

Goethe-Universität Frankfurt a.M.  
Fachbereich 11: Geowissenschaften/Geographie  
Institut für Physische Geographie (IPG)

Diplomarbeit

---

**Erneuerbare Energien in Hessen**  
-  
**Ist-Zustand und Potenziale**

---

Erstgutachterin: Frau Prof. Dr. P. Döll  
Zweitgutachter: Herr Prof. Dr. J. Wunderlich

Vorgelegt von:

Frederik Daub

Frankfurt, Oktober 2011

## Abstract

---

Nach dem Reaktorunfall in Fukushima im März 2011 und dem darauf folgendem Beschluss in Deutschland, den Atomausstieg zu vollziehen, wird dort – sowohl auf nationaler, als auch auf regionaler Ebene – über eine alternative Energieversorgung diskutiert. Für die vorliegende Arbeit stellten sich die Fragen, wie die energiepolitische Ausgangssituation in Hessen aussieht und welche Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen vorhanden sind. Mit einer Politikfeldanalyse wurde untersucht, welche Akteure am Ausbau erneuerbarer Energien beteiligt sind, wie diese interagieren, welche Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien in Hessen existieren und welche Erfolgsbedingungen und Restriktionen sich daraus ergeben. Ferner wurde anhand der jeweiligen Energiekonzepte die Frage verfolgt, welche Zukunftspotenziale für erneuerbare Energien die relevanten Akteure sehen und welche energiepolitischen Maßnahmen getroffen werden müssen, um den Ausbau zu forcieren. Bei einem Vergleich des Bundeslandes Hessen mit den Ländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt wurde festgestellt, welche energiepolitischen Maßnahmen in diesen Bundesländern erfolgreich waren und auf Hessen übertragbar sind. Einerseits wurde aufgezeigt, dass Bemühungen den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren erkennbar sind. Andererseits konnten ebenso die restriktiven Rahmenbedingungen dargestellt werden, die einen durchschlagenden Erfolg des Ausbaus erneuerbarer Energien bisher behindern. Die Untersuchung der Energiekonzepte hat ergeben, dass die Akteure die Zukunftspotenziale erneuerbarer Energien sehr unterschiedlich sehen und gewichten – sowohl was das zeitliche Ausbauziel als auch die Potenziale der jeweiligen erneuerbaren Energieträger betrifft.

As a consequence to the nuclear meltdown in Fukushima in March 2011 and the subsequent decision for the nuclear power phase-out, there are on national as well as on regional level discussions about an alternative energy supply in Germany. This thesis outlines the questions, how the status quo on energy policy looks like and what potential of renewable energies is available in Hesse. By conducting a policy analysis it has been investigated, which stakeholders participate in the process of the expansion of renewable energies, how they interact, which funding instruments exist and which chances and restrictions hence result. Additionally, on the basis of different energy concepts it has been analysed what potentials the relevant stakeholders see and what kind of energy policy measures are required to force the expansion of renewable energies. A comparison of Hesse with the federal states of Lower Saxony, North Rhine-Westphalia and Saxony-Anhalt showed which energy policy measures were successful in those states and may be transferred to Hesse. The policy analysis proofed on one side that efforts to accelerate the expansion of renewable energies do exist. But on the other side it has also revealed that there still exist several restrictions, which prevent a sustained expansion of renewable energies. The analysis of the energy concepts showed that the stakeholders see very different potentials in the expansion of renewable energies – regarding the specified time frame as well as the ambitions in the expansion of the particular renewable energies.

## Inhalt

---

<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Inhalt</b> .....	<b>iv</b>
<b>Abbildungen</b> .....	<b>viii</b>
<b>Tabellen</b> .....	<b>ix</b>
<b>Danksagung</b> .....	<b>x</b>
<b>Gender-Klausel</b> .....	<b>x</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Fragestellung und Zielsetzung.....	2
1.2 Stand der Forschung .....	3
1.3 Abgrenzung der Arbeit .....	4
1.4 Aufbau der Arbeit .....	4
<b>2 Methoden</b> .....	<b>6</b>
2.1 Politikfeldanalyse .....	6
2.1.1 Definition Politikfeldanalyse .....	6
2.1.2 Ablauf der Politikfeldanalyse im Bereich „erneuerbarer Energien in Hessen“ .....	7
2.1.3 Inhaltsanalyse .....	8
2.2 Auswertung der Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen .....	10
2.2.1 „Energiekonzept“ als Datengrundlage .....	10
2.2.2 Überblick über die Energiekonzepte für das Land Hessen .....	11
2.2.3 Kriterien für die Auswertung der Energiekonzepte .....	12
<b>3 Die Formen erneuerbarer Energien</b> .....	<b>13</b>
3.1 Windenergie.....	13
3.1.1 Windgeschwindigkeit und Windleistung.....	13
3.1.2 Aufbau und Funktionsweise von Windenergieanlagen.....	15
3.1.3 Nachteile der Windenergie.....	18
3.2 Biomasse .....	19
3.2.1 Energiegewinnung aus Biomasse .....	20
3.2.2 Nachteile der Energiegewinnung durch Biomasse .....	21
3.3 Solarenergie.....	22
3.3.1 Photovoltaik.....	23
3.3.2 Solarthermie.....	23
3.3.3 Umweltauswirkungen durch Solarenergie .....	25

---

3.4	Wasserkraft .....	25
3.4.1	Laufwasserkraftwerke .....	26
3.4.2	Speicherwasserkraftwerke .....	26
3.4.3	Umweltauswirkungen .....	26
3.5	Geothermie .....	27
3.5.1	Oberflächennahe Geothermie.....	28
3.5.2	Tiefengeothermie .....	29
3.5.3	Nachteile der Geothermie .....	29
3.6	Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien.....	30
3.6.1	Technische Voraussetzungen.....	30
3.6.2	EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz .....	31
3.6.3	Energieeffizienz .....	31
<b>4</b>	<b>Der Ist-Zustand in Hessen bezüglich Energiebereitstellung und Energieverbrauch .....</b>	<b>33</b>
4.1	Energieverbrauch in Hessen seit 1990.....	34
4.2	Energieerzeugung in Hessen im Zeitraum 2002-2009 .....	37
4.2.1	Entwicklung der Gesamtenergieerzeugung in Hessen im Zeitraum 2002 bis 2009.....	38
4.2.2	Entwicklung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen in dem Zeitraum von 2002 bis 2009 .....	40
<b>5</b>	<b>Politikfeldanalyse im Bereich erneuerbare Energien in Hessen .....</b>	<b>47</b>
5.1	Darstellung staatlicher Akteure .....	47
5.2	Darstellung nicht-staatlicher Akteure .....	48
5.2.1	Parteien.....	49
5.2.2	Ökonomische Akteure (Unternehmen, Finanzwirtschaft) .....	50
5.2.3	Umweltverbände .....	52
5.2.4	Gewerkschaften und Kirche.....	52
5.2.5	Forschungseinrichtungen und Hochschulen.....	53
5.3	Interaktion und Netzwerke zwischen den Akteuren.....	54
5.4	Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien .....	56
5.4.1	Gesetzliche Instrumente .....	56
5.4.2	Investive und nicht-investive Fördermaßnahmen .....	57
5.5	Erfolgsbedingungen .....	58
5.5.1	Politische Erfolgsbedingungen.....	58
5.5.2	Ökonomische Erfolgsbedingungen .....	61
5.5.3	Sonstige Erfolgsbedingungen .....	61

---

5.6	Restriktionen .....	62
5.6.1	Politische und finanzielle Restriktionen .....	62
5.6.2	Planungsrechtliche Hemmnisse.....	63
5.7	Schlussfolgerung .....	64
<b>6</b>	<b>Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen .....</b>	<b>65</b>
6.1	„Bericht des Energieforums Hessen 2020“ – Energiekonzept der hessischen Landesregierung .....	65
6.1.1	Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen.....	65
6.1.2	Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele .....	68
6.2	„Neue Energie für ein atomstromfreies Hessen“ – Energiekonzept der SPD .....	73
6.2.1	Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen.....	74
6.2.2	Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele .....	74
6.3	„Zukunftsenergie für Hessen“ – Energiekonzept der Grünen.....	79
6.3.1	Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen.....	79
6.3.2	Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele .....	82
6.4	„Der Weg zum Energieland Hessen“ – Energiekonzept von Eurosolar.....	85
6.4.1	Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen.....	85
6.4.2	Netzintegration erneuerbarer Energien .....	88
6.5	„Biomassepotenzialstudie Hessen“ – Energiekonzept zur Biomassenutzung vom Land Hessen.....	89
6.5.1	Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen.....	90
6.5.2	Potenziale der Biomasse .....	90
6.6	Zusammenfassung und Vergleich .....	91
<b>7</b>	<b>Diskussion.....</b>	<b>96</b>
7.1	Zusammenfassung der Ergebnisse zum Stand der Nutzung erneuerbarer Energien, der Politikfeldanalyse und der Potenziale erneuerbarer Energien .....	96
7.2	Vergleich der Ergebnisse der Politikfeldanalyse mit denen der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt .....	97
7.2.1	Gegenüberstellung der Einflussfaktoren bezüglich der Nutzung erneuerbarer Energien in den einzelnen Ländern.....	98
7.2.2	Energiepolitische Vorbilder für Hessen.....	103
7.3	Diskussion der Potenziale erneuerbarer Energien mit Blick auf die Ergebnisse der Politikfeldanalyse .....	105
7.3.1	Biomasse .....	105
7.3.2	Windenergie.....	106

---

7.3.3	Solarenergie.....	108
7.3.4	Wasserkraft.....	108
7.3.5	Geothermie .....	109
7.4	Kritische Methodenreflexion.....	109
7.5	Ausblick.....	111
<b>Literaturverzeichnis .....</b>		<b>112</b>
<b>Anhang .....</b>		<b>xi</b>
I	Überblick über die für die Politikfeldanalyse verwendete Literatur .....	xii
II	Glossar.....	xv
<b>Eidesstattliche Erklärung .....</b>		<b>xvii</b>

## Abbildungen

---

Abbildung 3-1:	Abhängigkeit der Windleistung von der Windgeschwindigkeit. ....	14
Abbildung 3-2:	Entwicklung der Windgeschwindigkeit in unterschiedlichem Gelände.....	15
Abbildung 3-3:	Schematische Darstellung markgängiger Horizontalachsenkonverter .....	16
Abbildung 3-4:	Entwicklung der Windenergieanlagen seit 1980.....	17
Abbildung 3-5:	Vereinfachte Darstellung der Bereitstellungsketten zur Endenergiebereitstellung aus Biomasse.....	20
Abbildung 3-6:	Elektronenwanderung zwischen dem n- und p-dotierten Bereich.....	23
Abbildung 3-7:	Darstellung der Phasenverschiebung zwischen Energiebedarf für Gebäudeheizung sowie Trinkwarmwasser und Energieangebot durch solarthermische Anlagen .....	24
Abbildung 3-8:	Vereinfachte Darstellung eines Sonnenkollektors .....	25
Abbildung 3-9:	Schematische Darstellung eines Wasserkraftwerkes .....	26
Abbildung 3-10:	Umweltauswirkungen von Wasserkraftanlagen.....	27
Abbildung 3-11:	Verfahren der Geothermie mit Nutzungstiefen und -temperaturen.....	28
Abbildung 4-1:	Primärenergieverbrauch ohne Verkehr nach Energieträgern in Hessen 1990 bis 2006 .....	35
Abbildung 4-2:	Primärenergieverbrauch in Hessen 1990 bis 2006 nach Sektoren. ....	36
Abbildung 4-3:	Primärenergieverbrauch durch erneuerbare Energien in Hessen von 1990 bis 2008.....	37
Abbildung 4-4:	Entwicklung der Energieproduktion in Hessen von 2002 bis 2009. ....	38
Abbildung 4-5:	Bruttostromerzeugung der Kraftwerke in Hessen nach Energieträgern.....	39
Abbildung 4-6:	Wärmeerzeugung der Heizwerke und Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung .....	40
Abbildung 4-7:	Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Hessen von 2002 bis 2009.....	41
Abbildung 4-8:	Entwicklung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen von 2002 bis 2009.....	41
Abbildung 4-9:	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen .....	42
Abbildung 4-10:	Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Hessen 2009 .....	43
Abbildung 4-11:	Entwicklung der Anzahl und der Leistung der in Hessen installierten Windenergieanlagen ...	44
Abbildung 4-12:	Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen 2002 bis 2009 .....	45
Abbildung 4-13:	Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Hessen 2009. ....	45
Abbildung 6-1:	Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach dem Energiekonzept der CDU/FDP-Koalition .....	66
Abbildung 6-2:	Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach dem Energiekonzept von Bündnis90/Die Grünen .....	80
Abbildung 6-3:	Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien nach dem Energiekonzept von Eurosolar .....	86
Abbildung 6-4:	Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach der Biomassepotenzialstudie des Witzhausen-Instituts und der Firma Pöyry.....	90
Abbildung 6-5:	Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger in Hessen.....	94

**Tabellen**

---

Tabelle 3-1: Geländeklassen .....	14
Tabelle 6-1: Szenarien für die Ermittlung des Potenzials der Windkraft in Hessen .....	86
Tabelle 6-2: Energieziele der verschiedenen Organisationen .....	92
Tabelle 7-1: Einflussfaktoren der Nutzung erneuerbarer Energien in den Ländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Hessen im Vergleich .....	99
<b>Tabelle A- I: Überblick über die für die Politikfeldanalyse verwendete Literatur .....</b>	<b>xii</b>
<b>Tabelle A- II: Glossar .....</b>	<b>xv</b>

## **Danksagung**

---

Hiermit bedanke ich mich sehr bei Frau Prof. Dr. Petra Döll für die Betreuung meiner Diplomarbeit. Auch Herrn Prof. Dr. Jürgen Wunderlich danke ich für die Zweitbegutachtung dieser Arbeit.

Großer Dank gilt auch Frau Meike Düspohl, die meine Diplomarbeit ebenfalls begleitet und mir viele hilfreiche Anregungen gegeben hat.

Ferner danke ich meinen Eltern, Doris und Hans Daub, dass sie mich in meinem Studium stets unterstützt haben. Meinem Vater danke ich zudem für das Korrekturlesen dieser Arbeit.

## **Gender-Klausel**

---

Aus Gründen des besseren Leseflusses werden in der vorliegenden Diplomarbeit weibliche Formen nicht explizit angeführt. An dieser Stelle wird jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen, dass sich alle personenbezogenen Formulierungen grundsätzlich gleichermaßen auf Frauen und Männer beziehen.

# 1 Einleitung

---

Diskussionen um den Ausbau erneuerbarer Energien sind derzeit allgegenwärtig. Ein weltweit rapide steigender Energiebedarf, die damit verbundene Erhöhung von Rohölpreisen, gepaart mit der Knappheit von Erdöl, Erdgas und Kohle, Gefahren durch die Atomenergie und Unsicherheiten um die Endlagerung verbrauchter Brennstäbe und nicht zuletzt der Klimawandel haben stets eine Grundlage für Diskussionen um die Energieversorgung in Deutschland geboten. Nach der Einigung zur Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke im Oktober 2010 hat die Diskussion um den Ausbau erneuerbarer Energien angesichts der verheerenden Naturkatastrophe in Japan im März 2011, die massive Zerstörungen an mehreren Atomkraftwerken verursacht hat, eine neue Dimension erhalten. Als Reaktion auf diese Vorkommnisse hat die Bundesregierung zunächst eine Aussetzung der Laufzeitverlängerung für drei Monate und die Institutionalisierung eines Moratoriums zur Klärung der Sicherheitsfragen in dieser Zeit beschlossen. Im Juni 2011 hat der Deutsche Bundestag Regelungen für einen endgültigen Ausstieg aus der Atomenergie verabschiedet.

Unabhängig von den Vorkommnissen in Japan und den Debatten um die Laufzeitverlängerung gibt es seit langem sowohl auf EU-, auf Bundes- als auch auf Länderebene das Ziel, den Ausbau erneuerbarer Energien aus Klimaschutzgründen voranzutreiben. So hat die Europäische Union im Jahr 2007 beschlossen, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch von 8,5% im Jahr 2005 auf 20% im Jahr 2020 zu erhöhen (DIEKMANN, 2008, S. 1). Nach der neuen EU-Richtlinie zur Förderung erneuerbarer Energien soll Deutschland seinen Anteil von 5,8% im Jahr 2005 auf 18% im Jahr 2020 erhöhen. Im Rahmen ihres integrierten Energie- und Klimaprogrammes hat die Bundesregierung im Jahr 2007 eigene, über die EU-Vorgaben hinausgehende Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien formuliert. Demnach soll bis zum Jahr 2030 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung 30%, der Anteil an der Wärmeversorgung 14% betragen. Auf dem Weg, die von der EU und dem Bund formulierten Ziele zu erreichen, spielen die Bundesländer eine zentrale Rolle, da sie durch Fördermaßnahmen sowie durch rechtliche als auch administrative Rahmenbedingungen den Ausbau erneuerbarer Energien entscheidend beeinflussen können (DIEKMANN, 2008, S. 2). So hat sich die hessische Landesregierung zum Ziel gesetzt, den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch

von 5,3% im Jahr 2008 auf 20% im Jahr 2020 zu erhöhen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010).

## 1.1 Fragestellung und Zielsetzung

In den Diskussionen um die zukünftige Energieversorgung stellte sich die Frage, wie die Ausgangssituation erneuerbarer Energien in Hessen aussieht und welche Entwicklung noch möglich ist. Diese Frage greift diese Diplomarbeit als Leitfrage auf. Sie ist insofern interessant und aktuell, als dass nach den Vorfällen in Fukushima auch in Hessen Diskussionen um den Atomausstieg und damit auch Fragen nach Alternativen aufgekommen sind. Zwar ist der Atomausstieg auf Bundesebene relativ schnell beschlossen worden. Der Ausbau erneuerbarer Energien in Hessen wird indes weiter erörtert.

Von besonderem Interesse waren für diese Diplomarbeit die an dem Prozess beteiligten Akteure. Es wurde untersucht, welche relevanten Personen bzw. Organisationen aus Politik, Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft am Ausbau erneuerbarer Energien ein Interesse haben bzw. daran partizipieren. Auch wurde gefragt, welche konkreten Bemühungen sie zeigen, den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren, und ob sie dabei miteinander in Interaktion treten. Von großer Bedeutung waren dabei auch die bestehenden politischen, planungsrechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Wichtig dabei war der Gesichtspunkt, ob diese den Ausbau erneuerbarer Energien eher begünstigen oder hemmen. Auf Basis der Akteure und der bestehenden Rahmenbedingungen wurde untersucht, welche Erfolgsbedingungen und Restriktionen sich für den Ausbau erneuerbarer Energien in Hessen ergeben. Ein weiterer wichtiger Aspekt war, wie die Situation in anderen Bundesländern aussieht und ob bestimmte erfolgreiche Konzepte auf Hessen übertragbar sind. Um Aussagen über eine mögliche Entwicklung erneuerbarer Energien in Hessen treffen zu können, wurde ferner untersucht, welche Potenziale der jeweiligen erneuerbaren Energieträger die unterschiedlichen Akteure sehen und welche Konzepte für den künftigen Ausbau erneuerbarer Energien sie vorgelegt haben.

Auf Basis dieser Ausführungen ergaben sich für die Diplomarbeit folgende konkrete Forschungsfragen:

- Welche Formen erneuerbarer Energien stehen in Hessen zur Nutzung bereit?
- Wie sieht die aktuelle Energieversorgung in Hessen aus?
- Welche Akteure sind beim Ausbau erneuerbarer Energien beteiligt und wie ist die Interaktion der Akteure untereinander?
- Welche Maßnahmen seitens der Landesregierung gibt es derzeit, den Ausbau erneuerbarer Energien voranzutreiben?
- Welche Sachverhalte gibt es, die den Ausbau erneuerbarer Energien begünstigen bzw. behindern?
- Welche Konzepte zum Ausbau erneuerbarer Energien in Hessen gibt es, sowohl hinsichtlich der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Hessen als auch der Energieproduktion aus erneuerbaren Energien außerhalb Hessens?
- Welches Potenzial für erneuerbare Energien in Hessen wird von den maßgeblichen Interessenträgern in diesen Konzepten gesehen?
- Welche Konzepte und Erfahrungen außerhalb Hessens sind übertragbar bzw. interessant für Hessen?

Im Zentrum dieser Fragen stehen die Aspekte politisches Umfeld im Bereich erneuerbarer Energien in Hessen und die von den Akteuren gesehenen Potenziale der erneuerbaren Energieträger. Das Ziel der Arbeit war es daher, die damit verbundenen Fragen nach dem politischen Umfeld und den Potenzialen zu beantworten. Die anderen Fragen wurden im Rahmen dieser Ausführungen beantwortet.

## **1.2 Stand der Forschung**

Die in dieser Arbeit durchgeführte Politikfeldanalyse (vgl. Abschnitt 2.1.1) orientiert sich an einer Studie von MEZ, in der untersucht worden ist, welche Rolle die Bundesländer beim Ausbau erneuerbarer Energien besitzen (MEZ, 2007). Teil dieser Studie ist eine Politikfeldanalyse der Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt gewesen. Dabei ist MEZ davon ausgegangen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien weniger von geographischen Gegebenheiten als vielmehr von politischen Entscheidungen beeinflusst wird. Im Rahmen der Politikfeldanalyse von MEZ sind die am Ausbau

erneuerbarer Energien beteiligten Akteure aus Politik, Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft ermittelt worden. Auf Basis der Interaktionen der Akteure untereinander und deren energiepolitischen Anstrengungen hat MEZ auf mögliche Erfolgsbedingungen und Restriktionen beim Ausbau erneuerbarer Energien geschlossen. Auch die bestehenden politischen, planungsrechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen haben für MEZ in seiner Beurteilung eine Rolle gespielt. Speziell für Hessen liegen noch keine Forschungsergebnisse vor.

### 1.3 Abgrenzung der Arbeit

In dieser Arbeit wurden vor allem die landespolitischen Einflussfaktoren auf den Ausbau erneuerbarer Energien untersucht. Weitere Einflussfaktoren – wie etwa nationale und europäische Richtlinien, Gesetze und Fördermaßnahmen – wurden wegen der Eingrenzung dieser Arbeit auf die Situation in Hessen nicht berücksichtigt.

Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien sind grundsätzlich auch Maßnahmen zur Netzintegration und zur Speicherung von Energie verbunden. Diese Maßnahmen sind aufgrund der Differenz zwischen Grund- und Spitzenlast zwar essenziell. Da dieses Problem aber nicht nur Hessen, sondern Gesamtdeutschland betrifft, wurde es in dieser Arbeit nicht weiter vertieft. Auch die infolge des Ausbaus erneuerbaren Energien möglicherweise steigenden Strompreise sind nicht allein von der Entwicklung in Hessen abhängig, so dass auf eine Diskussion dieses Themas verzichtet wurde.

### 1.4 Aufbau der Arbeit

Im **ersten Kapitel** wird in die Thematik der erneuerbaren Energien eingeführt und die Fragestellung und Zielsetzungen dieser Arbeit dargestellt. Im **zweiten Kapitel** wird die für diese Arbeit verwendete Methode erläutert. Dabei handelt es sich um die empirische Methode der Inhaltsanalyse. Auch das Vorgehen bei der Politikfeldanalyse und der Darstellung der Potenziale ist Inhalt dieses Kapitels. Im **dritten Kapitel** werden Grundlagen zu den in Hessen zur Verfügung stehenden Formen der erneuerbaren Energien erläutert. Die zur Energiegewinnung eingesetzten Anlagen werden kurz erklärt. Das **vierte Kapitel** beinhaltet die Darstellung der aktuellen Energieversorgung in Hessen. Dabei wird auf den Energieverbrauch und die Energieproduktion im Allgemeinen sowie auf die jeweiligen Anteile erneuerbarer Energien eingegangen. Das **fünfte Kapitel** beinhaltet die Politikfeldanalyse im Bereich erneuerbarer

Energien in Hessen. Nach der Darstellung der Akteure, der Interaktionen und Netzwerke sowie der von der Landesregierung eingesetzten Instrumente werden die Erfolgsbedingungen und Restriktionen erneuerbarer Energien in Hessen aufgezeigt. Das **sechste Kapitel** beinhaltet die Ergebnisse der Potenzialuntersuchung. Darin werden die Energiekonzepte der verschiedenen Akteure zusammengefasst und vergleichend dargestellt. Im **siebten Kapitel** folgt abschließend die Diskussion der Ergebnisse aus den Kapiteln 6 und 7. Darin werden die Ergebnisse der Politikfeldanalyse für das Land Hessen mit den Ergebnissen aus der Studie von MEZ für die Länder Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt verglichen. Die von den Autoren der Energiekonzepte beschriebenen Potenziale werden diskutiert und mit weiteren Potenzialanalysen verglichen. Im **Anhang** ist ein Glossar mit Erläuterungen zu den in dieser Arbeit verwendeten Fachbegriffen angefügt. Die im Glossar erläuterten Begriffe werden bei erstmaligem Erscheinen mit dem Symbol ↑ gekennzeichnet.

## 2 Methoden

---

Um die derzeitige Situation in Hessen im Hinblick auf erneuerbare Energien darzustellen, wurden die Vorgehensweise der Politikfeldanalyse und die Methode der Inhaltsanalyse verwendet. Zur Darstellung der Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen bot sich die Auswertung der Energiekonzepte relevanter Akteure an, dafür zeigte sich die Methode der Inhaltsanalyse als geeignet. Dies wird im Folgenden ausgeführt.

### 2.1 Politikfeldanalyse

Da der Ausbau erneuerbarer Energien letztlich von politischen Entscheidungen beeinflusst und gesteuert wird und dabei eine Vielzahl an Akteuren beteiligt ist, ist es angebracht, das politische Umfeld im Bereich erneuerbare Energie in Hessen genauer zu betrachten. Dies ist anhand einer „Politikfeldanalyse“ geschehen.

#### 2.1.1 Definition Politikfeldanalyse

Mit einer Politikfeldanalyse lassen sich inhaltliche Aspekte einer Politik mit Blick auf Gegenstände, Ziele und Wirkungen untersuchen (JANN, 2004, S. 677ff). Das Ziel einer solchen Politikfeldanalyse wird von DYE in drei Gesichtspunkte aufgefächert: „Policy Analysis is finding out what governments do, why they do it, and what difference it makes“ (DYE, 1978, S. 2). Während DYE sehr einengend diese drei Bestimmungen lediglich auf die Regierungsmitglieder als Akteur bezieht, spricht SCHUBERT von den „politischen Akteuren“ in einem sehr weiten Umfang. „Politikfeldanalyse fragt danach, was politische Akteure tun, warum sie es tun und was sie letztlich bewirken“ (SCHUBERT, 2009, S. 4). Diese Formulierung impliziert die Frage, wer überhaupt als politischer Akteur in einem Vorgang relevant bzw. wirksam ist. In einer Politikfeldanalyse sollen also die drei zentralen Fragen nach dem „Was“ (politische Inhalte), die Frage nach dem „Warum“ bzw. „Wozu“ (Beweggründe und erwartete wie auch angestrebte Folgen und Wirkungen) sowie die Frage nach dem faktisch Gewordenen beantwortet werden. Ergänzt werden muss dieser Ansatz noch mit der Frage nach dem „Wer“ (Akteure).

Nach BLUM & SCHUBERT (2011, S. 37ff) können drei theoretische Ansätze der Politikfeldanalyse unterschieden werden: die Analyseebene, die Analysemethode und die Analyseeinheit. Bei der Analyseebene wird zwischen der Makro-, der Meso- und der Mikroebene unterschieden. Bei Makro-Ebenen handelt es sich um Gesamtsysteme, nach BLUM & SCHUBERT z. B. um Regierungs- und Gesetzgebungssysteme. Ein darauf bezogener institutioneller Teilbereich ist als Mesoebene zu betrachten (nach BLUM & SCHUBERT z.B. eine konkrete sozialstaatliche Institution). Mikro-Ebenen beziehen sich auf konkrete Einzelheiten (nach BLUM & SCHUBERT zum Beispiel politische Entscheidungsträger und Handlungen). Bei der Analysemethode ist zwischen deduktivem und induktivem Vorgehen zu unterscheiden. Nach BLUM & SCHUBERT (2011, S. 39) wird bei der Deduktion vom Allgemeinen auf das Besondere geschlossen. Bei der induktiven Methode wird der Einzelfall betrachtet und durch Einbeziehung anderer Einzelfälle auf das Allgemeine geschlossen. Die Analyseeinheit entspricht dem Untersuchungsgegenstand. Dazu kann nach BLUM & SCHUBERT auf die Akteure, auf deren Handlungen sowie auf die politischen Inhalte geblickt werden (BLUM & SCHUBERT, 2011, S. 40). Da es sich bei dem Themenbereich der erneuerbaren Energien um ein Teilgebiet des parlamentarischen Gesamtsystems handelt, liegt der Schwerpunkt der Analyseebene auf der Meso-Ebene. Da hier vorab keine Annahmen aufgestellt wurden, handelte es sich um ein induktives Vorgehen. Ziel in der Diplomarbeit war es, von einem konkreten Fall (z.B. Stellungnahme eines politischen Akteurs) – auch über den Vergleich mit anderen Fällen (z.B. weitere Stellungnahmen des Akteurs oder Stellungnahmen eines anderen Akteurs) – auf das Allgemeine, z. B. auf die Position dieses Akteurs oder auf die Position der ihm zugeordneten politischen Partei zum Thema erneuerbare Energien, zu schließen.

### **2.1.2 Ablauf der Politikfeldanalyse im Bereich „erneuerbarer Energien in Hessen“**

Die Politikfeldanalyse in dieser Arbeit orientiert sich in ihrer Form an der Struktur der Politikfeldanalyse von MEZ (2007, S. 79). MEZ geht der Frage nach, ob der Erfolg oder Misserfolg des Ausbaus erneuerbarer Energien eher vom Willen der politischen Entscheidungsträger abhängig ist als von geographischen Gegebenheiten. In seiner Untersuchung legt er den Schwerpunkt auf ein breites Spektrum an relevanten Einflüssen. Dazu zählen die am Ausbau erneuerbarer Energien beteiligten Akteure, deren Interaktion untereinander, die vorhandenen Instrumente sowie die Erfolgsbedingungen beziehungsweise Restriktionen (MEZ, 2007, S. 79f). Da in dieser Arbeit diese Faktoren im Vordergrund

standen, wurde die Vorgehensweise von MEZ ohne Veränderungen übernommen. Zunächst wurde also MEZ entsprechend die Akteursstruktur im Bereich erneuerbarer Energien ermittelt und dargestellt. Die staatlichen Akteure sind am Ausbau erneuerbarer Energien direkt und maßgeblich beteiligt. In der Darstellung staatlicher Akteure wurden insbesondere die zuständigen Ministerien und Ressorts vorgestellt. Unter den nicht-staatlichen Akteuren wurden solche ausgewählt, analysiert und präsentiert, bei denen die erneuerbaren Energien in der eigenen Organisation einen angemessenen Stellenwert erhalten. Es wurden aber auch Parteien, Forschungsinstitute, Unternehmen und Umweltverbände, die im Untersuchungsfeld eine wahrnehmbare Relevanz haben, einbezogen. Darauf folgend wurde ermittelt, ob und in welchem Umfang Interaktionen zwischen den Akteuren stattfinden und ob es unter ihnen auch zu Netzwerkbildungen kommt. Danach wurden die Möglichkeiten zur Förderung erneuerbarer Energien untersucht. Hier wurde sowohl auf rechtliche und planerische Rahmenbedingungen als auch auf wirtschaftliche Anreize zur Förderung des Ausbaus eingegangen. Schließlich wurden die Erfolgsbedingungen und die Restriktionen der erneuerbaren Energien eruiert. Ziel insgesamt war es zu zeigen, inwiefern und wodurch der Ausbau erneuerbarer Energien begünstigt oder gehemmt wird (MEZ, 2007, S. 79ff).

### **2.1.3 Inhaltsanalyse**

Da für die Politikwissenschaft und somit auch für die Politikfeldanalyse keine eigenen Methoden existieren, bedient man sich hierzu sozialwissenschaftlicher Methoden (BEHRENS, 2009, S. 203). Als Kernmethode für die Politikfeldanalyse wurde in der vorliegenden Arbeit die qualitative Inhaltsanalyse favorisiert. Deren Ziel ist es, „aufgrund vorliegender, also manifester Texte, soziale Wirklichkeit, d.h. nicht-manifeste Kontexte, zu erfassen, respektive zu verstehen“ (BROSIUS, 2008, S. 141). Grundlage für die Inhaltsanalyse können jegliche Arten von textlichen und visuellen Produkten sein: Zeitungsartikel, Politikerreden, Wahlkampfspots, Protokolle von Parlamentsdebatten und vieles mehr (HASEBRINK, 2006, S. 153). Dabei sind die Texte in deren Gesamthalt und Struktur selbst nicht der Gegenstand des Auswertungsinteresses, wie dies anders in der Literaturwissenschaft geschieht. Vielmehr dienen sie als Informationsträger. Die Inhalte der Texte sind Indikatoren für text-externe Sachverhalte, wie etwa Aussageabsichten und Einstellungen der Autoren der Texte oder politische und soziale Kontexte (KROMREY, 2009, S. 301).

In dieser Diplomarbeit bot sich die Methode der Inhaltsanalyse bei der Durchführung der Politikfeldanalyse insofern an, als sie im Gegensatz zu der auf die Gegenwart gerichteten Befragung auch vergangene Kommunikationsprozesse ins Auge fasst (BROSIUS, 2008, S. 151). Der erste Schritt der Inhaltsanalyse in der vorliegenden Arbeit beinhaltete die Sammlung von relevanten Informationen (Daten). Dazu wurde ein möglichst breiter Korpus an Texten unterschiedlichster Art zum Thema erneuerbarer Energien in Hessen zusammengestellt. Eine Übersicht über die verwendeten Texte ist in Tabelle A-I in Anhang I angefügt. Die Mehrheit der Texte sind spezifische Veröffentlichungen der Akteure selber sowie Zeitungsartikel. Bei den Publikationen der Akteure handelt es sich unter anderem um Berichte des zuständigen Ministeriums, darüber hinaus um Parteiprogramme sowie um Energiekonzepte und Internetseiten von sonstigen relevanten Organisationen. Die Zeitungsartikel wurden hauptsächlich den beiden größten hessischen Zeitungen entnommen, der Frankfurter Allgemeinen Zeitung (FAZ) und der Frankfurter Rundschau (FR). Die FAZ, eine als konservativ-liberal eingestufte überregionale Tageszeitung, und die FR, eine als eher linksliberal gesehene regionale Tageszeitung, sollten eine heterogene Artikelauswahl gewährleisten. Daneben wurden noch weitere dienliche Quellen verwendet. Dies sind Berichte anderer Medien (Online), wissenschaftliche Publikationen und Gesetze. Für die Literaturrecherche wurden die Online-Archive der Zeitungen, gängige Suchmaschinen sowie Literaturdatenbanken auf bestimmte Kernbegriffe durchsucht. Dies sind Schlagwörter wie „erneuerbare Energien“, „↑Energieeffizienz“, „↑Windkraft“, „↑Biomasse“, „↑Solarenergie“, „↑Wasserkraft“, „↑Geothermie“, Namen der Akteure und Organisationen sowie vieles mehr. Die Publikationen der relevanten Akteure wurden den Internetpräsenzen der jeweiligen Organisationen entnommen.

Die Texte wurden auf Grundlage der für die Politikfeldanalyse festgelegten Kategorien untersucht. Dabei sollte es nicht um philologische Textanalyse gehen, in der die ganze Komplexität des jeweiligen Textes analysiert wird. Es sollte lediglich die entsprechende themenorientierte Kategorie im Fokus stehen. Die für die Politikfeldanalyse ausgewählten Kategorien basieren auf der Politikfeldanalyse von MEZ und lauten:

- *Akteure,*
- *Interaktionen,*
- *Instrumente,*
- *Erfolgsbedingungen,*
- *Restriktionen.*

## **2.2 Auswertung der Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen**

Das „Potenzial“ erneuerbarer Energien soll darüber Aufschluss geben, inwiefern vorhandene Ressourcen unter gegebenen Rahmenbedingungen genutzt werden können. Beim Begriff des „Potenzials“ im Themenbereich der erneuerbaren Energien sind drei Begriffsebenen zu unterscheiden: das theoretische, das technische und das nachhaltig erschließbare Potenzial.

Unter dem „theoretischem Potenzial“ ist im Bereich der erneuerbaren Energien das physikalisch vorhandene Energieangebot zu verstehen, das in einem Ort in einer bestimmten Zeit theoretisch nutzbar ist (KUCHARCZAK & SCHÄFER, 2010, S. 9f).

Das „technische Potenzial“ ist der Teil des theoretischen Potenzials, der unter den vorhandenen technischen Möglichkeiten genutzt werden kann. Da die Energiewandlungstechnologien stets weiterentwickelt werden, befindet sich auch das technische Potenzial immer im Wandel (KUCHARCZAK & SCHÄFER, 2010, S. 10).

Ist in dieser Arbeit vom Potenzial erneuerbarer Energien die Rede, so ist – sofern nicht anders angegeben – das „nachhaltig erschließbare Potenzial“ gemeint. Das erschließbare Potenzial ist der Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, ökologischen Gesichtspunkten sowie sozialen Aspekten genutzt werden kann. Nachhaltig soll dieses Potenzial insofern sein, als eine Schnittmenge zwischen dem ökonomischen, ökologischen und sozialen Potenzial angestrebt wird. Da sich auch hier die Rahmenbedingungen im zeitlichen Wandel befinden, müssen diese Potenziale immer aktualisiert werden (KUCHARCZAK & SCHÄFER, 2010, S. 10).

### **2.2.1 „Energiekonzept“ als Datengrundlage**

Die Mehrheit der im hessischen Landtag sitzenden Parteien sowie einige Forschungsinstitute und Unternehmen haben eigene Energiekonzepte entwickelt, in denen die Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen dargestellt werden. Ein Energiekonzept ist ein Plan dafür, „energiepolitische Ziele unter Beachtung der lokalen Handlungsschwerpunkte und Interessenlagen umzusetzen“ (KUCHARCZAK & SCHÄFER, 2010, S. 3). Es umfasst die gesamte Erzeugung und Nutzung aller Energieformen. Es legt Grundlagen für die Energieversorgung auf dem Gebiet einer bestimmten Region und formuliert erste Handlungsschritte. Die Beschreibung der Ausgangssituation und der Handlungsschritte stellt einen wesentlichen Teil des Energiekonzeptes dar. „Durch einen gemeinsamen Arbeitsprozess werden Handlungsmöglichkeiten offengelegt und ein strukturiertes, an klar formulierten und

mit relevanten Akteuren der Region abgestimmten Zielen bzw. Zwischenzielen ausgerichtetes und überprüfbares Vorgehen ermöglicht“ (KUCHARCZAK & SCHÄFER, 2010, S. 3).

Die Energiekonzepte wurden im Hinblick auf die von den Organisationen gesehenen Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen untersucht. Als Grundlage dafür wurden die Energiekonzepte der hessischen Regierung (CDU/FDP), der SPD, der Grünen, von Eurosolar und des Witzenhausen-Institutes analysiert. Es wurden die in den Konzepten formulierten Ziele sowie die dafür erforderlichen Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien herausgearbeitet und dargestellt.

## 2.2.2 Überblick über die Energiekonzepte für das Land Hessen

### Energie-Forum Hessen

Das Konzept der hessischen Landesregierung basiert auf dem 2010 veröffentlichten Bericht des Energie-Forums Hessen. Dieses Gremium wurde von der hessischen Energieministerin a.D. Silke Lautenschläger und Martin Viessman (Viessmann Werke GmbH & Co. KG) gegründet (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 9). Ziel dieses Gremiums ist es, im Hinblick auf das Vorhaben der Landesregierung, im Jahre 2020 insgesamt 20% des Endenergieverbrauches aus erneuerbaren Energien zu decken und die dafür zu treffenden Maßnahmen im Bereich des Ausbaus erneuerbarer Energie und der Energieeffizienz vorzuschlagen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 2).

### SPD Hessen

Die hessische SPD hat im Jahre 2006 unter der damaligen Vorsitzenden Andrea Ypsilanti das von Hermann Scheer entwickelte Konzept „Neue Energie für ein atomstromfreies Hessen“ vorgestellt. SCHEER (2006, S. 15) hat mit diesem Konzept einen Weg zeigen wollen, wie durch den Ausbau erneuerbarer Energien die Atomreaktor-Blöcke in Biblis zu ersetzen sind. Die SPD sieht in diesem Konzept den Übergang von der fossil-atomaren Energieversorgung zu einer Versorgung mit erneuerbaren Energien als eine „elementare Jahrhundertaufgabe“ (SCHEER, 2006, S. 1).

### Bündnis 90/Die Grünen Hessen

Die hessische Landtagsfraktion der Partei Bündnis 90/Die Grünen will mit dem Konzept „Zukunftsenergie für Hessen“ einen Weg aufzeigen, um bis zum Jahre 2028 die Stromversorgung in Hessen ohne Atom, Kohle und Gas zu ermöglichen (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 1). Das Konzept wurde im Jahr 2007 unter dem Fraktionsvorsitz von Tarek Al-Wazir veröffentlicht. Aufgrund der Vorkommnisse am Atomkraftwerk Fukushima in Japan haben die Grünen

das Energiekonzept überarbeitet und mit dem Konzept „Zukunftsenergie 2030 - 100% erneuerbarer Strom“ eine aktualisierte Fassung veröffentlicht.

#### Eurosolar

Die Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien (Eurosolar) hat im Jahr 2008 die Potenzialstudie „Der Weg zum Energieland Hessen“ veröffentlicht. Darin werden die technischen Potenziale der erneuerbaren Energieträger in Hessen dargestellt. Nach Ansicht von Eurosolar ist bis zum Jahre 2025 eine Energieversorgung allein aus erneuerbaren Energien möglich (EUROSOLAR, 2008).

#### Witzenhausen-Institut

Das Witzenhausen-Institut und die Firma Pöyry GmbH haben im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV) im Jahr 2009 eine Biomassepotenzialstudie verfasst. Darin werden die verschiedenen Formen der Biomasse auf ihre Potenziale untersucht. Die Potenziale der übrigen erneuerbaren Energieträger werden darin nicht ermittelt. Die in der Studie angegebenen Werte basieren auf dem Energiekonzept der Landesregierung (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011).

### **2.2.3 Kriterien für die Auswertung der Energiekonzepte**

Im Vordergrund der Untersuchung der Energiekonzepte stehen die in den Konzepten formulierten Ziele und die für das Erreichen dieser Ziele durchzuführenden Maßnahmen. Unter den Zielen der Energiekonzepte sind der Ausbau erneuerbarer Energien sowie die Erhöhung der Energieeffizienz in einem festgelegten Zeitraum zu verstehen. Die Energiekonzepte sollen zunächst im Hinblick auf diese beiden Komponenten untersucht werden. Es soll dargestellt werden, welchen Beitrag erneuerbare Energien nach einem Ausbau zur Energieversorgung leisten können sowie wie hoch der Energiebedarf nach dem Greifen der entsprechenden Energieeffizienzmaßnahmen ist.

Die in den Energiekonzepten vorgestellten Maßnahmen für das Erreichen der Energieziele beziehen sich zumeist auf den Ausbau erneuerbarer Energien, die Erhöhung der Energieeffizienz sowie auf die Schaffung von günstigen Rahmenbedingungen. Es soll dargestellt werden, welche Maßnahmen ergriffen werden sollen, damit die Energieziele der Konzepte erreicht werden.

## 3 Die Formen erneuerbarer Energien

---

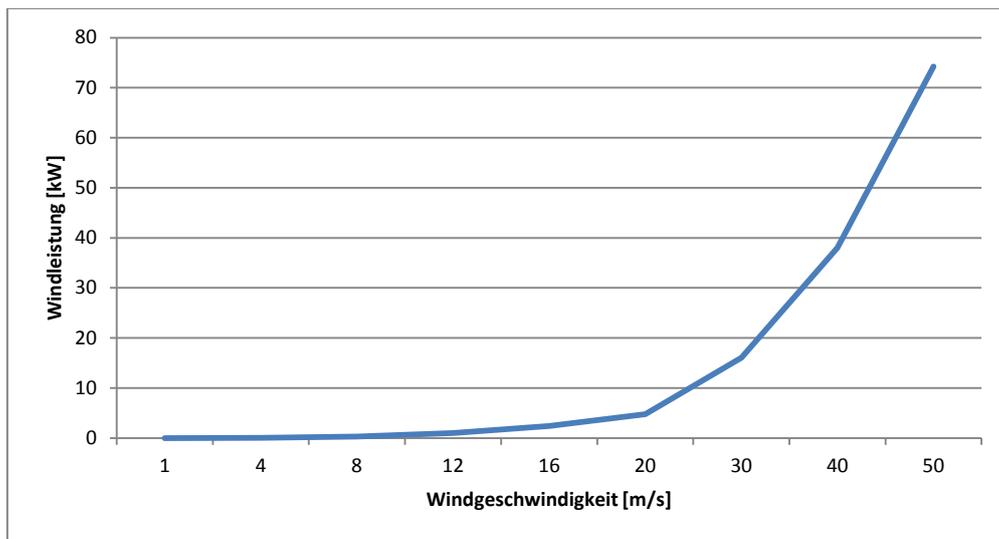
Für die Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien werden in Hessen Windkraft, Biomasse, Solarenergie, Wasserkraft und Geothermie genutzt. Im Folgenden sollen diese Formen der erneuerbaren Energien kurz vorgestellt werden. Da die Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien auch negative Auswirkungen auf die Umwelt mit sich bringt, werden Umweltbeeinträchtigungen an dieser Stelle ebenfalls thematisiert.

### 3.1 Windenergie

Die Energiegewinnung aus Windkraft stellt nach ZAHORANSKY (2010, S. 317) eine der ältesten Formen der Nutzung regenerativer Energie dar. Es ist sehr wahrscheinlich, dass bereits im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung erste Windkraftanlagen durch die Griechen errichtet wurden. Die Bauformen der historischen Windkraftanlagen können trotz der nach heutigem Maßstab geringen Größe mit modernen Anlagen verglichen werden. Windkraftanlagen werden heute auf See (Offshore) sowie an Land (Onshore) errichtet. An günstigen Standorten können mehrere Windkraftanlagen in einem Windpark errichtet werden und dann auch einen nennenswerten Anteil zur Energieerzeugung beitragen (ZAHORANSKY, 2010, S. 317).

#### 3.1.1 Windgeschwindigkeit und Windleistung

Die Windleistung ist nach Kühl von der Dichte des Windes sowie von der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit abhängig. Daraus ergeben sich bei höheren Windgeschwindigkeiten deutliche Leistungszuwächse (KÜHL, 2010a, S. 615). Die Entwicklung der Windleistung bei steigender Windgeschwindigkeit zeigt Abbildung 3-1.

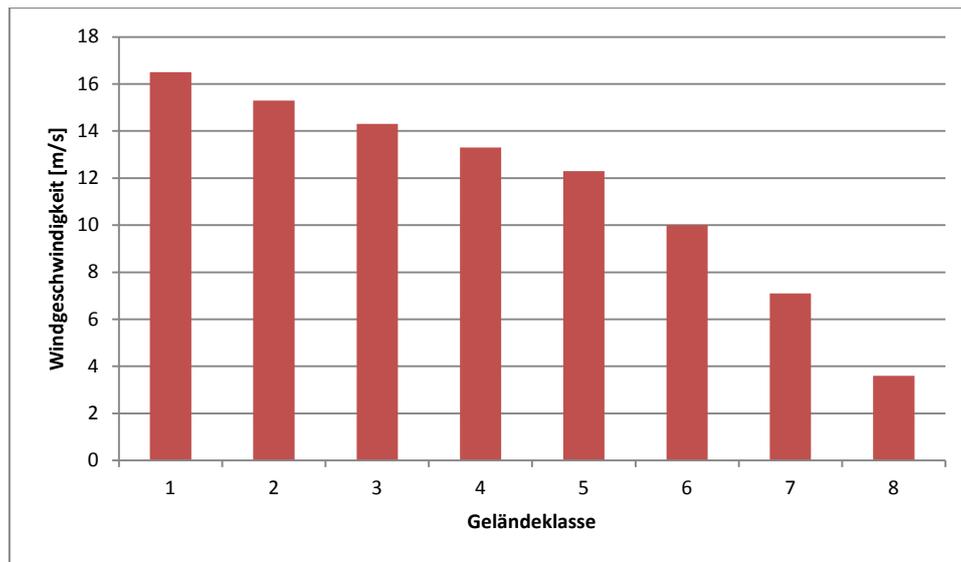


**Abbildung 3-1: Abhängigkeit der Windleistung von der Windgeschwindigkeit. Die Daten beziehen sich auf eine Lufttemperatur von 20°C und auf 1 m<sup>2</sup> der Rotorfläche. (Quelle: KÜHL, 2010a:615)**

Zur Beurteilung eines Standortes für Windenergieanlagen ist das umgebende Gelände (siehe Tabelle 3-1: Geländeklassen (Quelle: KÜHL 2010a:616)Tabelle 3-1) ein entscheidender Faktor. Die Windgeschwindigkeit nimmt von der Höhe bis hin zum Erdboden wegen des Einflusses von Hindernissen ab. In unebenem Gelände geschieht dies schneller als in offenem Gelände. Die Abnahme der Windgeschwindigkeit in den jeweiligen Geländeklassen ist in Abbildung 3-2 dargestellt.

**Tabelle 3-1: Geländeklassen (Quelle: KÜHL 2010a:616)**

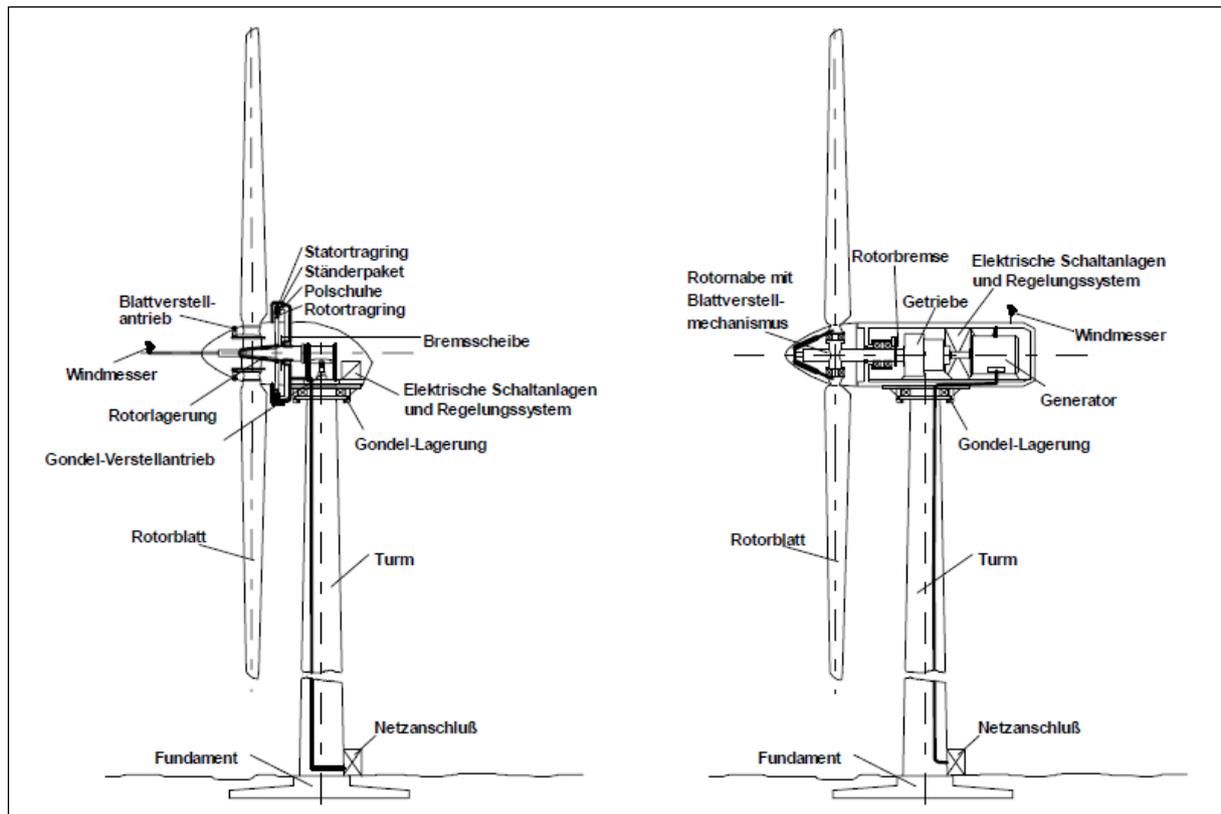
Geländeklasse	Oberflächenbeschreibung
1 - See	Offene See
2 - glatt	Wattgebiete
3 - offen	Offenes, flaches Gelände, Weidelandschaften
4 - offen bis rau	Landwirtschaftlich genutzte Fläche mit niedrigem Bestand
5 - rau	Landwirtschaftlich genutzte Fläche mit hohem Bestand
6 - sehr rau	Parklandschaften mit Büschen und Bäumen
7 - geschlossen	Regelmäßig mit Hindernissen bedeckt
8 - Stadtkern	Zentren von großen Städten mit hoher und niedriger Bebauung



**Abbildung 3-2: Entwicklung der Windgeschwindigkeit in unterschiedlichem Gelände.** Dargestellt ist die Windgeschwindigkeit in einer Höhe von 10 m bei einer zeitgleichen Windgeschwindigkeit von 20 m/s in 100 m Höhe. (Quelle: KÜHL, 2010a:616)

### 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise von Windenergieanlagen

Die weltweit am häufigsten eingesetzten Windkraftanlagen sind nach Kühl Anlagen mit horizontaler Drehachse. Diese Anlagen werden durch aerodynamischen Auftrieb in Rotation versetzt. Der Wind trifft auf eine der Windrichtung leicht versetzte Rotorfläche. Darunter entsteht ein Überdruck, darüber ein Unterdruck. Durch die Druckdifferenz wird eine Auftriebskraft erzeugt, die zur Energiegewinnung genutzt werden kann. Moderne Anlagen nutzen meist das Prinzip des aerodynamischen Auftriebs, da dadurch im Gegensatz zum Widerstandsprinzip höhere Leistungsbeiwerte erreicht werden können. Windkraftanlagen werden heute mit oder ohne Getriebe produziert. Eine schematische Darstellung beider Typen zeigt die Abbildung 3-3.



**Abbildung 3-3: Schematische Darstellung markgängiger Horizontalachsenkonverter mit (rechts) und ohne (links) Getriebe. (Quelle: KALTSCHMITT & STREICHER 2009:205)**

Die wesentlichen Komponenten dieser Anlagen sind der Rotor, das Getriebe, der Generator und die Steuerung (KÜHL, 2010a, S. 616f). Diese werden im Folgenden kurz erläutert.

**Rotor:** Mithilfe des Rotors wird die Windenergie in eine mechanische Drehbewegung umgewandelt (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 205). Moderne Windkraftanlagen besitzen meist drei Rotoren, die in Windrichtung dem Turm vorgelagert sind (Luvläufer). Diese Bauweise hat sich aufgrund der guten Leistungsausbeute und der gleichmäßigen Verteilung der auf die Rotorfläche einwirkenden Kräfte bewährt. Die Rotoren sind in der Regel aus glasfaserverstärkten Kunststoffen hergestellt. Der Rotordurchmesser beträgt bei modernen Windkraftanlagen 80 m bis über 100 m (KÜHL, 2010a, S. 622ff).

**Getriebe:** Ein Getriebe wird dann benötigt, wenn die Drehzahl der Anlage von der Drehzahl des Generators abweicht. Bei Anlagen mit Getriebe werden meist Planetengetriebe eingesetzt (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 207). Mithilfe des Getriebes und der Kupplung wird die Rotordrehzahl der Anlage (zwischen 6 bis 20 Umdrehungen pro Minute) zum Erreichen der Netzfrequenz beträchtlich erhöht und mit 900 bis 2000 Umdrehungen pro Minute auf die Generatorwelle übertragen (REICHEL, 2010, S. 537).

**Generator:** Im Generator wird die Rotationsenergie in elektrische Energie umgewandelt (REICHEL, 2010, S. 537).

**Steuerung:** Die Steuerung oder Windrichtungsnachführung richtet die Windkraftanlage nach der Windrichtung aus. Mit diesem aktiven System kann sich die Anlage bis zu 2,5 Mal um die eigene Achse drehen (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 207).

Moderne Windkraftanlagen besitzen nach Kühl eine  $\uparrow$ Nennleistung von 5 bis 6  $\uparrow$ MW. Damit ist der Wirkungsgrad neuer Anlagen um das 200fache höher als noch vor 30 Jahren. Aufgrund von Abstands- und Höhenbegrenzungen werden meist Anlagen mit einer Nennleistung zwischen 2 und 2,5 MW errichtet (KÜHL, 2010a, S. 622f). In Abbildung 3-4 ist die Entwicklung der Größe und der Leistung der Anlagen seit 1980 dargestellt. Der Betrieb von Windkraftanlagen wird durch die Anlaufwindgeschwindigkeit und die Abschaltwindgeschwindigkeit begrenzt. Die meisten Windräder gehen ab einer Anlaufwindgeschwindigkeit von 2,5 – 4,5 m/s in Betrieb. Bei einer Windstärke von 20 – 34 m/s ist die Abschaltwindgeschwindigkeit erreicht. Die Windkraftanlage wird dann abgestellt (KÜHL, 2010a, S. 622ff).

In weniger als 30 Jahren wurde der Ertrag von Windenergieanlagen um mehr als das 500-fache gesteigert.

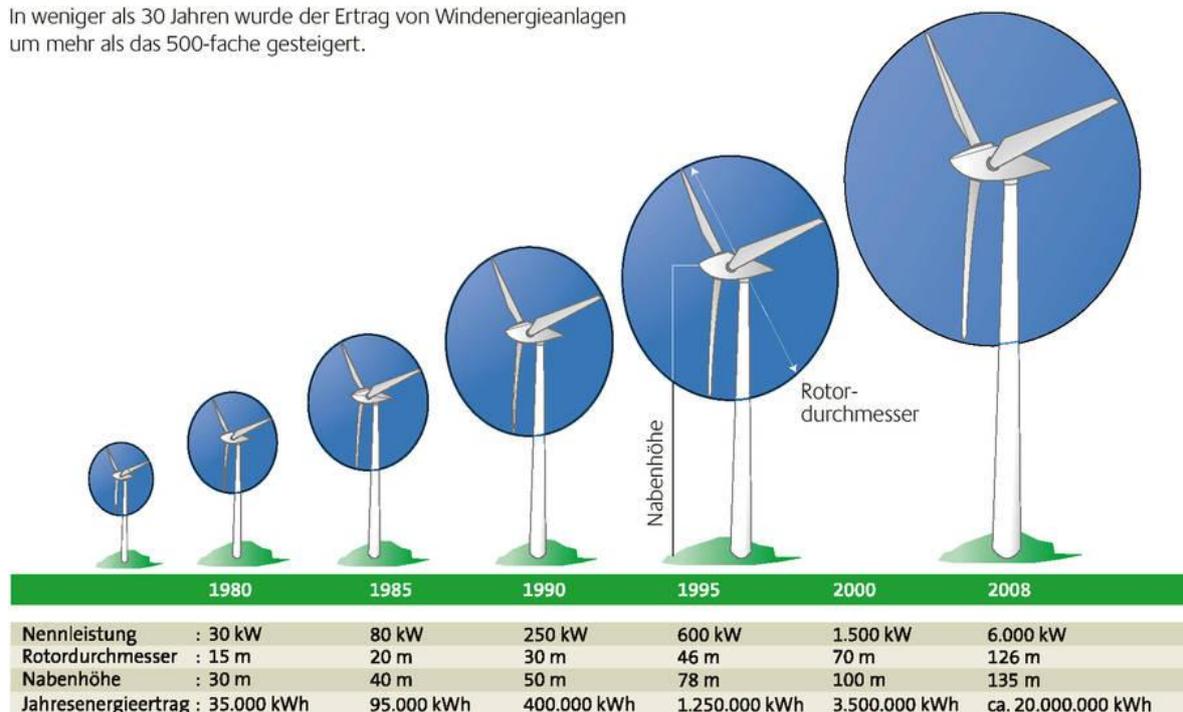


Abbildung 3-4: Entwicklung der Windenergieanlagen seit 1980. (Quelle: KÜHL, 2010a:622)

### 3.1.3 Nachteile der Windenergie

Windkraftanlagen haben Auswirkungen auf Umwelt und Natur, aber auch Einfluss auf das Landschaftsbild und die Lebensqualität der Menschen. Die Beeinträchtigung von Menschen geschieht durch Schall und Schattenwurf.

Der an Windkraftanlagen entstehende **Schall** besteht hauptsächlich aus Windgeräuschen, hervorgerufen durch die sich drehenden Rotoren. Der Schall erreicht am Mittelpunkt des Rotors Werte zwischen 98 dB und 109 dB. Der höchste Schallpegel wird bei einer Nennleistung von 95% angenommen. Diese liegt bei einer Windgeschwindigkeit zwischen 10 m/s und 12 m/s. Bei geringeren Windgeschwindigkeiten sind die Schallimmissionen kleiner, bei höheren Windgeschwindigkeiten werden sie durch natürliche Windgeräusche überlagert. Die Lautstärke der Windkraftanlage nimmt mit einer Verdopplung des Messabstandes um 6 dB ab. Bei einem Abstand von 500 m liegt der Geräuschpegel in jedem Fall unter 45 dB. Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz darf die durch Windkraftanlagen verursachte Schallimmission in reinen Wohngebieten einen Pegel von 35 dB nicht dauerhaft überschreiten. Bei der Planung ist daher eine Schallimmissionsprognose durchzuführen und beim Genehmigungsverfahren vorzulegen (IGUS, 2011).

Neben den von Windkraftanlagen verursachten Schallimmissionen wird der **Schattenwurf** als störend empfunden. Dieser wird im Gegensatz zum Schatten von unbeweglichen Gegenständen als unangenehm wahrgenommen, da sich bei Sonnenschein durch die rotierenden Blätter periodische Schwankungen in der Helligkeit ergeben. Dieser als „Diskoeffekt“ (IGUS, 2011) bezeichnete Vorgang tritt vor allem bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang auf und kann noch in Entfernungen von über 1000 m zu sehen sein. Bei Planungen von Windparks ist daher auch auf den Schattenwurf zu achten. Nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz darf der Schattenwurf von Windkraftanlagen maximal 30 Minuten pro Tag auf ein Wohnhaus wirken. Wird diese Dauer überschritten, muss die Anlagen abgeschaltet werden (IGUS, 2011).

Die **Beeinträchtigung des Landschaftsbildes** kann vom jeweiligen Betrachter subjektiv sehr verschieden wahrgenommen werden. Aufgrund der ständigen Zunahme der Größe und der Anzahl der Windkraftanlagen wird jedoch bei Genehmigungsverfahren der Bau in landwirtschaftlich besonders schützenswerten Regionen an strenge Bedingungen geknüpft oder eine Nutzung von Windenergie gänzlich untersagt (REICHEL, 2010, S. 538).

Der Betrieb von Windkraftanlagen kann Auswirkungen auf fliegende, rastende und brütende **Vögel** sowie auf **Fledermäuse** haben. In einigen Fällen kann es auch zu Vogelschlag an den

Rotoren kommen. Bei der Planung von Windkraftanlagen sind bei der Standortwahl diese Auswirkungen zu berücksichtigen (HÖTKER, 2006, S. 9f).

### 3.2 Biomasse

Unter dem Begriff der Biomasse werden alle Stoffe verstanden, die organischer Herkunft sind, jedoch noch nicht in fossiler Form vorliegen. Diese kohlenstoffhaltigen Stoffe werden durch die Photosynthese gebildet, bei der das CO<sub>2</sub> aus der Luft und Wasser mithilfe von Chlorophyll und der Energie aus der Sonne in Glucose bzw. kohlenstoffhaltiges Pflanzenmaterial umgewandelt wird. Da bei der Verbrennung von Biomasse genau so viel CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, wie bei der Produktion gebunden wird, ist die energetische Nutzung – sofern soviel Biomasse genutzt wird wie auch wieder nachwachsen kann – klimaneutral, von Faktoren wie Herstellung und Transport abgesehen. Zur Biomasse werden nach REICHEL folgende Stoffe gezählt (REICHEL, 2010, S. 533):

- Phyto- und Zoomasse (Pflanzen und Tiere),
- daraus resultierende Stoffe und Rückstände (z.B. Exkremete),
- abgestorbene, aber noch nicht fossile Stoffe,
- weitere Stoffe, die durch technische Umwandlung entstehen (z.B. Abfall).

Bei der Biomasse wird weiter zwischen festen, flüssigen und gasförmigen Stoffen unterschieden. Diese Stoffe kommen in ihrer Form in der Natur vor oder müssen durch Umwandlungsprozesse hergestellt werden (HMUELV, 2009, S. 5ff).

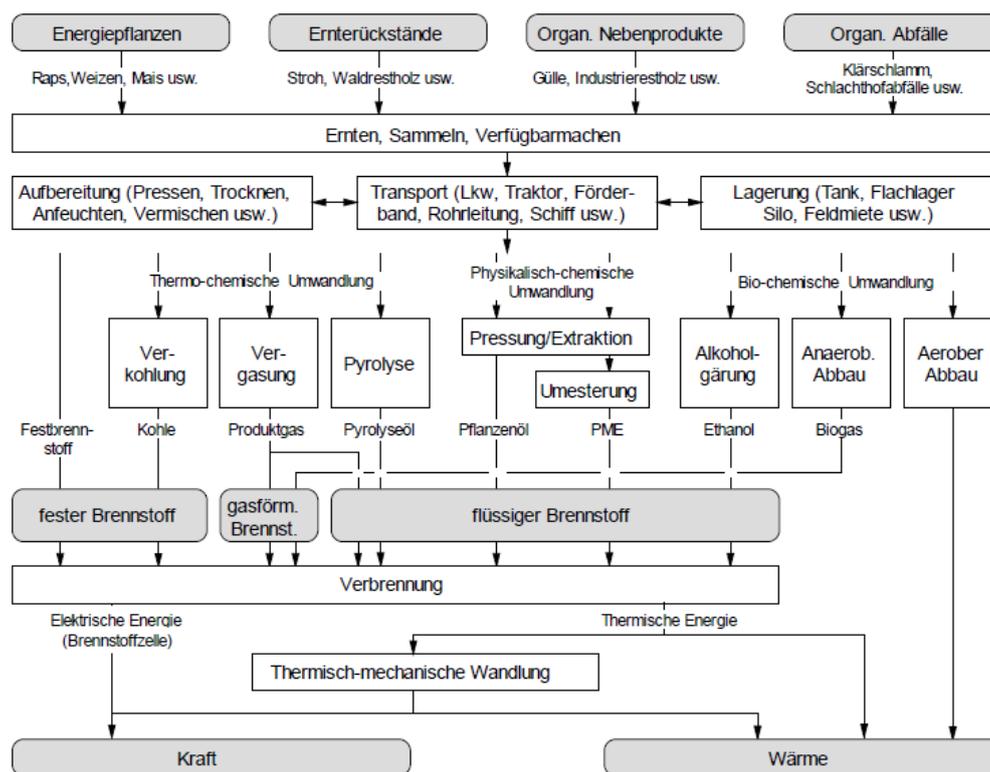
Unter **fester Biomasse** sind alle holzigen, alle halmgutartigen Rohstoffe, wie Stroh und Miscanthus sowie der biogene Anteil des Restmülls, der holzige Anteil des Grünabfalls und Altholz zu verstehen (HMUELV, 2009, S. 5).

**Flüssige Biomasse** kommt in der Natur als unbehandelte Biomasse zum Beispiel in Form von Pflanzenölen vor. Daneben lassen sich flüssige Brennstoffe aber auch durch physikalisch-chemische Prozesse gewinnen (z.B. Biodiesel). Flüssige Biomasse wird fast ausschließlich für die Kraftstoffgewinnung für den Verkehr genutzt. Der für die Wärmegewinnung genutzte Anteil ist zu vernachlässigen (ZAHORANSKY, 2010, S. 241).

Für die Gewinnung von  $\uparrow$ **Biogas** werden feste Biomasse und biologische Abfälle unter anaeroben Bedingungen durch Bakterien abgebaut. Das dadurch entstehende Mischgas besteht zu 55% bis 85% aus Methan (ZAHORANSKY, 2010, S. 345f).

### 3.2.1 Energiegewinnung aus Biomasse

Je nach Art der eingesetzten Biomasse können die Stoffe direkt genutzt werden oder müssen durch eine Vielzahl an Verfahren in eine für die jeweilige Nutzung günstigere oder auch einzig sinnvolle Form umgewandelt werden. Biogene Festbrennstoffe können in der Regel ohne Umwandlung für die Energiegewinnung genutzt werden. Für die Energieerzeugung durch Biogas und flüssige Energieträger müssen die Ausgangsstoffe zunächst durch thermochemische, physikalisch-chemische oder bio-chemische Verfahren umgewandelt werden (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 345). Der Prozess von der Grundform der biogenen Stoffe bis hin zur Energiegewinnung ist vereinfacht in Abbildung 3-5 dargestellt.



**Abbildung 3-5: Vereinfachte Darstellung der Bereitstellungsketten zur Endenergiebereitstellung aus Biomasse (grau unterlegt: Energieträger, nicht grau unterlegt: Umwandlungsprozesse). Die Biomasse wird nach dem Sammeln bzw. der Ernte über thermochemische, physikalisch-chemische oder bio-chemische Prozesse in feste, gasförmige oder flüssige Brennstoffe umgewandelt. Durch die Verbrennung dieser Stoffe kann schließlich elektrische oder thermische Energie gewonnen werden. (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 345)**

Bei **thermo-chemischen** Verfahren werden nach KALTSCHMITT & STREICHER die biogenen Stoffe wärmeinduzierten chemischen Prozessen unterzogen. Je nach durchgeführten Prozessen können feste, flüssige und gasförmige Endprodukte gewonnen werden. Diese können direkt oder ggf. nach einer weiteren Veredelung zur Energiegewinnung eingesetzt werden. Bei der **physikalisch-chemischen** Umwandlung werden Pflanzenöle mechanisch durch Pressen oder Extraktion aus den Pflanzen gewonnen. Zur energetischen Verwendung müssen diese Öle anschließend noch einer chemischen Umwandlung unterzogen werden. Bei **bio-chemischen** Verfahren werden biogene Stoffe durch Mikroorganismen in ↑Sekundärenergieträger umgewandelt. Durch diese biologisch induzierten chemischen Prozesse wird Biogas oder Ethanol gewonnen (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 346).

Diese Prozesse stellen nur einen Ausschnitt der gesamten Bereitstellungskette der Biomasse dar. Die Versorgung durch Energie aus Biomasse beginnt mit dem Anbau der ↑Energiepflanzen bzw. der Verfügbarmachung der Nebenprodukte und Abfälle. Dann geht sie weiter über die Aufbereitung und Umwandlung der Stoffe, die Verwertung und Beseitigung dabei anfallender Abfälle bis hin zur Bereitstellung der Nutzenergie. Da die Energie meist nicht dort genutzt wird, wo der Anbau der Pflanzen geschieht, sind bis zur endgültigen Bereitstellung der Energie weite Transportwege etwa mit LKW oder über Rohrleitungen zurückzulegen. Des Weiteren hängt die Verwendung der Biomasse von der Qualität (z.B. Wassergehalt) sowie der jahreszeitlichen Verfügbarkeit und des Bedarfs der biogenen Stoffe ab und erfordert somit gegebenenfalls eine zwischenzeitliche Lagerung (KALTSCHMITT & STREICHER, 2009, S. 346).

### 3.2.2 Nachteile der Energiegewinnung durch Biomasse

Die Energiegewinnung aus Biomasse hat in Hessen in den letzten Jahren stark zugenommen (vgl. Abschnitt 4.2.2). Mit diesem Zuwachs ist auch ein **höherer Flächenbedarf** für den Anbau der Energiepflanzen verbunden. Der Flächenbedarf für Biomasse ist bei gleicher Energieausbeute um ein Vielfaches höher als der Flächenbedarf von Windenergie und Solarenergie zusammen. Für die Erzeugung von 1 GWh Endenergie aus Biomasse werden ca. 102 ha Ackerfläche benötigt. Für die gleiche Menge Energie aus Windkraft und ↑Photovoltaik werden 5,7 ha beziehungsweise 4,4 ha an Fläche benötigt (BOSCH, 2011, S. 115f).

Der intensive Ausbau der Biomasse bringt nach Bosch auch Veränderungen in der Kulturlandschaft mit sich. Vor allem die Verbreitung von **Monokulturen** und der damit verbundene **Verlust an Biodiversität** sind hier zu nennen. Der Ausbau der Energiepflanzen beschränkt

sich meist auf Pflanzen mit den höchsten Heizwerten und der besten Vergütung. Insbesondere der Anbau von Silomais ist in den letzten Jahren stark gewachsen. Dieser ist von den in den Silos eingesetzten Bakterien leicht verdaulich und ermöglicht somit eine hohe Energieausbeute (BOSCH, 2011, S. 116).

Da der Anbau von Energiepflanzen wie bei Nahrungsmitteln in konventioneller Landwirtschaft geschieht, sind auch negative **ökologische Auswirkungen auf die Böden und Gewässer** zu erwarten. Die Folgen können Erosion, Eutrophierung, Überdüngung und Pestizidbelastungen sein. Da die Energiepflanzen nicht für die Nahrungsmittelproduktion in Frage kommen und somit die Sensibilität beim Anbau potenziell geringer als bei Nahrungspflanzen ist, können die ökologischen Auswirkungen im Vergleich zur Nahrungsmittelproduktion größer sein. Durch den oben genannten großen Flächenbedarf für Energiepflanzen und die vermehrte Produktion dieser Pflanzen ist der ökologische Druck auf die Naturräume in jedem Fall größer (EKARDT et. al., 2009, S. 224).

Durch den vermehrten Ausbau von Energiebiomasse ist es in den letzten Jahren zu einer **Konkurrenz zwischen der Energiepflanzen- und Nahrungspflanzenproduktion** um die verfügbaren Ackerflächen gekommen. Während die moralische Frage nach der Zulässigkeit der Verdrängung der Nahrungsmittelproduktion durch die Energieerzeugung hierzulande eine untergeordnete Rolle spielt, sind die wirtschaftlichen Interessen deutlicher ausgeprägt. Produzierende Landwirte können sich durch die Wahl zwischen Energie- und Nahrungspflanzen relativ schnell an schwankende Lebensmittelpreise anpassen. Dagegen sind Verarbeitungsbetriebe für Bioenergie auf die Zulieferung von Energiepflanzen angewiesen. Vor einigen Jahren konnten die Landwirte aufgrund hoher Lebensmittelpreise vor allem durch den Anbau von Nahrungspflanzen Gewinne erzielen. Durch die fehlende Zulieferung von Energiepflanzen sind dabei viele Bioenergiebetriebe insolvent geworden. Erst durch die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2008 und der darin verankerten Erhöhung der Vergütung für Energiepflanzen konnten durch den Anbau von Energiebiomasse wieder höhere Gewinne erzielt werden (HEISSENHUBER et. al., 2008, S. 23ff).

### 3.3 Solarenergie

Bei der Solarenergie unterscheidet man zwischen der Photovoltaik und der ↑Solarthermie. Mithilfe der Photovoltaik kann Sonnenenergie direkt in elektrische Energie umgewandelt werden. Bei der Solarthermie wird das auf die Kollektoren fallende Sonnenlicht in Wärmeenergie umgewandelt (RENNER, 2010, S. 553).

### 3.3.1 Photovoltaik

Photovoltaische Solarzellen werden überwiegend aus dem Halbleitermaterial Silizium gefertigt. Das meist aus Quarzsand ( $\text{SiO}_2$ ) gewonnene Silizium wird nach einer Reinigung und der Kristallisation zu Siliziumblöcken verarbeitet und in 0,2 mm bis 0,3 mm dünne Scheiben, den Wafern, zerschnitten (KÜHL, 2010b, S. 567).

Die Funktionsweise der Photovoltaikanlagen basiert auf einer „Verunreinigung“ der Siliziumscheiben mit Fremdatomen. Bei der sogenannten Dotierung werden an der sonnenzugewandten Seite der Siliziumschicht Phosphoratome (negativ-Dotierung) eingearbeitet, an der Unterseite der Schicht werden Boratome (positiv-Dotierung) eingesetzt (Abbildung 3-6). Zwischen den beiden Schichten verläuft eine trennende Grenzschicht. Durch die unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Schichten entsteht ein elektrisches Feld, da Phosphor ein Elektron mehr und Bor ein Elektron weniger als Silizium besitzt. Durch das Einwirken des Sonnenlichts werden den Elektronen durch die Absorption der Photonen Energie zugeführt, so dass diese frei gesetzt werden. Hierdurch entsteht eine Potenzialdifferenz, die an den Kontakten in Form von elektrischer Spannung abgenommen werden kann (RENNER, 2010, S. 556).

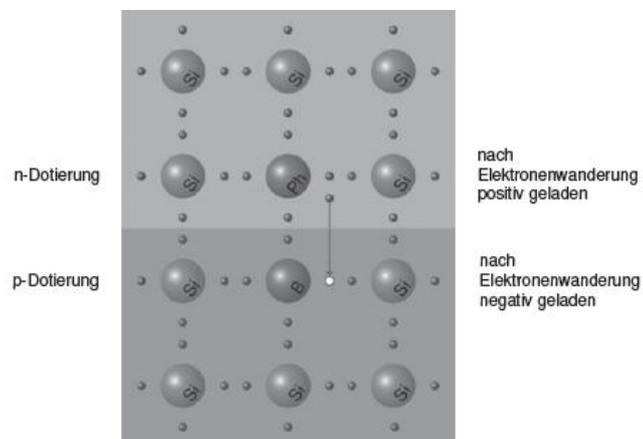
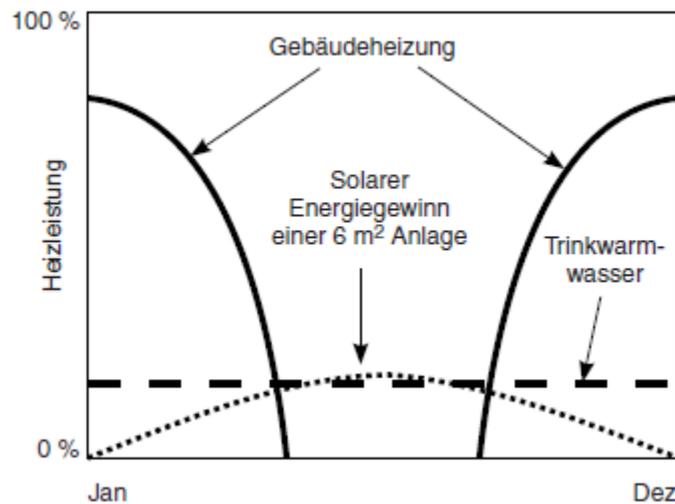


Abbildung 3-6: Elektronenwanderung zwischen dem n- und p-dotierten Bereich (KÜHL, 2010b, S. 568)

### 3.3.2 Solarthermie

Im Gegensatz zur Photovoltaik wird bei der Solarthermie keine elektrische Energie gewonnen, sondern die thermische Energie der Sonne genutzt. Diese wird für die Gebäudeheizung, die Trinkwarmwasserbereitung, aber auch für die Schwimmbadwassererwärmung eingesetzt. Beim Energiebedarf und der Verfügbarkeit der Solarenergie kommt es meist zu einer Phasen-

verschiebung. Diese Verschiebung tritt sowohl im Laufe eines Tages als auch saisonal auf. In Abbildung 3-7 ist die Phasenverschiebung zwischen Energieangebot und Energiebedarf schematisch dargestellt. Der Trinkwarmwasserbedarf eines Vier-Personen-Haushaltes ist im ganzen Jahr relativ konstant und kann durch eine 6 m<sup>2</sup> große Solaranlage im Sommer vollständig und über das gesamte Jahr bis zu 60% gedeckt werden (ZAHORANSKY, 2010, S. 273).



**Abbildung 3-7: Darstellung der Phasenverschiebung zwischen Energiebedarf für Gebäudeheizung sowie Trinkwarmwasser und Energieangebot durch solarthermische Anlagen. (Quelle: ZAHORANSKY, 2010, S. 273)**

Die Funktionsweise von solarthermischer Energiegewinnung ist relativ einfach. Mithilfe von Sonnenkollektoren wird die Solarstrahlung absorbiert und in Wärme umgewandelt. Der Aufbau eines Sonnenkollektors ist vereinfacht in Abbildung 3-8 dargestellt. Zentrale Komponente dabei ist die Absorberplatte. Diese absorbiert an ihrer schwarzen Oberfläche bis zu 95% der einfallenden kurzwelligeren solaren Strahlung. Die gut leitende Absorberplatte wird durch die Sonnenstrahlung gleichmäßig erwärmt. Über eingearbeitete Flüssigkeitskanäle wird die Wärme einem Nutzer zugeführt (ZAHORANSKY, 2010, S. 274).

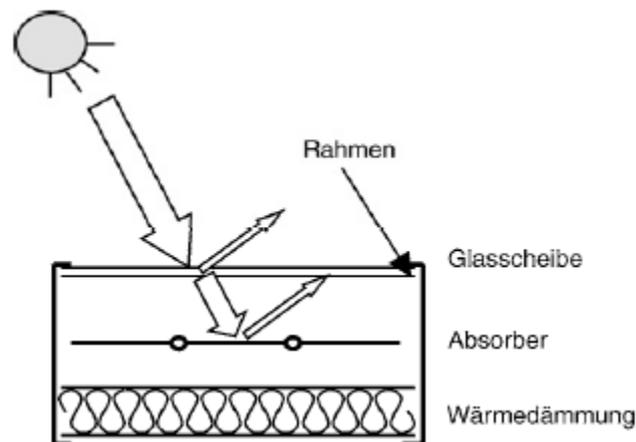


Abbildung 3-8: Vereinfachte Darstellung eines Sonnenkollektors. (Quelle: ZAHORANSKY, 2010, S. 273)

### 3.3.3 Umweltauswirkungen durch Solarenergie

Für die Herstellung von Photovoltaikanlagen kommen bei der Gewinnung von Silizium aus Quarzsand unter anderem Schwermetalle wie Cadmium und Arsen sowie weitere **toxische Stoffe** wie Selenwasserstoff zum Einsatz. Die Stoffe kommen jedoch in der Regel nicht mit der Umwelt in Berührung, da für die Herstellung von Photovoltaikanlagen die gleichen Umweltvorschriften gelten wie in der Halbleiterbranche (REICHEL, 2010, S. 539).

## 3.4 Wasserkraft

Wasserkraftwerke wandeln die kinetische Energie des Fließwassers in elektrische Energie um. Es wird zwischen Laufwasserkraftwerken, Speicherwasserkraftwerken und Pumpspeicherkraftwerken unterschieden. Pumpspeicherkraftwerke haben nur eine Speicherfunktion. Bei geringem Stromverbrauch wird die überschüssige Energie im Netz genutzt, um Wasser auf eine Anhöhe zu pumpen. Bei Spitzenlast wird das Wasser ins Tal herabgelassen, um daraus wieder elektrische Energie zu erzeugen. Da beim Hochpumpen mehr Energie benötigt wird, als beim Herablassen des Wassers gewonnen wird, werden Pumpspeicherkraftwerke hier nicht zu erneuerbaren Energien gerechnet (REICHEL, 2010, S. 540).

### 3.4.1 Laufwasserkraftwerke

Bei Laufwasserkraftwerken wird durch ein Wehr in einem Fluss ein Rückstau gebildet. Daraus ergeben sich vor und hinter dem Wehr unterschiedliche Wasserhöhen. Das Oberwasser gelangt durch eine abfallende Rohrleitung zu einer Turbine, die an einen Generator gekoppelt ist. Dort wird die kinetische Energie in elektrische Energie umgewandelt. Eine schematische Darstellung eines Wasserkraftwerkes zeigt Abbildung 3-9 (REICHEL, 2010, S. 540).

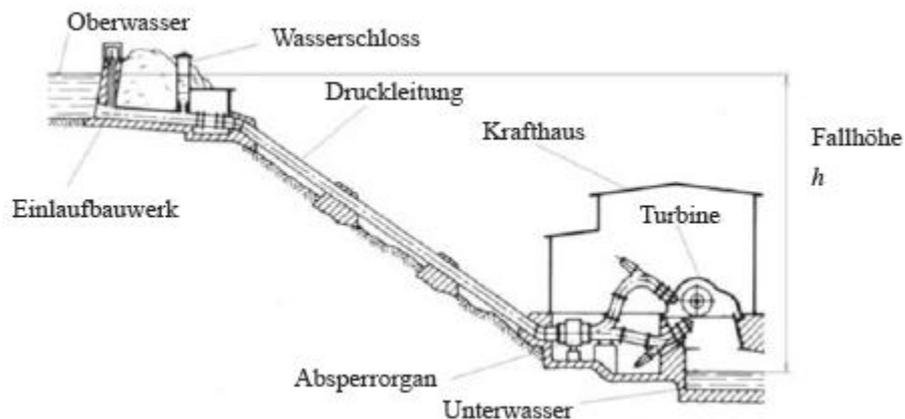


Abbildung 3-9: Schematische Darstellung eines Wasserkraftwerkes. (Quelle: LINK 2009, S. 404)

### 3.4.2 Speicherwasserkraftwerke

Die Funktionsweise von Speicherkraftwerken unterscheidet sich im Prinzip nicht von dem der Laufwasserkraftwerke. Der Unterschied besteht in der Größe des Wehres beziehungsweise des Staudammes und dementsprechend auch in der Menge des gestauten Wassers. Durch die Nutzung des Wassers eines größeren Speicherbeckens ist die Energiegewinnung unabhängig vom Zufluss regelmäßig gewährleistet. Wasserkraftwerke werden in Niederdruck- und Hochdruckkraftwerke unterteilt, wobei deren Grenzen nicht klar definiert sind. (LINK, 2009, S. 404).

### 3.4.3 Umweltauswirkungen

Im Vergleich zu allen anderen Arten der Stromerzeugung hat die Wasserkraft je nach Standortwahl sowie nach Wahl der Größe der Anlage die größten Einflüsse auf die Umwelt. Der Bau eines Wasserkraftwerkes hat direkte Auswirkungen auf **chemische, physikalische und physiographische Faktoren** der Gewässer. So verändern sich nach der Errichtung einer Staumauer die **Fließgeschwindigkeit** sowie die **Wassertiefen** und damit auch die **Tempera-**

**tur** und der **Sauerstoffgehalt**. Diese Veränderungen wirken sich auf das biologische System des Gewässers aus, so dass sich neue, an das veränderte Umfeld angepasste Ökosysteme entwickeln. Auch das terrestrische Ökosystem kann durch den Bau eines Stausees beeinflusst werden. Weitere Umweltauswirkungen durch Wasserkraftanlagen sind in Abbildung 3-10 dargestellt.

1. Anlagenart		Speicher				Überleitungen				Kraftstufen				
		Bauwerke und Gelände		Spiegelschwankungen		Abfluss- und Wasserstand		Geschiebeführung		Berg- Grund- Wasserverhältnisse		Mikro- Makro- klima		
3. Auswirkungen auf die Umwelt	Wildbachverhalten													
	Gewässerregime													
	Bodenerosion/Hangbewegung													
	Wasserversorgung													
	Abwasserbeseitigung													
	Aquatisches Ökosystem	Kleintiere/Pflanzen												
		Fische												
	Terrestrisches Ökosystem	Bodenwasserhaushalt												
		Bodenbiologie												
		Flora												
	Fauna													
	Natürlicher Landschaftscharakter													

Auswirkung ist sehr wahrscheinlich

Auswirkung ist wenig wahrscheinlich

Auswirkung befürchtet, jedoch unwahrscheinlich

Sicher kein Einfluss

**Abbildung 3-10: Umweltauswirkungen von Wasserkraftanlagen. Die Abbildung zeigt die Wahrscheinlichkeiten von möglichen Umweltauswirkungen durch verschiedene Anlagenarten sowie die unterschiedlichen Effekte im physikalischen System. (Quelle: GIESECKE, 2009, S. 705)**

### 3.5 Geothermie

Die Geothermie ist im Grunde keine regenerative Energie, da sie sich nicht erneuert. Die Nutzung kann jedoch aufgrund des hohen verfügbaren Potenzials als nachhaltig bezeichnet werden. Bei der Geothermie wird die unter der festen Oberfläche der Erde vorkommende Wärmeenergie als Nutzenergie verfügbar gemacht. Zu einem geringen Teil (ca. 30%) stammt die Wärme des Erdinneren aus der bei der Erdentstehung verursachten Restwärme. Die übrigen 70% entstehen aus dem radioaktiven Zerfall von Kalium-, Uran- und Thoriumisotopen. Die Temperatur dicht unter der Erdoberfläche beträgt im Durchschnitt 10 °C und nimmt pro 100 m um ca. 3 K zu. Bei der Nutzung der Geothermie wird zwischen oberflächennaher und Tiefengeothermie unterschieden (KÜHL, 2010c, S. 588).

### 3.5.1 Oberflächennahe Geothermie

Unter oberflächennaher Geothermie ist die Nutzung der Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m zu verstehen. In oberen Bereich ist die Temperatur des Untergrundes vor allem durch das Klima sowie durch die Wärmeleitfähigkeit des Gesteins geprägt. Die nutzbare Wärmemenge hängt vor allem von der Schichtung des Bodens, der natürlichen Temperatur des anstehenden Bodens (dieser wird unter anderem durch die Fließgeschwindigkeit des Grundwassers beeinflusst) sowie der Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit des Gesteins ab (KÜHL, 2010c, S. 598).

Die Nutzung der Geothermie erfolgt in der Regel über Wärmepumpensysteme. Dabei wird ein flüssiges Arbeitsmittel durch die Umgebungstemperatur der Wärmequelle (Erdreich) in einem Verdampfer erwärmt und auf ein höheres Druckniveau geleitet. Im Kondensator wird das Arbeitsmittel kondensiert und die Wärme an das Heizsystem abgegeben. Über ein Expansionsventil wird das Arbeitsmittel wieder zum Verdampfer geführt. Danach beginnt der Kreislauf von neuem (KÜHL, 2010c, S. 600). Die Nutzungstiefen und -temperaturen der jeweiligen Verfahren sind in Abbildung 3-11 dargestellt.

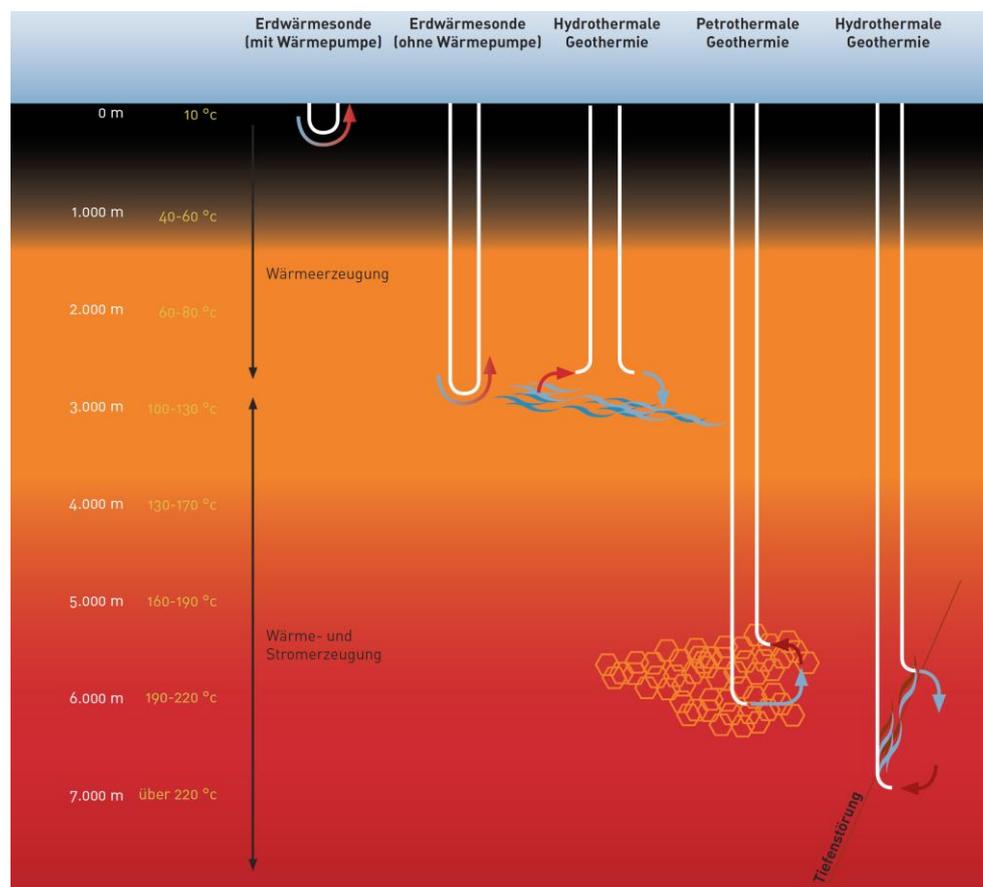


Abbildung 3-11: Verfahren der Geothermie mit Nutzungstiefen und -temperaturen (AEE, 2010b, S. 30)

### 3.5.2 Tiefengeothermie

Bei der Tiefengeothermie unterscheidet man zwischen der Hochenthalpie- und der Niedrigenthalpie-Nutzung. Hochenthalpie-Nutzung ist vor allem an aktiven Vulkanen möglich. Dort werden schon in geringer Tiefe mehrere Hundert Grad Celsius erreicht. Um die Erdwärme verfügbar zu machen, stehen verschiedene Systeme zur Verfügung. Je nach geologischen Voraussetzungen am Standort sowie dem benötigten Energiebedarf nutzt man offene (hydrothermale Systeme und petrothermale bzw. HDR-Systeme) oder geschlossene (Tiefe Erdwärmesonden) Systeme.

Bei **hydrothermalen Systemen** nutzt man das in großer Tiefe vorkommende Thermalwasser zur Energiegewinnung. Je nach Temperatur der Quelle kann das Thermalwasser zur Erzeugung von Wärme oder Strom genutzt werden. Dabei wird das Thermalwasser aus einer Tiefe von ca. 2000 m über einen Entnahmebrunnen zu Tage gefördert und die Wärme über Wärmeübertrager entnommen. Anschließend wird das Thermalwasser wieder dem Aquifer zugeführt (KÜHL, 2010c, S. 592).

Bei **petrothermalen Verfahren** – oder auch Hot-Dry-Rock-Verfahren – werden tiefe wasserfreie Gesteinsformationen zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung genutzt. Das heiße Gestein wird über ca. 5000 m tiefe Bohrungen erschlossen. Man setzt mindestens eine Injektions- und eine Förderbohrung. Vor der Förderung wird Wasser unter hohem Druck in die Gesteinsformationen geleitet, wodurch neue Fließwege entstehen oder vorhandene erweitert werden. Über die Injektionssonde kann nun Wasser in das heiße Gestein geleitet werden, sich dort erwärmen und über die Förderbohrung wieder an die Oberfläche gebracht werden (KÜHL, 2010c, S. 593).

Die **tiefe Erdwärmesonde** ist ein geschlossenes System aus zwei Sonden, die bis zu einer Tiefe von 3000 m reichen. In diesen Sonden zirkuliert ein Fluid, das kalt in die Tiefe geleitet wird, sich dort erwärmt und danach wieder an die Oberfläche gebracht wird. Zwar hat das System im Gegensatz zu offenen Systemen den Vorteil, dass kein Kontakt zum Grundwasser besteht. Andererseits ist die tiefe Erdwärmesonde nicht so effektiv wie die anderen Systeme, da sich das Fluid über die Mantelfläche der Sonde erwärmen muss (KÜHL, 2010c, S. 595).

### 3.5.3 Nachteile der Geothermie

Aufgrund der Nutzung der Geothermie in seismisch aktiven Regionen und den mit der Förderung verbundenen tiefen Bohrungen kann es im Zuge der Nutzung zu **Erdbeben** kom-

men. So wurde im Dezember 2006 in Basel ein Beben der Stärke 3,4 festgestellt. Das Epizentrum des Erdbebens lag am Bohrloch eines Geothermiekraftwerkes, das nach dem HDR-Verfahren arbeitet. Nach Bohrungen im südbadischen Staufen, die zu Heizzwecken des Rathauses durchgeführt wurden, sind 2008 erhebliche Schäden in der gesamten Stadt verursacht worden. Es wird vermutet, dass bei der 140 Meter tiefen Bohrung Wasser in einer Anhydrit-Schicht ausgetreten ist. Durch die Reaktion von Anhydrit und Wasser entsteht Gips, der bis zu 60% an Volumen zunehmen kann (LUBBADEH, 2008). Das Geothermiekraftwerk Landau steht unter dem Verdacht, für ein Beben der Stärke 2,7 verantwortlich zu sein. Das Erdbeben und viele weitere Nachbeben ereigneten sich im Sommer 2009 in der Region um Landau (GÖBEL, 2011).

### **3.6 Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien**

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist an technische und wirtschaftliche Voraussetzungen gekoppelt. Technische Voraussetzungen beinhalten umweltbedingte und standortabhängige Faktoren für den Bau erneuerbarer Energieanlagen sowie die Problematik der Netzintegration des aus erneuerbaren Energieträgern produzierten Stroms. Unter wirtschaftlichen Voraussetzungen sind Anreizsysteme zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien zu verstehen. Eine weitere Voraussetzung für ein Erreichen der Energieziele ist die Erhöhung der Energieeffizienz.

#### **3.6.1 Technische Voraussetzungen**

Der Ausbau von Anlagen zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien hängt von vielen naturbedingten und standortabhängigen Variablen ab. So werden Windkraftanlagen an möglichst windstarken, offenen und nur schwach besiedelten Regionen gebaut. Diese sind überwiegend im Norden von Deutschland verfügbar. Solaranlagen werden in Regionen mit vielen Sonnenstunden im Jahr errichtet. Die sonnenreichsten Regionen liegen überwiegend im Süden Deutschlands (AEE, 2010b, S. 20). Die Biomasse wird möglichst in der Nähe von Verwertungsanlagen angebaut, so dass sich ein geringer Transportaufwand ergibt. Die Wasserkraft ist vom Wasserangebot und die Geothermie vom Vorkommen hoher Tiefenwärme abhängig (REICHEL, 2010, S. 544).

Die Netzintegration ist ein weit diskutiertes Problem des Ausbaus erneuerbarer Energien. Da der Strom aus erneuerbaren Energieträgern meist nicht dort produziert wird, wo die Nachfrage hoch ist, muss dieser über Stromleitungen zum Verbraucher transportiert werden. Nach der

dena-Netzstudie II müssen für den Ausbau erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 Trassen mit einer Länge von bis zu 3600 km neugebaut werden. Andere Szenarien in dieser Studie sehen unter Verwendung anderer Technologien einen Neubau von 3500 km beziehungsweise 1700 km und Modifizierungen von 3100 km beziehungsweise 5700 km vor (DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR, 2011, S. 13). Ein weiteres Problem, das mit dem Ausbau der Stromnetze verbunden ist, sind witterungsbedingte Schwankungen der Stromproduktion aus Windkraft und Photovoltaik. Solche Schwankungen müssen durch die Bereitstellung von ausreichenden Spitzenlastkapazitäten, durch ein flexibleres Stromsystem, durch bessere Wetterprognosen und durch die Schaffung von Energiespeichern ausgeglichen werden (WINTER, 2011).

### **3.6.2 EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz**

Der Ausbau erneuerbarer Energien in den letzten Jahren ist in erster Linie auf das ↑Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) zurückzuführen. Als Stromeinspeisegesetz im Jahr 1990 eingeführt, wurde es mehrfach überarbeitet und als EEG mehrfach novelliert. Zuletzt wurde es 2008 vollständig novelliert. Das Ziel des EEG lautet, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2020 auf 30% auszubauen. Der große Erfolg des Gesetzes liegt darin begründet, dass es nicht beim Verursacher von Schadstoffen o.ä. ansetzt, sondern Lösungsanbieter fördert. Wesentlicher Kern des Gesetzes ist dabei, dass bestimmten Technologien der Zugang zum Stromnetz ermöglicht wird und die eingespeisten Kilowattstunden vergütet werden (BODE et. al., 2010, S. 643f).

### **3.6.3 Energieeffizienz**

Die in sämtlichen Energiekonzepten formulierten Ziele bezüglich des Ausbaus erneuerbarer Energien würden ohne eine Steigerung der Energieeffizienz nicht erreicht werden. Unter Energieeffizienz ist zu verstehen, einen gewünschten Nutzen mit dem Einsatz von relativ wenig Energie zu verwirklichen. Ein wichtiges Ziel von Energieeffizienzmaßnahmen ist bezogen auf einen einzelnen Nutzungsvorgang die quantitative und qualitative Senkung von Verlusten. Geschieht dies in einer Gesellschaft sehr häufig, resultiert daraus eine Herabsetzung des Gesamtenergiebedarfs. Möglichkeiten zur Energiebedarfsreduktion beginnen bei Verhaltensänderungen der Verbraucher. Durch Einsparungen beim Energieverbrauch, beispielsweise durch einen Verzicht auf Geräte mit Stand-by-Schaltung oder durch die Meidung von Lastspitzen, kann zu einer besseren Energieeffizienz beigetragen werden. Daneben steht

die Energieeffizienz in Gebäuden, die durch gesetzgeberische Maßnahmen geregelt ist. Diese geben bei Neubauten bestimmte Maximalwerte des  $\uparrow$ Primärenergieverbrauches vor (WESSELAK & SCHABBACH, 2009, S. 33ff). Neben den gesetzlich regulierenden Begrenzungen zum Energieverbrauch sieht der Gesetzgeber auch Maßnahmen zur finanziellen Förderung der Energieeffizienz in Gebäuden vor. So gibt es seitens der hessischen Landesregierung verschiedene Förderprogramme zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese werden in Abschnitt 5.4 präsentiert.

## 4 Der Ist-Zustand in Hessen bezüglich Energiebereitstellung und Energieverbrauch

---

Im Folgenden wird die Entwicklung der Energieversorgung in Hessen über die letzten Jahre dargestellt. Dabei wird nur die Produktion bzw. der Verbrauch von Strom und Wärme berücksichtigt. Der Energiebedarf im Verkehrssektor ist nicht Inhalt dieser Arbeit.

Als Datengrundlage der nachstehenden Diagramme werden überwiegend Statistiken des Hessischen Statistischen Landesamtes herangezogen. Andere Daten sind ohne Weiteres nicht zugänglich beziehungsweise nicht vorhanden. Letzteres gilt insbesondere für die Statistik zur Wärmeerzeugung in Hessen. In dieser wird nach Angaben des Statistischen Landesamtes nicht die vollständige Wärmeproduktion wiedergegeben. So wird darin nur die Wärmeerzeugung in Heizkraftwerken der allgemeinen Versorgung ab einer Engpassleistung von 2 MW und in Industriekraftwerken ab einer Engpassleistung von 1 MW berücksichtigt. Zur Wärmeerzeugung sonstiger Marktteilnehmer, dazu gehören unter anderem Gebietskörperschaften, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, liegen für die letzten Jahre keine Daten vor.

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, wie hoch die Wärmeproduktion in Hessen ist, genügt ein Vergleich der Daten des Statistischen Landesamtes mit den Daten der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessens. In der vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Auftrag gegebenen Studie werden für das Jahr 2008 sehr ausführliche Daten zur Wärmeversorgung in Hessen erfasst. Die in dieser Statistik angegebene Wärmeerzeugung ist teilweise um das Zehnfache höher als die in der Statistik des Hessischen Statistischen Landesamtes angegebene Produktion (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011, S. 20).

Auch der Stromverbrauch ist in Hessen höher als die Stromproduktion. So liegt der  $\uparrow$ Nettostromverbrauch von 2002 bis 2009 mit durchschnittlich 36,7 TWh deutlich höher als die  $\uparrow$ Bruttostromerzeugung mit 26,6 TWh. Die Differenz, die in dem Zeitraum zwischen 2 TWh und 22,8 TWh schwankt, wird durch Stromimporte ausgeglichen (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).

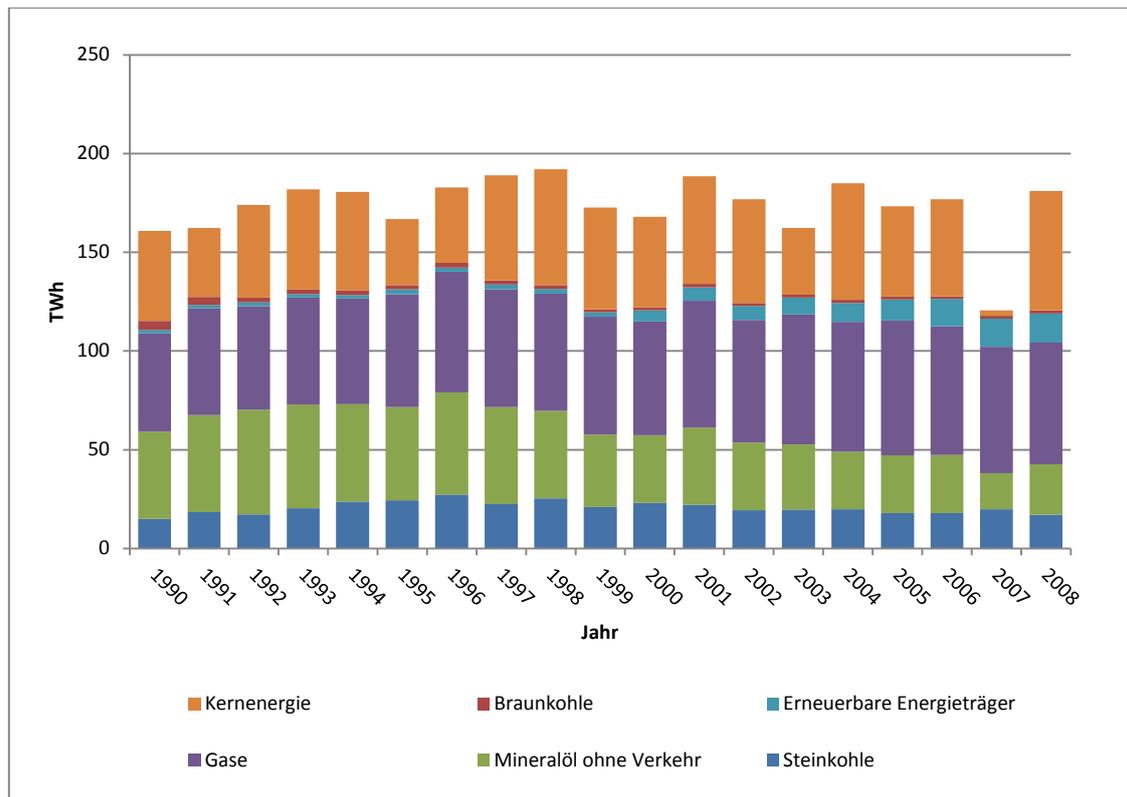
Nach den Daten des Hessischen Statistischen Landesamtes liegt der Primärenergieverbrauch in den Jahren von 2002 bis 2008 mit durchschnittlich 180 TWh deutlich höher als die Energieerzeugung (elektr. Strom und Wärme mit durchschnittlich 35 TWh). Mit Abzug der Transportverluste und des Eigenbedarfs der Kraftwerke (etwa 25%) bleibt ein ↑Endenergieverbrauch von 135 TWh einer Energieerzeugung von 35 TWh gegenüberstehen. Die verbleibenden 100 TWh Energie werden zum Teil aus Stromimporten, größtenteils aber aus den kleineren Wärmekraftwerken, die nicht vom Statistischen Landesamt erfasst werden, erbracht (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).

Da an dieser Stelle die Entwicklung der Energieversorgung in Hessen über die letzten Jahre dargestellt werden soll, wird trotz deren Lückenhaftigkeit auf die Daten des Statistischen Landesamtes zurückgegriffen. Bei der Gegenüberstellung von Energieverbrauch und Energieerzeugung ist jedoch die Wärmeerzeugung sehr kritisch zu betrachten.

Im Folgenden wird zunächst der Energieverbrauch in Hessen dargestellt. Hier wird erst der gesamte Energieverbrauch und danach die Rolle der erneuerbaren Energien betrachtet. Anschließend soll die Energieproduktion in Hessen im Zeitraum von 2002 bis 2009 dargestellt werden. Auch hier wird anfangs die Entwicklung der gesamten Energieerzeugung und schließlich die Produktion aus erneuerbaren Energien aufgezeigt.

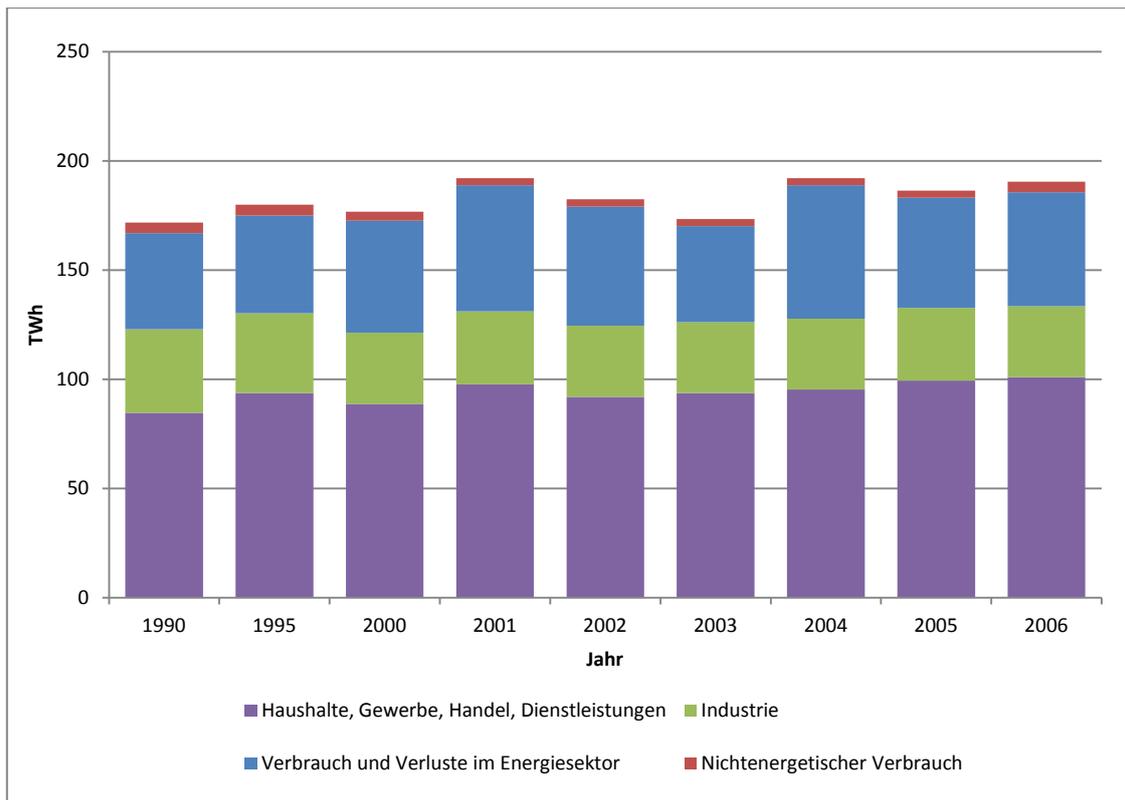
#### **4.1 Energieverbrauch in Hessen seit 1990**

Die Darstellung des Energieverbrauchs in Hessen basiert auf Daten des ‚Länderarbeitskreises Energiebilanzen‘ und des Hessischen Statistischen Landesamtes. Einschränkungen wie bei den Daten zur Energieerzeugung des Statistischen Landesamtes wurden von den Herausgebern nicht vermerkt. Der Primärenergieverbrauch (Abbildung 4-1) lag in Hessen zwischen 1990 bis 2008 bei durchschnittlich 173,4 TWh pro Jahr. Im Vergleich zu 1990 lag der Primärenergieverbrauch 2008 rund 20 TWh höher. Die Anteile der jeweiligen Energieträger am Verbrauch bleiben über den Zeitraum relativ konstant. Zuwächse sind nur bei den erneuerbaren Energien zu verzeichnen. Deren Beitrag am Endenergieverbrauch steigt von 1,7 TWh im Jahr 1990 auf 14,6 TWh im Jahr 2008. Der Verbrauch an Mineralölen geht im selben Zeitraum von 44,1 TWh auf 25,6 TWh zurück.



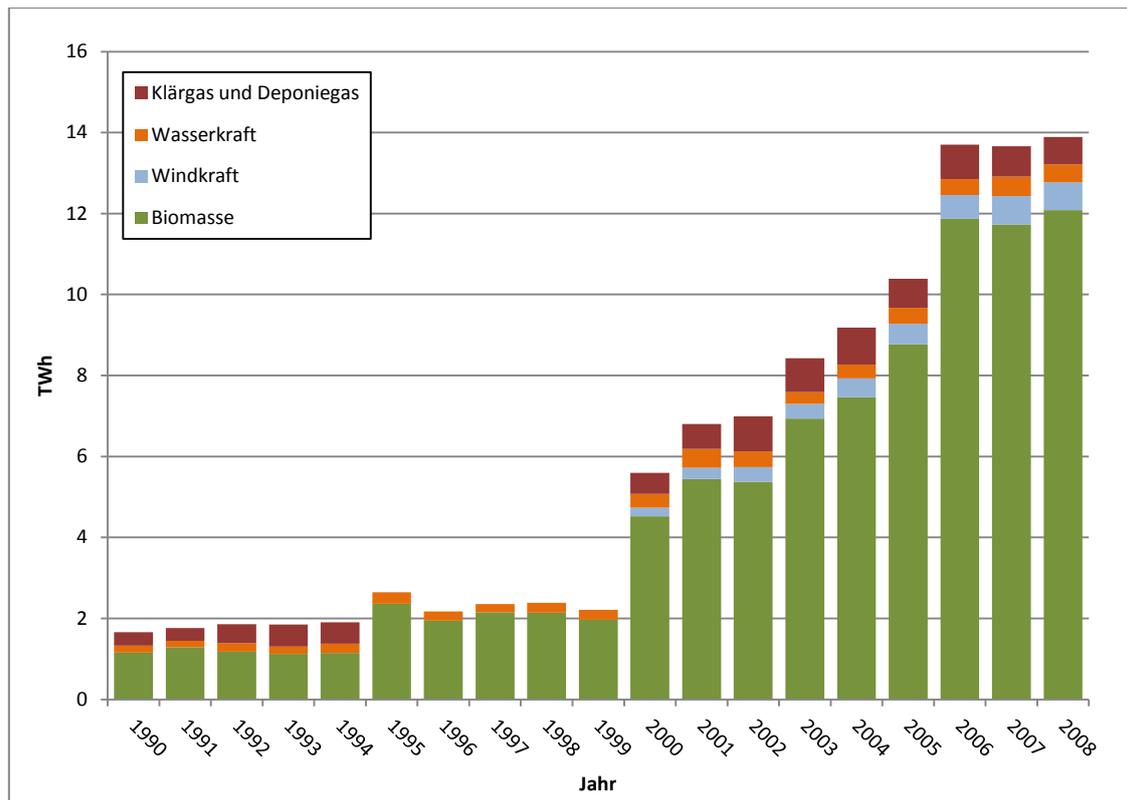
**Abbildung 4-1: Primärenergieverbrauch ohne Verkehr nach Energieträgern in Hessen 1990 bis 2006 (LAK, 2011).**

Der überwiegende Teil der bereitgestellten Energie wird von Haushalten, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen verbraucht (Abbildung 4-2). Der Verbrauch in diesem Sektor ist von 84 TWh im Jahr 1990 auf 101 TWh im Jahr 2006 gestiegen. Der Endenergieverbrauch in der Industrie ist in diesem Zeitraum von 38,3 TWh auf 32,6 TWh zurückgegangen. Der Übertragungsverlust und Verbrauch in den Kraftwerken variiert in den Jahren von 1990 bis 2006 zwischen 25% und 32%. Insgesamt ist er von 44 TWh im Jahr 1990 auf 52 TWh im Jahr 2006 gestiegen. Im Durchschnitt beträgt der Verlust 51,1 TWh im Jahr.



**Abbildung 4-2: Primärenergieverbrauch in Hessen 1990 bis 2006 nach Sektoren (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

Der Energieverbrauch erneuerbarer Energieträger erreichte in 2008 mit 13,9 TWh mehr als das Achtfache des Jahres 1990 (Abbildung 4-3). Vor allem der Verbrauch von Biomasse ist hier hervorzuheben. 1990 wurden 1,2 TWh verbraucht. 2008 waren es bereits 12,1 TWh. Auch die Wind- und Wasserkraft haben beim Energieverbrauch im Vergleich zu 1990 zugelegt. Wurden im Jahr 1990 noch 0,2 TWh durch Wasserkraft verbraucht, so waren es im Jahr 2008 bereits 0,4 TWh. Für die Windkraft liegen Daten ab dem Jahr 2000 vor. Der Verbrauch ist seitdem von 0,2 TWh auf 0,7 TWh im Jahr 2008 gestiegen.



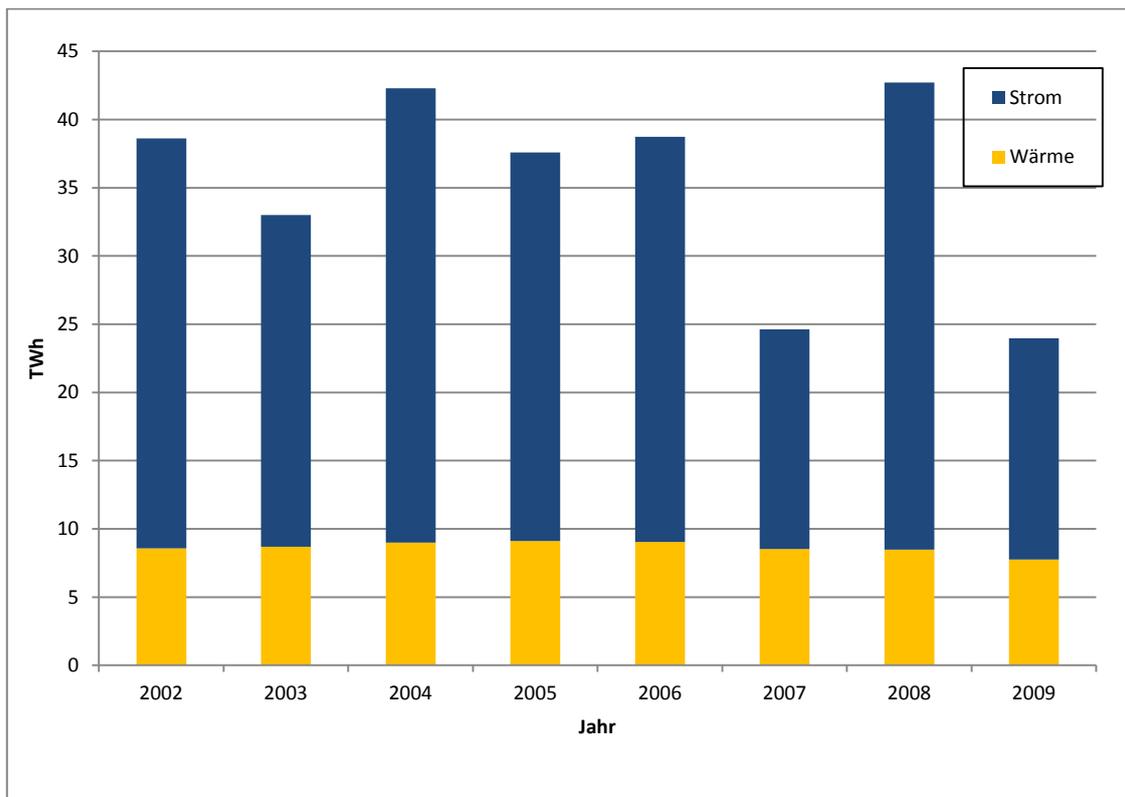
**Abbildung 4-3: Primärenergieverbrauch durch erneuerbare Energien in Hessen von 1990 bis 2008 (LAK, 2011).**

Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Energieverbrauch in Hessen in dem Zeitraum von 1990 bis 2008 um 12,5% gestiegen ist. Dies ist vor allem auf den erhöhten Verbrauch in den Haushalten und dem Gewerbe sowie auf den erhöhten Eigenbedarf der Kraftwerke und Transportverluste zurückzuführen. Erneuerbare Energien konnten ihren Anteil am Primärenergieverbrauch in diesem Zeitraum um das Achtfache erhöhen

## 4.2 Energieerzeugung in Hessen im Zeitraum 2002-2009

Von 2002 bis 2009 wurden in Hessen im Jahr durchschnittlich 35,1 TWh Energie produziert, davon 26,5 TWh Strom und 8,6 TWh Wärme, mit den oben erwähnten Einschränkungen (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011). In Abbildung 4-4 ist die Entwicklung der Energieproduktion von 2002 bis 2009 dargestellt. Die geringe Stromproduktion in 2003, 2007 und 2009 ist auf temporäre Abschaltungen der beiden Reaktorblöcke in Biblis zurückzuführen (siehe auch Abbildung 4-5). Diese wurden wegen falsch montierter Dübel im Oktober 2006 bis Dezember 2007 heruntergefahren (FAZ, 09.08.2007). Im Jahr 2009 wurde Block B des Kraftwerks für eine zehnmonatige Revision vom Netz genommen (FAZ, 01.12.2009). Block A wurde für eine Revision im Februar 2009 für 13 Monate stillgelegt

(DIE ZEIT, 19.03.2010). Die geringe Stromproduktion in 2003 ist auf eine Abschaltung des Reaktors in Block A in Biblis zurückzuführen. Wegen einer falsch montierten Ansaugöffnung des Notkühlsystems wurde der Reaktor für acht Monate abgeschaltet (HR-Online, 15.03.2011). Die Energieproduktion in Hessen ist bis auf die Jahre 2003, 2007 und 2009 in der Tendenz steigend. Die Stromerzeugung steigt von 30 TWh im Jahr 2002 auf 34 TWh im Jahr 2008 an. Bei der Wärmeerzeugung ist insgesamt ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Ab 2002 nimmt die Wärmeerzeugung zunächst von 8,5 TWh auf 9,1 TWh im Jahr 2005 zu. Danach sinkt sie auf 7,7 TWh im Jahr 2009.

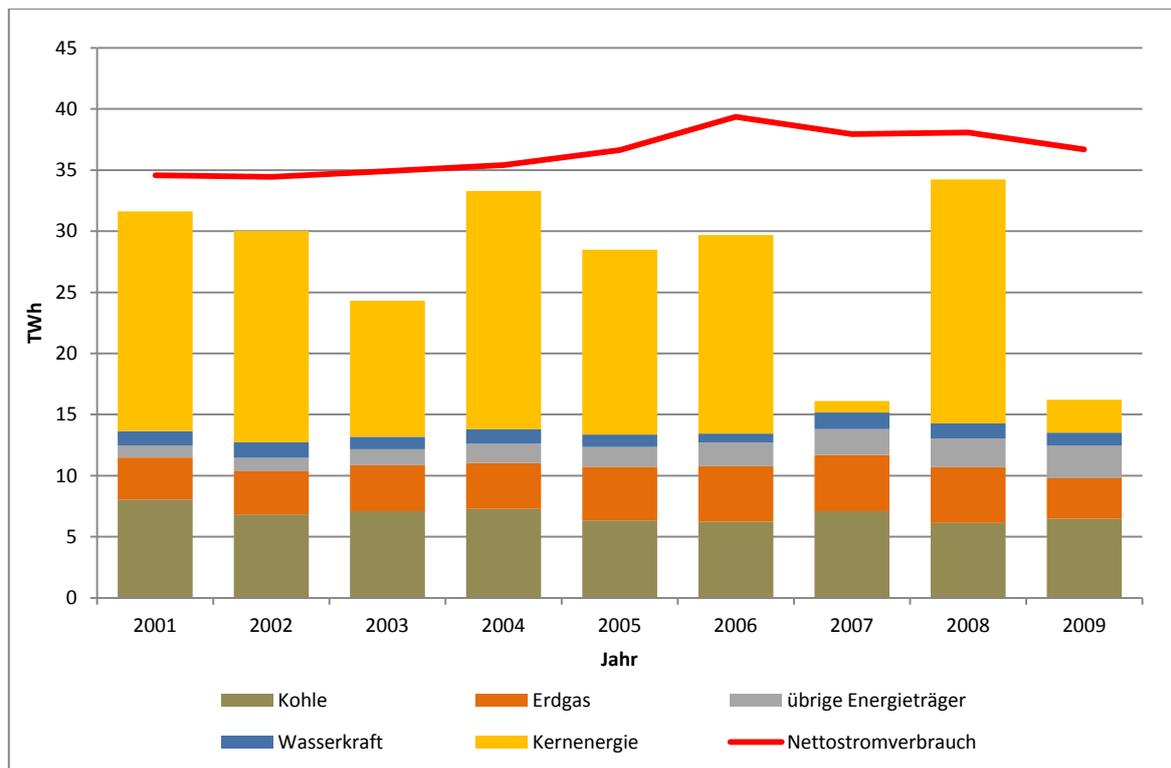


**Abbildung 4-4: Entwicklung der Energieproduktion in Hessen von 2002 bis 2009**  
(HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).

#### **4.2.1 Entwicklung der Gesamtenergieerzeugung in Hessen im Zeitraum 2002 bis 2009**

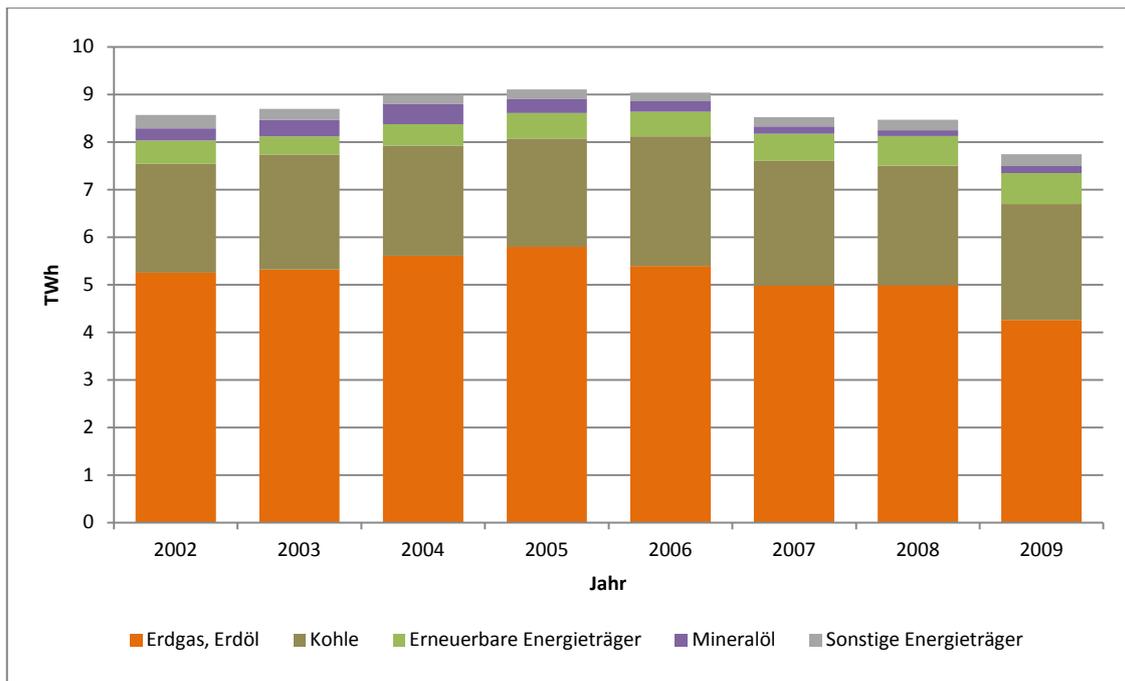
Für die Stromproduktion in Hessen werden Kernkraft, Kohle, Erdgas und erneuerbare Energieträger verwendet. Wärme wird aus Kohle, Mineralöl, Erdgas sowie erneuerbaren Energieträgern gewonnen. Abbildung 4-5 zeigt, dass die Kernenergie bei der Stromproduktion in Hessen eine große Rolle spielte. Bis auf die Jahre 2003, 2007 und 2009, in denen die Reaktorblöcke in Biblis überwiegend abgeschaltet waren, werden rund 50% des Stroms aus Kern-

energie produziert. Etwa ein Drittel des Stroms wird aus fossilen Energieträgern, dem Erdgas und der Kohle, gewonnen. Der Rest wird aus erneuerbaren Energieträgern produziert. In Abbildung 4-5 ist die Wasserkraft gesondert aufgeführt, da hier auch der aus Pumpspeicherwerken gewonnene Strom eingeschlossen wird. Die Abbildung zeigt ferner, dass die in Hessen produzierte Strommenge alleine den Bedarf nicht deckt. Insbesondere in den Jahren 2007 und 2009 musste ein großer Teil importiert werden.



**Abbildung 4-5: Bruttostromerzeugung der Kraftwerke in Hessen nach Energieträgern (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

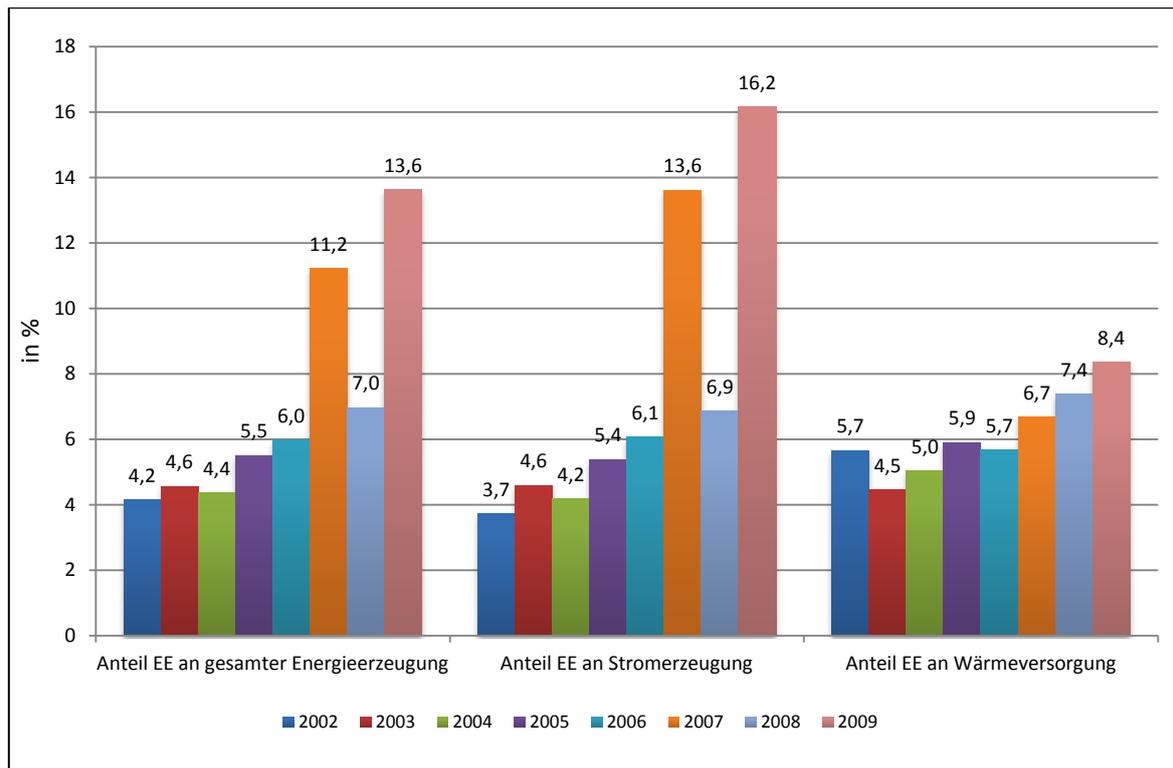
Wärme wird bezogen auf die Daten mit den bekannten Einschränkungen in Hessen fast ausschließlich aus fossilen Energieträgern gewonnen (Abbildung 4-6). Erdgas, Erdöl, Kohle und Mineralöl tragen mit rund 90% zur Wärmegewinnung bei. Der Anteil fossiler Energieträger an der gesamten Energieproduktion ist seit 2002 leicht rückläufig. 2002 sind ↑fossile Brennstoffe mit 91,1%, 2009 mit 88,3% an der Wärmeerzeugung beteiligt. Erneuerbare Energien steigern ihren Beitrag von 0,5 TWh im Jahr 2002 auf 0,6 TWh im Jahr 2009.



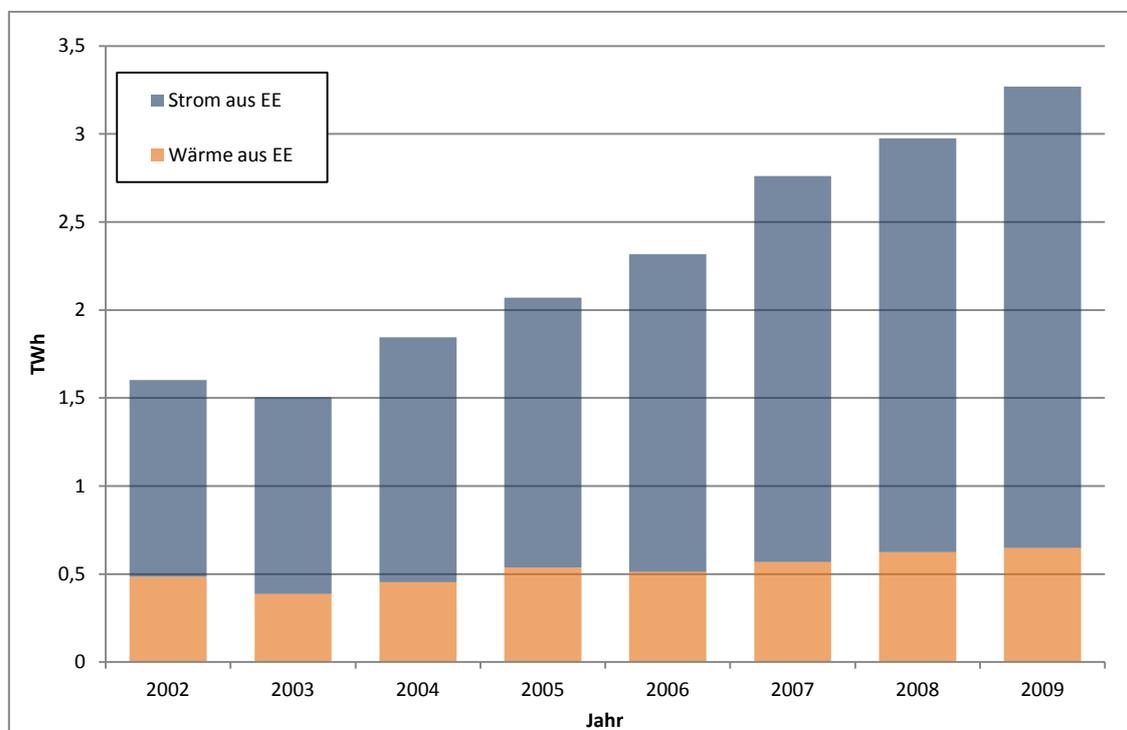
**Abbildung 4-6: Wärmeerzeugung der Heizwerke und Heizkraftwerke der allgemeinen Versorgung. Das Hessische Statistische Landesamt erhebt in seiner Statistik nur Kraftwerke der allgemeinen Versorgung ab einer Engpassleistung von 2 MW und Industriekraftwerke ab einer Engpassleistung von 1 MW. Die Wärmeerzeugung sonstiger Marktteilnehmer wird vom Hessischen Statistischen Landesamt nicht erfasst (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

#### 4.2.2 Entwicklung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen in dem Zeitraum von 2002 bis 2009

Der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Energiebereitstellung in Hessen im Sinne einer Produktion von Endenergie in Hessen ist in den Jahren von 2002 bis 2009 von 4,2% auf 13,6% gestiegen (Abbildung 4-7). Bei der Stromproduktion ist der Anteil erneuerbarer Energieträger in diesem Zeitraum von 3,7% auf 16,2%, bei der Wärmeproduktion von 5,7% auf 8,4% gestiegen. Der Beitrag erneuerbarer Energien an der gesamten Energieerzeugung ist zwar insgesamt steigend, die hohen Anteile von 16,2% im Jahr 2009 und 13,6% im Jahr 2007 sind aber kritisch zu betrachten, da sich die Werte mit der temporären Abschaltung der Atomreaktoren in Biblis erhöht haben. In Abbildung 4-8 ist die absolute Energieerzeugung durch erneuerbare Energien in Hessen dargestellt. Die Produktion von Energie aus erneuerbaren Energieträgern ist von 1,6 TWh im Jahr 2002 um rund 100% auf 3,3 TWh im Jahr 2009 gestiegen.

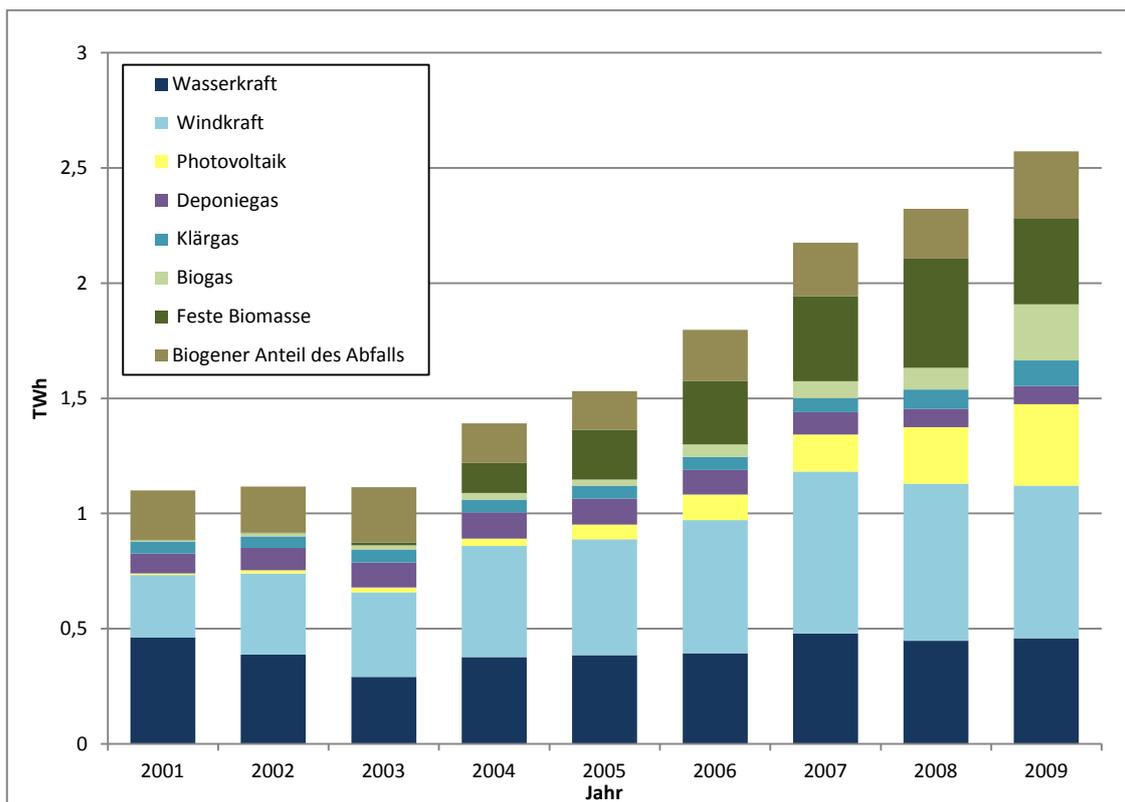


**Abbildung 4-7: Anteile erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in Hessen von 2002 bis 2009. Die hohen Anteile in den Jahren 2007 und 2009 resultieren aus der Abschaltung der Atomreaktoren in Biblis (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

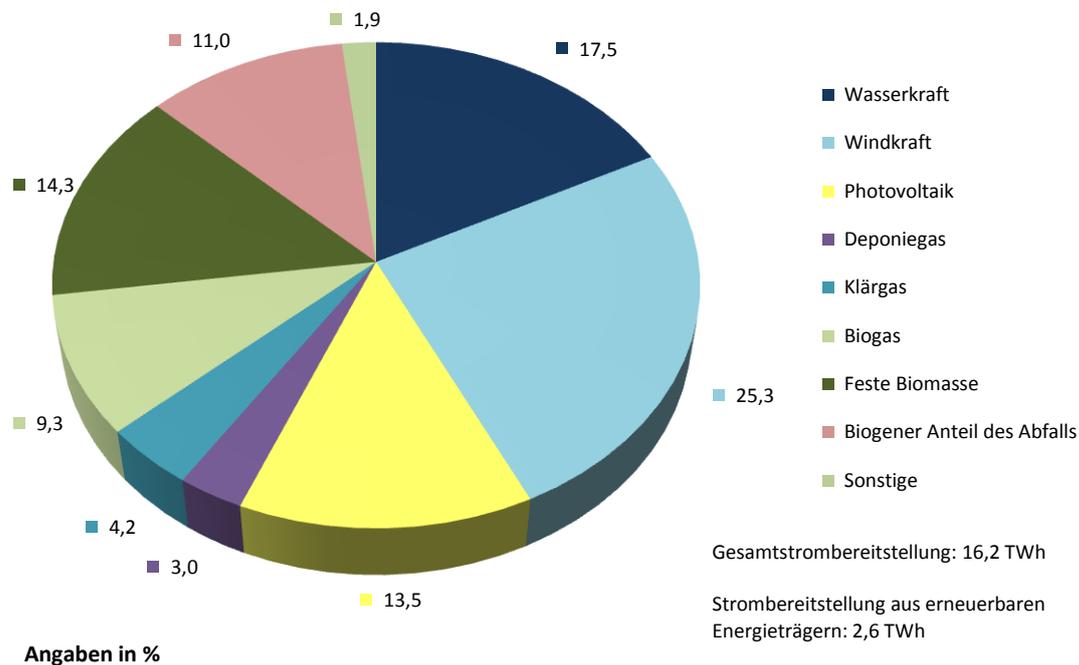


**Abbildung 4-8: Entwicklung der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen von 2002 bis 2009 (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

Der Anstieg der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien ist vor allem auf die Stromproduktion zurückzuführen. In Abbildung 4-9 ist die Stromerzeugung in Hessen aus erneuerbaren Energieträgern im Zeitraum von 2001 bis 2009 dargestellt. Seit 2001 hat die Stromproduktion einen Zuwachs von 138% erfahren. Die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien ist von 1,1 TWh im Jahr 2001 auf 2,6 TWh im Jahr 2009 gestiegen. Hohe Zuwächse sind vor allem bei der festen Biomasse, bei der Photovoltaik und bei der Windkraft zu verzeichnen. Die Stromproduktion aus fester Biomasse ist von 1,3 GWh (0,0013 TWh) im Jahr 2001 auf 0,4 TWh im Jahr 2009 gewachsen. Durch Photovoltaik wurden 2001 noch 6,6 GWh (0,0066 TWh), im Jahr 2009 bereits 0,4 TWh Strom produziert. Die Windkraft hat den Beitrag zur Stromversorgung von 0,27 TWh im Jahr 2001 auf 0,66 TWh im Jahr 2009 erhöht. In Abbildung 4-10 ist die Verteilung der Anteile der jeweiligen erneuerbaren Energieträger an der gesamten Stromproduktion in Hessen im Jahr 2009 dargestellt. Hier ist zu erkennen, dass die Windkraft, die Photovoltaik und die Wasserkraft zur Produktion der 2,6 TWh Strom mit rund 56% beitragen. Der restliche Teil wird aus fester und gasförmiger Biomasse produziert.

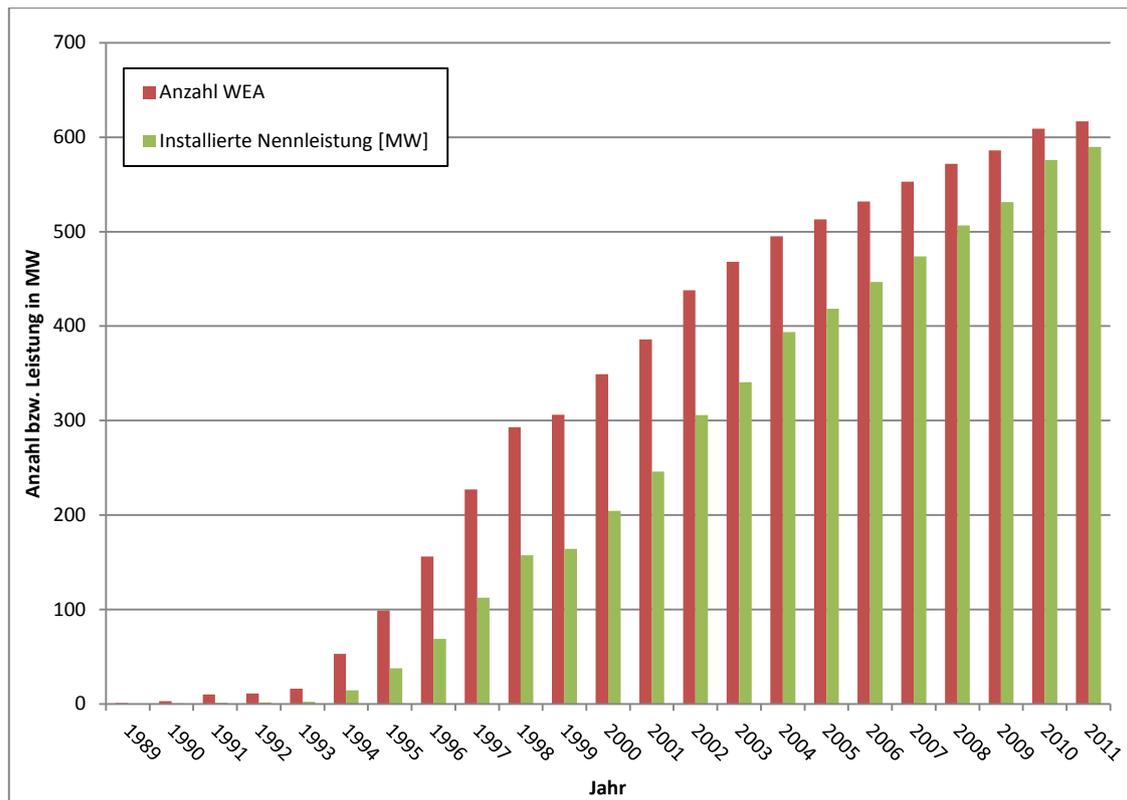


**Abbildung 4-9: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen 2001 bis 2009**  
(HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).



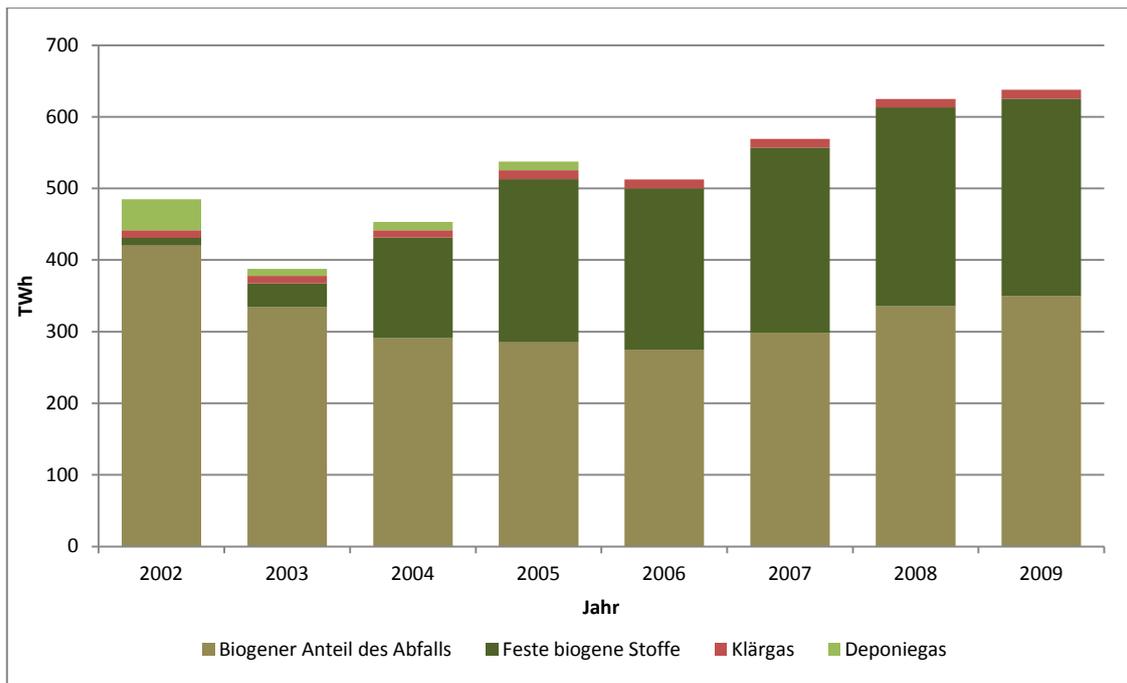
**Abbildung 4-10: Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Hessen 2009 (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

In Hessen hat sich seit 1989 sowohl die Anzahl als auch die Nennleistung neu installierter Windkraftanlagen beständig erhöht. Die erste Windkraftanlage in Hessen wurde mit einer Nennleistung von 0,06 MW ans Netz geschlossen. 2011 gibt es in Hessen bereits 617 Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 589 MW. Durch die Installation von Windkraftanlagen mit wachsender Leistung hat sich die durchschnittliche Nennleistung aller Windkraftanlagen in Hessen von 0,06 MW auf 0,95 MW erhöht. In Abbildung 4-11 ist die Entwicklung der Anlagenzahl sowie der installierten Nennleistung aller Windkraftanlagen in Hessen dargestellt. Die steigende Nennleistung pro Anlage ist daran zu erkennen, dass sich die Werte zur *installierten Nennleistung* den Werten zur *Anzahl WEA* immer mehr annähern.

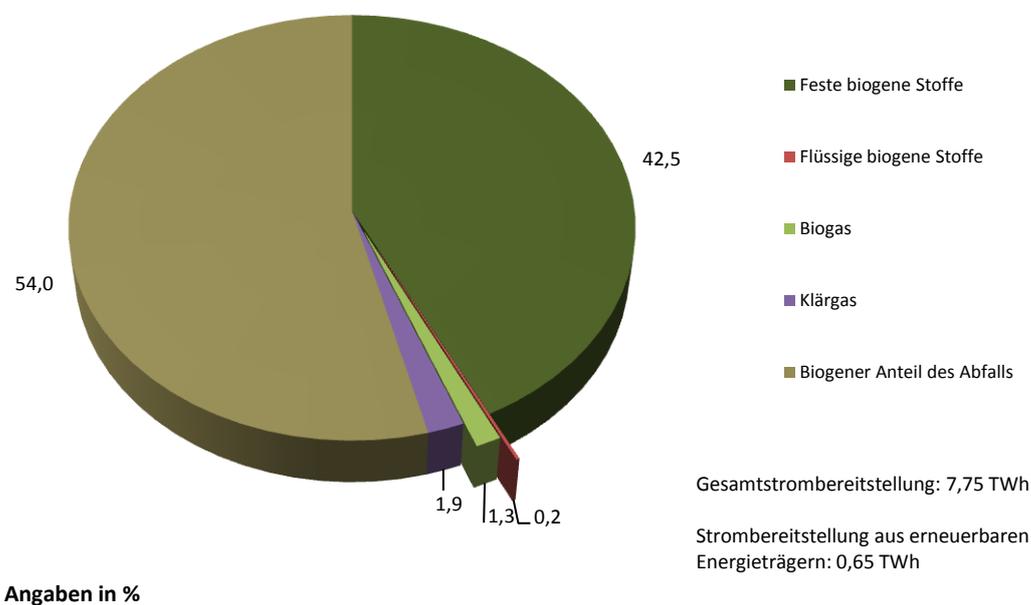


**Abbildung 4-11: Entwicklung der Anzahl und der Leistung der in Hessen installierten Windenergieanlagen (BWE, 2011).**

Für die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Heizkraftwerken der allgemeinen Versorgung werden der biogene Anteil des Abfalls, ↑Deponiegas, ↑Klär gas, Biogas sowie flüssige und feste biogene Stoffe verbrannt. In Abbildung 4-12 ist auf Basis der Daten des Statistischen Landesamtes die Entwicklung der Wärmeerzeugung aus diesen Stoffen von 2002 bis 2009 dargestellt. Den größten Beitrag zur Wärmeerzeugung liefert der biogene Anteil des Abfalls. Von 0,4 TWh im Jahr 2002 fällt die Produktion auf 0,35 TWh im Jahr 2009 leicht zurück. Den stärksten Zuwachs verzeichnen die festen biogenen Stoffe. Von 0,01 TWh im Jahr 2002 steigt die Produktion auf 0,27 TWh im Jahr 2009. Das Klär gas bleibt mit einem Anteil von rund 0,01 TWh konstant. Die Produktion aus Deponiegas sinkt von 0,04 TWh im Jahr 2002 auf 0 TWh im Jahr 2007. In Abbildung 4-13 sind die Anteile der jeweiligen Energieträger an der Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energieträgern im Jahr 2009 dargestellt. Zu diesem Zeitpunkt tragen biogene Anteile des Abfalls mit 54% und feste biogene Stoffe mit 42,5% zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bei. Die übrigen 3,5% werden aus Biogas, Klär gas und flüssigen biogenen Stoffen gewonnen.



**Abbildung 4-12: Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern in Hessen 2002 bis 2009. Biogas und flüssige biogene Stoffe werden wegen des geringen Beitrags zur Wärmeerzeugung nicht aufgeführt (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**



**Abbildung 4-13: Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Hessen 2009 (HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT, 2011).**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Energieerzeugung in Hessen in den Jahren 2002 bis 2009 insgesamt leicht gestiegen ist. Die Stromerzeugung hat seit 2002 durch die

temporären Abschaltungen des AKW Biblis eine unregelmäßige Entwicklung hinter sich. Insgesamt ist die Stromerzeugung leicht gestiegen. Erneuerbare Energien konnten ihren Beitrag zur Stromproduktion in diesem Zeitraum um 100% steigern. Die Wärmeerzeugung ist nach einem leichten Anstieg im Jahr 2005 seit 2002 insgesamt rückläufig. Erneuerbare Energien haben ihren Beitrag zur Wärmebereitstellung um 33% steigern können.

## 5 Politikfeldanalyse im Bereich erneuerbare Energien in Hessen

---

Ziel dieses Kapitel ist es, die Erfolgsbedingungen und Hemmnisse beim Ausbau erneuerbarer Energien in Hessen darzustellen. Mit einer Politikfeldanalyse ist untersucht worden, welche Akteure am Prozess beteiligt sind, welche politischen Auffassungen diese vertreten, welche Interaktionen der Akteure untereinander auftreten und wie die bestehenden politischen, gesetzlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen bezüglich erneuerbarer Energien sind.

### 5.1 Darstellung staatlicher Akteure

Im Folgenden werden die Personen der hessischen Regierung und die Institutionen des Landes Hessen im Bereich erneuerbarer Energien vorgestellt. Neben den zuständigen Ministerien und den leitenden Ministern gibt es einige Behörden, die Aufgaben im Bereich erneuerbarer Energien besitzen.

Die derzeitige hessische Landesregierung wird seit 2009 aus einer Koalition von CDU und FDP gebildet. Der 2009 gewählte Ministerpräsident Roland Koch ist am 31.08.2010 von seinem Amt zurückgetreten und durch den bisherigen Innenminister Volker Bouffier abgelöst worden. Nach der Wahl zum Ministerpräsidenten hat Volker Bouffier zehn neue Minister und elf neue Staatssekretäre in das Kabinett berufen. (FAZ, 31.08.2010a). Stellvertretender Ministerpräsident ist seit 2009 der hessische FDP-Landesvorsitzende Jörg-Uwe Hahn (FAZ, 31.08.2010b, S. 46). Die Hauptzuständigkeit für den Themenbereich erneuerbare Energien liegt im *Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*. Das Ministerium steht unter der Leitung von Ministerin Lucia Puttrich. Diese ist unmittelbar nach seiner Wahl von Volker Bouffier ins Amt berufen worden und hat die damalige Ministerin für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Silke Lautenschläger, abgelöst (HMUELV, 2011a). Für energiewirtschaftliche Themen liegt die Zuständigkeit im *Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung*, geleitet von Staatsminister Dieter Posch (FDP) (HMWVL, 2011a).

Neben diesen beiden Ministerien sind auch einzelne untergeordnete Behörden hervorzuheben, die für die erneuerbaren Energien zuständig sind. Diese sind insbesondere der geologische Landesdienst des Landesamtes für Umwelt und Geologie, der Landesbetrieb Hessen-Forst, der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, die Landesregulierungsbehörde Energie (LRB), die Landeskartellbehörde Energie/Wasser (LKB) und die Energieaufsicht (HMUELV, 2011e).

Der *geologische Landesdienst des hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie* beurteilt für das Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz die Qualität von Standorten zur Erdwärmegewinnung im privaten Bereich mit einer Heizleistung bis 30 kW. Im Mittelpunkt steht dabei der Schutz des Grundwassers. Es wird zwischen günstigen, ungünstigen und unzulässigen Standorten differenziert (HLUG, 2011).

Der *Landesbetrieb Hessen-Forst* unterhält ein Netzwerk zur Bioenergieberatung. Adressaten hierfür sind nach eigenen Angaben Kommunen, Unternehmen und Privatleute. (HESSEN FORST, 2011).

Eine weitere Beratung zu den nachwachsenden Rohstoffen erfolgt über den *Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen*. Der Schwerpunkt liegt bei Fragen des Anbaus von Biomasse und deren energetischen Nutzung (LLH, 2011).

Für Fragen der Energiewirtschaft sind die *Landesregulierungsbehörde Energie*, die *Landeskartellbehörde Energie/Wasser* sowie die *Energieaufsicht* zuständig und dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung untergeordnet (HMWVL, 2011b).

Eine hessische *Landesenergieagentur* gibt es seit 2001 nicht mehr. Die Landesenergieagentur ist 1991 von der damaligen rot-grünen Landesregierung und öffentlichen Banken gegründet worden. 2001 hat die Landesbank Hessen-Thüringen (HELABA) die vom Land Hessen gehaltenen Anteile am Stammkapital für eine Übergangszeit übernommen. Seitdem ist die OVAG (Oberhessische Versorgungsbetriebe AG) – ein regionales Versorgungsunternehmen für Energie und Wasser mit Sitz in Friedberg – Alleingesellschafter des heutigen Unternehmens hessenENERGIE (MEIXNER, 2011).

## 5.2 Darstellung nicht-staatlicher Akteure

Neben den staatlichen Akteuren gibt es in Hessen verschiedene Organisationen, die sich aus politischen, ökonomischen oder ökologischen Interessen mit dem Ausbau erneuerbarer Ener-

gien beschäftigen und diesen aktiv mitgestalten. Zu nennen sind hier die im hessischen Landtag sitzenden Parteien, wirtschaftliche Akteure (Unternehmen und Banken), Gewerkschaften, Umweltorganisationen sowie Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

### 5.2.1 Parteien

Im hessischen Landtag sind seit der Landtagswahl im Jahr 2009 die Parteien *CDU*, *FDP*, *SPD*, *Bündnis90/Die Grünen* sowie *Die Linke* vertreten. All diese Parteien nehmen in Bezug auf den Ausbau erneuerbarer Energien eine grundsätzlich affirmative Haltung ein. Unter den Parteien gibt es jedoch große Unterschiede in der Zielsetzung sowie in den Vorstellungen zur Umsetzung des Ausbaus. Sowohl die CDU und die FDP (Energiekonzept aus dem Jahr 2010) als auch die Landesfraktionen der SPD (2006, Bestätigung 2011) sowie der Grünen (2007, Aktualisierung im Jahr 2011) haben Energiekonzepte entwickelt, die den Ausbau erneuerbarer Energien zum Ziel haben. Die Linke in Hessen hat kein Energiekonzept veröffentlicht. Die CDU sieht in ihrem Konzept „extrem ehrgeizige Ziele“ (EULER, 18.03.2011, S. 63) formuliert. Die Konzepte von der SPD und den Grünen werden dagegen von der Landesregierung als utopisch bezeichnet. CDU und FDP sehen in diesen Konzepten „Überregulierungen“, „Staatsdirigismus“ und „Hirngespinnste“ (EULER, 18.03.2011, S. 63) am Werk. Der Opposition im hessischen Landtag wiederum ist das von CDU und FDP erarbeitete Energiekonzept nicht ambitioniert genug. Es fehlten konkrete Vorgaben, wie die Zielsetzungen erreicht werden sollen (EULER, 18.03.2011, S. 63).

Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien ist auch die Haltung zur Zukunft der Atomkraft verbunden. Insbesondere bei den beiden die Regierung stellenden Parteien waren seit der Atomkatastrophe in Fukushima neue Töne bezüglich des Atomausstiegs zu vernehmen. Wurden noch im Herbst 2010 die damals beschlossenen Laufzeitverlängerungen deutscher Atomkraftwerke – inklusive des hessischen Atomkraftwerks Biblis – von den hessischen Landesverbänden der CDU und FDP einvernehmlich begrüßt, ist von diesen Parteien jetzt ein relativ zügiger Ausstieg aus der Atomkraft akzeptiert worden (FAZ, 19.05.2011, S. 37). Allerdings wird die Alternative nicht zwangsläufig in den erneuerbaren Energien gesehen. Zwar soll deren Ausbau forciert werden. Lucia Puttrich sieht jedoch in fossilen Energieträgern die nähere Zukunft, wenn auch als Brückentechnologie (FAZ, 28.05.2011, S. 41).

Gleiches gilt für die hessische FDP. Sie gibt sich zum Thema erneuerbare Energien sehr zurückhaltend. Vor kurzem noch Befürworter der Atomkraft, hat sich dann auch die FDP für das Abschalten des Kraftwerks in Biblis ausgesprochen (EULER, 29.03.2011, S. 45). Der

hessische FDP-Fraktionschef Florian Rentsch betont aber, dass „allein durch ↑Blockheizkraftwerke im Keller, ein bisschen Gas und ansonsten erneuerbare Energien“ der fehlende Strom nicht ersetzt werden könne (FAZ, 09.06.2011, S. 45).

Die CDU sieht vor allem in der Biomasse Potenziale. Auch im Hinblick auf Windenergie gibt es bei der CDU eine gewisse Bewegung. Der Ausbau der Windkraft ist über viele Jahre vor allem wegen scheinbar fehlender Akzeptanz in der Bevölkerung von der hessischen CDU blockiert worden. So wurde 2006 vom früheren hessischen Umweltminister Wilhelm Dietzel ein maximaler Anteil von 0,8% am Energieverbrauch anvisiert (HARTING, 22.03.2006, S. 58). Im Jahr 2009 hat der CDU-Bundestagsabgeordnete für den Wahlkreis Rheingau-Taunus/Limburg Klaus-Peter Willsch noch zum Kampf gegen die Verschandelung der Landschaft durch „Windkraftmonster“ aufgerufen (FAZ, 07.05.2009, S. 58). Erst in dem unter der damaligen Umweltministerin Silke Lautenschläger erarbeiteten Energiekonzept ist der Windkraft eine höhere Bedeutung beigemessen worden. Im aktuellen Energiekonzept wird für das Jahr 2020 von einem Anteil von 6,6% am Endenergieverbrauch ausgegangen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 20).

Die Parteien, welche die Opposition im hessischen Landtag stellen, setzen sich für den Ausstieg aus der Atomkraft und den verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien ein. Das Konzept der SPD sieht einen möglichst schnellen Ausstieg aus der fossil-atomaren Energieversorgung vor; man will hin zu einer vollständigen Versorgung aus erneuerbaren Energien (SCHEER, 2006). Der 2010 von der SPD vorgetragene Entwurf für ein „Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien“ wurde von der Landesregierung abgelehnt (FAZ, 22.03.2011, S. 47). Die Grünen streben eine Energieversorgung allein aus erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2028 an (Bündnis90/Die Grünen, 2007). Die Fraktion der Linkspartei setzt sich für die Abschaltung der Atomkraftwerke sowie für den Ausbau erneuerbarer Energien ein. Die Partei fordert eine Rekommunalisierung der Energieversorgung und eine „Abkehr von zentralistischen Großkraftwerken und Monopolen“ (FAZ, 26.05.2011, S. 57).

### **5.2.2 Ökonomische Akteure (Unternehmen, Finanzwirtschaft)**

Die *Landesarbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Hessen* vertritt mittelständige Unternehmen und Fachverbände mit mehreren Zehntausend Mitarbeitern in Hessen. Für jede Sparte im Bereich der erneuerbaren Energien gibt es eine eigene Arbeitsgruppe (LEEh, 2011).

In Hessen ist die Zahl der Unternehmen in der Erneuerbare-Energien-Branche von 2009 bis 2010 von 1.135 auf 1.395 gestiegen. Der Anteil dieser Unternehmen an der Gesamtzahl der Unternehmen in Hessen beträgt 0,7% im Jahr 2009 bzw. 0,8% im Jahr 2010 (AEE, 2011a). Im Vergleich mit anderen Bundesländern liegt Hessen damit nach der von der Agentur für erneuerbare Energien durchgeführten Bundesländervergleichsstudie auf dem 13. Platz. Nach Angaben des hessischen DGB-Vorsitzenden Stefan Körzell sind in Hessen im Jahr 2011 etwa 13.000 Menschen in Unternehmen der Erneuerbaren-Energien-Branche beschäftigt (FAS, 29.05.2011, S. R2). Im Bereich der Windkraft waren in Hessen im Jahr 2009 rund 3.500 Personen beschäftigt (AEE, 2011b). Für die Photovoltaik-Industrie wurde 2007 eine Erhebung von Beschäftigtendaten durchgeführt. Mit 3.562 Beschäftigten liegt Hessen damit in der Bundesländervergleichsstudie auf dem siebten Platz (DIEKMANN, 2010, S. 70f).

Für die Finanzierung des Ausbaus erneuerbarer Energien sowie von Energieeffizienzmaßnahmen spielen in Hessen vor allem die *Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (Wibank)* sowie die *Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)* eine große Rolle. Die Wibank organisiert nahezu die gesamte öffentliche Förderung für das Land Hessen. Sie ist eine Anstalt öffentlichen Rechts unter dem Dach der Landesbank Hessen-Thüringen Girozentrale (Helaba). Nach dem „Gesetz über die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen“ obliegt der Wibank die „monetäre Ausführung von öffentlichem Fördergeschäft“ (LAND HESSEN, 2006). Aktuelle Fördermaßnahmen liegen vor allem im Bereich der Biomasse. So werden derzeit Zuschüsse für die Errichtung von Biogasanlagen, Biomassefeuerungsanlagen sowie Nahwärmenetze gewährt. Daneben werden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Machbarkeitsstudien zur Erarbeitung von Problemlösungen sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben im Bereich erneuerbarer Energien gefördert (WIBANK, 2011). Weitere Fördermaßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung werden in Kooperation mit der Kreditanstalt für Wiederaufbau getätigt. Diese stellt sowohl Unternehmen, Privatpersonen, Organisationen als auch Kommunen zahlreiche Kredite für den Ausbau erneuerbarer Energien sowie für die Verbesserung der Energieeffizienz zur Verfügung. Im Bereich der Energieeffizienz gibt es verschiedene Förderprogramme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren sowie Zuschüsse für Innovation und Umweltschutz in Unternehmen. Bei erneuerbaren Energien werden insbesondere große Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, große Solarkollektoren sowie Biomasseanlagen gefördert. Ein weiteres Programm der KfW sieht Kredite für den Ausbau der Tiefengeothermie vor. Gefördert werden sollen Anlagen zur Erschließung von ↑Erdwärme ab einer Tiefe von 400 m (KfW, 2011).

### 5.2.3 Umweltverbände

Der *BUND Hessen* hat im Jahr 2010 die „Energieleitlinien des BUND Landesverband Hessen“ veröffentlicht. Darin werden Lösungswege aufgezeigt, wie der Ausbau erneuerbarer Energien vollzogen werden sollte. Der BUND Hessen spricht darin sowohl Bürger, Verwaltungen als auch die Regierung an (BUND HESSEN, 2010). Der *Naturschutzbund (NABU) Hessen* spricht sich zwar für den deutlichen Ausbau erneuerbarer Energien aus, betont aber, dass dieser naturverträglich durchgeführt werden müsse. Zum Ausbau der Windkraft hat der NABU Hessen ein Positionspapier erstellt, in dem Windkraft-Tabuzonen gefordert werden (NABU HESSEN, 2011).

### 5.2.4 Gewerkschaften und Kirche

Der *hessisch-thüringische Bezirk des Deutschen Gewerkschaftsbundes (DGB)* setzt sich sowohl für den Ausstieg aus der Atomkraft als auch für den Ausbau erneuerbarer Energien ein. Der DGB vertritt besonders deshalb auch die Interessen der Beschäftigten in der Erneuerbaren-Energien-Branche, weil er in ihr gute Zukunftsaussichten sieht. Da nach Auskunft des DGB allerdings auch viele Gewerkschaftsmitglieder in fossilen und nuklearen Kraftwerken sowie in der Energiewirtschaft tätig seien, sollen deren Interessen ebenso gewahrt werden. Stefan Körzell, Vorsitzender des DGB Hessen-Thüringen, misst den erneuerbaren Energien eine hohe Bedeutung bei. Er ist daher mit dem Vorschlag an den hessischen Ministerpräsidenten Volker Bouffier herangetreten, einen Energiegipfel zu berufen (DGB HESSEN-THÜRINGEN, 2011). Neben vielen anderen Organisationen ist auch die *Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie Hessen-Thüringen (IG-BCE)* zur Teilnahme am Energiegipfel eingeladen worden. Diese Gewerkschaft setzt sich nicht nur für Nachhaltigkeit in der Energieversorgung ein, sondern achtet auch auf Versorgungsstabilität und Bezahlbarkeit. Sie fordert eine Bündelung der Entscheidungskompetenzen in einem neu zu schaffenden hessischen Energieministerium (IG-BCE, 2011).

Auch die evangelischen und katholischen Kirchen in Hessen leisten im Bereich der erneuerbaren Energien einen Beitrag. Die *evangelische Kirche in Hessen und Nassau (EKHN)* spricht sich gegen die Atomkraft und für den Ausbau erneuerbarer Energien aus. Der evangelische Umweltpfarrer Meisinger kritisiert in einer Stellungnahme das „Energiekonzept 2020“ der hessischen Landesregierung. Dieses schöpfe die Potenziale der Windkraft in Hessen nicht voll aus (MEISINGER, 2010). Viele Gemeinden der evangelischen Kirchen in Hessen (EKHN

und EKKW) und die drei in Hessen existierenden katholischen Bistümer Mainz, Limburg und Fulda haben sich verpflichtet, ihren Elektrizitätsbedarf mit Ökostrom zu decken<sup>1</sup>.

### 5.2.5 Forschungseinrichtungen und Hochschulen

In Hessen sind einige relevante Forschungseinrichtungen angesiedelt. Dazu gehören das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) mit Sitz in Kassel, das Institut Wohnen und Umwelt (IWU) mit Sitz in Darmstadt und das Witzenhausen-Institut mit Sitz in Witzenhausen.

Das *Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)* ist im Jahre 2009 aus dem Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik (CWMT) in Bremerhaven und dem Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) in Kassel hervorgegangen. Es befasst sich mit anwendungsorientierter Forschung im Bereich der Materialentwicklung, Netzoptimierung und Energiesystemtechnik von erneuerbaren Energien. Der Schwerpunkt der Forschung liegt in der Windkraft. Weitere Forschungsfelder sind Photovoltaik, Meeresenergie, Bioenergie sowie Energiewandlung, Energiespeicher, Hybridsysteme und Energiewirtschaft. Das Institut, das etwa 100 feste Angestellte beschäftigt, pflegt Kooperationen zu weiteren nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen. In Hessen besteht eine enge Kooperation mit der Universität Kassel. Im Bundesgebiet gibt es vor allem Arbeitsgemeinschaften mit norddeutschen Universitäten, die im Bereich der Windenergie forschen. Im Jahr 2003 wurde auf Initiative des IWES die European Academy of Wind Energy (EAWE) gegründet. Dort schließen sich führende europäische Forschungsinstitute im Bereich der Windenergie zusammen (IWES, 2011a).

Das *Institut Wohnen und Umwelt (IWU)* ist eine gemeinnützige Forschungseinrichtung und gehört dem Land Hessen und der Stadt Darmstadt. Die Forschungsgebiete des Instituts liegen in den Bereichen Wohnen und Energie. Im Forschungsgebiet Energie werden Fragen zur nachhaltigen Entwicklung im Gebäudebereich, vor allem durch Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparung, bearbeitet (IWU, 2011).

Das *Witzenhausen-Institut* befasst sich unter anderem mit der energetischen Verwertung von Abfall- und Reststoffen. Im Institut werden Stoff- und Potenzialanalysen, Beratungen und Fortbildungen sowie Forschungs- und Entwicklungsvorhaben durchgeführt und begleitet.

---

<sup>1</sup> BISTUM FULDA (2011), BISTUM LIMBURG (2009), BISTUM MAINZ (2011), EKHN (2011)

Auch an der vom Land Hessen veröffentlichten Biomassepotenzialanalyse wirkt das Witzenhausen-Institut mit (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011).

Die *Universität Kassel* ist die einzige Hochschule in Hessen, die Studiengänge anbietet, die vollständig auf erneuerbare Energien ausgerichtet sind. Derzeit gibt es dort drei Masterstudiengänge im Bereich erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Grundständige und postgraduale Studiengänge mit Schwerpunkten in dieser Thematik und Vertiefungsmöglichkeiten darin gibt es ebenfalls an der Universität Kassel, an der *TU Darmstadt*, an der *HS Darmstadt*, an der *FH Frankfurt* sowie an der *FH-Gießen Friedberg* (BÜHLER, 2010).

### 5.3 Interaktion und Netzwerke zwischen den Akteuren

Nach der Skizzierung der Akteure steht die Frage im Raum, wie diese interagieren und welche Netzwerke es gibt. Solche Interaktionen stehen unter dem Ziel, Akteure aus den verschiedenen Bereichen zusammenzubringen und den Wissenstransfer zu ermöglichen.

Bereits seit 1997 veranstaltet das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (früher unter anderen Bezeichnungen) das *Hessische Klimaschutzforum*. Ziel dieses Forums ist es, den kommunalen Klimaschutz zu fördern. Einen Bestandteil davon stellt der Ausbau erneuerbarer Energien dar. Durch „Best-Practice“-Beispiele sollen die Kommunen voneinander lernen und erfolgreiche Konzepte auch andernorts umsetzen. Teilnehmer des Forums sind Kommunen, Unternehmen sowie verschiedene Energienetzwerke (HMUELV, 2011b).

Die im Jahr 2002 von der hessischen Landesregierung angeregte *Wasserstoff- und Brennstoffzellen Initiative Hessen* soll Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die mit dieser Technologie arbeiten und forschen, zusammenführen und zu gemeinsamen Projekten motivieren. Insbesondere der rasche Technologietransfer zwischen Forschung und Wirtschaft steht hierbei im Vordergrund. Auch wenn Wasserstoff keine Primärenergie, sondern eine Sekundärenergie ist, liegt dessen Bedeutung für die Speicherung von erneuerbarer Energie auf der Hand (LAND HESSEN, 2011a).

Das *Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien (deENet)* in Kassel wurde im Jahr 2003 mit dem Ziel gegründet, Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Dienstleister im Bereich dezentraler Energie- und Effizienztechnologien zu vernetzen. Das Netzwerk, das über 100 Unternehmen und Forschungseinrichtungen einbezieht, hat das Ziel, bis zum Jahr 2020 in Nordhessen 20.000 neue Arbeitsplätze zu schaffen. Durch die Entwicklung von dezentralen

Versorgungstechniken, von energieoptimiertem Planen und Bauen und von energieeffizienten industriellen Prozessen soll Nordhessen eine ähnliche ökonomische Bedeutung erlangen, wie sie heute für diese Region die Automobilindustrie hat (DEENET, 2011a). In dem von deENet durchgeführten Projekt „100% Erneuerbare-Energien-Regionen“ sind deutschlandweit bereits über hundert Kommunen beteiligt, die ihre Energieversorgung vollständig auf erneuerbare Energien umstellen wollen. In Hessen nehmen bisher acht Landkreise und 5 Gemeinden und Städte an dem Projekt teil (DEENET, 2011b).

Zur Bündelung der Kompetenzen im Bereich der Biomasse wurde im Jahr 2004 vom Land Hessen das *Kompetenzzentrum HessenRohstoffe (HeRo) e.V.* gegründet. Das Netzwerk hat mittlerweile mehr als 50 Mitglieder hauptsächlich aus Unternehmen (produzierendes Gewerbe, Planung, Beratung etc.), Kommunen und Forschungseinrichtungen. Durch die Mitgliedschaft im Netzwerk soll den Akteuren vor allem ein guter Informationsaustausch sowie Geschäftskontakte geboten werden (HERO, 2011).

Beim *CLEO-Kompetenznetz für neue Energien (Cluster erneuerbare Energien Odenwald)* handelt es sich um ein Netzwerk für die Region Südhessen. Das vom Land Hessen und auch mit Mitteln aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Netzwerk hat das Ziel, den Ausbau erneuerbarer Energien in Südhessen zu forcieren. Dafür unterstützt das Netzwerk die Zusammenarbeit der Akteure im Bereich der erneuerbaren Energien. Dies geschieht unter anderem durch Unterstützung bei der Suche nach Kooperationspartnern, durch Weiterbildungsmaßnahmen, beim Wissens- und Technologieaustausch und beim Akquirieren von Fördergeldern (CLEO, 2011).

Aufgrund der Ereignisse in Japan und der danach eingeleiteten „Energiewende“ in Deutschland hat Ministerpräsident Volker Bouffier auf Anraten des hessischen DGB-Vorsitzenden Stefan Körzell zu einem *Energiegipfel* eingeladen. Als Ziel des Energiegipfels wird formuliert, „den größtmöglichen Konsens auf gesellschaftlicher und politischer Ebene für eine zukünftige Energiepolitik in Hessen [zu] erreichen“ (HESSISCHER ENERGIEGIPFEL, 2011). Über mehrere Termine werden von vier Arbeitsgruppen Lösungsvorschläge zum Ausbau des zukünftigen Energiemixes aus erneuerbaren und fossilen Energien (1), zu Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenzialen (2), zur Energieinfrastruktur (3) sowie zur gesellschaftlichen Akzeptanz des sich verändernden Energiesystems (4) erarbeitet. Mitglieder des Energiegipfels sind die im hessischen Landtag vertretenen Parteien, kommunale Spitzenverbände, Wirtschaftsverbände, Gewerkschaften, Umweltverbände, Energieunternehmen, Ener-

gieverbände sowie zuständige Staatssekretäre und Minister (HESSISCHER ENERGIEGIPFEL, 2011).

## 5.4 Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien

Bei den Instrumenten zur Förderung erneuerbarer Energien sind Steuerungen in Form von Gesetzen von den monetären Instrumenten zu unterscheiden. Weitere Instrumente der Förderung sind nicht-investive Vorgänge wie Beratung, Informationskampagnen und Wissensvermittlung.

### 5.4.1 Gesetzliche Instrumente

Die rechtlichen Instrumente sind vor allem in der Hessischen Bauordnung (HBO), in der Hessischen Gemeindeordnung (HGO), im Landesentwicklungsplan Hessen (LEP), im Hessischen Energiegesetz (HEng) und im Hessischen Landesplanungsgesetz (HLPG) verankert.

Erneuerbare-Energien-spezifische Regelungen in der *Hessischen Bauordnung* sind in § 6 (9) und § 55 enthalten. Die Satzungen beinhalten Abstandsvorgaben und Auflagen zum Bau von Solaranlagen und Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung. Diese sind genehmigungsfrei, wenn sie eine bestimmte Größe bzw. Nennleistung nicht überschreiten (LAND HESSEN, 2011b).

In der *Hessischen Gemeindeordnung* ist vor allem § 19 Absatz 2 von Bedeutung. Dieser Paragraph besagt, dass die Gemeinde den Anschluss der Grundstücke des Gemeindegebietes an das Versorgungsnetz und dessen Benutzung per Satzung vorschreiben kann (LAND HESSEN, 2005).

Der *Landesentwicklungsplan Hessen 2000 (LEP)* stellt im Planungssystem des Landes ein essenzielles Instrument dar. Der LEP enthält die Vorgabe, dass in den hessischen Regionalplänen Flächen mit ausreichenden natürlichen Windverhältnissen für die Nutzung von Windenergie auszuweisen sind (HMWVL, 2000, S. 48).

Das *Hessische Energiegesetz* regelt vor allem die Förderung im Bereich der rationellen Energienutzung (HMWVL, 2008, S. 2817ff). Die genauen Fördermaßnahmen sind weiter unten genannt.

#### 5.4.2 Investive und nicht-investive Fördermaßnahmen

Die oben genannten Gesetze weisen unter anderem den Weg für finanzielle unterstützende Maßnahmen. Die monetäre Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz seitens des Landes Hessen kann in Form von Zuschüssen, Darlehen oder Zulagen in Anspruch genommen werden (BMW, 2011) und basiert auf drei Säulen. Diese werden im Folgenden knapp skizziert.

(1) Die vier Förderprogramme gemäß der *Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung nach §§ 4 bis 8 des Hessischen Energiegesetzes (HEnG)* beinhaltet vier verschiedene Förderprogramme:

- Vorhaben zur Nutzung innovativer Energieeffizienztechnologien und Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktvorbereitungsförderung),
- Entwicklungsvorhaben,
- Vorhaben zur sparsamen und rationellen Energienutzung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien (Marktanreizförderung),
- Projekte zur Qualifizierung- und Informationsvermittlung und -verbreitung der Energieeffizienztechnologien und der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien (HMWVL, 2008, S. 2817ff).

(2) Das Förderprogramm gemäß den *Richtlinien zur Förderung der ländlichen Entwicklung in Hessen*

Das Land Hessen fördert in diesem Programm verschiedene Maßnahmen und Vorhaben im Bereich von nachwachsenden Rohstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft. Das Land gewährt Investitionszuschüsse für den Bau von Biogas-Anlagen und angeschlossenen Biogas-Blockheizkraftwerken, für automatisch beschickte Biomassefeuerungsanlagen zur zentralen Wärmeversorgung ab 50 kW sowie für Nahwärmenetze und Biogasleitungen bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen. Daneben werden Fördermittel für Machbarkeitsstudien zur Erarbeitung von Problemlösungen, zu Forschungs- und Entwicklungsvorhaben und zu Pilot- und Demonstrationsvorhaben bereitgestellt (HMUELV, 2011c).

(3) Die *Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von kommunalen Wohngebäuden und ausgewählten Nichtwohngebäuden*

Das Land Hessen fördert in Form eines Zuschusses Modernisierungsmaßnahmen in kommunalen Wohngebäuden und ausgewählten Nichtwohngebäuden (z.B. Verwaltungsgebäuden

und öffentliche Bildungseinrichtungen). Voraussetzung für die Förderung ist, dass der jährliche Heizbedarf der betroffenen Gebäude auf 25 kWh pro Quadratmeter reduziert werden kann. Der Zuschuss beläuft sich auf bis zu 50% der aufgetragenen Investitionen (HMUELV, 2011d).

Neben den genannten investiven Förderungen gibt es seitens der Landesregierung einige nicht-investive Maßnahmen zur Förderung der Energieeffizienz und erneuerbarer Energien. Das Land sieht im Gebäudesektor das größte Energieeinsparpotenzial und setzt daher auch den Schwerpunkt der nicht-investiven Maßnahmen auf diesen Bereich. Die durchgeführten Maßnahmen sind „Grundlagenuntersuchungen über Kooperationen, die Erstellung von Leitfäden, wissenschaftliche Begleitung konkreter Vorhaben sowie die Öffentlichkeitsarbeit“. Zu den erneuerbaren Energien stellt das Land Hessen verschiedene Beratungsangebote zur Verfügung (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 33).

## **5.5 Erfolgsbedingungen**

Nachdem die Akteursstrukturen und die gesetzlichen Rahmenbedingungen skizziert wurden, werden im Folgenden die Erfolgsbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien analysiert. Hierbei werden anhand der Anstrengungen und Erfolge der Akteure, der bestehenden Interaktionen der Akteure untereinander sowie der bestehenden Rahmenbedingungen die Erfolgsaussichten der erneuerbaren Energien in Hessen bewertet.

### **5.5.1 Politische Erfolgsbedingungen**

Die Atomkatastrophe in Japan im März des Jahres 2011 hat ein völlig neues Licht auch auf die Frage nach der Energieversorgung in Hessen geworfen. Wo noch im Jahr 2010 die in Hessen regierenden Parteien der damals vom Deutschen Bundestag beschlossenen Laufzeitverlängerung der Atomkraftwerke einhellig zugestimmt hatten, äußerten sich dieselben Parteien gegenüber der Atomkraft nach Fukushima sehr kritisch und stimmen dem vom Deutschen Bundestag 2011 beschlossenen „Ausstieg aus dem Ausstieg“ zu. Gleichzeitig sprechen sich die CDU und die FDP für den Ausbau erneuerbarer Energien aus, auch wenn die angestrebten Ziele im Vergleich zu den Konzepten der Opposition relativ zurückhaltend sind (EULER, 18.03.2011, S. 63). Dies zeigt ein Vergleich der Konzepte, auf die weiter unten eingegangen wird.

Neue Töne sind insbesondere im Bereich der Windkraft zu vernehmen. Wurde noch von der damaligen Umweltministerin Silke Lautenschläger vor einer „Verspargelung der Landschaft“ gewarnt (FAZ, 02.02.2010, S. 33), spricht sich die heutige Ministerin Lucia Puttrich für einen weiteren Ausbau der Windkraft aus. Schwerpunkt soll jedoch nicht der Neubau von Anlagen, sondern das ↑Repowering älterer Anlagen sein. Derzeit wird vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ein Windatlas erstellt, der alle möglichen Standorte für Windkraft in Hessen zeigen soll (EULER, 19.12.2010, S. R2).

Ob der Ausstieg aus der Atomkraft den Ausbau erneuerbarer Energien beflügeln wird, bleibt abzuwarten. Um die durch das Abschalten des Atomkraftwerkes in Biblis entstandene Versorgungslücke zu schließen, setzt die hessische Landesregierung zunächst auf fossile Kraftwerke als neue Brückentechnologie. So wurde die Genehmigung für den Ausbau des Kohlekraftwerks Staudinger bei Hanau zum größten und modernsten Kohlekraftwerk in Europa erteilt. Zwar liegt es nun an dem Energieversorger Eon, ob das Kraftwerk ausgebaut wird. Die hessische Umweltministerin zumindest geht davon aus, dass „wir länger fossile Energien als die Atomkraft brauchen“ (BEBENBURG, 18.04.2011). Die SPD und die Grünen sprechen sich dafür aus, zur Überbrückung der Versorgungslücke neue Gaskraftwerke zu bauen. Diese ließen sich besser in einen Energiemix mit erneuerbaren Energien integrieren, da sie flexibler zu steuern seien (BEBENBURG, 05.04.2011).

Die Betriebsdauer eines Kohlekraftwerkes ist weitaus länger ausgelegt als die eines Gaskraftwerkes. Die Frage bleibt daher, ob die Signalwirkung des Atomausstiegs im Hinblick auf den Ausbau regenerativer Energien durch die Favorisierung eines langlebigen Kohlekraftwerkes abgeschwächt oder sogar verloren geht.

Das Kraftwerk Staudinger stößt ungeachtet dessen in der Hanauer Bevölkerung auf Protest. Die Stadt Hanau beabsichtigt, Bürger bei ihrer Klage gegen das Kraftwerk zu unterstützen. Welchen Einfluss ein solcher Widerstand auf die Politik haben wird und insbesondere auf deren Haltung gegenüber den erneuerbaren Energien, ist derzeit nicht abzusehen (FAZ, 08.08.2011).

Der von Ministerpräsident Volker Bouffier einberufene Energiegipfel wird von den teilnehmenden Akteuren als ermutigendes Zeichen in Richtung Ausbau erneuerbarer Energien wahrgenommen. Zwar wird kritisiert, dass kommunale Stromversorger und Umweltverbände anfangs nicht am Gipfel teilnehmen dürfen. Dennoch setzen alle Parteien hohe Erwartungen in den Energiegipfel. Der SPD-Vorsitzende Thorsten Schäfer-Gümbel ist sich zwar über den

Ausgang des Gipfeltreffens noch unsicher, betont aber, dass es bereits ein Fortschritt sei, dass man „überhaupt miteinander redet, nachdem die Landesregierung in den vergangenen Jahren jeden konstruktiven Dialog über Energiepolitik verweigert hat“ (EULER, 09.04.2011, S. 55).

Grundsätzlich ist zu erkennen, dass gegenwärtig auch seitens der CDU und der FDP positive Signale in Richtung Ausbau erneuerbarer Energien zu vernehmen sind. Deutlicher kommt jedoch die Bereitschaft aus den Reihen der SPD und der Grünen. Die Opposition im hessischen Landtag unterstützt nicht erst seit den Vorfällen in Fukushima den Ausbau erneuerbarer Energien. Sowohl die SPD als auch die Grünen haben in ihren Energiekonzepten bereits 2006 und 2007 sehr konkrete Ziele und Lösungsvorschläge zur zukünftigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien formuliert (BEBENBURG, 05.05.2011). Ausdruck des besonderen Engagements der SPD und der Grünen für den Ausbau der erneuerbaren Energien ist, dass diese beiden Parteien im hessischen Landtag wiederholt eingefordert haben, die Rahmenbedingungen hierfür zu verbessern. Neben Gesetzesinitiativen zum Vorrang erneuerbarer Energien, zu Mindestwirkungsgraden von Kraftwerken oder zur Verpflichtung zur Nutzung von effizienter  $\uparrow$ Kraft-Wärme-Kopplung-Technologie setzt sich die Opposition auch für eine Änderung der hessischen Bauordnung ein. Absicht dabei ist, den Kommunen zu erlauben, hohe Energiestandards für Neu- und Umbauten vorzuschreiben (EULER, 18.03.2011, S. 63). Nach den Vorstellungen der SPD und der Linken ist ein erfolgreicher Ausbau erneuerbarer Energien nur mit einer „Demokratisierung der Energieversorgung“ zu erreichen. Diese Parteien sprechen sich dafür aus, Windparks von Stadtwerken oder Genossenschaften betreiben zu lassen, um so die Akzeptanz der Bevölkerung zu steigern. Außerdem müssten Kommunen selbst Windkraftanlagen betreiben dürfen. Einem solchen Wunsch steht jedoch entgegen, dass die Hessische Gemeindeordnung von 1999 die wirtschaftliche Betätigung der Kommunen untersagt (FAZ, 26.05.2011, S. 57).

Ungeachtet aller Kritik vonseiten der Opposition sind die Bemühungen der hessischen Regierung, den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren, im Vergleich zu früheren Legislaturperioden heute durchaus erkennbar. Vor allem der Wandel beim Thema Atomkraft kann Auswirkungen auf den Ausbau der alternativen Energien haben, wenn auch die Unterstützung des Projektes Staudinger dies in Frage stellt. Auch bei der Windkraft, mit deren Ablehnung in früheren Zeiten Wahlkampf betrieben worden ist, öffnen sich die regierenden Parteien immer mehr. Inwiefern der Ausbau der erneuerbaren Energien tatsächlich voranschreitet und ob die Energieziele erreicht oder übertroffen werden, zeigen die nächsten Jahre. Zwar ist eine gewisse Entwicklung in der hessischen Politik zu erkennen, im Vergleich zu anderen Bun-

desländern liegt Hessen jedoch bei den Anstrengungen zum Ausbau erneuerbarer Energien noch weit abgeschlagen zurück (vgl. Abschnitt 7.2) (DIEKMANN, 2010, S. 17ff).

### **5.5.2 Ökonomische Erfolgsbedingungen**

Der SPD-Vorsitzende Thorsten Schäfer-Gümbel sieht in dem Ausbau erneuerbarer Energien das „größte Wachstums- und Beschäftigungsprogramm aller Zeiten“ (FAZ, 24.05.2011, S. 46). Nach seinen Angaben sind allein in Nordhessen in den letzten vier Jahren über 12.000 Arbeitsplätze in dieser Branche entstanden. Nach einer Studie zur Regionalentwicklung vom Kompetenznetzwerk Dezentrale Energietechnologien (deEnet) können bis 2020 im Bereich dezentrale Energietechnik, erneuerbare Energien und Energieeffizienz bis zu 20.000 Menschen in Nordhessen beschäftigt sein (DEENET, 2011a). Der IG-Metall-Bezirksleiter für Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Thüringen, Armin Schild, fordert von der Landesregierung, feste Rahmenbedingungen zu schaffen, damit die Investitionssicherheit gewährleistet ist. Die IG-Metall geht davon aus, dass durch eine Politik, die auf eine dezentrale Energieversorgung aus erneuerbaren Energien zielt, in Deutschland bis zu eine Million Arbeitsplätze geschaffen werden können (FAZ, 24.05.2011, S. 46).

Die Arbeitsgemeinschaft hessischer Industrie- und Handelskammern sieht im Ausbau erneuerbarer Energien eine enorme Bedeutung für die Wirtschaft des Landes. Sie hat das Energiekonzept der hessischen Regierung gelobt, betont aber, dass der Ausbau erneuerbarer Energien einerseits ohne finanzielle Zusatzbelastungen von Unternehmen und Privathaushalten sowie andererseits ohne Zwangsmaßnahmen geschehen müsse (FAZ, 03.02.2010, S. 36).

Nach Angaben des hessischen Bauernverbandes werden die Landwirte vom Ausbau erneuerbarer Energien besonders profitieren, da die hessische Landesregierung in ihrem Energiekonzept vor allem auf den Ausbau von Biomasse setzt. Es könnten in Hessen mehr als 100.000 ha Fläche für den Anbau von Energiebiomasse bereitgestellt werden, ohne dass es zu Engpässen in der Nahrungsmittelversorgung kommt (FAZ, 03.02.2010, S. 36).

### **5.5.3 Sonstige Erfolgsbedingungen**

Die Akzeptanz für erneuerbare Energien ist in keinem Bundesland so hoch wie in Hessen. In einer repräsentativen Forsa-Umfrage geben 98% der Hessen an, dass der Ausbau erneuerbarer Energien „wichtig“, „sehr wichtig“ oder „außerordentlich wichtig“ sei. Gleichzeitig erwartet mit 85% eine große Mehrheit der Befragten ein verstärktes Engagement der Landes- und

Kommunalpolitiker. Auch die sehr weit verbreitete NIMBY-Mentalität (Not In My Back Yard) trifft nicht auf Hessen zu. 72% der Befragten finden den Betrieb einer Anlage für erneuerbare Energien in ihrer Nachbarschaft „gut“ oder „sehr gut“. Nur in Bayern (75%) ist die Akzeptanz dafür höher. Etwas mehr als die Hälfte der Befragten in Hessen wünschen sich zukünftig eine Stromversorgung zu 100% aus erneuerbaren Energien (FORSA, 2010).

## **5.6 Restriktionen**

Im Folgenden sollen die politischen und ökonomischen Hindernisse in Bezug auf den Ausbau erneuerbarer Energien beleuchtet werden. Mangelnde politische Anstrengungen sowie ungünstige Rahmenbedingungen, die den Ausbau erneuerbarer Energien eher behindern als fördern, sollen hier dargestellt werden. Neben den politischen und ökonomischen Faktoren werden auch energieträgerspezifische Restriktionen betrachtet.

### **5.6.1 Politische und finanzielle Restriktionen**

Mit dem Ausstieg aus der Atomkraft sieht sich die Regierung gezwungen, rund 50% der bisherigen Stromerzeugung durch andere Energiequellen bereitzustellen. Zwar spricht derzeit einiges dafür, dass erneuerbare Energien einen höheren Anteil bei der Stromerzeugung erhalten. Weder die Regierungsparteien noch die SPD und die Grünen sehen jedoch keinen Weg hin zu einem höheren Beitrag von erneuerbaren Energien, ohne den Umweg einer Brückentechnologie. Von der CDU und der FDP wird hierbei Kohle favorisiert (FR, 15.03.2011). Der Blickpunkt der hessischen Landesregierung liegt fest auf dem geplanten Ausbau des Kraftwerks Staudinger bei Hanau, wo hauptsächlich Strom aus Kohle gewonnen werden soll. Die Genehmigung des neuen Blocks des Kraftwerks Staudinger sowie die für sehr zurückhaltend empfundenen Energieziele der Regierung werden von der Opposition heftig kritisiert. Nach deren Ansicht und zudem nach der Auffassung anderer Organisationen wie Umweltverbände und einzelner Gewerkschaften unternimmt die Regierung nicht genug für den Ausbau erneuerbarer Energien. Nach Angaben der umweltpolitischen Sprecherin der Grünen-Landtagsfraktion, Ursula Hammann, ist aus dem Energiekonzept der Regierung nicht ersichtlich, auf welche Weise das Ziel, ein Fünftel des Endenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien bereitzustellen, erreicht werden soll (EULER, 18.03.2011, S. 63). Der umweltpolitische Sprecher der SPD-Landtagsfraktion, Manfred Göring, vermisst in dem Konzept Entwürfe zur Beseitigung planungsrechtlicher Hindernisse, insbesondere was den Ausbau der Windkraft betrifft (FAZ, 02.02.2010, S. 33).

Nach der Bundesländervergleichsstudie der Agentur für Erneuerbare Energien (DIEKMANN, 2010) sind in Hessen wenige politische Anstrengungen zu erkennen, die den Ausbau erneuerbarer Energien fördern. So sind die im Vergleich mit anderen Bundesländern auf das Bruttoinlandprodukt bezogenen Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Hessen relativ gering. Im Ranking der Bundesländervergleichsstudie ist Hessen von 2008 bis 2010, was die Kategorie der Forschungs- und Entwicklungsförderung betrifft, vom vierten auf den elften Platz gefallen. Beim Indikator „Politisches Engagement für die Erneuerbare-Energien-Branche“ wird Hessen beim Ranking nur auf Platz 14 – von insgesamt 16 – geführt. Im Bereich „industrie- und technologiepolitische Anstrengungen“ belegt Hessen sogar den vorletzten Platz (AEE, 2010a, S. 5ff). Auch bei den Erfolgen im Ausbau der erneuerbaren Energien liegt Hessen auf den hinteren Rängen. Zwar belegt Hessen bei der Nutzung von Photovoltaik einen überdurchschnittlichen Platz. Die Nutzung der Windenergie sowie die Stromerzeugung aus Biomasse jedoch nehmen nur sehr langsam zu. In der Bundesländervergleichsstudie werden insbesondere die Rahmenbedingungen für die Windkraft und für die Nutzung von Geothermie sehr schlecht bewertet (AEE, 2010a, S. 2ff).

### **5.6.2 Planungsrechtliche Hemmnisse**

Planungsrechtliche Hemmnisse sind nach wie vor beim Ausbau der Windkraft zu sehen. Zwar spricht sich die hessische Landesregierung für die vermehrte Nutzung von Windenergie aus, die gesetzlichen Rahmenbedingungen für den Ausbau der Windkraft sind hingegen wenig förderlich. Nordhessen hat in seinem Regionalplan 2009 lediglich 0,5% der Landesfläche für die Nutzung von Windkraft ausgewiesen (WEBER, 2011). Gleichzeitig wurde der Bau von Windkraftanlagen außerhalb dieser ausgewiesenen „Vorranggebiete für Windenergienutzung“ untersagt. Durch ein Urteil des hessischen Verwaltungsgerichtshofs im Jahr 2011 wurden die Erfolgsaussichten für den Ausbau der Windkraft in Hessen zwar wieder verbessert. Das Gericht hat den Regionalplan Nordhessen 2009 nämlich für unwirksam erklärt. (VGH KASSEL, 2011). Im Zuge der Überarbeitung des Konzepts für Windparkvorrangflächen und der Einarbeitung der Einwände der Bürger und Verbände muss Nordhessen jedoch bis voraussichtlich 2013 ohne geregelte Flächenplanung für Windparkprojekte auskommen (WEBER, 2011).

Eine besondere Erschwernis für den Ausbau der erneuerbaren Energien ist die zum 15. Januar 2011 durchgeführte Novellierung der Hessischen Bauordnung. Darin wurde der Paragraph 81 Abschnitt 2 aufgehoben. Demnach dürfen Kommunen ihren Bürgern bestimmte Heizungsar-

ten nicht mehr vorschreiben (LAND HESSEN, 2010, S. 9). Dadurch kann der Ausbau erneuerbarer Energien jedoch eher gebremst als beschleunigt werden. So wurde durch die Novellierung der Bauordnung der Marburger Solarsatzung die Rechtsgrundlage entzogen. Diese besagte, dass Marburger Bürger bei Neubauten, Dachsanierungen und dem Einbau neuer Heizungen Solaranlagen installieren müssen (MÜLLER, 2010)

## 5.7 Schlussfolgerung

Bis Hessen ein Musterland für erneuerbare Energien wird, wie es der ehemalige Ministerpräsident Roland Koch im Jahr 2010 angekündigt hat, ist es noch ein weiter Weg (EULER, 19.12.2010, S. R2). Vor allem die Studie zum Bundesländervergleich bescheinigt Hessen keine guten Leistungen. Bemängelt werden die schlechten Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien und die wenig vorhandenen Bemühungen, diese zu ändern. Auch im Bereich der Finanzierung ist Hessen noch kein Vorzeigeland. Dies gilt sowohl für die Förderung von Forschung und Entwicklung als auch für Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energien sowie in Projekte zur Steigerung der Energieeffizienz (AEE, 2010a).

Die hohe Akzeptanz für erneuerbare Energien in der Bevölkerung, ferner die von vielen Organisationen gesehenen wirtschaftlichen Potenziale in der Erneuerbaren-Energien-Branche sowie die politische Relevanz des Themas Energieversorgung nach dem Reaktorunfall in Japan (2011) könnten dem Ausbau erneuerbarer Energien einen deutlichen Schub versetzen. Die Wertschätzung erneuerbarer Energien durch die hessische Landesregierung hat in den letzten Monaten zwar merklich zugenommen. Jedoch nur durch den Abbau bestehender Hemmnisse und insbesondere einer finanziell stärkeren Förderung können die erneuerbaren Energien in den nächsten Jahren erheblich ausgebaut werden.

## **6 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen**

---

Konzepte für den Ausbau erneuerbarer Energien sind von mehreren Organisationen differenziert entwickelt worden. Es gibt Konzepte von der Landesregierung und den sie tragenden Parteien CDU und FDP, ferner von der SPD, den Grünen, der Europäischen Vereinigung für Erneuerbare Energien (Eurosolar) sowie dem Witzenhausen-Institut. In den jeweils veröffentlichten Studien werden die Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen vorgestellt. Auch Potenziale zur Senkung des Energieverbrauchs sowie energiepolitische Maßnahmen sind teilweise Inhalt der Konzepte. Die Energiekonzepte der erwähnten Organisationen werden im Folgenden dargestellt und miteinander verglichen.

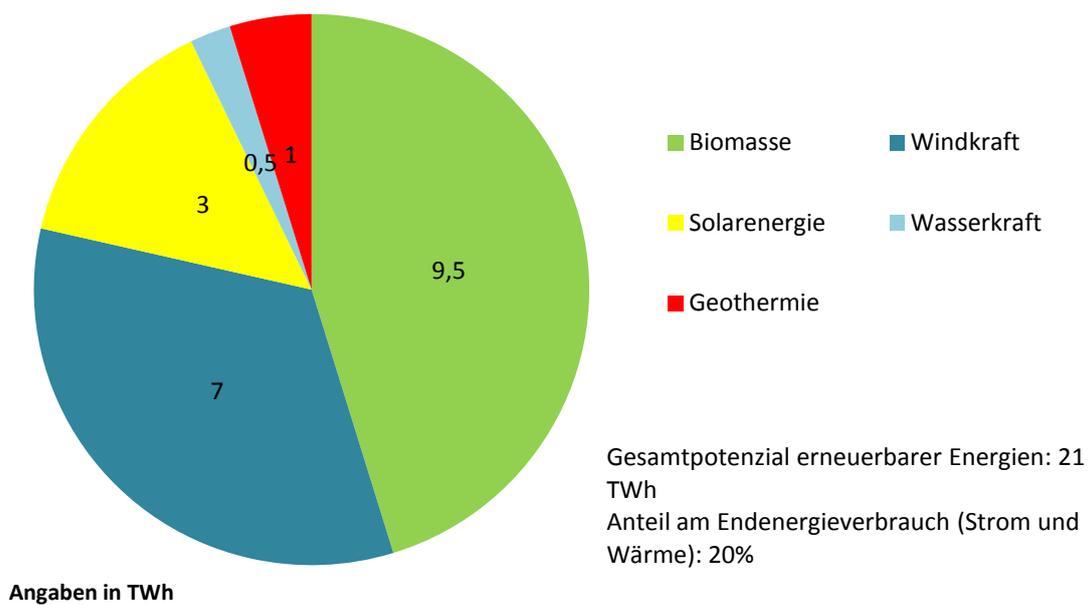
### **6.1 „Bericht des Energieforums Hessen 2020“ – Energiekonzept der hessischen Landesregierung**

Die hessische Landesregierung hat in ihrem Energiekonzept das Ziel formuliert, bis zum Jahr 2020 ein Fünftel des Endenergieverbrauches aus erneuerbaren Energien zu decken. In dieser Zielsetzung nicht aufgenommen ist der Verkehrssektor. Durch Senken des Energieverbrauches sowie durch den Ausbau erneuerbarer Energien sollen im Jahr 2020 21 TWh/a der benötigten 105 TWh/a von erneuerbaren Energieträgern stammen. Durch Energieeffizienzmaßnahmen soll der Endenergieverbrauch von 133 TWh/a im Jahr 2010 auf 105 TWh/a im Jahr 2020 gesenkt werden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch soll von 7 TWh/a im Jahr 2010 auf 21 TWh/a im Jahr 2020 erhöht werden. Um diese Ziele zu erreichen, sollen die Rahmenbedingungen verbessert und verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und des Ausbaus erneuerbarer Energien ergriffen werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 2ff).

#### **6.1.1 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen**

Für die Energiegewinnung aus Biomasse, Wasserkraft, Geothermie und Solarenergie sind in dem Konzept die nach Ansicht der Autoren maximal möglichen Ausbauziele formuliert. Bei der Solarenergie wird angemerkt, dass zwar noch weitere Potenziale vorhanden sind, diese aber nicht bis 2020 erschlossen werden können. Das gesamte Potenzial der Windkraft kann

bis 2020 nicht ausgeschöpft werden. Es existieren noch rechtliche und politische Rahmenbedingungen, die dem Ausbau im Wege stehen. Die Ausbaupotenziale von Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Geothermie sind in dem Konzept aufbauend auf dem Potenzial der Biomasse berechnet worden, da sich dieses aufgrund des kontinuierlichen Ausbaus der vorigen Jahre relativ leicht bestimmen lässt. Abbildung 6-1 zeigt die nach Ansicht der CDU und der FDP vorhandenen Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger in Hessen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 5ff).



**Abbildung 6-1: Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach dem Energiekonzept der CDU/FDP-Koalition (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010)**

#### 6.1.1.1 Biomasse

Für die Ermittlung des Potenzials der Biomasse beziehen sich die Autoren des Energiekonzeptes auf die Biomassepotenzialstudie aus dem Jahr 2004. Nach dieser Studie ist bis 2015 ein Anteil der Biomasse zwischen 7,5 TWh und 10 TWh zu erwarten. In der 2010 aktualisierten Fassung der Biomassepotenzialstudie erhöht sich das Potenzial auf 10 TWh bis 12 TWh. Da sich nach Ansicht der Autoren des Energiekonzeptes Nutzungskonflikte zwischen der Lebensmittel- und Pharmaindustrie sowie der energetischen Nutzung ergeben können, gehen sie für das Jahr 2020 von einem Beitrag der Biomasse von 9,5 TWh aus (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 16f).

### **6.1.1.2 Wasserkraft**

Da die Nutzung der Wasserkraft ausschließlich von Wasserabfluss und der Topographie abhängt, ist das Potenzial in Hessen sehr begrenzt. In dem Energiekonzept wird bis zum Jahr 2020 durch Anlagenerneuerungen sowie durch Wiederinbetriebnahmen von alten Anlagen von einem Potenzial von 0,5 TWh ausgegangen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 17).

### **6.1.1.3 Geothermie**

Die Energiegewinnung über Tiefengeothermie in Hessen ist fast ausschließlich im Rheingraben möglich. Im hessischen Teil des Rheingrabens ist bis zum Jahr 2020 der Betrieb von rund 20 Anlagen möglich. Dies entspricht einem Energieertrag von 1,5 TWh/a. Nach Angaben der Autoren des Energiekonzeptes sind in Hessen bis 2010 etwa 5.500 Erdwärmesonden zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie installiert worden. Statistische Daten zum Energieertrag liegen allerdings nicht vor. Aufgrund der großen Unsicherheiten bezüglich des (tiefen-)geothermischen Potenzials rechnen die Autoren mit einem Anteil von 1 TWh aus tiefen- und oberflächennaher Geothermie bis zum Jahr 2020 (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 17f).

### **6.1.1.4 Solarenergie**

Die Autoren des Energiekonzeptes sehen bei der Nutzung der Solarenergie vor allem bei der Photovoltaik Wachstumspotenziale. Da die Förderung der Solarthermie wesentlich geringer ist als die der Photovoltaik, ist dort auch nur ein geringes Wachstum zu erwarten (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 18f).

Die Verfasser leiten die Zuwächse bei der Nutzung der Photovoltaik in Hessen von der Entwicklung der Photovoltaiknutzung im gesamten Bundesgebiet ab. Sie gehen davon aus, dass von den 3000 MW bis 4.500 MW, die 2009 in Deutschland hinzukamen, 10% in Hessen installiert wurden. Aus den 0,3 TWh im Jahr 2009 und einem angenommenen kontinuierlichen Anstieg ergibt sich für das Jahr 2020 ein Anteil von 3 TWh/a (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 18f).

### **6.1.1.5 Windenergie**

Den von der Windenergie bis 2020 bereitzustellenden Anteil am Endenergieverbrauch ermitteln die Autoren aus der Differenz zwischen dem gesamten anvisierten Endenergieverbrauch

aus erneuerbaren Energien und den Anteilen der anderen erneuerbaren Energieträger. Subtrahiert man den Anteil von 14 TWh aus Biomasse, Wasserkraft, Geothermie und Solarenergie von den angestrebten 21 TWh, ergibt sich für die Windkraft ein Anteil von 7 TWh. Dieser Anteil setzt sich zusammen aus 5,5 TWh, welche aus neu zu errichtenden Anlagen stammen, und aus 1,5 TWh von älteren Anlagen nach einem durchgeführten Repowering. Die Autoren gehen davon aus, dass dazu etwa 50% der bestehenden Anlagen einem Repowering unterzogen werden müssen. Dazu müssen die Windkraftanlagen, die im Mittel eine Leistung von 0,85 MW aufweisen, auf eine Leistung von 3 MW erweitert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 19f).

## **6.1.2 Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele**

Die hessische Landesregierung legt in ihrem Energiekonzept „Bericht des Energieforums Hessen 2020“ den Schwerpunkt auf die drei Maßnahmenfelder Rahmenbedingungen, Energieeffizienz und Ausbau erneuerbarer Energien.

### **6.1.2.1 Rahmenbedingungen**

Im Zuge der Verbesserung der Rahmenbedingungen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Ausbau erneuerbarer Energien setzt die hessische Landesregierung auf die Beseitigung rechtlicher Hemmnisse, die Verankerung von Energie als Querschnittsaufgabe in der Politik, die Einbringung des Energie-Themas in einen öffentlichen Diskurs sowie die Verbesserung der Förderung von Forschung und Entwicklung (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 42).

#### **6.1.2.1.1 Beseitigung rechtlicher Hemmnisse**

Um die Ziele der hessischen Landesregierung zu realisieren, sehen die Autoren des Energiekonzeptes noch Handlungsbedarf bei der Beseitigung rechtlicher Hemmnisse. Sie regen an, einzelne Bereiche des Landesrechts überprüfen und gegebenenfalls anpassen zu lassen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 42).

Als Beispiel nennen die Autoren die 2009 in Kraft getretene „Geschäftsweisung Bau“ (GABau), die an die energiepolitischen Ziele des Landes Hessens anzupassen ist. Man schlägt darin vor, dass alle neuen Gebäude des Landes sowie alle im Zuge von ppp (Public Private Partnership) errichteten Gebäude dem ↑Passivhausstandard (Heizwärmebedarf maximal 15 kWh pro qm) genügen müssen. Gleiches gilt für energetische Modernisierungen. Wird dies nicht erreicht, ist dies zu begründen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 42).

Im Bereich der Windkraft sollen die Ergebnisse des Energiekonzeptes nach Möglichkeit in die Regionalpläne eingearbeitet werden. Dazu muss geprüft werden, wie die Ergebnisse in der Überarbeitung des Landesentwicklungsplans berücksichtigt werden können. Dort sollen auch ausreichende Anteile von Windvorrangflächen festgelegt werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 43).

#### 6.1.2.1.2 Energie als Querschnittsaufgabe der Landesregierung

Die Energiepolitik des Landes Hessens soll als übergreifende Aufgabe in allen Ressorts der Ministerien fest verankert werden. Somit verteilt sich die finanzielle Förderung erneuerbarer Energien auch auf andere Ministerien, so dass dem Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die Ausweitung von ergänzungsbedürftigen Bundesförderungen noch zusätzlich Mittel zur Verfügung stehen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 43f).

#### 6.1.2.1.3 Energie als öffentliches Thema

Um die Unterstützung der Bevölkerung, der Wirtschaft und der Kommunen zu erhalten, soll der öffentliche Dialog mit den entsprechenden Gruppen verstärkt werden. In diesem Rahmen sollen diese über die zukünftige Energieversorgung eingehend informiert, aber auch zur Mitgestaltung in diesem Sektor motiviert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 44).

#### 6.1.2.1.4 Förderung von Forschung und Entwicklung

Um im Bereich Energieeffizienz und erneuerbarer Energien die Innovationsbereitschaft von Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu fördern, muss die hessische Landesregierung ihre Aktivitäten in diesem Bereich verstärken. Es müssen neue Strategien entwickelt werden, bei denen insbesondere die Akteure der bestehenden Maßnahmen an diesbezüglichen Entscheidungsprozessen beteiligt werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 44f).

### **6.1.2.2 Energieeffizienz**

Durch die Erhöhung der Energieeffizienz soll der Energieverbrauch in Hessen um etwa 20% gesenkt werden. Einsparmöglichkeiten im Wärmebereich sieht die hessische Regierung im Gebäudebestand und beim Neubau von Gebäuden. Weitere Einsparmöglichkeiten liegen im Strombereich sowie in Entwicklungspotenzialen bei der Systemtechnik und bei dem Ausbau

↑virtueller Kraftwerke, bei der Kraft-Wärme-Kopplung sowie beim Energiemanagement in Betrieben (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 45).

#### 6.1.2.2.1 Gebäudebestand

Von den 1,3 Millionen Wohngebäuden mit etwa 2,8 Millionen Wohnungen sind 74% gebaut worden, bevor es Anforderungen an den Wärmeschutz gegeben hat. Derzeit werden nach Schätzungen des Instituts für Wohnen und Umwelt jährlich 0,75% der Gebäude vollständig wärme gedämmt. Das Ziel der hessischen Landesregierung ist, die Renovierungsrate auf 2,5% pro Jahr zu erhöhen. Dabei soll der Verbrauch von derzeit durchschnittlich 20 qm<sup>3</sup> Gas auf 5 qm<sup>3</sup> pro Quadratmeter und Jahr reduziert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 47).

Die hessische Landesregierung sieht vor, die Modernisierung von Mietwohnungen stärker zu fördern. Dabei sollen für die Modernisierung Anreize vor allem im sozialen Wohnungsbau geschaffen werden. Des Weiteren sollen hessische Schulen und denkmalgeschützte Gebäude mit Passivhauskomponenten ausgestattet werden. Werbe- und Marketingaktionen sollen Bürger davon überzeugen, dass ein saniertes Haus im Vergleich zum Bisherigen mehr Lebensqualität verspricht und an Wert gewinnt. Private Hausbesitzer sollen Gutscheine für umfangreiche Beratungen zu Einsparpotenzialen im Haus erhalten (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 48).

#### 6.1.2.2.2 Neubauten

Bei neu gebauten Wohngebäuden soll der Passivhausstandard das Leitbild sein. So sollen in einem Pilotprojekt Neubaugebiete allein für Passivhäuser ausgewiesen werden. Diese sollen künftigen Bauherren auch als Anschauungsobjekt dienen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 49f).

#### 6.1.2.2.3 Strombereich

Die hessische Landesregierung sieht im Strombereich vor allem in privaten Haushalten Einsparpotenziale gegeben. In ihrem Energiekonzept wird das Ziel genannt, den Stromverbrauch in Haushalten bis zum Jahr 2020 um 25% zu senken. Um dies zu erreichen, sollen verschiedene Maßnahmen greifen: Ein Stromeffizienzfonds soll Anreize schaffen, alte Elektrogeräte gegen neue, effizientere Geräte einzutauschen. Auch der Einsatz von Smart-Meter in Haushalten und Gutscheine für Energieberatungen sollen finanziert werden. Effizienzsteigerungen im Heizungssektor sollen durch den Einsatz von hocheffizienten Umwälz-

pumpen und modernen Steuerungs- und Regeltechniken erreicht werden. Eine effizientere Straßenbeleuchtung in den Kommunen soll ebenfalls diskutiert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 50f).

#### 6.1.2.2.4 Systemtechnik und Ausbau virtueller Kraftwerke

Um die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau erneuerbarer Energien erfolgreich zu gestalten, ist die Verbesserung der Systemtechnik und der Ausbau von virtuellen Kraftwerken erforderlich. Es wird ein Pilotprojekt angestrebt, bei dem neben Gebäudesanierungen und dem Ausbau erneuerbarer Energien auch intelligente Energiemanagementsysteme (smart metering) zum Einsatz kommen. Im Mittelpunkt dieses Modells steht die Verknüpfung dezentraler Energieanlagen zu virtuellen Kraftwerken. Die Nachfrage soll über Smart-Meter erfasst und gesteuert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 51f).

#### 6.1.2.2.5 Kraft-Wärme-Kopplung

Mithilfe der Kraft-Wärme-Kopplung soll die bereitgestellte Energie rationeller genutzt werden. Die Landesregierung strebt an, die Anlagenzahl in den nächsten Jahren deutlich zu erhöhen. Vor allem im Dienstleistungssektor sollen Kraft-Wärme-Kälte-Kopplungstechnologien zum Einsatz kommen. Im Energiekonzept der Landesregierung wird eine Kampagne angeregt, die sich auf das Dienstleistungszentrum Frankfurt und auf führende Dienstleistungsunternehmen konzentriert (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 52f).

#### 6.1.2.2.6 Energiemanagement in Betrieben

Zur effizienteren Nutzung von Strom und Wärme in Betrieben will die Landesregierung ein neues Leitprojekt initiieren, worin die Wissenschaft und die Wirtschaft zusammengeführt werden und dadurch einen raschen Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis ermöglichen sollen. Bestehende Förderungen und Informationskampagnen sollen beibehalten werden. Diese müssen aber aktiver kommuniziert werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 54f).

### 6.1.2.3 Ausbau erneuerbarer Energien

Um den Ausbau erneuerbarer Energien erfolgreich zu gestalten, werden in dem Energiekonzept der Landesregierung verschiedene Maßnahmen genannt, die zusätzlich zu den bestehenden Förderungen ergriffen werden sollen.

#### 6.1.2.3.1 Biomasse

Für den Ausbau der Biomasse sieht das Energiekonzept der Landesregierung geeignete Maßnahmen vor, die vor allem die effizientere Nutzung der Biomasse fördern. Dabei stehen höhere Wirkungsgrade, höhere Wirkkraft in der Energieumwandlung und bessere logistische Strukturen im Vordergrund (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 56f).

Um eine effizientere Biomassenutzung zu erreichen, soll der Ausbau von nachwachsenden Hölzern in den besonders ergiebigen Kurzumtriebsplantagen vermehrt gefördert werden. Auch die Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz soll ausgebaut werden. Für den Aufbau von virtuellen Kraftwerken spielt nach Ansicht der Autoren die Biomasse eine zentrale Rolle, so dass auch dort eine gezielte Förderung greifen muss. Das Land Hessen will vermehrt seine Landesliegenschaften auf Pelletheizungen umstellen. Ein Pilotprojekt ist die Umstellung in den Liegenschaften von Hessen-Forst. In ausgesuchten Kommunen soll ein Wettbewerb initiiert werden. „Bio-Effizienz-Dörfer“ sollen zur Verbesserung der Effizienz der Biomassenutzung beitragen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 57).

#### 6.1.2.3.2 Solarenergie

Um den Ausbau der Solarenergie zu unterstützen, will das Land Hessen in Zusammenarbeit mit Kommunen ein Dachflächenkataster erstellen lassen. Dieses soll insbesondere große Dachflächen ausweisen, die mithilfe einer Dachflächenbörse an potenzielle Investoren vermarktet werden sollen. Auch sieht die Landesregierung vor, auf öffentlichen Gebäuden vermehrt Solaranlagen installieren zu lassen. Ebenso soll der Ausbau der Solarenergie auf Altdeponieflächen und anderen Freiflächen geprüft werden. Nach Möglichkeit soll eine weitere, z.B. landwirtschaftliche Nutzung, unter den Solaranlagen geprüft werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 59).

#### 6.1.2.3.3 Geothermie

Der Ausbau der Geothermie ist noch im Anfangsstadium und mit großen Unsicherheiten verbunden. Nach Ansicht der Autoren des Energiekonzeptes lassen sich nur schwer Prognosen für das Jahr 2020 erstellen. Um weitere Erfahrungen im Bereich der (oberflächennahen) Geothermie zu gewinnen, sieht das Energiekonzept vor, ein Pilotprojekt zu initiieren, bei dem ein Wohnquartier mit Erdwärme versorgt wird. Zur Tiefengeothermie soll ein Projekt der TU Darmstadt, nämlich das „3D-Modell der tiefengeothermischen Potenziale in Hessen“, weitere Informationen bringen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 60f).

#### 6.1.2.3.4 Wasserkraft

Bei der Nutzung der Wasserkraft ist ein Ausbau überall dort zu prüfen, wo die Energiegewinnung mit der Wasserrahmenrichtlinie vereinbar ist. Bei der Standortwahl sind sowohl ökologische als auch ökonomische Faktoren zu berücksichtigen (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 61).

#### 6.1.2.3.5 Windkraft

Nicht nur der Ausbau von Windenergieanlagen, sondern auch das Repowering alter Anlagen soll den Anteil der Windkraft am Endenergieverbrauch steigern. Die Autoren des Energiekonzeptes schlagen vor, ein Programm zur Erfassung des Repoweringpotenzials zu starten (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 62).

Die fehlende Akzeptanz in der Bevölkerung war bisher immer ein Hindernis beim Ausbau der Windenergie. Um diese zu stärken, sollen vermehrt Bürgerwindanlagen gebaut und andere kooperative Aktionen gestartet werden (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 62).

Für die Beteiligung an Windparks außerhalb Hessens wird in dem Energiekonzept angeregt, die Bürgerschaftsrichtlinien des Landes Hessen zu ändern, so dass hessische Unternehmen und Energieversorger beim Ausbau von Windparks außerhalb Hessens unterstützt werden können (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 62).

## **6.2 „Neue Energie für ein atomstromfreies Hessen“ – Energiekonzept der SPD**

Das Energiekonzept „Neue Energie für ein atomstromfreies Hessen“ wurde bereits 2006 von Hermann Scheer für den SPD-Landesverband Hessen verfasst. Dieses Konzept hat für die hessische SPD nach wie vor Gültigkeit. Das Ziel des Konzeptes ist zu zeigen, wie die Stromproduktion aus Atomkraftwerken möglichst schnell durch erneuerbare Energien ersetzt werden kann. Energieeffizienz und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien ist nicht Kerninhalt des Konzeptes, wird am Ende des Konzeptes aber kurz angerissen (SCHEER, 2006).

## **6.2.1 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen**

Scheer rechnet in dem Energiekonzept vor, dass die bisherigen 17 TWh Atomstrom durch den Bau von 1700 Anlagen erneuerbarer Energien mit einem durchschnittlichen Jahresertrag von jeweils 10 Mio. kWh ersetzt werden können. In Hessen müsste dabei pro 12,5 km<sup>2</sup> eine Anlage installiert werden. Ausbaupotenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger werden in dem Konzept nicht genannt. Nach Scheer ist jedoch ein solches „energiepolitisches Gesamtkonzept“ wirklichkeitsfremd und nur in der Planwirtschaft möglich, da sich die Investitionen in erneuerbare Energien sehr dynamisch verhalten (SCHEER, 2006, S. 15).

## **6.2.2 Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele**

Nach Scheer können die Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen nicht beziffert werden. Der Schwerpunkt des Energiekonzeptes liegt deshalb in den Maßnahmen, die den Ausbau erneuerbarer Energien fördern sollen. Im Folgenden ist dargestellt, wie der Ausbau erneuerbarer Energien aussehen könnte und welche energiepolitischen Maßnahmen die hessische SPD dafür ergreifen will (SCHEER, 2006, S. 15).

### **6.2.2.1 Ausbau erneuerbarer Energien**

In dem Energiekonzept der SPD wird exemplarisch gezeigt, wie der zukünftige Energiemix aus erneuerbaren Energien aussehen könnte. Da der Ausbau vor allem durch private Akteure (durch Privatpersonen wie z.B. Landwirte, durch nicht-staatliche bzw. halbstaatliche Institutionen wie z.B. Beteiligungsgesellschaften und Stadtwerke) und nur in geringem Maße durch die öffentliche Hand vollzogen wird, kann dem SPD-Konzept zufolge die Entwicklung nicht vorhergesehen werden und auch anders verlaufen, als dort dargestellt (SCHEER, 2006, S. 15).

#### **6.2.2.1.1 Photovoltaik**

In jedem der 421 Städte und Gemeinden Hessens sollen dem SPD-Konzept zufolge ein bis zwei Solarparks, mehrere größere Solardächer oder viele kleine Solardächer installiert werden. Außerdem sollen südexponierte Lärmschutzwände mit Photovoltaikanlagen ausgestattet werden (SCHEER, 2006, S. 15).

#### 6.2.2.1.2 Bioenergie

In den 21 hessischen Landkreisen sollen jeweils mindestens 12 Biogas-Blockheizkraftwerke gebaut werden. In den fünf kreisfreien Städten sollen jeweils sechs Blockheizkraftwerke installiert werden, die mit zu Erdgasqualität aufbereitetem Biogas versorgt werden (SCHEER, 2006, S. 16).

#### 6.2.2.1.3 Wasserkraft

In jedem hessischen Landkreis sollen drei neue Laufwasserkraftwerke gebaut werden (SCHEER, 2006, S. 16).

#### 6.2.2.1.4 Geothermie

Es sollen drei neue geothermische Kraftwerke gebaut werden. Dafür in Frage kommen die Landkreise Bergstraße, Groß-Gerau und Rheingau-Taunus (SCHEER, 2006, S. 16).

#### 6.2.2.1.5 Windkraft

Es müssen 281 neue windgünstige und dünn besiedelte Standorte für Windkraftanlagen gefunden werden. Diese sollen vor allem an Bundes- und Autobahnen, ICE-Trassen und auf Industriebrachen liegen. Weitere 15 Windräder pro Landkreis sollen außerhalb dieser genannten Standorte installiert werden (SCHEER, 2006, S. 16).

### 6.2.2.2 Energiepolitische Maßnahmen

Scheer nennt in dem Energiekonzept zehn „Bausteine politischen Handelns“, die den Ausbau erneuerbarer Energien vorantreiben sollen. Die Maßnahmen reichen von Beratungsangeboten über gesetzliche Änderungen bis hin zu finanziellen Förderungen (SCHEER, 2006, S. 27).

#### 6.2.2.2.1 Die Vorbildfunktion des Landes Hessen

Das Land Hessen soll seiner Vorbildfunktion gerecht werden und seinen Fuhrpark (insbesondere der Polizei) und landeseigene Gebäude auf eine Energieversorgung aus erneuerbaren Energien umstellen. Bei Bauausschreibungen des Landes für Neubauten soll eine Wettbewerbsauflage beschlossen werden, die eine Energieversorgung der Gebäude zu 100% aus erneuerbaren Energien vorsieht. Bei energetischen Sanierungen sollen die eingesparten herkömmlichen Energiekosten für ökologische Energieinvestitionen genutzt werden. Dafür

soll die Haushaltsordnung des Landes so geändert werden, dass für energetische Investitionen in öffentliche Gebäude eine getrennte Haushaltsrechnung gestellt wird (SCHEER, 2006, S. 29).

#### 6.2.2.2.2 Ausweitung der Tätigkeiten der „HessenEnergie“

Die Kompetenzen der früheren Energieagentur HessenEnergie sollen wieder erweitert werden, so dass sie nicht mehr in Konkurrenz zu privaten Energiebüros treten muss. Auch soll die HessenEnergie Aufklärungs- und Beratungsaufgaben erhalten. Diese sollen Seminare, Workshops und Informationsveranstaltungen über neue Energietechnologien und über alle regionalen, nationalen und europäischen Förderprogramme beinhalten. Daneben sollen Schulungen und Fortbildungskurse in den verschiedensten Berufsgruppen im Bereich von Energiedienstleistungen stattfinden. Die HessenEnergie soll für die öffentliche Verwaltung Energie-Audits durchführen. Dabei sollen alle Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie in öffentlichen Gebäuden der Energieverbrauch gesenkt und Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien – beides in eigenen Anlagen produziert – genutzt werden kann. Außerdem soll die HessenEnergie dabei helfen, kommunale Energieagenturen und Netzwerke aufzubauen (SCHEER, 2006, S. 30).

#### 6.2.2.2.3 Die Entflechtung und Pluralisierung der Energiewirtschaft

Das Ziel der hessischen SPD ist, Stadtwerke zu stärken und eine Re-Kommunalisierung der Energieversorgung herzustellen. Dabei sollen durch die Ausweitung des Kartellrechts die oligopolistischen Strukturen im Übertragungsnetz und in den Kraftwerken abgebaut werden. Viele kleinere Anlagen von mehreren Eigentümern sollen die wenigen Großkraftwerke ersetzen. Dadurch soll erreicht werden, dass Benachteiligungen für neue Energieanbieter vermieden werden (SCHEER, 2006, S. 31).

#### 6.2.2.2.4 Forschung und Bildung

Im Bereich der Schulbildung, der beruflichen Bildung und der Hochschulbildung soll das Thema erneuerbare Energien eine größere Rolle spielen. An Schulen sollen die Lehrinhalte überprüft und gegebenenfalls angepasst oder aktualisiert werden. Für Lehrer in naturwissenschaftlichen Fächern sollen verpflichtende Fortbildungen angeboten werden. An berufsbildenden Schulen sollen die Ausbildungsgänge um das Thema erneuerbare Energien erweitert werden. Hessische Hochschulen sollen mehr Lehrpersonal in diesem Themenbereich erhalten.

Bei vielen themenbezogenen Studiengängen (Architektur, Forstwirtschaft, Landwirtschaft) sollen Energieeffizienz und erneuerbare Energien in die Studienordnungen integriert werden (SCHEER, 2006, S. 32f).

#### 6.2.2.2.5 Erneuerbare Energien in der regionalen Wirtschaftsförderung

Die hessische SPD sieht in den erneuerbaren Energien einen wichtigen Stabilisator der hessischen Wirtschaft. Da deren Ausbau viele positive Effekte auf die wirtschaftliche Entwicklung des Landes habe, sollten erneuerbare Energien in der regionalen Wirtschaftsförderung eine zentrale Rolle spielen. Die SPD-Landesfraktion Hessen will bei regionalen Wirtschaftsförderungen von Unternehmen Nachweise von Energieberatungen verlangen. Sind Energieeffizienzsteigerungen und eine eigene Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien möglich, werden diese zur Förderaufgabe gemacht. Auch soll ein jährlich stattfindendes Wirtschaftsforum eingeführt werden, bei dem Unternehmen, Gewerkschaften und Banken über die technologische und wirtschaftliche Entwicklung erneuerbarer Energien diskutieren. Änderungen in der hessischen Handwerksordnung sollen gewerbeübergreifende Arbeiten bei der Installation von Anlagen zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energien ermöglichen. Vor allem die Konzession zur Installation von Photovoltaikanlagen soll durch das Zertifikat „Solarteur“ verschiedenen handwerklichen Berufsgruppen bei entsprechender Eignung gewährt werden (SCHEER, 2006, S. 35f).

#### 6.2.2.2.6 Stärkung der Landwirtschaft durch erneuerbare Energien

Die hessische Landwirtschaft soll durch verschiedene Maßnahmen gestärkt werden, so dass die Zahl der Beschäftigten in diesem Sektor gesichert oder erhöht wird. Primäres Ziel ist, hessischen Landwirten die Möglichkeiten des Anbaus nachwachsender Rohstoffe aufzuzeigen. So soll die Nutzung der Biomasse auch in den Lehrplänen für Ausbildungen in Landwirtschaftsschulen integriert werden. Für die Beratung von Landwirten, Unternehmen und Kommunen soll eine Landesakademie für Biomasse im Kompetenzzentrum HessenRohstoffe e.V. gegründet werden. Um eine Abnahmegarantie für die von den Landwirten erzeugte Biomasse zu gewährleisten, soll deren Nutzung in bestimmten Segmenten verstärkt werden. So soll der Umbau von landwirtschaftlichen Maschinen auf Biodiesel vermehrt gefördert werden. Außerdem will die hessische SPD die Durchführung von Forschungsprojekten zum Anbau von nachwachsenden Rohstoffen, die für das Klima und die Böden Hessens am geeignetsten sind, initiieren und fördern. Informationskampagnen sollen dabei helfen, den Landwirten alle Möglichkeiten im Bereich erneuerbarer Energien aufzuzeigen. So können Landwirte auch mit

der Bereitstellung ihrer Flächen für die Windkraft zusätzliche Einnahmen erzielen (SCHEER, 2006, S. 37f).

#### 6.2.2.2.7 Veränderung gesetzlicher Rahmenbedingungen

Durch Anpassungen der Regionalplanung, der Raumordnungsplanung, des Naturschutzrechtes und des Baurechtes sollen mögliche Hemmnisse beim Ausbau erneuerbarer Energien beseitigt werden. Dabei will die SPD Windvorranggebiete an windhöffigen Gebieten ausweisen. Alle geeigneten Streckenabschnitte von Bundesfernstraßen und Bahntrassen sollen für die Windkraftnutzung ausgewiesen werden. Des Weiteren soll die Installation von Solaranlagen genehmigungsfrei werden. Auch an denkmalgeschützten Gebäuden soll die Nutzung von Solarenergie erleichtert werden. Alle Richtlinien und Verordnungen, die für die Genehmigung von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie relevant sind, sollen dahingehend überarbeitet werden, dass eine Genehmigung vereinfacht wird (SCHEER, 2006, S. 39f).

#### 6.2.2.2.8 Erneuerbare Energien im Verkehrssystem

Die hessische SPD will neue Lärmschutzwände in Kombination mit Photovoltaikanlagen bauen lassen, in Regie eines Privatbetreibers. Die üblichen Kosten einer Lärmschutzwand werden dem Betreiber als Zuschuss gewährt. Beleuchtungsanlagen, beleuchtete Verkehrsschilder und Ampeln sollen ihren Strombedarf künftig von stationären Photovoltaikanlagen beziehen (SCHEER, 2006, S. 40f).

#### 6.2.2.2.9 Erneuerbare-Energien-Kredit

Die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen (WIBank) soll eine neue Sparte für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien aufbauen. Ziel dabei soll es sein, langfristige und zinsgünstige Kredite für Investitionen in erneuerbare Energien im Wohnungsbau und bei Unternehmen bereitzustellen. Neben Beratungstätigkeiten für Investoren sollen auch neue Finanzierungsmöglichkeiten, wie zum Beispiel zinsgünstige Sparbücher für Energie, ausgearbeitet werden. Die WIBank soll ihre Tätigkeiten mit der Energieagentur abstimmen, um bestmögliche Beratungs- und Schulungsangebote anzubieten (SCHEER, 2006, S. 42f).

#### 6.2.2.2.10 Kombinierte Wärme- und Stromversorgung durch erneuerbare Energien

Die hessische SPD will ein Landesgesetz zur Wärmeversorgung mit erneuerbaren Energien auf den Weg bringen, um so den fossilen Energieverbrauch im Wärmesektor zu senken. Inhalt dieses Gesetzes soll sein, ordnungsrechtliche Standards beim Bau von erneuerbare-Energien-Anlagen und Kraft-Wärme-Kopplung-Anlagen einzuführen. Außerdem sollen – analog zum EEG – Bonussysteme für die Kraft-Wärme-Kopplung und die Nutzung von Solarwärme eingeführt werden. Daneben sollen neue Kredit- und Finanzierungsmöglichkeiten für den Bau von biogasbetriebenen Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung geschaffen werden. Die Einspeisung von aufbereitetem Biogas in das allgemeine Gasnetz soll vorangetrieben werden (SCHEER, 2006, S. 43f).

### 6.3 „Zukunftsenergie für Hessen“ – Energiekonzept der Grünen

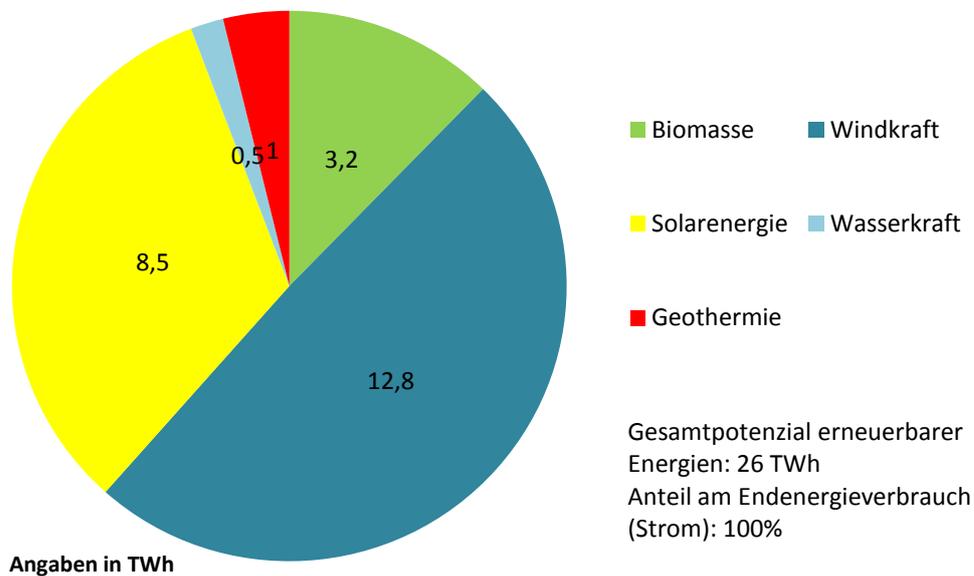
Das Energiekonzept der Grünen-Landtagsfraktion in Hessen wurde 2007 mit dem Ziel veröffentlicht, einen Weg zu zeigen, bis zum Jahre 2028 eine Stromversorgung in Hessen ohne atomare und fossile Energieträgern zu gewährleisten. Das Konzept beschränkt sich auf die Stromversorgung und die Senkung des Stromverbrauchs. Die Versorgung mit Wärme wird darin nicht berücksichtigt (Bündnis90/Die Grünen, 2007).

Zur Bewertung der Entwicklung erneuerbarer Energien in Hessen ziehen die Autoren des Energiekonzeptes drei Szenarien heran. Diese Szenarien basieren auf der 1998 von der rot-grünen Bundesregierung eingeleiteten Energiewende und unterscheiden sich darin, wie diese zeitlich fortgeführt wird. Bei den Szenarien wird zwischen der Verlangsamung, dem Fortschreiten und der Forcierung der Energiewende unterschieden. Für die Grünen sind die wesentlichen Faktoren, welche auf die Energieversorgung Einfluss nehmen, die Entwicklung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, Aktivitäten zur Steigerung der Energieeffizienz, vor allem aber der Atomausstieg (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 7).

#### 6.3.1 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen

In dem Konzept der Grünen werden sowohl die Potenziale zur Senkung des Stromverbrauchs als auch die Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien dargestellt. Beide Potenziale wurden jeweils auf Basis der drei Szenarien ermittelt, so dass sich kleine, mittlere und große Potenziale beim Stromverbrauch und den erneuerbaren Energien ergeben. Die maximal

erreichbaren Potenziale der erneuerbaren Energieträger im Szenario 3 sind in Abbildung 6-2 dargestellt.



**Abbildung 6-2: Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach dem Energiekonzept von Bündnis90/Die Grünen (Bündnis90/Die Grünen, 2007).**

### 6.3.1.1 Potenziale zur Senkung des Stromverbrauchs

Nach Ansicht der Autoren des Energiekonzeptes ist durch Verhaltensänderungen in der Bevölkerung, der Verbesserung der Energieeffizienz bei Maschinen, dem Einsatz von Energiesparlampen und Einsparungen in der Industrie und dem Dienstleistungsbereich ein theoretisches Einsparpotenzial von 70% des heutigen Stromverbrauchs möglich. Das wirtschaftliche Potenzial sehen die Grünen dagegen bei maximal 30%. Die Entwicklung des Stromverbrauchs in Hessen schwankt in den Szenarien zwischen leicht steigend und stark abnehmend. In Szenario 1 wird davon ausgegangen, dass der Stromverbrauch bis zum Jahr 2010 um 1% steigt und anschließend konstant bleibt. In Szenario 2 nimmt der Stromverbrauch konstant von 35,1 TWh im Jahr 2004 auf 29,9 TWh im Jahr 2028 ab. In Szenario 3 sinkt der Stromverbrauch auf 25,1 TWh im Jahr 2028 (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 11).

### 6.3.1.2 Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien

Die Partei Bündnis90/Die Grünen sehen in den verschiedenen Szenarien sehr unterschiedliche Potenziale der erneuerbaren Energieträger. Diese variieren von 13,3 TWh im Szenario „Verlangsamung der Energiewende“ über 22,2 TWh im Szenario „Fortschreiten der Energie-

wende“ bis hin zu 26 TWh im Szenario „Forcierung der Energiewende“ (Bündnis90/Die Grünen, 2007).

#### 6.3.1.2.1 Windenergie

Für die Windenergie wird bis zum Jahr 2028 ein Potenzial von 8,4 TWh (Szenario 1), 12,0 TWh (Szenario 2) beziehungsweise 12,8 TWh (Szenario 3) gesehen. Darin eingeschlossen sind Stromimporte von Offshore-Windenergieanlagen. Der Anteil des importierten Stroms aus Windkraft soll bei etwas mehr als 50% des in Hessen produzierten Windstroms liegen (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 21f).

#### 6.3.1.2.2 Biomasse

Die hessische Landtagsfraktion der Grünen sieht im Bereich der Biomasse bis zum Jahr 2028 ein nutzbares Potenzial von 7 TWh für die Stromerzeugung. Da sich aber Nutzungskonflikte zwischen der Nutzung für Strom und Wärme sowie der Nahrungsproduktion ergeben werden, kann das gesamte Potenzial vermutlich nicht ausgeschöpft werden. Die Potenziale der Biomasse für die Stromerzeugung liegen in den drei Szenarien bei 1,4 TWh, 2,5 TWh und 3,2 TWh (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 25ff).

#### 6.3.1.2.3 Photovoltaik

Im Bereich der Photovoltaik wird in allen drei Szenarien ein deutliches Wachstum erwartet. In dem Szenario 1 nimmt die Stromproduktion von 0,14 TWh im Jahr 2008 auf 2,7 TWh im Jahr 2028 zu. Im Szenario 2 wird von einer Stromerzeugung von 6,6 TWh ausgegangen. Im Szenario 3 wird eine Stromproduktion von 8,5 TWh aus hessischer Produktion sowie aus Stromimporten erwartet (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 29ff).

#### 6.3.1.2.4 Wasserkraft

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft wird bis zum Jahr 2028 nur in geringem Maße steigen. In dem Szenario 1 wird durch Modernisierungsmaßnahmen bestehender Anlagen die Stromproduktion von 0,37 TWh im Jahr 2008 auf 0,42 TWh im Jahr 2028 leicht zunehmen. Im Szenario 2 wird davon ausgegangen, dass durch größere Anreize mehr Modernisierungen durchgeführt werden, so dass die Stromproduktion bis zum Jahr 2028 auf 0,48 TWh ansteigen wird. Modernisierungen, Reaktivierungen alter Standorte und Neubauten werden im Szenario

3 dazu führen, dass die Stromproduktion bis 2028 auf 0,5 TWh steigt (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 32f).

#### 6.3.1.2.5 Geothermie

Da im Bereich der Geothermie eine Stromerzeugung nur in Verbindung mit einer Wärmenutzung in Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen wirtschaftlich sinnvoll ist, besteht für die Stromproduktion eine Abhängigkeit davon, dass die Wärmenutzung ausgebaut wird. Das Konzept der Grünen geht für die Strom- und Wärmeerzeugung von einem nutzbaren Potenzial von 0,1 TWh bis zum Jahr 2028 aus. Im Szenario 1 wird die Wärmenutzung nur unwesentlich ausgebaut, so dass auch in der Stromproduktion nur ein Zuwachs von 0,04 TWh bis zum Jahr 2028 möglich ist. Im Szenario 2 geht man von einem Anteil von 0,06 TWh bis 2028 aus. Im Szenario 3 erwartet man, dass durch größere Anreize das vollständige Potenzial von 0,1 TWh im Strombereich erreicht werden kann (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 34f).

### 6.3.2 Maßnahmen zum Erreichen der Energieziele

Sowohl für die Steigerung der Energieeffizienz als auch für den Ausbau erneuerbarer Energien sind in dem Energiekonzept der Grünen energiepolitische Maßnahmen genannt, die für die erfolgreiche Umsetzung der Energieziele durchgeführt werden müssen.

#### 6.3.2.1 Energieeffizienz

Für die Steigerung der Energieeffizienz sehen die Grünen Potenziale in drei Bereichen: dem öffentlichen Bereich, ferner in den Bereichen Industrie, Bergbau, Handel, Gewerbe und Dienstleistung sowie schließlich in den privaten Haushalten. Nach Ansicht der Grünen sind insgesamt mit Maßnahmen, die auf europäischer und nationaler Ebene beschlossen werden, Einsparungen von 26% bis 2025 möglich (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 14).

##### 6.3.2.1.1 Steigerung der Energieeffizienz im öffentlichen Bereich

Nach Angaben der Grünen-Landtagsfraktion werden in öffentlichen Gebäuden 4% des in Hessen bereitgestellten Stroms verbraucht. Durch Verbesserung struktureller und finanzieller Rahmenbedingungen sind hier Einsparungen von 35% bis zum Jahr 2028 möglich (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 16).

Strukturelle Rahmenbedingungen sollen verbessert werden, indem die verantwortlichen Akteure in den Verwaltungen besser informiert und geschult werden. Daneben sollen die Entscheidungswege verbessert und haushaltsrechtliche Hemmnisse beseitigt werden. Auch sollen Pilotprojekte und eine vermehrte Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 17).

Im Zuge der Verbesserung finanzieller Rahmenbedingungen fordert die Landesfraktion der Grünen den Rückkauf der HessenEnergie. Diese soll als zentrale Koordinationsstelle fungieren. Ein Energieeffizienzfonds im Umfang von 20 Millionen Euro soll als finanzielle Grundlage für das Land und Kommunen geschaffen werden. Weitere Gelder im Umfang von 120 Millionen Euro bis zum Jahr 2028 sollen für Investitionen in Beratungen, Fortbildungen und Pilotprojekte bereitgestellt werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 17f).

#### 6.3.2.1.2 Steigerung der Energieeffizienz in den Bereichen Industrie, Bergbau, Handel, Gewerbe und Dienstleistung

In den Bereichen Industrie, Bergbau, Handel, Gewerbe und Dienstleistung sind nach Angaben der Grünen Einsparungen von 28% bis zum Jahr 2028 möglich. Damit würde der Stromverbrauch in diesen Sektoren von derzeit 23 TWh auf 16,5 TWh sinken (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 18).

Im Bereich struktureller Rahmenbedingungen stehen Beratungs- und Fortbildungsangebote zum Einsatz energieeffizienter Technologien im Vordergrund. Die Landesfraktion der Grünen veranschlagt für die Durchführung von Fortbildungen, Beratungen, Pilotprojekten, Energiefonds und Contracting eine Summe von 630 Millionen Euro bis zum Jahr 2025 (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 18f).

#### 6.3.2.1.3 Steigerung der Energieeffizienz in privaten Haushalten

In privaten Haushalten sehen die Grünen ein Einsparpotenzial von 3 TWh bis zum Jahr 2028. Dies sind 28% des bisherigen Stromverbrauchs in diesem Sektor. Dies soll erreicht werden, indem energieeffizientere Technologien genutzt und die Akteure zu Verhaltensänderungen motiviert werden. Dazu sollen die Beratungs-, Fortbildungs- und Informationsangebote erweitert werden. Außerdem sollen die Nutzung von Förderungen durch die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und die Antragsverfahren dafür erleichtert werden. Für die Durchführung dieser Maßnahmen sehen die Grünen ein Investitionsvolumen von 205 Millionen Euro bis zum Jahr 2025 vor (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 19f).

### 6.3.2.2 Ausbau erneuerbarer Energien

Für den Erfolg beim Ausbau erneuerbarer Energien sehen die Grünen den – inzwischen eingeleiteten – Atomausstieg als Grundvoraussetzung, da ohne diesen die Stromversorger keine Anreize sehen, in erneuerbare Energien zu investieren. Des Weiteren muss das Erneuerbare-Energien-Gesetz ausgebaut werden, um vor allem die Nutzung von Offshore-Windenergie, von Biomasse und von Geothermie zu stärken. Auch sollen die bestehenden Förderprogramme der EU und des Bundes durch Informationskampagnen den Bürgern und der Wirtschaft bekannt gemacht werden. Daneben sollen Maßnahmen auf Landesebene ergriffen werden, die den Ausbau erneuerbarer Energien fördern (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 38ff).

#### 6.3.2.2.1 Landeseigene Energieagentur

Die frühere Energieagentur HessenEnergie, welche man vom Land Hessen zurückkaufen will, soll als unabhängige, nicht-kommerzielle Einrichtung die Programme zur Energieeffizienz und dem Ausbau erneuerbarer Energien koordinieren (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 39).

#### 6.3.2.2.2 Beratungsangebote und Öffentlichkeitsarbeit

Beratungsangebote für private Haushalte und Wirtschaft sowie die Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien sollen erweitert werden. Die Durchführung und Koordination soll dabei ebenfalls die Energieagentur übernehmen (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 39).

#### 6.3.2.2.3 Vorbildfunktion der öffentlichen Hand

Die öffentliche Hand soll ihre Vorbildfunktion wahrnehmen. Durch die Präsentation der bisherigen Aktivitäten zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Ausbau erneuerbarer Energien soll zur Nachahmung angeregt werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 39).

#### 6.3.2.2.4 Standortpolitik für neue Energien

Die Regionalplanung, die kommunale Bauleitplanung und städtebauliche Verträge sollen dazu genutzt werden, die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Hessen zu stärken. Mithilfe dieser Instrumente sollen die Ausweisung von Flächen für die Errichtung von Anla-

gen und die Ansiedlung von Unternehmen der Bereiche Energieeffizienz und erneuerbare Energien ermöglicht werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 39).

#### 6.3.2.2.5 Bürgerkraftwerke und Rückkauf der Stromnetze

Um die nach Ansicht der Grünen preistreibenden Stromoligopole zu schwächen, sollen Bürger bei der Investition in Bürgerkraftwerke oder Nahwärmenetze vom Staat unterstützt werden. Auch der Rückkauf der Stromnetze durch Kommunen oder Bürger soll finanziell unterstützt werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 39).

#### 6.3.2.2.6 Erneuerbare Energien und Bildung

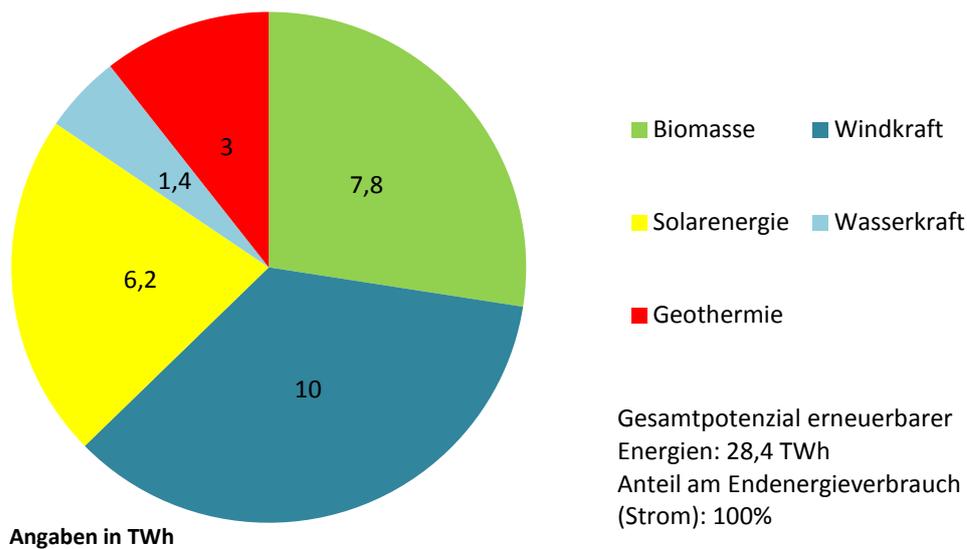
Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sollen als Lerninhalte in Schulen, Ausbildung und Hochschulen eingeführt werden. Außerdem sollen für Architekten, Handwerker und Bauingenieure Fortbildungen ermöglicht werden (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 40).

## **6.4 „Der Weg zum Energieland Hessen“ – Energiekonzept von Eurosolar**

In dem Energiekonzept von Eurosolar werden die technischen Potenziale erneuerbarer Energieträger vorgestellt. Im Gegensatz zu den Konzepten der CDU/FDP-Koalition, der SPD und der Grünen wird in dem Konzept von Eurosolar nicht auf energiepolitische Maßnahmen und Rahmenbedingungen eingegangen (EUROSOLAR, 2008).

### **6.4.1 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen**

Nach den Berechnungen von Eurosolar ist eine vollständige Stromversorgung durch erneuerbare Energien in Hessen technisch möglich. Die Biomasse und die Windkraft tragen dabei den größten Anteil zur Stromversorgung bei (EUROSOLAR, 2008, S. 21ff). Die Anteile der jeweiligen Energieträger sind in Abbildung 6-3 dargestellt.



**Abbildung 6-3: Ausbaupotenziale erneuerbarer Energien nach dem Energiekonzept von Eurosolar (EUROSOLAR, 2008).**

#### 6.4.1.1 Windkraft

Für die Ermittlung des Potenzials der Windkraft haben die Autoren des Energiekonzeptes drei Szenarien erstellt, die sich je nach dem zugrundegelegten Szenario in der Leistung der zu errichtenden Windkraftanlagen und dem Jahresertrag unterscheiden (Tabelle 6-1). Bei den Szenarien schwankt die Zahl der benötigten Windkraftanlagen zwischen 400 und 2000. Diese Anlagen müssen nicht zusätzlich zu den bestehenden Anlagen errichtet werden, sondern sollen diese ersetzen, sofern die erforderliche Leistung nicht gegeben ist (EUROSOLAR, 2008, S. 21).

**Tabelle 6-1: Szenarien für die Ermittlung des Potenzials der Windkraft in Hessen (EUROSOLAR, 2008)**

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
<b>Nennleistung</b>	2,5 MW	6 MW	6 MW
<b>Anlagenzahl</b>	2000	550	400
<b>benötigte Windparks</b>	400	110	80
<b>Jahresertrag pro Anlage</b>	5 Mio. kWh	18 Mio. kWh	25 Mio. kWh
<b>Jahresertrag gesamt</b>	10 Mrd. kWh	10 Mrd. kWh	10 Mrd. kWh
<b>Flächenbedarf</b>			
pro Windpark a 5 Anlagen	20 ha	30 ha	30 ha
<b>Insgesamt</b>	<b>8000 ha</b>	<b>3.300 ha</b>	<b>2.400 ha</b>

Szenario 1 beinhaltet die Nutzung von derzeit handelsüblichen 2,5 MW Windkraftanlagen mit einem durchschnittlichen Jahresertrag von 5 Mio. Kilowattstunden. In den weiteren beiden

Szenarien wird von dem Betrieb von modernen 6 MW Anlagen ausgegangen. Ertragsberechnungen ergeben, dass Jahreserträge zwischen 18 Mio. kWh und 25 Mio. kWh pro Anlage erreicht werden. Das von Eurosolar angestrebte Ziel ist eine Stromerzeugung von 10 Mrd. kWh (10 TWh). Somit ergibt sich bei der Nutzung der 2,5 MW Anlagen eine erforderliche Zahl von 2000 Windkraftanlagen. Bei den 6 MW Anlagen werden bei einem Jahresertrag von 18 Mio. kWh 550 Anlagen und bei einem Ertrag von 25 Mio. kWh 400 Windräder benötigt (EUROSOLAR, 2008, S. 25f).

Bei der Ermittlung des Flächenbedarfs wird davon ausgegangen, dass jeweils 5 Windkraftanlagen zu einem Windpark zusammengeschlossen werden. Je nach Größe der Anlage benötigt ein Windpark 20 ha bzw. 30 ha, so dass sich insgesamt ein Flächenbedarf zwischen 2.400 ha und 8000 ha ergibt (EUROSOLAR, 2008, S. 26). Dies entspricht 0,1% bzw. 0,37% der Landesfläche Hessens.

#### **6.4.1.2 Photovoltaik**

Nach Angaben von Eurosolar ist es möglich, bis zum Jahr 2025 22% des Strombedarfs aus Solarstrom zu decken. Dazu müssen in Hessen Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von 6,9 TW installiert werden. Nach heutigem Stand der Technik ergibt sich daraus ein Jahresertrag von 6,2 Milliarden Kilowattstunden (6,2 TWh). Die Solaranlagen sollen auf privaten und genossenschaftlichen Wohnungen, Gewerbe- und Industriebauten sowie auf Freiflächenanlagen installiert werden. Dafür wird eine Fläche von rund 14.600 ha benötigt (EUROSOLAR, 2008, S. 28f).

#### **6.4.1.3 Bioenergie**

Die Autoren des Energiekonzeptes gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2025 mindestens 28% des Strombedarfs in Hessen aus Biomasse gedeckt werden kann. Dies entspricht einer Stromproduktion von 7,8 TWh. Für die Stromproduktion stehen vor allem Biogas, Biomasse aus der Abfallwirtschaft und feste Biomasse zur Verfügung (EUROSOLAR, 2008, S. 30ff).

Durch die Vergärung von Energiepflanzen und anderen landwirtschaftlichen Produkten lassen sich bis zum Jahr 2025 in Hessen 3,9 TWh Strom produzieren. Nach Angaben von Eurosolar werden dafür 156.000 ha landwirtschaftliche Fläche benötigt, was etwa 17% der gesamten landwirtschaftlichen Fläche in Hessen entspricht (EUROSOLAR, 2008, S. 31).

Aus biologischen Abfällen und Reststoffen (Küchen- und Gartenabfällen sowie Althölzern und Gärresten) kann in Hessen bis zum Jahr 2025 etwa 0,56 TWh Strom produziert werden. Die gleiche Menge Strom kann durch den Einsatz von Biomasse in Klein- und Mikro-Blockheizkraftwerken erzeugt werden. Dafür müssen in Hessen mehrere zehntausend Anlagen mit einer Gesamtleistung von 112 MW installiert werden (EUROSOLAR, 2008, S. 32).

Etwa 10% (2,8 TWh) des Strombedarfs in Hessen im Jahr 2025 soll durch feste Biomasse gedeckt werden. Dazu müssen pro Jahr zwei Mio. Tonnen Holz aus dem jährlichem Zuwachs genutzt und zusätzlich schnell wachsende Pflanzen angebaut werden. Dafür wird eine Fläche von 26.500 ha benötigt. Dies entspricht rund drei Prozent der landwirtschaftlichen Fläche in Hessen (EUROSOLAR, 2008, S. 33).

#### **6.4.1.4 Wasserkraft**

Durch die Reaktivierung und Modernisierung bestehender Anlagen kann in Hessen die Stromproduktion von derzeit 0,37 TWh auf 1,4 TWh im Jahr 2025 erhöht werden. Dies entspricht einem Anteil von 5% am gesamten Stromverbrauch in Hessen (EUROSOLAR, 2008, S. 36ff).

#### **6.4.1.5 Geothermie**

Die Autoren des Energiekonzeptes gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2025 in Hessen 35 Kraftwerke mit einer Leistung von je 10 MW installiert sein können. Die Stromerzeugung liegt dann bei 3 TWh, das sind rund 10% des Strombedarfs in Hessen (EUROSOLAR, 2008, S. 39f).

### **6.4.2 Netzintegration erneuerbarer Energien**

Im Gegensatz zu den oben genannten Energiekonzepten der Parteien wird in der Studie von Eurosolar auch die Netzintegration erneuerbarer Energien eingehend thematisiert. Nach Angaben der Autoren des Energiekonzeptes sind erneuerbare Energien in Kombination mit folgenden technischen Maßnahmen, jederzeit in der Lage, die erforderliche Leistung bereitzustellen.

#### **6.4.2.1 Nutzung bestehender Energiespeicher**

Nach Angaben von Eurosolar sind die Biomasse und die Wasserkraft sehr günstige Energiespeicher, da sie im Gegensatz zu „indirekten“ Energiespeichern wie Wasserstoff sehr geringe Umwandlungsverluste besitzen. Biomasse (z.B. in Form von Biogas) kann gut gespeichert und bei Bedarf schnell eingesetzt werden. Wasser kann bei geringem Strombedarf in Speicherbecken gestaut und bei höherem Stromverbrauch sofort in die Turbinen geleitet werden (EUROSOLAR, 2008, S. 49ff).

#### **6.4.2.2 Intelligentes Energiemanagement**

Das Ziel des intelligenten Energiemanagements ist es, dass die Energienachfrage dem Energieangebot angepasst und so eine höhere Energieeffizienz erreicht wird. So soll die Energie möglichst dann genutzt werden, wenn auch viel Energie erzeugt wird. Ein Beispiel dafür ist – bei Nutzung von Photovoltaik – die automatische Aktivierung der Waschmaschine bei einem hohen Sonnenstand (EUROSOLAR, 2008, S. 53).

#### **6.4.2.3 Ausbau virtueller Kraftwerke**

Durch die vermehrte Nutzung von virtuellen Kraftwerken soll die dezentrale Energieerzeugung aus den unterschiedlichen erneuerbaren Energieträgern verbessert werden. Dazu werden die Anlagen zentral über das Internet gesteuert und sie der Nachfrage angepasst (EUROSOLAR, 2008, S. 53).

#### **6.4.2.4 Weiterentwicklung von vorhandenen Speichertechnologien**

Um die bei geringem Strombedarf überschüssige Energie zu speichern und sie bei Bedarf wieder verfügbar zu machen, müssen die vorhandenen Speichertechnologien noch weiter entwickelt werden. Nach Angaben von Eurosolar soll dabei der Schwerpunkt auf der Erforschung von Batterien und Akkus liegen (EUROSOLAR, 2008, S. 55).

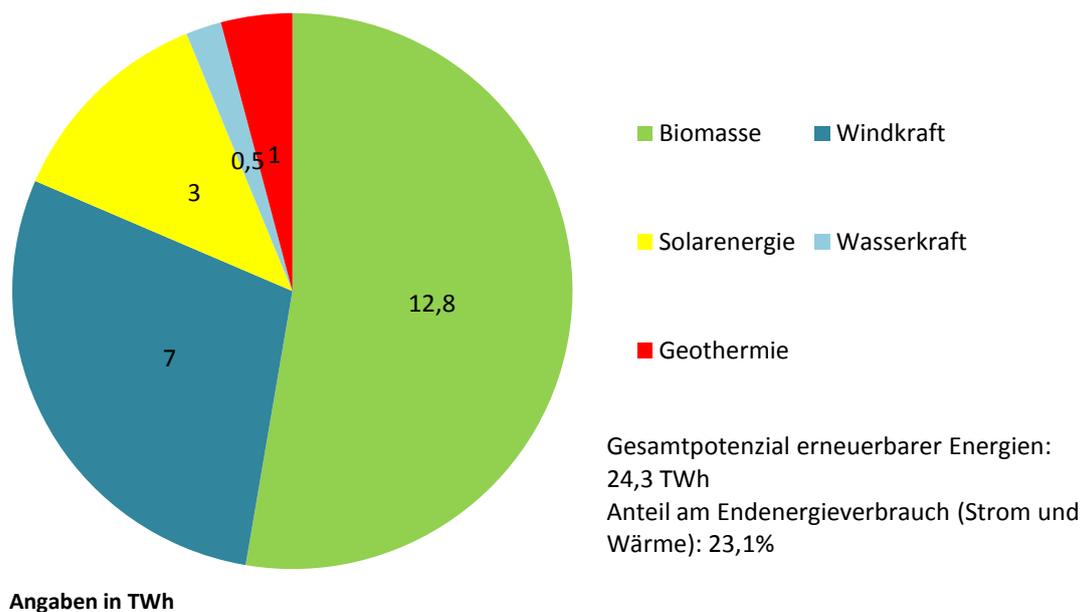
### **6.5 „Biomassepotenzialstudie Hessen“ – Energiekonzept zur Biomassenutzung vom Land Hessen**

Das vom Land Hessen in Auftrag gegebene und vom Witzenhausen-Institut und dem Unternehmen Pöyry Environment GmbH erarbeitete Energiekonzept beschreibt den Stand der Biomassenutzung in Hessen und zeigt die Potenziale der verschiedenen Formen der Biomasse

auf. Die Ausbaumöglichkeiten der Bioenergienutzung werden sowohl für die Strom- als auch die Wärmeerzeugung dargestellt. Nach eigenen Angaben werden in der Biomassepotenzialstudie nur die technischen Potenziale zum Ausbau der Biomasse vorgestellt. Maßnahmen zum Erreichen der Ziele werden in der Studie nicht behandelt (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011).

### 6.5.1 Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen

Die in der Biomassepotenzialstudie dargestellten Potenziale der verschiedenen erneuerbaren Energieträger neben der Biomasse stammen aus dem von der Landesregierung veröffentlichten Energiekonzept „Bericht des Energie-Forums Hessen 2020“. Für die verschiedenen Formen der Biomasse sind von dem Witzenhausen-Institut und der Firma Pöyry eigene Erhebungen und Berechnungen durchgeführt worden, die im Folgenden vorgestellt werden. Die Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger sind in Abbildung 6-4 dargestellt.



**Abbildung 6-4: Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger nach der Biomassepotenzialstudie des Witzenhausen-Instituts und der Firma Pöyry (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011).**

### 6.5.2 Potenziale der Biomasse

In der Biomassepotenzialstudie wird für die Bereitstellung von Strom und Wärme aus Biomasse ein Potenzial von 12,8 TWh gesehen. Wird der von der hessischen Landesregierung angestrebte ↑Endenergieverbrauch von 105 TWh erreicht, kann der Anteil der Biomasse im

Jahr 2020 rund 12% betragen. Für die Nutzung der Biomasse werden in der Biomassepotenzialstudie die Potenziale für biogene Festbrennstoffe und biogene Gase zu jedem hessischen Landkreis ermittelt. Die Energieerzeugung aus biogenen flüssigen Energieträgern im Strom- und Wärmebereich ist nach Angaben der Autoren nicht relevant, da die Nutzung von Festbrennstoffen und biogenen Gasen zur Energieerzeugung effizienter ist (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011, S. 3ff).

#### **6.5.2.1 Potenziale biogene Festbrennstoffe**

Biogene Festbrennstoffe besitzen gemäß der Biomassenpotenzialstudie unter allen Biomassestoffen mit 10 TWh das größte Potenzial. Im Jahr 2008 werden davon bereits 5,7 TWh genutzt, so dass noch ein Ausbaupotenzial von 4,3 TWh bleibt. Jeweils 1,2 TWh des verbleibenden Potenzials können durch die Nutzung von Waldholz und Stroh erzeugt werden. Das Waldholz kann mit dem heutigen Stand der Technik sowohl im privaten Bereich als auch in zentralen Kraftwerken sehr effizient genutzt werden, so dass das Potenzial in naher Zukunft ausgeschöpft sein wird. Beim Stroh sowie beim Miscanthus müssen die technischen Rahmenbedingungen noch verbessert werden. Daher wird die Entwicklung hier langsamer verlaufen. Auch die Nutzung von Kurzumtriebsholz entwickelt sich nur sehr langsam, da die Fläche hierfür für mindestens 20 Jahre festgelegt werden muss und es keine gesicherten Abnahmeverträge für die Landwirtschaft gibt. Die Nutzung von Altholz und dem biogenen Anteil im Restmüll kann durch die Verbesserung der technischen Rahmenbedingungen und der Steigerung der Effizienz noch ausgebaut werden (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011, S. 5ff).

#### **6.5.2.2 Potenziale biogener Gase**

Die Energiegewinnung aus Biogas hat der Biomassenpotenzialstudie gemäß in Hessen ein Potenzial von 2,7 TWh. Davon werden bereits 0,6 TWh genutzt. Das verbleibende Potenzial liegt vor allem in der Nutzung von Energiepflanzen. Weitere Potenziale liegen in der Nutzung von Grünlandbiogas, tierischen Reststoffen und Grünabfällen (WITZENHAUSEN-INSTITUT, 2011, S. 7f).

### **6.6 Zusammenfassung und Vergleich**

Die von den verschiedenen Organisationen angestrebten Ausbauziele unterscheiden sich sowohl in der Art der Energieversorgung (Strom und Wärme), in der Präferenz der einzelnen erneuerbaren Energieformen, als auch im Umfang des Ausbaus und damit in der Höhe der

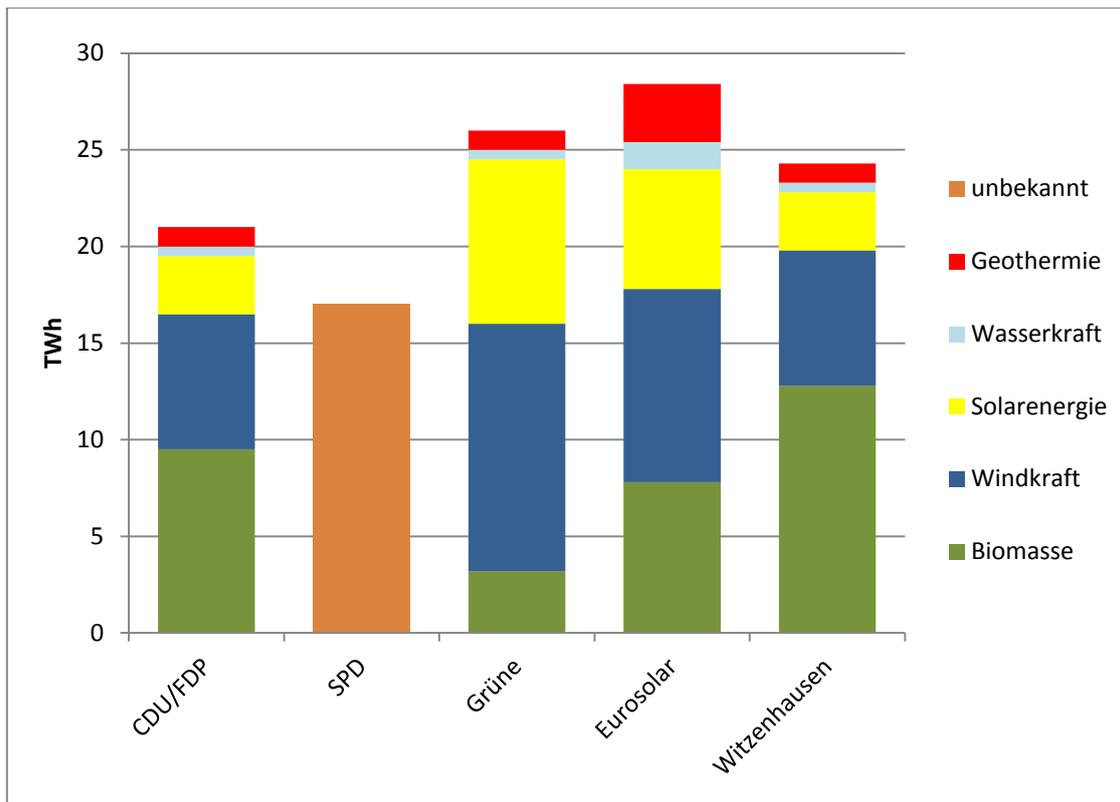
bereitgestellten Energiemenge. Auch das zeitliche Ausbauziel variiert zwischen den Konzepten. In

Tabelle 6-2 sind die in den Energiekonzepten genannten Energieziele dargestellt. Die CDU/FDP-Fraktion und die Autoren der Biomassepotenzialstudie haben als Ausbauziel das Jahr 2020 genannt. Die SPD will den Ausbau „so schnell wie möglich“, die Grünen bis 2028 und Eurosolar bis 2025 erreichen. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch schwankt zwischen 20% und 100%. Hier ist jedoch darauf hinzuweisen, dass es sich um den Endenergieverbrauch teilweise ausschließlich von Strom und teilweise von Strom zusammen mit Wärme handelt. Die CDU/FDP-Fraktion als auch die Verfasser der Biomassepotenzialstudie wollen einen Anteil von 20% beziehungsweise 23,1% am gesamten Energieverbrauch erreichen. Die Grünen und Eurosolar haben das Ziel, den Strombedarf vollständig aus erneuerbaren Energien zu decken. Die SPD hat in dem Konzept das primäre Ziel aufgestellt, auf jeden Fall den Atomstrom durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Dies würde bezogen auf die Datenlage beim Erscheinungsdatum des Konzeptes etwa 50% der Stromversorgung bedeuten.

**Tabelle 6-2: Energieziele der verschiedenen Organisationen**

Herausgeber		CDU/FDP	SPD	Grüne	Eurosolar	Witzenhausen-Institut/Pöyry
Energieform		Strom und Wärme	Strom	Strom	Strom	Strom und Wärme
<b>Ausbauziel</b>		<b>2020</b>	-	<b>2028</b>	<b>2025</b>	<b>2020</b>
		(in TWh)				
Potenziale erneuerbarer Energien	Biomasse	9,5	-	3,2	7,8	12,8
	Windkraft	7	-	12,8	10	7
	Solarenergie	3	-	8,5	6,2	3
	Wasserkraft	0,5	-	0,5	1,4	0,5
	Geothermie	1	-	0,1	3	1
	<b>Gesamt</b>	<b>21</b>	<b>min. 17</b>	<b>25,1</b>	<b>28,4</b>	<b>24,3</b>
<b>Anteil am Endenergieverbrauch</b>		<b>20%</b>	-	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>23,1%</b>
Strom- bzw. Wärmeverbrauch		105	-	25,1	28	105
<b>Energiepolitische Maßnahmen</b>		✓	✓	✓	x	x
Verbesserung der Rahmenbedingungen		✓	✓	✓	x	x
Ausbau erneuerbarer Energien		✓	✓	✓	x	x
Steigerung der Energieeffizienz		✓	x	✓	x	x

In allen Konzepten gleich ist der Sachverhalt, dass der Hauptanteil der bereitgestellten Energiemenge aus Biomasse, Windkraft und Solarenergie gewonnen wird. Die von den Organisationen gesehenen Ausbaupotenziale der jeweiligen erneuerbaren Energieträger sind in Abbildung 6-5 dargestellt. Die Wasserkraft und Geothermie haben in Hessen nach Ansicht der Autoren der Energiekonzepte nur geringe Potenziale. Bei der Biomasse sind zwischen den Konzepten große Schwankungen zu erkennen. In der Biomassepotenzialstudie wird ein Potenzial von 12,8 TWh gesehen. In dem Konzept der Landesregierung sind es 9,5 TWh. Die Landesfraktion der Grünen in Hessen dagegen erwartet bei der Biomasse mit 3,2 TWh nur einen geringen Zuwachs. Bei der Windkraft sind ebenfalls deutliche Unterschiede erkennbar. Die Grünen und Eurosolar sehen in der Windkraft Potenziale von 12,8 TWh beziehungsweise 10 TWh. Die Parteien CDU und FDP haben für die Windkraft einen Anteil von 7 TWh errechnet. Dabei handelt es sich jedoch nicht um das maximal erreichbare Potenzial, sondern um einen berechneten Betrag, der nötig ist, um das 20%-Ziel der Landesregierung zu erreichen. Bei der Solarenergie sind geringere Unterschiede in den Ausbaupotenzialen zu erkennen. Die CDU und die FDP sehen mit 3 TWh nur geringe Ausbaumöglichkeiten. Die Grünen haben mit 8,5 TWh ambitioniertere Ziele. Bei der Wasserkraft erwarten sowohl die Grünen als auch die CDU/FDP-Koalition mit 0,5 TWh nur geringe Potenziale. Eurosolar hingegen sieht mit 1,4 TWh mehr Potenziale. Der Ausbau der Wasserkraft ist nach Angaben aller Autoren aus ökologischen Gründen und wegen der einschränkenden geographischen Gegebenheiten nur begrenzt möglich. Bei der Geothermie wird aus anderen Gründen ein geringes Potenzial gesehen. Nach Angaben der Autoren der Konzepte ist zwar grundsätzlich ein hohes Potenzial verfügbar. Dieses lässt sich jedoch in den nächsten Jahren nicht ausreichend erschließen. Die CDU/FDP-Koalition gibt ein Ausbauziel von einer Terawattstunde an. Nach Ansicht der Grünen sind in den nächsten Jahren lediglich 0,1 TWh aus der Geothermie möglich. Eurosolar erkennt dagegen ein Ausbaupotenzial von 3 TWh.



**Abbildung 6-5: Ausbaupotenziale erneuerbarer Energieträger in Hessen. Datengrundlage sind die Energiekonzepte der angegebenen Organisationen. In dem Energiekonzept der SPD wurden keine Potenziale der jeweiligen erneuerbaren Energieträger genannt, lediglich das Mindestausbauziel ist angegeben.**

Mit Ausnahme der SPD haben die betrachteten Organisationen in ihren Konzepten auch konkrete Angaben zum zukünftigen Strom und Wärmeverbrauch gemacht. Sie alle gehen davon aus, dass sowohl der gesamte Energieverbrauch als auch der reine Stromverbrauch im Jahr 2020 bis 2028 um mindestens 20% gesenkt werden kann.

In den Energiekonzepten der Parteien sind energiepolitische Maßnahmen erwähnt, die es für den erfolgreichen Ausbau erneuerbarer Energien durchzuführen gilt (Tabelle 6-2). In den Konzepten von Eurosolar und des Witzenhausen-Institutes geht man hingegen nur auf die technischen Potenziale ein. Energiepolitische Maßnahmen und Rahmenbedingungen sind nicht Inhalte dieser Studien. In den Energiekonzepten der CDU/FDP-Fraktion, der SPD und der Grünen werden sowohl Maßnahmen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen als auch zum Ausbau erneuerbarer Energien ausgeführt. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz werden nur in den Konzepten der CDU/FDP-Fraktion und der Grünen vorgeschlagen. Ein Anliegen aller Parteien ist es hingegen, dass das Land Hessen seine Vorbildfunktion wahrnimmt, indem es energetische Sanierungen öffentlicher Gebäude

vornimmt sowie erneuerbare Energien zur Energiegewinnung einsetzt. Auch die Förderung von Forschung und Bildung spielt eine zentrale Rolle in den Konzepten der vier Parteien. Außerdem sollen neben der Ausweitung von finanziellen Förderungen insbesondere Beratungs- und Informationsmöglichkeiten verstärkt angeboten werden. Die SPD und die Grünen streben in ihrem Energiekonzept das Ziel an, die Energieversorgung zu rekommunalisieren. So sollen die wenigen großen Kraftwerke durch viele kleinere Anlagen – z.B. Bürgerkraftwerke – vieler verschiedener Besitzer ersetzt werden. Eine weitere Gemeinsamkeit beider Parteien ist die Rolle der HessenEnergie. Diese soll vom Land Hessen zurückgekauft werden und die Aufgaben der früheren Energieagentur wiederaufnehmen und ausweiten.

## 7 Diskussion

---

Das Hauptziel der Diplomarbeit war es, die Ausgangssituation erneuerbarer Energien in Hessen zu beschreiben und die Möglichkeiten der Entwicklung, d.h. die Zukunftspotenziale aufzuzeigen. Der erste Aspekt dieser Zielsetzung hat den aktuellen Stand der Energieversorgung aus erneuerbaren Energien und das aktuelle politische Umfeld zum Inhalt. Der zweite Gesichtspunkt, die Zukunftspotenziale, zeigt sich in den jeweiligen Energiekonzepten der unterschiedlichen Akteure. Die zu diesen beiden Gesichtspunkten dargestellten Ergebnisse sollen vor einer Diskussion nur noch knapp zusammengefasst und anschließend beurteilt sowie bewertet werden. Für die Beurteilung und Bewertung wurden die Ergebnisse – insbesondere die der Politikfeldanalyse – mit Vorgängen in anderen Bundesländern verglichen. Zur Bewertung der Potenziale, wie sie jeweils von den betrachteten Organisationen gesehen werden, sollen auch die weiter oben ausgeführten Ergebnisse der Politikfeldanalyse herangezogen werden. Abschließend werden die in dieser Arbeit verwendeten Methoden kritisch beleuchtet.

### **7.1 Zusammenfassung der Ergebnisse zum Stand der Nutzung erneuerbarer Energien, der Politikfeldanalyse und der Potenziale erneuerbarer Energien**

Im Jahr 2008 wurden in Hessen rund 8,6 TWh Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien produziert. Dies stellt einen Anteil von 6,8% am gesamten Endenergieverbrauch in Hessen dar. Die Bioenergie hatte dabei einen besonderen Stellenwert; an der Bereitstellung von Energie aus erneuerbaren Energien hatte sie im Jahr 2008 mit 6,9 TWh einen Anteil von 80%

Die im hessischen Landtag vertretenen Parteien (CDU, FDP, SPD, die Grünen, die Linke) sprechen sich allesamt für den Ausbau erneuerbarer Energien aus. Wegen der Reaktorkatastrophe im japanischen Fukushima hat diese Thematik in der Politik und der Gesellschaft rasant an Bedeutung gewonnen. Neben den genannten Parteien gibt es ein breites Spektrum an Organisationen, die sich mit dem Ausbau erneuerbarer Energien befassen: Unternehmen, Wirtschafts- und Umweltverbände, Gewerkschaften sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen. Um den Ausbau erneuerbarer Energien zu gestalten und zu forcieren, gibt es zwischen den Akteuren Interaktionen und Netzwerke. Diese bieten eine Diskussionsplattform und

ermöglichen somit zwischen ihnen einen Wissenstransfer. Bei den Instrumenten zur Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien wird zwischen gesetzlichen, monetären sowie nicht-investiven Instrumenten unterschieden. Gesetzliche Steuerungen, finanzielle Förderung sowie Beratungs- und Informationsangebote sollen den Ausbau erneuerbarer Energien vorantreiben. Die Erfolgsbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien haben sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Insbesondere nach Fukushima sind deutliche Signale der Regierung zu erkennen, erneuerbare Energien zügig auszubauen. So wurde ein Energiegipfel einberufen, an dem Akteure aus Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Forschung den Ausbau erneuerbarer Energien aktiv beteiligt sind. Auch die wirtschaftlichen Erwartungen sowie die Akzeptanz in der Bevölkerung sprechen für einen erfolgreichen Ausbau. Hinderlich sind jedoch immer noch die relativ ungünstigen Rahmenbedingungen. Durch gesetzliche Restriktionen sowie geringe Förderungen wird der Ausbau erneuerbarer Energien nicht in dem Maße vollzogen, wie er möglich wäre. Dies ist auch im Vergleich der Bundesländer zu erkennen, bei dem Hessen in vielen Kategorien hintere Plätze belegt.

Die Parteien CDU und FDP, SPD und die Grünen, die Europäische Vereinigung für Erneuerbare Energien sowie das Witzenhausen-Institut haben für das Land Hessen Energiekonzepte entwickelt. Darin werden die Potenziale erneuerbarer Energien in Hessen dargestellt. In den Konzepten der Parteien sind außerdem energiepolitische Maßnahmen formuliert. Die in den Konzepten erwähnten Potenziale zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien schwanken zwischen 17 TWh und 28,4 TWh. Die ausgegebenen Ziele variieren zwischen einem Anteil von 20% erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 (CDU/FDP), einer möglichst schnellen Substitution des Atomstroms (SPD), einer vollständigen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2028 (die Grünen) bzw. 2025 (Eurosolar) und einem Anteil von 23,1% am gesamten Endenergieverbrauch (Witzenhausen-Institut).

## **7.2 Vergleich der Ergebnisse der Politikfeldanalyse mit denen der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt**

Im Folgenden wird das Bundesland Hessen mit den drei Ländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt zu den Einflussfaktoren auf die erneuerbaren Energien verglichen. Neben der energiepolitischen Ausgangssituation sind dabei die natürlichen Vorausset-

zungen, das sozioökonomische Umfeld, die Akteurskonstellationen sowie das Regulierungsmuster von Bedeutung.

### **7.2.1 Gegenüberstellung der Einflussfaktoren bezüglich der Nutzung erneuerbarer Energien in den einzelnen Ländern**

In Tabelle 7-1 sind die in Kapitel 5 erarbeiteten Ergebnisse für das Land Hessen sowie die Einflussfaktoren in den Bundesländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt vergleichend dargestellt. Dazu ist das Raster von MEZ verwendet worden. Die Inhalte, die MEZ für die drei Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt vorgegeben hat, sind aktualisiert worden. Die Inhalte bezogen auf Hessen sind hinzugefügt worden. Die in Tabelle 7-1 festgehaltenen Einflussfaktoren werden in den folgenden Unterabschnitten erläutert. Auf Hessen übertragbare Aspekte werden herausgearbeitet.

**Tabelle 7-1: Einflussfaktoren der Nutzung erneuerbarer Energien in den Ländern Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Hessen im Vergleich (verändert nach MEZ 2007)**

	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Hessen
Energiepolitische Ausgangssituation	Bundesweite energiewirtschaftliche Bedeutung			
	mittel	sehr hoch: wichtige Industrien mit hohem Energiebedarf, das bevölkerungsreichste Bundesland und die größte CO2 Quelle Deutschlands	unbedeutend, geringer Strom- und PEV, geringe Stromerzeugung, geringe Förderung von Braunkohle und Erdgas	unbedeutend Der Strom muss aus angrenzenden Bundesländern importiert werden.
	Fossile Pfadabhängigkeit			
	Öl und Gas (Nordsee) Das Land erhält Förderabgaben.	Stein- und Braunkohle als heimische fossile Energieträger	Braunkohle mit gewisser Bedeutung für die Stromerzeugung	keine
	Vorhandensein von Atomkraftwerken			
	Unterweser (1.350 MW, seit 2011 stillgelegt), Grohnde (1.430 MW) und Lingen (1.363 MW)	seit 1995 kein AKW mehr in Betrieb	nein	Biblis (seit 2011 stillgelegt)
	Nutzungsstand erneuerbarer Energien 2005 (2008)			
	Stromerzeugung*			
	9,9 TWh (14,6 TWh)	5,4 TWh (7,6 TWh)	4,1 TWh (6,5 TWh)	1,5 TWh (2,4 TWh)
	Zuwachs von 2005 bis 2008			
	4,7 TWh	2,2 TWh	2,4 TWh	0,9 TWh
	Anteil am Nettostromverbrauch			
	15,9% (18,5%)	3,8% (5,0%)	26,6% (41,7%)	4,0% (6,3%)
Anteil am ges. EEV				
5,1% (7,5%)	1,2% (1,5%)	6,3% (9,7%)	1,1% (1,9%)	
Natürliche Voraussetzungen für EE	Offshore Windenergie möglich			
	ja	nein	nein	nein
	Biomassepotenzial			
hoch	hoch	hoch	hoch	
Sozioökonomisches Umfeld	Volkswirtschaftliche Bedeutung von Herstellern regenerativer Technologien			
	relativ hoch, zumal in strukturschwachen Räumen vorhanden	relativ hoch, gutes Potenzial, zweites Standbein im Strukturwandel vor allem für den Mittelstand	relativ hoch (ca. 16.000 AP bei 918.000 insgesamt (1,7%) Stand: 2010)	relativ hoch (mehr als 3.500 Beschäftigte in der Photovoltaikbranche (Stand: 2007), 1.400 Unternehmen der EE-Branche (Stand: 2010))
	Kognitives Umfeld			
vergleichsweise günstig	eher günstig	eher ungünstig	eher günstig	

	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Hessen
Akteurskonstellationen	Ökologische Parteien im Landesparlament vertreten			
	ja	ja	ja	ja
	Einflussreiche nicht-staatliche Akteure im Bereich der EE			
	in den Bereichen Wind und Biomasse	in Ansätzen bei Wind und Biomasse	nein	nein
Regulierungsmuster	Hauptzuständigkeit für erneuerbare Energien innerhalb der Landesregierung			
	Umweltministerium	Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Energie (Seit 2005)	Ministerium für Wirtschaft und Arbeit	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
	Landesenergieagentur			
	nein, Ende 2003 aufgelöst Mit 3N (Niedersächsisches Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe) gibt es eine Institution für den Biomasse-Sektor.	Energieagentur (EA) NRW (ab 2007 Zusammenschluss mit der Landesinitiative Zukunftsenergien (LIZ) NRW zur Energieagentur.NRW)	nein, im Jahr 2003 aufgelöst Die Gründung einer neuen Energieagentur wird angestrebt.	nein Die HessenEnergie wurde im Jahr 2001 verkauft.
	Regionale Energieagenturen vorhanden			
	in der Region Hannover, ohne Landesförderung	Duisburg (finanziert durch Ziel2-Mittel der EU)	nein	KEM-Agentur (LK Gießen), gefördert durch das HMUELV
	Landesziele für EE vorhanden			
	Anteil von 25% EE am EEV bis 2020	Erhöhung des Anteils der Windenergie an der Stromversorgung auf 15% bis 2020	Anteil von 20% EE am EEV bis 2020	Anteil von 20% EE am EEV bis 2020
	Finanzielles Budget			
	neue und erneuerbare Energien, rationelle und sparsame Energieverwendung: 5,2 Mio. Euro	progres.NRW (Programm für rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen): 17,2 Mio. Euro	k.A.	energetische und stoffliche Nutzung von Biorohstoffen: 3,8 Mio. Euro, Förderung von Energieeffizienz, der rationellen Energieanwendung und der Nutzung EE: 13 Mio. Euro
	Förderschwerpunkt			
rationelle Energieverwendung, industrielle Forschung, Wohnraumsanierung	Solarenergie, Biomasse, Wasserkraft, Technologien zur rationellen Energieverwendung	Wohnraumsanierung	Biomasse, Wohnraumsanierung, rationelle Energieverwendung	
Form der Förderprogramme				
Zuschüsse und Darlehen	meistens Zuschüsse	Darlehen	Zuschüsse und Darlehen	

	Niedersachsen	Nordrhein-Westfalen	Sachsen-Anhalt	Hessen
	Netzwerk-Koordination vorhanden			
	3N, Biogas-Forum, Landesinitiative Brennstoffzelle	Moderatorin: LIZ NRW mit ca. 15 Arbeitsgemeinschaften, darunter Kompetenzfeld PV und Kompetenznetzwerk Kraftstoffe der Zukunft und Brennstoffzelle/Wasserstoff (alle EE-Träger abgedeckt)	KoNaRo (Koordinierungsstelle Nachwachsende Rohstoffe) im Bereich Biomasse	Wasserstoff- und Brennstoffzellen Initiative, deENet, HeRo, CLEO, Hessischer Energiegipfel
	Leuchtturm-Projekte			
	Bioenergiedorf Jühnde	Leuchtturmprojekte der LIZ (z.B. 50 Solarsiedlungen NRW, Windtestfeld Grevenbroich, Schulprojekte	Biomasseprojekt Iden	Projekt BioREGIONEN Holz
*ohne Abfall Datenquelle: (AEE, 2011a), (LAND HESSEN, 2011c), (LAND NIEDERSACHSEN, 2011), (LAND NORDRHEIN-WESTFALEN, 2011), (LAND SACHSEN-ANHALT, 2010), (MEZ, 2007)				

### 7.2.1.1 Energiepolitische Ausgangssituation

Die energiepolitische Ausgangssituation in den jeweiligen Bundesländern ist sehr verschieden. Eine bundesweite energiewirtschaftliche Bedeutung kann aufgrund des hohen Energiebedarfs nur Nordrhein-Westfalen zugesprochen werden. Hessen spielt – insbesondere nach der Stilllegung des Atomkraftwerkes Biblis – für die gesamtdeutsche Energiestruktur nur eine untergeordnete Rolle.

Bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien liegt Hessen hinter den drei anderen Bundesländern zum Teil weit zurück. Von 2005 bis 2008 konnte Hessen den Anteil hierbei nur um 0,9 TWh erhöhen. Niedersachsen dagegen hat den Anteil um 4,7 TWh erhöhen können. Sachsen-Anhalt konnte die eigene Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nur um 2,4 TWh erhöhen. Bezogen auf Hessen korreliert der relativ geringe Zuwachs der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit einem nur geringen Anteil dieser Energien am Endenergieverbrauch. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch im Jahr 2008 war in Niedersachsen und Sachsen-Anhalt mit 7,5% und 9,7% deutlich höher als in Nordrhein-Westfalen (1,5%) und Hessen (1,9%).

Anhand der Angaben zur Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in den vier Ländern lässt sich sehr genau die Bedeutung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Entwicklung

der erneuerbaren Energien veranschaulichen. Aufgrund der fossilen Pfadabhängigkeit sowie des im Vergleich zu den übrigen Ländern immens hohen Energieverbrauchs weist Nordrhein-Westfalen trotz hoher Förderbudgets und vielseitiger Fördermaßnahmen von 2005 bis 2008 nur einen Zuwachs von 2,2 TWh der erneuerbaren Energien bei der Stromproduktion auf. Dem gegenüber steht das bevölkerungs- und industriearme Sachsen-Anhalt, das zwar ohne nennenswerte eigene Landes-Förderungen, aber mithilfe von Strukturhilfegeldern von außerhalb die Stromproduktion im gleichen Zeitraum um 2,4 TWh erhöht. In beiden Ländern standen Fördergelder zur Verfügung, dennoch gab es unterschiedliche Entwicklungen. In Hessen, wo in diesem Zeitraum ein Zuwachs von 0,9 TWh erfolgt ist, sind es vor allem die ungünstigen (politischen und gesetzlichen) Rahmenbedingungen, die einen schnelleren Ausbau bisher verhindert haben.

### **7.2.1.2 Natürliche Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien**

Die natürlichen Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien in den vier Flächenländern sind aufgrund struktureller als auch geographischer Faktoren sehr unterschiedlich. In Niedersachsen sind die Voraussetzungen wegen der Möglichkeit der Nutzung von Offshore-Windenergie besonders gut und stechen dabei heraus. Dennoch hat auch Hessen im Hinblick auf Windenergien günstige Potenziale. Bei dem Biomassepotenzial sind wegen der überall vorhandenen ländlichen Regionen die Unterschiede nicht so eklatant. Es wird in allen vier Ländern als relativ hoch bewertet.

### **7.2.1.3 Sozioökonomisches Umfeld**

Die volkswirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien ist in allen vier Bundesländern sehr hoch. Dabei werden von den Parteien und Organisationen vor allem für strukturschwache Regionen der Länder Chancen gesehen. Nach MEZ wird der Ausbau erneuerbarer Energien in den Ländern Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt vor allem als wirtschaftliches und erst an zweiter Stelle als umweltpolitisches Thema gesehen (MEZ, 2007, S. 126). In Hessen scheint ganz ähnlich das ökonomische Interesse eine größere Rolle zu spielen als das ökologische. Hier wird die Chance wahrgenommen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien auch einen Zuwachs an Arbeitsplätzen mit sich bringt (vgl. Abschnitt 5.5.2).

#### **7.2.1.4 Akteurskonstellationen**

Der Ausbau erneuerbarer Energien wird von allen relevanten Parteien in den Bundesländern – mit unterschiedlich starkem Engagement – unterstützt. Mit der Partei Bündnis90/Die Grünen ist in allen vier Landesparlamenten eine Partei vertreten, bei welcher der Ausbau erneuerbarer Energien einen zentralen Platz im Parteiprogramm hat.

#### **7.2.1.5 Regulierungsmuster**

Nordrhein-Westfalen ist unter den vier Bundesländern das einzige, das noch eine staatliche Energieagentur besitzt. In den übrigen drei Ländern wurden diese in den letzten Jahren aufgelöst bzw. privatisiert. Die entstandenen Lücken – insbesondere für Beratungs- und Informationsangebote – konnten nur teilweise geschlossen werden.

Die von den Landesregierungen ausgegebenen Energieziele zeigen, dass Ambitionen zum Ausbau erneuerbarer Energien in allen vier Bundesländern vorhanden sind. Das dafür bereitgestellte Budget sowie die Förderschwerpunkte unterscheiden sich jedoch deutlich. Die höchsten Budgets werden dabei von Nordrhein-Westfalen und Hessen gestellt. Sachsen-Anhalt hat seine in den letzten Jahren ohnehin geringe Förderung eingestellt. MEZ erklärt sich die positive Entwicklung erneuerbarer Energien – insbesondere der Biomasse – in Sachsen-Anhalt unter anderem mit der Unterstützung von Betrieben durch Strukturhilfegeldern (MEZ, 2007). Die Förderschwerpunkte haben sich in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt in den letzten Jahren stark verändert. Im Jahr 2007 wurde dort vor allem die Nutzung der Biomasse gefördert (MEZ, 2007, S. 125) Im Jahr 2010 lagen die Förderschwerpunkte im Bereich der rationellen Energieverwendung und der Wohnraumsanierung. Nur in Hessen liegt der Schwerpunkt derzeit auf der Biomasse.

### **7.2.2 Energiepolitische Vorbilder für Hessen**

Die Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Hessen sind in ihren siedlungsstrukturellen, wirtschaftlichen und naturräumlichen Gegebenheiten sehr verschieden, so dass sich Erfolge in einem Land nicht ohne Weiteres auf ein anderes Land übertragen lassen. Dies zeigt die unterschiedliche Entwicklung in Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt (vgl. Kapitel 7.2). Ungeachtet dessen gibt es eine Reihe Faktoren, die in ihrem Zusammenspiel zum Erfolg erneuerbarer Energien beigetragen haben und auch in Hessen den Ausbau erneuerbarer Energien begünstigen können. Dazu gehören Angebote der Information, Beratung und Weiterbildung, die Aktivität von Energieagenturen, planungs-

rechtliche Sicherheit, energiepolitische Entschlossenheit, finanzielle Förderung. Dies wird im Folgenden verdeutlicht.

Zwar sind erneuerbare Energien in Nordrhein-Westfalen aufgrund der fossilen Pfadabhängigkeit nur relativ wenig ausgebaut worden, dennoch ist dort die energiepolitische Ausgangssituation vergleichsweise günstig. So wurden in den 1990er Jahren mit großen Budgets umfangreiche Informations-, Beratungs- und Weiterbildungsangebote geschaffen. Das für erneuerbare Energien verfügbare Budget nimmt seitdem zwar ab, die vorhandenen Strukturen (z.B. Energieagentur.NRW) blieben jedoch bestehen. Auch die Unterstützung erneuerbarer Energien durch die rot-grüne Landesregierung (1995-2002) hatte positive Auswirkungen. Mit der Beseitigung von Hemmnissen für die Windenergie konnte Nordrhein-Westfalen zeitweise die Spitzenposition in der Windkraftnutzung unter den deutschen Binnenländern einnehmen (MEZ, 2007, S. 102).

Energiepolitische Rahmenbedingungen haben auch den Ausbau erneuerbarer Energien in Niedersachsen begünstigt. Insbesondere der frühere Ministerpräsident Christian Wulff (2003 bis 2010) – Mitglied im Bundesverband Windenergie – hat sich nicht nur in Niedersachsen, sondern auch auf Bundesebene für den Ausbau und die Förderung erneuerbarer Energien eingesetzt. So hat Niedersachsen – anders als die übrigen CDU-regierten Länder – im Vermittlungsausschuss des Bundesrates für das EEG gestimmt und damit eine Mehrheit für das Gesetz gesichert (MEZ, 2007, S. 82).

Sachsen-Anhalt hat vor allem durch die Förderung der Windenergie eine Vorbildfunktion für Hessen. Dort wurde bereits im Jahr 1996 eine Windpotenzialstudie durchgeführt, in der die zur Windenergie nutzbaren Flächen identifiziert und energiewirtschaftliche Möglichkeiten aufgezeigt wurden (MEZ, 2007, S. 121).

In Hessen werden seitens der Opposition im Landtag und der Erneuerbaren-Energien-Branche insbesondere die schlechten energiepolitischen Rahmenbedingungen kritisiert. Vor allem die Beispiele Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen zeigen, dass durch eine aktive erneuerbare-Energien-Politik der Ausbau erneuerbarer Energien forciert werden kann. Die in Niedersachsen im Vergleich zu Nordrhein-Westfalen relativ geringen Förderbudgets zeigen aber auch, dass nicht durch Fördergelder allein, sondern nur durch ein Zusammenspiel von günstigen Rahmenbedingungen und vielen weiteren Faktoren der Ausbau erneuerbarer Energien erfolgreich durchgeführt werden kann. So lag der Beitrag der Windkraft zur Strombereitstellung im Jahr 2009 in Niedersachsen (9,8 TWh), Nordrhein-Westfalen (4,1 TWh) und

Sachsen-Anhalt (4,8 TWh) deutlich höher als in Hessen (0,6 TWh) (AEE, 2011a). Zwar wird die Windenergienutzung in den anderen Bundesländern teilweise durch die Möglichkeit der Offshore-Nutzung (Niedersachsen) oder durch ein geringeres Lohnniveau (Sachsen-Anhalt) begünstigt. Der Erfolg der Windenergienutzung ist aber dennoch in erster Linie auf energiepolitische Bemühungen und gute Rahmenbedingungen zurückzuführen (MEZ, 2007). Über das Beispiel der Windkraft hinaus kann Hessen von den drei anderen Bundesländern viel lernen: erst durch eine Verbesserung der Rahmenbedingungen können die Potenziale eines Landes im Hinblick auf erneuerbare Energien optimal ausgeschöpft werden.

### **7.3 Diskussion der Potenziale erneuerbarer Energien mit Blick auf die Ergebnisse der Politikfeldanalyse**

Die in Kapitel 6 dargestellten Potenziale der erneuerbaren Energien in Hessen werden von den Autoren der Energiekonzepte sehr unterschiedlich gesehen (vgl. Abbildung 6-5). Die Gründe hierfür sind vielfältig. So wird von Eurosolar nur das technische Potenzial – ohne Berücksichtigung bestehender restriktiver Rahmenbedingungen – betrachtet. Im Konzept der derzeitigen Regierung (CDU/FDP) werden die restriktiven Rahmenbedingungen als Hemmnis zum Teil in die Potenzialberechnungen miteinbezogen. Im Energiekonzept der Grünen wird in drei verschiedenen Szenarien das Potenzial mit und ohne Beseitigung der bestehenden Restriktionen dargestellt. Die Datengrundlage für die Potenziale – soweit angegeben – sowie deren Berechnung werden im Folgenden diskutiert. Dabei werden auch die Gründe für die Diskrepanz zwischen den Potenzialen der jeweiligen erneuerbaren Energieträger mit Blick auf die Ergebnisse der Politikfeldanalyse erörtert. Außerdem werden – sofern vorhanden – auch weitere Potenzialanalysen zu den jeweiligen Energieträgern zur Beurteilung herangezogen.

#### **7.3.1 Biomasse**

Im Bereich der Biomasse ist ein Vergleich der Potenziale durch die Tatsache erschwert, dass nachwachsende Rohstoffe sowohl zur Wärmegewinnung als auch zur Stromerzeugung verwendet werden können. Im Energiekonzept der CDU/FDP-Koalition und in der Biomassepotenzialstudie werden die Potenziale der Biomasse für die Strom- und Wärmeversorgung in einem dargestellt. Dabei wird nicht differenziert, wie hoch der Anteil bei der Strom- bzw. Wärmeversorgung tatsächlich ist. Dadurch kommen auch beim Vergleich der Konzepte die großen Differenzen zustande. Die Partei Bündnis90/Die Grünen ermittelt für die Stromerzeugung aus Biomasse ein nachhaltig nutzbares Potenzial von 3,2 TWh. Das von der CDU/FDP

gesehene Potenzial (9,5 TWh) erscheint zwar auf den ersten Blick größer, beinhaltet aber auch die Wärmeversorgung, bei der die Biomasse einen wesentlich höheren Anteil hat.

Im Gegensatz zum Konzept von Eurosolar und der Biomassepotenzialstudie wird bei den Konzepten von der CDU/FDP und den Grünen zwischen dem technischen und dem nachhaltig nutzbaren Potenzial differenziert. Die jeweiligen Anteile des nachhaltigen nutzbaren am technischen Potenzial werden dabei jedoch sehr unterschiedlich gesehen. Die Partei Bündnis90/Die Grünen hat für die Biomasse ein technisches Potenzial von 7 TWh ermittelt. Nachhaltig nutzbar davon sind nach Angaben der Grünen maximal etwas weniger als die Hälfte (3,2 TWh). Die CDU/FDP-Koalition beziehen sich in ihrem Konzept bei der Biomasse auf die Berechnungen in der Biomassepotenzialstudie (Datengrundlage 2006), in der ein Potenzial von 10 - 12 TWh ermittelt wurde. Die Autoren des Energiekonzeptes der CDU/FDP gehen von einem nutzbaren Potenzial von mindestens 80% des technischen Potenzials aus (9,5 TWh). Die Gründe für diese voneinander abweichende Sicht liegen unter Anderem in den von den Parteien unterschiedlich bewerteten Konflikten zwischen der energetischen und der stofflichen Nutzung von Biomasse. Diese werden in den Energiekonzepten jedoch nicht näher erörtert.

Die hessische Landesregierung setzt beim Ausbau erneuerbarer Energien vor allem auf die Biomasse, was sich in der Energiepolitik im Allgemeinen, aber auch in den Förderstrukturen widerspiegelt. Die Fördermaßnahmen der Landesregierung konzentrieren sich fast ausschließlich auf die Biomasse. Es werden zahlreiche Informations- und Beratungsmöglichkeiten angeboten, Pilotprojekte (BioREGIONEN Holz) und Studien (Biomassepotenzialstudie) durchgeführt sowie der Ausbau der Biomasse gezielt finanziell gefördert.

### **7.3.2 Windenergie**

Der Ausbau der Windenergie war in den letzten Jahren in der hessischen Politik stets ein großes Streitthema. Zwar wird heute vonseiten der CDU/FDP-Koalition nicht mehr von Windkraftmonstern gesprochen. Eine hohe Akzeptanz – zumindest in den Reihen der Regierung – hat die Windkraft jedoch immer noch nicht. Dies spiegelt sich auch in den von den unterschiedlichen Organisationen gesehenen Potenzialen wider. Die CDU/FDP-Koalition sieht in ihrem Konzept die Windkraft nur als Lückenfüller, um auf insgesamt 21 TWh aus erneuerbaren Energien zu kommen. Die Grünen und Eurosolar haben das Potenzial der Windkraft hingegen berechnet und sehen – allerdings bis zu späteren Zeitpunkten – ein höheres Potenzial als die Landesregierung.

Das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Systemtechnik (IWES) hat im Jahr 2011 eine Potenzialanalyse für die Windenergienutzung an Land für alle Bundesländer durchgeführt. In der Studie – in der nur das technische Potenzial ermittelt wird – ist das nach heutigem Stand der Technik maximale Potenzial der Windenergie bei einer Nutzung von 1% bzw. 2% der Landesfläche Deutschlands berechnet worden. Für Hessen ergibt sich daraus ein Potenzial von 14 TWh bzw. 28 TWh. Nach Angaben der Autoren der Studie sind in Hessen theoretisch rund 20% der hessischen Landesfläche für die Windenergie nutzbar (IWES, 2011b).

Die Gründe für die unterschiedlichen Potenziale (CDU/FDP: 7 TWh, Die Grünen: 12,8, Euro-solar: 10 TWh, IWES: 14 TWh/28TWh) liegen unter Anderem in der Unterscheidung zwischen technischem und nachhaltig nutzbarem Potenzial sowie in der Berücksichtigung restriktiver Rahmenbedingungen. Die Herangehensweise bei der Ermittlung der Potenziale – sofern von den Autoren dargestellt – ist bei den jeweiligen Konzepten sehr unterschiedlich. In dem Konzept der CDU/FDP-Koalition wurden die Ausbauziele der erneuerbaren Energien „rechnerisch unter den derzeitigen Rahmenbedingungen“ (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 7) ermittelt. Demnach ergibt sich für die Windkraft aufgrund der planungsrechtlichen Beschränkungen (vgl. Abschnitt 5.6) ein im Vergleich zu den übrigen Konzepten geringer Wert. Die Grünen haben in ihrem Energiekonzept zwar auch die Potenziale unter sich nicht verändernden Rahmenbedingungen berechnet (8,4 TWh). In einem weiteren Szenario sind aber auch die Potenziale unter verbesserten Rahmenbedingungen ermittelt worden. In diesem Szenario liegt das von den Grünen gesehene Potenzial fast doppelt so hoch wie das Ausbauziel aus der Sicht der CDU/FDP-Koalition. Eurosolar und IWES haben in ihren Konzepten nur das technische Potenzial unter Vernachlässigung jeglicher Rahmenbedingungen ermittelt. Eurosolar hat in dem Konzept berechnet, wie viele Windkraftanlagen (mit einer Einzelleistung von 6 MW) notwendig sind bzw. wieviel Fläche benötigt wird, um 10 TWh Strom aus Windkraft zu erzeugen. In der Studie von IWES ist die Herangehensweise genau umgekehrt. Die Autoren gehen davon aus, dass 1% bzw. 2% der Landesfläche für Windkraft genutzt werden kann. Daraus ermitteln sie unter Verwendung von 3-MW Windkraftanlagen das verfügbare Potenzial.

Die unterschiedlichen Konzepte zeigen, dass die Windkraft über ein großes technisches Potenzial verfügt (10 TWh bis 28 TWh). Beim Ausbau der Windkraft sind die planungsrechtlichen Rahmenbedingungen von zentraler Bedeutung – mehr als bei den übrigen erneuerbaren Energieträgern. Doch aufgrund der bestehenden Einschränkungen – insbesondere der langen Genehmigungsverfahren und der (mittlerweile aufgehobenen) Ausweisung von Ausschluss-

flächen für Windkraftanlagen – wurde ein zügiger Ausbau der Windkraft bisher erschwert. Die Windenergie, die auch nach Meinung der hessischen Regierung aufgrund der guten Flächeneffizienz das größte Erschließungspotenzial hat (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 19), kann nur stärker ausgebaut werden, wenn die bestehenden Restriktionen abgebaut werden.

### **7.3.3 Solarenergie**

Im Bereich der Solarenergie sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Energiekonzepten geringer, als es bei der Biomasse und der Windkraft der Fall ist. Zwar liegt das von den Grünen gesehene Potenzial (8,5 TWh) für die Photovoltaik dreimal so hoch wie in dem Konzept der CDU/FDP-Koalition (3 TWh). Die Autoren des Energiekonzeptes der Grünen gehen aber davon aus, dass spätestens ab dem Jahr 2020 ein erheblicher Anteil des Solarstroms aus Ländern in Nordafrika und Nahost importiert wird. Für die Stromproduktion aus Photovoltaik in Hessen sehen die Grünen ein Potenzial von ca. 5 TWh.

Die Herangehensweisen bei der Ermittlung des Potenzials sind sehr verschieden. Die CDU/FDP-Koalition rechnet die bisherige Entwicklung der Photovoltaik in Gesamtdeutschland auf Hessen herunter. Sie geht davon aus, dass die Stromproduktion aus Photovoltaik weiterhin konstant steigt und Hessen dabei einen Anteil von 10% besitzt (ENERGIEFORUM HESSEN, 2010, S. 18). Die Grünen beziehen sich in ihrem Konzept auf eine im Jahr 1993 durchgeführte Dachflächenanalyse und berechnen daraus die anzustrebende Installation von Photovoltaikanlagen (Bündnis90/Die Grünen, 2007, S. 29). In dem Konzept von Eurosolar wird das Potenzial nicht auf Basis vorhandener Flächen berechnet, sondern die benötigten Flächen werden auf Basis eines angestrebten Ausbauziels (6,2 TWh) ermittelt (EUROSOLAR, 2008, S. 27). Zwar unterscheidet sich die Herangehensweise zur Berechnung der Potenziale bei den Konzepten. Es besteht jedoch Einstimmigkeit darin, dass sich die Stromproduktion aus Solarenergie im Vergleich zum derzeitigen Nutzungsstand (0,35 TWh im Jahr 2009) in den nächsten Jahren stark entwickeln wird.

### **7.3.4 Wasserkraft**

Die von den Autoren der Energiekonzepte gesehenen Potenziale im Bereich der Wasserkraft sind im Vergleich zu den Potenzialen von Biomasse, Windkraft und Solarenergie sehr gering. Sowohl die CDU/FDP-Koalition als auch die Grünen rechnen mit einem maximalen Ausbau der Wasserkraft von 0,5 TWh. Eurosolar hingegen sieht das Potenzial bei 1,4 TWh. Nach

einstimmigen Angaben aller Autoren der Energiekonzepte ist das Wasserkraftpotenzial in Hessen wegen topologischer Gegebenheiten sowie wegen ökologischer Anforderungen ohnehin sehr begrenzt. Die Angaben zum Wasserkraftpotenzial in den jeweiligen Energiekonzepten werden durch eine 2008 veröffentlichte Potenzialanalyse von WAGNER (WAGNER, 2008, S. 79) bestätigt. Darin wird für Hessen ein maximales Potenzial von 0,5 TWh gesehen.

### **7.3.5 Geothermie**

In der Geothermie wird von allen Organisationen zwar langfristig ein sehr großes Potenzial gesehen, kurzfristig jedoch lässt sich dieses nach einhelliger Meinung der Autoren der Energiekonzepte noch nicht ausreichend erschließen. Das Potenzial wird in allen Konzepten für die nächsten Jahre noch als sehr gering eingeschätzt. Die Spannweite zwischen den Potenzialen ist dagegen sehr groß. Nach Ansicht von Eurosolar (3 TWh) besitzt die Geothermie bis zum Jahr 2025 das 30fache des von den Grünen gesehenen Potenzials (0,1 TWh bis zum Jahr 2028). Die CDU/FDP-Koalition liegt mit 1 TWh dazwischen. Das von Eurosolar genannte Potenzial ist ehrgeiziger als das Ziel der CDU/FDP-Koalition, insofern es ausschließlich die Stromproduktion beinhaltet. Da sich die Technik zur Strom- und Wärmeerzeugung aus Geothermie noch weiter entwickeln muss und daher derzeit große Unsicherheiten in der möglichen zukünftigen Energiegewinnung bestehen, ist die Darstellung der Potenziale in den einzelnen Energiekonzepten sehr kritisch zu betrachten. Diese Unsicherheit wiederum ist mit ein Grund für die große Bandbreite in der Wahrnehmung der Potenziale.

## **7.4 Kritische Methodenreflexion**

Zur Gewinnung von Daten wurde in dieser Arbeit die Methode der Inhaltsanalyse anderen Methoden, wie etwa dem Experteninterview, vorgezogen. Der Vorteil der Inhaltsanalyse, dazu gehört auch die Verwendung von Zeitungsartikeln, besteht darin, dass Stellungnahmen der Akteure über einen langen Zeitraum gesammelt werden können. Über die Interpretation dieser Vielzahl an Stellungnahmen konnte dann auf ein Gesamtbild der Akteure geschlossen werden. Bei einem Experteninterview hingegen werden nur die Äußerungen des Interviewpartners zu einem Zeitpunkt aufgenommen. Eventuelle Veränderungen oder Widersprüche in Äußerungen – etwa bei den Stellungnahmen vor und nach Fukushima – hätten dabei nicht erfasst werden können. Der Nachteil der Inhaltsanalyse besteht darin, dass man auf die bestehenden Inhalte der Medien angewiesen ist und einige, die eigene Fragestellung betreffenden Themen eventuell nicht behandelt werden. Im Rückblick ist jedoch zu erkennen, dass hier der

Vorteil überwogen hat und für alle relevanten Akteure ausreichend Informationen gesammelt werden konnten.

Die Frage, die sich im Rahmen der kritischen Methodenreflexion in Bezug auf die Politikfeldanalyse stellt, ist, ob das, was Akteure in den Medien äußern, mit deren tatsächlichen Positionen und deren tatsächlichen Praxis übereinstimmt. Durch die Methode der Inhaltsanalyse kann auf Basis der Stellungnahmen von Akteuren zwar auf deren öffentlichkeitswirksame Haltung bezüglich erneuerbarer Energien geschlossen werden. Inwiefern diese Akteure sich aber auch tatsächlich für den Ausbau erneuerbarer Energien einsetzen, bleibt offen. Daher können für den Erfolg oder Misserfolg beim Ausbau erneuerbarer Energien nur Tendenzen wiedergegeben werden. Die Frage nach der zukünftigen Entwicklung kann nicht mit einem eindeutigen Ergebnis beantwortet werden.

Der Vergleich der Energiekonzepte wurde durch die Tatsache erschwert, dass von den Autoren sehr verschiedene Zielsetzungen genannt wurden. Diese Zielsetzungen betreffen einerseits die Art der Energieversorgung und andererseits das zeitliche Ausbauziel. In dem Konzept der CDU/FDP-Koalition und in der Biomassepotenzialstudie werden Potenziale sowohl für die Wärme- als auch für die Stromversorgung gesehen. Die übrigen Energiekonzepte beinhalten nur die Stromversorgung. Da in den zuerst genannten Konzepten nicht immer differenziert worden ist, wie hoch der Anteil der jeweiligen Energieträger an der Wärme- bzw. Stromversorgung ist, konnten die Werte nicht ohne Weiteres mit den Potenzialen der anderen Energiekonzepte verglichen werden. Auch aufgrund des zeitlichen Ausbauziels, das zwischen dem Jahr 2020 und dem Jahr 2028 variiert, konnten die Potenziale der verschiedenen Konzepte nicht ohne Weiteres einander gegenübergestellt werden. Bei einer im Vergleich zu 2020 um 8 Jahre längeren Ausbauzeit ergeben sich im Jahr 2028 mit hoher Wahrscheinlichkeit auch höhere Potenziale.

Um den Ist-Zustand der Energieversorgung und des Energieverbrauches in Hessen darzustellen, wurden Daten vom Hessischen Statistischen Landesamt verwendet. Diese Daten waren jedoch zum Teil weder aktuell noch vollständig, so dass eine Darstellung der aktuellen Energieversorgung nur begrenzt möglich war. Für den Primärenergieverbrauch in Hessen lagen nur Daten bis zum Jahr 2006 vor. Die Daten zur Wärmeerzeugung in Hessen berücksichtigen nur die größeren Kraftwerke der allgemeinen Versorgung, so dass ein erheblicher Anteil der Wärmeerzeugung nicht aufgeführt war. Da diese jedoch die einzig verfügbaren Daten waren, die eine Darstellung der Entwicklung in den letzten Jahren ermöglichten, wurden sie trotz deren Unvollständigkeit für diese Arbeit verwendet.

## 7.5 Ausblick

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist, verstärkt nach dem Atomausstieg, ein derzeit viel diskutiertes Thema. Die Ergebnisse in dieser Arbeit haben gezeigt, dass in Hessen Bemühungen der relevanten Akteure zu erkennen sind, den Ausbau erneuerbarer Energien zu forcieren. Die von den unterschiedlichen Organisationen veröffentlichten Energiekonzepte zeigen, dass im Vergleich zum aktuellen Stand der Nutzung noch erhebliche Potenziale der erneuerbaren Energien vorhanden sind. Diese können aber nur ausgeschöpft werden, wenn die Rahmenbedingungen, die noch vielfach sehr hinderlich sind, verändert und optimiert werden und wenn die Energiepolitik insgesamt zielorientierter betrieben wird.

Der Vergleich der vier Bundesländer Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt und Hessen hat gezeigt, dass der Ausbau erneuerbarer Energien einer Vielzahl an Einflussfaktoren unterworfen ist. Dazu zählen die vorhandenen Energiepfade, strukturelle und geographische Gegebenheiten, aber in besonderem Maße die Energiepolitik des Landes. Nur eine pro-aktive Energiepolitik, die bemüht ist, vorhandene Restriktionen zu beseitigen und den Ausbau erneuerbarer Energien zu fördern, führt zum Ziel.

Wegen der Vielzahl an Einflussfaktoren ist eine Prognose für die zukünftige Bereitstellung und Nutzung erneuerbarer Energien nur schwer zu treffen. Dies zeigen auch Einflussfaktoren, die heute nicht vorhersehbar sind – wie jüngst die Reaktorkatastrophe in Japan. Diese hat dazu geführt, dass der Atomausstieg in Deutschland neu diskutiert und vollzogen worden ist. Welche Folgen gerade dieser Schritt für den Ausbau der erneuerbaren Energien hat, ist derzeit nur zu ahnen. Die Voraussetzungen für einen verstärkten Ausbau sind zumindest besser geworden. Besonders hervorzuheben als Folgeerscheinung ist die breite Zustimmung in der Bevölkerung zu erneuerbaren Energien.

## LITERATURVERZEICHNIS

---

- AEE. (2010a). *Leitstern 2010: Der Bundesländerpreis für erneuerbare Energien - Hessen: Zusammenfassung der Studienergebnisse*. Abgerufen am 21. Juli 2011 von Agentur für erneuerbare Energien: [http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?eID=tx\\_ccdamdl\\_file&p\[file\]=6570&p\[dl\]=1&p\[pid\]=586&p\[site\]=&p\[t\]=1311935626&hash=028978dedd7646e3eee2a6b509994e8b&l=de](http://www.unendlich-viel-energie.de/index.php?eID=tx_ccdamdl_file&p[file]=6570&p[dl]=1&p[pid]=586&p[site]=&p[t]=1311935626&hash=028978dedd7646e3eee2a6b509994e8b&l=de)
- AEE. (2010b). *Erneuerbare Energien 2020 - Potenzialatlas Deutschland*. Berlin: Frank-Druck.
- AEE. (2011a). *Bundesländer mit neuer Energie*. Abgerufen am 07. Juli 2011 von Agentur für erneuerbare Energien - föderal-erneuerbar: <http://www.foederal-erneuerbar.de/>
- AEE. (2011b). *Windenergie bringt Beschäftigung*. Abgerufen am 26. 09 2011 von Agentur für erneuerbare Energien: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/530/windenergie-bringt-beschaeftigung.html>
- AEE. (2011c). *Unendlich viel Energie*. Abgerufen am 03. 10 2011 von Agentur für erneuerbare Energien: <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/service/glossar.html>
- BEBENBURG, P. (05.04.2011). *Voller Energie zum Gipfel*. Abgerufen am 20. Juli 2011 von Frankfurter Rundschau Online: <http://www.fr-online.de/rhein-main/voller-energie-zum-gipfel/-/1472796/8300032/-/index.html>
- BEBENBURG, P. (18.04.2011). *Wir wollen eine Energiewende - Interview mit Umweltministerin Puttrich*. Abgerufen am 19. Juli 2011 von Frankfurter Rundschau Online: <http://www.fr-online.de/rhein-main/spezials/meine-energiewende/-wir-wollen-eine-energiewende/-/8343448/8355854/-/index.html>
- BEBENBURG, P. (05.05.2011). *Energieversorgung in Hessen - Nicht ganz erneuerbar*. Abgerufen am 19. Juli 2011 von Frankfurter Rundschau Online: <http://www.fr-online.de/rhein-main/spezials/meine-energiewende/nicht-ganz-erneuerbar/-/8343448/8412954/-/index.html>
- BEHRENS, M. (2009). Quantitative und qualitative Methoden in der Politikfeldanalyse. In K. SCHUBERT, *Lehrbuch der Politikfeldanalyse 2.0*. München: Oldenbourg.
- BLUM, S. & K. SCHUBERT (2011). *Politikfeldanalyse*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- BMU. (2009). *Erneuerbare Energien - Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- BMWI. (2011). *Förderdatenbank - Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU*. Abgerufen am 14. Juli 2011 von Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/Foerderrecherche/suche.html>
- BODE, S. & M. FRONDEL, C. SCHMIDT, F. VAHRENHOLT & S. SCHRÖER. (2010). Integration der erneuerbaren Energien in das Stromversorgungssystem. *Wirtschaftsdienst*, 90 (10), S. 643-660.
- BOSCH, S. (2011). Gegenwind für die Erneuerbaren – Räumliche Neuorientierung der Wind-, Solar- und Bioenergie vor dem Hintergrund einer verringerten Akzeptanz sowie zunehmender Flächennutzungskonflikte im ländlichen Raum. *Raumforschung und Raumordnung*, 69 (2), S. 105-118.
- BROSIUS, H.. (2008). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- BÜHLER, T. (2010). *Zuwachs an Studienangeboten für erneuerbare Energien*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von Wissenschaftsladen Bonn: [http://www.jobmotor-erneuerbare.de/download/Studiengaenge\\_SchulischeAusb\\_EE\\_Oktober\\_10.pdf](http://www.jobmotor-erneuerbare.de/download/Studiengaenge_SchulischeAusb_EE_Oktober_10.pdf)
- BUND HESSEN. (2010). *Energieleitlinien des BUND Landesverband Hessen*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von BUND Hessen: [http://www.bund-hessen.de/ueber\\_uns/die\\_arbeitskreise/ak\\_energie/energieleitlinien/](http://www.bund-hessen.de/ueber_uns/die_arbeitskreise/ak_energie/energieleitlinien/)
- BÜNDNIS90/DIE GRÜNEN. (2007). *Zukunftsenergie für Hessen*. Wiesbaden: Fraktion Bündnis90/Die Grünen.

- BWE. (2011). *Windenergie in Hessen*. Abgerufen am 10. 10 2011 von Bundesverband Windenergie e.V.: <http://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/bundeslaender/windenergie-hessen>
- CLEO. (2011). *CLEO - Das Kompetenznetz für neue Energien*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von [http://www.odenwald-cleo.de/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=1&Itemid=4](http://www.odenwald-cleo.de/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=1&Itemid=4)
- DEENET. (2011a). *Kompetenznetzwerk dezentrale Energietechnologien e.V.* Abgerufen am 12. Juli 2011 von <http://www.deenet.org/deENet.658.0.html>
- DEENET. (2011b). *100% Erneuerbare-Energien-Regionen in Deutschland*. Abgerufen am 20. 08 2011 von 100ee - erneuerbare Energien Regionen: [http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/100EE-karte+Liste110214+neuesLogo\\_Web.pdf](http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/100EE-karte+Liste110214+neuesLogo_Web.pdf)
- DENA. (2011). *Energie-Glossar*. Abgerufen am 03. 10 2011 von dena - Deutsche Energie-Agentur: <http://www.thema-energie.de/service/energie-glossar.html>
- DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR. (2011). *dena-Netzstudie II - Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 - 202 mit Ausblick 2025 - Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse durch die Projektsteuerungsgruppe*. Berlin: Deutsche Energie-Agentur GmbH.
- DGB HESSEN-THÜRINGEN. (2011). *Energiewende jetzt!* Abgerufen am 11. Juli 2011 von DGB-Bezirk Hessen-Thüringen: <http://hessen-thueringen.dgb.de/++co++468f8c78-900d-11e0-47e3-00188b4dc422/@@index.html>
- DIE ZEIT. (19.03.2010). *Biblis A ist wieder am Netz*. Abgerufen am 09. Juni 2011 von Zeit Online: <http://www.zeit.de/politik/2010-03/atomkraftwerk-biblis>
- DIEKMANN, J. (2008). *Vergleich der Bundesländer: Best Practice für den Ausbau erneuerbarer Energien. Indikatoren und Ranking*. Berlin: Agentur für erneuerbare Energien.
- DIEKMANN, J. (2010). *Bundesländer-Vergleichsstudie mit Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau erneuerbarer Energien 2010*. Berlin: Agentur für erneuerbare Energien.
- DYE, T. (1978). *Understanding public policy*. Englewood Cliffs, NJ USA: Prentice-Hall.
- EKARDT, F. & A. SCHMEICHEL & M. HERING. (2009). Europäische und nationale Regulierung der Bioenergie und ihrer ökologisch-sozialen Ambivalenzen. *Natur und Recht* , 31 (4), S. 222-232.
- ENBW. (2011). *EnBW Trading GmbH*. Abgerufen am 03. 10 2011 von [http://www.enbw.com/content/de/der\\_konzern/enbw\\_gesellschaften/trading\\_gmbh/news\\_info\\_service/glossar1/index.jsp?jsessionid=28613C7B157FBFEFD797A868B2F49138.nbw05](http://www.enbw.com/content/de/der_konzern/enbw_gesellschaften/trading_gmbh/news_info_service/glossar1/index.jsp?jsessionid=28613C7B157FBFEFD797A868B2F49138.nbw05)
- ENERGIEFORUM HESSEN. (2010). *Bericht des Energie-Forums Hessen 2020*. Wiesbaden.
- EULER, R. (19.12.2010). Es wird mehr Windkraft geben. *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung* , 50.
- EULER, R. (18.03.2011). Grüne: Energiewende binnen 20 Jahren möglich. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 65.
- EULER, R. (29.03.2011). Mit neuer Energie. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 74.
- EULER, R. (09.04.2011). Die Energiewende ist eine Riesenchance. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 84.
- EUROSOLAR. (2008). *Der Weg zum Energieland Hessen*. Bonn: EUROSOLAR e.V.
- FAS. (29.05.2011). Jetzt, weltweit und für immer. *Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung* , 21.
- FAZ. (09.08.2007). *Kernkraft - RWE will Biblis im Herbst wieder hochfahren*. Abgerufen am 09. Juni 2011 von Frankfurter Allgemeine Zeitung Online: <http://www.faz.net/artikel/C30745/kernkraft-rwe-will-biblis-im-herbst-wieder-hochfahren-30198996.html>
- FAZ. (07.05.2009). Willsch lobt, Klose kritisiert. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 105.
- FAZ. (01.12.2009). *Wartung abgeschlossen - Biblis B wieder am Netz*. Abgerufen am 09. Juni 2011 von Frankfurter Allgemeine Zeitung Online: <http://www.faz.net/artikel/C30745/wartung-abgeschlossen-biblis-b-wieder-am-netz-30078620.html>
- FAZ. (02.02.2010). Vorrang für Biomasse bei Energiegewinnung. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 27.
- FAZ. (03.02.2010). Wirtschaft lobt Lautenschlägers Konzept. *Frankfurter Allgemeine Zeitung* , 28.
- FAZ. (31.08.2010a). *Bouffier zum neuen Ministerpräsidenten gewählt*. Abgerufen am 05. Juli 2011 von Frankfurter Allgemeine Zeitung Online: <http://www.faz.net/artikel/C30923/hessen-bouffier-zum-neuen-ministerpraesidenten-gewaehlt-30054781.html>

- FAZ. (31.08.2010b). Die neue Landesregierung. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 201.
- FAZ. (22.03.2011). Blockheizkraftwerke statt zentraler Großanlagen. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 68.
- FAZ. (19.05.2011). Kein Konsens um jeden Preis. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 116.
- FAZ. (28.05.2011). Das Aus für Reaktoren in Biblis rückt wieder ein Stück näher. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 124.
- FAZ. (24.05.2011). Future made in Germany. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 120.
- FAZ. (26.05.2011). Genossenschaft in Sachen Wind. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 122.
- FAZ. (09.06.2011). Unglaubliche Chance - Große Zustimmung für Energiewende im Landtag. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 133.
- FAZ. (08.08.2011). *Hanau verzichtet auf weitere Klage gegen Kohlekraftwerk*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Frankfurter Allgemeine Zeitung Online: <http://www.faz.net/artikel/C30745/staudinger-hanau-verzichtet-auf-weitere-klage-gegen-kohlekraftwerk-30481585.html>
- FORSA. (2010). *Umfrage zum Thema „Erneuerbare Energien“ 2009 – Einzelauswertung Bundesländer*. Abgerufen am 22. Juli 2011 von Agentur für erneuerbare Energien: [http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/FORSA-Akzeptanz\\_EE\\_Einauswertung\\_Bundeslaender.pdf](http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/FORSA-Akzeptanz_EE_Einauswertung_Bundeslaender.pdf)
- FR. (15.03.2011). *Ein Streit um Kohle statt Atom*. Abgerufen am 19. Juli 2011 von Frankfurter Rundschau Online: <http://www.fr-online.de/rhein-main/ein-streit-um-kohle-statt-atom/-/1472796/8224224/-/index.html>
- GÖBEL, E. (16. Juni 2011). *Geothermie - Strom aus Stein*. Abgerufen am 17. Juni 2011 von SZ Online: <http://www.sueddeutsche.de/wissen/geothermie-strom-aus-stein-1.1109273>
- HARTING, M. (22.03.2006). Von Atomstrom, Windrädern und Biomasse. *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 69.
- HASEBRINK, U. (2006). Inhaltsanalyse. In HANS-BREDOW-INSTITUT (HRSG.), *Medien von A bis Z*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- HEISSENHUBER, A. & M. DEMMEIER, S. RAUH (2008). Auswirkungen der Konkurrenz zwischen Nahrungsmittel- und Bioenergieproduktion auf Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt. *Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis*, 2 (17), S. 23-31.
- HERO. (2011). *Kompetenzzentrum HessenRohstoffe e.V.* Abgerufen am 12. Juli 2011 von <http://www.hero-hessen.de/wai1/showcontent.asp?ThemaID=192>
- HESSEN FORST. (2011). *Forstliche Bioenergieinformation*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Hessen Forst: <http://www.hessen-forst.de/servicezentren/bioenergieinformation.htm>
- HESSISCHER ENERGIEGIPFEL. (2011). *Inhalte und Ziele des Energiegipfels Hessen*. Abgerufen am 13. Juli 2011 von <http://www.energiegipfel.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=16353>
- HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT. (2011). Abgerufen am 09. Juni 2011 von Statistik Hessen: <http://www.statistik-hessen.de/themenauswahl/industrie-bau-handwerk-energie/index.html>
- HLUG. (2011). *Erdwärme*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie: <http://www.hlug.de/start/geologie/erdwaerme.html>
- HMUELV. (2009). *Biomassepotenzialstudie*. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- HMUELV. (2011a). *Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz*. Abgerufen am 05. Juli 2011 von [http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=25c5684fcb944b58bcc75c07de39c34b](http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=25c5684fcb944b58bcc75c07de39c34b)
- HMUELV. (2011b). *Hessisches Klimaschutzforum*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von <http://www.klimaschutzforum-hessen.de>
- HMUELV. (2011c). *Förderung von Bio-Rohstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft*. Abgerufen am 14. Juli 2011 von Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: [http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=8d5759fe2275feb839d991fc031e5595](http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=8d5759fe2275feb839d991fc031e5595)
- HMUELV. (2011d). *Merkblatt zur Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von kommunalen Wohngebäuden sowie von ausgewählten Nichtwohngebäuden*. Abgerufen am 14. Juli 2011 von Energieland Hessen: [http://www.energieland.hessen.de/irj/Energieland\\_Internet?cid=0749444cf22ff49359739cb2eb6f6d84](http://www.energieland.hessen.de/irj/Energieland_Internet?cid=0749444cf22ff49359739cb2eb6f6d84)

- HMUELV. (2011e). *Behörden und Institutionen*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz:  
[http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=ae6d24d85a9884a1ca58152f8807c953](http://www.hmuelv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=ae6d24d85a9884a1ca58152f8807c953)
- HMWVL. (2000). *Landesentwicklungsplan*. Abgerufen am 21. 08 2011 von Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landentwicklung: <http://www.landesplanung-hessen.de/landesentwicklungsplan/textteil-zum-download/>
- HMWVL. (2008). *Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 45*. Wiesbaden: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landentwicklung.
- HMWVL. (2011a). *Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landentwicklung*. Abgerufen am 05. Juli 2011 von  
[http://www.wirtschaft.hessen.de/irj/HMWVL\\_Internet?cid=8276aa4202ee22dd39490d1ced9f36d4](http://www.wirtschaft.hessen.de/irj/HMWVL_Internet?cid=8276aa4202ee22dd39490d1ced9f36d4)
- HMWVL. (2011b). *Energiewirtschaft*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landentwicklung:  
[http://www.wirtschaft.hessen.de/irj/HMWVL\\_Internet?cid=94d260ed0ca27e731fcb64d7ea79fb10](http://www.wirtschaft.hessen.de/irj/HMWVL_Internet?cid=94d260ed0ca27e731fcb64d7ea79fb10)
- HÖTKER, H. (2006). *Auswirkungen des Repowering von Windkraftanlagen aus Vögel und Fledermäuse*. Bergenhusen: NABU.
- HR-ONLINE. (15.03.2011). *Chronologie - Immer wieder Pannen*. Abgerufen am 09. Juni 2011 von Hessischer Rundfunk Online: [http://www.hr-online.de/website/rubriken/nachrichten/indexhessen34938.jsp?rubrik=36098&msg=7454&key=standard\\_documentoent\\_41040687](http://www.hr-online.de/website/rubriken/nachrichten/indexhessen34938.jsp?rubrik=36098&msg=7454&key=standard_documentoent_41040687)
- IG-BCE. (2011). *Energiegewerkschaft regt Energieministerium für Hessen an*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie: <http://www.hessen-thueringen.igbce.de/portal/site/hessen-thueringen/energieministerium/>
- IGUS. (2011). *Windkraftanlagen*. Abgerufen am 17. Juni 2011 von Ingenieurgemeinschaft GmbH Dresden:  
[http://www.igus-dresden.de/cgi-bin/igus.cgi?sprache=&menu=unterrubrik\\_anz&id=rubr9499174107&rubrik=rubr9499174107&text\\_rubr=2&seite=html117830738786&unterseite=uhtml566043435115](http://www.igus-dresden.de/cgi-bin/igus.cgi?sprache=&menu=unterrubrik_anz&id=rubr9499174107&rubrik=rubr9499174107&text_rubr=2&seite=html117830738786&unterseite=uhtml566043435115)
- IWES. (2011a). *Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von  
[http://www.iset.uni-kassel.de/pls/w3isetdad/www\\_iset\\_new.main\\_page?p\\_name=7210002&p\\_lang=ger](http://www.iset.uni-kassel.de/pls/w3isetdad/www_iset_new.main_page?p_name=7210002&p_lang=ger)
- IWES. (2011b). *Studie zum Potenzial der Windenergie an Land - Kurzfassung*. Berlin: Bundesverband Windenergie e.V.
- IWU. (2011). *Forschung im Institut Wohnen und Umwelt*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Institut für Wohnen und Umwelt: <http://www.iwu.de/forschung/>
- JANN, W. (2004). Politikfeldanalyse. In D. NOHLEN, *Lexikon der Politikwissenschaft 2 N-Z*. München: Beck.
- KALTSCHMITT, M. & W. STREICHER (2009). *Regenerative Energien in Österreich*. Wiesbaden: Teubner Verlag.
- KFW. (2011). *Inlandsförderung*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von Kreditbank für Wiederaufbau:  
<http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/index.jsp>
- KROMREY, H. (2009). *Empirische Sozialforschung*. Stuttgart: UTB.
- KUCHARCZAK, L. & S. SCHÄFER (2010). *Regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte als Instrumente für die Energiewende*. Kassel: DEENET.
- KÜHL, L. (2010a). Windenergie. In M. KRAMER, *Integratives Umweltmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- KÜHL, L. (2010b). Solare Stromerzeugung - Photovoltaik. In M. KRAMER, *Integratives Umweltmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- KÜHL, L. (2010c). Geothermische Energienutzung. In M. KRAMER, *Integratives Umweltmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- LAK. (2011). *Aktuelle Ergebnisse und Zeitreihen*. Abgerufen am 19. 09 2011 von Länderarbeitskreis Energiebilanzen: [http://www.lak-energiebilanzen.de/sixcms/detail.php?template=liste\\_energiebilanz](http://www.lak-energiebilanzen.de/sixcms/detail.php?template=liste_energiebilanz)
- LAND HESSEN. (2005). *Hessische Gemeindeordnung (HGO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. März 2005*. Abgerufen am 21. 08 2011 von Hessenrecht - Rechts- und Verwaltungsvorschriften:  
<http://www.rv.hessenrecht.hessen.de/jportal/portal/t/t19/page/bshesprod.psml/action/portlets.jw.MainActio>

- n?p1=v&eventSubmit\_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-GemOHE2005pP19&doc.part=S&toc.poskey=#focuspoint
- LAND HESSEN. (2006). *Gesetz über die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen*. Wiesbaden.
- LAND HESSEN. (2010). *Gesetzentwurf der Landesregierung für ein Gesetz zur Änderung der Hessischen Bauordnung und des Hessischen Energiegesetzes*. Abgerufen am 22. Juli 2011 von Landesportal Hessen: [http://www.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/zentral\\_15/zentral\\_Internet/med/127/127200bb-a57e-5c21-f012-f31e2389e481,22222222-2222-2222-2222-222222222222,true.pdf](http://www.hessen.de/irj/servlet/prt/portal/prtroot/slimp.CMReader/zentral_15/zentral_Internet/med/127/127200bb-a57e-5c21-f012-f31e2389e481,22222222-2222-2222-2222-222222222222,true.pdf)
- LAND HESSEN. (2011a). *Wasserstoff- und Brennstoffzellen Initiative Hessen*. Abgerufen am 12. Juli 2011 von H2BZ Hessen: <http://www.h2bz-hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=5602>
- LAND HESSEN. (2011b). *Hessische Bauordnung in der Fassung vom 15. Januar 2011*. Abgerufen am 21. 08 2011 von Hessenrecht - Rechts- und Verwaltungsvorschriften: [http://www.rv.hessenrecht.hessen.de/jportal/portal/t/tsm/page/bshesprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=0&eventSubmit\\_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-BauOHE2010rahmen&doc.part=R&toc.poskey=#focuspoint](http://www.rv.hessenrecht.hessen.de/jportal/portal/t/tsm/page/bshesprod.psml/action/portlets.jw.MainAction?p1=0&eventSubmit_doNavigate=searchInSubtreeTOC&showdoccase=1&doc.hl=0&doc.id=jlr-BauOHE2010rahmen&doc.part=R&toc.poskey=#focuspoint)
- LAND HESSEN. (2011c). *Haushaltsplan 2011*. Wiesbaden.
- LAND NIEDERSACHSEN. (2011). *Entwurf - Haushaltsplan für die Haushaltsjahre 2012 und 2013 - Einzelplan 15: Ministerium für Umwelt und Klimaschutz*. Hannover.
- LAND NORDRHEIN-WESTFALEN. (2011). *Haushaltsplan 2011*. Düsseldorf.
- LAND SACHSEN-ANHALT. (2010). *Haushaltsplan für die Haushaltsjahre 2010 und 2011 - Einzelplan 08: Ministerium für Wirtschaft und Arbeit*. Magdeburg.
- LEECH. (2011). *Länderarbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Hessen*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von [http://leeh.de/cms/index.php?option=com\\_frontpage&Itemid=1](http://leeh.de/cms/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1)
- LINK, T. (2009). *Wasserkraftanlagen*. In V. WESSELAK & SCHABBACH, *Regenerative Energietechnik*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- LLH. (2011). *Nachwachsende Rohstoffe/Bioenergie*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen: <http://www.llh-hessen.de/landwirtschaft/nachwachsende-rohstoffe--bioenergie.html>
- LUBBADEH, J. (15. November 2008). *Eine Stadt zerreißt*. Abgerufen am 30. Juni 2011 von Spiegel Online: <http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/0,1518,589944,00.html>
- MEISINGER, H. (2010). *Mehr Wind und weniger Atomkraft*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von Evangelische Kirche in Hessen und Nassau: [http://www.ekhn.de/inhalt/download/standpunkt/bio/klima/energiekonzept\\_hessen\\_10\\_02\\_09qhubert\\_meisinger\\_zgv.pdf](http://www.ekhn.de/inhalt/download/standpunkt/bio/klima/energiekonzept_hessen_10_02_09qhubert_meisinger_zgv.pdf)
- MEIXNER, H. (2011). *HessenENERGIE*. Abgerufen am 05. Juli 2011 von <http://www.hessenenergie.de/Unternehmen/unterneh.shtml>
- MEZ. (2007). *Zukünftiger Ausbau erneuerbarer Energieträger unter besonderer Berücksichtigung der Bundesländer - Endbericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit*. Berlin: Forschungsstelle für Umweltpolitik.
- MÜLLER, C. (2010). *Land hebt Marburger Solarsatzung aus*. Abgerufen am 21. 08 2011 von Frankfurter Allgemeine Zeitung Online: <http://www.faz.net/artikel/C30840/neue-bauordnung-land-hebelt-marburger-solarsatzung-aus-30333131.html>
- NABU HESSEN. (2011). *Windkraftstandorte optimieren*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von NABU Landesverband Hessen: <http://hessen.nabu.de/naturschutz/energie/>
- REICHEL, M. (2010). *Erneuerbare Energien im Überblick*. In M. KRAMER, *Integratives Umweltmanagement*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- RENNER, O. (2010). *Grundlagen der Solarenergie*. In M. KRAMER, *Integratives Umweltmanagement*. Wiesbaden: Gabler.
- SCHEER, H. (2006). *Neue Energie für ein Atomstromfreies Hessen*. Marburg: SPD Hessen.
- SCHUBERT, K. & S. BLUM(2009). *Politikfeldanalyse*. München: Oldenbourg.

- VGH KASSEL. (2011). *Die Festlegung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung für Windkraftanlagen im Regionalplan Nordhessen 2009 ist unwirksam*. Abgerufen am 20. Juli 2011 von Hessischer Verwaltungsgerichtshof: [http://www.vgh-kassel.justiz.hessen.de/irj/VGH\\_Kassel\\_Internet?rid=HMdJ\\_15/VGH\\_Kassel\\_Internet/sub/9ae/9ae56693-cd2c-e21f-012f-31e2389e4818,,,11111111-2222-3333-4444-100000005003%26overview=true.htm](http://www.vgh-kassel.justiz.hessen.de/irj/VGH_Kassel_Internet?rid=HMdJ_15/VGH_Kassel_Internet/sub/9ae/9ae56693-cd2c-e21f-012f-31e2389e4818,,,11111111-2222-3333-4444-100000005003%26overview=true.htm)
- WAGNER, E. (2008). Stromgewinnung aus regenerativer Wasserkraft - Potenzialanalyse. *ew - das Magazin für Energiewirtschaft*, 107 (Heft 1-2).
- WEBER, T. (2011). *Nordhessen kippt Flächenplanung*. Abgerufen am 27. Juli 2011 von Erneuerbare Energien - Das Magazin: <http://www.erneuerbareenergien.de/nordhessen-kkippt-flaechenplanung/150/406/30838/>
- WESSELAK, V. & T. SCHABBACH (2009). *Regenerative Energietechnik*. Heidelberg: Springer.
- WIBANK. (2011). *Förderprogramme Energie*. Abgerufen am 11. Juli 2011 von Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen: <http://www.wibank.de/de/Themen/Infrastruktur/Energie.html>
- WINTER, W. (2011). Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015-2020 mit Ausblick auf 2025. *Zeitschrift für Energiewirtschaft*, 35 (2), S. 139-153.
- WITZENHAUSEN-INSTITUT. (2011). *Energie*. Abgerufen am 17. 08 2011 von Witzenhausen-Institut: <http://www.witzenhausen-institut.de/energie/energie.php>
- ZAHORANSKY, R. & E. BOLLIN, H. OEHLER, U. SCHELLING (2010). *Energietechnik*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner.

**Anhang**

---

# I Überblick über die für die Politikfeldanalyse verwendete Literatur

Tabelle A- I: Überblick über die für die Politikfeldanalyse verwendete Literatur

	Autor	Erscheinungsdatum	Titel
Berichte	Bündnis90/Die Grünen	2007	Zukunftsenergie für Hessen.
	Diekmann, J.	2010	Bundesländer-Vergleichsstudie mit Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau erneuerbarer Energien 2010.
	Energieforum Hessen	2010	Bericht des Energie-Forums Hessen 2020.
	HMUELV	2011	Merkblatt zur Förderung der energetisch optimierten Modernisierung von kommunalen Wohngebäuden sowie von ausgewählten Nichtwohngebäuden.
	HMWVL	2000	Landesentwicklungsplan
	HMWVL	2008	Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 45
	Land Hessen	2005	Hessische Gemeindeordnung (HGO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 7. März 2005.
	Land Hessen	2006	Gesetz über die Wirtschafts- und Infrastrukturbank Hessen.
	Land Hessen	2010	Gesetzesentwurf der Landesregierung für ein Gesetz zur Änderung der Hessischen Bauordnung und des Hessischen Energiegesetzes.
	Land Hessen	2011	Hessische Bauordnung in der Fassung vom 15. Januar 2011.
	Land Hessen	2011	Wasserstoff- und Brennstoffzellen Initiative Hessen.
	Scheer, H.	2006	Neue Energie für ein Atomstromfreies Hessen
	VGH Kassel	2011	Die Festlegung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung für Windkraftanlagen im Regionalplan Nordhessen 2009 ist unwirksam.
Zeitungsartikel FAZ/FAS	Euler, R.	19.12.2010	Es wird mehr Windkraft geben.
	Euler, R.	18.03.2011	Grüne: Energiewende binnen 20 Jahren möglich.
	Euler, R.	29.03.2011	Mit neuer Energie.
	Euler, R.	09.04.2011	Die Energiewende ist eine Riesenchance.
	FAS	29.05.2011	Jetzt, weltweit und für immer.
	FAZ	07.05.2009	Willsch lobt, Klose kritisiert.
	FAZ	02.02.2010	Vorrang für Biomasse bei Energiegewinnung.
	FAZ	03.02.2010	Wirtschaft lobt Lautenschlägers Konzept.
	FAZ	31.08.2010	Bouffier zum neuen Ministerpräsidenten gewählt.
	FAZ	31.08.2010	Die neue Landesregierung.

	FAZ	22.03.2011	Blockheizkraftwerke statt zentraler Großanlagen.
	FAZ	19.05.2011	Kein Konsens um jeden Preis.
	FAZ	24.05.2011	Future made in Germany.
	FAZ	26.05.2011	Genossenschaft in Sachen Wind.
	FAZ	28.05.2011	Das Aus für Reaktoren in Biblis rückt wieder ein Stück näher.
	FAZ	09.06.2011	Unglaubliche Chance - Große Zustimmung für Energiewende im Landtag.
	FAZ	08.08.2011	Hanau verzichtet auf weitere Klage gegen Kohlekraftwerk.
	Harting, M.	22.03.2006	Von Atomstrom, Windrädern und Biomasse.
	Müller, C.	2010	Land hebt Marburger Solarsatzung aus.
Zeitungsartikel FR	Bebenburg, P.	05.04.2011	Voller Energie zum Gipfel
	Bebenburg, P.	18.04.2011	Wir wollen eine Energiewende - Interview mit Umweltministerin Puttrich.
	Bebenburg, P.	05.05.2011	Energieversorgung in Hessen - Nicht ganz erneuerbar.
	FR	15.03.2011	Ein Streit um Kohle statt Atom.
Internetseiten	AAE	2010	Leitstern 2010: Der Bundesländerpreis für erneuerbare Energien - Hessen: Zusammenfassung der Studienergebnisse.
	AAE	2011	Bundesländer mit neuer Energie.
	Bistum Fulda	2011	Bistum bezieht seit Jahresbeginn ÜWAG-Ökostrom mit Gütesiegeln.
	Bistum Limburg	2009	Bistum Limburg setzt auf erneuerbare Energien.
	Bistum Mainz	2011	Bistum Mainz größter Kunde von Naturstrom.
	BMWi	2011	Förderdatenbank - Förderprogramme und Finanzhilfen des Bundes, der Länder und der EU.
	Bühler, T.	2010	Zuwachs an Studienangeboten für erneuerbare Energien.
	BUND Hessen	2010	Energieleitlinien des BUND Landesverband Hessen.
	CLEO	2011	Das Kompetenznetz für neue Energien.
	DEENET	2011	Kompetenznetzwerk dezentrale Energietechnologien e.V.
	DGB HESSEN-THÜRINGEN	2011	Energiewende jetzt!
	EKHN	2011	„Earth Hour“: Wechsel zu Ökostrom.
	FORSA	2010	Umfrage zum Thema „Erneuerbare Energien“ 2009 – Einzelauswertung Bundesländer.
	HERO	2011	Kompetenzzentrum HessenRohstoffe e.V.
	Hessen Forst	2011	Forstliche Bioenergieinformation.
	Hessischer Energiegipfel	2011	Inhalte und Ziele des Energiegipfels Hessen.
	HLUG	2011	Erdwärme
HMUELV	2011	Behörden und Institutionen.	

	HMUELV	2011	Förderung von Bio-Rohstoffen aus der Land- und Forstwirtschaft.
	HMUELV	2011	Hessisches Klimaschutzforum.
	HMUELV	2011	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
	HMWVL	2011	Energiewirtschaft.
	HMWVL	2011	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung.
	IG-BCE	2011	Energiegewerkschaft regt Energieministerium für Hessen an.
	IWES	2011	Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik.
	IWU	2011	Forschung im Institut Wohnen und Umwelt.
	KFW	2011	Inlandsförderung
	LEEH	2011	Länderarbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Hessen.
	LLH	2011	Nachwachsende Rohstoffe/Bioenergie.
	Meisinger, H.	2010	Mehr Wind und weniger Atomkraft.
	MEIXNER, H.	2011	HessenENERGIE
	NABU HESSEN	2011	Windkraftstandorte optimieren.
	Weber, T.	2011	Nordhessen kippt Flächenplanung.
	WIBANK	2011	Förderprogramme Energie.
	Witzenhausen-Institut	2011	Energie

## II Glossar

Tabelle A- II: Glossar

Biogas	Biogas entsteht, wenn Biomasse unter Ausschluss von Licht und Sauerstoff in einer Biogasanlage abgebaut wird. Hauptbestandteil des Biogases ist Methan. Weitere Bestandteile sind Kohlendioxid, Sauerstoff, Stickstoff und Spurengase. Biogas kann in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Aufbereitetes Biogas - das Biomethan - kann auch in das Erdgasnetz eingespeist werden (AEE, 2010b).
Biomasse	Unter Biomasse sind alle Stoffe organischer Herkunft zu verstehen. Neben Lebewesen und deren Ausscheidungsstoffen sind unter Biomasse im weiteren Sinne auch organische Stoffe zu verstehen, die in einer technische Umwandlung entstanden sind (z.B. Papier) (AEE, 2010b).
Blockheizkraftwerk (BHKW)	Ein BHKW ist eine Anlage zur gekoppelten Produktion von Strom und Wärme nach dem Prinzip der →Kraft-Wärme-Kopplung (AEE, 2010b).
Bruttostromerzeugung	Unter der Bruttostromerzeugung ist die gesamte in einem Kraftwerk erzeugte Strommenge gemeint, inklusive Eigenverbrauch und Leitungsverluste (DENA, 2011).
Deponiegas	Energiereiches Gas, das bei der Verrottung von Abfällen entsteht (BMU, 2009)
EEG	→Erneuerbare-Energien-Gesetz
Endenergieverbrauch	Die Endenergie ist der Teil der →Primärenergie, der dem Endverbraucher nach Abzug von Eigenbedarf der Kraftwerke und Leitungsverlusten zur Verfügung steht (AEE, 2011c)
Energieeffizienz	Auch Wirkungsgrad. Die E. beschreibt das Verhältnis von Energieertrag zu Energieeinsatz (DENA, 2011).
Energiepflanzen	Energiepflanzen sind Pflanzen, die für die energetische Nutzung angebaut werden. Dies sind in Deutschland z.B. Getreide (Mais, Weizen, Roggen) und Gräser (Miscanthus). Auch schnell wachsende Hölzer (Pappeln, Weiden) zählen zu den Energiepflanzen (AEE, 2011c).
Engpassleistung	Die Engpassleistung ist die höchste Dauerleistung, die unter Normalbedingungen von einem Kraftwerk erreicht werden kann. Sie wird durch den schwächsten Anlagenteil (Engpass) begrenzt (ENBW, 2011).
Erdwärme	→Geothermie
Erneuerbare Energien	Auch regenerative Energien. E. E. sind Energiequellen, die nach den zeitlichen Maßstäben des Menschen unerschöpflich zur Verfügung stehen. Die drei ursprünglichen Quellen sind die Solarstrahlung, die Erdwärme und die Gezeitenkraft. Diese können direkt oder indirekt in Form von Windkraft, Biomasse, Wasserkraft, Wellenenergie und Umgebungswärme genutzt werden (BMU, 2009).
Erneuerbare-Energien-Gesetz	In dem Gesetz für den Vorrang erneuerbarer Energien sind die Abnahme und die Vergütung von Strom aus erneuerbaren Energien geregelt (DENA, 2011).
Fossile Brennstoffe	Dazu zählen Erdöl, Erdgas, Braunkohle und Steinkohle. Sie sind durch biologische und physikalische Vorgänge über Jahrtausende im Erdinneren und der Erdoberfläche aus organischem Material entstanden. Hauptbestandteil von fossilen Brennstoffen ist Kohlenstoff, der bei der Verbrennung in Form von CO <sub>2</sub> frei wird (DENA, 2011).
Geothermie	Die Geothermie ist die Nutzung der Wärme des Erdinneren zur Strom- und Wärmeerzeugung. Es wird zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie unterschieden (DENA, 2011).
Kilowattstunde (kWh)	Die Kilowattstunde ist die Einheit zur Messung von Energiemengen. Ein

	<p>durchschnittlicher 3-Personen-Haushalt verbraucht ungefähr 3.500 kWh im Jahr. Mit einer Kilowattstunde kann man 15 h Radio hören oder 1 kg Wäsche waschen (AEE, 2011c).</p> <p>TWh            1</p> <p>GWh            1000</p> <p>MWh            1.000.000</p> <p>kWh            1.000.000.000</p> <p>Wh             1.000.000.000.000</p>
Klärgas	Energiereiches Gas, das im Faulturn von Kläranlagen entsteht (BMU, 2009).
Kraft-Wärme-Kopplung	Durch die Kraft-Wärme-Kopplung wird die in thermischen Kraftwerken entstehende Abwärme bei der Stromerzeugung nutzbar gemacht und in das Nah- und Fernwärmenetz eingespeist. Dadurch wird ein höherer Wirkungsgrad erreicht (AEE, 2011c).
MW (Megawatt)	1 Megawatt = 1.000 Watt. Die Leistung von Kraftwerken wird üblicherweise in MW angegeben (DENA, 2011).
Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo)	Nachwachsende Rohstoffe sind land- und forstwirtschaftlich produzierte Biomasse. NaWaRo sind erneuerbare Energieträger, sofern nicht mehr Biomasse verbraucht als angebaut wird (AEE, 2011c).
Nennleistung	Auch installierte Leistung. Sie ist eine technische Größe, die die maximal mögliche Leistung einer Windkraftanlage angibt. Die tatsächlich erreichbare Leistung ist von den Windverhältnissen vor Ort abhängig (DENA, 2011).
Nettostromverbrauch	Der N. ist die vom Endverbraucher genutzte elektrische Energie nach Abzug des Eigenbedarfs der Kraftwerke und der Leitungsverluste (AEE, 2010b).
Offshore-Windenergie	Die Windenergienutzung auf dem Meer (AEE, 2011c)
Onshore-Windenergie	Die Windenergienutzung auf dem Land (AEE, 2011c)
Passivhaus	Ein Passivhaus ist ein Gebäude, bei dem der jährliche Heizwärmebedarf bei max. 15 kWh/m <sup>2</sup> und der jährliche Primärenergiebedarf bei max. 120 kWh/m <sup>2</sup> liegt (BMU, 2009).
Photovoltaik	Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie (AEE, 2010b)
Primärenergie	Die Primärenergie ist der rechnerische Energiegehalt der natürlich vorkommenden Energieträger vor deren Umwandlung. Zu den Primärenergieträgern gehören Erdgas, Erdöl, Stein- und Braunkohle sowie die erneuerbaren Energien (Sonnenenergie, Windkraft, Wasserkraft, Erdwärme) (BMU, 2009).
Repowering	Der Begriff wird vor allem im Zusammenhang der Windkraft genutzt. Ersatz alter Anlagen zur Stromerzeugung durch neuere, leistungsstärkere Anlagen (BMU, 2009)
Sekundärenergie	Die bei der Umwandlung von →Primärenergie gewonnene Energie. Die Sekundärenergie ist aufgrund von Umwandlungs- und Transportverlusten geringer als die Primärenergie (BMU, 2009).
Solarthermie	Umwandlung von Sonnenenergie in Wärme (BMU, 2009)
virtuelles Kraftwerk	Ein Zusammenschluss von verschiedenen kleinen, dezentralen Kraftwerken zu einem gemeinsam gesteuerten Verbund (BMU, 2009). Der Name virtuelles Kraftwerk ist irreführend, da es sich um einen physikalisch vorhandenen Kraftwerksverbund handelt, der lediglich über das Internet gesteuert wird.
Wasserkraft	Die von Energie von fließendem Wasser, die in elektrische Energie umgewandelt werden kann (DENA, 2011)
Windenergieanlagen	Anlagen zur Umwandlung von Windenergie in elektrische Energie (BMU, 2009)
Windkraft	Kinetische Windenergie, die in elektrische Energie umgewandelt werden kann (DENA, 2011).

## **Eidesstattliche Erklärung**

---

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Frankfurt a.M., den 26.10.2011

---

Frederik Daub