

# Klimaschutz-Teilkonzept

## Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien Potenziale

für die Universitätsstadt Marburg

GEFÖRDERT DURCH:



Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

# Klimaschutz-Teilkonzept

## Erneuerbare Energien Potenziale

### IMPRESSUM

#### AUFTRAGGEBER



**Magistrat der Universitätsstadt Marburg**

Markt 1

35035 Marburg

Tel.: 06421 – 201936

Fax: 06421 – 20198936

[www.marburg.de](http://www.marburg.de)

#### AUFTRAGNEHMER



**PRO energy consult GmbH**

Wüllnerstraße 117

50931 Köln

Tel.: 0221 – 88828810

Fax: 0221 – 88828808

[www.proenergyconsult.com](http://www.proenergyconsult.com)

#### in Kooperation mit



**mobilité Unternehmensberatung GmbH**

Schildergasse 120

50667 Köln

Tel.: 0221 – 9218270

Fax: 0221 – 92182720

[www.mobilite.de](http://www.mobilite.de)

## **Inhaltsverzeichnis**

Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	7
Abkürzungen .....	9
Grußwort des Bürgermeisters Herr Dr. Franz Kahle .....	11
<b>1. Zusammenfassung .....</b>	<b>12</b>
Maßnahmenkatalog zur Erschließung Erneuerbarer Energien Potenziale .....	14
<b>2. Einleitung .....</b>	<b>21</b>
<b>3. Bestandsaufnahme – Vorhabensbeschreibung .....</b>	<b>23</b>
3.1. Die Universitätsstadt Marburg .....	23
3.2. Erneuerbare Energien in der Universitätsstadt Marburg .....	24
3.2.1. Zielsetzung .....	24
3.2.2. Vorgehen .....	25
<b>4. Projektablauf, Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit .....</b>	<b>26</b>
4.1. Projektablauf .....	27
4.2. Akteursbeteiligung .....	28
4.3. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit .....	35
<b>5. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz .....</b>	<b>37</b>
<b>6. Ist- und Potenzialanalyse .....</b>	<b>41</b>
6.1. Windkraft .....	41
6.1.1. Großwindanlagen .....	42
6.1.2. Kleinstwindanlagen .....	52
6.1.3. Kleinwindanlagen .....	59
6.2. Solarenergie .....	60
6.2.1. Photovoltaik-Freiflächenanlagen .....	67
6.2.2. Photovoltaik und Solarthermie für Gewerbe und Privathaushalte .....	70
6.3. Biomasse .....	84
6.4. Wasserkraft .....	100
6.5. Geothermie .....	112

6.5.1. Tiefe Geothermie .....	114
6.5.2. Oberflächennahe Geothermie .....	118
6.6. Weitere Potenziale im Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg .....	124
6.6.1. Abwasserwärme.....	124
6.6.2. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) .....	131
6.6.3. Anlagenoptimierung .....	139
<b>7. Maßnahmenkatalog .....</b>	<b>143</b>
7.1. Maßnahmen CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	144
7.2. Maßnahmen Windkraft.....	145
7.2.1. Windkraft - Großwindanlagen.....	145
7.2.2. Windkraft - Kleinstwindanlagen .....	151
7.2.3. Windkraft - Kleinwindanlagen.....	156
7.3. Maßnahmen Solarenergie.....	157
7.3.1. Solarenergie - Freiflächen.....	157
7.3.2. Solarenergie – Photovoltaik und Solarthermie für Private und Gewerbe ..	158
7.4. Maßnahmen Biomasse .....	160
7.5. Maßnahmen Wasserkraft.....	165
7.6. Maßnahmen Geothermie - oberflächennah.....	177
7.7. Maßnahmen Abwasserwärme.....	178
7.8. Maßnahmen Kraft-Wärme-Kopplung.....	183
7.9. Maßnahmen Anlagenoptimierung .....	192
7.10. Umsetzungszeitplan der Maßnahmen.....	194
7.11. Energieberatung .....	197
<b>8. Controlling-Konzept .....</b>	<b>198</b>
<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>201</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Verteilung der CO <sub>2</sub> -äquivalenten Einsparungen auf die Erzeugungsarten, die durch Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien realisierbar sind; Angaben in Tonnen CO <sub>2</sub> -äquivalenter Emissionen pro Jahr .....	13
Abbildung 2:	Vorgehen im Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale .	25
Abbildung 3:	Projektplan des Klimaschutz Teilkonzeptes Erneuerbare Energien.....	27
Abbildung 4:	Diskussion und Erarbeitung konkreter Maßnahmenvorschläge im Zuge der Workshops vom 30.11.2013 .....	33
Abbildung 5:	Bilder der Auftaktveranstaltung; Quellen: Universitätsstadt Marburg, das Marburger.....	34
Abbildung 6:	Windpotenzialkarte 140 m, Auszug des Gebietes der Universitätsstadt Marburg; Angaben in m/s; Quelle: Regierungspräsidium Gießen.....	44
Abbildung 7:	Windkraftnutzung der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Universitätsstadt Marburg, Stadtplanung, März 2013 .....	45
Abbildung 8:	Visualisierung des Standortes Lichter Küppel durch Fotomontagen; Quelle: Universitätsstadt Marburg.....	47
Abbildung 9:	Visualisierung des Standortes Bürgelner Gleichen durch Fotomontagen; Quelle: Universitätsstadt Marburg.....	48
Abbildung 10:	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Marburg-Biedenkopf, 10 m über Grund; Quelle: Auszug aus einer Karte des Deutschen Wetterdienstes, 2004 .....	55
Abbildung 11:	Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Marburg-Biedenkopf, 80 m über Grund; Quelle: Auszug aus einer Karte des Deutschen Wetterdienstes, 2004 .....	59
Abbildung 12:	Auszüge aus dem Solarkataster der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Solarkataster der Universitätsstadt Marburg .....	64
Abbildung 13:	Darstellung der potenziellen Freiflächen; Quelle: Google Earth, bearbeitet durch WIRSOL .....	68
Abbildung 14:	Hervorragend geeignete Freiflächen nahe des Gewerbegebietes Stadtwald; Quelle: Auszug aus dem Solarkataster der Universitätsstadt Marburg .....	70
Abbildung 15:	Theoretische Biomassepotenziale für die Universitätsstadt Marburg; Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitätsstadt Marburg, 2011 .....	86
Abbildung 16:	Biogasanlage Cyriaxweimar; Quelle: Stadtwerke Marburg, Karin Brahms	87

Abbildung 17:	Biogasanlagen (geplant und in Betrieb) im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Landkreis Marburg-Biedenkopf, Fachbereich Ländlicher Raum und Verbraucherschutz, 08/2013.....	90
Abbildung 18:	Biomassenutzung im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Biomassepotenzial Hessen 2009, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Witzenhausen Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH.....	91
Abbildung 19:	Wasserwerk Wehrda; Quelle: Stadtwerke Marburg .....	101
Abbildung 20:	Übersicht der Wasserkraftanlagen in der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Fachdienst Tiefbau - Gewässer, Universitätsstadt Marburg, 12/2013 .....	105
Abbildung 21:	Funktionsweise oberflächennaher Geothermie; Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien .....	113
Abbildung 22:	Nutzungsformen der tiefen Geothermie (Schematisches West-Ost-Profil mit Zielhorizonten im nördlichen Oberrheingraben); Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, 08/2010 .....	115
Abbildung 23:	Geologische Strukturräume mit nachgewiesenem und vermutetem tiefengeothermischem Potenzial in Hessen; Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, 08/2010 .....	116
Abbildung 24:	Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, „Erdwärmennutzung in Hessen“, 4. Auflage.....	120
Abbildung 25:	Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 03/2012 .....	121
Abbildung 26:	Planungskarte tiefer Untergrund in Bezug auf Nutzungen des Untergrundes und mögliche Risiken; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 06/2010 .....	122
Abbildung 27:	Funktionsweise der Abwasserwärmenutzung aus dem Kanal; Quellen: Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 01/2009.....	125
Abbildung 28:	Wärmerückgewinnung aus Abwasser im Gebäude; Quelle: Berliner Netzwerke, 01/2011 .....	125
Abbildung 29:	Wärmerückgewinnung aus Abwasserkanal; Quelle: Berliner Netzwerke, 01/2011 .....	126

---

Abbildung 30: Wärmerückgewinnung aus Abwasser in der Kläranlage; Quelle: Berliner NetzwerkE, 01/2011 .....	129
Abbildung 31: Modell Energiemanagementsystem nach DIN 16001; Quelle: Vorhabenbeschreibung Universitätsstadt Marburg; DIN 16001.....	198

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Maßnahmenkatalog zur Erschließung der verfügbaren Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien in der Universitätsstadt Marburg .....	20
Tabelle 2:	CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen im Jahr 2009 nach Handlungsfeldern in der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept, 2011....	37
Tabelle 3:	Mögliche Einsparungen CO <sub>2</sub> -äquivalenter Emissionen in der Universitätsstadt Marburg durch Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen im Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale .....	39
Tabelle 4:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: CO <sub>2</sub> -Bilanz .....	40
Tabelle 5:	Unterscheidung Großwind-, Kleinwind- und Kleinstwindkraftanlagen im Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale .....	42
Tabelle 6:	Aktueller Bestand Windkraftanlagen am Standort Wehrda .....	46
Tabelle 7:	Übersicht der Neubaupotenziale für Großwindanlagen .....	50
Tabelle 8:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Großwindanlagen .....	51
Tabelle 9:	Bestehende Anlage Kleinstwindkraft .....	53
Tabelle 10:	Übersicht der Neubaupotenziale für Kleinstwindanlagen.....	58
Tabelle 11:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kleinstwindkraftanlagen .....	58
Tabelle 12:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kleinwindanlagen .....	60
Tabelle 13:	Aktueller Bestand Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen; Quelle: Universitätsstadt Marburg; Stand 07/2013.....	63
Tabelle 14:	Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse Photovoltaik für Marburg; Quelle: SUN-AREA, Steinbeis-Transferzentrum Geoinformations- und Landmanagement, 2011 .....	65
Tabelle 15:	Realisierbares Restpotenzial für Photovoltaik und Solarthermie in der Universitätsstadt Marburg .....	67
Tabelle 16:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Freiflächen Photovoltaik .....	70
Tabelle 17:	Übersicht der erarbeiteten Ansatzpunkte für Solare Kampagnen; Quelle: Solar-Workshop vom 30.11.2013.....	73
Tabelle 18:	Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Solarenergie für Privatpersonen und Gewerbetreibende.....	84
Tabelle 19:	Umstellungen städtischer Liegenschaften auf Hackschnitzelheizanlagen (H) und Pelletheizanlagen (P), Stand 08/2013; Quelle: Universitätsstadt Marburg, Fachdienst Hochbau .....	89
Tabelle 20:	Aktueller Bestand Biomasseanlagen, soweit Datengrundlagen vorhanden ...	89
Tabelle 21:	Übersicht über die Nutzung und verbleibenden Potenziale biogener Feststoffe im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009 .....	91



Tabelle 22: Gesamt-Energieholzpotenziale bzw. zusätzlich nutzbare Energieholzpotenziale in den Landkreisen (bei 50% Wassergehalt); Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009 .....	92
Tabelle 23: Potenziale zur Umstellung weiterer städtischer Liegenschaften auf Hackschnitzelheizanlagen (H) und Pelletheizanlagen (P), Stand 08/2013; Quelle: Fachdienst Hochbau, Universitätsstadt Marburg .....	94
Tabelle 24: Abschätzung der verfügbaren Anbaufläche für Energiepflanzen und deren Aufteilung; Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009 .....	94
Tabelle 25: Übersicht der Potenziale für Biomasse.....	98
Tabelle 26: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Biomasse .....	100
Tabelle 27: Bestand Wasserkraftanlagen in der Universitätsstadt Marburg .....	102
Tabelle 28: Übersicht ermittelbare Potenziale Wasserkraft.....	110
Tabelle 29: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Wasserkraft.....	112
Tabelle 30: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Oberflächennahe Geothermie ....	123
Tabelle 31: Übersicht der Potenziale zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser .....	130
Tabelle 32: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Wärmerückgewinnung aus Abwasser .....	131
Tabelle 33: Einzelne bestehende Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in der Universitäts- stadt Marburg.....	133
Tabelle 34: Übersicht weitere Potenziale im Bereich Kraft-Wärme-Kopplung .....	138
Tabelle 35: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kraft-Wärme-Kopplung.....	139
Tabelle 36: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Anlagenoptimierung .....	142
Tabelle 37: Übersicht der Umsetzungszeiträume von Maßnahmen .....	194
Tabelle 38: Übersicht der Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Priorisierung....	197

## Abkürzungen

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BbergG	Bundesberggesetz
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundes-Immissionsschutz-Gesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
ENEV	Energieeinsparverordnung
e.V.	eingetragener Verein
FFH	Flora-Fauna-Habitat  (Flora-Fauna-Habitat-Gebiete sind Gebiete, die für das Schutzgebietsystem „Natura 2000“ ausgewählt wurden. „Natura „2000“ wiederum steht für ein europäisches Netz aus zusammenhängenden Schutzgebieten, welches zum Schutz der einheimischen Natur in Europa aufgebaut wird.)
gem.	gemäß
GeWoBau	Gemeinnützige Wohnungsbau GmbH Marburg – Lahn ( <a href="http://www.gewobau-marburg.de/">http://www.gewobau-marburg.de/</a> )
GuD	Gas- und Dampfturbinen (Kraftwerk)
ha	Hektar
HBO	Hessische Bauordnung
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
IKK	Integriertes Klimaschutzkonzept
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
kW	Kilowatt  1 kW entspricht 1.000 Watt (Watt = im internationalen Einheitensystem für die Leistung (Energieumsatz pro Zeitspanne) verwendete Maßeinheit)
kWh	Kilowatt-Stunde  = Maßeinheit der Energie: die Energiemenge, die bei einer Leistung von einem Kilowatt (1 kW) innerhalb von einer Stunde umgesetzt wird
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung

kWp	Kilowatt-Peak = Maßeinheit, die die maximal mögliche Leistung einer Anlage unter Laborbedingungen angibt. Oft wird diese Leistung auch als „Nennleistung“ bezeichnet
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde (Die Windgeschwindigkeit wird in Kilometer pro Stunde oder Meter pro Sekunde ausgedrückt.)
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MW	Megawatt; 1 MW entspricht 1.000.000 Watt (Watt = im internationalen Einheitensystem für die Leistung (Energieumsatz pro Zeitspanne) verwendete Maßeinheit)
MW <sub>el</sub>	Megawatt elektrisch
MWh	Megawatt-Stunde = Maßeinheit der Energie: die Energiemenge, die bei einer Leistung von einem Kilowatt (1 kW) innerhalb von einer Stunde umgesetzt wird
MW <sub>th</sub>	Megawatt thermisch
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
Nr.	Nummer
p.a.	per annum = jährlich
PR	Public Relations
Repowering	Der Begriff „Repowering“ wird in diesem Teilkonzept vor allem im Zusammenhang mit Windkraftanlagen und Wasserkraft verwendet. Er bezeichnet das Ersetzen alter Anlagen zur Stromerzeugung durch neue Anlagen, beispielsweise mit höherem Wirkungsgrad oder größerer Leistung. Meist wird die Anzahl der ursprünglichen Anlagen dadurch verringert. Oft ist hierfür eine erneute Genehmigung erforderlich.
s	siehe
t	Tonne
u.a.	unter anderem
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
z.B.	zum Beispiel

## Grußwort des Bürgermeisters Herr Dr. Franz Kahle



Um ihren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, hat sich die Universitätsstadt Marburg das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Strom und Wärme um ca. 50% gegenüber 2009 zu reduzieren. Wichtiger Baustein hierzu ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Das integrierte Klimaschutzkonzept hat bereits erkundet, wie dieser Ausbau erfolgen könnte. Das vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare Energien Potenziale in der Universitätsstadt Marburg“ hat die vorhandenen Potenziale detailliert analysiert und auf ihre Realisierbarkeit geprüft.

Herausgekommen ist ein umfassender Maßnahmenkatalog, der nicht nur technische Maßnahmen enthält, wie z.B. einen naturverträglichen Ausbau der Wasserkraftnutzung, sondern auch Maßnahmen zur Information und Öffentlichkeitsarbeit, wie z.B. die Erweiterung der Energieberatung.

An der Entwicklung des Konzepts haben zahlreiche Akteure der Universitätsstadt Marburg mitgewirkt. Neben der Stadtverwaltung, den Stadtwerken und der GeWoBau haben sich auch der Landkreis, die Politik, die Universität, die Wirtschaft, Umweltverbände und ehrenamtliche Bürgerinnen und Bürger an der Entwicklung beteiligt. Für das Engagement möchte sich die Universitätsstadt Marburg herzlich bedanken.

Das vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept steht allen Interessierten zur Information zur Verfügung. Es ist auf der Homepage unter [www.klimaschutz-marburg.de](http://www.klimaschutz-marburg.de) herunterladbar.

Ihr

Dr. Franz Kahle  
Bürgermeister

## 1. Zusammenfassung

Die Universitätsstadt Marburg hat sich das Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 die Emissionen im Bereich Strom und Wärme um etwa 50% im Vergleich zum Jahr 2009 zu senken.

Zur Erreichung dieses Ziels wurde im Jahre 2011 mit der Erstellung eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes eine umfassende Klimaschutzstrategie entwickelt, die nun in vier Klimaschutz-Teilkonzepten und einem integrierten energetischen Quartierskonzept weiter konkretisiert werden soll.

Eines dieser Teilkonzepte, das hier vorliegende „Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale“ wurde von der Universitätsstadt Marburg in Auftrag gegeben, um die im Integrierten Klimaschutzkonzept (2011) entwickelten theoretischen<sup>1</sup> Potenziale dahingehend weiter zu konkretisieren, dass konkrete Handlungsvorschläge für den Bereich der Erneuerbaren Energien abgeleitet werden können.

Neben einer Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden die Potenziale im Bereich der folgenden Erneuerbaren Energien analysiert:

- Windkraft (Groß-, Klein- und Kleinstwindkraft)
- Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie)
- Biomasse
- Wasserkraft
- Geothermie (tiefe und oberflächennahe Geothermie)

Da für die Erreichung des Klimaschutzziels nicht nur klimafreundliche Erzeugung einen großen Stellhebel darstellt, sondern auch die Einsparung bzw. effizientere Nutzung von Energie, wurden darüber hinaus auch die Potenziale in den folgenden Feldern analysiert:

- Nutzung von Abwasserwärme
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- Anlagenoptimierung

Aus den Ergebnissen der Analyse wurde, unter Einbindung der relevanten Akteure und Entscheidungsträger aus der Universitätsstadt Marburg, ein Maßnahmenkatalog entwickelt (siehe Tabelle 1). Im Ergebnis umfasst dieser 51 handlungsorientierte Maßnahmen und Aktivitäten, die kurz-, mittel- oder langfristig im kommunalen, privaten und gewerblichen

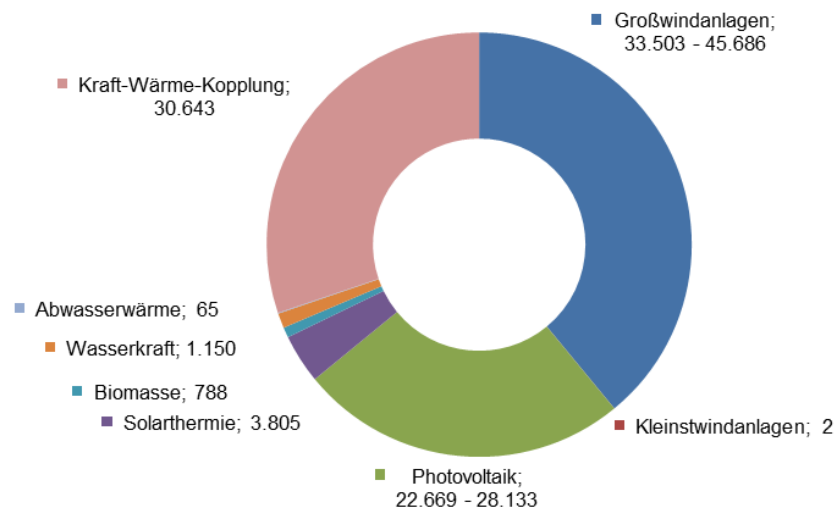
---

<sup>1</sup> Das *theoretische Potenzial* beschreibt das theoretisch physikalisch zur Verfügung stehende Energieangebot aus einer erneuerbaren Energiequelle an einem bestimmten Ort, das in der Regel durch technische, wirtschaftliche, ökologische, strukturelle oder administrative Bedingungen limitiert wird. Das *technische Potenzial* ist der Anteil des theoretischen Potenzials, der unter den jeweils gegebenen technischen Restriktionen nutzbar ist. Das *wirtschaftliche Potenzial* wiederum ist der Teil des technischen Potenzials, der unter den gegebenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Bereich umgesetzt werden sollten. Jede Maßnahme wurde zunächst beschrieben, potenzielle Einsparungen von CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen und Energie ausgewiesen, für die Umsetzung erforderliche Akteure benannt, der Realisierungsaufwand und die Effekte auf die regionale Wertschöpfung abgeschätzt und ein Umsetzungszeitraum angegeben. Für alle Maßnahmen wurde eine Priorisierung vorgenommen.

Durch eine Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen könnten in der Universitätsstadt Marburg jährlich mindestens 92.671 bis 110.325 Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Dies entspricht etwa 39 bis 47 Prozent der bis 2030 erforderlichen Einsparungen zur Erreichung des Klimaschutzziels.

Die Einsparungen (in Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen) verteilen sich wie folgt auf die unterschiedlichen Erzeugungsarten.



**Abbildung 1: Verteilung der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Einsparungen auf die Erzeugungsarten, die durch Umsetzung der Maßnahmen aus dem Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien realisierbar sind; Angaben in Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen pro Jahr**

Weiteres Einsparpotenzial besteht für Maßnahmen, wie z.B. die Umsetzung von Solaranlagen auf Freiflächen. Aufgrund des noch zu unspezifischen Potenzials ist dieses in den Berechnungen noch nicht enthalten.

Für eine Erreichung des gesetzten CO<sub>2</sub>-Einsparziels sind eine Umsetzung und Fortführung der erarbeiteten Maßnahmen und damit verbunden auch ein Monitoring der Maßnahmenumsetzung sowie ggf. auch ein eingreifendes Steuern unbedingt erforderlich. Hierfür wurde ein Controlling-Tool konzipiert.

## Maßnahmenkatalog zur Erschließung Erneuerbarer Energien Potenziale

Das Ergebnis der in den Abschnitten 6 und 7 erarbeiteten Maßnahmen zur Hebung der Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien im Marburger Stadtgebiet soll an dieser Stelle bereits in der Übersicht vorweggenommen werden.

Die folgende Tabelle enthält eine Kurzbeschreibung der jeweiligen Maßnahme sowie den vorgeschlagenen Umsetzungszeitrahmen, Priorität der Maßnahme und die Seite, auf der die Maßnahme näher beschrieben wird.

Hinsichtlich der Umsetzungszeiträume werden kurzfristige (KF, bis zu zwei Jahre Zeithorizont), mittelfristige (MF, zwei bis fünf Jahre Zeithorizont) und langfristige (LF, mehr als fünf Jahre Zeithorizont) Maßnahmen unterschieden.

Eine Bewertung der Maßnahmen hinsichtlich ihrer Priorität erfolgte durch externe sowie im Projekt einbezogene Experten. In die Bewertung flossen folgende, unterschiedlich gewichtete Elemente ein: Das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial der jeweiligen Maßnahme floss mit 40% und die Wirtschaftlichkeit sowie der zeitliche Realisierungsaufwand mit 30% in die Bewertung ein. Die technische, verwaltungstechnische und rechtliche Realisierbarkeit sowie bestehende Hemmnisse, z.B. bei der Einbindung von Akteuren flossen mit weiteren 30% in die Priorisierung von Maßnahmen ein. Es wird nach Maßnahmen mit hoher Priorität (●●●), mittlerer Priorität (●●) und geringer Priorität (●) unterschieden.

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
<b>CO<sub>2</sub>-Bilanz</b>			
M1 Nach der gemeinsam mit dem Regierungspräsidium Gießen erfolgten Sammlung der für eine Endbilanz erforderlichen Daten: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aktualisierung der CO<sub>2</sub>-Bilanz in ECORegion</li> <li>▪ Veröffentlichung der aktualisierten Bilanz auf der Homepage der Universitätsstadt Marburg</li> </ul>	KF	●●	144
<b>Großwindanlagen</b>			
M2 Lichter Küppel: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ nach erfolgter Windmessung Entscheidung über Einreichung Genehmigungsantrag und ggf. Bürgerbeteiligung</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	KF	●●●	145

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
<b>M3 Bürgelner Gleichen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ nach erfolgter Windmessung Entscheidung über Einreichung Genehmigungsantrag und ggf. Bürgerbeteiligung</li> <li>▪ Prüfung Einbindung Projektierer</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	KF	●●●	146
<b>M4 Görzhäuser Hof:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmungen interessierter Investoren</li> <li>▪ ggf. Windmessung</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	KF	●●●	147
<b>M5 Südliches Ronhausen-Bortshausen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmung der Universitätsstadt Marburg mit den Nachbargemeinden Weimar und Ebsdorfergrund für gemeinsames Projekt</li> <li>▪ Durchführung Windmessungen und Vorbereitung Genehmigungsantrag</li> <li>▪ Festlegung Zeitpunkt zur Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	MF	●●	148
<b>M6 Dilschhausen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angang Planung, sofern wieder als Windvorranggebiet ausgewiesen</li> </ul>	MF-LF	●●	149
<b>M7 Repowering Wehrda</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planung Repowering, sofern wieder als Windvorranggebiet ausgewiesen</li> </ul>	MF-LF	●●	150
<b>Kleinstwindanlagen</b>			
<b>M8 Standort Sellhof: Vorantreiben der Errichtung der Pilot- und Demonstrationsanlage</b>	KF	●●	151
<b>M9 Prüfung Standort und Installation der verfügbaren Kleinstwindanlage der Stadtwerke Marburg</b>	KF	●	152
<b>M10 Prüfung der Nutzbarkeit von Dachflächen des Universitätsklinikums Gießen und Marburg (Vermietung/ Verpachtung) für Erneuerbare Energien (z.B. Kleinstwindkraft, Solarenergie)</b>	MF	●●	153
<b>M11 Monitoring der installierten Kleinstwindanlagen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit, des Energieertrags und der tatsächlichen Einsparung CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen. Prüfung Darstellung Wirtschaftlichkeit durch Eigennutzung des erzeugten Stroms.</b>	KF-MF	●	155





Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
M12 Bereitstellung der Ergebnisse des Anlagen-Monitorings für interessierte Bürgerinnen und Bürger unter Einbindung der Energieberatung.	KF-MF	●	156
<b>Kleinwindanlagen</b>			
M13 Ansprache Landwirte/Aussiedlerhöfe und ganzheitliche Beratung zu Möglichkeiten der Energieerzeugung und Vermeidung von CO <sub>2</sub> -Emissionen.	KF	●●	157
<b>Solarenergie</b>			
M14 Im Zuge der unter M16 und M17 beschriebenen Solar-kampagnen: Ansprache Gewerbetreibende mit Verweis auf die Möglichkeit, Freiflächenanlagen zum Eigenverbrauch zu nutzen	KF	●●●	158
M15 Photovoltaik für Gewerbebetriebe: Nutzung der erarbeiteten Ansatzpunkte zur Ausgestaltung und Umsetzung von Kampagnen zur Förderung der Nutzung von Photovoltaik (Dach- und Freiflächen) durch Gewerbebetriebe. Im Zuge der Kampagne Beratung zu weiteren Möglichkeiten der regenerativen Erzeugung und effizienteren Nutzung von Energie (z.B. KWK, etc.)	KF	●●●	159
M16 Photovoltaik/Solarthermie für Privatpersonen: Nutzung der Ideensammlung aus der Projektgruppe und dem Maßnahmen-Workshop vom 30.10.2013 zur Ausgestaltung und Umsetzung von Kampagnen zur Förderung der Nutzung solarer Energie, z.B. weitere Detaillierung der bereits erarbeiteten Kampagnenansätze (s. hierzu Abschnitt 6.2.2.). Umsetzung der Kampagnen in ersten „Pilotgebieten“. Anschließend ggf. Modifikation und Ausweitung auf das gesamte Marburger Stadtgebiet.	KF	●●●	160
<b>Biomasse</b>			
M17 Holz: Umstellung von 11 städtischen Liegenschaften auf Pellets bzw. Holzhackschnitzel nach vorheriger Prüfung der Sicherung einer nachhaltigen Beschaffung.	MF	●	161

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
M18 Gülle: Erhebung Güllepotenziale durch Abfrage bei Landwirten zu Anfall und Nutzung bestehender Gülle. Ganzheitliche Beratung der angesprochenen Landwirte zu Möglichkeiten der Erzeugung aus Erneuerbaren Energien.	KF	●●	162
M19 Hecken: Inhaltliche Verfolgung der wesentlichen Ergebnisse und Erkenntnisse des durchgeführten Projektes „Heckenmanagement“ sowie der Pilot-Verwertungs- und Sortieranlage des Landkreises Marburg- Biedenkopf. Prüfung Verwertung Ergebnisse und Erkenntnisse des Projektes im Landkreis auf die Universitätsstadt Marburg. Prüfen, ob ausreichend nachhaltiges Heckenpotenzial zur energetischen Verwertung im Stadtgebiet vorliegt	KF - MF	●	163
M20 Stroh: Inhaltliche Verfolgung der Entwicklung des Stands der Technik. Zu gegebenem Zeitpunkt erneute Bewertung des vorhandenen Potenzials.	MF	●	164
M21 Förderung eines regelmäßigen Austauschs zwischen Universitätsstadt Marburg, Stadtwerken Marburg und dem Landkreis Marburg-Biedenkopf zu den Potenzialen und der bestehenden Nutzung von Biomasse. Ggf. Umsetzung im Zuge des „Runden Tisches Klimaschutz“ möglich	KF	●●	165
<b>Wasserkraft</b>			
M22 Wasserkraftwerk Wehrda: Planung Repowering im Zuge einer Sanierung oder eines ganzheitlichen Repowerings	KF - MF	●●	166
M23 Afföller Wehr, Mühlgraben, „Elisabethmühle“: Ansprache des Betreibers	KF	●●	167
M24 Steinmühlen Wehr, Mühlgraben: Ansprache des Betreibers	KF	●●	168
M25 Afföller Wehr, Hauptgewässer: Durchführung der Genehmigungsplanung (2014) und Klärung Frage Investor bzw. Finanzierung	KF	●●●	169

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
M26 Grüner Wehr, Mühlgraben, „Lohmühle“: Umsetzung Wasserrad nach Erhalt Genehmigung	KF	●●●	170
M27 Rohrturbine Ketzlerbach: Prüfung Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit	KF	●	171
M28 Energierückgewinnung aus Druckveränderung im Wassernetz: Umbau Behälter Wehrshausen	KF	●●	172
M29 Prüfung Energierückgewinnung aus Druckveränderung im Wassernetz, ggf. im Zuge eines Umbaus oder einer Sanierung bei den folgenden Behältern: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochbehälter Cappel</li> <li>▪ Hochbehälter Forsthaus, oberhalb Hansenhaus</li> </ul>	MF	●	173
M30 Prüfung Pumpenkonzept aller Anlagen: Druckerhöhung und Druckminderung im gesamten Netz bedarfsgerecht gestalten	KF - MF	●●	174
M31 Umbau der Übergabe Wehrda zur Pumpstation	KF – MF	●●	175
M32 Erneuerung der Entsäuerungsanlage Ronhausen	KF - MF	●●	176
M33 Nutzung Wasserkraft aus Abwasser auf den Lahnber- gen	KF	●	177
<b>Geothermie oberflächennah</b>			
M34 Bereitstellung von Informationen und Best Practice- Ansätzen für Interessenten über die Energieberatung	KF	●●	178
<b>Abwasserwärme</b>			
M35 Prüfung Stand der Technik und Wirtschaftlichkeitsbe- trachtung von Wärmegewinnung aus Abwasser direkt im Haus, siehe hierzu auch Ergebnisse der Studie der RWTH Aachen	MF	●	179
M36 Institutionalisierung eines Gremiums, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Universitätsstadt Marburg (Bauamt) und der Stadtwerke Marburg. In regelmäßigen Abständen sollten Abstimmungen zu anstehenden Baumaßnahmen (Neubauten, Sanierun- gen) und eine Prüfung der Anschlussmöglichkeiten für Abwasserwärme erfolgen. Eine enge Abstimmung aller Wärmemaßnahmen mit den Stadtwerken Marburg ist erforderlich.	KF	●●	180

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
M37 Prüfung Liegenschaften im Innenstadtbereich entlang des Hauptsammlers Deutschhausstraße / Biegenstr. / Frankfurter Straße / Gisselberger Straße auf Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung, z.B. Reha Fit, VitaFit; v.a. Prüfung Neubauten/Sanierungen	KF (s.o.)	●●	181
M38 Untersuchung Aquamar und Hallenbad Wehrda hinsichtlich Potenzial zur Abwasserwärmenutzung, Umsetzungsaufwand und Wirtschaftlichkeit	MF	●●	182
M39 Prüfung Nutzung Abwasserwärme aus der Kläranlage Cappel, wenn die bestehenden BHKW ihr Lebensalter erreicht haben	LF	●	183
<b>Kraft-Wärme-Kopplung</b>			
M40 Durchführung der Sanierung des Heizkraftwerks Ortenberg und Anschluss weiterer Wärmeabnehmer	KF-MF	●●●	184
M41 Umstellung der Erzeugung der Universität auf den Lahnbergen auf KWK	KF	●●●	185
M42 Aufstockung der Energieberatung um weitere Energieberaterinnen und -berater, idealerweise mit technischem Hintergrund. Regelmäßige Fort- und Weiterbildungen der Beraterinnen und Berater	KF	●●●	186
M43 Ansprache und Information von Privatpersonen und Gewerbetreibenden zu Möglichkeiten der KWK	KF	●●	187
M44 Bereitstellung von Informationen zu KWK: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Best Practice-Ansätze und erfolgreiche Beispiele, idealerweise aus der Region, kommunizieren</li> <li>▪ Verweis auf Lösungen für mögliche Probleme/ Hindernisse (Mieterhöhungen, Steuerliche Abrechnung)</li> <li>▪ Aktionen in der Region</li> <li>▪ Förderprogramme</li> </ul>	KF	●●	188
M45 Einzelfallprüfung der KWK-Potenziale im Stadtgebiet	KF	●●	189
M46 Aufbau Know-How, v.a. beim örtlichen Handwerk und v.a. im Bereich von Nano- und Mikro-KWK	KF-MF	●●	190
M47 Prüfung der Entwicklung eines Schwarmprodukts	MF	●	191

Maßnahme	Umsetzung	Priorität	Seite
M48 Aufbau von Mikro-Nahwärmenetzen für Kommunen: Inhaltliche Verfolgung des von den Stadtwerken Marburg durchgeführten Pilotprojekts und ggf. Aufbau weiterer Projekte	KF	●●	192
<b>Anlagenoptimierung</b>			
M49 Bereitstellung von Informationen für Privatpersonen und Gewerbetreibende zu den Möglichkeiten der Energieeinsparung durch Anlagenoptimierung	KF	●●●	193
M50 Ansprache der Anlagenbesitzerinnen und –besitzer über örtliches Handwerk und Energieberatung	KF	●●●	194

Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

Priorität der Umsetzung: ●●● = hohe Priorität; ●● = mittlere Priorität; ● = geringe Priorität

**Tabelle 1: Maßnahmenkatalog zur Erschließung der verfügbaren Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien in der Universitätsstadt Marburg**

## 2. Einleitung

Der Klimawandel hat längst begonnen. Aufgrund der Industrialisierung ist im letzten Jahrhundert die Konzentration der Treibhausgase stark angestiegen. Um ernste Folgen für Mensch und Natur zu vermeiden, sind zahlreiche Wissenschaftlicher der Meinung, man müsse den Temperaturanstieg dauerhaft auf maximal 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzen.

Die Universitätsstadt Marburg engagiert sich schon seit einigen Jahren für den Klimaschutz und hat sich dazu entschlossen, ihren Beitrag weiter aktiv auszubauen. Bis zum Jahr 2030, so lautet das ehrgeizige Ziel, will die Stadt die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Bereichen Strom und Wärme um 50% im Vergleich zum Jahr 2009 reduzieren.

Im Dezember 2011 wurde ein Integriertes Klimaschutzkonzept erstellt, das eine Datenlage der Emissionen im Stadtgebiet von 2009 und grundsätzliche Potenziale und Maßnahmen zur Erreichung des Ziels aufzeigt. Dieses diente der Universitätsstadt Marburg als Ausgangspunkt für weitere konkrete Aktivitäten im Klimaschutz. In der Folge wurden hierzu vier weitere Klimaschutz-Teilkonzepte und ein integriertes energetisches Quartierskonzept erarbeitet, deren Fertigstellung in den Jahren 2013/2014 erfolgte bzw. erfolgen wird. Es handelt sich dabei um die Klimaschutz-Teilkonzepte „Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien Potenziale“, „Klimafreundliche Mobilität“, „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ und „Innovatives Klimaschutz-Teilkonzept“ sowie das „Integrierte energetische Quartierskonzept für den Richtsberg“.<sup>2</sup>

Das hier vorliegende „Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale“ hat zum Ziel, die im Integrierten Klimaschutzkonzept rein theoretisch und technisch ermittelten Potenziale sukzessive zu konkretisieren und dahingehend weiter zu entwickeln, dass konkrete Handlungsoptionen im Bereich der Erneuerbaren Energien im Marburger Stadtgebiet verdeutlicht werden.

Alle Maßnahmen und Handlungsvorschläge wurden hierbei unter der Prämisse erarbeitet, die vorhandenen erneuerbaren Ressourcen nachhaltig zu nutzen und eine regionale Wertschöpfung zu fördern. Das Ergebnis bildet ein Maßnahmenkatalog, der der Universitätsstadt Marburg die Potenziale, Chancen und Risiken sowie Interessens- und Nutzungskonflikte der einzelnen Erneuerbaren Energien aufzeigt und somit als strategische Planungs- und Entscheidungshilfe für die nächsten Schritte im Klimaschutz dient.

---

<sup>2</sup> Weitere Informationen zu den Klimaschutz-Teilkonzepten und dem integrierten energetischen Quartierskonzept sind unter <http://www.klimaschutz-marburg.de> zu finden.

Die Inhalte des Teilkonzeptes umfassen neben der Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Bilanz die Analyse der praktisch realisierbaren Potenziale im Marburger Stadtgebiet, die Erstellung des Maßnahmenkatalogs und Vorstellung eines Tools, um die erarbeiteten Maßnahmen umsetzungsbegleitend steuern zu können.

Da eine erfolgreiche Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen nur mit den Akteuren vor Ort möglich ist, wurde bei der Teilkonzept-Erstellung und Festschreibung von Maßnahmen darauf geachtet, dass die Akteure in der Universitätsstadt Marburg möglichst umfassend einbezogen wurden. So wurden Vertreterinnen und Vertreter aus den unterschiedlichsten Unternehmen und Institutionen, aber auch Bürgerinnen und Bürger zu Veranstaltungen und Workshops eingeladen. Der konkrete Teilnehmerkreis und Kreis der Eingeladenen wird im Abschnitt „Akteursbeteiligung“ näher beschrieben.

### 3. Bestandsaufnahme – Vorhabensbeschreibung

#### 3.1. Die Universitätsstadt Marburg

Die Vorhabensbeschreibung für das Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien gibt die in Marburg vorliegende Ausgangssituation wie folgt wieder:

Die Universitätsstadt Marburg liegt in Mittelhessen, im Landkreis Marburg-Biedenkopf und gehört zum Regierungsbezirk Gießen. Die an der Lahn gelegene Universitätsstadt besteht neben der dicht bebauten Kernstadt aus 18 ländlich geprägten Stadtteilen. Der aktuelle Bevölkerungsstand beträgt 72.170 Einwohner (Stand 30.06.2013<sup>3</sup>).

Die Gesamtfläche beträgt 124,5 km<sup>2</sup>. Etwa 33,8% dieser Fläche wird, v.a. in den Ortsteilen, landwirtschaftlich genutzt (42,8 km<sup>2</sup>). Auf ca. 41,8% der Gesamtfläche befindet sich Wald (ca. 52 km<sup>2</sup>) und ca. 21,9% besteht aus Siedlungs- und Verkehrsfläche (ca. 27 km<sup>2</sup>).

Bekannt ist die Universitätsstadt Marburg vor allem durch ihren historischen Altstadt kern mit dem Marburger Schloss und der Elisabeth-Kirche.

Eine wichtige Institution der Stadt ist die Philipps-Universität Marburg, eine der traditionsreichsten Universitäten in Deutschland, die 1527 gegründet wurde. Heute studieren an ihr ca. 21.000 Studierende in 21 Fachbereichen. Die Phillips-Universität verteilt sich auf mehrere Standorte, die sich im Wesentlichen in das Stadtgefüge Marburgs eingliedern. Auf den Lahnbergen sitzen vor allem die naturwissenschaftlichen Fakultäten mit einer großen Anzahl Studierender.

Marburg ist an die nächst gelegenen Zentren über Bundesstraßen angebunden. Autobahnanbindungen bestehen im ca. 30 km entfernten Gießen oder im ca. 45 km entfernten Neuental. Die wichtigste Eisenbahnverbindung Marburgs erfolgt über die Trasse Kassel – Frankfurt. Die Züge fahren tagsüber jede halbe Stunde.

Die Universitätsstadt Marburg ist stark topografisch geprägt: Den niedrigsten Punkt in der Stadt bildet die Lahn. An deren östlichen Lagen erstrecken sich die Lahnberge. Der Höhenunterschied beträgt ca. 200 m. Westlich der Lahn liegt das Zentrum Marburgs. Markanter Punkt ist dabei die Marburger Oberstadt mit dem Marburger Schloss, welches besonders durch die exponierte Lage eines der prägnantesten Bauwerke für die Stadt darstellt.

Durchschnittlich kommen auf je 1.000 Einwohner 447 Wohnungen. In Marburg selbst befinden sich insgesamt 12.371 Wohngebäude.

<sup>3</sup> Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt, 11/2013: Bevölkerung der Hessischen Gemeinden



Die Kernstadt ist im Vergleich zu den umliegenden Ortsteilen, die eher ländlich geprägt sind, vergleichsweise dicht bebaut. Von den insgesamt ca. 35.000 Beschäftigten arbeitete 2009 ein Großteil (80,5 %) im Tertiären Sektor. Größte Arbeitgeber sind die aus den ehemaligen Behringwerken hervorgegangenen Folgeunternehmen CSL Behring, Siemens Healthcare Diagnostics, Novartis Behring und Pharmaserv. Die höchsten Beschäftigungsanteile haben die Bereiche Gesundheit (Universitätskliniken) und Wissenschaft (Universität, Deutsche Blindenstudienanstalt (Blista)). Insgesamt arbeiten in diesen beiden Wirtschaftsbereichen über 10.000 Menschen.

Die Zahl der Übernachtungen liegt in Marburg bei ca. 100.000 pro Jahr (2009), die durchschnittliche Aufenthaltsdauer beträgt rund 2,5 Tage.

## **3.2. Erneuerbare Energien in der Universitätsstadt Marburg**

### ***3.2.1. Zielsetzung***

Die Universitätsstadt Marburg ist im Bereich der Erneuerbaren Energien bereits heute aktiv und nutzt die verschiedenen Arten der erneuerbaren Energieerzeugung, sei es Solarenergie, Wasser- oder Windkraft, Biomasse oder oberflächennahe Geothermie. Die Erneuerbaren Energien decken jedoch bisher den Energiebedarf der Stadt nur zu etwa 1,5%. Gemäß den Berechnungen des 2011 erstellten Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist rein technisch eine Deckung von bis zu 20% möglich.

Das Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale setzte auf diesen rein technisch errechneten Potenzialen auf und prüfte, inwiefern diese Potenziale realisierbar und umsetzbar sind. Unter Einbeziehung der relevanten Akteure vor Ort wurden die identifizierten theoretischen und technischen Potenziale aufgegriffen und weiterentwickelt, um so die Nutzung erneuerbarer Ressourcen nachhaltig zu fördern.

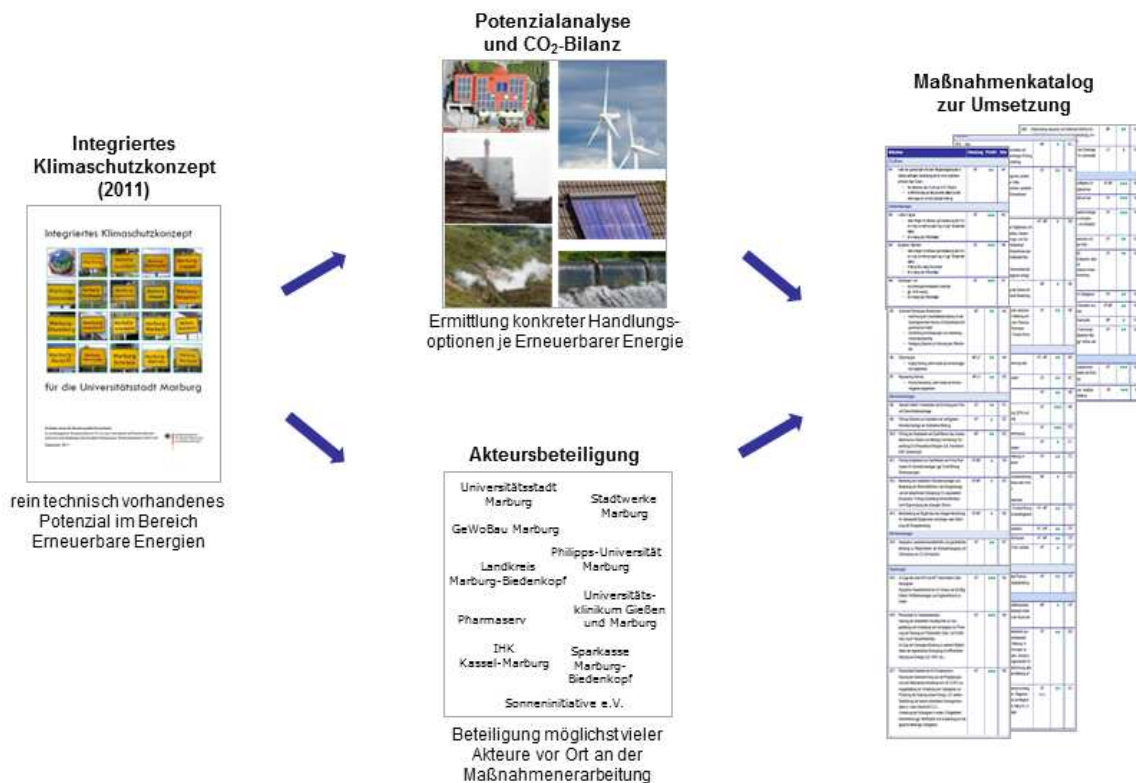
Ziel des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes war die Erarbeitung konkret umsetzbarer Maßnahmenvorschläge zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Marburger Stadtgebiet, die einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz und zu den CO<sub>2</sub>-Einsparzielen der Stadt beitragen.

### 3.2.2. Vorgehen

Entsprechend der Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit besteht das Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale aus den folgenden Bausteinen:

- Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Bilanz und Einfluss der erarbeiteten Maßnahmen auf diese
- Potenzialanalyse zur Identifizierung der verfügbaren Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien Biomasse, Solarenergie, Windenergie, Geothermie und Wasserkraft
- Akteursbeteiligung zur Identifikation von Hemmnissen und zur gemeinsamen Maßnahmenentwicklung
- Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit
- Maßnahmenkatalog mit konkreten Handlungsempfehlungen im Bereich der Erneuerbaren Energien zur Erreichung des CO<sub>2</sub>-Einsparziels
- Controlling-Konzept als Steuerungsgrundlage für die weitere Umsetzung und zur Überprüfung der gesetzten Klimaschutzziele

Bildlich lässt sich das Vorgehen wie folgt darstellen:



**Abbildung 2: Vorgehen im Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale**

## 4. Projektablauf, Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Das Klimaschutzziel der Universitätsstadt Marburg, eine Verringerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Strom und Wärme bis zum Jahr 2030 um 50% im Vergleich zum Jahr 2009, kann nur erreicht werden, wenn Maßnahmen, die zur Erreichung dieses Ziels beitragen, letzten Endes auch umgesetzt werden. Eine Umsetzung der in diesem Klimaschutz-Teilkonzept erarbeiteten Maßnahmen kann jedoch nur gelingen, wenn die Akteure und Entscheidungsträger vor Ort an einem Strang ziehen. Voraussetzung hierfür ist zum einen der gemeinsame Wunsch dieses Ziel zu erreichen, aber auch ein einheitliches Verständnis davon, wie die Erneuerbaren Energien funktionieren, wie sie ökologisch und wirtschaftlich umgesetzt werden können, was ihre Vorzüge sind und worin die Risiken bestehen.

Aus diesem Grund wurden die in Kapitel 6 beschriebenen Maßnahmen in einem partizipativen Prozess erarbeitet.

Ziel war es möglichst viele der Akteure vor Ort anzuhören, an der Maßnahmenentwicklung aktiv zu beteiligen und gemeinsam konkrete Umsetzungsschritte zu diskutieren. Die Übermittlung möglichst umfassender Informationen an eine breite Öffentlichkeit sollte zur Schaffung von Akzeptanz beitragen und dazu motivieren, in Erneuerbare Energien zu investieren, sei es als Eigennutzung oder als Beteiligungsmodell.

Hinsichtlich der Machbarkeit von Maßnahmen sollte die Einbeziehung der unterschiedlichen Akteure als eine Art „Qualitätscheck“ dienen. Durch das Zusammenbringen der Meinungen und Interessen der unterschiedlichen Akteure sollte darüber hinaus auch eine Stärkung der Zusammenarbeit verschiedener Interessensgruppen und eine Vernetzung der Akteure vor Ort erfolgen.

Da eine Beteiligung der Akteure mit Abschluss der Konzepterstellung jedoch nicht beendet sein darf, sondern kontinuierlich weiter forciert werden sollte, wurde bereits bei der Maßnahmenentwicklung dieser Aspekt mitbedacht. Es wurden zum Beispiel konkrete Maßnahmen entwickelt, die eine bessere Information der Bürgerinnen und Bürger zum Ziel haben.

Dieses Klimaschutz-Teilkonzept ist neben weiteren Klimaschutz-Teilkonzepten nur ein Baustein zur Erreichung des Gesamt-Klimaschutzziels. Daher wurden die relevanten Akteure sowohl in einzelnen Veranstaltungen einbezogen, die speziell auf das Thema Erneuerbare Energien zugeschnitten waren, sowie in allgemeineren Informationsveranstaltungen. Letztere wurden gemeinsam für alle derzeit in der Universitätsstadt Marburg erstellten Klimaschutz-Teilkonzepte und Quartierskonzepte durchgeführt. Um Bürgerinnen und Bürger sowie die Gewerbetreibenden und weiteren Akteure Marburgs nicht mit einer Vielzahl paralleler Veranstaltungen zu überfordern und damit ggf. auch Desinteresse hervorzurufen,

sollten in Zukunft mögliche Themenbereiche gebündelt und integriert und, sofern erforderlich, spezifisch ausgestaltet werden.

#### 4.1. Projektablauf

Die Bearbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien Potenziale startete mit einem ersten Treffen der Projektgruppe am 18. Februar 2013. Im Zuge der Bearbeitung fanden in regelmäßigen Abständen Projektgruppensitzungen statt. Eine Einbeziehung der breiten Öffentlichkeit erfolgte durch eine Auftaktveranstaltung am 11. Juni 2013, im Zuge der Vorstellung aller Klimaschutz-Teilkonzepte und der Quartierskonzepte am 24. September, in themenspezifischen Workshops am 30. Oktober und in einer abschließenden Veranstaltung am 17. Dezember 2013. Die folgende Abbildung zeigt den Projektplan des Teilkonzeptes.

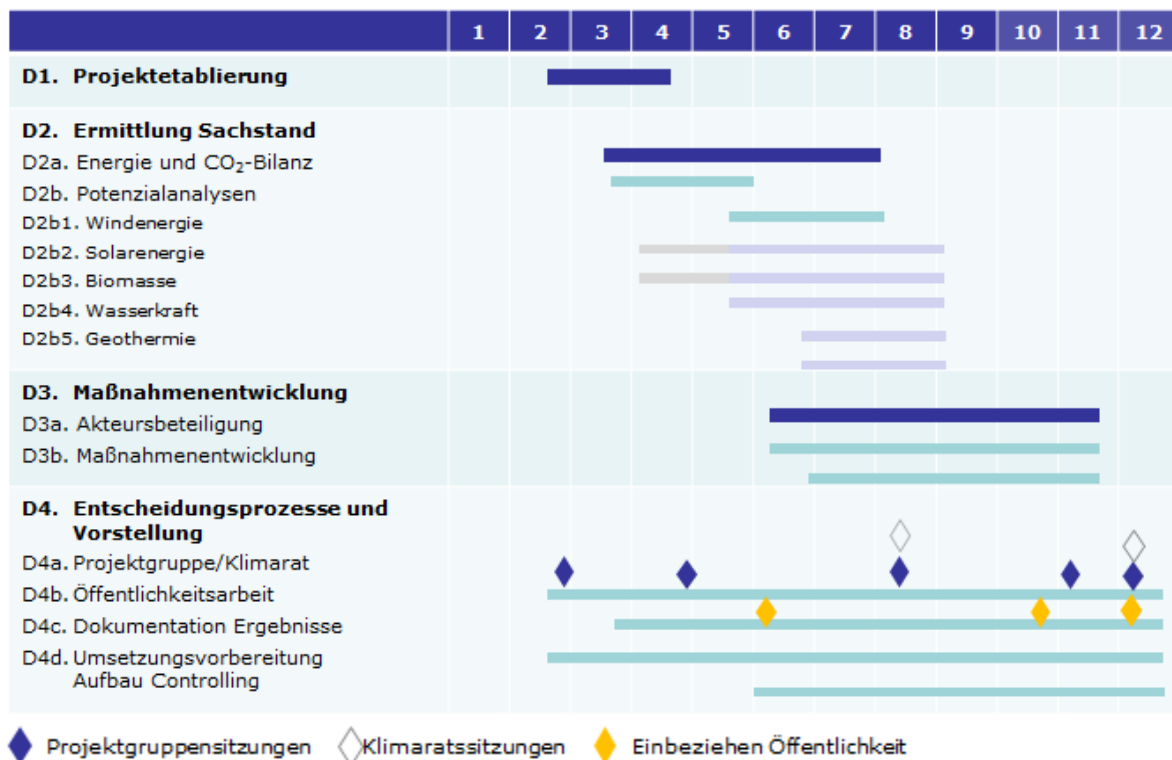


Abbildung 3: Projektplan des Klimaschutz Teilkonzeptes Erneuerbare Energien

## 4.2. Akteursbeteiligung

Für die kontinuierliche Einbindung der relevanten Entscheidungsträger aus Politik, Wirtschaft und Stadtverwaltung, aber auf interessierter Bürgerinnen und Bürger erfolgte eine beständige Beteiligung auf folgenden Ebenen:

- Regelmäßige Projektgruppensitzungen
- Institutionalisierung eines Klimaschutzübergreifenden Gremiums („Klimarat“)
- Expertengespräche
- Öffentliche Veranstaltungen
  - Auftaktveranstaltung
  - Themenspezifische Workshops
  - Abschlussveranstaltung
  - Weitere Veranstaltungen zum Thema Klimaschutz
- Darstellung der Erarbeitung auf der städtischen Homepage

Für die öffentlichen Veranstaltungen wurden möglichst viele der regionalen Akteure angesprochen. Eingeladen wurden neben interessierten Bürgerinnen und Bürgern auch Stadtverordnete und Ortsvorsteher, sowie Vertreterinnen und Vertreter des Kinder- und Jugendparlaments, der Stadtteilgemeinden und der örtlichen Schulen. Ebenso wurden Vertreterinnen und Vertreter der folgenden Institutionen eingeladen: Stadtverwaltung, Kreisverwaltung, Energie- und Umweltausschuss, Stadtwerke Marburg, Abwasserverband Marburg, Philipps-Universität Marburg, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Lokale Agenda 21, Umweltverbände, Solarverbände, Industrie- und Handelskammer Kassel-Marburg, Handwerkerinnungen und die Kreishandwerkerschaft, örtliche Kreditinstitute, Wohnungsbaugesellschaften wie z.B. die GeWoBau, Haus und Grund, Mieterverein und die lokale Wirtschaft, wie z.B. Pharmaserv, Wagner Solar, etc.

### ***Projektgruppe Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien***

Die Projektgruppe des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien wurde als Entscheidungsgremium im Projekt eingesetzt. Von den Mitgliedern der Projektgruppe wurde das Projekt gesteuert, notwendige Entscheidungen getroffen und erarbeitete Potenziale und Maßnahmen verabschiedet. Die erste gemeinsame Sitzung der Projektgruppe erfolgte zum Projektstart am 18. Februar 2013. Weitere Abstimmungen erfolgten am 20. März (Photovoltaik), 22. April, 20. August und 6. November des laufenden Jahres 2013.

Die Projektgruppe setzte sich aus den folgenden Mitgliedern aus Verwaltung und kommunalen Unternehmen zusammen:

- Dr. Franz Kahle           Bürgermeister;  
                                  Universitätsstadt Marburg
- Wiebke Lotz                Federführung, Klimaschutzbeauftragte;  
                                  Universitätsstadt Marburg
- Marion Kühn               Fachdienstleitung Stadtgrün, Klima- und Naturschutz;  
                                  Universitätsstadt Marburg
- Jochen Friedrich         Fachdienstleitung Umwelt, Fairer Handel, Abfallwirtschaft;  
                                  Universitätsstadt Marburg
- Bernd Nützel              Fachdienst Stadtplanung; Universitätsstadt Marburg
- Ortrud Simon             Untere Naturschutzbehörde; Universitätsstadt Marburg
- Peter Wagner             Energiebeauftragter; Universitätsstadt Marburg
- Werner Plassmann       Fachdienst Tiefbau; Universitätsstadt Marburg
- Dieter Spratte            Controlling/Revision; GeWoBau Marburg
- Matthias Knoche         Abteilungsleiter Wohnungsverwaltung; GeWoBau Marburg
- Thomas Brandherm       Kommunale Projekte; Stadtwerke Marburg

### ***Im Aufbau befindliche Klimaschutzübergreifende Arbeitsgruppen***

Wichtiges Augenmerk bei der Erstellung des vorliegenden Teilkonzeptes war nicht nur die Generierung von Maßnahmen, sondern die Schaffung von Voraussetzungen, damit eine Umsetzung der Maßnahmen möglichst zielgerichtet und langfristig erfolgen wird.

Da in der Universitätsstadt Marburg noch kein transdisziplinäres Gremium zum Thema Klimaschutz besteht, wurde zu Beginn des Projektes die Etablierung eines „Klimarates“ als mögliches Mittel zur Schaffung von Transparenz und Akzeptanz empfohlen. Dieser sollte aus etwa 25 bis 30 Personen bestehen, die die unterschiedlichen Interessen der Akteure in der Universitätsstadt widerspiegeln, d.h. Vertreterinnen und Vertreter aus Verwaltung, Politik, lokale Wirtschaft, Stadtwerke Marburg, Kreditinstitute, Wohnungswirtschaft, Kreishandwerkerschaft, Lokale Agenda 21, Land- und Forstwirtschaft, Philipps-Universität Marburg, etc. Vertreterinnen und Vertreter des „Klimarates“ sollten in regelmäßigen Abständen zusammenkommen und die Rolle übernehmen, die aktuellen Entwicklungen vor Ort inhaltlich

zu begleiten und damit als eine Art fachbezogenes Diskussionsforum dienen, das die Entscheidungen der Projektgruppe mit trägt und weiter vorantreibt.

Da ein solches Gremium bzw. die Vernetzung und Zusammenarbeit der lokalen Akteure für die Umsetzung des Klimaschutzes sehr wichtig ist, wird die Universitätsstadt Marburg voraussichtlich Ende des ersten Quartals 2014 sowohl eine interne „Projektgruppe Klimaschutz“ als auch einen „runden Tisch Klimaschutz“ ins Leben rufen, die im Folgenden kurz erläutert werden. Diese übernehmen die angedachten Aufgaben des „Klimarates“.

### *Projektgruppe Klimaschutz*

Die „Projektgruppe Klimaschutz“ wird aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadtverwaltung, der GeWoBau und der Stadtwerke bestehen. Die Projektgruppenmitglieder sollen ihre Klimaschutzaktivitäten abstimmen und gemeinsam vorantreiben.

### *Runder Tisch Klimaschutz*

Der „Runde Tisch Klimaschutz“ befindet sich noch im Aufbau, wird aber aus den Mitgliedern der Projektgruppe Klimaschutz und weiteren interessierten Akteuren, basierend auf den möglichen Mitgliedern des „Klimarates“, bestehen. In Zukunft wird er alle 3 - 6 Monate tagen und die Umsetzung wichtiger Klimaschutz-Maßnahmen vorantreiben.

### *Expertengespräche*

Um vor allem die großen Energieverbraucher im Marburger Stadtgebiet einzubeziehen, aber auch um weitere Schlüsselakteure einzubinden, die wichtigen Input zu den bearbeiteten Themen liefern können, wurden sogenannte Expertengespräche geführt. Ziel der Gespräche war neben den bereits erwähnten Gründen für eine breite Akteursbeteiligung zum einen die Erfassung des Status Quo im Bereich Erneuerbarer Energien, aber auch die Ermittlung konkreter Potenziale. Gemeinsam wurden in ca. ein- bis zweistündigen Gesprächen konkrete Maßnahmen diskutiert und Umsetzungshemmnisse bewertet.

Die Expertengespräche wurden im Laufe der Projektbearbeitung mit folgenden Personen geführt.

- Wiebke Lotz Klimaschutzbeauftragte; Universitätsstadt Marburg
- Bernd Nützel Fachdienst Stadtplanung; Universitätsstadt Marburg
- Ortrud Simon Untere Naturschutzbehörde; Universitätsstadt Marburg
- Peter Wagner Energiebeauftragter; Universitätsstadt Marburg
- Werner Plassmann Fachdienst Tiefbau; Universitätsstadt Marburg
- Jochen Friedrich Fachdienstleitung Umwelt, Fairer Handel, Abfallwirtschaft; Universitätsstadt Marburg
- Dieter Spratte Controlling/Revision; GeWoBau Marburg
- Matthias Knoche Abteilungsleiter Wohnungsverwaltung; GeWoBau Marburg
- Thomas Brandherm Kommunale Projekte; Stadtwerke Marburg
- Bernd Kerner Bereichsleiter Netze und Erzeugung; Stadtwerke Marburg
- Walter Christ Wassermeister; Stadtwerke Marburg
- Thorsten Gerhard Abteilungsleiter Wärmeversorgung; Stadtwerke Marburg
- Jens Tesseraux Abwasser, Kanal; Stadtwerke Marburg
- Uwe Erdel Abwasserverband; Stadtwerke Marburg
- Hans-Jürgen Erxleben Liegenschaftsverwaltung, Energiemanagement; Universitätsklinikum Gießen und Marburg
- Dr. Norbert Clement Fachdienstleiter Erneuerbare Energien; Landkreis Marburg-Biedenkopf
- Dr. Eckhard Diehl Gebäudemanagement und Technik; Philipps-Universität Marburg
- Johannes Gerling Leiter Ver- und Entsorgung; Pharmserv
- Carsten Schneider Facilities Produktmanagement und Konzeptentwicklung; Pharmserv

Des Weiteren fanden kurze telefonische Abstimmungen mit dem Studentenwerk, mit Vertretern der Abfallwirtschaft Lahn-Fulda, dem Leiter der Städtischen Hallenbäder Aquamar und Hallenbad Wehrda, der E.On Mitte AG, dem Katasteramt der Universitätsstadt Marburg, einem Mitarbeiter eines ortsansässigen Erdwärme-Bohrunternehmens und weiteren Akteuren statt.

### ***Themenspezifische Workshops***

Am 30. Oktober 2013 fanden in der Jugendherberge in Marburg Workshops zu den Themenbereichen Abwasserwärme, Kraft-Wärme-Kopplung, Biomasse und Solarenergie statt. Ziel der Workshops war es, die erarbeiteten Potenziale in den jeweiligen Bereichen vorzustellen und gemeinsam mit den Akteuren aus Verwaltung, Politik, Wirtschaft, Universität



sowie Bürgerinnen und Bürgern bereits entwickelte Maßnahmenvorschläge auf ihre Umsetzbarkeit zu prüfen und ggf. weitere Maßnahmen zu generieren.

Auf eine Workshopreihe zu den Themenfeldern Windkraft, Geothermie und Wasserkraft wurde verzichtet. Im Bereich Großwindkraft wollte die Projektgruppe nicht der Öffentlichkeitsarbeit der beteiligten Akteure vorgreifen. Im Bereich Kleinwindkraft, Geothermie und Wasserkraft wurde aufgrund der eher geringen Potenziale auf eine Beteiligung verzichtet.

Folgende Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus den unterschiedlichen Interessenverbänden beteiligten sich an den Diskussionen:

- Frau Lotz                                      Klimaschutzbeauftragte; Universitätsstadt Marburg
- Herr Prof. Ackermann                      Lokale Agenda 21/BUND
- Frau Ackermann                              Lokale Agenda 21/BUND
- Frau Becker                                      Fachdienst Gebäudewirtschaft; Universitätsstadt Marburg
- Herr Prof. Bien                                    Direktor Neuradiologie; Universitätsklinikum Gießen und Marburg
- Herr Braun                                        Vertrieb; Stadtwerke Marburg
- Herr Brunnet                                      Arbeitskreis Umwelt; CDU
- Herr Dr. Clement                                Fachdienstleiter Erneuerbare Energien; Landkreis Marburg-Biedenkopf
- Herr Dr. Diehl                                      Gebäudemanagement und Technik; Philipps-Universität Marburg
- Frau Elsner                                        Industrie- und Handelskammer Kassel-Marburg
- Herr Erdel                                         Abwasserverband; Stadtwerke Marburg
- Herr Finck                                         Sparkasse Marburg-Biedenkopf
- Frau Fliegl                                        Gleichberechtigungsreferat; Universitätsstadt Marburg
- Herr Gerhardt                                    Abteilungsleiter Wärmeversorgung; Stadtwerke Marburg
- Herr Klös    Geschäftsführer; Sonneninitiative e.V.
- Herr Knoche                                      Abteilungsleiter Wohnungsverwaltung; GeWoBau Marburg
- Frau Kröpelin                                    Fachdienst Grundstücksverkehr; Universitätsstadt Marburg
- Frau Kühn                                        Fachdienstleitung Stadtgrün, Klima- und Naturschutz; Universitätsstadt Marburg
- Frau Lang                                         Gleichberechtigungsreferat; Universitätsstadt Marburg
- Herr Orths                                         Wagner Solartechnik
- Herr Quast                                        1. Vorsitzender; Sonneninitiative e.V.
- Herr Rumpelt                                     Privat (Peak Oil)
- Herr Spratte                                      Controlling/Revision; GeWoBau Marburg
- Herr Tesseraux                                 Abwasser, Kanal; Stadtwerke Marburg

- Herr Volz                                   Energie- und Umweltausschuss; Bündnis 90/Die Grünen
- Herr Weber                                Piratenpartei
- Herr Weiner                                Praxis GmbH
- Herr Windt                                 Ortsbeirat Richtsberg

In den Workshops wurden die ermittelten Potenziale und Maßnahmenvorschläge sehr konstruktiv diskutiert und gute Ideen und Ergänzungen eingebracht. Die Ergebnisse der Workshops sind in die Erarbeitung der konkreten Maßnahmenvorschläge eingeflossen.



**Abbildung 4:** Diskussion und Erarbeitung konkreter Maßnahmenvorschläge im Zuge der Workshops vom 30.11.2013

### *Veranstaltungen*

Bei den folgenden Veranstaltungen wurde das Teilkonzept in größerem Kreis vorgestellt und besprochen:

#### *Auftaktveranstaltung*

Am 11. Juni 2013 fand die erste öffentliche Veranstaltung „Es geht weiter mit dem Klimaschutz!“ im Stadtverordnetensitzungssaal der Universitätsstadt Marburg statt. Ziel der Veranstaltung war es, den interessierten Bürgerinnen und Bürgern und Vertreterinnen und Vertretern regionaler Unternehmen und Institutionen einen Überblick zu geben, wie der

Klimaschutz in der Universitätsstadt Marburg nach Erstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes weiter vorangetrieben wird. Eingeladen wurden wie eingangs bereits erwähnt die Vertreterinnen und Vertreter der unterschiedlichen regionalen Unternehmen, Institutionen und politischen Verbände sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Es wurde ein Überblick über das „Integrierte energetische Quartierskonzept für den Richtsberg“ sowie die vier in Entwicklung befindlichen Klimaschutz-Teilkonzepte „Erschließung der verfügbaren Erneuerbare Energien Potenziale“, „Klimafreundliche Mobilität auf den Lahnbergen und in der Leopold-Lucas-Straße“, „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“ und das „Innovative Klimaschutz-Teilkonzept“ (Energetische Sanierung der denkmalgeschützten Remisen und Aufbau eines Forums zum Thema energetische Sanierung) gegeben. Die Veranstaltung stieß auf positive Resonanz.



Begrüßung der Teilnehmer durch  
Bürgermeister Dr. Kahle



Vorstellung eines Klimaschutz-Teilkonzeptes durch die  
Klimaschutzbeauftragte Frau Lotz

**Abbildung 5: Bilder der Auftaktveranstaltung; Quellen: Universitätsstadt Marburg, das Marburger**

### *Besprechung aller Klimaschutz-Teilkonzepte*

Am 24. September 2013 fand eine interne Besprechung aller Klimaschutz-Teilkonzepte und der Quartierskonzepte statt. An der Veranstaltung teilgenommen haben die jeweiligen Projektgruppenmitglieder. Darunter Vertreterinnen und Vertreter der Stadtverwaltung der Universitätsstadt Marburg, der Stadtwerke Marburg, der GeWoBau und weiteren.

Ziel war es, jeweils den aktuellen Stand der Teilkonzepterstellung vorzustellen, mit den anwesenden Akteuren zu diskutieren und gegenseitige Synergien zu ermitteln.

### *Abschlussveranstaltung*

Eine öffentliche Abschlussveranstaltung erfolgte am 17. Dezember 2013. Wie eingangs bereits erwähnt wurden hierzu Vertreterinnen und Vertreter der regionalen Unternehmen, Institutionen, Verbände und Vereine, politischen Gremien, aber auch interessierte Bürgerinnen und Bürger eingeladen.

In vorweihnachtlicher Atmosphäre wurden im Zuge dieser Veranstaltung die Ergebnisse der Klimaschutz-Teilkonzepte „Klimaschutz in eigenen Liegenschaften“, „Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren Energien Potenziale“ und das „Innovative Klimaschutz-Teilkonzept“ vorgestellt. Darüber hinaus wurde sowohl ein Jahresrückblick auf die Klimaschutzaktivitäten im Jahr 2013, als auch ein Ausblick auf die für das Jahr 2014 geplanten Aktivitäten rund um das Thema Klimaschutz gegeben.

### **4.3. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit**

Wie im Abschnitt „Akteursbeteiligung“ bereits beschrieben sollte durch die Einbindung möglichst vieler regionaler Akteure und damit einer breiten Öffentlichkeit Transparenz, Akzeptanz, aber auch Engagement im Hinblick auf die Erschließung der verfügbaren Potenziale im Bereich der Erneuerbaren Energien geschaffen werden. Mit „Öffentlichkeit“ sind dabei sowohl die Bürgerinnen und Bürger der Universitätsstadt Marburg, als auch Interessensgruppen, Vereine, Verbände und Unternehmen gemeint.

Eine das Klimaschutz-Teilkonzept begleitende Öffentlichkeitsarbeit ist zum einen wichtig für die Sichtbarkeit der vielfältigen, bereits durchgeführten und geplanten Klimaschutzmaßnahmen im Sinne von „Tue Gutes und sprich darüber“. Auf diesem Weg kann für weiteres Engagement geworben und über anstehende Maßnahmen und Aktionen informiert werden.

Durch eine frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit und transparente, ehrliche und regelmäßige Kommunikation der Vorhaben im Bereich der Erneuerbaren Energien können darüber hinaus Widerstände überwunden werden, die z.B. beim Bau einer Windkraftanlage vor Ort entstehen können. Etwaige Bedenken können frühzeitig gehört und in die weiteren Planungen einbezogen werden. Zielkonflikte können frühzeitig angegangen und gelöst werden. Auch für die Qualität von Entscheidungen kann es durchaus förderlich sein, frühzeitig möglichst unterschiedliche Sichtweisen der Akteure vor Ort zu hören.

Eine Erhöhung der Aufmerksamkeit für das Thema Klimaschutz und Einbindung der Öffentlichkeit erfolgte im Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien auf unterschiedlichen Wegen:

- Internetpräsenz: auf der Homepage der Universitätsstadt Marburg werden Informationen zu den Teilkonzept-Erarbeitungen und Veranstaltungen zur Verfügung gestellt (siehe <http://www.klimaschutz-marburg.de>)
- Es wurden möglichst viele Akteure vor Ort eingebunden, die als Multiplikatoren die Ergebnisse und Kenntnisse zu den Bearbeitungsständen in den Klimaschutz-Teilkonzepten weitertragen
- Die örtliche Presse berichtete von den durchgeführten öffentlichen Veranstaltungen der Klimaschutz-Teilkonzepte

Doch nicht nur während der Klimaschutz-Teilkonzept-Erstellung wurde auf die Einbindung einer breiten Öffentlichkeit geachtet. Auch für die Umsetzung der im Teilkonzept erarbeiteten handlungsorientierten Maßnahmenvorschläge ist eine Einbindung der Öffentlichkeit und möglichst vieler lokaler Akteure erfolgsentscheidend.

## 5. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

Um zielgerichtet auf die Erreichung des Klimaschutzzieles – 50% weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 im Bereich Strom und Wärme im Vergleich zum Jahr 2009 – hinarbeiten zu können, hat sich die Universitätsstadt Marburg dazu entschlossen, jährlich ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen zu bilanzieren und daran die Fortschritte im Klimaschutz zu messen.

### Ausgangslage 2009

Für das Jahr 2009 errechnete das Integrierte Klimaschutzkonzept (2011) für das Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen in Höhe von 1.084.300 Tonnen. Die folgende Tabelle zeigt deren Verteilung auf die unterschiedlichen Handlungsfelder auf.

Handlungsfeld	CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen (in Tonnen pro Jahr)
Wärme	217.000
Elektrische Energie (ohne Wärmeanwendung)	257.000
Mobilität	163.000
Staat (öffentliche Verwaltung und Infrastruktur)	98.300
Konsum	218.000
Ernährung	131.000
<b>SUMME</b>	<b>1.084.300</b>

**Tabelle 2:** CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen im Jahr 2009 nach Handlungsfeldern in der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept, 2011

Auf die Bereiche Strom und Wärme entfallen demnach 474.000 CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen, die es bis 2030 zu halbieren gilt.

### Aktualisierung der CO<sub>2</sub>-Bilanz

Im Jahr 2013 hat sich die Universitätsstadt Marburg dazu entschlossen, ihre CO<sub>2</sub>-Bilanz mit dem gängigen Programm ECORegion<sup>4</sup> zu erstellen.

<sup>4</sup> Das Instrument ECORegion der Firma Ecospeed (<http://www.ecospeed.ch/>) ermöglicht es Kommunen CO<sub>2</sub>- und Energiebilanzierungen nach unterschiedlichen Gesichtspunkten, wie z.B. Energieträger oder Sektoren, zu erstellen.

Bei Erstellung einer CO<sub>2</sub>-Bilanz in ECORegion wird zunächst eine Startbilanz erstellt, die anhand der Einwohner- und Beschäftigtenzahlen eine erste grobe Bilanzrichtung aufzeigt. Die übrige Berechnung erfolgt in diesem Fall mit deutschen Durchschnittsdaten. Diese können mit lokalen Daten überschrieben werden, so dass eine lokal angepasste Endbilanz berechnet werden kann.

Da die Beschaffung der lokalen Daten mitunter sehr aufwändig ist, hat das Regierungspräsidium Gießen Ende 2013 angeboten, in Zukunft einen Großteil der Daten zentral zu erheben und den Kommunen zur Verfügung zu stellen.

Da bis zum Abschluss des Klimaschutz-Teilkonzeptes noch keine weiteren Daten vorlagen, wird eine Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale durch die Nutzung Erneuerbarer Energien maßnahmenspezifisch erfolgen. Dabei werden analog zum Klimaschutzkonzept jeweils die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen betrachtet.

Sobald durch die Zusammenarbeit mit dem Regierungspräsidium Gießen weitere Daten vorliegen, wird die Startbilanz der Universitätsstadt Marburg durch die Klimaschutzbeauftragte der Stadt in ECORegion verfeinert und den Bürgerinnen und Bürgern der Stadt öffentlich zugänglich gemacht.

### CO<sub>2</sub>-äquivalente Einsparpotenziale durch Erneuerbare Energien in der Universitätsstadt Marburg

Die in diesem Klimaschutz-Teilkonzept enthaltenen Berechnungen der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Einsparungen erfolgen anhand der Studie „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“<sup>5</sup>, die seit 2007 jährlich vom Umweltbundesamt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellt wird.

Wie viel CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen durch den Einsatz einer Erneuerbaren Energie eingespart werden können hängt entscheidend davon ab, welche fossilen Energieträger durch die jeweilige Erneuerbare Energie ersetzt werden und welche Emissionen bei der Herstellung der Erneuerbaren Energie, wie z. B. dem Bau einer Windkraftanlage oder eines Photovoltaik-Moduls oder dem Transport und Anbau von Biomasse anfallen.

---

Aufgrund der bereitgestellten länderspezifischen Daten kann schnell eine erste Abschätzung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen in einer Startbilanz erfolgen.

<sup>5</sup> Quelle: „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012“, Umweltbundesamt, Stand Juli 2013

Der spezifische Emissions-Vermeidungsfaktor einer Erneuerbaren Energie bestimmt sich folglich aus der Differenz dieser beiden Faktoren: den Emissionen der substituierten fossilen Energiequelle und den bei der Bereitstellung der Erneuerbaren Energie entstandenen Emissionen. Etwaige Vorketten der Herstellung sind in der Bilanz enthalten.

Durch eine Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen (siehe Abschnitt 7, Maßnahmenkatalog) im Bereich der Erneuerbaren Energien könnten in der Universitätsstadt Marburg mindestens weitere 92.671 bis 110.325 Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Dies entspricht etwa 39 bis 47 Prozent der zur Erreichung des gesetzten Klimaschutzziels erforderlichen Einsparungen.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick, wie sich die Einsparungen auf die verschiedenen Erneuerbaren und Nicht-Erneuerbaren (z.B. KWK) Erzeugungsarten und Einsparungsmöglichkeiten verteilen:

Erzeugungsart	Einsparung CO <sub>2</sub> -äquivalenter Emissionen (t p.a.)
Windkraft	
Großwindanlagen	33.503 bis 45.686
Kleinstwindanlagen	2,3
Solarenergie	
Photovoltaik	22.669 bis 28.133
Solarthermie	3.805
Biomasse	788
Wasserkraft	1.197 bis 1.204
Abwasserwärme	65
Kraft-Wärme-Kopplung	30.643
<b>SUMME</b>	<b>92.671 bis 110.325</b>

**Tabelle 3: Mögliche Einsparungen CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen in der Universitätsstadt Marburg durch Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen im Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale**

In dem erarbeiteten Maßnahmenkatalog des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes sind neben den mit konkreten Einsparpotenzialen bezifferten Maßnahmen auch Maßnahmen enthalten, die ein großes Potenzial für weitere Einsparungen beinhalten, die aufgrund des aktuell noch weitgehend theoretischen Potenzials dieser Maßnahmen in den Berechnungen jedoch nicht enthalten sind. So könnten zum Beispiel durch ein Repowering der Windkraftanlagen am Standort Wehrda oder durch Realisierung von Solarparks auf gewerblichen Freiflächen weitere CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.



**Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen**

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>6</sup>
<p>M1: Nach der gemeinsam mit dem Regierungspräsidium Gießen erfolgten Sammlung der für eine Endbilanz erforderlichen Daten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aktualisierung der CO<sub>2</sub>-Bilanz in ECORegion</li> <li>▪ Veröffentlichung der aktualisierten Bilanz auf der Homepage der Universitätsstadt Marburg</li> </ul>	<p>Klimaschutzbeauftragte der Universitätsstadt Marburg</p>	<p>KF</p>

**Tabelle 4: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: CO<sub>2</sub>-Bilanz**

<sup>6</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

## 6. Ist- und Potenzialanalyse

Zur Beantwortung der Frage, welche klimaschutzrelevanten Potenziale in der Universitätsstadt Marburg durch Erneuerbare Energien erschlossen werden können, wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt. Ausgehend von den im Integrierten Klimaschutzkonzept (2011) ermittelten Potenzialen wurden heute bereits erschlossene Potenziale sowie konkrete Ansatzpunkte noch zu erschließender Potenziale und damit verbundene realistische Ziele erarbeitet.

Die hierfür erforderlichen Datengrundlagen entstammen unterschiedlichen Quellen. Zumeist wurden die Daten von Gesprächspartnern, sowohl aus der Projektgruppe (Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, GeWoBau) als auch aus den Expertengesprächen (z.B. Landkreis Marburg-Biedenkopf) oder von Workshopteilnehmerinnen und -teilnehmern bereitgestellt. Ergänzt wurde die Datensammlung durch Internetrecherchen (u.a. auf den Seiten der Hessischen Landesregierung, der BioRegio Holz Lahn, allgemeiner Suchmaschinen, etc.) sowie durch telefonische Rückfragen bei ausgewählten Ansprechpartnern (z.B. Aquamar, Recyclinghof, Katasteramt, etc.).

Da die Daten aus unterschiedlichen Quellen stammen und unterschiedliche Bezugszeitpunkte aufweisen, war eine rechnerische Ermittlung der verbleibenden Potenziale zum Teil nicht einfach.

Für die Entwicklung des Maßnahmenkataloges wurde jedoch nicht nur das rein rechnerische Potenzial, sondern auch das „soziale Potenzial“, die Umsetzbarkeit im Rahmen der lokalen Akteure und Gegebenheiten, bewertet. Daher erfolgte eine abschließende Bewertung möglicher Maßnahmen immer in der Projektgruppe und wurde in Teilen in Workshops mit weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern validiert.

### 6.1. Windkraft

Die Kraft des Windes wird schon seit Jahrtausenden vom Menschen genutzt. Zunächst als Fortbewegungsmittel (z.B. Segelschiffe, Luftfahrtballons) und später als Mittel der Arbeitsunterstützung (Windmühlen z.B. als Wasserpumpen). Seit Ende des 19. Jahrhunderts werden Windkraftanlagen auch zur Erzeugung elektrischer Energie genutzt.

Windkraftanlagen können sehr ertragreich sein und wirtschaftlich betrieben werden. Voraussetzung ist ein geeigneter Standort. Entscheidend für die Rentabilität einer Windkraftanlage ist v.a. die vorherrschende Windgeschwindigkeit in der geplanten Anlagenhöhe.



Schon eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit kann zu einem achtfachen Stromertrag führen. Vor Erstellung einer Windkraftanlage sind eine Vielzahl an Faktoren zu berücksichtigen wie z.B. Artenschutz (insbesondere Vögel und Fledermäuse), Lärm, Schattenwurf, Standfestigkeit und Windertrag, die teils gesetzlich vorgegeben sind.

Das vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien untersuchte die Potenziale der Windenergie im Marburger Stadtgebiet, wobei zwischen Großwindanlagen und Kleinstwindanlagen unterschieden wird. Großwindanlagen sind Windkraftanlagen, deren Gesamtanlagenhöhe 50 m übersteigt. Diese sind nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) genehmigungspflichtig. Kleinstwindanlagen sind Windkraftanlagen, die eine Gesamthöhe von 10 m nicht überschreiten und Kleinwindanlagen weisen eine Anlagenhöhe zwischen 10 m und 50 m auf.

Anlagendefinition	Gesamtanlagenhöhe
Großwindanlagen	> 50 m
Kleinwindanlagen	10 m bis 50 m
Kleinstwindanlagen	bis 10 m

**Tabelle 5: Unterscheidung Großwind-, Kleinwind- und Kleinstwindkraftanlagen im Teilkonzept Erneuerbare Energien Potenziale**

### 6.1.1. Großwindanlagen

Die Universitätsstadt Marburg hat sich schon frühzeitig planerisch mit der energetischen Nutzung der Windkraft beschäftigt. Bereits im Jahre 1999 hatte man mittels der damals technischen Möglichkeiten eine erste Windpotenzialstudie erstellt. Diese führte im Jahre 2000 zu einer Flächennutzungsplanergänzung und -änderung zur Windkraftnutzung und 2002 schließlich auch zum Ausweis der Windvorrangfläche im Stadtteil Wehrda, auf der heute drei Windkraftanlagen stehen.

Um das Klimaschutzziel der Universitätsstadt zu erreichen und auch aufgrund der Mitgliedschaft im „Klimabündnis“, begann man das Stadtgebiet auf weitere Potenzialflächen zu untersuchen. 2008 zog man die Bereiche „Lichter Küppel“ und „Bürgelner Gleichen“ auf den Lahnbergen in die nähere Betrachtung. 2009 wurden Windkraftanlagen auf beiden Flächen per Fotomontage visualisiert. In den Jahren 2010 und 2011 untersuchte man die Standorte „Dilschhausen“ und „Görzhäuser Hof“ auf ihr Potenzial als Windvorranggebiete, 2013 kam die gemeindeübergreifende Potenzialfläche „Südliches Ronhausen-Bortshausen“ hinzu.

Im September 2011 setzte sich die Stadtverordnetenversammlung das Ziel, die Erzeugung von Energie durch Windkraft stark auszubauen. Gemäß dem gefassten Beschluss sollten bis 2016 in der Universitätsstadt Marburg mindestens 12 Windkraftanlagen mit jeweils mindestens 2 Megawatt (MW) Leistung errichtet werden. Um dieses Ziel zu erreichen, sollten alle auf Marburger Stadtgebiet in Betracht kommenden Flächen näher untersucht und Voraussetzungen für positive Genehmigungsverfahren für alle potenziellen Standorte in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Gießen erörtert werden. Eine umfassende Information von Stadtverordnetenversammlung und Bürgerinnen und Bürgern über die Ergebnisse der Prüfungen wurde ebenfalls festgelegt.

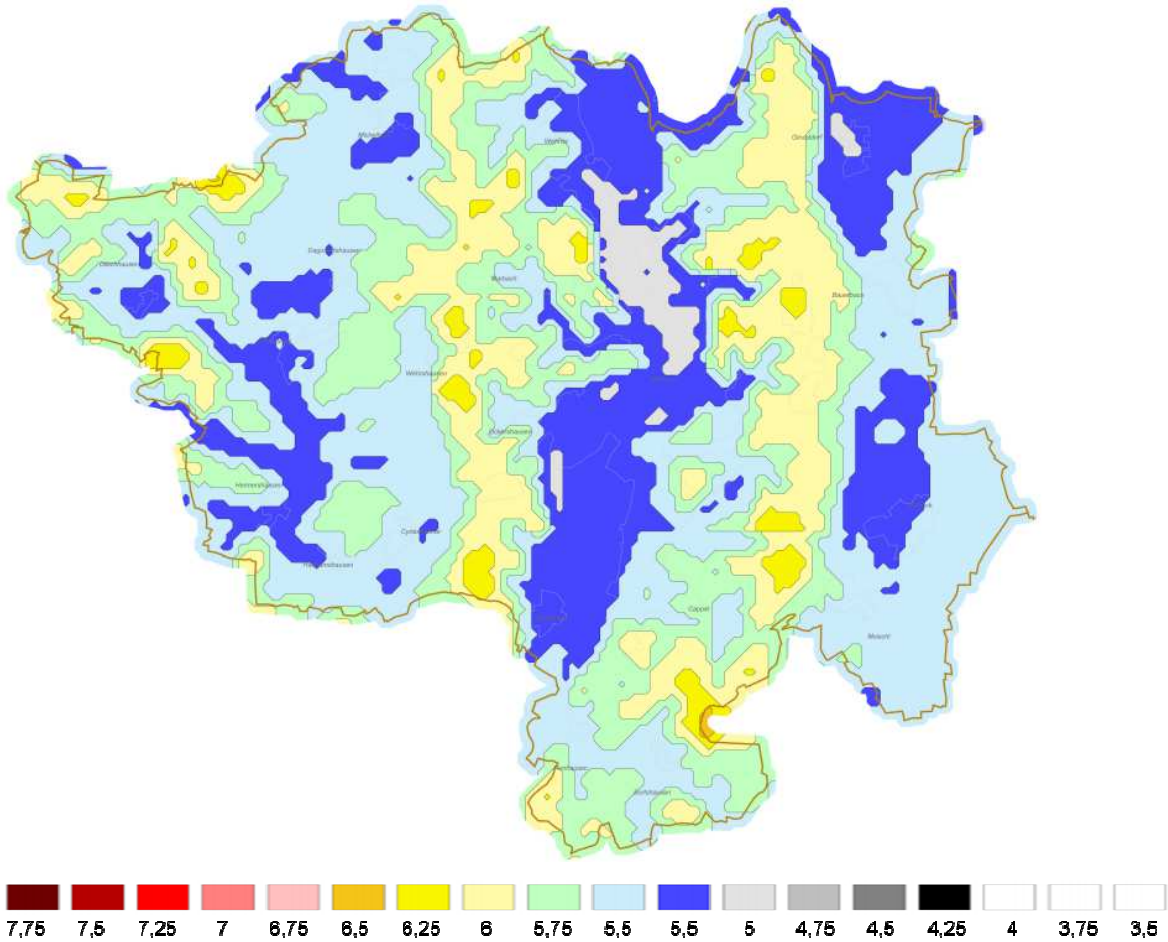
Einen Einschnitt in die Planung von potenziellen Windkraftstandorten lieferte das Urteil des Hessischen Verwaltungsgerichtshofs Kassel im Mai 2012, das die Festlegung von Windvorranggebieten im Regionalplan Mittelhessen 2010 für unwirksam erklärte. Ging man bis dahin noch davon aus, eine Genehmigung für die vier Windvorranggebiete „Bürgelner Gleichen“, „Lichter Küppel“, „Dilschhausen“ und „Görzhäuser Hof“ über ein Abweichungsverfahren zu erhalten, war dies angesichts des Urteils hinfällig.

Da seit dem Urteil keine raumplanerischen Vorgaben zur Windkraftstandortentwicklung mehr bestehen, die hessische Landesregierung aber beschlossen hatte, dass Vorranggebiete zur Nutzung der Windenergie in den Planungsregionen in einer Größenordnung von zwei Prozent der Fläche festgelegt werden sollen, begann das Regierungspräsidium Gießen einen Teilregionalplan zu erstellen. Eine Aufnahme der vier identifizierten Vorranggebiete in den Teilregionalplan wurde von der Stadtverordnetenversammlung beschlossen (06/2012).

Das Integrierte Klimaschutzkonzept verweist auf Potenziale des Windgutachtens der Universitätsstadt Marburg und zeigt im Pionier Szenario<sup>7</sup> ein Potenzial für 15 weitere Anlagen auf, die zu einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 48.000 t pro Jahr führen. Die Ergebnisse der im Rahmen des Teilkonzepts erstellten Analyse umsetzbarer Potenziale finden sich im Folgenden. Grundlage für die Potenzialbestimmung lieferten Expertengespräche mit Standortbetreibern und dem Fachdienst Stadtplanung sowie verfügbare Daten, Unterlagen und Karten.

Die folgende Karte zeigt die Windgeschwindigkeiten in 140m Höhe über Grund im Marburger Stadtgebiet. Es zeigt sich, dass vor allem östlich und westlich der Innenstadt gute Windpotenziale vorhanden sind.

<sup>7</sup> Das *Pionier-Szenario* wird durch das Gesamtziel Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Strom und Wärme bis 2030 um 50% gegenüber 2009 definiert, welches durch Energiesparen, Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und lokale Emissionsquellen und -senken möglich ist. Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitätsstadt Marburg, 2011

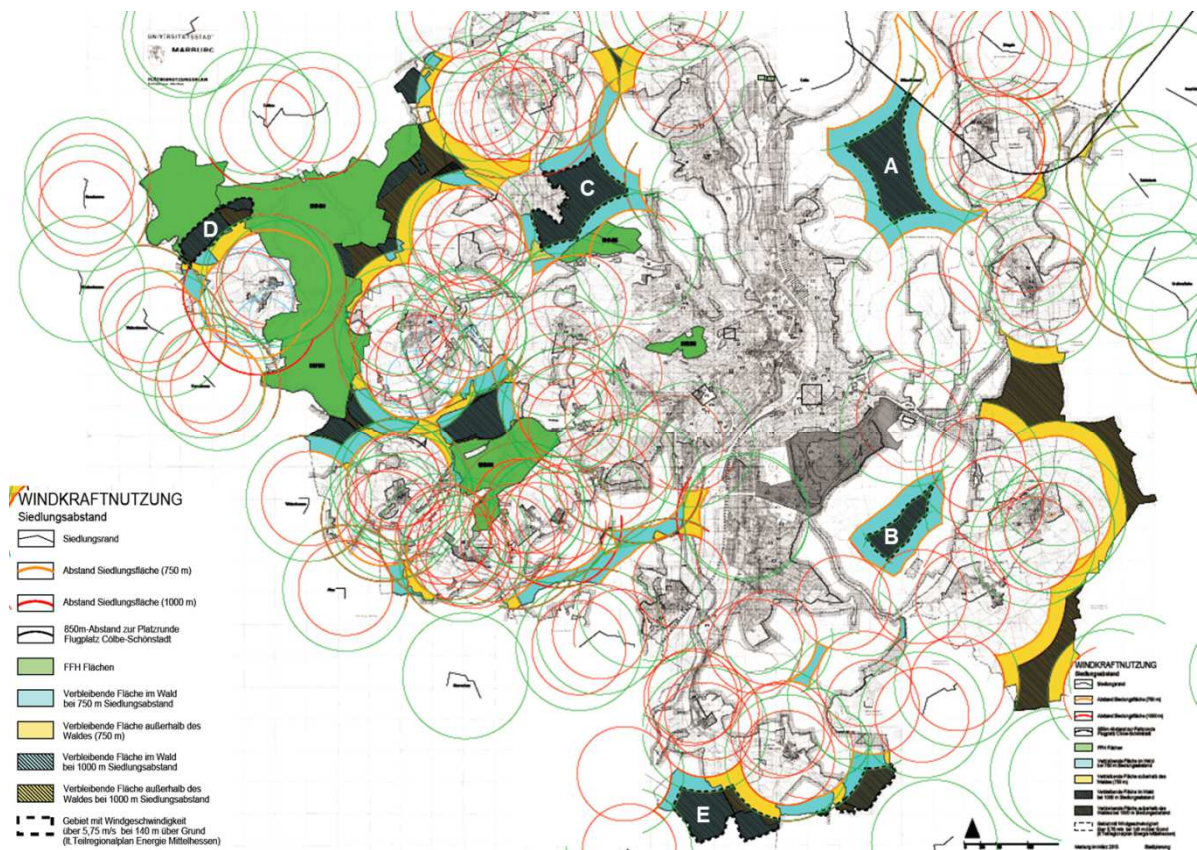


**Abbildung 6: Windpotenzialkarte 140 m, Auszug des Gebietes der Universitätsstadt Marburg; Angaben in m/s; Quelle: Regierungspräsidium Gießen**

Vom Regierungspräsidium Gießen wurde folgende Karte erstellt, die die für Windkraft nutzbaren Flächen für das Stadtgebiet Marburg aufzeigt. Ausgewiesen sind Gebiete mit Windgeschwindigkeiten über 5,75 m/s bei 140 m über Grund (gem. Vorgaben des Teilregionalplan<sup>8</sup>), Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Flächen, Abstände zu Siedlungsflächen (750 und 1.000 Meter) sowie Abstände zu Waldgebieten.

Die bereits identifizierten Potenzialgebiete finden sich auf der Karte wieder. Sie entsprechen den hessenweiten Kriterien für Windkraftnutzung.

<sup>8</sup> Die hessische Landesregierung hat am 18. Juni 2012 mit dem Entwurf zur Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 - Vorgaben zur Windenergienutzung – u.a. grundsätzlich eine Mindestwindgeschwindigkeit auf 5,75 m/s in 140m über Grund festgelegt (Abs. 3 Hessisches Landesplanungsgesetz (HLPG); 3.2; Z3; a)



A Bürgelner Gleiche B Lichter Kuppel C Görzhäuser Hof D Dilschhausen E Südl. Ronhausen/Bortshausen

Abbildung 7: Windkraftnutzung der Universitätsstadt Marburg; Quelle: Universitätsstadt Marburg, Stadtplanung, März 2013

### Anlagenbestand

Im Gebiet der Universitätsstadt Marburg sind im Stadtteil Wehrda drei Windkraftanlagen mit einer Leistung von insgesamt 3.600 Kilowatt (kW) installiert, wie die folgende Abbildung zeigt. Eine der Windkraftanlagen mit 600 kW Leistung wurde bereits im Jahr 2003 installiert (Jahresertrag ca. 600.000 Kilowattstunden pro Jahr (kWh p.a.)), zwei weitere mit jeweils 1.500 kW Leistung wurden 2005 installiert (Jahresertrag ca. 2.100.000 kWh p.a.).

Durch diese drei bestehenden Anlagen können jährlich etwa 2.109 Tonnen (t) CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Anlagentyp	Leistung (kW)	Jahresertrag (kWh)	Baujahr	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Pfleiderer PWE	600	600.000	2003	469
Fuhrländer FL	1.500	1.050.000	2005	820
Fuhrländer FL	1.500	1.050.000	2005	820
<b>Summe</b>	<b>3.600</b>	<b>2.700.000</b>		<b>2.109</b>

**Tabelle 6: Aktueller Bestand Windkraftanlagen am Standort Wehrda**

## Potenzial Repowering

### *Marburg Wehrda*

Durch ein sogenanntes „Repowering“ werden bestehende, ältere Windkraftanlagen durch moderne, leistungsstärkere Anlagen ersetzt. Dies bietet auf mehreren Ebenen erhebliche Vorteile. Zum Beispiel kann trotz sinkender Anlagenzahl ein deutlich erhöhter Energieertrag erzielt werden. Das Landschaftsbild kann entlastet und etwaige negative Umwelteinwirkungen auf Mensch und Natur vermindert werden.<sup>9</sup> Die Voraussetzungen für Repowering sind in §30 des Erneuerbaren Energien Gesetzes festgeschrieben.

Nach aktuellem Erkenntnisstand ist ein Repowering der Windkraftanlagen am Standort in Wehrda derzeit nicht möglich, da Wehrda nicht mehr als Vorranggebiet im Regionalplan ausgewiesen ist.

Sollte der Standort Wehrda als Windvorranggebiet wieder in den Regionalplan aufgenommen werden oder sich alternative Möglichkeiten für ein Repowering bieten, sollte diese Möglichkeit konkreter geprüft werden, da Repowering eine energetisch sinnvolle Maßnahme darstellt, die zu einer erheblichen Einsparung von CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen beitragen kann.

<sup>9</sup> Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit (<http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/windenergie/repowering/>)

## Potenzial für den Bau neuer Anlagen

### *Lichter Küppel (Lahnberge)*

Auf der Potenzialfläche „Lichter Küppel“ ist ein technisches Potenzial für drei Windkraftanlagen vorhanden. Seit April dieses Jahres führt die Universitätsstadt Marburg gemeinsam mit den Stadtwerken Marburg Windmessungen auf den Lahnbergen durch, um zu erforschen, ob ein wirtschaftlicher Betrieb von Windkraftanlagen dort möglich ist. Über den Zeitraum von 12 Monaten wird ein 100 m hoher Gitterrohr-Messmast auf einer Windwurffläche direkt neben einem Waldweg aufgestellt, der die Geschwindigkeit des Windes in Echtzeit misst. Im Zuge der Windmessungen wird auch eine Fledermauskartierung erstellt. Ein avifaunistisches Gutachten ist ebenfalls in Arbeit. Visualisierungen der Windkraftanlagen wurden bereits 2009 erstellt. Ein Genehmigungsantrag befindet sich in Vorbereitung. Sollten die Windmessungen einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen, erfolgt die Projektierung durch die Stadtwerke Marburg gemeinsam mit einem Projektierer. Im Zuge der weiteren Bearbeitung sind der Zeitpunkt sowie die Art der Einbindung der Öffentlichkeit zu bestimmen.

Ausgehend von 1.300 Volllaststunden und Anlagen der 3 MW-Klasse könnten bei einer Realisierung der Anlagen am Standort Lichter Küppel jedes Jahr ca. 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt und 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.



**Abbildung 8:** Visualisierung des Standortes Lichter Küppel durch Fotomontagen;  
Quelle: Universitätsstadt Marburg<sup>10</sup>

<sup>10</sup> <http://www.marburg.de/de/118138>



### **Bürgelner Gleichen (Lahnberge)**

Die Potenzialfläche Bürgelner Gleichen, ebenfalls auf den Lahnbergen gelegen, beherbergt ein technisches Potenzial für sechs Windkraftanlagen. Hinsichtlich der Umsetzungsschritte gelten ähnliche Voraussetzungen wie am Standort Lichter Küppel: aktuell werden Windmessungen durchgeführt und ein avifaunistisches Gutachten sowie eine Fledermauskartierung erstellt. Visualisierungen der Windkraftanlagen liegen ebenfalls vor. Ein Genehmigungsantrag befindet sich in Vorbereitung

Die Planungsarbeiten werden bisher vom Fachdienst Stadtplanung der Universitätsstadt Marburg durchgeführt. Im Zuge der weiteren Bearbeitung ist die Einbindung eines Projektierers zu prüfen sowie der optimale Zeitpunkt sowie die Art der Einbindung der Öffentlichkeit zu bestimmen.

Bei Realisierung der sechs möglichen Windkraftanlagen am Standort Bürgelner Gleichen könnten etwa 23,4 Mio. kWh jährlich erzeugt und 18.274 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.



**Abbildung 9: Visualisierung des Standortes Bürgelner Gleichen durch Fotomontagen;  
Quelle: Universitätsstadt Marburg<sup>11</sup>**

<sup>11</sup> <http://www.marburg.de/de/118138>

### **Görzhäuser Hof**

Die Potenzialfläche „Görzhäuser Hof“ liefert ein technisches Potenzial von ein bis drei Anlagen. Die Fläche verteilt sich auf mehrere Eigentümer, darunter z.B. die Firma Pharmaserv, auf deren Gelände ein Großteil der Vorrangfläche liegt. Nach Aussagen befragter Expertinnen und Experten finden derzeit Abstimmungen zwischen den Eigentümern und interessierten Investoren statt. Naturschutzrechtliche Fragen werden parallel geklärt und ein Genehmigungsantrag vorbereitet. Dass sich mit dem Werksgelände der Firma Pharmaserv ein großer Energieabnehmer in unmittelbarer Umgebung befindet, kommt dem Standort zugute.

Wie auch bei den anderen Potenzialflächen sollte darauf geachtet werden, die Öffentlichkeit rechtzeitig zu informieren und in die Planungen einzubeziehen.

Bei einer Realisierung der möglichen Anlagen könnten jährlich zwischen 3,9 Mio. kWh und 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt werden. Dadurch würden 3.046 bis 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

### **Südliches Ronhausen-Bortshausen**

Die Potenzialfläche „Südliches Ronhausen-Bortshausen“ erstreckt sich über die Gemeindegrenze hinaus. Sie liegt auf der Grenzfläche der Gemeinden Weimar, Ebsdorfergrund und der Universitätsstadt Marburg. Eine Realisierung des Standortes kann daher nur als gemeinsames Projekt der drei Gemeinden erfolgen. Von Seiten der Universitätsstadt Marburg wurde bereits Interesse an dem Standort bekundet. Für eine Realisierung des Standortes ist eine Abstimmung und Willenserklärung der drei Gemeinden erforderlich.

Auf der Fläche der Universitätsstadt Marburg besteht ein technisches Potenzial für ein bis drei Anlagen.

Bei einer Realisierung der möglichen Anlagen könnten jährlich zwischen 3,9 Mio. kWh und 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt und 3.046 bis 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Auch bei dieser Potenzialfläche empfiehlt sich eine möglichst frühzeitige Einbindung der Öffentlichkeit.

## Dilschhausen

Die Potenzialfläche „Dilschhausen“ ist aktuell nicht mehr als Windvorrangfläche im Teilregionalplan Hessen enthalten. Eine Beantragung, Dilschhausen wieder als Vorranggebiet auszuweisen, um so eine Prüfung auf Verträglichkeit der Windkraftnutzung mit Erhaltungsziel Flora-Fauna-Habitat (FFH) zu ermöglichen, ist durch die Universitätsstadt Marburg erfolgt.

Bei Wiederaufnahme in den Teilregionalplan sollte die Fläche erneut geprüft werden.

## Zusammenfassung der Potenziale

Die folgenden Berechnungen beruhen auf der Annahme, dass die zu installierenden Anlagen mindestens eine Nennleistung von 3 Megawatt (MW) und eine Nabenhöhe von etwa 140 m aufweisen. Insgesamt können durch die Installation von bis zu 15 weiteren Anlagen mit einer installierten Leistung von etwa 45 MW ca. 162 Mio. kWh erzeugt werden und hierdurch etwa 126.516 Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Eine Realisierung dieser Windkraftanlagen kann einen erheblichen Beitrag zur Erreichung des Klimaschutzziels beitragen. Grundsätzlich denkbar ist bei allen Standorten die Umsetzung in Form eines Bürgerwindparks. Dies ist im Verlauf der weiteren Planung zu prüfen.

Standort	Anzahl WKA	Leistung je Anlage (MW)	Jahresleistung Anlagen (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Lichter Küppel	3	3	11.700.000	9.137
Bürgelner Gleichen	6	3	23.400.000	18.274
Görzhäuser Hof	1-3	3	3.900.000 bis 11.700.000	3.046 bis 9.137
Südl. Ronhausen-Bortshausen	1-3	3	3.900.000 bis 11.700.000	3.046 bis 9.137
<b>Summe</b>	<b>11-15</b>	<b>24-45</b>	<b>42.900.000 bis 58.500.000</b>	<b>33.503 bis 45.686</b>

**Tabelle 7: Übersicht der Neubaupotenziale für Großwindanlagen**

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Im Bereich Großwindanlagen lassen sich für die Universitätsstadt Marburg folgende konkrete Handlungsoptionen ableiten.

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>12</sup>
<p>M2: Lichter Küppel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ nach erfolgter Windmessung Entscheidung über Einreichung Genehmigungsantrag und ggf. Bürgerbeteiligung</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	Stadtwerke Marburg, juwi (Projektierer)	KF
<p>M3: Bürgelner Gleichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ nach erfolgter Windmessung Entscheidung über Einreichung Genehmigungsantrag und ggf. Bürgerbeteiligung</li> <li>▪ Prüfung Einbindung Projektierer</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	Universitätsstadt Marburg	KF
<p>M4: Görzhäuser Hof:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmungen interessierter Investoren</li> <li>▪ ggf. Windmessung</li> <li>▪ Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	Flächeneigentümer, Universitätsstadt Marburg, Investoren	KF
<p>M5: Südliches Ronhausen-Bortshausen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abstimmung der Universitätsstadt Marburg mit den Nachbargemeinden Weimar und Ebsdorfergrund für gemeinsames Projekt</li> <li>▪ Durchführung Windmessungen und Vorbereitung Genehmigungsantrag</li> <li>▪ Festlegung Zeitpunkt zur Einbindung der Öffentlichkeit</li> </ul>	Universitätsstadt Marburg, Weimar, Ebsdorfergrund	MF
<p>M6: Dilschhausen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Angang Planung, sofern wieder als Windvorranggebiet ausgewiesen</li> </ul>	Universitätsstadt Marburg	MF
<p>M7: Repowering Wehrda</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planung Repowering, sofern wieder als Windvorranggebiet ausgewiesen</li> </ul>	Stadtwerke Marburg, Universitätsstadt Marburg	MF

**Tabelle 8: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Großwindanlagen**

<sup>12</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

### 6.1.2. Kleinstwindanlagen

Obwohl sich die Windkraft als unerschöpfliche Energiequelle in den letzten Jahren immer mehr zu einem unverzichtbaren Energielieferanten entwickelt hat, beschränken sich die bisher installierten Anlagen fast ausschließlich auf Großwindanlagen. Doch nicht zuletzt seit der Atomkatastrophe von Fukushima spürt man ein verstärktes Interesse der Bevölkerung an regenerativer Energieerzeugung. Steigende Strompreise, der Wunsch nach einer eigenen autarken Energieversorgung und die Möglichkeit einen Beitrag zum Klimawandel zu leisten führt immer mehr dazu, dass sich auch Privatpersonen nach Möglichkeiten der alternativen Energieerzeugung umsehen. Kleinstwindanlagen scheinen hier zunächst eine Alternative zur Photovoltaik oder Solarthermie zu bieten.

Ansätze für Gründe, warum die Ausbreitung von Kleinstwindanlagen bisher nur langsam vorangeht liefert der Leitfaden „Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum“ der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin<sup>13</sup>. Die Ergebnisse decken sich mit den Erfahrungen der Projektgruppe des Teilkonzeptes Erneuerbare Energien: Das Fehlen neutraler Informationen und Empfehlungen zu Anlagentypen, juristische Unklarheiten was Genehmigungen und Artenschutz betrifft und nicht zuletzt auch die Frage nach der Wirtschaftlichkeit von Kleinstwindanlagen, die oft nur durch Eigennutzung erreichbar ist, hindert die Bürgerinnen und Bürger an der Installation.

Erste Erfahrungen wurden im Gebiet der Universitätsstadt Marburg im Bereich Kleinstwindanlagen bereits vor allem von der Stadtverwaltung sowie den Stadtwerken Marburg gesammelt. Interessensbekundungen von Seiten einzelner Bürgerinnen und Bürger sind zwar erfolgt, wurden jedoch nicht umgesetzt. Vermutlich aufgrund der in diesem Kapitel beschriebenen Hürden.

Grundsätzlich unterscheidet man bei Kleinst- und Kleinwindkraftanlagen zwischen Anlagen mit horizontaler und vertikaler Drehachse. Erstere ist die am Markt häufig anzutreffende Form, da die Anlagen mit gleicher Rotorfläche mehr Energie wandeln können als vertikal drehende Anlagen. Allerdings reagieren sie meist empfindlicher auf wechselnde Windrichtungen. Vertikal drehende Anlagen sind vor allem in Bodennähe mit schnell wechselndem Wind interessant, da das Windrad nicht in die jeweilige Windrichtung ausgerichtet werden muss. Sie eignen sich auch für dicht besiedelte Gebiete, da sie weniger Schall emittieren als Horizontalachser.

<sup>13</sup> Quelle des Leitfadens:  
[http://kleinwind.htw-berlin.de/website/fileadmin/data/Download/Kleinwind\\_Handlungsempfehlungen\\_HTW-Berlin.pdf](http://kleinwind.htw-berlin.de/website/fileadmin/data/Download/Kleinwind_Handlungsempfehlungen_HTW-Berlin.pdf)

## Anlagenbestand

Die Universitätsstadt Marburg konnte bereits eigene Erfahrungen mit einer horizontal drehenden 1 kW-Kleinstwindanlage sammeln, die 1,5 Meter über dem Dachfirst der Erich-Kästner-Schule angebracht war und zwischenzeitlich wieder abgebaut wurde. Grund hierfür waren Luftverwirbelungen, die die Anlage zum pendeln brachten, sowie Geräuschemissionen, durch die sich die Nachbarn gestört fühlten.

Die Anlage wurde im letzten Jahr an einem neuen Standort, am Hochbehälter Sellhof, wieder errichtet. Bei einer Annahme von 300 Volllaststunden<sup>14</sup> könnte die Anlage ca. 300 kWh pro Jahr erzeugen und die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen jährlich um 0,234 t reduzieren.

Standort	Leistung (kW)	Jahresleistung (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Hochbehälter Sellhof (ehemals Erich-Kästner-Schule)	1	300	0,234

**Tabelle 9: Bestehende Anlage Kleinstwindkraft**

## Potenzial für neue Anlagen

Um das Potenzial in der Universitätsstadt Marburg für Kleinstwindanlagen zu beurteilen wurden zunächst die wichtigsten Herausforderungen und vermeintliche Hindernisse im Bereich Kleinstwindanlagen näher untersucht.

### **Windgeschwindigkeit und Standortwahl**

Grundvoraussetzung für den Einsatz und wirtschaftlichen Betrieb von Kleinstwindanlagen ist eine ausreichende Windgeschwindigkeit am geplanten Standort. Die Leistung und der Ertrag einer Windkraftanlage steigen mit wachsender Windgeschwindigkeit überproportional stark an. Auf die Standortwahl einer Windkraftanlage ist daher besondere Sorgfalt zu legen. Wichtig hierbei ist, dass der Wind, v.a. aus der Hauptwindrichtung, ungehindert auf die Windkraftanlage strömen kann. Etwaige Barrieren wie Bäume oder Häuser können die

<sup>14</sup> Die Annahme von 300 Volllaststunden wurde von Experten auf Grundlage der vorliegenden Wetterkarten und Windgeschwindigkeiten getroffen. Nach Ablauf des ersten Betriebsjahres sollte dies Annahme evaluiert und ggf. angepasst werden.

Windgeschwindigkeit erheblich negativ beeinflussen. Aufgrund der hohen Bebauungsdichte in Stadtgebieten werden Kleinstwindanlagen oft auf Gebäudedächern montiert, da hier höhere Windgeschwindigkeiten herrschen, der Wind ungehinderter auf die Windkraftanlage treffen kann und erforderliche Abstände zu umstehenden Bauten besser eingehalten werden können. Als Standort eignen sich hier vor allem Gebäude, deren Dächer sich in einer größeren Höhe befinden als die umliegenden Gebäude und Bäume und die einen ausreichenden Abstand zu etwaigen Nachbargebäuden aufweisen. Vor Installation einer Kleinstwindkraftanlage im Stadtgebiet empfiehlt es sich eine Windmessung am potenziellen Standort durchzuführen.<sup>15</sup>

Neben einer ausreichenden Windgeschwindigkeit sind weitere Faktoren für die Standortwahl entscheidend. So können durch eine Kleinstwindanlage Schattenwurf, aber auch Geräuschemissionen entstehen, deren Auswirkungen auf die Nachbarschaft und das eigene Gebäude vorab geklärt werden sollten. Für eine Befestigung auf dem Gebäudedach sind darüber hinaus gewisse statische und bauliche Voraussetzungen des Daches bzw. des Gebäudes erforderlich.

Bei den meisten Kleinstwindanlagen mit einer Nennleistung von ca. 12 m/s ist eine mittlere Windgeschwindigkeit in 10m über Grund zwischen 3,5 m/s und 4 m/s erforderlich, um die Anlage in Drehung und folglich zur Erzeugung von Strom zu versetzen. Wie die folgende Karte des Deutschen Wetterdienstes zeigt, finden wir in Marburg in 10 m über dem Grund lediglich mittlere Windgeschwindigkeiten zwischen 1,5 m/s und 4 m/s, was für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Kleinstwindanlage nicht ausreicht. Dies lässt auf wenig allgemeingültig verfügbares Potenzial im Bereich der Kleinstwindkraft schließen. Inwiefern erhöhte Windgeschwindigkeiten aufgrund von umliegender Bebauung (z.B. Straßenschluchten) zu erwarten sind, muss jeweils im Einzelfall geprüft werden.

Bei der Standortwahl für weitere Pilotanlagen sollte darauf geachtet werden, dass diese über ausreichende Windgeschwindigkeiten verfügen bzw. dass spezielle Anlagen für Schwachwindgebiete ausgewählt werden. Ansonsten läuft man Gefahr, dass sich die Anlagen aufgrund zu geringer Windgeschwindigkeiten einen Großteil des Jahres nicht drehen, was dem Image der Kleinstwindkraft und der Außenwirkung unter Umständen nicht sehr zuträglich ist.

<sup>15</sup> Quellen: <http://www.klein-windkraftanlagen.com/>; Leitfaden „Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum“ der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin

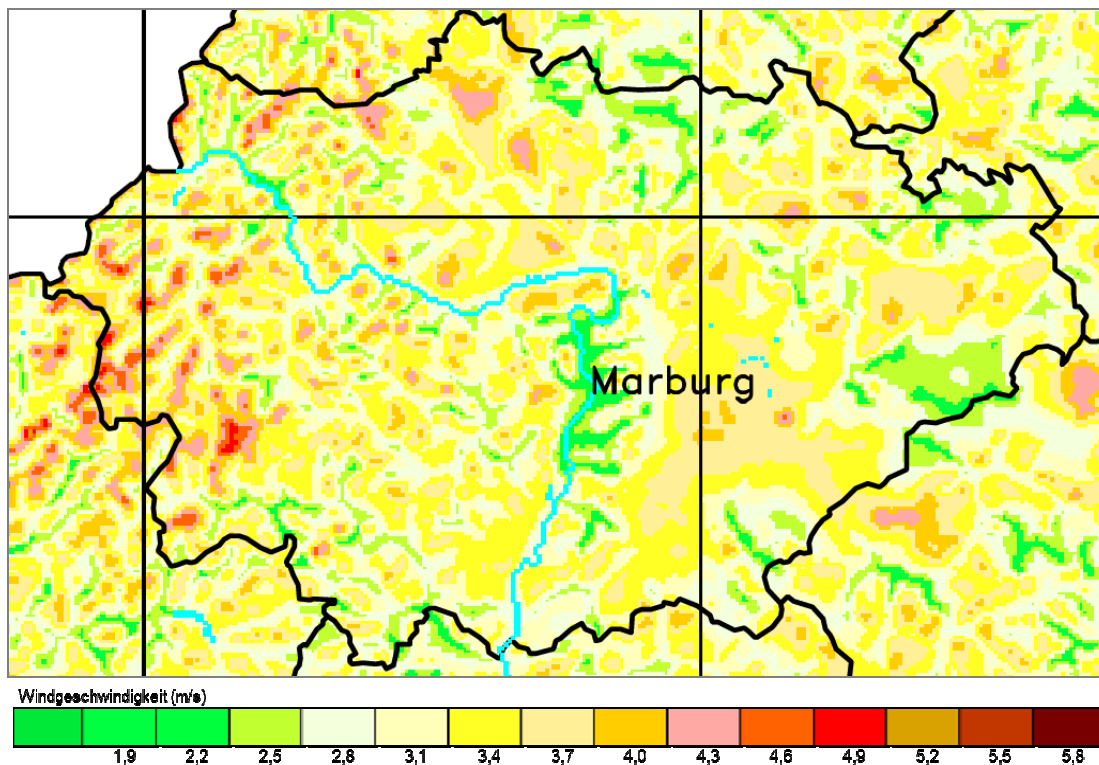


Abbildung 10: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Marburg-Biedenkopf, 10 m über Grund;  
Quelle: Auszug aus einer Karte des Deutschen Wetterdienstes, 2004

### **Genehmigung von Kleinstwindkraftanlagen**

Die Genehmigungspflicht von Kleinstwindkraftanlagen wird in der Hessischen Bauordnung (HBO) in Anlage 2, I Nr. 3.11 geregelt. Hierin heißt es baugenehmigungsfreie Vorhaben sind „Kleinwindanlagen bis zu 10 m Anlagengesamthöhe in Gewerbe- und Industriegebieten sowie in vergleichbaren Sondergebieten und in im Zusammenhang bebauten Ortsteilen, die diesen Gebieten nach Art ihrer tatsächlichen baulichen oder sonstigen Nutzung entsprechen.“<sup>16</sup> Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass in Wohngebieten eine Genehmigungspflicht für Kleinwindanlagen besteht. Laut Aussagen des Fachdienstes Bauaufsicht der Universitätsstadt Marburg sind Bauanträge für Kleinwindanlagen in reinen Wohngebieten einer Einzelfallprüfung zu unterziehen. Faktoren, von denen eine Genehmigungsfähigkeit abhängt, sind Denkmalschutz-Erwägungen, die Art des Wohngebietes, Artenschutzrechtliche Faktoren, Geräuschemissionen sowie die Einhaltung von Abstandsflächen.<sup>17</sup> Schlagschatten oder Disco-Effekten kann zwar durch Abschaltzeiten begegnet werden,

<sup>16</sup> Anlage 2, I Nr. 3.11 Hessische Bauordnung

<sup>17</sup> Bei einer Gesamtanlagenhöhe von 10 m ist laut Fachdienst Bauaufsicht der Universitätsstadt Marburg ein Abstand von 4 m zur Grundstücksgrenze einzuhalten.



jedoch stellen diese ein Hindernis für die Genehmigung von Kleinstwindanlagen dar. Vor allem im Bereich der Innenstadt oder des Südviertels dürfte es hier zu Genehmigungshürden kommen.

Empfohlen wird daher von der Bauaufsicht der Universitätsstadt Marburg mit Einreichung einer Bauvoranfrage eine grundsätzliche Genehmigungsfähigkeit der Kleinstwindanlage prüfen zu lassen. Dies ist sowohl mit einem höheren Aufwand verbunden als auch kostspielig.

### **Artenschutz**

Wie bereits aufgeführt spielt der Artenschutz eine Rolle bei der Genehmigungsfähigkeit von Kleinstwindkraftanlagen. Im Moment müssen jeweils Einzelfallprüfungen der Auswirkungen auf den Artenschutz je Bauvorhaben in Auftrag gegeben werden, d.h. auch in diesem Bereich kommen weitere Investitionen auf einen Interessenten für Kleinstwindkraft zu.

### **Potenzial für neue Anlagen im Marburger Stadtgebiet**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass nach derzeitigem Erkenntnisstand aufgrund der aktuellen rechtlichen und artenschutzspezifischen Vorgaben sowie aufgrund der für momentane Modelle nicht ausreichenden Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe über Grund eine Forcierung und aktive Vermarktung des Ausbaus von Kleinstwindkraft in großem Umfang noch nicht empfehlenswert ist.

Vielmehr gilt es den bereits eingeschlagenen Weg zu verfolgen. Nämlich erste Erfahrungen mit eigenen Pilotanlagen zu sammeln und die Ergebnisse interessierten Bürgerinnen und Bürgern zugänglich zu machen, für die eine ökologische Stromerzeugung wichtiger als ein wirtschaftlicher Anlagenbetrieb ist.

Für einen ersten Erfahrungsgewinn befinden sich im Marburger Stadtgebiet die folgenden Anlagen in Planung:

#### ***Pilot- und Demonstrationsanlage Hochbehälter Sellhof, Universitätsstadt Marburg***

Die Universitätsstadt Marburg plant die Errichtung einer Pilot- und Demonstrationsanlage am Hochbehälter Sellhof. Es handelt sich hierbei um eine vertikaldrehende Anlage mit 4 kW Nennleistung. Bei einer Annahme von 300 Volllaststunden kann die Anlage jährlich ca. 1.200 kWh Strom erzeugen und 0,937 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen einsparen.

### *Stadtwerke Marburg*

Die Stadtwerke Marburg suchen aktuell nach einem Standort für eine Kleinstwindanlage mit einer Nennleistung von 6 kW, die sich noch in deren Bestand befindet.

Bei angenommenen 300 Volllaststunden könnte diese Anlage jährlich ca. 1.800 kWh Strom erzeugen und 1,406 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen einsparen.

### *Große Energieverbraucher Marburg*

Bei Gesprächen mit den großen Energieverbrauchern auf Marburger Stadtgebiet, der Firma Pharmaserv und dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg, zeigte sich eine offene Haltung hinsichtlich der Prüfung einer Kleinstwindkraftanlagen-Installation oder der Vermietung eigener Dächer hierfür an Dritte. Laut Aussagen der Expertengespräche sind vereinzelt Windmessungen in naher Zukunft vorgesehen.

### Zusammenfassung der Potenziale

Da keine genauen Windmessungen vorlagen, kann eine Jahresleistung anhand der vorliegenden Windgeschwindigkeiten nur geschätzt werden. Ausgehend von 300 Volllaststunden könnten die angedachten Anlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 10 kW etwa 3.000 kWh Strom produzieren. Hierdurch könnten etwa 2,343 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Eine Realisierung dieser Kleinstwindkraftanlagen kann zwar nur einen kleinen Beitrag zum Klimaschutzziel leisten, jedoch können aus den Erfahrungswerten mit den bestehenden Anlagen sowohl Informationen für interessierte Bürgerinnen und Bürger, sowie weitere Überlegungen zur Nutzung der kleinen Windkraft angestellt werden.

Ob ein wirtschaftlicher Betrieb mit den beschriebenen Anlagen wirklich möglich ist, ist aufgrund der in der Windkarte des Deutschen Wetterdienstes verzeichneten Windgeschwindigkeiten fraglich. Nach einem ersten Betriebsjahr der Anlagen sollte dieser Aspekt erneut bewertet werden.

Die Ergebnisse sollten der Energieberatung der Universitätsstadt Marburg zugänglich sein, so dass diese interessierten Bürgerinnen und Bürgern hierüber Auskunft erteilen und an die entsprechenden Praxispartner verweisen kann, die Kleinstwindkraft erproben.

Standort	Leistung (kW)	Jahresleistung (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Pilot-/Demonstrationsanlage Hochbehälter Sellhof	4	1.200	0,937
Anlage Stadtwerke (aktuell Standortsuche)	6	1.800	1,406
<b>Summe</b>	<b>10</b>	<b>3.000</b>	<b>2,343</b>

**Tabelle 10: Übersicht der Neubaupotenziale für Kleinstwindanlagen**

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>18</sup>
M8: Standort Sellhof: Vorantreiben der Errichtung der Pilot- und Demonstrationsanlage	Universitätsstadt Marburg	KF
M9: Prüfung Standort und Installation der verfügbaren Kleinstwindanlage der Stadtwerke Marburg	Stadtwerke Marburg	KF
M10: Universitätsklinikum Gießen und Marburg: Prüfung Realisierbarkeit einer Vermietung/Verpachtung von Dachflächen für Erneuerbare Energien (z.B. Kleinstwindkraft, Solarenergie)	Universitätsklinikum Gießen und Marburg	MF
M11: Monitoring der installierten Kleinstwindanlagen und Bewertung der Wirtschaftlichkeit, des Energieertrags und der tatsächlichen Einsparung CO <sub>2</sub> -äquivalenter Emissionen. Prüfung Darstellung Wirtschaftlichkeit durch Eigennutzung des erzeugten Stroms.	Universitätsstadt Marburg	KF-MF
M12: Bereitstellung der Ergebnisse des Anlagen-Monitorings für interessierte Bürgerinnen und Bürger unter Einbindung der Energieberatung.	Universitätsstadt Marburg	KF-MF

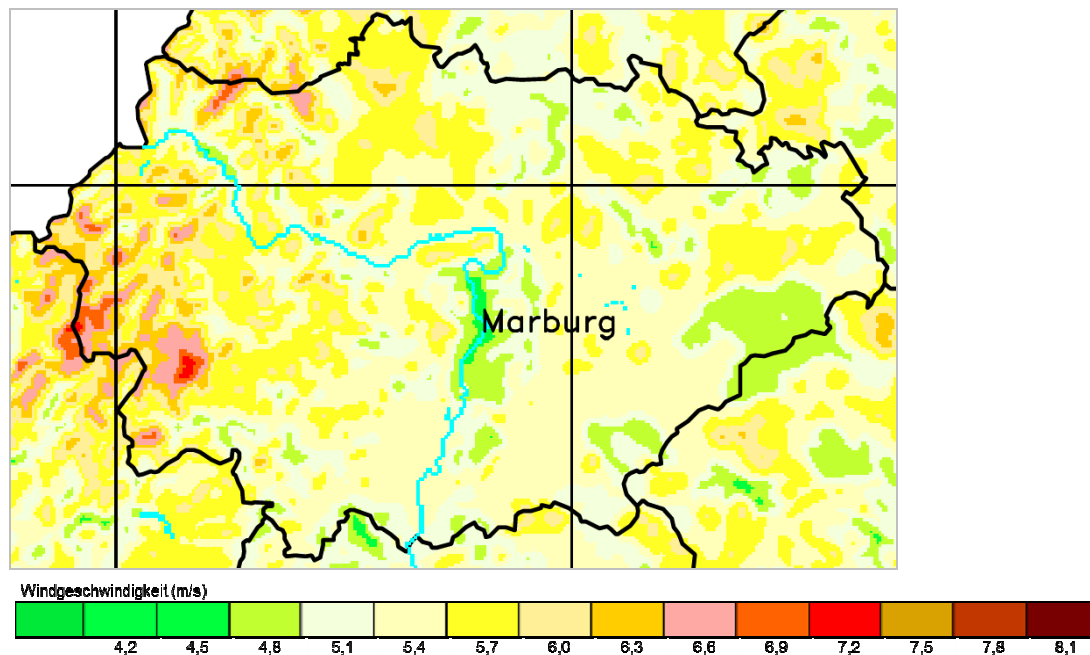
**Tabelle 11: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kleinstwindkraftanlagen**

<sup>18</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

### 6.1.3. Kleinwindanlagen

#### Potenzial für neue Anlagen

Die folgende Abbildung zeigt die Windgeschwindigkeiten im Landkreis Marburg-Biedenkopf in 80 m über Grund. Für das Marburger Stadtgebiet lässt sich ein eher mäßiges Potenzial für Kleinwindkraft erkennen.



**Abbildung 11: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit in Marburg-Biedenkopf, 80 m über Grund; Quelle: Auszug aus einer Karte des Deutschen Wetterdienstes, 2004**

Grundsätzlich eignen sich Kleinwindanlagen mit einer Gesamtanlagenhöhe bis 50 m vor allem für Aussiedlerhöfe oder abseits gelegene Betriebe. Auch hier gilt, dass potenzielle Standorte einer Einzelfallprüfung zu unterziehen sind.

Für die Universitätsstadt Marburg empfiehlt es sich einzelne Landwirte oder Gewerbetreibende anzusprechen. Im Sinne einer ganzheitlichen Energieberatung sollten die Vorteile und Möglichkeiten der verschiedenen Erneuerbaren Energien, darunter auch Kleinwindanlagen, sowie eine Kombination verschiedener Erneuerbarer Energien für den jeweiligen Aussiedlerhof betrachtet werden. Da gerade für netzferne Gebiete eine autarke Stromerzeugung wichtig ist, steckt hier ein Potenzial für die Erneuerbaren Energien insgesamt.

## Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>19</sup>
M13: Ansprache Landwirte/Aussiedlerhöfe und ganzheitliche Beratung zu Möglichkeiten der Energieerzeugung und Vermeidung von CO <sub>2</sub> -Emissionen.	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg	KF

**Tabelle 12: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kleinwindanlagen**

## 6.2. Solarenergie

Das Kraftwerk Sonne erzeugt unablässig Energie und das schon lange bevor die Erde entstand. Schätzungen zufolge liefert die Sonne jedes Jahr mehr als den zehntausendfachen Weltenergiebedarf der Menschheit im Jahre 2010.<sup>20</sup> Dieses energetische Potenzial wird auch von der Universitätsstadt Marburg bereits vielfältig genutzt.

Seit dem Jahr 2005 nimmt die Universitätsstadt Marburg an der Solarbundesliga teil und erzielt wiederholt gute Platzierungen.<sup>21</sup> Bei den hessischen Städten über 40.000 Einwohner belegte Marburg auch im Jahr 2013 wiederholt den ersten Platz, bei den Städten über 70.000 Einwohner konnte sie sich um einen Platz nach vorne, auf Rang 8 schieben. Bundesweit verbesserte sich die Universitätsstadt Marburg von Rang 1.106 auf Rang 1.072 und landesweit von Platz 26 auf Platz 23.<sup>22</sup>

Für die wiederholt guten Platzierungen in der Solarbundesliga ist sicherlich auch das vielfältige Engagement in der Universitätsstadt Marburg verantwortlich. Die Stadtverwaltung ging mit gutem Beispiel voran und unterstützte die Errichtung von Photovoltaik-(PV-) Anlagen auf städtischen Gebäuden sowohl durch Bereitstellung geeigneter Dachflächen als auch durch Darlehen. Eine finanzielle Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern war möglich. Die Gemeinnützige Wohnungsbau GmbH Marburg – Lahn (GeWobau) ging diesen

<sup>19</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

<sup>20</sup> Quelle: wikipedia

<sup>21</sup> Die „Solarbundesliga“ (<http://www.solarbundesliga.de/>) ist ein Internet-Wettbewerb zur Nutzung von Solarenergie in Kommunen. Veranstaltet wird er seit 2001 von der Fachzeitschrift Solarthemen in Kooperation mit der Deutschen Umwelthilfe e.V. Städte und Gemeinden treten in fünf Größenklassen gegeneinander an. Gemessen werden die pro Einwohner installierten Kilowatt beim Solarstrom und die Kollektorflächen je Einwohner bei der Solarwärme. Bonuspunkte können für eine ausgeglichene Entwicklung der Teilbereiche Solarstrom und -wärme erreicht werden.

<sup>22</sup> Quelle: Homepage der Universitätsstadt Marburg (<http://www.marburg.de/de/127871>)

Weg mit und errichtete u.a. durch Nutzung städtischer Darlehen 54 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.333 kW.<sup>23</sup>

Weiter engagierte sich die Universitätsstadt Marburg in der bundesweiten Imagekampagne „SolarLokal“. Seit dem Start Mitte des Jahres 2003 wurde die Kampagne nach dem Konzept „Bundesweit aktiv – individuell vor Ort“ in zahlreichen Kreisen, Städten und Gemeinden umgesetzt mit dem Ziel, bundesweit den Anteil von Solarstrom an der Gesamtenergieversorgung zu erhöhen.<sup>24</sup> Mit dem Verein Sonneninitiative e.V. ist eine weitere Institution vor Ort, die die Nutzung solarer Energie durch die Planung und den Betrieb von Bürger-sonnenkraftwerken fördert. Im Jahr 2009 wurde das Projekt „Photovoltaik-Überdachung des Ortenbergstegs“, das von der GeWoBau durchgeführt wurde, mit dem Deutschen Solarpreis ausgezeichnet.<sup>25</sup> Im Jahr 2010 wurde der Messeparkplatz mit sich nach dem Stand der Sonne ausrichtenden Solarbäumen ausgestattet. Auch in die schulische Ausbildung wurde das Thema Solarstrom mit aufgenommen. Mehrere Schulen wurden bereits mit Demonstrationsanlagen ausgestattet. Auch die Stadtwerke Marburg treiben das Thema solare Energie voran. So wurden z.B. in Marburg-Wehrda ausgewählte Fuß- und Radwege mit LED-Solarleuchten ausgestattet.

Die Universitätsstadt Marburg ist darüber hinaus auch aktiv, was die finanzielle Förderung der Installation von Solarenergieanlagen angeht. Solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung werden mit 500 Euro je Anlage bezuschusst und Anlagen zur kombinierten Warmwasser- und Heizungsbereitung sogar mit 1.000 Euro je Anlage.<sup>26</sup> Die Stadtwerke Marburg fördern den Bau einer solarthermischen Anlage bei ihren Kunden mit 250 Euro pro Anlage. In Kombination mit einer Brennwert-Heizungsanlage kann die Förderung sogar bedeutend erhöht werden.

Mit dem Abschluss der Optimierung des Solarkatasters verfügt die Universitätsstadt Marburg seit September 2013 nun auch über das erste Freiflächen-Solarkataster Deutschlands. Weitere Informationen zum bestehenden Solarkataster befinden sich im folgenden Abschnitt „Potenzial für den Bau neuer Anlagen“.

<sup>23</sup> Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitätsstadt Marburg, 2011

<sup>24</sup> Die Kampagne wird von dem Umweltverband Deutsche Umwelthilfe e.V. und dem deutschen Solarstromkonzern Solar World AG getragen und wird vom Deutschen Landkreistag, Deutschen Städtetag und Deutschen Städte- und Gemeindebund unterstützt. Quelle: [www.solarlokal.de](http://www.solarlokal.de)

<sup>25</sup> Der Deutsche Solarpreis wird von EUROSOLAR seit 1994 jährlich an Kommunen, Unternehmen, lokale Vereine, Architekten sowie an Einzelpersonen vergeben, die sich um die Nutzung und Anwendung Erneuerbarer Energien besonders verdient gemacht haben. Es werden herausragende Projekte, Initiativen und Engagements ausgezeichnet. (Quellen: <http://www.eurosolar.de/de/index.php/solarpreise-mainmenu-114/deutsche-solarpreise-mainmenu-116>; <http://www.eurosolar.de/de/index.php/plaketten-2009-archivmenuesolarpreise-328>)

<sup>26</sup> Mindestgröße der Kollektorfläche zur Warmwasserbereitung: 4 m<sup>2</sup>; Mindestgröße der Kollektorflächen zur Warmwasser- und Heizungsbereitung: Flachkollektoren > 9 m<sup>2</sup> und Röhrenkollektoren > 7 m<sup>2</sup> (<http://www.marburg.de/sixcms/media.php/19/2012-Faltblatt-Erneuerbare.pdf>)

Das Integrierte Klimaschutzkonzept (2011) weist bei einer Installationsrate von 50% der realisierbaren Flächen ein Potenzial von 391.000 m<sup>2</sup> installierter PV-Fläche und einer dadurch regenerativ erzeugten Strommenge von 38 Mio. kWh pro Jahr aus, wodurch jährlich ca. 21.836 t CO<sub>2</sub> eingespart werden können.

Für die Solarthermie weist das Integrierte Klimaschutzkonzept bei einer Installationsrate von 30% ein Potenzial von 30.600 m<sup>2</sup> installierter Fläche und damit einen regenerativ erzeugten Wärmegewinn von 15 Mio. kWh auf, wodurch die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen um 2.800 t pro Jahr reduziert werden können.

Grundsätzlich sind alle Dachflächen, die sich für Photovoltaik eignen, auch für thermische Solaranlagen geeignet. Es besteht folglich eine Flächennutzungskonkurrenz zwischen den Erzeugungsarten. Die Flächen unterscheiden sich lediglich in der benötigten Mindestgröße.

Eine Entscheidung für Solarthermie oder Photovoltaik hängt vorrangig von der geplanten Nutzung ab. Für die Stromerzeugung werden Photovoltaikmodule, für die Warmwassererzeugung solarthermische Kollektoren benötigt. Inzwischen gibt es auch sogenannte Hybridmodule am Markt, die Photovoltaik und Solarthermie in einem Modul vereinen.

Bei der Erarbeitung des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien Potenziale wurde zwischen Freiflächen für große Photovoltaik-Solarparks und Flächen für Privatpersonen und Gewerbetreibende zur Nutzung von Photovoltaik und Solarthermie unterschieden.

## Anlagenbestand

### *Photovoltaik*

Im Marburger Stadtgebiet sind derzeit 714 Photovoltaik-Anlagen mit einer installierten Leistung von 11.204 kWp<sup>27</sup> installiert<sup>28</sup>. Bei einer installierten Fläche von ca. 78.429 m<sup>2</sup> werden so je nach Wirkungsgrad (9% bzw. 15%) zwischen 8,27 Mio. kWh und 10,26 Mio. kWh erzeugt und etwa 5.917 bis 7.344 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart.

<sup>27</sup> Kilowatt Peak (kWp) ist eine Maßeinheit, die die maximal mögliche Leistung eines Photovoltaikmoduls bei Standardbedingungen in einem Testlabor mit optimalem Dachneigungswinkel, einer Modultemperatur von 25°C und einer solaren Einstrahlung von 1.000 Watt pro Quadratmeter ohne Einfluss von Schatten oder Hindernissen angibt. Oft wird diese Leistung auch als „Nennleistung“ bezeichnet.

<sup>28</sup> Quelle: Homepage der Stadt Marburg, Stand Solarbundesliga Stand 02.07.2013 (<http://www.marburg.de/de/127871>)

## Solarthermie

Die Feststellung der genauen Anzahl von Solarthermie-Anlagen gestaltet sich nicht ganz einfach, da diese nicht bundeseinheitlich gemeldet werden. Für die Solarbundesliga wurden die Anlagenbestände über die Förderdaten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA) generiert und um die Daten weiterer bekannter Anlagen im Stadtgebiet ergänzt. Insgesamt sind demnach in der Universitätsstadt Marburg etwa 664 solarthermische Anlagen mit insgesamt 6.743,73 m<sup>2</sup> installierter Kollektorfläche vorhanden.<sup>29</sup> Hierdurch werden jährlich etwa 3,4 Mio. kWh Energie erzeugt und etwa 895 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart.

Solare Energie	Anzahl Anlagen	Installierte Kollektorfläche (m <sup>2</sup> )	Stromertrag (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparungen (t p.a.)
Photovoltaik	714	78.429	8.266.866 bis 10.259.556 <sup>30</sup>	5.917 bis 7.344
Solarthermie	664	6.744	3.371.865	895
<b>SUMME</b>	<b>1.378</b>	<b>85.173</b>	<b>11.638.731</b> <b>bis 13.631.421</b>	<b>6.812</b> <b>bis 8.239</b>

**Tabelle 13:** Aktueller Bestand Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen; Quelle: Universitätsstadt Marburg; Stand 07/2013

## Potenzial für den Bau neuer Anlagen

Das Solarkataster der Universitätsstadt Marburg, das seit Februar 2011 online steht (<http://www.klimaschutz-marburg.de>), wurde im Laufe dieses Jahres grundlegend überarbeitet und steht seit Mitte September mit erweiterten Funktionen zur Verfügung.

Das Solarkataster besteht aus einer interaktiven Karte, die die Universitätsstadt Marburg von oben zeigt. Durch die unterschiedliche Einfärbung der Dach- und Freiflächen ist auf den ersten Blick ersichtlich, welche Flächen ein großes Potenzial für Solarenergie bieten. Nutzerinnen und Nutzer des Solarkatasters können einzelne Dachflächen, Teile einer Dachfläche oder auch mehrere Dachflächen gleichzeitig per Mausklick auswählen. Das jeweilige Potenzial der markierten Fläche wird automatisch berechnet.

<sup>29</sup> Quelle: Meldung der Universitätsstadt Marburg zur Solarbundesliga 2013; Stand 05/2013

<sup>30</sup> Bei angenommenem Wirkungsgrad von 9% bzw. 15%

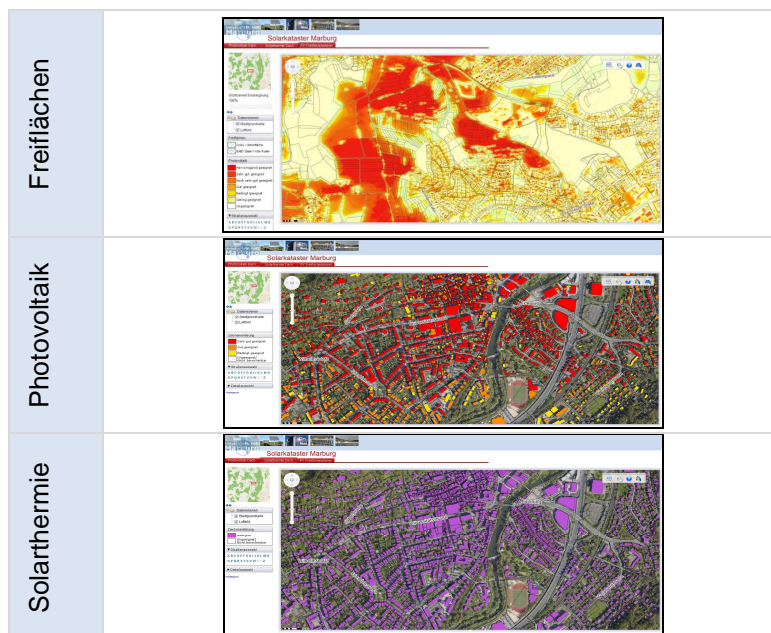


Seit September 2013 besteht zudem die Möglichkeit, das Photovoltaikpotenzial von Freiflächen berechnen zu lassen. Auch hier wird per Mausklick eine Fläche markiert. Das Potenzial der gekennzeichneten Fläche berechnet sich automatisch. Die Universitätsstadt Marburg verfügt mit dieser Neuerung über das erste Freiflächenkataster Deutschlands.

Neben der Darstellung der Potenziale enthält das Solarkataster auch einen Wirtschaftlichkeitsrechner. Für Solarthermie berechnet dieser nach Eingabe des Warmwasserbedarfs, mit welcher Modulgröße welcher Anteil des Bedarfs gedeckt werden kann. Außerdem werden die jeweiligen Investitionskosten, die eingesparten Energiekosten sowie die eingesparten CO<sub>2</sub>-Emissionen geschätzt. Seit September 2013 zeigt eine Grafik zudem die Veränderung von Leistung und Deckungsgrad über das Jahr an.

Für Photovoltaik werden der Stromertrag, die Vergütung nach EEG, die eingesparten Stromkosten bei Eigenverbrauch und die Investitionskosten geschätzt. Mit der neuen Version des Solarkatasters ist zudem eine Rückwärtsrechnung möglich: ausgehend vom Stromverbrauch wird die Modulfläche berechnet, die zur Deckung erforderlich ist. Auch hier zeigt eine Grafik Verbrauch, Produktion und Deckung an.

Wie der Blick auf Ausschnitte des Solarkatasters zeigt (siehe Abbildung 12), gibt es im Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg einen sehr hohen Anteil sehr gut geeigneter Dachflächen für die Photovoltaik- und Solarthermienutzung.



Rote bzw. lila Schattierungen weisen auf eine sehr gute Eignung hin

**Abbildung 12: Auszüge aus dem Solarkataster der Universitätsstadt Marburg;  
Quelle: Solarkataster der Universitätsstadt Marburg<sup>31</sup>**

<sup>31</sup> <http://www.marburg.de/de/101669>

## Photovoltaik

Die statistischen Auswertungen der in Marburg durchgeführten Studie SUN-AREA weisen ein erhebliches Potenzial für die Nutzung solarer Energie auf. Demnach sind von den 40.874 Gebäuden des Stadtgebietes 18.526, d.h. 45% aller Gebäude, für eine Photovoltaik-Nutzung geeignet. Insgesamt kommen 1,4 km<sup>2</sup> Dachfläche für eine Stromerzeugung durch Photovoltaik in Frage. Je nach Wirkungsgrad der Module könnten so laut SUN-AREA-Studie zwischen 147.885 MWh und 183.527 MWh pro Jahr an potenziellem Stromertrag erzeugt werden, was einer Einsparung von 87.400 t bis 108.464 t CO<sub>2</sub> gleichkommt (s. folgende Tabelle).

Die Gesamtgebäudefläche beträgt insgesamt ca. 3,6 km<sup>2</sup>, wovon ca. 1,6 km<sup>2</sup> (44%) für Photovoltaik geeignet sind.<sup>32</sup>

Eignung	Anzahl der Gebäude	PV-Modulfläche in m <sup>2</sup>	Stromertrag in kWh pro Jahr	
			Bei 15% Wirkungsgrad	Bei 9% Wirkungsgrad
sehr gut geeignet	11.299	941.818	123.203.499	99.273.966
gut geeignet	4.896	377.028	45.393.115	36.950.778
bedingt geeignet	2.331	131.540	14.930.342	11.660.231
<b>SUMME</b>	<b>18.526</b>	<b>1.450.386</b>	<b>183.526.956</b>	<b>147.884.975</b>

Eignung	CO <sub>2</sub> -Einsparung in kg pro Jahr		kW-Leistung	Investitionsvolumen
	Bei 15% Wirkungsgrad	Bei 9% Wirkungsgrad		
sehr gut geeignet	72.813.268	58.670.914	134.545	363.272.789
gut geeignet	26.827.331	21.837.910	53.861	145.425.103
bedingt geeignet	8.823.832	6.891.197	18.791	50.737.007
<b>SUMME</b>	<b>108.464.431</b>	<b>87.400.021</b>	<b>207.197</b>	<b>559.434.899</b>

**Tabelle 14:** Ergebnisse der Solarpotenzialanalyse Photovoltaik für Marburg;  
Quelle: SUN-AREA, Steinbeis-Transferzentrum Geoinformations- und Landmanagement, 2011

Aufbauend auf den Einschätzungen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes (2011) ist eine Installation von Photovoltaik-Anlagen auf etwa 15% der sehr gut geeigneten Dachflächen und auf 15% der geeigneten Fassadenflächen realistisch.<sup>33</sup>

<sup>32</sup> Quelle: SUN-AREA, Steinbeis-Transferzentrum Geoinformations- und Landmanagement, 2011

<sup>33</sup> Nicht jedes Hausdach, das ein hohes Potenzial zur solaren energetischen Nutzung aufweist ist praktisch realisierbar. Aufgrund von z.B. Denkmalschutz oder einer Sanierungsbedürftigkeit von Dächern erscheinen nur etwa ein Drittel der sehr gut geeigneten Hausdächer als praktisch realisierbar. Angesichts der vermutlich weiterhin ansteigenden Strompreise und der zunehmenden Bedeutung von Eigenerzeugung erscheint es als realistisch, dass die Hälfte der praktisch

Als praktisch realisierbares Gesamtpotenzial an Dach- und Fassadenflächen ist daher eine Installation von insgesamt 378.873 m<sup>2</sup> Modulfläche möglich. Bei einer Leistung von etwa 54.125 kW können so jährlich 39,9 bis 49,6 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 28.586 und 35.477 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Zieht man von diesem Gesamtpotenzial die bereits installierte Leistung ab, so verbleibt ein Potenzial für die Installation von 300.444 m<sup>2</sup> Modulfläche für Photovoltaik. Bei einer Leistung von 42.921 kW können so jährlich zwischen 31,7 und 39,3 Mio. kWh erzeugt und zwischen 22.669 und 28.133 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

### **Solarthermie**

Ausgehend von dem im Integrierten Klimaschutzkonzept (2011) ausgewiesenen technischen Potenzial von 1,5 m<sup>2</sup> Dachfläche je Einwohner und einer realistischen Installationsrate von 30%, bleibt ein Potenzial von 35.420 m<sup>2</sup> Dachfläche und damit ein regenerativ erzeugter Wärmegegewinn von 17,7 Mio. kWh und eine jährliche Einsparung von 4.700 t CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen.

Abzüglich der bereits installierten Anlagen verbleibt so ein Potenzial von 28.676 m<sup>2</sup> Dachfläche, 14,3 Mio. erzeugten kWh und 3.805 t jährlich eingesparten CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen.

### **Zusammenfassung der Potenziale**

Obwohl im Marburger Stadtgebiet bereits zahlreiche solarenergetische Anlagen installiert wurden, besteht nach wie vor ein erhebliches Realisierungspotenzial.

Mögliche Ansatzpunkte, wie dieses Potenzial gehoben werden kann, werden in Abschnitt 6.2.2. vorgestellt.

Für Besitzer sehr gut geeigneter Dachflächen, die selbst nicht in eine Solaranlage investieren möchten, ist auch eine Vermietung/Verpachtung der jeweiligen Dachflächen denkbar. In den geführten Expertengesprächen zeigte sich z.B. das Universitätsklinikum Gießen und Marburg der Idee gegenüber sehr aufgeschlossen eigene Dachflächen, davon sind etwa 15.000 m<sup>2</sup> vorhanden, ggf. für die Installation von Photovoltaik zu vermieten.

---

realisierbaren Dach- und Fassadenflächen auch tatsächlich installiert wird. So ergeben sich die, nach Experten-Meinung, realisierbaren 15%.

Solare Energie	Installierte Modul/ Kollektorfläche (m <sup>2</sup> )	Stromertrag (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Photovoltaik	300.444	31.668.871 bis 39.302.506	22.669 bis 28.133
Solarthermie	28.676	14.337.885	3.805
<b>SUMME</b>	329.120	46.006.756 bis 53.640.391	26.474 bis 31.938 <sup>34</sup>

Tabelle 15: Realisierbares Restpotenzial für Photovoltaik und Solarthermie in der Universitätsstadt Marburg

### 6.2.1. Photovoltaik-Freiflächenanlagen

#### Potenziale

Ein zentrales Motivationskriterium für die Installation von Photovoltaik-Anlagen war lange Zeit die EEG-Einspeisevergütung. Pro kWh erzeugte Energie erhält der Anlagenbetreiber nach Erneuerbarem Energien Gesetz (EEG) eine Vergütung, wenn er den Strom ins öffentliche Stromnetz einspeist. Ausschlaggebend für die Höhe der Vergütung ist dabei der Zeitpunkt der Anlagen-Installation. Abhängig vom Zubau sinkt dieser Satz der Einstiegsvergütung monatlich. Je eher eine Anlage also installiert wird, desto besser fiel und fällt die staatliche Einspeisevergütung aus.

Da das EEG an Bedeutung durch die Degression der Einspeisevergütung und die Begrenzung des Ausbaus verlor und sich das zeitliche Fenster für eine wirtschaftlich rentable Installation großer Solarparks langsam schloss, wurde direkt zu Beginn der Bearbeitung des Teilkonzepts Erneuerbare Energien eine Prüfung der Freiflächenpotenziale für solare Energie angegangen. Da zu diesem Zeitpunkt Freiflächenpotenziale noch nicht im Solarkataster enthalten waren, erfolgte die Potenzialanalyse über den Solarprojektor WIRSOL.

Auf der Grundlage intensiver Vorarbeiten konnten im Marburger Stadtgebiet zwei potenzielle Flächen identifiziert werden. Nach einer ersten Prüfung hinsichtlich Lage, Bodenwerten, Eigentümerstruktur und letztlich auch des Potenzials für Photovoltaik kamen letztlich nur zwei geeignete Konversionsflächen im Sinne des geltenden Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) in Betracht (s. Abbildung 13). Beide Flächen befinden sich östlich des

<sup>34</sup> Eine mögliche Flächenkonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie wurde bereits bei der Abschätzung des realisierbaren Potenzials berücksichtigt.

Stadtteils Cappel und nördlich des Stadtteils Gisselberg. Beide liegen parallel zu den Bahnlinien und direkt neben der Bundesautobahn A3.



**Abbildung 13: Darstellung der potenziellen Freiflächen; Quelle: Google Earth, bearbeitet durch WIRSOL**

In einer Sitzung mit Vertreterinnen und Vertretern der Universitätsstadt Marburg, der Stadtwerke Marburg sowie der GeWoBau wurden die Potenzialflächen vorgestellt und über das weitere Vorgehen abgestimmt. Folgende Ergebnisse kamen hierbei zustande:

### **Fläche Marburg 1**

Die südliche Potenzialfläche Marburg 1 bedeckt eine Fläche von ca. 3,92 ha und verfügt über ein Potenzial von ca. 1,96 MW. Zudem liegt die Fläche an einem Punkt des Marburger Planetenlehrpfades.<sup>35</sup> Passenderweise handelt es sich dabei um den Planeten Sonne.

Aufgrund der Überflutungsgefahr der ausgewiesenen Fläche und diesbezüglicher Bedenken sowie aufgrund von naturschutz- und nutzungsseitigen Beschränkungen entschieden die anwesenden Expertinnen und Experten diese Fläche im Zuge des Teilkonzeptes nicht weiter zu verfolgen.

<sup>35</sup> Der Marburger Planetenlehrpfad ([www.planetenlehrpfad-marburg.de](http://www.planetenlehrpfad-marburg.de)) stellt das Sonnensystem im Maßstab 1:1 Milliarde dar. Sowohl die Abstände der Himmelskörper als auch ihre Größe sind hier maßstabgerecht dargestellt.

### **Fläche Marburg 2**

Die nördliche Potenzialfläche Marburg 2 bedeckt eine Fläche von ca. 4,86 ha und verfügt über ein Potenzial von 2,43 MW. Insgesamt weisen die beiden Potenzialflächen folglich eine Gesamtfläche von 8,78 ha und eine mögliche Gesamtleistung von 4,39 MW auf.

Aufgrund der sinkenden Einspeisevergütung wäre hier eine zeitnahe Realisierung und Umsetzung erforderlich gewesen. Aufgrund genehmigungsrechtlicher Beschränkungen und der Option diese Fläche ggf. zu einer Gewerbefläche auszubauen, entschieden die anwesenden Expertinnen und Experten eine Umsetzung der Fläche nicht weiter voran zu treiben. Im Falle der Umgestaltung zu einem Gewerbegebiet ist eine erneute Prüfung der Nutzung solarer Energie auf Frei- oder Dachflächen zu empfehlen.

### **Fläche Marburg 3**

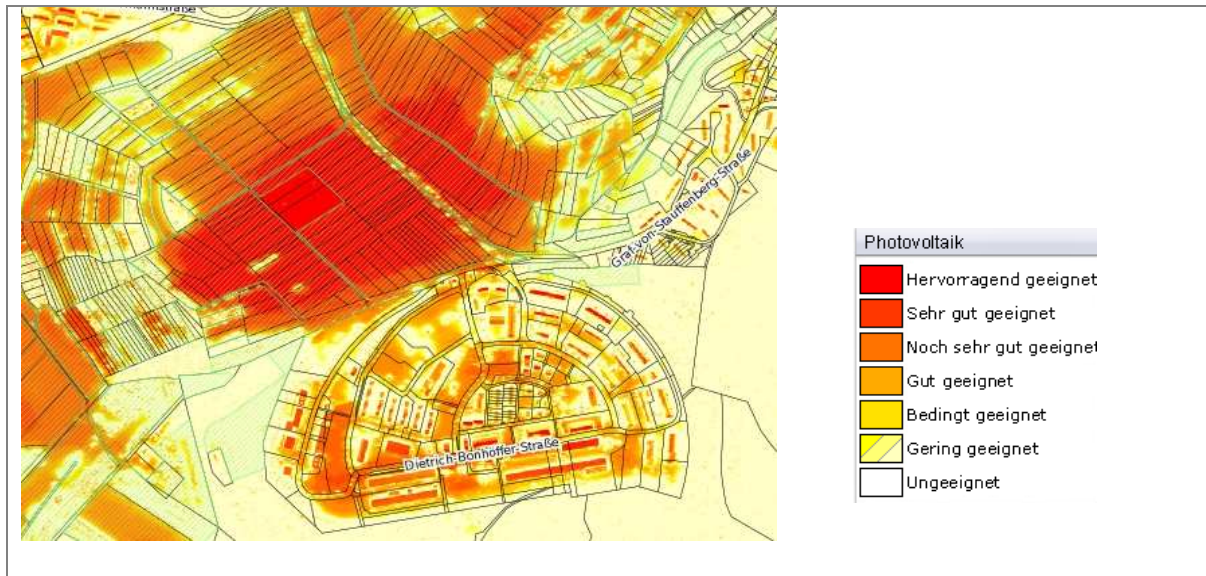
Im Zuge der Diskussionen wurde eine dritte Fläche weiter nördlich identifiziert, die jedoch ebenfalls aufgrund der Größe der Fläche und des Zuschnitts, sowie aufgrund von erschwerten Zugangsmöglichkeiten und voraussichtlichen Problemen mit Verschattungen nicht weiter verfolgt wurde.

### **Zusammenfassung der Potenziale**

Potenzielle Freiflächen für große Solarparks wurden im Zuge der Teilkonzept-Erstellung geprüft und identifiziert, jedoch ergaben sich hieraus keine konkreten Ansatzpunkte für die weitere Umsetzung.

Im Zuge der unter Abschnitt 6.2.2. beschriebenen Kampagnen sollten Gewerbetreibende jedoch auf die Nutzung vorhandener Freiflächen zum Eigenverbrauch und die damit verbundenen Einsparmöglichkeiten angesprochen werden.

Da im Solarkataster der Universitätsstadt Marburg seit Mitte September 2013 auch die Eignung von Freiflächen einzusehen ist, kann auf diesem Wege eine erste Auswahl potenzieller Freiflächen erfolgen, die im Weiteren hinsichtlich Lage, Bodenwerten, Eigentümerstruktur und Netzanbindung zu prüfen sind. Nördlich des Gewerbegebietes Stadtwald sind zum Beispiel einige hervorragend geeignete Flächen ausgewiesen, die es in den entsprechenden Veranstaltungen (s. Kampagnen 6.2.2.) zu thematisieren gilt.



**Abbildung 14: Hervorragend geeignete Freiflächen nahe des Gewerbegebietes Stadtwald; Quelle: Auszug aus dem Solarkataster der Universitätsstadt Marburg**

**Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen**

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>36</sup>
M14: Im Zuge der unter 6.2.2. beschriebenen Solar-Kampagnen: Ansprache Gewerbetreibende mit Verweis auf die Möglichkeit, Freiflächenanlagen zum Eigenverbrauch zu nutzen	Universitätsstadt Marburg	KF

**Tabelle 16: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Freiflächen Photovoltaik**

**6.2.2. Photovoltaik und Solarthermie für Gewerbe und Privathaushalte**

Wie bereits eingangs beschrieben sind die Universitätsstadt Marburg und die in ihr lebenden Akteure bereits recht aktiv, was die Förderung und Forcierung solarer Nutzung angeht. Das Solarkataster zeigt, dass Möglichkeiten solare Energie zur Erzeugung von Strom oder Wärme zu nutzen sowohl für Privatpersonen als auch für Gewerbetreibende in Marburg ausreichend vorhanden sind.

<sup>36</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

Über Gründe, warum nach wie vor ein erhebliches ungenutztes Potenzial im Marburger Stadtgebiet besteht, lässt sich nur mutmaßen: Schlagzeilen über sinkende Einspeisevergütungen und damit verbundene Verunsicherung, Meldungen über insolvente Solarunternehmen, ein Abwarten auf den Ausgang der Bundestagswahl 2013 und die damit einhergehenden Zusagen und Entscheidungen einer neuen Regierung sowie Unkenntnis und Unsicherheit über die Wirtschaftlichkeit oder sanierungsbedürftige Dachflächen sind nur einige mögliche Gründe.

Genau an diesem Punkt setzt das Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien an.

Gemeinsam mit den Mitgliedern der Projektgruppe wurden drei Kampagnen entwickelt, wie die Aufmerksamkeit der Bürgerinnen und Bürger, aber auch der Gewerbetreibenden wieder stärker auf das Thema Solarenergie gerichtet werden kann. Weitere Ideen zur Forcierung der solaren Nutzung wurden in einem Workshop gemeinsam mit regionalen Akteuren diskutiert und vertieft.

Im Ergebnis kam eine Sammlung vieler guter Ansatzpunkte zusammen, die zunächst im Überblick in Tabelle 14 dargestellt und im Anschluss daran näher erläutert werden. Diese gilt es sinnvoll zu Kampagnen zusammenzustellen, um sie anschließend in ersten Pilotprojekten umzusetzen. Nach einer Bewertung und Sammlung erster Erfahrungen mit der jeweiligen Kampagne gilt es die Ansprache zu optimieren und auszuweiten sowie bei Nichterfolg einen alternativen Ansatz bzw. ein verändertes Vorgehen zu wählen. Beispielhaft wird nach Aufzählung möglicher Inhalte die Ausgestaltung der drei entwickelten Kampagnen stichpunktartig beschrieben.

Aus den vielen Ansatzpunkten lassen sich folgenden Empfehlungen ableiten:

- Eine ganzheitliche, differenzierte Beratung, Aufklärung und Information der Hausbesitzerinnen und –besitzer und Gewerbetreibenden
- Eine zielgruppengerechte Ansprache
- Einbindung des Solarkatasters in die Kommunikation
- Aufzeigen innovativer Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten solarer Energie
- Information über Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten, Entwicklung zusätzlicher Förderprogramme und Setzung von weiteren Anreizen zur Installation solarenergetischer Anlagen
- Umfangreiche innovative Öffentlichkeitsarbeit



<b>Info/ Beratung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ganzheitliche Information der Gebäudeeigentümer</li> <li>▪ Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten (s. unten)</li> <li>▪ Förderung, Finanzierung, Anreize (s. unten)</li> </ul>
<b>Art der Ansprache</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grundlage Solarkataster</li> <li>▪ Erstkontakt durch neutrale Stelle</li> <li>▪ Quartiersbezogene Energieberatung</li> <li>▪ Individuelle Ansprache – Energiekarawanen</li> <li>▪ Ansprache durch Kampagnenteam</li> <li>▪ Ansprache emotional und wirtschaftlich</li> </ul>
<b>Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eigenständigkeit statt Abhängigkeit – Eigennutzung, Glättung Lastprofil</li> <li>▪ Speichermöglichkeiten</li> <li>▪ Hybridmodule</li> <li>▪ Solargestützte Hypokausten</li> <li>▪ Einbindung Solarthermie in ganzheitliche Heizungssysteme</li> <li>▪ Solare Kühlung</li> <li>▪ Flächen für Dritte zur Verfügung stellen</li> <li>▪ Dachneigung</li> <li>▪ Designvariationen Solarpanels</li> </ul>
<b>Innovative Öffentlichkeitsarbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verbesserung Image Solarenergie</li> <li>▪ Solarer Wettbewerb</li> <li>▪ Solare Auszeichnungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Solarpreis „Solaranlage des Jahres“ (jährlich für innovativste Anlage)</li> <li>– Architekturpreis</li> <li>– Solarplakette für Haustür „Mein Mercedes steht auf dem Dach“</li> </ul> </li> <li>▪ Solargewinnspiel</li> <li>▪ Veröffentlichung in Presse und Social Media <ul style="list-style-type: none"> <li>– Regelmäßiger Statusbericht an die Öffentlichkeit, z.B. in Form einer Solarkolumne</li> <li>– Vorstellung Leuchtturmprojekte/Regionale Best Practice Beispiele, um Vertrauen zu schaffen</li> <li>– informative, aufklärende Artikel</li> <li>– Einbindung Oberhessische Presse, Magazin ERNA des Landkreises, Magazin Studier mal Marburg der Stadtverwaltung, Service Magazin der Stadtwerke Marburg, etc.</li> <li>– Broschüre/Übersicht aller Förderprogramme (in Arbeit bei der Stadt)</li> </ul> </li> <li>▪ Lokale Veranstaltungen <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erweiterung Umwelt- und Klimaschutztag um Solartag</li> <li>– Tag der „offenen Solaranlage“</li> <li>– Teilnahme mit Themenstand Solar an Veranstaltungen, z.B. Stadteilfeste</li> <li>– Veranstaltungen bei Gewerbetreibenden vor Ort</li> </ul> </li> </ul>

<b>Förderung, Finanzierung, Anreize</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kommunikation von Fördermöglichkeiten</li> <li>▪ Schaffung von Anreizen             <ul style="list-style-type: none"> <li>– wirtschaftlich</li> <li>– ökonomisch</li> </ul> </li> <li>▪ Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen anhand von konkreten Beispielen – solare Energie lohnt sich; Heizkosteneinsparungen durch Solarthermie</li> <li>▪ Bürgerbeteiligungen/ Betreibergemeinschaften zur Finanzierung</li> <li>▪ In der Bauordnung für Gewerbegebiete eine solare Nutzung der Dachflächen vorsehen</li> <li>▪ Gemeinsames Programm Dachsanierung und Solarenergie</li> <li>▪ Evaluation und ggf. Anpassung des Förderprogramms der Universitätsstadt Marburg</li> </ul>
---	--

**Tabelle 17: Übersicht der erarbeiteten Ansatzpunkte für Solare Kampagnen; Quelle: Solar-Workshop vom 30.11.2013**

### ***Ganzheitliche, differenzierte Beratung, Aufklärung und Information der Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer sowie Gewerbetreibenden***

Um Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer und Gewerbetreibende mit sehr gut geeigneten Dachflächen dafür zu gewinnen eine Photovoltaik- oder Solarthermie-Anlage zu installieren muss zunächst umfassend über den aktuellen Stand der Technik und Möglichkeiten der Nutzung informiert werden. Es gilt Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, den ökonomischen und wirtschaftlichen Nutzen, notwendige Voraussetzung wie z.B. die Beschaffenheit des Daches, Vor- und Nachteile sowie Finanzierungs- und Förderinstrumente ganzheitlich darzustellen.

### ***Art der Ansprache***

Welche Art der Ansprache den größten Erfolg bringt lässt sich leider nicht vorhersagen. Zu empfehlen ist einen gewählten Angang in einem Pilotprojekt zu testen. Im Erfolgsfall kann dieser Angang ausgebaut oder im Misserfolgsfall modifiziert, optimiert oder ggf. auch beendet werden.

- Ansprache auf Grundlage des Solarkatasters  
Eine gute Möglichkeit der Ansprache ist, der Zielgruppe einen Ausschnitt des Solarkatasters zu präsentieren, auf dem das Potenzial ihres Daches erkennbar ist. Obwohl das Solarkataster lediglich gebäudespezifische Informationen bereithält, muss hier jedoch sehr sensibel auf den Datenschutz geachtet werden.

Gegebenenfalls kann es erforderlich sein, die Sensibilität der Marburger Bürgerinnen und Bürger im Hinblick auf eine solarkatasterspezifische Ansprache in einer kurzen Befragung zu evaluieren.<sup>37</sup>

▪ Erstkontakt durch neutrale Stelle

Idealerweise erfolgt ein Erstkontakt durch eine neutrale Stelle (z.B. Katasteramt der Universitätsstadt Marburg), die den Hausbesitzerinnen und Hausbesitzern das Potenzial auf dem eigenen Dach aufzeigt und auf eine kostenlose Beratung durch die Universitätsstadt Marburg hinweist.

▪ Quartiersbezogene Energieberatung

Energieberatung, die jeweils quartiersbezogen vorgeht und so direkt auf die örtlichen Gegebenheiten und Besonderheiten eingehen kann.

▪ Individuelle Ansprache – „Energiekarawanen“

Angelehnt an die Energieeffizienz-Energiekarawane der Metropolregion Rhein-Neckar handelt es sich hierbei um eine kostenlose Initialberatung durch eine Energieberaterin oder einen Energieberater direkt im Haus. Bei Interesse erfolgt eine weitere Unterstützung bei der Planung und Durchführung, ggf. durch Vermittlung kompetenter regionaler Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner. Eine Information der Gebäudebesitzerinnen und -besitzer über die anstehende Karawane erfolgt idealerweise durch den Bürgermeister schriftlich vorab und wird von einer breit angelegten Öffentlichkeitsarbeit begleitet. Im Zuge der Karawane werden einzelne Straßenzüge oder Quartiere bearbeitet.

▪ Ansprache durch ein Kampagnenteam

Aktionen - ob Kampagne oder Karawane, ob Stadtteilstadt oder Informationsveranstaltung - werden durch ein Kampagnenteam durchgeführt bzw. unterstützt, das aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadtverwaltung, der Stadtwerke Marburg, regionaler Banken, dem örtlichen Handwerk und der Energieberatung – kurz: allen regionalen Akteuren, die das Thema Solarenergie voranbringen und ggf. auch davon profitieren möchten, besteht.

---

<sup>37</sup> Am Richtsberg könnte eine solche Befragung stattfinden. Nachdem Hausbesitzer individuell auf Grundlage der Solarkatasterdaten angesprochen wurden, wird in einem Begleitschreiben um Rückmeldung gebeten, wie man zu dieser Art der Ansprache steht.

- Ansprache emotional versus Wirtschaftlichkeit

Da jeder Mensch auf unterschiedliche Reize anders reagiert und vermutlich unterschiedliche Motivationsfaktoren für die Installation einer Solarenergie-Anlage sprechen, sollten verschiedene Arten der Ansprache ausprobiert werden. So kann zum Beispiel die Wirtschaftlichkeit dargestellt werden, auf den Beitrag zum Klimaschutz hingewiesen werden oder Statusstreben angesprochen werden („Mein Mercedes steht auf dem Dach“).

### ***Aufzeigen von (innovativen) Anwendungs- und Nutzungsmöglichkeiten solarer Energie***

- Eigenständigkeit statt Abhängigkeit (Eigennutzung; Glättung Lastprofil)

Aufgrund der sinkenden Einspeisevergütung für solaren Strom gewinnt immer mehr der Eigenverbrauch an Bedeutung. Technische Konzepte sind mittlerweile ausgereift und auch Speichermöglichkeiten werden weiterentwickelt. Besonders für Gewerbebetriebe, bei denen der höchste Stromverbrauch mit den solaren Ertragsspitzen zeitlich zusammenfällt, macht die Eigennutzung solar erzeugten Stroms besonders Sinn. Gewerbebetriebe mit geeigneten Dachflächen können, auch ohne den Einsatz von Speichern, den erzeugten Solarstrom selbst nutzen und ihre Spitzen im Lastprofil damit glätten. Sie erreichen damit auch meist weitaus höhere Eigenverbrauchsquoten als Eigenheimbesitzer, deren Verbrauchsspitzen zumeist in den Morgen- und Abendstunden liegen.

- Speichermöglichkeiten

Lange Zeit war die Speichermöglichkeit von Strom/Wärme eine große Herausforderung. Das ist sie auch noch heute und gewinnt, v.a. durch den Ausbau der Erneuerbaren Energien, die nicht rund um die Uhr verfügbar sind, zunehmend an Bedeutung. So kann Strom z.B. zu Gas umgewandelt und gespeichert werden. Auch für die steigende Anzahl an Elektrofahrzeugen stellt Solarenergie eine gute Quelle für die umweltfreundliche Erzeugung von Strom dar.

- Hybridmodule

Ein Hybridmodul oder Kombimodul ist eine Kombination aus Photovoltaik und Solarthermiemodul. Die Photovoltaik wird zur Erzeugung von Solarstrom genutzt, die Solarthermie zur Erzeugung von Warmwasser. Grundsätzlich kann so der Problematik der Flächenkonkurrenz zwischen Photovoltaik und Solarthermie begegnet werden.

- Solargestützte Hypokausten (Wärmenutzung über Lufterwärmung)  
Moderne Gebäude mit einem Lüftungssystem ermöglichen eine Beheizung über zugeführte Warmluft. In Luftkollektoren kann die Luft mittels Solarenergie erwärmt werden. Bei der Hypokaustenheizung zirkuliert die erwärmte Luft in einem im Boden oder in der Wand integrierten Kreislaufsystem. Für viele Gebäude besteht hierin eine interessante Technik zur Einsparung von Energie.
- Solarthermie – Einbindung in ganzheitliche Heizungskonzepte  
Eine Einbindung einer Solarthermie-Anlage in ganzheitliche Heizungskonzepte kann zu einer erheblichen Einsparung des Einsatzes fossiler Energieträger beitragen. Niedrigere Systemtemperaturen der Heizung, die z.B. durch eine gute Dämmung möglich sind, können den solarthermischen Wirkungsgrad und damit die Wirtschaftlichkeit der Anlage erhöhen.
- Solare Kühlung  
Die Tage mit den höchsten solaren Energiegewinnen fallen oft mit den Tagen zusammen, an denen auch der größte Bedarf an Kühlung bzw. Klimatisierung besteht. Daher bietet sich Solarenergie auch zum Kühlen an.
  - Photovoltaik: Antrieb einer elektrischen Klimaanlage mit dem lokal erzeugten Solarstrom. Dieser eignet sich besonders gut, da zeitlich die größte Erzeugung mit dem höchsten Bedarf zusammenfällt
  - Solarthermie: Die Solarwärme wird zunächst in Wassertanks, sogenannten Solarspeichern zwischengespeichert. Soll nun eine Kühlung erfolgen wird die Wärme über Kältemaschinen den zu kühlenden Räumen zugeführt.
- Nutzung fremder Flächen / Bereitstellung eigener Flächen für Dritte  
Eine Nutzung bestehender Flächen muss nicht notwendigerweise durch die Eigentümerinnen und Eigentümer der Fläche erfolgen. Eigentümerinnen und Eigentümer geeigneter Flächen, die selbst kein Interesse an einer Solarenergiegewinnung haben, können ihre Flächen vermieten oder verpachten.
- Dachneigung  
Die Eignung einer Dachfläche muss sehr genau geprüft werden. Die pauschale Aussage nur Dachflächen mit Südausrichtung seien für solare Energie nutzbar ist so nicht zu bestätigen. Auch Dachflächen mit Ost-West-Ausrichtung können durchaus gute Erträge erzielen. Für das Marburger Stadtgebiet wurden bereits alle Dachflächen im Zuge der Erstellung eines Solarkatasters auf ihre Eignung geprüft.

- Designvariationen von Solarpanels (z.B. in Blattform)

Am Design und dem Erscheinungsbild von Solarpanels wird von den Solarherstellern gearbeitet

### ***Förderung, Finanzierung, Anreize***

- Kommunikation von Fördermöglichkeiten

Eine Übersicht aller Förderprogramme befindet sich derzeit bei der Stadtverwaltung in Arbeit. Die Fördermöglichkeiten durch die Stadtverwaltung, die Stadtwerke und die BAFA sollen in einem Förderprogramm zusammen geführt werden.

- Schaffung von Anreizen

Schaffung sowohl wirtschaftlicher Anreize (s. Fördermöglichkeiten) als auch ökologischer Anreize. Siehe hierzu auch den Abschnitt „Umfangreiche innovative Öffentlichkeitsarbeit“.

- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen

Der Betrieb solarer Anlagen kann sich auch ohne EEG-Einspeisevergütung wirtschaftlich darstellen lassen. Diese Information sollte im Zuge der Energieberatung anhand von Wirtschaftlichkeitsberechnungen der verschiedenen technischen Möglichkeiten und ggf. auch anhand konkreter Best Practice-Beispiele Interessentinnen und Interessenten zur Verfügung gestellt werden.

- Gründung von Betreibergemeinschaften/Bürgerbeteiligungen

Auch ohne eigene Dachfläche gibt es Möglichkeiten sich mit einem überschaubaren Einsatz von Kapital und Aufwand an der Erzeugung solar erzeugter Energie zu beteiligen. Zu diesem Zwecke ist der Verein Sonneninitiative im Marburger Stadtgebiet bereits sehr aktiv.

- Bauordnung für Gewerbegebiete, damit geeignete Dachflächen entstehen

Da sich Gewerbegebiete aufgrund ihrer Nutzungsstrukturen sehr gut für solare Energie eignen, wird hierin auch ein besonders hohes Potenzial gesehen. Die Erstellung einer Bauordnung für Gewerbegebiete sollte zu einer höheren Motivation Gewerbetreibender führen, solare Energie zu installieren. Aus den Expertengesprächen mit Gewerbetreibenden ist jedoch bekannt, dass eine Nutzung der Dächer oft auch dadurch erschwert wird, dass auf den Dächern oftmals jeder Zentimeter bereits für Kühlkompressoren oder ähnliches verwendet wird.

- Gemeinsames Förderprogramm Dachsanierung und Solarenergie

Bei der Sanierung von Dachflächen sollte auf Möglichkeiten der Solarenergienutzung verwiesen werden. Hier bietet sich ein Ansatzpunkt für weitere Fördermöglichkeiten, z.B. als Kombination Dachsanierung – Solarenergie. Beachtet werden sollte generell bei Installation einer Photovoltaik oder Solarthermie-Anlage, dass nach der Installation der Module bzw. Kollektoren Arbeiten und etwaige Sanierungen am Dachstuhl nur unter erheblichem Mehraufwand möglich sind. Sollte man über eine Sanierung des Dachstuhls nachdenken, sollte immer auch eine Möglichkeit der solarthermischen oder photovoltaischen Nutzung in Betracht gezogen werden.

### ***Umfangreiche innovative Öffentlichkeitsarbeit***

- Verbesserung Image Solarenergie

In der Presse werden mit dem Thema Solarenergie oft negative Schlagzeilen über sinkende Einspeisevergütungen oder Insolvenzen von Solarunternehmen verbunden. Der Aspekt klimafreundlich günstigen Strom zu erzeugen scheint teilweise in den Hintergrund gerückt zu sein. Um die Aufmerksamkeit für Solarenergie wieder zu wecken, sollte deren Image verbessert werden, z.B. durch ein Maskottchen, das auf sämtlichen solaren Veranstaltungen auftritt oder einen berühmten Sympathieträger.

- Solarer Wettbewerb

Die Förderung des Wettbewerbsgedankens kann einen Anreiz schaffen und zu einer erhöhten Aufmerksamkeit für das Thema solare Energiegewinnung führen. Hinsichtlich der Ausgestaltung des Wettbewerbs sind viele Ideen diskutiert worden. So ist z.B. ein Wettbewerb der einzelnen Stadtteile denkbar, der – begleitet durch eine intensive Öffentlichkeitsarbeit – eine Art Stadtteil-Solar-Bundesliga abbildet

- Solare Auszeichnungen

Die Verleihung solarer Auszeichnung kann einen weiteren Anreiz darstellen

- Solarpreis „Solaranlage des Jahres“  
jährliche Verleihung für die innovativste Anlage
- Architekturpreis  
Verleihung für die beste architektonische Integration von solarer Energie
- Solarplakette zum Anbringen an die Haustür im Sinne von „Mein Mercedes steht auf dem Dach“

- Solar-Gewinnspiel

Gewinnspiel mit Fragen zum Thema Solar. Unter allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern wird z.B. ein Solarkocher, ein Bonus zur PV-Anlage oder ähnliches verlost.

- Veröffentlichungen in Presse und Social Media

- Regelmäßige Statusberichte an die Öffentlichkeit, z.B. in Form einer Solarkolumne, die jede Woche an derselben Stelle in der örtlichen Presse auftaucht
- Vorstellung Leuchtturmprojekte und regionale Best Practice-Beispiele
- informative, aufklärende Artikel
- Möglichst umfassende Einbindung der lokalen Presse: Oberhessische Presse, Magazin ERNA des Landkreises, Studier mal Marburg, Service Magazin der Stadtwerke Marburg, etc.

- Veranstaltungen

- Erweiterung Umwelt- und Klimaschutztag zum Solartag
- Tag der „offenen Solaranlage“
- Integration in bestehende Veranstaltungen, z.B. Stadtteilstefeste, wo in lockerer gemüthlicher Atmosphäre ein Austausch zum Thema Solarenergie stattfinden kann
- Veranstaltungen bei Gewerbetreibenden vor Ort (je Gewerbegebiet)

### ***Beispielhafte Ausgestaltung von Kampagnen***

Das wohl größte Potenzial von Kampagnen liefert die Ansprache von Gewerbetreibenden, deren höchster Energieverbrauch mit dem Zeitpunkt der größten solaren Einstrahlung zusammenfällt und die daher ein hohes Potenzial für die Eigennutzung des erzeugten Stroms haben.



## *Kampagne für Gewerbetreibende*

### **Ziel:**

Erhöhung der Nutzung solarer Energie auf Dächern, Fassaden und Freiflächen gewerblicher Nutzung zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes in der Universitätsstadt Marburg.

### **Leitmotiv:**

WIR für Marburg / „sonniges Gewerbe Marburg“

### **Zielgruppe:**

Gewerbetreibende im Marburger Stadtgebiet mit ausreichend großen und für Photovoltaik sehr gut geeigneten Dachflächen, Fassadenflächen und/oder ungenutzten Freiflächen. Eine Identifikation kann über das Solarkataster erfolgen.

### **Konkrete Ausgestaltung:**

Zentrale Veranstaltungen je Gewerbegebiet, die den Gewerbetreibenden vor Ort die Möglichkeit bieten sich in einem überschaubaren Zeitraum (z.B. 90 bis 120 Minuten) einen Überblick über die gewerbliche Nutzung von solarer Energie zu verschaffen, v.a. auch über die Chancen und Möglichkeiten des Eigenverbrauchs. Idealerweise finden die Veranstaltungen bei einem der dort ansässigen Gewerbetreibenden in den frühen Abendstunden (ca. 17-19 Uhr) statt. Nach informativen Vorträgen zu den Nutzungsmöglichkeiten, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Best Practice-Ansätzen (idealerweise von einem Marburger Gewerbetreibenden, der positive Erfahrungen mit der Nutzung solarer Energie gemacht hat) kann bei einem anschließenden gemeinsamen Ausklang ein weiterer Informationsaustausch oder die Vereinbarung verbindlicher Beratungstermine erfolgen.

Im Sinne des Gesamtziels Klimaschutz sollte im Zuge der Ansprache jedoch der Fokus nicht ausschließlich auf das Potenzial solarer Energie gelegt, sondern vielmehr die unterschiedlichen Möglichkeiten der regenerativen bzw. klimaschonenden Erzeugung (Solarenergie, Kleinwindanlagen, Kraft-Wärme-Kopplung, etc.) aufgezeigt und hinsichtlich ihrer teilweisen Nutzungskonkurrenz bewertet werden.

Die Organisation und Durchführung der Veranstaltungen erfolgt durch ein Kampagnenteam, das, wie bereits beschrieben, aus Freiwilligen besteht, die die Solarenergie vorantreiben. Das können Mitglieder der Stadtverwaltung, der Stadtwerke, der GeWoBau, der Sonneninitiative, die ortsansässigen Solarfirmen, örtliche Banken oder Energieberater sein.

### **PR/Öffentlichkeitsarbeit:**

Eine Begleitung der Kampagne durch intensive Öffentlichkeitsarbeit ist sehr empfehlenswert. Dies kann z.B. in Form einer Solarkolumne bzw. einer wöchentlichen Statusmeldung in der lokalen Presse erfolgen. Inhalt kann der aktuelle Stand der Solarbundesliga oder die monatlich neu installierte Anzahl an Anlagen bzw., sofern vom Anlagenbetreiber genehmigt, auch in Form einer namentlichen Nennung sein.

Eine Übersicht der aktuellen sowie bereits erfolgten Veranstaltungen mit Nennung des jeweiligen Veranstalters kann ebenfalls enthalten sein und aus Imagegründen für Gewerbetreibende einen Anreiz stellen eine ähnliche Veranstaltung in ihrem Hause anzugehen.

Eine Kommunikation der Veranstaltungen auf der Klimaschutz-Seite der Universitätsstadt Marburg sowie auf deren Facebook-Seite sind empfehlenswert.

### **Nächste Schritte:**

Zur Umsetzung der Kampagne sollte zunächst eine Analyse der Gewerbegebiete Marburgs erfolgen sowie eine Liste aller Gewerbetreibenden erstellt werden. Bereits vorhandene Anlagenbesitzer sind anzusprechen, ob sie bereit sind ihre solaren Erfahrungen weiterzugeben. Anschließend sind die Gewerbegebiete auszuwählen, die bisher kaum mit Solaranlagen ausgestattet sind. Nach Auswahl eines ersten Referenz-Gewerbegebietes gilt es Räume bzw. eine Örtlichkeit sowie einen Termin für die Veranstaltung festzulegen, Teilnehmer einzuladen, die Pressearbeit anzustoßen und schließlich die Veranstaltung durchzuführen. Im Nachgang hierzu sollte eine Bewertung erfolgen, welche Ergänzungen oder Verbesserungen man unternehmen sollte um weitere Gewerbegebiete anzugehen. Anschließend ist die Kampagne auf weitere Gebiete auszuweiten.

### *Kampagne für Privatpersonen*

Für Privatpersonen sind grundsätzlich zwei Kampagnenversionen erarbeitet worden, die sich lediglich im Vorgehen unterscheiden.

### **Ziel:**

Erhöhung der Nutzung solarer Energie in Form von Photovoltaik und Solarthermie auf Dächern und Fassaden privater Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes der Universitätsstadt Marburg.

**Leitmotiv:**

Sonnige Stadtteile

**Zielgruppe:**

Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer mit für solare Energie sehr gut geeigneten Dachflächen in den einzelnen Stadtteilen. Eine Identifikation kann über das Solarkataster erfolgen.

**Konkrete Ausgestaltung:**

*Solare Karawane*

In Anlehnung an das bestehende Konzept der Energiekarawanen ziehen nach vorheriger schriftlicher Information der Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer Energieberaterinnen und Energieberater bzw. ein Kampagnenteam wie eine Karawane von Haustür zu Haustür. Im Zuge einer kostenlosen Initialberatung wird über die konkreten Möglichkeiten informiert, die das jeweilige Hausdach sowohl für Solarthermie als auch für Photovoltaik bietet. Da grundsätzlich Solarthermie und Photovoltaik in einer Konkurrenz bezüglich der Dachfläche stehen, kann der Energieberater bzw. die Energieberaterin gemeinsam mit den Hauseigentümerinnen und Hauseigentümergebietung bedarfsgerecht die jeweils optimale Lösung finden. Auch Hybridmodule werden berücksichtigt.

Grundinformationen werden durch das Solarkataster bereitgestellt. Gemeinsam mit den Hausbesitzerinnen und Hausbesitzern kann so eine optimale Nutzung abgeschätzt und eine Wirtschaftlichkeit aufgezeigt werden. Weitere Beratungsschritte oder erste Schritte der Umsetzung können durch das Kampagnenteam eingeleitet werden.

Erste Pilotkarawanen können im Zuge der geplanten Energiekarawanen durchgeführt werden, indem diese um den Aspekt Solar aufgestockt werden.

*Solare Sonnenuhr Stadtteilstadtteil*

Wie bei einer Sonnenuhr finden Veranstaltungen in den einzelnen Stadtteilen statt, die in gemütlicher Atmosphäre rund um das Thema Solar informieren und beraten. Ggf. könnte dies sogar in eine Art „Stadtteil-Challenge“, einen Wettbewerb der Stadtteile untereinander über den größten Zubau an PV-Leistung ausgestaltet werden. Ähnlich der Solarbundesliga könnte die Anzahl neu installierte bzw. gesamte Kollektorfläche oder installierte Leistung je Einwohner als Vergleich gerechnet werden.

Da die Planung und Organisation derartiger Stadtteilstefte jedoch einen erheblichen Aufwand darstellt und daher vermutlich in der Praxis schwer realisierbar ist, wurde bei der Erarbeitung dieses Teilkonzeptes beschlossen, bestehende Veranstaltungen um den Aspekt Solar zu erweitern, wo dies sinnvoll möglich ist.

**PR/Öffentlichkeitsarbeit:**

Die Kampagnen sollten, unabhängig ob Energiekarawanen oder Stadtteilstefte, durch intensive Öffentlichkeitsarbeit begleitet werden. Da hierfür die gleichen Ansätze wie für die PR-Arbeit der Gewerbeveranstaltungen gelten, werden sie hier nicht nochmals gesondert aufgeführt.

**Nächste Schritte:***Solare Karawane*

Zur Umsetzung der Karawane sind zunächst Pilotstraßenzüge bzw. –stadtteile zu identifizieren und die Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer anzuschreiben sowie die Kampagne durch PR publik zu machen. Idealerweise wird mit den Stadtteilen gestartet, die über eine Hohe Dichte an Eigenheimbesitzerinnen und –besitzern verfügen, die selbst in ihrem Haus wohnen und über sehr gut geeignete Dachflächen verfügen. Nach Rücklauf der Zusagen der Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer werden diese angesprochen und ausführlich beraten und informiert. Eine Beratung und Vermittlung notwendiger Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner für die folgenden Schritte erfolgt. Anschließend erfolgt der Angang des nächsten Stadtteils.

*Solare Sonnenuhr Stadtteilstefte*

Zunächst ist zu prüfen, wann und wo konkrete Veranstaltungen anstehen, in die sich eine Integration des Solarthemas anbietet. Informationsunterlagen und Themenstände sowie ein Kampagnenteam sind zu organisieren und letztlich die Veranstaltungen durchzuführen.

**Zusammenfassung der Potenziale**

Wie bereits unter 6.2. beschrieben, besteht im Gebiet der Universitätsstadt Marburg nach wie vor erhebliches Potenzial zur Installation von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen.

Mögliche Ansatzpunkte, wie dieses Potenzial gehoben werden kann, wurden in Abschnitt 6.2.2. vorgestellt.

**Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen**

<b>Maßnahme</b>	<b>Akteure</b>	<b>Umsetzung<sup>38</sup></b>
<p><u>M15: Photovoltaik für Gewerbebetriebe:</u> Nutzung der erarbeiteten Ansatzpunkte zur Ausgestaltung und Umsetzung von Kampagnen zur Förderung der Nutzung von Photovoltaik (Dach- und Freiflächen) durch Gewerbebetriebe. Im Zuge der Kampagne Beratung zu weiteren Möglichkeiten der regenerativen Erzeugung und effizienteren Nutzung von Energie (z.B. KWK, etc.)</p>	<p>Federführung Universitätsstadt Marburg; Kampagnenteam</p>	<p>KF</p>
<p><u>M16: Photovoltaik/Solarthermie für Privatpersonen:</u> Nutzung der Ideensammlung aus der Projektgruppe und dem Maßnahmen-Workshop vom 30.10.2013 zur Ausgestaltung und Umsetzung von Kampagnen zur Förderung der Nutzung solarer Energie, z.B. weitere Detaillierung der bereits erarbeiteten Kampagnenansätze (s. hierzu Abschnitt 6.2.2.). Umsetzung der Kampagnen in ersten „Pilotgebieten“. Anschließend ggf. Modifikation und Ausweitung auf das gesamte Marburger Stadtgebiet.</p>	<p>Federführung Universitätsstadt Marburg; Kampagnenteam</p>	<p>KF</p>

**Tabelle 18: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Solarenergie für Privatpersonen und Gewerbebetreibende**

**6.3. Biomasse**

Bioenergie ist wohl eine der ältesten Formen der Erneuerbaren Energien. Schon zu Urzeiten haben Menschen Holz zum Kochen und Heizen verwendet. Doch nicht nur Holz, auch Energiepflanzen sowie Bioabfallprodukte und Reststoffe wie Stroh, Gülle und Altfett fallen unter den Begriff Biomasse, aus der schließlich Strom, Wärme und Treibstoffe gewonnen werden.

Die Biomasse ist rund um die Uhr verfügbar und flexibel einsetzbar. Daher spielt sie im Bereich der Erneuerbaren Energien eine bedeutende Rolle. Sie lässt sich ohne Verluste auch in größeren Mengen lagern und je nach Bedarf verbrauchen. Idealerweise wird Biomasse mehrfach genutzt – zunächst stofflich, anschließend energetisch. Da Biomasseanlagen für den Klimaschutz nur dann sinnvoll sind, wenn die Einzugsgebiete und damit auch

<sup>38</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

die Transportwege überschaubar sind, stärken Biomasseanlagen die regionale Wertschöpfung.<sup>39</sup>

Der gezielte Anbau von Biomasse geht jedoch mit einem hohen Flächenbedarf einher. Da der Energiegehalt der Biomasse niedriger ist als der von fossilen Energieträgern wird viel Masse benötigt. Dies führt nicht selten zu einer Nutzungs- und Ressourcenkonkurrenz. Auch ist die Nutzung von Biomasse häufig mit einer aufwändigen Logistik verbunden, die in Siedlungsbereichen zu Beeinträchtigungen führen kann. Ein besonderes Augenmerk bei der Ermittlung der Biomassepotenziale muss auf die Nachhaltigkeit und den Schutz von ertragsreichem Boden gelegt werden, stößt die Biomasse doch häufig auf die Kritik, dass der intensive Anbau von Monokulturen negative Auswirkungen auf Boden und Gewässer haben kann und eine energetische Nutzung von Nahrungsmitteln wie Mais, Zuckerrüben oder Raps kritisch betrachtet werden muss.<sup>40</sup>

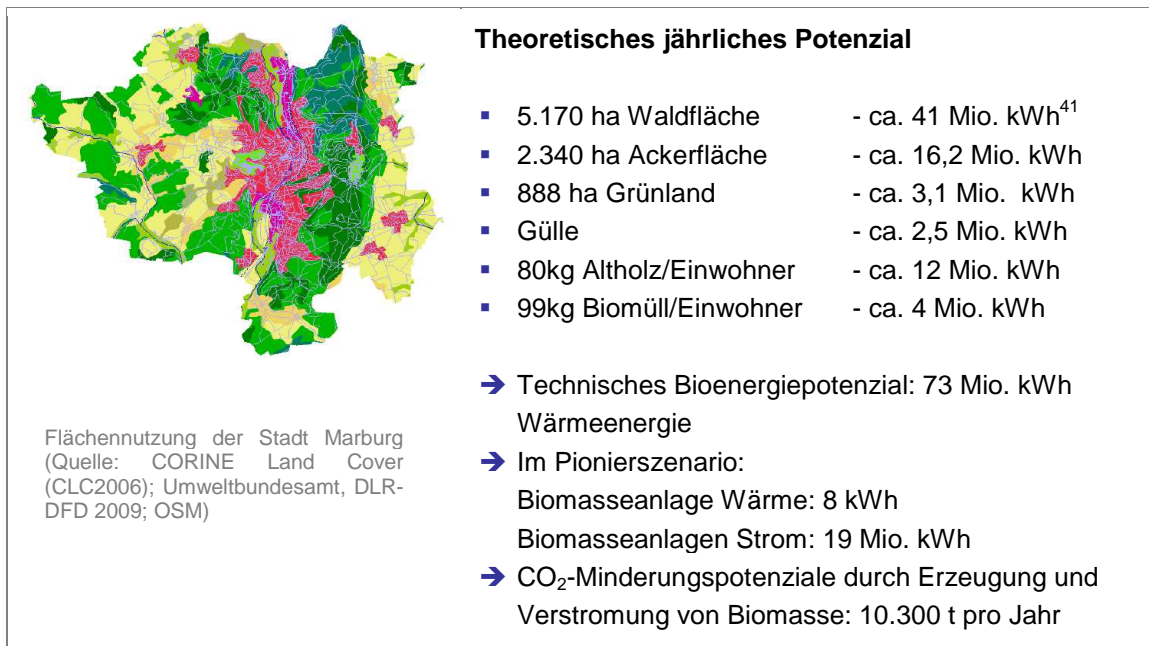
Die Ermittlung der verfügbaren Biomassepotenziale im Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg gestaltete sich im Zuge des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes als schwierig. Aufgrund einer schwierigen Datengrundlage erfolgte die Potenzialabschätzung anhand verfügbarer, jedoch zum Teil nicht mehr ganz aktueller Datengrundlagen, sowie anhand der Aussagen befragter Expertinnen und Experten sowie der Workshop-Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Bei der Potenzialanalyse der Biomasse wurde nicht nur das Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg, sondern der gesamte Landkreis Marburg-Biedenkopf betrachtet. Dies liegt vor allem daran, dass es auf Stadtebene keine ausreichende Datengrundlage gab. Eine Anlieferung aus dem Landkreis erschien aus Nachhaltigkeitsaspekten vertretbar.

Das Integrierte Klimaschutzkonzept der Universitätsstadt Marburg (2011) weist im Bereich Biomasse ein erhebliches theoretisches Potenzial auf, wie die folgende Abbildung zeigt. Bei genauer Untersuchung des theoretischen Potenzials zeigt sich jedoch, dass bereits viele Potenziale gehoben sind und dass die verbleibenden theoretischen Potenziale aus Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sehr sensibel betrachtet werden müssen.

<sup>39</sup> Quellen: Agentur für Erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/biomasse2>); Deutsche Energie Agentur (<http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse.html>) ; BMU (<http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/bioenergie/kurzinfo/>)

<sup>40</sup> Quellen: Agentur für Erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de/erneuerbare-energie/biomasse2>); Deutsche Energie Agentur (<http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse.html>) ; BMU (<http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/bioenergie/kurzinfo/>)



**Abbildung 15: Theoretische Biomassepotenziale für die Universitätsstadt Marburg;**  
Quelle: Integriertes Klimaschutzkonzept der Universitätsstadt Marburg, 2011

## Anlagenbestand

### **Biogasanlage Cyriaxweimar**

Seit 2010 betreibt die Marburger Entsorgung GmbH (MEG), eine Tochtergesellschaft der Stadtwerke Marburg, die Kompostierungsanlage Cyriaxweimar. Ca. 8.000 Tonnen Biomüll, 2.000 Tonnen Garten- und Parkabfälle sowie ca. 1.000-2.000 Tonnen Brot- und Gebäckreste werden dort jedes Jahr zu ca. 1,6 Millionen m<sup>3</sup> Biogas vergoren. Das Biogas wird über eine Gasleitung in das benachbarte Blockheizkraftwerk am Stadtwald transportiert und dort verstromt. Jährlich entstehen so ca. 3,15 Mio. kWh Strom und 4,1 Mio. kWh Wärme.<sup>42</sup> Die abfallende Wärme aus dem Blockheizkraftwerk wird in das vorhandene Fernwärmenetz der Stadtwerke Marburg am Stadtwald eingespeist. Damit können alle Wohnhäuser und Gewerbebetriebe, zwei Schulen sowie zwei Gründerzentren mit Raumwärme und Warmwasser versorgt werden. Die Gärungsreste verwertet die Marburger Entsorgung GmbH (MEG) zu Kompost.

Durch die Anlage können jährlich etwa 2.562 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

<sup>41</sup> Annahmen: Hiebsatz 7 m<sup>3</sup> Holz pro Hektar und Jahr, energetische Nutzung von 25% der Ernteerträge

<sup>42</sup> Quelle: Marburger Entsorgungsgesellschaft; <http://www.meg-marburg.de/de/85251>



**Abbildung 16: Biogasanlage Cyriaxweimar; Quelle: Stadtwerke Marburg, Karin Brahms**

### ***Weitere Anlagen der Stadtwerke Marburg***

Neben der Anlage Cyriaxweimar betreiben die Stadtwerke Marburg noch zwei Holzhack-schnitzel-Anlagen mit einer Leistung von jeweils 300 kW. Es handelt sich dabei um die Berufsschule in der Leopold-Lucas-Straße sowie die Adolf-Reichwein-Schule. Die Potenziale sind in Tabelle 19 dargestellt. Eine weitere Anlage befindet sich in der Planung.

Des Weiteren betreiben die Stadtwerke Marburg zwei Holzpellet-Kesselanlagen mit einer Leistung von 15 kW und 100 kW. Bei letzterer handelt es sich um eine Pelletanlage in der Mehrzweckhalle Sterzhausen, die sowohl die Mehrzweckhalle als auch mehrere Einfamilienhäuser der Neubaugebiete „Auf Willem 1 und 2“ versorgt.<sup>43</sup> Eine weitere Anlage mit ca. 1.000 kW befindet sich im Bau.

Insgesamt werden in den bestehenden Pellet-Anlagen jährlich ca. 172.500 kWh erzeugt und etwa 53 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart.

### ***Biomasse-Heizwerk Marburg, Landeswohlfahrtsverband Hessen***

Vom Landeswohlfahrtsverband Hessen wird in Marburg ein Zentrum für soziale Psychiatrie betrieben, das über ein 2002 in Betrieb genommenes Biomasse-Heizwerk seine Grundlast des Wärmebedarfs deckt. Installiert ist ein 1,8 MW Holzkessel. Verbrannt werden Waldresthölzer und naturbelassene Sägewerksresthölzer. 2003 wurde die Anlage mit dem Umweltpreis Hessen ausgezeichnet.<sup>44</sup>

Durch diese Anlage können etwa 879 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen vermieden werden.

<sup>43</sup> Quelle: Stadtwerke Marburg (<http://stadtwerke-marburg.de/aktuelle-nachrichten+M5bd436f6000.html>)

<sup>44</sup> <http://www.seeger.ag/de/referenzen/3-biomasseheizwerk/80-biomasse-heizwerk-marburg.html>



### **Heizkraftwerk Sägewerk Schmidt, Schönstadt**

Die Firma Holz Schmidt<sup>45</sup> GmbH betreibt in Schönstadt bei Marburg ein Sägewerk, Hobelwerk sowie eine Produktionsanlage für Konstruktionsvollholz und verfügt seit 2008 über eine Holzfeuerungsanlage mit nachgeschaltetem Organic Rankine Cycle (ORC)-Prozess<sup>46</sup>.

Die Anlage ist ausgelegt auf den Einsatz naturbelassener Hölzer wie z.B. die werkseigenen Sägewerksnebenprodukte wie Rinde, Säge- und Hobelspäne, aber auch Hackschnitzel, Grün- und Strauchschnitt.

Pro Jahr werden ca. 24.000 Tonnen naturbelassene Brennstoffe verfeuert. Die Feuerungswärmeleistung der Anlage beträgt ca. 7,2 MW, die elektrische Leistung ca. 1.119 kW.

Die Verbrennung des Holzes erfolgt in der Feuerungs- und Thermoölerhitzeranlage. Der hier erzeugte Thermoölstrom wird über einen Wärmetauscher dem ORC-Prozess zugeführt. Der erzeugte Strom wird auf Basis des Erneuerbaren-Energien Gesetzes ins öffentliche Stromnetz eingespeist. Das erzeugte Warmwasser wird mit Temperaturen von ca. 80°C bereitgestellt.

Durch diese Anlage können etwa 6.715 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen vermieden werden.

### **Anlagen in städtischen Liegenschaften**

Die Universitätsstadt Marburg hat bereits einige ihrer bestehenden Liegenschaften auf Holzhackschnitzel- und Pellet-Heizungen umgestellt. Insgesamt verfügen die Anlagen in 13 Liegenschaften über eine Gesamtleistung von 1.365 kW, durch die CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen in Höhe von 515 t pro Jahr vermieden werden können. Eine genaue Aufschlüsselung bietet die folgende Übersicht:

<sup>45</sup> <http://www.holz-schmidt.de/DE/willkommen/willkommen.html>

<sup>46</sup> ORC = Organic Rankine Cycle; Verfahren des Betriebs von Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmittel als Wasserdampf. Als Arbeitsmittel werden organische Flüssigkeiten mit niedriger Verdampfungstemperatur verwendet. (Quelle: wikipedia)

Adresse	Nutzung	Brennstoff	Baujahr	Leistung (kW)
Leopold-Lucasstr. 20	Berufsschule (Contracting mit den Stadtwerken)	H	2007	300
Brunnenstr. 1	KiGa	P	2008	15
Herrmann-Bauerweg	Spiegelslustturm	P	2008	15
Deutschhausstr. 36	VHS-Gebäude	P	2008	115
Barfüßerstr. 50	Verwaltungsgebäude	P	2008	220
Adolf-Reichwein-Schule	Berufsschule (Contracting mit den Stadtwerken)	H	2009	300
Am Schwanhof 68 - 72	Theater	P	2009	150
Damaschkeweg 96	Jugendzentrum / BSF	P	2009	15
Bei St. Jost 9	Kindergarten	P	2009	25
Zum Runden Baum 3	Freizeitgelände Stadt- wald	P	2011	50
Friedrichstr. 36	Verwaltungsgebäude	P	2011	60
Höhenweg 43	Kindergarten	P	2011	50
Cyriaxstr. 1	Grundschule	P	2012	50

**Tabelle 19:** Umstellungen städtischer Liegenschaften auf Hackschnitzelheizanlagen (H) und Pelletheizanlagen (P), Stand 08/2013; Quelle: Universitätsstadt Marburg, Fachdienst Hochbau

### Zusammenfassung Anlagenbestand

Anlagentyp	Leistung (kW)	Jahresertrag (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Cyriaxweimar	370	3.150.000	2.562
Anlagen der Stadtwerke Marburg (Pellets <sup>47</sup> )	115	172.500	53
Biomasse Heizwerk, Landeswohlfahrtsverband Hessen	1.800	2.700.000	879
Heizkraftwerk Sägewerk Schmidt, Schönstadt	1.129	8.467.500	6.715
Städtische Liegenschaften (Holzhackschnitzel, Pellets)	1.365	1.638.000	515
<b>Summe</b>	<b>4.779</b>	<b>16.128.000</b>	<b>10.725</b>

**Tabelle 20:** Aktueller Bestand Biomasseanlagen, soweit Datengrundlagen vorhanden

<sup>47</sup> Die Berechnung der Holzhackschnitzel-Anlagen erfolgt unter „städtische Liegenschaften“.

### Biogasanlagen im Landkreis Marburg-Biedenkopf

Betrachtet man nicht nur die Anlagen im Marburger Stadtgebiet, sondern den gesamten Landkreis Marburg-Biedenkopf, so zeigt sich folgendes Bild der in Betrieb sowie in Planung befindlichen Biogasanlagen:

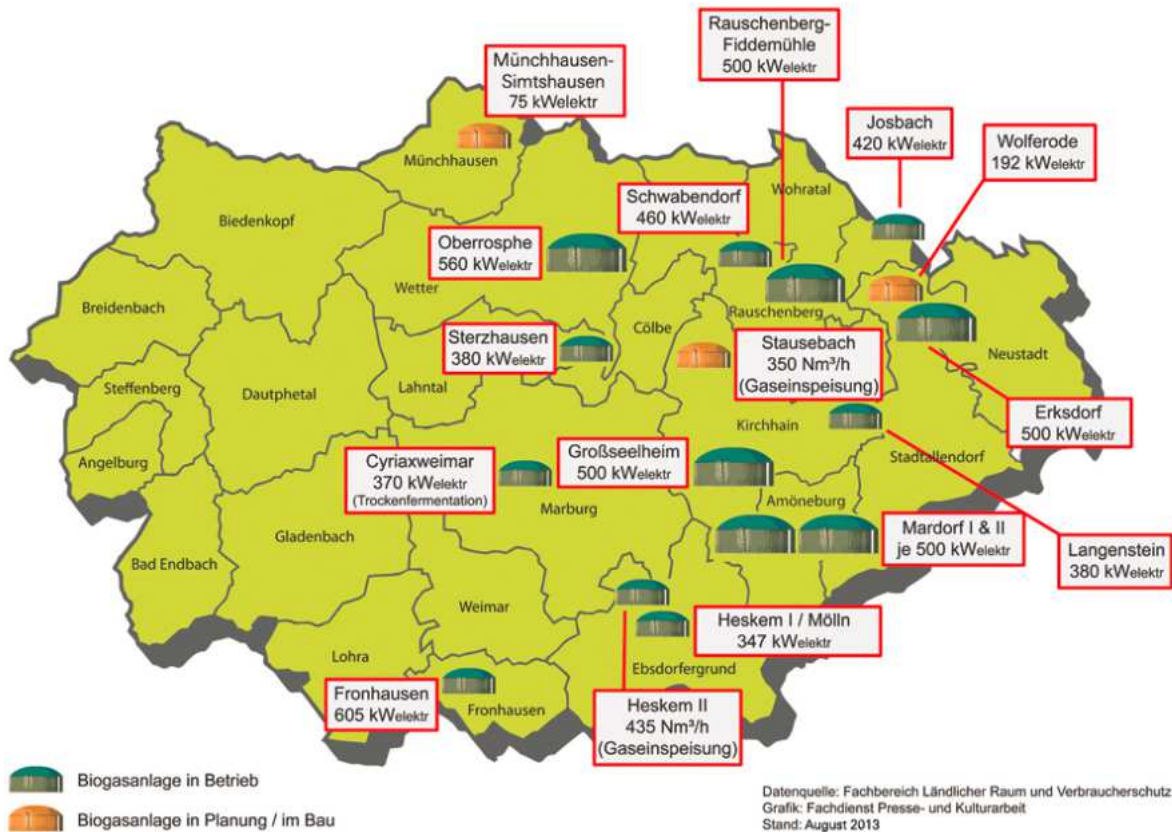


Abbildung 17: Biogasanlagen (geplant und in Betrieb) im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Landkreis Marburg-Biedenkopf, Fachbereich Ländlicher Raum und Verbraucherschutz, 08/2013

Auch die folgende Abbildung zeigt, dass im Landkreis Marburg-Biedenkopf bereits einige Biomasseanlagen installiert sind und Potenziale gehoben werden.

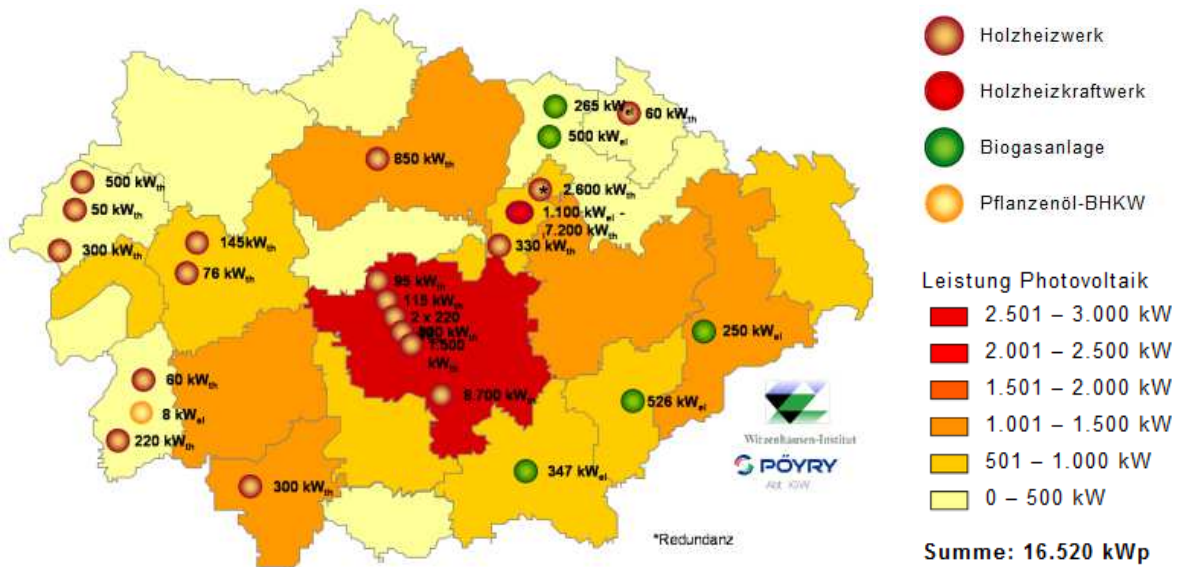


Abbildung 18: Biomassennutzung im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Biomassepotenzial Hessen 2009, Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Witzenhausen Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH

Den Berechnungen der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen im Jahre 2009 zufolge wurden von den biogenen Feststoffen noch nicht einmal die Hälfte genutzt. Inwiefern sich diese Berechnungen auf das Stadtgebiet Marburgs übertragen lassen wird im Abschnitt „Potenzial für den Bau neuer Anlagen“ beschrieben.

	Nutzung fester Brennstoffe incl. reg. Anteil Restmüll				verbleibende Potenziale						Potenzial	
	Feststoffheiz-(kraft)werke		private HH Holznutzung	Summe	Waldholz	Grünabfall holz. Anteil	Landsch. Pflege Straßenbegl. Holz	Kurzumtrieb	Stroh	Miscanthus	genutzt	verbleibend
	Wärme-menge [MWh/a]	Strom-menge [MWh/a]	Wärme-menge [MWh/a]									
RB Gießen	60.200	4.700	150.700	215.600	40.400	17.900	4.900	35.900	57.900	16.600	215.600	173.600
Lahn-Dill-Kreis	73.800	0	172.600	246.400	49.100	18.100	6.300	13.800	19.300	6.400	246.400	113.000
Marburg-Waldberg	30	0	123.000	123.000	32.000	12.000	1.000	6.100	37.000	13.000	123.000	133.700
Marburg-Biedenkopf	63.400	7.700	141.200	212.300	93.900	17.700	6.900	49.700	89.600	23.000	212.300	280.800
Vogelsbergkreis	96.500	0	98.500	195.000	74.800	8.100	7.800	32.300	83.500	15.100	195.000	221.600
RB Gießen	293.980	12.400	689.300	995.680	290.400	74.100	30.200	165.800	308.200	77.000	995.300	945.700

Tabelle 21: Übersicht über die Nutzung und verbleibenden Potenziale biogener Feststoffe im Landkreis Marburg-Biedenkopf; Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009

## Potenzial für den Bau neuer Anlagen

### *Holz (Altholz, Waldrest- und Durchforstungsholz)*

Rein rechnerisch besteht gemäß der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen (2009) und Berechnungen des Fachdienstes Erneuerbarer Energien des Landkreises Marburg-Biedenkopf ein Restpotenzial im Landkreis zur Nutzung von Holz.

Vom bestehenden Holzvorrat sind demnach 241.500 Erntefestmeter<sup>48</sup> nutzbar. Unter der Annahme, dass etwa die Hälfte hiervon als Energieholz nutzbar ist, bedeutet das eine jährliche Verfügbarkeit von Holz für ca. 278 Mio. kWh.

Auch die Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen verweist auf ein verbleibendes, verfügbares Energieholzpotenzial von 43.200 m<sup>3</sup>.

		Gesamtpotenzial an Brennholz bzw. Energieholz aller Holzbodenflächen [m <sup>3</sup> /a]	vom Gesamtpotenzial bereits genutzt [m <sup>3</sup> /a]	verbleibendes, noch verfügbares Potenzial [m <sup>3</sup> /a]
RB Gießen	Gießen	44.000	25.500	18.600
	Lahn-Dill-Kreis	66.100	43.500	22.600
	Limburg-Weilburg	37.700	22.900	14.800
	<b>Marburg-Biedenkopf</b>	<b>86.300</b>	<b>43.100</b>	<b>43.200</b>
	Vogelsbergkreis	69.200	34.800	34.400
	<b>Regierungsbezirk Gießen</b>	<b>303.300</b>	<b>169.800</b>	<b>133.600</b>

**Tabelle 22: Gesamt-Energieholzpotenziale bzw. zusätzlich nutzbare Energieholzpotenziale in den Landkreisen (bei 50% Wassergehalt); Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009**

Aus dem rein rechnerisch ermittelten Potenzial kann man jedoch nicht direkt auf ein praktisch umsetzbares Potenzial schließen. Zum einen stammen die meisten Daten aus dem Jahr 2009 und sind nicht mehr ganz aktuell. Zum anderen bestehen für Holz vielfache Nutzungsmöglichkeiten (Sägewerk, Möbelindustrie, Spanplatten, etc.). Daten über die verschiedenen Nutzungswege lagen nicht vor.

Aus diesen Gründen wurden die rechnerisch im Landkreis vorliegenden Potenziale im Teilkonzept Erneuerbare Energien in Workshops und Expertengesprächen evaluiert und die tatsächlich vorhandenen Potenziale diskutiert und verabschiedet.

<sup>48</sup> Der Festmeter ist ein Raummaß für Rundholz und entspricht einem Kubikmeter (m<sup>3</sup>) fester Holzmasse, d.h. ohne Zwischenräume in der Schichtung. Vom Raummeter spricht man, wenn Zwischenräume in der Schichtung vorhanden sind. (Quelle: wikipedia)

In einer telefonischen Abstimmung mit dem Recyclinghof zeigte sich, dass Altholzpotezialle bereits realisiert sind, da dieses zu großen Teilen entsorgt und energetisch verwertet wird.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Expertenkreis sich einig war, dass für große Biomasse-Anlagen kein ausreichendes Potenzial im Marburger Stadtgebiet mehr vorhanden ist, wenn man weiterhin eine ausreichende Bereitstellung von Holz für die bestehenden Biomasseanlagen und eine nachhaltige Beschaffung sichern möchte. Kleinere Anlagen müssen im Einzelfall geprüft werden.

Nur so kann sichergestellt werden, dass dem Wald nicht langfristig Nährstoffe entzogen werden, die anschließend nicht mehr natürlich aufgefüllt werden können. Ein Erhalt der Boden- und Waldqualität ist für eine nachhaltige Bewirtschaftung wichtig. Um dies sicherzustellen, belassen bereits heute einige Forstwirte Kronenholz im Wald anstatt dieses energetisch zu verwerten, so die Aussage befragter Experten.

Im Zuge der BioRegio Holz Lahn<sup>49</sup> wurden bereits einige städtische Liegenschaften auf Hackschnitzelheizanlagen und Pelletheizanlagen umgestellt (s. Abschnitt bestehende Anlagen). Potenziale für die Umstellung weiterer Liegenschaften wurden erarbeitet. Im Ergebnis könnten so weitere 11 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 1.995 kW umgestellt werden, wie die folgende Tabelle zeigt. Doch auch hier lautet die deutliche Empfehlung vor Umsetzung der Anlagen zu prüfen, ob nach wie vor eine nachhaltige Beschaffung, im Sinne von nachhaltigen Transportwegen und der Sicherung eines nachhaltigen Wachstums der Hölzer, gewährleistet werden kann.

Durch die Umsetzung aller genannten Anlagen können weitere 1.995 kW Leistung installiert, 2,5 Mio. kWh jährlich gewonnen und 788 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Adresse	Nutzung	Brennstoff	Leistung (kW)
Cyriaxstr. 1a	Mehrzweckhalle	P	115
Elisabethschule	Gymnasium (Contracting mit den Stadtwerken)	H	850
Zur Fasanerie 6	BGH Gisselberg	P	120

<sup>49</sup> Bei den BioRegio Holz-Regionen, darunter auch die Region Lahn, handelt es sich um Leuchtturmprojekte der Hessischen Landesregierung. Zum Ziel haben sie eine systematische Umstellung der Wärmeversorgung in öffentlichen Gebäuden von fossilen Energieträgern auf Holz.

Adresse	Nutzung	Brennstoff	Leistung (kW)
Sankt-Florianstr.	BGH Einhausen	P	200
Emil-von-Behring-Str.	BGH Marbach (in Planung)	P	200
Umgehungsstraße	Feuerwehr Marbach (in Planung)	P	120
Teichweg	KiGa Teichweg	P	45
Sankt-Florianstraße	Grundschule Einhausen	P	85
Rothenberg	Friedhofskapelle	P	60
Stöckelsbergweg	Feuerwehr Einhausen	P	40
Haselhecke	Grundschule Marbach	P	160

**Tabelle 23:** Potenziale zur Umstellung weiterer städtischer Liegenschaften auf Hackschnitzelheizanlagen (H) und Pelletheizanlagen (P), Stand 08/2013; Quelle: Fachdienst Hochbau, Universitätsstadt Marburg

### Potenzial Grünschnitt und Biomasseabfälle

Alle organischen Abfälle aus Marburger Haushalten, Gärten und Grünanlagen werden bereits in der Biogasanlage Cyriaxweimar organisch verarbeitet.

### Gülle, Reststoffe, NaWaRo

Die folgende Abbildung zeigt die nach den Berechnungen der Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen im Landkreis theoretisch verfügbaren Potenziale.

		verfügbare Ackerfläche f. Energiepflanzen [ha]	einj. Energie- pflanzen [ha]	Energie- raps [ha]	Kurzum- triebs- plantage [ha]	Mis- canthus [ha]	NawaRo stoffl. [ha]
RB Gießen	Gießen	6.000	3.000	1.800	600	420	180
	Lahn-Dill-Kreis	2.300	1.150	690	230	160	70
	Limburg-Weilburg	5.700	2.850	1.710	570	400	170
	Marburg-Biedenkopf	8.300	4.150	2.490	830	580	250
	Vogelsbergkreis	5.400	2.700	1.620	540	380	160
	Regierungsbezirk Gießen	27.700	13.850	8.310	2.770	1.940	830

**Tabelle 24:** Abschätzung der verfügbaren Anbaufläche für Energiepflanzen und deren Aufteilung; Quelle: Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen, 2009

Wie bei den vorigen theoretischen Potenzialen der Biomassestudie gilt auch hier, dass in der Teilkonzepterarbeitung in Expertengesprächen und Workshops die tatsächlich realisierbaren Potenziale diskutiert wurden. Im Folgenden die Ergebnisse hierzu.

### *Mais*

Nach Aussagen der Expertinnen und Experten ist das im Landkreis Marburg-Biedenkopf vorhandene Potenzial an Maisanbauflächen bereits erschöpft bzw. unter Nachhaltigkeitsaspekten in Teilen sogar schon übererschöpft, da Energiemais heute bereits mehr als 20% der im Landkreis verfügbaren Ackerflächen belegt.

### *Gülle*

Gemäß Einschätzung der Expertinnen und Experten ist grundsätzlich im Landkreis noch ein Rest-Potenzial vorhanden (aufgrund fehlender Datengrundlagen jedoch nicht näher quantifizierbar), das von der Landwirtschaft vor Ort noch nicht vollumfänglich genutzt wird. Aus Klimaschutzgründen empfiehlt es sich die anfallende Gülle energetisch zu verwerten, da auf diesem Wege das darin enthaltene Methan gebunden werden kann.

Empfehlung ist nach Evaluierung des tatsächlich verfügbaren Restpotenzials für Gülle eine Ansprache und Befragung der Landwirte vor Ort, wie aktuell die anfallende Gülle verwertet wird. Im Zuge einer ganzheitlichen Beratung sollten die angesprochenen Landwirte zu den Möglichkeiten der Gülle-, Pferdemit-, Fettabscheider und anderer Verwertung von biogenen Stoffen angesprochen werden. Die Energieberaterinnen und Energieberater vor Ort sollten zusätzlich über das Know-How verfügen auch zu alternativen Erzeugungsmöglichkeiten, z.B. Kleinwindanlagen, solarer Energie oder KWK zu beraten und zu informieren. Es wird ein gemeinsames Vorgehen vom Landkreis Marburg-Biedenkopf und der Universitätsstadt Marburg empfohlen.

### *Fettabscheider*

Fettabscheiderreste aus Mensen und Kantinen eignen sich ebenfalls gut für eine Verwertung in Biomasseanlagen.

Die Fettabscheiderreste im Marburger Stadtgebiet werden nach Aussagen von Mensa-Verwaltung, Universitätsklinikum Gießen und Marburg und Stadtverwaltung bereits von



Entsorgern abgeholt und energetisch verwertet. Die Philipps-Universität Marburg im Stadtgebiet nutzt einen Bioreaktor zur Abwasserklärung, so dass auf diesem Wege die Fettreste entsorgt werden und nach aktuellem Kenntnisstand kein weiteres Potenzial verfügbar ist.

### **Hecken**

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf führt derzeit ein Projekt zum Thema Heckenmanagement durch.<sup>50</sup> Ziel ist es ein Heckenmanagement zu entwickeln, das flächendeckend angewendet werden kann. Die vorhandenen Hecken werden kartiert, digitalisiert, Pflegeschnitte im Sinne der Nachhaltigkeit koordiniert und eine energetische Verwertung des Schnittguts organisiert. Durch den Vertrieb des entstandenen Schnittgutes kann ggf. ein Teil der Pflegearbeiten finanziert werden. Der Bau einer Verwertungs- und Sortieranlage ist von Seiten des Landkreises Marburg-Biedenkopf ebenfalls geplant.

Auch für die Universitätsstadt Marburg ist der Aufbau eines solchen Heckenmanagements zu prüfen. Durch den koordinierten Angang der Heckenpflege könnte eine Verbuschung der Hecken in den Randgebieten verhindert und dafür gesorgt werden, dass Hecken als wertvolle Biotope weiterhin Bestand haben.

Zu prüfen ist jedoch, inwiefern sich der Aufbau eines solchen Heckenmanagements für die Universitätsstadt Marburg lohnt, wenn man bedenkt, dass die städtischen Hecken vom Dienstleistungsbetrieb der Universitätsstadt Marburg (DBM) bereits koordiniert gepflegt, geschnitten und größtenteils in der Kompostierungsanlage Cyriaxweimar verwertet werden.

Grundsätzlich ist ein Einstieg in ein sogenanntes Heckenmanagement über die verbleibenden städtischen Hecken und die Hecken der GeWoBau möglich. Die Einbindung weiterer Heckeneigentümerinnen und –eigentümer ist im Laufe der weiteren Umsetzung zu prüfen.

Federführend bei der Prüfung der Umsetzbarkeit eines solchen Heckenmanagements könnte der Fachdienst Stadtgrün, Klima- und Naturschutz der Universitätsstadt Marburg sein

Im Sinne der Nachhaltigkeit ist bei der Prüfung des Heckenmanagement-Aufbaus zu beachten, dass Expertinnen und Experten empfehlen, eine Heckenernte erst nach 15 Jahren durchzuführen. Ob ausreichend Heckenschnitt zur energetischen Verwertung in Marburg entstehen kann, muss nach einer ersten Sammlung von Daten geklärt werden.

---

<sup>50</sup> Für weitere Informationen zum Projekt siehe <http://www.bioenergie-region-mittelhessen.de/projekte/hecken/>

## Stroh

Stroh gehört zu der halmgutartigen Biomasse und steht als Sammelbezeichnung für ausgedroschene und getrocknete Halme vom Feld.<sup>51</sup>

Nach aktuellen Berechnungen des Landkreises Marburg-Biedenkopf sind im Landkreis ca. 151.783,81 Tonnen Stroh theoretisch verfügbar.<sup>52</sup> Es handelt sich dabei vor allem um Gerste-, Roggen- und Rapsstroh. Für eine energetische Verwendung nutzbar sind laut Biomassepotenzialstudie des Landes Hessen (2009) 29.400 Tonnen Getreidestroh und 1.700 Tonnen Rapsstroh.

Dieses grundsätzliche Potenzial lässt sich jedoch zum heutigen Zeitpunkt nur schwer heben, da die Technik von Strohverfeuerungsanlagen noch nicht ausgereift ist. Die größten Probleme stellen sich in der Abgasreinigung und eng damit verbunden der Genehmigung von Anlagen dar. Ein großes Problem stellt auch die Logistik dar. Stroh wird schwerpunktmäßig einmal pro Jahr geerntet und muss daher gelagert werden. Hierfür sind große Lagerflächen erforderlich. Da erhebliche Mengen für einen wirtschaftlichen Betrieb der Stroh-anlage nötig sind, sollten potenzielle Anlagen idealerweise in räumlicher Nähe zum anfallenden Stroh stehen. Weite Transportwege sind unter Klimaschutz Gesichtspunkten zu vermeiden. Eine Anlieferung z.B. über die Lahnberge mehrmals täglich ist nur schwer vorstellbar.

Erschwerend kommt hinzu, dass laut Expertinnen und Experten nur jede dritte Ernte ohne weitere Schäden entnommen werden kann, d.h. die Sicherung einer nachhaltigen Feldbewirtschaftung und folglich auch Beschaffung ist fraglich.

Des Weiteren findet nach Aussagen von Expertinnen und Experten im Landkreis bereits ein sehr reger Strohtourismus statt, da mehrere Großbetriebe mehrere Gemarkungen Stroh für sich alleine benötigen, z.B. als Stall-Einstreu. Dies lässt darauf schließen, dass das tatsächlich realisierbare Potenzial verschwindend gering sein wird.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass grundsätzlich Großanlagen hinsichtlich des Aufwandes für eine genehmigungsfähige Luftreinigung sinnvoller sind, jedoch besteht bei großen Anlagen ein höherer logistischer Aufwand für die Anlieferung und Lagerung des Brennstoffes. Bei Kleinanlagen verhält sich die Thematik genau entgegengesetzt. Zudem ist die Sicherung einer nachhaltigen Beschaffung im Kreisgebiet sehr unwahrscheinlich.

<sup>51</sup> Quelle: wikipedia

<sup>52</sup> Quelle: Berechnungen des Landkreises Marburg-Biedenkopf 12/2013; Grundlage der Berechnungen sind die Flächenangaben der einzelnen Fruchtarten (Weizen, Gerste, Roggen, Raps, Hafer, Dinkel, Triticale), die aus den Agrarförderanträgen des Jahres 2013 stammen (Quelle: Fachdienst Agrarförderung).

Aufgrund des quasi nicht vorhandenen Restpotenzials und der nach wie vor bestehenden technischen Probleme ist eine Forcierung des Stroh-Anlagenbaus heute aus emissionsrechtlichen und feuerungstechnischen Gründen nicht empfehlenswert. Jedoch sollte die Entwicklung hinsichtlich Technik und Wirtschaftlichkeit beobachtet werden und eine erneute Bewertung zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

### **Potenzialhebung durch Zusammenarbeit wesentlicher Akteure**

Ein großer Ansatzpunkt, um das Thema Biomasse in Marburg voranzutreiben ist eine gute Vernetzung der Akteure vor Ort und ein regelmäßiger Austausch, ggf. im Zuge eines viertel- oder halbjährlichen Jour Fixe. Vor allem eine Zusammenarbeit zwischen Universitätsstadt Marburg, Stadtwerken Marburg und dem Landkreis Marburg-Biedenkopf sind empfehlenswert. Ggf. kann dieser im Zuge des „Runden Tisches Klimaschutz“ erfolgen.

### **Zusammenfassung der Potenziale**

Im Landkreis Marburg–Biedenkopf bestehen verfügbare Restpotenziale zur Nutzung von Biomasse. Eine Forcierung der Umsetzung großer Anlagen erscheint aus Nachhaltigkeitsgründen und der fraglichen Sicherung der Beschaffung nicht empfehlenswert.

Den einzigen konkreten Ansatzpunkt für Projekte bieten die städtischen Liegenschaften, die auf Hackschnitzel und Pellets umgestellt werden können. Jedoch sind auch diese, sowie alle anderen Biomasse-Potenziale, mit Augenmaß in regelmäßigen Abstimmungen zwischen Universitätsstadt Marburg, Stadtwerken Marburg und dem Landkreis Marburg-Biedenkopf zu bewerten, damit eine nachhaltige Beschaffung sichergestellt werden kann.

<b>Biomasseart</b>	<b>Potenzial (kW)</b>	<b>Ertrag (kWh p.a.)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-äquivalente Einsparung (t p.a.)</b>
Holz: Umstellung Liegenschaften Stadt	1.995	2.510.000	788

**Tabelle 25: Übersicht der Potenziale für Biomasse**

## Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>53</sup>
<p><u>M17: Holz:</u> Umstellung städtischer Liegenschaften auf Pellets bzw. Holzhackschnitzel nach vorheriger Prüfung der Sicherung einer nachhaltigen Beschaffung:</p> <p>P = Pelletanlage; H = Hackschnitzelanlage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mehrzweckhalle, Cyriaxstr. 1a (P)</li> <li>▪ Grundschule Einhausen (P)</li> <li>▪ BGH Gisselberg, Zur Fasanerie 6 (P)</li> <li>▪ Friedhofskapelle, Rothenberg (P)</li> <li>▪ BGH Einhausen, St. Florianstr. (P)</li> <li>▪ Feuerwehr Einhausen, Stöckebergw.(P)</li> <li>▪ BGH Marbach, Emil-von-Behringstr. (P)</li> <li>▪ Grundschule Marbach, Haselecke (P)</li> <li>▪ Feuerwehr Marbach, Umgehungsstr. (P)</li> <li>▪ KiGa Teichweg, Teichweg (P)</li> <li>▪ Gymnasium, Elisabethschule (H)</li> </ul>	Universitätsstadt Marburg	MF
<p><u>M18: Gülle:</u> Erhebung Güllepotenziale durch Abfrage bei Landwirten zu Anfall und Nutzung bestehender Gülle. Ganzheitliche Beratung der angesprochenen Landwirte zu Möglichkeiten der Erzeugung aus Erneuerbaren Energien.</p>	Universitätsstadt Marburg, Landkreis	KF
<p><u>M19: Hecken:</u> Inhaltliche Verfolgung der wesentlichen Ergebnisse und Erkenntnisse des durchgeführten Projektes „Heckenmanagement“ sowie der Pilot-Verwertungs- und Sortieranlage des Landkreises Marburg- Biedenkopf. Prüfung der Verwertbarkeit der Ergebnisse und Erkenntnisse des Projektes für die Universitätsstadt Marburg. Prüfen, ob ausreichend Heckenpotenzial zur nachhaltigen energetischen Verwertung im Stadtgebiet vorliegt.</p>	Universitätsstadt Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf, GeWoBau Marburg	KF - MF
<p><u>M20: Stroh:</u> Inhaltliche Verfolgung der Entwicklung des Stands der Technik. Zu gegebenem Zeitpunkt erneute Bewertung des vorhandenen Potenzials.</p>	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf	MF

<sup>53</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>53</sup>
M21: Förderung eines regelmäßigen Austauschs zwischen Universitätsstadt Marburg, Stadtwerken Marburg und dem Landkreis Marburg-Biedenkopf zu den Potenzialen und der bestehenden Nutzung von Biomasse. Ggf. Umsetzung im Zuge des „Runden Tisches Klimaschutz“ möglich	Runder Tisch Klimaschutz, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf	KF

**Tabelle 26: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Biomasse**

## 6.4. Wasserkraft

Wie bei den bisher bereits beschriebenen Erneuerbaren Energien geht auch die Geschichte der Wasserkraft tausende Jahre zurück. Wasserkraft hat viele Vorteile: Wasser ist in großen Mengen vorhanden und rund um die Uhr verfügbar. Abgesehen von jahreszeitlichen Schwankungen im Wasserstand bilden Wasserkraftwerke eine zuverlässige Energiequelle. Sie sind somit grundlastfähig. In Form von Pumpspeicherkraftwerken dient Wasserkraft als gute Speicherlösung. Wasserkraft schafft eine Unabhängigkeit von konventionellen Energieträgern und ist förderlich für die Erreichung von CO<sub>2</sub>-Einsparzielen. Bestehende Anlagen haben eine lange Lebensdauer. Die ältesten laufen bei guter Wartung bis zu 100 Jahre.<sup>54</sup> Ihr Rückbau nach Ende der Betriebszeit ist, anders als bei Atomkraftwerken, ohne Risiken für die Umwelt möglich.

Dem gegenüber stehen jedoch auch einige mögliche Nachteile der Wasserkraft. Die wohl größte Hürde ist ökologischer Natur: So stellen Wasserkraftwerke oftmals ein großes Hindernis für wandernde Fische und Kleinstlebewesen dar. Durch das Aufstauen und Ausleiten von Wasser wird die natürliche Wassermenge und Gewässerstrecke verändert, aber auch die Fließgeschwindigkeit, die unter Umständen einen Einfluss auf die Sauerstoffkonzentration des Wassers haben kann. Dadurch sind unter Umständen Fischarten bedroht, die so ihre Laichplätze nicht mehr erreichen. Genehmigungsverfahren können daher unter Umständen langwierig und aufwendig werden und müssen in eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung einbezogen werden.<sup>55</sup>

<sup>54</sup> Quelle: Deutsche Energie Agentur, 10/2013  
(<http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/wasserkraft/grundlagen/>)

<sup>55</sup> Quelle: Deutsche Energie Agentur, 10/2013  
(<http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/wasserkraft/grundlagen/>)

Da die Universitätsstadt Marburg sowohl für die Gewässerunterhaltung im Stadtgebiet als auch für die Unterhaltung der beiden Lahnwehre Afföller Wehr und Grüner Wehr sowie der damit verbundenen Mühlgräben zuständig ist, wird vom Fachbereich Planen, Bauen, Umwelt der Universitätsstadt Marburg ein Augenmerk auf das Thema Wasserkraft - sowohl auf bestehende Anlagen als auch das ungenutzte Potenzial – gelegt.

Im Zuge der Potenzialanalyse des Teilkonzeptes wurden aufgrund der genannten Vor- und Nachteile der klassischen Wasserkraftwerke weitere Wege zur Energieerzeugung aus der Kraft des Wassers geprüft, so z.B. Rohrturbinen, verrohrte Bäche, stillgelegte Anlagen oder ungenutzte Quellen, Potenziale am Ablauf der Kläranlage und Energiegewinnung durch eine Druckminderung im Wassernetz.

Das Integrierte Klimaschutzkonzept (2011) verweist lediglich auf das Repowering-Potenzial des Wasserkraftwerks in Wehrda, wodurch eine 12 prozentige Ertragssteigerung erreicht werden kann. Auf die Ermittlung darüber hinaus bestehender Potenziale geht das Integrierte Klimaschutzkonzept nicht näher ein, da der Ausbau von Wasserkraft ein langfristiger Prozess ist und eine Reihe Wasser- und Naturschutzrechtlicher Fragestellungen aufwirft.

## Anlagenbestand

### *Wasserwerk Marburg-Wehrda (Lahn)*

Seit vielen Jahren betreiben die Stadtwerke Marburg zwei Wasserturbinen an der Lahn-Staustufe in Marburg-Wehrda. Ursprünglich zu Pumpzwecken für die Trinkwasserversorgung verwendet, wurde die Anlage im Jahre 1999 energetisch optimiert und für eine direkte Stromerzeugung umgebaut. Mit einer Nennleistung von 150 Kilowatt können durchschnittlich 600.000 Kilowattstunden elektrische Energie pro Jahr erzeugt werden. Dadurch können etwa 493 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.



**Abbildung 19: Wasserwerk Wehrda; Quelle: Stadtwerke Marburg**

### **Afföller Wehr, Mühlgraben (Lahn), „Elisabethmühle“**

Die Elisabethmühle am Mühlgraben des Afföller Wehrs ist eine privat geführte Anlage, die aus zwei Francisturbinen besteht, wovon eine jedoch derzeit defekt ist. Mit einer Nennleistung der intakten Turbine von ca. 16 kW werden pro Jahr durchschnittlich 25.000 kWh Strom produziert und etwa 21 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart.<sup>56</sup>

### **Steinmühlen Wehr, Mühlgraben (Lahn)**

Am Steinmühlen Wehr (Mühlgraben) produzieren zwei Francisturbinen Strom. Bei einer Nennleistung von ca. 190 kW erzeugt die Anlage ca. 750.000 kWh im Jahr und spart so CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen in Höhe von 616 t.<sup>57</sup>

### **Zusammenfassung Anlagenbestand**

Insgesamt werden im Marburger Stadtgebiet derzeit folglich ca. 1,4 Mio. kWh Strom mit Wasserkraft erzeugt und 1.130 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen vermieden.

<b>Standort</b>	<b>Nennleistung (kW)</b>	<b>Stromertrag (kWh p.a.)</b>	<b>CO<sub>2</sub>-äquivalente Einsparung (t p.a.)</b>
Wasserwerk Marburg Wehrda	150	600.000	493
Afföller Wehr – Mühlgraben, Elisabethmühle	16	25.000	21
Steinmühlen Wehr – Mühlgraben	190	750.000	616
<b>Summe</b>	<b>356</b>	<b>1.375.000</b>	<b>1.130</b>

**Tabelle 27: Bestand Wasserkraftanlagen in der Universitätsstadt Marburg**

<sup>56</sup> Nutzbare Wassermenge ca. 2,8 m<sup>3</sup>/s; Fallhöhe ca. 1,1 m (Quelle: Universitätsstadt Marburg, Fachdienst Tiefbau)

<sup>57</sup> Nutzbare Wassermenge ca. 12 m<sup>3</sup>/s; Fallhöhe ca. 1,72 m (Quelle: Universitätsstadt Marburg, Fachdienst Tiefbau)

## Potenzial für Repowering/Reaktivierung alter Anlagen

### ***Wasserwerk Marburg-Wehrda (Lahn)***

Die Stadtwerke Marburg beschäftigen sich schon länger mit dem Gedanken das bestehende Wasserkraftwerk in Wehrda im Zuge eines Umbaus zu repowern. Anfang 2014 starten die detaillierten Planungen der Stadtwerke Marburg für eine Sanierung der bestehenden Anlage, die eine Ertragssteigerung von voraussichtlich ca. 20% ermöglicht. Der technische Status Quo bliebe hiermit jedoch erhalten. Zusätzlich zu den heute bereits erzeugten 600.000 Kilowattstunden Strom könnten jährlich weitere 160.000 Kilowattstunden erzeugt werden und weitere 132 Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Ein ganzheitliches Repowering des Wasserkraftwerkes Wehrda, unter Berücksichtigung der Fischdurchgängigkeit, erscheint anstelle der reinen Sanierung sehr sinnvoll, wie die durch die Teilkonzepterstellung entstandenen jüngsten Diskussionen zwischen Fachdienst Tiefbau, Gewässerschutz der Universitätsstadt Marburg und Stadtwerken Marburg zeigen. Wie von den Stadtwerken Marburg bereits angestrebt, empfiehlt es sich vor Einleitung konkreter Sanierungsschritte das Wasserwerk Wehrda ganzheitlich zu betrachten und die Vor- und Nachteile gegenüber einer reinen Sanierung abzuwägen. Ein ganzheitlicher Angang würde eine Aufgabe des Mühlgrabens und Renaturierung sowie eine Deichrückverlegung beinhalten, was erhebliche Planungen voraussetzen würde und vermutlich frühestens 2015 realisierbar wäre. Dadurch ließen sich nach Schätzungen der Experten etwa 10% mehr Leistung erzielen.

Im Zuge der Umsetzung dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien erscheint eine detaillierte Prüfung inkl. Kostenabschätzung und Wirtschaftlichkeitsberechnungen der beiden Optionen – Sanierung und ganzheitliches Repowering – als sinnvoll.

### ***Afföller Wehr, Mühlgraben (Lahn), „Elisabethmühle“***

Die Elisabethmühle am Mühlgraben bietet hinsichtlich einer Optimierung bestehender Anlagen ebenfalls Potenzial durch einen Ersatz der defekten Francisturbine. Im Zuge der Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien ist ein Gespräch von Seiten der Universitätsstadt Marburg mit dem Betreiber der Anlage zu führen.

Die Leistung der Wasserkraftanlage könnte mit Reparatur oder Ersatz in etwa verdoppelt werden. Zusätzlich zu der heute erzeugten Leistung könnten jährlich weitere 25.000 Kilowattstunden elektrische Energie erzeugt und etwa 21 Tonnen CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.



Alternativ könnte durch eine Aufgabe der Stromerzeugung im Mühlgraben die Wassermenge an der geplanten Anlage im Hauptgewässer wesentlich effektiver genutzt werden (siehe hierzu Abschnitt „Potenzial für den Bau neuer Anlagen – Afföller Wehr, Hauptgewässer“).

### ***Steinmühlen Wehr, Mühlgraben (Lahn)***

Die Anlage am Steinmühlen Wehr, Mühlgraben ist im Besitz eines privaten Betreibers, der leider Anfang 2013 verstorben ist. Im Zuge der Planungen für eine Erneuerung der wasserrechtlichen Genehmigung sollte über eine Optimierung der Anlage gesprochen werden. Überlegungen von Seiten der Universitätsstadt Marburg das Wehr kanudurchgängig zu gestalten könnten hier einbezogen werden.

Das Gespräch mit den Hinterbliebenen des Anlagenbesitzers ist zu suchen.

### **Potenzial für den Bau neuer Anlagen**

Einen Überblick über die bestehenden Anlagen sowie weitere in Planung befindliche Anlagen liefert die folgende Karte, die durch den Fachdienst Tiefbau, Gewässer, der Universitätsstadt Marburg erstellt wurde.

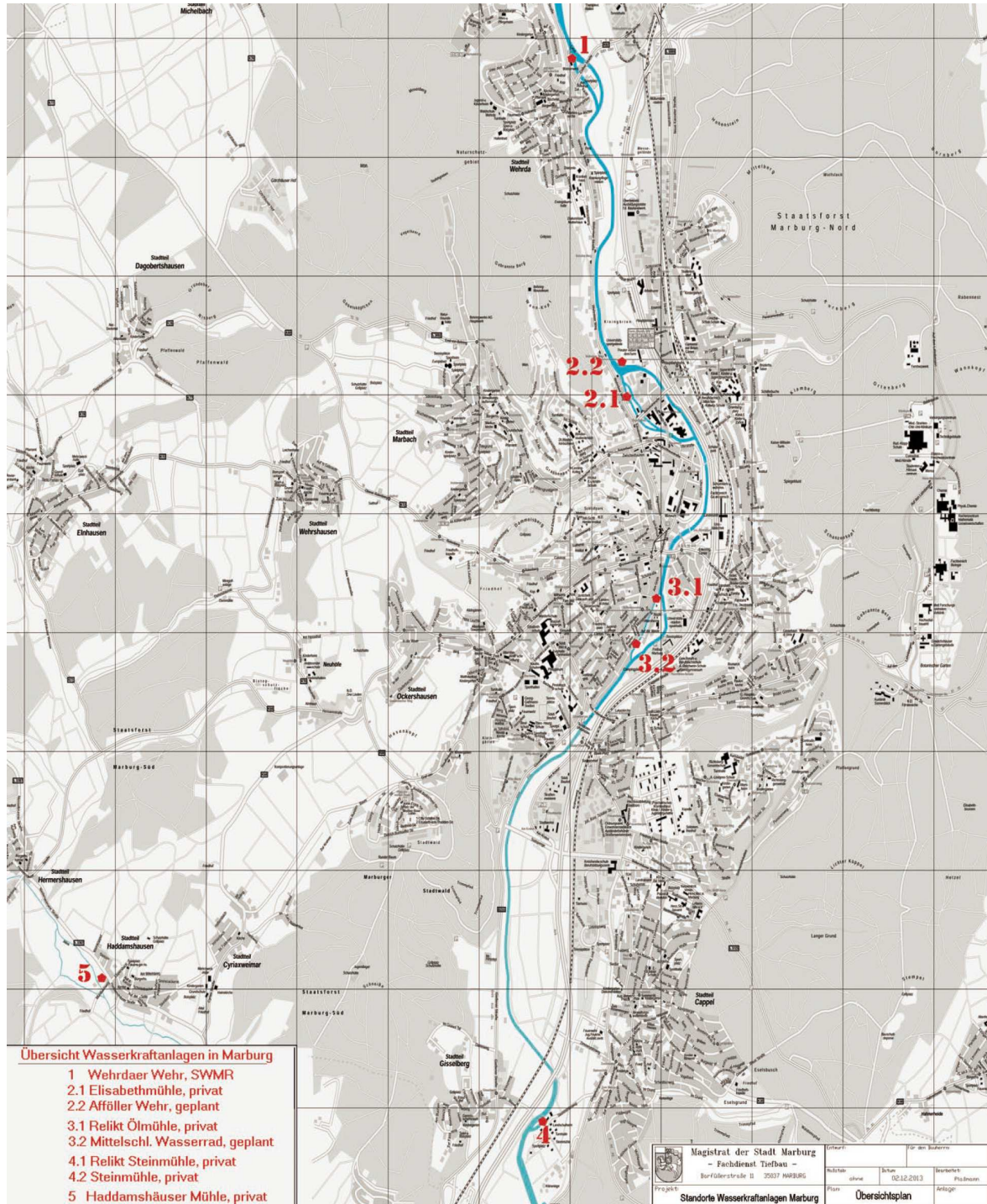
### ***Afföller Wehr, Hauptgewässer (Lahn)***

Dass das Hauptgewässer des Afföller Wehrs mit einer Fallhöhe von 3,3 m und einer nutzbaren Wassermenge von  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ <sup>58</sup> ein hohes Potenzial für die Nutzung von Wasserkraft bietet, hatte die Universitätsstadt Marburg bereits erkannt und einen Vorentwurf einer Anlage erarbeitet. Geplant wurde eine Kaplan-Rohrturbine mit einer Nennleistung von 244 Kilowatt, die durchschnittlich etwa 1.100.000 Kilowattstunden pro Jahr leisten kann. Durch eine Realisierung könnten 904 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen jährlich eingespart werden.

Da die Anlage ein enormes Potenzial aufweist, mit dem ca. 370 durchschnittliche Haushalte mit Strom versorgt werden können, möchte die Stadt weitere Schritte gehen und eine Genehmigungsplanung in 2014 angehen. Die Fragen nach einem Investor und der Finanzierung sind aktuell noch ungeklärt.

<sup>58</sup> Quelle: Fachdienst Tiefbau, Gewässerschutz Universitätsstadt Marburg

Sollte es zu einer Aufgabe der Anlage Elisabethmühle kommen, kann das Wasser im Hauptgewässer des Afföller Wehrs effektiver genutzt werden. Die Leistung der geplanten Anlage könnte dadurch erheblich gesteigert werden. In etwa das dreifache der heute an der Elisabethmühle erzeugten Leistung wären zusätzlich zu dem berechneten Potenzial möglich.



**Abbildung 20: Übersicht der Wasserkraftanlagen in der Universitätsstadt Marburg;**  
Quelle: Fachdienst Tiefbau - Gewässer, Universitätsstadt Marburg, 12/2013

### ***Grüner Wehr, Mühlgraben, „Lohmühle“ (Lahn)***

Das Grüner Wehr am Mühlgraben bietet mit seiner nutzbaren Wassermenge von 1,0 m<sup>3</sup>/s und einer Fallhöhe von ca. 1,7 m ebenfalls ein gutes Potenzial, die Kraft des Wassers zu nutzen. Aktuell befinden sich die Stadtwerke Marburg in einer konkreten Planung hierzu. Eine Genehmigung steht zum Zeitpunkt der Teilkonzepterstellung noch aus. Sobald diese erfolgt ist, kann mit dem Bau begonnen werden – voraussichtlich wird dies 2014 der Fall sein.

Die geplante Anlage verfügt über eine Nennleistung von mindestens 10 Kilowatt und kann einen Stromertrag von ca. 78.000 Kilowattstunden pro Jahr erwirtschaften. Dadurch können jährlich etwa 64 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

### ***Rohrturbine Ketzerbach***

Grundsätzlich bietet die Rohrturbine am Ketzerbach ein Potenzial zur Wasserkraftnutzung. Vermutlich handelt es sich hier jedoch um ein sehr geringes Potenzial. Konkrete Daten sind in der Maßnahmenumsetzung zu erheben.

### ***Energieeinsparung aus Vordruck-Erhöhung, Druckerhöhungsanlage Wehrshausen***

Normalerweise werden zur Druckregulierung im Wassernetz Druckminderventile eingesetzt, die ohne dabei Energie zu erzeugen die Druckenergie des Wassers in Geschwindigkeitsenergie umwandeln. Setzt man nun sogenannte rückwärtsdrehende Pumpen ein kann durch den Abbau der Druckdifferenz zusätzliche Energie gewonnen werden. Dadurch, dass das Wasser in diesem Fall die Pumpe rückwärts durchströmt, ändert sich die Drehrichtung des Laufrads der Pumpe und die Pumpe wird somit zur Turbine. So kann die gewonnene Energie aus Druckdifferenz, Durchflussmenge und Fallhöhe in Energie umgewandelt werden.

Da die Wasserversorgung in Marburg mit 18 Hochbehältern, vielen Gemeinden und den Lahnbergen relativ zersplittert ist, bietet sich hier ein Potenzial zur Energiegewinnung, das durch eine Druckminderung im Wassernetz erfolgt.

Durch eine Verbindung und Leitungslegung der Behälter von Sellhof und Marbach kann der Behälter in Wehrshausen zu einer Druckerhöhungsanlage umgebaut werden. Die Stadtwerke Marburg sind hier bereits in einer konkreten Planung. Eine Umsetzung kann voraussichtlich 2015 erfolgen.

Erste Berechnungen der Stadtwerke Marburg ergeben durch diese Aktivität eine Einsparung von ca. 1 kW Leistung pro Jahr, was einem Stromverbrauch von ungefähr 1.400 kWh und einer Emission von 1 t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten entspricht.

Auch bei dem Hochbehälter in Cappel sowie dem Hochbehälter Forsthaus, der sich oberhalb der Gaststätte Hansenhaus befindet, sollte im Zuge einer Sanierung oder eines Umbaus die Möglichkeit der Energiegewinnung aus einer Druckminderung im Wassernetz betrachtet werden.

### ***Prüfung Pumpenkonzept aller Anlagen***

Nicht nur der Ansatz Energie durch Druckminderung rückzugewinnen kann zum CO<sub>2</sub>-Einsparziel der Universitätsstadt Marburg beitragen, sondern auch eine Optimierung des Pumpenkonzeptes aller Anlagen. Ziel ist es, möglichst wenig Energie dafür aufzuwenden, um Wasser an den gewünschten Ort zu pumpen. Eine bedarfsgerechte Druck- und Leistungsregelung im Netz sollte eingeführt werden. So können z.B. in Schwachlastzeiten durch Frequenzumrichter die Drehzahlen der Pumpen heruntergefahren und somit deren Stromverbrauch gesenkt werden.

### ***Übergabe Wehrda zur Pumpstation***

Durch einen Umbau der Übergabe, die das Wasser aus Wehrda an die Pumpstation übergibt, könnten laut den Stadtwerken Marburg ca. 24.000 Kilowattstunden in Wehrda jährlich eingespart werden. Dies entspräche einer Ersparnis von etwa 20 t CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen.

Der Aufriss für den Umbau müsste mitten in der Straße erfolgen. Aufgrund des damit verbundenen verkehrstechnischen Aufwandes wird die gesamte Maßnahme vermutlich kostspielig und aufwendig, sollte aber in der weiteren Umsetzung genauer geprüft werden.

### ***Erneuerung der Entsäuerungsanlage Ronhausen***

Die Stadtwerke Marburg befinden sich derzeit in Planung für den Austausch der bestehenden Entsäuerungsanlage in Ronhausen, dem ehemaligen Wasserwerk Cappel. Die aktuelle nicht regelbare Anlage soll durch eine kleinere, regelbare Anlage ausgetauscht werden. Die Möglichkeit, die Anlage bedarfsgerecht zu steuern erhöht zwar den Regelaufwand, führt jedoch auch zu erheblichen Verbesserungen. Neben geringeren Geräuschemissionen

könnten auf diesem Wege etwa 1,5 kW Leistung und damit jährlich ca. 10.000 kWh und etwa 8 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

### ***Nutzung Wasserkraft aus Abwasser Lahnberge***

Auf den Lahnbergen besteht mit der dort ansässigen Philipps-Universität Marburg und dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg vermutlich ein Potenzial Wasserkraft aus Abwasser zu erzeugen. Aufgrund der fehlenden Datenlage kann dieses Potenzial jedoch ausschließlich vermutet und nicht weiter quantifiziert werden.

Eine realistische Umsetzbarkeit des vermuteten Potenzials ist fraglich, da eine technische Umsetzung von Energiegewinnungsanlagen im Abwasser nach heutigem Wissensstand nicht immer unproblematisch verläuft. So drohen bestehende Turbinensysteme häufig durch im Abwasser mittransportierte größere Objekte und Stoffe, wie z.B. Papier, zu verstopfen und verkleben. Die Turbinenmaterialien können im Abwassermilieu häufig nicht hinreichend lange bestehen, geschweige denn wartungsfrei arbeiten.

Die konkrete Datengrundlage ist zu ermitteln und eine technische Realisierbarkeit zu prüfen. Konkrete Ansätze sind mit dem Eigentümer des Netzes abzustimmen.

### ***Geprüft, aber ohne Potenzial***

In der Prüfung konkreter Potenziale im Bereich der Wasserkraft im Marburger Stadtgebiet wurden während der Teilkonzept-Erstellung auch folgende Ansätze geprüft, jedoch war hier kein Umsetzungspotenzial feststellbar:

- ***Grüner Wehr, Hauptgewässer (Lahn)***  
Das Grüner Wehr liegt an der sogenannten Flaniermeile der Lahn. Daher wurde in einem Magistratsbeschluss eine Nutzung der Wasserkraft dort als nicht sinnvoll festgelegt.
- ***Grüner Wehr, Mühlgraben, Höhe „Havanna Bar“ (Lahn)***  
Am Grüner Wehr, Mühlgraben, bestehen noch die Überreste eines Wasserrades. Die Anlage befindet sich in privatem Besitz. Da unweit der Anlage die neue Anlage „Lohmühle“ gebaut wird, wird hier kein weiteres Potenzial gesehen.

- *Steinmühlen Wehr, ehemaliger Mühlgraben (Lahn)*  
Am Steinmühlen Wehr finden sich noch die Überreste eines Wasserrades, das dort privat betrieben wurde. Ein Ersatz oder Neubau ist nicht geplant und erscheint aufgrund des niedrigen Wasserstandes und der Tatsache, dass es Planungen gibt, die private Anlage am Steinmühlen Wehr, Mühlgraben, weiter zu betreiben als nicht sinnvoll.
- *Steinmühlen Wehr, Hauptgewässer (Lahn)*  
Auch eine Anlage am Hauptgewässer des Steinmühlen Wehrs erscheint als nicht sinnvoll, da bereits eine Anlage am Steinmühlen Wehr, Mühlgraben besteht. Ein Gutachten, das von den Stadtwerken Marburg hierzu erstellt wurde ergibt ebenfalls keine Handlungsempfehlung.
- *Wehr der Haddamshäuser Mühle (Allna)*  
Die Universitätsstadt Marburg prüft derzeit eine Aufgabe der Wehranlage zur Lösung der Hochwasserproblematik in dem angrenzenden Stadtteil.
- *Rohrturbine Schalthaus, Rudolphsplatz*  
Am Schalthaus befindet sich in unmittelbarer Umgebung des potenziellen Standorts für eine Rohrturbine ein 20kV-Kabel. Eine Umsetzung der Wasserkraft wäre hier mit erheblichem baulichem Aufwand verbunden, der in keinem Verhältnis zum potenziellen Ertrag der Anlage steht.
- *Verrohrte Bäche*  
Nach Aussagen der Expertinnen und Experten finden sich bei den verrohrten Bächen zumeist große Rohr-Durchmesser, ein sehr niedriger Wasserstand und dadurch bedingt wenig Durchfluss. Dies weist darauf hin, dass es kein realistisches Potenzial zur Wasserkraftnutzung gibt.
- *Stillgelegte Anlagen und ungenutzte Quellen (gefasste Quellen, die ggf. in den Trenn- oder Mischkanal abgeleitet werden)*  
Hierzu ist keine konkrete Datenlage vorhanden. Vermutlich sind konstant ausreichende Wassermengen nach Aussage der befragten Experten hier nicht zu erreichen.
- *Stromgewinnung aus Abwasser*
  - *Abwasserkanal*  
Das Abwasser entlang der Lahn weist nur eine sehr geringe Fallhöhe auf

und scheint daher zur Stromgewinnung eher ungeeignet.

Ausnahme ist das bereits beschriebene vermeintliche Potenzial des von den Lahnbergen kommenden Abwassers.

o *Ablauf Kläranlage*

Eine Nutzung der Wasserkraft am Ablauf der Kläranlage wurde in einer von den Stadtwerken Marburg durchgeführten Energieeffizienzstudie bereits geprüft und als nicht wirtschaftlich befunden. Grund hierfür war eine nicht ausreichende Fallhöhe.

**Zusammenfassung der Potenziale**

Standort	Leistung (kW)	Stromertrag (kWh p.a.)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Repowering Wehrda, Sanierung	150	(600.000) + 160.000	(493) + 132
Afföller Wehr, Mühlgraben, „Elisabethmühle“ – Reparatur Turbine	16	25.000	21
Afföller Wehr Hauptgewässer	244	1.100.000	904
Grüner Wehr Mühlgraben „Lohmühle“	10	78.000	64
Energieeinsparung aus Erhöhung des Vordruckes, Druckerhöhungsanlage Wehrshausen	1	1.400	1
Übergabe Wehrda zur Pumpstation (Einsparung)		24.000	20
Erneuerung Entsäuerungsanlage Ronhausen (Einsparung)	1,5	10.000	8
<b>Summe</b>	<b>422,5</b>	<b>1.398.400</b>	<b>1.150</b>

**Tabelle 28: Übersicht ermittelbare Potenziale Wasserkraft**

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>59</sup>
M22: Wasserkraftwerk Wehrda: Planung Repowering im Zuge einer Sanierung oder eines ganzheitlichen Repowerings	Stadtwerke Marburg	KF - MF
M23: Afföller Wehr, Mühlgraben, „Elisabethmühle“: Ansprache des Betreibers	Universitätsstadt Marburg	KF
M24: Steinmühlen Wehr, Mühlgraben: Ansprache des Betreibers	Universitätsstadt Marburg	KF
M25: Afföller Wehr, Hauptgewässer: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Durchführung Genehmigungsplanung 2014</li> <li>▪ Klärung Frage Investor bzw. Finanzierung</li> </ul>	Universitätsstadt Marburg	KF
M26: Grüner Wehr, Mühlgraben, „Lohmühle“: Umsetzung Wasserrad nach Erhalt Genehmigung	Stadtwerke Marburg, Universitätsstadt Marburg	KF
M27: Rohrturbine Ketzlerbach: Prüfung Wirtschaftlichkeit und Umsetzbarkeit	Stadtwerke Marburg	KF
M28: Energierückgewinnung aus Druckveränderung im Wassernetz: Umbau Behälter Wehrshausen	Stadtwerke Marburg	KF
M29: Prüfung Energierückgewinnung aus Druckveränderung im Wassernetz, ggf. im Zuge eines Umbaus oder einer Sanierung bei den folgenden Behältern: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochbehälter Cappel</li> <li>▪ Hochbehälter Forsthaus, oberhalb Hansenhaus</li> </ul>	Stadtwerke Marburg	MF
M30: Prüfung Pumpenkonzept aller Anlagen: Druckerhöhung und Druckminderung im gesamten Netz bedarfsgerecht gestalten	Stadtwerke Marburg, Energieberatung, örtliches Handwerk	KF - MF
M31: Umbau der Übergabe Wehrda zur Pumpstation	Stadtwerke Marburg	KF – MF
M32: Erneuerung der Entsäuerungsanlage Ronhausen	Stadtwerke Marburg	KF - MF

<sup>59</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)



Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>59</sup>
M33: Nutzung Wasserkraft aus Abwasser auf den Lahnbergen	Stadtwerke Marburg, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Philipps-Universität Marburg	KF

Tabelle 29: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Wasserkraft

## 6.5. Geothermie

Geothermie oder Erdwärme ist im zugänglichen Teil der Erdkruste gespeicherte Wärme. Je tiefer man in das Innere der Erde vordringt, desto wärmer wird es. Man geht davon aus, dass im Erdkern Temperaturen von ca. 5.000 bis 7.000 °C herrschen. In Mitteleuropa nimmt die Temperatur im Schnitt um ca. 3°C je 100 Meter Tiefe zu (geothermischer Gradient).<sup>60</sup>

Die Wärme der Erde ist eine unerschöpfliche Energiequelle. Sie ist kohlendioxidarm, landschaftsschonend, ohne tageszeitliche Schwankungen, wetter- und jahreszeitenunabhängig verfügbar und daher grundlastfähig. Die Energie kann sowohl direkt zum Heizen bzw. Kühlen, aber auch zur Erzeugung von elektrischem Strom in Form von Kraft-Wärme-Kopplung genutzt werden.

Je nachdem, wie tief man bohren muss, um diese Erdwärme energetisch zu nutzen, unterscheidet man in *oberflächennahe Geothermie* und *tiefe Geothermie*.

Bei der oberflächennahe Geothermie wird geothermische Energie aus dem oberflächennahen Bereich der Erde, d.h. in der Regel bis zu 150 Metern Tiefe, seltener auch bis 400 Meter Tiefe entzogen. Der Entzug der Energie aus der Erde erfolgt meist mittels horizontal und oberflächennah verlegter Kollektoren, vertikal gebohrter Sonden oder auch Energiepfählen und wird meist über Wärmepumpen nutzbar gemacht.<sup>61</sup>

<sup>60</sup> Quellen: Bundesverband Geothermie ([www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)); „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

<sup>61</sup> Quellen: Bundesverband Geothermie ([www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)); „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

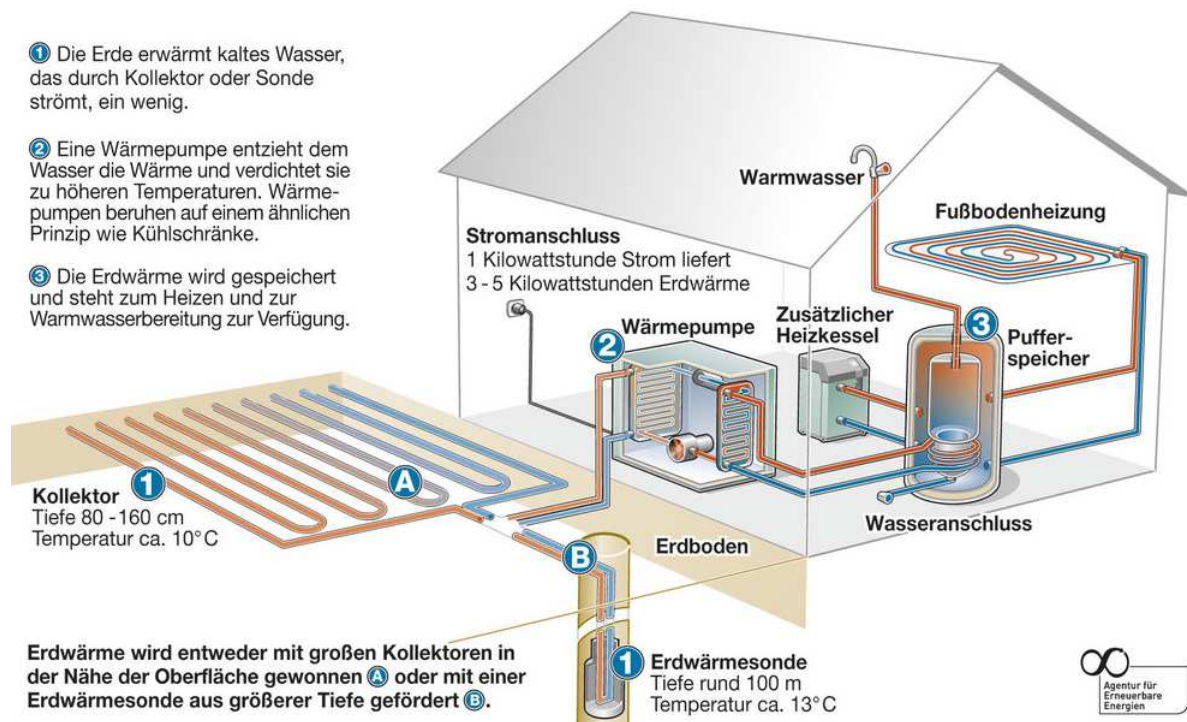


Abbildung 21: Funktionsweise oberflächennaher Geothermie; Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien<sup>62</sup>

Bei einem Entzug der Wärme in Tiefen ab 400 Metern und oft sogar bis zu 4.000 Metern und bei Temperaturen von 20°C, 60°C oder auch über 100°C, spricht man von tiefer Geothermie. Bei der Erschließung der tiefen Geothermie unterscheidet man hydrothermale Systeme und petrothermale Systeme, wobei v.a. erstere in Deutschland bereits umgesetzt sind. Die Nutzung der Erdwärme zur Stromgewinnung ist dabei erst ab einer Temperatur von 100°C sinnvoll.<sup>63</sup>

Hydrothermale Systeme nutzen die in der Tiefe liegenden Heißwasser-, Thermalwasser- bzw. Wasserdampfvorräte, auch Heißwasser-Aquifere genannt, die meist über einen geschlossenen Kreislauf zirkulieren. Das heiße Wasser wird gefördert, gibt seine Wärme über einen Wärmetauscher an einen Wärmeträger ab und wird in abgekühltem Zustand über eine zweite Bohrung wieder in die Schicht geleitet, aus der es entnommen wurde, so dass es sich dort wieder erhitzen kann.<sup>64</sup>

Bei den petrothermalen Systemen werden die natürlich vorhandenen Risse und Klüfte im heißen Tiefengestein, die im Wesentlichen frei von zirkulierendem Thermalwasser sind, durch das Einpressen von Wasser unter hohem Druck vergrößert. Das Wasser erhitzt sich

<sup>62</sup> Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de/de/erdwaerme/>)

<sup>63</sup> Quelle: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

<sup>64</sup> Quelle: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

im heißen Gestein und gelangt über eine separate Förderbohrung wieder an die Oberfläche, wo es über einen Wärmetauscher zur Wärmeerzeugung, aber gleichzeitig auch zur Stromerzeugung dienen kann.<sup>65</sup>

In Deutschland wurden bereits 290.000 oberflächennahe Geothermie-Systeme realisiert (ca. 6.000 in Hessen<sup>66</sup>) und 21 Tiefengeothermie-Projekte umgesetzt. Insgesamt sind ca. 3.200 MW geothermische Wärmeleistung (oberflächennahe und Tiefengeothermie) und ca. 12,11 MW geothermische Leistung für Strom (nur Tiefengeothermie) installiert.<sup>67</sup> Durch Geothermie wurden ca. 190.000 MWh Strom und 5.800.000 MWh Wärme erzeugt.<sup>68</sup>

Zur geothermalen Potenzialermittlung im Marburger Stadtgebiet legte das Integrierte Klimaschutzkonzept (2011) die Siedlungsfläche zugrunde, da eine unmittelbare Nähe zum Wärmeverbraucher sinnvoll ist. Mit dem geothermalen Wärmestrom von 9 Mio. kWh können demnach 2% der ausschließlich betrachteten Gebäude, nämlich Ein- und Zweifamilienhäuser, versorgt werden. Bis zu 11% des Heizenergiebedarfs können gedeckt werden bei einer Sanierung auf Niedrigenergiehaus-Standard oder sogar bis zu 28% bei einer Sanierung auf Passivhausstandard.

Die Universitätsstadt Marburg verfolgt derzeit eine Maßnahme, die Sanierungsquote der Häuser in der Stadt zu erhöhen. Hier könnten sich in Bezug auf oberflächennahe Erdwärme ggf. Synergieeffekte ergeben.

### 6.5.1. Tiefe Geothermie

#### Anlagenbestand

In der Universitätsstadt Marburg wird bisher keine tiefengeothermische Anlage betrieben. In ganz Hessen befindet sich bisher nur eine Anlage in Heubach/Groß-Umstadt in Betrieb.<sup>69</sup>

<sup>65</sup> Quelle: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

<sup>66</sup> Quelle: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

<sup>67</sup> Quelle: Bundesverband Geothermie (<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/>), Stand 03/2013

<sup>68</sup> Quelle: Bundesverband Geothermie (<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/>); Bereitgestellte Energiemenge Strom Stand 2011; Bereitgestellte Energiemenge Wärme Stand 2012

<sup>69</sup> <http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/in-deutschland.html>

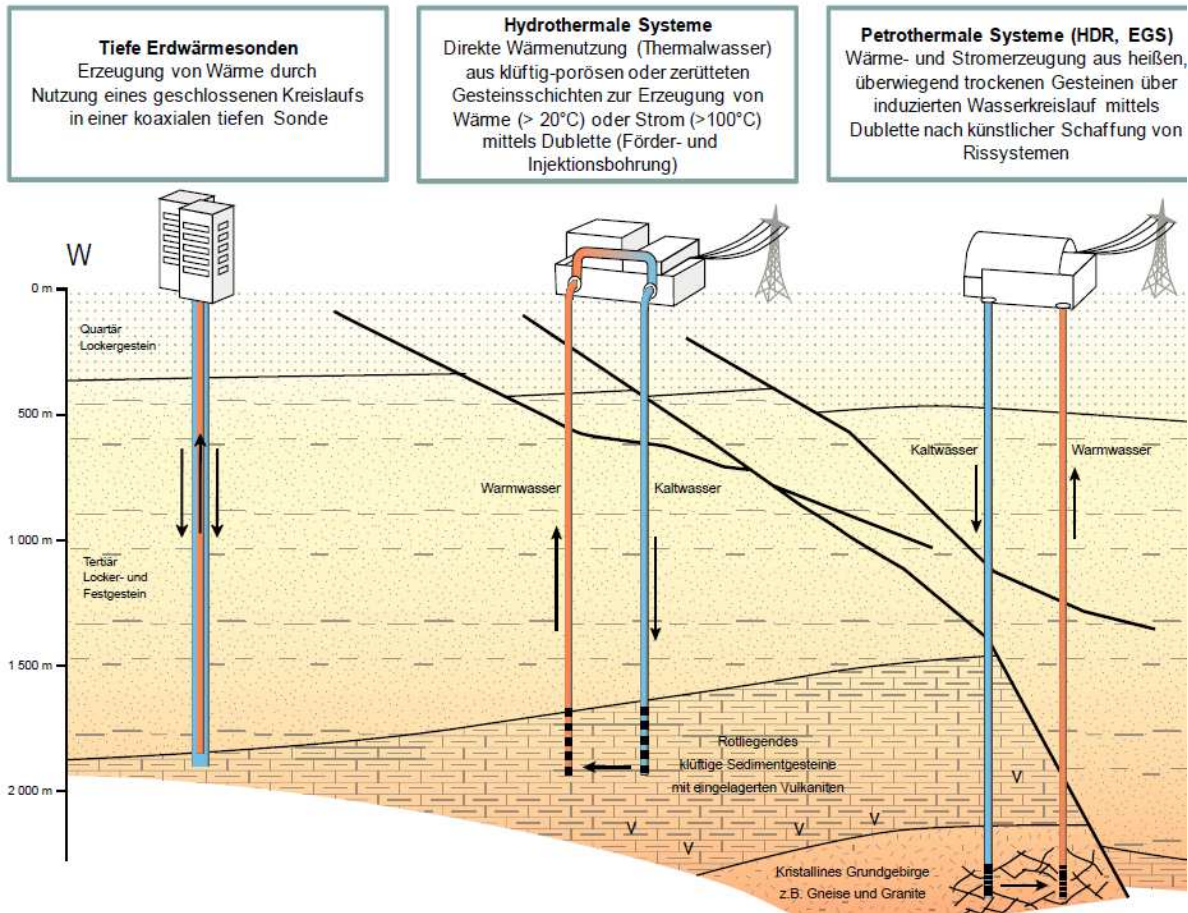
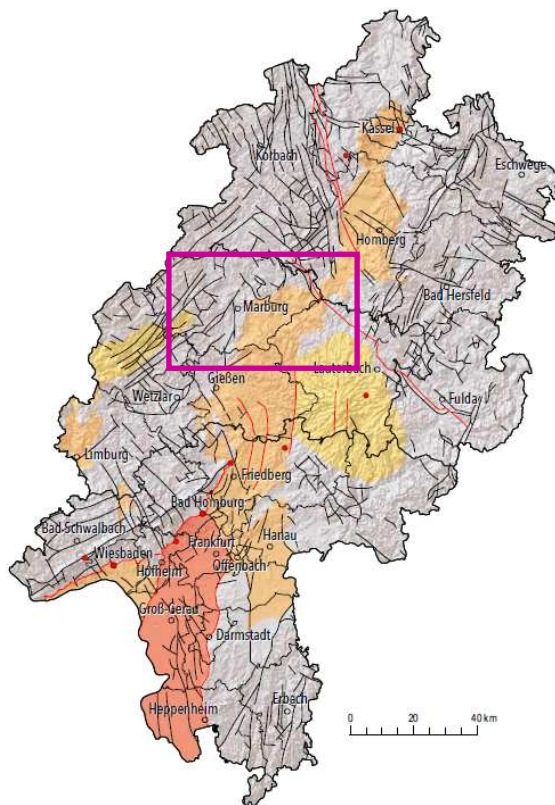


Abbildung 22: Nutzungsformen der tiefen Geothermie (Schematisches West-Ost-Profil mit Zielhorizonten im nördlichen Oberrheingraben); Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, 08/2010

### Potenzial für den Bau neuer Anlagen

Das Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) des Landes Hessens zeigt in seinem Leitfaden „Nutzung tiefer Geothermie“ auf, dass die einzige geologische Struktur mit einem Potenzial zur wirtschaftlichen Nutzung tiefer Geothermie im Bereich des Oberrheingraben liegt, wie auch die folgende Abbildung zeigt.



- Oberrheingraben, erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in 3.000m Tiefe ca. 130 – 150°C (durch Messwerte belegt), Stromerzeugung aussichtsreich  
 Vermutlich erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3.000m Tiefe möglicherweise 110-120°C (sehr wenig erkundet; Niederhessische Senke, Mainzer Becken, Idsteiner Senke, Limburger Becken)
- Vermutlich erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3.000m Tiefe möglicherweise 110-120°C (sehr wenig erkundet; Hoher Vogelsberg, Westerwald Dillmulde)\*
- Normaler geothermaler Gradient von 3°C Temperaturzunahme pro 100m Tiefe, Temperatur in 3.000 m Tiefe ca. 90-100°C
- Thermalwassernutzung/-förderung > 20°C
- Störungen \*\*
- \* in Anlehnung an LYSAK, S.V. (1992): Heat flow variations in continental rifts. – Tectonophysics, 2008, 309-322
- \*\* ZITZMANN, A (1981): Tektonische Karte der Bundesrepublik Deutschland 1: 1 000 000. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover

**Abbildung 23: Geologische Strukturräume mit nachgewiesenem und vermutetem tiefengeothermischem Potenzial in Hessen; Quelle: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, 08/2010**

Beträgt die Temperatur im hessischen Oberrheingraben in 1.000 Metern Tiefe 90°C und in ca. 3.000 Metern Tiefe etwa 150°C, herrschen im übrigen Teil Hessens Untergrundtemperaturen von etwa 40°C bis 50°C (1.000m Tiefe) und 110°C bis 130°C. Der hessische Teil des Oberrheingrabens ist aus klüftigem Sedimentgestein mit eingelagerten Vulkaniten aufgebaut, die in Tiefen ab ca. 2.000 Metern zur Stromgewinnung genutzt werden können.<sup>70</sup>

Die aktuelle Datenlage lässt darauf schließen, dass für den Bereich des Marburger Stadtgebietes kein ausreichendes Potenzial für eine wirtschaftliche tiefengeothermische Nutzung vorliegt.

Sollte in der Zukunft eine weitergehende Prüfung des Tiefengeothermischen Potenzials in der Universitätsstadt Marburg erfolgen, so sind immer auch etwaige Nutzungsrisiken in die ganzheitliche Betrachtung einzubeziehen.

So besteht bei jedem tiefengeothermischen Projekt zunächst das Risiko eine unzureichende Thermalwasserförderrate oder unzureichende Lagerstättentemperatur

<sup>70</sup> Quelle: „Nutzung tiefer Geothermie in Hessen“, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 08/2010

anzutreffen, die entscheidend für die Wirtschaftlichkeit eines Projektes ist. Zur Minimierung des Risikos sind die tiefengeologischen Verhältnisse, sofern nicht durch Erdgas- oder Erdölexplorationsbohrungen bekannt, durch Bohrungen zunächst zu erkunden, was jedoch einen enormen Aufwand bedeutet.

Auch die technische Art der Gewinnung weist gewisse Risiken auf. So ist das Einpressen von Wasser unter hohem Druck, um die natürlich vorhandenen Risse und Klüfte im Gestein zu erweitern oder künstlich zu erzeugen, mit Erschütterungen verbunden. Diese sind zwar für den Menschen kaum wahrnehmbar, können jedoch einen Einfluss auf natürlich bestehende Spannungen in tektonisch aktiven Gebieten haben und stärkere Erschütterungen auslösen.<sup>71</sup>

Bohrungen und der Ausbau der Bohrungen in erhebliche Tiefen beherbergen ein gewisses Risiko für die Trinkwasserqualität, da grundwasserführende Schichten durchbohrt und dadurch das Trinkwasser ggf. durch das mit Chemikalien versetzte Bohrwasser verunreinigt werden kann. Die chemische Beschaffenheit des geförderten Wassers muss daher intensiv beobachtet werden.

### Zusammenfassung der Potenziale

Da die Universitätsstadt Marburg nicht im Oberrheingraben liegt kann aufgrund der vorliegenden Karten und Daten auf kein für einen wirtschaftlichen Betrieb ausreichendes Potenzial geschlossen werden.

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Aufgrund der vorliegenden Daten und geringer Potenziale sowie aufgrund der möglichen Gefahren für das Trinkwasser besteht keine Empfehlung zur Förderung von Maßnahmen im Marburger Stadtgebiet.

---

<sup>71</sup> Quelle: Bundesverband Geothermie  
(<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/risiken.html>)

## 6.5.2. Oberflächennahe Geothermie

### Anlagenbestand

Die Universitätsstadt Marburg liegt laut Erdwärmeliga und Bundesverband Wärmepumpe e.V. im Jahr 2010 hinsichtlich der Installation von Erdwärme auf Rang 9 von insgesamt 56 Kleinstädten in Hessen. Vier Sole-Wasser-Wärmepumpen verfügen danach über insgesamt 143 kW Leistung.<sup>72</sup> Hessen liegt im Vergleich der Bundesländer auf Rang 12 und der Landkreis-Marburg Biedenkopf im Vergleich zu den hessischen Landkreisen auf Rang 2. Durch die installierten Erdwärmepumpen können etwa 19 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

### Potenzial für den Bau neuer Anlagen

Die Leistung einer oberflächennahen Erdwärme-Anlage hängt vor allem von dem Wärmebedarf des zu beheizenden Gebäudes ab sowie von der jeweiligen geologischen bzw. hydrogeologischen und der wasserwirtschaftlichen Situation.

Nach diesen Faktoren muss schließlich ein Standort bewertet werden und eine Dimensionierung der Anlage erfolgen, wobei eine Über-/Unterdimensionierung sich deutlich auf die Wirtschaftlichkeit auswirken kann. Wie bereits erwähnt macht es grundsätzlich Sinn, Bestandsgebäude zunächst zu sanieren. Hierdurch sind sofortige Einsparungen ohne Technologiewechsel möglich.

Der geplante Standort einer Erdwärmepumpe muss sowohl danach beurteilt werden, inwiefern durch die Bohrarbeiten und den Ausbau der Bohrung eine Beeinflussung des Grundwassers erfolgt (hydrogeologische Beurteilung), als auch nach der relativen Lage des geplanten Standorts zu Wassergewinnungsanlagen und deren Schutzgebieten sowie der Nähe zu schädlichen Boden- und Grundwasserverunreinigungen (wasserwirtschaftliche Beurteilung).

Als besonders günstig gelten Standorte, die sowohl außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten und außerhalb der Einzugsgebiete öffentlicher Trinkwassergewinnungsanlagen oder Heilquellen ohne festgesetzte Schutzgebiete liegen und die eine mittlere bis

---

<sup>72</sup> Die „Erdwärmeliga“ möchte durch einen Wettbewerb und die Veröffentlichung von Platzierungen Erdwärme stärker in den Fokus der Öffentlichkeit rücken und die Nachfrage nach Erdwärme und Wärmepumpen fördern sowie einheitliche und zuverlässige Marktzahlen hinsichtlich der installierten Leistung generieren  
<http://www.erdwaermeliga.de/landesliga/hessen/marburg.html>

geringe Wasserdurchlässigkeit der Gesteine aufweisen, die über keine wesentliche Stockwerkstrennung verfügen, d.h. die keine deutlichen Unterschiede in Grundwasserständen und –beschaffenheiten bzw. hydraulischen Druckhöhen aufweisen.<sup>73</sup>

Hinsichtlich der Genehmigungsfähigkeit von oberflächennahen Geothermieanlagen lässt sich zunächst feststellen, dass Erdwärme nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2b Bundesberggesetz (BBergG) als "bergfreier Bodenschatz" gilt. Da die Erdwärmenutzung nur dann ohne Bewilligung des BbergG erfolgen kann, wenn sie auf einem Grundstück ohne Beeinflussung eines Nachbargrundstückes gewonnen wird, sind ausreichende Mindestabstände beim Bau zu gewährleisten (ca. 5 m zur Grundstücksgrenze).<sup>74</sup>

Bohrungen mit einer Tiefe von mehr als 100 Metern unterliegen dem Bergrecht und sind gemäß §127 BbergG der Bergbehörde anzuzeigen.

Da der Bau von Erdwärmeanlagen zu Veränderungen am Grundwasser führen kann, z.B. durch Verbindung von Grundwasserschichten im Zuge der Bohrarbeiten, sind sie nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erlaubnispflichtig. Vorhaben in Gebieten, die aus hydrogeologischer oder aus wasserwirtschaftlicher Sicht bedenklich sind, sind einer gutachterlichen Prüfung, z.B. durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie zu unterziehen. Diese Einzelfallprüfung ist nach dem Leitfaden „Erdwärme in Hessen“ des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) jedoch dann nicht erforderlich, wenn die Heizleistung der angeschlossenen Wärmepumpenanlage 30 kW nicht übersteigt, der Abstand der Sonde zur Grundstücksgrenze mehr als 5 m und zur nächsten Sonde einer Nachbaranlage mehr als 10 m beträgt, die „Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmepumpen“ eingehalten werden und der Vorhabensstandort sich in einem hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich unbedenklichem Gebiet befindet.<sup>75</sup>

Eine wasserrechtliche Beurteilung kann beim Einsatz von Erdwärmekollektoren, die mindestens einen Meter oberhalb des höchsten Grundwasserstandes liegen, entfallen.

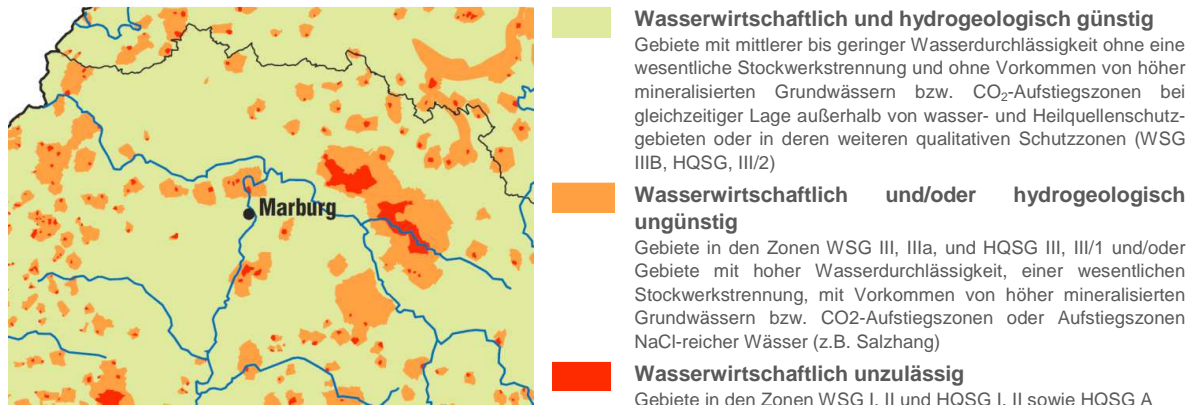
Der folgende Kartenausschnitt des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie gibt eine Übersicht der hydrogeologischen und wasserwirtschaftlichen Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden im Marburger Stadtgebiet.

<sup>73</sup> Quelle: „Erdwärmenutzung in Hessen“, 4. Auflage, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

<sup>74</sup> Quelle: „Erdwärmenutzung in Hessen“, 4. Auflage, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

<sup>75</sup> Quelle: „Erdwärmenutzung in Hessen“, 4. Auflage, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie





**Abbildung 24: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, „Erdwärmennutzung in Hessen“, 4. Auflage**

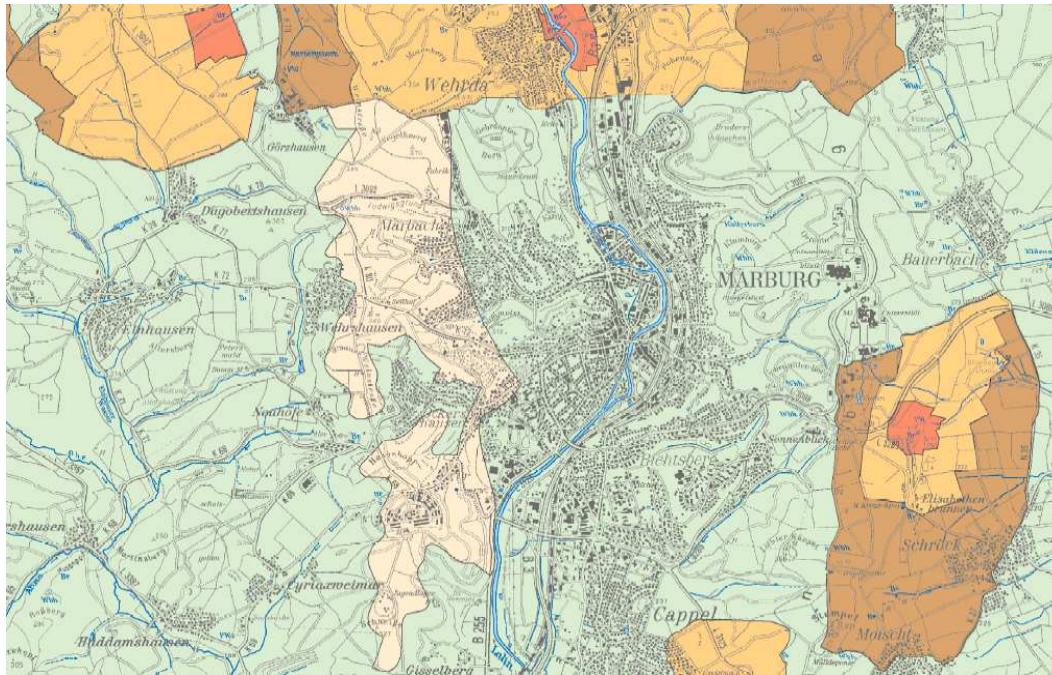
Die in diesem Abschnitt abgebildeten Karten weisen darauf hin, dass zumindest ein Teil des Marburger Stadtgebietes aus hydrogeologischer und wasserwirtschaftlicher Sicht unbedenklich und damit grundsätzlich für oberflächennahe Erdwärme nutzbar ist.

Gespräche mit einem ortsansässigen Erdwärme-Bohrungsunternehmen bestätigen diese Vermutung. Nach Aussage des befragten Unternehmers besteht der Untergrund im Marburger Stadtgebiet aus mittlerem Buntsandstein, der aufgrund seiner Beschaffenheit größtenteils mit keinen oder kleinen Auflagen bebohrbar ist.

In der Universitätsstadt Marburg wird bereits an einigen Stellen über die Nutzung von Erdwärme nachgedacht: Die Firma Pharmserv, einer der großen Energieverbraucher in der Universitätsstadt Marburg, bestätigte, über eine geothermische Kühlung für ein Rechenzentrum nachzudenken und auch die Philipps-Universität Marburg hat sich mit der energetischen Nutzung von Erdwärme beschäftigt und u.a. einen Thermal Response Test<sup>76</sup> in Auftrag gegeben. Im Ergebnis lieferte die Messung in 150 Metern Tiefe jedoch kein ausreichendes Potenzial für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Erdwärmesonde.

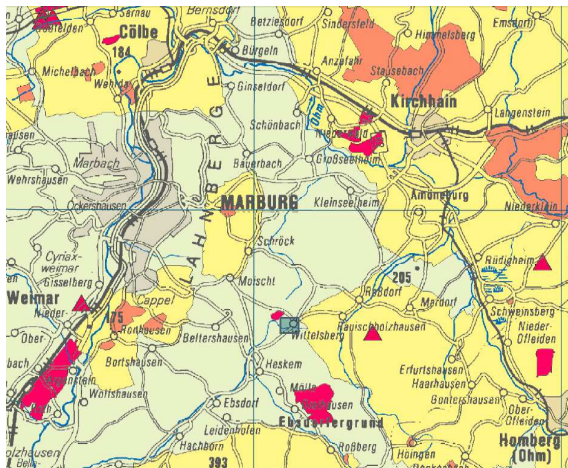
<sup>76</sup> Ein „(Geo-) Thermal Response Test“ ist ein bewährtes Verfahren zur Bestimmung thermodynamischer Parameter des Untergrunds. Hierzu wird eine vollständig ausgebaute Erdwärmesonde mit einem definierten Wärmeeintrag über einen Zeitraum von meist 72 Stunden belastet. Die Temperaturantwort („response“) des Untergrunds ist charakteristisch für das dort vorliegende Gestein und lässt eine Berechnung der effektiven Wärmeleitfähigkeit im Sondenumfeld zu. Auch die Untergrundtemperatur und der Bohrlochwiderstand können gemessen werden. Die Ergebnisse des Tests sind eine wichtige Voraussetzung für die Konzeption von Erdwärmesonden > 30 kW. Kostenfaktoren der Investition können aufgrund der Untergrundeigenschaften klar festgelegt werden. (<http://www.geoenergie-konzept.de/erdwaerme/thermal-response-test/prinzip.html>)

Aufgrund der Lage der Universität ist zu erwarten, dass sich das Ergebnis des Thermal Response Tests auch auf das Flusswasserbett und den Grundwasserstrom des Schlosshanges bzw. auf Flusshöhe übertragen lässt.




- Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig**  
Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit, ohne eine wesentliche Stockwerkstrennung und ohne Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern bzw. CO<sub>2</sub>-Aufstiegszonen bei gleichzeitiger Lage außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten
  - Hydrogeologisch ungünstig**  
Gebiete mit nennenswerten Grundwasser-, Mineralwasser- oder Heilwasservorkommen, die durch eine Grundwasserüberdeckung geschützt werden. Ungünstig sind auch Gebiete mit hoher Wasserdurchlässigkeit der Gesteine, einer wesentlichen, d.h. weiträumigen Stockwerkstrennung, mit Aufstiegszonen von CO<sub>2</sub> oder hoch mineralisiertem Wasser oder mit artesisch gespannten Grundwasservorkommen sowie Tiefengrundwasserleiter (insbesondere im Festgestein), die nicht angefahren oder durchteuft werden sollten. Ungünstig sind zudem Gebiete mit quelfähigen Gesteinen, wie Anhydrit und bestimmten Tonen.
  - Wasserwirtschaftlich relevant**  
Gebiete in den Zonen WSG IIIB und HQSG III/2
  - Wasserwirtschaftlich ungünstig**  
Gebiete in den Zonen WSG III und IIIA und HQSG III, III/1 und B
  - Hydrogeologisch unzulässig**  
Gebiete, in denen aufgrund ungünstiger hydrogeologischer
  - Wasserwirtschaftlich unzulässig**  
Gebiete in den Zonen WSG I, II und vereinzelt IIIA sowie HQSG I, II und A
- Die dargestellte Standortbeurteilung setzt die Einhaltung der im Leitfaden *Erdwärmennutzung in Hessen* angeführten technischen Anforderungen an Bauausführung und Betrieb voraus.  
Hydrogeologisch ungünstige Gebiete werden in wasserwirtschaftlich relevanten, ungünstigen und unzulässigen Gebieten nicht dargestellt.  
Gebiete innerhalb kontaminierter Bereiche von Altlasten, schädlichen Bodenveränderungen oder Grundwasseränderungen sind in der vorliegenden Karte nicht berücksichtigt.  
Die dargestellten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete entsprechen einer für die Fragestellung interpretierten Form und stellen den Bearbeitungsstand des HLUFG dar.

**Abbildung 25: Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden in Hessen; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 03/2012**





#### Ausschlussgebiete


 Trinkwasserschutzgebiete\*, erhöhte Anforderungen für Bohrungen oder Verbot möglich


 Heilquellenschutzgebiete\*, wasserwirtschaftlich unzulässig, in der Regel keine Bohrung zulässig

#### Gebiete mit besonderen Nutzungskonflikten oder Risiken, erhöhter Prüfbedarf

 Trinkwasserschutzgebiete\*, erhöhte Anforderungen für Bohrungen oder Verbot möglich


 Trinkwasserschutzgebiete\*, erhöhte Anforderungen für Bohrungen oder Verbot möglich


 Abbaugelände oberflächennaher Lagerstätten (≥ 10 ha)


 Abbaugelände oberflächennaher Lagerstätten (< 10 ha)

 Gebiet für Untertage-Gasspeicher

 Gebiet für Untertage-Gasspeicher, 1 km Puffer

 Abgrenzung des Werra-Salinars mit Bereichen untertägigen Abbaus von Kalisalz

 Gebiete erhöhter natürlicher Seismizität (Erdbebenzone 1 nach DIN 4148; 2005-04)

 Bebauung (Topographie)

#### Gebiete ohne besondere Nutzungskonflikte oder Risiken aus geowissenschaftlicher Sicht



\* Die dargestellten Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebietszonen entsprechen einer für diese Fragestellung interpretierten Form und stellen den Bearbeitungsstand des HLUg dar. Somit stellen diese hier vorgelegten Abgrenzungen keine Übersicht der Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete dar.

**Abbildung 26: Planungskarte tiefer Untergrund in Bezug auf Nutzungen des Untergrundes und mögliche Risiken; Quelle: Auszug aus der Karte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 06/2010**

In den zum Thema Geothermie geführten Experteninterviews im Zuge der Erstellung des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes wurden eine Vielzahl an Bedenken geäußert im Hinblick auf oberflächennahe Geothermie, die auch dieses Klimaschutz-Teilkonzept nochmals aufzeigen möchte.

Die größte Gefahr besteht in einer Verschmutzung des Grundwassers, z.B. durch undichte Bohrungen oder durch eine Verbindung grundwasserführender Schichten im Zuge einer Bohrung. Da sich Bohrungen außerhalb der Wasserschutzgebiete der Kenntnis des Wasserversorgers entziehen, kann er hierauf keinen Einfluss nehmen. Ein weiteres Risiko besteht in der Diffusion verschiedener Gesteinsschichten. Diffundiert z.B. Zechstein in Buntsandstein kann es zu einer Versalzung des Trinkwassers kommen.

Ob ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist, hängt schließlich stark vom Standort ab. Da Wärmepumpen Strom benötigen, ist das ökologische Potenzial zum Teil fraglich.

Im Zuge dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes wurden daher keine konkreten Maßnahmen beschlossen.

### Zusammenfassung der Potenziale

Die vorliegenden Karten lassen auf eine grundsätzliche Bebohrbarkeit im Marburger Stadtgebiet schließen. Hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und damit des effizienten Betriebs von Erdwärmeeinrichtungen wirft ein von der Universität Marburg durchgeführter Thermal-Response-Test Fragen auf, zumindest im Bereich des Flusswasserbettes der Lahn. Auch die Risiken im Bereich des Grundwasserschutzes lassen im Sinne der Nachhaltigkeit auf ein verhaltenes Potenzial schließen.

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Aufgrund der vorliegenden Daten und bestehenden Risiken, wird die Empfehlung ausgesprochen Erdwärmemaßnahmen jeweils einer Einzelfallbetrachtung zu unterziehen. Im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers ist Erdwärmekollektoren der Vorzug zu geben, da diese in geringer Tiefe (meist 1 m - 1,5 m) verlegt werden. Diese müssen sich jedoch im Dauerbetrieb noch wirtschaftlich beweisen. Aufgrund des hohen Flächenbedarfes eignen sie sich vor allem für Neubauten, z.B. auch unterhalb von Parkplätzen oder Tiefgaragen.

Grundsätzlich sollte der Aspekt oberflächennahe Geothermie, auch in Verbindung mit Solarthermie, in das Portfolio der Energieberatung aufgenommen werden, damit diese die Bürgerinnen und Bürger der Stadt möglichst technisch fundiert und auf den jeweiligen Einzelfall bezogen optimiert beraten kann. Erfahrungen und Beispiele gut laufender und wirtschaftlich betriebener Anlagen können hier einen wertvollen Input liefern.

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>77</sup>
M34: Bereitstellung von Informationen und Best Practice-Ansätzen für Interessenten über die Energieberatung	Universitätsstadt Marburg	KF

**Tabelle 30: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Oberflächennahe Geothermie**

<sup>77</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

## **6.6. Weitere Potenziale im Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg**

Um den Ausstoß schädlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen zu verringern besteht ein möglicher Ansatz darin, die Energieerzeugung regenerativ zu gestalten. Ebenfalls großes Potenzial steckt jedoch in der Vermeidung bzw. Einsparung von Energie sowie in der optimalen Nutzung der vorhandenen Energie, sei es durch Nutzung der bei Produktionsprozessen entstehenden Abwärme, Nutzung der Wärme aus dem Abwasser oder auch die Nutzung von Energie zur gleichzeitigen Gewinnung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung).

Im Sinne eines ganzheitlichen Maßnahmenkataloges zur Erreichung des CO<sub>2</sub>-Einsparziels der Universitätsstadt Marburg hat das Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien sich über eine Betrachtung der Erneuerbaren Energien hinaus auch mit den Potenzialen für Wärme aus Abwasser und Kraft-Wärme-Kopplung sowie die Potenziale aus einer Anlagenoptimierung im Marburger Stadtgebiet beschäftigt.

### **6.6.1. Abwasserwärme**

Abwasser entsteht überall dort, wo Menschen leben und arbeiten. Über Kanäle gesammelt und zu Kläranlagen weitergeleitet fließen so tagtäglich Unmengen an Energie ungenutzt durch die Abwasserkanäle. Die Wärme des Abwassers lässt sich unter bestimmten Voraussetzungen an vielen Stellen relativ einfach für klimaschonendes Heizen und Kühlen nutzen.

Für die Nutzung der Wärme werden im Wesentlichen zwei Komponenten benötigt: ein Wärmetauscher, der dem Abwasser Wärme entzieht und sie über ein Zwischenmedium der Wärmepumpe zuführt und eine Wärmepumpe, die unter Einsatz von Hilfsenergie (Strom oder Gas) die gewonnene Wärme auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Auf diesem Wege wird die Wärme schließlich für Heiz- bzw. Kühlzwecke oder auch zur Warmwasserbereitung nutzbar. Hierbei muss umso weniger Hilfsenergie für die Wärmepumpe aufgewendet werden, je geringer die Differenz zwischen der Ausgangstemperatur und dem benötigten Temperaturniveau ist.

Für eine sinnvolle Nutzung einer Abwasserwärmeanlage müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein (z.B. Nähe zum Wärmeabnehmer, ausreichende Abwassertemperaturen, ausreichende Wassermengen), die es zu prüfen gilt.

Grundsätzlich kann die Ressource Wärme an drei Stellen aus dem Abwasser rückgewonnen werden: direkt in dem Gebäude, wo sie entstanden ist, aus dem Kanal oder aus der Kläranlage. Die diesbezüglichen Potenziale im Marburger Stadtgebiet wurden im Zuge der

Klimaschutz-Teilkonzept-Erstellung gemeinsam mit der Projektgruppe als auch mit weiteren Akteuren in Workshops erarbeitet.

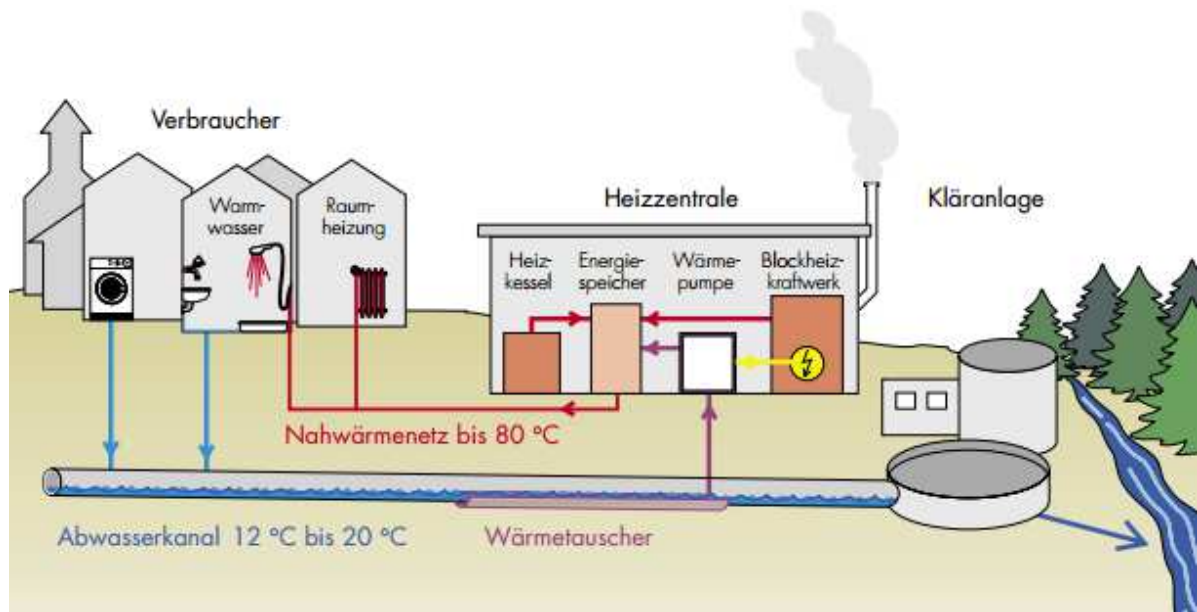


Abbildung 27: Funktionsweise der Abwasserwärmenutzung aus dem Kanal; Quellen: Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 01/2009

## Anlagenbestand

Bisher gibt es im Marburger Stadtgebiet noch keine Anlage, die die Wärme aus Abwasser nutzt.

## Potenzial für den Bau neuer Anlagen

### *Potenzial Abwasserwärme direkt aus dem Haus*

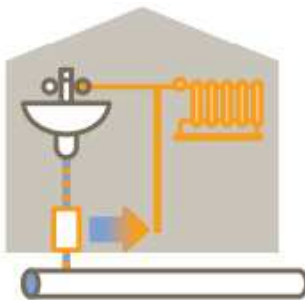


Abbildung 28: Wärmerückgewinnung aus Abwasser im Gebäude; Quelle: Berliner Netzwerke, 01/2011

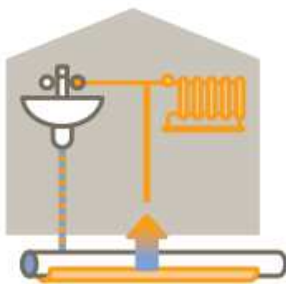
Innerhalb des Gebäudes kann die Wärme noch vor Einleitung in das öffentliche Kanalnetz zurückgewonnen und dadurch netzunabhängig betrieben werden. Dies bietet den großen Vorteil, dass die Wärme dort entnommen wird, wo sie anschließend auch verwertet wird und Wärmeverluste an die Umgebung dadurch minimal sind. Allerdings lohnt sich diese Art der Wärmenutzung vor allem für Gebäude mit entsprechendem Abwasservolumen, deren Abwasseranfall zeitlich mit dem Wärmebedarf zusammenfällt, z.B. Hotels, Schwimmbäder, Industrien mit Prozesswärme. Ggf. können mit Chemikalien oder sonstigen Inhaltsstoffen belastete Abwässer ein Problem für die Anlage und deren Reinigung darstellen.

Derzeit bestehen auf technischer Seite noch einige ungelöste Hürden im Bereich der Nutzung von Abwasser direkt im Gebäude. So verhindern im Moment vor allem Probleme mit der Reinigung des Wärmetauschers einen wirtschaftlichen Betrieb solcher Anlagen.

An der Technik wird stetig gearbeitet, so z.B. auch in dem von der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule (RWTH) Aachen durchgeführten Forschungsprojekt „Trinkwassererwärmung durch Abwasserwärmerückgewinnung“.

Da die Rückgewinnung von Abwasserwärme im Gebäude ein gutes Potenzial darstellt, sollten die technischen Entwicklungen unbedingt weiter beobachtet und zu gegebenem Zeitpunkt eine Förderung der Nutzung angestrebt werden.

### **Potenzial Abwasserwärme aus dem Kanal**



**Abbildung 29: Wärmerückgewinnung aus Abwasserkanal; Quelle: Berliner Netzwerke, 01/2011**

In der Kanalisation kann die Wärme aus Abwasser durch die Montage von Wärmetauschern am Boden des Abwasserkanals im Zuge von Kanalneubau oder -sanierung oder durch den Einbau von Kanalrohren mit integriertem Wärmetauscher gewonnen werden. Durch die Über- und Unterströmung des Wärmetauschers mit Abwasser kann die Wärme daraus genutzt werden.

Da im Kanal relativ konstant eine ausreichende und stetig vorhandene Abwassermenge vorhanden ist und die Temperaturen relativ konstant etwas über der Umweltwärme liegen, bietet sich hier ein großes Potenzial. Jedoch ist die Nutzung von Abwasserwärme aus dem Kanal nicht ganz problemfrei. So bedarf der Einbau eines Wärmetauschers der Zustimmung des Kanalnetzbetreibers, ein Einbau erfordert Arbeiten am Abwasserkanal und somit auch einen Aufriss des Straßenbelags. Da auch die Temperaturen im Kanal geringer sind als im Gebäude, muss sehr genau geprüft werden an welcher Stelle eine solche Abwasserwärmenutzung Sinn ergibt.

Eine Nutzung von Abwasserwärme aus dem Kanal macht vor allem an den Stellen Sinn, wo eine ausreichende Abwassertemperatur vorliegt, wo ausreichend großer Wärmebedarf besteht (z.B. Schulen, Hallenbäder, Kindergärten, Sporthallen, größere Wohnobjekte, Gewerbebauten), wo zwischen Kanal und Wärmeabnehmer nur eine kurze Strecke liegt und wo ein ausreichend hoher Trockenwetterabfluss besteht. Nach Auskunft der Stadtwerke Marburg ist gemäß des Merkblattes 114 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) ein Abwasserdurchsatz von mindestens 15 l/s im Tagesmittel erforderlich. Die maximale Temperaturabsenkung darf demnach maximal 0,5 Kelvin<sup>78</sup> betragen. Ebenso von Bedeutung ist die erforderliche Vorlauftemperatur des Gebäudes, das eine Nutzung der Abwasserwärme erwägt.

Bei der Nutzung von Abwasserwärme direkt aus dem Kanal ist die spätere Verschmutzung des Wärmetauschers bereits in der Projektphase zu berücksichtigen, damit entweder eine periodische Reinigung oder eine Überdimensionierung eingeplant werden kann.

Für die Universitätsstadt Marburg wurden Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung im Zuge des Klimaschutz-Teilkonzeptes untersucht. Laut Aussage der Stadtwerke Marburg liegt die mittlere Tagesmenge des Trockenwetterabflusses bei ca. 19.200 m<sup>3</sup>. Potenzielle Ansatzpunkte werden im Folgenden erläutert.

### *Hauptsammler Innenstadt*

Eine erste Abschätzung der Stadtwerke Marburg hat ergeben, dass im Innenstadtbereich entlang des Hauptsammlers Deutschhausstraße – Biegenstraße – Frankfurter Straße - Gisselberger Straße Potenzial vorhanden ist, da sich hier zahlreiche städtische und universitäre Liegenschaften in geringer Entfernung zum Abwasserkanal befinden.

<sup>78</sup> Das Kelvin (K) ist die Basiseinheit der thermodynamischen Temperatur und zugleich gesetzliche Temperatureinheit; es wird auch zur Angabe von Temperaturdifferenzen verwendet. In Deutschland, Österreich, der Schweiz sowie in anderen europäischen Ländern gilt auch das Grad Celsius als gesetzliche Einheit für die Angabe von Celsius-Temperaturen und deren Differenzen. (Quelle: wikipedia).



Für die erfolgreiche Nutzung des Potenzials sind der Energiestandard der betroffenen Gebäude und die jeweils erforderliche Rücklauftemperatur bedeutend.

Zur Ausschöpfung wird die Institutionalisierung von regelmäßigen Treffen zum Thema Abwasserwärme zwischen Vertreterinnen und Vertretern des Bauamts, der Universitätsstadt Marburg und den Stadtwerken Marburg empfohlen. Im Zuge dieser Abstimmungen sollte ein Austausch zu geplanten Neubaugebieten und Sanierungen erfolgen und die jeweiligen Möglichkeiten dort Abwasserwärme zu nutzen geprüft werden.

Die Gebäude, die in einer ersten Abstimmung besonders geeignet schienen können dabei zuerst angegangen werden. Zu prüfen sind z.B. die Saunaanlage im Gebäude des Physikums oder das Fitnessstudio Vita Fit.

Im Stadtgebiet liegen ca. 10 - 15 potenzielle Entnahmestellen in einer Größenordnung von 30 kW. Insgesamt liegen somit etwa 500 kW potenzieller Leistung im Kanalnetz, wodurch etwa 65 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen vermieden werden könnten.

Alle Maßnahmen im Bereich Wärme sollten eng mit den Stadtwerken Marburg als örtlichem Wärmelieferanten abgestimmt werden.

### *Universität*

Im Bereich der Universität sind ganzjährig hohe Abwassertemperaturen in den Mensen sowie in der Tierhaltung vorhanden, was auf ein dort vorhandenes Potenzial schließen lässt. Allerdings kommt erschwerend hinzu, dass das Abwasser der Tierkäfigwaschanlagen oft durch Chemie belastet ist und fraglich ist, inwiefern das dem Wärmetauscher zuträglich ist.

Da keine genauen Daten zu Abwasserwärme, Vorlauftemperatur und Abwassermenge vorlagen, kann das Potenzial nicht abschließend beziffert werden. Die chemische Belastung lässt jedoch auf wenig bis kein Potenzial schließen.

### *Klinikum*

Auch beim Klinikum fallen ganztags große Abwassermengen mit einer hohen Temperatur an. Aufgrund von Schwierigkeiten die Abwassermengen und –wärme zu messen, konnte auch hier leider keine abschließende Potenzialbestimmung stattfinden.

### Aquamar

Das Aquamar als Schwimmbad mit seiner Nähe zum Abwasserkanal bietet scheinbar großes Potenzial für eine Abwasserwärmenutzung. Laut Rückmeldung des Fachdienstleiters der städtischen Bäder der Universitätsstadt Marburg ist hier jedoch ein vermutlich sehr geringes Potenzial vorhanden, dessen Umsetzung zudem einen hohen apparativen Aufwand verursachen würde. Das Aquamar leitet nur das Filter-Rückspülwasser mit 30 m<sup>3</sup> je Tag mit 28° C direkt in die Lahn ein. Das übrige Abwasser fließt in den Kanal.

Da Schwimmbäder ein idealer Abnehmer für Abwasserwärme aufgrund des ganzjährig hohen Energiebedarfs auf Niedertemperaturniveau sind, sollte die Nutzung für das Aquamar und das Hallenbad Wehrda mittelfristig erneut geprüft werden.

### Steinmühle

Das Internat an der Steinmühle mit seiner Nähe zum Kanal verfügt nach Aussagen befragter Expertinnen und Experten aufgrund des Vorlauftemperaturniveaus über kein ausreichendes Potenzial. Sollte eine Sanierung der Anlage angegangen werden, gilt es das Potenzial zur Abwasserwärmenutzung erneut genau zu prüfen.

### Pharmaserv

Die Firma Pharmaserv ist ständig auf der Suche nach energetischen Optimierungsmöglichkeiten und daher auch an einer Prüfung interessiert, was die Nutzung von Abwasserwärme angeht. In diesem Teilkonzept lagen hierzu jedoch keine detaillierten Daten vor, die für eine konkrete Abschätzung nötig sind.

### Potenzial Abwasserwärme aus der Kläranlage Cappel

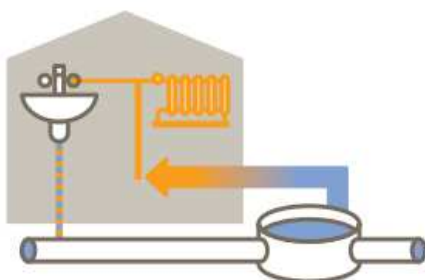


Abbildung 30: Wärmerückgewinnung aus Abwasser in der Kläranlage; Quelle: Berliner Netzwerke, 01/2011

Im gereinigten Abwasser im Ablauf der Kläranlage befindet sich ebenfalls ein großes Wärmeangebot und somit Potenzial zur Wärmerückgewinnung. Da es sich hierbei um bereits gereinigtes Abwasser handelt, kann die Wärmeentnahme einfacher erfolgen. Eine Entnahme von Wärme und somit eine Abkühlung des Abwassers kann sich dabei günstig auf die Gewässer auswirken, in die das gereinigte Wasser eingeleitet wird. Als Schwierigkeit bei dieser Form der Wärmerückgewinnung stellt sich meist die große Entfernung zwischen Wärmeerzeugung und Abnahme heraus sowie die geringeren Temperaturen im Vergleich zur benötigten Vorlauftemperatur.

Auch im Stadtgebiet Marburg erweist sich die große Entfernung zwischen ausreichend großen Wärmeabnehmern und der Kläranlage als Schwierigkeit heraus. Da in Cappel durch Blockheizkraftwerke bereits Wärme erzeugt wird, bietet sich hier kein Potenzial für eine Nutzung der Abwasserwärme.

### Zusammenfassung der Potenziale

Neben dem recht konkret fassbaren Potenzial im Innenstadtbereich sind weitere Potenziale einer erneuten Prüfung zu unterziehen, wie die Maßnahmenempfehlungen zeigen.

Standort	Potenzial	Jahresleistung (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Innenstadtbereich: Wärmenutzung entlang Hauptsammler	10 – 15 potenzielle Entnahmepunkte á 30 kW; insgesamt ca. 500kW verfügbar	750.000	65

**Tabelle 31: Übersicht der Potenziale zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser**

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>79</sup>
M35: Prüfung Stand der Technik und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Wärmeabgewinnung aus Abwasser direkt im Haus, siehe hierzu auch Ergebnisse der Studie der RWTH Aachen	Universitätsstadt Marburg (Gebäudewirtschaft)	MF

<sup>79</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>79</sup>
M36: Institutionalisierung eines Gremiums, bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Universitätsstadt Marburg (Bauamt) und der Stadtwerke Marburg. In regelmäßigen Abständen erfolgt eine Abstimmung zu anstehenden Baumaßnahmen (Neubauten, Sanierungen) und eine Prüfung der Anschlussmöglichkeiten für Abwasserwärme. Eine enge Abstimmung aller Wärmemaßnahmen ist mit den Stadtwerken Marburg erforderlich.	Universitätsstadt Marburg (Bauamt), Stadtwerke Marburg	KF
M37: Prüfung Liegenschaften im Innenstadtbereich entlang des Hauptsammlers Deutschhausstraße / Biegenstraße / Frankfurter Straße / Gisselberger Straße auf Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung, z.B. Reha Fit, VitaFit; v.a. Prüfung Neubauten/Sanierungen (s.o.)	Universitätsstadt Marburg (Bauamt), Stadtwerke Marburg	KF (s.o.)
M38: Untersuchung Aquamar und Hallenbad Wehrda hinsichtlich Potenzial zur Abwasserwärmenutzung, Umsetzungsaufwand und Wirtschaftlichkeit	Universitätsstadt Marburg	MF
M39: Prüfung Nutzung Abwasserwärme aus der Kläranlage Cappel, wenn die bestehenden BHKW ihr Lebensalter erreicht haben	Universitätsstadt Marburg	LF

**Tabelle 32: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Wärmerückgewinnung aus Abwasser**

## 6.6.2. Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

### Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)

Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (z.B. Blockheizkraftwerke) erzeugen Strom und Nutzwärme gekoppelt, also gleichzeitig in einem Prozess. Eine Abgabe von Abwärme an die Umgebung wird hierbei weitestgehend vermieden. Durch die gekoppelte Erzeugung wird weniger Brennstoff benötigt als bei separater Erzeugung, wodurch schädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden. Die Kraft-Wärme-Kopplung ist damit eines der effizientesten Prinzipien zur Ausnutzung der eingesetzten Primärenergie und führt dadurch zu höheren Wirkungsgraden als die getrennte Erzeugung.

KWK-Anlagen gibt es in unterschiedlichen Größen. Von der Mikro-KWK-Anlagen, die die Größe eines Kühlschranks aufweist und vor allem für Einfamilienhäuser geeignet ist, bis zu größeren Blockheizkraftwerken (BHKW), die dezentral ganze Nahwärmeinseln versorgen.

Im Gebiet der Universitätsstadt Marburg gibt es vielfältige Potenziale zur Nutzung von KWK, sowohl bei Gewerbetreibenden als auch bei Privatpersonen. Da die Untersuchung der KWK-Potenziale aber keine Erneuerbare Energie ist und daher nicht fester Bestandteil des Klimaschutz-Teilkonzeptes, wurde auf eine Einzelfallprüfung verzichtet. Die Potenziale, die die großen Energieverbraucher wie das Universitätsklinikum Gießen und Marburg, die Firma Pharmaserv oder die Philipps-Universität Marburg im Bereich KWK aufweisen, wurden untersucht. Darüber hinaus wurde diskutiert und festgelegt, wie eine Forcierung der KWK-Nutzung erfolgen kann.

## Anlagenbestand

### *Heizkraftwerk Ortenberg*

Das Heizkraftwerk Ortenberg, ursprünglich ein Kohlekraftwerk des Landes Hessen, wurde 1995 von den Stadtwerken Marburg zu einem Erdgas betriebenen Heizwerk mit einer Gas- und Dampfturbine<sup>80</sup> (GuD) umgebaut und erstmals in Betrieb genommen. Im Zeitraum von 2000 bis 2006 war das Kraftwerk aufgrund der Öffnung der Energiemärkte und dem damit verbundenen rapiden Strompreisverfall aus rein ökonomischen Gründen außer Betrieb genommen worden. Seit Dezember 2006 erzeugt es wieder Strom und Wärme.

Das Heizkraftwerk Ortenberg als GuD-Kraftwerk arbeitet nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Es verwandelt die eingesetzte Primärenergie mit einem Wirkungsgrad von 87 Prozent und erzeugt dabei eine elektrische Leistung von insgesamt 6.500 Kilowatt und einer Heizleistung von 10.000 Kilowatt. Mit den derzeit ca. 3.000 Betriebsstunden können so jährlich 19,5 Mio. kWh Strom erzeugt und 10.043 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen im Vergleich zu einer getrennten Erzeugung eingespart werden.

Das Heizwerk versorgt u.a. die Feuerwehr, verschiedene Gebäude der Philipps-Universität Marburg und die Elisabethkirche.

Wie bereits beschrieben erfolgte im Zuge des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien keine dezidierte Erfassung aller KWK-Anlagen im Stadtgebiet. Einen Überblick einiger Anlagen erhält die folgende Aufzählung, die jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat:

<sup>80</sup> Bei einem Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk dient die Gasturbine als Wärmequelle für einen nachgeschalteten Abhitze-kessel, der wiederum als Dampferzeuger für die Dampfturbine wirkt.

### **Klinikum**

Das Klinikum betreibt zwei wärmegeführte Blockheizkraftwerke (BHKW), die zusammen 2 MW<sub>th</sub> und 1,7 MW<sub>el</sub> erzeugen. Mit ca. 7.000 Volllaststunden können beide BHKWs fast ganzjährig durchlaufen. Mit einem Jahresertrag von ca. 11,9 Mio. kWh können 6.129 t CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden.

### **Stadtwerke Marburg**

Die Stadtwerke Marburg betreiben neben dem Heizwerk Ortenberg neun weitere Anlagen mit einer Leistung zwischen 5 kW<sub>el</sub> und 50 kW<sub>el</sub>, so z.B. zwei Musteranlagen an der Gartenbauschule Grünberg bzw. kleinere Nahwärmenetze. Weitere Projekte, auch in Zusammenarbeit mit den örtlichen Wohnungsbaugesellschaften sind geplant.

### **Pharmaserv**

Die Firma Pharmaserv betreibt eine eigene KWK-Anlage. Die konkreten Leistungsdaten der Anlagen konnten im Zuge dieses Teilkonzeptes nicht zur Verfügung gestellt werden.

Standort	Leistung (kW)	Jahresertrag (kWh)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t p.a.)
Heizwerk Ortenberg	6.500 kW <sub>el</sub> 10.000 kW <sub>th</sub>	19.500.000	10.043
BHKWs Klinikum	1.700 kW <sub>el</sub> 2.000 kW <sub>th</sub>	11.900.000	6.129
9 BHKWs Stadtwerke Marburg	45-450 kW <sub>el</sub>	270.000 bis 2.700.000	131 bis 1.312

**Tabelle 33: Einzelne bestehende Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in der Universitätsstadt Marburg**

## **Potenzial Repowering / Optimierung bestehender Anlagen**

### **Heizwerk Ortenberg**

Das Heizwerk Ortenberg verfügt, wie bereits beschrieben, über ein großes Potenzial, auch wenn dieses mit derzeit etwa 3.000 Betriebsstunden pro Jahr nicht voll genutzt wird.

Entlang der Wärmetrasse gibt es eine Vielzahl potenzieller Abnehmer. Von Seiten der Stadtwerke Marburg wurde dieses Potenzial erkannt und konkrete Schritte zur Sanierung des Netzes/der Anlage befinden sich in Planung. So kann durch Anbindung weiterer Wärmeabnehmer eine Erhöhung der Betriebsdauer auf 6.000 Betriebsstunden im Jahr erreicht werden. Die dort vorhandene 6,5 MW<sub>el</sub><sup>81</sup> Gasturbine mit nachgeschalteter Dampfturbine könnte so insgesamt 39 Mio. kWh Strom erzeugen und 20.085 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen pro Jahr einsparen. Durch eine Erhöhung der Betriebsstunden könnten so folglich 19,5 Mio. kWh zusätzlich zu der bestehenden Leistung erzeugt und 10.043 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen zusätzlich eingespart werden.

Grundsätzlich könnten bei einer Befeuerung mit Biogas anstelle von Erdgas insgesamt sogar 37.626 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden, also beinahe die doppelte Menge CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen. Allerdings lässt sich die erforderliche Menge Biogas nicht nachhaltig im Landkreis Marburg-Biedenkopf beschaffen. Siehe hierzu auch den Abschnitt „Biomasse“.

## Potenzial für den Ausbau von KWK

### *Universität*

Die Gebäude der Philipps-Universität Marburg verteilen sich auf die Lahnberge und die Stadtmitte. Im Jahre 2007 begann die Landesregierung Hessen mit Mitteln des Hochschulbau-Investitionsprogramms „Heureka“<sup>82</sup> die Philipps-Universität baulich neu zu ordnen und zu entwickeln. In Voruntersuchungen stellte man fest, dass viele der Gebäude, die in den 1970er Jahren erbaut wurden Baumängel aufwiesen oder über eine problematische Energiebilanz verfügten. Daraufhin beauftragte die Landesregierung den „Masterplan Lahnberge“ - eine Machbarkeitsstudie für das gesamte Areal, die den Bedarf an Neubauten und die Nachnutzungsmöglichkeiten bestehender Bauten näher beleuchtet. Erste Neubauten entstehen derzeit auf Grundlage dieses Plans.<sup>83</sup>

<sup>81</sup> MW ist eine allgemeine Einheit der Leistung. MW<sub>el</sub> steht für die elektrische Leistung in MW und MW<sub>th</sub> für die thermische Leistung in MW.

<sup>82</sup> Das Hochschulbau-Investitionsprogramm „HEUREKA“ wurde aufgelegt, um die Infrastruktur der Hochschulen langfristig den hohen Anforderungen moderner Forschung und Lehre anzupassen. Es werden nachhaltige Lösungen angestrebt, die ökologisch verträglich und ökonomisch akzeptabel sind und die Bedürfnisse der Nutzer berücksichtigen. (Quelle: Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst)

<sup>83</sup> Quelle: Philipps-Universität Marburg (<http://www.uni-marburg.de/aktuelles/bau/campuslahnberge>)

Auf den Lahnbergen besteht ein großes Potenzial für Kraft-Wärme-Kopplung, da hier sowohl im Sommer, wie auch im Winter genug Grundlast vorhanden ist. Es besteht ein Potenzial für 5 MW<sub>el</sub> zur Grundlastdeckung.

Ausgehend von 8.000 Betriebsstunden der Anlage könnten jährlich auf diesem Wege 40 Mio. kWh Strom erzeugt werden. Wird die Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage mit Erdgas befeuert könnten so 20.600 t CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen eingespart werden. Bei einer Befuerung mit Biogas sogar 38.591 t CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen. Auch hier muss darauf hingewiesen werden, dass die erforderliche Menge an Biogas im Landkreis Marburg-Biedenkopf vermutlich nicht nachhaltig beschafft werden kann, wie im Abschnitt „Biomasse“ bereits beschrieben.

### ***Energieberatung der Stadt Marburg / Informationsbereitstellung***

Kraft-Wärme-Kopplung besitzt ein enormes Potenzial, jedoch hauptsächlich bei Bestandsgebäuden im Privatpersonenbereich, da neue Gebäude häufig so energetisch optimiert gebaut werden, dass vermutlich nur mehrere Neubauten im Verbund einen wirtschaftlichen Betrieb einer KWK-Anlage gewährleisten könnten. Zur Nutzung des Potenzials sollten private Hauseigentümerinnen und Hauseigentümer sowie Gewerbetreibende gewonnen werden.

Gespräche und ein Workshop im Teilkonzept Erneuerbare Energien kamen zu dem Ergebnis, dass es einer ausführlichen, marktneutralen Information zu Technik, Anwendung und Förderung von KWK bedarf. Konkrete Ansatzpunkte hierzu wurden im Teilkonzept erarbeitet, wie die folgende Auflistung zeigt:

Die Energieberatung der Universitätsstadt Marburg legt derzeit den Beratungsschwerpunkt auf Gebäudedämmung. Es empfiehlt sich das Beratungsangebot, wie bei den vorigen Maßnahmen bereits beschrieben, auszuweiten und die Energieberaterinnen und -berater regelmäßig zu schulen bzw. Kooperationen mit anderen Energieberatungen einzugehen. So kann eine ganzheitliche Beratung zu möglichst allen Arten der Erneuerbaren Energieerzeugung aber auch zu Möglichkeiten der Energieeinsparung und –vermeidung erfolgen. Anschließend sollte eine aktive Ansprache von Privatpersonen und Gewerbetreibenden, die nicht am Fernwärmenetz der Stadtwerke Marburg liegen, erfolgen. Eine Beratung von Privatpersonen und Gewerbetreibenden abseits des Fernwärmenetzes sollte auf die Möglichkeiten von Nano-, Mikro-, und Klein-KWK Anlagen verweisen. Kunden, die am Fernwärmenetz liegen, sollten hierüber informiert und an das Fernwärmenetz angeschlossen werden, um für eine Auslastung des Netzes zu sorgen.



Um das Thema Kraft-Wärme-Kopplung greifbarer zu machen, ist eine Veröffentlichung von bestehenden Projekten oder Objekten mit Modellcharakter im Sinne von Best Practice-Ansätzen in der lokalen Presse denkbar, die Informationen zu den jeweiligen Eckdaten des Gebäudes, den technischen Daten der KWK-Anlage, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Hinweisen zu Förderungen und Finanzierung sowie Hinweise auf bestehende Probleme bzw. Risiken enthalten (z.B. Modernisierungsaufschlag für KWK-Anlagen, steuerrechtliche Fragestellungen). Die Veröffentlichung von Modell-Projekten muss jedoch immer auf freiwilliger Basis und unter Beachtung datenschutzrechtlicher Bestimmungen erfolgen. Den Anfang machen könnte z.B. die KWK-Anlage in der Friedrich-Naumann-Straße oder Erfahrungen der GeWoBau. Ergänzend kann ein Informationsaustausch mit dem Mieterschutzbund angestrebt werden.

Informationen, wie die „Energiesparaktion Land Hessen“<sup>84</sup> können hierüber vorgestellt werden. Denkbar ist auch der Aufbau weiterer Organisationen, ggf. gemeinsam mit den örtlichen Banken.

### ***Aufbau Know-How***

Als regionale Ansprechpartner in Energiefragen sollten Energieberaterinnen und Energieberater, die Stadtwerke, aber auch das örtliche Handwerk zumindest in Grundzügen über ein ganzheitliches Wissen zu den erneuerbaren Erzeugungsarten verfügen. Um eine energetisch optimale und individuelle Beratung von Hauseigentümerinnen und Hauseigentümern zu fördern, empfiehlt es sich vor allem das örtliche Handwerk zu schulen, die zumeist die Installation der KWK-Anlagen vornehmen. Eine gemeinsame Schulung ist denkbar.

Die Realisierung neuer KWK-Anlagen durch das örtliche Handwerk fördert die regionale Wertschöpfung. Im Bereich KWK sollte der Schwerpunkt von Schulungen vor allem auf KWK-Anlagen für Ein- und Mehrfamilienhäuser, also Nano- und Mikro-KWK-Anlagen liegen.

---

<sup>84</sup> Die „Hessische Energiespar-Aktion“ ist ein Projekt des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und wird durch das Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, organisiert. Die Aktion ist eine große und wachsende Kooperation, deren Partner sich die Förderung der Energieeinsparung zum Ziel gesetzt haben. Sie fördert die rationelle Energienutzung in den Anwendungsbereichen Wärmeenergie- und Stromeinsparung bei Alt- und Neubauten mit dem Schwerpunkt Gebäudebestand.

### ***Schwarmkraftwerke / Virtuelle Kraftwerke***

Eine große Herausforderung beim Ausbau der Erneuerbaren Energien ist das schwankende Stromangebot, das – zumindest für Wind und Sonne – nicht 24 Stunden am Tag verfügbar ist.

Einen Weg Erneuerbare Energie steuerbar und damit auch zukunftssicher zu gestalten bieten Schwarmkraftwerke, auch virtuelle Kraftwerke genannt. Hierbei handelt es sich um die Vernetzung und Zusammenschaltung mehrerer, zumeist kleiner dezentraler Stromerzeugungseinheiten zu einem Verbund. Solar-, Wasserkraft-, Biomasse-, Windkraftanlagen, aber auch Mikro-KWK-Anlagen können so zu einem flexiblen, virtuellen Kraftwerk zusammengefasst werden, das temporäre Schwankungen im Stromnetz ausgleichen kann.

Die vielen kleinen Kraftwerke müssen zentral möglichst intelligent gesteuert werden, so dass bedarfsgerecht „Schwarmstrom“ erzeugt werden kann. Derzeit setzen sich virtuelle Kraftwerke noch nicht durch, da die Kosten für die Kommunikation und den Steuerungsaufwand noch sehr hoch sind.

Grundsätzlich denkbar ist die Ausgestaltung eines Produktes gemeinsam mit den Stadtwerken Marburg, das denjenigen Kunden der Stadtwerke, die über einen Erdgasanschluss verfügen, die Möglichkeit bietet, über eine eigens installierte KWK-Anlage einen Ertrag zu generieren.

### ***Mikro-Nahwärmenetze für Kommunen***

Von den Stadtwerken Marburg wird derzeit ein Pilotprojekt durchgeführt, um Mikro-Nahwärmenetze für Kommunen aufzubauen. Im Rahmen einer Diplomarbeit wird diese Studie fortgesetzt werden. Denkbar sind solche Mikro-Nahwärmenetze vor allem für die Außenbezirke von Kommunen, für die sich eine Anbindung an bestehende Netze eher schwierig gestaltet. Mikro-Nahwärme bedeutet, dass hier eine kleine Anzahl an Häusern zu einem Nahwärmenetz zusammengeschlossen werden.

Die Pilotprojekte und weiteren Untersuchungen im Rahmen der Diplomarbeit sollten inhaltlich verfolgt werden und bei erfolgreichem Abschluss die Durchführung weiterer Projekte geprüft werden.

## Zusammenfassung der Potenziale

Bei einer Befeuerung der Anlagen mit Erdgas ergeben sich die folgenden Potenziale.

Standort	Leistung (kW)	Betriebsstd.	Stromertrag (kWh p.a.)	CO <sub>2</sub> -äquivalente Einsparung (t CO <sub>2</sub> p.a.)
Erneuerung Heizkraftwerk Ortenberg	6.500	3.000 <sup>85</sup>	19.500.000	10.043
Universität Lahnberge (Befeuerung mit Erdgas)	5.000	8.000	40.000.000	20.600
<b>Summe</b>	<b>11.500</b>		<b>59.500.000</b>	<b>30.643</b>

**Tabelle 34: Übersicht weitere Potenziale im Bereich Kraft-Wärme-Kopplung**

## Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>86</sup>
M40: Durchführung der Sanierung des Heizwerks Ortenberg und Anschluss weiterer Wärmeabnehmer	Stadtwerke Marburg	KF-MF
M41: Umstellung der Erzeugung der Universität auf den Lahnbergen auf KWK	Philipps-Universität Marburg	KF
M42: Aufstockung der Energieberatung um weitere Energieberaterinnen und -berater, idealerweise mit technischem Hintergrund. Regelmäßige Fort- und Weiterbildungen der Beraterinnen und Berater.	Universitätsstadt Marburg	KF
M43: Ansprache und Information von Privatpersonen und Gewerbetreibenden zu Möglichkeiten der KWK	Energieberater, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg	KF

<sup>85</sup> Das Heizwerk Ortenberg läuft im Moment mit ca. 3.000 Betriebsstunden jährlich. Es ist jedoch ein Potenzial von insgesamt ca. 6.000 Betriebsstunden, also zusätzlichen 3.000 möglich

<sup>86</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>86</sup>
<p>M44: Bereitstellung von Informationen zu KWK:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Best Practice-Ansätze und erfolgreiche Beispiele, idealerweise aus der Region, kommunizieren</li> <li>▪ Verweis auf Lösungen für mögliche Probleme/ Hindernisse (Mieterhöhungen, Steuerliche Abrechnung)</li> <li>▪ Aktionen in der Region</li> <li>▪ Förderprogramme</li> </ul>	Energieberater, Universitätsstadt Marburg, Stadt- werke Marburg	KF
M45: Einzelfallprüfung der KWK-Potenziale im Stadtgebiet	Energieberater, Universitätsstadt Marburg, Stadt- werke Marburg	KF
M46: Aufbau Know-How, v.a. beim örtlichen Handwerk und v.a. im Bereich von Nano- und Mikro-KWK	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg	KF-MF
M47: Prüfung der Entwicklung eines Schwarmprodukts	Stadtwerke Marburg	MF
M48: Aufbau von Mikro-Nahwärmenetzen für Kommunen: Inhaltliche Verfolgung des von den Stadtwerken Marburg durchgeführten Pilotprojekts und ggf. Aufbau weiterer Projekte	Universitätsstadt Marburg, Stadt- werke Marburg	KF

**Tabelle 35: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Kraft-Wärme-Kopplung**

### 6.6.3. Anlagenoptimierung

Falsch eingestellte oder falsch dimensionierte Heizungen lassen den Energieverbrauch bzw. die Heizkosten nach oben steigen. Eine Abhilfe durch Optimierung der Anlagen birgt hier ein enormes Einsparungspotenzial. Dies bestätigte auch das von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderte Forschungsprojekt OPTIMUS (Optimal Energie nutzen)<sup>87</sup>, das im Ergebnis bestätigte, dass eine energetische Optimierung bestehender Heizungsanlagen sinnvoll und ökologisch unerlässlich ist. Die Einsparungen, so die Studienergebnisse, liegen gerade in neueren Gebäuden sehr hoch: Pro Jahr im Mittel bei ca. 10 kWh pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche und sogar bei 20 kWh bei Gebäuden, die

<sup>87</sup> Quelle: <http://www.optimus-online.de/>

nach der Wärmeschutzverordnung 1995 errichtet wurden. Bei relativ geringen Investitionskosten von ca. 2-7 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche, so die Studie, kann sowohl eine schnelle Amortisation der Investition für die Gebäudeeigentümer sichergestellt werden als auch ein erheblicher Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele geleistet werden.

## Potenzial für Anlagenoptimierung

### *Hydraulischer Abgleich*

Ein hydraulischer Abgleich ist bei Neuanlagen als auch bei Bestandsanlagen gesetzlich in der Energieeinsparverordnung (EnEV) und nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB), Teil C, vorgeschrieben.

Durch einen hydraulischen Abgleich wird jeder Heizkörper einer Heizungsanlage genau mit der Wärmemenge versorgt, die er benötigt, um die jeweils gewünschte Raumtemperatur zu erzielen. Es entsteht weder eine Unter- noch eine Überversorgung. Fehlt ein hydraulischer Abgleich, so werden der Wärmequelle nahestehende Heizkörper stets besser versorgt als weiter entfernt stehende Heizkörper. Nach dem hydraulischen Abgleich kann eine Anlage mit optimalem Anlagendruck und optimal niedriger Volumenmenge betrieben werden, was sich meist in geringeren Energie- und Betriebskosten der Pumpen widerspiegelt.

Um eine staatliche Förderung der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) oder des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) für Heizungsmodernisierung zu erhalten, ist der hydraulische Abgleich Voraussetzung.

### *Optimierung der Heizkurve*

Eine Optimierung der Heizkurve kann für eine bessere Regelung der Raumtemperaturen, verminderte Wärmeverluste und dadurch für eine Einsparung an Energie sorgen.

Die Heizkurve beschreibt den Zusammenhang zwischen einer Außentemperatur und der für einen Heizkreis zugehörigen Vorlauftemperatur. Eine ideal eingestellte Heizkurve versorgt die Heizflächen mit der jeweils erforderlichen Vorlauftemperatur.

### ***Optimierung Vorlauftemperatur***

Die Vorlauftemperatur beschreibt die Temperatur, mit der das Heizwasser vom Heizkessel durch den Heizkreislauf geschickt wird. Liegt die Vorlauftemperatur dauerhaft höher als sie für eine komfortable Raumtemperatur benötigt wird, führt das zu einem Mehrverbrauch an Energie.

### ***Optimierung Pumpenleistung***

Die Umwälzpumpe sorgt in einer Heizungsanlage dafür, das erwärmte Wärmeträgermedium Wasser zu den Heizkörpern zu befördern und das abgekühlte Wasser wieder zurückzuführen. Die Umwälzpumpe wird mit Strom betrieben. Idealerweise wird von der Pumpe genau die Menge Wasser befördert, die benötigt wird, um die Heizkörper zu erwärmen. Wird mehr Wasser befördert als benötigt wird, vervielfacht das die Stromkosten. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass eine optimal eingestellte Umwälzpumpe zu erheblichen Energieeinsparungen beitragen kann.

Zur Hebung dieses Potenzials hat die Universitätsstadt Marburg, gemeinsam mit dem Landkreis Marburg-Biedenkopf, in diesem Jahr Gutscheine für den Austausch alter Heizungspumpen verlost. Die Verlosung stieß auf reges Interesse. Gewonnen werden konnten Gutscheine im Wert von bis zu 200 Euro für den Erwerb und Einbau einer hocheffizienten Umwälzpumpe.<sup>88</sup>

### ***Optimierung Thermostat-Ventile***

Thermostatventile sorgen für eine konstante Raumtemperatur. Da bereits eine 1°C höhere Raumtemperatur einen erheblichen Energie-Mehrverbrauch nach sich zieht, können optimal eingestellte Thermostat-Ventile zur Energieeinsparung beitragen.

### ***Zusammenfassung der Potenziale im Bereich Anlagenoptimierung***

Da das Thema Anlagenoptimierung keine Erneuerbare Energie ist und immer im Einzelfall betrachtet werden muss, beschränkt sich das Teilkonzept Erneuerbare Energien darauf, die Empfehlung auszusprechen, auch diese Möglichkeit der Energieeinsparung und damit Verringerung von CO<sub>2</sub>-Emissionen auszuschöpfen und umfassend sowohl Privatpersonen

---

<sup>88</sup> Quelle: Universitätsstadt Marburg (<http://www.marburg.de/de/127830>)

als auch Gewerbetreibende über die Möglichkeiten, Kosten und Förderungen im Bereich der Anlagenoptimierung zu informieren.

Die Stadtverwaltung der Universitätsstadt Marburg sollte das Gespräch mit Schornsteinfeuern und dem örtlichen Handwerk suchen, damit eine konkrete Ansprache der Anlagenbetreiber erfolgen und auf das enorme Potenzial hingewiesen werden kann. Eine Einbindung der Energieberatung ist unbedingt empfehlenswert.

Mit den örtlichen Banken und den Stadtwerken kann zudem über Möglichkeiten der Förderung nachgedacht werden. Eine Auswertung der Verlosung von Heizungspumpen-Gutscheinen (siehe „Optimierung Pumpenleistung“) kann hier konkrete Ansatzpunkte liefern.

Grundsätzlich lässt sich durch Anlagenoptimierung nach Einschätzung von Experten ca. 5% des privaten Gasverbrauchs einsparen.

### Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen

Maßnahme	Akteure	Umsetzung <sup>89</sup>
M49: Bereitstellung von Informationen für Privatpersonen und Gewerbetreibende zu den Möglichkeiten der Energieeinsparung durch Anlagenoptimierung	Universitätsstadt Marburg, Energieberatung	KF
M50: Ansprache der Anlagenbesitzerinnen und –besitzer über örtliches Handwerk und Energieberatung	Universitätsstadt Marburg, Energieberatung, örtliches Handwerk	KF

**Tabelle 36: Empfehlung für abgeleitete Maßnahmen: Anlagenoptimierung**

<sup>89</sup> Zeitraum der Umsetzung: KF = kurzfristig (bis 2 Jahre); MF = mittelfristig (2-5 Jahre); LF = langfristig (mehr als 5 Jahre)

## 7. Maßnahmenkatalog

Ein zentrales Ziel des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien war die Entwicklung eines Maßnahmenkataloges mit konkreten Handlungsvorschlägen. Dieser wurde in einem partizipativen Prozess in enger Abstimmung mit den beteiligten relevanten Akteuren vor Ort erarbeitet und abgestimmt.

Im Folgenden werden die einzelnen erarbeiteten Maßnahmen im Detail beschrieben. Neben einer kurzen Beschreibung der Maßnahme werden jeweils die potenziellen Einsparungen ausgewiesen, Umsetzungszeitraum und erforderliche Akteure sowie die jeweilige Zielgruppe der Maßnahme benannt, Realisierungsaufwand, Finanzierung und Beteiligungsmodelle sowie die Effekte auf die regionale Wertschöpfung beschrieben und eine Priorisierung der Maßnahmen vorgenommen.

Die Maßnahmen werden für die folgenden Handlungsfelder entwickelt:

- CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Windkraft (Großwindanlagen, Kleinstwindanlagen, Kleinwindanlagen)
- Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie)
- Biomasse
- Wasserkraft
- Geothermie (oberflächennah)
- Abwasserwärme
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Maßnahmen Anlagenoptimierung

Ein Überblick der Maßnahmen findet sich unter Punkt 2.3, eine Übersicht der Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Priorisierung unter 7.10.



## 7.1. Maßnahmen CO<sub>2</sub>-Bilanz

### Maßnahme 1: CO<sub>2</sub>-Bilanz

#### **Beschreibung der Maßnahme:**

Die Beschaffung lokaler Daten für die CO<sub>2</sub>-Bilanz ist mitunter sehr aufwändig. Daher hat das Regierungspräsidium Gießen Ende 2013 angeboten einen Großteil der Daten für mehrere Kommunen zentral zu erheben. Dadurch muss nur noch ein Teil der Daten von den Kommunen selbst erhoben werden. Sobald die für eine Endbilanz erforderlichen Daten vorliegen, sind folgende Schritte anzugehen:

- Aktualisierung der CO<sub>2</sub>-Bilanz in ECORegion
- Veröffentlichung der aktualisierten Bilanz auf der Homepage der Universitätsstadt Marburg
- Berechnung der realisierten CO<sub>2</sub>-Einsparungen auf Grundlage dieser Bilanz

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014)
Erforderliche Akteure	Klimaschutzbeauftragte der Universitätsstadt Marburg; Regierungspräsidium Gießen
Zielgruppe	Stadtverwaltung Universitätsstadt Marburg, Politik, Bürgerinnen und Bürger
Realisierungsaufwand	Arbeitsaufwand der Klimaschutzbeauftragten zur Sammlung der Daten
Finanzierung/Betreibermodelle	-
Effekte auf regionale Wertschöpfung	-

## 7.2. Maßnahmen Windkraft

### 7.2.1. Windkraft - Großwindanlagen

#### Maßnahme 2: Großwind-Potenzialfläche Lichter Küppel

##### Beschreibung der Maßnahme:

Auf der Wind-Potenzialfläche „Lichter Küppel“ ist ein technisches Potenzial für 3 Windkraftanlagen vorhanden. Windmessungen laufen, eine Fledermauskartierung wird erstellt, ein avifaunistisches Gutachten ist in Arbeit. Visualisierungen wurden bereits erstellt, ein Genehmigungsantrag befindet sich in Vorbereitung. Die nächsten Schritte sehen wie folgt aus:

- nach Auswertung der erfolgten Windmessung und Abschätzung, ob ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist, muss entschieden werden, ob ein Genehmigungsantrag eingereicht wird
- Zeitpunkt und Art der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit sind festzulegen

##### Potenzielle Einsparungen:

Bei Umsetzung von 3 Anlagen mit einer installierten Leistung von jeweils 3 MW können jährlich ca. 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt und 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014/2015)
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg, juwi (Projektierer)
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Realisierungsaufwand	hoher Planungsaufwand hohe Investitionskosten
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg, ggf. als Bürgerwindpark umsetzbar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel (abhängig von der Beteiligung der Akteure vor Ort)

**Maßnahme 3: Großwind-Potenzialfläche Bürgelner Gleichen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Auf der Wind-Potenzialfläche „Bürgelner Gleichen“ ist ein technisches Potenzial für 6 Windkraftanlagen vorhanden. Windmessungen laufen, eine Fledermauskartierung wird erstellt, ein avifaunistisches Gutachten ist in Arbeit. Visualisierungen wurden bereits erstellt, ein Genehmigungsantrag befindet sich in Vorbereitung. Die nächsten Schritte sehen wie folgt aus:

- nach Auswertung der erfolgten Windmessung und Abschätzung, ob ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist, muss entschieden werden, ob ein Genehmigungsantrag eingereicht wird
- Prüfung der Einbindung eines Projektierers
- Zeitpunkt und Art der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit sind festzulegen

**Potenzielle Einsparungen:**

Bei Umsetzung von 6 Anlagen mit einer installierten Leistung von jeweils 3 MW können jährlich ca. 23,4 Mio. kWh Strom erzeugt und 18.274 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014/2015)
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg (Fachdienst Stadtplanung), ggf. Projektierer, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Zielgruppe	Universitätsstadt Marburg
Realisierungsaufwand	hoher Planungsaufwand hohe Investitionskosten
Finanzierung/Betreibermodelle	ggf. als Bürgerwindpark umsetzbar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel (abhängig von der Beteiligung der Akteure vor Ort)

**Maßnahme 4: Großwind-Potenzialfläche Görzhäuser Hof**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Auf der Wind-Potenzialfläche „Görzhäuser Hof“ ist ein technisches Potenzial für 1-3 Windkraftanlagen vorhanden. Die Fläche gehört mehreren Eigentümern, u.a. der Firma Pharmaserv. Derzeit laufen Abstimmungen zwischen interessierten Investoren und den Grundeigentümern. Die Klärung naturschutzrechtlicher Fragestellungen ist in Arbeit und ein Genehmigungsantrag befindet sich in Vorbereitung. Die nächsten Schritte sehen wie folgt aus:

- Abstimmungen der interessierten Investoren zum weiteren Vorgehen
- ggf. Durchführung von Windmessungen
- Zeitpunkt und Art der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit sind festzulegen

**Potenzielle Einsparungen:**

Bei Umsetzung von 1-3 Anlagen mit einer installierten Leistung von jeweils 3 MW können jährlich zwischen 3,9 und 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 3.046 und 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014/2015)
Erforderliche Akteure	Eigentümer der Vorrangfläche, Universitätsstadt Marburg (Stadtplanung), interessierte Investoren
Zielgruppe	Investoren, Eigentümer der Vorrangfläche, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Realisierungsaufwand	hoher Planungsaufwand hohe Investitionskosten
Finanzierung/Betreibermodelle	ggf. als Bürgerwindpark umsetzbar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel (abhängig von der Beteiligung der Akteure vor Ort)

**Maßnahme 5: Großwind-Potenzialfläche Südliches Ronhausen-Bortshausen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Fläche „Südliches Ronhausen-Bortshausen“ befindet sich auf der Grenze der Gemeinden Weimar, Ebsdorfergrund und der Universitätsstadt Marburg. Der im Marburger Stadtgebiet liegende Flächenanteil weist ein technisches Potenzial für 1-3 Windkraftanlagen auf.

Die konkreten nächsten Schritte sehen wie folgt aus:

- Abstimmung der Gemeinden und Entscheidung, ob die Potenzialfläche beplant werden soll. Von Seiten der Universitätsstadt Marburg wurde bereits ein Interesse an der Fläche bekundet.
- Durchführung von Windmessungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sowie Vorbereitung eines Genehmigungsantrags inkl. Erstellung avifaunistischer Gutachten
- Zeitpunkt und Art der Information und Beteiligung der Öffentlichkeit sind festzulegen

**Potenzielle Einsparungen:**

Bei Umsetzung von 1-3 Anlagen mit einer installierten Leistung von jeweils 3 MW können jährlich zwischen 3,9 und 11,7 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 3.046 und 9.137 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	mittelfristig (ab 2016)
Erforderliche Akteure	für Windkraft zuständige Vertreterinnen und Vertreter der Universitätsstadt Marburg, der Gemeinde Weimar und der Gemeinde Ebsdorfergrund
Zielgruppe	Gemeinden Weimar, Ebsdorfergrund und Universitätsstadt Marburg, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Realisierungsaufwand	hoher Planungsaufwand hohe Investitionskosten
Finanzierung/Betreibermodelle	ggf. als Bürgerwindpark umsetzbar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel (abhängig von der Beteiligung der Akteure vor Ort)



**Maßnahme 6: Großwind-Potenzialfläche Dilschhausen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Wind-Potenzialfläche „Dilschhausen“ ist nicht mehr als Windvorrangfläche im Teilregionalplan Hessen enthalten. Eine Beantragung der Wiederaufnahme ist durch die Universitätsstadt Marburg erfolgt. Bis zur Wiederaufnahme der Fläche in den Teilregionalplan kann die Fläche nicht weiter beplant werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Potenzial aufgrund der Rahmenbedingungen (kein Vorranggebiet) derzeit nicht realisierbar. Im Falle der Wiederaufnahme in den Teilregionalplan ist die Fläche zu beplanen und ein Potenzial auszuweisen.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	mittelfristig (ab 2016) – langfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, ggf. Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	bei Umsetzung: Universitätsstadt Marburg, ggf. Stadtwerke Marburg, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Realisierungsaufwand	bei Umsetzung vermutlich hoher Planungsaufwand und hohe Investitionskosten
Finanzierung/Betreibermodelle	ggf. als Bürgerwindpark umsetzbar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel (abhängig von der Beteiligung der Akteure vor Ort)

**Maßnahme 7: Prüfung Repowering Windpark Wehrda**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Ein Repowering der bestehenden Anlagen am Standort Wehrda ist derzeit nicht möglich, da Wehrda nicht mehr als Windvorranggebiet im Regionalplan ausgewiesen ist.

Repowering stellt jedoch eine energetisch sinnvolle Maßnahme dar und bietet ein erhebliches Potenzial zur Einsparung von CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen.

Daher sollte die Möglichkeit des Repowering erneut geprüft werden, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern und Wehrda z.B. als Windvorranggebiet wieder aufgenommen wird.

**Potenzielle Einsparungen:**

Potenzial aufgrund der Rahmenbedingungen derzeit nicht realisierbar. Im Falle einer Umsetzung näher zu quantifizieren, vermutlich hohes Potenzial.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	mittelfristig (ab 2016) – langfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg, Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	hoch, v.a. aufgrund der beschriebenen Ausgangssituation (kein Vorranggebiet)
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

## 7.2.2. Windkraft - Kleinstwindanlagen

### Maßnahme 8: Umsetzung der Kleinstwind-Pilot- und Demonstrationsanlage am Standort Sellhof

#### Beschreibung der Maßnahme:

Zur Sammlung von Erfahrungen mit Kleinstwindkraftanlagen plant die Stadtverwaltung der Universitätsstadt Marburg die Errichtung einer Pilot- und Demonstrationsanlage am Standort Sellhof. Die Umsetzung ist voranzutreiben.

#### Potenzielle Einsparungen:

Die geplante Pilotanlage kann bei einer Leistung von 1 kW und unter der Annahme von 300 Volllaststunden etwa 1.200 kWh Strom jährlich erzeugen. Hierdurch können 0,937 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014)
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	interessierte Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende
Realisierungsaufwand	gering, da Planung weitgehend abgeschlossen
Finanzierung/Betreibermodelle	Universitätsstadt Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel – hoch



**Maßnahme 9: Standortsuche und Errichtung einer Kleinstwindanlage, Stadtwerke Marburg**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Stadtwerke besitzen eine Kleinstwindanlage, für die derzeit ein geeigneter Standort gesucht wird. Die Suche nach einem Standort ist voranzutreiben und die Anlage umzusetzen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Die geplante Pilotanlage kann bei einer Leistung von 6 kW und angenommenen 300 Volllaststunden etwa 1.800 kWh Strom jährlich erzeugen. Hierdurch können 1,406 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014)
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg, interessierte Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende
Realisierungsaufwand	je nachdem, ob ein wirtschaftlicher Betrieb der Anlage angestrebt wird, kann die Standortsuche mit einem erhöhten Aufwand z.B. durch Windmessungen verbunden sein, da die Windkarte allein nicht ausreichen wird, um wirtschaftliche Standorte zu identifizieren
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel-hoch

**Maßnahme 10: Prüfung der Nutzbarkeit von Dachflächen des Universitätsklinikums Gießen und Marburg zur energetischen Nutzung, Verpachtungsmodell**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Das auf den Lahnbergen ansässige Universitätsklinikum Gießen und Marburg verfügt nach Expertenaussagen über ungefähr 15.000 m<sup>2</sup> Dachfläche. Grundsätzlich, so die interviewten Experten, ist eine Nutzung der Flächen durch Dritte denkbar, solange der Klinikbetrieb dadurch nicht gestört und die Gebäudehülle nicht beschädigt wird.

Die nächsten Schritte sehen wie folgt aus:

- Prüfung der Eignung der Dachflächen für die Installation solarenergetischer Anlagen (Photovoltaik, Solarthermie) oder von Kleinstwindkraft
- Prüfung der Auswirkungen installierter Anlagen auf Klinikbetrieb und Gebäudehülle
- Prüfung Betreibermodell auf Umsetzbarkeit und Wirtschaftlichkeit

**Potenzielle Einsparungen:**

Aufgrund der Ungewissheit über die Dachbeschaffenheit kann nur auf ein theoretisches Potenzial hingewiesen werden.<sup>90</sup> Eine detaillierte Quantifizierung sollte nach Prüfung der Dachflächen erfolgen.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig – mittelfristig
Erforderliche Akteure	Klinikum Marburg-Gießen
Zielgruppe	Klinikum, Investoren, ggf. Bürgerinnen und Bürger im Rahmen von Bürgerbeteiligungsmodellen
Realisierungsaufwand	mittel (Aufwand zur Durchführung der Windmessungen)
Finanzierung/Betreibermodelle	Verpachtungsmodell, ggf. Bürgerbeteiligungen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

<sup>90</sup> Rein theoretisch könnten bei einer Installation von 15.000 m<sup>2</sup> Photovoltaik-Modulfläche jährlich zwischen 1,6 und 2 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 1.132 und 1.405 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

**Maßnahme 11: Monitoring der installierten Kleinstwindkraftanlagen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Monitoring der neu installierten und noch zu installierenden Anlagen: Pilotanlage der Universitätsstadt Marburg am Hochbehälter Sellhof und Anlage der Stadtwerke Marburg (Standort noch nicht festgelegt).

Um Erkenntnisse für weitere Kleinstwindkraft-Maßnahmen zu gewinnen, sind die folgenden Schritte erforderlich:

- Monitoring des tatsächlichen Energieertrags und der tatsächlich realisierten Windgeschwindigkeiten der Pilotanlagen
- Ermittlung und Bewertung der tatsächlichen Einsparung CO<sub>2</sub>-äquivalenter Emissionen
- Bewertung der Wirtschaftlichkeit durch Einspeisung und durch Eigennutzung des erzeugten Stroms
- Bewertung des Genehmigungsaufwands und des Aufwands durch artenschutzrechtliche Gutachten

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch das Monitoring lassen sich indirekte Effekte erzielen.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	interessierte Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	gering
Finanzierung/Betreibermodelle	Realisierung durch Mitarbeiter der Universitätsstadt Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	gering

**Maßnahme 12: Informationsbereitstellung für Kleinstwindkraft-Interessierte**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Bereitstellung der Erkenntnisse aus dem Monitoring bestehender Kleinstwindkraftanlagen (Maßnahme 12) für interessierte Bürgerinnen und Bürger und Gewerbetreibende. Bereitstellung von Know-How auch für die Energieberatung der Universitätsstadt Marburg.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Informationsbereitstellung lassen sich indirekte Effekte erzielen.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	interessierte Bürgerinnen und Bürger, Gewerbetreibende, Energieberatung
Realisierungsaufwand	gering (Sammlung von Erfahrungen und Aufbereitung in geeigneter Form)
Finanzierung/Betreibermodelle	Realisierung durch Mitarbeiter der Universitätsstadt Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	gering

### 7.2.3. Windkraft - Kleinwindanlagen

#### Maßnahme 13: Ansprache der Aussiedlerhöfe zu Möglichkeiten der Nutzung von Kleinwindkraft und weiteren Erneuerbaren Energien

##### **Beschreibung der Maßnahme:**

Kleinwindanlagen mit einer Gesamtanlagenhöhe bis 50 m bieten sich vor allem für abseits gelegene Betriebe wie z.B. Aussiedlerhöfe an.

Die Besitzerinnen und Besitzer von Aussiedlerhöfen sollten durch die Universitätsstadt Marburg angesprochen und ganzheitlich zu den verschiedenen Möglichkeiten der Energieerzeugung beraten werden, u.a. auch zu den Möglichkeiten der Nutzung von Kleinwindkraft.

##### **Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Ansprache lassen sich indirekte Effekte erzielen. Ohne vorherige Windmessung kann keine Aussage zu einer realisierbaren Einsparung durch Kleinwindkraft erfolgen, da die Karten des Deutschen Wetterdienstes nur auf mäßiges Potenzial schließen lassen. Die möglichen Einsparungen sind jeweils im Einzelfall zu betrachten.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Energieberatung der Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Landwirte, Aussiedlerhöfe
Realisierungsaufwand	Schulung der Energieberaterinnen und Energieberater und Ansprache einzelner Aussiedlerhöfe bzw. Landwirte
Finanzierung/Betreibermodelle	Betrieb durch Eigentümer der Flächen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel - hoch

## 7.3. Maßnahmen Solarenergie

### **7.3.1. Solarenergie - Freiflächen**

#### **Maßnahme 14: Ansprache von Gewerbetreibenden zu solaren Freiflächenanlagen zur Eigennutzung**

##### **Beschreibung der Maßnahme:**

Prüfung sehr gut geeigneter Freiflächen in der Nähe von Gewerbegebieten (siehe Solarkataster der Universitätsstadt Marburg). Ansprache der Gewerbetreibenden. Auf Möglichkeiten, den erzeugten Strom selbst zu verbrauchen und damit Lastspitzen zu glätten, verweisen. Die Maßnahme kann in Kombination mit Maßnahme 16, der Durchführung von Solar-Kampagnen in Gewerbegebieten, erfolgen.

##### **Potenzielle Einsparungen:**

Durch Ansprache der Gewerbetreibenden lassen sich indirekte Effekte erzielen. Bei Installation einer Freifläche von der Größenordnung der im Teilkonzept identifizierten Potenzialfläche Marburg 1 können etwa 1,8 Mio. kWh Strom erzeugt und 1.284,7 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Kampagnenteam (bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadtwerke Marburg, der Stadtverwaltung, der GeWoBau, des örtlichen Handwerks, der regionalen Kreditinstitute, etc.)
Zielgruppe	Gewerbetreibende mit sehr gut geeigneten Freiflächen (nach Solarkataster)
Realisierungsaufwand	Identifikation potenzieller Freiflächen und Ansprache der Gewerbetreibenden
Finanzierung/Betreibermodelle	Eigentümer der Flächen, ggf. Bürgerbeteiligungen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

### 7.3.2. Solarenergie – Photovoltaik und Solarthermie für Private und Gewerbe

#### Maßnahme 15: Kampagne zur Förderung der Nutzung solarer Energie bei Gewerbetreibenden

##### **Beschreibung der Maßnahme:**

Zur Erhöhung der Aufmerksamkeit und zur Forcierung der Nutzung solarer Energie wurden in der Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien Potenziale Kampagnen entwickelt (siehe dazu Maßnahmen 16 und 17). Die Kampagne zur Ansprache Gewerbetreibender ist in Abschnitt 6.2.2. näher erläutert.

Ziel der Kampagne ist es, Gewerbetreibenden in informativen, kurzen Abendveranstaltungen einen Überblick über die Möglichkeiten der Nutzung solarer Energie, aber auch über alternative Möglichkeiten der regenerativen Energieerzeugung und des effizienten Energieeinsatzes, z.B. in Form von KWK, zu geben (siehe hierzu auch Maßnahmen 44). Idealerweise finden die Veranstaltungen in dem jeweiligen Gewerbegebiet bei einem der Gewerbetreibenden vor Ort statt.

Die Ideensammlung aus dem Solarenergie-Workshop, der im Zuge des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien am 30. November 2013 stattfand (s. hierzu auch Kapitel 6.2.2.), sollte zur weiteren Detaillierung und Ausgestaltung der Kampagne genutzt werden.

##### **Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Kampagne lassen sich indirekte Effekte erzielen.

Im Marburger Stadtgebiet ist nach Berechnungen des vorliegenden Klimaschutz Teilkonzeptes ein praktisch realisierbares Potenzial zur Installation von 300.444 m<sup>2</sup> Modulfläche für Photovoltaik vorhanden. Bei einer Leistung von 42.921 kW können jährlich je nach Wirkungsgrad der Module zwischen 31,7 und 39,3 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 22.669 und 28.133 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Dieses Potenzial verteilt sich sowohl auf Dach- als auch Fassadenflächen.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Kampagnenteam (bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadtwerke Marburg, Stadtverwaltung, GeWoBau, des örtlichen Handwerks, der regionalen Kreditinstitute, etc.)
Zielgruppe	Gewerbetreibende mit sehr gut geeigneten Frei- und Dachflächen (nach Solarkataster) oder einem hohen Energieverbrauch (KWK)
Realisierungsaufwand	Organisation der Informationsveranstaltung (inkl. Identifikation der Gewerbegebiete mit hohem Potenzial sehr gut geeigneter Dachflächen, Ansprache Gewerbetreibende, Organisation Räumlichkeiten, Einladung, etc.)
Finanzierung/Betreibermodelle	Gewerbetreibende, ggf. Bürgerbeteiligungen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 16: Kampagne zur Förderung der Nutzung solarer Energie in Privathaushalten**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Zur Erhöhung der Aufmerksamkeit und zur Forcierung der Nutzung solarer Energie wurden in der Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien Potenziale Kampagnen entwickelt (siehe dazu Maßnahmen 16 und 17). Die Kampagnen zur Ansprache von Privatpersonen sind in Abschnitt 6.2.2. näher erläutert.

Ziel der Maßnahmen ist es Privatpersonen über die Möglichkeiten solarer Nutzung zu informieren und für eine Installation konkreter Anlagen zu werben.

Eine Ansprache der Privatpersonen kann über „Solare Energiekarawanen“ (nach vorheriger schriftlicher Ansprache zieht eine „Solare Energiekarawane“ durch Straßenzüge und bietet eine kostenlose Initialberatung an) oder bei „Solaren Stadtteilstellen“ (Straßenfeste in lockerer Atmosphäre, bei denen ein solarer Themenbezug hergestellt wird) erfolgen.

Die Ideensammlung aus dem Solarenergie-Workshop, der im Zuge des Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien am 30. November 2013 stattfand (s. hierzu auch Kapitel 6.2.2.), sollte zur weiteren Detaillierung und Ausgestaltung der Kampagne genutzt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Kampagnen lassen sich indirekte Effekte erzielen.

Im Marburger Stadtgebiet ist nach Berechnungen des vorliegenden Klimaschutz Teilkonzeptes ein praktisch realisierbares Potenzial von 300.444 m<sup>2</sup> Modulfläche für Photovoltaik (Dach- und Fassadenflächen) vorhanden. Bei einer Leistung von 42.921 kW können jährlich je nach Wirkungsgrad der Module zwischen 31,7 und 39,3 Mio. kWh Strom erzeugt und zwischen 22.669 und 28.133 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Für Solarthermie besteht ein realisierbares Potenzial von etwa 28.676 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, wodurch 14,37 Mio. kWh erzeugt und 3.805 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden können.

Zu beachten ist, dass Solarthermie und Photovoltaik in einer Flächennutzungskonkurrenz zueinander stehen. Eine mögliche Lösung für diese Konkurrenzsituation bieten sogenannte Hybridmodule.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Kampagnenteam (bestehend aus Vertreterinnen und Vertretern der Stadtwerke Marburg, Stadtverwaltung, GeWoBau, des örtlichen Handwerks, der regionalen Kreditinstitute, etc.)
Zielgruppe	private Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer mit sehr gut geeigneten Freiflächen (nach Solarkataster)
Realisierungsaufwand	Anschreiben der Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer, Identifikation sehr gut geeigneter Straßenzüge mit hoher Hauseigentümersdichte. Ansprache und Beratung.
Finanzierung/Betreibermodelle	Städtische Mittel, ggf. Förderung
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch



## 7.4. Maßnahmen Biomasse

### Maßnahme 17: Umstellung städtischer Liegenschaften auf Holzhackschnitzel oder Pellets

#### Beschreibung der Maßnahme:

Im Zuge der BioRegio Holz Lahn wurde geprüft, welche Liegenschaften auf Holzhackschnitzel oder Pellets umgestellt werden können. Es wurden 11 Liegenschaften identifiziert, für die eine Umstellung in Frage kommt. Aufgrund der unsicheren Datenlage zu den verfügbaren Biomasse-Restpotenzialen (siehe hierzu auch Kapitel 6.3) muss vor jeder Umstellung eine Prüfung erfolgen, ob eine nachhaltige Beschaffung des zu verfeuernden Rohstoffs nach wie vor gewährleistet werden kann.

Bei den städtischen Liegenschaften handelt es sich um folgende Gebäude:

- P: Mehrzweckhalle, Cyriaxstraße 1a
- P: Grundschule Einhausen
- P: BGH Gisselberg, Zur Fasanerie 6
- P: Friedhofskapelle, Rothenberg
- P: BGH Einhausen, Sankt-Florianstraße
- P: Feuerwehr Einhausen, Stöckebergweg
- P: BGH Marbach, Emil-von-Behring-Straße
- P: Grundschule Marbach, Haselecke
- P: Feuerwehr Marbach, Umgehungsstraße
- P: Kindergarten Teichweg, Teichweg
- H: Gymnasium, Elisabethschule

(P= Pellets H = Holzhackschnitzel)

Die Entwicklung eines Gesamtkonzeptes unter Einbindung von Solarthermie erscheint sinnvoll und sollte unter der Voraussetzung der gebäudetechnischen Eignung geprüft werden.

#### Potenzielle Einsparungen:

Durch Umstellung der genannten Liegenschaften können 1.995 kW Leistung installiert und dadurch etwa 2,51 Mio. kWh jährlich gewonnen und 788 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen vermieden werden.

Priorität	niedrig
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Städtische Liegenschaften / Liegenschafts-Verwaltung
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Städtische Mittel, ggf. Förderungen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 18: Erhebung Datengrundlage zur Bewertung der Güllepotenziale**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Im Bereich Gülle besteht nach Einschätzung der Expertinnen und Experten grundsätzlich ein Potenzial zur energetischen Verwertung. Aus Sicht des Klimaschutzes ist eine energetische Verwertung der Gülle zu empfehlen, da auf diesem Wege das umweltschädliche Methan gebunden werden kann.

Für die Hebung der Potenziale sind die folgenden Schritte nötig:

- Erhebung der Güllepotenziale durch Ansprache der Landwirte und Frage nach Mengengerüsten und derzeitiger Verwertung
- ganzheitliche Beratung von ortsansässigen Landwirten zu den Potenzialen Erneuerbarer Energieerzeugung (s. hierzu auch Maßnahmen 14, 15, 16).
- 

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Datenerhebung lassen sich indirekte Effekte erzielen.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Zielgruppe	Landwirtinnen und Landwirte
Realisierungsaufwand	Auswahl, Ansprache und ganzheitliche Beratung geeigneter landwirtschaftlicher Betriebe
Finanzierung/Betreibermodelle	Universitätsstadt Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 19: Verfolgung Heckenmanagement-Projekt des Landkreises Marburg-Biedenkopf und Ableitung von Erkenntnissen für die Universitätsstadt Marburg**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Der Landkreis Marburg-Biedenkopf führt derzeit ein Projekt „Heckenmanagement“ durch. Ziel des Projektes ist die Kartierung und Digitalisierung von Hecken, die Koordination von Pflegeschnitten und schließlich die Organisation der energetischen Verwertung des Schnittguts.

Die Universitätsstadt Marburg sollte den Fortgang sowie die zentralen Erkenntnisse und Ergebnisse des Projektes inhaltlich verfolgen und prüfen, inwiefern ein solches Heckenmanagement auch für die Universitätsstadt Marburg sinnvoll ist.

Da die städtischen Hecken durch den Dienstleistungsbetrieb der Universitätsstadt Marburg koordiniert gepflegt, geschnitten und zum größten Teil in der Kompostierungsanlage in Cyriaxweimar verwertet werden, bleibt zu prüfen, ob sich der Aufbau eines Heckenmanagements für die verbleibenden Hecken im Stadtgebiet lohnt. Ein Einstieg könnte über die Hecken der GeWoBau und die verbleibenden Hecken in städtischen Randgebieten erfolgen. Ob hiermit ausreichend Heckenschnitt zur energetischen Verwertung in Marburg entstehen kann, muss nach einer ersten Sammlung von Daten geklärt werden

Auf den Aspekt der Nachhaltigkeit sollte auch bei der Prüfung des Heckenmanagements ein besonderes Augenmerk gelegt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch inhaltliche Verfolgung des Projektes des Landkreises Marburg-Biedenkopf und durch Prüfung der Umsetzbarkeit eines Heckenmanagements in der Universitätsstadt Marburg entstehen indirekte Effekte. Erst nach einer Prüfung, ob ein nachhaltig energetisch verwertbares Heckenpotenzial besteht, kann eine Abschätzung der Einsparungen erfolgen.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf, GeWoBau Marburg
Zielgruppe	Universitätsstadt Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Realisierungsaufwand	Beobachtung des Projektfortgangs im Landkreis Marburg-Biedenkopf eher gering; Prüfung der Umsetzbarkeit eines Heckenmanagements in der Universitätsstadt Marburg mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Städtische Mittel (Mitarbeiterkapazitäten)
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 20: Beobachtung Entwicklung Potenziale und Technik für Stroh-Anlagen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Zu den verfügbaren Restpotenzialen zur Verwertung von Stroh fehlt eine aussagekräftige Datengrundlage. Nach Aussage der Expertinnen und Experten jedoch ist das Potenzial bereits weitestgehend aufgebraucht, da ein sehr reger Strohtourismus stattfindet. Aus diesem Grund sowie aus feuerungstechnischen und emissionsrechtlichen Gründen ist eine Forcierung des Stroh-Anlagenbaus aktuell nicht zu empfehlen.

Die Entwicklung der Technik und die Entwicklung der Wirtschaftlichkeit des Betriebs von Stroh-Anlagen sollten inhaltlich verfolgt werden, so dass im Falle einer technischen Weiterentwicklung eine neue Bewertung des vorhandenen Potenzials erfolgen kann.

**Potenzielle Einsparungen:**

Aufgrund der Aussagen der befragten Expertinnen und Experten sowie aufgrund der fehlenden aussagekräftigen Datengrundlage ist nach derzeitigem Wissensstand kein nachhaltig realisierbares Potenzial vorhanden.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Zielgruppe	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Realisierungsaufwand	gering
Finanzierung/Betreibermodelle	-
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 21: Zusammenarbeit und regelmäßiger Austausch wesentlicher Akteure zur Biomasse**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Aufgrund der schwierigen Datengrundlage im Bereich Biomasse ist ein regelmäßiger Austausch zwischen Universitätsstadt Marburg, Stadtwerken Marburg und dem Landkreis Marburg-Biedenkopf zu den Potenzialen und der bestehenden Nutzung von Biomasse sehr wichtig.  
Ggf. kann diese Abstimmung im Zuge des „Runden Tisches Klimaschutz“ erfolgen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure entstehen Synergien.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	ggf. Runder Tisch Klimaschutz; Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Zielgruppe	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg, Landkreis Marburg-Biedenkopf
Realisierungsaufwand	Koordination regelmäßiger Sitzungstermine
Finanzierung/Betreibermodelle	Mitarbeiterkapazitäten der erforderlichen Akteure
Effekte auf regionale Wertschöpfung	-

## 7.5. Maßnahmen Wasserkraft

### Maßnahme 22: Repowering Wasserwerk Marburg Wehrda

#### Beschreibung der Maßnahme:

Die Stadtwerke Marburg beschäftigen sich schon länger mit dem Gedanken das bestehende Wasserwerk in Wehrda im Zuge eines Umbaus zu repowern.

Ob ein Repowering im Zuge einer reinen Anlagensanierung oder im Zuge eines ganzheitlichen Umbaus des Wasserwerks mit ggf. Aufgabe des Mühlgrabens, Deichrückverlegung und Renaturierung sinnvoller ist, muss zunächst näher untersucht und schließlich entschieden werden.

Für Anfang 2014 sind detaillierte Planungen hierfür vorgesehen.

#### Potenzielle Einsparungen:

Durch eine reine Sanierung der Erzeugungsanlage könnte der Ertrag voraussichtlich um ca. 20% gesteigert werden. Für das Wasserkraftwerk Wehrda würde dies bedeuten, dass zusätzlich zu den bereits erzeugten 600.000 kWh weitere 160.000 kWh erzeugt werden könnten. Durch diese zusätzlichen 20% könnten zusätzlich 132 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Durch einen ganzheitlichen Umbau könnte der Ertrag vermutlich um weitere 10% gesteigert werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (Sanierung) – mittelfristig (ganzheitliches Repowering)
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	Ein ganzheitliches Repowering ist mit erheblichem Planungs- und Realisierungsaufwand verbunden. Eine Realisierung ist in diesem Fall vermutlich frühestens 2015 möglich.
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 23: Afföller Wehr, Mühlgraben, „Elisabethmühle“**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Bei der Elisabethmühle am Mühlgraben handelt es sich um eine privat geführte Anlage, die aus zwei Francisturbinen besteht, von denen eine jedoch derzeit defekt ist.

Durch Reparatur oder Ersatz der defekten Turbine könnte der heutige Ertrag mindestens verdoppelt werden.

Alternativ könnte durch eine Aufgabe der Stromerzeugung an der Elisabethmühle die Wassermenge an der geplanten Anlage im Hauptgewässer effektiver genutzt werden (siehe hierzu auch Maßnahme 26).

Der Betreiber der Anlage ist hinsichtlich des Potenzials anzusprechen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Ausgehend von den Erträgen der funktionierenden Francisturbine könnten durch Reparatur oder Ersatz der derzeit defekten Turbine bei einer Anlagenleistung 16 kW jährlich etwa 25.000 kWh Strom erzeugt und etwa 21 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Anlageneigentümer
Realisierungsaufwand	Eine Ansprache des Anlageneigentümers bedeutet einen geringen Aufwand. Eine Umsetzung der Maßnahme ist mit einem mittleren Realisierungsaufwand verbunden.
Finanzierung/Betreibermodelle	Anlageneigentümer, ggf. Förderung
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel bis hoch

**Maßnahme 24: Steinmühlen Wehr, Mühlgraben**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Anlage am Steinmühlen Wehr, Mühlgraben, befindet sich in privatem Besitz. Nachdem der Betreiber Anfang 2013 leider verstorben ist und eine Erneuerung der wasserrechtlichen Genehmigung ansteht, ist das Gespräch mit den Hinterbliebenen des Anlagenbesitzers zu suchen.

Überlegungen der Universitätsstadt Marburg das Wehr zukünftig kanudurchgängig zu gestalten könnten in diesem Zuge angesprochen werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch das Gespräch ergeben sich indirekte Effekte.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Hinterbliebene des Anlageneigentümers
Realisierungsaufwand	Eine Ansprache der Hinterbliebenen bedeutet einen geringen Aufwand. Eine Umgestaltung des Wehrs ist mit erheblichem Planungsaufwand in technischer und naturschutzrechtlicher Sicht verbunden.
Finanzierung/Betreibermodelle	Anlageneigentümer
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel



**Maßnahme 25: Afföller Wehr, Hauptgewässer**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Das Hauptgewässer des Afföller Wehrs verfügt mit einer Fallhöhe von 3,3 m und einer nutzbaren Wassermenge von 10 m<sup>3</sup>/s über ein hohes Potenzial zur Nutzung der Wasserkraft.

Die Universitätsstadt Marburg hat bereits einen Anlagenvorentwurf für eine Kaplan-Rohrturbine erarbeitet. Die folgenden Schritte sollten im Jahr 2014 angegangen werden:

- Genehmigungsplanung
- Klärung der Finanzierungs- und Investorenfrage

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch die geplante Kaplan-Rohrturbine mit einer Nennleistung von 255 kW könnten jährlich etwa 1.100.000 kWh erzeugt und 904 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Sollte es zu einer Aufgabe der Anlage Elisabethmühle kommen, könnte der Energieertrag noch weiter gesteigert und noch mehr CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (2014)
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Universitätsstadt Marburg, ggf. Investoren
Realisierungsaufwand	hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	zu klären
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 26: Grüner Wehr, Mühlgraben, „Lohmühle“**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Das Grüner Wehr am Mühlgraben bietet mit einer nutzbaren Wassermenge von 1,0 m<sup>3</sup>/s und einer Fallhöhe von 1,7 m die Möglichkeit Wasserkraft zu nutzen. Die Stadtwerke Marburg befinden sich in einer konkreten Planung hierzu. Eine Genehmigung stand zum Zeitpunkt der Teilkonzepterstellung noch aus. Mit Vorliegen der Genehmigung kann die Umsetzung beginnen.

Bei Umsetzung könnte die Anlage als Pilotanlage hinsichtlich des Fischabstiegs und der Effektivität eines Wasserrades dienen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Bei einer Leistung von 10 kW könnten jährlich etwa 78.000 kWh generiert und 64 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg, Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel bis hoch

**Maßnahme 27: Rohrturbine am Ketzlerbach**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Grundsätzlich besteht am Ketzlerbach das Potenzial Wasserkraft durch eine Rohrturbine zu nutzen. Vermutlich handelt es sich hier um ein sehr geringes Potenzial. Eine wirtschaftliche Umsetzung ist zu prüfen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Quantifizierung des Potenzials, sobald weiterführende, belastbare Daten vorliegen.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

**Maßnahme 28: Energierückgewinnung durch Druckveränderung im Wassernetz, Umbau des Behälters Wehrshausen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Durch eine Druckminderung im Wassernetz kann Energie rückgewonnen werden. Eine Verbindung und Leitungslegung zwischen den Wasserbehältern Sellhof und Marbach ist durch die Stadtwerke Marburg erfolgt. Aufgrund dieser entstandenen Verbindung kann der Behälter in Wehrshausen zu einer Druckerhöhungsanlage umgebaut werden. Die Stadtwerke befinden sich hierzu bereits in einer konkreten Planung. Eine Umsetzung kann voraussichtlich in 2015 erfolgen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Pro Jahr können nach ersten groben Berechnungen der Stadtwerke 1 kW Leistung eingespart werden, was einem Stromverbrauch von 1.400 kWh und der Emission von 1 t CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen entspricht.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig (Umsetzung voraussichtlich 2015)
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 29: Energiegewinnung durch Druckveränderung im Wassernetz, Umbau weiterer Behälter**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Im Wassernetz kann durch eine Druckminderung zwischen den verschiedenen Hochbehältern Energie rückgewonnen werden. Neben dem angedachten Umbau des Behälters in Wehrshausen (siehe dazu Maßnahme 29) ist die Umsetzung der folgenden Behälter im Zuge eines Umbaus oder einer Sanierungen zu prüfen:

- Hochbehälter Cappel
- Hochbehälter am Forsthaus, oberhalb der Gaststätte „Hansenhaus“

**Potenzielle Einsparungen:**

Quantifizierung des Potenzials auf der Grundlage weiterführender Daten.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 30: Prüfung Pumpenkonzept aller Anlagen zur Druckregulierung im Wassernetz**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Eine Optimierung der im Wassernetz befindlichen Pumpen kann dafür sorgen, dass möglichst wenig Energie dafür aufgewendet wird, das Wasser an den gewünschten Ort zu pumpen. Durch diese Optimierung können Strom und damit verbundene CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden. Die bestehenden Pumpen im Netz sollten untersucht und bedarfsgerecht eingestellt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Die Quantifizierung des Einsparpotenzials muss Pumpenspezifisch erfolgen.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg, Energieberatung, öffentliches Handwerk
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg, Anlagenbetreiber
Realisierungsaufwand	hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg, Anlagenbetreiber
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 31: Umbau der Übergabe Wehrda zur Pumpstation**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Durch einen Umbau der Übergabe, die das Wasser aus Wehrda an die Pumpstation übergibt, können Einsparungen realisiert werden. Die Stadtwerke Marburg befinden sich in Planungen hierzu.

**Potenzielle Einsparungen:**

Nach ersten Schätzungen der Stadtwerke Marburg könnten durch den Umbau jährlich etwa 24.000 kWh und damit 20 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	Der Aufriss für den Umbau müsste in der Straßenmitte erfolgen, was mit einem hohen verkehrstechnischen Aufwand und dadurch vermutlich auch mit höheren Kosten verbunden ist.
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 32: Erneuerung der Entsäuerungsanlage Ronhausen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Stadtwerke Marburg befinden sich derzeit in Planung für den Austausch der bestehenden Entsäuerungsanlage in Ronhausen. Durch Austausch der aktuell nicht regelbaren durch eine neue, regelbare Anlage könnte die Anlage bedarfsgerecht gesteuert werden, was zwar den Regelaufwand erhöht, jedoch auch zu erheblichen Verbesserungen, wie z.B. verminderten Geräuschemissionen und Einsparungen von Energie und CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen führt.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch Erneuerung der Anlage könnten jährlich etwa 10.000 kWh Energie und 8 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch



**Maßnahme 33: Nutzung der Wasserkraft aus dem Abwasser von den Lahnbergen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Auf den Lahnbergen fällt mit dem dort ansässigen Universitätsklinikum Gießen und Marburg sowie der Philipps-Universität Marburg eine beträchtliche Menge Abwasser an.

Zu prüfen ist, inwiefern sich die Abwasserströme für eine energetische Verwertung nutzen lassen und inwiefern mit dem heutigen Stand der Technik ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Im Abwasser mittransportierte größere Objekte und Stoffe können für heutige Turbinensysteme Probleme darstellen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Quantifizierung des Potenzials auf der Grundlage konkreter Abwassermengen.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg, Universitätsklinikum Gießen und Marburg, Philipps-Universität Marburg
Zielgruppe	Abwasserverband Marburg
Realisierungsaufwand	hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	Abwasserverband Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

## 7.6. Maßnahmen Geothermie - oberflächennah

### **Maßnahme 34: Bereitstellung von Informationen zur oberflächennahen Geothermie über die Energieberatung**

#### **Beschreibung der Maßnahme:**

Aufnahme der oberflächennahen Geothermie, ggf. auch in Verbindung mit Solarthermie, in das Portfolio der Energieberatung, um interessierten Bürgerinnen und Bürgern gegenüber auskunftsfähig zu sein.

Sammlung und Bereitstellung von Informationen und Best Practice-Ansätzen im Bereich der oberflächennahen Geothermie. Idealerweise runden Erfahrungen – sowohl positive als auch negative - im Marburger Stadtgebiet das Informationsportfolio ab.

Aufgrund der vorliegenden Daten und vorhandenen Risiken sind Erdwärmemaßnahmen jeweils einer Einzelfallbetrachtung zu unterziehen und Standortspezifisch zu bewerten.

#### **Potenzielle Einsparungen:**

- Durch die Beratung und die Bereitstellung von Informationen bestehen indirekte Effekte.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Energieberatung
Zielgruppe	Hausbesitzerinnen und –besitzer sowie Gewerbetreibende, die sich für alternative Wärmeerzeugung interessieren
Realisierungsaufwand	Zusammenstellung der Informationen und Einholung der Bereitschaft bestehender Anlagenbetreiber die Daten ihrer Anlagen zu veröffentlichen
Finanzierung/Betreibermodelle	Städtische Mittel (Mitarbeiterkapazitäten)
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung mittel bis hoch

## 7.7. Maßnahmen Abwasserwärme

### Maßnahme 35: Prüfung Stand Technik und Wirtschaftlichkeit von Abwasserwärmegewinnung im Haus

#### **Beschreibung der Maßnahme:**

Die Technik zur Nutzung von Abwasserwärme direkt im Haus und noch vor Einleitung in das öffentliche Kanalnetz ist nach aktuellem Wissensstand heute noch nicht so weit entwickelt, dass ein wirtschaftlicher Betrieb sichergestellt werden kann.

Die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen prüft in einer Studie derzeit die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Wärmegewinnung aus Abwasser im Haus.

Die Entwicklung des Stands der Technik und wirtschaftliche Darstellbarkeit von Abwasserwärmennutzung im Haus, sowie die Ergebnisse der Studie der RWTH Aachen sollten weiter beobachtet werden. Mittelfristig sollte eine erneute Bewertung der Technik erfolgen und ggf. eine Förderung der Nutzung angestrebt werden.

#### **Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Einsparungen sind bei Umsetzung der Maßnahmen möglich.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg (Liegenschaften/ Gebäudewirtschaft)
Zielgruppe	bei Umsetzung: Hauseigentümerinnen und –eigentümer
Realisierungsaufwand	gering (Beobachtung der Entwicklungen), mittel bei Umsetzung
Finanzierung/Betreibermodelle	bei Umsetzung: Hauseigentümerinnen und -eigentümer
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

**Maßnahme 36: Regelmäßiger Austausch eines Abstimmungskreises Abwasserwärme**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Für eine erfolgreiche Nutzung der Wärme aus Abwasser sind vor allem der Energiestandard des betroffenen Gebäudes, die jeweils erforderliche Rücklauftemperatur, aber auch die Entfernung des Gebäudes zum Abwasserkanal entscheidend.

Es erscheint sinnvoll bei geplanten Neubauten oder Sanierungen jeweils die Möglichkeit zu prüfen, Abwasserwärme zu nutzen. Daher wird empfohlen ein Gremium zu institutionalisieren, das aus Vertreterinnen und Vertretern der Universitätsstadt Marburg (Bauamt) und der Stadtwerke Marburg besteht und sich in regelmäßigen Abständen zu anstehenden Baumaßnahmen (Neubauten, Sanierungen) und den Anschlussmöglichkeiten für Abwasserwärme austauscht.

Grundsätzlich sollten alle Wärmemaßnahmen eng mit den Stadtwerken Marburg abgestimmt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Einsparpotenzial fällt erst bei Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg (Bauamt), Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	ausreichend sanierte Liegenschaften, die in hinreichender Nähe zum Abwasserkanal liegen
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Betreiber der Abwasserwärmeanlagen, Liegenschaftseigentümerinnen und -eigentümer
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 37: Prüfung der Liegenschaften entlang des Hauptsammlers auf Abwasserwärmenutzung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Prüfung der Liegenschaften im Innenstadtbereich entlang des Hauptsammlers Deutschhausstraße / Biegenstraße / Frankfurter Straße / Gisselberger Straße auf Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung, z.B. Reha Fit, VitaFit. Vor allem Prüfung auf anstehende Neubauten oder Sanierungen im Zuge der Abstimmungen (vgl. Maßnahme 37).

**Potenzielle Einsparungen:**

Entlang des Hauptsammlers gibt es ca. 10 – 15 potenzielle Entnahmepunkte zu je 30 kW Leistung. Insgesamt sind ca. 500 kW Leistung im Netz verfügbar. Bei Nutzung des gesamten Potenzials könnten 750.000 kWh jährlich erzeugt und 65 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg (Bauamt), Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Liegenschaften mit ausreichendem Gebäudestandard entlang des Hauptsammlers
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Betreiber der Abwasserwärmeanlagen, Liegenschaftseigentümerinnen und -eigentümer
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 38: Untersuchung Umsetzungsaufwand Abwasserwärmenutzung Aquamar/ Hallenbad Wehrda**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Nach Aussagen des städtischen Bäderdirektors leitet das Aquamar nur das Filter-Rückspülwasser direkt in die Lahn ein. Die Nutzung der Abwasserwärme ist hier vermutlich nur mit hohem Aufwand realisierbar.

Das übrige Abwasser des Aquamar fließt in den Kanal. Eine Aussage zu den täglichen Abwassermengen wurde nicht zur Verfügung gestellt.

Da Schwimmbäder aufgrund ihres ganzjährig hohen Energiebedarfs auf Niedertemperaturniveau ideale Abnehmer für Abwasserwärme sind, sollte eine Möglichkeit der Abwassernutzung für das Aquamar und das Hallenbad in Wehrda mittelfristig erneut geprüft werden.

Bezüglich der Wärmenutzung aus dem Filter-Rückspülwasser des Aquamar sollte der tatsächliche Umsetzungsaufwand im Detail geprüft und Wirtschaftlichkeitsberechnungen angestellt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Durch Nutzung der Wärme aus dem Filter-Rückspülwasser des Aquamar könnten bei einer durch den städtischen Bäderdirektor geschätzten Leistung von 25 kW jährlich 37.500 kWh erzeugt und 3 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg (Städtische Bäder)
Zielgruppe	Aquamar, Hallenbad Wehrda, ggf. weitere städtische Bäder
Realisierungsaufwand	Umsetzung erfordert vermutlich einen sehr hohen apparativen Aufwand
Finanzierung/Betreibermodelle	Betreiber Aquamar
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

**Maßnahme 39: Abwasserwärmenutzung am Ablauf der Kläranlage Cappel**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Im gereinigten Abwasser im Ablauf einer Kläranlage befindet sich ein großes Wärmeangebot und Potenzial zur Wärmenutzung. Auch die Kläranlage Cappel verfügt theoretisch über dieses Potenzial. Da dort jedoch durch zwei Blockheizkraftwerke bereits ausreichend Wärme erzeugt wird, bietet sich kein Potenzial für eine Nutzung der Abwasserwärme.

Mit Erreichen des Lebensendes der beiden Blockheizkraftwerke sollte langfristig eine erneute Prüfung auf Möglichkeiten der Abwasserwärmenutzung in der Kläranlage Cappel erfolgen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Zu jetzigem Zeitpunkt nicht quantifizierbar.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	langfristig
Erforderliche Akteure	Betreiber Kläranlage Cappel (Abwasserverband Marburg)
Zielgruppe	Betreiber Kläranlage Cappel (Abwasserverband Marburg)
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Betreiber Kläranlage Cappel (Abwasserverband Marburg)
Effekte auf regionale Wertschöpfung	mittel

## 7.8. Maßnahmen Kraft-Wärme-Kopplung

### **Maßnahme 40: Durchführung Sanierung des Heizwerks Ortenberg und Anschluss weiterer Wärmeabnehmer**

#### **Beschreibung der Maßnahme:**

Das Heizkraftwerk Ortenberg verfügt über ein großes Potenzial, das aktuell nicht vollständig genutzt wird. Die Gas- und Dampfturbinen-Anlage läuft derzeit nur etwa 3.000 Stunden im Jahr. Möglich wären ca. 6.000 Betriebsstunden. Von Seiten der Stadtwerke Marburg wurde das Potenzial erkannt. Konkrete Schritte zur Sanierung des Netzes und der Anlage befinden sich in Planung.

#### **Potenzielle Einsparungen:**

Durch eine Erhöhung der Betriebsstunden könnten jährlich zusätzlich zu der heutigen Erzeugung weitere 19,5 Mio. kWh erzeugt und 10.043 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig – mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Stadtwerke Marburg, Heizwerk Ortenberg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	hoher langfristiger Investitionsbedarf durch Sanierung Heizkraftwerk und Teile des Wärmenetzes
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch



**Maßnahme 41: Umstellung der Erzeugung der Philipps-Universität Marburg auf den Lahnbergen auf Kraft-Wärme-Kopplung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Auf dem Universitätsgelände auf den Lahnbergen besteht aufgrund der sowohl im Sommer als auch im Winter vorhandenen Grundlast ein großes Potenzial für die Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung. Nach Aussage befragter Experten ist der Bau einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage in konkreter Planung.

**Potenzielle Einsparungen:**

Ausgehend von einer installierten Leistung von 5 MW<sub>el</sub> und 8.000 Betriebsstunden könnten durch diese KWK-Anlage jedes Jahr etwa 40 Mio. kWh Strom erzeugt und 20.600 t CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Phillips-Universität Marburg
Zielgruppe	Phillips-Universität Marburg
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Phillips-Universität Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	hoch

**Maßnahme 42: Erweiterung der Energieberatung um Know-How zum Thema Kraft-Wärme-Kopplung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Ein Aufstocken der Energieberatung um Know-How im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung ist angesichts der Potenziale, die diese Erzeugungsart bietet, unerlässlich. Idealerweise wird die Energieberatung um einen Berater oder eine Beraterin mit technischem Hintergrund ergänzt, der oder die über das entsprechende Fachwissen für alle Erzeugungsarten verfügt. Dadurch kann das Ziel einer ganzheitlichen Energieberatung erfüllt werden. Durch regelmäßige Weiterbildungen kann sichergestellt werden, dass die Beratung immer auf dem aktuellen Stand der Technik beruht.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Eine Einsparung fällt erst bei der Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	Gewerbebetriebe und Privatpersonen mit Wärmebedarf
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Städtische Mittel
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 43: Ansprache von Privatpersonen und Gewerbetreibenden zu den Möglichkeiten der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Nach einem Aufstocken der Energieberatung um wesentliches Know-How im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung (s. Maßnahme 43) sollten Privatpersonen und Gewerbetreibende auf die Möglichkeiten der Umsetzung angesprochen werden. Bei Gewerbetreibenden kann dies im Zuge der Maßnahme 16, für Privatpersonen im Zuge der Maßnahme 17 erfolgen. Ein gemeinsamer Angang mit den Stadtwerken Marburg ist denkbar.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Eine Einsparung fällt erst bei der Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Privatpersonen und Gewerbetreibenden mit Wärmebedarf
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	Privatpersonen und Gewerbetreibende, Förderungsmöglichkeiten aufzeigen
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Realisierung der KWK-Projekte durch das örtliche Handwerk hoch

**Maßnahme 44: Bereitstellung Informationen und Erfahrungswerte zum Thema Kraft-Wärme-Kopplung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Eng verknüpft mit Maßnahme 43 ist die Maßnahme, Interessenten bestehende Informationen zugänglich zu machen. Idealerweise handelt es sich dabei auch um Best Practice-Ansätze und erfolgreiche Beispiele der Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung im Stadtgebiet der Universitätsstadt Marburg. Aber auch auf mögliche Hindernisse und Probleme im Bereich der KWK (Mieterhöhungen, steuerliche Abrechnung) und Lösungen hierfür sollte hingewiesen werden. Eine Information zu bestehenden Förder- und Finanzierungsmöglichkeiten sollte ebenfalls bereitgestellt werden.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Eine Einsparung fällt erst bei der Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Privatpersonen und Gewerbetreibende mit Interesse an KWK
Realisierungsaufwand	gering
Finanzierung/Betreibermodelle	städtische Mittel
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 45: Einzelfallprüfung der KWK-Potenziale im Stadtgebiet**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Bestehende Möglichkeiten zur Umsetzung der Kraft-Wärme-Kopplung sollten im Marburger Stadtgebiet jeweils Einzelfallbezogen geprüft werden.

Eine Ansprache von Privatpersonen und Gewerbetreibenden sollte, wie in Maßnahme 44 beschrieben, erfolgen.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Eine Einsparung fällt erst bei der Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Privatpersonen und Gewerbetreibenden mit Wärmebedarf
Realisierungsaufwand	mittel - hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	städtische Mittel, ggf. Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 46: Aufbau Know-How zu Kraft-Wärme-Kopplung beim örtlichen Handwerk**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Da der Ansprechpartner für Wärmeerzeugungsanlagen häufig das örtliche Handwerk ist und dieses meist auch die Installation der entsprechenden Anlagen vornimmt, empfiehlt es sich das örtliche Handwerk hinsichtlich der Möglichkeiten und ggf. auch Schwierigkeiten der Kraft-Wärme-Kopplung zu schulen, v.a. für den Bereich der Nano- und Mikro-KWK. Denkbar ist auch eine gemeinsame Schulung von örtlichem Handwerk und Energieberatern.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Eine Einsparung fällt erst bei der Umsetzung von Maßnahmen an.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig - mittelfristig
Erforderliche Akteure	Energieberatung, Universitätsstadt Marburg
Zielgruppe	örtliches Handwerk
Realisierungsaufwand	gering – mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	örtliches Handwerk
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung von Maßnahmen hoch

**Maßnahme 47: Schwarmkraftwerke / Virtuelle Kraftwerke**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Der Herausforderung eines schwankenden Stromangebots bei Erneuerbaren Energien kann durch sogenannte Schwarmkraftwerke begegnet werden.

Gemeinsam mit den Stadtwerken Marburg kann ein derartiges Schwarmprodukt entwickelt werden. Erdgaskunden der Stadtwerke Marburg könnte man z.B. ermöglichen, über eine eigene, ggf. geförderte KWK-Anlage, Ertrag zu generieren.

**Potenzielle Einsparungen:**

Aufgrund der heute noch hohen Kosten für Kommunikation und Steuerungsaufwand besteht noch ein sehr geringes Potenzial.

Priorität	gering
Umsetzungszeitraum	mittelfristig
Erforderliche Akteure	Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Privatpersonen und Gewerbetreibende
Realisierungsaufwand	mittel – hoch
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch

**Maßnahme 48: Aufbau von Mikro-Nahwärmenetzen für Kommunen**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Die Stadtwerke Marburg führen aktuell ein Pilotprojekt durch, das den Aufbau von Mikro-Nahwärmenetzen für Kommunen vorsieht. Vor allem für Außenbezirke von Kommunen, deren Anbindung an Versorgungsnetze sonst schwierig ist, liegt hierin ein hohes Potenzial.

Das Pilotprojekt und die wesentlichen Erkenntnisse hieraus sind inhaltlich weiter zu verfolgen. Nach Abschluss des Projektes ist eine Verwertung der Ergebnisse für die Universitätsstadt Marburg zu diskutieren.

**Potenzielle Einsparungen:**

Grundsätzlich besteht beim Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung ein erhebliches Einsparpotenzial. Das konkrete Potenzial für die Umsetzung von Mikro-Nahwärmenetzen kann erst nach Projektende quantifiziert werden.

Priorität	mittel
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Stadtwerke Marburg
Zielgruppe	Außenbezirke von Kommunen, deren versorgungstechnische Anbindung sich als schwierig erweist
Realisierungsaufwand	zunächst Durchführung Pilotprojekt
Finanzierung/Betreibermodelle	Stadtwerke Marburg
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung hoch





## 7.9. Maßnahmen Anlagenoptimierung

### Maßnahme 49: Bereitstellung Informationen zur Energieeinsparung durch Anlagenoptimierung

#### Beschreibung der Maßnahme:

Die energetische Anlagenoptimierung bietet ein enormes Einsparpotenzial, das meist mit überschaubaren Mitteln realisierbar ist. Privatpersonen als auch Gewerbetreibende sollten zu den Kosten, Einsparmöglichkeiten, aber auch bestehenden Fördermöglichkeiten informiert werden.

#### Potenzielle Einsparungen:

Indirekter Effekt. Bei Umsetzung können grundsätzlich etwa 5% des privaten Gasverbrauchs durch Anlagenoptimierung eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Energieberatung
Zielgruppe	Anlagenbesitzerinnen und –besitzer
Realisierungsaufwand	gering
Finanzierung/Betreibermodelle	Anlagenbesitzerinnen und -besitzer, ggf. Förderung
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung durch örtliches Handwerk hoch.

**Maßnahme 50: Ansprache von Anlagenbesitzerinnen und –besitzern zu den Möglichkeiten der Anlagenoptimierung**

**Beschreibung der Maßnahme:**

Da die Optimierung von Anlagen ein erhebliches Einsparpotenzial bietet, sollten Anlagenbesitzerinnen und –besitzer auf diese Möglichkeiten angesprochen werden. Am besten erfolgt die Ansprache über Schornsteinfeger bzw. das örtliche Handwerk oder die Energieberatung (s. auch Maßnahme 49). Auch eine Ansprache im Zuge der Maßnahmen 16 und 17 ist denkbar.

**Potenzielle Einsparungen:**

Indirekter Effekt. Bei Umsetzung können grundsätzlich etwa 5% des privaten Gasverbrauchs durch Anlagenoptimierung eingespart werden.

Priorität	hoch
Umsetzungszeitraum	kurzfristig
Erforderliche Akteure	Universitätsstadt Marburg, Energieberatung, örtliches Handwerk
Zielgruppe	Anlagenbesitzerinnen und –besitzer
Realisierungsaufwand	mittel
Finanzierung/Betreibermodelle	örtliches Handwerk, städtische Mittel
Effekte auf regionale Wertschöpfung	bei Umsetzung durch örtliches Handwerk hoch

## 7.10. Umsetzungszeitplan der Maßnahmen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Umsetzungszeitplan der erarbeiteten Maßnahmen, gestaffelt nach Priorisierung.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	...
Kurzfristige Maßnahmen	■							
Mittelfristige Maßnahmen			■					
Langfristige Maßnahmen						■		

Tabelle 37: Übersicht der Umsetzungszeiträume von Maßnahmen

Kurzfristige Maßnahmen	
hohe Priorität	<p><u>Großwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M2: Potenzialfläche Lichter Küppel</li> <li>▪ M3: Potenzialfläche Bürgelner Gleichen</li> <li>▪ M4: Potenzialfläche Görzhäuser Hof</li> </ul>
	<p><u>Solarenergie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M14: Ansprache von Gewerbetreibenden zu solaren Freiflächenanlagen zur Eigennutzung</li> <li>▪ M15: Kampagne zur Förderung der Nutzung solarer Energie bei Gewerbetreibenden</li> <li>▪ M16: Kampagne zur Förderung der Nutzung solarer Energie in Privathaushalten</li> </ul>
	<p><u>Wasserkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M25: Afföller Wehr, Hauptgewässer</li> <li>▪ M26: Grüner Wehr, Mühlgraben, „Lohmühle“</li> </ul>
	<p><u>KWK</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M41: Umstellung der Erzeugung der Philipps-Universität Marburg auf den Lahnbergen auf KWK</li> <li>▪ M42: Erweiterung Energieberatung um Know-How zum Thema KWK</li> </ul>
	<p><u>Anlagenoptimierung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M49: Bereitstellung Informationen zu Energieeinsparung durch Anlagenoptimierung</li> <li>▪ M50: Ansprache von Anlagenbesitzerinnen und –besitzern zu Möglichkeiten der Anlagenoptimierung</li> </ul>

Kurzfristige Maßnahmen	
mittlere Priorität	<p><u>CO<sub>2</sub>-Bilanz</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M1: CO<sub>2</sub>-Bilanz</li> </ul> <p><u>Kleinstwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M8: Umsetzung der Kleinstwind-Pilot- und Demonstrationsanlage am Standort Sellhof</li> <li>▪ M13: Ansprache der Aussiedlerhöfe zu Möglichkeiten der Nutzung von Kleinwindkraft und weiteren Erneuerbaren Energien</li> </ul> <p><u>Biomasse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M18: Erhebung Datengrundlage zur Bewertung der Güllepotenziale</li> <li>▪ M21: Zusammenarbeit und regelmäßiger Austausch der wesentlichen Akteure</li> </ul> <p><u>Wasserkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M23: Afföller Wehr, Mühlgraben, „Elisabethmühle“</li> <li>▪ M24: Steinmühlen Wehr, Mühlgraben</li> <li>▪ M28: Energierückgewinnung durch Druckveränderung im Wassernetz, Umbau des Behälters in Wehrshausen</li> </ul> <p><u>Oberflächennahe Geothermie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M34: Bereitstellung von Informationen zur oberflächennahen Geothermie über die Energieberatung</li> </ul> <p><u>Abwasserwärme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M36: Regelmäßiger Austausch eines Abstimmungskreises Abwasserwärme</li> <li>▪ M37: Prüfung der Liegenschaften entlang des Hauptsammlers auf Abwasserwärmenutzung</li> </ul> <p><u>KWK</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M43: Ansprache von Privatpersonen und Gewerbetreibenden zu den Möglichkeiten der Nutzung von KWK</li> <li>▪ M44: Bereitstellung Informationen und Erfahrungswerte zum Thema KWK</li> <li>▪ M45: Einzelfallprüfung der KWK-Potenziale im Stadtgebiet</li> <li>▪ M48: Aufbau von Mikro-Nahwärmenetzen für Kommunen</li> </ul>
geringe Priorität	<p><u>Kleinstwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M9: Standortsuche und Errichtung Kleinstwindanlage, Stadtwerke Marburg</li> </ul> <p><u>Wasserkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M27: Rohrturbine am Ketzerbach</li> <li>▪ M33: Nutzung der Wasserkraft aus dem Abwasser von den Lahnbergen</li> </ul>
Kurzfristig – mittelfristige Maßnahmen	
hohe Priorität	<p><u>KWK</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M40: Durchführung Sanierung des Heizwerks Ortenberg und Anschluss weiterer Wärmeabnehmer</li> </ul>

## Kurzfristig – mittelfristige Maßnahmen

<b>mittlere Priorität</b>	<p><u>Wasserkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M22: Repowering Wasserwerk Marburg Wehrda</li> <li>▪ M30: Prüfung Pumpenkonzept aller Anlagen zur Druckregulierung im Wassernetz</li> <li>▪ M31: Umbau der Übergabe Wehrda zur Pumpstation</li> <li>▪ M32: Erneuerung der Entsäuerungsanlage Ronhausen</li> </ul> <p><u>KWK</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M46: Aufbau Know-How zu KWK beim örtlichen Handwerk</li> </ul>
<b>geringe Priorität</b>	<p><u>Kleinstwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M11: Monitoring der installierten Kleinstwindkraftanlagen</li> <li>▪ M12: Informationsbereitstellung für Kleinstwindkraft-Interessierte</li> </ul> <p><u>Biomasse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M19: Inhaltliche Verfolgung Heckenmanagement-Projekt des Landkreises Marburg-Biedenkopf und Ableitung von Erkenntnissen für die Universitätsstadt Marburg</li> </ul>
Mittelfristige Maßnahmen	
<b>mittlere Priorität</b>	<p><u>Großwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M5: Potenzialfläche Südliches Ronhausen-Bortshausen</li> </ul> <p><u>Solarenergie/Kleinstwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M10: Prüfung Nutzbarkeit Dachflächen des Universitätsklinikums Gießen und Marburg zur energetischen Nutzung, Verpachtungsmodell</li> </ul> <p><u>Abwasserwärme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M38: Untersuchung Umsetzungsaufwand Abwasserwärmenutzung Aquamar/ Hallenbad Wehrda</li> </ul>
<b>geringe Priorität</b>	<p><u>Biomasse</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M17: Umstellung städtischer Liegenschaften auf Holzhackschnitzel oder Pellets</li> <li>▪ M20: Beobachtung Entwicklung Potenziale und Technik Stroh-Anlagen</li> </ul> <p><u>Wasserkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M29: Energiegewinnung durch Druckveränderung im Wassernetz, Umbau weitere Behälter</li> </ul> <p><u>Abwasserwärme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M35: Prüfung Stand Technik und Wirtschaftlichkeit von Abwasserwärmegewinnung im Haus</li> </ul> <p><u>KWK</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M47: Schwarmkraftwerke/Virtuelle Kraftwerke</li> </ul>

Mittelfristige – langfristige Maßnahmen	
mittlere Priorität	<p><u>Großwindkraft</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M6: Potenzialfläche Dilschhausen</li> <li>▪ M7: Repowering Windpark Wehrda</li> </ul>
Langfristige Maßnahmen	
geringe Priorität	<p><u>Abwasserwärme</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ M39: Abwasserwärmenutzung am Ablauf der Kläranlage Cappel mit Erreichen des Lebensalters der bestehenden BHKW</li> </ul>

Tabelle 38: Übersicht der Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Priorisierung

## 7.11. Energieberatung

Eine Reihe der erarbeiteten Maßnahmen erfordert in der Umsetzung die flankierende Unterstützung durch ein Energieberatungsangebot. Idealerweise besteht dieses aus zwei Ebenen und umfasst einen „First Level-Support“ in Form einer telefonischen Anlaufstelle für allgemeine Fragen und einen „Second Level-Support“ für eine spezialisierte Beratung.

Im Rahmen der telefonischen Beratung (First Level) sollten Interessenten allgemeine Fragen zu möglichen Maßnahmen mit CO<sub>2</sub>-minderndem Effekt stellen können. Diese Stelle sollte über Informationsmaterial verfügen, welches bei Bedarf den Interessenten zur Verfügung gestellt werden kann. Auf die Möglichkeit einer weitergehenden individuellen Beratung inkl. des jeweiligen Ansprechpartners bzw. der jeweiligen Ansprechpartnerin sollte verwiesen werden.

Die weitergehende Beratung (Second Level) sollte sinnhaft so aufgebaut werden, dass zu ausgewählten Einzelthemen Spezialisten Termine mit den Interessenten vor Ort vereinbaren. Diese individuelle Beratung sollte grundsätzlich unter Berechnung einer Kostenbeteiligung durch den Interessenten erfolgen. Die Höhe der Kostenbeteiligung lässt sich mit festen, gestapelten Kostensätzen realisieren.

Bisher konzentriert sich das Energieberatungsangebot der Universitätsstadt Marburg auf die Beratung bei der energetischen Sanierung und Optimierung. Zukünftig sollte dieses aus Sicht des Teilkonzeptes Erneuerbare Energien ausgeweitet werden auf eine Beratung zu den unterschiedlichen Erzeugungsarten wie Windkraft (v.a. Klein- und Kleinstwindkraft),

Solarenergie (Photovoltaik, Solarthermie, Hybridmodule), Wasserkraft, oberflächennahe Geothermie, Kraft-Wärme-Kopplung und Möglichkeiten der Anlagenoptimierung.

Ideal wäre an dieser Stelle eine aktive Einbindung der Stadtwerke Marburg, die heute bereits über eine eigenständige Energieberatung verfügen.

## 8. Controlling-Konzept

Im Zuge des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes wurden die verfügbaren Potenziale im Bereich Erneuerbarer Energien analysiert und konkrete Maßnahmen geplant. Für eine zielgerichtete Verfolgung des gesetzten CO<sub>2</sub>-Einsparziels sind eine Umsetzung und Fortführung der identifizierten Maßnahmen und damit verbunden auch ein Monitoring der Maßnahmenumsetzung sowie ggf. auch ein eingreifendes Steuern unbedingt erforderlich.

Das erarbeitete Konzept für ein Monitoring-Tool orientiert sich an dem in DIN 16001 beschriebenen Modell für Energiemanagementsysteme (s. folgende Abbildung).

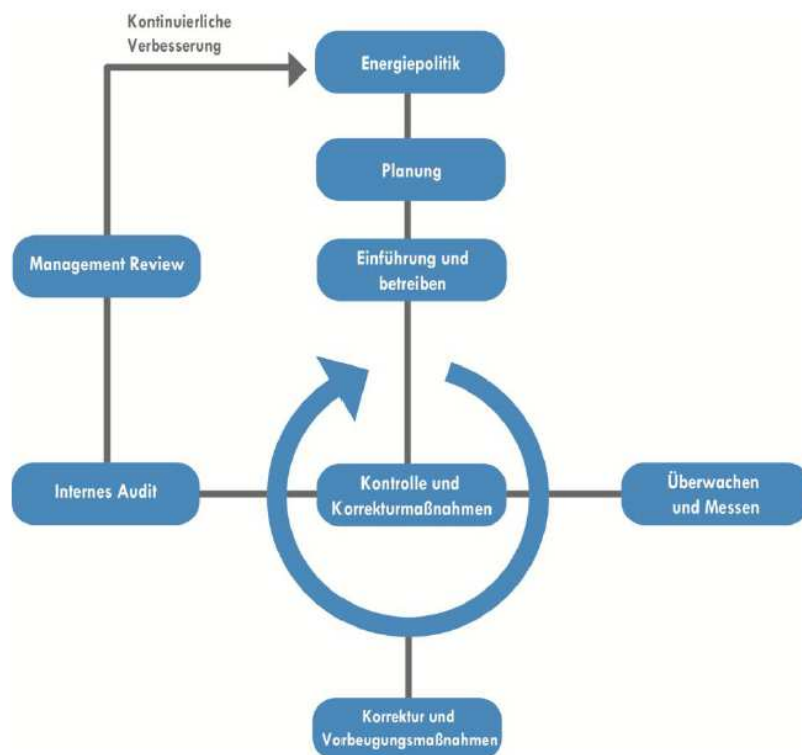


Abbildung 31: Modell Energiemanagementsystem nach DIN 16001;  
Quelle: Vorhabenbeschreibung Universitätsstadt Marburg; DIN 16001

Ein maßnahmenbezogenes Controlling-Tool bietet die Struktur für einen kontinuierlichen Prozess zur Erreichung des gesteckten Klimaschutzziels. Es bildet die Grundlage für Entscheidungen und erfordert eine weitergehende und strukturierte Befassung mit der Erschließung der verfügbaren Potenziale im Bereich Erneuerbarer Energien. Die Klimaschutzbeauftragte der Universitätsstadt Marburg, die die weitere Umsetzung maßgeblich begleiten und vorantreiben wird, kann das Controlling-Tool nutzen, um einzelne Maßnahmen zu verfolgen und sämtliche Informationen im Überblick zu behalten, die sie für eine Steuerung der Umsetzung benötigt.

Das Controlling-Tool setzt auf den Maßnahmen des vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzeptes Erneuerbare Energien auf, die die festgeschriebenen Absichten für die weiteren Aktivitäten im Bereich der Erneuerbaren Energien beschreiben.

Für jede Maßnahme ist ein Umsetzungsverantwortlicher zu benennen. Sofern nicht sinnvoll begründbar, sollte es keine geteilten Verantwortlichkeiten geben. Ein Gesamt-Umsetzungszeitplan, der jeder einzelnen Maßnahme einen Zeitpunkt für Beginn und Ende der Maßnahmenbearbeitung zuweist, wird mit Start der Tool-Nutzung festgelegt. Meilensteine sind sowohl projektübergreifend als auch für einzelne Maßnahmen festzulegen. Die Maßnahmen, die dazugehörigen Verantwortlichkeiten und Zeitraum der Umsetzung sind festgeschrieben und sollten nicht verändert werden.

Je Maßnahme sind die für die Umsetzung der Maßnahme erforderlichen Akteure konkret zu benennen und im Tool zu vermerken.

Viermal jährlich erfolgt bei den Verantwortlichen eine Abfrage zum Stand der Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen. Die Statusmeldungen sind in das Controlling-Tool einzupflegen.

Eine Ampelfunktion erleichtert die Steuerung des Gesamtkonzeptes, da Maßnahmen, bei denen sich eine Verzögerung anbahnt oder bereits besteht, mit einer gelben oder roten Ampel hinterlegt werden können und so sofort sichtbar sind. Eine derartige Ampelfunktion ist sowohl für die zeitliche Realisierung als auch für den Status der technischen Realisierung empfehlenswert.

Die erreichten CO<sub>2</sub>-Einsparungen werden ebenfalls im Tool gepflegt und überwacht und ermöglichen so eine transparente Beurteilung der Erreichung des Gesamtziels.

Für Bemerkungen, etwa einer Begründung, warum sich die Maßnahme in zeitlichem Verzug befindet, ist ebenfalls ein separates Feld vorgesehen.



---

Aus den Status-Rückmeldungen der Maßnahmenverantwortlichen sind bei Problemen entsprechende Korrekturmaßnahmen oder Anpassungen zu veranlassen. Ziel ist es aus Fehlern zu lernen und für weitere Maßnahmen zu optimieren.

Alle wesentlichen statusbeeinflussenden Handlungen sind im Controlling-Tool zu pflegen.

Das Controlling-Tool selbst ist im Laufe der Bearbeitung in regelmäßigen Abständen auf seine Nützlichkeit, Handhabbarkeit und Wirksamkeit zur Zielerreichung zu prüfen.

Arbeitserleichternd kann die Installation eines Projektserver in Betracht gezogen werden, da dort alle für die Umsetzung wichtigen Daten und Dokumente zentral abgelegt werden können und für alle Maßnahmenverantwortlichen zugänglich sind.

## Quellenverzeichnis

Agentur für Erneuerbare Energien: <http://www.unendlich-viel-energie.de/>

Berliner Netzwerke, 01/2011: Gebäudebezogene Nutzung von Abwasserwärme

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit):  
<http://www.erneuerbare-energien.de/die-themen/windenergie/repowering/>

Bundesverband Geothermie: [www.geothermie.de](http://www.geothermie.de)

DENA (Deutsche Energie-Agentur): <http://www.thema-energie.de/energie-erzeugen/>

Deutscher Wetterdienst, 2004: Jahresmittel der Windgeschwindigkeit – 10 m über Grund –  
in Hessen; <http://www.dwd.de/>

HBO (Hessische Bauordnung), 01/2011: [www.rv.hessenrecht.hessen.de](http://www.rv.hessenrecht.hessen.de)

HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie), 03/2012: Hydrogeologische und  
wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden  
in Hessen Kreis Marburg-Biedenkopf

HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie), 08/2010: Nutzung tiefer Ge-  
othermie in Hessen

HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie), 06/2010: Nutzung Tiefer Ge-  
othermie – Planungskarte zum tiefen Untergrund in Hessen in Bezug auf die Nut-  
zung des Untergrundes und auf mögliche Risiken

HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie), 2011: Erdwärmennutzung in Hes-  
sen, 4. Aufl.

HMUELV (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucher-  
schutz) (Auftraggeber), Witzenhausen Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH,  
2009: Biomassepotenzialstudie Hessen – Stand und Perspektiven der energeti-  
schen Biomassenutzung in Hessen

HMUELV (Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucher-  
schutz) (Auftraggeber), Witzenhausen Institut GmbH, Pöyry Environment GmbH,  
2009: Biomassenutzung im Landkreis Marburg-Biedenkopf;  
<http://www.biomasse-hessen.de/nutzung-lk-mr.html>

HMWVL (Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung), 06/2012: Entwurf Änderung des Landesentwicklungsplans Hessen 2000 nach § 8 Abs. 7 HLPG – Vorgaben zur Nutzung der Windenergie; Beschluss der Hessischen Landesregierung nach § 8 Abs. 3 HLPG vom 18. Juni 2012

Hessisches Statistisches Landesamt, 11/2013: Statistische Berichte – Die Bevölkerung der hessischen Gemeinden am 30. Juni 2013,  
(<http://www.statistik-hessen.de/publikationen/download/20/index.html>)

HTW (Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin), 01/2013: Empfehlungen zum Einsatz kleiner Windenergieanlagen im urbanen Raum – ein Leitfaden  
([http://kleinwind.htw-berlin.de/website/fileadmin/data/Download/Kleinwind\\_Handlungsempfehlungen\\_HTW-Berlin.pdf](http://kleinwind.htw-berlin.de/website/fileadmin/data/Download/Kleinwind_Handlungsempfehlungen_HTW-Berlin.pdf))

Institut Energie in Infrastrukturanlagen, 01/2009: Heizen und Kühlen mit Abwasser – Ratgeber für Bauträger und Kommunen

Landkreis Marburg-Biedenkopf, 08/2013: Biogasanlagen im Landkreis Marburg-Biedenkopf; [www.klimaschutz.marburg-biedenkopf.de/projekte/bioenergie/biogas](http://www.klimaschutz.marburg-biedenkopf.de/projekte/bioenergie/biogas)

MEG (Marburger Entsorgungsgesellschaft): <http://www.meg-marburg.de/>

Solarbundesliga: <http://www.solarbundesliga.de/>

Stadtwerke Marburg: [www.stadtwerke-marburg.de](http://www.stadtwerke-marburg.de)

Steinbeis Transformationszentrum für Geoinformations- und Landmanagement (01/2011): SUN AREA: Abschlussdokumentation – GIS-gestützte Standortanalyse für Photovoltaik- und thermische Solaranlagen mittels Laserscannerdaten

UBA (Umweltbundesamt), 07/2013: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012, aktualisierte Anhänge 1, 2 und 3 der Veröffentlichung „Climate Change 15/2013“

UBA (Umweltbundesamt), 10/2013: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2012; Climate Change 15/2013

Universitätsstadt Marburg: Homepage, <http://www.marburg.de/>

Universitätsstadt Marburg (Auftraggeber), KEEA, ZUB (12/2011): Integriertes Klimaschutzkonzept für die Universitätsstadt Marburg

Wikipedia: <http://www.wikipedia.org/>