



Bachelorthesis

Nutzung und Akzeptanz von erneuerbaren Energien in Deutschland

**Empirische Untersuchung zur Verbreitung erneuerbarer
Energien auf betrieblicher Ebene unter Verwendung
einer datenbankgestützten Webanwendung**

von Ramona Imm

02.01.2014

Fachbereich 2

Betriebliche Umweltinformatik

Erstgutachter Prof. Dr. Volker Wohlgemuth

Zweitgutachter Kurt Weissenbach



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG

Ich versichere:

- dass ich die Bachelorarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.
- dass ich dieses Bachelorarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland zur Begutachtung in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.
- dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

.....

Datum

.....

Unterschrift

DANKSAGUNG

Meine Zeit beim Modell Hohenlohe gestattete mir einen Einblick in die Netzwerkarbeit. Das Engagement und die Freundlichkeit, vor allem von Frau Nicole Meier – Geschäftsführerin des Modell Hohenlohe e.V. – haben es mir ermöglicht viele relevante Informationen für meine Bachelorthesis zu sammeln. Daher gilt ihr mein Dank für die tatkräftige Unterstützung während meines Praktikums.

Über den Rahmen des Praktikums war es mir sogar möglich die Schmalz GmbH, als positives Beispiel bei der Nutzung von erneuerbaren Energien, zu besuchen. Daher möchte ich mich ganz herzlich bei der Familie Schmalz bedanken für die interessante Begehung und den großartigen Einblick vor Ort.

Ebenso gebührt ein besonderer Dank meinen Betreuern während der Bachelorthesis Herrn Kurt Weissenbach und Herrn Prof. Dr. Volker Wohlgemuth, die mir die Umsetzung meines Praktikums und damit die Realisierung meiner Bachelorthesis erst ermöglichten. Zudem bedanke ich mich für die Unterstützung bei der Bearbeitung dieses Themas und für den hilfreichen fachlichen Beistand.

Während meines Praktikums pflegte ich auch viel Kontakt mit den verschiedensten Mitgliedsbetrieben des Modell Hohenlohe e.V. In aller Form möchte ich mich auch bei den Unternehmen bedanken, die Interesse an meiner Arbeit zeigten und mir die für die Bachelorthesis relevanten Daten bereitgestellt haben.

Abschließend möchte ich Frau K. Imm und Herrn B. Gradowski meinen Dank aussprechen, welche durch wichtige Hinweise und motivierenden Worten wesentlich zum Gelingen dieser Bachelorthesis beigetragen haben.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Energiewende ist ein zentrales Thema für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Das Zeitalter der atomaren- und kohlenstoffbasierten Weltwirtschaft neigt sich langsam dem Ende zu und leitet ein neues Energiezeitalter ein. Der Kampf um Rohstoffe wird für die deutsche Industrie zur Überlebensfrage. Um sich zu retten, muss die Industrie ihr Energieverhalten grundsätzlich verändern. Erneuerbare Energien stellen eine mögliche Alternative dar. Wind-, Wasser-, Bio- und Sonnenenergie sowie Geothermie sind unbegrenzt vorhanden und ohne negative Auswirkungen auf das Klima. Hier stellt sich jedoch die Frage, wie hoch ist die Akzeptanz von erneuerbaren Energien in den Unternehmen und die Bereitschaft die komplette Energiewirtschaft auf erneuerbaren Energien umzustellen. Zur Klärung dieser Frage ist die vorliegende Arbeit wie folgt aufgebaut:

Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit allen wichtigen Techniken zur Nutzung von erneuerbaren Energien. Wind-, Wasser, Bio- und Sonnenenergie sowie Geothermie werden hier in Bezug auf die Funktionsweise, Ökonomie und Ökologie erklärt. Zur Untersuchung der Akzeptanz von erneuerbaren Energien in den Unternehmen wurde im Rahmen eine Befragung der Stellenwert einer erneuerbaren Energieversorgung in den Unternehmen ergründet. Die daraus resultierenden Ergebnisse werden mit Hilfe einer Webanwendung gezeigt. Dabei werden die Durchführung der Befragung, die Auswertung der Akzeptanz von erneuerbaren Energien in den Unternehmen und die Umsetzung der Ergebnisse in der Webanwendung auf den nachfolgenden Seiten zusammengefasst.

ABSTRACT

The energy turnaround is a central issue in politics, economy and society. The age of the atomic- and carbon-based world economy is slowly coming to an end initiates a new energy age. For the German industry the struggle for natural resources is a question of survival. To save themselves, the industry has to change their principle energy behavior. Renewable energies represent a possible alternative. Wind turbines, hydropower, photovoltaic, biomass energy and geothermal energy are unlimitedly available and feature no negative impact on the climate. It is uncertain how great the companies acceptance of fossil energies and their willingness will be. To clarify this question the final report is structured in the following manner:

The first section gives an overview of all the key technologies for the use of renewable energy. Wind energy, solar power, hydro power, bioenergy and geothermal energy are generally explained including functionality, economy and ecology. The focus of this thesis is the empirical data collection. To investigate the acceptance of renewable energies in the companies, the status of renewable energy was examined in a survey. The results of this elaboration are presented in a web application. Both the implementation of the survey and the evaluation of the acceptance of renewable energies in the company are summarized on the following pages.

INHALTSVERZEICHNIS

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS.....	II
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
1 Einleitung	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Problemhintergrund.....	1
1.2.1 Klimaveränderungen infolge des Energieeinsatzes von fossilen Energieträgern	2
1.2.2 Verbrauch von begrenzten Ressourcen.....	4
1.3 Zielstellung	6
2 Grundlagen: Was sind erneuerbare Energien?	7
2.1 Begrifflichkeiten & Klassifizierung.....	7
2.2 Erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit.....	8
2.2.1 Energieversorgung gestern und heute.....	10
2.2.2 Wasserenergie	14
2.2.3 Sonnenenergie.....	17
2.2.4 Geothermie	21
2.2.5 Biomasse	24
2.2.6 Windenergie	31
2.2.7 Potential und Grenzen.....	35
2.3 Energieeffizienz - Schlüssel für mehr Klimaschutz	37
3 Empirische Erhebung	39
3.1 Theoretischer Hintergrund der Untersuchung.....	39
3.2 Beschreibung der Untersuchungsmethode	41
3.3 Aufbau der Fragebogens	41
3.4 Durchführung	42
3.5 Auswertung.....	43
3.6 Fallbeispiel: Schmalz GmbH	48
4 Web-basierte Visualisierung von Energiedaten	51

4.1	Basistechnologien im Web	51
4.1.1	HTML	52
4.1.2	CSS	53
4.1.3	JavaScript	55
4.1.4	MySQL	56
4.1.5	Serverseitige Programmierung – PHP	57
4.2	Vorstellung der Webanwendung	58
4.2.1	Allgemeiner Aufbau	59
4.2.2	Datenbankanbindung	62
4.2.3	Weiterentwicklung der Webanwendung	64
5	Diskussion der Ergebnisse und Fazit	65
	LITERATURVERZEICHNIS	IV
6	Anhang	XIV
6.1	Anhang zu Kapitel 3: Empirische Erhebung.....	XIV
6.1.1	Fragebogen	XIV
6.1.2	Grundausswertung der Befragung Teil I:.....	XXI
6.1.3	Grundausswertung der Befragung Teil II:	XXIX
6.2	Anhang zu Kapitel 4: Web-basierte Visualisierung von Energiedaten XXXVII	
6.2.1	Datenbankanbindung: Vorstellung der Tabellen.....	XXXVII
6.2.2	Beziehungsübersicht.....	XL

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Jährliche globale CO ₂ -Emissionen von 1850 - 2007.....	3
Abbildung 2 Vergleich des Einsatzes der Primärenergieträger und des Verhältnis der Eigenversorgung und des Importanteils 2001 bis 2011 sowie relative Anteile für 2011.....	5
Abbildung 3 Statistische Reichweite von fossilen Energieträgern in Jahre ab 2000.....	5
Abbildung 4 Nachhaltige Entwicklung	8
Abbildung 5 Quellen und Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien	10
Abbildung 6 Erdölförderung seit dem Jahr 1860	13
Abbildung 7 Prinzip des Laufwasserkraftwerks.....	15
Abbildung 8 Prinzip des Pumpspeicherkraftwerks.....	16
Abbildung 9 Funktionsweise einer Solarzelle	18
Abbildung 10 Entwicklung der EEG-Vergütung in Dtl. für kleine Photovoltaikanlagen im Vergleich zum Haushaltsstrom und den Brennstoffen	20
Abbildung 11 Temperaturen in Deutschland in 1000 und 3000 m Tiefe.....	22
Abbildung 12 Möglichkeiten der Biomassenutzung	26
Abbildung 13 Funktionsweise Biogasanlage.....	28
Abbildung 14 Preisentwicklung bei Holzhackschnitzeln, Holzpellets, Heizöl und Erdgas	29
Abbildung 15 Aufbau einer Windkraftanlage.....	33
Abbildung 16 Kostenanteile für eine Windkraftanlage	34
Abbildung 17 Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2010	36
Abbildung 18 Endenergieverbrauch in Deutschland nach Anwendungsgebieten 2009.....	39
Abbildung 19 Nutzungsanteil von erneuerbaren Energien in den Betrieben .	43
Abbildung 20 Nutzungsmöglichkeiten der erneuerbaren Energien in den Unternehmen.....	45
Abbildung 21 Ausbaupotential erneuerbarer Energien in den Unternehmen.	45

Abbildung 22 Themen von vorrangigem Interesse	46
Abbildung 23 Ökolehrpfad Schmalz GmbH mit einer der zwei Windkraftanlagen im Hintergrund	50
Abbildung 24 Minimalstruktur eines HTML-Dokuments	52
Abbildung 25 Trennung Dokumentenstruktur und -darstellung	53
Abbildung 26 Externes Stylesheet	54
Abbildung 27 Internes Stylesheet	54
Abbildung 28 Syntax CSS	55
Abbildung 29 Einbindung von JavaScript im bestehenden HTML-Dokument.	56
Abbildung 30 Externe Einbindung von einer JavaScript-Datei im bestehenden HTML-Dokument	56
Abbildung 31 Funktionsweise von PHP.....	58
Abbildung 32 Die Verschachtelung und die Basiseinstellungen der Inhalte visualisiert durch die Firefox-Extension Firebug	59
Abbildung 33 Kopfbereich #header	59
Abbildung 34 Hauptcontainer #main	60
Abbildung 35 Fußbereich #footer.....	60
Abbildung 36 Geothermie: Heizkostenberechnung	61
Abbildung 37 Connect.php.....	63
Abbildung 38 Daten ausgeben.....	63

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1 Mengenmäßiger EE-Ausbau bis 2020.....	2
Tabelle 2 Solarstromvergütung nach Inbetriebnahme der Anlage ab 01.04.2012.....	20
Tabelle 3 Vergütung nach dem EEG ab 2014 für Biomasse.....	30
.....	

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Beschreibung
e.V.	eingetragener Verein
AG	Aktiengesellschaft
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
u.a.	unter anderem
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
LEEN	Lernende EnergieEffizienz-Netzwerke
Fraunhofer ISI	Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
z.B.	zum Beispiel
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
TWh	Terrawattstunden
kWh	Kilowattstunden
kW _p	Kilowatt peak
kW	Kilowatt
GW	Gigawatt
MW	Megawatt
m ²	Quadratmeter
km	Kilometer
m	Meter
dB	Dezibel
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
bspw.	beispielsweise
ca.	circa

Dr.	Doktor
Prof.	Professor
Dipl. -Ing	Diplom-Ingenieur
Dipl.-Kffr.	Diplom-Kauffrau
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
TA-Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm
EMAS	Eco Management and Audit Scheme
DIN ISO 14001	Internationale Umweltmanagementnorm ISO 14001
°C	Grad Celsius
%	Prozent
€	Euro
ct	Cent
Abb.	Abbildung
HTML	Hypertext Markup Language
PHP	Hypertext Preprocessor
CSS	Cascading Style Sheets
DBMS	Database Management Systems
RDMS	Relationale Datenbank-Management-Systeme
W3C	World Wide Web Consortium

1 Einleitung

1.1 Motivation

Der Ausbau von erneuerbaren Energien bildet einen wesentlichen Baustein für die zukünftige klimaverträgliche Energieversorgung. Vor diesem Hintergrund verschafft diese Arbeit eine fachliche Zusammenfassung über das Potential von erneuerbaren Energien. Ziel ist es dabei Vorteile und Chancen von erneuerbaren Energien aufzuzeigen und dadurch die Akzeptanz zu steigern. Ein großes Hindernis ist das fehlende Wissen über die Vorteile und Machbarkeit der Energiewende. Erneuerbare Energien werden oft als zu teuer, ineffizient und als störend betrachtet. Die vorliegende Arbeit verschafft einen Überblick über die aktuelle Energieproblematik in Deutschland. Diese sollen durch Hintergrundinformationen bezüglich der Nutzung von erneuerbaren Energien in der verarbeitenden Branche widergespiegelt werden. Ziel ist es das Interesse für erneuerbaren Energien zu wecken, damit diese einen höheren Stellenwert erlangen. Denn in den erneuerbaren Energien steckt großes ungenutztes Potential, welches es zu nutzen gilt.¹

1.2 Problemhintergrund

Die aktuelle Energie- und Klimaproblematik haben die zukünftige Energieversorgung zum Gegenstand vieler gesellschaftlicher und politischer Diskussionen werden lassen. Dabei war das Wachstum erneuerbarer Energien in der Vergangenheit im Wesentlichen durch die deutsche Förderpolitik geprägt. Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz im Jahr 2000 stieg das Interesse an Solar-, Wind-, Wasser und Bioenergie sowie Geothermie stark an. Die Tabelle 1² stellt die zunehmende Relevanz von erneuerbaren Energien in Deutschland dar.³ Das Ziel ist zunächst eine Verdopplung des Anteils an erneuerbaren Energien bis 2020. Dieser Ansatz stellt jedoch erst den Anfang dar. Bis 2050 soll der Anteil an erneuerbarer Energien bis auf 50 % steigen. Die angestrebten Klimaschutzziele erfordern, dass die Erneuerbaren den Großteil der Energieproduktion ausmachen. Dies verlangt einen stetigen Anstieg von 10 % pro Dekade. Diese

¹ Vgl. Springer Vieweg: Berufs- und Karriere-Planer 2012|2013 für Studenten und Hochschulabsolventen , Seite 73.

² Volker Quaschnig: Beitrag erneuerbarer Energien am Stromaufkommen in Deutschland.

³ Vgl. Gate4Engineers: Erneuerbare Energiequellen erleben einen wahren Boom.

Ausbauziele führen zu einer ökologischen Entlastung in Bezug auf den Ressourceneinsatz und den Treibhausgasemissionen.⁴

	Stromerzeugung (TWh)			Leistung (GW)		
	2006	2010	2020	2006	2010	2020
Wasserkraft	20,0	19,7	20,0	4,7	4,8	4,3 ²
Windenergie	30,7	36,5	104,4	20,6	27,2	45,8
-Onshore	30,7	36,3	72,7,7	20,6	27,1	35,8
-Offshore	-	0,2	31,7	-	0,1	10
Photovoltaik	2,2	12,0	41,4	2,9	17,3	51,8
Biomasse	18,5	33,5	49,5	2,2	3,9	8,8
-davon Biogas, einschließlich Klär-/Deponiegas	4,3	13,9	23,4	1,0	2,5	3,8
Erdwärme	-	0,03	1,7	-	0,01	0,3
EE-Strom gesamt	71,5	102	216,9	32,0	55,7	110,9
Brutto-Stromverbrauch	617	604	561			
EE-Anteil am Stromverbrauch	11,8%	16,8%	38,6%			

Tabelle 1 Mengenmäßiger EE-Ausbau bis 2020⁵

1.2.1 Klimaveränderungen infolge des Energieeinsatzes von fossilen Energieträgern

Der Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch und der Klimaerwärmung sind schon lange bekannt. Von Jahr zu Jahr werden die Folgen des Klimawandels offensichtlicher: Gebirgsgletscher und polares Eis schmelzen, der Meeresspiegel steigt an, Wetterextreme nehmen zu und erste Schäden an den verschiedenen

⁴ Vgl. DLR, ifeu, IUS Potsdam, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien in Deutschland, Seite 1.

⁵ BMU: Hintergrundinformationen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2020.

Ökosystemen werden sichtbar. Durch den Einsatz von Katalysatoren und Filtern konnte bereits eine Verringerung der Emissionen erzielt werden. Vor allem Deutschland erreichte große Fortschritte bei der Verringerung der Emissionen durch eine entsprechende Umweltpolitik und den Einsatz finanzieller Mittel. Vor allem das Treibhausgas Kohlenstoffdioxid ist dabei von großer Bedeutung.⁶ Seit Beginn der Industrialisierung hat sich die Konzentration in der Atmosphäre um ein Viertel erhöht und bewirkte einen weltweiten Anstieg zwischen 0,5 und 2° C. Ohne Gegenmaßnahmen und eine Reduktion der Schadstoffe in der Luft sind weitere Temperaturanstiege zu erwarten.⁷

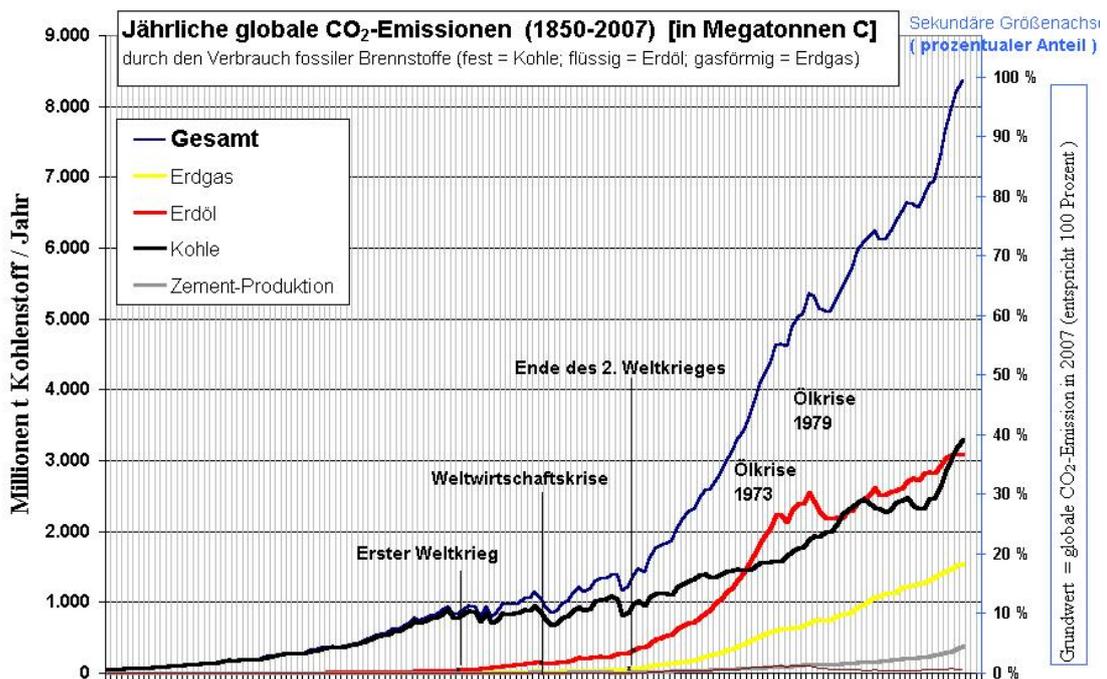


Abbildung 1 Jährliche globale CO₂-Emissionen von 1850 - 2007⁸

In Deutschland ist die Durchschnittstemperatur seit 1906 bereits um 1,1 Grad Celsius gestiegen und steigt weiterhin in etwa um 0,27 Grad pro Jahrzehnt durchschnittlich weiter an. Als eine Folge nimmt die Häufigkeit von Starkregen immer mehr zu und führt teilweise zu einer Überlastung der städtischen Abwassersysteme. Auch im Winter fallen Niederschläge zunehmend als Regen. Angesichts dieser Ausgangssituation ist der Schutz des Klimas durch eine nachhaltige Energieversorgung von zentralem Interesse.⁹

⁶ Siehe Abbildung 1, Seite 3.

⁷ Vgl. DLR, ifeu, IUS Potsdam, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien in Deutschland, Seite 8ff.

⁸ Vgl. Bildungsserver Wiki Klimawandel: Industrielle Revolution.

⁹ Vgl. Ökosystem Erde: Die Folgen des Klimawandels.

1.2.2 Verbrauch von begrenzten Ressourcen

Als hochentwickelte Industrienation gehört auch Deutschland zu den weltweit größten Verbrauchern von Ressourcen. Die Hauptlast beim Primärenergieverbrauch trägt derzeit das Erdöl bzw. das daraus extrahierte Mineralöl¹⁰ mit einem Anteil von 34 %. Zusammen mit Braun- und Steinkohle und Erdgas decken aktuell fossile Energieträger etwa drei Viertel des Gesamtenergieverbrauchs ab. Dies stellt einen ziemlich hohen Anteil dar, angesichts der Tatsache, dass Deutschland über wenige eigene Vorkommen an Primärenergieträgern verfügt, mit Ausnahme von erneuerbaren Energien, daher wird Deutschland auch in Zukunft auf Importe angewiesen sein.

Positiv zu erwähnen ist allerdings der allgemeine Rückgang des Energiebedarfs in Deutschland um 8 %. Insbesondere der Einsatz von Kernbrennstoffen reduzierte sich im Jahr 2011 um 37 % und ist damit sogar niedriger als der Anteil der erneuerbaren Energien. Der geringste Rückgang ist bei der Braunkohle zu erkennen, hier liegt der Rückgang lediglich bei 4,3 %. Während Kernenergie in den letzten Jahren stark an Bedeutung verlor, zeigt sich bei der Kohle kein signifikanter Rückgang. Nur die Nutzung von erneuerbaren Energien zeigt einen Aufwärtstrend.¹¹

¹⁰ Siehe Abbildung 2, Seite 5.

¹¹ Vgl. Deutsche Rohstoffagentur – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Energiestudie 2012 – Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Seite 10f.

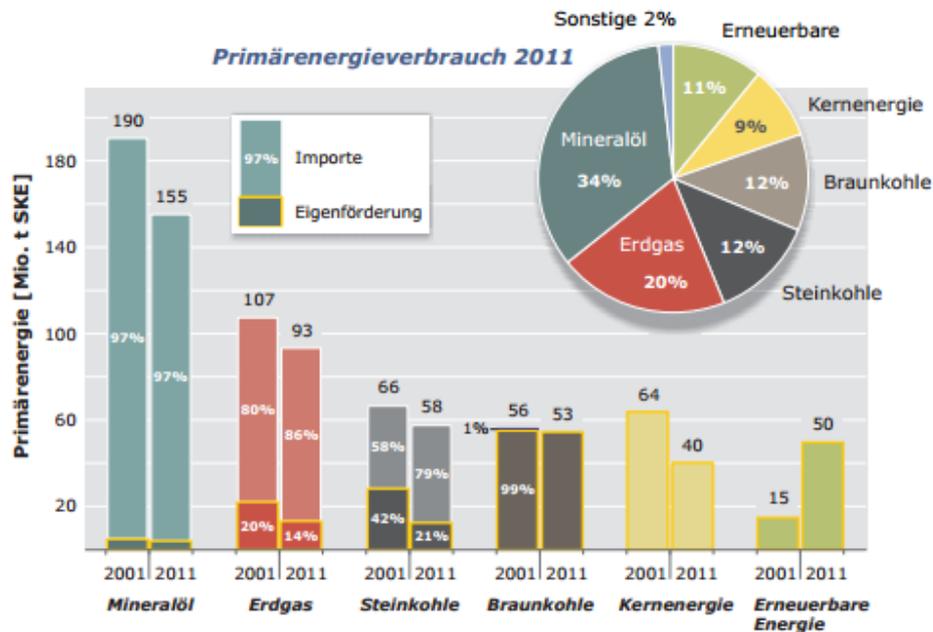


Abbildung 2 Vergleich des Einsatzes der Primärenergieträger und des Verhältnis der Eigenversorgung und des Importanteils 2001 bis 2011 sowie relative Anteile für 2011¹²

Spätestens jetzt stellt sich die Frage, wie lange die derzeitige Nutzung von fossilen Energieträgern weitergeführt werden kann. Die Abbildung 3 stellt die Verfügbarkeit von fossilen Energieträgern dar. Unter der Annahme, dass der wirtschaftliche Aufstieg vor allem in China, Indien und in weiteren Süd-Ost-Staaten anhält, ist in den nächsten Jahrzehnten von einer dramatischen Reduktion fossiler Energieträger auszugehen, was zudem zu einem massiven Preisanstieg führt.¹³

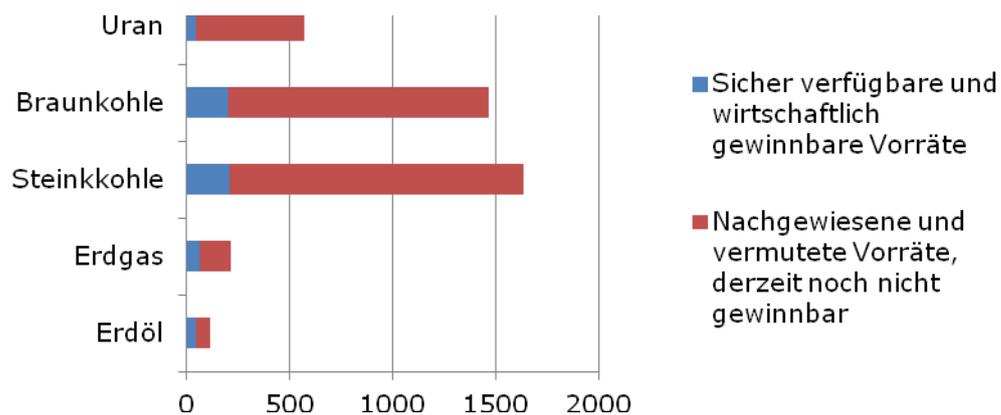


Abbildung 3 Statistische Reichweite von fossilen Energieträgern in Jahre ab 2000¹⁴

¹² AGEB 2012, IBEG 2012.

¹³ Vgl. Zero Energy House: Energie.

¹⁴ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.

Verstärkte Importabhängigkeiten fossiler Energieträger, Verbrauch von Ressourcen und der sich immer stärker abzeichnende Klimawandel verlangen eine angepasste Klima- und Energiepolitik, um eine umweltverträgliche und nachhaltige Energieversorgung zu sichern.

Viele Skeptiker glauben nicht an die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien als alternative Stromversorgung bzw. rechnen dabei mit unüberwindbaren Kosten. Hierbei unterschätzen viele die Möglichkeiten der regenerativen Energien und prophezeien wortwörtlich eine „Rückentwicklung“ in die Steinzeit, wenn erst einmal die fossilen Ressourcen aufgebraucht sind. Nur durch die Umstellung auf regenerative Energien kann die Abhängigkeit, der immer höher steigenden Kosten durch fossile Energieträger, umgangen werden.¹⁵

1.3 Zielstellung

Ziel dieser Arbeit ist es, Vorurteile gegen den Ausbau von erneuerbaren Energien zu zerstreuen. Es beantwortet die Frage, wie eine umweltverträgliche und nachhaltige Energiepolitik aussehen kann, unter Berücksichtigung der Techniken und Potentiale von erneuerbaren Energien. Vor allem zeigt es aber, welche Möglichkeiten erneuerbaren Energien mit sich bringen und vor allem welchen Stellenwert diese in den Unternehmen haben. Die Ergebnisse der Arbeit lassen sich abschließend mit einer Webanwendung dynamisch auswerten. Bei Interesse an erneuerbaren Energien stellt diese Webanwendung eine mögliche Informationsplattform dar und bietet somit einen denkbaren Informationsaustausch zum Thema erneuerbare Energien zwischen den Mitgliedsbetrieben des Modell Hohenlohe und Modell Hohenlohe selbst, mit der Absicht den Ausbau von erneuerbaren Energien zu fördern. Modell Hohenlohe bietet dabei als Energienetzwerk für den betrieblichen Umweltschutz seinen Mitgliedern u.a. eine konkrete Hilfestellung zum Ausbau von erneuerbaren Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz an.¹⁶

Die Arbeit bezieht sich vorrangig auf die Erzeugung von elektrischen Strom, die Möglichkeit erneuerbare Energien auch für andere Problemfelder zu nutzen, wie die Wärmegewinnung, bleiben soweit außer Acht.

¹⁵ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 5.

¹⁶ siehe dazu auch Kapitel 3.1, Seite 38.

2 Grundlagen: Was sind erneuerbare Energien?

Zum Grundverständnis dieser Arbeit werden vorerst wichtige Begriffe definiert. Denn umgangssprachlich werden viele verschiedene Begriffe für erneuerbare Energien verwendet. Ob erneuerbare Energien, regenerative Energien oder Alternativenergien: im Kern ist die Bedeutung immer dieselbe.¹⁷ Des Weiteren wird eine Verknüpfung zwischen den erneuerbaren Energien und der Nachhaltigkeit hergestellt. Zwei wichtige Schlüsselwörter an dieser Stelle sind die nachhaltige Entwicklung. Jedoch welche Rolle dabei erneuerbare Energien spielen, wird in diesem Kapitel erläutert.

2.1 Begrifflichkeiten & Klassifizierung

Nachfolgend werden die wesentlichen Begriffe, welche zum Verstehen dieser Arbeit beitragen, vorgestellt:

„**Erneuerbare Energiequellen** gelten, neben höherer Energieeffizienz, als wichtigste Säule einer nachhaltigen Energiepolitik und der Energiewende. Zu ihnen zählen Wasserkraft, Windenergie, solare Strahlung, Erdwärme und nachwachsende Rohstoffe.“¹⁸

„**regenerierbare**, d.h. erneuernde [...] – in menschlichen Zeiträumen gemessen – nicht erschöpfbare Energieformen. Sie gelten zudem als klima- und umweltverträglich, da mit ihrer Nutzung geringere Umweltbelastungen verbunden und mit Ausnahme der vorgelagerten Prozesskette (z.B. Anlageherstellung) keine klimarelevanten Spurengase freigesetzt werden.“¹⁹

„**Energie** ist die Fähigkeit, Arbeit zu leisten“ oder allgemeiner „Energie ist die Fähigkeit, Veränderungen zu bewirken, und Voraussetzung für den Ablauf von Prozessen.“ Dabei kann die Energie gemäß dem Energieerhaltungssatz weder erzeugt noch vernichtet werden. Lediglich eine Umwandlung in andere

¹⁷ Vgl. Pascal Schmid: Erneuerbare Energien – Ein ökonomische und ökologische Betrachtung mit den Chancen und Risiken für die Zukunft.

¹⁸ Vgl. Mitteldeutsche Zeitung: Unerschöpfliche Ressourcen.

¹⁹ Vgl. Pascal Schmid: Erneuerbare Energien – Ein ökonomische und ökologische Betrachtung mit den Chancen und Risiken für die Zukunft.

Energieformen ist möglich. Dazu bleibt die Menge in einem abgeschlossenen System gleich. Nur der nutzbare Anteil variiert dabei.²⁰

Die **Primärenergie** bezeichnet eine Energieart, die den natürlichen Quellen entnommen wird. Dabei wird zwischen erschöpflichen und unerschöpflichen Energien unterschieden. Zu den unerschöpflichen Energien gehören die erneuerbaren Energien. Erschöpfliche Energien schließen sowohl fossile Brennstoffe, wie Kohle, Erdöl und -gas als auch die Kernbrennstoffe, wie Uran ein.²¹

„Der Begriff **Energiewende** bezeichnet den Umstieg der Energieversorgung von fossilen und Kernbrennstoffen auf erneuerbare Energien [...] wie Wind- und Wasserkraft, Sonnenenergie, Geothermie oder nachwachsende Rohstoffe[...]. Zweites Standbein der Energiewende ist die Verringerung des Energieverbrauchs durch eine sparsame und effiziente Nutzung von Energie.“²²

2.2 Erneuerbare Energien und Nachhaltigkeit

Seit etwa zwei Jahrhunderten wird der Begriff Nachhaltigkeit bzw. nachhaltige Entwicklung geprägt. Der Kerngedanke des Leitbildes einer nachhaltigen Entwicklung ist ein schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen, eine gerechte Verteilung des Wohlstandes und eine humane Gestaltung der Lebensgrundlagen. Die Nachhaltigkeit schließt damit ökologische, ökonomische und soziale Aspekte ein, die in stetiger Wechselwirkung zueinander stehen.

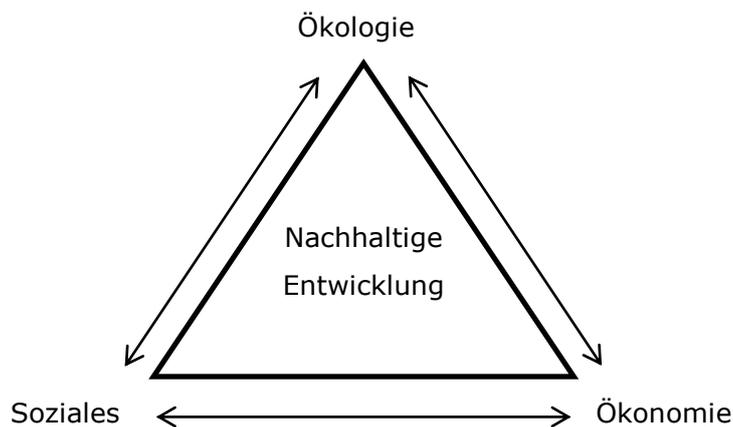


Abbildung 4 Nachhaltige Entwicklung

²⁰ Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 6.

²¹ Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: : Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 9.

²² co2online: Energiewende: Definition & Ziele – die Übersicht.

Das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung wurde erstmals im Jahr 1987 bei der Brundtland-Kommission ausgearbeitet und ist seither in zahlreichen Definitionen zu finden:

„Nachhaltige Entwicklung befriedigt die Bedürfnisse der heutigen Generationen ohne die Fähigkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihre eigenen Lebensstile zu wählen.“²³

Für eine nachhaltige Entwicklung spielt die Energie eine bedeutende Rolle. Insbesondere die Verfügbarkeit von Ressourcen hat dabei einen entscheidenden Einfluss auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte. Der ökologische Faktor ist dabei bedingt durch die Verwendung bestimmter Brennstoffe und deren Auswirkung auf die Umwelt. Ökonomische und soziale Aspekte sind oftmals mit dem territorialen Vorkommen von Ressourcen in bestimmten Hoheitsgebieten verknüpft. Dabei entscheidet das Vorhandensein häufig über die Wirtschaftskraft eines Landes und ob eine friedliches oder konfliktbehaftetes Zusammenleben möglich ist.²⁴

Im Allgemeinen bieten Erneuerbare Energiequellen ein beachtliches Potential. Allein die Sonne strahlt pro Jahr 1,5 Trillionen kWh auf die Erde, wobei etwa 30 % der Strahlung in der Atmosphäre zurückbleibt. Der weltweite Primärenergiebedarf beträgt im Gegensatz nur 150 Billionen kWh. Die Energiemenge der Sonne ist somit 7000-mal größer als der benötigte Bedarf an Primärenergie der Erde. Dabei steht aber nicht nur die Sonne als regenerative Energiequelle zur Verfügung, sondern die Nutzungsmöglichkeiten sind, wie Abbildung 5²⁵ zeigt, enorm.²⁶

²³ DLR, ifeu, IUS Postdam, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien in Deutschland, Seite 4.

²⁴ Vgl. DLR, ifeu, IUS Potsdam, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien in Deutschland, Seite 4f.

²⁵ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 105.

²⁶ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 104f.

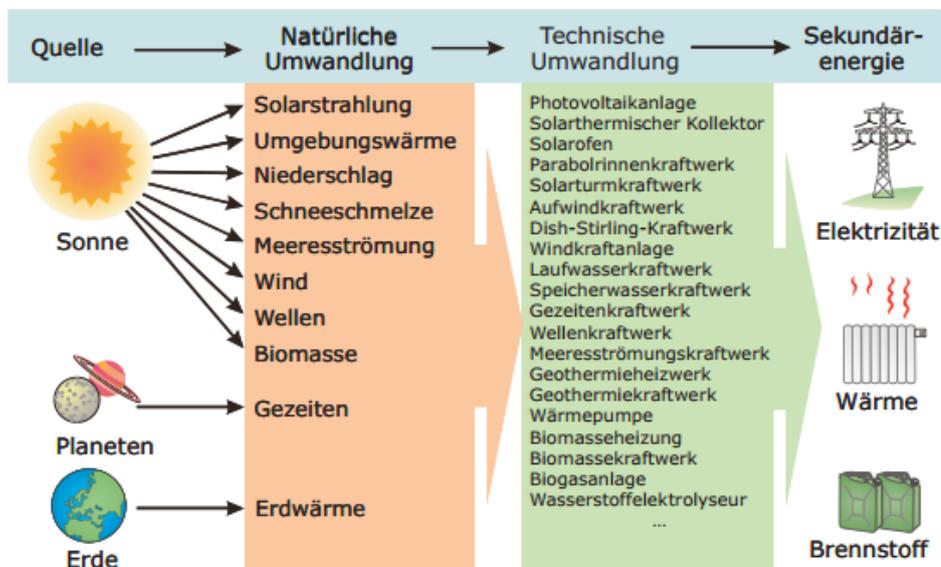


Abbildung 5 Quellen und Möglichkeiten zur Nutzung regenerativer Energien

2.2.1 Energieversorgung gestern und heute

Den größten Teil der Geschichte war die Muskelkraft die wichtigste Energiequelle. Jäger, Sammler und Fischer waren ausschließlich auf die Energie in Form von Nahrung angewiesen. Die Nahrung war somit die wichtigste Energiequelle des Menschen. Neben der Muskelkraft spielte aber auch das Feuer eine bedeutende Rolle. Bereits im Steinzeitalter brannten Jäger die Wälder ab, um mit dem sprießenden Gras, Wild anzulocken. Dies waren die ersten bedeutenden Anfänge, Energie zur Steigerung der Produktion einzusetzen.²⁷

Im Zeitalter der Landwirtschaft nahm die Menge der zur Verfügung stehenden Energie in Form von Nahrung deutlich zu. Diese Energie konnte wiederum genutzt werden, sowohl mit menschlicher als auch mit tierischer Muskelkraft, weitere Energie zu erzeugen. Das Ergebnis des Übergangs zum Ackerbau vor etwa 10.000 Jahren war eine Verdichtung der Bevölkerung. Die Menschen schöpften nicht nur die natürlich verfügbare Energie ab, sondern strebten die völlige Kontrolle und Manipulation der Energieströme an. Ziel ist es, die Sonnenenergie in eine für den Menschen brauchbare Form umzuwandeln. Dabei empfangen Pflanzen die einstrahlende Sonnenenergie und nutzen diese für die Photosynthese.

²⁷ Vgl. Jürgen Paeger: Eine kleine Geschichte des menschlichen Energieverbrauchs (2006 – 2011).

Tiere wiederum ernähren sich von solchen Pflanzen. Diese Energiequelle bildete die Grundlage für die Landwirtschaft und Viehzucht.²⁸

Zur Vereinfachung der Arbeitsbedingungen nutzten die Menschen immer fortschrittlichere Werkzeuge und machten somit den Einsatz menschlicher und tierischer Muskelkraft effizienter. Mit einfachen Hilfsmitteln wie, Hebeln, Rollen und Flaschenzügen konnten u.a. der Bau von Palästen und Brücken verwirklicht werden.²⁹

Neben der Muskelkraft nutzte der Mensch schon sehr früh traditionelle, regenerative Energien. Vor allem Wasser- und Windkraft spielten eine bedeutende Rolle.

Die älteste Form des Wasserrades, das Stoßrad, wurde vor mehr als 5.000 Jahren zum Wasserschöpfen genutzt. Seine Schaufeln tauchten dabei horizontal in das Wasser ein und nutzen ausschließlich die Bewegungsenergie des Wassers. Erstaunlich ist, dass die erste Wassermühle erst vor rund 2.000 Jahren in Erscheinung trat, obwohl das Rad und die Achse schon lange bekannt waren. Im Laufe der Zeit entwickelte sich das einfache Wasserrad zu einer Mühle, die mit Hilfe der Wasserkraft Korn zermahlte. Ein Merkmal dieses Mühlentyps war die vertikale Ausrichtung der Achse. Die Nutzung der Windkraft für den Antrieb von Maschinen erwies sich als schwieriger. Dies ist auch der Grund für die spätere Konstruktion des Windrades im Vergleich zum Wasserrad. Die Blütezeit der Windräder war im 19. Jahrhundert in Europa mit rund 200.000 Anlagen.³⁰ Wind- und Wassermühlen waren grundlegende Voraussetzungen für die Entwicklung vieler mechanisierter Produktionsvorgänge, wie Sägen, Gerben, Erzeugen und Bearbeiten von Eisen.³¹

Somit deckten Brennholz, Arbeitskraft von Menschen und Tieren, Wind- und Wasserkraft noch weitgehend die weltweite Energieversorgung. Dies änderte sich jedoch mit der industriellen Revolution.³²

²⁸ Vgl. Rolf Peter Sieferle: Spiel mit dem Feuer – Von der Steinzeit bis zur industriellen Ära: Eine kurze Geschichte der Energienutzung.

²⁹ Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 3.

³⁰ Wilder Wind: Die Geschichte der Windräder.

³¹ Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 4.

³² Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 14ff.

Fossile Energieträger hatten bis dahin eine eher untergeordnete Bedeutung. Steinkohle war als Energieträger zwar bekannt, generell wurde aber die Nutzung vermieden. Erst mit dem Mangel an Brennholz nahm die Verwertung von Steinkohle zu.³³ Auch die voranschreitende Mechanisierung der Produktion führte zu einem erhöhten Bedarf an Produkten. Die beschränkten Nutzungsmöglichkeiten von Wind- und Wasserkraft konnten den erhöhten Bedarf auf Dauer nicht decken. Überdies war der Gebrauch von Wind und Wasser aufgrund jahreszeitlicher Schwankungen nur sehr beschränkt möglich.³⁴

Ein weiterer Meilenstein in der Energiewende ist die Entwicklung der Dampfmaschine durch den schottischen Mechaniker James Watt gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Es entstanden viele Fabriken, die eine kohlebetriebene Dampfmaschine nutzten. Kohle war damit für den Antrieb vieler Maschinen unerlässlich.³⁵ Mit der industriellen Revolution begann aber auch die Luftverschmutzung durch die Fabriken. Durch den starken Anstieg des Energieverbrauchs entstanden giftige Rauch- und Schwefeldioxidverbindungen, die das Atmen in einigen Ballungsräumen stark erschwerte. Den Böden und Wäldern wurden während der Industrialisierung schwere Schäden zugefügt. Giftige Chemikalien wurden in Flüssen eingeleitet und machten das Wasser ungenießbar.³⁶ Diese Wende ist bisher der größte Eingriff in die Natur und hat das Verhältnis zwischen Mensch und Natur grundsätzlich geändert.³⁷

Die Erschließung der Erdölvorkommen erfolgte später als die der Steinkohle. Der Durchbruch der Erdölnutzung kam mit der Entwicklung der Petroleumlampe und später des Verbrennungsmotors gegen Ende des 19. Jahrhunderts. Im Jahr 1860 wurden gerade einmal 100.000 Tonnen Öl gefördert. Knapp 80 Jahre später sind es 200 Millionen Tonnen. In den 1970er-Jahren waren es bereits über 3000 Millionen Tonnen weltweit. Erst mit der Ölkrise wurde den Industriestaaten ihre Abhängigkeit zu Erdöl bewusst. 1973 und 1979 stiegen die Preise für Erdöl sprunghaft an. Die Industriestaaten, die stets billige Ölpreise gewohnt waren, reagierten mit autofreien Sonntagen und der Förderung erneuerbarer Energien. Die Krisen waren allerdings schnell wieder vergessen, das Engagement zur För-

³³ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 16.

³⁴ Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 4f.

³⁵ NAJU Naturschutz-Wiki: Geschichte der regenerativen Energien.

³⁶ Planet Wissen: Industrielle Revolution und Umweltverschmutzung.

³⁷ Vgl. Marc: Industrie und Umwelt – Die Veränderung der Nutzung der Umwelt.

derung von erneuerbaren Energien verringerte sich und die Ausbeutung der fossilen Energieträger nimmt bis heute kein Ende.³⁸

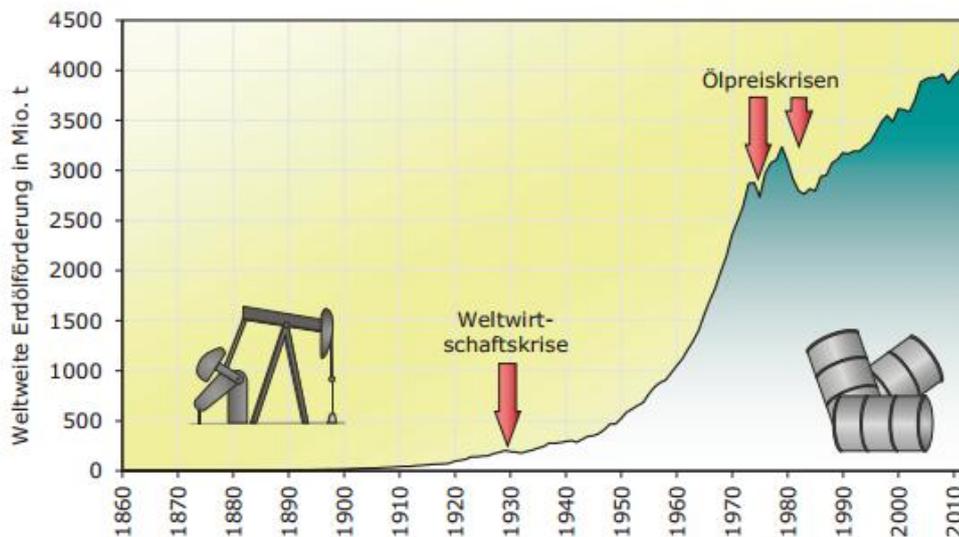


Abbildung 6 Erdölförderung seit dem Jahr 1860³⁹

Scheinbares Umweltbewusstsein gab es trotzdem: Im Dezember 1938 legten die Wissenschaftler Otto Hahn und Fritz Straßmann bei einem Experiment den Grundstein für die Nutzung der Kernenergie. Bei dem Experiment wurde ein Uran-235-Kern durch Neutronen beschossen, wodurch sich der Kern spaltete. Es entstanden neben Krypton und Barium weitere Neutronen. Sind mehr Uran-235-Kerne vorhanden kann somit eine Kettenreaktion ausgelöst werden und somit als Brennstoff in Kraftwerken genutzt werden.⁴⁰ Die Folgen der Kernkraftnutzung waren damals noch nicht bekannt bzw. fanden vorerst keine Beachtung.⁴¹

Kernenergie stellt keine mögliche alternative Energieversorgung für die Zukunft dar. Wollte man die mit fossilen Brennstoffen angetriebenen Kraftwerke mit Kernenergie ersetzen, wären die Uranvorkommen innerhalb weniger Jahre ausgeschöpft.⁴² ⁴³ Hinzu kommt die Entsorgungsproblematik des langlebigen schwer gesundheits- und umweltgefährdenden Strahlenmülls. Gemeint sind damit der Transport und die Lagerung der abgebrannten Elemente. Atommüll, verpackt in sogenannten Castor-Behältern, bleibt zunächst in Zwischenlagern bis die Ra-

³⁸ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 17f.

³⁹ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 18.

⁴⁰ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 22.

⁴¹ Vgl. NAJU Naturschutz-Wiki: Geschichte der regenerativen Energien.

⁴² Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 25.

⁴³ Siehe Abbildung 3, Seite 5.

dioaktivität abgeschwächt ist. Eine endgültige Lösung für die Endlagerung von radioaktiven Brennstäben ist jedoch noch nicht gefunden. Dies birgt erhebliche Risiken, da der Kernbrennstoff vor äußeren Einflüssen nicht geschützt ist und bereits geringe Mengen umliegende Gebiete verseuchen könnte. Ein weiterer Ausbau der Kernenergie ist aufgrund der bestehenden Entsorgungsproblematik und schwindender Uranvorkommen nicht zu verantworten.⁴⁴

Heute zu Zeiten der Energiewende stehen wir vor der Entscheidung: warten bis die Energievorräte von u.a. Kohle und Erdöl aufgebraucht sind oder schon heute echten Klimaschutz ohne Kernenergie und fossilen Energieträgern betreiben. Viele können bzw. wollen sich eine Zukunft mit erneuerbaren Energien zur Energieversorgung nicht vorstellen. Dabei liegt die vollständige Deckung der Energieversorgung durch erneuerbare Energiequellen gerade einmal 300 Jahre zurück. Fakt ist, dass die sicher verfügbaren Ressourcen spätestens in 200 Jahren aufgebraucht sein werden. Inwieweit die nachgewiesenen bzw. vermuteten Vorräte für die Sicherung der Energieversorgung genutzt werden können, ist ungewiss. Zur Rettung des Klimas und Schonung der Ressourcen muss sich die Energiewende daher früher weltweit durchsetzen.⁴⁵

2.2.2 Wasserenergie

Die Wasserkraft ist eine der ältesten Energiequellen des Menschens. Vor rund 2.000 Jahren wurde mit Hilfe von Wassermühlen Korn gemahlen. Seit der Industrialisierung und Elektrifizierung im 19. Jahrhundert dient die Wasserkraft hauptsächlich der Stromerzeugung.⁴⁶ Anfänglich waren es noch kleine Turbinen, die im Laufe der Zeit immer schneller wuchsen und damit mehr Leistung erbrachten. Dennoch sind heute deutlich weniger Wasserkraftanlagen vorhanden als gegen Ende des 18. Jahrhunderts. Damals waren zwischen 500.000 und 600.000 Anlagen in ganz Europa angeschlossen. Mit der Einführung der Dampfmaschine durch James Watt gegen Ende des 18. Jahrhundert wurden die Wasserkraftanlagen nach und nach verdrängt.⁴⁷

Die Grundlage für die Wasserenergie stellt der Wasserkreislauf dar. Durch den Einfluss der Sonne verdunstet das Wasser auf der Erdoberfläche und gelangt so in die Atmosphäre. Durch die Winde verteilt sich der Wasserdampf bis zur Ab-

⁴⁴ Vgl. atomkraftwerk.biz: Versorgung Entsorgung Brennstoffe.

⁴⁵ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 91f.

⁴⁶ Vgl. Das Energieportal: Der regenerative Kreislauf der Wasserenergie.

⁴⁷ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 243f.

kühlung. Dadurch verflüssigt sich der Wasserdampf und fällt als Niederschlag wieder auf die Oberfläche herunter. Erst durch die abfließende Bewegung des Wassers von höheren in niedrigere Gebiete wird die Energie des Wassers freigesetzt und ermöglicht die Stromerzeugung.⁴⁸

Strom aus Wasserkraft kann auf unterschiedlicher Weise erzeugt werden. Davon eingeschlossen sind die Stromerzeugung aus Laufwasser, Speicherwasser und Pumpwasser. Alle Wasserkraftwerke sind im Wesentlichen abhängig von der Abflussmenge und der Fallhöhe des Wassers.⁴⁹

Die Stromerzeugung durch Laufwasser nutzt den Höhenunterschied der Wasseroberfläche in einem Fluss. An einer sogenannten Staustufe läuft das Wasser durch eine Turbine, die wiederum einen Generator antreibt und mit Hilfe des Transformators die Spannung in die gewünschte Netzspannung umwandelt. Ein Rechen verhindert das Verstopfen der Turbine durch Zivilisationsabfälle oder Treibgut. Das Laufwasserkraftwerk verwendet die Strömung des Wassers, d.h. je größer die Wassermassen, desto höher die Stromerzeugung. Dies ist aber auch der Grund, dass die Stromzufuhr nicht geregelt werden kann und somit stetig Strom liefert.⁵⁰

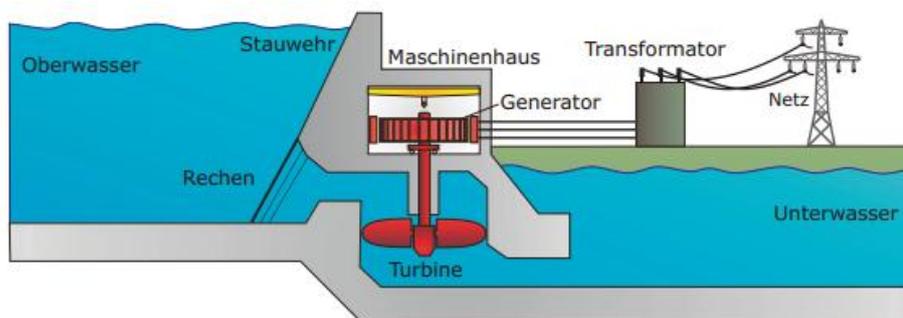


Abbildung 7 Prinzip des Laufwasserkraftwerks⁵¹

Voraussetzung für die Errichtung eines Pumpspeicherkraftwerks sind günstige geographische Verhältnisse. Dazu sind zwei Becken erforderlich mit jeweils unterschiedlichen Höhen. In Druckrohrleitungen wird das Wasser in das tiefer gelegene Tal durch eine Turbine gepresst, welche den Generator antreibt. Das durch die Turbine gepumpte Wasser wird im Unterbecken gesammelt. Der Transformator wandelt die elektrische Spannung des Generators in

⁴⁸ Vgl. Das Energieportal: Der regenerative Kreislauf der Wasserenergie.

⁴⁹ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 22.

⁵⁰ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 249f.

⁵¹ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 249.

Netzspannung um. Pumpspeicherkraftwerke haben eine gleichartige Funktionsweise wie Speicherkraftwerke. Allerdings wird das benötigte Wasser nicht durch natürliche Zuflüsse gefüllt, sondern mit Hilfe elektrischer Energie von einem tiefer gelegenen Becken nach oben gepumpt⁵²

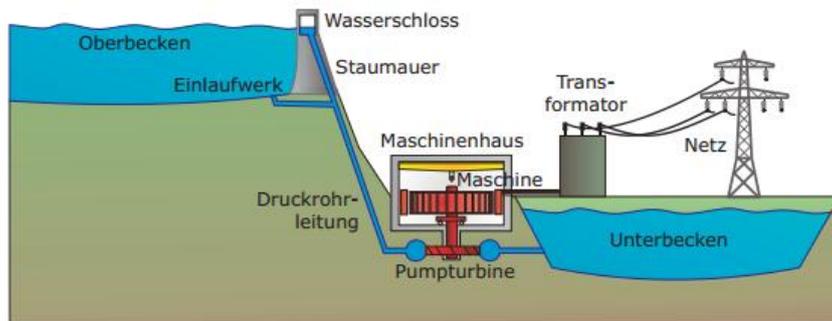


Abbildung 8 Prinzip des Pumpspeicherkraftwerks⁵³

Die Nutzung der Wasserkraft ist die kostengünstigste Variante der regenerativen Stromerzeugung. Die Kosten für eine Wasserkraftanlage mit einer Leistung bis 1000 Kilowatt liegen zwischen 4000 und 6000 Euro. Zusätzlich fallen in einigen Bundesländern, wie Bayern und Baden-Württemberg, noch Wassernutzungsgebühren in Höhe von 8€ pro Kilowatt pro Jahr an. Die Stromerzeugungskosten für mittlere Altanlagen mit einer Leistung zwischen 10 und 100 Megawatt liegen bei zwei Cent. Neue Wasserkraftanlagen hingegen schwanken zwischen vier und zehn Cent pro Kilowattstunde. Zum Vergleich die Stromerhaltungskosten für ein Atomkraftwerk liegen bei 3,5 Cent pro Kilowattstunde.⁵⁴ Die Vergütung nach dem EEG ist abhängig von der Leistung. Anlagen mit einer Wasserkraftleistung unter 500 Kilowatt erhalten eine Vergütung von 12,7 Cent pro Kilowattstunde und von 500 Kilowatt bis zwei Megawatt 8,3 Cent. Es gilt, je höher die Leistung einer Anlage, desto geringer die Vergütung nach dem EEG. Bei Anlagen ab 50 Megawatt kann nur noch mit einer Vergütung von 3,4 Cent pro Kilowattstunde gerechnet werden. Voraussetzung für den Erhalt der EEG-Vergütung ist die Einhaltung des Wasserhaushaltsgesetzes.⁵⁵

Bäche und Flüsse sind zentrale Bestandteile der Natur, die es zu schützen gilt. Naturnahe Gewässer bilden die Lebensgrundlage vieler Fisch- und Pflanzenarten, aber auch für Vögel, Amphibien und Insekten. Gewässern mit wasserbaulichen

⁵² Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 252f.

⁵³ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 252.

⁵⁴ Vgl. Stromerzeugung-Stromverbrauch: Vergleich der Stromerzeugungskosten in Deutschland.

⁵⁵ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 258f.

Maßnahmen sind für viele Lebewesen ein großes Risiko.⁵⁶ Beispielsweise entsteht durch den Bau einer Stauanlage ein stehendes Gewässer, wo zuvor ein fließendes Gewässer die Lebensgrundlage vieler Fische und Pflanzen ausmachte. Für wandernde Fische stellt dies eine unüberbrückbare Barriere dar. Mit Fischtreppen kann dieses Hindernis teilweise umgangen werden, aber es bietet dennoch keine absolute Lösung. Ein weiteres großes Problem sind die rotierenden Wasserkraftturbinen. Auch wenn mit Hilfe des Rechens größere Tiere abgehalten werden, so schlüpfen kleinere Tiere durch das Rechen und werden von der Turbine verletzt oder sogar getötet.

Anders als bei anderen erneuerbaren Energien ist die Wasserkraft technisch ausgereizt, d.h. eine Erhöhung der Stromerzeugung durch neue Innovationen im Bereich der Wasserkraft ist nicht zu erwarten. Im Vordergrund steht eher die Modernisierung kleinerer Anlagen, um ungenutztes Potential aufzudecken, wenn gleichzeitig eine Verbesserung der ökologischen Bedingungen gewährleistet werden kann.⁵⁷ Der große Vorteil der Wasserkraftanlage ist vor allem die regelmäßige Stromproduktion im Vergleich zu Wind- und Sonnenenergie.⁵⁸

2.2.3 Sonnenenergie

Die Sonne macht das Leben auf der Erde erst möglich. Lange vor unserer Zeit, begann das Kraftwerk Sonne zu arbeiten. Ein Prozess, der noch viele Jahre anhalten wird. Ein Teil der Energie der Sonne erreicht die Erde in Form von Sonnenstrahlung, die nach Schätzungen täglich ein Energiepotential für eine weltweite Versorgung für einen Zeitraum von acht Jahren liefert. Besonders intensiv ist die Sonneneinstrahlung in Äquatornähe. Mit den heutigen Technologien wäre hier eine intensive Nutzung angebracht. Auch an weniger heißen Orten kann die Sonnenenergie in Form von Solarkraftwerken oder kleineren Solaranlagen genutzt werden. Dabei können Solaranlagen Energie in unterschiedlicher Form liefern. Thermische Solaranlagen machen die Wärme aus der Sonneneinstrahlung über Kollektoren nutzbar.⁵⁹ Der Kollektor enthält zur bestmöglichen Absorption der Sonnenstrahlen als Absorber ein Rohr oder eine Platte aus Metall oder Kunststoff. In einem Röhrensystem wird die Wärme über eine Trägerflüssigkeit, meist ein Wassergemisch, abgeleitet. Die Abgabe der Wärme erfolgt über einen Wär-

⁵⁶ Vgl. BINE Informationsdienst: Wasserkraft und Ökologie.

⁵⁷ Vgl. NABU: Erneuerbare Energien.

⁵⁸ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 262.

⁵⁹ Vgl. Planet Wissen: Solarenergie.

meaustauscher.⁶⁰ Diese kann zum Beispiel für Heizzwecke oder für die Warmwassererzeugung eingesetzt werden. Auch in einem größeren Maßstab kann die Wärmeenergie der Sonne genutzt werden. In Solarkraftwerken werden u.a. über Parabolspiegeln Sonnenstrahlen gebündelt. Dabei entstehen extrem hohe Temperaturen, wodurch Wasser verdampft und den Generator antreibt. Über Salzwasserspeicher kann die Wärme auch über Nacht gespeichert werden. Dem gegenüber steht die Nutzung der Sonnenenergie in Form von Photovoltaikanlagen vor allem für die private Stromerzeugung. Bei Photovoltaikanlagen wird die Strahlungsenergie der Sonne direkt in elektrische Energie umgewandelt. Eine Solarzelle besteht dabei aus zwei unterschiedlichen Schichten: Eine mit Phosphor versetzte negativ-geladene Schicht und eine mit Bor versetzte positiv-geladene Schicht. Trifft ein Lichtstrahl auf die Solarzelle im Bereich des Übergangs von n-dotierten (mit Phosphor bezogenen) und der p-dotierten (mit Bor bezogenen) Schicht entstehen positiv und negativ geladene Teilchen. Normalerweise würden sich das positiv und das negativ geladene Teilchen sofort wieder zusammenschließen, aber aufgrund des elektrischen Feldes wird das Elektron, also das negativ geladene Teilchen, in die n-dotierte Schicht und das Proton, also das positiv geladene Teilchen, in die p-dotierte Schicht gezogen. So entsteht Spannung, die an die Kontakte abgegeben werden kann.⁶¹

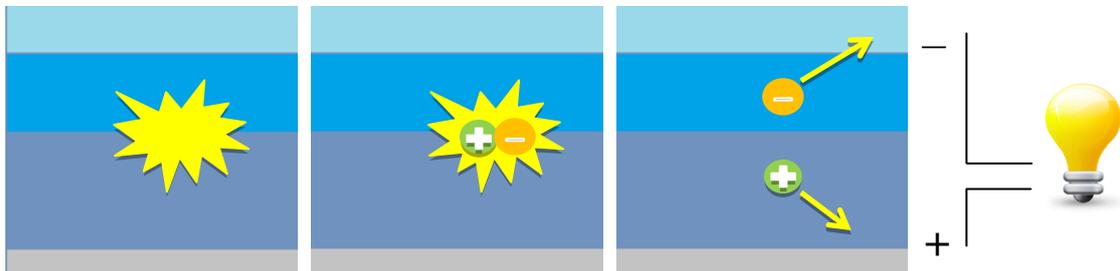


Abbildung 9 Funktionsweise einer Solarzelle⁶²

Um Photovoltaikanlagen wirtschaftlich betreiben zu können, empfiehlt sich eine Mindestgröße von einem Kilowatt peak (kW_p), d.h. pro kW_p wird eine Photovoltaikmodulfläche von 6 bis 10 m^2 benötigt. Nach oben hin ist die Leistung natürlich offen und ist abhängig von der verfügbaren Fläche und den finanziellen Mit-

⁶⁰ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 28.

⁶¹ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 28ff.

⁶² Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 31.

tein.⁶³ Die Kosten für eine Photovoltaikanlage setzen sich aus unterschiedlichen Komponenten zusammen. Der größte Kostenblock sind dabei die Materialkosten für Solarmodule, Montagesysteme, Wechselrichter und sonstigen Bauteilen. Im Preis nicht enthalten sind die Speicher. Die Anschaffungskosten liegen zusätzlich zwischen 6.000 und 15.000 € und können somit zu einer Verdopplung der Anschaffungskosten führen. Trotz der hohen Kosten bieten Speicher einen entscheidenden Vorteil: Da eine Solarstromanlage tagsüber, wenn die Sonne scheint, am produktivsten ist, kann durch Speicherung der Energie überschüssiger Strom auch abends bzw. nachts genutzt werden. Zudem wird seit Mai 2013 30 % des Anschaffungspreises, jedoch bis einschließlich 600 € bei Neuinstallation und 660 € bei Nachrüstung, für eine Batterie in Verbindung mit einer Solarstromanlage bis zu 30 kW_p Gesamtleistung gewährt.⁶⁴ Um einen ersten Eindruck von der Höhe der Kosten für eine Photovoltaikanlage zu bekommen, wird nachfolgend die Höhe der Anschaffungskosten ohne Speichersystem ermittelt.⁶⁵

Um eine 1 kW Solaranlage zu installieren, wird eine Fläche von 10 m² benötigt. Die Menge des produzierten Stroms ist abhängig vom Standort, der Ausrichtung der Photovoltaikmodule und vom Neigungswinkel. Zur Vereinfachung gilt folgende Faustregel: Pro kW installierter Solarleistung kann mit einer Strommenge zwischen 700 und 1200 kWh gerechnet werden. So produziert eine 5 kW-Photovoltaikanlage etwa zwischen 3.500 und 6.000 kWh Strom. Die Investitionskosten schwanken pro kW und liegen zwischen 4.000 und 6.000 €, d.h. bei einer 4 kW-Photovoltaikanlage muss mit Kosten zwischen 16.000 und 24.000 € inklusive 1 % Versicherungs- und Wartungskosten gerechnet werden.⁶⁶

Während für eine Photovoltaikanlage hohe Kosten für die Errichtung anfallen, kommt der Erlös in Form von Elektrizität zurück: Zum einen durch die Kostenersparnis aufgrund der eigenen Stromerzeugung und der Vergütung durch das EEG, die im Laufe der Zeit aber auslaufen soll. Für das Jahr 2014 gilt:

⁶³ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 151.

⁶⁴ Vgl. Solarworld: Mit Eigenstrom unabhängig vom Energieversorger werden.

⁶⁵ Vgl. Solaranlagen-Portal: Kosten für Photovoltaik inklusive Photovoltaik-Rechner.

⁶⁶ Vgl. Solarbranche: Checkliste Photovoltaik-Solaranlage.

Mindestvergütung- Solarstromvergütung in Ct/kWh					
Anlagen auf/an Gebäuden oder Lärmschutzwänden					Anlagen auf Freiflächen bis einschl. 10 MW z.B. Gewerbeflächen, längs von Autobahnen und Schienenwegen
<10kW	>10-40kW	>40kW-1MW	>1MW-10MW	Nicht Wohngebäude im Außenbereich	
43,01	40,91	39,58	33,00	31,94	0

Tabelle 2 Solarstromvergütung nach Inbetriebnahme der Anlage ab 01.04.2012⁶⁷

Das EEG hat letztendlich für den Ausbauboom seit dem Jahr 2004 von Photovoltaikanlagen beigetragen. Im Jahr 2012 wurde die Netzparität erreicht, d.h. die eigene Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen ist günstiger, als der Bezug von Strom aus dem Netz. Wo zuvor Photovoltaikanlagen ausschließlich für die Netzeinspeisung geplant wurden, rechnet sich mittlerweile die Eigennutzung. In absehbarer Zeit wird auch die Ölparität erreicht, wodurch Photovoltaik auch unterstützend für Ölheizungsanlagen fungieren können.⁶⁸

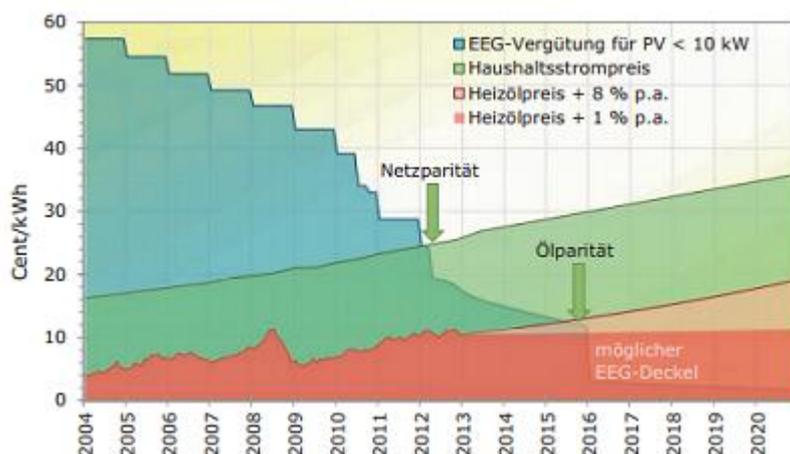


Abbildung 10 Entwicklung der EEG-Vergütung in Dtl. für kleine Photovoltaikanlagen im Vergleich zum Haushaltsstrom und den Brennstoffen⁶⁹

Die Herstellung von Solarzellen ist sehr energieaufwendig und mit dem Einsatz von toxischen Chemikalien verbunden. Daher ist bei der Herstellung ein besonderer Schutz für Mensch und Natur zu beachten. Wissenschaftliche Untersuchungen haben ergeben, dass Zellen etwa zwei bis sechs Jahre benöti-

⁶⁷ SFV: Solarstrom-Vergütung im Überblick.

⁶⁸ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 152f.

⁶⁹ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 153.

gen, um soviel Energie zu erzeugen, wie für die Herstellung benötigt wurde. Da Photovoltaikmodule eine Lebensdauer von bis zu 25 Jahren haben, ist dennoch eine positive Energieausbeute zu verzeichnen. Derzeit wird an ein Recycling-Verfahren für die Photovoltaikmodule gearbeitet und verbessert somit den ökologischen Aspekt.⁷⁰

Ein großer Vorteil von Photovoltaik ist jedoch, dass es bei der laufenden Stromversorgung keine fossilen Energieträger benötigt. Des Weiteren ist die Energie der Sonne ausreichend verfügbar, kostenlos und es entstehen bei der Stromerzeugung keine Schadstoffe.⁷¹

Photovoltaik wird bei der Energiewende eine entscheidende Rolle spielen. Derzeit deckt der mit Photovoltaik erzeugte Strom etwa 5 % des deutschen Bruttostromverbrauchs. Aufgrund der Förderung durch die EEG kann die Entwicklung in der Photovoltaikindustrie aktuell das stärkste Wachstum aufweisen. Weitere Gründe für den starken Ausbau sind die einfache Handhabung und die Nutzung von Privatpersonen und Industrie. Dadurch leistet die Photovoltaik bereits einen enormen Beitrag zum Energiekonzept der Bundesregierung. Wird die Entwicklung nicht gezielt gebremst, kann die Photovoltaik den geplanten Ausbau der Bundesregierung von ca. 35 % am Brutto-Stromverbrauch aus erneuerbaren Energien fördern. Dabei ist davon auszugehen, dass eine Energiewende ohne Solarstrom nicht funktionieren kann.⁷²

2.2.4 Geothermie

Geothermie ist die unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Wärmeenergie. Verschiedene Techniken ermöglichen es diese Wärme im Erdinneren kontrolliert zu nutzen und einen Teil des Strom- und Wärmebedarfs zu decken.⁷³

Die Erde selbst hat einen schalenförmigen Aufbau und besteht aus drei Teilen: Erdkern, Erdmantel und Erdkruste. Insgesamt haben alle drei Bestandteile einen Durchmesser von rund 6.700 km. Die maximale Temperatur liegt bei 6500 Grad Celsius im Erdkern und ist damit heißer als die Oberfläche der Sonne. Vorwiegend stammt die Erdwärme aus radioaktiven Zerfallsprozessen und der kleinere Teil besteht aus Restwärme aus der Zeit der Erdentstehung.

⁷⁰ Vgl. Alternative-Energiequellen: Photovoltaikanlagen und die Ökologie.

⁷¹ Vgl. Energiesparhaus: Photovoltaik/Photovoltaikanlage (PV-Anlage).

⁷² Vgl. eco Projekt Invest: Photovoltaik stützt Energiewende

⁷³ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 263.

Deutschland verfügt über keine optimalen Bedingungen für geothermische Ressourcen. Dennoch ist die Nutzung von Geothermie möglich. Dazu sind nur tiefere Bohrungen nötig. Wie in Abbildung 11 erkenntlich ist, sind die besten Bedingungen im Bereich der Rheintiefenebene. Bereits in 3000 m Tiefe herrschen Temperaturen von rund 150° Celsius. Der Durchschnittliche thermische Tiefengradient liegt bei etwa 3° Celsius pro 100 m. Anschaulich wird dies durch das Beispiel geothermischer Nutzung in Island. Während Deutschland im Durchschnitt erst in 5000 m 150° Celsius erreicht, herrschen in Island bereits bei wenigen hundert Metern Temperaturen von 150° Celsius. In Deutschland sind für Heizzwecke allerdings ist eine Tiefe von rund 2000 m und 100° Celsius ausreichend.⁷⁴

Das geothermische Gesamtpotential in Deutschland beträgt rund 300.000 TWh. Das entspricht dem 600-fachen des deutschen Jahresstrombedarfs. Die gegenwärtig installierte Leistung für Strom beträgt 170 MW. Aktuell werden davon rund 7 MW in drei Geothermiestandorten erzeugt. Das sind Unteraching (3,36 MW), Bruchsal (0,55 MW) und Landau (3 MW)⁷⁵

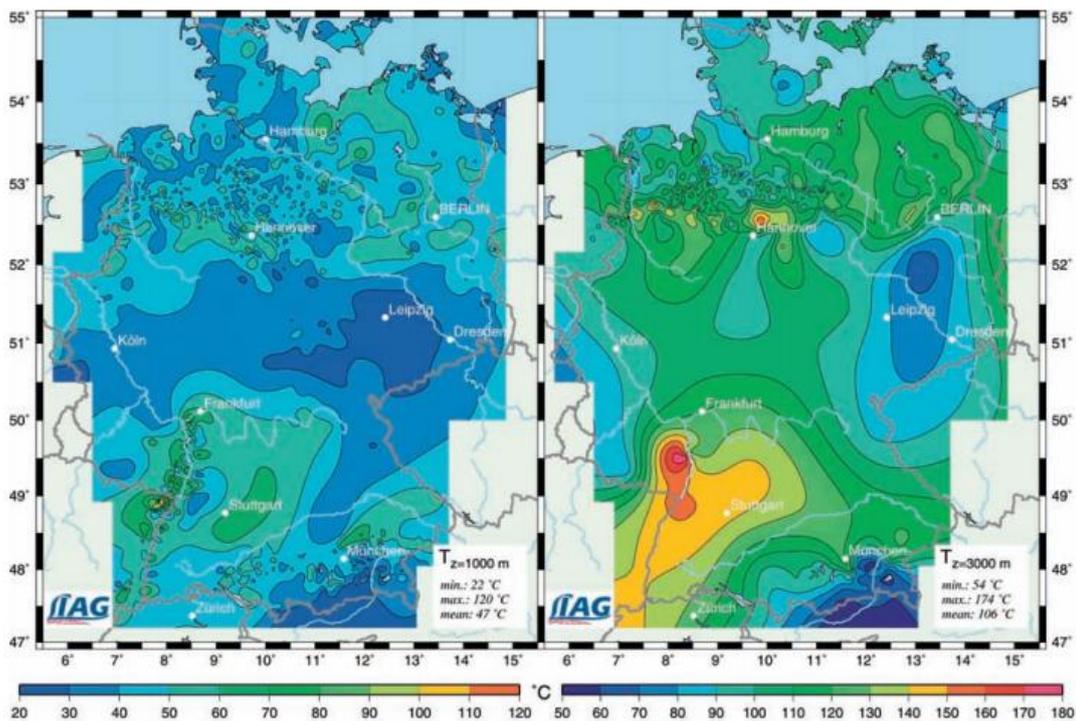


Abbildung 11 Temperaturen in Deutschland in 1000 und 3000 m Tiefe⁷⁶

⁷⁴Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 264f.

⁷⁵ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 32.

⁷⁶ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 266.

Die Stromerzeugung aus Erdwärme basiert dabei auf einem sehr einfachen Prinzip. Wasser wird in einer Tiefe von bis zu 5000 m gepumpt und dabei erwärmt. Das Temperaturniveau steigt hierbei mit zunehmender Tiefe. Das aufgeheizte Wasser wird wieder zur Oberfläche gepumpt und kann nun für die Wärme- bzw. Stromerzeugung verwendet werden.⁷⁷

Beim Erschließen geothermischer Vorkommen wird unterschieden zwischen:

- Heißdampfvorkommen
- Thermalwasservorkommen
- trockene, heiße Gesteine oder auch Hot Dry Rock

Heißdampfvorkommen liefern meist trockenen, überhitzten Dampf. Die Dampftemperatur liegt zwischen 125 und 245° Celsius. Dampf über 170° Celsius und einem Druck von über 4 Bar ist sehr gut für die Stromerzeugung geeignet. Die Thermalwasservorkommen lassen sich vor allem für die Wärmeerzeugung nutzen.

Thermalwasserfelder liefern bis zu 100° Celsius heißes Wasser in Form von Thermalquellen, welche entweder mittels Wärmepumpen an die Erdoberfläche gefördert werden oder sich bereits an der Erdoberfläche befinden. Bei der Hot-Dry-Rock-Methode wird die in den Steinen befindliche Wärme genutzt. Es ist also unabhängig von Wasser- und Dampfvorkommen. Eine große Herausforderung stellt allerdings das Auflockern der Gesteinsschichten dar.⁷⁸

Grundsätzlich verfügt die Geothermie über ein hohes Potential, da es im Vergleich zu Wind- bzw. Sonnenenergie keinen jahrzeitlichen Schwankungen unterliegt. Jedoch kann der Bau einer Geothermieanlage zu hohen Kosten führen. Der größte Kostenfaktor bei der Errichtung einer Anlage ist die Bohrung. Die Bohrkosten sind abhängig von den Standortbedingungen, d.h. vom Härte- und Temperaturgradient. Selbst Experten können keine genauen Prognosen über die Beschaffenheit des Bodens treffen. Fakt ist, je höher der Härtegrad, umso höher die Kosten für die Bohrung. Aber nicht nur der Härtegrad des Bodens sondern auch die Temperatur im Erdinneren spielt eine wichtige Rolle. Sind die Temperaturen im Erdinneren zu niedrig, führt dies sogar zum Scheitern des Projektes in der Bohrphase.⁷⁹

⁷⁷ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 34.

⁷⁸ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 34.

⁷⁹ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 273f.

Ob ein Geothermiekraftwerk wirtschaftlich betrieben werden kann, ist abhängig von den staatlichen Förderinstrumenten. In Deutschland fördert das Erneuerbare-Energien-Gesetz die Stromerzeugung aus Geothermie mit 0,25 Cent pro kWh. Bei der Hot-Dry-Rock-Technik sind es sogar fünf Cent pro kWh mehr.⁸⁰

Geothermieranlagen zeichnen sich vor allem durch eine gute ökologische Verträglichkeit aus. Durch die ständige Verfügbarkeit und Umweltverträglichkeit im Zusammenhang mit geringen Emissionen bietet diese Energieform entscheidende Vorteile. Der größte Teil der Anlage befindet sich unter der Erde. Die Anlage ist somit kaum sichtbar und ohne direkte Einflüsse auf Lebewesen und Natur. Kritisch sind aber die noch nicht ergründeten seismischen Aktivitäten. Bohrungen können zu leichten Beben führen und somit u.a. zu Rissen in Gebäuden in dicht besiedelten Regionen führen. So lange Wissenschaftler keine genauen Voraussetzungen über die Bodenbeschaffenheit treffen können, stellt der Bau einer Geothermieranlage stets ein gewisses Risiko dar. Oberflächennahe Projekte sind in Hinsicht auf das Erdbebenrisiko weniger kritisch. Des Weiteren sorgt die Nutzung von Geothermieranlagen für eine lokale und langfristige Auskühlung des Untergrundes. Nach heutigem Wissensstand sind aber noch keine konkreten Auswirkungen bekannt.⁸¹

Die Nutzung der in der Erdoberfläche gespeicherten Wärme steht noch am Anfang ihrer Entwicklung. Oft verzögern sich die realisierten Projekte in der Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase oder kämpfen mit unabsehbaren Geschehnissen. Jedoch erschließt diese Art der Stromerzeugung eine weitere potenzielle Option zur Nutzung erneuerbarer Energien, die bei fortlaufenden Forschungsaktivitäten eine flächendeckende Einsatzmöglichkeit von Geothermie erhoffen lässt.⁸²

2.2.5 Biomasse

Biomasse ist die biochemisch gespeicherte und gebundene Sonnenenergie und lässt sich wie folgt definieren:

⁸⁰ Vgl. Bundesministerium der Justiz: §28 EEG Geothermie.

⁸¹ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 274f.

⁸² Vgl. Dieter Bouse: Geothermie – Nationale und internationale Entwicklung, Folie 73.

„Unter dem Begriff Biomasse, genauer gesagt erneuerbare, regenerative Biomasse, verstehen wir in weitem Sinne die durch die Photosynthese entstehende organische Stoffmenge wie Holz, Gebüsch, Gras, Agrarprodukte (lebende, photosynthesefähige Biomasse) und deren Sekundärprodukte. Zu diesen Sekundärprodukten zählen organischer Abfall, organischer Müll, Klärschlamm, organische Rückstände der Lebensmittel- bzw. Papierindustrie und auch das auf Agrarbasis produzierte Biogas, Bioalkohol und Biodiesel.“⁸³

Bei der Biomasse handelt es sich um die älteste regenerative Energiequelle. Bereits im Steinzeitalter wurde Bioenergie in Form von Brennholz genutzt. Die Verbrennung von Holz, Holzkohle und Dung ist noch heute weltweit für viele Menschen die Hauptenergiequelle zum Kochen und Erhitzen.⁸⁴

In den Industrieländern ist die traditionelle Biomassenutzung eher von geringer Bedeutung. Dies änderte sich jedoch mit dem Anstieg der Ölpreise zu Beginn des 21. Jahrhunderts. Dabei wurden neben der traditionellen Nutzung von Biomasse auch moderne Formen der Biomassenutzung relevant. Durch die vielfältig einsetzbare Biomasse für die Strom- bzw. Wärmeerzeugung sowie als Treibstoff⁸⁵ gehört es zu den wichtigsten erneuerbaren Energieträgern in Deutschland. Des Weiteren besitzt Biomasse den Vorteil der flüssigen, festen und gasförmigen Verfügbarkeit und ist somit anderen Energieträgern überlegen.⁸⁶

⁸³ Karl-Heinz Müller, János Giber: Erneuerbare (Alternative) Energien – Reale Zukunft der Energieversorgung, einschließlich Kernenergie, Seite 64.

⁸⁴ Vgl. Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Seite 25.

⁸⁵ Siehe Abbildung 12, Seite 26.

⁸⁶ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 292ff.

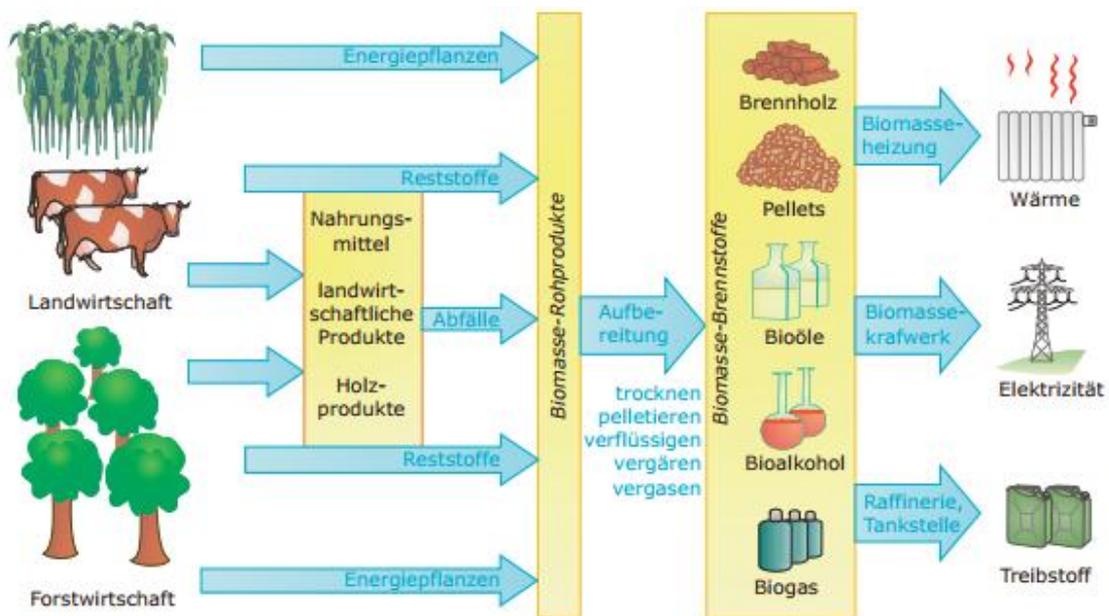


Abbildung 12 Möglichkeiten der Biomassenutzung⁸⁷

Zu den festen biogenen Stoffen zählen alle trockenen Stück- und Schüttgüter aus Pflanzen- und Pflanzenteilen, wie Holz bzw. Holz(neben)produkte und -resten. Die bekannteste Form der energetischen Nutzung von Biomasse ist die Verbrennung. Dabei wird Holz in Form von Scheitholz, Hackschnitzeln oder Pellets in einem Kessel mit hoher Temperatur verbrannt. Die freigesetzte Energie erhitzt Wasser zu Dampf, welches eine Turbine und somit den Generator zur Stromerzeugung antreibt. Die Restwärme aus dem Dampfkessel ist als Fernwärme nutzbar. Aus ökonomischen Gründen ist eine ausschließliche Stromerzeugung ohne Wärmenutzung nicht sinnvoll.

Eine weitere Möglichkeit der Stromerzeugung mittels fester biogener Stoffe ist die Vergasung, wobei in einem thermochemischen Prozess feste Biomasse in ein brennfähiges Gas umgewandelt wird. Zwar laufen hier grundsätzlich die gleichen Umwandlungsprozesse wie bei der Verbrennung ab, aber das entstehende Produktgas wird räumlich getrennt und kann somit u.a. direkt in Blockheizkraftwerken genutzt werden.⁸⁸

Eine weitere Alternative ist die Strom- und Wärmeherstellung aus flüssiger Biomasse. Dabei werden Pflanzenöle wie Rapsöl, Sojaöl oder Palmöl in Blockheizkraftwerken genutzt. Das organische Arbeitsmittel wird durch eine Pumpe in den Kreislauf geleitet und mit Wasser vermischt und erhitzt. Das entstehende Gas treibt einen Generator zur Stromerzeugung an. Dabei werden zu 60 % Wärme

⁸⁷ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 296.

⁸⁸ Vgl. o.V.: Vergasung von Biomasse.

erzeugt und zu 30 % Strom. Der pflanzenölbetriebene Blockheizkraftwerk-Markt war vorerst geprägt von einem starken Zuwachs. Heutzutage werden nur noch sehr wenige Kraftwerke gebaut, auch wenn Pflanzenöl zu den erneuerbaren Energien gehört. Ein wichtiger Grund dafür sind die hohen Standards zur Erfüllung der Nachhaltigkeitsverordnung u.a. durch die Biomassenstrom-Nachhaltigkeitsverordnung. Sie legt fest, dass im Interesse des Umwelt-, Klima- und Naturschutzes der Einsatz durch erneuerbare Energien in Form von z.B. Pflanzenölen weniger Treibhausgase freisetzt, als durch den Einsatz von fossilen Energieträgern.⁸⁹ Weitere Gründe sind die stark beschränkten Vergütungsbechtigungen durch das EEG. Seit dem 1. Juli 2010 wird flüssige Biomasse grundsätzlich nur noch vergütet, wenn diese nachweislich nachhaltig produziert worden ist.⁹⁰

Die wichtigste Form der biogenen Stromerzeugung beruht auf dem Einsatz von Biogasen. Dabei wird organisches Material, wie pflanzliche und tierische Reststoffe, durch anaerobe Vergärungsprozesse in methanhaltiges Biogas umgewandelt, womit Strom und Wärme gewonnen wird.⁹¹ Biogasanlagen haben sich vor allem in der Forst- und Landwirtschaft bewehrt. Neben den Reststoffen wird noch Mais oder Getreide beigemischt, um den Gasertrag zu steigern. Zunächst wird die Biomasse in einer Grube gesammelt. Von dort aus wird sie in einem beheizten Fermenter transportiert. Dieser muss nicht nur gas- und wasserdicht sein, sondern auch lichtundurchlässig. Im Fermenter verrührt ein Rührwerk die Masse. Dabei fangen die Bakterien bei einer Temperatur zwischen 30° und 50° Celsius an zu arbeiten. Das so entstandene Gas wird zunächst von Schwefel und anderen Schadstoffen gereinigt. Das gewonnene Biogas kann nun in Blockheizkraftwerken zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt und in das öffentliche Netz eingespeist werden. Biogas kann zusätzlich in gereinigter Form als Bio-Erdgas, z.B. zum Antrieb von Autos, verwendet werden.⁹²

⁸⁹ Vgl. o.V.: Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung.

⁹⁰ Vgl. Deutscher Bundestag: Flüssige Biomasse zur Stromerzeugung soll erst ab 2011 nachhaltig produziert werden.

⁹¹ Siehe Abbildung 13, Seite 28.

⁹² Vgl. Film: Agentur für erneuerbare Energien e.V.: Funktion und Animation von Biogasanlagen.

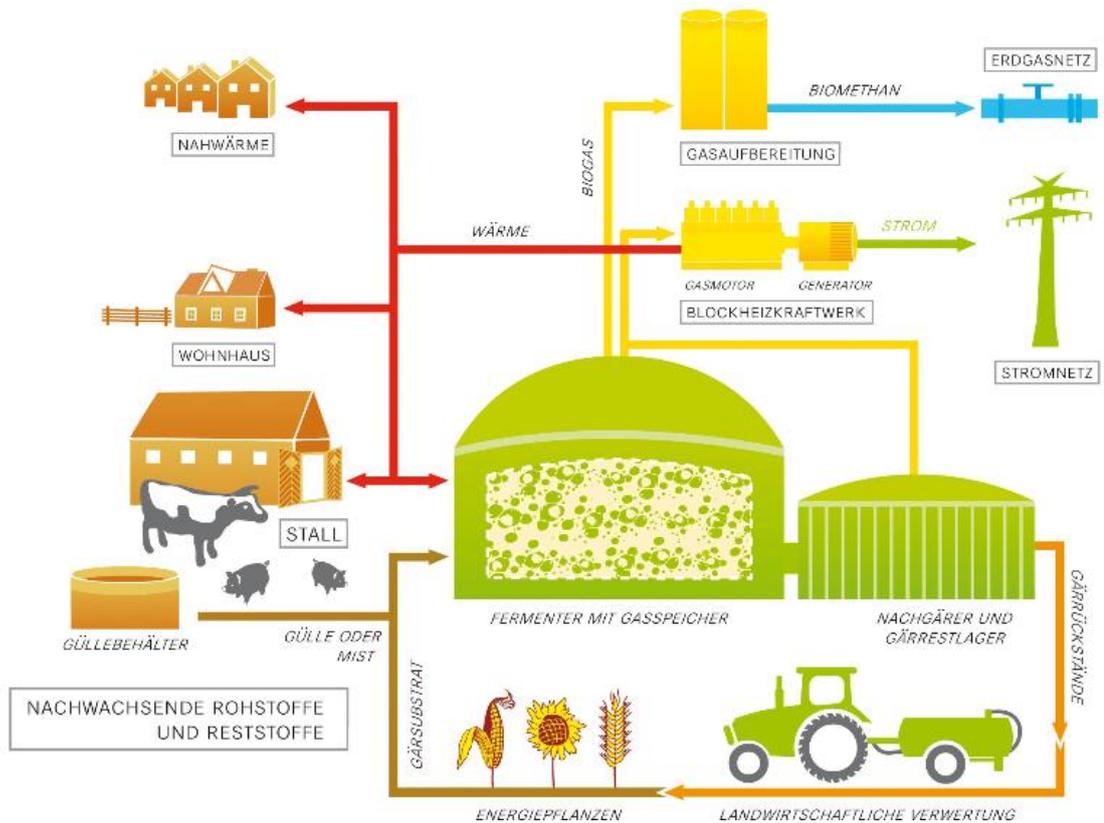


Abbildung 13 Funktionsweise Biogasanlage⁹³

Um Aussagen über die zukünftige Preisentwicklung von Biomassebrennstoffen im Vergleich zu fossilen Brennstoffen zu treffen, ist zum jetzigen Zeitpunkt sehr schwierig. Ein Blick in die Entwicklung der Energieträger zeigt jedoch, dass im März 2009 die Preise für Holzpellets und Heizöl gleichauf waren.⁹⁴ Danach stieg der Preis für Heizöl stetig nach oben. Die Verteuerungsrate ist dramatisch: kostete eine MWh im März 2009 etwa 45 €, waren es im November 2011 bereits knapp 90 €.⁹⁵

⁹³ Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage.

⁹⁴ Siehe Abbildung 14, Seite 29.

⁹⁵ Vgl. Energie im Haushalt sparen: Vergleich: Pellets, Heizöl und Gas.

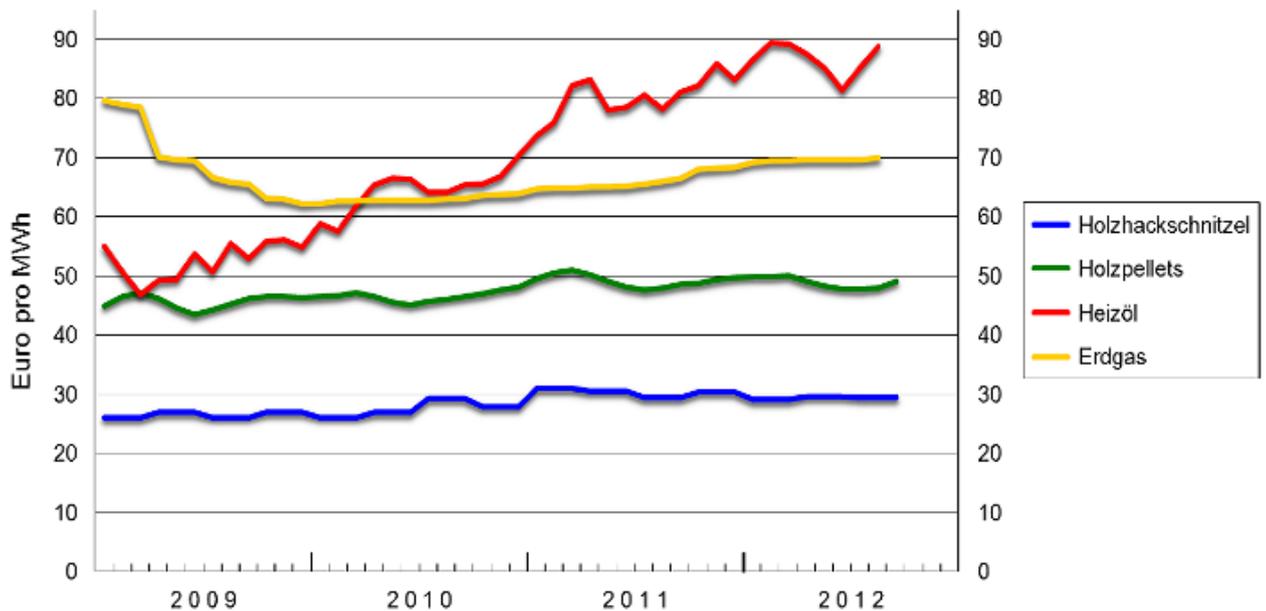


Abbildung 14 Preisentwicklung bei Holzackschnitzeln, Holzpellets, Heizöl und Erdgas⁹⁶

Da der Preis für Heizöl stetig steigt, bleibt der Preisvorteil für Holzpellets erhalten. Ob sich aber eine Holzpelletsanlage finanziell rechnet, ist abhängig von den Preisunterschieden von Erdöl bzw. Erdgas. Für eine Neuerrichtung muss mit Kosten von ungefähr 15.000 € gerechnet werden, damit liegen diese deutlich über denen einer vergleichbaren Erdöl- bzw. Erdgas-Heizungsanlage. Abhängig vom Verbrauch und der Preisentwicklung fossiler Energieträger amortisiert sich eine Holzpelletsanlage bereits nach einigen Jahren. Unterstützt wird der Bau eines Biomassekessels durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Dabei ist die Förderung abhängig von der Anlageleistung und von den Maßnahmen zur Effizienzsteigerung. Zudem regelt auch hier das EEG die Vergütung für die Biomassenutzung. Die Höhe der Leistung ist gebunden an der Leistung einer Anlage und dem eingesetzten Biomassebrennstoff:⁹⁷

⁹⁶ Vgl. Deutscher Bauernverband: Ressourcenschutz in der Land- und Forstwirtschaft.

⁹⁷ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 315f.

Leistungs- klassen	Grundver- gütung	Einsatz- stoff- vergütungs- klasse I	Einsatzstoff- vergütungs- klasse II	Vergütung für Vergärung von Bioab- fällen	Gesamtauf- bereitungs- bonus
< 75 kW	13,73 ct/kWh				
< 150 kW	13,73 ct/kWh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	16,0 ct/kWh	3,0 ct/kWh bis 700 Nm ³ /h
< 500 kW	11,81ct/k Wh	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	16,0 ct/kWh	2,0 ct/kWh bis 1.000 Nm ³ /h
< 750 kW	10,56 ct/kWh	5,0/2,5 ct/kWh	8,0/6,0 ct/kWh	14,0 ct/kWh	1,0 ct/kWh bis 1.400 Nm ³ /h
< 5.000 kW	10,56 ct/kWh	4,0/2,5 ct/kWh	8,0/6,0 ct/kWh	14,0 ct/kWh	
< 20.000 kW	5,76 ct/kWh	0,0 ct/kWh	0,0 ct/kWh	14,0 ct/kWh	Nennleistun g der Gasauf- bereitungs- anlage

Tabelle 3 Vergütung nach dem EEG ab 2014 für Biomasse⁹⁸

Die oberste Priorität bei der Nutzung von Biomasse ist die Nachhaltigkeit, d.h. es darf nicht mehr Biomasse genutzt werden als nachwächst. Der Einsatz von Biomasse hat somit natürlich bedingte Grenzen. Holz gehört zwar zu den nachwachsenden Rohstoffen, es ist aber nicht sinnvoll mehr für die Energiegewinnung zu verwenden als nachwächst. Ein weiteres Problem besteht auch durch die starke Ausweitung von Agrarflächen zum Anbau von Energiepflanzen. Dies führt dazu, dass die Biomasseproduktion unmittelbar mit der Nahrungsmittelproduktion konkurriert. Zur Verringerung des Wettstreits will die Bundesregierung die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen sowie Gülle stärker fördern und den Einsatz von Mais beschränken.⁹⁹

Energie aus Biomasse bietet auch einige Vorteile z.B. der nahezu geschlossene CO₂-Kreislauf. Zwar verursacht das Schlagen von Holz, die Verarbeitung, der Transport und die Nutzung von Biomasse auch Kohlenstoffdioxidemissionen, diese sind jedoch im Vergleich zu fossilen Energieträgern gering und können von nachwachsenden Energiepflanzen wieder gebunden werden. Zudem kommt das Holz oder auch andere Bioenergieträger aus der Forstwirtschaft bzw. Landwirt-

⁹⁸ Vgl. Fachverband Biogas e.V.: Übersicht über Vergütungssätze aus Biomasse gemäß dem EEG 2012.

⁹⁹ Vgl. Fokus: Biomasse – Was sind die Nachteile?.

schaft, wodurch die Wertschöpfung im eigenen Land bleibt und die Abhängigkeit durch Exporte von fossilen Energieträgern reduziert wird.¹⁰⁰

Die voranschreitenden hohen Ölpreise werden die moderne Biomassenutzung verstärken. Biomasse kann fossile Energieträger ersetzen, ohne den Einsatz neuer Techniken. Ebenfalls bietet Biomasse die Möglichkeit die jahreszeitlichen Schwankungen von Wind- und Sonnenenergie auszugleichen, da diese ganzjährig regelbaren Strom, aber auch Wärme, liefert. Dabei ist die Weiterentwicklung von Filteranlagen Voraussetzung für einen ökologischen Betrieb der Anlagen bei der Biomasseverbrennung. Ein besonderes Augenmerk ist auch auf die nachhaltige Nutzung von Biomassestoffen zu legen. Unter Vorbehalt dieser Kriterien kann sich die Biomasse zu einem interessanten zukunftsfähigen regenerativen Energieträger entwickeln.¹⁰¹

2.2.6 Windenergie

Die Windenergie ist, wie Wasser- und Bioenergie, eine indirekte Form der Sonnenenergie. Wind entsteht immer dann, wenn es zwischen den verschiedenen Luftmassen Druckunterschiede gibt, die aufgrund der unregelmäßigen Sonneneinstrahlung entstehen. So trifft in Äquatornähe mehr Sonnenenergie ein, als wieder zurückgestrahlt wird. Dagegen ist der Weg des Sonnenlichts zu den Polen länger und es wird mehr Sonnenenergie wieder in die Atmosphäre abgestrahlt als eintrifft. Daraus resultiert, dass die Luftmassen unterschiedlich erwärmt werden. In den Regionen mit stärkerer Sonneneinstrahlung entstehen Tiefdruckgebiete und in Regionen zu den Polen hin Hochdruckgebiete, in denen die Luftteilchen zum Druckausgleich vom Hochdruck- zum Tiefdruckgebiet strömen. Diese Druckunterschiede werden mit Luftbewegungen (Wind) ausgeglichen.¹⁰²

Die Windenergie gehört unter den erneuerbaren Energien zu der Mustertechnologie, denn trotz des sehr geringen Anteils der Rotortürme in den 1980er-Jahren, entwickelte sich die Windkraft zu einer treibenden Kraft in der Energiewende. In den letzten Jahrzehnten entstand aus der Windenergie eine Branche mit Milliardenumsatz. Mehr als 1000 Windräder sind im Jahr 2012 installiert worden. Der Anteil der Windkraftleistung stieg auf 31.322 Megawatt an. Davon entfallen 80

¹⁰⁰ Vgl. Thema Energie: Vorteile & Nachteile von Biomasse.

¹⁰¹ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 321f.

¹⁰² Vgl. Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Seite 19f.

MW aus 16 neuen Anlagen auf die Windkraft zur See.¹⁰³ Damit macht die Windenergie mit 8% schon knapp die Hälfte des gesamten erneuerbaren Stroms aus. Dies ist nicht zuletzt auch der starken Weiterentwicklung von Windkraftanlagen, sowohl auf dem Festland als auch auf hoher See, zu verdanken. Vor allem große Windkraftanlagen, die in das Netz einspeisen, haben enorm an Größe gewonnen. In den 1990er-Jahren hatten die Rotortürme gerade einmal einen Durchmesser von 20 m und erbrachten eine Leistung von 100 kW. Heutzutage sind Windkraftanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von etwa 5000 kW, sprich 5 MW, und einem Rotordurchmesser von mehr als 110 m im Betrieb. Dieses Wachstum hat jedoch physikalische Grenzen. Zum einen steigt der Materialbedarf und somit die Kosten für eine Anlage überproportional an und zum anderen ergeben sich logistische Probleme, die den Transport solcher Giganten erschweren. Eine Überschreitung der Leistung einer Windkraftanlage für On- und Offshore-Windenergie über 10 MW ist aus diesen Gründen sehr unwahrscheinlich¹⁰⁴ „Am Ende unterliegen wir doch dem Naturgesetz“ so Henrik Stiesdal, Cheftechnologe der Wind Power Division von Siemens und Pioniere bei Windkraftanlagen. „Ich bin nun vorsichtig mit neuen Prognosen, aber kommerzielle Turbinen mit deutlich mehr als 200 Metern Durchmesser und viel mehr als 10 Megawatt Leistung sind für mich schwer vorstellbar.“¹⁰⁵

Die Einsatzgebiete von Windkraftanlagen sind sehr variable und reichen von Kleinwindanlagen über Onshore- und Offshore Windparks. Dabei gleicht die Funktionsweise von Kleinwindkraftanlagen denen der Großen. Windkraftanlagen nutzen die Strömungsenergie des Windes, wodurch die Rotorblätter angetrieben werden. Dabei wird elektrische Energie erzeugt. Ausschlaggebend für den Ertrag von Windkraftanlagen sind die Windgeschwindigkeit und die Bauart der Windkraftanlage. Der Dreh- und Angelpunkt einer Windkraftanlage bildet die Gondel¹⁰⁶, welche drehbar auf dem Turm sitzt. Eine Windmessenrichtung misst die Stärke und Richtung des Windes. Je nach Wetterlage kann die Windanlage so optimal in Windrichtung gedreht werden. Dabei rotieren die Rotorblätter, die an der Narbe befestigt sind und treiben mit der Rotationsbewegung das Getriebe und den Generator an. Das Getriebe ermöglicht die langsamere Rotordrehzahl an die schnelle Generatordrehzahl anzupassen. Oftmals werden mehrere Windkraft-

¹⁰³ Vgl. Ecoreporte: Ausbau der Windenergie in Deutschland schreitet voran – Weltmarkt vor dem Einbruch?.

¹⁰⁴ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 213ff.

¹⁰⁵ Vgl. Die Welt: Was die Windenergie an ihre Grenzen bringen könnte.

¹⁰⁶ Siehe Abbildung 15, Seite 33.

anlagen zu einem Windpark zusammengefasst. Dies erleichtert die Einspeisungsrechnung für den Betreiber und die Wartungsarbeiten.¹⁰⁷

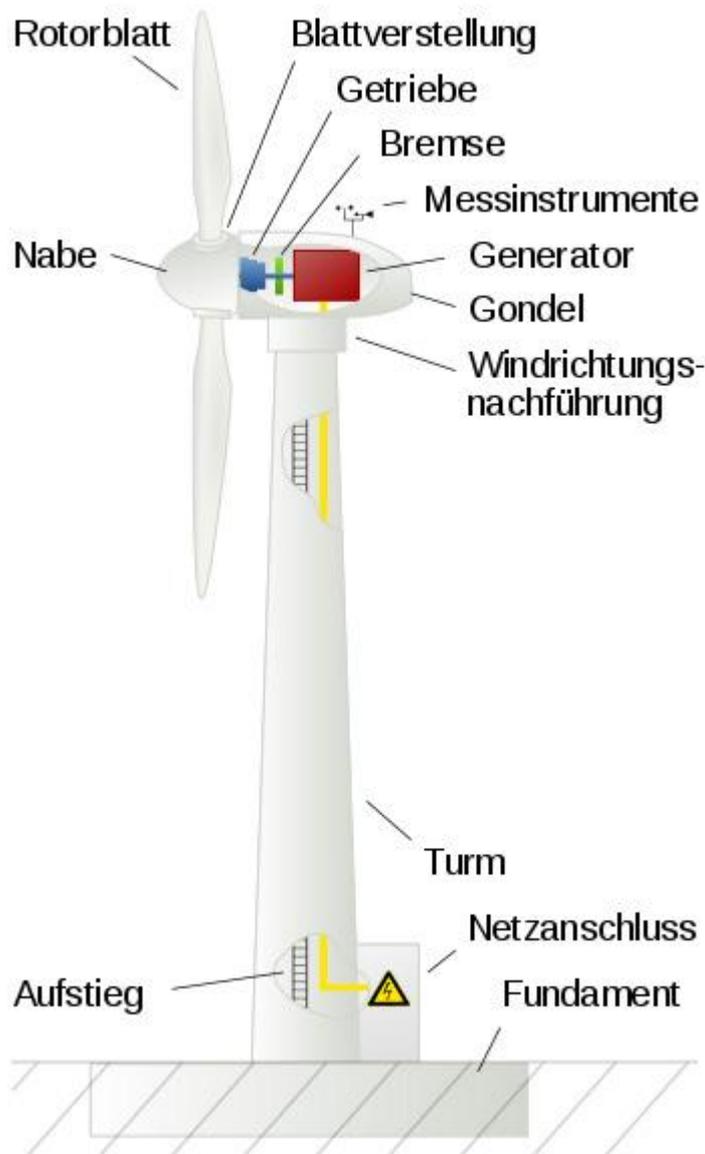


Abbildung 15 Aufbau einer Windkraftanlage¹⁰⁸

Kleinwindanlagen für den Hausgebrauch sind bereits ab wenigen Hundert Euro zu kaufen. Beispielsweise kostet ein einfacher Windgenerator mit 60 Watt zum Aufladen einer Batterie etwa 500 €, wobei Kosten für die Inbetriebnahme und Montage noch nicht eingeschlossen sind. Somit muss mit rund 8 € pro Watt bei einer Windkraftanlage gerechnet werden. Die Kosten eines Windgenerators übersteigen somit die Kosten für eine Photovoltaikanlage um das Fünffache. Mit zu-

¹⁰⁷ Vgl. Nachhaltig leben: Die Technik der Windkraft: So funktioniert ein Windgenerator.

¹⁰⁸ Stadtwerke München: Windenergie.

nehmender Größe sinken aber auch die Kosten für eine Windkraftanlage in Euro pro Watt. Für Netzgekoppelte Windkraftanlagen muss man derzeit mit 90 Cent pro Watt rechnen oder 900 € pro Kilowattstunde, wobei der Turm und die Montage bereits im Preis integriert sind. Hinzu kommen aber noch Kosten für die Planung, Erschließung, Fundament und Netzanschluss. Insgesamt belaufen sich die Kosten dann auf 1200 € pro Kilowatt. Dies bedeutet für einen kleinen Windpark mit 4 Windanlagen bei einer Leistung von je 2,5 Megawatt ca. 12 Millionen Euro zu veranschlagen. Die Abbildung 16¹⁰⁹ zeigt noch einmal die Aufteilung der Kosten für eine Windkraftanlage.

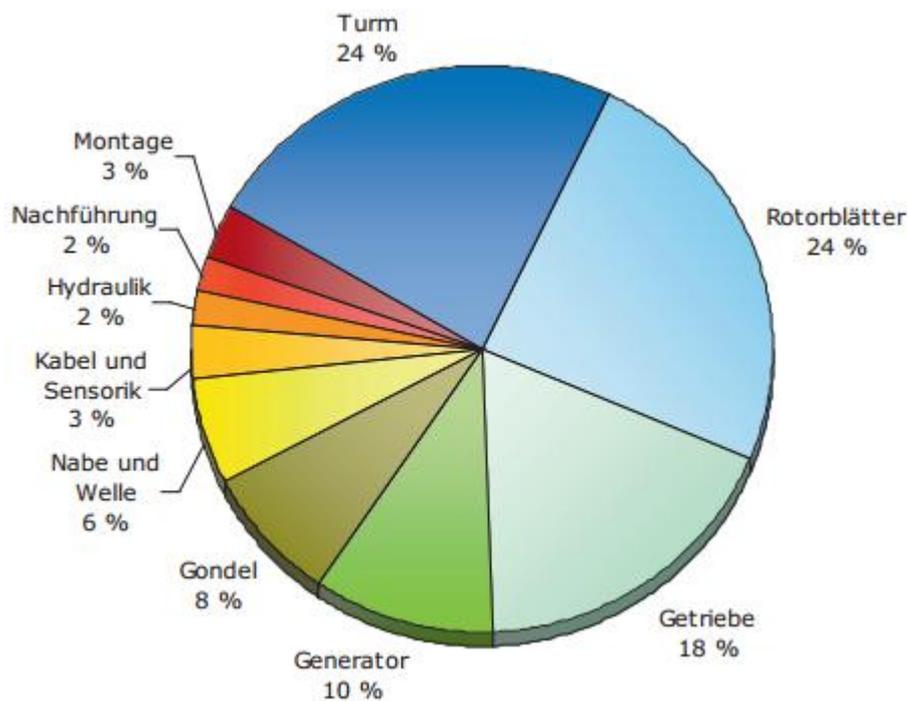


Abbildung 16 Kostenanteile für eine Windkraftanlage

Der Fördersatz pro kWh für Windenergie beträgt in den ersten fünf Jahren knapp neun Cent. Ab dem sechsten Jahr hingegen nur noch knapp die Hälfte. Dabei ist die Förderung unabhängig von der Größe der Anlage. Für Kleinwindanlagen ist der Fördersatz in der Regel zu gering um Strom an das öffentliche Stromnetz abzugeben und dabei die Anlage wirtschaftlich zu betreiben. Die Vergütung gilt aktuell für insgesamt 20 Jahre.

Bei Offshore-Anlagen erfolgt die Vergütung auch nach dem EEG mit dem Unterschied, dass die Vergütungssätze variieren. So wird 12 Jahre die erhöhte Vergütung von 13 Cent pro kWh berechnet. Danach liegt der Satz bei 3,50 €. ^{110 111}

¹⁰⁹ Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 236.

¹¹⁰ Vgl. Bundesverband WindEnergie e.V.: Vergütung der Windenergie an Land und auf See.

Für die Nutzung von Windkraftanlagen sprechen vor allem die CO₂-Neutralität und die stetige Verfügbarkeit. Selbst der CO₂-Fussabdruck, über die gesamte Wertschöpfungskette einer Anlage, ist im Vergleich zur Photovoltaik und den fossilen Energieträgern emissionsarm. Dennoch gibt es auch kritische Stimmen in Sachen Windkraft. Doch die Punkte Lärmbelästigung, Beeinträchtigung der Landschaft und Eingriff in das Ökosystem werden durch die oben genannten Vorteile aufgehoben. Bei neuen Anlagen werden weitestgehend die Geräusche gemessen und durch Maßnahmen unterdrückt. So dürfen laut der TA-Lärm Windkraftanlagen einen Pegel von ca. 70 dB (entspricht lautes Rufen) in gewerblichen Gebieten erzeugen, in Wohngebieten nur 55 dB (wie Bürogeräusche) am Tag und in der Nacht 44 dB (vergleichbar mit Blätterrauschen). Zudem ist die Nutzung der Windenergie aufgrund von physikalisch-technischen Gründen abhängig von frei anströmbaren Flächen, was zur Folge hat, dass Anlagen mit einer direkten Sichtbarkeit einhergehen. Das führt zu dem Ergebnis, dass neben dem Geräuschpegel einer Windkraftanlage eine verminderte Akzeptanz vor Ort auftritt, da solche Anlagen häufig als eine optische Beeinträchtigung aufgefasst werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass Windkraftanlagen nicht völlig ohne Auswirkungen auf die Natur sind. Dennoch spricht vor allem die Umweltfreundlichkeit und die steige Verfügbarkeit für die Windkraft. Daher sind herkömmlich Verfahren zur Energiegewinnung keine bessere Alternative. Diese sind klimaschädlicher und bergen weitaus größere Gefahren für die Umgebung und die Natur als die Nutzung der Windenergie.¹¹²

2.2.7 Potential und Grenzen

Das Wachstum von erneuerbaren Energien hat in den letzten Jahren drastisch zugelegt. Im Jahr 2010 lag der Anteil bei knapp 17 %. Also sechs Mal so hoch wie im Jahr 1990. Grund für den starken Zuwachs war zunächst der starke Ausbau von der Windenergie, inzwischen ziehen aber Bioenergie und Photovoltaik erfolgreich nach und übertreffen damit sogar die traditionell verfügbare Wasserkraft. Die Geothermie hat derzeit eine eher geringere

¹¹¹ Vgl. Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Seite 235ff.

¹¹² Vgl. o.V.: Windenergie.

Bedeutung. Abbildung 17¹¹³ zeigt die Ausbaudynamik der Stromversorgung aus erneuerbaren Energien.

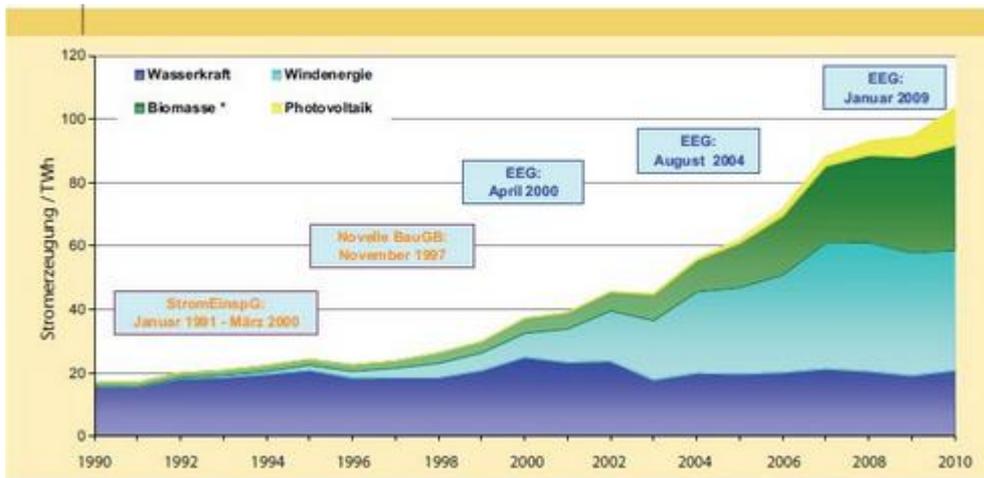


Abbildung 17 Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland von 1990 bis 2010

Deutschland spielt beim Ausbau der erneuerbaren Energien eine Vorreiterrolle. Mit den Ausbauzielen zu erneuerbaren Energien¹¹⁴ veranschaulicht das Land den Weg zu einer nachhaltigen und kohlenstoffdioxidarmen Energieversorgung und verweist dabei vor allem auf die steigende Relevanz regenerativer Energiequellen. Dabei lastet auf Deutschland eine große Verantwortung. Entscheidend ist, ob der hoch angekündigte Ausbau zu erneuerbaren Energien Erfolg bringend ist und dieser letztendlich zu einer Sättigung des Energiehungers beitragen kann. Fakt ist, das Potential von erneuerbaren Energien ist enorm. Die meisten regenerativen Energieträger werden dabei vom Energiefluss der Sonne gespeist. Geothermie hingegen nutzt die Wärme im Erdinneren, die durch radioaktive Zerfallsprozesse bzw. aus der kinetischen Energie der Entstehungsphase entsteht.¹¹⁵ Diese Energiequellen sind allerdings nur bis zu einem gewissen Grad nutzbar. Umwandlungsprozesse, Speichermöglichkeiten und Anlagengrößen führen zu einer Verringerung der Handlungsmöglichkeiten und somit zu einer Drosselung des Ausbaus von erneuerbaren Energien. Hinzu kommt die Einschränkung durch die Ortsgebundenheit von beispielsweise Geothermie und die damit im Zusammenhang stehende Verfügbarkeit von Fläche. Ein großes Hemmnis ist des Weiteren die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von fluktuierenden Energiequellen, wie Wind- und Sonnenenergie. Überdies sollen

¹¹³ Thomas Bürhke, Roland Wengenmayr (Hrsg.): Erneuerbare Energie – Konzepte für die Energiewende, Seite 7.

¹¹⁴ siehe Tabelle 1, Seite 2.

¹¹⁵ Siehe Kapitel 2.2.4, Seite 17.

erneuerbare Energien auch ökologisch verträglich sein, z.B. bei der Beanspruchung von Böden und Gewässern und bei der Beeinträchtigung im Arten- und Naturschutz. Dies alles sorgt für eine Diskrepanz zwischen dem global verfügbaren Angebot von erneuerbaren Energien und der daraus gewinnbaren Energiemenge.¹¹⁶

Dennoch ist eine vollständige Nutzung von erneuerbaren Energien bei der Energieversorgung in Deutschland möglich, trotz des semioptimalen Nutzungspotentials. Immerhin ist auch die aktuelle Energiesituation Auslöser für etliche Probleme, wie z.B. die Klimaveränderung durch den Einsatz von fossilen Energieträgern. Wesentlich für eine nachhaltige und zuverlässige Energieversorgung ist ein vielfältiger Mix regenerativer Energiequellen. Schätzungen zufolge können 800 TWh für Strom, 900 TWh für Wärme und 90 TWh für Treibstoffe aus regenerativen Energiequellen erzeugt werden. Das entspricht etwa 130 % des aktuellen Stromverbrauchs und 70 % des gegenwärtigen Wärmebedarfs. Durch eine zusätzliche Steigerung der Energieeffizienz lässt sich der vollständige Strombedarf durch erneuerbare Energiequellen decken. Mit dem Gelingen einer erfolgreichen Energiewende in Deutschland kann das Vorhaben einer nachhaltigen und klimafreundlichen Energieversorgung auch auf andere Länder übertragen werden.¹¹⁷

2.3 Energieeffizienz - Schlüssel für mehr Klimaschutz

Unter Energieeffizienz versteht man die Reduktion des Energieeinsatzes für die Erbringung einer Dienstleistung oder zur Produktion von Waren in einem System. Dabei ist die Energieeffizienz die sauberste, wirtschaftlichste und sicherste Ressource. Jede Kilowattstunde, die nicht verbraucht wird, muss nicht erzeugt, transportiert und insbesondere nicht bezahlt werden. Die Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien sind unumgänglich miteinander verknüpft. Dennoch werden beide Säulen der Energiewende meist getrennt voneinander betrachtet. Diese ergeben jedoch in der gesamtwirtschaftlichen Betrachtung Chancen und Möglichkeiten. So lässt die Steigerung der Energieeffizienz die Anteile der erneuerbaren Energien schneller steigen. Zudem sind die volkswirtschaftlichen Potentiale für Deutschland als ressourcenarmes

¹¹⁶ Vgl. Thomas Bürke, Roland Wengenmayr (Hrsg.): Erneuerbare Energie – Konzepte für die Energiewende, Seite 6f.

¹¹⁷ Thomas Bürke, Roland Wengenmayr (Hrsg.): Erneuerbare Energie – Konzepte für die Energiewende, Seite 7f.

Land enorm. So werden mit Hilfe der Energieeffizienz die Kapitalflüsse in die Exportländer für fossile Ressourcen gesenkt und die Abhängigkeiten von den Energielieferungen abgekoppelt. Weniger Gesamtverbrauch reduziert dabei nicht nur die Gesamtkosten, sondern erleichtert durch eine geringere Nachfrage eine nachhaltige Produktion zur Steigerung der Energieeffizienz, Ressourcenschonung und Emissionsvermeidung. So werden auch in Zukunft weniger fossile bzw. regenerative Energiequellen für die Energieerzeugung gebraucht. Weitere positive Wirkungen durch das Zusammenspiel von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien ist Vermeidung sogenannter „externer Kosten“, die durch fossile Energieträger in Form des Klimawandels entstehen, wie z.B. Materialschäden. Das Ergebnis der verstärkten Nutzung der Grundpfeiler Energieeffizienz und erneuerbarer Energien ist eine erhöhte Energiesicherheit.¹¹⁸

119

¹¹⁸ Vgl. Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende.

¹¹⁹ Vgl. Stephan Kohler, Annegret-Cl. Agricola, Steffen Joest, Sebastian Peters und Christian Stolte: Energieeffizienz als Säule der Energiewende.

3 Empirische Erhebung

Das vorangegangene Kapitel hat gezeigt, dass viel Potential für den Ausbau von erneuerbaren Energien besteht.

Eine wichtige Fragestellung ist dabei, welchen Stellenwert erneuerbare Energien in den Unternehmen haben. Mit 28 % des Gesamtverbrauchs in Deutschland bildet das verarbeitende Gewerbe einen wesentlichen Faktor für die Energiewende. Würden diese 28 % aus erneuerbaren Energien hergestellt werden, könnten die Unternehmen einen wesentlichen Beitrag für die Energiewende und damit für den Umweltschutz leisten.¹²⁰

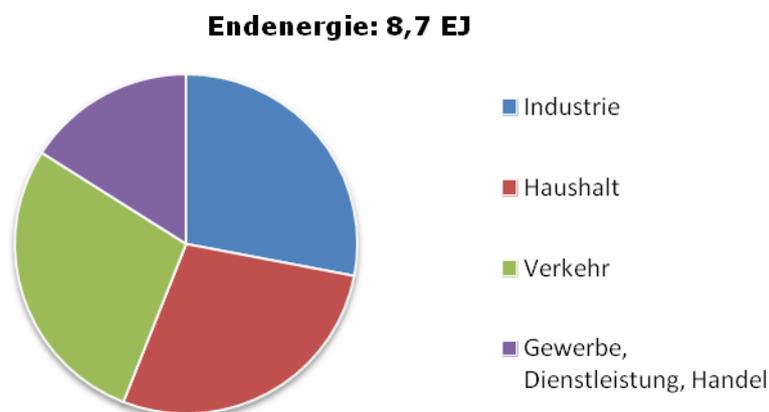


Abbildung 18 Endenergieverbrauch in Deutschland nach Anwendungsgebieten 2009¹²¹

Im Rahmen einer empirischen Untersuchung wird der Stellenwert von erneuerbaren Energien in den Unternehmen ergründet. Dabei werden Maßnahmen im Bereich der erneuerbaren Energien aufgezeigt, die bereits geplant oder umgesetzt sind.

3.1 Theoretischer Hintergrund der Untersuchung

Das Modell Hohenlohe ist eine gemeinnützige Vereinigung von ca. 180 Unternehmen mit dem Sitz in Pfedelbach (Region Heilbronn-Franken in Baden-Württemberg). Es ermöglicht allen Beteiligten über Erfahrungsaustausch und Kooperationen in branchen- und fachspezifischen Arbeitsgruppen sowie in Projekten eine Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes und leistet damit

¹²⁰ Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung: Wie grün ist Deutschlands Industrie wirklich?.

¹²¹ Thomas Schabbach, Viktor Wesselak: Energie – Die Zukunft wird erneuerbar, Seite 119.

einen Beitrag zum Erhalt der Umwelt. Dabei stehen aber nicht nur die ökologischen Gesichtspunkte im Vordergrund, sondern auch ökonomische und soziale Interessen. Ziel ist die Minimierung der Umweltbelastungen und damit die Steigerung des Umweltbewusstseins in den Mitgliedsbetrieben für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur und die Schonung von Ressourcen.¹²² Bei regelmäßigen Treffen zum Austausch über zuvor von den Teilnehmern gewählte Themen sollen die Unternehmen von den Erfahrungen anderer Unternehmen profitieren und Anregungen erhalten.¹²³

Bei der Mitgliederversammlung am 25. April 2012 stimmten die anwesenden Teilnehmer einen Arbeitsplan für die Durchführung eines Verbundprojektes zum Ausbau erneuerbare Energien zu:

„Arbeitsplan-Auszug zu *Verbundprojekt regenerative Energien*

Für Mitglieder des Modell Hohenlohe soll ein Verbundprojekt entwickelt und umgesetzt werden, das Ihnen unter einem einheitlichen Label wirtschaftliche Angebote zur Nutzung regional erzeugter, regenerativer Energien erschließt. Die jährlichen Fortschritte sollen dokumentiert und aggregiert auf der Ebene des Modell Hohenlohe veröffentlicht werden.¹²⁴

Die Mitglieder erteilten dem Vorstand die Aufgabe eine Ideensammlung für ein Verbundprojekt zur regionalen Versorgung durch regenerative Energien anzufertigen und vorzustellen.¹²⁵

Zur Realisierung des Projektes wurden im Zeitraum vom April 2013 bis Oktober 2013 Daten erhoben mit dem Ziel ein Grobkonzept zur Nutzung regional erzeugter, regenerativer Energien im Raum Baden-Württemberg zu entwickeln. Im Fokus stehen dabei die aktuelle energetische Situation, wie der Energieverbrauch, Bezugsquellen, verwendete Energiemedien und bestehende Planungen zur zukünftigen Energieversorgung. Ziel des Vorhabens ist es, unter besonderer Berücksichtigung der Situation in den Mitgliedsbetrieben, die Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmesektor voranzutreiben.

¹²² Modell Hohenlohe e.V.

¹²³ Clusterdatenbank Baden-Württemberg: Modell Hohenlohe Netzwerk betrieblicher Umweltschutz und Nachhaltiges Wirtschaften e.V.

¹²⁴ Auszug zur Mitgliederversammlung 25. April 2012.

¹²⁵ Auszug zur Mitgliederversammlung 25. April 2012.

3.2 Beschreibung der Untersuchungsmethode

Zur Untersuchung des aktuellen Entwicklungsstandes bezüglich der Nutzung von erneuerbaren Energien sowie deren Akzeptanz wurde ein Fragebogen erstellt. Dabei wird die fertig konzipierte Befragung in Form eines Online-Fragebogens durchgeführt. Online-Umfragen bieten allerhand Vorteile. Sie sind kostengünstiger und schneller realisierbar als gebräuchliche Befragungsmethoden durch Schriftverkehr. Zudem können bereits erfasste Daten unmittelbar in digitaler Form gespeichert und ausgewertet werden und bieten somit eine geringere Fehlertoleranz, da keine Medienbrüche – Fehler durch manuelle Eingabe von Daten – entstehen.

Ziel der Befragung ist eine Bestandsaufnahme und die Erfassung und Auswertung der Daten zur aktuellen und zukünftigen Energiesituation in den Unternehmen. Das Konzept bietet demzufolge eine optimale Grundlage für den konsequenten Nutzen und den Ausbau von erneuerbaren Energien, sodass diese zukünftig den Hauptanteil der Energieversorgung darstellen.

Der Fragebogen richtet sich an eine Auswahl der Mitgliedsbetriebe des Modell Hohenlohe e.V. Bei den Teilnehmern handelt es vor allem um herstellende Betriebe, Druckereien und Entsorgungsunternehmen

3.3 Aufbau der Fragebogens

Der Fragebogen besteht aus insgesamt 55 Fragen. Das Ausfüllen des Fragebogens nimmt etwa 30 Minuten in Anspruch. Der im Anhang dargestellte Fragebogen verfügt über mehrere Inhaltsblöcke und ist in fünf Teile gegliedert:¹²⁶

- **Basisdaten:**
Um einen Eindruck von der Größe des befragten Unternehmens zu bekommen, werden in Basisdaten unter anderem nach Anzahl der Mitarbeiter und der Flächengröße des Betriebsgeländes gefragt.
- **Stromverbrauch:**
Dieser Abschnitt des Fragebogens behandelt die aktuelle Stromsituation des Unternehmens, d.h. wie viel, wann und wofür wird der Strom verbraucht.
- **Wärmeverbrauch:**

¹²⁶ Siehe Anhang 6.1.1, Seite XIV.

Eine wichtige Frage beim Thema Wärmeverbrauch ist: „Womit wird geheizt?“

- **Aktuelles Energiesystem:**
Beim aktuellen Energiesystem geht es um die Fragen, ob bereits erneuerbare Energien im Unternehmen genutzt werden. Wenn ja, um welche erneuerbare Energien handelt es sich und wie viel Strom bzw. Wärme wird damit erzeugt.
- **Zukünftiges Energiesystem:**
Zum Abschluss wird das befragte Unternehmen im zukünftigen Energiesystem über weitere Potentiale zum weiteren Ausbau von erneuerbare Energien befragt.

Die Auswahl der im Fragebogen abzufragenden Informationen erfolgte mit Absprache des Modell Hohenlohe e.V., einer ausführlichen Recherche und dem Abgleich bereits bestehender Fragebögen mit dem Ziel sämtliche inhaltlichen Aspekte abzudecken. Zur Erleichterung der Beantwortung der Fragen werden vorwiegend geschlossene Fragen in Form von Ratingskalen genutzt, wo zwischen den Antwortmöglichkeiten hoch, mittel und gering bzw. ja oder nein gewählt werden kann. Zur Erweiterung individueller Antwortmöglichkeiten verfügt der Fragebogen über offene Fragetypen. Diese sind bewusst gewählt, um Informationen über bereits getroffene Maßnahmen und Potentiale zum Ausbau von erneuerbaren Energien in den einzelnen Betrieben zu erhalten.

3.4 Durchführung

Die Datenerhebung mit Fragebogen wurde in Zusammenhang mit dem Projekten „Verbundprojekt regenerativer Energien“ und „Energienmix der Zukunft“ angekündigt. Diese waren Themen der letzten zwei Mitgliederversammlungen im Jahr 2012/13. Zusätzlich wurde vor der Aushändigung des Fragebogens an die Teilnehmer eine E-Mail gesendet, die Informationen zur Durchführung des Projektes beinhaltete, um die Rücklaufquote zu erhöhen. Erst nach telefonischer Rücksprache wurde der Fragebogen an die interessierten Betriebe weitergeleitet.

Die zweite telefonische Kontaktaufnahme mit den Mitgliedsunternehmen erfolgte etwa zwei Wochen nach dem Versand des Fragebogens und nach Ablauf des Rücksendedatums. Mit geringen Ausnahmen wurden die Mitgliedsbetriebe, teilweise mehrfach, erinnert bzw. aufgefordert an der Umfrage teilzunehmen. Von 28 interessierten Unternehmen, nahmen letztendlich 19 an der Befragung teil.

Zehn Unternehmen lehnten eine Teilnahme an der Befragung aufgrund von Interessen-, Zeit- und Personalmangel sowie einen Informationsmangel ab.

Die Sicherung der Daten hatte von Anfang bis Ende des Projektes höchste Priorität. Zur Sicherung der Daten bekam jedes Unternehmen einen Kennschlüssel zugewiesen, sodass Unternehmensdaten verschlüsselt blieben. Für die interne Zuordnung der Daten musste der Kennschlüssel von jedem Unternehmen am Anfang des Fragebogens in das Feld *ID* eingetragen werden. Die Verarbeitung der Daten erfolgte ausschließlich durch den Modell Hohenlohe e.V. Die Verwendung durch Dritte war somit ausgeschlossen.

3.5 Auswertung

Ausgehend vor dem Hintergrund der angekündigten Energiewende wurden 62 Unternehmen im Raum Baden-Württemberg im Rahmen einer empirischen Untersuchung zur aktuellen energetischen Situation sowie den Einsatz erneuerbarer Energien bzw. Energieeffizienz befragt. Insgesamt belief sich die Rücklaufquote auf ein Drittel, d.h. 19 von den 62 Fragebögen wurden zurückgesandt. Eine wichtige Fragestellung war dabei, in welchem Umfang Technologien zur Erzeugung von Strom und Wärme im Bereich erneuerbare Energien, aber auch Energieeffizienz, im verarbeitenden Gewerbe bereits genutzt werden oder in Planung sind. Derzeit nutzen von den befragten Unternehmen 13 erneuerbare Energien in Form von Wind-, Wasser, Biomasse und Sonnenenergie sowie Geothermie.

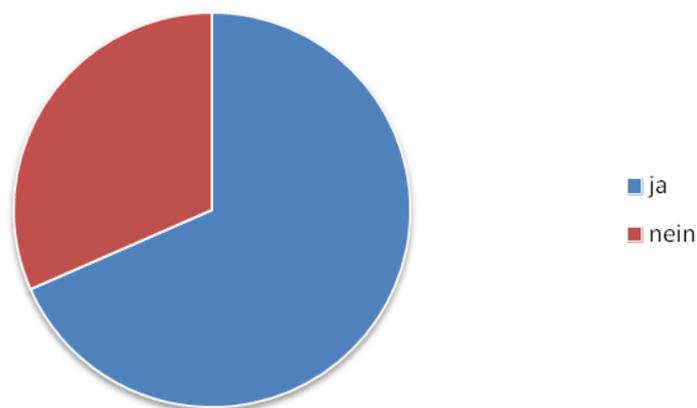


Abbildung 19 Nutzungsanteil von erneuerbaren Energien in den Betrieben

Dabei sind Technologien zur Stromerzeugung in den Unternehmen üblicher, als Technologien für die Wärmeerzeugung. Spitzenreiter bei den erneuerbaren Energien ist die Photovoltaik, so gaben 10 von 19 Unternehmen an, dass bereits Solarkollektoren auf dem Betriebsgelände installiert sind. Ein Grund für die ver-

stärkte Nutzung von Technologien zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien könnten politische Fördermaßnahmen im Strombereich sein. Der erzeugte Strom kann direkt in das vorhandene Versorgungsnetz eingespeist werden. Wohingegen produzierte Wärme nur für den Eigengebrauch bestimmt ist.

Die Entscheidung Technologien für die Strom- bzw. Wärmeversorgung durch erneuerbare Energien zu nutzen kann durch verschiedene Merkmale bedingt sein. Das wesentlichste Entscheidungsmerkmal ist die Größe eines Industriebetriebes und damit verbunden die Anzahl der Mitarbeiter. So können größere Unternehmen ab 100 Mitarbeitern einerseits mehr Kapital in neue Technologien zur Nutzung von erneuerbaren Energien investieren als kleinere Unternehmen und andererseits gelten größere Unternehmen aufgrund ihrer verstärkten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten als innovativer. Insgesamt haben acht Unternehmen weniger als 100 Mitarbeiter. Von diesen acht Unternehmen nutzen fünf Strom aus erneuerbaren Energien. Dabei steht an erster Stelle die Nutzung einer Photovoltaikanlage zu Stromgewinnung. Der Rest verfügt über keine alternativen Maßnahmen zur Energiegewinnung. Unternehmen ab 100 Mitarbeitern besitzen neben der Photovoltaikanlage auch Technologien zur Gewinnung von Strom aus Wasser, Geothermie und Wind. Aber auch bei den größeren Unternehmen gibt es drei Unternehmen, die keine erneuerbaren Energien zur Strom- bzw. Wärmegewinnung nutzen.

Eine wesentliche Rolle spielt auch die Verfügbarkeit ökologischer Ressourcen. Wie oben bereits erwähnt, nimmt die Nutzung der Sonne in Form von Photovoltaik einen hohen Stellenwert in den Unternehmen ein. Diese sind einfach zu installieren, vergleichsweise günstig gegenüber anderen Technologien und die Sonne ist überall in unterschiedlicher Intensität verfügbar. Im Gegensatz zu Geothermie, Wasser- und Windenergie ist die Verfügbarkeit von Wind, Erdwärme und Wasser nicht an jedem Ort gewährleistet. Sämtliche Technologien aus Wind-, Wasser- und Bioenergie werden von den Unternehmen jeweils nur einmal und Geothermie für Heiz- und Kühlzwecke zweimal genutzt. Insgesamt nutzen neun Unternehmen die Sonnenenergie für die Stromerzeugung.

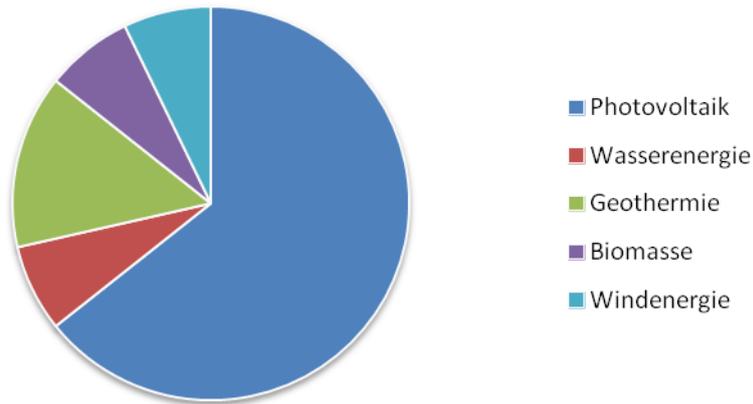


Abbildung 20 Nutzungsmöglichkeiten der erneuerbaren Energien in den Unternehmen

Potentiale zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor existieren. Ein Großteil der befragten Unternehmen nutzt derzeit nur eine Technologie aus dem Fundus der erneuerbaren Energien. Diese Betriebe könnten einen weiteren Ausbau zusätzlicher Technologien in Erwägung ziehen. 13 Unternehmen halten das Ausbaupotential aber eher für gering.

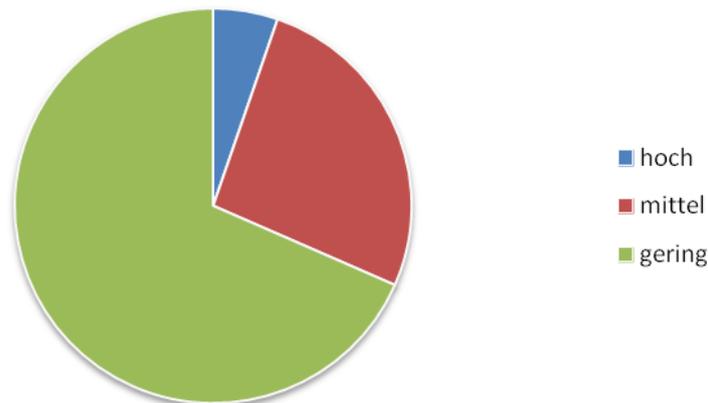


Abbildung 21 Ausbaupotential erneuerbarer Energien in den Unternehmen

Dem gegenüber steht das hohe Interesse am Ökostrom. Neun Unternehmen sind an einen Wechsel zu einem Ökostromanbieter interessiert. Hohe Anschaffungskosten machen die eigene Nutzung von Technologien für die Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien nicht rentabel. Ökostromanbieter liefern Strom aus erneuerbaren Energien. Dadurch entfallen die hohen Anschaffungs- und Instandhaltungskosten für eine Technologie aus erneuerbaren Energien und ermöglicht eine klimafreundliche Stromversorgung. Ein weiterer Vorteil ist, dass Ökostrom in etwa im gleichen Preissegment liegt, wie der Strommix aus Kohle und Atomkraft.

Eine noch größere Bedeutung als erneuerbare Energien haben Energieeffizienztechnologien. 14 von 19 Unternehmen fördern die Energieeffizienz durch u.a. den Einsatz von Hocheffizienzmotoren in Maschinen, Abwärmenutzung und Isolierung von Fassaden oder Heizungsrohren. Durch den Einsatz eines Energiemanagementsystems können die Unternehmen den Ausbau von erneuerbaren Energien fördern und stehen somit auch in direktem Zusammenhang mit dem Ausbau erneuerbarer Energien.¹²⁷ Die Einführung eines Umweltmanagementsystem nach EMAS oder DIN ISO 14001 hat keine wesentliche Bedeutung für die Verbreitung erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmesektor. Umweltmanagementsysteme dienen lediglich der Identifikation und der Dokumentation von Stoff- und Energieverbräuchen in Bezug auf die Umweltbelastungen, die von einem Unternehmen ausgehen können. Bei beiden Managementsystemen findet letztendlich eine intensivere Auseinandersetzung mit Stoff- und Energieströmen statt mit dem Ziel die Umwelt zu schützen und gleichzeitig Kosten einzusparen. Die Nutzung von erneuerbaren Energien führt jedoch nicht immer zu Kosteneinsparungen.

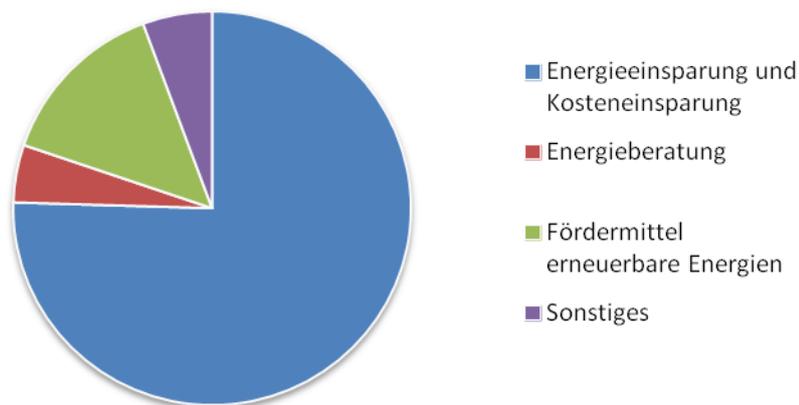


Abbildung 22 Themen von vorrangigem Interesse

Im Rahmen der Unternehmensbefragung wird deutlich, dass erste Ansätze für einen Umbau der Energieversorgung hin zu erneuerbaren Energien getan sind. Dennoch lehnt ein großer Anteil der Unternehmen einen vollständigen Umbau der Energieversorgung ab.¹²⁸ Für Unternehmen sind vor allem tragbare Energiepreise elementar. Vorrangig ist deshalb die Steigerung der Energieeffizienz und daraus folgend die Kosteneinsparung. Der Ausbau der erneuerbaren Energien wird überwiegend als weniger wichtig betrachtet. Dessen ungeachtet, ist die Energiewende ein zentrales Thema für Politik, Wirtschaft so-

¹²⁷ Siehe Kapitel 2.3, Seite 37.

¹²⁸ Siehe Abbildung 22, Seite 46.

wie Gesellschaft und war aus diesem Grund auch ein Kernthema der Mitgliederversammlungen im Jahr 2012/13. Aus der Diskussion ergab sich, dass die an der Mitgliederversammlung teilgenommenen Unternehmen bereit sind an dem Projekt zu arbeiten und nur genaue Inhalte und Umsetzung noch zu klären sind. Vorschläge waren zudem ein Kraftwerk oder ein Windrad, mit Unterstützung des Modell Hohenlohe e.V., zu betreiben. Bei der Auswertung der Umfrageergebnisse gab es diesbezüglich nur eine Übereinstimmung mit der Mitgliederversammlung. Dies betrifft das Interesse an der Erzeugung von Energie aus Windkraft. Hier sehen zwei Unternehmen, laut Befragung, ein großes Ausbaupotential. Auch wenn derzeit nur geringe Möglichkeiten der Weiterentwicklung von erneuerbaren Energien in den Unternehmen bestehen, sollte die Energiewende dennoch ein wichtiges Thema bleiben. Da aber vier Unternehmen an einen Ausbau von Windkraft, Photovoltaik und Wasserkraft interessiert sind, gilt es, diese bei ihrem Vorhaben zu unterstützen. So entsteht eine Gemeinschaft, die als Vorbild fungiert und über Erfahrungen mit der Nutzung von erneuerbaren Energien berichten kann, sodass nach und nach das Interesse für erneuerbare Energien in den Unternehmen steigt und somit der Ausbau gefördert wird.

Bestätigt werden die Ergebnisse der Untersuchung durch eine Studie des Kompetenzzentrums Öffentliche Wirtschaft, Infrastruktur und Daseinsvorsorge von Prof. Dr. Thomas Lenk, Dr. Oliver Rottmann und Dipl.-Kffr. Romy Albrecht. Die Studie bietet eine wissenschaftliche Untersuchung wesentlicher Interessensgruppen des ostdeutschen Energiemarktes vor dem Hintergrund des beschlossenen Atomausstiegs und der Energiewende (Haushalt, Kommune und Unternehmen). Im Rahmen der Studie wurden teilnehmende Unternehmen befragt, wie stark diese von der Energiewende betroffen sind. 37 % gaben an, dass sie stark und sogar 44 % sehr stark betroffen sind. Dies wirkt sich auch auf die Akzeptanz von erneuerbaren Energien aus. Die Unternehmen sehen auch hier die Energiewende skeptischer. Gerade einmal 37 % der befragten Unternehmen akzeptieren den Ausbau hin zu erneuerbaren Energien.

Für den ökonomischen und wirtschaftlichen Betrieb, sind die Energiepreise und die Versorgungssicherheit in den Unternehmen oberstes Gebot. Der Ausbau der erneuerbaren Energien oder der Atomausstieg werden dabei als weniger wichtig betrachtet. Der Wandel zu erneuerbaren Energien ist für die Unternehmen aber

nicht ohne Folgen. So steht mit der Wende die Steigerung der Strompreise an erster Stelle.¹²⁹

Die Ergebnisse der Studie belegen ebenso, dass die Unternehmen zwar von der Energiewende betroffen sind, z.B. durch steigende Energiepreise, aber dass der Anteil für eine Befürwortung der Energiewende noch sehr gering ist und vor dem Ausbau erneuerbarer Energien der Kostenfaktor steht.

Das nachfolgende Fallbeispiel zeigt, dass eine Energieversorgung aus 100% erneuerbaren Energien dennoch möglich ist.

3.6 Fallbeispiel: Schmalz GmbH

Die Schmalz GmbH und ihre regenerativen Erzeugungsanlagen sind ein gelungenes Beispiel wie die Umsetzung der Energiewende aussehen kann. Der Anfang der Schmalz GmbH reicht bis ins Jahr 1910 zurück. Den Grundstein legt der damalige Gründer und Geschäftsführer Johannes Schmalz. Unter seiner Leitung werden Rasierklingen hergestellt und vertrieben. Mit einer Neuorientierung im Leicht-Fahrzeugbau führt Arthur Schmalz, der Sohn des Gründers, das familiengeführte Unternehmen ab 1948 zu weiteren Erfolgen. Erst mit Übernahme durch die Geschäftsführer Dr. Kurt Schmalz und später seinem Bruder Dipl. -Ing. Wolfgang Schmalz erfolgte die Spezialisierung auf Vakuum-Technologie.

Heute zählt die Schmalz GmbH, mit Hauptsitz in Glatten, zu den weltweit führenden Anbietern von Vakuum-Technologie in der Automatisierung-, Handhabung- und Aufspanntechnik. Mit weltweit rund 750 Mitarbeitern, 15 eigenen Gesellschaften und 40 Vertriebspartnern im Ausland ist die Schmalz GmbH weltweit vertreten.

Eine besondere Bedeutung kommt vor allem der nachhaltigen Entwicklung zu. Dies wird speziell beim Engagement der Schmalz GmbH im Bereich der erneuerbaren Energien deutlich. Mit Hilfe von Erneuerbaren ist das Unternehmen fähig in etwa die benötigte Menge an Energie selbst zu produzieren. Dank der Nutzung von erneuerbaren Energien und Kraft-Wärmekopplung ist der Strom atomfrei und klimafreundlich.

Zu dem Besitz der Schmalz GmbH zählen:

¹²⁹ Vgl. Prof. Dr. Thomas Link, Dr. Oliver Rottmann, Dipl.-Kff. Romy Albrecht: Energiewelt Ost – Studie des Kompetenzzentrums Öffentliche Wirtschaft, Infrastruktur und Daseinsvorsorge.

- Zwei Windkraftanlagen
Die Schmalz GmbH verfügt über zwei Windkraftanlagen mit einem jährlichen Ertrag von mehr als 2.500.000 kWh.
- Hackschnitzelheizanlage
Die durch eine Hackschnitzelanlage erzeugte Energie beträgt jährlich ca. 130.000 kWh.
- Photovoltaikanlage
Photovoltaikmodule, welche auf dem Dach der Produktionshalle installiert sind, erzeugen jährlich rund 85.000 kWh Strom.
- Solaranlage
Die jährliche Wärmeproduktion der drei Solaranlagen beträgt ca. 1.000 kWh.

Bedeutend ist neben der facettenreichen Nutzung von erneuerbaren Energien der Öko-Lehrpfad. Auslöser für die Konstruktion war das große Interesse der Öffentlichkeit am betrieblichen Umweltschutz. Ziel des Öko-Lehrpfades ist es das Umweltbewusstsein zu erweitern, um die positiven Effekte zu verdeutlichen, die mit einem ökologisch richtigen Verhalten erzielt werden können. Damit liefert der Öko-Lehrpfad Ideen für aufgeschlossene Unternehmen zur Nachahmung.¹³⁰

¹³⁰ Schmalz GmbH.



Abbildung 23 Ökolehrpfad Schmalz GmbH mit einer der zwei Windkraftanlagen im Hintergrund

Dieses Beispiel verdeutlicht, dass eine Energieversorgung mit Erneuerbaren möglich ist. Doch ein solches Engagement für die Investitionen in erneuerbaren Energien ist nicht selbstverständlich.

„Die Investition in eine Hackschnitzelanlage ist höher als in einen normalen Heizkessel, die Brennstoffkosten betragen dafür nur ungefähr ein Drittel. Langfristig ist das eine rentable Sache, doch wenn man nur auf die Quartalsergebnisse fixiert ist, wird man eine solche Investition nicht machen“¹³¹ erläutert Wolfgang Schmalz.

Die Schmalz GmbH ist ein Positiv-Energie-Unternehmen, das höhere Investitionen für den Ausbau von erneuerbaren Energien nicht scheut und damit den Fokus auf eine langfristige Sicherung der Energieversorgung legt. Die Schmalz GmbH nimmt damit eine Vorreiterrolle für Klimaschutz und Energieeffizienz ein und fungiert somit als Vorbild für andere Unternehmen.¹³²

¹³¹ Nachhaltige Produktion: Ökoenergie auf dem Weg in die Unternehmen.

¹³² Nachhaltige Produktion: Wirtschaftsminister Rösler diskutiert mit „Klimaschutz-Unternehmen“.

4 Web-basierte Visualisierung von Energiedaten

Im Zeitalter der mobilen Endgeräte ist auch die Automatisierung angekommen. Vor allem für Unternehmen wird es immer wichtiger technische Daten auf unterschiedlichsten Plattformen zur Verfügung zu stellen.¹³³ Webanwendungen verkörpern hierbei die Alternative zu Desktopanwendungen. Bei einer Webanwendung handelt es sich um ein Programm oder eine Gruppe von Programmen mit der der Endbenutzer über einen Webbrowser kommunizieren kann. Wenn die Kommunikation eine langfristige Speicherung der Daten in eine Datenbank fordert, spricht man von einer datenbankgestützten Webanwendung.¹³⁴ Die Nutzung einer Webanwendung bietet allerhand Vorteile. Die Verwendung des Browsers zur Darstellung der Webanwendung benötigt keine Installation eigenständiger Software, die Darstellung der Webanwendung ist auf sämtlichen Endgeräten möglich und ist immer auf den neuesten Stand.¹³⁵

Das Kapitel beinhaltet die Möglichkeiten, wie HTML und JavaScript genutzt werden können, um dem Anwender über das Web eine riesige Informationsmenge bereitzustellen und liefert einen Überblick, wie PHP und MySQL, die Grundlage für eine datenbankgestützte Webanwendung, funktionieren. Nach einer kurzen Beschreibung der Basistechnologien erfolgt die Vorstellung der Webanwendung zur Auswertung und Darstellung von Unternehmensdaten.

4.1 Basistechnologien im Web

Bei Webseiten, die nur mit HTML geschrieben sind, handelt es sich um statische Webanwendung, d.h. es gibt keinen interaktiven Austausch mit dem Anwender. Dynamische Webseiten ermöglichen den Datenaustausch zwischen dem Benutzer und der Webseite. So kann der Benutzer in der vorliegenden Webanwendung Daten eingeben, abspeichern und bei Bedarf anfordern und aktualisieren. Für dynamische Webseiten ist HTML aber nicht ausreichend. Es wird eine zusätzliche Programmiersprache benötigt. Im Folgenden werden für die Webanwendung genutzten Techniken aufgelistet, die mit der Webentwicklung im Zusammenhang stehen.

¹³³ Vgl. Automation Day Nürnberg, Thema: Web-Technologien in der Automatisierung.

¹³⁴ Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies.

¹³⁵ Vgl. Martin Klossek, Fabian Wleklinski: Vor- und Nachteile von Webanwendungen gegenüber Office-Lösungen.

4.1.1 HTML

HyperText Markup Language oder auch HTML ist eine Sprache zum Erstellen von Webseiten. Die jüngste Version des HTML-Standards ist HTML 5, welche vom W3C definiert und verwaltet wird. Bei HTML handelt es sich nicht um eine Programmiersprache, sondern um eine Auszeichnungssprache zum Kennzeichnen und Beschreiben von den verschiedensten Elementen in einem Dokument, wie bspw. Überschriften, Absätze, Listen oder Tabellen. HTML-Elemente werden durch sogenannte Tags markiert, welche durch spitze geschweifte Klammern, < und > gekennzeichnet sind.¹³⁶

Die Abbildung 24 zeigt den grundlegenden Aufbau eines HTML-Dokuments mit den grundlegenden Tags. Das Grundgerüst besteht es folgenden Teilen:

- Dokumenttyp-Deklaration liefert Angabe zur verwendeten HTML-Version
- HTML-Wurzelement <html> gibt an, dass das Dokument in HTML geschrieben ist
- Header enthält die Informationen über das HTML-Dokument, die nicht zum eigentlichen Inhalt gehören, wie z.B. Titel, Autor
- Body schließt den Inhalt des Dokuments ein, also Überschriften, Texte, Bilder oder Verlinkungen¹³⁷

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
    "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<title>Beschreibung der Seite</title>
</head>
<body>
</body>
</html>
```

Abbildung 24 Minimalstruktur eines HTML-Dokuments¹³⁸

HTML beschreibt lediglich den Inhalt eines Dokuments. Format- oder layout-bezogene Beschreibungen werden mit CSS vorgenommen.¹³⁹

¹³⁶ Jennifer Niederst Robbins: Webdesign mit (X)HTML und CSS – Das Praxisbuch zum Einsteigen, Auffrischen und Vertiefen, Seite 9ff.

¹³⁷ SELFHTML: Grundgerüst einer HTML-Datei.

¹³⁸ SELFHTML: Grundgerüst einer HTML-Datei.

¹³⁹ Siehe Abbildung 25, Seite 53.

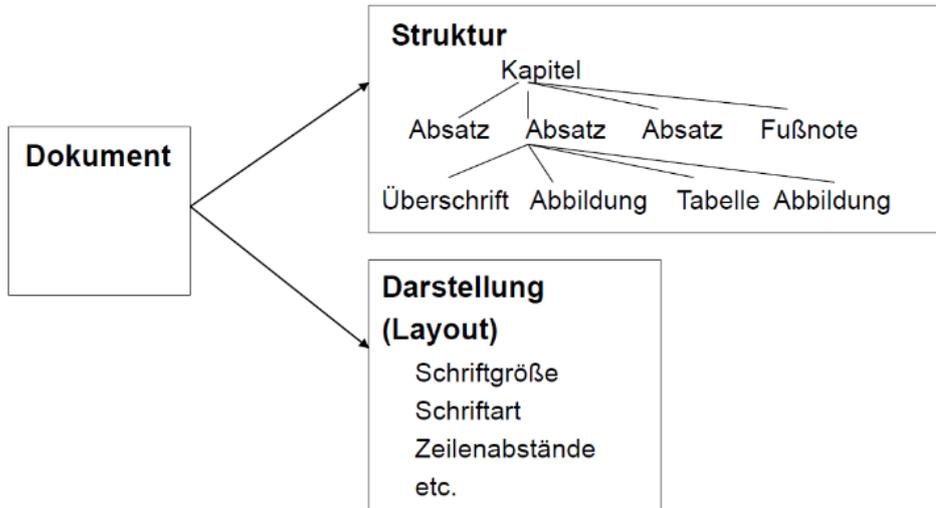


Abbildung 25 Trennung Dokumentenstruktur und -darstellung¹⁴⁰

4.1.2 CSS

CSS ist die Abkürzung für Cascading Style Sheets. Es handelt sich dabei um eine Beschreibungssprache, mit der das Erscheinungsbild eines HTML-Rohgerüsts ausgebaut werden kann.

Mit CSS können zum Beispiel

- Text: Schriftgrößen, -art, -farbe, Stil, Laufweite von Zeichen und Wörtern, Hyperlinkfarben
- Absatzbreite, Zeilenhöhe
- Positionierung von Elementen und deren Abstände
- Rahmenbreite, -farbe, -stil
- Hintergrundfarben, Hintergrundgrafiken
- Tabellen, z.B. Zellenrahmen, Zellenabstand
- Formulare

formatiert werden, wodurch eine klare Trennung zwischen Design und Aufbau erreicht wird, was wiederum die Flexibilität, die Usability und die Übersichtlichkeit erhöht.¹⁴¹

Zur Einbindung von Stylesheets in HTML-Dokumente existieren zwei Möglichkeiten. Liegen die CSS-Informationen in einer eigenen externen Datei,

¹⁴⁰ Frank Fuchs-Kittowski, Lehrveranstaltung Webtechnologien II: 2. Grundlagen der Web-Programmierung, Seite 5.

¹⁴¹ Vgl. Bettina K. Lechner, Bernhard Stockmann: CSS Pur! Ultimative Weblösungen mit Stil, Seite 10ff.

kann ein Stylesheet mit Hilfe des <LINK>-Tags innerhalb eines HTML-Elements eingebunden werden. Um für mehr Übersicht zu sorgen, können die CSS-Informationen auch in mehreren Dateien liegen. So können beispielsweise verschiedene Browser angesprochen werden und/oder das Format einer Webanwendung auf die gewünschte Größe je nach Endgerät angepasst werden.

```
<link rel="stylesheet" href="screen.css" type="text/css"/>
```

Abbildung 26
Externes

Stylesheet

Des Weiteren können Stylesheets direkt im Quellcode mit Hilfe des <STYLE>-Befehls im <head>-Bereich oder direkt innerhalb eines HTML-Elementes in das Dokument definiert werden.

```
<html>
<head>
  <style type="text/css">
    <!--
      body {color: maroon; background-color: #efefef;}
    -->
  </style>
</head>
<body>
  <h1 style="color:red;">Diese Überschrift ist somit rot</h1>
</body>
</html>
```

Abbildung 27 Internes Stylesheet

Beide Vorgehensweisen können auch miteinander kombiniert werden. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die in einem HTML-Dokument definierten Stylesheets Vorrang haben.¹⁴²

Wie in Abbildung 28 ersichtlich, folgen CSS-Anweisungen einer bestimmten Linie. Dabei wird der gesamte Klammersausdruck als Deklaration bezeichnet. Dieser enthält zum einen Eigenschaften, die das Element gestalten und Werte, die die Gestaltungsanweisung beinhalten. Der Selektor bildet die Brücke, also die Ver-

¹⁴² Bettina K. Lechner, Bernhard Stockmann: CSS Pur! Ultimative Weblösungen mit Stil, Seite 61ff.

bindung, zu dem HTML-Dokument und wählt das Element aus, das für die Deklaration zutreffend ist.¹⁴³

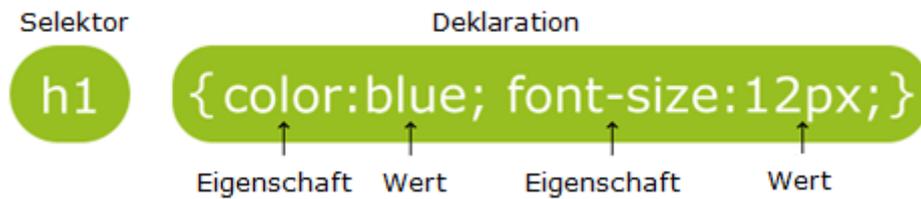


Abbildung 28 Syntax CSS¹⁴⁴

4.1.3 JavaScript

Bei JavaScript handelt es sich um eine Scriptsprache, die entworfen wurde um HTML in Webseiten zu manipulieren. Dabei kann JavaScript direkt durch einen Interpreter ausgeführt werden. In der Regel verfügen moderne Webbrowser über solche Interpreter, wodurch der JavaScript-Quellcode direkt in HTML Dokumente eingebettet werden kann. Die Syntax von JavaScript erinnert dabei an die objektorientierte Programmiersprache Java, was aber bis auf die Plattformunabhängigkeit die einzige Parallele zwischen den beiden Sprachen darstellt, da die Konzepte beider Sprachen stark divergieren. So ist JavaScript von Grund auf keine objektorientierte Sprache. Erst durch sinnvolle Manipulation lässt sich mit JavaScript objektorientiertes Verhalten erzeugen. Trotz ihrer Einfachheit kann JavaScript sowohl clientseitig in Webanwendungen als auch serverseitig zur Generierung von Webseiten oder als Backend für Datenbanken eingesetzt werden. Mit Hilfe von JavaScript kann das Verhalten des Browsers gesteuert und der Inhalt dynamisch geändert werden.¹⁴⁵ Zur Implementierung von JavaScript gibt es zwei Möglichkeiten. Der JavaScript-Code kann entweder direkt in das bestehende HTML-Dokument eingebettet oder in einer externen Datei eingebunden werden.

¹⁴³ Bettina K. Lechner, Bernhard Stockmann: CSS Pur! Ultimative Weblösungen mit Stil, Seite 65.

¹⁴⁴ Vgl. w3schools: CSS Syntax.

¹⁴⁵ Vgl. IX Developer Marcus Ross: JavaScript heute – Grundstoff.

```
<body>
<script type="text/javascript">
  ... JavaScript-Anweisung ...
</script>
...
<body>
```

Abbildung 29 Einbindung von JavaScript im bestehenden HTML-Dokument

Damit die externe JavaScript-Datei auch vom Browser interpretiert werden kann, muss die Datei in einem bestehenden HTML-Dokument referenziert und beim Laden eingebunden werden. Dies erfolgt mit folgenden Befehl:¹⁴⁶

```
<script type="text/javascript" src="function.js"></script>
```

Abbildung 30 Externe Einbindung von einer JavaScript-Datei im bestehenden HTML-Dokument

4.1.4 MySQL

Das Herzstück einer datenbankgestützten Webanwendung ist die Datenbank, die die Daten für die Website speichert. Über sogenannte DBMS (Database Management Systems) kann auf die Datenbank zugegriffen werden. Bei fast allen DBMS handelt es sich um RDBMS (relationale Datenbank-Management-Systeme), in denen die Daten in Tabellen, die miteinander verknüpft sind, organisiert sind. Bei dem vorliegenden Webprojekt wird als RDBMS das Datenbankmanagementsystem MySQL benutzt. Damit eine Datenbank aber wirklich nützlich ist, können nicht nur Daten aufgenommen und gespeichert werden, sondern auch auf diese zugegriffen und ggf. bearbeiten werden. Dazu muss sich ein Programm mit der Datenbank verbinden, welches dann zum Beispiel den Befehl erteilt, die Daten an einer bestimmten Stelle zu speichern. Dies geschieht unter anderem, wenn ein Webformular ausgefüllt und abgesendet wird.

Den Kern eines Datenbanksystems bildet der MySQL-Server. Die Aufgabe des Servers besteht in der Steuerung und Verarbeitung der Datenbankbefehle. So legt der MySQL-Server bspw. in seinem Datenverzeichnis einen neuen Unterordner zur Speicherung einer neuen Datenbank an oder speichert die Daten nach einer Anfrage an den mitgeteilten Speicherort ab. Die gesamte Interaktion mit der Datenbank basiert dabei auf Befehlen, die an den Server gesendet werden. Eine Möglichkeit für die Kommunikation mit dem Server ist PHP, mit der viele RDBMS umgehen können. Dabei stellt PHP ausschließlich eine Verbindung

¹⁴⁶ Vgl. LernVid: JavaScript Code in HTML einbinden.

mit dem MySQL-Server her und leitet dabei sogenannte SQL-Anweisungen an den Server weiter, die vom MySQL-Server interpretiert und ausgeführt werden können. Kann der Server allerdings den Befehl nicht verstehen, wird eine Fehlermeldung zurückgesendet.¹⁴⁷

4.1.5 Serverseitige Programmierung – PHP

PHP, HyperText Preprocessor, ist eine Programmiersprache, die ausschließlich für das Internet entwickelt wurde und hervorragend für die Entwicklung von dynamischen Webanwendungen geeignet ist. Ein großer Vorteil von PHP liegt vor allem in der Fähigkeit der Kommunikation mit den Datenbanken. So unterstützt PHP sämtliche Datenbanken und stellt eine Verbindung zu dem Datenbankserver her, um mit diesen zu kommunizieren. PHP basiert auf der Zusammenarbeit mit dem Server. Bei dem Webserver handelt es sich um die Software, die Webseiten publiziert. Mit der Eingabe einer URL in die Adressleiste des Browsers wird eine Nachricht an den Webserver gesendet um eine HTML-Datei zu empfangen. Der Webserver reagiert auf die Anfrage und sendet die angeforderte Datei. Der Browser interpretiert die HTML-Datei und zeigt den Inhalt im Browserfenster an. Ist der Webserver PHP fähig und wird eine Webseite mit der Erweiterung .php angefragt, wird vor dem Versenden der HTML-Datei der PHP Quellcode, der in der angefragten Seite eingebettet ist, ausgeführt. Nach der Ausführung wird das generierte Ergebnis an den Webbrowser gesendet. Dies bedeutet, dass der PHP-Code von Externen nicht einzusehen ist.¹⁴⁸

¹⁴⁷ Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies, Seite 34.

¹⁴⁸ Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies, Seite 34ff.

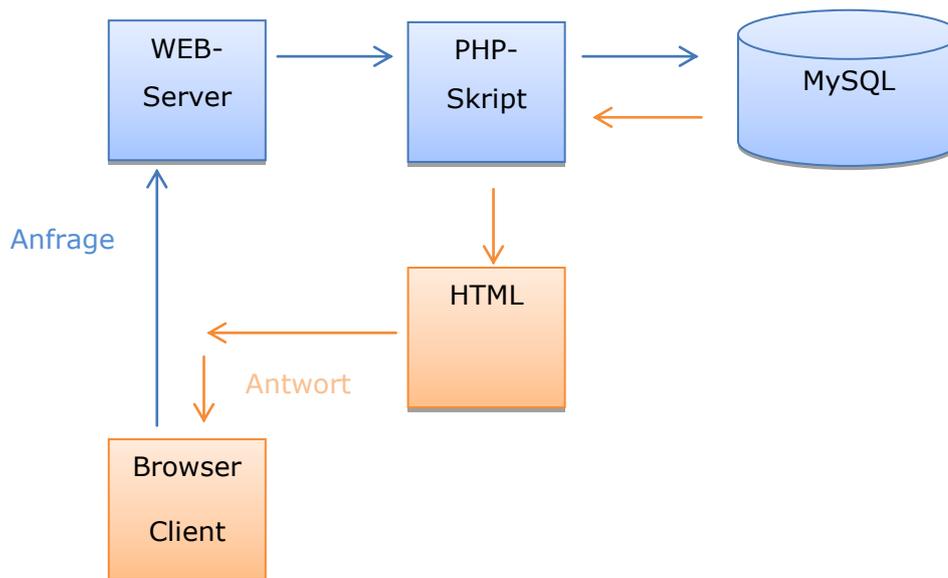


Abbildung 31 Funktionsweise von PHP¹⁴⁹

Sofern es für das Vorhaben wichtig ist, Daten auszulesen und zu speichern, werden für die Kommunikation mit der MySQL-Datenbank spezielle PHP-Anweisungen genutzt. Zur Verbindung mit der entsprechenden Datenbank muss vorerst ein PHP-Befehl angegeben werden, der das Passwort und den Namen der gewünschten Datenbank enthält. Mit einem anderen PHP-Befehl wird eine SQL-Anweisung an den MySQL-Server gesendet, der nach einer erfolgreichen Verarbeitung mit einer Statusmeldung und bei Problemen mit einer Fehlermeldung antwortet. Wenn also die SQL-Anweisung Daten aus der Datenbank auslesen soll, liefert MySQL die Daten an PHP, wo die Daten temporär gespeichert werden. Diese werden im Browser angezeigt und können nun verarbeitet werden.¹⁵⁰

Grundsätzlich sind PHP-Anweisungen im HTML-Code integriert. Dazu werden, wie bei HTML üblich, Tags verwendet. `<?php` ist das öffnende Tag und `?>` das schließende Tag einer PHP-Anweisung.¹⁵¹

4.2 Vorstellung der Webanwendung

Bei der Webanwendung handelt es sich um einen Prototypen. Er dient in erster Linie als Informationsplattform im Bereich der Nutzung von erneuerbaren Energien und ermöglicht darüber hinaus die Beurteilung der wirtschaftlichen Attrakti-

¹⁴⁹ Neogrid – Das innovative EDV Lexikon: Datenbanken.

¹⁵⁰ Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies, Seite 37f.

¹⁵¹ Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies, Seite 36.

vität sowohl für private Investoren als auch für die Unternehmen. Zudem erlaubt das Programm eine Speicherung der Unternehmensdaten über die aktuelle energetische Situation in den Unternehmen. Die Datenaufnahme erfolgt mit Hilfe eines Fragebogens. Die Ergebnisse der Befragung stellt das Interesse an der Energiewende in den Unternehmen dar. Ein Teil der Ergebnisse können mittels Diagramme in der Webanwendung gesichtet werden. So können die Ergebnisse und die Informationen als Entscheidungshilfe dienen, weitere Maßnahmen zum Ausbau von erneuerbaren Energien umzusetzen.

4.2.1 Allgemeiner Aufbau

Für die Implementierung werden drei voneinander unabhängige div-Container benötigt: der erste für den header, gefolgt von dem Inhalts-Container und abgeschlossen mit dem Fußbereich. Der Kopf- und Fußbereich bleiben unverändert, während sich der Hauptteil in der Mitte jeweils per Link oder über das ausgewählte Menü ändert. Im Folgenden werden die einzelnen Bereiche genauer beschrieben. Angefangen wird mit dem Kopfbereich.

```

<div id="header">
  <div id="logo">
  <div id="guest-login">
  <div id="teaser">
</div>
<div id="main">
  <div id="main_navigation">
  <div id="content-wrapper">
</div>
<div id="footer">
  <div id="site-menu">
</div>

```

Abbildung 32 Die Verschachtelung und die Basiseinstellungen der Inhalte visualisiert durch die Firefox-Extension Firebug



Abbildung 33 Kopfbereich #header

Akzeptanz von erneuerbaren Energien in Unternehmen

<div id="main-navigation">

- » Erneuerbare Energien
- » Auswertung
- » Gästebuch
- » Mitgliederbereich

Die Energiewende ist ein zentrales Thema für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Das Zeitalter der atomaren- und kohlenstoffbasierten Weltwirtschaft neigt sich langsam dem Ende und leitet ein neues Energiezeitalter ein. Der Kampf um Rohstoffe wird für die deutsche Industrie zur Überlebensfrage. Um sich zu retten, muss die Industrie ihr Energieverhalten grundsätzlich verändern. Erneuerbare Energien stellen eine mögliche Alternative dar. Wind-, Wasser-, Bio- und Sonnenenergie sowie Geothermie sind unbegrenzt vorhanden und ohne negative Auswirkungen auf das Klima. Hier stellt sich jedoch die Frage, wie hoch ist die Akzeptanz von erneuerbaren Energien in den Unternehmen und die Bereitschaft die komplette Energiewirtschaft auf erneuerbaren Energien umzustellen.

Diese Seite bietet Ihnen einen Überblick über alle wichtigen Techniken zu Nutzung von erneuerbaren Energien. Wind-, Wasser-, Bio- und Sonnenenergie sowie Geothermie werden grundsätzlich erklärt unter Einschluss von der Funktionsweise, Rechtsgrundlagen, Ökonomie und Ökologie. Der Fokus der Webseite bildet die Datenerhebung mit Hilfe eines Fragebogens. Die Befragung dient der Umsetzung und damit der Entwicklung eines Grobkonzeptes zur Nutzung von erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor. Mit Hilfe des Konzepts kann bei Interesse in Zusammenarbeit mit dem Modell Hohenlohe e.V. der Ausbau von erneuerbaren Energien gefördert bzw. ausgebaut werden. Um einen Überblick über den aktuellen Stand der Befragten zu erhalten, kann ein Teil der Ergebnisse gesichtet und damit die Akzeptanz von erneuerbaren Energien ergründet werden.

<div id="content-wrapper">

» Die Mehrkosten für erneuerbare Energien von heute sind gesicherte Energie, vermiedene Umweltschäden und niedrige Energiekosten von morgen. «

Hermann Scheer

» Nur mit einem schnellen Umstieg auf erneuerbare Energien sind unsere Wohlstandskonomien aufrechtzuerhalten. «

Thomas Seltmann

Quick Links:

» Modell Hohenlohe

Verantwortliche können hier selbst die Daten ändern

Abbildung 34 Hauptcontainer #main

<div id="site-menu">

Kontakt

Email, Fax, Impressum

Über uns

Das Unternehmen, Team, Auszeichnungen

Abbildung 35 Fußbereich #footer

Der Kopfbereich header beinhaltet lediglich das Logo der Webseite *Energiemix der Zukunft*, eine kleine Navigation für den User und ein Teaser-Bild. Der header hat keinen großen Informationswert und dient ausschließlich zur Abmeldung eingeloggter Besucher und dem schnellen Zugriff zum Index. Realisiert wurde die kleine Navigation mit einer ungeordneten Liste, die mittels CSS horizontal angeordnet wurde.

Im main-Bereich sind zwei weitere zusätzliche Hauptcontainer zu finden. Dabei handelt es sich um den Container `main_navigation` und `content-wrapper`.

Der eigentliche Inhalt befindet sich im Hauptinhaltsbereich, dem `content-wrapper`. Dieser wird generell durch eine Überschrift eingeleitet, gefolgt von einer spezifischen Beschreibung der Themen. Des Weiteren verfügt der Hauptinhaltsbereich am rechten Rand über drei voneinander unabhängige Boxen. Die erste Box schließt ausschließlich Zitate zum Thema erneuerbare Energien ein. In der zweiten Box wird über Quick Links auf externe Internetseiten verwiesen. Bei der dritten Box handelt es sich um ein Passwort geschützten Bereich. Mit gültigem Passwort und Benutzername wird dem Administrator an dieser Stelle gewährt Benutzerkonten anzulegen und zu bearbeiten.

Die Navigationsleiste `main_navigation`, im Hauptcontainer `main`, bildet das zentrale Element von welcher der User eine Übersicht über die Struktur der

Webanwendung bekommt und jede Webseite ansteuern kann. Bei der Navigationsleiste handelt es sich, wie bei der kleinen Navigationsleiste im header, um eine ungeordnete Liste. Die hier angeordneten Schaltflächen öffnen durch Mausklick die jeweils verlinkte Seite. Über den ersten Listenpunkt *Erneuerbare Energien* kann zwischen den Menüpunkten Solar-, Bio-, Wind- und Wasserenergie sowie Geothermie gewählt werden. Die einzelnen Webseiten bieten Informationen über die Funktionsweise, Ökonomie, Ökologie und einen an der jeweiligen erneuerbaren Energiequelle angepassten Menüpunkt.

Beispielsweise wurde speziell für die Webseite Geothermie eine Berechnung der Heizkosten hinzugefügt. Dazu muss der Verbrauch von Wärme in kWh und die jeweiligen Kosten in €/kWh in die dafür vorgesehenen Textfelder eingetragen werden. Um eine Fehlerhafte oder nur teilweise Eingabe zu verhindern, wurden die Felder bereits mit Standardwerten gefüllt. Nach dem Absenden der Daten werden die Heizkosten für eine Öl- bzw. Gasheizung und einer Wärmepumpe (Geothermieanlage) für ein volles Jahr berechnet.

Berechnung der Heizkosten

Bitte tragen Sie den Jahresverbrauch der Wärme in kWh ein. Je nach Bedarf kann zusätzlich der Energiepreis für Öl- und Gasheizung und der Wärmepumpe angepasst werden.

		Jahresverbrauch 10000 kWh	
		Kosten	Gesamtkosten
Gasheizung	<input type="text" value="0.27"/> €/kWh	<input type="text" value="2700.00"/> €	
Ölheizung	<input type="text" value="0.95"/> €/Liter	<input type="text" value="9500.00"/> €	
Wärmepumpe JAZ*	<input type="text" value="3.5"/> <input type="text" value="0.23"/> €/kWh	<input type="text" value="657.14"/> €	
			<input type="button" value="Heizkosten berechnen"/>

* **JAZ** (Jahresarbeitswert) gibt das Verhältnis über die produzierte Wärme zur elektrisch genutzten Energie innerhalb eines Jahres an. Bezogen auf ein Jahresarbeitswert von 3,5 bedeutet es, dass aus einem Teil Strom 3,5 Teile Wärme produziert werden können.

Abbildung 36 Geothermie: Heizkostenberechnung

Auch für die folgenden Webseiten Solar- und Windenergie kann eine ähnliche Berechnung durchgeführt werden.

Der nachfolgende Menüpunkt *Auswertung* ermöglicht eine Zusammenfassung der in der Datenbank gespeicherten Datensätze. Dabei zeigen die Diagramme den aktuellen Entwicklungsstand der Nutzung von erneuerbaren Energien. Die für die Auswertung benötigten Daten stammen aus dem von den Mitgliedern des Modell Hohenlohe e.V. ausgefüllten Fragenbogen, welcher ausschließlich über den passwortgeschützten Mitgliederbereich zugänglich ist. Dabei müssen die Zugangsdaten direkt beim Verwalter angefordert werden, um einem Missbrauch

durch fingierte Nutzerkonten vorzubeugen. Zudem ist es für die einzelnen Nutzer nicht möglich anhand der Auswertung einen Rückschluss auf andere Unternehmen zu ziehen, da die Daten lediglich in allgemeiner Form visualisiert werden.

Zum Schluss können die Besucher der Webanwendung im Menüpunkt *Gästebuch* Kommentare zu erneuerbaren Energien oder zur Webanwendung abgeben. Diese sind für jedermann einsehbar.

Die Fußzeile ist unabhängig von dem Inhalt der Webanwendung und schließt diese sowohl optisch als auch inhaltlich ab. In der Fußzeile können die Kontaktdaten und Daten zum Energienetzwerk Modell Hohenlohe eingesehen werden.

4.2.2 Datenbankanbindung

Um mit PHP auf die Datenbank zugreifen zu können, muss eine Verbindung aufgebaut werden. Dies erfolgt mit dem Befehl `mysqli_connect`. Damit der Befehl ausgeführt werden kann, werden neben den Servernamen und Benutzernamen auch das Kennwort und der Name der gewünschten Datenbank benötigt. Erst wenn alle Daten korrekt eingegeben sind, kann eine Verbindung aufgebaut werden. Um später mit der Datenbank kommunizieren zu können, wird der Verbindungsaufbau in eine Variable mit den Namen `$cxn` gespeichert. Sollte der Verbindungsaufbau fehlschlagen, wird mit der Fehlermeldung „Verbindung zum MySQL-Server fehlgeschlagen“ darauf hingewiesen. Da die Daten zur Datenbankverbindung in mehreren Dateien benötigt werden, ist der nachfolgende Teil in Abbildung 37 in eine extra Datei namens *Connect.php* ausgelagert. Um einen Zugriff auf diese Datei zu haben, wird in jeder Datei, die eine Datenbankanbindung benötigt, der Befehl `include` eingebunden.¹⁵²

¹⁵² Vgl. Claudia Unkelbach: MySQL Verbindung zur Datenbank aufnehmen.

```

<?php
//MySQL Zugangsdaten
$user="Moho";
$host="localhost";
$password="*****";
$database = "mitgliedverzeichnisse";

//Verbindungsaufbau
$cxn = mysqli_connect($host,$user,$password,$database) or die ("Verbindung
zum MySQL-Server fehlgeschlagen");
?>

```

Abbildung 37 Connect.php

Mit dem korrekten Verbindungsaufbau können nun Daten mittels SQL-Befehl aus den Tabellen der Datenbank gelesen werden. Die für diese Arbeit erstellte Datenbank *MitgliedVerzeichnisEE* verfügt über acht Tabellen.¹⁵³ Um die gewünschten Daten aus den Tabellen auslesen zu können, muss die Form der Abfrage gewählt und diese in eine Variable gespeichert werden. Mit der nachfolgenden Abfrage wird die *ID_Mitglied* aus der Tabelle *mitglied* ausgewählt. Der Befehl `mysqli_query` dient dabei zum einen zur Ausführung der Abfrage und zum anderen zur Speicherung der erhaltenen Daten in die Variable `$resultat`. Hierzu wird zunächst die Verbindung zur Datenbank mit `$cxn` angegeben und die eigentliche Abfrage in der Variable `$query` hinterlegt.

```

// Abfrage Befehl
$query = "SELECT ID_Mitglied FROM mitglied

// Speicherung der Ergebnisse in $resultat
$resultat = mysqli_query ( $cxn, $query ) or die ( "Abfrage konnte nicht
ausgeführt werden." );

while($row = mysqli_fetch_object($resultat))
{
    echo $row->ID_Mitglied;
}

```

Abbildung 38 Daten ausgeben

Die dabei erhaltenen Daten verhalten sich ähnlich wie ein Array und müssen erst übergeben werden. Zur Übernahme der Datensätze findet der Befehl `mysqli_fetch_object` Verwendung. Dabei lautet die Bedingung der while-Schleife:

¹⁵³ Anhang zu Kapitel 4: Web-basierte Visualisierung von Energiedaten, Seite, Seite XXXVI.

Solange der Eintrag aus der Variable `$resultat` als Arrayinhalt in die Variable `$row` geschrieben wird, führe die Schleife aus. Die Schleife endet automatisch, wenn alle Datensätze ausgegeben sind. Die Ausgabe des Inhaltes erfolgt mit dem Befehl `echo`. So werden in Abbildung 38 mit Hilfe der `while`-Schleife alle Daten aus der Spalte `ID_Mitglied` zuerst ausgelesen und dann ausgegeben.

Auf diesem Weg ist mit den SQL-Befehlen `INSERT`, `UPDATE` und `DELETE` möglich Datensätze in der Datenbank aufzunehmen, zu bearbeiten oder zu löschen.¹⁵⁴

4.2.3 Weiterentwicklung der Webanwendung

Da es sich um einen Prototypen mit eingeschränkter Funktionalität handelt, dient die Webanwendung in erste Linie als Informationsbasis. Damit ein größerer Nutzen für die Besucher der Webanwendung erzielt werden kann, bedarf die Webanwendung noch zukünftiger Entwicklungen vor allem im Bereich der Funktionalität. So kann beispielsweise für jedes Unternehmen, das Interesse an dem Ausbau von erneuerbaren Energien hat bzw. bereits erneuerbare Energien zur Energiegewinnung einsetzt, ein Profil angelegt werden. Dieses Profil enthält neben den Kontaktdaten einen kurzen Umriss zum Unternehmensprofil mit den gewünschten Ausbauzielen im Bereich erneuerbare Energie oder Erfahrungsberichte von Unternehmen, die bereits erneuerbare Energien nutzen. So können sich die Unternehmen auf den jeweiligen Unternehmensprofilen erkundigen. Zur Vereinfachung der Kommunikationswege besteht die Möglichkeit eine Plattform zum Erfahrungsaustausch einzuführen, in der z.B. Gruppen oder Foren genutzt werden können. Da aber nicht nur der Ausbau von erneuerbaren Energien für die Energiewende relevant ist, sondern auch die Energieeffizienz eine große Rolle spielt, kann die Webanwendung auch hier um den Themenbereich Energieeffizienz ergänzt werden. Ebenso können neben Unternehmen auch Privatpersonen in das Netzwerk eingeschlossen werden. Dies kann ein erster Schritt zur Gründung eines online Netzwerks sein mit dem Ziel erneuerbare Energien verstärkt auszubauen und die Energieeffizienz zu steigern.

¹⁵⁴ Vgl. Claudia Unkelbach: MySQL Verbindung zur Datenbank aufnehmen.

5 Diskussion der Ergebnisse und Fazit

Ziel dieser Arbeit war die Untersuchung, ob eine Energiewende mit den verfügbaren erneuerbaren Energien möglich ist. Für die Umsetzung der Energiewende spielt die Akzeptanz von erneuerbaren Energien seitens der Unternehmen eine wesentliche Rolle. Zur Hinterfragung dieses Sachverhaltes wurden im Rahmen einer Befragung mittels eines online Fragebogens Unternehmen zur aktuellen und zukünftigen Energiesituation sowohl im Wärme- als auch im Strombereich befragt.

Die dargestellten Projektergebnisse lassen darauf schließen, dass die ersten potentiellen Ansatzpunkte zum Ausbau der erneuerbaren Energien und damit zu einer nachhaltigen Entwicklung gemacht sind. Jedoch das Spektrum im Hinblick auf eine vollständige Energieversorgung aus erneuerbaren Energien noch weiter ausgebaut werden muss. Auch zeichnet sich ab, dass hemmende Faktoren wie die Kosten für die Errichtung einer EE-Anlage und die Standortgebundenheit, zur Erfüllung von technologiegebundene Grundvoraussetzungen, das Wachstum blockieren. Ein wichtiger Aspekt in den Unternehmen ist die Energieeffizienz und die Kosteneinsparungen. Entsprechend dieser Ergebnisse ist das Interesse für den Ausbau von erneuerbaren Energien in den Unternehmen sekundär. Aufgrund der momentanen Datenlage ist die Energiewende dennoch ein wichtiges Thema. Da bereits erste Anlagen installiert sind, können diese genutzt werden, um die technische Zuverlässigkeit von erneuerbare Energien zu demonstrieren. Dabei kann über Erfahrungsaustausch der Ausbau gefördert werden.

Die Umsetzung der Energiewende stellt eine der größten politischen und wirtschaftlichen Herausforderung dar. Zur Sicherung einer zukunftsfähigen Energieversorgung ist ein Strukturwandel des Energiesystems unumgänglich. Dazu muss die Energiebereitstellung von Grund auf verändert werden. Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Ressourcenschutz bzw.- einsparung spielen dabei eine zentrale Rolle. Die Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Energiewende sind jedoch die Zeit und die Komplexität. Denn es bedarf wirtschaftlicher, gesellschaftlicher, politischer und technologischer Maßnahmen für eine erfolgreiche Realisierung. Vor allem wird der Ausbau von EE-Anlagen durch die politische Ebene bestimmt. Wenngleich die Ziele gesetzt sind, Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2050 auf 50% am Primärenergieverbrauch, wird dennoch über die Verwirklichung der Energieeffizienz und den Ausbau von erneuerbaren Energien gestritten. Wie hoch sind die Kosten und von wem werden die Kosten getragen? Ist die Umsetzung nicht viel zu teuer? Welche Möglichkeiten und Chancen bieten

sich? Hat die Energiewende einen Nutzen? Diese Fragen gilt es zu beantworten.¹⁵⁵ Tatsache ist jedoch, dass die Zeit fossiler Energieträger in naher Zukunft enden wird, d.h. sie werden immer knapper und teurer. Auch die Folgen des Klimawandels durch die Nutzung fossiler Energieträger prägen sich stetig weiter aus und haben Auswirkungen auf Natur, Gesellschaft und Wirtschaft. Aus dieser Erkenntnis heraus lässt sich folgender Schluss ziehen: Die zukünftige Energieversorgung darf nicht länger aus fossilen Energieträgern oder Kernenergie bestehen. Erneuerbare Energien bieten allerhand Vorteile. Eine nachhaltige Energieversorgung ist Voraussetzung, dass auch in Zukunft Strom und Wärme genutzt werden können. Wind- und Wasserkraft, Solarenergie, Biomasse und Geothermie sind nach menschlichem Ermessen unerschöpflich und werden auch in Zukunft zur Verfügung stehen. Zudem bedeutet die Nutzung von erneuerbaren Energien Klima- und Umweltschutz, da sehr wenige Emissionen und damit keine Schäden für Umwelt und Menschen entstehen. Auf regionaler Ebene schaffen sie eine zusätzliche Wertschöpfung. Da die Energie aus den Erneuerbaren regional und dezentral erzeugt wird, ist der Ausbau mit positiven Effekten in Form höherer Wirtschaftsleistung, Arbeitsplätzen und dem Rückgang internationaler Abhängigkeiten von Öl- und Gaslieferung aus politisch instabilen Regionen verbunden. Dem gegenüber stehen die Kosten für den Ausbau erneuerbarer Energien. Die durchschnittlichen Preise für die grüne Energie sind momentan höher als für die klassische Energieerzeugung auf Basis fossiler Energieträger. Die Kosten sind jedoch in den letzten Jahren deutlich gesunken, vor allem die Kosten für Solarenergie. Genau aus diesem Grund, weil die Kosten für erneuerbare Energiequellen stetig sinken, während die Kosten für die Nicht-Energiewende deutlich steigen, liegt die Zukunft eindeutig in einem erneuerbaren Energiesystem.¹⁵⁶ Um erneuerbare Energien nutzen zu können, ist sowohl ein Eingriff in das Ökosystem als auch in die Landschaft nötig, z.B. können die Drehbewegung der Rotorblätter von Windkraftanlagen Unruhen auslösen, eine optische Beeinträchtigung bewirken und einen großen Einfluss auf die Tierwelt hinterlassen. Ein weiterer Nachteil ist die Schwierigkeit bei der Herstellung eines Gleichgewichts zwischen Erzeugung und Nachfrage. Da z.B. Wind- und Sonnenenergie nicht in allen Regionen stetig zur Verfügung steht, entsteht ein Leistungsüberschuss bzw. -defizit. Da erneuerbare Energiesysteme ein enormes und facettenreiches Potential bieten, wie Kapitel 2 zeigt, kann das

¹⁵⁵ Vgl. Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Seite 3.

¹⁵⁶ Vgl. Manuel Frondel, Claudia Kemfert: Pro und Contra der Energiewende.

Leistungsdefizit zum Ausgleich der täglichen und saisonalen Verbrauchsschwankungen mit Hilfe der Energie aus Biomasse ausgeglichen werden. Auch die Entwicklung von Speichertechnologien kann hier eine Sicherung der Versorgung gewährleisten. Trotz der Nachteile werden auf langer Sicht erneuerbare Energien immer wichtiger. Es ist eigentlich nicht nötig durch den Einsatz fossiler Energieträger die zukünftigen Lebensgrundlagen zu gefährden. Denn eine Energieversorgung auf Basis regenerativer Energien war auch vor dem Übergang zu den fossilen Energieträgern möglich.

LITERATURVERZEICHNIS

Volker Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, 2013 Carl Hanser Verlag München.

Prof. Dr. Joachim Grawe, Eckhard Schulz: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Energie, Heft 1, 4. Auflage, Nov. 2011 Frankfurt am Main.

Astrid Sonja Fischer, Birgit Henrichs: Lernsequenzen Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1: Erneuerbare Energien, Heft 3, 3.Auflage, Nov. 2010 Frankfurt am Main.

Pascal Schmid: Erneuerbare Energien – Ein ökonomische und ökologische Betrachtung mit den Chancen und Risiken für die Zukunft.

Jennifer Niederst Robbins: Webdesign mit (X)HTML und CSS – Das Praxisbuch zum Einsteigen, Auffrischen und Vertiefen, 3. Auflage, 2008 Köln.

Janet Valade: PHP und MySQL für Dummies, 1. Auflage, 2012 Weinheim

Thomas Schabbach, Viktor Wesselak: Energie – Die Zukunft wird erneuerbar, 2012 Heidelberg.

Bettina K. Lechner, Bernhard Stockmann: CSS Pur! Ultimative Weblösungen mit Stil, 2010 München

IX Developer Marcus Ross: JavaScript heute – Grundstoff, Ausgabe 1/2014.

QUELLENVERZEICHNIS

Jürgen Paeger: Eine kleine Geschichte des menschlichen Energieverbrauchs (2006 – 2011), Online im WWW unter URL: <http://www.oekosystem-erde.de/html/energiegeschichte.html> [Stand 01.11.2012, 12:51].

Rolf Peter Sieferle: Spiel mit dem Feuer – Von der Steinzeit bis zur industriellen Ära: Eine kurze Geschichte der Energienutzung (23.04.1998), Online im WWW unter URL: <http://www.zeit.de/2008/44/E-Energieevolution/seite-1> [Stand 06.11.2013, 20:07].

GtV Bundesverband Geothermie: Ökonomische Aspekte, Online im WWW unter URL: <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/oekonomische-aspekte.html> [Stand 11.11.2013, 22:01].

Bundesministerium der Justiz: §28 EEG Geothermie, Online im WWW unter URL: http://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2009/__28.html [Stand 11.11.2013, 22:26].

NAJU Naturschutz-Wiki: Geschichte der regenerativen Energien, Online im WWW unter URL: http://www.naju-wiki.de/index.php/Alternative_Energie [Stand 14.11.2013, 15:42].

Das Energieportal: Der regenerative Kreislauf der Wasserenergie, Online im WWW unter URL: **Fehler! Hyperlink-Referenz ungültig.** 17.11.2013, 22:41].

Stromerzeugung-Stromverbrauch: Vergleich der Stromerzeugungskosten in Deutschland, Online im WWW unter URL: <http://www.stromerzeugung-stromverbrauch.de/Stromerzeugung/Stromerzeugungskosten/Stromerzeugung-Kosten.html> [Stand 18.11.2013, 19:58].

BINE Informationsdienst: Wasserkraft und Ökologie, Online im WWW unter URL: <http://www.bine.info/publikationen/basisenergie/publikation/wasserkraft/wasserkraft-und-oekologie/> [Stand 18.11.2013, 20:07].

NABU: Erneuerbare Energien, Online im WWW unter URL: <http://www.nabu.de/themen/energie/erneuerbareenergien/> [Stand 18.11.2013, 20:28].

Volker Quaschnig: Beitrag erneuerbarer Energien am Stromaufkommen in Deutschland, Online im WWW unter URL: <http://www.volker-quaschnig.de/datserv/ren-Strom-D/index.php> [Stand 19.11.2013, 00:44].

Gate4Engineers: Erneuerbare Energiequellen erleben einen wahren Boom, Online im WWW unter URL: http://www.google.de/imgres?imgurl=http://www.gate4engineers.de/fileadmin/user_upload/images/ingenieurwelt24/PNG_Tabellen/Entw_Erneuerbare_Energien_Deutschland.png&imgrefurl=http://www.gate4engineers.de/branchen/erneuerbare-energien.html&h=779&w=976&sz=40&tbnid=FTdIIY23MZPgMM:&tbnh=95&tbnw=119&zoom=1&usg=__ZG6zNXKyuem1-PnroPi-KHXPLFo=&docid=uYBUcDbFz4oVvM&sa=X&ei=54iKUoXfCsTfswbslICoCw&ved=0CF0Q9QEwAw&dur=741 [Stand 19.11.2013, 00:48].

Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung: Wie grün ist Detuschlands Industrie wirklich?, Online im WWW unter URL: <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-media/docs/i/de/pi-mitteilungen/PI64.pdf> [Stand 19.11.2013, 00:51].

Nachhaltige Produktion: Ökoenergie auf dem Weg in die Unternehmen, Online im WWW unter URL: <http://www.nachhaltige-produktion.de/energie-ressourcen/articles/404749/> [Stand 20.11.2013, 15:45].

Nachhaltige Produktion: Wirtschaftsminister Rösler diskutiert mit „Klimaschutz-Unternehmen, Online im WWW unter URL: <http://www.nachhaltige-produktion.de/umwelt-schutz/articles/354792/> [Stand 20.11.2013, 15:55].

BMU: Hintergrundinformationen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2020, Online im WWW unter URL: http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/hintergrund_ausbau_ee_bf.pdf [Stand 22.11.2013, 09:45].

Clusterdatenbank Baden-Württemberg: Modell Hohenlohe Netzwerk betrieblicher Umweltschutz und Nachhaltiges Wirtschaften e.V., Online im WWW unter URL: <http://www.clusterdatenbank-bw.de/datenbank/cluster-energie-und-umwelttechnik/modell-hohenlohe-netzwerk-betrieblicher-umweltschutz-und-nachhaltiges-wirtschaften-e.-v> [Stand 22.11.2012, 15:48].

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Technische Thermodynamik Joachim Nitsch, Wolfram Krewitt, Michael Nast, Peter Viebahn, Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu) Sven Gärtner, Martin Pehnt, Guido Reihnhardt, Regina Schmidt, Andreas Uihlein unter Mitarbeiter von Karl Scheurlen (IUS Postdam), Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Claus Barthel, Manfred Fishedick, Frank Merten: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung von erneuerbaren Energien in Deutschland, Online im WWW unter URL:

http://ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Oekologisch_optimierter_Ausbau_Langfassung.pdf
[Stand 23.11.2013, 16:39].

Vattenfall: Strom und Wärme aus dem Biomasse-Heizkraftwerk, Online im WWW unter URL: <http://corporate.vattenfall.de/de/strom-und-waerme-aus-biomasse.htm> [Stand 28.11.2013, 16:49].

o.V.: Vergasung von Biomasse, Online im WWW unter URL: http://www.dgs.de/fileadmin/files/greenpro/7._thermochemische_Vergasung_Vorschau.pdf [Stand 28.11.2013, 16:53]

SELFHTML: Grundgerüst einer HTML-Datei, Online im WWW unter URL: <http://de.selfhtml.org/html/allgemein/grundgeruest.htm> [Stand 02.12.2013, 01:35].

w3schools: CSS Syntax, Online im WWW unter URL: http://www.w3schools.com/css/css_syntax.asp [Stand 02.12.2013, 15:34].

Neogrid – Das innovative EDV Lexikon: Datenbanken, Online im WWW unter URL: <http://www.neogrid.de/was-ist/datenbank> [Stand 03.12.2012, 01:24].

Deutsche Rohstoffagentur – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Energiestudie 2012 – Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen, Online im WWW unter URL: http://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-15.pdf?__blob=publicationFile&v=6 [Stand 04.12.2013, 16:02].

Zero Energy House: Energie, Online im WWW unter URL: <http://www.zeroenergyhouse.lu/index.php/28.html> [Stand 04.12.2013].

Wilder Wind: Die Geschichte der Windräder, Online im WWW unter URL: http://www.igwindkraft.at/kinder/?mdoc_id=1000950 [Stand 04.12.2013, 17:30].

Planet Wissen: Industrielle Revolution und Umweltverschmutzung, Online im WWW unter URL: http://www.planet-wissen.de/natur_technik/naturschutz/umweltverschmutzung/industrielle_revolution.jsp [Stand 04.12.2013, 18:08].

Marc: Industrie und Umwelt – Die Veränderung der Nutzung der Umwelt, Online im WWW unter URL: http://www.sragg.de/geschichte/Websites/Web%20Industrialisierung/industrie_nutzung.htm [Stand 04.12.2013, 18:21].

atomkraftwerk.biz, Versorgung Entsorgung Brennstoffe, Online im WWW unter URL: <http://www.atomkraftwerk.biz/Versorgung-Entsorgung.html> [Stand 05.12.2013, 00:36].

Planet Wissen: Solarenergie, Online im WWW unter URL: http://www.planetwissen.de/natur_technik/energie/solarenergie/index.jsp [Stand 05.12.2013, 03:17].

Solaranlagen-Portal: Kosten für Photovoltaik inklusive Photovoltaik-Rechner, Online im WWW unter URL: <http://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/kosten> [Stand 06.12.2013, 01:34].

SFV: Solarstrom-Vergütung im Überblick, Online im WWW unter URL: <http://www.sfv.de/lokal/mails/sj/verguetu.htm> [Stand 06.12.2013, 01:53].

Alternative-Energiequellen: Photovoltaikanlagen und die Ökologie, Online im WWW unter URL: http://www.alternative-energiequellen.com/oekologie_photovoltaik.html [Stand 06.12.2013, 02:29].

eco Projekt Invest: Photovoltaik stützt Energiewende, Online im WWW unter URL: <http://ecoprojektinvest.de/hp2486/Photovoltaik-stuetzt-Energiewende.htm> [Stand 06.12.2013, 03:25].

Energiesparhaus: Photovoltaik/Photovoltaikanlage (PV-Anlage), Online im WWW unter URL: <http://www.energiesparhaus.at/energie/photovoltaik.htm> [Stand 06.12.2013, 04:01].

Deutscher Bundestag: Flüssige Biomasse zur Stromerzeugung soll erst ab 2011 nachhaltig produziert werden, Online im WWW unter URL: http://www.bundestag.de/presse/hib/2010_05/2010_161/02.html [Stand 06.12.2013, 12:11].

o.V.: Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Online im WWW unter URL: <http://www.biomassestrom-nachhaltigkeitsverordnung.de/> [Stand 06.12.2013, 12:16].

Film: Agentur für erneuerbare Energien e.V.: Funktion und Animation von Biogasanlagen, Online im WWW unter URL: <http://www.youtube.com/watch?v=NnK2f1G2ofo> [Stand 06.12.2013, 12:38].

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Schema einer landwirtschaftlichen Biogasanlage, Online im WWW unter URL: <http://mediathek.fnr.de/grafiken/pressegrafiken/schema-einer-landwirtschaftlichen-biogasanlage.html> [Stand 06.12.2013, 12:45].

Deutscher Bauernverband, Ressourcenschutz in der Land- und Forstwirtschaft, Online im WWW unter URL: <http://www.bauernverband.de/22-forstwirtschaft> [Stand 06.12.2013, 18:14].

Fachverband Biogas e.V.: Übersicht über Vergütungssätze aus Biomasse gemäß dem EEG 2012, Online im WWW unter URL: [http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Uebersicht-ueber-Verguetungs-saetze-fuer-Strom-aus-Biomasse-gemaess-dem-EEG-2012/\\$file/13-04-18_Verg%C3%BCtungs%C3%BCbersicht%20EEG%202012.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Uebersicht-ueber-Verguetungs-saetze-fuer-Strom-aus-Biomasse-gemaess-dem-EEG-2012/$file/13-04-18_Verg%C3%BCtungs%C3%BCbersicht%20EEG%202012.pdf) [Stand 06.12.2013, 23:03].

Fokus: Biomasse – Was sind die Nachteile?, Online im WWW unter URL: http://www.focus.de/finanzen/news/tid-22599/biomasse-was-sind-die-nachteile_aid_635339.html [Stand 06.12.2013, 23:48].

Thema Energie: Vorteile & Nachteile von Biomasse, Online im WWW unter URL: <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse/grundlagen/vorteile-nachteile-von-biomasse.html> [Stand 07.12.2013, 00:01].

Bildungsserver Wiki Klimawandel: Industrielle Revolution, Online im WWW unter URL: http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Industrielle_Revolution [Stand 07.12.2013, 00:33].

Prof. Dr. Thomas Link, Dr. Oliver Rottmann, Dipl.-Kffr. Romy Albrecht: Energiewelt Ost – Studie des Kompetenzzentrums Öffentliche Wirtschaft, Infrastruktur und Daseinsvorsorge, Online im WWW unter URL: [http://www.bdew.de/internet.nsf/id/93B93305CBE6D432C1257A0D0051998D/\\$file/351_StudieEnergieweltOst.pdf](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/93B93305CBE6D432C1257A0D0051998D/$file/351_StudieEnergieweltOst.pdf) [Stand 08.12.2013, 00:58].

Nachhaltig leben: Die Technik der Windkraft: So funktioniert ein Windgenerator, Online im WWW unter URL: <http://www.nachhaltigleben.ch/themen/erneuerbare-energie/windkraft/kleinwindkraftanlage/windgenerator-funktionsweise-und-technik-der-windkraft-478> [Stand 09.12.2013, 12:19].

Stadtwerke München: Windenergie, Online im WWW unter URL: <http://www.swm.de/erneuerbare-energien/energiequellen/wind.html> [Stand 09.12.2013, 12:24].

Bundesverband WindEnergie e.V.: Vergütung der Windenergie an Land und auf See, Online im WWW unter URL: <http://www.eeg-aktuell.de/wp->

content/uploads/2011/07/Uebersicht_Aenderung_EEG12_2011-07-051.pdf [Stand 10.12.2013, 16:47].

o.V.: Windenergie, Online im WWW unter URL: http://www.zum.de/wettbewerbe/unterricht_innovativ/projekte/hebeler/windenergie/oekologie.htm [Stand 10.12.2013, 17:18].

Mitteldeutsche Zeitung: Unerschöpfliche Ressourcen, Online im WWW unter URL: <http://www.mz-web.de/bernburg/erneuerbare-energien-unerschoeffliche-ressourcen,20640898,22567218.html> [Stand 22.12.2013, 23:31].

Claudia Unkelbach: MySQL Verbindung zur Datenbank aufnehmen, Online im WWW unter URL: <http://www.schattenbaum.net/php/verbindung.php> [Stand 23.12.2013, 15:17].

co2online: Energiewende: Definition & Ziele – die Übersicht, Online im WWW unter URL: <http://www.co2online.de/klima-schuetzen/energiewende/energiewende-definition-ziele-uebersicht/> [Stand 27.12.2013, 00:58].

Ökosystem Erde: Die Folgen des Klimawandels, Online im WWW unter URL: <http://www.oekosystem-erde.de/html/klimawandel-02.html> [Stand 27.12.2013, 01:30].

Solarworld: Mit Eigenstrom unabhängig vom Energieversorger werden, Online im WWW unter URL: http://www.solarworld.de/produkte/produkte/sunpac/ueberblick/?wt_mc=SEA.Solar%20Info.Strom%20speichern.%20+sonnenenergie%20+speichern [Stand 27.12.2013, 02:59].

Dieter Bouse: Geothermie – Nationale und internationale Entwicklung, Online im WWW unter URL: http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CFwQFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.dieter-bouse.de%2Fapp%2Fdownload%2F5794191584%2FBouse%2C%2BDieter_Geothermie%2B-%2BNationale%2Bund%2Binternationale%2BEntwicklung%2C%2BFoliensatz%2B2013.pdf&ei=suK8UpCVCcjUtAbU6YHACQ&usg=AFQjCNFrIrS-bxHdDx08il7LruPJJaM1ab1Q&sig2=gRxo9g-zwNfgJXEyT87wNQ&bvm=bv.58187178,d.Yms&cad=rja [Stand 27.12.2013, 03:38].

Energie im Haushalt sparen: Vergleich: Pellets, Heizöl und Gas, Online im WWW unter URL: <http://www.energiesparen-im-haushalt.de/energie/bauen-und->

modernisieren/hausbau-regenerative-energie/energiebewusst-bauen-wohnen/emission-alternative-heizung/heizen-mit-holz/preisentwicklung-holzpellets.html [Stand 28.12.2013, 17:18].

Ecoreporter: Ausbau der Windenergie in Deutschland schreitet voran – Weltmarkt vor dem Einbruch?, Online im WWW unter URL: <http://www.ecoreporter.de/artikel/ausbau-der-windenergie-in-deutschland-schreitet-voran-weltmarkt-vor-dem-einbruch-30-01-2013.html> [Stand 28.12.2013, 17:40].

Die Welt: Was die Windenergie an ihre Grenzen bringen könnte, Online im WWW unter URL: <http://www.welt.de/wissenschaft/article109644412/Was-die-Windenergie-an-ihre-Grenzen-bringen-koennte.html> [Stand 28.12.2013, 18:10].

Ute Weißfloch, Simon Müller, Angela Jäger: Wie grün ist Deutschlands Industrie wirklich?, Online im WWW unter URL: <http://www.isi.fraunhofer.de/isi-media/docs/i/de/pi-mitteilungen/PI64.pdf> [Stand 28.12.2013, 19:04].

Automation Day Nürnberg, Thema: Web-Technologien in der Automatisierung, Online im WWW unter URL: <http://www.automationday.de/> [Stand 28.12.2013, 19:17].

Martin Klossek, Fabian Wleklinski: Vor- und Nachteile von Webanwendungen gegenüber Office-Lösungen, Online im WWW unter URL: http://www.eworks.de/uploads/media/Web_vs_Office.pdf [Stand 28.12.2013, 19:22].

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende: Erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Online im WWW unter URL: http://www.ifeu.de/energie/pdf/volkswirtschaftl_%20effekte_%20energiewende_broschuere_pehnt_RZ.pdf [Stand 20.12.2013, 02:28].

1 Vgl. Manuel Frondel, Claudia Kemfert: Pro und Contra der Energiewende, Online im WWW unter URL: <http://green.wiwo.de/ist-die-energiewende-zu-teuer-ein-pro-und-contra/> [Stand 30.12.2013, 02:28].

Schmalz GmbH, Online im WWW unter URL: <http://de.schmalz.com/> [Stand 30.12.2013, 16:43].

Modell Hohenlohe e.V.: Online im WWW unter URL: <http://www.modell-hohenlohe.de/home/index.php?hohenlohe=iakejfmkgknu9im6g65uoumvu5r0i8e6u> [Stand 20.12.2013, 16:44].

Solarbranche: Checkliste Photovoltaik-Solaranlage, Online im WWW unter URL: <http://www.solarbranche.de/photovoltaik/> [Stand 30.12.2013, 20:47].

Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: Volkswirtschaftliche Effekte der Energiewende, Online im WWW unter URL: http://www.ifeu.de/energie/pdf/volkswirtschaftl_%20effekte_%20energiewende_broschuere_pehnt_RZ.pdf [Stand 30.12.2013, 22:32].

Vgl. Stephan Kohler, Annegret-Cl. Agricola, Steffen Joest, Sebastian Peters und Christian Stolte: Energieeffizienz als Säule der Energiewende, Online im WWW unter URL: <http://www.et-energie-online.de/AktuellesHeft/Topthema/tabid/70/NewsId/767/Energieeffizienz-als-Saule-der-Energiewende.aspx> [Stand 30.12.2013, 22:32].

LernVid: JavaScript Code in HTML einbinden, online im WWW unter URL: <http://www.lernvid.com/tutorials/webdesign-tutorials/311-javascript-code-in-html-einbinden.html> [Stand 31.12.2013, 10:48].

6 Anhang

6.1 Anhang zu Kapitel 3: Empirische Erhebung

6.1.1 Fragebogen

Vielen Dank, dass Sie sich an der Befragung zur Auswertung der Nutzung von erneuerbaren Energien für das Modell Hohenlohe e.V. beteiligen. Wir möchten gern wissen, wie weit wir schon mit der Versorgung im Strom- und Wärmesektor aus erneuerbaren Energien sind. Ziel der Befragung ist die Entwicklung eines Grobkonzeptes zur Nutzung regional erzeugter, regenerativer Energien in Baden-Württemberg und vor allem in den Landkreisen der Mitgliedbetriebe des Modell Hohenlohe e.V.: Schwäbisch Hall, Hohenlohe, Heilbronn und Main-Tauber-Kreis. Das Konzept bietet demnach eine Grundlage für den Nutzen und Ausbau von erneuerbaren Energien.

Sollten Sie einzelne Fragen nicht beantworten können, lassen Sie sie einfach aus. Die Antworten werden selbstverständlich völlig anonym erfasst.

Wenn Sie mit der Befragung fertig sind, drücken Sie am Ende des Fragebogens auf "Fragebogen senden".

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Fragebogen

1. ID

Basisdaten

2. Wie viele Personen sind bei Ihnen im Betrieb beschäftigt (umgerechnet auf Vollzeitkräfte)?

Mitarbeiter

3. Welche Flächen stehen Ihnen zur Verfügung? Flächengröße insgesamt

m²

4. Wie viel Prozent ist von der Gesamtfläche %
Produktionsfläche?

5. Wie viel Prozent ist von der Gesamtfläche %
Bürofläche?

6. Wie viel Prozent ist von der Gesamtfläche %
Lagerfläche?

Daten zum Stromverbrauch

7. Wie hoch ist der gesamte Stromverbrauch im Jahr 2012?

kWh

8. Wie hoch ist der Anteil der Stromkosten an den unternehmerischen Gesamtkosten?

%

9. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für Brauchwasser?

%

10. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Lüftung?

%

11. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Beleuchtung?

%

12. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Beheizung von Büro/Hallen usw.?

%

13. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Prozesswärmeerzeugung?

%

14. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Klimatisierung?

%

15. Wie viel Prozent der elektrischen Energie setzen Sie ein für die Prozesskälteerzeugung?

%

16. Was denken Sie, zu welcher Tageszeit verbrauchen Sie den meisten Strom?(Auch mehrere Antworten möglich)

- Morgens (04:00 – 10:00) Abends (18:00 – 24:00)
 Mittags (10:00 – 14:00) Nachts (0:00 – 04:00)
 Nachmittags (14:00 – 18:00)

17. Und warum verbrauchen Sie zu der von Ihnen angegebenen Zeit den meisten Strom?

18. Was denken Sie, in welchen Monaten verbrauchen Sie den meisten Strom?(Auch mehrere Antworten möglich)

- Januar Juli
 Februar August
 März September
 April Oktober
 Mai November
 Juni Dezember

Daten zum Stromverbrauch

19. Wie hoch ist der Anteil der Kosten für die Wärmeerzeugung an den unternehmerischen im Jahr 2012 und welche Energieträger verwenden Sie zur Erzeugung der Wärme?

%

20. Nutzung von Erdöl Liter

21. Nutzung von Erdgas m³

22. Nutzung von Steinkohle Tonnen

23. Nutzung von Braunkohle %

24. Nutzung von Brennholz rm

25. Nutzung von Holzpellets Tonnen

26. Nutzung von Fernwärme m³

Aktuelles Energiesystem

27. In welchen der folgenden Handlungsfeldern ist Ihr Betrieb bereits schon aktiv?

- Erneuerbare Energien
- Energieeffizienz
- Sonstiges

28. Welche Maßnahmen zum Thema Energieeffizienz wurden bereits durchgeführt?

- Dämmung/Isolierung
- Abwärmenutzung
- Verbrauchsarme Geräte/Maschinen
- Sonstiges

29. Bitte beschreiben Sie die angekreuzten Antworten aus Frage 28 in seinen Grundzügen (Inhalte, Bereiche, Zeitpunkt, Einsparung).

Bsp.: Abwärmenutzung aus Druckkompressor / Dez 2012 / Einsparung 30%

30. Ist der Nutzen der Energieeffizienz quantifizierbar?

- ja
- nein

31. Wie hoch ist die CO₂-Einsparung durch den Einsatz der Energieeffizienzmaßnahmen? % zu vorher

32. Wie hoch ist die Energieeinsparung durch den Einsatz der Energieeffizienzmaßnahmen? % zu vorher

33. Wie hoch ist die Kosteneinsparung durch den Einsatz der Energieeffizienzmaßnahmen? % zu vorher

34. Welche der folgenden erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor werden in Ihrem Betrieb heute schon bereit gestellt?

- Windenergie
- Photovoltaik
- Solarthermie
- Wasserkraft
- Bioenergie aus fester Biomasse (z.B. Holz bzw. Holz(neben)produkte und -resten)
- Bioenergie aus flüssiger Biomasse (z.B. Pflanzenöle, wie Rapsöl, Sojaöl oder Palmöl)
- Bioenergie aus gasförmiger Biomasse
- Geothermie

35. Beschreiben Sie die aus Frage 34 angekreuzten Antworten in seinen Grundzügen (Inhalte, Bereiche, Eigennutzung, Verkauf). Wenn möglich, geben Sie bitte auch die installierte Leistung in kW und die gesamte Energiemenge in kWh/a an.

36. Benennen Sie die Hauptenergieverbraucher in Ihrem Unternehmen?

ja nein

37. Haben Sie bereits über den Wechsel zu einem Ökostrom-Anbieter nachgedacht?

ja nein

38. Haben Sie sich über den Wechsel zu einem Ökostrom-Anbieter informiert?

ja nein

39. Fühlen Sie sich über erneuerbare Energien gut informiert?

ja nein

40. Wenn Sie die nötigen Informationen für einen Stromwechsel zu einem Ökostromanbieter übersichtlich zusammengestellt bekommen, wären Sie bereit zu wechseln?

ja nein

Zukünftiges Energiesystem

41. Wurde für Ihren Betrieb eine Zielkonzept/Leitbild für den Bereich der regionalen regenerativen Energieversorgung entwickelt?

ja
 nein

42. Wenn Sie Frage 41 mit ja beantwortet haben, beschreiben Sie dieses in seinen Grundzügen.

43. Werden Sie das Leitbild/Zielkonzept umsetzen?

ja
 nein

44. Wenn Sie Frage 43 mit ja beantwortet haben bis wann?

45. Welche konkreten Projekte (auch ohne Leitbild) zu erneuerbaren Energien/Effizienz sind in Ihrem Betrieb in Vorbereitung/Planung?

46. Wie hoch schätzen Sie das Potenzial zum Ausbau regenerativer Energieträger allgemein in Ihrem Betrieb ein?

- hoch
- mittel
- gering

Davon:

	hoch	mittel	gering
47. Windenergie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
48. Photovoltaik	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
49. Solarthermie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
50. Wasserkraft	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
51. Bioenergie aus fester Biomasse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
52. Bioenergie aus flüssiger Biomasse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
53. Bioenergie aus gasförmiger Biomasse	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
54. Geothermie	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

55. Themen von vorranigen Interesse

- Energieeinsparung und Kosteneinsparung
- Energieberatung
- Fördermittel erneuerbare Energien
- Sonstiges

6.1.2 Grundausswertung der Befragung Teil I:

1) ID

siehe Anhang: Grundausswertung der Befragung Teil II

2) Anzahl Mitarbeiter

Antworten	19
ohne Antwort	0
Minimum	19
Maximum	2750
Mittelwert	347,737

3) Gesamte Fläche

Antworten	18
ohne Antwort	1
Minimum	1310
Maximum	145000
Mittelwert	27525,59

4) Produktionsfläche

Antworten	18
ohne Antwort	1
Minimum	13
Maximum	75
Mittelwert	47,24

5) Bürofläche

Antworten	18
ohne Antwort	1
Minimum	5
Maximum	74
Mittelwert	20,9

6) Lagerfläche

Antworten	18
ohne Antwort	1
Minimum	5
Maximum	55
Mittelwert	24,9

7) Gesamtstromverbrauch

Antworten	19
ohne Antwort	0
Minimum	1400
Maximum	30000000
Mittelwert	1944103,31

8) Anteil an unternehmerischen Gesamtkosten

Antworten	13
ohne Antwort	6

Minimum	0,15
Maximum	10
Mittelwert	3,192

9) Brauchwasser

Antworten	10
ohne Antwort	9
Minimum	0,001
Maximum	5
Mittelwert	1,7

10) Lüftung

Antworten	10
ohne Antwort	9
Minimum	0
Maximum	20
Mittelwert	4,4

11) Beleuchtung

Antworten	10
ohne Antwort	9
Minimum	0,01
Maximum	18
Mittelwert	7,202

12) Beheizung von Büros/Hallen usw.

Antworten	11
ohne Antwort	8
Minimum	0
Maximum	24
Mittelwert	4,818

13) Prozesswärmeerzeugung

Antworten	9
ohne Antwort	10
Minimum	0
Maximum	60
Mittelwert	11,333

14) Klimatisierung von Büros/Hallen usw.

Antworten	9
ohne Antwort	10
Minimum	0
Maximum	7
Mittelwert	2,334

15) Prozesskälteerzeugung

Antworten	11
ohne Antwort	8
Minimum	0
Maximum	10
Mittelwert	2,182

16) Höchster Stromverbrauch

Morgens (04:00 - 10:00)	9	(50,00%)
Mittags (10:00 - 14:00)	17	(94,44%)
Nachmittags (14:00 - 18:00)	10	(55,56%)
Abends (18:00 - 24:00)	2	(11,11%)
Nachts (0:00 - 04:00)	0	(0,00%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	38
geantwortet haben	18
ohne Antwort	1

17) Und warum der Stromverbrauch

siehe Anhang: Grundauswertung der Befragung Teil II

18) Monat des höchsten Stromverbrauchs

Januar	8	(47,06%)
Februar	9	(52,94%)
März	7	(41,18%)
April	4	(23,53%)
Mai	2	(11,76%)
Juni	5	(29,41%)
Juli	7	(41,18%)
August	3	(17,65%)
September	3	(17,65%)
Oktober	5	(29,41%)
November	7	(41,18%)
Dezember	6	(35,29%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	66
geantwortet haben	17
ohne Antwort	2

19) Anteil der Kosten für die Wärmerzeugung

Antworten	11
ohne Antwort	8
Minimum	0
Maximum	15
Mittelwert	3,236

20) Nutzung von Heizöl

Antworten	11
ohne Antwort	8
Minimum	0
Maximum	578429
Mittelwert	121516,81

21) Nutzung von Erdgas

Antworten	14
ohne Antwort	5
Minimum	0
Maximum	11000000

Mittelwert 1033893,71

22) Nutzung von Steinkohle

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	0
Maximum	0
Mittelwert	0

23) Nutzung von Braunkohle

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	0
Maximum	0
Mittelwert	0

24) Nutzung von Brennholz

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	0
Maximum	0
Mittelwert	0

25) Nutzung von Holzpellets

Antworten	6
ohne Antwort	13
Minimum	0
Maximum	26
Mittelwert	4,333

26) Nutzung von Fernwärme

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	0
Maximum	0
Mittelwert	0

27) Handlungsfelder

Erneuerbare Energien	9	(47,37%)
Energieeffizienz	17	(89,47%)
Sonstiges	4	(21,05%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	30
geantwortet haben	19
ohne Antwort	0

28) Energieeffizienz

Dämmung/Isolierung	10	(58,82%)
Abwärmenutzung	9	(52,94%)
Verbrauchsarme Geräte/Maschinen	10	(58,82%)
Sonstiges	7	(41,18%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	36
geantwortet haben	17
ohne Antwort	2

29) Inhalte Energieeffizienz

siehe Anhang: Grundausswertung der Befragung Teil II

30) Nutzen erneuerbare Energien/Energieeffizienz

ja	7	(38,89%)
nein	11	(61,11%)

Summe	18
ohne Antwort	1

31) CO2-Einsparung

Antworten	3
ohne Antwort	16
Minimum	6,9
Maximum	20
Mittelwert	10,967

32) Energieeinsparung

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	2
Maximum	15
Mittelwert	7,34

33) Kosteneinsparung

Antworten	5
ohne Antwort	14
Minimum	2
Maximum	13
Mittelwert	6,56

34) Arten der erneuerbaren Energien

Windenergie	0	(0,00%)
Photovoltaik	9	(81,82%)
Solarthermie	0	(0,00%)
Wasserkraft	1	(9,09%)
Bioenergie aus fester Biomasse	1	(9,09%)
Bioenergie aus flüssiger Biomasse	0	(0,00%)
Bioenergie aus gasförmiger Biomasse	0	(0,00%)
Geothermie	3	(27,27%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	14
geantwortet haben	11
ohne Antwort	8

35) Beschreibung erneuerbare Energien

siehe Anhang: Grundausswertung der Befragung Teil II

36) Großverbraucher

siehe Anhang: Grundausswertung der Befragung Teil II

37) Wechsel Ökostrom-Anbieter

ja 10 (55,56%)
nein 8 (44,44%)

Summe	18
ohne Antwort	1

38) Information Ökostrom-Anbieter

ja 8 (44,44%)
nein 10 (55,56%)

Summe	18
ohne Antwort	1

39) Über erneuerbare Energien gut informiert

ja 15 (83,33%)
nein 3 (16,67%)

Summe	18
ohne Antwort	1

40) Wechsel Stromanbieter

ja 9 (60,00%)
nein 6 (40,00%)

Summe	15
ohne Antwort	4

41) Zielkonzept

ja 0 (0,00%)
nein 19 (100,00%)

Summe	19
ohne Antwort	0

42) Grundzüge Zielkonzept

siehe Anhang: Grundausswertung der Befragung Teil II

43) Beschluss über Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien

ja 0 (0,00%)
nein 6 (100,00%)

Summe	6
ohne Antwort	13

44) Bis wann

siehe Anhang: Grundauswertung der Befragung Teil II

45) Projekte erneuerbare Energien/Energieeffizienz

s. Datei befragung2.fre

46) Potential regenerative Energieträger

hoch	1	(5,26%)
mittel	5	(26,32%)
gering	13	(68,42%)

Summe	19
ohne Antwort	0

47) Windkraft

hoch	2	(15,38%)
mittel	0	(0,00%)
gering	11	(84,62%)

Summe	13
ohne Antwort	6

48) Photovoltaik

hoch	2	(13,33%)
mittel	5	(33,33%)
gering	8	(53,33%)

Summe	15
ohne Antwort	4

49) Solarthermie

hoch	1	(7,69%)
mittel	4	(30,77%)
gering	8	(61,54%)

Summe	13
ohne Antwort	6

50) Wasserkraft

hoch	1	(7,69%)
mittel	0	(0,00%)
gering	12	(92,31%)

Summe	13
ohne Antwort	6

51) Bioenergie aus fester Biomasse

hoch	0	(0,00%)
mittel	3	(23,08%)

gering 10 (76,92%)

Summe	13
ohne Antwort	6

52) Bioenergie aus flüssiger Biomasse

hoch 0 (0,00%)
mittel 1 (7,69%)
gering 12 (92,31%)

Summe	13
ohne Antwort	6

53) Bioenergie aus gasförmiger Biomasse

hoch 0 (0,00%)
mittel 4 (28,57%)
gering 10 (71,43%)

Summe	14
ohne Antwort	5

54) Geothermie

hoch 0 (0,00%)
mittel 2 (15,38%)
gering 11 (84,62%)

Summe	13
ohne Antwort	6

55) Themen von vorrangigen Interesse

Energieeinsparung und Kosteneinsparung 16 (94,12%)
Energieberatung 1 (5,88%)
Fördermittel erneuerbare Energien 3 (17,65%)
Sonstiges 1 (5,88%)

Nennungen (Mehrfachwahl möglich!)	21
geantwortet haben	17
ohne Antwort	2

6.1.3 Grundauswertung der Befragung Teil II:

--- Nr 1 ---

[1] MH22

[17] Der meiste Strom wird als Antriebsenergie der Elektromotoren benötigt. Während der Früh- und Spätschicht laufen die meisten Anlagen.

[28] Energieeffizientere Wärme- und Drucklufterzeugung

[29] Fassadensanierung Verwaltungsgebäude / 08/2013 / Einsparung 1.000 MWh Erdgas

Kesseldruckreduzierung / 08/2013 / Einsparung 13.000 MWh Erdgas

Kompressionskälteanlagen / 08/2013 / Einsparung 8.000 MWh Erdgas

[35] Wasserturbine / Leistung: ca. 45 kW / Energiemenge: ca. 350.000 kWh/a

[36] Produktionsanlagen, davon 3 Kalender und eine Streichmaschine

[45] Weitere Austausch von Fenster

Verbesserung der Isolierung von Rohrleitungen

Effizientere Wärmeerzeugung

--- Nr 2 ---

[1] MH14

[17] Kernarbeitszeit in unserer Produktion

[28] Einführung EnMS

[29] Maschinen werden nur noch mit Hocheffizienzmotoren gekauft - Einsparung gesch. 10-15 %

Sind gerade dabei ein EnMS aufzubauen

[36] 1 Vakuum-Härteofen

6 Anlassöfen

[45] Photovoltaik-Anlage

--- Nr 3 ---

[1] MH30

[17] Zu dieser Zeit laufen die meisten Maschinen.

[29] Teilnahme an einem Energieeffizienztisch des Modell Hohenlohe, durch viele unterschiedliche Maßnahmen erzielten wir eine Energieeinsparung von 7,1 %

[35] Photovoltaikanlage 20,9 KW., Ertrag ca. 21.000 kWh/a

[36] Druckmaschinen

[45] derzeit keine

[55] derzeit scheint das Machbare gemacht zu sein

--- Nr 4 ---

[17] durch Schichtbetrieb und Überschneidung mit Normalschicht

[29] Abwärmenutzung Lötöfen / Juli 2011 / Einsparung 20 %

[36] Strom, Erdgas

[45] Druckluft, Beleuchtung

--- Nr 5 ---

[1] MH52

[17] Wir verbrauchen von 05:00-22:00 relativ konstant Strom, da in dieser Zeit die Produktion läuft. Alle anderen Verbraucher sind hier sekundär. Wärmeerzeugung läuft über Gas.

[28] Gebäudesystemtechnik + org. Maßnahmen

[35] PV-Anlage mit 250 MWh pro Jahr. Strom wird verkauft.

[36] Maschinenpark der Produktion

--- Nr 6 ---

[1] MH43

[17] Büro besetzt

[29] Abwärme von Kompressoren - Warmerückgewinnung

--- Nr 7 ---

[1] MH1

[17] Im Dreischichtbetrieb sind während der Tagesarbeitszeit die meisten Anlagen und Prozesse

in Betrieb

[29] Beleuchtung / vor 2005 / 2006

Isolation der Heizleitungen / 2008

Dachsanierung / 2011

Energieeffizientere Fertigungsanlagen / 2010 / 2012 / 2013

[35] Die mit den PV Anlagen erzeugte Energie wird im Unternehmen verbraucht, jedoch entsprechend der Erzeugung zunächst verkauft

[36] Produktionsmaschinen

[45] Beleuchtung / Druckluftherzeugung

--- Nr 8 ---

[1] MH12

[17] ?

[29] Abwärmenutzung von Druckluftkompressor
Wärmerückgewinnung bei der Kurzzeiterhitzung

[35]

Leistung: 999,96 kWp

Gesamt: 950 MWh/a

[36] Flaschenpasteur, Flaschenreinigungsanlage, Kompressoren

[45] Gesamtstrombedarf: 5,80 GWh (aktuell)

•Stromeinsparung: -1,45 GWh (2014)

•KWK (MGT): -1,50 GWh (2014/2016)

•Windkraft: -4,50 GWh (2020)

•Photovoltaik: -1,00 GWh (2012)

Überschuß 2,65 GWh

--- Nr 9 ---

[1] MH 41

[17] in dieser Zeit wird durchgehend produziert, alle anderen Zeiträume enthalten Stunden, in denen die Produktion nicht läuft

[27] Wärmerückgewinnung

[28] Optimierung der Produktionsprozesse

[29] Optimierung von Produktionsprozessen/Optimierung Brennereinstellung/ 2012/ Einsparung 16%

Verbrauchsarme Geräte, Maschinen/ Anschaffung eines neuen Ofens/2012/Einsparung 40%

[36] Trockner und Öfen

[45] Energiemanagement nach DIN/ISO 50001

--- Nr 10 ---

[1] MH11

[17] alle Maschinen laufen

zu 18) Energiebedarf nach Auftragslage, nicht Monatsabhängig

zu 19) wir nutzen die Abwärme unserer Maschinen

[29] Abwärme der Maschinen zur Heizung der Büroräume / seit Bezug des Gebäudes 2003

2 Lüfter in der Hallenwand, die zum Wald hin zeigt, bringt mit wenig Watt Stromverbrauch kühle Waldluft ins Gebäude/ 2009

2-schalige Dach- und Wandaufbau zur Schall- und Wärmedämmung in Hallenabschnitt 1 und 2 (2003 und 2007)

PV-Anlage auf Halle 3 und 4 zur Eigenstromerzeugung 2013., PH-Anlage auf Halle 2 zur Einspeisung

Erdkollektoren zur Kühlung der Maschinen: Kühlkreislauf mit mehrere Kilometer Schlauch im Boden werden durch 200 Watt Pumpe bewegt.

Für Warmwasser (Sanitäre Anlagen) gibt es Boiler mit Zeitschaltuhren

Kühlwasser verdampft über Kühlturm, ist viel effizienter als Kühlanlagen mit Kompressoren. Zur Kühlung wird z.T. Regenwasser verwendet

[35] siehe Text zu Frage 29

[36] Maschinen und Anlagen

[42] elektrische Energie ist ein Kostentreiber. Bei gleichem Preis würden wir Ökostrom bevorzugen. Leider haben wir bisher keinen gefunden.

[45] zu 46: Dachflächen sind ausgereizt, nur noch geringe Flächen sind ohne PH-Module.

Wir brauchen keine Heizung im herkömmlichen Sinn.

nicht markiert heißt: nicht möglich!

--- Nr 11 ---

[1] MH26

[17] Im Mehrschichtbetrieb ist der größte Teil der Mitarbeiter in der Frühschicht im Betrieb

[29] Isolierung Heizungsrohre / Okt. 2011 / Einsparung 10 %

Neue Maschine für Metallteilherstellung / Feb. 2011 / Einsparung 5 %

Neue Vulkanisationsmaschinen / Aug. 2011 / Einsparung 10 %

[36] Umformmaschinen für Metallteile

Vulkanisationspressen für Dichtungsherstellung

Innenmischer und Walzwerke zu Gummiherstellung

--- Nr 12 ---

[1] MH23

[27] Eigene Hackschnitzel

--- Nr 13 ---

[1] MH21

[17] Hier sind die Brennöfen aktiv

[28] Einführung eines Energie-Kreises

[36] Brennöfen, Reinraum

--- Nr 14 ---

[17] Hauptgeschäft

[27] keines

--- Nr 15 ---

[1] MH58

[17] 3-Schicht-Betrieb im Bereich Druck (ca. 40% Stromverbrauch)

2-Schichtbetrieb in anderen Produktionsbereichen (06.00h - 22.00h)

Verwaltung und Vertrieb zu üblichen Zeiten

[29] Abwärmenutzung Kompressoren sowie Druckmaschinen, 2005, 30%

Isolierung Gebäudehüllen, 2012, 15%

Beleuchtung, Umstellung auf Energiesparleuchtmittel, Lichtsensoren u.ä., 2009, 25%

Toren, Türen, Fenster optimiert (z.B. Schnelllaufstore, Lamellenvorhänge) 2005, 10%

Heizanlage, neue Brenner u.ä., 2010, 10%

Wichtig: Mitarbeiterschulung und -information, Einbindung in Maßnahmen

[35] Photovoltaik, Verkauf des Stroms seit 2006

Geothermie zur Kühlung Produktionshalle, 2011, 15%

[36] Offset-Druckmaschinen (40% Energiebedarf)

[45] Bisher: Zertifizierung nach DIN 14001, geplant Validierung nach EMAS,

Statu Quo: Optimierung aller Prozesse, Ressourceneffizienz intern steigern

--- Nr 16 ---

[1] MH62

[17] Zu dieser Zeit sind die meisten Mitarbeiter in der Firma tätig.

Zudem wird in den Kantinen gekocht.

[35] Photovoltaik zur Stromerzeugung. Erzeugter Strom wird ins Stromnetz eingespeist.

Geothermie - Grundwasser als Kühlung für ein Bürogebäude.

[36] Lüftung, Maschinen und Anlagen in der Produktion.

--- Nr 17 ---

[1] MH13

[17] Frühschicht

[29] Austausch von Einfachverglasungen in Isolierverglasungen der Sheddachverglasungen. Außenwanddämmung von Mauer-/Betonwänden.

[35] Photovoltaikanlage 418kWp, 731 MWh/a

[36] Kompressoren für Druckluftherzeugung, Beleuchtung, Stanz-Nibbelmaschine, Abkantzentrum

[45] EMAS

--- Nr 18 ---

[1] MH24

[17] Schichtbeginn um 06.00 Uhr --> Anlagen werden hochgefahren

[29] Einsatz von 2 Adsorptionskälteanlagen - Abwärme aus den TNV`s der Druckerei wird in Kälte umgewandelt. Kühlung von EDV-Anlagen, Produktionsbereichen, Büros.

[36] Produktionsanlagen., Druckmaschinen., TNV`s

[42] Aufgrund der hohen Bedarfsmengen und der daraus resultierenden Kosten kaufen wir unseren Strom über einen Firmenverbund. Oberste Priorität hat dabei der Preis. Erneuerbare Energien haben bisher keine Rolle gespielt.

[45] -Bau eines BHKW

-Verbesserung der Energieeffizienz in vorhandenen Prozessen

-Ersatz von Altanlagen durch energieeffiziente Anlagen

--- Nr 19 ---

[1] MH29

[17] Es sind reine Produktionszeiten

[28] Beleuchtung, Drehzahlgesteuerte Motoren

[29] Austausch der Hallenbeleuchtung / Sept. 12/ Einsparung 85%

Abwärmenutzung Druckluft/ März 12/ Einsparung ...

FU Steuerung Heizungspumpen / Feb. 2013 / Einsparung 70%

Dämmung Außenfassade Gebäude Werk I /Juli 2012

[35] PV Anlage ca. 283 kW/Peak, Ausbau in zwei Schritten, Verkauf

[36] elektrische Energie:Maschinen zum mecha. Bearbeiten, Umformen, Oberflächenbehandeln,

Gas: Heizanlagen zur Oberflächenbearbeitung

[45] Wärmerückgewinnung der Abluft Pulveranlage

Optimieren und Erneuern der Abwasserbearbeitungsanlage

Austausch/ Erneuerung der Hauptheizung

6.2 Anhang zu Kapitel 4: Web-basierte Visualisierung von Energiedaten

6.2.1 Datenbankbindung: Vorstellung der Tabellen

aktuellesenergiesystem

Spalte	Typ	Null	Standard	Kommentare
ID_AktuellesEnergiesystem	bigint(20)	Nein		Eindeutige Kennung des aktuellen Energiesystems des Unternehmens
Handlungsfelder_AktuellesEnergiesystem	varchar(100)	Ja	NULL	Handlungsfelder des Unternehmens
SonstigesHandlungsfeld_AktuellesEnergiesystem	varchar(100)	Ja	NULL	Angabe sonstiger Handlungsfelder
MassnahmenEnergieeffizienz_AktuelleEnergiesystem	varchar(100)	Ja	NULL	Maßnahmen für Energieeffizienz
BeschreibungMassnahmenEnergiesystem_AktuellesEnergiesystem	text	Ja	NULL	Beschreibung Energieeffizienzmaßnahmen
QuantifizierungEnergiesystem_AktuellesEnergiesystem	varchar(5)	Ja	NULL	Nutzen der Energieeffizienz
CO2Einsparung_AktuellesEnergiesystem	int(11)	Ja	NULL	CO2 Einsparung durch Energieeffizienz
Energieeinsparung_AktuellesEnergiesystem	int(11)	Ja	NULL	Energieeinsparung durch Energieeffizienz
Kosteneinsparung_AktuellesEnergiesystem	int(11)	Ja	NULL	Kosteneinsparung durch Energieeffizienz
EE_AktuellesEnergiesystem	varchar(40)	Ja	NULL	Bereitstellung von erneuerbaren Energien des Unternehmens
BeschreibungEE_AktuellesEnergiesystem	text	Ja	NULL	Beschreibung erneuerbare Energie
BeschreibungHauptenergieverbraucher_AktuellesEnergiesystem	text	Ja	NULL	Beschreibung des Hauptenergieverbraucher eines Unternehmens
WechselOekostrom_AktuellesEnergiesystem	varchar(5)	Ja	NULL	Überlegung über Wechsel zum Ökostromanbieter
InfoOekostrom_AktuellesEnergiesystem	varchar(5)	Ja	NULL	Information Ökostromanbieter
GutInfoOekostrom_AktuellesEnergiesystem	varchar(5)	Ja	NULL	Informationsfluss von Ökostromanbietern
BereitschaftOekostrom_AktuellesEnergiesystem	varchar(5)	Ja	NULL	Bereitschaft Wechsel zum Ökostromanbieter

zukunftigesenergiesystem

Spalte	Typ	Null	Standard	Kommentare
ID_ZukunftigesEnergiesystem	bigint(20)	Nein		Eindeutige Kennung für das zukünftige Energiesystem eines Unternehmens
ZielkonzeptEnergieversorgung_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Zielkonzept des zukünftigen Energiekonzeptes
BeschreibungZielkonzept_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(256)	Ja	NULL	Beschreibung des Zielkonzeptes
UmsetzungZielkonzept_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Umsetzung des Zielkonzeptes
ZeitraumUmsetzung_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Datum bis zur Umsetzung Zielkonzept
ProjekteEE_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Konkrete Projekte für den Ausbau von erneuerbaren Energien
PotentialAusbauEE_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Potential zum Ausbau von erneuerbaren Energien
Windkraft_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von Windkraft
Photovoltaik_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von Photovoltaik
Solarthermie_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von Solarthermie
Wasserkraft_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von Wasserkraft
BiomassFest_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von fester Biomasse
BiomasseFluessig_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von flüssiger Biomasse
BiomasseGasfoermig_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von gasförmiger Biomasse
Geothermie_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Ausbau von Geothermie
VorrangigeThemen_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(20)	Ja	NULL	Themen von vorrangigen Interesse
themenSonst_ZukunftigesEnergiesystem	varchar(256)	Ja	NULL	Beschreibung sonstiger Themen

ansprechpartner

Spalte	Typ	Null	Standard	Verweise	Kommentare
ID_Ansprechpartner	bigint(20)	Nein			Kennung für jeden Ansprechpartner
ID_Mitglied	bigint(20)	Nein		mitglied -> ID_Mitglied	
Vorname	varchar(25)	Ja	NULL		Vorname des Ansprechpartners
Nachname	varchar(25)	Ja	NULL		Nachname des Ansprechpartners
Mailadresse	varchar(225)	Ja	NULL		E-Mail des Ansprechpartners
Telefon	varchar(15)	Ja	NULL		Telefon des Ansprechpartners

basisdatenmitglied

Spalte	Typ	Null	Standard	Verweise	Kommentare
ID_BasisdatenMitglied	bigint(20)	Nein			Eindeutige Kennung für die Basisdaten der Mitglieder
anzahlMitarbeiter_BasisdatenMitglied	int(11)	Ja	NULL		Anzahl der Mitarbeiter der Mitglieder
Gesamtflaeche_BasisdatenMitglied	int(11)	Ja	NULL		Zur Verfügung stehende Fläche der Mitglieder in m ³
GesamtflaecheProduktion_BasisdatenMitglied	int(11)	Ja	NULL		Anteil der Produktionsfläche von der Gesamtfläche in %
GesamtflaecheBuero_BasisdatenMitglied	int(11)	Ja	NULL		Anteil der Büroflächen von der Gesamtfläche in %
GesamtflaecheLager	int(11)	Ja	NULL		Anteil der Lagerfläche von der Gesamtfläche in %
ID_Stromverbrauch	int(11)	Nein		stromverbrauch -> ID_Stromverbrauch	
ID_waermeverbrauch	int(11)	Nein		waermeverbrauch -> ID_Waermeverbrauch	
ID_AktuellesEnergiesystem	int(11)	Nein		aktuellesenergiesystem -> ID_AktuellesEnergiesystem	
ID_ZukuenftigesEnergiesystem	int(11)	Nein		zukuenftigesenergiesystem -> ID_ZukuenftigesEnergiesystem	
ID_Mitglied	int(11)	Nein		mitglied -> ID_Mitglied	

mitglied

Spalte	Typ	Null	Standard	Verweise	Kommentare
ID_Mitglied	bigint(20)	Nein			Eindeutige Kennung des Mitglieds
loginName_Mitglied	varchar(5)	Nein			Benutzerspezifischer Login-Name
Passwort_Mitglied	varchar(10)	Nein			Benutzerspezifisches Passwort
Anmeldedatum_Mitglied	timestamp	Nein	CURRENT_TIMESTAMP		Datum, an dem sich das Mitglied registriert und ein Konto angelegt hat
Firmenname_Mitglied	varchar(25)	Ja	NULL		Firmenname des angemeldeten Mitglieds
Adresse_Mitglied	varchar(50)	Ja	NULL		Straßenname
Stadt_Mitglied	varchar(25)	Ja	NULL		Wohnort des Mitglieds
Land_Mitglied	varchar(25)	Ja	NULL		Land des Mitglieds
PLZ_Mitglied	int(5)	Ja	NULL		PLZ des Mitglieds
Internet_Mitglied	varchar(225)	Ja	NULL		Internetadresse des Mitglieds
ID_privatlogin	int(200)	Nein		privatlogin -> ID_privatlogin	

privatlogin

Spalte	Typ	Null	Standard	Kommentare
ID_privatlogin	bigint(20)	Nein		Eindeutige Kennung der Tabelle privatlogin
benutzername_privatlogin	varchar(4)	Nein		Benutzername für Eigentümer der Webseite
passwort_privatlogin	varchar(25)	Nein		Passwort für Eigentümer der Webseite

stromverbrauch

Spalte	Typ	Null	Standard	Kommentare
ID_Stromverbrauch	bigint(20)	Nein		Eindeutige Kennung des Stromverbrauchs
Gesamtstromverbrauch_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Gesamtstromverbrauch eines Unternehmens
AnteilStromverbrauch_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil des Stromverbrauchs an den unternehmerischen Gesamtkosten
AnteilElektEnBrauchwasser_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Brauchwasser
AnteilElektEnLueftung_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Lüftung
AnteilElektEnBeleuchtung_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Beleuchtung
AnteilElektEnBeheizung_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für die Beheizung von Hallen und Büros
AnteilElektEnProzesswaermeerzeugung_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Prozesswärmeerzeugung
AnteilElektEnKlimatisierung	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Klimatisierung
AnteilElektEnProzesskaelteeerzeugng_Stromverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil elektrischer Energie für Prozesswärmeerzeugung
VerbrauchTageszeit_Stromverbrauch	text	Ja	NULL	Größter Stromverbrauch an einem Tag
GrundVerbrauchTageszeit_Stromverbrauch	text	Ja	NULL	Grund für größten Stromverbrauch an einem Tag
VerbrauchJahreszeit_Stromverbrauch	text	Ja	NULL	Größter Stromverbrauch in einer Jahreszeit

waermeverbrauch

Spalte	Typ	Null	Standard	Kommentare
ID_Waermeverbrauch	bigint(20)	Nein		Eindeutige Kennzeichnung für den Wärmeverbrauch eines Unternehmens
WaermeGesamt_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Anteil der Kosten für die Wärmeerzeugung
NutzungHeizoe1_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Heizöl für die Wärmeversorgung
NutzungErdgas_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Erdgas für die Wärmeversorgung
NutzungSteinkohle_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Steinkohle für die Wärmeversorgung
NutzungBraunkohle_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Braunkohle für die Wärmeversorgung
NutzungBrennholz_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Brennholz für die Wärmeversorgung
NutzungHolzpellets_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Holzpellets für die Wärmeversorgung
NutzungFernwaerme_Waermeverbrauch	int(11)	Ja	NULL	Nutzung von Fernwärme für die Wärmeversorgung

6.2.2 Beziehungsübersicht

