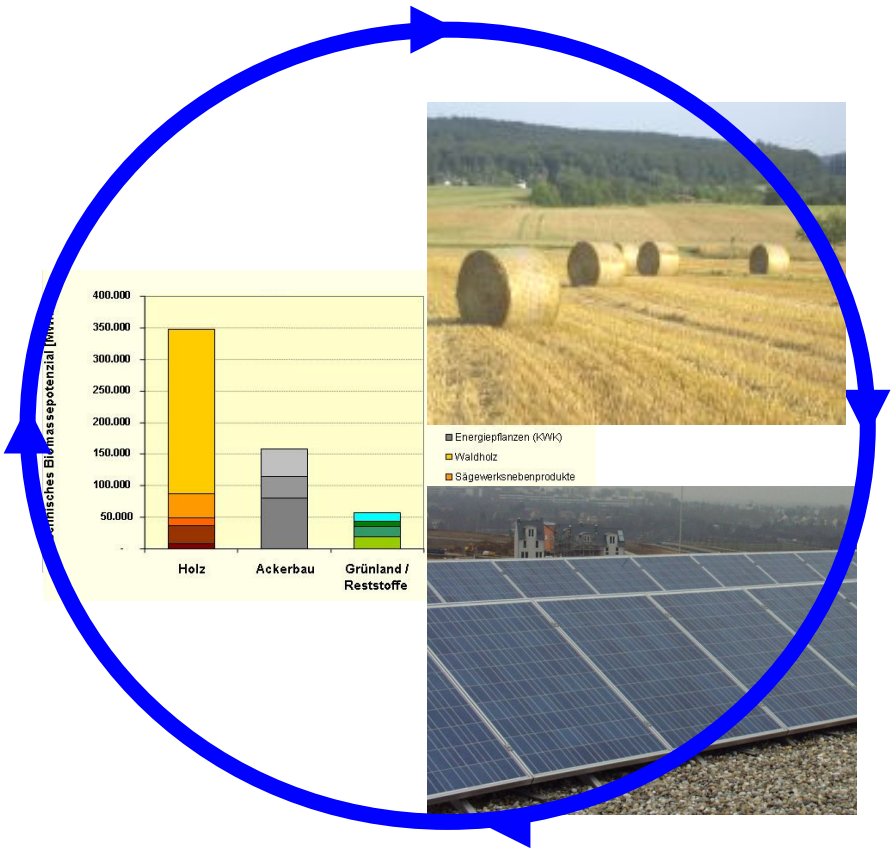
Witzenhausen-Institut
für Abfall, Umwelt und Energie GmbH

Ingenieurgemeinschaft
Witzenhausen
Fricke & Turk GmbH

Energiekonzept Rheingau-Taunus:

Grunddaten und Optionen für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis



April 2009

Energiekonzept Rheingau-Taunus

Ermittlung von Grunddaten und Optionen für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis

Auftraggeber:

Rheingau-Taunus-Kreis

Kreisausschuss des Rheingau-Taunus-Kreis

65307 Bad Schwalbach

Auftragnehmer: Arbeitsgemeinschaft

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH
Werner-Eisenberg-Weg1
37213 Witzenhausen
Tel.: 05542 / 9380-0
Fax: 05542 / 9380-77
E-Mail: info@witzenhausen-institut.de
Domain: www.witzenhausen-institut.de

Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen
Fricke & Turk GmbH
Bischhäuser Aue 12
37213 Witzenhausen
Tel.: 05542 9308 0
Fax: 05542 9308 20
E-Mail: kontakt@igw-witzenhausen.de
Domain: www.igw-witzenhausen.de

INHALT

1 HINTERGRUND 1

2 AKTUELLER (2006) ENERGIEVERBRAUCH IM RHEINGAU-TAUNUS-KREIS 2

2.1 Stromverbrauch 2

2.2 Wärmeverbrauch 2

2.2.1 Wohngebäude 2

2.2.2 Kreiseigene Gebäude 3

2.2.3 Kirchen 3

2.2.4 Gewerbe 5

2.3 Kraftstoffverbrauch 6

2.4 Gesamtverbrauch 7

3 AKTUELLE (2006) PRODUKTION ERNEUERBARER ENERGIEN IM RHEINGAU-TAUNUS-KREIS 9

3.1 Bioenergie 9

3.1.1 Biomasseheizungen 9

3.1.2 Biogas 12

3.1.3 Biokraftstoffe 12

3.1.4 Bio- und Grünabfall 13

3.1.5 Deponiegas 13

3.2 Solarenergie 13

3.2.1 Solarthermie 13

3.2.2 Photovoltaik 14

3.3 Geothermie / Erdwärme 15

3.4 Windkraft 15

3.5 Wasserkraft 15

3.6 Gesamterzeugung erneuerbarer Energien 16

4 TECHNISCHE POTENZIALE FÜR DIE PRODUKTION ERNEUERBARER ENERGIEN IM RHEINGAU-TAUNUS-KREIS 18

4.1 Bioenergie 18

4.1.1 Biomasseheizungen / Biomasseheiz(kraft)werke 19

4.1.2 Biogas 22

4.1.3 Biokraftstoffe 24

4.2 Solarenergie 24

4.2.1 Solarthermie 25

4.2.2 Photovoltaik 26

4.3 Geothermie / Erdwärme 29

4.4 Windkraft 32

4.5 Wasserkraft 35

4.6 Deponiegas / Klärgas 35

4.7 Gesamtpotenzial erneuerbarer Energien 36

5 PROGNOSE ENERGIEVERBRAUCH 2025 38

6 UMSETZUNGSPOTENZIALE 42

6.1 Wärme 42

6.1.1 Private Haushalte 42

6.1.2 Gewerbe- und Industriebetriebe 45

6.1.3 Kreiseigene Gebäude 58

6.1.4 Kommunale und gewerbliche Beispielprojekte 63

6.2 Resümee Umsetzungspotenziale Wärmeenergie 67

6.2.1 Festbrennstoffe 67

6.2.2 Biogasanlagen 67
6.3 Umsetzungspotenzial Strom 68
6.3.1 Windkraft 69
6.3.2 Photovoltaik 71
6.4 Kraft-Wärme-Kopplung 72
6.4.1 Biogas 72
6.5 Treibstoffe 74
7 PROGNOSE / ZIELE 2025 - HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN 76
8 ANHANG 81
9 LITERATUR 83
10 GLOSSAR 85

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1: Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis 1996 bis 2006 3

Abbildung 3-1: Automatisch beschickte Holzzentralheizungen in den Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreis (Energieerzeugung rund 5.100 MWh/a) (Stand 2007) 10

Abbildung 3-2: Händisch beschickte Holzzentralheizungen (Vergaserkessel für Scheitholz) in den Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreis (Energieerzeugung rund 2.400 MWh/a) (Stand 2007) 11

Abbildung 3-3: Energieerzeugung durch private Holzfeuerungsanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 2005) /2/ 12

Abbildung 3-4: Verteilung der geförderten Solarthermieanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 12/2007) 14

Abbildung 3-5: Standorte der größeren Energieerzeugungsanlagen im Landkreis Rheingau-Taunus 17

Abbildung 4-1: Energieholzpotenzial und bereits mobilisierte Anteile im Rheingau-Taunus-Kreise [m^3] (links) sowie Verteilung der Vermarktungsanteile auf die Forstämter (rechts) 20

Abbildung 4-2: Mittlere Globalstrahlung in Hessen 25

Abbildung 4-3: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden im Rheingau-Taunus-Kreis 30

Abbildung 4-4: Temperaturverteilung in 1.000 m und 2.000 m Tiefe in Hessen und dem Rheingau-Taunus-Kreis 32

Abbildung 4-5: Mittlere Windgeschwindigkeiten (1981 – 1990) im Rheingau-Taunus-Kreis in 10 m Höhe über dem Boden 33

Abbildung 4-6: Lage der Vorranggebiete für die Errichtung von Windkraftanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis 34

Abbildung 5-1: Prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in hessischen Landkreisen (2006-2030) – Veränderungen in % 38

Abbildung 5-2:Prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in den Städten und Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreises von 2006 bis 2030 – Veränderungen in %. 39

Abbildung 6-1: Schematische Darstellung zur Umsetzung von Geothermie- und Solarthermieanlagen 45

Abbildung 6-2: Anzahl Hotels im Rheingau-Taunus-Kreis in Abhängigkeit von der Bettenkapazität 48

Abbildung 6-3: Hotelbetriebe im Rheingau-Taunus-Kreis und deren Wärmeverbrauch basierend auf der Zahl der Übernachtungsgäste 49

Abbildung 6-4: Energieverbrauch in Bäckereien..... 55

Abbildung 6-5: Umsetzungspotenziale zur regenerativen Energieversorgung der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis (kumuliert)..... 60

Abbildung 6-6: Durchschnittliche Energieerzeugung durch Grundlast- und Spitzenlastkessel, beispielhaft für das Kreishaus in Bad Schwalbach 62

Abbildung 6-7: Schematische Darstellung einer Hackschnitzelheizanlage 62

Abbildung 6-8: Schematische Darstellung zur Umsetzung von Windkraftanlagen 70

Abbildung 6-9: Schematische Darstellung zur Umsetzung von Photovoltaikanlagen 72

Abbildung 6-10: Einnahmen aus der Biogasverwertung bei unterschiedlicher Rohstoffbasis und unterschiedlichen Verwertungswegen 75

Abbildung 7-1: Vorgehensweise zur Nutzbarmachung regenerativer Wärmepotenziale 79

Abbildung 7-2: Szenario für die Entwicklung des Energieverbrauchs im Rheingau-Taunus-Kreis sowie Potenziale für regenerative Energien..... 80

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2-1: Zusammenstellung von Praxiswerten zur Abschätzung der Wärmeverbrauchsdaten von Kirchengemeinden 4

Tabelle 2-2: Geschätzter Energiebedarf der Gewerbe- und Industriebetriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern 5

Tabelle 2-3: Kraftstoff-Verbrauchsdaten für den Kfz-Bestand im Rheingau-Taunus-Kreis 6

Tabelle 2-4: Gesamtenergieverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis (Bezugsjahr 2006) 7

Tabelle 3-1: Größere (kommunale) Holzfeuerungsanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis 9

Tabelle 3-2: Wasserkraftanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis 15

Tabelle 3-3: Gesamterzeugung regenerativer Energie im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 2006) 16

Tabelle 3-4: Anteil der regenerativ erzeugten Energie am Endenergieverbrauch des Rheingau-Taunus-Kreis 17

Tabelle 4-1: Landnutzung im Rheingau-Taunus-Kreis 18

Tabelle 4-2: Ackerlandnutzung im Rheingau-Taunus-Kreis (2006) 19

Tabelle 4-3: Energetisch nutzbares Biomassepotenzial im Rheingau-Taunus-Kreis 24

Tabelle 4-4: Potenzial Solarthermie Wohngebäude Rheingau-Taunus-Kreis 26

Tabelle 4-5: Potenzial Photovoltaik Wohngebäude Rheingau-Taunus-Kreis (alternativ zu solarthermischer Nutzung) 27

Tabelle 4-6: Potenzial Photovoltaik Nichtwohngebäude/Gewerbebetriebe Rheingau-Taunus-Kreis 28

Tabelle 4-7: Potenzial Photovoltaik Freiflächenanlagen Rheingau-Taunus-Kreis 28

Tabelle 4-8: Potenzial Erdwärme Rheingau-Taunus-Kreis 31

Tabelle 4-9: Abschätzung der Windenergiepotenziale im Rheingau-Taunus-Kreis 35

Tabelle 4-10: Potenzial Energie aus Klärgas im Rheingau-Taunus-Kreis 36

Tabelle 4-11: Technisches Potenzial zur Erzeugung regenerativer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis 37

Tabelle 5-1: Bundesweite Entwicklung der Energiebereiche nach dem Leitszenario 2006. (Angaben für das Jahr 2015 aus Interpolation) 40

Tabelle 5-2: Erwartete Entwicklung der Energieverbrauchswerte im Rheingau-Taunus-Kreis auf der Grundlage des Leitszenarios 2006 für Deutschland 40

Tabelle 6-1: Nutzungspotenzial regenerativer Energien in privaten Haushalten bis 2025 43

Tabelle 6-2: Unterstellter Sanierungsbedarf bei Heizungsanlagen im Hotelgewerbe des Rheingau-Taunus-Kreises 50

Tabelle 6-3: aktueller und anzustrebender Energiebedarf der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis sowie Anzahl der Anlagen über bzw. unter 200 kW 59

Tabelle 6-4: Grobabschätzung eines Wärmepreises für die Beheizung des Kreishauses mit regenerativer Energie 63

Tabelle 6-5: Planungsrahmendaten Energiekonzept „Tournesol-Freizeitbad Idstein“ 64

Tabelle 6-6: Umsetzungspotenziale bei der Nutzung der Festbrennstoffe bis zum Jahr 2025 67

Tabelle 6-7: Übersicht zu den Mindestvergütungen für Strom aus der Vergärung von Biomasse nach dem novellierten EEG 2009 74

Tabelle 8-1: Überblick über die Leistung und den voraussichtlich notwendigen Zeitpunkt der Heizungsanlagen an den Schulstandorten im Rheingau-Taunus-Kreis 81

1 Hintergrund

Der Rheingau-Taunus-Kreis hat durch eine Vielzahl eigener Vorhaben und durch Aktivitäten von privater und gewerblicher Seite bereits die Erzeugung und Nutzung regenerativer Energien sowie die stoffliche Nutzung von Biomasse vorangetrieben.

Ein weiterer zügiger Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien wird angestrebt. Dabei sind neben eigenen Aktivitäten die Koordination durch die Verwaltung des Landkreises und die Bereitstellung entsprechender öffentlicher Infrastruktur von besonderer Bedeutung. Darüber hinaus schaffen die Gremien des Kreises geeignete regionalpolitische Rahmenbedingungen für den zügigen Ausbau erneuerbarer Energien.

Grundlage dieser Aktivitäten muss eine verlässliche Datenbasis sein, bestehend aus:

- dem aktuellen Energiebedarf des Rheingau-Taunus-Kreis
- der aktuellen Erzeugung regenerativer Energie
- den Potenzialen für den Einsatz erneuerbarer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis
- dem zukünftig zu erwartenden Energiebedarf im Rheingau-Taunus-Kreis
- ambitionierten, aber realistischen Ausbauszenarien für erneuerbare Energien im Rheingau-Taunus-Kreis

2 Aktueller (2006) Energieverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis

Im Folgenden werden Daten für die Bereiche Strom-, Wärme- und Kraftstoffverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis dargestellt. Neben dem gewerblichen und privaten Bedarf wird der Bedarf, der dem Einflussbereich des Landkreises (Kraftstoffverbrauch der Fahrzeugflotte und des ÖPNV, Wärme- und Strombedarf kreiseigener Gebäude und Schulen) unterliegt, gesondert ermittelt und dargestellt.

2.1 Stromverbrauch

Die SÜWAG-Gruppe ist das regionale Energieversorgungsunternehmen für den Rheingau-Taunus-Kreis und übernimmt die gesamte Stromversorgung im Kreis. Nach Angaben der SÜWAG belief sich in 2005 die Gesamtstromabnahmemenge im Landkreisgebiet auf rund 665.200 MWh/a. Die Daten für folgende Jahre liegen noch nicht vor, es kann jedoch von einer maximalen Schwankungsbreite von +/- 3 % ausgegangen werden[1]. Als statistischer Vergleichswert ergibt sich daraus ein Verbrauchswert von 3,61 MWh je Einwohner und Jahr[2]. Den Privathaushalten kann dabei mit rund 237.600 MWh/a rund 36 % des Strombedarfs zugeordnet werden, jeweils rund ein Drittel des Strombedarfs werden den Gewerbebetrieben mit weniger als 20 Beschäftigten (206.900 MWh/a) und mit mehr als 20 Beschäftigten (215.300 MWh/a) zugeordnet.

Der Stromverbrauch in den kreiseigenen Verwaltungsgebäuden betrug im Jahr 2006 rund 800 MWh, der Stromverbrauch der Schulen lag bei 4.560 MWh. Damit fallen rund 0,8 % des Gesamtstromverbrauchs im Kreis in den Einflussbereich der Kreisverwaltung.

2.2 Wärmeverbrauch

Der Wärmeverbrauch des Rheingau-Taunus-Kreis ist, im Gegensatz zum Gesamtstromverbrauch, nicht durch einen Lieferanten im Kreis dokumentiert und muss für die unterschiedlichen Verbraucher (Privathaushalte, Gewerbe, Kreiseigene und öffentliche Gebäude) jeweils gesondert ermittelt werden.

2.2.1 Wohngebäude

2007 sind für den Rheingau-Taunus-Kreis 82.374 Wohnungen in 43.630 Wohngebäuden mit einer Gesamtwohnfläche 8,134 Mio. m² ausgewiesen /3/. Bei einem durchschnittlichen Verbrauchswert für Heizwärme von 170 kWh/m²*a /4/ ergibt sich ein jährlicher Gesamtwärmeverbrauch von 1.382.800 MWh zur Beheizung der Wohnräume.

---

1 SÜWAG, Mitteilung vom Januar 2008

2 Vergleichswerte Landkreise Rosenheim und Ravensburg 4,86 bzw. 5,80 MWh/Ew*a

Für die Warmwasserbereitung werden durchschnittlich 1.100 kWh je Person und Jahr kalkuliert, so dass sich bei 184.210 Einwohnern /5/ ein Gesamtbedarf von rund 202.700 MWh/a ergibt. Insgesamt liegt damit der Wärmebedarf der Privathaushalte im Rheingau-Taunus-Kreis bei rund 1.585.500 MWh/a.

2.2.2 Kreiseigene Gebäude

Der Wärmebedarf der Verwaltungsgebäude des Rheingau-Taunus-Kreis lag im Jahr 2006 bei knapp 1.700 MWh Heizenergie, wobei mit rund 71 % der Großteil auf das Kreishaus in Bad Schwalbach entfiel.

Zur Wärmeversorgung der Schulen wurde im Jahr 2006 eine Wärmemenge von knapp 22.200 MWh benötigt. Vier Schulen werden bereits mit Holzhackschnitzeln beheizt, so dass rund 10 % des Wärmebedarfs mit regenerativen Energieträgern gedeckt werden. Im Verlauf der letzten 10 Jahre konnte der Wärmebedarf der Schulgebäude zudem um rund 20 % gesenkt werden.

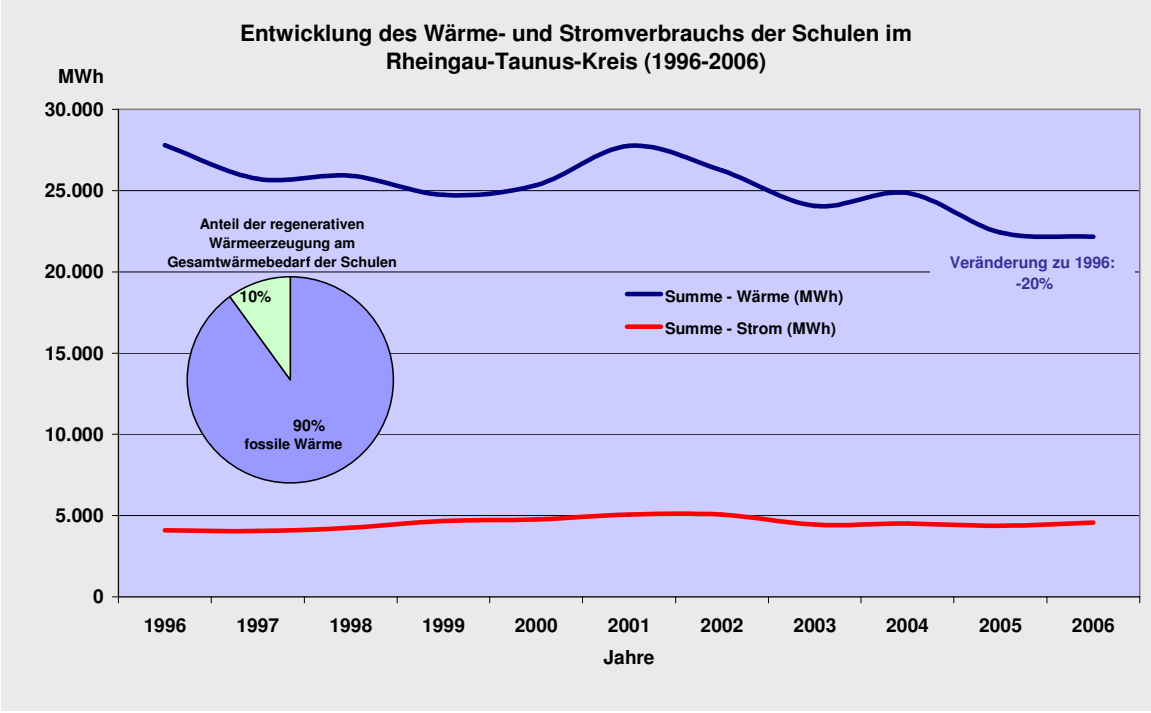


Abbildung 2-1: Entwicklung des Wärme- und Stromverbrauchs der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis 1996 bis 2006

2.2.3 Kirchen

Ein Teil der evangelischen Kirchen in Hessen und Nassau ist der Propstei Süd-Nassau zugehörig, die wiederum zu Teilen dem Rheingau-Taunus-Kreis angehört. Innerhalb dieser Propstei bzw. des Rheingau-Taunus-Kreises liegen Kirchengemeinden der Dekanate Bad Schwalbach (29) und Idstein (22) /9/. Im Bereich des Dekanates von St. Goars-

hausen gibt es zwar keine eigenständige Kirchengemeinde im Rheingau-Taunus-Kreis, jedoch 5 Ortsgemeinden mit einer Kirche /10/.

Die katholischen Kirchengemeinden (insgesamt 39) des Rheingau-Taunus-Kreises gehören zum Bistum Limburg und können in der Hauptsache den Bezirken Rheingau und Untertaunus zugeordnet werden /6/. Konkrete Angaben zum Wärmeverbrauch waren von den Dekanaten bzw. den Regionalverwaltungen bisher nicht zu erhalten. Da eine Befragung der Gemeinden vermieden werden sollte, wurde eine Abschätzung anhand von allgemein zugänglichen Daten vorgenommen.

Dabei fallen sehr große Verbrauchsspannen auf, die u.a. vom Baujahr / Bausubstanz der Gebäude und den jeweils vorhandenen Einrichtungen abhängen. Beispielsweise sind die Hauptverbraucher wie Gemeindezentrum und Kindergarten/-hort nicht in jeder Kirchengemeinde vorhanden. In Tabelle 2-1 sind durchschnittliche Werte zu Baugrundflächen sowie Wärmeverbrauchskennzahlen soweit ermittelbar zusammengestellt. Die Angaben stammen aus spezifischen Untersuchungen u.a. in NRW /7/ und Bayern /8/ aber auch aus dem Gebiet der Evangelischen Kirche in Hessen und Nassau.

Sind sämtliche Einrichtungen in durchschnittlicher Größe und Bauart vorhandenen, führt die Untersuchung aus NRW zu einem Wärmeverbrauch einer Kirchengemeinde von 405.000 kWh/a. Verglichen mit Verbrauchsdaten aus anderen Gemeinden erscheinen die Werte für Münster insgesamt sehr hoch.

Tabelle 2-1: Zusammenstellung von Praxiswerten zur Abschätzung der Wärmeverbrauchsdaten von Kirchengemeinden

Wärmebedarf von Kirchengemeinden		
	Spannbreiten	
	Grundfläche m²	kWh/m²*a
Gesamt	1.464 - 1.980	160 - 220
- Kirche	390 - 523	30 - 260
- Gemeindezentrum	308 - 930	51 - 273
- Pfarrhaus	68 - 200	91 - 351
- Kindergarten	460 - 565	93 - 291

Ein konkretes Beispiel ist eine Auswertung für das Dekanat Hof, die zu einem durchschnittlichen Gesamtverbrauch einer Kirchengemeinde von 218.000 kWh/a führt. Dort ist allerdings der spezifische Verbrauch für die Kirchengebäude niedrig.

Die Berechnung für den Rheingau-Taunus-Kreis wird auf Basis dieses Wertes durchgeführt, wobei von einem höheren Verbrauch für die Kirchengebäude ausgegangen wird. Dieser wird mit 20.000 kWh/a zusätzlich angesetzt, so dass sich als Ausgangswert für die Berechnung 238.000 kWh/a ergibt.

Werden evangelische und katholischen Kirchengemeinden aufsummiert, ergibt sich eine Gesamtzahl von 80 Kirchengemeinden im Landkreis sowie 5 weitere Ortsgemeinden (s.o.). Der Wärmeverbrauch beträgt somit für die 80 Kirchengemeinden rd. 19.000 MWh, für die 5 Ortsgemeinden zusätzlich ca. 100.000 kWh, insgesamt also 19.100 MWh.

2.2.4 Gewerbe

Über den Wärmeenergiebedarf des Gewerbes liegen kaum statistisch auswertbare Datengrundlagen vor. Während für Verwaltungs- und Bürotätigkeiten von einem Energiebedarf ausgegangen werden kann, der in etwa dem Heizungsbedarf von Privathaushalten entspricht, hängt der Energiebedarf im produzierenden Gewerbe hauptsächlich von Art und Umfang der Tätigkeit im jeweiligen Betrieb ab. Auch innerhalb einer Branche sind Einzeldaten nicht ohne weiteres auf vergleichbare Betriebe zu übertragen. Zur Abschätzung des Wärmeenergiebedarfs im Gewerbe wurden dementsprechend mehrere unterschiedliche Datengrundlagen miteinander abgeglichen, um zu einem realistischen Wert zu kommen.

Den Betrieben mit mehr als 20 Mitarbeitern, die den Branchen mit hohem Energiebedarf zuzuordnen waren (Kunststoff- und Gummiverarbeitung, Lebensmittelverarbeitung, Chemische Industrie etc.) wurden Wärmebedarfswerte zugeordnet, die aus früheren Befragungen von Einzelbetrieben dieser Branche abgeleitet wurden. Auf diese Weise konnten statistische Werte durch konkrete Zahlen ergänzt und daraus der Wärmeenergiebedarf für Betriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern abgeschätzt werden, der sich auf rund 373.000 MWh/a beläuft. (vgl. Tabelle 2-2). Zum anderen wurde aus statistischen Angaben unter Berücksichtigung verschiedener Bewertungsfaktoren der Gesamtwärmeenergieverbrauch des Rheingau-Taunus-Kreis berechnet und der Anteil der Privathaushalte abgezogen, so dass auch die Betriebe mit weniger als 20 Mitarbeitern bewertet werden konnten. Der Wärmeenergiebedarf dieser Betriebe liegt bei rund 319.100 MWh/a.

Tabelle 2-2: Geschätzter Energiebedarf der Gewerbe- und Industriebetriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern

Abschätzung des gewerblichen Energiebedarfs im Rheingau-Taunus-Kreis - Betriebe > 20 Beschäftigte -						
			Strom		**Wärme**	
Branche	**Anzahl Betriebe**	**Anzahl Beschäftigte**	**kWh/ Beschäftiger**	**MWh Gesamt**	**kWh/ Beschäftiger**	**MWh Gesamt**
Baugewerbe	38	920	1.600	1.500	4.800	4.400
Einzelhandel	47	2.560	9.000	23.000	10.000	25.600
Großhandel	31	1.660	8.000	13.300	8.100	13.400
Elektrotechnik, Feinmechanik, EDV	12	6.850	6.000	41.100	10.400	71.200
Lebensmittelindustrie	11	1.190	25.000	29.800	42.000	50.000
Metallgewerbe, Maschinenbau	14	1.700	3.500	6.000	9.400	16.000
Verwaltung / Dienstleistung / Pflege	121	11.110	4.000	44.400	13.000	144.400
chem. Industrie, Pharmazie	7	940	3.000	2.800	6.200	5.800
Spedition, Nachrichtenwesen	17	1.030	2.500	2.600	4.300	4.400
Kunststoff-/Gummiverarbeitung	12	1.970	25.000	49.300	18.400	36.200
sonstige	4	290	5.000	1.500	4.500	1.300
Summe	**315**	**30.220**		**215.300**		**373.000**

2.3 Kraftstoffverbrauch

Prinzipiell ist der Verbrauch an Kraftstoffen einem Landkreis nicht eindeutig zuzurechnen, da sowohl der private Kfz-Verkehr als auch die öffentlichen Verkehrsmittel „grenzüberschreitend" eingesetzt werden. Auch die Versorgung der Fahrzeuge erfolgt häufig außerhalb des Landkreises. Um eine Zuordnung zu ermöglichen, wurden deshalb alle im Rheingau-Taunus-Kreis zugelassenen Fahrzeuge erfasst, die 2008 privat oder gewerblich genutzt bzw. im öffentlichen Nahverkehr eingesetzt wurden. Der Treibstoffverbrauch für die einzelnen Fahrzeugklassen wurde an Hand vorliegender Durchschnittsverbräuche (DIW, 2007) ermittelt /11/ oder ggf. abgeschätzt. Eine Zusammenstellung der ermittelten Daten ist der Tabelle 2-3 zu entnehmen.

Insgesamt waren zum 29.02.2008 153.866 Kraftfahrzeuge im Rheingau-Taunus-Kreis zugelassen. Werden die gesondert zu betrachtenden Zulassungsumstände wie Saisonkennzeichen, rote amtl. Kennzeichen, Kennzeichendiebstähle, Umkennzeichnungen, Löschungen etc. davon subtrahiert, ergibt sich eine zu betrachtende Größe von 142.154 Fahrzeugen. Davon sind nochmals die Kategorien „Anhänger" (11.713) und „fehlerhafte Fahrzeugarten" (77) abzuziehen – somit verbleiben 130.364 Kraftfahrzeuge, die in die Betrachtung eingehen.

Die Anteile der Pkw mit Diesel- bzw. Ottomotoren wurden analog der für Hessen statistisch erfassten prozentualen Verteilung angenommen. Danach verfügen rund drei Viertel der Pkw über Benzinmotoren, ein Viertel ist mit Dieselmotoren ausgestattet. Der Anteil der Sattelzugmaschinen im Lkw-Bereich wurde ebenso auf der Grundlage der statistisch verfügbaren Daten berechnet.

Tabelle 2-3: Kraftstoff-Verbrauchsdaten für den Kfz-Bestand im Rheingau-Taunus-Kreis

Fahrzeugart	Bestand	Verbrauch [l]
PKW-ges.	109.290	130.166.055
davon PKW-Benzin (73,9 %)	80.765	100.552.425
davon PKW-Diesel (25,6 %)	27.978	28.957.230
davon PKW-Sonstige	547	656.400
Krafträder	10.260	1.591.326
LKW	4.508	20.590.290
LKW-Zugm.	325	9.520.583
KOM (Kraftomnibus)	105	1.401.120
landw. Schlepper, sonst. Zugm.	4.513	2.006.961
SFZ/Arbeitsmaschinen	1.363	47.705
gesamt	**130.364**	**165.324.039**

Bei den im Landkreis gemeldeten Schleppern ist davon auszugehen, dass nicht alle im Besitz von landwirtschaftlichen Betrieben sind, sondern auch von Privatpersonen für Transportaufgaben, z. B. bei der Brennholzwerbung, eingesetzt werden und somit nicht alle Traktoren mit dem in landwirtschaftlichen Betrieben üblichen Treibstoffverbrauch

berücksichtigt wurden. Unter der Rubrik Sonderfahrzeuge/Arbeitsmaschinen werden die im Baubereich benötigten Maschinen zusammengefasst.

Die 130.364 betrachteten zugelassenen Fahrzeuge verbrauchen pro Jahr eine Kraftstoffmenge von rund 165 Mio. Litern. Davon entfallen auf den PKW-Bereich ca. 130 Mio. l, was knapp 80 % des Kraftstoffverbrauchs entspricht. Grundlage der Berechnungen ist die Annahme, dass ein Pkw mit Ottomotor durchschnittlich 8,3 l/100 km benötigt, ein Pkw mit Dieselmotor dagegen 6,9 l/100 km verbraucht. Als durchschnittliche Fahrleistung für einen Pkw werden 15.000 km/Jahr veranschlagt.

Der Anteil des Dieseltreibstoffs am Kraftstoffverbrauch kann mit rund 62,5 Mio. l, entsprechend ca. 38 %, angegeben werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass neben 25 % der Pkw auch LKW, Zugmaschinen, landwirtschaftliche Schlepper, KOM und Arbeitsmaschinen mit Dieselkraftstoff betrieben werden.

2.4 Gesamtverbrauch

Die folgende Tabelle 2-4 gibt eine Übersicht über den Energieverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis im Jahr 2006 und den Anteil der unterschiedlichen Verbraucher daran.

Tabelle 2-4: Gesamtenergieverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis (Bezugsjahr 2006)

Energiebedarf Rheingau-Taunus-Kreis	Verbrauch [MWh/a]	Verbrauch [%]
Gesamtstromverbrauch	**665.200**	**14,3%**
- davon kreiseigene Gebäude	800	0,02%
- davon Schulen / Kindergärten	4.560	0,10%
- davon Wohngebäude (durchschnittlich)	237.600	5,1%
- Gewerbe > 20 Beschäftigte	215.300	4,6%
- Gewerbe < 20 Beschäftigte	206.900	4,5%
Wärmebedarf	**2.320.600**	**50,0%**
- kreiseigene Gebäude	1.700	0,0%
- Schulen	22.200	0,5%
- Kirchengemeinden, Pfarreien	19.100	0,4%
- Privathaushalte/Wohngebäude - Heizung	1.382.800	29,8%
- Privathaushalte/Wohngebäude - Warmwasserbereitung	202.700	4,4%
- Gewerbe > 20 Beschäftigte	373.000	8,0%
- Gewerbe < 20 Beschäftigte	319.100	6,9%
Verkehr	**1.653.250**	**35,6%**
- PKW (Benzin)	1.012.100	21,8%
- PKW (Diesel)	289.570	6,2%
- Kraftomnibusse (KOM)	14.010	0,3%
- übrige (LKW, Krafträder etc.)	337.570	7,3%
Summe	**4.639.000**	**100%**

Insgesamt lag der Energieverbrauch im Rheingau-Taunus-Kreis im Jahr 2006 bei gut 4,6 Mio. MWh. Davon werden gut 14 % in Form von Strom benötigt, 50 % in Form von Wärmeenergie und knapp 36 % als Kraftstoff. Der Wärme- und Stromverbrauch in den privaten Haushalten liegt bei knapp 39 % des Gesamtenergiebedarfs, die Gewerbebetriebe benötigen knapp 24 % der Gesamtenergiemenge zur Deckung ihres Wärme- und Strombedarfs.

3 Aktuelle (2006) Produktion erneuerbarer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis

Der Rheingau-Taunus-Kreis deckt bereits Teile seines Energiebedarfs aus regenerativen Quellen. Im Rahmen dieser Studie wird der Beitrag der unterschiedlichen regenerativen Energieerzeugungstechniken quantifiziert. Betrachtet werden die Bereiche Photovoltaik, Solarthermie, Geothermie, Windkraft, Holzheizungen, Biogas und Biokraftstoffe im Rheingau-Taunus-Kreis. Besondere Beachtung wird dabei den Daten zur Energieproduktion durch Einrichtungen des Landkreises geschenkt. Der Im- und Export von Bioenergieträgern (z. B. Pellets oder Biokraftstoffe) über die Grenzen des Landkreises wird nicht bilanziert, es werden die im Landkreis erzeugten Bioenergiemengen betrachtet.

3.1 Bioenergie

In den Bereich der Bioenergieerzeugung fallen sowohl Festbrennstoffe (Scheitholz und sonstige Holzbrennstoffe, Stroh etc.) als auch Substrate zur Biogasgewinnung wie Gülle, Bioabfälle oder Energiepflanzen.

3.1.1 Biomasseheizungen

Im Kreisgebiet werden vier Holzhackschnitzel-Heizanlagen mit einer Gesamtleistung von 1.080 kW in kommunalen bzw. kreiseigenen Gebäuden vom Energiedienstleistungszentrum Rheingau-Taunus GmbH (EDZ) betrieben /12/. Zudem ist eine über öffentliche Mittel des Landes Hessen geförderte Pelletanlage mit einer Leistung von 75 kW installiert /13/.

Tabelle 3-1: Größere (kommunale) Holzfeuerungsanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis

Objekt	**Leistung [kW]**	**Holzverbrauch [srm/a]**	**Wärmeabgabe [MWh/a]**
Hohenstein-Holzhausen Kindergarten, Feuerwehr, Dorfgemeinschaftshaus	110	300	230
Hohenstein-Breithardt Lindenschule & Geschwister-Grimm-Schule	320	730	640
Heidenrod-Kemel Feuerwehrgerätehaus, Dorfgemeinschaftshaus	150	260	150
Wallrabenstein Gesamtschule	500	1.000	1.200
Summe	**1.080**	**2.290**	**2.220**

In den privaten Haushalten im Rheingau-Taunus-Kreis sind nach Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BafA) bis Ende 2007 166 automatisch beschickte Holzfeuerungsanlagen (Pellets) mit einer Gesamtleistung von 3.370 kW instal-

liert worden. Die Gesamte Energieerzeugung durch diese Anlagen liegt bei rund 5.000 MWh pro Jahr.

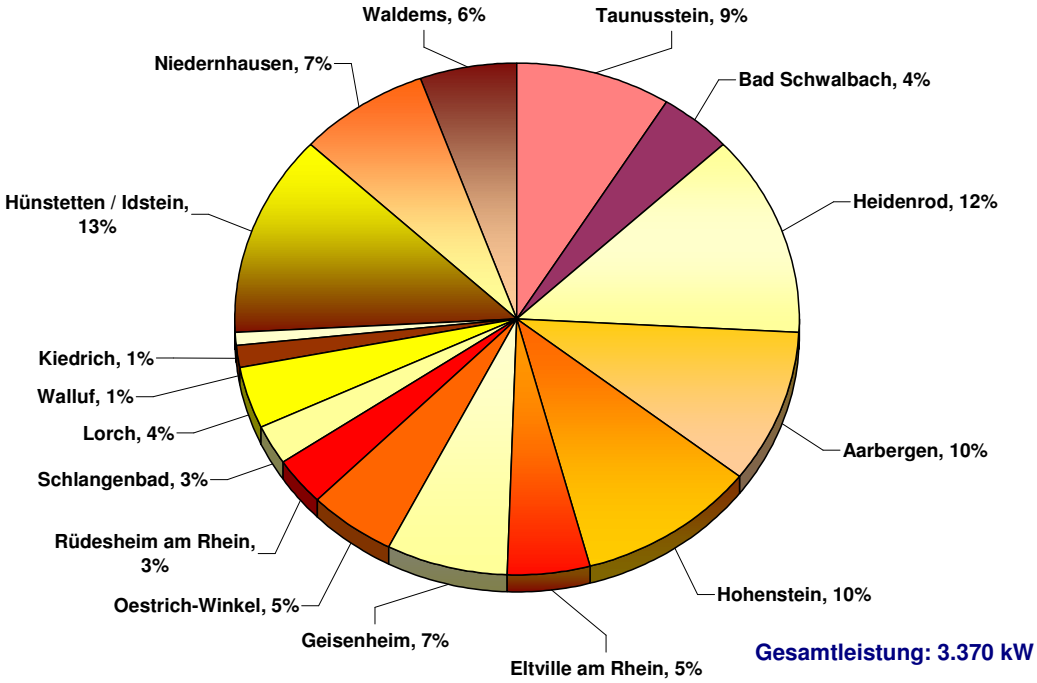


Abbildung 3-1: Automatisch beschickte Holzzentralheizungen in den Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreis (Energieerzeugung rund 5.100 MWh/a) (Stand 2007) /1/

Zudem wurden bis Ende 2007 ebenfalls 52 händisch beschickte Holzvergaserkessel (Scheitholz) mit einer Leistung zwischen 30 und 100 kW über die BafA gefördert und registriert. Die Gesamtleistung liegt bei 1.615 kW, deren jährliche Energieerzeugung bei rund 2.400 MWh liegt.

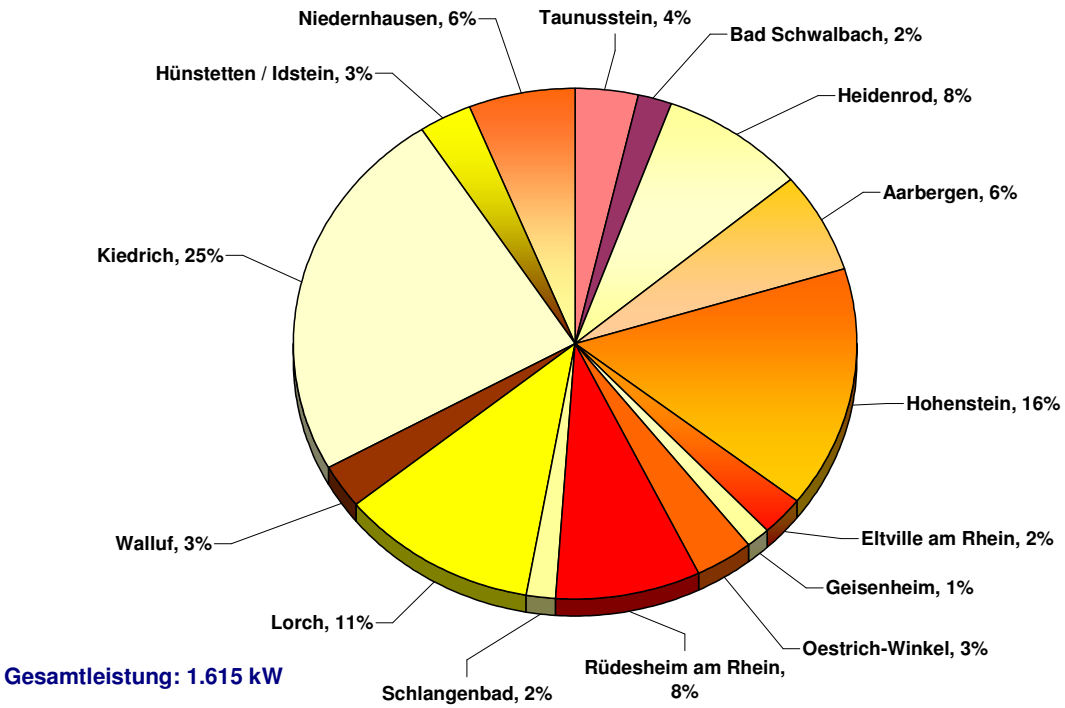


Abbildung 3-2: Händisch beschickte Holzzentralheizungen (Vergaserkessel für Scheitholz) in den Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreis (Energieerzeugung rund 2.400 MWh/a) (Stand 2007) /1/

Viele private Haushalte besitzen neben einer Zentralheizung Scheitholzöfen. Die hier erzeugte Menge an Bioenergie wurde mit Hilfe der Schornsteinfeger über die jeweils nötigen Kehrintervalle abgeschätzt. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung 3-3 zusammengefasst. Die hier erzeugte Wärmeenergiemenge beläuft sich auf rund 91.000 MWh/a.

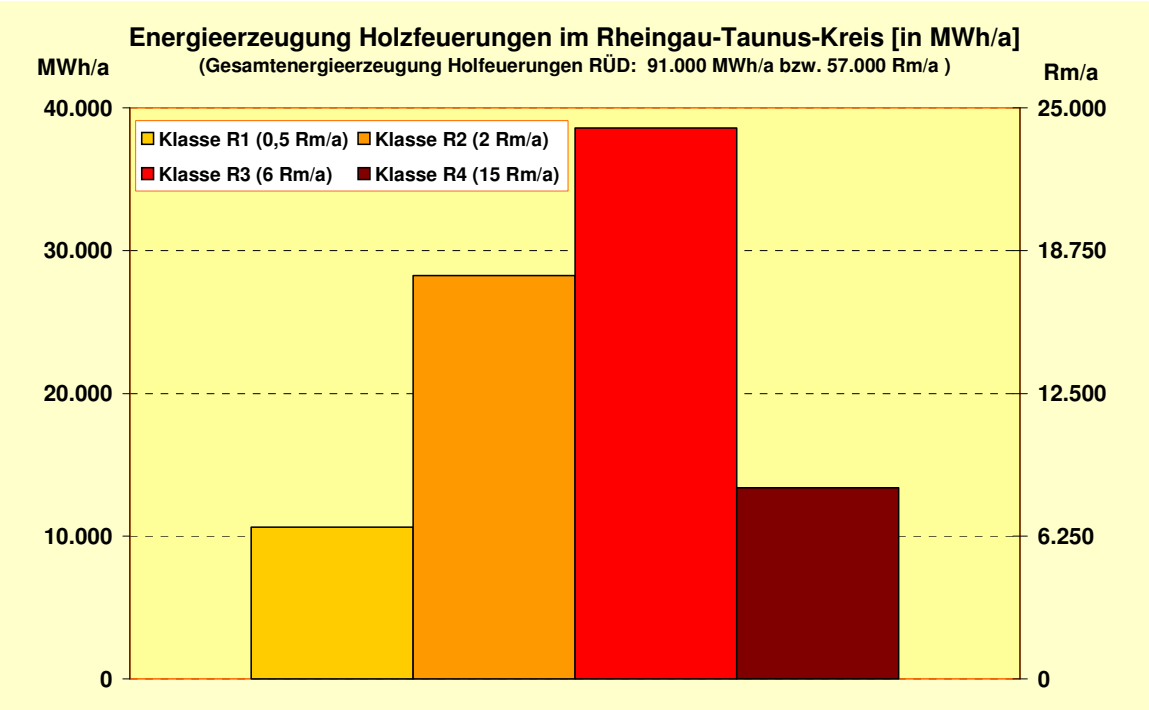


Abbildung 3-3: Energieerzeugung durch private Holzfeuerungsanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 2005) /2/

3.1.2 Biogas

Nach dem Stand vom November 2007 ist im Rheingau-Taunus-Kreis bisher keine Biogasanlage existent /14/ (LLH, 2007).

3.1.3 Biokraftstoffe

Im Rheingau-Taunus-Kreis selber befindet sich keine Konversionsanlage zur Erzeugung von Biotreibstoffen. Im Jahr 2006 wurden im Kreisgebiet 2.260 ha Winterraps angebaut. Es ist anzunehmen, dass, wie im bundesweiten Durchschnitt, rund 70 % des Rapsertrages in die Biodieselproduktion vermarktet werden. Dieser Anteil entspricht einer Menge von rund 2.700 t Biodiesel. Beim Getreide von Nicht-Stilllegungsflächen (Futter- und Brotgetreide) ist davon auszugehen, dass es nicht in die Bioethanolerzeugung gelangte.

Derzeit sind keine Angaben über den Betrieb oder die Planung von Rapsölmühlen bekannt. Auch über eventuelle Standorte von öffentlichen Biodieseltankstellen konnten keine Informationen ermittelt werden.

Darüber hinaus müssen aufgrund des Biokraftstoffquotengesetzes seit Anfang 2007 4,4 % des Diesels und 1,2 % des Ottokraftstoffs biogenen Ursprungs sein. Basierend auf den Daten aus Tabelle 2-3 entspricht dies 2,7 Mio. l/a Biodiesel und 1,2 Mio. l/a Bioethanol.

3.1.4 Bio- und Grünabfall

Insgesamt fielen auf Kreisebene im Jahr 2006 10.918 t getrennt erfasste Bioabfälle und 24.761 t Grünabfälle an. Mit dieser Sammelmenge an Bio- und Grünabfall von 194 kg/EW*a liegt der Rheingau-Taunus-Kreis im hessischen Vergleich an der Spitze.

Der Grünabfall wird über 140 Grüngutsammelstellen im Kreis erfasst und derzeit in den kreiseigenen Kompostierungsanlagen zu Qualitätskompost verarbeitet. Im Rheingau wird der Grünschnitt geschreddert und teilweise zur direkten Verwertung an Winzer abgegeben.

Der getrennt erfasste Bioabfall wird nach Rheinland-Pfalz transportiert und zum einen im Humuswerk Essenheim (rund 4.900 t/a), zum anderen beim Abfallwirtschaftszentrum Singhofen behandelt (rund 6.200 t / Jahr).

Von Seiten der Firma Kopp Umwelt GmbH, die derzeit u. a. in Heidenrod-Kemel einen Recycling-Hof betreibt, besteht Interesse an der Bioenergieerzeugung.

3.1.5 Deponiegas

Der Rheingau-Taunus-Kreis betreibt nur eine Erdaushubdeponie, Restmüll wird im benachbarten Rhein-Lahn-Kreis (Rheinland-Pfalz) am Standort des Abfallwirtschaftszentrums Singhofen behandelt /15/. Daher ergibt sich kein Anfall von Deponiegas im Landkreis.

Im Kreisgebiet werden jedoch 2 Anlagen auf der Basis von Klärgas mit einer Gesamtleistung von 317 kW betrieben, die im Jahr 2006 rund 697 MWh Strom in das Netz der SÜWAG eingespeist haben /16/. Eine Anlage befindet sich in Taunusstein-Bleidenstadt, bei der anderen Anlage handelt es sich um die Gemeinschaftskläranlage Idstein in Hünstetten-Beuerbach /20/.

3.2 Solarenergie

Die Sonneneinstrahlung kann entweder über solarthermische Anlagen zur Erzeugung von Wärme (Warmwasser und Heizenergie) oder über den Einsatz von Photovoltaikanlagen zur Stromproduktion genutzt werden.

3.2.1 Solarthermie

Zur Ermittlung des Energieertrages aus solarthermischen Anlagen wurde die bisher insgesamt installierte Kollektorfläche im Rheingau-Taunus-Kreis herangezogen. Bei der Berechnung einer realistischen Energiemenge wurde ein Nutzungsgrad berücksichtigt. In den ertragreichen Hochsommermonaten wird die technisch erzeugbare Wärmeenergie i. d. R. nicht vollständig benötigt. Allerdings sind thermische Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung so ausgelegt, dass sie lediglich in den Sommermonaten als alleinige Wärmequelle für die Brauchwassererwärmung ausreichend sind. In der Übergangszeit (Frühjahr und Herbst) ist eine Zuheizung nötig, die eingefangene Energie kann somit

vollständig genutzt werden. Als Korrekturfaktor wird ein Abzug von 15 % als ausreichend angesehen. Im bundesweiten Durchschnitt werden 80 % der Solarthermieanlagen bei der Bundesanstalt für Ausfuhrkontrolle (BafA) über die Dokumentation der Förderanträge erfasst, 20 % der Anlagen sind nicht statistisch dokumentiert[3].

Insgesamt sind 818 Anlagen mit einer Fläche von knapp 6.700 m² im Kreisgebiet durch die BafA erfasst (vgl. Abbildung 3-4). Demnach ist von rund 1.020 installierten Anlagen mit einer Kollektorfläche von 8.350 m² auszugehen. Mit dieser Kollektorfläche lassen sich bei einem Wirkungsgrad von 85 % rund 2.660 MWh jährlich erzeugen.

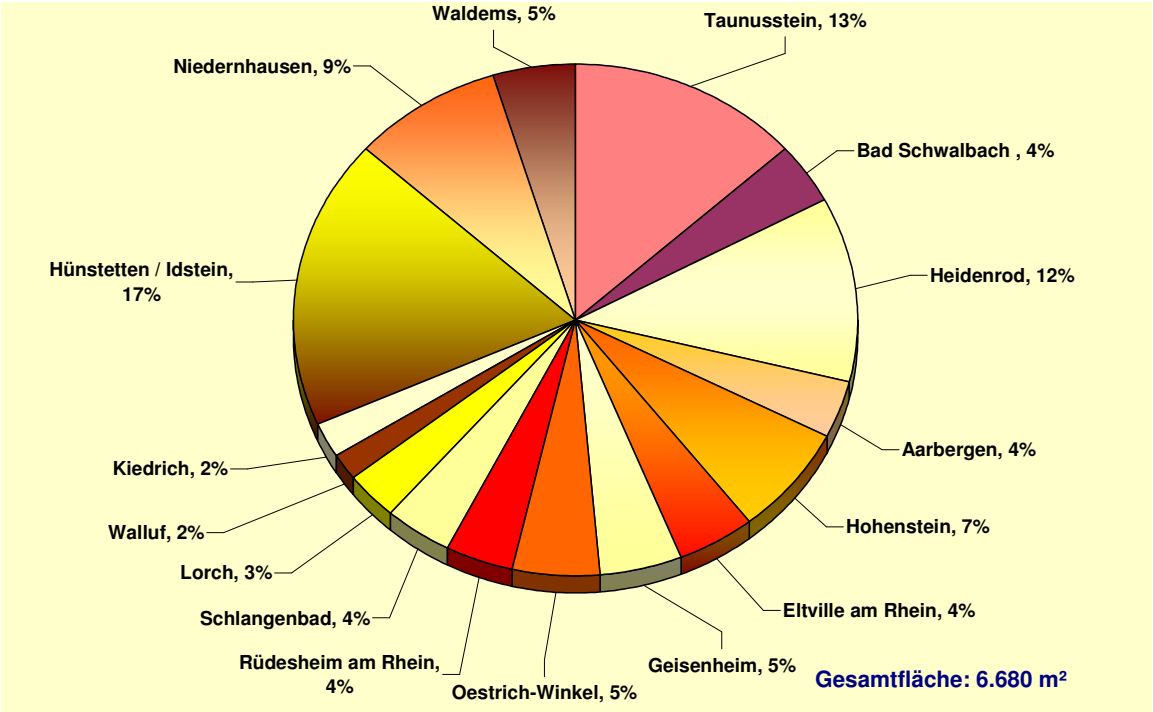


Abbildung 3-4: Verteilung der geförderten Solarthermieanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 12/2007)

3.2.2 Photovoltaik

Im Rheingau-Taunus-Kreis befinden sich rund 260 Photovoltaikanlagen mit einer insgesamt installierten Leistung von knapp 1.820 kW_p. Im Jahr 2006 wurden über diese Anlagen rund 1.320 MWh Strom eingespeist /16/. Aus diesen Angaben ist nicht auf die durchschnittliche Leistung der Anlagen zu schließen, da alle im Laufe des Jahres errichteten Anlagen erfasst sind, auch wenn sie noch nicht ganzjährig betrieben wurden.

[3] Mündliche Auskunft Bundesverband Solarwirtschaft, 10.02.2009

3.3 Geothermie / Erdwärme

Im Rheingau-Taunus-Kreis wurden bislang 139 wasserrechtliche Erlaubnisverfahren für Erdsondenbohrungen für den Betrieb von Wärmepumpen durchgeführt. Die Wärmepumpenanlagen haben größtenteils eine Wärmeentzugsleistung von ca. 10 kW /16/.

Bei einer Gesamtentzugswärmeleistung von ca. 1.400 kW und einer durchschnittlichen Nutzungszeit von 2.000 Jahresstunden beläuft sich der Energieertrag auf 2.800 MWh.

3.4 Windkraft

Im Rheingau-Taunus-Kreis sind am Standort Heidenrod und Aarbergen 6 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 4.725 kW installiert. Über diese Anlagen konnten im Jahr 2006 5.658 MWh Strom erzeugt werden /16/. Dies entspricht etwa 1.200 Jahresbenutzungsstunden, womit die Anlagen als im mittleren Leistungsbereich arbeitend zu beschreiben sind.

3.5 Wasserkraft

In Deutschland werden Kraftwerke von weniger als 1 MW als Kleinwasserkraftanlagen bezeichnet. In der Regel handelt es sich dabei um turbinenbetriebene Kraftwerke deutlich geringerer Ausbauleistung. Die Ausbauleistungen bei Anlagen mit Wasserrädern bleiben i.d.R. unter 10 kW_{el}.

Im Rheingau-Taunus-Kreis speisen 4 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 89 kW eine Strommenge von 191 MWh pro Jahr ein. Die Neumühle in Laufenselden dient der Selbstversorgung, das Anwesen ist nicht an das Stromnetz angeschlossen.

Tabelle 3-2: Wasserkraftanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis[4]

Wasserkraftanlagen			**Leistung [kW]**
Aarbergen	OT Rückershausen	Zimmermannsmühle	4
Aarbergen	OT Michelbach	Schiesheimer Mühle	30
Bad Schwalbach	OT Adolfseck		45
Schlangenbad	OT Wambach	Mühlenhof / Dörrmühle	10
Heidenrod	OT Laufenselden	Neumühle	kein Netzzugang
Summe			**89**

[4] Angaben der SÜWAG sowie telefonische Auskunft der Oberen Wasserbehörde

3.6 Gesamterzeugung erneuerbarer Energien

Tabelle 3-3 zeigt die im Rheingau-Taunus-Kreis insgesamt erzeugte Menge an regenerativer Energie im Überblick. Zu berücksichtigen ist dabei, dass zur regenerativen Wärmerzeugung im Gewerbe keine Daten vorliegen.

Tabelle 3-3: Gesamterzeugung regenerativer Energie im Rheingau-Taunus-Kreis (Stand 2006)

Erzeugung regenerativer Energie	Erzeugung [MWh/a]	Erzeugung [%]
Strom	**7.868**	**5,6%**
- aus regenerativen Quellen (SÜWAG)		
➢ Windenergie	5.658	4,0%
➢ Wasserkraft	191	0,1%
➢ Photovoltaik	1.322	0,9%
➢ Biogasanlagen	0	0,0%
➢ Klärgas	697	0,5%
Wärme	**106.260**	**75,3%**
- kreiseigene Gebäude (regenerativ)	2.300	1,6%
➢ Holzhackschnitzelfeuerungen	*2.220*	*1,6%*
➢ Pelletheizungen	*80*	*0,1%*
- gemeindeeigene Gebäude (regenerativ)	k.A.	
- Privathaushalte / Wohngebäude	103.960	73,7%
➢ Holzeinsatz / Zentralheizung - automatisch beschickt	*5.100*	*3,6%*
➢ Holzeinsatz / Holzvergaseröfen - händisch beschickt	*2.400*	*1,7%*
➢ Holzeinsatz / Öfen (Scheitholz)	*91.000*	*64,5%*
➢ Solarthermie	*2.660*	*1,9%*
➢ Erdwärme	*2.800*	*2,0%*
Biokraftstoffe	**26.900**	**19,1%**
- Biodiesel	26.900	19,1%
- Bioethanol	0	0,0%
Summe	**141.028**	**100%**

Im Jahr 2006 wurden knapp 7.900 MWh regenerativer Strom erzeugt sowie etwas über 106.000 MWh Wärme. Die im Rheingau-Taunus-Kreis erzeugten Rohstoffe zur Biotreibstoffproduktion entsprechen einer Energiemenge von knapp 27.000 MWh. Insgesamt betrug die Menge an regenerativ erzeugter Energie rund 141.000 MWh.

Mit dieser Energiemenge sind 3 % des Endenergiebedarfs des Rheingau-Taunus-Kreises abzudecken. Ohne die Berücksichtigung des Energiebedarfs durch den Verkehr werden 4,7 % des Energiebedarfs regenerativ erzeugt. Auch in den privaten Haushalten wird bereits 6,5 % des Wärmebedarfs aus regenerativen Quellen gedeckt. Für den gewerblichen Bereich liegen keine Daten vor.

Tabelle 3-4: Anteil der regenerativ erzeugten Energie am Endenergieverbrauch des Rheingau-Taunus-Kreis

Anteil regenerativer Energie am Endenergieverbrauch Rheingau-Taunus-Kreis	Verbrauch [MWh/a]	Erzeugung regenerativ [MWh]	Anteil reg. Energie an Verbrauch [%]
Strom	**665.200**	**7.868**	**1,2%**
Wärmebedarf	**2.320.600**	**106.260**	**4,6%**
davon			
- kreiseigene Gebäude	*23.900*	*2.300*	*9,6%*
- Privathaushalte/Wohngebäude	*1.585.500*	*103.960*	*6,6%*
Verkehr	**1.653.200**	**26.900**	**1,6%**
Summe	**4.639.000**	**141.028**	**3,0%**
Summe (ohne Verkehr)	***2.985.800***	***141.028***	***4,7%***

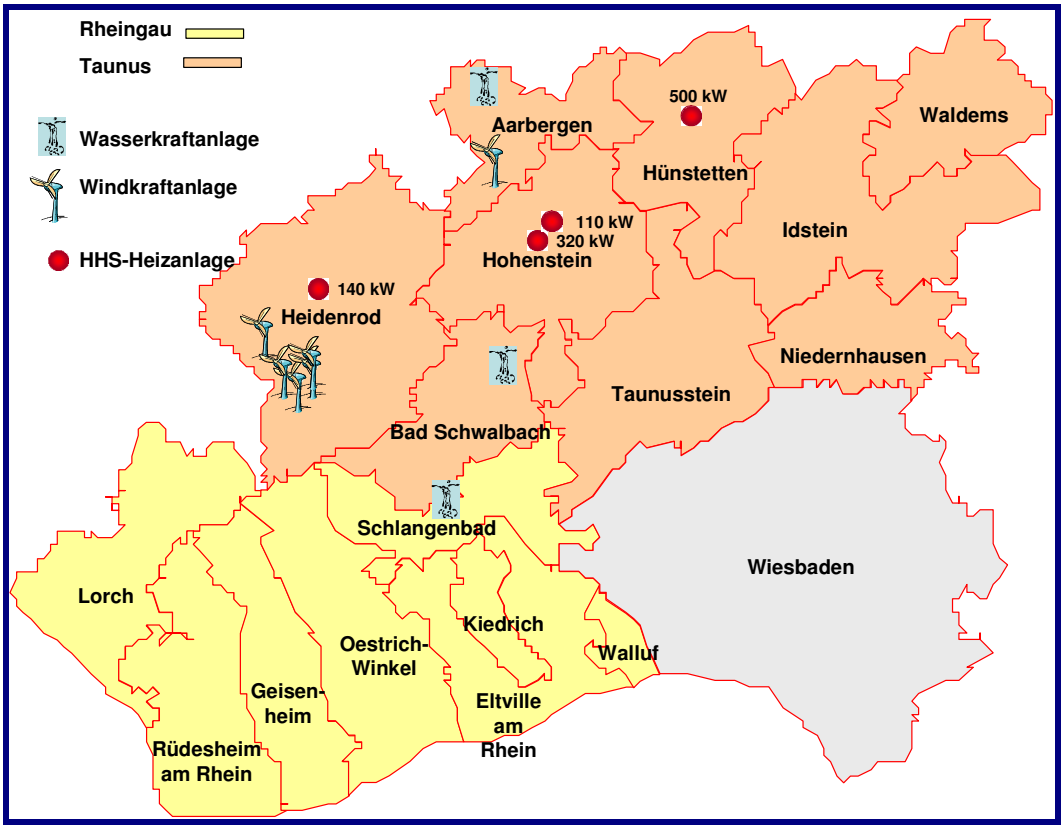


Abbildung 3-5: Standorte der größeren Energieerzeugungsanlagen im Landkreis Rheingau-Taunus

4 Technische Potenziale für die Produktion erneuerbarer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis

Die realistische Ermittlung von Potenzialen zur regenerativen Energieproduktion erfordert gewisse Einschränkungen. Bei der Bestimmung des technischen Potenzials spielen neben der technischen Realisierbarkeit auch, insbesondere im Bioenergiebereich, die Nachhaltigkeit der Ressourcennutzung sowie ökologische Faktoren eine Rolle. Daneben werden wesentliche ökonomische Faktoren beachtet, es findet jedoch keine detaillierte ökonomische Bewertung der Potenziale statt.

Für den Rheingau-Taunus-Kreis werden die technischen Potenziale in den Bereichen Bioenergie (thermische Nutzung / Biogas), Sonnenenergie (Photovoltaik und Solarthermie), Geothermie und Windkraft ermittelt. Dabei werden ausschließlich die Potenziale innerhalb der Kreisgrenzen berücksichtigt, der Im- bzw. Export von Bioenergieträgern wird nicht bilanziert.

4.1 Bioenergie

Der Rheingau-Taunus-Kreis ist durch seinen hohen Waldanteil von knapp 56 % der Kreisfläche geprägt. Im hessischen Durchschnitt liegt der Waldanteil bei 40 %. Lediglich 23 % der Fläche des Rheingau-Taunus-Kreis wird landwirtschaftlich genutzt, hessenweit sind es 43 %. Rund ein Viertel der landwirtschaftlichen Fläche im Rheingau-Taunus-Kreis wird als Dauergrünland genutzt, 60 % als Ackerland. Damit liegt die ackerbauliche Nutzung im Rheingau-Taunus-Kreis mit einem Anteil von knapp 14 % der Kreisfläche bei 60 % des durchschnittlichen hessischen Anteils (23%). Tabelle 4-1 gibt einen Überblick über die Nutzung der Landfläche.

Tabelle 4-1: Landnutzung im Rheingau-Taunus-Kreis

Kategorie	**ha**	**%**
Wald	45.172	55,7%
Landwirtschaft	18.765	23,1%
- davon Ackerland	11.225	13,8%
- davon Dauergrünland	4.573	5,6%
- davon Weingarten	2.924	3,6%
- davon Betriebsflächen	43	0,1%
sonstiges	17.211	21,2%
Summe	**81.148**	**100%**

Der Schwerpunkt im Ackerbau liegt im Anbau von Getreide auf knapp 67 % der Ackerfläche sowie im Anbau von Körnerraps mit 20 % der Ackerfläche. Der Anteil von Hackfrüchten und Futterpflanzen ist sehr gering (vgl. Tabelle 4-2).

Tabelle 4-2: Ackerlandnutzung im Rheingau-Taunus-Kreis (2006)

Ackerland	**ha**	**%**
Getreide	7.477	66,6%
Kartoffeln	22	0,2%
Zuckerrüben	62	0,6%
Raps	2.258	20,1%
Futterpflanzen	495	4,4%
Brache	1	0,0%
sonstige	910	8,1%
Summe	**11.225**	**100%**

4.1.1 Biomasseheizungen / Biomasseheiz(kraft)werke

Zur Erzeugung von Heizenergie aus Biomasse stehen unterschiedliche trockene Brennstoffe zur Verfügung. Neben den unterschiedlichen Holzsortimenten (Waldholz, Sägewerksrestholz, Landschaftspflegeholz etc.) kann auch Stroh in entsprechend ausgerüsteten Anlagen verfeuert werden.

Waldholzpotenzial

Die Waldflächen im Rheingau-Taunus-Kreis werden von den Forstämtern des Landesbetriebs Hessen Forst Bad Schwalbach (34,3 %), Rüdesheim (40,2 %) und Wiesbaden – Chausseehaus (25,5 %) betreut. Während die beiden erstgenannten Dienststellen mit ihrer jeweiligen Gesamtfläche im Rheingau-Taunus-Kreis liegen, verwaltet das Forstamt Wiesbaden – Chausseehaus auch die Stadt Wiesbaden. Eine Abgrenzung der zum Rheingau-Taunus-Kreis gehörigen Holzpotenziale konnte anhand der Flächenzugehörigkeit vorgenommen werden, während der Verbleib der Vermarktungsmengen nicht eindeutig nachvollziehbar ist.

Der überwiegende Anteil der Waldflächen befindet sich im Besitz der Kommunen, allein im Forstamt Bad Schwalbach liegt der kommunale Waldanteil bei 84 %. Die Staatswaldanteile innerhalb der Forstämter sind in einem Rahmen zwischen 12 und 20 % einzuordnen. Die Privatwaldanteile liegen zwischen 1 und ca. 10 % und spielen somit auch bei der Bewertung der Energieholzpotenziale eine untergeordnete Rolle.

Nach Auskunft der Forstämter ist die Nachfragesituation nach Energieholz im Landkreis sehr unterschiedlich und schwankt z. T. erheblich von Gemeinde zu Gemeinde. In Bereichen, in denen die Erdgasversorgung ausgebaut wurde, ist oftmals nur wenig Energieholznachfrage gegeben, in anderen Gegenden ist sie jedoch sehr hoch.

Für die Nutzung als Energieholz steht zum einen ein Anteil des Industrieholzes sowie die als Brennholz nutzbaren Anteile an den zur stofflichen Nutzung eingeschlagenen Sorti-

menten zur Verfügung (Kronenrestholz etc.). In diesem Segment ist ein Potenzial von rund 52.000 m³ zu verbuchen.

Bei der Einschlagsplanung wird nicht die gesamte jährlich nachwachsende Holzmenge berücksichtigt, so dass jedes Jahr ein gewisser Holzvorrat zuwächst. Daraus ergeben sich weitere Energieholzpotenziale, wenn die nachhaltig stofflich nutzbaren Holzmengen tatsächlich eingeschlagen würden und die dabei anfallenden Restholzmengen einer energetischen Nutzung zugeführt würden. Dieses Potenzial liegt in einer Größenordnung von fast 9.000 m^3.

Werden weiterhin die Ergebnisse der 2. Bundeswaldinventur denen der hessischen Forsteinrichtung gegenübergestellt, ergibt sich ein deutlich höherer Vorrat pro ha Waldfläche Abgeleitet vom Waldrestholz- und Energieholzanfall bei den bereits eingeschlagenen Sortimenten ergibt sich ein weiteres Energieholzpotenzial von rd. 24.500 m^3.

Nach den Angaben der Forstämter konnten im Jahr 2006 im Rheingau-Taunus-Kreis und in der Stadt Wiesbaden zwischen 39.000 und 40.000 m^3 vermarktet werden. Der größte Anteil entfiel dabei mit 48 % auf das Forstamt Wiesbaden - Chausseehaus. (Abbildung 4-1) /18/. Bezogen auf den Hiebssatz entspricht dies einem bereits genutzten Energieholzanteil von rd. 75 % des in dieser Kategorie verfügbaren Holzes.

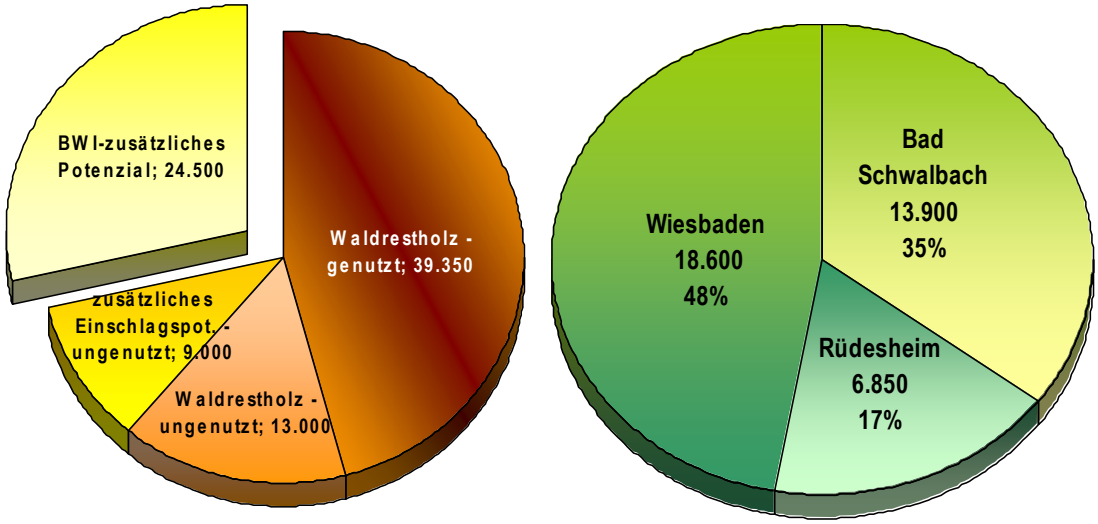


Abbildung 4-1: Energieholzpotenzial und bereits mobilisierte Anteile im Rheingau-Taunus-Kreise [m^3] (links) sowie Verteilung der Vermarktungsanteile auf die Forstämter (rechts)

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Bundeswaldinventur ergibt sich ein Gesamt-Energieholzpotenzial von knapp 86.000 m^3 pro Jahr, aus dem sich eine Energiemenge von rund 206.000 MWh jährlich erzeugen ließe. Berücksichtigt man lediglich die von den hessischen Forstämtern quantifizierten Mengen, ergibt sich ein Gesamtenergieholzpotenzial von gut 61.000 m³ mit einem Energiegehalt von rund 127.000 MWh/a. Dieses Potenzial wurde für die weiteren Berechnungen verwendet.

Sägewerksrestholz

Sägewerksnebenprodukte gehen bereits zu großen Teilen in die Pelletproduktion und werden somit schon energetisch genutzt. Gemäß Potenzialstudie Hessen wird von der Annahme ausgegangen, dass 30% des gesägten Holzes als Rest anfällt und davon 50% energetisch genutzt werden können. Damit ergibt sich in erster Einschätzung eine Menge von ca. 40.000 m³/a mit einem Energiegehalt von 115.800 MWh, die theoretisch im Rheingau-Taunus-Kreis zur Energieerzeugung genutzt werden könnte.

Dabei ist jedoch nicht berücksichtigt, ob die im Kreisgebiet eingeschlagene Menge auch tatsächlich innerhalb der Kreisgrenzen eingesägt wird und somit das Sägerestholz im Kreis selber anfällt.

Überkorn aus Grünabfallaufbereitung

Für 2006 weist die Statistik knapp 24.800 t Grünabfall aus, wobei es sich um die für den Kreis zugänglichen Mengen handelt. Daraus können im Zuge der Gewinnung einer Biobrennstofffraktion etwa 30% verholztes Grünabfallmaterial abgetrennt werden. Diese stehen zum Einsatz in Feuerungsanlagen zur Verfügung.

Landschaftspflegeholz

Nach Auskunft des Amtes für Straßen- und Verkehrswesen Wiesbaden liegen rd. 350 Straßenkilometer mit einem einseitigen Gehölzrandstreifen (Gehölzstreifen, Feldgehölze, Wald etc.) im Zuständigkeitsbereich der Behörde /19/. Unterstellt man einen Pflegeeingriff in einem 5-Jahreszeitraum, so ergibt sich ein durchschnittlicher jährlicher Pflegebedarf von 70 km Gehölzstreifen. Zusammen mit weiteren Schnittmaßnahmen, z. B. im Rahmen der Erhaltung der Verkehrssicherungspflicht, ergibt sich ein jährlicher Mengenanfall von rund 3.500 Schüttraummetern an gehäckseltem Material. Bei Wassergehalten von bis zu 50 % wird ein Energieertrag von rund 2.900 MWh/a kalkuliert.

Kurzumtriebsplantagen

Mittelfristig und bei weiterhin steigenden Holzpreisen ist ein zunehmender Anbau von schnell wachsenden Hölzern auf Ackerstandorten (Kurzumtriebsplantagen) zu erwarten. Im Rahmen dieser Studie wird angenommen, dass mittelfristig 5% des Ackerlandes für Kurzumtriebsplantagen genutzt werden können, ohne in Konkurrenz zum Futterbau zu stehen. Neben dem Anbau von Bäumen kommen hier ggf. auch verholzende Grasarten (Miscanthus) in Frage. Bei einem mittleren Ertragsniveau von 12 t Trockenmasse pro ha ergibt sich ein Potenzial von rund 33.700 MWh/a.

Pflegeholz aus dem Weinbau

Die bearbeitete Rebfläche im Rheingau-Taunus-Kreis beläuft sich derzeit auf rund 2.660 ha. Der Rebschnitt verbleibt entweder auf den Weinbauflächen und wird gemulcht oder abtransportiert. Insgesamt fällt jährlich eine Materialmenge zwischen 2 und 3 t/ha an, die jedoch nach Auskunft der Gesellschaft für Rheingauer Weinkultur als Vertreterin der Winzer komplett auf den Flächen verbleiben und als Mulchmaterial genutzt werden.

Weinstöcke werden durchschnittlich im 30-jährigen Umtrieb kultiviert, danach erfolgt die Rodung der Flächen. Ausgehend von einem totalen Mengenanfall von 60 bis 70 t/ha ist mit einem durchschnittlichen Aufkommen von rd. 2 t Frischholz pro Hektar und Jahr zu rechnen. Es ist davon auszugehen, dass das Material vollständig abgeräumt werden muss und damit auch komplett für eine energetische Nutzung verfügbar wäre. Insgesamt ist mit einer jährlichen Menge von rund 5.900 t zu rechnen.

Stroh

Bei einer Getreideanbaufläche von knapp 7.500 ha und einem Koppelproduktanfall von 6 t/ha fallen 45.000 t/a Stroh an. Für eine energetische Nutzung stehen davon etwa 30% zur Verfügung. Dies entspricht einer Energiemenge von rund 54.000 MWh/a. Die übrigen Mengen werden zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit sowie als Einstreu benötigt.

4.1.2 Biogas

Als Substrate für Biogasanlagen kommen neben Gülle und Festmist Überschüsse aus der Grünlandbewirtschaftung sowie Energiepflanzen in Frage. Daneben können auch Reststoffe wie getrennt gesammelte Bioabfälle, Speisereste oder Reststoffe aus der Lebensmittelindustrie verwertet werden.

Viehbestand

Der Viehbestand beziffert sich auf rund 3.400 Rinder und knapp 8.900 Schweine, entsprechend ca. 5.580 Großvieheinheiten. Darüber lässt sich die anfallende Gülle und Festmistmenge abschätzen. Allerdings verfügt nur ein Betrieb über mehr als 100 GV, die als Minimum für den ökonomischen Betrieb einer landwirtschaftlichen Biogasanlage angesehen werden können. Für die Potenzialberechnung wurde daher davon ausgegangen, dass durch den Zusammenschluss benachbarter Landwirte rund 40% der Gülle bzw. des Festmistes mit vertretbarem logistischem Aufwand in Biogasanlagen eingesetzt werden könnte. Hierüber könnte bei einem Wirkungsgrad der Biogasanlage von 65 % und der Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Anlage jährlich eine Energiemenge von rund 4.200 MWh erzeugt werden.

Dauergrünland

Die Dauergrünlandfläche beträgt 4.573 ha. Etwa 25% des Aufwuchses dürfte mittelfristig nicht mehr zu Fütterungszwecken benötigt werden und stünde als Energierohstoff zur Verfügung. Denkbar ist der Einsatz als Cosubstrat in landwirtschaftlichen Biogasanlagen, die auf Güllebasis konzipiert werden. Bei einem durchschnittlichen Ertrag von 20 t FM/ha könnten knapp 23.000 t/a für die Biogaserzeugung eingesetzt werden. Der Energieertrag aus dieser Menge beläuft sich unter Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Anlage auf rund 11.000 MWh/a. Die Nutzung des für Futterzwecke nicht mehr benötigten Dauergrünlandes ist auch aus naturschutzfachlichen Gründen empfehlenswert, um die Verbuschung offener Wiesenlandschaften zu verhindern.

Energiepflanzen

Im Rheingau-Taunus-Kreis liegt der Schwerpunkt des Ackerbaus auf dem Getreide- und Rapsanbau. Es wird angenommen, dass rund 20 % der Getreideanbaufläche für den Anbau von Energiepflanzen zur Verfügung stehen würden, ohne die Versorgung mit Futter- und Lebensmitteln zu gefährden. Die Energiepflanzen könnten sowohl als Co-substrat die Gasausbeute der landwirtschaftlichen, mit Gülle betriebenen Biogasanlagen verbessern als auch an geeigneten Standorten als alleiniges Substrat dienen. Insgesamt könnte auf diesem Weg unter Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Anlage eine Energiemenge von rund 42.400 MWh/a erzeugt werden.

Landschaftspflegegrün

Krautiges Landschaftspflegematerial ist kaum realistisch zu sammeln und zu lagern. Es erfolgt keine Berücksichtigung in der Gesamtpotenzialdarstellung.

Bio- und Grünabfall, organische Reststoffe

Für 2006 weist die Statistik 24.760 t Grünabfall aus. Werden ca. 30% verholzter Biobrennstoff abgetrennt, könnten von den verbleibenden verbleiben 70% die Hälfte, entsprechend rund 8.600 t/a als möglicher Input für eine Biogasanlage genutzt werden.

Diese könnten zusammen mit dem getrennt gesammelten Bioabfall (knapp 11.000 t/a in 2007) einer anaeroben Verwertung zugeführt werden. Für beide Fraktionen sind Konkurrenzen zu berücksichtigen. Grünabfall wird als wichtiger Nährstofflieferant im Rahmen der stofflichen Verwertung geschätzt. Insgesamt könnten mit diesen Materialien Berücksichtigung des Eigenbedarfs der Anlage knapp 8.000 MWh/a erzeugt werden.

Anfallstellen organischer Reststoffe sind im Wesentlichen die Kellereibetriebe und Kantinen im Kreis. Größere Anfallstellen entsorgen organischen Reststoffe größtenteils oder sogar komplett als Futtermittel. Es liegen jedoch keine detaillierten Informationen über den Verbleib dieser Reststoffe vor.

Die nachfolgende Tabelle 4-3 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die im Rheingau-Taunus-Kreis mittelfristig verfügbaren Bioenergiepotenziale. Um realistische Endenergiemengen ermitteln zu können, wurden die theoretischen Energiegehalte der Substrate mit dem Wirkungsgrad eingestuft, der den jeweiligen Konversionsverfahren im Durchschnitt zu Grunde liegt. Im Bereich der thermischen Nutzung wurden 85 % zu Grunde gelegt, im Bereich der Vergärungstechnik 65 % Gesamtwirkungsgrad.

Es wird angenommen, dass durch thermische Verfahren insgesamt eine Energiemenge von jährlich gut 308.000 MWh erzielbar ist, während über die Vergärung jährlich nochmals knapp 37.000 MWh elektrisch sowie 28.600 MWh thermisch extern nutzbare Energie zur Verfügung gestellt werden könnte.

Tabelle 4-3: Energetisch nutzbares Biomassepotenzial im Rheingau-Taunus-Kreis

Heizen			
Quelle	**[MWh/a]**	**[%]**	**nutzbar [MWh_{th}/a]**
Stroh	53.800	14,8%	45.760
Holz	308.600	85,2%	262.290
- davon Waldholz	127.000	35,0%	107.950
- davon Sägewerksholz	115.800	32,0%	98.400
- davon Überkorn Grünabfallaufbereitung	20.400	5,6%	17.360
- davon Kurzumtriebsplantagen	33.700	9,3%	28.620
- davon Holz (Straßenbegleitgrün)*	2.900	0,8%	2.500
- davon Rebschnitt	8.800	2,4%	7.460
Summe	**362.400**	**100%**	**308.050**

Biogas				
Quelle	**[MWh/a]**	**[%]**	**nutzbar [MWh_{el}/a]**	**nutzbar [MWh_{th}/a]**
Dauergrünland	16.350	16,8%	6.200	4.800
Großvieheinheiten	6.270	6,4%	2.400	1.800
Bioabfall u. Grünabfall	12.000	12,3%	4.500	3.500
Energiepflanzen	62.920	64,5%	23.900	18.500
Summe	**97.540**	**100%**	**37.000**	**28.600**

* ohne Holz von Naturschutzflächen

4.1.3 Biokraftstoffe

Aufgrund der knappen Ackerflächen sowie der schon jetzt hohen Rapsanteile ist nicht anzunehmen, dass die Rohstoffproduktion für Kraftstoffe der ersten Generation ausgeweitet wird. Auch für synthetische Kraftstoffe (BtL), die in Großanlagen erzeugt werden sollen, stehen wenige Rohstoffe zur Verfügung. Die Nutzung von Stroh bzw. Waldrest- sowie Kurzumtriebshölzern sollte in der Wärmeproduktion erfolgen, da hierbei die ökologische und ökonomische Effektivität höher ist. Auch sind die logistischen Voraussetzungen für die Bündelung sehr großer Mengen an Biomasse im Rheingau-Taunus-Kreis weniger günstig. Eine wesentliche Ausweitung der Biokraftstoffproduktion im Rheingau-Taunus-Kreis ist aus den genannten Gründen nicht zu erwarten.

4.2 Solarenergie

Der Rheingau-Taunus-Kreis ist von der Sonne begünstigt. Die Mittlere Jahressumme der Sonneneinstrahlung liegt zwischen 1.026 im Taunus und bis zu 1.075 kWh/a im Rheingau und steht damit hessenweit in der Spitzengruppe (vgl. Abbildung 4-2).

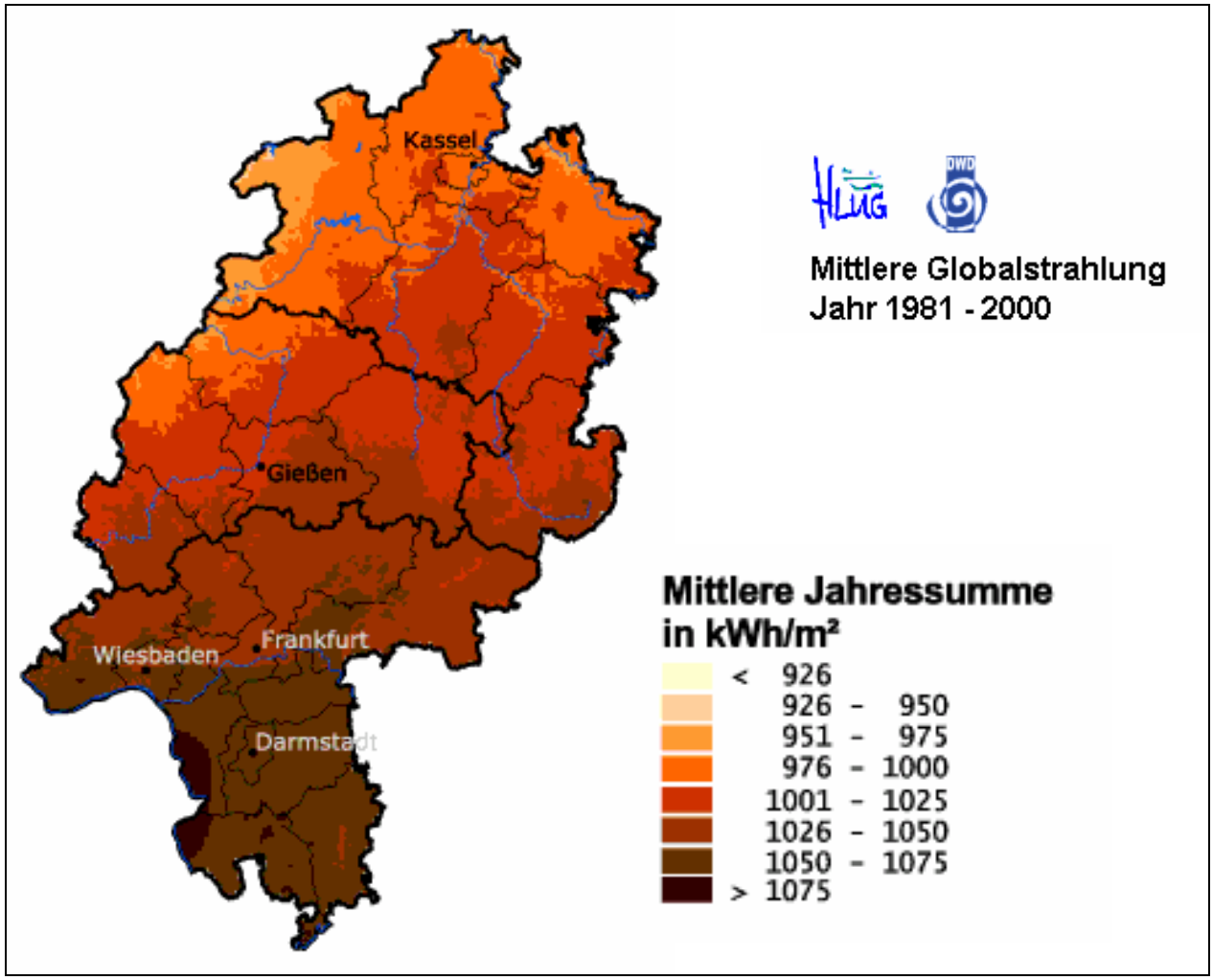


Abbildung 4-2: Mittlere Globalstrahlung in Hessen /13/

Nachstehend werden die Potenziale bei Wohngebäuden für Solarthermie und Photovoltaik berechnet. Die Ergebnisse spiegeln jeweils die Annahme wieder, dass ausschließlich eine Nutzungsart (thermisch / Verstromung) erfolgt. Konzepte und Ergebnisse sind somit alternativ zu sehen.

4.2.1 Solarthermie

Grundsätzliche geeignete Potenziale bestehen sowohl bei geneigten Dachflächen (optimale Neigung 40°) und einer Süd-West bis Süd-Ost Exposition als auch bei Flachdächern. Solarthermische Anlagen dienen entweder der Warmwasserbereitstellung oder aber sind heizungsunterstützend ausgelegt Hierfür ist eine größere Kollektorenfläche erforderlich. Tabelle 4-4 gibt einen Überblick über die Annahmen und die Potenziale.

Tabelle 4-4: Potenzial Solarthermie Wohngebäude Rheingau-Taunus-Kreis

Potenzial Solarthermie Rheingau-Taunus-Kreis			
Nutzungsalternativen:		**Warmwasser-bereitung**	**Heizungs-unterstützung**
Wohngebäude, Bestand	Anzahl	44.470	44.470
Mittleres solares Strahlungsangebot im RTK	kWh/m²*a	1.100	1.100
Mittlerer Energieertrag Solaranlage im RTK	kWh/m²*a	370	370
Geeigneter Gebäudebestand	%	85%	50%
Geeigneter Gebäudebestand	Anzahl	37.800	22.235
Mittlere Größe Solarkollektor [m²]	m²	6	20
Flächenpotenzial [m²]	m²	226.800	444.700
Nutzungsgrad	%	85%	85%
Pot. Energieertrag Solaranlage	**MWh/a**	**71.330**	**139.860**
Pot. Energieertrag Solarnutzung gesamt*	**MWh/a**	**169.200**	

*Annahme: Bevorzugt Installation heizungsunterstützender Anlagen, Nutzung des verbleibenden Potenzials zur Installation von Anlagen zur Brauchwassererwärmung

Für die Nutzung der Solarthermie ergibt sich bei der nachfolgend erläuterten Aufteilung ein Gesamtpotenzial von rund 169.200 MWh/a.

- Installierung einer heizungsunterstützenden Anlage, wo dies möglich ist. Die Annahme geht davon aus, dass 50% des Gebäudebestands für eine heizungsunterstützende Anlage geeignet ist. Der nutzbare Energieertrag liegt bei rund 139.860 MWh/a)

- Beim Einsatz für die Warmwasserbereitung könnten weitere 35 % der Dachflächen genutzt werden. Hier können auch noch mit West- oder Ostausrichtungen zufrieden stellende Erträge erzielt werden. Damit kann ein Potenzial von weiteren 29.340 MWh/a erschlossen werden.

4.2.2 Photovoltaik

Photovoltaikanlagen benötigen aus wirtschaftlichen Gründen größere Flächenauslegungen. Diese können sowohl auf Steil- wie Flachdächern installiert werden, aber auch aufgeständert. Einschränkungen bestehen dabei durch die nicht immer ausreichende Traglastauslegung gerade bei Flachdächern. Darüber hinaus entstehen Einschränkungen bei der Installierung der Kollektoren bei älteren, asbesthaltigen Dachaufbauten, die umfangreiche Sicherungsmaßnahmen (Arbeitsschutz) erfordern. Zudem ist zu beachten, dass die meisten Wohnhäuser nicht genügend Dachfläche bieten, um sowohl eine thermische Solaranlage als auch eine Photovoltaikanlage unterzubringen. Da der Wirkungsgrad der thermischen Anlagen höher ist als derjenigen zur Stromproduktion und zudem

die Wärme im Privathaushalt gut genutzt werden kann, ist es empfehlenswert, als Alternative der thermischen Anlage den Vorzug zu geben.

Photovoltaik auf Dachflächen bei Wohngebäuden

Es wird davon ausgegangen, dass 50 % der Wohngebäude für die Installation einer Photovoltaikanlage mit einer durchschnittlichen Leistung von 5 kW und damit einer Fläche von 50 m² geeignet sind. Bei 850 Jahresvollbenutzungsstunden /23/ ist ein Energieertrag von 94.500 MWh jährlich zu erzielen

Tabelle 4-5: Potenzial Photovoltaik Wohngebäude Rheingau-Taunus-Kreis (alternativ zu solarthermischer Nutzung)

Potenzial Photovoltaik Privathaushalte Rheingau-Taunus-Kreis		
Durchschnittliche Leistung von PV-Anlagen (Dachanlagen) in Hessen	kW	5
Benötigte Dachfläche pro Anlage	m^2	50
Geeignete Gebäude	50%	22.235
Jahresvollbenutzungsstunden	h/a	850
Potenzial: Installierte Leistung	**MW**	**111**
Potenzial: elektrische Arbeit	**MWh/a**	**94.500**

Photovoltaik auf Dachflächen bei Nichtwohngebäuden

Genaue Angaben über den Bestand an gewerblich genutzten Gebäuden im Rheingau-Taunus-Kreis sind nicht zu erheben. Es wird deshalb davon ausgegangen, dass Industriebetriebe mit mindestens 20 Beschäftigten über ein eigenes Betriebsgebäude verfügen. Zudem verfügen alle landwirtschaftlichen Betriebe zumindest über ein Scheunen- oder Stalldach. Auch sämtliche Schulgebäude wurden in die Berechnungen mit einbezogen. Hinsichtlich Lage und Ausrichtung wird davon ausgegangen, dass rund 80 % der Gebäude geeignet sind. Eine größere Einschränkung ergibt sich aufgrund der statischen Belastung durch eine Photovoltaikanlage. Hier wird davon ausgegangen, dass 60 % der gewerblichen und landwirtschaftlich genutzten Gebäude sowie 30 % der Schulgebäude eine ausreichende Traglast aufweisen, um ohne größere statische Veränderungen zur Installation einer Photovoltaikanlage genutzt zu werden. Im Ergebnis ergibt sich ein Potenzial von rund 420 gewerblichen Dächern, die mit einer Leistung von 8 kWp (80 m² Kollektorfläche) ausgestattet werden und rund 3.330 MWh jährlich produzieren könnten (vgl. Tabelle 4-6).

Tabelle 4-6: Potenzial Photovoltaik Nichtwohngebäude/Gewerbebetriebe Rheingau-Taunus-Kreis

Potenzial Photovoltaik Gewerbebetriebe Rheingau-Taunus-Kreis		
Angenommene Leistung von PV-Anlagen (Dachanlagen) auf gewerbl. Gebäude in Hessen	kW	8
Benötigte Dachfläche pro Anlage	m^2	80
Geeignete Gebäude (geschätzt)	Anzahl	490
Jahresvollbenutzungsstunden	h/a	850
Potenzial: Installierte Leistung	**MW**	**3,9**
Potenzial: elektrische Arbeit	**MWh/a**	**3.330**

Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Über die Einschränkungen und Bestimmungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wird angestrebt, die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen, die als Freiflächenanlagen erstellt werden, möglichst auf ökologisch minderwertigen Flächen zu fördern. Hierzu zählen z. B. bereits versiegelte wirtschaftliche Konversionsflächen oder auch Deponieflächen. Für den Rheingau-Taunus-Kreis wird angenommen, dass die Konversionsflächen des ehemaligen Munitionsdepots Lorch, der ehemaligen Taunus-Kaserne sowie Flächen auf der Bauschuttdeponie und den Wertstoffhöfen zur Verfügung stehen. Genehmigungsrechtliche Aspekte sind bei diesen Annahmen nicht berücksichtigt. Unter den genannten Voraussetzungen könnte insgesamt eine Leistung von 8,5 MW installiert werden, die bei 850 Vollbenutzungsstunden im Jahr rund 7.230 MWh Strom jährlich zur Verfügung stellen könnten.

Tabelle 4-7: Potenzial Photovoltaik Freiflächenanlagen Rheingau-Taunus-Kreis

Potenzial Photovoltaik Freiflächenanlagen Rheingau-Taunus-Kreis		
theoretisch verfügbare Fläche (militärische Konversion, Deponiealtfläche, Wertstoffhöfe)	ha	28
zu installierende Leistung unter Beachtung technischer Einschränkungen	MW	8,5
Jahresvollbenutzungsstunden	h/a	850
Potenzial: Installierte Leistung	**MWp**	**8,5**
Potenzial: elektrische Arbeit	**MWh/a**	**7.230**

Der Eigenbetrieb Abfallwirtschaft Rheingau-Taunus-Kreis (EAW) plant auf dem Wertstoffhof in Taunusstein-Orlen bereits die Errichtung einer Photovoltaikanlage mit einer Leistung von 600 kWp.

4.3 Geothermie / Erdwärme

Erdwärme

Das Temperaturprofil in den oberflächennahen Erdschichten eignet sich vor allem zum Heizen von Gebäuden im privaten Bereich. Weit verbreitet ist dabei der Einsatz wartungsarmer Erdwärmesonden. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für Erdwärmesonden und -kollektoren im privaten Bereich mit einer Heizleistung bis 30 kW unterscheidet das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) zwischen Standorten, die im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers durch das HLUG als günstig, ungünstig oder unzulässig beurteilt werden. Diese Standorte bzw. Gebiete sind in der Karte in Abbildung 4-3 dargestellt.

Am effektivsten arbeiten Wärmepumpen im niedrigen Temperaturbereich bis 40°C, d. h. sie eignen sich besonders für die Heizung in Niedrigenergie- oder Passivhäusern. Je höher die Vorlauftemperatur der Heizung sein soll, desto höher wird der Stromanteil an der Erwärmung des Heizungswassers und desto unwirtschaftlicher und unökologischer arbeitet das System. Die Potenziale zum Einbau von Wärmepumpenanlagen werden deshalb in erster Linie bei Neubaumaßnahmen insbesondere von Wohngebäuden gesehen. Die durchschnittliche Wärmeentzugsleistung wird mit 10 kW bei etwa 2.000 Jahresvolllaststunden angesetzt. Mehrfamilienhäuser, die in der städtischen Bebauung errichtet werden, sind i. d. R. weniger für den Einbau einer Wärmepumpe geeignet, da der Wohnfläche häufig ein verhältnismäßig kleines Baugrundstück gegenübersteht, so dass keine ausreichende Kollektorfläche gegeben ist.

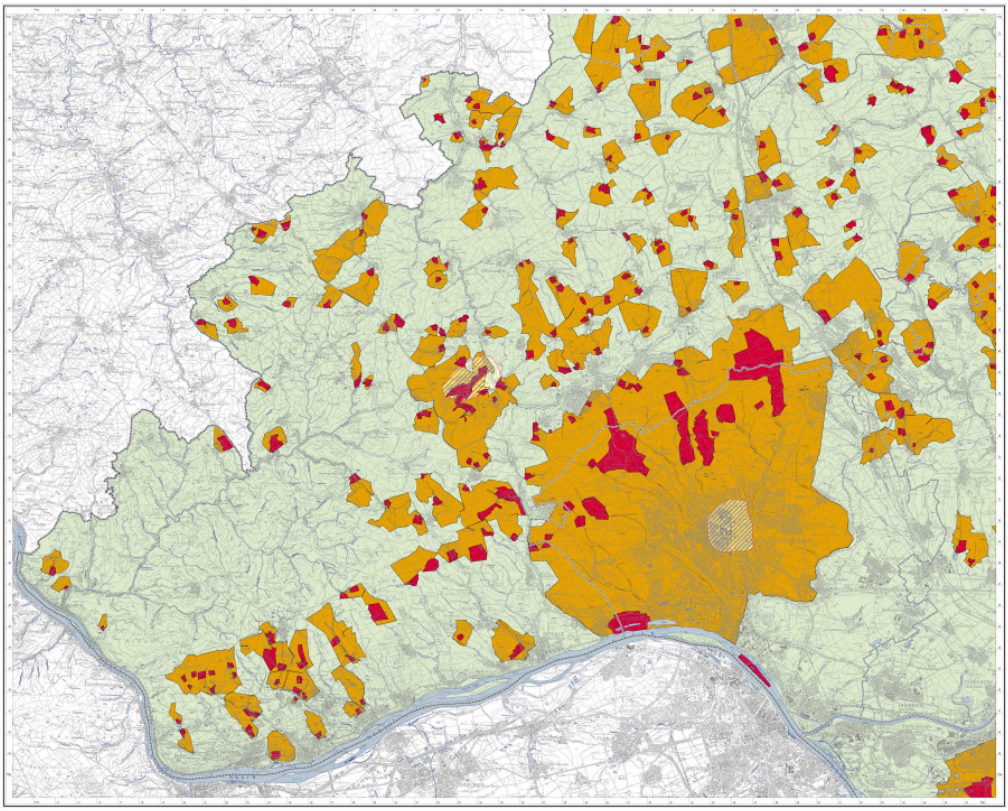


Abbildung 4-3: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden im Rheingau-Taunus-Kreis (orange und rot markierte Flächen sich weniger oder nicht geeignet)

Nichtwohngebäude sind infolge ihrer diversifizierten Wärmenutzungsarten (Bürogebäude, Werkstätten, Lagerhallen) ohne Kenntnis der genauen Nutzungsart nur schwer zu kalkulieren. Teilweise, z.B. bei Bürogebäuden, kann von einer ähnlichen Energiebedarfsstruktur wie bei einem Mehrfamilienhaus ausgegangen werden, allerdings mit geringeren Jahresvolllaststunden. Die i.d.R. größere Baugrundfläche gestattet eine größere Anzahl an Erdsonden, so dass von einer erhöhten Wärmeentzugsleistung ausgegangen wird.

Ausgehend von einer jährlichen mittleren Fertigstellung von 325 Wohngebäuden und 54 Nichtwohngebäuden sowie einem Abzug von 20% der Projekte, die in nicht zulässigen Gebieten situiert sind, beziffert sich das gesamte Potenzial auf rund 6.000 MWh/a. Da nicht alle Grundstücke ausreichend Fläche zur Verfügung haben oder sonstige Gründe entgegenstehen, wird die Realisierungswahrscheinlichkeit mit 50 % angenommen. Daraus ergibt sich ein Potenzial von rund 3.000 MWh, das **jährlich hinzugebaut** werden könnte (vgl. Tabelle 4-8).

Tabelle 4-8: Potenzial Erdwärme Rheingau-Taunus-Kreis

Potenzial Erdwärme im Rheingau-Taunus-Kreis - Neubau							
Baufertigstellungen	2004	2005	2006	Ø	durchschnittliche Wärmeentzugs-leistung [kW]	durchschnittliche Jahresvolllast-stunden	Jahresenergie-ertrag [MWh/a]
1- und 2- Familienhäuser	151	494	244	296	10	2.000	5.927
Mehrfamilienhäuser [Eignung 30 %]	13	50	23	29	20	2.000	344
Gesamtwohngebäude	164	544	267	325			6.271
Nichtwohngebäude [Eignung 30%]	27	91	45	54	20	1.500	489
Summe jährlich hinzukommendes Potenzial durch Neubau							6.760
Flächeneinschränkung: unzulässige Gebiete [%]							20%
Potenzial jährlichen Zubaus nach Abzug							6.084
Realisierungswahrscheinlichkeit [% der Neubauten]							50%
Summe jährlich hinzukommendes Potenzial durch Neubau und Sanierung							**3.000**

Tiefengeothermie

Die Nutzung von Erdwärme zur Stromerzeugung ist an höhere Temperaturgradienten gebunden und beginnt damit erst ab einer Tiefe von 2.000. bis 3.000 m Tiefe. Nach dem heutigen Stand der Technik lässt sich die Erdwärme in großen Tiefenbereichen von bis zu 5000 Metern und mehr nutzen. Die in größeren Tiefen vorhandenen Energiepotenziale können über geothermische Tiefensonden erfasst und in geothermischen Kraftwerken genutzt werden.

Nach Angaben des HLUG ist der Oberrheingraben die einzige geologische Struktur in Hessen, in der wegen eines erhöhten geothermischen Gradienten eine Nutzung der Geothermie für die Stromerzeugung wirtschaftlich aussichtsreich ist[5].

[5] HLUG: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“

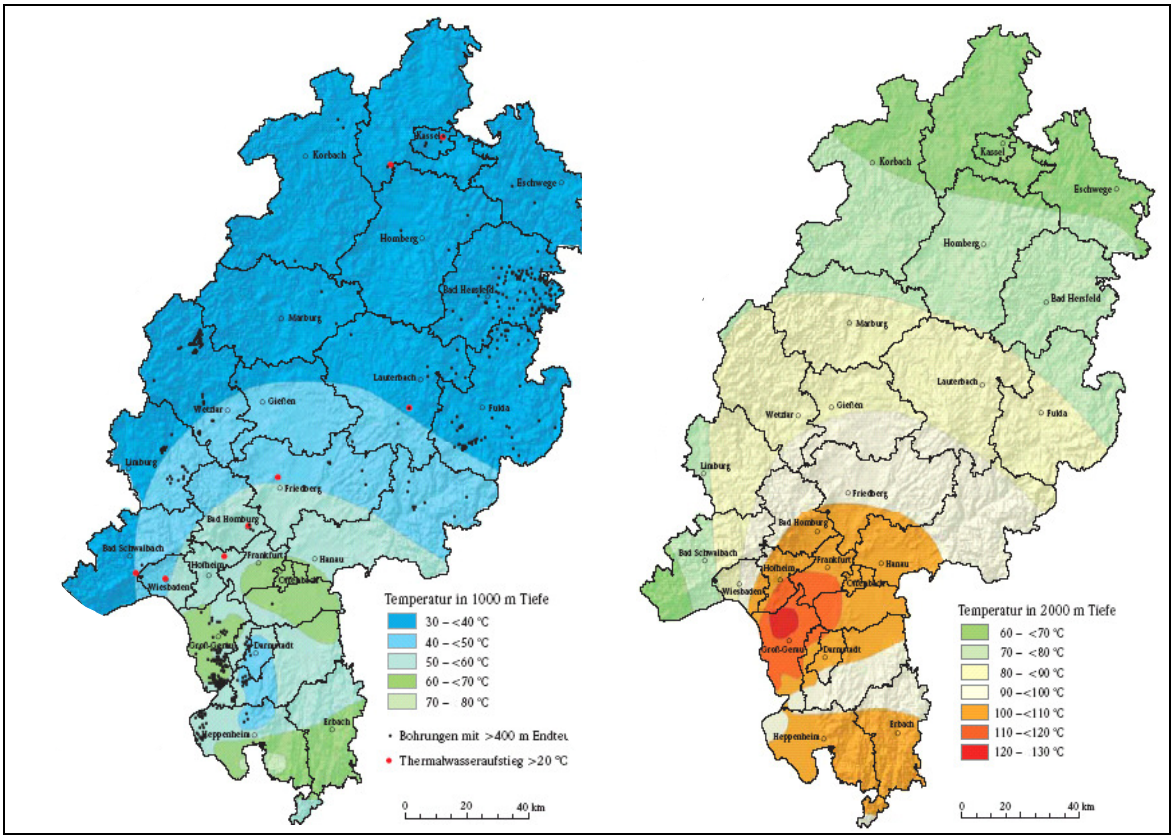


Abbildung 4-4: Temperaturverteilung in 1.000 m und 2.000 m Tiefe in Hessen und dem Rheingau-Taunus-Kreis

4.4 Windkraft

Im Rheingau-Taunus-Kreis ist das Windfeld - bedingt durch ein vielfältiges Zusammenwirken der Einflussfaktoren Landnutzung, Höhe und topographische Formen - sehr kleinräumig strukturiert. Nach Angaben des deutschen Wetterdienstes liegen die Jahresmittel der Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe über dem Boden in den Regionen des Taunus überwiegend im Bereich zwischen 2,9 und 3,7 m/s (Meter pro Sekunde) und damit im unteren bis mittleren Bereich. An ausgewählten Standorten werden höhere Geschwindigkeiten von bis zu 4,6 m/s erreicht (vgl. Abbildung 4-5).

Für Jahresertragsprognosen liefert die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Bodennähe jedoch lediglich näherungsweise Informationen. Relevant ist die Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe, die bei modernen Anlagen bei etwa 100 m liegt. In dieser Höhe werden deutlich höhere Windgeschwindigkeiten erreicht. Im Regelfall sollte die durchschnittliche Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe (90 – 110 m Höhe) nicht unter 5 m/s betragen, wobei größere Nabenhöhen auch höhere Windgeschwindigkeiten erfordern. In Ausnahmefällen können auch niedrigere Werte bei der Windgeschwindigkeit bereits wirtschaftlich tragbare Ergebnisse bringen.

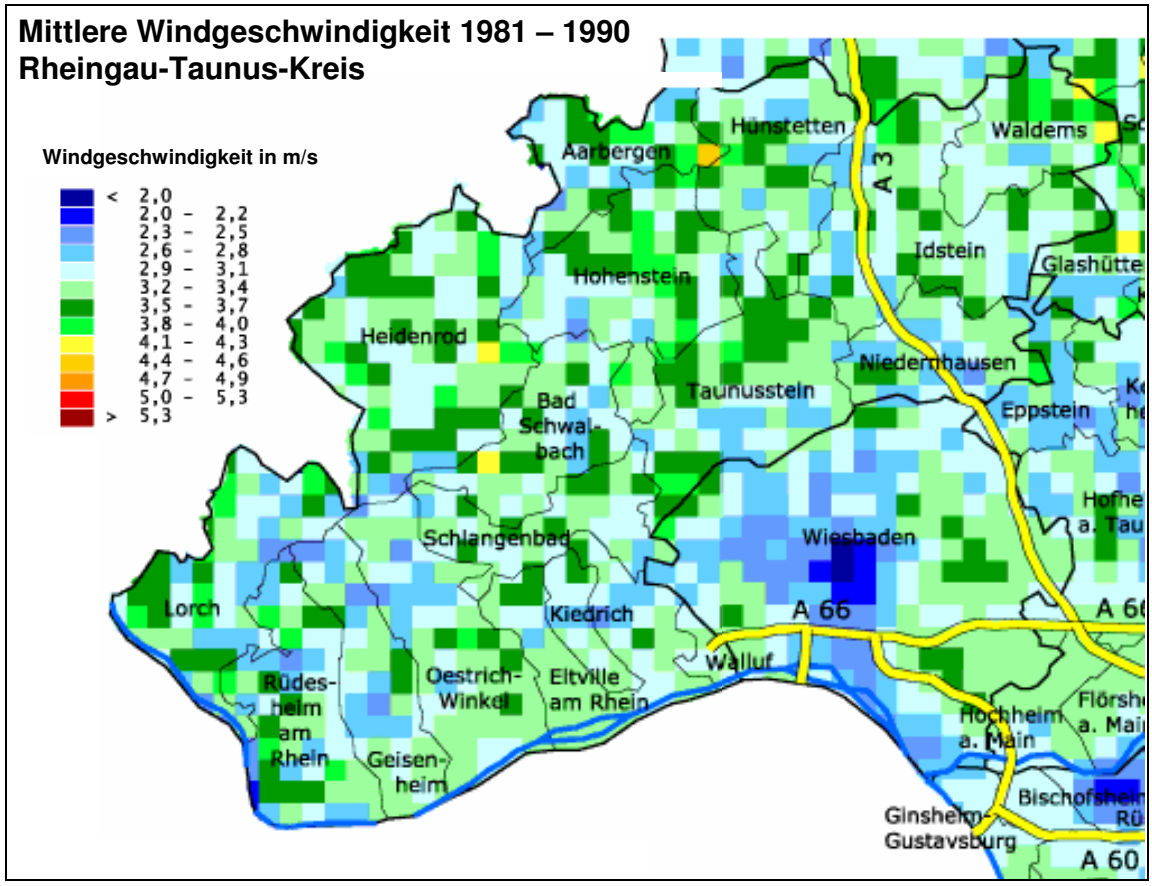


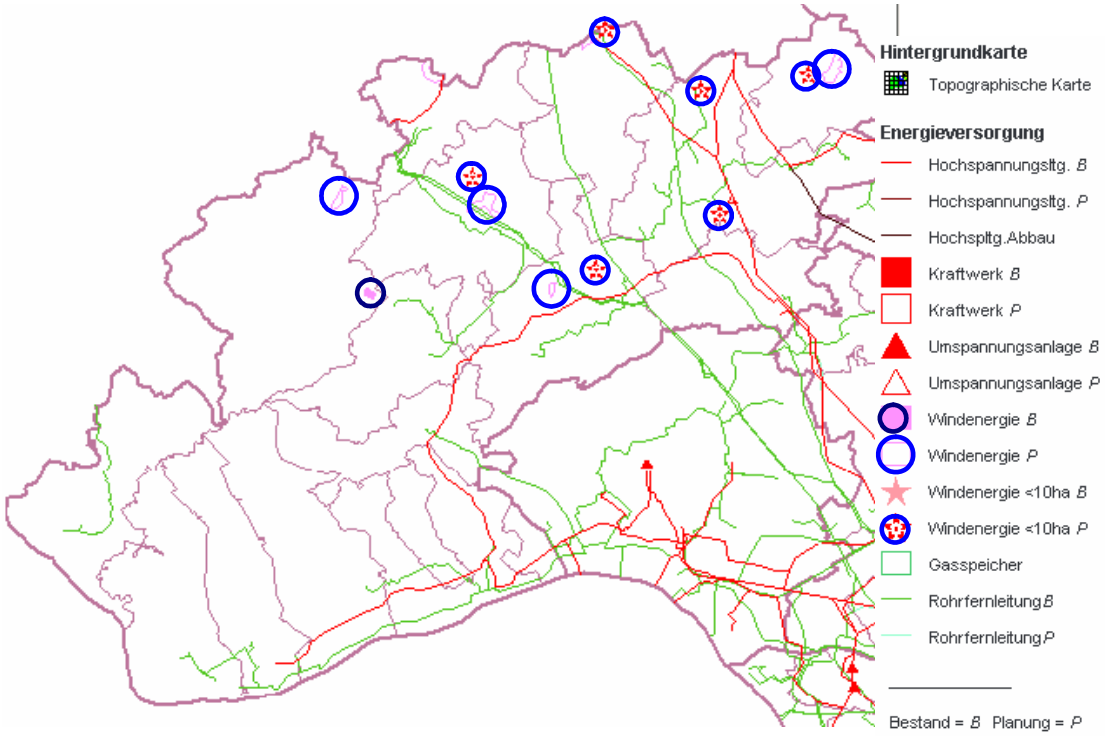
Abbildung 4-5: Mittlere Windgeschwindigkeiten (1981 – 1990) im Rheingau-Taunus-Kreis in 10 m Höhe über dem Boden (Quelle: atlas.umwelt.hessen.de)

Moderne wirtschaftliche Anlagen weisen z.B. eine Nennleistung zwischen 1,5 MW und 2 MW bei Nabenhöhen zwischen 80 m und 120 m auf. Bei der technischen Weiterentwicklung der Anlagen werden noch höhere Nabenhöhen angestrebt. In Abhängigkeit vom Windangebot können Jahresvollbenutzungsstundenzahlen von 2.000 h und mehr erreicht werden[6]. Nach Angaben der SÜWAG werden durch die sechs Windkraftanlagen am Standort Heidenrod ca. 5.600 MWh/a Strom aus Windenergie erzeugt, was in etwa 1.200 Jahresvollbenutzungsstunden entspricht und auf mittlerem Niveau liegt. Darin verdeutlichen sich die Effekte der unterschiedlichen Standortvoraussetzungen einerseits, aber auch die technische Entwicklung zu leistungsstärkeren Anlagen mit höherer Effizienz andererseits. So besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Nabenhöhe und

[6] Im Jahr 2005 lag die Vollbenutzungsstundenzahl deutschlandweit bei durchschnittlich 1.450 Stunden. Dabei ist allerdings nicht berücksichtigt, dass die in einem Jahr neu installierten Windkraftanlagen nicht ein volles Jahr zum Jahresgesamtenergieertrag beitragen konnten, wobei rund zwei Drittel der neuen Anlagen in der zweiten Jahreshälfte installiert wurden. Damit geht die Nennleistung der Neuanlagen in die Jahresstatistik ein, ohne dass diese ein volles Jahr Energie erzeugen konnten.

dem Energieertrag bzw. der Jahresvollbenutzungsstundenzahl. Grob überschlägig geht man in der Branche von bis zu 1% Ertragssteigerung je Meter Nabenhöhe aus[7].

Aufgrund des kleinräumig strukturierten Windfeldes im Rheingau-Taunus-Kreis können an dieser Stelle jedoch keine für das Kreisgebiet spezifischen Effizienz- bzw. Ertragsprognosen abgeleitet werden. Von daher orientiert sich die nachstehende Betrachtung an dem Entwurf zum Regionalplan Südhessen sowie dem Umweltbericht zur Aufstellung des Regionalplans, der eine Festlegung von 14 Vorranggebieten im Kreisgebiet trifft, die jedoch nicht alle im regionalen Flächennutzungsplan eingezeichnet sind. Insgesamt wird von einer für Windkraftfelder ausgewiesenen Gesamtfläche von bis zu 250 Hektar ausgegangen, die den Aufbau von bis zu 50 Anlagen ermöglichen könnte (vgl. Abbildung 4-6). Für die Ausweisung eines Vorranggebietes wurde eine durchschnittliche Windgeschwindigkeit von > 4 m/s in 50 m Höhe laut Gutachten des Deutschen Wetterdienstes vorausgesetzt.



Quelle: http://www.landesplanung-hessen.de/mainmapset.asp?main=rs&sub=mainmapset

Abbildung 4-6: Lage der Vorranggebiete für die Errichtung von Windkraftanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis

7 BWE Mittelhessen, tel. Mitteilung 24.07.07; Zwischen 60 und 100 m Nabenhöhe liegt die Ertragszunahme am Referenzstandort noch bei 0,3 bis 0,4%: Im bewaldeten Binnenland wurden schon Werte beobachtet von 1,5%/m.

Für acht dieser Gebiete bestehen jedoch seitens des Rheingau-Taunus-Kreis ernsthafte Vorbehalte, die das dargestellte Potenzial entsprechend einschränken würden. In diesem Bereich ist eine intensive Diskussion zu führen, wie die nicht unerheblichen Potenziale, die die Windkraft bietet, in umweltverträglicher Weise genutzt werden könnten.

Die Abschätzung des Windenergiepotenzials im Rheingau-Taunus-Kreis wird für 50 Anlagen bei unterschiedlichen mittleren Nennleistungen des Gesamtanlagenbestands und unterschiedlichen Jahresvollbenutzungsstunden durchgeführt. Der tatsächliche Energieertrag kann je nach Qualität des Windjahres sowie der lokalen Raumausstattung an den konkreten Standorten mehr oder weniger stark von den dargestellten Größenordnungen abweichen. Tabelle 4-9 gibt einen Überblick über die möglichen Varianten. Die durchschnittlich erzielbare Stromproduktion bewegt sich zwischen 131.250 und 185.000 MWh/a.

Tabelle 4-9: Abschätzung der Windenergiepotenziale im Rheingau-Taunus-Kreis

Potenzial Windenergie im Rheingau-Taunus-Kreis				
Anzahl Anlagen	durchschnittliche Elektrische Leistung	durchschnittliche Jahresvollbenut-zungsstunden [h/a]	Jahresenergieertrag je Anlage [MWh/a]	Jahresenergieertrag [MWh/a]
50	Ø 1.750 kW	1.500	2.625	131.250
		2.000	3.500	175.000
	Ø 1.850 kW	1.500	2.775	138.750
		2.000	3.700	185.000

4.5 Wasserkraft

Es wird angenommen, dass ein Ausbau der Wasserkraft aus Naturschutzgründen zur Zeit nicht möglich ist. Aufgrund der stark wechselnden Wasserstände ist eine ökonomische Nutzung der kleineren und mittleren Fließgewässer zudem nicht immer gegeben bzw. nur mit hohem Aufwand sicherzustellen[8].

4.6 Deponiegas / Klärgas

Die Nutzung von Klärgas aus Kläranlagen zur Energiegewinnung ist ab einer Mindestgröße von 10.000 EWG (Einwohnergleichwert) als sinnvoll zu erachten. Im Rheingau-

[8] Persönliche Mitteilung Obere Wasserbehörde

Taunus-Kreis erfüllen insgesamt acht Anlagen diese Mindestanforderungen, zwei Anlagen werden bereits zur Energiegewinnung genutzt. In den verbleibenden sechs Anlagen könnten insgesamt rund 755 $kW_{el.}$ Installiert werden, die einen Stromertrag von rund 1.660 MWh/a liefern können. Zusammen mit den bestehenden Anlagen würde sich die Energiemenge auf rund 2.400 MWh/a belaufen.

Tabelle 4-10: Potenzial Energie aus Klärgas im Rheingau-Taunus-Kreis

Standort	**Einwohner-werte**	**installierbare elektrische Leistung (kW)**	**erzeugbare Strommenge (MWh/a)**
KA Geisenheim	70.000	270	590
KA Eltville	65.800	250	550
KA Bad Schwalbach / Lindschied	30.200	125	280
KA Niedernhausen	14.500	50	110
KA Aarbergen / Rückershausen	10.000	30	70
KA Idstein / Walsdorf	10.000	30	70
SUMME	**200.500**	**755**	**1.660**

4.7 Gesamtpotenzial erneuerbarer Energien

Die folgende Tabelle 4-11 zeigt die technischen Gesamtpotenziale zur Erzeugung regenerativer Energie im Rheingau-Taunus-Kreis im Überblick.

Das technische Gesamtpotenzial regenerativer Energien, das in dem angestrebten Zeitraum bis zum Jahr 2020 als umsetzbar eingestuft wird, beläuft sich auf knapp 780.000 MWh pro Jahr. Damit könnten 26 % des jährlichen Endenergiebedarfs an Wärme und Strom von knapp 3 Mio. MWh des Rheingau-Taunus-Kreis gedeckt werden. Den Berechnungen wurde der gegenwärtige Energiebedarf zu Grunde gelegt, zukünftige Energieeinsparungen wurden nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-11: Technisches Potenzial zur Erzeugung regenerativer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis

Potenziale Erzeugung regenerativer Energien im Rheingau-Taunus-Kreis	Erzeugung [MWh/a]	Erzeugung [%]
Strom aus regenerativen Quellen	**188.960**	**24,3%**
➢ Windenergie	138.800	17,8%
➢ Wasserkraft	200	0,0%
➢ *Photovoltaik Privathaushalte (alternativ zu Solarthermie)*	*94.500*	
➢ Photovoltaik Gewerbe	3.330	0,4%
➢ Photovoltaik Freifläche	7.230	0,9%
➢ Biogasanlagen Grünland, Viehhaltung	8.600	1,1%
➢ Biogasanlagen Energiepflanzen	23.900	3,1%
➢ Biogasanlagen Bio-/Grünabfall	4.500	0,6%
➢ Klärgas	2.400	0,3%
➢ Tiefengeothermie	0	0,0%
Wärme	**563.200**	**72,3%**
➢ Holz	308.600	39,6%
➢ Stroh	53.800	6,9%
➢ Biogasanlagen Grünland, Viehhaltung	6.600	0,8%
➢ Biogasanlagen Energiepflanzen	18.500	2,4%
➢ Biogasanlagen Bio-/Grünabfall	3.500	0,4%
➢ Solarthermie	169.200	21,7%
➢ Erdwärme (jährlich neu hinzukommend!)	3.000	0,4%
Biokraftstoffe	**26.900**	**3,5%**
➢ Biodiesel	26.900	3,5%
➢ Bioethanol	0	0,0%
Summe	**779.060**	**100%**

Der Schwerpunkt der regenerativen Energieerzeugung liegt dabei mit gut 72 % auf der Erzeugung von Wärme, das Potenzial im Bereich Biokraftstoffe ist mit 3,5 % als gering zu bezeichnen. Bei den Möglichkeiten zur regenerativen Stromproduktion fällt der Windkraft mit einem Anteil von 73,5 % am regenerativen Strompotenzial der Hauptanteil zu, wenn die Dachflächen der Privathaushalte für Solarthermie reserviert werden sollen. Werden die Privaten Dachflächen bevorzugt für die Installation von Photovoltaikanlagen genutzt, läge der Anteil der Windkraft bei 49 %, der Beitrag der Photovoltaikanlagen auf Wohnhäusern läge bei 33 %.

5 Prognose Energieverbrauch 2025

Im Rahmen der Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“, die im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellt und im Februar 2007 veröffentlicht wurde, wird das so genannte „Leitszenario 2006“ vorgestellt. Es handelt sich hierbei um ein zielorientiertes Szenario, welches darlegt, wie die Zielsetzung der Bundesregierung, die Klimagasemissionen bis 2050 in Deutschland auf rund 20 % des Werts von 1990 zu senken, umgesetzt werden kann. Dabei spielt neben der Entwicklung des gewerblichen Energieverbrauchs auch der private Verbrauch und damit die Bevölkerungsentwicklung eine Rolle. Bundesweit wird laut Leitszenario 2006 von einem Bevölkerungsrückgang bis zum Jahr 2015 von ca. 0,6 % gegenüber dem Stand von 2005 ausgegangen.

In Hessen ist die Bevölkerungszahl von 2000 bis zum Jahr 2006 um 0,1 % gestiegen. Langfristig, so der Trend bis 2030, wird jedoch ein Rückgang von 2,5 % prognostiziert. Während die beiden Regierungsbezirke Gießen und Kassel deutliche höhere Verluste im Vergleich zum hessischen Durchschnitt haben werden, soll die Bevölkerung im Regierungsbezirk Darmstadt um 0,5 % zunehmen.

Für den Rheingau-Taunus-Kreis zeichnet sich aufgrund der Prognosen ein etwas düsteres Bild ab: Nach einem sehr moderaten Bevölkerungsrückgang von 2000 bis zum Jahr 2006 um knapp 0,2 % wird bis zum Jahr 2030 eine Abnahme bei der Bevölkerung von 6,2 % vorhergesagt (Abbildung 5-1). Damit wird sich der demografische Wandel im Rheingau-Taunus-Kreis im Vergleich zu anderen Landkreisen in Südhessen am deutlichsten bemerkbar machen.

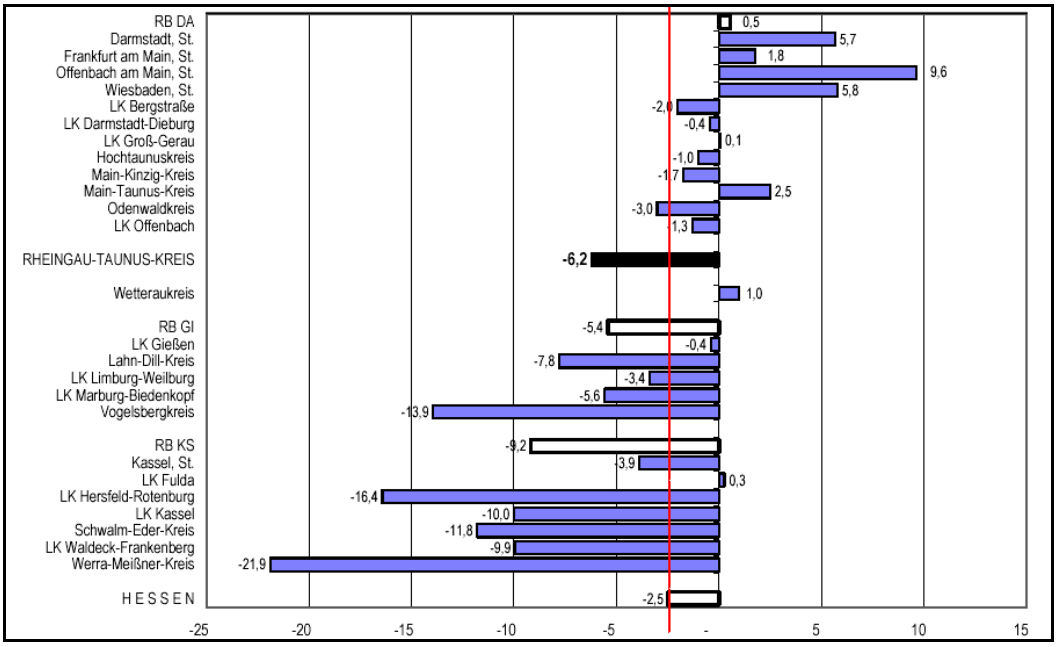


Abbildung 5-1: Prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in hessischen Landkreisen (2006-2030) – Veränderungen in % (/22/)

Prognosen für die zukünftige demografische Entwicklung werden auch auf Städte- und Gemeindeebene des Rheingau-Taunus-Kreises bis zum Jahr 2030 aufgezeigt. Aufgrund der vorgenannten Tendenz ist in der Mehrzahl der Kommunen des Rheingau-Taunus-Kreises mit einem Bevölkerungsrückgang zu rechnen, wobei 2/3 der Kommunen von prozentualen Abnahmen im zweistelligen Bereich betroffen sein werden. Besonders drastisch dürfte der Rückgang der Einwohnerzahl in Lorch und Aarbergen zu spüren sein (s. Abbildung 5-2). Dagegen wird in den Kommunen Hünstetten, Kiederich und Taunusstein in den nächsten zwei Jahrzehnten mit einem Bevölkerungszuwachs gerechnet.

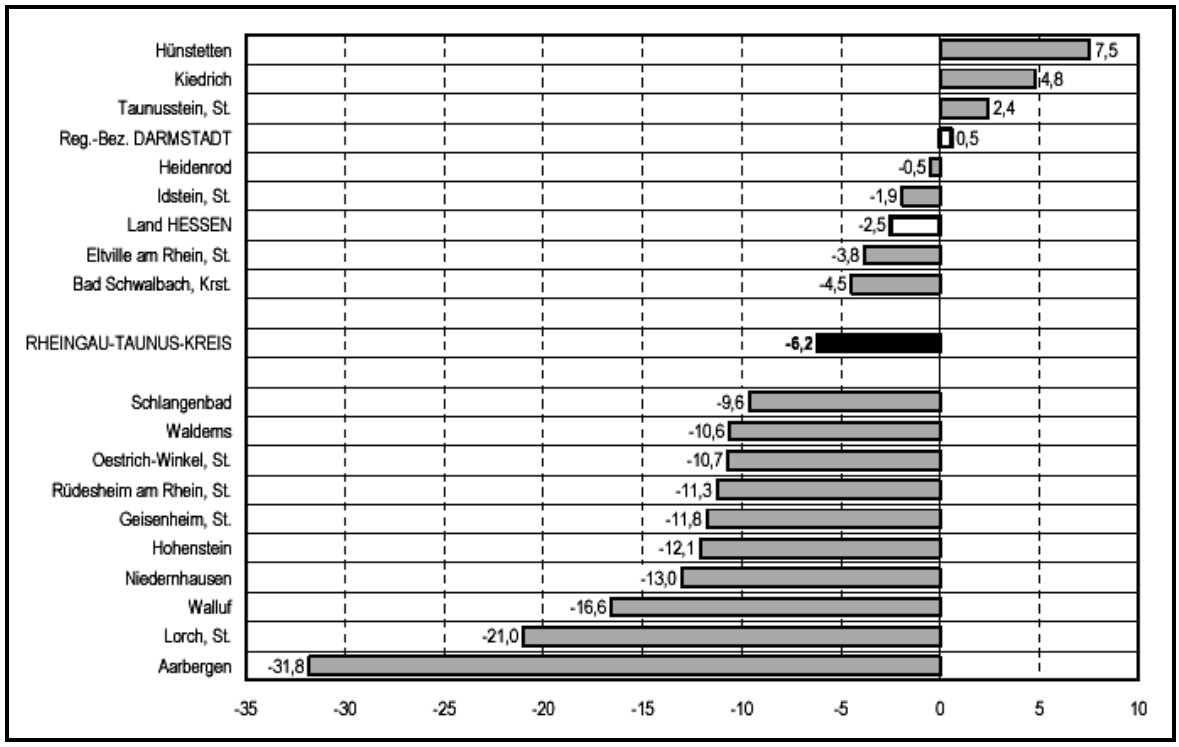


Abbildung 5-2: Prognostizierte Bevölkerungsentwicklung in den Städten und Gemeinden des Rheingau-Taunus-Kreises von 2006 bis 2030 – Veränderungen in %. (Quelle: Hessen Agentur, 2008)

Die wesentlichen Ergebnisse des Leitszenarios 2006 zeigen bundesweit die erwarteten Entwicklungen im Bereich des Energieverbrauchs bis zum Jahr 2020 auf, wobei statt konkreter Werte die Daten des Jahres 2005 dem Faktor 100 gleichgesetzt werden (vgl. Tabelle 5-1). Bei den Berechnungen ist der bundesweite, leichte Bevölkerungsrückgang von lediglich 0,6 % zu Grunde gelegt. Der Rückgang des Energieverbrauchs beruht damit überwiegend auf effizienterer Energienutzung und Energieeinsparungen. Es wird davon ausgegangen, dass der Verbrauch an Primärenergie innerhalb von 10 Jahren um über 10 % zurückgehen wird. Um einen ähnlich großen Anteil von rund 11 % wird sich der Wärmeenergieverbrauch reduzieren. Deutlich geringer werden wahrscheinlich die Minderungen im Strom- und Kraftstoffbereich (zwischen 4 und 6 %) ausfallen.

Tabelle 5-1: Bundesweite Entwicklung der Energiebereiche nach dem Leitszenario 2006. (Angaben für das Jahr 2015 aus Interpolation)

Energieform	2005	2010	2015	2020
Primärenergie	100	94,8	89,2	83,6
Endenergie	100	95,8	91,6	87,4
Strom Endenergie	100	98,4	96,6	95,5
Wärme Endenergie	100	95,0	89,0	83,0
Kraftstoffe Endenergie	100	95,4	94,3	93,1
Bruttostromerzeugung	100	97,2	95,1	93,0

Legt man ähnliche Tendenzen für den Rheingau-Taunus-Kreis zu Grunde und berücksichtigt den stärkeren Bevölkerungsrückgang, zeichnet sich eine Reduktion des Gesamtenergieverbrauchs um 16 % ab. Bezogen auf die ermittelten Verbrauchswerte des Rheingau-Taunus-Kreises ergibt sich ein geschätzter Endenergiebedarf von rund 3,9 Mio. MWh/a im Jahr 2025. Der Schwerpunkt der Energieeinsparungen liegt dabei auf dem Wärmeverbrauch, die Reduktion beim Kraftstoff- und beim Stromverbrauch fällt geringer aus. Mit dem technischen Endenergiepotenzial, das bis zum Jahr 2025 mobilisiert werden könnte, könnten knapp 31 % des Stromverbrauchs, 33 % der Wärme[9] und 1,8 % des Kraftstoffverbrauchs abgedeckt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5-2 dargestellt.

Tabelle 5-2: Erwartete Entwicklung der Energieverbrauchswerte im Rheingau-Taunus-Kreis auf der Grundlage des Leitszenarios 2006 für Deutschland

	Verbrauch 2006	Prognose 2015		Prognose 2025		Potenzial 2025	
Energieform	**[MWh/a]**	**Reduktion auf [%]**	**[MWh/a]**	**Reduktion auf [%]**	**[MWh/a]**	**Deckung [%]**	**[MWh/a]**
Strom Endenergie	**665.200**	**93,9%**	**624.600**	**91,1%**	**606.000**	**30,6%**	**185.200**
Wärme Endenergie	**2.320.600**	**86,3%**	**2.002.700**	**78,6%**	**1.824.000**	**33,1%**	**603.800**
Kraftstoffe Endenergie	**1.653.250**	**91,6%**	**1.514.400**	**88,7%**	**1.466.400**	**1,8%**	**26.900**
Gesamtenergie	**4.639.050**	**89,3%**	**4.141.700**	**84,0%**	**3.896.400**	**20,9%**	**815.900**

Um das vorhandene technische Potenzial zur Erzeugung regenerativer Energie möglichst effektiv nutzen zu können, ist eine weitere Absenkung des Energiebedarfs im Rheingau-

[9] Bei der Berechnung des technischen Wärmeenergiepotenzials ist berücksichtigt, dass der jährlich mögliche Zubau der oberflächennahen Geothermie realisiert werden.

Taunus-Kreis über die bundesweit prognostizierten Trends hinaus von besonderer Bedeutung. Um 30 % des gesamten Endenergiebedarfs mit dem ermittelten Potenzial regenerativ abzudecken, müsste es gelingen, den Energieverbrauch im Kreisgebiet auf 2,6 Mio. MWh/a zu reduzieren. Unter Auslassung des Verkehrssektors kann eine Reduzierung des Endenergiebedarfs auf knapp 2 Mio. MWh/a angestrebt werden, so dass mit dem Potenzial zur regenerativen Energieerzeugung rund 40 % des Energiebedarfs im Kreis abzudecken wären.

6 Umsetzungspotenziale

6.1 Wärme

6.1.1 Private Haushalte

Mit rund 30 % (rund 1,6 Mio. MWh/a) macht der Wärmebedarf der privaten Haushalte einen beachtlichen Teil des Energiebedarfs vom Rheingau-Taunus-Kreis aus. Die im privaten Haushalt benötigte Wärmeenergie liegt üblicherweise auf einem niedrigen Temperaturniveau, Energiespitzen, wie sie für gewerbliche Nutzungen häufig vorkommen, sind normalerweise nicht vorhanden. Zudem erfolgt – in der Heizperiode – eine kontinuierliche Wärmeabnahme im Tagesverlauf. Diese Grundlagen bieten gute Voraussetzungen zur dezentralen Nutzung regenerativer Wärmequellen wie Holz- und Solarenergie mit einem hohen Wirkungsgrad sowie für die Nutzung von Abwärme aus KWK-Prozessen über Nahwärmenetze. Die Technik für diese Bereiche ist ausgereift und als „Serienprodukt“ auf dem Markt.

Hemmend für die private Nutzung regenerativer Energien ist oftmals die individuelle Entscheidungsfindung der Hauseigentümer auch vor dem Hintergrund höherer Investitionen, die sich erst über eine gewisse Betriebszeit amortisieren müssen. Häufig ist eine große Unsicherheit hinsichtlich der regenerativen Energieerzeugung zu beobachten, so dass bei der Notwendigkeit einer Heizungserneuerung wieder auf „altbewährte“ Techniken zurückgegriffen wird. Damit ist (meistens) für die nächsten 15 Jahre – der Lebensdauer eines Heizkessels - die Art der Energieerzeugung festgelegt. Um ein zügiges Umdenken zu unterstützen und die Entwicklung im Bereich der privaten Haushalte in die gewünschte Richtung zu lenken, ist der Einsatz geeigneter Multiplikatoren wie Schornsteinfeger und Installateure hier besonders bedeutsam.

Im Rheingau-Taunus-Kreis liegen 60 % der Wohnungen in Ein- oder Zweifamilienhäusern, lediglich 13 % der Wohngebäude bestehen aus drei oder mehr Wohnungen /3/ und liegen vermutlich in der verdichteten Bebauung der Innenstädte. Es wird davon ausgegangen, dass ein Großteil der Wohnungen mit 5 und mehr Räumen in den Ein- und Zweifamilienhäusern liegen und kleinere Einliegerwohnungen (1 - 2 Räume) häufig in den Zweifamilienhäusern anzutreffen sind. Weiterhin wurde zu Grunde gelegt, dass die Lebensdauer der Heizkessel bei 15 Jahren liegt, also jährlich ein Fünfzehntel der Heizanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis auszutauschen ist. Da die Dimensionierung eines neuen Heizkessels auf zukünftige Entwicklungen ausgerichtet sein sollte, wird angenommen, dass (zumindest in absehbarer Zukunft) eine Dämmung der Hausfassade erfolgt, die den Energiebedarf auf 100 kWh/m²*a (~ 10 l Heizöl/m²*a) senkt. Parallel dazu sollte da, wo die Dachausrichtung es erlaubt, eine Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung (bei 60 % der Ein- und Zweifamilienhäuser) bzw. zur Warmwasserbereitung (bei 85 % aller Gebäude) eingebaut werden.

Als realistischer Wert kann davon ausgegangen werden, dass bei der Erneuerung des Heizkessels die Hälfte der Anlagen als Pelletkessel ausgeführt werden kann. Bei rund 12 % der Ein- und Zweifamilienhäuser wird mit der Installation einer Geothermieanlage

gerechnet. Hier kommen hauptsächlich Neubauten oder grundsanierte Gebäude, die mit einer Niedertemperaturheizung (Wand- oder Fußbodenheizung) versehen werden, in Frage. Für die verbleibenden Gebäude empfehlen sich Brennwertkessel. Die nachfolgende Tabelle 6-1 zeigt die Nutzungspotenziale und die mögliche Entwicklung bis zum Jahr 2025 der privaten Haushalte im Rheingau-Taunus-Kreis.

Tabelle 6-1: Nutzungspotenzial regenerativer Energien in privaten Haushalten bis 2025

Mögliche Nutzung regenerativer Energien in Privathaushalten	Anzahl der Heizungs-erneuerungen pro Jahr	jährlich hinzukommende Energieerzeugung aus				Summe / Ziel 2025			
		Holzpellet	Solar Heizung	Geothermie	Solar WW	Holzpellet	Solar Heizung	Geothermie	Solar WW
		MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a	MWh/a
Heizungserneuerung Ein-FH	1.847	8.415	6.970	2.020	2.571	126.224	104.551	30.294	38.569
Heizungserneuerung Zwei-FH	730	4.573	2.754	1.097	1.286	68.590	41.310	16.462	19.284
Heizungserneuerung Mehr-FH	388	9.264	0	0	1.001	138.955	0	0	15.012
Summe regenerativ		22.251	9.724	3.117	4.858	333.769	145.861	46.755	72.865
		39.950				599.251			
Energiebedarf (Heizung und WW)		66.513				997.688			
verbleibender Anteil Fossil		*26.562*				*398.437*			

Jährlich steht die Erneuerung von knapp 3.000 Heizanlagen im Rheingau-Taunus-Kreis an, wobei mit über 60 % der größte Anteil in den Einfamilienhäusern (EFH) liegt. Wird im Bereich der EFH nach Möglichkeit die Installation einer heizungsunterstützenden Solarthermieanlage vorgenommen, können hier knapp 7.000 MWh/a aus Sonnenenergie gewonnen und genutzt werden. Der Einbau der effektiven Holzpellettechnik in 50 % der Fälle erlaubt die jährlich hinzukommende Erzeugung von rund 8.400 MWh/a auf Basis von Holzbrennstoffen.

Bei den Mehrfamilienhäusern (MFH) wurde davon ausgegangen, dass lediglich Platz für eine Solarthermische Anlage zur Warmwasserbereitung verfügbar ist, die in jedem Jahr weitere 1.000 MWh/a an regenerativer Energie nutzbar macht. Obwohl in diesem Segment jährlich nur knapp 400 Anlagen erneuert werden müssen, wobei davon ausgegangen wird, dass davon 50 % als Pelletanlagen erstellt werden, ermöglichen diese einen jährlichen „Zubau“ an regenerativer Wärmeerzeugung von rund 9.300 MWh/a aus der Holznutzung, da mit einer Zentralheizung eine größere Wohnfläche versorgt wird als im EFH.

Ergänzend kann im Bereich der EFH und ZFH mit einer Nutzung der oberflächennahen Geothermie gerechnet werden. Die Technik ist überwiegend für Niedrigenergiehäuser mit niedrigen Heizungsvorlauftemperaturen (30 – 40 ° C) geeignet und setzt die Verfügbarkeit über ein entsprechendes Grundstück voraus, so dass hier hauptsächlich Neubauten (EFH, ZFH) in Frage kommen. Der jährlich mögliche Zubau liegt hier bei rund 3.000 MWh/a.

Als ambitioniertes, aber durchaus realistisches Ziel bis zum Jahr 2025 kann der Wärmebedarf der privaten Haushalte im Rheingau-Taunus-Kreis, der dann unter Einbeziehung entsprechender Einsparpotenziale durch die Dämmung der Wohnhäuser bei rund 1 Mio. MWh/a liegen dürfte, zu 60 % aus regenerativen Quellen gedeckt werden. Der größte

Anteil von 56 % der regenerativen Energie wird dabei von Holzenergie (Pellet) getragen, gefolgt von der Solarenergie zur Heizungsunterstützung (24 %) und Warmwasserbereitung (12 %) sowie der oberflächennahen Geothermie (8 %).

Rechnerisch könnten die privaten Haushalte über diesen Weg der Bioenergienutzung den größten Anteil des ermittelten Holzpotenzials verwenden. Das Potenzial setzt sich jedoch aus sehr unterschiedlichen Qualitäten zusammen, von denen nicht alle für eine Verwendung in kleineren Anlagen geeignet sind. Hauptsächlich werden hier qualitativ hochwertige Brennstoffe wie z. B. Pellets eingesetzt, die auch als Handelsgut über Kreis- und auch Landesgrenzen hinaus vertrieben werden. In diesem Segment ist damit die Erzeugung regenerativer Energien über die im Landkreis vorhandenen Potenziale hinaus möglich.

Der Einsatz von Holzhackschnitzeln für den Heizenergiebedarf der privaten Haushalte bietet sich an, wenn statt der „Einzelhauslösungen“ eine leistungsstarke Heizzentrale mehrere Gebäude über ein Nahwärmenetz versorgt, wie z. B. bei Bioenergiedörfern. Dieses Segment eröffnet auch einen Nutzungsweg für das Bioenergiepotenzial aus Stroh. In kleinen oder mittleren Feuerungen kann dieser nicht unproblematische Brennstoff aufgrund der erforderlichen Rauchgasreinigung kaum ökonomisch eingesetzt werden, während für Anlagengrößen ab 1 MW auch in Deutschland positive Erfahrungen vorliegen. Ein weiteres Einsatzgebiet für Energieholz mittlerer Qualität liegt in der Wärmeversorgung von Schulen, kommunalen Gebäuden und Gewerbebetrieben, wie z. B. größerer Hotels oder Kurkliniken.

Zur Unterstützung dieser Entwicklung kann maßgeblich die Beratung und Öffentlichkeitsarbeit durch das Kompetenzzentrum für regenerative Energien beitragen. Gleichzeitig nimmt der Rheingau-Taunus-Kreis durch die Beispielwirkung bei der Nutzung regenerativer Energien seine Vorbildfunktion ein. Abbildung 6-1 verdeutlicht diese Zusammenhänge grafisch.

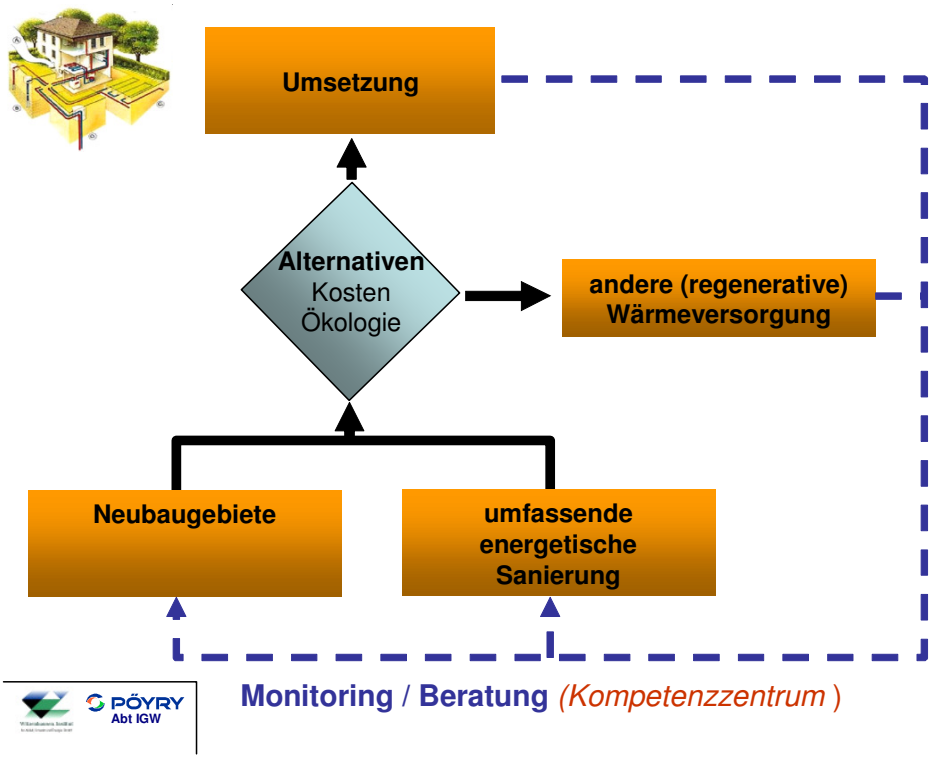


Abbildung 6-1: Schematische Darstellung zur Umsetzung regenerativer Energien im Privathaushalt am Beispiel von Geothermie

6.1.2 Gewerbe- und Industriebetriebe

Gewerbebetriebe benötigen in Abhängigkeit von der Branche neben Wärmeenergie auch Prozessenergie in Form von Wärme, Dampf oder Strom. Dabei können die Lastkurven teilweise extreme Schwankungen in Form von Tages- oder Wochenspitzen aufweisen. Die regenerative Wärmebereitstellung ist am günstigsten für einen gleichmäßigen Lastgang zu realisieren, wie sie z. B. im Hotel- und Gastgewerbe sowie bei einigen Lebensmittelverarbeitenden Betrieben wie Brauereien oder Molkereien und auch im Gartenbau (Gewächshausbeheizung) zu finden ist. Im Folgenden werden Umsetzungsempfehlungen für geeignete Branchen von Industrie und Gewerbebetrieben aufgezeigt. Insbesondere bei den kleineren Gewerbebetrieben besteht eine Energiebedarfsstruktur, wie sie auch bei den privaten Haushalten gegeben ist (Heizenergie). Beispielhaft werden anschließend die Bereiche Beherbergungsgewerbe 6.1.2.2 und Bäckerhandwerk 6.1.2.3 dargestellt.

6.1.2.1 Größere Betriebe > 20 Mitarbeiter

Der Energiebedarf sowie die erforderliche Art der Energiebereitstellung insbesondere der größeren Industrie- und Gewerbebetriebe, die in der Produktion tätig sind, muss jeweils detailliert für den jeweiligen Betrieb ermittelt werden, um konkrete Umsetzungsvorschläge für den Einsatz regenerativer Energie sowie Energieeinsparmöglichkeiten zu entwickeln.

Häufig ist es sinnvoll, nur die Teilbereiche des Betriebes mit regenerativer Energie zu versorgen, die der Energiebereitstellungscharakteristik regenerativer Energiequellen entsprechen, um das vorhandene Potenzial optimal auszunutzen. Im Rahmen des Gesamtkonzeptes für den Rheingau-Taunus-Kreis ist es zudem empfehlenswert, ein besonderes Augenmerk auf die Branchen zu legen, die entweder einen im Jahresverlauf gleichmäßigen Energiebedarf aufweisen, um die bei KWK-Anlagen anfallende Wärme zu nutzen, oder die über entsprechend leistungsfähige Anlagen auch schwierige Biomassen wie z. B. Stroh oder Holzhackschnitzel aus der Landschaftspflege verwerten können.

Von den in Tabelle 2-2 auf Seite 5 aufgeführten Industrie- und Gewerbebetrieben mit mehr als 20 Mitarbeitern können die Branchen Lebensmittelindustrie und Verwaltung / Dienstleistung / Pflege als besonders geeignet bezeichnet werden. Der Energiebedarf dieser Branchen ist in der Regel hoch, bewegt sich jedoch zumindest teilweise im mittleren Temperatursegment und weist eine gleichmäßige Lastkurve auf. Der Einsatz von regenerativer Energie in industriellen Produktionsbetrieben (Kunststoff- und Metallproduktion) ist meist nur sehr eingeschränkt – außerhalb der reinen Heizwärmebereitstellung – möglich, da die benötigte Prozessenergie häufig sehr speziellen Anforderungen genügen muss oder in Form von Strom benötigt wird.

Von den im Rheingau-Taunus-Kreis ansässigen Betrieben der Lebensmittelindustrie könnten insbesondere die **Schwälbchen-Molkerei** in Bad Schwalbach sowie der **Feinkost-Hersteller Dittmann** in Taunusstein-Neuhof als geeignete Partner bei der Nutzung von regenerativer Energie, insbesondere aus KWK-Anlagen zur Verwertung von Biogas, angesprochen werden. Geeignete Anwendungen bieten die Bereiche Hygiene wie z. B. Spülvorgänge von Flaschen und Konservengläsern, die Wärmeversorgung von Fermentationsprozessen (Joghurt, Quark) und zumindest teilweise die Bereitstellung von Wärme für die Konservierung von Lebensmitteln (Pasteurisieren von Milch etc.). Die Kombination mit fossilen Energiequellen ermöglicht, falls erforderlich, ein Nachheizen auf das benötigte Temperaturniveau. Bei der Nutzung von Biogas ist zudem auf einen ausreichenden Abstand der Fermentationsanlage von den Betrieben zu achten, da die Lebensmittelverarbeitung besonders sensibel auf hygienische Beeinträchtigungen reagiert. Hier bietet sich die Errichtung einer Biogasleitung an, die ein beim Verbraucher installiertes BHKW beliefert, während der Fermenter in entsprechendem Abstand errichtet wird.

Aus der Branche Verwaltung / Dienstleistung / Pflege sind insbesondere die **Pflegeeinrichtungen** und bestimmte Dienstleistungssparten (**Wäschereien, Großküchen und Kantinen**) geeignete Abnehmer für regenerative Energie. Es besteht ganzjährig ein hoher Warmwasserbedarf auf einem Temperaturniveau unter 100°C. Geeignete Ansprechpartner im Rheingau-Taunus-Kreis sind die Kreiskrankenhäuser sowie das Altenpflegezentrum in Bad Schwalbach und Idstein sowie die Krankenhäuser in Kiedrich und Rüdesheim.

Die Energiebedarfsstruktur von **Verwaltungen** entspricht der von Privathaushalten, es ist hauptsächlich die Raumheizung im Winter zu versorgen. Für größere Verwaltungseinheiten mit einem Leistungsbedarf ab 300 kW bietet sich die Nutzung von Biomassefeuerungen an, die mit Holzhackschnitzeln befeuert werden können. Ab einer Leistung von 1 MW liegen positive Erfahrungen für den Einsatz von Stroh als Rohstoff vor. Die Wärmevertei-

lung kann über ein Nahwärmenetz erfolgen und mehrere größere Abnehmer wie Verwaltungsgebäude und/oder Gewerbegebiete versorgen.

Als weitere Branche kommen zudem große Einzelhandels- und Großhandelsbetriebe in Betracht. Neben der Beheizung von Verkaufs- und Lagerräumen wird insbesondere in der Lebensmittelbranche auch Energie für die Kühlung benötigt, die üblicherweise über Strom abgedeckt wird. Bei ausreichend hohem Bedarf können hier innovative Konzepte der solaren Kühltechnik eingesetzt werden. Die Technik für Anlagen im mittleren und großen Leistungsbereich gilt als ausgereift, bei kleinen Leistungen unter 10 kW findet noch verstärkt Entwicklungsarbeit statt.

Eine detaillierte Berechnung zum Energiebedarf einzelner Projekte kann in diesem Rahmen nicht erfolgen, da die erforderlichen Einzeldaten nicht vorliegen. Die entsprechende Kontaktaufnahme und Datenerfassung sollte eine Aufgabe des Kompetenzzentrums regenerative Energie Rheingau-Taunus sein.

6.1.2.2 Gewerbe < 20 Mitarbeiter - Beispielprojekt Gastgewerbe

Im Rheingau-Taunus-Kreis spielt der **Fremdenverkehr** eine wichtige ökonomische Rolle. Fast 6 % des BIP werden in diesem Bereich erwirtschaftet, mit dem ca. 10.000 Arbeitsplätze verbunden sind. Aufgrund der Bedeutung dieses Gewerbezweiges für den Rheingau-Taunus-Kreis und der günstigen Voraussetzung, den diese Branche für den Einsatz regenerativer Energien bietet, soll das Umsetzungspotenzial für das Beherbergungsgewerbe näher erläutert werden. Zudem ist ein positiver Rückkopplungseffekt zu erwarten, wenn die Tourismusbrache auf umweltfreundliche Beherbergungsbetriebe verweisen kann.

Seit dem Jahr 1985 mit fast 1,4 Mio. **Übernachtungen** im Landkreis ging in den darauf folgenden Jahren die Zahl um über 130.000 zurück, überschritt zwar Mitte der 90er Jahre noch einmal die Grenze von 1,3 Mio., fiel dann aber bis 2005 auf einen Wert von rd. 967.000 Übernachtungen. Im Folgejahr 2006 stieg dann die Zahl auf über 1,05 Mio. Übernachtungen an und lag 2007 bei 1.106.275 Übernachtungen (Hess. Statistisches Landesamt, 2008). Die Zahl der Übernachtungen in den Gemeinden Aarbergen und Taunusstein sind hierbei nicht berücksichtigt.

Die **Entwicklung der Übernachtungszahlen** gestaltet sich in den kreisangehörigen Städten und Gemeinden sehr unterschiedlich und ist teilweise sehr starken saisonalen Schwankungen unterworfen. Einige Kommunen haben in den letzten Jahren im Bereich der Übernachtungen Zuwächse zu verzeichnen gehabt, andere hingegen mussten hohe Rückgänge in Kauf nehmen. Neben den absoluten Übernachtungszahlen ist zudem die durchschnittliche Aufenthaltsdauer von Bedeutung.

Das **Bettenangebot** im Rheingau-Taunus-Kreis lag im Jahr 2005 bei 7.600, im Jahr 2006 bei durchschnittlich 7.234. Derzeit stehen in den im Landkreis befindlichen fast 100 Hotels rd. 5.290 Betten zur Verfügung, was 69,6 % des gesamten Bettenangebots entspricht. Das übrige Kontingent an Betten verteilt sich auf Kliniken – gut 1.040 Betten stehen allein im Bereich der Kliniken Bad Schwalbachs zur Verfügung – sowie Pensionen

und sonstige gastronomische Betriebe mit Beherbergungsmöglichkeit. Die Verteilung der Zahl der Betten auf die Unterkunftsarten wurde auf der Grundlage von vorhandenen Gastgeberverzeichnissen, z. T. auch noch durch weitergehende Recherchen, erhoben.

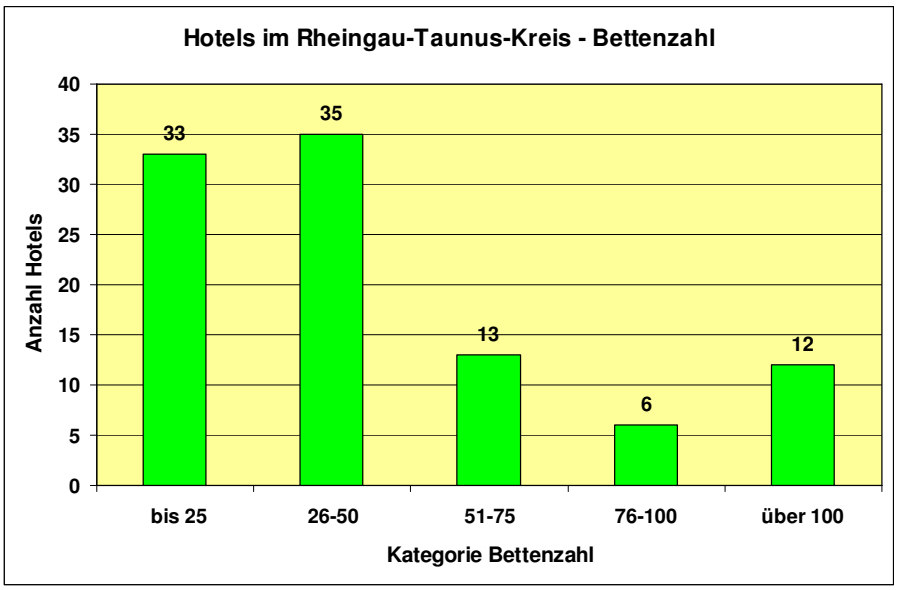


Abbildung 6-2: Anzahl Hotels im Rheingau-Taunus-Kreis in Abhängigkeit von der Bettenkapazität (Quelle: Gastgeberverzeichnisse, eigene Recherchen).

Werden die Hotels des Landkreises hinsichtlich ihrer Bettenkapazität entsprechenden Kategorien zugeordnet, so fällt auf, dass 68 Hotels eine Bettenzahl bis 50 aufweisen, bis zu jeweils 25 Betten können 33 Hotels zur Verfügung stellen. Hotelbetriebe mit höherem Bettenangebot sind nicht so häufig anzutreffen, trotzdem verfügen 12 Hotels über Kapazitäten von über 100 Betten. Das jeweilige Angebot an Einzel- bzw. Doppelzimmern ist in den Hotels unterschiedlich hoch bemessen, ein durchschnittliches Verhältnis der beiden Kategorien zueinander ist somit kaum aussagekräftig.

Anhand der zur Verfügung stehenden Zahlen der Union Betriebs-GmbH (2008) /21/ hinsichtlich der im Jahr 2006 realisierten **Bettenauslastung** wurden die Werte auf das Jahr 2007 mit der entsprechenden Steigerungsrate eines Städte- bzw. Gemeindegebiets hochgerechnet. Damit wird verschiedenen Hotelbetrieben in einer Kommune dieselbe Bettenauslastung unterstellt. Die durchschnittliche Bettenauslastung im Rheingau-Taunus-Kreis lag im Jahr 2007 bei 41,9 %, die mit Abstand höchste Auslastungsquote (rund 69 %) wurde in Bad Schwalbach in den Kurkliniken erreicht, in einigen Gemeinden lag sie z. T. deutlich unter 30 %. Der Bundesdurchschnitt wird für das letzte Jahr mit 38,0 % Auslastung angegeben (Statistisches Bundesamt, 2008).

Der **Wärmebedarf für einen Übernachtungsgast** in einem Hotel ist zum einen individuell bedingt, zum anderen aber von vielen anderen Faktoren abhängig: Dazu gehören beispielsweise die geographische Lage des Hotels, die vorhandenen Heizungsanlage(n) mit der entsprechenden Regelung sowie die Wärmedämmung des Hauses und die Einrichtung eines Wellnessbereiches mit Sauna und Schwimmbad. Dennoch lassen sich

durch bundesweite Erhebungen statistische Durchschnittswerte errechnen, die den Energiebedarf eines Übernachtungsgastes pro Übernachtung widerspiegeln. Nach Eckhardt /21/ liegt der durchschnittliche Energieverbrauch pro Übernachtung bei rund 100 kWh, wobei 40 % auf den Strom entfallen und ca. 60 kWh für die Wärmeerzeugung bereitgestellt werden müssen. In älteren Hotelanlagen dürften diese Werte höher angesiedelt sein, neuere bzw. sanierte Hotelbetriebe mit entsprechendem Wärmedämmungsstandard unterschreiten diesen Mittelwert. Gegenläufige Wirkungen hat der Trend zu mehr Wellnessangeboten, die in der Regel mit höherem Wärmebedarf verbunden sind. In dem genannten Wert ist der gesamte Energiebedarf des Hauses einbezogen, neben Heizungs- und Warmwasserbedarf des Gästezimmers sind auch der Energiebedarf für sonstige Aufenthalts- und Wirtschafträume sowie für die Zubereitung des Frühstücks einbezogen.

Aus den genannten Durchschnittswerten hinsichtlich Bettenzahl, Bettenauslastung und Wärmebedarf pro Übernachtung ergibt sich für die Hotelbranche im Rheingau-Taunus-Kreis eine Jahresverbrauchsmenge von 45.000 MWh für ca. 745.000 Übernachtungen. Die kleineren Pensionen und Gasthäuser sind hier nicht berücksichtigt.

In Abhängigkeit von Größe und Ausstattung eines Hotels sowie dessen Lage ergibt sich folgende Wichtung (s Abbildung 6-3): Die weitaus höchste Anzahl an Hotels dürfte einen **Wärmeenergieverbrauch** zwischen 100-250 MWh/a (10.000–25.000 l Heizöl/a) haben, nur ein Zehntel der Hotels liegen darunter. In einer Verbrauchsspanne zwischen 250 und 750 MWh/a befinden sich nochmals 35 Hotelbetriebe, jeweils annähernd die Hälfte unter- bzw. oberhalb der 500 MWh-Marke. Weitere sechs Hotels können einem Verbrauchskorridor zwischen 750 und 1.000 MWh-Wärmeverbrauch pro Jahr zugeordnet werden, weitere sieben dürften mehr als 1.000 MWh pro Jahr an Wärmeenergie verbrauchen.

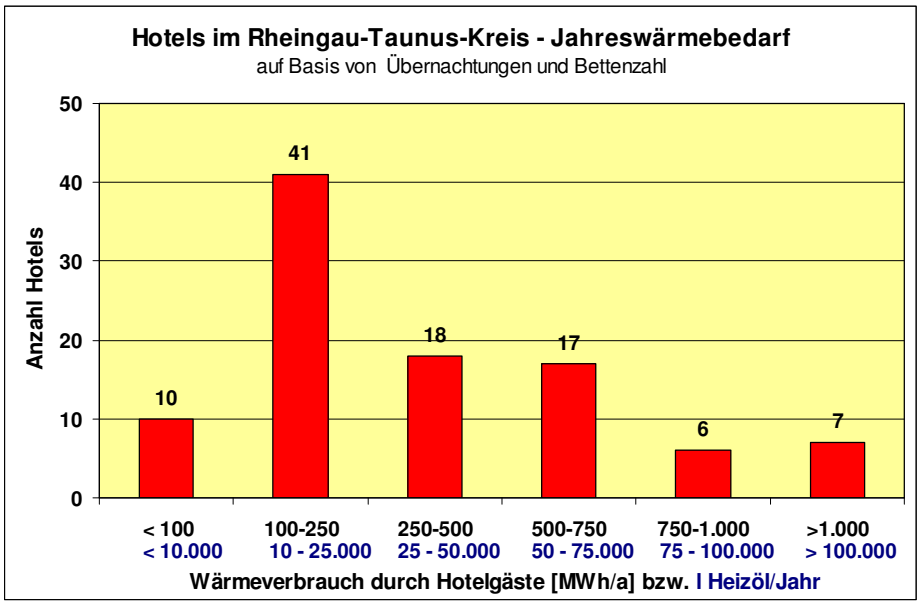


Abbildung 6-3: Hotelbetriebe im Rheingau-Taunus-Kreis und deren Wärmeverbrauch basierend auf der Zahl der Übernachtungsgäste

Da für die unterstellten Verbräuche an Wärmeenergie Durchschnittswerte herangezogen worden sind, ist zu vermuten, dass einige Hotelbetriebe einen noch höheren Wärmebedarf pro Übernachtungsgast haben. Hier dürften zumindest mittelfristig Sanierungen anstehen, sowohl was die Heizungsanlagen als auch die Gebäude betrifft.

Regenerative Energienutzung in Hotelbetrieben – Optionen

Geht man davon aus, dass Heizungsanlagen eine Lebensdauer von max. 20 Jahren unterstellt wird und von den fast 100 erfassten Hotels möglicherweise 20 % bereits saniert oder gar neu erbaut sind und die verbleibenden Betriebe Heizanlagen besitzen, die hinsichtlich ihres Alters relativ gleichmäßig über den Lebensdauerzyklus verteilt sind, so ergibt sich ein jährlicher **Sanierungsbedarf** an Heizungsanlagen in durchschnittlich 4 Hotelbetrieben, unabhängig von der Größe der Betriebe.

Aufgrund der unterstellten nahezu gleichmäßigen Verteilung der Heizungsanlagen hinsichtlich ihres Alters könnten, wenn jährlich in vier Hotelbetrieben Heizungsanlagen erneuert werden, bis zum Jahr 2015 insgesamt 24 Anlagen erneuert werden. Nach weiteren 10 Jahren (2025) könnte unter günstigen Bedingungen die Sanierung von über 60 Anlagen realisiert sein (vgl. Tabelle 6-2).

Tabelle 6-2: Unterstellter Sanierungsbedarf bei Heizungsanlagen im Hotelgewerbe des Rheingau-Taunus-Kreises.

Wärmebedarf [MWh/a]	Heizungsanlagen (ges.)	San.-Bedarf (Annahme)	San.-Bedarf innerhalb von 5 Jahren	San.-Bedarf bis 2015	San.-Bedarf bis 2025
< 100	10	8	2	2	6
100-250	41	33	8	10	25
250-500	18	14	4	5	12
500-750	17	14	4	5	12
750-1.000	6	5	1	1	3
> 1.000	7	5	1	1	3
Summe	99	79	20	24	61

Für den Austausch einer Anlage, die bisher mit fossilen Energieträgern betrieben wurde, kommen verschiedene Arten von Heizungsanlagen im Bereich der regenerativen Energien in Frage.

Eine ***Holzpelletheizung*** zeichnet sich vor allem durch relativ geringen Platzbedarf und schnelle Anpassung der Heizleistung aus. Diese Art von Heizung eignet sich eher für den unteren und mittleren Bereich an Wärmeenergiebedarf (< 500 MWh/a). Holzpelletheizungen mit einer Leistung bis zu 300 kW sind ohne weiteres realisierbar. Eine weitere Leis-

tungserhöhung wäre durch die Kombination mehrerer Heizungsmodule erreichbar. Bei entsprechender Konfiguration der Anlage ist ein solcher Anlagentyp ganzjährig einsetzbar. Besonders prädestiniert ist diese Art von Heizung für Hotelbetriebe, die sich in enger bebauten Stadtbereichen befinden und somit einen begrenzten Platz zur Unterbringung einer Heizungsanlagen sowie des Brennstoffs haben. Holzpelletanlagen haben im Vergleich zu Holzhackschnitzelheizungen einen geringen Betreuungsbedarf.

Bei höherem Wärmebedarf bietet sich der Einsatz von ***Holzhackschnitzelheizanlagen*** an. Voraussetzung ist jedoch ein entsprechend großes Platzangebot für die Heizanlage, die Brennstoffbevorratung und -fördertechnik. Diese Art von Heizungsanlage ist eher für weiträumigere Bebauungsbereiche, Hotelbetriebe an Stadträndern oder in ländlichen Gebieten empfehlenswert, da auch entsprechende Zuwegung für die Brennstoffnachlieferung gegeben sein muss. Je nach Auslastung eines Hotelbetriebes und entsprechendem Wärmebedarf stellen Holzhackschnitzelheizanlagen eine sinnvolle Alternative aus dem Bereich der regenerativen Energien, wobei durch eine solche Anlage in der Regel die Grundlast abgedeckt wird. Bei sehr kalten Witterungslagen könnte – je nach Hotelbetriebsmodalitäten – ein kleinerer Spitzenlastkessel zusätzlich Wärmeenergie liefern bzw. im Sommer, wenn außer der reinen Warmwasserbereitung kaum weitere Wärmeenergie benötigt wird, die alleinige Wärmeerzeugung übernehmen. Als Spitzenlastkessel können neben Gas- oder Erdölkesseln auch Holzpelletheizanlagen kleinerer Dimensionierung eingesetzt werden.

Der Einsatz von ***Solaranlagen*** muss etwas differenzierter betrachtet werden. Grundsätzlich eignet sich diese Technik für die Erzeugung von warmem Brauchwasser. Jedoch stößt man bei der Verwendung im Hotelbereich auch relativ schnell an die Grenzen: In Stadtbereichen mit alter oder besonders prägender Bausubstanz kann z. B. im Zuge des Denkmalschutzes der Ausschluss dieser Technik gefordert sein, da Dächer oder Fassaden in ihrer entsprechenden Form erhalten bleiben müssen. In vielen Fällen dürften auch die räumlichen Kapazitäten (z. B. Dachflächen) zur Aufnahme von Solarmodulen nicht ausreichend gegeben sein, so dass diese Art von Anlagen mit tendenziell eher geringeren Leistungspotenzialen für einen Hotelbetrieb nicht immer eine sinnvolle Alternative bietet. Für energieaufwändige Hotelbetriebe mit Saunen oder gar Hallenbädern sind Lösungen mit dem Einsatz von erneuerbaren Energien in jedem Falle empfehlenswert, sofern die Platzverhältnisse es erlauben.

Als weitere Nutzungsoption kann die ***Abwärme von Biogasanlagen*** ebenfalls eine Alternative darstellen. Größere Hotelbetriebe mit einem ganzjährig genutzten Wellnessbereich, die einen entsprechenden Wärmebedarf haben, könnten die Abwärme eines BHKW zur Abdeckung der Grundlast nutzen. Dazu muss von der Biogasanlage entweder eine Nahwärmeleitung zur Hotelanlage verlegt werden oder alternativ eine Biogasleitung, die auch über längere Strecken preisgünstig zu verlegen ist und keine Wärmeverluste verursacht, errichtet werden. Das BHKW, das die Wärme und den Strom erzeugt, wird im zweiten Fall beim Wärmenutzer installiert. Voraussetzung ist eine gute Schalldämmung der Anlage. Als Spitzenlastkessel für das Winterhalbjahr kann ein Pelletkessel oder auch ein konventioneller Öl- oder Gaskessel eingesetzt werden.

Befindet sich ein Hotelbetrieb z. B. in der Nähe von anderen Gewerbebetrieben, wäre eine Wärmeversorgung innerhalb eines ***Verbundsystems*** denkbar, wobei eine größer dimensionierte zentrale Anlage (z. B. Holzhackschnitzelheizung) die Wärmeenergie über Versorgungsleitungen zu einzelnen Abnehmern liefern könnte.

Nutzungsmöglichkeiten zur Verfügung stehender Potenziale im Landkreis

Im Rahmen der Sanierung von Heizungsanlagen in Hotelbetrieben können für alternative Heizungssysteme insbesondere *die* Rohstoffe als Potenziale des Rheingau-Taunus-Kreises genutzt werden, die dort zur Verfügung stehen. Es bietet sich an, entsprechende Maßnahmen im Hotel- und Gaststättengewerbe werbewirksam in der Tourismusbranche publik zu machen.

Holzpellets, die hauptsächlich aus Sägewerksresten (z. B. Sägespäne) hergestellt werden, gelten aufgrund ihrer hohen Energiedichte als transportwürdiges Gut. Da zum einen unklar ist, welche Mengen an Holz aus dem Kreisgebiet tatsächlich von den regionalen Sägewerken eingeschnitten werden, die damit Restholzmengen für die Pelletproduktion erzeugen, zum anderen Holzpelletproduzenten im Kreisgebiet nicht bekannt sind, ist davon auszugehen, dass die Rohstoffe für die in den Landkreis gelieferten Holzpellets nicht unbedingt aus den dortigen Waldungen stammen. Würden von den bestehenden Heizanlagen im unteren und mittleren Leistungsbereich (bis 300 kW) im Rahmen der Sanierung bzw. Erneuerung bis zum Jahr 2025 ca. 80 % gegen Pelletheizungen ausgetauscht, ergibt sich ein Potenzial von insgesamt ca. 8,8 MW „regenerative“ Heizleistung. Zur Abdeckung des Brennstoffbedarfs wäre eine jährliche Brennstoffmenge von rd. 2.600 t Holzpellets erforderlich.

Etwas anders zu beurteilen wäre die Situation im Holzhackschnitzelbereich. Hier stammt der Brennstoff überwiegend aus den Wäldern des Kreises, da ein weiter Transport aufgrund der geringeren Energiedichte nicht unbedingt wirtschaftlich ist. Wenn für den mittleren bis oberen Leistungsbereich (> 300 KW) ältere Heizungsanlagen ebenfalls in einer Größenordnung von 80 % durch Holzhackschnitzelanlagen ersetzt würden, ergäbe sich eine zu substituierende Gesamtleistung von ca. 10,5 MW. Als Brennstoffmenge zur Bedienung eines Anlagenspektrums dieses Leistungspotenzials wären rd. 26.250 m^3 ***Holzhackschnitzel*** erforderlich, was bei einem Wassergehalt des Holzes von 30 % einem Energiegehalt von 23.625 MWh entsprechen und damit 22 % des zur Verfügung stehenden Waldrestholzpotenziales im Rheingau-Taunus-Kreis ausmachen würde. Bei größeren Anlagen wäre auch die Verwendung von Holzhackschnitzeln minderer Qualität – z. B. aus Landschaftspflegematerialien – denkbar, wenn einige Anlagenkomponenten (z. B. Brennstoffförderung) entsprechend dimensioniert würden.

Grundsätzlich sind Holzhackschnitzelheizungen auch im niedrigeren Leistungsbereich verfügbar. Würden in einer Leistungsklasse zwischen 150 und 300 kW statt Holzpelletanlagen eher Holzhackschnitzelanlagen favorisiert, könnte das genutzte Waldrestholzpotenzial von 22 % auf über 30 % (geschätzt für das Jahr 2025) angehoben werden.

Die Berechnungen und Annahmen berücksichtigen nicht, dass in Zukunft mit der Heizungssanierung auch eine Wärmedämmung der Gebäude einhergehen wird, so dass mit

einem abnehmenden Energiebedarf zu rechnen ist. Durch umfassende Wärmedämmmaßnahmen sowie eine rationelle Energienutzung im sonstigen Gastronomiebereich sind Einsparungen bis zu 40 % des bisherigen Gesamtenergiebedarfs von 100 kWh, bezogen auf einen Übernachtungsgast, möglich /21/. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass bis zum Jahr 2025 schon mit rund 20 % des Waldrestholzes ein Großteil (80 %) der Heizungsanlagen in Hotels mit einer Leistung über 150 kW versorgt werden könnten.

Optionen zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung regenerativer Energie

Um die Erneuerung bzw. Sanierung von Heizungsanlagen im Hotelgewerbe voranzutreiben, wären flankierende Maßnahmen erforderlich, um zum einen die gesteckten Ziele des Landkreises hinsichtlich der Förderung von erneuerbaren Energien zu erreichen, zum anderen die Entscheidungsfindung hinsichtlich des Sanierungsbedarfs von Heizanlagen für Hoteleigner zu erleichtern. Vorstellbar sind folgende Aktivitäten, die vom Kompetenzzentrum regenerative Energien Rheingau-Taunus unterstützt werden könnten:

Die meisten Hotelbetriebe dürften zwar ihre Energieverbräuche kennen, es gibt jedoch auch noch viele, die sich nicht intensiv genug mit den Ursachen für einen hohen Verbrauch auseinandersetzen. Somit wäre die Schaffung einer entsprechenden ***Transparenz über den jeweiligen Energieverbrauch und die Energienutzungseffizienz*** in den Hotelbetrieben eine notwendige Basis. Durch Vermittlung entsprechender ***Fachinformationen*** könnten danach Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie die benötigte Energie reduziert bzw. durch alternative Energiearten substituiert werden könnte. Auch weitergehende ***fachliche Beratungen*** könnten mit Hilfe eines Kompetenzzentrums abgedeckt werden.

Nicht zu unterschätzen ist auch der ***Austausch von Erfahrungen***, wobei im Rahmen von Stammtischgesprächen Problemfelder erörtert und Lösungen erarbeitet werden könnten. Sehr hilfreich wären in diesem Zusammenhang ***Besichtigungen bereits bestehender Anlagen***, wobei nicht nur technische Lösungen gezeigt werden würden, sondern auch die Wirtschaftlichkeit betrachtet werden könnte. Zusätzlich bietet sich die Möglichkeit, in bestimmten Bereichen Detaillösungen aufzuzeigen und zu diskutieren.

Weiterhin könnte auch die Schaffung einer ***Internetplattform*** in Zusammenarbeit mit der DeHoGa-Regionalgruppe dazu beitragen, grundsätzliche Basisinformationen über das Themenfeld „Energieverbrauch im Hotelbetrieb“ bereitzustellen und Substitutionsmöglichkeiten für bestehende Heizungsanlagen aufzuzeigen.

Resümee

Wie bisherige Studien gezeigt haben, besteht in den Hotelbetrieben besonderer Handlungsbedarf, da die steigenden Energiepreise sowie sinkende oder stagnierende Übernachtungszahlen die Ökonomie vieler Betriebe gefährden. Zum einen bestehen Unklarheiten hinsichtlich der tatsächlichen Energieverbräuche und der Ursachen für einen zu hohen Verbrauch. Auf der anderen Seite ist oft nicht bekannt, welche technischen Lösungsoptionen möglich sind und welche Kostensenkungspotenziale sich durch die Nutzung von erneuerbaren Energien ergeben können. Besonders durch die Nutzung holziger

Biomasse (z. B. Holzhackschnitzel aus Waldresthölzern etc.) können verfügbare Potenziale des Landkreises in größerem Umfang unmittelbar eingesetzt werden.

6.1.2.3 Gewerbe < 20 Mitarbeiter - Beispielprojekt Bäckereibetriebe

Das Bäckereigewerbe ist ein Handwerkszweig mit hohem Energieverbrauch, wobei ein Teil der verwendeten Energie häufig ungenutzt in Form von Abwärme in die Atmosphäre gelangt. Das Bäckereigewerbe ist meist flächendeckend vertreten. In den vergangenen Jahrzehnten haben sich jedoch die Strukturen in diesem Gewerbebereich verändert: Während Kleinbäckereien fast in jedem Ort existent waren, um die örtliche Nachfrage, vor allem nach Brotwaren, zu befriedigen, gibt es heutzutage viele Bäckereien, die neben dem Stammsitz auch ein oder mehrere Verkaufsfilialen betreiben.

Nach aktuellen Recherchen sind im Rheingau-Taunus-Kreis 13 Hauptbäckereibetriebe vertreten, die zusammen zwischen 30 und 40 Filialen besitzen. Im Durchschnitt entfallen somit auf eine Hauptbäckerei 2 bis 3 Filialen. Daneben sind noch rd. 30 Bäckereien im Landkreis existent, die entweder nur ein Hauptverkaufsgeschäft betreiben oder es handelt sich um Verkaufsfilialen, die einem außerhalb des Landkreises befindlichen Stammsitz zuzuordnen sind. Im Hinblick auf die telefonische Erreichbarkeit sind insgesamt fast 80 Bäckerei-Verkaufstellen gelistet. Die Zahl der Verkaufsstellen für Backerzeugnisse dürfte sich noch um jene erhöhen, die beispielsweise in Discountmärkten integriert sind. Somit dürfte von rd. 90 Verkaufsstellen auszugehen sein.

Energiebedarf

Was den Energieverbrauch in Bäckereibetrieben betrifft, müssen entsprechende Differenzierungen vorgenommen werden:

- Hauptbetrieb mit Räumlichkeiten für Produktion und Verkauf
- Geschäftsfilialen (abgetrennte Räumlichkeiten – Verkauf, Teilproduktion)
- Kleinfilialen mit offenem Verkaufsraum (häufig in Discountmärkten integriert)

Bäckereihauptbetriebe können sehr unterschiedlich hinsichtlich ihrer Struktur und Größe ausgestattet sein. Kleinere Bäckereibetriebe, die nur innerhalb eines Ortes ihren Verkauf tätigen, besitzen häufig kleinere Räumlichkeiten für Produktion („Backstube“) und Verkauf. Dagegen können Hauptbetriebe mit einigen anhängigen Filialen regelrechte Backstraßen aufweisen, die entsprechend ihrer Größe einen deutlich höheren Energiebedarf im Vergleich zu den vorgenannten Kleinbetrieben haben. Die Geschäftsräume müssen vor allem in Zeiten mit kühler Witterung beheizt werden.

Die reinen Geschäftsfilialen mit jeweils abgetrennten Räumlichkeiten dienen in der Regel nur dem Verkauf von Backerzeugnissen. Um während eines gesamten Verkaufstages Teile des Verkaufssortiments frisch anbieten zu können, werden z. T. elektrisch beheizte Öfen genutzt. Diese befinden sich entweder im Verkaufsraum oder in einer separaten Räumlichkeit. Häufig ist ein Teil des Verkaufsraums mit einer Bestuhlung ausgestattet,

die den Kunden eine Verzehrmöglichkeit vor Ort bietet. Der von den Kunden frequentierte Verkaufsraum ist nach Bedarf zu heizen.

Kleinfilialen mit offenem Verkaufsraum sind häufig nur für den Verkauf der Backwaren ausgelegt. Z. T. werden Kleinöfen genutzt, um einzelne Waren besonders frisch anzubieten. Eine Beheizung des Verkaufsraums wird häufig nicht von den Filialbetreibern vorgenommen, sondern erfolgt meist zentral.

Energieverbrauch

Nach Rauth (2008) müssen 47 % des Energieverbrauchs für den Betrieb der Backöfen bereitgestellt werden. Weitere Wärmeenergie (8 %) wird für die Beheizung von Räumen und Brauchwasser benötigt. Auf Treibstoffe zur Belieferung der Filialen und zur Beschaffung von Rohstoffen entfallen außerdem 25 % des Gesamtenergieverbrauchs (vgl. Abbildung 6-4).

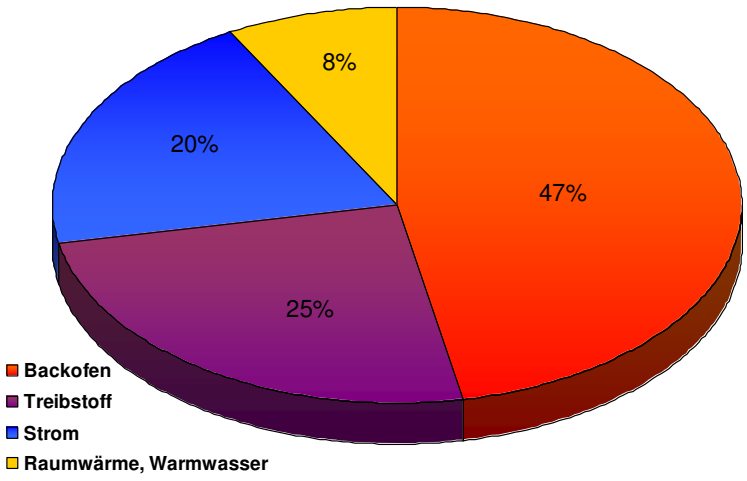


Abbildung 6-4: Energieverbrauch in Bäckereien (nach Rauth, 2008) /24/

Ein Fünftel des Energieverbrauchs in einer Bäckerei wird in Form von Strom in Anspruch genommen. Der Strombedarf bezieht sich hauptsächlich auf die installierten Anlagen wie Heizkessel, Backöfen, Kälteanlagen, Kompressoren und Produktionsmaschinen. Dabei teilt sich der Strombedarf wie folgt auf:

- Prozesswärme: 45 %
- Kälteanlagen: 30 %
- Wasseranlagen: 10 %
- Beleuchtung: 10 %
- Lüftungsanlagen: 5 %
- Produktionsanlagen: 2 %

Nach Erhebungen des Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (2004) liegt der durchschnittliche Brennstoffverbrauch innerhalb einer Bäckerei bei 17.885 kWh je Mitarbeiter, der durchschnittliche Stromverbrauch bei 6.652 kWh je Mitarbeiter. Ca. 7,5 % des Gesamtumsatzes einer Bäckerei entfallen auf die Energiekosten.

Besonders zu betrachten ist die Energieeffizienz beim Backen, da hier die Wärmeverluste besonders hoch sind: Nur 36 % der eingesetzten Energie werden real genutzt, dagegen müssen 22 % für Schwadenverluste, 22 % für Oberflächenverluste und 20 % für Abgasverluste angesetzt werden.

Um zunächst die nicht unerheblichen Energieverluste in einem Bäckereibetrieb reduzieren zu können, sollten folgende Bereiche hinsichtlich ihrer Energieeffizienz überprüft werden:

- Überprüfung Backraumklimasteuerung
- Überprüfung Abgas und Backschwadenverluste
- Überprüfung der Kälteanlagen
- Überprüfung der Druckluftversorgung
- Überprüfung der Effizienz von Beleuchtungseinrichtungen

Nach Überprüfung der installierten Aggregate sollte die Aufstellung eines innovativen Energiekonzepts erfolgen, welches im Wesentlichen aus den folgenden drei Hauptkomponenten besteht:

- Einsatz eines klimaschonenden Brennstoffs als Energieerzeuger
- Rückgewinnung und Nutzung der Abwärme des Backofens für Heizzwecke und Warmwasserbereitung
- Einsatz moderner und energiesparender Kühltechnik mit integrierter Wärmerückgewinnung

Im Rahmen dieser Studie stehen die Substitutionspotenziale für fossile Energieträger durch regenerative Energien im Vordergrund, so dass für diesen Gewerbebereich die Beheizung der von der Produktion von Backwaren betroffenen Anlagenteile sowie von Räumlichkeiten zu betrachten ist.

In den Backbetrieben wird bereits in den frühen Morgenstunden die Prozessenergie benötigt, die Beheizung der Verkaufsräume ist erst zu einem späteren Zeitpunkt notwendig. Während sich bei kleineren und mittleren Backbetrieben die Herstellung der Backerzeugnisse innerhalb weniger Stunden vollzieht, wird in größeren Backbetrieben und solchen mit anhängendem Konditoreibetrieb Prozesswärme über einen längeren Zeitraum benötigt. Nach der Inanspruchnahme der Prozesswärme für Backprozesse wird Warmwasser zur Reinigung der Aggregate benötigt, während der Verkaufszeiten nur noch Wärme zu Beheizung von Räumlichkeiten.

Betrachtet werden in diesem Zusammenhang die Bäckereibetriebe mit integrierter Backstube bzw. –straße, da Filialen meist nur einen geringen Heizwärmebedarf haben.

Folgende Substitutionsmöglichkeiten für die Bereitstellung der Prozesswärme und zur Bereitung des Brauchwassers bieten sich an:

- Holzpelletanlagen
- Holzhackschnitzelanlagen
- Abwärmenutzung BHKW

In vielen Bäckereibetrieben, bei denen die Umstellung der Energieerzeugung in Frage käme, stellt sich vermutlich ein räumliches Problem dar, da die jetzige Heizungsanlage (Heizöl, Erdgas) meist relativ kompakt installiert ist. Für kleinere und mittlere Betriebe bieten sich daher in erster Linie ***Holzpelletheizungsanlagen*** an, da diese nur einen geringfügig höheren Platzbedarf als Ölheizungen haben, ansonsten ähnlich komfortabel zu handhaben sind. Anstelle eines Gas- oder Heizölbrenners wird der Backofen mit modernen Holzpelletbrennern ausgestattet, wobei der Einbau von darauf spezialisierten Backofenherstellern vorgenommen wird. Zwischen 25 und 30 % der eingesetzten Backenergie kann in Form von Ofenabwärme genutzt werden. Die Abwärme wird zusätzlich über Wärmetauscher und Schwadenkondensatoren aufgenommen und steht dann für Raumheizzwecke und Warmwasserbereitung zur Verfügung.

Für Holzpelletbrenner spricht zudem die schnelle Reaktionsfähigkeit, wenn es um zu- oder abnehmenden Wärmebedarf geht. Wird davon ausgegangen, dass in einem Bäckereibetrieb im Mittel 5-6 Personen beschäftigt sind, lässt sich aufgrund der o.g. Energiebedarfswerte je Mitarbeiter ein jährlicher Wärmebedarf für einen Betrieb von 90.000 bis 100.000 kWh ermitteln. Um diese Wärmenergie zu erzeugen, sind rd. 10.000 l Heizöl notwendig oder ca. 20 t Holzpellets.

Für größere Betriebe, die häufig auch in Gewerbegebieten angesiedelt sind, kann aufgrund des meist größeren Flächenpotenzials auch eine größer dimensionierte ***Holzhackschnitzelheizung*** in Frage kommen, wenn während des ganzen Tages Prozess- und Heizenergiebedarf gegeben ist. Diese Art der Energienutzung kann am ehesten im Sanierungsfall oder bei Neubau einer Backstube bzw. –straße Anwendung finden. Mit der gleichzeitigen Umsetzung eines Energieeinsparkonzepts kann der Stromverbrauch um ca. 60 % und der Brennstoffbedarf um fast 30 % gesenkt werden. Die besonders effiziente Nutzung von Wärmeenergie kann durch den Einsatz von Thermoöl-Öfen erreicht werden, wobei der Wirkungsgrad eines Einzelbrenners im Vergleich zur mehreren befeuerten Einzelbacköfen höher einzustufen ist. Die Abwärmenutzung kann ähnlich wie im vorgenannten Beispiel (Holzpelletanlage) erfolgen.

Beim Neubau einer Großbäckerei in einem Gewerbegebiet können möglicherweise benachbarte Unternehmen ebenfalls mit Wärmeenergie aus einer solchen Anlage versorgt werden.

Je nach Verfügbarkeit und Preisen für Brennstoffe könnte die ***Abwärmenutzung von einem Blockheizkraftwerk*** in Frage kommen, bei dem durch die Produktion elektrischer Energie und Einspeisung von Strom Erlöse erzielt werden. Aufgrund des Temperaturprofils der Abwärme ist eine separate Zuheizung notwendig.

Brennstoffbedarf

Unter der Annahme, dass im Landkreis ca. 30 Bäckereien mit Backstuben existieren und an jedem Standort 5 Bedienstete das Bäckerhandwerk ausführen, kann von rd. 150 Mitarbeitern ausgegangen werden – die Zahl der in den Verkaufsräumen bzw. Filialen Tätigen ist hierin nicht enthalten.

Bei einem Durchschnittsverbrauch von 17.885 kWh an Wärme pro Mitarbeiter ergibt sich ein Gesamtverbrauch von 2.700 MWh. Wird davon ausgegangen, dass 75 % der Anlagen in Zukunft zu sanieren sind, steht hier eine Wärmesumme von ca. 2.000 MWh (22 Bäckereibetriebe) zur Disposition – ca. 9 Betriebe bis zum Jahr 2015, weitere 13 bis zum Jahr 2025.

Durch Sanierungsmaßnahmen würden pro Betrieb im Durchschnitt ca. 130 MWh Wärme durch Holzpellets bzw. Holzhackschnitzel ersetzt, was einer Menge von rd. 30 t Holzpellets oder 45 t Holzhackschnitzel entsprechen würde, wenn der jeweilige Anlagenwirkungsgrad bei ca. 90 % liegen würde.

6.1.3 Kreiseigene Gebäude

6.1.3.1 Schulen

Die Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis werden vom Energiedienstleistungszentrum Rheingau-Taunus GmbH (edz) im Auftrag der Kreisverwaltung mit Wärme versorgt. Die Rahmenbedingungen sind über Contractingverträge geregelt. Die edz ist bereits bestrebt, die Wärmeversorgung regenerativ zu gestalten und beheizt 4 Schulen mit einem durchschnittlichen Wärmebedarf von insgesamt 2.400 MWh/a (~ 240.000 l Heizöl/Jahr) über Holzhackschnitzel. Die gesamten Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis benötigen zur Zeit eine Wärmeenergiemenge von durchschnittlich 24.000 MWh/a. Der Leistungsbereich der Anlagen beginnt bei 17 kW für Hausmeisterwohnungen etc., die größte Anlage hat eine Leistung von 1.450 kW. Von den 72 Anlagen benötigen 25 Stück eine Leistung unter 200 kW, der Großteil der Anlagen verfügt über eine Leistung zwischen 200 und 500 kW.

Der überwiegende Anteil am Wärmebedarf einer Schule entfällt auf Heizenergie, die im Winterhalbjahr benötigt wird. Im Sommerhalbjahr wird lediglich zur Brauchwassererwärmung Energie benötigt, wobei der Warmwasserbedarf üblicherweise gegenüber dem Bedarf eines privaten Haushaltes deutlich geringer ist. Ausnahmen stellen Sportzentren dar, die eventuell noch von externen Nutzern, wie z. B. Vereinen, belegt werden und für die Duschen ganzjährig einen entsprechenden Wärmeenergiebedarf haben. Häufig werden die Gebäude in den Ferien jedoch für alle Nutzer geschlossen. Im Tagesverlauf wird die Heizenergie in den Vormittags- und frühen Nachmittagsstunden benötigt. An

dieses saisonale Bedarfsprofil kann die Wärmeerzeugung aus Holzbrennstoffen besonders gut angepasst werden. Die Tagesschwankungen im Wärmebedarf können durch einen Pufferspeicher ausgeglichen werden.

Für den Einsatz von Holzhackschnitzeln zur regenerativen Wärmeerzeugung aus regionalen Rohstoffen eignen sich insbesondere Anlagen mit einer Leistung ab 200 kW. Für kleinere Anlagen mit einer Leistung unter 200 kW, die teilweise die Hausmeisterwohnungen oder Nebengebäude versorgen, ist der Einsatz von Pelletheizkesseln empfehlenswert. Alternativ kann die Einbindung kleinerer Wärmeabnahmestellen in das Wärmenetz der Schule angestrebt werden, sofern eine geeignete Kopplung möglich ist. Für Schulzentren mit Sportstätten oder Berufsschulen mit ganzjährig hohem Warmwasserbedarf kann diese Grundlast auch über den Einsatz eines Blockheizkraftwerks (BHKW), das mit Biogas betrieben wird, abgedeckt werden. Zur Abdeckung der Heizlast ist ein weiterer Kessel erforderlich.

Bei einer Erneuerung des Heizungssystems ist eine energetische Sanierung des Gesamtgebäudes empfehlenswert, um eine hohe Energieeffizienz zu erzielen. Neben dem Austausch der Fenster und der Dämmung der Außenfassade kann zudem der Einbau intelligenter Regelungstechniken und die Schulung der Nutzer zur Energieeinsparung beitragen. Ziel der Maßnahmen sollte eine Verminderung des Wärmeenergieverbrauchs von mindestens einem Drittel des aktuellen Verbrauchs sein, so dass nach Abschluss aller Maßnahmen ein jährlicher Energieverbrauch von rund 15.600 MWh durch die Schulen angesetzt werden kann. Dieser Energiebedarf ist mit der Nutzung von rund 5 % des im Rheingau-Taunus-Kreis ermittelten Gesamtholzpotenzials abzudecken (vgl. Tabelle 6-3). Bei einem Wirkungsgrad der Anlagen von 85 % müssten knapp 6 % des Potenzials mobilisiert werden.

Tabelle 6-3: aktueller und anzustrebender Energiebedarf der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis sowie Anzahl der Anlagen über bzw. unter 200 kW

	Anzahl Anlagen	durchschnittlicher Energiebedarf pro Jahr aktuell	durchschnittlicher Energiebedarf pro Jahr nach Sanierung	Anteil an Holzpotenzial
	[Stück]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]
gesamt	**72**	**24.000**	**15.600**	**4,8%**
Anzahl Anlagen < 200 kW	**25**	**2.000**	**1.500**	**0,5%**
Anzahl Anlagen > 200 kW	**47**	**22.000**	**14.100**	**4,4%**

Um die ökonomische Umsetzbarkeit der Heizungsumstellungen sicherzustellen, wird ein Umbau üblicherweise nach einem durchschnittlichen Abschreibungszeitraum von 20 Jahren für die vorhandene Heizungsanlage vorgenommen, so dass eine vollständige Umstellung der Wärmeversorgung in den Schulen des Rheingau-Taunus-Kreis im Jahr 2028 abgeschlossen sein könnte. Abbildung 6-5 zeigt den möglichen jährlichen Zuwachs an regenerativer Energieerzeugung kumuliert bis 2027. Da im Jahr 1998 sowohl einige

sehr leistungsstarke als auch mehrere kleinere Anlagen erneuert wurden, sind für das Jahr 2018 umfangreichere Sanierungsarbeiten zu erwarten. Es bietet sich an, einen Teil der Arbeiten bereits auf die vorhergehenden Jahre zu verteilen.

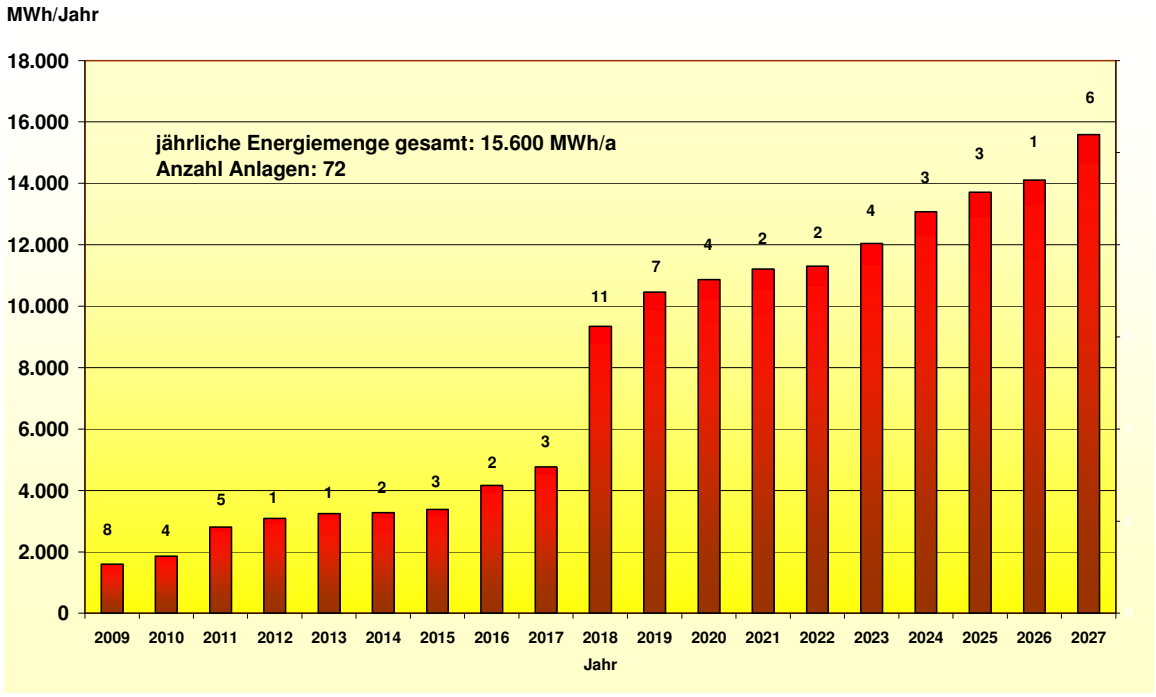


Abbildung 6-5: Umsetzungspotenziale zur regenerativen Energieversorgung der Schulen im Rheingau-Taunus-Kreis (kumuliert)

Tabelle 8-1 im Anhang bietet einen Überblick über den derzeitigen Energieverbrauch der einzelnen Schulstandorte im Rheingau-Taunus-Kreis und das Alter der jeweiligen Heizungsanlagen. Die Daten bieten einen Überblick über die einzelnen Anlagen und den Zeitpunkt, ab dem die Heizungsanlagen voraussichtlich erneuert werden müssten und können damit als Planungshilfe dienen. Grundsätzlich ist dann für jeden einzelnen Standort eine intensive Prüfung der jeweiligen Rahmenbedingungen erforderlich, um eine Entscheidung über den tatsächlichen Zeitpunkt einer Anlagenerneuerung und die geeignete Technik zu fällen.

Neben dem Kriterium der erforderlichen Heizungserneuerung spielen für die erfolgreiche Umsetzung von Projekten zum Einsatz regenerativer Energie in den Schulgebäuden weitere Rahmenbedingungen eine Rolle. Günstig für einen reibungslosen Betrieb von Biomasseanlagen ist die Betreuung durch einen engagierten und fachkundigen Hausmeister, der bereit ist, den gegenüber fossilen Heizungsanlagen etwas erhöhten Betreuungsaufwand zu leisten. Insbesondere Schulzentren mit angegliederten Sportanlagen ermöglichen über eine zentrale Energieerzeugung zum einen die Substitution großer Mengen fossiler durch regenerative Energie durch eine Anlage, zum anderen kann eine solche Anlage aufgrund der Größe besonders effizient gestaltet werden. Auch für die Deckung des sommerlichen Warmwasserbedarfs bestehen größere Spielräume. Hem-

mend wirkt mitunter eine schleppende Genehmigungspraxis, der im Wesentlichen durch Fortbildung von Mitarbeitern in Genehmigungsfragen und praxisgerechtem Brandschutz begegnet werden könnte.

Bei der Sanierung beruflicher Schulen bietet sich die Integration von unterschiedlichen Techniken zur Erzeugung regenerativer Energie an, wie z. B. neben Biomassefeuerungen die solare Wärme- und Stromerzeugung sowie ggf. Niedertemperaturheizsysteme in Kombination mit einer energetischen Sanierung des Gebäudes. Die verwendete Anlagentechnik kann gleichzeitig als Demonstrationsobjekt für die Ausbildung genutzt werden sowie für externe Besucher als eine Art Technologiepark.

6.1.3.2 Kreishaus / Verwaltung

Eine Umstellung der Wärmeversorgung auf regenerative Energieträger in den Gebäuden der Kreisverwaltung ist im Hinblick auf die Vorreiterrolle des Kreises grundsätzlich empfehlenswert. Für die Außenstellen der Kreisverwaltung, deren Wärmeenergiebedarf sich zwischen 65 MWh/a und 200 MWh/a bewegt, empfiehlt sich der Einbau von Pelletheizanlagen, da der Leistungsbereich unter 200 kW liegt und die räumlich beengten Verhältnisse im Innenstadtbereich von Rüdesheim bzw. Idstein die Wärmeerzeugung durch andere Bioenergieträger erschweren. Bei Objekten, die sich nicht im Eigentum der Kreisverwaltung befinden, könnten bei langfristigen Miet- bzw. Pachtverträgen entsprechende Vereinbarungen mit dem Vermieter getroffen werden.

Das Kreishaus in Bad Schwalbach ermöglicht durch seinen hohen Wärmebedarf sowie eine konstante Wärmeabnahme im Sommerhalbjahr die Kombination unterschiedlicher regenerativer Energieträger. Auch eine Integration des Freibades, das im Sommer beheizt wird, ist denkbar. Da das Kreishaus am Rand von Bad Schwalbach liegt, ist davon auszugehen, dass trotz der hängigen Topographie ein ausreichendes Raumangebot zur Verfügung steht.

Ein Holzhackschnitzelheizkessel erzielt den höchsten Wirkungsgrad im Volllastbetrieb. Moderne Kessel können jedoch auch im Teillastbetrieb bis zu einer Last von 40 % betrieben werden. Für den geringen Wärmebedarf des Kreishauses im Sommer und die Spitzenlastabdeckung in den kältesten Wintermonaten ist jedoch ein zweiter, flexibler Wärmeerzeuger erforderlich, der entweder mit fossilen Brennstoffen (Öl oder Erdgas) betrieben oder als Holzpelletkessel ausgelegt wird. In einigen Konzepten werden auch zwei oder mehr Holzhackschnitzelkessel entsprechender Leistungsklassen parallel betrieben. Die Ergänzung durch eine Solaranlage, die im Sommer einen Teil der Wärme erzeugen kann, ist möglich. Zur Spitzenlastabdeckung im Winter kann sie jedoch kaum beitragen.

Für den Wärmebedarf des Kreishauses mit der spezifischen Wärmebedarfsstruktur im Jahresverlauf bietet sich die Installation eines Holzhackschnitzelkessels mit einer Leistung von ca. 230 kW an, der durch einen Redundanz- und Spitzenlastkessel mit einer Leistung von mindestens 350 kW ergänzt wird. In den Monaten Oktober bis Dezember und März bis April übernimmt der Holzkessel die alleinige Heizlast, im Januar und Februar wird eine Ergänzung durch den Spitzenlastkessel notwendig und von Mai bis September übernimmt der Spitzenlastkessel den alleinigen Heizbetrieb. Bei Wartungsarbeiten

am Holzkessel übernimmt der Spitzenlastkessel die gesamte Heizleistung. Mit diesem Modell entfallen auf die Energieerzeugung durch Holz 77 %, die zu 23 % durch andere Energien ergänzt werden. Der Anteil der monatlichen Energieerzeugung durch die jeweiligen Kessel ist in Abbildung 6-6 dargestellt.

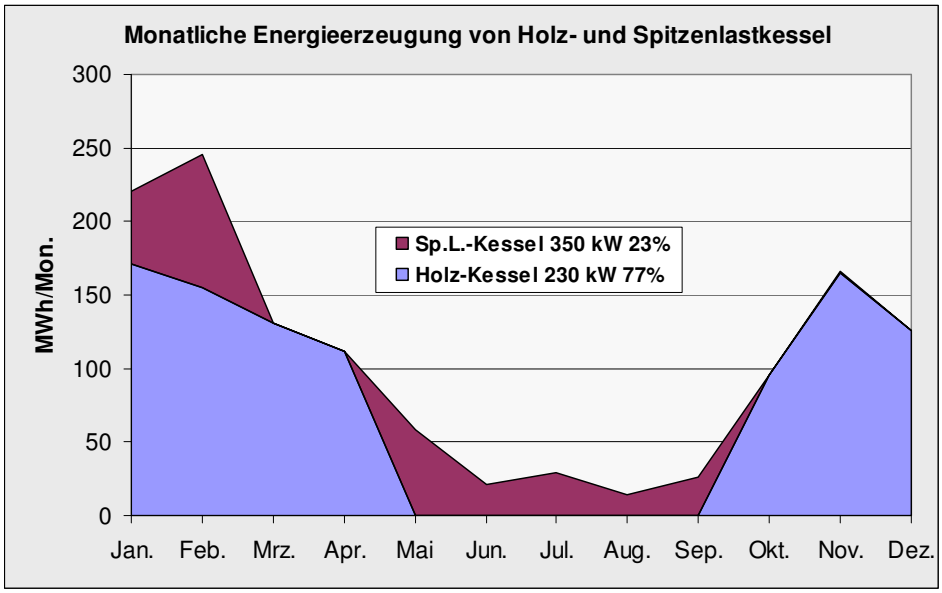
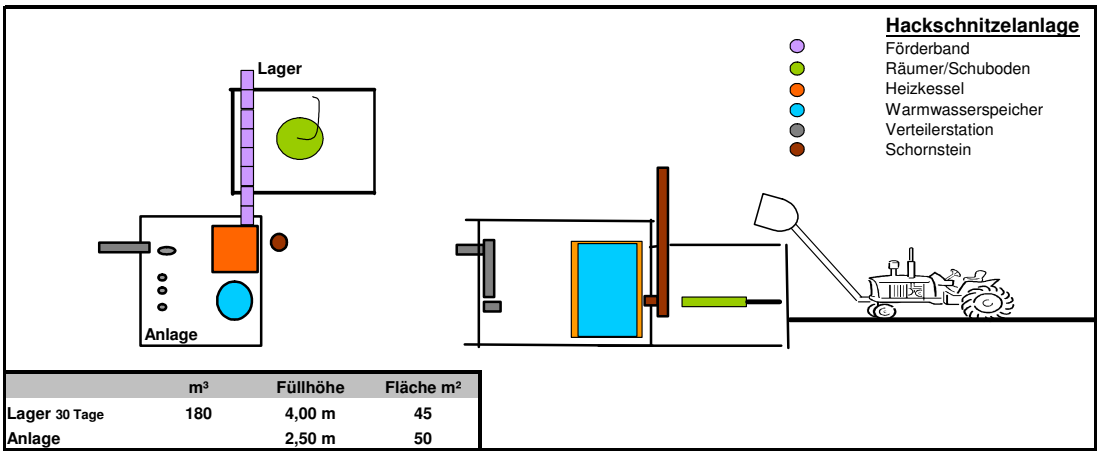


Abbildung 6-6: Durchschnittliche Energieerzeugung durch Grundlast- und Spitzenlastkessel, beispielhaft für das Kreishaus in Bad Schwalbach

Für die Versorgung des Hackschnitzelkessels ergibt sich aus den oben erläuterten Annahmen ein jährlicher Brennstoffbedarf von rund 1.000 Srm Holzhackschnitzel mit einem Feuchtegehalt von 20 %. Das Brennstofflager sollte auf die Bevorratung eines Monatsbedarfs unter Volllast, also rund 180 Srm, ausgerichtet sein, um Engpässe zu vermeiden. Bei einer Füllhöhe von 4 m wird eine Mindestgrundfläche von 45 m² benötigt. Die Hanglage der Liegenschaft begünstigt möglicherweise die Erstellung des Lagers.



	m³	Füllhöhe	Fläche m²
Lager 30 Tage	180	4,00 m	45
Anlage		2,50 m	50

Abbildung 6-7: Schematische Darstellung einer Hackschnitzelheizanlage

In diesen Überlegungen ist eine energetische Sanierung der Immobilie noch nicht berücksichtigt, durch Dämmmaßnahmen sollte der Wärmeenergiebedarf gesenkt werden.

Tabelle 6-4: Grobabschätzung eines Wärmepreises für die Beheizung des Kreishauses mit regenerativer Energie

Kostenstelle			€ /Jahr	€ct / kWh Wärme	%
Strom 25 kW	**0,15**	**€/kW**	**7.790**	**0,8**	**9,1**
Instandhaltung	**10%**	der Anlagenkosten	**18.226**	**1,9**	**21,3**
Personal Betrieb	**500**	**€/Monat**	**6.000**	**0,6**	**7,0**
Holztransport intern	**230**	**€/Monat**	**2.760**	**0,3**	**3,2**
Transport Asche (Wöchentlich)	**115**	**€/Monat**	**1.380**	**0,1**	**1,6**
Versicherung	**2%**	des Invest.	**2.734**	**0,3**	**3,2**
Sonstiges	**10%**	der bisher.Kosten	**3.889**	**0,4**	**4,5**
Summe Betriebskosten			**42.779**	**4,5**	**50,0**
Abschreibung in Jahren	**15**		**12.151**	**1,3**	**14,2**
Zinsen	**8%**		**7.290**	**0,8**	**8,5**
Summe Kapitalkosten			**19.441**	**2,0**	**22,7**
Brennstoffkosten	**100**	**€/t**	**23.371**	**2,4**	**27,3**
Summe aller Kosten			**85.591**	**9,0**	**100**

Mit einem Vollkosten-Wärmepreis von etwa 0,09 bis 0,10 €/kWh, der neben den Brennstoffkosten auch die Kapital- und Wartungskosten enthält, dürfte ein Konzept auf Basis von Holzbrennstoffen mittel- und langfristig der Wärmeversorgung auf Basis fossiler Brennstoffe überlegen sein.

6.1.4 Kommunale und gewerbliche Beispielprojekte

6.1.4.1 Tournesol-Schwimmhalle Idstein

In der Stadt Idstein wird zur Zeit bei der Errichtung eines Freizeitbades ein Konzept umgesetzt, das den Energiebedarf der Anlage zu einem hohen Anteil aus solaren und geothermischen Quellen abdeckt. Das Bad ist so konzipiert, dass es im Winterhalbjahr als geschlossenes Hallenbad und im Sommerhalbjahr durch Öffnen der Kuppel als Freibad genutzt werden kann. Zudem ist ein Wellnessbereich mit Saunalandschaft integriert. Zur Deckung des Wärmeenergiebedarfs, der überwiegend im niedrigen Temperaturbereich unter 100°C liegt, wird Solarthermie und oberflächennahe Geothermie eingesetzt. Nach Möglichkeit soll auch die Wärme von Thermalquellen genutzt werden. Zusätzlich werden Flächen für die Installation von Photovoltaikmodulen zur Stromerzeugung genutzt. Mit dem Konzept können rund 64 % der benötigten Wärme regenerativ erzeugt werden, der Rest wird über den Betrieb eines Blockheizkraftwerkes, das mit Erdgas betrieben wird, ergänzt. Zur Abdeckung der Spitzenlast wird zusätzlich eine Erdgastherme eingesetzt. Die Installation von Festbrennstoffkesseln wird aus ökonomischen Gründen nicht einbezogen, da die Auslastung eines solchen Kessels zu gering wäre. Tabelle 6-5 gibt einen Überblick über die Rahmendaten.

Tabelle 6-5: Planungsrahmendaten Energiekonzept „Tournesol-Freizeitbad Idstein“ [10]

Planung **Energiekonzept Tournesol-Freizeitbad Idstein**	**Energie [MWh/a]**
Wärmebedarf	**2.800**
Strombedarf	**1.600**
Wärmeerzeugung regenerativ Solar, Wärmepumpe, Thermalwasser	**1.800**
Stromerzeugung regenerativ Photovoltaik 300 kWp	**255**
Wärmeerzeugung fossil Gas-BHKW	**600**
Spitzenlastabdeckung fossil Gastherme	**400**
Anteil regenerative Energieversorgung	
Wärme	**64%**
Strom	**14%**

6.1.4.2 Schlangenbad Thermalwassernutzung

Im Kurort Schlangenbad stehen täglich rund 1.300 m³ Thermalwasser mit einer Temperatur von rund 30°C zur Verfügung. Davon werden bereits rund 50 % für den Betrieb von Bädern stofflich genutzt, die restliche Menge stünde theoretisch für die Energiegewinnung zur Verfügung. Von der Firma Geothermie Neubrandenburg GmbH ist bereits ein Vorschlag ausgearbeitet worden, wie die im Wasser gespeicherte Energie zur Beheizung der Räumlichkeiten verfügbar gemacht werden kann. Das Konzept sieht vor, nach dem Prinzip der Wärmepumpe, die zur Nutzung oberflächennaher Geothermie verwendet wird, die Wärmeenergie des Wassers „aufzukonzentrieren“ und als Heizenergie in anliegenden Hotels einzusetzen. Dabei wird insbesondere darauf verwiesen, dass ein besonders hoher Wirkungsgrad des Gesamtverfahrens erreicht wird, wenn das Heizsystem mit einer möglichst niedrigen Temperatur betrieben wird. Dies setzt die energetische Sanierung der Gebäude in Zusammenhang mit dem Einbau eines Flächenheizsystems wie einer Wand- oder Fußbodenheizung voraus.

Die Nutzung des Thermalwassers in Zusammenhang mit einer Niedertemperaturheizung erlaubt einen hohen Wirkungsgrad der Wärmenutzung, was sich in einer hohen Jahresarbeitszahl, die laut Konzept zwischen 4 und 6 liegen könnte, ausdrückt. Die üblicherweise in der Geothermie genutzten Wärmequellen sind die oberen Erdschichten mit einer Durchschnittstemperatur von 6°C bis 8°C. Eine genauere Prüfung und Vertiefung des Konzeptes muss allerdings Auskunft über die ökonomische Rentabilität geben.

[10] Tel. Auskunft Fa. Tournesol, 2009

6.1.4.3 Naturenergie Heidenrod

Mit dem Slogan „ Erneuerbare Energien – Chancen nutzen – Zukunft gestalten“ macht die Naturenergie Heidenrod GmbH auf sich aufmerksam. Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, einen Natur-Energie-Park entstehen zu lassen, der die in der Region zur Verfügung stehenden Ressourcen nutzt, um Strom unabhängig von fossilen Energieträgern zu erzeugen. Schwerpunktmäßig sollen die Energien von Wind und Sonne genutzt werden und bei natürlichen Schwankungen Naturgas- bzw. -ölspeicher zur Kompensation zur Verfügung stehen. Dabei sollen ausschließlich regionale Biomassen genutzt werden.

Im Bereich der solaren Nutzung sollen ***Photovoltaik-Anlagen*** als Dachflächen- oder Freiflächenmodule zum Einsatz kommen, wobei ein geschätzter Energieertrag von 2.800 MWh pro Jahr erwartet wird, der dem Stromverbrauch von ca. 700 Haushalten entspricht. Die Errichtung dieser Anlagen befindet sich derzeit in der Umsetzungsphase.

Des Weiteren sind zwei getriebelose ***Windkraftanlagen*** der neuesten Generation mit einer Gesamtleistung von 5-6 MW bei einer Narbenhöhe von 100 m zur Stromerzeugung geplant, die in den bisherigen Windpark integriert werden sollen. Geschätzt wird die jährlich zu erwartende Ausbeute an Strom am Standort Kemel auf eine Größenordnung von 12.000 MWh, die einer Vollbenutzungsdauer von 2.000 h pro Jahr entsprechen und im oberen Bereich der Prognosen liegen. Mit der erwarteten Strommenge könnten rund 3.000 Haushalte versorgt werden. Zur Zeit werden die Genehmigungsanträge für die Anlagen bearbeitet.

Zur Nutzung von biogenen Holzbrennstoffen wird die Errichtung eines Heizwerkes angestrebt, das eventuell mit der Möglichkeit zur Stromerzeugung (ORC-Anlage oder Holzvergasung) ergänzt werden soll. Die Wärmeenergie soll über ein Nahwärmenetz angrenzende Ortschaften und Industrie- bzw. Gewerbebetriebe versorgen. Verhandlungen mit entsprechenden Interessenten werden zur Zeit geführt.

In die Konzeption integriert ist eine ***Biogasanlage*** mit einer angestrebten Leistung von rund 500 $kW_{el.}$ mit Trockenfermentation, bei der als Inputmaterialien biogene Gartenabfälle (Grüngut, Heckenschnitt) und landwirtschaftliche Biomassen (Gras oder Energiepflanzen) verwendet werden sollen. Die am Standort erzeugte Biogasmenge soll vor Ort zur Stromerzeugung genutzt werden und insbesondere in windarmen Zeiten und während der Nacht Energie erzeugen. Die anfallende Abwärme soll für Trocknungsprozesse oder zur Heizung (Eigenbedarf) genutzt werden. Ergänzend ist die Versorgung eines Nahwärmenetzes vorgesehen. Der Gärrest soll im Anschluss an die Nachrotte auf landwirtschaftliche Flächen verbracht werden. Das Konzept befindet sich noch im Planungsstadium[11].

[11] Auskünfte über den Stand der Planungen durch Fa. Kopp / Naturenergie Heidenrod GmbH, 2009

Ein weiterer Planungspunkt für zukünftige Entwicklungen der Konzeption ist die Verflüssigung von Biomasse (vorwiegend getrocknete Holzhackschnitzel) mittels Pyrolyseverfahren, um anschließend einen ***BtL-Kraftstoff*** zu produzieren. Neben holzigen Materialien soll auch Stroh eingesetzt werden. Der so produzierte BtL-Kraftstoff soll am Standort entweder verstromt oder als Treibstoff verwendet werden. Die diesem Teil des Konzeptes zu Grunde liegende Technik befindet sich derzeit allerdings noch im Stadium der Entwicklung. Um den vollständigen Prozess vom Rohstoff bis zum BtL-Kraftstoff an einem Standort ökonomisch abbilden zu können, wird von der Firma Choren, die in der Entwicklung dieses Konzeptes federführend ist, bisher von einem Rohstoffbedarf von rund 1 Mio. Tonnen pro Jahr ausgegangen[12]. Das vom Forschungszentrum Karlsruhe in Zusammenarbeit mit der Firma Lurgi entwickelte dezentrale Konzept zur BtL-Herstellung sieht vor, in Anlagen mit einem Rohstoffbedarf ab 50.000 t/a den Schritt der Pyrolyse durchzuführen und das dabei entstehende so genannte „BioSyncrude“, ein Gemisch aus Koks und Pyrolyseöl, zentral in Raffinerieanlagen zu BtL-Treibstoff zu verarbeiten. Die entsprechende Pyrolysetechnik wird derzeit im Forschungszentrum Karlsruhe im großtechnischen Versuchsmaßstab erprobt. Für das Pyrolyseprodukt werden ebenfalls noch Zwischennutzungen gesucht, da eine direkte Verwendung in Motoren oder KWK-Anlagen nicht störungsfrei möglich ist und eine zentrale Verarbeitungsanlage noch nicht existiert.

An Standortvorteilen werden von der Naturenergie Heidenrod GmbH folgende Punkte aufgezeigt:

- mehrjährige Erfahrungen und Langzeitwerte aus dem benachbarten Windpark Kemel;
- großes Potenzial an Dach- und Freiflächen zur Installation von Photovoltaikmodulen;
- ausreichend dimensionierte Freiflächen zur Materialbearbeitung und –lagerung;
- Nutzung der Infrastruktur des bestehenden Entsorgungsbetriebes (Kopp Umwelt);
- Einspeisungsmöglichkeiten von Strom und ggf. aufbereitetem Biogas in nahe gelegene Fernleitungen

Bei der zukünftigen Gesellschaftsstruktur fungiert die Naturenergie Heidenrod GmbH als Dachgesellschaft. Ihr unterstehen die jeweiligen Gesellschaften der Bereiche Windkraft, Photovoltaik, Biomasse und Biogas.

[12] http://www.choren.com/de/energy_for_all/biomasse/bedarf/

6.2 Resümee Umsetzungspotenziale Wärmeenergie

6.2.1 Festbrennstoffe

Das höchste Umsetzungspotenzial für die Nutzung von Festbrennstoffen zur regenerativen Wärmeerzeugung liegt bei den privaten Haushalten. Diese haben als Gesamtgruppe den höchsten Wärmebedarf mit einer Energiebedarfsstruktur, die günstig über Bioenergie abgedeckt werden kann. Eine vergleichbare Energiebedarfsstruktur liegt bei den Gewerbebetrieben aus der Beherbergungsbranche sowie bei den Schulen und kreiseigenen Liegenschaften vor. Mit einer konsequenten Umstellung dieser drei Bedarfsgruppen auf die Nutzung von biogenen Festbrennstoffen bis zum Jahr 2025 könnten die entsprechenden Potenziale vollständig genutzt werden (vgl. Tab. Tabelle 6-6).

Tabelle 6-6: Umsetzungspotenziale bei der Nutzung der Festbrennstoffe bis zum Jahr 2025

Nutzung der Festbrennstoffpotenziale		**Anteil am Potenzial**
private Haushalte Heizungsbedarf	*333.800 MWh/a*	92,1%
Beherbergungsgewerbe Heizungsbedarf	*36.800 MWh/a*	10,2%
Bäckereigewerbe	*2.000 MWh/a*	0,6%
Schulen / kreiseigene Liegenschaften	*16.600 MWh/a*	4,6%
Summe	***389.200 MWh/a***	***107%***
Potenzial Festbrennstoffe (Holz / Stroh)	**362.400 MWh/a**	
Potenzial Wärme aus Biogas	**28.600 MWh/a**	

Um neben dem hochwertigen Brennstoff „Pellets“, der sehr gut für den Einsatz in kleineren Heizungsanlagen geeignet ist, auch technisch schwieriger zu verwertende Brennstoffe wie z. B. Stroh oder Landschaftspflegeholz nutzen zu können, ist die Förderung von Heizzentralen mit Nahwärmenetz, die z. B. in „Bioenergiedörfern“ oder als Verbundlösung für Gewerbegebiete geeignet sind, ein wichtiger Baustein auf dem Weg zur vollständigen Nutzung der Potenziale an regenerativer Energie. Zudem ist insbesondere für die zentrale Wärmeversorgung über Nahwärmenetze, die ein Bioenergiedorf oder ein Gewerbegebiet versorgen, das Wärmepotenzial aus Biogasanlagen ein wichtiger Nutzungsaspekt.

6.2.2 Biogasanlagen

Aufgrund der großen Mengen der in Biogasanlagen zum Einsatz kommenden (feuchten) Biomassen und der in nur wenig geringerer Menge anfallenden Gärreste müssen Bio-

gasanlagen an den Anfallorten der Biomassen und in der Nähe möglicher Ausbringflächen für die Gärreste, d.h. in der Regel im Außenbereich in der entsprechend landwirtschaftlich genutzten Flur, errichtet werden. Die Einspeisung des Stroms ist dort üblicherweise ohne größere Aufwendungen zu realisieren. Die bei der Stromerzeugung anfallende Wärme kann jedoch im Außenbereich häufig nicht sinnvoll genutzt werden. Hier kämen z. B. landwirtschaftliche Betriebe mit großem Wärme- und auch Klimatisierungsbedarf (z. B. Geflügel- und Schweinezucht) in Frage, die jedoch im Rheingau-Taunus-Kreis mit seiner überwiegend kleinräumig strukturierten Landwirtschaft nicht üblich sind. Eine sinnvolle möglichst umfassende Wärmenutzung ist aber für den ökologischen und wirtschaftlichen Betrieb von Biogasanlagen wesentlich. Entsprechend müssen andere Nutzungswege gefunden werden.

Bis zu einem Umkreis von max. ca. 5 km um eine Biogasanlage können Nahwärme- oder Biogasleitungen wirtschaftlich verlegt werden. Dabei kann derzeit auf umfangreiche Investitionsförderungen des Landes Hessen und der KfW zurück gegriffen werden. Abnehmer dieser (Heiz)wärme können Gewerbebetriebe, Neubaugebiete, Bioenergiedörfer oder Ähnliches sein. Seitens des Landkreises ist unterstützende Koordinierung zwischen der Standortwahl für eine Biogasanlage und möglichen Abnehmern eine sinnvolle Maßnahme. Überall dort, wo Nahwärmenetze bei der Neuanlage von Gewerbegebieten, Neubaugebieten oder auch im Bestand vorgesehen werden, sollten Biogasanlagen im oben genannten Umkreis als eine Option zur Wärmeversorgung in Betracht gezogen werden. Voraussetzung ist dabei jedoch immer, dass die Substratversorgung der Anlage sowie die Gärrestverwertung sichergestellt werden können. Die Realisierung entsprechender Vorhaben bietet sich damit vorwiegend in den Kommunen im Bereich des nördlichen Untertaunus mit den entsprechenden landwirtschaftlichen Flächen an.

6.3 Umsetzungspotenzial Strom

Die Erzeugung von Strom als hochwertige, vielseitig einsetzbare Energieform kann sowohl aus Biomasse als auch aus Wind- oder Sonnenenergie erfolgen. Beim Einsatz von Biomasse ist allerdings zu beachten, dass die elektrischen Wirkungsgrade in Abhängigkeit von der gewählten Technik mit rund 20 - 40 % deutlich niedriger sind als bei der Wärmenutzung, die tatsächliche Wirkungsgrade bis 90 % erzielen kann. Biomasseanlagen für die Stromerzeugung sollten daher immer als KWK-Anlagen ausgelegt sein. Der Einsatz hochwertiger Biomassen, die für die Erzeugung dezentraler Wärme geeignet sind, wie z. B. Waldholz, Sägewerksrestholz etc., sollte bevorzugt im Bereich Wärme erfolgen. Bei der Verstromung geeigneter Biomassen sollte nach Möglichkeit eine Wärmenutzung erfolgen, um das Energiepotenzial optimal auszunutzen.

Hier bietet sich zum einen die Errichtung kleiner, dezentraler Biogasanlagen an, deren überschüssige Wärmemenge auch durch kleinere Abnehmer in der Region genutzt werden kann, oder aber die Errichtung zentraler Anlagen, die ausreichende Kapazitäten besitzen, um das Biogas auf Erdgasqualität aufzubereiten und ins Erdgasnetz einzuspeisen. Die Verstromung durch das BHKW erfolgt dann beim Wärmenutzer.

Praxistaugliche Biomasseheizkraftwerke arbeiten ab elektrischen Leistungen von ca. 500 kW verbunden mit Wärme in der Größenordnung von über 1 MW, so dass auch hier entsprechende Wärmenutzungskonzepte nicht nur über die ökologische Bewertung, sondern auch die Wirtschaftlichkeit entscheiden. Auf entsprechende Vorhaben im Landkreis wurde hingewiesen (vgl. 6.1.4.3)

Für die Nutzung der Windenergie steht ausschließlich die Stromproduktion zur Verfügung, Solarenergie kann in unseren Breiten sowohl zur Erzeugung von Niedertemperatur-Wärme < 100°C als auch zur Stromproduktion genutzt werden.

6.3.1 Windkraft

Ein erhebliches technisches Potenzial zur regenerativen Stromerzeugung von knapp 139.000 MWh/a liegt in der Nutzung der Windkraft. Im Rheingau-Taunus-Kreis bestehen jedoch Bedenken, dass die Errichtung von Windkraftanlagen sowohl die Belange des Naturschutzes beeinträchtigen als auch die touristische Attraktivität der Region schmälern würde. Zudem fürchten teilweise auch die Anwohner in der Nähe der geplanten Standorte Beeinträchtigungen. Die Entscheidung zum weiteren Vorgehen in diesem Bereich bedarf einer intensiven Diskussion und Güterabwägung im Landkreis und zwischen den unterschiedlichen Interessensgruppen, um ein für alle tragbares Ergebnis zu erzielen.

Grundlegend ist die Errichtung neuer Windkraftanlagen bzw. das Repowering bestehender Anlagen nur innerhalb der im hessischen Regionalplan[13] für diesen Zweck ausgewiesenen Flächen möglich. Ausgehend von diesen Flächen ist zu prüfen, wie die Ertragsprognosen an den jeweiligen Standorten sind und ob dem Bau von Windkraftanlagen an diesen Standorten sonstige gewichtige Faktoren entgegenstehen. Zum einen ist es empfehlenswert, die Belange der Umweltverträglichkeit, die zumindest teilweise auch in dem Umweltbericht zum Regionalplan erfasst sind, vor Ort vertiefend zu überprüfen und eventuelle Beeinträchtigungen der Umwelt durch eine Windkraftanlage zu bewerten. Dabei gilt es, die klimarelevanten Vorteile der Windenergienutzung, die mit dem Ertragspotenzial quantifizierbar sind, sowie die örtlich entstehenden Beeinträchtigungen gegeneinander abzuwägen. Hilfreich für diese Diskussion ist die Einbeziehung der örtlichen Umweltverbände.

Als weiterer Schritt empfiehlt sich die Prüfung der Akzeptanz eines Standortes durch die Bürgerinnen und Bürger sowie die zuständige Kommune. Eine positive Bewertung durch die regionalen Fachgremien, die ggf. auch Vorschläge zu entsprechenden Auflagen

[13] Der Regionalplan wurde 2007 als Entwurf vorgelegt und durchläuft derzeit die Beteiligungsverfahren. Der Planungshorizont umfasst den Zeitraum bis 2020. Voraussichtlich im Herbst 2009 wird ein zweiter Beteiligungsschritt zu dem dann geänderten Planentwurf stattfinden.

beinhaltet, kann die Akzeptanz von Windenergieanlagen durch die Anwohner verbessern. Es bietet sich an, die Diskussionen vor Ort durch das geplante Kompetenzzentrum erneuerbare Energien Rheingau-Taunus zu koordinieren. Auch die entsprechende Öffentlichkeitsarbeit kann vom Kompetenzzentrum übernommen werden. Für die Überprüfung der im Regionalplan aufgeführten Standorte wird mit einem Zeitrahmen von zwei Jahren gerechnet.

Als mögliches Modell für die Errichtung und den Betrieb von Windkraftanlagen bietet sich analog zu dem Modell der „Bürgersolaranlagen“ die Gründung einer regionalen Betreibergesellschaft an, die vorrangig von den Bürgern und Bürgerinnen der Gemeinde, in der die Anlage errichtet werden kann, und den Eigentümern der benötigten Baugrundstücke getragen wird. Auch für die Kommune besteht die Möglichkeit einer Beteiligung. Dieses Modell der Betreibergesellschaft ist vornehmlich in Norddeutschland verbreitet und trägt zu einem positiven Image der Windkraft in der Region bei, da im Gegensatz zum Investorenmodell die wirtschaftlichen Erträge in der Region verbleiben. Eine Finanzierung der Projekte über die örtlichen Finanzinstitute stärkt zudem die regionale Wirtschaft.

Auch bei der Initiierung der Bürgerwindparks ergibt sich ein Betätigungsfeld für das Kompetenzzentrum erneuerbare Energien, da die Gründung einer entsprechenden Fondsgesellschaft ein hohes Maß an persönlichem Engagement erfordert und insbesondere umfangreiche rechtliche Fragestellungen zu bearbeiten sind. Als Zeitrahmen von der Initiierung der Betreibergesellschaft bis zum Betrieb der Anlage ist mit rund 2 Jahren zu rechnen.

Wird für einen geeigneten Standort keine Bürgerbeteiligung gewünscht, kann über das Kompetenzzentrum ein geeigneter externer Investor gesucht werden, der bei entsprechend positiven Ertragsprognosen dann als Betreiber der Anlage auftritt. Die beschriebene Vorgehensweise ist in Abbildung 6-8 schematisch dargestellt.

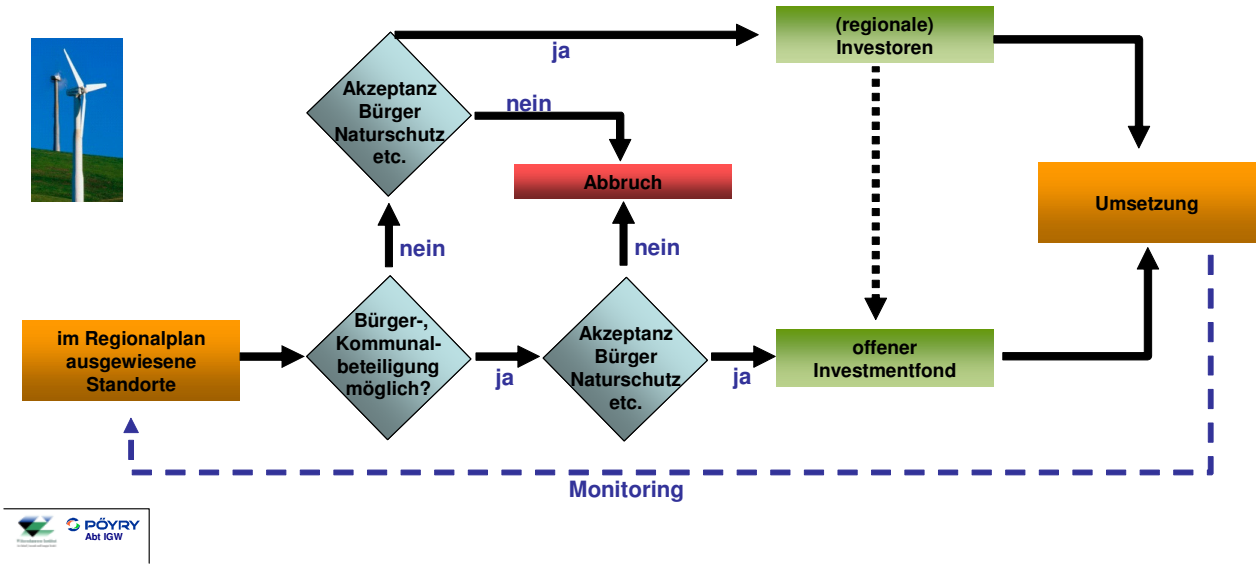


Abbildung 6-8: Schematische Darstellung zur Umsetzung von Windkraftanlagen

6.3.2 Photovoltaik

Wie bereits in Kapitel 4.2 erläutert, ist der Wirkungsgrad Solarthermischer Anlagen höher als der Wirkungsgrad von Photovoltaikanlagen. Daher bietet sich die Solarthermie insbesondere als dezentrale regenerative Wärmequelle für die Nutzung im Privathaushalt an. Solarthermieanlagen liefern Wärme auf einem verhältnismäßig niedrigen Niveau (unter 80°C), das jedoch der Wärmebedarfsstruktur der Haushalte entspricht. Zudem erfolgt eine gleichmäßige (tägliche) Abnahme der Wärme, was letztendlich zu einem hohen Nutzungsgrad führt. Dagegen ist eine sinnvolle Nutzung von Solarthermie auf gewerblichen Dächern, Hallen, kommunalen Gebäuden oder auch Freiflächen kaum gegeben. Diese Flächen können nach Möglichkeit für die Errichtung von Photovoltaikanlagen genutzt werden.

Viele Bürgerinnen und Bürger sind an der Stromerzeugung aus Sonnenenergie grundsätzlich interessiert, sehen aber keine direkte Möglichkeit, eine Anlage zu errichten. Für den Rheingau-Taunus-Kreis bietet sich die Möglichkeit, dieses Interesse durch das Angebot von „Bürgersolaranlagen“ zu unterstützen, um die aufgezeigten Potenziale möglichst zügig zu nutzen. Die Dächer der kreiseigenen Liegenschaften werden bereits unter der Voraussetzung der statischen Tragfähigkeit als Standort für Photovoltaikanlagen angeboten. Bürgersolaranlagen, die als Beteiligungsmodell von Privatleuten als Geldanlage mit mittlerer, aber sicherer Rendite finanziert werden, könnten ein Schwerpunkt werden. Gerade vor dem Hintergrund der Finanzkrise, die das Vertrauen in unübersichtliche Geldanlagen erschüttert hat, bietet dieses Modell der Geldanlage den Bürgerinnen und Bürgern neben dem Bewusstsein, mit ihrem Handeln die Umwelt zu unterstützen, auch Transparenz und Sicherheit. Mit der Novellierung des EEG wird insbesondere die Errichtung von Photovoltaikanlagen auf Gebäuden besonders begünstigt. Die Erstellung weiterer Kataster geeigneter Dachflächen sowohl der kommunalen als auch der gewerblichen und letztendlich auch der privaten Eigentümer kann diesen Prozess ausweiten. In Abbildung 6-9 sind favorisierte Umsetzungswege schematisch dargestellt.

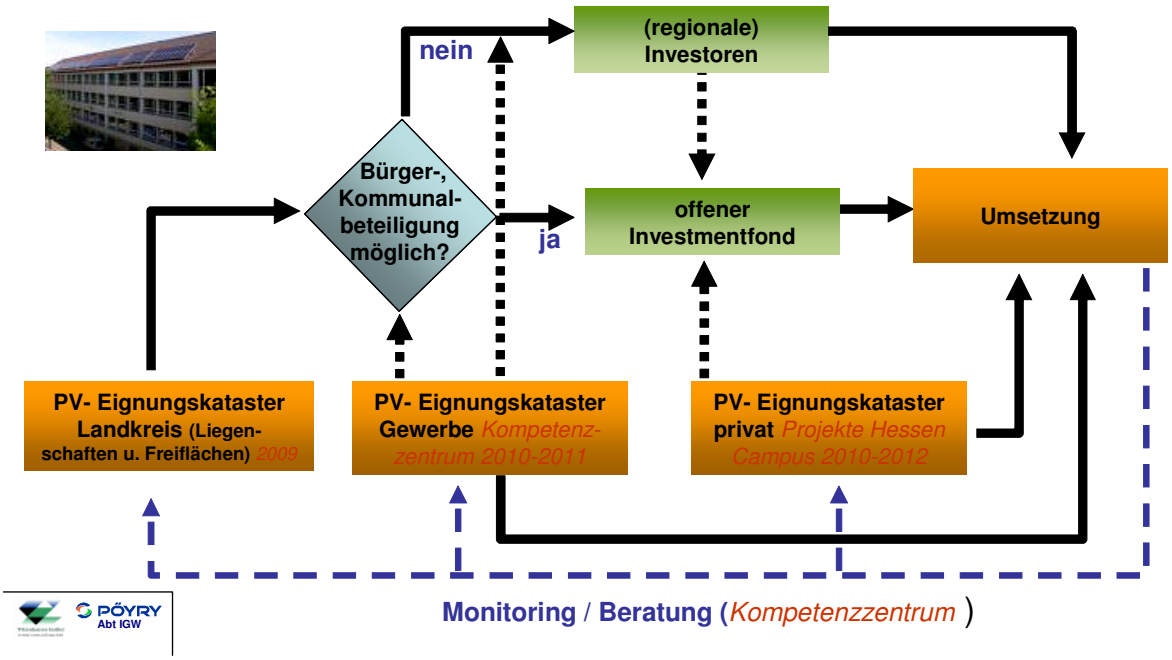


Abbildung 6-9: Schematische Darstellung zur Umsetzung von Photovoltaikanlagen

Der Kreis kann hier durch schnelles Handeln sowohl gegenüber den Kommunen als auch gegenüber den Besitzern gewerblicher Gebäude eine Vorreiterrolle einnehmen. Die Erstellung eines Leitfadens, in dem die rechtlichen Rahmenbedingungen sowie die Vorgehensweise für Bürgersolaranlagen detailliert dargestellt werden, sowie die qualifizierte Beratung durch das Kompetenzzentrum erleichtern interessierten Personen die Umsetzung solcher Projekte. Zudem bietet sich hier die Einbindung bestehender Initiativen und Verbände an, die mit Informationsveranstaltungen Projekte anstoßen können. Weitere Synergien können durch die Einbindung des Projektes Hessen-Campus Rheingau-Taunus erzielt werden. Im Rahmen von Projektarbeiten und Praxiswochen können Auszubildende der beruflichen Schulen die Erstellung der Eignungskataster für Privathaushalte unterstützen.

6.4 Kraft-Wärme-Kopplung

6.4.1 Biogas

Als weiteres regeneratives Energiepotenzial, das im Rheingau-Taunus-Kreis mobilisiert werden kann, ist die Produktion von Strom und Wärme aus Biogas zu nennen. Die Landwirtschaft im Rheingau-Taunus-Kreis ist vom Ackerbau geprägt, ein erheblicher Teil der Ackerflächen dient dem Getreide- und Rapsanbau, der Anteil der Grünlandflächen an der landwirtschaftlichen Fläche ist im Vergleich zu ganz Hessen niedrig. Die Betriebsstruktur weist überwiegend kleinere und mittlere Betriebsgrößen auf, die Landschaftsstruktur ist ebenfalls kleinräumig geprägt. Nur 38% der landwirtschaftlichen Betriebe sind viehhaltend und lediglich 26 Betriebe weisen über 50 GV (Großvieheinheiten) auf, ab denen mit nennenswerten Mengen an Gülle für Biogasanlagen zu rechnen wäre.

Unter diesen Voraussetzungen bietet sich die Förderung kleiner Biogasanlagen unter 150 kW Leistung an, die auf der Basis von Gülle und Energiepflanzen sowie Überschüssen vom Grünland betrieben werden. Im Rahmen dieser Studie wurde davon ausgegangen, dass 20 % der Getreidefläche als Basis für den Energiepflanzenanbau für Biogasanlagen genutzt werden könnten. Bei kleineren, dezentralen Anlagen ist es zudem leichter möglich, eine komplette Nutzung der Überschusswärme zu realisieren. Dies kann entweder über eine Wärmeleitung erfolgen oder über eine Biogasleitung, die die Aufstellung des Stromaggregates direkt beim Wärmenutzer ermöglicht. Die Errichtung von Biogasleitungen ist verhältnismäßig kostengünstig, wenn sie über unbebaute Flächen erfolgen kann und keine Straßen gekreuzt werden müssen.

Eine weitere für die Bedingungen des Rheingau-Taunus-Kreis geeignete Form der Biogaserzeugung besteht in der Vorschaltung einer Vergärungsanlage vor die Kompostierung von Bio- und Grünabfällen. Diese Optionen sollten rechtzeitig, d.h. mindestens zwei Jahre, vor dem Auslaufen bestehender Verwertungsverträge geprüft werden.

Für die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und dessen Einspeisung in das Erdgasnetz stehen erprobte Technologien zur Verfügung. Durch die Novellierung der entsprechenden gesetzlichen Rahmenbedingungen (EEG, Gasnetzzugangs- und Gasnetzentgeltverordnung) ist die Einspeisung von Bioerdgas privilegiert und wirtschaftlich interessant. Allerdings ist für einen wirtschaftlichen Betrieb eine Biogasproduktion von mehr als 200 Nm^3/h, entsprechend knapp 500 kW elektrischer Leistung, zu veranschlagen. Wie zuvor dargestellt, ist dieses Potenzial im Rheingau Taunus Kreis kaum, ggf. aber bei der Vergärung von Bio- und Grünabfall, gegeben.

Die mit der Novellierung des EEG zum Januar 2009 erfolgten Änderungen begünstigen ab Januar 2009 Biogasanlagen mit einer Leistung unter 150 kW mit einer hohen Grundvergütung von 11,67 €ct/kWh. Die Vergärung von mindestens 30 % Gülle wird ebenfalls mit einem Bonus von 4 €ct/kWh vergütet. Der Bonus für nachwachsende Rohstoffe liegt im Leistungsbereich < 500 kW bei 7 €ct/kWh, bei überwiegendem Einsatz von Landschaftspflegematerial werden nochmals 2 €ct/kWh vergütet. Für den Anteil des Stroms, der der externen Wärmenutzung entspricht, wird ein KWK-Bonus von 3 €ct/kWh gewährt. In Tabelle 6-7 sind die Vergütungen und Boni in der Übersicht zusammengefasst. Die hohe Vergütung stellt einen Ausgleich für die im Verhältnis deutlich höheren Investitionskosten, die für kleinere Anlagen veranschlagt werden, dar und ermöglicht in der Regel einen wirtschaftlichen Betrieb solcher Anlagen. Dies kommt den eher kleinräumigen landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen im Rheingau-Taunus-Kreis sehr entgegen.

Tabelle 6-7: Übersicht zu den Mindestvergütungen für Strom aus der Vergärung von Biomasse nach dem novellierten EEG 2009

elektrischer Leistungsbereich	Grund-vergütung Cent/kWh	Immissions-Bonus ** Cent/kWh	NawaRo - Bonus Grundbonus Cent/kWh	NawaRo - Bonus Güllebonus** Cent/kWh	NawaRo - Bonus L-pflegebonus Cent/kWh	KWK-Bonus*** Cent/kWh	Innovative Technologie Bonus* Cent/kWh
≤ 150 kW	**11,67**	1,00	7,00	4,00	2,00	3,00	2,00/1,00
151 - 500 kW	**9,18**	1,00	7,00	1,00	2,00	3,00	2,00/1,00
501 kW - 5 MW	**8,25**		4,00			3,00	2,00/1,00
5,001 MW - 20 MW	**7,79**					3,00	

graue Felder: Änderungen gelten auch für Altanlagen
* nur 1 Cent für Einspeisung zwischen 350 und 700 Nm³/h
** nicht für Anlagen mit Gas aus dem Gasnetz
*** Altanlagen > 500 kW erhalten erhöhten Bonus nur für Wärmenutzungen, die nach dem 31.12.2008 begonnen werden

Zur Unterstützung der Landwirte, die an der Errichtung von Biogasanlagen interessiert sind, ist eine umfangreiche Information und Beratung, die durch das geplante Kompetenzzentrum organisiert werden sollte, empfehlenswert. Dabei kann auf fachlichen Input des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen, des Kompetenzzentrums Hessen-Rohstoffe (HeRo) und z. B. der landwirtschaftlichen Maschinenringe zurückgegriffen werden. Erfolg versprechend ist zudem das Angebot, die Errichtung mehrerer baugleicher Anlagen bei den Landwirten zu koordinieren. Zum einen können mit dem Anbieter der Anlagentechnik günstige Konditionen vereinbart werden, zum anderen ist ein Erfahrungsaustausch unter den Betreibern möglich, wodurch kostspielige Fehler im Betrieb der Anlage vermieden werden können. Auch für Wartungs- und Reparaturarbeiten können günstige Konditionen mit regionalen Handwerkern ausgehandelt werden, die zudem bei ausreichendem „Arbeitsanfall“ entsprechend ausgebildetes Personal sowie Ersatzteile vorhalten können und damit durch eine optimale Betreuung eine sehr hohe Anlagenleistung sicherstellen können.

Rechtzeitig vor dem Auslaufen der Verwertungsverträge für den Bio- und Grünabfall sollte die Vorschaltung von Vergärungsanlagen, ggf. in Verbindung mit Bioerdgaseinspeisung, geprüft werden. Dazu sollte spezielle fachliche Unterstützung eingeholt werden. Zudem kann die Option geprüft werden, eine Vergärungsanlage am Standort der Firma Naturenergie Heidenrod GmbH in Kemel zu errichten, um ggf. vorhandene Infrastrukturen und Gas- bzw. Stromeinspeisemöglichkeiten zu nutzen.

6.5 Treibstoffe

Das verhältnismäßig geringe Potenzial zur Herstellung von Treibstoffen der so genannten ersten Generation wird im Rheingau-Taunus-Kreis durch den Anbau von Raps überwiegend genutzt. Eine Ausweitung ist u. a. aus pflanzenbaulichen Gründen nicht empfehlenswert. Das Rohstoffpotenzial zur Herstellung von Treibstoffen der so genannten zweiten Generation (Holz / Stroh) steht in der Nutzungskonkurrenz zur Wärme- und Stromproduktion, die einen höheren Wirkungsgrad aufweist und damit eine effizientere

Potenzialverwertung erlaubt. Darüber hinaus ist die Rohstofflogistik für die erforderlichen großen Mengen an Stroh und Holz in einer kleinräumig strukturierten Region kaum wirtschaftlich darzustellen.

Als Beitrag zur Treibstoffproduktion bietet sich die Produktion von Biogas mit anschließender Aufbereitung auf Erdgasqualität, das auch als Treibstoff in Fahrzeugen verwendet werden kann, an. Aus ökonomischer Sicht ist insbesondere die Vergärung von Reststoffen (Bio- und Grünabfälle, organische Produktionsreste etc.) vorteilhaft. Das im Juni 2008 novellierte EEG bietet für die Verstromung von Biogas aus Reststoffen geringere Vergütungen als für die Verstromung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen, so dass für Biogas aus Reststoffen über die Vermarktung als Kraftstoff höhere Erlöse erzielbar sind (vgl. Abbildung 6-10).

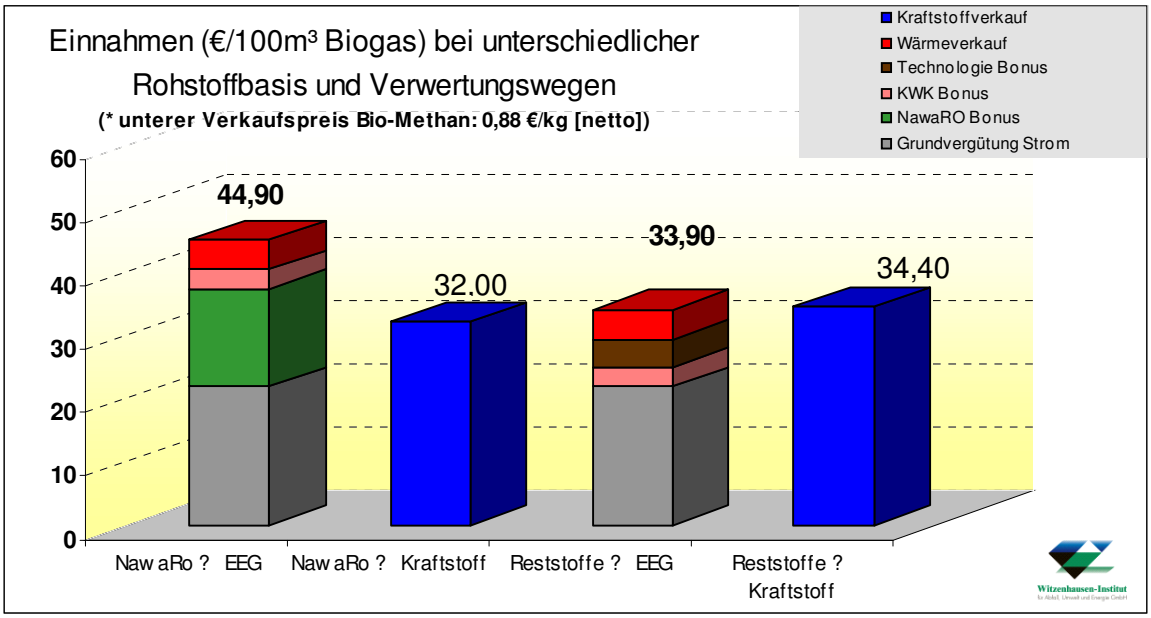


Abbildung 6-10: Einnahmen aus der Biogasverwertung bei unterschiedlicher Rohstoffbasis und unterschiedlichen Verwertungswegen

Als Reststoffe bieten sich im Rheingau Taunuskreis vor allem die ca. 11.000 t/a Bioabfall und die krautigen Anteile der knapp 25.000 t/a Grünabfall an. Insgesamt ließe sich damit eine kommunale Vergärungsanlage mit 20.000 bis 25.000 t/a Input und einer Biogasproduktion in der Größenordnung von 300 Nm³/h realisieren. Ab dieser Größenordnung ist eine Biogasaufbereitung wirtschaftlich darstellbar. Besonders attraktiv ist ein solches Modell in Verbindung mit der Umstellung kommunaler Fahrzeugflotten (Abfallwirtschaft, ÖPNV) auf (Bio)-Erdgas. Größere Biogasanlagen ließen sich in Kooperation mit benachbarten Landkreisen, mit denen zum Teil bereits bei der Abfallbehandlung kooperiert wird, realisieren und damit Kostenvorteile nutzen.

7 Prognose / Ziele 2025 - Handlungsempfehlungen

Um einen möglichst hohen Anteil des Endenergieverbrauchs im Rheingau-Taunus-Kreis mit regenerativ erzeugter Energie abzudecken, sollte eine effiziente und sparsame Nutzung der Ressourcen an erster Stelle der anzustrebenden Maßnahmen stehen. Neben dem mit dem Bevölkerungsrückgang einhergehenden sinkenden Energieverbrauch im Privathaushalt ist es für den Rheingau-Taunus-Kreis empfehlenswert, durch die Förderung von Energiesparmaßnahmen wie Wärmedämmung von Gebäuden oder den Ausbau des öffentlichen Nahverkehrs den Energieverbrauch pro Bürger über das bundesweit prognostizierte Niveau hinaus zu senken. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf den Möglichkeiten, die im Einflussbereich der Landkreisverwaltung liegen.

Rund 50 % des Energiebedarfs im Rheingau-Taunus-Kreis werden im Bereich Wärme benötigt, wobei die Privathaushalte rund 68 % dieser Wärme für Heizung und Warmwasserbereitung benötigen. Gleichzeitig stehen diesem Bedarf hohe Wärmeenergiepotenziale in den Bereichen „Holz“ und „Solarthermie“ gegenüber.

Insbesondere die Solarthermie bietet sich als dezentrale regenerative Wärmequelle für die Nutzung im Privathaushalt an. Solarthermieanlagen liefern Wärme auf einem verhältnismäßig niedrigen Niveau (unter 80°C), das jedoch der Wärmebedarfsstruktur der Haushalte entspricht. Zudem erfolgt eine gleichmäßige (tägliche) Abnahme der Wärme, was letztendlich zu einem hohen Nutzungsgrad führt. Selbst im Winter kann anderweitige Heizenergie eingespart werden, da durch die Solaranlage eine Vorerwärmung des kalten Wassers stattfindet. Zur Förderung der Solarthermie können vom Rheingau-Taunus-Kreis über das geplante Kompetenzzentrum regenerative Energie Informations- und Beratungskampagnen zusammengestellt werden. Zudem könnten auch die Installationsbetriebe verstärkt auf dieses zukunftsträchtige Geschäftsfeld hingewiesen und eventuell durch die Organisation von Fortbildungsangeboten unterstützt werden. Damit einhergehend empfiehlt es sich, auf eine verbesserte Wärmedämmung der Wohnhäuser hinzuwirken. In diesen Themenfeldern sollte das geplante Kompetenzzentrum erneuerbare Energien einen Schwerpunkt legen.

Als weitere regenerative Energiequelle mit hohem Potenzial für Privathaushalte steht der Bereich Energieholz zur Verfügung. Das Segment Scheitholz wird im Privathaushalt bereits intensiv genutzt. Viele Haushalte verfügen über entsprechende Öfen, die aber teilweise veraltet und damit wenig energieeffizient sind. Hier bietet sich für den Landkreis die Möglichkeit, den Ersatz alter Öfen durch moderne Technik mit Informationen und eventuell durch finanzielle Anreize zu unterstützten. Als weiteres Energieholzsegment für Privathaushalte ist der Bereich „Holzpellets“ besonders geeignet. Holzpelletsanlagen können meistens problemlos als Ersatz bei einer anstehenden Zentralheizungserneuerung eingesetzt werden und arbeiten mit ihrer hochmodernen, ausgereiften Technik sehr effizient und schadstoffarm. Trotz der staatlichen Förderung durch das Bundesamt für Ausfuhrkontrolle (BafA) ist die Hemmschwelle zum Einbau einer solchen Anlage noch verhältnismäßig hoch. Für das geplante Kompetenzzentrum des Rheingau-Taunus-Kreis besteht hier die Möglichkeit, durch gezielte Maßnahmen diese Hemmschwelle zu senken. Durch kostenlose und branchenunabhängige Beratung zu modernen Holzheizungssys-

temen in Kombination mit Solaranlagen kann das Zentrum einen wichtigen Beitrag dazu leisten, diese Technik in privaten Haushalten zu fördern. Gerade im Bereich des Brennstoffes Pellets ist zudem nicht nur das regionale Potenzial im Kreisgebiet selber von Bedeutung, da der Brennstoff aufgrund seiner hohen Energiedichte transportwürdig ist und deshalb bei einer verstärkten Nachfrage Nachschub von außerhalb des Kreises kommt.

Zur Nutzung der regionalen Festbrennstoffpotenziale wie Stroh oder Landschaftspflegeholz, für die eine aufwendigere Verbrennungs- und Abgasbehandlungstechnik notwendig ist, bietet sich die Förderung von leistungsstarken Energieheizzentralen an, die über ein Nahwärmenetz entweder mehrere Privathaushalte („Bioenergiedorf“) oder ein komplettes Gewerbegebiet mit Heizenergie versorgen können. Der Aufbau eines schlagkräftigen Logistiksystems für die Gewinnung und den Transport dieser Festbrennstoffe erleichtert die Nutzung dieses Potenzials.

Ein hoher Wärmebedarf liegt auch bei den Gewerbebetrieben vor. Hier sind die Anforderungen an die bereitgestellte Wärme jedoch sehr unterschiedlich; neben der Heizwärme für Produktionshallen, Büros und ähnliches benötigen einige Betriebe Prozesswärme, die teilweise als Hochtemperaturdampf verfügbar sein muss. Nicht jeder Wärmebedarf kann sinnvoll durch den Einsatz von regenerativer Energie gedeckt werden, bei vielen Betrieben besteht aber die Möglichkeit, zumindest einen Teil der fossilen Energieträger zu ersetzen. Insbesondere im Hotelgewerbe besteht ein beachtlicher und technisch relativ einfach zu deckender Wärmebedarf. In diesem Bereich sollte ein Beratungsschwerpunkt der Arbeiten des Kompetenzzentrums liegen. Dabei steht die neutrale Grundberatung im Vordergrund, die durch Planungen von Ingenieurbüros und/oder Heizungsbaufirmen ergänzt werden muss.

Die Mobilisierung dieser Umsetzungspotenziale ist mit einem intensiven und fachlich fundierten Beratungsangebot verbunden. Zudem ist erfahrungsgemäß das Zeitfenster, in dem eine Umstellung der Energieversorgung möglich ist, aus ökonomischen Gründen sehr eng, da Abschreibungsfristen etc. der bestehenden Anlagen beachtet werden müssen. Aus diesen Gründen bietet sich die Einrichtung eines zeitlich unbefristeten Beratungsangebotes von Seiten des Landkreises an. Hilfreich ist hier die Benennung eines kompetenten, zentralen Ansprechpartners im geplanten Kompetenzzentrum regenerative Energien, der je nach der Art des Beratungsbedarfs auch externe Beratungsunternehmen einschaltet.

Als weiteres regeneratives Energiepotenzial, das im Rheingau Taunus Kreis mobilisiert werden könnte, ist die Produktion von Strom und Wärme aus Biogas zu nennen. Durch das novellierte Gesetz zum Vorrang erneuerbarer Energien (EEG) werden insbesondere kleinere Biogasanlagen, die hauptsächlich auf der Basis von Gülle betrieben werden, attraktiver. Um die Effizienz der Anlagen zu steigern, besteht die Möglichkeit, Überschüsse vom Grünland bzw. Energiepflanzen von Ackerflächen als Cosubstrat mitzuvergären. Diese Konzepte fügen sich gut in die landwirtschaftliche Struktur des Landkreises ein. Bei kleineren, dezentralen Anlagen ist es zudem leichter möglich, eine komplette Nutzung der Überschusswärme zu realisieren. Dies kann entweder über eine Wärmeleitung erfolgen oder über eine Biogasleitung, die die Aufstellung des Stromaggregates direkt beim

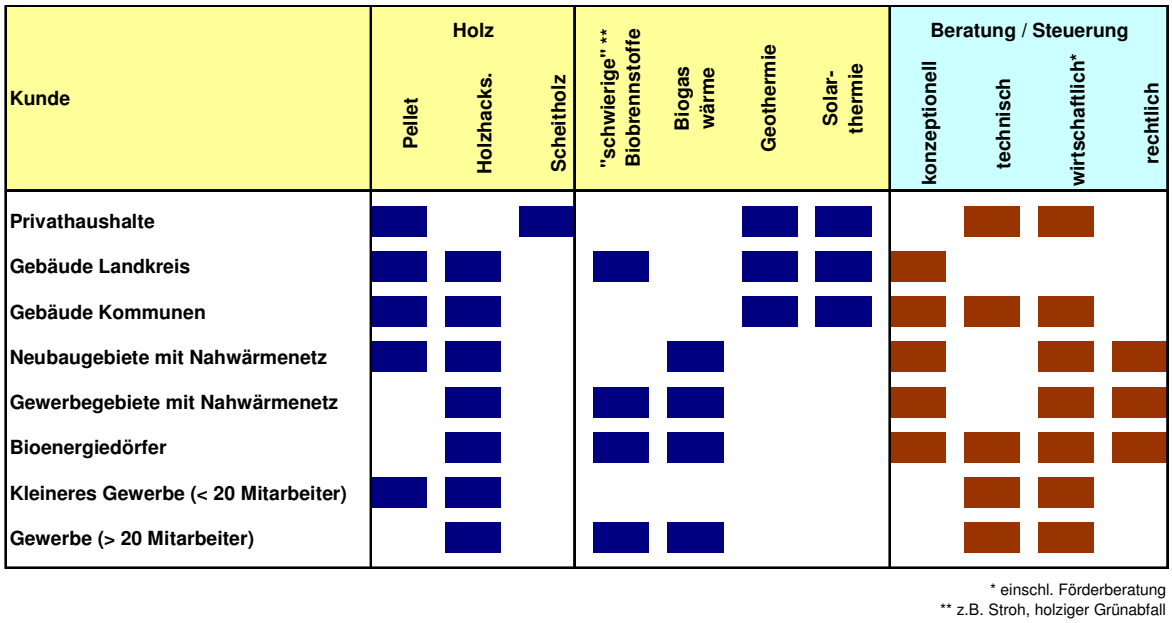
Wärmenutzer ermöglicht. Die Aufbereitung und Einspeisung so genannten Bioerdgases ist erst ab bestimmten Mindestgrößen wirtschaftlich, die im Rheingau-Taunus Kreis am ehesten durch die Vergärung von Reststoffen, insbesondere Bio- und krautige Anteile des Grünabfalls, erreicht werden könnten. Dies sollte bei der Neuvergabe von Behandlungsverträgen für diese Abfallströme in Betracht gezogen werden.

Ein erhebliches technisches Potenzial zur regenerativen Stromerzeugung liegt in der Nutzung der Windkraft. Im Rheingau-Taunus-Kreis bestehen jedoch Bedenken, dass die Errichtung von Windkraftanlagen sowohl die Belange des Naturschutzes beeinträchtigen als auch die touristische Attraktivität der Region schmälern würde. Zudem fürchten teilweise auch die Anwohner in der Nähe der geplanten Standorte Beeinträchtigungen. Die Entscheidung zum weiteren Vorgehen in diesem Bereich bedarf einer intensiven Diskussion und Güterabwägung im Landkreis und zwischen den unterschiedlichen Interessensgruppen, um ein für alle tragbares Ergebnis zu erzielen.

Aus den aufgezeigten Zusammenhängen ergeben sich für die Bereiche regenerative Stromerzeugung und Nutzung des Potenzials zur regenerativen Wärmeerzeugung **zwei unterschiedliche Handlungsschwerpunkte** für den Kreis bzw. das geplante Kompetenzzentrum regenerative Energie Rheingau-Taunus.

Um die Errichtung von **Stromerzeugungsanlagen**, insbesondere Photovoltaikanlagen und Windkraftanlagen, zu unterstützen, steht die Bereitstellung von Informationen und Beratung sowie die Beseitigung von Hemmnissen im Vordergrund. Die von diesen Anlagen erzeugte Energie wird in bestehende Systeme eingespeist und kann problemlos zu allen Verbrauchern transportiert werden.

Im Gegensatz dazu steht bei der Nutzung **regenerativer Wärmepotenziale** die Gewinnung von Wärmeabnehmern bzw. die Koordination der Wärmeerzeuger und –kunden im Vordergrund. Der Transport von Wärmeenergie über längere Strecken ist technisch aufwändig und mit Verlusten verbunden, zudem muss die Bedarfsstruktur des Abnehmers zu der Art der erzeugten Wärme passen. In Abbildung 7-1 sind die regenerativen Wärmeträger den jeweils im Schwerpunkt besonders geeigneten Wärmeabnehmern gegenübergestellt. Für Privathaushalte eignen sich z. B. Pellets und Scheitholz sowie Geothermie und Solarthermie besonders gut, während die Abwärme von Biogasanlagen für Großabnehmer mit Wärmenetz mit einem Bedarf im niedrigen Temperaturbereich gut geeignet ist. In der vierten Spalte von Abbildung 7-1 sind die Schwerpunkte der Beratungs- und Koordinierungsarbeit skizziert.



* einschl. Förderberatung
** z.B. Stroh, holziger Grünabfall

Abbildung 7-1: Vorgehensweise zur Nutzbarmachung regenerativer Wärmepotenziale

Abschließend fasst Abbildung 7-2 die aktuelle Situation zum Endenergieverbrauch (ohne Verkehr) sowie die Potenziale für Energieeinsparung und regenerative Energien vor dem Zeithorizont 2025 zusammen. Dabei wird deutlich, dass die Potenziale zunächst nicht der beschränkende Faktor sein dürften. Vielmehr gilt es, positive Rahmenbedingungen zu nutzen bzw. auszuweiten. Die geplanten Koordinierungs- und Informationsmaßnahmen des Landkreises über sein Kompetenzzentrum sind ein wesentlicher Baustein dieser Strategie.

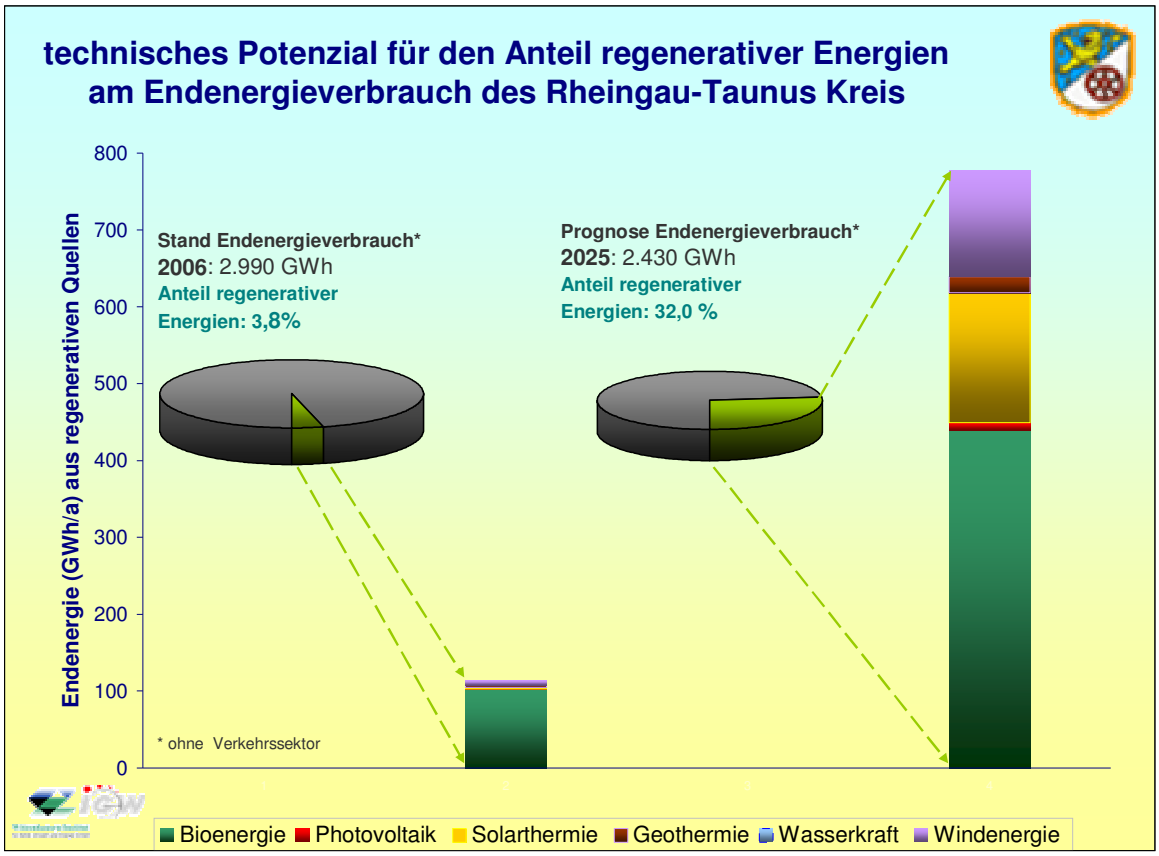


Abbildung 7-2: Szenario für die Entwicklung des Energieverbrauchs im Rheingau-Taunus-Kreis sowie Potenziale für regenerative Energien

8 Anhang

Tabelle 8-1: Überblick über die Leistung und den voraussichtlich notwendigen Zeitpunkt der Heizungsanlagen an den Schulstandorten im Rheingau-Taunus-Kreis

Gemeinde	Bezeichnung der Schule	durch-schnittliche Energiebedarf [MWh/a]	voraussichtl. Heizungs-erneuerung ab
Aarbergen	Astrid-Lindgren-Schule	**234**	2017
Aarbergen	Aartalschule	**k. A.**	k. A.
Bad Schwalbach	Wiedbachschule incl. Hausmeisterwohnung	**1.204**	2016
Bad Schwalbach	Nikolaus-August-Otto-Schule / Sporthalle	**258**	2028
Bad Schwalbach	Janus-Korczac-Schule	**k. A.**	k. A.
Eltville	Gutenbergschule	**103**	2018
Eltville	Gymnasium Eltville mit Sporthalle	**1.187**	2018
Eltville	Freiherr-v.-Stein-Schule mit Turnhalle	**443**	2019
Eltville	Grundschule Erbach, incl. Turnhalle u. Wohnung	**421**	2019
Eltville	Waldbachgrundschule Hattenheim	**198**	2019
Eltville	Grundschule O. Preußler Rauenthal (Geothermie 2009)	**124**	2020
Eltville	ehem. Peter-Jordan-Schule	**408**	2028
Geisenheim	Berufschule Geisenheim incl. Wohnung	**797**	2006
Geisenheim	Leopold-Bausinger-Schule	**125**	2006
Geisenheim	Johannes-de-Laspée-Schule	**159**	2010
Geisenheim	Grund- und Hauptschule Geisenheim mit NB u. TH	**550**	2020
Geisenheim	Rheingaugymnasium (Holzhackschnitzelanlage)	**623**	2028
Geisenheim	Schulzentrum Geisenheim	**568**	2028
Heidenrod	Grundschule Laufenselden incl. Turnhalle	**172**	2017
Heidenrod	Grundschule Kemel	**231**	2024
Hohenstein	Grundschule Breithard (Holzhackschnitzelanlage)	**211**	2021
Hohenstein	Sporthalle Breithardt	**79**	2021
Hohenstein	Lindenschule (Holzhackschnitzelanlage)	**225**	2021
Hünstetten	Panorama-Grundschule Görsroth	**158**	2015
Hünstetten	Gesamtschule Wallrabenstein (Holzhackschnitzelanlage)	**1.282**	2018
Idstein	Limesschule Sporthalle	**243**	2004
Idstein	Franz-Kade-Schule	**138**	2006
Idstein	Alteburgschule mit Container	**194**	2010
Idstein	Limesschule Altbau	**135**	2022
Idstein	Limesschule Neubau(-ten)	**500**	2025
Idstein	Erich-Kästner-Schule, Neubau	**243**	2025
Idstein	Taubenbergschule mit Pavillon, WW3 u.Betreuung	**872**	2025
Idstein	Erich-Kästner-Schule	**276**	2028
Idstein	Pestalozzischule (Gymnasium)	**k. A.**	k. A.
Kiedrich	John-Sutton-Schule	**297**	2019
Lorch	Wisperschule	**478**	2011
Lorch	Wisperschule, Altbau	**122**	2024
Niedernhausen	Grundschule Niederseelbach	**122**	2011
Niedernhausen	Theißtalschule ABC mit Neubau, Turnhalle, Wohnhaus	**668**	2017
Niedernhausen	Lenzenberghalle	**182**	k.A.
Oestrich-Winkel	Clemens-Brentano-Schule (Grund- u. Hauptschule)	**358**	2008
Oestrich-Winkel	Rabanus-Maurus-Schule	**343**	2009
Oestrich-Winkel	Grundschule Hallgarten	**135**	2028
Rüdesheim	Hildegardisschule mit Wohnhaus (2 Anlagen)	**857**	2012 / 2019
Rüdesheim	Grundschule Presberg	**33**	2019
Rüdesheim	Nikolaus-Schule Rüdesheim	**156**	2026
Schlangenbad	Grundschule Bärstadt mit Pavillion u. Wohnhaus	**444**	2018
Taunusstein	Grundschule Wehen	**593**	2007
Taunusstein	Grundschule Neuhof	**224**	2009
Taunusstein	Gesamtschule Bleidenstadt, Sporthalle	**238**	2013
Taunusstein	Schulzentrum Hahn	**3.930**	2018
Taunusstein	Gesamtschule Bleidenstadt	**825**	2026
Taunusstein	Regenbogenschule	**621**	2027
Walluf	Walluftalschule Wohnhaus	**36**	2010
Walluf	Walluftalschule	**703**	2024

9 Literatur

/1/ Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BafA); Eschborn; 2008

/2/ Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV); 2005; Grunddaten und Modelle zur Biomassenutzung und zum Biomassepotenzial in Hessen;

/3/ Hessische Gemeindestatistik 2007

/4/ www.heizspiegel.de/fileadmin/heizspiegel/2006_2007/Frankfurt_Heizspiegel_web02.pdf

/5/ Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden 2008

/6/ Bistum Limburg (2008): Katholische Kirchengemeinden im Rheingau-Taunus-Kreis. Mdl. Mitteilung.

/7/ Energieagentur NRW (2006), Auswertung für 3.700 Gebäude im Bistum Münster

/8/ Kirchliche Umweltberatung (2007): Kirchlicher Beitrag zur Agenda 21 des Dekanats Hof

/9/ Dekanat Idstein (2008): Kirchengemeinden im Dekanat Idstein. Mdl. Mitteilung.

/10/ Dekanat St. Goarshausen (2008): Ortsgemeinden des Rheingau-Taunus-Kreises im Zuständigkeitsbereich des Dekanates von St. Goarshausen. Mdl. Mitteilung.

/11/ DIW (2007): Kraftfahrzeugverkehr 2006 trotz konjunkturellen Aufschwungs nur wenig gestiegen. In: Wochenbericht des DIW Berlin 40/2007: S. 573 ff.

/12/ www.edzgmbh.de/holz.htm

/13/ http://www.hessenenergie.de/Info-Bereiche/Biomasse_Holz/Pelletheizanlagen/Karte-Pellet-Hessen-2007-06.pdf

/14/ Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (2007): Biogasanlagen in Hessen. Kartografische Darstellung.

/15/ Eigenbetrieb Abfallwirtschaft (2008): Angaben zur Lage der Abfallwirtschaft im Rheingau-Taunus-Kreis. Mdl. Mitteilung.

/16/ Süwag Energie AG, persönliche Mitteilung

/17/ Rheingau-Taunus-Kreis, Untere Wasserbehörde, persönliche Auskunft 2008

/18/ Hessen Forst (2008): Energieholzpotenziale in den Forstämtern Bad Schwalbach, Rüdesheim und Wiesbaden. Mdl. Mitteilung.

/19/ Amt für Straßen- und Verkehrswesen Wiesbaden (2008): Pflegemaßnahmen am Straßenbegleitgrün – Zuständigkeitsbereiche des ASV. Herr Klepper.

/20/ Rheingau-Taunus-Kreis, Herr Staab, persönliche Auskunft, 2008

/21/ Eckardt, S. (2007): Energie- und Umweltmanagement in Hotels und Gaststätten: Entwicklung eines Softwaretools zur systematischen Prozessanalyse und Managementunterstützung. Diss. am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart.

/22/ Hessen Agentur GmbH (2008): Demografischer Wandel im Rheingau-Taunus-Kreis. Band 1: Bevölkerungsvorausschätzung für den Rheingau-Taunus-Kreis und seine Kommunen – eine Projektion für den Zeitraum 2007-2030. Report-Nr. 737. Wiesbaden

/23/ European Comission Joint Research centre; PV GIS Abschätzung des PV-Potenzials in den Regionen; http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/index.htm

/24/ Rauth, N. (2008): Energieeffizienz in der Bäckerei – ein Überblick. Vortrag am 28.10.2008 während der BIV-Fachtagung „Energieffizienz in Bäckereien“. TSB – Transferstelle für Rationelle und Regenerative Energienutzung Bingen.

10 Glossar

a	Jahr
BHKW	Block-Heiz-Kraftwerk
BioKraftQuG	Biokraftstoffquotengesetz
EEG	Erneuerbare - Energien Gesetz
EFH	Einfamilienhaus
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MFH	Mehrfamilienhaus
Mg	Megagramm (=1.000 kg)
nawaro-Bonus	Bonus, nach dem EEG für Strom aus Energiepflanzen u. a.
oTS	organische Trockensubstanz
t	Tonne (=1.000 kg)
TS	Trockensubstanz
ZFH	Zweifamilienhaus