



universität  
wien

# MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

**„Energiewirtschaft in Bulgarien.  
Entwicklungsperspektiven der erneuerbaren und  
Atomenergien unter dem Gesichtspunkt der  
Versorgungssicherheit“**

Verfasserin

Yanka Berova

angestrebter akademischer Grad

**Magistra der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften  
(Mag. rer. soc. oec.)**

Wien, im Oktober 2010

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 915

Studienrichtung lt. Studienblatt: Magisterstudium Betriebswirtschaft

Betreuer: Univ. -Prof. Mag. Dr. Wolfgang Weigel

## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer andern Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Wien, Oktober 2010

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Energiewirtschaft in Bulgarien</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Kurze Geschichte</b> .....	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Staatliche Institutionen</b> .....	<b>6</b>
2.2.1	Ministerrat und Ministerium für Wirtschaft und Energie .....	6
2.2.2	Staatliche Kommission für Energie- und Wasserregulierung (SKEWR) ..	6
2.2.3	Regulierungsagentur für Kernenergie.....	8
2.2.4	Amt für Energieeffizienz .....	9
<b>2.3</b>	<b>Energiewirtschaftliche Strategie</b> .....	<b>11</b>
<b>2.4</b>	<b>Energiequellen, Energieunternehmen und Energiebilanz</b> .....	<b>13</b>
<b>2.5</b>	<b>Preise der Elektroenergie</b> .....	<b>23</b>
<b>2.6</b>	<b>Energieeffizienz und Intensität</b> .....	<b>27</b>
<b>2.7</b>	<b>Kyoto-Protokoll</b> .....	<b>31</b>
<b>3</b>	<b>Erneuerbare Energien in Bulgarien: Unternehmen, Entwicklungspotential und Probleme</b> .....	<b>33</b>
<b>3.1</b>	<b>Wasserkraft</b> .....	<b>34</b>
3.1.1	Beschreibung.....	34
3.1.2	Produktionskapazitäten .....	35
3.1.3	Nachteile im Zusammenhang mit der Herstellung von Elektroenergie von Wasserkraft .....	38
<b>3.2</b>	<b>Windkraft</b> .....	<b>43</b>
3.2.1	Beschreibung.....	43
3.2.2	Windpotenzial .....	44
3.2.3	Windparks .....	49
3.2.4	Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und Verbrauch von Windenergie .....	52
<b>3.3</b>	<b>Photovoltaik</b> .....	<b>54</b>
3.3.1	Beschreibung.....	54
3.3.2	Potenzial der Sonnenenergie .....	55
3.3.3	Photovoltaik-Parks und Anlagen .....	56

3.3.4	Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und Verbrauch von Sonnenenergie.....	57
<b>3.4</b>	<b>Geothermalenergie .....</b>	<b>58</b>
3.4.1	Beschreibung.....	58
3.4.2	Potential der Geothermalenergie.....	62
3.4.3	Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und dem Verbrauch von Geothermalenergie .....	63
<b>3.5</b>	<b>Biomasse .....</b>	<b>64</b>
3.5.1	Beschreibung.....	64
3.5.2	Potenzial der Biomasse .....	67
3.5.3	Potenzial für Erzeugung von Biobrennstoffe in Bulgarien für die Erfüllung der Nationalziele bis 2020 Jahr. ....	72
3.5.4	Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und dem Verbrauch von Biomasse und Biotreibstoffen.....	77
<b>4</b>	<b>Atomenergie in Bulgarien. Existierende Kapazitäten und Projekte. ....</b>	<b>79</b>
<b>4.1</b>	<b>Wesen der Atomenergie .....</b>	<b>79</b>
<b>4.2</b>	<b>AKW „Kozloduy“ .....</b>	<b>84</b>
4.2.1	Technisches und administratives Wesen des Betriebs.....	84
4.2.2	Ökonomischer Aspekt.....	85
<b>4.3</b>	<b>Projekt AKW „ Belene“ .....</b>	<b>88</b>
4.3.1	Projektgeschichte .....	88
4.3.2	Vorteile und Nachteile des Projekts „Belene“ .....	89
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>91</b>
<b>6</b>	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>94</b>
<b>7</b>	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>95</b>
<b>8</b>	<b>Grafikverzeichnis .....</b>	<b>96</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>96</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>102</b>

# 1 Einleitung

Die Energiewirtschaft und ihre Zukunft ist ein heißes Thema in Bulgarien. Das Land verfügt über Kernkraftkapazitäten, ist seit 1997 Führer in der Region von Elektroenergieexport, hat das Kyoto-Protokoll ratifiziert und ist seit 2007 Mitglied der Europäischen Union.

Im ersten Teil der Diplomarbeit wird die Aufmerksamkeit auf den Energiesektor im Allgemeinen gerichtet. Da werden die rechtlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung des Sektors betrachtet, sowie die Institutionen, die dafür zuständig sind.

Es wird eine eingehende Analyse der Energiebilanz des Landes gemacht, und es werden die größeren Unternehmen im Energiesektor vorgestellt.

Da sich die Diplomarbeit mit den Problemen in der Energiewirtschaft beschäftigt, wird im nächsten Kapitel der Kaufpreis der Elektroenergie als sehr wichtiger Anreiz für die Hersteller betrachtet. Der Liberalisierungsprozess wird verfolgt und die Kaufpreise der Elektroenergie im regulierten Markt gezeigt.

Weiter werden zwei Themen vorgestellt, die im engen Zusammenhang stehen und einen großen Teil der Probleme und Aufgaben der Energiewirtschaft darstellen. Das sind nämlich die Energieeffizienz und das Kyoto-Protokoll. Die Energieeffizienz wird nach der Kennzahl Energieintensität gemessen- da liegt Bulgarien auf dem letzten Platz in Europa. Das in der japanischen Stadt Kyoto unterzeichnete Protokoll hat als Ziel, die Schadstoff-Emissionen zu reduzieren.

Mit diesen zwei Kapiteln endet der erste Teil der Diplomarbeit. Im zweiten Teil wird die Elektroenergieherstellung vorgestellt. Hier werden die Möglichkeiten für erneuerbare Energieherstellung gezeigt, sowie auch neue Kernkraftkapazitäten, die die alten von 1., 2., 3. und 4.Blocks nach deren Abschalten ersetzen können. Man sucht Antworten auf die wichtigen Fragen über den Einsatz solcher Kapazitäten und über

welche schon gebauten Anlagen das Land verfügt. Zu den erneubaren Energiequellen gehören die Wasser-, Sonnen-, Wind-, Geothermalenergie und die Biomasse.

Jedes Kapitel beginnt mit der theoretischen Beschreibung der Energieart, den Voraussetzungen und Perspektiven für die Zukunft und den eventuellen Problemen bei der Verwendung. Zum Schluss sind die Unternehmen, die diese Energie herstellen, vorgestellt.

Im letzten Teil der Diplomarbeit wird das Thema Kernkraftenergie dargestellt. Bis 2006 war sie die größte Energiequelle Bulgariens. Zuerst wird kurz das Wesen der Atomenergie geklärt. Im Mittelpunkt stehen die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Probleme in der einzigen Kernkraftzentrale Bulgariens- „Kozloduy“

Die Diplomarbeit endet mit dem Projekt „Belene“, - die zweite Atomzentrale. Es wurde in den 90er Jahren aus finanziellen Gründen eingefroren und erst wieder von der Regierung unter Simeon II im Jahr 2005 weitergeleitet. Auch die nächste Regierung unter Sergei Stanischev hat das Projekt weiter entwickelt(bis 2009). Die letzte Regierung Bulgariens mit Premierminister Boiko Borisov aber hat es wieder gebremst, da sie zuerst die Korruptions-Geschäfte klären und danach erst die Wirtschaftlichkeit des Projekts beurteilen will. Die Sicherung von finanziellen Mitteln ist ein weiteres Problem.

## 2 Energiewirtschaft in Bulgarien

Die Republik Bulgarien liegt auf der Osthälfte der Balkanhalbinsel und grenzt im Norden an Rumänien, im Westen an Serbien und Mazedonien, im Süden an Griechenland und an die Türkei und im Osten ans Schwarze Meer.



Abbildung 1: Bulgarien

Das Territorium des Landes ist gegliedert in 28 Verwaltungsbezirke. Die Hauptstadt Bulgariens ist Sofia mit 1.332.029 Einwohnern.<sup>1</sup>

Bevor auf die Hauptthemenbereiche im Einzelnen näher eingegangen wird, ist es notwendig einen Überblick über die aktuelle Situation auf dem Energiemarkt in Bulgarien zu gewinnen. Hierbei wird zunächst die Vergangenheit erforscht.

---

<sup>1</sup> Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Bulgarien>

## 2.1 Kurze Geschichte<sup>2</sup>

1879 ist das erste Jahr in der neuen bulgarischen Geschichte. In diesem Jahr wurde die „Turnovska konstitucia“ (Verfassung) verabschiedet. Alexander Batenberg wurde zum Fürsten der Bulgaren gewählt und Sofia wurde zur Hauptstadt des jungen bulgarischen Fürstentums ernannt. Ziel des damaligen Gemeindevorstands war, die Stadt baulich so zu gestalten, dass keine Erinnerung an die dunklen Jahrhunderte des türkischen Jochs verbleibt.

Die erste Glühbirne in Bulgarien leuchtete am 1. Juli 1879 auf. Es wird vermutet, dass dies die erste aufleuchtende Glühbirne, nicht nur in Bulgarien, sondern auf der ganzen Balkanhalbinsel, war. Das ambitionierte Projekt war, mit der elektrischen Beleuchtung der Straßen, der Stadt eine moderne europäische Gestalt zu verleihen. Zwei Wasserkraftzentralen sollten an den Flüssen „Boianska“ und „Vladaiska“ errichtet werden. Das städtische Stromnetz sollte unterirdisch sein.

Im Jahr 1900 wurde die „Pancharevska“ Zentrale gleichzeitig mit der elektrischen Beleuchtung der Stadt Sofia in Betrieb gesetzt. Die ersten privaten Kunden erreichten die Anzahl 17 und ein Jahr später schon 250. Die Periode 1925-1944 ist eng mit der Nutzung der elektrischen Energie der Kraftwerke verbunden, die am Fluss „Rilska“ errichtet wurden.

Die kommunistische Periode<sup>3</sup> zwischen 1944-1989 ist von einer aufsteigenden energiewirtschaftlichen Entwicklung geprägt. Bis 1944 waren nur 13% der Städte, in denen ca. 40 % der Bevölkerung lebte, mit elektrischer Energie versorgt. Der jährliche Verbrauch pro Kopf erreichte 44 KWh. Die verzögerte Entwicklung der Energiewirtschaft reflektiert die soziale und wirtschaftliche Entwicklung Bulgariens. Der Elektrifizierung wurde Priorität eingeräumt. Als Resultat wurde am Ende die 60-er Jahre volle Elektrifizierung des Landes erreicht. Den ersten Platz im Verbrauch hat die Industrie genommen, den zweiten- die Bevölkerung. Wegen Mangel an natürlichen Ressourcen – Wasser und hochwertige Kohle - war Bulgarien nur an thermischen

---

<sup>2</sup> CEZ-Bulgarien , Geschichte – Online Ressourcen

<sup>3</sup> Zeitschrift "Nova Zora" - Ausgabe 12 - 27 März 2007

Kraftwerken orientiert. Bis zum Ende der 80er waren die thermischen Kraftwerke mit 49,1% die Hauptenergiequelle von der Gesamtleistungskapazität des Landes.

Das erste Kraftwerk oder besser gesagt der erste Kraftwerkkomplex wurde in „Marischki Basein“ gebaut. Das war zuerst das thermische Kraftwerk (TKW) „Maritza Ost 1“ - von 1961-1962, dann das TKW „Maritza Ost 2“ von 1966-1968.

Es wurde noch damals klar, dass die begrenzten natürlichen Ressourcen nicht die ständig steigenden Bedürfnisse an Energie decken konnten. Im Jahr 1974 wurde der erste Reaktor des AKW „Kozloduy“ im Betrieb gesetzt. Das AKW hat 15,351 Milliarden kWh produziert im Vergleich mit dem Verbrauch von 34,1 Milliarden. Die Zentrale produziert die preisgünstigste Energie auf der Balkanhalbinsel und diesbezüglich ist Bulgarien ein regionales Energiezentrum geworden. Für weniger als ein halbes Jahrhundert wurden 135 Kraftwerke (mit ca. 11.110 MW Kapazität) ausgebaut und in Betrieb gesetzt, davon 88 Wasserkraftwerke mit 1.980 MW Kapazität; 18 thermische Kraftwerke mit 5.300 MW Kapazität, 1 Atomkraftwerk mit einer Kapazität von 2.760 MW und 23 thermische Betriebskraftwerke mit 1.070 MW Kapazität.<sup>3</sup>

Die post-kommunistische Periode nach 1989-2000 ist eng mit der wirtschaftlichen und politischen Krise verbunden. Das hat auch die Energiebranche betroffen. Anfangs der 90er Jahre wurde das Projekt für das zweite AKW „Belene“ gebremst. Die Reaktoren 1 und 2 des AKWs „Kozloduy“ wurden am 31.12.2002 abgeschaltet, sowie auch die Reaktoren 3 und 4-am 31.12.2006.

Am Anfang des neuen Jahrhunderts wurden Schritte in Richtung Privatisierung des Energiesektors gemacht. Langsam wurden neue Energiekräfte geschaffen, die die alten und diejenigen, die nicht mehr im Betrieb waren, ersetzen sollten. Genauso begann die Sanierung der alten Anlagen, um eine höherer Energieeffektivität zu erreichen und den negativen Einfluss auf die Umwelt zu senken. Ein großer Schritt in der Energieentwicklung war der Ausbau von neuen erneuerbaren Energiekraftwerken. Im Jahr 2007 verfügte Bulgarien über 11.215 MW eingesetzte Elektroproduktionskräfte,

---

<sup>3</sup> Zeitschrift "Nova Zora" - Ausgabe 12 - 27 März 2007

davon 4.410 MW von TKW, 2.000 MW von AKW, 1795 MW von Kraft-Wärme-Kopplung und 3010 MW von erneuerbaren Energieträgern.<sup>4</sup>

## **2.2 Staatliche Institutionen**

Es existieren unterschiedliche Institutionen und Organisationen, die die Energiewirtschaft bestimmen und regulieren. Die größte Rolle spielen die staatlichen Institutionen.

### **2.2.1 Ministerrat und Ministerium für Wirtschaft und Energie<sup>5</sup>**

Der Ministerrat bestimmt die staatliche Politik im Energiesektor. Er ist sozusagen der Gipfel der Staatsverwaltung im Energiebereich. Die Energiestrategie der Republik Bulgarien wird vom Minister für Wirtschaft und Energie vorgeschlagen und vom Ministerrat genehmigt. Der Minister für Wirtschaft und Energie führt die staatliche Energiepolitik durch. Er hat zahlreiche Aufgaben, wie zum Beispiel die Genehmigung von allgemeinen Energiebilanzprognosen des Staates, die Bestimmung aus Versorgungssicherheitsgründen von einer allgemeinen Jahresquote für den verbindlichen Elektrizitätsaufkauf von Erzeugern, die lokale primäre Energieträger benutzen, die Erarbeitung von nationalen Programmen zur Förderung des Einsatzes von erneuerbaren Energiequellen usw.

### **2.2.2 Staatliche Kommission für Energie- und Wasserregulierung (SKEWR)<sup>5</sup>**

Im Allgemeinen ist die regulierende Funktion der Minister sehr begrenzt. Die Regulierung der Tätigkeiten im Energiebereich und auch in der Wasserversorgung und Kanalisation wird von einem unabhängigen staatlichen Organ ausgeübt, nämlich der

---

<sup>4</sup> Ministerium für Wirtschaft und Energie

<http://www.mi.government.bg/energy/energy/docs.html?id=270836>

<sup>5</sup> Energiegesetz

Staatlichen Kommission für Energie- und Wasserregulierung. Sie ist eine juristische Person, Kollegiumsorgan, bestehend aus 13 Mitgliedern.

Die Aufgabe der Kommission ist die Regulierung der Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Elektroenergie und Erdgas, dem Handel mit Energie und Erdgas und der Produktion und Übertragung von Wärmeenergie. Für dieses Ziel hat die Kommission folgende Kompetenzen:

- Ausstellen, Ändern und Entnehmen von Konzessionen(Lizenzen)
- Kontrolle
- Regulierung der Preise
- Entscheidet für das Einsetzen der Methode für die Bestimmung der Preise der ausgleichenden Elektroenergie
- Bestimmt die Regeln für den Zugang zum Elektro- und Gasübertragungsnetz bzw. Elektro- und Gasverteilungsnetz
- Bestimmt und kontrolliert die Regeln und Bedingungen für die Lieferung von Elektroenergie, Wärmeenergie und Erdgas zu den Verbrauchern.
- Ausstellen von Zertifikaten für die Hersteller der Elektroenergie betreffend der Herkunft der Energie aus den erneuerbaren Quellen
- Bestimmt den Ausmaß für den zulässigen Verlust bei der Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Energie und Erdgas
- Usw.

Die nachfolgenden Grundsätze befolgt die Kommission bei der Preisregulierung:

- Transparenz, Sachlichkeit und keine Diskriminierung bei der Preissetzung
- Die Preise der energiewirtschaftlichen Unternehmen sollen wirtschaftlich begründet sein indem sie die operativen Kosten zurückerstatten sowie die nicht rückzahlbaren Kosten einschließen, die mit dem Übergang zu einem konkurrenzfähigen Energiemarkt entstehen. Die Preise sollen auch die Kosten, die durch die Erfüllung der Verpflichtungen gegenüber der Gesellschaft entstehen und mit der Versorgungssicherheit verbunden sind, decken.
- Ein wirtschaftlich begründetes Ausmaß des Kapitalrückflusses soll gewährleistet werden.
- Die Kosten für die Belieferung der einzelnen Verbrauchergruppen mit Energie und Erdgas sollen entsprechend sein.

- Die Übertragung der Kosten aus den Präferenzpreisen für die Kraft-Wärme-Koppelung und für die erneuerbaren Energiequellen soll gerecht sein.

Die SKEWR befolgt bei der Erfüllung der regulierenden Funktion bestimmte Prinzipien:

- Verhinderung der Einschränkung der Konkurrenz auf dem Energiemarkt sowie Stimulierung der Entwicklung eines konkurrenzfähigen Marktes
- Sicherung von Gleichgewicht zwischen den energiewirtschaftlichen Unternehmen und den Verbrauchern
- Sicherung der Gleichstellung der einzelnen Kategorien von energiewirtschaftlichen Unternehmen und Verbrauchergruppen.
- Stimulierung der Effizienz der geregelten energiewirtschaftlichen Unternehmen

### **2.2.3 Regulierungsagentur für Kernenergie<sup>6</sup>**

Die Agentur ist eine juristische Person, die von Staatsbudgetmitteln unterstützt wird. Der Vorsitzende der Agentur ist ein unabhängiges spezialisiertes Organ der Exekutive, das staatliche Regulierung der gefahrlosen Nutzung der Atomenergie und ionisierenden Ausstrahlung und gefahrlosen Steuerung der radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennstoffen ausführt. Der Vorsitzende wird vom Premierminister für einen Zeitraum von 5 Jahren ernannt.

Die Agentur hat zwei Hauptaufgaben. Die erste Aufgabe ist wie schon erwähnt im Bereich der staatlichen Regulierung und Kontrolle bei der Nutzung der Atomenergie und ionisierenden Ausstrahlung und bei der Steuerung der radioaktiven Abfälle und abgebrannten Brennstoffen. In diesem Zusammenhang hat die Agentur folgende Befugnisse:

- Erteilung, Änderung, Erneuerung und Aufhebung von Lizenzen und Genehmigungen für die gefahrlose Ausführung der Tätigkeiten die im Gesetz für gefahrlose Nutzung der Atomenergie vorgesehen sind.
- Übt Kontrolle über die Berücksichtigung der Anforderungen und Normen aus

---

<sup>6</sup> Ordnung der Regulierungsagentur für Kernenergie

- Ausstellen und Entzug von Berechtigungsbescheinigungen für Beschäftigung in Atomanlagen.
- Entscheidet über Zwangsverwaltungsmaßnahmen und Verwaltungsstrafen.
- Überträgt die Vorbringung der Gutachten, Studien und Forschungen im Zusammenhang mit der Atomsicherheit und dem Schutz vor Strahlung.
- Gründet Zonen der Überwachung rund um die Atomanlagen und die anderen Objekte mit Quellen ionisierender Ausstrahlung

Die zweite Hauptaufgabe ist im Bereich Kontrolle, Überwachung und Kooperation im Zusammenhang mit dem Atomwaffensperrvertrag zwischen der Republik Bulgarien und der internationalen Atomenergieorganisation.

## **2.2.4 Amt für Energieeffizienz**

Profil:

Das Amt für Energieeffizienz (AEE) wurde im Jahr 2002 errichtet als:

- eine Schnittstelle im Energieministerium zur Durchführung von Projekten in Verbindung mit dem Programm „PHARE“ der EU zur sparsamen Verwendung von Energie
- nationales Amt für Energieeffizienz im Ministerrat – 1997
- nationales Amt für Energieeffizienz - 1999

Das AEE ist eine juristische Person, wird aus dem Staatsbudget finanziert und der Sitz der Geschäftsleitung ist in Sofia. Sie hat eine Ausführfunktion für den Minister für Wirtschaft und Energie.

Kompetenzen:

Das AEE arbeitet eng mit den Ministerien und Behörden, Kammern und Verwaltungen von Bezirken und Wirtschaftsakteuren zusammen. Es bietet Unterstützung in folgenden Bereichen:

1. Entwicklung von Programmen zur Steigerung der Energieeffizienz

2. Austausch von Technologien, Wissen und Erfahrung innerhalb der EU
3. Sicherung der finanziellen Mitteln für Programme und Projekte in Europa zur wirtschaftlichen und sozialen Konvergenz, aber auch für nationale und internationale Programme
4. Ausführung von Projekten zur Verbesserung der Energieeffizienz
5. Teilnahme an Projekten zur Entwicklung von Normen und Regelungen, in Einklang mit der europäischen Gesetzgebung, Festlegung von Benchmarkpunkten und Bewertungen in Verbindung mit der Energieverwendung
6. Bietet Entwicklung und Verbesserung der Normen im Bereich der Energieeffizienz mit dem Ziel der Harmonisierung mit den europäischen Normen und Stimulierung der Steigerung von Energieeffizienz bei den Energieverbrauchern.
7. Wirkt bei der Entwicklung der Ausbildung im Bereich der Energieeffizienz mit
8. Veranstaltet Seminare, Konferenzen und Fachtreffen

Die Programme für Energieeffizienz, entwickelt vom AEE werden vom Vorstand des AEE überwacht und koordiniert. Dieser analysiert und fasst deren Ergebnisse zu statistischen Zwecken für das Ministerium für Wirtschaft und Energie, zur Erstellung der jährlichen nationalen Energiebilanz, zusammen.

## 2.3 **Energiewirtschaftliche Strategie**<sup>7</sup>

Die effektive Funktion der Energiewirtschaft ist lebenswichtig für jede Wirtschaft. Die Energie ist als wesentliches Element in jedem Produkt der Industrie und in jeder Dienstleistung anwesend. Die Ausarbeitung und Realisierung einer Strategie für wirtschaftlich effektive und gesicherte Energieversorgung passend zur Erhaltung der Umwelt ist die grundlegende Voraussetzung für die Erfüllung der nationalen Ziele für bedeutendes und widerstandsfähiges Wirtschaftswachstum und Bewältigung der Armut.

Auf der ganzen Welt werden strukturelle, institutionelle und regulierende Reformen im Energiebereich durchgeführt. Ihre Ziele sind Deregulierung und Wettbewerb zu schaffen, den Effizienzgrad zu erhöhen und die Leistungsqualität zu verbessern. Das Ergebnis ist einerseits wirtschaftlich (Minimisierung der Kosten) und andererseits sozial (Übertragung des Ersparnisses durch minimisierte Kosten über Endpreise). Gleichzeitig ist die Liberalisierung (Erweiterung und schrittweise Öffnung des Marktes für immer mehr Verbraucher) der Energiewirtschaft ein untrennbarer Teil des Konzepts für Modernisierung der nationalen Wirtschaft und Bewegungsfreiheit für Waren und Dienstleistungen.

Im Jahr 2002 hat die bulgarische Energiewirtschaft einen neuen Kurs genommen. Neue energiewirtschaftlichen Strategien wurden erarbeitet. Die folgenden Ziele wurden gesetzt:

- Umgestaltung der bulgarischen Energiewirtschaft vom geschlossenen System in einen Teil des dynamisch integrierenden Energiemarkts
- Hauptziel war die Konkurrenzfähigkeit der nationalen Energiewirtschaft sowohl im Regionalaspekt als auch auf dem zukunftsintegrierten Energiemarkt
- Erreichung einer konkreten, zuverlässigen und umweltfreundlichen Energieversorgung durch hohe Energieeffizienz
- Das regulierende Organ übernimmt den dominierenden Platz

---

<sup>7</sup> Energiewirtschaftliche Strategien der Republik Bulgarien vom 11 Mai 2002

Der staatliche Eingriff sollte bis zur Schaffung von klaren und objektiven Bedingungen für Handel und Schutz der Gesellschaft reduziert werden, wobei die Investoren das Wirtschaftsrisiko übernehmen.

Die nötigen Instrumente zur Erreichung der Ziele waren:

- Finanzumstrukturierung – Schaffung von finanziellen, lebensfähigen Gesellschaften
- Institutioneller Wandel- Positionsfestigung, Autonomie und Einfluss des regulierenden Organs- SKEWR
- Umstrukturierung des Handels – Übergang vom Administrieren zum Regulieren und Schaffung von klaren Regulationsregeln für Marktteilnehmer
- Deregulierung – Schaffung von klaren und festen Marktregeln und einem Zeitplan zur Öffnung des Innen- und Auslandmarkts für Konkurrenz, sowie Delegation der Rechts der SKEWR für Anwendung der Marktregeln
- Gesetzänderungen - Durchsetzung des neuen Energiegesetzes
- Privatisierung- Wechsel des Eigentums zwecks Investitionsanziehung und Modernisierung der Steuerung

Die letzten energiewirtschaftlichen Strategien von 2002 haben eine wichtige Rolle für die Vorbereitung des Eintritts Bulgariens in die EU in 2007.

Neue energiewirtschaftliche Strategien sind geplant. In der neuen energiewirtschaftlichen Politik der Republik Bulgarien müssen bis 2020 Mechanismen zur Erreichung eines Anteiles von 20% der Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern existieren (gemäß Richtlinie 2001/77/EG).

## 2.4 Energiequellen, Energieunternehmen und Energiebilanz

Die Energiequellen in der Republik Bulgarien sind fossile, nukleare und in den letzten Jahren die sehr populären erneuerbaren Energien (Wasser-, Wind-, Sonnen- und Energien aus Biomasse). Nach den aktuellsten Daten der IEA (International Energy Agency) kann man mit dem nachfolgenden Diagramm die Anteile der primären Energieversorgung visualisieren. Für das Jahr 2007 beträgt die totale primäre Energieversorgung 20.231 ktoe, 38,1% davon ist von Kohle. Haupt-Inlandsressource Bulgariens ist Braunkohle. Eine Schätzung des Bestandes an Braunkohle im „Maritza Ost“ Becken beträgt 1300 Millionen Tonnen, welche die Elektroenergieerzeugung für die nächsten 50-55 Jahren sichern würde. Die Minen „Maritza Ost“ EAD ist der Betrieb, der die größte Fundstätte von Braunkohle in Bulgarien ausnutzt und versorgt drei Wärmekraftwerke und eine Brikettfabrik. Die Gesamtgewinnung von Kohle im Jahr 2007 betrug 28,4 Millionen Tonnen, das ist um 10,8 % mehr im Vergleich mit 2006. Das Ergebnis ist ein klares Zeichen für die Strukturveränderungen in der Energiebilanz, die vom Abschalten des 3. und 4. Blocks des AKWs „Kozloduy“ verursacht wurden. Die Änderung bei der Kohlegewinnung in den letzten Jahren steht im engen Zusammenhang mit der erhöhten Belastung der thermischen Kraftwerke in „Maritza Ost“ und dem Abschalten der Blocks 1 bis 4 im AKW „Kozloduy“.<sup>8</sup>

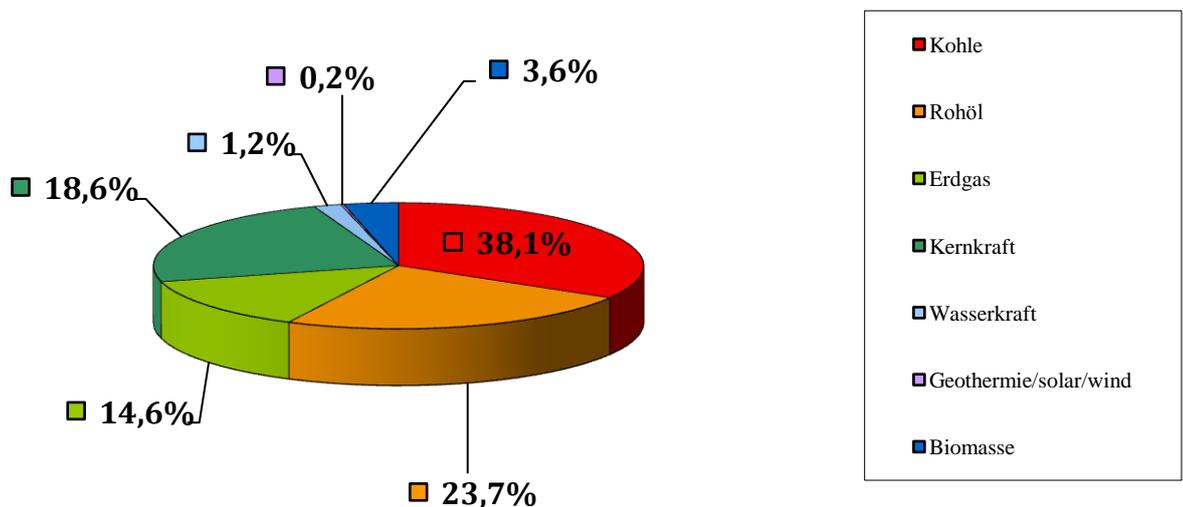


Abbildung 2: Einteilung der total primären Energieversorgung in 2007 in Bulgarien (TPES)<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Status des Energiemixes Bulgariens für 2007 Online Ressourcen

<sup>9</sup> IEA energy statistics- Online Ressourcen

Die Erdölgewinnung in Bulgarien ist unbedeutend. Im Jahre 2007 war die gewonnene Menge nur 25 ktoe. Das ist der Grund für die große Energieabhängigkeit Bulgariens von diesen Ressourcen. Der Import für 2007 betrug 7.259 ktoe. Der Markt für Erdöl und Erdölprodukte ist völlig liberalisiert. In Bulgarien operiert die größte sich auf der Balkanhalbinsel befindende Erdölraffinerie mit Mehrheitsinhaber Lukoil. Unter den großen Teilnehmern am Erdöl- und Erdölproduktenmarkt sind Lukoil, Petrol, OMV, Shell, Naftex, Prista-Oil, Opet, Hellenic Petroleum zu nennen.

„Lukoil Bulgaria“<sup>10</sup> EOOD ist seit 1999 Tochterunternehmen der russischen „Lukoil“ und ist Führer in Handel und Distribution von Brennstoffen, Polymeren und Erdölchemikalien, hergestellt in „Lukoil Neftohim Burgas“ AD, führender Lieferant in Europa und den USA. Die Unternehmensgruppe besitzt eine Kette von 150 Tankstellen im ganzen Land, mit hohem Marktanteil (20-35%) von Erdölprodukten, Brennstoffen, Polymeren in Südoststaaten Europas.

„Prista Oil“<sup>11</sup> AD- Bulgarien ist ein Teil der „Prista Oil“ Gruppe, welche mittels ihrer Tochterunternehmen in ganz Europa Tätigkeiten im Bereich Erzeugung, Verbreitung, Verkauf und Handel mit Motor- und Industrieölen, Schmierstoffen, Bremsflüssigkeiten und kühlenden Flüssigkeiten ausübt. Im April 2000 kaufte „Texaco Global Products“ 25% der Aktien von „Prista Oil“ AD und damit betrat das Unternehmen und seine Tochterunternehmen die große Familie der führenden Erdölgesellschaften.

„Petrol“<sup>12</sup> AD ist ein privates Unternehmen, Führer in Brennstoffdistribution in Bulgarien, das im 1939 Jahr gegründet wurde. Das Unternehmen besitzt 470 Tankstellen, eine eigene Raffinerie, neun Labors für permanente Qualitätskontrolle der Erdölprodukte, 80 Erdölbasen und 3 Erdölhafenterminals.

Der nächste Teil des Diagramms ist das Erdgas mit seinen 14,6 % Anteil. Das Erdgasvorkommen ist beschränkt. Spezifisch für Bulgarien ist ihre Abhängigkeit von der einzigen Quelle (Russland) und der Mangel an Alternativen.

---

<sup>10</sup> <http://www.lukoil.bg/>

<sup>11</sup> <http://www.prista-oil.com/>

<sup>12</sup> <http://www.petrol.bg/>

Ein anderes spezifisches Merkmal ist das unentwickelte Netz der Erdgasverteilung. Die Entwicklung ist in ihrer Eingangsphase.

Das Unternehmen, das Erdgasgewinnung in Bulgarien realisiert ist das Tochterunternehmen der Britischen „Melrose“<sup>13</sup>- „Petreco S.A.R.L Bulgaria“ EOOD. Der Fundort „Galata“ befindet sich im Schelf vom Schwarzen Meer.

Das Nationalgasunternehmen „Bulgargas“ EAD ist eine öffentliche Gesellschaft mit der Funktion eines öffentlichen Lieferanten und damit verbundenen Verkauf, Einkauf und Lagerung von Erdgas in Erdgasspeichern. Das zweite Unternehmen von „Bulgargas Holding“ – „Bulgartransgas“ beschäftigt sich mit Aufbewahrung, Transit Transport und Transport von Erdgas.<sup>14</sup>

Die Gasverteilung wird durch Regional- und Lokalunternehmen realisiert - meistens Privatunternehmen wie beispielsweise die Tochterunternehmen von „Overgas“ Ad (73,8% Marktanteil), „Citigas Bulgaria“ und „Chernomorska Technologichna Kompania“.

Der niedrige Prozentsatz der Kernenergie (18,6% im Vergleich dazu 2005 23,5%) ist mit der Stilllegung des 3. und 4. Reaktors des AKW anfangs 2007 verbunden. Die Atomenergie ist als lokale Quelle zu betrachten die zu bedeutenden Grad zur Verbesserung der Energieunabhängigkeit beiträgt. Wegen der Benutzungseinschränkung von lokaler Kohle aus ökologischen Gründen ist eine Erhöhung der Energieabhängigkeit zu erwarten.

Die Quantität und das Potenzial des Uranerzes hat nur ungefähre Bewertung. Die Gewinnung wurde abgebrochen und die Erzgruben wegen hoher Kosten, unvollkommenen Technologien und radioaktiver Verschmutzung geschlossen.

Die nächsten Teile des Diagramms (total 5%) gehören den erneuerbaren Energiequellen. Tiefer wird dieses Thema weiter in der Diplomarbeit betrachtet.

---

<sup>13</sup> <http://www.melroseplc.com/>

<sup>14</sup> <http://www.bulgargazholding.biz/>

Nach den Daten von IEA kann man den Grad der Energieabhängigkeit berechnen.

Angebot und Verbrauch	Kohle	Rohöl	Öl Produkte	Erd gas	Kernkra ft	Wasser kraft	Geother mal, Solar, etc.	Biomasse & Abfälle	Elektri zität	Wär me	Total Ener gie
Erzeugung	4811	25	0	236	3836	247	37	780	0	0	9972
Einfuhren	3064	7259	1626	2753	0	0	0	0	263	0	14965
Ausfuhren	-1	0	-3718	0	0	0	0	-25	-648	0	-4392
Internationale Schiffsverkehr Bunker	0	0	-53	0	0	0	0	0	0	0	-53
Internationalen Luftverkehr Bunker	0	0	-182	0	0	0	0	0	0	0	-182
Bestandsveränderungen	-23	-40	-30	21	0	0	0	-8	0	0	-79
<b>TPES</b>	<b>7851</b>	<b>7245</b>	<b>-2357</b>	<b>3010</b>	<b>3836</b>	<b>247</b>	<b>37</b>	<b>746</b>	<b>-385</b>	<b>0</b>	<b>20231</b>

**Tabelle 1: Energiebilanz von Republik Bulgarien für 2007 (IEA) in ktoe (Einheiten) – Teil 1**

$$\begin{aligned} \text{En.Abh.} &= \text{Nettoeinfuhren (Import-Export)} \times 100 / \text{Bruttoinlandverbrauch} + \\ &\text{Internationale Schiffsverkehr Bunker} + \text{Internationalen Luftverkehr Bunker} = \\ &= (14.965 - 4.392) \times 100 / (20.231 + 53 + 182) = 10.573 \times 100 / 20.466 = 51,66\% \end{aligned}$$

Im Vergleich zu 2007 beträgt der Grad für Österreich 69%, Deutschland 59% und Frankreich 49,85%<sup>15</sup>. Dänemark sowie Norwegen sind Netto-Exporteure und haben deshalb einen negativen Energieabhängigkeitsgrad.

Im nächsten Diagramm sind die 27 EU-Mitgliedsstaaten nach ihrer Energieabhängigkeitsquote laut der Statistik von Eurostat dargestellt.

<sup>15</sup> Nach der obengenannten Formel berechnet

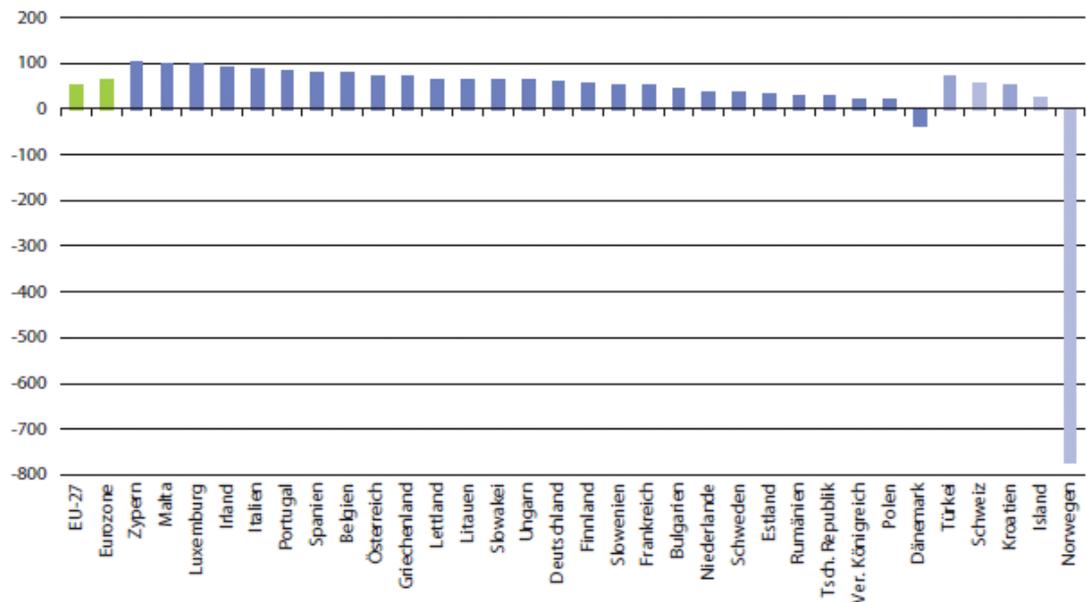


Abbildung 3: Energieabhängigkeitsquote 2006<sup>16</sup>

Die Maßnahmen für die Stimulierung der Energieeffizienz und Förderung der erneuerbaren Energie, und lancierte Projekte für den Aufbau neuer Kapazität von lokalen Kohlen und Atombrennstoff wirken sich positiv auf den Energieabhängigkeitsgrad aus, bringen aber keinen bedeutsamen Effekt in den nächsten Jahren.

Auf der nächsten Abbildung wird die Einteilung der Energieproduktion dargestellt. Es ist klar, dass Atomenergie und Kohle die Kernposten der bulgarischen Energieproduktion sind. Die Energieproduktion beträgt insgesamt 9972 ktoe, fast 50% des TPES (Total Primary energy supply).

<sup>16</sup> Eurostat Jahrbuch 2009 s.457

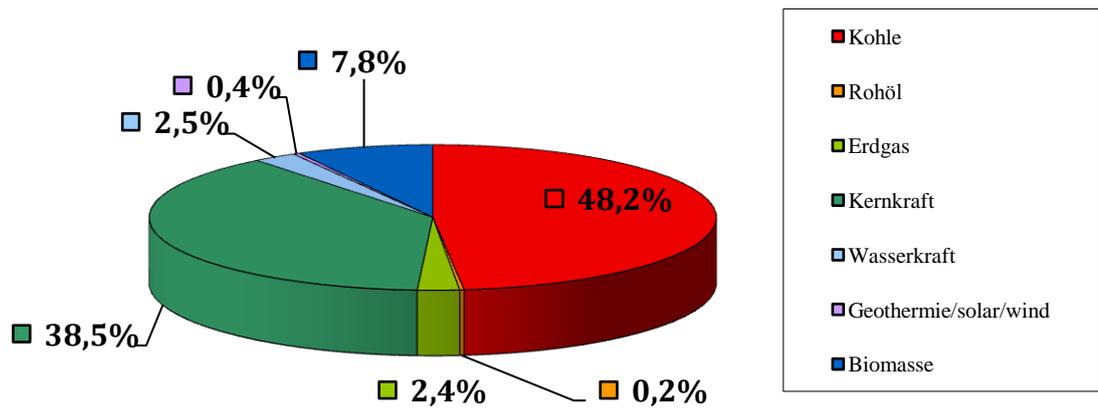


Abbildung 4 : Einteilung der Energieproduktion in Bulgarien für 2007<sup>17</sup>

Die Struktur der Energieproduktion der vorigen Jahre ist ziemlich konstant und zu Gunsten der Kernkraft. Das Abschalten des 3. und 4. Blocks im AKW „Kozloduy“ im 2007 führte aber zu einer Änderung. Zum Vergleich dient das Diagramm über die Einteilung der Energieproduktion im Jahr 2005.

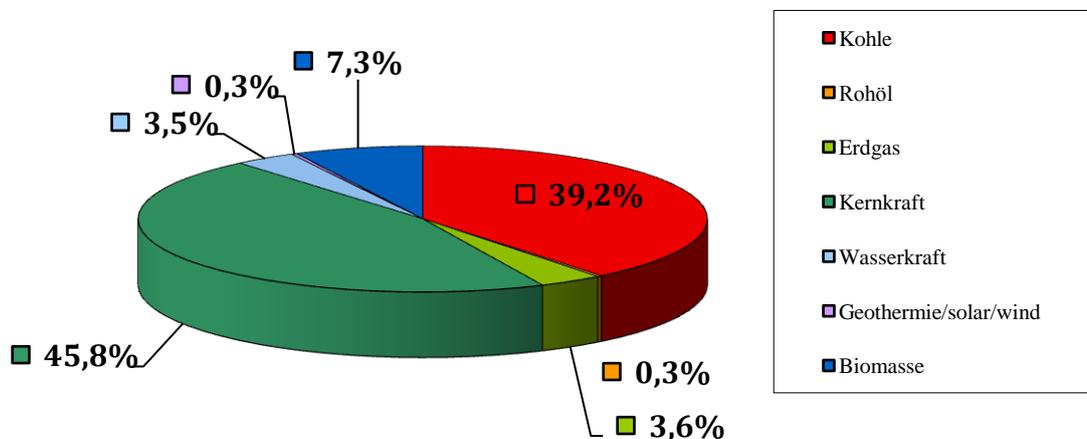


Abbildung 5 : Einteilung der Elektroenergieproduktion in Bulgarien für 2005<sup>18</sup>

Eine Besonderheit der nationalen Energiebilanz ist der außergewöhnliche Teil der Primärenergie und Ressourcen die eingesetzt werden für die Energietransformation-

<sup>17</sup> Aus den IEA Daten berechnet

<sup>18</sup> Aus den IEA Daten berechnet

fast über 96% des TPES für 2007. Die erhaltene Energie ist rund 60% von der eingesetzten Energie zur Transformierung.

Versorgung und Verbrauch	Kohle	Rohöl	Ölprodukte	Erdgas	Kernkraft	Wasserkraft	Geothermal, Solar, etc.	Biomasse & Abfälle	Elektrizität	Wärme	Total Energie
TPES	7851	7245	-2357	3010	3836	247	37	746	-385	0	20231
Übertragungen	0	-74	82	0	0	0	0	0	0	0	8
Statistische Differenzen	0	-2	-19	-86	0	0	0	0	-26	4	-128
Elektrizitätswerke	-5106	0	-27	-9	-3816	-247	-4	0	3146	0	-6063
Blockheizkraftwerk	-1431	0	-120	-765	-20	0	0	-2	546	1029	-762
Heizwerke	0	0	-26	-203	0	0	0	0	0	217	-11
Erdöl Raffinerien	0	-7419	7034	0	0	0	0	0	0	0	-385
Umwandlung von Kohle	-357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-357
Verflüssigungsanlagen	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28
Sonstige Umwandlung	0	223	-219	-25	0	0	0	0	0	0	21
Eigenbedarf	-148	0	-236	-71	0	0	0	0	-538	-297	-1290
Verteilungsverluste	-3	0	0	-45	0	0	0	0	-404	-139	-589
<b>Endverbrauch Gesamt</b>	<b>807</b>	<b>1</b>	<b>4112</b>	<b>1807</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>745</b>	<b>2340</b>	<b>815</b>	<b>10659</b>

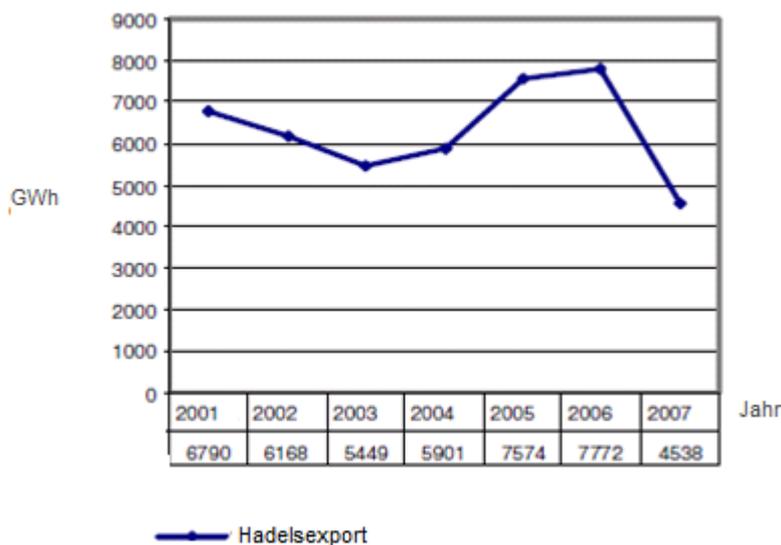
**Tabelle 2: Energiebilanz von R. Bulgarien für 2007 (IEA) – Teil 2**

Bis 1993 ist Bulgarien ein NettoImporteur von elektrischer Energie gewesen. Nach 1997-2005 exportierte Bulgarien elektrische Energie mit einem durchschnittlichen Wachstum von 20% pro Jahr und besetzte schrittweise die Stellung eines regionalen Leaders im Export.<sup>19</sup> Zwischen 2005 und 2006 deckt der Handelsexport gegen 60% vom Defizit der Elektroenergie in der Region.

<sup>19</sup> Energieprofil der Republik Bulgarien 2005

Der Zuwachs der Bruttostromerzeugung nach 1999 ist auf die erhöhte Nachfrage in den Nachbarländern zurückzuführen. Der relative Teil des Exports erreicht im Jahr 2005 bis zu 19% der Bruttostromerzeugung.<sup>20</sup>

Der Handelsexport von Elektroenergie im Jahr 2007 beträgt 4.537,6 GWh. Das sind 10,5% von der Bruttoproduktion und um 41,6% weniger im Vergleich mit der Produktion im Jahr 2006 (damals 17% von der Bruttoproduktion).



**Grafik 1 : Handelsexport der Elektroenergie für die Periode 2001-2007 , GWh <sup>21</sup>**

Die Stromerzeugung wird durch rechtlich unabhängige (seit Jahr 2000 von „NEK“ getrennte) Kraftwerke durchgeführt.

Das einzige Atomkraftwerk „Kozloduy“<sup>22</sup> (mit 2000 MW zurzeit installierte Kapazität), das thermische Kraftwerk (TKW) „Maritza Ost 2“<sup>23</sup> (mit Kapazität 1465 MW) und das TKW „Bobov Dol“<sup>24</sup> (mit Kapazität 630 MW) sind Gesellschaften des öffentlichen Rechts.

<sup>20</sup> Energieprofil der Republik Bulgarien 2005

<sup>21</sup> Status des Energiemixes Bulgariens für 2007

<sup>22</sup> <http://www.kznpp.org/main.php>

<sup>23</sup> <http://www.tpp2.com/index.php?l=1>

<sup>24</sup> <http://tecbd.com/>

Das TKW „Varna“ EAD (Kap. 1260 MW), das TKW „Enel Maritza Ost 3“ (Kapazität 840 MW), das TKW „Maritza 3“ (Kap. 120 MW) und auch die kleineren Wasserkraftwerke (WKW) sind privatisierte Unternehmen. Die größeren Wasserkraftwerke und auch die Pumpspeicherkraftwerke (PSKW) sind in der „NEK“ EAD Bilanz konsolidiert.

Die „NEK“ EAD, die nationale Elektrizitätsgesellschaft ist eine Gesellschaft des öffentlichen Rechts, welche lizenzierte Tätigkeiten wie die Übertragung und Steuerung des Energiesystems, die Energieerzeugung von WKW und PSKW (2563 MW) und die Versorgung der Verbraucher und Verteilungsgesellschaften mit Stromenergie durchführt. Seit dem 01.01.2007, nach der Umstrukturierung gemäß Richtlinie 2003/54, ist das Tochterunternehmen „Betreiber des Elektroenergiesystems“ AED von „NEK“ EAD getrennt. Die Übertragungsaktiven verbleiben im Eigentum von „NEK“ und das Import- und Exportmonopol ist weggefallen.

Die Verteilung der elektrischen Energie wird durch 4 Gesellschaften realisiert, CEZ im Westen; E.ON im Nordosten; EVN im Südosten und die kleine „Golden Sands“ im Urlaubsort „Golden Sands“.

Das Koordinieren und die Führung des Energiesystems, die operative Planung und die Zusammenarbeit mit den fremden Energiesystemen werden von „ESO“- dem elektroenergetischen Systemoperator durchgeführt. Er sichert die Nutzung, die Instandhaltung und das zuverlässige Funktionieren des Übertragungssystems. Die Gesellschaft ist für den Markt von Elektroenergie und Transit durch das nationale Netz zuständig.

Im letzten Teil der Energiebalance ist die Verteilung des Endverbrauchs nach Sektoren dargestellt.

Versorgung und Verbrauch	Kohle	Rohöl	Ölprodukte	Erdgas	Kernkraft	Wasserkraft	Geothermal, Solar, etc.	Biomasse & Abfälle	Elektrizität	Wärme	Total Energie
<b>Endverbrauch Gesamt</b>	<b>807</b>	<b>1</b>	<b>4112</b>	<b>1807</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>745</b>	<b>2340</b>	<b>815</b>	<b>10659</b>
Industriesektor	583	1	819	911	0	0	0	117	875	313	3619
Verkehrssektor	0	0	2437	299	0	0	0	4	34	0	2773
Sonstige Sektoren	224	0	279	133	0	0	33	624	1431	502	3226
Haushalte	213	0	25	33	0	0	0	607	806	377	2062
Handel u. öffentl. Dienst	3	0	48	67	0	0	33	15	606	124	896
Landwirtschaft	8	0	206	32	0	0	0	2	18	1	268
<b>Nicht für energetische zwecke erfolgter Verbrauch</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>577</b>	<b>464</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1041</b>
Petrochemische Rohstoffe	0	0	308	464	0	0	0	0	0	0	772

Tabelle 3: Energiebilanz von R. Bulgarien für 2007 (IEA) – Teil 3

Die Industrie bleibt dominierender Energieverbraucher, was auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass wenige Struktur- und Technologieänderungen durchgeführt wurden.

Zunehmend ist der im Transportsektor entsprechende Verbrauch der Flüssigbrennstoffe. Der größere Anteil beim Energieverbrauch in den Haushalten hat die Stromenergie (39% gegen 24% für EU 27). Der Erdgasanteil ist nur 1,6% (gegen 24% für EU27).<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Abgerechnet von IEA Daten für 2007

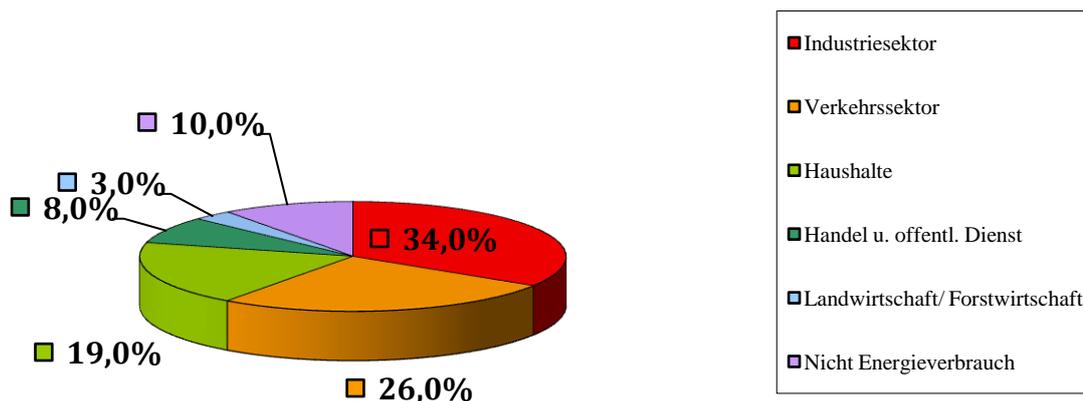
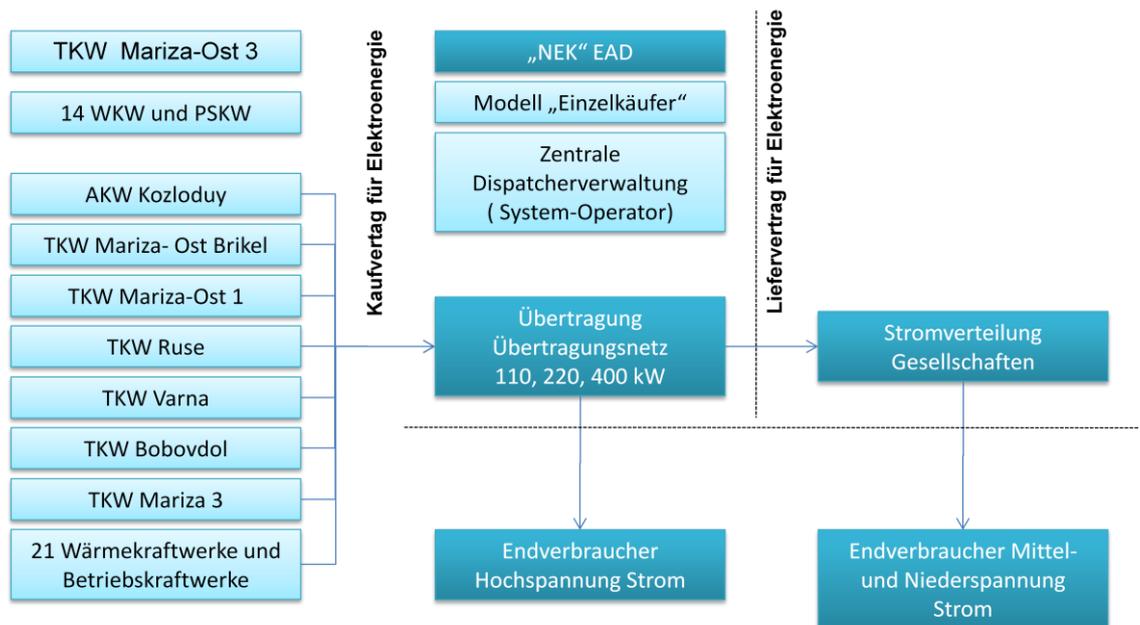


Abbildung 5: Einteilung der TFC (gesamter Endverbrauch)

## 2.5 Preise der Elektroenergie

Wie schon oben erwähnt werden die Preise der Elektroenergie von der SKEWR kontrolliert. Die Entwicklung der Energiewirtschaft und das Erscheinen von neuen Energieherstellern auf dem Markt stehen im engen Zusammenhang mit dem Kaufpreis der Elektroenergie. Im welchem Ausmaß die Preise kontrolliert werden, ist das Thema dieses Kapitels.

Der Energiemarkt in Bulgarien ist liberalisiert. Der Prozess der Liberalisierung läuft in einigen Phasen. Am Anfang wurde die Formel des Handels „Einzelkäufer“ verwendet. In der Abbildung unten ist eine Kette dargestellt. Am Anfang stehen die Energiehersteller, die Verträge zum Verkauf hatten, sowie auch die Hersteller die zur „NEK“ gehören (bis 2004: TKW Maritza Ost 3, 14 WKW und PSKW).



**Abbildung 6: Elektroenergiemarkt: Modell „ Einzelkäufer“ bis 2004<sup>26</sup>**

Im zweiten Teil der Kette, eben im Übertragungsnetz, befindet sich „NEK“, die der einzige Käufer ist. Die Gesellschaft verkauft Energie an die Hochspannungsendverbraucher und an die Verteilungsgesellschaften. Diese verkaufen weiter an die Mittel- und Niederspannungsendverbraucher.

In der nächsten Phase ist der Markt in der regulierten- und in dem liberalisierten Markt geteilt. Im regulierten Markt werden die Preise vom SKEWR bestimmt. Zu diesen Preisen kann man Verträge zwischen den Herstellern und „NEK“, den Herstellern und den Verteilungsgesellschaften (d.h. Endlieferanten), der „NEK“ und den Verteilungsgesellschaften abschließen, den Verteilungsgesellschaften und den Endverbrauchern, sowie auch zwischen zwei Verteilungsgesellschaften abschließen.

Die Hochspannungsverbraucher haben die Möglichkeit den Lieferanten frei zu wählen. So können diese in den liberalisierten Markt einsteigen. In Fällen wo „NEK“ der Lieferant ist sind die Preise auf Kostenbasis der Gesellschaft bestimmt.

<sup>26</sup> Elektroenergiemarkt –Funktion und Liberalisierung

[http://www.mee.government.bg/energy/energy\\_doc/electricity\\_market\\_mid09.pdf](http://www.mee.government.bg/energy/energy_doc/electricity_market_mid09.pdf)

Der liberalisierte Markt unterliegt der freien Vereinbarung der Preise zwischen Händlern, Verbrauchern und Herstellern. Zum Schutz der Niederspannungsverbraucher ist eine Quote bestimmt. Der liberalisierte Markt darf nur mit Elektroenergie über diese Quote handeln.<sup>27</sup>

Wie genau der Markt funktioniert zeigt die nächste Abbildung:

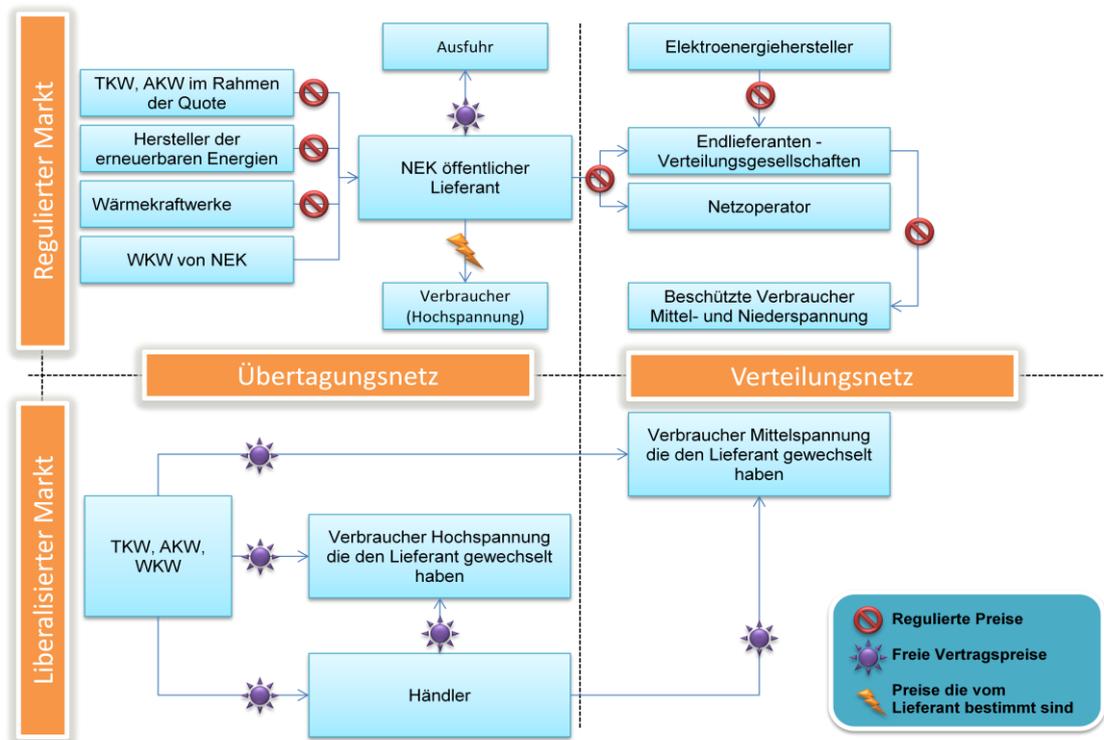


Abbildung 7: Marktmodell 2008<sup>28</sup>

Typisch für den regulierten Markt ist, dass die Vertragsseiten im Voraus vom Energiegesetz bestimmt sind. Das gilt auch für die Handelsmengen. Die Preise sind in Richtung Endlieferanten und „NEK“ von SKEWR bestimmt. Die Teilnehmer haben keinen zusätzlichen Vertrag mit dem „ESO“, der Verteilungs- und der Übertragungsgesellschaft. Sie bezahlen an den Lieferanten für den Zugang und

<sup>27</sup> Elektroenergiemarkt –Funktion und Liberalisierung

[http://www.mee.government.bg/energy/energy\\_doc/electricity\\_market\\_mid09.pdf](http://www.mee.government.bg/energy/energy_doc/electricity_market_mid09.pdf)

<sup>28</sup> Elektroenergiemarkt –Funktion und Liberalisierung

[http://www.mee.government.bg/energy/energy\\_doc/electricity\\_market\\_mid09.pdf](http://www.mee.government.bg/energy/energy_doc/electricity_market_mid09.pdf)

Übertragung der gebrauchte Elektroenergie und tragen keine Kosten für die ausgleichende Energie.

Im freien Teil des Markts gibt es Zugangsverfahren für die Teilnehmer. Hier werden einzelne Verträge mit „ESO“, Übertragungs- und Verteilungsgesellschaften für die Bezahlung der Dienste „Zugang“ und „Übertragung“ abgeschlossen. Jeder hat die Möglichkeit eine Vertragsseite zu wählen. Die Energiemengen werden stundenweise zu freien Marktpreisen vereinbart. Die Teilnehmer unterliegen der Kontrolle betreffend der Abweichung von den Stundenplänen und der tatsächlichen Produktion oder dem tatsächlichen Verbrauch. „ESO“ bestimmt zwei Preise für jede Stunde der ausgleichenden Energie: einen für das Energiedefizit und einen für den Energieüberschuss.

Mit Bestimmung der Preise im regulierten Markt kann der Kauf von den Herstellern der erneuerbaren Energien auf höhere Preise gewährleistet werden. So kann der Staat neue Investitionen fördern. In der Tabelle sind diese Preise der Elektroenergie, bestimmt von SKEWR, dargestellt.

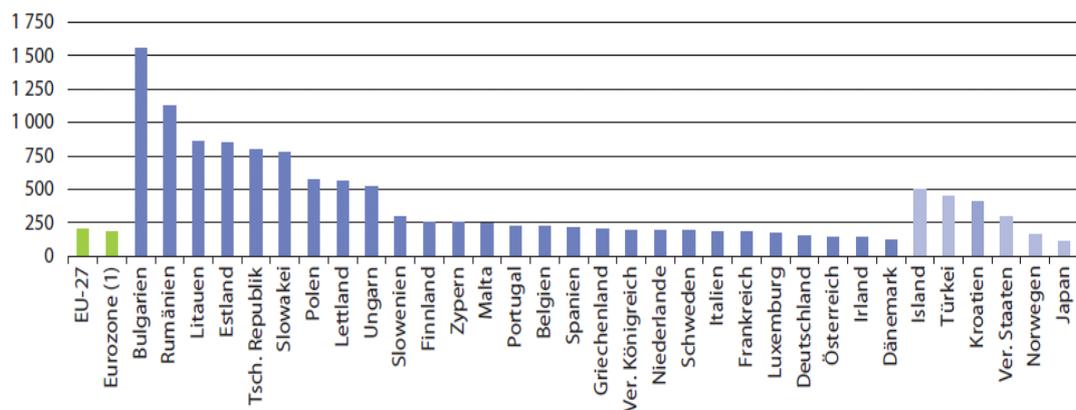
Stromerzeuger	Strompreise (Euro pro MW/Stunde)
AKW Kozloduy	8,05
TKW Bobov Dol	31,82
TKW Mariza 3	33,21
TKW Varna	36,14
TKW Mariza-Ost 2	17,9
Wasserkraftwerke mit installierten Kapazitäten unter 10 MW	53,69
Windkraftwerke mit 800 KW oder mehr installierten Kapazitäten	
Bis 2250 effektiven Arbeitsstunden	96,63
Über 2250 effektiven Arbeitsstunden	87,94
Windkraftwerken mit installierten Kapazitäten unter 800 KW	74,14
Solarenergie bis 5 KW installierte Kapazitäten	420,79
Solarenergie über 5 KW installierte Kapazitäten	386,03
Strom aus Biomasse bis 5 MW installierten Kapazitäten	84,36

Tabelle 4: Quelle: [http://www.dker.bg/prices\\_el.htm](http://www.dker.bg/prices_el.htm) berechnet in Euro ( 1 Euro= 1, 95583 Lev)

## 2.6 Energieeffizienz und Intensität

In den letzten Jahren wird immer öfter über Energieeffizienz global gesprochen. Grund dafür ist die Tatsache, dass die natürlichen Ressourcen ständig ausgeschöpft werden. Andererseits spielen die komplizierten politischen und wirtschaftlichen Bedingungen auf verschiedenen Erdteilen eine starke Rolle. Das führt zu einer Preiserhöhung des Endproduktes: die Elektro- und Wärmeenergie. Auf Grund dieser Gegebenheiten versuchen die Wissenschaftler in zwei Hauptrichtungen zu investieren: Suche nach alternativen Energiequellen und Entwicklung von Methoden zur Steigerung der Energieeffizienz.

In der Energiebalance des Landes sind zwei wichtige Merkmale festzustellen: der große Energieverlust nach der ursprünglichen Verarbeitung und der grosse Energieverbrauch im Industriesektor. Die Hauptursache dafür ist die alte technische Basis. Als Indikator für die Energieeffizienz wird die Energieintensität herangezogen. Letzter wird errechnet indem der Bruttoinlandsenergieverbrauch (TPES) durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP) eines bestimmten Kalenderjahres dividiert wird, sowie auch der Endenergieverbrauch durch das BIP für das Kalenderjahr. Die Volkswirtschaftsstruktur spielt eine große Rolle für Energieintensität. So zum Beispiel haben Länder mit größerem Dienstleistungssektor eine niedrigere Energieintensität. Bulgarien liegt am letzten Platz in der EU nach dieser Kennziffer.<sup>29</sup>

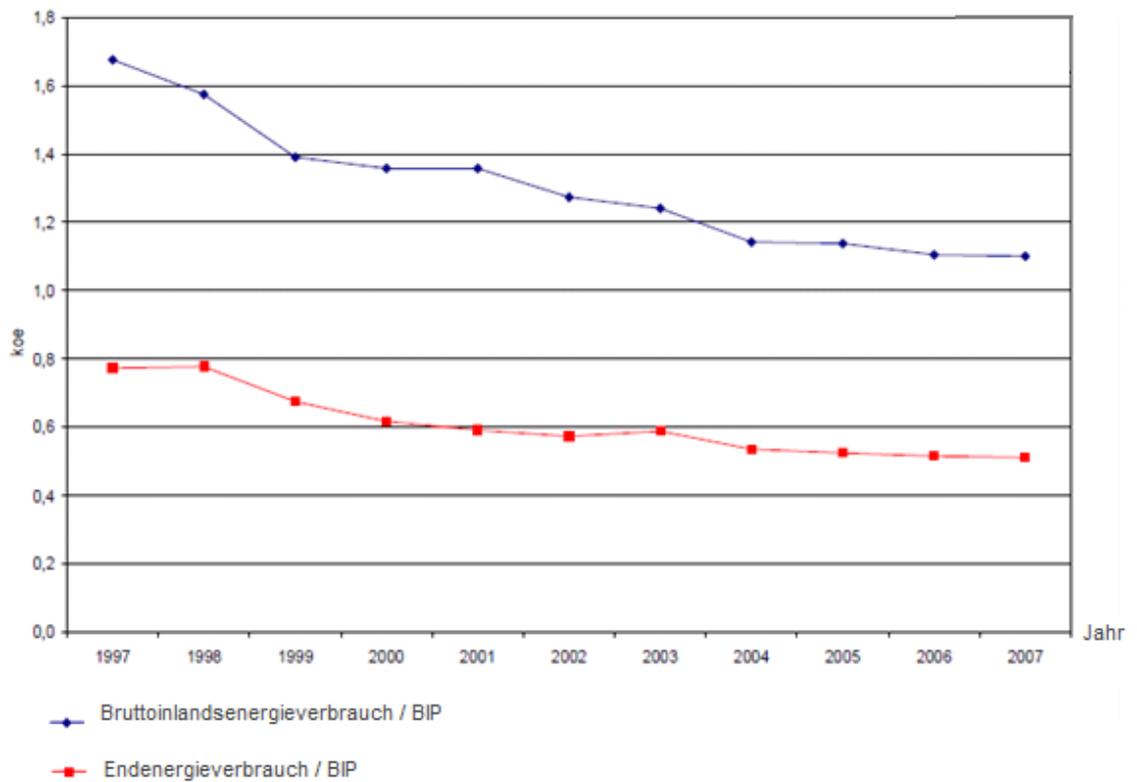


**Tabelle 5: Energieintensität der Volkswirtschaft Eurostat Jahrbuch 2009 (für Jahr 2006)**

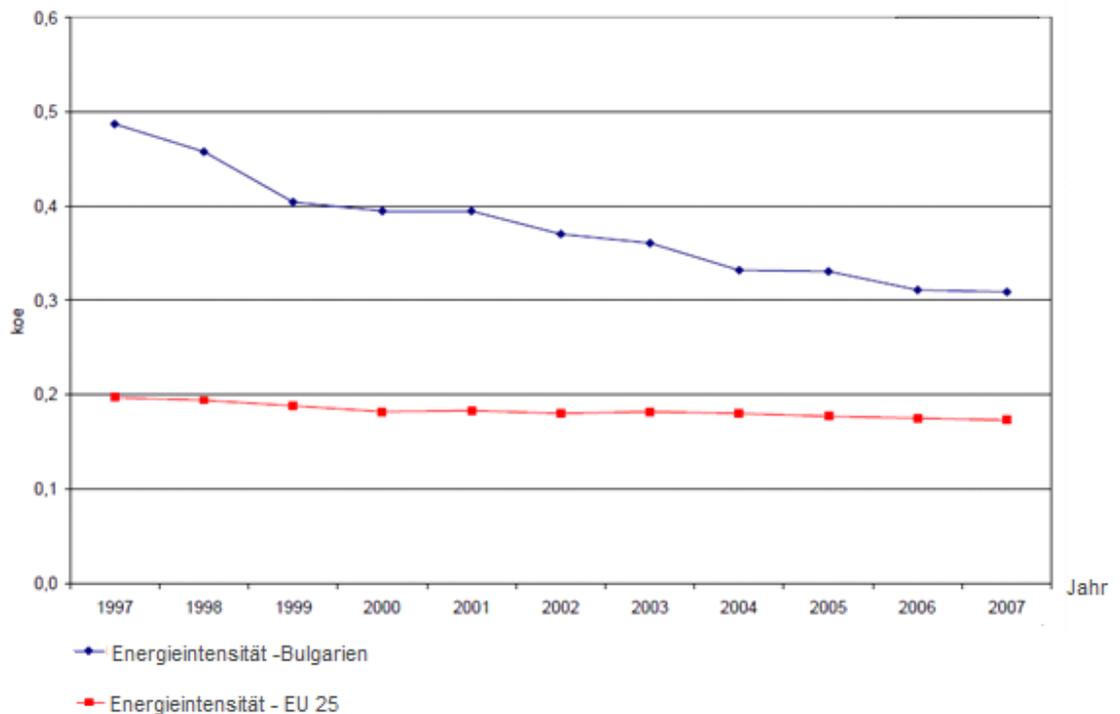
Typisch für den Zeitraum zwischen 1997-2007 ist das Wachstum des BIPs. Es ist mit 63% gewachsen, zirka 5% jährlich. Gleichzeitig wachsen auch Bruttoinlandsenergieverbrauch und der Endenergieverbrauch, als Folge des Wachstums im Transportsektor. Im Endeffekt betrachtet man in diesem Zeitraum eine relativ schnelle Senkung der Energieintensität und besonders der Bruttoinlandsenergieintensität(BIEI). Das bedeutet, dass das BIP schneller wächst als der Energieverbrauch, d.h. die Effektivität des Energieverbrauchs in der Wirtschaft steigt. Das bedeutet zum Beispiel, wenn man das größere BIP im Jahr 2007 mit dem Niveau der Energieintensität von 1997 produziert, hätte man den Energieverbrauch um 1Mio Tonnen Öläquivalent pro Jahr mehr gebraucht.

Die Änderung in der Bruttoinlands- und Endenergieintensität zeigt das nächste Diagramm für den Zeitraum 1997-2007.

<sup>29</sup> Eurostat Jahrbuch 2009



**Grafik 2: Bruttoinlands- und Endenergieverbrauchintensität für den Zeitraum 1997-2007<sup>30</sup>**



**Grafik 3: Energieintensität für Bulgarien und EU 25 - Mittelwert für den Zeitraum 1997-2007**

Der Vergleich mit den anderen EU-Ländern zeigt, dass Bulgarien ein bedeutendes Potenzial für die Senkung der Energieintensität in der Wirtschaft als Folge der

<sup>30</sup> Bericht über Erfüllung des 1. Nationalplan für Energieeffizienz, Juni 2009

Verbesserung der Energieeffektivität hat. Nach den Berechnungen der Unterschiede der Preise, der gebrauchten Treibstoffe, der Wirtschaftsstruktur usw. schätzt man dieses Potenzial auf 40% im Verhältnis zu dem durchschnittlichen-, und auf 60% zum besten europäischen Niveau.

Nach dem Jahr 2000 steigt der Energieverbrauch in Bulgarien im absoluten Wert. Heute liegt der Energieverbrauch bei 2,5t Öläquivalent pro Einwohner im Vergleich zu durchschnittlich 3,8t pro Einwohner in der EU. Das bedeutet, dass die anderen EU-Länder nicht nur viel effektiver die Energie für die Erzeugung des BIPs verwenden, sondern auch viel mehr Energie pro Person verbrauchen. Das liegt an dem fast zweifach geringeren Verbrauch pro Person in Bulgarien im Transport und im Haushalt. Mit dem wirtschaftlichen Wachstum und der Erhöhung des Einkommens steigt der Energieverbrauch: mehr Fahrten mit Privatautos, mehr Flüge, mehr Komfort im Haushalt usw. So nähert sich Bulgarien dem europäischen Niveau in diesen Sektoren.

Wenn wir nochmals den Zeitraum vom 1997-2007 nehmen, können wir behaupten, dass die Energieintensität in Bulgarien schnell sinkt, aber ziemlich hoch bleibt im Vergleich zu den durchschnittlichen Werten in der EU.<sup>31</sup>

Für die Lösung des Problems und gemäß Richtlinie 2006/32/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Energieeffizienz und Energieleistungen stellt Bulgarien einen Plan für Energieeffizienzmaßnahmen zusammen. Hauptziel dabei ist, dass alle Mitgliedsstaaten eine Verringerung des Verbrauches an Brennstoffen und Energien im Ausmaß von 9% des durchschnittlichen Endverbrauches für den Zeitraum vom 2001 – 2005, bis zum 9-ten Jahr seit Inkrafttreten der Richtlinie erreichen.<sup>32</sup>

Der oben erwähnte Plan ist in 3 einzelne Teilplänen geteilt. Der erste erfasst dem Zeitraum vom 2008-2010 und hat das Ziel eine Ersparnis von Treibstoffen und Energie in der Höhe von 3% vom durchschnittlichen Wert laut der Richtlinie für die Periode 2001-2005 zu erreichen. Im Rahmen dieses Planes sind die spezifischen Besonderheiten beim Einsetzen des Ziels sehr genau betrachtet.

---

<sup>31</sup> Bericht über Erfüllung des 1. Nationalplan für Energieeffizienz, Juni 2009

<sup>32</sup> 1. Nationalplan für Energieeffizienz, Juni 2007

Die Maßnahmen für die Verbesserung der Energieeffizienz könnten die Senkung der Schadstoff-Emissionen und Treibhausgase positiv beeinflussen. Das ist das Thema von nächstem Kapitel.

## **2.7 Kyoto-Protokoll<sup>33</sup>**

Das Protokoll wurde 1997 in Kyoto, Japan entwickelt und wurde erst nach seiner Ratifizierung der einzelnen Staaten im Jahr 2005 in Kraft gesetzt. Es wird darin festgehalten, dass sich die Industrieländer zu einer Reduktion der ausgestoßenen Treibhausgase in dem Zeitraum 2008-2012 um 5,2% gegenüber 1990 zu reduzieren. Für die EU beträgt die vereinbarte Reduktion sogar 8,0%. Bulgarien hat sich auch zu einer Reduktion der ausgestoßenen Treibhausgase in der Höhe von 8% verpflichtet, jedoch auf Basis des Jahres 1988.

Alle Staaten, die diese Vereinbarung ratifiziert haben, verpflichten sich, den Ausstoß an CO<sup>2</sup> und weitere 5 Treibhausgase zu reduzieren. Widrigenfalls haben diese „Emissionsbewilligungen“ zu kaufen. Der Verkauf von diesen Bewilligungen wird auf speziellen Börsen gehandelt. Staaten, die das Kyoto Ziel nicht erreicht haben, haben die Möglichkeit „Emissionsbewilligungen“ von Staaten zu erwerben, die das Ziel übertroffen haben.

Mit diesen „Emissionsbewilligungen“ können nicht nur Staaten handeln, sondern auch Gesellschaften und Betriebe. Laut Protokoll hat jeder Staat Emissionsbewilligungen an die einzelnen Betriebe in seinem Gebiet zu verteilen um den Treibhausgasausstoß jedes Betriebes einzuschränken.

Im Fall dass ein Betrieb neue Technologien entwickelt, welche zu einer Reduktion des CO<sup>2</sup> Ausstoßes bei der Produktion führen, können die überflüssigen Emissionsbewilligungen auf der Börse veräußert werden. Auf diesem Weg werden die Betriebe stimuliert, nach neuen umweltfreundlicheren Technologien zu forschen. Die Kosten dafür können durch die nicht benötigten Emissionsbewilligungen gedeckt werden, es ist sogar ein Gewinn durch die Veräußerung möglich. Die Strafe für das Nichterreichen der für den jeweiligen Staat bestimmten Quote für die

---

<sup>33</sup> „Kapital“- Zeitschrift Ausgabe 20 vom 19.05.2006

Verschmutzung der Atmosphäre mit Treibhausgasen beträgt 40 Euro pro Tonne CO<sup>2</sup> im Jahr 2007 und 100 Euro pro Tonne CO<sup>2</sup> im Zeitraum 2008-2012.

Ein anderer Weg zur Erreichung von umweltfreundlichen Investitionen der Betriebe ist der im Kyoto-Protokoll vorgesehene Mechanismus „Gemeinsame Erledigung“. Dadurch können sich die Industriestaaten (Bulgarien gehört dazu) an Projekten anderer Staaten zur Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen beteiligen. Deutschland z.B., dessen Betriebe bereits modern sind und jede Veränderung um eine Reduktion des Ausstoßes von Treibhausgasen zu erreichen nur mit enormen finanziellen Aufwand möglich ist, kann ein Projekt zur „Gemeinsame Erledigung“ in Rumänien oder Bulgarien ausführen. In diesen Ländern sind die Technologien oft veraltet und eine kostengünstige Modernisierung kann zu einer hohen Reduktion der Emissionen führen.

### **3 Erneuerbare Energien in Bulgarien: Unternehmen, Entwicklungspotential und Probleme**

Wie schon erwähnt hat die Verbesserung der Energieeffizienz bzw. die Energieintensität einen positiven Einfluss auf die Senkung der Schadstoff-Emissionen und Treibhausgase. Das ist aber nicht genug für die Erfüllung der Verpflichtungen des Landes aus dem Kyoto-Protokoll. Eine weitere Alternative um den Verpflichtungen des Kyoto-Protokoll nachzukommen ist, die Erhöhung des Anteils der von alternativen Quellen gewonnenen Energie und Kernkraftenergie.

Die Republik Bulgarien verfügt über ein wesentliches unbenutztes Potenzial an erneuerbaren Energiequellen. Gemäß dem „Nationalen langfristigen Programm zur Förderung und Verwendung von erneuerbaren Energiequellen 2005-2015“, wird das verfügbare Potenzial der verschiedenen erneuerbaren Energiequellen auf etwa 6.000 Millionen Tonnen jährlich geschätzt. Darin sind inkludiert: Wasser-, Wind-, Sonnen-, Geothermal,- und Biomassekraft. Die von erneuerbaren Energiequellen im Jahr 2005 (laut Eurostat) gewonnene Energie beträgt ca. 1.000 ktoe, davon Energie von Biomasse 70%, von Wasserkraftwerken erzeugte Stromenergie 24% und sonstige (6%).<sup>34</sup>

Die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen innerhalb der nationalen Energiepalette bringt eine Reihe Vorteile mit sich. Gleichzeitig mit der Erfüllung der politischen Verpflichtungen Bulgariens nach verschiedensten Abkommen werden die erneuerbaren Energien zu einer Verbesserung der Umwelt auf lokaler Ebene führen. Der große Vorteil für den Staat ist allerdings die Verringerung die Energieabhängigkeit von Lieferungen aus dem Ausland und von den internationalen Treibstoffpreisen.

Die Diversifikation des Energiemixes begründet das Hauptthema der Lösung der meisten Energieprobleme. Ein Beispiel dafür wäre die Gaskrise zu Beginn des Jahres 2009, als die Aussetzung der Lieferungen aus Russland die bulgarische Regierung überraschte. Bulgarien hatte zu diesem Zeitpunkt keine durchgesetzten oder

---

<sup>34</sup> Projekt für Energiewirtschaftliche Strategie Bulgariens bis 2020 -

[http://www.mee.government.bg/iko/Proekt\\_En\\_Strategy.pdf](http://www.mee.government.bg/iko/Proekt_En_Strategy.pdf) - stand Mai 2009 s.8

funktionierenden Alternativen für Naturgaslieferungen und wurde dadurch am stärksten von allen Ländern betroffen.

Das Thema ist in Kapiteln nach Art der erneuerbaren Energien gegliedert. Zu beachten sind einerseits die theoretischen Möglichkeiten für die Herstellung der erneubaren Energie mit der Absicht, sie im nationalen Übertragungsnetz einzusetzen sowie die schon geschaffenen Produktionskapazitäten.

## **3.1 Wasserkraft<sup>35</sup>**

### **3.1.1 Beschreibung**

Die Tradition der Nutzung des Wassers datiert schon seit dem alten Ägypten und dem römischen Reich. Die Wasserkraft wurde als Antrieb für Arbeitsmaschinen wie beispielsweise Getreidemühlen genutzt. Wassermühlen wurden im Mittelalter im europäischen Raum für Säge- oder Papierwerke eingesetzt. Die Wasserkraft wird zur Stromerzeugung seit Ende des 19. Jahrhunderts genutzt.<sup>36</sup>

Die Strömungsenergie des Wassers wird genutzt indem die Energie auf eine Turbine übertragen wird und der Generator wandelt die mechanische in elektrische Energie.<sup>37</sup> Es gibt unterschiedliche Typen von Wasserkraftwerken. Die grobe Aufteilung ist an: Niederdruckanlagen, Mitteldruckanlagen und Hochdruckanlagen.

Die Niederdruckanlagen haben eine geringe Fallhöhe (bis 20m) und einen großen Durchfluss des Wassers. Solche Anlagen sind z. B. die so genannten Fluss- oder Laufwasserkraftwerke. Da keine Speichermöglichkeit für das Wasser besteht, wird das Flusswasser direkt durch eine Turbine geleitet. Die Stromerzeugung erfolgt konstant am Tag und bei Nacht kann aber unterschiedliche saisonale Leistung haben.<sup>38</sup>

---

<sup>35</sup> [www.nek.bg](http://www.nek.bg) stand Juni 2009

<sup>36</sup> Deutschlands Informationsportal zu erneuerbaren Energien – stand 19.11.09 <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/wasserkraft.html>

<sup>37</sup> <http://www.das-energieportal.de/startseite/wasserenergie/details-zu-wasserenergie/> stand 02.06.2010

<sup>38</sup> Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Kaltschmitt, Martin/Streicher, Wolfgang/ Wiese, Andreas

Die Mitteldruckanlagen sind diejenigen, die mittlere Fallhöhen benutzen. Die Grenzen variieren zwischen 20m und 100 m.

Bei den Hochdruckanlagen wird das Wasser in einem Speichersee gesammelt. Die Fallhöhe ist mehr als 100 m. Sie befinden sich üblich in Mittel- und Hochgebirgen. Der große Wasserdruck macht es möglich, Strom auch mit wenig Wasser zu erzeugen. Diese Wasserkraftwerke können schnell an- und abgeschaltet werden und somit den Spitzenstrombedarf befriedigen.<sup>39</sup>

Eine weitere Art von Wasserkraftwerk ist das Pumpspeicherkraftwerk, das ebenso für Spitzenstromerzeugung geeignet ist. In Zeiten hoher Stromnachfrage kann das Wasser vom Oberspeicherbecken benutzt werden und dann im unteren gesammelt. In Ruhestunden wird das Wasser wieder in das obere Becken abgepumpt.<sup>40</sup>

### **3.1.2 Produktionskapazitäten**

Der größte Hersteller für Wasserenergie in Bulgarien ist die „Nationale Elektrizitätsgesellschaft“ („NEK“). Sie besitzt und betreibt 29 Wasser- und Pumpspeicherkraftwerke (PSKW) mit einer Gesamtleistung von 2.616 MW in Turbinenbetrieb und 937 MW in Pumpenbetrieb.

Die Hauptproduktion von Strom erfolgt in 14 großen Wasserelektrokraftwerken und PSKW, welche eine Gesamtleistung von 2.533 MW aufweisen. Diese werden in 4 Wasserfallgruppen aufgeteilt: Belmeken-Sestrimo-Chiara, Batak, Vacha und Dolna Arda und haben die Aufgabe die Spitzenbelastungen auszugleichen und das Elektroenergiesystem zu regulieren.

Im Jahr 2009 betragen die Gesamtproduktion an Elektroenergie von Wasserelektrokraftwerken im Besitz von „NEK“ 2.991.496 MWh und der Verbrauch im Pumpenbetrieb 910.205 MWh. Die Gesellschaft strebt vor allem die Sanierung und

---

<sup>39</sup> Wasserkraftanlagen; Planung, Bau und Betrieb.- Giesecke, Jürgen; Mosonyi, Emil- 2005

<sup>40</sup> Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Kaltschmitt, Martin/Streicher, Wolfgang/ Wiese, Andreas- 2006

Modernisierung der großen Elektrokraftwerke an, aber auch den Bau von neuen und die Ausweitung der bestehenden Kraftwerke.

Im Jahr 2006 startete das Projekt zur Sanierung der Kraftwerke der Gruppe Dolna Arda. Damit Wassermassen in keiner der drei Kraftwerke verschwendet werden wird zwecks Wartung jeweils nur ein Aggregat abgestellt, während die restlichen in Betrieb sind. Die Hauptgründe für das Einführen dieses Projekts sind die Erhöhung der Stromproduktion von Wasserkraftwerken, eine effiziente Verteilung der Leistung auf die verschiedenen Aggregate, effektive Ausschöpfung der vorhandenen Wassermassen und eine Verbesserung des Umweltschutzes im Gebiet der Wasserfälle.

Weitere Projektstufen umfassen die Sanierung der elektromechanischen Teile der Wasserkraftwerke Kardshali, Studen Kladenets und Ivaylovgrad. Abgesehen davon sollte die Ausweitung des Wasserkraftwerks Studen Kladenets projektiert und errichtet werden, indem ein neues Aggregat mit einer Leistung in der Höhe von 16 MW und ein kleines Aggregat für umweltfreundliche Gewässer mit einer Leistung in der Höhe von 1 MW angeschafft werden.

Im Jahr 2004 startet auch ein weiteres Pilotprojekt zur gemeinsamen Ausführung nach dem Kyoto-Protokoll betreffend das Memorandum zur Zusammenarbeit zwischen der Republik Bulgarien und der Republik Österreich. Das Ziel des Projekts ist die Errichtung des mittleren Sektors des Wasserfalles Valcha und die effiziente Verwertung des vorhandenen Hydroenergiepotenzials des Valcha-Flusses. Das Wasserkraftwerk „Tsankov Kamak“ wird sich bei der Deckung von Über- und Unterbelastungen und bei der Regulierung der Häufigkeiten bei Notwendigkeit beteiligen.

Mit der Einführung des Betriebes dieses Kraftwerks werde die Emissionen an Treibhausgasen, vor allem CO<sub>2</sub>, Schwefeloxide und Staub reduziert. Die reduzierten Emissionen an CO<sub>2</sub> werden an die Republik Österreich zur Ausführung ihrer Verpflichtungen gemäß dem Kyoto-Protokoll verkauft. Der Wert des Projekts beträgt 220 Mio. Euro. Dieser sieht den Ausbau von einer Kapazität in der Höhe von 80 MW und einer jährlichen Produktion in der Höhe von 185 GWh vor. Im 2010 wird erwartet, dass das Projekt im Betrieb genommen wird.

In der unten stehenden Tabelle wird der Anteil der einzelnen WKW und PSKW an der Gesamtgewinnung an Elektrowasserkraft von der „NEK“ für 2009 und auch bestimmte technische Merkmale dargestellt. Daraus können wir schließen, dass der Kaskade Belmeken-Sestrimo-Chaira die größte Bedeutung zugeordnet werden kann, da von dieser ca. die Hälfte der in Bulgarien gewonnenen Wasserenergie hergestellt wird. Selbstverständlich ist das kein Zufall, da PSKW Chaira 100 km südöstlich von Sofia im Rila-Gebirge errichtet wurde und eine Generatorkapazität von 864 MW und eine Pumpenkapazität von 788MW aufweist und das größte PSKW in Südosteuropa ist.

In dem Kraftwerk sind vier einstufige Wasseraggregate mit jeweils 217 MW im Generatorbetrieb und jeweils 197 MW im Pumpenbetrieb. Das erste und das zweite Wasseraggregat sind seit 1995 in Betrieb. Derzeit ist das PSKW Chaira an erster Stelle weltweit mit seinem Wasseraggregatendruck: 690m in Generatorbetrieb und 701m im Pumpenbetrieb. Das dritte und das vierte Wasseraggregat sind seit 1999 in Betrieb.

Kaskade/Wasserkraftwerk, Pumpspeicherkraftwerk		Energievolumen der Stauseen in Mio. m <sup>3</sup>	Gefälle (meter)	Kapazität (MW)	Erzeugung/ Verbrauch (MWh)
<b>Kaskade Belmeken-Sestrimo-Tschaira</b>	<b>Turbinen</b>	<b>137</b>		<b>1 599</b>	<b>1.309.200</b>
	<b>Pumpen</b>			<b>892</b>	<b>897.795</b>
PSKW Tschaira	Turbinen		690	864	582.726
	Pumpen		701	788	851.760
PSKW Belmeken	Turbinen		730	375	307.933
	Pumpen		730	104	46.035
WKW Sestrimo	Turbinen		553	240	283.580
WKW Momina Klisura	Turbinen		251	120	134.961
<b>Kaskade Vutscha</b>	<b>Turbinen</b>	<b>500</b>		<b>382</b>	<b>639.659</b>
	<b>Pumpen</b>			<b>45</b>	<b>12.410</b>
WKW Teschel	Turbinen		341	60	120.247
WKW Devin	Turbinen		156	82	111.927
PSKW Orfei	Turbinen		125	160	194.946
	Pumpen		125	45	12.410
WKW Kritschim	Turbinen		172	80	212.539
<b>Kaskade Batak</b>	<b>Turbinen</b>	<b>361</b>		<b>241</b>	<b>466.589</b>
	WKW Batak		421	46	106.836
WKW Peschtera	Turbinen		586	125	253.215
WKW Aleko	Turbinen		272	70	106.538

<b>Kaskade Dolna Arda</b>	<b>Turbinen</b>	<b>812</b>		<b>311</b>	<b>395.730</b>
WKW Kurdschali	Turbinen		93	116	111.797
WKW Studen Kladenec	Turbinen		66	82	146.338
WKW Ivailovgrad	Turbinen		54	113	137.595
<b>Andere WKW</b>	<b>Turbinen</b>			<b>83</b>	<b>180.318</b>
<b>WKW Gesamt</b>	<b>Turbinen</b>			<b>2 616</b>	<b>2 .991.496</b>
	<b>Pumpen</b>			<b>937</b>	<b>910.205</b>

**Tabelle 6: Energiegewinnung von WKW und PSKW in 2009<sup>41</sup>**

Abgesehen von der Herstellung an Elektroenergie von WKW und PSKW, verrichtet die „NEK“ auch andere Tätigkeiten wie Verteilung, Handel mit Elektroenergie im In- und Ausland, Investitionstätigkeit zur Sicherung und Entwicklung des Energiesystems, Bau- und Sanierungstätigkeiten im Elektroherstellungs- und Verteilungsgebiet sowie Tätigkeiten zur Einführung und Bekanntmachung der Energieeffizienz bei der Herstellung und Beförderung von Elektroenergie. Abgesehen von „NEK“ EAD, welche klarer Marktführer im Bereich der Produktion an Elektroenergie von WKW ist, existieren noch weitere 5 registrierte private Gesellschaften, welche eine Konzession zur Herstellung von Elektroenergie mit WKW erteilt worden ist. Diese verfügen über eine Gesamtkapazität von 219,4 MW.<sup>42</sup>

### **3.1.3 Nachteile im Zusammenhang mit der Herstellung von Elektroenergie von Wasserkraft**

Die Errichtung von WKW zieht negative Folgen mit sich. Diese entstehen dadurch, dass sich beim Bau die Wasserqualität verschlechtern kann (durch Straßenbau, Tunnelbau) und es kann zu Schlamm- und Ablagerungsbildung kommen. Bei größeren Projekten ist es notwendig dass ganze Ortschaften oder Straßen verlegt werden. In der unten angeführten Tabelle werden kurz die Vor- und Nachteile dieser Art von Kraftwerken dargestellt:

<sup>41</sup> „NEK“: Geschäftsbericht für 2009

<sup>42</sup> [http://dker.bg/el\\_hpp.htm](http://dker.bg/el_hpp.htm) - Staatliche Kommission für Energie und Wasser Regulierung- stand Juni 2009

Vorteile	Nachteile
der Preis des Stroms ist unabhängig vom internationalen Preis der Brennstoffe	die Errichtung dauert lang, ist teuer und hat langsamen Rückfluss des investierten Kapitals
für die Errichtung werden lokale Materialien/Anlagen verwendet	beeinflusst Regionalklima
Ersparnis beim Import von Brennstoffe	negative Auswirkung über Flora und Fauna
keine Treibhausgase oder radioaktive Verschmutzung	für die Stauseen werden große Flächen benutzt (historische, wirtschaftliche Objekte etc.)
Stauseen werden für Bewässerung und Wasserversorgung benutzt	mehr Erosion und Erdbeben
sind touristische Destinationen	schlechte Aussicht durch Wasseranlagen

**Tabelle 7: Vor- und Nachteile von WKW**

Vor ein paar Jahren begann die Regierung Bulgariens mit einem Programm zur Entwicklung von erneuerbaren Quellen als eine umweltfreundliche Alternative zu TKWs und AKWs. Die Grundzüge dieser Politik wurden dermaßen gestaltet, dass höhere Preise für den Einkauf von Elektroenergie aus solchen Quellen festgelegt wurden und die Verfahren zur Erteilung von umweltfreundlichen Bewilligungen erleichtert wurden. Diese Politikrichtung steht in enger Verbindung mit der Ausführung der internationalen Verpflichtungen des Landes: das Kyoto-Protokoll und die EU Richtlinien setzten eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energiequellen in der Energiebilanz voraus. Als Folge daraus wird in den letzten Jahren ein regelrechter Boom in der Errichtung von kleinen WKW im ganzen Land beobachtet: etwa 800 WKW, wobei die meisten davon nicht auf Umweltfreundlichkeit geprüft worden sind.

Die kleinen WKW verlangen kein hohes Startkapital. Diese kombinieren die Vorteile der größeren WKW und den Vorteil einer dezentralen Stromversorgung. Es gibt zwei Arten davon: Schwellbetrieb und Ausleitungskraftwerk.

Bei Schwellbetrieb wird durch einen Staudamm das Wasser gespeichert was zu einem Stausee führt. Das WKW befindet sich unmittelbar unter dem Damm. Solche WKW können an größeren Flüssen wie Iskar und Struma gebaut werden. Die Anzahl der geplanten WKW dieser Art ist nicht sehr hoch, jedoch würden diese unmittelbar die wenigsten verbliebenen natürlichen Flusströme der großen Flüsse in manchen in der für den Naturschutz wichtigsten Gebieten Bulgariens, zum Beispiel Kresnenski Skrinski und Zemenski Prolomi des Struma Flusses , Momina Klisura etc. beeinflussen( s. Anhang). Bei dieser Art von WKW werden der Fluss und auch die Wälder neben dem Fluss vernichtet, die Wasserumwelt wird drastisch verändert und es kommt zu einem biologischen Schranken für die Wassertiere.

Bei Ausleitungskraftwerken wird ein Teil des Flusswassers mittels verlegten Röhren umgeleitet und losgelassen, manchmal einige Kilometer niedriger. Diese werden bei Gebirgsflüssen mit hohe Neigung, inklusive auch solche mit niedrigem Potenzial, eingesetzt. Solche WKWs gibt es in einer großen Anzahl und könnten dazu führen dass die kleinen Flüsse Bulgariens verschwinden. Die negativen Folgen aus dem Bau solcher WKW ist dass, unmittelbar die Umwelt zerstört wird. Fische, Fischotter und viele anderen Tiere werden verschwinden oder ihre Anzahl wird sich wegen der Austrocknung der Flüsse wesentlich verringern.

Die Wälder neben den Flüssen werden enger werden. Diese Auswirkung kann dem Durchlassen von minimalen Wassermengen nur teilweise eingedämmt werden mit. Diese Wassermengen sind in der Regel so gering, dass ernsthafte Veränderungen innerhalb der Flussumwelt unvermeidbar sind. Im nationalen Ausmaß bedeutet das alles, dass der Großteil an Flüssen in Bulgarien einfach nicht mehr vorhanden sein wird.

Beim Schwellbetrieb wird das Wasser nicht vom Flussbett umgeleitet, jedoch wird der Fluss in einen langsam fließenden See verwandelt, was komplett das Gesamtbild der Umwelt verändert. Falls diese WKWs im Bereich von den Flüssen Struma und Mesta gebaut werden, könnte das zu einer Umweltkatastrophe und dem Verschwinden von seltenen Fischarten führen. Bulgarien hat sich vor dem europäischen Rat und der EU verpflichtet, ca. 60% der wichtigsten bedrohten Naturgebiete und Tierarten im Rahmen

der europäischen Umweltnetze EMERALD und NATURA 2002 zu schützen. Diese Verpflichtung betrifft unmittelbar sowohl die Flüsse als auch die flussnahen Bereiche. Jedoch gibt es keine Möglichkeit, dass dieser Verpflichtung nachgegangen wird, wenn der derzeitige Bau soweit unkontrolliert geführt wird.

Die Vernichtung der Flüsse und der Umweltlandschaft schadet unmittelbar dem Tourismus und der Freizeitverbringung in der Natur. Wenn nur einige Flüsse betroffen wären und andere eben statt dem Tourismus der Energiegewinnung gewidmet wären, könnte es zu einem Kompromiss zwischen den beiden Verwendungszwecken kommen. Derzeit aber gibt es keinen Kompromiss und so werden das Tourismuspotential der Flüsse und der Umwelttourismus auf nationaler Ebene vernichtet. Die gravierendsten Beispiele dafür sind Trigradsko und Buinovsko Zdrelo, Kresnenski prolom und Lebenischka Fluss im Südwest Bulgarien, Vidima Fluss (der durch die Stadt Sevlievo fließt) und die Bäche in Trojansko (neben Trojan).

Das Wegnehmen von Gewässern von den Flussbetten führt zu einer unmittelbaren Senkung des Wasserpegels von Grundwasser in den Flussbereichen und verwendet das Wasser, welches oft für die Landwirtschaft von Nöten ist. Bis zu diesem Zeitpunkt werden diese Aktivitäten nicht kontrolliert. Ohne Einverständnis der Allgemeinheit und ohne Umweltgutachten werden Baugenehmigungen für WKW erteilt, was zu nachträglichem Protest von den Anrainern führt.

Die Austrocknung des Klimas kann klar erkannt werden in Bulgarien. Die für ein trockenes und heißes Klima charakteristischen Tierarten erhöhen stark ihre Präsenz im Gegensatz zu solchen die Feuchtigkeit benötigen. Und das ist nur der Anfang der erwarteten Veränderungen. Diese Tendenz ist zurzeit sehr stark in den südlichsten Gebieten Bulgariens ausgeprägt, welche im Allgemeinen mit einem trockenen Klima ausgezeichnet sind. Das sind auch die empfindlichsten Gebiete betreffend Entnehmen von Wasser aus der Umwelt. Der Ausbau an kleine WKWs wird sich gemeinsam mit der allgemeinen Austrocknung auswirken. Es kommt zu einem Widerspruch: kleine WKWs werden gebaut, um den Planeten vor globaler Erwärmung zu schützen jedoch verstärken diese den Effekt wenn es soweit ist.

Die gegenständlichen Probleme könnten gelöst werden oder zumindest zu einem gewissen Ausmaß eingeschränkt werden indem Maßnahmen getroffen werden wie zum Beispiel:

- Es soll der Ausbau von neuen kleinen WKWs in geschützten Gebieten und zukünftigen Gebieten des europäischen Umweltnetzes eingestellt werden. Abgesehen vom Umweltschutz werden diese Gebiete auf die Entwicklung des Ökotourismus abzielen.
- Kleine WKWs, welche genehmigt oder noch schlimmer gebaut worden sind in Gebieten mit ausgedehntem Umweltschutz und sich in besonders empfindlichen Ökosystemen befinden, sollen gestoppt und die Gebiete rekultiviert werden. Solche Beispiele sind Trigradsko und Buinovsko Zdrelo im Rodopa Gebirge, Kresnenski Prolom beim Struma Fluss, Lebnischka Fluss in Sandanski Gebiet, Chernischka Fluss im Melnik Gebiet etc.
- Die restlichen WKWs könnten dazu gebracht werden, dass strenge Umweltvorschriften eingehalten werden:
  - Es sollen größere Gewässermengen in die Flüsse geleitet werden und das soll automatisch kontrolliert werden
  - Es soll ein funktionierendes Fischereigewerbe entstehen
  - Die künstlichen Flussbetten sollen entfernt werden
  - Die Baugebiete sollen rekultiviert werden. Die Ausrüstung wie Rohre, Kabeln usw. sollen unterirdisch verlegt werden. Dort wo das nicht erfolgt sollen die Besitzer verpflichtet werden dies innerhalb von 5 Jahren zu erledigen. Die Gebäude sollen der Landschaft entsprechen. Die ausgegrabenen Grundstücke sollen mit natürlichen Pflanzenarten rekultiviert werden.<sup>43</sup>

---

<sup>43</sup> A. Kovatschki – „Massen- und unbegrenzten Bau von kleinen WKW gefährdet die Natur Bulgariens“

## 3.2 Windkraft

### 3.2.1 Beschreibung

Die Luftströmung zum Ausgleich von Luftdruckunterschieden wird Wind genannt.<sup>44</sup> Durch Abbremsung der Luftmassen kann die Energie des Windes in kinetische Energie umgewandelt werden.

Die aus dem Wind gewinnbarer Leistung  $P_w$  ist proportional der Luftdichte  $\rho$ , der durchströmten Fläche  $F$  und der dritten Potenz der Geschwindigkeit  $v$ <sup>45</sup> :

$$P_w = \frac{1}{2} \rho F v^3$$

Die Windkraftwerke sind die sich am schnellsten entwickelnden Bereiche in der Weltenergiesparte in den letzten Jahren. Das wird auf die kostenlose Windenergie, die Umweltvorteile und die sinkenden Preise der Windkraftwerke, bezogen auf eine Kapazitätseinheit (KW), zurückgeführt. Derzeit und in Zukunft wird erwartet, dass der Wert und die Investitionen für Energiegewinnung von Wind am niedrigsten sein werden im Vergleich zu allen anderen Stromgewinnungsmethoden, die umweltfreundlich sind und zur Gänze erneuerbaren Quellen gehören. Ein Mitbewerber für die Windkraft könnte nur die Wasserkraft sein, jedoch nur bei starken ganzjährigen Regenmengen, welche in Bulgarien fast nicht vorhanden ist. Die ausgeprägte Tendenz zur Daueraustrocknung in den letzten Jahrzehnten steht im Gegensatz zu der steigenden Windkraft

Die allgemeine Tendenz in der Republik Bulgarien, die beobachtet wird, ist eine Steigung der Windkräfte und eine Senkung der Regenmenge. Dies geschieht wegen der größeren Temperaturunterschiede durch die globale Erwärmung und die Entwaldung, welche besonders in Gebirgsgebieten betrachtet werden kann, wo die Windstärke kräftiger ist, weil die Landschaft entwaldet ist.<sup>46</sup>

---

<sup>44</sup> Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. -Kaltschmitt, M / Streicher, W / Wiese, A (2006)

<sup>45</sup> Gasch R.; Windkraftanlagen: Grundlagen und Entwurf (1996)

<sup>46</sup> Energie Portal <http://www.sunenergy.bg/?id=438> (2010)

### **3.2.2 Windpotenzial<sup>47</sup>**

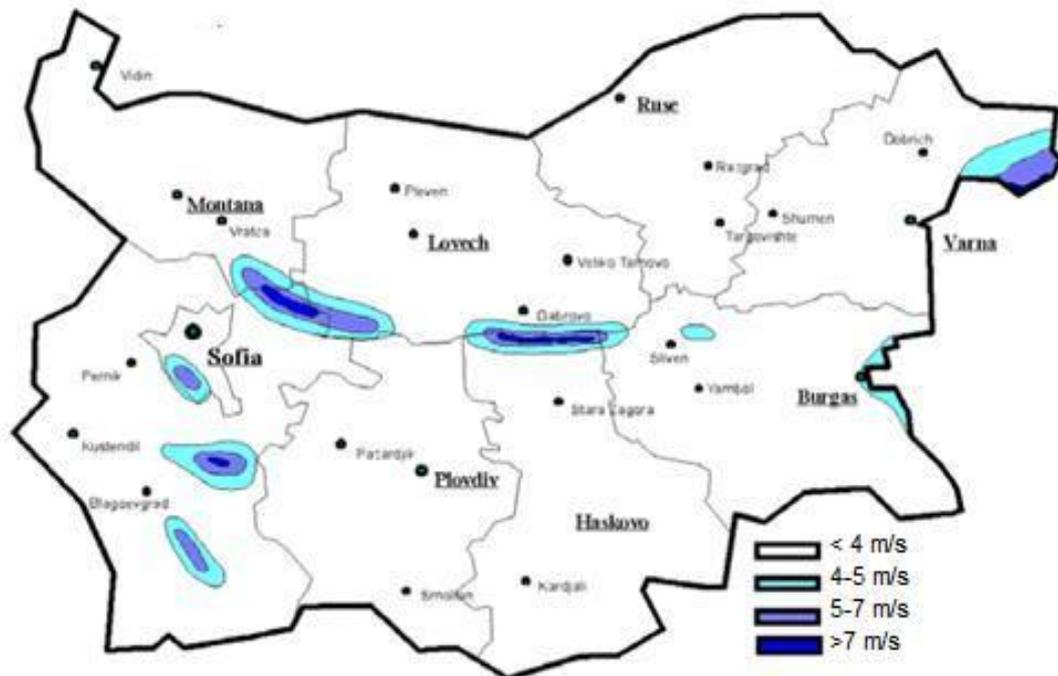
In Bulgarien besteht Potenzial zur Errichtung von Windkraftwerken an der Küste und in Gebieten über 1000 m Seehöhe. Die zukünftige Entwicklung in geeigneten Gebirgsgebieten und solchen mit niedrigeren Windgeschwindigkeiten hängt von der Verwendung neuer technischen Lösungen ab.

Die Leistung der Turbine hängt von der Geschwindigkeit und Richtung des Windes, der Höhe des Turmes und der Luftdichte ab, deswegen ist es wichtig, dass das Potential in dem zum Einbau gewählten Gebiet festgestellt wird.

Es existieren 119 Meteorologiestationen in Bulgarien, welche die Stärke und Richtung des Windes aufzeichnen. Verfügbar sind Daten für einen Zeitraum von über 30 Jahren. Auf Basis dieser Daten, die 1982 veröffentlicht wurden, ist folgende Karte des Windpotenzials dargestellt worden:

---

<sup>47</sup> PHARE Projekt -Technische und wirtschaftliche Einschätzung der erneuerbaren Energieressourcen in Bulgarien - 1997



**Abbildung 8: Theoretisches Potential der Windenergie: jährlicher Durchschnitt und maximale Windgeschwindigkeit**

Das Energiepotenzial der Windenergie, als Durchschnitt dargestellt auf 10m Höhe über den Erdboden kann schematisch in drei Gebiete aufgeteilt werden.

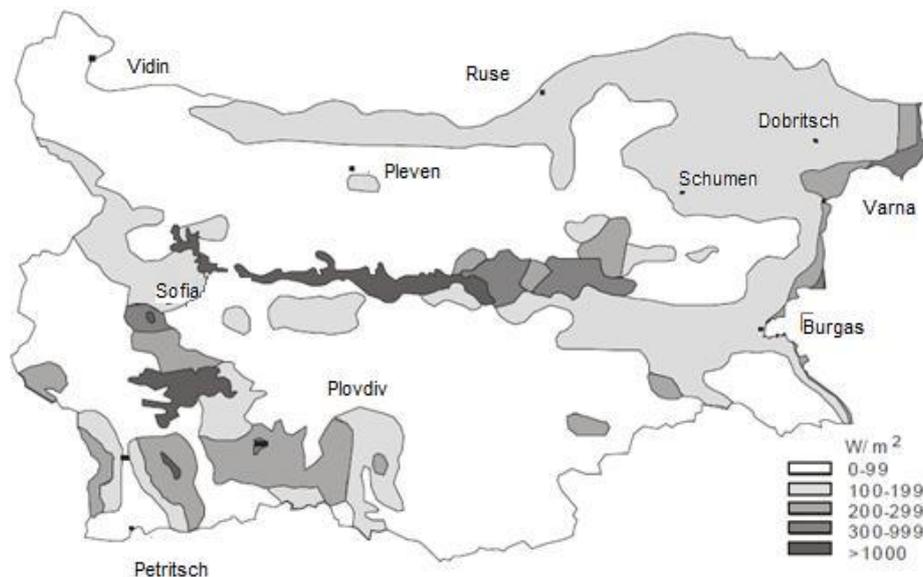
**Erstes Gebiet (Zone A)** umfasst die Ebenen in Bulgarien (Dunavska Ravnina, Trakiyska Nizina, Sofiisko pole, die Ebenen bei den Flüssen Struma und Mesta und das Gebiet des Predbalkan), wo die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in der Regel nicht höher ist als 2 m/s. Im Winter (Februar, März) wird die höchste Windgeschwindigkeit aufgezeichnet und die niedrigste im Herbst (September, Oktober). Die 24 Stunden Verteilung der Windgeschwindigkeit ist sehr gut ausgeprägt.

**Zweites Gebiet (Zone B)** umfasst Landesteile, welche östlich von der Linie Ruse – Veliko Turnovo – Elchovo und der Donauküste liegen als auch Gebiete mit niedrigem Gebirge bis ca. 1000m Seehöhe, in denen die durchschnittliche mehrjährige Windgeschwindigkeit zwischen 2 und 4 m/s variiert. Das Jahresmaximum der Windgeschwindigkeit ist im Winter (Februar; März) und das 24 Stunden Maximum am Tag. Die minimale Windgeschwindigkeit hier ist am Ende des Sommers bzw. am

Anfang des Herbsts (August, September). An der Schwarzmeerküste gibt es eine wesentliche Abweichung der Geschwindigkeit innerhalb des Jahres: das Maximum liegt im Februar, das Minimum im Juni und Juli. In den Gebieten, die in das Meer hinausragen beträgt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit mehr als 4 m/s.

**Drittes Gebiet (Zone C)** vereint die offenen und entwaldeten Gebirgsgebiete mit einer Höhe über 1000 m. Es zeichnet sich durch hohe Durchschnittswindgeschwindigkeiten aus, welche wesentlich über 4 m/s liegen. Das Geschwindigkeitsmaximum ist im Winter (Februar), und das Minimum im Sommer (August). Der Tagesablauf der Geschwindigkeit wird am besten im Frühling und im Herbst verfolgt: das Maximum ist in der Nacht, das Minimum am Tag.

Da die Durchschnittswindgeschwindigkeit kein repräsentativer Wert zur Messung der Windfähigkeit als Energiequelle ist, ist es notwendig dass die Stromdichte des Windes festgestellt wird. Dieser wird in folgender Grafik veranschaulicht.



**Abbildung 9: Energiestromdichte des Windes**

Die Dichte der Windenergie nimmt mit der Seehöhe ab. Damit die gleiche Energiedichte bei höherer Seehöhe erreicht wird, muss die Windgeschwindigkeit um 3% pro 1000 m steigen.

Meteorologische Station	Höhe über dem Meeresspiegel (im m)	Höhe über dem Erdboden (im m)			
		10	25	50	100
<b>Zone A</b>					
<b>Pleven</b>	163	66	96	124	157
<b>Gabrovo</b>	392	80	117	151	190
<b>Plovdiv</b>	160	107	156	201	255
<b>Petritsch</b>	227	60	88	113	143
<b>Sofia</b>	564	182	265	342	432
<b>Zone B</b>					
<b>Novo Selo</b>	45	232	338	436	551
<b>Varna</b>	3	270	393	507	641
<b>Nessebar</b>	29	335	487	628	794
<b>Sozopol</b>	10	384	557	719	909
<b>Sliven</b>	275	498	724	934	1181
<b>Zone C</b>					
<b>Kaliakra</b>	71	1505	2186	2821	3566
<b>Persenc</b>	1750	872	1267	1635	2067
<b>Murgash</b>	1687	3385	4918	6346	8022
<b>Botev</b>	2376	2631	3823	4934	6236
<b>Musala</b>	2925	1813	2634	3399	4297

**Tabelle 8: Durchschnittlicher Energiestrom des Windes ( W/m<sup>2</sup>) in einigen Regionen des Landes**

In einer Höhe über 50 m über der Erdoberfläche ist das Windpotential doppelt so hoch wie auf 10 m Höhe.

Die Verteilung des maximalen Windpotentials ist gebunden an das Windpotential des jeweiligen Platzes. Dieses variiert in den einzelnen Jahreszeiten.

Meteorologische Station	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
<b>Zone A</b>				
<b>Pleven</b>	28%	37%	17%	18%
<b>Gabrovo</b>	19%	11%	21%	49%
<b>Plovdiv</b>	41%	29%	15%	15%
<b>Petritsch</b>	29%	31%	23%	17%
<b>Sofia</b>	40%	29%	15%	16%
<b>Zone B</b>				
<b>Novo Selo</b>	30%	33%	19%	18%
<b>Varna</b>	41%	23%	13%	22%
<b>Nessebar</b>	48%	15%	14%	23%
<b>Sozopol</b>	51%	14%	9%	26%
<b>Sliven</b>	42%	19%	20%	19%
<b>Zone C</b>				
<b>Kaliakra</b>	41%	22%	13%	24%
<b>Persenc</b>	43%	28%	9%	20%
<b>Murgash</b>	43%	25%	10%	22%
<b>Botev</b>	43%	30%	10%	17%
<b>Musala</b>	43%	26%	7%	23%

**Tabelle 9: Jahreszeitliches Windpotential als Prozentsatz vom mitteljährlichen Potential**

Es ist erkennbar dass:

- In Zone A ca. 60- 70 % vom Windpotential sind im Winter und Frühling, ca. 30-40% im Sommer und im Herbst verfügbar
- In Zone B sind dementsprechend ca. 60-65% im Winter und Frühling und 35-40% im Sommer und Herbst verfügbar
- In Zone C treten 65-75% des Potenzials im Winter und Frühling und ca. 30-35% im Sommer und Herbst auf

Die Dauer des Windes mit einer Geschwindigkeit von mindestens 2m/s im Winter und Frühling beträgt:

- ca. 2000 h für Zone A
- ca. 2300-2400 h für Zone B
- ca. 4000 h für Zone C

Im Sommer und Herbst verringert sich die Dauer um ca. 200h.

Im Allgemeinen, ist das Windpotenzial Bulgariens nicht groß. Gutachten zufolge hat eine 1400km<sup>2</sup> Fläche eine ganzjährige durchschnittliche Windgeschwindigkeit über 6,5 m/s, welche die Basis für die Wirtschaftlichkeit des Windenergieprojekts darstellt. Folglich zählen zu den Zonen, in welchen die Entwicklung eines solchen Projektes am wirtschaftlichsten ist, nur einige Gebirgsgebiete und die nördliche Seeküste.

Das Windpotential des Landes wurde auf Basis 10m über dem Erdboden festgestellt. In den letzten Jahren erfolgt die Wasserkraftgewinnung weltweit mit einer Turmhohe von über 40 m, was die Feststellung des Windpotentials in größeren Höhen nötig macht.

### **3.2.3 Windparks<sup>48</sup>**

Der erste Windpark mit 4 neuen Generatoren mit einer Gesamtleistung von 2.4 MWt wurde neben dem Kavarna Gebiet von „Energy Invest“, eine Tochtergesellschaft der ersten bulgarischen Gesellschaft für Venture Capital „Advance Equity Holding“ errichtet. Zum ersten Mal wurde in Januar 2007 Strom an die EON Bulgaria in einer Menge von 516.160 KWh verkauft.<sup>29</sup>

Die Inbetriebnahme des größten Windpark in Bulgarien „Kaliakra Wind Power“ (s. Graphik) fand 2008 neben dem Dorf Bulgarevo, in der Nähe von Kavarna statt. Dieser ist ein Joint Venture zwischen den Gesellschaften „Iznos 1“ und der japanischen „Mitsubishi“. In diesem Park gibt es 35 Aggregate mit je 1 MW Kapazität. Die Energie wird in eine 110 KW Station geleitet, im Besitz von „Kaliakra Wind Power“, und dann mittels einer Langstreckenleitung an die nationale Energieversorgung angebunden, damit sie der Nationalen Elektr. Gesellschaft verkauft wird. Laut Planungsberichten wird erwartet, dass jährlich 79.000 MWh Strom hergestellt werden.<sup>49</sup>

---

<sup>48</sup> „Kapital“ Zeitschrift Ausgabe 8 vom 27.02. 2009

<sup>49</sup> National Radio Bulgarien

[http://www.bnr.bg/RadioBulgaria/Emission\\_Bulgarian/News/Bulgaria/Postings/0701-17.htm](http://www.bnr.bg/RadioBulgaria/Emission_Bulgarian/News/Bulgaria/Postings/0701-17.htm) (2009)

Weiter wurden 2009 von Raiffeisen Environmental Energy 16 Windkraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 32 MW installiert.

Derzeit gibt es 5 große Projekte, welche ausgebaut werden, sowie das Projekt der spanischen EOLIKA, welches derzeit bereits auf der Suche nach einem Ausführungsunternehmen ist. Es werden erwartet, dass Windkraftwerke der amerikanischen AES, italienischen ENEL, welche Projekte von Global Wind Power abkauft, sowie der österreichischen EVN, bald in Betrieb genommen werden. Die Gesamtkapazität dieser Projekte beträgt ca. 309 MW. Nach Expertenmeinungen kann der Betrieb einer Turbine mit 2 MW Kapazität den Jahresbedarf eines Haushalts decken. Auch der Riese General Electric und der Schweizer Energiekonzern Alpine Holding äußerten ihr Interesse für Investitionen, jedoch befinden sich diese Projekte lediglich in der Frühentwicklungsphase.

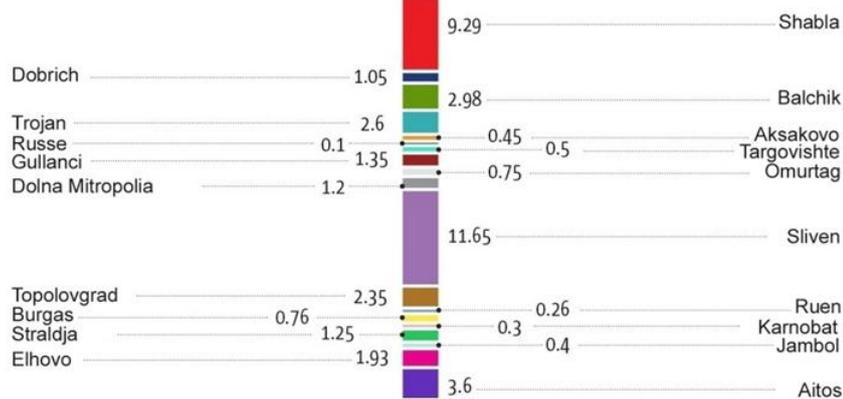
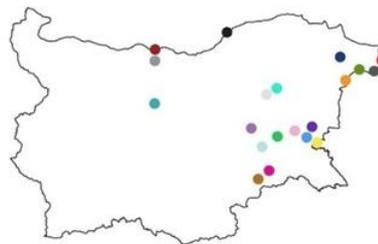
**Abbildung 10: Im Betrieb gesetzte Windkraftkapazitäten (in MW)**

# Im betrieb gesetzte Windkapazitäten ( In MW)

Gesamt: 159,5 MW

KAVARNA\* 118.18

\* Grössere Projekte: Inos I- 33 MW;  
Global Wind Power - 10 MW, Reiffeisen  
Environmental Energy - 32 MW



## Kapazitäten im Aufbau

Gesamt: 309MW

AES Geo Energy



EVN-ENERTRAG Kavarna



Haos Invest, Taubinger



Entel/Global Wind Power



Eolika Bulgaria\*



Notus Bulgaria



Beide Gesellschaften besitzen ein Zertifikat für einen „First Class Investor“ und haben vor weitere Turbinen einzubauen. Das gleiche Zertifikat wird auch von „Windpark Stanata“ OOD gehalten, eine Tochtergesellschaft der deutschen Gesellschaft WE2 GmbH, welche einen Windpark mit 3 Generatoren im Gebiet Odartsi, Dobrichka Ebene errichten wird.

### **3.2.4 Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und Verbrauch von Windenergie<sup>50</sup>**

Tatsächlich ist die Windenergie sehr kostengünstig im Vergleich zu den restlichen Energiequellen, der Hauptnachteil ist jedoch, dass die Investitionskosten sehr hoch sind. Hier spielt der Staat eine wichtige Rolle mit der Verwendung von wirtschaftlichen und Verwaltungsförderungen beim Energieverbrauch aus erneuerbaren Quellen. Er:

- Gewährleistet den Kauf von erneuerbarer Energie auf Vorzugspreisen ( sie werden in der Tabelle 4 dargestellt)
- Gewährleistet den langfristigen Kauf solcher Energie ( bei der Windenergie z.B. ist der Frist 15 Jahre)
- Fördert die Verwendung von Flächen zum Ausbau von Kraftwerken aus erneuerbaren Energiequellen.

Noch dazu existieren:

- Zusätzliche finanzielle Förderungen für die Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen (grüne Zertifikate)
- Finanzierung im Rahmen des Protokolls von Kyoto
- Direkte ausländische Finanzierung von Projekten und eine Reihe europäischer Programme für die Verwendung von erneuerbaren Energiequellen

In Europa gibt es zwei Methoden zum Ausgleich der Unterschiede im Einkaufspreis. Bulgarien hat das Modell aus Deutschland übernommen: Der Unterschied wird in die Beförderungsgebühr eingerechnet und wird solidarisch von allen Verbrauchern getragen. Die andere Methode, die in Schweden und Großbritannien eingesetzt wird, erfolgt durch eine Stromsteuer.

Bis 2006 haben sich die hohen Einkaufspreise an Windenergie nicht wirklich auf den Verbraucherpreis ausgewirkt, da bis dahin der Anteil der Windenergie sehr gering war. Die Stromgewinnung aus Windkraft macht ein Investorenboom in den letzten Jahren. Verglichen mit Daten von der Nationalen Elektrizitätsgesellschaft („NEK“) wurden bis Ende 2007 Verfahren eingeleitet zur Inbetriebnahme von 80 MW und 2008 für weitere 386 MW Kapazitäten zur Gewinnung von Strom aus Windkraftwerken. Weiter kann man aus den zusammengefassten Daten von „NEK“ und EON Bulgarien schließen,

---

<sup>50</sup> „Kapital“ Zeitschrift, Ausgabe 44 vom 02.11.2007

dass beide Gesellschaften Anträge zur Errichtung von Kraftwerken mit einer Gesamtkapazität von ca. 1200 MW gestellt haben.

Derzeit werden auf dem Gebiet der Republik Bulgarien nur 160 MW aus Windkraft gewonnen. Das ist immer noch ein unbedeutender Anteil aus dem Energiemix des Landes. Die Verdoppelung der Windkapazität steht jedoch in diesem Jahr im Vordergrund. Das alles wird zur logischen und gezielten Zunahme des Anteils der produzierten Windenergie im Vergleich zu den herkömmlichen Energiequellen führen und weiter, dass die Verbraucherstrompreise gesteigert werden. Dieses könnte sich zu einem Problem für den durchschnittlichen Bürger Bulgariens entwickeln, da dieser im Durchschnitt über ein niedrigeres Kaufbudget wie die meisten Europäer verfügt.

Der Hauptnachteil der Windenergie ist das die Errichtung von Bereitschaftskapazitäten erforderlich ist. Diese werden eingeschaltet wenn der Wind für die Energiegewinnung zu schwach und dementsprechend unbrauchbar ist. Es obliegt dem Staat, sich um diese Bereitschaftskapazitäten zu kümmern und das Energiegleichgewicht zu halten. Deswegen hat die „NEK“ vor, Gasmodule zur Energieherstellung zu bauen. Nach vorläufigen Planungsrechnungen von „NEK“ sind ca. 300 MWh für die nächsten ein paar Jahre notwendig, wobei jedes Modul eine Kapazität zwischen 30 und 50 MWh aufweisen wird.

Ein weiteres wesentliches Problem ist, auch im internationalen Aspekt, dass die Nachfrage an Windturbinen um ein Vielfaches das Angebot übersteigt. Diese Feststellung stammt von der Europäischen Vereinigung für Windenergie (EWEA European Wind Energy Association) und ihrem Spezialbericht betreffend der Kommissionsziele, dass die Windenergie einen Anteil in der Höhe von 16% der Gesamtenergieproduktion in Europa im Jahr 2020 erreichen soll. Diesem Bericht zufolge beträgt dieser Anteil derzeit nur 3%. Im Rahmen der Energiestrategie der EU fördern immer mehr Länder die Energiegewinnung aus erneuerbaren Quellen und der Windstrom stellt einen wesentlichen Bestandteil dieses Bereichs dar. Durch den höheren Bedarf jedoch, und die ständige Notwendigkeit für stärkere Turbinen, können die Hersteller die steigende Marktnachfrage nicht decken. Dass die unzureichende Produktion der Ausrüstungen ein Hindernis für die Investoren ist und die Entwicklung der Windenergie verzögert, der Bericht der EWEA zeigt. In diesem Fall erhöhen die

Hersteller die Preise, was zu einer weiteren Erhöhung der Kosten für die Investoren führt.

### **3.3 Photovoltaik**

#### **3.3.1 Beschreibung**

Photovoltaik ist die direkte Umwandlung, der einfallenden Solarstrahlung in elektrischer Energie mit Hilfe von Solarzellen.<sup>51</sup> 1954 wurde zum ersten Mal Strom aus Sonnenlicht erzeugt. Der Hauptgrund dafür war die mangelnde Alternative für Stromerzeugung in der Raumfahrt.

Die Solarzellen für die Umwandlung bestehen aus Halbleitmaterialien<sup>52</sup>. Heutzutage wird häufiger Silicium als Rohstoff verwendet. Im Falle von mono- oder polykristallinen Zellen haben die Solarzellen meistens eine Dicke von rund 0,3mm und eine Kantenlänge von etwa zehn Zentimeter. Die monokristallinen Solarzellen werden nach Tiegelzieh- bzw. Czochalski-Verfahren hergestellt. Das weniger aufwendige Blockgießverfahren wird für polykristalline Solarzellen eingesetzt.<sup>53</sup> Das erhaltene Siliziummaterial wird schließlich nach dem Sägeverfahren zu Scheiben zersägt. Die kristallinen Solarzellen werden auch Dickschicht-Solarzellen genannt, da die Schichtdicke im Vergleich hoch ist.

Eine erhebliche Reduktion der Herstellungskosten bringen die Dünnschichtzellen, da sie weniger Halbleitmaterialien benötigen. Dafür werden Materialien wie amorphes Silizium, Gallium-Arsenid, Cadmium-Tellurid oder Kupfer-Indium-Diselenid verwendet.

Die (kristallinen) Solarzellen werden meist in größerer Anzahl miteinander in Reihe geschaltet und in Photovoltaikmodule eingebettet, da die maximale Leistung bei etwa 1 bis 2 W liegt. Die Solarmodule werden zusammengeschaltet und so werden die Solaranlagen gebildet. Es bestehen zwei Arten von Photovoltaik Anlagen: Inselanlagen und netzgekoppelte Anlagen.<sup>54</sup> Bei den Inselanlagen wird der Solarstrom direkt erzeugt

---

<sup>51</sup>Der Forschungsstand bei den Regenerativen Energiequellen, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 46. Jg (1996), Heft ½ S. 15-23 : Meliß, M.; Sandtner, W.

<sup>52</sup> Kaltschmitt, M.; Wiese, A: Erneuerbaren Energien. Systematik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte (1995)

<sup>53</sup> Sonnenenergie: Photovoltaik, 1994 :Goetzberg A; Voß, B; Knobloch, J.

<sup>54</sup> Markteinführung von erneuerbaren Energien (1998) S. 12 :Krammer, M.

und in Solarbatterien eingespeichert. Im Gegensatz dazu brauchen die netzgekoppelten Solaranlagen keine Akkumulatoren, da der erzeugte Strom ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird.<sup>55</sup>

### 3.3.2 Potenzial der Sonnenenergie<sup>56</sup>

Das Potenzial der Sonnenstrahlung in Bulgarien ist bedeutsam, aber es gibt Unterschiede in der Intensität der Sonnenstrahlung in den geographischen Gebieten. Das Territorium Bulgariens kann in drei Zonen aufgeteilt werden. Die jährliche durchschnittliche Dauer der Sonnenstrahlung ist ca. 2.150h und stellt ca. 49% der maximal möglichen Sonnenstrahlung dar. Die Zonen sind:

**Zone A: Zentral-Ost Gebiet** – umfasst 40% des Territoriums des Landes und 30% der Bevölkerung. Die Zone deckt Gebirgsgebiete und charakterisiert sich durch wechselhafte mikroklimatische Bedingungen.

- Jährliche durchschnittliche Dauer der Sonnenstrahlung:

Für 31.03 -31.10	Für 31.10-31.03
Bis 1640h	Bis 400h

- Ressource der Sonnenenergie – 4 kWh/m<sup>2</sup>/Tag oder 1.450 kWh/m<sup>2</sup>/jährlich

**Zone B: Nord-Ost Gebiet** - umfasst 50% des Territoriums des Landes und 60% der Bevölkerung. Die Zone deckt landwirtschaftliche Gebiete, die Industriezone und einen Teil der Zentral-Nord Küste.

---

<sup>55</sup>Solartypen: <http://solaranlagen.org/solarstrom-photovoltaik/solaranlagentypen>

<sup>56</sup> Erneuerbare Energie Ministerium für Wirtschaft und Energie (2009)

<http://www.mee.government.bg/gvei/gvei.html>

- Jährliche durchschnittliche Dauer der Sonnenstrahlung:

Für 31.03 -31.10	Für 31.10-31.03
bis 1750h	400-500h

- Ressource der Sonnenenergie – 4,25 kWh/m<sup>2</sup>/Tag oder 1.450 - 1500 kWh/m<sup>2</sup>/jährlich

**Zone C: Süd-Ost und Süd-Nord Gebiet** - umfasst 10% des Territoriums des Landes und 10% der Bevölkerung. Die Zone deckt die Süd Küste.

- Jährliche durchschnittliche Dauer der Sonnenstrahlung:

Für 31.03 -31.10	Für 31.10-31.03
über 1750h	über 500h

- Ressource der Sonnenenergie – mehr als 4,25 kWh/m<sup>2</sup>/Tag oder 1.550 kWh/m<sup>2</sup>/jährlich

### 3.3.3 Photovoltaik-Parks und Anlagen<sup>57</sup>

Die erste Solaranlage in Bulgarien wurde 1979 auf dem Dach der Brauerei neben Kurdzhali gebaut. Sie war 3 Jahre im Betrieb. Am 6.Juni 1997 ist der erste Sonnen-Wind-Generator für Stromerzeugung in der Technischen Universität Varna in Betrieb gesetzt. Im Zeitraum 1997-1998 wurden 14 Projekte für die Verwendung von erneuerbaren Energiequellen in Firmen und öffentlichen Gebäuden in Bezirk Lovech realisiert. Finanziert wurden sie vom Programm „PHARE“ und aus Mitteln der Stadt Lovech.

In den nächsten Jahren wurden noch viele ähnliche Projekte durchgeführt.

Bulgarien hat viel Sonne unter dem Jahr und die Stromproduktion aus Sonnenenergie hat gute Perspektive.

---

<sup>57</sup> Verband der Ökoenergieerzeuger- <http://www.eco-energy-bg.eu/SPEE/Spec.php>

2006 ist die erste Station für Sonnenenergieerzeugung von ZL „SENEI“ (Zentrales Labor für Sonnenenergie und neue Energiequellen) in Bulgarien eröffnet. Das ist ein Teil vom europäischen Projekt „Erweiterung der photoelektrischen Umwandlung“ an dem 10 Länder beteiligt sind. Geplant sind insgesamt 26 „Sonnenstationen“.

Im September 2007 hat „Energy Investment“ AG einen Photovoltaik-Park in Srednogorci Bezirk Madan gebaut. Die Anlage produziert 45 KW Sonnenenergie

Im Oktober 2008 haben das österreichische Unternehmen „Kyoto“ AG und die schweizerische „Kontrol“ AG das Projekt „Photovoltaik Tervel 1“ präsentiert. Es geht um den Bau des größten Photovoltaik-Kraftwerks in Bulgarien bis 2010. Das neben Chestimensko gelegene Photovoltaik-Kraftwerk wird auf 300 dka unproduktiven Flächen gebaut und hat eine Kapazität von 5 MGWh. Die Investition kostet 25 Mio Euro.

Bis November 2008 sind in Bulgarien ca. 159 KW installierte Photovoltaik-Kapazitäten im Einsatz. Es sind Lizenzen für weitere 850 MW Photovoltaik-Kapazitäten bei SKEWR beantragt. Dank der präferentiellen Preise der Solarenergie ist die Zahl solcher netzgekoppelte Photovoltaik-Kraftwerke gestiegen.

### **3.3.4 Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und Verbrauch von Sonnenenergie**

Die Sonnenenergieerzeugung freut sich in den letzten Jahren über großes Interesse in Bulgarien. Der Staat aber richtet die Aufmerksamkeit nicht auf die Probleme, die mit der Vermehrung der Photovoltaik-Kraftwerke auftreten können. Die betreffen das Stromnetz und die Qualität der Stromversorgung als auch die Preise. Im Elektroenergiemix, welchen die Verbraucher bekommen und zu Hause oder in den Firmen benutzen, steigt der Anteil an der viel teureren erneuerbaren Energie.

Nach den jetzigen Verordnungen wird die finanzielle Last durch den Verteilernetzbetreiber getragen. Das reflektiert indirekt auf den Preis für den Endverbraucher. Es ist notwendig, dass klare technische Spezifizierungen für die

erneuerbare Energie erzeugenden Anlagen erarbeitet werden. Das Stromnetz muss so umgebaut werden, damit es größere Mengen an Energie übertragen kann.

Ein anderes Hindernis für das Sonnenenergieerzeugnis ist wie bei der Windenergieerzeugnis, das Defizit an technischen Anlagen. Die Photovoltaik Panel Nachfrage ist größer als das Angebot. Zum Unterschied von Windanlagen, die nur vom Ausland mit 2 jähriger Wartezeit importiert werden können, werden Photovoltaik-Stromgeneratoren auch in Bulgarien hergestellt. Das reicht aber nicht, die Nachfrage zu befriedigen.

Die Sonnenenergie ist die teuerste Energie in Bulgarien. Das bedeutet, sie ist kein guter Ersatz der konventionellen Energie. Im Vergleich mit der Windenergie, welche einen relativ wechselhaften Charakter hat und bei welcher Bereitschaftskapazitäten erforderlich sind, ist die Sonnenenergie relativ konstant. Je nach Art der Sonnenpanele kann die Energie sowohl im sonnigen Wetter als auch bei Bewölkung im Winter und im Sommer gewonnen werden. Die Photovoltaik-Kraftwerke haben noch einen Vorteil im Vergleich mit den Windkraftwerken: Sie treten nicht in Konflikt mit den Anforderungen für den Umweltschutz und man kann sie gleichmäßig im ganzen Land errichten.

## **3.4 Geothermalenergie**

### **3.4.1 Beschreibung**

Die Geothermalenergie ist ein Ergebnis vom Gewinn der Wärme im Erdkern. Der Gewinn der Wärme auf der Erdoberfläche erfolgt durch Thermalwässer, Vulkane oder durch künstlichen Einsatz und Erwärmen von Wasser oder anderen Energielieferanten in den heißen Felsenmassen oder in die Erde.

Die praktische Bedeutung der Geothermalenergie ist abhängig von der Stelle der Quelle, ihrer Ergiebigkeit, der Temperatur, der Nähe zu den Verbrauchern, den Klimabedingungen und der Infrastruktur. Die Verteilung der geothermischen Energie ist im Allgemeinen gleichmäßig auf der Erde. Die Nutzung ist aus wirtschaftlichen Gründen nur an bevorzugten Stellen erlaubt.

Das heiße Wasser und Dämpfe enthalten einen sehr unterschiedlichen Anteil an gelösten Mineralien, die technische und Umweltprobleme schaffen können. Das ist prinzipiell kein Hindernis bei der Nutzung geothermischer Energie.<sup>58</sup>

Die Geothermalenergie wird für Raumbeheizung und elektrische Umwandlung benutzt. Für Beheizung von Räumen sind schon relativ niedrige Temperaturen ausreichend. Die Nutzung ist kein technisches sondern ein finanzielles Problem. Die Investitionskosten vor allem fürs Bohren sind noch zu hoch im Vergleich mit den fossilen Brennmaterialien.

Wärmepumpen können bei zu niedrigen Temperaturen des auszubeutenden Wärmereservoirs eingesetzt werden. Das Thermalwasser wird abgekühlt, indem eine bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit der Umgebung die notwendige Verdampfungswärme entzieht. Die Wärme wird an anderer Stelle als Kondensationswärme wieder frei und erhöht dabei die Temperatur ihrer anderen Umgebung. Der Nachteil beim Einsatz auf privatem Grund ist die gebrauchte große Oberfläche zum Entzug der Wärme. (z.B. ein ganzes Gartengelände zum Betrieb als Zusatzheizung eines Einfamilienhauses)<sup>59</sup>

---

<sup>58</sup> „Geothermie. Eine Einführung in die allgemeine und angewandte Wärmelehre des Erdkörpers“, G. Buntebarth- 1980

<sup>59</sup> „Geothermie. Eine Einführung in die allgemeine und angewandte Wärmelehre des Erdkörpers“, G. Buntebarth- 1980

# Funktionsweise Wärmepumpe

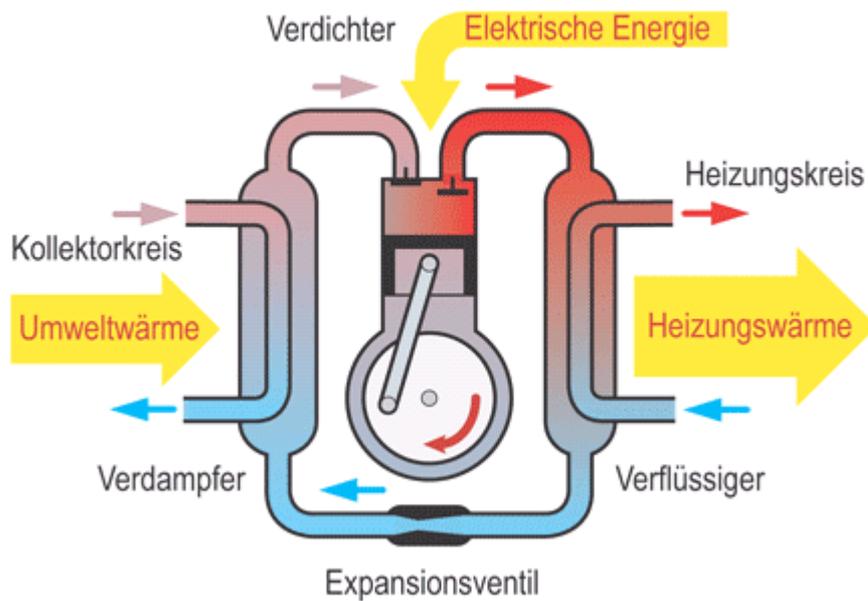


Abbildung 11: Wärmepumpe – Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria<sup>60</sup>

Wenn das Wasser wärmer als 40°-50° ist und einen hohen Mineralanteil hat, muss seine Wärme auf ein Sekundärsystem über Wärmeaustauscher übertragen werden. Das abgekühlte Wasser sollte wieder in den Aquifer an anderer Stelle eingespeist werden um Umwelt- bzw. Bergschäden zu vermeiden.

Die Umwandlung der Erdwärme in elektrische Energie ist von großer Bedeutung. Die Vorteile dieser Energieform ist nicht nur die vielseitige Verwendbarkeit sondern auch die leichte Transportierbarkeit. Im Vergleich mit den konventionellen Kraftwerken ist der thermodynamische Wirkungsgrad relativ niedriger wegen der niedrigen Dampftemperaturen (200°C) oder gar Wasser mit etwa 100°C.

Zur Verstromung werden fast ausschließlich Dampfvorkommen genutzt. Das Prinzip des geothermischen Kraftwerks ist einfach: Der aus dem Bohrlochkopf kommende Dampf wird zu einer Turbine geleitet und der Generator erzeugt so Strom. Die Durchführung ist komplizierter, weil der Dampf einen hohen Flüssigkeitsanteil haben kann. Der Dampf muss von der Flüssigkeit getrennt und erst dann eingesetzt werden.

<sup>60</sup> Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria: <http://www.lgwa.at/waermepumpe.html> (2010)

Die Turbinen sind so konstruiert, dass er zum Teil kondensiert. Am Ende des Prozesses wird das Wasser bis unter 40 °C abgekühlt und in die Erde reinjiziert.

Wenn kein Wasser oder Dampf im Wärmereservoir vorhanden sind muss man andere Techniken anwenden um die Wärme aus dem trockenen, heißen Gestein zu entnehmen. Große Wärmeaustauschflächen sollen geschaffen werden damit z. B Wasser zirkulieren kann. Solche Austauschflächen kann man durch zwei Methoden erschaffen: <sup>61</sup>

Die erste ist schon seit langem in der Erdölförderung bekannt. Durch erhöhten Innendruck im verschlossenen Bohrloch bricht das Gebirge auf. Dann wird eine zweite Bohrung zur Entnahme des schon aufgeheizten Wassers gemacht.

Die zweite Möglichkeit große Austauschflächen zu schaffen ist durch Zünden von Sprengsatz im Bohrloch. Dadurch entstehen Risse und es wird die Porosität erhöht, aber weit weniger die Permeabilität. In diesem Fall ist ein einziges Bohrloch ausreichend. Kaltes Wasser wird durch ein schmales Rohr bis auf den Boden des Zerrüttungsbereiches hineingepumpt und strömt nach dem Verdampfen zwischen Innenrohr und Bohrlochwand wieder an die Oberfläche. Der Dampf kann direkt zu einer Turbine zugeleitet werden.

Wenn nur Warmwasser zur Verstromung verfügbar ist, muss ein Sekundärsystem mit einer bei niedriger Temperatur siedenden Flüssigkeit z.B. Freon eingesetzt werden. Die Wärme wird durch ein Wärmeaustauschsystem auf die Flüssigkeit übertragen, die verdampft und die Turbine, mit welcher sie in einem geschlossenen System ist, antreibt. Die elektrische Leistung solcher Methoden ist begrenzt. Aus diesem Grund wird vielmehr versucht Dampf statt Heißwasser zu benutzen. <sup>62</sup>

---

<sup>61</sup> „Geothermie. Eine Einführung in die allgemeine und angewandte Wärmelehre des Erdkörpers“, G. Buntebarth- 1980

<sup>62</sup> „Geothermie. Eine Einführung in die allgemeine und angewandte Wärmelehre des Erdkörpers“, G. Buntebarth- 1980

### 3.4.2 Potential der Geothermalenergie<sup>63</sup>

In Bulgarien gibt es insgesamt 136 registrierte warme Mineralquellen mit verschiedener Ergiebigkeit und Temperatur. Typisches Merkmal für die Thermalwässer ist die schwache Mineralisierung, der kleine Debit 0,5 l/sec bis 478 l/sec oder insgesamt für das ganze Land von 3934,7 l/sec bis 4600 l/sec und einer niedrigen Temperatur von 20°C bis 101,4°C mit einem Energieäquivalent von 0,3ktoe. Von dieser Ergiebigkeit ist der bewiese Zufluss von Wasser mit einer Temperatur bis 20°C 300 l/sec. Gegen 33% vom derzeitigen Potential sind Wässer mit einer Temperatur zwischen 20° C und 30° C, und 43% -zwischen 40° C und 60° C. Die niedrigalkalischen Wässer (pH 7.2- 8.2) machen 55% von der gesamten Ergiebigkeit aus.

Diese Besonderheiten des Potentials bestimmen die Ausnutzung des Geothermalwassers in Bulgarien. Das technische Potential verwendet man für gesundheits-hygienische und kommunale Bedürfnisse, für die Betriebs- und Landwirtschaft.

Die Tabelle zeigt das theoretische Potential der Geothermalenergie in den verschiedenen Gebieten Bulgariens.

Gebietszentrum	Geothermal Energie		
	TJ/jährlich	MWh	ktoe/jährlich
Nordwest <b>Vidin</b>	260	8,3	6190
Zentral Nord <b>Russe</b>	2213	70,2	52690
Nordost <b>Varna</b>	3996	126,7	91142
Südost <b>Burgas</b>	453	14,4	10786
Süd Zentral <b>Plovdiv</b>	3277	103,8	87119
Südwest <b>Sofia</b>	3657	115,9	87072
<b>Total:</b>	<b>13856</b>	<b>439,3</b>	<b>325903</b>

**Tabelle 10: Potential der Geothermalenergie - PHARE Projekt -Technische und wirtschaftliche Einschätzung der erneuerbaren Energiressourcen in Bulgarien – 1997**

<sup>63</sup> Bericht des Ministeriums für Wirtschaft und Energie

[http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/geoterm\\_ecosviatII.pdf](http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/geoterm_ecosviatII.pdf) (2009)

Im Moment betragen die Verluste durch das freie Lauflassen der warmen Mineralwässer zirka 80% von den theoretischen Ressourcen. Derzeit gibt es laut BAN (Bulgarische Wissenschaftsakademie) 216 solche Quellen mit freiem Lauflassen oder mit Bohrungen.

### 3.4.3 Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und dem Verbrauch von Geothermalenergie

Da die Geothermalenergie in Bulgarien vorwiegend für Heizung gebraucht wird, werden die Vor- und Nachteile genau bei diesen Geothermalanlagen betrachtet. Die Geothermalsysteme für Heizen und Kühlen haben einige Vorteile gegenüber den konventionellen. Beim Ausbau von solchen Systemen sind einige Besonderheiten und Nachteile zu beachten. In der Tabelle sind sie dargestellt.<sup>64</sup>

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hohe Effektivität und Stabilität: da die Temperatur im Erdinneren ständig im ganzen Jahr und höher als die mittlere Lufttemperatur ist, da x die Anlagen die ganze Zeit effektiv v. Die Quelle ist erneuerbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Höhere Investitionskosten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Energieersparnis: Der Energieverbrauch von geothermalen Wärmepumpen ist um 1/3 geringer als beim Elektroboiler, um ½ geringer als beim Gasboiler, und die Ausgaben sind 40-60% von jenen bei Klimaanlage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die Systeme mit offenem Kreis haben mehr Probleme die mit dem Einsatz von Wasser in den Rohren verbunden sind. Das kann zu Kalkablagerung oder Verstopfung führen.</li> </ul>

<sup>64</sup> Zeitschrift „Verbraucher“ von 9.04.2008 der nationalen bulgarischen Assoziation der Verbraucher

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lange Lebensdauer: ca.20 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die Systeme mit offenem Kreis benötigen große Menge reinen Wassers um rentabel zu sein. Das begrenzt ihren Gebrauch auf die Nähe von großen Wasserquellen(Meer, See, Fluss usw.). Das betrifft auch das Abwasser- hier ist eine sinnvolle Methode für den Abfluss in die Umwelt einzusetzen. Das ganze kann den Gebrauch von Geothermalsysteme begrenzen, wenn z.B. keine Wasserspeicher vorhanden sind oder einige lokale Gesetze und Verordnungen das nicht erlauben.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Große Flexibilität: mit ziemlich wenigen Kosten können die Systeme verbreitet oder verringert werden, damit sie größere oder kleinere Räume bedienen können.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die meisten Systeme mit geschlossenem Kreis nutzen Frostschutz, der oft toxisch ist und bei Havarie eine Gefahr für die Umwelt und den Menschen bedeutet. Noch dazu erhöhen einige Frostschutze die Viskosität vom abgepumpten Fluid und so sinkt die Energieeffizienz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sicherheit: es besteht keine Explosions- oder Feuergefahr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Die meisten Systeme, die Kühlmittel nutzen, stellen eine Gefahr für die Umwelt dar. Die Korrosion bei den Rohren kann zum Auslauf führen, der schwer zu finden ist. Wegen der großen Wärmeleitfähigkeit muss die Temperatur des Kühlmittels kontrolliert werden, damit die Erde rund um die Rohre nicht friert oder verbrennt.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Niedrige Instandhaltungskosten: da die Anlagen unter der Erde sind und die Umweltfaktoren keinen Einfluss haben.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Bei schlechten Klimabedingungen kann es sein, dass die Installation eines zusätzlichen Heizsystems während des Baues benötigt wird. Das führt zur Erhöhung der Kosten.</li> </ul>

## 3.5 Biomasse

### 3.5.1 Beschreibung

Seit vielen Jahren ist die energetische Nutzung von Biomasse national und international gefördert. Die Biomasse wird als regenerativer, CO<sub>2</sub>- freier Energieträger betrachtet und eignet sich für die Substitution von fossilen Festbrennstoffen wie Stein- und Braunkohle. Daher kann sie wesentlich zur Minderung von CO<sub>2</sub> Emissionen beitragen. Die Energie aus Biomasse kann bedarfsorientiert eingesetzt werden da dafür keine zusätzliche Speicherung gebraucht wird, was einen Vorteil gegenüber anderen regenerativen Energieträgern wie Wind und Sonne ist. Die CO<sub>2</sub>-frei Bezeichnung ist

gegeben, weil bei der Verbrennung genau die Menge an CO<sub>2</sub> freigesetzt wird, die vorher beim Pflanzenwachstum aus der Atmosphäre assimiliert wurde. Bei der natürlichen Verrottung der Biomasse werden zusätzlich Treibhausgase wie Methan freigesetzt, was durch die Biomasse-Verbrennung erspart wird.<sup>65</sup>

Durch Nutzung der Biomasse aus der Land- und Forstwirtschaft wird die gespeicherte Sonnenenergie aus der Photosynthese der Pflanzen in Form von festen, flüssigen und gasförmigen Energieträgern (biogene Festbrennstoffe, Biotreibstoffe und Biogas) zur Verfügung gestellt. Durch entsprechende Umwandlung können dann die gewünschten Energieformen Wärme und Kraft bereitgestellt werden.<sup>66</sup>

---

<sup>65</sup> „Energie aus Biomasse und Abfall“ - Martin Faulstich -2005

<sup>66</sup> Rundgespräche der Kommission für Ökologie – Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung- Bayerische Akademie der Wissenschaften- 2007

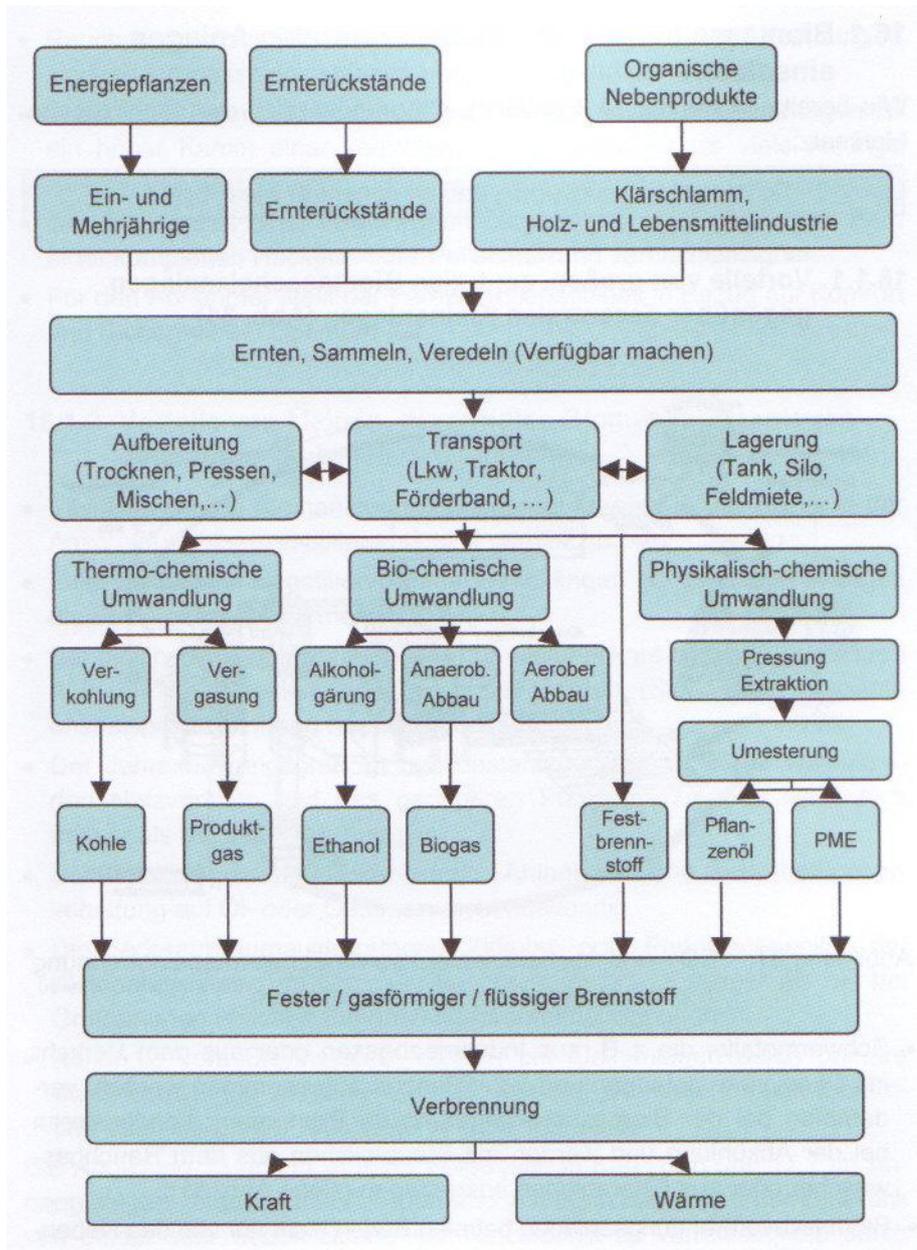


Abbildung 12: Möglichkeiten einer Energiebereitstellung aus Biomasse<sup>67</sup>

Die **biogenen Festbrennstoffe** sind Holzbrennstoffe (aus der Forstwirtschaft, künftig evtl. auch aus Kurzumtriebsplantagen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen) und halmgutartige Brennstoffe (von Ackerflächen bzw. aus der Landschaftspflege). Die Holzbrennstoffe verwendet man in unterschiedlichen Formen wie Scheitholz, Hackschnitzel oder Pellets. Es werden auch Reststoffe z.B. aus der Sägewerksindustrie verwendet. Die halmgutartigen Brennstoffe sind Stroh, Energiepflanzen wie z.B.

<sup>67</sup> Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. -Kaltschmitt, M / Streicher, W / Wiese, A (2006)

Miscanthus, Getreidepflanzen aber auch Getreidekörner sowie Reststoffe aus dem Getreide verarbeitenden Gewerbe (Getreideabputz, Kleie etc.)<sup>68</sup>

Immer noch betrachtet man die **biogenen Kraftstoffe** als Alternative zu den konventionellen Treibstoffen. Die steigenden Preise der Treibstoffe, ihre praktische Erschöpfung, die gesetzten Ziele zur Senkung der Emissionen schädlicher Stoffe und der Umweltschutz geben aber den Biotreibstoffen neue Bedeutung- als dem Treibstoff der Zukunft.

Zwei Begriffe haben sich eingebürgert: „Biotreibstoffe der ersten Generation“ und „Biotreibstoffe der zweiten Generation“. Zu den ersten zählen Biodiesel und Rapsölkraftstoff (bzw. andere Pflanzenöle), Bioethanol auf der Basis von stärke- oder zuckerhaltigen Pflanzen sowie Biogas bzw. Biomethan aus Gülle bzw. Energiepflanzen.

Wenn Bioethanol aus lignozellulosehaltiger Biomasse produziert wird, redet man über „Biotreibstoffe der 2. Generation“. Das Verfahren heißt BTL (Biomass-to-Liquid) und verläuft durch Vergasung fester Biomasse (Holz, Halmgüter) und anschließender Verflüssigung (durch die Fischer-Tropsch-Synthese).

Die Kraftstoffe der 1. Generation sind schon in den Markt eingeführt im Gegensatz zu den Kraftstoffen der 2. Generation, die noch in Entwicklungsphase sind.

Durch anaerobe Vergärung von organischen Substraten mit ausreichendem Kohlenhydrat-, Fett- und Proteingehalt wird **Biogas** gewonnen. Es wird derzeit meistens zur Kraft-Wärme-Kopplung in Blockheizkraftwerken verwendet. Für den Fermentationsprozess werden Gülle, Co-Substrate (z.B. aus der Lebensmittelverarbeitung) und auch Energiepflanzen benutzt. Als Nebenprodukt wird organischer, meistens stickstoffreicher Dünger erzeugt.

### 3.5.2 Potenzial der Biomasse

---

<sup>68</sup> Rundgespräche der Kommission für Ökologie – Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung- Bayerische Akademie der Wissenschaften- 2007

Im langfristigen Nationalprogramm zur Förderung der Verwendung von Biomasse gibt es eine tiefe Analyse des Potentials für ihre Verwendung. Sie ist in einige Arten geteilt:

### 3.5.2.1 Biomasse aus Holz<sup>69</sup>

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde eine massive Aufforstungstätigkeit durchgeführt. Als Folge sind der Holzvorrat und der jährliche Zuwachs ständig gewachsen. Insgesamt ist die aufgeforstete Fläche ca. 33% von der Fläche des Landes und macht 3 651 243 ha aus. Das gewonnene Holz im Jahr 2005 beträgt 5.662.472 Festmeter. Wichtig für unser Thema ist das Abfallprodukt in der holzgewinnenden Industrie - nämlich die Äste. Zu diesem Zeitpunkt wird nur ein kleiner Teil von denen verwendet, da das Sammeln von Kleinholz für wirtschaftlich ungünstig geschätzt wird. Die Technologie umfasst die Zerkleinerung der Äste in Splitter.

Kaum 9,6% von den geplanten Mengen Äste wurden 2005 verbraucht.

Art	Geplante Mengen	Gesammelte Mengen	Verfügbare unbenutzte Mengen
Nadelholz	134.076	2.626	131.450
Laubholz	214.263	30.746	183.517
Gesamt	348.339	33.372	314.967

Tabelle 11: Zweigmengen für 2005 in Festmeter

### 3.5.2.2 Feste landwirtschaftliche Abfälle

Die festen landwirtschaftlichen Abfälle werden bei der Zucht von landwirtschaftlichen Kulturen gebildet. Deren Mengen stehen im engen Zusammenhang mit der jährlichen Ernte. Optimal für die Nutzung dieser Biomasse ist ihre Direktverbrennung. Laut der Methoden für die Energienutzung sind die Biomassearten in drei Gruppen geteilt:

---

<sup>69</sup> Langfristiges Nationalprogramm zur Förderung der Verwendung von Biomasse für die Periode 2008-2020

- Weinstöcke und Obstbaumäste
- Stroh
- Maisstängel, Sonnenblumenstängel, Tabakstängel

Bei den Weinstöcken und Obstbaumästen wird eine gut bekannte Technologie zur Direktverbrennung verwendet. Der Grund, dass diese Produkte nicht viel verwendet sind, liegt am Mangel von passenden Anlagen zur Vorbearbeitung. Das Stroh ist ein Produkt, das schwer als Treibstoff zu verwenden ist.

Arten von landwirtschaftlichen Festbrennstoffen	Gesamtmenge Tonnen/ Jahr	Ungenutzte Mengen T/J	Energieäquivalent ktoe/Jahr
Stroh	2 714 500	542 900	184 500
Weinstöcke	170 000	136 000	29 900
Obstbaumäste	58 900	47 120	9 400
Gesamt( Stroh, Weinstöcke, Obstbaumäste)			223 800
Maisstengel	1 799 680	1 079 808	194 400
Sonnenblumenstengel	1 270 000	762 000	167 600
Tabakstengel	50 000	40 000	8 000
Gesamt			593 800

**Tabelle 12: Energieäquivalent in ktoe von ungenutzten landwirtschaftlichen Festbrennstoffen**

In der Tabelle ist das Energiepotential von den unbenutzten landwirtschaftlichen Festbrennstoffen zu sehen. Betrachtet man nur diese Festbrennstoffe, für die gut entwickelte Technologien für Energieumwandlung existieren (Stroh, Weinstöcke, Obstbaumäste), ist ihr Energieäquivalent 2,9% vom Brutto Inlandsverbrauch Bulgariens im Jahr 2005.<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup> Langfristiges Nationalprogramm zur Förderung der Verwendung von Biomasse für die Periode 2008-2020

### 3.5.2.3 Viehzuchtabfälle

Bei der Bearbeitung der Viehzuchtabfälle mit anaerobem Abbau wird Biogas freigesetzt, das für Strom- und Wärmeherstellung verwendet wird. Die Tabelle zeigt die Dungmengen in den größeren Farmen in Bulgarien und ihr Energieäquivalent.

Art der Viehzuchtfarm	Zahl der Tiere in den größeren Farmen	Jährliche Dungmengen	Energieäquivalent
Rinder	127.205	92.860	20.000
Schweine	462.070	101.193	21.800
Vögel	12.000.000	131.400	28.200
Gesamt		325.453	70.000

Tabelle 13: Jährliche Dungmengen und deren Energieäquivalent

### 3.5.2.4 Feste Haushaltsabfälle und Deponie-Gas

Die beste Perspektive für die Verwendung von festen Haushaltsabfällen als Treibstoff in einer Verbrennungszentrale ist in Sofia. Für die meisten großen Städte sind regionale Abfall-Deponien entweder geplant oder schon gemacht. In Plovdiv werden ein Kompostierungsbetrieb und eine neue Deponie geplant.

2004 beträgt die Abfallmenge in Sofia 361.700 t. Der durchschnittliche Wert der Verbrennungswärme von den Haushaltsabfällen ist gegen 1.000 kcal/kg. Das Energieäquivalent ist 36.300 ktoe/Jahr.

Laut der bulgarischen Verordnung müssen alle neuen Abfalldeponien das Deponiegas abfangen. Dann kann man es entweder verbrennen oder zum Stromherstellen verwenden. Zum Stromherstellen sind Deponien, die größere Mengen Gas freisetzen (entsprechend von mindestens 200-300 kW), geeignet. Solche Deponien sind:

Abfalldeponie	Jahr 2006	
	Mengen Deponie-Gas	Energiepotenzial
	m <sup>3</sup> / Jahr	ktoe/ Jahr
Sofia-Suhodol	14.211.053	6.080
Vratza	853.678	360
Plovdiv-Calapica	6.955.200	2.980
Sliven	2.004.480	860
Burgas-Bratovo	4.228.200	1.810
Varna-Vuglen	1.710.000	730
Schumen	1.879.200	800
Razgrad	1.252.800	530
Silistra	1.252.800	530
Ruse	3.382.560	1.450
Gesamt	37.729.971	16.100

**Tabelle 14: Mögliche Mengen Gas in einigen Deponien und die entsprechenden Werten des Energiepotentials**

Die maximale mögliche Stromherstellung ist ca. 58 GWh/Jahr.

### 3.5.2.5 Gas aus ARA (Abwasserreinigungsanlagen)

Laut der Information des nationalen Instituts für Statistik nutzen 69,2% der Bevölkerung Kanalisationssysteme (5.200.000 Einwohner), aber nur 39,9% von ihnen haben ARA.

Die spezifische Menge Ablagerung aus ARA beträgt ca. 82 t /Tag Trockenmasse pro 1 Mio. Einwohner. Beim anaeroben Abbau der Ablagerungen gewinnt man 345 m<sup>3</sup> Gas von 1t Trockenmasse. Wenn alle Ablagerungen nach dieser Methode verarbeitet werden, kann man 21.424.000 m<sup>3</sup> /Jahr Gas mit Energiepotential 9.100 ktoe/Jahr gewinnen, und die erreichbare Stromherstellung ist 42 GWh/Jahr.

### **3.5.3 Potenzial für Erzeugung von Biobrennstoffe in Bulgarien für die Erfüllung der Nationalziele bis 2020 Jahr.<sup>71</sup>**

Die Grundrohstoffe in der Herstellung von Bioethanol in Bulgarien sind Zuckerrüben, Weizen und Mais.

**Zuckerrüben:** die bepflanzten Flächen im Jahr 2006 betragen 1.356ha, aber die Produktion ist gering- 26.788t, obwohl die Klimabedingungen gut sind. Diese Situation macht die Prognose über das Verwenden der Zuckerrüben als Rohstoff für Bioethanol ohne Förderung seiner Herstellung schwer. Der Durchschnittsertrag in Bulgarien ist 19,76 t/ha, das entspricht 1,73t/ha Alkohol.

**Der Weizen** hat das größte Produktionsvolumen in der Landwirtschaft: 3.301.882 t von 979 924 ha bepflanzten Flächen im Jahr 2006. Die besten Bedingungen für den Anbau von Weizen sind in Dobrudja, folgend von den restlichen Flachgebieten in Nordbulgarien. Wie die Figur Nr.1 zeigt ist die Herstellung hauptsächlich in den Gebieten Nord-Zentral, Nordost und Süd-Zentral konzentriert. Das sind nämlich die Gebiete mit den meisten Landwirtschaftsnutzflächen in Bulgarien. Der Durchschnittsertrag beträgt 3,40 t/ha, das bedeutet 0,97 t/ha Alkohol.

---

<sup>71</sup> Nationales langjähriges Programm für Förderung des Biotreibstoffverbrauchs im Transportsektor für die Periode 2008-2020

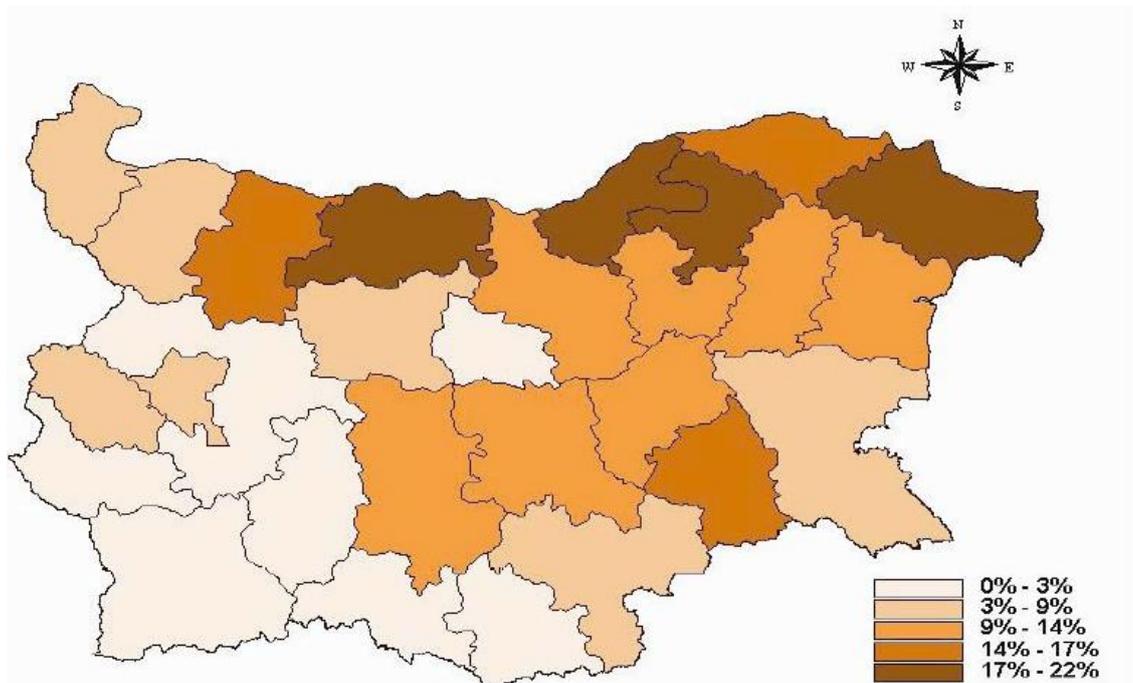
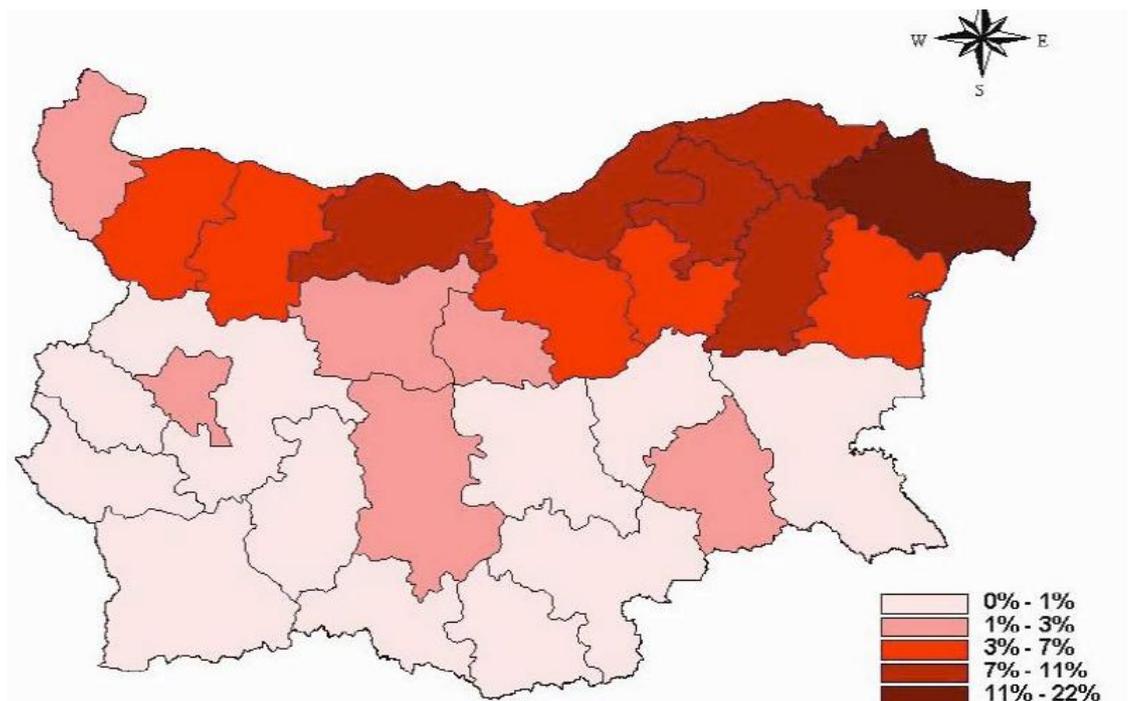


Abbildung 13: Anteil der Weizenflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets

**Der Mais** benötigt bewässerte Flächen. Der Ertrag im Jahr 2006 ist 1.587.805t aus 358.594ha. Die nächste Karte zeigt, dass die Produktion von Mais in den Gebieten Nordost und Nordwest am besten entwickelt ist. Der Durchschnittsertrag beträgt 4,53 t/ha, das entspricht 1,43 t/ha Alkohol.

Abbildung 14: Anteil der Maisflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets

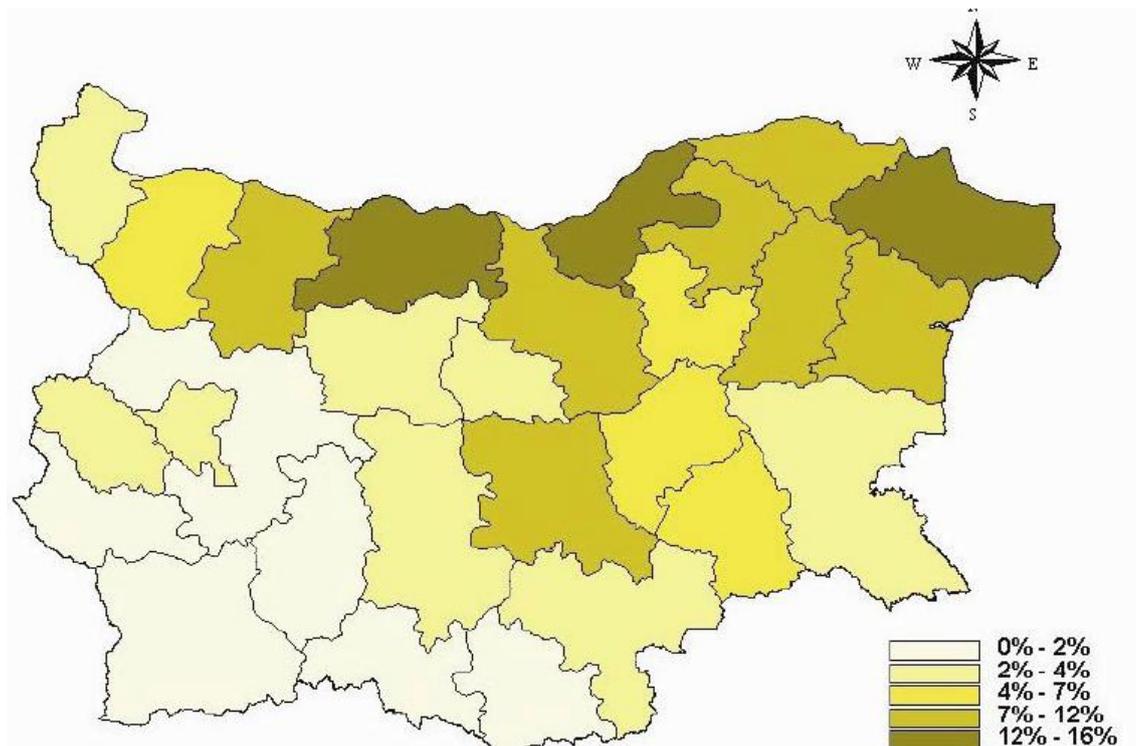


Aus den oben gezeigten statistischen Daten wird klar, dass das Potential für die Herstellung von Mais und Weizen deren Verwendung als Grundrohstoffe für die Produktion von Bioethanol ermöglicht.

Die beiden Grundenergiekulturen, die man als Rohstoff für die Produktion von Biodiesel verwendet, sind der Raps und die Sonnenblume:

Die Klimabedingungen für die Herstellung vom **Raps** in Bulgarien sind nicht günstig. Das erklärt die niedrige Produktion im Jahr 2006- 28.463t aus 16.546ha. Der Durchschnittsertrag beträgt 1,8 t/ha, das entspricht 0,63 t/ha Öl.

**Die Sonnenblume** spielt eine sehr wichtige Rolle in der bulgarischen Landwirtschaft. Die Tatsache, dass die Sonnenblume zu den Hackfruchtkulturen gehört, hilft für die optimale Aussaat von den landwirtschaftlichen Kulturen. Da sie trockenfest ist, kann man die Sonnenblume großflächig anbauen. Im Jahr 2006 ist der Ertrag aus 755.222ha 1.156.155t. So ist die Sonnenblume die zweitbedeutendste Landwirtschaftskultur nach dem Weizen. Die nächste Karte stellt dar, dass die bestentwickelten Gebiete für die Sonnenblumenproduktion in Bulgarien Nordost und Nord-Zentral sind. Der Durchschnittsertrag ist 1,60 t/ha, d.h. 0,64 t/ha Öl.



**Abbildung 15: Anteil der Sonnenblumenflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets**

Im Einklang mit der Direktive 2003/30/EU betreffend der Förderung beim Verbrauch von Biotreibstoffen oder anderen erneubaren Treibstoffen hat Bulgarien seine Nationalziele gesetzt. Man erwartet im Jahr 2010, dass der Prozentsatz von Biotreibstoffen 5,75% erreicht, im Jahr 2015- 8 %, und bis 2020 die Quote von 10 %. In der Tabelle unten ist die Treibstoffverbrauchprognose dargestellt, die somit den gesetzten Zielen entspricht.

	Einheiten	2010	2015	2020
Konventionelle Brennstoffe	Tt	2.317,30	2.731,90	3.146,00
Benzin	Tt	426	417	370,5
Dieselmotortreibstoff	Tt	1.891,30	2.314,80	2.775,50
Biobrennstoffe	Tt	133,2	218,6	314,5
Bioethanol	Tt	24,5	33,4	37
Biodiesel	Tt	108,7	185,2	277,5
Gesamt Brennstoffe	Tt	2450,5	2950,5	3460,5
Nationales Ziel	%	5,75	8	10

**Tabelle 15: Treibstoffverbrauchprognose**

Bulgarien verfügt über genug Flächen, die die Herstellung von Biotreibstoffen sichern können, ohne dass die gesetzten Stoffe negativ auf die Nahrungsmittelindustrie wirken. Tabelle 16 zeigt die Prognose über die Herstellung von Biotreibstoffen und die Flächen, die für den Anbau von Energiekulturen vorgesehen sind. Die Bestimmung der Flächen basiert auf den im derzeitigen Moment verwendeten Kulturen für die Herstellung von Biodiesel, die eine niedrige Konzentration von Fettsäuren haben, und daher eine höhere Jodzahl (140) vom produzierten Biodiesel.

Biobrennstoffe	2010		2015		2020	
	Tt	Fläche (ha)	Tt	Fläche (ha)	Tt	Fläche (ha)
Bioethanol	24,5	22.664	33,4	30.924	37	34.238
Biodiesel	108,7	185.925	185,2	316.862	277,5	474.763
<b>Gesamt:</b>	<b>133,2</b>	<b>208.589</b>	<b>218,6</b>	<b>347.784</b>	<b>314,5</b>	<b>509.001</b>

**Tabelle 16: Prognose für Biobrennstoffezeugung und notwendige Flächen für die Zucht der Energiekulturen**

Die notwendigen Flächen zum Erreichen des gesetzten Ziels von 10% Anteil der Biotreibstoffe im Jahr 2020 belaufen sich auf 509.001ha. Das macht 16,3 % von den landwirtschaftlichen Nutzflächen (3.128.210ha) im Jahr 2005 aus.

Rein theoretisch könnte Bulgarien genug Rohstoffe herstellen, um die Ziele zu erreichen. Auf der anderen Seite stehen die Bearbeitungsbetriebe, die den Rohstoff bearbeiten und in Biotreibstoff verwandeln. Unten in den Tabellen kann man sehen, was für eine Kapazität diese Betriebe haben, um Bioethanol und Biodiesel zu produzieren.

Firma	Prognose für Bioethanolerzeugung		
	2010	2015	2020
Euroethyl	30.000	32.000	32.000
Zaharni Zavodi	25.000	30.000	35.000
Profex Bioproducti	40.000	40.000	40.000
<b>Gesamt</b>	<b>95.000</b>	<b>102.000</b>	<b>107.000</b>

**Tabelle 17: Erzeugniskapazität von Bioethanol**

Firma	Prognose für Biodieselerzeugung(t/Jahr)		
	2010	2015	2020
Bamo	300	300	300
Bulmex Trade	20.000	20.000	20.000
Galaks Oil	13.000	13.000	13.000
Gamakol	300	300	300

Duk Dominion Kom	1.000	2.000	4.000
Ekoproekti	8.000	8.000	8.000
Klas Olio	31.000	32.000	35.000
Crystal Himia Trading	37.000	38.000	40.000
Nestinari Group	10.500	14.000	17.500
BF Oil	300	300	300
Rapid oil Industry	18.000	20.000	25.000
Sampo	4.000	4.000	4.000
Siana	1.000	5.000	10.000
Star-7	20.000	20.000	20.000
TIT Biodiesel	600	650	650
Biodreems, Lovech	20.000	20.000	20.000
Bulmarket	50.000	50.000	50.000
Eko Petroleum	100.000	100.000	100.000
Bultera, Blagoevgrad	30.000	30.000	30.000
Slunchevi Luchi, Provadia	50.000	50.000	50.000
<b>Gesamt</b>	<b>415.000</b>	<b>427.550</b>	<b>448.050</b>

**Tabelle 18: Produktionskapazität von Biodiesel**

Vergleichen wir die Daten von den Tabellen, kann man feststellen, dass die Produktionskapazitäten für die Herstellung der notwendigen Mengen Bioethanol und Biodiesel völlig ausreichen. Sehr wichtig ist die Förderung der Verwendung von Biotreibstoffen auch vom öffentlichen Transport und von Betrieben mit großen Fuhrparks, wo die Verwendung von Biotreibstoffen möglich ist.

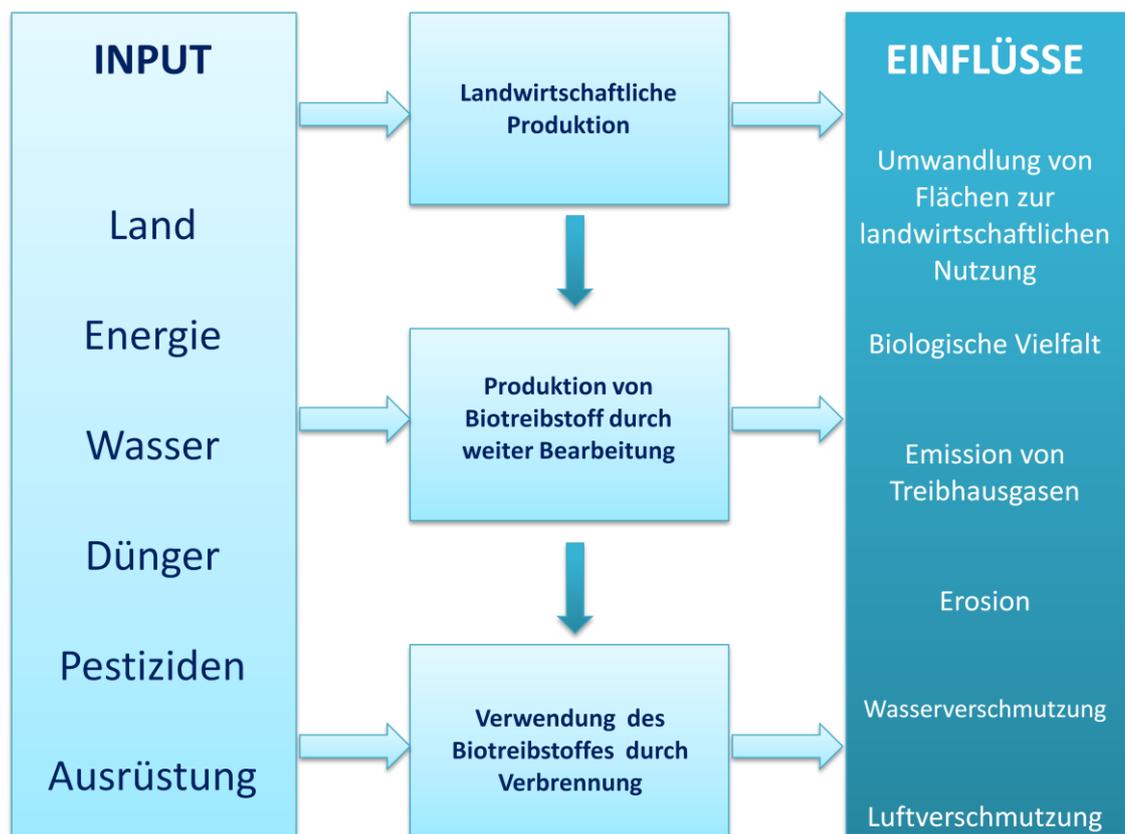
### **3.5.4 Nachteile in Verbindung mit der Gewinnung und dem Verbrauch von Biomasse und Biotreibstoffen<sup>72</sup>**

Laut des Berichts von UNEP kann die Produktion von Biotreibstoffen in einigen Fällen keine gute und vernünftige Entscheidung sein. Die Produktion von Biotreibstoffen wird

---

<sup>72</sup> Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels, Bericht des UNEP (UN Umweltprogramm) Okt. 2009

nach einigen Kriterien beurteilt. Man muss die Auswirkung auf die Umwelt während des ganzen Life-Cycles betrachten. Ein Problem kann die Umwandlung von Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung sein. Das kann zur Erosion der Erde nach dem Entwalden und zur Verringerung der Vielfalt der biologischen Arten führen. Die Entwaldung wird den Treibhauseffekt verstärken.



**Abbildung 16: Allgemeiner Bearbeitungsweg von Biotreibstoffen - UNEP**

Bis jetzt wurde von der schonenden Wirkung der erneuerbaren Quellen aus der Umwelt auf den Treibhauseffekt gesprochen. Bei der Produktion von Biotreibstoff aber muss man ganz genau die Vorteile beurteilen, da in einigen Fällen die Treibhausgase bei der landwirtschaftlichen Produktion sowie auch bei der Produktion von Biotreibstoffen höher als die Emissionen von konventionellen Treibstoffen sind. Die zweite Generation Bioethanol, hergestellt aus Agrar- und Waldabfällen, kann zur Verringerung der Treibhausgase beitragen.

Die erneuerbaren Quellen können auch eine negative Auswirkung auf das Wasser haben. Die Energie aus Biomasse benötigt 70- 100-mal mehr Wasser im Vergleich mit

den anderen Energiequellen wie Fossilen-, Sonnen- und Windenergie. Über 90% des Wassers wird für die landwirtschaftliche Produktion gebraucht.

Ein anderer Nachteil ist die Wasserverschmutzung in Folge von der Verwendung verschiedener Düngemittel in der Landwirtschaft. Das kann zur Versäuerung und Eutrophisierung des Wassers führen.

Zum Schluss muss man anmerken, dass die Zucht von landwirtschaftlichen Kulturen für Energiegebrauch eine der Ursachen für die Preiserhöhung der Lebensmittel in den letzten Jahren ist. Der Präsident der World Bank, Robert Zoellick, meint, dass die Verdoppelung der Weizenpreise in den letzten 2 Jahren teilweise von der Nachfrage nach Biotreibstoff wie Bioethanol verursacht ist.

## **4 Atomenergie in Bulgarien. Existierende Kapazitäten und Projekte.**

Vom schlechtentwickelten Agrarstaat nach dem 2. Weltkrieg entwickelte Bulgarien sehr schnell seine Industrie- und Energiewirtschaft in der kommunistischen Periode. Die Errichtung des ersten Atomkraftwerks verwandelt den Staat in einen Hauptexporteur von elektrischer Energie auf der Balkanhalbinsel. Nach der Stilllegung des 3. und 4. Blocks von AKW „Kozloduy“ verliert Bulgarien einen Teil seiner Kapazitäten und entsprechend seine Marktposition. Obwohl das Stromangebot reduziert ist, ist die Versorgungssicherheit auf dem Binnenmarkt garantiert. Die Nische gibt die Möglichkeit für neue Ergänzungen. Die neuen Kapazitäten kommen teilweise von erneuerbaren Energien, was die Energieabhängigkeit reduziert. Die Erzeugung der elektrischen Energie befriedigt aber nicht die Nachfrage im regionalen Aspekt.

### **4.1 Wesen der Atomenergie**

Die Atomenergiegewinnung ist keine Erfindung unserer Zeit. Ein Beweis dafür ist der „Oklo Naturreaktor“ in Gabun. Im Uran-Tagebau, nahe dem Oklo-Fluß, wurde

„abgebranntes“ Uran gefunden. Der vermutete Grund dafür ist der Ablauf einer Kernreaktion im Naturreaktor.<sup>73</sup>

Die friedliche kommerzielle Nutzung der Kernkraft hat noch in den 50er Jahren begonnen. Die damaligen Reaktoren bezeichnet man als Generation I. Zurzeit gibt es mehr als 440 Kernkraftwerke weltweit, die in Betrieb sind. Über 200 davon sind in Europa. Die Hauptgründe für die Entwicklung der Kernkraft sind die hohen Weltmarktpreise für Kohlenwasserstoffe aller Art und die Gefahr für Klimaveränderungen durch die Verbrennung der Fossile.

Generation I	Generation II	Generation III	Generation IV
Vom Jahr 1950 bis 1970	Vom Jahr 1970 bis 2000	Vom Jahr 2000 bis 2030	ab dem Jahr 2030
Frühe Prototypreaktoren	Kommerzielle Reaktoren  Typen: -LWR/DWR, SWR -CANDU -VVER/RBMK	Fortschrittliche wassergekühlte Reaktoren  Typen: ABWR System 80+ AP 600 EPR	Zukünftige Reaktorkonzepte  -hocheffizient -höhere Sicherheit -verringertes Proliferationsrisiko  Verfolgung von 6 Konzepten in Gen. IV International Forum - GIF

**Tabelle 19: Schematische Darstellung der verschiedenen Reaktorgenerationen<sup>71</sup>**

Zur II. Generation gehören die meisten heutigen in Betrieb befindlichen Reaktoren. Bei diesen ist eine Kernschmelzung sehr unwahrscheinlich, aber möglich. Keine Strategie

<sup>73</sup> Kernenergie. Eine Herausforderung unserer Zeit- F.L. Boschke, 1988

für eine Kernschmelze –Rückhaltung ist vorgesehen.<sup>74</sup> Reaktoren der II. Generation sind der Leichtwasserreaktor (LWR) und der Schwerwasserreaktor.

Der Leichtwasserreaktor ist sehr verbreitet. Bei dem Typ wird normales Wasser für die Moderation der beim Spaltprozess entstehenden Neutronen verwendet. Das Wasser ist gleichzeitig das Kühlmittel für Brennstoffelemente. Im Allgemeinen unterscheidet sich der Wärmeaustausch zwischen Brennelement und Kühlflüssigkeit nicht von der Kühlung der Heizflächen eines Wärmekraftwerks. Während des Betriebes wird kein Brennstoff zugeführt und die entstehenden Spaltprodukte werden nicht entnommen. Das Wasser strömt achsenparallel zwischen den zylindrischen Brennstäben entlang. Die Brennstäbe sind in einem regelmäßigen Raster angeordnet.

Die Reaktivität des Reaktors wird durch den Moderator auf das erforderliche Niveau eingestellt. Für schnelle Reaktivitätsänderungen werden Steuerstäbe in den Reaktorkern eingefahren. Die Steuerstäbe bestehen aus Hüllrohren, die mit einem Neutronen absorbierenden Stoff gefüllt sind (z.B. Bor, Kadmium etc.). Das wichtigste ist, dass die zulässige Temperatur der Brennelementhüllrohre nicht überschritten wird. Man unterscheidet Druckwasser- (DWR) und Siedewasserreaktoren (SWR) bei den LWR.

Der DWR hat zwei Stoffkreisläufe, den Primärkreislauf (mit dem Kühlmittel) und den Sekundärkreislauf (mit dem Arbeitsmittel). Das Kühlmittel nimmt die Wärme von den Brennstäben ab, transportiert sie weiter zu einem Wärmeaustauscher und gibt diese an den Sekundärkreis ab. Wie in der nächsten Abbildung angezeigt ist, wird ein Dampfkraftprozess im Sekundärkreis betrieben. Der Wärmeaustauscher dient als Dampferzeuger. Ein Sieden der Kühlflüssigkeit kommt nicht vor, da der Druck im Primärkreislauf hoch über dem Sättigungsdruck ist.<sup>75</sup>

Im Gegenteil dazu lässt man das Wasser im Siedewasserreaktor zum Sieden kommen. Der Dampf wird zur Turbine abgeleitet nachdem das mittransportierte Wasser abgetrennt wird. Der Kreislauf ist direkt und im Vergleich zu den DWR ist kein Dampferzeuger erforderlich, was als Vorteil zu bezeichnen ist, da sich der Dampferzeuger als eine relativ störanfällige Komponente erwiesen hat.

---

<sup>74</sup> 50 Jahre Forschung für die Friedliche Nutzung der Kernenergie- Ganztagskolloquium 2007

<sup>75</sup> Kraftwerkstechnik; Karl Strauß - 2009

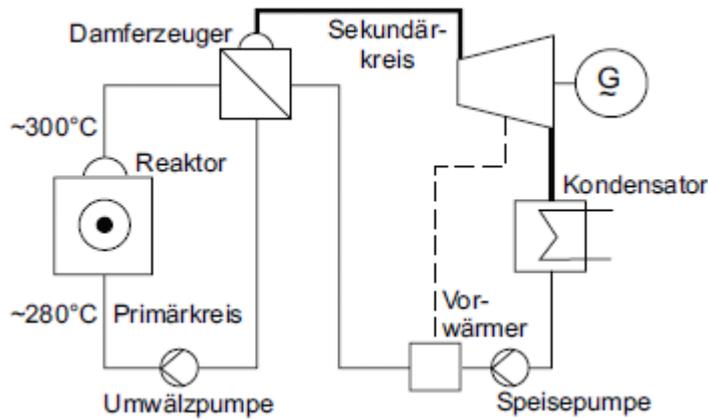


Abbildung 17: Schematische Darstellung des Druckwasserreaktors

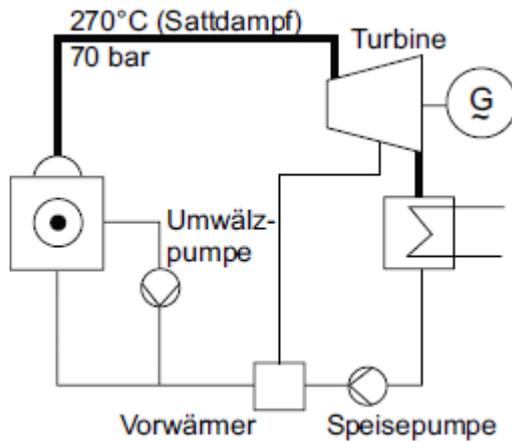


Abbildung 18: Schematische Darstellung des SWR<sup>76</sup>

Zu den DWR zählen auch die russischen VVER Reaktoren. VVER ist die Abkürzung für „Vodo-Wodjanoi Energetichesky Reactor“ oder Wasser-Wasser Energie Reaktor. Hier wird ebenfalls Wasser als Kühlmittel und Moderator verwendet.

Der Schwerwasserreaktor funktioniert analog zum LWR mit Wasser als Kühlmittel und Moderator. Das Wasser hat aber statt Wasserstoff (H) das Schwerwasserisotop Deuterium. Vorteil des Schwerwassers (Deuterium Dioxide) ist die niedrige Neutronenabsorption. Das macht den Schwerwasserreaktor sehr ökonomisch und erlaubt die Nutzung von Natururan. Am weitesten verbreitet sind die kanadischen

<sup>76</sup> Kraftwerkstechnik; Karl Strauß - 2009

CANDU- Reaktoren. Diese verbrauchen ca. 15% weniger Uran für jeden MW im Vergleich zu den Druckwasserreaktoren.<sup>77</sup>

Die Reaktoren der dritten Generation stellen eine evolutionäre Weiterentwicklung der heutigen LWR dar. Zurzeit wird in Finnland ein European Pressurized Water Reaktor (EPR) errichtet.<sup>78</sup> Der Reaktor verfügt über ein verbessertes Sicherheitsniveau. Durch das verbesserte Sicherheitssystem wird einerseits die Kernschmelz-Häufigkeit deutlich reduziert, und andererseits werden in solchen Fällen Maßnahmen für Begrenzung der radioaktiven Verschmutzung getroffen.<sup>79</sup>

Das Generation IV International Forum (GIF) ist ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm, eine Initiative von 10 Staaten für Zusammenarbeit in der Kerntechnik. Ziel des Forums ist es; ein Kernenergiesystem der künftigen Generation bis 2030 zu entwickeln. Die neue Generation soll Prinzipien wie: Nachhaltigkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit, Wirtschaftlichkeit, Physikalischer Schutz und Proliferationsbarriere folgen. Unter Nachhaltigkeit sind eine Langzeitverfügbarkeit der Systeme sowie eine effektive Brennstoffnutzung für die weltweite Energieproduktion zu verstehen. Der nukleare Abfall sollte minimiert und die Langzeit-Radiotoxizität reduziert werden. Wirtschaftlich sollen die Generation IV Kernenergiesysteme einen klaren Kostenvorteil gegenüber anderen Energiequellen haben. Die Anlagen sollen bessere Sicherheit und Zuverlässigkeit haben, Notfall-Schutzmaßnahmen sollen außerhalb der Anlagen nicht erforderlich sein, da auch eine Eintrittswahrscheinlichkeit eines Kernschadens sehr gering sein wird. Maßnahmen zum besseren Schutz der Kernenergiesysteme gegenüber terroristischen Angriffen werden getroffen.<sup>80</sup>

---

<sup>77</sup> [http://www.candu.org/candu\\_reactors.html](http://www.candu.org/candu_reactors.html)

<sup>78</sup> 50 Jahre Forschung für die Friedliche Nutzung der Kernenergie- Ganztagskolloquium 2007

<sup>79</sup> Design of EPR- Bernard DEBONTRIDE; <http://apw.ee.pw.edu.pl/tresc/-eng/10-DesignofEuropeanPressurizedReactor.pdf>

<sup>80</sup> Was ist Generation IV?- Wissenschaftlicher Bericht, Forschungszentrum Karlsruhe; L.Behnke; J. Hofmeister; M.Löwenberg- 2004

## 4.2 AKW „Kozloduy“<sup>81</sup>

### 4.2.1 Technisches und administratives Wesen des Betriebs

Das AKW „Kozloduy“ EAD ist das einzige Atomkraftwerk in Bulgarien und es ist der größte Stromerzeuger im Land. Der jährliche Anteil in der nationalen Stromerzeugung in den letzten Jahren (bis Ende 2006) ist mehr als 40%. Das bestimmt die besonders wichtige Bedeutung des Betriebs als Faktor der wirtschaftlichen Stabilität im regionalen und nationalen Plan. Das AKW „Kozloduy“ erzeugt die billigste Elektroenergie im Land und sichert dadurch die Unterstützung eines akzeptablen Preises der Elektroenergie für Endkonsumenten in Bulgarien.

Als russisches Projekt wurden 6 Blocks mit gesamt 3760 MW Kapazität aufgebaut. Die Blocks sind mit Reaktoren mit Druckwasser ausgerüstet. Die Errichtung und Inbetriebnahme des AKWs ist in drei Etappen gegliedert. Die erste Etappe war von 1970 bis 1975, während der ein 1. und 2. Block mit Reaktoren des Typs VVER – 440, Modell B-230 mit zwei unabhängigen Sicherheitssystemen errichtet und im Betrieb gesetzt wurde. Der erste Block wurde im Jahr 1974 in Betrieb gesetzt, der zweite – 1975.

Während der zweiten Etappe (1973- 1982) wurden der 3. (1980) und 4. (1982) Block errichtet und in Betrieb gesetzt. Die Reaktoren sind wieder vom Typ VVER -440, aber das verbesserte Modell B-230 mit dreimaliger Reserviertheit der Sicherheitssysteme.

In der dritten Etappe (1980- 1991) wurden der 5 (1987) und 6. (1991) Block errichtet und in Betrieb gesetzt. Die Reaktoren sind vom Typ VVER- 1000, Modell B-320, mit hermetischer Hülle und dreimaliger Reserviertheit der Sicherheitssysteme.

Im Zusammenhang mit den Verbindlichkeiten, die Bulgarien für den EU –Eintritt aufgenommen hat, hat AKW „Kozloduy“ die ersten vier Blocks eingestellt. Die Lebensdauer jedes Blocks beträgt 30 Brennstoffkreisläufe. Die Tabelle unten zeigt in welchem Brennstoffkreislauf jeder Block beim Ausschalten war.

---

<sup>81</sup> AKW Kozloduy <http://www.kznpp.org/> (2010)

Block	Reaktortyp	Inbetriebnahme	Stilllegung	Insgesamt Brennstoffkreisläufe	Erzeugte elektrische Energie, MWh
Block 1	VVER-440	1974	31.12.2002	25	66 675 397
Block 2	VVER-440	1975	31.12.2002	24	68 905 334
Block 3	VVER-440	1980	31.12.2006	22	68 703 260
Block 4	VVER-440	1982	31.12.2006	21	66 711 966

**Tabelle 20: Ausgeschaltete Kernkapazitäten**

Der Umweltschutz ist ein sehr wichtiger Teil der Betriebspolitik. Das Kraftwerk verfügt über ein automatisiertes Informationssystem zur Abmessung der Gamma-Strahlung im Radius 3 km rund um den Betrieb. Dank der hohen Sicherheitsstandarten übersteigt die Gamma-Strahlung in der Gegend des Betriebes nicht die natürliche Gamma-Strahlung, abgemessen vor der Errichtung des Atomkraftwerkes.

Die Beschäftigungszahl liegt bei etwa 4600 Personen, was das AKW „Kozloduy“ zu einem der größten Arbeitsgeber Bulgariens macht.

Der Betrieb ist eine Aktiengesellschaft mit 100 Prozent Staatsanteil. Seit 18.09.2008 ist das AKW „Kozloduy“ EAD ein Tochterunternehmen von „Bulgarski Energien Holding“ EAD. Die Leitung der Gesellschaft wird durch einen Aufsichtsrat und einen exekutiven Direktor geführt.

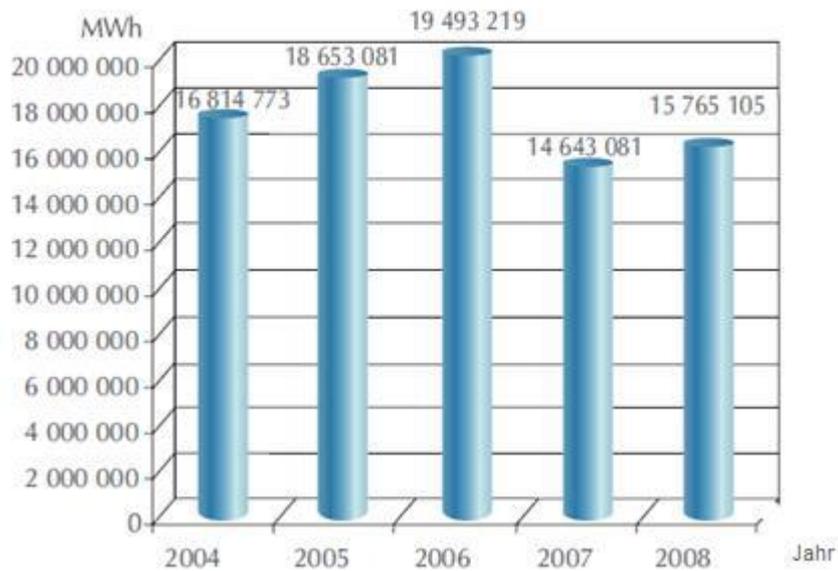
#### **4.2.2 Ökonomischer Aspekt**

Die genauere Ansicht der Jahresberichte konnte detaillierte Informationen zu den Maßnahmen die der Betrieb im Zusammenhang mit der komplizierten Energiesituation unternimmt, liefern.

Im Jahr 2008 wurde über ein Rekorderzeugnis in der Betriebsgeschichte der beiden 1000 MW- Blocks berichtet. ( 15.765.105,2 MWh, was 1.122.024 MWh mehr ist im Vergleich mit 2007) Das war dank des zuverlässigen Betriebs der Blocks sowie der optimierten Unterbrechungen der Arbeit für die Modernisierung möglich.<sup>82</sup>

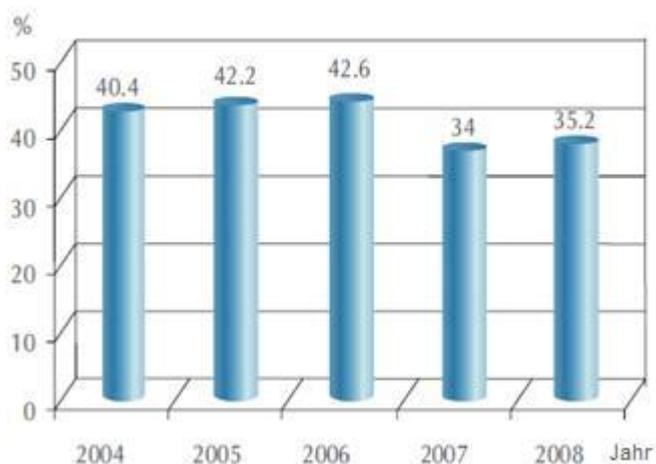
---

<sup>82</sup> Geschäftsbericht 2008 AKW „Kozloduy“



**Abbildung 19: Erzeugter Strom vom AKW**

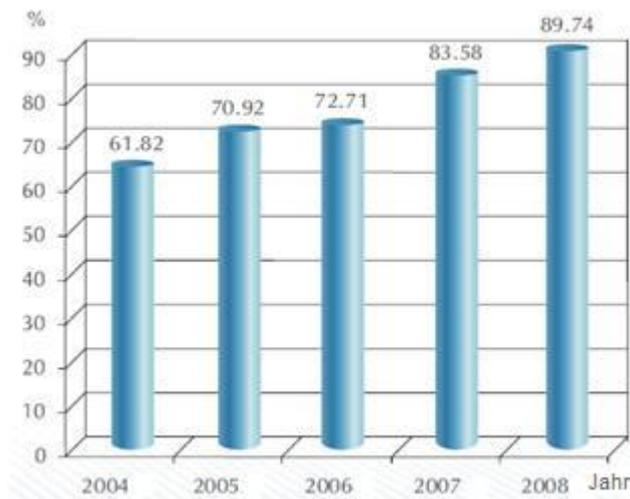
Mit den erzeugten fast 16 Mio. MWh wurden über 35% Anteil in der nationalen Stromerzeugung erreicht. Im Vergleich mit dem Vorjahr (erstes Jahr nach der Stilllegung des 3. und 4. Blocks) ist eine Erhöhung um 1,2% zu beobachten was auf einen erhöhten Koeffizient der Nutzbarkeit der installierten Kapazitäten in den letzten Jahren zurückzuführen ist.



**Abbildung 20: AKW Anteil im nationalen Stromerzeugnis (%)**

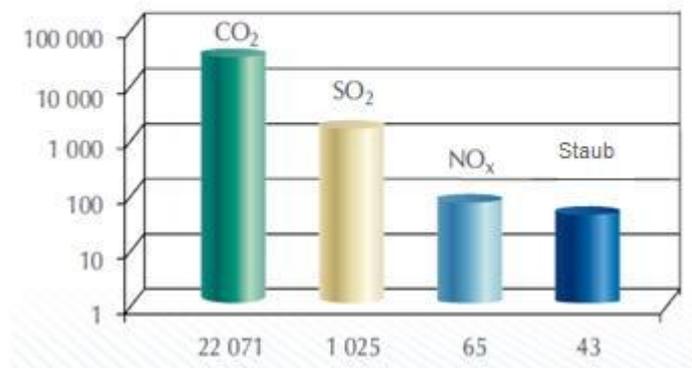
Dieser Koeffizient ist ein Komplexindikator fürs Nutzungsniveau vom 5. und 6. Block angesichts der Herstellungszuverlässigkeit und der geplanten jährlichen Unterbrechung der Arbeit wegen Reparatur.

Der Koeffizient der Ausnutzung der installierten Kapazitäten für 2008 ist fast 90 %. Das ist der maximal errichtete Wert der 1000 Megawattreaktoren für die Periode seit der Inbetriebnahme bis heute und ein ausgezeichnetes Niveau der Ausnutzung



**Abbildung 21: Nutzbarkeit der installierten Kapazitäten (5 und 6 Block)**

Wegen der treibhausgasfreien Elektroenergieerzeugung des AKWs ist der Beitrag für die Umwelt wesentlich. Der Rekord bei Stromerzeugung im Jahr 2008 hat eine schädliche Auswirkung von rund 22 Mio. Ton Kohlenstoffdioxid Äquivalent, 1 Mio. Ton Schwefeldioxid, 65 Tt Stickstoffdioxid und 43 Tt Staub enthaltend natürliche Radioaktivität erspart.



**Abbildung 22: Ersparnis an Treibhausgasen im Vergleich mit den konventionellen TKW 2008. (Tt)**

Es wird klar, dass das AKW seit Ausschaltung des 3. und 4. Blocks vollausgelastet ist. Der Prozentsatz der Ausnutzung der installierten Kapazitäten steigt mit jedem folgenden Jahr an, aber das beeinträchtigt nicht die Sicherheit, welche prioritäre Bedeutung für das AKW hat. Der Nutzen von ersparten Treibhausgasen ist groß, was Bulgarien hilft seine Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll zu erfüllen.

### **4.3 Projekt AKW „Belene“<sup>83</sup>**

#### **4.3.1 Projektgeschichte**

„Belene“ ist das Energieprojekt mit der längsten Geschichte in Bulgarien. Das Projekt datiert aus dem Jahr 1981, als die Entscheidung für die Neuerrichtung des zweiten Atomkraftwerks in Belene an der Donau getroffen wurde. Noch damals waren die wirtschaftlichen Vorteile bekannt – billige Elektroenergie, sauberere Technologie im Vergleich mit den konventionellen Energieanbietern, als auch Festigung der Führungsposition in der Energieindustrie auf der Balkanhalbinsel. In der Periode 1988-1990 wurden circa 40% der Tätigkeit für die Errichtung des ersten Blocks erfüllt und 80 % der Grundausrüstung geliefert. 1990 wurde das Projekt wegen Finanzverlegenheit des bulgarischen Staats eingefroren. Auf der Baustelle werden nur Konservierungsarbeiten gemacht.<sup>84</sup>

Nachdem in Bulgarien klar gewesen ist, dass die Ausschaltung des 3. und 4. Blocks des AKW „Kozloduy“ vorzeitig gemacht wird als Bedingungsklausel für EU-Eintritt ist die Notwendigkeit für den Ersatz dieser Kapazitäten entstanden. In der Periode von 2002- 2005 wurde die Gesetzgebung im Bereich Ausnutzung der Kernenergie aktualisiert. So hat die Regierung in Jahr 2005 die Entscheidung zur Errichtung eines AKWs in Belene mit maximalinstallierter Kapazität von 2000 MW getroffen. Die Hauptbeteiligten des Projekts sind „NEK“ mit 51 % und RWE AG mit 49%.<sup>85</sup>

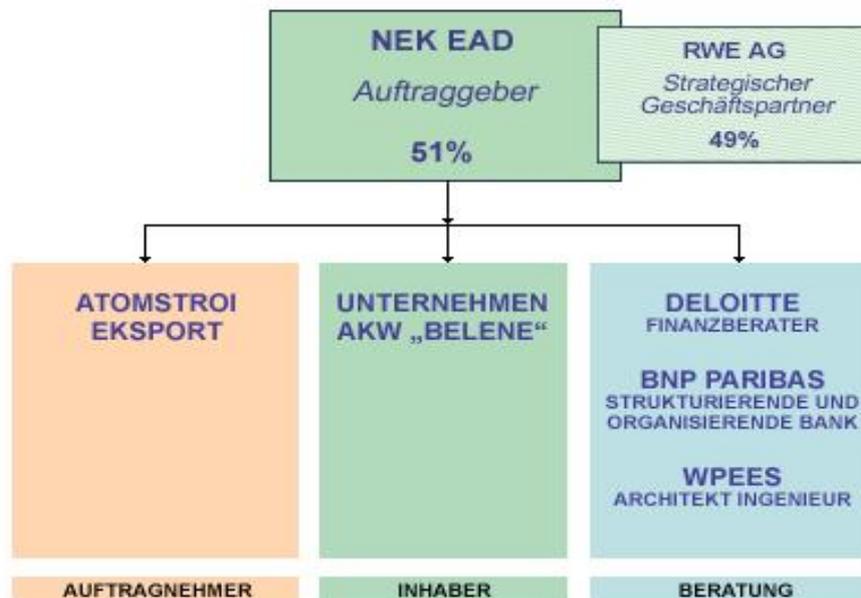
Nach den notwendigen Gesetzverfahren für Wiederherstellen des Objekts - Auswahl des Auftragnehmer (Atomstroiekспорт), Ausarbeitung der Projektidee, Auswahl des strategischen Geschäftspartner (RWE AG)- wurde das Projekt Ende 2008 gestartet.

---

<sup>83</sup> AKW Belene: <http://www.belene-npp.com> , stand Aug. 2009

<sup>84</sup> Wikipedia, stand Aug. 2009

<sup>85</sup> AKW Belene: <http://www.belene-npp.com> , stand Aug. 2009



**Abbildung 23: AKW – Hauptteilnehmer im Projekt**

Heute, ein Jahr nach den Parlamentswahlen ist das Schicksal des AKWs ungewiss.

Im Oktober 2008 steigt RWE AG aus dem Projekt aus. Am Anfang des Jahres 2010 wurde ein Verfahren zur Auswahl neuer ausländischer Investoren gestartet. Vermutlich bis Jahresende wird der neue Investor bekannt sein, sowie auch der Anteil des Staates im Projekt.

#### **4.3.2 Vorteile und Nachteile des Projekts „Belene“**

Der wichtigste Vorteil des Projekts „Belene“ ist die Möglichkeit, die nationalen und regionalen Bedürfnisse von Strom zu befriedigen und beim erwarteten Zuwachs des Verbrauchs nach Stabilisieren der finanzwirtschaftlichen Situation. Das kann die Struktur der Stromproduktion beeinflussen und sie wird ähnlich wie vor 2007 aussehen mit einem höheren Anteil an Atomenergie. So kann man die soziale Spannung, verursacht von der Preiserhöhung des Stroms, vermeiden. Andere sozial-wirtschaftliche Vorteile sind die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Erhöhung der Lebensqualität der Bevölkerung.

Wichtig ist auch die Reduktion der Emissionen die den Treibhauseffekt und Umweltverschmutzung verursachen. Die Preise des Atomkraftstoffes sind langfristig vorhersehbar. Die Zuverlässigkeit der Lieferungen ist durch Verträge mit Russland gesichert.<sup>86</sup>

Leider ist noch keine endgültige Entscheidung für die radioaktiven Abfälle getroffen. Zurzeit werden sie nach Russland geschickt und dort gelagert. Laut den Vereinbarungen zwischen beiden Ländern werden die Abfälle in Zukunft wieder zurückgeschickt, wann aber ist unbestimmt. Bulgarien hat kein Atommüllendlager für hochradioaktive Abfälle. Im Moment wird ein Depot für trockene Lagerung von Abfällen mit Schwach- und Mittelradioaktivität in Kozloduy gebaut. Voraussichtliche Fertigstellung ist 2012. Im AKW Kozloduy befindet sich ein Wasserspeicher zur kurzfristigen Lagerung unter Wasser.

Für die Atommülllagerung aus dem AKW Belene besteht die Möglichkeit für eine neue Vereinbarung mit Russland. Das hat natürlich seinen Preis, noch dazu sind auch die Transportkosten zu rechnen. Was Bulgarien für die Lagerung der Abfälle aus dem AKW Kozloduy zahlt, ist Betriebsgeheimnis. Deshalb kann man nicht genau sagen ob und wie günstig die Atomenergie ist, weil die langfristige Lagerung sogar auch nach der Stilllegung des AKWs benötigt wird. Die Tatsache, dass im Land kein Atommülldepot ist, führt zur Erhöhung der Abhängigkeit der Atomenergiewirtschaft von Russland- nicht nur was die Lieferung von Atombrennstoff betrifft, sondern auch die Lagerung der Abfälle<sup>87</sup>

Der größte Nachteil der Atomenergie sind die Folgen eventueller Havarie. Noch ist die Erinnerung an der Tschernobyl-Katastrophe vor 24 Jahren wach. Theoretisch kann man die Havariegefahr nie völlig ausschließen, egal wie modern der Reaktor ist. Die Folgen aber zum Unterschied von anderen Energieträgern können global sein.

---

<sup>86</sup> AKW Belene: <http://www.belene-npp.com> (2010)

<sup>87</sup> Online Artikel von Vladislava Peeva, 10.02.2010 unter <http://www.mediapool.bg/show/?storyid=161725>

## 5 Zusammenfassung

In den letzten Jahrzehnten wird immer öfters über die globale Erwärmung, die Verdünnung der Ozonschicht, die Verbreiterung des Ozonlochs über der Antarktis und die Rekordwerte von den Treibhausgasen im Jahr 2006 gesprochen. Dazu hat der Mensch mit seinen Tätigkeiten beigetragen. Laut NASA sind diese Prozesse umkehrbar. Die Forschungen zeigen, dass das Ozonloch bis 2065 wiedergefüllt sein kann. Das alles hängt vom Menschen ab. Der Kyoto-Vertrag betrifft eben die Reduktion von Treibhausgas-Emissionen.<sup>88</sup>

Als EU-Mitglied und Land, das das Kyoto-Protokoll ratifiziert hat, übernimmt Bulgarien die Verpflichtungen für die Reduktion der Schadstoffemissionen und zur Erhöhung des Anteils der Energie aus erneubaren Quellen auf 20% bis 2020.

Der bulgarische Gesetzgeber hat die nötigen Voraussetzungen für die Entwicklung in dieser Branche geschaffen.

Es existiert großes Potenzial beim Verbrauch dieser Energie. Man kann behaupten, dass die meisten Wasserressourcen verwertet werden. Im Prozess des Aufbaus ist „Zankov Kamak“, ein Projekt von großer strategischer Bedeutung. Es wurde nicht nur ein Wasserkraftwerk geplant, sondern auch ein großer Stausee, der die Arbeit der anderen WKWs entlang dem „Vutscha-Fluss“ verbessern kann.

In den letzten Jahren ist das Investitionsinteresse beim Ausbau von WKWs sehr stark gewachsen. Die garantierten hohen Kaufpreise der Elektroenergie aus diesen WKWs machen aus dieser Tätigkeit ein gewinnbringendes Geschäft. Ähnlich ist die Situation beim Ausbau von Windkraftwerken. Bereits im Jahr 1997 sind die theoretischen Möglichkeiten für die Windenergieherstellung erforscht worden. Heute werden Windkraftwerke vorwiegend im östlichen Teil des Landes gebaut. Der Bau von Offshore-Windparks steht auch in Sicht. Wesentlicher Nachteil bei den

---

<sup>88</sup>NASA (2010) [http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone\\_record.html](http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone_record.html)

Windkraftwerken ist die Notwendigkeit von Bereitschaftskapazitäten, die bei Windmangel zur Verfügung stehen müssen.

Der Sonnenkraftwerk-Bau wächst mit langsameren Schritten, weil hierfür größere Investitionen benötigt werden. Rein theoretisch ist aber das Potenzial als sehr gut bewertet für ein Land auf dieser geografischen Breite. Der Vorteil liegt bei der beständigeren Energiequelle als bei den Windwerken und bei dieser Art von Stromerzeugung ist die Notwendigkeit von Bereitschaftskapazitäten nicht so groß.

Bulgarien verfügt über keine großen Geothermalressourcen. Das Wasser kommt mit niedriger Temperatur und Ergiebigkeit. Das ist der Grund, dass das Geothermalwasser nur für gesundheits-hygienische und kommunale Bedürfnisse bestimmt ist und nicht für die Energieherstellung.

Das Potenzial der Biomasse ist nicht ganz ausgenutzt, und es gibt Möglichkeiten in diese Richtung. Es ist aber zu beachten, dass diese Produktion der Umwelt schaden kann. So z.B. können die negativen Folgen bei der Zucht von Energiekulturen und die Produktion von Biotreibstoffen größer als bei der Fossile-Verwendung sein. Die wachsende Nachfrage von Energiekulturen kann auch die Preiserhöhung der Lebensmittel beeinflussen.

Die Energieherstellung aus erneuerbaren Energiequellen hat klare Vorteile: umweltfreundliche Produktion, Senkung der Energieabhängigkeit des Landes, Diversifikation des Energiemixes, Erfüllen der Verbindlichkeiten aus dem Kyoto-Protokoll und gegenüber der EU. Das hat natürlich seinen Preis. Die „grüne Energie“ ist teurer als die konventionelle und das kann zur öffentlichen Unzufriedenheit in den schwächeren Sozialschichten führen.

Zu einem zukünftigen Zeitpunkt, wenn die Produktionskapazitäten den gewünschten Anteil im nationalen Energiemix erreichen, können die Förderungen reduziert werden, weil die bulgarische Gesellschaft die Verwendung von sehr teuren Technologien nicht zahlen können wird.

Mit dem Abschalten des 3. und 4.Blocks im AKW „Kozloduy“ sollte Bulgarien am 01.01.2007 auf seine 1000 MW Produktionskapazitäten verzichten. Das hat den Weg für die neue „Grünenergie“ frei gemacht, die aber ein sehr teurer Ersatz ist. Der Anteil der konventionellen Hersteller ist gewachsen, damit auch die Energieabhängigkeit des Landes. Der Bau des zweiten AKW „Belene“ wäre eine gute Lösung für die Probleme mit der Senkung der Energieabhängigkeit, der Schadstoffemissionen und natürlich auch des Problems der Produktion von billigerer Energie, was große Bedeutung hat.

## 6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bulgarien.....	3
Abbildung 2: Einteilung der total primären Energieversorgung in 2007 in Bulgarien (TPES).....	13
Abbildung 3: Energieabhängigkeitsquote 2006.....	17
Abbildung 4 : Einteilung der Energieproduktion in Bulgarien für 2007 .....	18
Abbildung 5: Einteilung der TFC (gesamter Endverbrauch).....	23
Abbildung 6: Elektroenergiemarkt: Modell „ Einzelkäufer“ bis 2004 .....	24
Abbildung 7: Marktmodell 2008 .....	25
Abbildung 8: Theoretisches Potential der Windenergie: jährlicher Durchschnitt und maximale Windgeschwindigkeit.....	45
Abbildung 9: Energiestromdichte des Windes .....	46
Abbildung 10: Im Betrieb gesetzte Windkraftkapazitäten (in MW) .....	50
Abbildung 11: Wärmepumpe – Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria .....	60
Abbildung 12: Möglichkeiten einer Energiebereitstellung aus Biomasse.....	66
Abbildung 13: Anteil der Weizenflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets .....	73
Abbildung 14: Anteil der Maisflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets .....	73
Abbildung 15: Anteil der Sonnenblumenflächen im Vergleich zur Fläche des jeweiligen Gebiets .....	75
Abbildung 16: Allgemeiner Bearbeitungsweg von Biotreibstoffen - UNEP.....	78
Abbildung 17: Schematische Darstellung des Druckwasserreaktors.....	82
Abbildung 18: Schematische Darstellung des SWR.....	82
Abbildung 19 Erzeugter Strom vom AKW .....	86
Abbildung 20: AKW Anteil im nationalen Stromerzeugnis (%).....	86
Abbildung 21: Nutzbarkeit der installierten Kapazitäten (5 und 6 Block).....	87
Abbildung 22: Ersparnis an Treibhausgasen im Vergleich mit den konventionellen TKW 2008. (Tt) .....	87
Abbildung 23: AKW – Hauptteilnehmer im Projekt .....	89

## 7 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energiebilanz von Republik Bulgarien für 2007 (IEA) in ktoe ( Einheiten) – Teil 1 .....	16
Tabelle 2: Energiebilanz von R. Bulgarien für 2007 (IEA) – Teil 2 .....	19
Tabelle 3: Energiebilanz von R. Bulgarien für 2007 (IEA) – Teil 3 .....	22
Tabelle 4: Quelle: <a href="http://www.dker.bg/prices_el.htm">http://www.dker.bg/prices_el.htm</a> berechnet in Euro ( 1 Euro= 1, 95583 Lev) .....	27
Tabelle 5: Energieintensität der Volkswirtschaft Eurostat Jahrbuch 2009 (für Jahr 2006) .....	28
Tabelle 6: Energiegewinnung von WKW und PSKW in 2009.....	38
Tabelle 7: Vor- und Nachteile von WKW .....	39
Tabelle 8: Durchschnittlicher Energiestrom des Windes ( W/m <sup>2</sup> ) in einigen Regionen des Landes.....	47
Tabelle 9: Jahreszeitliches Windpotential als Prozentsatz vom mittljährlichen Potential .....	48
Tabelle 10: Potential der Geothermalenergie - PHARE Projekt -Technische und wirtschaftliche Einschätzung der erneuerbaren Energieressourcen in Bulgarien – 1997 .....	62
Tabelle 11: Zweigmengen für 2005 in Festmeter .....	68
Tabelle 12: Energieäquivalent in ktoe von ungenutzten landwirtschaftlichen Festbrennstoffen.....	69
Tabelle 13: Jährliche Dungmengen und deren Energieäquivalent .....	70
Tabelle 14: Mögliche Mengen Gas in einigen Deponien und die entsprechenden Werten des Energiepotentials .....	71
Tabelle 15: Treibstoffverbrauchprognose .....	75
Tabelle 16: Prognose für Biobrennstoffherzeugung und notwendige Flächen für die Zucht der Energiekulturen.....	76
Tabelle 17: Erzeugniskapazität von Bioethanol .....	76
Tabelle 18: Produktionskapazität von Biodiesel.....	77
Tabelle 19: Schematische Darstellung der verschiedenen Reaktorgenerationen .....	80
Tabelle 20: Ausgeschaltete Kernkapazitäten .....	85

## **8 Grafikverzeichnis**

Grafik 1 : Handelsexport der Elektroenergie für die Periode 2001-2007 , GWh .....	20
Grafik 2: Bruttoinlands- und Endenergieverbrauchintensität für den Zeitraum 1997-2007.....	29
Grafik 3: Energieintensität für Bulgarien und EU 25 - Mittelwert für den Zeitraum 1997-2007 .....	29

## **9 Literaturverzeichnis**

A. Kovatschki – „Massen- und unbegrenzten Bau von kleinen WKW gefährdet die Natur Bulgariens“

Der Forschungsstand bei den Regenerativen Energiequellen, in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen, 46. Jg (1996), Heft ½ S. 15-23 : Meliß, M.; Sandtner, W.

Energie aus Biomasse und Abfall“- Martin Faulstich -2005

Energiegesetz der Republik Bulgarien ( 2002)

Energieprofil der Republik Bulgarien für 2005

Energiewirtschaftliche Strategien der Republik Bulgarien vom 11 Mai 2002

Erneuerbare Energien; Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. - Kaltschmitt, M / Streicher, W / Wiese, A (2006)

Eurostat Jahrbuch 2009

Gasch R.; Windkraftanlagen: Grundlagen und Entwurf (1996)

Geothermie. Eine Einführung in die allgemeine und angewandte Wärmelehre des Erdkörpers“, G. Buntebarth- 1980

Geschäftsbericht 2008 AKW „Kozloduy

Kernenergie. Eine Herausforderung unserer Zeit- F.L. Boschke, 1988

Kraftwerkstechnik; Karl Strauß - 2009

Langfristiges Nationalprogramm zur Förderung der Verwendung von Biomasse für die Periode 2008-2020

Markteinführung von erneuerbaren Energien (1998) S. 12 :Krammer, M.

Nationales langjähriges Programm für Förderung des Biotreibstoffverbrauchs im Transportsektor für die Periode 2008-2020

„NEK“: Geschäftsbericht für 2009

Ordnung der Regulierungsagentur für Kernenergie

PHARE Projekt -Technische und wirtschaftliche Einschätzung der erneuerbaren Energieressourcen in Bulgarien – 1997

Rundgespräche der Kommission für Ökologie – Energie aus Biomasse: Ökonomische und ökologische Bewertung- Bayerische Akademie der Wissenschaften- 2007

Sonnenenergie: Photovoltaik, 1994 :Goetzberg A; Voß, B; Knobloch, J.

Towards sustainable production and use of resources: Assessing Biofuels, Bericht des UNEP (UN Umweltprogramm) Okt. 2009

Was ist Generation IV?- Wissenschaftlicher Bericht, Forschungszentrum Karlsruhe;  
L.Behnke; J. Hofmeister; M.Löwenberg- 2004

Wasserkraftanlagen; Planung, Bau und Betrieb.- Giesecke, Jürgen; Mosonyi, Emil-  
2005

Zeitschrift „Kapital“- Ausgabe 20 vom 19.05.2006; Ausgabe 44 vom 02.11.2007;  
Ausgabe 8 vom 27.02. 2009

Zeitschrift "Nova Zora" - Ausgabe 12 - 27 März 2007

Zeitschrift „Verbraucher“ von 9.04.2008 der nationalen bulgarischen Assoziation der  
Verbraucher

50 Jahre Forschung für die Friedliche Nutzung der Kernenergie- Ganztagskolloquium  
2007

### Online Ressourcen:

AKW Belene: <http://www.belene-npp.com> (2010)

AKW Kozloduy <http://www.kznpp.org/> (2010)

Bericht des Ministeriums für Wirtschaft und Energie

[http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/geotherm\\_ecosviatII.pdf](http://www.mee.government.bg/geoterm/docs/geotherm_ecosviatII.pdf) (2009)

Bericht über Erfüllung des 1. Nationalplans für Energieeffizienz, Juni 2009

[http://www.seea.government.bg/documents/Otchet\\_izpulnenie\\_AP.pdf](http://www.seea.government.bg/documents/Otchet_izpulnenie_AP.pdf) (2010)

Candu Owners Group: [http://www.candu.org/candu\\_reactors.html](http://www.candu.org/candu_reactors.html)

CEZ-Bulgarien , Geschichte: Seite der Stromverteilungsgesellschaft <http://www.cez-rp.bg/bg/za-nas/istoriya.html> (2010)

Design of EPR- Bernard DEBONTRIDE; <http://apw.ee.pw.edu.pl/tresc/-eng/10-DesignofEuropeanPressurizedReactor.pdf>

Deutschlands Informationsportal zu erneuerbaren Energien – stand 19.11.09  
<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/wasserkraft.html>

Elektroenergiemarkt –Funktion und Liberalisierung: Artikel des Ministeriums für  
Wirtschaft und Energie (2010)

[http://www.mee.government.bg/energy/energy\\_doc/electricity\\_market\\_mid09.pdf](http://www.mee.government.bg/energy/energy_doc/electricity_market_mid09.pdf)

Energie Portal <http://www.sunenergy.bg/?id=438> (2010)

Energieprofil der Republik Bulgarien für 2005 (2010)

[http://www.rea-ruse.com/images/upload/2010-03-12-23-29-19-document\\_file-%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B5%D0%BD\\_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB\\_%D0%BD%D0%B0\\_%D0%91%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F\\_2005.pdf](http://www.rea-ruse.com/images/upload/2010-03-12-23-29-19-document_file-%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%B5%D0%BD_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%B8%D0%BB_%D0%BD%D0%B0_%D0%91%D1%8A%D0%BB%D0%B3%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%8F_2005.pdf)

Erneuerbare Energie Ministerium für Wirtschaft und Energie (2009)

<http://www.mee.government.bg/gvei/gvei.html>

„Lukoil Bulgarien“ EOOD <http://www.lukoil.bg/> (2009)

„Prista Oil Holding“ EAD <http://www.prista-oil.com/bg> (2009)

„Petrol“ AD <http://www.petrol.bg/> (2009)

„Melrose Resources PLC“ <http://www.melroseplc.com/> (2009)

„Bulgarski Energien Holding“ EAD <http://www.bulgargazholding.biz/> (2009)

Das Energieportal <http://www.das-energieportal.de/startseite/wasserenergie/details-zu-wasserenergie/> (2010)

IEA energy statistics (2010)

[http://www.iea.org/stats/countryresults.asp?COUNTRY\\_CODE=BG&Submit=Submit](http://www.iea.org/stats/countryresults.asp?COUNTRY_CODE=BG&Submit=Submit)

Leistungsgemeinschaft Wärmepumpe Austria: <http://www.lgwa.at/waermepumpe.html>  
(2010)

Ministerium für Wirtschaft und Energie ( 2010)

<http://www.mi.government.bg/energy/energy/docs.html?id=270836>

NASA [http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone\\_record.html](http://www.nasa.gov/vision/earth/lookingatearth/ozone_record.html) (2010)

National Radio Bulgarien

[http://www.bnr.bg/RadioBulgaria/Emission\\_Bulgarian/News/Bulgaria/Postings/0701-17.htm](http://www.bnr.bg/RadioBulgaria/Emission_Bulgarian/News/Bulgaria/Postings/0701-17.htm) (2009)

Nationale Elektrische Gesellschaft [www.nek.bg](http://www.nek.bg) ( 2009)

Online Artikel von Vladislava Peeva, 10.02.2010 unter

<http://www.mediapool.bg/show/?storyid=161725>

Projekt für Energiewirtschaftliche Strategie Bulgariens bis 2020 -

[http://www.mee.government.bg/iko/Proekt\\_En\\_Strategy.pdf](http://www.mee.government.bg/iko/Proekt_En_Strategy.pdf) (2010)

Solartypen : <http://solaranlagen.org/solarstrom-photovoltaik/solaranlagentypen>

Staatliche Kommission für Energie und Wasser Regulierung -

[http://dker.bg/el\\_hpp.htm](http://dker.bg/el_hpp.htm) (2009)

Status des Energiemixes Bulgariens für 2007 – Ministerium für Wirtschaft und Energie

[http://www.mee.government.bg/energy/energy\\_doc/Energy\\_mix\\_2007.pdf](http://www.mee.government.bg/energy/energy_doc/Energy_mix_2007.pdf) (2010)

TKW Maritza- OST 2 (2010) <http://www.tpp2.com/index.php?l=1>

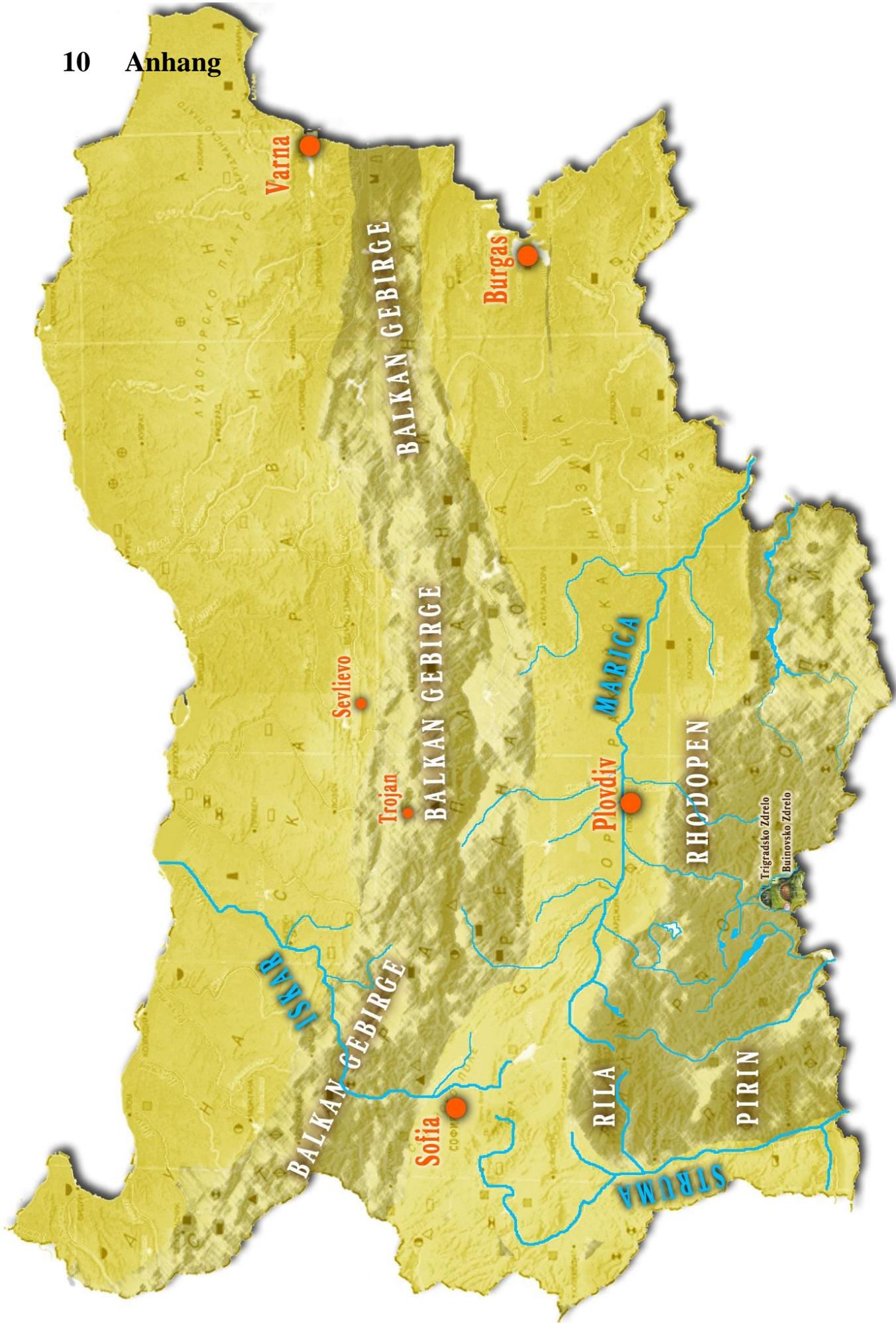
TKW Bobov Dol (2010) <http://tecbd.com/>

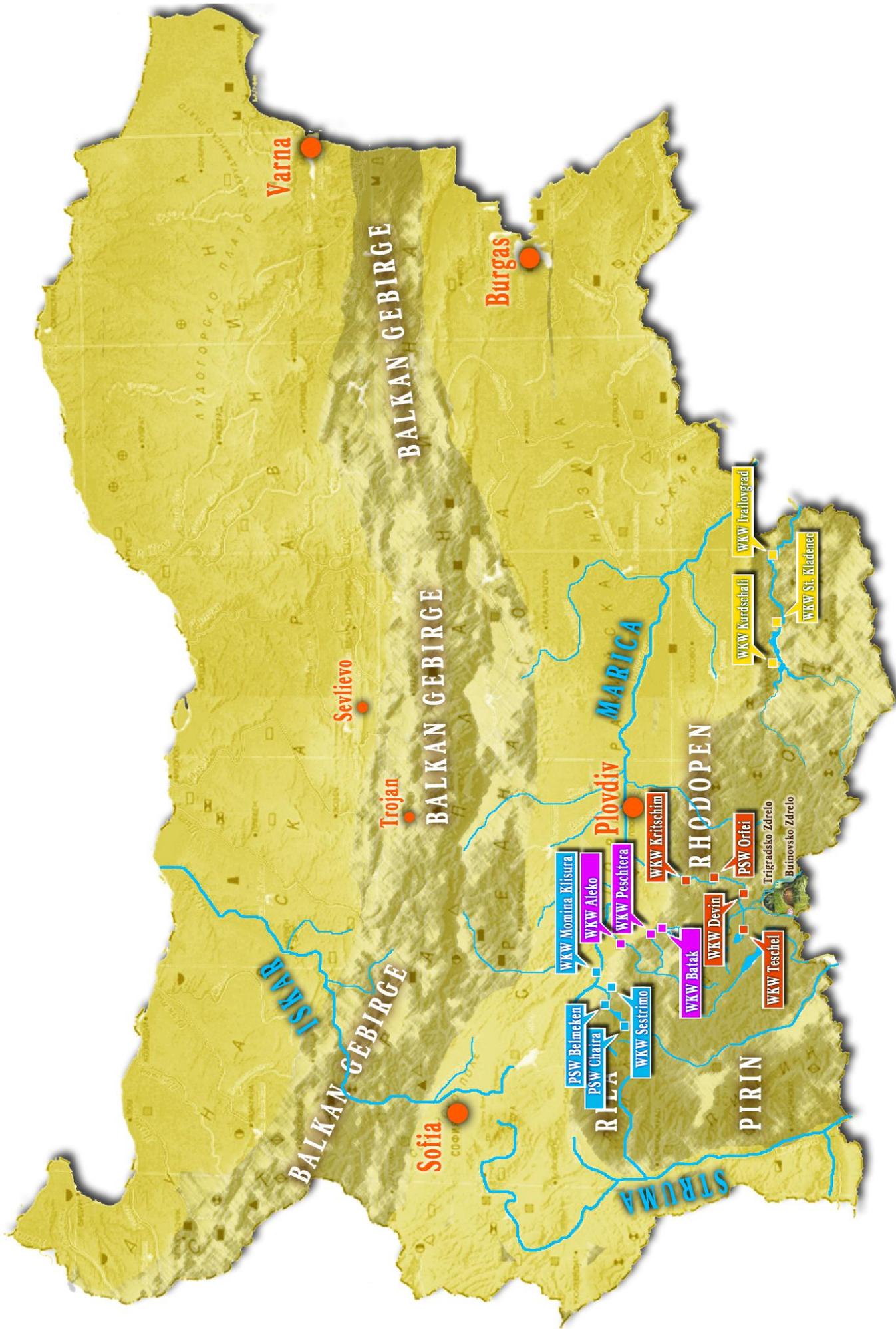
Verband der Ökoenergieerzeuger (2010) <http://www.eco-energy-bg.eu/SPEE/Spec.php>

1. Nationalplan für Energieeffizienz, Juni 2007

[http://www.mee.government.bg/ind/doc\\_inov/bulgaria\\_bg-posleden-variant-Action-Plan.pdf](http://www.mee.government.bg/ind/doc_inov/bulgaria_bg-posleden-variant-Action-Plan.pdf) (2010)

10 Anhang





## **Abstrakt**

Die Energiewirtschaft und ihre Zukunft ist ein heißes Thema in Bulgarien. Das Land verfügt über Kernkraftkapazitäten, ist seit 1997 Führer in der Region von Elektroenergieexport, hat das Kyoto-Protokoll ratifiziert und ist seit 2007 Mitglied der Europäischen Union.

Die Diplomarbeit betrachtet die Möglichkeiten für erneuerbare Energieherstellung, sowie auch neue Kernkraftkapazitäten, die die alten von 1., 2., 3. und 4.Blocks von AKW Kozloduy nach deren Abschalten ersetzen können. Man sucht Antworten auf die wichtigen Fragen über den Einsatz solcher Kapazitäten und über welche schon gebauten Anlagen das Land verfügt.

In den letzten Jahren ist das Investitionsinteresse beim Ausbau von WKWs sehr stark gewachsen. Die garantierten hohen Kaufpreise der Elektroenergie aus diesen WKWs machen aus dieser Tätigkeit ein gewinnbringendes Geschäft. Ähnlich ist die Situation beim Ausbau von Windkraftwerken. Der Sonnenkraftwerk-Bau wächst mit langsameren Schritten, weil hierfür größere Investitionen benötigt werden. Rein theoretisch ist aber das Potenzial als sehr gut bewertet für ein Land auf dieser geografischen Breite. Bulgarien verfügt über keine großen Geothermalressourcen. Das Wasser kommt mit niedriger Temperatur und Ergiebigkeit. Das Potenzial der Biomasse ist nicht ganz ausgenutzt, und es gibt Möglichkeiten in diese Richtung. Es ist aber zu beachten, dass diese Produktion der Umwelt schaden kann.

Die Energieherstellung aus erneuerbaren Energiequellen hat klare Vorteile: umweltfreundliche Produktion, Senkung der Energieabhängigkeit des Landes, Diversifikation des Energiemixes, Erfüllen der Verbindlichkeiten aus dem Kyoto-Protokoll und gegenüber der EU. Das hat natürlich seinen Preis. Die „grüne Energie“ ist teurer als die konventionelle und das kann zur öffentlichen Unzufriedenheit in den schwächeren Sozialschichten führen.

Der Bau des zweiten AKW „Belene“ wäre eine gute Lösung für die Probleme mit der Senkung der Energieabhängigkeit, der Schadstoffemissionen und natürlich auch des Problems der Produktion von billigerer Energie, was große Bedeutung hat.

## YANKA BEROVA

Ullreichgasse 13/3/14  
1220 Wien, Österreich

**Handy:** +43 660 5570115  
**E-mail:** iana\_berova2003@yahoo.com

**Geschlecht:** weiblich  
**Geburtsdatum:** 26.12.1977  
**Familienstand:** Verheiratet, 1 Kind



### BILDUNGSWEG

- 2005-** Universität Wien Mag. Studium, Betriebswirtschaft  
Schwerpunkte: **International Marketing, Management**
- 2000-2004** Wirtschaftsuniversität Wien  
**1998-2000** Vorstudienlehrgang der Wieneruniversitäten- Deutschkurs  
Note: Sehr gut (1)
- 1996-2002** Universität für Nationale- und Weltwirtschaft – Sofia  
Bakkalaureus der Fachrichtung Handelsökonomie ,  
Betreuer der Diplomarbeit Prof. Biser Petkov, Lehrstuhl Handelswissenschaft  
Diplomarbeit: Warenbörsen, Note: Sehr Gut
- 1991-1996** Handelsgymnasium- Plovdiv, Bulgarien  
Fachrichtung: Handelswirtschaft und Finanzen  
Note: Ausgezeichnet

### BERUFLICHE ERFAHRUNG

- Seit 2007** – Mystery Shopper für „Bare International“  
**2008 -2009** - Firma „Eonetix“ Kundenbetreuung, Einkauf, Zollabgaben  
**2007-** Praktikum bei der Firma „Eonetix“  
**2001-** Praktikum an der Sofia Warenbörse

### SONSTIGE KENNTNISSE

#### Sprachen

Bulgarisch- Muttersprache, Deutsch, Englisch und Russisch fließend in Wort und Schrift

#### Computerkenntnisse

MS Word, Excel, Power Point, Outlook, SPSS

### INTERESSEN

Schifahren, Schwimmen