

VEE SACHSEN e.V. /
Vereinigung zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien



ExWost-Modellvorhaben
„Urbane Strategien zum Klimawandel - Kommunale Strategien und Potenziale“
Bad Liebenwerda - Eine Stadt zum Wohlfühlen im Klimawandel

**„Studie zur Ermittlung des technischen Potenzials
erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung
für das Gesamtgebiet der Stadt Bad Liebenwerda
(Bundesland Brandenburg) bis zum Jahr 2020“**

Bad Liebenwerda, Dresden August 2010

„Studie zur Ermittlung des technischen Potenzials erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung für das Gesamtgebiet der Stadt Bad Liebenwerda (Bundesland Brandenburg) bis zum Jahr 2020“

Modellprojektträger: Stadtverwaltung Bad Liebenwerda
 Am Markt
 04924 Bad Liebenwerda

Projektpartner: VEE Sachsen e.V. /
 Vereinigung zur Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien
 Schützengasse 16
 01067 Dresden
 www.vee-sachsen.de
 Tel.: 0351 - 4943347
 info@vee-sachsen.de
 VR 2727, Amtsgericht Dresden
 Präsident: Dr. Wolfgang Daniels

Projektbearbeiter: Nicole Dietz, Ralph Franke, Ulrike Hagemann,
 Eckhard Kreibich, Nikolas Prechtel,
 Hans-Jürgen Schlegel, Dirk Werner

Dresden, August 2010

Autorenübersicht

Dipl.-Forst. Nicole Dietz Technische Universität Dresden	Pkt.: 3.4.4 bis 3.4.4.2
Ralph Franke Technische Universität Dresden	Pkt.: 3.3.3.3; Karten
Ulrike Hagemann Technische Universität	Pkt.: 3.3.3.1;3.3.3.4; Karten
Dr. rer.nat. Eckhard Kreibich VEE Sachsen e.V. Dresden	Redaktion
Dr. rer.nat. Nikolas Prechtel Technische Universität Dresden	Pkt.: 3.3.3; 3.3.3.1; 3.3.3.3 bis 3.3.3.5; Karten
FSD Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Schlegel (federführend) Referent Klimaschutz a. D. Döbeln	Pkt.: 1.; 2.; 3.1 bis 3.2.5; 3.3.3.2; 3.3.3.6; 3.4.4.2; 4.; 5.; 6.; 7.; 8.; 9.
Dipl.-Ing. Dirk Werner Kartographie, Dresden	Karten

Inhalt

Autorenübersicht	2
Inhalt	3
Abkürzungsverzeichnis	5
1. Vorwort der Autoren	8
2. Klimawandel und Umbau der Energieversorgung	9
2.1 Klimawandel, Klimafolgen	9
2.2 Klimaschutz und Klimawandelanpassung	11
2.3 Klimaschutz- und Anpassungsstrategien für Bad Liebenwerda	13
3. Potenziale erneuerbarer Energieträger	14
3.1 Darstellung des Untersuchungsraumes	14
3.2 Nutzung der Windenergie	15
3.2.1 WEA / WP-Ist-Stand im Gemeindegebiet	15
3.2.2 Untersuchung WEA / WP-Repowering	20
3.2.3 WEA / WP-Erweiterungsmöglichkeiten	27
3.2.4 Zusammenfassende Bewertung	33
3.3 Nutzung solarer Strahlungsenergie (Photovoltaik)	35
3.3.1 Vorbemerkungen	35
3.3.2. PV-Freiflächenanlagen im Gemeindegebiet	38
3.3.2.1 PV-Freiflächenanforderungen	38
3.3.2.2 Flächenverfügbarkeit	39
3.3.2.3 Bewertung der vorliegenden potenziellen PV-Freiflächen	40
3.3.2.3.1 Bewertungsgrundlagen	40
3.3.2.3.2 PV-Flächen OT Zobersdorf I, Zobersdorf II; Zobersdorf III	41
3.3.2.3.3 PV-Fläche OT Neuburxdorf	43
3.3.2.3.4 PV-Fläche OT Neuburxdorf-Langenrieth	44
3.3.2.3.5 Zusammenfassende Bewertung	44
3.3.2.4 Untersuchung weiterer PV-Potenzial-Freiflächen	48
3.3.3 PV-Dachflächenanlagen im Gemeindegebiet	51
3.3.3.1 Vorbemerkungen	51
3.3.3.2 PV-Dachflächenanforderungen	55
3.3.3.3 Dachflächenauswahl	56
3.3.3.4 Ergebnisse PV-Modulflächen	59
3.3.3.5 Ergebnisse PV-Stromerzeugungspotenzial	60
3.3.3.6 Zusammenfassende Bewertung	66
3.4 Nutzung Biomasseenergie	68

3.4.1	Vorbemerkungen	68
3.4.2	Flächenübersicht für Biomasse Bad Liebenwerda	69
3.4.3	Nutzung von Biogas	70
3.4.3.1	Allgemeine Darstellung	70
3.4.3.2	Biogasanlagen in Bad Liebenwerda	73
3.4.3.3	Zusammenfassende Bewertung	76
3.4.4	Nutzung fester Biomasse	77
3.4.4.1	Energienutzung aus Holz - Potenzial der Forstwirtschaft	77
3.4.4.2	Zusammenfassende Bewertung	80
4.	Wirtschaftliche Umsetzungsmöglichkeiten	81
5.	EEG und Einspeisungsbedingungen	82
6.	Handlungsempfehlungen an die Stadt Bad Liebenwerda	83
7.	Zusammenfassung	85
8.	Anlagen	86
9.	Literaturverzeichnis	88

Abkürzungsverzeichnis

A_{ges} -	Fläche, Gesamtfläche
A_{Mod} -	PV-Modulfläche
A_{LNF} -	Fläche Landwirtschaft
A_{Acker} -	Ackerfläche
$A_{Grün}$ -	Grünlandfläche
A_{Wald} -	Waldfläche
A_{Geh} -	Fläche gehölz
A_{LaW} -	Fläche Laubwald
A_{MiW} -	Fläche Mischwald
A_{NaW} -	Fläche Nadelwald
$A_{\Sigma W}$ -	Fläche Waldsumme
$A_{kum/red}$ -	kumulierte / reduzierte Fläche
A_{pot} -	Potenzielle Fläche
BHKW -	Blockheizkraftwerk
CdTe -	Cadmium-Tellurid - (Dünnschicht)
CO ₂ -	Kohlenstoffdioxid
Cd -	Candela Lichtstärke
c-Si-/p-Si-	monokristalline bzw. polykristalline Silizium-Module
DAS -	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
Δv_m -	Differenz der mittleren Windgeschwindigkeit
E -	Energie (Strommenge)
$E_{el th}$ -	Gesamtenergie elektrisch und thermisch
E -	Ost
EEG -	Erneuerbare-Energien-Gesetz
Efm -	Erntefestmeter
EW/km ² -	Einwohnerdichte pro Quadratkilometer
ExWoSt -	Modellvorhaben des Experimentellen Wohnungs- und Städtebau
€/a -	Euro/Jahr
€/kW _p -	Euro/Kilowattstunde
e_{Biogas} -	durchschnittlicher Heizwert Biogas
η -	Wirkungsgrad
FNR -	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe
f_{FrDa} -	Verschattungsfaktor PV- Freiflächen und ebene PV-Dachflächen
f_{NH} -	Windleistungsfaktor bei Nabenhöhe
f_{red} -	Reduktionsfaktor
G -	Globalstrahlung
GV -	Großvieheinheit
GW _{peak} -	Gigawatt (definierte Spitzenleistung)
GW _p -	Gigawatt (definierte Spitzenleistung)
GWh/a -	Gigawattstunde pro Jahr
ggl. -	gegebenenfalls
H _u -	unterer Heizwert
ha -	Hektar
IPCC -	Intergovernmental Panel Climate Change
KWK -	Kraft-Wärme-Kopplung
K _{Inv} -	Investitionskosten
k _{Sys} -	bezogene Systemkosten
k _{Verg} -	Einspeisevergütung
kg -	Kilogramm
km ² -	Quadratkilometer
km/ha -	Kilometerleistung
kV -	Kilovolt
kW -	Kilowatt
kW _{el} -	Kilowatt elektrisch

kW_{th} -	Kilowatt thermisch
$kW_{Feuerungswärme}$ -	Kilowatt Feuerungswärme
kWh -	Kilowattstunde
kWh/m^3 -	Kilowattstunde pro Kubikmeter
kWh/fm -	Kilowattstunde pro Festmeter
$kWh/(m^2 \cdot a)$ -	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kWh/kW_p -	Kilowattstunden pro Kilowatt (definierte Spitzenleistung)
$kWh/(kW_p \cdot a)$ -	Kilowattstunden pro Kilowatt (definierte Spitzenleistung) und Jahr
kW_p/ha -	Kilowatt (definierte Spitzenleistung) pro Hektar
LNF -	Landwirtschaftliche Nutzfläche
LK. -	Landkreis
L_{Netz} -	Länge Wärmenetz
l -	Liter
λ -	Wellenlänge des Lichts
Mio. -	Million
MW_p -	Megawatt (definierte Spitzenleistung)
MWh_{el}/a -	Megawattstunden elektrisch pro Jahr
MWh_{th}/a -	Megawattstunden thermisch pro Jahr
MWh/MW_p -	Megawattstunden pro Megawatt (definierte Spitzenleistung)
m -	Masse
$m_{Schwein}$ -	Masse Mastschwein
m^2 -	Quadratmeter
m^3 -	Kubikmeter
m/s -	Geschwindigkeit in Meter pro Sekunde
N -	Nord
NE -	Nordost
NSG -	Naturschutzgebiet
n -	Anzahl
OT -	Ortsteil
P_{Nel} -	Nennleistung elektrisch
P_{Nth} -	Nennleistung thermisch
p -	Leistungsdichte (Biogasanlagen)
ppmv -	parts per million Volumenmischung
% -	Prozent
Q -	Wärmemenge
Sm^3 -	Schüttraummeter
SSV -	Stadtverordnetenversammlung
StV -	Stadtverwaltung
THG -	Treibhausgas
TJ -	Terrajoule
TWh -	Terrawattstunde
t_a -	Volllaststundenzahl
t/a -	Tonnen pro Jahr
U_{ges} -	Umsatz gesamt
UN -	Vereinte Nationen
$V_{AM/AG}$ -	Flächenverhältnis Modulfläche zu Gebäudegrundfläche
$V_{Biomethan}$ -	Volumen Biomethan
$V_{Gülle}$ -	Gülle volumin
Vfm -	Vorratfestmeter
V_{mNH} -	mittlere Windgeschwindigkeit bei Nabenhöhe
$V_{Gülle}$ -	spezifisches Güllevolumen
$V_{AM/AG}$ -	Verhältnis PV-Modul- zu Gebäudegrundfläche
WEA -	Windenergieanlage
WP -	Windpark

1. Vorwort der Autoren

Sehr mehreren Jahrzehnten steigen die Temperaturen weltweit an, und die Klimaforscher sagen uns, dass diese Erwärmung maßgeblich durch den Menschen verursacht wird. Für Wohlstand, Mobilität, Lebenskultur und alle Annehmlichkeiten, die wir in den fortgeschrittenen Industrieländern gewohnt sind und von dem auch die Menschen in den Schwellen- und Entwicklungsländern ihren Anteil haben möchten, benötigen wir Energie. Durch die Verbrennung riesiger Mengen fossiler Energieträger wird in kürzester Zeit ein Teil des in Jahrmillionen natürlich gespeicherten Kohlenstoffs in Form von Kohlenstoffdioxid (CO₂) als Treibhausgas in die Atmosphäre entlassen. Die Klimafolgen, die fast immer mit negativen Vorzeichen besetzt sind, treten längst nicht mehr ausschließlich in großer Ferne von Europa auf.

„Uns bleiben noch wenige Jahre“, um in der Klimapolitik umzusteuern, mahnt Prof. Stefan Rahmstorf, einer der führenden deutschen und internationalen Klimaforscher.

Dringendes Handeln beim Klimaschutz ist geboten. Wir können es uns leicht machen und von „den Anderen“ verlangen damit zu beginnen. Wir können aber auch selbst an die Spitze gehen und ein Zeichen setzen.

Die Bundesregierung unterstützt Maßnahmen zum Klimaschutz sowohl auf internationaler als auch auf nationaler Ebene. Über das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung wurde das ExWoSt-Modellvorhaben *„Urbane Strategien zum Klimawandel - Kommunale Strategien und Potenziale“* ins Leben gerufen. Die Kurstadt Bad Liebenwerda hat sich an der Ausschreibung des Modellvorhabens erfolgreich beteiligt und gehört zu den wenigen kleineren Städten, die von einer Jury dazu ausgewählt wurden.

Mit dem Leitgedanken *„Bad Liebenwerda - eine Stadt zum Wohlfühlen im Klimawandel“* geht die Stadt in eine Zukunftsoffensive und entwickelt sich zum Vorbild für zahlreiche andere Kommunen.

Wie soll die Anpassung an die Klimaveränderungen in der Kurstadt erfolgen, welcher eigener Beitrag kann zum Klimaschutz geleistet werden? Zwei schwierige Fragen von vielen, die komplexe Antworten herausfordern. Die Stadt Bad Liebenwerda hat sich Verbündete gesucht, die mithelfen sollen und mithelfen wollen, dass das Wohlfühlen auch zukünftig gelingt.

Die VEE Sachsen e.V. ist einer der Projektpartner. Bad Liebenwerda und VEE Sachsen e.V. haben eine Kooperationsvereinbarung abgeschlossen, in deren Rahmen diese Potenzialstudie zur Nutzung der Erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet erarbeitet wird. Vorrangig ist das Potenzial von Wind-, Solar- und Biomasseenergie zu ermitteln und bezüglich der Nutzung eingeschätzt und bewertet werden.

Die Ergebnisse der Studie sollen Potenziale erneuerbarer Energieträger aufzeigen, vom Klimaschutzfachlichen Standpunkt die Probleme objektiv und sachlich untersuchen sowie Lösungen für Konfliktpositionen diskutieren und anbieten. Das *„Wohlfühlen im Klimawandel“* können die Autoren der Studie leider nicht garantieren, aber Handlungsempfehlungen an die Stadt Bad Liebenwerda, verbunden mit einem Kommunikationsangebot an Stadtverordnete und Bürger gehören zu den erklärten Zielen dieser Kooperation.

2. Klimawandel und Umbau der Energieversorgung

2.1 Klimawandel und Klimafolgen

Klimaveränderungen sind seit Bestehen der Erde ihr ständiger Begleiter. Warmzeiten ohne Vereisung der Polflächen wurden abgelöst von Kaltzeiten mit Vergletscherung von weiten Teilen der Erde. Dazwischen liegen alle denkbaren Klimavarianten. Klimaveränderungen haben das Leben auf unserem Planeten entscheidend geprägt, daran hat sich bis heute nichts geändert. Bis auf wenige Ausnahmen sind alle klimatischen Extreme durch ihre Einbindung in geologische Zeiträume von Jahrmillionen oder Jahrhunderttausenden charakterisiert. Die letzte Kaltzeit (Würm-Eiszeit) hat sich vor etwa 11.000 Jahren verabschiedet. In den folgenden dreitausend Jahren stieg die Temperatur um etwa vier bis fünf Grad Celsius an, so dass sich beste Entwicklungsmöglichkeiten für das Leben auf der Erde boten. Mehr und mehr trat der Mensch in den Mittelpunkt des Geschehens. Auch in den letzten achttausend Jahren Erdgeschichte gab es kein konstantes Klima. Abkühlungsphasen wechselten mit wärmeren Perioden, z.B. als „Römisches Optimum“ oder „Mittelalterliches Optimum“ bezeichnet. Das ausgehende Mittelalter wurde durch die „Kleine Eiszeit“ geprägt, die zum Höhepunkt der Alpenvergletscherung um 1850 führte (s. *Christian Schönwiese; Klimaänderungen, 1995*). Alle diese Klimaänderungen, die sowohl positive (z.B. günstige Wachstumsverhältnisse), als auch negative Wirkungen (z.B. Völkerwanderung, Missernten in der „Kleinen Eiszeit“) hervor brachten, haben die Gemeinsamkeit der natürlichen Ursachen ohne Beteiligung der Menschen.

In der Folgezeit wird aber die Beteiligung des Menschen an der Beeinflussung des Klimas auf der Erde immer deutlicher. Auslöser dafür war die 1. Industrielle (technische) Revolution /1/, die völlig neue Produktionsbedingungen hervor brachte und erstmals ermöglichte, dass Gebrauchs- und Produktionsgüter industriell gefertigt wurden. Die für die industrielle Produktion notwendige Energie konnte nicht mehr mit den traditionellen Energieträgern Holz, Torf, einfache Wasserkraft und Muskelkraft gewährleistet werden. Steinkohle, Braunkohle, später Erdöl und Erdgas kamen in Kraftwerken zum Einsatz. Die Energiewirtschaft entwickelte sich zum Rückgrat der Wirtschaft, sicherte einen stetig anwachsenden Technologiefortschritt und trug wesentlich zur Verbesserung der Lebensbedingungen in den Industrieländern bei.

Den zu zahlenden Preis konnten unsere Urgroßväter nicht erahnen. Kohlenstoff in Jahrmillionen in Kohle, Erdöl und Erdgas gespeichert, wurde durch die Verbrennung in kürzester Zeit als CO₂ in die Atmosphäre entlassen. CO₂ zählt zu den bedeutendsten Treibhausgasen (THG) und trägt hauptsächlich zum anthropogen beeinflussten Treibhauseffekt und damit zur Klimaerwärmung bei. Die jahrzehntelang ansteigenden CO₂-Emissionen haben die Konzentration in der Atmosphäre von vorindustriellen Werten mit etwa 280 ppmv auf die bisher höchsten im Mai 2010 von 392,94 ppmv gesteigert.

Auf einen einfachen Nenner gebracht: der Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre folgt ein Temperaturanstieg auf der Erde. Dieser Temperaturanstieg hat sich in den letzten 30 Jahren verstärkt und wird überwiegend dem menschlichen Wirken zugeordnet.

Im vierten IPCC-Bericht vom Februar 2007 heißt es dazu:

„Die Klimaerwärmung ist eine Tatsache und unbestreitbar, wie der weltweite Anstieg der mittleren Luft- und Ozeantemperaturen, das großflächige Abschmelzen von Schnee und Eis sowie der weltweit ansteigende Meeresspiegel belegen.“

Die Beweise, dass der Mensch die Hauptverantwortung als Verursacher für den Klimawandel trägt, sind erdrückend. Der bereits genannte 4. IPCC-Bericht der UN von 2007 hat die wissenschaftlich begründete Bestätigung für den anthropogen verursachten Klimawandel geliefert. In der beispielhaft genannten Literatur /2/, /3/, /4/, /5/, befassen sich führende Klimaforscher und Politiker ausführlich mit Ursachen und Folgen des Klimawandels. Klimaänderungen verursachen keine Schmerzen, und ein wärmeres Klima empfinden viele Zeitgenossen eher als angenehm. Doch die heute beobachteten Klimaveränderungen führen in den meisten Fällen zu negativen Klimafolgen, wie Eis- und Gletscherschmelze, Meeresspiegelanstieg, Trockenheit und Dürreperioden, Hochwasser, Stürme sowie weiteren extremen Wettersituationen. Die Signale kommen auch in den ostdeutschen Regionen an. Eine Tornadofront zog am 24.05.2010 von Nordwest nach Südost und hinterließ Schneisen der Verwüstung von Belgern (Sachsen) über Mühlberg/Elbe (Brandenburg), Großenhain bis in den Raum östlich von Dresden. Die vorläufig geschätzten Sachschäden an Gebäuden, der Infrastruktur, in Wäldern, Gärten und auf Feldern belaufen sich in Sachsen auf rund 100 Mio. Euro. Auch im südlichen Brandenburg sind etwa 20 Mio. Euro an Verlusten durch Tornadoschäden zu beklagen.

Einzelereignisse, auch wenn diese noch so extrem ausfallen sollten, beweisen nicht den Zusammenhang mit dem Klimawandel, aber die zeitliche und räumliche Einordnung solcher Extreme passt genau in die Indizienkette. Zahlreiche Studien der Klimaforscher bestätigen unsere Wahrnehmungen. Klimadiagnosen, -prognosen, Klimatherapien: Dazu ist fast alles gesagt. Jetzt sind wir zum Handeln aufgefordert.

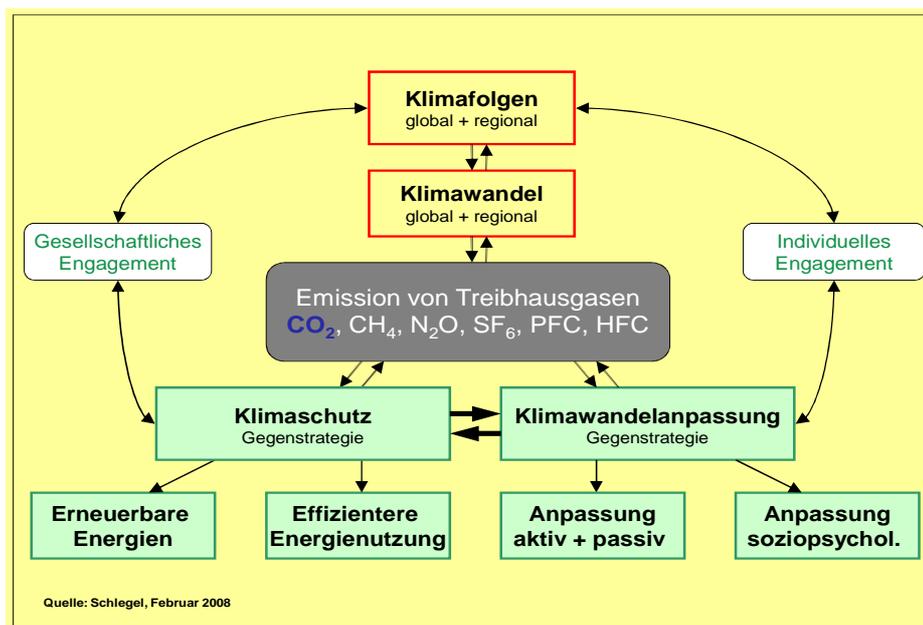


Abb. 2.1-1: Zusammenhänge Klimawandel, Klimafolgen, Klimaschutz

Die Abb. 2.1-1 verdeutlicht die Zusammenhänge zwischen den THG-Emissionen, den Bedrohungsszenarien „Klimawandel“, „Klimafolgen“, den Gegenstrategien „Klimaschutz“ und „Klimawandelanpassung“.

Die Zusammenhänge zwischen Klimawandel, Klimafolgen einerseits sowie Klimaschutz und Klimawandelanpassung lassen erkennen, dass wir über die Gegenstrategien verfügen und keinesfalls den Unbilden des Klimawandels hilflos ausgeliefert sein müssen.

Allerdings funktionieren die Gegenstrategien nicht im Selbstlauf. Die Menschen als Bedrohte des von ihnen selbst verursachten Klimawandels müssen diese Strategien umsetzen. Als Helfer für die Strategieumsetzung erweisen sich sowohl „individuelles Engagement“ als auch „gesellschaftliches Engagement“ auf allen denkbaren Ebenen. Im vorliegenden Fall hat die Kurstadt Bad Liebenwerda die Initiative ergriffen. Mit der Beteiligung am ExWoSt-Modellvorhaben der Bundesregierung möchten Stadtverwaltung und Stadtverordnete die notwendigen Maßnahmen ausarbeiten, um Einwohner, gewerblich-industrielle, landwirtschaftliche Unternehmen, Kurgäste und Touristen auf kommende Veränderungen vorzubereiten. Die Verantwortlichen haben das Modellvorhaben unter die Überschrift „Bad Liebenwerda - eine Stadt zum Wohlfühlen im Klimawandel“ gestellt und möchten sich gemeinsam mit Unterstützung von Projektpartnern, wie dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), der Lokalen Forschungsassistenz Bad Liebenwerda sowie weiteren Planern der Lösung dieser Aufgabe stellen. Bundesländerübergreifend arbeitet die VEE Sachsen e.V. als Kooperationspartner am Modellvorhaben mit und wird diese Studie zum Potenzial der erneuerbaren Energieträger im Gemeindegebiet, einschließlich der Aussagen zu Umsetzung und Wirtschaftlichkeit erarbeiten.

Der Ansatz, etwas gegen den Klimawandel zu tun, findet ungeteilte Unterstützung und fordert zur Nachahmung durch andere Kommunen, gleich ob in Brandenburg, Sachsen, Thüringen, Bayern, etc. auf. Allein für das gewünschte „Wohlfühlen“ kann keine Garantie gegeben werden, denn die Abschätzungen über die Schwere kommender Klimafolgen gestalten sich noch zu ungewiss. Klimaschutzmaßnahmen finden nicht die ungeteilte Zustimmung bei der Bevölkerung und den Planungs-/Genehmigungsbehörden, denn Skeptiker und Lobbyisten versuchen immer wieder mit falschen Argumenten die Unwissenheit auszunutzen, Ängste und Bedenken zu schüren und Restriktionen aufzubauen, die schließlich den Klimaschutz behindern können.

2.2 Klimaschutz und Klimawandelanpassung

Die Menschheit ist der Klimaerwärmung nicht hilflos ausgesetzt, wenn sie rechtzeitig, d.h. sofort Gegenmaßnahmen einleitet. Leider gelingt das, trotz immenser Anstrengungen, im globalen Maßstab nur sehr schleppend, bzw. überhaupt nicht, wie das mit den Ergebnissen des Kopenhagener Klimagipfels vom Dezember 2009 vorgeführt wurde. Jeder Weg, gleich wie lang er sein mag, beginnt mit dem ersten Schritt. Verantwortung lässt sich nicht durch Fingerzeig auf die großen CO₂-Emittenten China, USA und auf Schwellenländer wie Indien, Brasilien, Mexiko, delegieren, weil diese viel zu wenig gegen den Klimawandel unternehmen

würden. Daher ist die Entscheidung der Stadt Bad Liebenwerda, wie auch zahlreicher anderer Städte und Kommunen in Deutschland, einen eigenen Beitrag, selbst wenn er global gesehen noch so klein sein mag zu übernehmen, genau die richtige Antwort.

Die Bundesregierung steht politisch hinter dem Klimaschutz und hat ein Programm zur Anpassung an den Klimawandel erarbeiten lassen. In den Definitionen zu Klimaschutz und Klimawandelanpassung bestehen zwischen Politik und Wissenschaft Unterschiede. Die Autoren vertreten die Ansicht, dass zumindest alle aktiven Maßnahmen der Klimawandelanpassung eindeutig zu den Klimaschutzstrategien gehören, deshalb muss der Grundsatz gelten:

„Wir müssen zuerst das Klima schützen und nicht umgekehrt, dass wir uns zuerst vor dem Klima schützen“

Die Abb. 2.2-1 zeigt eine Übersicht der Klimaschutzstrategien, wie diese von den Autoren vertreten wird.

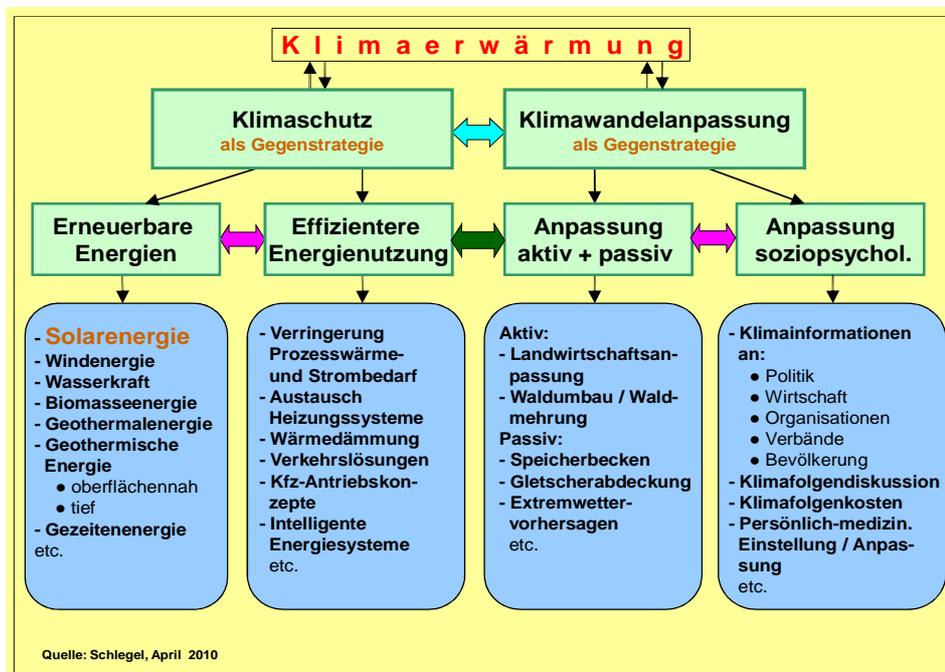


Abb. 2.2-1: Übersicht der Klimaschutzstrategien

Im Sommer 2008 beschloss der Deutsche Bundestag die „Klimaschutzpakete I und II“, die Maßnahmen zum Klimaschutz, zur Nutzung erneuerbarer Energieträger in Verbindung mit Energieeinsparung sowie verbesserter Energieeffizienz beinhalten.

Zwei Kernpunkte aus dem „Klimaschutzpaket I“:

- Bis zum Jahr 2020 sollen die CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 40% reduziert werden
- Bis 2020 soll der Anteil von Strom aus erneuerbaren Energieträgern auf mindestens 30% steigen

Im Basisjahr 1990 betragen die deutschen CO₂-Emissionen etwa 1.050 Mio. Tonnen. Nach Angaben des Bundesumweltamtes wurden 2007 etwa 857 Mio. t CO₂ emittiert. Die prozentuale Absenkungsrate erreichte 18,4%. Bis zum vorgegebenen Ziel von 630 Mio. t CO₂/a müssen weitere 227 Mio. t vermieden werden. Das erfordert eine jährliche Reduzierung von

etwa 19 Mio. t CO₂. Zur besseren Anschaulichkeit: Das zweitgrößte deutsche Braunkohle-Kraftwerk Jänschwalde (BRB) mit einer Leistung von 3.000 MW_{el} emittiert etwa 27,4 Mio. t CO₂/a in die Atmosphäre.

Das Land Brandenburg hat sich das Ziel gestellt bis 2020 etwa 90% Stromanteil mit erneuerbaren Energieträgern zu erzeugen. Brandenburg kann damit auf eine fortschrittliche Energiestrategie verweisen, wenn auch mit dem Wermutstropfen, dass die Braunkohleverstromung aus landespolitischer Sicht noch nicht als Auslaufmodell eingestuft wird.

An der Energiewende führt kein Weg vorbei. Das haben auch die Umweltminister auf ihrer 74. UMK vom 09. bis 11.06.2010 in Bad Schandau erkannt. Bis 2050 soll eine weitgehend CO₂-freie Energieversorgung möglich sein /15/. Um dieses Ziel zu erreichen, soll der Ausbau der Erneuerbaren Energien eine entscheidende Rolle spielen. Es darf zumindest vermutet werden, dass diese politische Ansage unter dem Eindruck einer bisher nie da gewesenen Umweltkatastrophe, wie wir sie z.z. im Golf von Mexiko erleben, zustande gekommen ist. Bei der Nutzung der regenerativen Energieträger Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie können Umweltbeeinträchtigungen nicht gänzlich ausgeschlossen werden, wenn es dazu kommen sollte, bleiben diese gering und vor allem beherrschbar.

In Deutschland wurden 2009 etwa 93,3 TWh Strom mit erneuerbaren Energieträgern erzeugt /18/, was einem Anteil am Stromverbrauch ($E_{\text{Strom D}} \approx 579,5 \text{ TWh}$) von 16,1% entspricht. Davon entfallen 38,0 TWh auf Windstrom, 30,1 TWh auf Biomassestrom, 19,0 TWh auf Wasserkraftstrom und 6,2 TWh auf PV-Strom.

2.3 Klimaschutz- und Anpassungsstrategien für Bad Liebenwerda

Für die Kurstadt Bad Liebenwerda wurden ein Kurortentwicklungsplan 2007 - 2015 /16/ sowie ein Flächennutzungsplan /10/ erarbeitet und die Stadt hat sich erfolgreich an einer Ausschreibung des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung für ein Modellvorhaben mit dem Titel „Urbane Strategien zum Klimawandel - Kommunale Strategien und Potenziale“ beworben.

In den Bewerbungsunterlagen /17/ werden neben den notwendigen statistischen Angaben folgende Schwerpunkte des Modellvorhabens aufgelistet:

- Betroffenheit durch Folgen des Klimawandels
- Motto des Vorhabens
- Vorhabensbeschreibung
- Integrativer Ansatz zur Klimaanpassung
- Beschreibung des integrativen Ansatzes und der Einbeziehung von politisch-administrativen Akteuren
- Einbeziehung zivilgesellschaftlicher Akteure
- Meilensteine zur Umsetzung der kommunalen Anpassungsstrategie
- Interkommunale / regionale Abstimmung

- Beitrag zur Anpassung bezüglich planungsrelevanter Inhalte der Deutschen Anpassungsstrategie (DAS)
- Beitrag zur Anpassung bezüglich bestimmter Klimafolgen
- Finanzierung

Eingepasst in diesen Rahmen ist die Erarbeitung dieser Studie zu verstehen, in deren Mittelpunkt die Potenziale und Nutzungsmöglichkeiten von Wind-, Solar- und Biomasseenergie, vorwiegend zum Zwecke der Stromerzeugung stehen.

3. Potenziale erneuerbarer Energieträger

3.1 Darstellung des Untersuchungsraumes

Die Stadt Bad Liebenwerda gehört zum Landkreis Elbe-Elster im Bundesland Brandenburg. Neben dem eigentlichen Stadtgebiet gehören weitere 15 Ortsteile zur Stadt:



Abb. 3.1-1: Einordnung Bad Liebenwerda in den Elbe-Elster-Kreis
(http://de.wikipedia.org/wiki/Bad_Liebenwerda)

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1. Burxdorf | 9. Neuburxdorf |
| 2. Dobra | 10. Oschätzchen |
| 3. Kosilenzien | 11. Prieschka |
| 4. Kröbeln | 12. Thalberg |
| 5. Langenrieth | 13. Theisa |
| 6. Lausitz | 14. Zeischa |
| 7. Maasdorf | 15. Zobersdorf |
| 8. Möglenz | |

Das gesamte Gemeindegebiet liegt auf einer durchschnittlichen Höhenlage von 86 mNN bis 90 mNN und erreicht im nordöstlichen Waldgebiet mit 126,7 mNN seine größte topographische Höhe. Die Flächenausdehnung wird mit 138,41 km² gleich 13.841 ha, die Einwohnerzahl wird mit 10.236 (31.12.2008) angegeben. Entsprechend gering ist die Einwohnerdichte von 74 EW/km². Die Bevölkerungsprognose geht von einem weiteren Einwohnerverlust bis 2020 von etwa 12% aus.

Nachbarorte in Brandenburg sind die Kommunen Elsterwerda, Mühlberg, Uebigau-Wahrenbrück, Röderland und Elsterland. Im Süden grenzt Bad Liebenwerda an den Freistaat Sachsen mit den Gemeinden Nauwalde und Zeithain.

Die Nutzung Erneuerbarer Energien im Gebiet von Bad Liebenwerda beschränkt sich zurzeit auf drei Windparks:

- WP „Lausitz“
- WP „Möglenz“
- WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“

Von PV-Freiflächenanlagen sind bisher nur die Planungen bekannt, und für die PV-Dachanlagen liegen keine Erhebungen vor. Biogasanlagen, wie diese im ländlichen Bereich häufig betrieben werden, befinden sich ebenfalls noch auf der Planungsliste. Im Gemeindegebiet erfolgt auch keine Verstromung von fester Biomasse (z. B. Holz, Stroh). Aufgrund der fast ebenen Gemeindeflächen ergeben sich praktisch keine Nutzungsmöglichkeiten für die Wasserkraft. Die Gesamtübersicht aller EE-Anlagen findet sich in Anlage 4-1.

3.2 Nutzung der Windenergie

3.2.1 WEA / WP-Ist-Stand im Gemeindegebiet

- Windpark „Lausitz“

Der WP „Lausitz“ befindet sich im nordwestlichen Teil des Gemeindegebietes (Anl. 3.2.1-1). Die fünf WEA wurden in Reihenform parallel zur Landesstraße L 65 aufgestellt. Südwestlich vom WP „Lausitz“, in Sichtweite, wird der WP „Kauxdorf“, der politisch zur Nachbargemeinde Uebigau-Wahrenbrück gehört, mit derzeit sechs WEA vom Typ Repower MM 92 (technische Daten: P_N = 2.000 kW; NH = 100 m; RD = 92 m) sowie zwei WEA vom Typ Vestas V 90 (technische Daten: P_N = 2.000 kW; NH = 105 m; RD = 90 m) betrieben. Nach vorliegendem Kenntnisstand wurden weitere sechs WEA vom Typ Vestas V 90 genehmigt, und vier weitere WEA gleichen Typs befinden sich in der Planung. Nach vollständigem Ausbau des WP „Kauxdorf“ verfügt dieser über 18 Anlagen mit einer Nennleistung von 36.000 kW.

Es wird für sinnvoll erachtet, den bestehenden Freiraum zwischen den beiden Windparks, bezüglich einer Erweiterung des WP „Lausitz“ zu untersuchen (s. Pkt. 3.2.3; Anl. 4-1).

Die im WP „Lausitz“ eingesetzten WEA (Tab. 3.2.1-1) entsprechen nicht mehr dem heutigen technologischen Stand. Mit der großen Nabenhöhe von 108 m gleicht dieser Maschinentyp die Nachteile geringerer Nennleistung von nur 1.500 kW sowie des Rotordurchmessers von 82 m teilweise aus.

WEA-Nr.	Gemark.	Koordinaten	WEA-Typ	P [kW]	NH [m]	RD [m]	Inbetriebnahme
WEA 1	Lausitz Flur 1	R 4592920 H 5710766	Vestas V 82	1.500	108,4	82	2003
WEA 2	Lausitz Flur 1	R 4592994 H 5711006	Vestas V 82	1.500	108,4	82	2003
WEA 3	Lausitz Flur 1	R 4593065 H 5711241	Vestas V 82	1.500	108,4	82	2003
WEA 4	Lausitz Flur 1	R 4593139 H 5711476	Vestas V 82	1.500	108,4	82	2003
WEA 5	Lausitz Flur 1	R 4593189 H 5711749	Vestas V 82	1.500	108,4	82	2003
P_{ges} [kW]				7.500			

Tab. 3.2.1-1: Zusammenstellung Ist-Stand WP Lausitz

Einige Bemerkungen zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit des WP „Lausitz“: Leider konnten bisher keine Daten zu den Stromerträgen gewonnen werden, so dass eine Abschätzung nach Erfahrung vorgenommen wird. Die WEA stehen in Reihe, von Südsüdwest nach Nordnordost verlaufend, mit einem Anlagenabstand von etwa 250 m, der als Minimalabstand anzusehen ist. Bei ungünstigen Windverhältnissen dürften Turbulenzen im Strömungsbereich leistungsmindernd wirken. Aufgrund der großen Nabenhöhe, kann mit $t_a \approx 2.200$ h/a als Volllaststundenzahl gerechnet werden. Der durchschnittliche Jahresstromertrag des Windparks mit einer Leistung von 7.500 kW sollte in der Größenordnung von etwa 16.500.000 kWh liegen.

- Windpark „Möglenz“

Der WP „Möglenz“ befindet sich zwischen den Ortsteilen Möglenz und Kosilenzien, östlich des Waldgebietes „Grüne Heide“ (Anl. 3.2.1-2). Nach Tab. 3.2.1-2 werden zz. elf WEA in diesem Park betrieben. Zwei weitere WEA vom Typ Vestas V 90 (wie vorhanden) wurden genehmigt. Die sieben WEA Vestas V 90 gehören zur 1. Generation „binnenlandoptimierter“ WEA. Die in der Tab. 3.2.1-2 rot gekennzeichneten Anlagen M1 bis M4 wurden bereits im Jahr 2000 in Betrieb genommen und gehören zur technologisch überholten WEA-Generation im Unter-MW-Leistungsbereich. Im Pkt. 3.2.2 erfolgen Betrachtungen zu Möglichkeiten eines Repowerings dieser Anlagen.

Ein charakteristisches Merkmal der Anlagen WEA 1 bis WEA 4 liegt darin, dass diese etwa 250 m bis 750 m von der ersten Bebauung im OT Möglenz entfernt sind. Auf Nachfragen bei

Investoren, Verwaltung und Betreibern von WEA/WP war zu erfahren, dass es Konsens gibt, künftig die Anlagen im Mindestabstand von 1.000 m zu Wohnbebauungen zu errichten. Die vereinbarte Bedingung eines Abstandes von 1.000 m wird von den WEA 5 (West) und WEA 6 (Ost) ebenfalls nicht erfüllt. Beide Anlagen haben eine Entfernung von etwa 750 m. Die relative Nähe der WEA zu Wohnbebauungen führt zu Akzeptanzproblemen bei Anwohnern. Zunehmender Abstand mindert das Konfliktpotenzial. Im WP „Möglenz“ dürfte aber, trotz der Nabenhöhe von 105 m ein sogenanntes „Bedrückungsgefühl“ der nächsten Bewohner ausgeschlossen sein.

Auch zum WP „Möglenz“ einige Bemerkungen zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit. Hier konnten ebenfalls bisher keine genauen Daten zu den Stromerträgen gewonnen werden, so dass eine Abschätzung nach Erfahrung vorgenommen wird. Die Anlagen verfügen über eine Gesamtnennleistung von 17.600 kW (Tab. 3.2.1-2).

Zunächst die Einschätzung der vier WEA vom Typ NEG Micon NM 900/52: Diese Anlagen wurden bereits im Jahr 2000 errichtet und entsprachen, bezüglich Leistung und geometrischer Daten, dem damaligen Technologiestand. Allerdings wurden diese Maschinen in sehr engem Abstand von rund 150 m zueinander positioniert, was vor allem im Windsektor Südwest- bis Nordwest leistungsmindernd wirkt. Für diese Anlagen wird eine Volllaststundenzahl von $t_a \approx 1.700$ h/a angenommen. Der Jahresstromertrag wird rechnerisch mit $E \approx 6.120.000$ kWh angenommen.

Für die weiteren sieben WEA im Windpark gelten günstigere Bedingungen, da es sich beim Typ V 90-2,0MW um „binnenlandoptimierte“ WEA der 1. Generation handelt. Die Maschinen stehen in deutlich größerem Abstand zueinander, wodurch Turbulenzeinflüsse vermindert werden. Entscheidend für höhere Stromerträge sind die Nabenhöhe von 105 m sowie der Rotordurchmesser von 90 m. Bezogen auf die NM 900/52, beträgt die Nabenhöhendifferenz 29 m und die Rotordurchmesserdifferenz 38 m. Der Volllaststundenansatz wird mit $t_a \approx 2.500$ h/a gewählt. Im Durchschnitt kann ein Jahresstromertrag von $E \approx 35.000.000$ kWh erwartet werden, so dass der WP „Möglenz“ einen jährlichen Strombeitrag in der Größenordnung von $E \approx 41.120.000$ kWh liefern kann.

Es wird betont, dass der o.g. Ansatz zur Berechnung des Jahresstromertrags im Vergleich zu realen Daten aus Sachsen „zurückhaltend“ ist. Mit WEA vom Typ Vestas V 90-2MW, (NH = 105 m) wurden hier bis zu 3.482 Volllaststunden erreicht. Bekanntlich zeichnen sich nicht alle Jahre durchweg als 100%-Windjahre aus, was naturgemäß zu unterschiedlichen Stromerträgen führt.

In der Tabelle 3.2.1-2 sind die Daten für den WP Möglenz zusammengestellt.

Es wird für sinnvoll erachtet, den Windpark, bezüglich einer Erweiterung zu untersuchen (s. Pkt. 3.2.3; Anl. 3.2.1-2).

WEA-Nr.	Gemark.	Koordinaten	WEA-Typ	P [kW]	NH [m]	RD [m]	Inbetriebnahme
WEA 1 M1	Möglenz Flur 03	R 4593667 H 5706023	NEG Micon NM 900/52	900	74	52	2000
WEA 2 M2	Möglenz Flur 03	R 4593525 H 5706138	NEG Micon NM 900/52	900	74	52	2000
WEA 3 M3	Möglenz Flur 04	R 4593404 H 5706250	NEG Micon NM 900/52	900	74	52	2000
WEA 4 M4	Möglenz Flur 04	R 4593319 H 5706378	NEG Micon NM 900/52	900	74	52	2000
WEA 5 (West)	Möglenz Flur 03	R 4592768 H 5705841	Vestas V 90	2.000	105	90	2008
WEA 6 (Ost)	Möglenz Flur 03	R 4593278 H 5705861	Vestas V 90	2.000	105	90	2008
WEA 7	Möglenz Flur 05	R 4592592 H 5705392	Vestas V 90	2.000	105	90	2006
WEA 8	Möglenz Flur 05	R 4592498 H 5705130	Vestas V 90	2.000	105	90	2006
WEA 9	Möglenz Flur 03	R 4592921 H 5705438	Vestas V 90	2.000	105	90	2006
WEA 10	Möglenz Flur 04	R 4593258 H 5705536	Vestas V 90	2.000	105	90	2006
WEA 11	Möglenz Flur 05	R 4592801 H 5705034	Vestas V 90	2.000	105	90	2006
P_{ges} [kW]				17.600			

Tab. 3.2.1-2: Zusammenstellung Ist-Stand WP Möglenz

- Windpark „Martinskirchener Heide / Langenrieth

Der WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“ befindet sich unmittelbar an der westlichen Gemeindegrenze zu Mühlberg (Anl. 3.2.1-3). Östlich liegt der Ortsteil Langenrieth, südlich der Ortsteil Burxdorf. Zur naturräumlichen Einordnung ist zu sagen, dass der Windparkstandort unmittelbar an die „Martinskirchener Heide“ grenzt, die auch für die Namensgebung Pate steht.

Im Teilgebiet Langenrieth werden nach Tab. 3.2.1-3 fünf WEA, die sich halbkreisförmig in die Fläche einordnen, mit einer Gesamtleistung von 7.600 kW betrieben. Auf der Mühlberger Seite stehen acht WEA mit einer Gesamtnennleistung von 16.000 kW, so dass der gesamte Windpark aus 13 WEA besteht. Über Erweiterungspläne auf Mühlberger Seite liegen keine Erkenntnisse vor.

WEA-Nr.	Gemark.	Koordinaten	WEA-Typ	P [kW]	NH [m]	RD [m]	Inbetriebnahme
WEA 1 LRWEA 11	Neuburxdorf Flur 6	R 4587409 H 5704539	Vestas V 90	2.000	105	90	?
WEA 2 LRWEA 12	Neuburxdorf Flur 8	R 4587205 H 5704884	Vestas V 90	2.000	105	90	?
WEA 3 ENO 001	Neuburxdorf Flur 8	R 4587310 H 5705292	GEWind 1,5sL	1.500	100	77	?
WEA 4 ENO 002	Neuburxdorf Flur 8	R 4587383 H 5705641	GEWind 1,5sL	1.500	100	77	?
WEA 5 FREMD 1	Neuburxdorf Flur 8	R 4588006 H 5704351	NEG Mi- con NM 48/600	600	70	48	?
P_{ges} [kW]				7.600			

Tab. 3.2.1-3: Zusammenstellung Ist-Stand WP Martinskirchener Heide / Langenrieth

Wie zu den beiden WP „Lausitz“ und „Möglenz“, auch zum WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“ einige Bemerkungen zur Einschätzung der Wirtschaftlichkeit. Die Aufteilung der Anlagen sieht folgendermaßen aus:

- 2 WEA V 90-2MW (P = 2.000 kW; NH = 105 m; RD = 90 m)
- 2 WEA GE Wind 1,5sL (P = 1.500 kW; NH = 100 m; RD = 77 m)
- 1 WEA NM 48/600 (P = 600 kW; NH = 70 m; RD = 48 m)

Zu den Stromerträgen liegen keine Erkenntnisse vor, so dass wiederum eine Abschätzung nach Erfahrungswerten vorgenommen wird. Für die WEA des MW-Leistungsbereiches werden $t_a \approx 2.300$ h/a und für die WEA NM 48/600 werden $t_a \approx 1.700$ h/a Volllaststunden angesetzt. Daraus ergibt sich ein durchschnittlicher Jahresstromertrag von $E \approx 17.120.000$ kWh.

- Zusammenstellung der Windparks

Windpark	WEA-Anzahl n [-]	WEA-Leistung P [kW]	Stromertrag E [kWh/a]
Lausitz	5	7.500	16.500.000
Möglenz	11	17.600	41.120.000
Martinskirchener Heide/ Langenrieth	5	7.600	17.120.000
Summe	21	32.700	74.740.000

Tab. 3.2.1-4 Zusammenstellung der Windparks nach WEA-Anzahl, Leistung, Stromertrag

Tab. 3.2.1-4 beinhaltet eine grobe Zusammenfassung der Windparks, die im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda betrieben werden. Mit einer installierten WEA-Leistung von 32,7 MW können pro Jahr etwa 74.740 MWh Strom erzeugt werden. 2007 wurden nach Angaben der StV Bad Liebenwerda rund 39.700 MWh Strom im gesamten Gemeindegebiet verbraucht. Mit der von allen drei Windparks erzeugten Strommenge kann der fast 1,9 fache Jahresbedarf äquivalent mit Windstrom abgedeckt werden, d.h. die autarke Stromversorgung von Bad Liebenwerda ist theoretisch heute schon Realität.

3.2.2 Untersuchung WEA / WP-Repowering

Unter den Fachleuten ist es unstrittig, dass die Nutzung der Windenergie eine wesentliche Säule im Mix der erneuerbaren Energieträger (Windenergie, Solarenergie, Biomasseenergie, Wasserkraft und geothermische Energie) einnimmt. Seit 1990 wurden in ganz Deutschland zunehmend Windenergieanlagen errichtet, besonders auch in Brandenburg. Dieses Bundesland nimmt den 2. Platz in der Windenergienutzung nach Niedersachsen ein /19/. Mit dem Stichtag 31.12.2009 waren in Brandenburg 2.853 WEA mit einer gesamten Nennleistung von $P_{\text{ges}} = 4.170,36$ MW in Betrieb. Der 2009 in die Netze eingespeiste Windstrom erreichte im Bundesland 38,12 % Anteil am Nettostromverbrauch.

Windenergieanlagen, die in den 1990er Jahren errichtet wurden, können zwar auch nach fast zwanzig Jahren noch betrieben werden, sind aber technologisch überholt. Die damaligen Leistungsklassen bewegten sich bei 150 kW bis 600 kW, Nabenhöhen erreichten 40 m bis 65 m, Rotordurchmesser 30 m bis 50 m und die Anlagensteuerung entspricht nicht mehr heutigem Niveau. In den letzten Jahren entwickelte sich die WEA-herstellende Industrie überproportional, sowohl qualitativ als auch quantitativ. Die Bundesregierung unterstützt durch die im EEG /6/ geregelte Einspeisevergütung das Repowering von Windenergieanlagen. Repowering hat zum Ziel, die technologisch veralteten leistungsschwachen Anlagen durch neue zu ersetzen. Neben der höheren Stromerzeugung pro Anlage, einschließlich niedriger Stromgestehungskosten, tritt der Effekt der relativen Ausdünnung der Windparklandschaft ein. Zusätzlich bietet das Repowering die Möglichkeit Konflikte, die durch zu geringe Entfernung zwischen Anlagen und schutzwürdiger Wohnbebauung in der Pionierzeit der Windenergie entstanden sind, zu korrigieren.

Beispiel:

Eine WEA mit 500 kW Leistung erzeugte standortgebunden im Durchschnitt 1.000 MWh/a. Beim Repowering wurde die Anlage durch eine WEA mit 2 MW Leistung und 108 m Nabenhöhe ersetzt und erzielt einen Stromertrag von rund 6.000 MWh/a. Im Ergebnis des Repowerings erhöhten sich die Leistung auf das Vierfache und der Stromertrag auf das Sechsfache.

Die heutige Generation der Windenergieanlagen zeichnet sich durch folgende technologische Merkmale aus:

- Nennleistung $P = 2.000$ kW
- große Nabenhöhen $NH = [100 - 140 (160)]$ m
- große Rotordurchmesser $RD = (82 - 93)$ m
- verbesserte Regelung der Anlagenparameter

Diese WEA werden als „binnenlandoptimierte“ Anlagen der 1. Generation bezeichnet. Binnenlandoptimiert deshalb, weil diese speziell für die meist niedrigeren mittleren Jahreswindgeschwindigkeiten im Binnenland ausgelegt sind. Die Abb. 3.2.2-1 und 3.2.2-2 zeigen zwei solche WEA.

Die in Abb. 3.2.2-1 gezeigte Anlage gehört zum WP „Erlau“ (LK. Mittelsachsen). Neben Anlagen verschiedener Größen wurde mit dieser WEA E 82-2MW, NH = 138 m die Ausstattung des Windparks abgeschlossen. Der Turm dieser Anlagen wird in Stahlbeton-Segment-Bauweise errichtet. Das oberste Turmstück ist in klassischer konischer Stahlrohrtechnologie gefertigt. Durch die Segmentbauweise der Türme wurde es möglich, auch Türme über 100 m Nabenhöhe (wie hier im Bild 138 m) in großer Serie zu fertigen sowie die Logistikprobleme deutlich zu verringern.



Abb. 3.2.2-1: WEA Typ Enercon E 82-2MW (P = 2 MW; NH = 138 m; RD = 82 m)
Quelle. Foto Schlegel, 28.03.2010



Abb. 3.2.2-2: WEA Typ Vestas V 90-2MW (P = 2 MW; NH = 125 m; RD = 90 m)
Quelle. Foto Schlegel, 01.08.2009

Die in Abb. 3.2.2-2 gezeigte WEA mit 125 m Nabenhöhe steht im WP „Sitten“ (LK Mittelsachsen) in unmittelbarer Nähe zur Bundesautobahn A 14, während im Hintergrund ein Ausschnitt des WP „Sornzig-Ablaß“ (LK Nordsachsen) zu sehen ist.

Für das Erreichen der jeweiligen Nennleistung einer WEA ist die leistungsbeeinflussende Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe die entscheidende Größe. Die Windgeschwindigkeit geht mit der dritten Potenz in die Leistungsgleichung ein. Die Windgeschwindigkeit selbst verläuft in Abhängigkeit von der Höhe über Grund nach einer Exponentialfunktion, die näherungsweise im folgenden Diagramm dargestellt ist.

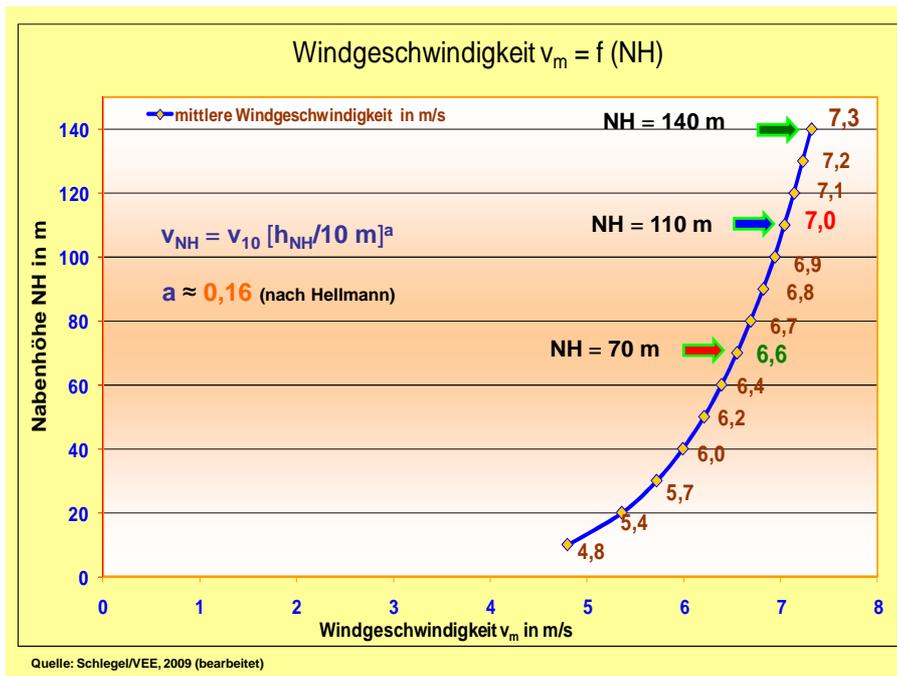


Abb. 3.2.2-3: Darstellung des Exponentialverlaufes der Windgeschwindigkeit über Grund (Näherungsberechnung)

Der Unterschied der leistungsbeeinflussenden Windgeschwindigkeit scheint im vorliegenden Beispielfall mit $\Delta v_m = 0,4 \text{ m/s}$ und $\Delta v_m = 0,3 \text{ m/s}$ fast unbedeutend. Wie schwerwiegend solche geringen Unterschiede tatsächlich sind, zeigt die Berechnung:

$v_m \text{ NH}=70\text{m}$	$= 6,6 \text{ m/s}$	\rightarrow	$f_{\text{NH}} = (v_m \text{ NH}=70\text{m})^3 = 287,5$
$v_m \text{ NH}=110\text{m}$	$= 7,0 \text{ m/s}$	\rightarrow	$f_{\text{NH}} = (v_m \text{ NH}=110\text{m})^3 = 343,0$
$v_m \text{ NH}=140\text{m}$	$= 7,3 \text{ m/s}$	\rightarrow	$f_{\text{NH}} = (v_m \text{ NH}=140\text{m})^3 = 389,0$

Im vorliegenden Beispiel erhöht sich der Leistungsfaktor f_{NH} bei einer Verdopplung der Nabenhöhe von 70 m auf 140 m um etwa 35%, was sich in einem höheren Stromertrag verdeutlicht.

Neben der Nabenhöhe wirkt sich der Rotordurchmesser ebenfalls auf Leistung und Stromertrag aus. Der Rotor überstreicht eine sog. Rotationsfläche: Kleiner Rotordurchmesser - kleine Rotationsfläche; großer Rotordurchmesser - große Rotationsfläche. Der Rotordurchmesser wirkt als quadratisch eingehender Leistungsfaktor und bestimmt damit ebenfalls den Stromertrag einer WEA oder eines WP in erheblichem Maße.

In einer mehrjährigen Studie /20/ konnte der Autor den Einfluss von Nabenhöhe und Rotordurchmesser von WEA auf den Stromertrag nachweisen. Die Abb. 3.2.2-4 und 3.2.2-5 geben einen Ausschnitt der Ergebnisse wieder. Verglichen werden ausschließlich WEA der 2 MW-Klasse an Standorten, die von Ostsachsen bis Südwestsachsen (auch Sachsen-Anhalt) reichen. Die Referenz-WEA steht im WP „Naundorf“, südlich von Oschatz (LK Nordsachsen). Dabei handelt es sich um eine WEA Typ Vestas V 80-2MW mit NH = 67 m und RD = 80 m. Alle bewerteten Anlagen stehen in Windparks, so dass ein niedrigerer Parkwirkungsgrad als bei Einzel-WEA auftritt.

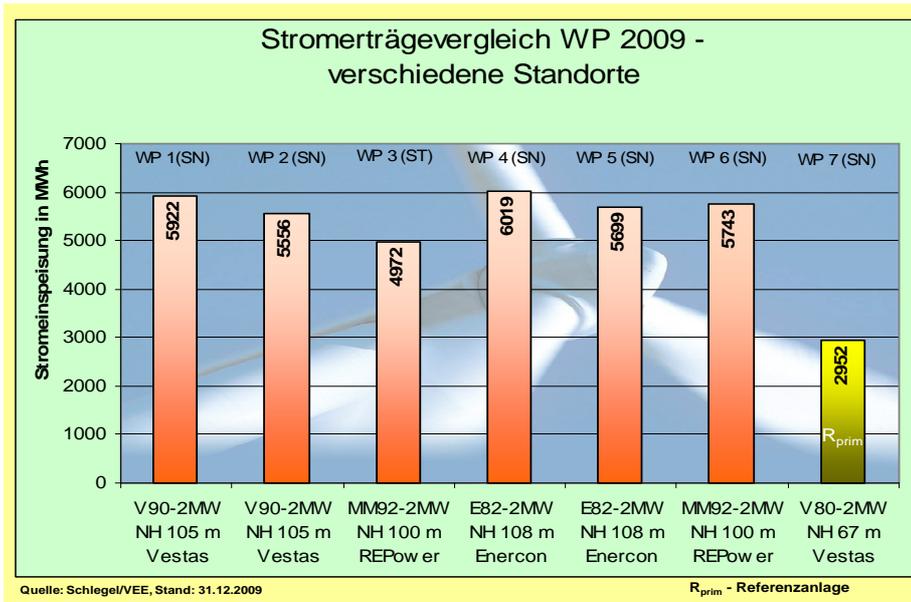


Abb. 3.2.2-4: Stromertragsvergleich von WEA der 2 MW-Klasse

Das Jahr 2009 zählt zu den windschwächeren Jahren. Gegenüber den Vorjahren hat nur eine Maschine die 6.000.000 kWh/a - Schwelle überschritten. Trotz des schwächeren Windjahres, zeigen die Ergebnisse nicht nur die wirtschaftliche Überlegenheit der „binnenlandoptimierten“ Anlagen, sondern machen auch den Aspekt des Klimaschutzes sichtbar.

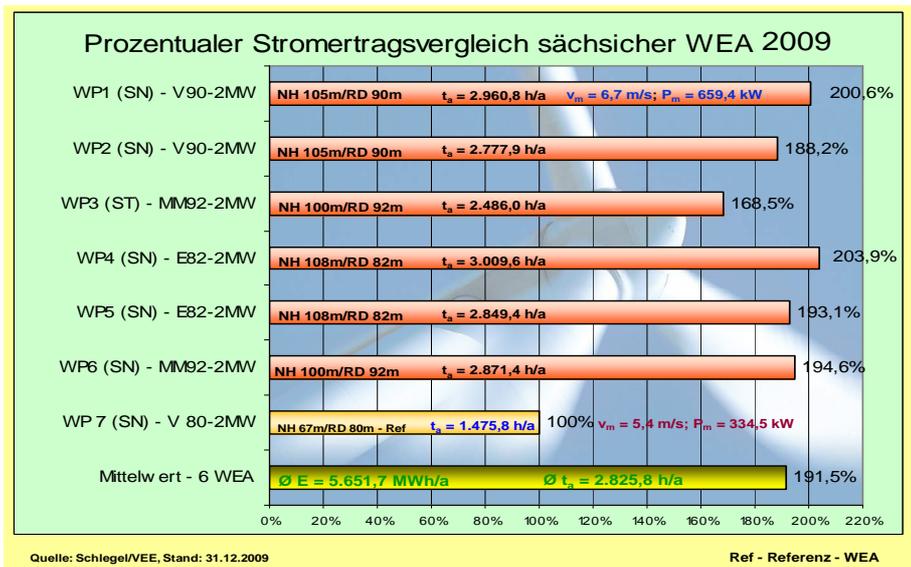


Abb. 3.2.2-5: Prozentualer Stromertragsvergleich von WEA der 2 MW-Klasse

Die Abb. 3.2.2-5 öffnet ein weiteres Fenster der Datenbewertung. Die Ergebnisse der Referenz-WEA stehen für 100 %. Immerhin überschritten zwei Anlagen die 200 %-Marke, und der Mittelwert erreichte 191,5 %. Was bedeuten diese Ergebnisse für die Praxis? Mit der zurzeit verfügbaren Windenergietechnologie kann fast die doppelte Strommenge erzeugt werden, als mit technologisch veralteten Anlagen.

So überzeugend die technischen und Klimaschutzfachlichen Fakten auch sind, führen diese nicht unbedingt zu durchgehender Akzeptanz in der Bevölkerung. Verschiedene Bürgerinitiativen lehnen die Windenergie generell ab. Häufig genannte Argumente der Bürgerinitiativen gegen die Windenergie sind:

- Beeinträchtigungen durch Schallemissionen
- Beeinträchtigungen durch Schattenschlag der Rotorblätter
- Beeinträchtigungen durch die Gefahrenbefehrerung (tags weißes Blinklicht, nachts rotes Blinklicht)
- Verschandelung / Verspargelung der Landschaft, Horizontverschmutzung u. ä.
- Beeinträchtigung des Naturschutzes durch Kollisionen von Greifvögeln und Fledermäusen mit den Rotoren der WEA

Die Liste dieser Gegenargumente ließe sich fortsetzen und verlangt nach einer sachlichen Auseinandersetzung.

Windenergieanlagen verursachen, wie alle Anlagen mit beweglichen Bauelementen, auch Geräuschemissionen, die je nach Entfernung zur Quelle als Immission wahrgenommen werden. Die am Immissionsort zulässigen Schallwerte sind in /26/ festgelegt. So darf der Schalldruckpegel in einem „Allgemeinen Wohngebiet“ einen Tageswert von 55 dB(A) und einen Nachtwert von 40 dB(A) nicht überschreiten. Für ein „Reines Wohngebiet“ gelten tagsüber 50 dB(A) und nachts 35 dB(A). In das Genehmigungsverfahren zur Errichtung von WEA/WP muss vom Investor ein Schallschutzgutachten eingebracht werden, welches den Nachweis der Einhaltung gesetzlicher Anforderungen beinhaltet. Erfahrungsgemäß sinken die Schalldruckpegel ab einer Entfernung von 400 m zur WEA bereits auf unter 45 dB(A).

Schattenschlag wird durch die Sonnenstrahlung gegen die Anlagen verursacht und wandert über den Tagesverlauf im Azimut der Sonne. Das Problem besteht in der Dynamik des Schattens, die für Anwohner zur Unruhe im Umgebungsbild führt. Auch hier hat der Gesetzgeber Zumutbarkeitsgrenzen festgelegt. Unzumutbarer Schattenschlag wird durch Sensoren an den betreffenden WEA registriert, die eine zeitlich befristete automatische Abschaltung veranlassen. Bei der Planung eines Windparks sollte versucht werden, die Anlagen nördlich von Wohnbebauungen zu errichten, wodurch nahezu kein störender Schattenschlag auftritt. Eine solche Realisierung ist natürlich immer von den örtlichen Verhältnissen sowie von der Verfügbarkeit der Grundstücke abhängig.

Nach §§ 14, 31 Luftverkehrsgesetz (LuftVG) sind Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe von größer 100 m (Blattspitze 12 Uhr) als Luftfahrthindernis zu kennzeichnen. Die Anlagen sind mit einer Gefahrenbefehrerung, in der Regel „weiß“/„rot“ auszustatten. Für die nächtliche Gefahrenbefehrerung werden zwei rote Blinkleuchten verlangt, die mit einer Lichtstärke von $J = 100$ cd blinken. Auch Gefahrenfeuer mit $J = 2.000$ cd sind zulässig. Diese tagsüber

weiß- und nachts rotblinkenden Gefahrenfeuer werden, insbesondere von Anwohnern der Windparks, auch bei größerer Entfernung, als (nachvollziehbar) störend empfunden. Eine Befuerung mit geringerer Lichtemission ist generell zulässig. WEA können mit einer Leuchtweitenmessung ausgerüstet werden, die dann die Lichtstärke, entsprechend der tatsächlichen Lichtverhältnisse steuert. Investoren, Planern und Betreibern wird die Installation einer Leuchtweitenmessung empfohlen, da hier Konfliktpotenzial abgebaut und sich die Akzeptanz verbessern lässt.

Die Argumente der Verschandelung / Verspargelung der Landschaft, Horizontverschmutzung u. ä. werden immer wieder deutschlandweit von den Gegnern der Windenergienutzung vorgebracht. Obwohl eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit diesen Argumenten hier nicht möglich ist, sei so viel dazu ausgeführt:

Ob eine Landschaft als schön oder weniger schön empfunden wird, hängt in erheblichem Maße vom Standpunkt des Betrachters ab, der im Wesentlichen subjektiven Charakter trägt. Ein einfacher Vergleich soll das verdeutlichen. Menschen, die in einem Braunkohletagebau beschäftigt sind und den Lebensunterhalt für sich und ihre Familien verdienen, nehmen den Tagebau keineswegs als jahrzehntelang wirkende Landschaftszerstörung auf. Im Gegenteil empfinden diese Menschen echten Stolz, dass „ihr Tagebau und ihre Kohleförderung“ die Energieversorgung für die Mitmenschen, für die Gesellschaft sichern hilft. Dass zu einem Braunkohletagebau die großräumige Grundwasserabsenkung und ein kohleverstromendes Großkraftwerk mit Trassen von Stromtransportleitungen in unmittelbarer Nähe gehören, ist für diese Menschen längst Bestandteil der komplexen technogenen Überprägung vorhandener Kulturlandschaften geworden.

Natürlich hat sich die technogene Landschaftsüberprägung sehr unterschiedlich entwickelt. Aber niemand kommt an dem Fakt vorbei, dass wir nicht in „Naturlandschaften“, sondern in „technogen überprägten Kulturlandschaften“ leben, die etwa seit den 1990iger Jahren als sichtbaren Beweis auch Windenergieanlagen beinhalten.

Zu den Argumenten des Naturschutzes: Leider können Kollisionen von Greifvögeln und Fledermäusen mit den Rotoren der WEA nicht ausgeschlossen werden. In der Praxis wird eine solche Kollision immer mit dem Tod der Tiere enden, was bedauerlich ist. Bei der Planung von WEA/WP müssen deshalb besonders geschützte Vogelarten, Fledermäuse, Hauptvogelzuglinien, Vogelrastplätze, etc. unbedingt Berücksichtigung finden. Aber auch in dieser Diskussion müssen wir der emotional geführten Argumentation die rationale Seite entgegenstellen. So bedauerlich es ist, dass einzelne Individuen durch Windenergieanlagen das Leben verlieren können, auf ganze Populationen trifft dieser Sachverhalt nicht zu. Die durch WEA/WP ums Leben kommenden Vögel und Fledermäuse stehen in keinem Verhältnis zu den auf Verkehrswegen tödlich verunglückten Tieren. Abschließend sei gesagt, dass die Hauptgefahr für Flora und Fauna nicht von technischen Anlagen aller Art, sondern von den Gefahren des Klimawandels und seiner Folgen ausgeht.

Das Konfliktpotenzial bleibt zugegebenermaßen schwer lösbar und wird immer wieder zu neuen Streitigkeiten führen. Durch intensive sachliche Öffentlichkeitsarbeit und mit politischer Unterstützung auf allen Ebenen werden die Lerneffekte zu positiven Überzeugungen

führen. Die Gewöhnung an die technologische Überprägung der Landschaft wird damit mittelfristig einhergehen.

Gewissermaßen wurde bisher in der Studie nur der Ist-Stand aufgeführt. Die technologische Entwicklung bleibt nicht stehen und erfreulicherweise gehören die deutschen Unternehmen der Windenergiebranche zu den Technologieführern in der Welt. Seit diesem Jahr steht bereits die 2. Generation der „binnenlandoptimierten“ WEA von drei Herstellern zur Verfügung.

Charakteristische Merkmale:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| - Leistungssteigerung auf | $P_N = [3 (3,4)] \text{ MW}$ |
| - Nabenhöhe | $NH = (119 - 135) \text{ m}$ |
| - Rotordurchmesser | $RD = (101 - 112) \text{ m}$ |
| - Erreichung der Nennleistung bei | $v_{NH} = (12 - 13,5) \text{ m/s}$ |

Diese Anlagen weisen nicht nur beeindruckende geometrische Abmessungen auf, sondern sind auch deutlich ertragsstärker. Für einen sächsischen Windpark wurde ein Repowering-Programm erarbeitet, das den Ersatz bestehender Anlagen durch Vestas V 112-3,0 MW vorsieht. Dieser WEA-Typ verfügt über einen Stahlrohturm mit $NH = 119 \text{ m}$ sowie $RD = 112 \text{ m}$. Die Stromertragsprognose bringt für diesen Standort etwa 9,6 Mio. kWh/a. Bezogen auf die am Standort vorhandene Standardanlage, steigt der Stromertrag auf das fünffache an.

Hier besteht eine Relation zu den im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda betriebenen Windparks. Ziel der vorgenannten Ausführungen zu den eng mit der Windenergienutzung verbundenen Technologie-, Wirtschaftlichkeits- und Klimaschutzfragen ist es, die Diskussion um das Repowering von Anfang an in Bahnen zu lenken, die sich an den fachlichen Notwendigkeiten sowie an den technologischen Möglichkeiten orientieren.

- Repowering WP „Lausitz“

Gegenwärtig besteht kein unmittelbarer Bedarf, die vorhandenen fünf WEA vom Typ V 82 zu ersetzen. Die Fokussierung geht hier in Richtung Erweiterung (s. Pkt. 3.2.3; Anl. 4-1).

- Repowering WP „Möglitz“

Im WP werden zz. 11 WEA betrieben, von denen die sieben WEA V 90-2,0MW ganz klar eine Zukunftsoption besitzen. Für das Repowering kommen insbesondere die in Tab. 3.2.1-2 rot gekennzeichneten WEA 1 bis WEA 4 infrage. Diese Anlagen verfügen weder über ausreichende Leistung noch über die notwendigen geometrischen Abmessungen. Dazu kommen die geringen Abstände zur nächsten Wohnbebauung in Möglitz, die weit unter 1.000 m liegen sowie eine bisher erreichte Betriebsdauer von zehn Jahren.

Aus dieser Sicht empfehlen wir den Rückbau der genannten Anlagen. Das o.g. Kriterium „Abstand zur Wohnbebauung“ verhindert den Ersatz in diesem Bereich. Für den WP „Möglitz“ werden im Pkt. 3.2.3 potenzielle Erweiterungen untersucht, in die das Repowering eingeordnet wird (Anl. 4-1).

- Repowering WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“

Der dritte Windpark im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda verfügt über zwei WEA vom Typ V 90-2,0MW mit Zukunftsoption. Zwei WEA vom Typ GE 1,5 sL mit 1,5 MW Leistung könnten bis 2020 in das Repowering einbezogen werden. Die fünfte WEA vom Typ NM 48/600 mit einer Leistung von 600 kW müsste sofort auf die Repoweringliste kommen.

Die bisherige Flächenanlage des WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“ erlaubt kein sinnvolles Repowering, weil einerseits der Anlagenersatz der vier großen WEA noch nicht wirtschaftlich vertretbar, andererseits das Abstandskriterium von 1.000 m nicht einhaltbar ist.

Die Erweiterung des Windparks „Martinskirchener Heide / Langenrieth“ ist im Gebiet der Stadt Bad Liebenwerda definitiv ausgeschlossen.

3.2.3 WEA/WP-Erweiterungsmöglichkeiten

Die Suche nach Erweiterungsmöglichkeiten wird den Gutachtern erleichtert, da durch die drei vorhandenen Windparks eine technogene Vorprägung der Landschaft im Gemeindegebiet gegeben ist. Auch wenn das Untersuchungsgebiet mit 138 km² recht groß erscheint, stellen sich Restriktionen ein, die sich aus den Naturräumlichkeiten ergeben. So kommt das Gebiet östlich des Flusses „Schwarze Elster“ wegen der größeren Waldflächen, eingeschlossener NSG und wegen der Kleinräumigkeit der freien Flächen nicht in Frage. Westlich der „Schwarzen Elster“ werden die Windparks betrieben. Hier wird der Schwerpunkt bei der Suche nach Erweiterungsflächen liegen. Allerdings gibt es auch in diesem Teil des Gemeindegebietes Restriktionen durch Feuchtgebiete, Waldflächen, Teichwirtschaften, Kiesabbau sowie Abstandsgrenzen zu Wohnbebauungen (s. Anl. 4-1).

- Erweiterung WP „Lausitz“

Der Windpark „Lausitz“ liegt im Nordwesten des Gemeindegebietes und grenzt an den zur Nachbargemeinde Uebigau-Wahrenbrück gehörenden WP „Kauxdorf“ an. Zwischen den bereits betriebenen WEA bestehen noch Freiräume.

Für die Untersuchung wird die potenziell ausweisbare Fläche in drei Teilflächen aufgeteilt:

- **Nördliche Teilfläche:** nördlich begrenzt durch die Gemeindegrenze, östlich begrenzt durch die Landesstraße L 65, südlich begrenzt durch die Bundesstraße B 183, bzw. Rödergraben, westlich begrenzt durch die Gemeindegrenze
- **Östliche Teilfläche:** nordöstlich begrenzt durch die Gemeindegrenze; östlich begrenzt durch die Ortsverbindungsstraße, die senkrecht auf die Bundesstraße B 183 in südlicher Richtung führt; südlich begrenzt durch die Bundesstraße B 183, bzw. Rödergraben; westlich begrenzt durch die Landesstraße L 65
- **Südliche Teilfläche:** nordöstlich begrenzt durch die Bundesstraße B 183, bzw. Rödergraben; östlich begrenzt durch eine Linie, die einen Abstand von 1.000 m zum Ortsteil Lausitz gewährleistet und auf die Landesstraße L 661 an der Höhenmarke 87,5 auftrifft;

die Errichtung der 2. Generation ab. Eine wesentliche Flächeneinschränkung stellt die von Nordwest nach Südost verlaufende 110 kV-Hochspannungsleitung dar, da diese wiederum einen Mindestabstand zu den WEA erfordert, um Schwingungen der Stromseile auszuschließen. Wie den Gutachtern kürzlich von Vertretern der StV. Bad Liebenwerda mitgeteilt wurde, liegt in Nähe zur 110 kV-Hochspannungsleitung eine Vorbehaltsfläche für Kiesabbau. Da diese Fläche nicht den Rechtsstatus „Bergwerkseigentum“ besitzt, wird diese nicht aus der vorgeschlagenen WP-Erweiterungsfläche ausgegliedert. Eine spätere Entscheidung kann im Abwägungsverfahren erfolgen.

Auf der verfügbaren Fläche könnten unter Berücksichtigung der Restriktionen innerhalb der vorgenannten Grenzen etwa

- 8 WEA Typ Vestas V 112-3,0MW, NH = 119 m oder
- 8 WEA Typ Enercon E 101-3,0MW, NH = 135 m errichtet und betrieben werden.

In der Tabelle 3.2.3-1 erfolgt die Zusammenstellung der Ergebnisse für die Erweiterungsvorschläge zum WP „Lausitz“.

WP „Lausitz“	WEA-Typ n x	P / NH / RD [MW / m / m]	WEA-Typ n x	P / NH / RD [MW / m / m]	Gesamtleistung P [MW]	Stromertrag E [MWh/a]
Nördliche Teilfläche	5 x V90 ³⁾	2 / 105 / 90	³⁾		10	25.000 *)
Östliche Teilfläche			2 x V112	3 / 119 / 112	6	18.000 **)
Südliche Teilfläche	11 x V90	2 / 105 / 90			22	55.000
	11 x E82	2 / 108 / 82			22	55.000
	11 x V90	2 / 125 / 90			22	65.000 ¹⁾ ***)
	11 x E82	2 / 138 / 82			22	65.000 ¹⁾ ***)
			8 x V112	3 / 119 / 112	24	72.000 ²⁾ **)
			8 x E101	3 / 135 / 101	24	72.000 ²⁾ **)
Summe	18		15		38	98.000
					38	108.000¹⁾
					40	115.000²⁾

Legende: n - Anzahl WEA; *) $t_a = 2.500$ h/a; **) $t_a = 3.000$ h/a; ***) $t_a = 2.955$ h/a

Tab. 3.2.3-1: Ergebniszusammenstellung der Erweiterung WP „Lausitz“

Die Tab. 3.2.3-1 zeigt eine erste Übersicht der Ergebnisse zum WP „Lausitz“. Abhängig von der gewählten Variante könnte der WP „Lausitz“ mit 18 WEA (38 MW) oder mit 15 WEA (40 MW) Gesamtleistung vergrößert werden. Während der Leistungsunterschied eher marginal ist, würde bei Nutzung der fortschrittlichsten Technologie der prognostizierte Stromertrag fast 12 % höher sein, und die Anzahl der Anlagen wäre um drei WEA niedriger. Durch die Verschachtelung der verschiedenen Varianten in Tab. 3.2.3-1 stellt sich eine schwierigere Lesbarkeit ein, deshalb an dieser Stelle der Verweis auf die Anl. 3.2.4-1.

Der Stadt Bad Liebenwerda wird empfohlen, den Ausbau des WP „Lausitz“ zu unterstützen, da die vorhandenen Windparks („Lausitz“ und „Kauxdorf“) die Landschaft bereits technologisch vorgeprägt haben und durch die Konzentration von WEA die Wirtschaftlichkeit der infrastrukturell notwendigen Maßnahmen verbessern.

- Erweiterung WP „Möglenz“

Der WP „Möglenz“ befindet sich zwischen den Ortsteilen Möglenz und Kosilenzien, östlich des Waldgebietes „Grüne Heide“ (Anl. 3.2.1-2; Anl. 4-1).

Zur Untersuchung der Erweiterungsfähigkeit erscheint es sinnvoll, den Windpark in zwei Teilflächen („Nördliche Teilfläche“ und „Südliche Teilfläche“) aufzuteilen.

- **Nördliche Teilfläche:** nordöstlich begrenzt durch die von Möglenz nach Südosten verlaufende Ortsverbindungsstraße; südöstlich begrenzt durch eine etwa parallel zu den vorhandenen WEA verlaufenden Linie; südlich begrenzt durch die vorhandenen WEA und das Waldgebiet „Grüne Heide“; nordwestlich begrenzt durch die Landesstraße L 66
- **Südliche Teilfläche:** nordöstlich begrenzt durch die von Möglenz nach Südosten verlaufende Ortsverbindungsstraße bis zum Landgraben; südöstlich begrenzt vom Landgraben ausgehend in südwestliche Richtung bis zur Höhenmarke 88,8 mNN an der Ortsverbindungsstraße nach Kosilenzien; südlich begrenzt durch eine Linie, die einen Abstand von 1.000 m zum OT Kosilenzien gewährleistet und auf die Zufahrtsstraße zu einem unbenannten Waldstück führt; westlich begrenzt durch unbenanntes Waldstück; nordwestlich begrenzt durch Waldgebiet „Grüne Heide“ und einer etwa parallel zu den vorhandenen WEA verlaufenden Linie

► Zur Untersuchung der „**Nördlichen Teilfläche**“:

Auf der „Nördlichen Teilfläche“ werden zz. alle elf WEA des WP „Möglenz“ betrieben. Im nördlichen und nordwestlichen Freiraum kann aufgrund des Abstandskriteriums keine Erweiterung vorgenommen werden. Diese Aussage gilt gleichfalls für die WEA 1 bis WEA 4, die wie bereits in Pkt. 3.2.2 vorgeschlagen, durch Repowering ersetzt werden sollten. In der südlichen Ausdehnung der Fläche könnten weitere zwei WEA errichtet werden. Da es sich bei den bestehenden Anlagen um den Typ V 90-2,0MW, NH = 105 m handelt, sollte die Aufstellung dieser Anlagen verfolgt werden.

► Zur Untersuchung der „**Südlichen Teilfläche**“:

Diese Teilfläche wird als „echte“ Erweiterungsfläche vorgeschlagen, da hier sowohl Repowering als auch Zubau von Anlagen möglich werden. Unter Einbeziehung des Feuchtgebietes am Landgraben könnten insgesamt zehn WEA neu errichtet und betrieben werden, wovon vier WEA auf Repowering entfallen würden. Anlagenersatz durch Repowering ist gesondert auszuweisen, da für diese Anlagen ein Extrabonus in der Einspeisevergütung vorgesehen ist.

Unter Berücksichtigung der Restriktionen werden folgende Vorschläge unterbreitet:

- zehn WEA Typ Vestas V 90-2,0MW, NH = 105 m oder
- zehn WEA Typ Enercon E 82-2,0MW, NH = 108 m

bzw. als nächste Variante

- zehn WEA Typ Vestas V 90-2,0MW, NH = 125 m oder
- zehn WEA Typ Enercon E 82-2,0MW, NH = 138 m

Nachdem die vorgeschlagene Windparkerweiterung ausschließlich auf die Verwendung von „binnenlandoptimierten“ WEA der 1. Generation fokussiert war, zielen folgende Überlegungen auf die Errichtung der 2. Generation ab. Auch für die Anlagen der 2. Generation wird die Bebauung innerhalb des Feuchtegebietes am Landgraben vorgeschlagen. Die Errichtung von WEA im Feuchtegebiet erfordert Pfahlfundamente, die natürlich zu einer Kostensteigerung führen. Auch für die Zuwegungen ist ein höherer Aufwand notwendig. Es gilt die Überzeugung, dass Errichtung und Betrieb einer betriebswirtschaftlichen Rechnung standhalten, was aus Klimaschutzfachlicher Sicht ohnehin uneingeschränkt gilt.

Auf der verfügbaren Fläche könnten unter Berücksichtigung der Restriktionen innerhalb der vorgenannten Grenzen etwa

- 8 WEA Typ Vestas V 112-3,0MW, NH = 119 m oder
- 8 WEA Typ Enercon E 101-3,0MW, NH = 135 m errichtet und betrieben werden.

WP „Möglenz“	WEA-Typ n x	P / NH / RD [MW / m / m]	WEA-Typ n x	P / NH / RD [MW / m / m]	Gesamtleistung P [MW]	Stromertrag E [MWh/a]
Nördliche Teilfläche	2 x V90	2 / 105 / 90			4	10.000 *)
Südliche Teilfläche	10 x V90	2 / 105 / 90			20	50.000 ^{1) *)}
	10 x E82	2 / 108 / 82			20	50.000 ^{1) *)}
	10 x V90	2 / 125 / 90			20	50.000 ^{1) *)}
	10 x E82	2 / 138 / 82			20	50.000 ^{1) *)}
			8 x V112	3 / 119 / 112	24	72.000 ^{2) **)}
			8 x E101	3 / 135 / 101	24	72.000 ^{2) **)}
Summe	12		10		24	60.000 ¹⁾
					28	82.000 ²⁾

Legende: n - Anzahl WEA; *) $t_a = 2.500 \text{ h/a}$; **) $t_a = 3.000 \text{ h/a}$;

Tab. 3.2.3-2: Ergebniszusammenstellung der Erweiterung / Repowering WP „Möglenz“

Die verschachtelten Varianten in Tab. 3.2.3-2 zeigen, je nachdem welche Entscheidung getroffen wird, einen möglichen Bruttozubau in der Windparkleistung von 24 MW oder 28 MW. Die Nettoleistung verringert sich um 3,6 MW aus dem Rückbau der WEA in der „Nördlichen Teilfläche“.

Während sich Anzahl der WEA sowie deren Leistung bei beiden Varianten nur gering unterscheiden, sieht es beim Stromertrag sehr differenziert aus. Sollten sich die möglichen Investoren für WEA der 2. Generation entscheiden, könnte der Stromertrag auf etwa 82.000 MWh und damit um gut 36 % gesteigert werden. Bei einer Erweiterung mit den zuletzt vorgeschlagenen WEA könnte der jetzige Jahresstrombedarf von Bad Liebenwerda mit dem zweifachen Äquivalent gedeckt werden.

- Erweiterung WP „Martinskirchener Heide / Langenrieth“

Der WP „Martinskirchener Heide/Langenrieth“ befindet sich unmittelbar an der westlichen Gemeindegrenze zur Nachbargemeinde Mühlberg und wird südlich von Burxdorf und östlich von Langenrieth begrenzt.

Im Pkt. 3.2.2 finden sich die Ausführungen zu den Möglichkeiten eines Repowerings der bestehenden Anlagen. Repowering wird für diesen Windpark ausgeschlossen. Diese Aussage ist aus Sicht der Gutachter auf das Problem „Erweiterung“ zu übertragen. Ein späteres Repowering kommt nur für den Windparkteil „Martinskirchener Heide“ in Betracht.

- Erweiterung WP „Kröbeln“

Dieser Windpark existiert noch nicht. Nach intensiver Suche konnte aber ein für die Windenergienutzung geeignetes Flächenstück gefunden werden. Die Fläche gehört zur Gemarkung OT Kröbeln und findet ihre Darstellung in den Anl. 3.2.3-1 und Anl. 4-1.

Verbale Beschreibung: Das Erweiterungsfeld liegt östlich von Kröbeln und südlich von Oschätzchen. Weitere Orientierungspunkte stellen die Gemeinde Reichenhain, zu Röderland gehörend sowie Schweinfurth in Sachsen dar.

Das Feld wird eingeschrieben durch die östliche Begrenzung längs der Gemeindegrenze zu Röderland und parallel zur 380 kV-Hochspannungsleitung; südwestlich durch die Landesgrenze zu Sachsen und einen Verbindungsweg nach Oschätzchen; nördlich durch die Waldgrenze eines südlich von Oschätzchen befindlichen unbenannten Waldstückes. Die Fläche ist knapp zwei Quadratkilometer groß und durch verschiedene Strom- und Gasleitungen technogen vorgeprägt. Die nächstliegenden Ortschaften Schweinfurth und Reichenhain weisen einen Abstand von über einem Kilometer auf.

Für die Belegung des WP „Kröbeln“ werden zwei WEA vom Typ Enercon E 101-3,0MW, NH = 135 m vorgeschlagen. Dieser Anlagentyp wird bevorzugt, weil durch die Nabenhöhe von 135 m negative Einflüsse des anstehenden Waldgebietes und durch den geringeren Rotordurchmesser von 101 m ein Konflikt zur 380 kV-Hochspannungsleitung reduziert werden können. Sollte die WP-Fläche in die Gemeinde Röderland ausgedehnt werden können, wäre der Windpark mit vier Anlagen auszustatten.

Tab. 3.2.3-3 zeigt die Zusammenstellung nur für das Gemeindegebiet Bad Liebenwerda.

WP „Kröbeln“	WEA-Typ n x	P / NH / RD [MW / m / m]	Gesamtleistung P [MW]	Stromertrag E [MWh/a]
Fläche Kröbeln	2 x E101	3 / 135 / 101	6	18.000 *)
Summe	2		6	18.000

Tab. 3.2.3-3: Ergebniszusammenstellung der Neuausweisung WP „Kröbeln“

3.2.4 Zusammenfassende Bewertung

Wie zu erwarten, bringt die Windenergie die Hauptmenge des erzeugten Stroms aus erneuerbaren Energieträgern im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda. Einerseits durfte dieses Ergebnis, bezogen auf die Flächengröße des Gebietes Bad Liebenwerda, vorausgesehen werden, andererseits stellten sich bei der komplexen Untersuchung zahlreiche Restriktionen heraus, die zu Einschränkungen führen. Wichtigste Stütze der Autoren für eine solide Bewertung ist das Vorhandensein von drei Windparks, so dass die technologische Überprägung der Kulturlandschaft bereits seit mehreren Jahren zu den Gegebenheiten gehört.

Die Feststellung des Ist-Standes ergab, dass die große Mehrzahl der bisher errichteten und betriebenen WEA auf aktuellem technologischen Niveau steht und durch die Aufstellung der Anlagen in drei Windparks eine konzentrierende Wirkung erreicht wurde. Es gibt im gesamten Untersuchungsgebiet keine einzeln stehenden WEA.

Zur Dokumentation des Ist-Standes ist ein Auszug aus Tab. 3.2.1-4 aussagefähig:

Zurzeit werden 21 WEA in drei Windparks mit einer Gesamtleistung von 33.450 kW betrieben. Der jährliche mittlere Stromertrag wurde in der Größenordnung von 76.390.000 kWh abgeschätzt. Diese Strommenge würde für die etwa 1,9 fache Äquivalentversorgung von Bad Liebenwerda ausreichen.

Die Untersuchung des Repowering-Potenzials konnte keine zu erwartende gravierende Verbesserung aufzeigen. Aufgrund des vorhandenen Technologiestandes kommen nur vier WEA mit einer Gesamtleistung von 3.600 kW in die Auswahl.

Erweiterungsmöglichkeiten boten sich insbesondere in den WP „Lausitz“ und „Möglitz“ an, während eine solche für den WP „Martinskirchener Heide/Langenrieth“ verneint wird. Dafür wurde ein kleines Potenzialfeld, WP „Kröbeln“ genannt, zusätzlich gefunden.

Die Zubauten wurden mit etwa 27 bis 32 WEA ermittelt. Der Bruttoleistungszuwachs liegt zwischen 68 MW und 74 MW. Der Stromerzeugungskorridor bewegt sich zwischen 176.000 MWh/a und 215.000 MWh/a. Die Spannweite im abgeschätzten Stromertrag ergibt sich aus der Wahl der WEA-Typen, d.h. Einsatz von „binnenlandoptimierten Anlagen“ der 1. Generation oder Anlagen der 2. Generation. Hier konnten die Autoren sich nur auf Annahmen beziehen. Sollten die vorgeschlagenen WP-Erweiterungen realisiert werden, so könnten mit den jeweiligen Windstrommengen das 4,4 fache bis 5,5 fache Verbrauchsäquivalent von Bad Liebenwerda abgedeckt werden. Die Stadt Bad Liebenwerda wäre dann im theoretischen Sinn „Stromexporteur“.

Generell weisen die Gutachter darauf hin, dass es sich hierbei um Abschätzungen handelt, da vor allem die konkreten Jahresertragsdaten nicht verfügbar sind. Bei der Ausgestaltung der Windparkerweiterungen muss ebenfalls mit Unwägbarkeiten gerechnet werden, die aber meist bei den Genehmigungsbehörden angesiedelt sind. Die StV. Bad Liebenwerda erhält mit diesem Studienteil ein aussagefähiges Papier zur Verbesserung des Klimaschutzes für das Gemeindegebiet.

Während der Bearbeitung traten zwei zusätzliche Fragestellungen auf:

1. Besteht die Eignung für die Windenergienutzung auf einer Zusatzfläche südlich vom OT Lausitz, westlich der Damm-Wiesen und begrenzt durch die Landesstraße L 661, da hier eine 110 kV-Hochspannungsleitung die Fläche schneidet und eine technogene Vorprägung vorliegt (s. Anl. 4-1)?
 - Gutachterlich wird keine Empfehlung gegeben, da es sich durchweg um ein Feuchtgebiet handelt, was zur Erhöhung der Fundamentkosten führt sowie die technogene Belastung der Ortsteile Lausitz und Möglenz deutlich erhöhen würde. Nützlich ist der Hinweis, dass diese Fläche für Ausgleichsmaßnahmen freigehalten werden soll, deren Erforderlichkeit sich aus der geplanten Verlegung der Bundesstraße B 183n ergibt.
 - Nach Abschluss der Umverlegung der B 183n südlich vom Stadtgebiet Bad Liebenwerda wird die Bundesstraße dann die Zäsur zum Kerngebiet des Kur- und Badesortes bilden.
2. Gibt es ein Windnutzungspotenzial in Waldgebieten, insbesondere im südwestlichen Gemeindegebiet von Bad Liebenwerda?
 - Das südwestliche große Waldgebiet ist die "Gohrisch-Heide" und "Kottewitzer Heide", welches schon in Sachsen liegt (Anl. 4-1). Das westliche größere Waldgebiet "Grüne Heide" beinhaltet nur eine ganz kleine freie Fläche, die offensichtlich ein Schutzgebiet ist. Das südlich von Neuburxdorf gelegene und auf den Karten nicht benannte Waldgebiet, etwa parallel zur DB-Trasse verlaufend, enthält aus fachlicher Sicht nur kleinräumige Freiflächen, die ebenfalls nicht für die Windenergienutzung geeignet sind. Die Erweiterung des WP „Möglenz“ bietet bessere Windnutzungsbedingungen als jedes Waldstück.
 - Grundsätzlich sollte auch in Waldgebieten die Windenergienutzung geprüft werden. Neben den zahlreichen naturschutzfachlichen Belangen, muss dabei berücksichtigt werden, dass die Anlagen dann mindestens eine Nabenhöhe von 138 m (Gittermasttürme bis 160 m) haben sollten. Die Baumhöhe muss direkt von der Nabenhöhe abgezogen werden. Im ausgewachsenen Wald erreichen die Bäume 15 bis 30 m Höhe. Wälder verursachen enorme Turbulenzen, die die Wirtschaftlichkeit mindern und nur über die Nabenhöhe ausgeglichen werden können.
 - Sollten sich innerhalb von Waldflächen größere freie Flächen befinden, dann darf der Wald nicht zum Tabuthema für die Windenergie erhoben werden (andere Bundesländer - BY, NRW, BW - haben die Bedingungen hierfür gelockert). Für die Waldflächen im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda stellt sich diese Frage nicht, da hier erst Rodungsinseln geschaffen werden müssten.

Abschließend sei darauf verwiesen, dass die Ergebnisauflistung zu den WP „Lausitz“ und „Möglenz“ ist in den einzelnen Tabellen etwas schwer verständlich bleibt, deshalb der Verweis auf die Anl. 3.2.4-1, die eine übersichtlichere Darstellung bietet.

3.3 Nutzung solarer Strahlungsenergie

3.3.1 Vorbemerkungen

Die Solarstrahlung bietet die Möglichkeit sowohl Wärme- (Solarthermie) als auch Stromerzeugung (Photovoltaik) zu realisieren. Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit ist ausschließlich die Photovoltaik (PV) mit der entsprechenden anlagentechnischen Umsetzung. Dabei sind zwei Teilgebiete zu unterscheiden:

1. PV-Anlagen auf Freiflächen mit den Spezifikationen

- Industriebrachen
- Geringwertige Landwirtschafts- und Brachflächen
- Konversionsflächen (ehemalige Militärliegenschaften)
- Abraumhalden, Deponiekörper

2. PV-Anlagen auf gebäudegebundenen Flächen mit den Spezifikationen

- Dachflächen
 - Flachdächer (Hallen-, Stall-, Stadiendächer, etc.)
 - Schrägdächer (verschiedene Neigungswinkel)
 - Schrägdächer (flache Ost-West-Ausrichtung)
- Fassadenflächen
 - Ganzfassaden
 - Fassaden mit Unterbrechungen (architektonische Elemente)

In der vorliegenden Arbeit werden Freiflächen- und Dachflächenpotenziale untersucht. Bezüglich der zu untersuchenden Dachflächen muss festgestellt werden, dass es sich hierbei um eine „Rasterfahndung“ handelt, die aufgrund nicht verfügbarer dreidimensionaler Dächerdaten nur in eingeschränkter Weise erfolgreich sein kann.

Am 06.05.2010 hat der Deutsche Bundestag eine Gesetzesänderung zum EEG /6/ beschlossen, die Absenkungen der Einspeisevergütungen für Strom aus PV-Anlagen beinhaltet. In der Abänderung des dazugehörigen Gesetzentwurfes (Drucksache 17/1147) heißt es:

„...- Strom aus Anlagen auf ehemaligen Ackerflächen wird grundsätzlich nicht mehr vergütet, wenn die Anlage nach dem 30.Juni 2010 in Betrieb geht. Ausgenommen hiervon sind Anlagen, die sich im Bereich von vor dem 25.03.2010 beschlossenen Bebauungsplänen befinden und bis zum Ende des Jahres 2010 in Betrieb genommen werden.“

Nach vorliegendem Kenntnisstand wurde nur der Bebauungsplan (B-Plan) für die PV-Freiflächenanlage „Zobersdorf II“ am 24.02.2010 in einer Sondersitzung der SVV Bad Liebenwerda, also vor dem Stichtag 25.03.2010 beschlossen. Dieser hat inzwischen Rechtskraft erlangt. Für die weiteren potenziellen PV-Freiflächenanlagen sollen die Ergebnisse dieser Studie abgewartet werden.

Die Inkraftsetzung der EEG-Novellierung sollte am 01.07.2010 wirksam werden. Eine Mehrheit der Bundesländer hat am 04.06.2010 im Bundesrat den Vermittlungsausschuss mit der Zielstellung einer Begrenzung der Absenkung der Einspeisevergütung auf maximal 10% und

der Beibehaltung der Einspeisevergütung für PV-Strom von Ackerflächen, angerufen. Die Anrufung des Vermittlungsausschusses zog aufschiebende Wirkung nach sich, so dass die Gesetzesänderung zunächst nicht am 01.07.2010 in Kraft treten konnte.

Nach Stand vom 05.07.2010 hat sich der Bundesrat auf Absenkungen der Einspeisevergütung in zwei Stufen, beginnend zum 01.07.2010 und 01.10.2010 geeinigt. Die PV-Freiflächenanlagen werden mit einer Kürzung der Vergütung von 12% aufgeführt. Dieser Einigung im Vermittlungsausschuss im Bundesrat haben der Bundestag am 08.07.2010 und der Bundesrat am 09.07.2010 zugestimmt.

Unabhängig von der veränderten Gesetzeslage mit ungünstigerer Einspeisevergütung für PV-Strom von Freiflächen sind die Autoren der Meinung, dass trotzdem nicht auf die Bearbeitung des Studienteils zur Stromerzeugung aus PV-Freiflächenanlagen verzichtet wird da:

1. der Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2020 reicht und
2. die Überzeugung besteht, dass die von der Bundesregierung aufgestellten Klimaschutzziele bis 2020 ohne einen entsprechenden Anteil Solarstrom nicht erreicht werden können.

Nach den Angaben der Bundesnetzagentur vom April 2010 stieg die in Deutschland bis Ende 2009 installierte PV-Leistung um über 60% auf mittlerweile rund 9,8 GW_{peak} an. Im 4. Quartal 2009 wurde mit rund 2,3 GW_p ein besonders großer Leistungszuwachs erreicht. Dieser Boom ging im Wesentlichen auf die von der Bundesregierung angekündigten zusätzlichen Kürzungen der Einspeisevergütungen für PV-Strom zurück.

Nach Angaben des BEE (Bundesverband Erneuerbare Energie e. V.) wurden im Jahr 2009 rund 6.200 GWh PV-Strom in die Netze eingespeist, was einem Anteil am deutschen Stromverbrauch von 1,07% entsprach. Spitzenreiter bleibt natürlich der Windstrom mit 6,55% Anteil am Verbrauch. Bei der Bewertung des eingespeisten PV-Stromes sollten insbesondere die Steigerungen besondere Berücksichtigung finden. So beträgt gegenüber 2008 die Steigerung 40,9% und stattliche 282% gegenüber dem Jahr 2006.

Das positive Image der Solarenergienutzung /7/, insbesondere der Photovoltaik, kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden, da die Sonneneinstrahlung in einem entsprechenden Wellenbereich des Spektrums [$\lambda = 0,5 - 0,6 \mu\text{m}$] /9/ besonders gut zur Stromerzeugung ohne chemische, mechanische oder thermische Umwandlungen in Kleinstanlagen (z.B. in Taschenrechnern) bis zu PV-Kraftwerken im Multi-MW-Bereich genutzt werden kann. Die größten PV-Kraftwerke (PV-KW) in der Welt erreichen derzeit Leistungen von $P = (50 - 80) \text{ MW}_p$ (Deutschland, Spanien, Kanada, etc.). Durch die Modulbauweise können Anlagen in beliebigen Größen errichtet werden. Bemerkenswert an der photovoltaischen Stromerzeugung ist, dass bei dieser Energieerzeugung, abgesehen von der Herstellung der Anlagenbauteile, während des etwa 25jährigen Betriebes keine Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, etc.) in die Atmosphäre emittiert werden.

Gegner der Solarenergienutzung führen immer wieder an, dass die Sonneneinstrahlung in Deutschland zu gering sei und deshalb der Bau von PV-KW besser in den Sonnengürtel der Erde, z.B. in die Sahara verlegt werden sollte. Tatsächlich arbeiten schon verschiedene

Energiekonzerne und Forschungsinstitute, initiiert von der Münchner Rückversicherung AG, am Projekt „Desertec“ mit dessen Realisierung Sonnenstrom aus Nordafrika nach Europa und Deutschland mittels Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungsleitungen transportiert und 15% der Stromversorgung in Europa bis 2050 gesichert werden soll.

Welche solaren Strahlungsverhältnisse gibt es in Deutschland, bzw. in Brandenburg?

Pauschal gesehen beträgt die in Deutschland auftreffende Globalstrahlung (G) mit den entsprechenden regionalen Ausprägungen etwa $G \approx 1.000 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Nach 1990 haben sich die Strahlungsverhältnisse in den neuen Bundesländern verbessert, da die starke Verschmutzung der Atmosphäre durch Abschaltung von Braunkohlenkraftwerken und Industriebetrieben erheblich reduziert wurde. Zusätzlich hat der Klimawandel in den östlichen Landesteilen zur Erhöhung der Globalstrahlung beigetragen.

In /12/ sind die mittleren Jahressummen der Globalstrahlung für den Zeitraum 1981 bis 2000 abgebildet. Diese bestätigen mit $G = (1.040 - 1.050) \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ die vorgenannte Aussage, dass das Gebiet Bad Liebenwerda zu den begünstigten Einstrahlungsgebieten in Brandenburg zählt.

Nach /13/ werden für das Bundesland Brandenburg insgesamt 107 km^2 stillgelegte landwirtschaftliche Nutzfläche, das entspricht 3%, für die PV-Nutzung ausgewiesen. Davon entfallen etwa 43 km^2 (4.300 ha) als PV-Modulfläche, wenn ein Verschattungsfaktor $f_{\text{FreiDa}} \approx 0,4$ nach SCHLETTER angesetzt wird.

Unter der pauschalen Annahme, dass bei Verwendung von c-Si/p-Si-PV-Modulen heute rund $1.350 \text{ kW}_p/\text{ha}$ Modulfläche installierbar sind und der spezifische Stromertrag mit $950 \text{ MWh}/\text{MW}_p$ angenommen wird, könnte im Bundesland Brandenburg bis zu **5.500 GWh/a** Solarstrom in die Netze eingespeist werden.

Unter der pauschalen Annahme, dass bei Verwendung von CdTe-PV-Dünnschichtmodulen heute rund $1.076 \text{ kW}_p/\text{ha}$ Modulfläche installierbar sind und der spezifische Stromertrag ebenfalls mit $950 \text{ MWh}/\text{MW}_p$ angenommen wird, könnte im Bundesland Brandenburg Solarstrom in der Größenordnung bis zu **4.400 GWh/a** in die Netze eingespeist werden.

Tatsächlich werden die PV-Freiflächenanlagen durch einen Mix verschiedener Si-basierter kristalliner PV-Module sowie durch PV-Dünnschichtmodule unterschiedlicher Beschichtungstechnologie charakterisiert sein. In Brandenburg ist 2009 eine der weltgrößten PV-Anlagen, der „Solarpark Lieberose“ mit einer Spitzenleistung von 53 MW in Betrieb gegangen. Die *juwi solar GmbH* verbaute auf einer Grundfläche von 162 ha rund 700.000 CdTe-Dünnschichtmodule der in Frankfurt/Oder ansässigen Firma First Solar. Der Jahresstromertrag wurde mit etwa 53.000.000 kWh prognostiziert.

Im Zusammenhang mit der Verwendung von CdTe-PV-Dünnschichtmodulen kommt es zu Diskussionen, in denen dieser PV-Modultyp rundweg abgelehnt wird, weil es sich um „umweltgefährliche Produkte“ handeln würde. Diese offensichtlich weit verbreitete Ansicht widerspricht den Tatsachen. Das Halbleitermaterial Cadmiumtellurid ist zweifellos giftig und dürfte z.B. nicht ohne Schutzhandschuhe angefasst werden. Die auf einer Glasscheibe als Trägermaterial abgeschiedene CdTe-Dünnschicht wird von einer weiteren Glasscheibe abgedeckt

und im Modul hermetisch verschlossen. Mit der Entwicklung der CdTe Dünnschichttechnologie wurden gleichzeitig Recyclingverfahren entwickelt, die sowohl eine sichere Rücknahme der Module als auch deren Wiederaufarbeitung gewährleisten. Die PV-Module erhalten im Fertigungsprozess eine digitale Kennzeichnung, die alle wichtigen Produktdaten enthält, so dass Rücknahme und Recycling bei notwendigem Austausch oder am Ende des Lebenszyklus vollständig gesichert sind. Diese Verfahrensweise wird auch von den Herstellern anderer PV-Modultypen angewendet.

Die Stadt Bad Liebenwerda mit ihren 15 Ortsteilen grenzt im Süden an den Landkreis Meißen in Sachsen. Das trifft direkt auf die Ortsteile Neuburxdorf, Kosilenzien und Kröbeln zu. Die mittlere Globalstrahlung im Landkreis Meißen erreichte im Beobachtungszeitraum von 1991 bis 2005 etwa $1.080 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, so dass ein Vergleich zum Gebiet Bad Liebenwerda zulässig ist. Für die Photovoltaik ergeben sich damit günstige Nutzungsbedingungen.

Diese These kann praktisch durch die Stromerzeugung des PV-KW „Zeithain“, LK Meißen ($P = 11.996 \text{ kW}_p$) gestützt werden, welches nur wenige Kilometer Luftlinie von der Gemeindegrenze Bad Liebenwerda entfernt liegt. Der spezifische Stromertrag als Maß für die Effizienz des PV-KW betrug 2009 $e_a = 1.052,4 \text{ kWh}/\text{kW}_p$, d. h. die Anlage hat im vergangenen Jahr rund $12.625.000 \text{ kWh}$ Solarstrom erzeugt (s. Abb. 3.3-4). Diese Strommenge reicht zumindest in Sachsen für die äquivalente Versorgung von rund 10.000 Einwohnern für ein Jahr aus. Der spezifische Stromertrag lässt darauf schließen, dass die Globalstrahlung 2009 etwa $1.150 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ erreicht haben muss (Messwerte liegen nicht vor).

In Bad Liebenwerda können auch unter dem Aspekt als Kurstadt, bedingt durch ihr großes Gemeindegebiet mit rund 138 km^2 Fläche, neben der PV-Stromerzeugung auf Dächern und an Fassaden mehrere PV-Freiflächenanlagen im Multi-MW-Leistungsbereich wirtschaftlich betrieben werden. Die derzeitige schnelle technologische Entwicklung der Photovoltaik lässt den Schluss zu, dass bis zum Jahr 2020 die Systemkosten deutlich fallen und die Effizienz der PV-Anlagen erheblich ansteigen werden. Kristalline PV-Module mit einem Wirkungsgrad von (22 - 25)% sind dann voraussichtlich Standard.

3.3.2. PV-Freiflächenanlagen im Gemeindegebiet

3.3.2.1 PV-Freiflächenanforderungen

Die Arten nutzbarer Freiflächen lassen sich auf die nachfolgenden beschränken:

- Industriebrachen
- Geringwertige Landwirtschafts- und Brachflächen
- Konversionsflächen (ehemalige Militärliegenschaften)
- Abraumhalden, Deponiekörper

Nach Auskunft der Stadtverwaltung Bad Liebenwerda stehen derzeit Industriebrachen, Konversionsflächen, Abraumhalden sowie Deponiekörper nicht zur Verfügung. Zukünftig könnte sich eine für Photovoltaik sowie andere erneuerbare Energieträger (z.B. Energielehrpfad) nutzbare Industriefläche im OT Zeischa nach dem auslaufenden Kiestagebau ergeben. Eine

größere Konversionsfläche befindet sich im nordöstlichen Waldgebiet von Bad Liebenwerda, die aber als deklariertes Naturschutzgebiet (NSG), bzw. im Naturpark „Niederlausitzer Heidelandschaft“ befindlich, nicht überplant werden kann. Abraumhalden und Deponiekörper weisen meist eine besonders gute Eignung für die PV-Nutzung auf, da diese oft hervorgehoben und verschattungsfrei in der Landschaft exponiert sind. Voraussetzung für eine solche Nutzung ist, dass die Halden und Deponiekörper keinen, bzw. nur unerheblichen Setzungen unterliegen.

Für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen stehen nur sog. geringwertige Landwirtschafts- und Brachflächen im Fokus. Der Begriff „geringwertige Landwirtschaftsfläche“ erscheint hier zumindest irreführend. Bei Bodenwertzahlen zwischen 20 und 30 kann nicht von hochwertigen ertragreichen Böden gesprochen werden. Für die ortsansässigen Landwirte handelt es sich aber um das nicht austauschbare Produktionsmittel „Boden“ mit dem die Ertragsmenge landwirtschaftlicher Produkte über die Flächengröße realisiert werden muss. Aufgrund oft nicht mehr kostendeckender Landwirtschaftsprodukte (z.B. Milch, Getreide, etc.), sind dennoch Flächenherausnahmen zugunsten der dezentralen Energieerzeugung (Sonne, Wind, Biomasse) für die Landwirte positiv zu bewerten und zu empfehlen.

3.3.2.2 Flächenverfügbarkeit

Angedacht und mit gewissen Planungsvorstellungen vorbereitet, stehen bisher landwirtschaftlich genutzte Flächen mit etwa 79 ha in den Ortsteilen Zobersdorf, Neuburxdorf und Neuburxdorf-Langenrieth potenziell zur Verfügung /10/, /11/.

Auf den Ortsteil Zobersdorf entfallen drei potenzielle Flächen [Anl. 3.3.2.3-1]:

1. unmittelbar nordwestlich vom Ortskern ausgehend „Zobersdorf I“ mit $A_g \approx 9$ ha
(beantragt von einem PV-Investor aus Bayern; eine Ausweisung im Flächennutzungsplan Bad Liebenwerda (FNP) liegt nicht vor)
2. südwestlich vom Ortskern, mit Flächenverlauf in nordwestliche Richtung „Zobersdorf II“, mit $A_g \approx 21$ ha
(beantragt von der Bavaria Sun Park Bad Liebenwerda; Fläche ist im FNP ausgewiesen, B-Plan wurde im Februar 2010 beschlossen, Baugenehmigung erteilt)
3. unmittelbar anschließend an die o.g. Flächenausweisung, mit Flächenverlauf in nordwestliche Richtung „Zobersdorf III“, mit $A_g \approx 20$ ha
(Fläche ist nicht im FNP ausgewiesen; noch kein B-Plan vorhanden)

Auf den Ortsteil Neuburxdorf entfällt eine potenzielle Fläche [Anl. 3.3.2.3-2]:

1. westlich vom Ortskern und südlich einer Waldfläche verlaufend „Neiburxdorf“ mit $A_g \approx 17$ ha
(Fläche ist nicht im FNP ausgewiesen; noch kein B-Plan vorhanden.)

Auf den Ortsteil Neuburxdorf-Langenrieth entfällt eine potenzielle Fläche [Anl. 3.3.2.3-2]:

1. westlich vom Ortskern, mit Flächenverlauf in westliche Richtung „Neiburxdorf-Langenrieth“ mit $A_g \approx 12$ ha
(Fläche ist nicht im FNP ausgewiesen; noch kein B-Plan vorhanden.)

3.3.2.3 Bewertung der vorliegenden potenziellen PV-Freiflächen

3.3.2.3.1 Bewertungsgrundlagen

Bei Betrachtung der genannten Flächen kann grundsätzlich bestätigt werden, dass alle fünf vorgestellten Flächen für die photovoltaische Nutzung geeignet sind. Dabei würde sich im OT Zobersdorf mit den Feldern „Zobersdorf II und III“ eine zusammenhängende Doppelfläche mit etwa 41 ha ergeben, die nach Möglichkeit von einem Investor überplant werden sollte, was aber nicht Bedingung ist.

Die Umnutzung von Ackerflächen zur Energiegewinnung wirft immer wieder die Frage der Konkurrenz zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln auf. Der mittel- bis langfristige Entzug der hier angesprochenen Ackerflächen für die energetische Nutzung, hier durch die Photovoltaik, führt nicht zu einem Nahrungs- und Futtermittelmangel, bzw. zu Existenzgefährdungen landwirtschaftlicher Betriebe.

Die bisherige Verfahrensweise ist dadurch charakterisiert, dass Eigentümer von Landwirtschaftsbetrieben selbst entschieden haben, ob sie ausschließlich als Landwirt oder künftig als „Energie-Landwirt“ arbeiten wollen. Für die Errichtung von PV-Anlagen auf Ackerflächen ist entscheidend, welche Bodenqualitäten (z.B. lehmig, sandig, steinig, felsig, trocken, nass, etc.) vorliegen. Den Autoren ist kein Fall bekannt, dass hochwertige Ackerböden (z.B. in der Lommatzcher Pflege/Sachsen) eine solche Umnutzung erfahren hätten.

Im Gemeindegebiet der Stadt Bad Liebenwerda betragen die Bodenwertzahlen 20 bis 30. Abgesehen von Spezialkulturen (z.B. Spargel), können bei diesen Bodenwertzahlen keine hohen Hektarerträge erzielt werden. Um eine vergleichbare absolute Erntemenge an Feldfrüchten, bezogen auf Bodenwertzahlen von 80 bis 90, zu erzielen, müssten die Anbauflächen erheblich vergrößert werden, was in der Regel nicht möglich sein wird. Es bleibt in der Entscheidung des jeweiligen Landwirtes, ob er mit dem Einstieg in die dezentrale Energieerzeugung ein zweites Standbein für den Betrieb aufbaut und damit seine Kostensituation verbessern kann oder nicht.

Bad Liebenwerda verfügt aufgrund der zahlreichen Eingemeindungen über eine Gesamtfläche von 138,41 km² gleich 13.841 ha. Ein Entzug von 79 ha für PV-Flächen entspricht 0,57% der gesamten Gemeindefläche. (Wie die genauere Untersuchung der Antragsfläche „Neuburxdorf-Langenrieth“ ergab, sollte hier kein PV-KW errichtet werden.) Damit reduziert sich die Fläche auf 67 ha, was einem Entzug von 0,48% der Gemeindefläche entspricht. Berücksichtigt man, dass Landwirte für ihre Produkte häufig keine kostendeckenden Preise erzielen können, bestünde die Möglichkeit, auch weitere Flächen in die Planung aufzunehmen.

Die potenzielle Flächenverfügbarkeit von etwa 67 ha würde eine PV-Modulfläche von rund 27 ha, bzw. von 270.000 m² ermöglichen. Pauschal wird mit dem Verschattungsfaktor $f_{\text{rDa}} = 0,4$ gerechnet, unabhängig von der Modultechnologie (c-Si-/p-Si-Module, CdTe-Module, etc.), um eine Modul-Verschattung und damit Ertragsausfälle auszuschließen. Bei der Planung der konkreten Projekte wird aber häufig ein Verschattungsindex eingerechnet, weil dann durch Erhöhung der Modulanzahl in den Sommermonaten höhere Stromerträge erzielt werden und sich die Wirtschaftlichkeit verbessern lässt.

3.3.2.3.2 PV-Flächen „Zobersdorf I“, „Zobersdorf II“, „Zobersdorf III“

Ein bayerisches PV-Unternehmen plant die PV-Anlage „Zobersdorf I“ auf einer Fläche von 9 ha. Nach vorhergehender Aussage könnten 3,6 ha, bzw. 36.000 m² Modulfläche auf starr nach Süden ausgerichteten Modulgestellen errichtet werden.

Die Firma ist namentlich bekannt und sowohl national als auch international tätig. Die größte von der Firma gebaute PV-Freiflächenanlage befindet sich im Landkreis Görlitz und verfügt über eine Spitzenleistung von 20.493 kW. Das PV-KW wurde mit 273.240 CdTe-Dünnschichtmodulen von First Solar ausgestattet. Darüber hinaus kann die Firma auf weitere PV-Anlagen im Multi-MW-Bereich verweisen.

Die für „Zobersdorf I“ geplanten PV-Module sind nicht bekannt. Um dennoch zu einer realistischen Stromertragsaussage zu kommen, werden folgende Annahmen getroffen:

- Verwendung von monokristallinen/polykristallinen Silizium-Modulen (c-Si-/p-Si-)
- kristalline PV-Module ermöglichen eine spezifische Leistung von $p \approx 1.350 \text{ kW}_p/\text{ha}$
- Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 4.900 \text{ kW}_p$ erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus folgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000 \text{ kWh}/(\text{kW}_p \cdot \text{a})$
- Jahresstromertrag von $E \approx 4.900.000 \text{ kWh}$
- Einspeisevergütung k_{Verg} unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 13,5 \text{ Mio. Euro}$ zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750 \text{ €/kW}_p /14/$ ausgegangen wird

- Verwendung von CdTe-Dünnschicht-Modulen
- CdTe-PV-Module ermöglichen eine spezifische Leistung von $p \approx 1.076 \text{ kW}_p/\text{ha}$
- Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 3.980 \text{ kW}_p$ erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus erfolgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000 \text{ kWh}/(\text{kW}_p \cdot \text{a})$
- Jahresstromertrag von $E \approx 3.980.000 \text{ kWh}$
- Einspeisevergütung k_{Verg} unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 11,0 \text{ Mio. Euro}$ zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750 \text{ €/kW}_p /14/$ ausgegangen wird

Die Entscheidung, welche Art von PV-Modulen eingesetzt wird, bleibt dem jeweiligen Investor sowie den Ergebnissen der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung vorbehalten.

Die zweite potenzielle PV-Fläche „Zobersdorf II“ umfasst rund 21 ha, bzw. 210.000 m². Die Planungen zu dieser Fläche wurden von der Firma Bavaria Sun Park Bad Liebenwerda übernommen und sind am weitesten fortgeschritten, da hier ein bestätigter B-Plan existiert und die Baugenehmigung erteilt wurde. Aus der Gesamtfläche resultiert die Möglichkeit, dass eine PV-Modulfläche von 8,5 ha gleich 85.000 m² installiert werden kann.

Nach Rücksprache mit dem Planer/Investor ergibt sich für das geplante PV-KW eine Leistung von $P \approx 8.700 \text{ kW}_p$, die mit etwa 37.700 c-Si-/p-Si-Modulen generiert werden soll. Detaillierte Aussagen zu Modul- und Wechselrichterhersteller liegen nicht vor. An der Leistungsgröße wird es keine Änderungen nach oben geben, da der Knotenpunkt für die Einspeisung mit einer Übergabeleistung von 8 MW mit dem Energieversorger Envia Netz GmbH, die Gebiete von Südbrandenburg versorgt, vereinbart wurde und fest steht.

- Verwendung von c-Si-/p-Si-PV-Modulen
- Gesamtleistung des PV-KW würde 8.700 kW_p erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus folgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000 \text{ kWh}/(\text{kW}_p \cdot \text{a})$
- Jahresstromertrag von $E \approx 8.700.000 \text{ kWh}$
- Einspeisevergütung k_{Verg} unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 24,0 \text{ Mio. Euro}$ zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750 \text{ €/kW}_p / 14/$ ausgegangen wird.

Die bereits durch B-Plan beschlossene PV-Fläche „Zobersdorf II“ könnte unmittelbar angrenzend durch das PV-Feld „Zobersdorf III“ um weitere 20 ha vergrößert werden [Anl. 3.3.2.3-1]. Für das Feld „Zobersdorf III“ ist aber die Besonderheit zu berücksichtigen, dass von Nordwest nach Südost eine 110 kV-Hochspannungsleitung die Fläche quert, was eine deutliche Einschränkung der nutzbaren Modulfläche zur Folge hätte. Deshalb wird der Vorschlag eingebracht, das Feld „Zobersdorf III“ in südwestliche Richtung so zu verschieben, dass zwischen dem Feldesrand und der 110 kV-Hochspannungsleitung ein Streifen von rund 100 m frei bleibt [Anl. 3.3.2.3-3]. Durch die Verschiebung verringerte sich die Fläche geringfügig auf 19 ha. Die räumliche Nähe der beiden Felder „Zobersdorf II“ und „Zobersdorf III“ bliebe so erhalten und eine Verschattung würde nicht eintreten.

Für den Fall, dass „Zobersdorf III“ realisiert würde, bedarf es der Neuberechnung für dieses Feld. Aus der Information, dass am Einspeiseknoten für „Zobersdorf II“ nur eine Übergabeleistung von 8 MW eingespeist werden kann, lässt sich unschwer ableiten, dass die derzeitige Netzaufnahmekapazität erreicht ist. Für Stromeinspeisungen aus weiteren PV-Anlagen, bzw. aus Wind- und Bioenergieanlagen bedarf es des Ausbaus des Mittelspannungsnetzes, möglicherweise auch des Hochspannungs-Übertragungsnetzes, was zwar nicht zur Aufgabe der Stadt gehört, aber als Hinweis zu verstehen ist.

Auf der Grundfläche von 19 ha kann eine PV-Modulfläche von 7,6 ha gleich 76.000 m^2 installiert werden. Um zu einer realistischen Stromertragsaussage zu kommen, werden die o. a. Annahmen getroffen:

- Verwendung von c-Si-/p-Si-PV-Modulen
- kristalline PV-Module ermöglichen Installation einer spezifischen Leistung von $p \approx 1.350 \text{ kW}_p/\text{ha}$
- Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 10.260 \text{ kW}_p$ erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus folgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000 \text{ kWh}/(\text{kW}_p \cdot \text{a})$

- Jahresstromertrag von $E \approx 10.260.000$ kWh
- Einspeisevergütung k_{Verg} unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 28,2$ Mio. Euro zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750$ €/kW_p /14/ ausgegangen wird

- Verwendung von CdTe-Dünnschicht-Modulen
- CdTe-PV-Module ermöglichen eine spezifische Leistung von $p \approx 1.076$ kW_p/ha
- Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 8.150$ kW_p erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus erfolgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000$ kWh/(kW_p * a)
- Jahresstromertrag von $E \approx 8.150.000$ kWh
- Einspeisevergütung k_{Verg} unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 22,4$ Mio. Euro zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750$ €/kW_p /14/ ausgegangen wird

3.3.2.3.3 PV-Fläche OT Neuburxdorf

Für das PV-Projekt Neuburxdorf konkurrieren offensichtlich zwei Unternehmen:

- Firma X (LK. Mittelsachsen)
- Firma Y (LK. Wittenberg)

Beide Unternehmen sind namentlich bekannt und verfügen über Erfahrungen bei der Errichtungen von PV-KW im Multi-MW-Bereich.

Die westlich vom Ortskern gelegene Fläche ist 17 ha groß, so dass eine Modulfläche von 6,8 ha gleich 68.000 m² nutzbar wird. Die Berechnungen erfolgen analog der o. g. Planungsprojekte.

- Verwendung von c-Si-/p-Si-PV-Modulen
- Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 9.200$ kW_p erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus folgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000$ kWh/(kW_p * a)
- Jahresstromertrag von $E \approx 9.200.000$ kWh
- Einspeisevergütung $k_{\text{Verg}} =$ unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung
- Für die Investkosten sind $K_{\text{Inv}} \approx 25,3$ Mio. Euro zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{\text{Sys}} \approx 2.750$ €/kW_p /14/ ausgegangen wird.

- Verwendung von CdTe-Dünnschicht-Modulen
- Die Gesamtleistung des PV-KW würde $P \approx 7.300$ kW_p erreichen
- Annahme nordsächsischer Strahlungsbedingungen, daraus folgt ein spezifischer Stromertrag von $e \approx 1.000$ kWh/(kW_p * a)
- Jahresstromertrag von $E \approx 7.300.000$ kWh
- Einspeisevergütung $k_{\text{Verg}} =$ unsicher, deshalb keine Umsatzberechnung

- Für die Investkosten sind $K_{Inv} \approx 20,1$ Mio. Euro zu veranschlagen, wenn von spezifischen Systemkosten $k_{Sys} \approx 2.750 \text{ €/kW}_p / 14/$ ausgegangen wird

Die Entscheidung, welche Art von PV-Modulen eingesetzt wird, bleibt dem jeweiligen Investor sowie den Ergebnissen der betriebswirtschaftlichen Kostenrechnung vorbehalten. Im vorliegenden Fall würde die Differenz der Investitionskosten etwa 5,2 Mio. Euro betragen.

3.3.2.3.4 PV-Fläche OT Neuburxdorf-Langenrieth

Um das PV-Projekt Neuburxdorf-Langenrieth bewirbt sich offensichtlich ebenfalls die Firma Y (LK Wittenberg). Die westlich vom Ortskern gelegene Fläche ist 12 ha groß. Hier käme eine Modulfläche von 4,8 ha gleich 48.000 m² für die Nutzung infrage.

Auf die Berechnungen kann für diese Planungsfläche verzichtet werden, da sich bei Prüfung der Flächeneignung heraus stellte, dass dieses Areal am westlichen Ende in den bestehenden Windpark „Martinskirchener Heide/Langenrieth“ hinein ragen würde. Teilflächen des PV-KW würden während der Tagzeit, je nach Windrichtung häufig vom WEA-Schatten überstrichen, was zu erheblichen Ertragsausfällen führen würde [Anl. 3.3.2.3-2].

Die Gutachter empfehlen aus wirtschaftlichen Gründen und zur Konfliktvermeidung zum vorhandenen Windpark, auf den Bau des PV-KW zu verzichten. Somit klärt sich die Differenz der eingangs erwähnten 79 ha PV-Fläche zu den im nachfolgenden Text genannten 67 ha.

3.3.2.3.5 Zusammenfassende Bewertung

Im Vergleich zum Bundesland Sachsen sind in Brandenburg nach /12/, /13/ für die Photovoltaik beachtliche Ziele bis zum Jahr 2020 ausgewiesen. Bis 2020 sind PV-KW auf Freiflächen mit einer Leistung von etwa 2.750 MW_p in Betrieb zu nehmen. In die bisherigen Aktivitäten in Brandenburg zur Installation von PV-Freiflächen ist die Region Bad Liebenwerda nicht einbezogen.

Nach der vom Deutschen Bundestag und Bundesrat zu Ungunsten der Photovoltaik beschlossenen Änderung der im EEG gesetzlich festgelegten Einspeisevergütung, lässt sich die Frage nach der Zukunft der Photovoltaik nicht abschließend beantworten. Es wird ganz erheblich davon abhängen, wie es der PV-Industrie gelingt, die Fertigungskosten für PV-Module zu senken. Die jetzige Lernkurve der Modulkosten muss steiler fallen als bisher. Sollte das der Industrie nicht gelingen, lassen sich weder die Landesziele in Brandenburg, noch die PV-Planungen in Bad Liebenwerda realisieren, denn im Installationsbereich sind keine gravierenden Kostensenkungen möglich. Das beschlossene und baugenehmigte PV-KW „Zobersdorf II“ wird bis zum Jahresende 2010 errichtet sein und Strom in das Netz einspeisen.

Insgesamt wurden im Gemeindegebiet der Stadt Bad Liebenwerda fünf potenzielle PV-Flächen begutachtet. Vier Standorten kann bescheinigt werden, dass hier entsprechende PV-KW errichtet und betrieben werden können. Alle PV-KW würden sich außerhalb der Stadtgrenze von Bad Liebenwerda in den Ortsteilen befinden. Die Entfernungen zur Kurstadt

betragen im kürzesten Fall PV-KW „Zobersdorf I“ mindestens einen Kilometer und bis zu mehreren Kilometern bei den anderen Projekten. Aus Richtung Bad Liebenwerda bestehen keine Sichtbeziehungen. Mit der geplanten Verlegung der Bundesstraße B 183 südlich des Stadtkerns wird eine neue Grenze zwischen dem Kurbereich und den Ortsteilen geschaffen.

Es lässt sich einschätzen, dass bei keinem Projekt Konflikte bezüglich Flächenanforderungen, insbesondere Naturschutzanforderungen erkennbar sind. Die Voraussetzungen für den Netzanschluss der geplanten PV-KW sind nur für „Zobersdorf II“ bekannt und gesichert. Nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand bedarf es unbedingt eines Ausbaus des Mittelspannungsnetzes, möglicherweise auch des Hochspannungsnetzes, da sich die Planungen gleichfalls auf die Erweiterung der Windenergie, aber auch auf den Neubau von Biogasanlagen ausrichten. Diese Aussage basiert auf Befragung unterschiedlicher Akteure und darf nicht als gesichert, sondern als Hinweis aufgefasst werden.

Zur Verbesserung der Anschaulichkeit zeigen die Abb. 3.3-1 bis Abb. 3.3-3 Aufnahmen von PV-Freiflächenanlagen aus Sachsen.

(Anmerkung: Die Gutachter müssen zwangsläufig auf Daten und Bildmaterial aus Sachsen zurück greifen, da solches aus Brandenburg, bzw. der näheren Umgebung von Bad Liebenwerda nicht verfügbar ist. Wiederholt wurde betont, dass die Verhältnisse in Bad Liebenwerda den nordsächsischen sehr ähnlich und somit vergleichbar sind.)



Abb. 3.3-1: Ausschnitt PV-Kraftwerk „Polditz“ (LK. Mittelsachsen); $P = 3,1 \text{ MW}_p$, p-Si-Module
Foto, Schlegel, 13.06.2010



Abb. 3.3-2: PV-Kraftwerk „Zeithain“ (LK. Meißen); P = 12 MW_p; p-Si-Module
Foto, Scan Energy GmbH, 2009

Die abgebildeten PV-KW „Polditz“ und „Zeithain“ würden in etwa den geplanten Anlagen in Bad Liebenwerda entsprechen.



Abb. 3.3-3: PV-Kraftwerk „Waldpolenz“ (LK. Leipzig); P = 40 MW_p; CdTe-Module (Ausschnitt)
Foto, Schlegel, 22.06.2008

In Tabelle 3.3-1 erfolgt eine Zusammenfassung der quantitativen Ergebnisse der geplanten PV-KW. Können alle Standorte realisiert werden, würde die installierte PV-Spitzenleistung, je nach verwendeten Modultypen zwischen etwa 20 MW und 33 MW betragen. Die PV-KW könnten zwischen rund 19.400 MWh/a und 33.000 MWh/a Strom erzeugen. Die Investkosten würden sich in der Spanne zwischen rund 53 und 91 Mio. Euro bewegen.

Unter Bezug auf den Stromverbrauch von Bad Liebenwerda im Jahr 2007 von rund 39.700 MWh, würde der PV-Strom, je nach eingesetzten Modultypen, entweder 49 % oder 84 % des Jahresverbrauches äquivalent decken.

(Anmerkung: Die Berechnungen tragen ausschließlich Abschätzungscharakter und basieren auf derzeit bekannten Annahmen, die bei der Konkretisierung des Projektes durch die zeitliche sowie technologische Entwicklung überholt sein können.)

PV-Standort	Fläche A_{ges} in [ha]	Modulfläche A_{ges} in [ha]	Leistung P in [kW_p]	Stromertrag E in [kWh/a]	Investkosten K_{Inv} in [Mio. €]
Zobersdorf I	9	3,6	4.900* 3.980**	4.900.000* 3.980.000**	13,5* 11,0**
Zobersdorf II	21	8,5 (?)	8.700*	8.700.000*	24,0*
Zobersdorf III	19	7,6	10.260* 8.150**	10.260.000* 8.150.000**	28,2* 22,4**
Neuburxdorf	17	6,8	9.200* 7.300**	9.200.000* 7.300.000**	25,3* 20,1**
Neuburxdorf-Langenrieth	0	0	0	0	0
Summen	66	26,5	33.060* 19.880**	33.060.000* 19.430.000**	91,0* 53,5**

* c-Si/p-Si-Module; ** CdTe-Module

Tab.: 3.3-1: Ergebnisübersicht der PV-Standorte

Wie mehrfach darauf verwiesen, wurde für die Abschätzung der Stromerträge der PV-KW ein spezifischer Stromertrag von $e = 1.000 \text{ kWh}/kW_p$, unabhängig von der Modulart, angenommen. Die Realitätsnähe dieser Abschätzung lässt sich am Beispiel der PV-KW „Rote Jahne“ (LK Nordsachsen) und „Zeithain“ (LK Meißen) demonstrieren. In Abb. 3.3-4 ist der Verlauf der monatlichen Stromerzeugung für das Jahr 2009 dargestellt. Das PV-KW „Rote Jahne“, Leistung $P \approx 6 \text{ MW}_p$, arbeitet mit CdTe-Dünnschichtmodulen und das PV-KW „Zeithain“, Leistung $P \approx 12 \text{ MW}_p$, arbeitet mit p-Si-Modulen.

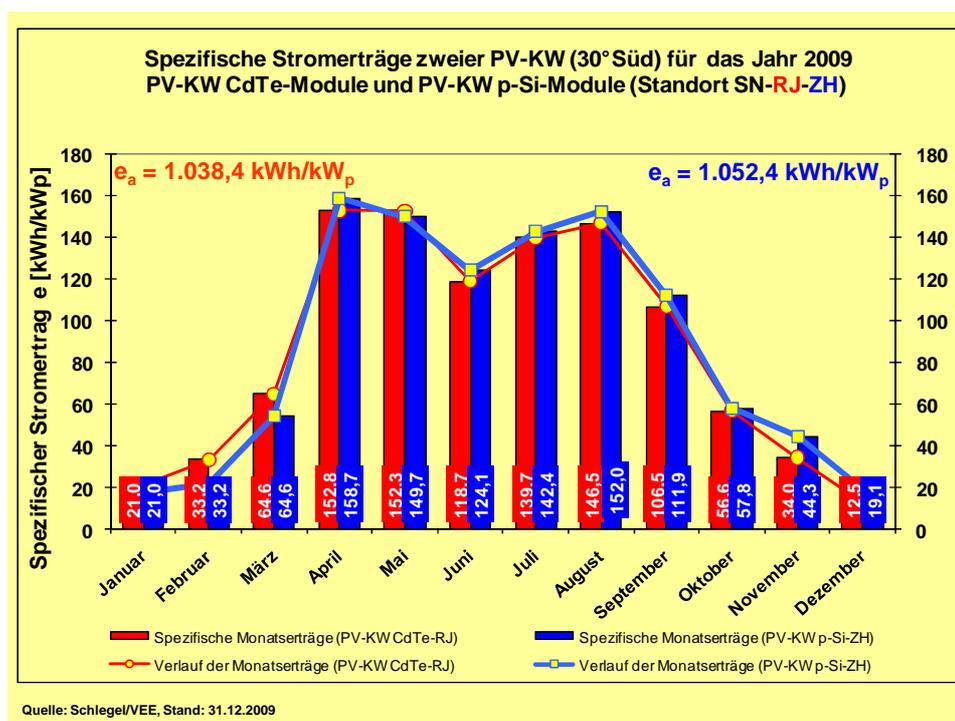


Abb. 3.3-4: Spezifische Stromerträge der PV-KW „Rote Jahne“ und „Zeithain“

Die Auswahl für die Demonstration fiel bewusst auf die beiden o. g. PV-Kraftwerke, da diese:

1. sich im Leistungsbereich zukünftiger Freiflächenanlagen in Bad Liebenwerda einordnen lassen
2. aufzeigen, dass die Stromerträge zwischen den verschiedenen Modultypen nicht erheblich voneinander abweichen
3. den Nachweis erbringen, dass die Übertragbarkeit von Ergebnissen nordsächsischer Anlagen, hier PV-KW „Zeithain“, auf südbrandenburgische PV-Anlagen real möglich ist

Naheliegender sollte die Realisierung des PV-KW „Zobersdorf II“ gelingen, da hier ein bestätigter B-Plan sowie die Baugenehmigung vorliegen. Die Anlage mit einer PV-Leistung von 8,7 MW_p müsste bis spätestens 31.12.2010 an das Netz gehen. Die technischen Anforderungen an die Errichtung sind überschaubar. Die Fläche weist bei rund 88 mNN keine nennenswerten topographischen Unterschiede auf. Mit großer Wahrscheinlichkeit kann für die Aufstellung der Modultische auf die Rampa-fahl-Technologie gesetzt werden, so dass pro Monat bis zu 5 MW PV-Leistung installiert werden kann.

Das Projekt PV-KW „Zobersdorf II“ ist das am weitesten fortgeschrittene, da auch die Baugenehmigung erteilt wurde. Dennoch können sich erfahrungsgemäß noch Hürden verschiedener Art der Realisierung entgegenstellen. Die Gutachter empfehlen der StV Bad Liebenwerda, die Investoren und Planer in der Realisierungsphase zu unterstützen. Dieses gilt auch für die weiteren Projekte.

In den Berechnungspassagen wurden zwei verschiedene PV-Modularten angenommen:

- c-Si- /p-Si-Module
- CdTe-Dünnschichtmodule

Für das geplante PV-KW „Zobersdorf II“ wollen die Investoren kristalline Silizium-PV-Module einsetzen, was eine reine Investorenentscheidung ist. CdTe-PV-Dünnschichtmodule werden abgelehnt. Im Pkt. 3.3.1 finden sich Aussagen zu dieser Problematik.

3.3.2.4 Untersuchung weiterer PV-Potenzialflächen

Neben den durch Flächenanträgen bekannten potenziellen PV-Freiflächen verbleibt ein erhebliches Interesse, ob zusätzliche Flächen für die PV-Nutzung gefunden werden und sich in die Verfügbarkeit einordnen lassen.

Ausführungen zu Suchkriterien sowie Nichteignung (Ausschluss) von Flächen finden sich in /12/. Dabei kollidieren zwangsläufig die verschiedenen Interessen, einerseits aus Sicht der Klimaschutzbemühungen und andererseits durch die regionalplanerischen Vorstellungen. Solche Interessenkollisionen lassen sich an folgenden Auszügen aus /12, S.27/ belegen:

„... Die von Photovoltaik-Freiflächenanlagen ausgehenden Umweltbeeinträchtigungen und damit einhergehenden Akzeptanzprobleme betreffen insbesondere zwei Sachbereiche:

a) Technische Überprägung von Landschaften einschließlich der Ortsrandbilder und

b) die Flächeninspruchnahme im Sinne eines „Verbrauchs“ von landwirtschaftlicher bzw. sonstiger Freifläche, ggf. unter Beeinträchtigung von naturschutzfachlich wertvollen Artenvorkommen oder Lebensräumen auf den betroffenen Grundstücken oder im Umfeld. Dies schließt auch eventuelle Barrierewirkungen für Tierarten (insbesondere Mittel- und Großsäuger) ein ...“

Die Argumente „Umweltbeeinträchtigungen“ und „Akzeptanzprobleme“ ziehen sich durch nahezu jedes Antrags- und Genehmigungsverfahren zur Nutzung erneuerbarer Energieträger. Für die Photovoltaik ist festzustellen, dass Umweltbeeinträchtigungen bei isolierter Betrachtung immer konstruiert werden können, einer Überprüfung in der Praxis aber nicht standhalten.

Beispiel Barrierewirkung: PV-Freiflächenanlagen bedürfen einer Betriebseinzäunung, die größeren Tieren Wege versperrt. Für Niederwild kann die Zaununterseite für eine Passage ausreichend offen gehalten werden, größere Tiere werden schnell eine neue Passage finden. Zur Abschätzung der Verhältnismäßigkeit ist die Barrierewirkung von Verkehrsstrassen, z.B. Autobahnen oder ICE-Trassen mit vollständigen Lärmschutzwänden heran ziehen.

Lange vor der EE-Nutzung wurde die einstige Naturlandschaft durch menschliches Wirken in eine Kulturlandschaft mit allen denkbaren Facetten verwandelt. Diese Einwirkungen bestehen unvermindert. An die dabei entstandenen Industrie- und Infrastrukturanlagen konnten sich die Menschen in Jahrzehnten gewöhnen und empfanden die daraus generierten Annehmlichkeiten als positiv.

Mit der Entwicklung einer dezentralen Energieerzeugung zu Beginn der 1990er Jahre wurde die technogen geprägte Kulturlandschaft mit Windenergieanlagen, PV-Kraftwerken, Biomasseenergieanlagen, etc. weiter ausgestaltet, was bei vielen Menschen auf Ablehnung, mindestens auf Unverständnis stößt und damit die angesprochenen Akzeptanzprobleme auslöst.

Bei der weiteren Suche nach geeigneten PV-Freiflächen werden keine Tabuzonen (Naturschutz) überschritten, FNP und regionalplanerische Vorstellungen beachtet, aber nicht so in den Fokus gestellt, dass diese zwangsläufig zu Restriktionen führen müssen.

Die zusätzliche PV-Flächensuche innerhalb des Gemeindegebietes von Bad Liebenwerda erfolgt grob in drei Gebieten:

- nordöstlicher Bereich (Schwarze Elster als Grenze)
- mittlerer Bereich (Schwarze Elster bis Eisenbahnlinie mit OT Neuburxdorf als Grenze)
- westlicher Bereich (Eisenbahnlinie bis westliche Gemeindegebietsgrenze)

Die Suche im gesamten nordöstlichen Bereich ist nicht zielführend, da sich dieses Gebiet wegen der Waldflächen, eingebetteter NSG, Teich- und Feuchtgebiete (Naturpark Niederlausitzer Heidelandschaft) sowie der übrigen Kleinräumigkeit nicht anbietet.

Der mittlere Flächenbereich, von Nord nach Süd durchgehend, zeichnet sich durch einen hohen Vernässungsgrad bzw. durch oberflächennah anstehendes Grundwasser aus. Diese Flächen kommen für die PV-Nutzung aus Fundamentgründen nicht in Frage. Die geeigneten Flächen im mittleren Bereich sind durch „Zobersdorf I“ bis „Zobersdorf III“ belegt.

In diesem Flächenbereich befinden sich die Windparks „Lausitz“ und „Möglitz“. Für beide Windparks schlagen die Autoren eine Vergrößerung vor. Im Gegensatz zu PV-Anlagen können WEA auch auf feuchtem Untergrund errichtet werden, da die Standsicherheit mit Aufschwimm- oder Pfahlgründungen gewährleistet wird.

Neben der Konzentration von Windenergieanlagen sollen nördlich und südlich vom OT Oschätzchen drei Biogasanlagen errichtet werden.

Nördlich bis westlich vom OT Möglitz stehen Trockenflächen zur Verfügung, die offensichtlich für die Photovoltaik geeignet sind. Diese Flächen sollen aus der jetzigen Betrachtung herausgenommen werden, um den OT Möglitz nicht übermäßig technologisch zu überprägen. Südwestlich vom OT Kosilenzien stünde eine bis an die Gemeindegebietsgrenze reichende etwa 90 ha große Fläche an, die aber als Bergbaufläche für den Kiesabbau gebunden ist.

Im kleinsten verbleibendem, dem westlichen Suchgebiet befindet sich an der Gemeindegebietsgrenze der Windpark „Martinskirchener Heide / Langenrieth“. Im OT Neuburxdorf liegt eine Planung für ein 17 ha großes PV-Feld vor.

Für die zukünftige PV-Freiflächenenerweiterung bietet sich die Fläche südlich der Landesstraße L 66 an, die östlich von der Eisenbahnlinie und westlich vom OT Burxdorf begrenzt würde. Hier könnte ein PV-KW auf einer Grundfläche von etwa 150 ha mit einer Leistung bis $P \approx 60 \text{ MW}_p$ gebaut werden [Anl. 3.3.2.4-1]. Das PV-KW, hier mit „*Neuburxdorf-Potenzialfläche*“ bezeichnet, könnte jährlich etwa 60.000 MWh Strom erzeugen.

Das Interesse der jeweiligen Landeigentümer und Landpächter an der energetischen Flächennutzung durch Photovoltaik müsste in Gesprächen ausgelotet werden. Die Einspeisung von Solarstrom wird bis zum 30.06.2010 mit 28,43 ct/kWh vergütet. Mit der Novellierung des EEG zum 01.07.2010 sinkt die Einspeisevergütung von Strom aus Freiflächenanlagen um 12% auf 23,31 ct/kWh. Die PV-Investoren werden sich bei ihrer Entscheidung von einer verlässlichen betriebswirtschaftlichen Rechnung leiten lassen.

Das o. g. Potenzialfeld Neuburxdorf soll als Beispiel dienen:

PV-Modultyp:	c-Si-/p-Si-Module
Leistung:	$P \approx 60 \text{ MW}_p$
Spez. Stromertrag:	$e \approx 1.000 \text{ kWh}(\text{kW}_p \cdot \text{a})$
Stromertrag:	$E \approx 60.000 \text{ MWh/a}$
Einspeisevergütung:	$k_{\text{Verg}} = 23,31 \text{ ct/kWh (?)}$
Gesamtumsatz:	$U_{\text{ges}} \approx 13.986.000 \text{ Euro/a}$
Systemkosten:	$k_{\text{Sys}} \approx 2.750 \text{ €/kW}_p$
Investkosten:	$K_{\text{Inv}} \approx 165.000.000 \text{ Euro}$

Die Einspeisevergütung wird für 20 Jahre gezahlt. Setzt man, unabhängig von der Einspeisevergütung alle Kosten konstant, so verlängert sich die Abschreibungsdauer um 2,1 Jahre.

3.3.3 PV-Dachflächenanlagen im Gemeindegebiet

3.3.3.1 Vorbemerkungen

Für die Einschätzung des Dachflächenpotenzials, einschließlich dessen Eignung für die photovoltaische Nutzung, konnte das Institut für Kartographie der TU Dresden gewonnen werden. Die Stadt Bad Liebenwerda verfügt mit den amtlichen Datenbeständen der ALK (Automatisierte Liegenschaftskarte, grafischer Teil des Liegenschaftskatasters) über Geodaten, welche detaillierte Gebäudegrundrisse enthalten. Diese Daten wurden von der Fa. Hemminger im Auftrag der Stadt an die Bearbeiter geliefert. Formatseitig wurden bei den ALK-Daten Shapefiles übergeben.

Ein vom Vermessungsbüro Frank Konopka, Prenzlau, durchgeführter Bildflug aus dem Jahr 2006 bildete die Grundlage für Ortholuftbilder der Gemeindefläche, die aufgrund guter Bildqualität, perfekter Mosaikbildung und hoher Auflösung ($8 \times 8 \text{ cm}^2/\text{Pixel}$) eine flächendeckend verfügbare und inhaltsreiche Interpretationsgrundlage darstellen. Die Bilddaten liegen als Geo-TIFF-Daten, demzufolge mit Georeferenzierung, vor und sind direkt in ein Geoinformationssystem integrierbar. Weiterhin liegt dem Gutachter ein aktueller digitaler Flächennutzungsplan der Stadt vor. Zur besseren Verständigung sind die wesentlichen Arbeitsschritte in Abb. 3.3.3.1-1 dargestellt.

Die Auswertung konnte sich in der vorliegenden Studie nur auf *2D-Daten* stützen. Das zwingt zu stark vereinfachenden Annahmen in der Behandlung der individuellen Dachgeometrie und Dachnutzbarkeit. Eine komplexe Dachflächengliederung und die geometrisch exakte Ausrichtung aller Teilflächen kann nicht Gegenstand dieser Studie sein, auch nicht eine lückenlose Erfassung sämtlicher existenten bautechnischen und energietechnischen Dachinstallationen. Unvermeidliche Modellvereinfachungen verhindern durch die statistische Wirkung der großen Gebäudeanzahl zwar nicht eine realistische Abschätzung des photovoltaischen Gesamtpotenzials aller Dachflächen. Sie erlauben aber keine verlässliche Einschätzung des Solarpotenzials eines jeden Einzelgebäudes. Ebenso kann aus den vorliegenden Unterlagen wie ALK und Luftbildern naturgemäß keine Berücksichtigung statischer Einschränkungen für Installationen auf den bearbeiteten Dachflächen erfolgen.

(Anmerkung: Im Falle einer 3D-Auswertung auf Basis der Originalluftbilder könnte die komplette Dachlandschaft exakt erfasst werden und damit ein deutlicher Qualitätssprung erreicht werden.)

Die Auswertung wird durch den Einsatz von *professioneller GIS-Software* und vor allem durch die Unterstützung *eigener Softwarewerkzeuge* so objektiv und effektiv, wie angesichts der Limitierungen der Datenbasis möglich, gestaltet.

In einem ersten Schritt konnten die ALK-Shapedateien auf den gesamten Gebäudebestand reduziert und komplett neu strukturiert werden. Die übergebene Organisationsform in ca. 70 funktional getrennten Flächenebenen (Layer) pro Flur war für die vorgesehene Auswertung ungeeignet. Als Resultat wurden für jede der 14 Fluren vollständige Gebäude-Layer erzeugt. „Vollständig“ heißt, dass der komplette ALK-Gebäudebestand übernommen wurde. Die zur Verfügung gestellten Daten sind von mäßiger Qualität, da neue Orthobilder zahlreiche Gebäude mit einem Mindestalter größer vier Jahre zeigen, die die ALK noch nicht enthält. Die ALK enthält auch teils abgerissene oder nur noch als Ruinen existierende Gebäude.

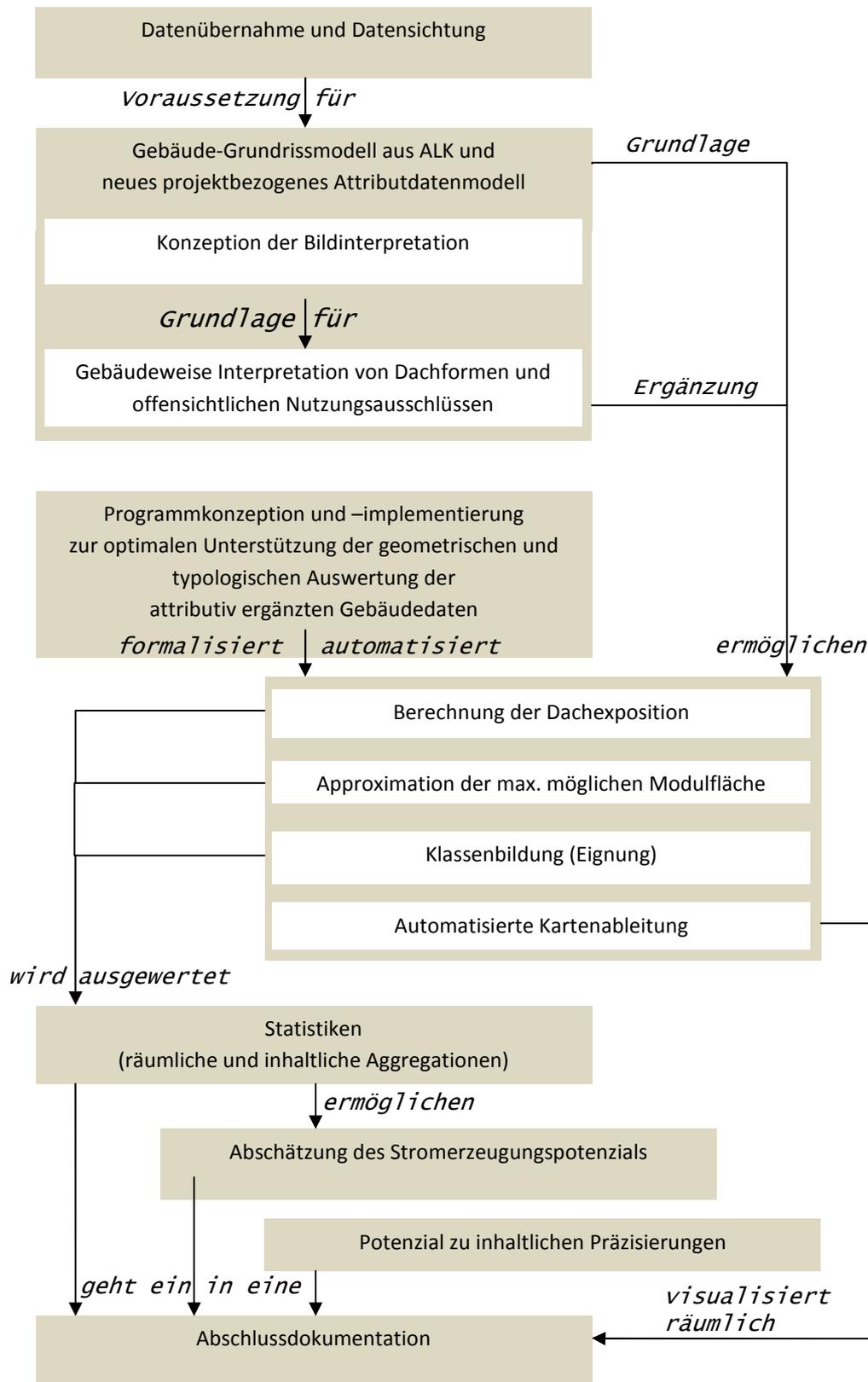


Abb. 3.3.3.1-1: Projektbausteine zur methodischen Vorgehensweise

Eine Vorauswahl im Geoinformationssystem konnte nunmehr auf Basis der in der ALK vorhandenen funktionalen Gebäudezuordnung und der Gebäudegrundfläche aus der ALK erfolgen: Als grundsätzlich nicht (oder besser unwahrscheinlich) nutzbar und somit irrelevant werden in der vorliegenden Studie Flächen ausgeschieden, wenn:

- der Flächeninhalt der Gebäudegrundfläche unter 20 m² beträgt
- oder eine funktionale Typisierung der ALK als Einzel- oder Doppelgarage, Bedürfnisanstalt, Scheune, Schuppen oder Stall sowie Freizeithaus oder Gartenhaus von unter 40m² Gebäudegrundfläche vorliegt.

Die verbleibenden Gebäude wurden auf Basis der Orthobilder nach ihrer Dachform klassifiziert. Diese Typisierung stellt eine Voraussetzung dafür dar, in nachfolgenden Schritten die nutzbare Solarmodulfläche aus der Gebäudegrundfläche quantitativ abzuschätzen. Bei Beschränkung auf Zweidimensionalität (2D) lassen sich nur elementare Dachformen (Flachdach, Schrägdach, Satteldach längs oder quer zur längsten Gebäudeseite) sinnvoll verwenden. Komplexere Dachformen bedürfen einer expliziten Modellierung der Dachgeometrie und konnten im Rahmen dieser Studie nur in einer Sammelklasse „komplizierte Dachgeometrie“ bearbeitet werden. Durch visuelle Musterung aller Dächer wurden Gebäude im Attributdatensatz gekennzeichnet, deren Dächer, aufgrund großflächiger Gauben, Dachterrassen oder bestimmter Einbauten nicht für die solarenergetische Nutzung infrage kommen.

Der nachfolgende Schritt wird durch die eigene GIS-Anwendungsprogrammierung automatisiert. Hier wird die exakte Orientierung jedes Dachpolygons aus den ALK-Geometrien approximiert. Mit Abschluss dieses Schrittes liegen dem Bearbeiter dann wesentliche Elemente des Solarpotenzials vor:

- die Gebäudegrundfläche
- der Dachtypus (s.o.)
- die Dachausrichtung

sowie in den Orthobildern sehr auffällig, als nicht geeignet einzustufende Gebäude (z.B. ruinenöser Gebäudestatus, offensichtliche großflächige Überschattung, etc.).

Der Gedankenschluss von der Gebäudegrundfläche auf die Dachfläche stellt - streng genommen - ein Problem dar, da Dachüberstände variieren und in der ALK nicht geometrisch erfasst sind. Die Alternative einer kompletten und einheitlichen Neuerfassung der Dächer aus den Orthobildern scheidet aber bei über 12.000 Gebäudeflächen im gegebenen Projektrahmen selbstverständlich aus.

Auf Basis oben genannter Größen konnten nun - programmtechnisch automatisiert - Abschätzungen der solarenergetisch nutzbaren Modulfläche erfolgen. In einer Datenbank liegen diese Flächenabschätzungen dann baukörperweise vor.

Die Resultate wurden zunächst in Kartenform (Anl. 3.3.3-1 bis 3.3.3-25) visualisiert. Anschließend wurden sie zu einer energetischen Gesamtabstimmung ausgebaut. Auch bei der

Solarstatistik konnten nur großräumige Kennwerte einfließen, die bei der (allerdings kostenpflichtigen) Nutzung meteorologischer Informationen (Sonnenstunden, Globalstrahlungsmittel, etc.) aus benachbarten Stationen wie Doberlug-Kirchhain noch präziser gefasst werden könnten.

(Anmerkung: Wie bereits im Studienteil PV-Freiflächen, werden Solardaten aus Nordsachsen zugrunde gelegt.)

Aggregationen vom Niveau Einzelgebäude auf beliebige höhere Einheiten (Baublock, Siedlungseinheit, Flur, Gemarkung, Gesamtgebiet) sind mit den vorliegenden Datenbeständen auf Gebäudebasis mit wenigen Mausklicks möglich. Die hier durchgeführten Potenzialanalysen greifen auf die Ebenen Flur (Ortsteil) und Gesamtfläche Stadt Bad Liebenwerda zurück.

Die Studie kann keine quantitativ gesicherten Werte auf Einzelobjektbasis liefern. Dazu wäre eine systematische explizite 3D-Modellierung aller relevanten Gebäude notwendig. Mit den vorliegenden Daten ist eine solche Modellierung höchstwahrscheinlich durchführbar, jedoch reicht der vorgegebene finanzielle und zeitliche Projektrahmen dafür nicht aus. Unabhängig von den genannten Einschränkungen erfolgt die Potenzialabschätzung für Bad Liebenwerda und seine 15 Ortsteile.

Die Auswertung erfolgte zunächst in der Aufteilung der Ausgangsdaten, nämlich untergliedert nach den Fluren (Ortsteile) Bad Liebenwerda, Dobra, Kosilenzien, Kröbeln, Lausitz, Maasdorf, Möglenz, Neuburxdorf, Oschätzchen, Prieschka, Thalberg, Theisa, Zeischa und Zobersdorf. Die Anzahl der bearbeiteten Gebäudeflächen und Gebäudeteilflächen ist in Tab. 3.3.3.1-1 wiedergegeben.

Flur (Ortsteil)	Anzahl der Gebäudedach-(teil-)flächen
Bad Liebenwerda	3.836
Dobra	594
Kosilenzien	401
Kröbeln	696
Lausitz	570
Maasdorf	691
Möglenz	576
Neuburxdorf	947
Oschätzchen	530
Prieschka	611
Thalberg	872
Theisa	732
Zeischa	819
Zobersdorf	552
Gesamt	12.427

Tab. 3.3.3.1-1: Dachflächenstatistik

Insgesamt wurden 12.427 Dachflächen aus den Ortholufbildern typisiert; 2.910 davon wurden als nicht nutzbar eingestuft, die verbleibenden 9.517 wurden nach Dachformen klassifiziert.

3.3.3.2 PV-Dachflächenanforderungen

Unter Pkt. 3.3.1 wurde die Spezifikationen für PV-Anlagen auf gebäudegebundenen Flächen genannt (Flachdächer, Schrägdächer, Fassaden). Die Grundvoraussetzungen für die solar-energetische Nutzung:

- Ausrichtung der Module nach Süden
- Neigungswinkel der Module von etwa 30°
- Verschattungsfreiheit

unterscheiden sich nicht zwischen Freiflächen- und Dachanlagen. Während diese Grundvoraussetzungen bei Freiflächenanlagen fast problemlos beherrschbar sind, bedarf es bei Dachanlagen einer differenzierteren Herangehensweise. Gebäude sind ortsfest und können nicht in die Südrichtung gedreht werden, die Neigungswinkel der Dachflächen schwanken zwischen 0° und 60°, teilweise auch noch steiler, und bei älteren Gebäuden lässt die Dachstatik u.U. nur geringe Zusatzlasten zu. Die Schlussfolgerung daraus lautet, dass entsprechende Kompromisslösungen bei PV-Dachanlagen nötig sind, die zu Einschränkungen der Modulfläche (geringere Leistung) sowie Stromertragsreduzierungen führen können. Bezüglich der Südausrichtung von Dächern sieht der Kompromiss so aus, dass im Azimut zwischen Südost und Südwest die Dachflächen nur mit geringen Ertragseinbußen nutzbar sind. Bei einer Dachausrichtung Ost - West können die Dachflächen mit PV-Modulen bebaut werden. Der Stromertrag reduziert sich gegenüber der südausgerichteten Dachfläche auf 85 bis 80 Prozent. Auf Flachdächern können die Module immer unter etwa 30° Neigung aufgestellt und in die Südachse gedreht werden. Sollten die Dächer wesentlich steiler als 30°, z. B. 60° verlaufen, steht einer PV-Anlage trotzdem nichts im Wege. Die Stromerträge verringern sich im Sommer, fallen aber in den Wintermonaten günstiger aus. Wichtig bei der Dachauswahl ist vor allem die Verschattungsfreiheit. Dazu muss eine visuelle Begutachtung vor Ort stattfinden. Verschattungen können durch unterschiedliche Gebäudehöhen, Schornsteine, Dachgauben, Erker, Bäume, etc. verursacht werden. Zeitlich geringfügige Verschattungen sind eventuell tolerierbar, meist dann, wenn die einfallende Strahlung bereits gering ist.

Die spezifischen Stromerträge bei PV-Dachanlagen schwanken nach eigenen Untersuchungen in Sachsen zwischen $e \approx (800 - 1.130) \text{ kWh/kW}_p$. Sollten sich in der Planungsphase einer Dachanlage aus der Abschätzung spezifische Stromerträge kleiner 800 kWh/kW_p ergeben, sollte auf den Bau verzichtet werden. Dieser Ratschlag muss nicht zwingend befolgt werden, da neben den örtlichen Gegebenheiten auch die persönlichen Belange des Investors (Eigenheimbesitzer mit Eigenstromverbrauch) eine Rolle spielen.

Neben den Dachflächen, die ein beachtliches PV-Potenzial darstellen, stehen in zunehmendem Maße Fassadenflächen zur Verfügung. Fassaden haben den Nachteil, dass trotz Südausrichtung mit einer Ertragsminderung von etwa 30 % zu rechnen ist. Wenn die Funktion der Fassadenanlage nicht ausschließlich auf Ertragsmaximierung ausgerichtet ist, sondern z.B. auch der Verschattung von Schul-, Büro-, Arbeitsräumen, etc. oder der architektonischen Gestaltung dienen soll, sind diese Anlagen ebenfalls wirtschaftlich.

3.3.3.3 Dachflächenauswahl

In der vorliegenden Studie mussten für die gebäudebezogene Approximation der möglichen Solarmodulflächen folgende notwendige Vereinfachungen getroffen werden /32/, /34/:

- Ignorierung des Dachüberstandes [typisch ca. (0,2 - 0,3) m]: Horizontalprojektion der Dachfläche = Gebäudegrundfläche
- Bei Satteldächern ist nur die Sonnenseite (eine Dachhälfte) nutzbar; zur Nutzflächenabschätzung wird eine mittlere Neigung von 40° angesetzt. Steilere Dächer würden real ein höheres, flachere hingegen ein niedrigeres Potenzial bieten (trigonometr. Begründung).
- Auf Flachdächern wird eine idealisierte Modulaufstellung angesetzt, die die gegenseitige Verschattung gering hält. Die hinteren Modulreihen werden mit einer Distanz montiert, die ab 15° über der Horizontalebene Horizontsicht erlaubt.
- Da die Exposition der Schrägdächer nicht zweifelsfrei aus den 2D-Bildern ermittelbar ist, müssen Schrägdächer wie Flachdächer behandelt werden. Bei Nordausrichtung der Dachebene führt das zu einer Überschätzung, bei Südausrichtung zu einer Unterschätzung des wahren Potenzials. In Summe dürfte sich der Effekt statistisch ausgleichen.
- Alle komplexen Dachflächen können mit den vorhandenen Informationen nur pauschal bilanziert werden. Um die Eigenverschattung zu vermeiden, mindestens aber zu minimieren, wird ein Faktor von 0,25 x horizontale Dachfläche als mittlere mögliche Modulfläche angesetzt.
- Dem Faktum, dass nicht die Gesamtfläche zwischen Traufe und First komplett mit Modulen belegt werden kann, wird im Rechenprozess durch ein numerisches „Einrücken“ von der Dachkante um 0,3 m Rechnung getragen.
- Die Dachorientierung spielt nur für geneigte Dächer eine Rolle. Die Berechnung erfolgt analytisch durch Analyse der ALK-Geometrien, wobei der z.T. mangelhaften Parallelität in den vorliegenden Gebäudedaten dadurch berücksichtigt wird, dass die Winkelberechnung auf Basis einer Schar von (semi-)parallelen Segmenten erfolgt.

Nach Vorstellung und Diskussion notwendiger Vereinfachungen für die Dachflächenauswahl, erfolgt die Bestimmung von Eignungsklassen.

Um zu einer übersichtlichen und auch visualisierbaren Einschätzung zu kommen, werden nach Ermittlung der einzelnen Parameter die **9.517** potenziell nutzbaren Dachflächen mittels einer Bewertungsmatrix wie folgt klassifiziert und mit folgendem Schlüssel belegt:

Exposition	$A_{\text{Modul}} = [20 - < (50)] \text{ m}^2$	$A_{\text{Modul}} = [50 - < (100)] \text{ m}^2$	$A_{\text{Modul}} = [\geq 100 \text{ m}^2]$
<i>Exposition gut geeignet</i>	31	21	11
<i>Exposition bedingt geeignet</i>	32	22	12
<i>Exposition ungeeignet</i>	33	23	13

Tab. 3.3.3.3-1: Bewertungsschlüssel nach Klassifikation (vgl. Abb. 3.3.3.3-1 und 3.3.3.3-2)
 Schlüsselnummern bevorzugter Flächen fett gesetzt!

A_{Modul} stellt die approximierte mögliche Modulgesamtfläche eines Daches dar. Bei der Expositionsbewertung werden 45°-Klassen angesetzt (vgl. Abb. 3.3.3.3-1). Gute Eignung bedeutet damit eine maximale Horizontalwinkeldifferenz von 22,5° zur Südrichtung. Flachdächer erhalten immer die Expositionsklasse gut geeignet (Schrägdächer, aufgrund ihrer Gleichbehandlung mit den Flachdächern ebenso, s. o.).

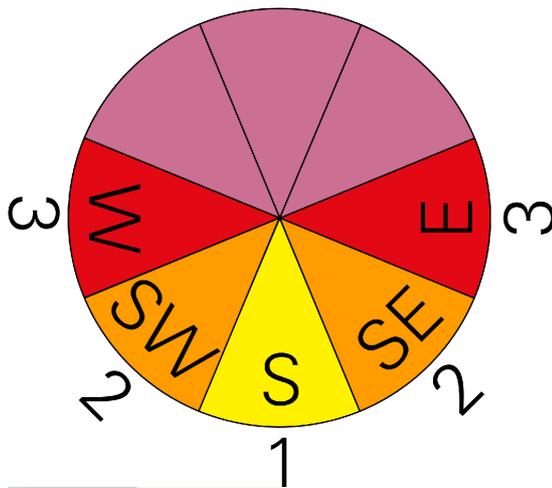


Abb. 3.3.3.3-1: Dachexposition und assoziierte Eignungsklassen (ohne Flachdächer)

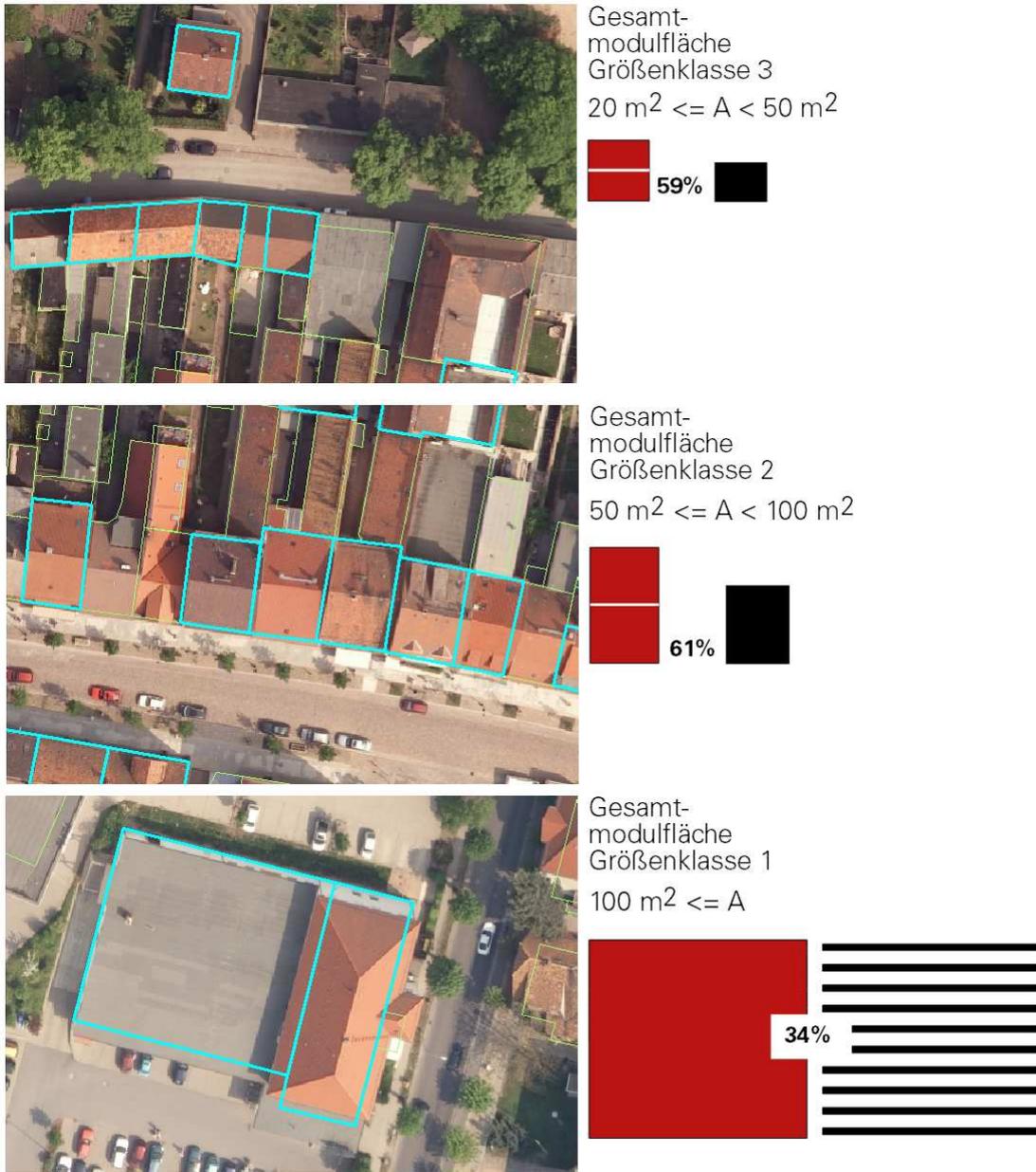


Abb. 3.3.3.3-2: Potenzielle Modulflächen und assoziierte Eignungsklassen

3.3.3.4 Ergebnisse PV-Modulflächen

Folgende Dacheignungsstatistik ergibt sich aus oben spezifizierter Klassifikationsmatrix.

Parameter	Dachflächen n [-]	Kumulierte PV- Modulfläche $A_{\text{kum}} [\times 1.000 \text{ m}^2]$	Summe gerundet PV-Modulfläche $A_{\Sigma} [\text{m}^2]$	PV-Modulfläche reduziert (67 %) $A_{\text{red}} [\text{m}^2]$
$A \geq 100 \text{ m}^2$ Exp. gut geeignet (11)	230	61	259.000	173.530
$50 \text{ m}^2 \leq A < 100 \text{ m}^2$ Exp. gut geeignet (21)	731	50		
$A \geq 100 \text{ m}^2$ Exp. bed. geeignet (12)	344	79		
$50 \text{ m}^2 \leq A < 100 \text{ m}^2$ Exp. bed. geeignet (22)	1.028	69	74.000	49.580
$20 \text{ m}^2 \leq A < 50 \text{ m}^2$ Exp. gut geeignet (31)	1.043	34		
$20 \text{ m}^2 \leq A < 50 \text{ m}^2$ Exp. bed. Geeignet (32)	1.130	40		
Summen	4.506	333	333.000	223.110

Tab. 3.3.3.4-1: Flächenabschätzung nach Eignungsklassen

Da, wie im Vorfeld beschrieben, zahlreiche relevante nutzungseinschränkende Parameter nicht in die Untersuchung einfließen konnten, werden in der oben stehenden Tab. 3.3.3.4-1 die primären Flächensummen (Spalte 4) pauschal um ein Drittel reduziert und liefern die dann mit Sicherheit realistischeren Werte in Spalte 5.

Ein gutes Potenzial (Modulfläche über 50 m^2 und geeignete Dachorientierung) bieten demzufolge in etwa 2.000 Dächer mit einer (reduzierten) möglichen Gesamtmodulfläche von ca. 174.000 m^2 . Nimmt man kleinere, verstreuter liegenden Flächen von $A > (20 - 50) \text{ m}^2$ hinzu, ergeben sich in Summe ca. 223.000 m^2 . Etwa 2% der 12.427 Dachflächen von Bad Liebenwerda (oberste Zeile) könnten geschätzte 18% der überhaupt sinnvollen Modulfläche aufnehmen.

Bei regionalisierter Betrachtung nach Fluren, bzw. Ortsteilen ergibt sich das Bild von Tab. 3.3.3.4-2:

Flur (Ortsteil)	Potenzielle Modulfläche $A_{\text{pot}} [\text{m}^2]$	Potenzielle Modulfläche reduziert $A_{\text{pot red}} [\text{m}^2]$	Verhältnis reduzierte Modulfläche zu Gebäudegrundfläche $V_{\text{AM/AG}} [\%]$
Bad Liebenwerda	98.633	66.084	17,6
Dobra	12.407	8.313	15,4
Kosilenzien	17.244	11.554	21,9
Kröbeln	26.002	17.421	25,2
Lausitz	24.123	16.162	26,4
Maasdorf	11.108	7.442	7,2
Möglenz	22.244	14.903	22,8
Neuburxdorf	26.819	17.969	18,9
Oschätzchen	17.918	12.005	16,4
Prieschka	9.659	6.471	12,8
Thalberg	12.924	8.659	14,1
Theisa	17.270	11.571	19,4
Zeischa	16.812	11.264	16,6
Zobersdorf	20.482	13.723	26,0
Gesamt	333.645	223.542	18,0

Tab. 3.3.3.4-2: Regionalisierte Betrachtung der verfügbaren PV-Modulfläche

Klar erkennbar ist es, dass pauschale, also ortsteilweite Abschätzungen aus der Gebäudegrundfläche unmöglich zu verlässlichen Ergebnissen führen können. Variable Bebauungstypen, Dachformen und dominante Gebäudeausrichtungen (vor allem in Straßendörfern) führen dazu, dass das Verhältnis von installierbarer Modulfläche zu Gebäudegrundfläche (in Summe für Bad Liebenwerda gesamt ca. 1,2 km²) je nach Ortsteil zwischen 7 und 26% variiert und für den Gesamtgebäudebestand bei 18% liegt.

3.3.3.5 Ergebnisse PV-Stromerzeugungspotenzial

Bei optimaler Ausrichtung der Module kann in Deutschland überschlagsweise mit einem spezifischen Ertrag von $e \approx 85 \text{ kWh}/(\text{a} * \text{m}^2)$ installierter PV-Modulfläche gerechnet werden. Eine regionalisierte empirische Quelle für den Solarstromertrag liefert das Ertragsdatenkataster für PV-Stromanlagen in Norddeutschland mit Erhebungen nach Postleitzahlenbezirken (EWS GmbH, FH Flensburg, Bundesverband Solarindustrie e.V., 2010) /31/. Bedauerlicherweise ist der Postleitzahlenbezirk 049.. noch ohne im Kataster registrierte Anlagen. Die nächsten Ertragszahlen kommen aus dem Gebiet Beeskow (158..) im Osten und Bitterfeld

(067..) im Westen, jedoch auf recht kleiner statistischer Basis, hinsichtlich Zahl der Anlagen und Länge der Zeitreihe (Tab. 3.3.3.5-1).

Region	PLZ-Bezirk	Spezifischer Anlagenenertrag e [kWh/kW _p]
Frankfurt/Oder	152..	882
Brandenburg	147	685 - 993
Beeskow/Lindenberg	158	775 - 855
Bitterfeld	067	911

Tab. 3.3.3.5-1: Empirische Ertragswerte aus dem Ertragsdatenkataster für Solarstromanlagen in Norddeutschland (keine einheitliche Zeitbasis).

Die in Tab. 3.3.3.5-1 aufgelisteten spezifischen Stromerträge sind nur als Richtwert zu betrachten. Wie in Pkt. 3.3.3.2 aufgeführt, verfügen die Gutachter über eigenes Datenmaterial aus Sachsen mit zum Teil deutlich höheren spezifischen Ertragswerten. Aus dem Elbe-Elster-Kreis oder gar aus Bad Liebenwerda sind leider keine Daten verfügbar. Die Einschätzung kann in dieser Studie auch nicht objektbezogen vorgenommen werden, so dass die Ertragskennzahl 850 kWh/kW_p, bzw. 85 kWh/m² in die weitere Berechnung eingeht. Die Nutzung von meteorologischen Daten nahegelegener Messstationen, insbesondere aber Ertragsdaten von PV-Dachanlagen aus der Region könnten zur Präzisierung der Potenzialabschätzung beitragen.

Setzt man die Ertragskennzahl in die erfolgte Modulflächenberechnung ein und reduziert den Ertrag in der Expositionsklasse „bedingt geeignet“ auf 85% des Optimums, so ergeben sich die Stromerzeugungspotenziale von Tab. 3.3.3.5-2.

Parameter	Kumulierte PV-Modulfläche A_{kum} [x1.000 m ²]	Reduzierte PV-Modulfläche A_{red} [x1.000 m ²]	Expositionsbed. Reduktionsfaktor f_{red} [-]	Potenzielle Stromerzeugung E_{PV} [MWh/a]
A ≥ 100 m ² Exp. gut geeignet (11)	61	74	1	6.290
50 m ² ≤ A < 100 m ² Exp. gut geeignet (21)	50			
A ≥ 100 m ² Exp. bed. geeignet (12)	79	99	0,85	7.153
50 m ² ≤ A < 100 m ² Exp. bed. geeignet (22)	69			
20 m ² ≤ A < 50 m ² Exp. gut geeignet (31)	34	23	1	1.995
20 m ² ≤ A < 50 m ² Exp. bed. Geeignet (32)	40	27	0.85	1.951
Summen	333	223 (67 %)		17.349

Tab. 3.3.3.5-2: Stromertragsabschätzung

Bei Realisierung der möglichen PV-Dachanlagen im Gemeindegebiet könnten mindestens 17.350 MWh PV-Strom pro Jahr erzeugt werden. Im Jahr 2007 wurden in Bad Liebenwerda rund 39.700 MWh Strom verbraucht. Allein mit dem Strom von PV-Dachanlagen könnte eine Äquivalentversorgung von etwa 44 % gewährleistet werden. Gemäß den Ausführungen der Gutachter, wurde die Ertragskennzahl niedrig angesetzt, so dass die tatsächlich erzielbaren PV-Stromerträge mit Sicherheit höher ausfallen. Diese Aussage begründet sich auf, die in der Realisierungsphase durchzuführenden Einzelprojektbetrachtung sowie auf die zu erwartenden technischen Verbesserungen des Wirkungsgrades der Solarmodule, so dass bei gleichbleibender Dachfläche ein höherer Stromertrag erzielbar ist.

Ein wesentlicher Schwerpunkt bei der Ermittlung der PV-Eignung von Dächern sowie der davon abzuleitenden Stromerträge wurde durch die kartographischen Darstellungen geleistet. Die Vermittlung detailliert vorliegender räumlicher Verteilungen und Phänomene ist nahezu nur in Kartenform möglich. Eine erste sinnvolle Visualisierungsmöglichkeit besteht für die aus den Orthobildern interpretierte Dachform. Da diese nur ein Zwischenresultat darstellt, enthält der Kartenanhang nur Darstellungen der Dachformen für die Stadt Bad Liebenwerda ohne Eingemeindungen (Anl. 3.3.3-22 bis Anl. 3.3.3-25).

Die im Projektkontext entwickelten und genutzten Programmergänzungen liefern als ein zentrales Ergebnis zweidimensionale Eignungsklassen für jede ausgewiesene Dachfläche (Pkt. 3.3.3.3): Installierbare Modulfläche (x-Achse) und Expositionseignung (y-Achse). Der Zweidimensionalität wurde in der graphischen Kodierung dergestalt Rechnung getragen, dass die Expositionseignung im Farbton der Gebäudefläche codiert ist, und die berechnete im Farbton der Gebäudefläche codiert ist, und die berechnete Modulflächengröße sich in der Farbsättigung findet. Die beste Eignungsklasse ist durch ein leuchtendes Gelb wiedergegeben (vgl. Abb. 3.3.3.5-1).

Photovoltaikpotenzial Stadt Bad-Liebenwerda

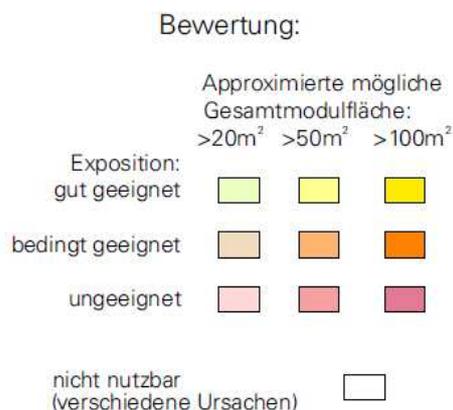


Abb. 3.3.3.5-1: Kartographische Umsetzung der Eignungsklassen

Das zentrale Thema Dachflächeneignung wurde für den gesamten Gebäudebestand kartographisch umgesetzt. Die Standardisierung in Layout und Blattschnitt erlaubte eine schnelle Herstellung. Auf 21 Blättern wird die gesamte Bebauungsfläche wiedergegeben (vergl. Anl. 3.3.3-1 bis Anl. 3.3.3-21). Die Einzelblätter sind spaltenweise von West nach Ost geordnet und in ihrer Relativlage in einer Nebenkarte am Kartenrand gekennzeichnet.

Zur Orientierung wurde der in den Karten vollständig abgebildete Gebäudebestand durch das Straßennetz ergänzt. Verwendung fanden dabei OpenS treetMap-Daten /33/ (<http://www.openstreetmap.de/>), die frei verfügbar und meist sehr aktuell sind, und zudem eine mit GIS-Software gut ansprechbare Datenstruktur aufweisen.

Alle Ausgabekarten wurden im Blattformat A3 erstellt, tragen den Maßstab 1:7.500, und sind, wie auch die übernommenen amtlichen Daten im UTM-System (Zone 33) abgebildet.

Die Studie kann keine gesicherten Werte auf Einzelobjektbasis liefern. Folgende Gesichtspunkte stellen die Hauptprobleme einer zwangsläufig verfolgten, vereinfachten 2D-Modellierung dar:

- Unkenntnis des genauen Dachgrundrisses (Dachgrundfläche ist ungleich Gebäudegrundfläche)
- Unkenntnis der Dachneigung und damit der potenziell nutzbaren Oberfläche (geneigte Fläche > Kartenfläche)
- Unkenntnis kleinflächiger Dacheinbauten (Dachfenster, Kamine, etc.)
- Unkenntnis der Verschattung von Dachflächen (Traufhöhen, Firsthöhen, Vegetation, etc.).

Der Schlüssel zur Lösung liegt in einer systematischen 3D-Modellierung aller relevanten Gebäude auf Basis der existierenden oder - besser noch - neuer Luftbilder. Eine geometrisch ausreichend genaue Modellierung ist auch mit den bereits vorliegenden Luftbilddaten des Vermessungsbüros Konopka durchführbar, war jedoch im gegebenen finanziellen und zeitlichen Projektrahmen auch nicht annähernd zu realisieren.

Als Beitrag zur Aufwandsabschätzung einer 3D-Modellierung wurde für den Ortsteil Lausitz eine komplette Dachflächenzerlegung auf Orthobildbasis erprobt. Im Zuge dieser Bearbeitung wurden gleichsam als Nebeneffekt zahlreiche geometrische Fehler der ALK-Daten aufgedeckt (Abb. 3.3.3.5-2). Auch in diesem in der 3D-Modellierung elementaren Arbeitsschritt ist es legitim und zur Wahrung eines angemessenen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses sogar notwendig, kleinflächige Dacheinbauten zu vernachlässigen. Die ALK weist 466 Polygone aus. Nach der Dachflächensegmentierung liegen für denselben Raum (Ortsteil Lausitz) 1080 Dachobjekte vor, was einer Objektmehrung um Faktor 2,3 gegenüber der ALK-Information (Abb. 3.3.3.5-3) gleichkommt. Für jedes dieser erzeugten Dachobjekte sind zur geometrischen Rekonstruktion, da nahezu immer eine Kante horizontal liegt, zwei Höhenwerte notwendig. Für alle Gebäudeumrisse werden zusätzlich die Höhen der Gebäudefußpunkte gebraucht. Dies ergäbe näherungsweise einen Auswertungsbedarf von ca. 2.600 3D-Punkten (eine sinnvolle Überbestimmung ergibt sich durch die Kollinearität zahlreicher Kanten) für den gewählte Ausschnitt oder (unter der Annahme der Repräsentativität der Untersuchungsfläche) ca. 69.000 3D-Punkte für gesamt Bad Liebenwerda.

Auch nach einer als sehr sinnvoll erachteten 3D-Luftbildauswertung blieben einzelne Restfragen offen, die nur vor Ort klärbar sind, vor allem hinsichtlich der Dachstatik. Es muss aber betont werden, dass selbst ohne Berücksichtigung der Frage der Statik eine vollständige 3D-Gebäudeerfassung und eine nachgeschaltete solarenergetische Potenzialerfassung eine auch ökonomisch wertvolle städtische Entwicklungs- und Marketinggrundlage darstellen würde.

Vergleich der Gebäudeflächen in ALK und Orthophotos - Ortsteil Lausitz



Abb. 3.3.3.5-2: Vergleich ALK – Luftbildauswertung

Komplette Dachflächenbildung auf Basis von Orthophotos - Ortsteil Lausitz

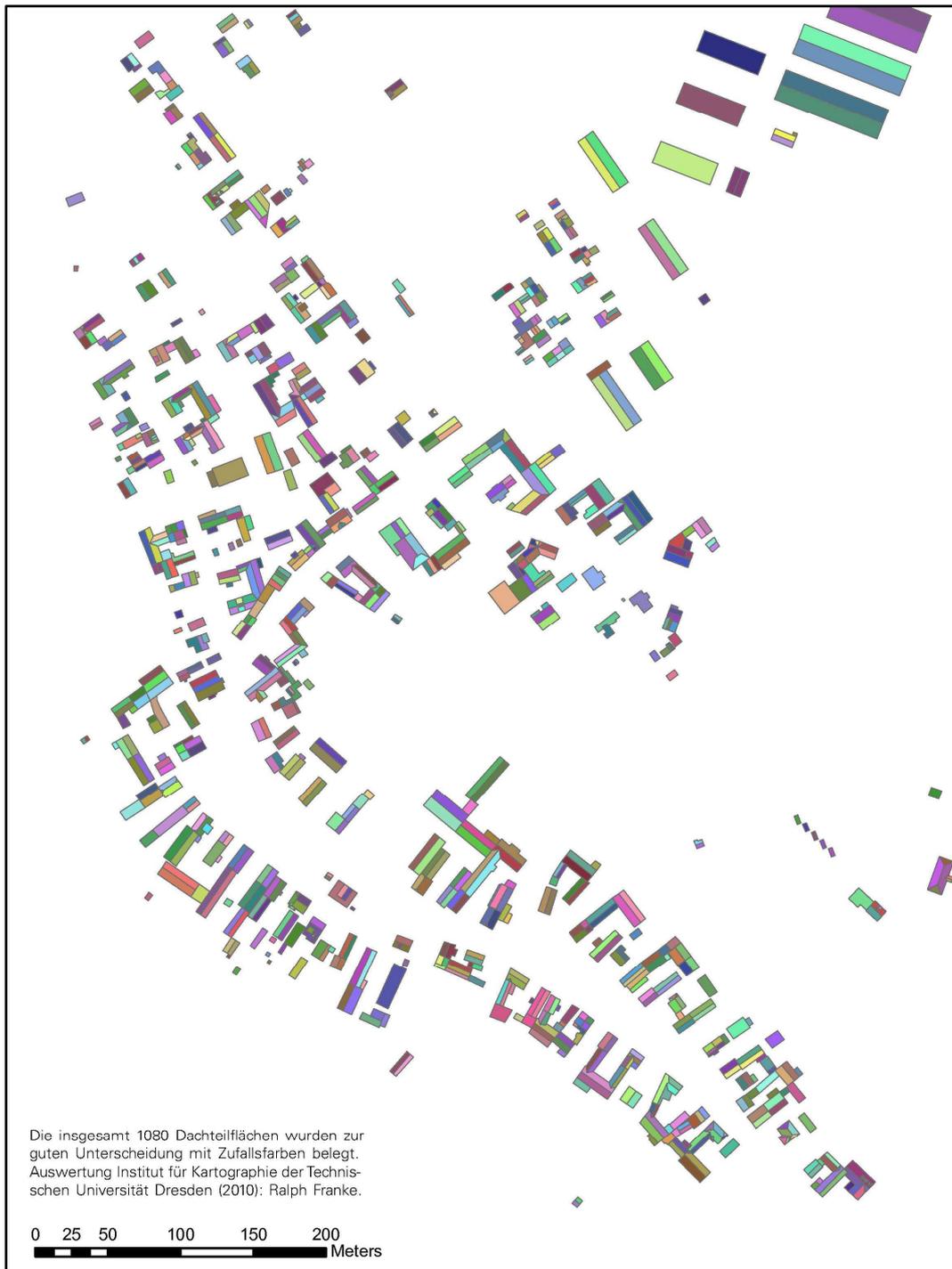


Abb. 3.3.3.5-3: Dachflächensegmentierung auf Orthobildbasis

3.3.3.6 Zusammenfassende Bewertung

Das ermittelte Potenzial für PV-Dachanlagen im Gemeindegebiet der Stadt Bad Liebenwerda bringt ein beachtliches Ergebnis. Zunächst konnten 12.467 Dachflächen ermittelt werden, von denen nach entsprechender Prüfung 9.517 Dachflächen als für die Photovoltaik nutzbar eingestuft wurden. Die Dachflächengröße beträgt rund 223.000 m², die einen um ein Drittel reduzierten Wert der tatsächlichen Fläche darstellt. Diese Reduzierung ist notwendig, da aufgrund der großen Dächeranzahl sowie der eher bescheidenen Möglichkeiten im Rahmen dieser Studie keine objektbezogene Prüfung möglich war. Die aus der o.g. PV-Dachfläche abgeleitete PV-Leistung wird etwa 22.300 kW_p erreichen. Für die Berechnung des potenziellen PV-Stromertrages wurden, wie im Text begründet, nur ein spezifischer Ertrag von 850 kWh/kW_p angesetzt, was eine Netzeinspeisegröße von etwa 17.350 MWh/a gewährleistet. Die Gutachter gehen davon aus, dass nach einem Ausbau der möglichen Dächer mit PV-Anlagen die Stromerträge deutlich höher liegen, weil die Anlagenerrichtung immer direkt und nicht nach Schätzung erfolgt.

Wie schon in den anderen Studienteilen ausgeführt, stehen auch keine Beispiele für PV-Dachanlagen aus Bad Liebenwerda und Umgebung zur Verfügung. An den beiden folgenden sächsischen Beispielen sollen die Möglichkeiten für die Gestaltung von PV-Dächern vorgestellt werden, da diese in gleicher, bzw. ähnlicher Weise, in Bad Liebenwerda und Ortsteilen umsetzbar sind. Die Abb. 3.3.3.6-1 zeigt eine gelungene PV-Dachanlage auf einem Döbelner Einkaufsmarkt. Bis auf vorhandene Lüftungs- und Sichtschächte ist das gesamte Dach mit PV-Modulen so bedeckt, dass nahezu keine Verschattung auftritt. Das Projekt ist insoweit interessant, da nicht der Eigentümer des Marktes die PV-Anlage betreibt, sondern das Dach zur Vermietung ausgeschrieben hatte.



Abb. 3.3.3.6-1: PV-Dachanlage Edeka-Markt Döbeln – CdTe-Module/FirstSolar - P_{ges} = 85,5 kW_p
Quelle: Foto, Schlegel, 18.09.2009

In der Abb. 3.3.3.6-2 ist eine PV-Dachanlage auf einer Großstallanlage zu sehen. Die vorhandenen Dächer wurden ebenfalls für die Dauer von 20 Jahren an einen Investor und Betreiber vermietet. Die ungefähre Südausrichtung der Dächer ermöglichte eine optimale Bedeckung mit PV-Modulen, so dass eine Leistung von 963 kW_p installiert werden konnte. Diese Dachanlage erzeugt etwa 960.000 kWh/a.

Gerade im ländlichen Bereich von Bad Liebenwerda stehen zahlreiche Stall- und Scheunendächer zur Verfügung. Die dieser Studie zugehörigen Anlagen 3.3.3-1 bis 3.3.3-25 geben darüber umfangreichen Aufschluss.



Abb. 3.3.3.6-2: PV-Stalldachanlage „Präbschütz“ (FG) – P = 963 kW_p
Quelle: Foto, Schlegel, 02.04.2010

Da die Bundesregierung mit der Novellierung des EEG die Vergütung von Strom aus PV-Anlagen von Ackerflächen ab 01.07.2010 (Ausnahme gilt für PV-Anlagen, die vor dem 25.03.2010 entweder genehmigt oder durch Satzung beschlossen waren) gestrichen hat, muss nun das verstärkte Augenmerk auf die Errichtung von Dachanlagen gelenkt werden.

Als Gutachter empfehlen wir natürlich, dass die in den letzten Jahren sanierten Dachflächen der Innenstadt von Bad Liebenwerda nicht in das Potenzial eingezogen werden, was übrigens bei über 9.000 potenziellen Dachflächen auch nicht nötig ist.

Mit der vorliegenden Studie ist die Grobarbeit zunächst abgeschlossen. Anhand des Kartenmaterials muss jetzt die Kleinarbeit erfolgen, d. h. alle Dachflächen bedürfen einer individuellen Begutachtung durch Fachleute. Für größere Dachflächen, die von der Exposition als gut einzustufen sind, sollte die Errichtung von Bürgerkraftwerken angestrebt werden. Immerhin wäre mit der PV-Strommenge von Dächern eine etwa 44 %ige äquivalente Stromversorgung der Stadt Bad Liebenwerda möglich.

3.4 Nutzung Biomasseenergie

3.4.1 Vorbemerkungen

Biomasse ist in pflanzlicher Form gespeicherte Sonnenenergie und steht als Energieträger in den bekannten Formen Holz, Stroh, Gräser, Getreide sowie zucker- und ölhaltige Pflanzen zur Verfügung. Zu diesen energetisch nutzbaren Biomassen gehören auch Schweinegülle, Rindergülle, Stallmist, Hühnerkot sowie biogene Abfälle /26/.

Die energetische Biomassenutzung (Wärme) begleitet die Menschheit seit Jahrtausenden, wurde aber mit der Industrialisierung durch die fossilen Energieträger mehr und mehr in den Hintergrund gerückt. Bedingt durch den Klimawandel und seine Folgen, einschließlich der in Bewegung gebrachten Umstellung von einer zentralen auf eine dezentrale Energiewirtschaft, besinnt man sich auf die Vorzüge dieser Energieträger, die ja zumindest theoretisch den Vorteil der Nachhaltigkeit in sich tragen.

Im Gegensatz zu den fluktuierenden Energieträgern Sonne, Wind und Wasser können mit Biomasse Strom und Wärme rund um die Uhr bereit gestellt werden. Biomasseenergie verfügt über die sogenannte Grundlastfähigkeit, wie es von den fossil-atomaren Energieträgern bekannt ist. Diese Eigenschaft von Biomasse eignet sich bestens für den Energiemix mit den anderen erneuerbaren Energieträgern.

Seitens der Politik fand die energetische Biomassenutzung Unterstützung. Das Grundanliegen der Landwirte besteht darin, in der Hauptsache Nahrungs- und Futtermittel anzubauen und zu vermarkten. Die dezentrale Energieerzeugung ermöglicht aber zahlreichen Landwirtschaftsbetrieben ein zweites Standbein, so dass hier die begriffliche Bezeichnung „Land- und Energiewirt“ gebraucht wird.

In der Auseinandersetzung um die Energiegewinnung entwickelte sich auch die energetische Biomassenutzung zu einem Konfliktfeld. Häufig lautet die Fragestellung: „Steckdose“ oder „Teller“? Naturschützer behaupten, dass durch den Anbau von Energiepflanzen die Biodiversität in Gefahr käme, und wegen des zu erwartenden Gewinns würden Landwirte nur noch Mais oder Raps anbauen. Die Gutachter gehen davon aus, dass die Landwirte sich an die Regeln einer guten landwirtschaftlichen Praxis halten und von der verfügbaren Ackerfläche nicht mehr als jeweils (10 - 12) % Mais und Raps anbauen. Die vernünftigen Landwirte werden dafür Sorge tragen, dass die notwendigen Fruchtfolgen eingehalten werden und der Boden als wichtigstes Produktionsmittel keinen Schaden nimmt.

Zur sachlichen Beantwortung der o. g. Fragestellung dient die nachfolgende Grafik der FNR in Abb.: 3.4.1-1. Vom gesamten deutschen Energiebedarf (Strom und Wärme) kann das Bioenergiepotenzial nur reichlich 17 % abdecken. Davon entfallen auf den landwirtschaftlichen Anteil rund 66 %. Biomasseenergie nimmt zwar einen wichtigen Platz in der künftigen dezentralen Energiestruktur ein, kann aber nur im Mix mit den erneuerbaren Energieträgern Sonne, Wind, Wasser und Erdwärme die Versorgung sichern.

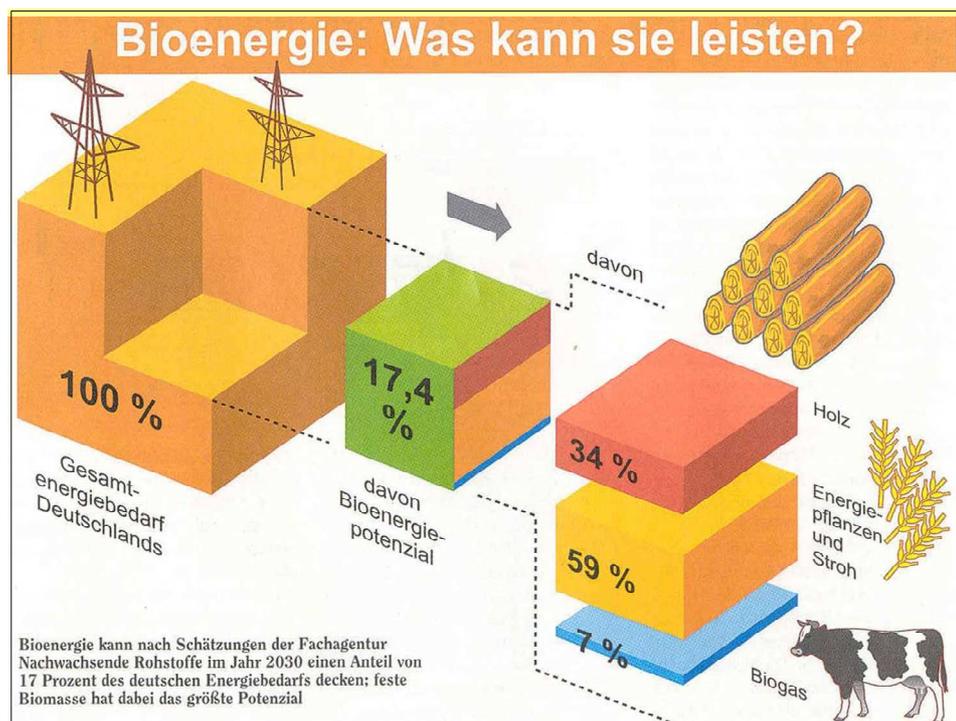


Abb. 3.4.1-1: Leistung der Biomasseenergie zur Deckung des Energiebedarfes
 Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Mit der vorliegenden Studie soll aufgezeigt werden, welches Potenzial aus Land- und Forstwirtschaft neben den Energieträgern Sonne und Wind im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda praktisch umgesetzt werden kann. Durch die Beantragung zu Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen verlagert sich der Schwerpunkt der Biomasseenergie in den Bereich Landwirtschaft.

3.4.2 Flächenübersicht für Biomasse Bad Liebenwerda

Tab. 3.4.2-1 gibt einen Überblick über die Anteile von Wald-, Acker- und Grünlandflächen im Gemeindegebiet, die rund 83 % der Gemeindegebietsfläche einnehmen. Der Waldanteil beträgt 32 %, Ackerfläche beträgt etwa 40 %, und der Grünflächenanteil erreicht rund 11 %. Die landwirtschaftlich nutzbare Fläche beträgt in der Summe rund 51 %, die auch die Basis für den Betrieb von Biogasanlagen bildet.

Gemeindegebiet	Waldfläche A _{Wald} [ha]	Ackerland A _{Acker} [ha]	Grünland A _{Grün} [ha]	Land- und Forstflächen A _{ges} [ha]
Bad Liebenwerda	4.405,33 ¹⁾	5.519,45 ²⁾	1.582,92 ²⁾	11.497,70

¹⁾ nach Flächennutzungsplan (FNP) Bad Liebenwerda; ²⁾ nach Amtliches Liegenschaftskataster (ALB)

Tab. 3.4.2-1: Flächenübersicht Wald, Acker- und Grünland

3.4.3 Nutzung von Biogas

3.4.3.1 Allgemeine Darstellung

Biogas erlebte in den letzten Jahren vor allem in der Landwirtschaft einen beachtlichen Aufschwung und verfügt über ein weiteres Wachstumspotenzial. Durch anaerobe Vergärung von Gülle, nachwachsenden Rohstoffen, Abfall- und Reststoffen zu Biogas konnte die Struktur der Energieerzeugung mit erneuerbaren Energieträgern erweitert werden. Der gasförmige Energieträger besteht zu (50 -75) % aus Methan (CH_4), zu (25 - 45) % aus Kohlenstoffdioxid (CO_2), (2 - 7) % Wasserdampf sowie verschiedenen Begleitstoffen, wie < 1 % Schwefelwasserstoff (H_2S) und < 2 % Spurengase /27/. In Abhängigkeit vom Methangehalt beträgt der Heizwert $H_u = (5,0 - 7,5) \text{ kWh/m}^3$. Mit 1 m^3 Biogas können durchschnittlich $0,6 \text{ l Erdöl}$ oder $0,6 \text{ m}^3 \text{ Erdgas}$ ersetzt werden. Der Betrieb von Biogasanlagen in landwirtschaftlichen Betrieben verbessert die Rentabilität der Unternehmen durch den zusätzlichen Verkauf von Strom und Wärme. Abb. 3.4.3.1-1 zeigt das Verfahrensschema zur Biogasnutzung.

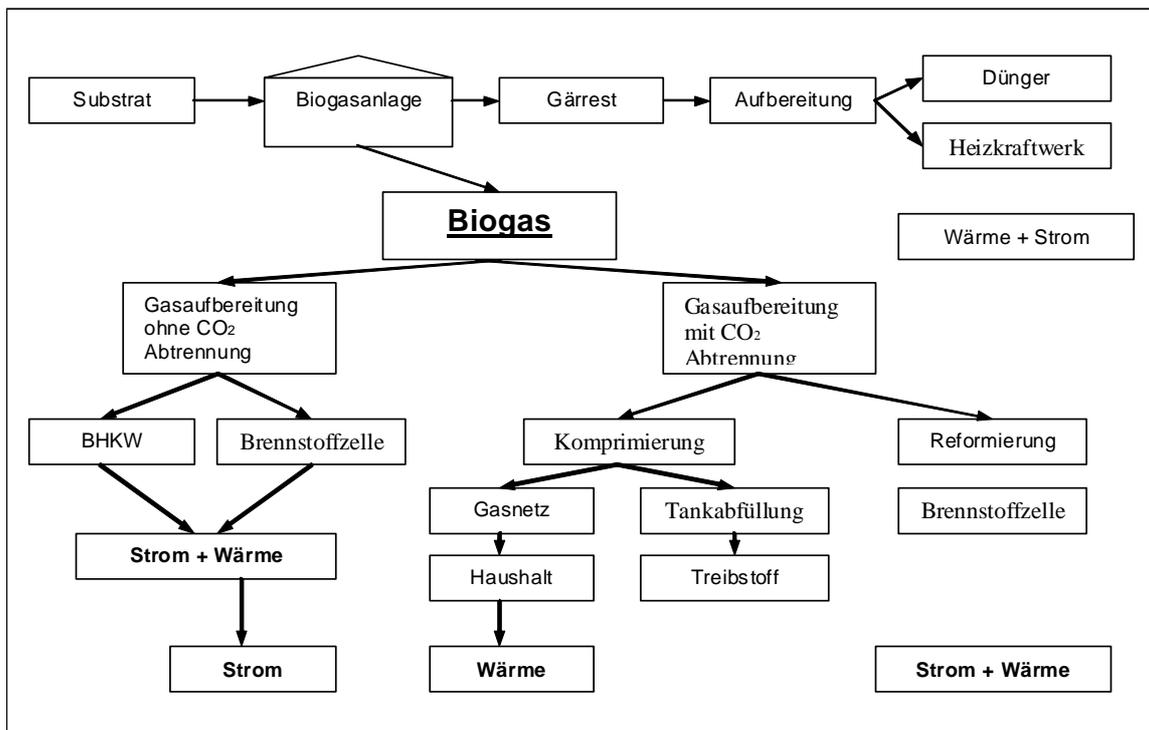


Abb. 3.4.3.1-1: Verfahrensschema Biogas, Substrate, Umwandlung, Nutzung

Ende 2009 wurden nach /28/ in Deutschland 4.984 BGA mit einer Leistung $P_{\text{Net}} = 1.893 \text{ MW}$ betrieben. Die elektrische Leistung entspricht zwei Braunkohlekraftwerken. Auf das Bundesland Brandenburg kommen 176 BGA mit einer Leistung $P_{\text{Net}} = 111 \text{ MW}$. Daraus errechnet sich eine Leistungsdichte von $p = 0,83 \text{ kW}/(10 \text{ ha LNF})$. Dieser Wert entspricht sächsischen Verhältnissen [$p = 0,81 \text{ kW}/(10 \text{ ha LNF})$]. Zum Vergleich: Die Spitzenpositionen nehmen die Bundesländer Niedersachsen (1,68), Bayern (1,31) und Schleswig-Holstein (1,25) ein.

Bis Ende des Jahres 2010 sollen nach der Prognose der FNR etwa 5.800 BGA mit einer installierten elektrischen Leistung von 2.300 MW in Betrieb sein.

Die Vorteile von Biogas als Energieträger liegen auf der Hand und lassen sich in vier Gruppen einteilen:

1. Regionalität

- regionale Wertschöpfung
- Schaffung von Arbeitsplätzen im Handwerk in der ländlichen Region
- Entwicklung geschlossener Nährstoffkreisläufe in der Biomasseproduktion

2. Energieeffizienz

- Nutzung gesamter Güllemengen und Ganzpflanzenvergärung
- gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung (KWK) durch BHKW
- Biogas als Kraftstoff in Erdgasfahrzeugen mit hoher km-Leistung (68.000 km/ha)

3. Flexibilität

- Biogas als Energieträger für Strom, Wärme und Kraftstoff
- Biogas in der Strom- und Wärmeerzeugung „grundlastfähig“ und „spitzenlastfähig“, weil speicherbar
- breite Fächerung der Substratstoffe (Gülle, Energiepflanzen, Gräser, organische Reststoffe, biogene Abfälle)
- nach Aufbereitung auf Erdgasqualität in das Erdgasnetz einspeisbar

4. Klimarelevanz

- Minderung der CO₂-Emissionen durch Ersatz fossiler Energieträger
- Minderung des Einsatzes von Mineraldünger
- Vermeidung von THG-Emissionen durch Methan (wird bei Güllelagerung und -ausbringung freigesetzt)

Aus dem Erfahrungsbereich der Autoren wird nachfolgend eine sächsische Biogasanlage in den Abb. 3.4.3.1-1 und 3.4.3.1-2 vorgestellt.



Abb. 3.4.3.1-1: Biogasanlage (BGA) Noschkowitz (LK. Mittelsachsen) – Ansicht von Süden
BHKW: $P_{\text{Net}} = 900 \text{ kW}$, $P_{\text{Nth}} = 900 \text{ kW}$
Quelle: Foto, Schlegel, 12.07.2010



Abb. 3.4.3.1-2: Biogasanlage (BGA) Noschkowitz (LK. Mittelsachsen) – Ansicht von Westen
Quelle: Foto, Schlegel, 12.07.2010

Die BGA Noschkowitz liegt etwa fünf Kilometer nördlich von Döbeln und direkt neben einer Milchviehanlage, die Rindergülle und Festmist als Substrat für die BGA liefert. Nach Erweiterung verfügt die BGA über zwei BHKW mit einer elektrischen und thermischen Leistung von jeweils 900 kW. Neben Kofermenten (Maissilage, Festmist) wird Rindergülle in der Größenordnung von $m_{\text{Rindergülle}} \approx (40.000 - 50.000) \text{ t/a}$ zu Biogas vergoren. Die elektrische Auslastung erreicht mit $t_a \leq 8.400 \text{ h/a}$ eine sehr gute Volllaststundenzahl.

Bei Vollauslastung können bis zu 7.560 MWh/a Strom in das Netz eingespeist und bis zu 7.560 MWh/a Wärme erzeugt werden. Von der Wärmemenge können rund 70 %, das sind hier etwa 5.300 MWh/a fremd abgegeben werden.

Die bei der Verstromung anfallende Wärmemenge wird als BGA-Prozesswärme sowie zur Beheizung einer Maschinenhalle und eines Spargelfeldes genutzt. Nachteilig für den Standort der BGA wirkt sich aus, dass wegen fehlender Abnehmer kein Nahwärmeversorgungssystem aufgebaut und betrieben werden kann. Ein Teil der nicht nutzbaren Wärmemenge fließt über Kühler in die Atmosphäre ab.

Interessant ist die Tatsache, dass zwischen den Betreibern der BGA Noschkowitz und der Osterhuber Agrar GmbH in Bad Liebenwerda Kooperationsbeziehungen bestehen.

3.4.3.2 Biogasanlagen in Bad Liebenwerda

Nach Allgemeindarstellung und Aufzählung der Vorteile der energetischen Biogasnutzung sowie Kurzvorstellung einer BGA erfolgt der Blick in das Gemeindegebiet Bad Liebenwerda. Gegenwärtig gibt es hier keine Biogasanlage in Betrieb. Planungen liegen für drei BGA vor (Anl. 3.4.3.-1):

1. Planung

Osterhuber Agrar GmbH, Dorfstraße 63, 04924 Bad Liebenwerda OT Prieschka

Planungsdaten:

- BGA mit BHKW
- elektrische Leistung: $P_{\text{Nel}} = x.\text{xxx kW}$
- thermische Leistung: $P_{\text{Nth}} = x.\text{xxx kW}$
- Substratmengen:
 - Schweinegülle: $m = xx.\text{xxx t/a}$
 - Maissilage: $m = xx.\text{xxx t/a}$
 - Festmist: $m = xx.\text{xxx t/a}$
- Stromeinspeisung: envia Netz ja/nein
- Wärmeeinspeisung: Stallanlage ja/nein
- Strommenge: $E = xx.\text{xxx MWh/a}$
- Wärmemenge: $Q = xx.\text{xxx MWh/a}$
- Mastschweinezahl: $n = 19.000 \text{ Stück}$
- Mastschweingewicht: $m_{\text{Schwein}} = 100 \text{ kg [3 Schweine } \triangleq 1 \text{ GV (500 kg)]}$
- LNF: $A_{\text{LNF}} = x.\text{xxx ha}$

2. Planung

Agrarprodukte Oschätzchen e.G., Dorfstraße 30, 04924 Bad Liebenwerda OT Oschätzchen

Planungsdaten: (nach Agrarprodukte Oschätzchen e. G.)

- BGA mit BHKW
- elektrische Leistung: $P_{\text{Nel}} = (400 + 210) \text{ kW}$

- thermische Leistung: $P_{Nth} = (359 + 196) \text{ kW}$
- Substratmengen:
 - Rindergülle: $m = 12.775 \text{ t/a}$
 - Maissilage: $m = 3.285 \text{ t/a}$
 - Festmist: $m = 8.760 \text{ t/a}$
 - Grassilage: $m = 1.825 \text{ t/a}$
- Stromeinspeisung: envia Netz ja
- Wärmeeinspeisung: Stallanlage ja
- Strommenge: $E = 4.575 \text{ MWh/a}$
- Wärmemenge: $Q = 2.500 \text{ MWh/a}$
- Rinderzahl: $n = 1.831 \text{ Stück}$ davon 565 Kühe $\cong 565 \text{ GV}$
- LNF: $A_{LNF} = 1.982,85 \text{ ha}$

3. Planung

ABEL-ReTec GmbH & Co. KG, Gießmühler Straße 3, 84549 Engelsberg

Planungsdaten:

- BGA mit Gasaufbereitung und Einspeisung und BHKW vor Ort
- elektrische Leistung: $P_{Nel} = 250 \text{ kW (vor Ort)}$ ($\cong 660 \text{ kW}_{\text{Feuerungswärme}}$)
- thermische Leistung: $P_{Nth} = 250 \text{ kW (vor Ort)}$
- elektrische Leistung fiktiv: $P_{fiktiv} = 2.000 \text{ kW}$ ($\cong 5 \text{ MW}_{\text{Gas}}$)
- Substratmengen:
 - NawaRo-Mix: $m = 39.000 \text{ t/a}$
 - Rindergülle: $m = xx.xxx \text{ t/a}$
 - Festmist: $m = xx.xxx \text{ t/a}$
- Stromeinspeisung: envia Netz ja/nein
- Wärmeeinspeisung: Stallanlage ja/nein
- Strommenge: $E = xx.xxx \text{ MWh/a}$
- Wärmemenge: $Q = xx.xxx \text{ MWh/a}$
- Bioerdgaseinspeisung: $V_{\text{Biomethan}} \leq 500 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Aufgrund der schwierigen Datenlage zu den geplanten Biogasanlagen kann nur eine Abschätzung auf Basis von Annahmen erfolgen.

- BGA „Schweinemastanlage Oschätzchen“; Osterhuber Agrar GmbH

⇒ Annahmen nach /28/, /29/, /30/:

- $n = 19.000 \text{ Mastschweine}$ mit $m_{\text{Schwein}} = 100 \text{ kg}$
- $0,33 \text{ GV/Schwein}$ ($\geq 90 \text{ kg}$) ⇒ $3 \text{ Schweine} \cong 1 \text{ GV}$
- $GV_{\text{Schwein}} = n/3 = 19.000/3 \approx 6.330 \text{ Stück}$
- $GV_{\text{Schwein}} \approx 6.330 \text{ Stück}$
- $v_{\text{Gülle}} \approx 17,5 \text{ m}^3/(\text{GV} \cdot \text{a})$
- $V_{\text{Gülle}} = v_{\text{Gülle}} \cdot n \text{ GV}$
- $V_{\text{Gülle}} = 17,5 \text{ m}^3/\text{a} \cdot 6.330 \text{ GV}$
- $V_{\text{Gülle}} \approx 111.000 \text{ m}^3 \cong 111.000 \text{ t/a}$
- $m_{\text{Biogas}} \cong 25 \text{ m}^3/\text{t} \text{ Gülle}$
- $V_{\text{Biogas}} = V_{\text{Gülle}} \cdot m_{\text{Biogas}}$
- $V_{\text{Biogas}} = 111.000 \text{ t/a} \cdot 25 \text{ m}^3/(\text{t} \text{ Gülle})$
- $V_{\text{Biogas}} \approx 2.775.000 \text{ m}^3/\text{a}$

- $e_{\text{Biogas}} \approx 6 \text{ kWh/m}^3$
- $E_{\text{el th}} = V_{\text{Biogas}} * e_{\text{Biogas}}$
- $E_{\text{el th}} = 2.775.000 \text{ m}^3/\text{a} * 6 \text{ kWh/m}^3$
- $E_{\text{el th}} \approx 16.650.000 \text{ kWh/a}$

⇒ Aufteilung Strom - Wärme: (1 : 2,5)

- $t_a \approx 7.500 \text{ h/a}$
- $E_{\text{el}} \approx 6.660.000 \text{ kWh/a}$
- $E_{\text{th}} \approx 10.000.000 \text{ kWh/a}$

⇒ Abgeleitete BHKW-Leistung:

$$P_{\text{Nel}} \approx 900 \text{ kW}$$
$$P_{\text{Nth}} \approx 1.330 \text{ kW}$$

Fazit der Berechnung: Aus dem Aufkommen an eigener Schweinegülle könnte eine Biogasanlage mit den o.g. Leistungsparametern ($P_{\text{Nel}} \approx 900 \text{ kW}$; $P_{\text{Nth}} \approx 1.330 \text{ kW}$) realisiert werden. Da der Fermenter neben Schweinegülle auch mit Kofermenten beschickt wird, lassen sich die Leistungsdaten noch erhöhen. Wird ein Maisanbau von 100 ha mit 45 t/ha Ertrag angesetzt, ergeben sich daraus etwa 435.000 m³ Biogas. Bei einer gleichen Aufteilung Strom/Wärme lässt sich die BHKW-Leistung auf $P_{\text{Nel}} \approx 1.170 \text{ kW}$ und $P_{\text{Nth}} \approx 1.730 \text{ kW}$ steigern.

Leider stehen keine genaueren Daten zur Verfügung. In Abhängigkeit von den tatsächlichen Substratmengen könnten die Investoren die BGA noch größer bauen.

- BGA „Milchviehanlage Oschätzchen“; Agrarprodukte Oschätzchen e. G.

Die o.a. Überschlagsberechnung wird in der ausführlichen Form nicht wiederholt. Als Faustformel gilt, dass 840 GV für eine 500 kW-BGA notwendig sind. Nach jetzigem Kenntnisstand stehen 1.831 Rinder, davon 565 Kühe (GV) in der Milchviehanlage. Die elektrische BHKW-Leistung wird mit $P_{\text{Nel}} = (400 + 210) \text{ kW}$ angegeben. Mit dieser elektrischen Leistung sollen 4.575 MWh/a in das envia-Netz eingespeist werden. Dem liegt eine Volllaststundenzahl von 7.500 h/a zugrunde. Die geplante Wärmemenge beträgt 2.500 MWh/a.

Neben den Tierbeständen verfügt die Agrarprodukte Oschätzchen e.G. über 1.982,85 ha landwirtschaftliche Nutzfläche (LNF). Für Errichtung und Betrieb der geplanten Biogasanlage bestehen alle materiellen Voraussetzungen. Das Landwirtschaftsunternehmen ist nicht vom Ankauf fremder Substratmengen abhängig.

- BGA „Biogaseinspeisung Oschätzchen“; ABEL-ReTec GmbH & Co. KG

Von den drei geplanten Biogasanlagen im OT Oschätzchen verfügt der Investor über keinen eigenen Landwirtschaftsbetrieb, und muss deshalb die Substratmengen über längerfristige Verträge mit Landwirtschaftsunternehmen aus dem Gemeindegebiet, bzw. darüber hinaus sicher stellen.

Bei der hier geplanten BGA „Einspeisung Oschätzchen“ ist nicht die Verstromung und Wärmeerzeugung das Ziel, sondern die Gasaufbereitung auf Erdgasqualität mit anschließender Einspeisung in eine Erdgas-Hochdruckleitung. Der große Vorteil dieser Technologie besteht darin, dass das Biomethangas dann unabhängig vom Erzeugungsort vollständig energetisch genutzt werden kann. Am Erzeugungsort in Oschätzchen würde die Stromeinspeisung in das Netz technisch realisierbar sein, aber die Wärmenutzung wäre kaum möglich, da dafür ein Nahwärmekonzept mit Nahwärmenetz notwendig wäre. Im ländlichen Bereich ist auch nicht damit zu rechnen, dass ein Verbraucher von Prozesswärme angesiedelt werden kann.

Die fiktive elektrische Leistung des BGA wird mit rund 2.000 kW angegeben. Diese Leistung ist notwendig, um eine Gasmenge von etwa 500 Nm³/h einspeisen zu können. Zur Bereitstellung von Prozessstrom und Prozesswärme für Vergärung und Gasaufbereitung ist die Errichtung eines BHKW mit einer elektrischen und thermischen Leistung von jeweils 250 kW geplant.

Zu den benötigten Substratmengen ist nur die für den NawaRo-Mix bekannt:

- NawaRo-Mix: m = 39.000 t/a
- Rindergülle: m = k. A. t/a
- Festmist: m = k. A. t/a

Mit großer Wahrscheinlichkeit kann davon ausgegangen werden, dass die Substratmengen nicht im Gemeindegebiet verfügbar sind. Transportwege in der Größenordnung von maximal 15 bis 20 Kilometern gelten als vertretbar. Darüber hinaus würde der positive Klimaeffekt durch verkehrsbedingte CO₂-Emissionen wieder aufgehoben. Die entstehenden Transportwege könnten im Umkreis von fünf bis sieben Kilometern geschätzt werden.

Der Standort der BGA ist in Anl. 3.4.3-1 ersichtlich. Er befindet sich etwa 600 m südlich vom OT Oschätzchen. Im Abstand von 400 m zur Ortslage verläuft die Erdgas-Hochdruckleitung. Wie auch bei den beiden anderen BGA sind keine Umweltbeeinträchtigungen zu erwarten. Sollte es zur Realisierung der BGA kommen, haben die Investoren ein von der *LEHMANN Maschinenbau GmbH Jocketa* patentiertes Verfahren zur erhöhten Gasausbeute vorgesehen.

Solange keine belastbaren Planungsdaten vorliegen, ist es nicht möglich, Aussagen zu den äquivalenten Strom-, bzw. Wärmemengen anzugeben.

3.4.3.3 Zusammenfassende Bewertung

Die Planung der genannten drei Biogasanlagen im Gemeindegebiet ist grundsätzlich zu begrüßen. Auch gegen die Konzentration auf den OT Oschätzchen bestehen keine Bedenken. Dieser ländliche Ortsteil wird seit vielen Jahren von zwei Stallanlagen (Schweinemastanlage und Milchviehanlage) geprägt. Die Schweinemastanlage (geruchsauffällig) befindet sich etwa 1.000 m vom Ort entfernt. Die jährlich von der Schweinemastanlage verursachten über 110.000 t Gülle müssen innerhalb der zulässigen Ausbringungszeiten auf die Felder verbracht werden. Mit dem Bau einer Biogasanlage werden die jetzigen Geruchsemissionen auf

ein Minimum reduziert, und mit der „Sekundärgülle“ steht ein hochwertiger Dünger zur Verfügung, der für den Landwirtschaftsbetrieb kostensenkend wirkt. Auch für die Milchviehanlage gilt, dass die geruchsintensiven Abfallstoffe Rindergülle und Stallmist durch die Vergärung in einer BGA mit Verstromung eine erhebliche Wertsteigerung erfahren. Da die Anlage sehr dicht an der Wohnbebauung und am Sportplatz steht, werden die Bewohner sehr schnell die Verbesserungen wahrnehmen.

Seitens der Einwohner werden Beeinträchtigungen auf die Wohnqualität durch die Transporte von und zu den Biogasanlagen befürchtet. Zunächst darf festgestellt werden, dass ein „Mehr“ an Transporten zur geplanten BGA „Einspeisung Oschätzchen“ tatsächlich zu erwarten ist, da ja bisher keine Substratmengen in Größenordnungen an den vorgesehenen BGA-Standort verbracht werden mussten. Die entstehende Belastung muss sich aber in Grenzen halten, da die Substrate an der BGA bevorratet werden. Wie in der Landwirtschaft üblich, sind Erntezeiten „Kampagnezeiten“ mit erhöhtem Transportaufkommen. Da die Landwirte unter freiem Himmel produzieren, sind diese vom Wetter abhängig, woraus sich auch entsprechende Transportkonzentrationen ergeben. Für die Straßenbenutzung gilt das Prinzip der Allgemeinverfügbarkeit, so dass keine Benutzerauswahl stattfinden darf. Biogasanlagen dieser Größenordnung müssen von den Investoren nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) beantragt und von der zuständigen Behörde genehmigt werden. Insofern alle Anforderungen vom Investor erfüllt werden, hat dieser ein Recht auf die Erteilung der Genehmigung. Es wird vorgeschlagen, dass die strittigen Probleme gemeinsam mit den betroffenen Bürgern besprochen werden, um einen Kompromiss für alternative Fahrwege zu finden.

Insgesamt können die Landwirtschaftsbetriebe durch den Verkauf von Strom sowie Eigenverbrauch von Wärme ein zweites Standbein aufbauen und ihre Kostensituation verbessern. Gleichfalls wäre es möglich, die Einwohner des betreffenden OT Oschätzchen durch Bau und Betrieb eines Nahwärmesystems in die Vorhaben einzubinden. Beispiele dafür gibt es in Deutschland (Bioenergie Dorf Jühnde/Niedersachsen, etc.) und Österreich (Güssing und Umgebung/Burgenland).

3.4.4 Nutzung fester Biomasse

3.4.4.1 Energienutzung aus Holz - Potenzial der Forstwirtschaft

In die Potenzialanalyse fließt auch feste Biomasse in Form von Holz ein, das als nachwachsender Rohstoff zur kohlenstoffdioxidneutralen Energiegewinnung genutzt werden kann.

Im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda befinden sich insgesamt 4.144 ha Wald, inklusive der Gehölzflächen /21/. Diese Fläche ist zu 98 % mit Nadelwald und zum überwiegenden Teil mit Kiefern bestockt. Bezüglich der Waldflächenangabe, kommt es zu einer Differenz zwischen den Daten aus dem FNP der Stadt Bad Liebenwerda (Tab. 3.4.2-1) und dem Amtlichen Liegenschaftskataster (ALB) in Tab. 3.4.4.1-1. Da die ALB-Daten die Gehölz- und Eigentumsarten differenzieren, finden diese gleichfalls Verwendung.

Die Waldflächen befinden sich zu 60 % in privatem Besitz, 38 % sind Landes- und Staatswald. In der Tab. 3.4.4.1-1 sind die Waldflächen nach Gehölzart sowie Eigentum aufgelistet. Auffallend dabei ist, dass die Stadt mit 36,67 ha nur ganze 0,9 % eigene Waldfläche besitzt.

Wenn von der für den Wald Brandenburgs durchschnittlichen Altersklassenverteilung der Bestände auszugehen ist (Schwerpunkt sind die 60-100-jährigen Bestände /22/), ist mit einem Derbholzvorrat von 880.231 m³ (Vfm) zu rechnen /23/. Dies entspricht einem durchschnittlichen Vorrat von 216 m³ (Vfm) pro Hektar.

Waldart (Eigentum)	Laubwald A _{LaW} [ha]	Nadelwald A _{NaW} [ha]	Mischwald A _{MiW} [ha]	Gehölz A _{Geh} [ha]	Summe A _{ΣW} [ha]
Kommunalwald	1,17	28,94	1,35	5,21	36,67
Privatwald	6,71	2435,32	27,92	12,84	2482,80
Landeswald	1,09	554,96	0,00	3,58	559,63
Staatswald	0,00	1.007,43	0,00	0,85	1.008,28
BVVG-Flächen	0,02	54,06	0,56	2,25	56,89
Summe	8,98	4.080,72	29,84	24,73	4.144,28

Tab. 3.4.4.1-1: Waldflächen im Gemeindegebiet nach Nutzungsart und Eigentumsform
 Quelle: /21/ ALB, Mai 2010

Um eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder zu sichern, darf nur das nachwachsende Holz genutzt werden. Dieser Zuwachs ist im südlichen Brandenburg recht gering, da die Wuchsbedingungen durch geringe Niederschläge und eine überwiegend schwache Nährstoffversorgung gekennzeichnet sind /25/. Für die betrachteten Kiefernbestände ist mit einem durchschnittlichen laufenden jährlichen Zuwachs an Stammholz von 4,7 m³ (Vfm)/ha zu rechnen. Dies entspricht 3,8 (m³) Efm pro Hektar und Jahr oder 704.185 (m³) Efm auf die Kiefernwaldfläche im Gemeindegebiet bezogen.

Lufttrockenes Kiefernholz (15 % Wassergehalt) hat einen Heizwert von 2.189 kWh/fm /24/. Durch den Zuwachs des betrachteten Nadelwaldes werden jährlich etwa 33.900 MWh in Holzenergie gespeichert. Dies entspricht einem technischen Potenzial von 122 TJ, das jährlich zur Energieerzeugung genutzt werden kann. In Tab. 3.4.4.1-2 sind die wichtigsten Holzenergie-daten dargestellt.

Gesetzt den Fall: Der gesamte jährliche Zuwachs könnte energetisch (Strom + Wärme) in einem Heizkraftwerk (HKW) genutzt werden, so könnte ein solches HKW eine Gesamtleistung von $P_{ges} \approx 3.840 \text{ kW}$ umsetzen, bei einem Wirkungsgrad $\eta = 0,85$ sowie einer Volllaststundenzahl $t_a = 7.500 \text{ h/a}$.

Hier treffen Theorie und Praxis hart aufeinander, da die Holznutzung sich immer in die Zweige Holzstoff- und Holzenergienutzung aufteilt. Für die energetische Holznutzung wird nur der minderwertige, kleinere Holzanteil verwendet.

	Vorrat/Zuwachs pro Hektar Efm [m ³]	Gesamtfläche Efm [m ³]	Heizwert gesamt H _G [Mio. kWh]	Gesamtenergie E _G [TJ]
Vorrat	173	704.185	1541,460	5549,257
Zuwachs	3,79	15.456	33,832	121,796

Tab. 3.4.4.1-2: Zusammenfassung Vorrat, Zuwachs und Energiegehalt

Dieses Potenzial dient zur Orientierung und kann in dieser Größenordnung praktisch nicht bereitgestellt werden, da das Potenzial durch die stoffliche Nutzung verringert wird. Häufig verzichten Waldbesitzer (oft Privatwaldbesitzer) aus Unkenntnis auf eine forstliche Bewirtschaftung ihrer Wälder und blockieren indirekt eine intensivere Energienutzung. Aufgrund des geringen Kommunalwaldanteils von rund 37 ha kann die Stadt Bad Liebenwerda nicht selbst aktiv werden. Hier sollten sich die Verantwortlichen mit den Waldeigentümern zusammen setzen und über gemeinsame Holznutzung im energetischen Bereich beraten.

In der Stadt Grimma (LK Leipzig) wurde 2006 ein altes Heizwerk (HW) abgerissen und durch ein neues Heizwerk mit dem Energieträger Holzhackschnitzel abgelöst. Das Heizwerk versorgt eine Schule, ein Hallenbad sowie einen Wohnblock mit Wärme. Die Abb. 3.4.4.1-1 und 3.4.4.1-2 geben einen Einblick in die Technologie.



Abb. 3.4.4.1-1: Holzhackschnitzel-Heizwerk Grimma-West; P_{Nth} = 700 kW
 Quelle: Foto, Schlegel, 20.06.2007

Die Bilder zum Heizwerk Grimma-West sollen Beispiel und Anregung sein, mindestens seitens der Stadt zu prüfen, ob ein solches Projekt in Bad Liebenwerda vorhanden und auch sinnvoll realisierbar wäre.



Abb. 3.4.4.1-2: Holzhackschnitzel-Heizwerk Grimma-West; $P_{Nth} = 700 \text{ kW}$
Quelle: Foto, Schlegel/Kaden, 20.06.2007

3.4.4.2 Zusammenfassende Bewertung

Bei einer Waldfläche von rund 4.400 ha im Gemeindegebiet ergibt sich ein entsprechendes Holzpotenzial durch jährlichen Zuwachs. Bei vollständiger energetischer Nutzung des Holzzuwachses könnte ein Heizkraftwerk mit einer thermischen Leistung von rund 3,8 MW betrieben werden. Wie bereits ausgeführt, resultiert diese Aussage aus einer pauschalen Betrachtungsweise. Unabhängig soll das Beispiel Holzhackschnitzel-HW Grimma-West Anregung sein, um in Bad Liebenwerda ein ähnliches Projekt zu prüfen. Unter Einsatz geeigneter Filtertechnik kann der Abgasstrom bei holzbefeuerten Kesseln so gereinigt werden, dass auch die hohen Anforderungen an einen Kurort erfüllt werden. Einige Beispiele aus Urlaubs- und Kurgeländen zeigen, dass mögliche Befürchtungen wegen Luftverschmutzung durch Biomasseverbrennung grundlos sind.

Seit 1996 wird in der Gemeinde Reit im Winkel (Bayern) mit rund 3.500 Einwohnern das Modellprojekt Wärmeversorgung mit Biomasse voran getrieben. Das Biomasse-Heizwerk befindet sich etwa 1,4 km vom Ortskern entfernt. Der Anschlussgrad hat 80 % erreicht. Der Biomassekessel mit einer Leistung von $P_{Nth} = 4 \text{ MW}$ sichert die Grund- und Mittellast der Wärmeversorgung. Pro Jahr werden rund 40.000 Sm^3 (Schüttraummeter) Holzhackschnitzel, die aus der Umgebung kommen, verbrannt.

Neben Bayern zählt sicher Südtirol/Italien zu den bekanntesten Urlaubsregionen in den Alpen. Verstromung des Energieträgers Holz und damit verbundene Wärmeversorgung werden hier seit mehr als zehn Jahren erfolgreich praktiziert. Nachfolgend einige Beispiele der Biomassenutzung aus bekannten Urlaubsorten:

Ort: Biomasse-Fernheizwerk St. Pankraz im Ultental (Südtirol)/Italien
Energieträger: Holzhackschnitzel
Leistung: $P_{Nth} = 600 \text{ kW}$
Netzlänge: $L_{Netz} = 1.500 \text{ m}$
Inbetriebnahme: 2000

Ort: Biomasse-Heizwerk Mals im Vinschgau (Südtirol)/Italien
Energieträger: Holzhackschnitzel
Leistung: $P_{Nth} = 1,2 \text{ MW}$
Anschlüsse: $n = 82$ (öffentliche Gebäude + private Abnehmer)
Inbetriebnahme: 2002

Ort: Bioenergiegenossenschaft Reschen/Graun (Südtirol)/Italien
Energieträger: Holzhackschnitzel
Leistung: $P_{Nth} = 1,6 \text{ MW}$
Anschlüsse: $n = 110$
Inbetriebnahme: 2007

Allein in Südtirol waren Ende 2009 insgesamt 66 Biomasse-HKW/-HW in Betrieb. Auch wenn die Bedingungen in Bad Liebenwerda ungünstiger sind, sollte ein Versuch seitens der Stadt unternommen werden. Dazu müssten aber alle Waldeigentümer einbezogen werden.

4. Wirtschaftliche Umsetzungsmöglichkeiten

Die vorliegende Studie beinhaltet die Ausbaumöglichkeiten von Anlagen regenerativer Energieträger im Gemeindegebiet Bad Liebenwerda. Untersucht wurden die Energieträger Wind, Sonne und Biomasse. Ein nutzbares Wasserkraftpotenzial steht nicht zur Verfügung.

Mit 21 WEA in den drei vorhandenen Windparks erreicht die Stromerzeugung einen Wert von etwa 74,7 GWh/a. Diese Strommenge reicht, um den 1,9 fachen Jahresverbrauch äquivalent abzudecken. Sollten die Vorschläge zum Ausbau zweier vorhandener Windparks sowie eines Neuvorschlages Realität werden, können weitere 27 bis 32 WEA betrieben werden, die eine jährliche Strommenge in der Größenordnung von 176 bis 215 GWh erzeugen. Die Wirtschaftlichkeit der Windenergie ist in jedem Fall dann gegeben, wenn die neuen Anlagen ohne Leistungs- und Höhenbeschränkung gebaut werden. Hier zeigen die Abb. 3.2.2-4 und 3.2.2.-5 die wirtschaftlichen Vorteile der großen Anlagen. Mit den zu erwarteten Stromertragszuwächsen werden auch die Mindereinnahmen durch Absenkung der Einspeisevergütung nach dem EEG ausgeglichen. Die von den Investoren/Betreibern erwarteten Kosten-, bzw. Preissenkungen für WEA haben sich bisher nicht in dem Maße erfüllt. Trotzdem nähern sich die Stromgestehungskosten zwischen WEA und fossil betriebenen Kraftwerken mehr und mehr an.

Die Frage zu PV-Freiflächenanlagen ist wesentlich schwerer zu beantworten. Kurzfristig kann nur das PV-KW „Zobersdorf II“ gebaut werden, da hier die Genehmigungen vorliegen. Bundestag und Bundesrat haben die Förderung (Einspeisevergütung) von auf Ackerflächen

erzeugtem Strom aus dem EEG gestrichen. Für das PV-KW „Zobersdorf II“ gelten noch die bisherigen Bedingungen, insofern die Anlage bis 31.12.2010 ans Netz geht. Die Anlage wird etwa 8.700 MWh/a Strom einspeisen.

Errichtung und Betrieb von PV-KW auf Ackerflächen ohne gesicherte Stromabnahme und Einspeisevergütung kann derzeit noch nicht wirtschaftlich erfolgen. Die Untersuchungsergebnisse dieser Studie sind trotzdem nicht umsonst, da bis zum Jahr 2020 die politischen Weichen auch neu gestellt werden können.

Im Gegensatz zu PV-KW auf Ackerflächen ist die Zukunft der PV-Anlagen, wenn auch mit stärkerer Absenkung der Einspeisevergütung, auf Dachflächen gesichert. Die Gutachter der TU Dresden haben 9.517 geeignete Dachflächen mit rund 223.000 m² ermittelt, was etwa einer Leistung von 22.300 kW_p entspricht. Die Einspeisevergütung ab 01.10.2010 beinhaltet folgende Sätze:

$P \leq 30 \text{ kW}_p$: 33,03 ct/kWh

$P \leq 100 \text{ kW}_p$: 31,42 ct/kWh

$P > 100 \text{ kW}_p$: 29,73 ct/kWh

PV-Anlagen, die eine gute Südausrichtung aufweisen, werden die Absenkungen der Einspeisevergütung besser verkraften, als solche, die aus der Südrichtung heraus gedreht sind. Da zumindest die PV-Module, technologisch bedingt, billiger werden, dürften sich die Anlagen ökonomisch rechnen. Aus klimaschutzfachlicher Sicht gilt das ohne Einschränkung.

Zu den geplanten Biogasanlagen kann folgende Einschätzung abgegeben werden. Für eine BGA mit einer elektrischen Leistung von $P_{\text{Net}} = 500 \text{ kW}$ sind etwa 1,1 bis 1,2 Mio. Euro zu veranschlagen. Die geplanten BGA „Schweinemastanlage Oschätzchen“ und „Milchviehanlage Oschätzchen“ müssten beide wirtschaftlich zu betreiben sein. In beiden Fällen werden die benötigten Substratmengen aus eigenem Aufkommen bereit gestellt. Für die BGA „Milchviehanlage Oschätzchen“ liegen die besten Planungsdaten vor, so dass die jährlich erzeugten Strom- und Wärmemengen bekannt sind. Bezüglich der geplanten BGA „Biogaseinspeisung Oschätzchen“ kann gutachterlich keine Aussage zur zukünftigen Wirtschaftlichkeit gegeben werden, denn Investor/Betreiber müssen alle Substratmengen für diese Anlage von Fremdundertnehmen einkaufen. Hier muss davon ausgegangen werden, dass die Investoren/Betreiber eine solide Wirtschaftlichkeitsberechnung vorliegen haben.

Die Stadt Bad Liebenwerda wird von einem wirtschaftlichen Betrieb der Anlagen insoweit berührt, da davon entsprechende zukünftige Gewerbesteuereinnahmen abhängig sind.

5. EEG und Einspeisebedingungen

Im Interesse eines nachhaltigen Klima- und Umweltschutzes sowie eines Umbaus der bisherigen zentralen auf eine künftige dezentrale Energieversorgung wurde das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) /6/ vom Deutschen Bundestag beschlossen. Die geänderte Fassung vom 22.12.2009 (BGBl. I S.3950) regelt den vorrangigen Anschluss von

Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern sowie vorrangige Abnahme, Übertragung, Verteilung und Vergütung durch die Netzbetreiber.

Bezüglich der Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern hat der Gesetzgeber gemäß Abs. 1 § 5 EEG den Netzbetreiber zur unverzüglichen und vorrangigen Netzeinspeisung verpflichtet. Diese gesetzliche Festlegung ist insofern wichtig, da die Zuständigkeit nicht auf den Investor oder die Standortgemeinde übertragen werden kann. Gemäß Abs. 1 § 9 EEG ist der Netzbetreiber auch verpflichtet, Optimierung und Ausbau der Netze nach dem Stand der Technik zu gewährleisten. Für Bad Liebenwerda erhalten diese Festlegungen besondere Bedeutung, da die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die gegenwärtige Leistung aus Windparks von 32.700 kW durch Erweiterung, Ausbau der PV-Anlagen sowie Errichtung von Biogasanlagen bis 2020 auf etwa 138.000 kW gesteigert werden kann. Die für den vollständigen Ausbau prognostizierte Strommenge von etwa 337 GWh/a müsste vom Stromnetz aufgenommen werden. Im Weiteren wird auf den Gesetzestext verwiesen.

In den besonderen Vergütungsvorschriften werden die Einspeisevergütungen für die einzelnen Energieträger, einschließlich deren Degression festgelegt. Es wäre jetzt nicht zielführend, die differenzierten Vergütungen pro Kilowattstunde aufzulisten, sondern hier erfolgt der Verweis direkt auf das EEG /6/.

6. Empfehlungen an die Stadt Bad Liebenwerda

Die politisch Verantwortlichen der Stadt Bad Liebenwerda müssen sich zunächst mit Inhalt und Ergebnissen der Studie befassen und auseinandersetzen. Die Gutachter sind gern bereit, eine Moderatorenrolle zu übernehmen.

Die Potenziale der in Bad Liebenwerda vorhandenen erneuerbaren Energieträger Wind, Sonne, Biomasse sind jetzt im angegebenen Umfang bekannt, einschließlich der damit verbundenen Probleme, die sich bei der Realisierung ergeben können. Die Gutachter haben ganz bewusst und vorrangig den Klimaschutzfachlichen Ansatz gewählt und sich nicht an spezielle Vorgaben aus dem Regionalplan gehalten. Sie vertreten vielmehr die Meinung, dass alle Pläne dieser Art zeitlich nach rückwärts gerichtet sind und den Zielen der Bundesregierung sowie der brandenburgischen Landesregierung in Sachen Nutzung der Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 nicht gerecht werden. Demzufolge müssen Regionalpläne, Flächennutzungspläne, Landschaftspläne, etc. den heutigen Erfordernissen laufend angepasst und aktualisiert werden. Das ist dem Klimaschutz und der Anpassung an die Klimaveränderungen geschuldet. Auseinandersetzungen, mindestens Diskussionen mit Natur- und Landschaftsschutz sind vorprogrammiert.

Als Gutachter betonen wir, dass unsere Bemühungen, die dezentrale Energieerzeugung im Vordergrund zu positionieren, nicht gegen den Natur- und Landschaftsschutz gerichtet sind. Wir können und wollen den Verantwortlichen der Stadt keine Vorschriften machen, wie diese zu verfahren haben. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet kann schrittweise und in enger Abstimmung (Kommunikation) mit den Einwohnern voran getrieben

werden. Die Möglichkeiten dazu, einschließlich der Vorschläge zur Realisierung stehen im Einklang mit dem Modellprojekt „Urbane Strategien zum Klimawandel - Kommunale Strategien und Potenziale“. Die Gutachter sind gern bereit als Moderatoren in diesem Prozess mitzuwirken.

Die Nutzung Erneuerbarer Energien im Gemeindegebiet ist für die Stadt mit der Einnahme von Gewerbesteuern verbunden. Nach der Neuregelung der Verteilung dieser Steuern gilt, dass am Anlagenstandort 70% und am Standort der Firma 30% der Gewerbesteuern verbleiben. Meist zahlen die Unternehmen erst ab dem 8. oder 10. Jahr erstmalig Gewerbesteuern. Diese Situation ist für die Kommune nicht vorteilhaft. Es werden aber auch Steuermodelle angeboten, die die Gewerbesteuerzahlung bereits ab dem 2. Jahr nach Betriebsbeginn ermöglichen, was bei Verhandlungen mit potenziellen Investoren zu berücksichtigen wäre.

7. Zusammenfassung

Die Stadt Bad Liebenwerda hat sich erfolgreich an der Ausschreibung zum ExWoSt-Modellvorhaben „Urbane Strategien zum Klimawandel - Kommunale Strategien und Potenziale“ beteiligt. Neben verschiedenen Zielen, die die Stadt zu Erhalt und Ausbau des Kurstadtstatus vorgibt, ist sie Willens, einen messbaren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und hat deshalb die Kooperation mit der VEE Sachsen e.V. gesucht. Als Kooperationspartner haben Autoren der VEE Sachsen e.V. diese Studie zur Ermittlung der Potenziale der erneuerbaren Energieträger Wind, Sonne und Biomasse erarbeitet.

Neben der Erfassung des Ist-Standes standen besonders die Ausbaumöglichkeiten im Fokus. Wie fast überall in Deutschland erbringt die Windenergie das größte Potenzial. Auch die anderen Energieträger Sonne und Biomasse wurden im Sinne einer Mischung verschiedener (erneuerbarer) Energieträger und der Ausschöpfung der vorhandenen Potenziale berücksichtigt. Theoretisch könnten PV-KW (auf Ackerflächen) rund 82% Äquivalentstromanteil am kommunalen Jahresverbrauch abdecken. Aufgrund gesetzlicher Änderungen für PV-Strom von Ackerflächen fällt die erhöhte Vergütung weg und es wird mittelfristig nur ein PV-KW geben mit einem Anteil von etwa 22% am kommunalen Jahresverbrauch.

Im Studienteil PV-Dachflächenanlagen wird ein erhebliches Strompotenzial nachgewiesen, mit rund 17.350 MWh/a sicher nicht in der Größenordnung der ursprünglich geplanten PV-KW auf Ackerflächen, dafür aber weiterhin mit einer garantierten Einspeisevergütung nach dem EEG. Wie im Text ausführlich beschrieben, wurden für die Stromerträge sehr konservative Bewertungen verwendet, da keine objektbezogene Prüfung von Dachflächen möglich war. Sollte es zu einer Realisierung von Dachflächenanlagen kommen, was sehr empfehlenswert wäre, werden die jetzt prognostizierten Stromerträge sicher übertroffen. Vielerorts bilden sich in Deutschland Bürgergemeinschaften, die dann PV-Anlagen als Bürgerkraftwerke betreiben. Hier könnte die Stadtverwaltung Bad Liebenwerda prüfen, ob Dächer von stadteigenen Liegenschaften für eine solche Nutzung angeboten werden können. Nach unserer Ansicht ist eine Beeinträchtigung des Kurstadtcharakters durch PV-Dachanlagen nicht zu befürchten.

Der in den letzten Jahren sanierte Innenstadtbereich sollte aber frei von PV-Dachanlagen bleiben, denn mit rund 223.000 m² oder 22,3 ha stehen ausreichend andere Dachflächen, davon mindestens 43 % mit guter Eignung zur Verfügung.

Drei Biogasanlagen könnten spätestens ab 2012 (Genehmigung vorausgesetzt) in Betrieb gehen. Für zwei ortsansässige Landwirtschaftsbetriebe wird die Inbetriebnahme mit Sicherheit zu einem wirtschaftlichen Erfolg führen, da diese die notwendigen Substratmengen aus eigenem Aufkommen vergären können. Die dritte Biogasanlage stellt eine Besonderheit dar. In dieser BGA wird das Biogas zu Biomethan (Erdgasqualität) aufbereitet und in eine Hochdruckgasleitung eingespeist. Biogasaufbereitung und -einspeisung sind noch nicht Standard in Deutschland. Der größte Vorteil der Einspeisung besteht darin, dass eine vollständige Gasnutzung möglich ist. Da BGA meist im ländlichen Bereich arbeiten, gelingt es häufig nicht, die neben Strom anfallende Wärme ganzjährig zu nutzen. Die Substratmengen müssen ausschließlich von anderen Landwirtschaftsbetrieben der Umgebung gekauft werden, woraus sich Abhängigkeiten ableiten. Sollte der Bau der BGA zustande kommen, haben die Investoren bereits ein neues technologisches Verfahren eingeplant. Mit dem patentierten Aufbereitungsverfahren der LEHMANN Maschinenbau GmbH Jocketa wird eine deutlich höhere Gasausbeute erreicht, die wiederum für den Betreiber kostensenkend wirkt.

Seitens der Bevölkerung im Ortsteil Oschätzchen bestehen offensichtlich Bedenken gegenüber der geplanten Errichtung der Biogasanlagen. Bedenken, die nach unserer Sicht nicht objektiv begründet sind, aber gemeinsam mit den Bürgern ausgeräumt werden sollten.

In Anl. 7-1 sind die wichtigsten quantitativen Ergebnisse nochmals zusammen gefasst. Aufgrund fehlender Daten zu zwei Biogasanlagen, konnten nur Schätzungen vorgenommen werden. Weiterhin konnten die Autoren zur Nutzung fester Biomasse (Holz) nur Anregungen geben, da hier zunächst die Waldeigentümer an einen Tisch kommen müssten. Bei rund 4.400 ha Waldfläche muss jährlich eine entsprechende Menge an Waldrestholz anfallen, die zur energetischen Nutzung bereit stünde. Leider konnten im Rahmen dieser Studie keine Daten zum Holzeinschlag sowie zu dessen (stofflicher) Verwertung ermittelt werden.

Mit den Ergebnissen der Studie liegt die Entscheidung zum weiteren Verfahren bei den Verantwortlichen der Stadt Bad Liebenwerda. Die Stadt hat alle Chancen ein Mehrfaches des eigenen Stromverbrauches klimafreundlich in dezentralen EE-Anlagen zu erzeugen, damit zum Klimaschutz beizutragen und gleichzeitig durch Gewerbesteuererinnahmen auch wirtschaftlich zu partizipieren.

Die Autoren übernehmen auf Wunsch als Kooperationspartner die fachliche Moderation des sich weiter entwickelnden Prozesses und hoffen, dass die den Prozess begleitenden Konflikte einvernehmlich gelöst werden können.

8. Anlagen

- Anl. 3.2.1-1: Windpark „Lausitz“
- Anl. 3.2.1-2: Windpark „Möglenz“
- Anl. 3.2.1-3: Windpark „Martinskirchener Heide / Langenrieth“
- Anl. 3.2.3-1: Windpark „Kröbeln“-Potenzialfläche
- Anl. 3.2.4-1: Zusammenstellung der Ergebnisse Windenergie Erweiterung/Repowering
- Anl. 3.3.2.3-1: PV-Kraftwerke „Zobersdorf “ (Beantragung)
- Anl. 3.3.2.3-2: PV-Kraftwerk „Neuburxdorf “; „Neuburxdorf-Langenrieth“ (Beantragung)
- Anl. 3.3.2.3-3: PV-Kraftwerk „Zobersdorf III“ (Änderungsvorschlag)
- Anl. 3.3.2.4-1: PV-Kraftwerk „Neuburxdorf“-Potenzialfläche
- Anl. 3.3.3-1: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Burxdorf
- Anl. 3.3.3-2: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Langenrieth
- Anl. 3.3.3-3: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Neuburxdorf (Siedlung)
- Anl. 3.3.3-4: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Neuburxdorf
- Anl. 3.3.3-5: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Kosilenzien
- Anl. 3.3.3-6: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Kosilenzien [Einzelgebäude (N)]
- Anl. 3.3.3-7: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Möglenz
- Anl. 3.3.3-8: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Lausitz
- Anl. 3.3.3-9: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Kröbeln
- Anl. 3.3.3-10: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Oschätzchen
- Anl. 3.3.3-11: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Zobersdorf
- Anl. 3.3.3-12: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen Bad Liebenwerda (Zentrum)
- Anl. 3.3.3-13: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen Bad Liebenwerda (NE)
- Anl. 3.3.3-14: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Prieschka
- Anl. 3.3.3-15: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Zeischa
- Anl. 3.3.3-16 : Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen Bad Liebenwerda (E)
- Anl. 3.3.3-17: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Maasdorf - Bad Liebenwerda (NE)
- Anl. 3.3.3-18: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Dobra
- Anl. 3.3.3-19: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Thalberg
- Anl. 3.3.3-20: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Theisa
- Anl. 3.3.3-21: Photovoltaikpotenzial-Dachanlagen OT Theisa (Ziegelhäuser)
- Anl. 3.3.3-22: Dachformenauswertung Bad Liebenwerda (Zentrum)

Anl. 3.3.3-23: Dachformenauswertung Bad Liebenwerda (NE)

Anl. 3.3.3-24: Dachformenauswertung Bad Liebenwerda (E)

Anl. 3.3.3-25: Dachformenauswertung OT Maasdorf - Bad Liebenwerda (NE)

Anl. 3.4.3-1: Übersicht Biogasanlagen-Planung

Anl. 4-1: Gesamtübersicht EE-Anlagen in Betrieb und Erweiterungsvorschläge

Anl. 7-1: Ergebniszusammenfassung

9. Literaturverzeichnis

- /1/ Die Industrielle Revolution - Wie Dampf, Stahl und Strom die Welt veränderten
GEOEPOCHE, Nr. 30, 2008
- /2/ Müller, Michael; Fuentes, Ursula; Kohl, Harald: Der UN-Weltklimareport - Bericht über
eine aufhaltsame Katastrophe, Kiepenheuer & Witsch, 2007
- /3/ Graßl, Hartmut: Klimawandel - Was stimmt? Die wichtigsten Antworten
Verlag Herder, Freiburg im Breisgau, 2007
- /4/ Rahmstorf, Stefan; Schellnhuber, Hans-Joachim: Der Klimawandel - Diagnose, Prog-
nose, Therapie, Verlag C. H. Beck, München, 2006
- /5/ Matschullat, Jörg: Klimawandel - Klimaschwindel? Interdisziplinäres Ökologisches
Zentrum, TU Bergakademie Freiberg, Mai 2010
- /6/ Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare Energien-Gesetz-EEG)
i. d. F. vom 22.12.2009 (BGBl. I S. 3950)
- /7/ Staiß, Frithjof : Jahrbuch der Erneuerbaren Energien 2007 ,
Biberstein-Fachbuchverlag Radebeul, 2007.
- /8/ Staiß, Frithjof : Jahrbuch der Erneuerbaren Energien 02/03
Biberstein-Fachbuchverlag Radebeul, 2003.
- /9/ Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher W.: Erneuerbare Energien - Systemtechnik,
Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York,
3. Auflage 2003.
- /10/ Flächennutzungsplan der Stadt Bad Liebenwerda, Bad Liebenwerda Januar 2010
- /11/ Persönliche Abholung von PV-Unterlagen im Bauamt Bad Liebenwerda am
29.04.2010 (Frau Kirst, Herr Lange)
- /12/ Günnewig, D., et. al.: Erarbeitung von Grundlagen zur regionalplanerischen Steue-
rung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald,
Endbericht 20.10.2009, Bosch & Partner GmbH Hannover
- /13/ Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg
Umsetzung des Beschlusses des Landtages, DS 4/2893-B, vom 18. Mai 2006
- /14/ PHOTON - Das Solarstrommagazin; Heft 5/2010, S. 139
Verlag Photon Europe GmbH Aachen
- /15/ Medieninformation 106/2010 Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Land-
wirtschaft; 74. Umweltministerkonferenz (UMK) in Bad Schandau
- /16/ Kurortentwicklungsplan der Kurstadt Bad Liebenwerda 2007 - 2015
Beschluss der Stadtverordnetenversammlung Bad Liebenwerda vom 28. März 2007
- /17/ Bad Liebenwerda - eine Stadt zum Wohlfühlen im Klimawandel, Bewerbung der Kur-
stadt Bad Liebenwerda als ExWoSt-Modellvorhaben, „Urbane Strategien zum Klima-
wandel - Kommunale Strategien und Potenziale“, Bad Liebenwerda, Oktober 2009

- /18/ Erneuerbare Energien 2009 weiter auf Wachstumskurs
BEE Bundesverband Erneuerbare Energien Berlin, 18.02.2010
- /19/ Status der Windenergienutzung in Deutschland, DEWI GmbH, www.dewi.de
- /20/ Schlegel, Hans-Jürgen: Studie „Stromerträge aus Windenergieanlagen in Sachsen für die Jahre 2007 bis 2009“ (teilveröffentlicht)
- /21/ Automatisiertes Liegenschaftsbuch der Gemeinde Bad Liebenwerda,
Stand Mai 2010
- /22/ Lembcke, Knapp, Dittmar: Ertragstafel für die Kiefer (Pinus sylvestris L.) im norddeutschen Tiefland, Landesforstanstalt Eberswalde 2000
(<http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/kieferet.pdf>)
- /23/ Kommunalwald in Brandenburg, Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation; Eberswalder forstliche Schriftenreihe, Landesforstanstalt Eberswalde (o. J.)
(<http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/kommwald.pdf>)
- /24/ Der Energiegehalt von Holz und seine Bewertung, LWF (o. J.)
(<http://www.lwf.bayern.de/veroeffentlichungen/lwf-merkblaetter/mb-12-energiegehalt-holz.pdf>, Mai 2010)
- /25/ Fachinformationssystem des Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg (www.geo-brandenburg.de/boden), Stand Mai 2010
Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg
- /26/ Technische Anleitung Lärm vom 26.08.1998 (TA Lärm)
Grenzwerte der Schallimmissionen
- /27/ Biogas - eine Einführung
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR);
6. überarbeitete Auflage, Juli 2009
- /28/ Fachverband Biogas e. V.
Pressemitteilung 07/2010
- /29/ Basisdaten Biogas Deutschland; Stand: März 2005/Okttober 2008
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
- /30/ Wege zum Bioenergiedorf - Leitfaden
Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)
2. Auflage, Dezember 2008
- /31/ EWS GmbH, FH Flensburg, Bundesverband Solarindustrie e. V.:
Ertragsdatenkataster für Solarstromanlagen in Norddeutschland;
<http://www.solarertrag-nord.de>
- /32/ Konrad, Frank: Planung von Photovoltaik-Anlagen,
Vieweg und Teubner Verlag, 2007, 158 S.
- /33/ OpenStreetMap: OpenStreetMap - Die Freie Wiki-Weltkarte;
<http://www.openstreetmap.de/>
- /34/ Prechtel, N.: Ein Modell des solaren Strahlungsempfanges für Bebauungsmuster,
Münchener Geographische Abhandlungen; Bd. A46, 157 S.