



Endbericht

**Energie- und umweltstrategisches
Entwicklungs- und Handlungskonzept
für die Region Vogtland im Vierländereck
Sachsen-Tschechien-Bayern-Thüringen**

**Modul 3 | Energetische Potenziale von
Wind, Solar, Geothermie und Wasser**

Auftraggeber**Geschäftsstelle Wirtschaftsregion Vogtland**

Sitz: Stadtverwaltung Plauen
Geschäftsbereich Oberbürgermeister
Unterer Graben 1
08523 Plauen

Auftragnehmer**Leipziger Institut für Energie GmbH**

Torgauer Straße 116
04347 Leipzig

Telefon 03 41 / 24 34 - 8 12

Telefax 03 41 / 24 34 - 8 33

E-Mail mail@ie-leipzig.de

Internet www.ie-leipzig.de

Bearbeitung**Andreas Weber**

(Projektleitung)

Telefon 03 41 / 24 34 - 8 19

E-Mail andreas.weber@ie-leipzig.de

Robert Pohl

Matthias Reichmuth

Gerd Schröder

Projektlaufzeit

Dezember 2008 bis August 2009

Datum

25. August 2009

Die Erstellung des "Energie- und umweltstrategischen Entwicklungs- und Handlungskonzeptes für die Region Vogtland im Vierländereck Sachsen-Tschechien-Bayern-Thüringen (Module 1 – 3)" – eine Maßnahme des Regionalen Entwicklungs- und Handlungskonzeptes (REK) Vogtland – wurde durch den Vogtlandkreis und die Stadt Plauen gemeinsam in Auftrag gegeben und wird nach der "Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Förderung der Regionalentwicklung (FR – Regio) vom 21. Dezember 2006" mit 80% Anteil an den Gesamtkosten gefördert.

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG	1
1 WINDENERGIE	2
1.1 Grundlagen der Potenzialermittlung	2
1.2 Ermittlung des Windenergiepotenzials	5
1.3 Einordnung des Potenzials	6
2 SOLARE STRAHLUNGSENERGIE	7
2.1 Grundlagen der Potenzialermittlung	7
2.2 Ermittlung des Potenzials der solaren Strahlungsenergie	10
2.3 Einordnung des Potenzials	11
3 GEOTHERMIE	12
3.1 Grundlagen der Potenzialermittlung	12
3.2 Ermittlung des geothermischen Potenzials	13
3.3 Einordnung des Potenzials	13
4 WASSERKAFT	15
4.1 Potenzialermittlung	15
4.2 Einordnung des Potenzials	16
5 ZUSAMMENFASSUNG	17
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	19
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	20
TABELLENVERZEICHNIS	20
LITERATURVERZEICHNIS	21

EINLEITUNG

Ziel der Arbeiten in diesem Modul 3 war es, die energetischen Potenziale der erneuerbaren Energieträger Wind, solare Strahlung, Geothermie und Wasser für das Gebiet des Vogtlandkreises abzuschätzen. Die Potenziale der Biomasse wurden gesondert bereits in Modul 2 untersucht.

Durch Kenntnis der energetischen Potenziale ist es möglich, die Handlungsschwerpunkte im Hinblick auf die energiepolitische Ausrichtung des Vogtlandkreises zu setzen. Der öffentlichen Hand werden also die entsprechenden Zahlen an die Hand gegeben auf Basis derer zu entscheiden sein wird, welchen Technologien besonderes Augenmerk beim künftigen Ausbau der Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energieträger zukommt.

Da Potenziale – auf welchen Grundlagen und Annahmen sie auch immer errechnet wurden – gerne dazu verleiten, als erreichbare Zielmarke verwendet zu werden, wurde im vorliegenden Gutachten vor allem darauf geachtet, dass realistische bzw. technologisch sinnvolle Potenziale ausgewiesen werden. So wurden – wie in den einzelnen Kapiteln dargestellt – entsprechende Einschränkungen getroffen und damit keine theoretischen Potenziale, sondern technische Potenziale dargestellt. Dies bedeutet beispielsweise, dass nicht alle geeigneten Dachflächen mit Solarthermieranlagen belegt werden, sondern es wird vielmehr überprüft, ob theoretisch der gesamte Wärmebedarf in technologisch sinnvoller Weise mit Solarenergie gedeckt werden kann. Die freibleibenden Dachflächen können dann für die Stromerzeugung von Photovoltaik genutzt werden. Ein anderes Beispiel: Theoretisch könnte man unter Einhaltung technisch erforderlicher Abstände im gesamten Vogtlandkreis Windenergieanlagen errichten und damit ein vielfach höheres Stromerzeugungspotenzial ausweisen als der Strombedarf im Vogtlandkreis ist. Jedoch enthält der Regionalplan klare Vorgaben, welche Flächen im Vogtlandkreis (noch) geeignet sind, um Windenergieanlagen zu errichten. In diesem Falle stehen der Schutz von Mensch und Natur richtigerweise klar im Vordergrund. Deshalb wird sich das in diesem Gutachten ausgewiesene Potenzial nur auf die im Regionalplan ausgewiesenen Flächen beschränken. Ein drittes Beispiel: Die Nutzung der Umgebungswärme durch Luftwärmepumpen zur Wohnraumbeheizung stellt ein theoretisches Potenzial dar, welches sogar über dem Wärmebedarf der Gebäude im Vogtlandkreis liegt. Diese Aussage ist aus Sicht der Gutachter mit Blick auf das verfolgte Ziel, energiepolitische Entscheidungen zu treffen, wenig sinnvoll. Die Gegebenheiten im Vogtlandkreis führen dazu, dass gerade während der Heizperiode die niedrigen Außentemperaturen einen primärenergetisch oder gar wirtschaftlich sinnvollen Betrieb ausschließen.

Die nachfolgend dargestellten Potenziale liefern damit eine solide Basis für die energiepolitische Arbeit im Vogtlandkreis. Im Ergebnis konnte aufgezeigt werden, dass die energetischen Potenziale für den verstärkten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien im Vogtlandkreis ausreichend vorhanden sind. Um diese Potenziale zu heben, werden jedoch Anstrengungen bei allen Akteuren (Politik, Investoren, Bevölkerung usw.) notwendig sein.

1 WINDENERGIE

1.1 Grundlagen der Potenzialermittlung

Der weitere Ausbau der Windenergienutzung mittels Windenergieanlagen ist im Regionalplan des Planungsverbandes Südwestsachsen in der Fortschreibung vom Juli 2008 für das Gebiet des Vogtlandkreises geregelt /RegPlan_2008/. Der Planungsansatz im Regionalplan orientiert sich maßgeblich an folgenden Prämissen:

- Konzentration der Windenergienutzung auf raumverträgliche Gebiete unter Freihaltung möglichst zusammenhängender landschaftlich sensibler Bereiche
- Vermeidung von teilräumlichen Überlastungen durch die Einhaltung von Mindestabständen zwischen den Windnutzungsgebieten.

Für die Ausweisung der Windnutzungsgebiete im Regionalplan wurden dazu verschiedene Ausschlusskriterien in den Bereichen Siedlungsflächen, Verkehrs- und technische Infrastruktur, Wälder, Gewässer sowie Natur- und Artenschutz definiert. Diese sind im Detail im Regionalplan dargestellt (Punkt 2.5, Seiten B-89 bis B-98 in /RegPlan_2008/).

Die dichte Siedlungsnutzung stellt den bestimmenden und limitierenden Faktor für die Einordnung der Windenergienutzung dar. Ausschließlich aufgrund dieses Umstandes kommt der weitaus überwiegende Teil der Region (87 %) nicht für eine Windenergienutzung in Betracht. Neben der dichten Siedlungsnutzung stellt der vergleichsweise hohe Waldanteil von ca. 38 % das zweite wesentliche Ausschlusskriterium für die Windenergienutzung in der Region dar. Aus Sicht der Regionalplanung kommen Wälder auch künftig nicht für die Errichtung von Windenergieanlagen in Betracht. Desweiteren sind für die raumverträgliche Einordnung der Windenergienutzung Belange des Naturschutzes, der landschaftsbezogenen Erholung und des Tourismus als wesentliche Aspekte im Regionalplan genannt. Hierbei wurden bei der Einordnung möglicher Gebiete zur Windenergienutzung die Vorkommensbereiche störungsempfindlicher Arten berücksichtigt (insbesondere Vögel, Fledermäuse). Als viertes wichtiges Ausschlusskriterium kommen bestimmte Abstandsregeln zur Verkehrsinfrastruktur und zur technischen Infrastruktur zum Tragen. Dies schließt auch Mindestabstände zwischen den ausgewiesenen Windparks ein.

Im Planungsergebnis sind 8 Vorrang-/Eignungsgebiete für die Planungsregion Südwestsachsen im Regionalplan ausgewiesen. Hiervon entfallen 3 in das Gebiet des Vogtlandkreises (Abbildung 1.1). Zur Potenzialermittlung werden diese 3 Vorrang-/Eignungsgebiete hinsichtlich der technischen Machbarkeit zur Errichtung von Windenergieanlagen unter Berücksichtigung weiterer Einschränkungen laut Regionalplan untersucht.

Im Ergebnis des Regionalplanes wird darauf hingewiesen, dass die bestehenden Möglichkeiten zur raumverträglichen Nutzung der Windenergie in der Region Südwestsachsen weitestgehend ausgeschöpft sind. Die wenigen Eignungs-/Vorranggebiete und die ungünstigen Voraussetzungen für Repowering

(Höhenbegrenzungen, geringe Windgeschwindigkeiten) belegen das sehr geringe Potenzial in der Planungsregion.

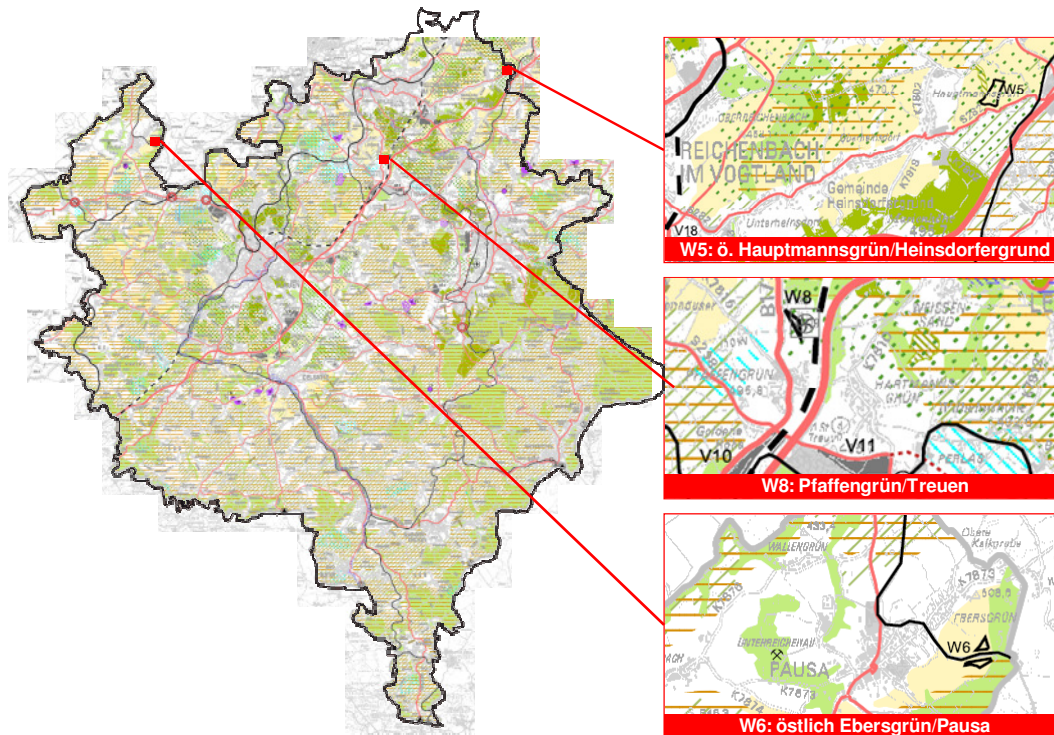


Abbildung 1.1 **Ausgewiesene Eignungs-/Vorranggebiete zur Windenergienutzung im Vogtlandkreis**

Quelle: /RegPlan_2008/, Bearbeitung IE Leipzig

Im Regionalplan sind folgende Vorrang-/Eignungsgebiete zur Windenergienutzung aufgeführt:

- W5: östlich Hauptmannsgrün (Gemeinde Heinsdorfergrund)
- W6: östlich Ebersgrün (Gemeinde Pausa)
- W8: Pfaffengrün (Gemeinde Treuen).

Für diese Gebiete gelten laut Regionalplan weitere Einschränkungen. So ist für das Gebiet östlich Hauptmannsgrün (W5) vermerkt, dass im Rahmen der notwendigen Genehmigungsverfahren zur Errichtung von Windenergieanlagen besondere Anforderungen bezüglich des Schutzes des militärischen Interessensbereiches der Radaranlage Gleina (Thüringen) zu beachten sind. Der Standort östlich Hauptmannsgrün ragt deutlich in die Radarsicht der Anlage Gleina hinein. Im Regionalplan wird daher eine Höhenbegrenzung von 100 m über Grund (Gesamthöhe der Windenergieanlagen) festgelegt. Für das Gebiet Pfaffengrün (W8) ist im Regionalplan vermerkt, dass dieser Standort durch die bestehenden 3 Windenergieanlagen bereits räumlich ausgelastet ist. Somit wird der Standort Pfaffengrün in die Potenzialermittlung nicht mit einbezogen.

Für die Ermittlung des Windenergiepotenzials ist eine Einordnung der ausgewiesenen Vorrang-/Eignungsgebiete hinsichtlich der vorherrschenden Windgeschwindigkeiten notwendig. Die Vorrang-/Eignungsgebiete weisen mittlere Windgeschwindigkeiten von 5 bis 6 m/s in 80 m über Grund auf (Abbildung 1.2). Daraus folgt aus wirtschaftlicher Sicht eine mäßige bis mittlere Standortqualität. Die Windgeschwindigkeiten sind Grundlage für die Festlegung der mittleren Vollbenutzungsstunden.

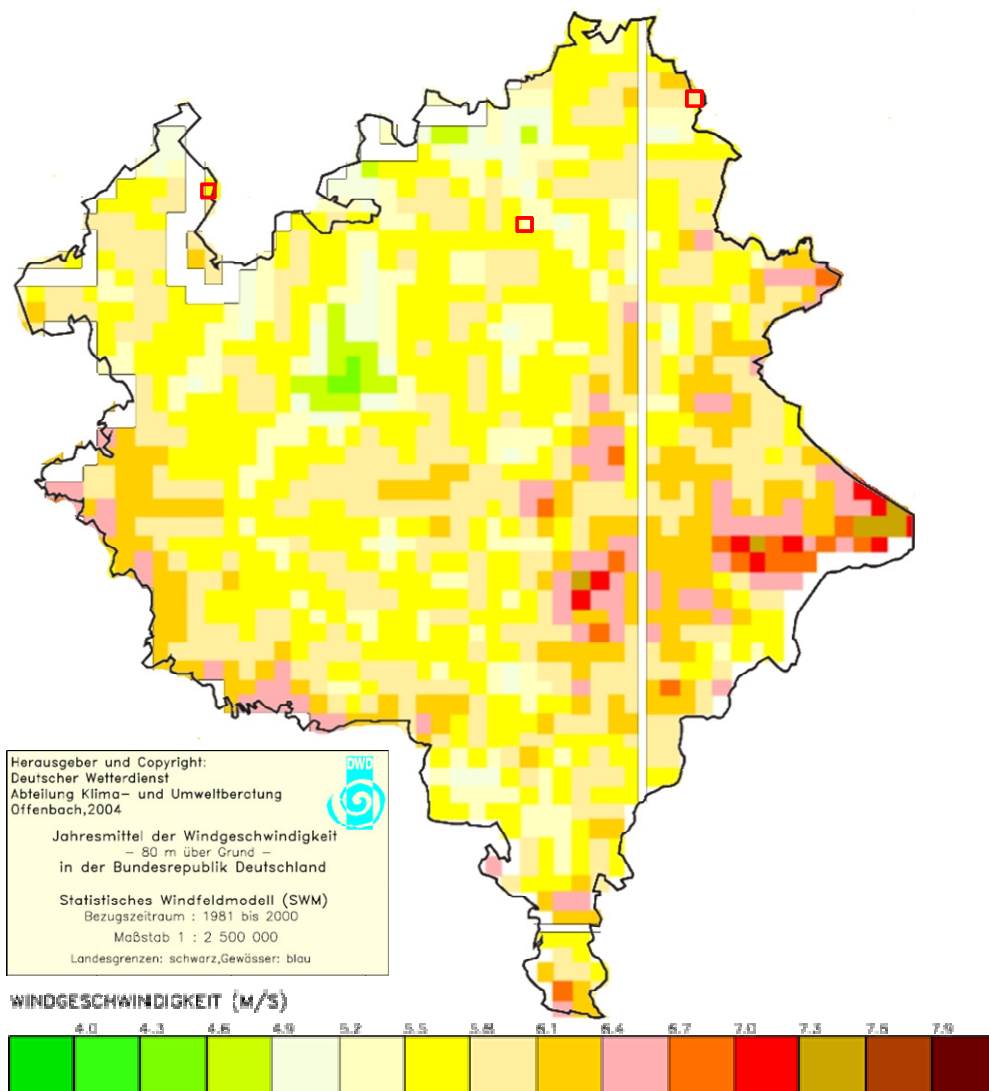


Abbildung 1.2 *Jahresmittel der Windgeschwindigkeit im Vogtlandkreis*
Quelle: /DWD_2004/, Bearbeitung IE Leipzig

Auf Basis der Größe der ausgewiesenen Vorrang-/Eignungsgebiete, der genannten Einschränkungen (Höhenbegrenzung) sowie der Kenntnisse der Windverhältnisse werden die Flächen mit geeigneten Windenergieanlagen (Anzahl, Leistungsklasse, Bauhöhe) belegt.

1.2 Ermittlung des Windenergiepotenzials

Bezüglich der technischen Spezifikationen der Windenergieanlagen werden auf Basis der vorgenannten Grundlagen folgende Festlegungen getroffen:

- Windenergieanlagen mit jeweils 2 MW installierter elektrischer Leistung
- Nabenhöhe: 60 m
- Rotordurchmesser: 80 m
- Abstände innerhalb des Windparks:
3facher Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung (Nord-Süd)
5facher Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung (West-Ost)
- Durchschnittliche Erträge (Vollbenutzungsstunden):
W5: 1.700 kWh/kW
W6: 2.400 kWh/kW
- mittlerer Parkwirkungsgrad: 90 %

Insgesamt können auf Basis der vorgenannten Festlegungen auf den Flächen der im Regionalplan ausgewiesenen Vorrang-/Eignungsgebiete potenziell **10 Windenergieanlagen** mit einer **Gesamtleistung von 20 MW_{el}** und einem durchschnittlichen jährlichen **Stromertrag von ca. 36,9 GWh/a** errichtet werden (Abbildung 1.3). Diese verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Standorte:

- W5: 5 Anlagen zu 2,0 MW_{el} Ertrag: 15,3 GWh bei 1.700 kWh/kW
- W6: 5 Anlagen zu 2,0 MW_{el} Ertrag: 21,6 GWh bei 2.400 kWh/kW
- W8: keine weiteren Anlagen

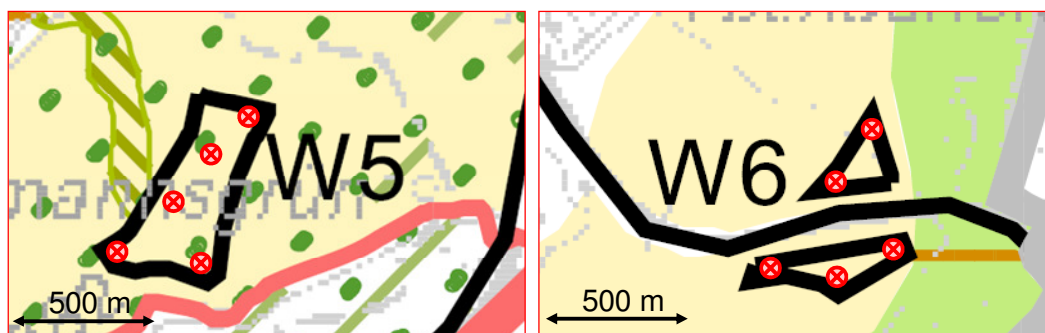


Abbildung 1.3 **Belegung der Vorrang-/Eignungsgebiete im Vogtlandkreis mit Windenergieanlagen**

Quelle: Kartenmaterial nach /RegPlan_2008/, Belegung mit Windenergieanlagen und Bearbeitung durch IE Leipzig

Weitere (wenige) Anlagen könnten aufgrund von Zielabweichungsverfahren oder künftigen Änderungen im Regionalplan (Aufhebung oder Lockerung von begrenzenden Faktoren) errichtet werden. Diese Optionen sind zwar grundsätzlich möglich, aber aus

derzeitiger Sicht und nach Einschätzung der Gutachter nicht zu erwarten. Zudem wird im Regionalplan vorrangig der Nachweis geführt, dass eine weitere Erhöhung der Windkraftnutzung über die bereits bestehenden und noch ausgewiesene Vorrang-/Eignungsgebiete hinaus mit erheblichen Eingriffen in natürliche Lebensräume verbunden wäre.

Die Errichtung und der Betrieb von Kleinst- und Klein-Windenergieanlagen ist aus Sicht der Gutachter kurz- bis mittelfristig deutlich nicht wirtschaftlich darstellbar. Daher wird diese Option nicht in die Potenzialermittlung einbezogen.

Im Regionalplan wird bezüglich des Repowering erwähnt, dass eine weitere Erhöhung des Energieertrages aus Windkraft aufgrund der objektiv ungünstigen Voraussetzungen für die Windenergienutzung in der Region nur durch die Errichtung leistungsfähigerer Windenergieanlagen auf den aufgeführten Standorten möglich ist. Diese Option kommt aus Sicht der Gutachter für den Vogtlandkreis kurz- bis mittelfristig jedoch nicht zum Tragen, da es sich insbesondere am Standort Pfaffengrün (W8) um relativ neu errichtete Anlagen aus den Jahren 2003 und 2004 handelt. Somit ist Repowering nicht in die Potenzialberechnung einzubeziehen.

1.3 Einordnung des Potenzials

Zum Bearbeitungszeitpunkt dieses Gutachtens (Juli 2009) sind 13 Windenergieanlagen mit Leistungswerten zwischen 0,03 MW_{el} und 2,0 MW_{el} und einer Gesamtleistung von 13,4 MW_{el} im Vogtlandkreis installiert. Der mittlere Jahresertrag dieser Anlagen beträgt 24,3 GWh_{el} pro Jahr.

Durch das ausgewiesene Zubaupotenzial von 20 MW_{el} bzw. 36,9 GWh_{el} pro Jahr könnte insgesamt eine Strommenge von ca. 61,2 GWh_{el} pro Jahr aus Windkraft im Vogtlandkreis erzeugt werden. Dies bedeutet, dass derzeit ca. 40 % des Windenergiepotenzials im Vogtlandkreis ausgeschöpft sind.

Das verbleibende Potenzial zur Windenergienutzung kann jedoch nur gehoben werden, wenn die ausgewiesenen Vorrang-/Eignungsgebiete in der zuvor dargestellten Weise mit Windenergieanlagen belegt werden können. Im Rahmen dieses Gutachtens können konkrete Ergebnisse der im Zuge der Vorhabenszulassungen erforderlichen Genehmigungsverfahren nicht abgeschätzt werden. Daher weisen die Gutachter darauf hin, dass aufgrund dieses Umstandes das ausgewiesene Potenzial möglicherweise nicht vollständig erschlossen werden kann.

2 SOLARE STRAHLUNGSENERGIE

2.1 Grundlagen der Potenzialermittlung

Zur Ermittlung des Potenzials der Solarenergie war zunächst die Frage zu beantworten, welche Flächen als potenziell nutzbar gelten sollten. In Frage kamen prinzipiell Dachflächen von Wohngebäuden, Dachflächen von Nichtwohngebäuden und Freiflächen aller Art.

Im zweiten Schritt war das ermittelte Flächenpotenzial sinnvoll für die solarthermische und die photovoltaische Nutzung zu gliedern um somit elektrische und thermische Potenziale der solaren Strahlungsenergie auszuweisen.

Berechnung der verfügbaren Flächen

Bei **Dachflächen** sind in der Regel nicht die gesamten Dachflächen der Gebäude nutzbar. Insbesondere nach Norden ausgerichtete Dachseiten sowie ganztägig durch Nachbargebäude verschattete Teile oder Dachkonstruktionen, die aus statischen Gründen keine zusätzliche Last tragen dürfen, scheiden aus. Eine Untersuchung am Beispiel nordrhein-westfälischer Städte, bei der unterschiedliche Gebäude- und Siedlungstypen auf ihre Eignung zur Nutzung der Solarenergie analysiert wurden, ergab: im Mittel sind über alle Dächer Deutschlands ein Anteil von 38 % aller bestehenden Dachflächen (Wohn- und Nichtwohngebäude) für eine solare Nutzung geeignet /Everding_2007/. Dieser Wert wurde für die weiteren Berechnungen zu Grunde gelegt, da eine genauere Gliederung nach Gebäudetypen nicht landkreisbezogen vorliegt und auch bei anderen Berechnungsgrundlagen keine höhere Genauigkeit erzielt werden kann.

Zur Berechnung der Gesamtgröße aller Dachflächen wurde auf die Wohngebäudestatistik des statistischen Jahrbuchs Sachsen /StaLa_2008/ und des statistischen Bundesamtes /destatis_2009/ zurückgegriffen. Ausgewiesen werden dort

- Die Anzahl der Wohngebäude, gegliedert nach Einfamilienhäusern, Zweifamilienhäusern und Mehrfamilienhäusern (ab 3 Wohnungen)
- Die Wohnfläche der Wohnungen in diesen Wohngebäuden, in der gleichen Gliederung
- Die Anzahl der Wohnungen in diesen Wohngebäuden in der gleichen Gliederung.

Als Zwischenergebnis ergaben sich damit die mittleren Wohnflächen pro Wohngebäude sowie für die Mehrfamilienhäuser auch die mittlere Zahl der Wohnungen pro Gebäude.

Aufgrund der unterschiedlichen Geschosshöhen und unter Berücksichtigung von überdachten Teilbereichen, die nicht zur Wohnfläche zählen (z. B. Treppenhäuser) wurde die Dachfläche der verschiedenen Gebäudetypen wie folgt abgeschätzt:

- 85 m² Dachfläche pro 100 m² Wohnfläche in Einfamilienhäusern
- 66 m² Dachfläche pro 100 m² Wohnfläche in Zweifamilienhäusern
- 33 m² Dachfläche pro 100 m² Wohnfläche in Mehrfamilienhäusern

Unter dieser Annahme konnte die Gesamtfläche aller Dächer der Wohngebäude des Landkreises berechnet werden.

Für die Nichtwohngebäude lag eine vergleichbare Bestandsstatistik nicht vor. Öffentlich verfügbare Statistiken zu Nichtwohngebäuden gab es lediglich in der Statistik der Baufertigstellungen. Diese konnte jedoch auch nur grobe Hinweise geben, da die Lebensdauer der Nichtwohngebäude im Durchschnitt deutlich kürzer ausfallen dürfte als die der Wohngebäude (hier wird mit einer mittleren Lebensdauer von 100 Jahren gerechnet). Zudem schwanken die Baufertigstellungen gerade im gewerblichen Bereich in einem Landkreis sehr stark von einem Jahr zum anderen. Nach Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte (auch im überregionalen Vergleich) erscheint es aus Sicht der Gutachter realistisch, für jeweils 3 m² Dachfläche auf Wohngebäuden 1 m² Dachfläche auf Nichtwohngebäuden anzusetzen.

Damit ergibt sich die angenäherte Fläche aller verfügbaren Dachflächen durch Multiplikation der o. g. Dachflächen der Wohngebäude mit dem Faktor 4/3. Nach /Everding_2007/ wurden von dieser Gesamtfläche 38 % als solar nutzbares Flächenpotenzial berechnet, für den Vogtlandkreis waren dies ca. 2,7 Mio. m² bzw. 273 ha. Auf diesen (in der Regel bereits schräg ausgerichteten und damit vollständig zu überdeckenden) Flächen kann auf jeweils 9 m² ein kW Solarmodule zur Stromerzeugung errichtet werden, sofern sie nicht durch Wärmekollektoren belegt werden soll.

Bei **Freiflächen** kommen sowohl Ackerflächen als auch Brachflächen grundsätzlich in Betracht. Die Potenziale der Ackerflächen werden allerdings konkurrierend bereits für Nahrungs- und Futtermittel sowie für Bioenergieträger benötigt – zumal ist zu bedenken, dass sich bei Heranziehung aller Ackerflächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen ein Energiepotenzial ergäbe, das weit höher liegt als der Energieverbrauch aller Einwohner des gleichen Landkreises. Daher wurden bei der Potenzialberechnung für PV-Freiflächenanlagen lediglich Brachflächen berücksichtigt.

Für die Deponieflächen im Vogtlandkreis liegt bereits eine Untersuchung auf Nutzbarkeit als PV-Freiflächenanlage vor, aus dieser ergab sich aus einer Vorauswahl von 222 Altdeponien und Altablagerungen eine Auswahl von 5 besonders geeigneten Deponien mit insgesamt 17,1 ha Fläche, von denen 3,7 ha als geeignet zur Nutzung für die Solarenergie identifiziert wurden /Wappler_2005/.

Weiterhin existiert in Sachsen eine Datenbank zu gewerblichen Brachflächen (mit dem Ziel, diese wirtschaftlich wieder zu nutzen). Hierin sind für den Vogtlandkreis Flächenangaben zu 751 Brachflächen verfügbar, hinzu kommen 198 Brachflächen ohne Flächenangabe /Kern_2009/. 106 dieser Brachflächen mit Flächenangabe verfügen über eine Gesamtfläche von mindestens einem Hektar und sind damit als Standorte für PV-Freiflächenanlagen (ab ca. 300 kW_{el}) interessant. Da für diese 106 Standorte nicht einzeln geprüft werden konnte, welche der Flächen sich aus verschiedenen Gründen besser oder schlechter für eine Nutzung durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen eignen, wurde vereinfachend angenommen, dass PV-Freiflächenanlagen auf der Hälfte der Flächen dieser 106 Standorte errichtet werden können. Nach diesem Verfahren kommen 294 ha Fläche zusammen, die als Grundlage für die weitere Potenzialberechnung verwendet werden können. Auf diesen Flächen können auf jeweils 3 Hektar Solarmodule mit einer elektrischen Leistung von einem Megawatt zur Stromerzeugung errichtet

werden. Wobei dieser Wert einen Erfahrungswert darstellt, der bereits Abstandsflächen, Zuwegungen, Zäune, ein Gebäude für Wechselrichter und ggf. ökologische Ausgleichsflächen innerhalb des Geländes beinhaltet.

Zuordnung der Flächen zu Solarthermie und Photovoltaik

Eine **Nutzung der Solarthermie** zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung ist nach heutigem Stand der Technik nur dann möglich, wenn die gewonnene Wärme in unmittelbarer Nähe (i. d. R. im gleichen Gebäude) verbraucht wird. Um das Potenzial der Solarthermie so weit wie möglich auszuschöpfen, wurde daher bei den drei statistisch unterscheidbaren Wohngebäudetypen (Einfamilienhäuser, Zweifamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser) abgeschätzt, welcher Flächenbedarf aus der Wärmebedarfsdeckung der im gleichen Gebäude vorhandenen Wohnungen ableiten lässt. Während eine Deckung des Warmwasserbedarfs zu allen Jahreszeiten solarthermisch möglich ist, kann nach heutigem Stand der Technik auch bei großen Solarkollektoren und Wasserspeichern der Heizenergiebedarf nicht ganzjährig solarthermisch gedeckt werden, da der Solarenergieertrag in den Wintermonaten für die Heizung zu niedrig ist. Realistisch ist eine Deckung von bis zu 40 % des jährlichen Heizenergiebedarfs über Solarkollektoren.

Als **Warmwasserbedarf** pro Wohneinheit wurden $1.035 \text{ kWh}_{\text{th}}$ jährlich zu Grunde gelegt. Die Zahl der Wohneinheiten in Mehrfamilienhäusern liegt im statistischen Mittel bei etwas über sechs, so dass sich der jährliche Warmwasserbedarf pro Gebäude mit $1,0 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für Einfamilienhäuser, $2,1 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für Zweifamilienhäuser sowie rund $6,3 \text{ MWh}_{\text{th}}$ für Mehrfamilienhäuser berechnet. Die Statistik weist auch Wohnungen in Nichtwohngebäuden auf (z. B. Hausmeisterwohnungen in Schulen), deren Wasserbedarf wird als gleichgroß eingestuft. Vereinfachend wurde dabei die Zahl der Wohnungen mit der der Haushalte gleichgesetzt (ohne Berücksichtigung von Wohngemeinschaften bzw. Leerstand).

Als **Wärmebedarf für Heizzwecke** wurden in Ein- und Zweifamilienhäusern $0,16 \text{ MWh}_{\text{th}}$ pro Jahr und Quadratmeter Wohnfläche zu Grunde gelegt. In Mehrfamilienhäusern ist dieser Wert niedriger, weil durch die Geschossbauweise ein großer Teil der Wohnaußenflächen keinen Kontakt zur Gebäudehülle hat. Hier sind $0,11 \text{ MWh}_{\text{th}}$ pro Jahr und Quadratmeter Wohnfläche realistisch.

Durch Multiplikation des spezifischen Wärmebedarfs mit der Wohnfläche aller Gebäude der drei statistischen Typen und der Addition des Warmwasserbedarfs ergab sich der Gesamtwärmebedarf aller Wohngebäude im Landkreis, bei den Nichtwohngebäuden wurde nur der Warmwasserbedarf berücksichtigt, da hier keine Flächenangaben vorlagen. Damit ergibt sich ein Wärmebedarf (Heizung und Warmwasser) von $210 \text{ GWh}_{\text{th}}$ pro Jahr in Einfamilienhäusern, von $151 \text{ GWh}_{\text{th}}$ pro Jahr in Zweifamilienhäusern und $322 \text{ GWh}_{\text{th}}$ pro Jahr in Mehrfamilienhäusern. Hinzu kommt der Warmwasserbedarf von knapp $4 \text{ GWh}_{\text{th}}$ pro Jahr der Wohnungen in Nichtwohngebäuden.

2.2 Ermittlung des Potenzials der solaren Strahlungsenergie

Für die Berechnung des Potenzials der solaren Strahlungsenergie werden zwei Szenarien entwickelt: Im ersten Szenario werden die verfügbaren Dachflächen mit Solarkollektoren in der Weise belegt, dass die zuvor dargestellten Wärmebedarfe gedeckt werden können. Die dann noch freien Dachflächen sowie die Freiflächen werden zur Stromerzeugung durch Photovoltaikanlagen genutzt. In diesem ersten Szenario wird also das maximale thermische Potenzial der solaren Strahlungsenergie ausgewiesen und um das noch mögliche elektrische Potenzial ergänzt. In einem zweiten Szenario werden alle geeigneten Dach- und Freiflächen ausschließlich zur Stromerzeugung genutzt, was dem maximalen elektrischen Potenzial entspricht.

Szenario 1

Je nach Kollektortyp (Flachkollektor, Röhrenkollektor) und vorherrschenden Strahlungsverhältnissen kann mit einem Quadratmeter Kollektorfläche ein Wärmeertrag zwischen 300 und 660 kWh_{th} erzielt werden (nach unterschiedlichen Quellen). Ein Wärmeertrag von 500 kWh_{th} pro Quadratmeter Kollektorfläche ist mit moderner Technik in allen Fällen realistisch. Unter dieser Annahme und den Annahmen zu den spezifischen Wärmebedarfen (vgl. Abschnitt 2.1) wurden die benötigten Dachflächen zur solaren Beheizung der verschiedenen Gebäudetypen errechnet (Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1 Wärmeenergiebedarf und Potenzial der Solarthermie nach Gebäudetypen

Quelle: Berechnungen IE Leipzig auf Basis der zuvor gemachten Angaben und Einschätzungen
Anmerkung: Abweichungen bei Summen rundungsbedingt

Gebäudetyp	Anzahl Wohnungen	40% des Wärmebedarfs aller Wohnungen	Warmwasserbedarf aller Wohnungen	Solarwärmebedarf insgesamt aller Wohnungen	Zur solaren Deckung des Wärmebedarfs erforderliche Dachfläche	Solar nutzbare Dachfläche insgesamt
	[Wohnungen]	[GWh/a]	[GWh/a]	[GWh/a]	[1000 m ²]	[1000 m ²]
Einfamilienhäuser	28.927	180	30	210	421	911
Zweifamilienhäuser	27.218	123	28	151	303	483
Mehrfamilienhäuser	88.344	230	91	322	643	656
Nichtwohngebäude	3.527	k. A.	4	4	7	683
Summe	148.016	534	153	687	1.374	2.733

So wird deutlich, dass der Solarwärmebedarf bei Mehrfamilienhäusern annähernd die gesamten verfügbaren Dachflächen erfordert (98 %), während bei Einfamilienhäusern noch mehr als die Hälfte (54 %) der verfügbaren Dachflächen freibleibt und damit ein Potenzial zur Erzeugung von Solarstrom ermöglicht. Bei Zweifamilienhäusern erfordert

die Warmwasserbereitung und anteilige Deckung des Heizenergiebedarfs etwa 63 % der verfügbaren Dachflächen. Insgesamt werden von den ca. 273 ha verfügbaren Dachflächen eine Fläche von ca. 138 ha zur Deckung des Wärmebedarfs benötigt. Eine Dachfläche von ca. 135 ha steht somit für die Belegung mit Photovoltaik-Modulen zur Verfügung.

Unter der Annahme, dass **Photovoltaik-Module auf allen übrigen Dachflächen** installiert werden und pro kW_{el} Leistung 9 m^2 Dachfläche erforderlich sind, errechnet sich eine maximal installierbare elektrische Leistung von PV-Anlagen auf Gebäuden von $151 \text{ MW}_{\text{el}}$. Bei einem für die Region typischen spezifischen Jahresertrag von ca. 880 kWh/kW kann mit diesen Anlagen eine Strommenge von $133 \text{ GWh}_{\text{el}}$ erzeugt werden. Nimmt man die Nutzung der Brachflächen (Deponien: 4 ha, Gewerbebrachen: 294 ha) hinzu, können dort zusätzlich PV-Module mit $99 \text{ MW}_{\text{el}}$ Nennleistung installiert werden, die jährlich rund 87 GWh Strom erzeugen. Zusammengenommen verbleibt in diesem Szenario 1 ein Potenzial für die Photovoltaik von $250 \text{ MW}_{\text{el}}$ installierter Leistung und $220 \text{ GWh}_{\text{el}}$ Jahresstromertrag im gesamten Vogtlandkreis.

Szenario 2

Würden keine thermischen Solaranlagen errichtet, sondern alle nutzbaren Flächen ausschließlich für die Stromerzeugung genutzt, so führt der oben beschriebene Ansatz zu einer potenziell installierten Leistung von $403 \text{ MW}_{\text{el}}$ (davon $303 \text{ MW}_{\text{el}}$ auf Dachflächen) und einem Jahresertrag von $354 \text{ GWh}_{\text{el}}$ (davon $267 \text{ GWh}_{\text{el}}$ auf Dachflächen). Das in Szenario 1 beschriebene Potenzial der Brachflächen und Deponien bleibt hierbei unverändert bei $99 \text{ MW}_{\text{el}}$ bzw. $88 \text{ GWh}_{\text{el}}$.

2.3 Einordnung des Potenzials

Insgesamt konnte für den Vogtlandkreis ein technisches Potenzial der Photovoltaik auf Dach-, Brach- und Deponieflächen von $403 \text{ MW}_{\text{el}}$ installierbarer Leistung ermittelt werden (Szenario 2). Mit diesen Anlagen ließe sich eine Strommenge von ca. $354 \text{ MWh}_{\text{el}}$ pro Jahr erzeugen. Im Vogtlandkreis waren zum Ende des Jahres 2007 Photovoltaik-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von $3,6 \text{ MW}$ installiert, diese nehmen ca. $3,25 \text{ ha}$ Fläche ein. Das entspricht ca. $1,2 \%$ aller geeigneten Dachflächen.

Nutzt man hingegen die Dachflächen auf Wohngebäuden zudem zur Wohnraumbeheizung und Warmwasserbereitstellung mit Solarthermie, so können $687 \text{ GWh}_{\text{th}}$ zur Verfügung gestellt werden (Nachfragepotenzial). Dabei reduziert sich das Potenzial zur Stromerzeugung auf den verbleibenden Dachflächen sowie auf den Brach- und Deponieflächen auf $220 \text{ GWh}_{\text{el}}$. Im Vogtlandkreis wurden zum Ende des Jahres 2007 ca. $2,6 \text{ ha}$ Dachfläche für solarthermische Anlagen genutzt. Das entspricht ca. $1,0 \%$ aller geeigneten Dachflächen.

Abgesehen von den seither hinzugekommenen Anlagen sind damit noch ca. 98% der geeigneten Dachflächen für die zukünftige Solarenergienutzung frei. Dies zeigt, dass das Potenzial zur Nutzung der solaren Strahlungsenergie weitgehend ungenutzt ist.

3 GEOTHERMIE

3.1 Grundlagen der Potenzialermittlung

Die Geothermie, als Grundlage für eine regenerative Energiegewinnung, kann in drei unterschiedliche Bereiche eingeteilt werden.

- Nutzung von Umgebungswärme bzw. Umgebungsluft
- Oberflächennahe Geothermie (bis 100 m Tiefe)
- Tiefe Geothermie (ab 400 m Tiefe)

Der letztgenannte Bereich der tiefen Geothermie wird bisher in Deutschland technologisch durch hydrothermale Systeme, d. h. Heißwasser führende Gesteinsschichten in entsprechender Tiefe, welche durch Bohrungen erschlossen werden und günstige Fließraten aufweisen bzw. petrothermale Systeme, d. h. heißes Grundgestein, welches durch künstlich im Untergrund geschaffene Wärmeübertragungen erschlossen werden, genutzt. Im Vogtland sind die Bedingungen für die tiefe Geothermie relativ ungünstig. Es liegen keine nennenswerten Heißwasser führenden Schichten in entsprechender Tiefe mit günstigen Fließeigenschaften vor und der Temperatur/Tiefen-Gradient, d. h. die Zunahme der Temperatur im Untergrund mit steigender Tiefe, ist im Vogtland kleiner als im Bundesdurchschnitt. Aus diesen Gründen wird das Potenzial der tiefen Geothermie im Vogtland nicht untersucht.

Die Ermittlung der technischen Erzeugungspotenziale der Umgebungswärme bzw. Umgebungsluft und der oberflächennahen Erdwärmenutzung basiert im Wesentlichen auf den in /Kaltschmitt_2003/ skizzierten methodischen Ansätzen.

Zur Ableitung des technischen Umgebungswärmerzeugungspotenzials wird die Nutzung der über 15 % der Fläche des Vogtlandes vorhandenen Umgebungsluft bis in etwa 80 m Höhe angenommen. Es wird weiterhin angenommen, dass dieser Luftmasse rund 250mal pro Jahr Energie, durch eine Abkühlung derselben um 1 K, entzogen werden kann.

Für eine oberflächennahe Erdwärmenutzung sind nur Flächen, die nah an potenziellen Verbrauchern liegen – aufgrund sonst auftretender hoher Verluste beim Energietransport – geeignet. Es sind damit nur die den Gebäuden unmittelbar zugeordneten Flächen (d. h. Gebäude- und Freiflächen) prinzipiell nutzbar. Dieser Anteil entspricht in Deutschland im Durchschnitt ca. 5,8% der Gesamtfläche, da dies der Anteil der Siedlungsgebiete darstellt. Ein Teil dieser Flächen kann wiederum auf Grund großer Ausdehnungen ebenfalls nicht berücksichtigt werden. Des Weiteren gibt es Einschränkungen durch Grundwassergebiete, zudem ist eine lückenlose Erschließung dieser Flächen durch die im Untergrund befindlichen Infrastrukturelemente nicht möglich bzw. es erfolgt bereits eine Nutzung dieser Flächen (z. B. Gärten, Lagerhallen). Insgesamt können somit nur etwa 10 % der unmittelbar zugeordneten Flächen genutzt werden. Auf diesen Flächen wird eine mittlere Entzugsleistung von 360 MJ/m²*a unterstellt.

3.2 Ermittlung des geothermischen Potenzials

Im Bereich der Umgebungswärme bzw. Nutzung der Umgebungsluft errechnet sich nach der oben skizzierten Methode ca. 5 PJ/a an Wärmeenergie, die der Luft entzogen werden kann. Unter Berücksichtigung der Nutzung durch Wärmepumpen (Luft/Luft-WP) mit der Arbeitszahl von 3,0 könnte somit Nutzwärme in einem Umfang von ca. 7,6 PJ/a bereitgestellt werden. Berücksichtigt man die nachfrageseitigen Restriktionen, z. B. dass ein Anbringen von Außenluftwärmeübertragern aus baulichen oder rechtlichen Gründen nicht möglich ist, lässt sich eine bereitstellbare Nutzwärme von rund 4,5 PJ/a ableiten.

Für die oberflächennahe Geothermie lässt sich ein technisches Angebotspotenzial in einer Größenordnung von 2,7 PJ/a abschätzen. Wird dieses technische Erzeugungspotenzial aller Nutzungsarten durch Wärmepumpenanlagen mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 4,0 erschlossen (erdgekoppelte Systeme weisen höhere Arbeitszahlen als luftgekoppelte auf), lässt sich daraus Nutzwärme von rund 3,7 PJ/a bereitstellen. Die erdgekoppelten Erzeugungssysteme der oberflächennahen Geothermie weisen keine weiteren nachfrageseitigen Restriktionen auf und bieten zudem den Vorteil, auch für eine aktive Kühlung mittels Direktbetrieb einsetzbar zu sein.

3.3 Einordnung des Potenzials

Auf Grund ihrer Angebotscharakteristik können durch Wärmepumpen in der Regel der Energiebedarf für Raumwärme, Warmwasser und auch Prozesswärme auf niedrigem Temperaturniveau abgedeckt werden.

Die **Nachfrage** von prinzipiell durch Wärmepumpen bereitstellbarer Raum- bzw. Prozesswärme im Vogtland lag bei den Haushalten bei 5,4 PJ/a. Im Bereich GHD lag die durch Wärmepumpen abdeckbare Nachfrage an Raum- und Prozesswärme bei ca. 1 PJ/a. In ähnlicher Größenordnung, nämlich bei ca. 1 PJ/a, lag der im Verarbeitenden Gewerbe prinzipiell durch Wärmepumpen abdeckbare Raum- und Prozesswärmebedarf. Fasst man alle Verbrauchsbereiche zusammen, ergibt sich ein Bedarf an Raum- und Prozesswärme von ca. 7,4 PJ/a.

Sowohl bei der Nutzung der Umgebungswärme als auch bei der oberflächennahen Erdwärmenutzung liegt die **bereitzustellende Nutzwärme** unter der prinzipiell durch Wärmepumpen abdeckbaren Wärmenachfrage. In diesem Falle wird das technische Nachfragepotenzial durch die – mittels unterschiedlicher Technologien – bereitstellbaren Wärme definiert. Das Potenzial beträgt wie in Abschnitt 3.2 dargestellt bei Umgebungswärme ca. 4,5 PJ/a und bei der oberflächennahen Erdwärmenutzung in etwa 3,7 PJ/a.

Die abgeschätzten Potenziale sind unbedingt im Zusammenhang mit der zur Nutzung der regenerativen Wärme benötigten fossilen Antriebsenergie zu sehen. So resultieren bei der gegenwärtigen Stromerzeugung bei luftgekoppelten Wärmepumpenanwendungen (aufgrund der kleinen Arbeitszahl) im Vergleich zur Brennwertechnik keine Einsparungen von fossilen Energieträgern und auch keine Minderung der CO₂-Äquivalenzemissionen /Kaltschmitt_2003/. Bei erdgekoppelten Systemen ist hingegen unter gegenwärtigen

Bedingungen eine Einsparung an fossilen Primärenergieträgern und CO₂-Äquivalenzemissionen von ca. 30 % möglich.

Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass Wärmepumpenanwendungen im Kontext mit den (hohen) Vorlauftemperaturen von Bestandsgebäuden teilweise deutlich geringere Arbeitszahlen, als oben unterstellt wurde, erreichen. Unter diesen Bedingungen tragen Wärmepumpen dann unabhängig von der Wärmebereitstellung nicht zur Reduzierung der fossilen Energieverbräuche und der CO₂-Äquivalenzemissionen bei.

Die tatsächliche Nutzung der Geothermie wird im Vogtlandkreis im Wesentlichen durch erdgekoppelte Systeme realisiert. Das liegt entscheidend an der guten Wärmeleitfähigkeit der vorhandenen Gesteinsschichten, welche durch Erdsonden günstig erschlossen werden können /LfULG_2009/. Über 90 % der Systeme im Vogtlandkreis sind auf Erdsonden aus Entzugsquelle aufgebaut. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind ca. 480 Wärmepumpensysteme /LfULG_2009/ installiert, welche zusammengekommen eine Wärmemenge von ca. 48 TJ/a bereitstellen. Einer Heizleistung von ca. 6.000 kW dieser Systeme steht eine Kühlleistung von ca. 490 kW durch einen Teil dieser Systeme im Direktbetrieb gegenüber.

Das mögliche Potenzial erdgekoppelter Systeme, welche im Vogtlandkreis das wesentlich sinnvollere System im Vergleich zu den luftgekoppelten Systemen darstellen, ist demnach erst zu einem Anteil von ca. 1,5 % ausgeschöpft. Luftgekoppelte Systeme sind im Vogtlandkreis insofern weitestgehend nicht sinnvoll, da die Außentemperaturen in der Heizperiode zu niedrig sind und damit in der Primärenergiebilanz dieses System sich beispielsweise gegenüber der Brennwerttechnik oder einer Erdwärmepumpe sehr viel schlechter darstellt. Deshalb wird seitens der Gutachter das Potenzial der Luftwärmepumpen in der Gesamtbetrachtung (Abschnitt 5) nicht mit aufgeführt

4 WASSERKAFT

4.1 Potenzialermittlung

Detaillierte und damit gesicherte Untersuchungen zu den Wasserkraftpotenzialen im Vogtlandkreis liegen nicht vor und können im Rahmen dieser Untersuchung auch nicht geleistet werden. Hilfsweise wird das Potenzial aufgrund verschiedener Veröffentlichungen abgeschätzt, deren Fokus der Freistaat Sachsen darstellt. Die durchgeführte Literaturrecherche zu diesem Thema hat ergeben, dass von einem Zubaupotenzial von 30 bis 50 % bei der installierten elektrischen Leistung und einem Zubaupotenzial von 20 bis 50 % bei der Stromerzeugung auszugehen ist (Tabelle 4-1).

Im Entwurf des Energieprogramms des Freistaates Sachsen /Sachsen_2007/ ist zur Ausrichtung der sächsischen Energiepolitik im Hinblick auf die Wasserkraftnutzung erklärt: Das Wasserkraftpotenzial ist aus gewässerökologischen und naturschutzfachlichen Gründen in Sachsen aus derzeitiger Sicht nur noch begrenzt ausbaufähig. An der vereinigten Mulde besteht noch das Potenzial zur Errichtung von Wasserkraftwerken mit energiewirtschaftlicher Relevanz.

Der Verband der Wasserkraftwerksbetreiber Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V. sieht die Situation etwas differenzierter. Auf Basis seines Datenmaterials ergibt eine vorsichtige Abschätzung mit den etwa 300 bekannten arbeitenden Wasserkraftanlagen in Sachsen, dass mindestens 130 zusätzliche Standorte noch wirtschaftlich sinnvoll zu nutzen wären. Eine Steigerung der Stromerzeugung von 300 GWh/a auf 350 bis 400 GWh/a sollte damit technisch ohne weiteres möglich sein /VdKB_2008/. Gleichzeitig weist der Verband aber darauf hin, dass vor allem an größeren Fließgewässern diese Potenziale liegen und eine konkrete Bewertung nur nach Einzelfallprüfungen möglich ist. Im Wesentlichen sind für die Erschließung der Potenziale keine Neubauten von Wasserkraftanlagen notwendig, vielmehr eine Reaktivierung von vorhandenen Wehrstandorten. In jedem Falle ist für die Einhaltung von gewässerökologischen und naturschutzfachlichen Bedingungen zu sorgen, wobei es dabei gegebenenfalls Kompromisse bedarf.

Die Feststellung aller noch möglichen Standorte für die Wasserkraftnutzung muss aus der Bewertung sowohl der ökonomischen als auch der ökologischen Bedingungen der jeweiligen konkreten einzelnen Standorte erfolgen. Ziel dieser Arbeit kann die Erstellung einer Positivliste sein, die dann auch Anreize für Investitionen geben kann.

Tabelle 4-1 Stand und Potenziale der Wasserkraftnutzung in Sachsen und im Vogtlandkreis

Quellen: /IE_2004/, /Kubessa_1993/, /VdKB_2008/, Berechnungen IE Leipzig

aktueller Stand Sachsen			Potenziale Endausbau Sachsen auf Basis verschiedener Veröffentlichungen				
			wasserwirtsch. Planung 1950	IST-Stand 1960	/Kubessa 1993/	/IE 2004/	/VdKB 2008/
Anzahl Anlagen	[-]	308	k.A.	470	k. A.	k.A.	430
installierte Leistung	[MW]	78	114	102	120	100	100
Stromerzeugung	[GWh]	310	457	345	480	400	380
aktueller Stand Vogtlandkreis			Potenzial Endausbau Vogtlandkreis		Zubaupotenzial Vogtlandkreis		
			Schätzung IE		Schätzung IE		
Anzahl Anlagen	[-]	14					
installierte Leistung	[MW]	1,7	2,0		+ 15 %	0,3	
Stromerzeugung	[GWh]	5,5	6,6		+ 20 %	1,1	

4.2 Einordnung des Potenzials

Für den Vogtlandkreis kann auf Basis der Einschätzungen für Sachsen von den Gutachtern ein Wasserkraftpotenzial von ca. 2,0 MW_{el} bzw. 6,6 GWh_{el} ausgewiesen werden.

Derzeit gibt es 14 Wasserkraftanlagen im Vogtlandkreis, davon 5 an Talsperren und 8 in privater Nutzung (Abbildung 4.1). Eine Anlage ist derzeit nicht in Betrieb. Die Anlagen weisen Leistungsgrößen zwischen 12 und 750 kW_{el} auf, insgesamt sind 1,7 MW_{el} installiert. Die durchschnittlich aus Wasserkraft erzeugte Strommenge im Vogtlandkreis beträgt 5,5 GWh_{el}, wobei 4,2 GWh_{el} auf Talsperrenanlagen und 1,3 GWh_{el} auf private Anlagen entfallen.

Das ausgewiesene Potenzial von 300 kW_{el} bzw. 1,1 GWh_{el} Zubau kann damit als eher gering eingestuft werden, wenngleich es einer Steigerung der aus Wasserkraft erzeugten Strommenge um 20 % entspricht. Die im Abschnitt 4.1 genannten Aspekte müssen jedoch in die Bewertung dieses Potenzials einbezogen werden: nur durch eine genauere Untersuchung potenzieller Standorte in Bezug auf technische, ökonomische und ökologische Machbarkeit ließe sich das Potenzial noch konkreter bestimmen. Die Gutachter empfehlen, eine solche Bewertung – wie vom Verband der Wasserkraftwerksbetreiber angedacht – für den Vogtlandkreis vorzunehmen und als Ergebnis eine "Positivliste" zu erstellen. Diese Liste könnte Investitionen in diesem Bereich anstoßen bzw. vereinfachen und somit das Potenzial gehoben oder gar erweitert werden.

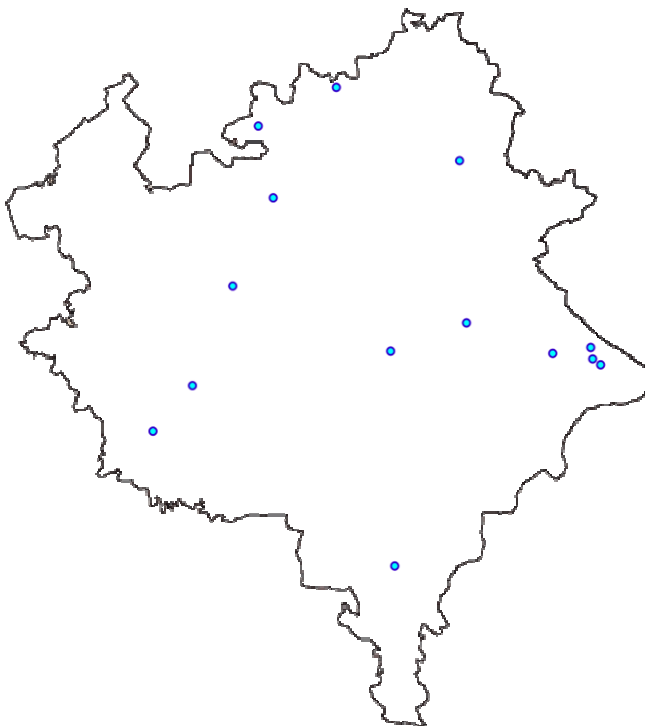


Abbildung 4.1 **Wasserkraftstandorte im Vogtlandkreis**
Quelle: /SMUL_2007/, Bearbeitung IE Leipzig
Datenstand: 01/2007

5 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel des Moduls 3, eingebettet in die Erstellung eines Energiekonzeptes für den Vogtlandkreis, war die Bestimmung der Potenziale der erneuerbaren Energieträger Wind, Solar, Geothermie und Wasser. Die Berechnungen zu den Potenzialen der Biomasse wurden in einem separaten Modul 2 durchgeführt.

Die Analysen im Modul 3 haben gezeigt, dass insbesondere die Potenziale der solaren Strahlungsenergie und der Geothermie für die weitere klima- und energiepolitische Ausrichtung des Vogtlandkreises sehr interessant sind. Interessant deshalb, weil die ausgewiesenen Potenziale zumeist Nachfragepotenziale sind, d. h. die Energienachfrage der Verbraucher bestimmt die Obergrenze des Potenzials. Mit anderen Worten: der Energiebedarf, insbesondere der Wärmebedarf, könnte vollständig durch Solare Strahlungsenergie und/oder Geothermie gedeckt werden. Stromseitig können – bis auf die Geothermie – alle untersuchten erneuerbaren Energieträger einen Beitrag in unterschiedlichen Wichtungen zur Energieversorgung leisten. Die Potenziale der Wind- und Wasserkraft sind weitestgehend ausgeschöpft, aber dennoch vorhanden. Einen Überblick über die ermittelten Potenziale gibt Tabelle 5-1.

Tabelle 5-1 **Überblick über die Potenziale der erneuerbaren Energien im Vogtlandkreis**

Quelle: IE Leipzig auf Basis der ermittelten Daten. Für Einzelnachweise siehe entsprechendes Kapitel.

[GWh]Stromerzeugung				Wärmeerzeugung			
Endenergie	Potenzial	derzeit genutzt	Ausnutzungsgrad	Potenzial	derzeit genutzt	Ausnutzungsgrad	
Biomasse	349	55	16 %	619 bis 881	275	31 bis 44 %	
Wind	61	24	40 %				
Solar	220 bis 403	4	1 bis 2 %	683	13	2 %	
Geothermie				1.028	13	1,3 %	
Wasserkraft	7	6	83 %				
Summe	637 bis 820	89	11 bis 14 %	2.330 bis 2.592	301	12 bis 13 %	

[GWh]Strombedarf				Wärmebedarf			
	Bedarf 2008	Deckung durch EE 2008	Deckung durch Potenzial	Bedarf 2008	Deckung durch EE 2008	Deckung durch Potenzial	
alle Verbraucher	1.310	6,4 %	49 bis 63 %	2.077	9,2 %	über 100 %	

Bezieht man die in Modul 2 ermittelten Biomassepotenziale mit ein, zeigt sich folgendes Bild: Der **Strombedarf** aller Verbraucher im Vogtlandkreis ließe sich zu mindestens 49 % aus erneuerbaren Quellen decken. Setzt man Biomasse verstärkt zur Stromgewinnung ein und verzichtet man auf die solarthermische Wärmeversorgung von Wohngebäuden, steigt dieser Anteil auf 63 %. Das weitaus größte Potenzial zur Stromerzeugung bietet die (teilweise) Belegung der Dachflächen von Wohn- und Nichtwohngebäuden als auch von Brachflächen durch Photovoltaikanlagen, wenngleich zum derzeitigen Stand dieses Potenzial erst zu ein bis zwei Prozent ausgenutzt wird. Die bestehende Nutzungskonkurrenz zur Solarthermie ließe sich insofern lösen, indem zunächst die benötigten Dachflächen zur (technologisch und wirtschaftlich sinnvollen) Deckung der Wärmeversorgung belegt werden und so die Restflächen zur Stromgewinnung zur Verfügung stehen.

In diesem Zusammenhang ist auch das hohe Potenzial der geothermischen **Wärmeversorgung** zu bringen. Allein mit oberflächennaher Geothermie ließe sich die Wärmenachfrage aller Verbraucher zu über 50 % decken. Ähnlich verhält es sich bei der Biomasse – hier können fast die Hälfte des Wärmebedarfs gedeckt werden. Insgesamt ist ein ausgewogener Energiemix anzustreben, um nicht in eine Abhängigkeit in die eine oder andere Richtung zu gelangen. Zudem weist jeder erneuerbare Energieträger je nach Anwendungsfall spezifische Vor- und Nachteile auf. Somit ist letztlich eine in wirtschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen eingebettete Entscheidung zu finden, welche Technologie zur Wärmeversorgung favorisiert werden soll. Diese Rahmenbedingungen sind jedoch selten lokal vorgegeben, sondern werden auf Landes- oder Bundesebene entschieden (EEG, EEWärmeG, EnEV, Förderprogramme, Energiepreise, Einkommen usw.). Lokale Gegebenheiten kommen dann zum Tragen, wenn beispielsweise erneuerbare Energieträger besonders verbrauchsnahe erzeugt werden oder werden können (beispielsweise die Verwertung organischer Abfälle der Landwirtschaft bzw. Nahrungsmittelproduktion oder der Einsatz von forstwirtschaftlichen Produkten aus der Region). Diese Vorgehensweise ist im Sinne einer regionalen Wertschöpfung in jedem Falle anzustreben und ist meist durch eine wirtschaftliche Vorteilhaftigkeit gekennzeichnet. Jedoch sind daraufhin die Einzelprojekte zu prüfen und können im Zuge der vorliegenden Potenzialberechnung nicht untersucht werden.

Mit Blick auf die Erstellung eines schlüssigen Energiekonzeptes für den Vogtlandkreis ist im Anschluss an die Potenzialbetrachtung eine Abwägung erforderlich, in der eruiert wird, in welchen Bereichen der Landkreis über Handlungsmöglichkeiten verfügt. Beispielsweise können hier baurechtliche Verordnungen erlassen werden, die technologiespezifische Vorgaben zur Wärmeversorgung von Neu- und Bestandsgebäuden machen. Oder es können spezielle Förder- und Beratungsprogramme aufgelegt werden, um steuernd in die Strom- und Wärmeversorgung bzw. in die Bereitstellung von erneuerbaren Energieträgern einzugreifen. Letztlich ist es auch entscheidend, inwiefern der Landkreis (im Idealfall in Zusammenarbeit mit den Kommunen) den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien voranbringen und Investoren als auch die Bevölkerung entsprechend dazu anregen kann. Vor diesem Hintergrund ist die angedachte Einrichtung einer vogtländischen Energieagentur als auch die Unterstützung von verschiedenen Erneuerbaren-Energien-Projekten begrüßenswert. Und letztlich sind die vorliegenden Ergebnisse der Module 1 bis 3 eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung eines Energiekonzeptes für den Vogtlandkreis.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

EEG	Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien
EEWärmeG	Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich
EnEV	Energieeinsparverordnung
GHD	Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden
IE	Leipziger Institut für Energie GmbH
kW	Kilowatt
MW	Megawatt
PJ	Petajoule
TJ	Terajoule

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1	Ausgewiesene Eignungs-/Vorranggebiete zur Windenergienutzung im Vogtlandkreis.....	3
Abbildung 2.2	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit im Vogtlandkreis	4
Abbildung 2.3	Belegung der Vorrang-/Eignungsgebiete im Vogtlandkreis mit Windenergieanlagen.....	5
Abbildung 5.1	Wasserkraftstandorte im Vogtlandkreis.....	16

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 3-1	Wärmeenergiebedarf und Potenzial der Solarthermie nach Gebäudetypen	10
Tabelle 5-1	Stand und Potenziale der Wasserkraftnutzung in Sachsen und im Vogtlandkreis	15
Tabelle 6-1	Überblick über die Potenziale der erneuerbaren Energien im Vogtlandkreis	17

LITERATURVERZEICHNIS

- /destatis_2009/ Statistisches Bundesamt: Genesis-Online – Datenportal. Wiesbaden, 2009.
- /DWD_2004/ Deutscher Wetterdienst: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Deutschland. Offenbach, 2004.
- /Everding_2007/ Everding, Dagmar u. a. (Hrsg.): Solarer Städtebau – vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild. Stuttgart 2007.
- /IE_2004/ Institut für Energetik und Umwelt gGmbH: Expertise zur Nutzung erneuerbarer Energien in Sachsen. Leipzig, 2004.
- /Kaltschmitt_2003/ Kaltschmitt, M.; Wiese, A.; Streicher, W. (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 3. Auflage, 2003, Springer, Heidelberg.
- /Kern_2009/ Kern, Dietrich (Wirtschaftsförderung Sachsen): Persönliche Mitteilung vom 17.06.2009.
- /Kubessa_1993/ Kubessa, M.; Tautenhan, F.: Beitrag der Wasserkraft als regenerative Energiequelle zur Energieerzeugung in den neuen Bundesländern, Teil 1: Sachsen. Leipzig, Mai 1993.
- /LfULG_2009/ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden. Erdwärmeliga Sachsen. Persönliche Auskunft von Frau Karina Hofmann.
- /RegPlan_2008/ Satzung über die Erste Gesamtfortschreibung des Regionalplanes Südwestsachsen. Regionaler Planungsverband Südwestsachsen, Aue und Plauen, Juli 2008.
- /SMUL_2007/ Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft. GIS-Daten: Wasserkraftanlagen (Stand: 01/2007)
<http://www.smul.sachsen.de/umwelt/wasser/488.htm>
- /Sachsen_2007/ Energieprogramm Sachsen: Leitlinien und Schwerpunkte der sächsischen Energiepolitik. Entwurf vom Januar 2007.
- /StaLa_2008/ Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen: Statistisches Jahrbuch 2008. Kamenz, 2008.
- /Wappler_2005/ Wappler, Michael: Voruntersuchungen zur Nutzung ausgewählter Inhaberschaftsdeponien für großflächige Photovoltaikanlagen. Praktikumsarbeit, Netzschkau, 2005.
- /VdKB_2008/ Verband der Wasserkraftwerksbetreiber Sachsen und Sachsen-Anhalt e.V.: Dr. Eckhard Kreibich "Wasserkraftnutzung in Sachsen". Vortrag zum 2. Sächsischen Gewässerforum Elbestrom. Dresden, 21.03.2007.