



seit 1558

Bericht zur Studie

Situation der erneuerbaren Energien in Thüringen

Bestand, Potentiale, Perspektiven

2009



Institut für Geographie
AG Regionalklima und Nachhaltigkeit
Dr. Martin Gude

Institut für Geographie
Physische Geographie
Arbeitsgruppe Regionalklima und Nachhaltigkeit
Löbdergraben 32
07743 Jena



Arbeitsgruppe
Regionalklima
und
Nachhaltigkeit

Projektleitung

PD Dr. habil. Martin Gude

Mitarbeiter

Dipl.-Geogr. Heiko Griebisch
Dipl.-Geogr. Uwe Kurmutz
Dipl.-Geogr. Osama Mustafa

Im Auftrag von

SPD-Fraktion im Thüringer Landtag
Jürgen-Fuchs-Str. 1
99096 Erfurt

Bearbeitungszeitraum: Februar - April 2009

Inhaltsverzeichnis

PRÄAMBEL

ZUSAMMANFASSUNG

1. ZIELSETZUNG	6
1.1. Ausgangssituation	6
1.2. Zielsetzung für Thüringen	7
2. METHODIK	8
2.1. Datenerhebungen und -berechnungen zum Bestand	8
2.2. Potential- und Szenarioberechnungen	9
3. AKTUELLE NUTZUNG ERNEUERBARER ENERGIEN	10
3.1. Allgemeines	10
3.2. Bioenergie	13
3.3. Geothermie	16
3.4. Photovoltaik	17
3.5. Solarthermie	18
3.6. Wasserkraft	22
3.7. Windkraft	22
4. POTENTIALBERECHNUNGEN	23
4.1. Bioenergie	23
4.2. Geothermie	25
4.3. Photovoltaik	25
4.4. Solarthermie	26
4.5. Wasserkraft	27
4.6. Windkraft	28
5. SZENARIEN ZUR REALISIERUNG DER POTENTIALE	28
5.1. Allgemeines	28
5.2. Bioenergie	29
5.3. Geothermie	31
5.4. Photovoltaik	32
5.5. Solarthermie	33
5.6. Wasserkraft	34
5.7. Windkraft	35
6. POLITISCHE HANDLUNGSFELDER UND STEUERUNGSMECHANISMEN	36
6.1. Allgemeine Maßnahmen	36
6.2. Konzept für eine Klimaschutzagentur Thüringen	37
6.3. Regionalisierte Potentialstudien und Energiekonzepte	38
6.4. Weitere Instrumente für Klimaschutz	40
6.5. Resumee zu politischen Rahmenbedingungen	42

Präambel

Der Klimaschutz ist neben der Anpassung an Klimawandel zu einer etablierten Größe im Politikgeschehen geworden. Seit die Existenz des anthropogen induzierten Klimawandels in Fachkreisen außer Frage steht und das Ausmaß der Auswirkungen immer deutlicher wird, erarbeiten die meisten Industrienationen teils ambitionierte Klimaschutzprogramme, um die Treibhausgasemissionen zu reduzieren – so auch die EU und die Bundesrepublik. Einen wesentlichen Teil dieser Klimaschutzprogramme stellt die zunehmende Kompensation fossiler Energieträger durch erneuerbare Energien dar – flankiert durch Energieeinsparung und Effizienzerhöhung bei Nutzung und Umwandlung.

Neben diesen Klimaschutzprogrammen fordern gleichermaßen zwei gegenwärtige, drängende sozio-ökonomische Entwicklungen zu einer Wende zugunsten erneuerbarer Energien auf: die Verknappung der Ressourcen an fossilen Energieträgern und die damit einhergehende Verteuerung der fossilen Energie. Da gleichzeitig in den vergangenen Jahren die technologischen Innovationen und eine umfassende marktreife Produktpalette die Akzeptanz und Kosteneffizienz erneuerbarer Energien deutlich verbessert haben, scheint der Erfolg dieser Alternativstrategie für die Energiesysteme garantiert.

Die Bestandsaufnahme des Anteils erneuerbarer Energien in Thüringen – und ebenso auf Bundesebene – eröffnet gleichwohl, dass noch viele Potentiale nicht erschlossen sind. Die vorliegende Studie soll die aktuellen Potentiale in Thüringen dokumentieren, zukünftige Potentiale quantifizieren, und darlegen, in welchem Ausmaß, in welcher Zeit und unter welchen Rahmenbedingungen diese Potentiale erschlossen und realisiert werden können.

Zusammenfassung

Die Klimaschutzziele des Bundes erfordern Umsetzungsmaßnahmen auf allen politischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Ebenen – insbesondere auch beim Ausbau erneuerbarer Energien. Die vorliegende Studie analysiert für die erneuerbaren Energien in Thüringen den Ausbaustand, berechnet technische Ausbaupotentiale, modelliert die Realisierung dieser Potentiale in verschiedenen Szenarien und diskutiert die Rahmenbedingungen, die zur Erreichung dieser Ausbauziele Bedeutung haben.

Beim *Ausbaustand* zeigt sich für Thüringen zunächst ein im Bundesvergleich überdurchschnittlicher Nutzungsgrad für erneuerbare Energien von ca. 16.5 % des Primärenergieverbrauchs. Allerdings begünstigt die spezielle Energiestruktur Thüringens rein rechnerisch die Anteilsbilanz. Bei Anrechnung eines bundesdeutschen Durchschnittsverbrauchs und von Primärenergieaufwendungen für die Stromimporte wäre der Anteil erneuerbarer Energien in Thüringen nur bei 8,5 % des PEV. Die Bioenergie trägt mit nahezu 90 % zu diesem Bestand an erneuerbaren Energien bei. Daneben liefert auch Windkraft signifikante Anteile, während Geothermie, Photovoltaik, Solarthermie und Wasserkraft aktuell jeweils mit weniger als 1 % am PEV beteiligt sind. Bei der Bioenergie ist allerdings die hocheffiziente Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplung noch wenig praktiziert.

Die berechneten technisch realisierbaren Potentiale zeigen bei Geothermie, Photovoltaik und Solarthermie die höchsten Steigerungsraten, vor allem aber wegen des aktuell geringen Nutzungsgrades. Hingegen behält die Bioenergie auch in dieser Hinsicht das größte Gewicht. Die Windkraftnutzung kann ebenfalls noch deutlich gesteigert werden.

Die Modellrechnungen mit verschiedenen Szenarien berücksichtigen die sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen bei der Umsetzung der technischen Potentiale. Während diese Rahmenbedingungen bei Bioenergie, Photovoltaik und Windkraft als eher gut eingestuft werden, wirken sie bei Geothermie, Solarthermie und Wasserkraft eher hemmend. Mittels resultierender Bewertung der einzelnen Rahmenfaktoren wurden Anteile am zusätzlichen Potential für die einzelnen erneuerbaren Energien ermittelt, die bis 2020 bzw. bis 2050 umsetzbar sind. Unterschiedliche sozio-ökonomische Entwicklungen fanden in einem ungünstigeren und einem günstigeren Szenario Berücksichtigung. Die Bioenergie würde danach im Jahre 2020 immer noch 50-60 % der aus erneuerbaren Ressourcen erzeugten Energie liefern. Signifikante Beiträge würden aber auch Photovoltaik, Solarwärme und Windkraft beisteuern.

	Bio- energie	Geo- thermie	Photo- voltaik	Solar- wärme	Wasser- kraft	Wind- kraft	Summe
Bestand (TJ)	34.830	80	190	180	500	4.310	40.090
Szenario 1, 2020 Gesamtpot. (TJ)	42.830	440	14.190	6.180	520	7.350	71.510
Szenario 2, 2020 Gesamtpot. (TJ)	46.030	800	22.590	12.180	540	7.730	89.870

Bestandsdaten und nach zwei unterschiedlichen Szenarien realisierbare Gesamtpotentiale im Jahre 2020 für erneuerbare Energien in Thüringen

Die Umsetzung der Potentiale erfordert in Thüringen die Etablierung diverser Maßnahmen, mit denen die politischen Rahmenbedingungen positiv ausgerichtet werden. Eine zentrale, steuernde, beratende und planende Aufgabe käme dabei einer zu gründenden Klimaschutzagentur zu. Von zentraler Bedeutung sind regional differenzierte Analysen und Konzepte als Beratungsinstrumente für Kommunen und Kreise. Des Weiteren sollte mit einem regional angepassten Maßnahmenpaket die energetische Gebäudesanierung weiter forciert werden.

1. Zielsetzung

1.1. Ausgangssituation

Im Energiebereich verdeutlichen sich in der aktuellen Entwicklung drei bedeutende Tendenzen, aus denen Handlungsimpulse für die politische Gestaltung der Rahmenbedingungen auf Länderebene abzuleiten sind: die stetige Verschärfung der Klimaschutz-Anforderungen, die mittelfristig deutlich steigenden Preise für fossile Energieträger und die sich zukünftig weiter verringernde Versorgungssicherheit, vor allem bei den Primärenergieträgern Öl und Gas.

Mit den internationalen, europäischen und nationalen Bemühungen um Klimaschutz sind umfangreiche gesetzliche Regelungen hervorgebracht worden, die Handeln insbesondere auch auf den Ebenen der Länder, Kreise und Kommunen erfordern. In solchen regionalen Einheiten werden zahlreiche, teils langfristig wirksame Weichen hinsichtlich Energieverbrauch und Energiesysteme – unter besonderer Berücksichtigung aller relevanter erneuerbarer Energien – gestellt, z. B. hinsichtlich regionale und lokale Energienetze, Energieversorgungsunternehmen, angepasste Förderprogramme und kommunale Liegenschaften.

Darüber hinaus verlangen die deutlichen Anstiege der Kosten und die Verminderung der Versorgungssicherheit bei fossilen Energieträgern ebenso eine Berücksichtigung in diesen Entscheidungsprozessen. Neben dem Klimaschutz begründen also auch die Energiekosten einen Ausbau erneuerbarer Energien. Die Kostenentwicklung für fossile Energieträger liegt mittelfristig deutlich über der mittleren Preissteigerungsrate, gleichzeitig sinken die Kosten für die Erzeugung erneuerbarer Energien stetig. Daher können die durch steigende Kosten fossiler Energie verursachten privat- und volkswirtschaftlichen Ausgabennachteile zunehmend durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energie auf regionaler Basis zumindest teilweise kompensiert werden.

Der Klimaschutz bleibt allerdings das zentrale Argument für den Umbau der Energiesysteme mit Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien. Die mittlerweile in weiten Bereichen mit hoher Zuverlässigkeit versehenen Erkenntnisse über globales Ausmaß und Folgen des anthropogen induzierten Klimawandels haben in den vergangenen Jahren zu ständig verschärften Vorgaben auf EU- und Bundesebene geführt, die das Ziel einer deutlichen Reduzierung der Treibhausgas-Emissionen haben. Für die Bundesrepublik ist im Einklang mit den Vorgaben der EU geplant, die Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um 35-40 % gegenüber dem Referenzjahr 1990 zu reduzieren. Das soll durch zahlreiche Maßnahmen geschehen, von denen die Folgenden den Gestaltungsspielraum auf Länderebene tangieren (BMU 2008):

- Erhöhung der Energieeffizienz
 - Verbesserung des KWK-Anteils (Novelle Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz)
 - Liberalisierung des Messwesens (Novelle Energiewirtschaftsgesetz EnWG)
 - Verschärfung der Energieeinsparverordnung (Novelle EnEV)
 - Sauberkeit bei Kraftwerken (Novelle Bundesimmissionsschutz-Verordnung BImSchV)
 - Leitlinien zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien im Strom- und Wärmebereich
 - Erhöhung im Strombereich (Novelle Erneuerbare-Energien-Gesetz EEG)
 - Erhöhung im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz EEWärmeG)
 - Erleichterung des Gasnetzzugangs für Biogas (Novelle Gasnetzzugangsverordnung)
 - Strom-Netzausbau für EE (Novelle Energiewirtschaftsgesetz EnWG)

- Förderung von Biokraftstoffen
 - Erhöhung der Beimischung (Novelle Biokraftstoffquotengesetz, Kraftstoffqualitätsverordnung und Hydrisierungsverordnung)
 - Sicherung der Nachhaltigkeit (Erstellung Nachhaltigkeitsverordnung)

Als Strategie liegen diesem Maßnahmenpaket die Energieeinsparung, die Effizienzerhöhung und der Ausbau erneuerbarer Energien zugrunde. Die vorliegende Studie liefert vor allem einen Beitrag zu letzterem, ohne allerdings dabei die beiden ersten Aspekte auszuklammern.

Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung auf 25-30 %, und der Anteil der KWK daran auf 25 % erhöht werden. Ebenfalls soll der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmebereitstellung bis 2020 auf 14 % steigen. Bei der Bioenergie wird bis 2030 ein Anteil von 10 % im Gasnetz angestrebt, sowie ein Anteil von 20 Volumenprozent bei Kraftstoffen bis 2020, was gleichzeitig mit Mindestanforderungen an die Nachhaltigkeit der land- und forstwirtschaftlichen Erzeugung verbunden ist.

1.2. Zielsetzung für Thüringen

Mit dieser komplexen Ausgangssituation konfrontiert, ist auch Thüringen herausgefordert, entsprechende Weichen für die Energieversorgung der Zukunft zu stellen. Unter Berücksichtigung der europäischen und nationalen Vorgaben zum Klimaschutz, der Ressourcen- und Kostenentwicklung bei fossilen Energiesystemen sowie den allgemeinen Fortschritten bei erneuerbaren Energien müssen hier umfassende, integrierte, also das gesamte Energiesystem und die sozio-ökonomische Randbedingungen berücksichtigende Entscheidungen zur zukünftigen Entwicklung getroffen werden. Dabei muss einer der Schwerpunkte auf dem in der nationalen Klimaschutzpolitik klar formulierten Ziel des Ausbaus eines effizienten Energiemix von Erneuerbaren liegen.

Um die weitere Entwicklung für den Ausbau erneuerbarer Energien mit geeigneten Rahmenbedingungen zu fördern, ist eine Analyse des Bestandes, der Potentiale, sowie deren Realisierungschancen unabdingbar. Die vorliegende Studie liefert eben diese Grundlagendaten, anhand derer die zukünftige Entwicklung geplant und gesteuert werden kann. Im Einzelnen beinhaltet die Studie zur Situation der erneuerbaren Energien in Thüringen folgendes:

1. Erarbeitung und Darstellung einer Analyse der derzeitigen Nutzung der einzelnen Formen erneuerbarer Energien in Thüringen,
2. Erarbeitung und Darstellung einer Analyse zu den vorhandenen Potentialen für die einzelnen Formen von erneuerbaren Energien,
3. Darstellung von Maßnahmen für die wirtschaftliche Erschließung dieser Potentiale in verschiedenen Szenarien (mögliche Maßnahmen der Thüringer Landespolitik, mögliche Steuerungsinstrumente),
4. Darstellung von Funktion und Notwendigkeit einer regionalisierten Studie für die Arbeit vor Ort, insbesondere für die kommunale Ebene.

2. Methodik

Im Folgenden wird die allgemeine Methodik der Studie dokumentiert, um die Reproduzierbarkeit der Datenerhebungen und -berechnungen zu gewährleisten. Weitere Details zu den jeweils für die einzelnen Typen von erneuerbaren Energien spezifischen angewandten Methoden zur Berechnung der Bestandsdaten, der Potentialdaten und der Szenarien finden sich in den einzelnen Kapiteln.

2.1. Datenerhebungen und -berechnungen zum Bestand

Als Grundlage für die Bestandserhebung wurden zunächst Daten zur Energieerzeugung und zum Energieverbrauch aus zahlreichen, sehr unterschiedlichen Quellen zusammen getragen. Dabei handelt es sich im Einzelnen um Bundes- und Landesministerien (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit BMU, Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt TMLNU, Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit TMWTA), Bundes- und Landesämter (Umweltbundesamt UBA, Thüringer Landesamt für Statistik TLS, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft TLL), Energieversorgungsunternehmen, Verbände und Organisationen (Bioenergieberatung Thüringen BIOBETH, Bundesverband Solarwirtschaft, etc.), sowie diverse Studien und Analysen zu erneuerbaren Energien in Deutschland. Dieses breite Quellenspektrum war notwendig, da für Thüringen kein zentrales Datenkataster existiert, das die diversen Typen der erneuerbaren Energien abdeckt. Mit der durchgeführten aufwendigen Datenakquisition kann gleichzeitig die Vollständigkeit und die Aktualität der Daten weitgehend gesichert werden.

Die unterschiedlichen Quellen offenbaren allerdings teilweise auch inkonsistente Daten, die primär aus den unterschiedlichen Erhebungsmethoden herrühren. Insofern muss an dieser Stelle betont werden, dass die angegebenen Werte im Vergleich mit anderen Datenquellen teilweise Abweichungen aufweisen können. Verwendet wurden jeweils die Datensätze, die nach den Kriterien Aktualität, Vollständigkeit, Zuverlässigkeit, sowie Vergleichbarkeit hinsichtlich Erhebungsmethode und Einheiten die höchste Wertung in der internen Prüfung erhielten.

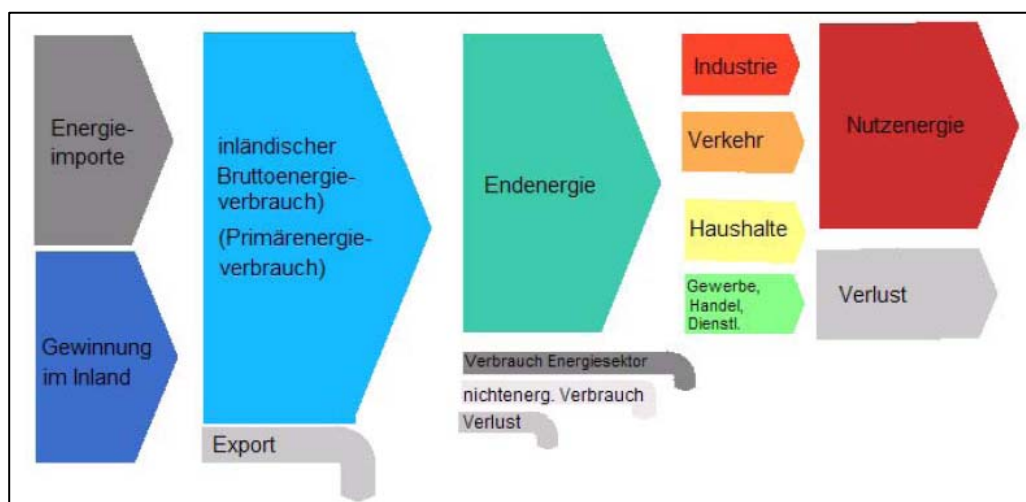


Abb. 2.1: Schematische Darstellung des Energieflusses (Quelle: BMU 2008)

Die Daten wurden auf Basis des Primärenergieverbrauchs (PEV) ermittelt, also derjenigen Energie, die für die Herstellung der vom Verbraucher benötigten Energie aufge-

wendet wird (vgl. Abb. 2.1). Der Primärenergieverbrauch beinhaltet also die vom Nutzer verbrauchte Endenergie (EEV) zuzüglich des Eigenverbrauchs der Energiewirtschaft und der Umwandlungsverluste, die z. B. im Falle der Verstromung von Kohle durch die in der Regel nicht genutzte Abwärme hoch sind. Eine Verwendung der Werte für Endenergie wurde in der vorliegenden Studie dort bevorzugt, wo die Energiesituation aus der Perspektive der Verbraucher transparent dargestellt werden soll. Umrechnungen von Primärenergie in Endenergie und umgekehrt wurden nach der üblichen Wirkungsgradmethode durchgeführt (BMU 2008).

2.2. Potential- und Szenarioberechnungen

Die präsentierten Potentialdaten stellen ein technisch realisierbares Potential dar. Die Potentialdaten beruhen also im Wesentlichen auf Berechnungen, denen folgende Randbedingungen zugrunde liegen:

- Es wurden ausschließlich Leistungsdaten aktuell verfügbarer, marktüblicher Technologien verwendet. Eine Einrechnung von höheren Effizienzen oder Energieerträgen durch zukünftige technologische Fortschritte wurde mangels belastbarer Daten über diese Technologien unterlassen.
- Die Quantifizierung der Verfügbarkeit von Flächen bzw. Standorten für die Installation von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energie beruht auf Analysen der technischen Eignung von Flächen und deren Verfügbarkeit im gesellschaftlichen und naturschutzfachlichen Diskurs um Nutzungskonflikte. Technisch zwar mögliche, gesellschaftlich oder naturschutzfachlich aber nicht durchsetzbare Flächen und Standorte wurden also nicht in die Berechnung einbezogen.

Das bedeutet, dass das theoretisch verfügbare Potential um den Betrag reduziert wurde, der aus technischen, strukturellen oder ökologischen Gründen nicht umgesetzt und damit nicht genutzt werden kann. Zu diesen gehören z. B. die zur Erhaltung einer ausgeglichenen Humusbilanz auf dem Acker zu belassene Biomasse oder der im Sommer nicht verwendbare Anteil des Wärmeangebots einer solarthermischen Anlage. Insofern stellen die berechneten Daten die unter aktuellen technischen Rahmenbedingungen realisierbaren Potentiale dar. Dadurch erhalten die in der Studie wiedergegebenen Potentialwerte einen grundsätzlich konservativen, also an Mindestmaßen ausgerichteten Gesamtcharakter.

Zur Modellierung der Szenarien zur künftigen Entwicklung der einzelnen Typen der erneuerbaren Energien wurde das jeweilige Umfeld hinsichtlich begünstigender und hemmender Faktoren für den Ausbau des Energietyps analysiert. Zu diesen Faktoren gehören vor allem Akzeptanz, Marktumfeld, Finanzierungsmöglichkeiten, Förderung, Amortisation und Ökologie. Die Bewertung dieser Faktoren bezüglich ihrer Relevanz und Stärke für die zukünftige Entwicklung fußt primär auf den kausalen und statistischen Zusammenhängen zwischen der Entwicklung dieser Faktoren und der Entwicklung des einzelnen Typus der erneuerbaren Energien in der Vergangenheit. Zudem wurde die aktuelle und konkret geplante bzw. abzusehende gesellschaftliche und politische Entwicklung in der nahen Zukunft in die Bewertung mit einbezogen.

Für die objektivierte, reproduzierbare numerische Berechnung wurden die relevanten Randbedingungen dem jeweiligen Szenario entsprechend standardisiert bewertet. Für jeden Energietyp wurden jeweils ein ungünstiges (Szenario 1) und ein günstiges (Szenario 2) Szenariomodell ermittelt. Das Bewertungsschema der einzelnen Randbedingungen ist in Tab. 2.1 dargestellt

<i>Bewertungssymbol</i>		*	**	***	****
<i>Bewertungszahl</i>	0	1	2	3	4
<i>Verbale Bewertung</i>	sehr negativ	negativ	neutral	positiv	sehr positiv

Tab. 2.1: Bewertungsschema für die Randbedingungen einzelner Zweige Erneuerbarer Energieerzeugung

Die Gesamteinschätzung des Szenarios ergibt sich aus dem prozentualen Anteil der Summe aller vergebenen Bewertungszahlen an der maximal möglichen Bewertungssumme. Eine Summe der Bewertungszahlen von 8 bei 10 erreichbaren Punkten würde also z. B. einem im Modelllauf eines Szenarios realisierbaren Anteil von 80 % des berechneten technischen Potentials entsprechen.

3. Aktuelle Nutzung erneuerbarer Energien

3.1. Allgemeines

In Thüringen haben erneuerbare Energien in den vergangenen zehn Jahren eine deutliche Steigerung etwa um den Faktor zehn erfahren (vgl. Abb. 3.1 und 3.2). Um etwa die gleiche Größenordnung erhöhte sich auch deren Anteil am Primärenergieverbrauch. Diese Entwicklung wurde im Wesentlichen von der Bioenergie getragen – randlich unterstützt durch die Windkraft, während die anderen erneuerbaren Energien eine untergeordnete Rolle spielen.

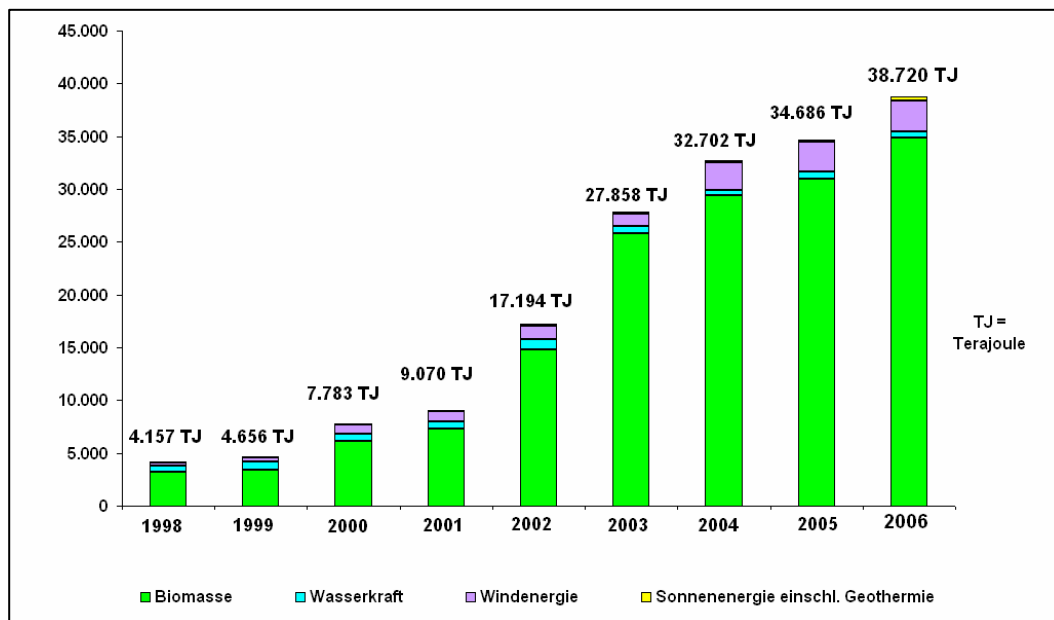


Abb. 3.1: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Thüringen (Quelle: TMWTA 2009)

Diese Entwicklung hat dazu geführt, dass in Thüringen der Anteil erneuerbarer Energien im Jahre 2008 mit ca. 40.000 TJ bei etwa 16,5 % am Primärenergieverbrauch (ca. 243.000 TJ) liegt (TMWTA 2009).

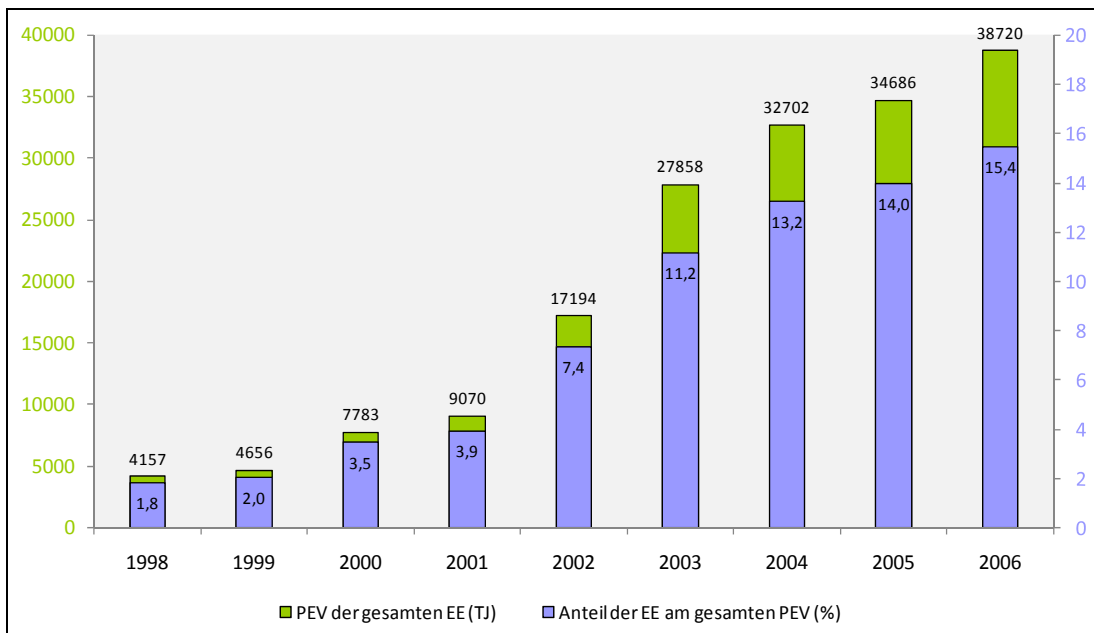


Abb. 3.2: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Thüringen und deren Anteil am PEV (Datenquellen: TMWTA 2009)

Die Analyse des aktuellen Bestandes der Nutzung erneuerbarer Energien (vgl. Tab. 3.1) offenbart den Beitrag von etwa 87 %, den die Bioenergie leistet, sowie ca. 11 %, die die Windenergie liefert. Geothermie, Solarenergie und Wasserkraft liefern gemeinsam also nur ca. 2 %. Dieser Nutzungsgrad von erneuerbaren Energien kann im bundesdeutschen Vergleich als überdurchschnittlich angesehen werden. Sowohl im gesamten Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch, als auch am Endenergieverbrauch liegt Thüringen deutlich über dem Bundesdurchschnitt (Anteil am PEV: 6,9 %; Anteil am EEV: 9,8 %).

	Bio-energie	Geo-thermie	Photo-voltaik	Solar-wärme	Wasser-kraft	Wind-kraft	Summe	Anteil am Energie-verbrauch
Primärenergie (TJ)	34.830	80	190	180	500	4.310	40.090	
Anteil am PEV (%)	14,4	< 1	< 1	< 1	< 1	1,8		16,5 %
Endenergie (TJ)	28.940	80	190	180	500	4.310	34.200	16,0 %
Endenergie pro Einw. (kWh)	3.500	10	23	22	60	520	4.140	16,0 %

Tab. 3.1: Absolute Beträge und Anteile der einzelnen erneuerbaren Energien in Thüringen, Stand 2007/8 (Datenquellen: BIOBETH, TMWTA, TLS, BAFA, Vattenfall)

Allerdings sollten die Anteile erneuerbarer Energien in Thüringen einer kritischen Prüfung unterzogen werden, um einen inhaltlich belastbaren Vergleich mit anderen Bun-

desländern und den Bundesdaten zu gewährleisten. Dabei kristallisieren sich zwei Besonderheiten der Energiesysteme in Thüringen heraus, die markanten Einfluss auf die Berechnungsergebnisse der Anteile erneuerbarer Energien haben und beide rechnerisch zu einer Erhöhung desselben führen. Im Einzelnen handelt es sich dabei um folgendes.

a) Der *geringe Energieverbrauch pro Kopf in Thüringen* hebt den relativen Anteil von erneuerbaren Energien. Während der Primärenergieverbrauch im Bundesdurchschnitt bei etwa 49.000 kWh/Einwohner liegt, wird in Thüringen nur ca. 29.500 kWh/Einwohner verbraucht.

Ursachen dafür liegen in der Wirtschaftsstruktur mit dem weitgehenden Fehlen der emissionsintensiven Schwerindustrie, aber auch in der relativ geringen Kaufkraft in Thüringen, die mit dem allgemeinen auch den energetischen Konsum beschränkt. Resultat dieses geringen Energieverbrauchs pro Kopf ist, dass der Anteil erneuerbarer Energien relativ höher ist. Ebenso würde im Bundesdurchschnitt durch allgemeine Einsparung im Energieverbrauch der Anteil an erneuerbaren Energien steigen.

In Thüringen wäre bei gleich hohem PEV pro Kopf wie im Bundesdurchschnitt der Anteil der erneuerbaren Energien nur bei ca. 10 % am PEV.

b) Die *umfangreichen Stromimporte nach Thüringen* führen zu einer günstigen PEV-Bilanz und zu hohen Anteilen von erneuerbaren Energien in der Statistik von Thüringen. Thüringen importiert etwa 70 % seines Stromes, da innerhalb des Landes weder Kohleressourcen für die Beschickung von Großkraftwerken vorhanden sind, noch ausreichend große Gewässer für die Kühlung solcher Kraftwerke zur Verfügung stehen.

Bei der EU-weit standardisierten Wirkungsgradmethode zur Berechnung von Primärenergieverbrauch wird allerdings der Aufwand von Energieträgern wie Kohle zur Herstellung des Stromes dem Erzeugerland zugerechnet, so dass im Stromimportland kein zusätzlicher Primärenergieaufwand einkalkuliert werden muss. Dies schlägt bei den geringen Wirkungsgraden von üblichen Großkraftwerken im Erzeugerland deutlich zu Buche und kann an den hohen Primärenergiezahlen im Verhältnis zur Endenergie solcher Stromexportländer klar abgelesen werden. Für die Importländer gestaltet sich dieses Verhältnis umso günstiger.

Dieser Sachverhalt wird deutlich bei Betrachtung der Anteile erneuerbarer Energien am Strom: Der Anteil am Gesamtstromverbrauch liegt in Thüringen lediglich bei ca. 14 %, wogegen der Anteil an der Nettostrom-Erzeugung ca. 30 % beträgt. Dies ist begründet in den Stromimporten nach Thüringen, die ca. 37 PJ pro Jahr ausmachen, was ca. 15 % des PEV entspricht. Für die Herstellung dieses Stromes wird, den durchschnittlichen deutschen Strommix als Berechnungsgrundlage angesetzt, ein Primärenergieaufwand von ca. 56 PJ benötigt.

In Thüringen wäre bei Einrechnung dieses Primärenergieaufwandes für die Herstellung des importierten Stromes der Anteil von erneuerbaren Energien nur ca. 13 % am PEV.

Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass unter Annahme eines dem Bundesdurchschnitt entsprechenden Energieverbrauchs pro Kopf und unter Einberechnung der Primärenergieaufwendungen für die Herstellung des importierten Stromes der Anteil erneuerbarer Energien in Thüringen nur bei ca. 8,5 % am PEV läge.

In der Gesamtbewertung der Stärken und Schwächen des Thüringer Energiesystems insbesondere hinsichtlich Energieeffizienz und Anteil erneuerbarer Energien zeigt sich im Bundesvergleich folgendes Bild:

Energieerzeugung

- Positiv: hoher Anteil an Kraft-Wärme-Kopplung, hoher Anteil an Bio- und Windenergie
- Negativ: umfangreiche Stromimporte

Wirtschaft:

- Positiv: geringer Anteil an emissionsintensiver Großindustrie
- Negativ: hoher Verbrauch relativ zum BIP

Gebäude:

- Positiv: hoher Energiestandard bei Neubauten, umfangreiche Fernwärmenetze
- Negativ: Energetischer Sanierungsrückstand bei Altbauten, geringes Investitionskapital bei Eigenheimen, geringe Eigentumsquote beim Wohnen, geringe Neubaurate

Verkehr:

- Positiv: hoher Nutzungsanteil von Fuß oder Fahrrad bei Wegen, geringer CO₂-Ausstoß je Einwohner, geringe Flugkilometer pro Einwohner
- Negativ: geringer ÖPNV-Anteil, wenig Fahrradwege, geringer Schienen-Güteranteil, lange Pendlerwege

3.2. Bioenergie

Die im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführte Bestandserhebung der Bioenergieanlagen in Thüringen umfasste die Erhebung von Anlagendaten aus verschiedenen Quellen mit unterschiedlicher Aktualität. Ausgewertet wurden folgende Quellen:

- Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit (2006),
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (2008),
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2008),
- Vattenfall (2008).

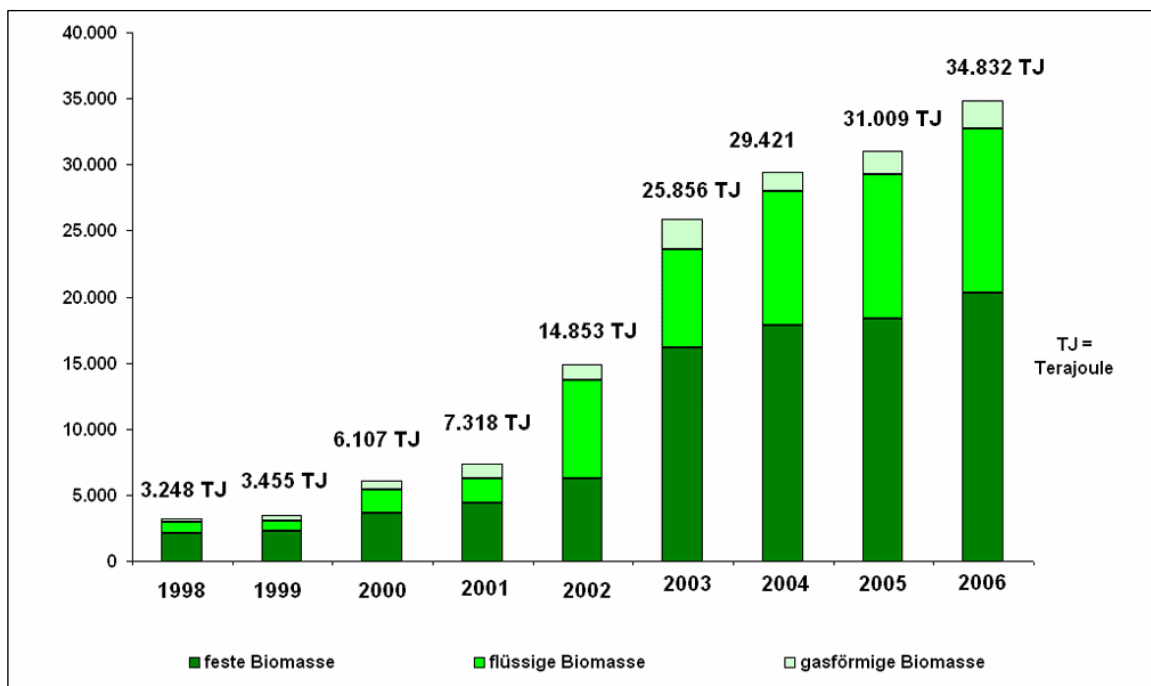


Abb. 3.3: Entwicklung der energetischen Nutzung von Biomasse in Thüringen (Quelle: TMWTA 2009)

Diese wurden untereinander abgeglichen und auch mit den vom Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit veröffentlichten Daten (Abb. 3.3) zwecks Plausibilitätskontrolle verglichen.

Weitgehende Übereinstimmung ergab sich bei den verschiedenen Datenquellen für die feste und die gasförmige Biomasse. Allerdings weist die offizielle Statistik des TMWTA einen deutlich höheren Wert für flüssige Biomasse auf, als über die anderen Quellen verifiziert werden konnte. Auch die Berücksichtigung bekannter großer Verbrauchsposten wie Straßenverkehr (Beimischung von Biokraftstoffen) und die Zellstofffabrik Blankenstein (Black liquid) führten nicht zur Deckung der Differenz von ca. 12-13 Tsd. TJ flüssiger Biomasse. Unklar bleibt, ob diese Differenz mit sonstiger flüssiger Biomasse, d. h. BTL, Ethanol und Pflanzenöl, erklärt werden kann. Da die betreffenden Daten zur flüssigen Biomasse von den Landeseinrichtungen nicht bereitgestellt wurden, gestaltete sich die Quantifizierung flüssiger Bioenergieträger demnach als nur eingeschränkt möglich.

Aus vorgenanntem Grund wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit und unter Annahme der Korrektheit die Daten des Thüringer Ministeriums für Wirtschaft, Technologie und Arbeit genutzt. Damit ergibt sich die in Abbildung 3.4 dargestellte Entwicklung der Bioenergie in Thüringen als absolute Energiemenge und als relativer Anteil am Primärenergieverbrauch.

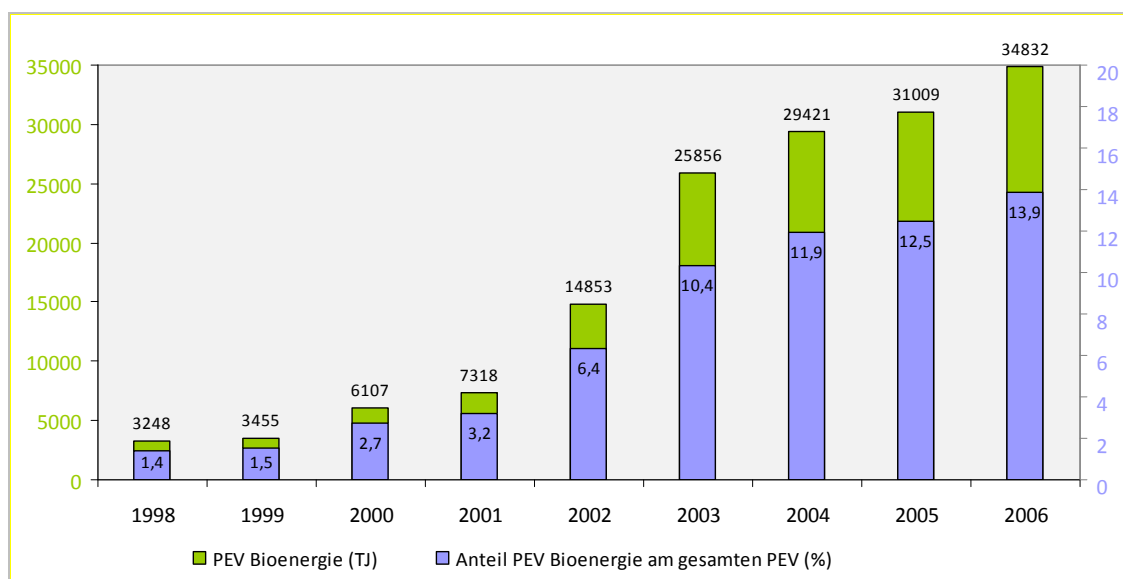


Abb. 3.4: Entwicklung der Bioenergie in Thüringen als absolute Energiemenge und als relativer Anteil am Primärenergieverbrauch (Datenquellen: TMWTA 2009)

Des Weiteren können Aussagen zu Art und Anzahl installierter Bioenergieanlagen zur Verwertung bzw. Erzeugung fester (Holz und Stroh) und gasförmiger (Biogas) Bioenergieträger gemacht werden. Quellen für diese Daten sind oben benannte Einrichtungen (Abb. 3.5).

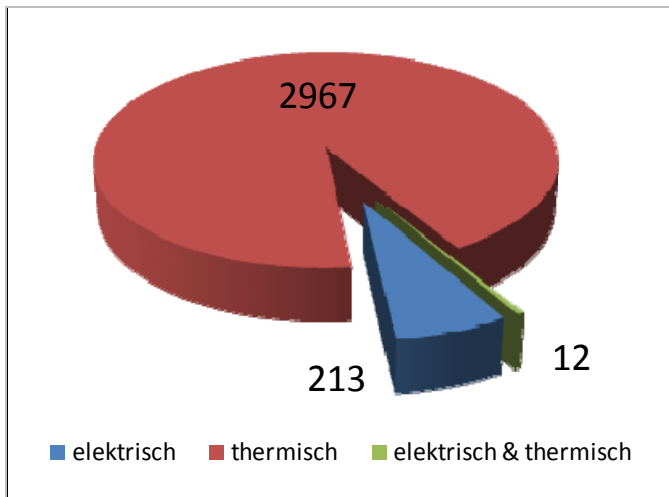


Abb. 3.5: Art installierter Bioenergieanlagen in Thüringen (Datenquellen: TMWTA 2006, TLL 2008, BAFA 2008, Vattenfall 2008)

Bei der Bauart installierter Anlagen dominieren in Thüringen klar thermische Anlagen mit einem Anteil über 90 %. Dies ist vor allem auf den großen Bestand an Kleinfeuerungsanlagen (8-100 kW installierte Leistung) zurück zu führen wie Abbildung 3.6 verdeutlicht. Auch bei der Leistungsverteilung überwiegt die thermische Leistung der Anlagen mit mehr als 80 % der gesamten in Thüringen installierten Leistung im Bereich Bioenergie. Zu Buche schlägt hier auch die große Zahl von Heizwerken mit einer installierten Leistung größer 1 MW.

Bemerkenswert ist die geringe Anzahl an Anlagen, die sowohl thermische, als auch elektrische Energie liefern. Obgleich hier vorrangig große Anlagen vertreten sind, zeigt die Verteilung, wie unzureichend die hochgradig effiziente – und daher auch in den neuen Klimaschutzmaßnahmen des Bundes besonders geförderte – Kraft-Wärme-Kopplung bislang in Thüringen genutzt wird. Die wesentliche Ursache für diesen Umstand dürfte darin liegen, dass zahlreiche große Anlagen von landwirtschaftlichen Genossenschaften initiiert und auch örtlich auf deren Betriebsgelände installiert sind. Dort ist allerdings in der Regel kein ausreichender Wärmebedarf vorhanden, um eine effiziente, im günstigsten Falle sogar wärmegeführte Betriebsweise zu praktizieren.

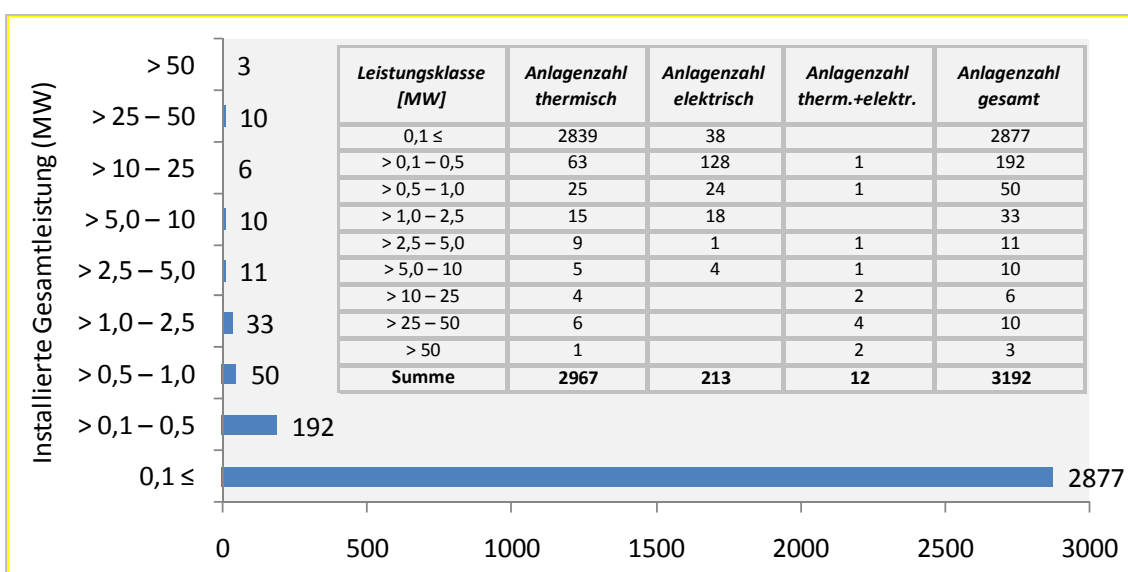


Abb. 3.6: Bioenergieanlagen in Thüringen nach Art und installierter Leistung (Datenquellen: TMWTA 2006, TLL 2008, BAFA 2008, Vattenfall 2008)

Die in Thüringen aus Bioenergieanlagen verfügbare Primär- und Endenergie betrug im Jahr 2006 etwa 34.830 bzw. 28.940 TJ. Dies entspricht 87 bzw. 85 % der Primär- und Endenergie aus erneuerbaren Ressourcen. Die aus Bioenergie gewonnene Endenergie pro Einwohner Thüringens entsprach ca. 3.500 kWh.

3.3. Geothermie

Für die Datenerhebung zur Bestandsanalyse der Geothermie-Anlagen gibt es in Thüringen weder ein standardisiertes, noch ein zentralisiertes Erfassungsverfahren, wie es teilweise bei anderen Energiearten existiert. Daten zu Einzelanlagen können über die Unteren Wasserbehörde der jeweiligen Landkreise bzw. den Kreisfreien Städten erschlossen werden. Außerdem liegen diverse Angaben von verschiedenen Organisationen vor (z.B. FITR, Verein Erdwärme Thüringen e. V., TLUG).

Aktuell liegt der Nutzungsgrad von geothermischer Energie in Thüringen auf einem niedrigen Niveau. Zu Beginn des Jahres 2008 existieren in Thüringen etwa 2300 die Erdwärme nutzende Wärmepumpen, die bei den Unteren Wasserbehörden angezeigt waren. Bei über 313.000 Gebäuden mit einer Wohnung entspricht das einem Nutzungsgrad von rund 0,005 %.

Dabei steht eine nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiemenge ganzjährig bedarfsgerecht zur Verfügung. Die Nutzung der Geothermie in Thüringen beruht ausschließlich auf oberflächennahen Wärmeanlagen, die entweder als Sonden (typische Tiefen 80-150 m), oder als Erdkollektoren (typische Tiefen wenige Meter) ausgeführt sind. Oberflächennahe Geothermie kann in Verbindung mit anderen Energiearten zum Heizen von Gebäuden und für Prozesswärme eingesetzt werden, aber auch der Einsatz zum Kühlen bzw. für Prozesskälte ist möglich. Bei gleichzeitiger Nutzung von Strom aus anderen erneuerbaren Energien als Hilfsenergie für die Wärmepumpen wird somit ein wichtiger Beitrag zur Verringerung von CO₂-Emissionen geleistet. Optimal konzipierte geothermische Heizanlagen können heute Energie bis zu 80 % aus der Umwelt und den Rest aus der Hilfsenergie wie z. B. Strom oder Gas beziehen.

Die Entwicklung der Nutzung von Geothermie-Anlagen in den letzten Jahren in Thüringen ist in der Abbildung 3.7 dargestellt. Trotz der unzureichenden Datengrundlage ist eine eindeutig positive Entwicklung bei der Nutzung von Erdwärme zu sehen.

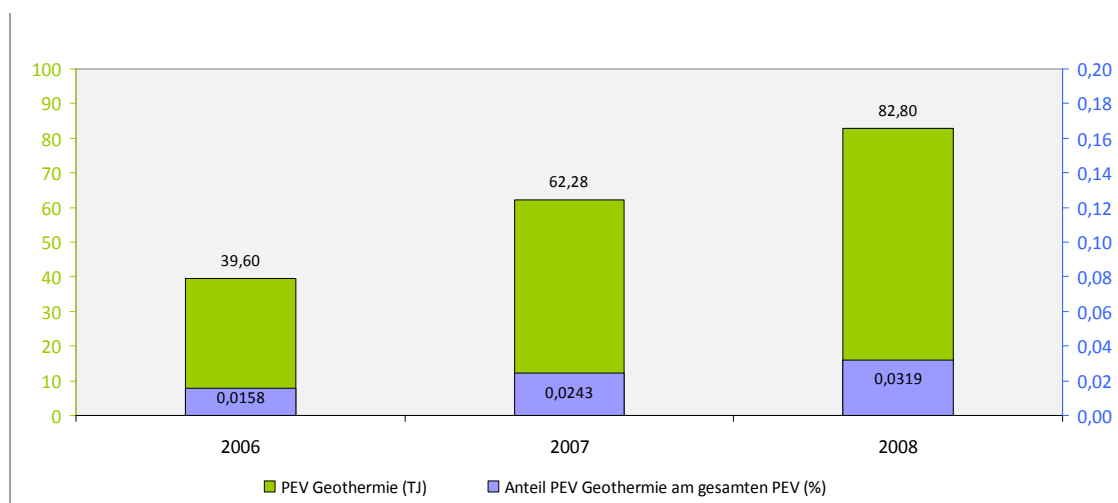


Abb. 3.7: Entwicklung der Geothermie in Thüringen als absolute Energiemenge und als relativer Anteil am Primärenergieverbrauch (Datenquellen: TMWTA 2009 [mündliche Mitteilung])

Von 2006 bis zum Jahr 2008 erfuhr die Energieerzeugung aus Geothermie zwar eine Verdoppelung in Thüringen, von ca. 40 TJ auf ca. 83 TJ. Es wird aber gleichzeitig deutlich, dass der Anteil an Geothermie am Gesamtprimärenergieverbrauch in Thüringen verschwindend gering ist. 2008 lag dieser Anteil lediglich bei etwas mehr als 0,03 %.

3.4. Photovoltaik

Bei der photovoltaischen Nutzung der Sonnenenergie in Thüringen existieren sowohl eine Reihe von Großanlagen, als auch zahlreiche Kleinanlagen, primär auf Eigenheimen. Die Anlagen speisen die gewonnene Energie in der Regel in die Stromnetze ein und erhalten dadurch eine Vergütung nach EEG.

In keinem anderen Bereich der Energieerzeugung ist zurzeit ein derart starkes Wachstum zu verzeichnen wie bei der Photovoltaik. So wuchs die Menge der erzeugten Primärenergie allein im Jahr 2008 um 62 % und seit der Novellierung des EEG im Jahr 2004 gegenüber dem Jahr 2003 sogar um 1974 % (Tab. 3.2 und Abb. 3.8)

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
<0,1	0,1	0,3	0,8	1,0	1,0	1,2	1,3	1,5
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2,2	5,8	7,5	9,2	17,4	45,7	76,0	117,4	190,5

Tab. 3.2: Entwicklung der Energieerzeugung aus Photovoltaik in Thüringen von 1991-2008 (in TJ) (Datenquelle: Vattenfall)

Trotz dieser hohen Wachstumsraten stellt die Photovoltaik bisher lediglich einen geringen Anteil am gesamten PEV dar (2006: 0,0303% - vgl. Abb. 3.9).

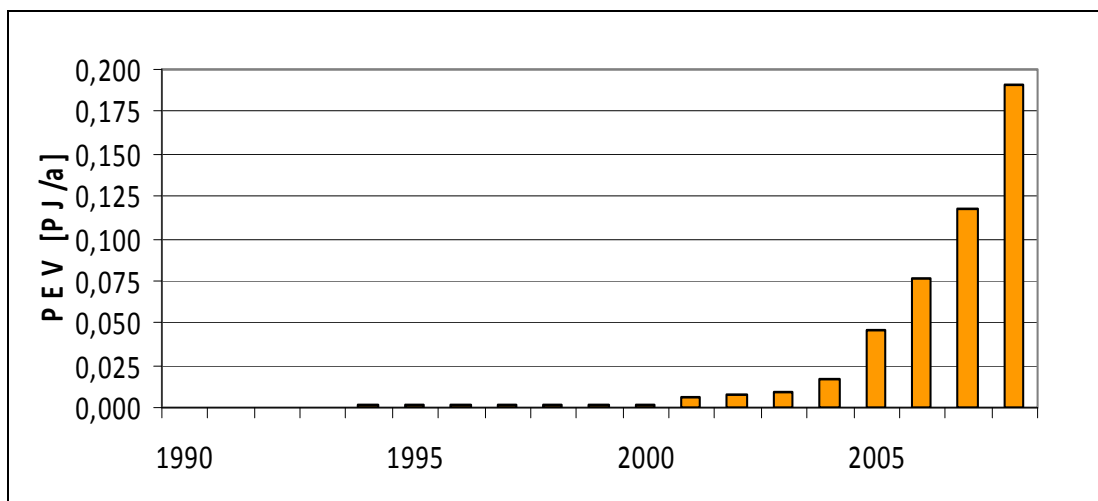


Abb. 3.8: Entwicklung photovoltaischer Energieerzeugung 1991-2008 (Datenquelle: Vattenfall)

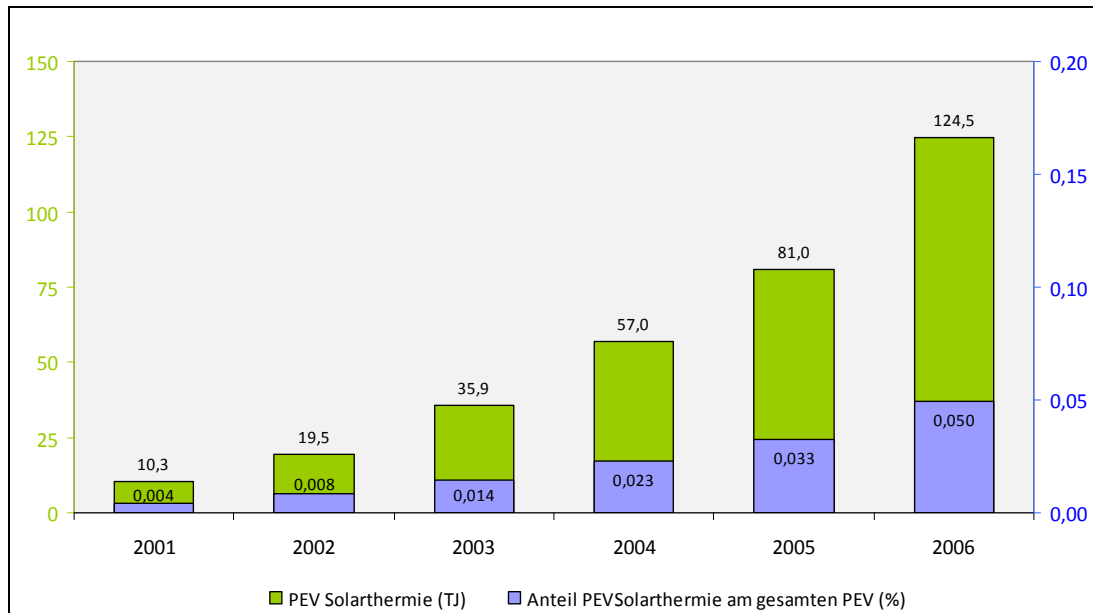


Abb. 3.9: Entwicklung der Photovoltaik in Thüringen als absolute Energiemenge und als relativer Anteil am Primärenergieverbrauch (Datenquellen: Vattenfall, TMWTA 2009)

3.5. Solarthermie

Die wärmeenergetische Nutzung der Sonnenenergie ist in Thüringen, bis auf wenige Ausnahmen, auf kleinere Anlagen zur Heizungs-, Warmwasser- oder Prozesswärme-Unterstützung beschränkt. Die damit produzierte Energie kommt direkt dem räumlich eng benachbarten Abnehmer zugute, da der Transport über größere Entfernungen verlustreich ist. Die Solarthermie erfuhr zwar, wie die anderen erneuerbaren Energien, signifikante Zuwachsraten, die absoluten Energiemengen aus dieser Quelle sind allerdings äußerst gering im Vergleich zum gesamten Energiebedarf in Thüringen (Abb. 3.10).

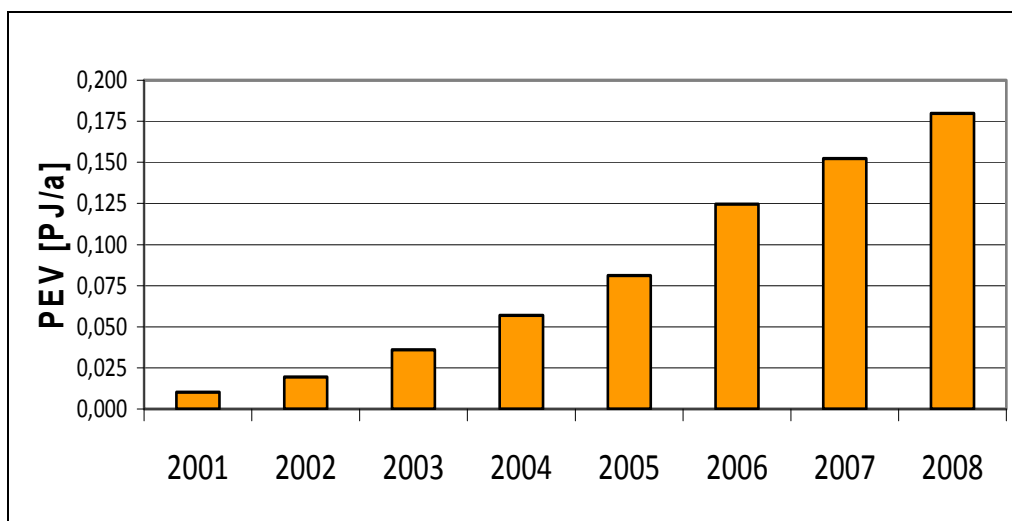


Abb. 3.10: Entwicklung solarthermischer Energieerzeugung 2001-2008 (Datenquelle BAFA 2009)

Der Anteil der Solarthermie am gesamten PEV bewegt sich im Jahr 2006 mit 0,05% in ähnlicher Höhe, wie der der Photovoltaik (Abb. 3.11). Jedoch ist das Wachstum deutlich geradliniger, so beträgt es im Jahr 2008 im Vergleich zum Vorjahr 18%. Seit 2003 gab es insgesamt ein Wachstum von 401 % (Tab. 3.3). Diese Unterschiede zur Photovoltaik sind in deren verbesserten Förderung durch das EEG ab 2004 (Einspeisevergütung) und der Abhängigkeit der Solarthermie vom produktionsnahen Verbrauch der Energie bzw. dem Vorhandensein von Nah- oder Fernwärmenetzen zu suchen.

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
10,3	19,5	35,9	57,0	81,0	124,5	152,3	179,8

Tab. 3.3: Entwicklung des PEV in TJ für Solarthermie in Thüringen von 2001-2008 (Datenquelle: BAFA 2009)

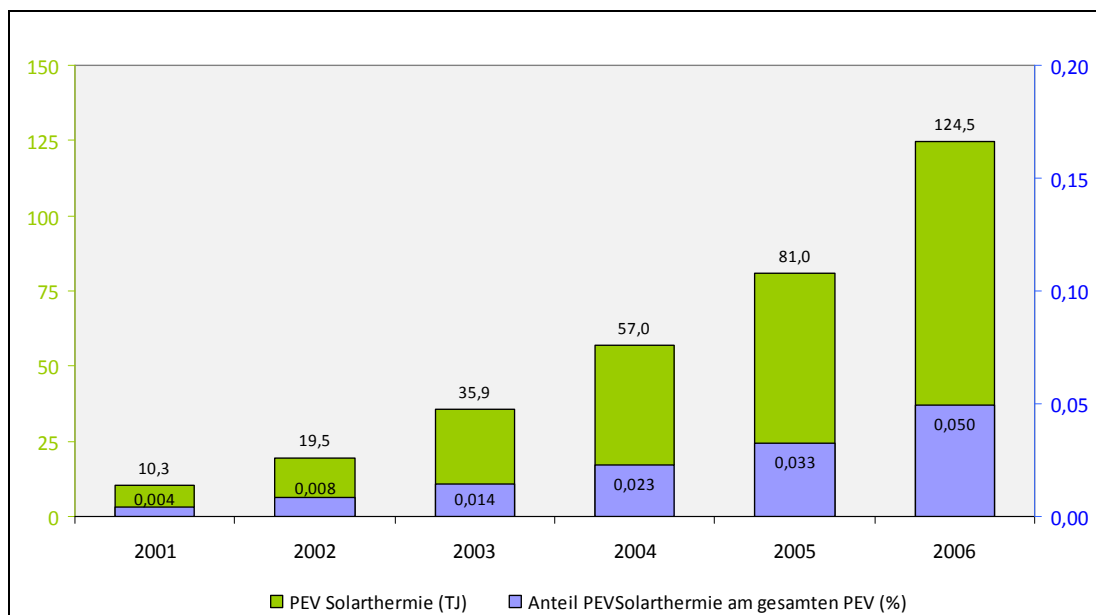


Abb. 3.11: Anteil der Solarthermie am gesamten PEV 2001-2006 (Datenquellen: BAFA 2009, TMWTA 2009)

Genutzt wird die solarthermisch erzeugte Energie zu fast gleichen Anteilen für die Bereitstellung von Warmwasser und zu Heizungszwecken (Abb. 3.12), wobei die Nutzung zur Warmwasserbereitung über den betrachteten Zeitraum stets einen geringfügig höheren Anteil aufwies (Tab. 3.4, Abb. 3.13).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Heizungsunterstützung/ Raumheizung	328	565	933	1446	2152	3624	4756	6164
Warmwasserbereitung	413	853	1751	2814	3889	5389	6311	7350

Tab. 3.4: Nutzungsarten solarthermisch erzeugter Energie nach Anlagenzahl 2001-2008 (Datenquelle: BAFA 2009)

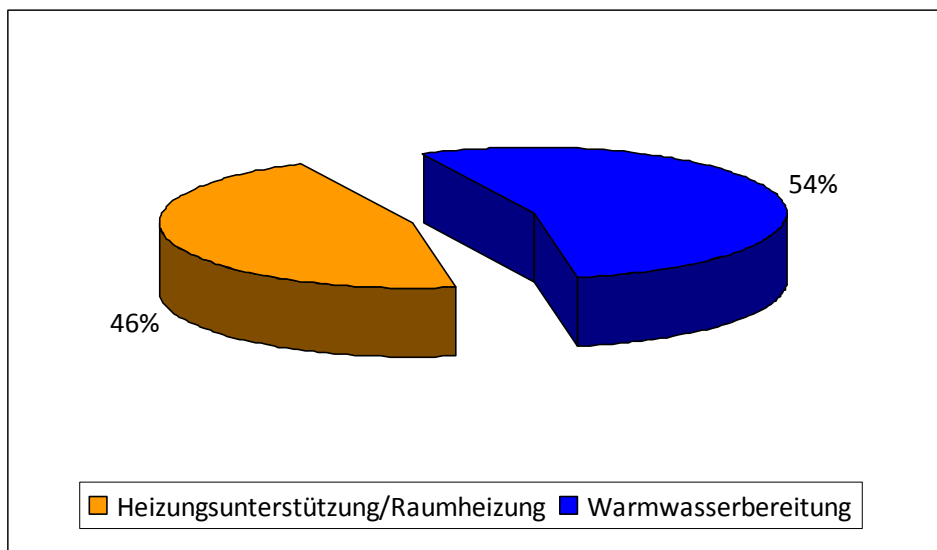


Abb. 3.12: Anteile der Nutzungstypen solarthermisch erzeugter Energie 2008 (Datenquelle: BAFA 2009)

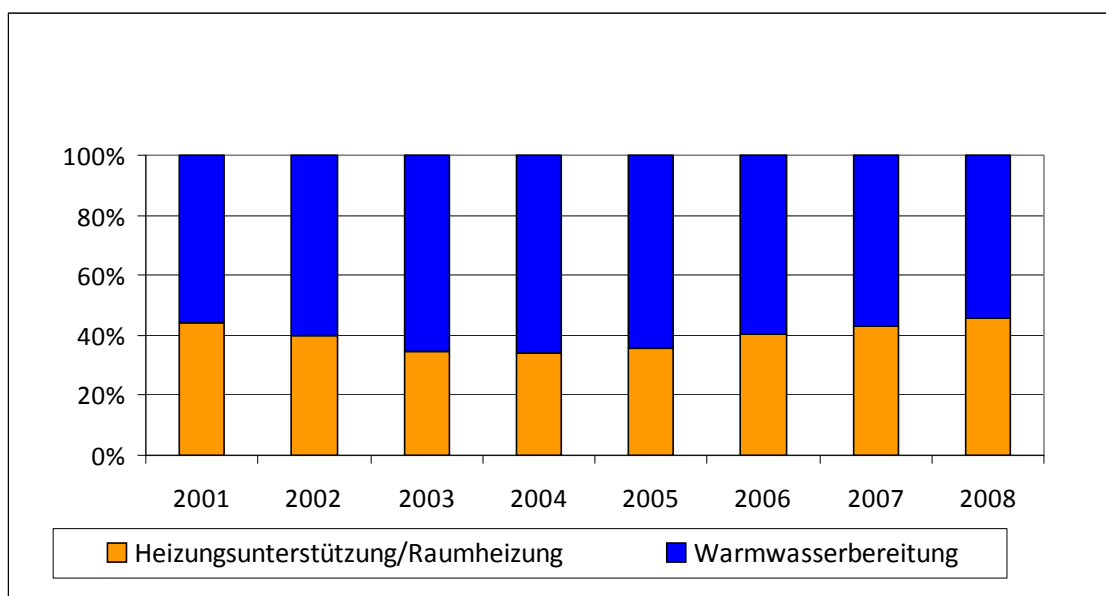


Abb. 3.13: Anteile der Nutzungstypen solarthermisch erzeugter Energie 2001-2008 (Datenquelle: BAFA 2009)

Bei der verwendeten Technologie erhöht sich der ohnehin schon überwiegende Anteil an Flachkollektoren weiterhin. Flachkollektoren werden momentan bei 89,3% der Anlagen verwendet (Abb. 3.14. und 3.15). Luft- und Speicherkollektoren haben derzeit zwar nur einen minimalen Marktanteil, dafür aber die höchsten Zuwachsraten. Ob sich hier eine neue Entwicklung abzeichnet bleibt abzuwarten (Tab. 3.4).

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Flachkollektor	585	1136	2233	3641	5284	8013	9876	12081
Luft- und Speicherkollektor			3	5	7	13	21	27
Röhrenkollektor	160	285	453	619	756	993	1176	1416

Tab. 3.4: Anzahl solarthermischer Anlagen nach Kollektortypen 2001-08
(Datenquelle: BAFA 2009)

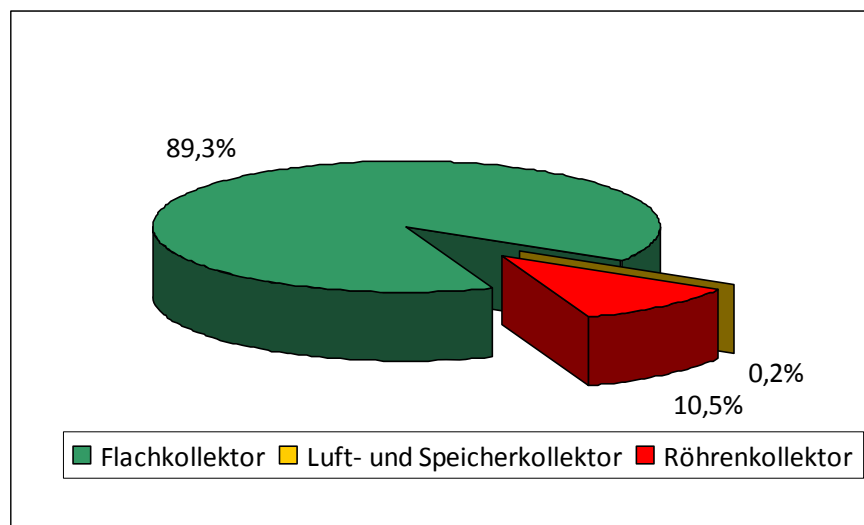


Abb. 3.14: Kollektortypen solarthermischer Anlagen nach Anzahl 2008
(Datenquelle: BAFA 2009)

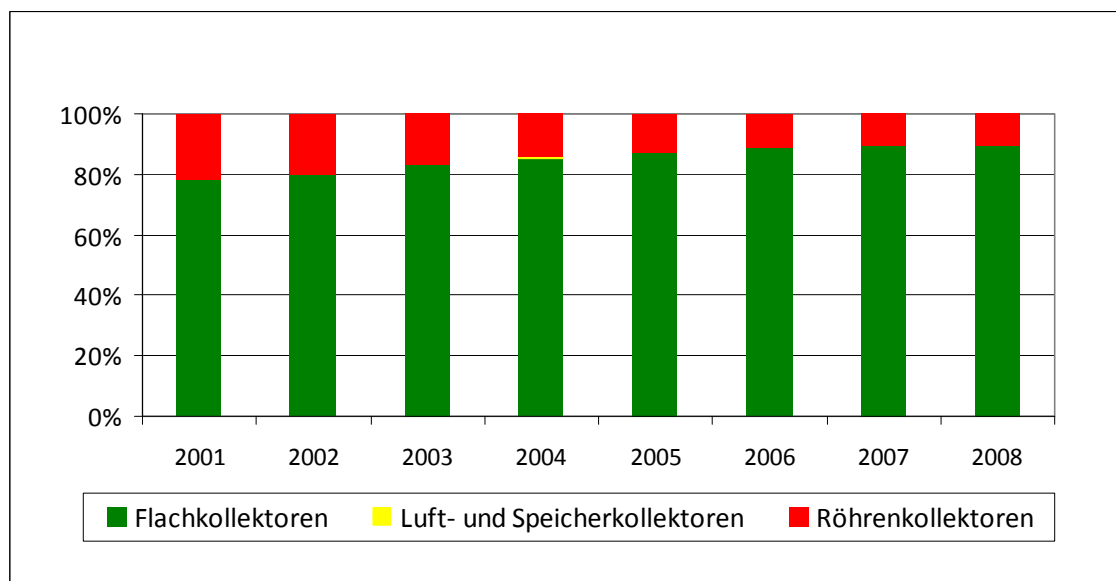


Abb. 3.15: Kollektortypen solarthermischer Anlagen nach Anzahl 2001-08
(Datenquelle: BAFA 2009)

3.6. Wasserkraft

Daten zur Bestandsanalyse von Wasserkraftanlagen in Thüringen wurden über den Energiekonzern Vattenfall bezogen. Dabei konnte auf anlagengenaue Zahlen für installierte Leistungen sowie tatsächlich erzeugter Endenergie zurückgegriffen werden. Da die Datenreihe für die installierte Leistung wesentlich weiter zurückreicht, als die Datenreihe der tatsächlich produzierten Endenergie (bei Vattenfall erst ab 2006 verfügbar) und diese Endenergie aufgrund der natürlichen Variationen der hydrologischen Verhältnisse im Spitzenbereich schwankend ist, wurden im Hinblick auf eine konsistentere Methode und auf die spätere plausibleren Potentialberechnungen die Angaben zur installierten Leistung mittels eines spezifischen Umrechnungsfaktors in tatsächlich erbrachte Endenergie umgerechnet. Der Faktor für Wasserkraft beträgt 0,5 (Umrechnungsfaktor für installierte Leistung in Endenergie [als Stundenleistung]; nach BMU 2008, TMLNU 2005).

Aufgrund der natürlichen Gegebenheiten spielt die Wasserkraft in Thüringen im Bereich der erneuerbaren Energien nur eine kleine Rolle. Der Mangel an großen wasserreichen und überregional bedeutenden Fließgewässern macht sich bei der erzeugten Gesamtenergiemenge im Vergleich zu anderen Energieträgern deutlich bemerkbar. So beträgt im Jahr 2007 der Anteil am Gesamt-PEV in Thüringen nur etwa 0,19 %, und das obwohl in der letzten Dekade die Stromerzeugung mittels Wasserkraft mehr als verdoppelt wurde. So konnte durch die Inbetriebnahme von neuen Laufwasserkraftwerken die Leistung von ca. 230 TJ im Jahr 2000 auf fast 500 TJ im Jahr 2007 (Abb. 3.16) gesteigert werden. Die vorhandenen relativ kleinen Fließgewässer (z. B. Saale, Werra, Weiße Elster u. a.) werden nun intensiv zur Stromerzeugung genutzt. Durch den zuverlässigen und beständigen Energiebeitrag trägt diese Energieart mit zur Grundlastversorgung bei. Große Vorteile dieser Anlagen sind der hohe Wirkungsgrad und die langen Laufzeiten, was ebenfalls zu Stabilität der Stromversorgung beiträgt.

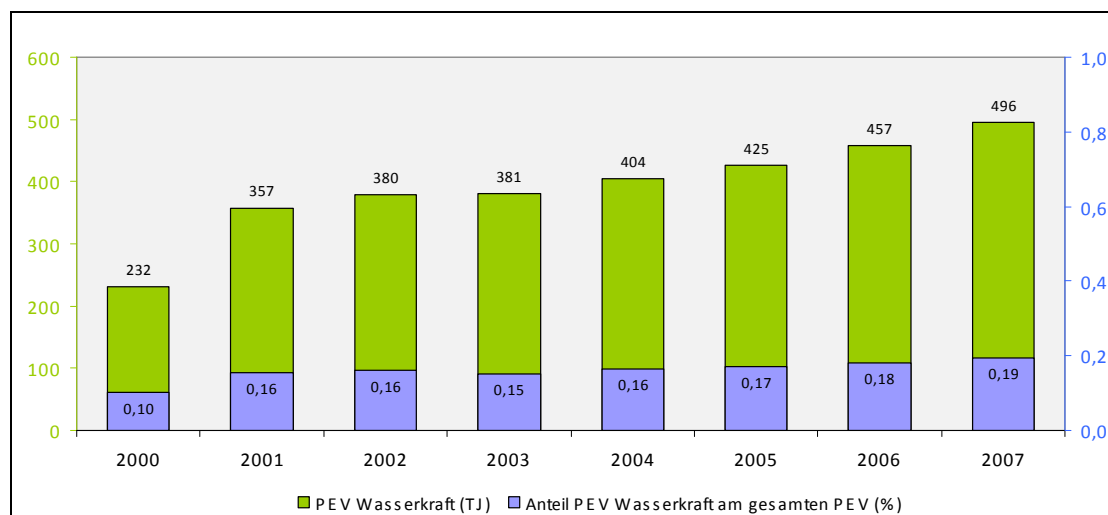


Abb. 3.16: Entwicklung des PEV Wasserkraft in Thüringen (Datenquellen: Vattenfall 2008, BMU, TMLNU)

3.7. Windkraft

Von Vattenfall konnten Informationen über bereits bestehende Windkraftanlagen bezogen werden. Dies betrifft Daten zur installierten Leistung von Windenergieanlagen und Zahlen über produzierte Endenergie. Ähnlich wie bei der Wasserkraft wurden bei der Windenergie wegen der verkürzten Datenreihen und der natürlichen Schwankungs-

breiten die Daten zur installierten Leistung mittels eines spezifischen Umrechnungsfaktors in tatsächlich erbrachte Endenergie umgerechnet. Der Faktor für Windenergie beträgt 0,2 (Umrechnungsfaktor für installierte Leistung in Endenergie [als Stundenleistung]; nach BMU 2008, TMLNU 2005).

Auch Thüringen besitzt hervorragende Windpotentiale. Die weiträumigen, relativ ebenen Flächen im nördlichen Teil gehören ebenso dazu wie die exponierten Gebiete in den Hochlagen des Thüringer Waldes. Die Nutzung der Windkraft erfolgt in Thüringen meist in Windparks mit mehreren Windkraftanlagen. In den letzten Jahren konnte eine bedeutende Zunahme von Windenergieanlagen beobachtet werden. So wurden 2007 durch 536 Windkraftanlagen ca. 4310 TJ an Energie erzeugt (Abb. 3.17).

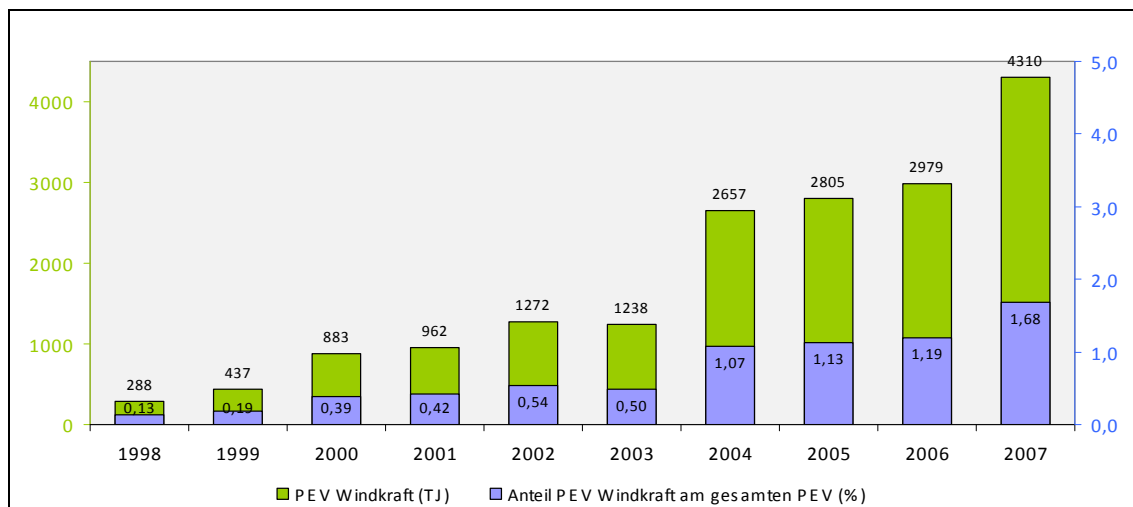


Abb. 3.17: Entwicklung des PEV Windkraft in Thüringen (Datenquellen: Vattenfall 2008, BMU, TMLNU)

4. Potentialberechnungen

4.1. Bioenergie

Grundlage für die Potentialberechnungen zur Bioenergie in vorliegender Studie bildet das Thüringer Bioenergieprogramm (TMLNU 2006). In diesem wird davon ausgegangen, dass sich die Rahmenbedingungen der Land- und Forstwirtschaft nicht wesentlich verändern werden. Danach wird für die Forstwirtschaft ein maximales Potential an Waldenergieholz von 340 Tfm angenommen, was ca. 3.500 TJ entspricht. Weitere Reserven im Bereich von etwa 100 Tfm sind im Kleinprivatwald vorhanden, jedoch nur bei entsprechend höheren Holzpreisen wirtschaftlich sinnvoll nutzbar. Die Landwirtschaft wird mit etwa 21.200 TJ den Hauptanteil des Bioenergiepotentials stellen. Dies basiert auf den Durchschnittserträgen von ca. 135 Tsd. ha der letzten Jahre und entspricht einem Energiepflanzenanbau auf 20,2 % der Ackerfläche Thüringens. Dieser Anteil kann nach Schätzungen des TMLNU auf 30 % erhöht werden ohne die Versorgungssicherheit an Nahrungs- und Futtermitteln zu gefährden was zu weiterem – in dieser Studie nicht berücksichtigten – Anbaupotential führt. Das energetische Potential an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft ergibt 24.700 TJ (Abb.4.1).

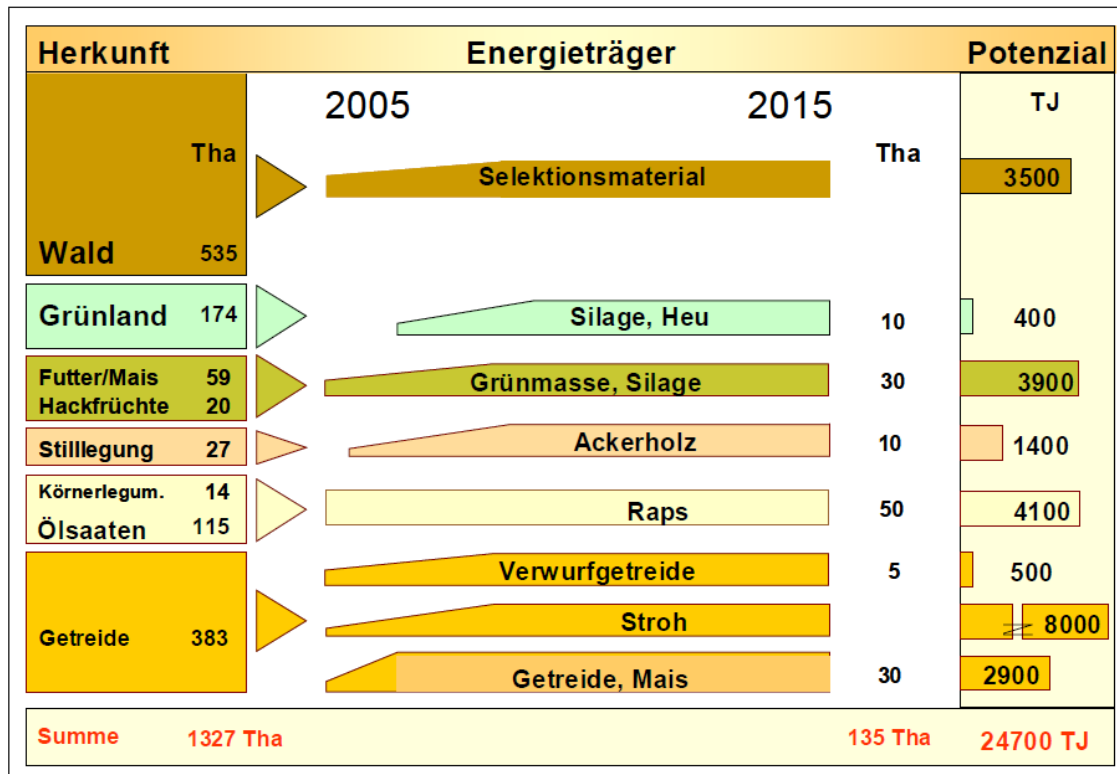


Abb. 4.1: Potentiale an Haupt- und Nebenprodukten aus der Land- und Forstwirtschaft (Quelle: TMLNU 2006)

Für das Potential der Reststoffe und Nebenprodukte aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Industrie wird eine Energiemenge von 13.650 TJ veranschlagt (Abb. 4.2). Dabei trägt die thermische Verwertung von Rinde und Black liquid durch die Zellstofffabrik Blankenstein einen Hauptanteil.

Damit ergibt sich insgesamt für Thüringen ein technisch nutzbares Biomassepotential von 38.350 TJ. Zusätzliches Potential besteht durch die stärkere Nutzung von Stroh. Von den 20.750 TJ Energie aus Stroh, die bei ausgeglichener Humusbilanz zur Verfügung steht, werden derzeit lediglich 8.000 TJ genutzt. Die Abschätzung der künftigen Nutzung dieses zusätzlichen Postens ist vor allem aufgrund der erst beginnenden technologischen Entwicklung jedoch mit größeren Unsicherheiten behaftet. Perspektivisch kann aber davon ausgegangen werden, dass die Erschließung dieses Teilpotentials in die nächsten Dekaden infolge technologischer Neuerungen mehr als wahrscheinlich ist. Das gesamte Biomassepotential Thüringens würde bei Einbeziehung dieses Postens 51.100 TJ betragen. Dies entspricht ca. 20 % des Thüringer Primärenergieverbrauchs im Jahre 2006.

Die Potentiale des Thüringer Bioenergieprogramms beziehen sich auf das Stichjahr 2015. Da jedoch davon auszugehen ist, dass sich die Anbauflächen der Hauptkomponenten des Potentials (Wald-, Acker- und Grünlandflächen) in den nächsten Dekaden nicht wesentlich ausdehnen, sondern aufgrund des Flächenverbrauchs für Verkehr, Siedlung und Gewerbe eher stagnieren bzw. verringern werden, wird hier für Thüringen über das Jahr 2015 hinaus kein höheres Bioenergiepotential veranschlagt.

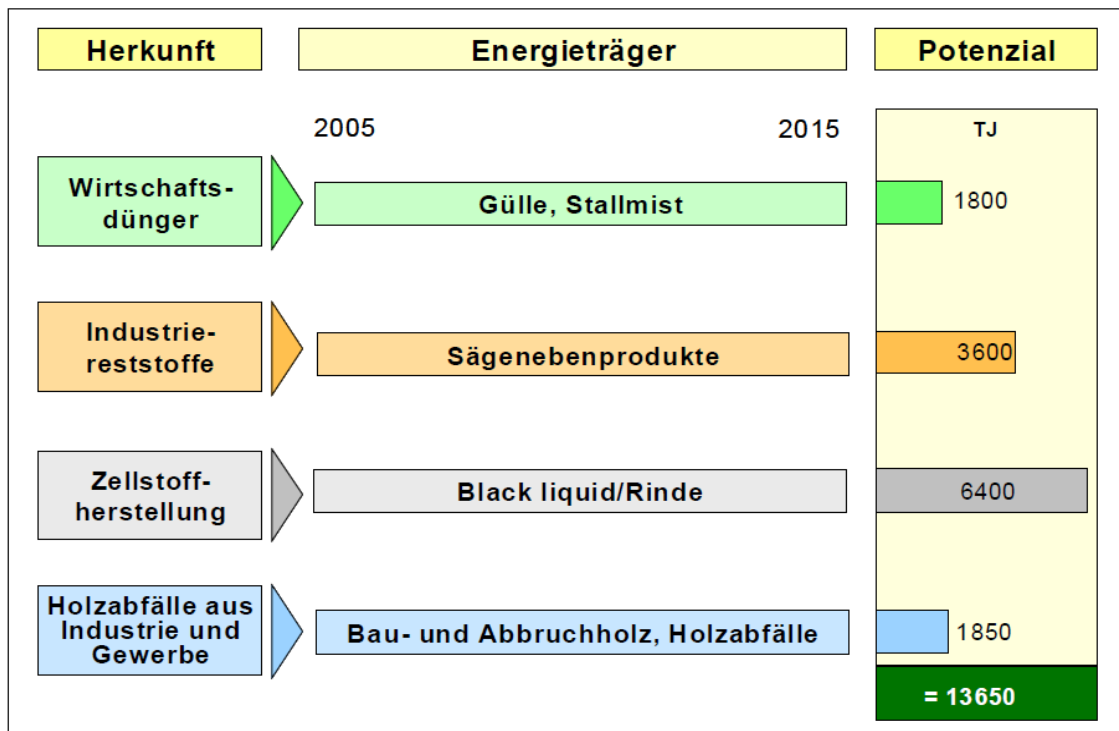


Abb. 4.2: Biomassepotential aus Nebenprodukten und Reststoffen der Industrie und Landwirtschaft (Quelle: TMLNU 2006)

4.2. Geothermie

Grundlage für die Potentialberechnung sind ATKIS-Daten (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) über Gemeinde- und Wohnbauflächen in Thüringen. Diese Informationen sind notwendig da die Standortnähe zu Energieabnehmern für Gebäude- und Prozesswärme Grundvoraussetzung für eine derartige Berechnung darstellen, denn die Nutzung von Wärmeenergie ist wirtschaftlich nur über kurze Transportwege vertretbar.

Zur Berechnung wurde ein konservativer Ansatz gewählt. Um eine gegenseitige Beeinflussung von benachbarten Geothermieanlagen auszuschließen wurde ein Abstand von 100 m zwischen den Anlagen gewählt. Die jeweilige Energiemenge, die dem Untergrund am betreffenden Standort entzogen werden kann, hängt von verschiedenen Parametern ab, wie beispielsweise der Wärmeleitfähigkeit und der Wärmekapazität des Gesteins bzw. Bodens, den Grundwasserverhältnissen und der Erdsondengeometrie. Deshalb wurde für unsere Berechnung mit einer durchschnittlichen Entzugsleistung von 50 Watt pro m Bohrtiefe, 100 m Bohrtiefe maximal und 2000 Vollaststunden pro Jahr gerechnet. Das so ermittelte geothermische Potential in Thüringen beträgt ca. 3600 TJ. Gegenwärtig wird jedoch nur ein kleiner Teil davon, vorwiegend in privaten Haushalten, genutzt. Bei größerer Nutzung des vorhandenen Potentials ließe sich ein großer Energiemarkt erschließen und der Anteil regenerativer Energien am Energiemix der privaten Haushalte würde erkennbar gesteigert.

4.3. Photovoltaik

Die photovoltaische Nutzung der Sonnenenergie ist an geeignete Flächen gebunden, allerdings müssen die Flächen dank des Energieträgers Strom mit seinem sehr engmaschigen Leitungsnetz und seinen relativ geringen Leitungsverlusten nicht abneh-

mernah sein. Gegenwärtig werden Photovoltaikanlagen vor allem dezentral mit einer Vielzahl von Kleinanlagen auf Dachflächen errichtet, in zunehmendem Maße entstehen jedoch auch größere Solarparks auf Freiflächen mit mehreren Hektar Kollektorfläche. Die dafür geeigneten Standorte ergeben sich i. d. R. aus §32(3) des EEG. Empfehlenswert im Sinne einer nachhaltigen Flächennutzung sind hier z. B. Industriebrachen, Mülldeponien und nicht mehr genutzte Bahnflächen.

Für die Berechnung des Potentials auf Dachflächen wurden zunächst die vorhandenen Siedlungsflächen analysiert (Basis: ATKIS). Dabei wurde angenommen, dass lediglich ein Teil der Flächeneinheiten (Wohnbau-, Industrie-, Gewerbeflächen, Flächen gemischter Nutzung und besonderer funktionaler Prägung) Dachflächen darstellen, und diese wiederum nur zum Teil für Solarenergie nutzbar sind. Für die Kalkulation ist ein konservativer Wert zwischen 4 und 12 % der o. g. Flächeneinheiten der Dachflächen der Gebäude in Thüringen als geeignet angenommen worden. Die Gesamtfläche an Gebäuden könnte noch deutlich erweitert werden, wenn Solaranlagen auch an Gebäudefassaden angebracht werden (Bsp. Studentenwohnheim in Jena).

Für die Abschätzung des Potentials auf Freiflächen wurde ein Brachflächenkataster der LEG und Deponieflächen für ein Testgebiet von ca. 30 % der Fläche Thüringens detailliert analysiert und auf das Gesamtgebiet übertragen. Um der Flächenkonkurrenz zu Solarwärme-Systemen Rechnung zu tragen, wurden für die Photovoltaik nur 80 % dieser Potentialfläche auf Dächern und Freiflächen heran gezogen.

Insgesamt ergibt sich für die Photovoltaik in Thüringen ein enormes Potential von 27,83 PJ Primärenergie (Tab. 4.1). Davon sind bisher lediglich 0,68 % genutzt.

Bestand Photovoltaik	Zusätzliches Potenzial auf Dachflächen	Zusätzliches Potential auf Freiflächen	Gesamtes zusätzliches Potential	Gesamtes Potential Photovoltaik
0,190	23,48	4,17	27,64	27,83

Tab. 4.1: Potential zum Ausbau der Photovoltaik auf geeigneten Flächen in PJ

4.4. Solarthermie

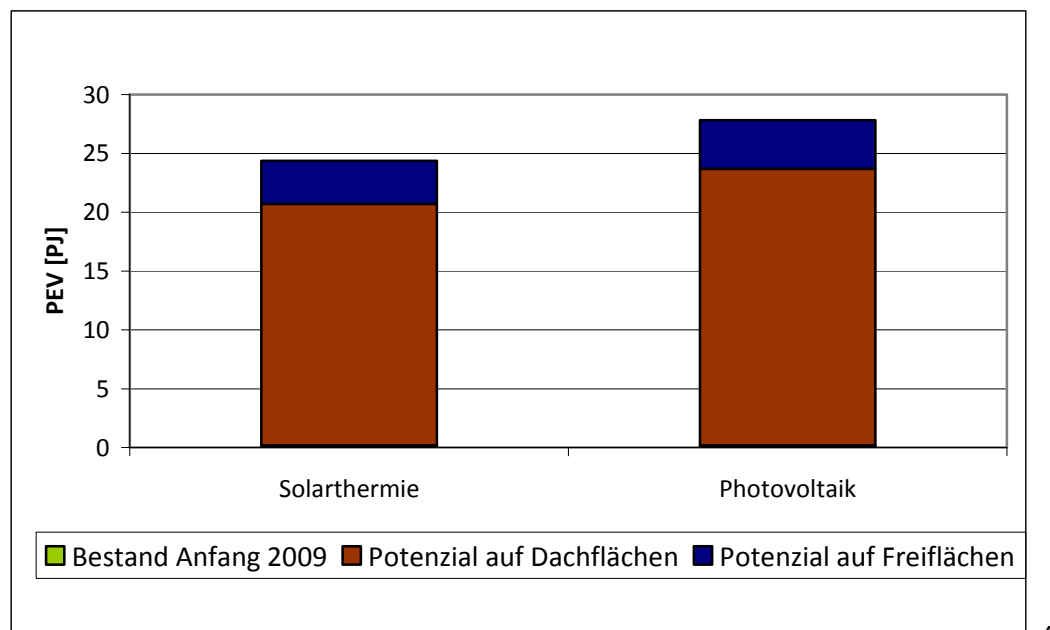
Für die Analyse des Potentials zur thermischen Nutzung von Solarstrahlung liegen ähnliche Kriterien an, wie bei photovoltaischen Anlagen. Auch hier basiert die Berechnung auf einer Dachflächenanalyse in vorhandenen Siedlungsflächen mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (Basis: ATKIS). Reduziert wird das geeignete Flächenpotential allerdings durch die Notwendigkeit, dass die Anlagen nahe am Wärmeabnehmer bzw. einem Fernwärmenetz liegen müssen. Als potentielle Standorte für Installationen ergeben sich daher Flächen analog zu den für Photovoltaik berechneten. Zur Berücksichtigung der Flächenkonkurrenz und angesichts des in der Regel geringeren Bedarfs an Wärme (zumindest in den Sommermonaten) sowie der oben erwähnten Notwendigkeit der Abnehmernähe wurden 20 % der berechneten Flächen für Solarwärme-Anlagen vorgesehen. Ein großes zusätzliches Potential würde sich durch Installation von Anlagen an Hausfassaden ergeben, was gleichzeitig das technische Problem des Wärmeüberschusses in den Sommermonaten verringern würde. Allerdings wurde diese Möglichkeit nicht in die Berechnung einbezogen.

Wie schon beim Ausbau der Photovoltaik bestehen auch bei der solarthermischen Energieerzeugung enorme Potentiale die hier bei einem Gesamt-PEV von 24,35 PJ liegen (Tab. 4.2). Davon werden zurzeit nur 0,74% genutzt.

Bestand Solarthermie	Zusätzliches Potential auf Dachflächen	Zusätzliches Potential auf Freiflächen	Gesamtes zusätzliches Potential	Gesamtes Potential Solarthermie
0,18	20,53	3,64	24,17	24,35

Tab. 4.2: Potential zum Ausbau der Solarthermie auf geeigneten Flächen in PJ

Insgesamt befinden sich die Ausbaupotentiale für Solarthermie in einer ähnlichen Größenordnung wie für Photovoltaik (Abb. 4.3). Dies ist im höheren Wirkungsgrad solarthermischer Energieerzeugung begründet.



bb. 4.3: Ausbaupotentiale für Photovoltaik und Solarthermie in Thüringen

4.5. Wasserkraft

Das Potential von Wasserkraft in Thüringen ist nahezu ausgeschöpft. Aufgrund von Umweltschutzvorgaben wird es in den nächsten Jahren so gut wie keine weiteren Wasserkraftwerksneubauten geben, denn neue Standorte müssen nicht nur auf ihre technische und wirtschaftliche, sondern insbesondere auf ihre ökologische Realisierbarkeit hin geprüft werden. Dabei werden durch die europäische Wasserrahmenrichtlinie und durch nationale Gewässer- und Artenschutzvorgaben sehr enge Normen vorgegeben. Realistisch ergeben sich Potentiale daher nur noch aus der Möglichkeit des Repowering, also der Modernisierung und der Reaktivierung von Altanlagen. Die Reaktivierung betrifft jedoch nur noch relativ kleine Anlagen und ihre Ausbaumöglichkeiten, da große Anlagen an Thüringer Flüssen bereits intensiv genutzt werden. Weil Wasserkraftwerke in der Regel relativ hohe Investitionskosten bei gleichzeitig langen Laufzeiten haben, wird die Möglichkeit einer wirtschaftlich sinnvollen Modernisierung nur über einen vergleichsweise großen Zeitraum zu verwirklichen sein. Man kann davon ausgehen, dass in dem betrachteten Zeitraum eine Steigerung von ca. 30 % bei etwa 50 % der vorhandenen Anlagen realisiert werden wird. Die Steigerung der Ener-

gieerzeugung durch Repowering ist also in einem begrenzten Rahmen möglich, so dass das Zusatz-Potential von ca. 74 TJ bis 2050 sicher erreicht werden kann.

4.6. Windkraft

Die Regelungen zur Windenergie durch das Bundesbaugesetz mit den Vorrangflächen in der Raumplanung und die gleichzeitig bestehenden umfangreichen naturschutzfachlichen und landschaftsästhetischen Widerstände gegen Windkraftanlagen in Thüringen beengen die Flächenverfügbarkeit für die Errichtung solcher Anlagen. Daher wurde das Windkraftpotential in Thüringen im Rahmen dieser Studie auf Grundlage der in den – momentan in der Fortschreibung befindlichen – Regionalplänen ausgewiesenen Vorrangflächen berechnet. Als Anlagen für die Potentialberechnung werden für heute typische Windräder mit einer Leistung von 2 MW angenommen. Weiterhin wird mit 3 Anlagen auf einer Fläche von 20 ha gerechnet, da Windkraftanlagen nur in Windparks errichtet werden sollen, um den Landschaftsverbrauch möglichst klein zu halten und die Landschaftsästhetik weitgehend zu erhalten. Somit wäre ein Potential in Thüringen von 8100 TJ realisierbar.

5. Szenarien zur Realisierung der Potentiale

5.1. Allgemeines

Die dargelegten Potentiale dokumentieren technisch mögliche Mengen an Energie, die in Thüringen mit aktueller Technologie erschließbar sind. Unter Berücksichtigung sozio-ökonomischer und politischer Randbedingungen lassen sich aber für die einzelnen Typen der erneuerbaren Energien nur unterschiedliche Anteile an diesen technischen Potentialen tatsächlich realisieren. Diese realisierbaren Anteile offenbaren die im Folgenden dargelegten Szenario-Modelle.

Auf Basis der Modellierungen mit Szenarien für 2020 und 2050 werden die unterschiedlichen Realisierungschancen bei den einzelnen Typen der erneuerbaren Energien quantifiziert. Die unterschiedlichen Grade der Realisierung für die beiden Zeitscheiben ergeben sich aus einer Faktorenanalyse des jeweiligen Realisierungsumfeldes der einzelnen Typen (vgl. Kap. 2, Methodik).

Die Ergebnisse der Modellierung in den Szenarien dokumentieren die jeweiligen absoluten Werte, Anteile, sowie die Summe aller erneuerbaren Energien in 2020, je für das ungünstigere Szenario 1 und das günstigere Szenario 2 (Tab. 5.1). Es ist klar ersichtlich, dass Bioenergie auch zukünftig die tragende Säule der erneuerbaren Energien in Thüringen sein wird. Aber selbst unter ungünstigeren Randbedingungen werden auch Photovoltaik, Solarthermie und Windkraft signifikante Beiträge leisten.

Betrachtet man die Summen der einzelnen erneuerbaren Energien so wird deutlich, dass auch unter ungünstigeren Entwicklungs-Bedingungen ein signifikanter Anteil des Primärenergieverbrauchs in Thüringen in Zukunft durch erneuerbare Energien gedeckt werden kann. Berücksichtigung sollte dabei noch finden, dass die Anteilsberechnungen keine Energieeinsparungen beinhalten. Durch Einsparungen im Verbrauch von 20 % bis 2020 würde sich der Anteil erneuerbarer Energien bis dahin im ungünstigen Szenario auf etwa 35, im günstigen Szenario sogar auf über 44 % erhöhen.

Diese vier für die zukünftige Versorgung wichtigen erneuerbaren Energietypen weisen eine sehr unterschiedliche Struktur hinsichtlich Grundlastfähigkeit, Dezentralität und Integrierbarkeit in moderne Netze auf und ergänzen sich in diesen Aspekten hervorragend. Dadurch bietet dieser Mix eine solide Basis für ein sicheres, modernes, auf Verbraucher orientiertes und nachhaltiges Energiesystem. Ein einseitiger Ausbau ein-

zelter erneuerbarer Energien (wie z. B. der Windkraft) würde diese Eigenschaften nur sehr eingeschränkt besitzen.

	Bio- energie	Geo- thermie	Photo- voltaik	Solar- wärme	Wasser- kraft	Wind- kraft	Summe
Bestand (TJ)	34.830	80	190	180	500	4.310	40.090
Anteil am PEV (%)	14,4	< 1	< 1	< 1	< 1	1,8	16,5 %
Zusätzliches Potential (TJ)	16.000	3.600	28.000	24.000	74	3.800	75.474
<i>Szenario 1, 2020</i>							
Gesamtpot. (TJ)	42.830	440	14.190	6.180	520	7.350	71.510
Anteil am PEV (%)	17,7	< 1	5,9	2,5	< 1	3,0	29 %
<i>Szenario 2, 2020</i>							
Gesamtpot. (TJ)	46.030	800	22.590	12.180	540	7.730	89.870
Anteil am PEV (%)	19,0	< 1	9,3	5,0	< 1	3,2	37 %

Tab. 5.1: Absolute Energiemengen der erneuerbaren Energien und Anteile am PEV für die Szenarios 1 und 2 für 2020

5.2. Bioenergie

Die Entwicklung der Nutzung der Bioenergie über die nächsten Dekaden wird von zahlreichen günstigen und ungünstigen Randbedingungen unterstützt bzw. limitiert. Diesen wurden je nach Szenario verschiedene Einflussstärken eingeräumt (Tab. 5.2).

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Zunehmende Verknappung der Biomasse	*	**
Bereits hoher Nutzungsbestand	*	**
Lange Realisierungszeiträume für große Anlagen	*	**
Umfangreiches Beratungsangebot	***	****
Vielseitiges Biomasseangebot	**	***
Wärmenetze zur Einspeisung	****	****
Rentabilität der Förderinstrumente	**	***
Investorenmodelle	**	***
Kosten der Technologie	**	***
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln	**	**
Bewertung	20/40 (50 %)	28/40 (70 %)

Tab. 5.2: Annahmen und Bewertungen zu den Randbedingungen für die Modellszenarien Bioenergie

Insgesamt können die Chancen für die Potentialrealisierung bei der Bioenergie als sehr hoch angesehen werden; eine vollständige Realisierung der 51.100 TJ Potential bis 2050 als sicher gelten. Die Entwicklung der Nutzung wird in zwei möglichen Szenarien dargestellt (Abb. 5.1). Überwiegend ungünstige Randbedingungen werden für das Szenario 1 angenommen, hauptsächlich günstige Randbedingungen für das Szenario 2. Die in Tab 5.3 gelisteten Annahmen sind in den Szenarien beinhaltet.

	Szenario 1		Szenario 2	
	Anteil am zusätzlichen Potential (%)	Energie (TJ)	Anteil am zusätzlichen Potential (%)	Energie (TJ)
Annahme bis 2020	50	42.830	70	46.030
Annahme bis 2050	100	51.100	100	51.100

Tab. 5.3: Annahmen für prozentuale Anteile und absolute Energiemengen für die Modellszenarien Bioenergie

Damit ergäbe sich für 2020 nach jetzigem Stand ein Anteil am Primärenergieverbrauch Thüringens von 17,7 % (Szenario 1) bzw. 19,0 % (Szenario 2). Dies bedeutet, dass die Bioenergie weiterhin den Hauptteil an den erneuerbaren Energien für die projizierten Szenarien in 2020 – nämlich 61 % und 51 % für Szenario 1 und 2 – stellen wird. Im Vergleich mit Abschnitt 3.2 wird jedoch eine Verringerung des Anteils der Bioenergie an der durch alle erneuerbare Energien bereitgestellten Primärenergie in Thüringen um mehr als 25 % in 2020 erkennbar. Dies hat seine Ursachen im bereits hohem Ausbaugrad der Bioenergie und den künftig großen Ausbausteigerungen der Photovoltaik und Solarwärme.

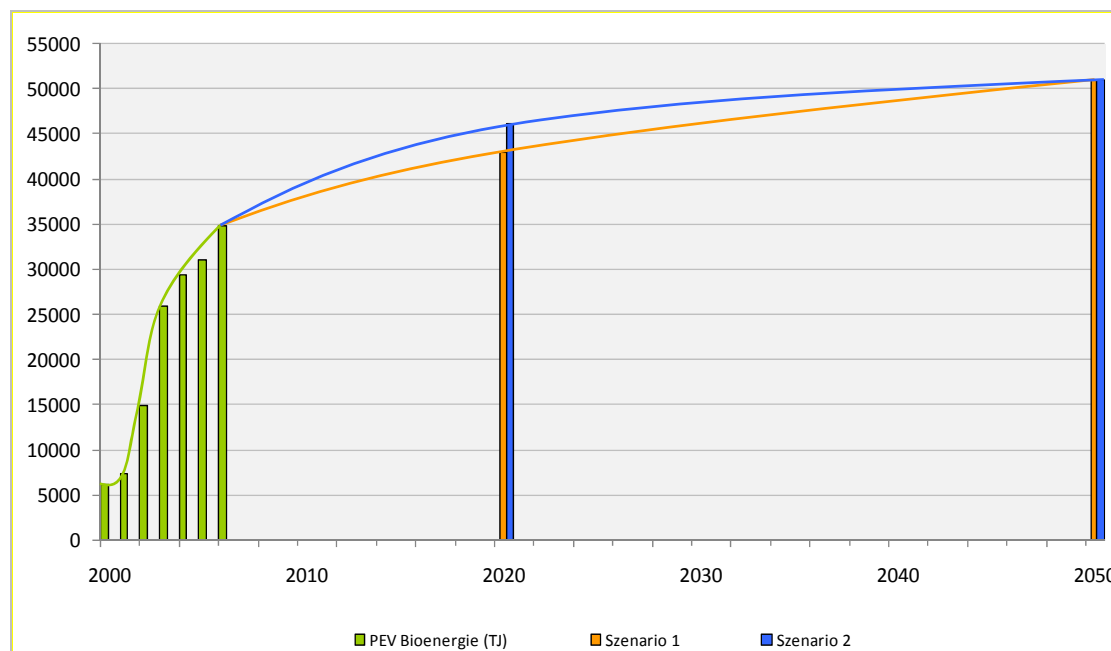


Abb. 5.1: Szenarien zur Entwicklung der Biomasse-Nutzung in Thüringen bis 2050

5.3. Geothermie

Zahlreiche ungünstige Entwicklungsfaktoren hemmen den Ausbau von Geothermieanlagen in Thüringen. Zwar ist eine intensive Zunahme der Nutzung an Neubauten zu verzeichnen, aber die geringe Neubaurate und die Abhängigkeit der Installation von energetischen Sanierungsmaßnahmen schränken die Steigerungsraten deutlich ein. Der Realisierung dieser Potentiale stehen auch die relativ hohen Investitionskosten und die mangelnde Attraktivität als Investitionsanlage entgegen. In Tabelle 5.4 werden die verschiedenen Randbedingungen für die Szenarien dargestellt. Im Szenario 1 wird davon ausgegangen, dass im einkommensschwachen Thüringen die relativ geringe Steigerungsrate ähnlich der jetzigen beibehalten wird.

Bei diesen eher ungünstigen Bedingungen würden bis 2020 etwa 10 % des zusätzlichen Potentials genutzt werden (ca. 360 TJ), und bis 2050 läge der Nutzungsgrad bei etwa 20 % (ca. 720 TJ). Für das Szenario 2 wird mit einer höheren Steigerungsrate, bedingt durch z.B. verbesserte Fördermöglichkeiten und eine Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Situation in Thüringen, gerechnet. So wären bis 2020 etwa 20 % des zusätzlichen Potentials nutzbar und bis 2050 etwa 30 % (ca. 1080 TJ) (Abb. 5.2).

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Rentabilität der Förderinstrumente	*	**
Kosten der Technologie		*
Neubaurate von Einfamilienhäusern	*	*
Durchschnittseinkommen		
Akzeptanz/Bekanntheitsgrad bei der Bevölkerung		
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln		*
Altbausanierungsrate (Wärmedämmung)	*	*
Bewertung	3/28 (10 %)	6/28 (20 %)

Tab. 5.4: Annahmen und Bewertungen zu den Randbedingungen für die Modellszenarien Geothermie

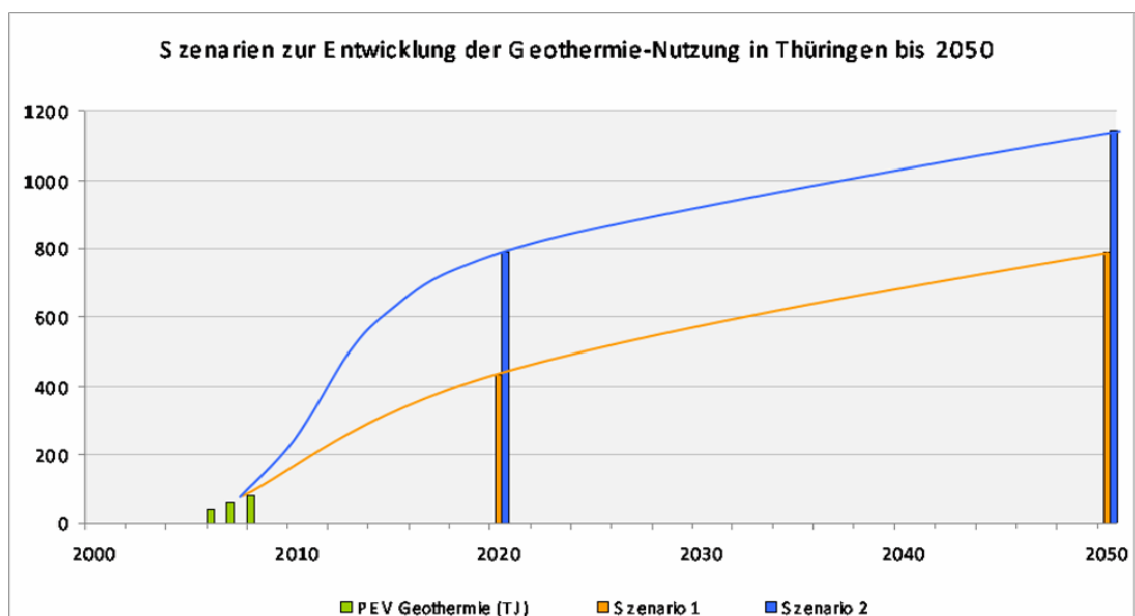


Abb. 5.2: Szenarien zur Entwicklung der Geothermie-Nutzung in Thüringen bis 2050

5.4. Photovoltaik

Momentan können als günstige Randbedingungen für den Ausbau der Photovoltaik die sehr gute Rentabilität durch effektive Förderinstrumente, die guten Investorenmodelle und das große geeignete Flächenangebot angesehen werden. Ungünstig wirken sich hingegen aus die relativ hohen Kosten der Technologie und die langen Planungszeiten für großflächige Solarparks (Tab. 5.5).

Für das Szenario der günstigen Randbedingungen (Szenario 2) wird das Fortbestehen des derzeitigen förderlichen Umfelds angenommen. Eine Fortsetzung der gegenwärtigen Entwicklungstendenz wäre die Folge. Diese Entwicklungstendenz wurde durch eine nichtlineare Regression zum Ausdruck gebracht, in welcher neben den Entwicklungsdaten der vergangenen Jahre (Kap. 3.4) auch das ermittelte Gesamtpotential (Kap. 4.4) einging, sowie die Annahme, dass es mit der Annäherung an das Gesamtpotential aufgrund stärkerer Flächenkonkurrenz zu einer Verlangsamung der Entwicklung kommt. In diesem Fall kann angenommen werden, dass bis 2020 das Ausbaupotential für Photovoltaik zu 80 % ausgeschöpft ist (Abb. 5.3).

Für das Szenario der ungünstigen Randbedingungen (Szenario 1) wird eine Verschlechterung des Umfelds (z. B. ungünstigere Förderbedingungen, fehlende Investitionsmittel) angenommen. Dies würde den Anstieg der Entwicklungstendenz erheblich abschwächen. Jedoch kann hierfür angenommen werden, dass bis 2020 immer noch eine Ausschöpfung von 50% des Potentials möglich ist.

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Rentabilität der Förderinstrumente	*	****
Investorenmodelle	*	****
Geeignetes Flächenangebot	***	***
Kosten der Technologie	**	**
Amortisationsrate	**	****
Technische Integration	****	****
Finanzierungsmodelle	**	****
Planungszeiten für Großanlagen	*	*
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln	*	**
Netzanschluss	****	****
Akzeptanz der Technologie	**	**
Bewertung	22/44 (50%)	34/44 (80%)

Tab. 5.5: Annahmen und Bewertungen zu den Randbedingungen für die Modellszenarien Photovoltaik

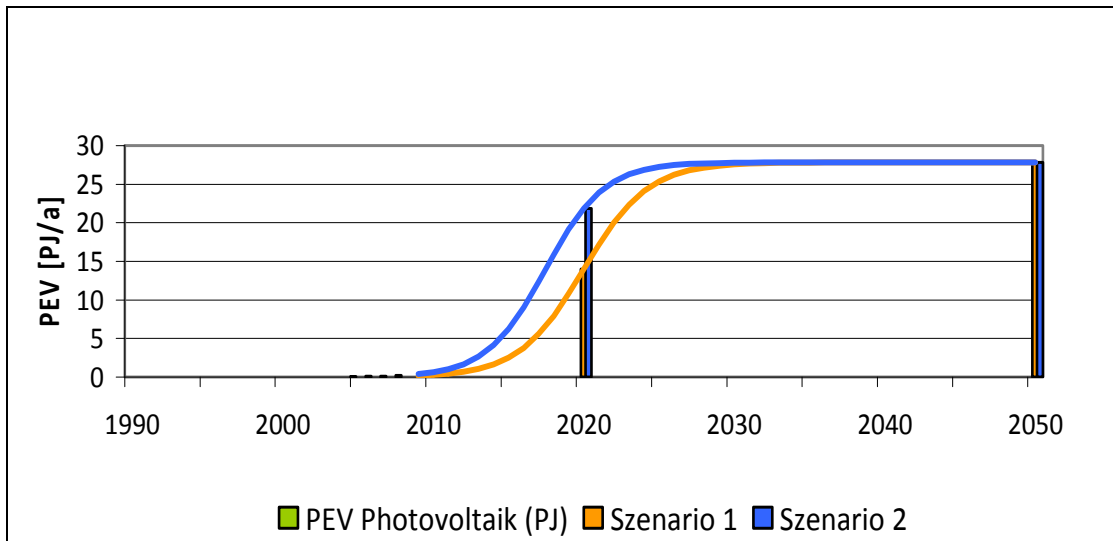


Abb. 5.3: Szenarien zur Entwicklung der Geothermie-Nutzung in Thüringen bis 2050)

5.5. Solarthermie

Verglichen mit der Photovoltaik sind die Randbedingungen für den Ausbau der Solarthermie nur eingeschränkt optimal. Zwar sind Gunstfaktoren wie gute Rentabilität der Förderinstrumente, großes Angebot an geeigneten Flächen und hohe Akzeptanz bei Behörden und Bevölkerung förderlich. Jedoch gibt es eine Reihe bremsender Faktoren wie ungünstige Finanzierungsmodelle, geringer Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen und verbreitet energetisch unzureichender Gebäudezustand und ungünstige Finanzierungsmodelle (Tab. 5.6).

Daher wurde die Fortsetzung der momentanen Entwicklungstendenz als Szenario mit ungünstigen Randbedingungen (Szenario 1) angenommen und analog zu Szenario 2 für Photovoltaik ermittelt. Für das Jahr 2020 wäre demnach ein Ausbau der Solarthermie auf 25% des ermittelten Potentials (Kap. 4.5) zu erwarten.

Die Annahme einer Verbesserung der Randbedingungen (z. B. Ausbau der Fernwärmenetze, Förderung der energetischen Gebäudesanierung) liegt Szenario 2 zugrunde. Hier wären bis 2020 bereits 50% des Gesamtpotentials für Solarthermie erreichbar.

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Rentabilität der Förderinstrumente	*	***
Investorenmodelle	*	**
Geeignetes Flächenangebot	***	***
Kosten der Technologie	**	**
Amortisationsrate		*
Ausbau Fern- und Nahwärmenetze		**
Technische Integration	*	*
Energetischer Gebäudezustand		**
Finanzierungsmodelle	*	**
Planungszeiten für Großanlagen	*	**
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln	*	**
Akzeptanz der Technologie	**	**
Bewertung	13/48 (25 %)	24/48 (50 %)

Tab. 5.6: Annahmen und Bewertungen zu den Randbedingungen für die Modellszenarien Solarthermie

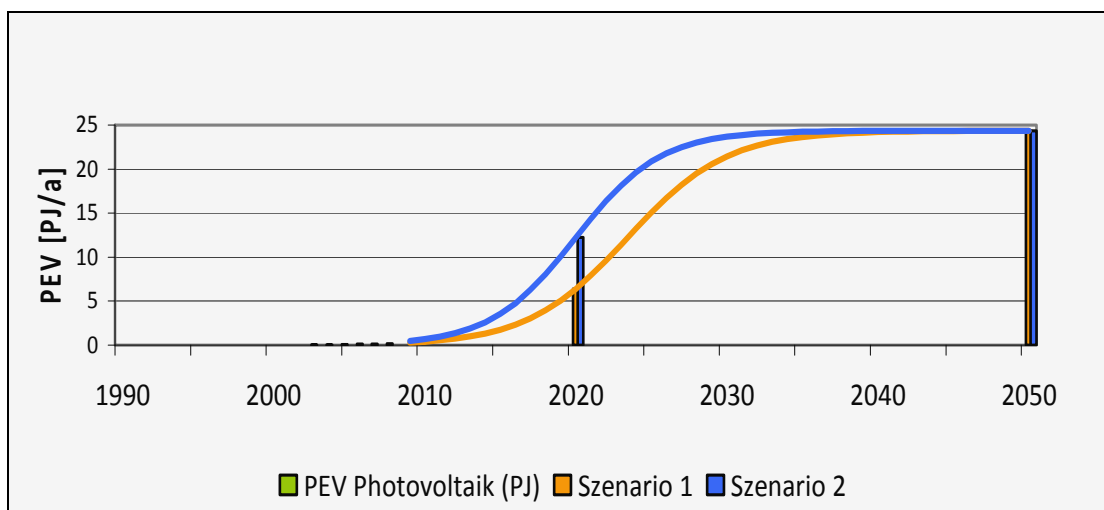


Abb. 5.4: Szenarien zur Entwicklung der Solarthermie-Nutzung in Thüringen bis 2050

5.6. Wasserkraft

Durch die natürlichen Gegebenheiten ist das Wasserkraftpotential der Thüringer Flüsse beschränkt. Die lange Nutzungsdauer der Wasserkraftanlagen erlaubt nur eine geringe Steigerungsrate bei der Modernisierung alter und unwirtschaftlicher Anlagen. Die unterschiedlichen Szenarien ergeben sich nur durch verschiedene Geschwindigkeiten durch die Modernisierung von Anlagen. Unterschiedliche Naturschutzstandpunkte und die damit verbundenen Verzögerungen durch Rechtsstreitigkeiten ergeben geringfügig differenzierte Wachstumskurven für die beiden Szenarien (Abb. 5.5). In Tabelle 5.7 sind die Randbedingungen für die Szenarien dargestellt. Das Szenario 1 sieht vor, dass bis 2020 etwa 25 % des zusätzlichen Potentials verwirklicht werden. Im Szenario 2 liegt dieser Wert bei 50 %. Es ist davon auszugehen, dass bis 2050 das gesamte Potential (ca. 570 TJ) an Wasserkraft genutzt wird.

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Rentabilität der Förderinstrumente	**	***
Kosten der Technologie		*
Modernisierungsrate	*	****
Akzeptanz/Bekanntheitsgrad bei der Bevölkerung	*	*
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln	*	**
Konflikte mit Naturschutz	*	**
Bewertung	6/24 (25 %)	13/24 (50 %)

Tab. 5.7: Annahmen und Bewertungen zu den Randbedingungen für die Modellszenarien Wasserkraft

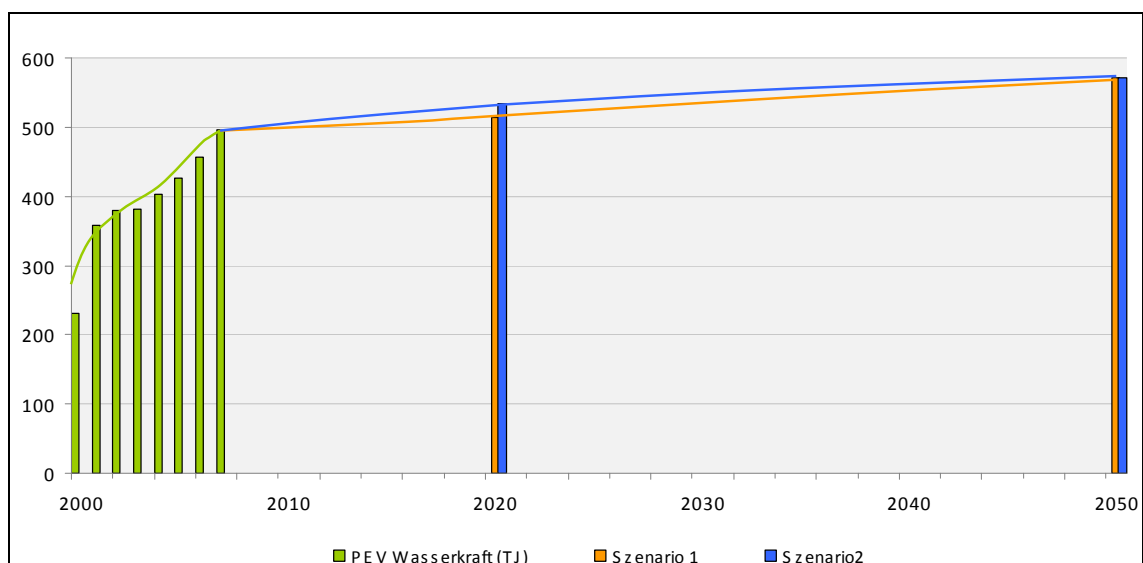


Abb. 5.5: Szenarien zur Entwicklung der Wasserkraft-Nutzung in Thüringen bis 2050

5.7. Windkraft

Insgesamt können die Aussichten für die Realisierung des Gesamtpotentials bei der Windkraft als sehr hoch angesehen werden, weil genügend Investoren und eine ausgereifte Technologie zur Verfügung stehen. Aufgrund der festgelegten Vorranggebiete durch die Regionalplanungsgesellschaften wird das begrenzte Potential relativ schnell erreicht werden. Das Erreichen dieses Potentials in den verschiedenen Szenarien wird nur durch unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Realisierung der Anlagen bestimmt. Dieses wiederum wird beeinflusst von gegensätzlichen Interessen verschiedener Akteure, z. B. im Konfliktfeld zwischen Landschaftsästhetik und Naturschutz gegenüber Erneuerbaren Energien, CO₂-Minderung und Klimaschutz (Tab. 5.8)

Bis 2020 wird im Szenario 1 mit den ungünstigeren Bedingungen etwa 80 % des Potentials erreicht sein (Tab. 5.8). Bei dem Szenario 2 mit den günstigeren Bedingungen sind bis dahin ca. 90 % möglich. Für beide Szenarien wird angenommen, dass bis 2050 das gesamte zusätzliche technische Potential von ca. 3800 TJ genutzt wird.

Randbedingungen	Szenario 1	Szenario 2
Rentabilität der Förderinstrumente	***	***
Kosten der Technologie	****	****
Akzeptanz/Bekanntheitsgrad bei der Bevölkerung	***	****
Geschwindigkeit der Genehmigungsverfahren	***	****
Verfügbarkeit von Investitionsmitteln	****	****
Konflikte mit Naturschutz / Landschaftsästhetik	**	**
Bewertung	19/24 (80 %)	21/24 (90 %)

Tab. 5.8: Annahmen für prozentuale Anteile und absolute Energiemengen für die Modellszenarien Windkraft

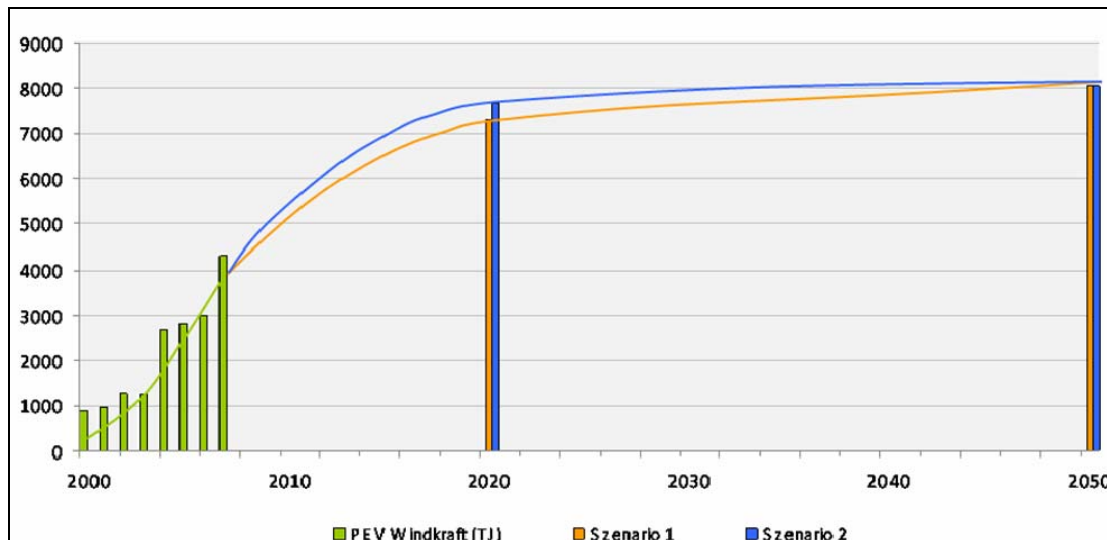


Abb. 5.6: Szenarien zur Entwicklung der Windkraft-Nutzung in Thüringen bis 2050

6. Politische Handlungsfelder und Steuerungsmechanismen

6.1. Allgemeine Maßnahmen

Wie im Eingangskapitel dargelegt, ist auf EU- und Bundesebene ein ambitioniertes Klimaschutzprogramm aufgelegt worden. Auch wenn es sich primär um Bundeskompetenzen handelt und die Maßnahmen auch durch Bundesgesetze und -verordnungen umgesetzt werden, sind auch die Länder hinsichtlich Umsetzung gefragt. Handlungsbedarf ergibt sich daraus auf Länderebene primär aus zwei Gründen:

- Die Umsetzung verschiedener vom Bund beschlossener Klimaschutzvorhaben erfordert flankierende Maßnahmen in den Ländern, da diese im föderalen System in zentralen Bereichen partielle Gestaltungshoheit besitzen. Das betrifft z. B. den Verkehrssektor, den Bausektor und den Ausbau erneuerbarer Energien. Speziell im Bausektor sind in Thüringen spezifische Maßnahmen gefordert, weil hier gegenüber dem Bundesdurchschnitt die geringe Neubaurate kaum Wirkungen der novellierten EnEv und EEWärmeG erwarten lassen und die geringe Eigenkapitaldecke

vieler Eigenheimbesitzer kaum energetische Sanierungen mit eigener Finanzierung zulassen.

- Die Investition in Energieeinsparung, Erhöhung der Effizienz bei der Nutzung und der Ausbau erneuerbarer Energien verbessert die regionale wirtschaftliche Struktur. Das wird einerseits erreicht durch die damit erzielte abnehmende Abhängigkeit von fossilen Energien, die tendenziell höhere Preissteigerungsraten aufweisen als die mittleren Inflationsraten. Andererseits werden mit dem Ausbau erneuerbarer Energien zunehmend regionale Wertschöpfungsketten erschlossen. Insbesondere bei Bioenergie, aber teils auch bei Geothermie, Solarenergie, Windkraft und Wasserkraft profitieren in hohem Maße regionale Firmen und Zulieferer davon, dass weniger Importausgaben für den Einkauf fossiler Energieträger anfallen. Zum positiven Effekt für die regionale Außenhandelsbilanz gesellt sich hier noch die Zunahme an regionalem Steueraufkommen und die positiven Arbeitsmarkt- und Kaufkräfteeffekte. Da Bioenergie in Thüringen die größte Bedeutung unter den erneuerbaren Energien auch in Zukunft haben wird, wirkt sich dieser Effekt hier besonders positiv aus.

Der Erfolg von Ausbauprogrammen für erneuerbare Energien wird in bedeutendem Maße von der strategischen Weichenstellung in diesen beiden Punkten auf Landesebene gesteuert. Konkret hängt der Grad Realisierung der berechneten Potentiale, wie in Kapitel 5 bereits dargelegt, von den positiven und negativen Rahmenbedingungen ab.

Um einer Realisierung wie im günstigeren Szenario 2 nahe zu kommen, müssen also die entsprechenden Rahmenbedingungen in Thüringen geschaffen werden. Ausgehend von diesen Grundüberlegungen für die Notwendigkeit eines spezifischen Thüringer Maßnahmen-Programms zum Klimaschutz kann folgendes 5-Punkte-Programm für Klimaschutz in Thüringen abgeleitet werden, die im Folgenden näher erläutert werden:

- Etablierung einer landesweit agierenden Klimaschutzagentur,
- Erarbeitung eines integrierten und regional differenzierten Klimaschutz-Programmes,
- Analyse der wirtschaftlichen Gefahren und Chancen von Klimawandel und Klimaschutz,
- Förderung von hochqualitativen Beratungs- und Bildungsprojekten zum Klimaschutz,
- Auflage von angepassten Förderprogrammen für energetische Sanierungen und erneuerbare Energien.

6.2. Konzept für eine Klimaschutzagentur Thüringen

Ein in verschiedenen anderen Bundesländern erfolgreich praktiziertes Instrument der Förderung von Energieeinsparung, Erhöhung der Effizienz und Ausbau von erneuerbaren Energien ist eine Klimaschutz- oder Energieagentur (z. B. Energieagenturen in NRW und Sachsen).

Die Notwendigkeit für Thüringen wird durch mehrere Aspekte dokumentiert, wie die hohe Nachfrage nach den Beratungsangeboten von BIOBETH, dem Interesse bei gleichzeitig mangelnder eigener einschlägiger Fachkompetenz seitens der kleinen und mittelgroßen Kommunen und seitens der mittelständisch, und damit kaum mit besonders geschultem Fachpersonal ausgestatteten Wirtschaft.

Deutlich wird die Notwendigkeit auch in Zusammenhang mit den mangelnden Datenerhebungen zum Energiesystem und speziell zu erneuerbaren Energien in Thüringen. Die Statistik hierzu sollte in einer Klimaschutzagentur einerseits zentralisiert, andererseits nach einheitlichen Verfahren hinsichtlich Energieeinheit (Primär-/Endenergie, installierte Leistung), Aktualität, Standortkoordinaten, Anlagentyp, Energieträgerbedarf, etc. vorgenommen werden.

Im Einzelnen sollte die Klimaschutzagentur folgende Leistungen erbringen:

- umfangreiche Förderung von auf Breitenwirkung ausgerichteter, vorwettbewerblicher, bedarfsnaher Beratungsprojekte,
- Sammlung und Aufbereitung von räumlich differenzierten Daten zu Energieerzeugung/-bedarf und speziell zu erneuerbaren Energien,
- Ausbau der betrieblichen Klimaschutz-Programme mit niederschwelliger Beteiligung (z. B. Ökoprofit),
- Aufbau von effektiven Fortbildungsinstrumenten für Energieberater und kommunale Energieexperten,
- Aufbau eines internet-basierten Kompetenz-, Beratungs- und Kommunikations-Netzwerkes.

In Anlehnung an adäquate Institutionen in anderen Bundesländern, aber gleichzeitig die spezifischen Strukturen in Thüringen berücksichtigend, wird hier folgendes Konzept für eine solche Klimaschutzagentur vorgeschlagen (Abb. 6.1)

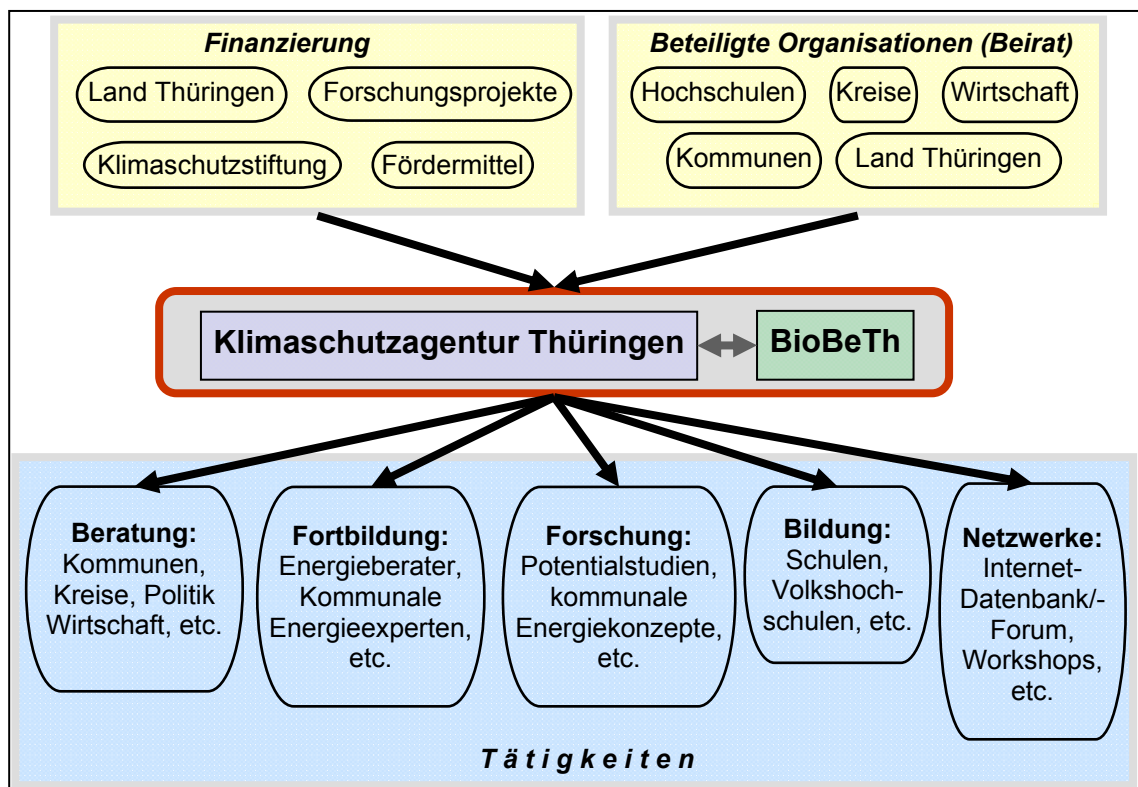


Abb. 6.1: Strukturplan für eine Thüringer Klimaschutzagentur

6.3. Regionalisierte Potentialstudien und Energiekonzepte

Zahlreiche Maßnahmen zum Klimaschutz, die gleichzeitig die skizzierten positiven regionalen Wirtschaftseffekte ausweisen, bedürfen einer fachlichen Planung, die räumlich detailreich vorbereitet und gestaltet werden muss. Das Prinzip der kommunalen Selbstverwaltung verlangt hier von den Kommunen Fachplanungen auch zu Energiefragen, gleichzeitig handelt es sich aber oft nicht um auf eine einzelne Kommune begrenzte Problemstellungen und zudem verfügen die Kommunen vielfach nicht über die notwendige Fachkompetenz im Bereich erneuerbare Energien. Hier sind vor allem die

Bauleitplanung, die Verkehrsleitplanung, die Energienetzplanung, sowie die Standortplanung für Anlagen von erneuerbaren Energien zu nennen.

Regionale Energiekonzepte mit dem Schwerpunkt auf erneuerbare Energien bedienen exakt diesen Bedarf. Solche Energiekonzepte sollten

- räumlich sehr hoch aufgelöst sein,
- integrativ den Mix aller Energiearten abbilden,
- Potentiale für erneuerbare Energien in der Region dokumentieren, und
- konkrete Vorschläge für ein zukunftsorientiertes, nachhaltiges regionales Energiesystem beinhalten.

Solche Energiekonzepte sollten folgenden Leitgedanken folgen:

- Anlagen und Standorte der Energieversorgung sollen bedarfsgerecht entwickelt werden. Vorrang ist dabei der Modernisierung, dem Ausbau und der Erweiterung der bestehenden Anlagen einzuräumen, aber jeweils mit der Prämisse des Ausbaus erneuerbarer Energien.
- Der Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch soll erhöht werden. Das soll durch einen effektiven Energiemix aus den diversen verfügbaren erneuerbaren Energien, durch Dezentralisierung des Energiesystems und durch Nutzung vorhandener Energietrassen erfolgen.
- Die Effizienz der Energienutzung soll erhöht werden. Das muss sowohl auf der Erzeugerseite (insbesondere durch Kraft-Wärme-Kopplung), als auch auf der Verbraucherseite (Wärmedämmung der Gebäude, Verkehrsoptimierung, etc.) erfolgen.

Diese Leitgedanken greifen die raumplanerisch relevanten Ziele des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung auf, die Ausbau bei der Kraft-Wärme-Kopplung, den erneuerbaren Energien für Strom und Wärme, der Biogaseinspeisung sowie dem auf erneuerbare Energien optimierten Netzausbau vorsehen (BMW, BMU 2007).

In solchen regionalen Energiekonzepten sollte dargelegt werden, wie die Entwicklung der Energieversorgung nach den Kriterien Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit, Ressourcenschonung, Umwelt- und Klimaschutz auszurichten ist. Unter Berücksichtigung des Wandels der Randbedingungen hinsichtlich Kosten für fossile Energieträger, sektorale Nachfrage, technologischer Fortschritt und Klimaschutz ergeben sich folgende Ausrichtungen für die Energieversorgung:

- Den Energieverbrauch verringernde Maßnahmen sind in den Bereichen Verkehrs- und Siedlungsstrukturen zu fördern.
- Der Ausbau erneuerbarer Energien hat Vorrang vor dem Ausbau fossiler Energien.
- Ein Ausbau von fossiler Energie ist auf das aus versorgungstechnischen und wirtschaftlichen Gründen nötige Maß zu reduzieren.
- Beim Ausbau erneuerbarer Energien ist auf die Erhöhung der Effizienz (insb. durch Kraft-Wärme-Kopplung) Wert zu legen.
- Die erneuerbaren Energien müssen nach Standort und Bedarf angepasst geplant werden, um maximale Effizienz und Ressourcenschonung zu erreichen.
- Der Ausbau erneuerbarer Energien ist derart zu vollziehen, dass ein effizienter, die Versorgungssicherheit erhöhender und Ressourcen schonender Mix der diversen Energiearten entsteht.
- Dezentralität ist in der Energieerzeugung zentralen Systemen dort vorzuziehen, wo Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit nicht gefährdet sind.
- Die Energienetze sind den sich ändernden Randbedingungen durch Ausbau der erneuerbaren Energien und Dezentralisierung bedarfsgerecht anzupassen.

Ein Medium zur Realisierung solcher regionalen Energiekonzepte stellt z. B. die Regionalplanung dar, die innerhalb der Fortschreibung der Regionalpläne oder als separierte Teilpläne solche Konzepte erarbeiten kann. Unterstützung muss diese Aktivität der Regionalplanung aber explizit durch die Landesregierung, speziell das als Genehmigungsbehörde agierende TMBLM, erhalten.

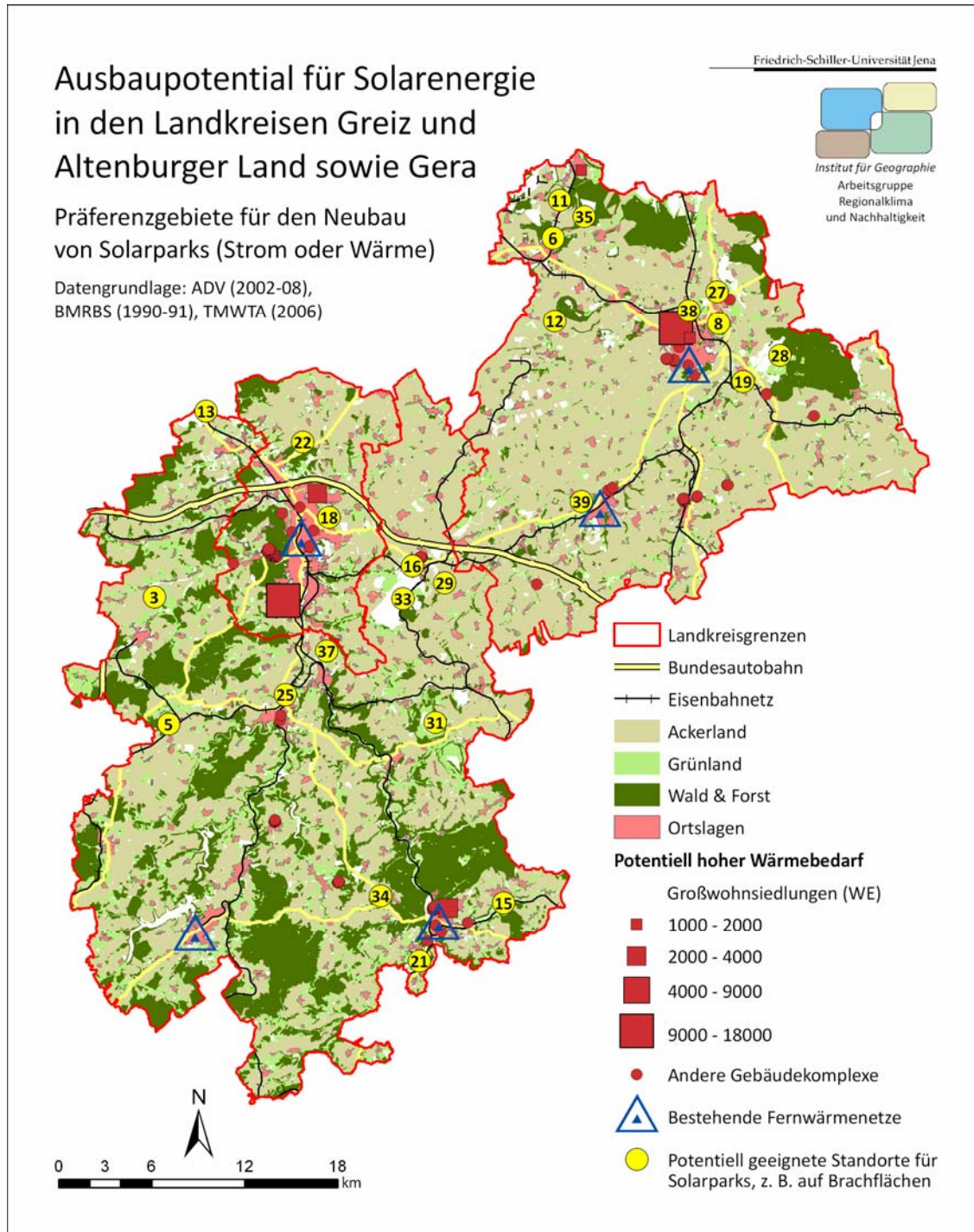


Abb. 6.2: Beispiel für eine regionale Planungs- bzw. Konzeptkarte zu besonderen Standorteignungen für Solarparks

6.4. Weitere Instrumente für Klimaschutz

Um die Erfordernisse des Klimaschutzes in Thüringen voran zu bringen und gleichzeitig die skizzierten regionalwirtschaftlichen Effekte zu erzielen, sind eine Reihe von Instrumenten auf Landesebene sinnvoll, die die in den vorigen Kapiteln beschriebenen Maßnahmen ergänzen bzw. konkretisieren. Diese sollen im Folgenden stichwortartig dokumentiert werden.

Bereich Bauen

- Einrichtung von niederschweligen, vorwettbewerblichen Angeboten für Immobilienbesitzer als Initiativberatung für energetische/s Sanierung/Bauen
- Schaffung von zusätzlichen (zu KfW, BAFA, Aufbaubank) Finanzierungsmöglichkeiten für energetische Sanierungen ohne Eigenkapital (z. B. über Contracting, Klimaschutzfonds)
- Unterstützung der Kommunen bei energetischen Sanierungen kommunaler Immobilien durch Beratung und Finanzierung
- Ausweitung des Programms ÖkoProfit für energetische Sanierung gewerblicher Immobilien, insb. bei Dienstleistungen

Bereich Verkehr

- Ausbau des öffentlichen Verkehrs, insbesondere in den Entwicklungsachsen des Landes
- Stärkere Unterstützung der Kommunen bei Ausbau und Finanzierung des öffentlichen Verkehrs
- Maßnahmen zur Verdichtung und Infrastrukturentwicklung in den Entwicklungsachsen und größeren Kommunen

Bereich Bildung

- umfangreiche Förderung von auf Breitenwirkung ausgerichteter, vorwettbewerblicher, anwendernaher und partizipatorischer Bildungsprojekte
- Aufbau von Bildungsprogrammen zu regionalen Wertschöpfungsketten
- deutlich engere Verknüpfung der fachlichen Lehrerfortbildung mit den Hochschulen
- Etablierung von bürger- und wirtschaftsnahen Bildungsprogrammen zu Nachhaltigkeit
- Förderung des Programms Lebenslanges Lernen mit Klimathemen

Bereich Hochschullehre

- Förderung von Studiengängen zu Klimaschutz und EE
- Förderung interdisziplinärer Lehrkonzepte (z. B. naturräumliche und rechtliche Aspekte von EE)
- Förderung interdisziplinärer Lehrkonzepte zum Klimaschutz im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung
- stärkere Einbindung der Hochschulen in die Lehrerfortbildung zu aktuellen Aspekten des Klimawandels

Bereich angewandte Forschung

- weitere Stärkung der Thüringer Kompetenz bei EE-Technologien (Photovoltaik, Bioenergie, etc.)
- Erstellung integrierter, sektoren-übergreifender, vergleichender, regionaler Analysen
- Erstellung von Konzepten für den Einsatz von EE in Abhängigkeit von regionalen Standorteigenschaften
- Analysen zur Treibhausgasbilanz in der Biomasseproduktion
- Analyse der Auswirkungen von EE auf Ökosysteme
- integrierte, räumlich differenzierte Analyse der Folgen von Klimaschutzanforderungen für Landnutzungen
- kleinräumig angepasste Bewertungen der Wirtschaftlichkeit von Klimaschutzmaßnahmen

6.5. Resumee zu politischen Rahmenbedingungen

Die Analysen, Modellrechnungen und Interpretationen dokumentieren die Chancen, Hemmnisse und Randbedingungen für die Erschließung des Potentials erneuerbarer Energien in Thüringen. Auch wenn der heutige Nutzungsanteil erneuerbarer Energien im Bundesvergleich relativ hoch ist, offenbaren die Daten in weiten Bereichen brach liegende Potentiale. Während die Klimaschutzprogrammatik des Bundes zahlreiche Instrumente der Förderung von Energieeffizienzerhöhung, Energieeinsparung und Ausbau erneuerbarer Energien bereit stellt, bedarf es für eine regionale Umsetzung vieler dieser Instrumente flankierender Maßnahmen in den Ländern. Angesichts der geringen Ausbauraten bei Geothermie, Photovoltaik und Solarthermie in Thüringen erscheinen die politischen Rahmenbedingungen in Thüringen als deutlich verbesserungsbedürftig. In gleicher Weise können die mangelnden organisatorischen Strukturen zur Umsetzung der Klimaschutzziele angesehen werden. Hier sind vor allem die unzureichende beratende und konzeptionell unterstützende organisatorische Strukturen in Thüringen zu nennen – speziell das Fehlen einer zentralen Klimaschutzagentur.

Diese unzureichenden Strategien zu politischen, planerischen und beratenden Strukturen für Klimaschutz im Land Thüringen sind auch bereits in früheren Studien dokumentiert worden (GEO 2007, Agentur für Erneuerbare Energien 2008).

Quellenangaben

- Agentur für Erneuerbare Energien e. V. (2008): Vergleich der Bundesländer: Best Practise für den Ausbau Erneuerbarer Energien – Indikatoren und Ranking. Berlin
- BMU (2008): Das integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm der Bundesregierung – Hintergrundpapier. Berlin
- BMWi, BMU (2007): Bericht zur Umsetzung der in der Kabinettsklausur am 23./24.08.2007 in Meseberg beschlossenen Eckpunkte für ein Integriertes Energie- und Klimaprogramm
- GEO (2007): Deutschland im Test – Was leisten die 16 Bundesländer für den Klimaschutz
- Gude, M. (2008): Modelluntersuchungen zur Nutzung der erneuerbaren Energien in der Planungsregion Ostthüringen als Bausteine für ein integriertes regionales Energiekonzept, Studie der Friedrich-Schiller-Universität Jena im Auftrag der Regionalen Planungsgemeinschaft Ostthüringen
- IPCC (2007): Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Working Group III Report: Mitigation of Climate Change. New York.
- SRU (2007): Klimaschutz durch Biomasse. Sondergutachten. Berlin.
- TMBV (2004): Thüringer Landesentwicklungsplan. Erfurt
- TMLNU (2006): Thüringer Bioenergieprogramm. Erfurt.
- TMWTA (2009): Erneuerbare Energien. Energetische Nutzung von Biomasse in Thüringen. <http://www.thueringen.de/de/tmwta/energie/energiepolitik/erneuerbar>