

**Projekt:**  
**Klimaschutzkonzept für die Region**  
**Schwarzwald-Baar-Heuberg**

Karlsruhe,  
11. Mai 2012

**Bericht (Endfassung):**  
**Potenzialanalyse der verfügbaren erneuerbaren**  
**Energieträger**

Ansprechpartner:  
Wolfgang Lebender  
w.lebender@arcadis.de

Unser Zeichen:  
DE0110.133.155.0121

Telefon-Durchwahl:  
0761 / 7012-10

Telefax-Durchwahl:  
0761 / 7012-11

**Auftraggeber:**



Gefördert durch:



Geschäftsführer:  
Walter Verbruggen (Vorsitz)  
Jürgen Boenecke  
Dr. Roland Damm  
Adam Mahr  
Thomas-M. Vogt

Amtsgericht Darmstadt  
HRB 4537

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	Hintergründe und Rahmenbedingungen der Studie	10
2	Energieverbrauchssituation	11
2.1	Bilanzierung mit ECORegion	11
2.2	Energieverbrauch	12
2.3	CO <sub>2</sub> -Emissionen	19
2.4	Die Region im landes- und bundesweiten Vergleich	24
3	Rahmen für den regionalen Klimaschutz	26
3.1	Zielsetzungen auf Bundesebene	26
3.2	Zielsetzungen auf Landesebene	28
3.3	Stromnetz- und Gasnetzbetreiber der leitungsgebundenen Energieträger in der Region	30
3.4	Beteiligung an Energieförderprogrammen	34
3.4.1	Untersuchte Förderprogramme	34
3.4.2	Beteiligung an den Förderprogrammen	36
3.4.3	Energieagentur Landkreis Tuttlingen	42
4	Potenziale der erneuerbaren Energien in der Region	44
4.1	Photovoltaik	44
4.1.1	Bestehende Anlagen	44
4.1.2	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	47
4.1.3	Potenzial Photovoltaik	52
4.1.4	Potenzial auf vorbelasteten Flächen	56
4.1.5	Vorschläge für weitere Untersuchungen zu Photovoltaik	58
4.2	Solarthermie	58
4.2.1	Bestehende Anlagen	58
4.2.2	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	60
4.2.3	Potenzial Solarthermie	63
4.2.4	Potenzial für Solarthermienutzung in Freibädern	65
4.3	Wasserkraft	68
4.3.1	Bestehende Anlagen	68
4.3.2	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	69
4.3.3	Potenzial für kleine Wasserkraftanlagen	73
4.3.4	Vorschläge für weitere Untersuchungen zur Wasserkraft	75
4.4	Oberflächennahe Geothermie	75
4.4.1	Bestehende Anlagen	75
4.4.2	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	78
4.4.3	Potenzial Geothermie	81
4.4.4	Vorschläge für weitere Untersuchungen zur oberflächennahen Geothermie	82
4.5	Biomasse (ohne Holz)	83
4.5.1	Bestehende Biogas-Anlagen	83
4.5.2	Bestehende Klärgasanlagen	85
4.5.3	Aktuelle Nutzung von Biomasse (ohne Holz)	86
4.5.4	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	88

4.5.5	Potenzial Biomasse (ohne Holz)	97
4.5.6	Vorschläge für weitere Untersuchungen zur Biomasse (ohne Holz)	103
4.6	Holz	104
4.6.1	Bestehende große Anlagen zur energetischen Nutzung von Holz	104
4.6.2	Bestehende Kleinf Feuerungsanlagen zur energetischen Nutzung von Holz	106
4.6.3	Vorgehensweise zur Potenzialermittlung	109
4.6.4	Potenziale Holz	114
4.6.5	Vorschläge für weitere Untersuchungen zu Holz	119
4.7	Zusammenfassende Darstellung der Potenziale der einzelnen Energieträger	120
5	Energieeffizienz	128
5.1	Nahwärmenetze – Grundlagen	128
5.2	Bestehende Nahwärmenetze	129
5.2.1	Nahwärmenetze im Landkreis Rottweil	130
5.2.2	Nahwärmenetze im Schwarzwald-Baar-Kreis	130
5.2.3	Nahwärmenetze im Landkreis Tuttlingen	131
6	Szenarien bis 2020	132
6.1	Szenario „Trend“	132
6.2	Szenario „Engagierte Klimapolitik“	136
6.3	Szenario „Optimale Klimapolitik auf allen Ebenen“	138
7	Ökonomische Aspekte	142
7.1	Einsparpotenzialkurve für die Region	142
7.1.1	Methodisches Vorgehen	142
7.1.2	Ergebnisse	142
7.2	Spezifische und absolute CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten	145
7.2.1	Methodisches Vorgehen	145
7.2.2	Ergebnisse	148
7.3	Kosteneinsparung durch Klimaschutzmaßnahmen	151
7.3.1	Methodisches Vorgehen	151
7.3.2	Ergebnisse	152
7.4	Regionale Wertschöpfung und Beschäftigungs-Aspekte	153
7.4.1	Methodisches Vorgehen	153
7.4.2	Ergebnisse	154
8	Quellen	157
	Sonderkapitel 1 - Potenziale der Lageenergienutzung -	165
	Sonderkapitel 2 - Potenzial „Energieholz-Anbauflächen“ im Wald unter Freileitungen -	170
	Sonderkapitel 3 - Potenziale der Windenergie -	172
	Sonderkapitel 4 - Betrachtungen zur Netzkapazität -	176

**TABELLENVERZEICHNIS**

	Seite
Tabelle 2.2-1: Endenergieverbrauch in den Landkreisen (2010)	12
Tabelle 2.3-1: CO <sub>2</sub> -Emissionen in den Landkreisen (2010)	20
Tabelle 3.3-1: Stromnetzbetreiber und Gasnetzbetreiber	31
Tabelle 3.4-1: Beteiligung an Energieförderprogrammen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)	36
Tabelle 3.4-2: Förderzusagen der KfW je Landkreis (2009)	39
Tabelle 3.4-3: Förderzusagen der KfW je Landkreis (2010)	39
Tabelle 3.4-4: Beteiligung der Kreise an den Programmen von Klimaschutz-Plus	41
Tabelle 4.1-1: Aktueller PV-Anlagenbestand	44
Tabelle 4.1-2: Annahmen zur Potenzialermittlung	48
Tabelle 4.1-3: Eingangsdaten	52
Tabelle 4.1-4: PV-Potenziale und erreichbare Deckungsgrade	54
Tabelle 4.1-5; Potenziale ausgewählter Parkplätze und die Bereitschaft der Eigentümer zur Selbstnutzung oder Verpachtung	57
Tabelle 4.2-1: Aktuelle Nutzung der Solarthermie (2010)	60
Tabelle 4.2-2: Annahmen zur Potenzialermittlung	62
Tabelle 4.2-4: Potenziale Solarthermie	64
Tabelle 4.2-5: Annahmen Solarthermie in Freibädern	65
Tabelle 4.2-6: Eingangsdaten Solarthermie in Freibädern	66
Tabelle 4.2-7: Solares Potenzial der Freibäder	66
Tabelle 4.3-1: Aktuelle Nutzung der Wasserkraft (2010)	68
Tabelle 4.3-2: Annahmen zur Potenzialermittlung	71
Tabelle 4.3-3: Eingangsdaten Potenzialanalyse Wasserkraft	72
Tabelle 4.3-4: Potenzial Wasserkraft	74
Tabelle 4.4-1: Eingangsdaten Geothermie	75
Tabelle 4.4-2: Kennzahlen zur installierten Leistung aus der oberflächennahen Geothermie	78
Tabelle 4.4-3: Eingangsdaten Potenzialanalyse Geothermie	81
Tabelle 4.4-4: Nutzbare Potenziale Geothermie im Vergleich zum Energiebedarf von Kleinverbrauchern	81
Tabelle 4.5-1: Biogasanlagen in den Landkreisen (Stand 2011)	84
Tabelle 4.5-2: Eingangsdaten Potenzialanalyse Kläranlagen	85
Tabelle 4.5-3: Vorhandene Kläranlagen mit Klärgasnutzung und erzeugte Energiemengen	86

Tabelle 4.5-4:	Aktuelle Verwertungswege der untersuchten Substrate im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg	87
Tabelle 4.5-5:	Annahmen für Biotonne, Gartenabfälle und Speisereste	89
Tabelle 4.5-6:	Eingangsdaten Biomasse	90
Tabelle 4.5-7:	Annahmen Potenzialanalyse Biogas	91
Tabelle 4.5-8:	Eingangsdaten Biogasanlagen	92
Tabelle 4.5-9:	Eingangsdaten Potenzialanalyse Biogas	94
Tabelle 4.5-10:	Eingangsdaten Potenzialanalyse Klärschlamm	95
Tabelle 4.5-11:	Mobilisierungsfaktoren Biomasse ohne Holz	96
Tabelle 4.5-12:	Potenziale der Biogasnutzung – Elektroenergie (nur der untersuchten Substrate)	100
Tabelle 4.5-13:	Potenziale der Biogasnutzung – Wärmeenergie (nur der untersuchten Substrate)	101
Tabelle 4.6-1:	Annahmen zur Berechnung des Holzpotenzials	112
Tabelle 4.6-1:	Eingangsdaten zur Berechnung des Holzpotenzials	113
Tabelle 4.6-2:	Zusammenfassung der nutzbaren Energieholzpotenziale aus Waldholz und Industrienebenprodukten	119
Tabelle 4.7-1:	Zusammenfassung der Potenziale	125
Tabelle 6.1-1:	Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Trend“	134
Tabelle 6.2-1:	Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Engagierte Klimapolitik“	136
Tabelle 6.3-1:	Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Optimale Klimapolitik auf allen Ebenen“	139
Tabelle 7.1-1:	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Jahr 2010 und Minderungspotenziale bis 2020 in den Kreisen	143
Tabelle 7.4-1:	Spezifische Werte für die regionale Wertschöpfung verschiedener erneuerbarer Energien nach [7.4-1].	153

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abb. 2.2-1:	Endenergieverbrauch im Landkreis Rottweil 1990-2010	13
Abb. 2.2-2:	Endenergieverbrauch im Landkreis Rottweil pro Einwohner 1990-2010	14
Abb. 2.2-3:	Endenergieverbrauch im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010	15
Abb. 2.2-4:	Endenergieverbrauch im Schwarzwald-Baar-Kreis pro Einwohner 1990-2010	16
Abb. 2.2-5:	Anzahl der Beschäftigten im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010	17
Abb. 2.2-6:	Endenergieverbrauch im Landkreis Tuttlingen 1990-2010	18
Abb. 2.2-7:	Endenergieverbrauch im Landkreis Tuttlingen pro Einwohner 1990-2010	19
Abb. 2.3-1:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Einwohner 1990-2010	20
Abb. 2.3-2:	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Landkreis Rottweil 1990-2010	21
Abb. 2.3-3:	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010	22
Abb. 2.3-4:	CO <sub>2</sub> -Emissionen im Landkreis Tuttlingen 1990-2010	23
Abb. 2.4-1:	Energieverbrauch pro Kopf in den Landkreisen 2010	24
Abb. 2.4-2:	CO <sub>2</sub> -Ausstoß pro Kopf in den Landkreisen 2010	25
Abb. 4.1-1:	Anzahl der vorhandenen PV-Anlagen pro Gemeinde	45
Abb. 4.1-2:	Installierte Leistung der PV-Anlagen pro Gemeinde	46
Abb. 4.1-3:	Gemeindeweise Darstellung von PV-Leistung pro Einwohner	46
Abb. 4.1-4:	Ausbaupfad Photovoltaik	53
Abb. 4.1-5:	Technische und nutzbare Potenziale je Landkreis	53
Abb. 4.1-6:	Erschließbares und bereits erschlossenes Potenzial für Photovoltaik je Kommune	54
Abb. 4.1-7:	Nutzbare Potenzial Photovoltaik pro Einwohner in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl	55
Abb. 4.1-8:	Heutiger Potenzialausnutzungsgrad je Gemeinde	56
Abb. 4.2-1:	Entwicklung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen	63
Abb. 4.4-1:	Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden im Gebiet des Regionalverbands Schwarzwald-Baar-Heuberg (2010 ist nicht vollständig erfasst)	76
Abb. 4.4-2:	Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden in Baden-Württemberg 1999-2011 (2011 ist nicht vollständig erfasst)	77
Abb. 4.4-3:	Anzahl und Tiefe der Erdwärmesonden im Gebiet des Regionalverbands	77
Abb. 4.5-1:	Leistungsvergleich zwischen den Landkreisen bzgl. installierter Biogasanlagen	83

Abb. 4.5-2:	Anteil der Biomasse (ohne Holz) am Strom-, Wärme- und Treibstoffverbrauch	87
Abb. 4.5-3:	Potenziale der Biogasnutzung einzelner Substrate im RV SBH	98
Abb. 4.5-4:	Heutige Erschließungsgrade des nutzbaren Potenzials für die untersuchten Substrate	99
Abb. 4.5-5:	Ausbauszenarien für die Biogasnutzung der untersuchten Substrate	100
Abb. 4.5-6:	Potenziale der Biomasseverbrennung einzelner Substrate im RV SBH	102
Abb. 4.6-1:	Anlagendaten Hackschnitzelheizwerke: Anzahl und installierte Leistung	104
Abb. 4.6-2:	Energieverbrauch in großen Holzheizwerken	105
Abb. 4.6-3:	Art und Anzahl kleiner, über das Marktanreizprogramm geförderten Biomasseanlagen	106
Abb. 4.6-4:	Anlagenzahl und installierte Leistung kleiner Holzheizanlagen im Gebiet des Regionalverbandes	107
Abb. 4.6-5:	Gesamtüberblick Art und Anzahl kleine Biomasseanlagen	108
Abb. 4.6-6:	Energieverbrauch kleiner Holzheizanlagen	109
Abb. 4.6-7:	Theoretische und nutzbare Energieholzpotentiale in den Landkreisen (Waldenergieholz)	115
Abb. 4.6-8:	Nutzbare Waldenergieholzpotentiale und aktuelle Nutzung	116
Abb. 4.6-9:	Zusätzlich erschließbare Waldenergieholzpotentiale unter Berücksichtigung der Sortimente Industrie- und schwaches Stammholz	117
Abb. 4.6-10:	Industrierestholzaufkommen und derzeitige Nutzung	118
Abb. 4.7-1:	Ausbaupfad Photovoltaik	120
Abb. 4.7-2:	Potenziale der Biogasnutzung einzelner Substrate im RV SBV	122
Abb. 4.7-3:	Entwicklung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen	124
Abb. 5.1-1:	Wärmerzeuger für Nahwärmenetze	129
Abb. 7.1-1:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Emissionen der einzelnen Kreise bei vollständiger Erschließung der ermittelten nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien bis 2020	143
Abb. 7.1-2:	Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Einsparungen je Technologie bei vollständiger Erschließung der nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien bis 2020.	144
Abb. 7.2-1:	Jährliche Investitionskosten (Balken, linke Achse) und kumulierte Investitionskosten (Linie, rechte Achse) für die Erschließung der nutzbaren Potenziale bis 2020 (alle Kosten netto)	148
Abb. 7.2-2:	Spezifische CO <sub>2</sub> -Vermeidungskosten für unterschiedliche Technologien für die Jahre 2010 und 2020 (alle Kosten netto). Der Wert für Windkraft liegt im Jahr 2020 bei 3 €/t und daher in der Darstellung nicht zu erkennen)	149
Abb. 7.2-3:	CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial und Gestehungskosten (netto) verschiedener Technologien für die Jahre 2010 (✕) und 2020 (◆)	150

Abb. 7.3-1:	Vermiedene jährliche Schadenskosten je Technologie (Balken, linke Achse) und gesamte vermiedene Schadenskosten (Linie, rechte Achse) für die Jahre 2010 und 2020 (alle Kosten netto)	152
Abb. 7.4-1:	Regionale Wertschöpfung je Technologie (Balken, linke Achse) für die Jahre 2010 und 2020 sowie kumulierte Wertschöpfung (Linie, rechte Achse) (alle Kosten netto)	154
Abb. 7.4-2:	Vergleich des gesamten kumulierten regionalen Wertschöpfung mit der Wertschöpfung im Bereich Beschäftigung (Nettoeinkommen).	155
Abb. 4.-1:	Gemeinde Deißlingen: Strombezug und -lieferung für das Jahr 2010	177
Abb. 4.-2:	Eschbronn-Locherhof: Strombezug und -lieferung für das Jahr 2010	178
Abb. 4.-3:	Gemeinde Deißlingen: Maximum Strombezug mit Großkunden Dienstag, den 14. Dezember 2010	179
Abb. 4.-4:	Gemeinde Deißlingen: Maximum Strombezug ohne Großkunden Dienstag, den 3. Februar 2010	180
Abb. 4.-5:	Gemeinde Deißlingen: Maximum Stromeinspeisung Dienstag, den 20. Juli 2010	180
Abb. 4.-6:	Eschbronn-Locherhof: Maximum Strombezug Montag, den 22. November 2010	181
Abb. 4.-7:	Eschbronn-Locherhof: Maximum Stromlieferung Mittwoch, den 21. April 2010	181
Abb. 4.-8:	Monatserträge einer Windkraftanlage im Mittleren Schwarzwald im Jahresverlauf	182

## ANLAGENVERZEICHNIS

- Anlage 4.0-1: Potenzielle Photovoltaik
- Anlage 4.0-2: Potenzielle Solarthermie
- Anlage 4.0-3: Potenzielle Wasserkraft
- Anlage 4.0-4: Potenzielle oberflächennahe Geothermie
- Anlage 4.0-5: Potenzielle Biomasse (ohne Holz): Klärschlammverbrennung
- Anlage 4.0-6: Potenzielle Biomasse (ohne Holz): Biogasnutzung
- Anlage 4.0-7: Potenzielle Holz
- Anlage 4.0-8: Potenzielle erneuerbarer Energien nach Kommunen gegliedert
  
- Anlage 4.1-1: Photovoltaikanlagen nach Kommunen gegliedert
  
- Anlage 4.3-1: EEG-Anlagen Wasserkraft
- Anlage 4.3-2: Standorte von Wasserkraftanlagen
  
- Anlage 4.5-1: Vorhandene Biogasanlagen
- Anlage 4.5-2: Vorhandene Kläranlagen und Klärgasnutzung
- Anlage 4.5-3: Biomassenutzung nach Kommunen gegliedert
  
- Anlage 4.6: Bericht der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg zum Energieholzpotenzial

## 1 Hintergründe und Rahmenbedingungen der Studie

In den letzten Jahrzehnten wurde eine globale Erwärmung der Erdatmosphäre beobachtet, die statistisch mit der fortschreitenden Industrialisierung korreliert und auf den Ausstoß von Treibhausgasen zurückgeführt wird. Das wichtigste Treibhausgas ist das Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), welches bei allen Verbrennungsprozessen in der Industrie, im Verkehr und in Haushalten entsteht und dessen Anteil sich in der Atmosphäre in den letzten Jahrzehnten fortlaufend erhöht hat. Mit einem verbindlichen Aktionsprogramm haben sich im Kyoto-Abkommen die meisten Industriestaaten zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen verpflichtet. Bundes- und Landesregierung haben in ihren Klimaschutzkonzepten ähnliche Zielvorstellungen entwickelt. Die wichtigsten Gemeinsamkeiten sind der Ausbau der regenerativen Energieerzeugung, die Optimierung der Energienutzung durch Kraft-Wärme-Kopplung, der Ausbau des Stromnetzes sowie Energieeinsparungen im privaten Wohnungssektor und Kraftstoffeinsparungen im Verkehrswesen.

Der Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg hat sich zum Ziel gesetzt, die Entscheidungsgrundlagen für den Ausbau erneuerbarer Energien zu verbessern und ein „Klimaschutzkonzept“ zu entwickeln. Ein wesentlicher Bestandteil dieses Konzeptes ist zunächst die Analyse des Potenzials für erneuerbare Energien im Verbandsgebiet. Die "Potenzialanalyse der verfügbaren Erneuerbaren Energieträger für die Region Schwarzwald-Baar-Heuberg" soll Impulse setzen und Argumente liefern, wie der regionale Beitrag für eine Energiebereitstellung nachhaltig gestaltet werden kann. Das Bundesumweltministerium (BMU) fördert das Projekt im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative.

Dazu aus der Vorhabenbeschreibung: „Das abgestimmte Konzept zeigt schlussendlich, in einer auch für die interessierte Öffentlichkeit geeigneten Form, die regionalen Potenziale bei der Nutzung erneuerbarer Energien auf. Das Konzept enthält darüber hinaus bereits Ansätze und Vorschläge für konkrete Maßnahmen. Ziel ist es, einen bislang fehlenden regionalen Maßstab für übergeordnete energiepolitische Ziele zur Verfügung zu stellen, der den regionalen Beitrag zur Nutzung der erneuerbaren Energien veranschaulicht und die Entwicklung energiepolitischer Strategien für die Region befördert.“

Der Regionalverband hat die Firma ARCADIS beauftragt, ein solches „Klimaschutzteilkonzept“ zu erstellen. Über den mit ARCADIS vereinbarten Leistungsumfanges hinaus, hat der Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg die Ermittlung und Darstellung weiterer regionalbedeutsamer Potenziale und Hinweise erarbeitet - darunter auch die Windenergie - , die als separate Kapitel an die ARCADIS-Studie angehängt sind. Somit liegt die Potenzialanalyse als eine Grundlage vor, auf der modular aufgebaut werden kann.

## 2 Energieverbrauchssituation

Die aktuelle Energieverbrauchssituation wurde als Grundlage für zukünftige Entscheidungen und Maßnahmen im Bereich der erneuerbaren Energien erfasst.

Dazu wurden Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen der einzelnen Landkreise erstellt, die den Zeitraum von 1990 bis 2010 betrachten. Diese Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen zeigen zum einen die Entwicklung der Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen in den letzten 20 Jahren. Zum anderen ermöglichen diese einen Vergleich der Landkreise untereinander. Wenn diese in den folgenden Jahren fortgeschrieben werden, können sie zukünftig auch als Monitoringinstrument für Maßnahmen im Bereich des Klimaschutzes verwendet werden.

### 2.1 Bilanzierung mit ECORegion

Die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Landkreise wurden mit Hilfe der Software ECORegion ermittelt [2.1-1]. Diese Software wurde mit Beteiligung des Klimabündnisses der Kommunen entwickelt und wird inzwischen von zahlreichen Kommunen und Gebietskörperschaften in Deutschland angewendet.

Für die Bilanzierung mit ECORegion werden zunächst nur die Bevölkerungszahlen und Angaben zur Anzahl der Beschäftigten in den verschiedenen Wirtschaftszweigen benötigt. Diese Daten wurden für jeden Landkreis beim Statistischen Landesamt Baden-Württemberg abgefragt [2.1-2] und zur Berechnung der „Startbilanzen“ verwendet. Zur Bilanzierung wurden Energieverbrauchsdaten und Emissionsfaktoren angewendet, die deutschen Durchschnittswerten entsprechen und in der Software hinterlegt sind.

Die Startbilanzen können zukünftig fortgeschrieben und präzisiert werden, in dem regionale Eingangsdaten (z.B. Energieverbrauchs- oder Emissionsstatistiken der LUBW oder des Statistischen Landesamts) in ECORegion verwendet werden. Für das vorliegende Projekt standen solche Daten nicht in geeigneter Form zur Verfügung. Erfahrungsgemäß ist aber bereits die Genauigkeit der „Startbilanz“ sehr hoch. Laut Hersteller der Software weicht die Startbilanz in der Regel um weniger als 5% von herkömmlichen aufwändigen Bottom-up-Bilanzen ab.

Die Software ECORegion unterscheidet zwei verschiedene Berechnungsmethoden - zum einen die IPCC- und zum anderen die LCA-Methodik (Intergovernmental Panel on Climate Change bzw. Life Cycle Analysis). Bei beiden Verfahren wird der Endenergieverbrauch einer Region betrachtet. Bei der LCA-Methodik, die hier verwendet wurde, werden die Emissionen aus der Erzeugung von Strom und Fernwärme außerhalb der Region in die Betrachtung einbezogen, während sie bei der IPCC-Methodik unberücksichtigt bleiben.

## 2.2 Energieverbrauch

Unter Energieverbrauch wird im Folgenden der Endenergieverbrauch verstanden. Der Endenergieverbrauch ist die Energiemenge, die von den Nutzern nach der Umwandlung der Primärenergie in den verschiedenen Energieformen Strom, Wärme, Brennstoffe und Kraftstoffe genutzt wird.

Die Energieverbrauchssituation der drei Landkreise des Regionalverbandes ist in der folgenden Tabelle 2.2-1 zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2.2-1: Endenergieverbrauch in den Landkreisen (2010)

	Landkreis Rottweil	Schwarzwald-Baar-Kreis	Landkreis Tuttlingen	Gesamt
<b>Einwohnerzahl</b>	139.316	206.535	134.189	480.040
<b>Endenergieverbrauch [GWh/a]</b>	4.863	6.308	5.165	16.336
<b>Endenergieverbrauch pro Einwohner [MWh/EW*a]</b>	34,9	30,5	38,5	34,0

Die unterschiedlichen Energieverbräuche pro Einwohner sind auf die unterschiedlichen industriellen und gewerblichen Aktivitäten in den jeweiligen Landkreisen zurückzuführen.

Die meiste Energie pro Einwohner wird mit rund 39 MWh pro Jahr im Landkreis Tuttlingen verbraucht. Der Schwarzwald-Baar-Kreis, hat mit rund 31 MWh pro Jahr einen um ca. 20 % geringeren Energieverbrauch pro Kopf als der Landkreis Tuttlingen. Der Landkreis Rottweil befindet sich mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von rund 35 MWh pro Jahr im Mittelfeld. Im Durchschnitt über alle drei Landkreise beträgt der Energieverbrauch rund 34 MWh pro Einwohner und Jahr.

Die folgenden Abb. 2.2-1 bis Abb. 2.2-7 zeigen die Entwicklung der gesamten und spezifischen (pro Einwohner) Endenergieverbräuche in den Landkreisen zwischen 1990 und 2010.

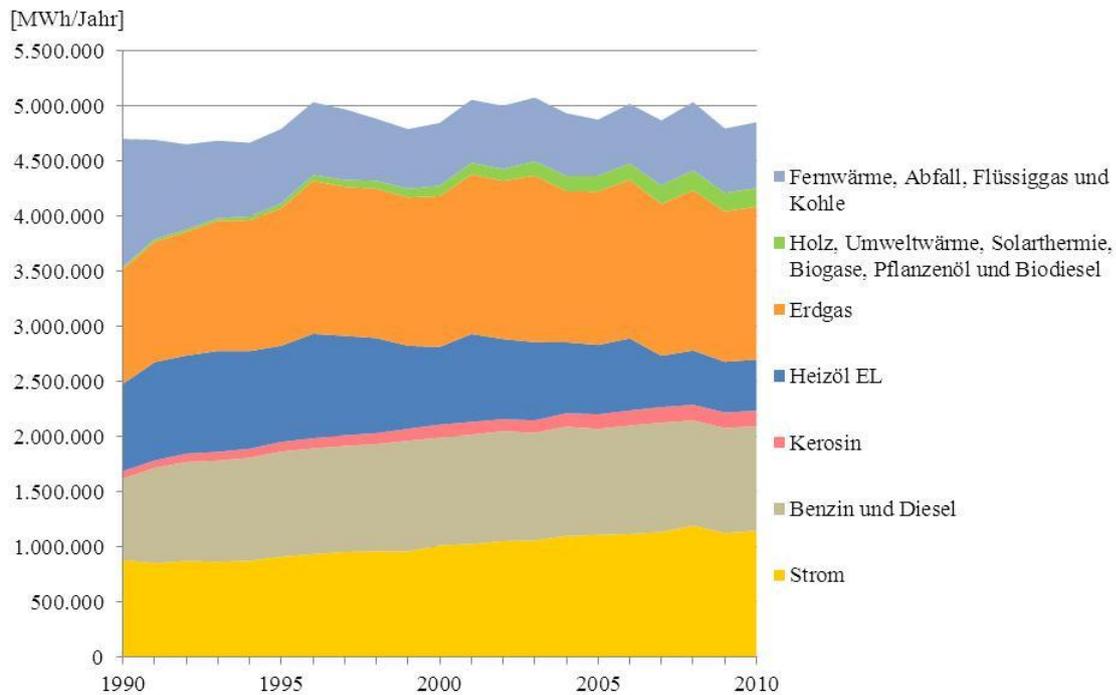


Abb. 2.2-1: Endenergieverbrauch im Landkreis Rottweil 1990-2010

Im **Landkreis Rottweil** ist der Energieverbrauch in den letzten 20 Jahren etwa konstant geblieben. Während der Heizölverbrauch abgenommen hat, ist der Verbrauch an Strom, Erdgas und Treibstoffen angestiegen. Ebenfalls zugenommen hat der Verbrauch im Bereich der regenerativen Energien.

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung des Energieverbrauchs pro Einwohner dargestellt.

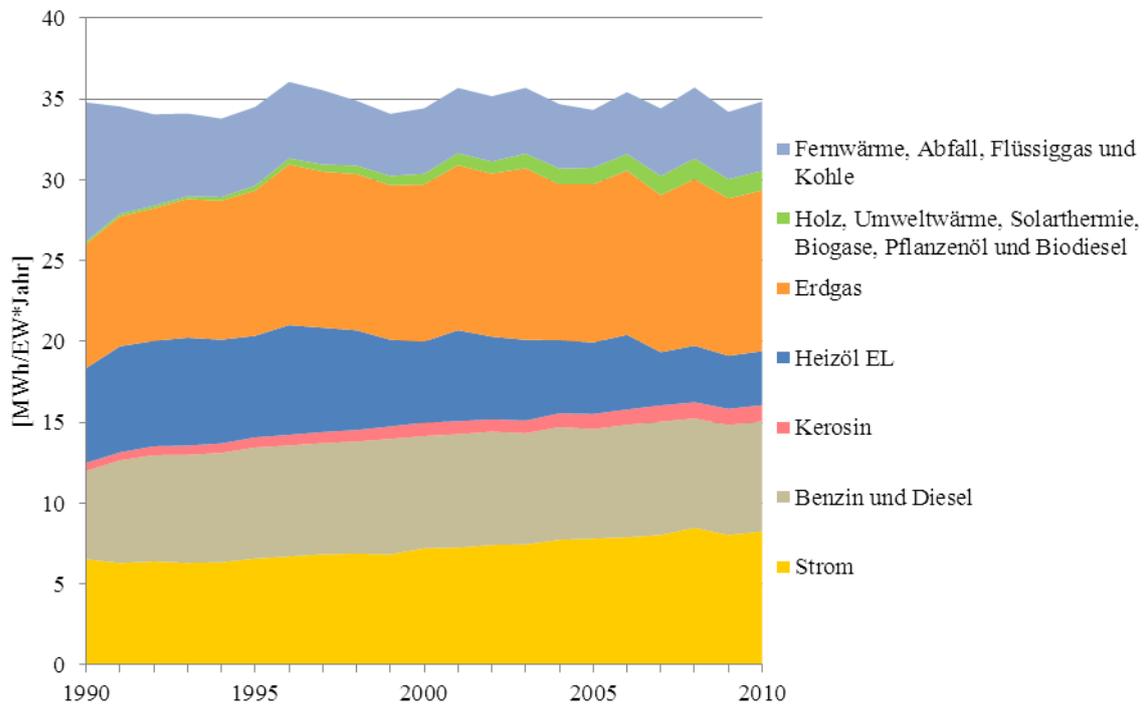


Abb. 2.2-2: Endenergieverbrauch im Landkreis Rottweil pro Einwohner 1990-2010

Im Landkreis Rottweil ist der Endenergieverbrauch pro Einwohner in den letzten 20 Jahren etwa konstant geblieben, während sich die Anteile der verschiedenen Energieträger verändert haben.

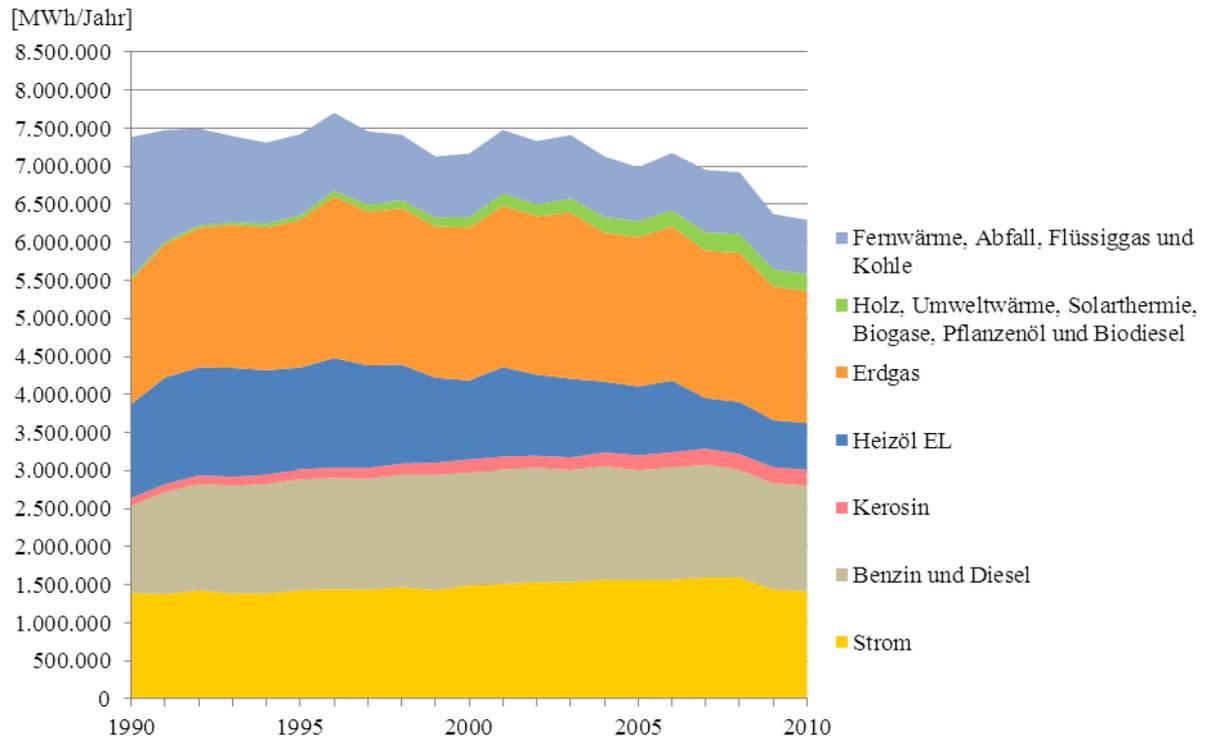


Abb. 2.2-3: Endenergieverbrauch im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010

Im **Schwarzwald-Baar-Kreis** hat der Energieverbrauch vor allem in den letzten 10 Jahren deutlich abgenommen. Bei Heizöl und Erdgas ist der Verbrauchsrückgang besonders deutlich.

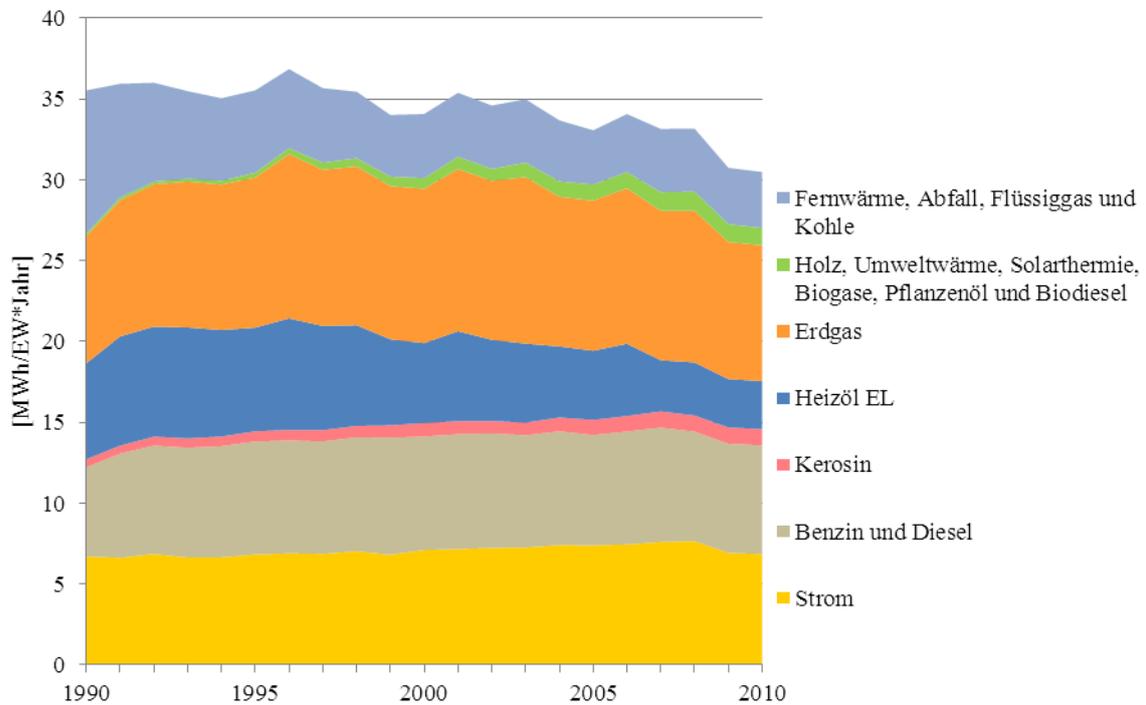


Abb. 2.2-4: Endenergieverbrauch im Schwarzwald-Baar-Kreis pro Einwohner 1990-2010

Ebenso wie beim gesamten Energieverbrauch ist beim spezifischen Energieverbrauch pro Einwohner im Schwarzwald-Baar-Kreis ein deutlicher Rückgang in den letzten 20 Jahren zu erkennen. Das Maximum des Energieverbrauchs pro Einwohner lag im Jahr 1996 bei rund 37 MWh. Der deutliche Rückgang des Energieverbrauchs ist offensichtlich darauf zurückzuführen, dass die Zahl der der Erwerbstätigen im verarbeitenden Gewerbe stark zurückgegangen ist, während sie in weniger energieintensiven Branchen zugenommen hat (Abb. 2.2-5).

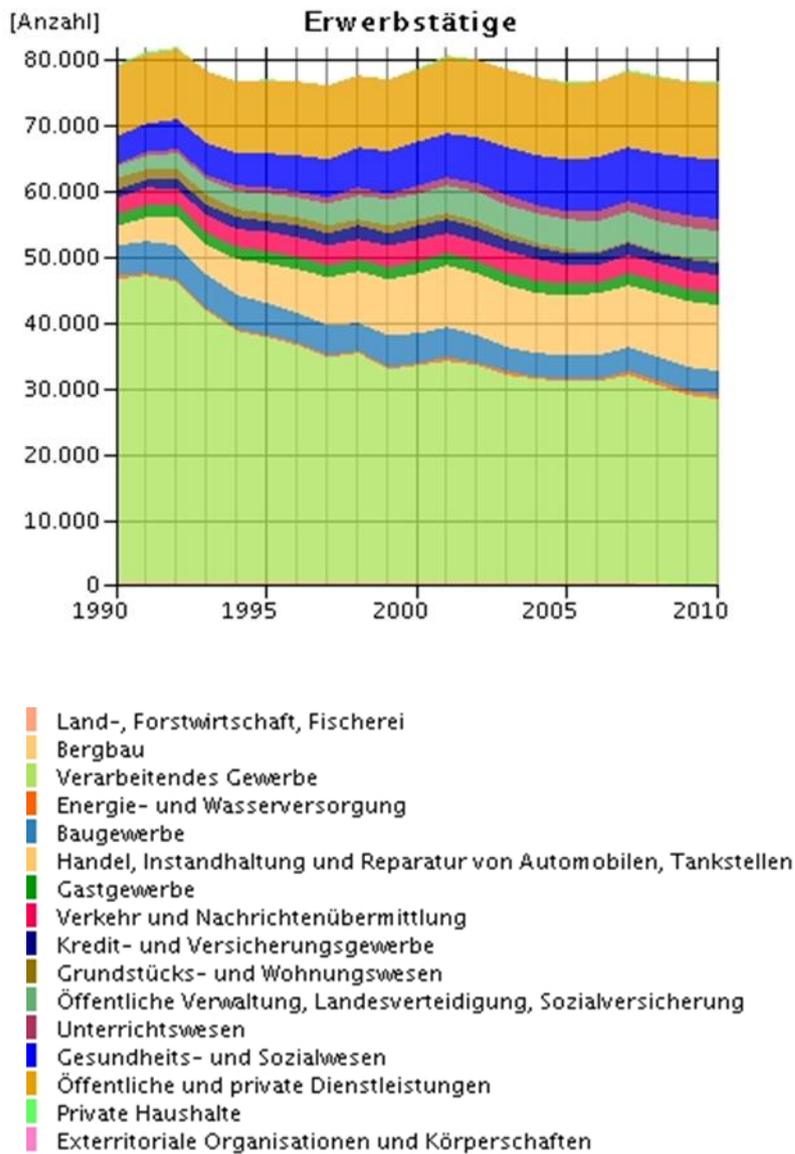


Abb. 2.2-5: Anzahl der Beschäftigten im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010

Im **Landkreis Tuttlingen** hat der Energieverbrauch in den letzten 20 Jahren tendenziell zugenommen, vor allem bei Gas und Strom. In den letzten Jahren hat sich dieser Trend umgekehrt und der Verbrauch ist wieder rückläufig (Abb. 2.2-6),

Der Anstieg des Endenergieverbrauchs ist unter anderem auf steigende Beschäftigtenzahlen zurückzuführen. Während im Jahr 1990 ca. 48.700 Personen erwerbstätig waren, gab es 2010 54.500 erwerbstätige Personen. Der größte Anteil der Beschäftigten ist dabei im verarbeitenden Gewerbe tätig.

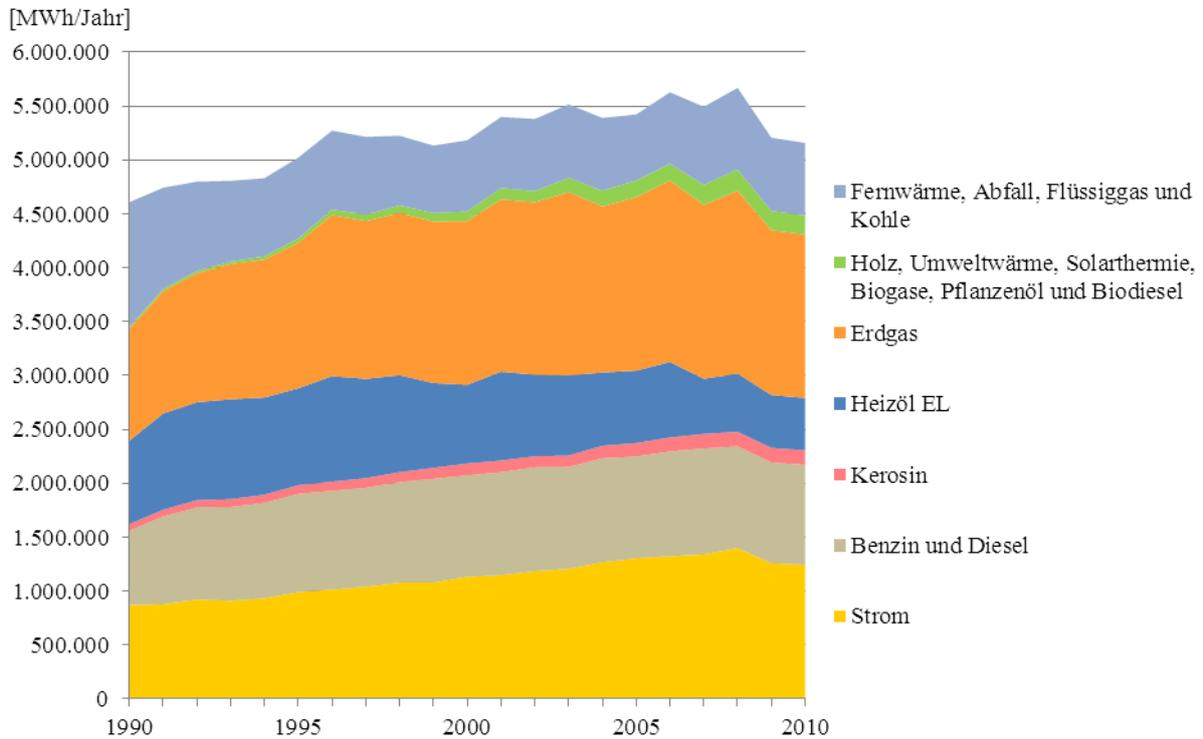


Abb. 2.2-6: Endenergieverbrauch im Landkreis Tuttlingen 1990-2010

Auch der Energieverbrauch pro Einwohner ist im Landkreis Tuttlingen in den letzten 20 Jahren tendenziell angestiegen, wobei in den letzten Jahren ein rückläufiger Trend zu beobachten ist (Abb. 2.2-7).

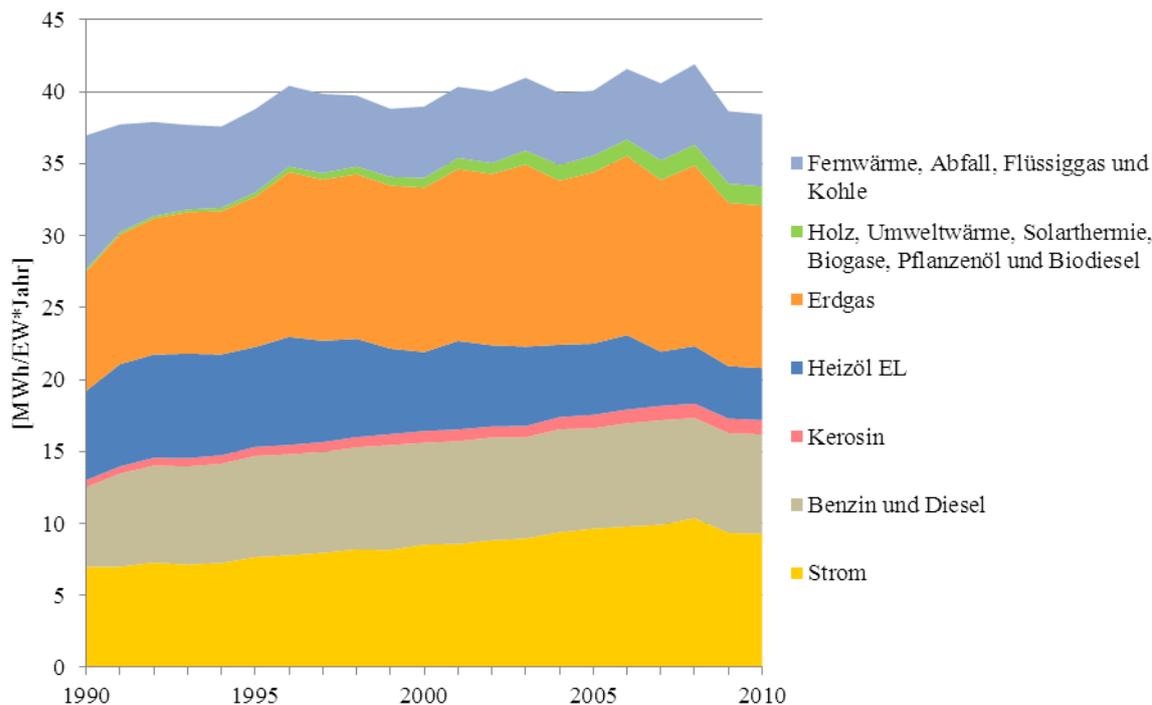


Abb. 2.2-7: Endenergieverbrauch im Landkreis Tuttlingen pro Einwohner 1990-2010

### 2.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die folgende Tabelle 2.3-1 zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den drei Landkreisen des Regionalverbandes. Da der CO<sub>2</sub>-Ausstoß direkt vom Energieverbrauch abhängig ist, ergibt sich ein ähnliches Bild wie beim Energieverbrauch.

Im Jahr 2010 betrug die CO<sub>2</sub>-Emissionen für die gesamte Region 5.457.725 Tonnen und damit etwa 11,4 Tonnen pro Einwohner.

Tabelle 2.3-1: CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Landkreisen (2010)

	Landkreis Rottweil	Schwarzwald-Baar-Kreis	Landkreis Tuttlingen	Gesamt
CO <sub>2</sub> -Emissionen [t/a]	1.628.901	2.091.621	1.737.201	5.457.725
CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Einwohner [t/EW*a]	11,7	10,1	13,0	11,4

Pro Einwohner hat Landkreis Tuttlingen mit ca. 13 Tonnen im Jahr 2010 den höchsten CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Verbandsgebiet. Im Landkreis Rottweil betragen 2010 die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen 11,7 Tonnen pro Einwohner. Der Schwarzwald-Baar-Kreis hat mit 10,1 Tonnen pro Einwohner vergleichsweise die geringsten Emissionen.

In der Abb. 2.3-1 ist die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner für alle drei Landkreise dargestellt.

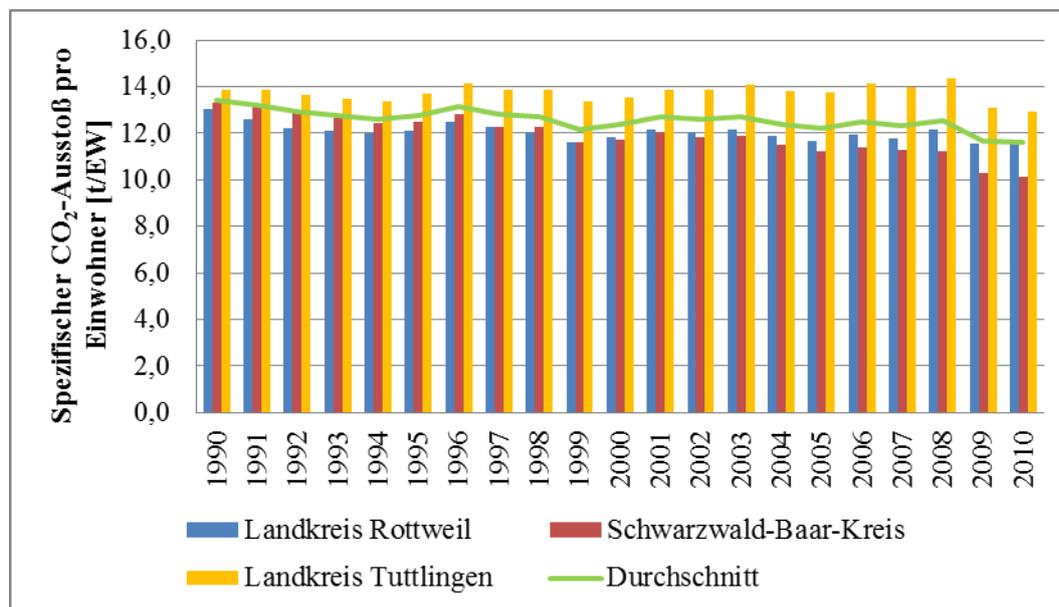


Abb. 2.3-1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner 1990-2010

In der folgenden Abb. 2.3-2 ist die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Landkreis Rottweil dargestellt.

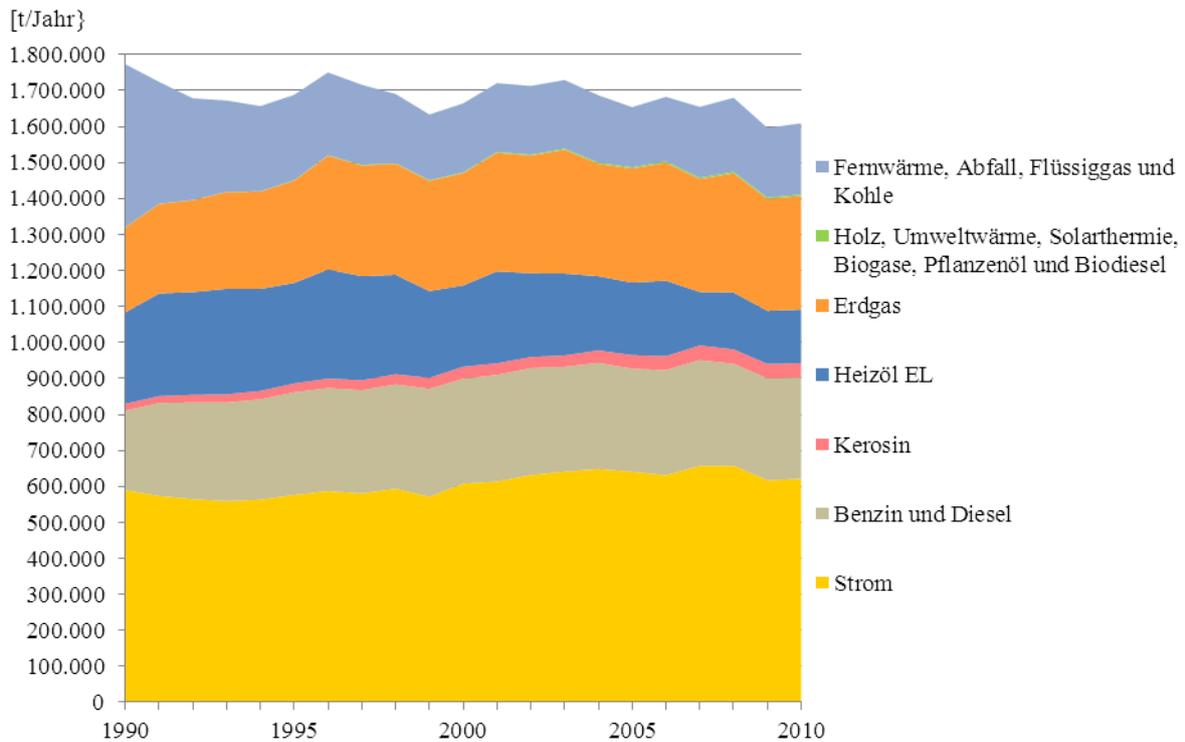


Abb. 2.3-2: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Landkreis Rottweil 1990-2010

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sind im Landkreis Rottweil in den letzten 20 Jahren vor allem durch den verringerten Einsatz von Kohle und Heizöl leicht gesunken, obwohl der Energieverbrauch etwa gleich geblieben ist.

Die Abb. 2.3-3 zeigt die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Schwarzwald-Baar-Kreises von 1990 bis 2010.

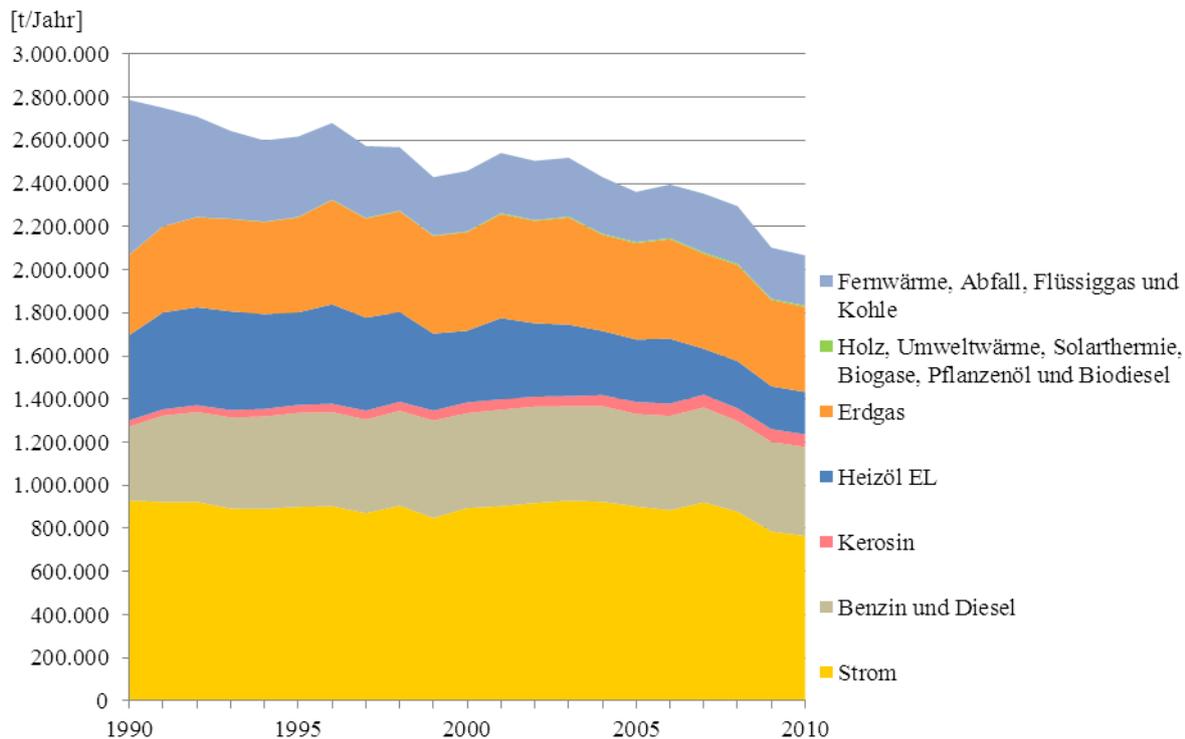


Abb. 2.3-3: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Schwarzwald-Baar-Kreis 1990-2010

Im Schwarzwald-Baar-Kreis haben die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den letzten 20 Jahren etwa parallel zum Rückgang des Energieverbrauchs deutlich abgenommen. Im Jahr 2010 waren sie etwa um ein Viertel geringer als im Jahr 1990.

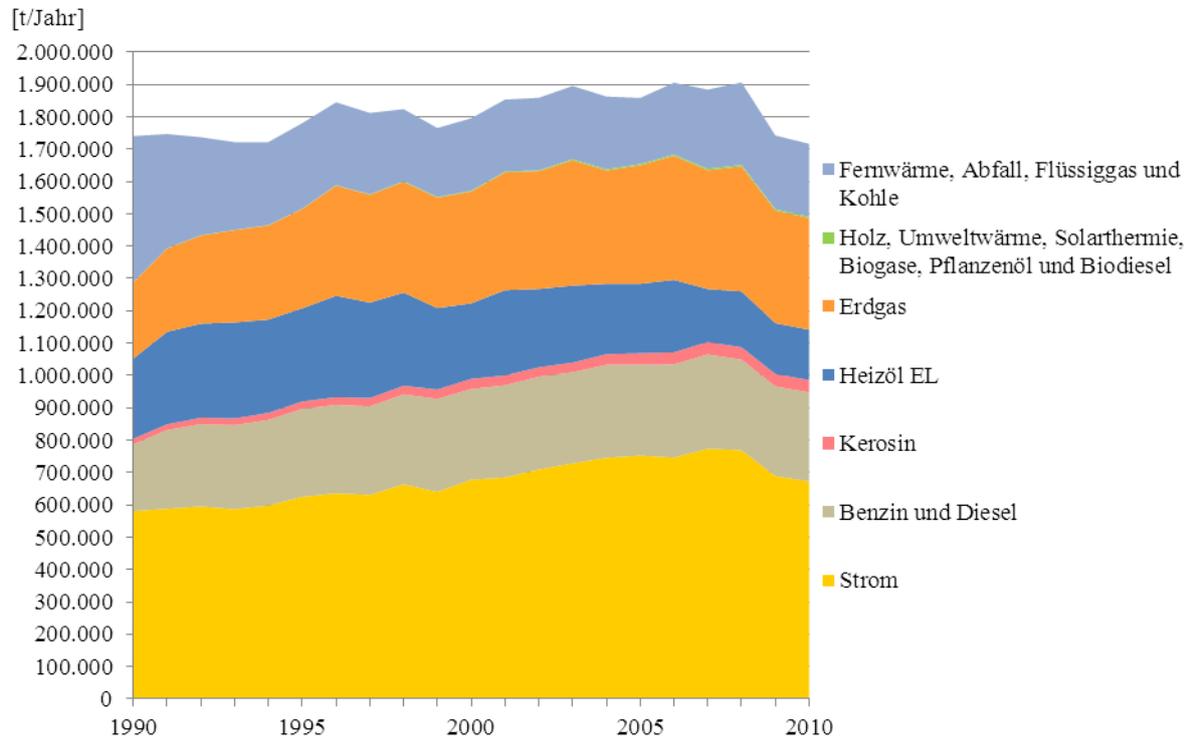


Abb. 2.3-4: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Landkreis Tuttlingen 1990-2010

Im Landkreis Tuttlingen sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen von 1990 bis 2010 praktisch gleich geblieben. Nach einem Anstieg bis etwa 2008 hat sich dieser Trend analog zum Energieverbrauch umgekehrt und die Emissionen sind wieder zurückgegangen (Abb. 2.3-4).

## 2.4 Die Region im landes- und bundesweiten Vergleich

In Deutschland betrug 2010 der gesamte Endenergieverbrauch in den Sektoren Strom- und Wärmeerzeugung sowie Kraftstoffe 2.525,2 TWh im Jahr [2.4-1]. Bei einer Einwohnerzahl von 81.802.300 (1. Januar 2010) ergibt sich ein spezifischer Endenergieverbrauch von rund 32,4 MWh pro Einwohner und Jahr. Für das Jahr 2008 betrug für das Bundesland der Energieverbrauch rund 306.996 GWh [2.4-3] bzw. ein spezifischer Verbrauch von rund 28,4 MWh je Einwohner.

Der Schwarzwald-Baar-Kreis liegt mit rund 30,5 MWh pro Einwohner deutlich unter dem deutschen Durchschnittwert. Der Landkreis Rottweil liegt mit 34,9 MWh pro Einwohner etwas darüber und der Landkreis Tuttlingen überschreitet den deutschen Durchschnittwert (Abb. 2.4-1). Im landesweiten Vergleich ist der Energieverbrauch aller betrachteten Landkreise höher, als der Durchschnitt Baden-Württembergs.

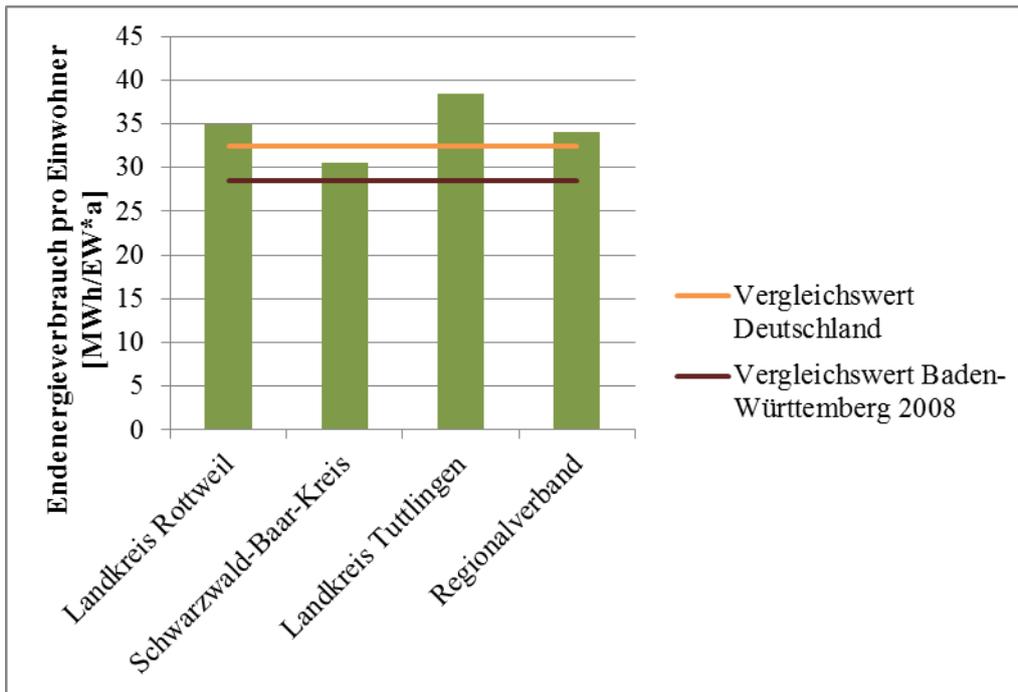


Abb. 2.4-1: Energieverbrauch pro Kopf in den Landkreisen 2010

Der gesamte CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland wird vom Umwelt Bundesamt mit rund 831,5 Mio. Tonnen für das Referenzjahr 2010 angegeben [2.4-2]. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kopf und Jahr beträgt somit rund 10,2 Tonnen. Bezogen auf das Bundesland Baden-Württemberg ergibt sich für das Jahr 2008 ein CO<sub>2</sub>-Ausstoß von rund 97,4 Mio. Tonnen [2.4-3] bzw. ein spezifischer Ausstoß von rund 9,02 Tonnen je Einwohner.

Der Schwarzwald-Baar-Kreis unterschreitet knapp den deutschen Durchschnittswert für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner und Jahr. Der Landkreis Rottweil überschreitet den deutschen Durchschnittswert leicht, während der Landkreis Tuttlingen deutlich darüber liegt (Abb. 2.4-2). Im landesweiten Vergleich ist der CO<sub>2</sub>-Ausstoß aller betrachteten Landkreise höher, als der Durchschnitt Baden-Württembergs.

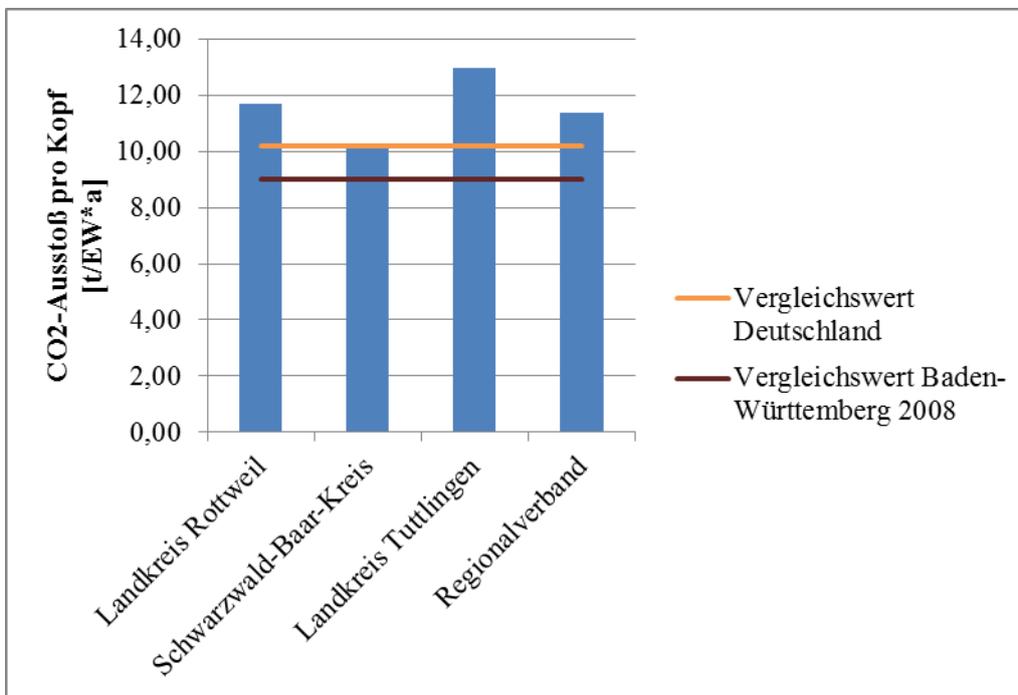


Abb. 2.4-2: CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kopf in den Landkreisen 2010

### **3 Rahmen für den regionalen Klimaschutz**

#### **3.1 Zielsetzungen auf Bundesebene**

Auf dem Weltklimagipfel der United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) in Rio de Janeiro 1992 wurde beschlossen, dass der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur auf höchstens 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden soll. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde im Rahmen des Weltklimagipfels von Rio die Agenda 21, ein Aktionsplan, der global, national und regional umzusetzen ist, entwickelt. Dieser Aktionsplan betrifft alle Bereiche, in denen die Umwelt von Menschen beeinflusst wird.

Im internationalen Verbund hat sich Deutschland der Agenda 21 und dem Kyoto-Protokoll verpflichtet und Leitlinien entwickelt, die noch über die internationalen Ziele hinausgehen.

Die Kernforderung des Kyoto-Protokolls, das von der Bundesrepublik Deutschland unterzeichnet wurde, ist eine Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt 5 Prozent im Zeitraum 2008-2012 gegenüber 1990.

Die Europäische Union hat darüber hinaus zugesagt, ihre Emissionen an CO<sub>2</sub> im angegebenen Zeitraum um 8 Prozent gegenüber dem Niveau von 1990 zu verringern.

Deutschland hat sich im Rahmen der EU-Lastenteilung zum Kyoto-Protokoll verpflichtet, im Zeitraum 2008-2012 sogar insgesamt 21 Prozent weniger klimaschädliche Gase zu produzieren als 1990.

Darüber hinaus hat Deutschland zugesagt, seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu senken - und dies unabhängig von den notwendigen Anstrengungen anderer Staaten. Die Reduktion von Treibhausgasemissionen ist das vordringlichste Ziel der deutschen Klimapolitik.

Zur Umsetzung der deutschen Klimaschutzziele hat die Bundesregierung im August 2007 ein umfassendes Integriertes Energie- und Klimaprogramm (IEKP) verabschiedet. Energieerzeugung und Verkehr wurden als Hauptemittenten von CO<sub>2</sub> identifiziert, daher zielt das IEKP überwiegend auf eine sichere und klimaverträgliche Energieerzeugung und -verwendung. Das IEKP beschreibt für die Bereiche Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Verkehr Technologien und die erwartete Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei deren Umsetzung bis 2020. Im Folgenden sind die grundlegenden Zielvorgaben des IEKP zusammengefasst:

## 1. Energieeffizienz

- **Effizientere Kraftwerke** mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), insbesondere auch Mini-KWK-Kraftwerke sollen zur hocheffizienten Stromerzeugung beitragen. Der jetzige Anteil von 12% KWK soll bis 2020 auf 25% Anteil gesteigert werden.
- **Intelligente Stromzähler und lastvariable Tarife** sollen dem Verbraucher helfen Energiekosten zu sparen und eine effiziente Nutzung der Kraftwerke im Netz zu verbessern.
- **Energiesparende Gebäude** die hohe energetische Anforderungen erfüllen, sollen ein erhebliches Einsparpotenzial erbringen.
- **Energetische Sanierung von Alt-Gebäuden** insbesondere auch von öffentlichen Gebäuden soll durch günstige Kredite gefördert werden.

## 2. Erneuerbare Energien

- **Strom aus regenerativen Energien:** Der Anteil an regenerativen Energien an der Stromversorgung soll von derzeit ca. 10 Prozent bis 2020 auf mindestens 30 Prozent gesteigert werden und auch nach 2020 weiter kontinuierlich erhöht werden. Dies soll vor allem durch Strom aus Off-Shore-Windparks erreicht werden.
- **Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien:** Es ist gesetzlich festgelegt, dass bis 2020 in Deutschland mindestens 20 Prozent der erzeugten Wärme aus regenerativen Energiequellen stammen muss. In allen Neubauten müssen entsprechende Heizungen eingebaut werden.
- **Ausbau des Stromnetzes:** Ein Ausbau des Stromnetzes ist unabdingbar für die Anbindung der meist dezentralen Stromerzeugungsanlagen mit regenerativen Energien.
- **Förderung von Biogas:** Die Bundesregierung plant, die Erzeugung von mehr Biogas zu fördern, indem die Einspeisung in das Erdgasnetz erleichtert werden soll. Bis 2030 soll ein Anteil von zehn Prozent erreicht werden.

## 3. Verkehr

- **Kraftstoffe aus regenerativen Quellen:** Sogenannte Biokraftstoffe sollen bis 2020 anteilmäßig erhöht werden. Da Biokraftstoffe Ackerfläche benötigen und damit in direkter Konkurrenz zur Nahrungsmittelerzeugung stehen, müssen diese nachhaltig gewonnen werden, dürfen also keine ökologisch wertvollen Flächen zerstören (tropische Regenwälder) und die Ernährungssicherheit (global) nicht gefährden.

- **Elektroautos:** Elektroautos sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Individualverkehr drastisch senken. Die Bundesregierung fordert, dass eine nachhaltige Elektromobilität auf Strom aus erneuerbaren Energien setzen muss.
- **Mautgebühren:** Emissionsarme LKWs sollen durch geringere Mautgebühren gefördert werden.
- **Kfz-Steuer:** Emissionsarme PKWs sollen durch eine neue Berechnung der Kfz-Steuer gefördert werden, bei der der CO<sub>2</sub>-Ausstoß berücksichtigt wird.

Im Januar 2012 wurden die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung nochmals recherchiert, da die Bundesregierung nach dem Zeitpunkt der ersten Recherche (Juni 2011), in Folge der Fukushima-Katastrophe in Japan, den Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen hatte. Mit dem Ausstieg aus der Atomenergie soll die sogenannte Energiewende eingeleitet werden, d. h. Stromerzeugung aus überwiegend erneuerbaren Energien. Andere Maßnahmen wie Energiesparen durch Wärmedämmung von Gebäuden, sowie Verbesserung der Energieeffizienz durch Kraft-Wärme-Kopplungen sollen durch bundespolitische Steuermechanismen forciert werden.

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes im Juli 2011 ist das Ziel, bis im Jahr 2020 mindestens 14 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs von Gebäuden durch erneuerbare Energien zu decken, gesetzlich verankert. Außerdem hat sich das Bundesumweltministerium zu dem im Dezember von der EU-Kommission veröffentlichten Energiefahrplan, der Energy Roadmap 2050, bekannt. Die zentrale Zielrichtung des EU-Energiefahrplans 2050 ist der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energien und die Erhöhung der Energie-Effizienz.

### 3.2 Zielsetzungen auf Landesebene

Die Zielsetzungen der Landesregierung Baden-Württemberg im Bereich Energie wurden im Juni 2011 mit folgenden Ergebnissen recherchiert:

Im Jahr 2005 wurde das Klimaschutzkonzept "Klimaschutz 2010 - Konzept für Baden-Württemberg" verabschiedet. Das Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr arbeitet seit 2009 an einer Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts unter dem Namen „KSK 2020PLUS Baden-Württemberg“.

Grundsätzlich gelten für die Landesregierung die gleichen Ziele wie für den Bund, daher steht die Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emission nach den Vorgaben des Kyoto-Abkommens im Vordergrund. Die konkreten Ziele von Klimaschutz 2010 - Konzept für Baden-Württemberg beinhalten:

- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen sollen um 2 - 4 Mio. Tonnen bis zum Jahr 2012 reduziert werden.
- Bis zum Jahr 2020 sollen die erneuerbaren Energien 20 % zum Stromverbrauch beitragen und 16 % zur Wärmebereitstellung.
- Die Energieproduktivität soll im Mittel um 2 % pro Jahr gesteigert werden.

Im Entwurf des „KSK 2020PLUS“ finden sich insgesamt sieben Sektoren, in denen auf Landesebene wichtige Potenziale für den Klimaschutz identifiziert wurden. Der zentrale Sektor ist die Energieversorgung neben Industrie und Verkehr.

Der **Ausbau des Stromnetzes** wird als wichtiger Schritt für eine Stromversorgung über erneuerbare Energien angesehen. Weiter wird die **Forcierung der Kraft-Wärme-Kopplung**, insbesondere im produzierenden Gewerbe, als großes Potenzial zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen angesehen, da Industrie und Gewerbe für über 40% des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes im Land verantwortlich sind.

Einen weiteren wichtiger Sektor zur Erreichung der Landes-Klimaschutzziele ist die **energetische Ertüchtigung der bestehenden Wohngebäude**. Ein Viertel der Landes-CO<sub>2</sub>-Emissionen wird dem privaten Wohnsektor zugeschrieben, wobei der Hauptanteil auf die Wärmeversorgung entfällt.

Im Bereich Verkehr sieht die Landesregierung eine mögliche Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 20 bis 35 Prozent. Dies soll durch **Verringerung des Treibstoffverbrauchs bei PKWs** um 60 Prozent bis zum Jahr 2050 erreicht werden. Die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen eines PKWs sollen von heute 152 Gramm pro Kilometer auf 74 Gramm pro Kilometer verringert werden.

Da die neue Landesregierung Baden-Württemberg seit Mai 2011 im Amt ist und neue Zielvorgaben in Bezug auf Energie- und Klimapolitik zu erwarten waren, wurde eine zweite Recherche im Januar 2012 mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

Bisher sind die energie- und klimapolitischen Ziele der neuen Landesregierung noch nicht in einem neuen Umweltplan oder Klimaschutzkonzept festgeschrieben worden. Es gelten immer noch das Klimaschutzkonzept 2010 aus dem Jahre 2005 und der Umweltplan 2007 - 2012.

Der Landes-Umweltminister hat im Januar 2012 die Ziele und Vorhaben der Landesregierung erklärt und ist davon überzeugt, dass im Jahre 2020 in Baden-Württemberg 38% des Stroms aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wird. Dies bedeutet gegenüber den Zielen des Klimaschutzkonzepts 2010, in dem ein 20%-Anteil erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung angegeben ist, eine deutliche Erhöhung. Windkraft und Sonnenenergie werden vom Landes-Umweltminister als Quellen mit dem größten Ausbaupotential in den nächsten Jahren gewertet.

Der im Dezember vorgelegte Entwurf des Windenergieerlasses Baden-Württemberg soll einheitliche Grundlagen zur erleichterten Planung und Bau von Windkraftanlagen schaffen. Ziel der Landesregierung ist es bis 2020 etwa zehn Prozent des Stroms im Land aus Windenergie bereit zu stellen. Die Schaffung von „Kompetenzzentren Energie“ bei den Regierungspräsidien sowie eines zentralen „Kompetenzzentrum Windenergie“ bei der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) soll helfen, die neuen Ziele zu erreichen.

### **3.3 Stromnetz- und Gasnetzbetreiber der leitungsgebundenen Energieträger in der Region**

Zur übersichtlichen Darstellung der in der Region als Stromnetzbetreiber und Gasnetzbetreiber tätigen Akteure, wurden anhand von Angaben der Bundesnetzagentur [3.4-1] und der Netzbetreiber [3.4-2] folgende Tabelle 3.3-1 zusammengestellt:

Tabelle 3.3-1: Stromnetzbetreiber und Gasnetzbetreiber

Stadt/ Gemeinde	PLZ	Stromnetzbetreiber (u. a.)	Gasnetzbetreiber
<b>Landkreis Rottweil</b>			
Aichhalden	78733	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG
Bösingen	78662	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Deißlingen	78652	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Dietingen	78661	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	EnBW Regional AG
Dornhan	72175	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Dunningen	78655	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG
Epfendorf	78736	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Eschbronn	78664	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Fluorn-Winzeln	78737	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Hardt	78739	Gemeindewerk Hardt	EnBW Regional AG
Lauterbach	78730	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Oberndorf am Neckar	78727	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Rottweil	78628	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Schenkenzell	77773	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Schiltach	77761	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Schramberg	78713	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG	Stadtwerke Schramberg GmbH & Co. KG
Sulz am Neckar	72172	Stromversorgung Sulz GmbH / EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Villingendorf	78667	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Vöhringen	72189	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Wellendingen	78669	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Zimmern ob Rottweil	78658	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
<b>Schwarzwald-Baar-Kreis</b>			
Bad Dürkheim	78073	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Blumberg	78176	Energieversorgung Südbaar GmbH	Energieversorgung Südbaar GmbH
Bräunlingen	78199	Stadtwerke Bräunlingen	EnBW Regional AG
Brigachtal	78086	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG

Stadt/ Gemeinde	PLZ	Stromnetzbetreiber (u. a.)	Gasnetzbetreiber
Dauchingen	78083	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Donaueschingen	78166	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Furtwangen	78120	EGT Energie GmbH	EGT Energie GmbH
Gütenbach	78148	Energiedienst Netze GmbH	Energiedienst Netze GmbH
Hüfingen	78183	Stadtwerke Hüfingen	Energieversorgung Südbaar GmbH
Königsfeld im Schwarzwald	78126	EGT Energie GmbH	EGT Energie GmbH
Mönchweiler	78087	Stadtwerke Villingen-Schwenningen GmbH	Stadtwerke Villingen Schwenningen GmbH Zweckverband Gasfernversorgung Baar (ZVB)
Niedereschach	78078	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
St. Georgen im Schwarzwald	78112	EGT Energie GmbH	Stadtwerke St. Georgen
Schönwald im Schwarzwald	78141	EGT Energie GmbH	EGT Energie GmbH
Schonach im Schwarzwald	78136	EGT Energie GmbH	EGT Energie GmbH
Triberg im Schwarzwald	78098	EGT Energie GmbH	Zweckverband Gasfernversorgung Baar (ZVB)
Tuningen	78609	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Unterkirnach	78089	Energie-Gesellschaft Unterkirnach mbH (EGU)	EnBW Regional AG
Vöhrenbach	78147	EGT Energie GmbH	EGT Energie GmbH
Villingen-Schwenningen	78052	Stadtwerke Villingen-Schwenningen GmbH	Stadtwerke Villingen Schwenningen GmbH Zweckverband Gasfernversorgung Baar (ZVB)
<b>Landkreis Tuttlingen</b>			
Aldingen	78554	EnBW Regional AG	ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG
Bärenthal	78580	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Balgheim	78582	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Böttingen	78583	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Bubsheim	78585	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Buchheim	88637	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Deilingen	78586	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Denkingen	78588	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Dürbheim	78589	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Durchhausen	78591	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG

Stadt/ Gemeinde	PLZ	Stromnetzbetreiber (u. a.)	Gasnetzbetreiber
Egesheim	78592	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Emmingen-Liptingen	78576	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Fridingen an der Donau	78567	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Frittlingen	78665	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Geisingen	78187	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Gosheim	78559	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Gunningen	78594	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Hausen ob Verena	78595	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Immendingen	78194	Energiedienst Netze GmbH	EnBW Regional AG
Irndorf	78597	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Königsheim	78598	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Kolbingen	78600	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Mahlstetten	78601	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Mühlheim a.d. Donau	78570	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Neuhausen ob Eck	78579	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Renquishausen	78603	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Rietheim-Weilheim	78604	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Seitingen-Oberflacht	78606	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Spaichingen	78549	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Talheim	78607	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Trossingen	78647	EnTro Energieversorgung Trossingen GmbH	EnTro Energieversorgung Trossingen GmbH
Tuttlingen	78532	Stadtwerke Tuttlingen	badenova
Reichenbach am Heuberg / Wehingen	78564	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG
Wurmlingen	78573	EnBW Regional AG	EnBW Regional AG

## 3.4 Beteiligung an Energieförderprogrammen

### 3.4.1 Untersuchte Förderprogramme

Recherchiert wurde die Beteiligung an den Energieförderprogrammen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und des Landes Baden-Württemberg (Klimaschutz Plus). Weitere Förderprogramme, die es auf Bundes- und Landesebene gibt, wurden nicht betrachtet.

Die Recherche beschränkte sich auf Programme in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeinsparung. Sofern verfügbar wurden die Daten gemeindeweise erhoben.

Das **Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)** fördert Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Rahmen des **Marktanreizprogramms** des Bundesumweltministeriums Förderfähig sind die Errichtung und Erweiterung von:

- Solarkollektoranlagen
- automatisch beschickten Anlagen zur Verbrennung von fester Biomasse
- besonders emissionsarmen Scheitholzvergaserkesseln
- effizienten Wärmepumpen

Sonstige Fördermaßnahmen, die es außerhalb des Marktanreizprogramms noch für Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen und Klima-/Kälteanlagen gibt, wurden nicht betrachtet.

Die **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** unterstützt Maßnahmen im Bereich Energie mit zahlreichen Förderprogrammen auf Kredit- oder Zuschussbasis. Untersucht wurden folgende, energierelevante Förderprogramme:

#### **KfW-Mittelstandsbank: Programme Erneuerbare Energien Standard und Premium**

Mit diesen Programmen werden gefördert:

- Photovoltaikanlagen
- Biomasseanlagen
- Tiefengeothermieanlagen
- Wärmenetze

- große thermische Solaranlagen
- große Wärmepumpen
- große Wärmespeicher
- Biogas-Aufbereitungsanlagen

## **KfW-Mittelstandsbank: ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm**

Mit diesem Programm werden Investitionen finanziert, die wesentliche Energieeinspareffekte erzielen, beispielweise:

- Anlagentechnik inklusive Heizung, Kühlung, Beleuchtung, Lüftung, Warmwasser
- Effiziente Energieerzeugung, Kraft-Wärme-Kopplung
- Gebäudehüllen
- Maschinenparks
- Prozesskälte und -wärme
- Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung
- Mess-, Regel- und Steuerungstechnik
- Informations- und Kommunikationstechnik
- Sanierung und Neubau von Gebäuden

## **KfW-Privatkundenbank:**

- Energieeffizient Bauen
- Energieeffizient Sanieren - Effizienzhaus
- Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahmen
- Energieeffizient Sanieren – Zuschuss

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg hat das bereits im Jahr 2002 gestartete „**Klimaschutz-Plus-Programm Baden-Württemberg**“ im Jahr 2011 erneut aufgelegt. Mit dem „Allgemeinen Programm“ und dem „Kommunalen Programm“ können folgende Anlagen gefördert werden:

- Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien allgemein
- Modellprojekte innovativer Technik

### 3.4.2 Beteiligung an den Förderprogrammen

Die Beteiligung an den Förderprogrammen des **Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA)** für Solarkollektor- und Biomasseanlagen (Pellets, Hackschnitzel oder Scheitholz, 8-100kW) ist in folgender Tabelle gemeindeweise dargestellt [Tabelle 3.4-1]. Wärmepumpenanlagen, die nur einen geringen Anteil ausmachen, sind nicht enthalten.

Tabelle 3.4-1: Beteiligung an Energieförderprogrammen des Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA)

Kommune / Landkreis	PLZ	Gemeinde	Einwohner 2010	Geförderte Solar-kollektoranlagen (1/2001-11/2011)		Geförderte Bio-masseanlagen (1/2001-11/2011)	
				Fläche		Thermische Leistung	
				[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> /1000 Einw.]	[kW]	[kW/1000 Einw.]
Rottweil	78733	Aichhalden	4083	2.554	626	2.021	495
Rottweil	78662	Bösingen	3499	1.765	504	1.222	349
Rottweil	78652	Deißlingen	6008	1.998	333	1.417	236
Rottweil	78661	Dietingen	3935	1.552	394	1.174	298
Rottweil	72175	Dornhan	6115	3.718	608	2.814	460
Rottweil	78655	Dunningen	6025	2.875	477	1.999	332
Rottweil	78736	Epfendorf	3353	1.030	307	902	269
Rottweil	78664	Eschbronn	2086	803	385	645	309
Rottweil	78737	Fluorn-Winzeln	3191	1.866	585	1.156	362
Rottweil	78739	Hardt	2547	1.105	434	810	318
Rottweil	78730	Lauterbach	3006	1.018	339	1.590	529
Rottweil	78727	Oberndorf	14378	3.764	262	2.411	168
Rottweil	78628	Rottweil	25659	4.062	158	1.443	56
Rottweil	77773	Schenkenzell	1778	682	384	1.176	661
Rottweil	77761	Schiltach	3875	914	236	1.110	286
Rottweil	78713	Schramberg	21242	3.952	186	2.628	124
Rottweil	72172	Sulz	12159	4.176	343	3.493	287
Rottweil	78144	Tennenbronn *		1.536		1.391	
Rottweil	78667	Villingendorf	3310	1.144	346	748	226
Rottweil	72189	Vöhringen	4104	1.784	435	1.419	346
Rottweil	78669	Wellendingen	3103	794	256	467	150
Rottweil	78658	Zimmern	5860	1.767	302	978	167
Schwarzwald-B.	78073	Bad Dürkheim	12912	2.327	180	1.375	106
Schwarzwald-B.	78176	Blumberg	10138	1.889	186	2.289	226
Schwarzwald-B.	78199	Bräunlingen	5969	2.097	351	1.797	301
Schwarzwald-B.	78086	Brigachtal	5095	1.440	283	564	111
Schwarzwald-B.	78083	Dauchingen	3671	766	209	654	178

Y:\REGIONALPLANUNG\Energie und Klimaschutz\Potenzialstudie ARCADIS\1\Potenzialstudie ARCADIS\20120511 Bericht Endfassung\Bericht Endfassung\_20120712 - Potenzialstudie EE Regionalverband SBH\_ABSCHLUSSBERICHT 2.docx

Kommune / Landkreis	PLZ	Gemeinde	Einwohner 2010	Geförderte Solar-kollektoranlagen (1/2001-11/2011)		Geförderte Bio-masseanlagen (1/2001-11/2011)	
				Fläche		Thermische Leistung	
				[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> /1000 Einw.]	[kW]	[kW/1000 Einw.]
Schwarzwald-B.	78166	Donaueschingen	21128	4.484	212	3.163	150
Schwarzwald-B.	78120	Furtwangen	9249	2.957	320	2.811	304
Schwarzwald-B.	78148	Gütenbach	1193	526	441	502	421
Schwarzwald-B.	78183	Hüfingen	7722	1.476	191	2.064	267
Schwarzwald-B.	78126	Königsfeld	5995	2.112	352	1.969	328
Schwarzwald-B.	78087	Mönchweiler	3081	575	187	363	118
Schwarzwald-B.	78078	Niedereschach	5888	1.701	289	1.194	203
Schwarzwald-B.	78136	Schonach	3889	1.350	347	1.250	321
Schwarzwald-B.	78141	Schönwald	2389	629	263	795	333
Schwarzwald-B.	78112	St. Georgen	13014	2.403	185	1.670	128
Schwarzwald-B.	78098	Triberg	4790	991	207	1.013	212
Schwarzwald-B.	78609	Tuningen	2863	754	263	348	121
Schwarzwald-B.	78089	Unterkirnach	2722	610	224	588	216
Schwarzwald-B.	78048	Villingen-Schwenn.		748		331	
Schwarzwald-B.	78050	Villingen-Schwenn.		1.742		434	
Schwarzwald-B.	78052	Villingen-Schwenn.		4.283		2.174	
Schwarzwald-B.	78054	Villingen-Schwenn.		1.242		326	
Schwarzwald-B.	78056	Villingen-Schwenn.		1.481		741	
Schwarzwald-B.	s. oben	Villingen-S. gesamt	81022	9.496	117	4.006	49
Schwarzwald-B.	78147	Vöhrenbach	3805	1.635	430	1.195	314
Tuttlingen	78554	Aldingen	7574	2.082	275	874	115
Tuttlingen	78580	Bärenthal	439	171	390	213	485
Tuttlingen	78582	Balgheim	1126	504	448	238	211
Tuttlingen	78583	Böttingen	1489	669	449	447	300
Tuttlingen	78585	Bubsheim	1172	362	309	328	280
Tuttlingen	88637	Buchheim	620	1.505	2.427	1.118	1.803
Tuttlingen	78586	Deilingen	1677	574	342	379	226
Tuttlingen	78588	Denkingen	2525	1.135	450	354	140
Tuttlingen	78589	Dürbheim	1674	693	414	436	260
Tuttlingen	78591	Durchhausen	922	378	410	263	285
Tuttlingen	78592	Egesheim	631	104	165	83	132
Tuttlingen	78576	Emmingen-Liptingen	4479	1.402	313	938	209
Tuttlingen	78567	Fridingen a.d.Donau	3115	1.061	341	628	202
Tuttlingen	78665	Frittlingen	2127	491	231	452	213
Tuttlingen	78187	Geisingen	6009	1416	236	1.378	229
Tuttlingen	78559	Gosheim	3800	1.326	349	439	116
Tuttlingen	78594	Gunningen	710	195	275	253	356
Tuttlingen	78595	Hausen ob Verena	750	466	621	117	156
Tuttlingen	78194	Immendingen	5903	1.513	256	1.498	254
Tuttlingen	78597	Irndorf	772	382	495	718	930
Tuttlingen	78598	Königsheim	555	222	400	101	182
Tuttlingen	78600	Kolbingen	1297	753	581	434	335
Tuttlingen	78601	Mahlstetten	731	222	304	147	201
Tuttlingen	78570	Mühlheim	3480	1.452	417	963	277

Y:\REGIONALPLANUNG\Energie und Klimaschutz\Potenzialstudie ARCADIS\1\Potenzialstudie ARCADIS\20120511 Bericht Endfassung\Bericht Endfassung\_20120712 - Potenzialstudie EE Regionalverband SBH\_ABSCHLUSSBERICHT\_2.docx

Kommune / Landkreis	PLZ	Gemeinde	Einwohner 2010	Geförderte Solar- kollektoranlagen (1/2001-11/2011)		Geförderte Bio- massenanlagen (1/2001-11/2011)	
				Fläche		Thermische Leistung	
				[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> /1000 Einw.]	[kW]	[kW/100 0 Einw.]
Tuttlingen	78579	Neuhausen ob Eck	3867	1.221	316	718	186
Tuttlingen	78603	Renquishausen	725	348	480	209	288
Tuttlingen	78604	Rietheim-Weilheim	2690	1.009	375	543	202
Tuttlingen	78606	Seitingen-Oberflacht	2325	789	339	493	212
Tuttlingen	78549	Spaichingen	12307	3.465	282	932	76
Tuttlingen	78607	Talheim	1206	383	318	357	296
Tuttlingen	78647	Trossingen	15310	2.566	168	829	54
Tuttlingen	78532	Tuttlingen	34282	6.518	190	2.364	69
Tuttlingen	78564	Wehingen	3632	818	225	474	130
Tuttlingen	78573	Wurmlingen	3780	1.159	307	384	102
LK Rottweil			139316	43320	311	31.654	227
Schwarzwald-B.			206535	40221	195	29.609	143
LK Tuttlingen			134189	37351	278	19.741	147
Baden- Württemberg			10,754 Mio	1.702.368	158	1.023.066	95

\*: Stadtteil von Schramberg, war nur bis 4/2006 eigenständig

Die Beteiligung an den BAFA-Förderprogrammen für Solarkollektor- und Biomasseanlagen, gerechnet pro Einwohner, ist in den Gemeinden recht unterschiedlich. Sie liegt aber meist höher als der landesweite Durchschnitt.

Die Beteiligung in den betrachteten Landkreisen liegt durchweg deutlich über dem Landesdurchschnitt. Besonders hoch ist die Beteiligung an den BAFA-Förderprogrammen für Solarkollektor- und Biomasseanlagen im Landkreis Rottweil.

Die Beteiligung der Landkreise an den untersuchten Förderprogrammen der **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)** ist in den beiden folgenden Tabellen dargestellt [Tabelle 3.4-2] und [Tabelle 3.4-3]:

Tabelle 3.4-2: Förderzusagen der KfW je Landkreis (2009)

		LK Rottweil		LK Tuttlingen		Schwarzwald-Baar-Kreis		Baden-Württemberg	
		Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.
KfW-Mittelstandsbank	KfW-Programm Erneuerbare Energien Standard	10		16		9		487	
	KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium	0		0		1		44	
	ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm	6		1		0		178	
	Summe Mittelstandsbank	16	114	17	126	10	48	709	66
KfW-Privatkundenbank	Energieeffizient Bauen	4		6		8		472	
	Energieeffizient Sanieren - Effizienzhaus	7		8		11		632	
	Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahmen	5		3		7		353	
	Energieeffizient Sanieren - Zuschuss	0		0		0		20	
	Summe Privatkundenbank	16	114	17	126	26	125	1477	137
<b>Summe (2009)</b>		<b>32</b>	<b>228</b>	<b>34</b>	<b>252</b>	<b>36</b>	<b>174</b>	<b>2186</b>	<b>203</b>

Tabelle 3.4-3: Förderzusagen der KfW je Landkreis (2010)

		LK Rottweil		LK Tuttlingen		Schwarzwald-Baar-Kreis		Baden-Württemberg	
		Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.	Mio. Euro	EUR je Einw.
KfW-Mittelstandsbank	KfW-Programm Erneuerbare Energien Standard	20		28		20		906	
	KfW-Programm Erneuerbare Energien Premium	0		0		0		36	
	ERP-Umwelt- und Energieeffizienzprogramm	6		9		1		241	
	Summe Mittelstandsbank	26	187	37	276	21	102	1183	110
KfW-Privatkundenbank	Energieeffizient Bauen	4		7		9		578	
	Energieeffizient Sanieren - Effizienzhaus	7		5		11		564	
	Energieeffizient Sanieren - Einzelmaßnahmen	4		2		5		296	
	Energieeffizient Sanieren - Zuschuss	0		0		0		28	
	Summe Privatkundenbank	15	108	14	104	25	121	1466	136
<b>Summe (2010)</b>		<b>41</b>	<b>294</b>	<b>51</b>	<b>380</b>	<b>46</b>	<b>223</b>	<b>2649</b>	<b>246</b>

Aus den Tabellen ist zu erkennen, dass die Beteiligung an den betrachteten KfW-Förderprogrammen (Fördersumme je Einwohner) in den Jahren 2009 und 2010 in den Landkreisen Rottweil und Tuttlingen über dem Landesdurchschnitt lag. Dies ist vor allem auf die weit überdurchschnittliche Beteiligung an den Förderprogrammen der KfW-Mittelstandsbank zurückzuführen. Im Schwarzwald-Baar-Kreis liegt die Beteiligung (Fördersumme je Einwohner) sowohl bei den Programmen der KfW-Mittelstandsbank als auch der KfW-Privatkundenbank unter dem Landesdurchschnitt.

Das vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg getragene **Förderprogramm Klimaschutz-Plus** enthält einen bundesweit einmaligen Ansatz: Für investive Klimaschutzmaßnahmen an Nichtwohngebäuden wird ein Zuschuss gewährt, der sich an der Höhe der erzielten CO<sub>2</sub>-Minderung bemisst. Das Programm wurde im Jahr 2002 erstmals aufgelegt und in den Folgejahren fortgesetzt.

Klimaschutz-Plus besteht aus einem **kommunalen** und einem **allgemeinen Programm**. Antragsberechtigt im kommunalen Programmteil sind Kommunen und Landkreise Baden-Württembergs sowie deren Mehrheitsgesellschaften als Eigentümer oder Besitzer.

Beide Teile enthalten ein *CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm*, ein Beratungsprogramm *Energieeffizienz und Klimaschutz* und das Teilprogramm *Modellprojekte Klimaschutz*.

Im *CO<sub>2</sub>-Minderungsprogramm* werden durch Investitionszuschüsse gefördert:

- Maßnahmen der energetischen Sanierung von Nichtwohngebäuden in allen energieverbrauchsrelevanten Bereichen
- Holzpellettheizungen
- Elektro-Wärmepumpen
- Solarthermie-Anlagen
- Motor-Blockheizkraftwerke (BHKW)
- Errichtung von Nahwärmenetzen im Zusammenhang mit der Erneuerung der Heizungsanlagen, dem Einsatz regenerativer Anlagen oder BHKW-Anlagen

Im *Beratungsprogramm Energieeffizienz und Klimaschutz* wird in erster Linie die Erstellung integraler Energiediagnosen für Gebäude gefördert. Außerdem wird im kommunalen Teil die Neugründung kreisweit tätiger Energieagenturen und die Teilnahme von Kommunen am European Energy Award® (eea) gefördert.

Im Programmteil *Modellprojekte Klimaschutz* werden zukunftsweisende Vorhaben gefördert, die technisch weitgehend ausgereift sind, aber noch der Verbreitung bedürfen, z. B. die energetische Sanierung von Altbauten auf Ultra-Niedrigenergie-Standard oder der Einsatz von Brennstoffzellen.

Die 2002 bis 2009 insgesamt gewährten Fördermittel (71,5 Mio. EUR) wurden zu 90% (64,5 Mio. EUR, davon 49,5 Mio. EUR über das kommunale Programm) in den *CO<sub>2</sub>-Minderungsprogrammen* gewährt [3.4-5].

Die Beteiligung in den Landkreisen an den Programmen von Klimaschutz Plus ist in folgender Tabelle zusammengefasst [3.4-5, 3.4-6]. (Gemeindeweise Daten wurden von der KEA nicht zur Verfügung gestellt.)

Tabelle 3.4-4: Beteiligung der Kreise an den Programmen von Klimaschutz-Plus

<b>Landkreis</b>	<b>Förderung aus dem Gesamtprogramm bis einschl. 2011</b> [1.000 EUR]	<b>Förderung aus dem kommunalen Programm bis einschl. 2009</b> [1.000 EUR]	<b>Förderbetrag pro Einwohner aus dem kommunalen Programm bis einschl. 2009</b> [EUR/Einw.]	<b>Durch das kommunale Programm ausgelöste Investitionen</b> [1.000 EUR]
Rottweil	2.124	1.022	7,34	9.679
Schwarzwald-Baar	1.539	1.070	5,18	6.854
Tuttlingen	666	484	3,61	3.278

Je Einwohner gerechnet sind die Fördersummen aus dem Programm Klimaschutz-Plus wesentlich geringer als die KfW-Förderung.

Auffallend unterschiedlich ist die Beteiligung am kommunalen Programm, wenn der Förderbetrag pro Einwohner in den Landkreisen betrachtet wird.

### 3.4.3 Energieagentur Landkreis Tuttlingen

In der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg ist die Energieagentur Landkreis Tuttlingen gGmbH mit den Niederlassungen im Kreis Rottweil und im Schwarzwald-Baar-Kreis tätig. Sie fördert den Klima- und Umweltschutz durch Beratungen und Serviceleistungen.

Die Energieagentur Landkreis Tuttlingen wurde 2008 als gemeinnützige GmbH gegründet. Ihre Gesellschafter sind Landkreise, Kommunen, Kreishandwerkerschaften, Energieversorgungsunternehmen und Umweltverbände. Sie finanziert sich durch Gesellschafterbeiträge, Sponsoring der Kreissparkasse Tuttlingen sowie durch zum Teil kostenpflichtige Beratungsangebote.

Insgesamt ist die Energieagentur mit 4,6 Vollzeitstellen besetzt. Schwerpunkte der bisherigen Arbeit liegen in der kostenlosen Energieberatung für den privaten/häuslichen Bereich. Diese finden in der Hauptgeschäftsstelle, den Niederlassungen und den Außenberatungsstellen statt.



Im Anschluss an die kostenlose Erstberatung der Energieagentur können die Kunden eine vertiefende kostenpflichtige Energieberatung in Anspruch nehmen. Diese wird über ein von der Energieagentur gegründetes Beraternetzwerk (46 Netzwerkpartner) angeboten. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Öffentlichkeitsarbeit und der Netzwerkarbeit:

## Die Energieagentur

- hält Vorträge bei Kommunen und Privatkunden zu diversen Energiethemen
- stellt Informationen zu erneuerbaren Energien, Energieeinsparmöglichkeiten, Fördermitteln, gesetzlichen Anforderungen über diverse Medien (Homepage, Anzeigen, Presseberichte) bereit
- organisiert und führt regelmäßige Treffen kommunaler Energie- und Umweltbeauftragter (Runder Tisch) durch mit dem Ziel des Informationsaustausches und der Wissensvermittlung
- organisiert und führt regelmäßige Treffen der 46 Netzwerkpartner (Energieberaternetzwerk) durch, auch hier geht es um den Informationsaustausch und die Wissensvermittlung
- beteiligt sich an Energietagen, Energiemessen und diversen energierelevanten Veranstaltungen und führt solche Veranstaltungen zum Teil aus selbst durch.

Neben ihren kostenlosen Beratungen bietet die Energieagentur auch kostenpflichtige Beratungsleistungen an und führt Schulungsprojekte durch. Dazu gehören

- Energieberatungen in Kommunen, Kirchen und Gewerbebetrieben
- Hausmeisterschulungen
- Handwerkerschulungen
- Unterrichtseinheiten zum Thema Energieeinsparung in Schulen (sog. Stand-by-Projekte)
- Stromsparhelferschulung in Kooperation mit der Caritas
- Beratung im Rahmen des European Energy Awards® (EEA).

Der European Energy Award® (EEA) ist ein Zertifizierungs- und Qualitätsmanagementsystem, das es ermöglicht den Energieeinsatz in Kommunen oder Landkreisen systematisch zu erfassen, zu bewerten und regelmäßig zu überprüfen. Außerdem werden Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz identifiziert und genutzt. Die Kommunen bzw. Landkreise werden dabei von Fachexperten der Energieagentur beraten. Die vorliegende Potentialanalyse ist eine gute Grundlage für den Einstieg in den EEA sowohl für Kommunen als auch für Landkreise. In der Region nehmen folgende Kommunen und Landkreise am EEA teil (Stand Februar 2012):

- Landkreis Tuttlingen
- Landkreis Rottweil
- Stadt Oberndorf

**4 Potenziale der erneuerbaren Energien in der Region**

**4.1 Photovoltaik**

**4.1.1 Bestehende Anlagen**

Zur Ermittlung der bestehenden Photovoltaik-Anlagen wurden die Daten der Netzbetreiber und Elektrizitätsunternehmen verwendet, die aufgrund des Gesetzes über erneuerbare Energien (EEG) veröffentlicht werden.

Die EnBW Energie Baden-Württemberg AG ist die größte Netzbetreiberin im Untersuchungsgebiet. Über sie werden alle Anlagendaten, auch die kleinerer Elektrizitätsunternehmen, veröffentlicht. Auf dieser Grundlage wurden im Untersuchungsgebiet insgesamt 10.517 Photovoltaik-Anlagen (Freiflächen- und Aufdachanlagen) mit einer Gesamtleistung von 156.663 kW<sub>p</sub> ermittelt [4.1-1]. (Die Einheit kW<sub>p</sub> (sprich: Kilowatt Peak) gibt die Leistung eines Solarmoduls bei Normbedingungen an und entspricht der Nennleistung.

Folgende Tabelle 4.1-1 zeigt, wie sich diese Anlagen auf die Landkreise verteilen:

Tabelle 4.1-1: Aktueller PV-Anlagenbestand

<b>Landkreis</b>	<b>Anzahl PV-Anlagen [Stck.]</b>	<b>Leistung [kWp]</b>	<b>Eingespeiste Energiemenge [MWh/a]</b>	<b>Anteil am aktuellen Stromverbrauch [%]</b>
Rottweil	4.003	56.799	54.669	4,7
Schwarzwald-Baar	3.740	60.929	58.644	4,1
Tuttlingen	2.774	50.935	49.025	3,9
RV SBH	10.517	168.663	162.338	4,3

Die durchschnittliche Anlagengröße beträgt ca. 15 kW<sub>p</sub>. Die meisten Anlagen (91,6 %) sind Kleinanlagen mit einer Leistung < 30 kW<sub>p</sub>. Deren Anteil an der installierten Leistung (97.553 kW<sub>p</sub>) ist mit 57,8 % der Gesamtleistung aber vergleichsweise gering.

Der gesamte Anlagenbestand im Verbandsgebiet ist in der Lage jährlich rund 162.338 MWh in das öffentliche Netz einzuspeisen. Das entspricht einem Anteil von rund 4,3 % des Gesamtstromverbrauchs im Verbandsgebiet. Die Abb. 4.1-1 und Abb. 4.1-2 zeigen die Aufteilung der Anlagen bzw. der installierten Leistung auf die Kommunen.

Die Namen der einzelnen Gemeinden werden in der Anlage 4.1-1 den Nummern zugeordnet.

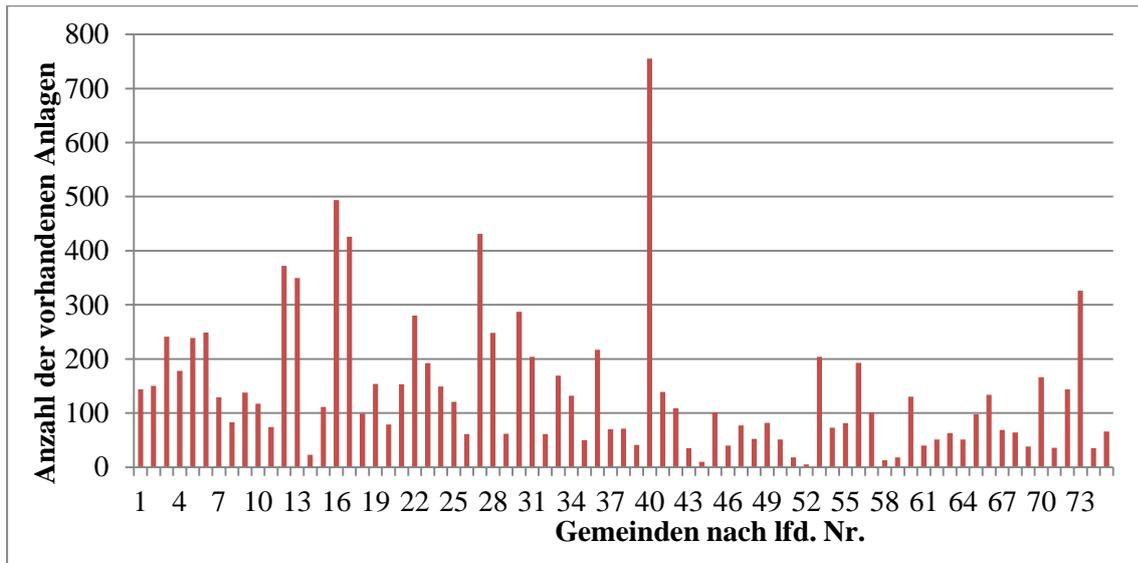


Abb. 4.1-1: Anzahl der vorhandenen PV-Anlagen pro Gemeinde

Villingen-Schwenningen (Nr. 40), die größte Gemeinde der Region, hat mit 755 installierten Photovoltaikanlagen die meisten Anlagen. Dem entsprechend findet sich hier die höchste installierte Anlagenleistung mit 12.218 kWp.

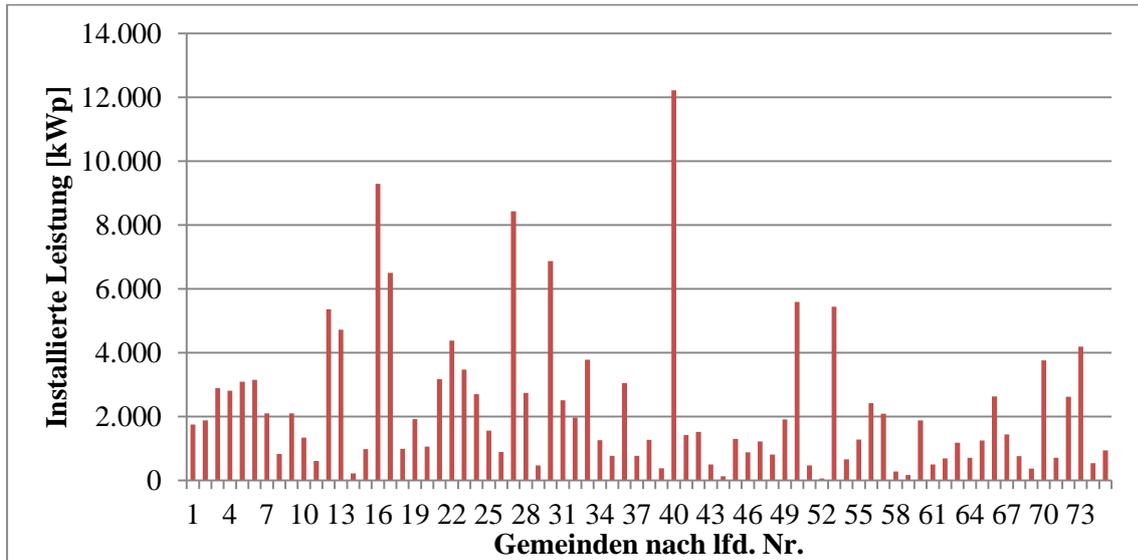


Abb. 4.1-2: Installierte Leistung der PV-Anlagen pro Gemeinde

Überregionale Vergleiche im Bereich regenerativer Energie beziehen sich oft auf den Kennwert der installierten Leistung pro Einwohner. Die Spitzenreiter der Region sind, wie Abb. 4.1-3 verdeutlicht, die Gemeinden Buchheim (Nr. 47), Königsheim (Nr. 63), Renquishausen (Nr. 67) und Dürbheim (Nr. 50) mit Werten von etwa 2.000 – 3.000 Wp/EW. Zum Vergleich liegt der Mittelwert im Verbandsgebiet bei rund 351 Wp/EW. Die durchschnittlich installierte Leistung je Einwohner beträgt in Baden-Württemberg rund 259 Wp und in Deutschland 212 Wp [4.1-8].

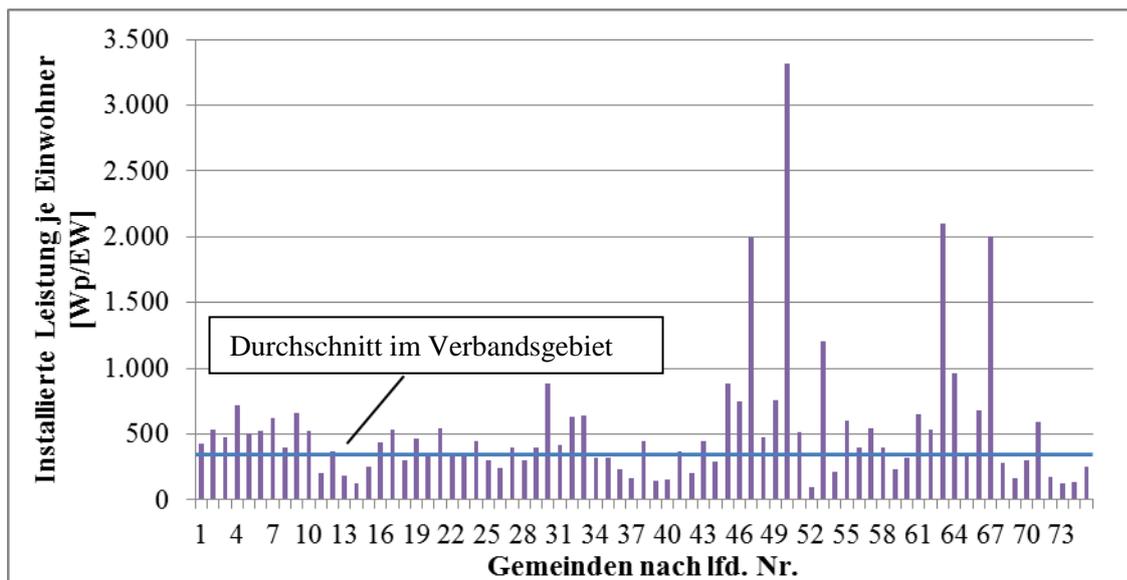


Abb. 4.1-3: Gemeindeweise Darstellung von PV-Leistung pro Einwohner

Die Gemeinden im Gebiet des Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg decken durchschnittlich rund 3,9% ihres Gesamtstromverbrauchs aus Photovoltaikanlagen auf Dächern. Berücksichtigt man zusätzlich die Freiflächenanlagen, dann werden rund 4,3% des Stromverbrauchs der Kommunen aus Photovoltaik gedeckt. Dies liegt im Bereich des Bundesdurchschnitts mit ca. 3,2 % und des Durchschnitts in Baden-Württemberg mit 3,6 % [4.1-9].

#### **4.1.2 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung**

Bei der Potenzialermittlung waren nur Gebäude und ausgewählte Parkplätze und keine Freiflächenanlagen in die Betrachtungen einzubeziehen.

Prinzipiell sind zwei Vorgehensweisen zur Potenzialermittlung möglich. Zum einen kann in einem Untersuchungsgebiet jedes Gebäude erfasst und hinsichtlich seiner Eignung für die Installation von Photovoltaikanlagen geprüft werden. Dieses Vorgehen ist sehr aufwändig. Zum anderen ist es möglich, bei einem hinreichend großen Untersuchungsgebiet mit statistischen Kennwerten zu arbeiten. Diese Methode wurde in der vorliegenden Studie angewendet. Bei der Potenzialermittlung im Folgenden wird zwischen dem „technischem Potenzial“ und dem „nutzbaren Potenzial bei realistischen Annahmen“ (kurz „nutzbares Potenzial“) unterschieden.

Das technische Potenzial umfasst das bei heutigem Stand der Technik maximal erreichbare Potenzial unter Nutzung aller geeigneten Dachflächen im Untersuchungsgebiet. Das nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen ergibt sich, wenn nur ein bestimmter Anteil der geeigneten Dachflächen erschlossen wird. Bei den genannten Potenzialen handelt es sich um Potenziale für Photovoltaikanlagen auf Dächern. Freiflächenanlagen werden laut Aufgabenstellung nicht berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet die exemplarische Betrachtung von insgesamt 20 Großparkplätzen, die separat in Kap. 4.1.3 dargestellt ist.

Die Basis für die Potenzialermittlung bilden die für Photovoltaikanlagen geeigneten Dachflächen und der Globalstrahlungswert, der angibt, wie viel Energie von der Sonne auf die Erdoberfläche abgestrahlt wird. Mit Abminderungsfaktoren wird berücksichtigt, dass nicht alle Flächen für eine Solarstromgewinnung geeignet sind und die auftreffende Sonnenenergie, bedingt durch die technischen Einsatzgrenzen, nur teilweise genutzt werden kann. Zuletzt wird noch eine Abminderung durch die Konkurrenz zwischen der Photovoltaik und der Wärmebereitstellung aus Sonnenenergie (Solarthermie) berücksichtigt.

Folgende Annahmen wurden getroffen:

Tabelle 4.1-2: Annahmen zur Potenzialermittlung

Annahmen	Begründung
Es wird davon ausgegangen, dass die vorherrschende Dachform das Satteldach ist.	Der überwiegende Anteil der Aufdachanlagen nutzt wegen des deutlich besseren Wirkungsgrades poly- oder monokristalline Solarzellen. Diese nutzen überwiegend eine direkte Sonneneinstrahlung. Deshalb sind wahrscheinlich ca. 50% der Dachfläche ungeeignet (z.B. Norddächer) Dies wird im Eignungsfaktor berücksichtigt.
Der spezifische Jahresertrag wird sich in den nächsten Jahren nur unwesentlich ändern.	Die Entwicklung von Solarmodulen war in der Vergangenheit sehr stark auf den Wirkungsgrad orientiert. Daher sind die durchschnittlichen Wirkungsgrade relativ hoch. Aktuell optimiert die Industrie, insbesondere im nichteuropäischen Ausland, verstärkt die Produktionskosten. Daher ist bis 2020 keine Änderung beim spezifischen Jahresertrag zu erwarten.
Die Solarstromproduktion wird auch in den nächsten Jahren trotz sinkender Einspeisevergütung wirtschaftlich sein.	Da die Bestandsanlagen einen über 20 Jahre feststehenden Einspeisetarif aufweisen und für die neu installierten Anlagen die Stromgestehungskosten voraussichtlich parallel mit der Einspeisevergütung sinken (oder sogar schneller), wird auch in der näheren Zukunft eine wirtschaftliche Solarstromproduktion möglich sein.
Annahmen	Begründung
Die Konkurrenz von Photovoltaik- und Solarthermieanlagen führt nicht zu einer Beschränkung des Zubaus.	Da die Photovoltaik eine deutlich wirtschaftlichere Nutzung der Dachflächen erlaubt, wird die Zubaurate stärker sein, als die der Solarthermie.
Fassaden-PV-Anlagen werden nicht separat berücksichtigt.	Der Anteil der Fassadenanlagen an der Gesamtleistung ist laut Aufgabenstellung zu vernachlässigen.

Das Potenzial wird mit folgender Formel berechnet:

$$P_{SOLAR} = G_G * G_{FA} * E_F * W_A * P_R * M_F * F_{ST}$$

Die Formel zur Berechnung von P<sub>SOLAR</sub> stellt eine Weiterentwicklung der im Leitfaden „Erneuerbar Komm!“ vorgestellten Methode dar [4.1-2]. „Erneuerbar Komm!“ ist ein Forschungsprojekt der FH-Frankfurt und wurde zur Bestimmung einer ganzheitlichen Potenzialanalyse für erneuerbare Energien für Gemeinden, Landkreise und Regionen entwickelt.

Die verwendeten Kennwerte werden folgendermaßen bezeichnet:

$G_G$	Globalstrahlungswert
$G_{FA}$	Gebäudegrundrissfläche
$E_F$	Eignungsfaktor
$W_A$	Modulwirkungsgrad
$P_R$	Performance Ratio
$M_F$	Mobilisierungsfaktor
$F_{ST}$	Solarthermiefaktor

Die für die Potenzialermittlung verwendenden Faktoren werden im Folgenden erläutert.

## Globalstrahlungswert

Der Globalstrahlungswert beschreibt, wie viel Energie von der Sonne auf die Erdoberfläche abgestrahlt wird und ist regional unterschiedlich. Verwendet wird der Globalstrahlungswert für die Region Schwarzwald-Baar-Heuberg [4.1-3]. Die Globalstrahlung in dieser Region zählt mit 1.100 kWh/m<sup>2</sup>\*a zu den höchsten in Deutschland. Die durchschnittliche deutsche Globalstrahlung fällt mit 1.037 kWh/m<sup>2</sup>\*a deutlich niedriger aus.

## Gebäudegrundrissfläche

Die Gebäudegrundrissfläche wird als die Fläche definiert, die von den Außenwänden eines Gebäudes begrenzt wird. Die Daten der Grundrissflächen liegen in Kataster- bzw. Vermessungsämtern der Landkreise in Form von GIS-Daten vor. Sie wurden vom Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg für diese Potenzialanalyse bereitgestellt. Es ergibt sich eine Gesamtfläche von ca. 34.917.750 m<sup>2</sup>. Dieser Wert ist auf Grund der aktuellen Daten und der elektronischen Auswertung als sehr zuverlässig anzusehen.

## Eignungsfaktor

Als erster Abminderungsfaktor wird  $E_F$  eingeführt, der das Verhältnis von der Gebäudegrundfläche und der Dachfläche angibt, die für Photovoltaik nutzbar ist. Dabei werden neben der Ausrichtung des Daches, konstruktive Aspekte und Möglichkeiten der Verschattung, sowie alle weiteren bautechnischen Faktoren berücksichtigt. Der Eignungsfaktor ist ein empirischer Wert aus bestehenden Solardachkatastern [4.1-2]. Der Eignungsfaktor  $E_F$  ist davon abhängig, wie groß die Gebäudegrundrissfläche pro Einwohner ist.

Je nach Größe der Gemeinde und Einwohnerzahl erreicht der Eignungsfaktor in der Region SBH einen Wert zwischen 0,20 und 0,29. Der Durchschnittswert liegt bei rund 0,23. Es wurde für jede Kommune ein eigener Eignungsfaktor berechnet, indem die Einwohnerzahl und die Gebäudeflächen ins Verhältnis gesetzt wurden. (Die jeweiligen Eignungsfaktoren sind in der Berechnungstabelle enthalten, die der Regionalverband separat als Excel-File erhält.)

## **Modulwirkungsgrad**

Der Modulwirkungsgrad berücksichtigt die Verluste bei der Umwandlung von Sonnenenergie in elektrischen Strom durch das Solarmodul. Der unter Standardtestbedingungen ermittelte Modulwirkungsgrad bezeichnet das Verhältnis von abgegebener elektrischer Leistung zu der auf das Solarmodul eingestrahlten Leistung. Je höher der Wirkungsgrad eines Photovoltaikmoduls ist, desto größer ist die Leistung, die mit einer bestimmten Modulfläche erzielt werden kann.

Angenommen wird ein durchschnittlicher Modulwirkungsgrad von 0,129. Dieser Wert entspricht dem durchschnittlichen Wirkungsgrad der heute in Deutschland installierten Photovoltaikmodule [4.1-4].

## **Performance Ratio**

Eine Photovoltaikanlage besteht neben den Solarmodulen aus weiteren Komponenten wie Wechselrichtern und Leitungen, die zu Energieverlusten führen. Solche Verluste berücksichtigt der Anlagenwirkungsgrad (Performance Ratio). Die Performance Ratio bezeichnet das Verhältnis von der in das Netz eingespeisten Energiemenge zu der vom Photovoltaikmodul erzeugten Energiemenge. Der Wert liegt erfahrungsgemäß im Bereich 0,7-0,75 [4.1-5] Für eine konservative Potenzialberechnung wird der Faktor mit 0,7 angenommen.

## Mobilisierungsfaktor

Mit der in Punkt 4.1.1 beschriebenen Methodik können zwei verschiedene Potenziale berechnet werden. Zum einen das technische und zum anderen das nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen. Die Potenziale basieren auf denselben Grundlagendaten und unterscheiden sich nur durch den Mobilisierungsfaktor MF. Während zur Berechnung des technischen Potenzials der Mobilisierungsfaktor  $MF = 1$  gesetzt und damit das maximal erschließbare Potenzial abgebildet wird, kommt für die Ermittlung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen ein Mobilisierungsfaktor von 0,5 zur Anwendung. Dieser Wert wird mit der Ausbaurückgangskurve in den letzten Jahren begründet. Mit diesem geringeren Mobilisierungsfaktor wird berücksichtigt, dass aus verschiedenen Gründen nicht alle Hauseigentümer eine Photovoltaikanlage installieren wollen oder können.

Der Mobilisierungsfaktor kann zukünftig angepasst werden, wenn sich die Rahmenbedingungen für Photovoltaik verändern.

## Solarthermiefaktor

Solarthermie und Photovoltaik sind Nutzungsmöglichkeiten für dieselben Dachflächen. Aus diesem Grund wird für die Abschätzung des Photovoltaikpotenzials mit dem Solarthermiefaktor  $F_{ST}$  die benötigte Dachfläche für die Solarthermie berücksichtigt. Aktuell sind etwa 1,38% der geeigneten Dachflächen mit Solarthermieanlagen belegt, was einem Solarthermiefaktor von 0,9862 entspricht. Selbst bei einer Verdoppelung der Fläche der Solarthermieanlagen bis zum Jahr 2020 ist die Reduzierung der für Photovoltaik verfügbaren Dachfläche sehr gering. Da ausreichend geeignete Dachflächen zur Verfügung stehen, ist eine gegenseitige Behinderung des Ausbaus von Solarthermie und Photovoltaik bis 2020 nicht zu erwarten.

Tabelle 4.1-3: Eingangsdaten

Eingangsdaten	Wert	Quellen	Stand (Jahr)
Globalstrahlung	1.100 kWh/m <sup>2</sup> a	[4.1-3]	2011
Modulwirkungsgrad	12,9 %	[4.1-4]	2011
Performance Ratio	70 %	[4.1-5]	2011
Gebäudegrundrissfläche	34.917.750 m <sup>2</sup>	[4.1-6]	2011.
Spez. Jahresertrag	962,5 kWh/kW <sub>p</sub>	[4.1-7]	2010

Neben den oben beschriebenen Annahmen und Einflussfaktoren existieren weitere Rahmenbedingungen, die das nutzbare Potenzial beeinflussen können.

Hervorzuheben sind die begrenzten Netzkapazitäten, die dazu führen könnten, dass Strom aus Photovoltaik bei Spitzenproduktion nicht vollständig eingespeist werden kann

### 4.1.3 Potenzial Photovoltaik

#### Potenzial auf Gebäuden

Mit der beschriebenen Methodik errechnet sich ein nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen von rund **383.000 MWh/a** durch Photovoltaik auf Gebäuden. Aktuell werden von diesem Potenzial schon rund 40 % (150.500 MWh/a) genutzt. Der Anteil von Solarstrom am Stromverbrauch kann bei Ausschöpfung des errechneten nutzbaren Potenzials mehr als verdoppelt werden.

Um das Potenzial vollständig realisieren zu können, müssten insgesamt Photovoltaikmodule mit einer Leistung von 398.500 kWp installiert sein. Der aktuelle Anlagenbestand hat eine installierte Leistung von 156.400 kWp. Nötig wäre ein Zubau von Anlagen mit einer Leistung von 242.100 kWp.

Bei derzeitigen durchschnittlichen Anlagengrößen (15 kWp/Anlage) bleiben, würde die Potenzialerschließung einen Zubau von ca. 16.140 Anlagen auf insgesamt 26.700 Anlagen bedeuten.

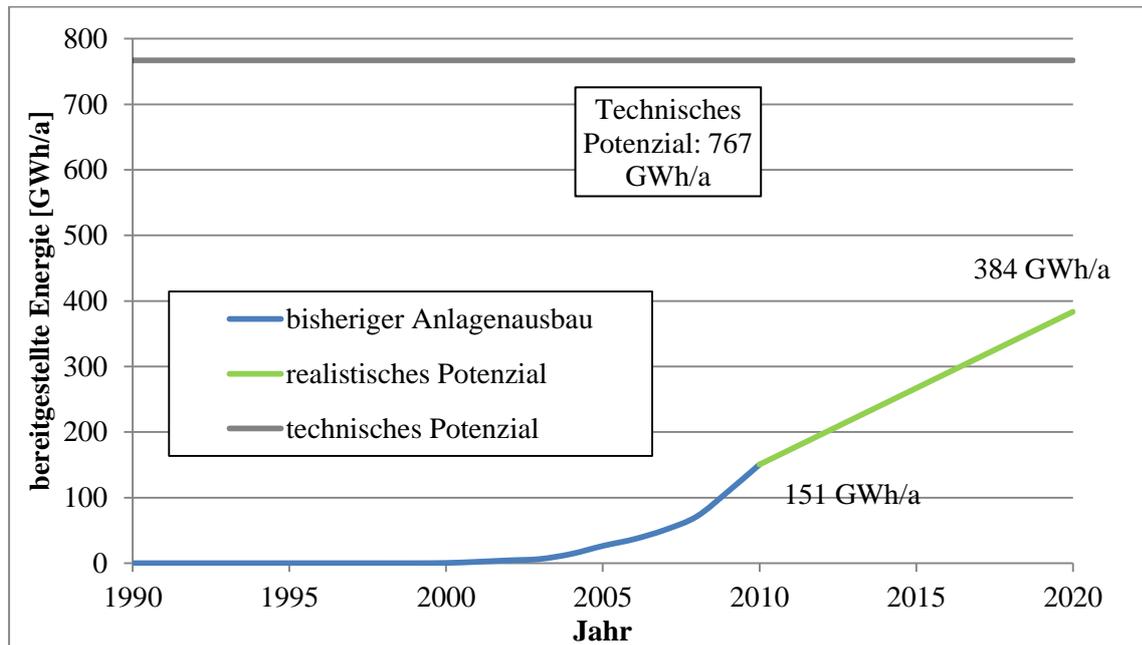


Abb. 4.1-4: Ausbaupfad Photovoltaik

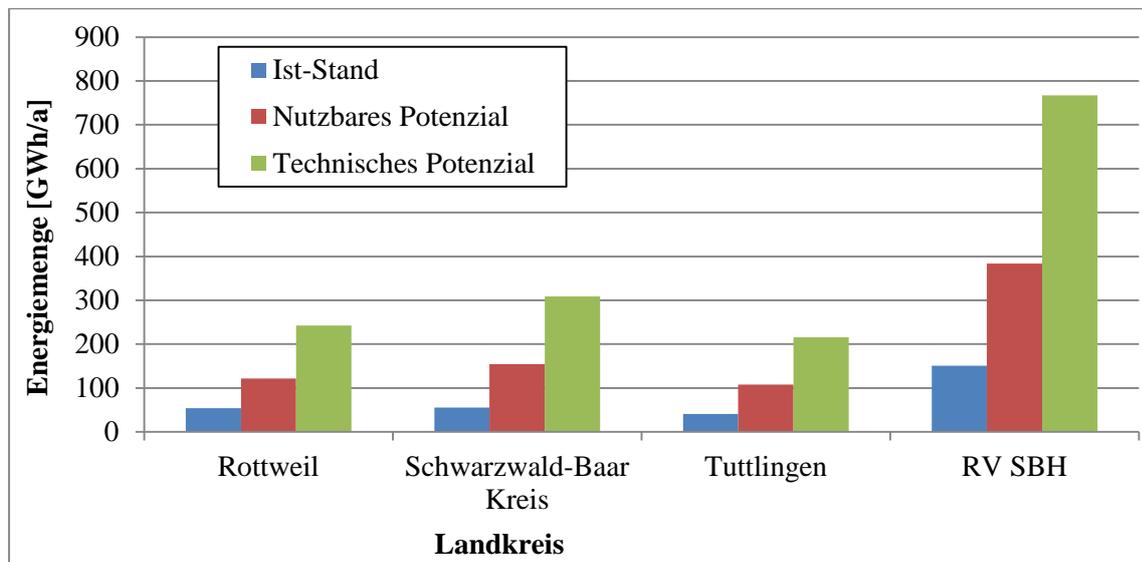


Abb. 4.1-5: Technische und nutzbare Potenziale je Landkreis

Tabelle 4.1-4: PV-Potenziale und erreichbare Deckungsgrade

Landkreis	Technisches Potenzial [MWh/a]	Nutzbare Potenzial unter realistischen Annahmen [MWh/a]	Anteil am gegenwärtigen Stromverbrauch [%]
Rottweil	242.805	121.403	10,5
Schwarzwald-Baar-Kreis	308.541	154.270	10,9
Tuttlingen	215.684	107.842	8,6
RV SBH	767031	383.515	10,0

Abb. 4.1-5 zeigt, dass im Verbandsgebiet Schwarzwald-Baar-Heuberg für die Photovoltaiknutzung ausreichend große Dachflächen zur Verfügung stehen.

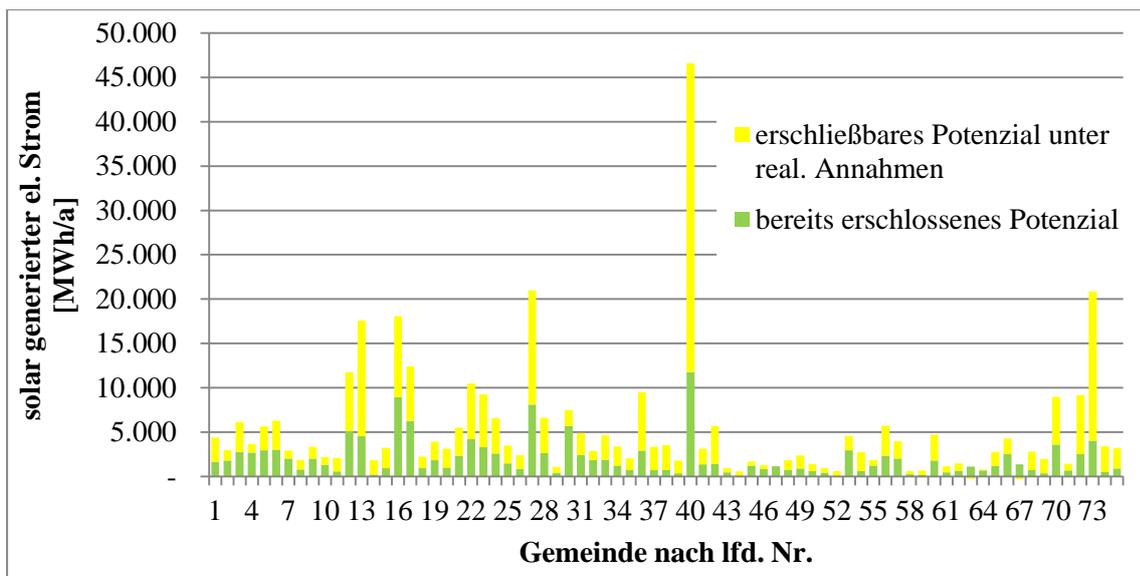


Abb. 4.1-6: Erschließbares und bereits erschlossenes Potenzial für Photovoltaik je Kommune  
 Betrachtet man das nutzbare Potenzial pro Einwohner, so wird deutlich, dass mit größer werdender Einwohnerzahl die potenziell erzeugte Energie pro Einwohner kleiner wird. In kleinen Gemeinden kommt auf einen Einwohner tendenziell eine höhere Gebäudegrundrissfläche, weshalb sich das spezifische Potenzial hier vergrößert (siehe Abb. 4.1-7).

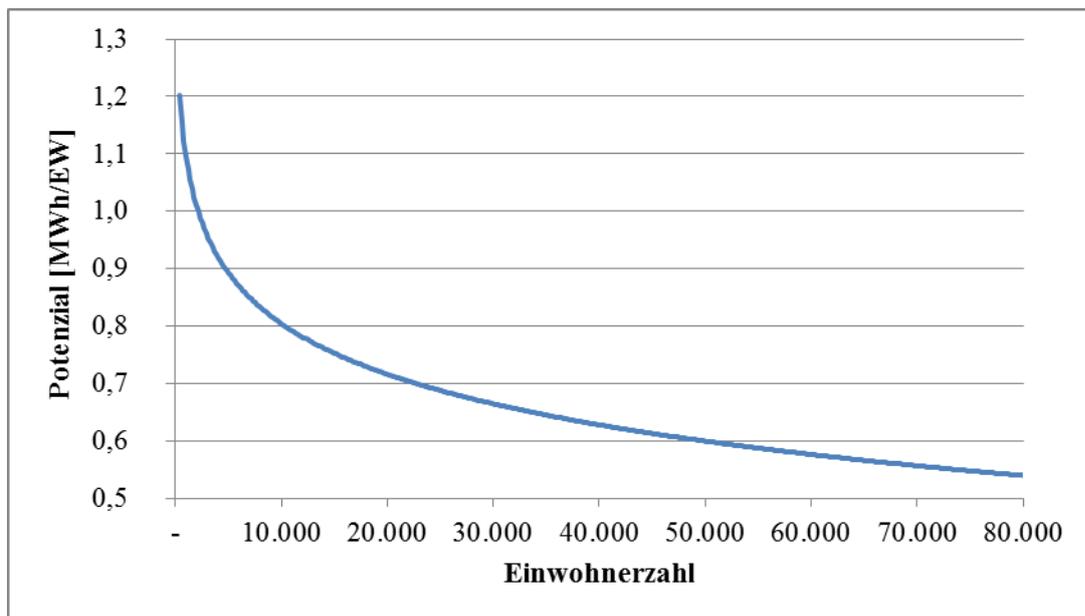


Abb. 4.1-7: Nutzbares Potenzial Photovoltaik pro Einwohner in Abhängigkeit von der Einwohnerzahl

Ein weiterer, bei der Auswertung interessanter Kennwert ist der heute bereits genutzt Anteil des Potenzials. Wie in Abbildung 4.1-8 erkennbar, nutzen die Gemeinden ihr nutzbares Potenzial im Bereich von 10-155 % aus. Der Durchschnittswert liegt bei ca. 45 %. Drei Gemeinden weisen Werte > 100 % auf (Nr. 47: Buchheim, Nr. 63: Königsheim und Nr. 67: Renquishausen). Ein Einfluss von Freiflächenanlagen ist dabei ausgeschlossen.

Da in der Theorie das Potenzial nie zu mehr als 100 % ausgenutzt werden kann, ist in diesen Gemeinden der Wert des Mobilisierungsfaktors offenkundig größer als 0,5. Die Ursache dafür sind wahrscheinlich einzelne große Dachanlagen auf Nutzgebäuden. Diese fallen wegen der geringen Einwohnerzahl überdurchschnittlich stark ins Gewicht.

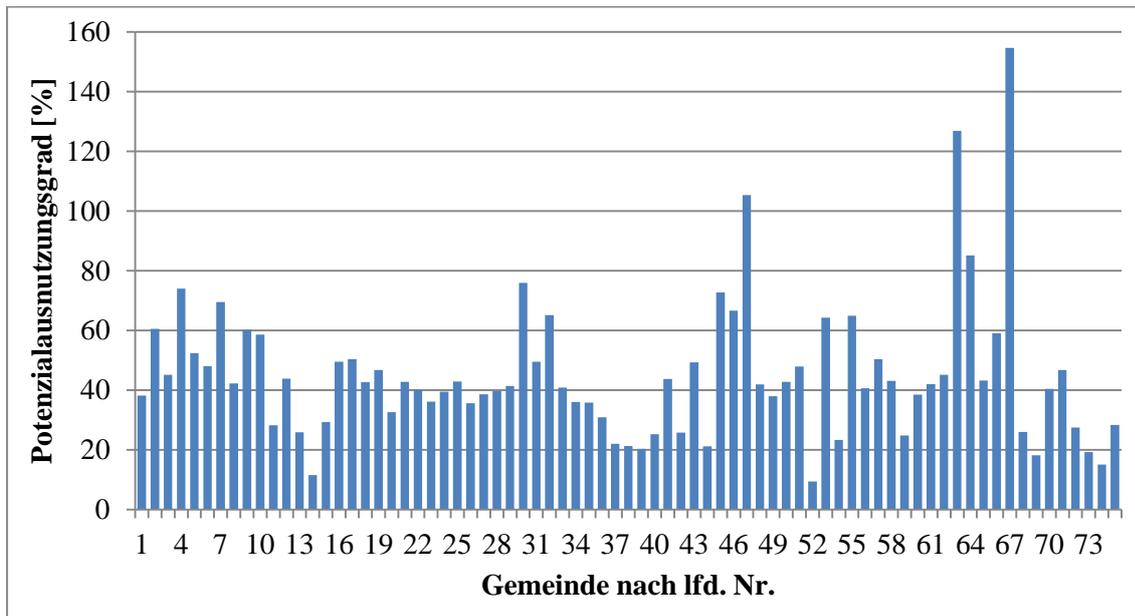


Abb. 4.1-8: Heutiger Potenzialausnutzungsgrad je Gemeinde

#### 4.1.4 Potenzial auf vorbelasteten Flächen

Gemäß Aufgabenstellung sollte das Potenzial von mind. 20 geeigneten Parkplätzen, die mit Photovoltaikanlagen überdacht werden können, abgeschätzt werden.

Um die für die Photovoltaik verwendbare Fläche eines Parkplatzes zu ermitteln, wurde die Grundfläche in eine theoretische, für die Photovoltaik technisch zur Verfügung stehende Fläche umgerechnet. Die einzelnen Anlagen sind in einem optimalen Winkel zur Sonne ausgerichtet. Angesetzt wurden eine Neigung von 30° und eine Südabweichung von 0°. Über Winkelbeziehungen lässt sich berechnen, dass diese geneigte Fläche den 1,15-fachen Flächeninhalt der Parkplatzgrundfläche besitzen würde. Weiterhin muss die zur Verfügung stehende Grundfläche reduziert werden, da eine komplette Überdachung des Parkplatzes nicht realistisch ist. Es wird davon ausgegangen, dass sowohl Fahrwege, als auch Rand-, Eck und Sonderflächen nicht überdacht werden können. Ebenso wird eine mögliche Verschattung einbezogen, die aus Bäumen, Gebäuden und vorderen Modulreihen resultieren. Fasst man diese Faktoren zusammen, mindert dies die Parkplatzgrundfläche um ca. 50 %.

Mit diesen Annahmen lassen sich, auf Grund der linearen Abhängigkeit des Potenzials von der Parkplatzgröße, grobe Aussagen über alle Parkplätze der Region treffen. Hat ein Parkplatz beispielsweise eine Größe von 1.000 m<sup>2</sup>, weist er ein photovoltaisches Potenzial von etwa 57 MWh/a auf.

An ausgewählten Parkplätzen mit über 1.000 m<sup>2</sup> Fläche wurden die möglichen Potenziale beispielhaft ermittelt. Diese Parkplätze wurden über Satellitenaufnahmen und GIS-Daten des Auftraggebers identifiziert und ihre Größe geschätzt (vgl. Tabelle 4.1-5). Die Bereitschaft zur Nutzung der vorhandenen Fläche wurde telefonisch bei den Eigentümern erfragt.

Tabelle 4.1-5; Potenziale ausgewählter Parkplätze und die Bereitschaft der Eigentümer zur Selbstnutzung oder Verpachtung

Lfd. Nr.	Gemeinde	geschätzte Fläche [m <sup>2</sup> ]	Photovoltaik-Potenzial [MWh/a]	Bereitschaft des Eigentümers zur Selbstnutzung	Bereitschaft des Eigentümers zur Verpachtung
<b>Landkreis Rottweil</b>					
2	Rottweil	2.880	170	Nein	Nein
3	Rottweil	3.000	170	Nein	Nein
4	Rottweil	4.800	280	Nein	Nein
5	Rottweil	2.500	140	Nein	Nein
9	Zimmern ob Rottweil	4.400	250	Nein	Nein
<b>Schwarzwald-Baar-Kreis</b>					
10	Bad Dür rheim	12.000	690	Nein	Ja
13	Bräunlingen	6.500	370	Nein	Nein
14	Donaueschingen	3.700	210	Ja	Nein
15	Donaueschingen	1.200	70	Ja	Ja
21	Tuningen	1.600	90	Nein	Nein
22	Villingen-Schwenningen	3.600	200	Ja	Ja
23	Villingen-Schwenningen	20.000	1.150	Nein	Nein
24	Villingen-Schwenningen	2.400	140	Ja	Ja
25	Villingen-Schwenningen	2.800	160	Ja	Ja
<b>Landkreis Tuttlingen</b>					
29	Geisingen	2.100	120	Nein	Nein
31	Gosheim	1.120	60	Nein	Nein

Lfd. Nr.	Gemeinde	geschätzte Fläche [m <sup>2</sup> ]	Photovoltaik-Potenzial [MWh/a]	Bereitschaft des Eigentümers zur Selbstnutzung	Bereitschaft des Eigentümers zur Verpachtung
32	Gosheim	7.000	400	Ja	Nein
37	Tuttlingen	1.800	100	Ja	Nein
39	Tuttlingen	1.400	80	Ja	Ja
40	Tuttlingen	4.800	280	Nein	Ja

#### 4.1.5 Vorschläge für weitere Untersuchungen zu Photovoltaik

Zusätzlich zu den oben genannten Potenzialen können weitere mögliche, bisher nicht betrachtete Potenziale in die Berechnungen einbezogen werden. Hierunter sind in erster Linie Fassadenflächen und Konversionsflächen gemäß EEG zu verstehen (Altlastenflächen, ehemalige Militärfelder, ehemalige Verkehrsflächen). Zu konkreten und objektbezogenen Prognosen – Photovoltaik wie auch Solarthermie - beraten die Energieagentur Landkreis Tuttlingen gGmbH und deren Niederlassungen.

Hinweise für weitergehende Potenzialanalysen können für Städte und Gemeinden der Region aus dem LEADER-Gebiet der Aktionsgruppe Mittlerer Schwarzwald auch dem Projekt „Erneuerbar Komm!“ entnommen werden.

Weitere Untersuchungen im Bereich der Netzkapazitäten sollte durchgeführt werden, um zu klären, inwiefern Ertragsspitzen durch Photovoltaik beim weiteren Ausbau zu Problemen bei der Netzeinspeisung führen könnten.

## 4.2 Solarthermie

### 4.2.1 Bestehende Anlagen

Das Potenzial für die Nutzung von Sonnenenergie untergliedert sich einerseits in das in Abschnitt 4.1. beschriebene Potenzial für Solarstrom und andererseits in das Potenzial für Solarthermie, das die Bereitstellung von Nutzwärme umfasst.

Die bestehenden Solarthermieanlagen wurden anhand der Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) über die geförderten Anlagen ermittelt [4.2-1]. Dabei wurde angenommen, dass die Anzahl der nicht geförderten Anlagen vernachlässigbar ist, da die Förderprogramme des BAFA als Marktanzreizprogramm dienen und den Ausbau in hohem Maße erst initiiert haben. Anlagen, die aus den 90er Jahren, vor Beginn der BAFA-Förderung, errichtet wurden, sind mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit aktuell nicht mehr in Betrieb. Die Programme der Kreditanstalt für Wiederaufbau sowie Landesprogramme (Klimaschutz plus) wurden nicht berücksichtigt.

Weil keine gemessenen Daten der durch die Kollektoranlagen bereitgestellten Wärmemengen vorliegen, wurden Literaturwerte verwendet. In der aktuellen Fachliteratur wird davon ausgegangen, dass eine typische Flachkollektoranlage eine jährliche Wärmemenge von 330 bis 400 kWh/m<sup>2</sup> oder durchschnittlich 365 kWh/m<sup>2</sup> bereitstellen kann [4.2-2].

Um abzuschätzen, welcher Anteil der Solarthermieanlagen zur Heizungsunterstützung dient, wurden bundesdeutsche Durchschnittswerte verwendet, da keine belastbaren Daten für die Region recherchiert werden konnten. Es wurde angenommen, dass 30% der Anlagen der Heizungsunterstützung dienen [4.2-4].

Nach Daten des statistischen Landesamts beträgt in Baden-Württemberg der Anteil von Kleinverbrauchern am Gesamtwärmebedarf rund 58% [4.2-3]. Die Solarthermie kann lediglich diesen Bereich mit Wärme versorgen, da sie wirtschaftlich sinnvoll nur im Temperaturbereich bis 90°C eingesetzt werden kann.

Um die Solarthermie mit den anderen regenerativen Energieträgern vergleichen zu können, werden die aktuellen und möglichen Anteile jedoch auf den Gesamtwärmeverbrauch bezogen.

Tabelle 4.2-1 zeigt die wesentlichen Ergebnisse der Bestandaufnahme im Bereich Solarthermie.

Tabelle 4.2-1: Aktuelle Nutzung der Solarthermie (2010)

Landkreis	Installierte Fläche je Einwohner [m <sup>2</sup> /EW]	Anzahl der Anlagen	Generierte Wärmemenge [MWh/a]	Anteil der Solarthermie am Gesamt-wärmeverbrauch [%]
LK Rottweil	0,3	4.660	15.383	0,59%
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	0,18	3.744	13.249	0,40%
LK Tuttlingen	0,25	3.643	12.378	0,43%
Regionalverband SBH	0,23	12.047	41.009	0,47%

Demnach gibt es im Gebiet des Regionalverbandes Schwarzwald-Baar-Heuberg mit Stand Mai 2010 insgesamt 12.047 geförderte Solarthermieanlagen die jährlich eine Wärmemenge von rund 41.000 MWh generieren. [4.2-1].

Der Landkreis Rottweil ist bei der Fläche pro Einwohner Spitzenreiter mit einer installierten Fläche von 0,3 m<sup>2</sup> je Einwohner und liegt damit deutlich über dem regionalen Durchschnitt von 0,23 m<sup>2</sup> je Einwohner.

Die Verteilung der vorhandenen Anlagen mit ihren Flächen und generierten Wärmemengen auf die einzelnen Gemeinden kann in Anlage 4.0-2 nachvollzogen werden.

#### 4.2.2 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung

Um das technische Potenzial, das heißt, das mit aktuellen technischen Möglichkeiten maximal erschließbare Potenzial zu ermitteln, wurde zunächst die für Solarthermie nutzbare Dachfläche berechnet. Die Vorgehensweise ist hier grundsätzlich gleiche wie bei der Photovoltaik. Somit gelten die gleichen Eingangsdaten und Annahmen hinsichtlich der eingestrahnten Energie und der prinzipiell geeigneten Flächen. Der verwendete Eignungsfaktor entspricht ebenfalls dem zur Ermittlung des Photovoltaikpotenzials. Dieser gewährleistet die Umrechnung der Gebäudegrundrissfläche [4.2-5] in die nutzbare Dachfläche. Unter Annahme eines durchschnittlichen jährlichen Wärmeertrags von 365 kWh/m<sup>2</sup> [4.2-2] folgt daraus das technische Potenzial der Solarthermie.

Dachflächen, die für die Solarthermienutzung geeignet sind, können auch für die Erzeugung von Solarstrom verwendet werden. Daraus resultiert eine Konkurrenzsituation. In Kapitel 4.1 wurde bereits dargestellt, dass diese Konkurrenz für den Zubau von Solarthermieanlagen bis 2020 kein Hindernis darstellt. Wie in Kapitel 4.1 bereits dargestellt wurde, kann der Ausbau der Photovoltaik bis zum Jahr 2020 den Wert des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen erreichen. Die benötigte Fläche beträgt dann ca. 46 % der gesamten geeigneten Dachfläche. Damit wird deutlich, dass die verbleibende Fläche für den prognostizierten Ausbau der Solarthermie ausreichen wird.

Das Verhältnis der von Solarthermie bzw. Photovoltaik belegten Dachflächen beträgt aktuell im Verbandsgebiet rund 1:2,5. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Verhältnis zukünftig etwa gleich bleiben wird.

Zur Berechnung des technischen Potenzials wird folgende Formel verwendet:

$$P_{ST, \text{ techn}} = G_{FA} * E_F * 365 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{ST, \text{ techn}}$	Technisches Potenzial der Solarthermie	[MWh/a]
$G_{FA}$	Gebäudegrundrissfläche	[m <sup>2</sup> ]
$E_F$	Eignungsfaktor	[-]

Für die Ermittlung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen („nutzbares Potenzial“) wurde angenommen, dass in Zukunft Solarthermieanlagen mit der gleichen Steigerungsrate gebaut werden wie in den Jahren 2000- 2010. Diese Annahme wurde getroffen, da es unterschiedliche Einflüsse auf die Zuwachsraten gibt. Einerseits wird die Konkurrenz der Photovoltaik und der anderen Heizsysteme mit erneuerbaren Energien, den Zubau der Solarthermie eher bremsen. Andererseits wurde durch das Erneuerbare Wärme Gesetzes in Baden-Württemberg [4.2-6] ein Anreiz geschaffen, solarthermische Anlagen zu installieren.

Folgende Annahmen wurden zu Grunde gelegt.

Tabelle 4.2-2: Annahmen zur Potenzialermittlung

<b>Annahmen</b>	<b>Begründung</b>
Für die Solarthermie und die Photovoltaik kann derselbe Eignungsfaktor verwendet werden.	Eigenschaften, wie Südausrichtung und Verschattungsfreiheit sind bei der Photovoltaik und der Solarthermie gleichermaßen zu beachten.
Zur Ermittlung des nutzbaren Potenzials wird angenommen, dass der Ausbau der Solarthermie zukünftig mit der gleichen Zuwachsrate wie in den Jahren 2000 – 2010 vorangeht.	Die mindernden Einflüsse (Photovoltaik, andere Heizsysteme) werden durch die Einflüsse durch das Erneuerbare Wärme Gesetz kompensiert.

Folgende Eingangsdaten wurden verwendet:

Tabelle 4.2-3: Eingangsdaten zur Potenzialermittlung

<b>Eingangsdaten</b>	<b>Quellen</b>	<b>Stand (Jahr)</b>
Daten der BAFA zu den geförderten Solarthermie-Anlagen seit dem Jahr 2000	[4.2-1]	2010
Gebäudegrundrissflächen	Daten des Automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK) bzw. Geoinformationsdienst (GIS)	2010
Einwohnerzahlen der Kommunen	[4.2-7]	2010
Durchschnittlicher Ertrag pro m <sup>2</sup> Kollektorfläche von 365 kWh/m <sup>2</sup> a	[4.2-2]	2006

In der Aufgabenstellung wurde unter Punkt III b: „Thermische Solarnutzung“ gefordert, dass das Potenzial unter der Annahme ermittelt wird, dass ein bestimmter Prozentsatz des Warmwasserbedarfs aller Einwohner solar gewonnen wird und dass über heizungsunterstützende Anlagen ein bestimmter Prozentsatz des Heizenergieverbrauchs abgedeckt wird.

Dieser Forderung wurde Rechnung getragen, indem angenommen wurde [4.2-4], dass 30% der vorhandenen Solarthermie-Anlagen neben dem Warmwasserbedarf auch einen Teil des Heizenergieverbrauchs decken. In der Literatur werden Deckungsraten von 50 bis 60% bei ausschließlicher Warmwasserbereitung und 10 bis 15% des Gesamtverbrauchs bei Kombination angesetzt [4.2-2]. Im Mittel kann nach diesen Angaben mit Solarthermieanlagen ein Anteil von 20% am Energieverbrauch für Heizung und Warmwasser in Gebäuden wirtschaftlich gedeckt werden. Im folgenden Kap. 4.2.3 wird diskutiert, inwiefern diese Deckungsrate erreicht werden kann.

### 4.2.3 Potenzial Solarthermie

Die berechneten Potenziale zum Ausbau der Solarthermie auf Gebäuden bis zum Jahr 2020 sind in Abb. 4.2-1 dargestellt. Die abgebildeten Wärmemengen beinhalten Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitstellung.

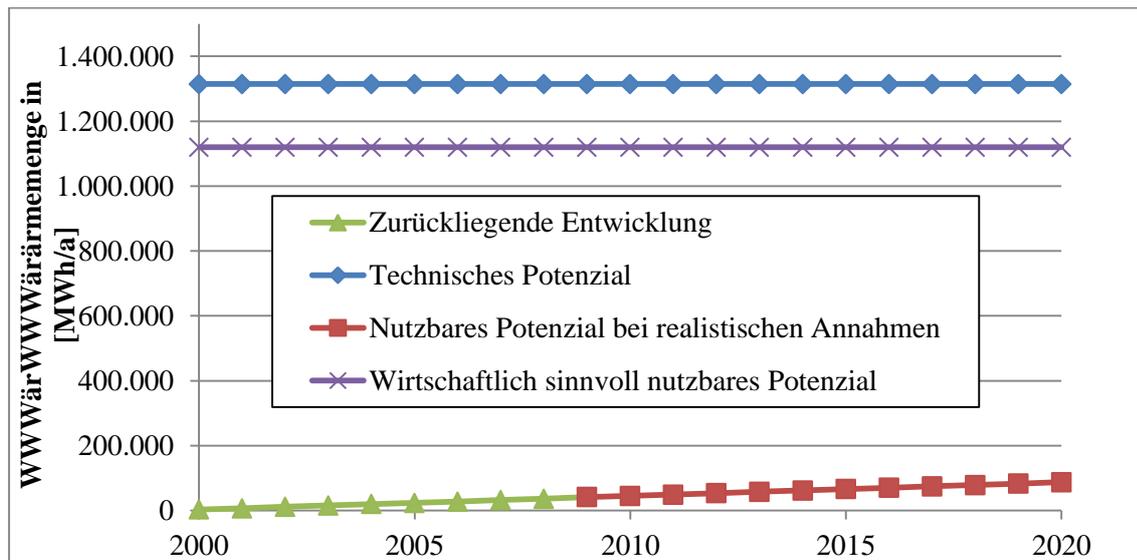


Abb. 4.2-1: Entwicklung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen

Das nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen würde bis 2020 ausgeschöpft werden, wenn solarthermische Anlagen in den nächsten Jahren mit der gleichen Zuwachsrate wie in den letzten Jahren gebaut werden würden.

Der heutige Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen von 47,6 % ist bei allen Gemeinden gleich (vgl. Anlage 4.0-2). Der Grund hierfür ist, dass für alle Kommunen die gleiche Zubaurate angenommen wurde.

Die quantitative Darstellung der Ergebnisse in Tabelle 4.2-4 sowie Anlage 4.0-2 zeigt, dass die Solarthermie bis 2020 nur geringe Anteile des gesamten Wärmeverbrauchs decken wird, wenn das errechnete nutzbare Potenzial ausgeschöpft wird. Dieses Potenzial entspricht etwa einer Verdoppelung der derzeitigen Nutzung.

Der geringe Anteil kommt im Wesentlichen durch den hohen Wärmebedarf für Raumheizung und Industrie zustande. Außerdem werden Solarthermieanlagen grundsätzlich nicht auf eine vollständige Deckung des Wärmebedarfs ausgelegt. Für eine ausschließlich solarthermische Beheizung wären überproportional große Kollektorflächen notwendig, die nicht wirtschaftlich sind.

Tabelle 4.2-4: Potenziale Solarthermie

<b>Landkreis</b>	<b>Theoretisches Potenzial [MWh/a]</b>	<b>Nutzbare Potenzial unter realistischen Annahmen [MWh/a]</b>	<b>Anteil der Solarthermie am Wärmeverbrauch bei Ausschöpfung des nutzbaren Potenzials [%]</b>
LK Rottweil	416.163	32.304	1,2
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	528.832	27.822	0,9
LK Tuttlingen	369.678	25.993	0,9
Regionalverband SBH	1.314.674	86.119	1,0

**4.2.4 Potenzial für Solarthermienutzung in Freibädern**

Gemäß Aufgabenstellung wurde das Potenzial zur solaren Beheizung (Vollversorgung) aller in der Region vorhandenen öffentlichen Freibäder ermittelt.

Dabei wurde angenommen, dass alle Freibäder mit Ausnahme der Naturfreibäder mit Freibadkollektoren beheizt werden. Die Naturbäder wurden aus biologischen Gründen ausgenommen.

Zur Ermittlung der benötigten Energiemenge wurde folgende Formel verwendet:

$$P_{Fb} = V_B * (T_{Luft} - T_{Wasser}) * c_p$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
P <sub>Fb</sub>	Benötigte Energiemenge zur solaren Beheizung der Freibäder	[kWh/a]
V <sub>B</sub>	Beckenvolumen	[m <sup>3</sup> ]
T <sub>Luft</sub>	Lufttemperatur	[°C]
T <sub>Wasser</sub>	Wassertemperatur	[°C]
c <sub>p</sub>	Spez. Wärmekapazität Wasser	[kWh/m <sup>3</sup> K]

Folgende Annahmen wurden für die Betrachtung des Potenzials getroffen:

Tabelle 4.2-5: Annahmen Solarthermie in Freibädern

Annahmen	Begründung
Es werden alle Freibäder betrachtet, die keine Naturfreibäder sind.	Naturfreibäder werden aus biologischen Gründen ausgenommen.
Die Solltemperatur des Badewassers beträgt 22 °C.	Mindestwert der Freibadtemperatur gemäß [4.2-9]
Die benötigte Kollektorfläche beträgt 0,8 x Beckenoberfläche.	Wert gemäß Diagramm in [4.2-9]
Zur Wassererwärmung werden 150 kWh / m <sup>2</sup> a benötigt (Bezogen auf die Beckenoberfläche).	unterer Intervallwert aus [4.2-10]

Die Berechnung erfolgte auf Grundlage folgender Daten:

Tabelle 4.2-6: Eingangsdaten Solarthermie in Freibädern

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Durchschnittliche Temperatur Mai bis September	[4.2-8]	2004

Die Berechnung ergab, dass insgesamt rund 3.000 MWh/a durch Solarkollektoren für die Beheizung der Schwimmbäder bereitgestellt werden können. Das entspricht rund 0,3 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Verbandsgebiet. Es wurde nicht untersucht, inwieweit dieses Potenzial bereits heute genutzt wird. Die Ergebnisse für die einzelnen Freibäder sind in der folgenden Tabelle 4.2-7 **Tabelle 4.2-7** dargestellt.

Tabelle 4.2-7: Solares Potenzial der Freibäder

Ort	Oberfläche Becken [m <sup>2</sup> ]	Benötigte Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Potenzial zur solaren Vollversorgung [MWh/a]
Bad Dürkheim	931	744	140
Bad Dürkheim	67	53	10
Blumberg	1475	1.180	221
Donaueschingen	1138	910	171
Donaueschingen - Hubertshofen	150	120	23
Donaueschingen - Wolterdingen	338	270	51
Dornhan	723	579	109
Furtwangen	250	200	38
Königsfeld	1050	840	158
Oberndorf	714	572	107
Rottweil	1794	1.436	269
Schiltach / Schenkzell	1016	813	152
Schönwald	561	449	84
Schramberg-Tennenbronn	1217	974	183
Spaichingen	1423	1.139	214
Sulz	552	441	83
Triberg	1048	839	157

<b>Ort</b>	<b>Oberfläche Becken [m²]*</b>	<b>Benötigte Kol- lektorfläche [m²]</b>	<b>Potenzial zur sola- ren Vollversor- gung [MWh/a]</b>
Tuttlingen	2438	1.950	366
Villingen-Schwenningen	1431	1.145	215
Villingen-Schwenningen	116	92	17
Villingen-Schwenningen Tannheim	411	328	62
Vöhrenbach	939	751	141
Summe	19.782	15.825	2.967

\*Flächenermittlung über Luftbildauswertung

### 4.3 Wasserkraft

#### 4.3.1 Bestehende Anlagen

Die aktuelle Energieerzeugung durch die bestehenden Wasserkraftanlagen wurde anhand der Stromeinspeisung 2010 der nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geförderten Anlagen abgeschätzt. Damit ist die aktuelle Wasserkraftnutzung fast vollständig erfasst, da nur wenige nicht geförderte Altanlagen betrieben werden.

Die dazu vom Netzbetreiber EnBW [4.3-1] sowie im EEG-Anlagenregister [4.3-2] veröffentlichten Daten wurden nach Kommunen aufgeschlüsselt. Die Angaben zu den Einzelanlagen sind in Anlage 4.3-1 zusammengestellt und für die Kommunen in Anlage 4.3-2 zusammengefasst. Die folgende Tabelle 4.3-1 enthält eine Synopse für die drei Kreise und das Verbandsgebiet insgesamt.

Tabelle 4.3-1: Aktuelle Nutzung der Wasserkraft (2010)

Landkreis	Installierte Leistung [kW]	Anzahl der Anlagen	Einspeisung in 2010 [MWh]	Anteil der Wasserkraft am Stromverbrauch [%]
LK Rottweil	9.750	49	26.280	2,3
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	4.169	43	10.566	0,7
LK Tuttlingen	1.349	5	3.706	0,3
Regionalverband SBH	15.268	97	40.552	1,1

Im gesamten Verbandsgebiet ist in 97 Wasserkraftanlagen eine elektrische Leistung von rund 15 MW installiert, die 2010 insgesamt 40.552 MWh Strom ins Netz eingespeist haben. Etwa die Hälfte der Anlagen mit rd. 2/3 der installierten Leistung befindet sich im LK Rottweil, 45 % der Anlagen und 25 % der installierten Leistung im LK Schwarzwald-Baar und nur 5 % der Anlagen mit knapp 10 % der Leistung im LK Tuttlingen.

Der Anteil der Energie aus Wasserkraft beträgt im gesamten Verbandsgebiet 1,1 % des Stromverbrauchs. Die Wasserkraftanlagen im LK Rottweil liefern mit 2,3 % des dortigen Stromverbrauchs den relativ höchsten Anteil.

### 4.3.2 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung

Wegen der häufig unvollständigen Angaben in den Wasserbüchern kann das Potenzial der Energiegewinnung aus Wasserkraft nicht allein auf der Grundlage der brachliegenden Wasserrechte geschätzt werden. Stattdessen wird das theoretisch mögliche und das unter realistischen Annahmen nutzbare Potenzial aus Wasserkraft in Anlehnung an die Methodik der Neckar-Studie [4.3-5] ermittelt. Dabei wird das Potenzial anhand der Fallhöhe und dem mittlerem Abfluss an bestehenden Wasserkraftanlagen und Querbauwerken unter Berücksichtigung ökologischer Restriktionen ermittelt. Das Potenzial in offenen Gewässerstrecken bleibt aus ökologischen Gründen unberücksichtigt.

Ein Ausbaupotenzial ergibt sich, wenn die technisch mögliche Leistung die installierte Leistung übersteigt. Ein Reaktivierungspotenzial ergibt sich durch Wiederinbetriebnahme/ Modernisierung von nicht in Betrieb befindlichen Anlagen.

Neubaupotenzial besteht wegen der Wasserspiegelsprünge an Sohl- und Regelungsbauwerken. Letztere werden nur dann berücksichtigt, wenn sie nicht zu einer bereits bestehenden Wasserkraftanlage gehören. Sohlbauwerke werden nur dann näher untersucht, wenn die Wasserspiegeldifferenz mindestens einen Meter beträgt.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit wird ein Ausbaupotenzial nur bei einer potentiellen Erhöhung der Leistung um mehr als 8 kW ausgewiesen. Das entspricht etwa einem Durchfluss von 1 m<sup>3</sup>/s bei einer Fallhöhe von 1 m (vgl. [4.3-5]).

Zur Ermittlung des **theoretisch nutzbaren Potenzials** an den jeweiligen Standorten werden die mittleren Abflüsse und die dort vorhandenen Höhenunterschiede berücksichtigt.

Die an einem Standort theoretisch verfügbare Leistung wird nach folgender Formel ermittelt:

$$P_{\text{Wasser}} = \eta * \rho * g * \Delta H * MQ$$

mit:

P – Leistung in kW

$\eta$  – Wirkungsgrad (ca. 80 %)

$\rho$  – Dichte des Wassers (1 t/m<sup>3</sup>)

g – Erdbeschleunigung (9,81 m/s<sup>2</sup>)

$\Delta H$  – Fallhöhe in m

MQ – mittlerer Abfluss in m<sup>3</sup>/s

Das bereits genutzte Potenzial ergibt sich, wenn in der obigen Formel die Nettofallhöhe und anstelle des Mittelwasserabflusses der Ausbaudurchfluss bestehender Anlagen eingesetzt werden. Die EEG-Einspeisedaten können dazu in der Regel nicht genutzt werden, da die keine genauen Ortsangaben enthalten. Die nach obiger Formel ermittelte Leistung aller betrachteten Anlagen und die installierte Leistung nach EEG-Daten stimmen gut überein (vgl. Kapitel 4.3.1).

Um die Durchgängigkeit der Gewässer zu erhalten oder wieder herzustellen, sind an Wasserkraftanlagen Fischaufstiegs- und Fischabstiegsmöglichkeiten sicherzustellen. Aus ökologischen Gründen muss daher ein Teil des Abflusses als sogenannter Mindestabfluss energetisch ungenutzt an der Wasserkraftanlage vorbeifließen. Dieser Anteil ist abhängig von der jeweiligen Situation im Gewässer.

Um ökologische Randbedingungen zu berücksichtigen, wird zur Ermittlung des **unter realistischen Annahmen nutzbaren Potenzials** der mittlere Abfluss entsprechend dem Orientierungswert für den Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken lt. Wasserkrafterlass [4.3-12] um 1/3 des mittleren Niedrigwasserabflusses vermindert, Für einige in der Neckar-Studie [4.3-5] detailliert untersuchte Anlagen wurden die Ergebnisse übernommen. Je nach der zeitlichen Verteilung von Abflüssen (Dauer von Hochwasser) und Abflussvolumen wird von Jahr zu Jahr eine unterschiedliche Strommenge produziert. Die Prognose für die jährliche Stromproduktion kann deshalb von der tatsächlichen Stromproduktion um bis zu 20 % abweichen.

Für die Potenzialermittlung wurden folgende Annahmen getroffen:

Tabelle 4.3-2: Annahmen zur Potenzialermittlung

Annahmen	Begründung
14 Wasserkraftanlagen, für die keine Fallhöhe bekannt ist oder abgeschätzt werden kann, werden in der Studie nicht berücksichtigt.	Für diese Anlagen liegen nicht genügend Informationen vor, um die installierte oder potentielle Leistung abzuschätzen.
Das Potenzial freier Gewässerstrecken bleibt unberücksichtigt.	Anlagen in diesen Strecken sind nicht genehmigungsfähig (Verschlechterungsverbot nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)).
Abstürze an Pegeln werden nicht berücksichtigt.	Diese sind für eine korrekte Abflussmessung erforderlich und können nicht zur Energieerzeugung genutzt werden.
Ein zusätzliches Potenzial wird erst ab einer zusätzlichen Leistung von 8 kW berücksichtigt.	Unterhalb dieser Leistung ist ein Ausbau i. d. R. unwirtschaftlich.
Das aktuell genutzte Potenzial entspricht der 2010 eingespeisten Strommenge.	Diese reflektiert die tatsächlich vorhandenen Anlagen- und Betriebsdaten eines durchschnittlichen Jahres.
Das unter realistischen Annahmen nutzbare Potenzial wird durch Verminderung des verfügbaren Mittelwasserabflusses um 1/3 des mittleren Niedrigwasserabflusses abgeschätzt.	Orientierungswert für den Mindestabfluss in Ausleitungsstrecken entsprechend Wasserkrafterlass [4.3-12.].
Für die Ermittlung des zusätzlichen Potenzials durch Neubau oder Ausbau wird eine Betriebsdauer der jeweiligen Anlagen von 6.000 h/a angenommen.	Dieser Wert entspricht den Erfahrungen bei modernen Anlagen.

Zur Abschätzung der aktuellen und künftig möglichen Energiegewinnung aus Wasserkraft wurden die in der folgenden Tabelle 4.3-3 zusammengestellten Eingangsdaten verwendet.

Tabelle 4.3-3: Eingangsdaten Potenzialanalyse Wasserkraft

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Installierte Leistung, Einspeisung 2010 für EEG-Anlagen	Anlagendaten der EnBW	22.09.2011
Mittlere Jahresarbeit, Adresse für EEG-Anlagen	EnergyMap EEG-Anlagenregister [4.3-2]	26.06.2011
Lage, Anlagenname, Gewässer, Kenndaten der Anlagen,	Anlagenkataster Wasserbau Baden-Württemberg [4.3-3]	27.06.2011
Mittelwasser- und mittlere Niedrigwasserabflüsse	Informationssystem Abflusskennwerte in Baden-Württemberg [4.3-4]	2007
Informationen zu Wasserrechten und ergänzende Kenndaten der Anlagen	Landratsämter RW, SBK, TUT [4.3-7], [4.3-8], [4.3-9]	Juli bis Okt. 2011
Ergänzende Angaben zu Wasserkraftanlagen und Querbauwerken, Neu- und Ausbaupotenzial im Neckar Einzugsgebiet	Datenauszug Neckar-Studie [4.3-10]	05.08.2011
Ergänzende Kenndaten zu Wasserkraftanlagen und Querbauwerken	Anlagendaten Donaustudie [4.3-6]	13.10.2011
Ergänzende Angaben zu Fallhöhen	WRRL-Arbeitspläne [4.3-11]	August 2011

Wichtigste Arbeitsgrundlage ist das landesweite Anlagenkataster Wasserbau [4.3-3] mit Kenn-daten zu Wasserkraftanlagen, Regelungsbauwerken und Sohlbauwerken. Die Anlagen nach EEG lassen sich allerdings nicht in jedem Fall den Wasserkraftanlagen des Anlagenkatasters zuordnen (keine übereinstimmenden Angaben von Koordinaten oder Flurstück oder Adresse oder Leistung oder Anlagenbezeichnung). Auch gibt es Abweichungen zwischen Anlagenkatas-ter und Wasserbüchern.

Im Anlagenkataster Wasserbau bestehen lt. Mitteilung des Umweltministeriums „bei ver-schiedensten Datenfeldern bislang noch Defizite (Datenlücken)“, die aus anderen Quellen so-weit möglich gefüllt wurden (vgl. Tabelle 4.3-3).

Im LK Tuttlingen existieren keine Altrechte an Standorten, die nicht genutzt werden [4.3-8].

Im LK Rottweil beziehen sich einige der 60 Wasserrechte auf andere Nutzungen als Energiege-winnung (z. B. Betrieb eines Wehres zur Schauflößerei) so dass nur ca. 50 Wasserkraftanlagen verbleiben.

Im LK Schwarzwald-Baar existieren an ca. 70 zurzeit nicht genutzten Standorten Altrecht [4.3-9]. Die Anlagen sind dort teilweise bereits beseitigt. Aufgrund ökologischer Randbedingungen und damit fehlender Genehmigungsfähigkeit wird hier kein Potenzial für eine Reaktivierung gesehen. Zu ca. 20 Anlagen gibt es keine verwertbaren Informationen. Von den verbleibenden 49 Anlagen wird nur an 11 Standorten eine technisch mögliche Leistung von 8 kW überschritten. Fünf davon sind Wasserkraftanlagen, vier Regelungsbauwerke aus dem Anlagenkataster. Zwei Anlagen haben kein Erweiterungspotenzial (Inselbetrieb und denkmalgeschützte Schauanlage).

Die Anzahl der nach Anlagenkataster in Betrieb befindlichen Anlagen ist mit 105 geringfügig größer als die Zahl der EEG-Anlagen, weil Altanlagen oder Anlagen im Inselbetrieb nicht im EEG-Anlagenregister geführt werden. Die installierte Leistung ist nach diesen Quellen mit 15.268 kW für EEG-Anlagen und 15.087 kW für die Anlagen nach Wasserbuch und WIBAS-Anlagenkataster für das gesamte Untersuchungsgebiet nahezu identisch.

### 4.3.3 Potenzial für kleine Wasserkraftanlagen

An insgesamt 24 Standorten von Wasserkraftanlagen im Gebiet des Regionalverbands kann durch Modernisierung eine zusätzliche Leistung von 1.073 kW installiert werden. An 9 weiteren Standorten kann durch Wiederinbetriebnahme eine zusätzliche Leistung von 600 kW reaktiviert werden. Daraus ergibt sich gegenüber der heutigen Situation eine unter realistischen Annahmen (vgl. Tabelle 4.3-4) nutzbare, zusätzlich Stromproduktion von rund 10.000 MWh/a durch Modernisierung und Reaktivierung. An 35 vorhandenen Querbauwerken können mit einer zusätzlich installierten Leistung von 1.894 kW unter realistischen Annahmen weitere rund 11.000 MWh/a Strom aus Wasserkraft gewonnen werden.

Insgesamt kann im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg an ca. 120 Standorten aktuell betriebener oder stillgelegter Wasserkraftanlagen sowie an 35 Querbauwerken unter realistischen Annahmen die Energiegewinnung aus Wasserkraft von heute rund 40.000 MWh/a auf etwa 61.000 MWh/a gesteigert werden. Folgende Tabelle 4.3-4 zeigt die Daten für die einzelnen Landkreise. Die Daten für die jeweiligen Kommunen sind in Anlage 4.0-8 aufgeführt.

Tabelle 4.3-4: Potenzial Wasserkraft

Landkreis	Theoretisches Potenzial [MWh/a]	Nutzbare Potenzial unter realistischen Annahmen [MWh/a]	Anteil am gegenwärtigen Stromverbrauch [%]
LK Rottweil	38.805	30.735	2,7
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	16.655	15.929	1,1
LK Tuttlingen	14.683	14.287	1,1
Regionalverband SBH	70.143	60.951	1,6

Die Hälfte der im Verbandsgebiet unter realistischen Annahmen möglichen Stromproduktion von 61.000 MWh/a aus Wasserkraft käme aus dem LK Rottweil, jeweils ca. ¼ aus den beiden anderen Kreisen (vgl. Anlage 4.0-3).

Dadurch stiege der Anteil der aus Wasserkraft gewonnenen Energie am Stromverbrauch im Verbandsgebiet von heute 1,1% auf 1,6%. Auch unter Nutzung des gesamten, unter realistischen Annahmen erzielbaren Potenzials bliebe der Anteil der Wasserkraft im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien gering.

Im gesamten Verbandsgebiet werden bereits etwa 2/3 der bei realistischen Annahmen nutzbaren Energiereserven aus kleinen Wasserkraftanlagen genutzt. Im LK Rottweil beträgt dieser Anteil fast 80 %. In fast der Hälfte aller 31 Kommunen mit Wasserkraftpotenzial liegt die aktuelle Ausnutzung des Potenzials bereits bei 90 % oder darüber.

Das Ausbau- und Neubaupotential kann bis 2020 erschlossen werden, soweit es in Detailuntersuchungen bestätigt wird. Für jeden einzelnen Standort müssen die örtlichen Bedingungen hinsichtlich Hydraulik, Ökologie und Wirtschaftlichkeit verifiziert werden. Erst danach lassen sich verlässliche Kosten für die jeweils erforderlichen Baumaßnahmen abschätzen.

Ökologische Restriktionen erhöhen die Investitionskosten bei der Herstellung der Anlage und vermindern wegen der Ableitung der geforderten Mindestabflüsse die Anlagenleistung im Betrieb. Damit sinken die erzielbaren Erlöse und die Wirtschaftlichkeit. Naturschutzkonflikte sind jedoch in vielen Fällen lösbar. Im Rahmen eines Aus- bzw. Neubaus von Anlagen können die gewässerökologischen Bedingungen verbessert und in Verbindung mit dem Vorhaben finanziert werden.

#### 4.3.4 Vorschläge für weitere Untersuchungen zur Wasserkraft

Die Erschließung ungenutzter Wasserkraftpotenziale kann sowohl durch Neubau an bestehenden Querbauwerken als auch durch Modernisierung und Reaktivierung bestehender Anlagen erfolgen. An erfolgversprechenden Standorten mit großem, unter realistischen Annahmen vorhandenem Ausbaupotenzial, sollten Machbarkeitsstudien mit detaillierter technischer und ökologischer Bestandsaufnahme erfolgen, die eine Kostenschätzung und Quantifizierung von ökologischen Ausgleichsmaßnahmen als Grundlage für eine Entscheidung über den Ausbau liefern.

Potenziale der Lageenergie in der Siedlungswasserwirtschaft siehe Seite Sonderkapitel 1.

### 4.4 Oberflächennahe Geothermie

#### 4.4.1 Bestehende Anlagen

Es wurde ermittelt, wie viele oberflächennahe Geothermieranlagen im Verbandsgebiet vorhanden sind und welche thermische Leistung sie liefern können - unabhängig davon, zu welchem Zweck sie verwendet werden. Folgende Daten wurden zur Ermittlung der installierten Geothermieranlagen ausgewertet:

Tabelle 4.4-1: Eingangsdaten Geothermie

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Daten zu geothermischen Bohrungen (GIS-Format)	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB)	Dez. 2010
Jahresarbeitszahl Wärmepumpe (nach anerkannten Regeln der Technik)	Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg: Wärmepumpen – Empfehlungen für Planung, Ausführung und Betrieb von Wärmepumpen-Heizungsanlagen	April 2008

In den zur Verfügung gestellten Dateien des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) sind Daten zur Adresse sowie Anzahl und Tiefe der Geothermiebohrungen enthalten. Es gibt einen Hinweis des Landratsamtes Schwarzwald-Baar-Kreis, dass die Daten des LGRB nicht vollständig sind.

Für die Abschätzung der installierten thermischen Leistung wurde eine Wärmeentzugsleistung von 60W/Bohrmeter (nach VDI 4640 Blatt 1) als Durchschnittswert der hauptsächlich vertretenen Gesteine geschätzt. Die tatsächlichen spezifischen Wärmeentzugsleistungen können von diesem Wert abweichen.

Abb. 4.4-1 zeigt die Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden im Verbandsgebiet. Ab dem Jahr 2005 ist zunächst ein starker Anstieg der Bohrtätigkeiten zu beobachten. Wahrscheinlich durch die Wirtschaftskrise, durch neue einschränkende Regelungen hinsichtlich der Tiefe sowie gestiegene Strompreise verursacht, ist die Bohrtätigkeit seit den Jahren 2008/2009 stark zurückgegangen. Vermutlich hat sich dieser Trend auch im Jahr 2011 fortgesetzt.

Der Anstieg und anschließende Rückgang der Bohrtätigkeit für Erdwärmesonden verlief in den letzten Jahren in den drei Landkreisen ähnlich. Der gleiche Trend wie im Verbandsgebiet ist auch in Baden-Württemberg zu beobachten (Abb. 4.4-2).

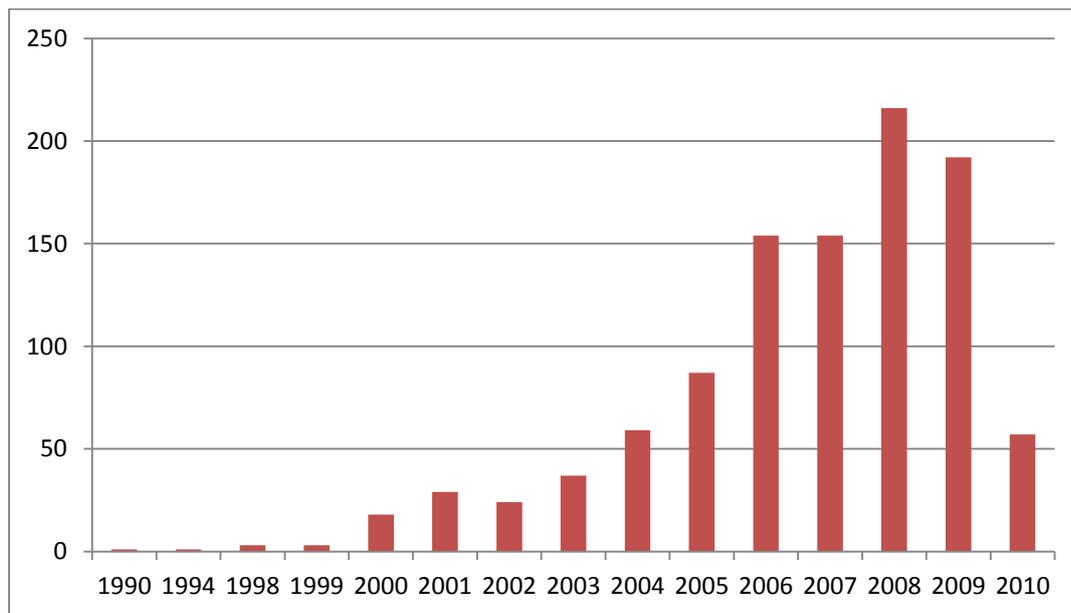


Abb. 4.4-1: Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden im Gebiet des Regionalverbands Schwarzwald-Baar-Heuberg (2010 ist nicht vollständig erfasst)

Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden  
im LGRB; Stand 01.04.2011

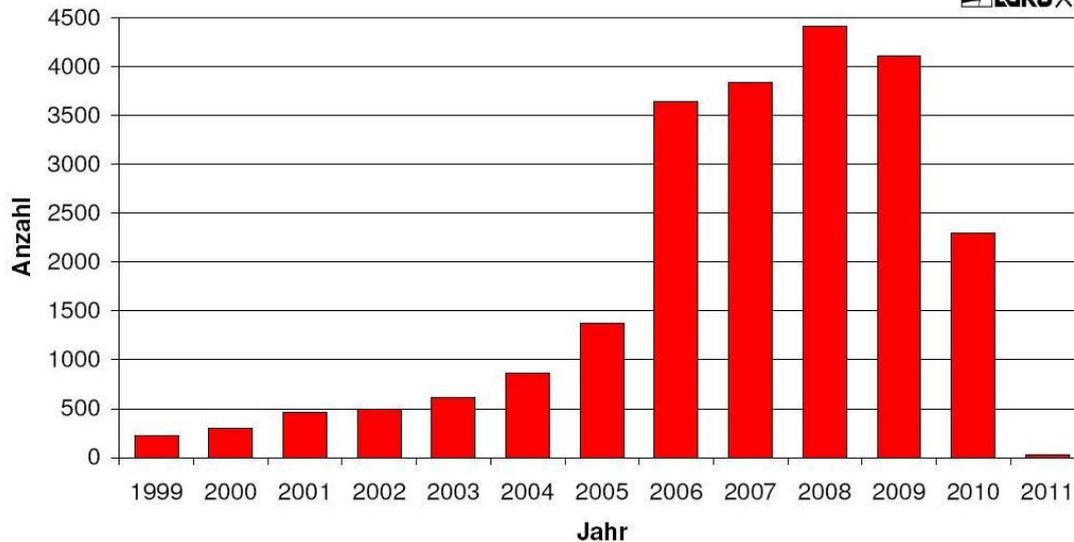


Abb. 4.4-2: Anzahl erfasster Bohrungen für Erdwärmesonden in Baden-Württemberg 1999-2011 (2011 ist nicht vollständig erfasst)

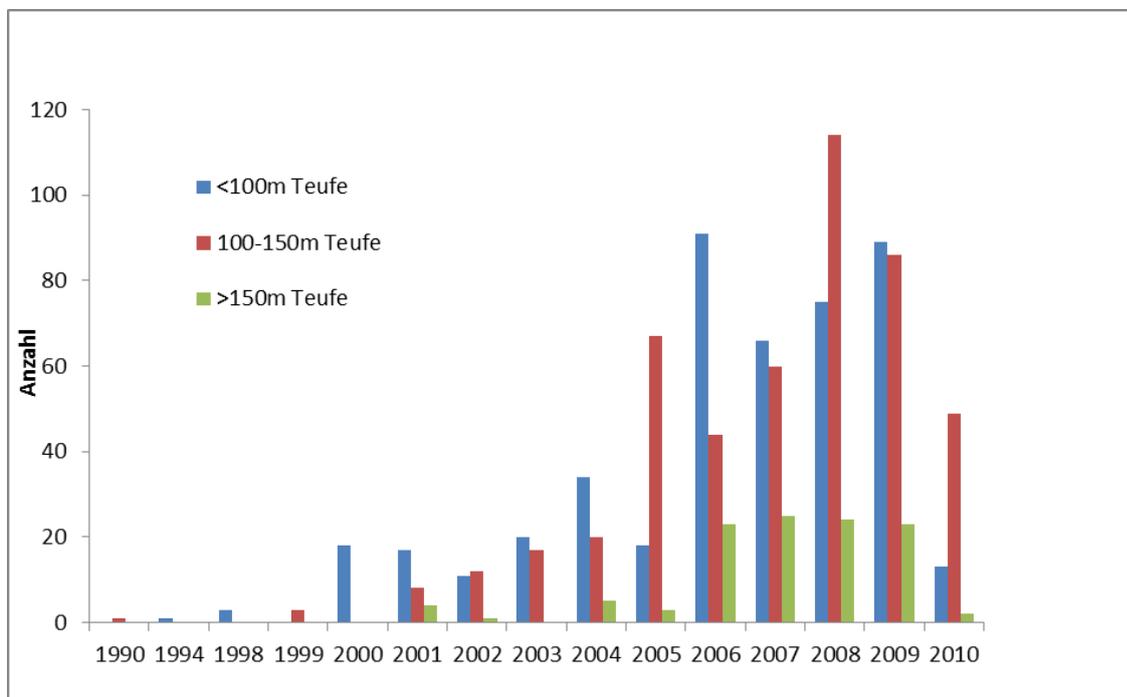


Abb. 4.4-3: Anzahl und Tiefe der Erdwärmesonden im Gebiet des Regionalverbands

In der Tabelle 4.4-2 sind die wichtigsten Kennzahlen zur installierten Leistung aus der oberflächennahen Geothermie dargestellt:

Tabelle 4.4-2: Kennzahlen zur installierten Leistung aus der oberflächennahen Geothermie

<b>Landkreis</b>	<b>Gesamtzahl oberflächennaher geothermischer Bohrungen 2010</b>	<b>Installiertes thermisches Potenzial 2010 [MW]</b>	<b>Durchschnittliche Leistung pro Bohrung [KW]</b>	<b>Bohrungen pro 1.000 EW</b>
Rottweil	310	2,0	6,5	2,2
SBK	382	2,8	7,3	1,9
Tut	358	2,4	6,7	2,7
Summe	1050	7,2	6,9	2,2

Tabelle 4.4-2 zeigt, dass die Gesamtzahl oberflächennaher geothermischer Bohrungen in den Landkreisen ähnlich ist, während Unterschiede bei der Anzahl der Bohrungen pro 1.000 Einwohner bestehen. Die durchschnittliche Leistung pro Bohrung ist in den Landkreisen ähnlich.

#### **4.4.2 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung**

Bei der Ermittlung des Potenzials der oberflächennahen Geothermie wurden ausschließlich sogenannte Kleinerzeuger (im Wesentlichen Privathaushalte) berücksichtigt.

Die Wärmeerzeugung oder auch die Abführung von Wärme bei Klimatisierungen von Industrie- oder großen Gewerbebauten wurden aus den folgenden Gründen nicht betrachtet.

Zum einen ist der derzeitige Zustand der vorhandenen Heizungs- und Klimaanlage nicht bekannt, so dass Ersatzinvestitionen nicht prognostiziert werden können. Zum anderen ist der Flächenbedarf zur Nutzung der Geothermie bei den erforderlichen hohen Energiemengen im Bereich der Industrie relativ hoch. Die Umstellung der Klimatisierungstechnik schon vorhandener Gewerbe- und Industrieobjekte auf geothermische Anlagen ist deshalb wegen fehlender Flächen, auf denen Erdwärmesonden installiert werden könnten, unwahrscheinlich.

Außerdem ist die zukünftige Bautätigkeit von Industrie- und Gewerbeobjekten nicht prognostizierbar.

Das Potenzial der oberflächennahen Erdwärmegewinnung ist theoretisch nicht begrenzt und ist konstant abrufbar. Die Gewinnung der Wärme erfolgt aus Bohrungen. In die Bohrlöcher wird eine sogenannte U-Sonde (Schlauch) einzementiert, durch die eine Flüssigkeit gepumpt wird. Der im Bohrloch erwärmten Flüssigkeit wird in der Heizungsanlage über einen Wärmetauscher (Wärmepumpe) die Wärme entzogen und in das Heizungssystem eingespeist.

Die technisch mögliche Wärmeentzugsleistung aus dem Untergrund ist von der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine abhängig. Neben der Wärmeleitfähigkeit der Gesteine sind auch schutzwürdige Interessen Dritter zu beachten, die den Bau von Erdwärmesonden einschränken können. Insbesondere das Abteufen von Bohrungen in gipshaltige Gesteine mit Anhydritanteilen ist wegen der Gefahr des Quellens von Anhydrit bei Kontakt mit Wasser und den damit verbundenen Hebungen i. d. R. nicht gestattet. Außerdem sind Erdwärmesonden in den Zonen I bis IIIa von Wasser- und Quellschutzgebieten der in der Regel verboten und in der Zone IIIb nur im Einzelfall über eine Erlaubnis möglich.

Für das Bearbeitungsgebiet existieren derzeit keine Potenzialkarten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LRGB) für geothermische Anlagen. (Diese wird wahrscheinlich in näherer Zukunft erstellt werden.)

In Ermangelung einer offiziellen Potenzialkarte wurde das Potenzial für die oberflächennahe Geothermie mit folgender Methode abgeschätzt:

1. Auswertung der geologischen Karten (Quelle LGRB) und Ermittlung der vorhandenen Schichten bis 120 m Tiefe unterhalb der Geländeoberfläche. Zuordnung von Wärmeleitfähigkeiten zu den entsprechenden geologischen Einheiten.
2. Eingrenzung der für die Potenzialermittlung relevanten Gebiete. Als relevante Gebiete wurden Siedlungsgebiete definiert.
3. Erhebung der vorhandenen Wasserschutzgebiete. Außerdem wurden potenziell anhydrit-haltige, sulfathaltige Gesteine im Tiefenbereich bis 120 m erfasst.
4. Die für die Potenzialanalyse relevanten Siedlungsgebiete (Punkt 2) wurden mit den potenziellen Ausschlussgebieten (Punkt 3, sulfathaltige Gesteine und Wasserschutzgebiete) verschnitten und die verbleibende Fläche prozentual ermittelt.

5. Die Nutzung von Erdwärme ist wegen der geringeren Vorlauftemperatur in der Heizung abhängig von der Haustechnik. So sind z. B. flächige Heizungselemente, wie z. B. Fußbodenheizung erforderlich, um Erdwärme zu Heizzwecken nutzen zu können. Dies bedeutet, dass ein Umstieg von konventionellen Energieträgern (Öl, Strom, Gas) zur Erdwärmennutzung mit der Änderung der entsprechenden Haustechnik verbunden ist. Zur Ermittlung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen („nutzbares Potenzial“) wurde deshalb davon ausgegangen, dass die Erdwärmennutzung bei allen Neubauten in den nächsten 8 Jahren (bis 2020) und bei Umbauten in Wohngebäuden eingerichtet wird, bei denen alle Heizungssysteme ausgetauscht werden.
  
6. Zur Prognose der zukünftigen Bautätigkeit von Wohngebäuden wurden die Daten des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg über den Wohnungsneubau in den Jahren 2009 und 2010 ausgewertet und angenommen, dass sich die Neubauaktivität wie in 2009/2010 in den nächsten 8 Jahren fortsetzt. Außerdem wurden Daten der Innung der Bezirksschornsteinfegermeister zu dem Alter von Heizungsanlagen ausgewertet. Diese Daten liegen landkreisbezogen vor. Für die Prognose wurde davon ausgegangen, dass alle Heizungsanlagen mit Baujahr vor 1982 in den nächsten 8 Jahren ersetzt und in diesem Zuge ebenfalls die Haustechnik erneuert sowie Erdwärmesonden installiert werden. Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass Bohrungen hinsichtlich vorhandener Bebauungen möglich sind und die Haustechnik auf Niedrigtemperaturheiztechnik umgestellt wird.

Zur Ermittlung des theoretischen Potenzials wurden die Einschränkungen durch Wasserschutzgebiete und sulfathaltige Gesteine nicht berücksichtigt und fiktiv angenommen, dass auch in diesen Gebieten Erdwärmesonden installiert werden können. Dies entspricht einem Szenario, das eintreten würde, wenn die detaillierte Prüfung für die einzelnen Gemeinden ergeben würde, dass die Einschränkungen keine Rolle spielen.

Die für die Prognose verwendeten Eingangsdaten und deren Quellen sind in Tabelle 4.4-3 dargestellt.

Tabelle 4.4-3: Eingangsdaten Potenzialanalyse Geothermie

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Geologische Daten	Karten des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau	2010
Wärmeleitfähigkeiten Gesteine	in Anlehnung an VDI 4640	2010
Betriebsstunden/Jahr für Warmwasser und Heizung	VDI 4640	2010
Statistiken zum Wohngebäudeneubau	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg	2010
Angaben zum Alter der Heizungsanlagen	Innung der Bezirksschornsteinfegermeister	2010

### 4.4.3 Potenzial Geothermie

In der folgenden Tabelle 4.4-4 sind das technisch nutzbare Potenzial ohne Einschränkungen durch Wasserschutzgebiete und sulfathaltige Gesteine sowie das nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen und der Anteil des nutzbaren Potenzials am gegenwärtigen Heizenergieverbrauch von Kleinverbrauchern dargestellt.

Tabelle 4.4-4: Nutzbare Potenziale Geothermie im Vergleich zum Energiebedarf von Kleinverbrauchern

Landkreis	Bis 2020 technisch nutzbare Potenzial (ohne Einschränkungen bezügl. WSG, sulfathaltige Gesteine) [MWh/a]	Bis 2020 nutzbares Potenzial unter realistischen Annahmen [MWh/a]	Anteil des bis 2020 nutzbaren Potenzials am gegenwärtigen Energieverbrauch (Kleinverbraucher) [%]
LK Rottweil	94.500	34.500	2,2
Schwarzwald-Baar-Kreis	130.600	76.300	3,2
LK Tuttlingen	56.100	42.900	2,6

Die heute installierten Geothermieranlagen liefern nur etwa 3 ‰ (Promille) des heutigen Heizenergieverbrauchs von Kleinverbrauchern im Verbandsgebiet. Wenn das nutzbare Potenzial bis zum Jahr 2020 vollständig genutzt werden würde, könnte der Anteil auf etwa 3 % gesteigert werden.

Im Vergleich zum Gesamtwärmeverbrauch liegen das derzeit genutzte Potenzial bei 0,2 % (2 Promille) und das zukünftig nutzbare Potenzial unter realistischen Annahmen bei rund 1,7%.

Für die Nutzung der Erdwärme, die für die Nutzung zu Heizzwecken in einem Wärmetauscher bzw. einer Wärmepumpe „angereichert“ wird, ist Strom erforderlich. Der Stromverbrauch für Wärmepumpen wird in sogenannten Jahresarbeitszahlen (JAZ) angegeben.

Die Jahresarbeitszahlen (JAZ) für Wärmepumpen lagen 1998 bei ca. 3,5 für Sole/Wasser. Neuere Statistiken bis 2010 zeigen eine Verbesserung der JAZ auf ca. 4 bis 4,5. Daraus ergibt sich, dass neue Wärmepumpe eine JAZ von > 4,5 und ältere von ca. 3,5 haben (für einen Leistungsbereich bis ca. 20 kW). Bei neuen Anlagen wird also pro 4,5 kW erzeugter thermischer Leistung 1 kW elektrische Leistung benötigt.

Durch einen zukünftig verstärkten Einsatz der oberflächennahen Geothermie würde entsprechend auch der Strombedarf für die Wärmepumpen steigen. Dieser höhere Strombedarf kann auch durch die Nutzung erneuerbarer Energiequellen gedeckt werden. Eine vermehrte Nutzung der oberflächennahen Geothermie würde in jedem Fall die Abhängigkeit von fossilen Energiequellen (Gas, Öl) verringern.

#### **4.4.4 Vorschläge für weitere Untersuchungen zur oberflächennahen Geothermie**

Die Potenzialanalysen könnten konkretisiert werden, wenn die Potenzialkarten des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LRGB) für geothermische Anlagen veröffentlicht werden.

Die Bereitstellung von kostengünstigen, evtl. geförderten Hilfen bei der Planung von Erdwärmesonden, würde wahrscheinlich eine stärkere Nutzung der oberflächennahen Geothermie in Privathaushalten bewirken. Es wird vorgeschlagen zu untersuchen, welche Möglichkeiten es hier gibt und ob eine Unterstützung durch die Energieagenturen erfolgen kann.

Es wird vorgeschlagen, zu prüfen, ob bei der Ausweisung von neuen Erschließungsgebieten grundsätzlich in den textlichen Festsetzungen die Möglichkeit der Erdwärmeunterstützung berücksichtigt werden kann. Auch wäre es unter Umständen erwägenswert zu prüfen, ob bei der Ausweisung von Erschließungsgebieten eine Planung zur Platzierung von Erdwärmesonden erfolgen kann und dies planungsrechtlich zulässig ist. Die Ansatzpunkte möglicher Erdwärmesonden könnten dann in die Infrastruktur der Baugebiete integriert werden und könnten so den Umstieg von herkömmlichen Energieformen zur Erdwärmenutzung erleichtern.

**4.5 Biomasse (ohne Holz)**

**4.5.1 Bestehende Biogas-Anlagen**

Die vorhandenen Biogasanlagen (Anlage 4.5-1) wurden anhand folgender Informationsquellen ermittelt:

- EEG Anlagendaten 2010
- Informationen des Landwirtschaftlichen Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg
- Informationen der EnRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG

Mit Ausnahme des großen Biogaskraftwerks in Rottweil konnten die Wärmeleistungen der Biogasanlagen nicht ermittelt werden, da diese nicht in den Anlagendaten des Netzbetreibers erfasst werden. Deshalb wurde die Wärmeleistung von Biogasanlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung abgeschätzt, indem angenommen wurde, dass das Verhältnis aus elektrischer und thermischer Leistung (Stromkennzahl) 0,6 beträgt [4.5-2].

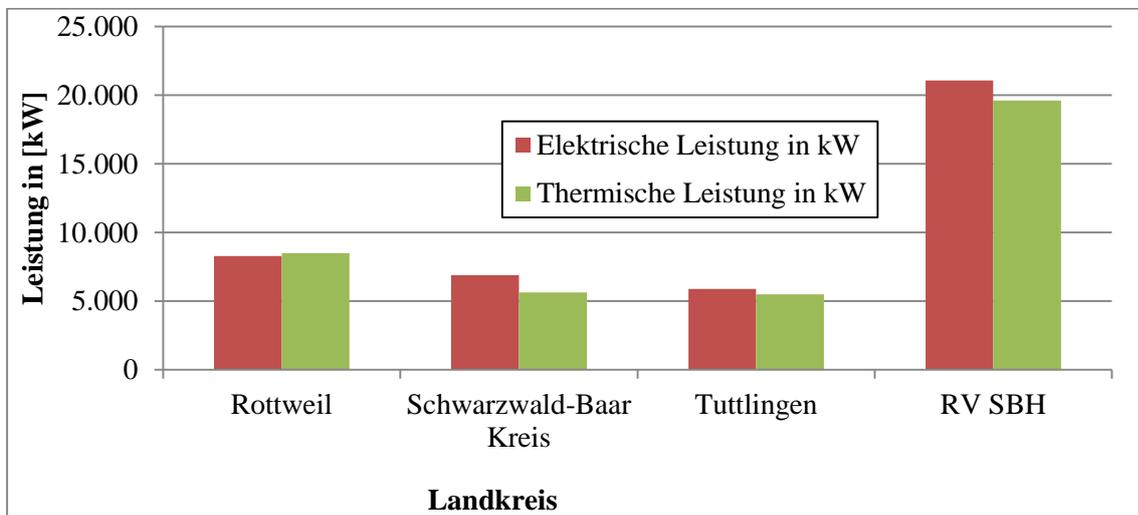


Abb. 4.5-1: Leistungsvergleich zwischen den Landkreisen bzgl. installierter Biogas-anlagen

Im Landkreis Rottweil ist eine höhere Leistung als in den beiden anderen Kreisen installiert. Im Vergleich der Kommunen nimmt Oberndorf am Neckar mit einer installierten Leistung von 1,7 MW, verteilt auf 5 Anlagen, die Spitzenposition ein. Aus Tabelle 4.5-1 geht hervor, dass in der Region Rottweil vor allem Anlagen mit höherer Leistung vorhanden sind. Die eingespeiste Elektroenergie verteilt sich entsprechend auf die Landkreise, wobei wiederum Rottweil die Spitzenposition einnimmt. Eine Übersicht der in den Gemeinden im Jahr 2011 vorhandenen Biogasanlagen enthält Anlage 4.5-1.

Tabelle 4.5-1: Biogasanlagen in den Landkreisen (Stand 2011)

Landkreis	Anzahl	Elektrische Leistung [kW]	Thermische Leistung [kW]	Elektrische Energiemenge [MWh/a]	Thermische Energiemenge [MWh/a]
<b>Rottweil</b>	27	8.288	8.508	44.798	51.549
<b>Schwarzwald-Baar Kreis</b>	40	6.881	5.625	34.444 <sup>1)</sup>	39.563 <sup>1)</sup>
<b>Tuttlingen</b>	22	5.902	5.492	29.839	37.059
<b>RV SBH</b>	89	21.071	19.625	109.081	128.172

<sup>1)</sup> ohne Powerfarm Tuningen (ca. 22.000 MWh/a Bioerdgas); siehe auch Erläuterungen im Text

Die bereitgestellte thermische Leistung liegt in allen Landkreisen trotz einer angenommenen Stromkennzahl von 0,6 unter der installierten elektrischen Leistung, da nicht alle Anlagen Wärme auskoppeln. Dies wurde durch Recherchen bei den Betreibern festgestellt. Da nicht für alle Anlagen Angaben ermittelt werden konnten, wurden für einige Anlagen Hochrechnung zur Leistungsbestimmung vorgenommen.

Die eingesetzten Substrate bestehen im Durchschnitt aus folgenden Bestandteilen:

- 30 % Gülle bzw. Wirtschaftsdünger
- 30 % Maissilage
- 20 % Grassilage
- 15 % Ganzpflanzensilage (GPS)
- 5 % Sonstiges

Diese Angaben vom Landwirtschaftlichen Zentrum Baden-Württemberg [4.5-3] entsprechen den Aussagen der Landwirtschaftsämter.

Neben der klassischen direkten thermischen Verwertung des Biogases, kann das weiter veredelte Gasgemisch auch in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden. Das dadurch bereitgestellte Bioerdgas ist ein Gemisch aus fossilem und regenerativ erzeugtem Methan. Dieses Verfahren kommt auch im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg zur Anwendung. Die Powerfarm Tuningen setzt nach Betreiberangaben jährlich eine Substratmenge von 18.500 t um und speist eine Energiemenge von ca. 22.000 MWh/a in das öffentliche Gasnetz ein [4.5-6]. Eine Aufgliederung zur produzierten Strom- oder Wärmemenge ist deshalb nicht möglich.

#### 4.5.2 Bestehende Klärgasanlagen

Kläranlagen mit Klärgasnutzung wurden anhand der vom Regionalverband übergebenen Daten [4.5-7] ermittelt. Die energetischen Daten wurden durch Anfragen bei Betreibern überprüft und ergänzt. Fehlende Angaben wurden berechnet.

Für die generierte Klärgasmenge je Einwohner wurde ein Durchschnittswert von 6 m<sup>3</sup>/a angesetzt. Die bereitgestellte elektrische Arbeit entspricht im Durchschnitt 0,002 MWh je Kubikmeter Klärgas, was aus den bekannten Daten ermittelt wurde. Bei einer angenommenen jährlichen Laufzeit von rund 8000 h lässt sich daraus die Stromproduktion aus Klärgas errechnen.

Tabelle 4.5-2: Eingangsdaten Potenzialanalyse Kläranlagen

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Anzahl der bestehenden Kläranlagen mit Klärgasnutzung	[4.5-7]	2010
Standorte der Klärgasanlagen	[4.5-8]	2010
Angaben zu Einwohnerwerten	[4.5-7], [4.5-9]	2009, 2010
Angaben zu elektrischer sowie thermischer Leistung bzw. Arbeit	Angaben der Betreiber bzw. berechnet	2011
Wärmenutzung	Angaben der Betreiber	2011

Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 4.5-3 zusammengefasst. Der Landkreis Rottweil besitzt die meisten Kläranlagen mit Klärgasnutzung. Dort wird auch die meiste Elektroenergie und Wärme bereitgestellt. Der Landkreis Tuttlingen hat zwar ungefähr die gleiche Einwohnerzahl, produziert aber weniger als die Hälfte der im Landkreis Rottweil bereitgestellten Elektroenergie aus Klärgas.

Die Klärgasanlagen im Verbandsgebiet verwenden die in BHKW-Anlagen gewonnene elektrische und thermische Energie vorwiegend selbst zur Beheizung des Faulturmes, zur Klärschlamm-trocknung oder zur Gebäudeheizung. Der Elektroenergieverbrauch der Kläranlagen ist höher als die erzeugte Energie aus der Klärgasnutzung.

Tabelle 4.5-3: Vorhandene Kläranlagen mit Klärgasnutzung und erzeugte Energiemengen

Landkreis	Anzahl von Kläranlagen mit Klärgasnutzung	Elektrische Energiemenge 2010 [MWh/a]	Thermische Energiemenge 2010 [MWh/a]
<b>Rottweil</b>	10	4.536	7.318
<b>Schwarzwald-Baar-Kreis</b>	8	3.613	5.891
<b>Tuttlingen</b>	5	1.673	2.677
<b>Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg</b>	23	9.822	15.886

In Anlage 4.5-2 ist eine Übersicht über die vorhandenen Kläranlagen mit Klärgasnutzung hinterlegt, in der die berechneten Werte hervorgehoben sind.

Der Anteil der Kläranlagen mit Klärgasnutzung beträgt im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg rund 82 % [4.5-7], [4.5-9]. Die übrigen Anlagen sind vorwiegend Kleinanlagen, bei denen die Klärgasnutzung kaum möglich ist.

#### 4.5.3 Aktuelle Nutzung von Biomasse (ohne Holz)

Die Nutzung von Biomasse liefert bereits heute nennenswerte Anteile des Strom-, Wärme- und Treibstoffverbrauchs im Verbandsgebiet (Abb. 4.5-2).

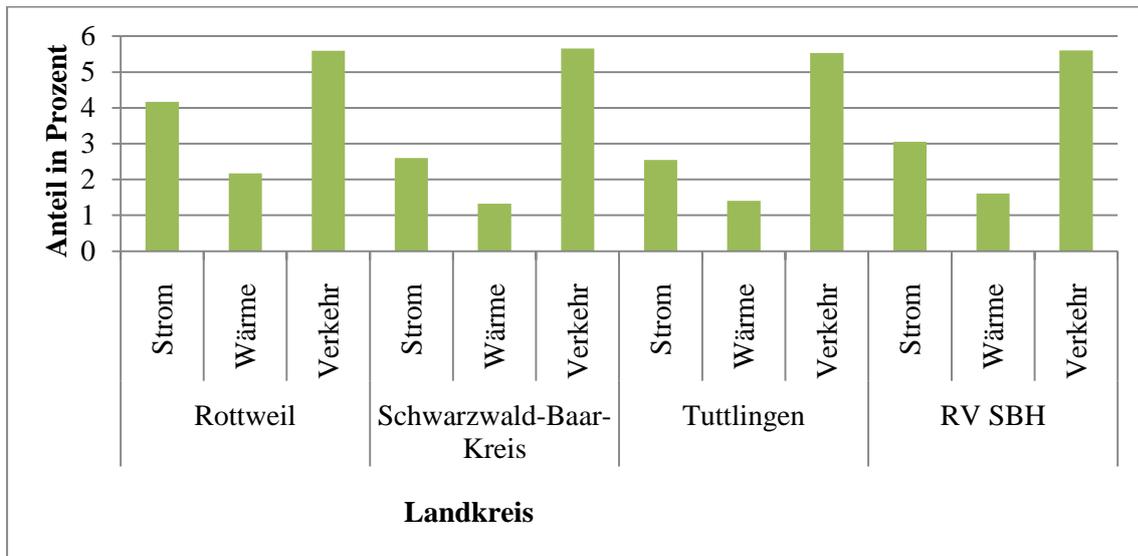


Abb. 4.5-2: Anteil der Biomasse (ohne Holz) am Strom-, Wärme- und Treibstoffverbrauch  
 In den Sektoren Strom und Wärme sind die Biogasnutzung und die Klärschlammverbrennung berücksichtigt.

Die Beiträge der Biogasanlagen wurden aus Angaben des Landwirtschaftlichen Zentrums für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg [4.5-3] und den EEG-Anlagendaten [4.5-4] ermittelt.

Um die Energiebereitstellung aus der Klärschlammverbrennung zu berechnen, wurden typische Wirkungsgrade konventioneller Kraftwerke [4.5-2] verwendet.

Die Grundlage der Biomasseanteile im Sektor Verkehr sind Verbrauchswerte von Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl [4.5-5].

Im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg liegt der Anteil von Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl am Kraftstoffverbrauch bei rund 5,5 %.

Die Biomasseanteile im Sektor Strom schwanken zwischen einem Wert von ca. 2,5 % im Landkreis Tuttlingen und im Schwarzwald-Baar-Kreis sowie dem Spitzenreiter Landkreis Rottweil mit ca. 4,2 %. Die detaillierten Berechnungsergebnisse sind in Anlage 4.5-3 zu finden.

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Substrate werden aktuell auf folgenden Wegen verwertet:

Tabelle 4.5-4: Aktuelle Verwertungswege der untersuchten Substrate im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg

Substrate	Verwertungswege
<b>Biotonne</b>	Ein großer Teil der anfallenden Bioabfallmengen werden bereits in einer Biogasanlage in der Gemeinde Deißlingen verwertet.
<b>Gartenabfälle</b>	Es existieren keine speziellen Erhebungen zu den gesammelten Gartenabfällen in der Region. Eine Beimischung bei der Biogasnutzung sowie eine Verwertung in mechanisch-biologischen Anlagen kann man als Regelfall annehmen.
<b>Gülle- und Wirtschaftsdünger</b>	Gülle- und Wirtschaftsdünger decken bereits einen 30%igen Anteil bei der Biogasherstellung. Die Überschussmengen werden zur Düngung in der Region genutzt.
<b>Grasmengen aus landwirtschaftlichen Flächen</b>	Die Grasmengen aus landwirtschaftlichen Flächen werden zum größten Teil der Tierfütterung zugeführt. Eine Restmenge wird bereits energetisch in Form von Grassilage genutzt.
<b>Grasmengen aus Landschaftspflegewiesen</b>	Die anfallenden Grasmengen aus Landschaftspflegewiesen sind im Vergleich zu den sehr gering, die Verwertungswege aber sicher ähnlich.
<b>Strohüberschüsse</b>	Die Strohüberschüsse resultieren aus dem Anteil nicht für die Tierfütterung geeigneter Mengen (bspw. verregnet). Es ist anzunehmen, dass diese zur Stalleinstreu verwendet oder untergepflügt werden.
<b>Speiseabfälle</b>	In den Gemeinden Donaueschingen, Tuningen und Renquishausen werden Küchen- und Speiseabfälle bereits zur Biogasherstellung genutzt.
<b>Klärschlamm</b>	Die anfallenden Klärschlammengen werden zum überwiegenden Teil verbrannt und geringe Menge in der Landwirtschaft genutzt.

#### 4.5.4 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung

Im Rahmen dieser Studie wurden die Potenziale verschiedener Biomassearten untersucht, die meist als Co-Substrate in der Biogasherstellung verwendet werden. Mais- und Ganzpflanzensilage, die den größten Anteil an den aktuell eingesetzten Substraten bilden, wurden auftragsgemäß nicht untersucht. Grund hierfür ist, dass ein weiterer Ausbau von Monokulturen aus ökologischen Gründen nicht erfolgen sollte.

**Technisches Potenzial**

- **Substrate Biotonne, Gartenabfälle und Speisereste**

Aufgrund des hohen Wasseranteils ist eine direkte Verbrennung der o.g. Substrate unwirtschaftlich. Deshalb wird an dieser Stelle das Verfahren der Biogasherstellung untersucht. Neben der auf die Frischmasse bezogenen Gasausbeute werden bei der Potenzialermittlung der Methan-gehalt und der entsprechende Heizwert des Gasgemisches für die Berechnung verwendet. Für die Ermittlung der zur Verfügung stehenden Jahresmengen an elektrischer und thermischer Energie wurden durchschnittliche Wirkungsgrade [4.5-2] genutzt.

Tabelle 4.5-5: Annahmen für Biotonne, Gartenabfälle und Speisereste

Annahmen	Begründung
In den Gemeinden fallen pro Kopf die gleichen Bioabfallmengen an, wie durchschnittlich in den Landkreisen.	Da in vielen Fällen mehrere Gemeinden durch ein Abfallentsorgungsunternehmen bedient werden, sind keine gemeindespezifischen Daten vorhanden.

Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage folgender Zusammenhänge:

$$P_{\text{tech,Gas}} = EW * M_{\text{BM}} * GA_{\text{BM}} * H_{i,\text{BM}}$$

$$P_{\text{tech,EE}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,35$$

$$P_{\text{tech,W}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,45$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{tech,Gas}}$	Technisches Potenzial zur Erzeugung von Biogas	[MWh/a]
$EW$	Anzahl Einwohner	[-]
$M_{\text{BM}}$	Anfall Substrat je Einwohner und Jahr	[kg/a]
$GA_{\text{BM}}$	Gasausbeute bezogen auf die Frischmasse	[m³/t]
$H_{i,\text{BM}}$	Heizwert Biogas	[kWh/m³]
$P_{\text{tech,EE}}$	Potenzial zur Erzeugung von elektrischer Energie unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 35%	[MWh/a]
$P_{\text{tech,W}}$	Potenzial zur Erzeugung von thermischer Energie unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 80% bei KWK	[MWh/a]

Für die angegebenen Substrate wurden folgende Eingangsdaten verwendet:

Tabelle 4.5-6: Eingangsdaten Biomasse

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Einwohnerzahlen	[4.5-11]	2011
Anfall Bioabfall und Gartenabfall je Einwohner	[4.5-10]	2010
Anfall Speisereste	[4.5-17]	2003
Gasausbeute Bioabfall	[4.5-12]	2008
Gasausbeute Gartenabfall	[4.5-14]	2009
Gasausbeute Speisereste	[4.5-18]	2011
Heizwert	Berechnet aus Heizwert Methan und Methangehalt	/
Methangehalt Gas aus Bioabfall	[4.5-12]	2008
Methangehalt Gas aus Gartenabfall	[4.5-14]	2003
Methangehalt Gas aus Speiseresten	[4.5-18]	2011
Wirkungsgrade BHKW	[4.5-2]	2009
Eigenanteil Biogaserzeugung	[4.5-13]	2003

- **Substrate Gülle und Wirtschaftsdünger**

Die Agrarstrukturdatenerhebung des Jahres 2007 [4.5-15] sowie Angaben des Landwirtschaftsamtes Rottweil [4.5-16] lieferten die Datengrundlage zur Berechnung des jährlichen Gülleanfalls. Die Güllemenge pro Tier wurde anhand der standardisierten Werte der Düngeverordnung bestimmt [4.5-19].

Tabelle 4.5-7: Annahmen Potenzialanalyse Biogas

Annahmen	Begründung
Die Zahlen des Tierbestandes beruhen im Wesentlichen auf der Agrarstrukturdatenerhebung 2007 [4.5-15].	Die Zahlen der Agrarstrukturdatenerhebung 2010 liegen noch nicht vor. Es ist nicht davon auszugehen, dass die aktuellen Bestandsdaten wesentlich von den Daten 2007 abweichen. Für den Landkreis Rottweil konnten Daten aus dem Jahr 2010 verwendet werden [4.5-16].
Es wurde angenommen, dass 75% der Rinder und Schweine zur Gülle- und Wirtschaftsdüngerproduktion beitragen. Die übrigen Tiere tragen aufgrund der Haltungsform (Freiland- oder Einstreuhaltung) nicht zum Potenzial bei.	Diese Annahme beruht auf Angaben des Landwirtschaftsamtes Rottweil [4.5-16] und kann auch auf die anderen Landkreise angewendet werden.
Für die Ermittlung des Gülle- und Wirtschaftsdüngeranfalls werden die Bestandsdaten von Rindern und Schweinen verwendet.	Der Gülleanfall von weiteren Tierarten kann aufgrund der Haltung sowie der geringen Anzahl vernachlässigt werden.

Die erzeugbaren Gasmengen wurden ähnlich wie bei den vorab beschriebenen Substraten berechnet:

$$P_{\text{tech,Gas}} = (n_{\text{Rinder}} * G_{\text{Rinder}} + n_{\text{Schweine}} * G_{\text{Schweine}}) * GA_{\text{BM}} * H_{i,\text{BM}}$$

$$P_{\text{tech,Gas,EE}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,35$$

$$P_{\text{tech,Gas,W}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,45$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{tech,Gas}}$	Technisches Potenzial zur Erzeugung von Biogas	[MWh/a]
$n_{\text{Rinder}}$	Anzahl Rinder	[-]
$n_{\text{Schweine}}$	Anzahl Schweine	[-]
$G_{\text{Rinder}}$	Gülle- bzw. Festanfall je Rind und Jahr	[m <sup>3</sup> /a]
$G_{\text{Schweine}}$	Gülle- bzw. Festanfall je Schwein und Jahr	[m <sup>3</sup> /a]
$GA_{\text{BM}}$	Gasausbeute Gülle bzw. Wirtschaftsdünger	[m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]
$H_{i,\text{BM}}$	Heizwert Biogas	[kWh/m <sup>3</sup> ]
$P_{\text{tech,Gas,EE}}$	Potenzial zur Erzeugung elektrischer Energie unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 35%	[MWh/a]
$P_{\text{tech,Gas,W}}$	Potenzial zur Erzeugung von thermischer Energie unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 80% bei KWK	[MWh/a]

Für die angegebenen Substrate wurden folgende Eingangsdaten verwendet:

Tabelle 4.5-8: Eingangsdaten Biogasanlagen

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Anzahl Rinder und Schweine	[4.5-15], [4.5-16]	2007 (2010)
Gülle- und Festmistaufkommen	[4.5-19]	2006
Gasausbeute Gülle	[4.5-12]	2008
Gasausbeute Festmist	[4.5-20]	2011
Methangehalt Gülle	[4.5-12]	2008
Methangehalt Festmist	[4.5-20]	2011
Heizwert	Berechnet aus Heizwert Methan und Methangehalt	/
Wirkungsgrade BHKW	[4.5-2]	2009
Eigenanteil Biogaserzeugung	[4.5-13]	2003

- **Substrat Gras aus landwirtschaftlichen Wiesenflächen, die nicht mehr für die Tierfütterung im Erhebungsgebiet geerntet werden und Landschaftspflegewiesen sowie Strohüberschüsse**

Das auf die Anbaufläche bezogene und jährlich verfügbare Frischmasseaufkommen beträgt:

- Grasmengen aus landwirtschaftlichen Wiesenflächen: 8,30 t/ha a (abgeleitet aus [4.5-16])
- Grasmengen aus Landschaftspflegewiesen: 6,70 t/ha a (abgeleitet aus [4.5-16])
- Strohmenngen: 5,00 t/ha a [4.5-23]

Das technische Potenzial bei der Biogasnutzung wird folgendermaßen berechnet:

$$P_{\text{tech,Gas}} = A_{\text{BM}} * E_{\text{BM}} * GA_{\text{BM}} * H_{i,\text{BM}}$$

$$P_{\text{tech,Gas,EE}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,35$$

$$P_{\text{tech,Gas,W}} = P_{\text{tech,Gas}} * 0,45$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{tech,Gas}}$	Technisches Potenzial zur Erzeugung von Biogas	[MWh/a]
$A_{\text{BM}}$	Verfügbare Anbaufläche	[ha]
$E_{\text{BM}}$	Ertrag Biomasse je Hektar und Jahr	[t/ha a]
$GA_{\text{BM}}$	Gasausbeute	[m <sup>3</sup> /t]
$H_{\text{i,BM}}$	Heizwert Biogas	[kWh/m <sup>3</sup> ]
$P_{\text{tech,Gas,EE}}$	Potenzial zur Erzeugung von elektrischer Energie unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 35%	[MWh/a]
$P_{\text{tech,Gas,W}}$	Potenzial zur Erzeugung von thermischer Energie unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 80% bei KWK	[MWh/a]

Die an dieser Stelle untersuchten Substrate können auch direkt verbrannt werden. Die thermische Verwertung halmgutartiger Biomasse (z. B. Stroh oder Heu) hat durch die höheren Wirkungsgrade und geringeren Umwandlungsverluste ein höheres technisches Potenzial als die Biogasnutzung.

Dieses Potenzial wurde folgendermaßen berechnet:

$$P_{\text{tech,Verbr}} = A_{\text{BM}} * E_{\text{BM}} * H_{\text{i,BM}}$$

$$P_{\text{tech,Verbr,EE}} = P_{\text{tech,Verbr}} * 0,3$$

$$P_{\text{tech,Verbr,W}} = P_{\text{tech,Verbr}} * 0,5$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{tech,Verbr}}$	Technisches Potenzial bei der Verbrennung	[MWh/a]
$A_{\text{BM}}$	Verfügbare Anbauflächen	[ha]
$E_{\text{BM}}$	Ertrag Biomasse je Hektar und Jahr	[t/ha a]
$H_{\text{i,BM}}$	Heizwert der trockenen Biomasse	[kWh/kg]
$P_{\text{tech,Verbr,EE}}$	Potenzial an elektrischer Energie unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 30% bei Verbrennung	[MWh/a]
$P_{\text{tech,Verbr,W}}$	Potenzial an thermischer Energie unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 80% bei KWK bei Verbrennung	[MWh/a]

Für die angegebenen Substrate wurden folgende Eingangsdaten verwendet:

Tabelle 4.5-9: Eingangsdaten Potenzialanalyse Biogas

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Anbauflächen	[4.5-15], [4.5-16], [4.5-21], [4.5-22]	2007, 2010
Erträge	[4.5-16], [4.5-23]	2010
Gasausbeute	[4.5-12], [4.5-18]	2011, 2008
Methangehalt	[4.5-12], [4.5-18]	2011, 2008
Heizwert Biogas	Berechnet aus Heizwert Methan und Methan- gehalt	/
Wirkungsgrade BHKW	[4.5-2]	2009
Eigenanteil Biogaserzeugung	[4.5-13]	2003
Heizwert trockene Substrate	[4.5-23]	2007
Wirkungsgrade bei direkter Verbrennung	[4.5-2]	2009

- Klärschlamm**

Das Klärschlamm aufkommen wurde nicht Gemeinde- sondern landkreisweise ermittelt, da die Abwasserentsorgung gemeindeübergreifend erfolgt. Die Mengen wurden zusammen mit dem Heizwert für Klärschlamm [4.5-23] genutzt, um die Potenziale für die Strom- und Wärmeproduktion zu berechnen.

Das technische Potenzial bei der Klärschlammverbrennung wird folgendermaßen berechnet:

$$P_{\text{tech, Verbr}} = M_{\text{KS}} * H_{i, \text{KS}}$$

$$P_{\text{tech, Verbr, EE}} = P_{\text{tech, Verbr}} * 0,3$$

$$P_{\text{tech, Verbr, W}} = P_{\text{tech, Verbr}} * 0,5$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{tech,Verbr}}$	Technisches Potenzial bei der Verbrennung von Klärschlamm	[MWh/a]
$M_{\text{KS}}$	Aufkommen Klärschlamm zur Verbrennung	[t/a]
$H_{i,\text{KS}}$	Heizwert des trockenen Klärschlamm	[kWh/kg]
$P_{\text{tech,Verbr,EE}}$	Potenzial an elektrischer Energie unter der Annahme eines elektrischen Wirkungsgrades von 30% bei Verbrennung	[MWh/a]
$P_{\text{tech,Verbr,W}}$	Potenzial an thermischer Energie unter der Annahme eines Gesamtwirkungsgrades von 80% bei KWK bei Verbrennung	[MWh/a]

Folgende Eingangsdaten und Quellen wurden verwendet:

Tabelle 4.5-10: Eingangsdaten Potenzialanalyse Klärschlamm

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Klärschlammaufkommen	[4.5-10]	2010
Heizwert trockener Klärschlamm	[4.5-23]	2003
Wirkungsgrade bei direkter Verbrennung	[4.5-2]	2009

### Nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen

Um die nutzbaren Potenziale bei realistischen Annahmen für die einzelnen Biomasse-Substrate zu ermitteln, wurden Mobilisierungsfaktoren verwendet. Mit diesen lassen sich äußere Faktoren, die die zur Verfügung stehenden Mengen an Biomasse reduzieren, berücksichtigen. Ein Mobilisierungsfaktor von 1 bedeutet, dass das technische Potenzial auch bei realistischen Annahmen vollständig genutzt werden kann. Ein Mobilisierungsfaktor mit dem Wert 0 bedeutet hingegen, dass kein nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen existiert.

Tabelle 4.5-11: Mobilisierungsfaktoren Biomasse ohne Holz

Substrat	Mobilisierungsfaktor	Begründung
Biotonne, Gartenabfälle, Speiseabfälle	0,8	Der Großteil der gesammelten Mengen kann zur Biogasnutzung verwendet werden, da diese Abfälle Mengen bereits zentral gesammelt werden.
Gülle, Wirtschaftsdünger	0,5	Der überregionale Bedarf an diesen natürlichen Düngern lässt sich schwer abschätzen. Deshalb wurde angenommen, dass 50% in Biogasanlagen genutzt werden können.
Grasmengen von landwirtschaftlichen Wiesenflächen	Landkreis Rottweil: 0,31 Schwarzwald-Baar-Kreis: 0,32 Landkreis Tuttlingen: 0,33	Angaben der Landwirtschaftsämter (abgeleitet aus [4.5-16], [4.5-21], [4.5-22]).
Grasmengen von Landschaftspflegewiesen	Landkreis Rottweil: 0,31 Schwarzwald-Baar-Kreis: 0,32 Landkreis Tuttlingen: 0,33	Die Faktoren entsprechen denen der Grasmengen von landwirtschaftlichen Wiesenflächen, da man gleiche Bedingungen voraussetzen kann.
Strohüberschüsse	0,25	Der Mobilisierungsfaktor wurde einer Studie des IFEU-Institutes entnommen. [4.5-25]
Klärschlamm	1	Nach [4.5-10] wird bereits heute nahezu der gesamte Klärschlamm, nachdem er in Faultürmen ausgefault ist, verbrannt.

Die Berechnung des nutzbaren Potenzials unter realistischen Annahmen für die einzelnen Substrate erfolgt mit folgender Formel:

$$P_{\text{real}} = P_{\text{tech}} * MF$$

Formelzeichen	Beschreibung	Einheit
$P_{\text{real}}$	Nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen	[MWh/a]
$P_{\text{tech}}$	Technisches Potenzial	[MWh/a]
MF	Mobilisierungsfaktor	[-]

#### 4.5.5 Potenzial Biomasse (ohne Holz)

##### Potenzial der Biogasnutzung

Der Verfahrensweg Biogasnutzung ist für folgende Substrate untersucht worden:

- Biotonne
- Gartenabfälle
- Gülle sowie Wirtschaftsdünger
- Grasmengen aus landwirtschaftlichen Flächen
- Grasmengen aus Landschaftspflegewiesen
- Strohüberschüsse
- Speiseabfälle

Die Potenziale der untersuchten Substrate sind sehr unterschiedlich (vgl. Abb. 4.5-3 und Anlage 4.0-6). Es wird deutlich, dass die Substrate Biotonne, Gartenabfälle, Speiseabfälle und Grasmengen aus der Landschaftspflege nur geringe Beiträge leisten können. Neben den Grasmengen aus der Landwirtschaft liefern Gülle sowie Wirtschaftsdünger und Strohüberschüsse die Hauptpotenziale. Der Anteil von Gras aus der Landschaftspflege ist im gewählten Maßstab nicht darstellbar.

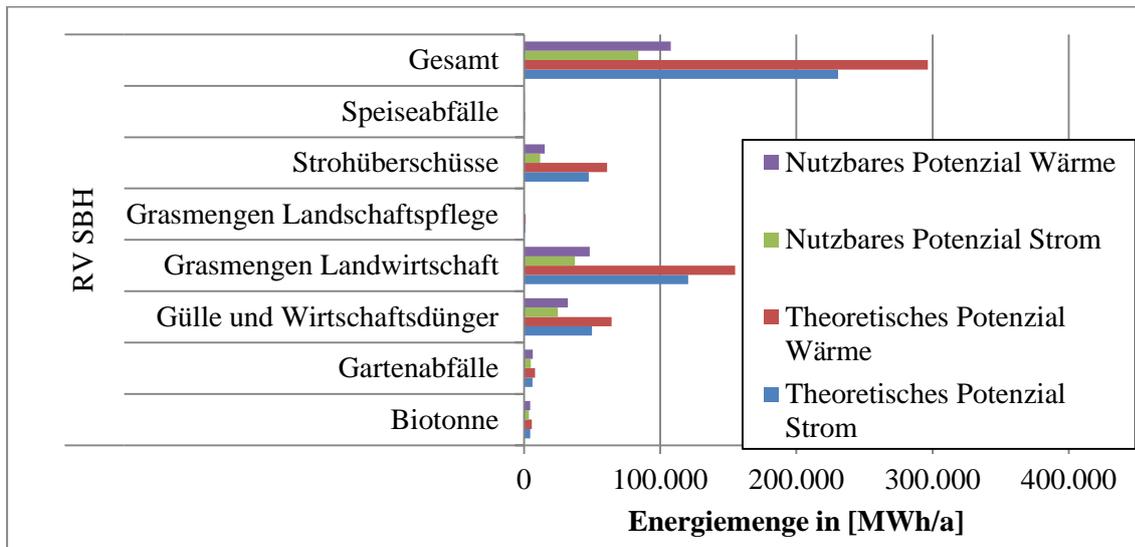


Abb. 4.5-3: Potentiale der Biogasnutzung einzelner Substrate im RV SBH

Laut Aufgabenstellung waren die Substrate Mais und Ganzpflanzensilage nicht zu untersuchen. Die untersuchten Substrate werden zum Teil bereits heute in den vorhandenen Biogasanlagen als Co-Substrate neben Mais- und Ganzpflanzensilage vergoren. Daher war es notwendig, die entsprechenden Energieanteile der einzelnen Biogasanlagen aus den Gesamtangaben herauszurechnen, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.

Auf diese Weise ließen sich die Erschließungsgrade der einzelnen Gemeinden, bezogen auf die untersuchten Substrate, berechnen (vgl. Abb. 4.5-4 und Anlage 4.0-6).

Erschließungsgrade über 100% lassen auf die Zufuhr von Substraten von außerhalb des Bilanzgebietes schließen. Auch ein Substrattransport von einer Gemeinde in eine andere kann vereinzelt zu einer Überschreitung des Erschließungsgrades von 100% führen. In der Landkreisbilanz ist aber erkennbar, dass das vorhandene Potenzial in den Landkreisen noch nicht ausgeschöpft wurde.

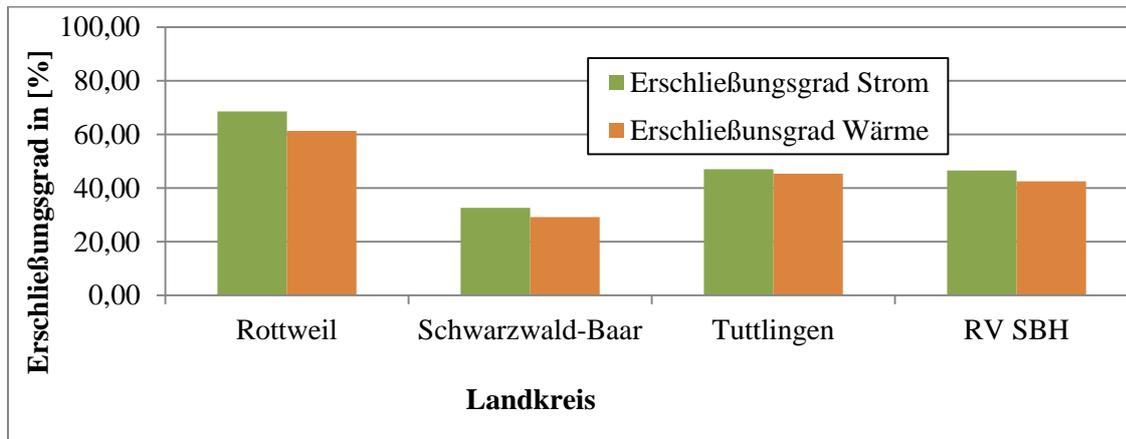


Abb. 4.5-4: Heutige Erschließungsgrade des nutzbaren Potenzials für die untersuchten Substrate

Das Szenario zur vollständigen Erschließung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen des Regionalverbandes Schwarzwald-Baar-Heuberg ist in Abb. 4.5-5 dargestellt.

Im Gegensatz zur Photovoltaik oder Solarthermie unterliegt der Energieträger Biomasse (ohne Holz) starken Schwankungen hinsichtlich der Verfügbarkeit. Die Substrate werden bereits heute außer zur Biogasgewinnung zur Tierfütterung oder Düngung eingesetzt.

Bei der Berechnung des nutzbaren Potenzials wurde diese Konkurrenzsituation zwar berücksichtigt, unvorhersehbare Marktentwicklungen können aber nicht abgebildet werden.

Beispielsweise dient die Heuwirtschaft an erster Stelle der Deckung des Bedarfs an Raufutter. Durch vermehrte Biogasnutzung von Gras könnte diese Aufgabe gefährdet werden und zu erhöhten Preisen führen. Man kann davon ausgehen, dass bei einer zunehmenden Biogasnutzung der anfallenden Gras- und Heumengen die Futterpreise steigen werden und somit die wirtschaftliche Nutzung in Biogasanlagen gefährdet wird.

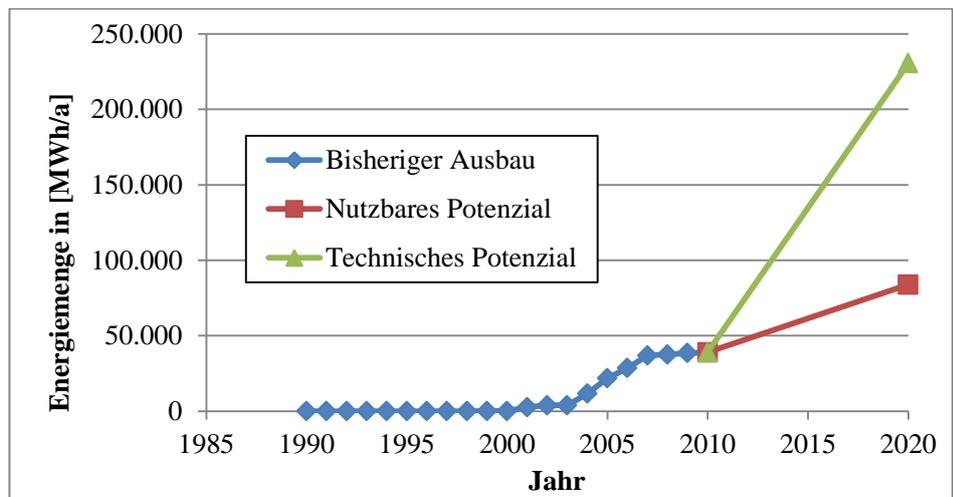


Abb. 4.5-5: Ausbauszenarien für die Biogasnutzung der untersuchten Substrate

Tabelle 4.5-12: Potenziale der Biogasnutzung – Elektroenergie (nur der untersuchten Substrate)

Gebiet	Theoretisches Potenzial [MWh/a]	Nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen [MWh/a]	Anteil am Stromverbrauch bei Ausschöpfung des nutzbaren Potenzials [%]
LK Rottweil	66.946	23.377	2,0
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	102.516	37.768	2,7
LK Tuttlingen	61.140	22.718	1,8
Regionalverband SBH	230.602	83.863	2,2

Tabelle 4.5-13: Potenziale der Biogasnutzung – Wärmeenergie (nur der untersuchten Substrate)

Gebiet	Theoretisches Potenzial [MWh/a]	Nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen [MWh/a]	Anteil am Wärmeverbrauch bei Ausschöpfung des nutzbaren Potenzials [%]
LK Rottweil	86.074	30.056	1,2
LK Schwarzwald-Baar-Kreis	131.806	48.559	1,5
LK Tuttlingen	78.608	29.209	1,0
Regionalverband SBH	296.488	107.824	1,2

Die erreichbaren Anteile am Strom- und Wärmeverbrauch erscheinen auf den ersten Blick sehr gering. Es ist jedoch zu beachten, dass die untersuchten Substrate nur den geringeren Teil der Biomasse zur Biogasherstellung bilden. Die energiereichen Substrate Mais- und Ganzpflanzensilage sind das Rückgrat der Biogasnutzung.

### Potenziale der Biomasseverbrennung

Der Verfahrensweg der direkten Verbrennung ist für folgende Substrate untersucht worden:

- Gras von landwirtschaftlichen Flächen
- Gras von Landschaftspflegewiesen
- Strohüberschüsse
- Klärschlamm.

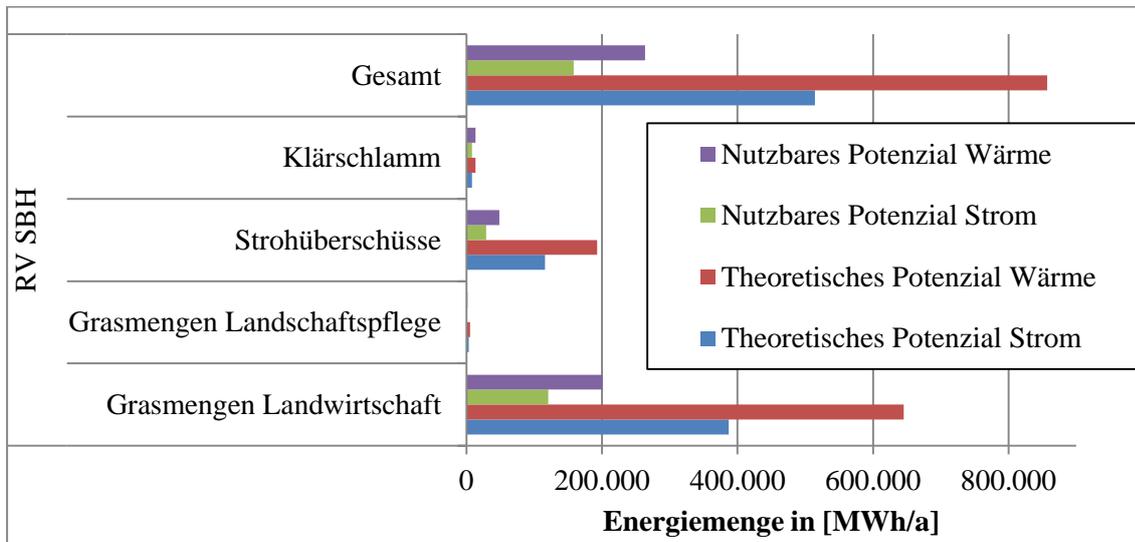


Abb. 4.5-6: Potentiale der Biomasseverbrennung einzelner Substrate im RV SBH

Die Verbrennung halmgutartiger Biomasseprodukte (z. B. Stroh oder Heu) ist bislang nicht im großtechnischen Maßstab in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg umgesetzt worden. Die weitreichenden Anforderungen an die Qualität von eingesetzten Brennstoffen sowie der relativ hohe Schadstoffausstoß beim Betrieb von Feuerungsanlagen haben bislang den Einsatz von Stroh und Heu bei klassischen Verbrennungssystemen verhindert und wurden nachfolgend nicht weiter betrachtet. Es werden aber Nahwärmenetze als Pilotprojekte in der Region bereits betrieben, wo über Heupelletheizungen Wärme für kommunale Einrichtungen bereitgestellt wird (Quelle: Gemeinde Lauterbach im Landkreis Rottweil).

Die thermische Verwertung von Klärschlämmen ist hingegen ein erprobtes Verfahren. Die Verbrennung kann hierbei in Form einer Monoverbrennung oder durch Beimischung in konventionellen Kraftwerken erfolgen. Die im Gebiet des Regionalverbandes anfallenden Klärschlamm-mengen werden nahezu vollständig (96%) bereits heute verbrannt [4.5-10]. In Anlage 4.0-5 sind die ermittelten Potentiale abgebildet.

**4.5.6 Vorschläge für weitere Untersuchungen zur Biomasse (ohne Holz)**

Beim Anbau von Energiepflanzen muss beachtet und geprüft werden, ob und in welchem Umfang Ackerfläche dafür zur Verfügung steht. Um Preissteigerungen und Engpässe bei Nahrungsmitteln und Futtermitteln zu vermeiden, sollten für die Energiebereitstellung lediglich Überschussmengen genutzt werden. Der wechselseitige Einfluss des Futtermittelbedarfs und der Biogasnutzung könnte in weiteren Untersuchungen betrachtet werden.

**Regionale Schwerpunkte - Biomasse aus der Landschaftspflege**

Der Endbericht BioRegio „Strategien zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse in ausgewählten Modellregionen“ (2007) gibt für die Region Südlicher Oberrhein eine jährlich anfallende Menge von 86.000 Tonnen Grünschnitt an (Gras, feiner Strauchschnitt, Landschaftspflegematerial) und setzt dies mit einem energetischen Potenzial von 232 TJ/a gleich (1 Joule entspricht einer Wattsekunde). Auch in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg können für einzelne Teilräume Angaben zu jährlich anfallender Biomasse gemacht werden:

Naturraum	Gemeinde	Frischmasse [t/a]
Mittlerer Schwarzwald, Landkreis Rottweil	Schenkenzell, Schiltach, Schramberg, Eschbronn	200

In Schenkenzell, Schiltach, Schramberg und Eschbronn bestehen für insgesamt ca. 20 ha Grünland mittlerweile über mehrere Vertragslaufzeiten hinweg Pflegeverträge (Auskunft des Landratsamtes Rottweil). Es sind Flächen in denen Mähgut gewonnen wird, das keiner, zumindest langfristig gesicherten, landwirtschaftlichen Verwertung mehr zugeführt werden kann. Das Mähgut stammt aus Untergrenzfluren, überwiegend seggen- und binsenreichen Nasswiesen die traditionell als reine Heu- oder Streuwiesen genutzt wurden. Neben der ökologischen Wertigkeit sind die Offenhaltung der Landschaft und das damit verbundene Gegenwirken gegen die zunehmende Bewaldung (insbesondere in Schenkenzell und Schiltach) die Hauptgründe für die Pflege der Flächen.

Aus diesen (bekannten) Flächen fallen allein 200 Tonnen Frischmasse im Jahr an, die entweder in Grüngutsammelstellen kompostiert oder untergepflügt - also entsorgt - werden müssen. Ansätze zu einer alternativen Verwertung um CO<sub>2</sub> binden zu können und eine energetische Inwertsetzung darstellen könnten, sollten weiter untersucht und verfolgt werden. Genannt seien im diesen Zusammenhang die Entwicklung von Anlagen und Verfahren zur Pyrolyse von Biomasse, die in verschiedenen Projekten derzeit erprobt werden.

## 4.6 Holz

### 4.6.1 Bestehende große Anlagen zur energetischen Nutzung von Holz

Als große Anlagen zur energetischen Nutzung von Holz werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Anlagen mit einer Wärmeleistung von mehr als 100 kW bezeichnet.

Zur Ermittlung der im Verbandsgebiet vorhandenen Großanlagen wurde zum Einen die Publikation der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden „Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse“ aus dem Jahr 2006 genutzt [4.6 -1], zum anderen wurde direkt bei Holzverkäufern der kommunalen Forstverwaltungen nach vorhandenen Heizwerken gefragt. Außerdem wurden Informationen des Umwelt- und des Wirtschaftsministeriums zu Bioenergie-dörfern im Regionalverbandsgebiet ausgewertet.

Diese Recherche ergab folgenden Anlagenbestand im Verbandsgebiet Schwarzwald-Baar-Heuberg:

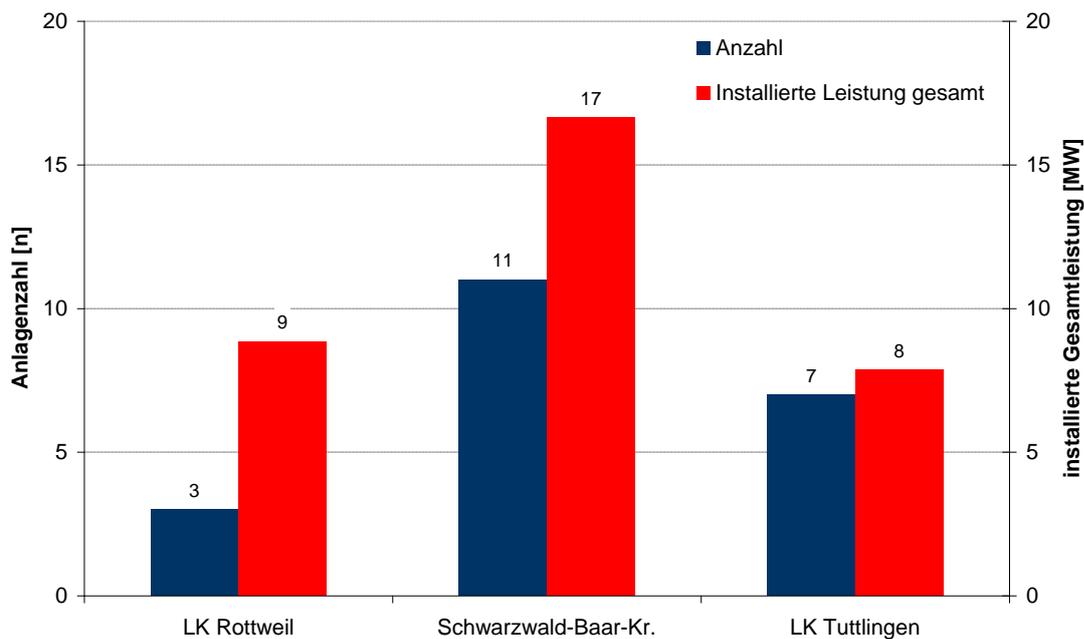


Abb. 4.6-1: Anlagendaten Hackschnitzelheizwerke: Anzahl und installierte Leistung

Insgesamt konnten im Verbandsgebiet 21 große Holzheizwerke ermittelt werden. Bei allen Anlagen handelt es sich ausschließlich um Anlagen zur Wärmeerzeugung, es liegen keine Angaben zu Holz-KWK Anlagen vor. Daten zu den einzelnen Anlagen finden sich im Anhang.

Die meisten Anlagen befinden sich im Landkreis Schwarzwald-Baar. Die mittlere Anlagenleistung liegt bei 1,6 MW wobei sich die Leistungen der erfassten Anlagen zwischen 150 kW und 4,9 MW bewegen.

Eine Erhebung der Verbrauchsdaten und der Herkunft der Substrate ergab den höchsten Hackschnitzelverbrauch im Landkreis Schwarzwald-Baar. Etwa halb so viele Hackschnitzel werden für die Großanlagen in Rottweil benötigt. Der geringste Bedarf liegt in Tuttlingen vor. Hier befinden sich vor allem Anlagen im mittleren Leistungsbereich, die weniger Vollbenutzungsstunden aufweisen.

Die Substrate für die großen Holzfeuerungsanlagen kommen in den Landkreisen Schwarzwald-Baar und Rottweil zu etwa gleichen Anteilen aus industriellen Restholzvorkommen und aus forstlichen Hackschnitzeln. Die Anlagen im Landkreis Tuttlingen werden hingegen ausschließlich mit Waldhackschnitzeln versorgt.

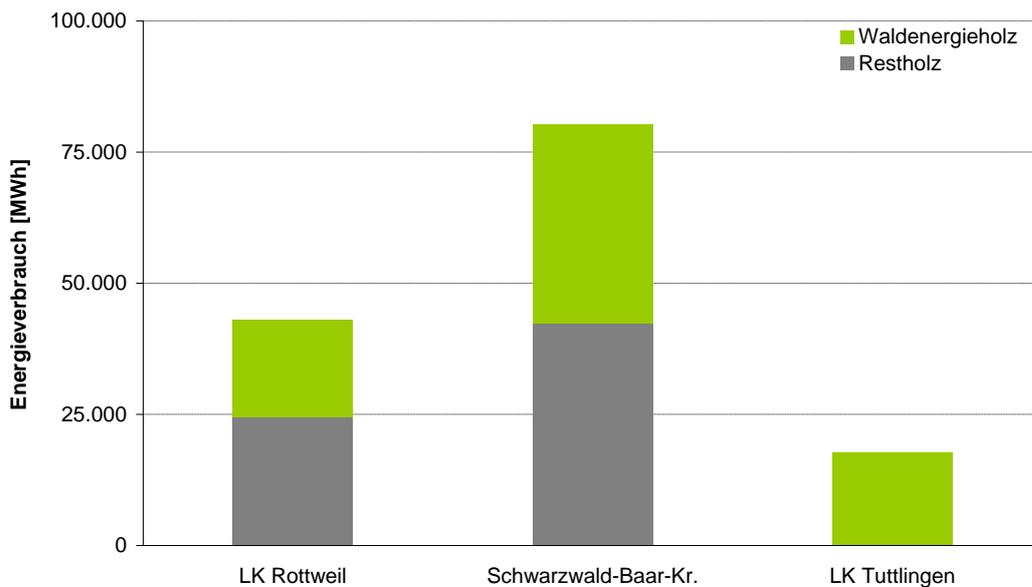


Abb. 4.6-2: Energieverbrauch in großen Holzheizwerken

Der Holzenergieverbrauch für die Befeuerung der bereits vorhandenen großen Holzfeuerungsanlagen liegt bei jährlich 141.000 MWh. 53% der Einsatzstoffe sind Waldrestholz, während 47% der Einsatzstoffe aus Reststoffen der Holzverarbeitenden Industrie stammen. Der Verbrauch an Waldrestholz der erfassten Anlagen beläuft sich somit auf jährlich 74.000 MWh. Dies entspricht rund 31.000 Festmetern Holz.

#### 4.6.2 Bestehende Kleinf Feuerungsanlagen zur energetischen Nutzung von Holz

Als Kleinf Feuerungsanlagen zur energetischen Nutzung von Holz werden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung Anlagen mit einer Wärmeleistung von weniger als 100 kW bezeichnet.

Zur Ermittlung der Anzahl vorhandener, holzbefuehrter Kleinf Feuerungsanlagen, wurden zu- nächst die Daten vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle über die in den letzten 10 Jahren durch das Marktanreizprogramm geförderten Holzheizanlagen ausgewertet.

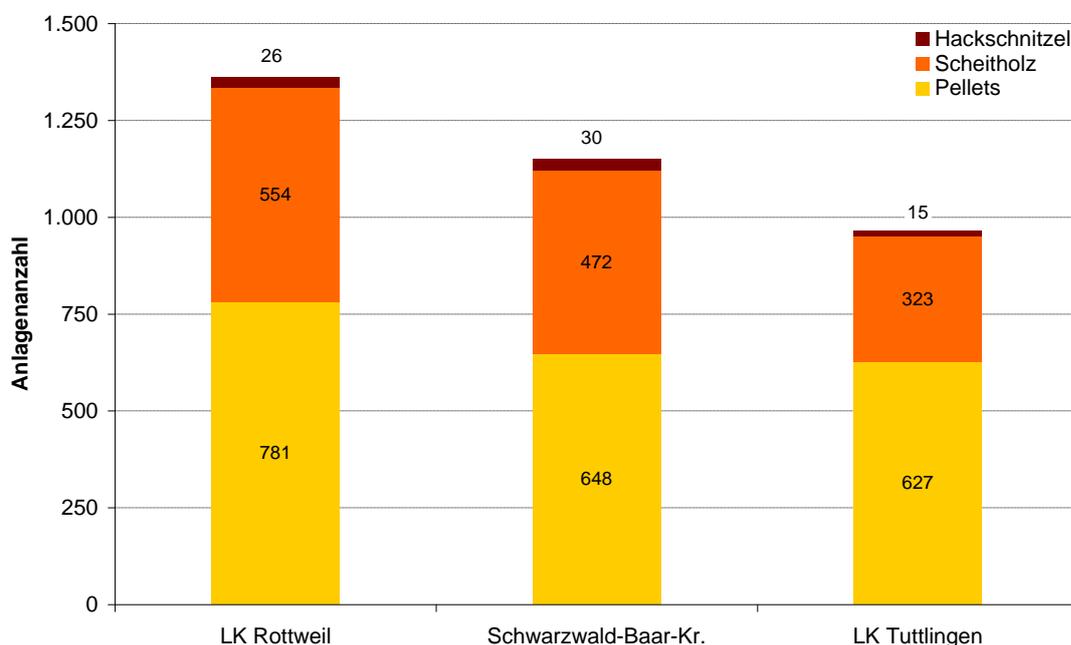


Abb. 4.6-3: Art und Anzahl kleiner, über das Marktanreizprogramm geförderten Biomasseanlagen

Die Auswertung ergibt, dass in den letzten 10 Jahren die meisten kleineren Holzheizungen im Landkreis Rottweil neu installiert wurden. Unter den geförderten Anlagen machen in allen drei Landkreisen die Pelletanlagen den größten Anteil aus, gefolgt von Scheitholzkesseln. Geförderte Hackschnitzelanlagen machen in den Landkreisen nur zwischen 2 und 3 % der geförderten Anlagen aus.

Insgesamt wurden rund 3.500 Anlagen im Verbandsgebiet durch das Marktanreizprogramm gefördert. Zahlenmäßig machen die Pelletsöfen mit gut 2000 Anlagen den größten Anteil aus. Da es sich bei den geförderten Scheitholzanlagen allerdings um Anlagen mit einer höheren mittleren Leistung handelt, liegt hier die größere installierte Gesamtleistung vor.

Die Gesamtleistung der geförderten Anlagen liegt bei 76 MW.

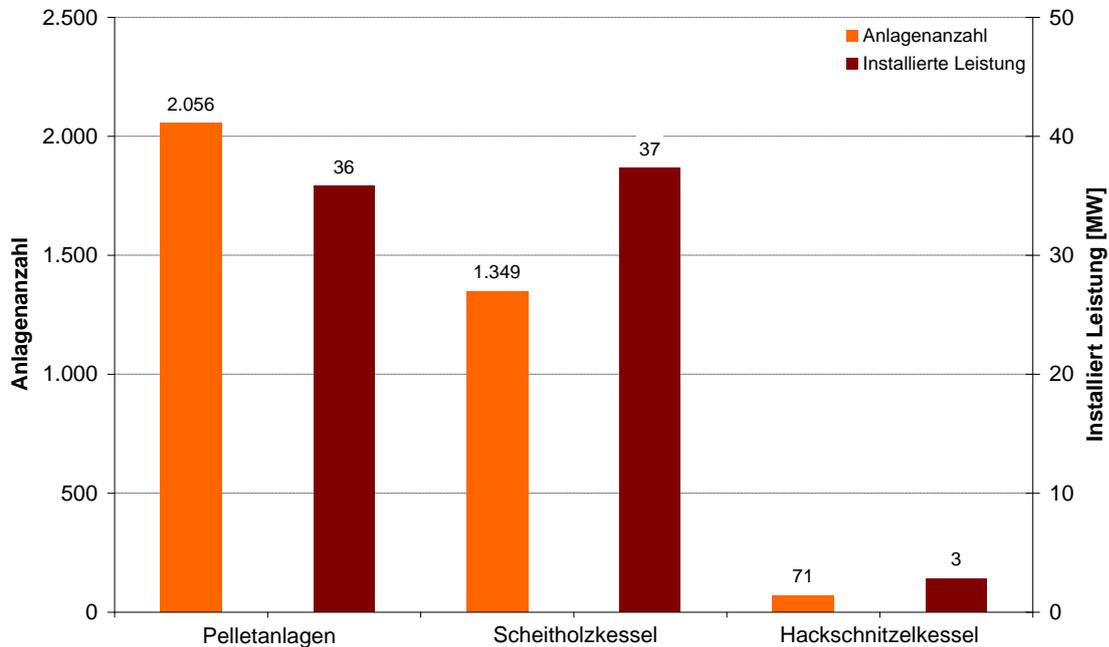


Abb. 4.6-4: Anlagenzahl und installierte Leistung kleiner Holzheizanlagen im Gebiet des Regionalverbandes

Bei den hier dargestellten Daten sind allerdings nur die geförderten Holzfeuerungsanlagen berücksichtigt. Aufgrund der strukturellen Gegebenheiten im Verbandsgebiet (stark bewaldetes, ländliches Gebiet, viel Privatwaldbesitz) muss von einer deutlich höheren Anzahl vorhandener kleiner Holzfeuerungsanlagen ausgegangen werden. Hierbei handelt es sich typischerweise um Kachelöfen, Holzeinzelöfen und Holzzusatzheizungen. Für diese Heizanlagen liegen keine zentralen Daten vor.

Da eine Umfrage bei den Bezirksschornsteinfegern zu den vorhandenen kleinen Holzfeuerungsanlagen aus Datenschutzgründen nicht erfolgreich war, wurde eine andere Vorgehensweise gewählt. Anhand der Daten vom statistischen Landesamt zum Wohngebäudebestand, Baualter und Größe und anhand von altersklassenspezifischen Verbrauchswerten [4.6.-3] wurde für die einzelnen Landkreise der jeweilige Heizenergiebedarf in Wohngebäuden ermittelt.

Anhand der Angaben in der Studie des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden Württemberg zur Zusammensetzung des Wärmeverbrauchs in privaten Haushalten in Deutschland aus dem Jahr 2010 [4.6 -3] wurde dann der Anteil des Heizenergiebedarfs ermittelt, der in den jeweiligen Landkreise bereits durch Holz gedeckt wird.

Um die Anzahl der Holzheizungen im Wohngebäudebereich abschätzen zu können, wurden Verteilungen der Heizsysteme angesetzt, wie sie in im Rahmen der Machbarkeitsstudie für das Bioenergie Dorf Heimbach und im Klimaschutzkonzept für die Stadt Emmendingen von der Energieagentur Regio Freiburg ermittelt wurden.

Bei der Abschätzung der Verteilung der Heizanlagen in den Kommunen des Regionalverbandes wurde zwischen ländlichem Bereich und städtischem Bereich unterschieden. In folgender Grafik sind die Ergebnisse dargestellt:

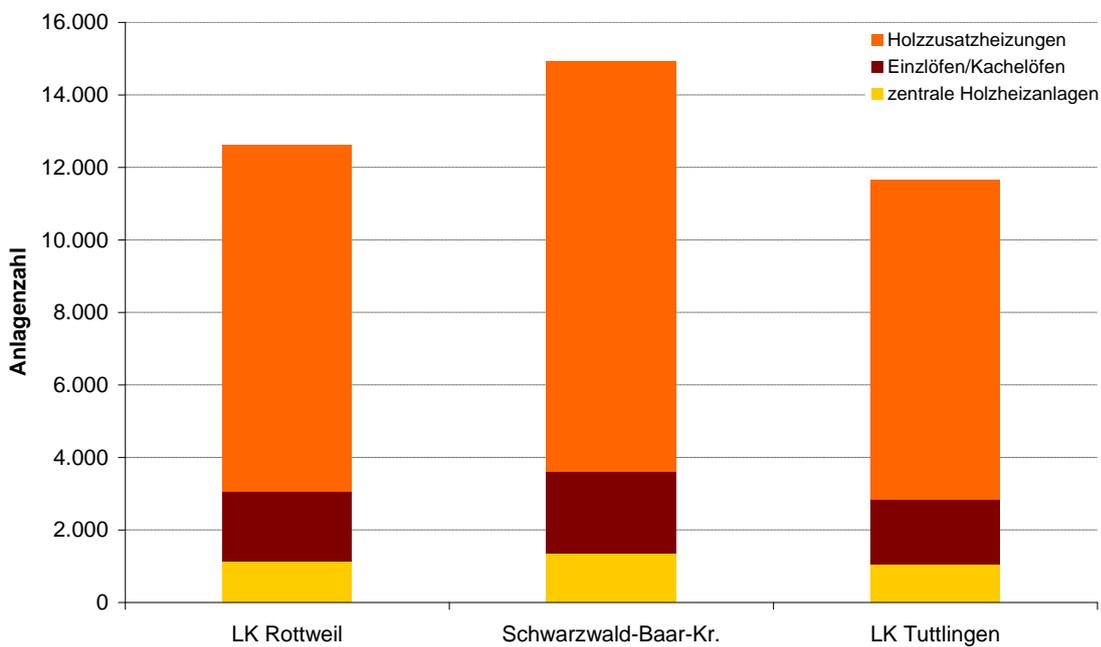


Abb. 4.6-5: Gesamtüberblick Art und Anzahl kleine Biomasseanlagen

Die Anzahl der zentralen Holzheizanlagen entspricht der Anzahl der in den letzten 10 Jahren durch das Marktanreizprogramm geförderten Anlagen. Es kann davon ausgegangen werden, dass es kaum noch zentrale Holzheizanlagen gibt, die älter als 10 Jahre sind.

Die meisten kleinen Holzfeuerungsanlagen sind Holzzusatzheizungen, die zusätzlich zu fossil befeuerten Zentralheizungssystemen betrieben werden.

Zur Abschätzung des Energieholzverbrauchs in den einzelnen Anlagen wurde bei zentralen Holzheizungen und Einzelöfen/Kachelöfen von einer vollständigen Deckung des Wärmebedarfs in den entsprechenden Gebäuden ausgegangen. Für die Zusatzheizungen wurde von einer mittleren Vollbenutzungsstundenzahl von 200 Stunden pro Jahr und einer mittleren Leistung von 2 kW ausgegangen. Diese Werte stammen ebenfalls aus den Erhebungen, die in Heimbach und Emmendingen durchgeführt wurden. Anhand dieser Werte wurde der Holzverbrauch für Zusatzheizungen abgeschätzt.

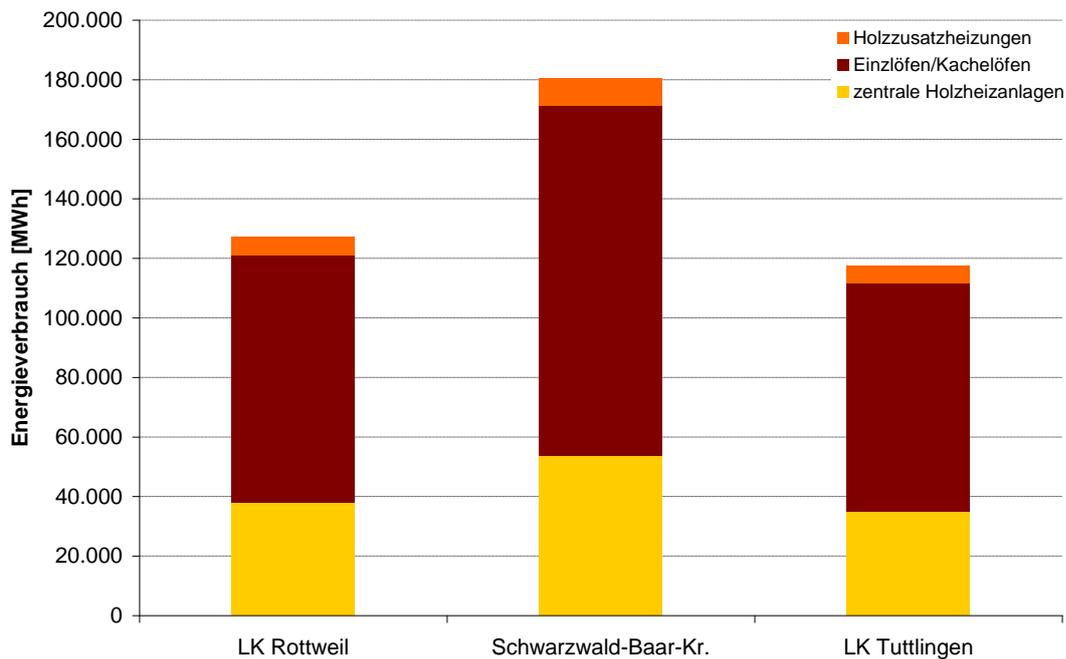


Abb. 4.6-6: Energieverbrauch kleiner Holzheizanlagen

Anhand dieser Annahmen ergibt sich ein Gesamtenergiebedarf für kleine Holzheizanlagen von 425.000 MWh pro Jahr. Dies entspricht einer Energieholzmenge von 193.000 Festmetern pro Jahr, die für die Gebäudebeheizung im Regionalverband aktuell benötigt werden.

### 4.6.3 Vorgehensweise zur Potenzialermittlung

Das Potenzial im Bereich Holz setzt sich zusammen aus Waldenergieholz, das bei der Bewirtschaftung des Forstes gewonnen wird und Nebenprodukten der Holzverarbeitung, die als Reststoffe in der industriellen Verarbeitung von Holz anfallen.

**Potenzialermittlung für Waldenergieholz**

Das Potenzial für Waldenergieholz hängt von Einflussfaktoren ab, die teilweise nur schwer zu fassen sind (beim nutzbaren Potenzial durch die Konkurrenz zur stofflichen Nutzung und bei der Bestimmung des heutigen Erschließungsgrades durch die unklare Datenlage). Diese Unsicherheiten wurden bei der Potenzialermittlung in der Weise berücksichtigt, dass zwei unterschiedliche Szenarien betrachtet wurden.

Zur Ermittlung des theoretischen Energieholzpotentials wurde anhand von Bestandsdaten für die Forstbestände der Landkreise aus der Bundeswaldinventuren eins (1986-89) und zwei (2001 – 2003) und Zuwachsdaten der jährliche Holzzuwachs in den Landkreisen errechnet. Auf Grundlage dieser Daten wurde dann für die einzelnen Landkreise das Rohholzaufkommen modelliert, das jährlich unter Nachhaltigkeitskriterien geerntet werden kann. Welcher Anteil dieser Holzmenge dann als Energieholz zur Verfügung steht, hängt von der Sortierung der Ernte ab. Um eine Bandbreite des theoretischen Potentials aufzuzeigen, wurden zwei Szenarien für die Sortierung gewählt. In Szenario 1 wurde davon ausgegangen, dass lediglich Reisig, Rinde und Schwachholz aus Ästen und Baumkrone zur energetischen Verwertung zur Verfügung stehen. Dieses Szenario stellt die untere Grenze des theoretischen Waldenergieholzpotentials dar.

Im Szenario 2 wurde davon ausgegangen, dass zusätzlich zum Schwachholz ebenfalls die Sortimente Industrieholz und schwaches Stammholz als Energieholz Verwendung finden. Mit dieser Annahme wird die obere Grenze des theoretischen Potentials für Waldenergieholz ermittelt.

Weiter Angaben zur Ermittlung der theoretisch verfügbaren Energieholzpotentiale im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg finden sich in der Anlage 4.6, erstellt von der Abteilung Biometrie und Informatik der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg.

Um zu ermitteln, welcher Anteil dieses theoretischen Potentials auch unter realistischen Annahmen nutzbar ist („nutzbares Potenzial“), wurden Abschlagsfaktoren für Ernteverluste und eingeschränkte Befahrbarkeit von stark geneigten Forstbeständen angewandt, wie sie in der Arbeit von Hepperle und Sauter zum „Waldenergieholzpotential in Baden-Württemberg“ [4.6.-4] vorgeschlagen wurden. Folgende Methodik wurde zu Berechnung des Potentials für Waldenergieholz angewendet:

$$Pot_{Wald\_nutz} = \sum Pot_{Wald\_theoret} * f_{Bereitstellung} * f_{Pfleglichkeit}$$

mit:

$Pot_{Wald\_nutz}$  = unter realistischen Annahmen nutzbares Holzpotential

$Pot_{wald\_theoret}$  = theoretisches Waldenergieholzpotential

$f_{Bereitstellung}$  = Abschlagsfaktor für die Bereitstellungs-/Ernteverluste

$f_{Pfleghkeit}$  = Abschlagsfaktor in Anhängigkeit der Bestandsneigung und Bestandsstärke

### Erläuterungen zu den einzelnen Eingangsgrößen:

- **Theoretisches Energieholzpotential  $Pot_{Wald\_theor}$ :**

Die Ermittlung des theoretisch verfügbaren Energieholzpotentials wurde anhand von Bestandsdaten aus der Bundeswaldinventur 2 und Zuwachsdaten von wiederholt gemessenen Bäumen der ersten und der zweiten Bundeswaldinventur berechnet. Anhand dieser Eingangsgrößen wurde mithilfe der an der Forstlichen Versuchsanstalt (FVA) Freiburg entwickelten Programmbibliothek Größen für die einzelnen Bestände das Rohholzaufkommen modelliert, das jährlich unter Nachhaltigkeitskriterien geerntet werden kann. Die Berechnung der Reismengen erfolgt anhand der Ermittlung des gesamten oberirdischen Baumvolumens abzüglich der zuvor ermittelten Derbholzvolumina.

Welcher Anteil dieses Holzes theoretisch als Energieholz genutzt werden kann, hängt davon ab, welche Sortierung bei der Ernte vorgenommen wird. Dies ist wiederum von Bereitstellungskosten und aktueller Erlössituation für die einzelnen Sortimente abhängig. Um eine Bandbreite des Potentials darzustellen, wurden zwei Szenarien angenommen, die die untere und die obere Grenze der theoretisch verfügbaren Holzmengen darstellen.

In **Szenario 1** wird angenommen, dass lediglich Teile der Baumkrone und nicht verwertbares Derbholz incl. Rinde als Energieholz genutzt werden.

In **Szenario 2** wird zusätzlich davon ausgegangen, dass die Sortiment Industrieholz und schwaches Stammholz zusätzlich zu den in Szenario 1 bereits verwendeten Sortimenten als Energieholz verwendet werden können.

Die gesamten Ermittlungen zum theoretisch verfügbaren Energieholzpotential wurden von der Forstlichen Versuchsanstalt Freiburg, Abteilung Biometrie und Informatik durchgeführt.

• **Abschlagsfaktoren  $f_{\text{Bereitstellung}}$  und  $f_{\text{Pleglichkeit}}$ :**

Bei der Holzernte kommt es zwangsläufig zu Verlusten, da bei der Bereitstellung und Transport Anteile im Wald verbleiben. Diese Verluste sind bei Reisig und Blättern deutlich höher als beim Derbholz. Um diesen Verlusten Rechnung zu tragen, wurden die theoretischen Potentiale in den verschiedenen Sortierungen mit den entsprechenden Abschlagsfaktoren versehen, wie sie von Hepperle und Sauter in ihrer Arbeit „Waldenergieholzpotential in Baden-Württemberg“ [4.6.-4] vorgeschlagen wurden.

Den Schwierigkeiten, die sich bei der Holzernte in steilem Gelände ergeben, wurde ebenfalls durch die Anwendung von entsprechenden Abschlagsfaktoren Rechnung getragen. Die theoretischen Potentiale, die für stark geneigte Bestände ermittelt wurden, wurden ebenfalls mit den entsprechenden Abschlagsfaktoren aus [4.6-4] reduziert.

Zusammengefasst liegen den Berechnungen folgende Annahmen und Eingangsdaten zu Grunde:

Tabelle 4.6-1: Annahmen zur Berechnung des Holzpotenzials

Annahmen	Begründung
Theoretisches Waldenergieholzpotential, Szenario 1: Bei der Holzernte werden nur Reisig, Astmaterial und Derbholz, welches zu schwach für die Verwendung als Industrieholz ist, als Waldenergieholz angesetzt.	Unter diesen Randbedingungen ergibt sich das minimal verfügbare theoretische Holzpotential, da vor allem im Privatwald bereits andere Holzsortimente zur energetischen Verwertung genutzt werden.
Theoretisches Waldenergieholzpotential, Szenario 2: Bei der Holzernte werden zusätzlich zu Reisig, Astmaterial und Derbholz, auch die Sortimente, die bislang als Industrieholz Verwendung finden und schwaches Stammholz, als Waldenergieholz angesetzt.	Es besteht bereits eine Nutzungskonkurrenz zwischen Energieholz und Industrieholznutzung. Die tatsächliche Sortierung entscheidet sich aufgrund der aktuellen Marktsituation. Mit der getroffenen Annahme wird in diesem Szenario das maximal verfügbare theoretische Potential ausgegeben.
Energieinhalt pro Festmeter Waldenergieholz 2000 kWh	Bei den Beständen im Gebiet des Regionalverbandes handelt es sich hauptsächlich um Nadelhölzer. Da ein Großteil des Holzes aktuell in Scheitholzöfen genutzt wird, wurde angenommen, dass das Holz mit einem Wassergehalt von unter 20 % genutzt wird.

Tabelle 4.6-1: Eingangsdaten zur Berechnung des Holzpotenzials

Eingangsdaten	Quellen	Stand (Jahr)
Angaben zu Forstflächen	Forstverwaltungen der Kommunen	2002
Bestandsdaten	Bundeswaldinventuren I und II	(1986-89) (2001 – 2003)
Wachstumskurven für unterschiedliche Baumarten, Holzerntesortierung, Reismengen	Programmbibliothek FVA	

Um festzustellen, welcher Anteil des Energieholzpotenzials aktuell bereits genutzt werden, wurden aufgrund der schwierigen Datenlage zwei verschiedene Herangehensweisen gewählt.

- **Auswertung der Hiebsdaten**

Es wurden Holzentnahmedaten der letzten 4 - 6 Jahre genutzt, die von den Forstämtern der Landkreise zur Verfügung gestellt wurden.

Diese Daten sind allerdings nur für den Staats- und Körperschaftswald, und mit starken Einschränkungen für den Kleinprivatwald und den mittleren Privatwald (Waldflächen mit einer Größe von max. 200 ha) vorhanden. Angaben zum Großprivatwald (über 200 ha) lagen keine vor. Für diese Bestände wurde angenommen, dass die jährlichen spez. Entnahmemengen und die Verteilung der entnommen Holz mengen auf die verschiedenen Holzsortimente denen aus dem Kommunalwald entsprechen. Anhand der Bestandsgrößen wurden die Erträge für den Großprivatwald abgeschätzt.

Da vor allem im kleinen und mittleren Privatwald häufig deutlich größere Anteile der Holzernte in die energetische Nutzung gehen, als dies im Körperschaftswald der Fall ist, und aufgrund der Tatsache, dass Kleinprivatwald und mittlerer Privatwald in den Landkreisen 40% und mehr der Waldbestände ausmachen, ergeben sich anhand der hier getroffenen Vorgehensweise geringere Energieholzmengen, als dass sie tatsächlich aus den Wäldern entnommen werden. Die so gewonnenen Daten stellen also die Untergrenze der tatsächlichen Nutzung dar.

- **Aktueller Energieholzverbrauch für den Betrieb der vorhandenen Holzheizanlagen**

Vorgehensweise und Ergebnisse der Ermittlung der aktuellen Energieholznutzung sind in Kapitel 4.6.1 für Großfeuerungsanlagen und Kapitel 4.6.2 für Kleinfeuerungsanlagen dargestellt.

### **Potenzialermittlung für Nebenprodukte der Holzverarbeitung**

Zur Ermittlung des Energieholzpotentiale aus Produktionsresten der holzverarbeitenden Industrie im Verbandsgebiet, wurden alle holzverarbeitenden Betriebe, die bei der IHK gelistet sind, kontaktiert und über Art, Menge und derzeitige Verwertung von Holzabfällen befragt.

Zusätzlich erschließbare Potentiale für Energieholz ergeben sich hier nur, falls der Teil der Nebenprodukte, der bisher einer stofflichen Nutzung zugeführt wird, als Energieholz vermarktet wird. Hier besteht somit eine direkte Nutzungskonkurrenz.

## **4.6.4 Potentiale Holz**

### **Potenzial Waldenergieholz**

Die theoretischen und nutzbaren Potentiale für Waldenergieholz, sind in folgender Grafik für die einzelnen Landkreise dargestellt.

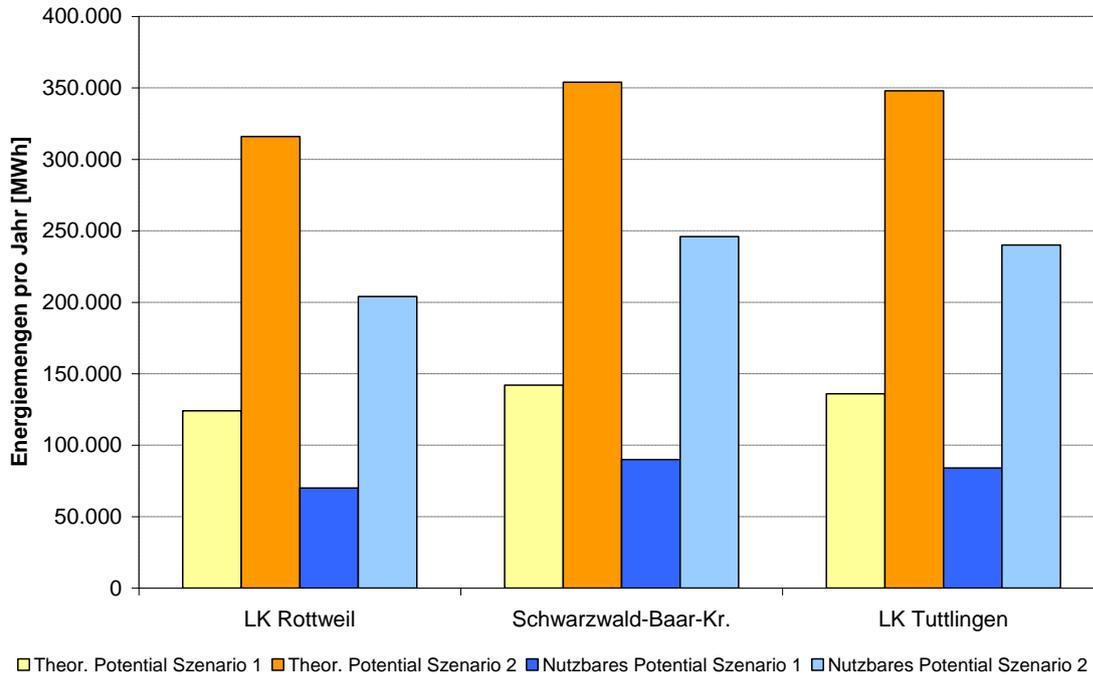


Abb. 4.6-7: Theoretische und nutzbare Energieholzpotentiale in den Landkreisen (Waldenergieholz)

Die größten Potentiale sind in den Landkreisen Schwarzwald-Baar und Tuttlingen vorhanden, wobei die Unterschiede zwischen allen Landkreisen relativ gering sind.

Deutliche Unterschiede ergeben sich je nach angenommener Sortierung der Holzernte. Bei der Beschränkung der Nutzung auf die Sortimente Reisig, schwache Äste und Baumkrone (Szenario 1) ergibt sich ein nutzbares Potential von insgesamt 244.000 MWh pro Jahr. Bezieht man die Sortimente Industrieholz und schwaches Stammholz noch mit ein (Szenario 2), so ergibt sich ein fast dreimal so großes nutzbares Potential von insgesamt 690.000 MWh pro Jahr, das aus den Forstbeständen im Gebiet des Regionalverbandes genutzt werden könnte.

Um den heutigen Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials zu verdeutlichen, sind in der folgenden Grafik die nutzbaren Potentiale, die entnommenen Energieholzmengen und die hochgerechneten Energieholzmengen, die für den Betrieb der vorhandenen Anlagen benötigt werden, dargestellt.

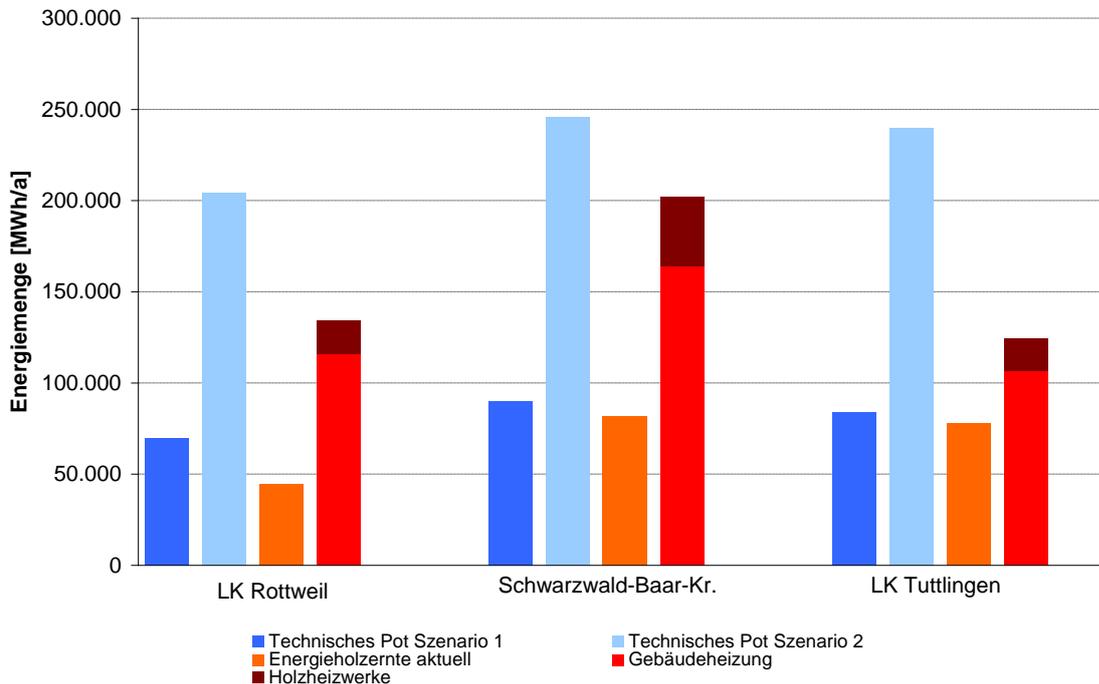


Abb. 4.6-8: Nutzbare Waldenergieholzpotentiale und aktuelle Nutzung

Die Angaben zu den geernteten Energieholzmengen liegen in allen drei Landkreisen unter den nutzbaren Potentialen, die sich sowohl für Szenario 1 (nur Kronenderbholz, Rinde und Reisig) als auch für Szenario 2 (zusätzliche Nutzung von Industrieholz und schwachem Stammholz) ergeben. Somit würden sich hier also noch zusätzlich erschließbare Potentiale ergeben.

Allerdings ist die Datenlage bei den Entnahmedaten, wie oben beschrieben, vor allem im Privatwald lückenhaft. Es muss also davon ausgegangen werden, dass bereits größere Mengen an Holz zur energetischen Nutzung entnommen werden, als sich aus den Hiebsdaten der Forstverwaltung ergibt.

Vergleicht man die für die Beheizung benötigten Energieholzmengen mit den nutzbaren Potentialen, so wird deutlich, dass hier in allen drei Landkreisen bereits mehr Holz für die energetische Nutzung entnommen wird, als aufgrund der Annahmen in Szenario 1 als Energieholz zur Verfügung steht. Dies liegt daran, dass vor allem im Privatwald zusätzlich andere als die in Szenario 1 angenommenen Holzsortimente bereits als Energieholz genutzt werden.

Zusätzlich mobilisierbare Potentiale ergeben sich also in allen drei betrachteten Landkreisen nur dann, wenn Teile der Sortimente Industrieholz und schwaches Stammholz (Szenario 2) in die energetische Nutzung umgeleitet werden.

Werden diese Sortimente zusätzlich energetisch genutzt, so ergeben sich zusätzlich erschließbare Potentiale von insgesamt 229.000 MWh pro Jahr.

Zusätzlich erschließbare Waldenergieholzpotentiale [MWh/a]

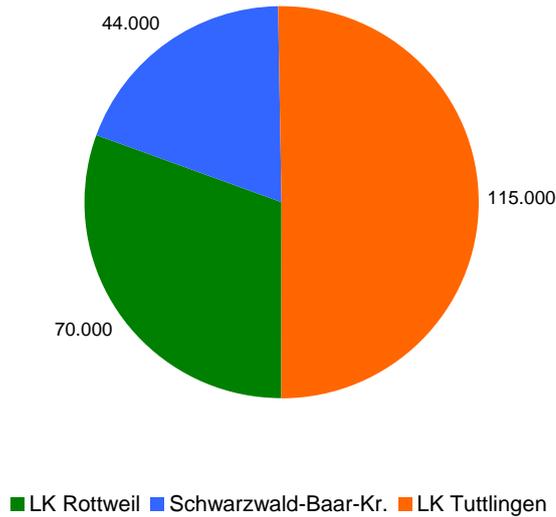


Abb. 4.6-9: Zusätzlich erschließbare Waldenergieholzpotentiale unter Berücksichtigung der Sortimente Industrie- und schwaches Stammholz

Der mit Abstand größte Anteil dieses zusätzlich erschließbaren Potentials liegt im Landkreis Tuttlingen gefolgt vom Landkreis Rottweil. Die aktuelle Waldenergieholznutzung im Landkreis Schwarzwald-Baar ist bereits so ausgeprägt, dass hier nur eine vergleichsweise geringe Holzmenge jährlich zusätzlich einer energetischen Nutzung zugeführt werden könnte.

Da das zusätzlich erschließbare Potential im Vergleich zum aktuellen Heizenergiebedarf in den Landkreisen vergleichsweise gering ausfällt (2 -3%) und es schon bei einer Umstellung von etwa 9 % der vorhandenen fossil befeuerten Heizkessel vollständig genutzt würde, wird davon ausgegangen, dass das zusätzlich erschließbare Potential bis zum Jahr 2020 auch genutzt wird.

**Potenzial aus Nebenprodukten der Holzverarbeitung**

Das mit Abstand größte Aufkommen an Industrierestholz konnte im Schwarzwald-Baar Kreis identifiziert werden. Das Restholz stammt hier aus zwei großen Sägewerken. Der größte Teil der Resthölzer wird bereits verwertet, wobei die energetische Verwertung hier den Hauptteil ausmacht. Lediglich im Schwarzwald-Baar-Kreis konnten für das Restholzaufkommen eines Sägewerks keine Angaben zur aktuellen Nutzung in Erfahrung gebracht werden. Es ist allerdings auch hier davon auszugehen, dass das Restholzaufkommen bereits genutzt wird.

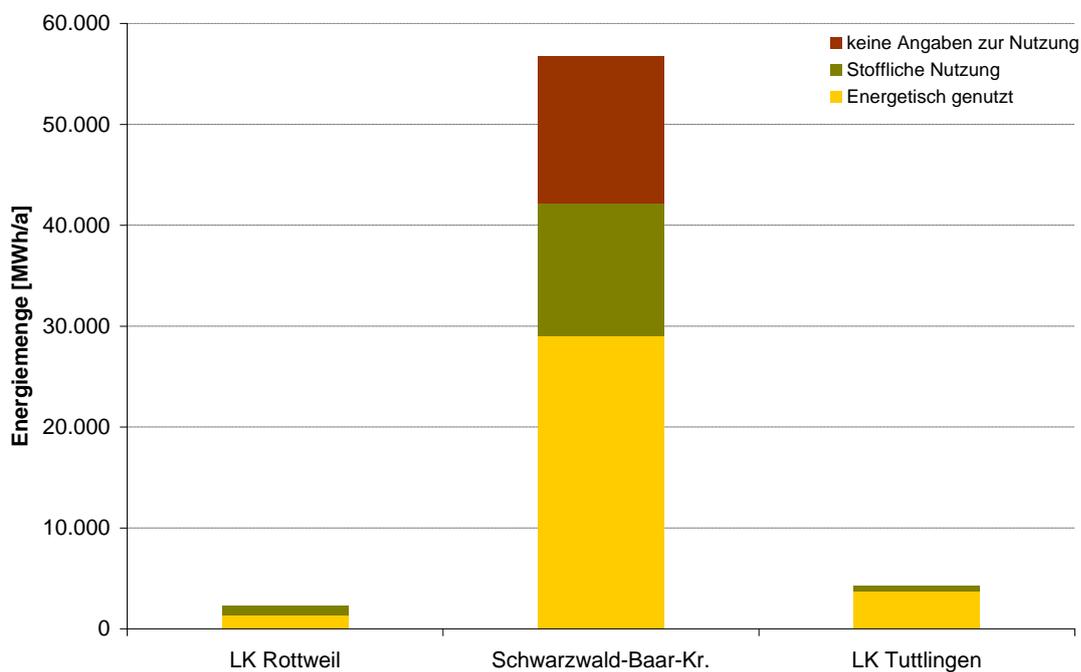


Abb. 4.6-10: Industrierestholzaufkommen und derzeitige Nutzung

Insgesamt beläuft sich das identifizierte nutzbare Potential im Verbandsgebiet auf 61.000 MWh pro Jahr. Hiervon wird ein Großteil bereits energetisch genutzt.

Das zusätzlich erschließbare Potential aus Nebenprodukten der Holzverarbeitung entspricht der Holzmenge, die bisher einer stofflichen Verwertung zugeführt wird. Diese entspricht einem Energieinhalt von insgesamt 14.000 MWh/a.

**Zusammenfassung der Holzpotentiale**

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse für die energetisch nutzbaren Holzpotentiale aus Forst und Industrienebenprodukten für die Landkreise des Regionalverbands aufgeführt.

Tabelle 4.6-2: Zusammenfassung der nutzbaren Energieholzpotenziale aus Waldholz und Industrienebenprodukten

	<b>Nutzbares Potential Waldenergieholz + In- dustrienebenprodukte</b>	<b>Derzeitige Energie- tische Nutzung</b>	<b>Zusätzlich nutzba- re Potentiale</b>
	[MWh/a]	[Prozent]	[MWh/a]
LK Rottweil	206.000	66%	71.000
Schwarzwald-Baar- Kreis	303.000	76%	72.000
LK Tuttlingen	244.000	53%	116.000

Das größte energetisch nutzbare Holzpotential ergibt sich für den Landkreis Schwarzwald-Baar. Hier wird allerdings auch der größte Anteil dieses Potentials bereits genutzt.

Die größten zusätzlichen nutzbaren Potentiale können im Landkreis Tuttlingen identifiziert werden.

In allen drei Landkreisen spielen die nutzbaren Potentiale aus Industrienebenprodukten eine untergeordnete Rolle.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass es sich bei den zusätzlich nutzbaren Potentialen um Holzsortimente handelt, die bislang als Industrieholz und schwaches Stammholz abgesetzt werden.

#### 4.6.5 Vorschläge für weitere Untersuchungen zu Holz

Die genaue Kenntnis der Anzahl und Leistungsklassen der vorhandenen Kleinf Feuerungsanlagen und ihrer räumlichen Verteilung wären hilfreich, um räumliche Anlagenkonzentrationen zu identifizieren. Hier könnten durch den Einsatz zentraler Anlagen verbunden mit Nahwärmenetzen die Energiegewinnung aus Holz effizienter gestaltet werden, so dass Potentiale für die Nutzung an anderer Stelle frei würden.

4.7 Zusammenfassende Darstellung der Potenziale der einzelnen Energieträger

Potenzial Photovoltaik (Stromerzeugung)

Für das Potenzial auf Gebäuden errechnet sich ein nutzbares Potenzial bis zum Jahr 2020 bei realistischen Annahmen von rund **384.000 MWh/a**. Aktuell werden von diesem Potenzial schon rund 40 % (150.500 MWh/a) genutzt. Der Anteil von Solarstrom am Stromverbrauch kann bei Ausschöpfung des errechneten nutzbaren Potenzials mehr als verdoppelt werden (siehe Abb. 4.7-1).

Bei derzeitigen durchschnittlichen Anlagengrößen (15 kWp/Anlage) würde die Potenzialerschließung einen Zubau von ca. 16.140 Anlagen auf insgesamt 26.700 Anlagen bedeuten.

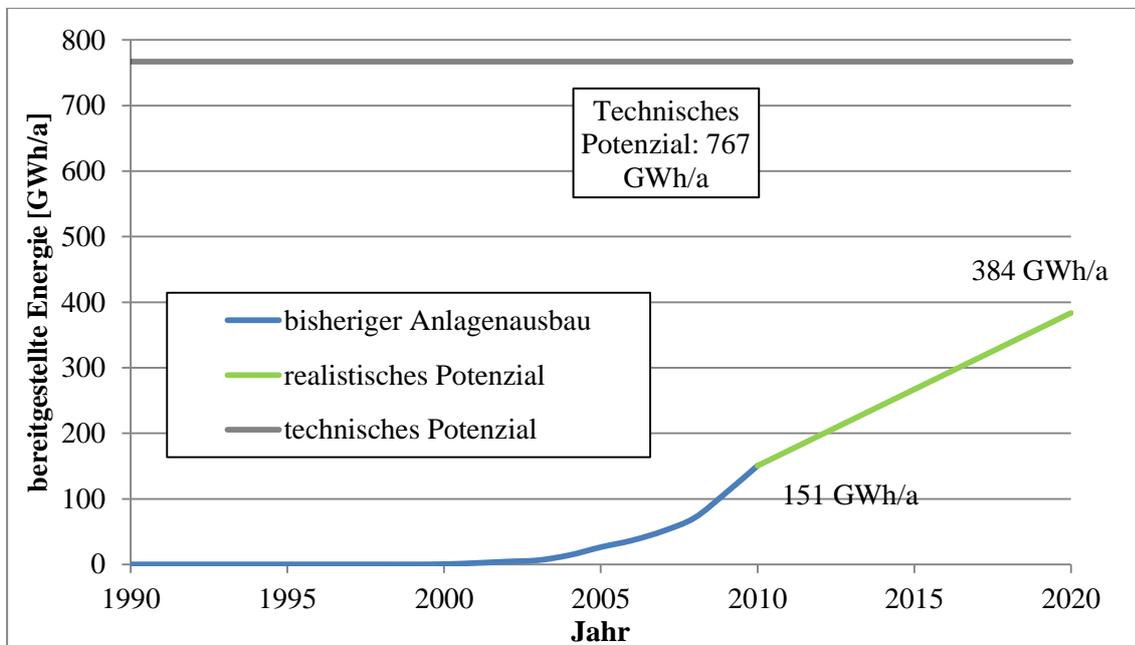


Abb. 4.7-1: Ausbaupfad Photovoltaik

Gemäß Aufgabenstellung wurde das Potenzial auch für den erweiterten Einsatz von Photovoltaik auf Parkplätzen abgeschätzt. 33 geeignete Parkplätze, die mit Photovoltaikanlagen überdacht werden können, wurden untersucht. Unter der Annahme, dass Photovoltaik auf allen 33 Parkplätzen installiert würde, ergäbe sich ein zusätzliches Potenzial von rund 5.300 MWh/a. Dieses wurde in der Studie als nicht bis zum Jahr 2020 realistisch umsetzbar eingestuft.

Zusätzlich weitere, im Zuge dieser Studie nicht untersuchte Potenziale könnten bei der Nutzung von Photovoltaik auf Fassadenflächen und Konversionsflächen (Altlastenflächen, ehemalige Militärflächen, ehemalige Verkehrsflächen) gewonnen werden.

## Biogas (Strom- und Wärmeerzeugung)

Neben der klassischen direkten Verwertung wird bei den **Biogasanlagen** aus Biomasse Gas gewonnen. Dieses kann entweder über Kraft-/Wärme-Kopplung direkt in Strom- und Wärme umgewandelt oder weiter veredelt auch in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist werden. Das dadurch bereitgestellte Bioerdgas ist ein Gemisch aus fossilem und regenerativ erzeugtem Methan. Dieses Verfahren kommt derzeit auch im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg zur Anwendung. Z. B. speist die Powerfarm Tuningen eine Energiemenge von ca. 22.000 MWh/a in das öffentliche Gasnetz ein.

Auch in Kläranlagen kann Biogas als sogenanntes **Klärgas** produziert werden. Diese Nutzungsmöglichkeit ist schon – soweit technisch möglich – vollständig realisiert (rd. 9.800 MWh/a Strom und rd. 15.900 MWh/a Wärme).

Der Verfahrensweg Biogasnutzung ist für folgende Substrate untersucht worden:

- Biotonne
- Gartenabfälle
- Gülle sowie Wirtschaftsdünger
- Grasmengen aus landwirtschaftlichen Flächen
- Grasmengen aus Landschaftspflegewiesen
- Strohüberschüsse
- Speiseabfälle

Die derzeit schon verwendeten energiereichen Substrate Mais und Ganzpflanzensilage wurden aus ökologischen Gründen (z. B. wegen der Ausdehnung von Monokulturen) auftragsgemäß bei der Berechnung weiterer Potenziale nicht berücksichtigt.

Die Potenziale der untersuchten Substrate sind sehr unterschiedlich (siehe Abb. 4.7-2). Es wird deutlich, dass die Substrate Biotonne, Gartenabfälle, Speiseabfälle und Grasmengen aus der Landschaftspflege nur geringe Beiträge leisten können. Neben den Grasmengen aus der Landwirtschaft liefern Gülle sowie Wirtschaftsdünger und Strohüberschüsse die Hauptpotenziale. Der Anteil von Gras aus der Landschaftspflege ist im gewählten Maßstab nicht darstellbar.

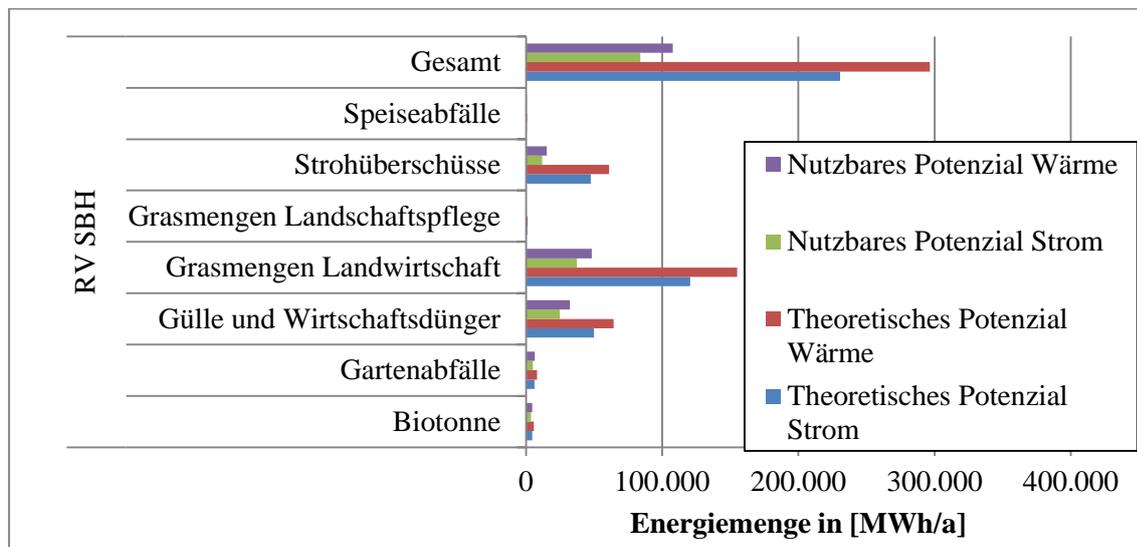


Abb. 4.7-2: Potentiale der Biogasnutzung einzelner Substrate im RV SBV

Insgesamt kann unter realistischen Annahmen bis zum Jahr 2020 das Potenzial der Biogasnutzung von rd. 109.000 MWh/a auf rd. **153.000 MWh/a** für die **Stromerzeugung** und von rd. 150.000 MWh/a auf **212.000 MWh/a** für die **Wärmeerzeugung** gesteigert werden. Bei dieser Berechnung wurde die Gaserzeugung der Powerfarm Tuningen bei der Wärmeerzeugung berücksichtigt.

### Biomasseverbrennung

Die Biomasseverbrennung steht technisch in Konkurrenz zu der Biogasherstellung.

Die Verbrennung halmgutartiger Biomasseprodukte (z. B. Stroh oder Heu) ist bislang nicht im großtechnischen Maßstab in der Region Schwarzwald-Baar-Heuberg umgesetzt worden. Die weitreichenden Anforderungen an die Qualität von eingesetzten Brennstoffen sowie der relativ hohe Schadstoffausstoß beim Betrieb von Feuerungsanlagen mit entsprechend erforderlichen Filtern haben bislang den Einsatz von Stroh und Heu bei klassischen Verbrennungssystemen verhindert. Ob in Zukunft ökologisch wirksame, wirtschaftliche Techniken verfügbar sein werden, ist ungewiss.

Deshalb werden die Potentiale als realistisch nicht bis zum Jahr 2020 nutzbar bewertet.

Die thermische Verwertung von Klärschlämmen ist hingegen ein erprobtes Verfahren. Die im Gebiet des Regionalverbandes anfallenden Klärschlamm-mengen werden zum größten Teil (96%) bereits heute verbrannt (**7.600 MWh/a Strom und 12.610 MWh/a Wärme**).

## Potenzial Wasserkraft (Stromerzeugung)

Insgesamt kann an ca. 120 Standorten aktuell betriebener oder stillgelegter Wasserkraftanlagen sowie an 35 Querbauwerken unter realistischen Annahmen die Energiegewinnung aus Wasserkraft von heute rund 40.000 MWh/a auf etwa **61.000 MWh/a** gesteigert werden.

Im gesamten Verbandsgebiet werden bereits etwa 2/3 der bei realistischen Annahmen bis zum Jahr 2020 nutzbaren Energiereserven aus kleinen Wasserkraftanlagen genutzt. In fast der Hälfte aller 31 Kommunen mit Wasserkraftpotenzial liegt die aktuelle Ausnutzung des Potenzials bereits bei 90 % oder darüber.

## Solarthermie (Wärmeerzeugung)

Das Potenzial für die Nutzung von Sonnenenergie untergliedert sich einerseits in das bereits beschriebene Potenzial für Solarstrom und andererseits in das Potenzial für Solarthermie, das die Bereitstellung von Nutzwärme umfasst. Dachflächen, die für die Solarthermienutzung geeignet sind, können auch für die Erzeugung von Solarstrom verwendet werden. Daraus resultiert eine Konkurrenzsituation.

Diese Konkurrenz für den Zubau von Solarthermieranlagen stellt jedoch bis 2020 kein Hindernis dar, da bei realistischen Annahmen die benötigte Fläche für beide Systeme ausreicht.

Das Verhältnis der von Solarthermie bzw. Photovoltaik belegten Dachflächen beträgt aktuell im Verbandsgebiet rund 1:2,5. Es wird davon ausgegangen, dass dieses Verhältnis zukünftig etwa gleich bleiben wird. Für die Ermittlung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen („nutzbares Potenzial“) wurde angenommen, dass in Zukunft Solarthermieranlagen mit der gleichen Steigerungsrate gebaut werden wie in den Jahren 2000- 2010 (siehe auch Abb. 4.7-3).

Das berechnete, realistische Potenzial zum Ausbau der Solarthermie auf Gebäuden bis zum Jahr 2020 beträgt rund **86.000 MWh/a**.

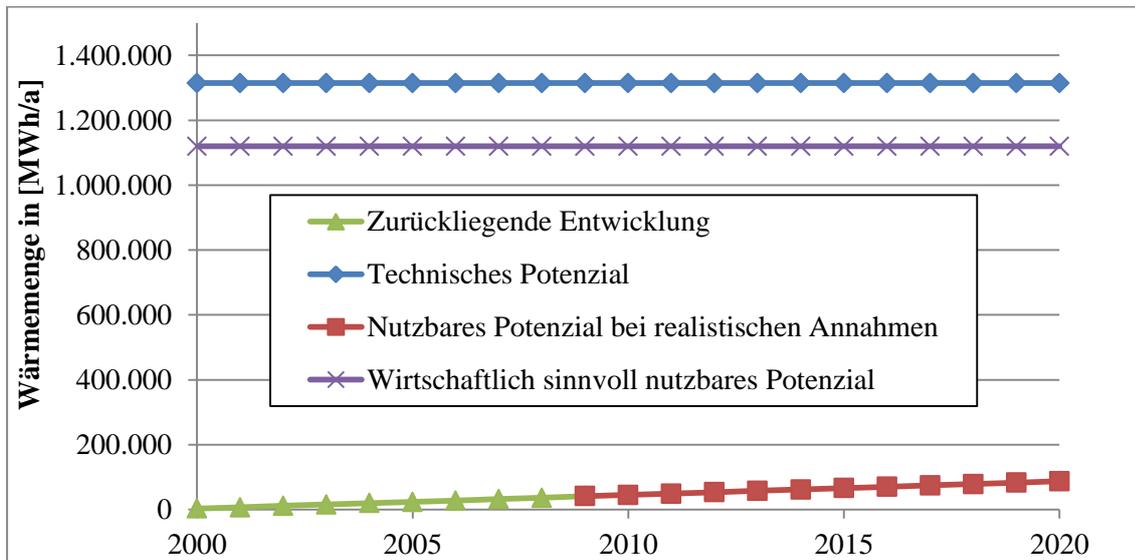


Abb. 4.7-3: Entwicklung des nutzbaren Potenzials bei realistischen Annahmen

Gemäß Aufgabenstellung wurde auch das Potenzial zur **solaren Beheizung (Vollversorgung)** aller in der Region vorhandenen **öffentlichen Freibäder** ermittelt.

Dabei wurde angenommen, dass alle Freibäder mit Ausnahme der Naturfreibäder mit Freibadkollektoren beheizt werden. Die Naturbäder wurden aus biologischen Gründen ausgenommen. Die Berechnung ergab, dass insgesamt rund **3.000 MWh/a** durch Solarkollektoren für die Beheizung der Schwimmbäder bereitgestellt werden könnten (rund 0,3 % des Gesamtwärmeverbrauchs im Verbandsgebiet).

### Oberflächennahe Geothermie (Wärmeerzeugung)

Die derzeit installierten Geothermieanlagen liefern etwa 2 ‰ (Promille) des heutigen Gesamtwärmeverbrauchs im Verbandsgebiet. Wenn das realistisch nutzbare Potenzial bis zum Jahr 2020 vollständig genutzt werden würde, könnte der Anteil auf etwa **154.000 MWh/a** gesteigert werden. Dies sind rd. 1,8 % des Gesamtwärmeverbrauchs.

Für die Nutzung der Erdwärme, die für die Nutzung zu Heizzwecken in einem Wärmetauscher bzw. einer Wärmepumpe „angereichert“ wird, ist Strom erforderlich. Bei neuen Anlagen wird also pro 4,5 kW erzeugter thermischer Leistung 1 kW elektrische Leistung benötigt. Durch einen zukünftig verstärkten Einsatz der oberflächennahen Geothermie würde entsprechend auch der Strombedarf für die Wärmepumpen steigen.

**Holz (Wärmeerzeugung)**

Insgesamt ergibt sich für den Einsatz von Waldenergieholz und Nebenprodukten der Holzindustrie ein nutzbares Potenzial von **753.000 MWh/a**, das derzeit schon zu rd. 65% genutzt wird.

**Zusammenfassung**

In der folgenden Tabelle sind die Potenziale zusammenfassend für den Regionalverband und die einzelnen Landkreise dargestellt.

Tabelle 4.7-1: Zusammenfassung der Potenziale

Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen bis 2020	Derzeitiger Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials	Möglicher Anteil am Energieverbrauch bis 2020 (unter realistischen Annahmen)	
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]	
Strom	3.820.381	Photovoltaik	150.546	3,9	767.031	383.515	39,3	10,0	
		Biogasnutzung	109.081	2,9	300.659	153.920	70,9	4,0	
		Klärschlammverbrennung	7.566	0,2	7.566	7.566	100,0	0,2	
		Wasserkraft	40.552	1,1	70.143	60.951	66,5	1,6	
		Wind	43.845	1,1		382.038	11,5	10,0	
<b>Summe</b>			<b>351.590</b>	<b>9,2</b>	<b>1.145.399</b>	<b>987.990</b>	<b>35,6</b>	<b>25,9</b>	
Wärme	8.766.560	Solarthermie	41.009	0,5	1.314.674	86.119	47,6	1,0	
		Biogasnutzung	150.171	1,7	400.806	212.142	70,8	2,4	
		Klärschlammverbrennung	12.610	0,1	12.610	12.610	100,0	0,1	
		Geothermie	17.431	0,2	281.274	153.682	11,3	1,8	
		Holz	494.911	5,6	1.018.000	753.284	65,7	8,6	
<b>Summe</b>			<b>716.133</b>	<b>8,2</b>	<b>3.027.364</b>	<b>1.217.837</b>	<b>58,8</b>	<b>13,9</b>	

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

(Die Tabelle entspricht dem Szenario „Engagierte Klimapolitik“ aus Kapitel 6.2)

Landkreis Rottweil								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen bis 2020	Derzeitiger Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials	Möglicher Anteil am Energieverbrauch bis 2020 (unter realistischen Annahmen)
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.152.957	Photovoltaik	53.986	4,7	242.805	121.403	44,5	10,5
		Biogasnutzung	44.798	3,9	95.717	52.148	85,9	4,5
		Klärschlammverbrennung	3.209	0,3	3.209	3.209	100,0	0,3
		Wasserkraft	26.280	2,3	38.805	30.735	85,5	2,7
		Wind	22.833	2,0		115.296	19,8	10,0
<b>Summe</b>			<b>151.106</b>	<b>13,1</b>	<b>380.537</b>	<b>322.791</b>	<b>46,8</b>	<b>28,0</b>
Wärme	2.621.446	Solarthermie	15.383	0,6	416.163	32.304	47,6	1,2
		Biogasnutzung	51.549	2,0	119.181	63.163	81,6	2,4
		Klärschlammverbrennung	5.349	0,2	5.349	5.349	100,0	0,2
		Geothermie	4.764	0,2	94.494	34.541	13,8	1,3
		Holz	135.775	5,2	316.000	206.281	65,8	7,9
<b>Summe</b>			<b>212.820</b>	<b>8,1</b>	<b>951.187</b>	<b>341.637</b>	<b>62,3</b>	<b>13,0</b>

Schwarzwald-Baar-Kreis								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Nutzbares Potenzial bei realistischen Annahmen bis 2020	Derzeitiger Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials	Möglicher Anteil am Energieverbrauch bis 2020 (unter realistischen Annahmen)
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.419.551	Photovoltaik	55.513	3,9	308.541	154.270	36,0	10,9
		Biogasnutzung	34.444	2,4	124.638	59.890	57,5	4,2
		Klärschlammverbrennung	2.460	0,2	2.460	2.460	100,0	0,2
		Wasserkraft	10.566	0,7	16.655	15.929	66,3	1,1
		Wind	18.487	1,3		141.955	13,0	10,0
<b>Summe</b>			<b>121.470</b>	<b>8,6</b>	<b>452.294</b>	<b>374.504</b>	<b>32,4</b>	<b>26,4</b>
Wärme	3.289.003	Solarthermie	13.249	0,4	528.832	27.822	47,6	0,8
		Biogasnutzung	61.563	1,9	179.215	95.968	64,1	2,9
		Klärschlammverbrennung	4.100	0,1	4.100	4.100	100,0	0,1
		Geothermie	6.960	0,2	130.644	76.277	9,1	2,3
		Holz	230.905	7,0	354.000	302.780	76,3	9,2
<b>Summe</b>			<b>316.777</b>	<b>9,6</b>	<b>1.196.791</b>	<b>506.948</b>	<b>62,5</b>	<b>15,4</b>

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Tuttlingen									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen bis 2020	Derzeitiger Erschließungsgrad des nutzbaren Potenzials	Möglicher Anteil am Energieverbrauch bis 2020 (unter realistischen Annahmen)	
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]	
Strom	1.247.872	Photovoltaik	41.047	3,3	215.684	107.842	38,1	8,6	
		Biogasnutzung	29.839	2,4	80.304	42.242	70,6	3,4	
		Klärschlammverbrennung	1.897	0,2	1.897	1.897	100,0	0,2	
		Wasserkraft	3.706	0,3	14.683	14.287	25,9	1,1	
		Wind	2.525	0,2		124.787	2,0	10,0	
		<b>Summe</b>			<b>79.014</b>	<b>6,3</b>	<b>312.568</b>	<b>291.055</b>	<b>27,1</b>
Wärme	2.856.111	Solarthermie	12.378	0,4	369.678	25.993	47,6	0,9	
		Biogasnutzung	37.059	1,3	102.409	53.010	69,9	1,9	
		Klärschlammverbrennung	3.162	0,1	3.162	3.162	100,0	0,1	
		Geothermie	5.706	0,2	56.136	42.864	13,3	1,5	
		Holz	128.231	4,5	348.000	244.223	52,5	8,6	
<b>Summe</b>			<b>186.535</b>	<b>6,5</b>	<b>879.385</b>	<b>369.252</b>	<b>50,5</b>	<b>12,9</b>	

Die Verteilung der zukünftigen, mit realistischen Annahmen bis zum Jahr 2020 realisierbaren Potenziale ist bei den einzelnen Landkreisen annähernd gleich. Der heutige Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch liegt für den Verbandsbereich sowohl für Strom als auch für Wärme bei 8 bis 9% (Verteilung bei den Landkreisen zwischen 6 und 13%). Hauptsächlich werden derzeit die Verfahren Photovoltaik, Biogas für die Stromerzeugung und Holzverbrennung, Biogas für die Wärmeerzeugung verwendet.

Bis auf die Klärschlammverbrennung können alle erneuerbaren Energiequellen weiter ausgebaut werden. Im Regionalverband ist unter realistischen Annahmen bis zum Jahr 2020 ein Anteil der erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch von rd. 26% für Strom (Landkreise zwischen 23 und 28%) und von 14% für Wärme (Landkreise zwischen 13 und 15%) erreichbar. Die größten Potenzialsteigerungen bei der Stromerzeugung sind mit den Verfahren Photovoltaik und Windkraft erreichbar. Potenzialsteigerungen bei der Wärmeenergieerzeugung verteilen sich auf alle betrachteten Verfahren (Solarthermie, Biogasnutzung, Geothermie und Holzverbrennung) außer der Klärschlammverbrennung. Bei der Ermittlung zukünftiger Energiepotenziale wurden entsprechend der Zielstellung der Studie nicht die zeitliche Erzeugung im Tages- und Jahresverlauf analysiert. Insofern kann es möglich sein, dass bei einem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energienutzung die Energie nicht gespeichert oder abgerufen werden kann (z. B. Photovoltaik bei Spitzenproduktion im Sommer).

## 5 Energieeffizienz

Eine verbesserte Energieeffizienz ist ein entscheidender Faktor für die Reduzierung des Energieverbrauchs und damit verbundenen der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Energieeffizienz ist ein Maß dafür, wie viel Primärenergie benötigt wird, um den erwünschten Nutzen, z. B. Heizwärme zur Verfügung zu stellen.

Die Energieeffizienz kann beispielsweise durch verbesserte Gebäudekonstruktionen oder bessere Energietransport- und Speichersysteme gesteigert werden. Eine weitere vielversprechende Möglichkeit ist die Kraft-Wärme-Kopplung, also die Nutzung der Abwärme, die bei der Stromproduktion anfällt. Besonders effizient kann die Abwärme in Nahwärmenetzen genutzt werden. Solche Nahwärmenetze werden im Folgenden betrachtet.

### 5.1 Nahwärmenetze – Grundlagen

„Nahwärme“ unterscheidet sich von der „Fernwärme“ durch die relativ kurzen Leitungswege, über welche die Wärme in einem abgegrenzten Gebiet dezentral erzeugt und transportiert wird. Auch die übertragenen Leistungen sind mit ca. 50 kW – 1 MW deutlich geringer als die bei Fernwärme. Als optimaler Standort für Nahwärmenetze eignen sich vor allem dichtbesiedelte Gebiete mit geringem Abstand der Gebäude untereinander, wodurch die Leitungsverluste gering gehalten werden.

Innerhalb eines Nahwärmenetzes wird der Wärmeträger (z. B. Wasser) zentral in einer Heizzentrale erzeugt, z. B. durch hocheffiziente Brennwertgeräte, Blockheizkraftwerke oder regenerative Wärmeerzeuger, und über ein Rohrsystem an die einzelnen Verbraucher verteilt. Manchmal werden zentrale Langzeitwärmespeicher eingesetzt, was in bei einem einzelnen Gebäude nicht effizient und wirtschaftlich ist. Der wesentliche Vorteil von Nahwärmenetzen im Vergleich zur dezentralen Einzelversorgung sind die verbesserten Möglichkeiten zum Einsatz von regenerativen Wärmeerzeugern. Mögliche Wärmeerzeuger für Nahwärmenetze sind in

Abb. 5.1-1 zusammengefasst.

Die meisten Heizzentralen eines Nahwärmenetzes basieren auf dem Einsatz von mindestens zwei Wärmeerzeugern. Der Wärmebedarf wird in die Spitzenlast und die Grundlast eingeteilt. Die Grundlast besitzt eine annähernd konstante Leistung mit einer hohen Betriebsstundenzahl. Der darüber hinausgehende Wärmebedarf wird als Spitzenlast bezeichnet. Die Spitzenlast ist durch eine hohe Leistungsspitze bei einer geringen Betriebsstundenzahl und häufigen Lastwechseln charakterisiert. Als wirtschaftliche Wärmeerzeuger für den Grundlastbereich eignen sich besonders Blockheizkraftwerke die gleichzeitig Strom und Wärme erzeugen. Durch den Einsatz von z. B. Biomassekesseln können Lastspitzen abgefangen werden.

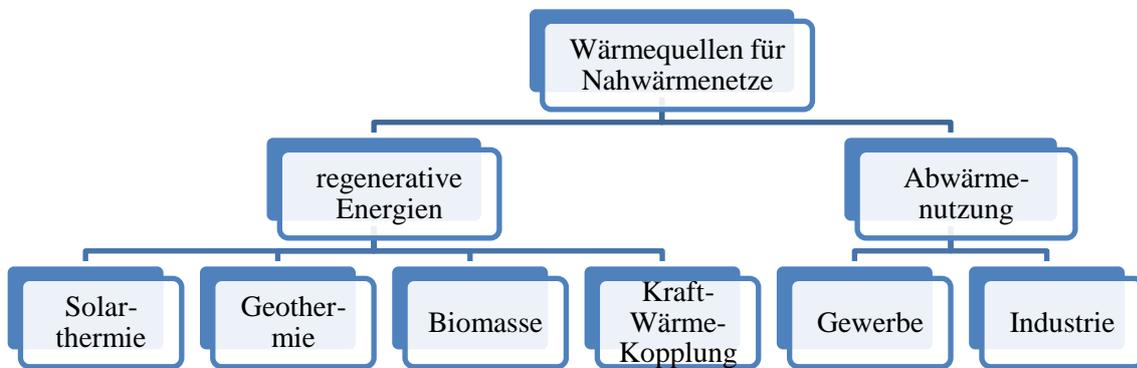


Abb. 5.1-1: Wärmeerzeuger für Nahwärmenetze

Aufgrund der niedrigen Temperaturen in Nahwärmenetzen von 60 – 90 °C eignen sich neben den ausschließlich auf Verbrennung basierenden Wärmeerzeugern auch Geothermie oder Solarthermie als zusätzliche Wärmeerzeuger in Nahwärmenetzen.

## 5.2 Bestehende Nahwärmenetze

Um die bestehenden Nahwärmenetze im Gebiet des Regionalverbands zu ermitteln, wurden Auskünfte des Landwirtschaftlichen Zentrums Baden-Württemberg in Aulendorf, die EEG-Anlagenstammdaten, Auskünfte der Landwirtschaftsämter, der Energieagentur Tuttlingen sowie Internetrecherchen und direkte Auskünfte bei den Gemeinden genutzt. Eine vollständige Auflistung aller Nahwärmenetze ist in Anlage 5.2-1 enthalten.

### 5.2.1 Nahwärmenetze im Landkreis Rottweil

Im Landkreis Rottweil waren 2010 insgesamt 11 Nahwärmenetze installiert und 5 geplant. Nahwärmenetze befinden sich in Deißlingen, Dunningen, Lauterbach, Rottweil, Schramberg, Sulz am Neckar, Vöhringen und Zimmern ob Rottweil. Geplant sind Nahwärmenetze in Dietingen, Dornhan, Lauterbach, Oberndorf am Neckar und Vöhringen.

Das Nahwärmenetz in Rottweil-Hausen versorgt mittels eines Biogasheizkraftwerks 125 Wohnhäuser mit Wärme. Das Biogas wird dabei aus nachwachsenden Rohstoffen von derzeit acht Landwirten aus der Umgebung bereitgestellt. Zusätzlich wird mittels Kraft-Wärme-Kopplung in diesem Heizkraftwerk elektrische Energie für ca. 1.000 Haushalte erzeugt. Anfang des Jahres 2008 wurde dieses Heizkraftwerks durch die ENRW Energieversorgung Rottweil in Betrieb genommen. Die installierte Leistung dieses Heizkraftwerkes beträgt 526 kW<sub>el</sub> für die Strom- und 560 kW<sub>th</sub> für die Wärmegewinnung. Dadurch werden jährlich bis zu 3.000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen vermieden.

### 5.2.2 Nahwärmenetze im Schwarzwald-Baar-Kreis

Im Schwarzwald-Baar-Kreis befinden sich 7 Nahwärmenetze und 4 weitere sind geplant. Nahwärmenetze bestehen in Bräunlingen, Donaueschingen (2) und Hüfingen (4). In Blumberg und Niedereschach sind weitere Nahwärmenetze geplant.

In Bräunlingen wird die Wärme mittels eines Holzhackschnitzelkessels und eines Heizölspitzenlastkessel für insgesamt 9 Wohnhäuser bereitstellt und durch ein ca. 1 km langes Nahwärmenetz an die Verbraucher verteilt. Die thermische Leistung des Nahwärmenetzes beträgt 608 kW<sub>th</sub>.

In Donaueschingen befinden sich zwei Nahwärmenetze. Eines nutzt die Abwärme einer Brauerei und zusätzlich die Wärme eines BHKW sowie eines Erdgasspitzenkessels, um ca. 110 Gebäude über ein ca. 5 km langes Nahwärmenetz mit Wärme zu versorgen. Das zweite Nahwärmenetz in Donaueschingen befindet sich im Stadtteil Wolterdingen. Dort werden durch zwei Holzkessel mit einer Gesamtleistung von 950 kW mehrere Gebäude mit Wärme versorgt. An das Nahwärmenetz sind weiterhin die Holztrochnungsanlage der Zwick Holzbau GmbH, eine Gärtnerei und ein Freibad angeschlossen.

In Hüfingen betreiben die Stadtwerke vier Nahwärmenetze. Zwei werden über Gas-BHKWs versorgt (Jakobsbiese und Schule/Rappenschneller), eines über Biogas (Auf Hohen) und eines über Holz (Bleichewies).

### 5.2.3 Nahwärmenetze im Landkreis Tuttlingen

Im Landkreis Tuttlingen befinden sich 13 Nahwärmenetze, drei weitere Nahwärmenetze sind in der Planungs- oder Bauphase.

Nahwärmenetze bestehen in Geisingen, Immendingen, Neuhausen ob Eck, Renquishausen, Spaichingen, Talheim, Trossingen, Tuttlingen, Rietheim-Weilheim und Wurmlingen. Geplant sind Nahwärmenetze in Aldingen, Mühlheim a.d. Donau und Tuttlingen.

In Mauenheim (OT Immendingen) gibt es das erste „Bioenergiedorf“ in Baden-Württemberg. Die Wärmeversorgung der rund 430 Einwohner in 100 Haushalten erfolgt mittels eines ca. 4 km langen Nahwärmenetzes, was durch die Abwärme eines Biogas-BHKW und durch eine Holz-hackschnitzelheizung als Spitzenlastkessel in den Wintermonaten gespeist wird. Das gesamte Nahwärmenetz hat eine Länge von 4 km. Versorgt wird durch dieses Nahwärmenetz der gesamte Ort Mauenheim.

Im Landkreis Tuttlingen befindet sich mit Renquishausen ein weiteres Bioenergiedorf, das einen Großteil der Wärmebereitstellung über ein ca. 7 km langes Nahwärmenetz vornimmt. Mit diesem Nahwärmenetz werden alle öffentlichen Gebäude sowie Gebäude für Gewerbe und 120 Haushalte mit Wärme versorgt. Die Länge des Nahwärmenetzes beträgt ca. 6 km. Die Wärme wird mit einem Biomasse-BHKW und Solaranlagen bereitgestellt. Die Spitzenlast wird einem 1.000 kW Pflanzenöl-Kessel abgefangen.

## 6 Szenarien bis 2020

Nach den Vorgaben des Regionalverbandes wurden drei Szenarien zur Nutzung erneuerbarer Energien betrachtet:

- Szenario „Trend“
- Szenario „Engagierte Klimapolitik in der Region“
- Szenario „Optimale Klimapolitik auf allen Ebenen“

Alle Szenarien sind als mögliche Entwicklungspfade für die Nutzung erneuerbarer Energien zu verstehen. Ihre Umsetzung ist abhängig von den aktuellen und zukünftigen politischen Vorgehen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Sie stellen deshalb keine Prognosen dar.

Einsparpotenziale beim Energieverbrauch wurden auftragsgemäß nicht betrachtet, auch wenn sie für eine wirksame Klimaschutzpolitik von großer Bedeutung sind.

### 6.1 Szenario „Trend“

Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass sich die Nutzung der erneuerbaren Energien bis 2020 etwa mit dem bisherigen Trend fortsetzt, der in den letzten Jahren erkennbar ist. In diesem Fall werden die ermittelten „nutzbaren Potenziale bei realistischen Annahmen“ bis 2020 nur teilweise ausgeschöpft. Eine Ausnahme bildet die Biomasse, bei der das „nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen“ niedriger ist, als das Potenzial, das sich bei der Fortsetzung des Trends ergibt, da erwartet wird, dass sich der Ausbautrend der letzten Jahre (2003 bis 2010) nicht einfach fortsetzen wird.

Da die politischen Vorgaben und Zielsetzungen zur Nutzung erneuerbarer Energien in den letzten Jahren anspruchsvoller geworden sind, beschreibt dieses Szenario mit großer Wahrscheinlichkeit das zu erwartende Minimum bei der zukünftigen Nutzung erneuerbarer Energien.

Für die Prognose der Trends wurden folgende Annahmen getroffen:

- Photovoltaik:  
Das „nutzbare Potenzial bei realistischen Annahmen“ wurde schon anhand des vorliegenden Trends berechnet. Somit kann das nutzbare Potenzial für dieses Szenario übernommen werden.

- **Biogasnutzung:**  
In Baden-Württemberg stieg in den Jahren 2003 bis 2010 die installierte Leistung der Biogasanlagen um ca. 90%. Unter der Voraussetzung, dass diese Entwicklung weiter anhält, wird als Trend bis zum Jahre 2020 ein Zuwachsfaktor von 1,9 zur bislang installierten Leistung der Biogasanlagen (ohne Substrat Mais) angesetzt.
- **Klärschlammverbrennung:**  
Das Potenzial ist heute bereits ausgeschöpft.
- **Wasserkraft:**  
Eine Trendermittlung ist hier nur schwer durchzuführen. Unter der Voraussetzung, dass leicht umsetzbare Anlagen schon realisiert sind, wird davon ausgegangen, dass in der Zukunft ohne eine engagierte Klimapolitik keine weiteren nennenswerten Aktivitäten zu erwarten sind. Somit wird kein weiterer Zuwachs beim Szenario „Trend“ erwartet.
- **Wind:**  
Die Ermittlung eines Trends ist bei der Windkraft ebenfalls nur schwer möglich. Überschlüssig wird für die nächsten 8 Jahre bis zum Jahr 2020 eine Verdopplung der bislang installierten Leistung angenommen.
- **Geothermie:**  
Zur Ermittlung des Trends wurden die in den Jahren 2006 bis 2009 jährlich neu erstellten Anlagen ausgewertet. Das Jahr 2010 wurde wegen der konjunkturellen Krise nicht berücksichtigt. Auf der konservativen Seite wurde davon ausgegangen, dass in den nächsten Jahren ca. 150 Anlagen pro Jahr erstellt werden. Insgesamt würden zusätzlich zu dem bestehenden weitere 1.200 Geothermieanlagen gebaut werden. Dies entspricht einem Zuwachsfaktor zu der bisher installierten Leistung von 2,15.
- **Holz:**  
Bei der Ermittlung der nutzbaren Potenziale von Holz wurde davon ausgegangen, dass der Trend dem schon ausgewiesenen „nutzbaren Potenzial bei realistischen Annahmen“ entspricht.

In den nachfolgenden Tabellen sind die Potenziale für das Szenario „Trend“ dargestellt.

Tabelle 6.1-1: Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Trend“

Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei Fortsetzung des bisherigen Trends	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
									[MWh/a]
Strom	3.820.381	Photovoltaik	150.546	3,9	767.031	383.515	39,3	10,0	
		Biogasnutzung	109.081	2,9	300.659	144.202	75,6	3,8	
		Klärschlammverbrennung	7.566	0,2	7.566	7.566	100,0	0,2	
		Wasserkraft	40.552	1,1	70.143	40.552	100,0	1,1	
		Wind	43.845	1,1		87.690	50,0	2,3	
<b>Summe</b>			<b>351.590</b>	<b>9,2</b>	<b>1.145.399</b>	<b>663.525</b>	<b>53,0</b>	<b>17,4</b>	
Wärme	8.766.560	Solarthermie	41.009	0,5	1.314.674	86.119	47,6	1,0	
		Biogasnutzung	150.171	1,7	400.806	233.239	64,4	2,7	
		Klärschlammverbrennung	12.610	0,1	12.610	12.610	100,0	0,1	
		Geothermie	17.431	0,2	281.274	37.477	46,5	0,4	
		Holz	494.911	5,6	1.018.000	753.284	65,7	8,6	
<b>Summe</b>			<b>716.133</b>	<b>8,2</b>	<b>3.027.364</b>	<b>1.122.729</b>	<b>63,8</b>	<b>12,8</b>	

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Rottweil									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei Fortsetzung des bisherigen Trends	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
									[MWh/a]
Strom	1.152.957	Photovoltaik	53.986	4,7	242.805	121.403	44,5	10,5	
		Biogasnutzung	44.798	3,9	95.717	59.222	75,6	5,1	
		Klärschlammverbrennung	3.209	0,3	3.209	3.209	100,0	0,3	
		Wasserkraft	26.280	2,3	38.805	26.280	100,0	2,3	
		Wind	22.833	2,0		45.666	50,0	4,0	
<b>Summe</b>			<b>151.106</b>	<b>13,1</b>	<b>380.537</b>	<b>255.780</b>	<b>59,1</b>	<b>22,2</b>	
Wärme	2.621.446	Solarthermie	15.383	0,6	416.163	32.304	47,6	1,2	
		Biogasnutzung	51.549	2,0	119.181	68.147	75,6	2,6	
		Klärschlammverbrennung	5.349	0,2	5.349	5.349	100,0	0,2	
		Geothermie	4.764	0,2	94.494	10.244	46,5	0,4	
		Holz	135.775	5,2	316.000	206.281	65,8	7,9	
<b>Summe</b>			<b>212.820</b>	<b>8,1</b>	<b>951.187</b>	<b>322.324</b>	<b>66,0</b>	<b>12,3</b>	

Schwarzwald-Baar-Kreis									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei Fortsetzung des bisherigen Trends	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
									[MWh/a]
Strom	1.419.551	Photovoltaik	55.513	3,9	308.541	154.270	36,0	10,9	
		Biogasnutzung	34.444	2,4	124.638	45.534	75,6	3,2	
		Klärschlammverbrennung	2.460	0,2	2.460	2.460	100,0	0,2	
		Wasserkraft	10.566	0,7	16.655	10.566	100,0	0,7	
		Wind	18.487	1,3		36.974	50,0	2,6	
<b>Summe</b>			<b>121.470</b>	<b>8,6</b>	<b>452.294</b>	<b>249.804</b>	<b>48,6</b>	<b>17,6</b>	
Wärme	3.289.003	Solarthermie	13.249	0,4	528.832	27.822	47,6	0,8	
		Biogasnutzung	61.563	1,9	179.215	94.101	65,4	2,9	
		Klärschlammverbrennung	4.100	0,1	4.100	4.100	100,0	0,1	
		Geothermie	6.960	0,2	130.644	14.965	46,5	0,5	
		Holz	230.905	7,0	354.000	302.780	76,3	9,2	
<b>Summe</b>			<b>316.777</b>	<b>9,6</b>	<b>1.196.791</b>	<b>443.769</b>	<b>71,4</b>	<b>13,5</b>	

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Tuttlingen									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei Fortsetzung des bisherigen Trends	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
									[MWh/a]
Strom	1.247.872	Photovoltaik	41.047	3,3	215.684	107.842	38,1	8,6	
		Biogasnutzung	29.839	2,4	80.304	39.446	75,6	3,2	
		Klärschlammverbrennung	1.897	0,2	1.897	1.897	100,0	0,2	
		Wasserkraft	3.706	0,3	14.683	3.706	100,0	0,3	
		Wind	2.525	0,2		5.050	50,0	0,4	
<b>Summe</b>			<b>79.014</b>	<b>6,3</b>	<b>312.568</b>	<b>157.941</b>	<b>50,0</b>	<b>12,7</b>	
Wärme	2.856.111	Solarthermie	12.378	0,4	369.678	25.993	47,6	0,9	
		Biogasnutzung	37.059	1,3	102.409	48.991	75,6	1,7	
		Klärschlammverbrennung	3.162	0,1	3.162	3.162	100,0	0,1	
		Geothermie	5.706	0,2	56.136	12.268	46,5	0,4	
		Holz	128.231	4,5	348.000	244.223	52,5	8,6	
<b>Summe</b>			<b>186.535</b>	<b>6,5</b>	<b>879.385</b>	<b>334.637</b>	<b>55,7</b>	<b>11,7</b>	

6.2 Szenario „Engagierte Klimapolitik“

Dieses Szenario beschreibt eine Entwicklung, bei der die ermittelten „nutzbaren Potenziale bei realistischen Annahmen“ zur Nutzung erneuerbarer Energiequellen bis 2020 vollständig ausgeschöpft werden.

Dieses Szenario kann mit einiger Wahrscheinlichkeit erwartet werden, wenn in der Region und auf Landesebene eine engagierte Klimapolitik betrieben wird und die Politik auf Bundesebene diese wie bisher unterstützt.

Tabelle 6.2-1: Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Engagierte Klimapolitik“

Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei engagierter Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]	
Strom	3.820.381	Photovoltaik	150.546	3,9	767.031	383.515	39,3	10,0	
		Biogasnutzung	109.081	2,9	300.659	153.921	70,9	4,0	
		Klärschlammverbrennung	7.566	0,2	7.566	7.566	100,0	0,2	
		Wasserkraft	40.552	1,1	70.143	60.951	66,5	1,6	
		Wind	43.845	1,1		382.038	11,5	10,0	
<b>Summe</b>			<b>351.590</b>	<b>9,2</b>	<b>1.145.399</b>	<b>987.991</b>	<b>35,6</b>	<b>25,9</b>	
Wärme	8.766.560	Solarthermie	41.009	0,5	1.314.674	86.119	47,6	1,0	
		Biogasnutzung	150.171	1,7	400.806	212.142	70,8	2,4	
		Klärschlammverbrennung	12.610	0,1	12.610	12.610	100,0	0,1	
		Geothermie	17.431	0,2	281.274	153.682	11,3	1,8	
		Holz	494.911	5,6	1.018.000	753.284	65,7	8,6	
<b>Summe</b>			<b>716.133</b>	<b>8,2</b>	<b>3.027.364</b>	<b>1.217.838</b>	<b>58,8</b>	<b>13,9</b>	

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Rottweil								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei engagierter Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.152.957	Photovoltaik	53.986	4,7	242.805	121.403	44,5	10,5
		Biogasnutzung	44.798	3,9	95.717	52.148	85,9	4,5
		Klärschlammverbrennung	3.209	0,3	3.209	3.209	100,0	0,3
		Wasserkraft	26.280	2,3	38.805	30.735	85,5	2,7
		Wind	22.833	2,0		115.296	19,8	10,0
<b>Summe</b>			<b>151.106</b>	<b>13,1</b>	<b>380.537</b>	<b>322.791</b>	<b>46,8</b>	<b>28,0</b>
Wärme	2.621.446	Solarthermie	15.383	0,6	416.163	32.304	47,6	1,2
		Biogasnutzung	51.549	2,0	119.181	63.163	81,6	2,4
		Klärschlammverbrennung	5.349	0,2	5.349	5.349	100,0	0,2
		Geothermie	4.764	0,2	94.494	34.541	13,8	1,3
		Holz	135.775	5,2	316.000	206.281	65,8	7,9
<b>Summe</b>			<b>212.820</b>	<b>8,1</b>	<b>951.187</b>	<b>341.637</b>	<b>62,3</b>	<b>13,0</b>

Schwarzwald-Baar-Kreis								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei engagierter Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.419.551	Photovoltaik	55.513	3,9	308.541	154.270	36,0	10,9
		Biogasnutzung	34.444	2,4	124.638	59.890	57,5	4,2
		Klärschlammverbrennung	2.460	0,2	2.460	2.460	100,0	0,2
		Wasserkraft	10.566	0,7	16.655	15.929	66,3	1,1
		Wind	18.487	1,3		141.955	13,0	10,0
<b>Summe</b>			<b>121.470</b>	<b>8,6</b>	<b>452.294</b>	<b>374.504</b>	<b>32,4</b>	<b>26,4</b>
Wärme	3.289.003	Solarthermie	13.249	0,4	528.832	27.822	47,6	0,8
		Biogasnutzung	61.563	1,9	179.215	95.969	64,1	2,9
		Klärschlammverbrennung	4.100	0,1	4.100	4.100	100,0	0,1
		Geothermie	6.960	0,2	130.644	76.277	9,1	2,3
		Holz	230.905	7,0	354.000	302.780	76,3	9,2
<b>Summe</b>			<b>316.777</b>	<b>9,6</b>	<b>1.196.791</b>	<b>506.949</b>	<b>62,5</b>	<b>15,4</b>

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Tuttlingen									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei engagierter Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]	
Strom	1.247.872	Photovoltaik	41.047	3,3	215.684	107.842	38,1	8,6	
		Biogasnutzung	29.839	2,4	80.304	42.242	70,6	3,4	
		Klärschlammverbrennung	1.897	0,2	1.897	1.897	100,0	0,2	
		Wasserkraft	3.706	0,3	14.683	14.287	25,9	1,1	
		Wind	2.525	0,2		124.787	2,0	10,0	
		<b>Summe</b>			<b>79.014</b>	<b>6,3</b>	<b>312.568</b>	<b>291.055</b>	<b>27,1</b>
Wärme	2.856.111	Solarthermie	12.378	0,4	369.678	25.993	47,6	0,9	
		Biogasnutzung	37.059	1,3	102.409	53.010	69,9	1,9	
		Klärschlammverbrennung	3.162	0,1	3.162	3.162	100,0	0,1	
		Geothermie	5.706	0,2	56.136	42.864	13,3	1,5	
		Holz	128.231	4,5	348.000	244.223	52,5	8,6	
		<b>Summe</b>			<b>186.535</b>	<b>6,5</b>	<b>879.385</b>	<b>369.252</b>	<b>50,5</b>

### 6.3 Szenario „Optimale Klimapolitik auf allen Ebenen“

Dieses Szenario beschreibt eine Entwicklung, bei der die Nutzung erneuerbarer Energiequellen bis 2020 über die „nutzbaren Potenziale bei realistischen Annahmen“ mehr oder weniger hinausgeht. Die Nutzung liegt dann meist im Bereich zwischen den ermittelten „nutzbaren Potenzialen bei realistischen Annahmen“ und den „theoretischen Potenzialen“.

Voraussetzung ist, dass auf Bundes- und Landesebene eine ehrgeizige Klimaschutzpolitik betrieben wird, die in der Region konsequent umgesetzt wird. Voraussetzung ist auch, dass die gesamtwirtschaftlichen Rahmenbedingungen günstig bleiben.

Dieses Szenario beschreibt das wahrscheinliche Maximum bei der Nutzung erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020.

Zur Ermittlung der möglicherweise erreichbaren Potenziale bei einer optimalen Klimapolitik auf allen Ebenen wurden folgende, engagierte Annahmen getroffen:

- Photovoltaik, Solarthermie, Biogasnutzung, Wind:  
Bei diesen Energiequellen wurde davon ausgegangen, dass durch eine optimale Klimapolitik mit entsprechenden Anreizen die in die Berechnung eingeflossenen Mobilisierungsfaktoren um 50 % zu erhöhen sind. Entsprechend können die Potenziale des Szenarios „Engagierte Klimapolitik“ in der Region um den Faktor 1,5 vergrößert werden.
- Bei den übrigen Energiequellen wird davon ausgegangen, dass eine zusätzliche Mobilisierung über das Maß des Szenarios „Engagierte Klimapolitik“ hinaus unwahrscheinlich ist, da die theoretischen Potenziale schon fast erreicht sind.

Tabelle 6.3-1: Zusammenfassung der Potenziale für Szenario „Optimale Klimapolitik auf allen Ebenen“

Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg									
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei optimaler Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020	
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]	
Strom	3.820.381	Photovoltaik	150.546	3,9	767.031	575.273	26,2	15,1	
		Biogasnutzung	109.081	2,9	300.659	195.852	55,7	5,1	
		Klärschlammverbrennung	7.566	0,2	7.566	7.566	100,0	0,2	
		Wasserkraft	40.552	1,1	70.143	60.951	66,5	1,6	
		Wind	43.845	1,1		573.057	7,7	15,0	
<b>Summe</b>			<b>351.590</b>	<b>9,2</b>	<b>1.145.399</b>	<b>1.412.699</b>	<b>24,9</b>	<b>37,0</b>	
Wärme	8.766.560	Solarthermie	41.009	0,5	1.314.674	129.179	31,7	1,5	
		Biogasnutzung	150.171	1,7	400.806	266.054	56,4	3,0	
		Klärschlammverbrennung	12.610	0,1	12.610	12.610	100,0	0,1	
		Geothermie	17.431	0,2	281.274	281.274	6,2	3,2	
		Holz	494.911	5,6	1.018.000	753.284	65,7	8,6	
<b>Summe</b>			<b>716.133</b>	<b>8,2</b>	<b>3.027.364</b>	<b>1.442.401</b>	<b>49,6</b>	<b>16,5</b>	

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Rottweil								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei optimaler Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.152.957	Photovoltaik	53.986	4,7	242.805	182.104	29,6	15,8
		Biogasnutzung	44.798	3,9	95.717	63.837	70,2	5,5
		Klärschlammverbrennung	3.209	0,3	3.209	3.209	100,0	0,3
		Wasserkraft	26.280	2,3	38.805	30.735	85,5	2,7
		Wind	22.833	2,0		172.944	13,2	15,0
<b>Summe</b>			<b>151.106</b>	<b>13,1</b>	<b>380.537</b>	<b>452.829</b>	<b>33,4</b>	<b>39,3</b>
Wärme	2.621.446	Solarthermie	15.383	0,6	416.163	48.456	31,7	1,8
		Biogasnutzung	51.549	2,0	119.181	78.192	65,9	3,0
		Klärschlammverbrennung	5.349	0,2	5.349	5.349	100,0	0,2
		Geothermie	4.764	0,2	94.494	94.494	5,0	3,6
		Holz	135.775	5,2	316.000	206.281	65,8	7,9
<b>Summe</b>			<b>212.820</b>	<b>8,1</b>	<b>951.187</b>	<b>432.772</b>	<b>49,2</b>	<b>16,5</b>

Schwarzwald-Baar-Kreis								
Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei optimaler Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020
	[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.419.551	Photovoltaik	55.513	3,9	308.541	231.406	24,0	16,3
		Biogasnutzung	34.444	2,4	124.638	78.774	43,7	5,5
		Klärschlammverbrennung	2.460	0,2	2.460	2.460	100,0	0,2
		Wasserkraft	10.566	0,7	16.655	15.929	66,3	1,1
		Wind	18.487	1,3		212.933	8,7	15,0
<b>Summe</b>			<b>121.470</b>	<b>8,6</b>	<b>452.294</b>	<b>541.501</b>	<b>22,4</b>	<b>38,1</b>
Wärme	3.289.003	Solarthermie	13.249	0,4	528.832	41.734	31,7	1,3
		Biogasnutzung	61.563	1,9	179.215	120.249	51,2	3,7
		Klärschlammverbrennung	4.100	0,1	4.100	4.100	100,0	0,1
		Geothermie	6.960	0,2	130.644	130.644	5,3	4,0
		Holz	230.905	7,0	354.000	302.780	76,3	9,2
<b>Summe</b>			<b>316.777</b>	<b>9,6</b>	<b>1.196.791</b>	<b>599.507</b>	<b>52,8</b>	<b>18,2</b>

inklusive Biogas-Powerfarm Tuningen (als zusätzliche Wärmequelle berücksichtigt)

Landkreis Tuttlingen									
	Energieform	Heutiger Gesamtenergieverbrauch	Erneuerbare Energiequelle (EE)	Aus EE aktuell erzeugte Energie	Heutiger Anteil am Energieverbrauch	Theoretisches Potenzial	Zukünftiges Potenzial bis 2020 bei optimaler Klimapolitik	Derzeitiger Erschließungsgrad des Potenzials	Zukünftiger Anteil am Energieverbrauch bis 2020
		[MWh/a]		[MWh/a]	[%]	[MWh/a]	[MWh/a]	[%]	[%]
Strom	1.247.872	Photovoltaik		41.047	3,3	215.684	161.763	25,4	13,0
		Biogasnutzung		29.839	2,4	80.304	53.241	56,0	4,3
		Klärschlammverbrennung		1.897	0,2	1.897	1.897	100,0	0,2
		Wasserkraft		3.706	0,3	14.683	14.287	25,9	1,1
		Wind		2.525	0,2		187.181	1,3	15,0
		<b>Summe</b>			<b>79.014</b>	<b>6,3</b>	<b>312.568</b>	<b>418.369</b>	<b>18,9</b>
Wärme	2.856.111	Solarthermie		12.378	0,4	369.678	38.989	31,7	1,4
		Biogasnutzung		37.059	1,3	102.409	67.614	54,8	2,4
		Klärschlammverbrennung		3.162	0,1	3.162	3.162	100,0	0,1
		Geothermie		5.706	0,2	56.136	56.136	10,2	2,0
		Holz		128.231	4,5	348.000	244.223	52,5	8,6
<b>Summe</b>			<b>186.535</b>	<b>6,5</b>	<b>879.385</b>	<b>410.124</b>	<b>45,5</b>	<b>14,4</b>	

## 7 Ökonomische Aspekte

### 7.1 Einsparpotenzialkurve für die Region

#### 7.1.1 Methodisches Vorgehen

Zur Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Einsparcurve für den Regionalverband, wurde davon ausgegangen, dass die in Kapitel 4 ermittelten, nutzbaren Potenziale der erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2020 vollständig erschlossen werden. Bei der Biomassenutzung wurde angenommen, dass sie in Biogasanlagen eingesetzt und nicht verbrannt wird.

Neben den in Kapitel 4 dargestellten nutzbaren Potenzialen wurde bei der Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Einsparcurve weiterhin ein Windkraftpotenzial von rund 380.000 MWh/a berücksichtigt. Dieses Potenzial entspricht – in Absprache mit dem Regionalverband – einem Anteil von 10% des heutigen Stromverbrauchs im Regionalverband (2010). Um dieses Potenzial zu erschließen wäre die Errichtung von rund 65 Windkraftanlagen der Leistungsklasse 3 MW notwendig.

Es wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Potenziale in einem weitgehend linearen Verlauf erschlossen werden, so dass bis auf die „Startphase“ in den Jahren 2010-2013, in jedem Jahr 11% der Potenziale erschlossen werden. Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungsfaktoren, d. h. die Angabe, wie viel CO<sub>2</sub> je Kilowattstunde erneuerbarer Energie vermieden wird, wurde aus [7.1-1] entnommen.

#### 7.1.2 Ergebnisse

Aus den genannten Annahmen ergibt sich folgender Verlauf der CO<sub>2</sub>-Einsparung.

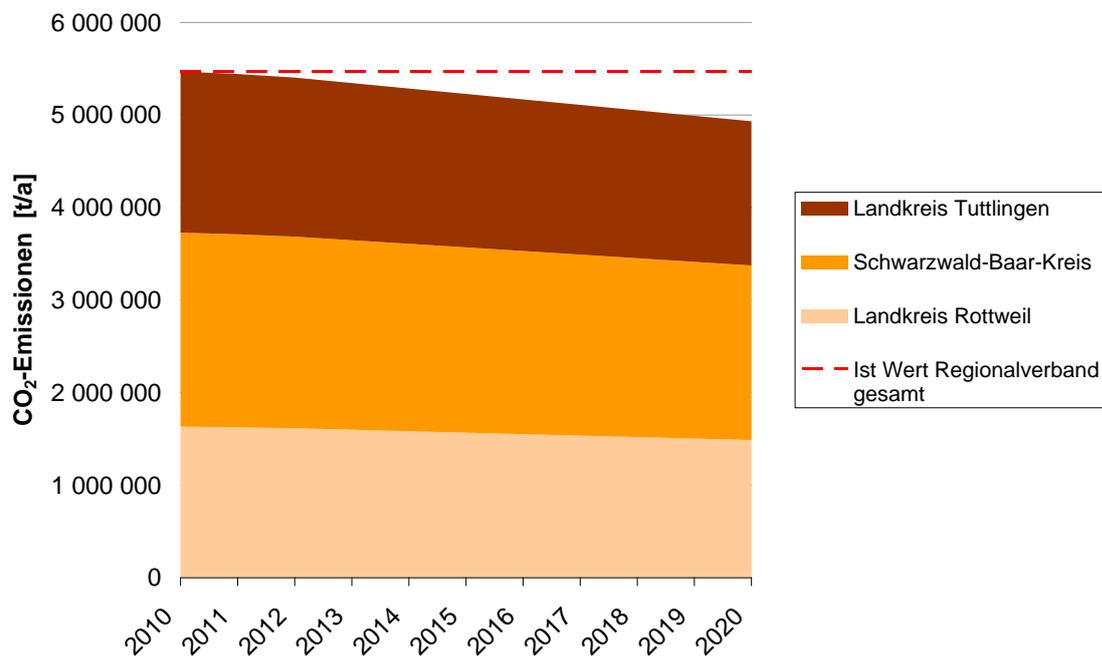


Abb. 7.1-1: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen der einzelnen Kreise bei vollständiger Erschließung der ermittelten nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien bis 2020

Tabelle 7.1-1: CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2010 und Minderungspotenziale bis 2020 in den Kreisen

Landkreis	CO <sub>2</sub> -Emissionen 2010	Minderung CO <sub>2</sub> -Emissionen bei vollständiger Erschließung der nutzbaren Potenziale bezogen auf 2010	
	[t/a]	[t/a]	[%]
Rottweil	1 632 736	145 050	9%
Schwarzwald-Baar-Kreis	2 095 499	209 060	10%
Tuttlingen	1 740 230	182 420	10%
<b>RV SBH</b>	<b>5 468 466</b>	<b>536 530</b>	<b>10%</b>

Die vollständige Erschließung der ermittelten nutzbaren Potenziale führt also zu einer Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um insgesamt 10% oder rund 535.000 t/a bezogen auf den Wert des Regionalverbands von 2010. Zur CO<sub>2</sub>-Einsparung tragen die Landkreise Rottweil und Tuttlingen jeweils etwa 30% bei, während der Schwarzwald-Baar-Kreis die verbleibenden 40% abdeckt.

Studien auf Bundesebene ([7.1-2], [7.1-3]) gehen im selben Zeitraum von einer Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen von ca. 20% aus. Allerdings werden in den Studien neben dem Ausbau der erneuerbaren Energien auch Maßnahmen im Bereich Energieeinsparung und Effizienzsteigerung berücksichtigt. Weiterhin berücksichtigen beide Studien den Sektor Verkehr, der in dieser Untersuchung für den Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg ebenfalls unberücksichtigt bleibt. Ausgehend davon kann ein Wert von 10% durchaus als plausibel eingestuft werden.

Die folgende Abbildung zeigt die CO<sub>2</sub>-Einsparkurve aufgeteilt auf die einzelnen Technologien. Es ist erkennbar, dass das Potenzial maßgeblich von Windkraft und Photovoltaik bestimmt wird. Diese beiden Technologien machen rund 70% des nutzbaren Potenzials bis 2020 aus.

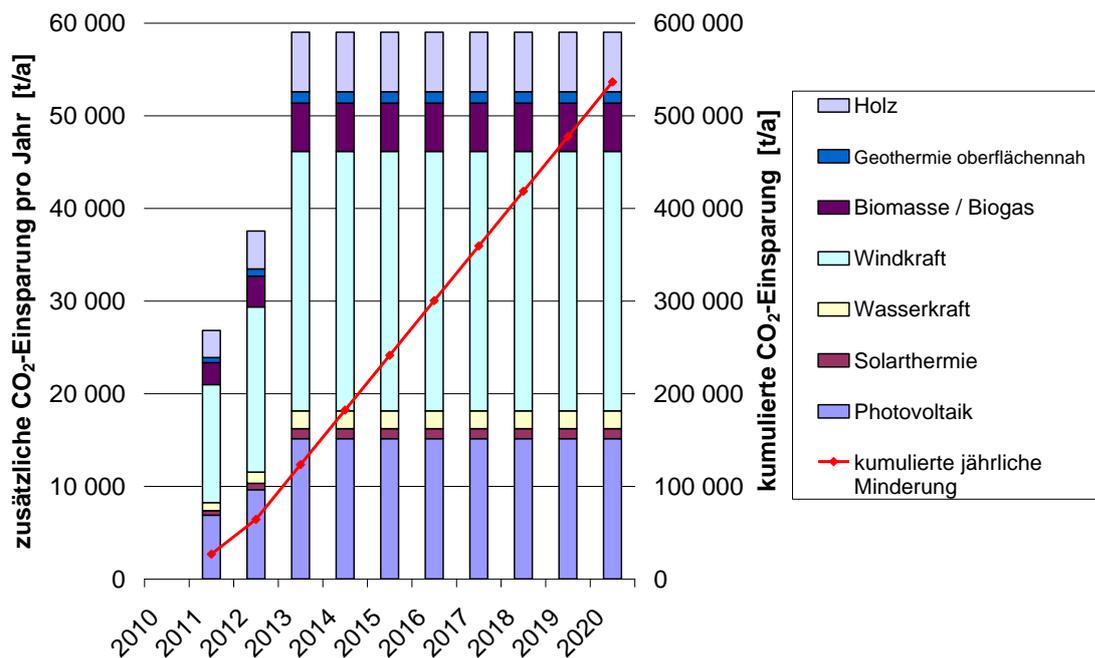


Abb. 7.1-2: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Einsparungen je Technologie bei vollständiger Erschließung der nutzbaren Potenziale an erneuerbaren Energien bis 2020.

Für die zusätzlichen Einsparungen pro Jahr (Balken) gilt die linke Achse, während die Linie für die kumulierte CO<sub>2</sub>-Einsparung (Linie) auf der rechten Achse abgetragen ist. Die Balken geben jeweils an, wie die CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bezug auf das Vorjahr vermindert werden. Die kumulierte CO<sub>2</sub>-Einsparung stellt die Summe der Balken dar und gibt an, um welchen Wert die jährliche Menge an CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bezug auf 2010 vermindert wird.

## 7.2 Spezifische und absolute CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten

### 7.2.1 Methodisches Vorgehen

Ausgehend von den in Kapitel 4 ermittelten nutzbaren Potenzialen der erneuerbaren Energien bis zum Jahre 2020 (einschließlich des Windkraftpotenzials gemäß Kap. 7.1.1) und dem damit verbundenen Ausbau der Kapazität bei den einzelnen Technologien wurden zunächst die notwendigen jährlichen Investitionskosten ermittelt. Dabei wurde auf spezifische Investitionskosten (Euro je Kilowatt elektrischer bzw. thermischer Leistung) aus der „Leitstudie 2010“ zurückgegriffen [7.1-2]. In dieser Studie werden nicht nur heutige Werte der spezifischen Investitionskosten genannt, sondern es werden auch Abschätzungen der zukünftigen Entwicklung dieser Kosten bezogen auf einzelne Technologien bis zum Jahre 2050 vorgenommen. Diese Kostangaben bilden die Grundlage für die Hochrechnungen in der vorliegenden Studie.

Die so ermittelten Investitionen sagen noch nichts über die Wirtschaftlichkeit der Technologien aus, liefern jedoch eine Abschätzung des Investitionsvolumens, das bewegt werden muss (und das Auswirkungen auf Beschäftigung und regionale Wertschöpfung hat), um die Potenziale zu erschließen.

Den Investitionskosten für die Erschließung der erneuerbaren Potenziale sind die Investitionskosten für die Instandhaltung bzw. den Ersatz entsprechender konventioneller Technologien gegenüberzustellen. Allerdings sind die entsprechenden Investitionen in starkem Maße abhängig von der vorhandenen Technologie und von der jeweiligen Erneuerungsrate. Beispielsweise müsste für den Bereich der Stromerzeugung abgeschätzt werden, welche Investitionen in die Instandhaltung und den eventuellen Ausbau konventioneller Kraftwerke für das Gebiet des Regionalverbands anfallen. Im Rahmen dieser Studie konnten diese komplexen Abschätzungen nicht erstellt werden. Deshalb wurden ausschließlich die Investitionskosten für die Erschließung der erneuerbaren Potenziale betrachtet.

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten werden in [7.2-1] wie folgt definiert:

*CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten beschreiben die Kosten, die für die Reduzierung einer bestimmten CO<sub>2</sub>-Menge gegenüber einer Referenztechnologie aufzubringen sind. Hierin sind jeweils die Investitions- und Betriebskosten sowie die verbrauchsgebundenen Kosten angegeben. Vermeidungskosten werden üblicherweise spezifisch in € pro t CO<sub>2</sub> angegeben.*

In Anlehnung an diese Definition werden die Vermeidungskosten für diese Untersuchung wie folgt definiert:

$$k_V = \frac{GK_{Tech} - GK_{Ref}}{e_{Ref} - e_{Tech}}$$

$k_V$	statische Vermeidungskosten einer Technologie in €/t
$GK_{Tech}$	spez. Gestehungskosten in €/kWh der Technologie nach [7.1-2] (netto)
$GK_{Ref}$	spez. Gestehungskosten in €/kWh der Referenz nach [7.1-2] (netto)
$e_{Tech}$	spez. Emissionen in t/kWh der Technologie
$e_{Ref}$	spez. Emissionen in t/kWh der Referenz nach (Die Differenz $e_{Ref} - e_{Tech}$ wurde je Technologie aus [7.1-1] entnommen)

Als Referenztechnologie wird für die Stromerzeugungs-Technologien der Strom- Erzeugermix in Deutschland angesetzt, für die Wärmeerzeugungs-Technologien wurde als Referenzsystem ein Gaskessel definiert. Die entsprechenden Gestehungskosten – sowohl für die erneuerbaren Technologien als auch für die Referenztechnologien - wurden auf Basis von [7.1-2] abgeschätzt – inklusive der Veränderung im Zeitraum 2010- 2020. Dabei handelt es sich um einen gesamtwirtschaftlichen Ansatz (ohne Berücksichtigung etwaiger Förderung). Die Differenz der spezifischen Emissionen wurde [7.1-1] entnommen. Die Basisdaten sind deutsche Durchschnittswerte.

Zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie liegt keine Quelle vor, die zu allen hier betrachteten Technologien aktuelle und zukünftige CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten darstellt. Weiterhin weisen die verfügbaren Quellen z. T. deutliche Unterschiede in der Methodik und den Randbedingungen auf. Daher wurde auf Grundlage der Quellen [7.1-1] und [7.1-2] eine eigene Abschätzung vorgenommen.

Zu CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten als Bewertungsgröße für die Effizienz von Klimaschutzmaßnahmen ist Folgendes anzumerken:

- Eine naheliegende Annahme wäre, dass eine Maßnahme umso besser zu bewerten ist, je niedriger die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten liegen. Allerdings gilt diese Annahme nur für positive Werte der Vermeidungskosten (die zu bewertende Technologie weist höhere Gestehungskosten auf als die Referenztechnologie).

Für den Fall negativer Vermeidungskosten (die zu bewertende Technologie weist geringere Gestehungskosten auf als die Referenztechnologie) trifft dies nicht zu. Denn je geringer die CO<sub>2</sub>-Einsparung bei gleicher (negativer) Kostendifferenz wird, desto größer wird die Höhe der negativen Vermeidungskosten. Somit würde eine Technologie, die kaum Einsparungen erreicht, aber geringere Gestehungskosten als die Referenztechnologie hat, z. B. sehr hohe negative Vermeidungskosten aufweisen.

- Eine Einschränkung der Aussagekraft der spezifischen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten ergibt sich dadurch, dass durch die Verhältnisbildung die absoluten Werte der CO<sub>2</sub>-Minderung und der Gestehungskosten nicht mehr ablesbar sind. Im Falle kleiner Einsparung an Emissionen führen selbst geringe Kostendifferenzen zu u.U. sehr hohen Vermeidungskosten. Im Falle kleiner Kostendifferenzen würden sich – egal welche Minderungseffekte bei den Emissionen erzielt würden - immer Vermeidungskosten von nahe Null ergeben. Allein auf Basis der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten kann daher kaum eine Minderungsstrategie abgeleitet werden.
- Die wirtschaftliche Bewertung ist stark vom Betrachter abhängig. Für diese Studie wurde eine gesamtwirtschaftliche Betrachtungsweise gewählt, die die Gestehungskosten ab Erzeuger ohne Förderung berücksichtigt. Aus der Sicht einer Kommune, eines Investors oder auch eines Endkunden, kann sich aufgrund der jeweils unterschiedlichen wirtschaftlichen Randbedingungen (z.B. bzgl. Bezugspreisen oder steuerlicher Einordnung) eine völlig andere Bewertung ergeben.
- Auch die Wahl des Referenzsystems hat maßgeblichen Einfluss auf das Ergebnis. Daher sind Angaben von CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten aus verschiedenen Quellen nicht ohne weiteres vergleichbar.

Die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten sind daher nur eingeschränkt für eine wirtschaftliche Bewertung der Einsparpotenziale geeignet. Daher wurde neben der Darstellung der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten eine weitere Auswertung erarbeitet, die Gestehungskosten und CO<sub>2</sub>-Einsparung gegenüberstellt (siehe folgendes Kap. 7.2.2).

7.2.2 Ergebnisse

Für die Investitionen zur Erschließung der nutzbaren Potenziale bis 2020 ergibt sich folgender Verlauf:

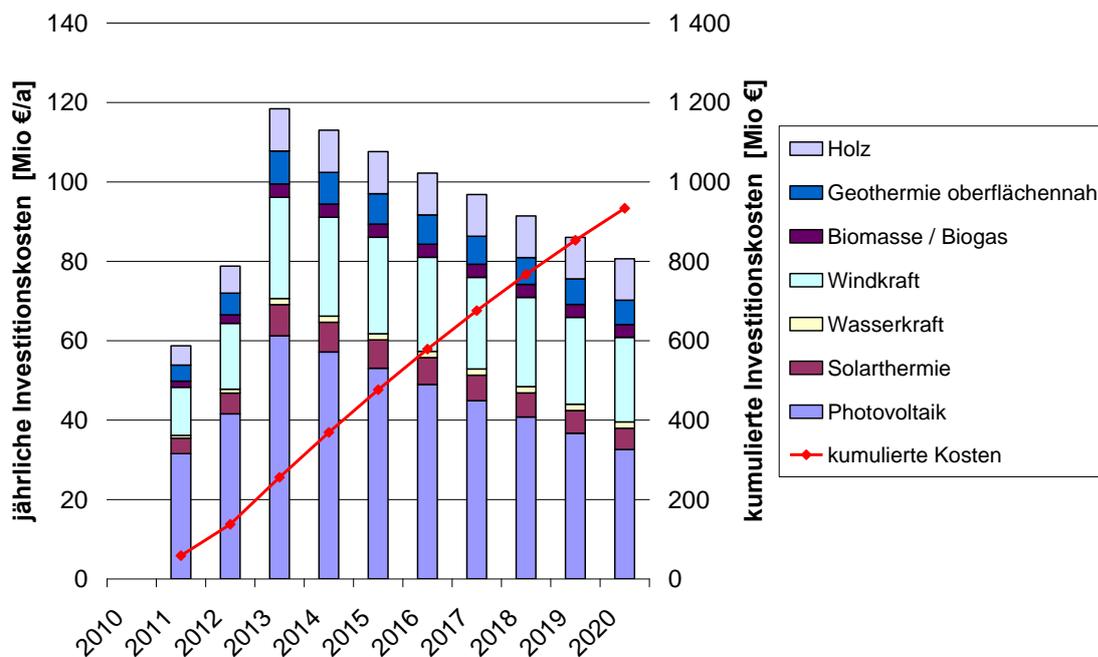


Abb. 7.2-1: Jährliche Investitionskosten (Balken, linke Achse) und kumulierte Investitionskosten (Linie, rechte Achse) für die Erschließung der nutzbaren Potenziale bis 2020 (alle Kosten netto)

Insgesamt ergibt sich bis 2020 ein Investitionsvolumen von rund 930 Millionen Euro. Bei den jährlichen Investitionen ergibt sich bis 2013 zunächst eine Zunahme auf rund 120 Mio. Euro, die sich mit einer Zunahme der Erschließungsrate der Potenziale begründet.

Die Erschließungsrate der Potenziale wurde ab 2013 mit 11% als konstant angenommen (jedes Jahr werden 11% des nutzbaren Potenzials erschlossen). Aufgrund der Abnahme der spezifischen Investitionskosten (vor allem bei Photovoltaik) sinken die jährlichen Investitionskosten bis 2020 auf einen Wert von rund 80 Mio. Euro.

Die Kosten werden maßgeblich (zu ca. 2/3) vom Ausbau der Photovoltaik und der Windkraft bestimmt.

Die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten wurden für die Jahre 2010 und 2020 ermittelt. Durch die Veränderung der jeweiligen Gestehungskosten gemäß „Leitstudie 2010“ [7.1-1] ergeben sich teilweise erhebliche Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Jahren.

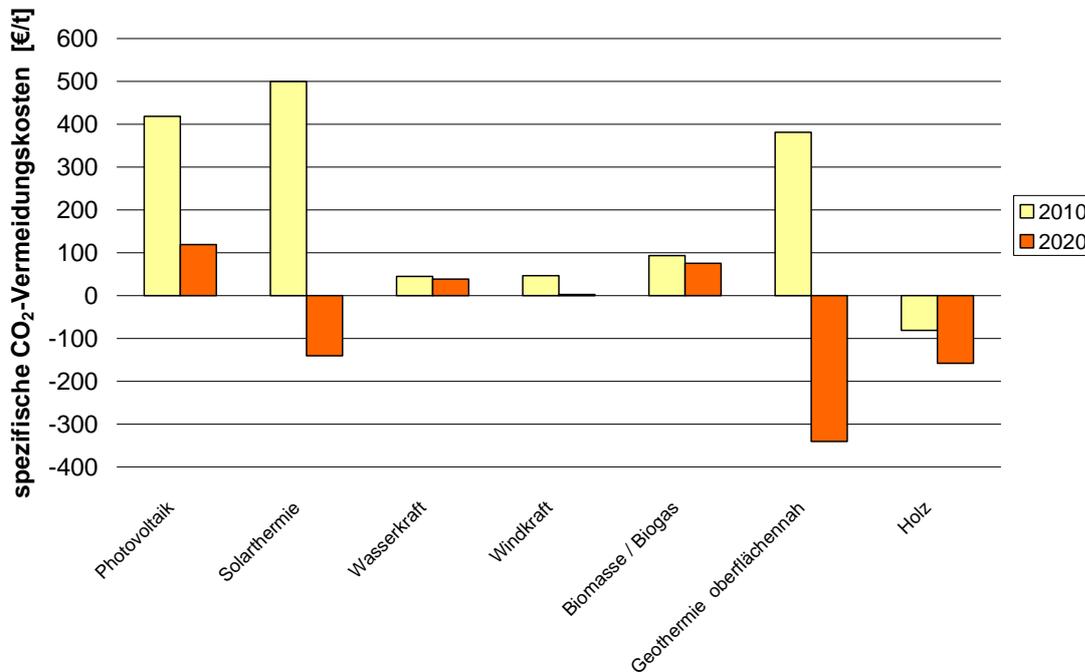


Abb. 7.2-2: Spezifische CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten für unterschiedliche Technologien für die Jahre 2010 und 2020 (alle Kosten netto). Der Wert für Windkraft liegt im Jahr 2020 bei 3 €/t und daher in der Darstellung nicht zu erkennen)

Es wird deutlich, dass die „Leitstudie 2010“ insbesondere bei Photovoltaik, Solarthermie und oberflächennaher Geothermie von erheblichen Senkungen der Gestehungskosten ausgeht, die sich in entsprechenden Veränderungen der CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten niederschlagen.

Negative CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten werden im Jahr 2020 von Solarthermie, oberflächennaher Geothermie und Holzfeuerungen erreicht. Das heißt, diese Technologien haben dann geringere Gestehungskosten als die jeweilige Referenztechnologie. Holzfeuerungen erreichen unter der im Rahmen dieser Untersuchung gemachten Annahme, dass ausschließlich Holzhackschnittelkessel ab einer thermischen Leistung von 25 kW zum Einsatz kommen, bereits heute negative CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten.

Bei der Stromerzeugung zeigen Wind- und Wasserkraft die geringsten CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten.

Wenn man der Logik folgt, dass vorrangig Technologien mit möglichst geringen CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten ausgebaut werden sollten, müssten somit die oben genannten Technologien im Zentrum einer Strategie stehen. Photovoltaik und Biomasse würden darin eine untergeordnete Rolle spielen.

Wie bereits in Kap. 7.2.1 erwähnt, sind die CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten als alleiniges Bewertungskriterium der Wirtschaftlichkeit von Technologien zur CO<sub>2</sub>-Einsparung ungeeignet. Daher wurde zusätzlich folgende Auswertung erstellt:

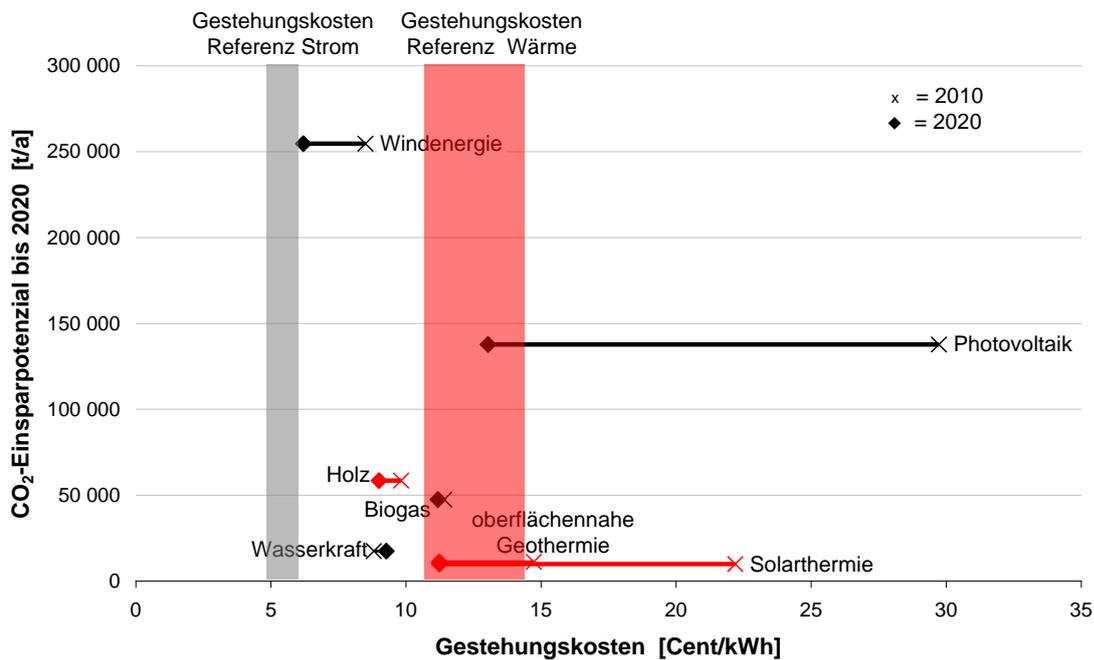


Abb. 7.2-3: CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial und Gestehungskosten (netto) verschiedener Technologien für die Jahre 2010 (x) und 2020 (◆)

Die schwarzen Linien stellen Technologien zur Stromerzeugung dar, die roten Linien solche zur Wärmeerzeugung. Je länger eine Linie ist, desto größer ist die erwartete Änderung der Gestehungskosten im Zeitraum von 2010 bis 2020.

Die Darstellung kann wie folgt interpretiert werden:

- Von volkswirtschaftlichem Interesse sind insbesondere solche Technologien, deren Gesteherungskosten im Zeitraum bis 2020 im Bereich der Gesteherungskosten der Referenztechnologie liegen oder sogar darunter. Das betrifft alle Technologien zur Wärmeerzeugung (Holz, oberflächennahe Geothermie und Solarthermie) und bei der Stromerzeugung die Windkraft. Allerdings muss an dieser Stelle noch einmal betont werden, dass es sich bei den hier dargestellten Gesteherungskosten um gesamtwirtschaftliche Zahlen handelt (ab Erzeuger, ohne Förderung).
- Wenn bestimmte Klimaschutzziele erreicht werden sollen, sind besonders solche Technologien von Interesse, die ein hohes CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial aufweisen. In der Darstellung sind dies Windkraft und Photovoltaik.

Eine Strategie zur Forcierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien sollte alle genannten Aspekte berücksichtigen. Welche Gewichtung die einzelnen Aspekte haben, hängt von der klimapolitischen Zielsetzung ab. Sollen die nutzbaren Potenziale bis 2020 vollständig erschlossen werden, stellt sich höchstens die Frage nach dem zeitlichen Ablauf. Soll allerdings nur ein Teil der Potenziale erschlossen werden, so kann eine Rangfolge nach Gesteherungskosten erstellt werden.

Ein Blick auf die Größe der CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale in Abbildung 7.2-3 zeigt, dass sich eine ambitionierte Klimaschutzpolitik im Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg auf jeden Fall mit dem Ausbau der Windkraft und der Photovoltaik auseinandersetzen muss, da die Einsparpotenziale dieser Technologien die anderen Potenziale weit übertreffen.

## **7.3 Kosteneinsparung durch Klimaschutzmaßnahmen**

### **7.3.1 Methodisches Vorgehen**

Der Einsatz erneuerbaren Energien führt zu einer Substitution von Strom und Wärme aus fossilen Erzeugern und damit zu einer Vermeidung von Umweltschäden aufgrund des Klimawandels und den daraus resultierenden externen Kosten.

In der Literatur wird zur Quantifizierung dieser Schadenskosten häufig der von Krewitt und Schlomann [7.3-1] empfohlene Wert von 70 €/t CO<sub>2</sub> verwendet. Dieser Wert wird auch in der vorliegenden Studie übernommen.

Anhand der Potenziale zur CO<sub>2</sub>-Einsparung bis 2020 können mit dieser Angabe die Einsparung an externen Kosten hochgerechnet werden.

### 7.3.2 Ergebnisse

Bis 2020 ergeben sich folgende vermiedene Schadenskosten:

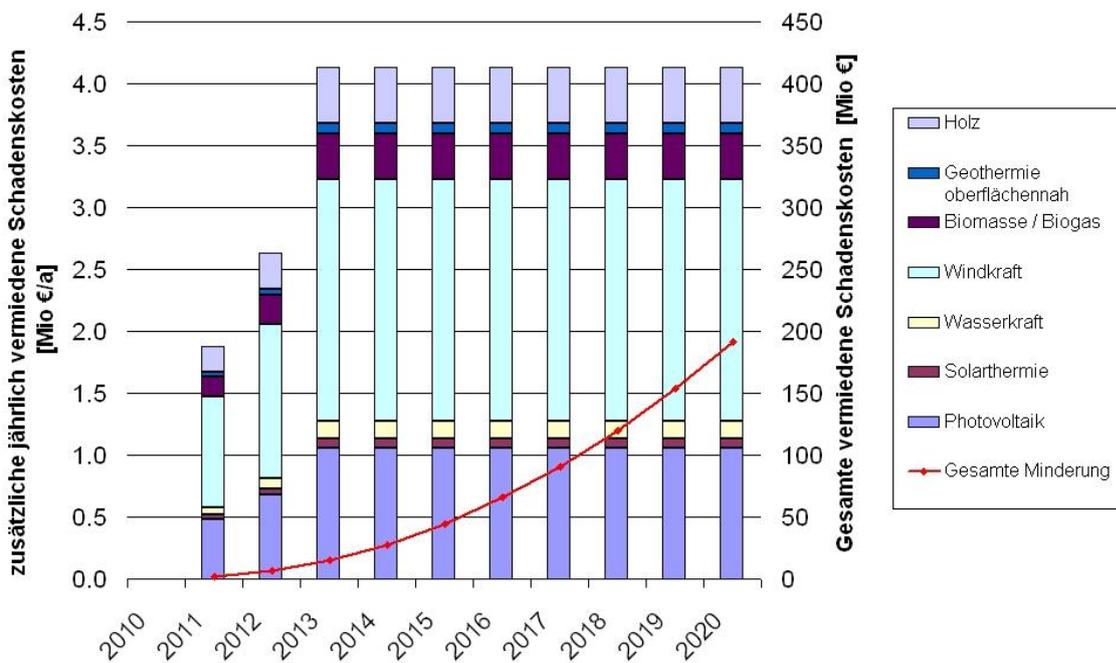


Abb. 7.3-1: Vermiedene jährliche Schadenskosten je Technologie (Balken, linke Achse) und gesamte vermiedene Schadenskosten (Linie, rechte Achse) für die Jahre 2010 und 2020 (alle Kosten netto)

Die Aufteilung der vermiedenen Schadenskosten auf die einzelnen Technologien entspricht in ihrem Verhältnis der Aufteilung der CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale.

Insgesamt können bis zum Jahr 2020 rund 190 Mio. Euro an externen Schadenskosten vermieden werden.

## 7.4 Regionale Wertschöpfung und Beschäftigungs-Aspekte

### 7.4.1 Methodisches Vorgehen

Regionalwirtschaftliche Aspekte der erneuerbare Energien werden hier anhand der regionalen Wertschöpfung bewertet. Die regionale Wertschöpfung wird in Anlehnung an Hirschl [7.4-1] definiert als die Summe aus den folgenden Bestandteilen, die in einer Kommune bzw. Region anfallen:

- erzielte Unternehmensgewinne
- verdiente Nettoeinkommen der Beschäftigten in der Region
- gezahlte Steuern

Aus [7.4-1] wurden für die Technologien der erneuerbaren Energien folgende Werte ermittelt:

Tabelle 7.4-1: Spezifische Werte für die regionale Wertschöpfung verschiedener erneuerbarer Energien nach [7.4-1].

Technologie	1	2	3	4
	Anteil der Investitionskosten, der zur regionalen Wertschöpfung beiträgt (einmalig)	Anteil der Investitionskosten (Spalte 1), der zur Nettobeschäftigung beiträgt	Regionale Wertschöpfung über den Anlagenbetrieb (jährlich)	Anteil des Anlagenbetriebs (Spalte 3), der zur Nettobeschäftigung beiträgt (jährlich)
	€/kW	€/kW	€/kW a	€/kW a
Wasserkraft	1 387	744	139	47
Windkraft	317	69	55	11
Photovoltaik	845	295	112	10
Biogas-Anlage	819	572	317	77
Holzfeuerung	249	179	20	15
Solarthermie	223	168	3	0
Oberflächennahe Geothermie	345	249	22	16

In Spalte 1 ist der Anteil der spezifischen Investitionskosten gezeugt, der zur regionalen Wertschöpfung beiträgt, der also nicht z.B. durch Einkauf von Materialien oder Dienstleistungen von außerhalb der Region abfließt. In Spalte 2 ist der Anteil der spezifischen Investitionskosten aufgeführt, der als Nettolohn bei den Beschäftigten in der Region verbleibt. In Spalte 3 und 4 sind die entsprechenden Werte für die regionale Wertschöpfung für die Betriebsphase aufgeführt, die jährlich anfallen.

Anhand der ermittelten nutzbaren Potenziale und der Ausbaupfade wurde mit Hilfe der spezifischen Werte die regionale Wertschöpfung für die einzelnen Technologien bestimmt. Weiterhin wurde der Anteil der regionalen Wertschöpfung ermittelt, der beschäftigungswirksam ist.

### 7.4.2 Ergebnisse

Für die regionale Wertschöpfung ergibt sich folgendes Ergebnis:

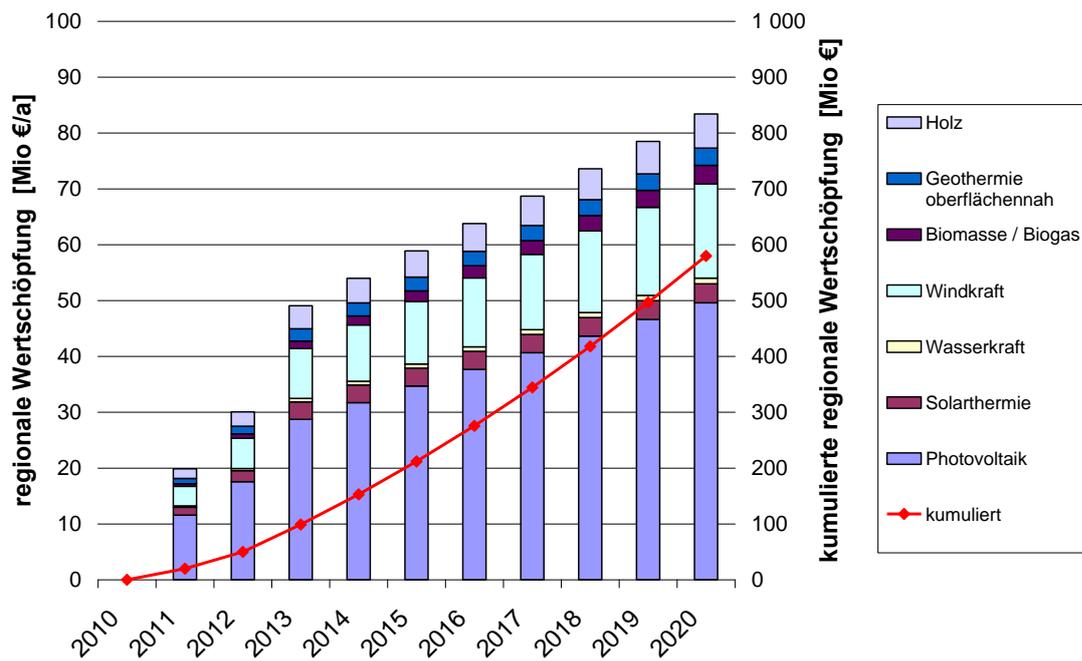


Abb. 7.4-1: Regionale Wertschöpfung je Technologie (Balken, linke Achse) für die Jahre 2010 und 2020 sowie kumulierte Wertschöpfung (Linie, rechte Achse) (alle Kosten netto)

Die Wertschöpfung steigt aufgrund des kontinuierlichen Zubaus der Anlagen über den betrachteten Zeitraum stetig an, da kontinuierlich investiert wird. Mit jeder neuen Anlage steigt auch die Wertschöpfung im Bereich des Anlagenbetriebs. Insgesamt ergibt sich bis zum Jahr 2020 eine kumulierte Wertschöpfung von rund 580 Mio. Euro bei Nutzung der in Kap. 4 ermittelten Potenziale (nutzbare Potenziale bei realistischen Annahmen).

Die maßgeblichen Anteile der Wertschöpfung entfallen auf Photovoltaik und Windkraft.

Wie die nächste Abbildung zeigt, entfällt etwa die Hälfte dieser Wertschöpfung auf den Bereich der Beschäftigung und ist somit wirksam für den Ausbau von Arbeitsplätzen.

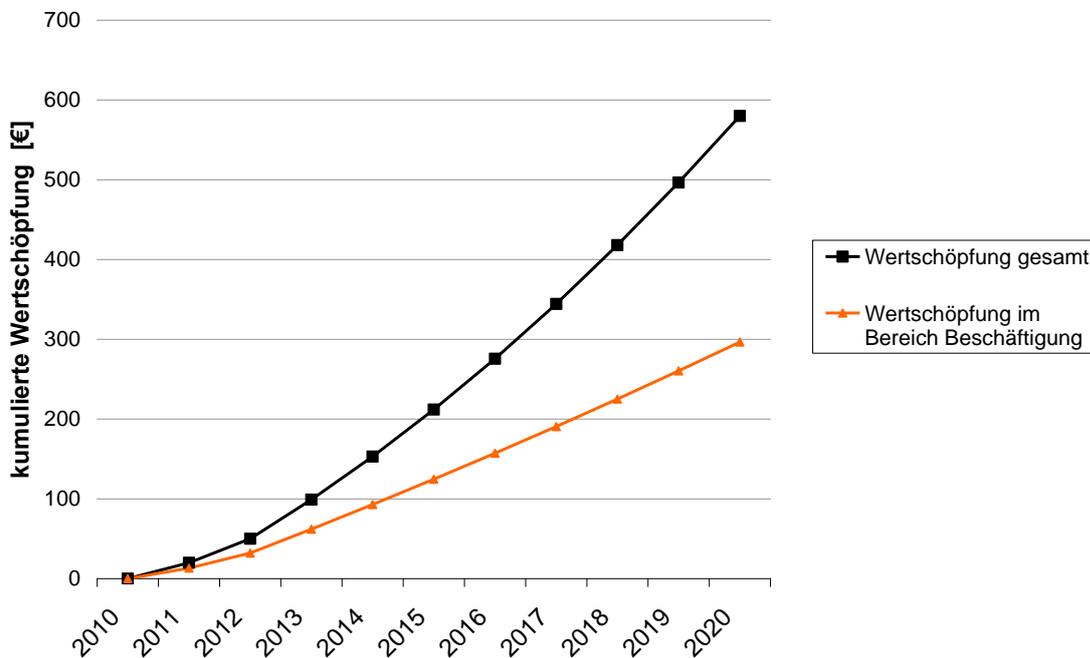


Abb. 7.4-2: Vergleich des gesamten kumulierten regionalen Wertschöpfung mit der Wertschöpfung im Bereich Beschäftigung (Nettoeinkommen).

Es ergibt sich ein Wert von knapp 300 Mio. Euro, der als Nettoeinkommen der Beschäftigten in die Wertschöpfung eingeht.

Im Jahr 2020 erreicht der beschäftigungswirksame Anteil der Wertschöpfung einen Wert von rund 36 Mio. Euro. Rechnet man mit einem durchschnittlichen Nettoeinkommen zwischen 25.000 und 35.000 Euro im Jahr, entstehen im Zeitraum 2010 bis 2020 ca. 1.000 – 1.500 neue Arbeitsplätze.



**8 Quellen**

- [2.1-1] ECOSPEED AG: <http://www.ecospeed.ch/>, 10.2011
- [2.1-2] <http://www.statistik-bw.de/>, 10.2011
- [2.4-1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und international Entwicklung: Juli 2011: <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/2720>
- [2.4-2] Umwelt Bundes Amt: Daten zur Umwelt: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeIdent=2842>
- [2.4-3] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Energiebericht 2010, <http://www.statistik-bw.de/Veroeffentl/806110003.pdf>
- [3.1-1] Das Integrierte Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP), Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, [http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale\\_klimapolitik/doc/44497.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/44497.php)
- [3.1-2] Kurzinformativ Klimaschutz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, <http://www.bmu.de/klimaschutz/kurzinformativ/doc/4021.php>
- [3.1-3] Kommunaler Klimaschutz - Möglichkeiten für Kommunen, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Januar 2011
- [3.1-4] Merkblatt Erstellung von Klimaschutzkonzepten, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 01.12.2010
- [3.1-5] Merkblatt Klimaschutztechnologien bei der Stromnutzung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 01.12.2010
- [3.2-1] Klimaschutzkonzept 2020PLUS Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft; <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/76162/>
- [3.4-1] Bundesnetzagentur: <http://www.bundesnetzagentur.de/cae/servlet/contentblob/88042/publicationFile/7830/UerbersichtStromnetzbetreiberpdf.pdf>, Stand: 25.7.2011

- [3.4-2] Netzgebietskarten der einzelnen Netzbetreiber:  
[www.enbw.de](http://www.enbw.de); [www.energiesdienst-netze.de](http://www.energiesdienst-netze.de)
- [3.4-3] [www.solaratlas.de](http://www.solaratlas.de), [www.biomasseatlas.de](http://www.biomasseatlas.de)
- [3.4-4] Förderreport der KfW, [http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Unternehmen/Erfolg/Erfolg\\_in\\_Zahlen/Foerderreport/index.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/KfW-Konzern/Unternehmen/Erfolg/Erfolg_in_Zahlen/Foerderreport/index.jsp)
- [3.4-5] Auswertung des Förderprogramms „Klimaschutz-Plus“ für das Förderjahr 2009, KEA Klimaschutz- und Energieagentur Baden-W. GmbH, Karlsruhe
- [3.4-6] E-Mails der KEA (Hr. Sawillion vom 21.11.2011 und Herr Maier vom 12.01.12)
- [4.1-1] EnBW Transportnetze AG: EEG Anlagendaten 2010
- [4.1-2] [http://www.fh-frankfurt.de/de/fachbereiche/fb1/ansprechpartnerinnen/professorinnen/klaerle/forschung/erneuerbar\\_komm.html](http://www.fh-frankfurt.de/de/fachbereiche/fb1/ansprechpartnerinnen/professorinnen/klaerle/forschung/erneuerbar_komm.html), 07.2011
- [4.1-3] <http://www.dwd.de/>, 07.2011
- [4.1-4] Valentin Software: PV\*Sol Expert 4.0
- [4.1-5] Solar Server <http://www.solarserver.de/wissen/lexikon/p/performance-ratio.html>, 02.08.2011
- [4.1-6] Geoinformationsdienst, Daten des AG, 07.2011
- [4.1-7] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Erneuerbare Energien in Zahlen, 1. Auflage, Juni 2010
- [4.1-8] [www.foederal-erneuerbar.de](http://www.foederal-erneuerbar.de), 11.2011
- [4.1-9] <http://www.energymap.info/>, 07.2011
- [4.2-1] Angaben des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Angaben des Bundesamtes per E-Mail nach Anfrage durch den Auftraggeber, 2010
- [4.2-2] Kaltschmitt. M.; Streicher W.; Wiese A.: Erneuerbare Energien, Springer, Berlin, Heidelberg, New York 2006.
- [4.2-3] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Struktur- und Regionaldatenbank - Umwelt, Verkehr und Energie. <http://www.statistik-bw.de/SRDB/home.asp?H=UmweltVerkehr&U=02&T=22503045&R=RV32>, 14.11.2011

- [4.2-4] Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V. - Informationsblatt Nr. 27, 2011
- [4.2-5] Daten des Geoinformationsdienstes (GIS), 2010
- [4.2-6] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg Infolyer EWärmeG, 2010
- [4.2-7] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/>, 15.06.2011
- [4.2-8] KLIWA-Berichte, Heft 5: Langzeitverhalten der Lufttemperatur in Baden-Württemberg und Bayern, [www.kliwa.de/download/KLIWAHeft5.pdf](http://www.kliwa.de/download/KLIWAHeft5.pdf), 14.11.2011
- [4.2-9] TU-Graz: Institut für Wärmetechnik. Sonnenenergienutzung, [http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/i3070/downloads/skripten/Sonnenenergienutzung/Teil5\\_Schwimmbad.pdf](http://portal.tugraz.at/portal/page/portal/Files/i3070/downloads/skripten/Sonnenenergienutzung/Teil5_Schwimmbad.pdf)
- [4.2-10] Witz, B.: Fachgerechte Planung und Ausführung von konventioneller und regenerativer Haustechnik, Forum Verlag 2011
- [4.3-1] Anlagendaten der EnBW zu erneuerbaren Energien, Stand 22.09.2011, [http://www.enbw.com/content/de/netznutzer/strom/erneuerbare\\_energien/anlagendaten\\_tng/anlagendaten\\_suche/index.jsp](http://www.enbw.com/content/de/netznutzer/strom/erneuerbare_energien/anlagendaten_tng/anlagendaten_suche/index.jsp)
- [4.3-2] EnergyMap EEG-Anlagenregister vom 26.06.2011 <http://www.energymap.info/download.html>.
- [4.3-3] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Teilauszug des Anlagenkatasters Wasserbau zu den Wasserkraftanlagen, Regelungsbauwerken und Sohlenbauwerken der Landkreise Rottweil, Tuttlingen und des Schwarzwald-Baar-Kreises Stuttgart, 27.06.2011.
- [4.3-4] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW): Abflusskennwerte in Baden-Württemberg, 2007.

- [4.3-5] Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr Baden-Württemberg: Ausbau der Wasserkraft bis 1.000 kW im Einzugsgebiet des Neckars unter Berücksichtigung ökologischer Bewirtschaftungsziele ohne Bundeswasserstraße Neckar (Neckar-Studie), März 2011.
- [4.3-6] Wurm, K.: Gewässergüteprojekt „Obere Donau“, (Donaustudie, Brig-Bregach Studie) Regierungspräsidien Freiburg und Tübingen, Fortschreibung, 13.10.2011.
- [4.3-7] Landratsamt Rottweil: Auszug aus dem Wasserbuch vom 17.12.2008 und ergänzende Angaben vom 19.10.2011.
- [4.3-8] Landratsamt Tuttlingen: telefonische Mitteilung zu Wasserkraftanlagen und Wasserrechten vom 19.07.2011.
- [4.3-9] Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis: Akteneinsicht Wasserbuch Altanlagen am 25.07.2011 und ergänzende Angaben zu Wasserkraftanlagen vom 10.08.2011.
- [4.3-10] Landratsamt Schwarzwald-Baar-Kreis: Neubaupotenzial und Ausbaupotenzial im Einzugsgebiet des Neckars (Neckar-Studie), 05.08.2011.
- [4.3-11] Regierungspräsidium Freiburg: Arbeitspläne zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), Teilbearbeitungsgebiete Oberer Neckar (TBG 40), Obere Donau (TBG 60), Kinzig/Schutter (TBG 32), Elz/Dreisam (TBG 31), Wutach (TBG 20), August 2011, <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1290314/index.htm>.
- [4.3-12] Wasserkrafterlass Baden-Württemberg: Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums, des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum und des Wirtschaftsministeriums zur gesamtökologischen Beurteilung der Wasserkraftnutzung, Kriterien für die Zulassung von Wasserkraftanlagen bis 1000 kW, GABl. 2007: 105.
- [4.4-1] Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg: Wärmepumpen-Empfehlungen für Planung, Ausführung und Betrieb von Wärmepumpen-Heizungsanlagen (April 2008)
- [4.4-2] Verein Deutscher Ingenieure: Thermische Nutzung des Untergrundes VDI-Richtlinie 4640 Blatt 1 (2010)
- [4.4-3] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2011) = Wohnungsneubau: [www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=ProdGew](http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/home.asp?H=ProdGew)

- [4.5-1] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: Statistische Berichte Baden-Württemberg, Artikel-Nr. 3651 10001, 2011
- [4.5-2] Kaltschmitt, M.: Energie aus Biomasse, Springer-Verlag 2009
- [4.5-3] Landwirtschaftlichen Zentrums für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg. E-Mail-Verkehr vom 13.10.2011
- [4.5-4] EnBW Transportnetze AG: EEG Anlagendaten 2010
- [4.5-5] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg: Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2010, Erste Abschätzung Stand Juni 2010
- [4.5-6] <http://www.powerfarm.eu/>, 09.11.2011
- [4.5-7] E-Mail-Verkehr mit dem Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg, Juli 2011
- [4.5-8] Regierungsbezirk Freiburg: 37. Leistungsvergleich 2010 Kommunale Kläranlagen, 2010
- [4.5-9] Regierungspräsidium Freiburg: EG-Wasserrichtlinie – Bericht zur Bestandsaufnahme, Teilbearbeitungsgebiete 20, 32, 40, 60
- [4.5-10] Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft – Abfallbilanz 2010
- [4.5-11] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/>, 15.06.2011
- [4.5-12] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Biogas Basisdaten Deutschland
- [4.5-13] Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft: Energetische Aspekte der Biogasproduktion, [www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/52\\_3.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/52_3.pdf), 22.10.2011
- [4.5-14] Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft: Grundlagen der Biogasproduktion, [www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/52\\_2.pdf](http://www.smul.sachsen.de/lfl/publikationen/download/52_2.pdf), 22.10.2011
- [4.5-15] Agrarstrukturdatenerhebung 2007
- [4.5-16] E-Mail-Verkehr mit dem Landwirtschaftsamt Rottweil vom 13.10.2011
- [4.5-17] Landtag von Baden-Württemberg Drucksache 14 / 4310 – Kleine Anfrage zur energetischen Verwertung von Speiseabfällen

- [4.5-18] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.,  
<http://www.ktbl.de/>, 13.10.2011
- [4.5-19] Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)
- [4.5-20] Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik, [www.lfl.bayern.de/ilb/](http://www.lfl.bayern.de/ilb/),  
26.10.2011
- [4.5-21] E-Mail-Verkehr mit dem Landwirtschaftsamt Schwarzwald-Baar-Kreis vom 26.09.2011
- [4.5-22] E-Mail-Verkehr mit dem Landwirtschaftsamt Tuttlingen vom 26.09.2011
- [4.5-23] Martin Bensmann; "Stroh vergolden"; erschienen im Organ des Bundesverbandes für Erneuerbare Energien 'neue energie' 03.2006, Seite 54 ff.
- [4.5-23] Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft: Aufbereitung und Verbrennung halmgutartiger Biomasse (Präsentation zur Enertec 2007)
- [4.5-24] Leible, L.: Bereitstellung und energetische Nutzung organischer Rest- und Abfallstoffe sowie Nebenprodukte als Einkommensalternative für die Land- und Forstwirtschaft - Möglichkeiten, Chancen und Ziele, 2003
- [4.5-25] IFEU: Nachhaltig nutzbares Getreidestroh in Deutschland: IFEU: Nachhaltig nutzbares Getreidestroh in Deutschland - Positionspapier, Heidelberg 2008
- [4.6-1] „Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse“, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden – Württemberg, 2006
- [4.6-2] „Wärmeatlas Baden-Württemberg, Erstellung eines Leitfadens und Umsetzung für Modelregionen“, Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung, 2008
- [4.6-3] „Verbrauchsgebundene Heizkosten für erneuerbare und konventionelle Energieträger im Vergleich“, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, 2010
- [4.6-4] „Waldenergieholzpotential in Baden-Württemberg“, Hepperle und Sauter, 2008

- [4.8-1] E-Mail der ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG, Hr, Hüneke, vom 28.11.11
  
- [7.1-1] „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007“, Umweltbundesamt, 2009
  
- [7.1-2] „Leitstudie 2010 - Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“, BMU, 2010
  
- [7.1-3] „Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050“, prognos AG und Öko-Institut e.V. im Auftrag des WWF, 2010
  
- [7.2-1] „CO2-Vermeidung in Deutschland – Teil I Methodik und Zusammenfassung“, Forschungsstelle der Energiewirtschaft e.V., 2009
  
- [7.3-1] „Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern“, Krewitt, Schlomann, DLR, Fraunhofer ISI., 2006
  
- [7.4-1] „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“, Hirschl, et. al., Agentur für Erneuerbare Energien (AEE), 2010

aufgestellt:



Dr. rer. nat. Michael Reinhard

Dipl.-Ing. Wolfgang Lebender

Sonderkapitel (erstellt vom Regionalverband)

## **Sonderkapitel 1 - Potenziale der Lageenergienutzung -**

Die hier dargestellten Untersuchungen und Potenziale erfolgten durch das Ingenieurbüro für Spezial-Kanaltechnik Hubert Mauz Dipl. Ing., Tannheimerstraße 1, 78166 Donaueschingen im Auftrag des Regionalverbandes.

Wie bei allen „alternativen“ Energieformen ist ein ökologischer Ansatz zu berücksichtigen und in die Wertung als ideeller Anteil anzusetzen. Dennoch sollte die wirtschaftliche Betrachtung nüchtern und realistisch erfolgen. Gesellschaftspolitische, nachhaltige und zukunftsorientierte Denkweisen können jedoch beides überlagern. Im Sinne des EEG ist Strom aus erneuerbaren Quellen - hier die genutzte Schwerkraftenergie, die in dieser Studie als Lageenergie bezeichnet wird - vorrangig zu nutzen.

Für das bewegte Relief der Region bietet sich neben der Betrachtung der Wasserkraftnutzung in den freien Fließgewässern die Befassung mit dem Potenzial der Lageenergie im Bereich der Siedlungswasserwirtschaft an. Für den Bereich der Trinkwasserversorgung gibt es die Nutzung dieses Potenzials bereits in größerer Zahl. Es kann hier auch ein Beispiel aus der Region genannt werden. Im Zuständigkeitsbereich der Stadtwerke Schramberg wird der Höhenunterschied zwischen zwei Hochbehältern mittels Pump-Umkehrturbine zur Energiegewinnung von rund 44.000 kWh/a genutzt. Diese Technik wird z. B. in der Schweiz, auch im Mittelland, als untersuchungswertes Potenzial betrachtet. In einer weitergehenden Betrachtung, das allerdings nicht Wasser als reines Energieträger-Medium bietet, könnten auch Abwässer unter bestimmten standörtlichen Voraussetzungen (Topographie/Gefälle, Abflussmenge, Leitungsnetz/-verzweigungen/-zuläufe, Leitungszustand, Leitungslängen) ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial aufweisen. Beispiele hierfür finden sich bei überregionaler Betrachtung. In Hofkirchen/Österreich wird mit einer Pelton-turbine und einem Speicherbecken von 150 cbm Volumen erfolgreich aus Abwasser Strom erzeugt. In Böhmenkirch, Landkreis Göppingen, gibt es ebenfalls eine Anwendung mit einer Pelton-turbine. In St. Gallen/Schweiz wird eine Pelton-Turbinenanlage betrieben, die seit 100 Jahren Strom aus Abwasser gewinnt. Die Anlage soll demnächst modernisiert werden um auf den neuesten energetisch-wirtschaftlichen Stand zu kommen. Ebenfalls in der Schweiz, im Hochgebirgsort Verbier, gibt es eine Anlage die wegen des großen Höhenunterschiedes und der komfortablen Abwassermenge eine Leistung von sogar 665 kW<sub>el.</sub> aufweist.

Auf Anregung der Fachbehörden wird im Folgenden auf das Potenzial der Lage-Energie im Bereich der Abwasserwirtschaft eingegangen, vor allem mit der Zielsetzung Kennwerte und Kennzahlen unter realistischen Annahmen für eine Einschätzung des Lageenergiepotenzials gewinnen zu können. Hierzu wird der Kanalsammler Schönwald-Triberg vom Gewinn Adelheid bis nach Triberg betrachtet.

### Vorgehensweise zur Potenzialermittlung

1. Ermittlung abwasserwirtschaftlicher Grunddaten
2. Ermittlung des physikalisch generierbaren Nutzungspotenzials in kW, hier **ca. 15-25 kW<sub>el.</sub>**
3. Ermittlung des nutzbaren Abflusses in Liter/sec, hier **ca. 18 l/s**

### Übersicht über die angenommenen hydroenergetischen Potenziale

Kanal - Dimension	[mm]	200
Sohlgefälle im Mittel	[‰]	97
Höhenunterschied	[m]	135
Trockenwetterabfluss Q <sub>min</sub>	[l/sec]	4
Fließgeschwindigkeit v bei Q <sub>min</sub>	[m/s]	1,975
Trockenwetterabfluss im Tagesmittel Q <sub>t</sub>	[l/s]	20
Trockenwetterabfluss um ca. 3.00 Qt	[l/s]	6 l/s
Trockenwetterabfluss um ca. 10.00 - 20.00 Qt	[l/s]	18 l/s
Fließgeschwindigkeit v bei Q <sub>mittel</sub>	[m/s]	3,02
Verfügbare Haltungslänge:	[m]	1300
Leistung theor.	[kW <sub>el.</sub> ]	22

4. Entwicklung und Grobplanung der Energiegewinnungsanlage

Im Gegensatz zur Nutzung einer Trinkwasserleitungen ist im Abwasserbereich eine Siebung und - so auch für den hier angenommenen Fall - der Leitungsneubau einer Druckleitung erforderlich, da die meisten Abwasserleitungen als drucklose Freispiegelleitungen mit Zwischenschächten konzipiert sind. Um nächtliche Absinken des Abwasserabflusses auf ca. 4 l/s über-

brücken zu können und um einen kontinuierlichen Zufluss und Druck auf die Turbine von ca. 18 l/s und 13,5 bar ganztägig aufrecht zu erhalten, ist eine Stauhaltung (Wasserschloss bzw. Speicherbecken) vorgesehen.

**Nach Untersuchung verschiedener Bauweisen favorisierte Variante:**

**Variante 2: HDPE DA 280; Becken oval; 1 Pelton-Turbine; "Adelheid" bis Schacht 399**

Bei dieser Variante wird eine neue HDPE-Rohrleitung mit einem Außendurchmesser von DA 280 mm/DI 220 mm (Dimensionierung gemäß Empfehlung des Turbinenherstellers), einer Druckstufe von 10 bar im oberen Bereich, einer Druckstufe von 16 bar im unteren Bereich, ein ovales Becken mit 210 cbm Volumen und einer Pelton-Turbine untersucht. In der folgenden Tabellen sind **die Anlagenkennwerte sowie Angaben zur Wirtschaftlichkeit dargestellt:**

Soll-Entzugsleistung der Energiegewinnung	[kW <sub>el.</sub> ]	22
Rohrleitung HDPE DA 280/ SDR 17 bis SDR 7,2		137.436 €
Rohrspeichervolumen	[cbm]	42
"Mall" Speicherbecken Oval 210	[cbm]	72.450 €
Aktives Speichervolumen (Becken u. Rohre)	[cbm]	222
erforderliche Bevorratung 23.00 - 5.00: 6 h	[cbm]	389
Aktiver Dauer- Zulauf während Nachsenke	[cbm]	130
Kabelbau	[€]	20.000 €
Siebanlage Feinsiebung 0,2 mm	[€]	70.000 €
Pelton-Turbine (PT)	[€]	65.000 €
Energiezentrale	[€]	50.000 €
Baukosten / Investition	[€]	414.886 €
Projektierung / Planung / Abwicklung	[€]	41.489 €
Gesamt - Baukosten / Investition	[€]	456.375 €
Zuschüsse:	[€]	1 €
Gesamt - Baukosten / Investition abzüglich Zuschüssen	[€]	456.374 €
Investition	[€/kW <sub>el.</sub> Nutzleistung]	20.809 €
<b>kwh pro Jahr bei 24 h/Tag</b>	<b>[kWh]</b>	<b>192.118</b>
Energieverbrauch Siebanlage an 365 Tagen	[kWh]	-10.512
Strom - Ertrag Netto / Jahr	[kWh]	181.606
<b>Jahresertrag Einspeisevergütung 0,127 €/kWh</b>	<b>[€]</b>	<b>23.064 €</b>
<b>Jahresertrag bei Selbstverbrauch 0,183 €/kWh</b>	<b>[€]</b>	<b>33.234 €</b>

Amortisation bei Einspeisung ohne Abschreibung	[Jahre]	20
Amortisation bei Selbstverbrauch ohne Abschreibung	[Jahre]	14
Wartungskosten/Jahr	[€]	2.500 €
Abschreibung/Jahr, linear; bei 60 Jahren	[€]	7.606 €
Amortisation bei Einspeisung incl. Wartung und Abschreibung	[Jahre]	<b>35</b>
Amortisation bei Selbstverbrauch incl. Wartung und Abschreibung	[Jahre]	<b>20</b>
<b>Vermeidbare CO<sub>2</sub> Emission / Reduktion jährlich</b>	<b>[kg/kWh]</b>	<b>19.069</b>
(Annahme 0,105 kg/kWh $\hat{=}$ CO <sub>2</sub> -Emission der Wärmepumpe)		

### Potenzial der Lageenergie für untersuchtes Beispiel

Für die oben entworfene Anlage entstünde ein Potenzial zur Energienutzung von ca. 182 MWh/a und damit verbunden eine Einsparung von 19 t CO<sub>2</sub>/a. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist der Eigenverbrauch des erzeugten Stroms der sich wesentlich auf die Amortisation auswirkt (35 bzw. 20 Jahre). Für die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit ist eine evtl. Förderung oder Bezuschussung nicht berücksichtigt worden.

### Vorschläge für weitere Untersuchungen zur Lageenergie

Hinsichtlich der erzeugten Strommenge macht das dargestellte Potenzial - verglichen mit den sonstigen Erneuerbaren-Energieträgern - einen kleinen Anteil aus, der regional betrachtet nicht ins Gewicht fällt. Die Befassung mit der Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung sind Pflichtaufgaben der Städte und Gemeinden und tritt damit an einigen Standorten in Kombination mit den dargestellten Standortpotenzialen auf und ist in der Betrachtung daher als regionalbedeutsam zu bewerten. Bei Standorten wie z. B. Blumberg-Achdorf, Sulgen-Schramberg, Gütenbach-Teichbach, Nägelesgraben/Rottweil und am Albtrauf bei Frittlingen dürften in der Region ähnliche Bedingungen angetroffen werden in denen ein Potenzial zur energetischen Nut-

zung des Abwassers untersuchungswert erscheint. In Zusammenarbeit mit den Landratsämtern könnten anhand der bestehenden Generalentwässerungspläne die Optionen gesichtet und bewertet werden.

Die Erhebung und Untersuchung von Abwasser- Lageenergiepotenzialen vor und nach Kläranlagen im Regionalverbandsgebiet sind nicht Teil der Betrachtung aber thematisch verwandt. Hier wäre eine Untersuchung in jedem Falle sinnvoll, da hier weniger Restriktionen vorhanden sind. Auch hier kann mit der Kläranlage in Balingen ein entsprechendes Praxisbeispiel genannt werden, wo jährlich 50.000-70.000 kWh Strom im Jahr erzeugt werden (Quelle [www.klaeranlage-balingen.de](http://www.klaeranlage-balingen.de)). Neben Kläranlagen die in Betrieb sind, kämen bei näherer Betrachtung evtl. auch stillgelegte Anlagen, beispielsweise auf der Albhochfläche in Frage.

Als Konsequenz für die Planung der Abwasserbewirtschaftung und Trinkwasserversorgung ist bezüglich der potenziellen Nutzung von Lageenergien - bei den entsprechenden Standortvoraussetzungen - in jedem Falle ein besonderes Gewicht beizumessen.

## **Sonderkapitel 2 - Potenzial „Energieholz-Anbauflächen“ im Wald unter Freileitungen -**

Ermittelt durch den Regionalverband Schwarzwald-Baar-Heuberg

Die Gewinnung von Energieholz kann im Rahmen der nachhaltig betriebenen Forstwirtschaft als Nebennutzung erfolgen oder durch den gezielten Anbau von kurzumtriebigen Gehölzen. Letztgenannte Option erfordert eine Vorhaltung von Anbauflächen um den Energieträger planmäßig ernten und damit auch kalkulierbar energetisch nutzen zu können. Wie beim Anbau von Biomasse kann der Anbau von Energieholz in Konkurrenz zu sonstigen Nutzungen und Freiraumfunktionen treten. Energieholzanbau wird bereits auf vormals landwirtschaftlich genutzten Flächen betrieben. Alternativ wäre aber auch der Anbau auf bereits bestockten Flächen denkbar, in denen ein regelmäßiger Eingriff in den Bestand ohnehin erforderlich ist und eine „niederwaldartige“ Bewirtschaftungsform u. U. bereits schon besteht. Unter dem Aspekt, dass diese vorgeprägten Flächen zur Energieholzproduktion vorrangig zu nutzen sind, um die übrigen, unbelasteten Freiräume zu schonen und die landwirtschaftlich nutzbare Flur zu erhalten, wird daher das Potenzial an Waldflächen ermittelt, die unter Freileitungen im Wald verlaufen. Die Potenzialflächen werden in einem Geographischen Informationssystem aus dem Verschnitt der Waldflächen mit „Tabu-Bereichen“ ermittelt. Unter „Tabu-Bereiche“ werden dabei die Flächennutzungen verstanden, in denen bereits im groben Maßstab gewichtigere Belange der Produktion von Energieholz erkennbar entgegenstehen.

Eingangsdaten:

Waldflächen, Freileitungen (ATKIS Basis-DLM), Naturschutzgebiete, FFH-Gebiete, Bann- und Schonwald, Besonders geschützte Biotop nach § 32 NatSchG und § 30 LWaldG, Wasserschutzgebiete (RIPS-Daten), Bodenschutzwald (GIS-Daten FVA).

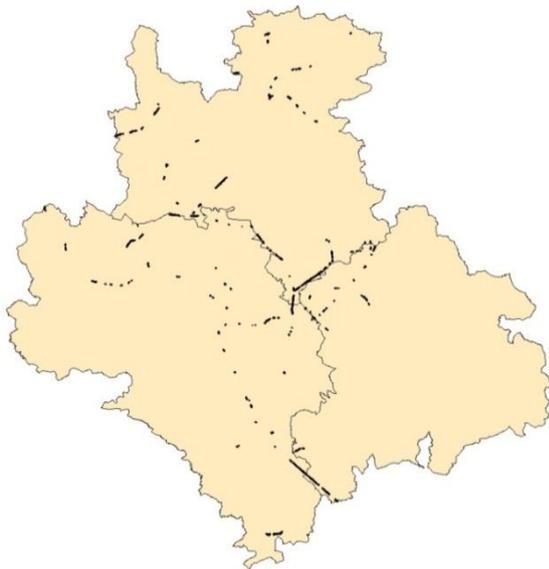
In einem zweiten Schritt erfolgt eine Abschätzung des energetischen Potenzials anhand von Kennwerten und bezogen auf die ermittelte Potenzialfläche.

### **Vorgehensweise zu Ermittlung der potenziell geeigneten Flächen**

Um potenziell geeignete Flächen für Energieholz-Anbau z. B. in Form von Kurzumtriebsplantagen (KUP) unter Freileitungen im Wald herauszufinden, wurde eine Analyse im Geographischen Informationssystem durchgeführt. Dazu wurden von allen Waldflächen die „Tabu-Bereiche“ abgezogen, die für eine KUP-Nutzung nicht in Frage kommen. Im linearen Verlauf

der Freileitungen wurde eine bandförmige Pufferzone von 30 Metern angenommen, in der eine mögliche Bepflanzung mit Energiehölzern in Frage kommt. Diese Pufferzone wurde nun mit der übrigen Waldfläche verschnitten, um die zur Energieholzgewinnung umzuwandelnden Waldflächen zu identifizieren. Um zu kleine Flächen auszuschließen, wurden nur die Flächen verwendet, die größer als 50 ar sind. Mittels des digitalen Orthophotos erfolgte eine Plausibilisierung der Daten. Abschließend ergibt sich eine Gesamtfläche von rd. 220 Hektar, wo der ökologische Eingriff durch die Vorprägung als gering eingestuft werden kann und somit der Anbau von Energiehölzern in Form von Kurzumtriebsplantagen (KUP) oder Niederwald potenziell möglich wäre. Je nach Gehölzwahl und Bewirtschaftungsform könnten diese Bereiche als weitere Funktion, neben der Energieholzgewinnung, der Biotopvernetzung (Biotopverbund) dienen.

### **Annahmen zur Ermittlung des energetischen Potenzials**



Wenn man annimmt, dass beim Anbau von Pappeln in den festgestellten Flächen pro Hektar und Jahr rund 11 Tonnen<sub>atro</sub> Energieholz gewonnen werden kann, ergibt das eine Gesamtmasse von 2.420 Tonnen. Der thermische Energiegehalt von einem Kilogramm Pappel liegt bei ca. 4 kWh/kg, was bei einer Menge von 2.420 Tonnen einen Gesamtenergiegehalt von 9.680 MWh/a Jahr ergibt. Geht man davon aus, dass in einem normalen Einfamilienhaus (kein Effizienzhaus) mittels Holzheizung der Wärmeverbrauch pro Quadratmeter 64 kWh/a beträgt, ergibt sich bei einem Haus mit 140 m<sup>2</sup>

Wohnraum ein Gesamtwärmeverbrauch von rund 8.960 kWh/a. Somit könnte man über die festgestellten 220 ha - wenn zur Gewinnung von Holz-Hackschnitzel genutzt - im Jahr den Wärmeverbrauch von ungefähr 1.080 Holzgeheizten Einfamilienhäusern decken.

### Sonderkapitel 3 - Potenziale der Windenergie -

Ermittelt und dargestellt durch den Regionalverband auf Grundlage der Planungen zur Fortschreibung des Regionalplans, Teilplan „Vorranggebiete für regionalbedeutsame Windkraftanlagen“.

#### Bestehende regionalbedeutsame Anlagen

In der Region bestehen derzeit 41 regionalbedeutsame und in Betrieb befindliche Windkraftanlagen (Anlagen mit Nabenhöhen über 50 Meter).

Tabelle: Windkraftanlagen in der Region

Naturraum	Gemeinde	Installierte Leistung [kW]	Anlagenanzahl
Mittlerer Schwarzwald	Schramberg, St. Georgen	9.100	5
Südöstlicher Schwarzwald	Schonach, Schönwald, Furtwangen, Gütenbach	12.050	11
Baar	Villingen-Schwenningen, Dauchingen, Hüfingen	3.850	4
Hegaualb	Geisingen	1.800	3
Heuberg	Renquishausen	2.000	4
Obere Gäue	Sulz am Neckar, Dornhan, Fluorn-Winzeln, Schramberg, Dunningen, Zimmern ob Rottweil	14.360	14
- Region -	Landkreise RW, SBK, TUT	43.160	41

Bei einem durchschnittlichen Jahresstromverbrauch für einen 4-Personenhaushalt von etwa 4.500 kWh (Quelle: Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke e.V., VDEW) hätten ca. 45 GWh/a, die in der Region durch Windkraft erzeugt werden, das theoretische Potenzial um 10.000 4-Personenhaushalte mit Strom zu versorgen.

Der Ausbau der Windenergienutzung durch regionalbedeutsame Windkraftanlagen orientiert sich bei der Standortsuche zunächst an der Windhöufigkeit als einem Kriterium bei der Prüfung von konkreten Standorten. Relevante Anhaltspunkte liefert der Windatlas Baden-Württemberg oder die Untersuchung bereits bestehender Windkraftstandorte mit Bestandsanlagen. Hier können Ertragsprognosen aus vorliegenden Daten und Erfahrungen und auch die vorhandene Infra-

struktur (Zuwegung, Einspeisetrasse und -netze) genutzt werden. Für konkrete Projektplanungen sind Windgutachten unerlässlich.

Unter der Annahme dass die Region Schwarzwald-Baar-Heuberg analog zum Land 10 % des Stromverbrauchs in der Region mit heimischer Windkraft deckt, wären hierzu in den Landkreisen Schwarzwald-Baar-Kreis, Tuttlingen und Rottweil insgesamt ca. 70-100 Anlagen erforderlich. Ein teilweiser Ersatz der bestehenden, älteren Anlagen (Repowering) - so dass alle Anlagen dem aktuellen Stand der Technik entsprechen - wird hier vorausgesetzt. Es werden die gleichen Parameter wie zur Erreichung des landespolitischen Ziels angenommen, wonach von 3 MW installierter Leistung pro Anlage mit einem Ertrag von 5,4 GWh/a ausgegangen wird (Landtag Baden-Württemberg, Drucksache 15/44).

### **Potenzielle Windnutzungsgebiete mit Vorrang für die Windkraftnutzung**

Auf regionalplanerischer Betrachtungsebene und nach Heranziehung dementsprechender Kriterien können Gebiete mit dem geringsten Konfliktpotenzial festgestellt und in Relation zur Erreichung des Deckungsgrades von 10% des regionalen Stromverbrauchs über regional vorhandene Windkraftstandorte gesetzt werden. Unter Berücksichtigung der Windhöufigkeit nach Windatlas Baden-Württemberg, naturschutzfachlichen Belangen, der Vorprägung und der Konzentrierung von Anlagen – um die wesentlichen Kriterien zu nennen – ist das Potenzial zur 10%-igen Deckung vorhanden. Es ergibt sich bei Betrachtung der Landkreise folgende Gewichtung:

Tabelle: Zusammenfassung der Windkraft-Potenziale in den Landkreisen

Landkreis	Potenzial an Anlagen, verteilt auf Konzentrationszonen	Deckung des Strombedarfs in % (fluktuativ) mit 145 Anlagen	Anlagenanzahl bei Deckung 10 %
Rottweil	45	21	22
Schwarzwald-Baar-Kreis	40	15	20
Tuttlingen	60	26	29
Region	145	62	71(-100)

Aufgrund der geplanten Änderung des Landesplanungsgesetzes gilt für Windkraftanlagen zunächst die Privilegierung nach § 35 BauGB. Eine raumordnerische Steuerung zur Konzentrierung von Windkraftanlagen kann abschließend nur über die Flächennutzungsplanung erfolgen. In der Folge sind Einzelstandorte außerhalb der regionalplanerischen Windnutzungsgebiete umsetzbar und damit auch zusätzliche Potenziale. Diese Potenziale können im regionalplanerischen Maßstab nicht erfasst werden und entziehen sich damit der hier vorgenommenen Betrachtungsweise.

### **Regionale Windkraft-Schwerpunkte - Beispiele Dornhan und Schramberg -**

Das Potenzial lässt sich anhand von Kennwerten überschlägig abschätzen und wird für zwei Naturräume der Region, in denen Anlagen bereits betrieben werden, dargestellt. Für konkrete Standortplanungen sind Windgutachten unerlässlich.

Die bestehende Windkraftanlage bei Dornhan im Oberen Gäu erzeugte laut Anlagendaten der EnBW von 2007-2009 durchschnittlich 2,5 GWh/Jahr und deckte damit den Jahresverbrauch von ca. 6.100 Menschen zu 5 % (angenommener Jahresverbrauch von 45 GWh). Ein Beispiel für die erweiterte Windenergienutzung kann ausgehend vom Ertrag der bestehenden Windkraftanlage veranschaulicht werden.

Durchschnittlicher Energieertrag der bestehenden Anlage + Ertragssteigerung von einem % pro Meter Höhenzunahme + 5 % Effizienzsteigerung durch verbesserte Anlagentechnik.

Durch die Ergänzung von zwei weiteren Anlagen neuester Technik mit 140 Nabenhöhe und unter den genannten Annahmen könnten diese drei Anlagen ca. 20 % (entspricht 9,3 GWh) des Jahresverbrauchs von ca. 6.100 Menschen (angenommener Jahresverbrauch von 45 GWh) decken.

Die bestehende Windkraftanlage auf der Gemarkung der Stadt Schramberg/Gewann Höldecke im Mittleren Schwarzwald erzeugt laut Anlagendaten der EnBW von 2007-2009 durchschnittlich 3,42 GWh/Jahr und deckte damit den Jahresverbrauch von ca. 12.240 Menschen zu 0,25 % (angenommener Jahresverbrauch von 137,5 GWh). Ein Beispiel für die erweiterte Windenergienutzung kann ausgehend vom Ertrag der bestehenden Windkraftanlage veranschaulicht werden.

Durchschnittlicher Energieertrag der bestehenden Anlage + Ertragssteigerung von einem % pro Meter Höhenzunahme + 5 % Effizienzsteigerung durch verbesserte Anlagentechnik.

Eine neu errichtete Anlage mit neuester Technik und 140 Nabenhöhe könnte unter den genannten Annahmen ca. 4 % (entspricht 4,85 GWh) des Jahresverbrauchs von ca. 21.240 Menschen (angenommener Jahresverbrauch von 137,5 GWh) erzeugen.

#### Sonderkapitel 4 - Betrachtungen zur Netzkapazität -

Eine verstärkte dezentrale Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromproduktion kann dazu führen, dass die bisherigen Stromnetze, die für eine Stromproduktion in zentralen Großanlagen ausgerichtet sind, an Kapazitätsgrenzen stoßen.

Um einen Eindruck zu gewinnen, inwieweit die Kapazitäten der bestehenden Stromnetze bereits heute durch die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien ausgeschöpft werden, wurden im Auftrag des Regionalverbandes durch die ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG für deren Übertragungsnetz Beispielsituationen zweier Gemeinden im ländlichen Raum auf Grundlage der Netzdaten zum 31.12.2010 betrachtet [4.8-1]. Der Verbrauch wurde aus der EDM-Bilanzierung (EDM = Energiedatenmanagement) zusammen mit den gemessenen Kunden ermittelt. Die Erzeugung wurde aus Referenzprofilen und gemessenen Photovoltaik-/Biogaserzeugern errechnet. Diese Zahlenbasis kann zwar nicht 100 % der tatsächlichen Netzsituation widerspiegeln, ist aber nach den Erfahrungen der ENRW ausreichend genau, um die Situation im Netz abschätzen zu können.

	Deißlingen	Locherhof (Teilort von Eschbronn)
Einwohnerzahl	ca. 6.000	ca. 2.000
Besonderheit	Großabnehmer (Großkunden - GK -) mit Gipswerk/Kunststoffspritzbetrieb	Hoher Anteil an PV- und Biogasanlagen

Zusätzlich wurden die Netzverhältnisse in jeder Ortschaft bei Spitzenlast und Spitzenerzeugung ermittelt.

Ist-Situation:

Da die erneuerbaren Energieerzeuger in den ländlich schwach dimensionierten Netzen den stärksten Zuwachs haben und zusätzlich dort der geringste Energiebedarf vorhanden ist, sind die Maßnahmen zum Netzausbau im ländlichen Bereich besonders groß. Die ENRW realisiert in den kommenden beiden Jahren den Neubau eines 110/20 kV Umspannwerkes für mehrere Mio. € um den weiteren Erzeugern westlich von Rottweil die Einspeisung in die Netze technisch

wieder möglich zu machen. Momentan können in diesem Netzbereich keine weiteren, großen Erzeuger mehr hinzugenommen werden.

Der Zubau von PV-Anlagen im Versorgungsgebiet der ENRW war 2012 im Bundesdurchschnitt mit 7,5 MW doppelt so hoch wie schon der Rekordzuwachs 2010. Auch 2011 lag der Zubau mit 3,9 MW über dem Durchschnitt. Bei einer maximalen Netzlast von 42 MW (Februar 2012) beträgt der Anteil an Erzeugungsleistung aus Photovoltaik im Netz 19 MW. Dazu kommen noch Biogasverstromung, Windkraft, Wasserkraft und BHKW Anlagen als weitere dezentrale Erzeuger mit dazu. Damit befindet sich der Anteil der dezentralen Energieerzeuger deutlich von 50 % auf 66 % der Gesamtleistung.

#### Strombezug und -lieferung für das Jahr 2010

Grüne Ganglinie = gelieferte Energie aus erneuerbaren Energieträgern

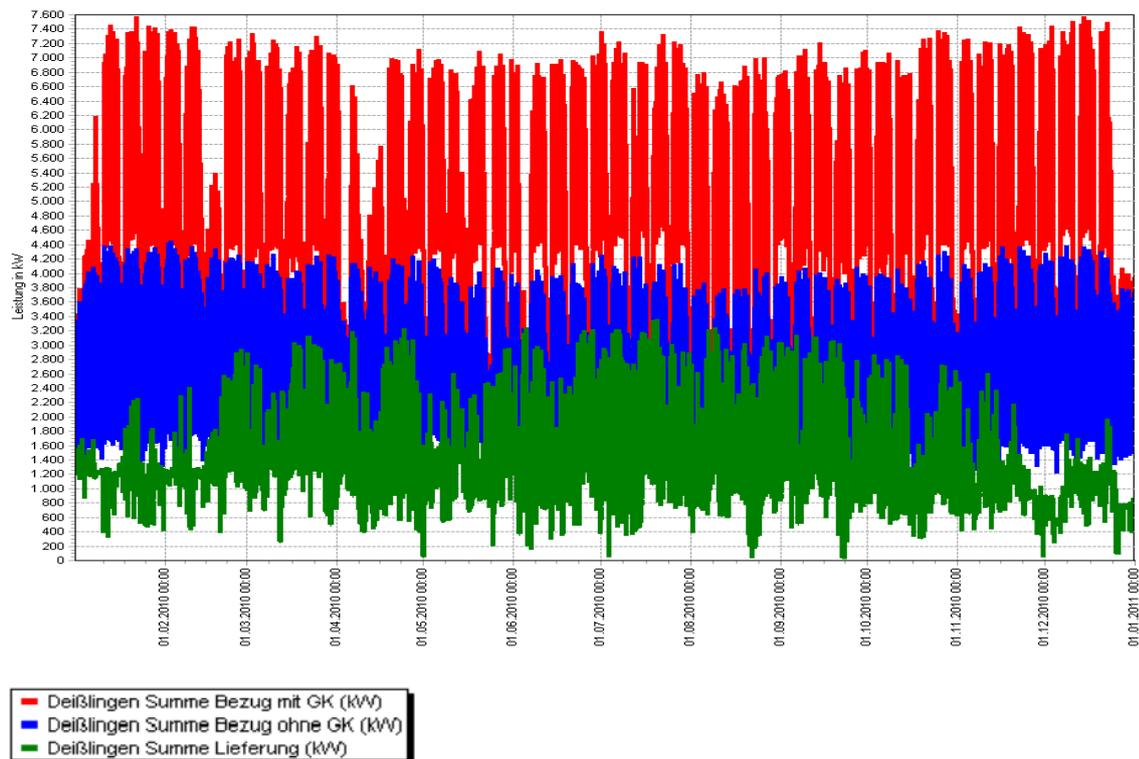


Abb. 4.-1: Gemeinde Deißlingen: Strombezug und -lieferung für das Jahr 2010

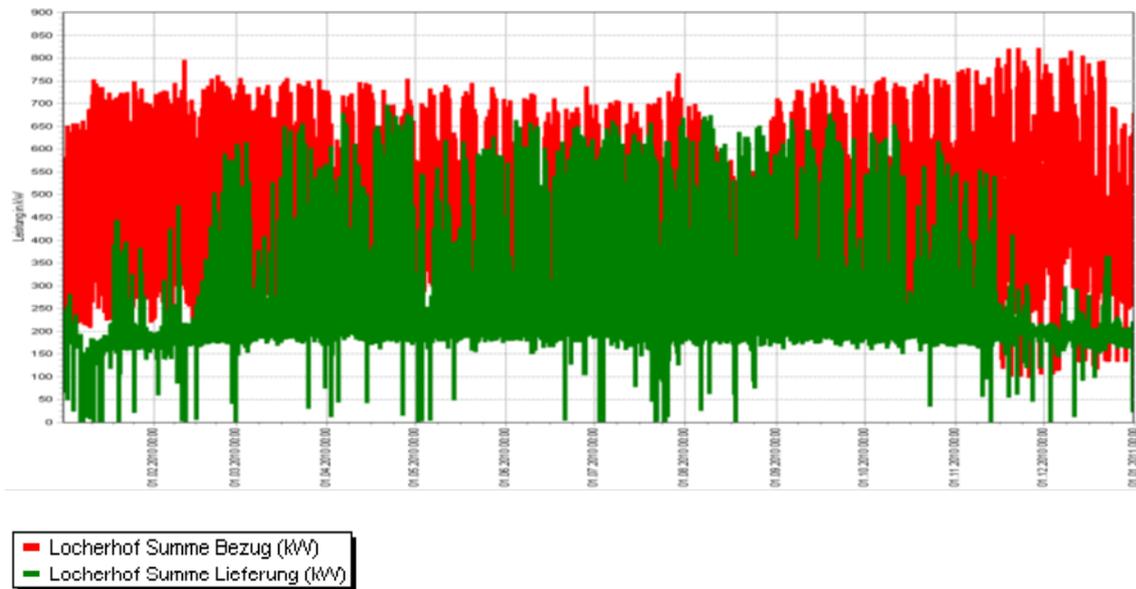


Abb. 4.-2: Eschbronn-Locherhof: Strombezug und -lieferung für das Jahr 2010

Die in den Schaubildern dargestellten Erzeugungs- und Verbrauchssituationen sind Beispiele, wie in den Netzen der ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG die wachsende Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger bereits die Energieflussrichtung komplett umgedreht hat. Am Wochenende oder an Feiertagen speisen die ländlichen Gebiete schon regelmäßig auf die 110 kV-Transportebene zurück. Der Anteil der EEG-Einspeisungen liegt dann über 100 % - die Lieferung von EE-Strom aus dem Versorgungsbereich ist größer als der Bezug von Strom für das Versorgungsgebiet. Damit entsteht u. U. ein Ausbaubedarf der ursprünglich als Verteiler konzipierten Netze, um den erzeugten EE-Strom „hochspeisen“ und auf die Transportebene „rücktransportieren“ zu können. Erfolgt dies nicht, wird der gelieferte EE-Strom abgeregelt, beispielsweise Photovoltaik-Strom an „lastschwachen“ Tagen mit entsprechendem Strahlungsangebot. Dieser Effekt wird mit dem Anschluss jeder neuen Anlage noch verstärkt, da eine Lastzunahme in den bestehenden Netzen aufgrund effizienterer Elektrogeräte und stagnierender – oder im ländlichen Raum gar zurückgehender – Stromverbraucherzahl nicht mehr stattfindet. Aufgrund des laufenden Ausbaus wird der Abstand zwischen der regionalen Erzeugung und dem regionalen Bedarf immer geringer und es ist mit einer verstärkten Rückspeisung in die Transportebene der Übertragungsnetzbetreiber zu rechnen.

Von der ENRW wurden folgende Grafiken zur Verfügung gestellt, die diese Aussagen veranschaulichen:

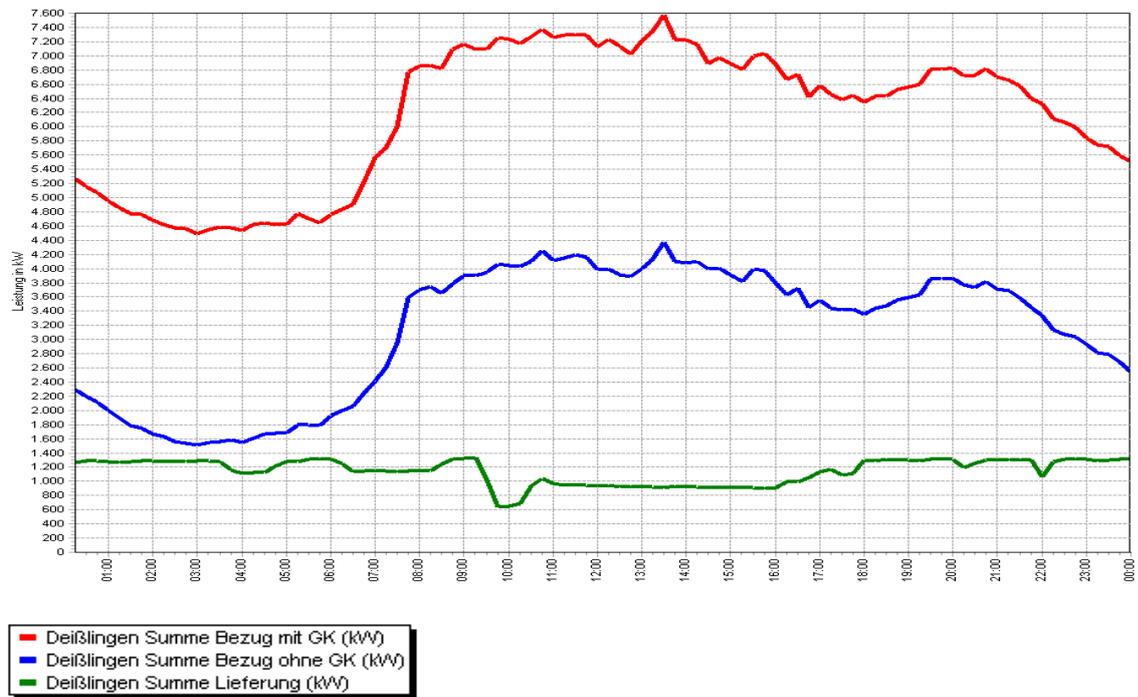


Abb. 4.-3: Gemeinde Deißlingen: Maximum Strombezug mit Großkunden Dienstag, den 14. Dezember 2010

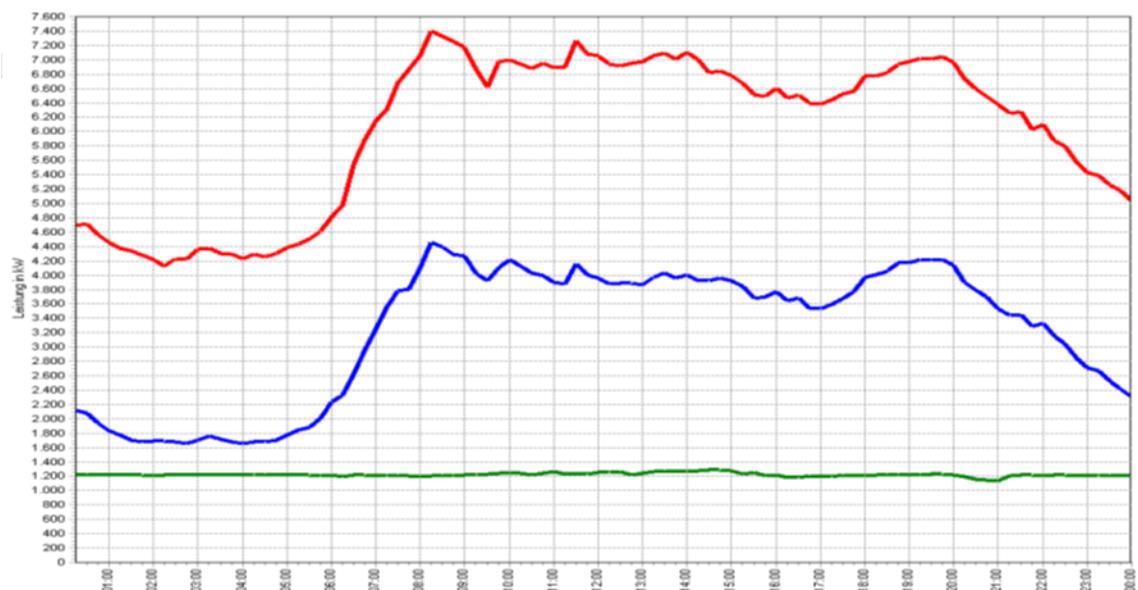




Abb. 4.-4: Gemeinde Deißlingen: Maximum Strombezug ohne Großkunden Dienstag, den 3. Februar 2010

Selbst größere Gemeinden mit größeren Gewerbebetrieben, haben wochentags bei entsprechender Strahlungsintensität schon Deckungsraten von ca. 25 % durch Strom aus erneuerbaren Energien.

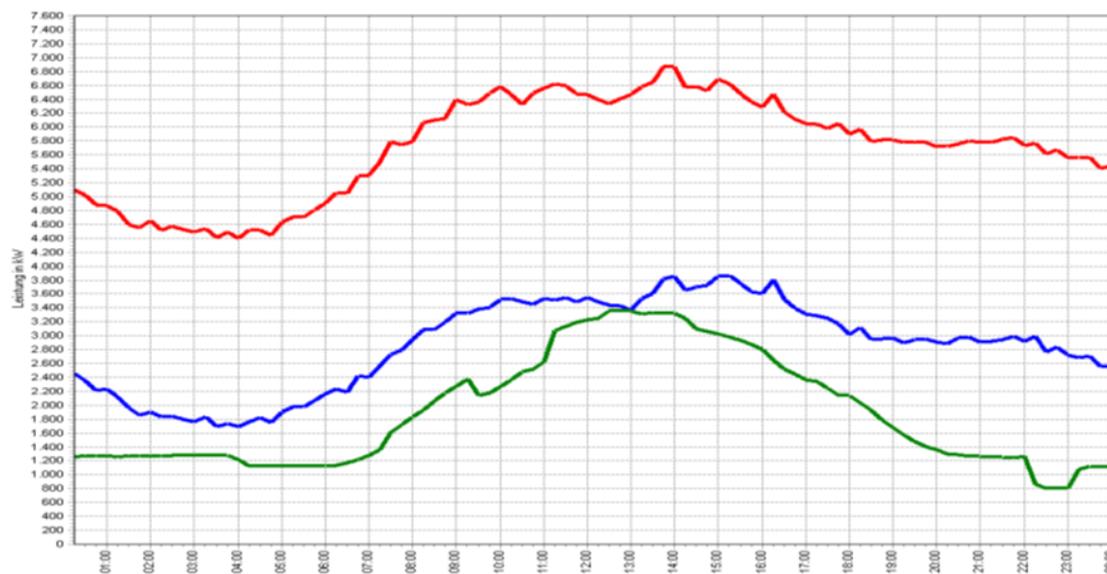


Abb. 4.-5: Gemeinde Deißlingen: Maximum Stromeinspeisung Dienstag, den 20. Juli 2010  
Aufgrund der Photovoltaik-Erzeugung folgt der Anteil der Erneuerbaren dem Tageslastgang des Versorgungsbereichs. Der Anteil der Photovoltaik an der gesamt geleisteten Arbeit ist aufgrund der geringeren Benutzungsstunden von ca. 1000 h/a natürlich deutlich geringer

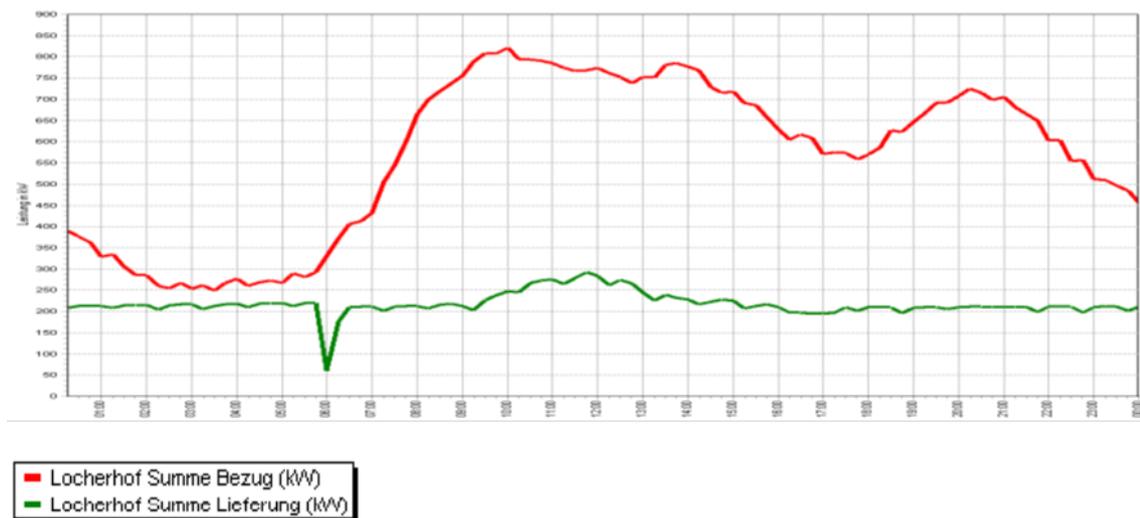


Abb. 4.-6: Eschbronn-Locherhof: Maximum Strombezug Montag, den 22. November 2010

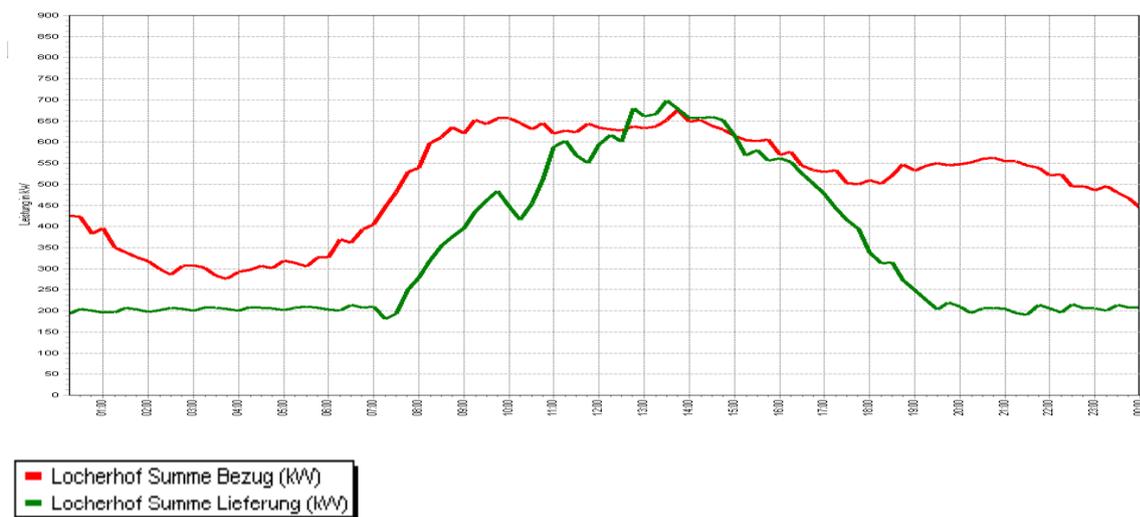
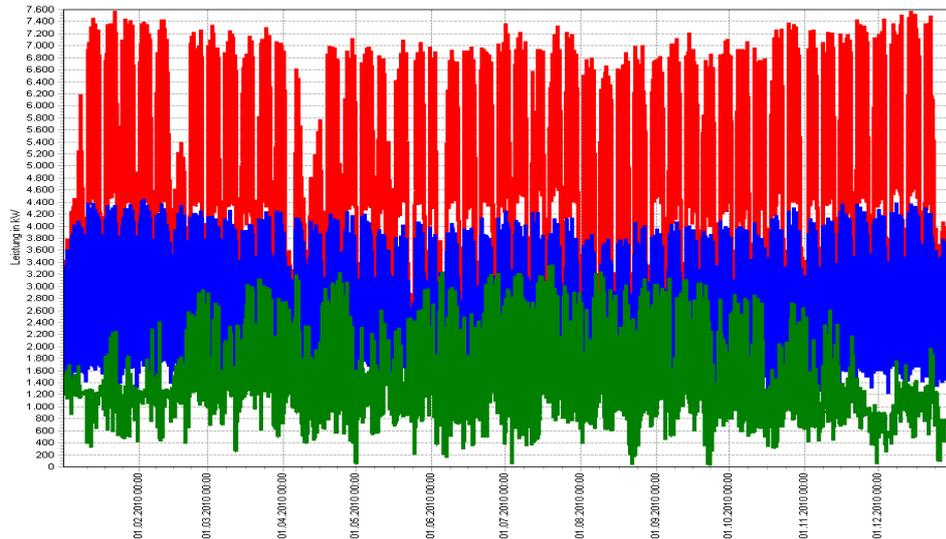


Abb. 4.-7: Eschbronn-Locherhof: Maximum Stromlieferung Mittwoch, den 21. April 2010

Der Anteil der EEG-Erzeugung ist wochentags in kleinen, ländlich strukturierten Gemeinden bereits in 2010 im Bereich von 50 %. Selbst beim maximalen Bezug reicht der Strom aus erneuerbaren Energien schon aus, um in der Mittagszeit in der Summe den Bedarf kleiner Ortschaften zu decken.

### Sonderkapitel Verfügbarkeit der Erneuerbaren Energieträger im Vergleich



Summenbezug und Lieferung für das Jahr 2010 für die Gemeinde Deißlingen, Angabe der ENRW Energieversorgung Rottweil GmbH & Co. KG im Zeitraum vom 01.02.2010 bis 01.01.2011: Summe Bezug ohne Großkunden = 24.114 MWh/a, mit Großkunden = 40.387 MWh/a, Summe der Einspeisung durch EE = 11.118 MWh/a

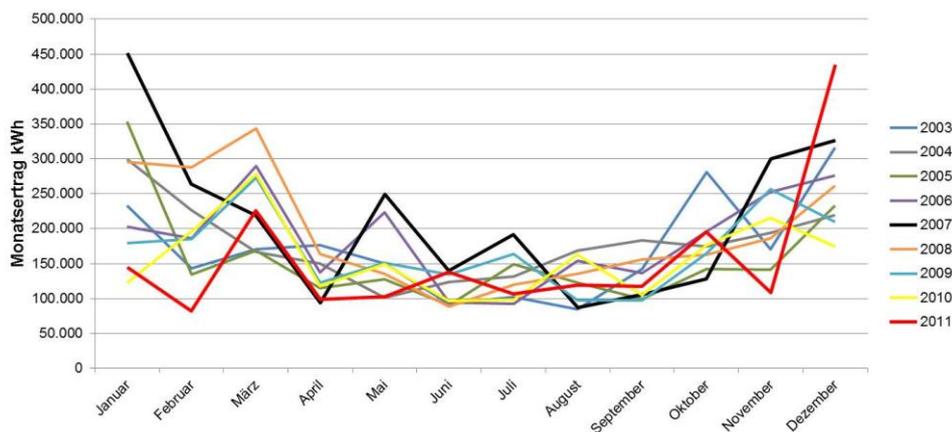


Abb. 4-8: Monatserträge einer Windkraftanlage im Mittleren Schwarzwald im Jahresverlauf

Summe der Einspeisung 2010 = 1.894 MWh/a (Enercon E-66, 1,8 MWp)

Prognostizierter Windertrag für 3-MW-Anlage mit 1.800 Volllaststunden = 5.400 MWh/a

Der Vergleich der Erneuerbaren-Energieträger zeigt die unterschiedliche Verfügbarkeit über das Jahr, abhängig von Strahlungsangebot und Tageslänge bzw. Windhäufigkeit und Verteilung. Die jeweiligen Energieerzeugungsspitzen der fluktuativen Energien Sonnenenergie sind bei Betrachtung des Jahresverlaufs gegenläufig.