



---

## Erneuerbare Energien in Rheinbach

### Klimaschutz-Teilkonzept zur Nutzung regenerativer Energieformen im Stadtgebiet von Rheinbach

Bearbeitung:



Im Auftrag der



**STADT RHEINBACH**

FB V Stadtentwicklung, Infrastruktur, Bauen, Wirtschaftsförderung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Impressum

## Im Auftrag der



**Stadt Rheinbach** – Fachbereich V  
Stadtentwicklung, Infrastruktur, Bauen, Wirtschaftsförderung  
Sachgebiet 62.2 Planung und Umwelt  
Schweigelstr. 23  
53359 Rheinbach

## Bearbeitung:

### **SynergieKomm**

Agentur für Nachhaltigkeit und Innovation  
Rosa Hemmers, Christian Knops, Dr. Dirk Schulz  
Schumannstr. 35, 53113 Bonn  
Tel: 0228 / 92667-18, Fax: 0228 / 92667-19  
E-Mail: [info@synergiekomm.de](mailto:info@synergiekomm.de)  
[www.synergiekomm.de](http://www.synergiekomm.de)



und

### **BDO Technik- und Umweltconsulting GmbH**

Georg Trocha, Ralf Lehmann  
Schillingsstraße 335, 52355 Düren  
Tel: +49 2421 69093-346, Fax: +49 02421 69093-403  
E-Mail: [georg.trocha@bdo.de](mailto:georg.trocha@bdo.de)  
[www.bdo.de](http://www.bdo.de)



## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>2</b>
1.1 Hintergrund.....	2
1.2 Intention der Stadt.....	2
1.3 Rheinbach und seine Ortsteile.....	3
1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes .....	5
<b>2 Status-Quo und Ausgangssituation der Nutzung erneuerbarer Energien....</b>	<b>8</b>
2.1 Bisherige Konzepte zum Klimaschutz .....	8
2.2 Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung .....	9
2.3 Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien .....	9
2.3.1 Solarenergienutzung – solarelektrisch und solarthermisch .....	10
2.3.2 Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen .....	13
2.3.3 Windenergie.....	13
2.3.4 Holznutzung.....	15
2.3.5 Biogene Reststoffe und Biogas .....	16
<b>3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz</b> .....	<b>17</b>
3.1 Vorbemerkung.....	17
3.2 Methodische Vorgehensweise .....	17
3.3 Gesamtbetrachtung.....	20
3.3.1 Gesamtendenergieverbräuche Privater Haushalte.....	22
3.3.2 Gesamtendenergieverbräuche in der Wirtschaft .....	24
3.3.3 Gesamtendenergieverbräuche im Verkehr .....	25
3.3.4 Fazit.....	27

## 4 Potenziale und Maßnahmenvorschläge zum Ausbau regenerativer Energien 28

4.1	Handlungsfeld: Solarenergienutzung ( <b>s</b> ) .....	29
4.1.1	Handlungsfeld: Solarenergienutzung zur Stromerzeugung - Photovoltaik .....	31
4.1.1.1	Annahmen zur Potenzialberechnung .....	31
4.1.1.2	Potenziale bei privaten Wohngebäuden.....	32
4.1.1.3	Potenziale bei kommunalen Liegenschaften.....	37
4.1.1.4	Potenziale bei Gebäuden mit gewerblicher Nutzung .....	40
4.1.1.5	Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich .....	45
4.1.1.6	Handlungsoptionen – Photovoltaik.....	49
4.1.2	Handlungsfeld: Solarthermie .....	50
4.1.2.1	Annahmen zur Potenzialberechnung .....	50
4.1.2.2	Potenziale bei privaten Wohngebäuden.....	51
4.1.2.3	Potenziale bei kommunalen Liegenschaften.....	56
4.1.2.4	Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung .....	58
4.1.2.5	Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich .....	63
4.1.2.6	Handlungsoptionen – Solarthermie .....	67
4.2	Handlungsfeld: Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen ( <b>g</b> ) .....	68
4.2.1	[EXKURS]: Wärmepumpen und Dezentrale Energiespeicher .....	68
4.2.2	Potenziale zur Nutzung von Geothermie .....	71
4.2.2.1	Naturräumliche Voraussetzungen .....	71
4.2.2.2	Annahmen zur Potenzialberechnung .....	72
4.2.3	Potenziale bei privaten Wohngebäuden .....	74
4.2.4	Potenziale bei kommunalen Liegenschaften .....	78
4.2.5	Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung .....	79
4.2.6	Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich .....	84
4.2.7	Handlungsoptionen – Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen .....	88

4.3	Handlungsfeld: Wind ( <b>w</b> ).....	89
4.3.1	Annahmen und Kriterienkatalog.....	89
4.3.2	Thematische Arbeitskarten.....	92
4.3.3	Potenzial Windenergie Stadt Rheinbach.....	99
4.3.4	Handlungsoptionen.....	102
4.4	Handlungsfeld: Holznutzung ( <b>h</b> ) .....	103
4.4.1	Waldholz .....	103
4.4.1.1	Annahmen.....	104
4.4.1.2	Ergebnisse der Potenzialberechnung .....	104
4.4.2	Holzartige Biomasse aus Straßenpflflegemaßnahmen .....	107
4.4.3	Kurzumtriebsplantagen (KUP).....	108
4.4.3.1	Annahmen.....	109
4.4.3.2	Ergebnisse der Potenzialberechnung .....	109
4.4.4	Miscanthus.....	111
4.4.4.1	Annahmen.....	111
4.4.4.2	Ergebnisse der Potenzialberechnung .....	112
4.4.5	Kaskadennutzung beim Obstbau .....	113
4.4.5.1	Annahmen.....	115
4.4.5.2	Ergebnisse der Potenzialberechnung .....	115
4.4.6	Gesamtauswertung .....	116
4.4.7	Handlungsoptionen (HO) Holzartige Biomasse .....	120
4.5	Handlungsfeld: Biogasgewinnung und energetische Nutzung biogener Reststoffe ( <b>b</b> ).....	122
4.5.1	Biogasgewinnung .....	122
4.5.1.1	Annahmen und Berechnungsmethodik .....	123
4.5.1.2	Ergebnisse der Potenzialberechnung .....	124
4.5.2	Biogene Reststoffe .....	127
4.5.3	Handlungsoptionen (HO) Biogasgewinnung und Nutzung biogener Reststoffe... ..	129

4.6	Gesamtbetrachtung der Potenziale zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien .....	130
4.6.1	Trendszenario.....	130
4.6.2	Klimaszenario .....	133
4.7	Übergreifende Handlungsansätze und Öffentlichkeitsarbeit .....	137
4.7.1	Handlungsfeld: Übergreifende Handlungsansätze und Netzwerkarbeit (ü) .....	137
4.7.2	Handlungsfeld: Öffentlichkeitsarbeit (ö).....	139
<b>5</b>	<b>Handlungsplan zur Umsetzung .....</b>	<b>141</b>
5.1	Bewertung der identifizierten Handlungsoptionen .....	141
5.2	Priorisierung der möglichen Klimaschutzmaßnahmen nach ihrer Umsetzbarkeit.....	146
5.3	Empfehlungen von Leuchtturmprojekten .....	148
5.3.1	Rheinbacher-Solar-Paket - Kampagne mit dem Handwerk für private Bauherren und Gewerbe .....	150
5.3.2	Ausbau der Baumesse zu einem Treffpunkt „Klimafreundliche Energieversorgung“ .....	153
5.3.3	Ausbau der Windenergie .....	156
5.3.4	Bauherrenkampagne Geothermie .....	158
5.3.5	Ausbau von Photovoltaik .....	161
5.3.6	Mobilisierung ungenutzter Holzpotenziale .....	163
<b>6</b>	<b>Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung .....</b>	<b>167</b>
6.1	Begleitende Kommunikation .....	167
6.2	Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit .....	170
6.2.1	Interne Kommunikation.....	170
6.2.2	Externe Kommunikation .....	171
6.2.3	Veranstaltungen .....	176
6.2.4	Maßnahmenbezogene Kommunikation .....	177
6.2.5	Kampagnen .....	178
6.2.6	Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Konzeptes .....	178

<b>7</b>	<b>Umsetzung des Handlungsplans zum Ausbau der erneuerbaren Energien und Controlling.....</b>	<b>180</b>
7.1	Steuerung des Klimaschutzprozesses.....	180
7.2	Organisatorische Rahmenbedingungen zur Umsetzung.....	181
7.3	Controlling der Zielerreichung.....	182
<b>8</b>	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>184</b>
<b>9</b>	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>188</b>



## Vorwort

Liebe Bürgerinnen und Bürger,

der sparsame Umgang mit unseren Ressourcen und die Nutzung von erneuerbaren Energien besitzen in der Rheinbacher Stadtentwicklung einen hohen Stellenwert. Dies sind wir uns und unseren Kindern schuldig! Um das Ziel einer bestmöglichen Nutzung von erneuerbaren Energien im Stadtgebiet zu erreichen, ist es außerordentlich wichtig, zunächst genau zu untersuchen, welche realistischen Möglichkeiten wir in Rheinbach wirklich haben. Nur so ist es möglich, ehrliche und damit erreichbare Konzepte und Ideen zu entwickeln.

Gleichzeitig kann die Energiewende vor Ort nur dann funktionieren, wenn alle, die es angeht, aktiv mitmachen. Sie, liebe Bürgerinnen und Bürger, sind diejenigen, die die Rheinbacher Energiewende gemeinsam mit unseren Unternehmen und Handwerksbetrieben umsetzen. Von daher wurde bei der Erarbeitung dieses Konzeptes auch allen Rheinbacher Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit gegeben, sich mit Anregungen und guten Ideen aktiv einzubringen und tatsächlich mitzugestalten. Diese Möglichkeit wurde von Ihnen erfreulicherweise vielfältig genutzt.

Ich freue mich sehr, dass wir in Rheinbach diesen innovativen Weg beschreiten und nun mit dem Konzept für erneuerbare Energien in Rheinbach eine exzellente Grundlage für unsere Energiewende „Vor-Ort“ haben.

Ich möchte mich bei allen bedanken, die dazu beigetragen haben, dieses für Rheinbach wegweisende Konzept zu entwickeln.

Ihr

Stefan Raetz

# 1 Einleitung

## 1.1 Hintergrund

Die Stärkung der Versorgungssicherheit durch Ausschöpfung der regionalen Ressourcen und der Ausbau einer dezentralen Energieerzeugung sind vor dem Hintergrund knapper werdender fossiler Energieträger und der Abhängigkeit von Energieimporten aus politisch instabilen Regionen heute ein bedeutender Aspekt zukunftsweisender Energiekonzepte.

Damit direkt verbunden ist eine andere wichtige Zukunftsaufgabe, die Minderung klimaschädlicher Emissionen. Mit der Ablösung fossiler Energieträger durch erneuerbare Energieträger kann für beide Aufgaben ein nennenswerter Beitrag geleistet werden.

Die Stadt Rheinbach weist mit ihren 26.700 Einwohnern [1] auf einer Gemeindefläche von rund 70 km<sup>2</sup> eine heterogene Struktur auf: rein landwirtschaftlich geprägte Flächen im Nordwesten und Osten, forstwirtschaftliche Flächen im Süden, Südwesten und Nordosten sowie kompakte Dorfstrukturen in den Stadtteilen und ein städtischer Verdichtungsraum im Zentrum. Für die Untersuchung der Potenziale und Möglichkeiten der Nutzbarmachung erneuerbarer Energien ist daher im Rahmen der vorhandenen Datenlage eine räumlich differenzierte Betrachtungsweise sinnvoll.

Eine gute Arbeitsgrundlage bietet das 2010 erstellte 'Handlungskonzept Klimaschutz für die Stadt Rheinbach' [2]. Schon dort wurden wichtige Ansatzpunkte und Maßnahmenvorschläge aufgezeigt, mit denen die Stadt einen wichtigen örtlichen Beitrag zum Klimaschutz und damit auch zum CO<sub>2</sub>-Minderungsziel der Bundesregierung leisten kann.

## 1.2 Intention der Stadt

Es ist erklärtes Ziel in der Stadt Rheinbach, die Kommune unabhängiger von fossilen Energieträgern zu machen, die Energiekosten zu senken und die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Deshalb wird gegenwärtig neben dem hier vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzept zur Ermittlung der Potenziale erneuerbarer Energiequellen auch ein Konzept zur Nahwärmenutzung ausgearbeitet. Andere Aktivitäten wurden schon umgesetzt, wie die flächendeckende Thermographie-Befliegung, um die Gebäudebesitzer durch eine umfassende Information bei der energetischen Verbesserung ihrer Gebäude zu unterstützen.

Die effiziente Nutzung aller regional verfügbaren Energieträger kann im Rahmen eines strategischen Ausbauplans zu einer schrittweisen Herbeiführung einer größtmöglichen Versorgung der Kommune bzw. Region mit erneuerbaren Energieträgern führen. Hier möchte die Stadt Rheinbach alle Möglichkeiten solide prüfen, um die wirtschaftlich und technisch sinnvollen

und in absehbarer Zeit realisierbaren Potenziale zu mobilisieren. Deshalb wurden für die Bearbeitung auch die Zeithorizonte 2015, 2020 und 2030 gewählt.

Eine zukunftsgerichtete und nachhaltige Stadtentwicklung hat viele Belange zu beachten und mögliche Zielkonflikte zum Wohle einer positiven Gesamtentwicklung zu integrieren. Dies ist bei der Nutzung der erneuerbaren Energien nicht anders. Auch hier strebt die Stadt Rheinbach eine Entwicklung an, die im Einklang steht mit den natürlichen Rahmenbedingungen, aber auch die lokale Wirtschaftskraft und Qualität als Wohnstandort positiv voranbringt.

Mit der im März 2013 beauftragten Erstellung dieses Teilkonzeptes an die Beratungsbüro Synergiekomm Agentur für Nachhaltigkeit und Innovation in Arbeitsgemeinschaft mit BDO Technik- u. Umweltconsulting GmbH wurde der Anspruch an ein umsetzungsorientiertes Handlungskonzept gestellt. Auf diese Weise sollen später auch direkt Maßnahmen in die Wege geleitet und Akteure zur Mitwirkung gewonnen werden.

### 1.3 Rheinbach und seine Ortsteile

Die Stadt Rheinbach gehört zum Rhein-Sieg-Kreis in Nordrhein-Westfalen, im südwestlichen Einzugsgebiet von Köln, verkehrsgünstig an Köln (50 km) und Bonn (18 km) angebunden. Die gute Anbindung der Gewerbeflächen an die A 61 trägt ebenso zur Standortgunst bei wie der Übergang zu den Erholungsgebieten der Eifel und des Ahrtales.

Insgesamt hat die Stadt Rheinbach ca. 26.700 Einwohner (Stand 30.06.2013) und eine positive Bevölkerungsentwicklung, was sich in den letzten Jahren in einer regen Bautätigkeit niederschlägt.

Seit der kommunalen Gebietsreform 1969 besteht Rheinbach aus der Kernstadt mit 15.457 Einwohnern [1] und insgesamt 9 Ortschaften, die durch ihre Siedlungsentwicklung eine dörfliche Struktur mit z.T. verdichteten Dorfkernen aufweisen. (Abbildung 1) Es sind dies:

- Wormersdorf (3.186 ) mit den Wohnplätzen Iplendorf und Klein-Altendorf
- Neukirchen (2.292) mit den Wohnplätzen Berscheid, Groß-Schlebach, Irlenbusch, Klein-Schlebach, Krahorst, Kurtenberg, Merzbach, Nußbaum, Scherbach und Vogelsang
- Flerzheim (1.991)
- Oberdrees (1.350)
- Queckenberg (826) mit den Siedlungsplätzen Eichen, Hardt, Loch, Sürst und Haus Winterburg
- Ramershoven (459) mit dem Wohnplatz Peppenhoven
- Niederdrees (427)

- Hilberath (403)
- Todenfeld (322)

Die Stadt Rheinbach hat durch ihre enge historische Verbindung zu Köln früh Verwaltungsfunktionen übernommen. Auch heute hat Rheinbach noch gemessen an der relativ geringen Einwohnerzahl eine hohe Bedeutung als Standort für den tertiären Sektor mit dem Amtsgericht, der Justizvollzugsanstalt Rheinbach, der Bundeswehr und der Fachhochschule Bonn Rhein-Sieg.



Genordet, Maßstab: 1: 75000,00

Abbildung 1: Stadtgebiet Rheinbach mit den Stadtteilen [4]

Die Flächennutzung in Rheinbach ist geprägt durch die Landwirtschaft. 54 % der Stadtfläche sind landwirtschaftlich genutzt, 27 % werden von Waldfläche bedeckt und ca. 10 % von Gebäudefläche (Abbildung 2). Die Gebäudefläche hat dabei in den letzten Jahren zulasten der landwirtschaftlichen Flächen geringfügig zugenommen.

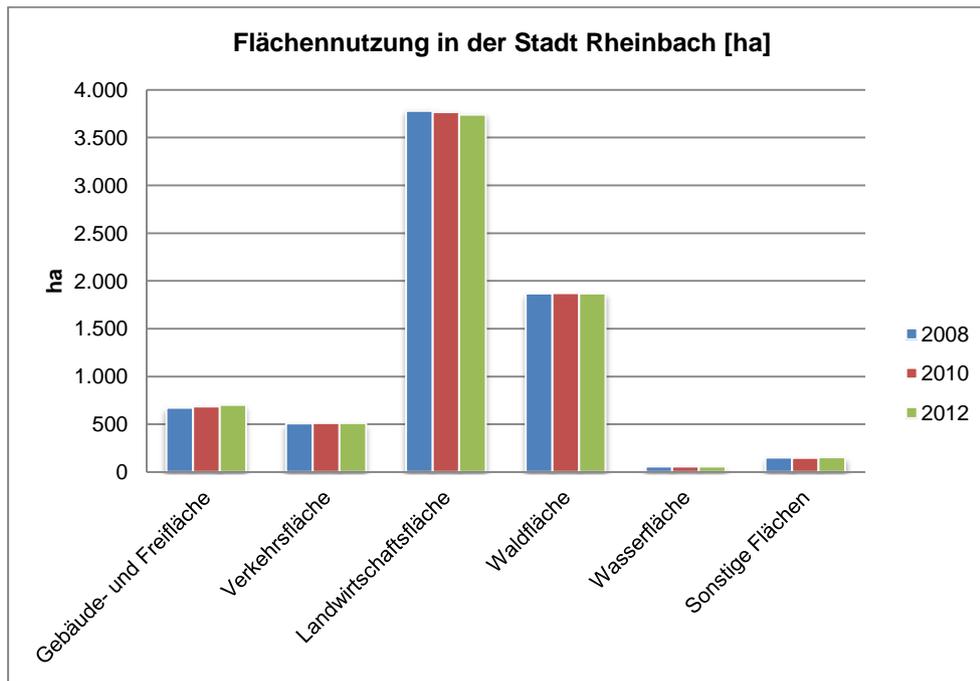


Abbildung 2: Flächennutzung in der Stadt Rheinbach [Eigene Darstellung nach 3]

## 1.4 Aufgabenstellung und Zielsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes

Im Rahmen des Klimaschutz-Teilkonzeptes sollten alle lokalen Möglichkeiten der Erzeugung regenerativer Energien ausfindig gemacht und untersucht werden. Aufbauend auf der Erhebung des Status Quo wurden auf fachlicher Basis durch die Beratungsbüros und den Fachbereich Stadtentwicklung und Wirtschaftsförderung (Lenkungsgruppe) die thematischen Schwerpunkte ausgewählt. Das Klimaschutz-Teilkonzept konzentriert sich auf die Ermittlung und das Aufzeigen von Handlungsoptionen für die Nutzung der Solar- und Windenergie und Geothermie sowie die mögliche Verwendung organischer Stoffe, wie z.B. die Holzpotenziale. Die Potenziale zur Biogasgewinnung aus der Landwirtschaft werden überschlägig, Wasserkraft wird auf Grund der natürlichen Voraussetzungen nicht berücksichtigt.

Ziel ist die

- Identifizierung von wirtschaftlich nutzbaren Potenzialen
- Bestimmung von Eignungsflächen
- Ermittlung von wichtigen Sektoren und Akteuren
- Entwicklung von Umsetzungswegen.

Als Basis wird eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für den Wärme- und Strombedarf des Bestands erstellt und die vorhandene Nutzung erneuerbarer Energien festgestellt. Im Vorfeld wurde geprüft, inwieweit die Ergebnisse aus den Bilanzen des bereits erstellten Klimaschutzkonzeptes und des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die ILEK Gemeinden [4] – hier wurde auch für Rheinbach eine Bilanz erstellt – genutzt werden können. Im Rahmen der Projektbearbeitung wurden mit aktuellen Zahlen, die auch das Jahr 2012 beinhalten, eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt.

Potenziale, Wirtschaftlichkeit und Realisierungsmöglichkeiten für die Nutzung erneuerbarer Energien sowie deren Auswirkung auf die CO<sub>2</sub>-Minderung werden differenziert errechnet und für eine kurz-, mittel- und langfristige Umsetzung (2015, 2020, 2030) dargestellt.

Die Einbindung relevanter Gruppen und Akteure, wie Privatpersonen und Unternehmen, die Land- und Forstwirtschaft und große Energieverbraucher ist wichtig, um für die spätere Umsetzung eine hohe Akzeptanz und Handlungsorientierung zu erreichen. Insbesondere institutionelle Organisationen sowie die Bürgerinnen und Bürger sollen zu einer aktiven Teilhabe am Ausbau erneuerbarer Energien angeregt und in Planungs- und Entscheidungsprozesse frühzeitig mit eingebunden werden.

Die begleitende Öffentlichkeitsarbeit setzt bereits bei der Bearbeitung an. So wurde seitens der Stadt Rheinbach die Thematik während der Bearbeitung intensiv aufgegriffen und kann so einen Ausgangspunkt bieten, um eine kontinuierliche Kommunikation aufzubauen. Diese Aktivitäten werden im Bericht ebenso dargelegt wie die Grundzüge eines Kommunikationskonzeptes für die spätere Umsetzung.

Ein Handlungs- und Ausbauplan mit hinterlegten Zeitschienen soll bei seiner Umsetzung überprüft werden, damit notwendige Korrekturen frühzeitig ergriffen werden können. In einem Controlling-Konzept wird dargelegt, wie die Erreichung der gesteckten Ausbauziele für erneuerbare Energien durch einen entsprechenden Monitoring-Prozess begleitet werden kann.

Die Erarbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber, um die langfristige Tragfähigkeit als Handlungskonzept sicher zu stellen.

Die Bearbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes folgt folgenden Arbeitsschritten, die sich auch in den Kapiteln dieses Berichtes widerspiegeln:

1. Status-Quo und Ausgangssituation (Kapitel 2)
2. Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz (Kapitel 3)
3. Potenzialanalyse und Maßnahmenvorschläge zum Ausbau (Kapitel 4)
4. Aufstellung eines Handlungsplans (Kapitel 5)

5. Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung (Kapitel 0)
6. Controlling zur Umsetzung des Handlungsplans (Kapitel 7)

Der Handlungsplan stellt dabei die ausgewählten Leuchtturmprojekte besonders heraus.

## 2 Status-Quo und Ausgangssituation der Nutzung erneuerbarer Energien

### 2.1 Bisherige Konzepte zum Klimaschutz

Im Rahmen einer Studie für den Rhein-Sieg-Kreis (EnergieRegion Rhein-Sieg – Maßnahmen und Projekte erneuerbare Energien) wurden 2009 wie für alle Kommunen des Kreises auch für die Stadt Rheinbach der Stand und die Perspektiven der Nutzung erneuerbarer Energien dargelegt. [6]. Auf Kreisebene folgten danach einige Maßnahmen, die auch für Rheinbach nutzbar sind, wie z.B. die Erstellung eines Solardachkatasters.

Schon früh hat sich die Stadt Rheinbach für die Ausarbeitung eines Integrierten Klimaschutzkonzeptes im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative entschieden. Das Anfang 2010 fertiggestellte „Handlungskonzept Klimaschutz für die Stadt Rheinbach - Integriertes Klimaschutzkonzept zur Energieeinsparung und zur Verminderung von Treibhausgasen in der Stadt Rheinbach“ hatte als einen wichtigen Schwerpunkt die Energieeffizienzverbesserung in den kommunalen Liegenschaften. [2] Auch hier wurden schon Maßnahmenvorschläge für die Nutzung erneuerbarer Energien gemacht. Auf Grund der Aufgabenstellung wurden die Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energien dort jedoch nicht so tiefgehend bearbeitet.

Die linksrheinischen Kommunen im Rhein-Sieg-Kreis arbeiten seit vielen Jahren im Bereich der Energieeffizienz und der Nutzung erneuerbarer Energien intensiv zusammen. Auf der Basis eines integrierten ländlichen Entwicklungskonzeptes (ILEK-Voreifel) haben die Kommunen Rheinbach, Alfter, Bornheim, Meckenheim, Swisttal und Wachtberg in einer ILEK Projektgruppe „Erneuerbare Energien / Energieeffizienz“ ihre Erfahrungen und Kräfte gebündelt, Ideen für Maßnahmen entwickelt und umgesetzt. Diese Zusammenarbeit wurde 2010 mit der Vereinbarung zum „Regionalen Bündnis für Klimaschutz“ zwischen den Verwaltungsspitzen institutionalisiert. [7] Auch hier ist ein Maßnahmenkatalog genannt, den die Kommunen gemeinsam angehen wollen. Eine wichtige Initiative war die Erstellung eines integrierten regionalen Klimaschutzkonzeptes, das 2012 fertiggestellt wurde. [4] Die Stadt Rheinbach ist dort nur mit der Energiebilanz erfasst, weil sie bereits einen entsprechenden Handlungsplan aufzuweisen hatte.

Gegenwärtig wird im Auftrag der Stadt Rheinbach neben dem vorliegenden Klimaschutz-Teilkonzept zur Nutzung erneuerbarer Energien ein weiteres Klimaschutz-Teilkonzept zu Möglichkeiten der Nahwärmeversorgung im Zusammenhang mit der Neuausrichtung des Energieversorgungs des Städtischen Gymnasiums erarbeitet.

## 2.2 Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung

Auf die relevanten Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung wird hier nicht gesondert eingegangen, da es nicht der Aufgabenstellung dieses Teilkonzeptes entspricht. Es soll jedoch deutlich gemacht werden, dass bei allen Überlegungen zur Nutzung erneuerbarer Energien zunächst die Frage der Effizienzverbesserung angegangen werden sollte, um dann nur noch den Rest mit erneuerbaren Energien decken zu müssen. Auf diese Weise kann der Anteil der erneuerbaren Energien sehr viel schneller nennenswerte Beträge erreichen, als wenn man von einem hohen Energieverbrauchsniveau ausgehen muss.

Zusammen mit den anderen ILEK-Kommunen wurde in Kooperation mit der Verbraucherzentrale NRW ein Beratungsangebot geschaffen. Mit der Thermographie-Befliegung, dem anschließenden Versand des Berichtes an alle Hauseigentümer und dem daran anschließenden objektbezogenen Beratungsangebot hat die Stadt Rheinbach Anfang 2013 eine gute Informationsbasis geschaffen, die positive Impulse für eine verstärkte Aktivität zur energetischen Verbesserung durch die Gebäudeeigentümer gebracht hat.

Auch wurde zusammen mit den anderen ILEK Kommunen in Kooperation mit der Verbraucherzentrale NRW ein moderates Beratungsangebot geschaffen.

Bezogen auf die kommunalen Liegenschaften werden die Potenziale systematisch im Rahmen der allgemein notwendigen und möglichen Maßnahmen erschlossen.

Hinsichtlich möglicher Potenziale für Kraft-Wärme-Kopplung gibt es bisher keine systematische Erhebung und konzeptionelle Bearbeitung. Hier könnte noch bezogen auf die Gewerbegebiete, die verdichteten Bereiche in den Ortschaften und in verschiedenen Liegenschaften der Landwirtschaft eine Analyse sinnvoll sein. In diesem Konzept wird hier nicht vertieft darauf eingegangen, obgleich es sich bei den genannten Anwendungen um attraktive Standorte für eine Nutzung von erneuerbaren Energien zur Versorgung von Objekten (Wärme und Kühlung) und von Nahwärmenetzen handelt. Eine Bearbeitung im Rahmen dieses Konzeptes sprengt den Rahmen der vorliegenden Untersuchung.

## 2.3 Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien

Um die nachfolgend ermittelten Potenziale richtig einordnen zu können, soll hier ein kurzer Überblick über die bisherige Nutzung erneuerbarer Energien in Rheinbach gegeben werden. Dies ist nicht in allen Fällen umfassend möglich, weil die Datenlage eine lückenlose Ermittlung nicht zulässt.

### 2.3.1 Solarenergienutzung – solarelektrisch und solarthermisch

Die bestehenden Anlagen im Solarenergiebereich sind durch die breite Inanspruchnahme der öffentlichen Förderung und deren gute Dokumentation relativ exakt zu ermitteln. Für die Photovoltaikanlagen werden die Anlagenstammdaten zu EEG-Anlagen der Netzbetreiber und die Informationen zur Energieerzeugung herangezogen.

Für die Darstellung der solarthermischen Anlagen ist dies schon schwieriger, weil nicht alle Eigentümer die Förderung nach dem Marktanreizprogramm, das über die Bundesanstalt für Ausführungskontrolle (BAFA) abgewickelt wird, in Anspruch nehmen. Andere Fördermöglichkeiten z.B. über Energieversorger oder Landesprogramme, sind nicht erfasst. Den hier dargestellten Werten sind daher schätzungsweise etwa 30 % hinzuzufügen. Da es hierzu keine Daten gibt, kann der Wert nur geschätzt werden.

#### Solarenergienutzung zur Stromerzeugung

Die bestehenden Photovoltaik-Anlagen lassen sich bezogen auf die Vorgehensweise zur Realisierung und die Akteure wie folgt einteilen:

- Auf sechs städtischen Liegenschaften (Stadthalle und Gebäude der Haupt- und Realschule sowie des Gymnasiums) sind seit 2007 sechs Anlagen durch zwei Investoren aus Euskirchen realisiert mit einer Gesamtleistung von 482 kWp.
- Eine Freiflächenanlage mit 1,845 MWp wurde durch einen Investor aus Mechernich im Gewerbegebiet in direkter Nähe zur A61 errichtet ([www.prosolartech.de](http://www.prosolartech.de)).
- Eine Vielzahl von Einzelanlagen verteilt sich auf die verschiedenen Größenklassen, wobei in den letzten Jahren die Anlagengröße bedingt durch die Preisminderung zugenommen hat.

Es gibt **keine** PV-Anlage, die im Besitz der Kommune ist oder die von einer Gemeinschaft von Rheinbacher Bürgern betrieben wird, einem Konzept, das in anderen Kommunen inzwischen häufig anzutreffen ist.

Von 2011 bis 2012 hat es einen erheblichen Zubau an PV-Anlagen gegeben, wie Abbildung 3 verdeutlicht.

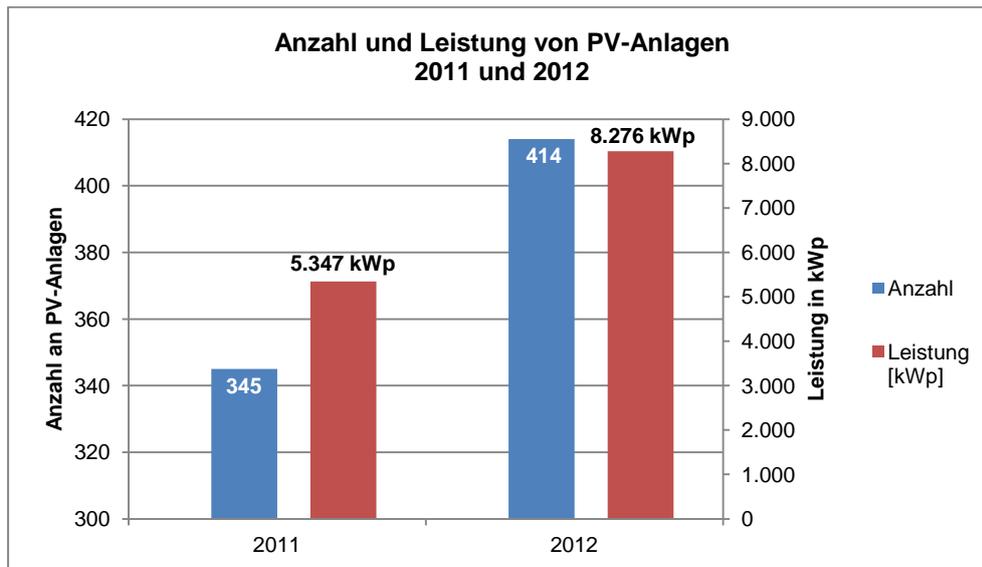


Abbildung 3: Zubau von PV-Anlagen in den letzten Jahren auf dem Stadtgebiet Rheinbach [Eigene Darstellung nach 8]

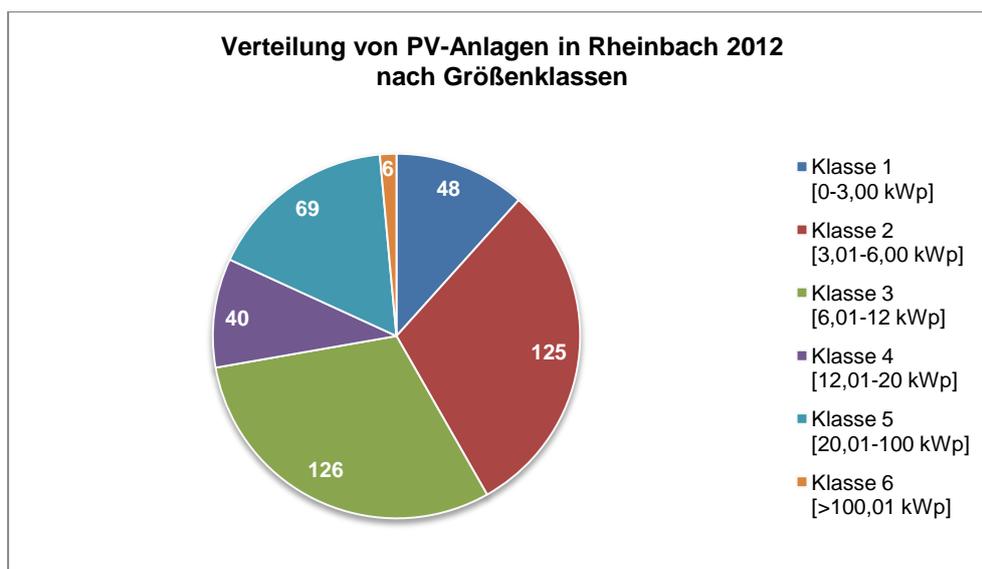
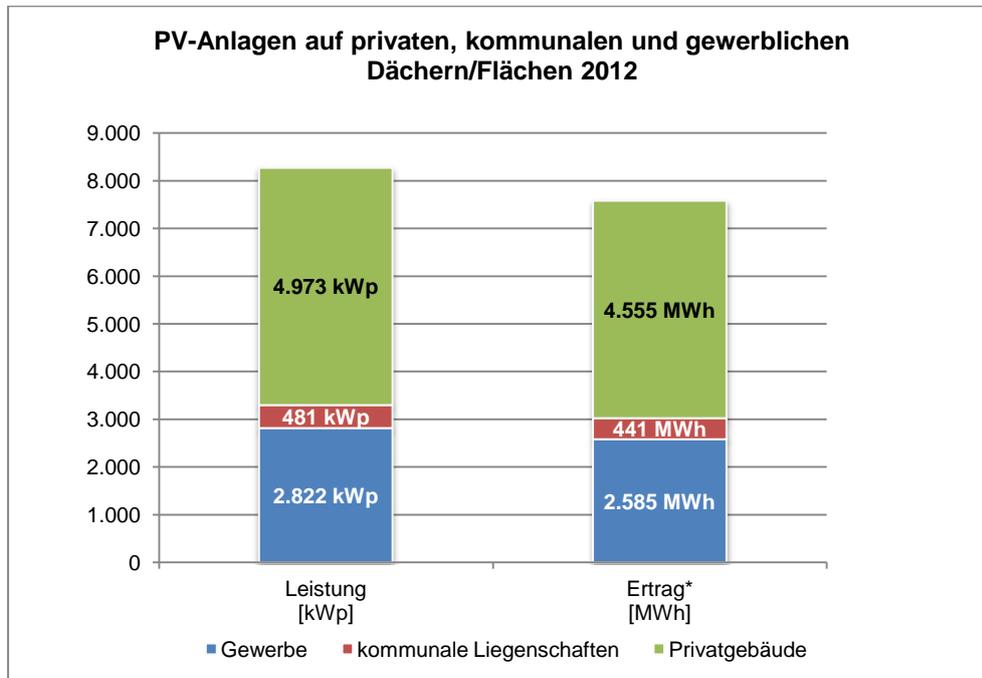


Abbildung 4: Verteilung der installierten PV-Anlagen 2012. [Eigene Darstellung nach 8]

Die Verteilung der Anlagengrößen unterscheidet sich deutlich von der Verteilung der Leistung in den einzelnen Größenklassen. So erzeugen ca. 72 % der 414 Anlagen, die 2012 in Rheinbach installiert waren, ca. 20 % der Gesamt-Strommenge aus PV-Anlagen, während 80 % des erzeugten Solarstroms von den 115 größeren Anlagen erzeugt wurde (Abbildung 4).

Wenn man zusätzlich beachtet, dass viele der größeren Anlagen von Investoren zwar aus der Region, aber nicht aus Rheinbach kommen, dann ist der Aspekt der Einbindung von Rheinbacher Bürgern in die lokale Energiewende wenig ausgeprägt.

Die Verteilung der Anlagen und der Erzeugung zeigt hinsichtlich der Sektoren Privatgebäude, Kommunale Gebäude und Gewerbe ein etwas ausgewogeneres Bild (Abbildung 5).



\* Schätzung (Anhand von Ertrag und installierter Leistung 2011 wurde ein Jahresertrag von 916 kWh/kWp ermittelt).

Abbildung 5: Verteilung Leistung und solare Stromerzeugung nach Sektoren. [Eigene Darstellung nach 8 und 9]

### Solarenergie – solarthermisch

Die Solarenergienutzung zur Brauchwassererwärmung und zur Raumwärme ist weniger weit verbreitet. Die Datenlage ist zudem nicht so gut wie bei der Photovoltaik. Lediglich über die Inanspruchnahme von Fördermitteln nach dem Marktanzreizprogramm liegen Daten vor, allerdings gibt es sicher auch eine Reihe von Anlagen, die ohne Förderung realisiert wurden.

Bis Anfang 2013 gab es in der Stadt Rheinbach 252 Solarkollektoranlagen mit ca. 2.000 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Davon waren 29 % Vakuumröhrenkollektoren, der Rest Flachkollektoren. Die Durchschnittsgröße der Anlagen beträgt ca. 8 m<sup>2</sup> und stellt daher die typische Anwendung im Privatwohnungsbau dar. [10]

Man kann davon ausgehen, dass es zusätzlich 30 % Anlagen gibt, die im Zuge einer normalen Heizungserneuerung realisiert wurden, ohne Fördermittel zu beanspruchen, oder zu einem Zeitpunkt gebaut wurden, als es keine Fördermittel gab (vor 2000). Insgesamt wird daher von

einem Bestand von ca. 2.600 m<sup>2</sup> Kollektorfläche ausgegangen, entsprechend ca. 330 Anlagen.

Größere Verbraucher, für die eine solarthermische Anlage sehr gut geeignet wäre, wie z.B. das Freizeitbad Monte Mare, haben bisher keine solarthermischen Anlagen realisiert.

Während früher solarthermische Anlagen fast ausschließlich für die Brauchwassererwärmung installiert wurden, ist nun auch durch die bessere Regelbarkeit, ergänzt durch größere Speicher, eine Heizungsunterstützung üblich geworden. Fördertechnisch wird hier ebenfalls ein besonderer Anreiz gegeben.

### **2.3.2 Oberflächennahe Geothermie und Wärmepumpen**

Für die oberflächennahe Erdwärmennutzung sind die naturräumlichen Rahmenbedingungen in Rheinbach günstig, wie im Kapitel 4.2 noch ausgeführt wird. Für die Realisierung einer Erdsondenbohrung bis 100 m Tiefe ist eine Genehmigung der unteren Wasserbehörde erforderlich, für größere Tiefen gilt das Bergrecht und die Genehmigung hat durch die Bezirksregierung Arnsberg zu erfolgen. Für Wärmepumpenanlagen, die Erdwärme über Erdkollektoren nutzen, ist eine Genehmigung nicht erforderlich. In Rheinbach ist keine Anlage mit Erdkollektoren bekannt.

Seit 2007 wurden 32 Wärmepumpenanlagen mit BAFA-Förderung in Rheinbach errichtet [11]

Allerdings liegt die Zahl der realisierten Anlagen höher. Nach Auskunft der unteren Wasserbehörde wurden 81 Genehmigungen für Erdsonden erteilt. [12] Dies bedeutet, dass in den letzten 3-4 Jahren eine deutliche Zunahme erfolgt ist, denn seit den Erhebungen (Stand 08.2009) zum Klimaschutzkonzept 2010 hat es eine Zunahme von 30 Anlagen gegeben. Außerdem ist eine Wärmepumpe mit Grundwassernutzung installiert.

Über Luftwärmepumpen, die vergleichsweise die geringsten Investitionskosten verursachen, aber dennoch in bivalenter Betriebsweise einen guten Beitrag leisten, liegen keine Daten vor. Bei öffentlichen Liegenschaften ist in der KGS St. Martin eine Luftwärmepumpe im Betrieb.

### **2.3.3 Windenergie**

Es gibt auf dem Stadtgebiet Rheinbach zurzeit keine Windenergieanlagen.

Die Stadt Rheinbach hat im Rahmen einer interkommunalen Zusammenarbeit mit der Stadt Meckenheim eine gemeinsame Steuerung von Windenergieanlagen vorgenommen. Durch Aufnahme von Konzentrationszonen in den jeweiligen Flächennutzungsplänen wurde eine qualifizierte Standortzuweisung von Windenergieanlagen in den jeweiligen Stadtgebieten

vorgenommen und die gemeindespezifischen Konzentrationszonen aufeinander abgestimmt und einander zugeordnet. Diese befindet sich östlich der Kernstadt Rheinbach an der gemeinsamen Grenze zu Meckenheim.

Darüber hinaus wurden durch Aufstellung von abgestimmten Bebauungsplänen innerhalb der Konzentrationszonen detaillierte Regelungen zum Immissionsschutz und zum Landschaftsschutz vorgenommen und insbesondere die Höhe der baulichen Anlagen wurde geregelt. Als zulässige Gesamthöhe wurde festgesetzt, dass die Windenergieanlagen eine Gesamthöhe (Rotorblattspitze) von 50 m nicht überschreiten dürfen. Der Bebauungsplan Rheinbach Nr. 65 „Bremetal“ hat am 01.09.2004 Rechtskraft erlangt (Abbildung 6).

Windenergieanlagen wurden innerhalb der Bebauungspläne bisher noch nicht errichtet.

Für den Bebauungsplan Bremetal wurde Ende 2012 eine Änderung eingeleitet, mit dem Ziel, auf aktuelle Rahmenbedingungen einzugehen und die Windenergiesteuerung nachhaltig und zukunftsfähig auszugestalten.

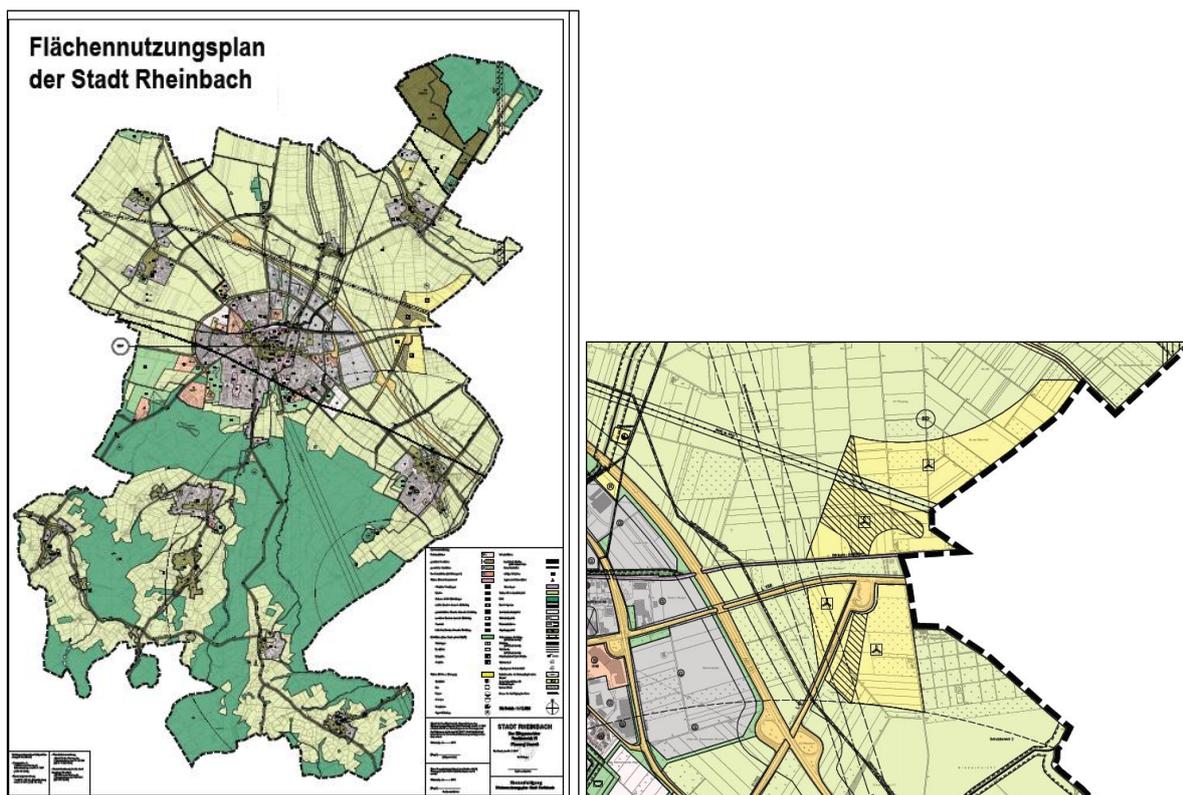


Abbildung 6: Flächennutzungsplan der Stadt Rheinbach (links) und ausgewiesene Windkraftkonzentrationszone (rechts) [13]

#### 2.3.4 Holznutzung

Das Holzsegment, welches zur Erzeugung von Wärmeenergie (und z.T. auch elektrischer Energie) genutzt wird, bezeichnet man als „Energieholz“. Die Verbrennung von Holz ist klimaneutral, d.h. es wird nicht mehr CO<sub>2</sub> ausgestoßen als das Holz während des Wachstums gebunden hat. Deshalb spricht man in diesem Zusammenhang auch von gespeicherter Sonnenenergie. Durch den Ersatz von fossilen Energieträgern durch Holz wird ein Beitrag zur Reduzierung des Treibhauseffektes geleistet.

Holz bzw. holzartige Biomasse kann aus der Forstwirtschaft, der Landschaftspflege, eigens angebauten Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Miscanthus sowie aus dem Obstbaumschnitt genutzt werden. Bei Holz aus der Forstwirtschaft sind auch die Segmente für die energetische Nutzung interessant, die nicht für die Möbelindustrie geeignet sind, wie Kronenholz und Schwachholz, das sonst im Wald verbleibt.

Holz wird in Form von Scheitholz, Hackschnitzeln und Pellets für die Energiegewinnung eingesetzt. Die Speicherfähigkeit der Energie im Holz ist ein großer Vorteil gegenüber anderen erneuerbaren Energieträgern wie Sonnen- und Windenergie und teilweise auch Biogas.

In der Stadt Rheinbach gibt es nach Angaben der Forstwirtschaft ca. 2.000 ha Wirtschaftswald, davon 825 ha Stadtwald, die restlichen Waldflächen teilen sich auf Staatsforst (600 ha) und Privatwald (575 ha) auf. Der Wald ist zu 100% Landschaftsschutzgebiet, davon ca. 40% FFH – und Naturschutzgebiet.

An Brennholz (Kaminholz) werden aus dem Stadtwald jährlich 2.400 Festmeter (FM), dem Privatwald 1000 FM und aus dem Staatswald 1.500 FM zu 100% an Weitervermarkter und an privat vermarktet. [13]

Bei der Potenzialberechnung wird auf die einzelnen Holzsegmente genauer eingegangen.

Bislang wird Holz in der Stadt Rheinbach für die Wärmeerzeugung zweier Grundschulen eingesetzt (100 kW<sub>th</sub> und 400 kW<sub>th</sub>), beim Campus Klein-Altendorf (600 kW<sub>th</sub>) sowie bei einem Landwirt in Oberdrees unter Nutzung von KUP und im Privatbereich in Form von Scheitholz oder Pellets. Für die Grundschule Merzbach hat man von Seiten der Stadt zunächst versucht, eigene Holzhackschnitzel aus der Landschaftspflege einzusetzen, was aber zu Problemen beim Feuerungsprozess führte. Deshalb wurde die Heizungsanlage auf die Beschickung mit Holzpellets umgestellt.

### 2.3.5 Biogene Reststoffe und Biogas

In der Stadt Rheinbach fallen jährlich im kommunalen Bereich 62,44 t holzartige Biomasse aus der Landschaftspflege und 676 m<sup>3</sup> Grünschnitt an. Dies wird über den städtischen Bauhof gehäckselt und dann an die RSAG zur Kompostierung gegeben. Die RSAG entsorgt auch die biogenen Reststoffe in Rheinbach über die Bio-Tonne.

In der Stadt Rheinbach sind viele Baumschulen und Obstplantagen ansässig. Dort fallen große Mengen Biomasse als Schnittgut an. Diese wird bisher nicht effektiv genutzt, häufig von den Eigentümern auf dem Feld verbrannt. Auf dem Campus Klein-Altendorf der Universität Bonn, welcher in Rheinbach angesiedelt ist, werden umfangreiche Untersuchungen zum Anbau von Miscanthus und KUP vorgenommen und praktische Verwertungsmöglichkeiten erforscht. Hierauf wird im Kapitel 4.4 noch ausführlicher eingegangen.

In Rheinbach gibt es keine Biogasanlage und es ist auch keine Biogasanlage in Planung. Allerdings werden möglicherweise Ackerfrüchte für Biogasanlagen in den Nachbargemeinden angebaut.

Das Abwasser wird über die Kläranlage Rheinbach (Aachener Straße) und die Gemeinschaftskläranlage Flerzheim (mit Meckenheim) entsorgt. Sie werden vom Erftverband betrieben. Bisher erfolgt an diesen Standorten keine Faulgasnutzung.

### 3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz

#### 3.1 Vorbemerkung

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz mit dem Bezugsjahr 2012 für das Stadtgebiet Rheinbach stellt eine wichtige Basis des Klimaschutz-Teilkonzeptes dar. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz dient dazu besonders klimarelevante Bereiche zu identifizieren und ist Grundlage für die Festlegung von Handlungsschwerpunkten für die Klimaschutzmaßnahmen in Rheinbach.

Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf den Emissionen von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), das bei Einsatz fossiler Energieträger zur Erzeugung von Energie (Strom und Wärme) entsteht. Die Bilanzierung erfasst die energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Kommune. Bei der Berechnung der Energieverbräuche mit ECORegion<sup>smart</sup> werden die daraus resultierenden Emissionen an CO<sub>2</sub> in folgende Teilbereiche unterschieden:

- Private Haushalte
- Wirtschaft (Gewerbe, Industrie)
- Verkehr

Die Erstellung der kommunalen CO<sub>2</sub>-Bilanz durch die bearbeitenden Beratungsbüros basiert auf den durch die Gemeinde zur Verfügung gestellten Datengrundlagen. Diese werden gemäß der vorgegebenen Methodik der Bilanzierungssoftware ECORegion<sup>smart</sup> berechnet.

#### 3.2 Methodische Vorgehensweise

Die vorliegende Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung wurde anhand der internetbasierten Bilanzierungssoftware „ECORegion<sup>smart</sup>“, mit der Version ECORegion 3.04.0001 erstellt. Die Software wurde von der Schweizer Firma „ECOSPEED AG“ in Zusammenarbeit mit dem „Klima-Bündnis“ und der Bundesgeschäftsstelle des „European Energy Awards“ entwickelt. Ziel der Einführung der internetbasierten Datenbank ist es, durch die einheitliche Bilanzierungsmethodik eine interkommunale Vergleichbarkeit zu erreichen. Zudem bietet die Software durch hinterlegte Datenbanken mit länderspezifischen Durchschnittswerten die Möglichkeit, fehlende lokale Daten zu interpolieren.

Aufgrund der standardisierten Handhabung des Programms wird Kommunen die jährliche Fortschreibung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz vereinfacht. Zudem ist eine rückwirkende Bilanzierung bis in das Jahr 1990 möglich, sodass sich das Programm auch für ein Monitoring innerhalb der genannten Teilbereiche Private Haushalte, Wirtschaft und Verkehr eignet.

Die von der Software vorgesehene Arbeitsweise ist zweigeteilt:

- In einem ersten Arbeitsschritt wird eine sog. **Startbilanz** erstellt. Diese verfährt im *top-down*-Ansatz. Hierbei werden bundesweite Durchschnittswerte anhand der Einwohnerzahlen (Rückschlüsse auf Energieverbrauch Privater Haushalte sowie Energieverbrauch im Verkehrssektor) und der Beschäftigtenzahlen (Rückschlüsse auf Energieverbrauch in Gewerbe und Industrie) verwendet. Auf deren Grundlage lässt sich bereits eine vorläufige Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellen.
- In der **Endbilanz** wird die vorläufige Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz an die lokalen Gegebenheiten angepasst. Hierbei wird nach dem *bottom-up*-Prinzip verfahren. Das heißt, dass durch die Eingabe von lokalen nach Energieträgern sowie Verbrauchssektoren differenzierten Energieverbrauchsdaten und Fahrleistungen, die bereits erstellte Startbilanz in ihrem Detaillierungsgrad deutlich verbessert wird. Die lokale Aussagekraft der Endbilanz steigt mit der Quantität, aber vor allem mit der Qualität der eingegebenen Daten. Die Datenrecherche und Dateneingabe ist bei dieser spezifischen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Gegensatz zur Startbilanz bedeutend zeitintensiver.

Nach der Fertigstellung der Endbilanz bieten sich erste Vergleiche zwischen den zwei erstellten Bilanzen an, zum Beispiel im Bereich „CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner.“ Vergleiche zwischen der Start- und Endbilanz sind wegen der einheitlichen Berechnungsgrundlage innerhalb des Programms empfehlenswert. Im Gegensatz zu Gegenüberstellungen mit bundesweiten Statistiken, bei denen die Berechnungsgrundlagen abweichen können und die lokalen und regionalen Besonderheiten nicht berücksichtigt werden. Innerhalb der Datenbank werden die lokalen Besonderheiten, wie beispielsweise Unterschiede in der Wirtschaftsstruktur anhand der Beschäftigtenzahlen berücksichtigt.

Als Bilanzierungsmethodik wurde die innerhalb der Software integrierte Life-Cycle-Assessment-Methodik (LCA-Methodik) gewählt. Berücksichtigung finden dabei nicht nur die am Ort der Energieumwandlung direkt entstehenden Emissionen, sondern auch die Energieaufwendungen der Vorkette, d.h. die gesamten Emissionen, die für die Primärenergiegewinnung, Aufbereitung bzw. Umwandlung und den Transport der jeweiligen Energieträger aufgewendet werden („Vorkette“), werden eingerechnet.

## Witterungsbereinigung

Zu berücksichtigen ist, dass das Programm ECORegion<sup>smart</sup> keine Klima- bzw. Witterungsbereinigung durchführt. Dies ist sowohl beim Vergleich zwischen unterschiedlichen Jahren, als auch beim Vergleich mit anderen kommunalen Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen zu beachten.

Innerhalb der verwendeten Version ECORegion<sup>smart</sup> ist lediglich die Betrachtung der Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>-Emissionen) möglich. Andere Gase mit klimaschädigender Wirkung wie Methan (CH<sub>4</sub>) oder Stickstoffmonoxid/Lachgas (N<sub>2</sub>O), welche ansonsten als CO<sub>2</sub>-Äquivalente erfasst werden, werden hier nicht berücksichtigt.

## Unterscheidung der Verbrauchssektoren

Um anhand von CO<sub>2</sub>-Bilanzen handlungsorientierte und verursacherbasierte Konzepte erstellen zu können, werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen den verschiedenen o. g. Energieverbrauchssektoren zugerechnet. Prinzipiell ist dabei nach folgenden Verbrauchssektoren zu unterscheiden:

- **Haushalte:** Der Sektor „Haushalte“ berücksichtigt den Energiebedarf der gesamten Privathaushalte in der Kommune.
- **Wirtschaft:**
  - die Landwirtschaft (primärer Sektor)
  - das produzierende Gewerbe (sekundärer Sektor)
  - der Dienstleistungsbereich (tertiärer Sektor)
- **Verkehr:** Die Angaben beziehen sich auf die innerhalb der Kommune gemeldeten Krafträder, LKW, PKW und Landmaschinen.

## Territorialprinzip (BUND)

Bei der Territorialbilanz (BUND) werden der Endenergieverbrauch bzw. die CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt, die innerhalb des Territoriums (Gemarkung der Stadt Rheinbach) entstehen.

Für die Territorialbilanz werden die Emissionen im Strombereich mit dem Emissionsfaktor des Bundesstrommixes berechnet. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen der weiteren Energieträger werden auf Basis des territorialen Endenergieverbrauchs und ihrer spezifischen Emissionsfaktoren ermittelt. Der lokale Emissionsfaktor für Strom wird nicht verwendet, da diese Stromerzeugung in der Regel schon im Bundesstrommix enthalten ist. Dies gilt auch für die lokale Erzeugung aus erneuerbaren Energien.

## Erneuerbare Energien

Durch die Erzeugung von Kraftstoffen, Wärme und Strom aus Erneuerbaren Energien findet eine Substitution von fossilen Energieträgern statt. Diese Substitution wird im besonderem Ausmaß seit der Einführung des Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) im Jahr 2000 unterstützt. Das EEG fördert den Ausbau von Anlagen der Erneuerbaren Energien (EE) für einen Zeitraum von 20 Jahren.

Im Rahmen des Lebenszyklus einer EE-Anlage fallen u.a. für die Herstellung und Gewinnung der erzeugten Energieeinheit Emissionen an, die bilanziell dargestellt werden müssen.

## Fossile Energieträger

Durch den Einsatz fossiler Energieträger werden in Deutschland große Mengen des klimaschädlichen Treibhausgases Kohlendioxid sowie weitere schädliche Luftschadstoffe in die Atmosphäre emittiert. Dieser kumulierte Luftschadstoffausstoß differenziert je nach fossilen Energieträgern erheblich. Die Bilanzierungssoftware ECORegion<sup>smart</sup> nutzt hierzu verschiedene Kennziffern, auf die an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden kann.

### 3.3 Gesamtbetrachtung

Im Folgenden wird der Endenergieverbrauch der Stadt Rheinbach nach Verbrauchssektoren und Energieträgern aufgeschlüsselt. Unterschieden wird dabei in die folgenden Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr sowie die verschiedenen Energieträger, die den jeweiligen Abbildung entnommen werden können.

Der Endenergieverbrauch wird durch ECORegion für die Stadt Rheinbach im Bezugsjahr 2012 auf circa 608 GWh/a angegeben. Innerhalb des Beobachtungszeitraums zwischen 1990 und 2012 stieg die Bevölkerung im Stadtgebiet um circa 16 % von 22.990 auf gut 26.700 Einwohner. Der Endenergieverbrauch stieg innerhalb dieses Zeitraums 19,7 % von 507 GWh/a (1990) auf die aktuellen 608 GWh/a (2012). Der jährliche Gesamt-CO<sub>2</sub>-Ausstoß stieg innerhalb des Beobachtungszeitraums minimal von 107.000 t/a auf 109.000 t/a. Der bisher maximale Endenergieverbrauch (ca. 693 GWh/a) und daraus resultierende Gesamt- CO<sub>2</sub>-Ausstoß (ca. 127.000 t/a) wurde gemäß der Berechnungen von ECORegion im Jahr 2010 erreicht (Abbildung 7).

Der Sektor Verkehr verbrauchte im Jahr 2012 mit ca. 238 GWh/a fast 40 % der Gesamtenergie. Über 56 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen (ca. 62.000 t/a) wurden innerhalb dieses Sektors ausgestoßen. Bezüglich der CO<sub>2</sub>-Emissionen folgen die Sektoren Haushalte mit ca. 26 % (ca.

29.000 t/a) und Wirtschaft mit ca. 17 % (ca. 19.000 t/a).

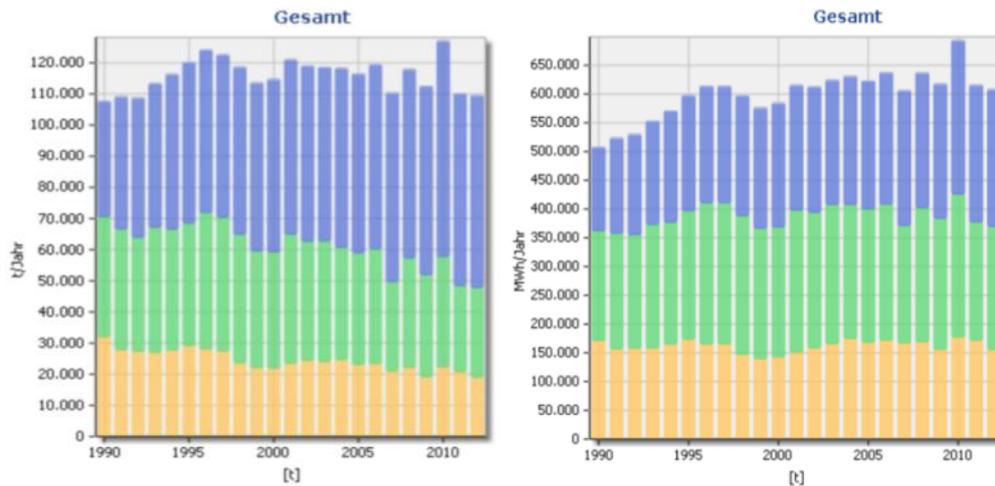


Abbildung 7: Gesamtenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Sektoren (rechts) [Eigene Berechnungen]

Der Stromverbrauch stieg zwischen 1990 und 2012 von ca. 79 GWh/a auf ungefähr 110 GWh/a. Dies macht eine Steigerung von fast 40 % innerhalb des Beobachtungszeitraums aus. Der Energieträger Strom ist neben dem Erdgas mit ca. 18 % wichtigster Energieträger der Stadt Rheinbach (siehe auch Abbildung 15).

Im Gesamtstromverbrauch der Kommune aus dem Jahr 2012 haben fossile beziehungsweise konventionelle Energieträger wie Braunkohle (ca. 26 %), Steinkohle (ca. 19 %), Atomkraft (ca. 18 %) oder Erdgas (ca. 14 %) mit insgesamt ca. 77 % weiterhin die höchsten Anteile. Seit dem Jahr 2000 und der Einführung des EEG ist eine intensivere Nutzung erneuerbarer Energien zu beobachten. So liegt beispielsweise der Stromverbrauch aus Windenergie in der Stadt Rheinbach aktuell bei 9 GWh/a (ca. 8 %) (Abbildung 8). Der Stromverbrauch aus Windenergie resultiert aus der durch ECORegion angewendeten Methodik, die den Bundesstrommix verwendet.

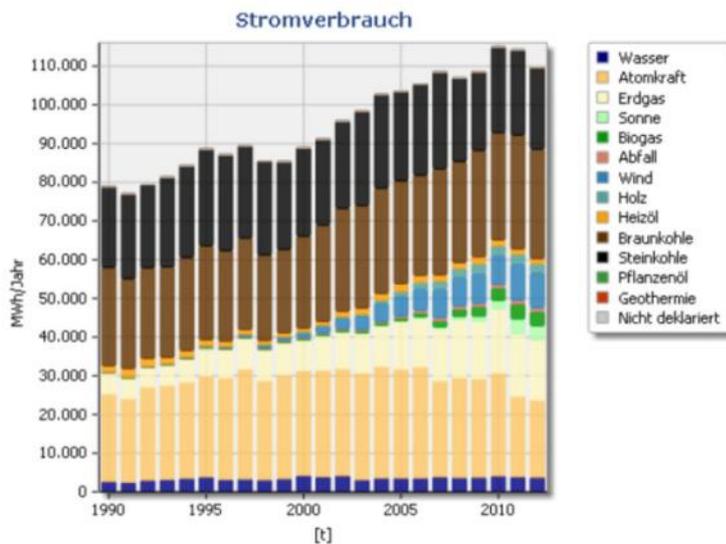


Abbildung 8: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern [Eigene Berechnungen]

### 3.3.1 Gesamtendenergieverbräuche Privater Haushalte

Die Gesamtenergieverbräuche im Sektor Private Haushalte belaufen sich aktuell auf ca. 214 GWh/a. Zwischen 1990 und 2012 macht dies eine Steigerung von rund 12 % aus. In der unten stehenden Abbildung wird die abnehmende Relevanz des Energieträgers Heizöl und die gesteigerte Bedeutung der Energieträger Strom, Erdgas und Holz innerhalb der letzten Jahre deutlich. Die mengenmäßig bedeutendsten Posten im Endenergieverbrauch Privater Haushalte sind Erdgas mit ungefähr 70 GWh/a, Strom mit ca. 49 GWh/a, Heizöl mit ca. 46 GWh/a und Holz mit rund 24 GWh/a (Abbildung 9).

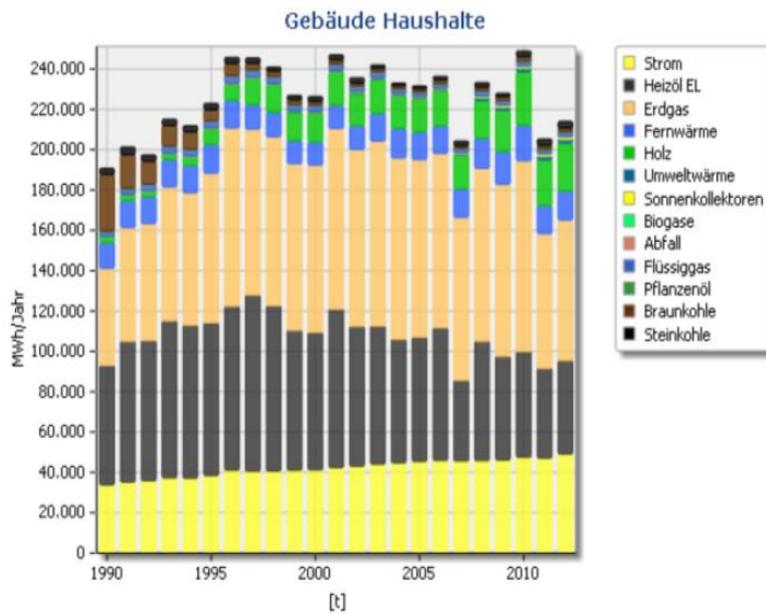


Abbildung 9: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte [Eigene Berechnungen]

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Sektor Private Haushalte ist im Vergleich zum Ausgangsjahr 1990 mit ca. 38.500 t/a insgesamt um ca. 9.700 t/a zurückgegangen. Im Bezugsjahr 2012 betrug der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in diesem Sektor 28.800 t/a. Die mit Abstand größten Emittenten des klimaschädlichen Treibhausgases CO<sub>2</sub> sind in diesem Sektor die Energieträger Heizöl (ca. 12.400 t/a) und Erdgas (ca. 14.000 t/a). Diese werden zur Erzeugung der Raumwärme in den Privaten Haushalten eingesetzt (Abbildung 10).

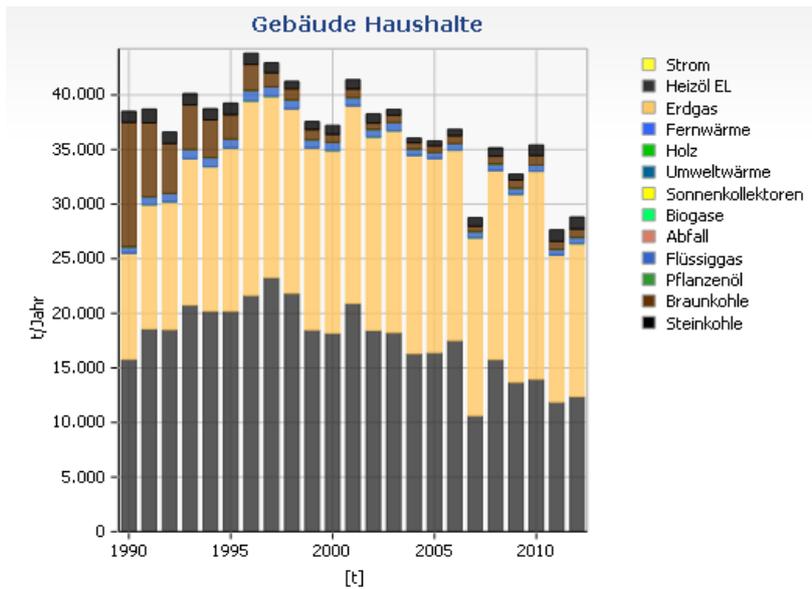


Abbildung 10: CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Sektor Private Haushalte [Eigene Berechnungen]

### 3.3.2 Gesamtendenergieverbräuche in der Wirtschaft

Die Gesamtendenergieverbräuche im Sektor Wirtschaft verlaufen innerhalb des Betrachtungszeitraums auf einem recht konstanten Niveau. Zwischen dem Ausgangsjahr 1990 (ca. 172 GWh/a) und dem Bezugsjahr 2012 (ca. 156 GWh/a) konnte eine Reduzierung des Gesamtenergieverbrauches im Sektor um ca. 16 GWh/a erreicht werden. Aktuell sind im Wirtschaftsbereich Strom mit ca. 57 GWh/a und Erdgas mit ungefähr 51 GWh/a die bedeutendsten Energieträger (Abbildung 11).

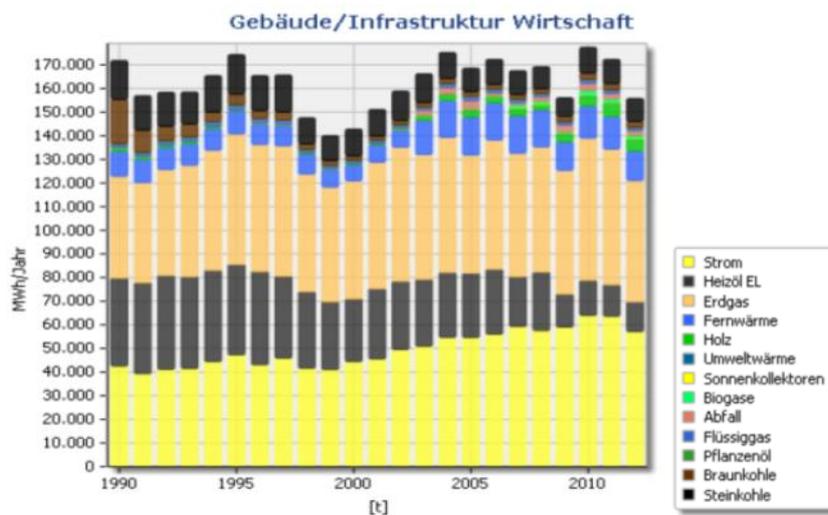


Abbildung 11: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft [Eigene Berechnungen]

Im Wirtschaftsbereich geht der CO<sub>2</sub>-Ausstoß seit dem Ausgangsjahr 1990 tendenziell zurück. Im Vergleich zum Jahr 1990 (ca. 33.000 t/a) verringerten sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Bezugsjahr 2012 (ca. 19.000 t/a) um ungefähr 42 %. Größten Anteil am Ausstoß des klimaschädlichen Treibhausgas CO<sub>2</sub> haben im Jahr 2012 die Energieträger Erdgas (ca. 10.500 t/a), Heizöl (ca. 3.500 t/a) und Steinkohle (ca. 3.500 t/a) (Abbildung 12).

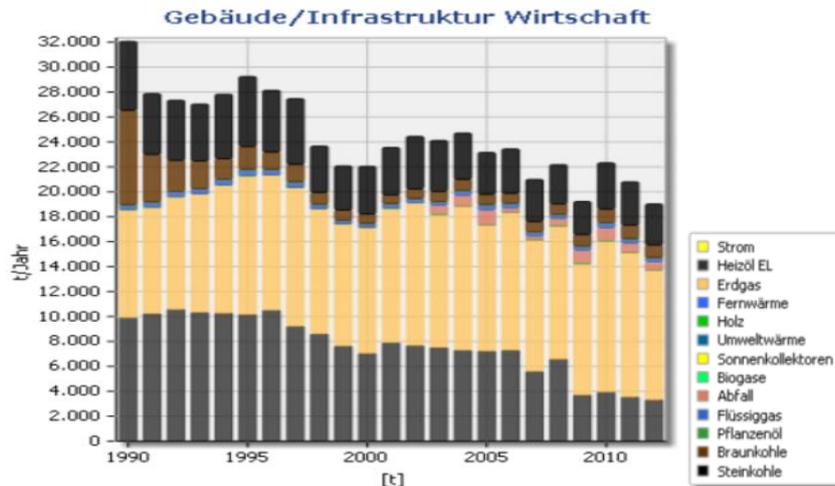


Abbildung 12: CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Sektor Wirtschaft [Eigene Berechnungen]

### 3.3.3 Gesamtendenergieverbräuche im Verkehr

Der Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr steigt bundesweit seit dem Jahr 1990. Ausschlaggebend für diese Entwicklung ist in Deutschland eine weiter ansteigende durchschnittliche Fahrleistung der Personenkraftwagen (PKW) (14.200 km pro Jahr), ein stagnierender Durchschnittsverbrauch auf einem relativ hohen Niveau (7,9 l /pro 100 km) sowie ein kontinuierliches Wachstums des Fahrzeugbestandes, zwischen 1996 und 2011 um durchschnittlich 0,6 % pro Jahr. [14] In der Stadt Rheinbach stieg der Gesamtenergieverbrauch im Sektor Verkehr von ca. 145 GWh/a (1990) auf fast 238 GWh/a im Bezugsjahr 2012 an. Innerhalb der letzten Jahre ist dabei insbesondere die steigende Bedeutung des Energieträgers Diesel zu erkennen. Im Jahr 2012 liegt der Energieträger Diesel mit einem Verbrauch von ca. 99 GWh/a fast gleichauf mit dem Energieträger Benzin mit ca. 101,5 GWh/a (Abbildung 13).

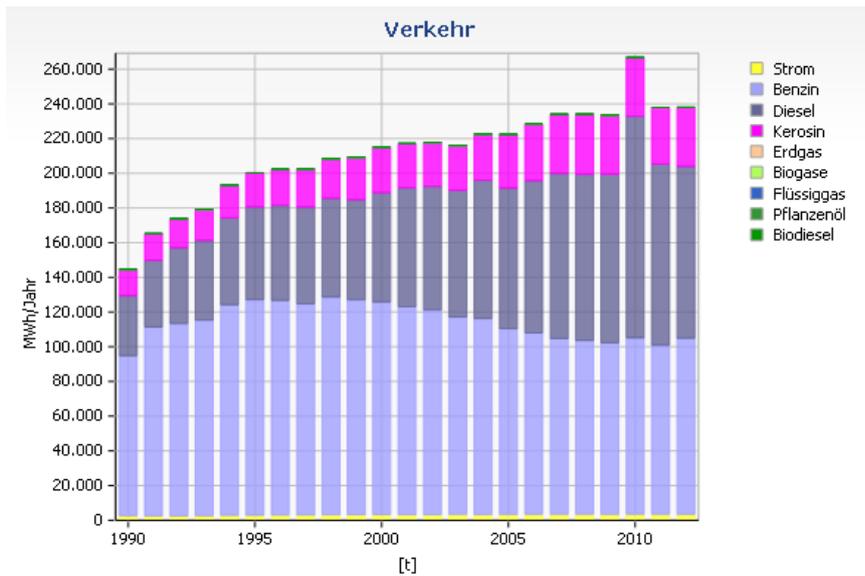


Abbildung 13: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr [Eigene Berechnungen]

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen verlaufen im Verkehrsbereich nahezu parallel zum Endenergieverbrauch in diesem Sektor. Auch der CO<sub>2</sub>-Ausstoß stieg innerhalb des Beobachtungszeitraums in der Stadt Rheinbach von ca. 37.000 t/a (1990) auf ca. 61.500 t/a (2012). Auch die Anteile an den CO<sub>2</sub>-Emissionen verlaufen einheitlich mit denen des Endenergieverbrauchs (Abbildung 14).

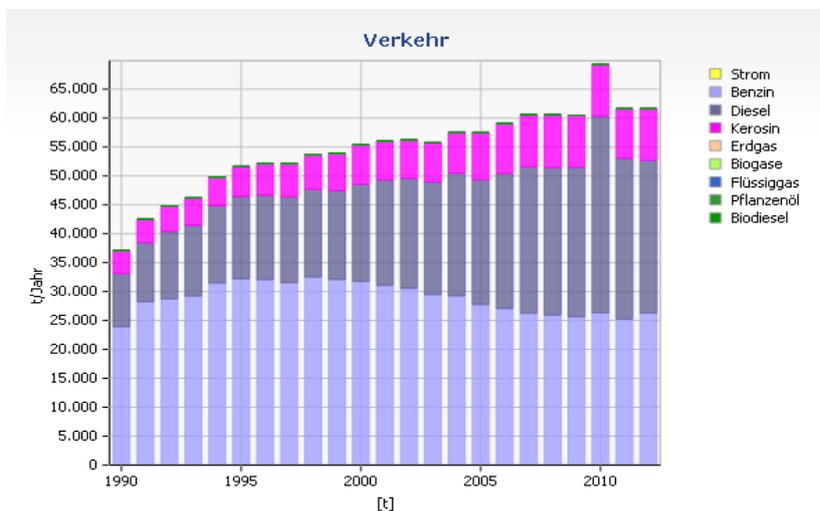


Abbildung 14: CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Sektor Verkehr [Eigene Berechnungen]

### 3.3.4 Fazit

Wie bereits in Kapitel 3.3 dargestellt liegt der aktuelle Gesamtendenergieverbrauch der Stadt Rheinbach bei ca. 608 GWh/a. Die höchsten Anteile an diesem Endverbrauch haben die Energieträger Erdgas mit ca. 20 % (ca. 121 GWh/a), Strom mit ca. 18 % (ca. 109,5 GWh/a), Benzin mit ca. 16,5 % (ca. 101,5 GWh/a) und Diesel mit ca. 16 % (ca. 99 GWh/a).

Innerhalb der letzten 22 Jahre stiegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen minimal an. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen liegen aktuell bei ca. 109.000 t/a. Minderungspotenziale bestehen insbesondere bei einer verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energien und einer angestrebten Substitution der fossilen Energieträger (Abbildung 15).

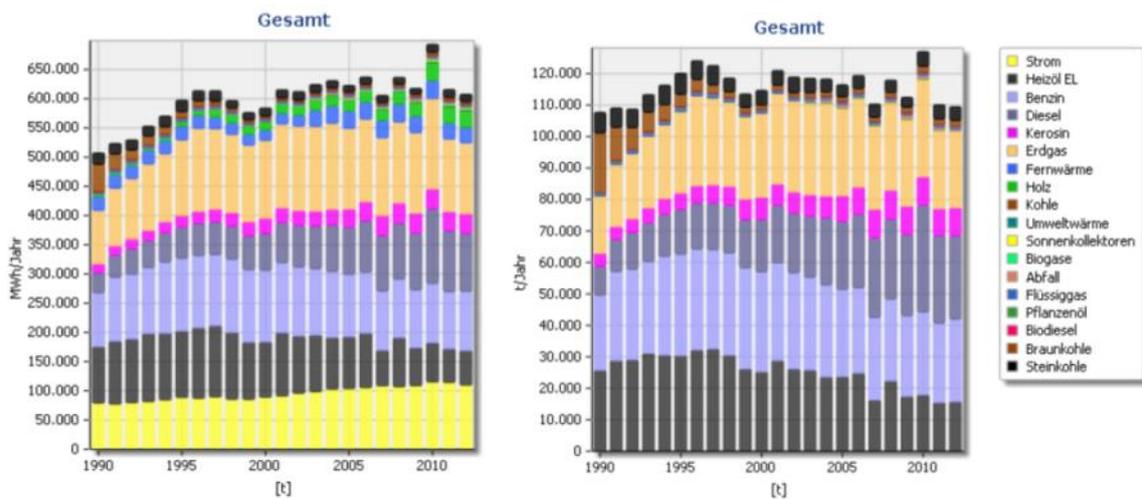


Abbildung 15: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Energieträgern (rechts) [Eigene Berechnungen]

## 4 Potenziale und Maßnahmenvorschläge zum Ausbau regenerativer Energien

Die Potenzialanalyse für die Nutzung erneuerbarer Energien geht von einem methodischen Ansatz aus, der durchgängig für alle Energieträger angewendet und jeweils durch spezifische Vorgehensweisen ergänzt wird. So wird

- 2012 als Basisjahr zum Status-Quo genommen,
- der Zeitraum bis 2030 betrachtet, wobei Zeitstufen jeweils das Jahr 2015, 2020 und 2030 darstellen,
- auf der Basis der bisherigen Entwicklung und der Einschätzung der Lenkungsgruppe für die Zukunft auch die allgemeine zukünftige Entwicklung berücksichtigt,
- ein **Trendszenario** mit moderatem Zubau, der sich ohne zusätzliche Anstrengungen ergeben wird und ein **Klimaszenario** mit einer höheren Zubaurate angenommen, für dessen Zielerreichung eine zielgerichtete Klimaschutzpolitik notwendig ist. In beiden Fällen wird die Zubaurate so definiert, dass vom ermittelten Potenzial nur ein Teil (eben diese Zubaurate) auch im definierten Zeitraum umgesetzt wird.

Der Ermittlung der Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien liegen verschiedene Prämissen zu Grunde, welche auf unterschiedlichen Datenquellen basieren: Allgemeine Messergebnisse, Erfahrungswerte, Verbräuche, statistische Größen, Potenzialermittlung auf Landes-, Kreis- und kommunaler Ebene und Kennwerte aus verfügbarer Expertise. Es werden auf Grundlage der vorhandenen Datenquellen Potenziale errechnet, denen angenommene Entwicklungen oder anderweitig vorhandene Erkenntnisse zu Grunde liegen und dann auf die Örtlichkeit der Stadt Rheinbach übertragen. Diese Annahmen wurden mit der Lenkungsgruppe und dem Ausschuss für Stadtentwicklung, Umwelt, Planung und Verkehr abgestimmt. Diese Annahmen sind in jedem Kapitel gesondert aufgeführt.

Für eine Klimaschutzstrategie in Rheinbach und dem damit verbundenen Willen zur vermehrten Nutzung erneuerbarer Energiequellen wurden auf Basis der Bestandsanalyse sowie der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz folgende Handlungsfelder betrachtet:

Solarenergienutzung – Photovoltaik	<b>s</b>
Solarenergienutzung – Solarthermie	<b>s</b>
Oberflächennahe Geothermie	<b>g</b>
Windenergienutzung	<b>w</b>
Holznutzung	<b>h</b>
Biogas und biogene Reststoffe	<b>b</b>
Übergreifende Handlungsansätze	<b>ü</b>
Öffentlichkeitsarbeit	<b>ö</b>

Zu jedem einzelnen Handlungsfeld finden sich konkrete Maßnahmenvorschläge als Handlungsoptionen – in der Regel nach der Potenzialbetrachtung. Die Handlungsoptionen zu jedem Handlungsfeld werden dann im Kapitel 5.1 einer Bewertung und Priorisierung unterzogen.

Die Sammlung der Handlungsoptionen kann aber auch als Basis für eine weitere Bearbeitung und Ergänzung durch die Stadt und ihre Akteure selbst genutzt werden, Impulse für die Diskussion in den verschiedenen Gremien und Gruppen geben und so als ‚Ideenplattform‘ den kontinuierlichen Dialog über die Erreichung der Klimaschutzziele unterstützen.

#### 4.1 Handlungsfeld: Solarenergienutzung (s)

Die Potenziale zur Solarenergienutzung sind wegen der breiten Verfügbarkeit potenzieller Standorte (Dachflächen, Fassaden) und die damit verbundene flexible Integration in Siedlungsformen detailliert zu betrachten. In den folgenden Abschnitten werden die

- solarelektrische Nutzung über Photovoltaikanlagen (PV-Anlagen) und die
- solarthermische Nutzung über Solarkollektoren

untersucht. Sowohl die technischen und ökonomischen Rahmenbedingungen, als auch die Anwendungsbereiche der Nutzenergie sind völlig unterschiedlich, allerdings konkurrieren die beiden Nutzungsarten bei den verfügbaren Dachflächen miteinander.

Abbildung 16 zeigt die Globalstrahlung (Jahressummen 2012) in der Region Köln/Bonn. Um Rheinbach beträgt die Globalstrahlung zwischen 1.041 und 1.080 kWh/m<sup>2</sup> und liegt damit etwas unter dem Bundesdurchschnitt (1.096 kWh/m<sup>2</sup>). Der Standort eignet sich somit für die photovoltaische und solarthermische Energiegewinnung.



Abbildung 16: Globalstrahlung (Jahressummen 2012) in der Region Köln/Bonn [Geänderte Karte nach 19]

In den folgenden Abschnitten wird entsprechend dem methodischen Ansatz zwischen den beiden Szenarien und jeweils 3 Betrachtungszeiträumen unterschieden (Tabelle 1). Im **Trendszenario** wird die prozentuale Ausbaquote an Solaranlagen bezogen auf die ermittelten Potenzialflächen bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen, also ohne Klimaschutzanstrengungen, dargestellt. Das **Klimaszenario** betrachtet die Installation von Solaranlagen vor dem Hintergrund einer konsequenten Klimaschutzpolitik. Beide Szenarien werden jeweils für einen kurz- (2015), mittel- (2020) und langfristigen Zeitpunkt (2030) errechnet.

Der prozentuale Anteil an Gebäuden mit PV- oder Solarthermienutzung wird für das Jahr 2020 zugrunde gelegt. Demnach sind im

- Trendszenario 10 % der Gebäude mit einer Solaranlage und im
- Klimaszenario 25 % der Gebäude mit einer Solaranlage

ausgestattet. Die Ausbauraten für 2015 und 2030 ergeben sich hieraus.

Tabelle 1: Ausbauphasen im Trend- und Klimaszenario bei der Nutzung von Solarenergie [Eigene Berechnungen]

Jahr	Dachflächenanteil mit einer Solaranlage (bezogen auf die Potenzialflächen)	
	Trendszenario	Klimaszenario
2015	4 %	11 %
2020	10 %	25 %
2030	21 %	53 %

Den Potenzialberechnungen für die Gewinnung von Strom und Wärme aus Sonnenergie liegen folgende allgemeine **Annahmen** zu Grunde:

- Die Globalstrahlung betrug 2012 (Jahressumme) zwischen 1.041 und 1.060 kWh/m<sup>2</sup>. Der statistische Mittelwert für die Bundesrepublik liegt bei 1.096 kWh/m<sup>2</sup>. [15]

**Private Wohngebäude:**

- 7.218 Wohngebäude in Rheinbach 2011 (Wohngebäude = Dachflächen) [16]
  - 70 % der Dächer von Wohngebäuden eignen sich für eine Solaranlage.
  - 20 % Reduktion der geeigneten Dachflächen, wegen konkurrierender Nutzung.
- 5 % Reduktion der geeigneten Dachflächen, wegen Denkmalschutzauflagen.
- Vorhandene Solarthermie- oder PV-Anlagen werden von den Potenzialflächen zu 50 % abgezogen, da diese noch ausgebaut werden können.
- 50 Gebäude insgesamt werden pro Jahr neu errichtet. [17, 18]
  - 25 Gebäude davon werden anstelle bestehender Gebäude neu errichtet (Abriss - Neubau),
  - demnach werden 25 Gebäude zusätzlich neu gebaut.
- Neubauten sind alle geeignet für Solaranlagen.

**Gewerbe:**

- Es wird davon ausgegangen, dass bis 2030 alle im Flächennutzungsplan entsprechend ausgewiesenen Flächen gewerblich genutzt werden. [17]
- Vorhandene Solarthermie- oder PV-Anlagen werden von den Potenzialflächen abgezogen

**Kommunale Liegenschaften:**

- Basis sind die Gebäude mit geeigneten Dachflächen (Solarkataster für kommunale Liegenschaften). [17]

#### 4.1.1 Handlungsfeld: Solarenergienutzung zur Stromerzeugung - Photovoltaik

Der Potenzialberechnung liegen die zuvor zwischen den Beratungsbüros und der Stadt Rheinbach abgestimmten Annahmen zu Grunde. Datengrundlage sind offizielle Statistiken des Bundes, des Landes, des Kreises sowie der Gemeinde. Zusätzlich erfolgte eine enge Abstimmung mit der Lenkungsgruppe hinsichtlich relevanter Entwicklungstendenzen in der Stadt. Insgesamt ergibt sich so eine auf die regionalen und lokalen Gegebenheiten zugeschnittene Szenarienberechnung. Die Berechnungen sind nach den Sektoren Private Wohngebäude, Kommunale Liegenschaften und Gewerbe gegliedert.

##### 4.1.1.1 Annahmen zur Potenzialberechnung

Der Potenzialberechnung für die Solarenergienutzung zur Stromerzeugung in den verschiedenen Sektoren liegen folgende Annahmen zugrunde:

- 950 kWh/kWp (im Mittel) Jahresertrag einer PV-Anlage bei kleinen Anlagen
- 101 kWh/m<sup>2</sup>a – Jahresertrag für kommunale Gebäude, Berechnungsgrundlage für die vorliegenden Daten [13]
- 0,564 kg/kWh CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix für 2011 [16]
- 1.750 €/kWp Investitionskosten - Alle Kosten beinhalten entsprechende Material- und Installationskosten. [17]

**Private Wohngebäude:**

- 3.500 kWh/a Stromverbrauch in einem durchschnittlichen Haushalts [18]
- 8,4 kWp beträgt die mittlere Leistung der PV-Anlagen, dies ist ein Mischwert aus 3 kWp Leistung je Anlage bei Wohngebäuden, 30 kWp bei landwirtschaftlichen und gewerblichen Gebäuden, Anteil 20 % der Privatgebäude.
- 3.694 Wohngebäude mit geeigneten Dachflächen für PV [15]
  - 392 Anlagen wurden bis einschl. 2012 auf priv. Dächern installiert und wurden zu 50 % abgezogen, da bestehende Anlagen erweitert werden können. [19]

**Gewerbe:**

- 114 kWp/ha installierbarer Leistung bei Gewerbeflächen<sup>1</sup>

**Kommunale Liegenschaften:**

- Es gibt 6 PV-Anlagen mit etwa 4.300 m<sup>2</sup> Modulfläche. [15]
- Für 12 weitere Gebäude besteht noch Ausbaupotenzial, etwa 4.750 m<sup>2</sup>. [15]

#### 4.1.1.2 Potenziale bei privaten Wohngebäuden

Wichtige Grundlage für die Potenzialberechnung ist die Entwicklung des Gebäudebestandes. Im privaten Sektor wurden zwischen 2007 und 2011 über 300 Gebäude neu errichtet [25]. Unter Berücksichtigung des demographischen Wandels und der vorhandenen Flächenkapazitäten wurde eine jährliche Neubaurate von 50 Privatgebäuden angenommen, wobei die Hälfte anstelle von Bestandsgebäuden errichtet wird [17]. Rund 400 Anlagen wurden bislang installiert und werden zur Hälfte vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen [8]. Wie in Tabelle 2 zu erkennen ist, sind derzeit (2012) etwa 3.700 Privatgebäude für die PV-Nutzung geeignet. Bis 2030 wird sich das Potenzial um weitere 650 Gebäude erhöhen.

Tabelle 2: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für PV-Nutzung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gesamtanzahl Gebäude	Gesamtanzahl geeigneter Gebäude für PV (Bestand + Neubau)
2012 (Basisjahr)	7.218	3.644
2013	7.243	3.681
2014	7.268	3.719
<b>2015</b>	<b>7.293</b>	<b>3.756</b>
2016	7.318	3.793
2017	7.343	3.831
2018	7.368	3.868
2019	7.393	3.906
<b>2020</b>	<b>7.418</b>	<b>3.943</b>
2021	7.443	3.980
2022	7.468	4.018
2023	7.493	4.055
2024	7.518	4.093
2025	7.543	4.130
2026	7.568	4.167
2027	7.593	4.205
2028	7.618	4.242
2029	7.643	4.279
<b>2030</b>	<b>7.668</b>	<b>4.317</b>

Im **Trendszenario** wird davon ausgegangen, dass 10 % des geeigneten privaten Gebäudebestands im Jahr 2020 mit PV-Modulen bestückt sind. Bei einer gleichbleibenden Ausbaurate bedeutet dies für die Jahre 2015 und 2030 einen Zuwachs von 4 beziehungsweise 21 %. Knapp 360 Anlagen würden 2020 etwa 2.860 MWh/a produzieren und rund 1.530 t CO<sub>2</sub>

<sup>1</sup> Genau ermittelt anhand gemischter Gewerbegebiete (Stadt Geldern), wie sie ohne spezifische Branchenschwerpunkte üblicherweise in Städten mittlerer Größe anzutreffen sind (nur wirtschaftlich sinnvolle Flächen, Beachtung Dachneigung, Ausrichtung, Struktur der Dächer).

pro Jahr einsparen. Die Investitionskosten würden sich nach heutigen Maßstäben auf knapp 5,3 Millionen Euro belaufen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	136	1.082,9	610,8	1,140	1.994.827
2020	359	2.862,6	1.614,5	3,013	5.273.156
2030	793	6.327,5	3.568,7	6,661	11.655.879

Im gleichen Zeitraum würden 23 Neubauten PV-Anlagen nutzen, so rund 180 MWh/a Strom produzieren und damit über 100 t CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen (Tabelle 4). Die Investitionskosten belaufen sich 2020 auf ungefähr 330.000 Euro.

Tabelle 4: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	4	29,9	16,9	0,032	55.125
2020	23	179,6	101,3	0,189	330.750
2030	107	852,9	481,0	0,898	1.571.063

Für den privaten Gebäudesektor ergeben sich aus dem Trendszenario folgende Gesamtkennwerte (Tabelle 5): Im Jahr 2020 werden 381 Gebäude PV-Anlagen nutzen und pro Jahr über 3.000 MWh Strom produzieren. Dadurch werden über 1.700 t CO<sub>2</sub> pro Jahr vermieden. Die Investitionskosten würden sich bis dato auf rund 5,6 Millionen Euro belaufen, legt man heutige Preise zugrunde. Der leichte Anstieg der jährlichen Investitionskosten lässt sich durch die sukzessiv verringerte Anzahl an weniger geeigneten Bestandsgebäuden und der Zunahme an Neubauten, die alle für Solarenergienutzung geeignet sind, erklären: Pro Jahr werden 25 Bestandsgebäude, von denen jedes zweite für PV-Nutzung geeignet wäre, durch 25 Neubauten ersetzt, die sich alle für PV-Anlagen eignen. Hinzu kommen weitere 25 Neubauten. Die Grundgesamtheit an potenziell geeigneten Gebäuden nimmt also jährlich zu, während die prozentuale Ausbaurate gleich bleibt. Dadurch werden, in absoluten Zahlen, pro Jahr zunehmend mehr Anlagen installiert.

2030 gibt es in Rheinbach 900 neue Anlagen, die jährlich fast 7.200 MWh Strom produzieren. Einschließlich des Zieljahres werden durch neu installierte PV-Anlagen über 66.000 MWh Strom produziert und knapp 37.500 t CO<sub>2</sub> eingespart worden sein. Über die gesamte Zeitspanne hinweg wurden in allen drei Sektoren insgesamt rund 13,2 Millionen Euro in den Ausbau von PV investiert.

Tabelle 5: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	139	1.112,8	627,6	1,171	2.049.952
2020	381	3.042,1	1.715,8	3,202	5.603.906
2030	900	7.180,3	4.049,7	7,558	13.226.941

17 verdeutlicht, dass es im Trendszenario bis zum Jahr 2030 dauert, bis die Stromerzeugung und die damit verbundene Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen den bereits heute erreichten Stand übersteigt. 2020 liegt die Stromerzeugung etwas über der Hälfte der Stromproduktion aus dem heutigen Anlagenbestand. Vor dem Hintergrund, dass die Anlagenpreise weiter auf einem niedrigen Niveau bleiben, gegebenenfalls auch noch weiter sinken und der lang bemessenen Zeitspanne bis 2030, ist davon auszugehen, dass dieses Szenario sehr wahrscheinlich eintritt oder sogar noch übertroffen wird, selbst wenn keinerlei Klimaschutzanstrengungen unternommen werden.

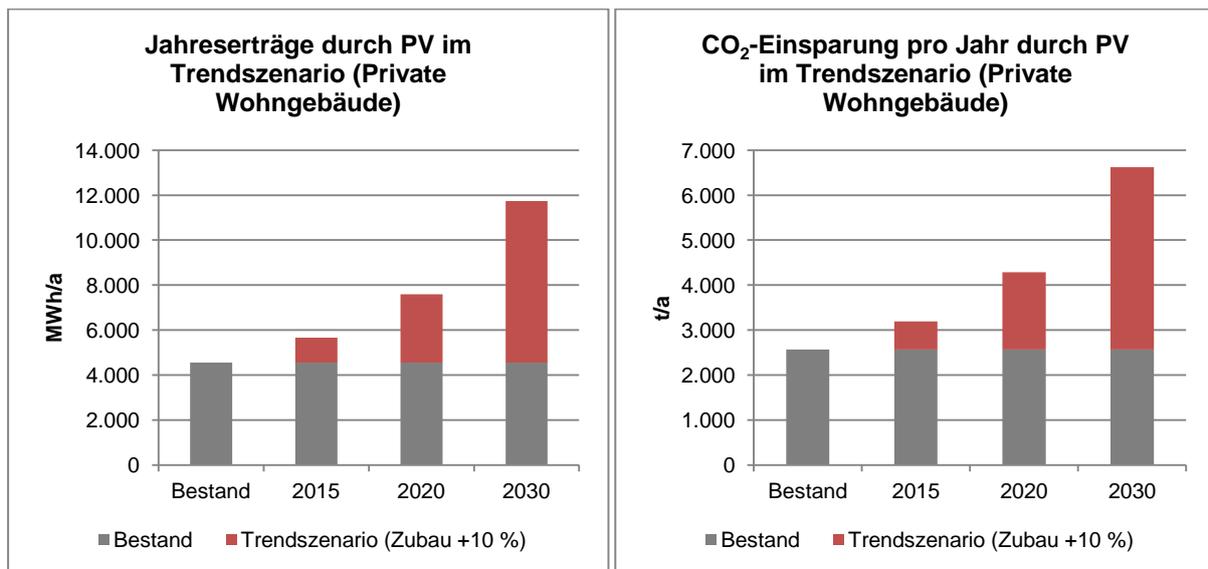


Abbildung 17: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Das **Klimaszenario** geht davon aus, dass 25 % des geeigneten privaten Gebäudebestands im Jahr 2020 PV-Anlagen installiert haben. Bei einer gleichbleibenden Ausbaurrate bedeutet dies für die Jahre 2015 und 2030 einen Zuwachs von 11 beziehungsweise 53 %. Knapp 900 Anlagen würden 2020 etwa 7.150 MWh/a produzieren und rund 4.000 t CO<sub>2</sub> pro Jahr einsparen. Die Investitionskosten würden sich nach heutigen Maßstäben auf knapp 13,2 Millionen Euro belaufen (Tabelle 6).

Tabelle 6: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	339	2.707,3	1.526,9	2,850	4.987.067
2020	897	7.156,4	4.036,2	7,533	13.182.890
2030	1.982	15.818,7	8.921,7	16,651	29.139.696

Im gleichen Zeitraum würden 56 Neubauten PV-Anlagen nutzen und so rund 450 MWh/a Strom produzieren. Hierdurch können 250 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden (Tabelle 7). Die Investitionskosten belaufen sich 2020 auf ungefähr 827.000 Euro.

Tabelle 7: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	9	74,8	42,2	0,079	137.813
2020	56	448,9	253,2	0,473	826.875
2030	267	2.132,2	1.202,5	2,244	3.927.656

Für den privaten Gebäudesektor ergeben sich aus dem Klimaszenario die in Tabelle 8 zusammengefassten Gesamtkennwerte. 2030 gibt es demnach in Rheinbach 2.249 neue Anlagen, die jährlich fast 18.000 MWh Strom produzieren. Einschließlich des Zieljahres werden durch neu installierte PV-Anlagen über 166.000 MWh Strom produziert und fast 94.000 t CO<sub>2</sub> eingespart worden sein. Über die gesamte Zeitspanne hinweg würden demnach insgesamt rund 33 Millionen Euro in den Ausbau von PV investiert.

Tabelle 8: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Anlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	349	2.782,1	1.569,1	2,929	5.124.880
2020	953	7.605,3	4.289,4	8,006	14.009.765
2030	2.249	17.950,8	10.124,3	18,896	33.067.353

Abbildung 18 zeigt, dass im Klimaszenario ein wirklicher Zubau schneller erreicht wird. So übertrifft bereits 2020 die Energieproduktion durch Neuanlagen die der Bestandsanlagen. 2030 würde demnach mehr als dreimal so viel Energie durch Neuanlagen erzeugt, verglichen mit dem Bestand. Um dieses Ziel zu erreichen müssten Rheinbacher Hausbesitzer in den kommenden 16 Jahren rund 33 Millionen Euro in den Ausbau von PV-Anlagen investieren. Vor dem Hintergrund sinkender Modulpreise, steigender Wirkungsgrade und vorhandener Fördermechanismen oder

zunehmender grid-parity<sup>2</sup> kann dieses Ziel erreicht werden, wenn die Stadt ihre Bürger dabei unterstützt.

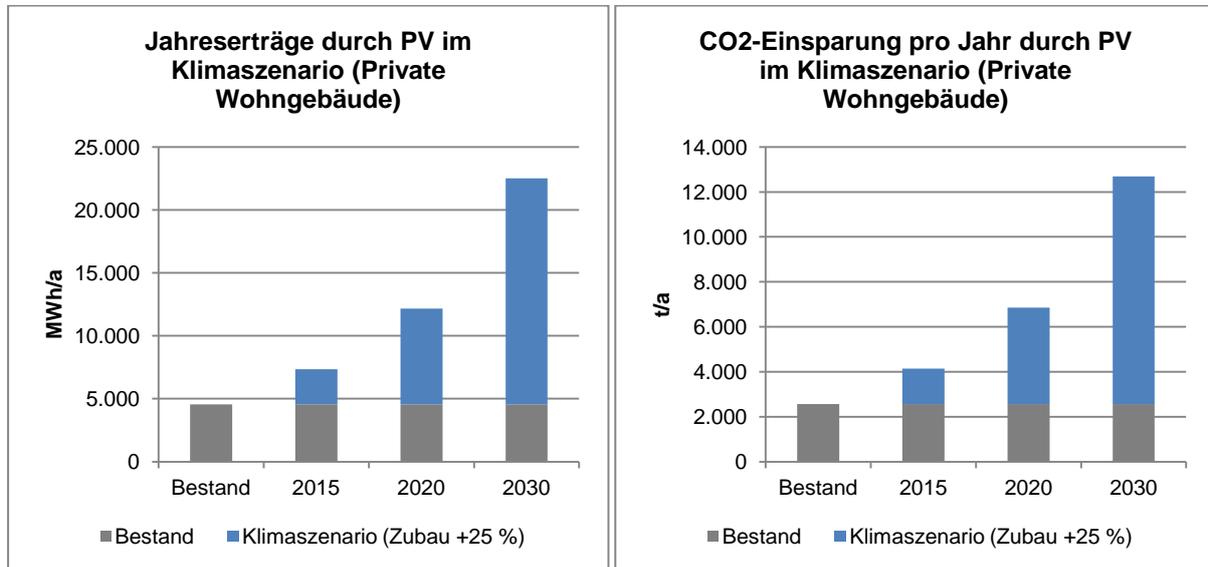


Abbildung 18: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich für die privaten Wohngebäude zeigt einerseits die hohen Potenziale bei Energieerzeugung und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, andererseits die großen Unterschiede der beiden Szenarien (Abbildung 19). Im Klimaszenario läge der Ausbau mehr als doppelt so hoch wie im Trendszenario. Knapp 7.300 MWh/a respektive rund 3.000 MWh/a Strom könnten so im Jahr 2020 erzeugt werden. Dabei würde ein Ausstoß von fast 4.100 t CO<sub>2</sub>a, beziehungsweise ca. 1.650 t CO<sub>2</sub>a vermieden.

<sup>2</sup> Mit grid-parity oder Netzparität wird die Grenze bezeichnet, an der die Kosten für selbst erzeugten Strom genauso hoch sind, wie die Kosten für eingekauften Strom.

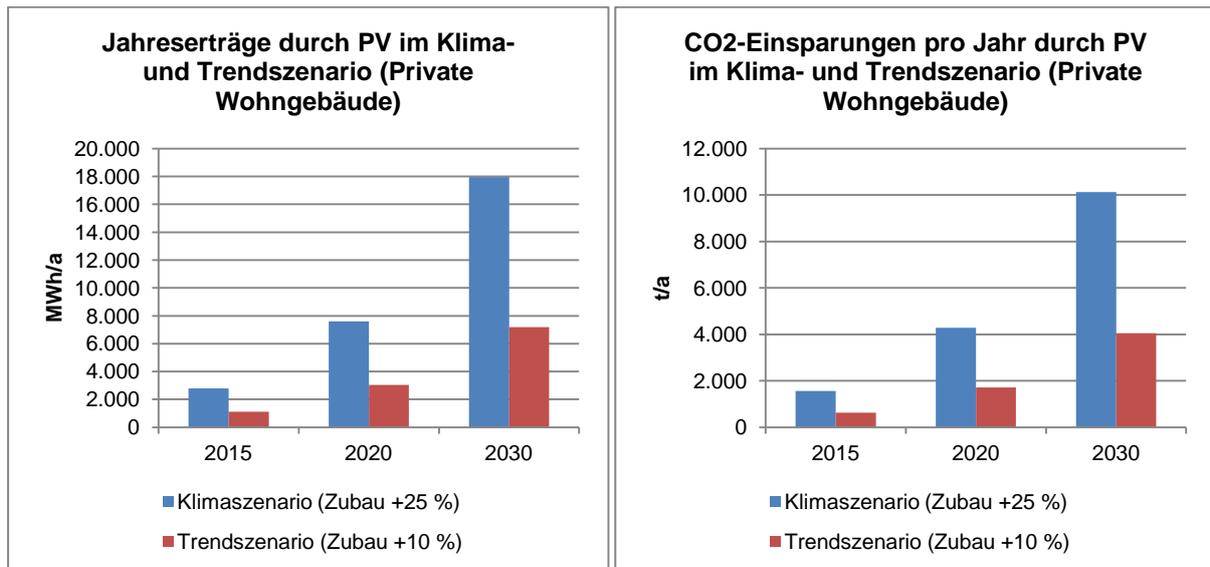


Abbildung 19: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

#### 4.1.1.3 Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

Auf den eigenen Liegenschaften der Stadt sind bisher 6 PV-Anlagen mit einer Gesamtmodulfläche von rund 4.300 m<sup>2</sup> installiert [17]. Tabelle 9 zeigt die installierte Leistung pro Gebäude sowie Schätzungen zu Jahreserträgen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen basierend auf den Annahmen zu den Potenzialberechnungen.

Tabelle 9: PV-Anlagen auf Dächern kommunaler Liegenschaften [1, Eigene Berechnungen]

Gebäude	Dachfläche [in m <sup>2</sup> ]*	Jahresertrag [MWh/a]*	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]*	Installierte Leistung [MWp]
Gymnasium	802	85,5	48,2	0,090
Turnhalle Gymnasium	544	58,0	32,7	0,061
Realschule	1.488	158,7	89,5	0,167
Stadthalle	544	58,0	32,7	0,061
Hauptschule	501	53,4	30,1	0,056
Turnhalle Hauptschule	409	43,6	24,6	0,046
<b>Gesamt</b>	<b>4.287</b>	<b>457,0</b>	<b>257,8</b>	<b>0,481</b>

\* Schätzung

Für 12 weitere Gebäude besteht noch Ausbaupotenzial. Die zur Verfügung stehende Gesamtdachfläche beträgt rund 4.750 m<sup>2</sup> [17]. In Tabelle 10 sind die potenziell nutzbaren Dachflächen gemeindlicher Liegenschaften dargestellt. Basierend hierauf und auf den oben genannten Annahmen lassen sich erste Potenziale für den Jahresertrag und die CO<sub>2</sub>-Einsparung errechnen. Nichtsdestotrotz bedarf es einer jeweiligen Einzelfallprüfung.

Tabelle 10: Potenzielle Dachflächen auf kommunalen Liegenschaften [17, Eigene Berechnungen]

Gebäude	Dachfläche [in m <sup>2</sup> ]	Jahresertrag [MWh/a]*	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]*	Leistung [MWp]*
Neue Turnhalle Realschule	825	83,3	47,0	0,093
MZH Oberdreies	165	16,7	9,4	0,019
MZH Ramershoven	90	9,1	5,1	0,010
Tribünengebäude FZP	430	43,4	24,5	0,048
Feuerwehrgerätehaus Bruckner Weg	530	53,5	30,2	0,059
Feuerwehrgerätehaus Niederdreies	170	17,2	9,7	0,019
Mehrreckhalle Queckenberg	370	37,4	21,1	0,042
Turnhalle Hauptschule (neu)	445	44,9	25,3	0,050
Turnhalle Grundschule Wormersdorf	520	52,5	29,6	0,058
MZH Hilberath	275	27,8	15,7	0,031
Kindergarten Blümelingspfad	230	23,2	13,1	0,026
Baubetriebshof	700	70,7	39,9	0,079
<b>Gesamtfläche:</b>	<b>4.750</b>	<b>479,8</b>	<b>270,6</b>	<b>0,533</b>

\* Schätzung

Die Werte (Installierte Modulfläche) wurden anhand der verschiedenen prozentualen Ausbauraten im Trend- und Klimaszenario für die Gesamtpotenzialfläche ermittelt. Es sollte für jedes Gebäude einzeln überprüft werden, zu welchem Zeitpunkt eine PV-Anlageninstallation am sinnvollsten ist. Insbesondere sollte eine Kopplung mit anderen Sanierungsmaßnahmen erfolgen, um so Kostenersparnisse bei der Installation zu erreichen.

Die Ausbauraten im **Trendszenario** sind sehr moderat. Dies spiegelt sich speziell bei geringem Ausbaupotenzial wider (Tabelle 11). 2020 würden demnach 475 m<sup>2</sup> Modulfläche installiert sein, das wären etwa 53 kWp. Zehn Jahre später wären mit 1.069 m<sup>2</sup> Modulfläche etwa 22,5 % der Gesamtfläche genutzt. Die Investitionskosten belaufen sich nach heutigem Kenntnisstand auf knapp 210.000 Euro, auf das Jahr gerechnet etwa 11.000 Euro.

Tabelle 11: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	installierte Modulfläche [in m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	178	18,0	10,1	0,019	33.141
2020	475	48,0	27,1	0,051	88.375
2030	1.069	107,9	60,9	0,114	198.844

Im **Klimaszenario** wäre 2020 ein Viertel der Flächen für PV genutzt (Tabelle 12). Dann könnten pro Jahr knapp 120 MWh Strom produziert werden, was wiederum zu einer Einsparung von fast 68 t CO<sub>2</sub> pro Jahr führt. 2030 könnten 56 % der Flächen genutzt sein. Die Kosten belaufen sich auf knapp 500.000 Euro, etwa 28.000 Euro pro Jahr. So könnten ca. 270 MWh/a erzeugt und rund 152 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden.

Tabelle 12: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	installierte Modulfläche [in m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	445	45,0	25,4	0,047	82.852
2020	1.188	119,9	67,6	0,126	220.938
2030	2.672	269,9	152,2	0,284	497.109

Vor dem Hintergrund der schon installierten Modulfläche von 4.300 m<sup>2</sup> sollten selbst die Ausbauraten im Klimaszenario leicht zu übertreffen sein. 2030 wären, bezogen auf die bereits installierten Flächen, 62 % neue Modulflächen hinzugekommen – bei einer längeren Zeitspanne für den Ausbau. Im Trendszenario wären fast 25 % (Abbildung 20).

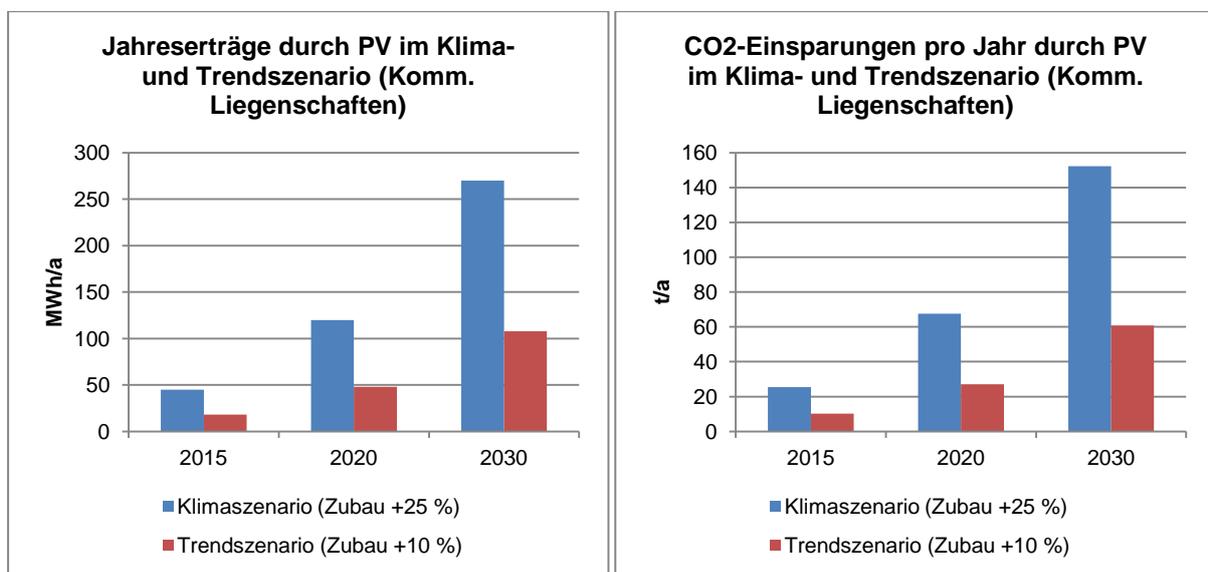


Abbildung 20: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

Da hier die Stadt selbst als Eigentümer die Steuerungsfunktion hat, kann die Ausbaurrate von vornherein höher sein. Durch eigene Investitionen oder Überlassung für Bürgerenergiegemeinschaften könnten so alle geeigneten Dachflächen sehr viel früher belegt sein als in dieser Rechnung ermittelt.

#### 4.1.1.4 Potenziale bei Gebäuden mit gewerblicher Nutzung

Auf Basis des aktuellen Flächennutzungsplans sind in Rheinbach insgesamt knapp 170 ha als Gewerbegebietsflächen ausgewiesen. Sondergebiete großflächiger Handel (GHB) mit insgesamt 7,06 ha sind in die Gewerbegebietsflächen mit eingerechnet. Bisher sind 103,56 ha in Nutzung. Es gibt 16 PV-Anlagen, die (auf den Hektar Gewerbefläche bezogen) etwa 24,75 ha belegen [17]. 1,34 ha sind für die solarthermische Nutzung belegt [10], siehe auch Abschnitt 4.4.1.2.

Das Ausbaupotenzial für den Gewerbebestand beträgt somit knapp 77,5 ha. 65,74 ha der gesamten ausgewiesenen Gewerbeflächen sind noch nicht in Nutzung. Aus den Bestandsflächen und den Ausbauflächen ergibt sich eine für die Potenzialberechnung zugrunde zu legende Gesamtfläche von 143,21 ha (Tabelle 13). Allerdings wird davon ausgegangen, dass PV-Anlagen ausschließlich auf Dachflächen installiert werden. In der Gesamtfläche sind jedoch auch Freiflächen wie Grünanlagen, Wege und Parkplätze enthalten. Rund 23 % der Gewerbeflächen sind in Rheinbach mit Gebäuden überbaut. Da sich die Nutzungsformen in Gewerbegebieten stark unterscheiden können, was sich auf Bebauungsart sowie –dichte und somit auch auf verfügbare Dachflächen auswirkt, wird ein Mittelwert angenommen. Pro Hektar gesamter Gewerbefläche können im Schnitt 114 kWp Leistung installiert werden.

Tabelle 13: Entwicklung der für die PV-Nutzung im Gewerbe bis 2030 betrachteten Flächen [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für PV-Versorgung [ha]	Gesamte Potenzialflächen für PV-Versorgung [ha]
2012 (Basisjahr)		77,44
2013	3,65	81,10
2014	7,30	84,75
<b>2015</b>	<b>10,96</b>	<b>88,40</b>
2016	14,61	92,05
2017	18,26	95,71
2018	21,91	99,36
2019	25,57	103,01
<b>2020</b>	<b>29,22</b>	<b>106,66</b>
2021	32,87	110,31
2022	36,52	113,97
2023	40,17	117,62
2024	43,83	121,27
2025	47,48	124,92
2026	51,13	128,58
2027	54,78	132,23
2028	58,44	135,88
2029	62,09	139,53
<b>2030</b>	<b>65,74</b>	<b>143,18</b>

Bei einem moderaten Ausbau der PV-Nutzung im bestehenden Gewerbe (**Trendszenario**) könnten bis 2020 etwa 883 kWp Leistung installiert werden (Tabelle 14). Dadurch läge der jährliche Energieertrag bei rund 840 MWh, was zu einer CO<sub>2</sub>-Entlastung von 473 t/a führt. Bis dato lägen die Investitionskosten bei rund 1,55 Millionen Euro. 2030, bei einer Ausschöpfung von

21 % des Potenzials beim Gewerbebestand, lägen die Werte etwa doppelt so hoch: Knapp 1,99MWp Leistung wären installiert, die ca. 1.900 MWh/a Strom erzeugen und etwa 1.064 t CO<sub>2</sub>a einsparen.

Tabelle 14: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	2,90	314,5	177,4	0,331	579.382
2020	7,74	838,7	473,0	0,883	1.545.019
2030	17,43	1.887,1	1.064,3	1,986	3.476.292

Die Ausbauraten bei bisher noch nicht genutzten Gewerbeflächen sind niedriger. Zwar entspricht die Größe der noch freien Gewerbefläche grob der bereits genutzten, allerdings muss mit einkalkuliert werden, dass diese Flächen erst bis 2030 voll in Nutzung gehen – die dadurch nutzbaren Flächen nehmen also jährlich zu. Für das Jahr 2020 ergibt sich so eine installierte Leistung von 187 kWp Leistung (Tabelle 15). So könnten jährlich etwa 178 MWh Strom produziert und rund 100 t CO<sub>2</sub>a eingespart werden. Die Investitionskosten belaufen sich, nach heutigen Preisen, auf rund 327.878 Euro. Zehn Jahre später wären knapp 1,56 Millionen Euro investiert, was einer installierten Leistung von 890 kWp entspricht. So würden 846 MWh/a Strom produziert und etwa 477 t CO<sub>2</sub>a eingespart.

Tabelle 15: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	0,27	29,7	16,7	0,031	54.646
2020	1,64	178,0	100,4	0,187	327.878
2030	7,81	845,5	476,8	0,890	1.557.422

In der Gesamtdarstellung in Tabelle 16 sind die Potenziale für die schon genutzten Gewerbegebiete und für die noch in der Entwicklung befindlichen bis 2030 jahresscharf aufgeschlüsselt. Betrachtet man die Stromerzeugung und CO<sub>2</sub>-Vermeidung über den gesamten Zeitraum hinweg, wären einschließlich 2030 durch neue Anlagen über 23.560 MWh Strom erzeugt worden. Das würde eine Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von etwa 13.300 t entsprechen. Nach heutigen Preisentwicklungen lägen die Investitionskosten bei insgesamt ca. 5,034 Millionen Euro.

Tabelle 16: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Darstellung]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	3,18	344,2	194,1	0,362	634.028
2020	9,39	1.016,7	573,4	1,070	1.872.897
2030	25,23	2.732,6	1.541,2	2,876	5.033.713

Im Rheinbacher Gewerbebereich wurden 16 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2,822 MWp ermittelt. 12 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 2.698 kWp befinden sich im Gewerbegebiet Nord 1, 4 weitere mit 124 kWp Leistung im Gewerbegebiet Nord 2. Der prognostizierte Ausbau nach dem Trendszenario würde im Jahr 2030 noch unter dem des bisherigen Bestandes liegen (Abbildung 21). Hier muss angemerkt werden, dass über zwei Drittel der bisher installierten Leistung (1.849 kWp) von einer Freiflächenanlage herrühren [17]. Bezogen auf die übrigen 973 kWp liegt das Ausbauziel für 2030 bei einem Faktor von rund 2,8.

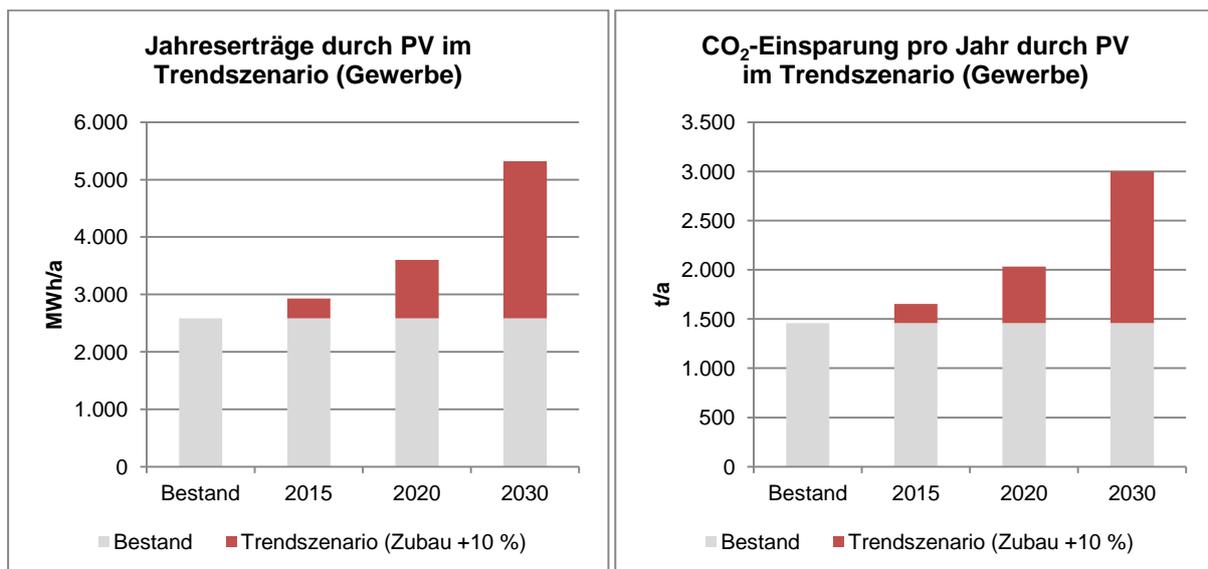


Abbildung 21: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Nach Berechnungen der Ausbauraten für bestehende Gewerbeflächen anhand des **Klimaszenarios** könnten bis 2020 gut 2,2 MWp Leistung installiert werden (Tabelle 17). Dadurch läge der jährliche Energieertrag bei rund 2.100 kWh, was zu einer CO<sub>2</sub>-Entlastung von knapp 1.182 t/a führt. 2030, bei einer Ausschöpfung von 56 % des Potenzials beim Gewerbebestand, lägen die Werte mehr als doppelt so hoch.

Tabelle 17: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	7,26	786,3	443,5	0,828	1.448.455
2020	19,36	2.096,8	1.182,6	2,207	3.862.546
2030	43,56	4.717,8	2.660,9	4,966	8.690.729

In Tabelle 18 sind die Werte für Gewerbeneuansiedlungen dargestellt. 2020 liegt die neu genutzte Gewerbefläche mit PV noch um etwa die Hälfte unter dem Wert für 2030. Sollte die Ansiedlung schneller erfolgen oder gar eine weitere Freiflächenanlage im Gewerbegebiet gebaut werden, würden sich die Werte sehr schnell verändern. Nach den Berechnungen wären 2030 knapp 3,89 Millionen Euro investiert, was einer installierten Leistung von 2.225 kWp entspricht. So würden gut 2.110 MWh/a Strom produziert und etwa 1.190 t CO<sub>2</sub>a eingespart.

Tabelle 18: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	0,68	74,2	41,8	0,078	136.616
2020	4,11	445,0	251,0	0,468	819.696
2030	19,52	2.113,6	1.192,1	2,225	3.893.554

Betrachtet man die mögliche PV-Dachflächen-Nutzung aller Gewerbeflächen (Tabelle 19) so könnten im Jahr 2020 rund 2,68 MWp und 2030 7,2 MWp Leistung installiert sein. Betrachtet man die Stromerzeugung und CO<sub>2</sub>-Vermeidung über den gesamten Zeitraum hinweg, wären einschließlich 2030 durch alle neuen Anlagen über 59.000 MWh Strom erzeugt worden. Das würde eine Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen von mehr als 33.000 t entsprechen. Nach heutiger Preisentwicklung lägen die Investitionskosten bei insgesamt knapp 12,58 Millionen Euro.

Tabelle 19: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Darstellung]

Jahr	Gewerbeflächen mit PV-Nutzung [ha]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]
2015	7,95	860,5	485,3	0,906	1.585.071
2020	23,47	2.541,8	1.433,6	2,676	4.682.242
2030	63,08	6.831,5	3.852,9	7,191	12.584.283

Das Klimaszenario zeigt das enorme Potenzial im Gewerbebereich auf (Abbildung 22). Bei Umsetzung der Handlungsempfehlung und konsequentem Handeln könnte schon 2020 etwa genau so viel PV-Leistung installiert sein wie zum heutigen Zeitpunkt in Nutzung ist – die PV-Freifläche mit eingerechnet. 2030 würde durch neu gebaute Anlagen mehr als doppelt so viel

Energie erzeugt und CO<sub>2</sub> eingespart werden als heute. Dabei sind keine Fassadenflächen mit eingerechnet, die gerade bei den neueren Technologien, z.B. mit Folien bei Gewerbebauten, sehr attraktive Anwendungsfälle darstellen, bei denen der erzeugte Strom auch direkt für die Kühlung oder den Betrieb von Wärmepumpen (Wärme und Kälte) eingesetzt werden könnte (siehe Handlungsoption **s4** in Abschnitt 4.1.1.6).

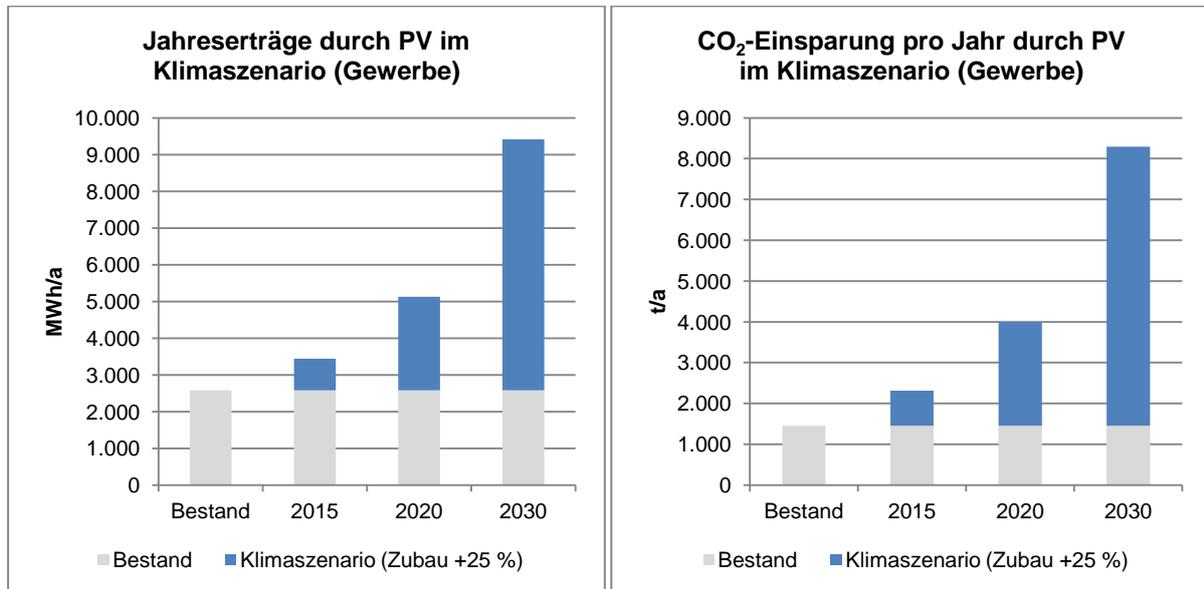


Abbildung 22: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich macht noch einmal die Unterschiede zwischen Trend- und Klimaszenario deutlich (Abbildung 23). Ohne Klimaschutz- und Ausbaubemühungen würden 2030 jährlich gut 2.700 MWh Strom durch zusätzliche Anlagen erzeugt. Vor dem Hintergrund einer konsequenten Klimaschutzpolitik könnten im selben Zeitraum mehr als doppelt so viele Anlagen installiert werden, die jährlich 3.850 t CO<sub>2</sub> einsparen.

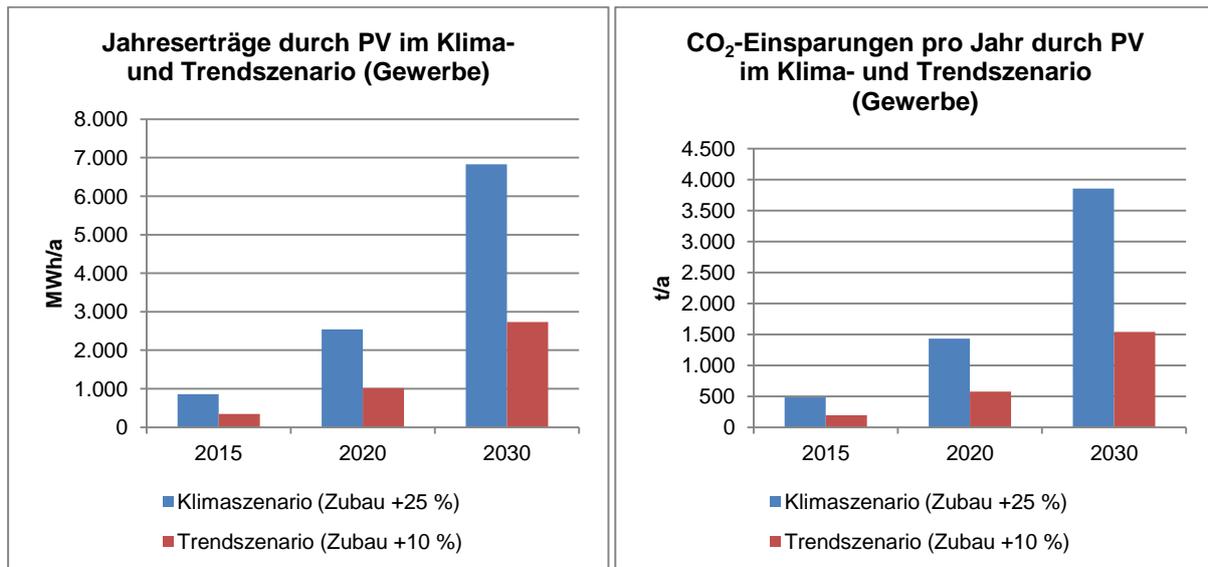


Abbildung 23: Vergleich der Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

#### 4.1.1.5 Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Die moderate Entwicklung im PV-Sektor, die hier im **Trendszenario** dargestellt ist, gilt als sehr wahrscheinlich. Je nach Marktentwicklung werden diese Ausbauwerte auch ohne gezielte Klimaschutzmaßnahmen sogar übertroffen. Bis einschließlich 2020 sind vermutlich über 4,326 MWp Leistung installiert, die jährlich über 4.100 MWh Strom generieren und 2.316 t CO<sub>2</sub>a einsparen (Tabelle 20). Nach heutigen Erkenntnissen belaufen sich die gesamten Investitionskosten auf 7,57 Millionen Euro. Zehn Jahre später wären fast 10,55 MWp Leistung installiert, die über 10.000 MWh/a produzieren und zu 5.650 t CO<sub>2</sub>-Entlastung pro Jahr führen. Bürger, Gewerbetreibende und Kommune hätten etwa 18,46 Millionen Euro in den Ausbau der Photovoltaik-Nutzung investiert. Die jährlichen Investitionskosten liegen zwischen 890.000 Euro und 1,16 Millionen Euro. Diese Zunahme ergibt sich aus dem Zu- und Neubau im Privat- und Gewerbesektor: So nehmen die Potenzialflächen zu, zumal Neubauten statisch besser für die PV-Nutzung ausgelegt sein können.

Tabelle 20: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	483,0	483,0	272,4	272,4	0,508	889.731	889.731
2014	1.457,7	974,7	822,1	549,7	1,026	1.795.438	905.707
<b>2015</b>	<b>2.932,7</b>	<b>1.475,0</b>	<b>1.654,0</b>	<b>831,9</b>	<b>1,553</b>	<b>2.717.121</b>	<b>921.683</b>
2016	4.916,7	1.984,0	2.773,0	1.119,0	2,088	3.654.780	937.659
2017	7.418,4	2.501,7	4.184,0	1.411,0	2,633	4.608.415	953.635
2018	10.446,5	3.028,1	5.891,8	1.707,8	3,187	5.578.027	969.611
2019	14.009,6	3.563,1	7.901,4	2.009,6	3,751	6.563.614	985.587
<b>2020</b>	<b>18.116,4</b>	<b>4.106,8</b>	<b>10.217,6</b>	<b>2.316,2</b>	<b>4,323</b>	<b>7.565.178</b>	<b>1.001.564</b>
2021	22.775,6	4.659,2	12.845,4	2.627,8	4,904	8.582.717	1.017.540
2022	27.995,8	5.220,2	15.789,6	2.944,2	5,495	9.616.233	1.033.516
2023	33.785,8	5.790,0	19.055,2	3.265,5	6,095	10.665.725	1.049.492
2024	40.154,2	6.368,4	22.646,9	3.591,8	6,704	11.731.193	1.065.468
2025	47.109,6	6.955,4	26.569,8	3.922,9	7,322	12.812.637	1.081.444
2026	54.660,8	7.551,2	30.828,7	4.258,9	7,949	13.910.057	1.097.420
2027	62.816,3	8.155,6	35.428,4	4.599,8	8,585	15.023.453	1.113.396
2028	71.585,0	8.768,7	40.374,0	4.945,5	9,230	16.152.825	1.129.372
2029	80.975,5	9.390,4	45.670,2	5.296,2	9,885	17.298.174	1.145.348
<b>2030</b>	<b>90.996,3</b>	<b>10.020,9</b>	<b>51.321,9</b>	<b>5.651,8</b>	<b>10,548</b>	<b>18.459.498</b>	<b>1.161.324</b>

Das **Klimaszenario** setzt andere Maßstäbe an. Hier wird von einer langfristigen, zielgerichteten und dennoch von einer ökonomisch verträglichen Klimaschutzpolitik ausgegangen. Die ermittelten Werte für 2020 liegen schon über denen des Trendszenarios 2030 (Tabelle 21). Über 10,8 MWp Leistung wären demnach neu installiert, im Jahr 2030 fast 26,4 MWp. Der Jahresertrag läge dann bei fast 10.270 MWh bzw. 25.000 MWh. Die gesamte Investitionssumme liegt, von heutigen Rahmenbedingungen ausgehend, bei ca. 46,15 Millionen Euro. Dies entspricht jährlichen Investitionskosten von ca. 2,2 Millionen Euro bis 2,9 Millionen Euro.

Wenn man bedenkt, dass die Montage von Photovoltaikanlagen zum größten Teil von Handwerksbetrieben aus der Region vorgenommen wird und etwa die Hälfte der Kosten ausmacht, dann kann man ermessen, welche positiven Effekte dieser Ausbau für die regionale Wertschöpfung hat.

Tabelle 21: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

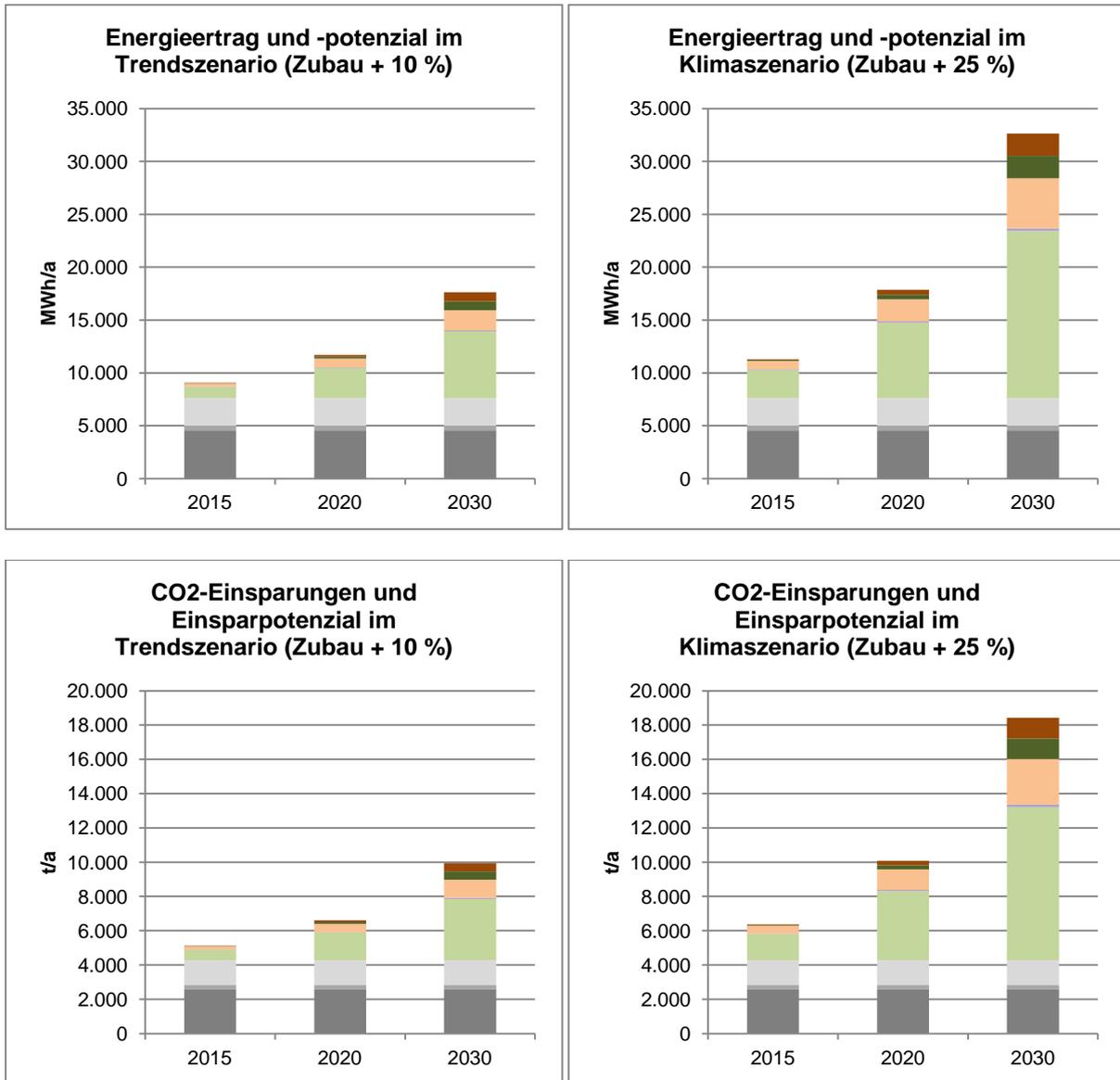
Jahr	Ertrag [MWh]	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	installierte Leistung [MWp]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	1.207,5	1.207,5	681,0	681,0	1,271	2.224.327	2.224.327
2014	3.644,2	2.436,7	2.055,3	1.374,3	2,565	4.488.595	2.264.267
<b>2015</b>	<b>7.331,7</b>	<b>3.687,5</b>	<b>4.135,1</b>	<b>2.079,8</b>	<b>3,882</b>	<b>6.792.802</b>	<b>2.304.208</b>
2016	12.291,7	4.960,1	6.932,5	2.797,5	5,221	9.136.950	2.344.148
2017	18.546,0	6.254,3	10.460,0	3.527,4	6,583	11.521.038	2.384.088
2018	26.116,2	7.570,2	14.729,5	4.269,6	7,969	13.945.067	2.424.028
2019	35.024,0	8.907,8	19.753,5	5.024,0	9,377	16.409.035	2.463.969
<b>2020</b>	<b>45.291,0</b>	<b>10.267,0</b>	<b>25.544,1</b>	<b>5.790,6</b>	<b>10,807</b>	<b>18.912.944</b>	<b>2.503.909</b>
2021	56.939,0	11.648,0	32.113,6	6.569,5	12,261	21.456.793	2.543.849
2022	69.989,6	13.050,6	39.474,1	7.360,5	13,737	24.040.582	2.583.789
2023	84.464,5	14.474,9	47.638,0	8.163,9	15,237	26.664.312	2.623.730
2024	100.385,4	15.920,9	56.617,4	8.979,4	16,759	29.327.982	2.663.670
2025	117.774,0	17.388,6	66.424,5	9.807,2	18,304	32.031.592	2.703.610
2026	136.651,9	18.877,9	77.071,7	10.647,2	19,872	34.775.142	2.743.550
2027	157.040,9	20.389,0	88.571,0	11.499,4	21,462	37.558.633	2.783.490
2028	178.962,6	21.921,7	100.934,9	12.363,8	23,075	40.382.063	2.823.431
2029	202.438,6	23.476,1	114.175,4	13.240,5	24,712	43.245.434	2.863.371
<b>2030</b>	<b>227.490,8</b>	<b>25.052,2</b>	<b>128.304,8</b>	<b>14.129,4</b>	<b>26,371</b>	<b>46.148.745</b>	<b>2.903.311</b>

Der Szenarienvergleich stellt Trend- und Klimaszenario gegenüber (Abbildung 24). Dargestellt sind die akkumulierten Werte der drei Sektoren privater Gebäudebestand, kommunale Liegenschaften und Gewerbe, jeweils für den Anlagenbestand sowie die entsprechenden Potenziale zu den Zeitpunkten 2015, 2020 und 2030. Es ist erkennbar, dass die privaten Liegenschaften mit fast zwei Dritteln den größten Anteil an allen installierten Anlagen haben (gemessen am Jahresertrag). Der Gewerbesektor folgt mit fast einem Drittel, wobei hier wiederum rund zwei Drittel auf eine Freiflächenanlage entfallen. Der Anteil der kommunalen Liegenschaften fällt kaum ins Gewicht, was aber gemessen an der gesamten Gebäudeanzahl nicht verwunderlich ist.

Bei den Potenzialen im Jahr 2030 liegen diese insbesondere (71,6 %) im privaten Bausektor. Etwas über 27 % des Potenzials (ohne Fassaden) liegt im Gewerbesektor, der Anteil kommunaler Liegenschaften fällt mit 1,1 % kaum ins Gewicht

Weiterhin fällt auf, dass das Gros der Potenziale im Jahr 2030, nämlich 83 %, in der Umrüstung vorhandener Gebäude besteht. Anders als bei den Ausbauwerten für Bestandsgebäude teilen sich hier die Potenziale bei Neubauten (17 %) gleichmäßig auf den privaten Gebäudebestand und das Gewerbe auf.

Insgesamt würde sich nach dem Trendszenario die PV-Nutzung, gemessen an dem Bestand heute, gerade einmal verdoppeln. Im Klimaszenario läge der Ertrag durch neue Anlagen fast dreimal so hoch.



**Legende:**

- Bestand - Privatgebäude
- Bestand – Kommunale Liegenschaften
- Bestand - Gewerbe
- Potenziale Bestand - Privatgebäude
- Potenziale Bestand – Kommunale Liegenschaften
- Potenziale Bestand - Gewerbe
- Neubau – Privatgebäude
- Neubau – Kommunale Liegenschaften
- Neubau – Gewerbe

Abbildung 24: Gesamtdarstellung der Potenziale zur PV-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen)

#### 4.1.1.6 Handlungsoptionen – Photovoltaik

Um die errechneten Potenziale auch umsetzen zu können, bedarf es zielgerichteter Maßnahmen einer Vielzahl von Akteuren. Dabei sollte die Gemeinde selbst vor allem eine koordinierende Funktion übernehmen. Wichtige Akteure für die Umsetzung im Bereich Photovoltaik sind die Hausbesitzer. Kooperationspartner für die meisten Maßnahmen sind vor allem Architekten, das Handwerk und die Banken. Eine enge Abstimmung dieser Akteure ist für die Ausnutzung der Potenziale unabdingbar. Folgende Handlungsoptionen werden vorgeschlagen:

- s1** **Visualisierung der Solarerträge** auf den kommunalen Gebäuden zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit.
- s2** **Kommunal betriebene Solarflächenbörse** (lokal + regional, auch in Kooperation mit ILEK Gemeinden) für Gewerbe & Privatpersonen mit eigener Internetpräsenz und Verweis auf andere PV-Projekte in Rheinbach (mit Besichtigungsmöglichkeit). Aktive Ansprache identifizierter Eigentümer besonders potenziell ertragreicher Dächer & Fassaden zur Nutzung der Solarflächenbörse.
- s3** **Weitere Vermarktung der öffentlichen Dächer für die PV-Nutzung** u. a. durch die Solarflächenbörse. Weitere Unterstützung von Bürgersolaranlagen durch Bereitstellung von Flächen auf eigenen Liegenschaften.
- s4** **Kampagne für eine forcierte Nutzung von Photovoltaik im Gewerbe**, auch Nutzung von Fassaden, Aufbau eines Fassadenkatasters, Stärkung des Eigenverbrauchs und Informationen zu Speichern und Netzintegration mit Unterstützung der WFEG und weiteren Kooperationspartnern.
- s5** **Bildung von Energiegenossenschaften** mit Unterstützung von vorhandenen Initiativen, der Verwaltung, der WFEG und Genossenschaftsbanken: Private Akteure können sich zu Energiegenossenschaften zusammenschließen und so gemeinsam Anlagen realisieren. Vorteil ist, dass die Investitionskosten geringer sind und das Management der Investitionen und der Anlage(n) professionalisiert werden kann.
- s6** **Informationskampagne zu E-Mobilität & PV-Anlagen** zusammen mit Herstellern & lokalen Handwerkern. Mit Solarladesäulen für E-Fahrzeuge an kommunalen Gebäuden, z. B. als Leuchtturmprojekt, die Informationskampagne stärken.
- s7** **Informationskampagne zu neuen technischen Möglichkeiten von PV z. B.** Folien auf Dächern und Fassaden mit gezielter Ansprache des örtlichen Gewerbes.
- s8** **Überprüfung der Schaffung von zusätzlichen Flächen für PV**, z. B. Parkhäuser, Überdachungen von Parkplätzen, Korridor an Bahn- & Autobahntrassen. (Freiflächen-Photovoltaikanlagen)

- s9** **Überprüfung der bestehenden Pachtverträge** für die Dächer zur Gestattung von PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften.
- s10** **Ausarbeitung & Umsetzung geeigneter Finanzierungsmodelle** (z.B. Bürgerfonds mit Ertragsbeteiligung) zur Realisierung kommunaleigener PV-Anlagen.
- s11** **Gezielte Ansprache von BW, JVA & FH Bonn Rhein-Sieg** zur Nutzung potenzieller PV-Flächen.
- s12** **Initiieren von PV-Kooperationsprojekten** mit der FH Bonn Rhein-Sieg.

#### 4.1.2 Handlungsfeld: Solarthermie

Auch hier sind die Berechnungen nach den Sektoren Private Wohngebäude, Kommunale Liegenschaften und Gewerbe gegliedert.

##### 4.1.2.1 Annahmen zur Potenzialberechnung

Die Annahmen wurden wie folgt aufgestellt:

- Erträge Solarkollektoren  $450 \text{ kWh/m}^2\text{a}^3$
- Das  $\text{CO}_2$ -Äquivalent, das eingespart werden kann, wird auf  $0,266 \text{ kg/kWh}$  festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
  - 30 % Heizöl ( $0,315 \text{ kg/kWh}$ ) und
  - 70 % Erdgas ( $0,245 \text{ kg/kWh}$ ) ausgegangen wird. [23, 17]
- 1000 € Investitionskosten pro  $\text{m}^2$  Kollektorfläche (anteilige Montage- und Transportkosten sind mit inbegriffen, Kosten für Warmwasserspeicher nicht, da auch bei regulärer Heizungserneuerung notwendig) [24]
- Bestandsgebäude haben einen Heizenergiebedarf (inkl. Warmwasser) von  $123 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .
- Neubauten haben einen Heizenergiebedarf (inkl. Warmwasser) von  $53 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .
- Durch eine Solarthermie-Anlage können  $37 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  Heizenergie (inkl. Warmwasser) erzeugt werden.

##### Bestand:

- 252 Solarthermie-Anlagen mit einer Kollektorfläche von  $1.987,3 \text{ m}^2$  wurden zwischen 2001 und 2012 installiert und von der BAFA (MAP) gefördert. [10]
  - 30 % Erhöhung, da auch nicht geförderte Anlagen installiert wurden [17]
  - 328 Anlagen mit einer Kollektorfläche von  $2.584 \text{ m}^2$  wurden demnach bisher in Rheinbach installiert.
- 90 % (295 Anlagen) aller Anlagen können dem Privatsektor zugeschrieben werden, da im gewerblichen Bereich Solarthermie nicht weit verbreitet ist.

<sup>3</sup> Allgemeine Angaben aus Tests:  $250\text{-}600 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ .

- 10 % (33 Anlagen) werden dem gewerblichen Bereich zugeschrieben, da es keine Solarthermie-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften gibt.

#### **Private Wohngebäude:**

- Heizbedarf für Bestandsgebäude insgesamt: 21,5 MWh/a
  - bei 175 m<sup>2</sup> Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 100 kWh/m<sup>2</sup>
  - + 4.000 kWh Warmwasserbedarf
- Heizbedarf für Neubauten insgesamt: 9,25 MWh/a
  - bei 175 m<sup>2</sup> Wohnfläche und einem Heizwärmebedarf von 30 kWh/m<sup>2</sup>
  - + 4.000 kWh Warmwasserbedarf
- 30 % des Gesamtwärmebedarfs bei Bestandsgebäuden wird solar gedeckt, das sind 6,5 MWh/a.
  - Der gleiche Wert wird für Neubauten angesetzt, wobei der Anteil dann bei 70 % des Gesamtwärmebedarfs liegt.
  - Größe je Kollektor bei Privatgebäuden: 6 m<sup>2</sup>.
- 3.128 Wohngebäude geeignet für Solarthermie
  - 105 Anlagen wurden bis einschl. 2012 auf priv. Dächern installiert und wurden abgezogen.

#### **Gewerbe:**

- Es existieren 12 Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von 258 m<sup>2</sup>.
- 23,3 % (24 ha) der genutzten Gewerbefläche sind überbaut. Dies wird als beheizte Fläche angenommen, wobei nicht beheizte Verkehrsflächen und mehrgeschossige Bauten sich gegenseitig ausgleichen.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab – für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

#### **Kommunale Liegenschaften:**

- Anhand der Bruttogeschossfläche (BGF) konnte ein Annäherungswert für die Nutzflächen von 5.922 m<sup>2</sup> ermittelt werden. [17]
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab – für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

#### **4.1.2.2 Potenziale bei privaten Wohngebäuden**

Auf Dächern privater Gebäude sind bislang knapp 300 Anlagen installiert und werden vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen. Als Gesamtzahl an (potenziell nutzbaren) Gebäuden werden die Werte wie in Abschnitt 4.1.1 zugrunde gelegt. Durch die geringere Zahl an Anlagen ergibt sich allerdings eine andere Grundgesamtheit (Tabelle 22).

Tabelle 22: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für Solarthermie-Nutzung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gesamtanzahl Gebäude	Gesamtanzahl geeigneter Gebäude
2012 (Basisjahr)	7.218	2.939
2013	7.193	2.929
2014	7.168	2.918
<b>2015</b>	<b>7.143</b>	<b>2.908</b>
2016	7.118	2.898
2017	7.093	2.888
2018	7.068	2.878
2019	7.043	2.868
<b>2020</b>	<b>7.018</b>	<b>2.857</b>
2021	6.993	2.847
2022	6.968	2.837
2023	6.943	2.827
2024	6.918	2.817
2025	6.893	2.806
2026	6.868	2.796
2027	6.843	2.786
2028	6.818	2.776
2029	6.793	2.766
<b>2030</b>	<b>6.768</b>	<b>2.756</b>

Im **Trendszenario** wird von einer Ausbaurrate von 10 % für das Jahr 2020 ausgegangen. Zu den bisher 295 installierten Anlagen würden dann 289 weitere hinzukommen (Tabelle 23). Die neu installierten Solarkollektoren würden jährlich knapp 1.870 MWh Heizenergie erzeugen, was zu Einsparungen von fast 500 t CO<sub>2</sub>a führt. Die dafür notwendigen Investitionskosten liegen, am heutigen Preisniveau gemessen, bei fast 4,15 Millionen Euro. Für das Jahr 2030 wird von einer Verdopplung der Anlagenanzahl ausgegangen. 640 Gebäude würden durch über 9.170 m<sup>2</sup> Kollektorfläche mit fast 4.126 MWh Heizenergie pro Jahr versorgt werden. Emissionen von fast 1.100 t CO<sub>2</sub> könnten so pro Jahr eingespart werden.

Tabelle 23: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	110	706,7	188,0	1.570	1.570.499
2020	289	1.866,8	496,6	4.148	4.148.485
2030	640	4.125,5	1.097,4	9.168	9.167.678

Bei Neubauten wird davon ausgegangen, dass alle Gebäude für Solarthermie geeignet sind. Die Anzahl der Gebäude nimmt sukzessive zu und somit auch das Nutzungspotenzial. 2020 werden 23 Neubauten Heizenergie und Warmwasser mittels Solarthermie generieren. Das führt zu einer Einsparung von fast 39 t CO<sub>2</sub> pro Jahr; etwa 145 MWh Energie werden produziert (Tabelle 24). Für 2030 wird von 107 Gebäuden ausgegangen, die durch Solarthermie (ca. 690 MWh/a, 183 t CO<sub>2</sub>a) versorgt werden. Insgesamt sei hier angemerkt, dass Neubauten von vornherein entsprechend der geltenden Bestimmungen wesentlich energieeffizienter konzipiert sind. Somit

kann bei gleichem Heizenergieertrag dieser regenerative Anteil sehr viel höher sein.

Tabelle 24: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario  
[Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	4	24,2	6,4	54	53.750
2020	23	145,1	38,6	323	322.500
2030	107	689,3	183,4	1.532	1.531.875

Insgesamt zeigt sich, dass die Solarthermie sehr viel Potenzial bietet. Bedingt durch den niedrigen Bestand ist davon auszugehen, dass sich in kurzer Zeit die Solarthermie-Nutzung verdoppelt (Tabelle 25). 2020 könnte schon durch Neuanlagen genauso viel Energie erzeugt werden wie durch die vorhandenen Anlagen.

Tabelle 25: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	113	730,9	194,4	1.624	1.624.249
2020	312	2.011,9	535,2	4.471	4.470.985
2030	746	4.814,8	1.280,7	10.700	10.699.553

Abbildung 25 zeigt, dass 2020 über 2.011 MWh/a Wärme aus Sonnenenergie zusätzlich gewonnen werden kann, zweimal so viel wie 2012. Inklusiv 2030 könnten über 4.800 MWh/a solarthermisch erzeugt werden. So ließen sich fast 1.300 t CO<sub>2</sub>a einsparen. Die Investitionskosten belaufen sich dabei auf rund 10,7 Millionen Euro. Diese Investitionstätigkeit wird zu einem sehr großen Teil in der Region getätigt, weil die Einbindung in das Heizsystem fast ausschließlich durch das örtliche Heizungsgewerbe erfolgt. Hier stellt beispielsweise eine Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk einen zielführenden Ansatz dar.

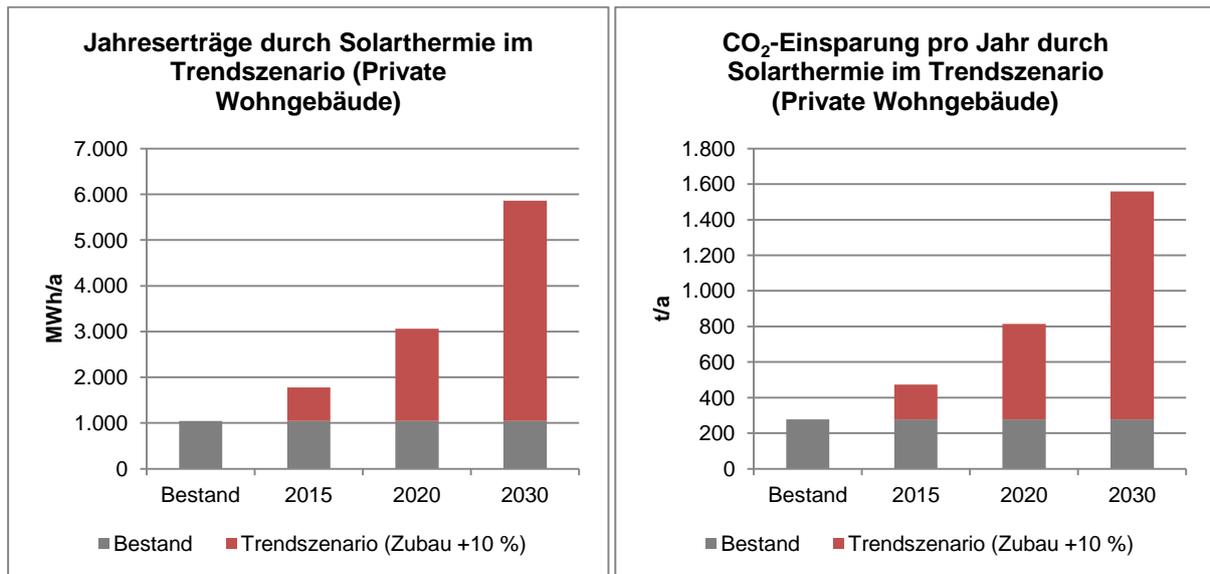


Abbildung 25: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Das **Klimaszenario** bedarf einer konsequenten Klimapolitik. Die formulierten Ausbauziele sind, gemessen am bisherigen Bestand, recht ambitioniert. Schon 2015 würde es so viele Gebäude wie 2012 geben, die mittels Solarthermie versorgt würden (Tabelle 26). Fünf Jahre später würden fast 4.700 MWh Heizenergie solarthermisch erzeugt und somit über 1.240 t CO<sub>2</sub>a eingespart. Um dieses umzusetzen, werden fast 10,4 Millionen Euro investiert.

Tabelle 26: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	274	1.766,8	470,0	3.926	3.926.248
2020	724	4.667,0	1.241,4	10.371	10.371.212
2030	1.599	10.313,6	2.743,4	22.919	22.919.195

Tabelle 27 zeigt, dass etwa ein Viertel aller privaten Neubauten nach dieser Szenarienberechnung im Jahr 2020 solarthermisch versorgt werden. So können 363 MWh/a generiert und fast 97 t CO<sub>2</sub>a eingespart werden.

Tabelle 27: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	9	60,5	16,1	134	134.375
2020	56	362,8	96,5	806	806.250
2030	267	1.723,4	458,4	3.830	3.829.688

Insgesamt zeigt das Klimaszenario das enorme Potenzial bei der Nutzung von Solarthermie auf (Tabelle 28 und Abbildung 26). Schon 2020 könnten über 5.000 MWh/a Energie zusätzlich erzeugt werden. Das wäre fünfmal so viel wie 2012. So würden rund 1.340 t CO<sub>2</sub>a eingespart. Dabei handelt es sich aber nur um ein Viertel aller potenziell für Solarthermie nutzbaren Gebäude.

Tabelle 28: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl an Gebäuden mit Solarthermie	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	283	1.827,3	486,1	4.061	4.060.623
2020	780	5.029,9	1.337,9	11.177	11.177.462
2030	1.866	12.037,0	3.201,8	26.749	26.748.883

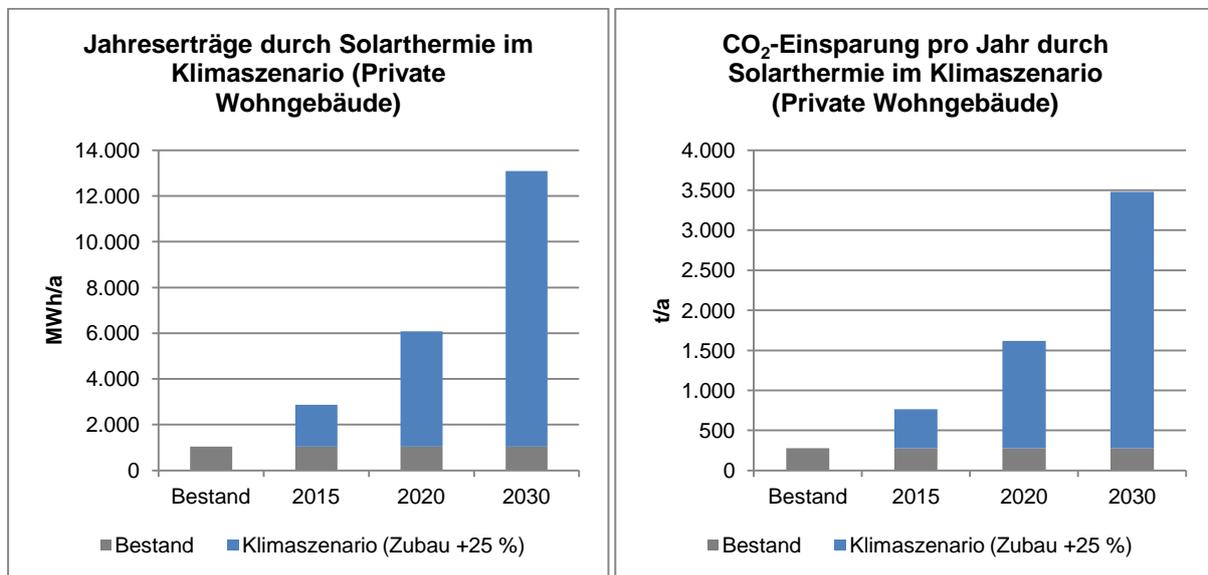


Abbildung 26: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Die Berechnungen ergeben weiter, dass 2030, wenn etwa die Hälfte aller geeigneten Gebäude Solarthermie nutzt, etwa 12.000 MWh/a Energie generiert würden (Abbildung 27). Über 3.000 t CO<sub>2</sub>a ließen sich auf diese Weise einsparen. Die Investitionskosten belaufen sich für den Zubau an solarthermischen Anlagen in diesem Umfang auf insgesamt 26,8 Millionen Euro, verteilt auf die kommenden 18 Jahre.

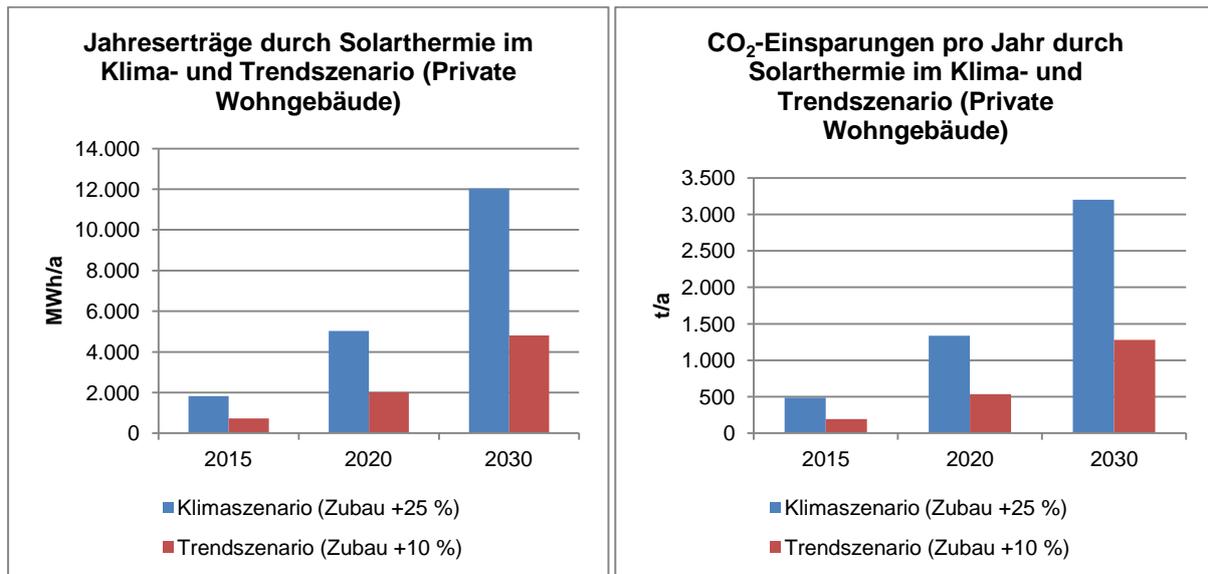


Abbildung 27: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

#### 4.1.2.3 Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

Auf kommunalen Liegenschaften sind bisher keine Solarthermieanlagen installiert. 12 Gebäude haben geeignete Dachflächen. Die Nutzfläche dieser Gebäude beträgt schätzungsweise rund 6.000 m<sup>2</sup> [17]. Mehr noch als bei der Photovoltaik (siehe Abschnitt 4.1.1) ist für die Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen jedoch Nutzungsart und Wärmelast des jeweiligen Gebäudes von hoher Bedeutung. Diese konnten nicht näher betrachtet werden. Daher gilt hier die Erfordernis einer genauen Einzelfallprüfung. Die Potenzialberechnung gibt somit nur einen Hinweis auf theoretisch mögliche Größenordnungen bei der Energieerzeugung. Auch die Nutzungskonkurrenz zur Photovoltaik wurde in den Kalkulationen nicht berücksichtigt. Bei der Einzelfallprüfung sollte die Wirtschaftlichkeit beider Energieformen gegenüber gestellt werden. Gegebenenfalls macht auch die Nutzung beider Technologien Sinn.

Das **Trendszenario** für die Solarthermie-Nutzung in kommunalen Liegenschaften beschreibt eine sehr moderate Nutzung dieser Heiztechnologie (Tabelle 29). Demnach würde in den kommenden Jahren etwa 220 m<sup>2</sup> Nutzfläche solarthermisch beheizt, das entspricht ein bis zwei Gemeindebauten. Hier geht es besonders um solche Bauten, die einen kontinuierlich hohen Warmwasserbedarf haben. Dennoch ließen sich rund 8,2 MWh/a Energie erzeugen und 2,2 t CO<sub>2</sub>a einsparen. Die Investitionskosten belaufen sich auf etwas mehr als 18.200 Euro. Im Jahr 2030 könnten zwischen drei und vier Gebäude (22 % der Nutzfläche) solar beheizt werden. Für einen Ertrag von ca. 49 MWh/a wären rund 109 m<sup>2</sup> Kollektorfläche nötig. Die Investitionskosten lägen bei gut 109.000 Euro.

Tabelle 29: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	beheizte Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	222	8,2	2,2	18	18.189
2020	592	21,8	5,8	49	48.504
2030	1.332	49,1	13,1	109	109.134

Laut **Klimaszenario** könnten 2020 ein Viertel aller Nutzflächen solar beheizt werden, also mehr als 2030 im Trendszenario (Tabelle 30). So könnten fast 55 MWh Heizenergie pro Jahr erzeugt und 14,5 t CO<sub>2</sub>a eingespart werden. 2030 läge der Anteil der Solarthermienutzung bei über 50 %. Für 122,8 MWh/a würde eine Kollektorfläche von rund 273 m<sup>2</sup> benötigt, gut 4,5 % der verfügbaren Dachflächen. Die Kosten lägen bei etwa 273.000 Euro.

Tabelle 30: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	beheizte Nutzfläche [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	555	20,5	5,4	45	45.473
2020	1.481	54,6	14,5	121	121.260
2030	3.331	122,8	32,7	273	272.835

Trend- und Klimaszenario (Abbildung 28) sind wegen der notwendigen Einzelbetrachtung wenig aussagekräftig. Allerdings lässt sich ein gewisses Potenzial bei den kommunalen Liegenschaften ableiten. Bei den Überprüfungen der einzelnen Gebäude sollten auch Möglichkeiten zur Energieeffizienzsteigerung mit betrachtet werden. Investitionen in neue Heizungstechnik sind am sinnvollsten, wenn ein Gebäude bspw. ausreichend gedämmt ist und/oder die Erneuerung der Heizungstechnik ansteht. Natürlich führt dies zu höheren Investitionskosten. Diese würden sich aber im Laufe der Jahre, auch vor dem Hintergrund steigender Energiepreise, amortisieren und mittelfristig zu Kostenersparnissen für die Stadt führen.

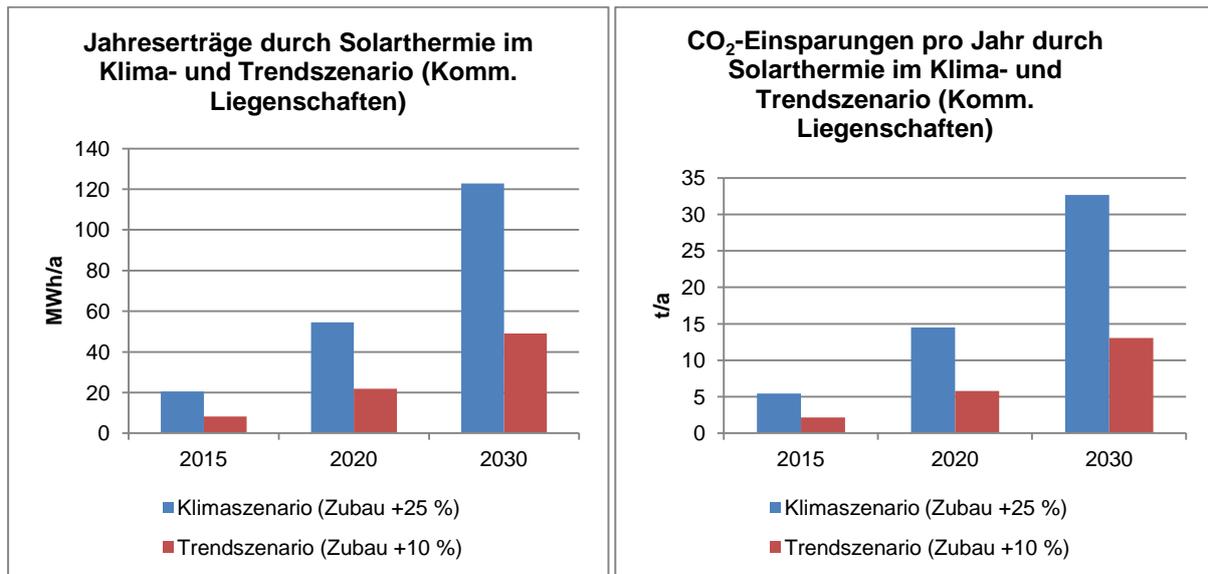


Abbildung 28: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

#### 4.1.2.4 Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung

23,3 % der bisher genutzten Gewerbeflächen (das sind 103,56 ha inkl. GHB-Flächen) sind bebaut. Nach Informationen der BAFA [10] und eigenen Schätzungen (siehe Abschnitt 4.1.2.1) existieren im Gewerbesektor aktuell etwa 12 Solarthermie-Anlagen mit einer gesamten Kollektorfläche von rund 260 m<sup>2</sup>. Dadurch werden pro Jahr etwas mehr als 116 MWh Energie erzeugt und fast 31 t CO<sub>2</sub> eingespart.

Abzüglich der durch PV und Solarthermie belegten Flächen ergibt das ein Potenzial von 17,95 ha Nutzfläche in Bestandsgebäuden. Legt man die gleiche Relation für die noch nicht vergebenen Gewerbeflächen (65,74 ha) an, ergibt sich ein Restpotenzial von rund 15 ha Gebäudenutzfläche (Tabelle 31). Da diese Potenzialfläche erst noch durch zukünftige Gewerbebauten erschlossen werden muss, nimmt die gesamte Potenzialfläche für Solarthermieversorgung bis 2030 sukzessive zu.

Tabelle 31: Entwicklung der Potenzialflächen für Solarthermie-Nutzung im Gewerbe bis 2030 [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für Solarthermieversorgung [ha]	Gesamte Potenzialflächen für Solarthermieversorgung [ha]
2012 (Basisjahr)		17,95
2013	0,8	18,80
2014	1,7	19,64
<b>2015</b>	<b>2,5</b>	<b>20,49</b>
2016	3,4	21,33
2017	4,2	22,18
2018	5,1	23,03
2019	5,9	23,87
<b>2020</b>	<b>6,8</b>	<b>24,72</b>
2021	7,6	25,57
2022	8,5	26,41
2023	9,3	27,26
2024	10,2	28,11
2025	11,0	28,95
2026	11,8	29,80
2027	12,7	30,64
2028	13,5	31,49
2029	14,4	32,34
<b>2030</b>	<b>15,2</b>	<b>33,18</b>

Das **Trendszenario** zeigt die hohen bisher ungenutzten Potenziale im Gewerbesektor (Tabelle 32). Schon bei einer Versorgung von 3,7 % der Nutzflächen bestehender Gebäude (im Jahr 2015) würde 2,5-mal so viel Energie erzeugt wie durch bisher installierte Anlagen. Im Jahr 2020 wird von einer Versorgung von knapp 18.000 m<sup>2</sup> gewerblicher Nutzfläche ausgegangen. Dabei würden gut 660 MWh/a Energie erzeugt und 176 t CO<sub>2</sub>a eingespart. Nach heutigen Maßstäben liegen die Investitionskosten unter 1,5 Millionen Euro.

Tabelle 32: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	6.731	248,1	66,0	551	551.284
2020	17.949	661,5	176,0	1.470	1.470.089
2030	40.385	1.488,5	395,9	3.308	3.307.701

Die Kalkulationen für den Neubaubereich besagen, dass im Jahr 2020 etwa so viel Energie durch Neuanlagen erzeugt würde wie durch heutige Anlagen im Bestand (Tabelle 33). 2030 wären etwa 21 % der neuen gewerblichen Nutzflächen durch Solarthermie versorgt, das sind gut 16,300 m<sup>2</sup>. Dabei könnten pro Jahr über 600 MWh Energie erzeugt und etwa 160 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Tabelle 33: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	423	15,6	4,1	35	34.662
2020	3.068	113,1	30,1	251	251.301
2030	16.293	600,5	159,7	1.334	1.334.493

Bereits ohne besondere Anstrengungen ist im Gewerbebereich ein hohes Potenzial vorhanden (Tabelle 34 und Abbildung 29). Ab 2030 ließen sich über 2.000 MWh Energie pro Jahr erzeugen. So könnten über 550 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart werden. Voraussetzung hierfür ist die Installation von etwa 4.640 m<sup>2</sup> Kollektorfläche, wofür nach heutigem Stand 4,6 Millionen Euro zu investieren wären.

Tabelle 34: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	7.154	263,7	70,1	586	585.946
2020	21.017	774,6	206,1	1.721	1.721.390
2030	56.678	2.089,0	555,7	4.642	4.642.194

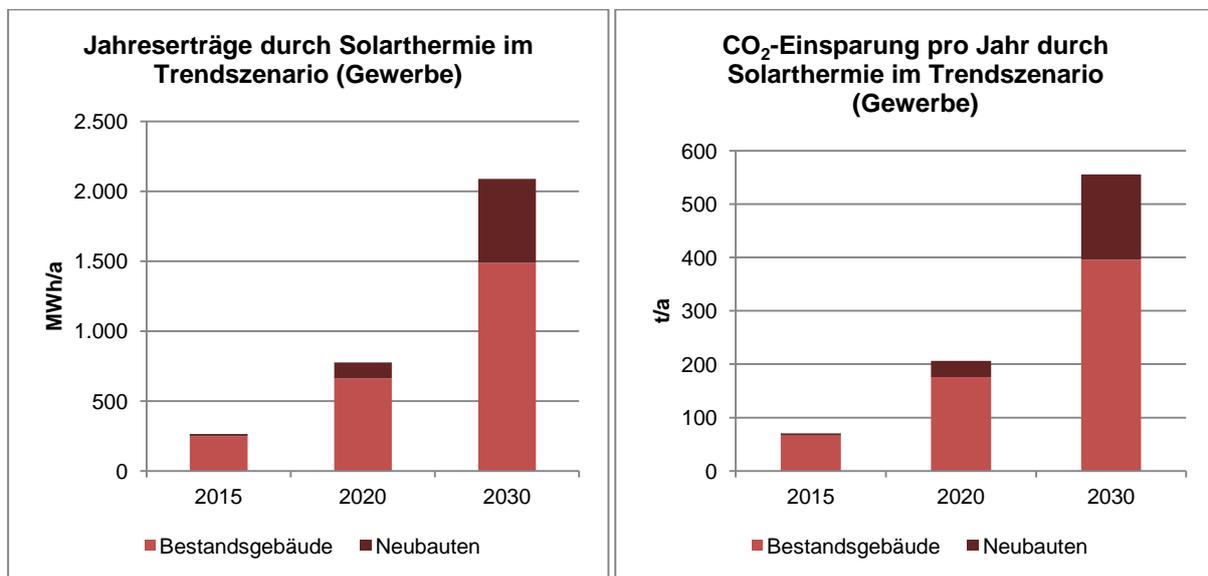


Abbildung 29: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Die Daten für das Klimaszenario wirken im Vergleich zu den bisherigen Bestandsanlagen sehr hochgegriffen. Schon in wenigen Jahren sollten demnach sechsmal so viel Energie (620 MWh) pro Jahr produziert werden wie bisher (Tabelle 35). Dafür wären Investitionen in Höhe von fast 1,38 Millionen Euro notwendig. 2020 könnte im Vergleich zu 2015 schon doppelt so viel Wärme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung aus Sonnenenergie zusätzlich produziert werden. Sollten 55 % der Potenzialflächen im Jahr 2030 durch Solarthermie versorgt sein, würden über 3.720 MWh/a Energie erzeugt und somit knapp 990 t CO<sub>2</sub>a eingespart.

Tabelle 35: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	16.827	620,2	165,0	1.378	1.378.209
2020	44.872	1.653,9	439,9	3.675	3.675.223
2030	100.962	3.721,2	989,8	8.269	8.269.253

Im Neubaubereich würden 2015 knapp zwei Drittel mehr Energie durch Neuanlagen erzeugt als heute (Tabelle 36). So könnten fast 1.600 m<sup>2</sup> Nutzfläche versorgt werden. Für das abschließende Jahr 2030 wird von einer Versorgung von über 45.000 m<sup>2</sup> Nutzfläche ausgegangen. Allein durch Anlagen in Neubauten würden dann pro Jahr knapp 1.660 MWh Energie erzeugt und 440 t CO<sub>2</sub> eingespart.

Tabelle 36: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	1.587	58,5	15,6	130	129.983
2020	9.522	351,0	93,4	780	779.898
2030	45.230	1.667,0	443,4	3.705	3.704.518

Zusammengenommen stellen die errechneten Werte für Bestands- und Neubauten ein ambitioniertes Zielszenario dar (Tabelle 37 und Abbildung 30). Binnen weniger Jahre könnten durch gezielte Investitionen von rund 1,5 Millionen Euro fast 18.400m<sup>2</sup> Nutzfläche solarthermisch beheizt werden. Das spart jährlich über 180 t CO<sub>2</sub>. 5 Jahre später hätten sich diese Werte weit mehr als verdoppelt. Dann würden 25 % der gesamten Potenzialflächen per Solarthermie versorgt: über 2.000 MWh/a versorgen fast 54.000 m<sup>2</sup> und sparen 530 t CO<sub>2</sub>a.

Tabelle 37: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gewerbeflächen mit Solarthermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]
2015	18.414	678,7	180,5	1.508	1.508.192
2020	54.394	2.004,8	533,3	4.455	4.455.122
2030	146.191	5.388,2	1.433,3	11.974	11.973.770

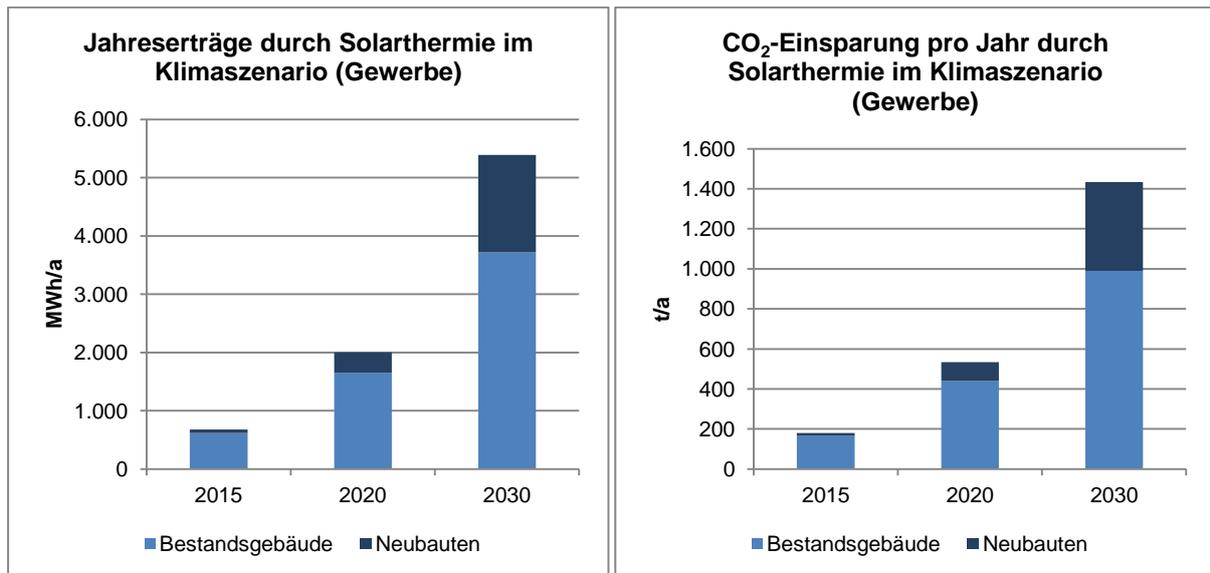


Abbildung 30: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Bisher ist der Nutzungsgrad von Solarthermie im Gewerbebereich gering. Beide Szenarien zeigen das erhebliche Potenzial auf. Hier muss allerdings angemerkt werden, dass sich das Nutzerverhalten in Gewerbebauten zum einen meist stark von denen in privaten Wohngebäuden (Abschnitt 4.1.2.2) unterscheidet und zum anderen die Wärmelastkurven im Gewerbebereich je nach Branche und Betrieb stark divergieren. Denn auch Anforderungen an Prozesswärme könnten interessant sein, was andere technische Lösungen erfordert, die hier nicht betrachtet sind. Hier müssten individuell angepasste Lösungen entwickelt werden. Schon das Trendszenario könnte, verglichen mit der Ist-Situation, einen enormen Fortschritt bringen. Man kann also davon ausgehen, dass in den kommenden Jahren, auch ohne besondere Klimaschutzanstrengungen in diesem Bereich, die Zahl der Solarthermie-Nutzer signifikant steigen wird (Abbildung 31). Mit gezielter Politik und Beratungsmaßnahmen ließe sich dieser Anteil noch wesentlich erhöhen.

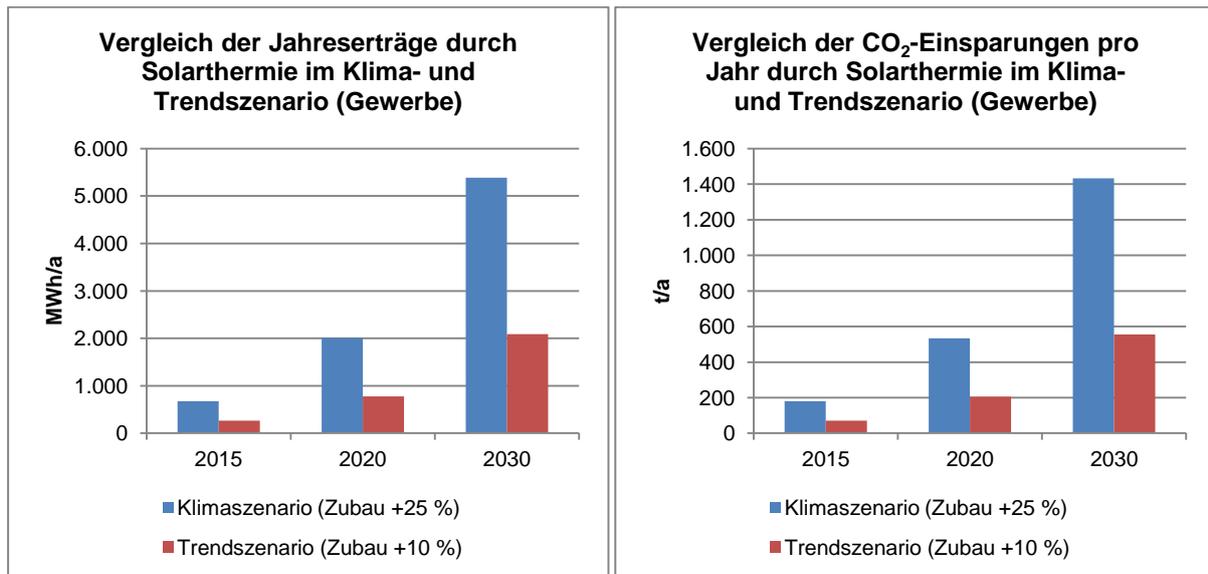


Abbildung 31: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

#### 4.1.2.5 Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Im folgenden Abschnitt sind die akkumulierten Potenziale für die jeweiligen Jahre bis einschließlich 2030 dargestellt (Tabelle 38). Erkennbar ist, dass sich laut **Trendszenario** schon in wenigen Jahren (2015) der Bestand der Kollektorflächen verdreifacht haben wird. Pro Jahr würden so in Rheinbach insgesamt über 2.000 MWh Energie solarthermisch produziert, davon 1.002 MWh/a durch neu installierte Anlagen. Das führt zu einer zusätzlichen Vermeidung von etwa 266 t CO<sub>2</sub>a. Insgesamt lägen die Investitionskosten bei rund 2,23 Millionen Euro. Die Gruppe der privaten Eigentümer bietet mit Abstand das höchste Potenzial. Ihr Anteil beläuft sich 2015 auf fast 73 %. Bis 2030 sinkt er auf ca. 69,2 % ab. Gewerbebauten machen zwischen 26 und 30 % aller Potenziale aus.

Demnach würden bei einem gleichbleibenden Ausbau Investitionskosten von 730.000 Euro bis 990.000 Euro pro Jahr getätigt. Insgesamt wären 2030 etwa 15.450 m<sup>2</sup> Kollektorfläche für 15,45 Millionen Euro in Rheinbach installiert.

Tabelle 38: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	330,3	330,3	87,9	87,9	734,0	733.987	733.987
2014	993,3	663,0	264,2	176,4	1.473,3	1.473.286	739.298
<b>2015</b>	<b>1.996,0</b>	<b>1.002,8</b>	<b>530,9</b>	<b>266,7</b>	<b>2.228,4</b>	<b>2.228.384</b>	<b>755.098</b>
2016	3.345,7	1.349,7	890,0	359,0	2.999,3	2.999.283	770.899
2017	5.049,4	1.703,7	1.343,1	453,2	3.786,0	3.785.981	786.699
2018	7.114,2	2.064,8	1.892,4	549,2	4.588,5	4.588.480	802.499
2019	9.547,3	2.433,1	2.539,6	647,2	5.406,8	5.406.780	818.299
<b>2020</b>	<b>12.355,7</b>	<b>2.808,4</b>	<b>3.286,6</b>	<b>747,0</b>	<b>6.240,9</b>	<b>6.240.879</b>	<b>834.099</b>
2021	15.546,5	3.190,9	4.135,4	848,8	7.090,8	7.090.778	849.899
2022	19.126,9	3.580,4	5.087,8	952,4	7.956,5	7.956.478	865.700
2023	23.104,0	3.977,1	6.145,7	1.057,9	8.838,0	8.837.978	881.500
2024	27.484,9	4.380,9	7.311,0	1.165,3	9.735,3	9.735.278	897.300
2025	32.276,7	4.791,8	8.585,6	1.274,6	10.648,4	10.648.378	913.100
2026	37.486,5	5.209,8	9.971,4	1.385,8	11.577,3	11.577.278	928.900
2027	43.121,3	5.634,9	11.470,3	1.498,9	12.522,0	12.521.979	944.700
2028	49.188,5	6.067,1	13.084,1	1.613,9	13.482,5	13.482.479	960.501
2029	55.694,9	6.506,5	14.814,8	1.730,7	14.458,8	14.458.780	976.301
<b>2030</b>	<b>62.647,8</b>	<b>6.952,9</b>	<b>16.664,3</b>	<b>1.849,5</b>	<b>15.450,9</b>	<b>15.450.881</b>	<b>992.101</b>

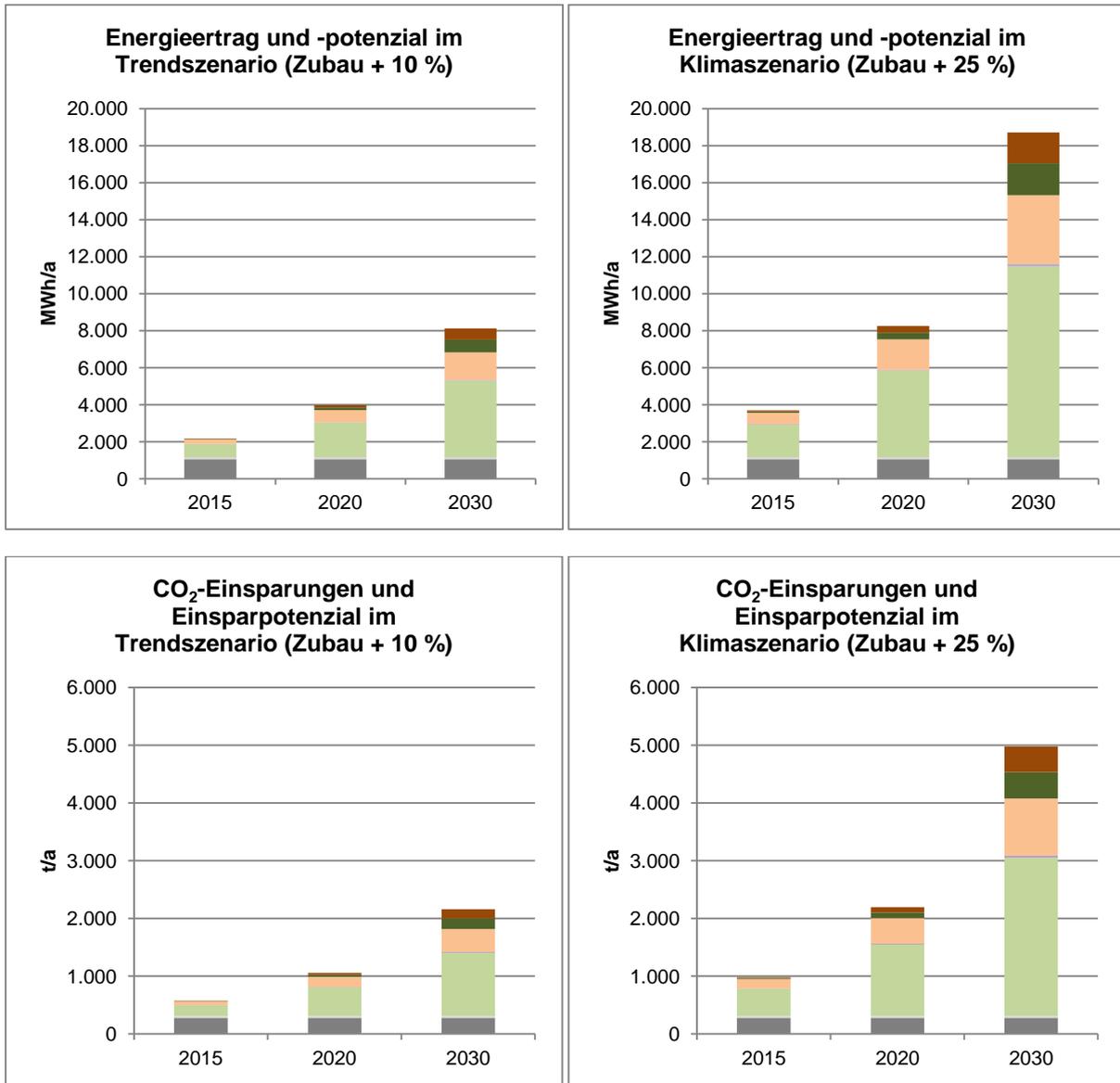
Unter den Annahmen des **Klimaszenarios** käme es jährlich zu hohen Zuwächsen bei der Solarthermie-Nutzung (Tabelle 39). Zwischen 1,8 und 2,5 Millionen Euro würden pro Jahr investiert; dabei entstehen jährlich zwischen 1.700 und 2.250 m<sup>2</sup> Kollektorfläche. Insgesamt könnten im Jahr 2030 bei einem Investitionsvolumen von knapp 39 Millionen Euro jährlich fast 17.550 MWh Energie erzeugt und ca. 4.667 t CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Tabelle 39: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)							
2013	825,7	825,7	219,6	219,6	1.835,0	1.834.968	1.834.968
2014	2.492,9	1.667,2	663,1	443,5	3.704,9	3.704.878	1.869.910
<b>2015</b>	<b>5.019,4</b>	<b>2.526,4</b>	<b>1.335,1</b>	<b>672,0</b>	<b>5.614,3</b>	<b>5.614.288</b>	<b>1.909.410</b>
2016	8.422,8	3.403,4	2.240,5	905,3	7.563,2	7.563.198	1.948.910
2017	12.721,0	4.298,2	3.383,8	1.143,3	9.551,6	9.551.609	1.988.411
2018	17.931,8	5.210,8	4.769,9	1.386,1	11.579,5	11.579.520	2.027.911
2019	24.072,9	6.141,1	6.403,4	1.633,5	13.646,9	13.646.932	2.067.412
<b>2020</b>	<b>31.162,2</b>	<b>7.089,2</b>	<b>8.289,1</b>	<b>1.885,7</b>	<b>15.753,8</b>	<b>15.753.844</b>	<b>2.106.912</b>
2021	39.217,3	8.055,1	10.431,8	2.142,7	17.900,3	17.900.256	2.146.412
2022	48.256,0	9.038,8	12.836,1	2.404,3	20.086,2	20.086.169	2.185.913
2023	58.296,3	10.040,2	15.506,8	2.670,7	22.311,6	22.311.583	2.225.413
2024	69.355,7	11.059,4	18.448,6	2.941,8	24.576,5	24.576.496	2.264.914
2025	81.452,1	12.096,4	21.666,3	3.217,6	26.880,9	26.880.911	2.304.414
2026	94.603,3	13.151,2	25.164,5	3.498,2	29.224,8	29.224.825	2.343.915
2027	108.827,0	14.223,7	28.948,0	3.783,5	31.608,2	31.608.240	2.383.415
2028	124.141,0	15.314,0	33.021,5	4.073,5	34.031,2	34.031.156	2.422.915
2029	140.563,1	16.422,1	37.389,8	4.368,3	36.493,6	36.493.572	2.462.416
<b>2030</b>	<b>158.111,1</b>	<b>17.548,0</b>	<b>42.057,5</b>	<b>4.667,8</b>	<b>38.995,5</b>	<b>38.995.488</b>	<b>2.501.916</b>

Der Szenarienvergleich zeigt die enormen Unterschiede zwischen Trend- und Klimaszenario (Abbildung 32). Wegen des geringen Bestands an Solarthermieanlagen scheinen schon die Zielmarken im Trendszenario ambitioniert. Der niedrige Bestand impliziert, dass Bürger über die Technologie nicht ausreichend informiert sind, die Wirtschaftlichkeit nicht offensichtlich ist und/oder dass es an Förder-/ Finanzierungsmöglichkeiten mangelt. Es ist jedoch damit zu rechnen, dass auch ohne politische Bestrebungen die solarthermische Energienutzung in den kommenden Jahren stark zunehmen wird.

Wie bei den anderen Energieträgern auch liegt das größte Potenzial bei privaten Wohngebäuden. Gemessen an den statistischen Werten können die kommunalen Gebäude mit einem Anteil von rund 0,7 % an den Potenzialen vernachlässigt werden. Sie können aber einen großen Einfluss als Multiplikatoren ausüben. Kommunale Liegenschaften werden oft durch hiesige Ortsgruppen und –vereine genutzt. Gebäude der öffentlichen Verwaltung haben meist auch Publikumsverkehr, sie dienen also als begehbare, erlebbare best-practice-Beispiele.



Legende:

- Bestand - Privatgebäude
- Bestand - Gewerbe
- Potenzielle Bestand - Privatgebäude
- Potenzielle Bestand - Kommunale Liegenschaften
- Potenzielle Bestand - Gewerbe
- Neubau - Privatgebäude
- Neubau - Kommunale Liegenschaften
- Neubau - Gewerbe

Abbildung 32: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Solarthermie-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen]

#### 4.1.2.6 Handlungsoptionen – Solarthermie

Für die Mobilisierung der ermittelten Potenziale lassen sich folgende Handlungsoptionen ableiten:

- s13** **Bereitstellung von Informationen über solarthermische Nutzung** und Kombination mit anderen Beratungsangeboten.
- s14** **Solaroffensive mit Handwerk und Banken:** Entwicklung von Standardgrößen, z.B. 6, 8, und 10 m<sup>2</sup> Kollektorfläche im Systempreis, pauschal mit Montage und Wartung, passenden Finanzierungsangeboten unter Einbeziehung der öffentlichen Fördermittel sowie Unterstützung bei deren Beantragung und Abwicklung.
- s15** **Solarforum initiieren als Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch** sowie zur Vermittlung von Kontakten und als Impuls für konkrete Projekte. Hier können interessierte Hausbesitzer oder Gewerbetreibende in Kontakt treten mit Herstellern und Handwerkern, die sich bei der Veranstaltung vorstellen. Es können so gebündelt Angebote verhandelt, Qualität gesteigert, Projekte professionell durchgeführt und Preise reduziert werden.
- s16** **Systematische Prüfung** der Eignung und Sinnhaftigkeit **des Einsatzes solarthermischer Anlagen** bei anstehenden Sanierungen und Investitionen **in öffentliche Liegenschaften.**
- s17** **Optimierung kommender Neubausiedlungen** für die Verwendung von Solarthermie durch die Ausrichtung der Baukörper für die Sonnenenergienutzung, durch Hinweise im Bebauungsplan oder auch zentrale Lösungen über große Anlagen mit Quartiersspeicher.
- s18** **Kampagne für eine forcierte Nutzung von Solarthermie** mit einem attraktiven Slogan: Beratungskampagne für Hausbesitzer und Neubauwillige, Schwerpunkt 1-2-Familienhäuser.
- s19** Die Nutzung von **Solarthermie zur Brauchwasserbereitung und Heizungsunterstützung** in öffentlichen Liegenschaften anderer Träger fördern, durch gezielte Ansprache größerer Wärmeverbraucher (Monte Mare, JVA, Krankenhaus, etc.) sowie Unterstützung bei der Überprüfung und Realisierung.
- s20** **Wettbewerb für das Handwerk** (evtl. zusammen mit der Kreishandwerkerschaft) unter Heizungsfirmen, wer die meisten Solaranlagen bereits installiert hat. Begleitung durch eine Schulungs- und Werbekampagne. (auch in Ergänzung zu **s14**).

## 4.2 Handlungsfeld: Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen (g)

Im Gegensatz zu anderen Wärmequellen ist die oberflächennahe Geothermie bei geeigneten Voraussetzungen eine gleichbleibend gute Wärmequelle für die Wärmepumpennutzung. Diese Systemtechnik ist für kleine und große Leistungsbereiche gleichermaßen geeignet und soll hier etwas ausführlicher dargestellt werden. Der Umweltwärme als erneuerbarer Energiequelle wird oft zu wenig Beachtung beigemessen, obwohl sie auch für die veränderten Anforderungen durch den Klimawandel gut geeignet sind. Für die Deckung des Heiz- und Kühlbedarfs von größeren Gebäuden, wie Bürokomplexe, Einkaufszentren, Krankenhäuser kann die Nutzung von oberflächennaher Geothermie wirtschaftlich und energetisch sinnvoll sein.

### 4.2.1 [EXKURS]: Wärmepumpen und Dezentrale Energiespeicher

#### Wärmepumpen - Wärmequellen und Systemvarianten

Mit einer Wärmepumpe (WP) wird für 100 % Heizwärme ca. 75 % Wärme aus der Umgebung nutzbar gemacht. In einem thermodynamischen Prozess wird die erneuerbare Umweltwärme durch den Einsatz von 25 % Antriebsenergie auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und an den Heiz- oder Warmwasserkreislauf abgegeben.

Im Kleinleistungsbereich bis ca. 50 kW Wärmeleistung sind heute elektrische Kompressionswärmepumpen von vielen Herstellern verfügbar. Gasbetriebene WP werden im höheren Leistungsbereich eingesetzt.

#### Mögliche Wärmequellen

- Erdwärme (je nach Horizont 10 - 40°C)
  - Erdkollektoren
  - Erdwärmesonden
- Grundwasser (konstant 8° - 12° C)
- Meerwasser (schwankend 18° - 1,9°C)
- Abwasser (ca. 10 - 40° C schwankend)
- Luft (außen) (+ 35° bis -25° C)
- Abluft (ca. 21° - 25° C)

Obwohl oberflächennahe Geothermie überall zur Verfügung steht, kann man sie manchmal nicht nutzen, z. B. weil zum Schutze des Grundwassers nicht gebohrt werden darf oder im Gebäudebestand keine Zufahrtsmöglichkeit für das Bohrgerät besteht.

### Wärmepumpenanlage

- Sole / Wasser (Wärmequelle: Erdwärme, Abwärme, Meerwasser)
- Wasser / Wasser (Grundwasser)
- Luft / Wasser (Außenluft, Abluft)
- Luft / Luft (Außenluft, Abluft)

Insbesondere Sole / Wasser-Wärmepumpen können gleichermaßen zur Wärmeerzeugung im Winter wie zur Kühlung im Sommer eingesetzt werden.

Betriebsweise der Anlage – abhängig von der lieferbaren Wärme der Wärmequelle - entweder

- monovalent (WP einziger Wärmeerzeuger) oder
- bivalent (WP und Heizkessel übernehmen in unterschiedlichem Verhältnis die Wärmeversorgung)

Wärmepumpenanlagen zur Nutzung von Grundwasser und Erdwärme benötigen eine Genehmigung der unteren Wasserbehörde. Bei Bohrungen mit einer Tiefe > 100 m gilt das Bergrecht und die Bezirksregierung Arnsberg zuständig.

Bei abschaltbaren Tarifen für die Wärmepumpenanlagen, zur Verringerung der Taktzeiten des Kompressors und bei nicht regelmäßig verfügbaren Wärmequellen, wird ein Wärmespeicher in die Anlage integriert, um eine kontinuierliche Wärmelieferung zu gewährleisten.

Die Außenluft als Wärmequelle für die Luft / Wasser-Wärmepumpe ist überall vorhanden. Sie kann ohne großen Aufwand erschlossen werden und ist daher von den Investitionskosten deutlich geringer als die anderen Varianten.

Allerdings werden im Regelfall keine mit den anderen Systemen vergleichbar guten Jahresarbeitszahlen (JAZ) erreicht. Deshalb wird sie häufig als zusätzliches System genutzt, also bivalent betrieben, oft auch nur für die Warmwasserbereitung. Im monovalenten Betrieb, was durchaus möglich ist, ist eine sehr gute Wärmedämmung nötig (NEH- und Passivhausstandard), da sonst die Betriebskosten für den eingesetzten Strom relativ hoch sind.

Für den Heizbetrieb in privaten Wohngebäuden ist zu bemerken, dass der wirkungsvollste Betrieb der Systeme bei niedrigen Vorlauftemperaturen für die Wärmeverteilung möglich ist. Allerdings werden die Gebäude oft nicht so grundlegend saniert, dass auch neue Wärmeverteilsysteme installiert werden, z.B. eine Fußbodenheizung oder großflächige Heizkörper.

Hier bieten Luft-Wasser-Wärmepumpen eine Alternative. Sie können sehr gut die Spitzen im Sommer für die Bereitstellung des Warmwassers abfedern und zur Kostenentlastung beitragen. In Neubauten oder Gewerbebauten, z.B. auch in Kombination mit der Wärmerückgewinnung aus kontrollierter Wohnungslüftung oder in hoch wärmegeprägten Altbauten bzw. in Altbauten unter Weiternutzung des vorhandenen Heizungssystems, ist diese Wärmepumpenanlage häufig sinnvoll.

Für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage sind im Wesentlichen folgende Parameter wichtig:

- Temperatur der Wärmequelle: Je höher sie ist, umso effizienter kann die Anlage arbeiten.
- Verfügbarkeit der Umgebungswärme: Erdwärme und Grundwasser stehen relativ konstant zur Verfügung, eignen sich also besonders für die Wärmeversorgung im Winter, Luft hingegen ist im Winter nur auf einem marginal nutzbaren Niveau verfügbar.
- Vorlauftemperatur des Heizungssystems: Je niedriger sie ist ( $T_v = \max 35^\circ\text{C}$ ), umso effizienter ist die Anlage. D.h. eine Fußbodenheizung ist deutlich besser geeignet als konventionelle Konvektor-Heizkörper.
- Diese Werte gehen in die Jahresarbeitszahl (JAZ) ein (Verhältnis der erzeugten Wärme zum eingesetzten Strom). Bei der Planung und Auslegung sollte auf eine Jahresarbeitszahl von min. 3,8 (Wohngebäude) – 4,0 (Nichtwohngebäude) bei Sole/Wasser-WP und 3,5 bei Luft/Wasser-WP geachtet werden. Dies ist im Übrigen auch als Qualitätsstandard in den Förderbestimmungen der BAFA festgelegt.
- Zur nachträglichen Überprüfung sollte ein Wärmemengenzähler installiert werden. Da ein breitangelegter Feldtest (Ergebnisse 2009) belegt hat, dass bei den meisten Anlagen die in den Herstellerangaben angegebenen JAZ unter Praxisbedingungen nicht erreicht werden, ist dies umso wichtiger.

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit sollte mit den normalen Tagstromtarifen gerechnet werden, da Sondertarife auch wieder geändert werden können.

## 4.2.2 Potenziale zur Nutzung von Geothermie

### 4.2.2.1 Naturräumliche Voraussetzungen

Die Voraussetzungen für Geothermie-Nutzung in Rheinbach sind weitestgehend gut (Abbildung 33). Gegenwärtig sind 81 Anlagen im Betrieb.

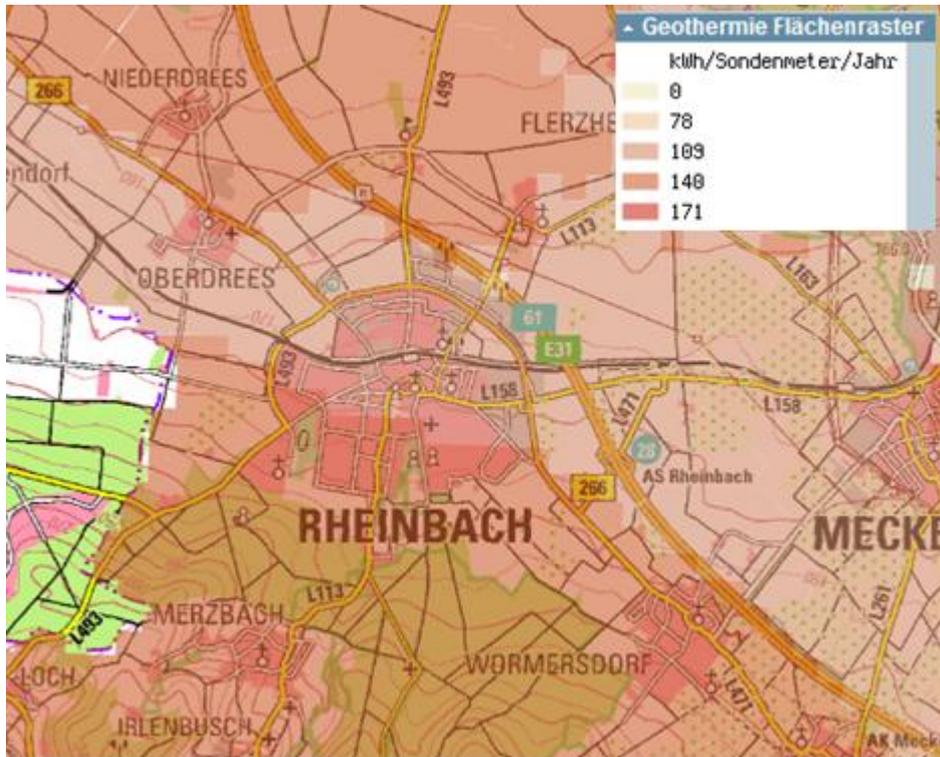


Abbildung 33: Potenzial für Geothermie-Nutzung in Rheinbach [25]

Es werden zur Wärmeentnahme im Regelfall Erdsonden genutzt, geschlossene Systeme aus Kunststoffrohr, die in ca. 40 bis 100 m tiefe Bohrlöcher ins Erdreich eingebracht werden. In den Rohren zirkuliert ein Sole-Wassergemisch. Dem umgebenden Gestein wird so die Wärme entzogen und der Wärmepumpe zugeführt. Für einen wirtschaftlichen Betrieb liegt die Ergiebigkeit bei min. 100 kWh pro Meter Sondenlänge im Jahr. Im Stadtgebiet Rheinbach, insbesondere auch in den verdichteten Siedlungskernen, liegt die Ergiebigkeit deutlich über diesem Wert, wie Abbildung 33 zeigt. Erdsonden liefern eine über das Jahr weitgehend konstante Temperatur und Wärmepumpen dieser Art können daher auch monovalent betrieben werden.

Für die Auslegung einer Erdsondenanlage sind der Wärmebedarf des Gebäudes und die geothermische Ergiebigkeit des Untergrunds die wichtigen Parameter. Das Beispiel in der Tabelle 40 betrachtet einen Wärmeleistungsbedarf von 10 kW bei einer spezifischen geothermischen Ergiebigkeit am Standort von 150 kWh/(m\*a). Daraus errechnet sich eine erforderliche Länge für die Erdsonde von ca. 123 m, bei denen man ökonomisch und bohrtechnisch die Anzahl der

Bohrungen prüfen würde. Das Beispiel geht von einer Arbeitszahl der Wärmepumpe von 4,3 aus, was Voraussetzung für die Förderung durch das Marktanreizprogramm ist, und von 2.400 jährlichen Betriebsstunden für eine Anlage zur Heizung und Brauchwassererwärmung aus.

Tabelle 40: Beispiel für die Auslegung einer Erdsondenanlage [26]

erforderliche thermische Leistung (Heizleistung des Gebäudes)	10 kW
Arbeitszahl der Wärmepumpe	4,3
erforderliche geothermische Leistung	7,7 kW
geothermische Ergiebigkeit (bei 2.400 Betriebsstd./Jahr)	150 kWh/(m*Jahr)
erforderliche Sondenlänge	ca. 123 m
erforderliche Bohrung(en)	1 Bohrung mit 123 m oder 2 Bohrungen mit je 62 m oder 3 Bohrungen mit je 41 m

#### 4.2.2.2 Annahmen zur Potenzialberechnung

Der Berechnung der Potenziale werden folgende, mit der Stadt Rheinbach abgestimmte, Annahmen zu Grunde gelegt.

1. Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent wird auf 0,266 kg/kWh festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
  - 30 % Heizöl (0,315 kg/kWh) und
  - 70 % Erdgas (0,245 kg/kWh) ausgegangen wird.

##### Private Wohngebäude:

- Bei Geothermienutzung werden am Gebäude vorher umfangreichere energetische Sanierungen durchgeführt.
- 7.218 Wohngebäude in Rheinbach 2012
  - 81 Anlagen existieren
- 7.137 Wohngebäude mit Geothermie nachrüstbar.
- 50 Gebäude insgesamt werden pro Jahr neu errichtet.
  - 25 Gebäude davon werden anstelle bestehender Gebäude neu errichtet (Abriss - Neubau).
  - Demnach werden 25 Gebäude zusätzlich neu gebaut.
- Neubauten sind besser geeignet als Bestandsbauten.
- Erdwärmennutzung erfolgt über Erdsonden, für die bei den Grundstücksgrößen in Rheinbach ausreichend Flächen zur Verfügung stehen.
- Für elektrische Wärmepumpen wird eine Jahresarbeitszahl von 3,8 bis 4,0 JAZ (Mindest-Jahresarbeitszahl) angenommen.

- Als Wärme-Anschlusswert (für Raumwärme und Warmwasser) werden pro Wohneinheit angenommen
  - 10 kW im Gebäudebestand  
Nach Abzug des Energieverbrauchs der Wärmepumpe liegt der Ertrag bei 18,4 MWh/a – ca. 105 kWh/m<sup>2</sup>a.
  - 5 kW im Neubaubereich  
Nach Abzug des Energieverbrauchs der Wärmepumpe liegt der Ertrag bei 9,2 MWh/a – ca. 53 kWh/m<sup>2</sup>a.

**Gewerbe:**

- Gewerbebauten werden nicht gesondert betrachtet, sondern als Teil der allgemeinen Bebauung
- Die jeweiligen Ertragswerte pro m<sup>2</sup> (Bestand bzw. Neubau) aus dem Privatsektor werden der Potenzialberechnung zugrunde gelegt
- 23,3 % (24 ha) der genutzten Gewerbefläche sind überbaut. Dies wird als beheizte Fläche angenommen, wobei nicht beheizte Verkehrsflächen und mehrgeschossige Bauten sich gegenseitig ausgleichen.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab – für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

**Kommunale Liegenschaften:**

- Anhand der Bruttogeschossfläche (BGF) konnte ein Annäherungswert für die Nutzflächen von knapp 43.300 m<sup>2</sup> ermittelt werden.
- Die jeweiligen Ertragswerte pro m<sup>2</sup> (Bestand bzw. Neubau) aus dem Privatsektor werden der Potenzialberechnung zugrunde gelegt.
- Die errechneten Potenziale bilden Richtwerte ab – für genauere Potenzialermittlungen bedarf es Einzelfallprüfungen.

Beim **Gebäudebestand** werden für Klima- und Trendszenario unterschiedliche Ausbauraten angenommen. Für das Trendszenario gilt 2020 eine Ausbaurrate von 5 %, im Klimaszenario liegt sie bei 10 % (Tabelle 41).

Tabelle 41: Ausbauraten im Trend- und Klimaszenario für geothermische Nutzung bei Bestandsgebäuden [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario	Klimaszenario
2015	2 %	4 %
2020	5 %	10 %
2030	11 %	21 %

**Neubauten** sind generell besser für Geothermienutzung geeignet. Dementsprechend liegt der Umsetzungsgrad je nach Szenario höher. Im Trendszenario nutzen 25 % aller Neubauten Geothermie, im Klimaszenario sind es 50 %.

### 4.2.3 Potenziale bei privaten Wohngebäuden

Der Gebäudebestand und dessen zukünftige Entwicklung orientiert sich an denselben Gegebenheiten wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben. Es wird davon ausgegangen, dass alle Gebäude potenziell Geothermie nutzen können. In privaten Gebäuden sind bislang rund 81 Anlagen installiert und werden vom geeigneten Gebäudebestand abgezogen (Tabelle 42).

Tabelle 42: Entwicklung des Gesamtgebäudebestandes bis 2030 und Eignung für Geothermie-Nutzung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Gesamtanzahl Gebäude	Gesamtanzahl geeigneter Gebäude (Bestand + Neubau)
2012 (Basisjahr)	7.218	7.137
2013	7.243	7.162
2014	7.268	7.188
<b>2015</b>	<b>7.293</b>	<b>7.213</b>
2016	7.318	7.238
2017	7.343	7.263
2018	7.368	7.289
2019	7.393	7.314
<b>2020</b>	<b>7.418</b>	<b>7.339</b>
2021	7.443	7.365
2022	7.468	7.390
2023	7.493	7.415
2024	7.518	7.440
2025	7.543	7.466
2026	7.568	7.491
2027	7.593	7.516
2028	7.618	7.541
2029	7.643	7.567
<b>2030</b>	<b>7.668</b>	<b>7.592</b>

Wegen der großen Grundgesamtheit zeigen schon die Berechnungen im **Trendszenario** das enorme Potenzial der Geothermie auf. Binnen zwei Jahre könnten schon 133 Gebäude umgerüstet sein. Für 2020 wird von einem Ertrag durch Geothermie-Nutzung von rund 6.500 MWh pro Jahr ausgegangen. So würden über 1.700 t CO<sub>2</sub> jährlich eingespart werden (Tabelle 43).

Tabelle 43: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieanlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	133	2.450,5	651,8	1.596.555
2020	351	6.473,1	1.721,8	4.217.311
2030	777	14.304,8	3.805,1	9.319.777

Tabelle 44 zeigt das hohe Potenzial im Neubaubereich. 100 Gebäude nutzen 2020 Geothermie und produzieren über 920 MWh Energie. Die Investitionen belaufen sich bis dato auf 1,2 Millionen Euro.

Tabelle 44: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieanlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	38	345,3	91,9	450.000
2020	100	920,9	245,0	1.200.000
2030	225	2.072,1	551,2	2.700.000

Die Zusammenfassung in Tabelle 45 zeigt das Steigerungspotenzial. Schon 2015 kann ein Vielfaches des bisherigen Energieertrags durch Geothermie-Anlagen generiert werden (Abbildung 34). 2030 könnten so über 15.600 MWh Energie produziert werden, die für Heizung und Warmwasser genutzt werden kann. Dabei läge dann die jährliche Einsparung an CO<sub>2</sub> bei fast 4.200 t.

Tabelle 45: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieanlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	171	2.795,9	743,7	2.046.555
2020	451	7.394,0	1.966,8	5.417.311
2030	1.002	16.376,9	4.356,2	12.019.777

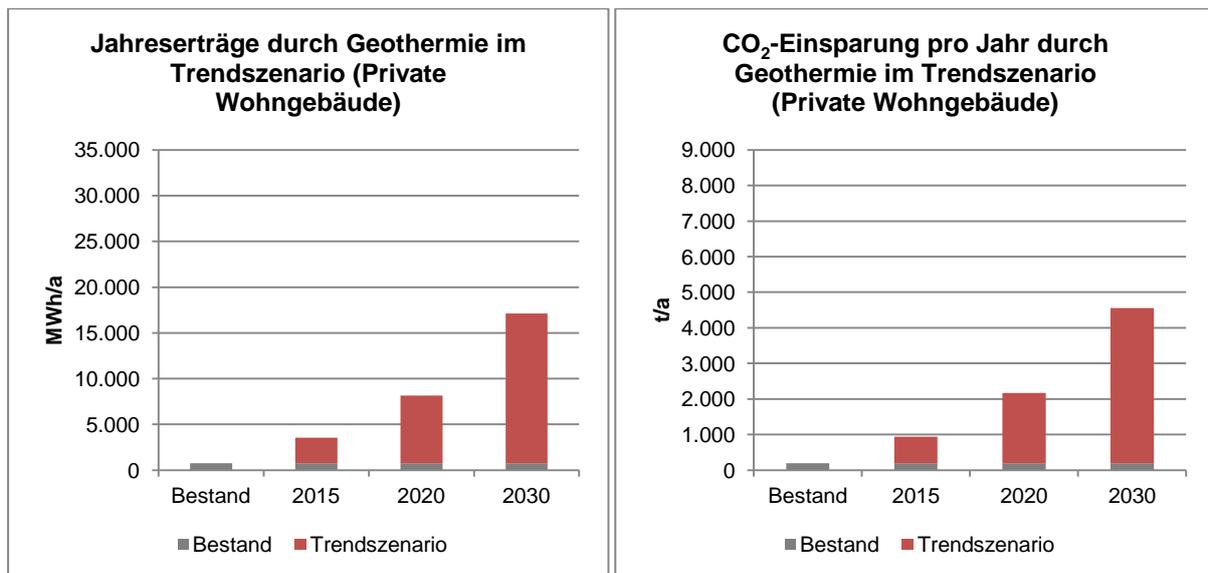


Abbildung 34: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Bei konsequenter Umsetzung einer zielorientierten Klimaschutzpolitik, kann laut **Klimaszenario** die Umrüstung auf Geothermie binnen kurzer Zeit enorme Zuwächse verzeichnen. Schon 2020 würden über 700 Gebäude geothermisch beheizt. Fast 13.000 MWh Energie könnten so generiert werden, wie Tabelle 46 zeigt.

Tabelle 46: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieranlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	266	4.901,1	1.303,7	3.193.110
2020	703	12.946,2	3.443,7	8.434.623
2030	1.553	28.609,5	7.610,1	18.639.554

Tabelle 47 zeigt die Zuwächse im Neubaubereich. 2030 könnten 405 Neubauten Geothermie nutzen. Zusatzinvestitionen von 5,4 Millionen Euro sind nach heutigen Maßstäben dafür notwendig.

Tabelle 47: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieranlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	75	690,7	183,7	900.000
2020	200	1.841,9	489,9	2.400.000
2030	450	4.144,2	1.102,4	5.400.000

Neben Tabelle 48 zeigt insbesondere Abbildung 35, dass sich die Geothermie-Nutzung zu den drei dargestellten Zeitpunkten jedes Mal mehr als verdoppelt hat. Im Jahr 2030 könnten über 2.000 Gebäude geothermisch versorgt werden. So würden fast 33.000 MWh Energie erzeugt und ca. 8.700 t CO<sub>2</sub> pro Jahr eingespart.

Tabelle 48: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Anzahl der Geothermieranlagen	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	341	5.591,8	1.487,4	4.093.110
2020	903	14.788,0	3.933,6	10.834.623
2030	2.003	32.753,7	8.712,5	24.039.554

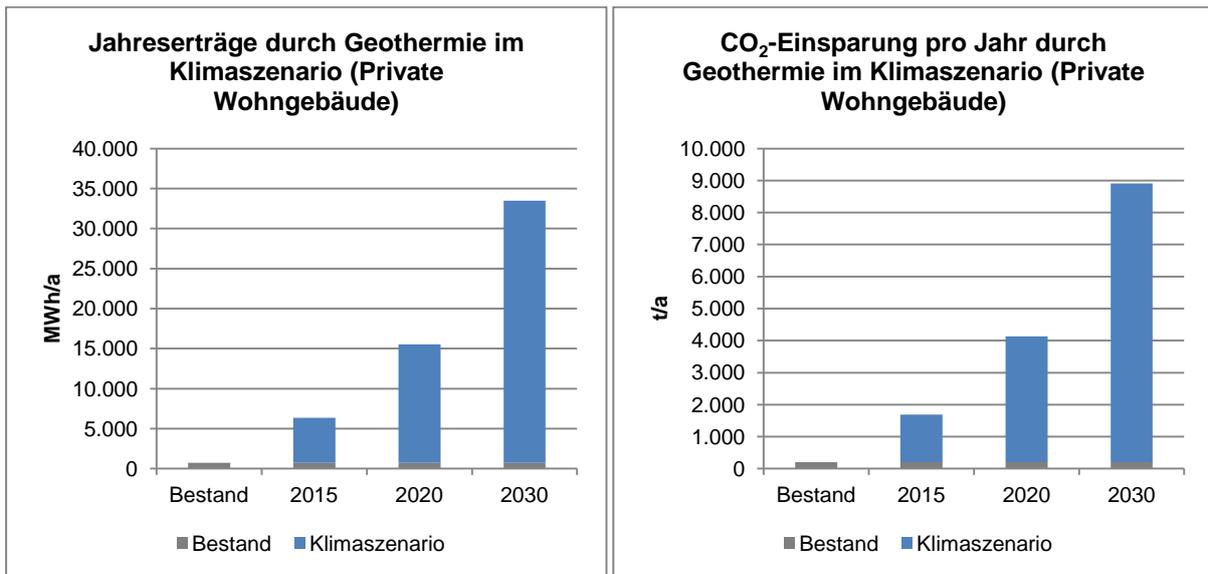


Abbildung 35: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich in Abbildung 36 zeigt die deutlichen Unterschiede bei den Ausbauraten. Sie liegen im Klimaszenario doppelt so hoch wie im Trendszenario. Zum heutigen Zeitpunkt sind schon über 80 Anlagen in Betrieb. Allein zwischen 2010 und 2012 wurden mehr als ein Drittel dieser Anlagen in Betrieb genommen [31]. Dies deutet auf ein gesteigertes Interesse an dieser Technologie hin.

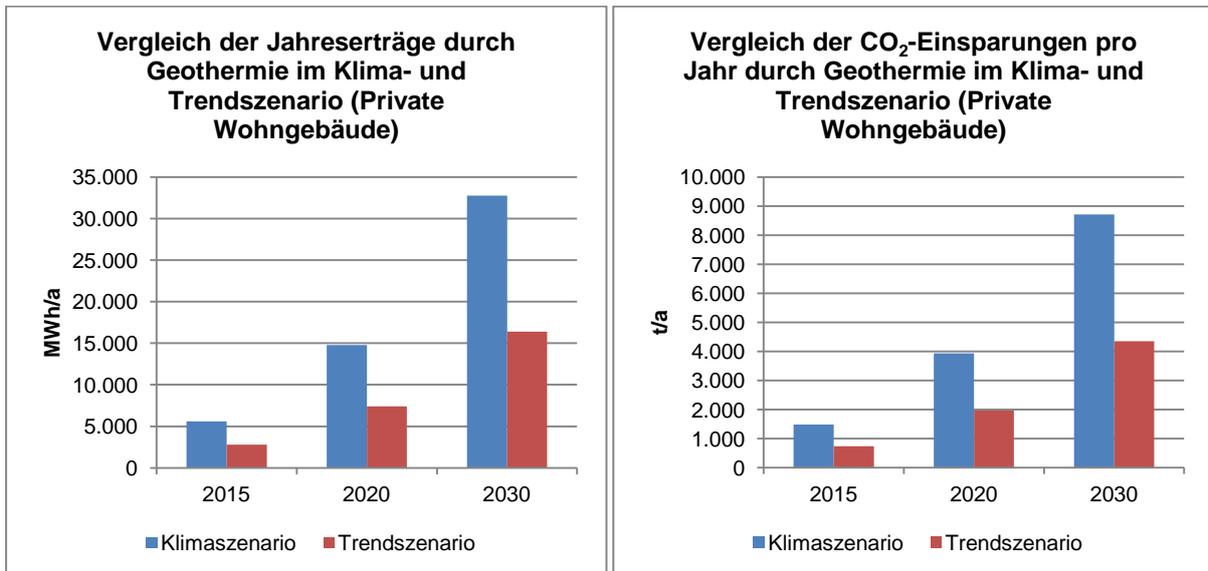


Abbildung 36: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen]

#### 4.2.4 Potenziale bei kommunalen Liegenschaften

In kommunalen Liegenschaften wird bisher keine Geothermie genutzt. Pauschal wurde die gesamte Nutzfläche aller Liegenschaften (knapp 43.300 m<sup>2</sup>) als Potenzialfläche zugrunde gelegt (siehe auch Kapitel 4.1.1.4). Die errechneten Potenziale für Trend- und Klimaszenario beziehen sich auf die gesamte Nutzfläche aller Gebäude und wurden anhand der Annahmen entsprechend hochgerechnet. Ähnlich der solarthermischen Nutzung ist eine genaue Einzelfallprüfung notwendig.

Binnen zwei Jahren könnten nach Berechnungen im **Trendszenario** 811 m<sup>2</sup> Nutzfläche geothermisch beheizt werden, dies entspricht etwa 2 bis 3 Gebäude (Tabelle 49). Wenn im Jahr 2020 5 % der Flächen geothermisch versorgt würden, bedeutet das einen Energieertrag von knapp 230 MWh pro Jahr, was zu Einsparungen von gut 60 t CO<sub>2</sub> führt. Die Investitionskosten liegen nach heutigem Ermessen bei rund 150.000 Euro. 2030 wären demnach über 11 % der Nutzfläche, also etwa 15 Gebäude durch Erdwärme beheizt.

Tabelle 49: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	durch Geothermie versorgte Fläche [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	811	85,4	22,7	55.641
2020	2.164	227,7	60,6	148.376
2030	4.869	512,4	136,3	333.845

Im **Klimaszenario** wird von einer doppelt so hohen Ausbaurate wie im Trendszenario ausgegangen (Tabelle 50 und Abbildung 37). So könnten im Jahr 2020 gut 4.300 m<sup>2</sup> Nutzfläche geothermisch versorgt werden. Das ergibt einen jährlichen Ertrag von 455,5 MWh. Zehn Jahre später hätte sich die versorgte Nutzfläche mehr als verdoppelt. Insgesamt belaufen sich die Investitionskosten bis zu diesem Zeitpunkt auf etwa 670.000 Euro.

Tabelle 50: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	durch Geothermie versorgte Fläche [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	1.623	170,8	45,4	111.282
2020	4.328	455,5	121,2	296.751
2030	9.737	1.024,8	272,6	667.691

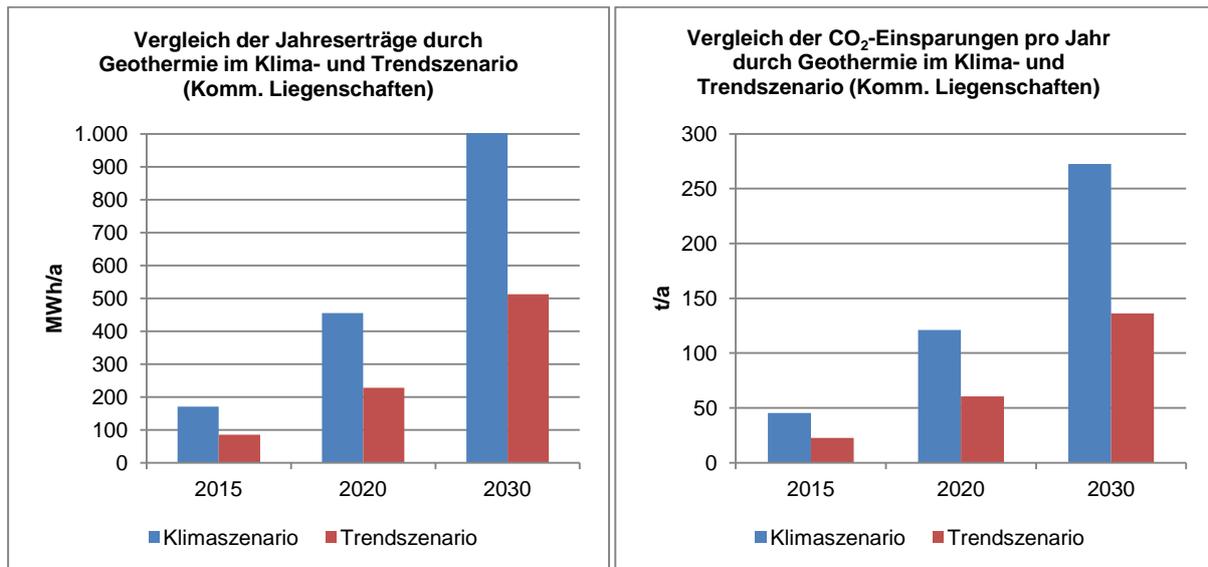


Abbildung 37: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen]

#### 4.2.5 Potenziale bei Gebäuden in gewerblicher Nutzung

Etwa 23,3 % der bisher genutzten Gewerbeflächen (103,56 ha inkl. GHB-Flächen) sind bebaut, das sind 24 ha. Legt man die gleiche Relation für die noch nicht genutzten Gewerbeflächen (65,74 ha) an, ergibt sich ein Restpotenzial von gut 15 ha. Es wird davon ausgegangen, dass 2030 alle Gewerbeflächen in Nutzung sind (Tabelle 51). Insgesamt wird davon ausgegangen, dass im Gewerbesektor bisher keine geothermischen Anlagen vorhanden sind.

Wegen der divergierenden Nutzungsarten, die in Gewerbegebieten vorherrschen, ist eine genaue Bestimmung der Nutzflächen nicht möglich. Geothermie kann bspw. nicht nur zum Heizen oder zur Warmwasseraufbereitung genutzt werden, sondern kann auch in Kälte umgewandelt werden. Insgesamt sind die Einsatzmöglichkeiten geothermischer Energiegewinnung im Gewerbebereich höher als z.B. im privaten Gebäudesektor. Dies setzt aber auch eine genaue Einzelfallprüfung voraus.

Tabelle 51: Entwicklung der Potenzialflächen für Geothermieversorgung im Gewerbe [Eigene Berechnungen]

Jahr	Neue Potenzialflächen für Geothermieversorgung [ha]	Gesamte Potenzialflächen für Geothermieversorgung [ha]
2012 (Basisjahr)		
2013	0,8	24,85
2014	1,7	25,69
<b>2015</b>	<b>2,5</b>	<b>26,54</b>
2016	3,4	27,39
2017	4,2	28,23
2018	5,1	29,08
2019	5,9	29,92
<b>2020</b>	<b>6,8</b>	<b>30,77</b>
2021	7,6	31,62
2022	8,5	32,46
2023	9,3	33,31
2024	10,2	34,16
2025	11,0	35,00
2026	11,8	35,85
2027	12,7	36,70
2028	13,5	37,54
2029	14,4	38,39
<b>2030</b>	<b>15,2</b>	<b>39,24</b>

Das Nutzungspotenzial im Gewerbe ist groß. Laut **Trendszenario** könnten bei Bestandsbauten im Jahr 2020 Gebäudeflächen von insgesamt 12.000 m<sup>2</sup> geothermisch versorgt werden. So würden pro Jahr über 1.200 MWh Energie erzeugt und 336 t CO<sub>2</sub> eingespart. 2030 wären es jährlich schon über 2.800 MWh für 27.000 m<sup>2</sup>.

Tabelle 52: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	4.500	473,6	126,0	308.571
2020	12.000	1.263,0	336,0	822.857
2030	27.000	2.841,7	755,9	1.851.429

Bei Neubauten sollte die Nutzung von Geothermie (und anderen regenerativen Energien) als Energiequelle von vornherein in die Konzeption mit aufgenommen werden. Es wird davon ausgegangen, dass alle Gebäudeflächen potenziell nutzbar sind. Das hat zur Folge, dass die geothermische Energiegewinnung allein bei gewerblichen Neubauten noch einmal bei zwei Dritteln der Potenziale des gewerblichen Gebäudebestands liegt (Tabelle 53).

Tabelle 53: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	6.348	334,1	88,9	435.292
2020	16.928	890,8	237,0	1.160.779
2030	38.088	2.004,4	533,2	2.611.753

In der Zusammenfassung wird das enorme Potenzial der Geothermie deutlich (Tabelle 54 und Abbildung 38). Besonders bei Neubauten sollte diese Energiequellen unbedingt in den Gebäudeplanungen berücksichtigt werden. 2020 könnten jährlich fast 30.000 m<sup>2</sup> Fläche mit knapp 2.200 MWh geothermischer Energie versorgt werden. Das spart 573 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Die Investitionskosten lägen bei 2 Millionen Euro.

Tabelle 54: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	10.848	807,7	214,8	743.864
2020	28.928	2.153,8	572,9	1.983.636
2030	65.088	4.846,1	1.289,1	4.463.182

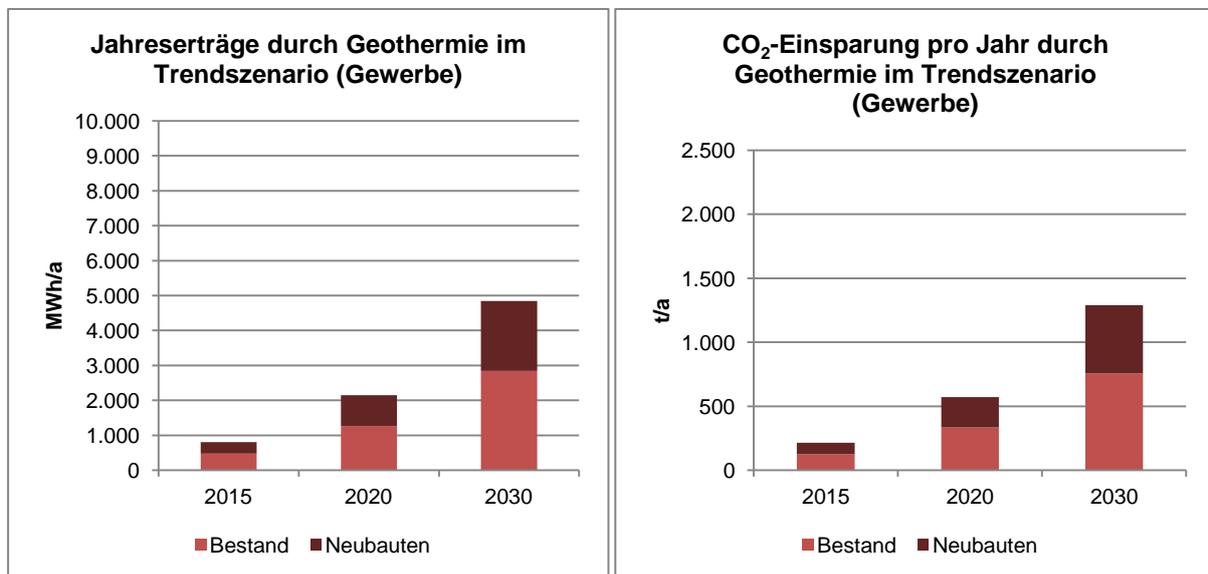


Abbildung 38: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Bei konsequenter Umsetzung entsprechender Handlungsoptionen könnte, laut **Klimaszenario**, im Jahr 2030 allein bei Bestandsgebäuden eine Gesamtfläche von über 50.000 m<sup>2</sup> geothermisch versorgt werden. Dabei würden jährlich über 1.400 t CO<sub>2</sub> eingespart. Alle weiteren Werte zeigt Tabelle 55.

Tabelle 55: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	6.000	631,5	168,0	411.429
2020	21.000	2.210,2	587,9	1.440.000
2030	51.000	5.367,7	1.427,8	3.497.143

Auch die Daten für die Geothermienutzung im Neubaubereich (Tabelle 57) zeigen das hohe Potenzial. Bei jedem der drei dargestellten Zeitpunkte hat sich demnach die Nutzung verdoppelt.

Tabelle 56: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	12.696	668,1	177,7	870.584
2020	33.856	1.781,7	473,9	2.321.558
2030	76.176	4.008,7	1.066,3	5.223.506

Zusammenfassend zeigen Tabelle 57 und Abbildung 39, dass bereits 2015 knapp 1.300 MWh Energie geothermisch erzeugt werden könnten, wenn das Thema in Politik und Wirtschaft intensiv behandelt würde. Die Investitionssummen von über 3,76 Millionen Euro (2020), bzw. 8,7 Millionen Euro (2030), könnten in lokale/regionale Betriebe fließen, was sich positiv auf die heimische Wirtschaft auswirken würde.

Tabelle 57: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	überbaute Gewerbefläche mit Geothermienutzung [m <sup>2</sup> ]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]
2015	18.696	1.299,6	345,7	1.282.013
2020	54.856	3.991,9	1.061,8	3.761.558
2030	127.176	9.376,4	2.494,1	8.720.649

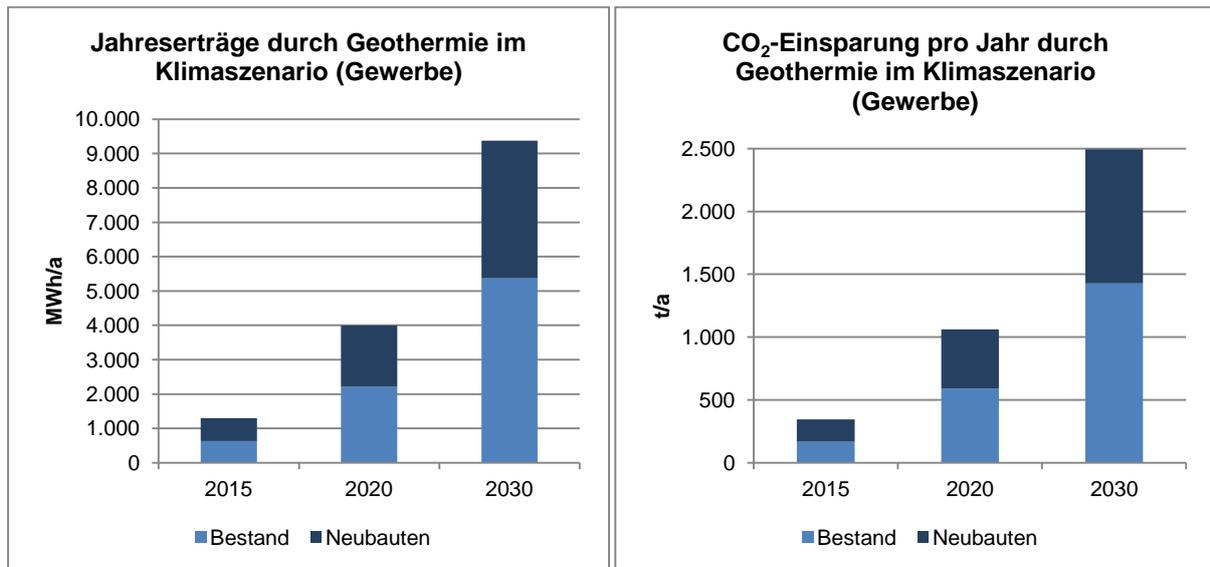


Abbildung 39: Stromerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Die untenstehende Abbildung 40 zeigt die Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen der verschiedenen Szenarien und Zeiträume im Vergleich. Binnen kurzer Zeit könnte Geothermie zu einer wichtigen Energiequelle für das Gewerbe werden. Die Investitionen in diese Technologie hätten nicht nur positive Effekte auf die heimische Wirtschaft, sie führt auch zu langfristigen Kostenersparnissen und somit einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit des Rheinbacher Gewerbesektors.

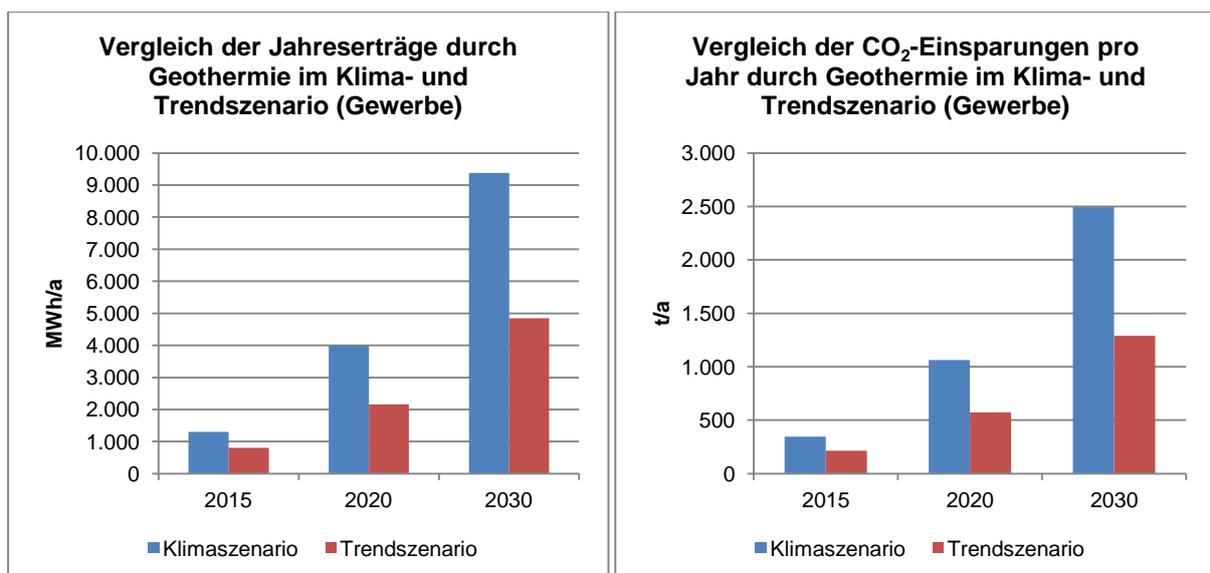


Abbildung 40: Vergleich der Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen]

#### 4.2.6 Gesamtbetrachtung und Szenarienvergleich

Da sich Größe und Nutzungsart bei Privatgebäuden, kommunalen Liegenschaften und Gewerbe stark unterscheiden, wurde auf eine Umrechnung in Anlagenanzahl verzichtet. Denn auch diese wird in der Praxis sehr stark variieren.

In beiden Szenarien nimmt das jährliche Investitionsvolumen leicht ab. Dies lässt sich durch die Entwicklung im privaten Bausektor erklären: Durch den Rückbau bestehender Gebäude (25 Stück pro Jahr) verringert sich diese Teilmenge jährlich und somit auch die Anzahl an Gebäuden, die für Geothermie-Nutzung umgerüstet werden. Der Ausbau pro Jahr, in absoluten Werten, nimmt leicht ab. Gleichzeitig wird, anders als bei den Potenzialberechnungen zur Solarenergienutzung (Abschnitt 4.1) angenommen, dass pro Jahr ein konstanter Prozentsatz der Neubauten Geothermie nutzt. Das sind im Trendszenario 25 %, im Klimaszenario 50 %. Da die Anzahl an Neubauten pro Jahr gleichmäßig ansteigt (50 Stück), sind die neu zu tätigen jährlichen Investitionskosten immer gleich.

Tabelle 58 zeigt die Gesamtentwicklung aller drei Sektoren im **Trendszenario**. Im Jahr 2020 könnten fast 10.000 MWh Energie pro Jahr durch Geothermie erzeugt werden. Dies würde 2.600 t CO<sub>2a</sub> einsparen. Etwa 7,55 Millionen Euro Investitionskosten wären insgesamt für diese Umsetzung notwendig, ca. 940.000 Euro jährlich. Sollte der Ausbau wie prognostiziert verlaufen, könnten 2030 insgesamt fast 208 MWh Energie erzeugt und über 55.500 t CO<sub>2</sub> eingespart worden sein. Zusammengenommen belaufen sich die Investitionskosten auf 16,8 Millionen Euro.

Das Kosten-Nutzen Verhältnis wird mit den Jahren immer besser, weil die kumulierten Energieerträge immer größer werden. So sind für die eingesparten 11.700 t CO<sub>2</sub> bis zum Jahr 2020 durchschnittlich 64 Ct pro kg aufzuwenden, während sich 2030 die spezifischen Kosten für die eingesparten kg CO<sub>2</sub> halbieren.

Tabelle 58: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)						
2013	1.234,4	1.234,4	328,3	328,3	951.776	951.776
2014	3.697,5	2.463,1	983,5	655,2	1.899.845	948.069
<b>2015</b>	<b>7.386,5</b>	<b>3.689,0</b>	<b>1.964,8</b>	<b>981,3</b>	<b>2.846.060</b>	<b>946.215</b>
2016	12.298,4	4.912,0	3.271,4	1.306,6	3.790.420	944.361
2017	18.430,6	6.132,1	4.902,5	1.631,1	4.732.927	942.507
2018	25.780,0	7.349,5	6.857,5	1.955,0	5.673.580	940.653
2019	34.344,0	8.563,9	9.135,5	2.278,0	6.612.379	938.799
<b>2020</b>	<b>44.119,6</b>	<b>9.775,6</b>	<b>11.735,8</b>	<b>2.600,3</b>	<b>7.549.323</b>	<b>936.945</b>
2021	55.103,9	10.984,4	14.657,6	2.921,8	8.484.414	935.091
2022	67.294,2	12.190,3	17.900,3	3.242,6	9.417.651	933.237
2023	80.687,6	13.393,4	21.462,9	3.562,6	10.349.034	931.383
2024	95.281,2	14.593,6	25.344,8	3.881,9	11.278.563	929.529
2025	111.072,3	15.791,0	29.545,2	4.200,4	12.206.238	927.675
2026	128.057,9	16.985,6	34.063,4	4.518,2	13.132.059	925.821
2027	146.235,2	18.177,3	38.898,6	4.835,2	14.056.026	923.967
2028	165.601,4	19.366,2	44.050,0	5.151,4	14.978.139	922.113
2029	186.153,6	20.552,2	49.516,9	5.466,9	15.898.399	920.259
<b>2030</b>	<b>207.889,0</b>	<b>21.735,4</b>	<b>55.298,5</b>	<b>5.781,6</b>	<b>16.816.804</b>	<b>918.405</b>

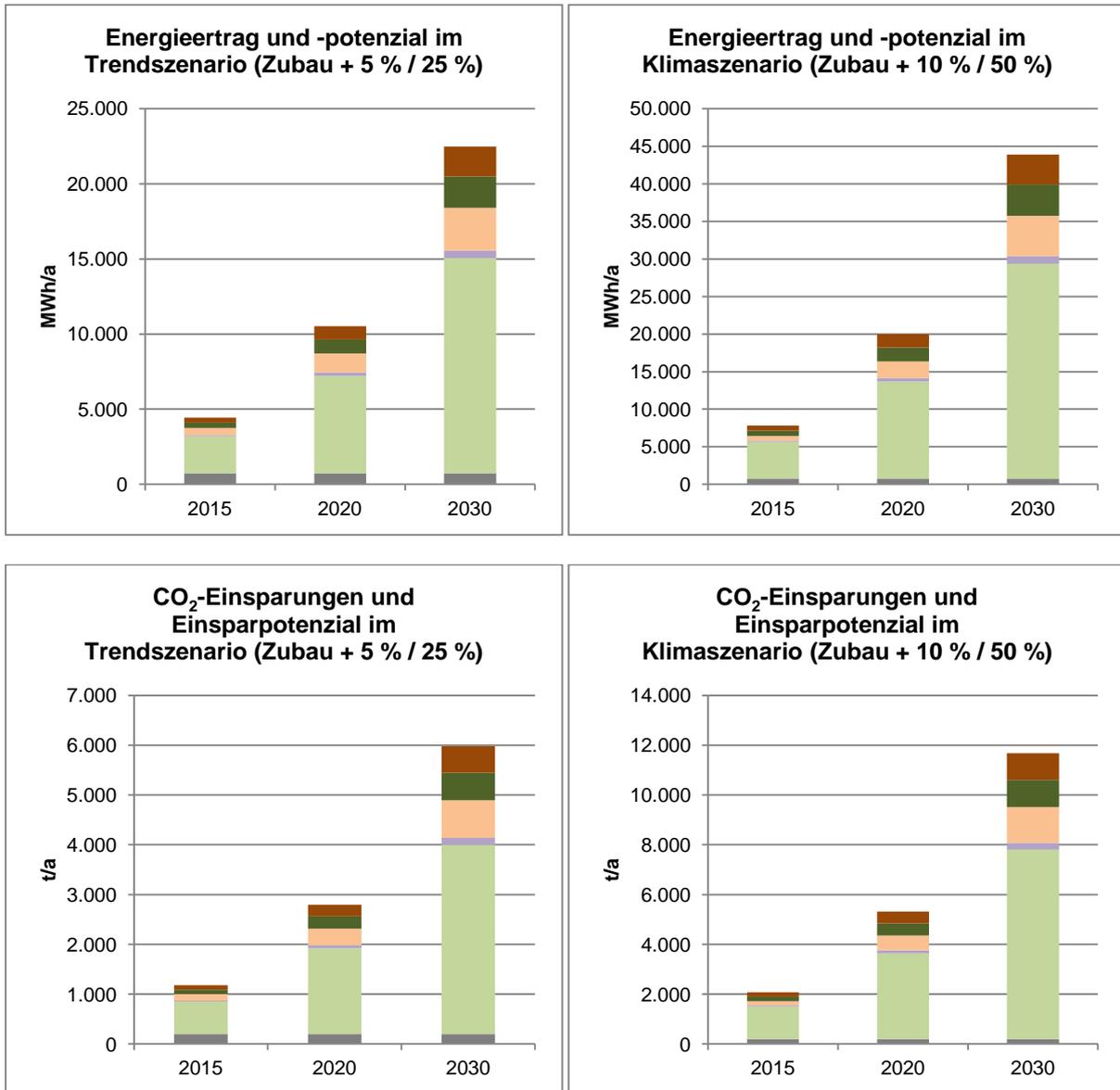
Tabelle 59 zeigt die jahresscharfen Werte für das **Klimaszenario**. Sie liegen etwa doppelt so hoch, wie im Trendszenario. 2030 könnten demnach über 43.000 MWh des jährlichen Heizenergiebedarfs geothermisch gedeckt werden.

Tabelle 59: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Ertrag [MWh]	Ertrag pro Jahr [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]	Investitionskosten [€]	Investitionskosten pro Jahr [€/a]
2012 (Basisjahr)						
2013	2.153,0	2.153,0	572,7	572,7	1.697.839	1.697.839
2014	6.763,5	4.610,5	1.799,1	1.226,4	3.593.976	1.896.137
<b>2015</b>	<b>13.825,7</b>	<b>7.062,2</b>	<b>3.677,6</b>	<b>1.878,5</b>	<b>5.486.405</b>	<b>1.892.429</b>
2016	23.333,9	9.508,2	6.206,8	2.529,2	7.375.126	1.888.721
2017	35.282,4	11.948,5	9.385,1	3.178,3	9.260.140	1.885.013
2018	49.665,6	14.383,2	13.211,0	3.825,9	11.141.445	1.881.305
2019	66.477,7	16.812,1	17.683,1	4.472,0	13.019.043	1.877.598
<b>2020</b>	<b>85.713,1</b>	<b>19.235,4</b>	<b>22.799,7</b>	<b>5.116,6</b>	<b>14.892.933</b>	<b>1.873.890</b>
2021	107.366,1	21.653,0	28.559,4	5.759,7	16.763.114	1.870.182
2022	131.430,9	24.064,8	34.960,6	6.401,3	18.629.588	1.866.474
2023	157.902,0	26.471,0	42.001,9	7.041,3	20.492.354	1.862.766
2024	186.773,5	28.871,5	49.681,8	7.679,8	22.351.412	1.859.058
2025	218.039,9	31.266,3	57.998,6	8.316,8	24.206.762	1.855.350
2026	251.695,3	33.655,5	66.951,0	8.952,4	26.058.404	1.851.642
2027	287.734,2	36.038,9	76.537,3	9.586,3	27.906.338	1.847.934
2028	326.150,8	38.416,6	86.756,1	10.218,8	29.750.565	1.844.226
2029	366.939,5	40.788,7	97.605,9	10.849,8	31.591.083	1.840.518
<b>2030</b>	<b>410.094,5</b>	<b>43.155,0</b>	<b>109.085,1</b>	<b>11.479,2</b>	<b>33.427.894</b>	<b>1.836.810</b>

Ähnlich wie bei Solarthermie- und PV-Nutzung, bietet auch hier der Privatsektor mit Abstand das größte Potenzial, etwa 75 % (Abbildung 41). Kommunale Liegenschaften fallen mit etwas mehr als 2 % kaum ins Gewicht, können aber Signalwirkung auf andere Bereiche ausüben. Die Stadt Rheinbach könnte bspw. den Sanierungsverlauf eines Gebäudes detailliert veröffentlichen und Führungen für Interessierte anbieten. Der Gewerbesektor bildet mit über 20 % auch einen großen Anteil am Gesamtpotenzial. Hier können die vielfältigen Nutzungsarten im Gewerbe einerseits ein gewisses Verbreitungshindernis bergen, eine vergleichbare Nutzung wie beim Nachbarn ist selten gegeben, andererseits kann dies auch ein Vorteil der Geothermie sein; die Energiequelle bietet ein kontinuierlich gleiches Wärmedargebot und kann mit der geeigneten Wärmepumpentechnik nicht nur zum Heizen, sondern auch zum Kühlen verwendet werden.

Obwohl das Nutzungspotenzial in Bestandsgebäuden zurückhaltend bewertet wurde, machen sie rund 80 % des Gesamtpotenzials aus. Anders als bei PV- oder Solarthermie-Anlagen, die es schon als ‚Fertigbau-Kits‘ gibt, muss eine Geothermie-Anlage speziell an das Gebäude und die entsprechende Heizungsanlage angepasst werden. Zudem muss der nötige Platz für die Installation von Erdsonden / -kollektoren vorhanden sein. Eine verlässliche Informationsbasis kann hier auch Hemmnisse abbauen.



**Legende:**

- Bestand - Privatgebäude
- Potenzielle Bestand - Privatgebäude
- Potenzielle Bestand - Kommunale Liegenschaften
- Potenzielle Bestand - Gewerbe
- Neubau - Privatgebäude
- Neubau - Gewerbe

Abbildung 41: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Geothermie-Nutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

#### 4.2.7 Handlungsoptionen – Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen

Auf der Basis der ermittelten Bestands- und Potenzialdaten, der allgemeinen Kenntnis des Marktes sowie den Erkenntnissen aus Gesprächen, z.B. auch beim Energie-Café können die nachfolgenden Handlungsoptionen abgeleitet werden. Sie betreffen teilweise nicht die Technik selbst, sondern auch die Rahmenbedingungen:

- g1** **Effizienzinitiative Heizungstechnik** zusammen mit Handwerk zu den Themen Wärmepumpen, Heizungspumpen, Heizungscheck.
- g2** **Wärmepumpenforum** für interessierte Bauherren in Kooperation mit Handwerk & Herstellern für eine konzertierte Beratungskampagne mit Gruppenberatungen, Synergien durch Moderation sowie begleitete und vereinfachte Planungsprozesse.
- g3** Ansprache Energieversorger für eine **Wärmepumpenkampagne** (Beratung, Eignungscheck, Ausstellung, u.a.), auch mit Blick auf die Kopplung mit einer PV-Anlage zur CO<sub>2</sub>-freien Energieversorgung, zusammen mit Informationen zu öffentlichen Förderprogrammen, evtl. Sondertarifen und kommunalen Förderprogrammen, evtl. im Anschluss an die Kooperation zur Thermographie-Befliegung.
- g4** **Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk** zum 'Wärmepumpen-Effizienzbetrieb'.
- g5** **Informationen bereitstellen, die als Entscheidungsgrundlage** für Hausbesitzer sowie Besitzer von öffentlichen Einrichtungen und Gewerbekomplexen **dienen**. Es kann u.a. auf Informationen des Landes NRW zurückgegriffen werden. Dabei sollte auch besonderer Wert auf die Überwindung von Umsetzungshemmnissen im Bestand und die Vorteile der möglichen Kühlung im Sommer hingewiesen werden.
- g6** Für **Gewerbegebiete** und **größere Gebäudekomplexe** **Möglichkeiten eines Anschlusses benachbarter Objekte** prüfen. Durch gemeinsame Bohrungen könnten Kostenersparnisse erreicht werden. Gezielte Informationen bei Untertrenergereffen.
- g7** Sofern **Bohrergebnisse** vorliegen sollten diese **mit Einverständnis des Eigentümers als zusätzliche Information** und Entscheidungshilfe **bereitgestellt** werden, z.B. auf der Internetplattform Rheinbachs. So wird das Netz der offiziellen Daten erweitert.
- g8** **Geothermie-Förderung** durch Aufnahme in städtebauliche Verträge bei Neubaugebieten oder bei Veräußerung von Gewerbegrundstücken. Bei Grundstückverkauf Rabatte bei geothermischer Nutzung einräumen.
- g9** In Neubausiedlungen **gemeinschaftliche Bohrungen** durch Baubegleitung initiieren, damit Kosten von Bohrungen reduziert, gemeinschaftliche Energieversorgung unterstützt und die Umsetzung erleichtert wird.

**g10** Beratung zur **CO<sub>2</sub>-mindernden Energieversorgung** auf der Basis von erneuerbaren Energien und Wärmepumpen zur Deckung des Wärmebedarfs im Winter und des Kühlbedarfs im Sommer auch in Kombination mit PV-Anlagen zum Eigenverbrauch bei potenziellen Gewerbeansiedlungen. Diese 'Klimaschutzberatung' zielt als Marketingaspekt bei der WFEG ausbauen. Anreize für entsprechende Entscheidungen geben.

### 4.3 Handlungsfeld: Wind (w)

Die Potenzialanalyse für die Nutzung von Windenergie wurde, in Abstimmung mit den zuständigen Planungsabteilungen der Stadt Rheinbach, mit einer hohen Detailtiefe durchgeführt. Auf der Grundlage der ermittelten Rahmenbedingungen und Ergebnisse der Potenzialanalyse soll u. a. der Bebauungsplan Rheinbach Nr. 65 „Bremetal“ hinsichtlich der Ansiedlung von Windenergieanlagen überprüft werden, um die Windenergiesteuerung nachhaltig und zukunftsfähig auszugestalten.

#### 4.3.1 Annahmen und Kriterienkatalog

Die Ermittlung der Potenziale wurde in Form einer geographischen Ausschluss- und Restriktionsflächenanalyse durchgeführt. Dazu wurden die in dem Fachinformationssystem „Energieatlas NRW“ zur Verfügung gestellten Grundlagenkarten durch lokale Daten, die im Rahmen der landesweiten Betrachtung nicht berücksichtigt wurden, ergänzt.

Die Werte zur Windhöffigkeit sind ebenfalls dem Fachinformationssystem entnommen und basieren auf einer Windfeldsimulation. Dem Datenmaterial kann für die allgemeine Standorteignung Rheinbachs bis auf wenige, untergeordnete Teilflächen, ein gutes bis sehr gutes Potenzial entnommen werden.

Zur Identifikation möglicher Windpotenzialflächen wurden in Abstimmung mit der Stadt Rheinbach Restriktionen aufgrund tatsächlicher oder rechtlicher Belange (harte Ausschlusskriterien) und die, die in objektiven städtebaulichen Kriterien begründet sind (weiche Ausschlusskriterien), benannt und in thematischen Karten zusammengetragen.

Die benannten Kriterien stützen sich auf den Windenergieerlass 2011, die Ausführungen der Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW – Teil 1 – Windenergie sowie auf die 2010 vom Rat der Stadt Rheinbach beschlossenen strategischen Ziele der Stadtentwicklung Rheinbach – 2030.

## Ausschlussbereiche Windpotenzialflächen

Harte Ausschlusskriterien (in den thematischen Karten als „harte Tabuzonen“ bezeichnet) sind solche, die einer Genehmigung von Windkraftanlagen entgegenstehen, dazu zählen:

- Ansiedlungsflächen (Wohn- und Mischbauflächen, Wohnnutzungen im Außenbereich), die Siedlungsflächen wurden anhand des gültigen Flächennutzungsplanes der Stadt Rheinbach ermittelt,
- Bereiche für den Schutz der Natur (BSN gemäß Regionalplan), Naturschutzgebiete (NSG), gesetzlich geschützte Biotope und geschützte Landschaftsbereiche, FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete,
- Infrastrukturflächen (Bundesautobahn inkl. 40 m anbaufreie Zone, Bundesstraßen inkl. 20 m anbaufreie Zone, Landes- und Kreisstraßen, Bahnstrecken inkl. 100 m Sicherheitsstreifen, Freileitungen inkl. 100 m Sicherheitsstreifen),
- stehende und fließende Gewässer, inkl. 5 m Randstreifen.

Nach städtischen Vorgaben wurden weiche Ausschlusskriterien (in den thematischen Karten als „weiche Tabuzonen“ bezeichnet) benannt, die einheitlich für das gesamte Stadtgebiet angewandt werden. Sie wurden aus den strategischen Zielen der Stadtentwicklung Rheinbach-2030 entwickelt. Zu den weichen Ausschlusskriterien werden auch die Kriterien hinzugefügt, die aufgrund der Besonderheit des Einzelfalls eine konkrete Prüfung erfordern (Einzelfallprüfung) und einem Genehmigungsvorbehalt oder der Zustimmungspflicht eines anderen Planungsträgers unterliegen.

Flächen im Wald unterliegen ebenso wie in Landschaftsschutzgebieten bestimmten (Ausnahme-) Tatbeständen der Zugänglichkeit für Windkraftanlagen – dies unterliegt jedoch der Einzelfallprüfungen.

Rheinbach gehört zu den Kommunen, in denen die Waldvermehrung gemäß den Darstellungen des LANUV sinnvoll ist. Gemäß derzeit gültigem LEP sollen Waldflächen nur dann für andere Nutzungen in Anspruch genommen werden, wenn die angestrebte Nutzung außerhalb des Waldes nicht realisierbar ist. Darüber hinaus dienen die Rheinbacher Waldflächen der naturnahen Erholung und dem Tourismus.

Ebenso kann das grundsätzliche Bauverbot im Landschaftsschutzgebiet nur durch eine Ausnahmeregelung oder eine Befreiung überwunden werden.

Die Bewahrung der naturräumlichen Qualitäten, die Sicherung und der Ausbau des Naherholungswertes, die Stärkung der Erholungsfunktion und der Aktivierung der Tourismuspotenziale des Landschaftsraumes sind strategische Ziele der Stadtentwicklung in Rheinbach, denen ein besonderer Wert in der städtebaulichen Entwicklung beigemessen wird. Diese Ziele werden gegenüber der Inanspruchnahme der Flächen zur Ausnutzung des Potenzials für Windenergie für die städtebauliche Entwicklung Rheinbachs als höherrangig gewertet und werden daher bei der Abwägung des Zielkonfliktes als vorrangig berücksichtigt.

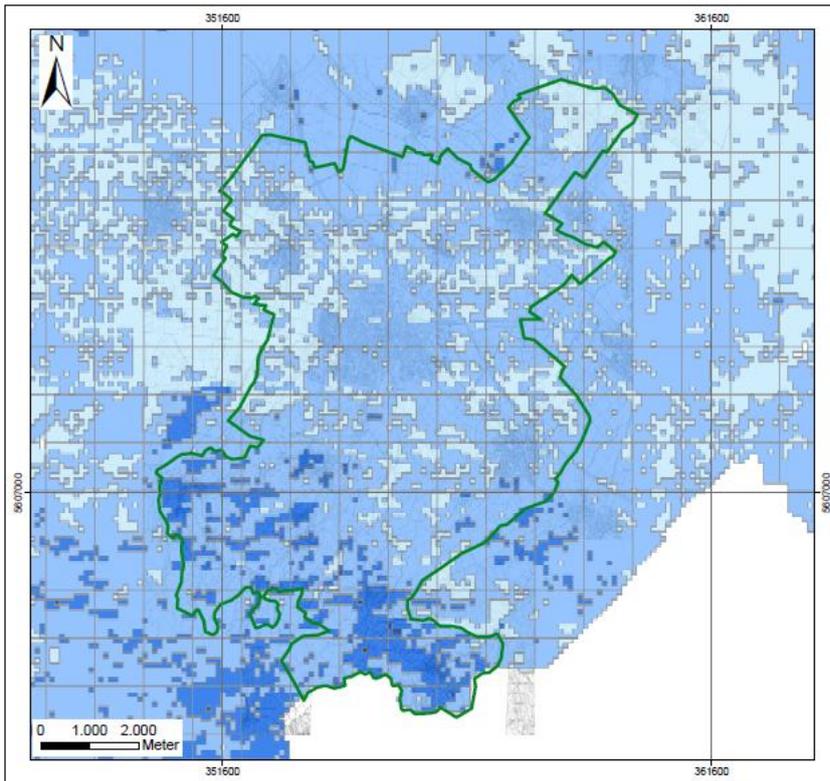
Zu den weichen Ausschlusskriterien zählen die folgenden, von der Stadt Rheinbach festgelegten Restriktionen:

- Gewerbe- und Industrieansiedlungen (ohne Puffer),
- Pufferzonen zu den Ansiedlungsflächen (Wohnbauflächen 1000 m, Mischbauflächen und Wohnlagen im Außenbereich 650 m, einzelne Wohnnutzungen im Außenbereich 450 m). Für angrenzende Flächennutzungen benachbarter Gemeinden wurden dieselben Kriterien angelegt.
- Puffer zu Infrastrukturflächen (Bundesautobahn 100 m Sicherheitsstreifen, Landes- und Kreisstraßen 40 m Zustimmungspflicht der Straßenbehörde),
- Abgrabungen / Aufschüttungen,
- 50 m Puffer bei stehenden Gewässern größer 5 ha, festgesetzte Überschwemmungsgebiete
- Wald,
- 300 m Puffer um die Schutzbereiche NSG, FFH- Gebiete sowie Vogelschutzgebiete,
- Landschaftsschutzgebiete (LSG) einschließlich 300 m Puffer,
- empfohlene Tabuzonen für das Schwerpunktorkommen windsensibler Vogelarten auf der Grundlage der Datenbasis des Fachinformationssystems „Energieatlas NRW“

### 4.3.2 Thematische Arbeitskarten

Ausgehend von der beschriebenen Datengrundlage und den städtischen Vorgaben wurden zur Darstellung der Ausschlussbereiche und der verbleibenden Windpotenzialflächen folgende thematischen Arbeitskarten erstellt:

- Karte 1: Windhöffigkeit für WEA (Gesamthöhe 150m)
- Karte 2: Windhöffigkeit für WEA (Gesamthöhe 100m)
- Karte 3: Infrastruktur
- Karte 4: Siedlungsflächen und Wohnlagen im Außenbereich
- Karte 4a: landwirtschaftliche Hofstellen
- Karte 5: Bereiche für den Naturschutz
- Karte 6: Artenschutz
- Karte 7: Natur- und Landschaftsschutzgebiete
- Karte 8: Wald und Gewässer
- Karte 9: Gesamtdarstellung der weichen und harten Tabuzonen
- Karte 10: Gesamtdarstellung der harten Tabuzonen
- Karte 11a: Windpotenzialflächen und Windhöffigkeit bei 150m
- Karte 11b: Windpotenzialflächen und Windhöffigkeit bei 100m



### Windenergiepotential Rheinbach

Spezifische Windleistungsdichte (150m über Grund)

#### Legende

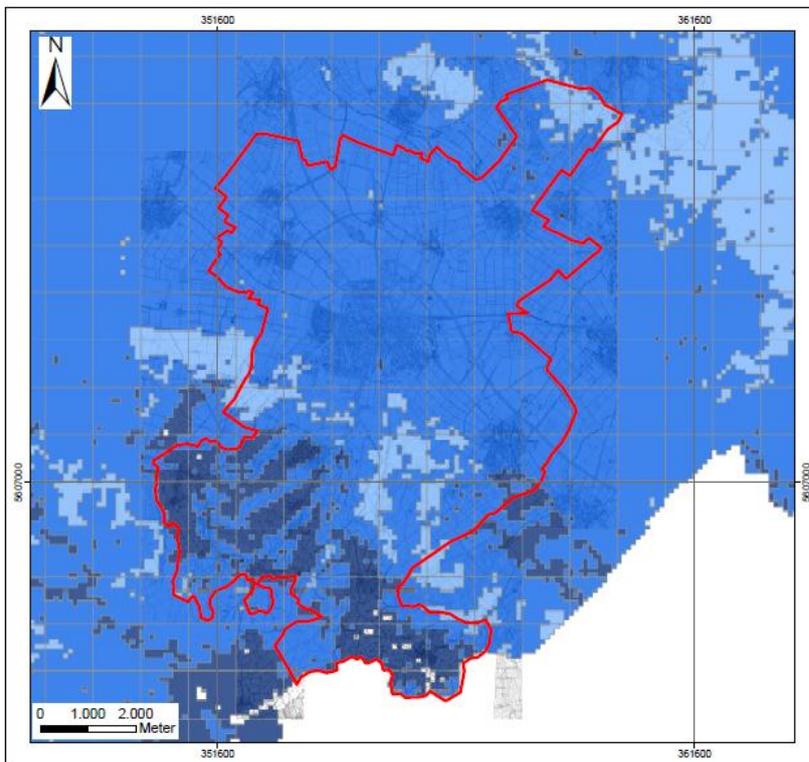
- Gemeindegrenzen
- spezifische Windleistungsdichte (150m über Grund)
- >300 - 350 W/m<sup>2</sup>
- >350 - 400 W/m<sup>2</sup>
- >400 - 450 W/m<sup>2</sup>
- >450 W/m<sup>2</sup>

Ab einer Energieleistungsdichte von > 300 W/m<sup>2</sup> kann gemäß allg. Bewertung der Standorteignung von einem sehr guten Potential ausgegangen werden.

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingsstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	1
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 1: Windhöffigkeit für WEA (Gesamthöhe 150m) [Eigene Darstellung]



### Windenergiepotential Rheinbach

Spezifische Windleistungsdichte (100m über Grund)

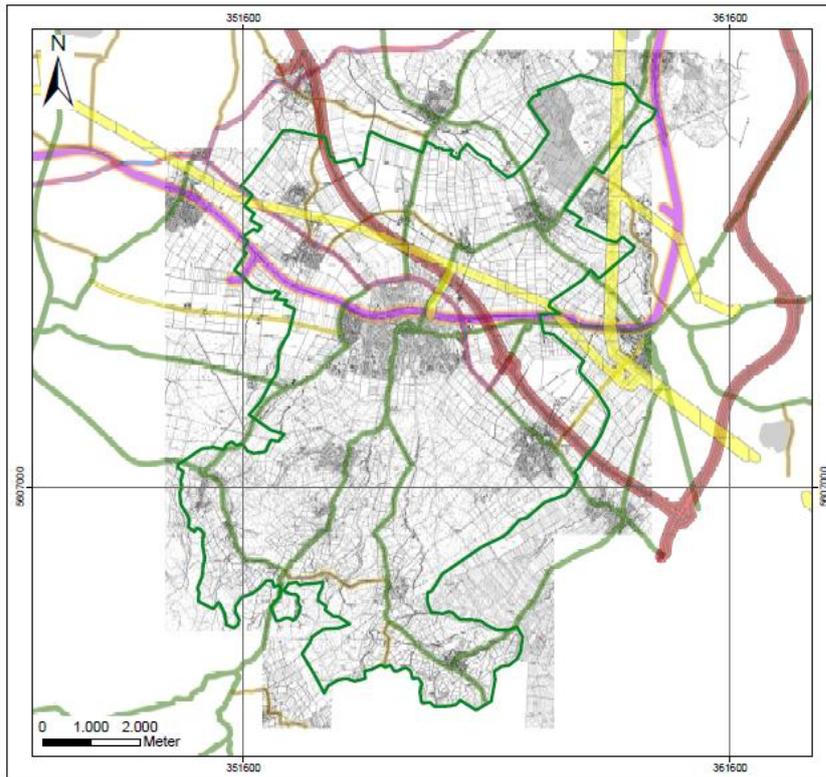
#### Legende

- Gemeindegrenzen
- spezifische Windleistungsdichte (100m über Grund)
- >150 - 200 W/m<sup>2</sup> (geringes Potential)
- >200 - 250 W/m<sup>2</sup> (mäßiges Potential)
- >250 - 300 W/m<sup>2</sup> (gutes Potential)

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingsstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	2
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 2: Windhöffigkeit für WEA (Gesamthöhe 100m) [Eigene Darstellung]



**Windenergiepotential  
Rheinbach  
Infrastruktur**

**Legende**

- Gemeindegrenzen
- Freileitung inkl. 100m Puffer
- Bundesautobahn inkl. 100m Puffer
- Bundesstraße inkl. 40 m Puffer
- Landstraße inkl. 40m Puffer
- Kreisstraße inkl. 40m Puffer
- Bahnstrecke inkl. 100m Puffer
- Abgrabungsbereiche (ohne Puffer)

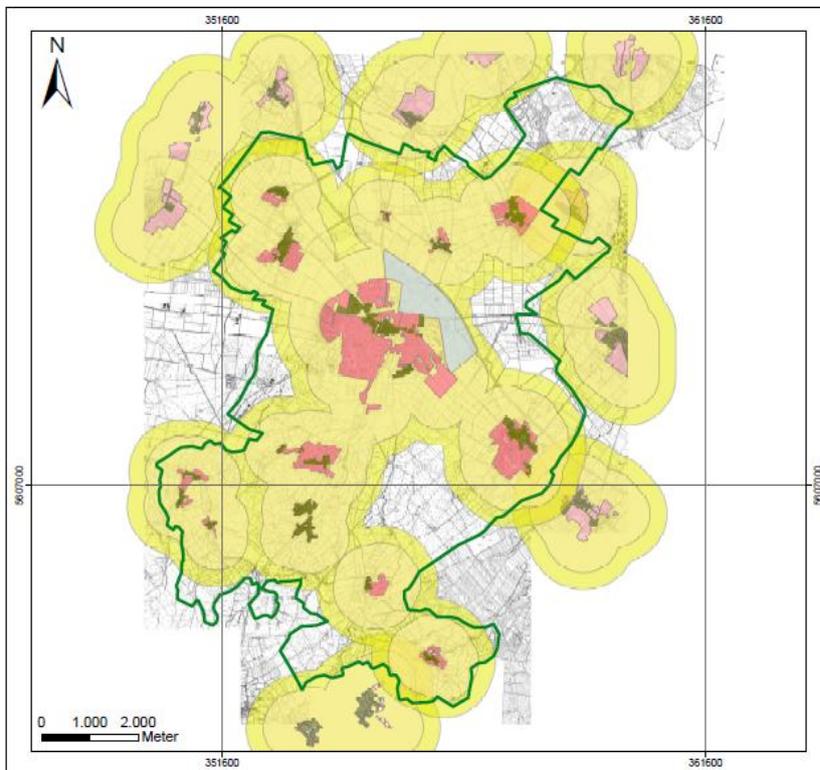
**Maßstab 1:60.000**

**BDO**  
Technik- und  
Umweltconsulting GmbH  
Schillingsstraße 335  
52355 Düren

---

Auftraggeber: Stadt Rheinbach  
Vorhaben: Windenergiepotential Rheinbach  
Karte: 3  
Datum: 27.08.2013  
Kartengrundlage: DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 3: Infrastruktur [Eigene Darstellung]



**Windenergiepotential  
Rheinbach  
Siedlungsflächen Rheinbach  
und angrenzende Gemeinden**

**Legende**

- Gemeindegrenzen
- Siedlungsflächen Rheinbach**
  - gemischte Baufläche
  - Wohnbaufläche
  - gewerbliche Baufläche
  - Puffer 650m
  - Puffer 1.000m
- angrenzende Gemeinden**
  - Sondergebiet Erholung
  - gemischte Baufläche
  - Wohnbaufläche
  - Puffer 650m
  - Puffer 1.000m

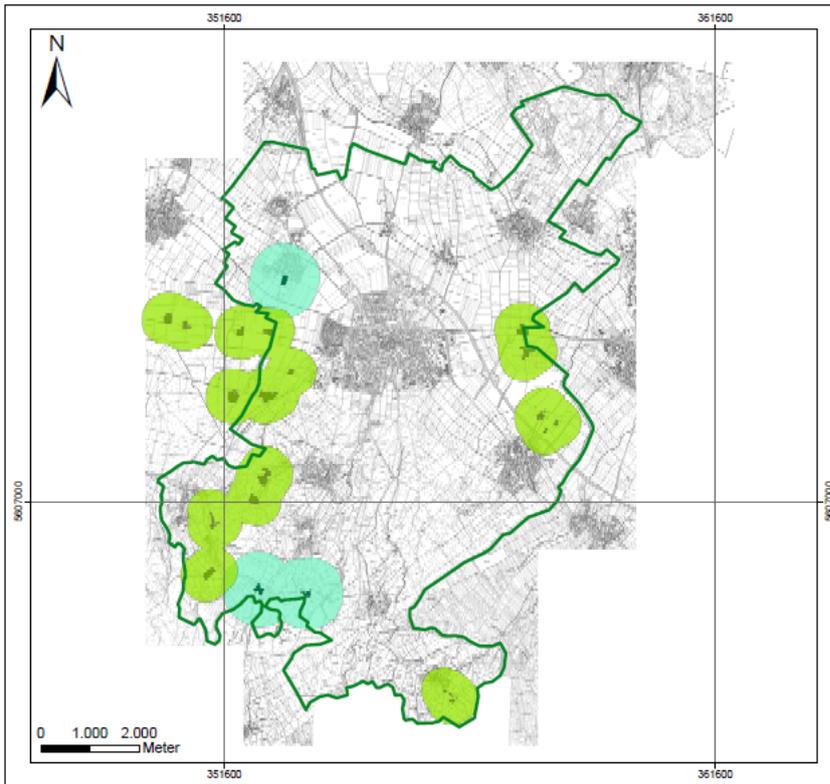
**Maßstab 1:60.000**

**BDO**  
Technik- und  
Umweltconsulting GmbH  
Schillingsstraße 335  
52355 Düren

---

Auftraggeber: Stadt Rheinbach  
Vorhaben: Windenergiepotential Rheinbach  
Karte: 4  
Datum: 27.08.2013  
Kartengrundlage: DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 4: Siedlungsflächen und Wohnlagen im Außenbereich [Eigene Darstellung]



**Windenergiepotential Rheinbach**  
landwirtschaftliche Hofstellen, sonstige schützenswerte Nutzungen im Außenbereich und Wohnlagen im Außenbereich, (inkl. Puffer)

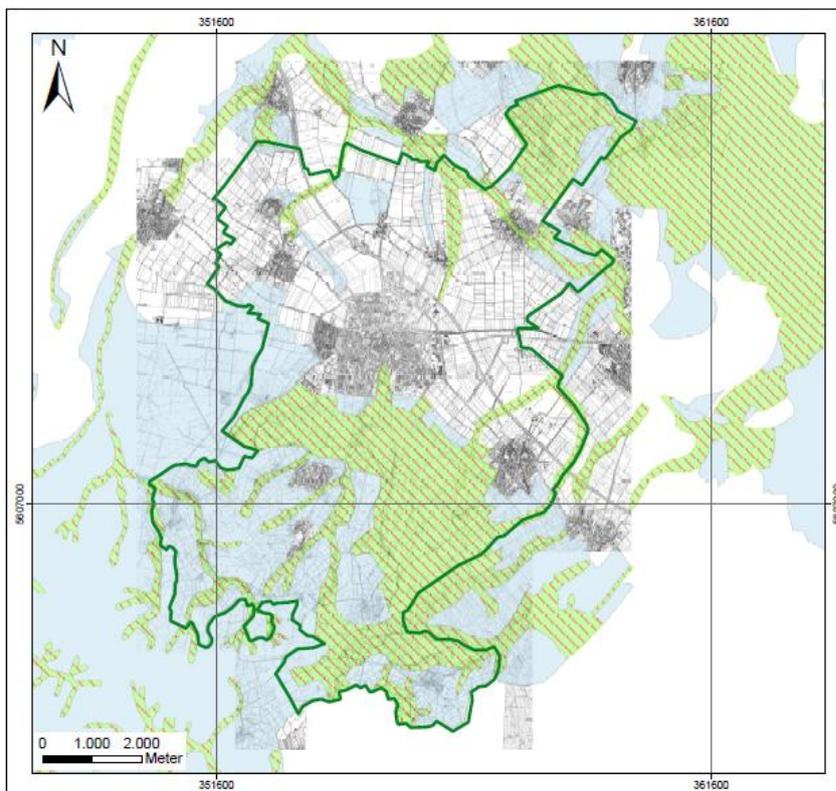
**Legende**

- Gemeindegrenzen
- landwirtschaftliche Hofstellen und sonstige schützenswerte Nutzungen im Außenbereich
- Puffer 450m
- Wohnlagen im Außenbereich
- Puffer 650m

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b>	
Technik- und Umweltconsulting GmbH	
Schillingsstraße 335 52355 Düren	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	4a
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 4a: Landwirtschaftliche Hofstellen [Eigene Darstellung]



**Windenergiepotential Rheinbach**  
Natur und Landschaft

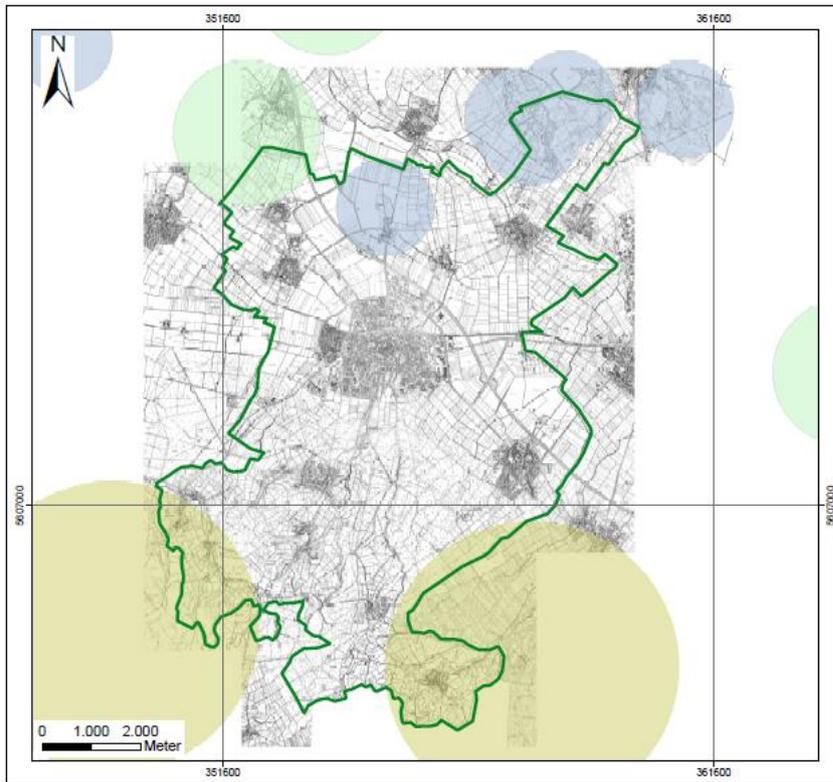
**Legende**

- Gemeindegrenzen
- Bereiche zum Schutz der Landschaft (BSLE)
- Bereiche zum Schutz der Natur (BSN)

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b>	
Technik- und Umweltconsulting GmbH	
Schillingsstraße 335 52355 Düren	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	5
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 5: Bereiche für den Naturschutz (Screenshot) [Eigene Darstellung]



### Windenergiepotential Rheinbach

Artenschutz  
(Windenergie-sensible Vogelarten)

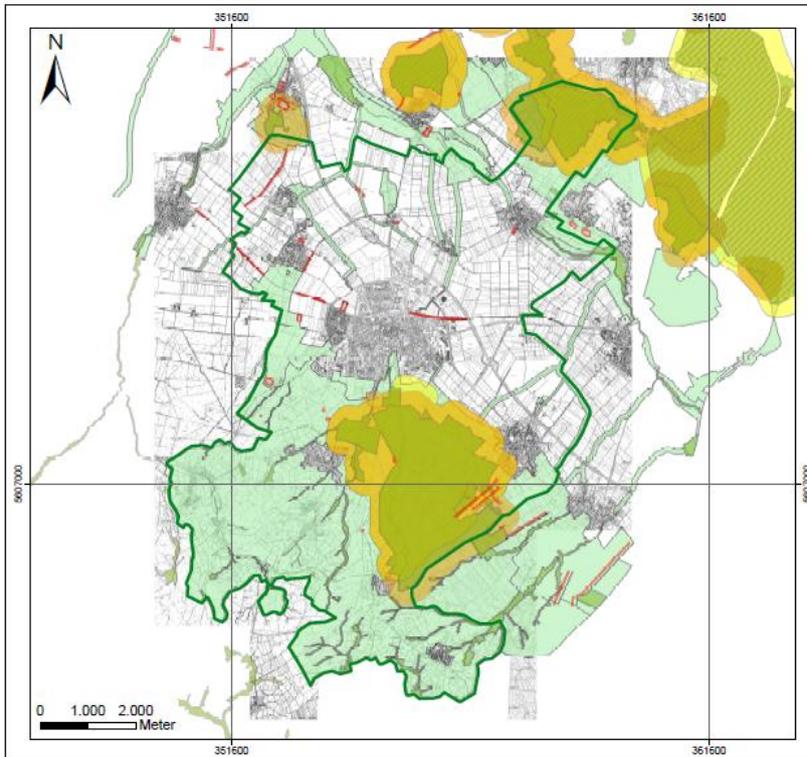
#### Legende

- Gemeindegrenzen
- Avifauna Tabuzone (inkl. Puffer 1.000m)
- Avifauna Tabuzone (inkl. Puffer 1.500m)
- Avifauna Tabuzone (inkl. Puffer 3.000m)

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingsstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	6
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 6: Artenschutz [Eigene Darstellung]



### Windenergiepotential Rheinbach

Natur- und  
Landschaftsschutzgebiete

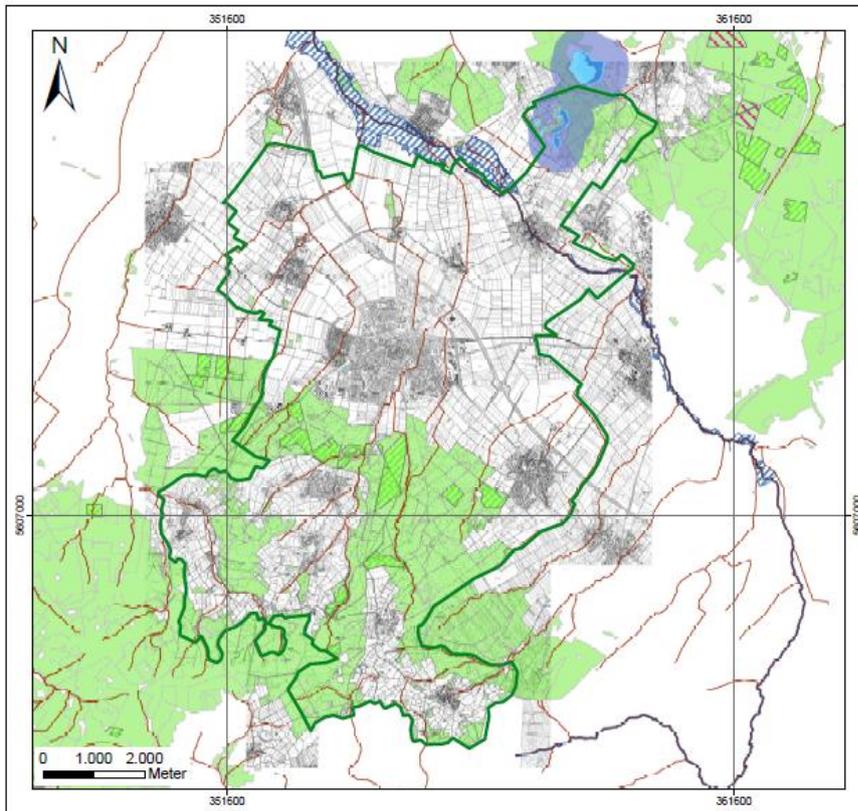
#### Legende

- Gemeindegrenzen
- geschützte Landschaftsbereiche (GLB\_gesamt)
- Naturschutzgebiet (NSG)
- NSG - Puffer (300m)
- FFH (inkl. Puffer 300m)
- Landschaftsschutzgebiet (LSG)
- Vogelschutzgebiete (VSG)

Maßstab 1:60.000

<b>BDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingsstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	7
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 7: Natur- und Landschaftsschutzgebiete [Eigene Darstellung]



### Windenergiepotential Rheinbach Wald und Gewässer

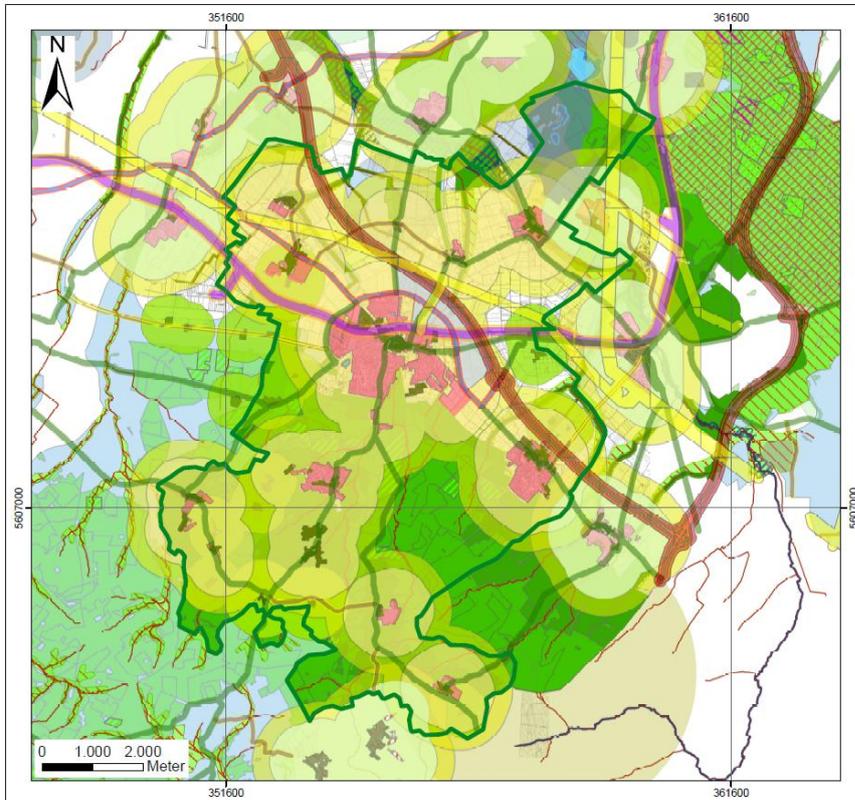
#### Legende

- Gemeindegrenzen
- Seen und Teiche
- Fließgewässernetz
- Gewässer (TK50)
- Gewässer (TK50; ab 1ha inkl. Puffer 50m)
- Gewässer (TK50; ab 1ha inkl. Puffer 500m)
- Überschwemmungsgebiete (vorläufig gesichert)
- Swistbach
- besondere Waldflächen Naturwaldzellen
- besondere Waldflächen Saatgutbestände
- Wald

Maßstab 1:60.000

<b>IBDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingstraße 335 52355 Düren	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	8
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 8: Wald und Gewässer [Eigene Darstellung]



### Windenergiepotential Rheinbach Gesamtdarstellung der harten und weichen Tabuzonen

#### Weiche Tabuzonen

- Infrastruktur inkl. Puffer
- Flächen "Abgrabungen / Aufschüttungen" ohne Puffer
- Puffer Ansiedlungen
- Puffer Gewässer
- Wald
- Natur und Landschaft - BSLE Flächen
- Schutzgebiete - LSG Flächen
- Puffer Schutzgebiete
- Schwerpunktvorkommen windsensibler Vogelarten

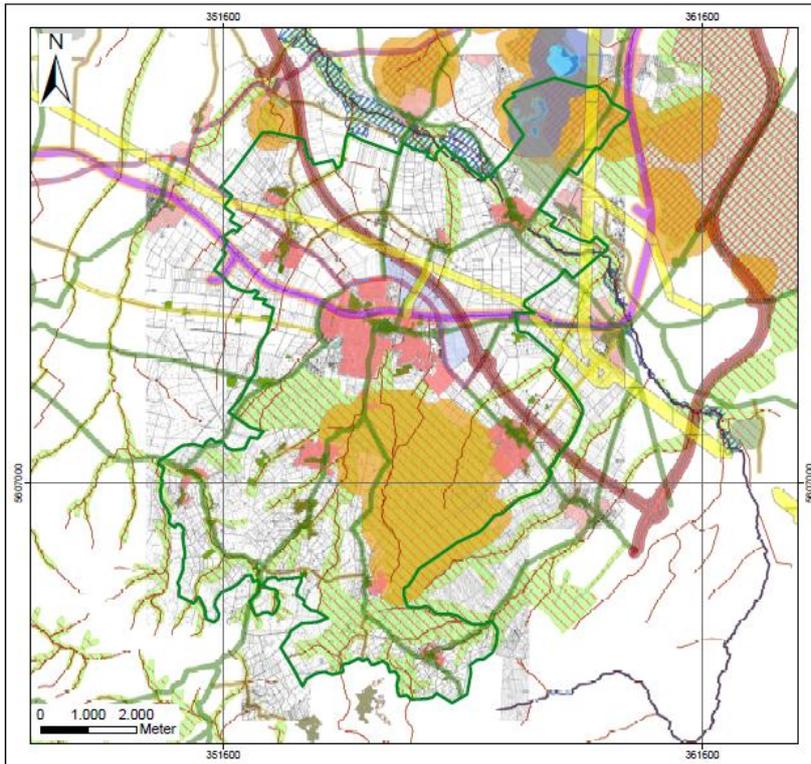
#### Harte Tabuzonen

- Infrastrukturflächen
- Ansiedlungsflächen
- Gewässer
- Natur und Landschaft - BSN Flächen
- Schutzgebiete (außer LSG Flächen)

Maßstab 1:60.000

<b>IBDO</b> Technik- und Umweltconsulting GmbH Schillingstraße 335 52355 Düren	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	9
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGK5 Stadt Rheinbach

Karte 9: Gesamtdarstellung der weichen und harten Tabuzonen [Eigene Darstellung]



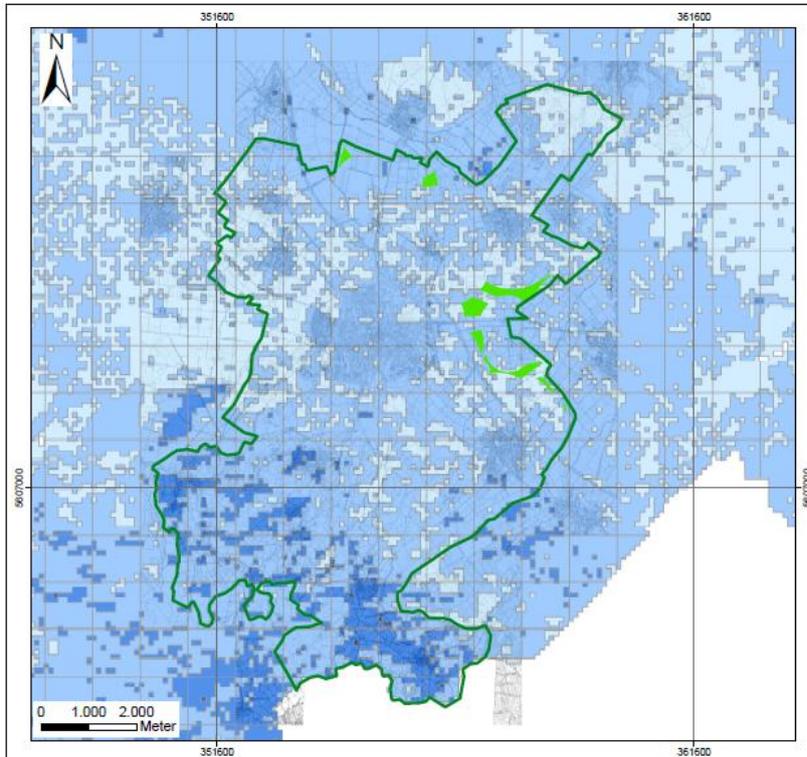
**Windenergiepotential Rheinbach**  
**Gesamtdarstellung der harten Tabuzonen**

**Harte Tabuzonen**  
 Infrastrukturfächen  
 Ansiedlungsflächen  
 Gewässer  
 Natur und Landschaft - BSN Flächen  
 Schutzgebiete (außer LSG Flächen)

**Maßstab 1:60.000**

<b>BDO</b>	
Technik- und Umweltconsulting GmbH	
Schillingstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	10
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGKS Stadt Rheinbach

Karte 10: Gesamtdarstellung der harten Tabuzonen [Eigene Darstellung]



**Windenergiepotential Rheinbach**  
**Windpotentialflächen und Windleistungsdichte bei 150m über Grund**

**Legende**

- Gemeindegrenzen
- Windpotentialfläche

**spezifische Windleistungsdichte (150m über Grund)**

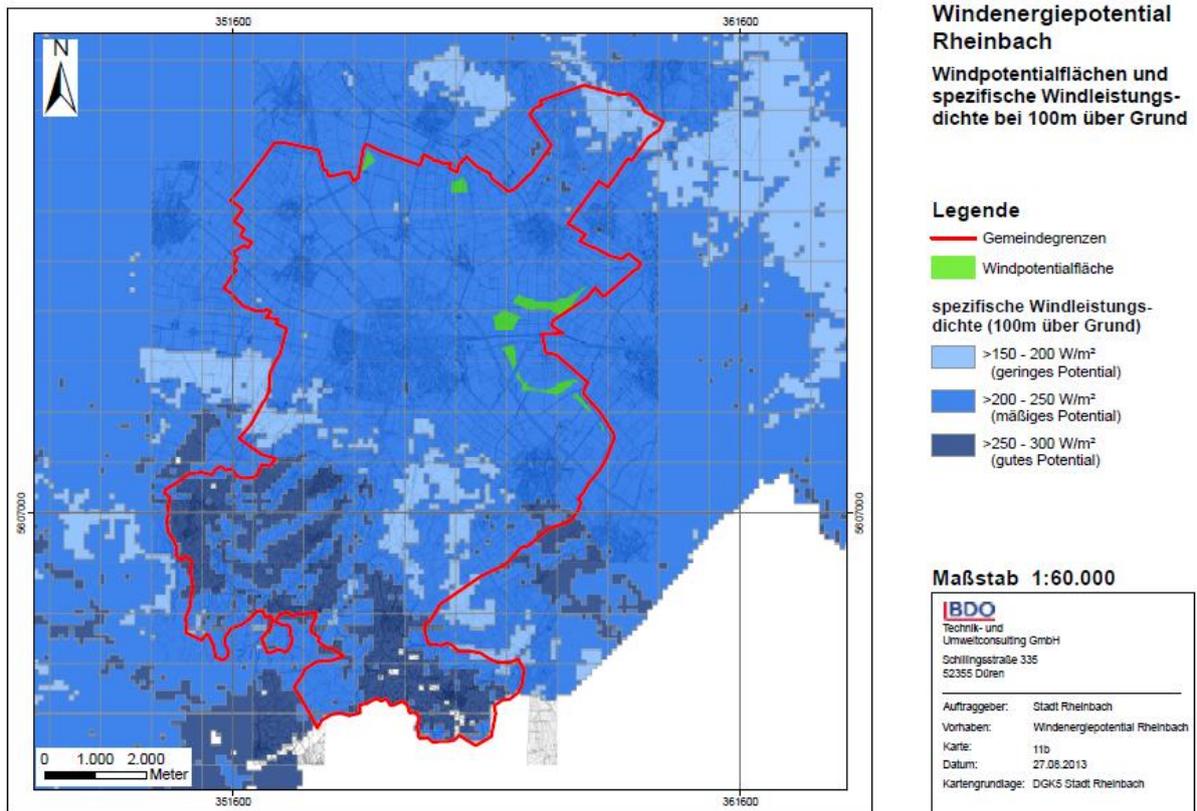
- >300 - 350 W/m<sup>2</sup>
- >350 - 400 W/m<sup>2</sup>
- >400 - 450 W/m<sup>2</sup>
- >450 W/m<sup>2</sup>

Ab einer Energieleistungsdichte von > 300 W/m<sup>2</sup> kann gemäß allg. Bewertung der Standorteignung von einem sehr guten Potential ausgegangen werden.

**Maßstab 1:60.000**

<b>BDO</b>	
Technik- und Umweltconsulting GmbH	
Schillingstraße 335 52355 Dören	
Auftraggeber:	Stadt Rheinbach
Vorhaben:	Windenergiepotential Rheinbach
Karte:	11a
Datum:	27.08.2013
Kartengrundlage:	DGKS Stadt Rheinbach

Karte 11a: Windpotenzialflächen und Windhöffigkeit bei 150m [Eigene Darstellung]



Karte 11b: Windpotentialflächen und Windhöflichkeit bei 100m [Eigene Darstellung]

### 4.3.3 Potenzial Windenergie Stadt Rheinbach

Die nach dem Ausschlussprinzip identifizierten Windpotentialflächen liegen, neben zwei untergeordneten Flächen an der nördlichen Stadtgrenze, östlich der Kernstadt Rheinbachs. Sie sind überwiegend deckungsgleich mit der im Flächennutzungsplan ausgewiesenen Konzentrationszone für Windkraftenergieanlagen.

Ziel der Stadt Rheinbach ist die räumliche Bündelung der Nutzung von Windenergie um einer Zersplitterung des Stadtgebietes durch die Windenergienutzung wirksam entgegenzutreten. Daher werden bei den Potenzialberechnungen ausschließlich die identifizierten Windpotentialflächen berücksichtigt, die in der bestehenden Konzentrationsfläche für Windenergieanlagen liegen.

## Annahmen Winderzeugungsanlagen (WEA)

Zur Berechnung des Windenergiepotenzials wurden die technischen Daten der folgenden zwei WEA Typen mit unterschiedlichen Gesamthöhen

- Anlagentyp: REpower MM100 | Gesamthöhe der WEA 150m
- Anlagentyp: REpower MM92 | Gesamthöhe der WEA 100m

verwendet.

Als Berechnungsgrundlage für die Energieleistung der WEA wurde gemäß den Ergebnissen der Windpotenzialflächen (siehe hierzu Karte 11a und 11b) und unter Annahme der Volllaststunden für WEAs in NRW 2011 h/a die Energieleistungsdichte (Wind) wie folgt verwendet [34]:

- bei 150m WEA: 350 – 400 W/m<sup>2</sup>
- bei 100m WEA: 200 – 250 W/m<sup>2</sup>

Die Anzahl der potenziellen WEA auf den Windpotenzialflächen wurde anhand der zwei gewählten Szenarien wie folgt festgelegt:

- Trendszenario: 3 WEA ab 2014 für jeweils beide Anlagentypen
- Klimaszenario: 5 WEA ab 2014 für jeweils beide Anlagentypen

Zur Berechnung der ökologischen Wirkungen der WEA wurde die Verringerung der CO<sub>2</sub> Emissionen (bzw. CO<sub>2</sub> Äquivalente) anhand der Substitution von herkömmlich produziertem Strom wie folgt angenommen:

- 0,564 kg/kWh CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor Strommix für 2011 [20]

## Windenergiepotenziale

Die Potenziale für die Windenergie wurden im Rahmen von zwei Entwicklungsszenarien berechnet. Das Trendszenario steht für eine eher konservativ ausgelegte, das Klimaszenario für eine optimistischere Entwicklung im Bereich Windenergie (siehe auch Abbildung 42).

**Trendszenario:** Aus den vorangegangenen Annahmen ergibt sich bei den WEA mit einer Gesamthöhe von 100 m eine Stromerzeugung von 10.134 MWh/a und resultiert eine CO<sub>2</sub> Reduktion von 5.715 CO<sub>2</sub>/t/a. Bei den WEA mit einer Gesamthöhe von 150 m ergibt sich eine Stromerzeugung von 18.951 MWh/a und resultiert eine CO<sub>2</sub> Reduktion von 10.686 CO<sub>2</sub>/t/a (Tabelle 60).

Tabelle 60: Potenziale im Trendszenario für 100 m und 150 m hohe WEA [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario (3 WEA, Höhe 100 m)		Trendszenario (3 WEA, Höhe 150 m)	
	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]
2015	0	0	0	0
2020	10.134	5.715	18.951	10.686
2030	10.134	5.715	18.951	10.686

**Klimaszenario:** Aus den vorangegangenen Annahmen ergibt sich bei den WEA mit einer Gesamthöhe von 100 m eine Stromerzeugung von 16.890 MWh/a und resultiert eine CO<sub>2</sub> Reduktion von 9.525 CO<sub>2</sub>/t/a. Bei den WEA mit einer Gesamthöhe von 150 m ergibt sich eine Stromerzeugung von 31.585 MWh/a und resultiert eine CO<sub>2</sub> Reduktion von 17.810 CO<sub>2</sub>/t/a. Auf Grund des Planungsvorlaufes können 2015 noch keine WEA installiert sein (Tabelle 61).

Tabelle 61: Potenziale im Klimaszenario für 100 m und 150 m hohe WEA [Eigene Berechnungen]

Jahr	Klimaszenario (5 WEA, Höhe 100 m)		Klimaszenario (5 WEA, Höhe 150 m)	
	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Jahresertrag [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]
2015	0	0	0	0
2020	16.890	9.525	31.585	17.810
2030	16.890	9.525	31.585	17.810

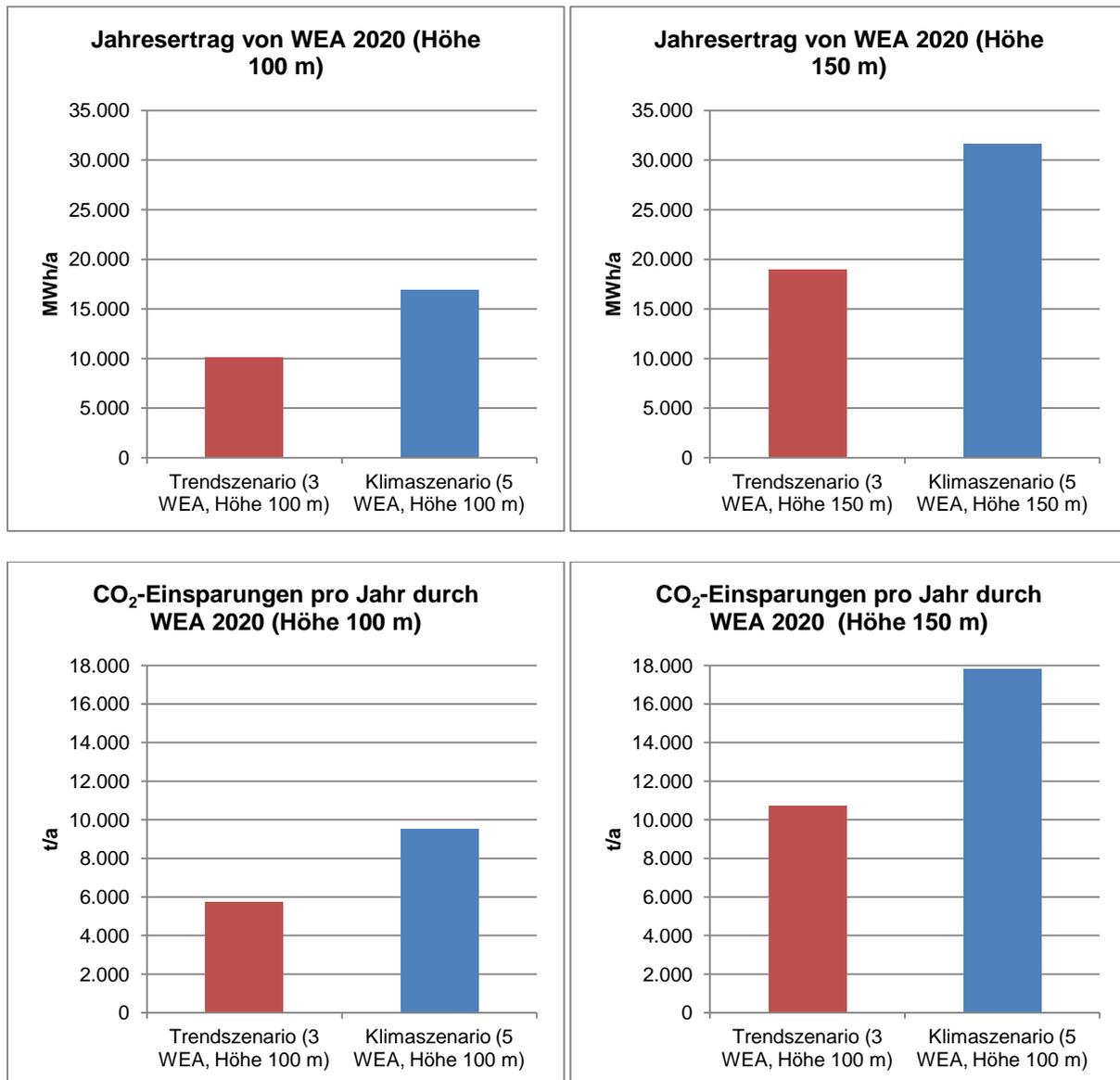


Abbildung 42: Potenziale der Windkraft im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

#### 4.3.4 Handlungsoptionen

Zur Umsetzung der berechneten Windenergiepotenziale sind mehrere kurz-, mittel- und langfristige Arbeitsschritte in unterschiedlichen Bereichen notwendig. Es wird empfohlen, dass die Stadt Rheinbach die folgenden Handlungsoptionen schrittweise umsetzt.

**w1 Information und Transparenz zur Nutzung von Windenergie** in der Bürgerschaft. Breite Bürgerkommunikation zu diesem Thema führen, um frühzeitig objektiv zu informieren.

w2	Überprüfung der <b>planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen</b> innerhalb der vorhandenen Konzentrationszone.
w3	Erarbeitung von <b>Gutachten</b> im Hinblick auf die Anpassung der insbesondere <b>Höhe der baulichen Anlagen</b> innerhalb der vorhandenen Konzentrationszone (z.B. Artenschutz, Landschaftsbild, Lärm, Wirtschaftlichkeit).
w4	<b>Interkommunale Kooperation</b> bei der Überplanung der vorhandenen Konzentrationszone.
w5	Möglichkeiten der Optimierung einer <b>kommunalen und/oder regionalen Wertschöpfung</b> bei der Realisierung von Windenergieanlagen prüfen.
w6	Beobachtung der technischen und sonstigen <b>Entwicklung von Windenergieanlagen</b> und perspektivische Anpassung der planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen auf die geänderten Rahmenbedingungen.
w7	Beobachtung der Thematik der <b>Kleinwindkraftanlagen</b> und ggf. Anpassung des planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen.

#### 4.4 Handlungsfeld: Holznutzung (h)

Bei der Holznutzung sind in Rheinbach verschiedene Segmente interessant, die auch bei der Potenzialberechnung berücksichtigt werden:

- Waldholz aus der Forstwirtschaft
- Holzartige Biomasse aus Straßenpflegemaßnahmen
- Eigens zur Energieerzeugung angepflanzte Kurzumtriebsplantagen (KUP)
- Miscanthus
- Nutzung der Mengen aus dem Obstbaumschnitt

Die verschiedenen Holzarten haben unterschiedliche Eigenschaften, daher werden zur Potenzialermittlung auch verschiedene Annahmen erforderlich. Außerdem sind je nach Segment andere Nutzungs- und Verwertungswege zu beachten.

##### 4.4.1 Waldholz

Auf dem Gebiet der Stadt Rheinbach gibt es insgesamt ca. 2.000 ha Wirtschaftswald. Davon sind 825 ha Stadtwald, 575 ha Privatwald und 600 ha Staatswald. Grob geschätzt besteht der Wald aus 45 % Nadelholz und 55 % Laubholz.

#### 4.4.1.1 Annahmen

Die folgenden Berechnungen beruhen auf Informationen von Forstfachleuten [35] und anderen Akteuren [36] zum Thema „Holzartige Biomasse“. Folgende Annahmen werden für die Berechnung zu Grunde gelegt:

- Grob geschätzt besteht der Wald aus 45% Nadelholz und 55 % Laubholz.
- Der Energieverbrauch durch die Bergung / Verarbeitung wird nicht berücksichtigt.
- 1 Festmeter<sup>4</sup> (FM) = 2,5 Schüttraummeter<sup>5</sup> (SRM) Holzhackschnitzel
- 1 SRM = (bei 30% Wassergehalt; 45% Fichte/ 55% Buche) = 920 kWh
- 1 Festmeter (bei 30% Wassergehalt; 45 % Fichte/ 55 % Buche) = 2.246 kWh
- 1 Liter Heizöl = 10 kWh
- Der Einfachheit halber wird für die Verwertung von Holzhackschnitzeln (HHS) ausgegangen.
- Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent wird auf 0,266 kg/kWh festgelegt, da von einem Substitutionsmix im Wärmebereich von
  - 30 % Heizöl (0,315 kg/kWh) und
  - 70 % Erdgas (0,245 kg/kWh) ausgegangen wird.

#### Szenarien und Zeiträume

Es besteht kein jährliches Steigerungspotenzial, das heißt, die Mengen bleiben über die Jahre konstant.

**Trendzenario (Waldholz):** Beim Brennholz besteht kein Steigerungspotenzial mehr. Es werden nur die HHS genutzt, die im Wald auf Stadtgebiet produziert werden.

**Klimaszenario (Waldholz):** Beim Brennholz besteht kein Steigerungspotenzial mehr. Es werden zusätzlich die HHS im Umkreis von 10 km um Rheinbach herum genutzt.

#### 4.4.1.2 Ergebnisse der Potenzialberechnung

Im kommunaleigenen Stadtwald wird nur eine geringe Menge Holzhackschnitzel produziert, im Privatwald ca. 2.000 Schüttraummeter und im Staatswald überhaupt nichts.

An Brennholz (Kaminholz) werden aus dem

- Stadtwald jährlich 2.400 FM,
- Privatwald 1000 FM,

<sup>4</sup> 1 Festmeter (FM) entspricht 1 Kubikmeter (m<sup>3</sup>) fester Holzmasse, d. h. ohne Zwischenräume in der Schichtung.

<sup>5</sup> Ein Schüttraummeter (SRM) entspricht einer lose geschütteten Holzmenge von einem Kubikmeter.

- Staatswald 1.500 FM

zu 100 % an Weitervermarkter und an privat vermarktet. Hier gibt es nur noch minimale Reserven.

Begründet in der nachhaltigen Forstbewirtschaftung besteht im Hinblick auf die Erträge kein jährliches Steigerungspotenzial. Dies bedeutet, dass die Mengen über die Jahre konstant bleiben. Daher können Maßnahmen in diesem Bereich nur einmalig umgesetzt und nicht gesteigert werden.

Im Umkreis von 10 km rund um Rheinbach werden zusätzlich ca. 3.000 SRM HHS produziert. Diese werden derzeit in bis zu 80 km Entfernung vermarktet (Düren/Neuss). Zur Erhöhung der regionalen Wertschöpfung und der Verringerung der Transportkosten wäre es auch nach Auskunft der Forstfachleute besser, diese nur nach Rheinbach zu vermarkten.

Insgesamt stellt sich das Potenzial an zusätzlicher Biomasse demnach wie folgt dar:

- Auf Stadtgebiet Brennholz (Scheitholz): 4.900 FM
- Auf Stadtgebiet Holzhackschnitzel: 2.000 SRM
- Zusätzlich im Umkreis 10 km um Rheinbach Holzhackschnitzel: 3.000 SRM

Tabelle 62: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Art	Menge	Trendszenario			Klimaszenario		
		Heizwert [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Heizwert [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
Brennholz	4.900	1.107,4	294,6	110.740,0	1.107,4	294,6	110.740,0
HHS Stadtgebiet	2.000	1.840,0	489,4	184.000,0	1.840,0	489,4	184.000,0
HHS 10 km Umkreis	3.000	0,0	0,0	0,0	2.760,0	734,2	276.000,0
<b>Gesamt</b>		<b>2.947,4</b>	<b>784,0</b>	<b>294.740,0</b>	<b>5.707,4</b>	<b>1.518,2</b>	<b>570.740,0</b>

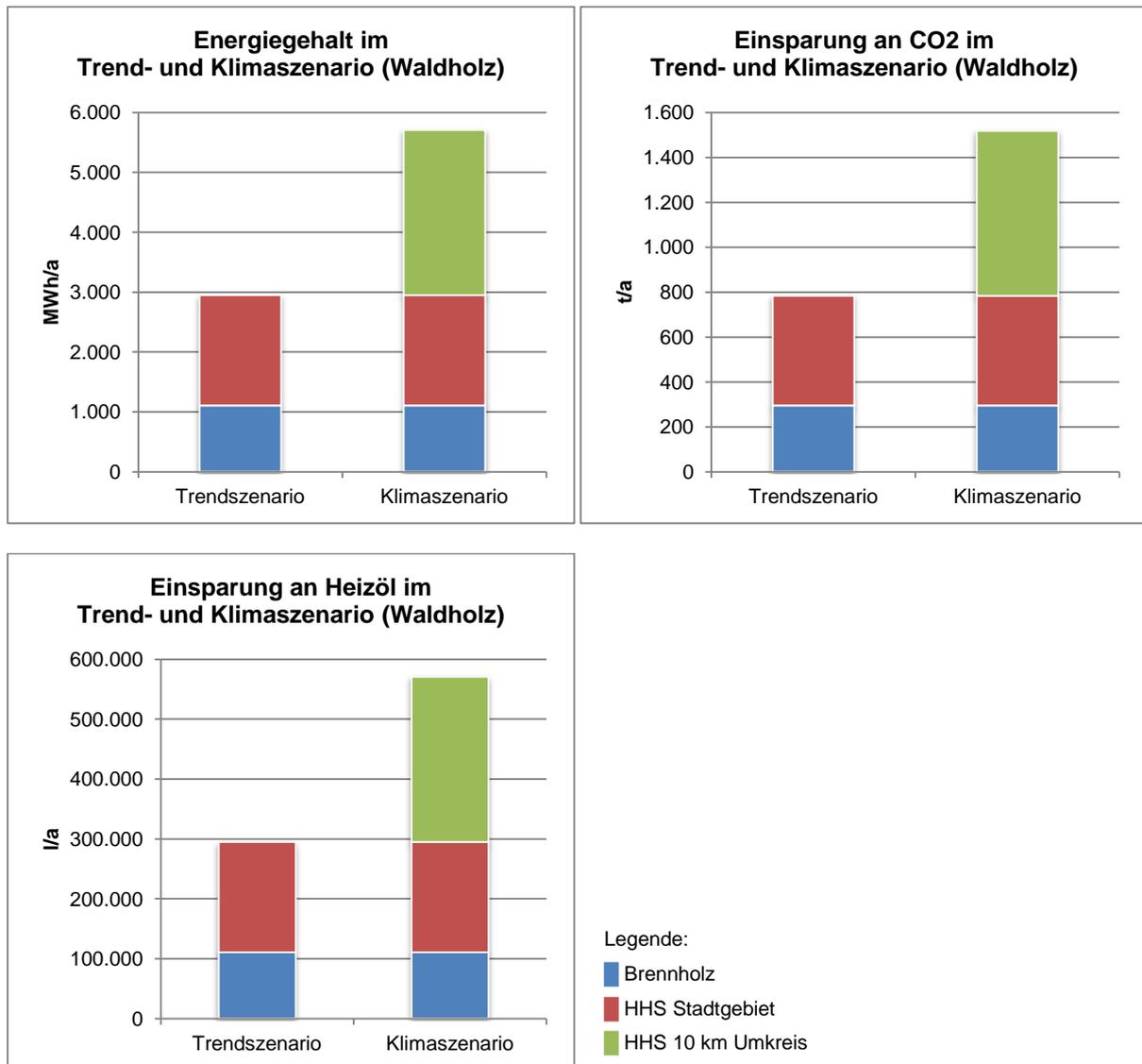


Abbildung 43: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

Das Klimaszenario bringt gegenüber dem Trendszenario eine Steigerung des zusätzlichen Energiegehaltes um 2.760 MWh sowie eine Einsparung von 276.000 Litern Heizöl und über 734 t CO<sub>2</sub> pro Jahr.

Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Energiegehalten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen vom Wirkungsgrad der jeweiligen Heizungsanlage ab.

#### 4.4.2 Holzartige Biomasse aus Straßenpfllegemaßnahmen

Holzartige Biomasse aus Straßenpfllegemaßnahmen hat durch den hohen Anteil an feinen Bestandteilen und dem damit verbundenen hohen Ascheanteil eine im Vergleich zu Waldholz geringere Qualität. Der durchschnittliche Heizwert beträgt  $600 \text{ kWh/m}^3$  (Schüttraummeter) bzw. ca.  $2.2 \text{ MWh/t}$  [39].

Holzartige Biomasse aus Straßenpfllegemaßnahmen fällt in Rheinbach an zwei Stellen an: Bei der Straßenmeisterei von Straßen.NRW und beim Baubetriebshof der Stadt Rheinbach.

Die Straßenmeisterei von Straßen.NRW ist für die Pflege der Landesstraßen im Bereich der Stadt Rheinbach verantwortlich. In der Regel wird das Schnittmaterial gehäckselt und dann direkt zurück auf die Fläche verbracht. Die meisten Pflegemaßnahmen werden durch externe Auftragnehmer durchgeführt, die bei größerem Aufkommen von Schnittmaterial dieses auch „entsorgen“. Mengen werden derzeit nicht erfasst, da sich dies durch die unterschiedlichen Entsorgungswege als schwierig erweist. Mit steigenden Energieholzpreisen wird sich das in Zukunft allerdings sicherlich ändern. Die Straßenmeisterei zeigt sich grundsätzlich zu einer Zusammenarbeit mit der Stadt Rheinbach bereit, sobald sich dies wirtschaftlich darstellen lässt.

Beim Baubetriebshof der Stadt Rheinbach wird Schnittgut aus Strauchwerk sowie Ästen bis 20 cm Durchmesser derzeit wie bei der Straßenmeisterei vor Ort gehäckselt und zurück auf die Fläche verbracht. Eine Mengenangabe ist hier nicht möglich. Das Schnittgut mit einem Durchmesser von mehr als 20 cm wird zurzeit als Kaminholz verkauft. Die durchschnittliche Menge wird hier auf ca. 20 Festmeter geschätzt.

Da keine exakten Mengenangaben zur holzartigen Biomasse aus Straßenpfllegemaßnahmen gemacht werden können und die 20 Festmeter Kaminholz vom Baubetriebshof vernachlässigbar sind, werden hierzu keine Potenzialberechnungen durchgeführt.

#### 4.4.3 Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Eine Kurzumtriebsplantage ist eine Anpflanzung schnell wachsender Bäume, z.B. Pappeln, Weiden oder Kiribaum (Paulownia) (Abbildung 44) um innerhalb kurzer Umtriebszeiten Holz als Energieholz zu produzieren [41].



Abbildung 44: Paulownia-Plantage bei Hohholz [42]

Ab 2014 werden Direktzahlungen der EU an die Landwirtschaft an das sogenannte „Greening“ geknüpft. Dies verlangt u.a. die Schaffung von 5 % ökologischer Vorrangflächen auf dem Ackerland, wie zum Beispiel Landschaftselemente, Ackerrandstreifen oder Blühstreifen. Ab 2018 kann der Prozentsatz für die Ausgleichsflächen nach Überprüfung durch die EU-Kommission auf 7 % steigen; dieser Aspekt wird in der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt.

Bislang ist ungeklärt, welche Nutzungen als "ökologische Vorrangflächen" gelten werden. Der aktuelle Vorschlag des EU-Rates enthält die Möglichkeit, KUP als Nutzung für eine ökologische Vorrangfläche anzuerkennen. Eine endgültige Zustimmung des EU Parlaments zur gesamten Reform steht derzeit noch aus.

Die Energiehölzer werden als Stecklinge gepflanzt und je nach Baumart nach 2 bis 3 Jahren Anwachsen alle 2 bis 10 Jahre geerntet. Für die Ernte werden spezielle KUP-Häcksler benötigt. Greening-Ausgleichsflächen dürfen weder gedüngt, noch mit Pestiziden behandelt werden. Daher kommen Kurzumtriebsplantagen nur auf ausreichend guten Böden in Frage, wo auf die Düngung verzichtet werden kann. Durch den späten Reihenschluss herrscht bei KUP ein starker Unkrautdruck. Dieser kann auf Ausgleichsflächen allerdings durch mechanische Unkrautbekämpfung aufgefangen werden.

#### 4.4.3.1 Annahmen

Im Folgenden wird als Beispiel die Pappel verwendet.

**Trendszenario (KUP):** Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 10 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 30 % der Ausgleichsflächen Kurzumtriebsplantagen gepflanzt werden. Die erste Ernte erfolgt 2018.

**Klimaszenario (KUP):** Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 25 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 50 % der Ausgleichsflächen Kurzumtriebsplantagen gepflanzt werden. Die erste Ernte erfolgt 2018.

#### Berechnungsmethodik

Auf dem Gebiet der Stadt Rheinbach gab es im Jahre 2010 2160 ha Ackerland. Fünf Prozent Ausgleichsflächen entsprechen ca. 110 ha (von 110 ha 10 % = 11 ha; 25 % = 27,5 ha; 30 % = 33 ha; 50 % = 55 ha).

Pappeln werden 3 Jahre nach der Pflanzung durchschnittlich alle fünf Jahre geerntet und bringen Erträge von durchschnittlich 12 t Trockenmasse/ Hektar und Jahr.<sup>6</sup>

Der durchschnittliche Heizwert von Pappeln beträgt 4,1 MWh/t (bei 15 % Wassergehalt). Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Heizwerten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen von der jeweiligen Heizungsanlage ab.

Die Energieverbräuche für die Ernte und ggf. Trocknung werden hier nicht berücksichtigt.

#### 4.4.3.2 Ergebnisse der Potenzialberechnung

Tabelle 63 und Abbildung 45 zeigen, dass das Klimaszenario gegenüber dem Trendszenario im Jahre 2030 eine Steigerung des Energiegehaltes von über 1.000 MWh sowie eine Einsparung von ca. 108.000 Litern Heizöl und ca. 290 t CO<sub>2</sub> bringt.

Tabelle 63: Erträge und Einsparungen durch KUP im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario			Klimaszenario		
	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
2015	0	0	0	0	0	0
2018	177,1	47,1	17.712	452,6	120,4	45.264
2020	541,2	144,0	54.120	1.353,0	359,9	135.300
2030	1.623,6	431,9	162.360	2.706,0	719,8	270.600

<sup>6</sup> Im Gegensatz zum Waldholz werden bei Kurzumtriebsplantagen (wie auch weiter unten bei Miscanthus) die Erträge in Tonnen erfasst, da die Ernte direkt als Holzhackschnitzel erfolgt.

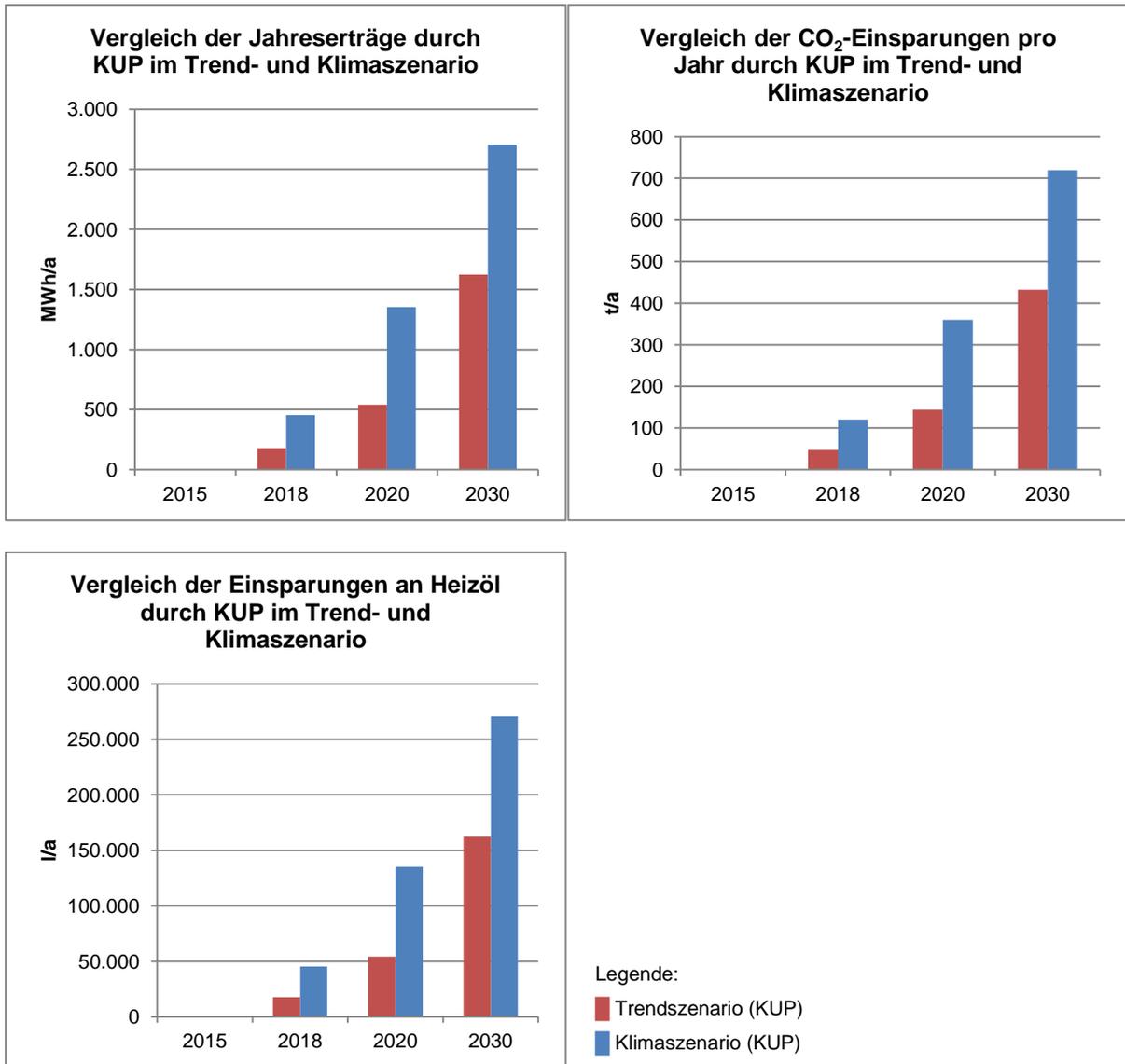


Abbildung 45: Erträge und Einsparungen durch KUP im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

#### 4.4.4 Miscanthus

Der schnellwüchsige und mehrjährige Miscanthus bietet wegen seines hohen Heizwertes und seiner guten Kohlendioxidbilanz gute Voraussetzungen als Brennstoff (Abbildung 46).



Abbildung 46: Miscanthus-Versuchsfeld auf dem Campus Klein-Altendorf [42]

Miscanthus trocknet im Winter ab und wird im Frühjahr mit einem herkömmlichen Maishäcksler geerntet. Die Häcksel können zu Briketts und Pellets verarbeitet werden. Durch den geringen Feuchtegehalt muss das Erntegut vor der Verbrennung nicht nachgetrocknet werden [41]. Auf einem Hektar Fläche kann eine Menge Pflanzenmaterial geerntet werden, welches dem Heizöläquivalent von 6.000 - 8.000 Litern Heizöl entspricht. Eine Miscanthusplantage wird erst nach ca. 20 Jahren gerodet [41].

Wie bei den Kurzumtriebsplantagen ist auch für Miscanthus bislang unklar, ob diese Pflanze für Greening-Ausgleichsflächen zugelassen wird. An dieser Stelle wird davon ausgegangen.

Wie schon im Absatz „Kurzumtriebsplantagen“ erwähnt, dürfen Greening-Ausgleichsflächen weder gedüngt, noch mit Pestiziden behandelt werden. Auch im Fall des Miscanthus muss also auf ausreichende Bodenqualität geachtet werden und die Unkrautbekämpfung mechanisch erfolgen.

##### 4.4.4.1 Annahmen

**Trendszenario (Miscanthus):** Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 10 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 30 % der Ausgleichsflächen Miscanthus angebaut wird. Die erste Ernte erfolgt 2017.

**Klimaszenario (Miscanthus):** Es wird angenommen, dass ab 2015 bis 2020 schrittweise auf 25 % der Ausgleichsflächen und bis 2030 schrittweise auf 50 % der Ausgleichsflächen Miscanthus angebaut wird. Die erste Ernte erfolgt 2017.

### Berechnungsmethodik

Auf dem Gebiet der Stadt Rheinbach gab es im Jahre 2010 2160 ha Ackerland. Fünf Prozent Ausgleichsflächen entsprechen ca. 110 ha.

Miscanthus wird 2 Jahre nach der Pflanzung jährlich geerntet und bringt einen Ertrag von durchschnittlich 18 t Trockenmasse/ Hektar und Jahr [41].

Der durchschnittliche Heizwert von Miscanthus beträgt 4,1 MWh/t (bei 15% Wassergehalt). Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Heizwerten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen von der jeweiligen Heizungsanlage ab. Die Energieverbräuche für die Ernte werden hier nicht berücksichtigt.

#### 4.4.4.2 Ergebnisse der Potenzialberechnung

Das Klimaszenario bringt gegenüber dem Trendszenario im Jahre 2030 eine Steigerung des Heizwertes von über 1600 MWh, sowie eine Einsparung von über 160.000 Litern Heizöl und über 430 t CO<sub>2</sub> (Tabelle 64 und Abbildung 47).

Tabelle 64: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario (Miscanthus)			Klimaszenario (Miscanthus)		
	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
2015	0	0	0	0	0	0
2017	203,0	54,0	20.295	509,2	135,5	50.922
2020	811,8	215,9	81.180	2.029,5	539,8	202.950
2030	2.435,4	647,8	243.540	4.059,0	1.079,7	405.900

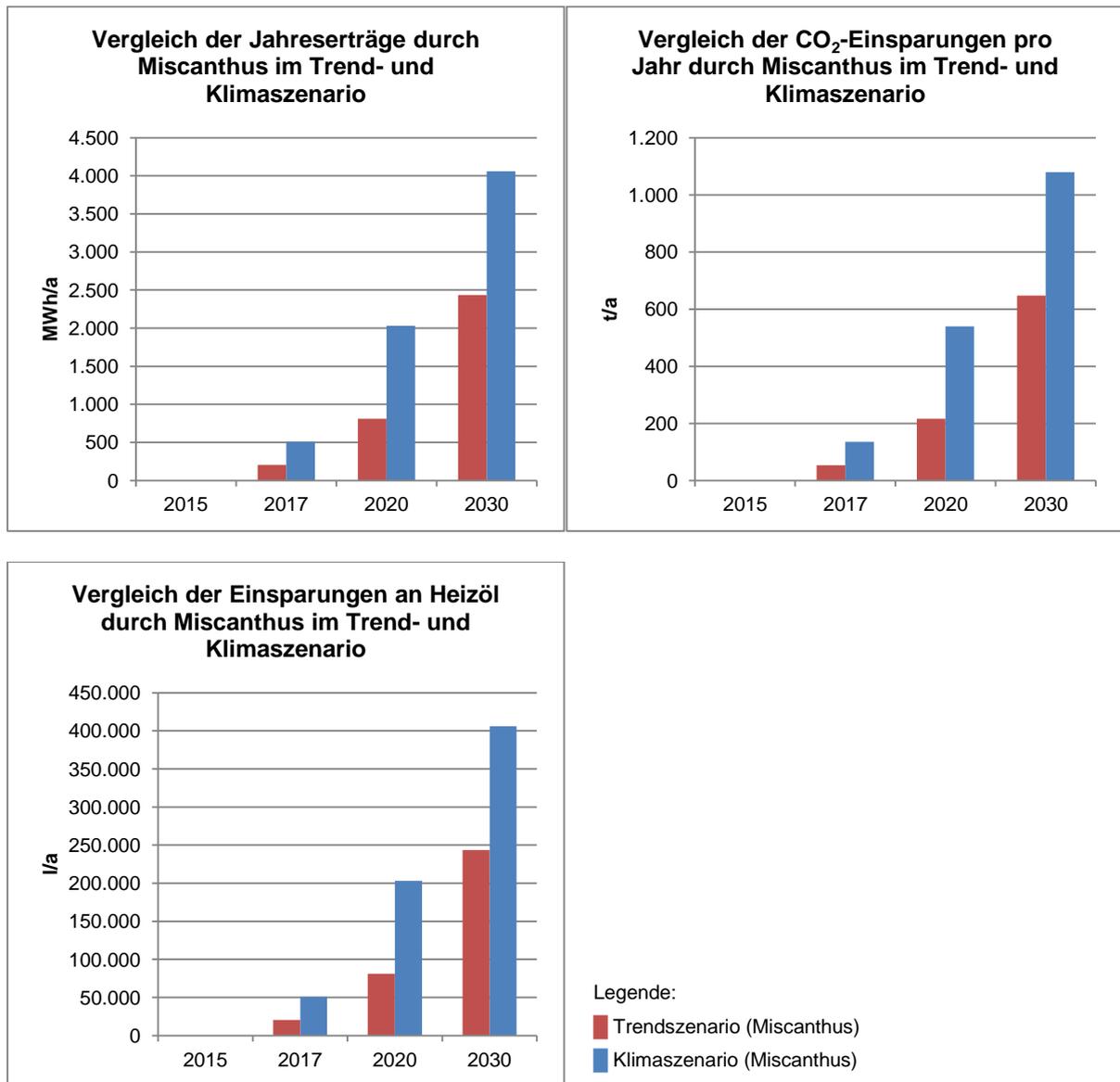


Abbildung 47: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

#### 4.4.5 Kaskadennutzung beim Obstbau

Obstholz hat (vergleichbar mit Laubholz) einen Heizwert von 4,1 kWh/kg (bei 15% Wassergehalt). Eine Nutzung von Schnitt- und Rodungsholz ersetzt ca. 1.000 Liter Heizöl pro Hektar jährlich.

Durch die Kaskadennutzung – zunächst Produktion des Nahrungsmittels Obst, danach energetische Nutzung des Holzes – ist die regionale Wertschöpfung ausgesprochen hoch [40].

Wegen des hohen Rindenanteils und den hohen Aschegehalten der Holzhackschnitzel (Übergrößen, Erdanteil etc.) (Abbildung 48) kommen nur relativ robuste Öfen mit einer Leistung >500 kW in Frage. Es lassen sich aus diesen Obstbaum-Hackschnitzeln allerdings auch Briketts herstellen, die dieses Problem zumindest entschärfen.



Abbildung 48: Holz hackschnitzel aus Obstbaumschnitt [43]

Beim Roden und Häckseln sollte daher ein möglichst hoher Reinigungsgrad der Holzhackschnitzel angestrebt werden. Die Forschungsstation „Campus Klein-Altendorf“ der landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn hat hierzu einen speziellen Rodepflug entwickelt (Abbildung 49).



Abbildung 49: Rodepflug [44]

Imprägnierte Haltepfähle oder Bindedrähte müssen vor der Häckselung entfernt werden. Die normalen mit Teer imprägnierten Pfähle sollten durch Robinienpfähle ersetzt werden, die die gesamte Lebensdauer der Plantage stehen bleiben.

#### 4.4.5.1 Annahmen

**Trendszenario** (Obstholz): Es wird angenommen, dass ab 2015 das oben dargestellte Konzept der Kaskadennutzung bis 2020 schrittweise auf 10 % der Anbaufläche und bis 2030 schrittweise auf 30 % der Anbaufläche angewandt wird.

**Klimaszenario** (Obstholz): Es wird angenommen, dass ab 2015 das oben dargestellte Konzept der Kaskadennutzung bis 2020 schrittweise auf 25 % der Anbaufläche und bis 2030 schrittweise auf 50 % der Anbaufläche angewandt wird.

#### Berechnungsmethodik

Auf dem Gebiet der Stadt gibt es 160 ha Baumobstanlagen auf denen jährlich schätzungsweise 320 t (Trockenmasse) Schnitt- und Rodungsholz anfallen.

Der Heizwert beträgt 4,1 MWh/ Tonne (bei 15 % Wassergehalt). Es sei darauf hingewiesen, dass es sich bei den Heizwerten um theoretische Werte handelt. Die technisch machbaren Werte hängen von der jeweiligen Heizungsanlage ab.

#### 4.4.5.2 Ergebnisse der Potenzialberechnung

Das Klimaszenario bringt gegenüber dem Trendszenario im Jahre 2030 eine Steigerung des Energiegehaltes von fast 460 MWh, sowie eine Einsparung von fast 46.000 Litern Heizöl und ca. 122 t CO<sub>2</sub> (Tabelle 65 und Abbildung 50).

Tabelle 65: Erträge und Einsparungen durch Obstanbau im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario (Obstholz)			Klimaszenario (Obstholz)		
	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]	Energiegehalt [MWh/a]	CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Einsparung an Heizöl [l/a]
2015	22,1	5,9	2.214	65,6	17,4	6.560
2020	131,2	34,9	13.120	393,6	104,7	39.360
2030	328,0	87,2	32.800	787,2	209,4	78.720

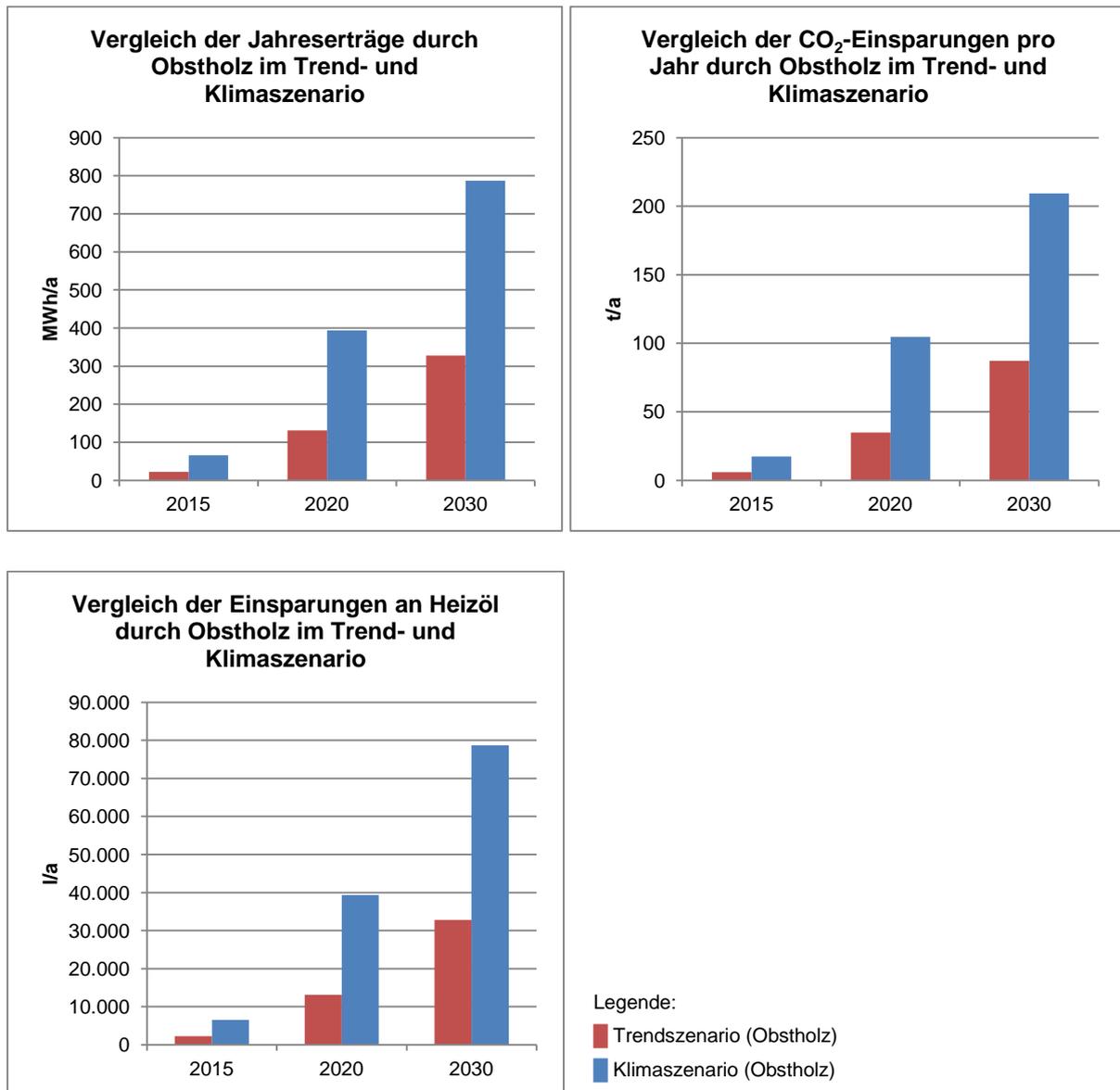


Abbildung 50: Erträge und Einsparungen durch Obsth Holz im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

#### 4.4.6 Gesamtauswertung

Das Potenzial zur energetischen Nutzung der verschiedenen Holzsegmente stellt sich kurz-, mittel und langfristig wie in Tabelle 66 und Abbildung 51 dar. Dabei wird deutlich, dass die gezielte Anpflanzung von Biomasse zur Energieerzeugung einen – je nach Pflanzenart – unterschiedlichen Vorlauf benötigt. Perspektivisch übersteigt die Energiegewinnung aus den zusätzlich angepflanzten Flächen die Summe der Menge aus der Forstwirtschaft und dem Obsth Schnittgut zusammen. Dies gilt für den Fall, dass sich in der Forstwirtschaft die Rahmenbedingungen der Bewirtschaftung und der Vermarktungswege nicht ändern.

Insgesamt können unter den gegebenen Annahmen 2020 4.432 MWh bzw. in 2030 7.334 MWh zusätzlicher Energiegehalt in Form von holzartiger Biomasse im Trendszenario zur Verfügung stehen (Tabelle 66). Nutzt man die Potenziale auch aus dem Umkreis von 10 km und nutzt man den gezielten Anbau von Energiepflanzen, dann können es 9.484 MWh in 2020 bzw. 13.260 MWh im Jahr 2030 sein, welche ohne besondere Maßnahmen zur Verfügung stehen. Bei Ausnutzung der Potenziale aller Segmente auf dem Stadtgebiet (Trendszenario) können 2020 mehr als 443.000 l Heizöläquivalent eingespart werden, 2030 sogar über 733.000 l. Dies entspricht bei heutigen Marktpreisen (80 €/100 l) schon einem Marktwert von 587.000 €/a. Geht man von steigenden Preisen aus, dann wird die Ersparnis noch sehr viel höher sein. Diese Summe fließt bei Bezug von Heizöl und Erdgas zum größten Teil aus der Region. Werden auch noch die Ressourcen aus einem Umkreis von 10 km (Klimaszenario) genutzt, dann erhöht sich der Nutzen auf über 1.3 Millionen l (im Jahr 2030). Dies bedeutet einer CO<sub>2</sub>-Minderung von 3.527 t pro Jahr.

Tabelle 66: Gesamterträge und -einsparungen im Trendszenario [Eigene Berechnungen]

Trendszenario (Energie aus holzartiger Biomasse)				
	Holzart / Jahr	2015	2020	2030
Energieertrag [MWh/a]	Waldholz	2.947,4	2.947,4	2.947,4
	KUP	0,0	541,2	1.623,6
	Miscanthus	0,0	811,8	2.435,4
	Obstholz	22,1	131,2	328,0
	<b>Summe</b>	<b>2.969,5</b>	<b>4.431,6</b>	<b>7.334,4</b>
CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Waldholz	784,0	784,0	784,0
	KUP	0,0	144,0	431,9
	Miscanthus	0,0	215,9	647,8
	Obstholz	5,9	34,9	87,2
	<b>Summe</b>	<b>789,9</b>	<b>1.178,8</b>	<b>1.950,9</b>
Ersparnis an Heizöl [l/a]	Waldholz	294.740,0	294.740,0	294.740,0
	KUP	0,0	54.120,0	162.360,0
	Miscanthus	0,0	81.180,0	243.540,0
	Obstholz	2.214,0	13.120,0	32.800,0
	<b>Summe</b>	<b>296.954,0</b>	<b>443.160,0</b>	<b>733.440,0</b>

Klimaszenario (Energie aus holzartiger Biomasse)				
	Holzart / Jahr	2015	2020	2030
Energieertrag [MWh/a]	Waldholz	5.707,4	5.707,4	5.707,4
	KUP	0,0	1.353,0	2.706,0
	Miscanthus	0,0	2.029,5	4.059,0
	Obstholz	65,6	393,6	787,2
	<b>Summe</b>	<b>5.773,0</b>	<b>9.483,5</b>	<b>13.259,6</b>
CO <sub>2</sub> -Einsparung [t/a]	Waldholz	1.518,2	1.518,2	1.518,2
	KUP	0,0	359,9	719,5
	Miscanthus	0,0	539,8	1.079,4
	Obstholz	17,4	104,7	209,4
	<b>Summe</b>	<b>1.535,6</b>	<b>2.522,6</b>	<b>3.526,5</b>
Ersparnis an Heizöl [l/a]	Waldholz	570.740,0	570.740,0	570.740,0
	KUP	0,0	135.300,0	270.600,0
	Miscanthus	0,0	202.950,0	405.900,0
	Obstholz	6.560,0	39.360,0	78.720,0
	<b>Summe</b>	<b>577.300,0</b>	<b>948.350,0</b>	<b>1.325.960,0</b>

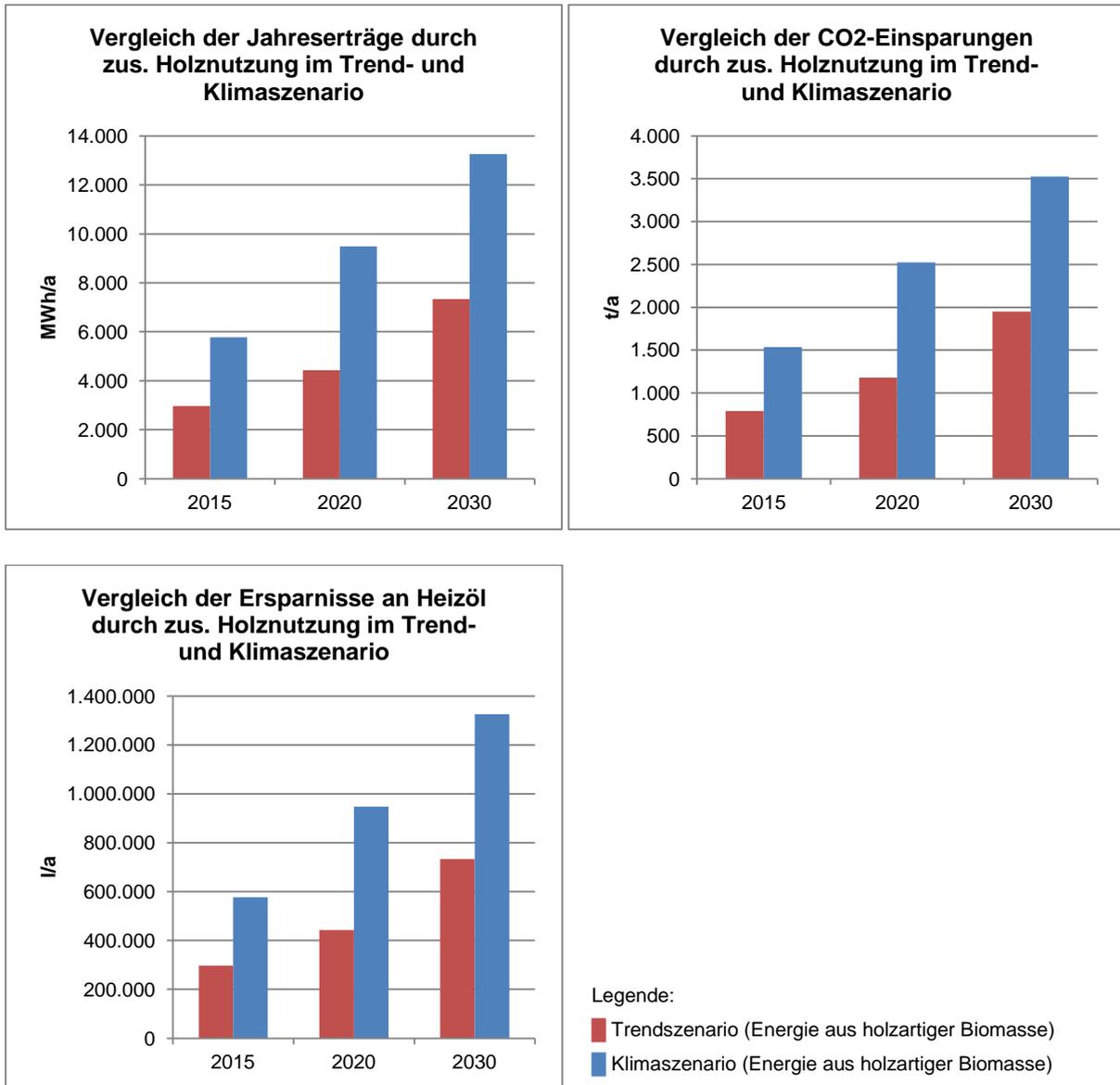


Abbildung 51: Erträge und Ersparnisse bei zusätzlicher Holznutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnung]

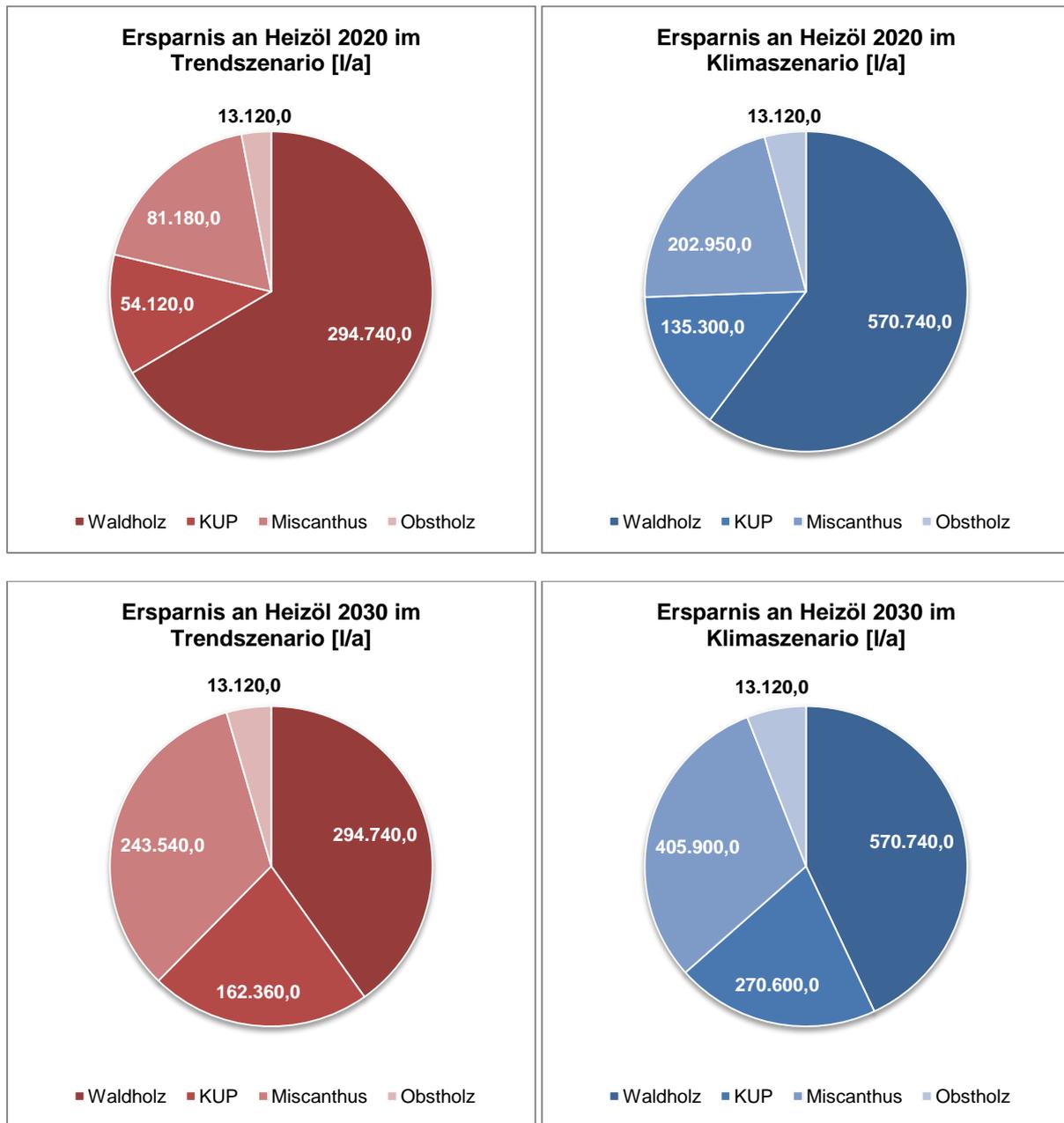


Abbildung 52: Einsparung von Heizöläquivalenten durch die zusätzliche Nutzung von Holz [Eigene Berechnung]

**[EXKURS]: Trocknung**

Vor der Nutzung von Holzhackschnitzeln in einer Heizung müssen diese auf einen Wassergehalt von ca. 30 % heruntergetrocknet werden. Dies dauert zwei bis drei Monate. Das Verfahren kann durch die Nutzung einer solaren Trocknungsanlage beschleunigt werden. Eine interessante Anlage hierzu wird derzeit am Campus Klein-Altendorf der landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-

Universität Bonn erprobt (Abbildung 53).



Abbildung 53: Biomasselager mit solarer Trocknung und Solarkamin am Campus Klein-Altendorf [42]

#### 4.4.7 Handlungsoptionen (HO) Holzartige Biomasse

Die Potenziale in den verschiedenen Holzsegmenten fallen auf Grund der spezifischen biologischen Rahmenbedingungen zu unterschiedlichen Zeiten an, manche lassen sich dann auch nicht beliebig steigern. Zur Nutzbarmachung der skizzierten Potenziale tragen daher auch sehr verschiedenartige Handlungsoptionen bei:

- |           |   |
|-----------|---|
| <b>h1</b> | Schaffung eines <b>kommunalen Angebotes (über den Bauhof) Landschaftspflegeholz von privaten Flächen</b> anzunehmen und zusammen mit den eigenen Mengen energetisch nutzbar zu machen. Aufbau einer Bergungs- und Logistikkette für die Nutzung der ermittelten Holzressourcen incl. Landschaftspflegegrün. Hier wäre auch eine Kooperation mit den anderen Kommunen im Umkreis möglich. So kann eine kostenpflichtige Entsorgung zu einer gewinnbringenden Ressource umgewandelt werden. |
| <b>h2</b> | <b>Laufende Beobachtung der Vermarktung des Holzes</b> aus dem Stadtwald und aus privaten Flächen, um bei veränderten marktwirtschaftlichen Bedingungen (z.B. hohe Preise für Energieholz bei steigenden Energiepreisen) schnell die Vermarktung umschichten zu können.   |

- h3** **Nutzung des Holzes aus der Landschaftspflege in Rheinbach** und Umgebung für die Liegenschaften und Endverbraucher in Rheinbach, Akquise von Abnehmern und Aufbau von Handelsstrukturen.
- h4** Die **Ressourcen aus dem Obstbaumschnitt** sollten in einer eigenen Studie detailliert erfasst und eine regionale energetische Verwertungsstrategie zusammen mit den Obstbauern ausgearbeitet und für die energetische Nutzung umgesetzt werden. Hierfür sollte eine geeignete kooperative Betreiberform gefunden und Campus Klein-Altendorf zur wissenschaftlichen Begleitung gewonnen werden.
- h5** Auf entsprechend ausgewiesenen Flächen (Greening u.a.) können **Kurzumtriebsplantagen (KUP)** entstehen. Schnellwachsende Feldgehölze, wie Pappeln, Weiden, um die nachhaltige Verfügbarkeit des Rohstoffes Holz zu sichern. Je nach Entscheidung zum Greening sollte dieses Potenzial offensiv erschlossen werden. Es sollte dann ein „Holzforum Rheinbach“ eingerichtet werden, wo die interessierten Gruppen zusammen mit Experten hierzu Kenntnisse austauschen und gezielt Maßnahmen ergreifen.
- h6** Auf dem Bauhof oder an sonstiger geeigneter Stelle **Bereitstellung einer Lagerhalle zur Trocknung der Holzhackschnitzel**. Zusammenarbeit mit dem Campus Klein-Altendorf im Hinblick auf solare Trocknung.
- h7** Kartierung von bisher nicht genutzten Flächen, z.B. an Trassen, Wegen oder bisher ungenutzten Gewerbegebieten, um auf diesen Flächen **gezielt Nutzhölzer für die energetische Verwertung anzupflanzen**.
- h8** **Information** über die ökologisch einwandfreie **Nutzung von Holz** als Energieträger in der Hautechnik, Schaffung einer entsprechenden Informationsbasis für den wirtschaftlich sinnvollen Einsatz.
- h9** **Mögliche Standorte für Holzhackschnitzelheizungen** identifizieren.
- h10** Es sollte ein **Lohnunternehmer** gefunden werden, **der die Ernte von Kurzumtriebsplantagen mit einem speziellen KUP-Häcksler anbietet** und ggf. auch die Holzhackschnitzel vermarktet.
- h11** Es sollte ein **Lohnunternehmer** gefunden werden, der mit dem vom Campus Klein-Altendorf entwickelten Rodepflug **den örtlichen Obstbauern Rodearbeiten anbietet** und ggf. auch die Holzhackschnitzel vermarktet.
- h12** Wegen der Inhomogenität des **Obstbaumhackgutes** gilt es, einen **lokalen Abnehmer** mit einer **robust genug konzipierten Holzhackschnitzelheizung** zu finden, bzw. solch eine Investition zu initiieren.

- h13** Die Obstbauern sollten bei **Neuanpflanzungen** dazu angehalten werden, die normalen mit Teer imprägnierten Pfähle **durch Robinienpfähle** aus Osteuropa zu ersetzen.
- h14** Auf entsprechend **ausgewiesenen Flächen** (Greening u.a.) kann **Miscanthus** angebaut werden.

#### 4.5 Handlungsfeld: Biogasgewinnung und energetische Nutzung biogener Reststoffe (b)

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien nimmt die Biogasgewinnung und die Nutzung biogener Reststoffe eine besondere Rolle ein. Im Gegensatz zu den volatilen Energieträgern Sonne und Wind, die unter den gegenwärtigen Technikvoraussetzungen nur mit viel Aufwand zu speichern sind, können Biogas und auch biogene Reststoffe im Umwandlungsprozess und in der Umwandlung in Nutzenergie besser gespeichert und gesteuert werden. Sie sind daher eine wichtige Größe auf dem Weg zu einer regenerativen Vollversorgung.

Werden biogene Reststoffe und eigens für die Biogasproduktion angepflanzte nachwachsende Rohstoffe (NawaRo) in einer Anlage gemeinsam vergoren, dann spricht man von Kofermentationsanlagen. Die Anzahl dieser Anlagen ist auf Grund der fördertechischen Rahmenbedingungen in den letzten 10 Jahren sehr zurückgegangen. Biogasanlagen mit NawaRo-Inputstoffen haben ihre bevorzugte Förderung verloren, wenn sie auch andere Reststoffe als Inputstoffe aufnehmen.

##### 4.5.1 Biogasgewinnung

Wie bereits in Kapitel 2.3.5 beschrieben, gibt es auf dem Stadtgebiet Rheinbach bisher keine Biogasanlage. Möglicherweise produzieren die Landwirte jedoch nachwachsende Rohstoffe für die Biogasanlagen im Kreis Euskirchen, wo ca. 10 Anlagen im Betrieb sind und auch eine Gasaufbereitung zur Einspeisung ins Erdgasnetz erfolgt.

Die Berechnung der Potenziale zur Biogasgewinnung aus der landwirtschaftlichen Produktion erfolgt auf der Basis der gegenwärtigen Agrarnutzung für typische Ackerfrüchte und für den vorhandenen Viehbestand. Da es darum geht, ein realistisches Potenzial zu ermitteln und andere Belange mit zu beachten, werden Einschränkungen angenommen. Außerdem wird von einer diversifizierten Anbaukultur ausgegangen, um die Belange des Landschafts- und Naturschutzes zu berücksichtigen. Mit Blick auf die Zukunft werden die sich bereits heute in der Verhandlung befindlichen EU-Richtlinien zur Flächenstilllegung und deren Nutzungsmöglichkeiten berücksichtigt. Gleichwohl können diese Berechnungen nur einen Anhaltspunkt bieten. Ihr liegen

die folgenden Annahmen zu Grunde.

#### 4.5.1.1 Annahmen und Berechnungsmethodik

- Die Berechnung erfolgt auf Basis der aktuellsten Zahlen der amtlichen Statistik (2010) (Flächen und Flächennutzung, Ackerfrüchte, Viehbestand) [45] und setzt diese in Relation zu anerkannten Kennwerten. Wo keine statistischen Daten zur Verfügung standen (Schweine), wurde ein Mittelwert aus den Werten für den RSK errechnet.
- In Rheinbach gibt es im Jahr 2010 2.160 ha Ackerfläche und 1.216 ha Dauergrünfläche.
- Es wird angenommen, dass max. 30 % der möglichen Fläche für energetische Nutzung eingesetzt werden kann. Davon können ab 2014 5 % (ab 2018 7 %) der Ackerfläche, die im sog. ‚Greening‘ aus der traditionellen Bewirtschaftung herausgenommen und mit Blühstreifen versehen werden, zur Vergärung genutzt werden.
- Grünland wird ebenfalls zu 30 % berücksichtigt, hier kann der 3. Schnitt verwertet werden. Ansonsten ist das Grünland zur Fütterung für die Milchviehwirtschaft erforderlich.
- Wirtschaftsdünger (Gülle) und biogene Reststoffe können vollständig eingesetzt werden.
- Bei Nachwachsenden Rohstoffen wird eine ausgewogene Mischung an Ackerfrüchten incl. Getreide-Ganzpflanzensilage (GPS) berücksichtigt. Neue Anbaukulturen, wie die vielversprechende Durchwachsene Silphie (Abbildung 56), werden hier noch nicht gesondert rechnerisch erfasst. Sie kann dann den Mais substituieren.
- Es werden durchschnittlich 15 % Eigenenergiebedarf für Wärme und Strom abgezogen.
- Für die Ermittlung von möglichen Versorgungsbeiträgen werden die Annahmen im Gebäudebereich zu Grunde gelegt, analog zu den Annahmen für Solarthermie.
- Eine Unterscheidung nach den Verbrauchssektoren erfolgt nicht.

#### Übergeordnete Kennwerte [46]:

Angenommene Erträge als Mittelwerte	
Input	Ertrag in Biogas Nm <sup>3</sup> / ha bzw. je Tier
Pflanzen zur Grünernte incl. Silomais	8.500 Nm <sup>3</sup>
Zuckerrüben	7.200 Nm <sup>3</sup>
Getreide- Ganzpflanzensilage (GPS) auf 20 % der Fläche	7.600 Nm <sup>3</sup>
Grünland (ha)	5.350 Nm <sup>3</sup>
Rindergülle pro Milchkuh	500 Nm <sup>3</sup>
Schweinegülle pro Tier	105 Nm <sup>3</sup>
Pferdemist je Tier	504 Nm <sup>3</sup>

Ermittelte Potenziale werden hier als Potenzial zur elektrischen und thermischen Nutzung betrachtet, da eine sinnvolle Nutzung in Kraft-Wärme-Kopplung erfolgen sollte. Hierfür sind geeignete Wärmeverbraucher zu finden und bei der Standortwahl zu berücksichtigen.

Es werden für die Potenzialermittlung in den beiden Szenarien die in Tabelle 67 genannten Zubauraten angenommen.

Tabelle 67: Zubauraten der versch. Szenarien bei der Biogasgewinnung [Eigene Berechnungen]

Jahr	Zubauraten bei der Biogasgewinnung	
	Trendszenario	Klimaszenario
2015	5 %	12,5 %
2020	10 %	25 %
2030	20 %	35 %

Der Potenzialberechnung liegen die zuvor zwischen den Beratungsbüros und der Stadt Rheinbach abgestimmten Annahmen zu Grunde. Statistische Datengrundlage sind die Daten aus der gemeindlichen Statistik des Landes und der Landwirtschaftszählung 2010. Die Annahmen zu Biogaserträgen sind Mittelwerte aus den Faustzahlen Biogas [46] und eigenen Berechnungen. Da es sich um Mittelwerte handelt, können diese von einzelnen Betriebsergebnissen wegen der jeweils spezifischen betrieblichen und anbautechnischen Situation abweichen.

Eine Ausweitung der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche ist nicht vorgesehen, ebenso wenig wie ein zukünftiger Flächenverbrauch, der die zur Verfügung stehende Ackerfläche reduziert. Die im Zuge des Greenings ab 2014 vorgesehene fünfprozentige Herausnahme von Flächen aus der Bewirtschaftung ist insofern berücksichtigt, als dass diese Flächen mit Blühstreifen versehen werden, deren Biomasse in Biogasanlagen verwertet werden kann. Er wird aber nicht als zusätzliche Fläche gewertet, sondern ersetzt dann die anderen Anbaufrüchte.

#### 4.5.1.2 Ergebnisse der Potenzialberechnung

Betrachtet man die zur Verfügung stehenden Anbaufrüchte, dann ist deren Zusammensetzung relativ ausgewogen. Die Gefahr einer „Vermaisung“ besteht nicht, wenn man die bisher vorhandene Vielfalt der Agrarnutzung beibehält und den Wirtschaftsdünger intensiv nutzt (Abbildung 54). Außerdem stehen geringfügig Ressourcen aus der Landschaftspflege zur Verfügung. Dies sind in der Stadt Rheinbach jährlich ca. 130 Tonnen holzartige Biomasse und Grasschnitt [17].

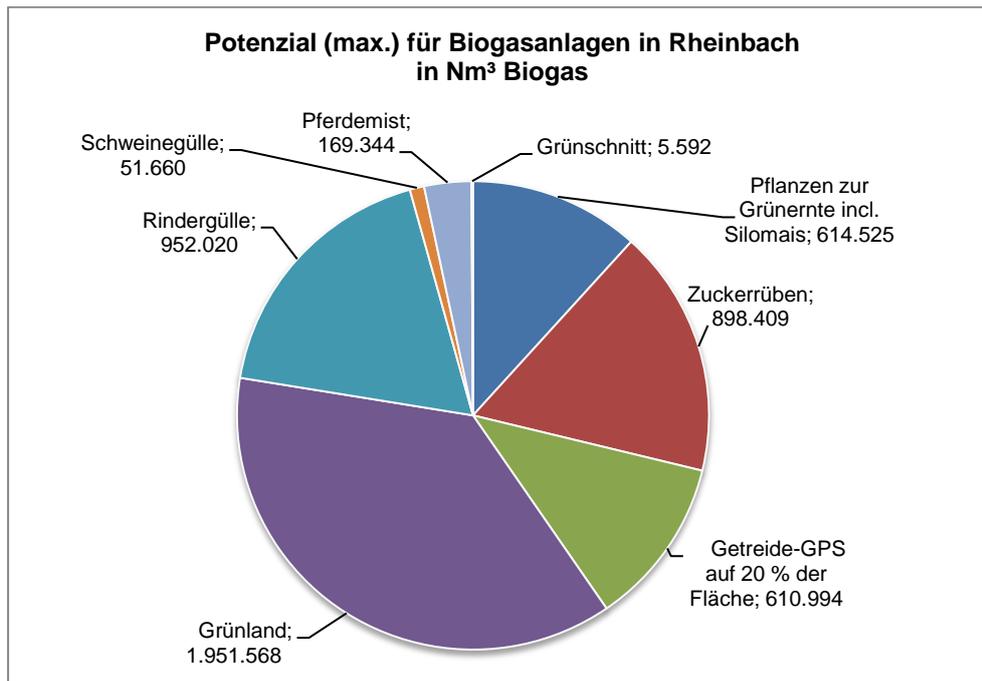


Abbildung 54: Verteilung der Biogasgewinnung nach Inputstoffen [Eigene Berechnungen]

Es handelt sich um das maximale Potenzial unter Beachtung ökologisch verträglicher Gesichtspunkte und der Beibehaltung einer weiteren agrarischen Nutzung. Von diesem werden dann entsprechend der Annahmen nur ein moderater Anteil im Trendszenario und ein größerer Anteil im Klimaszenario genutzt (Tabelle 68 und Abbildung 55).

Tabelle 68: Potenziale im Szenarienvergleich für 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Jahr	Trendszenario (+10 %)				Klimaszenario (+25 %)			
	NawaRo und Gras [MWh <sub>el</sub> ]	Gülle [MWh <sub>el</sub> ]	Grünschnitt [MWh <sub>el</sub> ]	Gesamt [MWh <sub>el</sub> ]	NawaRo und Gras [MWh <sub>el</sub> ]	Gülle [MWh <sub>el</sub> ]	Grünschnitt [MWh <sub>el</sub> ]	Gesamt [MWh <sub>el</sub> ]
2015	441,7	127,1	0,6	569,4	1.104,2	317,8	1,5	1.423,5
2020	883,4	254,3	1,2	1.138,8	2.208,4	635,6	3,0	2.847,1
2030	1.766,7	508,5	2,4	2.277,7	3.091,8	889,9	4,2	3.985,9

Jahr	Trendszenario (+10 %)				Klimaszenario (+25 %)			
	NawaRo und Gras [t/a]	Gülle [t/a]	Grünschnitt [t/a]	Gesamt [t/a]	NawaRo und Gras [t/a]	Gülle [t/a]	Grünschnitt [t/a]	Gesamt [t/a]
2015	249,1	71,7	0,3	321,1	622,8	179,2	0,9	802,9
2020	498,2	143,4	0,7	642,3	1.245,5	358,5	1,7	1.605,7
2030	996,4	286,8	1,4	1.284,6	1.743,8	501,9	2,4	2.248,0

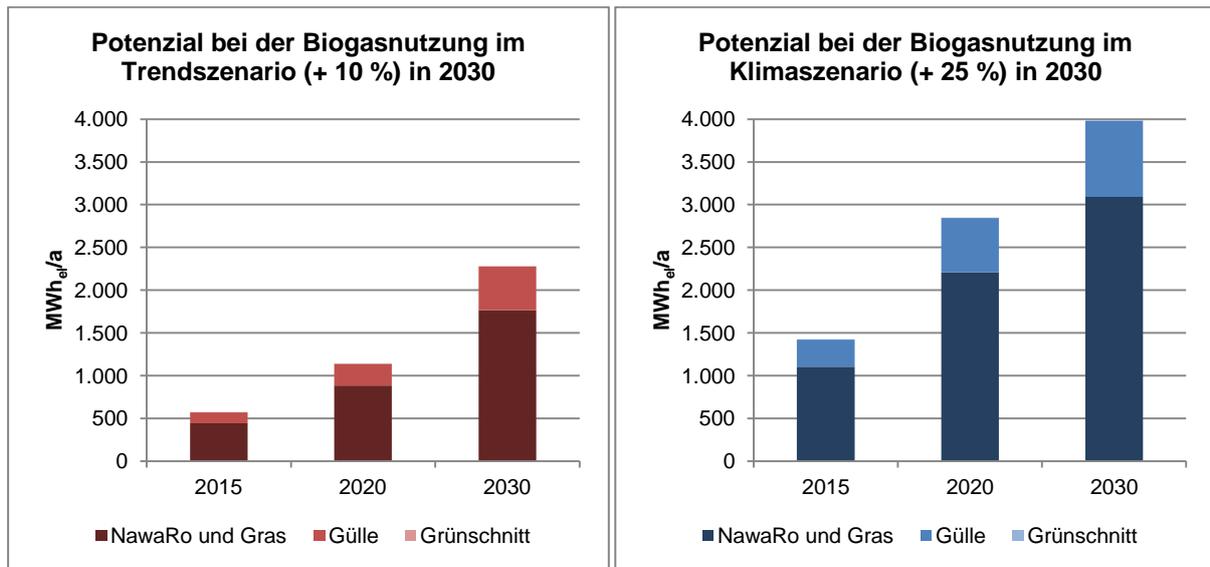


Abbildung 55: Vergleich der zusätzlichen Biogasgewinnung im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen]

Der Einfachheit halber wird hier nur der Beitrag der zusätzlichen Biogasgewinnung für die Erzeugung von Strom betrachtet. Es wird deutlich, dass die Vergärung von Ackerfrüchten das größte Potenzial aufweist, gefolgt von Gülle. Das Potential aus dem Grünschnitt hingegen, betrachtet man nur die in der Kommune aus der Grünflächenpflege anfallenden Mengen, ist hingegen vernachlässigbar. Von daher ist es besonders wichtig, nach guten Anbaukonzepten zu suchen, die einer Monokultur von Mais entgegenwirken. Die Durchwachsene Silphie ist ein Beispiel, wie so eine Diversifizierung aussehen kann (Abbildung 56). Gerade in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer und anderen Instituten können hier gute Beispiele vorangebracht werden.



Abbildung 56: Die Durchwachsene Silphie als vielversprechende Anbaufrucht zur Biogasgewinnung [43]

Durch den im Klimaszenario erzeugten Strom könnten nach heutigen Verbrauchsmaßstäben 2030 ca. 1.140 Haushalte mit Strom versorgt werden. Da von einer Umwandlung in Kraft-Wärme-Kopplung ausgegangen wird, fällt auch nutzbare Wärme an, die zu geeigneten Verbrauchern gebracht werden muss. Für die Zukunft kann hier auch von geeigneten Speicherkonzepten ausgegangen werden, die eine vollumfängliche Nutzung des Biogases in KWK ermöglicht und damit zusätzlich im gleichen Umfang zur Wärmebedarfsdeckung beitragen kann.

#### 4.5.2 Biogene Reststoffe

In die Betrachtung der erneuerbaren Energieträger als Ersatz für die Nutzung fossiler Energieträger soll auch die Nutzung biogener Abfälle einbezogen werden. Für ein besseres Ressourcenmanagement in der Stadt Rheinbach sind biogene Abfälle oder Reststoffe konsequenter zu nutzen, wobei hier nur die Nutzung für energetische Zwecke angesprochen wird.

Hinzu kommt, dass biogene Reststoffe im Regelfall auch noch kostenpflichtig entsorgt werden müssen, was bei der energetischen Nutzung zu einer zusätzlichen Gutschrift führt. Abbildung 57 zeigt die verschiedenen Nutzungspfade, wobei die Nutzung von Holz und holzartiger Biomasse im Kapitel 4.4 behandelt werden. Hier wird nur die Vergärung betrachtet. Der Grünschnitt aus der Landschaftspflege findet im Kapitel Biogasgewinnung Beachtung.

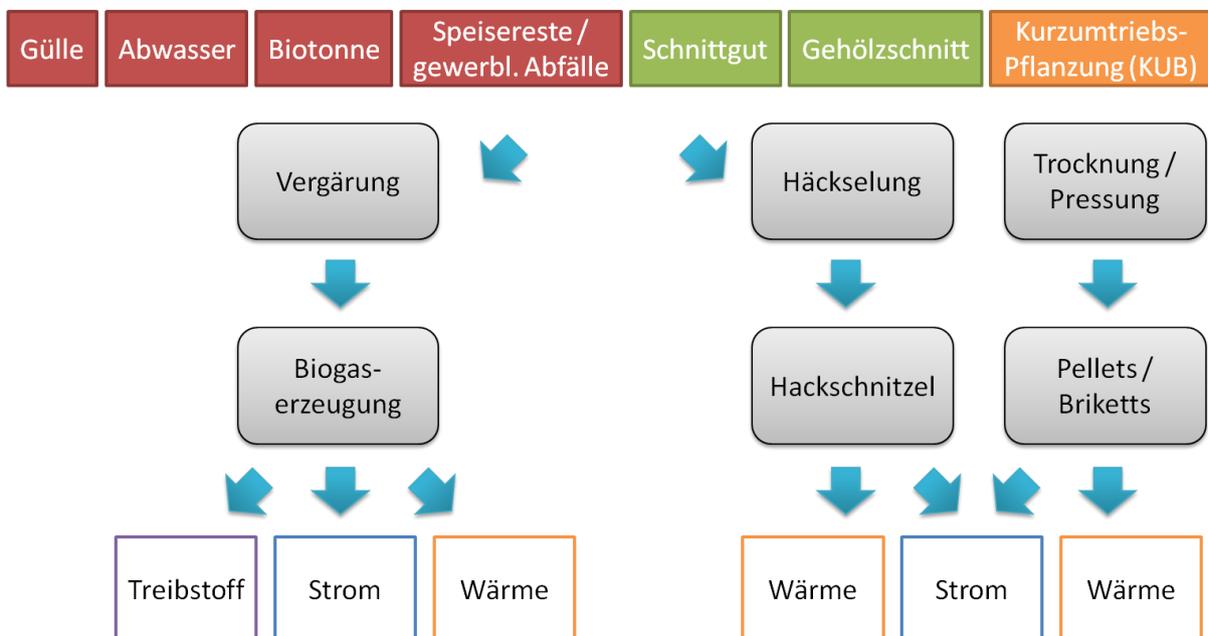


Abbildung 57: Nutzungspfade bei der energetischen Verwertung von biogenen Abfällen [Eigene Darstellung]

Je nach Feuchtegehalt und Substratzusammensetzung sind verschiedene Prozesse der Verwertung möglich. Die Vergärung ist eine Option für pastöse und flüssige Abfälle aus Abwasser (Kläranlage und Klärschlamm), Biotonne, Speiseresten und Grünschnitt sowie aus der Lebensmittelindustrie und überlagerten Lebensmitteln aus dem Handel. Für die trockenen und holzartigen Abfälle sind die Trocknung und Pressung sowie die Häckselung möglich. Auch für Klärschlamm ist die Trocknung und Pressung möglich. Diese Stoffe dienen dann als Brennstoff in Heizwerken oder – was immer anzustreben ist – in möglichst dezentralen Heizkraftwerken mit gleichzeitiger Wärmenutzung und – was heute ebenfalls übliche Praxis ist – zur Mitverbrennung in großen Kraftwerken zur Stromerzeugung.

Die Abfallströme und deren Verwertung und Behandlung spielen sich in einem größeren räumlichen Umriss ab. Im Falle der Stadt Rheinbach wird diese Aufgabe von der Rhein-Sieg-Abfallwirtschaft (RSAG) mit Sitz in Siegburg übernommen, welche die Abfallverwertung auf Kreisebene übernimmt [47]. Dies ist sinnvoll, weil innovative Anlagen der Verwertung und energetischen Nutzung durch das technische Erfordernis bestimmter Anlagengrößen nur bei einer ausreichend großen Abfallmenge sinnvoll zu betreiben sind. Die RSAG ist sehr aktiv in der Suche nach neuen Wegen der energetischen Verwertung. Nur durch eine Erhöhung der Anschlussdichte für die Biotonne könnten Mengen erhöht werden, was aber in ländlich strukturierten Gebieten sehr schwierig ist, da eine eigene Kompostierung dort weit verbreitet ist.

Bedingt durch die Aufteilung in

- **Siedlungsabfälle**, für deren Einsammlung die Kommunen zuständig sind und was im Fall Rheinbach eben die RSAG übernimmt und in
- **gewerbliche Abfälle**, die von den Betrieben direkt zu entsorgen sind und wo diese direkte Verträge mit Entsorgungsfirmen abschließen,

ist es nur mit viel Aufwand möglich, ein umfassendes Bild zu erhalten. Gerade die gewerblichen biogenen Reststoffe sind interessant. Eine Analyse dieser Mengen und der damit verbundenen Potenziale kann im Rahmen dieses Teilkonzeptes nicht erfolgen. Zudem liegt die Abfallentsorgung nicht im Verantwortungsbereich der Stadt Rheinbach. Allerdings kann sie über die Gremien im Rahmen ihrer Möglichkeiten Einfluss nehmen.

Ebenso verhält es sich mit der Abwasserentsorgung. Hierfür ist der Erftverband zuständig [48]. Er ist für die Grundwasserwirtschaft und die Abwasserentsorgung zuständig. Im Verbandsgebiet gibt es – anders als in anderen Abwasserverbänden – kaum Klärgasnutzung. Allerdings sollen in den nächsten 10 Jahren in diesem Bereich Anlagen realisiert werden, um den Eigenbedarf der Kläranlagen über BHKW zu decken [49].

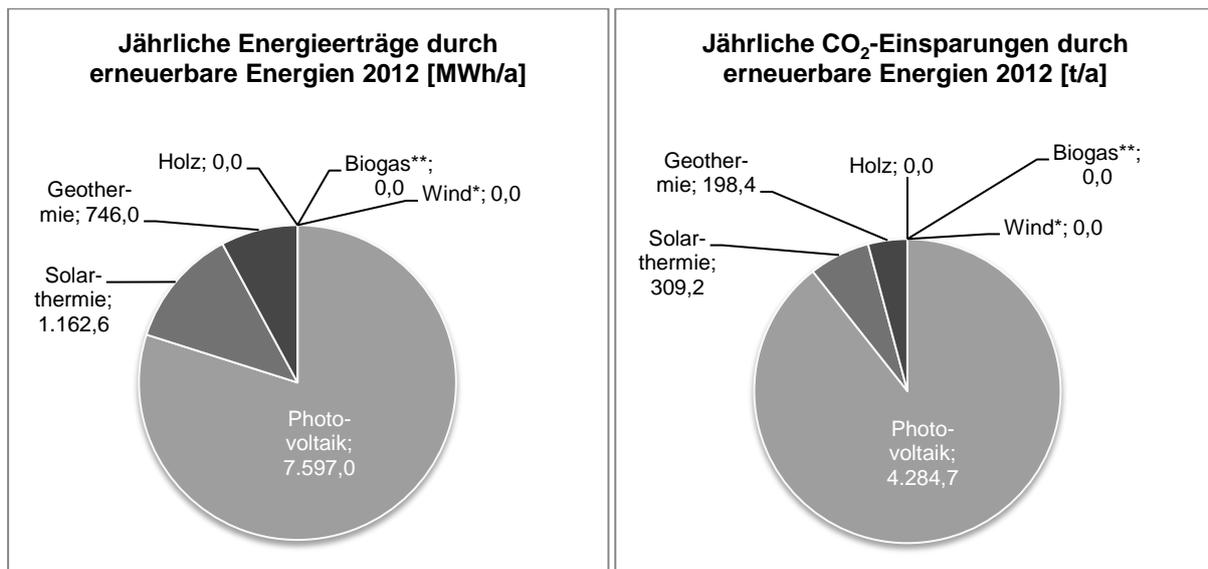
#### 4.5.3 Handlungsoptionen (HO) Biogasgewinnung und Nutzung biogener Reststoffe

Zur Mobilisierung der ermittelten Potenziale zur energetischen Nutzung von biogenen Reststoffen und zur Erhöhung der Biogasgewinnung bieten sich folgende Handlungsoptionen an:

- b1** **Information** der **Landwirte** über die Einsatzmöglichkeiten von **kleinen Biogasanlagen** (< 75 kWel), insbesondere auch zur Verwertung von Gülle vor dem Hintergrund der aktuellen Förderbestimmungen im EEG, zusammen mit der Landwirtschaftskammer. Wichtig ist auch die Klärung besonderer Anforderungen, z.B. beim Pferdemist.
- b2** Interessierte **Landwirte bündeln** und evtl. eine **Gemeinschaftsbiogasanlage** projektieren mit optimierter Standortwahl, um so für alle Beteiligten die Abnahme von Wärme, die Beschaffung der Inputstoffe im näheren Umkreis und die Verwendungsformen zwischen Eigenverbrauch und Abgabe von Energie ins Netz zu regeln.
- b3** Entwicklung von Wärmeversorgungskonzepten und Unterstützung bei der **Suche nach Wärmesenken**, um gute Wärmenutzungskonzepte für die Biogasanlagen zu realisieren, z.B. bei den großen Verbrauchern in den Gewerbegebieten. Bei den kleinen Biogasanlagen besteht dieses Problem schon allein aufgrund ihrer Größe nicht in dem Maße wie bei großen.
- b4** Informationen und Hilfestellung zusammen mit der Landwirtschaftskammer über **andere Anbaukulturen**, Mehr-Kulturen-Nutzung und Anbaupflanzen, die den Herausforderungen des Klimawandels genügen und der Monokultur entgegenwirken. Insbesondere auch hinsichtlich der neuen Bestimmungen des „Greenings“ und deren Nutzbarmachung für die energetische Nutzung besteht hier Informationsbedarf.
- b5** Anlage eines **Demonstrationsfeldes für verschiedene Energiepflanzen** zur Information der Landwirte und Bevölkerung und als Attraktion für Besucher. Hier bietet sich eine Kooperation mit dem Campus Klein-Altendorf und der Landwirtschaftskammer an.
- b6** **Runder Tisch „Nutzung biogener Reststoffe“** zusammen mit anderen Kommunen in der Region, der RSAG und dem Erftverband sowie privater Entsorger, um möglichst alle biogenen Abfallströme in der Region zu verwerten.
- b7** **Qualitätsstandards** und ein Label zur **nachhaltigen Verwertung biogener Abfälle** entwickeln und vergeben, um auf diese Weise zu sensibilisieren und den Rahmen für gute kooperative Projekte zu bilden.

## 4.6 Gesamtbetrachtung der Potenziale zum Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien

Im Jahr 2012 wurden in Rheinbach etwa 9.500 MWh durch regenerative Energiequellen erzeugt (Abbildung 58). Dadurch konnten knapp 4.800 t CO<sub>2</sub>a eingespart werden. Hier ist zu beachten, dass Windenergie und Biogasnutzung derzeit in Rheinbach nicht vorkommen. Holz wird zwar energetisch verwertet, allerdings lagen keine genauen Kennwerte vor. Beim Energieertrag machte die Photovoltaik einen Anteil von mehr als drei Vierteln aus. Bei der Einsparung von CO<sub>2</sub> liegt ihr Anteil mit annähernd 90 % noch höher.



\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abbildung 58: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Rheinbach 2012 [Eigene Berechnungen]

### 4.6.1 Trendszenario

Für alle erneuerbaren Energien zusammen können bereits beim Trendszenario, also ohne besondere Anstrengungen, im Jahr 2030 über 67.000 MWh Energie erzeugt werden, fast sieben Mal so viel wie 2015 (Tabelle 69).

Tabelle 69: Erträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Ertrag pro Jahr [MWh]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]
2015	9.705,7	3.191,0
2020	41.212,2	18.170,7
2030	67.272,2	27.204,4

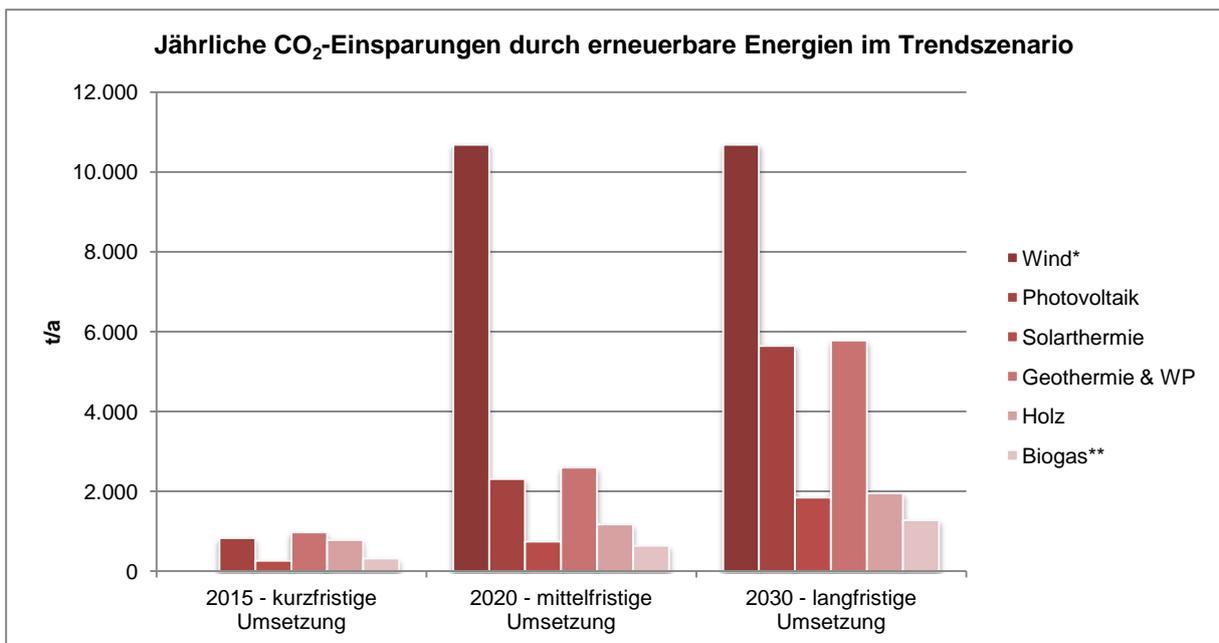
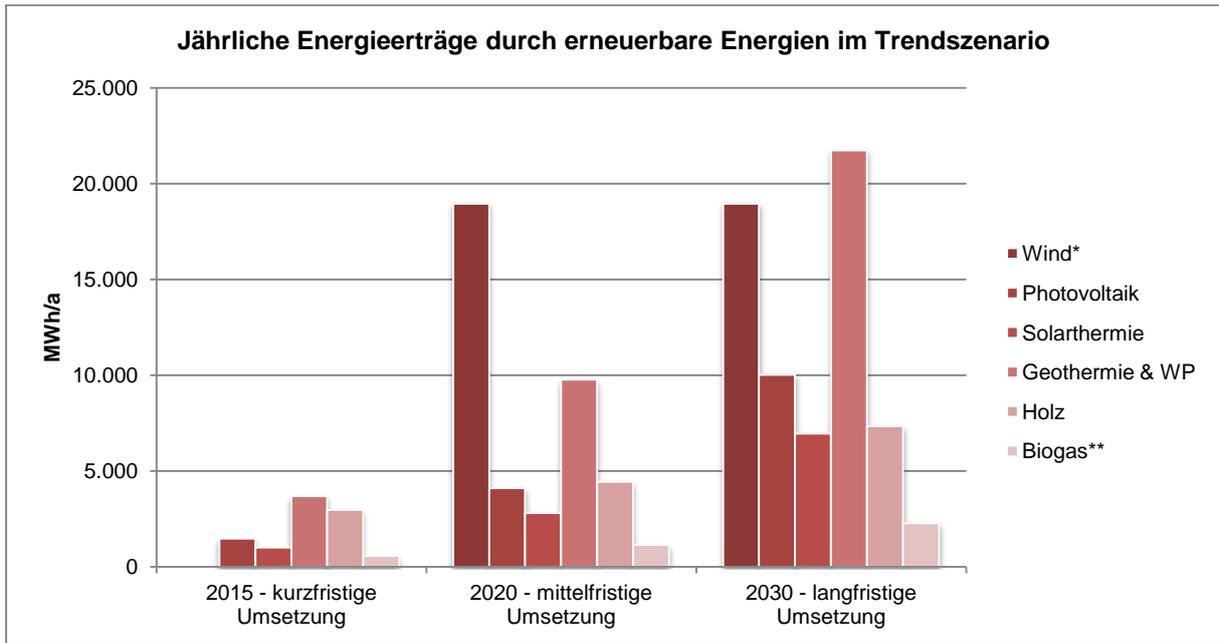
Tabelle 70 und Abbildung 59 zeigen den prozentualen Anteil am gesamten Energieertrag (und an den CO<sub>2</sub>-Einsparungen) im jeweiligen Jahr. Auffällig ist, dass mit dem Anschluss erster Windkraftanlagen der Anteil der Windenergie an der Gesamterzeugung 2020 46 % betragen würde. Dieser reduziert sich dann bedingt durch das ‚Aufholen‘ der anderen Energieformen wieder auf unter 30 % im Jahr 2030. Bei der Geothermie-Nutzung wird deutlich, dass schon innerhalb kurzer Zeit enorme Energieerträge erzielt werden können.

Tabelle 70: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Energieträger	2015	2020	2030
<b>Ertrag</b>	Wind*	0,0	46,0	28,2
	Photovoltaik	15,2	10,0	14,9
	Solarthermie	10,3	6,8	10,3
	Geothermie & WP	38,0	23,7	32,3
	Holz	30,6	10,8	10,9
	Biogas**	5,9	2,8	3,4
<b>CO<sub>2</sub>-Einsparung</b>	Wind*	0,0	58,8	39,3
	Photovoltaik	26,1	12,7	20,8
	Solarthermie	8,4	4,1	6,8
	Geothermie & WP	30,8	14,3	21,3
	Holz	24,8	6,5	7,2
	Biogas**	10,1	3,5	4,7

\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.



\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abbildung 59: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Trendszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

#### 4.6.2 Klimaszenario

Legt man die Annahmen des Klimaszenarios zugrunde, wird sich der Beitrag erneuerbarer Energien in Rheinbach in den nächsten Jahren rasant entwickeln. Schon 2015 könnten über 20.000 MWh Energie jährlich ‚neu‘ erzeugt werden. Das spart fast 7.000 t CO<sub>2</sub>a (Tabelle 71).

Tabelle 71: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Klimaszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

	Ertrag pro Jahr [MWh]	CO <sub>2</sub> -Einsparung pro Jahr [t/a]
2015	20.472,7	6.968,8
2020	80.507,2	34.731,3
2030	134.585,7	53.861,0

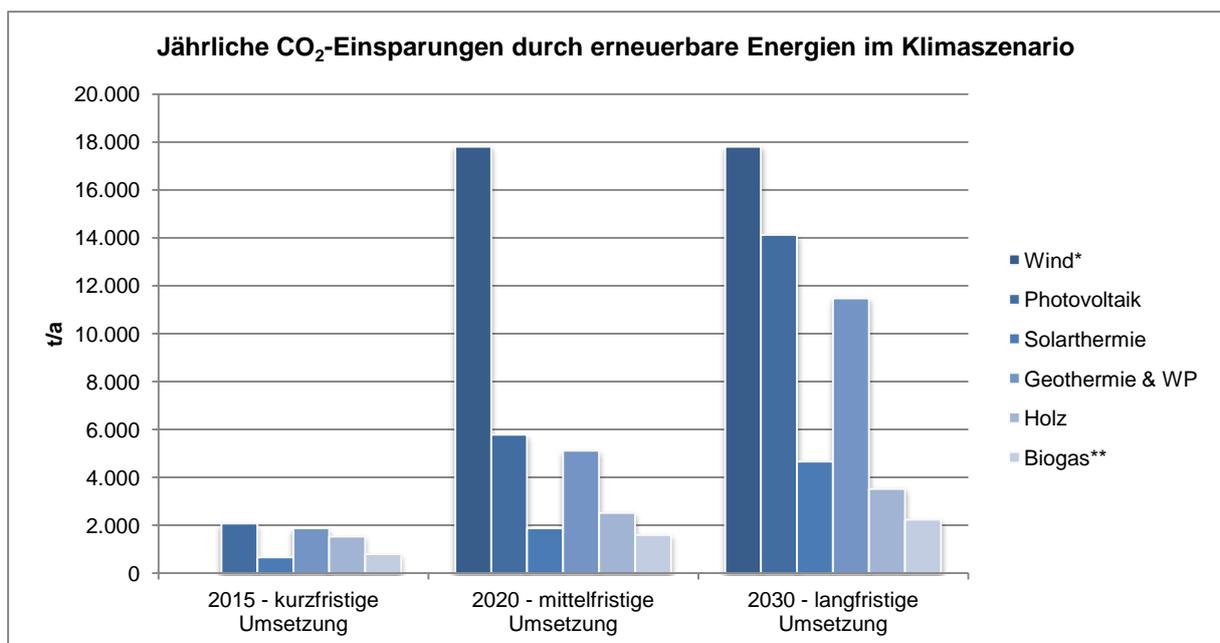
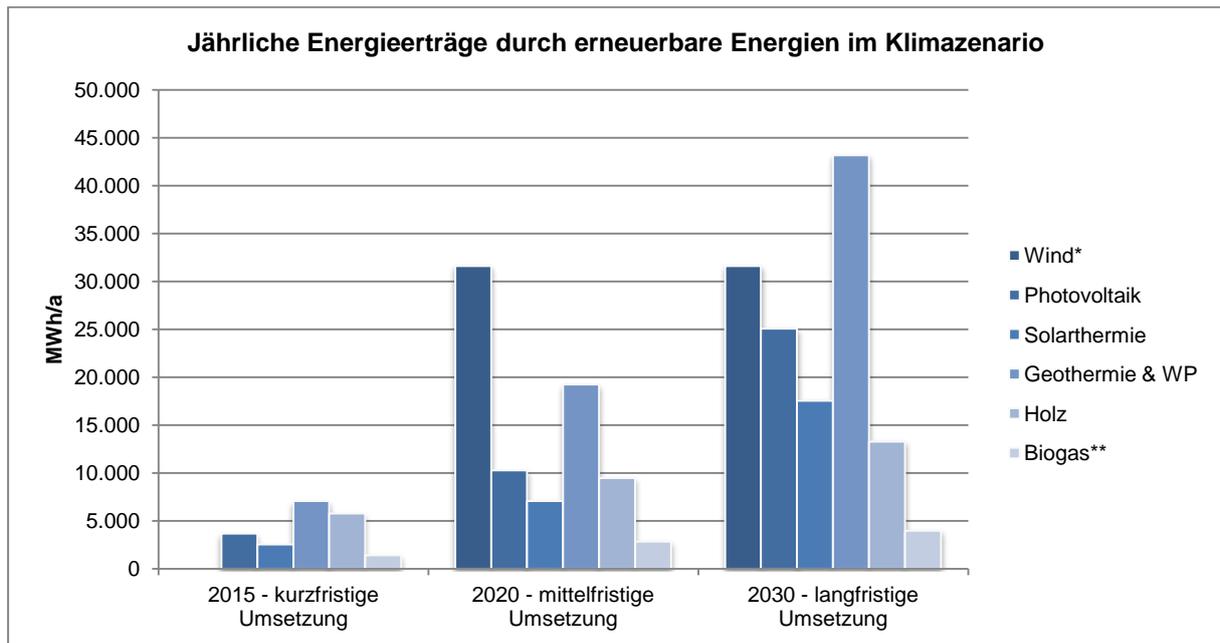
Auch hier zeigt sich der starke Einfluss der Windenergie. 2020 könnte sie 40 % aller regenerativen Energien ausmachen. Der Anteil geothermisch erzeugter Energie liegt im Schnitt bei gut einem Drittel. Solarthermie- und PV-Nutzung werden auch in den kommenden Jahren einen wichtigen Beitrag zum regenerativen Energiemix liefern (Tabelle 72 und Abbildung 60).

Tabelle 72: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Klimaszenario insgesamt [Eigene Berechnungen]

Energieträger		2015	2020	2030
Ertrag	Wind*	0,0	39,2	23,5
	Photovoltaik	18,0	12,8	18,6
	Solarthermie	12,3	8,8	13,0
	Geothermie & WP	34,5	23,9	32,1
	Holz	28,2	11,8	9,9
	Biogas**	7,0	3,5	3,0
CO <sub>2</sub> -Einsparung	Wind*	0,0	51,3	33,1
	Photovoltaik	29,8	16,7	26,2
	Solarthermie	9,6	5,4	8,7
	Geothermie & WP	27,0	14,7	21,3
	Holz	22,0	7,3	6,5
	Biogas**	11,5	4,6	4,2

\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.



\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abbildung 60: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Klimaszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen]

Der Szenarienvergleich zeigt die enormen Unterschiede zwischen Trend- und Klimaszenario. 2030 könnte durch eine gezielte und langfristig angelegte Klimapolitik doppelt so viel CO<sub>2</sub> eingespart werden, wie es ohne Konzentration auf diesen Themenbereich der Fall wäre (Abbildung 61).

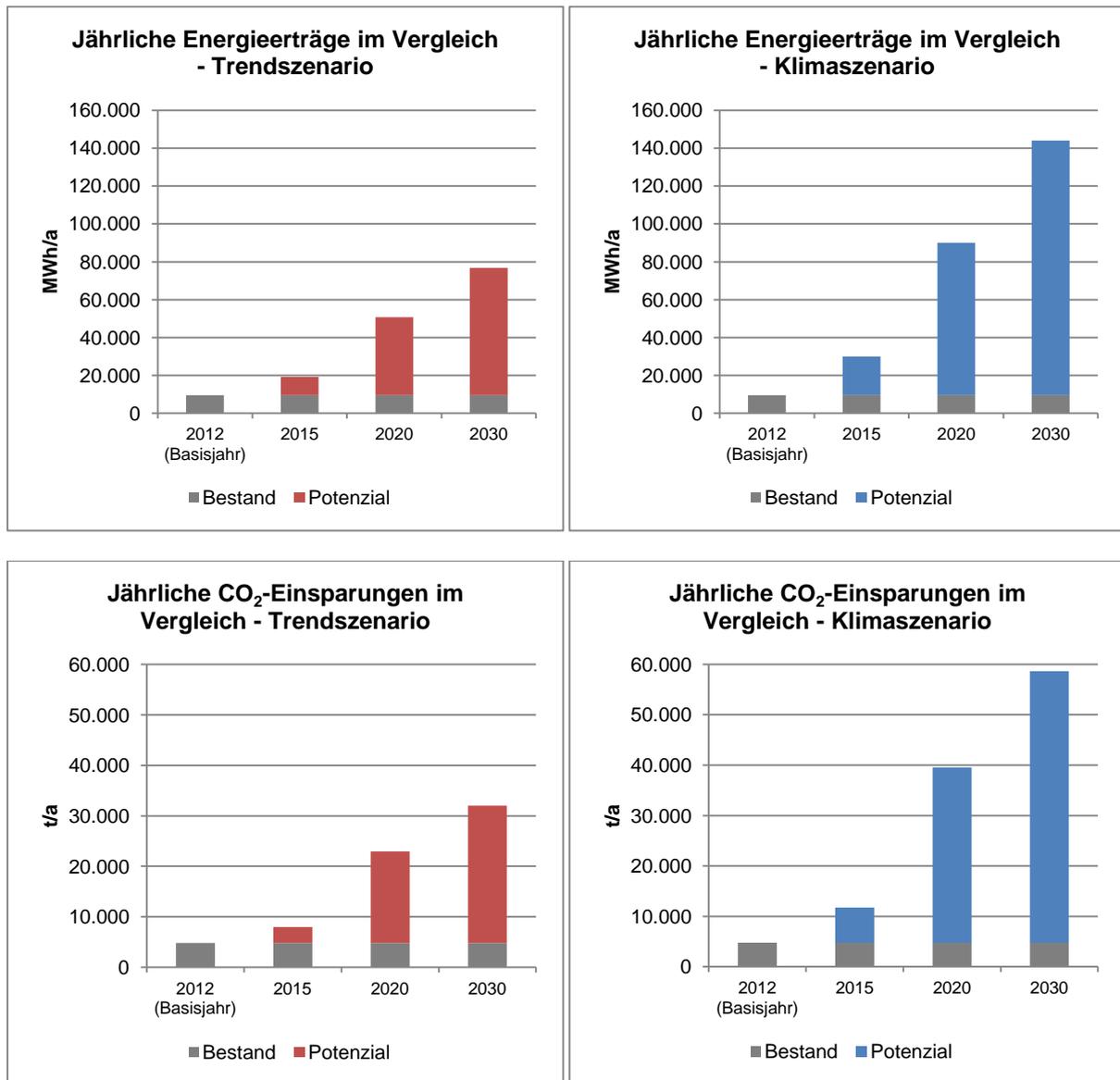
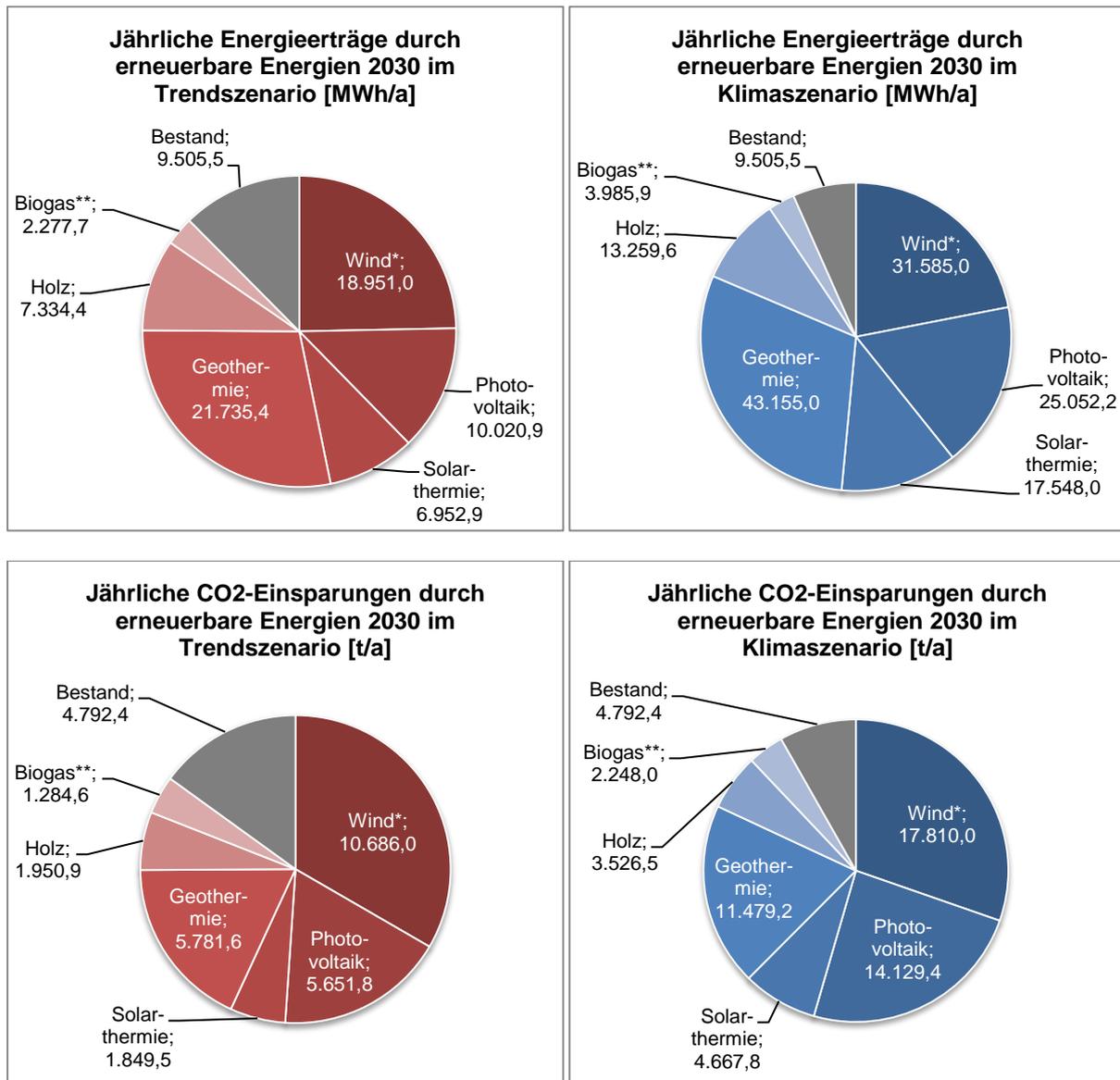


Abbildung 61: Energieerträge und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen]

In der Abbildung 62 sind die Anteile an Energieerträgen und CO<sub>2</sub>-Ersparnissen für die beiden Szenarien im Jahr 2030 dargestellt. Windenergie und Geothermie-Nutzung machen mit Abstand den höchsten Anteil aus.

In beiden Szenarien lässt sich auf die MWh bezogen durch Geothermie ein höherer Energieertrag erzielen. Zu beachten ist aber, dass sich durch die Windenergie etwa doppelt so viel CO<sub>2</sub> einsparen lässt als durch Geothermie. Das hängt mit der Energieart, Wind = Strom und Geothermie = Heizenergie, zusammen. Etwa 46 % der neu gewonnenen Energie ist Strom, der den Bundesstrommix mit höheren CO<sub>2</sub>-Belastungen substituiert.



\* Es handelt sich um die Kennwerte von 150 m hohen Windenergieanlagen.

\*\* Neben der Strom- sollte auch die Abwärmeenergie genutzt werden. Hier wurde nur die Stromerzeugung berechnet.

Abbildung 62: Anteil an Energieerträgen und CO<sub>2</sub>-Einsparungen im Szenarienvergleich für das Jahr 2030 [Eigene Berechnungen]

Insgesamt bieten sich also mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien auch bei realistischen Ausbauszenarien gute Möglichkeiten einen nennenswerten Beitrag zur Energiebedarfsdeckung zu leisten. 2012 belief sich der Endenergieverbrauch in der Stadt Rheinbach auf 608 GWh/a mit einem verursachten CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 109.000 t/a. Gemessen daran sind die erzielbaren Energieerträge mit 134,6 GWh/a und eingesparten 53.900 t/a im Jahr 2030 ein bescheidener Beitrag. Dies macht folgendes deutlich:

Es gibt weitere Einflussfaktoren auf die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien in der Stadt Rheinbach, die konsequent vorangebracht werden sollten:

- Die Reduzierung des Endenergieverbrauchs durch Einsparung und Effizienzsteigerung in allen Anwendungsbereichen und der
- sorgsame und Rationelle Energieeinsatz der erzeugten erneuerbaren Energie, z.B. durch Kraft-Wärme-Kopplung

Dadurch lässt sich bei gleichbleibender Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien-Anlagen deren Anteil am Gesamtenergieverbrauch erhöhen.

## 4.7 Übergreifende Handlungsansätze und Öffentlichkeitsarbeit

### 4.7.1 Handlungsfeld: Übergreifende Handlungsansätze und Netzwerkarbeit (ü)

Die Mobilisierung der Potenziale hängt oft von einem Anstoß und den passenden Zeitpunkt bei den in Frage kommenden handelnden Personen ab. Zusammen mit den richtigen Informationen führt er zur Sensibilisierung für die Problematik. Unterstützung erfahren die Akteure durch Beratung und konkrete Anleitung, Vermittlung der richtigen Partner und die Bereitstellung passender Finanzierungsangebote. Auch die Unterstützung bei der Durchführung, die erforderliche Qualifizierung und Überprüfung der Ergebnisse sind für zielführende Maßnahmen wichtig.

Dies trifft für alle Energieträger zu, insbesondere aber dort, wo viele Akteure gewonnen und von der Nützlichkeit überzeugt sein müssen. Es gibt je nach Energieträger mehr oder weniger Erklärungs- und Beratungsbedarf, und es gibt zielgruppenspezifische Anforderungen und Besonderheiten, da das Kenntnissniveau ganz unterschiedlich ist. Es ist wichtig, alle Mitwirkenden zu erreichen, um sie zu engagiertem Handeln zu bewegen. Dies gelingt selten durch singuläre Aktionen, sondern es bedarf einer kontinuierlichen Thematisierung oder eines als Plattform tragenden Angebotes. Gemeinsame Aktivitäten zwischen verschiedenen Zielgruppen können die Niveaus durch gegenseitiges Lernen angleichen, was den Projekten zu Gute kommt. Die einzelnen Mitwirkenden bringen so ihre jeweilige Expertise ein. Bei den Diskussionen im Energie-Café wurde deutlich, wie viel Know-how in der Stadt vorhanden ist und hier waren nicht mal alle Akteure vertreten.

Solche Maßnahmen schaffen organisatorisch und strukturell günstige Rahmenbedingungen, um konkrete Ausbaumaßnahmen schnell, gut, kooperativ und erfolgreich umsetzen zu können. Diese Maßnahmen führen selbst noch nicht zu einer zusätzlich erzeugten Kilowattstunde erneuerbarer Energie, helfen aber die anderen Maßnahmen voranzubringen. Sie greifen in die anderen

Bereiche ein und betreffen manchmal auch mehrere Handlungsfelder. Sie sollten auf Grund ihrer Bedeutung nicht vernachlässigt werden.

### Handlungsoptionen

- ü1** Für die Umsetzung der Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Stadt Rheinbach sind die Privatpersonen eine wichtige Gruppe. Hier geht es um die Einbindung von Solarenergie und Erdwärme in die Gebäudebeheizung. Für diese Aufgaben ist das **Handwerk der wichtigste Partner**. Deshalb sollte eine Initiative zusammen mit der Kreishandwerkerschaft und den Innungen gestartet werden, offensiv das Thema zu vermarkten. Die vorne genannten konkreten Maßnahmen brauchen eine tragfähige Kooperationsbasis.
- ü2** Um Gestaltungsspielraum für die Umsetzung von Maßnahmen zu erhalten, kann die Stadt Rheinbach einen eigenen **Solarbrief** auflegen, am besten mit einer Bank, um Bürgerkapital einzusammeln und es für diesen Zweck zu verwenden.
- ü3** Durchführung einer Bau-/**Energiemesse in Rheinbach**, die regelmäßig Hersteller und Interessenten zusammen bringt. Hier können Ansätze aus den Aktivitäten der ILEK Voreifel verstärkt oder ergänzt werden.
- ü4** **Vorhandene Beratungsangebote intensiver** nutzen, Ausstellungen ausleihen, **kooperative Aktivitäten** (auch mit anderen Gemeinden) mit der EnergieAgentur.NRW, der Verbraucherzentrale, dem RWE, der Regionalgas Euskirchen, der RSAG u.a. **vertiefen**. Gerade die Kommunikation mit den Unternehmen ist hier ein wichtiges Feld, weil die erneuerbaren Energien für Unternehmen einen großen Nutzen hinsichtlich Eigenverbrauchsdeckung darstellen.
- ü5** Die Stadt sollte eine **aktive Rolle spielen im Aufbau einer Plattform** zwischen der Hochschule, den Instituten wie Campus-Klein-Altendorf, den Unternehmen in der Stadt, der Landwirtschaft und den Bürgern für das Themenfeld erneuerbare Energien, um dieses Thema in Rheinbach zu platzieren.

#### 4.7.2 Handlungsfeld: Öffentlichkeitsarbeit ( )

Die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes kann nicht durch die Verwaltung oder die politischen Gremien der Stadt erfolgen, sondern diese können

- nur den Anstoß geben,
- für eine zielgerichtete Umsetzung die nötigen Rahmenbedingungen schaffen,
- eine koordinierende Rolle übernehmen,
- Impulsgeber sein für die einzelnen Gruppen,
- als Vorbild voran gehen,
- das Thema hochhalten,
- darauf achten, dass alle wichtigen Akteure in den Prozess der Umsetzung und Weiterentwicklung eingebunden sind,
- die interkommunale und verwaltungshierarchische Verankerung vorantreiben,
- die Gremien auf Verbands- und politischer Ebene einbinden,

um nur einige Aufgaben zu nennen.

Alle Akteure, jeweils für ihren Verantwortungsbereich, müssen gewonnen werden, entsprechende Entscheidungen zu fällen, ihr Verhalten auf die Klimaschutzziele auszurichten und Investitionen in diesem Sinne zu tätigen. Je verbindlicher und aktiver die Ziele von allen verfolgt werden, umso besser können die Ziele erreicht werden.

Dies bedarf einer guten Dialogkultur in der Stadt, um Zielkonflikte früh aufspüren und adäquate Schritte unternehmen zu können. Jenseits politischer Auseinandersetzungen sollte versucht werden einen guten Gesamtkonsens zu den Zielen zu erzielen, an den passenden Wegen kann man dann gemeinsam arbeiten.

#### Handlungsoptionen

- |   |  |
|---|--|
|  | Entwicklung eines <b>Slogans</b> , z.B. <b>„Rheinbach-erneuerbar“</b> , um eine identitätsstiftende Plattform zu schaffen. Unter diesem Dach können dann auch andere Akteure ihre Aktivitäten stellen, um so für die Stadt eine Bewegung mit gleichem Ziel und einem Gemeinschaftsgefühl zu entwickeln.  |
|  | Weiterführung des während der Bearbeitung schon aufgebauten <b>Internet-Angebotes</b> zum Thema <b>„Erneuerbare Energien und Klimaschutz“</b> . Hier können auch vierteljährlich besondere Themen immer neu aufgegriffen werden, z.B. Solarkollektor für mein Haus oder die Erdwärme anzapfen. Es können dann durch Verlinkung kleine Infopakete eingestellt werden. |

- ö3** Angebot von Energietouren als **Besichtigungsfahrten** zu guten **Beispielen für erneuerbare Energien** oder sonstigen **energetisch attraktiven Orten** für Interessierte aus der Stadt. Man könnte dies auch verbinden mit einem Wettbewerb über erneuerbare Energien für die ganze Familie. Neben den Gewinnen können die Teilnehmer exklusiv an den Fahrten teilnehmen.
- ö4** **Regelmäßige Information** über die **laufenden Projekte**, Berichterstattung über den schon erreichten Zubau an erneuerbaren Energien-Anlagen in Form eines Monitoring, Presseaktivitäten bei Grundsteinlegungen und Einweihungen.
- ö5** Fortführung des **Energie-Cafés**, (halb)jährlich als offene Dialogform, evtl. mit Schwerpunktthemen, für alle relevanten Akteure und Meinungsbildner in der Gemeinde.
- ö6** „**Rheinbach – erneuerbar vor Ort**“, **Betreiber zeigen** ihre **Anlagen** und **berichten** über ihre **Erfahrungen**. Dies schafft Vertrauen in eine Technik und baut Hemmnisse zur Realisierung ab.
- ö7** **Zielgruppenspezifische Angebote**, auch zusammen mit den jeweiligen Akteuren oder deren Medien, um das Thema immer wieder mittels entsprechend aufbereiteter Information und Kommunikation präsent zu halten.
- ö8** **Ideenwettbewerb für Kinder und Jugendliche** ‚Rheinbach – erneuerbar‘, auch in Zusammenarbeit mit Schulen. Die besten Ideen werden publiziert und in geeigneter Form honoriert.

## 5 Handlungsplan zur Umsetzung

### 5.1 Bewertung der identifizierten Handlungsoptionen

Für die Stadt Rheinbach werden zunächst 71 konkrete Handlungsoptionen (Tabelle 73 bis Tabelle 80) und dann daraus in Kapitel 5.3 sechs Handlungsempfehlungen vorgeschlagen, mit denen ein großer Teil der Potenziale bis 2020 mobilisiert werden können.

Die einzelnen Handlungsoptionen können im Rahmen dieses Klimaschutzkonzeptes und bei dem geringen Konkretisierungsgrad nur teilweise quantitativ bewertet werden. Daher werden alle genannten Handlungsoptionen qualitativ bewertet hinsichtlich

- Ihrem Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Minderung,
- Ihrer allgemeinen Wirtschaftlichkeit,
- der Erhöhung der regionalen Wertschöpfung,
- der Möglichkeiten zur interkommunalen Kooperation,
- der aus örtlicher Sicht vorgenommenen Priorisierung.

Als Messgröße wird eine Skala verwendet von A – C, wobei A den höchsten Wert darstellt.

Die Bewertungsmatrix macht deutlich, dass es der Natur der Sache folgend eine Reihe von Handlungsoptionen gibt, die sich direkt auf die Planung und Investition von Anlagen beziehen, viele betreffen aber auch die Vorbereitung und Schaffung der Rahmenbedingungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien. Die Maßnahmen bewirken durch die dezentrale Anwendung und die mittelständische Verankerung der sie anbietenden bzw. umsetzenden Firmen eine hohe Wertschöpfung für die Region. Auch bei den systemorientierten Handlungsoptionen, wo Strukturen aufgebaut werden, die über einen langen Zeitraum nachhaltig die Wirtschaftskraft vor Ort stärken, werden deutliche positive Impulse erwartet.

Es handelt sich bei dieser Bewertung um einen qualitativen Ansatz. Die Bewertung kann die Nutzenargumentation unterstützen und eine Abwägung zwischen verschiedenen Alternativen transparenter machen. Diese im Rahmen des Gutachtens nicht monetär zu bewertenden Effekte sollten nicht außer Acht gelassen, sondern zusammen mit technisch-ökonomischen und ökologischen Parametern in die Entscheidung einbezogen werden.

Tabelle 73: Handlungsoptionen (HO) Photovoltaik [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Photovoltaik</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
s1	Visualisierung der Solarerträge.	B	C	B	C	C
s2	Kommunal betriebene Solarflächenbörse für Gewerbe & Privatpersonen.	B	B	A	B	C
s3	Weitere Vermarktung der öffentlichen Dächer für die PV-Nutzung.	B	C	B	B	B
s4	Kampagne für eine forcierte Nutzung von Photovoltaik im Gewerbe.	A	B	B	C	A
s5	Bildung von Energiegenossenschaften.	C	B	A	C	C
s6	Informationskampagne zu E-Mobilität & PV-Anlagen.	B	C	B	A	A
s7	Informationskampagne zu neuen technischen Möglichkeiten von PV.	A	C	C	B	A
s8	Überprüfung der Schaffung von zusätzlichen Flächen für PV.	B	B	A	B	B
s9	Überprüfung der bestehenden Pachtverträge.	C	B	B	C	C
s10	Ausarbeitung & Umsetzung geeigneter Finanzierungsmodelle zur Realisierung kommunaleigener PV-Anlagen.	C	A	A	B	C
s11	Gezielte Ansprache von BW, JVA & FH Bonn Rhein-Sieg zur Nutzung potenzieller PV-Flächen.	C	B	B	C	C
s12	Initiieren von PV-Kooperationsprojekten mit der FH Bonn Rhein-Sieg.	B	A	A	B	B

Tabelle 74: Handlungsoptionen (HO) Solarthermie [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Solarthermie</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
s13	Bereitstellung von Informationen über solarthermische Nutzung.	B	B	B	B	B
s14	Solaroffensive mit Handwerk und Banken.	A	B	A	A	A
s15	Solarforum initiieren als Plattform zum Informations- und Erfahrungsaustausch.	C	B	B	A	C
s16	Systematische Prüfung des Einsatzes solarthermischer Anlagen in öffentlichen Liegenschaften.	B	A	B	C	A
s17	Optimierung kommender Neubausiedlungen für die Verwendung von Solarthermie.	B	A	B	C	B
s18	Kampagne für eine forcierte Nutzung von Solarthermie.	A	B	A	B	A
s19	Solarthermie zur Brauchwasserbereitung und Heizungsunterstützung in öffentlichen Liegenschaften anderer Träger fördern.	B	C	B	C	B
s20	Wettbewerb für das Handwerk unter Heizungsfirmen, wer die meisten Solaranlagen bereits installiert hat (auch in Ergänzung zu s14).	B	B	B	A	C

Tabelle 75: Handlungsoptionen (HO) Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Oberflächennahe Geothermie &amp; Wärmepumpen</b>	Bewertung (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> -Minderungspotenzial	Wirtschaftlichkeit	Regionale Wertschöpfung	interkomm. Kooperation	Rheinbacher Sicht
<b>g1</b>	Effizienzinitiative Heizungstechnik	B	B	A	B	B
<b>g2</b>	Wärmepumpenforum	B	A	A	A	B
<b>g3</b>	Ansprache Energieversorger für eine Wärmepumpenkampagne, zusammen mit Informationen zu öffentlichen Förderprogrammen.	B	B	A	C	B
<b>g4</b>	Qualifizierungsoffensive mit dem Handwerk zum 'Wärmepumpen-Effizienzbetrieb'.	B	B	B	A	C
<b>g5</b>	Informationen bereitstellen, die als Entscheidungsgrundlage dienen.	A	B	B	A	A
<b>g6</b>	Für Gewerbegebiete und größere Gebäudekomplexe Möglichkeiten eines Anschlusses benachbarter Objekte prüfen.	B	A	A	C	C
<b>g7</b>	Bohrergebnisse mit Einverständnis des Eigentümers als zusätzliche Information und Entscheidungshilfe bereitstellen.	B	A	A	C	C
<b>g8</b>	Geothermieförderung durch Aufnahme in städtebauliche Verträge bei Neubaugebieten.	B	B	B	A	B
<b>g9</b>	In Neubausiedlungen gemeinschaftliche Bohrungen initiieren.	A	A	A	C	B
<b>g10</b>	Beratung zur CO <sub>2</sub> -mindernden Energieversorgung.	A	B	A	C	C

Tabelle 76: Handlungsoptionen (HO) Windenergie [Eigene Daten]

HO	Windenergie	Bewertung (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> -Minderungspotenzial	Wirtschaftlichkeit	Regionale Wertschöpfung	Interkomm. Kooperation	Rheinbacher Sicht
<b>w1</b>	Information und Transparenz zur Nutzung von Windenergie in der Bürgerschaft.	B	A	B	C	A
<b>w2</b>	Überprüfung der planerischen Zulässigkeitsvoraussetzungen.	A	A	A	A	A
<b>w3</b>	Gutachten im Hinblick auf die Anpassung insbesondere der Höhe der baulichen Anlagen innerhalb der vorhandenen Konzentrationszone.	A	B	B	A	A
<b>w4</b>	Interkommunale Kooperation bei der Überplanung der vorhandenen Konzentrationszone.	C	C	C	A	A
<b>w5</b>	Optimierung einer kommunalen und/oder regionalen Wertschöpfung prüfen.	C	A	A	A	B
<b>w6</b>	Beobachtung der Entwicklung von Windenergieanlagen und Anpassung auf die geänderten Rahmenbedingungen.	B	B	B	B	B

	Beobachtung der Thematik der Kleinwindkraftanlagen.	B	C	B	C	C
---	---	---	---	---	---	---

Tabelle 77: Handlungsoptionen (HO) Holzartige Biomasse [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Holzartige Biomasse</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
	Schaffung eines kommunalen Angebotes (über den Bauhof) zur Annahme und energetischen Nutzung von Landschaftspflegeholz von privaten Flächen.	B	A	A	B	B
	Laufende Beobachtung der Vermarktung des Holzes.	C	A	A	C	B
	Nutzung des Holzes aus der Landschaftspflege in Rheinbach.	B	B	A	B	B
	Die Ressourcen aus dem Obstbaumschnitt erfassen und Verwertungsstrategie ausarbeiten.	B	B	A	A	B
	Kurzumtriebsplantagen (KUP) auf ausgewiesenen Flächen.	B	B	B	B	B
	Bereitstellung einer Lagerhalle zur Trocknung der Holzhackschnitzel.	A	A	A	A	A
	Kartierung von bisher nicht genutzten Flächen, um gezielt Nutzhölzer für die energetische Verwertung anzupflanzen.	A	A	A	A	A
	Information über die ökologisch einwandfreie Nutzung von Holz.	A	B	C	C	A
	Mögliche Standorte für Holzhackschnitzelheizungen identifizieren.	A	A	A	C	A
	Lohnunternehmer finden, der die Ernte von KUP anbietet.	A	A	A	A	A
	Lohnunternehmer finden, der örtlichen Obstbauern Rodearbeiten anbietet.	A	A	A	A	A
	Lokalen Abnehmer für Obstbaumhackgut finden.	A	A	A	B	A
	Bei Neuanpflanzungen Robinienpfähle nutzen.	C	/	/	C	C
	Miscanthus anbauen.	A	A	A	B	B

Tabelle 78: Handlungsoptionen (HO) Biogene Reststoffe & Biogas [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Biogene Reststoffe &amp; Biogas</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
<b>b1</b>	Information der Landwirte über kleine Biogasanlagen.	A	B	A	B	C
<b>b2</b>	Interessierte Landwirte bündeln und evtl. eine Gemeinschaftsbiogasanlage projektieren.	C	A	A	C	C
<b>b3</b>	Suche nach Wärmesenken und Umsetzung guter Wärmenutzungskonzepte mittels Biogasanlagen.	A	B	B	B	C
<b>b4</b>	Informationen und Hilfestellung über andere Anbaukulturen.	C	B	A	A	B
<b>b5</b>	Anlage eines Demonstrationsfeldes für verschiedene Energiepflanzen.	B	B	C	C	A
<b>b6</b>	Runder Tisch „Nutzung biogene Reststoffe“.	B	B	A	A	B
<b>b7</b>	Qualitätsstandards und Label zur nachhaltigen Verwertung biogener Abfälle.	B	C	B	A	C

Tabelle 79: Handlungsoptionen (HO) Übergreifende Handlungsansätze und Netzwerkarbeit [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Übergreifende Handlungsansätze und Netzwerkarbeit</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
<b>ü1</b>	Für die Umsetzung der Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Stadt Rheinbach ist das Handwerk der wichtigste Partner. Initiativen zusammen mit Kreishandwerkerschaft und Innungen starten.	/	B	A	A	A
<b>ü2</b>	Eigenen „Solarbrief“ in Rheinbach auflegen.	/	B	A	A	B
<b>ü3</b>	Durchführung einer Bau-/Energimesse in Rheinbach.	/	/	A	B	A
<b>ü4</b>	Vorhandene Beratungsangebote intensiver nutzen und kooperative Aktivitäten (auch mit anderen Gemeinden) vertiefen.	B	A	B	A	A
<b>ü5</b>	Die Stadt sollte eine aktive Rolle spielen im Aufbau einer Plattform zwischen verschiedenen Akteuren der Stadt.	/	A	A	B	A

Tabelle 80: Handlungsoptionen (HO) Öffentlichkeitsarbeit [Eigene Daten]

HO	Handlungsoptionen <b>Öffentlichkeitsarbeit</b>	<b>Bewertung</b> (A – C, wobei A den höchsten, C den niedrigsten Wert darstellt)				
		CO <sub>2</sub> - Minderungs- potenzial	Wirtschaft- lichkeit	Regionale Wert- schöpfung	Interkomm. Kooperation	Rhein- bacher Sicht
ö1	Entwicklung eines Slogans, z.B. ‚Rheinbach-erneuerbar‘, um eine identitätsstiftende Plattform zu schaffen.	/	C	A	C	A
ö2	Weiterführung des während der Bearbeitung schon aufgebauten Internet-Angebotes zum Thema ‚Erneuerbare Energien und Klimaschutz‘.	/	B	A	C	A
ö3	Angebot von Energietouren als Besichtigungsfahrten zu guten Beispielen für erneuerbare Energien oder sonstigen energetisch attraktiven Orten für Interessierte aus der Stadt.	/	C	A	A	C
ö4	Regelmäßige Information über die laufenden Projekte.	C	C	B	B	B
ö5	Fortführung des Energie-Cafés, (halb)jährlich als offene Dialogform	B	/	A	C	B
ö6	„Rheinbach – erneuerbar vor Ort“, Betreiber zeigen ihre Anlagen und berichten über ihre Erfahrungen.	B	A	A	B	B
ö7	Zielgruppenspezifische Angebote	A	/	B	B	A
ö8	Ideenwettbewerb für Kinder und Jugendliche ‚Rheinbach – erneuerbar‘.	B	/	A	C	B

## 5.2 Priorisierung der möglichen Klimaschutzmaßnahmen nach ihrer Umsetzbarkeit

Die einzelnen Handlungsoptionen lassen sich auf der Zeitachse unterschiedlich schnell umsetzen. Dies hat wesentlich mit dem Finanzierungsbedarf, aber auch mit den zu erwartenden Hemmnissen zu tun. Manche Maßnahmen sind ohne große Investitionen zu ergreifen, durch organisatorische oder verhaltensbedingte Änderungen. Ungeachtet wirtschaftlicher Attraktivität muss für andere Maßnahmen Kapital aufgebracht werden. Dies ist in vielen Fällen nicht vorhanden oder muss durch Kredite und andere Finanzierungsmodelle mobilisiert werden. Für die Energieeffizienz und die erneuerbaren Energien trifft die alleinige Wirkung der Marktdynamik aufgrund Preisattraktivität und Wirtschaftlichkeit noch nicht überall zu. Dies wird sich ändern, wenn in einigen Jahren beispielsweise die Netzparität von PV-Anlagen und anderen erneuerbaren Energien-Anlagen erreicht sein wird. Aber die Erfahrung zeigt, dass selbst höchst wirtschaftliche Maßnahmen, die sich innerhalb kürzester Zeit amortisieren, oft nicht umgesetzt werden. Hier bedarf es dann z.B. Information, Beratung, unkomplizierter Problemlösungen und Überzeugungskraft.

Der zweite Punkt bei der Beurteilung der Umsetzungsmöglichkeiten ist der Umstand, dass für einige Handlungsoptionen die Verabschiedung von Beschlüssen und Gesetzen, das Führen von Verhandlungen, das Einholen von Genehmigungen, die Schaffung organisatorischer Rahmenbedingungen oder die Bürgerbeteiligung notwendig werden. Dies schlägt sich auf die Umsetzungsgeschwindigkeit nieder.

Daher werden die betrachteten Handlungsoptionen unter den Aspekten

- Kosten
- Umsetzungsgeschwindigkeit

bewertet und in einem Handlungsportfolio (Abbildung 63) in Beziehung gesetzt. Die Bewertung erfolgt jeweils nach den Kategorien Aufwand klein, mittel, hoch.

Daraus lässt sich eine Priorisierung für die Umsetzung ablesen: Die Handlungsoptionen im unteren linken Bereich sollten zuerst begonnen werden. In den mittleren Bereichen befinden sich die Handlungsoptionen, die wenig Kosten verursachen, aber auch schon mehr Zeit beanspruchen, oder höhere Kosten verursachen, aber schneller umzusetzen sind, oben rechts befinden sich die Maßnahmen, die sowohl länger dauern als auch mit höheren Kosten verbunden sind.

Die Maßnahmen, die sich im unteren linken Bereich befinden, sollten demnach vorrangig in Angriff genommen werden, da sie schnell umsetzbar sind und sich durch niedrige Kosten auszeichnen. Damit können schnell Erfolge erzielt werden, was den Prozess stimuliert, der sich dann selbst verstärken kann. So kann die Zeit für die langwierigeren oder die mit einem höheren Planungsaufwand verbundenen Maßnahmen genutzt und die Motivation für die schwierigeren Punkte hoch gehalten werden. Gleichwohl sollte man die aufwändigeren Punkte nicht aus dem Auge verlieren, denn sie müssen in Angriff genommen werden, da sie einen längeren Vorlauf benötigen.

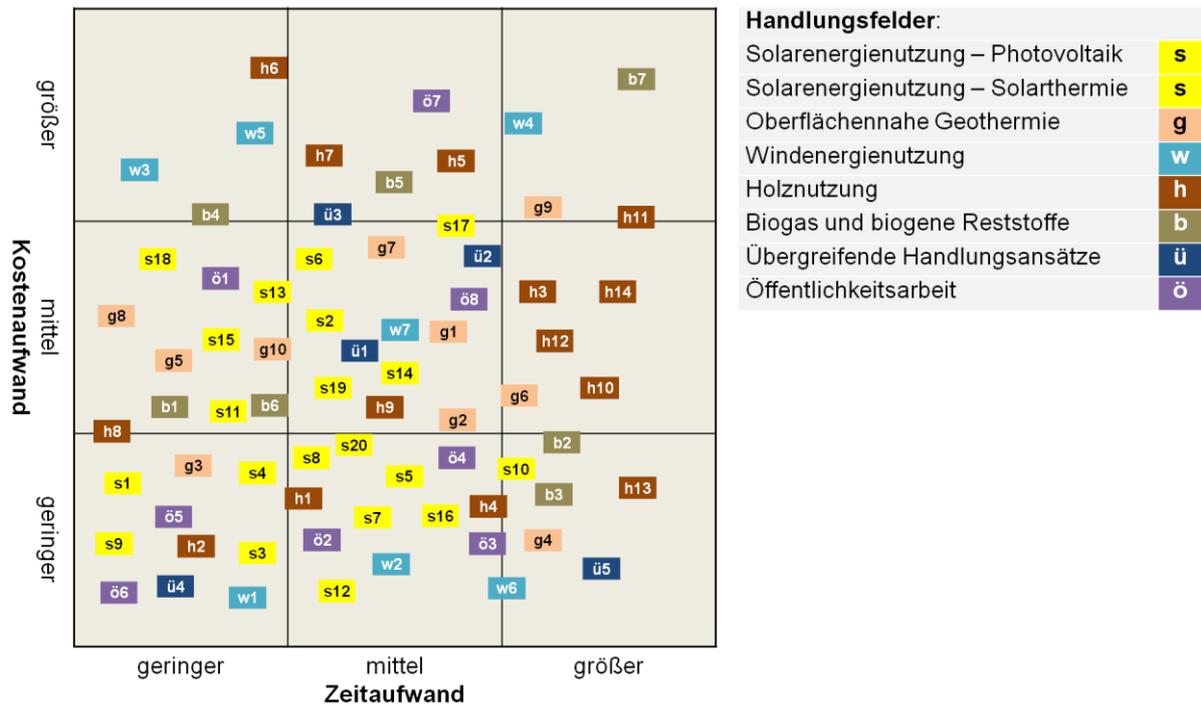


Abbildung 63: Handlungsportfolio für die identifizierten Handlungsoptionen auf der Zeitachse [Eigene Darstellung]

### 5.3 Empfehlungen von Leuchtturmprojekten

Die in diesem Konzept aufgezeigten Potenziale lassen sich mit einer Reihe von Handlungsoptionen, wie sie in Kapitel 4 dargestellt sind, umsetzen. Damit die Stärkung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien in Rheinbach auch die bestmöglichen Effekte zeigen, sollte die Umsetzung in zielgerichteter Form und unter Beteiligung der relevanten Akteure in der Region erfolgen. Daher werden die Handlungsoptionen nicht nur nach ihren Umsetzungsmöglichkeiten eingeordnet (Abbildung 63), sondern einzelne wichtige Projekte auch als „Leuchtturmprojekte“ empfohlen und nachfolgend weiter konkretisiert. Dabei setzen sie sich teilweise aus mehreren Handlungsoptionen zusammen und können durch Ergänzung benachbarter Handlungsoptionen erweitert werden. Die Auswahl berücksichtigt die Bewertung in Kapitel 5.2, nimmt aber auch einzelne Handlungsoptionen mit hinzu, wenn sie sinnhafterweise dieses Projekt unterstützen, auch wenn sie geringer bewertet sind.

Die Stadt übernimmt als Verantwortliche für das Gemeinwesen und die Grundversorgung der Bevölkerung eine wichtige Rolle in dreierlei Hinsicht: Als Impulsgeberin, Moderatorin und Koordinatorin unterstützt sie die Aktivitäten der anderen Akteure. In ihrer hoheitlichen Funktion nimmt sie auch eine steuernde Rolle ein und ist als Trägerin von Maßnahmen selbst Akteurin.

In den anderen Wirtschaftsbereichen gibt es viele aktive Personen und Firmen, die ihre Gebäude energetisch saniert haben und erneuerbare Energien schon einsetzen oder aktiv den Ausbau voranbringen. Ohne ihre Mitwirkung ist das gesteckte Ziel nicht erreichbar, da sie die Verantwortlichen im jeweiligen Handlungsbereich sind und auch die Investitionshoheit haben. Deshalb werden in den nachfolgenden Handlungsempfehlungen die verantwortlichen Akteure und Beteiligten benannt.

Für die Umsetzung der ermittelten Potenziale wurden 71 Handlungsoptionen genannt (Abschnitt 5.1), die alle geeignet sind, einen Beitrag für den Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2030 zu leisten. Im Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure lassen sich die verschiedenen Maßnahmen umsetzen, Schritt für Schritt und jede mit einem mehr oder weniger großen Beitrag.

Die Vielzahl der Maßnahmen lassen sich je nach Mitwirkungsbereitschaft und Investitionsmöglichkeiten in einen zeitlichen Ablauf bringen. Einige Projekte bzw. Maßnahmenpakete werden als „Leuchtturmprojekte“ etwas ausführlicher behandelt, um eine handlungsorientierte Vorgehensweise zu unterstützen. Sie wurden aus der Vielzahl der Ansatzpunkte auf der Basis der Ergebnisse ausgewählt und mit der Stadt Rheinbach abgestimmt. Sie sollen exemplarisch erste Projekte skizzieren.

### 5.3.1 Rheinbacher-Solar-Paket - Kampagne mit dem Handwerk für private Bauherren und Gewerbe

#### Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **s13**, **s14**, **s15**, **s18**)

- Energieeffizientes und klimafreundliches Bauen als gute Voraussetzung
- Solarthermische Nutzung offensiv vermarkten
- Aktive Information und Beratung der privaten und gewerblichen Hauseigentümer
- Kooperation mit dem Handwerk
- Standardisierte Leistungspakete des Handwerks
- Schaffung von Finanzierungsmöglichkeiten zusammen mit Banken
- Begleitung durch Förderanreize und Kommunikation

Dieser Maßnahmenvorschlag ist dem Handlungsfeld **'Solarenergienutzung'** zuzuordnen.

Voraussetzung für eine sinnvolle Solarenergienutzung im Gebäudebereich ist ein hoher Wärmedämmstandard, weil mit der gleichen Anlagenleistung dann ein sehr viel größerer Anteil des Wärmebedarfs regenerativ gedeckt werden kann. In Neubaugebieten oder neu zu errichtenden Gebäuden sind die Voraussetzungen besser als im Bestand, weil von der Gebäudeausrichtung und der Bauausführung direkt darauf eingewirkt werden kann. Bei der Entwicklung von Baugebieten aber auch bei Planungen im Bestand können diese Voraussetzungen berücksichtigt werden. In den anderen Fällen kann durch Beratung und Hinweise bei der Genehmigung, z.B. durch Informationen im Bauratgeber, der Bauherr direkt angesprochen werden.

Das Potenzial für solarthermische Solaranlagen im privaten und gewerblichen Gebäudesektor ist sehr groß (siehe Kapitel 4.1.2), da die bisherige Ausbaurate gering ist. Es bietet sich daher eine konzertierte Aktion an, die alle notwendigen Akteure bündelt und die Umsetzungsschritte koordiniert abläuft. Eine solche Solaroffensive hat ihren Fokus auf zwei Ebenen:

- Die Ansprache der Hausbesitzer durch Information und Schaffung von Anreizen sowie Moderation des Prozesses.
- Die Gewinnung der Handwerker, Banken und Beratungsinstitutionen zu einer gemeinsamen Aktion für einen festzulegenden Zeitraum.

Die Durchführung einer solchen Maßnahme als konzertierte Aktion unter einem Slogan, z.B. ‚Rheinbacher Solaroffensive‘, erleichtert die Kommunikation als Kampagne und die Definition von Zielwerten, z.B. 200 m<sup>2</sup> Kollektorfläche pro Jahr, und die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren in Projektform. Wichtige Voraussetzungen sind zu schaffen, damit eine reibungslose Umsetzung

möglich wird, z.B.

- Mögliche Flächen und Objekte sind zu identifizieren, bei denen die Umsetzungssituation günstig ist, z.B. Dach muss saniert werden oder ist in einem guten baulichen Zustand sein, damit es die nächsten 20 – 30 Jahre hält bzw. keine Reparaturen zu erwarten sind.
- Es sollte eine breite Kooperationsbasis gefunden werden, damit die Effekte auch schnell erkennbar sind.
- Um den Ablauf reibungslos durchführen zu können, braucht es eine federführende Institution.
- Es sollten weitestgehend standardisierte Lösungen dargestellt werden, um eine schnelle und kostengünstige Montage zu ermöglichen.
- Auf die Qualität der Montage sollte großen Wert gelegt werden, um Undichtigkeiten zu verhindern und im Falle der solarthermischen Anlagen eine optimale Einbindung in das Gesamtheizsystem zu gewährleisten.
- Finanzierungsgenässe sollten durch geeignete Unterstützung abgedeckt werden.

Insgesamt lassen sich im Folgenden Arbeitsschritte und Akteure ableiten. Die Zuordnung der Arbeitsschritte zu den Akteuren lässt sich nicht eindeutig vornehmen, weil häufig mehrere Akteure eingebunden sind und es sehr auf die Bereitschaft zur Mitwirkung ankommt. Möglicherweise müssen ersatzweise andere Akteure der gleichen Branche hinzugezogen werden.

### Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Information der Hausbesitzer</b>	Infothek zusammenstellen auf der Website von Stadt und Zugriff durch Handwerk mit Internetzugang zu wichtigen Weblinks, Solarforum veranstalten zusammen mit ILEK, Verbraucherberatung, Energieversorger „Solar-Treff vor Ort“: Besichtigung bestehender Anlagen „Solardach-Check“ vor Ort: Angebot zur Dachbewertung	Stadtverwaltung Energieversorger Verbraucherzentrale Bauherren mit Solaranlage
<b>Entwicklung Standardpakete durch Hersteller und Handwerk</b>	Gewinnung von Kooperationspartnern Ausschreibung und Design von Standardpaketen für Solarkollektoren, z.B. 6, 8 oder 10 m <sup>2</sup> zu Pauschalpreisen incl. Montage, daher Preisvorteile	Stadtverwaltung Regionalgas Euskirchen Kreishandwerkerschaft Innungsbetriebe aus Rheinbach
<b>Finanzierung</b>	Gewinnung der Banken zur Kooperation Entwicklung eigener Angebote der Banken Information und Unterstützung bei Antragstellung öffentlicher Fördermittel	Stadtverwaltung Lokale, regionale Banken Fördermittelgeber Verbraucherzentrale

**Marketing und Moderation des Prozesses**

Rundbrief an alle Eigentümer mit Interessensbekundung, Aufnahme in Bauratgeber.  
Eigene Website, auf die alle Kooperationspartnern und die Kunden zugreifen können und sich direkt Angebote geben lassen.  
Werbemittel zwischen Stadt, Hersteller, Handwerker u.a. Kooperationspartner wie Postkarten mit kurzer Info (Slogan) mit Link und QR-Code zur Webseite, können z.B. verschickt und ausgelegt werden oder der Baugenehmigung beigelegt werden.  
Anreize für Energieberatung oder Rabatt für die ersten 10 Teilnehmer.  
Vorstellung der Aktion z.B. auf der Baumesse oder bei einer Veranstaltung zum Start zusammen mit den teilnehmenden Handwerkern und Herstellern.  
Regelmäßige Berichte über die Erfolge und weiteren Schritte

Stadtverwaltung  
Netzwerkpartner für diese Aktion  
Hans & Grund Bonn/Rhein-Sieg  
Medienpartner  
Stadt als Genehmigungsbehörde

**Zeitplanung**

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Information Hausbesitzer	■	■		■		■		■		■		■		■		■		■
Entwicklung Standardpakete	■	■			■			■			■			■			■	
Finanzierung		■		■		■	■		■	■		■	■		■	■		■
Marketing		■	■		■		■		■		■		■		■		■	

### 5.3.2 Ausbau der Baumesse zu einem Treffpunkt „Klimafreundliche Energieversorgung“

**Kurzbeschreibung** (Handlungsoption **ü1**, **ü5**, **ö3**) anpassen

- Ausweitung und Aufwertung der Baumesse durch erneuerbare Energien und Teilnahme Hochschule
- Ausstellung mit begleitender Veranstaltung
- Schwerpunkt: Energieeffizienz und Nutzung erneuerbare Energien
- Kooperation mit dem Handwerk, Banken, Hochschule, Herstellern, Campus Altendorf als Außenstelle u.a.
- Etablierung einer mehrjährigen Informationsplattform

Dieser Maßnahmenvorschlag ist dem Handlungsfeld '**Übergeordnete Maßnahmen**' zuzuordnen.

Folgende Themen bieten sich als **Vortragsprogramm** an: konkrete Maßnahmen wie sie in den Handlungsoptionen des Klimaschutz-Teilkonzeptes genannt sind, Umgesetzte Projekte und deren Ergebnisse, Ergebnisse Thermographieaktion, Energieeffizienz im Gewerbe, Heizen und Kühlen mit Erdwärme, neue technische Entwicklungen – Technologieforum; Podiumsdiskussion: Aktuelle Entwicklungen in der Region, regionale Wertschöpfung, Ausstellerforum, Kooperationszirkel: Wer muss/möchte/sollte mit wem zusammen arbeiten?

Mindestens ein Impulsvortrag sollte von einem bekannten Redner besetzt werden, damit auch ein „Zugpferd“ da ist.

Die **Ausstellung** sollte Folgendes umfassen: Alle Techniken der Anwendung im Energieeffizienzbereich und der erneuerbaren Energien, Gebäudesanierung, Wärmedämmung, Fensterbau, Thermographie, Elektroanwendung, moderne Gasanwendung: Brennwert, KWK, stromerzeugende Heizung, Wärmepumpe, Holznutzung, Stromeigenerzeugung mit Sonne und Kleinwindkraft, Speichertechniken, Wärmerückgewinnung, Lüftung und Klimatisierung, Kühlung, Beleuchtung, Finanzierung und Förderung, EnEV, EEG, KfW-Effizienzstandards.

Als Kreis der **möglichen Aussteller** kommen in Frage: Energieversorger, Verbraucherzentrale NRW, Banken: örtliche und Bausparkassen, Hersteller, Planer, Energieberater, Heizungsbauer, Bauhandwerk, E-Mobilität mit Probefahrten.

Beratung und Akquise: Interessenten werben für Thermographieaktion, Rheinbacher-Solar-Pakete, Energieberatungstermine vor Ort, u.a.

Es ist zu klären, wie das gegenwärtige Angebot des Gewerbevereins durch Kooperation verbessert bzw. ausgeweitet werden kann.

## Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Entscheidung auf Basis einer Vorlage</b>	Inhaltliche Ausrichtung Zielgruppen Nutzen für die Stadt Kostendeckungsvorschlag	Stadtrat
<b>Interne Planung</b>	Orgateam zusammenstellen Jour Fix etablieren Externe Unterstützung klären und ggf. beauftragen Ressourcenplanung	Verwaltung
<b>Suche Kooperationspartner</b>	Klärung ob Durchführung alleine oder mit Kooperationspartner bzw. Dienstleister Suche nach geeigneten Kooperationspartnern und Klärung der Rollen Sponsorenwerbung	Verwaltung und evtl. externer Dienstleister Gewerbeverein Akteure in der Stadt Unternehmen Hochschule
<b>Vortragsprogramm</b>	Festlegung Themenschwerpunkte und potenzielle Referenten Anfrage Referenten und Moderatoren Festlegung des Programms Klärung ob Besichtigungen und touristisches Begleitprogramm Erstellung des Prospektes Verteiler aufstellen für potenzielle Teilnehmer Multiplikatoren für den Versand gewinnen Versand des Programms per Mail und Nachfassaktion Fristen für Vorträge, mitteilen und kontrollieren	Verwaltung Dienstleister Für Vortragsveranstaltung könnte auch die Hochschule verantwortlich zeichnen.
<b>Ausstellung</b>	Ausstellungsformulare entwickeln Verteiler potenzielle Aussteller (post. + E-Mail) aufstellen Aufstellung Hallenplan mit Versorger und Feuerwehr Versandaktion postalisch Nachfassaktion per E-Mail und telefonisch Hallenplan mit Zuordnung der Aussteller erstellen Anmeldungen bestätigen mit Auf- und Abbauhinweisen und verwalten Rechnungen erstellen und verschicken – Zahlungsziel vor Beginn der Messe Ausstellerkatalog Betreuung vor Ort	Verwaltung Dienstleister Gewerbeverein Kreishandwerkerschaft
<b>Veranstaltungsmanagement</b>	Buchung Räumlichkeiten Buchung Übernachtungskontingent und Fristen Verhandlung über Pauschalen und Begleitprogramm Unterstützung Referenten bei Übernachtung Evtl. Shuttledienste organisieren	Verwaltung Dienstleister Gewerbeverein

	Bewirtung während der Tagung, im Hallenbereich, Abendveranstaltung – Betreuung Tagung Technik Betreuung Ausstellung Auf- und Abbau Tagungsbüro	
<b>Presse- und Öffentlichkeitsarbeit</b>	Multiplikatoren und deren Leistungen klären Verteiler örtliche und regionale Presse Rundfunk /überregionale Presse Werbemöglichkeiten, z.B. redaktionelle Beiträge, Vorstellung Konzept z.B. mit Einreichungsfristen Presstexte Ankündigung, Beginn und Nachberichterstattung	Verwaltung Dienstleister Gewerbeverein
<b>Evaluation</b>	Feedback von Referenten, Ausstellern und Teilnehmern zusammentragen und bewerten Entscheidung über Optimierungsmöglichkeiten Entscheidung über weitere Fortführung Finanzielle Auswertung	Verwaltung Akteure

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Entscheidung Baumesse und Durchführung	■	■			■			■			■			■			■	
Interne Planung	■	■		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Suche Kooperationspartner	■	■		■		■		■		■		■		■		■		■
Vortragsprogramm	■	■		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Ausstellung	■			■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Veranstaltungsmanagement		■		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit		■		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	
Evaluation		■		■	■		■	■		■	■		■	■		■	■	

### 5.3.3 Ausbau der Windenergie

#### Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **w1**, **w3**, **w4**, **w5**)

- Überprüfung und Anpassung der Festsetzungen für das Sondergebiet Windenergieanlagen im Bebauungsplan "Bremeltal" (Windpark Flerzheim)
- Änderung des Bebauungsplanes mit dem Ziel, unter den im Zuge des Klimaschutzkonzeptes ermittelten Rahmenbedingungen die Ansiedlung von Windenergieanlagen zu ermöglichen
- Frühzeitige Bürgerbeteiligung
- Information und Transparenz in der Bürgerschaft
- Schaffung und Erhaltung Akzeptanz in der Bürgerschaft
- Umsetzung des Bebauungsplanes

Diese Handlungsempfehlung gehört zum Handlungsfeld **„Windenergienutzung“**.

Inhaltlich eng verzahnt mit der Entwicklung des Klimaschutz-Teilkonzeptes zur Nutzung regenerativer Energieformen im Stadtgebiet von Rheinbach ist die Überprüfung der Regelung von Windenergieanlagen im Bebauungsplan Rheinbach Nr. 65 „Bremeltal“.

Für den rechtskräftigen Bebauungsplan Bremeltal („Windpark Flerzheim“) wurde Ende 2012 das Verfahren zur Planänderung eingeleitet. Um der Windenergie in ausreichendem Umfang Entfaltungsmöglichkeiten zu verschaffen, soll u.a. die Festlegung der zulässigen Gesamthöhe der baulichen Anlagen überprüft werden.

Für die Umsetzung des Vorhabens ist es wichtig, eine positive Stimmung in der Bürgerschaft zu erzeugen. Daher ist bereits im frühen Planungsstadium das Vorhaben transparent zu kommunizieren und es sind Instrumente zur Einbindung der Bürger zu entwickeln.

Hinsichtlich eines Betreiberkonzeptes ist die Stadt Rheinbach offen, sie wird allerdings voraussichtlich selbst nicht als Investor agieren. Örtliche Betreibermodelle, die der regionalen Wertschöpfung dienen sollen aktiv unterstützt werden, es gibt das Interesse ortsansässiger Banken, ein solches Konzept aufzugreifen.

## Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Bauleitplanverfahren „Bremetal“ für den Windpark Flerzheim zügig umsetzen</b>	Einleiten der nächsten Verfahrensschritte nach Baugesetzbuch Gutachten beauftragen Ausschreibung von Planungsleistungen	Stadt Rheinbach Kooperation mit der Stadt Meckenheim Gutachter
<b>Information der Bürgerschaft</b>	Information laufend auf Website Transparenz bei der Kommunikation über Ergebnisse aus Gutachten und dem gesamten Prozess Ständiger Punkt im Stadtrat und im Energie-Café Transparenz im Verfahren zur Öffentlichkeitsbeteiligung und bei der Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange	Stadt Rheinbach Stadt Meckenheim Bürgerinitiative
<b>Unterstützung bei der Suche nach Investoren und ggf. bei der Gründung einer Bürgergenossenschaft, sofern ein Investor dies beabsichtigt</b>	Unterstützung beim Einwerben von Mitgliedern: Marketing Positive Kommunikation, um Bürger aus Rheinbach zur Mitwirkung zu bewegen Information über Beispiele aus den anderen ILEK Gemeinden oder aus umliegenden Kommunen Pachtverträge abschließen	Stadt Rheinbach Stadt Meckenheim Ortsansässige Banken Investoren

## Zeitplanung

Arbeitsschritt / Jahr	2014	2015	2016	2017
Bauleitplanverfahren Windpark Flerzheim				
Information der Bürger und Beteiligung				
Suche nach Investoren				

### 5.3.4 Bauherrenkampagne Geothermie

#### Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **g1**, **g2**, **g6**, **g7**, **g9**)

- Nutzung von Geothermie – Prüfung von Varianten an Hand von Beispielen bezogen auf die Abwägung einer zentralen Bohrung gegenüber vielen einzelnen Bohrungen für jedes Haus
- Prüfung für Nahwärmenutzungen
- Erdwärmenutzung zur Heizung und Kühlung in Gewerbegebieten und bei Gewerbebauten exemplarisch darstellen
- Technik zum Anfassen – Besichtigung von realisierten Anlagen

Die Nutzung der Erdwärme in Verbindung mit elektrischen Wärmepumpen ist eine Option, die sich besonders für den Neubaubereich anbietet. Hier ist es ohne weiteren baulichen und finanziellen Aufwand möglich, eine für die geothermische Wärme passende Niedertemperaturheizung vorzusehen. Unklar ist, ob dabei der Aufbau gemeinsamer Bohrungen für benachbarte Gebäude wirtschaftlich günstiger ist als dezentrale Bohrungen. Dies sollte an exemplarischen Fällen ermittelt und die Ergebnisse verbreitet werden, um hier einen besseren Wissensstand und möglicherweise eine Kostendegression zu bekommen.

Die europäische Gebäuderichtlinie weist den Weg hin zu einem Gebäude, das ab dem Jahr 2020 kaum noch einen externen Energiebedarf haben sollte und dieser zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen gedeckt werden wird. Bereits heute lässt sich diese Anforderung für den Neubaubereich weitgehend erfüllen, wenn planerisch und versorgungstechnisch frühzeitig die richtigen Weichen gestellt werden. In Neubaugebieten kann hier die Stadt Rheinbach wirksam werden.



Abbildung 64: Geothermie im Neubau [50]

Der wichtigste und federführende Akteur für diese Handlungsempfehlung ist die Stadtverwaltung. Neben der Verwaltung sollten als weitere Akteure die im örtlichen Baugeschehen Tätigen eingebunden werden, also z.B. interessierte Wohnungsbaugesellschaften und Bauträger, Architekten, Handwerker, Banken und Sparkasse sowie die Energieversorger, die ebenfalls an diesen Lösungen Interesse haben könnten.

### Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Information der Hausbesitzer, auch Informationen zu den möglichen Erträgen</b>	Infothek zusammenstellen auf der Website der Stadt mit wichtigen Weblinks, Wärmepumpenforum veranstalten zusammen mit ILEK, Handwerk, Herstellern, Bohrfirmen Energiesammtisch mit Initialberatung zum Thema	Stadtverwaltung Verbraucherzentrale Kreishandwerkerschaft oder Einzelne Betriebe
<b>Identifizierung von möglichen Anwendungsfällen für Nahwärmeverbände</b>	Identifizierung von verdichteten Siedlungsbereichen mit hoher Wärme- und/oder Kühllast Prüfung der Wirtschaftlichkeit einer möglichen zentralen Wärmeversorgung Ansprache potenzieller Abnehmer und Prüfung des Interesses	Stadtverwaltung Immobilienigentümer Investoren Kooperationen mit Regionalgas Euskirchen
<b>Finanzierung und Förderung</b>	Erstellung einer Broschüre zur Förderfähigkeit zusammen mit Banken und Handwerk Gewinnung der Banken zur Kooperation Information und Unterstützung bei Antragstellung öffentlicher Fördermittel	Stadtverwaltung Lokale, regionale Banken Kreishandwerkerschaft
<b>Information der Gewerbetriebe und Handelsunternehmen</b>	Veranstaltung Erdwärme zur Beheizung und Kühlung Einbindung der Thematik in den Unternehmerstammtisch Kurz-Check an Hand eingereichter Unterlagen (Energerechnungen, Alter der Anlage u.a) anbieten	Stadtverwaltung Regionalgas Euskirchen WFEG Kreishandwerkerschaft Innungsbetriebe aus Rheinbach
<b>Technik zum Anfassen</b>	Besichtigung von realisierten Anlagen	Hausbesitzer Handwerksbetriebe für Heizung, Klima
<b>Marketing und Moderation des Prozesses</b>	Rundbrief an alle Eigentümer mit Interessensbekundung, Bauratgeber und Links zu interessanten Websites auf der Internetseite Veranstaltungen mit dem Handwerk zur Information und Qualitätssicherung Durchführung eines Wärmepumpen-Forums für alle interessierten und Vermittlung von Kontakten zwischen Bauherren, Handwerkern, WP-Herstellern und Bohrfirmen	Stadtverwaltung Netzwerkpartner für diese Aktion Hans & Grund Bonn/Rhein-Sieg Medienpartner Stadt als Genehmigungsbehörde Handwerksbetriebe

Besichtigung am Bohrloch  
Rückmeldung der Betreiber über die Erfahrungen und erzielten Einsparungen in einem Blog  
Regelmäßige Berichte über die Erfolge und weiteren Schritte

### Zeitplanung

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Information Hausbesitzer	■	■		■		■		■		■	■		■		■		■	■
Identifizierung Anwendungsfälle Nahwärme	■	■			■	■				■	■				■	■		
Finanzierung und Förderung		■		■		■		■		■	■		■		■		■	■
Information Gewerbebetriebe		■	■			■	■			■	■			■	■			■
Technik zum Anfassen			■	■			■	■			■	■			■	■		
Marketing	■	■		■		■		■		■	■		■		■		■	■

### 5.3.5 Ausbau von Photovoltaik

Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **s3**, **s4**, **s7**, **s11**)

- Stärkung der Informationsbasis über geeignete Dachflächen, attraktives Solarkataster
- Ermittlung der wirtschaftlich attraktiven Dachflächen
- Eigenverbrauchsnutzung mit Speicher für Privatgebäude und Gewerbetreibende
- Einbindung in Smart Grid-Lösungen
- Prüfung, ob die vom Rhein-Sieg-Kreis vorgesehene Bearbeitung des Solardachkatasters den Anforderungen einer praktisch gut verwertbaren Datengrundlage entspricht, ansonsten eigene Erstellung
- Gezielte Ansprache von Gewerbebetrieben mit großen Dach- oder Fassadenflächen

Dieser Maßnahmevorschlag ist im Handlungsfeld 'Ausbau der Photovoltaik' angesiedelt.

Die Nutzung öffentlicher Flächen für Solarstromgewinnung ist bereits sehr gut. Auch im Gewerbesektor gibt es einzelne große Objekte mit PV-Anlagen. Dennoch besteht auch dort noch ein Potenzial, das wegen der Verfügbarkeit der Flächen gut nutzbar ist. Insbesondere ist hier auch auf die Nutzung von Fassaden hinzuweisen (Abbildung 70). Die Nutzung von solarem Strom für den Eigenverbrauch oder für die Mobilität ist für Gewerbebetriebe eine interessante Option. Hier kann durch die Installation von Speichern und Lastverschiebung bei den Verbrauchern sehr viel des erzeugten Stroms genutzt werden. Auch fallen sommerliche Erzeugungsspitzen mit dem gleichzeitig hohen Kühlbedarf zusammen.

Ähnliches gilt analog für den landwirtschaftlichen Bereich.



Abbildung 65: Möglichkeiten der Integration von Solarmodulen in der Gebäudehülle [51]

Es gibt bereits ein Solardachkataster für den gesamten Rhein-Sieg-Kreis, das auch Gebäude in Rheinbach berücksichtigt. Es wird bis 2014 überarbeitet und soll dann attraktiver und praktischer gestaltet werden. Demnach sollte zunächst abgewartet werden, ob dies dann den Anforderungen

entspricht oder ob weitere Maßnahmen sinnvoll sind.

Allerdings werden Fassaden oder evtl. Freiflächen entlang von Trassen nicht erfasst. Hier könnte z.B. auch in Zusammenarbeit mit der Hochschule eine geeignete Datenbasis erarbeitet werden.

### Arbeitsschritte

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Datenbasis für wirtschaftlich attraktive Flächen</b>	Verifizierung der Datenbasis für wirtschaftlich attraktive Flächen zur Solarstromnutzung (Google-Earth und andere Parameter) Ausweitung der GIS-Datenbasis um diese Potenzialflächen Aufbereitung einer Fortschreibung dieser Datenbasis und verfügbar machen im Internet	Stadtverwaltung In Kooperation mit Studenten der Hochschule Kreisverwaltung als GIS Dienstleister
<b>Bereitstellung der Nutzung öffentlicher Dachflächen</b>	Laufende Prüfung der eigenen Liegenschaft auf ihre Eignung hin Realisierung weiterer Solaranlagen Aktive Ansprache von anderen öffentlichen Trägern	Stadtverwaltung Kirchengemeinden Hochschule
<b>Solarstromnutzung im Gewerbe</b>	Veranstaltung für Unternehmen über die Möglichkeiten der Solarenergienutzung Speicherung der erzeugten Energie und Eigennutzung für Beleuchtung und Kühlung Lastverschiebung und Steuerung der Verbräuche Informationen beim Unternehmerstammtisch Innovative Technikkonzepte und wirtschaftliche Erfolgsmodelle für Betriebe Kombination mit E-Mobilität im Fuhrpark	Stadtverwaltung als Initiator WFEG Zusammenarbeit mit anderen Kommunen Hochschule RWE und andere Modellprojekte
<b>Solarstation für E-Bikes an öffentlichkeitswirksamer Stelle</b>	Aufbau von einigen Solarladestationen für E-Bikes, evtl. mit Leihfahrrädern als Teil eines Touristik-Konzeptes (Naturpark Rheinland / Rhein-Voreifel-Touristik e. V.) am Himmeroder Hof / Rathaus  Suche nach Kooperationspartnern für den langfristigen Aufbau von Car-Sharing bzw. E-Leih-KFZ-Stationen auf solarer Ladebasis am Bahnhof	Stadtverwaltung ÖPNV Movelo e.V. <a href="http://www.movelo.com/">www.movelo.com/</a>

### Zeitplanung

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Datenbasis Eco-Solar		■	■	■		■		■	■			■			■			■
Bereitstellung öffentlicher Dachflächen		■			■			■			■			■				■
Solarstromnutzung im Gewerbe		■	■	■				■	■			■	■			■	■	
Solarstation für E-Bikes an öffentl. Stelle		■		■	■			■	■			■	■			■	■	

### 5.3.6 Mobilisierung ungenutzter Holzpotenziale

#### Kurzbeschreibung (Handlungsoptionen **h3**, **h4**, **h9**)

- Energieholzproduktion nachhaltig erhöhen unter Einbeziehung von KUP
- Schaffung von Kooperationen zur regionalen Energieversorgung auf Holzbasis
- Information und Beratung z.B. der Gartenbau- und Gewerbebetriebe, Brennstoffhändler und Bauherren, Verwaltungen und Wohnbauträger
- Aufbau einer Vermarktungsplattform für Holzhackschnitzeln
- Schaffung von regionalen Kreisläufen zur Holznutzung und –verwendung
- Nutzung von holzartiger Biomasse aus Landschaftspflege und Obstbaumschnitt

Die Wertschöpfungskette der energetischen Nutzung von Waldholz umfasst mehrere Bereiche, die auch im Gesamtkontext entwickelt und ausgebaut werden sollten. Hierzu gehören

1. die Erzeugungsseite: Ernte von Schwachholz und Waldrestholz sowie die Erzeugung von Energieholz aus KUP oder Nutzung von holzartigen Abfällen
2. die Logistik und Aufbereitung in marktkonforme Produkte
3. die Anwendungsseite: Anforderungen an den Brennstoff und Absatz für Holz

Bei einem sich dynamisch entwickelnden Markt laufen die Entwicklungen in den einzelnen Wertschöpfungsketten, z.B. Produktion, Bergung, Vermarktung nicht immer gleichmäßig schnell, was zu Marktirritationen und Preissprüngen führt. Es ist daher wichtig den Gesamtmarkt zu beobachten und Einflüsse von dort auf den regionalen Markt zu erkennen. Es besteht z.B. gegenwärtig eine große Nachfrage auf dem Holzmarkt u.a. auch von großen Kraftwerksbetreibern (Energieversorgern) in Deutschland, Niederlande und Belgien, die sich große Mengen vertraglich sichern, was den Markt unter Druck setzt. Außerdem sind große Mengen des Staatswaldes in NRW durch vertragliche Bindung mit Österreich dem deutschen Markt entzogen. Dadurch ist der Preis insbesondere der Pellets sehr stark gestiegen.

Es ist also bei einer regionalen Vermarktungskampagne wichtig, dass die Akteure voneinander wissen und die Entwicklung aufeinander abgestimmt verläuft. Auch ist eine Marktanalyse erforderlich, um zu sehen, in welche Segmente man sich begibt, z.B. geschreddertes Material für große Anlagen, Hackschnitzel gut sortiert für mittlere Anlagen, Weiterverarbeitung zu Pellets und Biokoks für den Kleinleistungsbereich, wo bereits Marktpartner vorhanden sind.

Bei der Ermittlung der Potenziale wird bewusst nur von der Stadt Rheinbach (Trendszenario) und dem engeren Umkreis (10 km) als Klimaszenario ausgegangen. Selbstverständlich können auch Mengen aus einem weiteren Umkreis eingekauft werden, wenn genügend Abnehmer in der Stadt Rheinbach vorhanden sind und der Preis attraktiv ist. Die Lage zur Voreifel bis in die Eifel böte auch für die Stadt Rheinbach eine logistisch attraktive Entfernung. Diese Potenziale sind jedoch

nicht Gegenstand dieser Untersuchung, die sich auf die Ermittlung der Potenziale für das Stadtgebiet von Rheinbach beschränkt.

Eine besonders interessante Form der Mobilisierung zusätzlicher Ressourcen sind die Nutzung von KUP und Miscanthus sowie die Nutzbarmachung des Holzes aus dem Apfelbaum-Obstschnitt. Diese Segmente könnten zu marktgängigen Produkten entwickelt und damit auch im Kleinleistungsbereich vermarktet werden. Durch die Kooperation mit dem Campus Klein-Altendorf hätte die Stadt Rheinbach hier auch ein Alleinstellungsmerkmal, womit sie sich im Bereich der erneuerbaren Energien einen Namen machen könnte.

Für die Mobilisierung und Nutzung der Holzpotenziale incl. der holzartigen Reststoffe in der Stadt Rheinbach und der Umgebung stehen folgende **Arbeitsschritte** an:

Arbeitsschritt	Maßnahme	Akteure
<b>Erhöhung der Energieholzmengen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fach austausch mit dem Campus Klein-Altendorf, dem Landesbetrieb</li> <li>Strategie zum nachhaltigen Anbau von Energieholz und Nutzung von Restholz</li> <li>Ermittlung der notwendigen Schritte zum systematischen Ausbau und den passenden Verwertungspfaden</li> <li>Erfassung der Stoffströme und der Möglichkeiten einer in der Region gebündelten Verwertung der verschiedenen Segmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Städt. Baubetriebshof</li> <li>Campus Klein-Altendorf</li> <li>Landesbetrieb Wald und Holz NRW</li> <li>Landwirtschaftskammer</li> </ul>
<b>Logistik und Aufbereitung in marktkonforme Produkte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information und Beratung über Vermarktungsformen und Wirtschaftlichkeit von Energieholz</li> <li>Technologien der Bergung und Aufbereitung in passende Produkte, z.B. Briketts oder Biokoks</li> <li>Erfassung der Marktstrukturen (Laufzeiten, freie Mengen, Marktteilnehmer, Preisentwicklung)</li> <li>Klärung von Bergung und Logistik des Schwachholzes und Landschaftspflegegrüns</li> <li>Fachforum und Herstellerschau zusammen mit Anbietern aus der Region</li> <li>Suche nach Kooperationspartnern und Betreibermodellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Städt. Bauhof</li> <li>Campus Klein-Altendorf</li> <li>Landesbetrieb Wald und Holz NRW</li> <li>Landwirtschaftskammer</li> <li>Brennstoffhandel</li> <li>Gewerbeverein</li> </ul>
<b>Marktbearbeitung und Vertrieb von Holz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Thematisierung der Holznutzung durch Einführung von Holztagen mit Ausstellung, Anlagenbesichtigungen und Beratung zum Holzeinsatz zur Wärmeversorgung</li> <li>Schaffung einer Allianz zur Holzproduktion und –verwertung und Entscheidung für eine geeignete Organisationsstruktur</li> <li>Aufbau einer Internetplattform als Informations-, Beratungs-, Vermittlungs- und Vertriebsinstrument auch in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Brennstoffhandel</li> <li>Veranstaltungen für öffentliche Einrichtungen, große Abnehmer, Gewerbe- und Handelsbetriebe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stadtverwaltung als Initiator</li> <li>WFEG</li> <li>Zusammenarbeit mit anderen Kommunen</li> <li>Forstwirtschaft</li> </ul>

Für die Umsetzung einer solchen Mobilisierungskampagne sind die Waldbesitzer, aber zunehmend auch die Landwirte sehr wichtige **Akteure**. Wenn sie erkennen, dass mit ihrem Wald durch Energieholz höhere Renditen zu erreichen sind, wird insbesondere auch das Schwachholz zunehmend in den Energieholzmarkt gehen. Wenn durch das sog. 'Greening' auf stillgelegten Ackerflächen Kurzumtriebsplantagen entstehen können, wird sich beim derzeitigen Marktpreisniveau schnell ein Markt entwickeln. Damit die gewünschten Renditen auch erzielbar sind, muss die Nachfrage gesteigert werden, d.h. Holz muss im CO<sub>2</sub>-neutralen Energiemarkt einen höheren Stellenwert bekommen und als ernst zu nehmende Alternative zu Öl, Gas und Strom im Wärmemarkt gesehen werden.

Damit diese Wertschöpfungskette sich reibungslos entwickelt, bedarf es kompetenter Partner bei der Bergung und Logistik, die reibungslos und kostengünstig Angebot und Nachfrage zusammenbringen.

Nahwärmeverbünde mit kostenintensivem Netzausbau sind nur bei hohen Wärmedichten bezogen auf die Trassenlänge wirtschaftlich sinnvoll. Ansonsten können im Gewerbe und bei größeren Objekten Einzelanlagen oder Gemeinschaftswärmeversorgungen realisiert werden. Heizkesselanlagen robuster Bauart können dabei Hackschnitzel und teilweise geschreddertes Material einsetzen, während Holzvergaseinheiten (KWK) und kleine (automatisch beschickbare) Heizkessel besonders konfektionierte Holzpellets benötigen.



Abbildung 66: Holzhäcksler und Sortierung für den mobilen Einsatz auf dem Betriebshof von Reijnders Groenrecycling [52]

Auf Niederländischer Seite ist beispielsweise Reijnders Groen Recycling ein wichtiger Partner für die Bergung und Ernte des Holzes. Er häckselt u.a. das Holz direkt im Wald und sortiert es nach Größe (Abbildung 66). Die Erdbestandteile verbleiben so im Wald. Er verknüpft zudem die Biomassen aus Landschaftspflegegrün und Waldholz.

Die Stadt Rheinbach als Waldbesitzer, aber auch der Landesbetrieb Wald und Holz können wichtige Impulsgeber sein, um ungenutzte Ressourcen für die energetische Versorgung nutzbar zu machen. Es bedarf aber auch hier der Kooperation, um die anderen Segmente zu erschließen. Denn die Potenzialanalyse hat ergeben, dass zukünftig ein Mix an holzartiger Biomasse genutzt werden kann, der aus Waldholz, von Landwirten angebaute Energiehölzern und Landschaftspflegegrün von öffentlichen Flächen besteht. Hier ist also eine Kooperation aus verschiedenen Akteuren sinnvoll. Um die Stoffströme zu bündeln.

Frühzeitig muss man nach geeigneten Kooperationspartnern Ausschau halten, die an den bezeichneten Stellen Mitstreiter sind. Die Platzierung dieses Themas in der Öffentlichkeit ist ein nicht zu unterschätzendes Moment. Dies läuft immer parallel und soll die einzelnen Aktivitäten begleiten, um so den Markt vorzubereiten.

Um eine solche Kampagne voranzubringen, sind Ressourcen für den Aufbau der Informationsplattform und für eine gezielte Öffentlichkeitsarbeit notwendig. Die Entwicklung selbst wird sich durch die Akteure tragen, die aus eigenem wirtschaftlichem Interesse an den verschiedenen Stellen der „Vermarktungsinitiative“ eine aktive Rolle übernehmen.

Arbeitsschritt / Jahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Erhöhung der Energieholzmengen				■		■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Logistik, Aufbereitung Produkte				■	■	■			■	■			■	■				■
Marktbearbeitung und Vertrieb		■		■		■		■		■		■		■		■		■

## 6 Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Die Öffentlichkeitsarbeit und der Dialog mit den Akteursgruppen ist ein wichtiger Punkt, um bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen eine breite Mitwirkung und Akzeptanz zu erhalten. Wie an anderer Stelle schon gesagt, kann die Stadt selbst nur einen Bruchteil der Maßnahmen selbst umsetzen, da sie nicht in ihrem Verantwortungsbereich liegen. Sie kann die Rahmenbedingungen schaffen und auf ein positives Klima hinwirken. Dieser Kommunikationsprozess sollte sinnvollerweise nicht erst mit dem fertigen Konzept beginnen, sondern bereits während der Bearbeitung. So werden Öffentlichkeit und wichtige Akteure mit in die Bearbeitung eingebunden, empfinden sich selbst als Teil des Prozesses und können Gedanken einbringen.

### 6.1 Begleitende Kommunikation

In der Stadt Rheinbach hat bereits während der Bearbeitung eine sehr aktive Einbindung der verschiedensten Gruppen stattgefunden. Somit wurde eine gute Basis für die zukünftige Kommunikation zum Thema gelegt.

Die begleitende Kommunikation fand in Rheinbach auf drei Ebenen statt, die nachfolgend ausgeführt sind:

- Direkte Begleitung der Bearbeitung durch die Lenkungsgruppe der Verwaltung und den politischen Ausschuss für Stadtentwicklung: Umwelt, Planung und Verkehr (blau hinterlegt)
- Einbeziehung der breiten Öffentlichkeit und wichtiger Akteure durch die Diskussion und aktive Mitwirkung beim Energie-Café sowie einer Ausstellung zu den Zwischenergebnissen und Handlungsoptionen (violett hinterlegt)
- Informationen im Internet mit Feedback-Möglichkeiten und Informationen in der Presse (grün hinterlegt)

Tabelle 81: Zielgruppenanalyse zur Öffentlichkeitsarbeit [Eigene Daten]

Zielgruppe	Ziel / Themen	Kommunikationsmittel
Lenkungsgruppe	Laufende Abstimmung mit der Verwaltung über inhaltliche und organisatorische Fragen, die nächsten Arbeitsschritte sowie Vorbereitung der Gremiensitzungen	Fragenkataloge, Zwischenpräsentationen
Ausschuss für Stadtentwicklung: Umwelt, Planung und Verkehr	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Präsentation der Vorgehensweise, Entscheidung über die Schwerpunkte der Bearbeitung des Konzeptes</li> <li>2. Präsentation der Zwischenergebnisse zu Potenzialen und Handlungsoptionen: Bewertung der Handlungsoptionen und Auswahl zu vertiefenden Leuchtturmprojekten</li> <li>3. Präsentation der Endergebnisse, Potenziale und Handlungsplan zur Mobilisierung, Vorbereitung des Ratsbeschlusses</li> </ol>	Beschlussvorlagen mit aussagekräftigen Informationen im Vorfeld  Präsentation in den Sitzungen  Entscheidungen im Ausschuss
Stadtrat	Beschluss über die Annahme des Konzeptes	Konzept als Beschlussvorlage
Interessierte Öffentlichkeit und relevante Akteure	Durchführung eines Energie-Cafés (Abbildung 68, kreative Arbeit zu Schwerpunktthemen Sonne, Wind, Biogas, Holz und Energieeffizienz: Sammlung Informationen, Wünsche, Sorgen, Anregungen; Kennenlernen der Akteure untereinander; Querdenken erwünscht;  An zentralem Ort mit anschließendem informellem Austausch	Abendveranstaltung (3 Stunden) mit themenzentrierter Diskussion in Anlehnung an die Methode des World-Café  Dokumentation der Ergebnisse als Ideensammlung
Interessierte Öffentlichkeit, Bürger	Bürger und allgemeine Öffentlichkeit informieren über die Zwischenergebnisse und vorgeschlagenen Handlungsoptionen, Einstimmen auf die verschiedenen Themen der erneuerbaren Energien, Einladung zur Abgabe von weiteren Ideen und Anregungen Möglichkeit der Abgabe von Voten, Anmerkungen, Kontaktadresse zur Mitwirkung u.a. (Info-Box) (Abbildung 3)	Ausstellung auf Schautafeln im Foyer des Rathauses (14 Tage) <sup>7</sup>  Alle Schautafeln auch im Internet als Download  Info-Box zur Abgabe von Voten und weiteren Anregungen
Internetauftritt (Abbildung 67)	Die Stadt Rheinbach hat frühzeitig auf Ihrer Website an prominenter Stelle einen eigenen Zugang ‚Erneuerbare Energien‘ geschaffen und umfangreich über die einzelnen Schritte und Ergebnisse berichtet.  Schaffung eines eigenen Slogans  Ergebnisse des Energie-Cafés  Ausstellung – alle Schautafeln zum Download	Schaffung eines eigenen Slogans für Rheinbach  Anlegen einer eigenen Seite auf der Website der Stadt, gut auffindbar  Einstellen aller Ergebnisse  Nennung persönlicher Ansprechpartner  Möglichkeit Infos
Pressearbeit	Einladung und Information der Presse	

<sup>7</sup> Dieser Zeitraum war leider etwas knapp, es hätten 4 Wochen sein sollen, allerdings war dies im sehr engen Bearbeitungszeitraum nicht länger möglich.



Abbildung 67: Internetauftritt zum Klimaschutz-Teilkonzept erneuerbare Energien mit den Teilergebnissen [54]



Abbildung 68: Energie-Café in Rheinbach [56]



Abbildung 69: Ausstellung der Zwischenergebnisse im Foyer des Rathauses [55]

## 6.2 Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit

Die für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen notwendige Kommunikation hat zwei Richtungen.

Intern: Zunächst muss innerhalb der Verwaltung und zu den politischen Gremien ein kontinuierlicher Informationsfluss etabliert werden, der über die Umsetzung informiert, die notwendigen Allianzen für die Zusammenarbeit mit den anderen Ämtern ermöglicht und Entscheidungen durch ausreichende Informationen vorbereitet.

Extern: Die vielen Institutionen und wichtigen Akteure für die Umsetzung wie Handwerk oder Energieversorger, aber auch die Privatpersonen, Unternehmen oder die Landwirtschaft, die allgemeine Öffentlichkeit und die Presse, sind hier zu nennen.

Die anderen ILEK-Gemeinden und die Kreisverwaltung des Rhein-Sieg-Kreises stehen etwas zwischen interner und externer Kommunikation, je nach Thema und konkreter Aufgabe.

### 6.2.1 Interne Kommunikation

Für die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen ist innerhalb der Verwaltung der Stadt Rheinbach die Zusammenarbeit verschiedener Abteilungen gefordert. Durch die relativ geringe Größe der Verwaltung ist zwar insgesamt ein guter Informationsfluss gegeben, allerdings ist er nicht themenbezogen auf die erneuerbaren Energien ausgerichtet und müsste ggfs. ergänzt werden. Im einfachsten Fall integriert man die Thematik in die bestehenden Abstimmungsrounden zwischen den Fachbereichen und Fachgebieten.

Klimarelevante Aufgaben werden auch vom Rhein-Sieg-Kreis oder anderen regional wirkenden Organisationen wahrgenommen, haben aber eine Auswirkung auf die Kommune und einen direkten Bezug zu anderen Bereichen mit Klimarelevanz. Hier seien die Abfallwirtschaft oder der

Verkehr genannt. Andere Aufgaben werden interkommunal geregelt, z.B. die Energieberatung und die ILEK Aktivitäten oder die Planungsaktivitäten zur Windnutzung mit der Stadt Meckenheim.

Um gute Energie- und Klima-bezogene Lösungen zu erreichen und Synergien zwischen den verschiedenen Projekten zu ermöglichen ist ein kontinuierlicher Informationsaustausch zwischen den Verantwortlichen notwendig. Nur wenn alle gut und zeitgleich informiert sind, kann eine synergetische Unterstützung für die jeweiligen Projekte erwirkt werden.

Hierfür sollte eine ständige **Arbeitsgruppe Klimaschutz** etabliert werden, die alle Verantwortlichen für die wichtigsten Handlungsfelder einbindet und sich ca. 2-4 Mal im Jahr trifft. Geleitet werden sollte sie von eigens für das Klimamanagement verantwortlichen Personen. In der Stadt Rheinbach sind dies zwei Personen, die diese Aufgabe übernehmen und als Informationsdrehscheibe und „Kümmerer“ agieren sollten.

Folgende Punkte sind für die interne Kommunikation wichtig:

- Information über laufende Projekte, damit Verknüpfungsmöglichkeiten zu anderen Verwaltungsaufgaben auch gesehen und kontinuierlich genutzt werden können. So kann Klimaschutz in normales Verwaltungshandeln einfließen.
- Erstellung eines Monitoring-Berichtes über die Umsetzungsfortschritte des Klimaschutzkonzeptes, der in geeigneter Form jährlich erscheinen sollte (siehe auch Kapitel 7).
- Projektsteckbriefe, die über die technischen und wirtschaftlichen Eckdaten von guten Beispielen berichten.
- Präsentationen und Berichterstattung in Stadtrat, Ausschüssen und Verwaltungsgremien.

## 6.2.2 Externe Kommunikation

### Allgemeine Öffentlichkeitsarbeit

Die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit verfolgt die Ziele:

- Vermarktung und Bündelung der Aktivitäten unterschiedlicher Akteure unter einer Kernbotschaft, z.B. ‚Rheinbach erneuerbar‘ – Slogan publik machen und allen zur Verfügung stellen mit den entsprechenden Kernbotschaften.
- Sensibilisierung der Öffentlichkeit für den Klimaschutz, auch auf Zielgruppen zugeschnitten.
- Bekannt machen der Ergebnisse und der Maßnahmenvorschläge des Klimaschutz-Teilkonzeptes.

- Unterstützung von Klimaschutzaktivitäten der verschiedenen Akteure.
- Kommunikation in die einzelnen Ortsteile, Vereine, Kirchengemeinden, Unternehmen u.a.
- Identifizierung mit dem Klimaschutz als Gemeinschafts-Projekt.

### **Slogan: ‚Rheinbach erneuerbar‘**

Die Stadt Rheinbach hat früh die Kommunikation zum Thema aktiv begonnen. Es wurde eine Website gestaltet, in die man sehr gut einen Slogan integrieren könnte. Die Wort-Bildmarke sollte dann als Slogan vermarktet werden und in den nächsten Jahren für die verschiedensten Maßnahmen in der Stadt als Logo genommen werden. Er kann allen relevanten Akteuren für Veranstaltungen und Aktivitäten als „Dachmarke“ angeboten werden, die für Plakate und im Internet, für Sticker und sonstige Identifizierungsmöglichkeiten genutzt werden kann. Logo und Slogan können von der Stadt den einzelnen Akteuren als White Label zur Verfügung gestellt werden, damit sie ihre Aktionen darunter stellen können.

Botschafter und Fürsprecher für diesen Slogan können sich mit ihren Projekten präsentieren. Dies kann im Internet erfolgen, indem sie mit einem eigenen Spruch und Bild ihr eigenes Projekt in ein vorgefertigtes Template einstellen können. Sie können sich daraus Plakate drucken und so nach außen ihre Unterstützung dokumentieren.

Als Beispiel kann hier die ENGAGE-Kampagne genannt werden, bei der Akteure sich mit ihren Maßnahmen für den Klimaschutz aussprechen. Sie überlegen sich Statements und können mit ihrem Bild Plakate drucken lassen. Es handelt sich bei ENGAGE um ein von der EU gefördertes Projekt, allerdings kann die Idee mit geringen Mitteln durchaus adaptiert werden. [53]

Als Beispiel sei das Energieteam der Stadt Aachen (Abbildung 70) genannt, aber auch Einzelpersonen können so gewonnen werden. In Aachen wurde ebenfalls ein eigener Slogan mit Bild entwickelt (links weiß auf rot ‚**activ für KLIMA**‘, das bei allen Aktivitäten nun mitgeführt wird.



## Aachener machen mit!



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



Abbildung 70: Beispiel einer Öffentlichkeitskampagne für aktiven Klimaschutz. [53]

### Aktuelles

Das Thema ‚Beitrag der erneuerbaren Energien zum Klimaschutz‘ kann man zu allen Anlässen aufgreifen, z.B. Eröffnungen, Fortschritte und Fertigstellung von Projekten, Treffen und Besichtigungen, Veranstaltungen als Ankündigung und Berichte danach.

Veröffentlicht werden können Pressemitteilungen

- im Internetauftritt der Stadt und im
- Amtlichen Mitteilungsblatt der Stadt Rheinbach.
- In den Mitteilungen der IHK oder der Kreishandwerkerschaft und
- über die Pressestelle des Rhein-Sieg-Kreises.

Auch sollte immer wiederversucht werden, mit interessanten Themen in die Tagespresse des General-Anzeigers zu kommen oder in die ‚Aktuelle Stunde‘ Studio Bonn des WDR oder des Lokal-Radio Bonn/Rhein-Sieg.

### Printmedien

In einer Stadt wie Rheinbach hält sich das Spektrum an Printmedien in Grenzen. Allerdings sollte man immer wieder sehen, ob es Anlässe gibt. So könnte beispielsweise auch die (mit den Endergebnissen) aktualisierte Ausstellung als Broschüre herausgegeben werden. Aber auch einzelne Berichte zu den Projekten und Maßnahmen der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes könnten themenspezifisch publiziert werden.

Aber auch in andere Broschüren der Stadt, Standortbroschüren der Wirtschaftsförderung (auch regionale) oder (über)regionale Broschüren zum Fremdenverkehr könnten entsprechende kurze Beiträge eingefügt werden. Hierfür sollten dann Rohtexte und Grafiken zum Thema bereitgestellt werden.

### **Werbemittel**

Um den Ausbau der erneuerbaren Energien auch als Gemeinschaftsaktion aller Akteure deutlich zu machen ist es günstig, von Seiten der Stadt ein kleines Spektrum an Werbemitteln zur Verfügung zu stellen. Diese können dann bei den eigenen Aktivitäten und bei denen anderer Akteure verwendet werden. Hierzu zählen z.B.

- Ein Roll up zum Klimaschutz in der Stadt Rheinbach
- Aufkleber (eine Aktion von ‚Rheinbach-erneuerbar‘), damit signalisieren die Akteure, dass sie Teil der Gemeinschaftsinitiative sind. Als Gegenleistung dafür, dass eine private Maßnahme unter das Gesamtprogramm gestellt wird, kann die Kommune diese Maßnahme werblich unterstützen, z.B. durch Aufnahme in den Veranstaltungskalender oder Hinweis auf der Website.

### **Internetauftritt**

Ein wichtiges Medium für die Kommunikation ist ein attraktiver Internetauftritt unter einer eigenen Domäne oder als eigener Menüpunkt auf der Website der Stadt. Folgende Punkte sollten beachtet werden:

- Ein eigener Menüpunkt ‚Energie und Klima‘ sollte auf der Startseite angelegt werden.
- Verlinkung auf die Homepages anderer wichtiger Informationsgeber, z.B. <http://www.rhein-sieg-solar.de/> oder <http://www.energieagentur.nrw.de/>. So bietet sich die Möglichkeit, durch sinnvolle Verlinkung aktuell zu bleiben bei breitem Leistungsangebot.
- Aktuelle Informationen einstellen, um attraktiv zu bleiben.

Die Internetpräsenz ist ein vergleichsweise kostengünstiges Instrument, wenn man es mit einem Content Management System (CMS) selbst pflegen kann.

Folgende Inhalte und Angebote könnten enthalten sein, wobei sich hier je nach Ressourcen und Umsetzungsgrad des Klimaschutzkonzeptes ein sukzessiver Ausbau anbietet.

- Aktuelles
- Allgemeine Informationen, hier nicht das Rad neu erfinden, sondern Verlinkung auf allgemeine Infoseiten
- Laufende Aktivitäten in der Stadt mit den verschiedenen Akteuren
- Veranstaltungskalender für eigene Veranstaltungen, aber auch Hinweis zu Veranstaltungen Dritter in der Region, z.B. der ILEK
- Stadtplan mit der Verortung der Projekte mit kleinen Infosteckbriefen und evtl. Verlinkung (falls etwas Eigenes vorhanden)
- Projektsteckbriefe
- Aktionen: Mitmachaktionen, für die Menschen sich melden oder abstimmen müssen
- Marktplatz, wie eine Plattform oder ein schwarzes Brett der relevanten Akteure
- Best-Practice und Aktivitäten Anderer „Ich mach mit“
- Forum für Bürger, KiTas, Schüler, Vereine, Betriebe zu verschiedenen Themen, als virtuelle Fortführung des Energie-Cafés
- Virtuelles Beratungszentrum mit Verlinkung zu Beratungsinstitutionen sowie Berechnungstools, z.B. Auslegung PV und Solarthermie, Einsparmaßnahmen, Heizungstechnik, Förderfibel, CO<sub>2</sub>-Rechner

### **Klimaschutzpreis / Wettbewerbe**

Preise und Wettbewerbe bieten eine gute Möglichkeit, in die Öffentlichkeit zu treten und für eine Maßnahme zu werben. So können z.B. folgende Richtungen gewählt werden:

- Auslobung eines Preises für umgesetzte Maßnahmen, z.B. ein Energieeffizienzpreis oder effektiver Einsatz von erneuerbaren Energien,
- Klimaschutzideen – Gemeinschaftsaktivitäten speziell in den Vereinen
- Malwettbewerbe in den KiTa

Es bedarf einer guten Vorbereitung beim ersten Mal und die laufende Umsetzung muss ressourcenmäßig eingeplant werden. Eine Kooperation mit potentiellen Partnern als Sponsoren kann die Bedeutung erhöhen.

### 6.2.3 Veranstaltungen

Veranstaltungen verfolgen im Rahmen der Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes verschiedene Zielsetzungen und bieten breite Möglichkeiten. Je nach Zielsetzung, Zielgruppe und Thema sind unterschiedliche Veranstaltungsformen geeignet:

- **Information:** Bei reinen Informationsveranstaltungen für eine größere Teilnehmerzahl sind Vorträge eine adäquate Form.
- **Qualifizierung und Gruppenberatung:** Hier wird sinnvollerweise eine Form von Workshops gewählt, die Inputphasen mit interaktiven Formen verbindet. Die Zahl der Teilnehmer sollte dem Rechnung tragen und 25 – 30 nicht überschreiten.
- **Werkstätten und Vermittlung von Kontakten:** Bei kreativen Veranstaltungen wie Planungswerkstätten oder Vermittlung von Kontakten sind interaktive Methoden mit ca. 20 Personen eine effektive Form.
- **Mediation:** Bei der Mediation, z.B. bei Bürgerveranstaltungen zum Bau von Windkraftanlagen oder anderen Bürgerbeteiligungen hängt es von der konkreten Situation ab. Eine Mediation zwischen kontroversen Gruppen ist nur im kleinen Kreis möglich.
- **Exkursionen, Besichtigungen:** Diese hängen von dem zu besichtigenden Objekt und seinen technisch/räumlichen Möglichkeiten sowie den Transportgegebenheiten ab. Sie dienen oft als Vorbereitung für eine bestimmte Anlagenplanung oder als touristisches Ereignis.
- **Ausstellungen, Messen:** Hier können Hersteller und Berater mit den Ratsuchenden in Kontakt treten. Bei einer Baumesse können Ausstellung und Vortragsveranstaltungen gut kombiniert und durch Besichtigungen ergänzt werden. Allerdings muss man darauf achten, dass nicht die Konkurrenz der Vorträge die Besucher von der Ausstellung fernhalten.

Bei Veranstaltungen sollte man aus arbeitsökonomischen Gründen prüfen, welche Kooperationen sinnvoll sind. Andere Institutionen und Firmen, die thematisch auf dem jeweiligen Gebiet Expertise aufweisen, können hier wichtige Partner sein. Dies hat den Vorteil, dass man sich Fachleute als Referenten sichert, nach außen und für die Durchführung Fachkompetenz deutlich wird und über die Informationskanäle des Kooperationspartners auch seine Klientel angesprochen werden kann. Dies erleichtert die Bewerbung der Veranstaltung.

Für die laufende Einbindung der interessierten Öffentlichkeit und aller wichtigen Akteure bietet sich eine **Fortführung des Energie-Cafès** an, in einem jährlichen Turnus, das – je nach Sinnhaftigkeit – unter einem speziellen Themenschwerpunkt stehen könnte. Bei Etablierung einer solchen Aktivität können auch zunehmend die Teilnehmer zu aktiven Beiträgen animiert werden.

Beispiele für weitere Veranstaltungen, die sich an spezielle Zielgruppen adressieren, sind:

- Energienachbarschaftsfeste, z.B. bei Bauherren als Dämmgemeinschaften (Bauherren, Neubau und Sanierung)
- Energiesparwetten (in einer Siedlung oder einem Verein), bei denen man ein Einsparziel sich setzt und prüft, wer z.B. nach einem Jahr diesem Ziel am nächsten gekommen ist
- Klimapatenschaften vermitteln (Unternehmen – Kindertagesstätten)
- Energieparcours / Lehrpfad zu Anlagen (Familien, Interessierte Bürger, Gäste). Hierfür könnte ein Flyer mit Routenplan erstellt werden.
- Klimaschutztouren (Familien) mit den Verkehrsunternehmen
- Generationenvertrag Klimaschutz (Senioren – Kinder), ein Versprechen der Senioren durch konkrete Maßnahmen die Belastungen durch Treibhausgase für künftige Generationen zu mindern

#### 6.2.4 Maßnahmenbezogene Kommunikation

Bei bestimmten Aktivitäten, z.B. dem Bau einer größeren Anlage zur Solarenergienutzung oder eines Nahwärmenetzes zur Holznutzung ist zu deren Erfolg eine projektbezogene Öffentlichkeitsarbeit notwendig, um

- die Akzeptanz und die Bereitschaft zur Mitwirkung zu fördern,
- die Akteure vor Ort zu stärken durch Austausch und gegenseitige Hilfestellung,
- die Nachahmung vorbildlicher Projekte zu unterstützen,
- mitwirkenden Personen und Gruppen Anerkennung zu zollen und
- die Motivation über einen längeren Zeitraum hoch zu halten.

Bei der Berichterstattung über die laufenden Arbeiten sollte man die webbasierte Form bevorzugen und daraus gezielt Printmedien erstellen, um auf diese Weise kosten- und ressourceneffizient zu arbeiten.

Es bieten sich folgende Formen der Veröffentlichung an:

- Projektinfos als Steckbriefe
- Gemeindeplan mit Eintragung der Projekte
- Betriebsdaten der Anlagen, wenn möglich über eine laufende Visualisierung der Daten.

### 6.2.5 Kampagnen

Will man viele Akteure in einem definierten Zeitraum zu einer ähnlich gelagerten Maßnahme bewegen, dann ist eine ausgeprägte Öffentlichkeitsarbeit und kommunikative Unterstützung nötig. Dies umfasst die frühzeitige Sensibilisierung und Bekanntmachung einer Kampagne, die Information und Beratung zu den Themen der Kampagne und die Gewinnung von Mitwirkenden über die verschiedenen Informationskanäle.

Wenn die Kampagne läuft, dann können verschiedene kommunikative Maßnahmen sinnvoll sein:

- Forum der Teilnehmer (auch im geschützten Bereich der Website)
- Bericht über Treffen und Verlauf der Teilnahme, z.B. erreichte Maßnahmen
- Schulung und Qualifizierung
- Wärmeschutz-/Solarforum: Vermittlung von Interessenten, Herstellern, Handwerkern
- Fest als Zwischenstand und zum Schluss
- Aktuelle Pressemitteilung zu Baufortschritten: z.B. Start, Spatenstich, Richtfest, Einweihung

Eine Solarkampagne mit dem Handwerk, z.B. Handlungsoption **s14**, oder eine Thermographieaktion als Start einer Wärmedämmkampagne im Altbaubestand wäre in dieser Form möglich. In allen Fällen wird zusammen mit den Anbietern, die vorher nach Qualitätskriterien ausgewählt wurden, für eine größere Menge von Interessenten ein preisgünstiges Angebot ausgehandelt. Gleichzeitig treffen sich Personen mit ähnlicher Betroffenheit (Dämmgemeinschaften) und können sich austauschen. Solche Aktionen werden zusammen mit den anderen Akteuren (Handwerk, Hersteller, Berater, Banken u.a.) durchgeführt. Manchmal können auch Angebote dieser Akteure eingebunden werden.

### 6.2.6 Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Konzeptes

Es ist zu klären, wie eine Öffentlichkeitsarbeit für die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes ‚Ausbau der erneuerbaren Energien‘ organisiert werden kann, wo die Verantwortung liegt, wie die Ressourcen bereitgestellt werden. Die Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit erfordert finanzielle und personelle Kapazitäten und kann daher wohl nur z.T. in den laufenden Budgets und Abläufen durch Verschiebung der inhaltlichen Schwerpunkte erfolgen.

Darüber hinaus muss die Einbindung lokaler Sponsoren und Mitträger ins Auge gefasst werden. Insbesondere die Nutzbarmachung von landesweit zur Verfügung stehenden Ressourcen der EnergieAgentur.NRW oder auch anderer Anbieter, z.B. der Bausparkassen, stellen hier eine kostengünstige Unterstützung dar.

Eine andere Möglichkeit ist die Erhebung von Teilnehmerbeiträgen, was aber nicht für alle Veranstaltungen möglich ist. Diese Möglichkeit sollte jedoch in jedem Fall geprüft werden, um eine solide Basis zu schaffen. Dennoch sollte im kommunalen Budget ein moderater Betrag für diese Maßnahmen eingestellt werden.

## 7 Umsetzung des Handlungsplans zum Ausbau der erneuerbaren Energien und Controlling

### 7.1 Steuerung des Klimaschutzprozesses

Der Fokus dieses Klimaschutz-Teilkonzeptes liegt auf dem Ausbau der erneuerbaren Energien. Dieser kann nicht sektoral verfolgt werden, sondern muss sich eingliedern in die anderen Klimaschutzziele (integrierter Handlungsplan, Nahwärmekonzept und andere verfolgte Aktivitäten) und in die Gesamtzeile der städtischen Entwicklung, wie sie im Handlungskonzept Rheinbach 2030 niedergelegt sind.

Die im Teilkonzept aufgezeigten Potenziale zum Ausbau der erneuerbaren Energien und damit zur CO<sub>2</sub>-Minderung bieten für die Stadt Rheinbach einen realen Gestaltungsrahmen, für den es gilt, die geeigneten Umsetzungsprozesse zu entwickeln und zu implementieren. Die Potenziale sind untersetzt mit Handlungsoptionen für die von der Stadt als wichtig erachteten Handlungsfelder. Einzelne Handlungsempfehlungen sind vertieft ausgeführt und mit Arbeitsschritten konkretisiert.

Damit ein Handlungsprogramm auch zielgerichtet umgesetzt wird, bedarf es einer systematischen Vorgehensweise, wie sie für Managementaufgaben im Regelfall im Managementkreislauf dargelegt ist.

Auf der Basis einer Bilanz des Status quo (Energie- und CO<sub>2</sub>-Start-Bilanz) laufen folgende Schritte ab:

1. Zieldefinition (Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien für die Stadt Rheinbach in den einzelnen Handlungsfeldern beschließen): Diese müssen konkret, messbar, realistisch, passend, zeitlich definiert sein.
2. Planung einer Strategie und Aufstellung eines Maßnahmenplans zur Zielerreichung. Die Trend- und Klimaszenarien und die kurz-, mittel- und langfristigen Realisierungszeiträume geben hierfür den Rahmen.
3. Entscheidung und Umsetzung der Maßnahmen
4. Evaluation, Überprüfung der Ergebnisse und Abgleich mit den Zielen

Dieser Managementkreislauf spiegelt sich auch im PDCA (Plan – Do – Check – Act) Prozess im Rahmen des Qualitätsmanagements wider, der darauf angelegt ist, zielorientiert zu arbeiten, aber immer auch die einzelnen Schritte zu überprüfen, anzupassen und verbessert weiter zu verfolgen. Damit kann der Prozess optimal an die Möglichkeiten angepasst werden, ohne seine Zielgerichtetheit zu verlieren. Vielmehr wird er im Sinne eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP) in Gang gehalten. [57]

Für das Klimaschutzmanagement in einer Kommune sind diese Prinzipien ebenfalls anwendbar. Die Klimaschutzstrategie und der Umsetzungsprozess der Maßnahmen erfordern einen ständigen Abgleich mit anderen Aktivitäten und Belangen der Kommunalpolitik, den Dialog mit den anderen Akteuren und die Anpassung der Realisierung an die verfügbaren Ressourcen.

Dieser Prozess muss beobachtet und systematisch gesteuert und überprüft werden, um in der o.g. Weise ablaufen zu können. Er gilt sowohl für den Gesamtprozess des Klimaschutzes in der Stadt, als auch für jede einzelne Maßnahme. Für die einzelnen Maßnahmen können jedoch andere Abläufe passender sein und andere Personen verantwortlich sein, je nach Akteur. Damit der Prozess zum Klimaschutz und auch zum Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stadt koordinierbar bleibt bzw. sich nicht dem Einfluss der kommunalen Verwaltung entzieht, ist es wichtig, dass die Verantwortlichen für den Klimaschutzprozess in der Stadt in konstruktivem Kontakt zu den anderen Akteuren für die einzelnen Maßnahmen stehen.

## 7.2 Organisatorische Rahmenbedingungen zur Umsetzung

Dafür bedarf es analog zum Qualitätsmanagementprozess angepasster Strukturen und Verantwortlichkeiten, damit ein Controlling angemessen, wirkungsvoll und praktikabel ist.

Beim Klimaschutzprozess ist zu beachten, dass der Prozess sowohl innerhalb der Verwaltung und im interkommunalen Austausch sowie vertikal zu den anderen Verwaltungsebenen, als auch in der Gesamtstadt unter Einbeziehung der Bürgerschaft und der politischen Gremien gesteuert und überprüft werden sollte.

Für den verwaltungsinternen Prozess bietet sich die bereits genannte **„Arbeitsgruppe Klimaschutz“** in der Stadtverwaltung an, die alle relevanten Sachgebiete bzw. Mitarbeiter einbindet und den Prozess steuert. Durch den Vorsitzenden dieser Arbeitsgruppe sollte die Vernetzung zu den anderen Kommunen, zum Landkreis u.a. erfolgen. Er berichtet auch im Stadtrat oder in den Ausschüssen und organisiert den externen Kommunikationsprozess.

Zur Einbindung der Bürgerschaft und der externen Akteure bietet sich die Etablierung eines **„Energiebeirates Erneuerbare Energien“** an, der sinnvollerweise aber breiter aufgestellt sein sollte für alle Themen des Klimaschutzes. Er sollte keine formale Funktion bzw. Rechte und Pflichten besitzen, sondern als ein begleitendes Diskussionsforum fungieren. Er sollte vom Vorsitzenden der Arbeitsgruppe Klimaschutz organisiert werden und als offene Diskussionsplattform die Funktion eines Beirates für den Klimaschutzprozess in der Stadt wahrnehmen – unabhängig von den kommunalpolitischen Gremien. Auf die breite Besetzung mit allen relevanten Akteuren ist zu achten. Sofern ein solcher Energiebeirat aus verschiedenen

Gründen nicht sinnvoll ist, sollte man ein Netzwerk von wichtigen Akteuren benennen und dieses in geeigneter Form einbinden. Man könnte z.B. – wie an anderer Stelle vorgeschlagen – ein Energie-Café durchführen, welches dann gezielt auch diese Akteure einlädt. Im Falle der Existenz eines Energiebeirates könnten Verwaltung und Energiebeirat gemeinsam einladen, was einen breiten Schulterschluss signalisiert.

Es können Schwerpunktthemen entsprechend der laufenden Umsetzung des Teilkonzeptes aufgegriffen, aber auch eine offene, kreative Form gewählt werden. Wichtig ist, dass die Stadtverwaltung hier selbst aktiv wird und nicht dieses Feld alleine externen Gruppen überlässt. Gleichwohl sollte versucht werden, eine Kooperation mit den externen Gruppen zu suchen. Die politischen Gremien können diese breite Kommunikation nicht ersetzen. Sollte die Kommune auf einen breiteren Dialog verzichten, dann büßt sie ihre Steuerungsfunktion ein.

Der breite Dialog ist zwar in einzelnen Fällen anstrengender, er bietet aber viele Möglichkeiten der frühzeitigen gegenseitigen Information, der Entwicklung von Kooperationen bei Maßnahmen, der frühzeitigen Sondierung von Akzeptanzproblemen und positive Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Maßnahmen. Da die Ziele nur durch ein breites Aktionsbündnis erreichbar sind, ist es wichtig, viele von der Sinnhaftigkeit der Maßnahmen zu überzeugen und sie als aktive Mitwirkende zu gewinnen.

### 7.3 Controlling der Zielerreichung

Für das Controlling der Zielerreichung sollten einfache Instrumente angewendet werden, die den Arbeitsprozess nicht belasten, sondern mit relativ wenig Aufwand erstellt werden können. Zunächst ist es wichtig für den Gesamtprozess und die Einzelmaßnahmen überprüfbare Ziele zu benennen und Kenngrößen oder Indikatoren zu wählen, an Hand derer die Erreichung auch gemessen werden kann. Beispiele hierfür sind z.B. die Fläche Kollektorfläche je m<sup>2</sup> Nutzfläche bei den kommunalen Liegenschaften, der Anteil von Solarstrom bezogen auf den Endenergieverbrauch in der Stadt Rheinbach oder die Zunahme der Erdsondenbohrungen zur Geothermienutzung. Bei manchen Maßnahmen sind es auch weniger genaue Kenngrößen, z.B. die Anzahl der Besucher einer Veranstaltungsreihe zur Solarenergie.

Zum Controlling bieten sich für die Stadt Rheinbach zwei wichtige Instrumente an:

- Jährlicher Statusbericht erneuerbare Energien, am besten zusammen mit einem allgemeinen Energie- und Klimaschutzbericht: Über die vorgeschlagenen und zur Umsetzung entschiedenen Maßnahmen sollte es jährlich einen Statusbericht geben. Dieser umfasst alle Handlungsoptionen. Zu seiner Realisierung wird eine Zuarbeit von den relevanten Akteuren erforderlich sein, die Federführung liegt bei der Arbeitsgruppe

#### Klimaschutz in der Stadtverwaltung.

- Er zeigt auf, wieweit die Ziele erreicht sind, wo es Hemmnisse gab, wo Ziele auch übertroffen wurde. Er dient der Überprüfung der Handlungsoptionen und vor allem der eingeschlagenen Wege zur Zielerreichung. Vielleicht stellt man fest, dass manche Akteure sich nicht aktiv beteiligen.
- Die Ergebnisse sollten in der AG Klimaschutz verwaltungsintern, in den politischen Gremien und dann auch – sofern vorhanden – im Energiebeirat Klimaschutz diskutiert werden.
- Er sollte auch zum Download ins Internet gestellt werden und evtl. als komprimierter Artikel im Mitteilungsblatt veröffentlicht werden.
- Eine Wiederholung der fortschreibbaren Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz sollte im Rhythmus von 5 Jahren erstellt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Daten auch jährlich von den Energieversorgern angefragt werden sollten, um auf diese Weise eine vereinfachte Bilanz schnell darstellen zu können.

## 8 Quellenverzeichnis

- [1] Stadt Rheinbach: Ortsteile; 30.06.2013.  
<http://www.rheinbach.de/cms121/srv/ortsteile/> (19.10.2013)
- [2] Heide und Eberhard / SynergieKomm: Handlungskonzept Klimaschutz für die Stadt Rheinbach - Integriertes Klimaschutzkonzept zur Energieeinsparung und zur Verminderung von Treibhausgasen in der Stadt Rheinbach. 2010
- [3] IT.NRW: Flächennutzung.  
<http://www.it.nrw.de/statistik/index.html> (19.10.2013)
- [4] Heide und Eberhard: Integriertes regionales Klimaschutzkonzept. ILEK Voreifel 2012.
- [5] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz  
Nordrhein-Westfalen: Energieatlas Nordrhein-Westfalen, Rheinbach.  
<http://www.energieatlasnrw.de/> (19.10.2013)
- [6] Heide und Eberhard / SynergieKomm: Rhein-Sieg-Studie: EnergieRegion Rhein-Sieg – Maßnahmen und Projekte erneuerbare Energien, April 2009.
- [7] Kommunen Alfter, Bornheim, Meckenheim, Rheinbach, Swisttal, Wachtberg:  
Vereinbarung zum kommunalen Klimaschutz Region Rhein-Voreifel, 2010.
- [8] Amprion GmbH: Anlagendaten; 2012.  
<http://www.amprion.net/eeg-anlagenstammdaten-aktuell> (05.06.2013)
- [9] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen: Energieatlas Nordrhein-Westfalen – Jahreserträge 2011 Rheinbach.  
[www.energieatlasnrw.de](http://www.energieatlasnrw.de) (05.06.2013)
- [10] eclareon GmbH: Solaratlas.de – Solarthermische Anlagen in Rheinbach (laut BAFA).  
[www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de) (10.07.2013)
- [11] eclareon GmbH: Wärmepumpenatlas.de – Wärmepumpen Anlagen in Rheinbach (laut BAFA).  
[www.waermepumpenatlas.de](http://www.waermepumpenatlas.de) (10.07.2013)
- [12] Auskunft der unteren Wasserbehörde gegenüber der Stadt Rheinbach. 03.2013
- [13] Auskunft der Forstbehörde und des städtischen Bauhofes, 2013.
- [14] Kunert, U.; Radke S.; Chlond, B.; Kagerbauer, M. (2012): Auto-Mobilität: Fahrleistungen steigen weiter. In: DIW Wochenbericht Nr. 47.

- [15] Heindl Server GmbH: Photovoltaikanlage online berechnen.  
<http://www.solarserver.de/service-tools/online-rechner/pv-anlage-online-berechnen.html>  
(Zugriff 15.05.2013)
- [16] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Wohngebäude- und Wohnungsbestand - Stichtag 31.12.2011 - regionale Tiefe: Gemeinden, samt /Verbandsgemeinden.  
<http://www.regionalstatistik.de> (21.03.2013).
- [17] Stadt Rheinbach – Fachbereich VI Stadtentwicklung und Wirtschaftsförderung: Kommunikation und Korrespondenz; 2013.
- [18] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Baufertigstellungen. Errichtung neuer Wohngebäude 2008-2011 - regionale Tiefe: Gemeinden, samt /Verbandsgemeinden.  
<http://www.regionalstatistik.de> (25.07.2013).
- [19] Deutscher Wetterdienst: Globalstrahlung in der Bundesrepublik Deutschland (Jahressummen 2012).  
[http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?\\_nfpb=true&\\_pageLabel=\\_dwdwww\\_klima\\_umwelt\\_klimadaten\\_deutschland&T169000347481244102247200gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima\\_\\_Umwelt%2FKlimagutachten%2Fsolarenergie%2FGlobalstr\\_\\_Karten\\_\\_frei\\_\\_target.html](http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwwwDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_klima_umwelt_klimadaten_deutschland&T169000347481244102247200gsbDocumentPath=Navigation%2FOeffentlichkeit%2FKlima__Umwelt%2FKlimagutachten%2Fsolarenergie%2FGlobalstr__Karten__frei__target.html) (15.05.13)
- [20] Umweltbundesamt (Hrsg.): Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix 1990-2011 und erste Schätzungen 2012, 04.2013.  
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4488.html> (25.07.2013)
- [21] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (Hrsg.): Studie 'Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien', Freiburg, 30.05.2012.  
<http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.pdf> (11.01.2013)
- [22] EnergieAgentur.NRW GmbH: Erhebung „Wo im Haushalt bleibt der Strom?“; 09.05.2011.  
<http://www.energieagentur.nrw.de/presse/singles-verbrauchen-strom-anders-15327.asp>  
(21.06.2013)
- [23] KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-Württemberg GmbH: CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren (GEMIS-Datenbank 4.8).  
<http://www.kea-bw.de/service/emissionsfaktoren/> (17.05.2013)
- [24] Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), März 2011: Hintergrundpapier zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Solarthermie.  
[http://www.solartechnikberater.de/uploads/tx\\_sbdownloader/111213\\_Hintergrundpapier\\_ST-Wirtschaftlichkeitsberechnung.pdf](http://www.solartechnikberater.de/uploads/tx_sbdownloader/111213_Hintergrundpapier_ST-Wirtschaftlichkeitsberechnung.pdf) (11.01.2013)
- [25] Rhein-Sieg-Kreis: EnergieRegion Rhein-Sieg.  
<http://www.rhein-sieg-solar.de/> (21.05.2013)
- [26] Stadt Geldern: Grenzüberschreitende Potenzialstudie zur Nutzung erneuerbarer Energien in der GrenzRegio Maas-Niers; Geldern, 07.10.2011.
- [27] KfW: Internetpräsenz.  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de) (21.05.2013)
- [28] Schabbach, T.; Wesselak, V.; Steiner, P.: Fachhochschule Nordhausen, Inst. für Regenerative Energietechnik: Thermische Speichertechnologien zur effizienten Nutzung Erneuerbarer Energien/Überschusswärme und ihre Umsetzung in Thüringen - Auftraggeber: Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH; Nordhausen, 2010.
- [29] PresseCompany GmbH (Hrsg.): Klaus Oberzig - Neue Perspektiven bei thermischen Energiespeichern.  
<http://www.energieportal.info/energien/energien/article/neue-perspektiven-bei-thermischen-energiespeichern.html> (15.05.2013)

- [30] Haase GFK-Technik GmbH: Wärmespeicher.  
<http://www.ichbin2.de/waermespeicher.html> (21.05.2013)
- [31] FSAVE Solartechnik GmbH: Wärmespeicher fürs Eigenheim.  
<http://www.fsave.de/warmespeicher-furs-eigenheim/> (15.05.2013)
- [32] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Genehmigte Wohn- und Nichtwohngebäude der Stadt Rheinbach nach Gebäudeart sowie überwiegend verwendeter Heizenergie, Jahre 2008-2012.
- [33] Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW (2012), Teil 1 Windenergie - Anhang 1)
- [34] Bundesverband WindEnergie e.V., Studie (2012) Potenzial der Windenergienutzung an Land. Kurzfassung. Berlin.
- [35] Mündliche Mitteilung 25.06.2013 Edgar Kroymann (Wald und Holz NRW, RFA Hocheifel-Zülpicher Börde) und Stadtförster Sebastian Tölle (Forstamt Rheinbach).
- [36] Bayerische Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft ([www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de)), CARMEN Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungs-Netzwerk ([www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)) (01.10.2013).
- [37] Bodennutzungshaupterhebung 2010; Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) Geschäftsbereich Statistik.
- [38] Aumüller-Gruber, C. (2013). Obstplantagen liefern Wärme. Landwirtschaftliche Zeitung Rheinland; 27: 26-28.
- [39] Swoboda, M. (2008). Notwendige Qualität von Holzhackschnitzeln. Vortrag beim 4. Seminar „Stoffstrom-Management, Holzhackschnitzel“, Rheinbach, 23. April 2008.
- [40] Schmidt, M.; Pude, R. (2013). Kaskadennutzung von Schnitt- und Rodungsholz aus Obstplantagen als biogener Festbrennstoff. Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 25: 233-234.
- [41] Pude, R. (2013). Großgräser und schnellwachsende Hölzer – Energie vom Acker. In: Erneuerbare Energien / Energieeffizienz. ILEK-Projektgruppe. 22-24.
- [42] Foto: Schulz, D. 2012.
- [43] Foto: Knops, C. 2013.
- [44] Foto: Aumüller-Gruber, C. / LZ 27-2013.
- [45] Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Bodennutzung und Ackerflächen.  
<http://www.regionalstatistik.de> (25.07.2013)
- [46] Faustzahlen Biogas: Daten nach KTBL: Leitfaden Biogas. Fraunhofer-IWES, DBFZ und eigene Berechnungen.
- [47] Rhein-Sieg-Abfallwirtschaftsgesellschaft mbH: RSAG - Für Mensch und Umwelt.  
<http://www.rsag.de/cms247/unternehmen/> (12.06.2013)
- [48] ERFTVERBAND Körperschaft des öffentlichen Rechts: Abwassertechnik.  
<http://www.erftverband.de/abwasser/> (12.06.2013)
- [49] DuMont Schauberg, M.: Expedition der Kölnischen Zeitung GmbH & Co. KG: 19 kleine Kläranlagen vor dem Aus; 18.07.2013.  
<http://www.rundschau-online.de/euskirchen/erftverband-19-kleine-klaeranlagen-vor-dem-aus,15185862,23756266.html> (20.10.2013)
- [50] EnergieAgentur.NRW (Hrsg.), Geothermie – Erdwärme für Nordrhein-Westfalen, o.O. 2010, S.5.
- [51] Schüco: Fassadenmodul.  
[http://www.schueco.com/web/fassadenmodul\\_de/start](http://www.schueco.com/web/fassadenmodul_de/start) (2010)
- [52] Foto: Hemmers, R., 2010.
- [53] Energy Cities: Aachen is ENGAGED!  
[http://www.citiesengage.eu/city\\_detail\\_43.html](http://www.citiesengage.eu/city_detail_43.html) (19.10.2013)

- [54] Stadt Rheinbach: Kommunaler Klimaschutz in Rheinbach.  
[http://www.rheinbach.de/cms121/bws/erneuerbare\\_energien/](http://www.rheinbach.de/cms121/bws/erneuerbare_energien/) (25.10.2013)
- [55] Stadt Rheinbach: Öffentlichkeitsbeteiligung.  
[http://www.rheinbach.de/cms121/bws/erneuerbare\\_energien/oeffentlichkeitsbeteiligung/](http://www.rheinbach.de/cms121/bws/erneuerbare_energien/oeffentlichkeitsbeteiligung/)  
(25.10.2013)
- [56] Foto: SynergieKomm, 2013.
- [57] Online-Verwaltungslexikon: Stichwort Management.  
<http://www.olev.de/m/management.htm> (19.10.2013)

## 9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: Stadtgebiet Rheinbach mit den Stadtteilen [4] .....	4
Abbildung 2: Flächennutzung in der Stadt Rheinbach [Eigene Darstellung nach 3].....	5
Abbildung 3: Zubau von PV-Anlagen in den letzten Jahren auf dem Stadtgebiet Rheinbach [Eigene Darstellung nach 8] .....	11
Abbildung 4: Verteilung der installierten PV-Anlagen 2012. [Eigene Darstellung nach 8] .....	11
Abbildung 5: Verteilung Leistung und solare Stromerzeugung nach Sektoren. [Eigene Darstellung nach 8 und 9] .....	12
Abbildung 6: Flächennutzungsplan der Stadt Rheinbach (links) und ausgewiesene Windkraftkonzentrationszone (rechts) [13] .....	14
Abbildung 7: Gesamtendenergieverbrauch nach Sektoren (links) und Gesamt-CO <sub>2</sub> -Ausstoß nach Sektoren (rechts) [Eigene Berechnungen].....	21
Abbildung 8: Gesamtstromverbrauch nach Energieträgern [Eigene Berechnungen] .....	22
Abbildung 9: Energieverbrauch (Strom und Wärme) im Sektor Private Haushalte [Eigene Berechnungen].....	23
Abbildung 10: CO <sub>2</sub> -Ausstoß im Sektor Private Haushalte [Eigene Berechnungen] .....	24
Abbildung 11: Endenergieverbrauch im Sektor Wirtschaft [Eigene Berechnungen].....	24
Abbildung 12: CO <sub>2</sub> -Ausstoß im Sektor Wirtschaft [Eigene Berechnungen].....	25
Abbildung 13: Endenergieverbrauch im Sektor Verkehr [Eigene Berechnungen] .....	26
Abbildung 14: CO <sub>2</sub> -Ausstoß im Sektor Verkehr [Eigene Berechnungen].....	26
Abbildung 15: Gesamtendenergiebilanz nach Energieträgern (links) & CO <sub>2</sub> -Ausstoß nach Energieträgern (rechts) [Eigene Berechnungen].....	27
Abbildung 16: Globalstrahlung (Jahressummen 2012) in der Region Köln/Bonn [Geänderte Karte nach 19].....	29
Abbildung 17: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	34
Abbildung 18: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	36
Abbildung 19: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen] .....	37
Abbildung 20: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen] .....	39
Abbildung 21: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	42
Abbildung 22: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	44
Abbildung 23: Vergleich der Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen] .....	45
Abbildung 24: Gesamtdarstellung der Potenziale zur PV-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen).....	48
Abbildung 25: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	54
Abbildung 26: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	55
Abbildung 27: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen] .....	56

Abbildung 28: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen] .....	58
Abbildung 29: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	60
Abbildung 30: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	62
Abbildung 31: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen] .....	63
Abbildung 32: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Solarthermie-Nutzung im Szenarienvergleich (Eigene Berechnungen).....	66
Abbildung 33: Potenzial für Geothermie-Nutzung in Rheinbach [25] .....	71
Abbildung 34: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	75
Abbildung 35: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei privaten Wohngebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	77
Abbildung 36: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei privaten Wohngebäuden [Eigene Berechnungen] .....	77
Abbildung 37: Vergleich der Ertrags- und Einsparpotenziale bei kommunalen Liegenschaften [Eigene Berechnungen] .....	79
Abbildung 38: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	81
Abbildung 39: Stromerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen bei Gewerbeflächen im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	83
Abbildung 40: Vergleich der Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale bei Gewerbeflächen [Eigene Berechnungen] .....	84
Abbildung 41: Gesamtdarstellung der Potenziale zur Geothermie-Nutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen].....	87
Abbildung 42: Potenziale der Windkraft im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	102
Abbildung 43: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen].....	106
Abbildung 44: Paulownia-Plantage bei Hoholz [42].....	108
Abbildung 45: Erträge und Einsparungen durch KUP im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen].....	110
Abbildung 46: Miscanthus-Versuchsfeld auf dem Campus Klein-Altendorf [42] .....	111
Abbildung 47: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen].....	113
Abbildung 48: Holzhackschnitzel aus Obstbaumschnitt [43].....	114
Abbildung 49: Rodepflug [44].....	114
Abbildung 50: Erträge und Einsparungen durch Obstholz im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen].....	116
Abbildung 51: Erträge und Ersparnisse bei zusätzlicher Holznutzung im Szenarienvergleich [Eigene Berechnung].....	118
Abbildung 52: Einsparung von Heizöläquivalenten durch die zusätzliche Nutzung von Holz [Eigene Berechnung].....	119
Abbildung 53: Biomasselager mit solarer Trocknung und Solarkamin am Campus Klein-Altendorf [42] .....	120

Abbildung 54: Verteilung der Biogasgewinnung nach Inputstoffen [Eigene Berechnungen] .....	125
Abbildung 55: Vergleich der zusätzlichen Biogasgewinnung im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen] .....	126
Abbildung 56: Die Durchwachsene Silphie als vielversprechende Anbaufrucht zur Biogasgewinnung [43] .....	126
Abbildung 57: Nutzungspfade bei der energetischen Verwertung von biogenen Abfällen [Eigene Darstellung] .....	127
Abbildung 58: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Rheinbach 2012 [Eigene Berechnungen] .....	130
Abbildung 59: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Trendszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen] .....	132
Abbildung 60: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen durch regenerative Energiequellen in Klimaszenario 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen] .....	134
Abbildung 61: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Szenarienvergleich [Eigene Berechnungen] .....	135
Abbildung 62: Anteil an Energieerträgen und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Szenarienvergleich für das Jahr 2030 [Eigene Berechnungen] .....	136
Abbildung 63: Handlungsportfolio für die identifizierten Handlungsoptionen auf der Zeitachse [Eigene Darstellung] .....	148
Abbildung 64: Geothermie im Neubau [50] .....	158
Abbildung 65: Möglichkeiten der Integration von Solarmodulen in der Gebäudehülle [51] .....	161
Abbildung 66: Holzhäcksler und Sortierung für den mobilen Einsatz auf dem Betriebshof von Reijnders Groenrecycling [52] .....	165
Abbildung 67: Internetauftritt zum Klimaschutz-Teilkonzept erneuerbare Energien mit den Teilergebnissen [54] .....	169
Abbildung 68: Energie-Café in Rheinbach [56] .....	169
Abbildung 69: Ausstellung der Zwischenergebnisse im Foyer des Rathauses [55] .....	170
Abbildung 70: Beispiel einer Öffentlichkeitskampagne für aktiven Klimaschutz. [53] .....	173
Tabelle 1: Ausbauphasen im Trend- und Klimaszenario bei der Nutzung von Solarenergie [Eigene Berechnungen] .....	30
Tabelle 2: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für PV-Nutzung [Eigene Berechnungen] .....	32
Tabelle 3: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	33
Tabelle 4: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	33
Tabelle 5: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	34
Tabelle 6: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen] .....	35
Tabelle 7: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen] .....	35
Tabelle 8: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen] .....	35
Tabelle 9: PV-Anlagen auf Dächern kommunaler Liegenschaften [1, Eigene Berechnungen] .....	37

Tabelle 10: Potenzielle Dachflächen auf kommunalen Liegenschaften [17, Eigene Berechnungen].....	38
Tabelle 11: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	38
Tabelle 12: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	39
Tabelle 13: Entwicklung der für die PV-Nutzung im Gewerbe bis 2030 betrachteten Flächen [Eigene Berechnungen].....	40
Tabelle 14: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	41
Tabelle 15: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	41
Tabelle 16: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Darstellung].....	42
Tabelle 17: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	43
Tabelle 18: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	43
Tabelle 19: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei genutzten und ungenutzten Gewerbeflächen 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Darstellung] .....	43
Tabelle 20: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	46
Tabelle 21: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	47
Tabelle 22: Bestand an privaten Wohngebäuden bis 2030 und Eignung für Solarthermie-Nutzung [Eigene Berechnungen] .....	52
Tabelle 23: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	52
Tabelle 24: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	53
Tabelle 25: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	53
Tabelle 26: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	54
Tabelle 27: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	54
Tabelle 28: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	55
Tabelle 29: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	57
Tabelle 30: Installierte Modulfläche, Erträge und Investitionskosten bei kommunalen Liegenschaften 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	57
Tabelle 31: Entwicklung der Potenzialflächen für Solarthermie-Nutzung im Gewerbe bis 2030 [Eigene Berechnungen].....	59
Tabelle 32: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	59
Tabelle 33: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	60

Tabelle 34: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	60
Tabelle 35: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	61
Tabelle 36: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	61
Tabelle 37: Kollektorfläche, Erträge und Investitionskosten bei gewerblichen Bestands- und Neubauten 2015, 2020 und 2030 im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	62
Tabelle 38: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	64
Tabelle 39: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	64
Tabelle 40: Beispiel für die Auslegung einer Erdsondenanlage [26].....	72
Tabelle 41: Ausbauraten im Trend- und Klimaszenario für geothermische Nutzung bei Bestandsgebäuden [Eigene Berechnungen] .....	73
Tabelle 42: Entwicklung des Gesamtgebäudebestandes bis 2030 und Eignung für Geothermie-Nutzung [Eigene Berechnungen].....	74
Tabelle 43: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	74
Tabelle 44: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	75
Tabelle 45: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	75
Tabelle 46: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	76
Tabelle 47: Anzahl, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	76
Tabelle 48: Anzahl, Erträge und Investitionskosten aller privaten Wohngebäude im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	76
Tabelle 49: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	78
Tabelle 50: Geothermienutzung bei kommunalen Liegenschaften im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	78
Tabelle 51: Entwicklung der Potenzialflächen für Geothermieversorgung im Gewerbe [Eigene Berechnungen].....	80
Tabelle 52: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden 2015, 2020 und 2030 im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	80
Tabelle 53: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	81
Tabelle 54: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten im Trendszenario [Eigene Berechnungen] .....	81
Tabelle 55: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Bestandsgebäuden im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	82
Tabelle 56: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten bei Neubauten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen] .....	82
Tabelle 57: Gewerbefläche mit Geothermienutzung, Erträge und Investitionskosten im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	82

Tabelle 58: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	85
Tabelle 59: Jahresbetrachtung - Ertrags- und CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial im Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	85
Tabelle 60: Potenziale im Trendszenario für 100 m und 150 m hohe WEA [Eigene Berechnungen].....	101
Tabelle 61: Potenziale im Klimaszenario für 100 m und 150 m hohe WEA [Eigene Berechnungen].....	101
Tabelle 62: Erträge und Einsparungen durch Waldholz im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	105
Tabelle 63: Erträge und Einsparungen durch KUP im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	109
Tabelle 64: Erträge und Einsparungen durch Miscanthus im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	112
Tabelle 65: Erträge und Einsparungen durch Obstanbau im Trend- und Klimaszenario [Eigene Berechnungen].....	115
Tabelle 66: Gesamterträge und -einsparungen im Trendszenario [Eigene Berechnungen].....	117
Tabelle 67: Zubauraten der versch. Szenarien bei der Biogasgewinnung [Eigene Berechnungen].....	124
Tabelle 68: Potenziale im Szenarienvergleich für 2015, 2020 und 2030 [Eigene Berechnungen].....	125
Tabelle 69: Erträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen].....	130
Tabelle 70: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Trendszenario insgesamt [Eigene Berechnungen].....	131
Tabelle 71: Energieerträge und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Klimaszenario insgesamt [Eigene Berechnungen].....	133
Tabelle 72: Prozentanteile regenerativer Energieformen an Erträgen und CO <sub>2</sub> -Einsparungen im Klimaszenario insgesamt [Eigene Berechnungen].....	133
Tabelle 73: Handlungsoptionen (HO) Photovoltaik [Eigene Daten] .....	142
Tabelle 74: Handlungsoptionen (HO) Solarthermie [Eigene Daten].....	142
Tabelle 75: Handlungsoptionen (HO) Oberflächennahe Geothermie & Wärmepumpen [Eigene Daten].....	143
Tabelle 76: Handlungsoptionen (HO) Windenergie [Eigene Daten].....	143
Tabelle 77: Handlungsoptionen (HO) Holzartige Biomasse [Eigene Daten].....	144
Tabelle 78: Handlungsoptionen (HO) Biogene Reststoffe & Biogas [Eigene Daten].....	145
Tabelle 79: Handlungsoptionen (HO) Übergreifende Handlungsansätze und Netzwerkarbeit [Eigene Daten].....	145
Tabelle 80: Handlungsoptionen (HO) Öffentlichkeitsarbeit [Eigene Daten] .....	146
Tabelle 81: Zielgruppenanalyse zur Öffentlichkeitsarbeit [Eigene Daten].....	168