden Nutzung erneuerbarer Energien.

In der Morbacher Energielandschaft (MEL) wurden daraufhin in den letzten sechs Jahren 14 Windräder der Zwei-Megawatt-Klasse (Typ Vestas V80), eine 500 Kilowatt starke Photovoltaik-Anlage sowie eine Biogasanlage und ein Holzpellets-Produktionswerk errichtet. Im Rahmen der verschiedenen Genehmigungsverfahren für die regenerativen Energieanlagen gab es keine einzige negative Stellungnahme aus der Bevölkerung! Die große Akzeptanz und das große Interesse an der MEL spiegeln sich auch auf dem ersten Energiefest im September 2003 wider: rund 3.000 Besucher verbrachten den Tag in der MEL. Zahlreiche weitere Aktivitäten der Gemeinde rund um das Thema Klimaschutz erhöhten die Akzeptanz für die Bauvorhaben in der MEL, und im November 2006 erhielt Morbach von der DUH und CO<sub>2</sub>NTRA den Titel „KLIMASCHUTZKOMMUNE 2006“ beim Wettbewerb „Bundeshauptstadt im Klimaschutz“.

Im März 2007 wurden auf einer Bürgerversammlung die Pläne zur Weiterentwicklung der „Morbacher Energielandschaft“ inklusive der Planungen zum „höchsten Windrad der Welt“ (Gesamthöhe 210 Meter) vorgestellt. Aufgrund des positiven Echos in der Bevölkerung beschloss der Gemeinderat daraufhin im Juni 2007 die Weiterentwicklung der MEL und formulierte das Ziel: energieautarke Gemeinde in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität bis 2020 auf Basis erneuerbarer Energien. Im Stromsektor deckt Morbach dank der MEL bereits heute den Jahresbedarf der Haushalte und Gewerbebetriebe durch erneuerbare Energien. In diesem Jahr wird nun ein 15. Windrad errichtet, die PV-Anlage wird erweitert und eine zweite Biogasanlage soll aufgebaut werden. Für dieses weltweit einmalige Projekt erhielten die Gemeinde Morbach und die juwi-Gruppe vergangenes Jahr den Deutschen Solarpreis der Organisation Eurosolar.

Die Gemeinde profitiert von den regenerativen Energieanlagen vor allem von den Einnahmen, die sie aus der Verpachtung der Standorte an die Anlagenbetreiber erzielt. Zu diesen Betreibern zählen neben mehreren Einzelinvestoren sowie der pfalzwind GmbH auch zahlreiche Bürger und Bürgerinnen aus der Region, die sich im Rahmen eines Bürgerwindrades an einer Kommanditgesellschaft (GmbH & Co. KG) beteiligt haben.

Diese Betreibergesellschaft zahlt – genauso wie die Betreiber der anderen 13 Windräder – eine jährliche Pacht von etwas mehr als 15.000 Euro an die Gemeinde; das entspricht etwa fünf Prozent der aus dem Stromverkauf erzielten Umsätze. In der Summe sind das bei 14 Windrädern also über 200.000 Euro pro Jahr für die Gemeinde Morbach.

In diesem Jahr errichtet die juwi-Gruppe in Morbach ein 15. Windrad. Dabei handelt es sich um eine Fuhrländer FL 2500 mit 160 Meter Nabenhöhe und 100 Meter Rotordurchmesser. Diese Anlage wird pro Jahr etwa 6,5 Mio. kWh erzeugen, der Erlös aus dem Stromverkauf liegt damit bei rund 520.000 Euro jährlich. Auch für diese Anlage wird die Gemeinde Morbach eine entsprechende Pachtzahlung erhalten.

Eine weitere Einnahmequelle für die Gemeinde wird die Gewerbesteuer sein. Über den 20-jährigen Benutzungszeitraum fallen in der Summe pro Windrad rund 150.000 Euro an. Wegen des höheren Stromertrages und der daraus resultierenden Umsatzsteigerung dürfte für das 15. Windrad die Gewerbesteuer bei durchschnittlich etwa 15.000 bis 20.000 Euro pro Jahr liegen – in der Summe also bei etwa 300.000 bis 400.000 Euro in 20 Jahren.

Der Gemeinde Morbach ist es somit gelungen, durch eine konsequente Unterstützung der erneuerbaren Energien finanzielle Vorteile für den kommunalen Haushalt zu generieren. Außerdem ist das breite Engagement in der Gemeinde ein wesentlicher Grund für die hohe Akzeptanz der Windenergie vor Ort. Durch den Vorbildcharakter, den die MEL aufgrund des Zusammenspiels der zahlreichen regenerativen Kraftwerke besitzt, ist Morbach zum Reiseziel zahlreicher Besucher aus aller Welt geworden. Mittlerweile haben über 5.000 Besucher aus über 30 Ländern die MEL besichtigt. Diesem zunehmenden Interesse wird die Gemeinde in naher Zukunft durch den Bau eines umfangreichen Informationszentrums gerecht werden.



Wind- und Solarenergie in Morbach



Biogas und Holzpellets in Morbach

Dieser Ausblick für die Gemeinde Morbach ist selbstverständlich übertragbar auf viele andere Gemeinden und Städte in Deutschland. Im Abwägungsprozess der Entscheidungsträger stehen für die Windenergie folgende Aspekte: günstige und stabile Strompreise, mehr Versorgungssicherheit, Milliardeninvestitionen in eine Zukunftstechnologie und viele neue Arbeitsplätze – und damit eine Stärkung der regionalen Wertschöpfung und eine neue Perspektive vor allem für die Menschen im ländlichen Raum. Demgegenüber steht die Veränderung des Landschaftsbildes. Wer ernsthaft eine nachhaltige Politik betreiben will, wird sich daher für einen geordneten Ausbau der Windenergie aussprechen – nicht zuletzt auch zum Wohle nachfolgender Generationen.

### II.3 Referenzobjekte im Bereich Erneuerbare Energien

Wer glaubt, beim Ausbau der erneuerbaren Energien das Rad neu erfinden zu müssen, der irrt. Nicht nur die Techniken sind seit Jahren vorhanden – bereits heute existieren weltweit diverse Modellprojekte, die zeigen, dass eine Versorgung mit erneuerbaren Energien möglich ist. Das beste Beispiel hierfür ist das Kombikraftwerk (siehe Kapitel II.7.6.)

Darüber hinaus gibt es weltweit zahlreiche Regionen, die schon heute einen großen Teil ihres Strombedarfs regenerativ decken; zum Beispiel Norwegen dank der Wasserkraft oder Island dank der Geothermie. In anderen Regionen spielt die Windenergie die dominierende Rolle; zum Beispiel in Dänemark, Nordspanien und auch in Norddeutschland. Sowohl Schleswig-Holstein als auch Mecklenburg-Vorpommern haben bereits heute einen Windkraft-Anteil von über 30 Prozent.

Mehrere Landkreise und Inseln versuchen zudem, ihren Energiebedarf zu 100 Prozent zu decken. Dazu zählt die dänische Insel Samsö in der Ostsee und die norwegische Insel Utsira, auf der der deutsche Windenergieanlagen-Hersteller Enercon seit Sommer 2004 an einem Wind-Wasserstoff-System beteiligt ist. Im Rahmen der EU-Kampagne „**100 communities for 100% Renewable Energy**“ hat beispielsweise auch der Landkreis Lüchow-Dannenberg (Niedersachsen) bereits im Jahr 2000 den Beschluss gefasst, innerhalb von zehn Jahren seine Stromversorgung komplett auf Strom aus regenerativen Energien umzustellen.

Hinzu kommen immer mehr so genannte **Bioenergiedörfer**; das bekannteste dürfte das Dorf Jühnde bei Göttingen sein. Das südniedersächsische Bioenergiedorf Jühnde versorgt sich schon seit Oktober 2005 zuverlässig mit Wärme aus der eigenen Bioenergieanlage. Ca. 3,5 Mio. kWh an umweltfreundlicher Wärme wurde ins Dorf mit 750 Einwohnern geliefert. 142 Haushalte sind mittlerweile an das Nahwärmenetz angeschlossen. Mittlerweile läuft das 716 KW-Blockheizkraftwerk der Biogasanlage im oberen Volllastbereich und hat schon mehr als 2.8 Mio. kWh<sub>elektr.</sub> erzeugt.

Durch die erstmalige Kombination einer Biogasanlage mit einem Holzhackschnitzelheizwerk wurden wertvolle Erfahrungen gesammelt und technische Abstimmungsarbeiten umgesetzt. Dank der beteiligten Ingenieure und kooperativen Lieferanten konnte das Projekt erfolgreich realisiert werden. Das Fazit der Beteiligten ist eindeutig: Es ist möglich, ein ganzes Dorf mit Wärme auf Basis von Biomasse zu versorgen und den Strombedarf des Dorfes umweltfreundlich bereitzustellen – es funktioniert, wenn die beteiligten Menschen mitmachen!

Auch im **Saarland** gibt es Ansätze für eine Vollversorgung von Gemeinden und Regionen mit regenerativer Energie. In der Gemeinde Losheim wurden beispielsweise in den letzten Jahren acht Windkraftanlagen und eine Biogasanlage auf der Wahlener Platte errichtet. Die im Herbst 2006 entstandene Biogasanlage am Markushof erzeugt seit Ende 2006 Biogas aus Maissilage, Grasschnitt und Gülle. Die Rohprodukte für die Biogasanlage werden vom Markushof selbst und noch acht weiteren Landwirten der näheren Umgebung geliefert.

Das erzeugte Gas treibt zwei speziell dafür ausgelegte Motoren an, die über Generatoren eine elektrische Leistung von 500 Kilowatt erzielen und zirka 3,8 Mio. kWh pro Jahr erzeugen. Die jährliche Stromproduktion entspricht in etwa dem Verbrauch von 1.300 Haushalten. Der eingespeiste Strom wird nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) mit 0,16 bis 0,17 €/kWh je nach genutzter Abwärmemenge vergütet.

Im September 2007 wurde eine neue Windkraftanlage auf der Wahlener Platte errichtet. Sie ist vom Typ Vestas V90 und kommt auf eine Gesamthöhe von 150 Metern. Die jährliche Stromproduktion dieser Anlage entspricht ebenfalls dem Verbrauch von rund 1.300 Haushalten. Die Anlage produziert etwa vier Mio. kWh pro Jahr. Der eingespeiste Strom wird nach dem EEG mit 8,19 Cent/kWh vergütet. Die weiteren sieben Windkraftanlagen auf der Wahlener Platte haben jeweils eine Gesamthöhe von 123 Metern. Mit einer Einzelleistung von 1,5 MW kommen diese auf eine Gesamtleistung von 10,5 MW.

Die jährliche Stromproduktion aus regenerativer Energie der Biogasanlage und den insgesamt acht Windkraftanlagen auf der Wahlener Platte entspricht dem Stromverbrauch von etwa 9.400 Haushalten. Das ist deutlich höher als der private Stromverbrauch in der Gemeinde. Außerdem leisten in der Gemeinde Losheim 410 Solarkollektoranlagen mit einer Fläche von 2506 Quadratmeter ihren Dienst. Sie produzieren vor allem in den Sommermonaten warmes Wasser. Die dabei jährlich produzierte Energie entspricht rund 100.000 Liter Heizöl oder einer CO<sub>2</sub>-Einsparung von 300 Tonnen.

Interesse, ein Bioenergiedorf zu werden, hat der Ort Wallerfangen. Die Gemeinde hat im Februar dieses Jahres eine Studie in Auftrag gegeben, die klären soll, ob eine autarke Energieversorgung des Ortsteils Gisingen zu realisieren ist. Dabei soll die Strom- und Wärmegewinnung mit Hilfe von Biomasse erfolgen.

Die Gemeinde Nalbach möchte ebenfalls den Energiebedarf ihrer 9.500 Einwohner aus erneuerbaren Energien decken. Bei dem Projekt „Null-Emissions-Gemeinde-Nalbach“ wollen Forscher vom Institut für angewandtes Stoffstrommanagement an der Fachhochschule Trier-Birkenfeld innerhalb der nächsten zwei Jahre ein Konzept mit einem ehrgeizigen Ziel erarbeiten: Nalbach soll 100 Prozent seiner Energie aus regionalen Ressourcen decken. Deutliche Energieeinsparungen auf der einen Seite und neue Investitionen in Wasserkraft, Windkraft, Biomasse und Solarenergie auf der anderen – so soll Nalbach zur „Null-Emissions-Gemeinde“ werden.

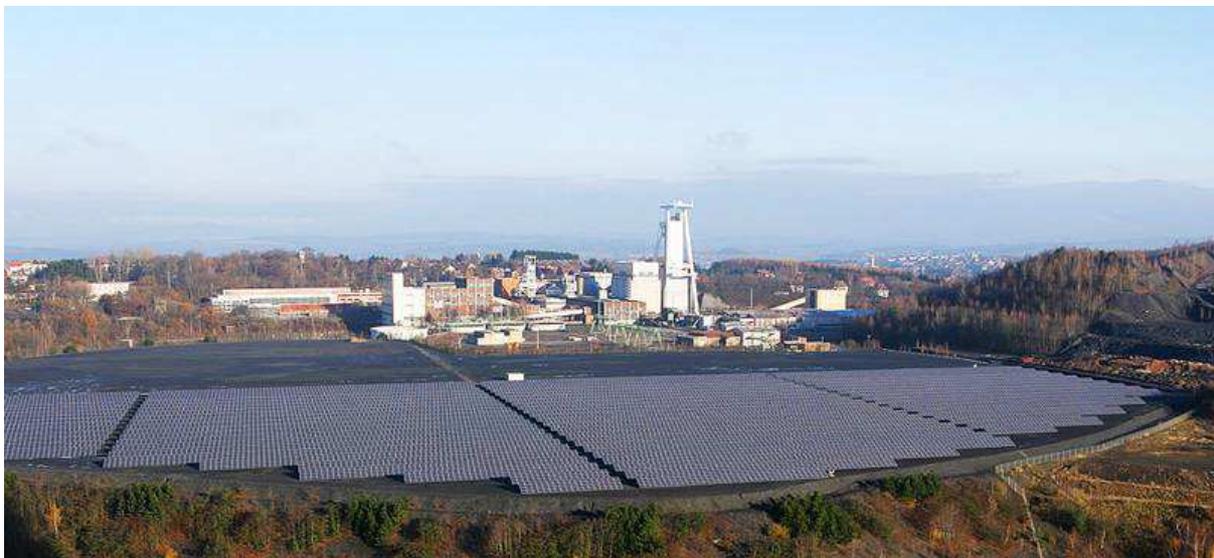
### **Fazit**

***Bundesweit setzen immer mehr Regionen auf eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien. Natürlich sind nicht alle Referenzen eins zu eins übertragbar, doch zeigen sie die Möglichkeiten der erneuerbaren Energien. Und sie können neue Ideen und Denkanstöße geben, es nach – oder sogar noch besser – zu machen.***

### III.4 Wer wird die Nummer Eins? Die Landesliga für nachhaltige Entwicklung

Um den Ausbau der erneuerbaren Energien möglichst schnell voranzubringen, bedarf es des Engagements zahlreicher Personen, Behörden, Unternehmen sowie Vereinen, Umweltgruppen und sonstiger Institutionen. Vor allem diejenigen sind gefragt, die als **Multiplikatoren** in die Breite wirken können: Kirchen, Sportvereine, Städte, Gemeinden und Landesbetriebe.

Zahlreiche Gemeinden und Landkreise gehen an einigen Stellen schon mit gutem Beispiel voran. In **Göttelborn** – rund 15 Kilometer nördlich von Saarbrücken – wurde ein Photovoltaik-Kraftwerk mit einer Nennleistung von 8,4 Megawattpeak (MWp) gebaut. Das Kraftwerk steht auf dem Gelände der 1996 stillgelegten Grube Göttelborn, einem traditionsreichen saarländischen Steinkohlebergwerk. Der Bau an historischer Stätte ist zum Symbol für die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien avanciert.



*Photovoltaik-Kraftwerk in Göttelborn. Foto: City Solar*

Bebaut wurde die Fläche des ehemaligen Absinkweihers, einem künstlichen See, in dem die geförderte Kohle gewaschen wurde. Der Untergrund ist aufgrund der jahrzehntelangen Nutzung nach wie vor weich und kaum für eine andere Verwendung geeignet. Die Größe der Fläche beträgt rund 165.000 m<sup>2</sup>, das entspricht etwa 20 Fußballfeldern. Jährlich vermag die Anlage 8.400.000 kWh zu produzieren, was dem Bedarf von rund 3.500 deutschen Durchschnittshaushalten entspricht.

Auf dem Gelände des Saarbrücker Flughafens im Stadtteil **Ensheim** steht ein im Januar 2004 fertig gestelltes Photovoltaik-Kraftwerk. Mit einer Nennleistung von 1,4 Megawattpeak (MWp) war es zum damaligen Zeitpunkt das erste Solargroßkraftwerk im Saarland. Das saarländische Ministerium für Umwelt förderte das 6,5 Millionen Euro teure Projekt seinerzeit mit einem Zuschuss.

Mit der jährlich produzierten Strommenge von rund 1,4 Mio. Kilowattstunden lässt sich der Bedarf von rund 600 deutschen Durchschnittshaushalten decken. Gleichzeitig werden im Vergleich zur konventionellen Stromerzeugung rund 1.100 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart. Das Gelände wird im Übrigen von Schafen beweidet. Dadurch wurde die Fläche nach Ansicht von Naturschutzexperten ökologisch aufgewertet. Unmittelbar neben der Anlage liegen mittlerweile der zweite und dritte Bauabschnitt „Solarkraftwerk Flughafen Saarbrücken“. Der zweite mit einer Nennleistung von 1,8 MWp, der dritte mit 0,8 MWp.



*Solarkraftwerk Flughafen Saarbrücken. Foto: City Solar*

51 saarländische Gemeinden nehmen mittlerweile auch an der **Solarbundesliga** teil. In der aktuellen Saison (Stand: März 2008) konnten sich allerdings nur wenige gegen die bundesweite Konkurrenz behaupten: Bei der Wertung der Großstädte nimmt Saarbrücken von den insgesamt 40 Teilnehmern einen sehr guten siebten Platz ein. Die beste Gesamtplatzierung aller saarländischen Mitstreiter unter den über 1.100 teilnehmenden Kommunen erreicht Losheim am See (Landkreis Merzig-Wadern) mit dem 272. Platz.

In der Wertung der Mittelstädte belegt Losheim Rang 31, in der saarländischen Landeswertung mit 71 Punkten Platz eins. Auf dem zweiten Platz in der Landeswertung rangiert Quierschied (Stadtverband Saarbrücken), das in der Bundeswertung Platz 313 belegt. Dieser Wettbewerb hat sich zu einem spannenden Wettkampf um den besten Platz an der Sonne entwickelt.

**Das Saarland könnte einen ähnlichen, erweiterten Wettbewerb ins Leben rufen. Welcher Landkreis hat den größten Anteil regenerativer Energien? Welche Gemeinde zeigt sich von ihrer nachhaltigsten Seite? Mit entsprechender Pressearbeit wird dadurch das Thema „erneuerbare Energien“ sehr schnell in die Öffentlichkeit getragen.**

Geeignete Partner und Schirmherrschaften für solch einen Wettbewerb würden dem Ganzen zudem noch mehr Aufmerksamkeit beschern. Potenzielle Kandidaten für eine Schirmherrschaft gibt es reichlich, beispielsweise aus den Bereichen Film, Sport, Politik oder Umwelt. Auch bundesweit gibt es geeignete Partner, wie beispielsweise die Informationskampagne für erneuerbare Energien (IKEE) aus Berlin. Dem Saarland wäre über seine Landesgrenzen hinaus eine hohe Aufmerksamkeit und Anerkennung gewiss.

### III.5 Wärme und Mobilität – zwei weitere Säulen im Energiemarkt

Die vorliegenden Betrachtungen beziehen sich überwiegend auf den Stromsektor – gleichwohl wissend, dass auch die Sektoren Wärme und Mobilität einen großen Anteil zum Klimawandel beitragen. Deshalb möchten wir nachfolgend auch zu diesen beiden Themen einige Anmerkungen machen. Die Verknüpfung dieser drei Energiesektoren ergibt sich teilweise von selbst, teilweise lassen sich durch eben diese Verknüpfung enorme Energiemengen einsparen und die Nachfrageseite an die Angebotsseite anpassen.

#### Der Wärmemarkt

Vor allem im Gebäudesektor lässt sich durch geeignete Maßnahmen wie eine vernünftige Dämmung der Außenwände oder auch einer naturgerechten und energieoptimierten Architektur (Passiv- und Plusenergiehäuser) reichlich Energie sparen. Den verbleibenden Wärmebedarf können Immobilienbesitzer dann leicht mit erneuerbaren Energien decken: Solarthermische Anlagen, Holzpellets, Wärmepumpen, Mini-Blockheizkraftwerke oder auch eine Kombination all dessen sind nur einige Beispiele. Die Entwicklung auf dem Holzpellets-Markt beispielsweise zeigt, dass dieser Brennstoff immer wirtschaftlicher wird im Vergleich zu Öl und Gas:



Holzpellets sind damit – im Vergleich zu Heizöl und Erdgas – die günstigere Alternative bei der häuslichen Wärmeversorgung: Ein Hausbesitzer mit einem jährlichen Wärmebedarf von 20.000 Kilowattstunden zahlt bei einer Holzpelletsheizung im Jahr rund 700 Euro für die Wärme, der Besitzer einer Ölheizung dagegen rund 1.200 Euro pro Jahr – also fast das Doppelte.

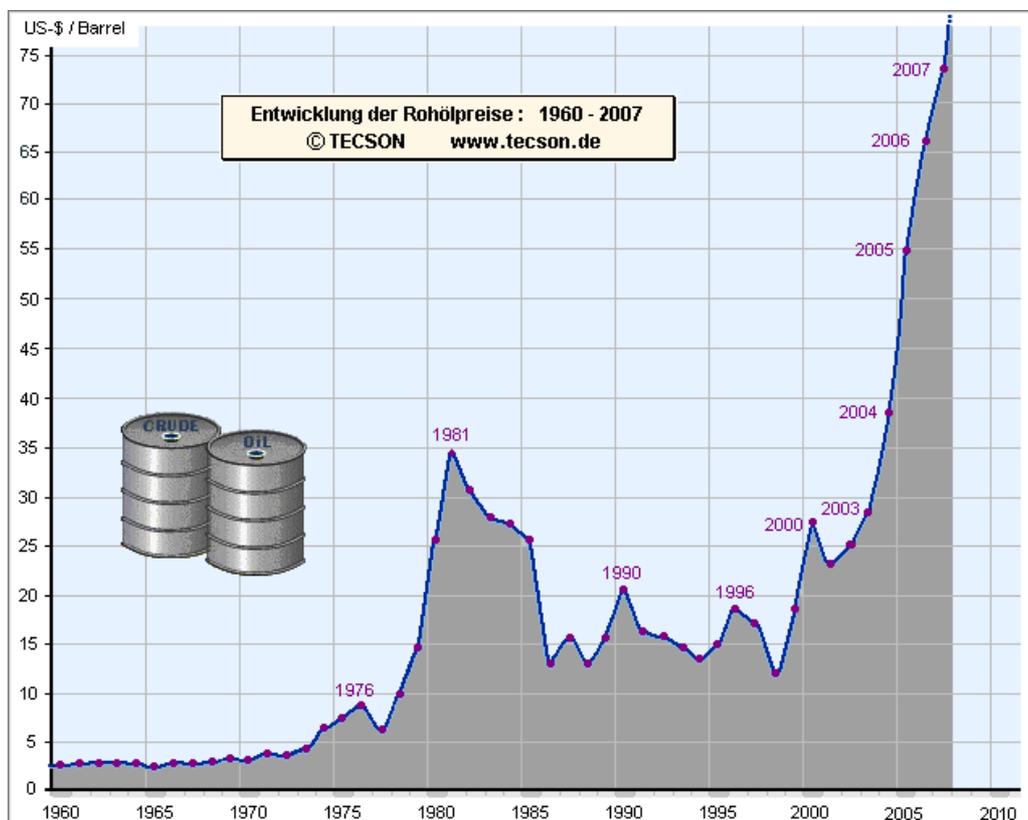
Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers!

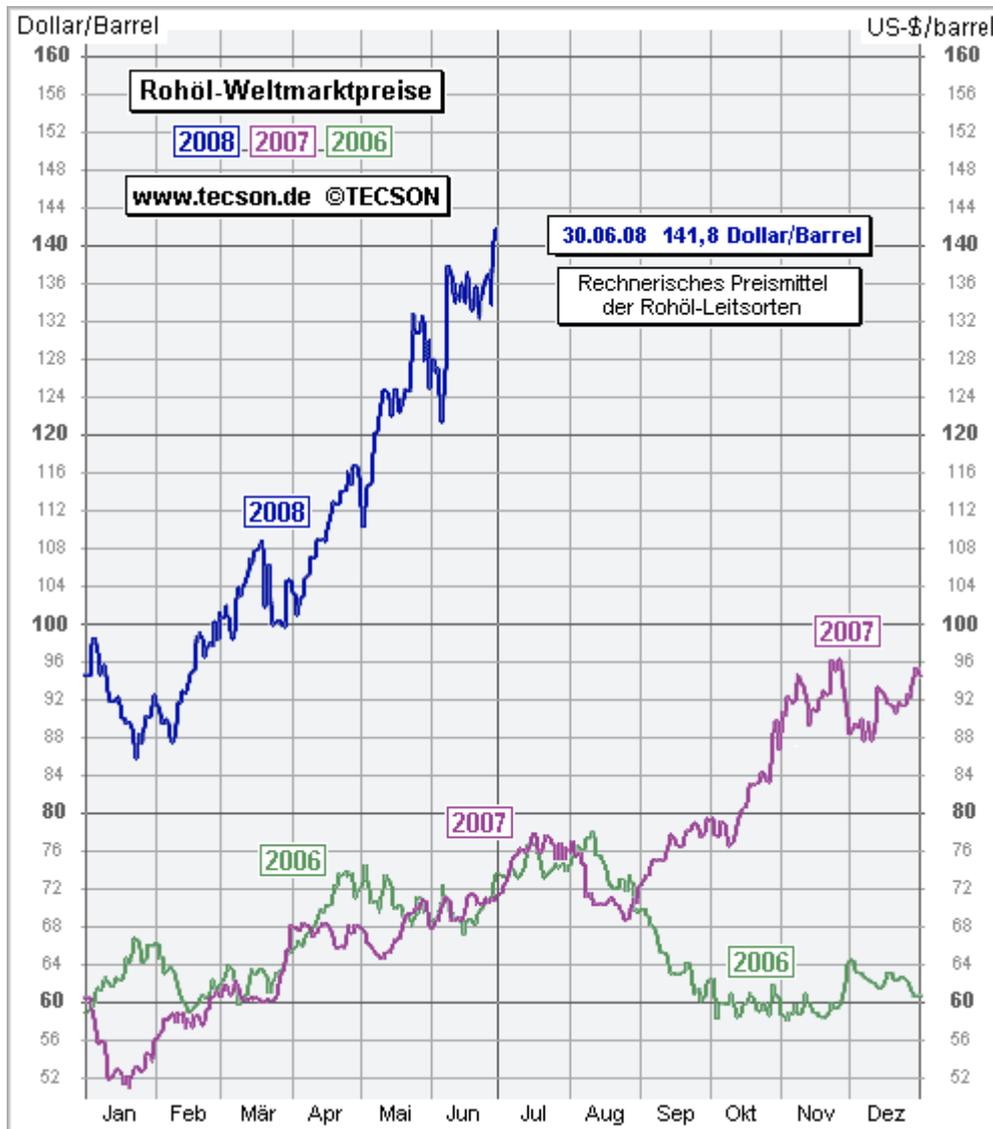
Über finanzielle Anreize (z.B. Investitionskostenzuschüsse oder zinsgünstige Darlehen) oder aber auch mit gesetzlichen Vorgaben kann die Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmebereich rasant erhöht werden. **So hat Baden-Württemberg Mitte Juli des vergangenen Jahres als erstes Bundesland ein Gesetz verabschiedet, das Bauherren den Einsatz erneuerbarer Energien vorschreibt:** Wer ein Wohnhaus neu baut, soll ab dem kommenden Jahr ein Fünftel des Wärmebedarfs über erneuerbare Energien decken. Auch für Altbauten sollen bald neue Regeln gelten: Wer ab 2010 eine neue Heizung einbaut, muss ein Zehntel des Bedarfs aus erneuerbaren Energien decken oder ersatzweise das Haus so isolieren, dass der Wärmebedarf entsprechend sinkt. Ähnliche Regelungen gibt es bereits seit längerem in einigen spanischen Großstädten, und selbst im südafrikanischen Kapstadt soll eine ähnliche Verordnung demnächst in Kraft treten – warum also nicht auch im Saarland?

### **Der Verkehrssektor**

Auf kaum einem Energiesektor sind die Turbulenzen des weltweiten Energiemarktes so stark spürbar wie auf dem Verkehrssektor. Denn die Abhängigkeit von Erdöl als Treibstoff ist enorm, entsprechend groß sind die Preissprünge an der Zapfsäule. Allein zwischen den Jahren 2000 und 2006 ist der Preis pro Barrel um rund 250 Prozent angestiegen. Und die Kosten des (auf Öl basierenden) Verkehrs werden weiter steigen. Kein anderer Energieträger wird so stark nachgefragt und kein anderer konventioneller Energieträger erreicht schon in 30 bis 40 Jahren sein Ende.



Das nachfolgende Diagramm zeigt neben dem aktuellen Rohölpreis auch die zurückliegende Preisentwicklung auf dem Weltmarkt:



(Quelle: www.tecson.de)

Die Kurvenverläufe geben den errechneten Mittelpreis für einen Sortenmix von Nordseeöl und arabischem Öl wieder. Rohölpreise sind Börsenpreise und stündlichen Veränderungen unterlegen. Die Kursnotierungen werden stark durch spekulative Optionskäufe bestimmt. Außerdem reagieren sie äußerst spontan auf weltpolitische und wirtschaftsbezogene Meldungen, insbesondere wenn diese die OPEC-Länder oder die großen Ölverbrauchsländer, wie USA oder China betreffen.

Alternativ zu flüssigen oder gasförmigen Treibstoffen werden künftig auch Elektromobile einen stärkeren Anteil am Markt erreichen – weil Strom aus erneuerbaren Energien wie beispielsweise Windenergie zu bestimmten Zeiten (wenn das Windstrom-Angebot die Nachfrage übersteigt) sehr günstig sein wird. Dann lassen sich Batterien für E-Mobile laden. Ein weiterer Vorzug des E-Mobils ist seine höhere Energieeffizienz. Im Verbrennungsmotor werden nur etwa 20 Prozent (Benziner) bis 30 Prozent (Diesel) der im Treibstoff enthaltenen Energie in Bewegung umgesetzt. Der Rest verpufft ungenutzt als Wärme. Effiziente E-Mobile mit Generatorbremse, die beim Bremsen Bewegungsenergie wieder in elektrische Energie überführen und speichern (Rekuperation), kommen hingegen auf Wirkungsgrade von über 90 Prozent. Unter der Voraussetzung, dass der Strom regenerativ erzeugt wird, lassen sich so im Verkehrsbereich hohe CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenziale realisieren.



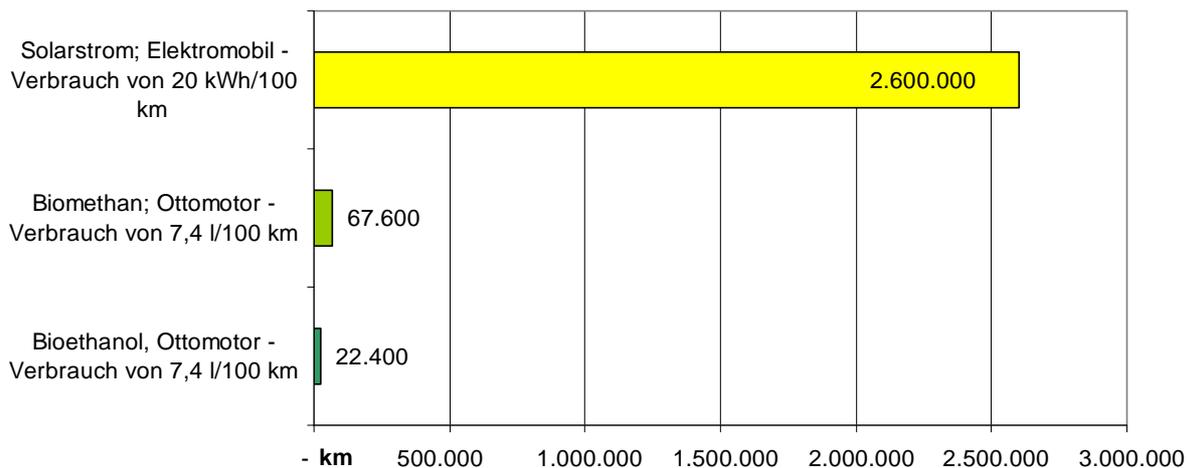
**Mobilität der Zukunft:** Elektromobile – wie die hier gezeigten Fahrzeuge der Firma Tesla Motors – können in einem regenerativen Energiesystem künftig eine bedeutende Rolle spielen.

Bislang konzentrieren sich die Versuche, die Abhängigkeit des Verkehrssektors vom Rohöl zu reduzieren, auf die Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse. Bundesweit könnten nach Schätzung der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. die gegenwärtig genutzte Anbaufläche für Energiepflanzen von rund 1,6 Mio. Hektar auf 2,5 Mio. Hektar im Jahr 2010 ausgedehnt werden. Bis 2030 könnten sogar 4,4 Mio. Hektar erreicht werden – etwa 37 Prozent der gegenwärtigen Ackerfläche. Aufgrund der Konkurrenz zu anderen Nutzungsansprüchen (Lebensmittelproduktion oder Bedarf an Nutzholz) dürfte es allerdings schwer werden, mehr als 20 Prozent des Treibstoffbedarfs durch heimische Biomasse zu ersetzen. Des Weiteren lässt sich Biomasse stationär bei direkter Verbrennung effektiver einsetzen und kann entsprechend mehr Heizöl oder Erdgas ersetzen.

Andere Überlegungen weisen daher auf die Möglichkeit hin – anstatt des Anbaus von Energiepflanzen –, die Flächen für die Stromerzeugung mittels Solaranlagen zu nutzen. Würde man beispielsweise auf den für 2010 anvisierten 2,5 Mio. Hektar für die landwirtschaftliche Biomasseproduktion PV-Freiflächenanlagen errichten, so ließen sich auf etwa 825.000 Hektar Solarmodulfläche (aufgrund der Abschattung kann nur ein Drittel der Fläche bebaut werden) jährlich bis zu 1.300 Terawattstunden Solarstrom erzeugen. Diese Menge würde theoretisch ausreichen, um nicht nur den deutschen Jahresbedarf von 600 Terawattstunden konventioneller Elektrizität zu ersetzen, sondern auch die Nachfrage der beiden weiteren energieintensiven Bereiche – Verkehr und Heizwärme – zu decken. Voraussetzung wäre allerdings der Einsatz von effizienten E-Mobilen wie auch von elektrischen Wärmepumpen zur Wärmeerzeugung.

Die höheren Flächenerträge pro Hektar, die per PV-Anlagen gewonnen werden, und die höhere Effizienz von E-Mobilen führen zu einer deutlich höheren Reichweite bei der Nutzung von Solarstrom, wie nachfolgendes Diagramm verdeutlicht.

**Vergleich der Reichweite eines Pkw mit Kraftstoffen von 1 Hektar Anbaufläche bzw. eines Elektromobils mit Solarstrom von einer PV-Freiflächenanlage auf 1 Hektar**



Nach Angaben der Fachagentur für nachwachsende Rohstoffe können auf einem Hektar Anbaufläche genügend Biokraftstoffe erzeugt werden, um einen mit Ottomotor betriebenen Pkw bei einem Verbrauch von 7,4 l/100 km mit Bioethanol 22.400 Kilometer bzw. mit Biomethan 67.600 Kilometer weit zu bewegen. Bei einem Ertrag von 520.000 kWh der Freiflächen-PV-Anlage pro Hektar könnte das E-Mobil bei einem Verbrauch von 20 kWh/100 km ganze 2,6 Mio. Kilometer gefahren werden und damit mindestens 38 Mal weiter als der konventionelle Pkw.

Auch der Verband der Elektrizitätswirtschaft e.V. (VDEW) geht davon aus, dass per Elektromobilität der gesamte deutsche Personenverkehr umwelt- und klimafreundlich umgesetzt werden könnte. Selbst wenn man nur die Ausbauszenarien On- und Offshore zur Windkraft zu Grunde legt, könnte nach Ansicht des Verbands mit 35.000 MW installierter Windkraft-Leistung der komplette Benzinbedarf Deutschlands ersetzt werden. Ein weiterer Vorteil ergäbe sich durch die über das ganze Land verteilten Batteriespeicher sogenannter „Plug-In“-Fahrzeuge, die über das Netz geladen werden. Im Durchschnitt wird ein Pkw täglich nur 20 km bewegt und parkt für eine Dauer von 23 Stunden – meistens in Reichweite einer Steckdose. Unter Einsatz moderner Kommunikationstechnik könnte so ein beachtlicher Beitrag zur Regelenergiekapazität und zum Kurzfristspeichern für das Auffangen von Wind- und Solarenergiespitzen geleistet werden. Allerdings wäre ohne deutliche Effizienzgewinne gegenüber den heutigen Fahrzeugen der reine Ersatz der Antriebsenergie durch Windstrom wirtschaftlich nur suboptimal. Die Verknüpfung des Stromsektors mit dem Verkehrsbereich kann also eine sehr sinnvolle Ergänzung darstellen.

## IV Ausblick und Zukunftsoptionen

### IV.1 Ein Plädoyer für rasches Handeln

Tag für Tag sehen, hören und lesen wir vom Klimawandel, von der Abhängigkeit von Energieimporten, von der Endlichkeit der Ressourcen und den damit drohenden weltweiten Veränderungen. Wir erkennen die Probleme und die Folgen des Nichtstuns und wissen, dass ein „Weiter so“ nicht sein darf.

Auch führen uns immer mehr Wirtschaftsexperten die Kosten des Klimawandels vor Augen – und es ist längst klar, dass es wesentlich teurer wird, die Klimaschäden nachträglich zu kompensieren anstatt die entsprechenden Vorbeugemaßnahmen einzuleiten. Der britische Ökonom Niclas Stern, einst Chefvolkswirt der Weltbank, hat diese alles entscheidende Frage beim Klimaschutz vor kurzem so beantwortet: **„Klimaschutz kostet etwa ein Zehntel dessen wie kein Klimaschutz.“**

**Aktive Klimaschutzpolitik ist auch Friedenspolitik**, wie die Vergabe des Friedensnobelpreises an den US-Amerikaner Al Gore und den Weltklimabeirat der Vereinten Nationen Mitte Oktober 2007 belegt. Nur dezentrale, erneuerbare Energien sind in der Lage, weltweit in jeder Region eine nachhaltige Entwicklung zu gewährleisten. Um Sonne und Wind wird es keine Kriege geben, dagegen prophezeien immer mehr Experten schon bald zunehmend blutige Auseinandersetzungen um die letzten konventionellen Ressourcen. Der mit der Nutzung fossiler und atomarer Brennstoffe verbundene Raubbau an der Natur sowie die Folgen des Klimawandels (Vertreibung durch Dürren, Überschwemmungen etc.) lassen sich nur durch saubere Energiequellen vermeiden.

Sicher werden wir unsere Deiche erhöhen können, wenn der Meeresspiegel steigt – aber können das auch die Einwohner in Bangladesch? Wir können Dürrezeiten überstehen und auf andere Nahrungsmittelquellen ausweichen – aber können das auch die Menschen in Afrika? Wir können warten, bis andere Nationen wie die USA und China den Klimawandel bekämpfen – aber wird es dann nicht vielleicht schon zu spät sein? Warum sollen wir keine Vorreiterrolle übernehmen und damit auch technologische Errungenschaften als Exportschlager auf dem Weltmarkt anbieten?

**Die Alternativen sind längst vorhanden: erneuerbare Energien.** Sie werden der alleinige Energielieferant für die Menschheit werden! Das steht außer Frage – allein schon deshalb, weil fossile und nukleare Rohstoffe nicht unendlich vorhanden sind! Was nicht feststeht, ist der Zeitpunkt! Die Energiewende ist nicht nur nötig – sie ist auch machbar! Wer heute die richtigen Weichen stellt, wird schon in naher Zukunft vom weltweiten Boom nach regenerativer Energietechnik profitieren.

Um möglichst schnell die Energiewende einzuleiten, müssen wir daher die Barrieren in den Köpfen der Menschen überwinden. Wir müssen begeistern für den Ausbau der erneuerbaren Energien, für eine saubere Umwelt und ein faires Miteinander auf diesem Planeten. Mit der vorliegenden Vision wollen wir Vorurteile abbauen und detaillierte Informationen zum Weg in die solare Energiezukunft geben.

## IV.2 Visionen einer zukünftigen Energiewirtschaft

Bislang werden die erneuerbaren Energien immer wieder skeptisch beäugt und ihnen vorgehalten, sie könnten die Lücke der konventionellen atomar und fossil betriebenen Kraftwerke nicht schließen. Dem ist entschieden zu widersprechen. Die technischen Fortschritte waren in den letzten Jahren gewaltig. Zudem ist noch gar nicht absehbar, welche weiteren vielversprechenden Techniken für eine regenerative Energieerzeugung zukünftig durch Wissenschaftler, Ingenieure und Tüftler noch auf den Weg gebracht werden. Einige zukunftsweisende Projekte sollen an dieser Stelle vorgestellt werden.



Windkrafthochhaus; Quelle: br-online.de

Bei der Windkraft laufen die Versuche nicht nur darauf hinaus, Design und Effektivität der bisherigen Anlagentypen zu verbessern. Ziel einiger Forscher ist es, die Windenergie verstärkt in der Stadt nutzbar zu machen, wo der Energiebedarf am höchsten ist. Zum Beispiel arbeiten Architekten am Lehrstuhl für Baukonstruktion und Entwurf der Uni Stuttgart an einem Windkraft-Hochhaus. Die Windräder sitzen direkt im Hochhaus zwischen zwei Wohntürmen. Durch eine spezielle Bauweise des Windkanals wird der Wind zwischen den Gebäudeteilen noch einmal auf das Doppelte beschleunigt, so dass auch bei schwachem Wind noch genug Strom für einen effizienten Betrieb bereit gestellt werden kann, denn bei doppelter Windgeschwindigkeit verachtfachen sich die Energieerträge.

Eine weitere interessante Idee kommt von niederländischen Delft. Berechnungen der Windströmungen an Hochhäusern im Computer haben ergeben, dass unabhängig von der Höhe des Gebäudes der Wind durch die Kanten beschleunigt wird. An den Seiten und auf dem Dach ist der Wind demnach deutlich schneller als vor dem Haus. Auf Grundlage dieser Erkenntnis entwickelt der Wissenschaftler Sander Mertens Prototypen eines Rotors, mit dem das bisher ungenutzte Potenzial von Hochhäusern erschlossen werden kann. Der Rotor wird horizontal installiert, da der Wind auf den Dächern nicht direkt von vorn, sondern bogenförmig von unten weht. Je nach Höhe eines Hauses könnte ein einziger Rotor von zwei Metern Breite und drei Metern Höhe auf dem Dach den kompletten Energiebedarf einer Familie decken. Ähnliche Konstruktionen für Dächer sind in Holland bereits im Einsatz. Die so genannten Windwälle können jedoch noch effizienter gestaltet werden. Nach der Vorstellung des Wissenschaftlers könnten tausende solcher Windräder mitten in dicht besiedelten Städten große Strommengen erzeugen. Ein Problem der Rotoren ist allerdings noch die Geräuschentwicklung. Eine Lösung könnten größere Rotoren sein, die sich ruhiger drehen und störende Geräusche minimieren.



Liegender Windrotor fürs Dach  
Quelle: br-online.de

Noch weit entfernt von ihrer Umsetzung ist die Idee eines fliegenden Windkraftwerkes. Dieses verfügt über zwei Rotoren und produziert Strom in fünf Kilometer Höhe. Dort wehen starke und konstante Winde. Gehalten wird das fliegende Kraftwerk von einem Kabel, das zugleich den gewonnenen Strom zum Boden leitet. Ähnlich einem Flugdrachen soll das fliegende Windkraftwerk aufsteigen und stabil auf der Stelle stehen. Noch ist unklar, ob sich das Projekt realisieren lässt.

Die Stromgewinnung durch Sonnenlicht könnte durch Solar-Konzentratoren neue Impulse erhalten. Bei diesen Systemen bündeln Spiegel oder Linsen das Sonnenlicht auf einer kleinen aktiven Zellenfläche. Bei 500-facher Konzentration kann mittels einer 0,5 Quadratmeter großen Zelle beispielsweise genauso viel Strom wie mit einem 500 Quadratmeter großen Modul ohne entsprechende Bündelung erzeugt werden. Den Mehrkosten für die hochwertige und damit teure Technik steht wiederum ein erhebliches Kostensenkungspotenzial durch den verringerten Materialverbrauch gegenüber. Zudem erreichen Konzentrator-Systeme sehr hohe Wirkungsgrade. Allerdings müssen sie der Sonne exakt nachgeführt werden, da nur die Direktstrahlung gebündelt werden kann. Ihr Einsatz kommt daher hauptsächlich in Regionen mit hoher Sonnenscheindauer in Frage.

Die Anwendungsmöglichkeiten der Solarenergie sind ebenfalls noch nicht ausgeschöpft. Untersuchungen haben gezeigt, dass Sonnenenergie mehr kann, als „nur“ Strom und Wärme zu produzieren. Mit Hilfe von Solaröfen könnte beispielsweise aus kohlenstoffhaltigen Grundstoffen ein Brennstoff-Gas-Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid hergestellt werden. Aus diesem Gasgemisch entstehen unter Einsatz von Sonnenenergie hocheffektive Brennstoffe für die Wärmergewinnung oder Kraftstoffe für den Antrieb von Fahrzeugen. Solare Brennstoffe könnten damit eines Tages bei der Ablösung fossiler Brennstoffe nicht nur in der Stromerzeugung sondern auch in anderen Bereichen Mobilität und Wärme eine bedeutende Rolle spielen.

Viel Entwicklungspotenzial wird ebenso dem Stirlingmotor bescheinigt. Diese besondere Wärmekraftmaschine wurde 1816 von Robert Stirling in Schottland erfunden. Der Motor ist eine Wärmekraftmaschine, bei der zwar ein Gas an einer Stelle von außen erhitzt werden muss, die aber selbst kein Abgas freisetzt. Der Stirlingmotor wurde ursprünglich Anfang des 19. Jahrhunderts als Wasserpumpe im schottischen Bergbau eingesetzt. Für die zivile Nutzung war der Motor bis vor einigen Jahren eine fast vergessene Erfindung und kam hauptsächlich in der Rüstungsindustrie zum Einsatz. Das Funktionsprinzip ist relativ einfach: Ein Gas wird zwischen einem kalten und einem heißen Raum hin und her geschoben. Dieser Druck treibt einen Generator an und erzeugt elektrische Energie. Auf diese Weise wird thermische in mechanische Energie und schließlich in Strom umgewandelt. Nicht ganz so leicht ist es allerdings, einen modernen Motor mit hohem Wirkungsgrad nach dem Stirlingprinzip zu erschaffen. Zahlreiche Tüftler und Ingenieure haben sich in den letzten Jahren diesem Problem angenommen. Das Ergebnis sind Mini-Blockheizkraftwerke, die nach und nach die Marktreife erreichen. Zur CO<sub>2</sub>-neutralen Beheizung bieten sich Holzpellets und Kraftstoffe oder Gase aus Biomasse an. Vollkommen ohne Brennstoffe und somit gänzlich abgasfrei lässt sich der Stirlingmotor solar betreiben. Hierbei wird der Gaskolben durch einen der Sonne nachgeführten Parabolspiegel erhitzt.



Quelle: ISET

Die Fortschritte und Erkenntnisse über das Strömungsverhalten von Luft, die im Bereich der Windenergie gewonnen wurden, treiben auch die energetische Nutzung von Gezeiten- und Flussströmungen voran. So ist beispielsweise das Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) aus Kassel seit 2003 an zwei Projekten zur Nutzung der Meeresströmungen beteiligt. Die Idee, mittels frei umströmter Rotoren in Meeren oder Flüssen Strom zu produzieren, ist relativ jung. Ihre Umsetzung wäre ohne die Fortschritte

der Windenergie nicht möglich gewesen. Insbesondere die Gezeitenströmung gilt als idealer Energielieferant, zumal das Medium Wasser aufgrund seiner höheren Dichte bei deutlich geringerer Rotorfläche gleiche Energiemengen produzieren kann. Durch den ständigen Wechsel von Ebbe und Flut steht diese Energiequelle auch witterungsunabhängig zur Verfügung. Die Umweltverträglichkeit der Unterwasseranlagen gilt als hoch. Gegenüber Gezeitenkraftwerken mit klassischen Wasserturbinen bieten die Unterwasser-Rotoren den Vorteil, dass sie frei im Meer stehend funktionieren. Herkömmliche Turbinen arbeiten dagegen im geschlossenen Rohr. Sie erfordern den Bau einer Staumauer und damit einen größeren Eingriff in die natürliche Küstenlandschaft. Im Falle eines Binnenlandes wie dem Saarland sind die frei umströmten Rotoren möglicherweise eine Option zur Energiegewinnung in der Saar.

Neben der Entwicklung von modernen Wasserkraftturbinen werden auch Fortschritte bei kleinen Laufwasserkraftwerken sichtbar. So möchte beispielsweise der bayerische Energie-Pionier Georg Hamann die Energiegewinnung aus Wasserkraft revolutionieren. Seit 2000 arbeitet der Tüftler an Prototypen einer neuen Turbine. Eine Besonderheit seiner Entwicklung ist dabei, dass sie auch in kleinsten Gewässern und bei jeder Fließgeschwindigkeit einsetzbar ist. Die Lärmentwicklung bei Betrieb der Turbine hält sich in überschaubaren Grenzen. Ein weiterer Vorteil sind die geringen Baukosten. Während die Behörden in seiner Heimat Bayern dem Erfinder bisher die Unterstützung verwehrt, blieben norwegischen Ingenieuren der Universität Trondheim die Vorzüge seines Kleinstkraftwasserwerkes nicht verborgen, die die weitere Entwicklung unterstützten. Auch das Nachbarland Österreich hat inzwischen finanzielle Hilfe in Aussicht gestellt, falls Hamann sich mit seinem Betrieb dort niederlässt.

Weitgehend unbekannt ist die Idee, den unterschiedlichen Salzgehalt von Fluss- und Meerwasser zu nutzen, um elektrische Energie zu erzeugen. Das Salzkraftwerk funktioniert nach dem Prinzip der Osmose. Der Kraftwerkstyp, dessen Entwicklung derzeit von Norwegens staatlichem Energieversorgungsunternehmen Statkraft verfolgt wird, soll an Flussmündungen errichtet werden, wo das Süßwasser des Flusses in ein Rohrsystem geleitet wird. Die Röhren sind so konstruiert, dass das Flusswasser, abgetrennt durch eine Membran, auf salzhaltiges Wasser aus dem Meer trifft. Das Süßwasser wird aufgrund des geringeren Salzgehaltes durch die Membran hindurch zum Meerwasser hinübergezogen. Es entsteht ein Überdruck, der zum Betrieb einer Turbine genutzt werden soll. Eine Pilotanlage soll 2008 gebaut werden. Statkraft hofft, 2015 das erste kommerzielle Salzkraftwerk in Betrieb nehmen zu können. 20 Prozent des norwegischen Strombedarfs können nach Berechnungen des Unternehmens theoretisch per Salzkraft erzeugt werden. In der Praxis hält man zehn Prozent für realistisch. Europaweit sieht Statkraft ein Potenzial von 200 Terrawattstunden – ein Drittel des jährlichen Stromverbrauchs in Deutschland.

Die angeführten Beispiele verdeutlichen, dass sowohl Technologie als auch Anwendungsbereiche erneuerbarer Energien sich stetig weiterentwickeln. Ebenso kommen neue Verfahren zur Gewinnung regenerativen Stroms hinzu. Zwar lässt sich nicht jede Technik auch überall einsetzen – so sind die Voraussetzungen für Gezeiten- oder Salzkraftwerke im Saarland denkbar schlecht – die Vielfalt der Möglichkeiten verdeutlicht aber, dass jede Region den für sie passenden Energiemix finden wird. Angesichts der zunehmenden Dringlichkeit, fossile und atomare Energieträger zu ersetzen, wird sich zwangsläufig auch der Forschungsaufwand noch erhöhen, so dass die Entwicklung von innovativen Technologien zur Sicherstellung einer regenerativen Energieversorgung weiter an Dynamik gewinnen kann.

Auch wenn in Sachen erneuerbarer Energien schon Vieles und Beeindruckendes geleistet wurde – insgesamt stehen wir beim Klimaschutz und beim weltweiten Ersatz von Uran, Kohle, Öl und Erdgas noch vor großen Herausforderungen. Wir haben die Einsparpotentiale im konventionellen Stromsektor bis 2030 konservativ mit 20 Prozent veranschlagt. Darüber hinaus ist allerdings mit einer steigenden Nachfrage zu rechnen, wenn zur Neige gehende fossile Treib- und Brennstoffe im Verkehrs- und Wärmesektor ersetzt werden müssen. Auch der verstärkte Einsatz neuer Informationstechnologien führt tendenziell zu einer wachsenden Nachfrage. Weitere Effizienzsteigerungen bei Erzeugung und Verbrauch und die Realisierung weiterer Einsparpotentiale sollten daher entschieden vorangetrieben werden, um einen wachsenden Bedarf im Verkehrs- und Wärmesektor befriedigen zu können. Dass es sich dabei nicht um unlösbare Aufgaben handelt, verdeutlichen die Entwicklungen in anderen technologischen Bereichen. Während vor wenigen Jahrzehnten Großrechenanlagen noch ganze Räume füllten, haben handliche Computer mit höherer Leistung längst in privaten Haushalten Einzug gehalten. Vergleichbare technische Revolutionen werden sich auch im Bereich der erneuerbaren Energien vollziehen.