

# Potenzialanalyse Erneuerbare Energien für die Gemeinde Ebhausen

---

Untersuchung zur Ermittlung  
der Potentiale für Projekte  
im Bereich der Erneuerbaren Energien für die Gemeinde  
Ebhausen

- Abschlussbericht -



**Freiburg im Juli 2011**

**Autoren-Team:**  
Daniel Krauss  
Frank Lempert  
Rolf Pfeifer  
Sven Fricker  
Benjamin Köhler

**endura kommunal GmbH**  
Emmy-Noether-Str. 2  
D – 79110 Freiburg  
Tel.: 0761-38690980  
Fax: 0761-38690989  
info@endura-kommunal.de

[www.endura-kommunal.de](http://www.endura-kommunal.de)



## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Vorwort .....	3
Zusammenfassung .....	4
A – Bestandsanalyse .....	9
Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz Gemeinde Ebhausen .....	9
Erneuerbare Energien bei der Strom- und Wärmenutzung .....	13
B – Potenziale & Projekte .....	17
Windkraft .....	17
Wärme .....	23
Solarenergie .....	35
Biogas .....	39
Feste Biomasse .....	51
Wasserkraft .....	54
Geothermie .....	63
Weitere Projektideen .....	68
C – Bewertung & Planung .....	75
Projektbewertung .....	75
Betreibermodelle .....	81
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis .....	84
Abbildungen .....	84
Tabellen .....	85

Anhang in separatem Dokument

## Vorwort

Bereits in den 90er Jahren entwickelte sich in der Gemeinde Ebhausen ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein. Der seit vielen Jahren stattfindende Tag „mobil ohne Auto“, bei dem die B28 einmal im Jahr auf 40 km gesperrt ist oder die Gründung von Bürgerenergiegemeinschaften zum Betrieb von Gemeinschafts-Solaranlagen zeigen, dass sich Bürgerinnen und Bürger mit diesem Thema seitdem aktiv auseinandersetzen.

Auch die Gemeinde engagierte sich und setzte Sanierungsmaßnahmen kommunaler Liegenschaften um. Die wichtigsten Kommunalgebäude wie Schulen, Rathäuser und Kindergärten wurden energetisch saniert und Heizungen auf CO<sub>2</sub>-neutrale Brennstoffe wie Hackschnitzel und Holzpellets umgestellt.

Doch die Gemeinde gibt sich mit den bisher erreichten Zielen im Energiebereich nicht zufrieden. Es wird eine stetige Verbesserung und Entwicklung hin zu mehr Unabhängigkeit und mehr Klimaschutz angestrebt.

Der Gemeinderat beschloss auf seiner Sitzung am 27.07.2010 von endura kommunal eine Analyse zum Potenzial an erneuerbaren Energien im Gemeindegebiet durchführen zu lassen. Zusätzlich entschieden sich die Gemeinderäte zur Teilnahme am European Energy Award, einem Qualitätsmanagement- und Zertifizierungsprozess für Energiegemeinden. Beide Prozesse starteten im Herbst 2010. Die Ergebnisse der Potenzialanalyse sind Inhalt dieses Abschlussberichts.

Ziel dieser Potenzialanalyse ist die **Entwicklung realisierbarer Projektvorschläge** zur Erzeugung erneuerbarer Energie und eine Erstbewertung dieser Vorschläge anhand relevanter genehmigungsrechtlicher, wirtschaftlicher und technischer Kriterien, sowie eine Priorisierung dieser Vorschläge.

Hierzu wurden folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

1. Sammlung, Auswertung und Darstellung der relevanten Daten zum Energieverbrauch und zur Energieproduktion, zur Verteilung auf die unterschiedlichen Energieträger und die Erstellung einer darauf basierenden CO<sub>2</sub>- und Energiebilanz für Ebhausen
2. Datenerhebung und – auswertung zu bestehenden Potenzialen erneuerbarer Energien auf Gemeindegemarkung und Formulierung darauf basierender Projektvorschläge.

## Zusammenfassung

### *CO<sub>2</sub>- und Energiebilanz*

Bereits heute werden in der Gemeinde Ebhausen mit den Teilorten Ebershardt, Rotfelden und Wenden 13,2 % des gesamten Wärmeverbrauchs und 13,6 % des Stromverbrauchs durch nachhaltige, erneuerbare Energiequellen (EE) wie Photovoltaik, Wasserkraft oder der Holznutzung erzeugt. Damit liegt Ebhausen im bundesdeutschen Vergleich der Erzeugung erneuerbaren Stroms im hinteren Drittel. Bundesweit beträgt der EE-Anteil am Gesamtstromverbrauch über 17 %, im Landkreis Calw liegt dieser Anteil bei 16 %. Bei der Erzeugung von erneuerbarer Wärme liegt Ebhausen über dem Bundesdurchschnitt von 9,8 %.

Bei der Frage, welche Verbrauchsgruppen am meisten Energie benötigen (und damit CO<sub>2</sub>-Emissionen verursachen), fällt auf, dass der Verkehr mit über 50 % größter Energieverbraucher (und CO<sub>2</sub>-Emittent) ist. Die Bereiche Wirtschaft und Privathaushalte tragen zu jeweils 17 % und 28 % zum Gesamtenergieverbrauch in der Gemeinde bei. Grund für den hohen Anteil des Verkehrs am Energieverbrauch und den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind die vielen Arbeitspendler in der Gemeinde und die hohe Anzahl zugelassener LKW und PKW. Da die Untersuchung des Verkehrsbereichs nicht beauftragt wurde, werden zu möglichen Maßnahmen keine Aussagen in dieser Studie gemacht. Die Autoren weisen allerdings daraufhin, dass in der Zukunft von allen Beteiligten (BürgerInnen, Gemeinde, Landkreis) Maßnahmen ergriffen werden sollten, um die hohen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr nachhaltig zu reduzieren.

### *Potenziale erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung*

Die Stromversorgung Ebhausens lässt sich mittel- bis langfristig zu 100% auf erneuerbare Energien umstellen. Die doppelte Menge (218 %) des derzeitigen Stromverbrauchs in Höhe von ca. 12.000 MWh/Jahr lassen sich aus erneuerbaren Energiequellen decken. Die Gemeinde wäre bei Ausnutzung dieses Gesamtpotenzials nicht mehr Netto-Stromimporteur, sondern –Exporteur!

Allerdings lassen die derzeitigen technologischen, politischen und genehmigungsrechtlichen Bedingungen heute nur ein Potenzial in Höhe von ca. 77 % des Stromverbrauchs realisierbar erscheinen. Dies liegt an den geografischen Gegebenheiten des untersuchten Standorts, sowie den technischen, rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die **derzeit** noch keine wirtschaftliche Realisierung eines Windprojektes in Ebhausen erlauben. Der untersuchte Standort Wenden erreicht mit seinem Windpotenzial von durchschnittlich 5,4 m/s in 140 m Nabenhöhe mit der aktuellen EEG-Vergütung noch nicht die Wirtschaftlichkeit.

Die technologisch dynamische Entwicklung, wie auch alternative Möglichkeiten der Direktvermarktung des erzeugten Windstroms, lassen eine wirtschaftliche Realisierung eines Windparks an diesem Standort in den kommenden zwei bis drei Jahren umsetzbar erscheinen. Die Möglichkeit eines Windparks sollte daher weiter verfolgt werden.

Sofort realisierbare Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen stellen eine Biogasanlage, eine PV-Initiative „500-Dächer-Programm Ebhausen“ und ein BHKW im Gewerbegebiet Ebhausens dar.

Projektideen "investiv"	Energieerzeugung p.a.	max. Erhöhung EE-Anteil elektrisch
Wasserkraft Nagold "obere Mühle"	ca. 180 - 220MWh(el)	1,5%
Windkraft "Wenden"	6.000 - 18.000 MWh(el)	139,5%
Biogasanlage	3.900 - 4.400 MWh(th) 3.900 - 4.400 MWh(el)	<b>34,1%</b>
PV-Initiative Ebhausen (Ziel 500 Gebäude)	4.500 - 5.000 MWh (el)	<b>38,7%</b>
BHKW Gewerbegebiet Ebhausen	650 - 750 MWh(th) 500 - 600 MWh(el)	<b>4,6%</b>
<b>theoretisches Szenario</b>		<b>Strom</b>
bestehender EE-Anteil		13%
Potenzial Erhöhung EE-Anteil		218%
<b>theoretischer EE-Anteil nach Umsetzung aller Projektideen</b>		<b>232%</b>
<b>realistisches Szenario</b>		<b>Strom</b>
bestehender EE-Anteil		13%
Potenzial Erhöhung EE-Anteil durch priorisierte Projekte		77%
<b>maximaler EE-Anteil</b>		<b>91%</b>

Tabelle 1 - Anteil erneuerbarer Energien zur Stromversorgung in Ebhausen

### Potenziale erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung

Der Gesamtwärmeverbrauch in der Gemeinde Ebhausen liegt bei ca. 40.000 MWh und beträgt damit die ca. 3,5-fache Menge des Stromverbrauchs. Dieses Verhältnis entspricht in etwa dem bundesdeutschen Durchschnitt. Aufgrund des - absolut gesehen - recht hohen Energieverbrauchs durch Wärme ist es stets schwierig, diese Menge über erneuerbare Energiequellen zu decken. Ca. 30 % des derzeitigen Wärmeverbrauchs in der Gemeinde lassen sich nach den Erhebungen dieser Potenzialstudie durch erneuerbare Energien decken. Damit könnten knapp 45 % des Gesamtwärmebedarfs der Gemeinde Ebhausen aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden.

Projektideen "investiv"	Energieerzeugung p.a.	max. Erhöhung EE-Anteil thermisch
Nahwärmenetz Friedensstraße & Mindersbacher Str.	3.700 - 5000 MWh(th)	<b>12,5%</b>
Nahwärmenetz Neubaugebiet HDK III	60 - 80 MWh(th)	<b>0,2%</b>
Biogasanlage	3.900 - 4.400 MWh(th) 3.900 - 4.400 MWh(el)	<b>10,4%</b>
BHKW Gewerbegebiet Ebhausen	650 - 750 MWh(th) 500 - 600 MWh(el)	<b>1,9%</b>
Modernisierung mittels Wärmepumpen (90 Gebäude)	1.200 -2.000 MWh(th)	5,0%
<b>theoretisches Szenario</b>		<b>Wärme</b>
bestehender EE-Anteil		14%
Potenzial Erhöhung EE-Anteil		30%
<b>theoretischer EE-Anteil nach Umsetzung aller Projektideen</b>		<b>44%</b>
<b>realistisches Szenario</b>		<b>Wärme</b>
bestehender EE-Anteil		14%
Potenzial Erhöhung EE-Anteil durch priorisierte Projekte		25%
<b>maximaler EE-Anteil</b>		<b>39%</b>

Tabelle 2 - Anteil erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung in Ebhausen

Aufgrund der gegebenen politischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen (Gesamtkosten zur Wärmeerzeugung, nicht ausreichende Förderung erneuerbarer Wärme etc.) konnten wir nur ein wirtschaftlich erschließungsfähiges Potenzial an erneuerbarer Wärmeenergie für Ebhausen in Höhe von ca. 25 % identifizieren. Bei Ausnutzung dieses Potenzials könnte sich Ebhausen zu 40 % aus erneuerbaren Wärmeenergiequellen versorgen. Dies heißt aber auch, dass immer noch 60 % aus fossilen Energiequellen (Heizöl und Erdgas) gedeckt werden müssen. Um diese Belastungen weiter zu reduzieren ist es notwendig, dass auch in den nächsten Jahren weitere Anstrengungen zur energetischen Gebäudesanierung unternommen werden, um den Gesamtwärmeverbrauch zu reduzieren. Insbesondere im Neubaubereich kann der Heizenergieverbrauch durch energetische Standards auf Null gesenkt werden. Dies ist sowohl technisch, wie auch wirtschaftlich ohne Weiteres darstellbar und verlangt lediglich die Überzeugung der betroffenen Bauherren. Hier kann die Gemeinde auch im Rahmen privatrechtlicher Verträge beim Verkauf von Grundstücken aktiv werden.

## Realisierbare Projektvorschläge

Ziel dieser Potenzialstudie war es, unter technologischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Kriterien realisierbare Projektvorschläge zur Erzeugung erneuerbarer Energie in der Gemeinde Ebhausen zu identifizieren und zu beschreiben. Fasst man diese Ergebnisse zusammen, so ergibt sich folgendes Bild:

Projektideen "Investiv"	Investition	Energieerzeugung p.a.	Projektlaufzeit (a)	Kosten CO <sub>2</sub> -Einsparung (€/T)	CO <sub>2</sub> -Einsparung (t/a)	Ökobilanz- und Abgasanzahl	Genehmigung	Wirtschaftlichkeit	regionale Wertschöpfung
Nahwärmenetz Friedensstraße & Mindersbacher Str.	800TE - 1.400TE	3.700 - 5.000 MWh/a	2	1.100	1.000	●	●	●	●
Nahwärmenetz Neubaugebiet HDK III	200TE - 400TE	60 - 80 MWh/a	2	15.000	20	●	●	●	●
Wasserkraft Nagold "Obere Mühle"	500TE - 800TE	ca. 180 - 220 MWh/a	4	5.000	130	●	●	●	●
Windkraft "Wenden"	4.500TE - 15.000TE	6.000 - 18.000 MWh/a	3	1.290	7.560	●	●	●	●
Biogasanlage	1.500TE - 2.300TE	3.900 - 4.400 MWh/a 3.900 - 4.400 MWh/a	3	560	3.570	●	●	●	●
PV-Initiative Ebhausen (Ziel 500 Gebäude)	12.000TE	4.500 - 5.000 MWh/a	5	4.013	2.990	●	●	●	●
BHKW Gewerbegebiet Ebhausen	120TE - 240TE	650 - 750 MWh/a 500 - 600 MWh/a	1	353	510	●	●	●	●
Modernisierung mittels Wärmepumpen (90 Gebäude)	1.500TE - 2.500TE	1.200 - 2.000 MWh/a	4	5.405	370	●	●	●	●

Tabelle 3 - Bewertung identifizierter Projektideen zur Erzeugung erneuerbarer Energie in Ebhausen

Subsummiert man diese Ergebnisse in die drei Hauptkriterien „Wirtschaftlichkeit und regionale Wertschöpfung“, „Umsetzbarkeit“ und „CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial“ so erhält man folgende Darstellung:

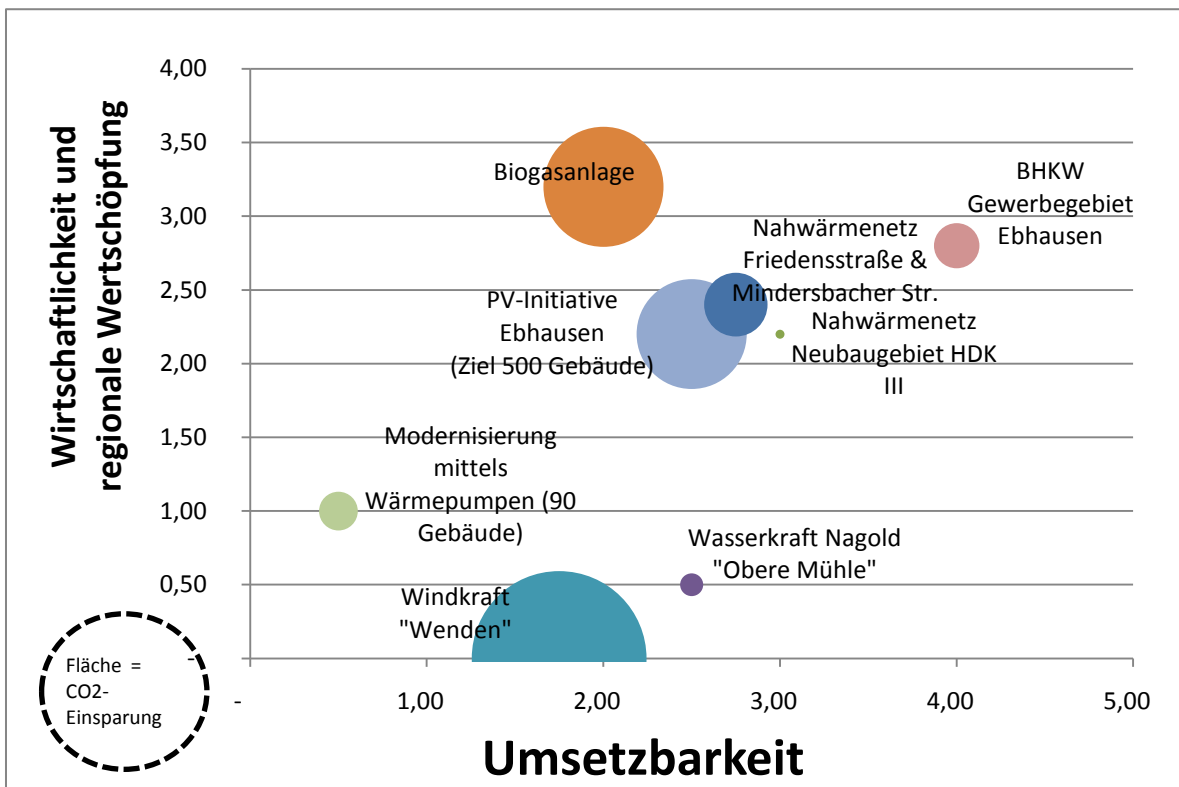


Abbildung 1 - Projektlandkarte hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte



Je weiter rechts und je höher ein Projektvorschlag angesiedelt ist und je größer die jeweilige Kreisfläche (CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial), umso höher ist das Projekt in seiner Umsetzungspriorität einzustufen.

Aus der Sicht der Autoren sollte die Gemeinde daher die folgenden Projekte entweder anstoßen und initiieren oder – sofern sie keinen maßgeblichen Einfluss auf ein solches Projekt hat – den Projektvorschlag bestmöglich unterstützen. In absteigender Reihenfolge sind dies die folgenden Projektvorschläge, die wir der Gemeinde Ebhausen für die kommenden drei bis fünf Jahre zur Umsetzung vorschlagen:

1. Planung und Erstellung eines Mikro-Nahwärmenetzes zur Wärme- und Stromversorgung im Gewerbegebiet Ebhausen an der Nagold
2. Planung und Erstellung einer Nahwärmeversorgung im nördlichen Teil des Hauptortes Ebhausen (Friedensstraße, Mindersbacher Straße, Neubaugebiet HDK III).
3. Planung und Realisierung einer Biogasanlage zur Nutzung der Abwärme für o.g. Nahwärmeversorgung und zur erneuerbaren Stromproduktion durch lokale, landwirtschaftliche Energieträger
4. Wiedervorlage des Projektvorschlags Wind im Gemeinderat in ca. zwei Jahren.

Die Gemeinde hat ein deutliches Potenzial zum weiteren Ausbau der Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen auf ihrer Gemarkung. Um dieses Potenzial zu nutzen sind nun folgende Schritte notwendig:

1. Klärung, welche Projekte die Gemeinde in welcher Weise verfolgen will
2. Erarbeitung von Beschlussvorlagen für den Gemeinderat zur Weiterverfolgung von Projektideen
3. Beschluss durch den Gemeinderat

## A – Bestandsanalyse

In diesem Arbeitspaket werden die relevanten Energieverbraucher und -produzenten in der Kommune erfasst der Gemeinde Ebhausen.

Basierend auf diesem Datenbestand erfolgte die Erstellung der sogenannten Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde Ebhausen.

### Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz Gemeinde Ebhausen

#### Methodik

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz der Gemeinde Ebhausen wurde mit dem Programm *ECOREgion* erstellt. *ECOREgion* ist eine internetbasierte Software, die eine effiziente und standardisierte Berechnung ermöglicht. Die Software ist Marktführer, wodurch eine hohe Vergleichbarkeit der durch *ECOREgion* erstellten CO<sub>2</sub>-Bilanzen gewährleistet wird.

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz für Ebhausen wurde auf Basis der territorialen und verursacherbasierten Bilanzierungsmethode berechnet.

- Territoriale Bilanzierung: Alle auf der Gemarkung von Ebhausen anfallenden Verbräuche und Emissionen werden hierzu ermittelt.
- Verursacherbasierte Bilanzierung: Es werden die Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen der Einwohner und der in Ebhausen beschäftigten Erwerbstätigen berechnet.

#### Datenerhebung

Die Daten für die Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz wurden von der Gemeindeverwaltung bzw. vom Netzbetreiber, der EnBW zur Verfügung gestellt oder anhand von Fragebögen ermittelt. Weitere Daten stammen vom Statistischen Landesamt, von *EnergyMap*, des BAFA und dem Arbeitskreis Energiebilanzen.

Nichtvorhandene Daten bzw. Daten, welche nur mit einem nicht vertretbaren Aufwand zu erheben sind, wurden durch Daten von *ECOREgion* ersetzt. *ECOREgion* greift auf bundesdeutsche Durchschnittswerte zurück.

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

Die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz von Ebhausen wurde im Rahmen dieses Berichtes für das Jahr 2010 berechnet.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Gemeinde lagen im Jahr 2010 bei circa 7,35 Tonnen CO<sub>2</sub> je Einwohner (unter Berücksichtigung der Berufsauspendler) und 6,74 Tonnen CO<sub>2</sub> je Einwohner (ohne Berufsauspendler). Damit liegt Ebhausen unter dem Bundesdurchschnitt von 10,2 Tonnen je Einwohner (2009). Bei der Bilanzierung mit den Berufsauspendlern liegt Ebhausen aber über dem Landesdurchschnitt

Baden-Württembergs von 7,2 Tonnen CO<sub>2</sub> je Einwohner. Gleichzeitig überschreiten die CO<sub>2</sub>-Emissionen eines Ebhäuser Bewohners das klimaverträgliche Jahresbudget in Höhe von circa 2,5 Tonnen pro Jahr und Einwohner um den Faktor 2,5.

Damit entspricht Ebhausen dem bundesdeutschen Durchschnitt einer typischen ländlichen Gemeinde mit einer relativ geringen Anzahl an Industrieunternehmen. Kennzeichnend für die Gemeinde ist der sehr hohe Anteil an Ein- und insbesondere an Auspendlern. Dieser Umstand ist auf die Nähe zum Großraum Stuttgart zurückzuführen.

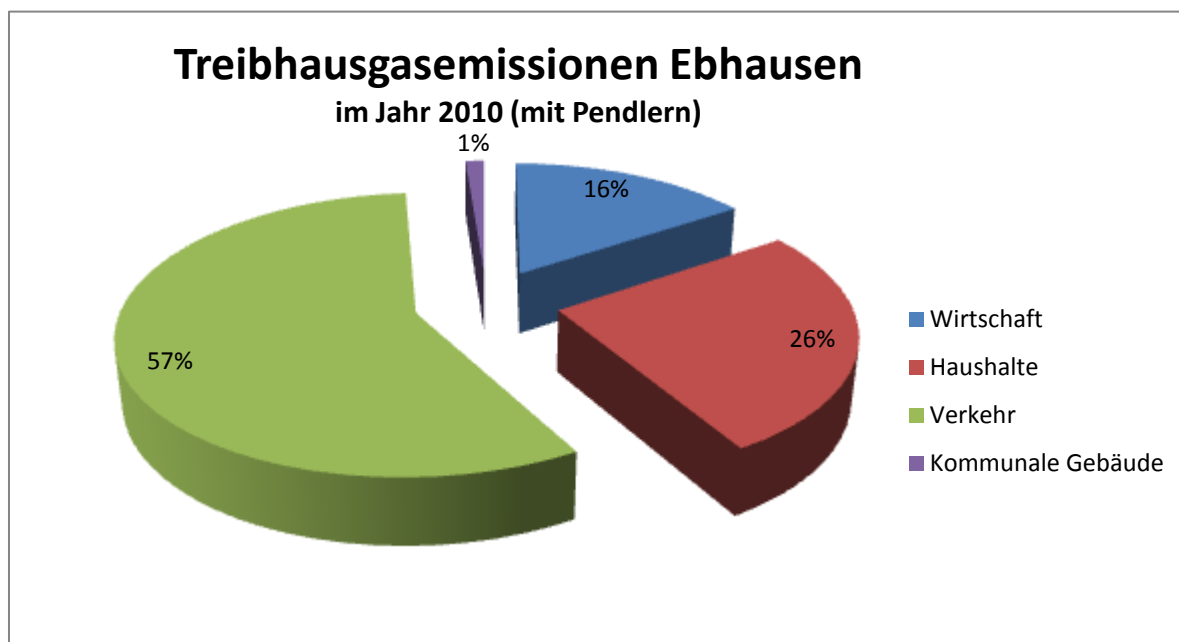


Abbildung 2 - Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Gemeinde Ebhausen mit Berufsauspendler

Sektor	t/CO <sub>2</sub>	Anteil
Wirtschaft	1,15	17,06%
Haushalte	1,91	28,34%
Verkehr	4,20	62,31%
Kommunale Gebäude	0,09	1,34%
<b>Gesamt</b>	<b>7,35</b>	<b>100,00%</b>

Tabelle 4 - Treibhausgasemissionen in Ebhausen nach Sektoren mit Berufsauspendlern

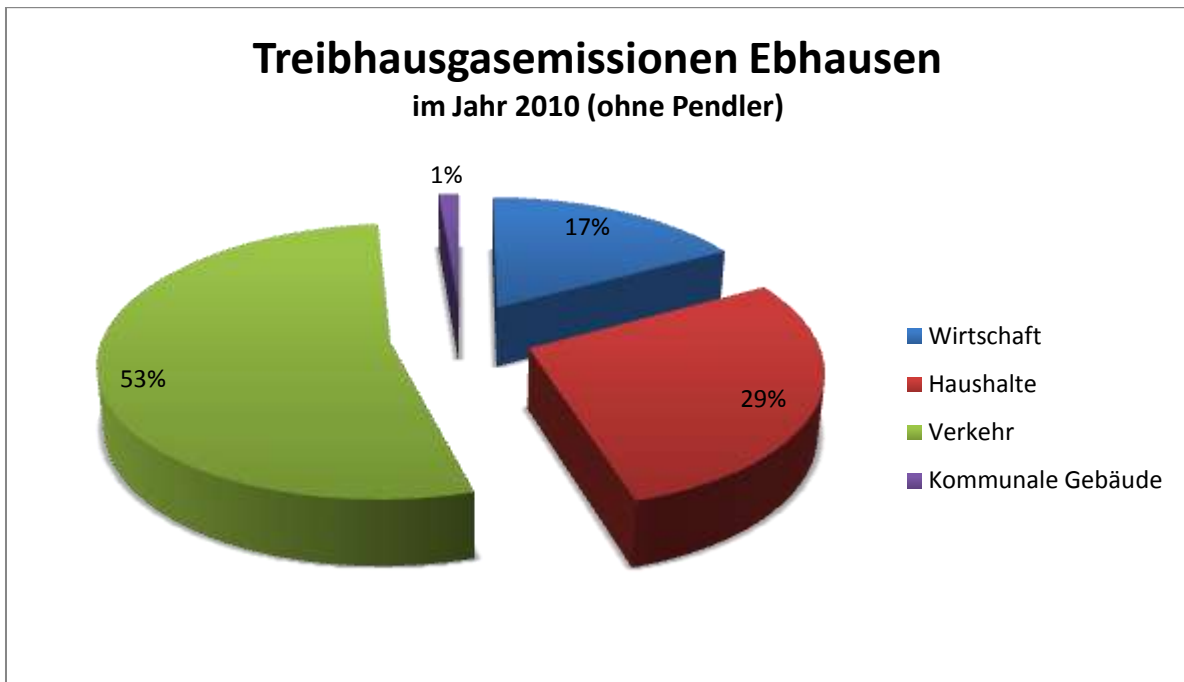


Abbildung 3 - Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Gemeinde Ebhausen ohne Berufsauspendler

Sektor	t/CO <sub>2</sub>	Anteil
Wirtschaft	1,15	17,06%
Haushalte	1,91	28,34%
Verkehr	3,59	53,26%
Kommunale Gebäude	0,09	1,34%
<b>Gesamt</b>	<b>6,74</b>	<b>100,00%</b>

Tabelle 2: Treibhausgasemissionen nach Sektoren ohne Berufsauspendler

Auch beim Energieverbrauch liegt die Gemeinde - analog zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen - unter dem Bundesdurchschnitt von rund 46,70 MWh je Einwohner (2010). Im Vergleich hierzu liegt für 2010 der (vorläufige) Energieverbrauch von Ebhausen bei 36,57 MWh je Einwohner. Wie bei den Treibhausgasemissionen ist der Verkehr der Sektor mit dem höchsten Anteil am Energieverbrauch. Das erklärt sich unter anderem durch die vergleichsweise hohe Anzahl der Pendlerbewegungen, sowie der hohen Anzahl der zugelassenen PKW, LKW und Sattelschlepper in der Gemeinde.

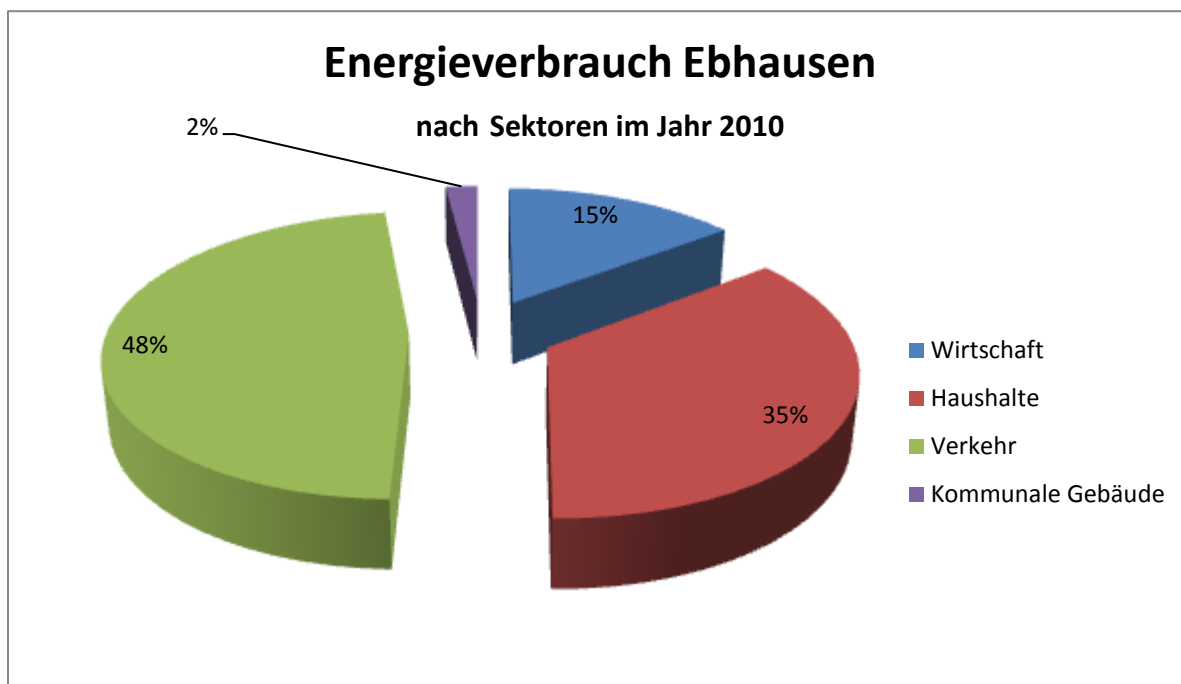


Abbildung 4 - Energieverbrauch in der Gemeinde Ebhausen je Einwohner 2010

Sektor	MWh	Anteil
Wirtschaft	5,38	14,7%
Haushalte	13,01	35,6%
Verkehr	17,44	47,7%
Kommunale Gebäude	0,74	2,0%
<b>Gesamt</b>	<b>36,57</b>	<b>100,0%</b>

Tabelle 5 - Energieverbrauch in der Gemeinde Ebhausen

## Erneuerbare Energien bei der Strom- und Wärmenutzung

### Strom

Der (Netto-)Stromverbrauch in der Gemeinde Ebhausen lag im Jahr 2010 nach Auskunft des Netzbetreibers EnBW bei 12.906 MWh. Damit liegt der der (Brutto-)Stromverbrauch pro Einwohner bei 3,0 MWh. Damit liegt die Gemeinde deutlich unter den Stromverbräuchen des Bundes mit 7,4 MWh, dem des Landes von 6,4 MWh<sup>1</sup> und dem des Landkreis Calw mit 4 MWh je Einwohner (eigene Hochrechnung).

In der Gemeinde werden 1.735 MWh aus Erneuerbaren Energien in das Öffentliche Netz eingespeist. Ebhausen deckt damit rund 12,3% des (Brutto-)Stromverbrauchs durch Erneuerbare Energien (Stand zum 31.12.2010 - EE-Produktion laut EnergyMap und Konzessionsabgabe EnBW 2010). Damit liegt Ebhausen unter dem bundesdeutschen Wert von 17% und dem Wert des Landkreis Calw von 16,1%, aber noch über dem EE-Anteil des Landes Baden-Württemberg mit rund 12%. Die Berechnung dieser Daten ist im Anhang im Detail nachzulesen.

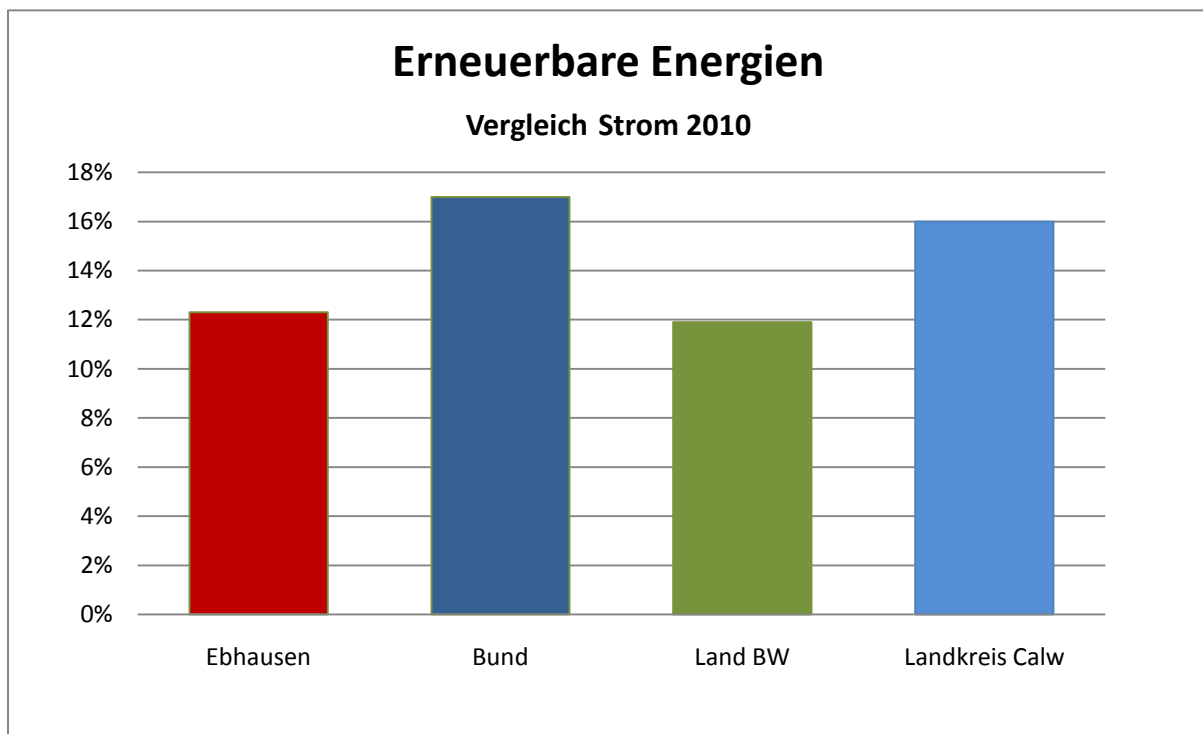


Abbildung 5 - Vergleich Anteil Erneuerbare Energien 2010 der Gemeinde Ebhausen mit Bund, Land und Landkreis Calw

### Verteilung Erneuerbare Energien bei der Stromerzeugung

In Ebhausen sind 131 (Dach-)Photovoltaikanlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 1.417 KW installiert. Daneben sind drei Wasserkraftanlagen in Betrieb<sup>2</sup>. In der Gemeinde befinden sich 1.282 Gebäude<sup>3</sup>. Von den 2010 produzierten 1.735 MWh Strom beträgt der Anteil der Photovoltaik rund

<sup>1</sup> Vgl.: Arbeitskreis Energiebilanzen, <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/Veroeffentl/806110003.pdf>

<sup>2</sup> Quelle: Energymap, <http://www.energymap.info/energieregionen/110/160/574/15929.html>

<sup>3</sup> Quelle: Statistisches Landesamt

77%, der Anteil an Wasserkraft 23%. In der Anlage finden sich die Einzeldaten aus EnergyMap. Strom aus Biomasse/Biogas und Windenergie wird auf der Gemeindegemarkung nicht erzeugt.

## Wärme

Der Wärmeverbrauch in der Gemeinde lag im Jahr 2010 bei rund 43.815 MWh. Der Anteil der Erneuerbare Energien beim Wärmeverbrauch erreichte 2010 circa 5.721 MWh<sup>4</sup>.

Der Anteil der aus Erneuerbaren Energien erzeugten Wärme liegt damit bei rund 13,2%. Die Höhe des Anteils resultiert in erster Linie aus der im nördlichen Schwarzwald traditionellen Holznutzung für die Wärmebereitstellung. Gemeinde Ebhausen liegt deutlich über den Werten des Bundes mit 9,8% und denen des Landes mit 8%.

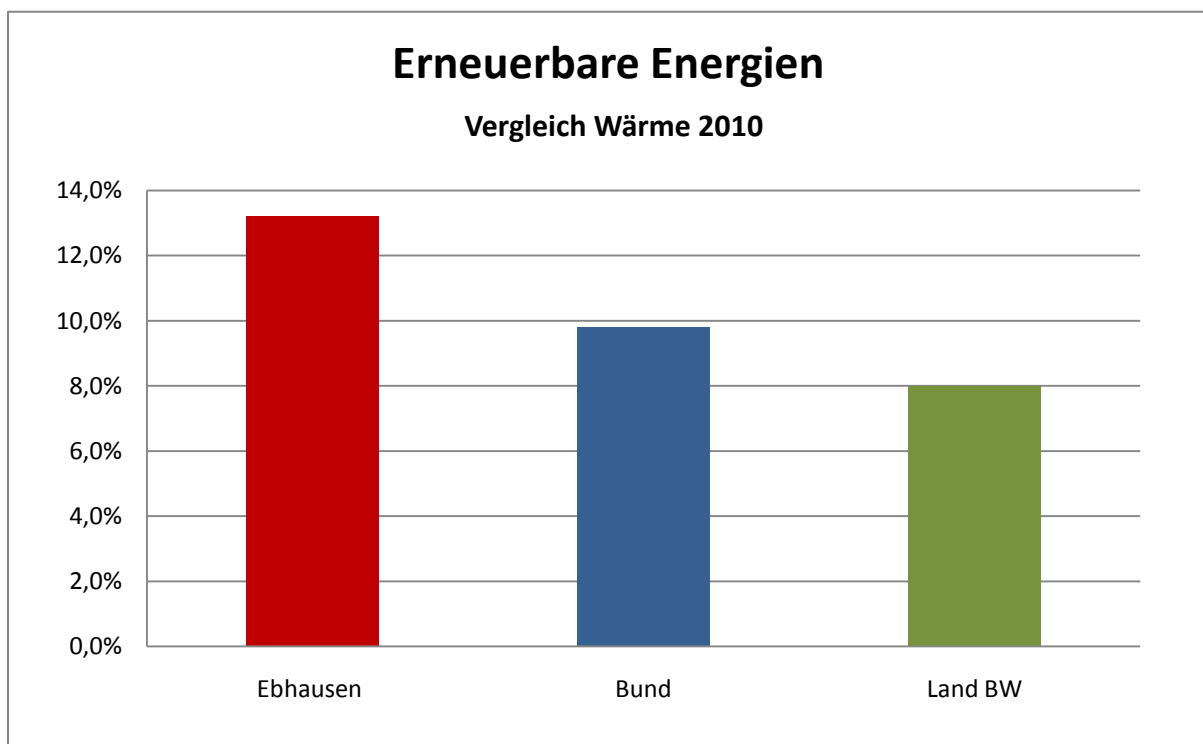


Abbildung 6 - Anteil erneuerbarer Energien in der Gemeinde Ebhausen am Wärmeverbrauch im Vergleich mit Bund und Land

Bei der Verteilung der Wärme nach Erzeugungsart liegt Heizöl mit 71% deutlich vor Erdgas mit 16% und den Erneuerbaren Energien mit rund 13%.

<sup>4</sup> Quellen: Statistisches Landesamt, Schornstiefegerinnung, Schreiben des Schornstiefegers Polster, Altensteig (s. Anhang), EnBW – Gasverbrauchsdaten 2009/2010 (s. Anhang)

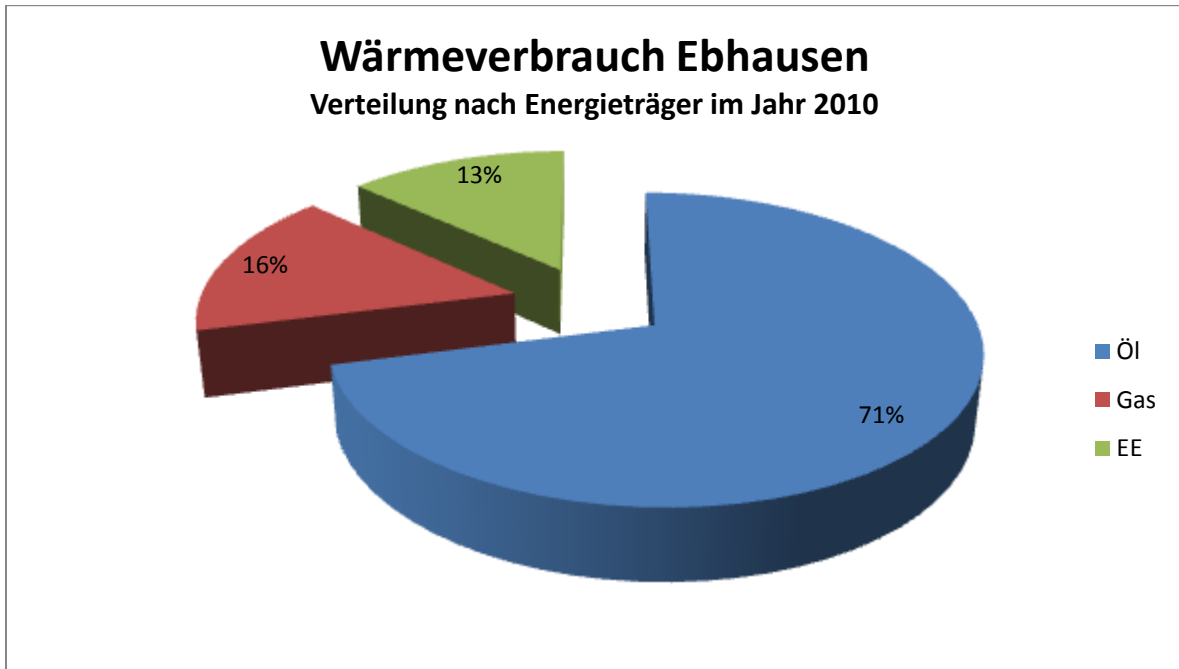


Abbildung 7 - Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Ebhausen durch die unterschiedlichen Energieträger

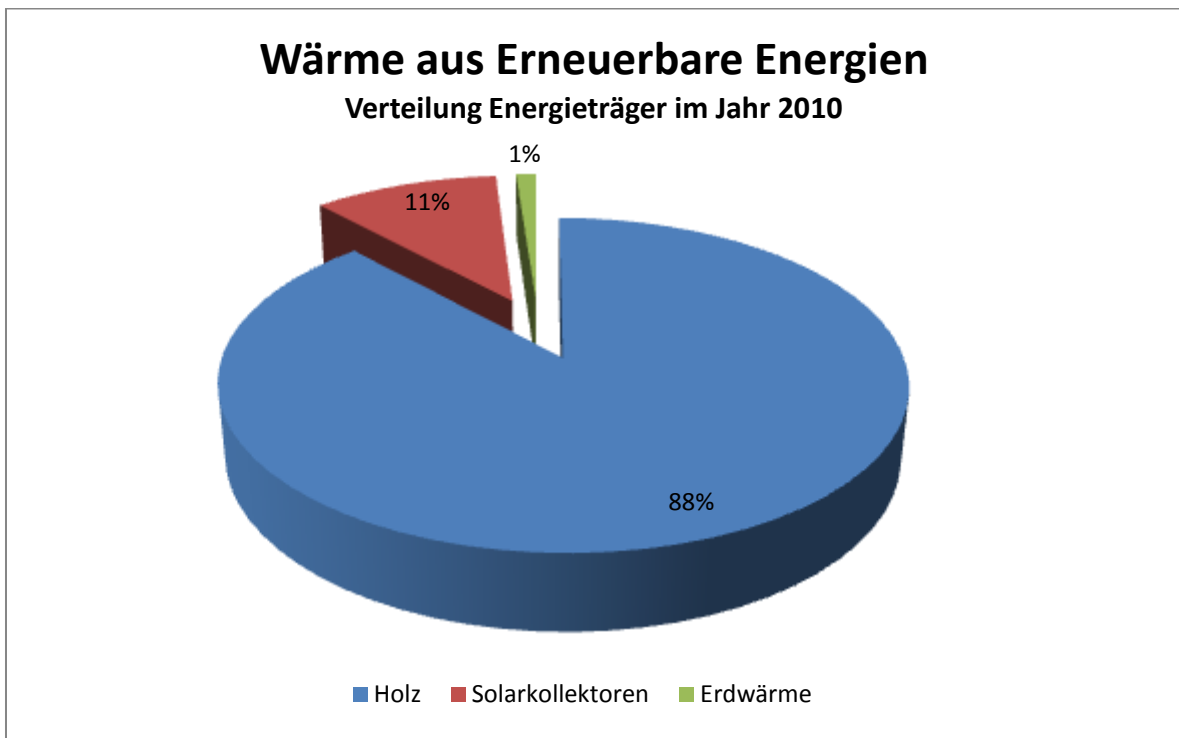


Abbildung 8 - Verteilung der unterschiedlichen erneuerbarer Energiearten zur Wärmeerzeugung in der Gemeinde Ebhausen

Innerhalb der Erneuerbaren Energien ist die Nutzung von Holz mit 88% von zentraler Bedeutung. Danach folgen Solarkollektoren mit 11% und Wärmepumpen mit 1%.



Folgende Erneuerbare-Energien-Wärmeanlagen wurden in der Gemeinde durch die BAFA gefördert:

Förderjahr	Solarkollektoranlagen		Biomasseanlagen		Wärmepumpen
	Anzahl	Fläche qm	Anzahl	Leistung kW	Anzahl
2010	14	153	8	145	1
2009	27	298	10	209	5
2008	22	226	5	68	1
2007	22	239	11	255	
2006	19	183	12	278	
2000-2005	67	600	12	276	
Gesamt	171	1699	58	1231	7

Tabelle 6 – geförderte-Erneuerbare-Energie-Wärmeanlagen in Ebhausen<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Quelle: Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Anfrage vom Februar 2011

## B – Potenziale & Projekte

In diesem Arbeitspaket formulieren wir Projektvorschläge auf Basis der vorhandenen und identifizierten erneuerbaren Energiepotenziale.

Zur Ermittlung dieser Energiepotenziale nutzten wir vorhandenes Karten- und Datenmaterial. Daneben arbeiteten wir mit ausgewiesenen Experten für das jeweilige Technologiefeld (Biomasse, Geothermie, Wasserkraft, Solarenergie und Windkraft) zusammen und führten Interviews mit lokalen Fachleuten.

Im Abgrenzung zu einer reinen Potenzialstudie streben wir an, Aussagen über das „praktisch-realisiertbare“ Potenzial zu treffen. Hieraus lassen sich konkretere und realisierbare Projektideen ableiten.

Die direkte Befragung von Industrie und Landwirtschaft ermöglichte dabei, individuelle Projektchancen aufzugreifen und diese mit dem lokal verfügbaren Energiepotenzial zu verbinden.

Je nach Technologie und individuellen Gegebenheiten können bereits konkrete Aussagen getroffen werden. Wo dies bereits möglich war, z.B. im Bereich Wind, haben wir rechtliche Aspekte wie die Einschätzung zur Genehmigungssituation hinsichtlich des Naturschutzes berücksichtigt.

### Windkraft

#### Einführung

Windkraft ist derzeit eine der wirtschaftlichsten Erneuerbare Energien. Die Windenergieanlagen werden bezogen auf die erzeugte Kilowattstunde tendenziell günstiger.

Das Erneuerbare-Energieen-Gesetz garantiert an einem Standort mit gutem Windpotenzial ausreichend hohe Vergütungssätze über einen Zeitraum von 20 Jahren. Betreiber, Verpächter und Gemeinden können dadurch über Stromerlöse, Pacht und Gewerbesteuer wirtschaftlich profitieren.

Die Akzeptanz der Windkraft in Baden-Württemberg verbessert sich seit einigen Jahren vor allem in der politischen Landschaft.

Moderne Windkraftanlagen machen neue Standorte vor allem im Binnenland möglich, welche bis vor einigen Jahren noch nicht realisierbar waren. Typische Anlagen haben zwischenzeitlich eine Nennleistung von 3 MW und werden auf einer Nabenhöhe von 140 Metern betrieben. Die Investitionskosten für solch einen Anlagentyp liegen zwischen fünf und sechs Millionen Euro.

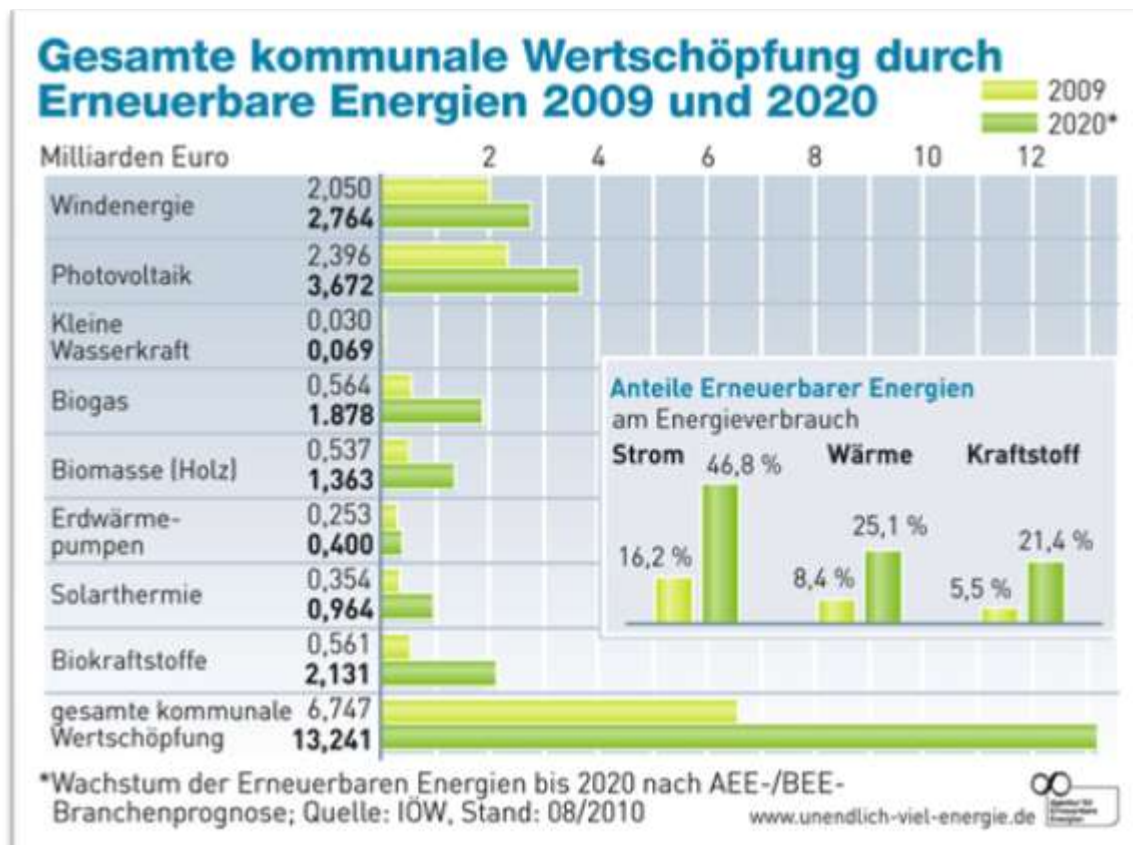


Abbildung 9 - Anteil der Windenergie an der kommunalen Wertschöpfung

Wie in obiger Abbildung zu erkennen ist, trägt die Windkraft, zusammen mit der Photovoltaik laut einer aktuellen Studie vom August 2010 am stärksten zur kommunalen Wertschöpfung bei. Unter diesem Gesichtspunkt ist diese erneuerbare Energieproduktion zu bevorzugen.

Windprojekte sind für Kommunen aufgrund von Pacht- und Gewerbesteuerereinnahmen wirtschaftlich sehr interessant. Bei entsprechender Ausgestaltung können diese auch selbst Betreiber der Anlage werden und direkt profitieren.

Die Finanzierung von Windparks stellt heute in der Regel kein Problem dar. Die für 20 Jahre garantierte Einspeisevergütung, etablierte Vollwartungskonzepte und die Erfahrung mit bestehenden Windparks machen Windkraft zu einem gut planbaren Investment.

Die Einspeisevergütung nach Erneuerbaren-Energien-Gesetz für Energie aus Wind liegt im Jahr 2011 bei 9,51 Cent/kWh.

Für weiterführende allgemeine Informationen zur Windkraft steht Ihnen auch unser öffentlich zugängliches Glossar<sup>6</sup> und unser Informationsportal<sup>7</sup> zur Verfügung

### Potenzial

Um das Potenzial untersuchen zu können, musste zunächst ein Standort gefunden werden, der einerseits aus genehmigungsrechtlicher Sicht (Berücksichtigung der Abstände zur Bebauung, mögliche

<sup>6</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/glossar.html>

<sup>7</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/erneuerbare-energien-in-kommunen/windenergie.html>

Lärmprobleme, Naturschutz, Segelfluggelände etc.) die höchste Akzeptanz aufweist und andererseits eine möglichst hohe Windhöflichkeit erhoffen lässt (Höhenlagen). Wir konnten folgenden Standort identifizieren, der auf folgender Abbildung eingekreist dargestellt ist. Aus derzeitiger Sicht ließen sich dort maximal drei Windkraftanlagen aufstellen.



Abbildung 10 – Möglicher Standort für Windpark auf Gemarkung Ebhausen nach genehmigungsrechtlichen Kriterien und angenommener Windhöflichkeit

Der Windatlas Baden-Württemberg zeigt am untersuchten Standort Wenden eine Windgeschwindigkeit von 5,0 – 5,25 m/s in 100 m über Grund.

Die Aussagekraft von Windatlanten für komplexes Gelände, ist unter Experten umstritten. Aus diesem Grund haben wir für den konkreten Standort ein separates Gutachten (siehe Anlage) durch den TÜV-Süd erstellen lassen.



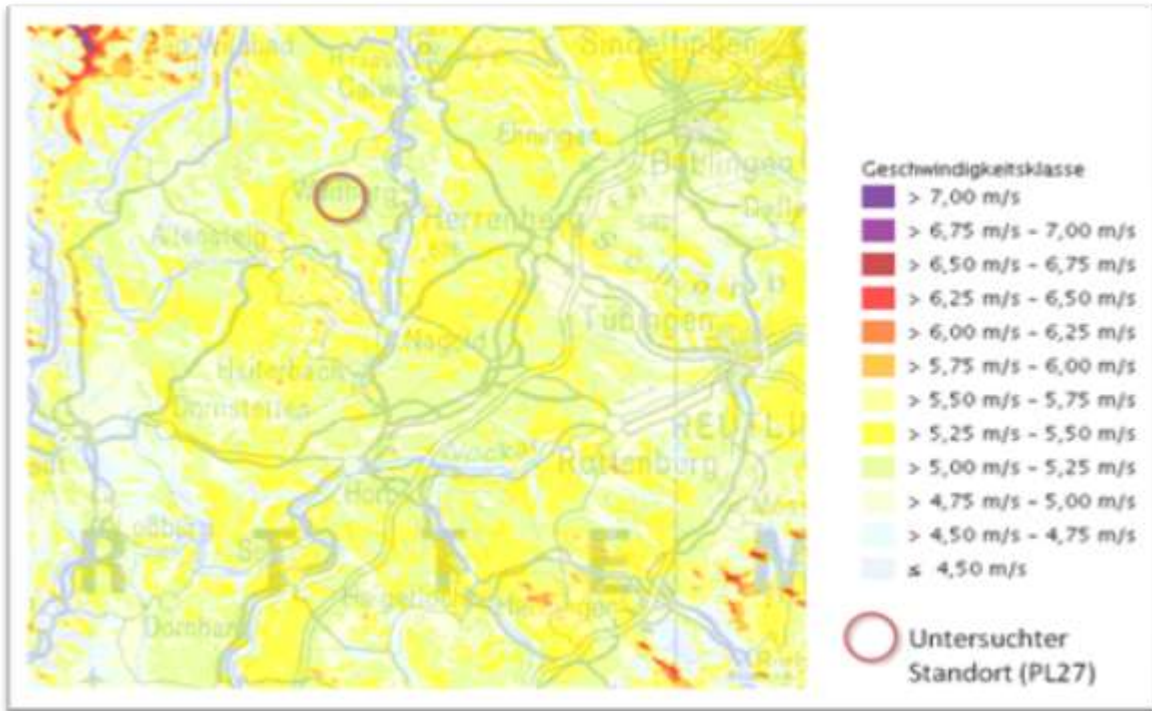


Abbildung 11 - Windpotenzial in der Region

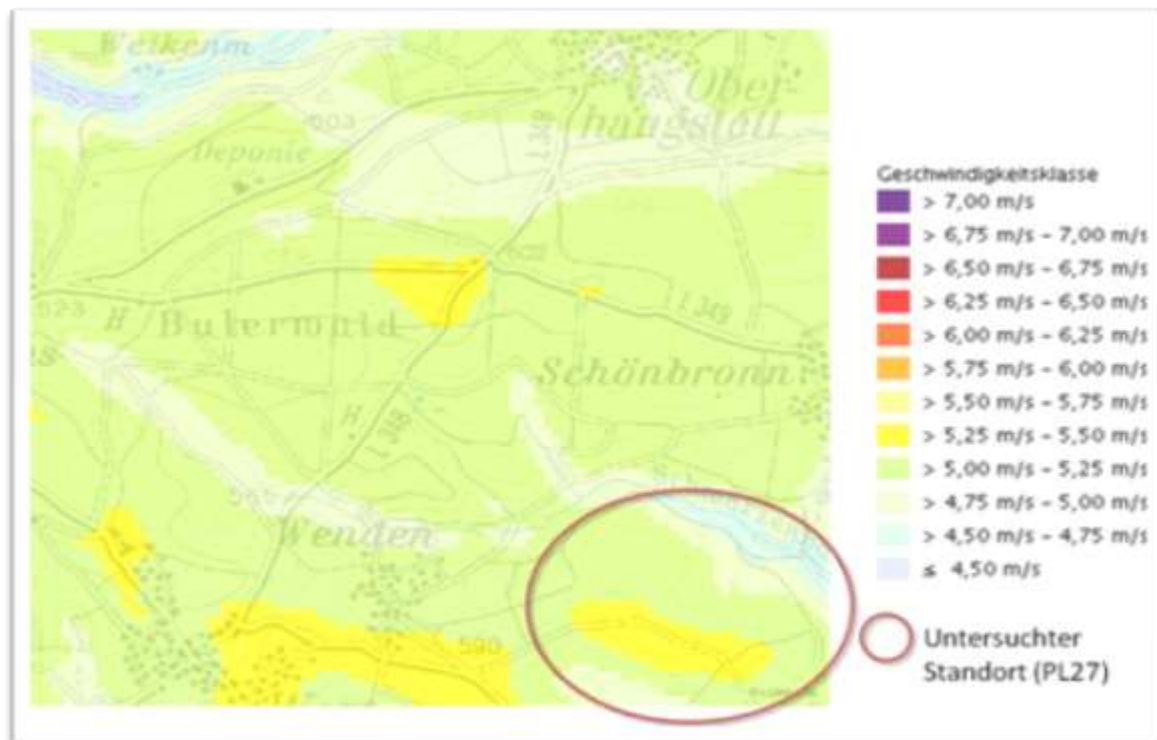


Abbildung 12 - Lageplan des Standortes Winden

Die nachfolgende Karte sowie das Höhenprofil in Hauptwindrichtung für den Standort Ebhausen zeigen die eindeutige Westwindabschattung (sogenannte Leelage) durch den Schwarzwald.

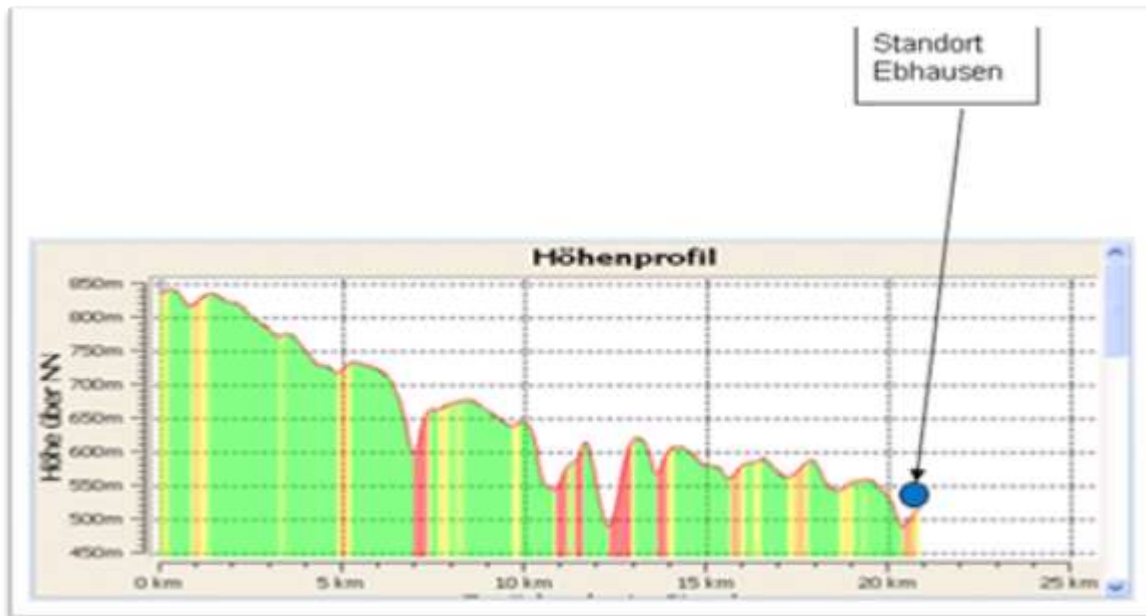


Abbildung 13: Höhenprofil in Hauptwindrichtung

## Projektidee – Windpark „Wenden“

### *Genehmigungsfähigkeit einer Windkraftanlage am Standort Wenden*

Grundsätzlich ist nach bisheriger Rechtslage in Ebhausen die Realisierung eines Windparks nicht möglich. Hier ist das Landesplanungsgesetz (LPIG) einschlägig. Da die Gemarkung Ebhausen kein Vorranggebiet darstellt, handelt es sich in diesem Fall um ein Ausschlussgebiet.

Die neue Landesregierung will § 11 der LPIG jedoch ändern. Unabhängig hiervon gab es bereits Bestrebungen, mehr Windkraftstandorte in Baden-Württemberg zu ermöglichen.

Es befindet sich in unmittelbarer Nähe, südlich gelegen, eine *Natura2000*-Fläche. Hauptgrund für die Ausweisung dieses Gebietes stellt das Vorkommen von Fledermäusen der Anhang II-Richtlinie für FFH-Gebiete<sup>8</sup> dar. Speziell handelt es sich um Fledermäuse der *Myotis*-Art (Wimperfledermaus, Bechsteinfledermaus und Großes Mausohr). Prinzipiell sollte mittels eines speziellen artenschutzrechtlichen Gutachtens aber belegbar sein, dass aufgrund der geringen Flughöhe dieser Arten kein bzw. nur ein sozialadäquates Kollisionsrisiko mit den Rotoren besteht.

Ein weiteres Prüfkriterium ist der 3,5 km entfernte Segelflugplatz Wildberg. Nach Rücksprache mit der deutschen Flugsicherung ist die Platzrunde für Segelflieger nicht über betrachtetem Standort.

Zusammenfassend sehen wir für diesen Standort keine schwerwiegenden Hindernisse in Bezug auf die Genehmigungsfähigkeit von Windenergieanlagen.

<sup>8</sup> Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1997 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere)

### Ertragsabschätzung

Das Gutachten schätzt die mittlere Windgeschwindigkeit auf dieser Nabenhöhe auf 5,4 m/s. Der wirtschaftliche Betrieb von Windenergieanlagen beginnt erfahrungsgemäß ab circa 6 m/s. Der Standort muss daher als ertragsschwach bezeichnet werden.

Laut Aussage des TÜV-Süd erreicht die Referenzanlage am Standort nicht den sogenannten Referenzertrag für den untersuchten Anlagentyp. Der Referenzertrag ist die Strommenge in 5 Jahren, welche eine Anlage an einem Standort mindestens erreichen muss, um die Vergütung nach dem EEG zu erhalten.

Die Ertragsabschätzung des TÜV-Süd lässt eine derzeitige Projektierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nach derzeitigem Stand der Technik daher nicht zu.

### Mögliche nächste Schritte

Die Gestehungskosten für Strom aus Windkraft sind in den vergangenen Jahren stetig gesunken. Moderne Anlagen zeichnen sich sowohl durch größere Rotorflächen und Nabenhöhen als auch durch gesteigerte Effizienz in Motor und Getriebe aus. Darüber hinaus eröffnet sich bei weiter steigenden Strompreisen die Möglichkeit der Direktvermarktung von Windstrom. Setzen sich diese Entwicklungen weiter fort, so kann sich mittelfristig die Wirtschaftlichkeit des Windstandortes Ebhausen verbessern.

Aus diesem Grund empfehlen wir der Gemeinde Ebhausen, die Möglichkeit des Baus eines Windparks/einer Windkraftanlage in zwei bis drei Jahren erneut zu untersuchen.



Abbildung 14 - Entwicklung der Anlagengrößen seit 1990

## Wärme

### Einführung

Über 75 % des Energieverbrauches in Ebhausen fallen auf den Bereich Wärme,<sup>9</sup> der sich hauptsächlich aus Heizenergie und Warmwasserbedarf zusammensetzt.

Um den Wärmeenergiebedarf zu senken, sollten in erster Linie energetische Gebäudesanierungsmaßnahmen umgesetzt werden. In einem zweiten Schritt sollte die genutzte Wärmeenergie umweltfreundlich und CO<sub>2</sub>-neutral zur Verfügung gestellt werden.

Ziel dieser Potenzialanalyse ist die Identifikation erneuerbarer Energiequellen. Die Untersuchung des Potenzials für energetische Gebäudesanierungen war nicht Bestandteil unserer Untersuchung.

Zur möglichst umweltfreundlichen Bereitstellung von Wärmeenergie bieten sich insbesondere Nahwärmenetze an, die auf Basis Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden. Aus diesem Grund legten wir im Rahmen der Potenzialanalyse einen großen Schwerpunkt auf die Identifizierung möglicher Nahwärmenetze in Ebhausen.

Die in einer Heizzentrale erzeugte Wärme wird an die einzelnen Verbraucher über Wärmeleitungen verteilt. Viele kleine Heizungsanlagen in den Kellern privater und gewerblicher Anwesen werden so durch eine große, hocheffiziente Heizungsanlage ersetzt.

Regionale Rohstoffe, wie zum Beispiel Holzhackschnitzel, können als Energieträger eingesetzt werden. Dies begünstigt die regionale Wertschöpfung, sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen, da Holz als nachwachsender Rohstoff CO<sub>2</sub>-neutral verbrennt. Sowohl der Bau von Nahwärmenetzen, als auch die Wärmeerzeugung durch erneuerbare Energien werden vom Staat gefördert.

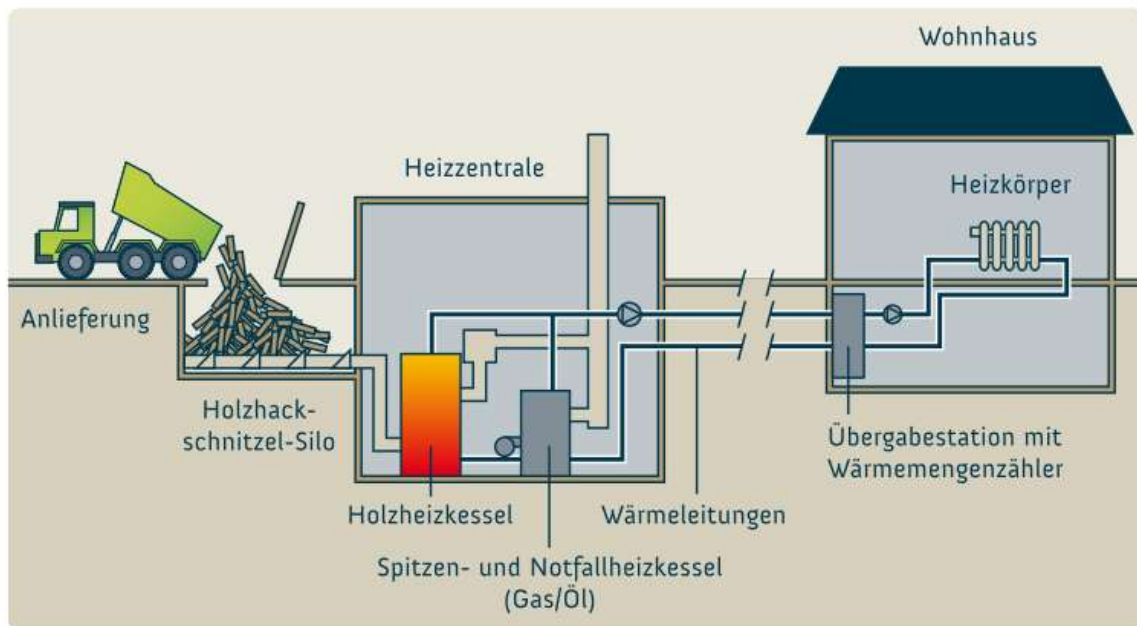


Abbildung 15 – Funktionsweise eines Nahwärmenetzes mit Holzhackschnitzeln

<sup>9</sup> Insgesamt werden circa 52.000 MWh Energie verbraucht. Hiervon circa 12.000 MWh Strom und circa 40.000 MWh Wärme.



Damit die Wärmeerzeugung in einer zentralen Anlage und die Wärmeverteilung durch ein Nahwärmenetz wirtschaftlich bleiben ist es wichtig, dass möglichst viele Verbraucher möglichst nahe beieinander liegen. Zum einen steigen die Baukosten und zum anderen nehmen die Verteilungsverluste mit der Länge des Nahwärmenetzes zu.

Falls Sie mehr über Nahwärmenetze wissen möchten haben wir im Anhang eine Liste mit nützlichen Links und Veröffentlichungen zusammengestellt.

## Wärmebedarf

Da eine Nahwärmeversorgung mit erheblichen Investitionen einhergeht, sind diese nur an bestimmten Standorten wirtschaftlich umsetzbar. Vor allem das Verhältnis aus notwendiger Wärmeleitungs-länge und bereitgestellter Wärmemenge bestimmt die Wirtschaftlichkeit.

Je höher der flächenbezogene Wärmeverbrauch, umso wirtschaftlicher und damit wahrscheinlicher wird die Realisierung umweltfreundlicher Nahwärmenetze. Aus diesem Grund wurde zunächst der sogenannte Wärmebedarf pro Fläche ermittelt und dargestellt.

Der Wärmebedarf der Ortsteile Ebhausen, Ebershart, Rotfelden und Wenden wurde anhand eines von der Universität Stuttgart entwickelten Verfahrens ermittelt. Die Ergebnisse des Verfahrens wurden in so genannten Wärmekarten abgebildet. Diese zeigen die Wärmedichte, also den Wärmebedarf pro Fläche.

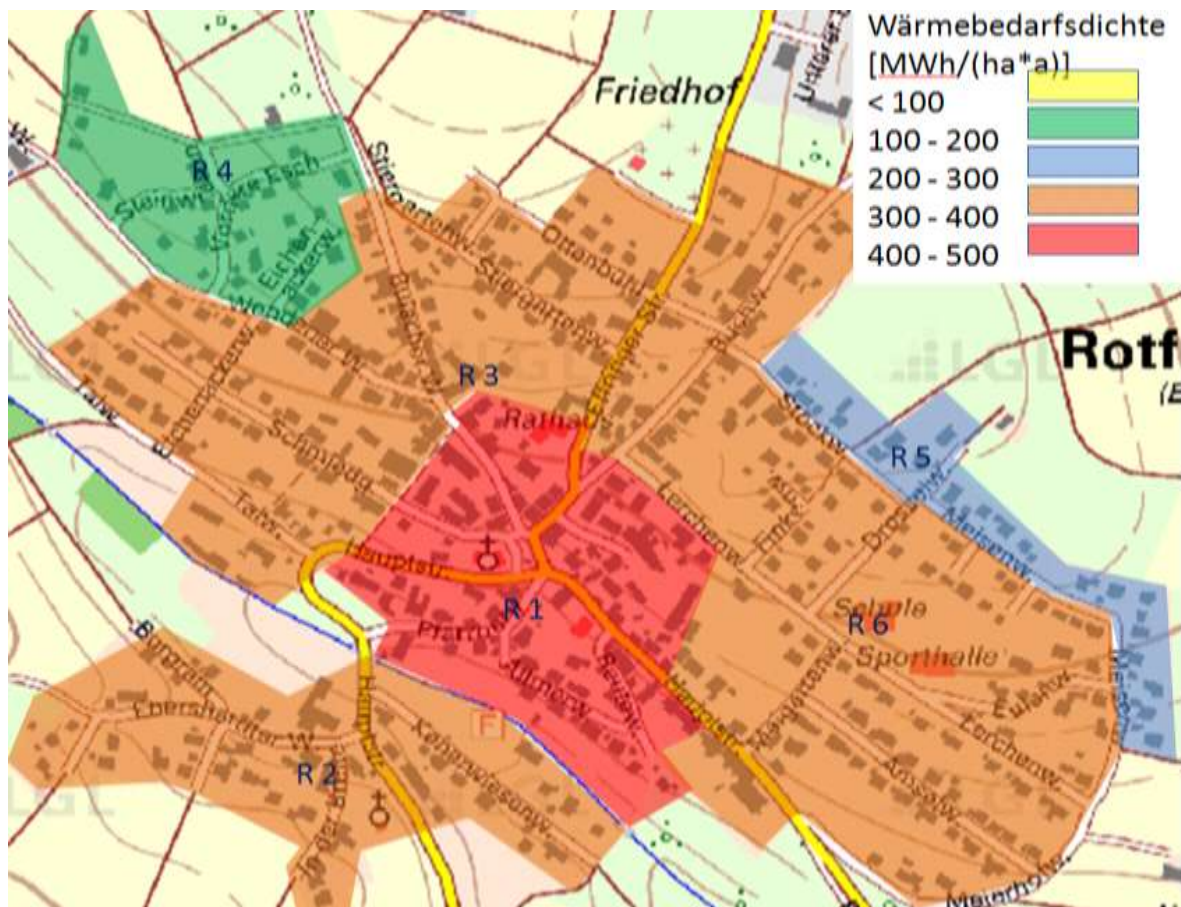


Abbildung 16 - Wärmebedarfsdichte Rotfelden



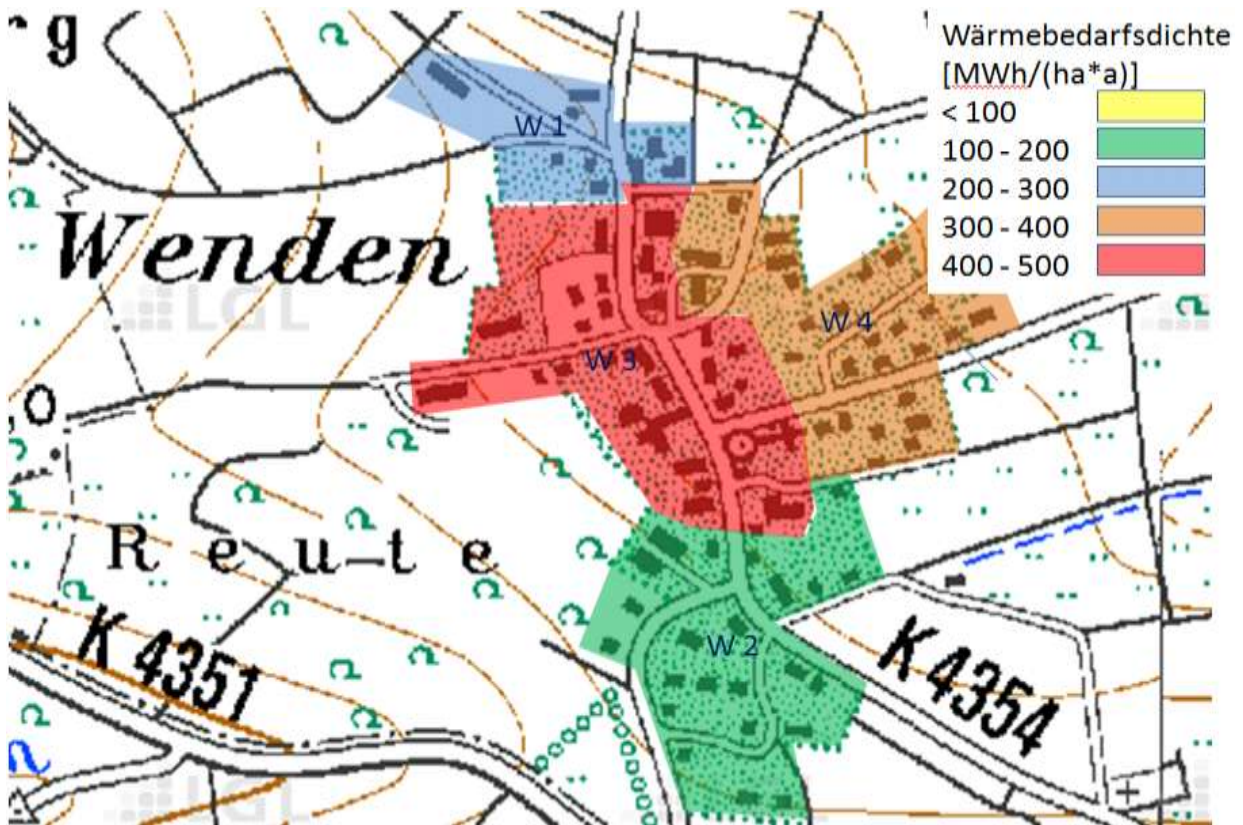


Abbildung 17 - Wärmebedarfsdichte Wenden

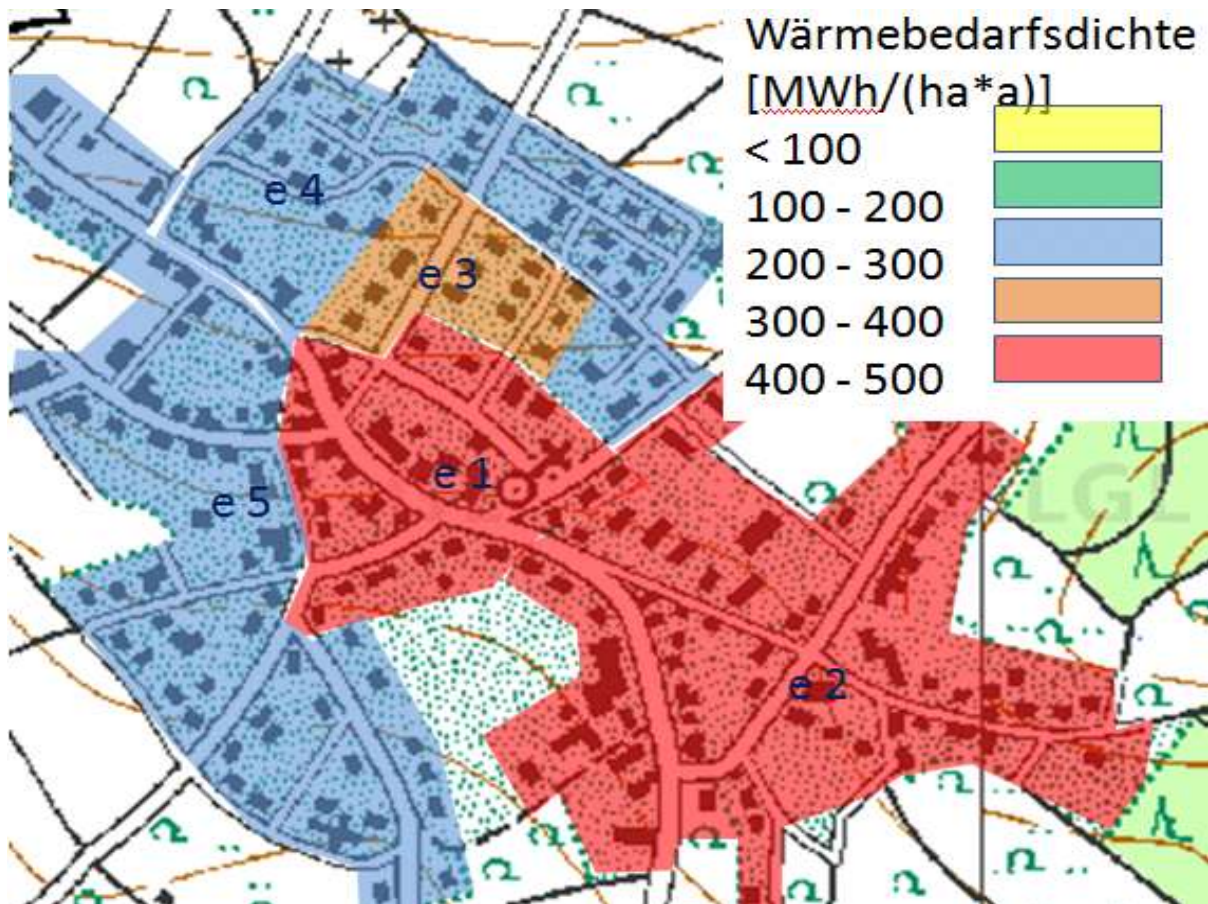


Abbildung 18 - Wärmebedarfsdichte Ebershardt



Im Weiteren wurde der Wärme- und Energieverbrauch der ansässigen Industrieunternehmen durch Fragebögen und Telefonate ermittelt. Anhand dieser Daten wurden Ortsteile ausgewählt, die für einen wirtschaftlichen Betrieb eines Nahwärmenetzes in Frage kommen. Die auf den folgenden Karten dargestellten eingekreisten Gebiete sind Ortsteile, in denen ein entsprechend hohes Wärmebedarfspotenzial für ein Nahwärmenetz identifiziert wurde.

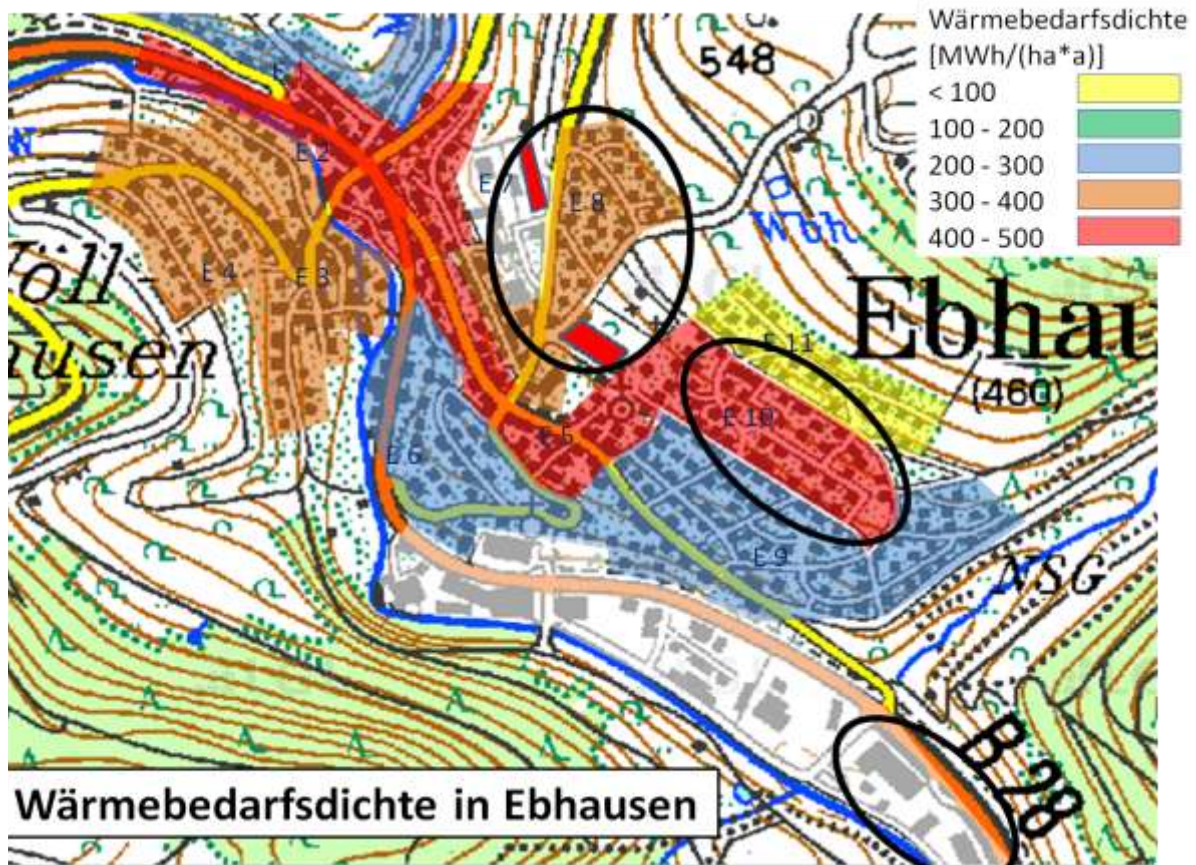


Abbildung 19 – Wärmebedarfsdichte Ebhausen

In den nachfolgenden Kapiteln werden die Projektideen für die in der Karte identifizierten Standorte dargestellt.

## Projektidee Nahwärmenetz „Mindersbacherstraße“ und Nahwärmenetz „Friedensstraße“

Die beiden Gebiete befinden sich in Ebhausen jeweils östlich bzw. westlich des Friedhofes. Bei der Entwicklung der Projektideen „Nahwärmenetz Mindersbacherstraße“ und „Nahwärmenetz Friedensstraße“ wurde jeweils ein Wärmebedarf von über 1.900 MWh/a bzw. 1.800 MWh/a ermittelt. Bei einer Netzlänge von 800-1000 m und einem Anschlussgrad von 70 % würde dies jeweils eine Wärmedichte von 1.700-1.900 kWh/m bedeuten.

Dies sind Indikatoren dafür, dass in diesen Ortsteilen ein wirtschaftlicher Betrieb eines Nahwärmenetzes möglich ist. Zwar finden sich in anderen Ortsteilen der Gemeinde ähnlich gute Werte, aber die besonders dichte Bebauung, die relative Nähe zueinander und zu den kommunalen Gebäuden und vorhandene Großverbraucher (Gewerbebetriebe) machen diese Standorte besonders interessant. So ist auch denkbar, das bestehende Nahwärmenetz der kommunalen Liegenschaften zu erweitern. Es ist zu beachten, dass die Gärtnerei in der Gartenstr. 1 (Siegfried Wiedmaier Gartenbau) unterhalb des Friedhofes ein großer und somit potentiell wichtiger Wärmeabnehmer darstellt.



Abbildung 20- Projektidee Nahwärmenetz Mindersbacherstraße

Wärmebedarf	> 1.900 MWh/a
Netzlänge	800 – 1.000 m
Bei einem Anschlussgrad von 70 %	
Wärmedichte	1.700 – 1.900 kWh/m

Tabelle 7 - Technische Daten Projektidee Nahwärmenetz Mindersbacherstraße





Abbildung 21 - Nahwärmenetz Friedensstraße

Wärmebedarf	> 1.800 MWh/a
Netzlänge	800 – 1.000 m
Bei einem Anschlussgrad von 70 %	
Wärmedichte	1.700 – 1.900 kWh/m

Tabelle 8 - Technische Daten Projektidee Nahwärmenetz Friedensstraße

### Mögliche Nächsten Schritte

Zur konkreten Realisierung solcher Nahwärmenetze wären die folgenden nächsten Schritte notwendig.

- Durchführung einer Bürgerinformationsveranstaltung
- Datenerhebung zum Wärmeverbrauch der Gebäude in diesen Bereichen
- Klärung genehmigungsrechtlicher Fragestellungen
- Klärung technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit
- Entwicklung eines Preismodells
- Entwicklung eines Finanzierungs- und Betreiberkonzept
- Abschluss von Wärmelieferungsverträgen
- Fachplanung

## Projektidee „Nahwärme im Neubaugebiet“

### Generelle Einschätzung zur Nahwärme in Neubaugebieten

Die Nahwärmeversorgung in Neubaugebieten wird immer wieder kritisch diskutiert. Dabei wird vor allem auf die niedrige Wärmebedarfsdichte abgestellt. Neubauten sind nach neustem Standard gedämmt. Gerade in ländlichen Gebieten dominiert zudem der Zuschnitt der Baugebiete für freistehende Einfamilienhäuser. Dies senkt die Wärmebedarfsdichte zusätzlich.

Wir sehen es dennoch als realistisch an, dass für die Bewohner eines Neubaugebiets in einer Vollkostenbetrachtung eine geringerer Wärmepreis pro kWh zu erzielen ist, als dies bei einer eigenen Heizungslösung möglich wäre. Im Folgenden sind unsere Annahmen hierzu erläutert.

Die Struktur des Wärmeverbrauches ist in einem Neubaugebiet, in dem die Gebäude einen hohen Dämmstandard aufweisen, besser. Der Warmwasserverbrauch richtet sich im Wesentlichen nach dem Verhalten der Bewohner und ist nicht abhängig vom Heizbedarf. Dadurch ist der Wärmeverbrauch gleichmäßiger und die Heizungsanlage kann kostengünstiger ausgelegt werden.

Die Kostenbelastung für das Verlegen von Nahwärmeleitungen liegt in einem Bereich von circa 300-380 Euro und wird zum großen Teil durch die Arbeiten an der Schwarzdecke und den Gräben bestimmt. Bei der Verlegung der Rohre im Neubaugebiet sind Kosten von nur einem Drittel (also circa 80 – 100 Euro) zu erwarten.

Für die maximale Anschlussbelegung ist allerdings ein **Anschlusszwang** im Neubaugebiet notwendig. Nur so wird die maximal mögliche Wärmebelegung ermöglicht und es werden die Kosten für alle minimiert.

Alle Anschlussnehmer des Nahwärmenetzes müssen bei ihrer Investition eine Heizung als Alternative berücksichtigen. Die Vollkostenrechnung zum Vergleich verschiedener Heizungssysteme ist hier maßgeblich. In bestehenden Wohngebieten sind zum Zeitpunkt der Realisierung eines Nahwärmenetzes etliche dezentrale Gas- und Ölheizungen noch relativ neu und der Anschluss an das Nahwärmenetz bedeutete einen teilweisen Verlust der früheren Investitionskosten.

Dezentrale Heizungen, z.B. Gas-Brennwert-Therme und thermische Solaranlagen (s. Wärmegesetz Bund) für den geringen Wärmeverbrauch der Neubauten sind in der Investition und im Betrieb sehr aufwändig. Dadurch entsteht ein weiterer Kostenvorteil für das Nahwärmenetz. Bei Lösungen wie, z.B. der Wärmepumpe, sind Investitionskosten von circa 20.000 Euro pro Gebäude anzusetzen.

Die Kosten für eine Heizzentrale im betrachteten Gebiet liegen in einem Bereich von circa 200.000 - 300.000 Euro. Dies bedeutet eine Investition für die Heizzentrale von 15.000 - 20.000 Euro pro Anschluss. Hinzu kommt die Übergabestation sowie Kosten für das Leitungsnetz. Man liegt damit über dem Kostenbereich von neuen dezentralen Heizungen. Der Aufwand für den Betrieb liegt deutlich darunter. Bauherren können bei der Nahwärmelösung den gesetzlich geforderten Energieeinsparverordnung-Standard<sup>10</sup> (EnEV) jedoch leichter einhalten, als z.B. beim Einsatz einer Wärmepumpe. Hier wären im Bereich Dämmung höhere Standards einzuhalten. Dies muss als Kostenvorteil berücksichtigt werden.

<sup>10</sup> Siehe hierzu in der Anlage: „Primärenergiebedarf und EnEV“

Den Wegfall von Betriebskosten wie .z.B. Schornsteinfeger geht ebenfalls zugunsten des Nahwärmenetzes in den Wärmepreisvergleich ein.



Abbildung 22 – Karte zum geplanten Bauabschnitt

#### Projektidee Nahwärme HDK III 4. Abschnitt

Im Bereich des betrachteten Neubaugebietes ist Erdgas für den Betrieb eines Blockheizkraftwerkes verfügbar. Die konkrete Entscheidung für die Auslegung einer kleinen Heizzentrale und der in Frage kommenden Energieträger (Erdgas, Biogas, Holzhackschnitzel) könnte jedoch erst nach weiteren technischen Planungsschritten erfolgen.

Ein etwaiges Biogasprojekt für das Baugebiet könnte über eine Biogasleitung (welche Biogas für ein BHKW bereitstellen könnte) realisiert werden. Hierbei spielt jedoch die Lage der Biogasanlage die wesentliche Rolle. Ein kleines Holzhackschnitzelheizwerk ist ebenfalls denkbar.

In der weiteren Projektentwicklung müsste geprüft werden, ob sich in der Nachbarschaft zum Neubaugebiet weitere potenzielle Anschlussnehmer befinden.

Eine Alternative stellt die Versorgung des Baugebiets mit einem erdgasbetriebenen BHKW (und Einspeisung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz) dar. Zu einem späteren Zeitpunkt ist dann eine Umstellung auf Bio-Erdgas (und Einspeisung nach dem EEG) möglich. In diesem Szenario ist zudem möglich, die Nahwärmekunden zusätzlich mit dem Strom des BHKWs zu versorgen.



### Projektidee „BHKW-Anlage im Gewerbegebiet“

Als weitere Projektidee wurde der Bau einer BHKW-Anlage im Gewerbegebiet betrachtet. Der hohe Wärme- und Stromverbrauch der hier angesiedelten Unternehmen kann den wirtschaftlichen Betrieb eines Block-Heiz-Kraftwerkes ermöglichen. Ein Blockheizkraftwerk würde sich insbesondere deshalb rechnen, weil Wärmebedarf und Stromverbrauch der Unternehmen vor Ort (Tabelle 9) ähnlich hoch sind.

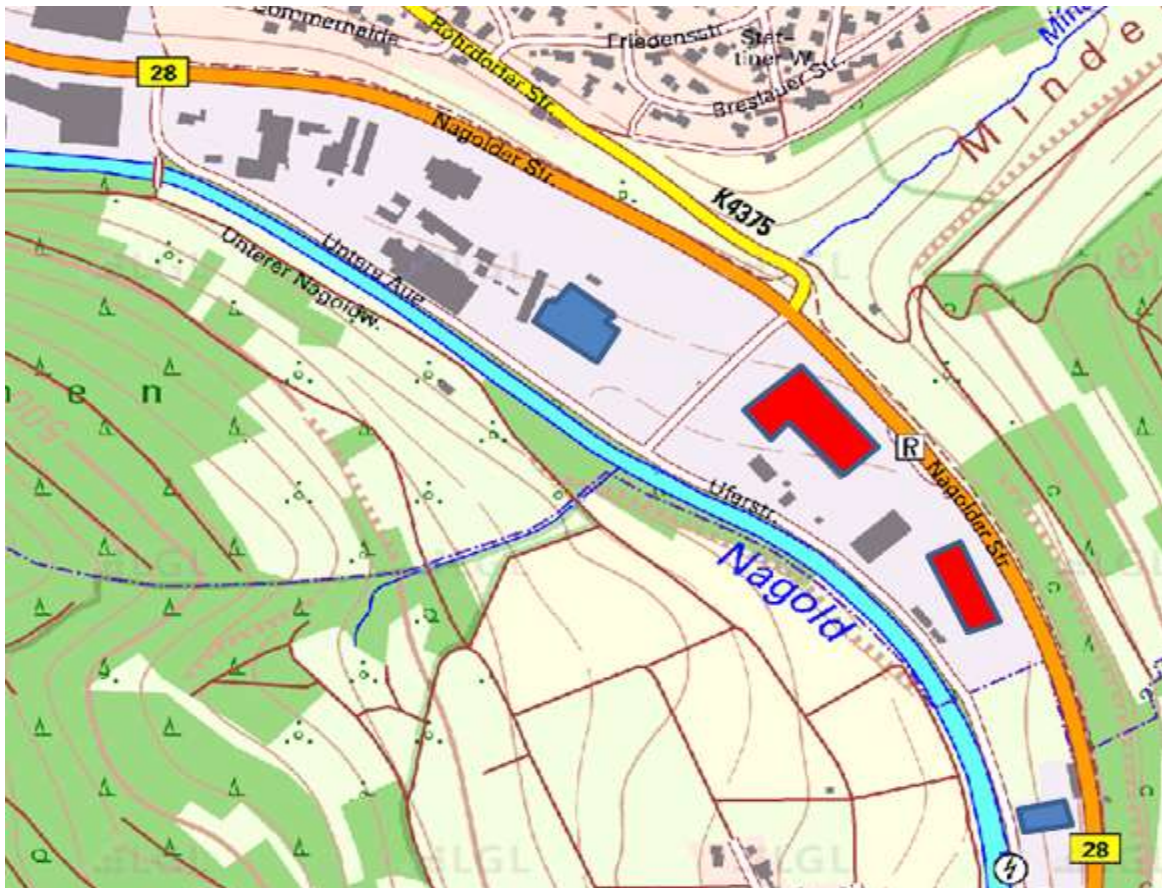


Abbildung 23 - Projektidee BHKW-Anlage im Gewerbegebiet

Wärmebedarf	650.000 – 750.000 kWh/a
Netzlänge	< 100 m
Wärmedichte	< 4.500 kWh/m
Stromverbrauch	450.000 – 550.000 kWh/a

Tabelle 9 - Technische Daten Projektidee BHKW-Anlage im Gewerbegebiet

### Mögliche nächste Schritte

- Kontaktaufnahme mit den Gewerbetrieben
- Akquise benachbarter Betriebe
- Datenerhebung des Energiebedarfs
- Klärung technischer und wirtschaftlicher Machbarkeit
- Fachplanung
- Erstellung Finanzierungs- und Betreiberkonzept



## Spezielle Wärmepotenziale

### *Nutzung industrieller Abwärme*

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden die Daten der Industrie-, Gewerbe-, Handel-, und Dienstleistungsbetrieben in der Gemeinde Ebhausen hinsichtlich Energieverbrauch und Struktur erfasst. Hintergrund dieser Untersuchungen war nicht nur die umweltfreundliche Bereitstellung von Energie für die Unternehmen sondern auch die mögliche Nutzung von industrieller Abwärme in einem Nahwärmenetz. Da keines der Unternehmen über eine ausreichende Menge an Abwärme ungenutzt an die Umwelt abgibt konnte hierfür kein Potenzial ermittelt werden. Die Dokumentation der Erfassung hinsichtlich Energieverbrauch und Struktur ist dem Anhang beigefügt.

### *Potenzial zur Nutzung von Kraft-Wärme-Kopplung*

Kraft-Wärme-Kopplung bezeichnet einen Prozess, bei dem gleichzeitig elektrische und thermische Energie bereitgestellt wird. In herkömmlichen Kraftwerken wird nur ein geringer Teil der eingesetzten Primärenergie in Strom umgewandelt. Circa 60 bis 70% gehen in Form von Abwärme an die Umwelt verloren. Die KWK nutzt diese Wärme für Heizung und Warmwasserbereitung. Je nach Größe und Lage der KWK-Anlage wird die Wärme über ein Nah- oder Fernwärmenetz verteilt. Voraussetzung ist, dass ausreichend Wärmeabnehmer vor Ort, oder in der Nähe sind. In KWK-Anlagen wird 80 bis teilweise über 90% der eingesetzten Primärenergie genutzt, wobei die Stromproduktion verglichen mit gleichgroßen konventionellen Kraftwerken etwas kleiner ist.

Sinnvoll kann Kraft-Wärme-Kopplung überall dort eingesetzt werden, wo Wärme und Strom benötigt wird. Damit der Einsatz auch wirtschaftlich sinnvoll ist, müssen eine Reihe von Überlegungen beachtet werden. Eine mögliche Nutzung der Kraftwärmekopplung ist in den folgenden Projektideen dargestellt:

- BHKW im Gewerbegebiet
- In den Heizzentralen der identifizierten Nahwärmenetze

Weitere Potenziale für Kraft-Wärme-Kopplung wurden nicht identifiziert, da keine ausreichend großen Wärmesenken im Gesamtgebiet der Gemeinde vorhanden waren. In der Gemeinde gibt es z.B. kaum Mehrfamilienhäuser, die einen überdurchschnittlich hohen Wärmeverbrauch aufweisen.

## Bewertung der Projektideen Wärme

### *Nahwärmenetze*

Die Nutzung von regenerativ erzeugter Wärme durch ein Nahwärmenetz bringt der Gemeinde und ihren Bürgerinnen und Bürger eine Reihe von Vorteilen. Wie erwähnt führt dies zu einer Steigerung der kommunalen Wertschöpfung. Beim Heizen mit Öl oder Gas fließen 60 bis 70 % der Brennstoffkosten ins Ausland. Bei der Nutzung von Holzackschnitzeln bleiben circa 65 % in der Region, weitere 30 % in Deutschland. Lediglich 3 % des eingesetzten Kapitals wandert ins Ausland.

Weitere Vorteile finden sich in der Vermeidung von Treibhausgasen und der Preisstabilität.

Die folgenden Graphiken wurden durch uns im Rahmen für eine Bürgerinformationsveranstaltung erstellt und verdeutlichen diesen Effekt:

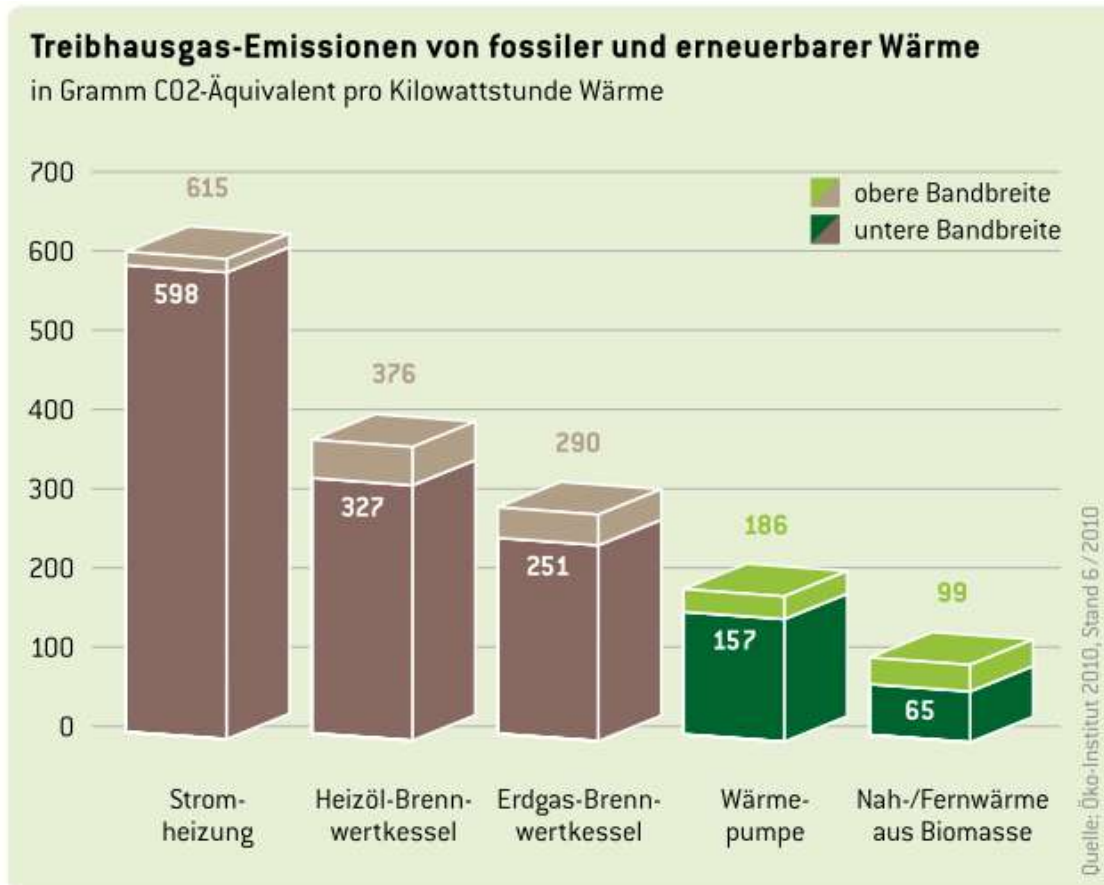


Abbildung 24 - Treibhausgas-Emissionen

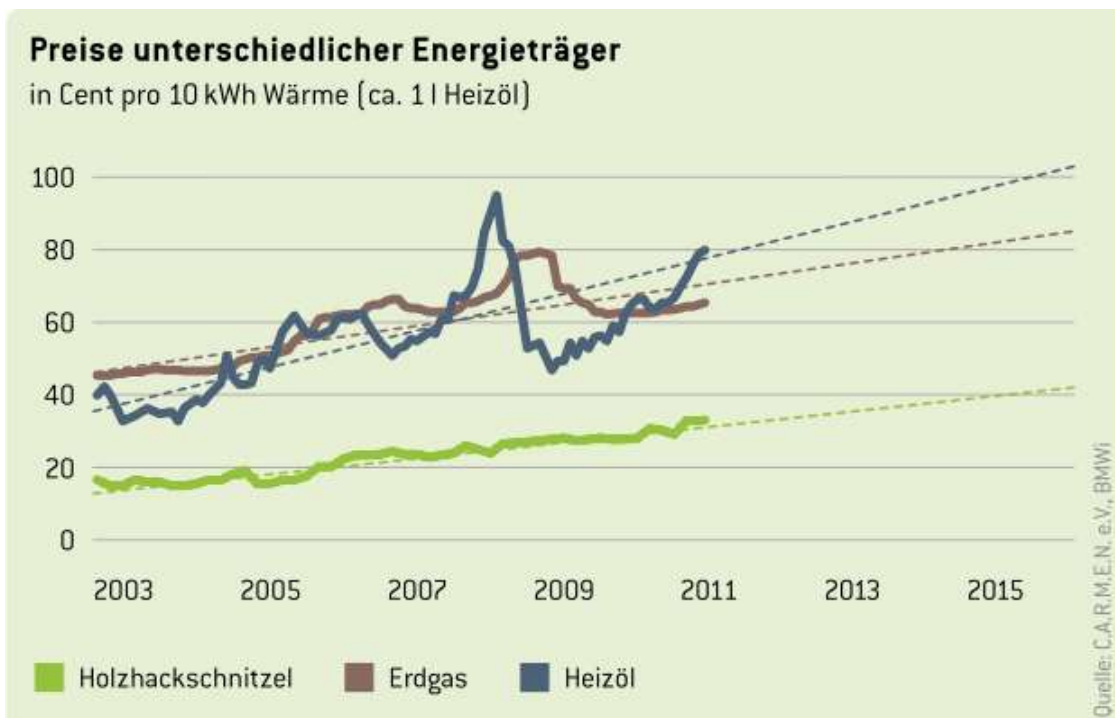


Abbildung 25 - Preisentwicklung Energieträger

Ein weiterer Pluspunkt eines Nahwärmenetzes ist der Kostenvorteil. Im Vergleich mit einer neuen dezentralen Heizöl- oder Erdgas-Heizungsanlage im eigenen Keller kann ein durchschnittlicher 4-Personen-Haushalt rund 36.000 bzw. 10.000 Euro in den nächsten 20 Jahren einsparen.

Gesamtkosten in Euro (inkl. Mehrwertsteuer)	Neuer Heizöl- Brennwertkessel <sup>1</sup>	Neuer Erdgas- Brennwertkessel <sup>2</sup>	Nahwärme
Investitionskosten <sup>4</sup>	15.220 €	18.360 Euro	8.000 Euro
Verbrauchskosten im 1. Jahr <sup>5</sup>	2.312 Euro	1.570 Euro	1.820 Euro
Betriebskosten im 1. Jahr <sup>6</sup>	810 Euro	920 Euro	800 Euro
Gesamtpreis:	20.850 Euro	18.340 Euro	10.620 Euro
Gesamtpreis in 10 Jahren (bei u. g. Preissteigerungen) <sup>1,2,3</sup>	53.340 Euro	46.220 Euro	36.450 Euro
Gesamtpreis in 20 Jahren (bei u. g. Preissteigerungen) <sup>1,2,3</sup>	105.600 Euro	79.340 Euro	69.230 Euro
Durchschn. Wärmepreis über 20 Jahre (€/kWh)	0,21	0,16	0,14
<b>Mehrkosten gegenüber Nahwärme über 20 Jahre</b>	<b>+36.370 €</b>	<b>+10.110 €</b>	<b>0 €</b>

<sup>1</sup> Durchschnittliche Preissteigerung Heizöl 2003-2011: ca. 6 Euro/MWh

<sup>2</sup> Durchschnittliche Preissteigerung Erdgas 2003-2011: ca. 3 Euro/MWh

<sup>3</sup> Durchschnittliche Preissteigerung Nahwärme 2003-2011: ca. 2 Euro/MWh

<sup>4</sup> Bei Heizöl- und Erdgas-Brennwertkesseln: Investition Kessel + Montage + Entsorgung Altkessel, incl. Fördermittel  
Bei Nahwärme Merzhausen: Hausanschlusskosten + Baukostenzuschuss (s. beil. Preisblatt).

<sup>5</sup> Bei Heizöl- und Erdgas: aktueller Heizöl- oder Erdgaspreis \* Effizienz (1/0,92)

Bei Nahwärme Merzhausen: Arbeitspreis pro kWh (s. beil. Preisblatt)

<sup>6</sup> Bei Heizöl- und Erdgas: laufende Schornsteinfeger-, Wartungs-, Reparatur- und Instandhaltungskosten (ca. 3 % p.a. von Investitionssumme + Zinsen für Investitionskredit, durchschnittl. Preissteigerung: 2 % p.a.) Hier: Grundpreis pro kW Anschlussleistung, durchschnittl. Preissteigerung: 2 % p.a., Zinsen für Investitionskredit

Abbildung 26 – Heizkostenvergleich

Nahwärmenetze mit erneuerbarer Wärmeerzeugung werden vom Bund im Rahmen des **Markt-Anreiz-Programms Programmteil Premium** und durch das **Kraft-Wärmekopplungs-Gesetz (KWKG)** gefördert. Beide Förderprogramme sind mit einander kombinierbar. Nicht aber mit den Mitteln der Landesförderung Baden-Württemberg die in einem Unterprogramm des **Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung – EFRE** festgelegt wurden.

Die Höhe der Förderung ist stets von der technischen Auslegung der Anlagen abhängig.



## Solarenergie

### PV - Gebäudeanlagen

#### Potenziale Solarenergie

Es sind bedeutende Potenziale für den Einsatz von Photovoltaik auf dem Gemeindegebiet Ebhausen vorhanden. Die jährliche mittlere solare Einstrahlung auf dem Gemeindegebiet beträgt zwischen 1071-1090 [kWh/m<sup>2</sup>]<sup>11</sup>. Im Vergleich dazu beträgt die jährliche mittlere solare Einstrahlung in Hamburg lediglich 900 [kWh/m<sup>2</sup>].

Je nach verwendeten Solarmodulen, Dachneigung, Dachausrichtung und Sonneneinstrahlung ist in Ebhausen mit einem mittleren Stromertrag von rund 950 kWp/kWh<sup>12</sup> zu rechnen.

Das Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) hat ein Solarkataster unter anderem für den Nordschwarzwald erstellt. Das Solarkataster bietet den Bürgern von Ebhausen die Möglichkeit, jedes einzelne Hausdach der Gemeinde auf die Eignungsfähigkeit für eine PV-Dachanlage hin zu überprüfen. Das Solarkataster ist beim Daten- und Kartendienst des LUBW abrufbar und findet sich im Internet unter <http://brsweb.lubw.baden-wuerttemberg.de/brsweb/home.xhtml>

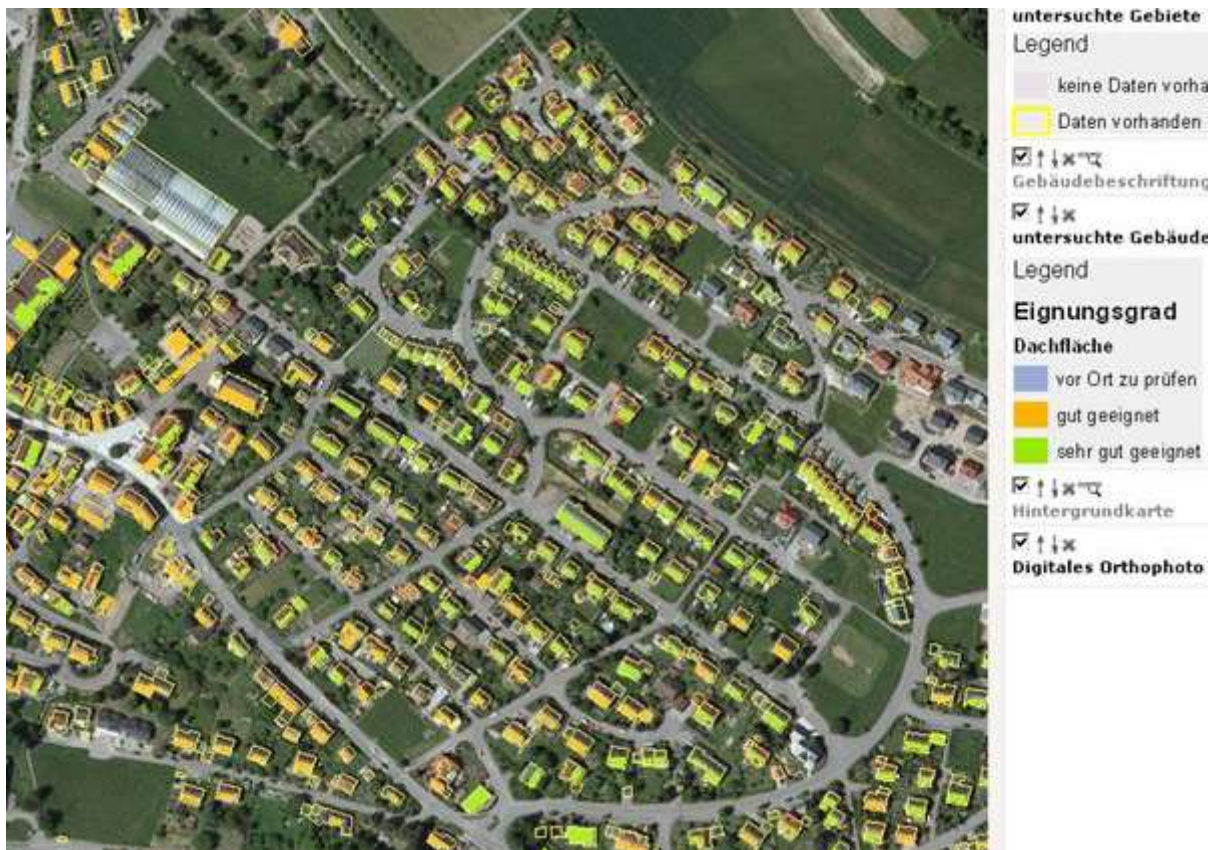


Abbildung 27 – Ausschnitt Solardachkataster Ebhausen

<sup>11</sup> Vgl. Daten der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

<sup>12</sup> vgl. [www.sonnenertrag.eu](http://www.sonnenertrag.eu) oder [www.solarserver.de](http://www.solarserver.de). Eine in Baden-Württemberg installierte Anlage erzielte 2010 rund 950 kWp/kWh.

Bisher sind in der Gemeinde Ebhausen 131 solare Dachanlagen die nach EEG vergütet werden in Betrieb (Stand Mai 2011)<sup>13</sup>. Zum Vergleich sind laut Statistischem Landesamt für das Jahr 2010 1.284 Wohngebäude vorhanden.

### Handlungsschritte Maßnahmen für Dachflächenbesitzer in Ebhausen

- Erste Potenzialbetrachtung des betreffenden Daches im Solarkataster des LUBW (s. oben)
- Einholung von Angeboten bei lokalen Handwerkern
- Erste Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mittels der Verwendung entsprechender kostenloser Tools im Internet. Eine Auswahl verschiedener Rechner finden sich unter <http://www.photovoltaik-web.de/finanzierung/rentabilitaetsberechnung/#Renditerechner>
- Kontaktaufnahme mit Banken und Sparkassen bzgl. Finanzierungsprogrammen

### Ausblick EEG 2011

Der Gesetzgeber wird voraussichtlich auf die geplante Absenkung der Vergütung für Gebäudeanlagen zum 1. Juli 2011 verzichten. Damit werden die aktuellen EEG-Vergütungen bis Ende 2011 gültig sein.

Die jährliche Degression der EEG-Vergütung ist abhängig von der (halb-)jährlichen Zubaurate. Die Zubaurate wird alle sechs Monate von der Bundesnetzagentur überprüft. Halbjährlich kann es zu einer Senkung der EEG-Vergütung von bis zu 15 % kommen.

Vergütungssätze 2011 nach EEG (Referentenentwurf) Dachanlage bis 30KW	28,74 Cent je kWh
Dachanlage bis 100 KW	27,33 Cent je kWh
Dachanlage bis 1 MW	25,86 Cent je kWh
Bei Eigenverbrauch (bis 100 KW)	Absenkung um 16,38 Cent je kWh + Ersparnis des individuellen Tarifs

Tabelle 10 – Vergütungssätze PV nach EEG (Stand: Juli 2011)

Je nach Höhe der Zubaurate wird die EEG-Vergütung für 2012 sinken. Die bestehende Degressionsregelung (sog. „atmender Deckel“) kann dann halbjährlich angepasst werden. Die jährliche Basisdegression liegt bei 9%; je nach der Höhe des Zubaus kann die zusätzliche Degression zwischen 0 und 15% liegen.

### Wirtschaftlichkeit

Die Installation einer PV-Dachanlage ist trotz der wiederholten und deutlichen Absenkung der EEG-Vergütung auch im Jahr 2011 aufgrund gesunkener Modulpreise eine attraktive Investition. Die weitere Entwicklung der Renditemöglichkeiten bei PV-Anlagen wird von der zukünftigen jährlichen und unterjährlichen Degression im neuen EEG und den Senkungen bei den Modulpreisen abhängig sein. Auf die jüngste Absenkung der EEG Vergütung von 13% zum Jahreswechsel folgte in gleicher Höhe eine Senkung der Modulpreise.

<sup>13</sup> EnergyMap erfasst die in Deutschland produzierten Erneuerbare-Energien-Strommengen sowie die Anzahl der Anlagen und ihre Standorte. <http://www.energymap.info/energieregionen/110/160/574/15929.html>

Unter der Berücksichtigung von Faktoren wie Stromertrag, Höhe des Darlehens, Vergütung nach EEG und den Modulpreisen ist für Solardachanlagen eine Eigenkapitalverzinsung in einer Bandbreite von 4 – 10 % möglich.

### Finanzierung

Solare Dachanlagen können über das KfW-Kreditprogramm „Erneuerbare Energien – Programmteil Standard“ (Nr. 270) oder bei Hausneubauten über das Programm „Energieeffizient bauen“ (Nr. 153) zinsgünstig finanziert werden. Die aktuellen Konditionen sind tagesaktuell auf der Homepage der KfW hier zu finden:

[http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/Erneuerbare\\_Energien\\_-\\_Standard/index.jsp](http://www.kfw.de/kfw/de/Inlandsfoerderung/Programmuebersicht/Erneuerbare_Energien_-_Standard/index.jsp)

### Klimaschutz

Bei einer installierten Dachanlage von 10 kWp und einer Laufzeit von 20 Jahren werden bei einem durchschnittlichen jährlichen Stromertrag von 9.000 kWh Jährlich rund 5.6 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart.

### Projektidee „500 Solardächer für Ebhausen“

Die folgend beschriebene Projektidee hat zum Ziel in den nächsten 10 Jahren mindestens 500 weitere Solardachanlagen in Ebhausen zu installieren. Bei einer angenommenen durchschnittlichen installierten Leistung von 10 kWp je Anlage könnten so insgesamt zusätzliche 5.000 kWp in Ebhausen die emissionsfreie Stromerzeugung aufnehmen.

Eine solche Initiative könnte von der Gemeinde, den örtlichen Banken und Sparkassen, den Handwerksunternehmen und ggf. von Bürgerinitiativen oder den Energiegenossenschaften initiiert und getragen werden.

### Mögliche nächste Schritte

1. Die Gemeinde Ebhausen startet die Initiative 500 Solardächer für Ebhausen. Der Bürgermeister ist Schirmherr der Kampagne. Koordination und Öffentlichkeitsarbeit können entweder von der ABE, der BSE, der Gemeinde oder einer weiteren Energiegenossenschaft übernommen werden.
2. Orientierung an praktizierten Initiativen:  
Die örtlichen Banken wie die Sparkasse Pforzheim Calw, die Raiffeisenbank, die Raiffeisenbank im Landkreis Calw und die Volksbank Nagoldtal bieten potenziellen Interessenten mit geeigneten Dachflächen eine zinsgünstige Finanzierung in Verbindung mit einem KfW-Darlehen für eine solare Dachanlage zur Verfügung.  
Die Volksbank Main-Tauber bietet ihren Kunden das Sonderkreditprogramm „SolarDoppel-Plus“ mit Darlehen bis zu 100.000 Euro zur Verfügung, mit dem Solardachanlagen sicher und zinsgünstig finanziert werden können.  
Die Badenova fördert über das Förderprogramm regiostrom plus Solar Neuanlagen ihrer Kunden mit einem Investitionszuschuss von bis zu 900 Euro je Anlage.
3. Einbeziehung der lokalen und regionalen Handwerksunternehmen. Durchführung eines „Solkartages“ oder Erneuerbare-Energien-Tages mit Handwerksunternehmen aus der Region.

*Beispiel: Das Land Baden-Württemberg führt in Zusammenarbeit mit den Kommunen jährlich einen Energietag durch.*

4. Einbindung der Ebhauser Energiegenossenschaften und/oder lokaler Bürgerinitiativen.

### **Freiflächen**

Freiflächenanlagen (sog. Solarparks) werden nach EEG nur noch auf Konversionsflächen vergütet. Hier kommt auf der Gemeindegemarkung nur die Erdaushubdeponie zwischen Ebershardt und Rotfelden in Betracht. Nach einer möglichen Schließung der Erdaushubdeponie bzw. einer Umwidmung der Nutzung könnte die Fläche für eine PV-Freiflächenanlage zur Verfügung stehen.

### **Solarthermie**

Die Solarthermie, die Erzeugung und Nutzung von Wärme durch solare Energie, bietet interessante Potenziale zur Vermeidung von CO<sub>2</sub>. Aufgrund des technischen Entwicklungsstandes und einer leider nicht gegebenen zufriedenstellenden Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen wurde im Rahmen dieses Berichtes auf eine weitere, tiefergehenden Darstellung verzichtet.

# Biogas

## Einführung

Der Ausbau der Biogasnutzung kann einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Biogasanlagen haben in den letzten Jahren in Deutschland einen massiven Zubau erlebt. 2009 gab es in Deutschland 5000 Anlagen mit einer gesamten elektrischen Leistung von 1,8 GW<sub>el</sub>. Lag die durchschnittliche Anlagenleistung im Jahre 1999 bei 60 kW<sub>el</sub>, 2004 bei 125 kW<sub>el</sub>, so liegt sie heute bei durchschnittlich 370 kW<sub>el</sub>. In Baden-Württemberg gibt es rund 612 Anlagen mit einer Gesamtleistung von 162 MW<sub>el</sub>.

### Wie funktioniert eine Biogasanlage?

Biogas entsteht durch den mikrobiellen Anbau organischer Substanzen in feuchter Umgebung unter Luftabschluss. Dieser anaerobe Prozess läuft in verschiedenen Teilschritten ab, an deren Ende das Gasgemisch Biogas steht, welches schließlich zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt wird. Die Zusammensetzung des entstandenen Biogases ist abhängig von verschiedenen Parametern, wie z.B. dem eingesetzten Substrat, dem verwendeten Anlagensystem, der Temperatur und der Verweilzeit. Grundsätzlich besteht es aus 50-75 % Methan (CH<sub>4</sub>), 25-45 % Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>), 2-7 % Wasserdampf, < 1 % Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) und < 2 % Spurengasen.

Eine Biogasanlage besteht in der Regel aus einer Vorgrube, einem oder mehreren Faulbehältern (Fermenter) und einem Gärrückständelager. Je nach Art der Anlage sind ebenfalls ein Annahmehunker, eine Zerkleinerung, eine Störstoffabtrennung und eine Hygienisierung nötig. Das Gas gelangt schließlich in einen Gasspeicher, eine Gasreinigung und anschließend zumeist in ein Blockheizkraftwerk (BHKW). In diesem BHKW wird aus dem Biogas Strom und Wärme erzeugt. Der Strom kann ins Netz eingespeist werden und die Abwärme vor Ort genutzt werden. Der Gärrest wird wieder der landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt.

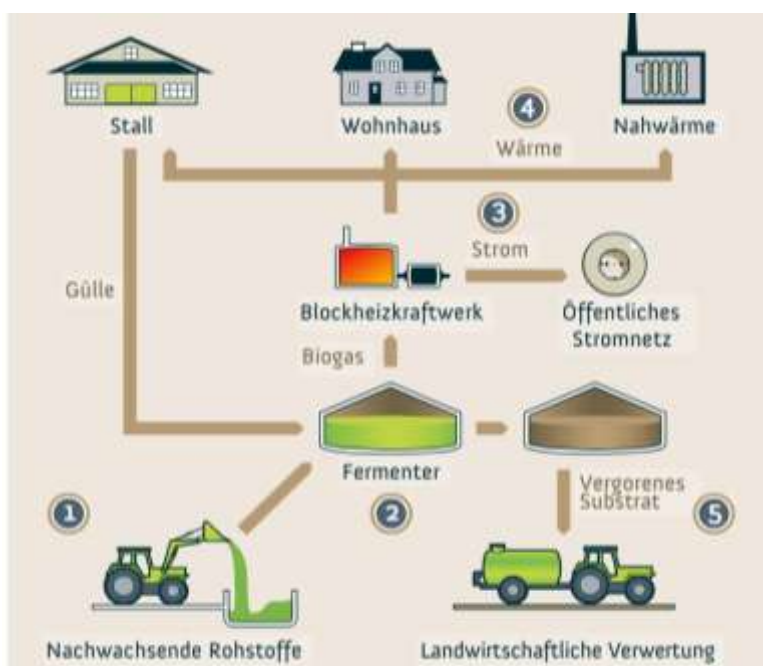


Abbildung 28 - Funktionsweise einer Biogasanlage



### *Aus welchen Substraten kann Biogas gewonnen werden?*

Als Einsatzsubstrate in Biogasanlagen eignen sich verschiedenste organische Substanzen aus der Landwirtschaft und Industrie. Neben dem speziellen Anbau von Energiepflanzen bieten Biogasanlagen hierbei ebenfalls die Möglichkeit der Verwendung von Rest- und Abfallstoffen. Reststoffe sind jene Stoffe, die als Nebenprodukte einer vorherigen Nutzung anfallen. Als Einsatzsubstrate in Biogasanlagen können folgende Rest- und Abfallstoffe genutzt werden:

- Landwirtschaftliche Reststoffe ( z.B. Stroh, Gülle)
- Tierische Reststoffe (z.B. Schlachtabfälle, Tierfette)
- Landschaftspflegematerial und Grünschnitt
- Nebenprodukte der Lebensmittel- und Genussmittelherstellung (z.B. Biertreber, Trester, Schlempen aus der Obst- oder Getreidevergärung)
- Organische Reststoffe aus Kommunen und Haushalten (z.B. Biotonne, Marktabfälle)

Neben der Nutzung von Rest- und Abfallstoffen können für den Betrieb einer Biogasanlage ebenfalls speziell angebaute Energiepflanzen wie z.B. Mais, Getreideganzpflanzen oder Gras genutzt werden.

Bei der Pflanzenwahl sind sowohl ein möglichst hoher Energiegehalt pro Hektar, geringste Kosten für Anbau, Ernte und Konservierung die entscheidenden Kriterien.

Um einen nachhaltigen Ausbau des Energiepflanzenanbaus zu verfolgen, sollte beim Anbau jedoch nicht nur der kurzfristige Aspekte von Höchstserträgen einzelner Kulturen im Vordergrund stehen, sondern langfristig standortangepasste und ökologisch ausgeglichene Fruchtfolgen und Anbausysteme angestrebt werden.

Unter Beachtung der Aufrechterhaltung der Ökosystemleistung (z.B. Boden, Gewässer), sowie dem Schutz von Flora und Fauna, sind auch solche Kulturen in Betracht zu ziehen, welche kurzfristig weniger Ertrag erwirtschaften, jedoch langfristige Folgekosten durch eine mögliche Übernutzung vermeiden. Neben der Klimarelevanz und der Energieeffizienz sind die einzelnen Kulturen somit auch auf ihre Wirkungen bezüglich des Humushaushalts, der Erosionsgefahr, den Eintrag von Nähr- und Schadstoffen in Oberflächen- und Grundwasser und die Biodiversität zu überprüfen.

### *Exkurs: Gärreste aus Biogasanlagen*

Neben der Erzeugung von Biogas entsteht bei der Vergärung als Fermentationsrückstand der Gärrest, der auch als Biogasgülle bezeichnet wird.

Im Sinne eines **geschlossenen Kreislaufmanagements** kann die flüssige Biogasgülle unter Auflagen der Düngeverordnung (DüV) wieder zurück auf die Felder gebracht werden. Gärreste aus Biogasgülle stellen einen wertvollen organischen Dünger dar. Bei der Verwendung sollte allerdings beachtet werden, dass durch den Gärprozess qualitative und quantitative Veränderungen gegenüber normaler Gülle auftreten (z.B. Fließfähigkeit, Trockenmasse, pH- Wert), welche bei der Düngeplanung mit einbezogen werden sollten.

Ebenso können durch den Einsatz von nicht landwirtschaftlich erzeugten Einsatzsubstraten Stör- und Schadstoffe in die Biogasgülle gelangen, was eine Einhaltung der Düngeverordnung (DüV), der Dün-

gemittelverordnung (DüMV), der Bioabfallverordnung (BioAbfV), sowie der EU-Hygieneverordnung voraussetzt.

Durch die **Rückführung der Gärreste** werden wichtige Nährstoffe zurück auf die Felder gebracht. Somit bietet die Biogasgülle eine Möglichkeit, Wirtschaftsdünger einzusparen. Nährstoffe wie Phosphor, Kalium, Magnesium und Spurenelemente werden verlustfrei wieder auf die Felder geführt. Beim Stickstoff ergeben sich Verluste von circa 30% in der Prozesskette und daher muss die Düngemittelbedarfsermittlung spezielle Beachtung finden, um so Boden und Grundwasser zu schützen.



Abbildung 29 - Ausbringung Gärreste auf Ackerfläche (Quelle: ANNA-Consult)

#### *Wie kann das gewonnene Biogas verwertet werden?*

In den meisten Fällen wird Biogas zur **Erzeugung von Strom und Wärme** (Kraft-Wärme-Kopplung) in einem BHKW direkt an der Biogasanlage verwendet („Verstromung in der Anlage“). Hierdurch ist jedoch ausschließlich eine Wärmenutzung in direktem Umfeld der Anlage möglich. Bedingt durch diese ortgebundene Kraft-Wärme-Kopplung kann die anfallende Wärme aufgrund fehlender Nachfrage vor Ort oftmals außer für die Aufrechterhaltung der Gärprozesse in der Anlage nicht weiter sinnvoll genutzt werden. Hierdurch geht eine große Menge an Wärme einfach ungenutzt verloren und es entsteht für die Anlage eine schlechte Energiebilanz und Wirtschaftlichkeit.

Ein weiterer Weg zur Nutzung des Biogases ist die **Aufbereitung des Biogases zu Bioerdgas** am Anlagenstandort. („Verstromung am Ort der Wärmenutzung“). Gereinigtes und entschwefeltes Biogas lässt sich dadurch auf ähnlich vielen Wegen verwenden wie Erdgas und bietet ebenfalls die Möglichkeit der Nutzung als Kraftstoff. Das gewonnene Bioerdgas wird ins Erdgasnetz eingeleitet und kann so

über beliebige Distanzen transportiert werden. Das bietet die Möglichkeit zum Betrieb eines oder mehrerer BHKWs an einem auch weiter entfernten Standort. Hierdurch kann die Energiebilanz der Biogasanlage verbessert werden, und es ergeben sich Optionen in der Ausgestaltung der Projekte.

Wegen der höheren Investitions- und Betriebskosten rentiert sich die Aufbereitung zu Erdgasqualität in erster Linie daher nur für Anlage mit einer Leistung größer als 1 MW<sub>el</sub>.

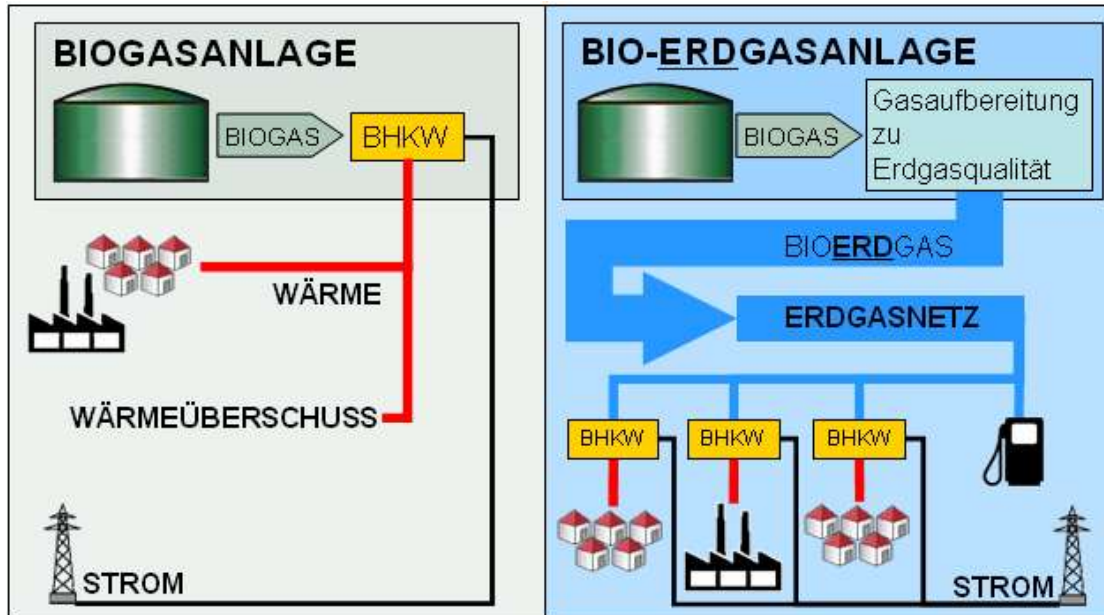


Abbildung 30 – verschiedene Nutzungspfade von Biogas (Quelle ANNA-Consult, Freiburg)

## Potenziale Biogas

Für die Potenzialanalyse im Bereich Biogas haben wir die Firma ANNA-Consult in Freiburg beauftragt.

Hierzu wurde ein Gebiet von 15 km Umkreis um die Gemeinde Ebhausen betrachtet. Unter Berücksichtigung von realer Transportstrecke und Luftlinie kann hierbei ein Einzugsgebiet einer möglichen Biogasanlage abgedeckt werden, welches von der Gemeinde Bad Teinach-Zavelstein im Norden, der Gemeinde Horb am Neckar im Süden, der Gemeinde Simmersfeld im Westen und der Gemeinde Herrenberg im Osten reicht.



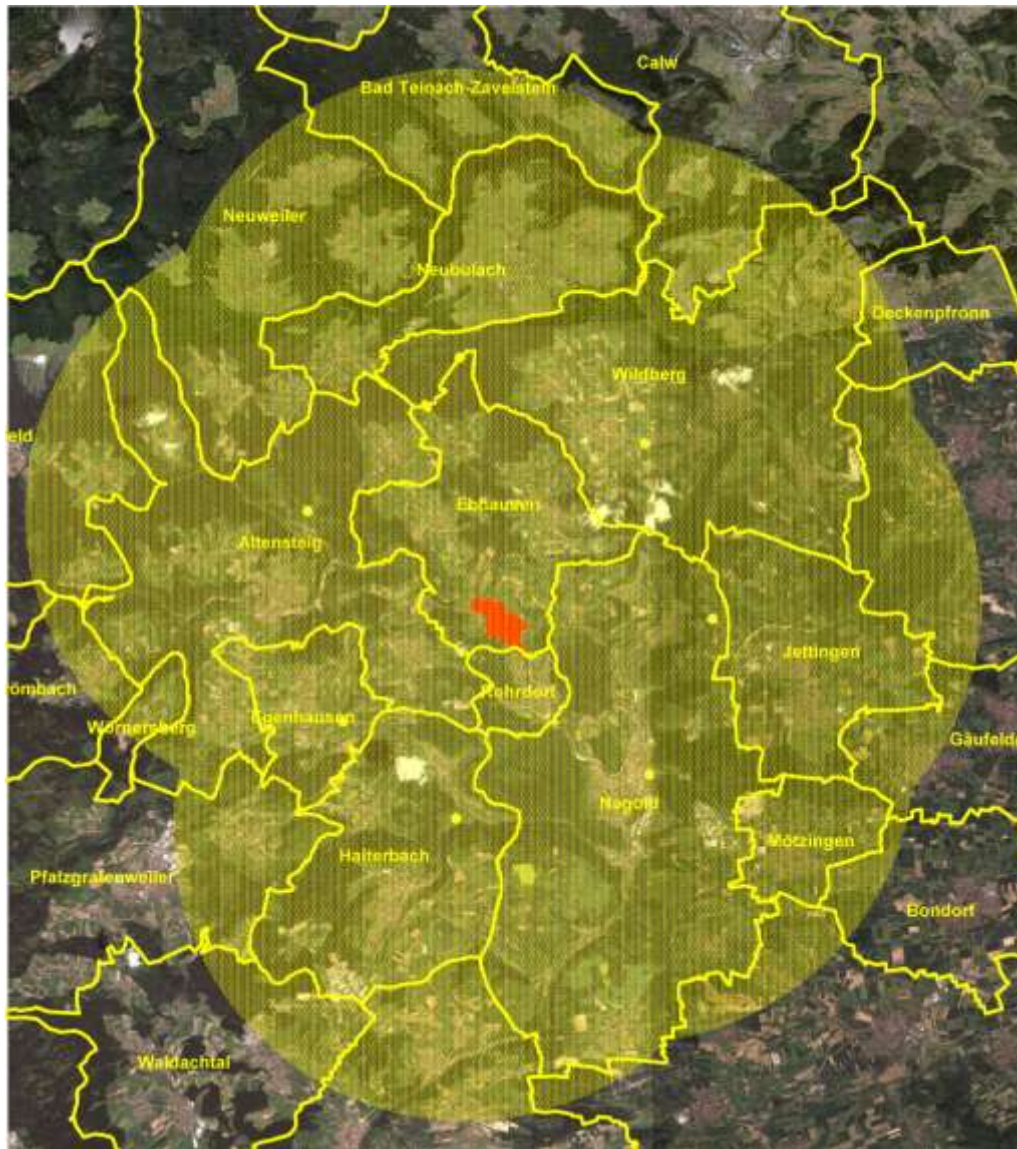


Abbildung 31 - Einzugsgebiet Biomasse für Ebhausen

Gemeinden, welche nicht vollständig im ermittelten Einzugsgebiet liegen, wurden bei der Potenzialanalyse anteilig mit in die Berechnung aufgenommen (Spalte 2). Um einen nachhaltigen Ausbau des Biomasseanbaus zu gewährleisten, wurde mit 15 % der Gesamtackerfläche und 6 % der Gesamtgrünlandfläche der Gemeinden gerechnet. Dieser Wert ist Ergebnis einer bundesweiten Studie über nachhaltig verfügbare Flächenanteile, deren Nutzung für Energiepflanzen die Selbstversorgung mit Nahrungs- und Futtermitteln nicht einschränkt.

Diese erste Faustzahl sollte jedoch bei weiteren Planungsschritten den regionalen Bedingungen angepasst werden.

Gemeinde	Gemeinde anteilig	Ackerland [ha]	Flächen- potenzial Acker (bereinigt) [15%]	Dauer- grünland [ha]	Flächen- potenzial Grünland [6%]
<b>Ebhausen</b>	<b>100</b>	<b>461</b>	<b>69</b>	<b>334</b>	<b>20</b>
Altensteig	100	590	88	729	44
Bad Teinach-Zavelstein	50	191	29	283	17
Bondorf	10	26	4	12	1
Egenhausen	100	246	37	299	18
Gäufelden	20	40	6	0	0
Grömbach	33	261	39	79	5
Haiterbach	100	744	111	452	27
Herrenberg	10	79	12	24	1
Horb	20	38	6	96	6
Jettingen	100	533	80	130	8
Mötzingen	100	198	30	2	0
Nagold	100	1.750	261	652	39
Neubulach	100	110	16	0	0
Neuweiler	90	424	63	631	38
Pfalzgrafenweiler	25	34	5	50	3
Simmersfeld	25	66	10	81	5
Wildberg	100	976	146	910	55
Wörnersberg	60	694	104	431	26
<b>SUMME</b>		<b>7.460</b>	<b>1.115</b>	<b>5.195</b>	<b>312</b>

Tabelle 11 – Flächenpotenziale zur Biogasgewinnung in der Umgebung von Ebhausen

Unter Berücksichtigung der regionaltypischen Erträge (Leitkultur Mais) und dem verfügbaren Wirtschaftsdünger wurden schließlich die möglichen Biogas- und Methanausbeuten berechnet.

Gemeinde	Methan von Ackerland auf Basis Maissilage [m³]	Methan von Grünland [m³]	Methan aus Gülle Rinder + Schweine [m³]	Methanpotenzial gesamt [m³]
<b>Ebhausen</b>	<b>290.651</b>	<b>50.977</b>	<b>110.762</b>	<b>452.389</b>
Altensteig	365.068	111.264	271.295	747.627
Bad Teinach-Zavelstein	119.302	43.193	117.077	279.572
Bondorf	17.901	1.755	857	20.513
Egenhausen	155.458	45.635	125.964	327.057
Gäufelden	26.954	61	0	27.015
Grömbach	174.111	12.038	19.816	205.965
Haiterbach	473.436	68.987	115.866	658.288
Herrenberg	53.840	3.648	6.005	63.493
Horb	25.613	14.621	5.072	45.307
Jettingen	362.793	19.841	55.599	438.234
Mötzingen	134.771	305	0	135.077
Nagold	1.118.719	99.512	77.529	1.295.760
Neubulach	68.064	0	0	68.064
Neuweiler	272.228	96.291	199.066	567.585
Pfalzgrafenweiler	22.512	7.669	14.990	45.171
Simmersfeld	42.706	12.401	33.728	88.834
Wildberg	638.223	138.889	245.531	1.022.642
Wörnersberg	462.642	65.751	130.022	658.415
<b>SUMME</b>	<b>4.824.993</b>	<b>792.837</b>	<b>1.529.178</b>	<b>7.147.008</b>

Tabelle 12 – Theoretisches Methanpotenzial im Biomasseinzugsgebiet von Ebhausen

### Zusammenfassung und mögliche installierte Leistung

Addiert und auf eine mögliche Anlage umgerechnet konnte ein technisch mögliches Potenzial von circa 3,5 MW ermittelt werden. Sofern im ersten Entwurf einer Ausschöpfung von 20% dieses Technischen Potenzials ausgegangen wird, ergibt sich ein mögliches Potenzial **für eine Anlage von 700 kW** elektrischer Leistung.

	Methan vom Ackerland (aus Maissilage) (m <sup>3</sup> )	Methan aus Grünland (m <sup>3</sup> )	Methan aus Gülle (Rinder + Schweine) (m <sup>3</sup> )	Methanpotenzial gesamt (m <sup>3</sup> )
<b>SUMME</b>	<b>4.534.343</b>	<b>741.860</b>	<b>1.418.416</b>	<b>6.694.618</b>
Techn. mögliche kWh	50.149.831	8.204.969	15.687.679	74.042.479
Techn. kWh el *	20.059.932	3.281.988	6.275.072	29.616.992
<b>Techn. mögliche inst. el. Leistung**</b>	<b>2.417</b>	<b>395</b>	<b>756</b>	<b>3.568</b>

\* bei 40 % el. Wirkungsgrad \* bei 8300 Volllaststunden

**Tabelle 13 – Technisches Methanpotenzial im Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen**

### Bereits installierte Anlagen

Es existieren bereits Biogasanlagen im betrachteten Gebiet. Deren Substratflächen überschneiden sich mit diesem jedoch nur teilweise.

Altensteig	Landkreis Calw	440 kW
Neuweiler	Landkreis Calw	250 kW

**Tabelle 14 - Biogasanlagen im Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen**

Oberreichenbach-Würzbach	Landkreis Calw	190 kW
Althengstett	Landkreis Calw	100 kW

**Tabelle 15 - Biogasanlagen im erweiterten Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen**

Die **installierten Anlagen** zählen zu den eher kleinen Leistungsklassen. Von daher ist zu erwarten, dass hier auch Gülle als Substrat zum Einsatz kommt. Gülle kann wegen seines geringen Energieinhaltes nicht über weite Strecken wirtschaftlich transportiert werden. Dies entschärft eine etwaige Konkurrenzsituation.

Eine **installierbare Leistung von 500 kW** erachten wir als sicher verfügbar. In einem der nächsten Projektschritte sollten die Anlagen und deren Versorgungskette näher untersucht werden.

## Projektidee Biogasanlage

Die Potenzialanalyse zeigt auf, dass auch bei einer konservativen Abschätzung genug feuchte Biomasse im Umkreis von Ebhausen verfügbar ist, um eine Biogasanlage auf Gemarkung Ebhausen zu betreiben.

Eine Anlage mit installierter elektrischer Leistung von 500 kW produziert bei angenommenen 8000 Betriebsstunden circa 4.000 MWh Strom und etwa 4.000 MWh thermische Energie. Das bedeutet, dass circa 80% des Wärmebedarfes der in diesem Bericht skizzierten Nahwärmenetze durch diese Anlage mit Wärme versorgt werden könnten.

Die **Investitionskosten** für diese Anlagengröße können mit 1.600.000 Euro bis 2.400.000 Euro angesetzt werden.

Die wichtigste Frage in den weiteren Betrachtungen ist daher die Standortfrage.

Die laufende **Novellierung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes** sieht einen Wärmeabsatz von mindestens 60% als Vergütungsvoraussetzung vor. Deswegen wird in Zukunft bei Biogas-Projekten zwingend auf die Abnahme der Wärme (durch z.B. Nahwärmenetze, Großverbraucher etc.) zu achten sein. Nur dann entfalten Biogasanlagen ihren vollen ökologischen Effekt und weisen eine ausreichende Rentabilität aus.

Neben der Lage der Wärmesenken sind es die Aspekte Geruchs- und Transportbelastung für Anwohner welche über den Standort einer Biogas-Anlage entscheiden. Das wesentliche **Biomasseaufkommen liegt im Norden von Ebhausen**. Ein Biogasstandort in diesem Gebiet wäre eine wesentliche Erleichterung hinsichtlich der Anlieferung der Biomasse während der Erntezeit. Der Anlieferverkehr müsste nicht durch den Ort geleitet werden.

Auch mit Blick auf eine etwaige **Geruchsbelästigung** lässt sich im Norden leichter als im Süden von Ebhausen der notwendige Abstand zu Wohngebieten einhalten.

Bei der Standortoptimierung gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten zu berücksichtigen. Die **zentrale Wärmeproduktion** am Standort der Biogasanlage und anschließendem Transport über Nahwärmeleitungen oder die **zentrale Gasproduktion** mit anschließendem Transport über Biogasleitungen zu dezentralen Heizstandorten.



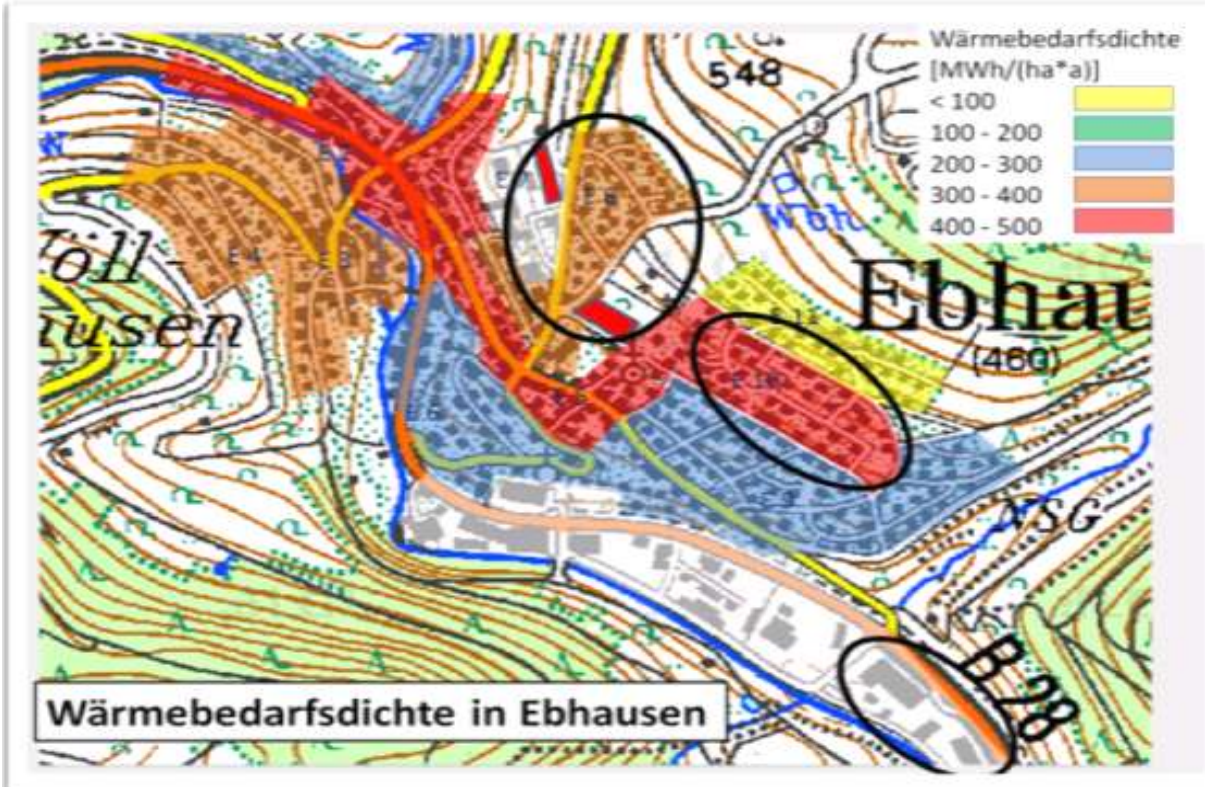


Abbildung 32 - Wärmesenken als Planungsgrundlage



Abbildung 33 - Standortsuchraum für Biogasanlage

Durch die noch nicht vollständig absehbaren Veränderungen des EEG im Bereich Biogas ist eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen im allgemeinen derzeit schwer vorzunehmen.



Wir sind uns aber sicher, dass bei einer Konstellation, in der die Wärme der Anlage genutzt werden kann, ein wirtschaftliches Ertragsmodell erzielt werden kann.

Wenn Biogasprojekte zur Wärmeversorgung herangezogen werden, ist die **Versorgungssicherheit** von enormer Bedeutung. Projekte scheitern häufig daran, dass sich Wärmeabnehmer nur ungern von einzelnen Landwirten abhängig machen wollen.

Weitere wichtige Randbedingungen werden in den folgenden Absätzen skizziert:

Möglichst viele Bürger und Akteure sollten von der Anlage profitieren, sei es durch Verzinsung von Einlagen, durch Absatzmöglichkeiten der eigenen Biomasse oder durch die Bezugsmöglichkeit von günstiger Wärme.

Das Gesamtkonzept sollte mit der **Öffentlichkeit** diskutiert werden, denn der Rückhalt aus der Bevölkerung ist wichtig, nicht nur in der Planungsphase, sondern vor allem im späteren Regelbetrieb. Vorbehalte treten meistens dann auf, wenn es zu wenige Informationen gibt und die Betroffenen nicht eingebunden werden. Um die Bevölkerung zu überzeugen, sollte man deshalb offen darüber sprechen, welche Auswirkungen eine Biogasanlage vor Ort hat. Informationsveranstaltungen und/oder Besichtigungen von Biogasanlagen und Wärmenetzen sind zu empfehlen.

Die **Versorgungssicherheit** sollte nicht nur durch langfristige Verträge, sondern auch durch die Verteilung auf unterschiedliche Substratlieferanten erreicht werden. Dazu können z.B. Genossenschaften gegründet werden, in denen sich die Landwirte gegenseitig unterstützen.

Weiter wird bei der Auswertung von bestehenden Projekten immer deutlicher, dass jeder Akteur das tun sollte, was er am Besten kann. Biomasseproduktion, Transportlogistik, Betrieb der Anlage und Betrieb des Wärmenetzes erfolgen im idealerweise von Spezialisten. Das setzt aber auch eine faire Verteilung der Gewinnmargen voraus. Es gibt auch Projekte, in denen all diese Aufgaben erfolgreich von einem Landwirt übernommen werden.

Bei Biogasprojekten sehen wir stärker als bei der Energiegewinnung aus Holz die Möglichkeit, **zusätzliche Einnahmequellen für die Landwirtschaft** zu erschließen. Die Nutzung des Privatwaldes kann stellenweise noch intensiviert werden, hat jedoch bereits eine lange Tradition. Im Gegensatz hierzu schafft der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen einen wirklich *neuen* Absatzmarkt für die Landwirtschaft.

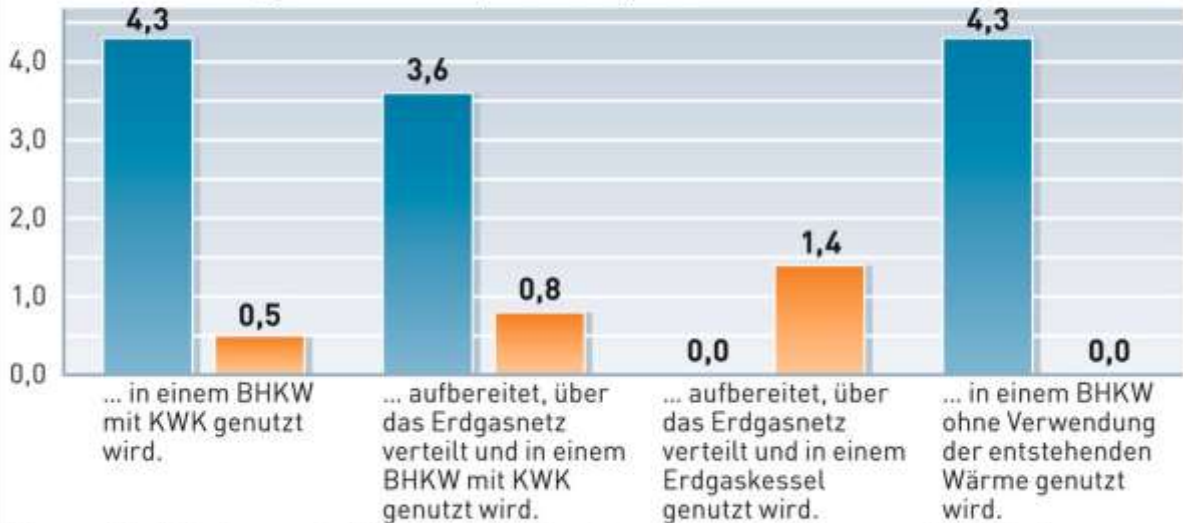
Ein Großteil der Wertschöpfung der Energiebereitstellung wird aus dem Ausland oder von großen Energieversorgern in die eigene Gemeinde verlagert, was neben attraktiven Gewerbesteuererträgen auch Arbeitsplätze und ein attraktives wirtschaftliches Standbein für ortsansässige Landwirte schafft. Das Angebot günstiger Wärme kann einen Standortvorteil für die Ansiedelung von Gewerbebetrieben darstellen. Die regionale Energiebereitstellung ist unabhängiger von eventuell zukünftig deutlich teurer werdenden Importen fossiler Rohstoffe wie Mineralöl und Erdgas.

Allerdings wird in der oben vorgestellten Potenzialanalyse klar, dass hierzu ein regionales Biomasse-Einzugsgebiet zu betrachten ist, welches über Ebhausen hinaus geht.

## Nutzungspfade für Biogas: Beiträge zur Strom- und Wärmeversorgung

■ mit Strom versorgte Haushalte ■ mit Wärme versorgte Haushalte

Anzahl der versorgten Haushalte, wenn Biogas ...



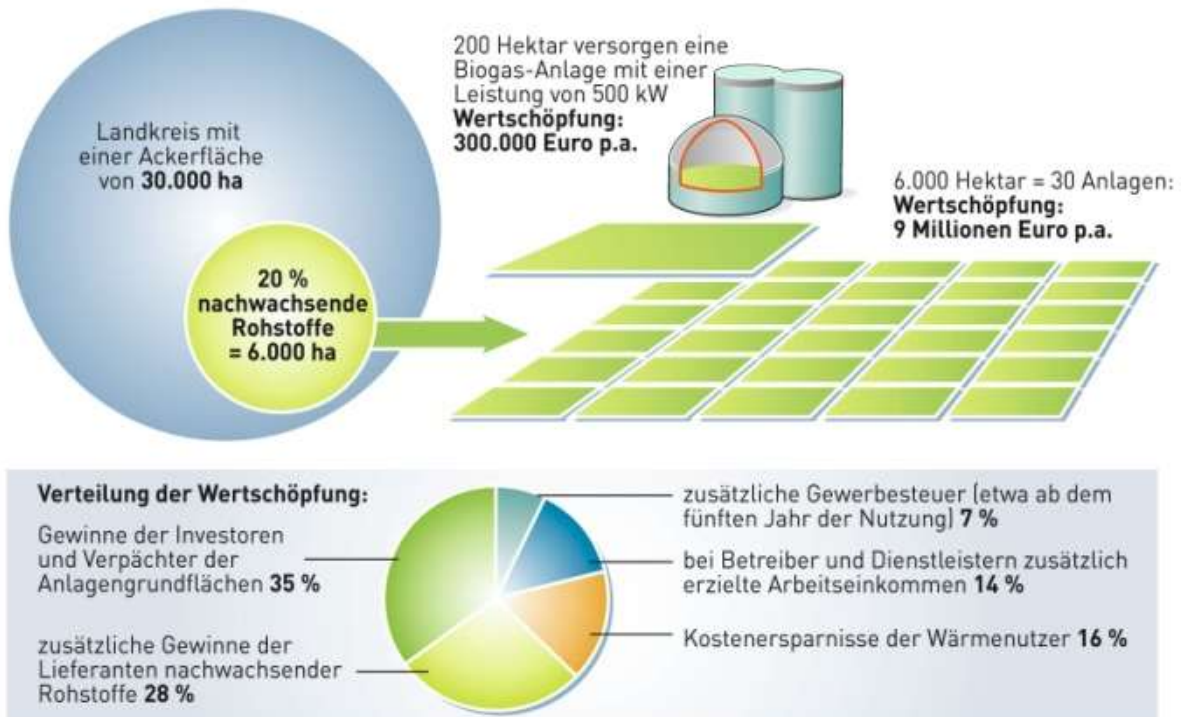
Eingesetzte Primärenergie: Biogas aus der Vergärung von Mais (Ertrag von 1 ha/Jahr)  
 BHKW: Blockheizkraftwerk, KWK: Kraft-Wärme-Kopplung  
 Quelle: FNR, IFEU, eigene Berechnungen; Stand: 1/2011

www.unendlich-viel-energie.de



Abbildung 34 - verschiedene Nutzungspfade von Biogas

## Regionale Wertschöpfung einer Biogasanlage



Quelle: Troje (2007); Stand: 12/2009

www.unendlich-viel-energie.de



Abbildung 35 - regionale Wertschöpfung durch Biogas

## Mögliche nächste Schritte

- Bestehenden Anlagen und deren Versorgungskette näher untersuchen.
- Vorprüfung Standort in Abhängigkeit der Entwicklung der Nahwärmenetze
- Identifikation möglicher Betreiber (Landwirte, Kommune oder andere private Betreiber)
- Informationsveranstaltung für Landwirte und andere Interessierte (Möglichkeiten und Chancen von Biogas darstellen)
- Erstellung eines Finanzierungs- und Betreiberkonzept
- Klärung genehmigungsrechtlicher Fragestellungen
- Klärung der technischen und wirtschaftliche Machbarkeit
- Abschluss von Substratlieferungsverträgen
- Fachplanung

## Feste Biomasse

### Einführung

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Die Nutzung der im Holz enthaltenen Energie ist regenerativ und trägt zum Ressourcen- und Klimaschutz bei:

- Die Energieversorgung aus Holz ist klimaneutral.
- Kommunen sind oft Waldbesitzer und können damit als Rohstofflieferant fungieren. Durch die Nutzung des Holzes aus der Region werden weite Transportwege vermieden.
- Das Nutzen der Bioenergie aus dem Wald erzeugt Wertschöpfung sowohl bei den Waldbesitzern als auch in der nachgelagerten Logistikkette.
- Die Unabhängigkeit von teuren Energieimporten in der Region wird erhöht.
- Nachhaltige Waldwirtschaft fördert die Artenvielfalt, trägt zum Erhalt attraktiver Naherholungsgebiete bei und liefert den nachwachsenden Rohstoff Holz.
- Neben Waldrestholz kann Landschaftspflegematerial und Reste aus der Holzverarbeitung genutzt werden.

Die Holzenergie wird meist in Form von Scheitholz, Holzpellets und Holzhackschnitzeln genutzt.

Für weiterführende allgemeine Informationen zum Thema Biomasse steht Ihnen auch unser öffentlich zugängliches Glossar<sup>14</sup> und unser Informationsportal<sup>15</sup> zur Verfügung

<sup>14</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/glossar.html>

<sup>15</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/erneuerbare-energien-in-kommunen/biomasse/feste-biomasse.html>

## Potenzialanalyse

Unsere Aussagen hinsichtlich des Potenzials basieren auf der Studie „Das operationale Energieholzpotential aus dem Wald“<sup>16</sup>, welche im Auftrag des Landkreises Calw durchgeführt wurde.

Die Kernaussagen dieser Studie sind in Tabelle 16 dargestellt. Die Einschätzung darüber, welche Mengen an Biomasse aus den Wäldern des Landkreises Calw entnommen werden können hängt im wesentlichen vom angenommenen Nutzungsszenario ab.

Die Bodenqualität des Waldes im Kreis Calw ist teilweise sehr schlecht und erfordert mit Blick auf eine nachhaltige Bewirtschaftung, dass ausreichend Restmengen an Biomasse auf der Fläche belassen werden.

Betrachtet man das restriktivste Szenario, welches Hackschnitzel nur aus Restholz berücksichtigt und von diesem Anteil entsprechende Mengen im Wald zur Aufrechterhaltung der Bodenqualität belässt, so schrumpft das nutzbare Biomassepotential auf eine unwesentliche Größe. Sie entspricht in etwa der Energiemenge, die drei Nahwärmenetze<sup>17</sup> mit einem durchschnittlichen jährlichen Verbrauch von 3.000 MWh benötigen würden.

<b>Vergleich mit verfügbarem Potential: Holz gesamt*</b>			
Potential im Landkreis Calw	Festmeter [m <sup>3</sup> ]	Primärenergie [MWh]	
		von	bis
maximales operationales Energieholz	48.550	124.000	80.000
standortnachhaltiges operationales Energieholz	34.700	89.000	57.000
standortnachhaltiges operationales Energieholz + Derbholz	46.000	118.000	76.000
* Studie "Das operationale Energieholzpotential aus dem Wald im Landkreis Calw"			
<b>Vergleich mit verfügbarem Potential: nur Hackschnitzel aus Restmaterial*</b>			
Potential im Landkreis Calw	Festmeter [m <sup>3</sup> ]	Primärenergie [MWh]	
		von	bis
maximales operationales	17.200	44.000	28.000
standortnachhaltiges operationales	3.350	9.000	6.000
<b>Vergleich mit verfügbarem Potential: nur Hackschnitzel aus Restmaterial*</b>			
Potential im Landkreis Calw	Festmeter [m <sup>3</sup> ]	Primärenergie [MWh]	
		von	bis
maximales operationales	23.850	61.000	39.000
* Studie "Das operationale Energieholzpotential aus dem Wald im Landkreis Calw"			

Tabelle 16 – Darstellung der Ergebnisse der Studie des Landkreises Calw

<sup>16</sup> siehe Anhang

<sup>17</sup> Ein Nahwärmenetz mit circa 40 Einfamilienhäusern und 3 kommunalen Gebäuden und 2 Industriebetrieben hat einen geschätzten Wärmebedarf von circa 2.000 - 3.000 MWh

Allgemein wird unter Experten die **Abschätzbarkeit des Potenzials an fester Biomasse jedoch kritisch** gesehen. Aus diesem Grund haben wir zusätzlich Kontakt mit der Abfallwirtschaft Calw GmbH aufgenommen. Ihr kommt aus der Zusammenarbeit mit dem Forst die zentrale Rolle in der „Lieferkette Holz“ zu.

Die AGW hat im Jahr 2010 circa 35.000 m<sup>3</sup> feste Biomasse (inkl. Grünschnitt) verkauft. Das entspricht circa 60.000 – 90.000 MWh Energie. Der reine Waldhackschnitzelanteil entsprach dabei 15.000m<sup>3</sup> (entspricht circa 25.000 – 40.000 MWh). Es steht damit eine sehr gute Infrastruktur zur Versorgung mit fester Biomasse zur Verfügung.

Die AWG baut derzeit weitere **Kapazitäten zur Lagerung und Trocknung** von Holzhackschnitzeln aus und richtet sich gezielt an regionale Kunden. Ferner verfügt sie über das Know-how bezüglich der richtigen **Substratauswahl**. Dies ist für einen reibungslosen Ablauf im Betrieb von Heizanlagen und Nahwärmenetzen unerlässlich.

Das Lieferrisiko scheint durch Zugriff auf unterschiedliche Quellen wie verholzte Grünabfälle, Waldhackschnitzel, Hackschnitzel aus Sägereistholz als auch Hackschnitzel aus dem Bereich des Natur- und Landschaftsschutzes als relativ gering. Zwischen den Aussagen der Studie und den Aussagen der potentiellen Lieferanten bleibt also eine gewisse Diskrepanz. Berücksichtigt muss jedoch werden, dass die Studie nur den Wald betrachtet und Grünabfälle etc. außer Betracht lässt.

In der Gesamtschau gehen wir davon aus, dass für Wärmeprojekte in Ebhausen dauerhaft ausreichende Mengen an fester Biomasse zur Verfügung stehen. Glaubt man an eine zukünftige Verknappung der regional verfügbaren Hackschnitzel, so ist es dennoch sinnvoll, diese für lokale Projekte zu sichern. Dies ist heute noch problemlos möglich.

Gleichzeitig empfehlen wir für größere Wärmeprojekte, die Wärmeerzeugung auf unterschiedliche Energieträger zu verteilen. Die damit erreichte Flexibilität erhöht die Versorgungssicherheit. In Ebhausen ist dabei insbesondere der Bereich Biogas zu diskutieren.



## Wasserkraft

### Einführung

Wasserkraft ist die Strömungsenergie von fließendem Wasser, die mit geeigneten Maschinen in andere Energieformen umgesetzt werden kann. Früher wurde die mechanische Energie zum Betrieb von Mühlen, oder Sägewerken genutzt, heute steht die Umwandlung in elektrische Energie im Vordergrund. Die Stromgewinnung aus Wasserkraft gehört zu den regenerativen Energien. Weltweit erzeugen Wasserkraftwerke circa 18 % der elektrischen Energie.

### *Warum macht die Nutzung von Wasserkraft in Kommunen Sinn?*

- Die Stromerzeugung findet vor Ort statt. Damit sinkt die Abhängigkeit von teurer werdenden Energieimporten. Kleinwasserkraftwerke helfen eine dezentrale Versorgungsstruktur aufzubauen und Versorgungssicherheit zu gewährleisten.
- Wasserkraft ist eine erneuerbare Energiequelle. Wasserkraftwerke verursachen während des Betriebs keine klimaschädlichen Emissionen.
- Viele kleine Wasserkraftwerke sind im ausgehenden 20. Jahrhundert stillgelegt worden. Diese können wieder aktiviert werden. Die nötigen Investitionen sind gering und können von einzelnen Bürgern, einem Zusammenschluss von Bürgern oder der Kommune geleistet werden.
- Neue kleine Wasserkraftwerke (< 5 MW) werden durch das Erneuerbare –Energien-Gesetz gefördert. Auch die Modernisierung alter Anlagen wird gefördert, wenn hierdurch keine neuen Querverbauungen im Flusslauf entstehen.
- Durch ökologische Maßnahmen wie Fischtreppen kann die Durchlässigkeit von Gewässern verbessert werden. Intakte und naturnahe Wasserläufe sind auch attraktive Naherholungsgebiete.
- Wasserkraftwerke übertreffen mit ihrer Lebensdauer meist alle anderen Kraftwerksarten.
- Kleine Wasserkraftwerke verursachen nur geringe Eingriffe in die Natur und benötigen nur wenig Platz.
- Moderne Turbinen haben einen Wirkungsgrad von bis zu über 90%

Für weiterführende allgemeine Informationen zur Wasserkraft steht Ihnen auch unser öffentlich zugängliches Glossar<sup>18</sup> und unser Informationsportal<sup>19</sup> zur Verfügung. Daneben empfehlen wir die Veröffentlichung „Wasserkraft in Baden-Württemberg“<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/glossar.html>

<sup>19</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/erneuerbare-energien-in-kommunen/wasserkraft.html>

<sup>20</sup> Herausgeber: Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg



### Laufwasserkraftwerk

Aus fließendem Wasser in einem eingebaute Fluss erzeugt ein Laufwasserkraftwerk kontinuierlich Strom. Bei einer Durchflussmenge von zum Beispiel 400 Kubikmetern Wasser pro Sekunde erzielen sie eine Leistung von etwa 20 Megawatt. Rund 600 derartige Kraftwerke gibt es in Deutschland, manche sind mehr als 100 Jahre alt. Zusammen spielen sie mehr als 2.500 Megawatt Strom ins Netz ein.

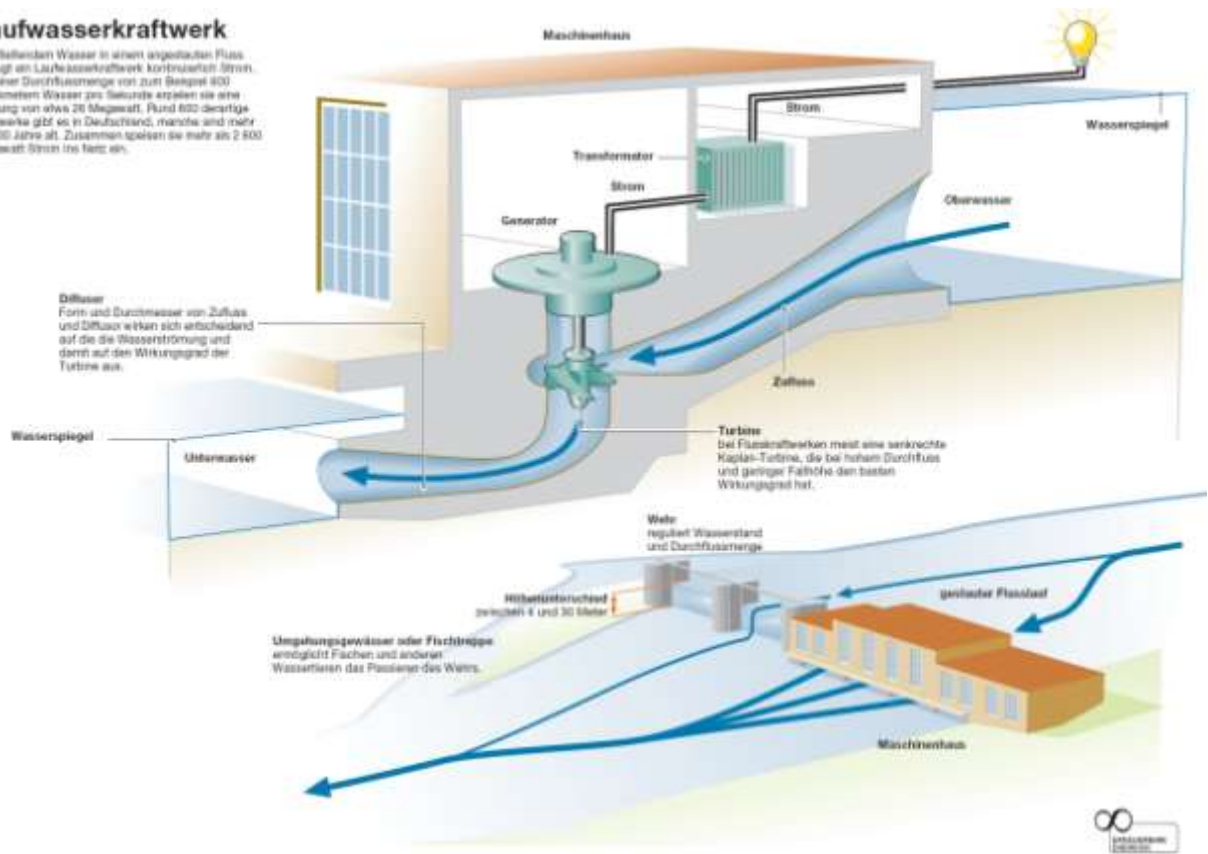


Abbildung 36 - Funktionsweise eines Laufwasserkraftwerkes

## Potenzialstudie

Dieses Kapitel zeigt die relevanten Ausschnitte der Potenzialstudie zur Wasserkraftnutzung auf der Gemarkung Ebhausen. Die Potenzialstudie wurde von Hakenjos & Wiesler ENERGIEPROJEKTE GmbH in unserem Auftrag durchgeführt.

### 1 Die Fließgewässer bei Ebhausen

Das Hauptgewässer auf der Gemarkung Ebhausen ist die Nagold, die den Ort Ebhausen in südöstlicher Richtung durchfließt. Mit dem Mühlbach im Norden und dem Mindersbach im Süden befinden sich noch zwei kleinere Gewässer bei Ebhausen. Beide Gewässer münden in die Nagold. Rotfelden wird vom Schwarzenbach und dem darin einmündenden Katzenbach umflossen.



Abbildung 1.1: Die Fließgewässer auf der Gemarkung Ebhausen

Die Abflusskennwerte der Gewässer sind in Tabelle 1 dargestellt.

Gewässer	Nagold	Mühlbach	Mindersbach	Schwarzenbach	Katzenbach
<b>MQ</b>	3,421 m <sup>3</sup> /s	0,053 m <sup>3</sup> /s	~ 0,05 m <sup>3</sup> /s	0,102 m <sup>3</sup> /s	0,032 m <sup>3</sup> /s
<b>MNQ</b>	0,934 m <sup>3</sup> /s	0,011 m <sup>3</sup> /s	~ 0,004 m <sup>3</sup> /s	0,01 m <sup>3</sup> /s	0,001 m <sup>3</sup> /s

Tabelle 1: Die Abflusskennwerte der Fließgewässer um Ebhausen. Wiedergegeben sind der mittlere Abfluss MQ, sowie der mittlere Niedrigwasserabfluss MNQ'.

Die Nagold bietet damit das wesentliche Abflusspotenzial, während die anderen Gewässer eher geringe Abflüsse aufweisen.

## 2 Vorhandene Wasserkraftanlagen

Heute sind auf der Gemarkung Ebhausen drei Wasserkraftanlagen in Betrieb. Zwei der Anlagen befinden sich an der Nagold und eines am Schwarzenbach. Alle drei Anlagen werden heute zur Stromerzeugung genutzt.

Wasserkraftanlage	Gewässer	Typ	Leistung
Untere Mühle	Nagold	Francis (2 Turbinen)	55 kW
Schickardt / Inobelt	Nagold	Francis(2 Turbinen)	55 kW u. 32 kW
Schwarzenbachmühle	Schwarzenbach	Durchfluss	11 kW

**Tabelle 2: Die bestehenden Wasserkraftanlagen auf der Gemarkung Ebhausen. (Angaben der Betreiber)**

Die Wasserkraftanlage untere Mühle wird im Gegensatz zu den beiden anderen Anlagen von einem Ausleitungskanal gespeist.

Die Wasserkraftanlage Schickhardt / Innobelt wird heute von der Fa. Nagoldtal Wasserkraft UG, Neuwid betrieben. Die Nennfallhöhe liegt bei 2,93 m mit einer maximalen Durchflussmenge von 3 m<sup>3</sup>. Damit werden jährlich ca. 330'000 kWh Strom erzeugt.



Abbildung 2.1: Der Einlaufbereich der Unteren Mühle



Abbildung 2.2: Das Wehr der Anlage Schickhardt / Innobelt

### 3 Ungenutztes Wasserkraftpotenzial

Zur Ermittlung des ungenutzten Wasserkraftpotenzials wurde zunächst die aktuelle Potenzialstudie für das Neckareinzugsgebiet des Umweltministeriums Baden-Württemberg herangezogen<sup>8</sup>. Dort wird im Untersuchungsgebiet ein Ausbaupotenzial der Unteren Mühle von 8 bis 20 kW ermittelt. Dies Potenzial zeigt sich auch in der bestehenden Differenz der Ausbauleistung zwischen den Anlagen Untere Mühle und Schickardt / Innobelt.

An westlichen Ortseingang von Ebhausen könnte sich die Möglichkeit eines Ausleitungskraftwerk an der Nagold ergeben. Der Standort wurde in historischer Zeit durch die Anlage Obere Mühle genutzt. Diese Anlage ist komplett rückgebaut. Da auch keine Querverbauung in der Nagold mehr vorhanden ist, fand dieser Standort keinen Eingang in die Potenzialstudie für das Neckareinzugsgebiet. Die Wasserausleitung wäre im Bereich oberhalb des Schützenhauses mittels einer Gefällerohrleitung im Erdreich denkbar. Ein Krafthaus mit Turbine könnte an Ende des Noppennagoldweges installiert werden. Die Ertragsdaten werden auf knapp 200.000 kWh pro Jahr geschätzt. Genauere Untersuchungen mit entsprechenden noch zu erhebenden Grundlagen liefern hier weiterführende Werte. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Umsetzung um eine Neuanlage handelt. Dadurch ist mit langwierigen Grundlagen- und Genehmigungsplanungen zu rechnen die nicht in jedem Fall zu Erfolg führen. Die Wirtschaftlichkeit dieses Standortes kann in einer weitergehende untersucht geprüft werden.



Abbildung 3.2: Möglicher Wehrbereich für den Neubau der Anlage Obere Mühle.



Abbildung 3.1: Möglicher Standort für das Krafthaus für den Neubau Obere Mühle.





## Projektideen

Wie in der Potenzialstudie von Hakenjos & Wiesler beschrieben, befindet sich am ehemaligen Mühlenstandort die Möglichkeit Wasserkraft durch ein Ausleitungskraftwerk zu nutzen.



Abbildung 37 - Standort "Obere Mühle"

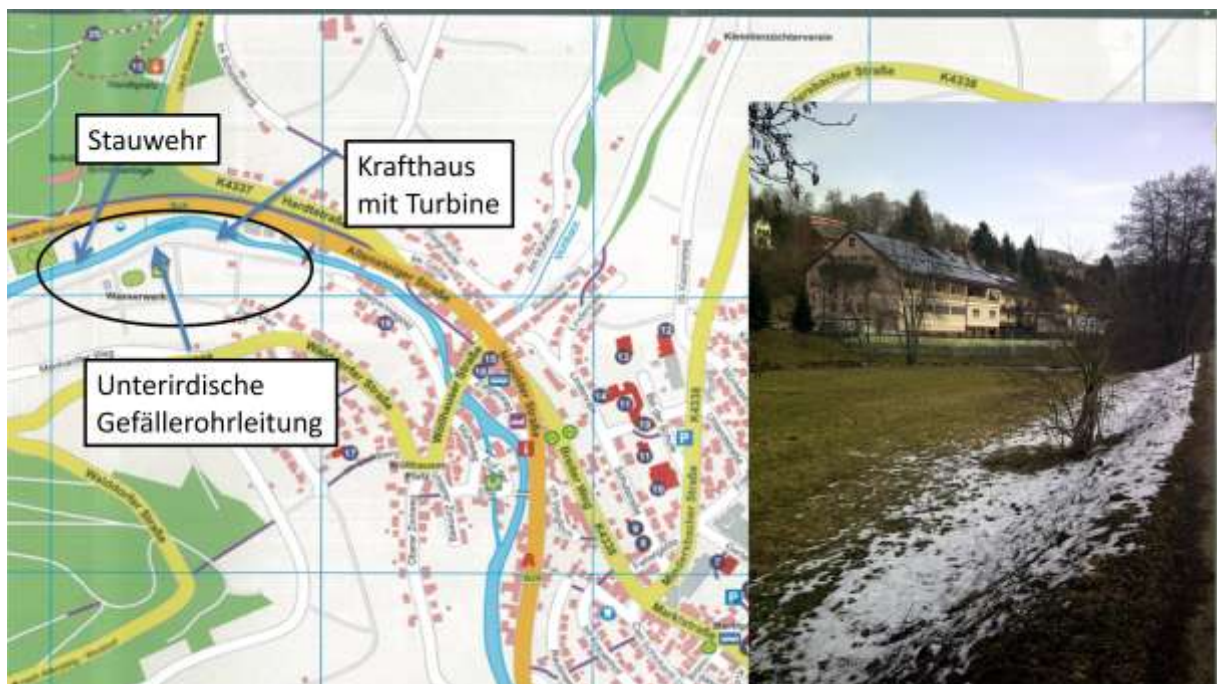


Abbildung 38 - Standort "Obere Mühle" Ausbaumöglichkeit





Abbildung 39 – Lageplan I Wasserkraft am Themenpfad



Abbildung 40 – Lageplan II Wasserkraft am Themenpfad

## Bewertung

Am **Standort „Obere Mühle“** ist ein theoretisches und technisches Wasserkraftpotenzial von 180 – 220 MWh<sub>el</sub> vorhanden.

Die **Genehmigung** der Wasserkraftanlage am Standort „Obere Mühle“ ist als sehr kritisch einzuschätzen, da eine seit Jahren ungenutzte, ehemalige Wehranlage erst vor wenigen Jahren zurückgebaut wurde. Eine telefonische Anfrage beim Landratsamt Calw bestätigt die Aussage der Potenzialanalyse dahingehend, dass mit einer langwierigen Grundlagen- und Genehmigungsplanung zu rechnen ist. Diese werden nicht in jedem Fall zum Erfolg führen.

Die Wirtschaftlichkeit einer neuen Wasserkraftanlage ist nicht einfach zu erzielen. Diese kommen nur in den Genuss einer im Erneuerbaren-Energien-Gesetz festgelegten Einspeisevergütung, wenn sie an vorhandenen Sohlschwellen oder Wehranlagen erbaut werden oder die Anlagen ohne durchgehende Querverbauung errichtet werden. Diese Voraussetzungen sind hier nicht gegeben.

Bietet sich für den Betreiber einer solchen Anlage jedoch die Möglichkeit, den Strom selbst zu nutzen oder direkt zu vermarkten, ergeben sich bei steigenden Strompreisen in Zukunft interessante Gestaltungsoptionen.

Wasserkraftanlagen werden durch die Einspeisevergütung des EEG und zinsgünstigen Krediten der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Voraussetzung ist, dass die Durchgängigkeit des Fließgewässers verbessert wird.

Vor diesem Hintergrund haben wir im zweiten Schritt nun auch Möglichkeiten über die Gemeindegrenzen von Ebhausen hinaus betrachtet. Abbildung 39 und Abbildung 40 zeigen einen **zusätzlichen Standort**, der in Verbindung mit dem geplanten **Themenpfad** und der projektierten Wasserleitung realisierbar wäre. Dieser Standort zeichnet sich vor allem durch ein bestehendes Wehr aus. Dieses liegt auf der Gemarkung der Gemeinde Altensteig und eröffnet die Chance, die Einspeisevergütung nach EEG zu erhalten, da keine zusätzliche Querverbauung entstünde, sondern eine Bestehende genutzt würde. Das Maschinenhaus läge auf der Gemarkung der Gemeinde Ebhausen. Hier würde das Wasser wieder in die Nagold eingeleitet. Das technische Potenzial ist aufgrund der ähnlichen Bedingungen vergleichbar dem Standort „Obere Mühle“. Die genehmigungsrechtliche Situation kann sich aufgrund der bestehenden Wehranlage deutlich besser darstellen. Insbesondere, wenn bei der Realisierung durch Ausgleichsmaßnahmen die Durchgängigkeit der Nagold für die Fauna im Vergleich zur derzeitigen Situation verbessert würde.

## Mögliche nächste Schritte

- Standortvoranfrage bei der unteren Wasserbehörde (Landratsamt Calw)
- Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit
- Genehmigungsverfahren
- Erstellung eines Finanzierungskonzeptes



## Geothermie

### Einführung

Geothermie nutzt die Wärme der Erdkruste, welche zum einen gespeicherte Sonnenenergie, und zum anderen die Energie des Erdinnern ist. Erdwärme wird hauptsächlich zu Heizzwecken genutzt. Dafür wird die gewonnene Wärme mittels einer Wärmepumpe auf das geforderte Niveau gebracht. Die Wärme eignet sich besonders für großflächige Heizungen, wie Fußboden, Wand- oder Deckenheizungen. Erdwärme wird auch verstärkt zur Klimatisierung von Gebäuden genutzt. Bei ausreichenden Temperaturen kann Erdwärme auch zur Stromerzeugung genutzt werden. Vor allem in Regionen mit starker vulkanischer Aktivität und hohen Temperaturen in den oberen Erdschichten wird dies bereits genutzt.

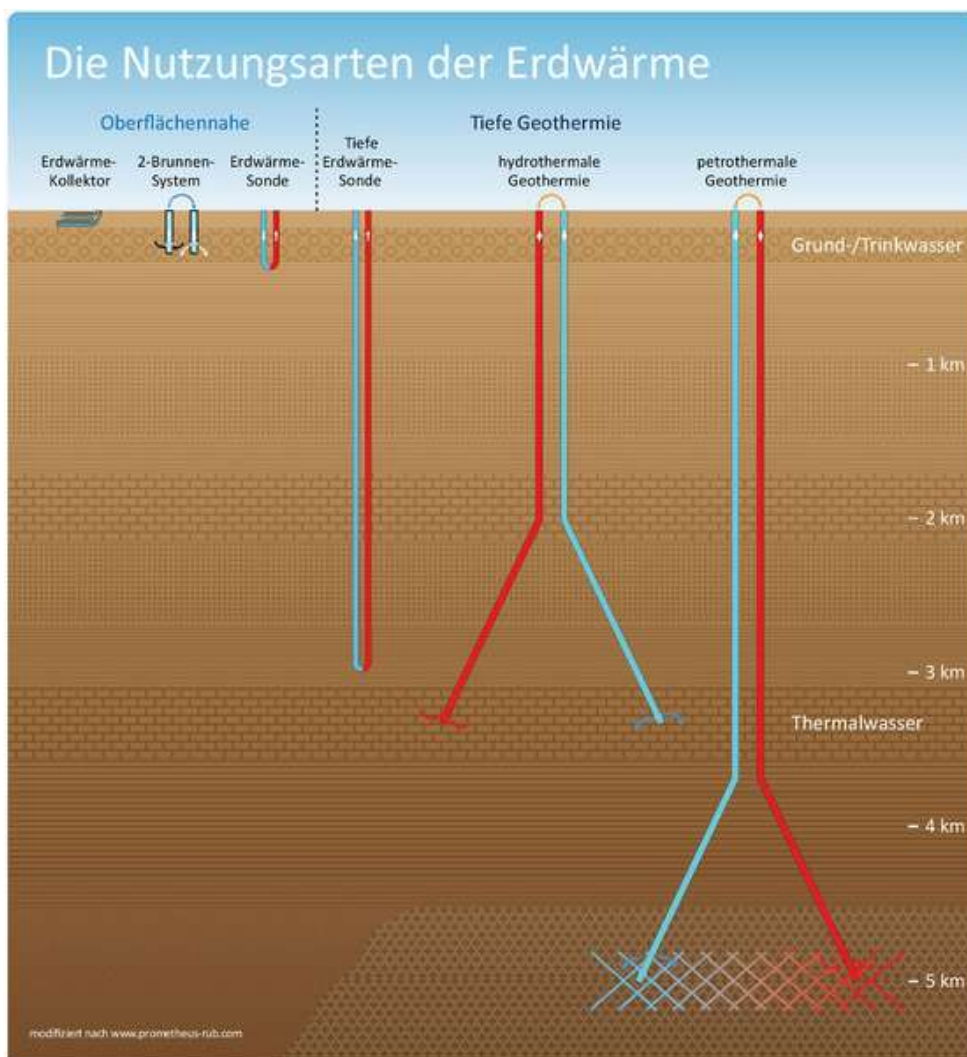


Abbildung 41 - Die Nutzungsarten der Erdwärme

Die tiefe Erdwärmesonde dient der Warmegewinnung aus Tiefen von 2.000 bis 3.000 m. Für weiterführende allgemeine Informationen zu Biomasse steht Ihnen auch unser öffentlich zugängliches Glossar<sup>21</sup> und unser Informationsportal<sup>22</sup> zur Verfügung.

<sup>21</sup> <http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/glossar.html>

## Potenzial tiefe Geothermie

Grundsätzlich gibt es – wie untenstehende Abbildung zeigt - in Deutschland lediglich drei Regionen, in denen tiefe Geothermie nutzbar ist: das südbayerische Molassebecken, der Oberrheingraben und das norddeutsche Becken. In allen anderen Gebieten ist aus geologischen Gründen die Nutzung tiefe geothermischer Energie wirtschaftlich nicht möglich. Aus diesem Grund scheidet die Nutzung von Tiefengeothermie in Ebhausen auf Basis heute verfügbarer Technologie aus.



Abbildung 42 - Tiefengeothermisches Potenzial in Deutschland

<sup>22</sup><http://www.endura-kommunal.de/infoplattform/erneuerbare-energien-in-kommunen/geothermie.html>

## Potenzial oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie gibt es in Ebhausen gute Voraussetzungen für Sonden. Die Karten des Landesamts für Geologie, Rohstoffe und Bergbau im Regierungspräsidium Baden-Württemberg sind in Abbildung 43 und Abbildung 44 auszugsweise wiedergegeben.

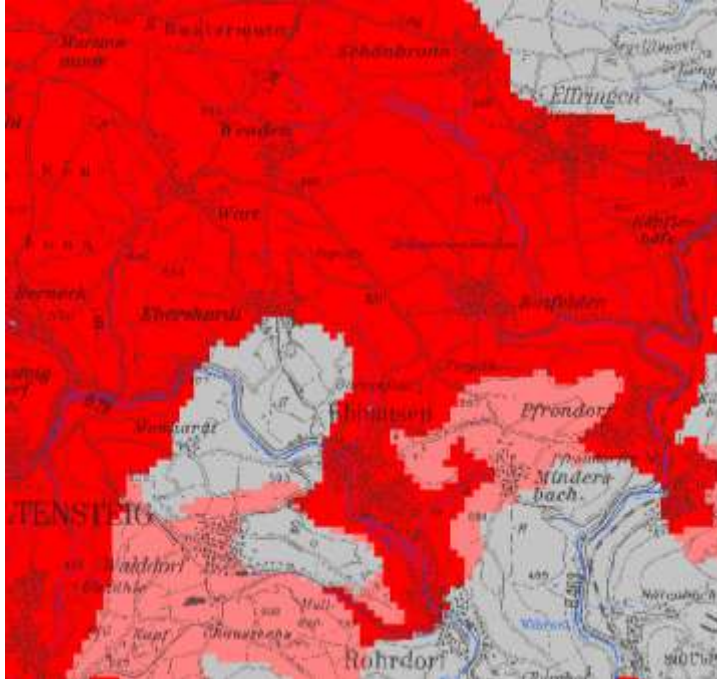


Abbildung 43 - Oberflächennahes Geothermie-Potenzial den Ortsteilen Ebhausens

	geringer effizient
	Effizient
	effizient
	keine Angaben (zu geringe erlaubte Bohrtiefe, Einzugsgebiete genutzter Grundwasservorkommen oder räumlich eng wechselnde Untergrundverhältnisse)

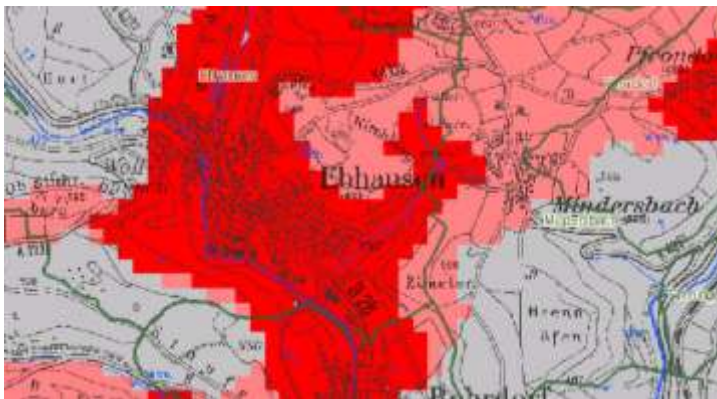


Abbildung 44 - Oberflächennahes Geothermie-Potenzial in Ebhausen<sup>23</sup>

	geringer effizient
	Effizient
	effizient
	keine Angaben (zu geringe erlaubte Bohrtiefe, Einzugsgebiete genutzter Grundwasservorkommen oder räumlich eng wechselnde Untergrundverhältnisse)

Es ist zu beachten, dass die Sonden im Bereich des Kirchbergs weniger effizient wären als im Hauptort selbst. Im westlichen und südlichen Bereich der Gemarkung (beides außerhalb des Ortes) befindet sich jeweils ein Wasserschutzgebiet. Dort sind Sonden generell verboten. Im angrenzenden Randbereich des westlichen Wasserschutzgebietes besteht eine Tiefenbegrenzung, d.h. die Sonde darf nicht den Grundwasserleiter erreichen oder gar durchstoßen.

<sup>23</sup> spezifischen jährlichen Entzugsarbeit einer Erdwärmesonde (2400 h/a, 100 m bzw. erlaubte Bohrtiefe); effizient  $\geq 100 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$



## Projektidee „Wärmepumpen“



Abbildung 45 - Funktionsprinzip Erdwärmesonde mit Wärmepumpe

Die Investitionskosten für die Wärmergewinnung mittels Wärmepumpen sind relativ hoch (circa 20.000 Euro für die Versorgung eines Einfamilienhauses).

Die **Förderung für Wärmepumpen** wurde auf einen anderen Bemessungsmaßstab umgestellt (statt früher Wohnfläche jetzt auf Wärmeleistung). Dies erfolgt im Interesse der Erleichterung der Antragstellung und Vereinfachung der Förderanforderungen. Das bisherige Förderniveau bleibt in etwa erhalten. Die Förderung liegt zwischen 2.400 Euro bei Wärmepumpen für Einfamilienhäuser bis zu 11.400 Euro bei Wärmepumpen mit einer Wärmeleistung von 100 kW.

Technologisch machen Erdwärmesonden in Neubaugebieten Sinn, da hier die Gebäude einen geringen Wärmeverbrauch haben und durch den gezielten Einsatz von Fußbodenheizungen konsequent auf die Nutzung einer Wärmepumpe optimiert werden können. Sie können jedoch auch im Rahmen von Sanierungsmaßnahmen eingesetzt werden, für welche diese Bedingungen auch zutreffen.

Das **Marktanreizprogramm**<sup>24</sup> des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) fördert den Einsatz von Wärmepumpen in Neubauten nur noch in Gebäuden des Altbestandes. Wirtschaftliche Vorteile verspricht die Heizung aus unserer Sicht nur in Verbindung mit steigenden Gaspreisen und speziell für Wärmepumpen vergünstigte Stromtarife. Diese sind allerdings nicht unbedingt Ökostrom und von daher ökologisch kritisch zu sehen.

<sup>24</sup> Fördersätze Stand Juli 2011 siehe Anhang

Aufgrund der besseren CO<sub>2</sub>-Bilanz eines biomassebetriebenen Nahwärmenetzes sehen wir Wärmepumpen derzeit nur dort als sinnvoll an, wo keine Nahwärmeversorgung angeboten werden kann und auch kein Raum für ein Pellet- oder Holzhackschnitzellager zur Verfügung steht.

Prinzipiell sollte die Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme über Wärmepumpen **sorgfältig im Einzelfall geprüft** werden. Untersuchungen haben gezeigt, dass etliche Anlagen in der Praxis nicht die erforderlichen Jahresarbeitszahlen<sup>25</sup> erzielen. In diesem Fall ist der Wärmepreise nicht konkurrenzfähig und ein ökologischer Vorteil nicht gegeben. Es empfiehlt sich für Bauherren somit eine gründliche Planung mit einem erfahrenen Anbieter. Dann kann dies sich rechnen und ökologisch sinnvoll sein.

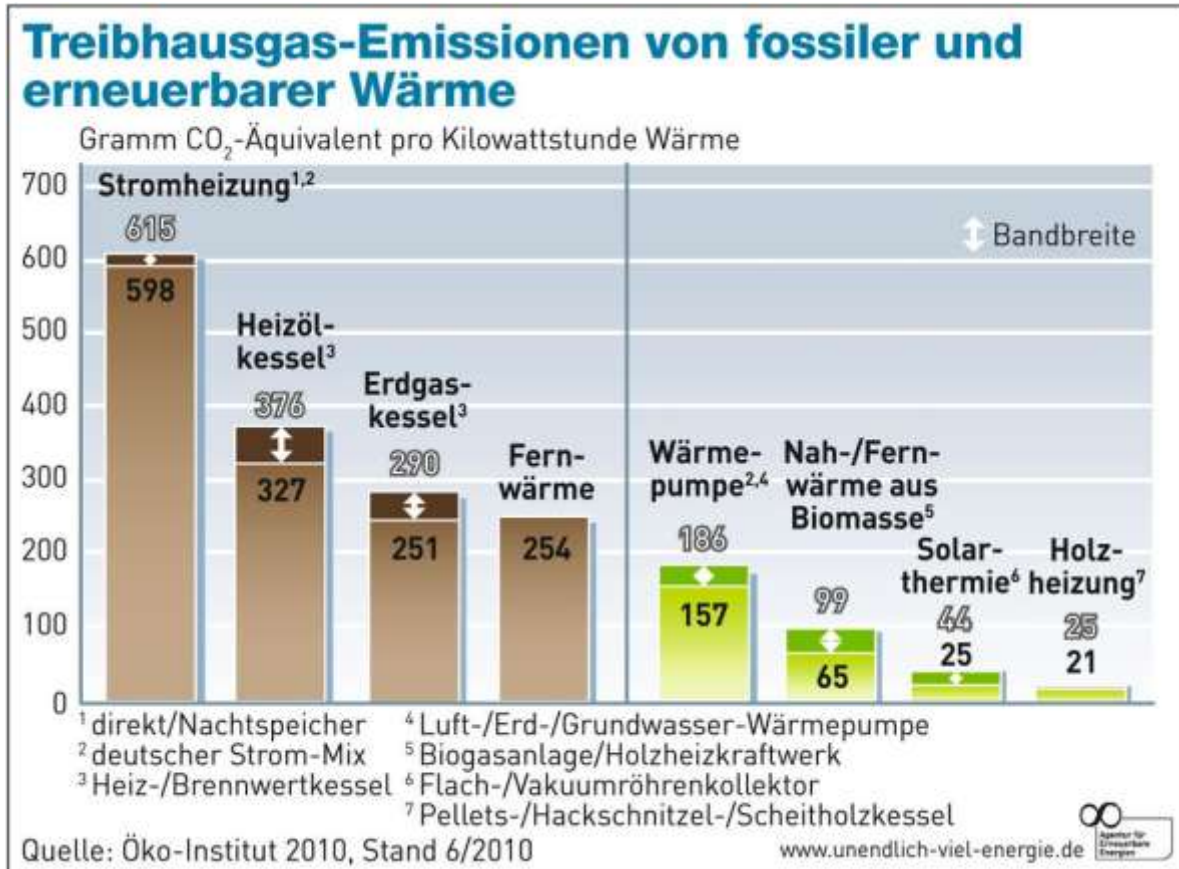


Abbildung 46 - Einordnung Wärmepumpen bzgl. Treibhausgas-Emissionen

### Mögliche nächste Schritte

- Austausch mit ansässigem Energieberater über ermitteltes Potenzial
- Veröffentlichung der Information über geothermisch günstiger Stadteile.
- Kontakt mit Herstellern und Installateuren über Möglichkeiten der Kooperation an Veranstaltungen

<sup>25</sup> Die Jahresarbeitszahl ist der Maßstab für die Effizienz einer Wärmepumpenanlage. Sie sagt aus, wie viel Heizungswärme im Verhältnis zum eingesetzten Strom von der Wärmepumpe im Laufe eines ganzen Jahres im betreffenden Haus erzeugt wurde. Mit den verbrauchten Kilowattstunden stehen damit auch die Betriebskosten fest. Und es lassen sich Rückschlüsse auf die durch die Stromerzeugung entstehenden Emissionen ziehen. Die Jahresarbeitszahl wird auch bei der Förderungen von Wärmepumpen als Bewertungsmaßstab herangezogen.

## Weitere Projektideen

In diesem Kapitel stellen wir Maßnahmen und Projektideen vor, welche nicht primär dem Zweck der Einsparung oder Erzeugung von Energie dienen, aber die Möglichkeit bieten, das Thema Energie mit anderen Arbeitsgebieten von Kommunen zu verknüpfen. Dies sind vor allem die Themen Umwelt, Bildung, Öffentlichkeitsarbeit, Tourismus und Stadtentwicklung.

### Projektidee „Wasserkraft-Museum“

Ein derzeit in Betrieb befindliches Wasserkraftwerk wird auf dem Gelände der Firma Inobelt (ehemals Schickardt) seit den dreißiger Jahren betrieben. Herr Bleich, bis Frühjahr dieses Jahres Angestellter bei Inobelt, pflegt die Anlage seit Jahren und diese läuft immer noch zuverlässig.

Wir hatten die Gelegenheit die Anlage im Rahmen unserer Untersuchungen zu besichtigen. Aufgrund des Alters der Anlage (Baujahr 1935) und dem guten Zustand, entfaltet diese Wasserkraftanlage einen besonderen Charme. Alle Bestandteile der Technik sind aufgrund der mechanischen Ausführung gut nachzuvollziehen und faszinieren die potenziellen Besucher.

Zudem existieren noch etliche Unterlagen über die Nutzung der Wasserkraftanlage aus der Gründungszeit des Unternehmens (Anfang 1900). Damals wurde die Energie mechanisch über große Riemenantriebe genutzt.

Heute betreibt die Firma Inobelt das Kraftwerk über eine eigene GmbH. Sie nutzt einen maßgeblichen Teil des produzierten Stromes für den Eigenverbrauch.

Wir sehen die Möglichkeit diesen einmaligen historischen Schatz für die Gemeinde in Form eines Museums nutzbar zu machen. Im Bereich Bildung und Tourismus könnten hier interessante Aktionen durchgeführt werden, die im besten Fall nur wenig finanzielle Mittel in Anspruch nehmen würden. Gegebenenfalls lässt sich diese Idee mit dem geplanten Themenpfad entlang der Nagold verbinden.

Ferner würde diese Maßnahme auch zur Zielerreichung der gesteckten Ziele beim *European Energy Award* beitragen.

Erste Umsetzungsschritte wären das Gespräch mit der Firma Inobelt als auch mit dem technischen Verantwortlichen Herrn Bleich.





bildung 47 - Standort der Wasserkraftanlage "Schickhardt"

Ab-



Abbildung 48 - Impressionen Wasserkraftwerk "Schickhardt"

## Forschungsstation „Beeonik“

Derzeit prüfen wir eine Forschungsstation, die einen Bienenstand beherbergt, Strom mittels einer nachgeführten Solaranlage erzeugt und darüberhinaus Umweltindikatoren-Messwerte aus dem Bienenvolk liefert. Ungeachtet unserer abschließenden Beurteilung dieser Anlage, sehen wir das Konzept aber als sehr interessant für die Gemeinde an. Insbesondere, da an manchem Standorten über eine sinkende „Bestäubungsleistung“ geklagt wird.

Weitere Informationen zu Beeonik haben wir im Anhang beigelegt.



Abbildung 49 - Forschungsstation „Beeonik“ (Quelle: Beeonik GmbH, Potsdam)

### *Mögliche nächste Schritte*

- Einladung von Experten
- Diskussion im Zusammenhang mit der Erstellung des Themenpfades



## Projekt Wildpflanzenmischung

Im Bereich feuchte Biomasse stehen Wildpflanzensaatmischungen derzeit im Fokus etlicher Untersuchungen. Für die Erzeugung großer Biomassemengen derzeit noch nicht geeignet, könnten diese allerdings auf ausgewählten Flächen modellhaft eingesetzt werden. Eine Möglichkeit bestünde darin, z.B. im Zusammenhang mit dem neuen Themenpfad entlang der Nagold nach angrenzenden ungenutzten Flächen zu suchen, welche als Demonstrationsprojekt für die Zukunft der Biomasse dienen könnten.



Abbildung 50 - Wildpflanzensaat als Alternative zu klassischen Ackerkulturen (Quelle: Anna-Consult, Freiburg)

### Mögliche nächste Schritte

- Einladung von Experten
- Diskussion im Zusammenhang mit der Erstellung des Themenpfades

## Bildung

Im Folgenden werden verschiedene Programme und Projekte des Bereiches Bildung und Öffentlichkeitsarbeit kurz vorgestellt. Unter den jeweils angegebenen Links finden sich weitere Informationen.

Materialien und Filme können in der Regel kostenlos in Medienzentren (für den Landkreis Calw: <http://www.kmzgw.de/>) ausgeliehen werden.

### 50-50

Ziel von 50-50-Programmen ist es, durch Sensibilisierung und Aufklärung das Nutzungsverhalten der GebäudenutzerInnen zu verändern. Es geht darum weniger Energie zu verbrauchen. Die Kostensparnis kommt dabei nicht nur der Gemeinde zu Gute, sondern auch zu circa 40 bis 50 % der teilnehmenden Schule oder dem teilnehmenden Kindergarten. Die Gelder können von den Einrichtungen selbstbestimmt verwendet werden. Basis für die Erfassung der Energieeinsparungen ist dabei das Jahr vor Projektbeginn. Wichtig für die Umsetzung ist die Ernennung eines Projekt-, oder Programmverantwortlicher in der jeweiligen Einrichtung. Das Projekt kann zum Beispiel im Rahmen einer „Klima-AG“ umgesetzt werden.

Näheres unter: [www.ufu.de](http://www.ufu.de)

### BMU-Klimaschutzinitiative

Über die BMU-Klimaschutzinitiative werden auch Klimaschutzmaßnahmen an Schulen und anderen Bildungseinrichtung unterstützt. Die Programme reichen von CO<sub>2</sub>-Minderungsprogrammen („Aktion Klima!“), über die Nutzung erneuerbarer Energien - auch im Unterricht - („Solarsupport“) bis hin zu Energiesparmaßnahmen („Energiesparkonto“).

Näheres Finden Sie im Faltblatt unter: [www.bmu-klimaschutzinitiative.de](http://www.bmu-klimaschutzinitiative.de)

### Weitere Informationen

Bei allen Energiespar- und Klimaschutzmaßnahmen ist es wichtig, dass die Schule hinter dem Projekt steht und es aktiv unterstützt. Die Gemeinde kann Projekte anstoßen und über Hausmeisterschulungen direkten Einfluss auf die Energieverbräuche nehmen. Will eine Schule Fördergelder für Klimaschutzmaßnahmen beantragen, besteht auch die Möglichkeit, dass die Gemeinde die Schule bei der Antragstellung unterstützt. Unter den folgenden Links finden sich noch viele weitere Programme und Informationen zu Klimaschutzaktivitäten an Schulen:

- Klimanet Baden-Württemberg
- [www.bildungsserver.de](http://www.bildungsserver.de)
- [www.umweltschulen.de](http://www.umweltschulen.de)
- [www.umwelterziehung.de](http://www.umwelterziehung.de)
- [www.umweltbildung.de](http://www.umweltbildung.de)
- [www.izt.de](http://www.izt.de)
- [www.schule-energie-bildung.de](http://www.schule-energie-bildung.de)

## Innovative Technologien

Im Folgenden werden weitere innovative Technologien zur Energiewandlung vorgestellt. Diese befinden sich vielerorts noch in der Einführungsphase. Eine erste Machbarkeitsschätzung für Ebhausen wurde für den Bereich Trinkwasserkraftwerke vorgenommen.

### *Wärme aus Abwasser*

Neue Gebäude benötigen immer weniger Wärme für die Raumheizung und Warmwasserbereitstellung. Wärmeverluste an die Umgebung werden immer geringer, wobei sich ein Wärmeleck nicht vermeiden lässt; der Abwasserkanal. Das Wasser, das wir täglich zum Waschen, Spülen, Putzen unter anderem verwenden, fließt meist lauwarm in die Kanalisation. Die Abwässer haben meist noch eine Temperatur zwischen zehn und fünfzehn Grad Celsius (°C). Die darin enthaltene thermische Energie lässt sich mittels Wärmetauschern und Wärmepumpen wieder für die Raumheizung und Warmwasserbereitstellung nutzbar machen, wobei die benötigten Temperaturen nicht höher als 70 °C liegen sollten. Die Nutzung muss vorher mit dem Betreiber der Kanalisation und der Kläranlage abgesprochen werden, da eine Temperaturänderung des Abwassers Auswirkungen auf den Betrieb der Kläranlage haben kann.

Voraussetzung für die Nutzung des Abwassers als Wärmequelle ist ein Durchlauf von mindestens fünfzehn Litern pro Sekunde, sowie ein einigermaßen konstantes Temperaturniveau des Abwassers von mehr als 10 °C, das auch im Winter nicht zu oft unterschritten wird. Für den Einbau von Wärmetauschern im Abwasserkanal sollte der Durchmesser des Kanals mindestens 80 cm betragen. Die Wirtschaftlichkeit ist von mehreren Faktoren abhängig: Zum einen sollte die Entfernung zwischen Kanal und Wärmeabnehmern möglichst gering sein (kleiner 300 m), zum anderen muss eine ausreichende Wärmeleistung angeschlossen sein. In der Regel ist die Wirtschaftlichkeit ab einer Anschlussleistung von 150 Kilowatt (kW) gegeben, was circa 50 Wohneinheiten entspricht.

Der Einbau von Wärmetauschern in Abwasserkanäle sollte insbesondere bei ohnehin anstehenden Sanierungsarbeiten im Kanal, oder bei Kanalneubauten geprüft werden. Auch lassen sich in bestimmten Fällen Neubaugebiete über ein Nahwärmenetz versorgen, welches die benötigte Wärme aus der Kanalisation bezieht. Das benötigte Wärmenetz kann dann schon während der Erschließung gebaut werden, wodurch die Investitionskosten minimal gehalten werden.

### *Trinkwasserkraftwerke*

Trinkwasserkraftwerke nutzen die Höhenunterschiede und Drücke in der Wasserversorgung zur Stromerzeugung. Ihr Einsatz ist vor allem in Bergregionen interessant, da hier die Quellen oftmals höher liegen, als die zu versorgende Gemeinde, oder auch die Wasserspeicher und Hochbehälter. Zur Druckregulierung in der Wasserversorgung werden heute meist Druckminderungsventile eingesetzt. Stattdessen können zur Druckregulierung auch kleine Wasserkraftwerke eingesetzt werden. In der Regel werden hier rückwärts laufende Pumpen mit einer Leistung ab fünf kW eingesetzt. Trinkwasserkraftwerke müssen so konzipiert und gebaut sein, dass sie die Qualität des Trinkwassers nicht beeinträchtigen. In der Schweiz und in Österreich wird die Wasserkraft auf diese Weise schon seit mehreren Jahrzehnten genutzt, in Deutschland ist die Nutzung der im Trinkwasser enthaltenen Energie noch neu.

In Ebhausen ist der Einbau von Wasserkraftanlagen in der Trinkwasserversorgung nicht möglich. Das Trinkwasser muss in der Gemeinde gepumpt werden. Es sind auch an keiner Stelle im Leitungsnetz Druckminderer eingebaut, die durch Wasserkraftanlagen ersetzt werden könnten.

### *Kleinwindenergie*

Kleine Windenergieanlagen (KWEA) finden in Deutschland eine immer weitere Verbreitung. Sie können je nach Region auch ohne spezielle Genehmigung aufgestellt werden, in Baden-Württemberg ist für Anlagen bis zu einer Höhe von 10 Meter keine Baugenehmigung einzuholen. KWEAs können auf Hausdächern, oder auch auf einem Mast auf dem eigenen Grundstück, oder Hof aufgestellt werden und sind in der Regel nicht höher als 20 Meter. Sie können eine gute Ergänzung zu einem Solardach sein. Die Vergütung für Strom aus KWEAs entspricht der Vergütung für Strom aus großen Windenergieanlagen, allerdings sind die nötigen spezifischen Investitionskosten circa doppelt so hoch. Daher lohnt es sich den Strom selbst zu nutzen und nicht in das öffentliche Netz einzuspeisen. Ob ein wirtschaftlicher Betrieb gewährleistet werden kann, muss im Einzelfall geprüft werden.



## C – Bewertung & Planung

In diesem Kapitel stellen wir die bereits dargestellten Projektideen einander gegenüber. Dieser Vergleich erfolgt hinsichtlich wirtschaftlicher, ökologischer und Projektentwicklungsaspekte. Es werden erste Prioritäten ermittelt und auf Bündelungsmöglichkeiten hingewiesen. Die hier erstellte Projektlandkarte soll als Diskussionsgrundlage für nächste Schritte in Ebhausen dienen.

### Projektbewertung

**Basis für die Bewertung** stellt vor allem die durchgeführte Bestands- und Potenzialanalyse dar. Die Ergebnisse der Potenzialstudie beeinflussen vor allem die Einschätzung hinsichtlich Wirtschaftlichkeit. So erklärt sich beispielsweise, dass das Projekt Windkraft „Wenden“ im Aspekt Wirtschaftlichkeit die schlechteste Wertung hat.

Folgende Bewertungskriterien erachten wir für Projektideen als zielführend:

- Ungefähre Investitionskosten
- Energiezeugung pro Jahr
- Typische Projektlaufzeit
- Investitionskosten pro eingesparter Tonne CO<sub>2</sub>-Äquivalent
- Einschätzung hinsichtlich des Aufwandes für Öffentlichkeitsarbeit und Akzeptanz
- Einschätzung hinsichtlich des Aufwandes, um die Genehmigung für die Anlage zu erhalten
- Wirtschaftlichkeit
- Effekt des Projektes auf die regionale Wertschöpfung

Bei den im Folgenden gemachten Aussagen handelt es sich um erste Einschätzungen, um die grundsätzliche Realisierbarkeit dieser Ideen zu bewerten. Während der Projektentwicklung können sich diese Werte erheblich verändern. In der technischen Auslegung können darüberhinaus Sachverhalte auftreten, die eine Umsetzung auch bei hohem Ausgangspotenzial unmöglich machen. Dies gilt z.B. für die Akzeptanz in der Bevölkerung als auch für die Genehmigungsverfahren.

In die Bewertung gingen nur die sogenannten investiven Projekte ein, bei der maßgebliche Investitionen zu tätigen sind.

Abbildung 51 zeigt die Bewertungsergebnisse.

Projektideen "investiv"		Investition	Energieerzeugung p.a.	Projekt- laufzeit [a]	Kosten CO <sub>2</sub> - Einsparung [€/T]	CO <sub>2</sub> - Einsparung [t/a]	Öffentlichkeits- und Akzeptanzarbeit	Genehmigung	Wirtschaftlichkeit	regionale Wertschöpfung
Nahwärmenetz Friedensstraße & Mindersbacher Str.	800T€ - 1.400T€	3.700 - 5000 MWh <sub>(th)</sub>	2	1.100	1.000					
Nahwärmenetz Neubaugebiet HDK III	200T€ - 400T€	60 - 80 MWh <sub>(th)</sub>	2	15.000	20					
Wasserkraft Nagold "Obere Mühle"	500T€ - 800T€	ca. 180 - 220MWh <sub>(el)</sub>	4	5.000	130					
Windkraft "Wenden"	4.500T€ - 15.000T€	6.000 - 18.000 MWh <sub>(el)</sub>	3	1.290	7.560					
Biogasanlage	1.500T€ - 2.300€	3.900 - 4.400 MWh <sub>(th)</sub> 3.900 - 4.400 MWh <sub>(el)</sub>	3	560	3.570					
PV-Initiative Ebhausen (Ziel 500 Gebäude)	12.000T€	4.500 - 5.000 MWh <sub>(el)</sub>	5	4.013	2.990					
BHKW Gewerbegebiet Ebhausen	120T€ - 240T€	650 - 750 MWh <sub>(th)</sub> 500 - 600 MWh <sub>(el)</sub>	1	353	510					
Modernisierung mittels Wärmepumpen (90 Gebäude)	1.500T€ - 2.500T€	1.200 - 2.000 MWh <sub>(th)</sub>	4	5.405	370					

Abbildung 51 - Bewertungstabelle Projektideen

Mit Blick auf die **Investitionskosten** fällt auf, dass das Windkraftprojekt als auch die PV-Initiative mit großem Abstand die größten Investitionen auslösen würden. Ein erheblicher Unterschied zwischen diesen beiden Projekten liegt darin, dass sich diese im einen Fall auf einen Park und im anderen Fall auf circa 500 Anlagen und damit auch Investoren verteilt. Wir orientierten uns dabei an den uns bekannten vergleichbaren Projekten.

Die Verteilung hinsichtlich der **Energieproduktion** verhält sich ähnlich.

Bei der abgeschätzten **Umsetzungsdauer** fällt die PV-Initiative mit fünf Jahren auf. Dies erklärt sich in der langfristig angelegten Arbeit mit vielen Einzelnen beteiligten. Das Projekt ist allerdings dimensionierbar (Anzahl Anlagen). So verkürzt sich bei weniger ehrgeizigen Zielen der Projektzeitraum sicherlich. Im Gegensatz hierzu wäre eine BHKW-Lösung im Gewerbegebiet aus unserer Sicht schnell umzusetzen.

Auch bei den **CO<sub>2</sub>-Einsparungen** erzielen Wind und PV die höchsten absoluten Werte. Die Investitionskosten für PV-Anlagen relativieren sich, wenn man zusätzlich die spezifischen Kosten pro eingespartem CO<sub>2</sub> betrachtet. Das BHKW-Projekt hat die niedrigsten spezifischen CO<sub>2</sub>-Einsparungskosten.

Den Aufwand für **Öffentlichkeitsarbeit und Akzeptanz** in der Bevölkerung erachten wir bei der Modernisierung mittels Wärmepumpen aufgrund der notwendigen Einzelfallbetrachtung als hoch. In Verbindung mit der umstrittenen Wirtschaftlichkeit und ökologischen Sinnhaftigkeit stufen wir das Projekt als derzeit nicht sinnvoll ein.

Kaum Schwierigkeiten sind bei der **Genehmigung** von PV- Anlagen, Wärmepumpen-Projekten als auch des BHKW-Projektes zu erwarten. Diese Projekte haben in dieser Kategorie die höchste Wertung erhalten.

Bei der **Erstabschätzung der Wirtschaftlichkeit** schneidet das Windprojekt wegen des derzeit nicht ausreichenden Ertragspotenzials am schlechtesten ab. Die Umsetzung ist nicht möglich.

Die größten Effekte auf die **regionale Wertschöpfung** sehen wir bei den Nahwärmenetzprojekten und der Biogasanlage. Sowohl Energieerzeuger und Energieverbraucher sind hier in die Projekte involviert und der Abfluss von Kaufkraft aus der Region würde am wirkungsvollsten verhindert. Das Nahwärmenetz im Neubaugebiet fällt aufgrund seines geringen Energieverbrauches hierzu leicht ab.

Um eine Gesamtbild über die Projektmöglichkeiten zu erhalten haben wir diese in Abbildung 52 (**Projektlandkarte**) hinsichtlich Wirtschaftlichkeit & Wertschöpfung einerseits (Y-Achse) und dem Aufwand für Öffentlichkeitsarbeit und Genehmigung andererseits (x-Achse, "Umsetzbarkeit") dargestellt. Die Größe der Kreise zeigt zudem das CO<sub>2</sub>-Einsparungspotenzial und liefert so einen Hinweis auf die ökologische Auswirkung des Projektes.

Bei allen Projekten gehen wir davon aus, dass diese nur so umgesetzt werden, dass keine unverhältnismäßigen Belastungen für die **Umwelt** auftreten. Im Falle des Wasserkraftwerkes, setzen wir die Einhaltung der aktuellsten Anforderungen hinsichtlich des Umweltschutzes voraus. Aus diesem Grund haben wir uns in der Darstellung auf die CO<sub>2</sub>-Einsparung beschränkt.

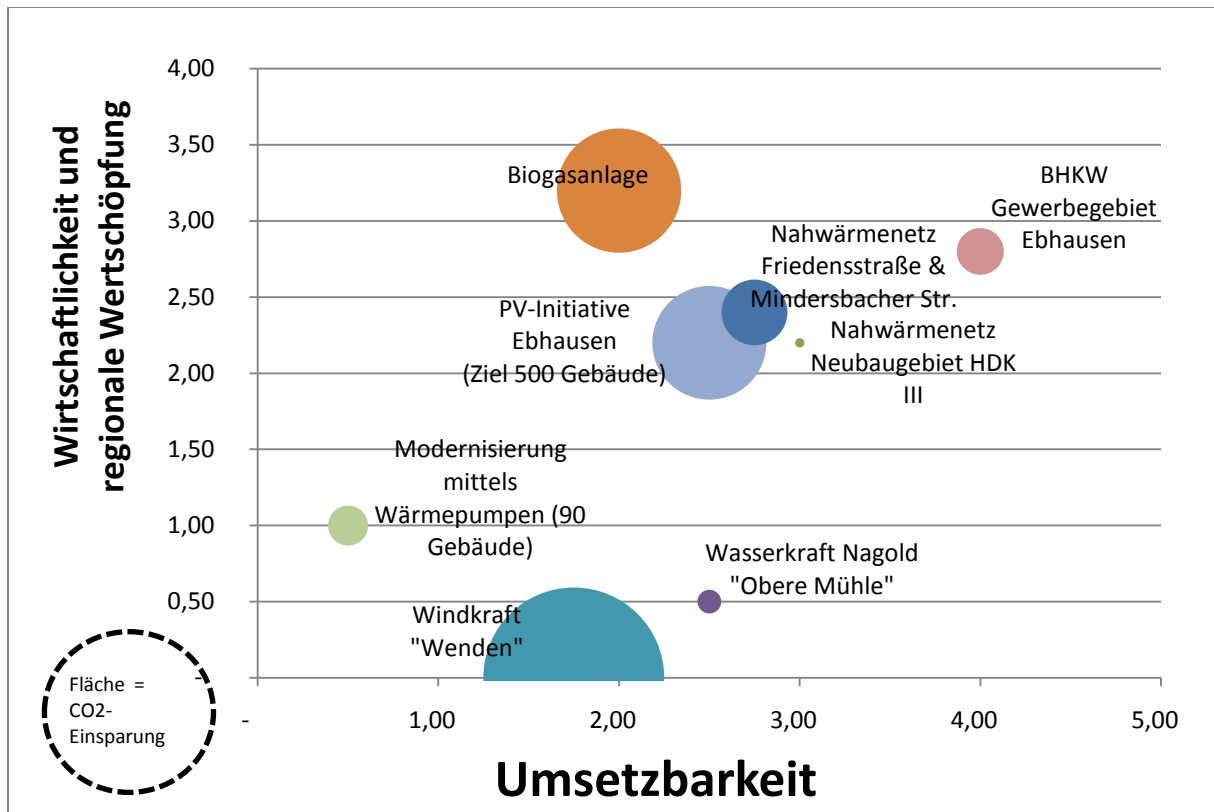


Abbildung 52 - Projektlandkarte hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte

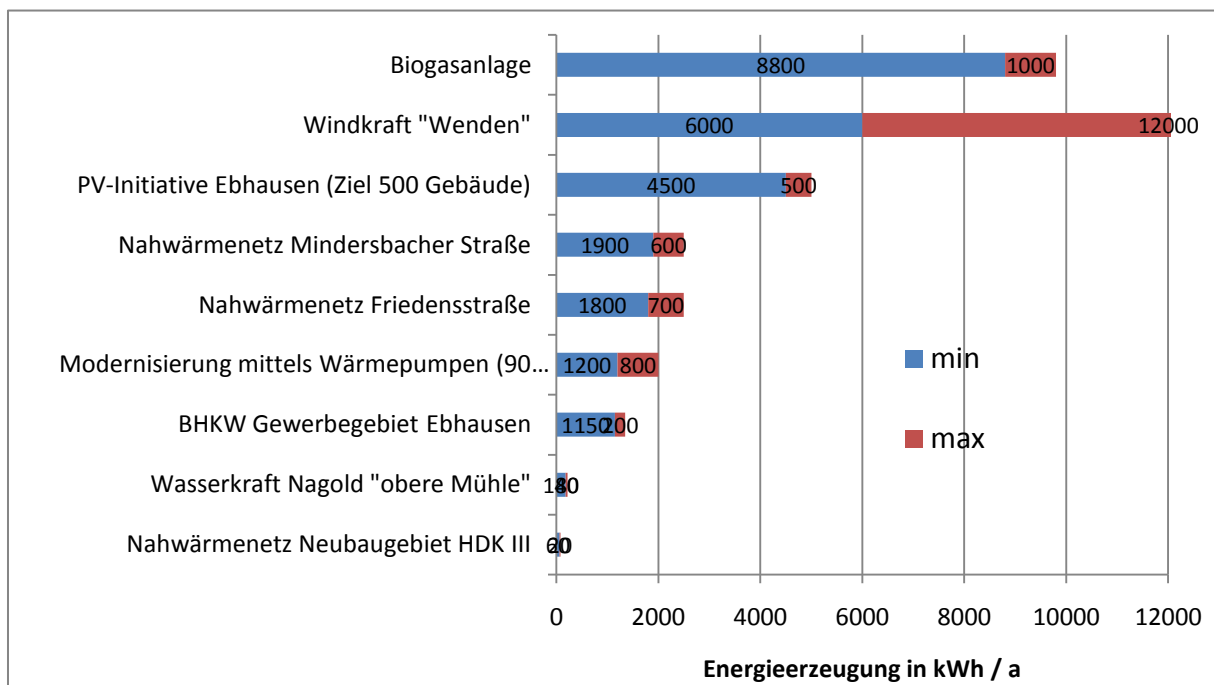


Abbildung 53 - Energieerzeugung der potenziellen Projekte



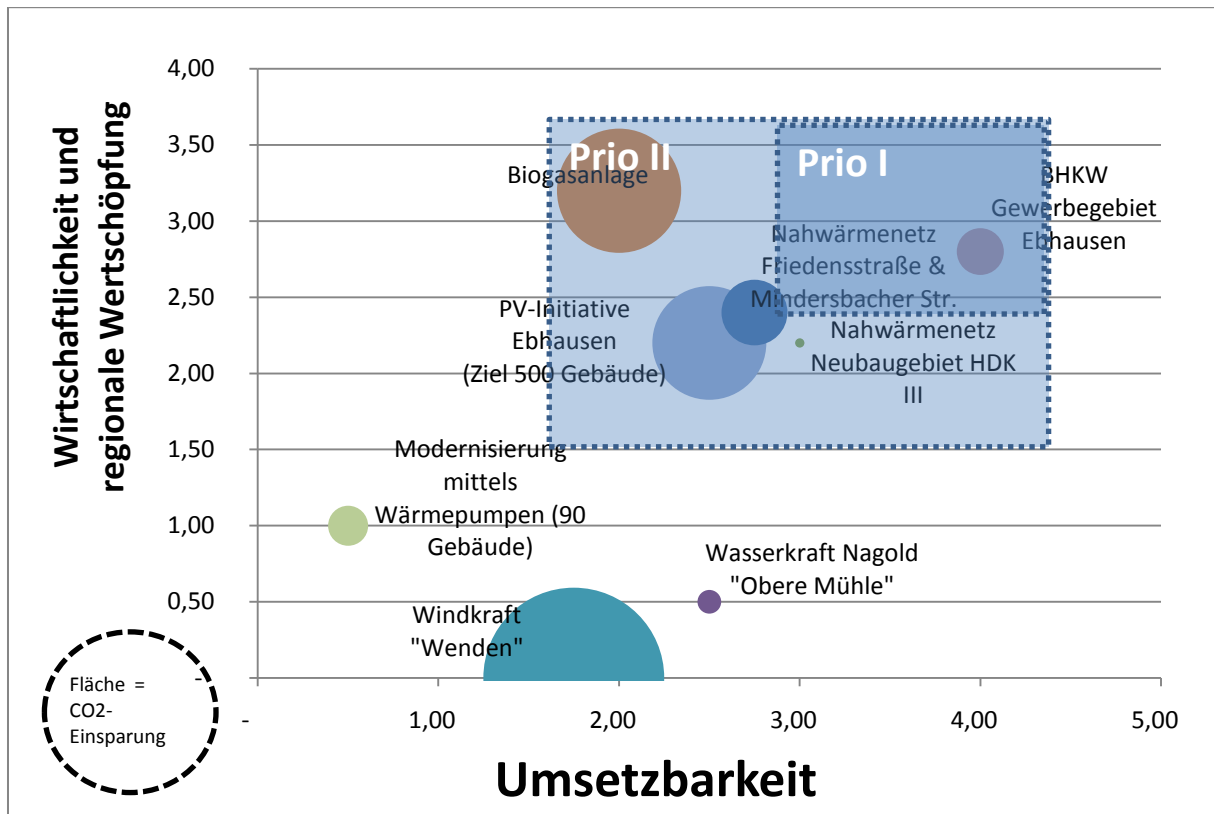


Abbildung 54 - Prioritätenbildung

Die Projekte mit dem höchsten wirtschaftlichen Effekt und einer guten Umsetzbarkeit finden sich in der Projektlandkarte im oberen rechten Teil wieder. Ausgehend von diesem Quadranten haben wir eine Priorisierung der Projekte vorgenommen. Siehe hierzu Abbildung 54.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt müssen noch etliche Annahmen in die Bewertung einfließen, die erst bei einer gezielten Projektentwicklung einzelner Projektvorschläge durch Untersuchungsergebnisse ersetzt werden können. Von daher ist diese Projektlandkarte als erste Orientierungshilfe zu verstehen.

Nicht zuletzt deshalb ist eine weitere Betrachtungsweise notwendig. Es macht Sinn, Synergieeffekte zwischen den Projekten zu nutzen. Die stärkste Beziehung findet sich hier zwischen den Nahwärmeprojekten und der Biogasanlage. Die Projekte können sowohl in der technischen Optimierung als auch bei der Durchführung der Biogasanlage und der gesellschaftsrechtlichen Gestaltung (Betreibermodelle) voneinander profitieren. Ein Biogasprojekt ist außerdem auf das Zustandekommen von nahgelegenen Wärmenetzen angewiesen, um unabhängig von künftigen Vergütungsregelungen wirtschaftlich betrieben werden zu können.

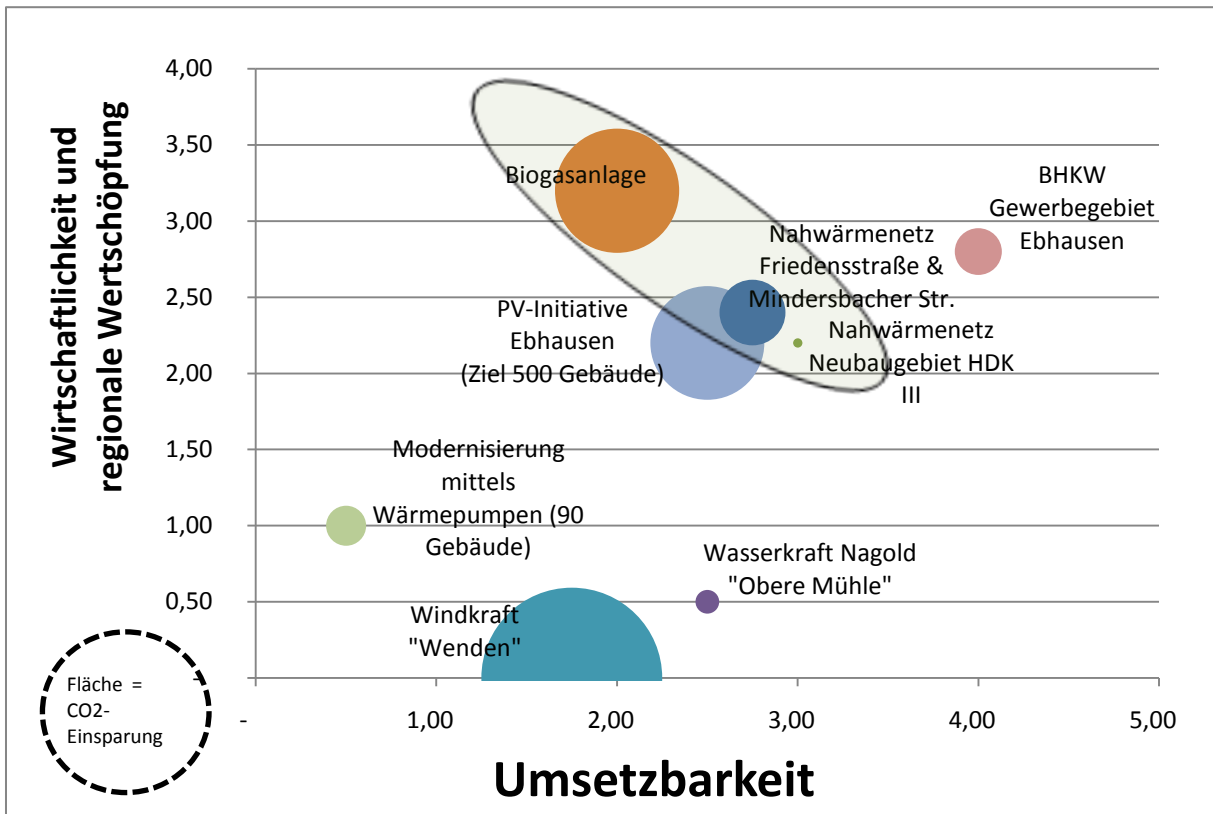


Abbildung 55 - Bündelung von Aktivitäten

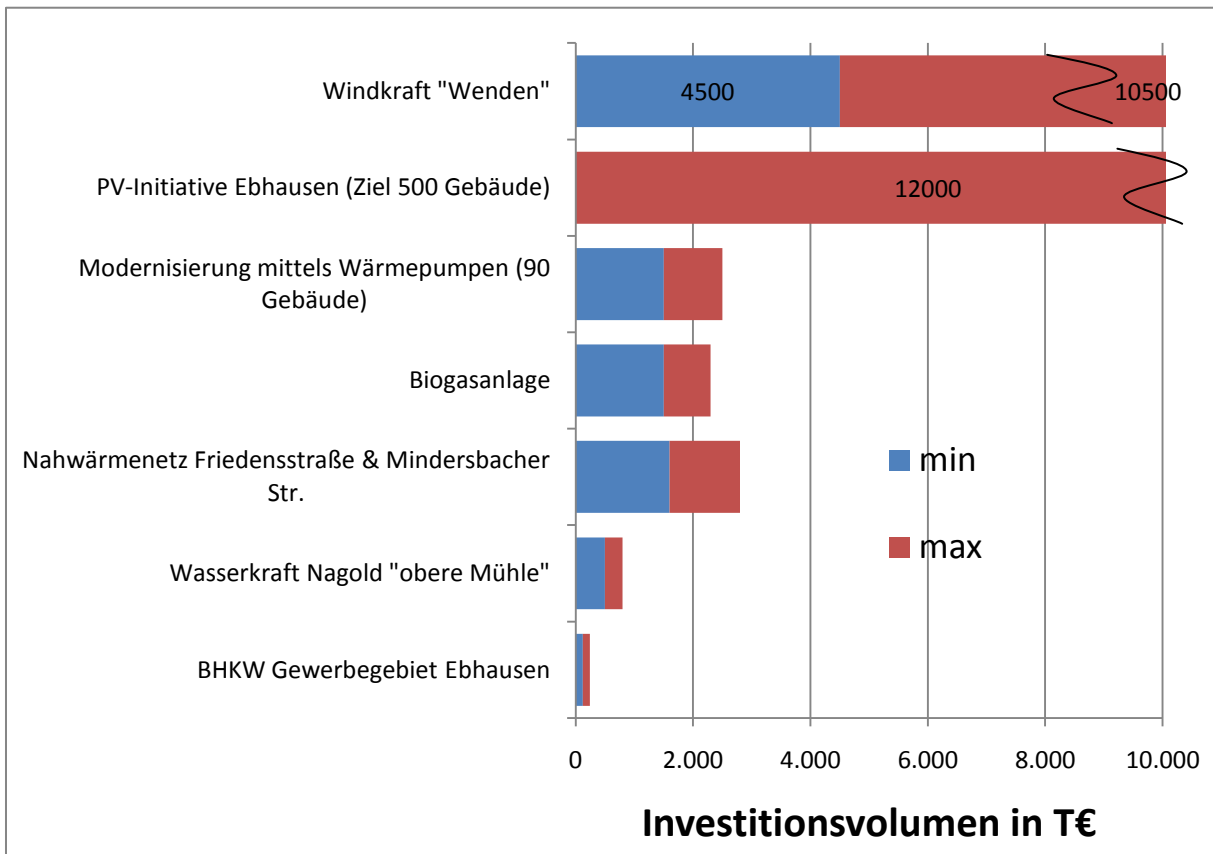


Abbildung 56 – Investitionsvolumen

## Betreibermodelle

Ein Auftragsbestandteil dieser Studie war die Untersuchung und Darstellung möglicher Betreibermodelle für identifizierte erneuerbare Energieprojekte. Im folgenden beschreiben wir die Voraussetzungen zur Wahl des geeigneten Betreibermodells und Vor- und Nachteile gängiger Betreibermodelle. Wir empfehlen der Kommune, dass dieser Prozess der passenden Betreiberform mit externer Hilfe durchgeführt wird.

Erneuerbare Energieanlagen lösen meist hohe Investitionen aus. Zudem zählen derartige Aktivitäten – insbesondere bei kleinen und mittleren Kommunen ohne eigene Stadtwerke – nicht zu den alltäglichen Kommunalaufgaben. Unter finanziellen, wie organisatorischen Kriterien spielt das passende Betreibermodell und die gewählte Gesellschaftsform für den Erfolg einer erneuerbaren Energieanlage eine entscheidende Rolle. Auch und insbesondere um die mit der Planung, dem Bau, der Finanzierung und dem späteren Betrieb einhergehenden Risiken abzufangen.

Es gibt kein „Standard-Betreibermodell“. Jedes Projekt ist unterschiedlich und muss individuell beurteilt werden. Um einen Projektvorschlag konkret weiter zu verfolgen und das passende Betreibermodell zu finden, sollten in der Gemeinde zunächst folgende Fragen beantwortet werden:

- Wer ist Initiator des Vorhabens?
- Welche Interessen hat die Kommune?
- Welche weiteren Akteure gibt es?
- Wie komplex ist das geplante Projekt?
- Welche Finanzierungsanforderungen stellt das Projekt?
- Wer soll das finanzielle Risiko tragen?
- Ist in der Kommune das nötige technische und juristische Know-how vorhanden?

## Grundsätzliche Betreibermodelle

Grundsätzlich existieren die folgenden Betreibermodelle:

1. **Kommune als alleiniger Akteur**
  - Gemeinde- oder Stadtwerk
  - Kommunalrechtliche GmbH/AG
2. **Gemischtes Modell mit privater Beteiligung**
  - GmbH mit Kommunalbeteiligung
  - Energiegenossenschaft mit Kommunalbeteiligung
3. **Rein privater Betreiber**
  - Contracting
  - Investor
4. **Private Realisierung – öffentliche Nutzung**
  - Speziell bei knapper Haushaltskasse

## Bewertung der unterschiedlichen Betreibermodelle

Im folgenden beschreiben wir die Merkmale und Eigenschaften einzelner Betreibermodelle. Damit möchten wir den Gemeindevertretern Ebhausens eine erste Orientierung hinsichtlich der Gesell-

schaften und der Beurteilung der passenden Gesellschaftsform geben. Im konkreten Fall, d.h. bei der Realisierung eines Projektvorschlags muss das gewählte Betreibermodell stets individuell an die Bedürfnisse der Akteure und lokalen Gegebenheiten angepasst und entwickelt werden. Die folgenden Beschreibungen stellen lediglich einen Auszug der Bewertungskriterien dar.

### Kommune als alleiniger Akteur: **Betreibergesellschaft Gemeinde- und Stadtwerke oder kommunalrechtliche Gesellschaften**

Merkmale	Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hohe Identifikation</b></li> <li>• <b>Vollständige Kontrolle</b> über Aktivitäten</li> <li>• <b>Finanzielles Risiko</b> trägt die Gemeinde</li> <li>• <b>Hohes Maß an Eigenleistung und Engagement</b> durch Kommunalvertreter</li> <li>• Typische <b>Anwendungsbeispiele</b>: für jede erneuerbare Energieproduktionsanlage möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kapitalbeschaffung</i>: Nutzung günstiger Kommunalkredite, hohe Haushaltsbelastung</li> <li>• <i>Aufwand</i>: hoch, eigene Gesellschaftsstruktur, eigenes Personal, eigene Logistik</li> <li>• <i>Achtung</i>: Gemeinde-/Stadtwerk ≠ Netzübernahme (Konzessionsvert.)</li> </ul>

Tabelle 17 – Kommune als alleiniger Akteur

### Gemischtes Betreibermodell mit privater Beteiligung

Merkmale	Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hohe Identifikation</b></li> <li>• <b>Einfluss der privaten Teilhaber</b></li> <li>• <b>Aufgaben und Risiken</b> können sinnvoll verteilt werden</li> <li>• Typische <b>Anwendungsbeispiele</b>: Grundstück – privater Eigentümer Betreiber – Kommune oder Energiegenossenschaft, Kommune will beteiligt werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kapitalbeschaffung</i>: Nutzung günstiger Kommunalkredite &amp; Eigenkapitalanteil durch private Teilhaber</li> <li>• <i>Aufwand</i>: hoch, durch sinnvolle Verteilung, Nutzung von Synergien</li> <li>• <i>Achtung</i>: Vertragliche Klärung der Aufgaben- und Risikoverteilung</li> </ul>

Tabelle 18 - Gemischtes Betreibermodell



## Rein privater Betreiber: Contractor oder Investor

Merkmale	Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eventuell Akzeptanzprobleme in der <b>Kommune (außer Energiegenossenschaft)</b></li> <li>• Bei komplexen Projekten <b>effektive Realisierung</b></li> <li>• <b>Begrenzter Einfluss durch die Kommune</b></li> <li>• <b>Wertschöpfung</b> in der Kommune?</li> <li>• Sehr <b>geringe Risiken/wenige Aufgaben</b> für die Kommune</li> <li>• Typische <b>Anwendungsbeispiele</b>: Contracting, Investor errichtet komplexe EE-Anlage (Windpark, Heizwerk...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kapitalbeschaffung</i>: keine Kapitalbeschaffung durch Kommune</li> <li>• <i>Aufwand</i>: wird durch privaten Betreiber getragen</li> <li>• <i>Achtung!</i> Bei Energiegenossenschaften sehr hohes Engagement/hohes Zeitaufwand</li> </ul>

Tabelle 19 - Privater Betreiber

## Private Realisierung – öffentliche Nutzung

Merkmale	Eigenschaften
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Hohe Wertschöpfung in der Kommune</b></li> <li>• <b>Einfluss der Kommune auf Projektrealisierung</b></li> <li>• Trotz Komplexität, effektive Realisierung</li> <li>• <b>Geringe Risiken</b> für die Kommune, keine Haushaltsbelastung</li> <li>• Typische <b>Anwendungsbeispiele</b>: für alle erneuerbaren Energieprojekte möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kapitalbeschaffung</i>: durch private Kapitalbeschaffung vollständig finanziert, Eigenkapital im Extremfall nur Nennwert der Gesellschaft</li> <li>• <i>Aufwand</i>: wird durch privaten Betreiber getragen</li> <li>• <i>Ideal bei Kommunen mit knapper Kasse</i></li> </ul>

Tabelle 20 - Private Realisierung - öffentliche Nutzung

## Es gibt kein Standard-Modell

Standard-Betreibermodelle existieren nicht, noch gibt es eine Betreibergesellschaftsform, die überall passen würde. Jede Gemeinde hat ihre eigenen Bedingungen. Bürger, Gemeinderäte, Gewerbe und Industrie und die Kommunalverwaltung verfolgen unterschiedlichste Interessen. Allen Beteiligten muss klar sein, dass auch dem Findungsprozess für das passende Betreibermodell ausreichend Zeit und Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte, um solche Projekte dauerhaft und nachhaltig zu installieren.

Aus diesem Grund empfehlen wir der Gemeinde sich bei diesem Schritt externe Unterstützung zu suchen, da der Erfolg eines Projektes maßgeblich vom passenden Betreibermodell abhängt.

# Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

## Abbildungen

Abbildung 1 - Projektlandkarte hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte.....	7
Abbildung 2 - Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Gemeinde Ebhausen mit Berufsauspendler .....	10
Abbildung 3 - Verteilung der Treibhausgasemissionen nach Sektoren in der Gemeinde Ebhausen ohne Berufsauspendler .....	11
Abbildung 4 - Energieverbrauch in der Gemeinde Ebhausen je Einwohner 2010 .....	12
Abbildung 5 - Vergleich Anteil Erneuerbare Energien 2010 der Gemeinde Ebhausen mit Bund, Land und Landkreis Calw .....	13
Abbildung 6 - Anteil erneuerbarer Energien in der Gemeinde Ebhausen am Wärmeverbrauch im Vergleich mit Bund und Land .....	14
Abbildung 7 - Verteilung des Wärmeverbrauchs in der Gemeinde Ebhausen durch die unterschiedlichen Energieträger .....	15
Abbildung 8 - Verteilung der unterschiedlichen erneuerbarer Energiearten zur Wärmeherzeugung in der Gemeinde Ebhausen .....	15
Abbildung 9 - Anteil der Windenergie an der kommunalen Wertschöpfung .....	18
Abbildung 10 – Möglicher Standort für Windpark auf Gemarkung Ebhausen nach genehmigungsrechtlichen Kriterien und angenommener Windhöffigkeit .....	19
Abbildung 11 - Windpotenzial in der Region.....	20
Abbildung 12 - Lageplan des Standortes Winden .....	20
Abbildung 13 - Höhenprofil in Hauptwindrichtung .....	21
Abbildung 14 - Entwicklung der Anlagengrößen seit 1990 .....	22
Abbildung 15 – Funktionsweise eines Nahwärmenetzes mit Holzhackschnitzeln.....	23
Abbildung 16 - Wärmebedarfsdichte Rotfelden .....	24
Abbildung 17 - Wärmebedarfsdichte Wenden .....	25
Abbildung 18 - Wärmebedarfsdichte Ebershardt .....	25
Abbildung 19 – Wärmebedarfsdichte Ebhausen.....	26
Abbildung 20- Projektidee Nahwärmenetz Mindersbacherstraße .....	27
Abbildung 21 - Nahwärmenetz Friedensstraße.....	28
Abbildung 22 – Karte zum geplanten Bauabschnitt .....	30
Abbildung 23 - Projektidee BHKW-Anlage im Gewerbegebiet .....	31
Abbildung 24 - Treibhausgas-Emissionen.....	33
Abbildung 25 - Preisentwicklung Energieträger .....	33
Abbildung 26 – Heizkostenvergleich .....	34
Abbildung 27 – Ausschnitt Solardachkataster Ebhausen .....	35
Abbildung 28 - Funktionsweise einer Biogasanlage.....	39
Abbildung 29 - Ausbringung Gärreste auf Ackerfläche (Quelle: ANNA-Consult).....	41
Abbildung 30 – verschiedene Nutzungspfade von Biogas (Quelle ANNA-Consult, Freiburg) .....	42
Abbildung 31 - Einzugsgebiet Biomasse für Ebhausen.....	43
Abbildung 32 - Wärmesenken als Planungsgrundlage.....	47
Abbildung 33 - Standortsuchraum für Biogasanlage.....	47
Abbildung 34 - verschiedene Nutzungspfade von Biogas .....	49

Abbildung 35 - regionale Wertschöpfung durch Biogas.....	49
Abbildung 36 - Funktionsweise eines Laufwasserkraftwerkes.....	55
Abbildung 37 - Standort "Obere Mühle" .....	60
Abbildung 38 - Standort "Obere Mühle" Ausbaumöglichkeit .....	60
Abbildung 39 – Lageplan I Wasserkraft am Themenpfad .....	61
Abbildung 40 – Lageplan II Wasserkraft am Themenpfad .....	61
Abbildung 41 - Die Nutzungsarten der Erdwärme .....	63
Abbildung 42 - Tiefengeothermisches Potenzial in Deutschland.....	64
Abbildung 43 - Oberflächennahes Geothermie-Potenzial den Ortsteilen Ebhausens .....	65
Abbildung 44 - Oberflächennahes Geothermie-Potenzial in Ebhausen.....	65
Abbildung 45 - Funktionsprinzip Erdwärmesonde mit Wärmepumpe .....	66
Abbildung 46 - Einordnung Wärmepumpen bzgl. Treibhausgas-Emissionen .....	67
Abbildung 47 - Standort der Wasserkraftanlage "Schickhardt" .....	69
Abbildung 48 - Impressionen Wasserkraftwerk "Schickhardt" .....	69
Abbildung 49 - Forschungsstation "Beeonik" (Quelle: Beeonik GmbH, Potsdam) .....	70
Abbildung 50 - Wildpflanzensaat als Alternative zu klassischen Ackerkulturen (Quelle: Anna-Consult, Freiburg) .....	71
Abbildung 51 - Bewertungstabelle Projektideen .....	76
Abbildung 52 - Projektlandkarte hinsichtlich ökologischer und ökonomischer Aspekte.....	78
Abbildung 53 - Energieerzeugung der potenziellen Projekte .....	78
Abbildung 54 - Prioritätenbildung.....	79
Abbildung 55 - Bündelung von Aktivitäten .....	80
Abbildung 56 – Investitionsvolumen.....	80

## Tabellen

Tabelle 1 - Anteil erneuerbarer Energien zur Stromversorgung in Ebhausen .....	5
Tabelle 2 - Anteil erneuerbarer Energien zur Wärmeversorgung in Ebhausen .....	6
Tabelle 3 - Bewertung identifizierter Projektideen zur Erzeugung erneuerbarer Energie in Ebhausen. .	7
Tabelle 4 - Treibhausgasemissionen in Ebhausen nach Sektoren mit Berufsauspendlern .....	10
Tabelle 5 - Energieverbrauch in der Gemeinde Ebhausen .....	12
Tabelle 6 – geförderte-Erneuerbare-Energie-Wärmeanlagen in Ebhausen.....	16
Tabelle 7 - Technische Daten Projektidee Nahwärmenetz Mindersbacherstraße .....	27
Tabelle 8 - Technische Daten Projektidee Nahwärmenetz Friedensstraße .....	28
Tabelle 9 - Technische Daten Projektidee BHKW-Anlage im Gewerbegebiet.....	31
Tabelle 10 – Vergütungssätze PV nach EEG (Stand: Juli 2011).....	36
Tabelle 11 – Flächenpotenziale zur Biogasgewinnung in der Umgebung von Ebhausen .....	44
Tabelle 12 – Theoretisches Methanpotenzial im Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen .....	44
Tabelle 13 – Technisches Methanpotenzial im Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen .....	45
Tabelle 14 - Biogasanlagen im Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen.....	45
Tabelle 15 - Biogasanlagen im erweiterten Biomasseeinzugsgebiet von Ebhausen.....	45
Tabelle 16 – Darstellung der Ergebnisse der Studie des Landkreises Calw.....	52
Tabelle 17 – Kommune als alleiniger Akteur .....	82
Tabelle 18 - Gemischtes Betreibermodell .....	82
Tabelle 19 - Privater Betreiber .....	83
Tabelle 20 - Private Realisierung - öffentliche Nutzung .....	83