

für den ländlichen Raum am Beispiel der Gemeinde Amtzell



Energiekonzept

für den ländlichen Raum am Beispiel der Gemeinde Amtzell

Masterthesis

Wintersemester 2011/2012

Matthias Fortenbacher Brugierstr. 2 78464 Konstanz



FACHGEBIET ENERGIE EFFIZIENTES BALLEN

Fachgebiet Energieeffizientes Bauen Betreuung: Prof. Dr.-Ing. Thomas Stark



Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung Brauneggerstr. 55 78462 Konstanz

»Natürlich haben wir den Peak Oil erreicht oder bereits überschritten. Es gibt keine Gründe, warum die Ölpreise noch einmal sinken sollten...«

INHALTSVERZEICHNIS

01	EINFÜHRUNG	
	1.1 Notwendigkeit	
	1.3 Kurzportrait der Gemeinde Amtzell	-
	1.3 Kurzportrait der Gerneinde Amtzeil	!
02	Arten der erneuerbaren Energien	
	2.1 Solarenergie	_
	2.1.1 Photovoltaik	
	2.1.2 Solarthermie	-
	2.2 Biomasse	
	2.3 Geothermie	
	2.4 Wasserkraft 2.5 Windkraft	_
	2.5 VVIIIUKTAI L	3
03	Erneuerbare Energien in Deutschland	3
9	3.1 Deutschland auf dem Weg zu den erneuerbaren Energien	
	3.2 Übersicht der erneuerbaren Energien in Deutschland	
	3.3 Übersicht der erneuerbaren Energien in den Kommunen	
O 4		
04	erneuerbare Energien in Amtzell	43
•	4.1 Photovoltaik	
	4.2 Solarthermie	
	4.3 Biomasse	
	4.4 Geothermie	_
	4.5 Wasserkraft	
	4.6 Windkraft	57
05	Raumtypen der Gemeinde	50
	5.1 Grundlagen der Raumtypen	
	5.2 Einteilung der Gemeinde in Raumtypen	
	5.3 Bedarf- und Potentialwerte der Raumtypen für Amtzell	
06		_
OO	Energiebdarf der Gemeinde	
	6.1 Versorgungsnetze	
	6.2 Strom- und Wärmebedarf der Gemeinde	8 [

O/	Energiepotentiale der Gemeinde	89
,	7.1 Photovoltaik	9
	7.1.1 Freiflächenpotentiale von Photovoltaik	
	7.2 Solarthermie	
	7.2.1 Freiflächenpotentiale von Solarthermie	
	7.3 Geothermie	
	7.3.1 Erdwärmekollektoren	
	7.3.2 Erdwärmesonden	
	7.3.3 Freiflächenpotentiale von Geothermie	
	7.4 Biomasse	
	7.4.1 Energiepflanzen für Biogasanlagen	
	7.4.2 Energiepflanzen für Heizkraftwerke	
	7.4.3 Forstwirtschaftliche Biomasse	
	7.4.4 Gülle und Mist	
	7.4.5 Biomüll und Grünabfall	
	7.5 Wasserkraft	
	7.6 Windkraft	
_	7.7 sonstige Potentiale	149
08	Szenario	153
	8.1 Entwicklung in der Region	15
	8.2 Energetische Meilensteine der Bundesregierung	
	8.3 Energetische Meilensteine der Gemeinde	
	8.3.1 Strom	
	8.3.2 Wärme	16
09	LEITSTRATEGIE	163
	9.1 Gewerbe und Industrie	
	9.2 Weiler und Einzelhöfe	
	9.3 Dorfgebiet	160
	9.4 Energiebereitstellung	
	9.4.1 Energiebereitstellung im Jahr 2020	17
	9.4.2 Energiebereitstellung im Jahr 2050	
	Quellenverzeichnis Literatur	182
	Quellenverzeichnis Internet	183
	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	184
	TARELIENVERZEICHNIS	197
	I A K F I I F N V F R / F I (H N I S	19.

Einführung

»Die Erde benötigt etwa eine Million Jahre um so viel fossile Brennstoffe zu bilden, wie sie die Menschheit derzeit in nur einem Jahr verbraucht!«

Hans Joachim Schnellhuber, Klimaforscher, 2008

1.1 Notwendigkeit

Die Abwendung von fossilen und atomaren Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien ist zwingend Notwendig und gewinnt angesichts der aktuellen Geschehnisse in Japan und der Endlichkeit fossiler Energieträger immer mehr an Bedeutung. Um Preis- und Versorgungsrisiken und den damit einhergehenden wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen einer Abhängigkeit fossiler Energieträger entgegenzuwirken ist ein Umdenken erforderlich.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Eine stetig wachsende Weltbevölkerung mit einem zunehmenden Bedarf an Wohlstand ist verantwortlich für den sprunghaften Anstieg des weltweiten Energiebedarfs. Unser Energiehunger und die damit verbundene Umweltverschmutzung ist der Hauptauslöser der globalen Erderwärmung und den dadurch verursachten chaotischen Verhältnisse des globalen Klimas.

(Quaschning, 2010)

Klimaforscher weisen einstimmig auf die zunehmende Gefahr von Wetterextremen und eine kontinuierliche Verschiebung der Vegetationszonen aufgrund des Klimawandels hin. Eine Zunahme von Ausmaß und Anzahl extremer Wetterereignisse wie Hitzewellen, Starkregen, Stürme sowie ungewöhnliche Temperaturschwankungen werden für Mitteleuropa prognostiziert. Industriestaaten sind beim globalen Kampf gegen den Klimawandel besonders gefordert. In Anbetracht ihres hohen Anteils an den weltweit ausgestoßenen Treibhausgasen, sowie ihrer technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten, tragen diese Staaten eine zusätzliche Verantwortung im globalen Klimaschutz. Um ein weiteres Voranschreiten des Klimawandels einzudämmen und eine Versorgungssicherheit durch die Nutzung von erneuerbaren Energien voranzutreiben ist ein zielstrebiges Handeln auf internationaler und nationaler Ebene erforderlich.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

In Deutschland tragen Gesetze und zahlreiche Förderprogramme der Bundesregierung zum Ausbau und der Weiterentwicklung von erneuerbaren Energien bei. In Anbetracht der schwachen kommunalen Haushaltslage werden sämtliche Aktivitäten mit energiepolitischem Hintergrund grundsätzlich kritisch hinterfragt und auf ihre marktwirtschaftlichen Aspekte hin geprüft. Die kommunale Energiepolitik muss sich ihrer Vorbildfunktion für die Privatwirtschaft und ihrer Bürgerinnen und Bürger bewusst werden und sich aus der Abhängigkeit von fossilen und atomaren Energieversorgern befreien. Alle Wertschöpfungen aus getätigten Investitionen in erneuerbare Energien innerhalb einer Kommune verbleiben zum größten Teil in der Region. Eine Sicherung der eigenen Energieversorgung durch regenerative Energieträger vermindert also nicht nur die umweltschädlichen CO2-Emmissionen und sorgt für einen hohen Imagegewinn, sondern bietet zeitgleich auch marktwirtschaftliche Vorteile vor allem für das lokale Handwerk.

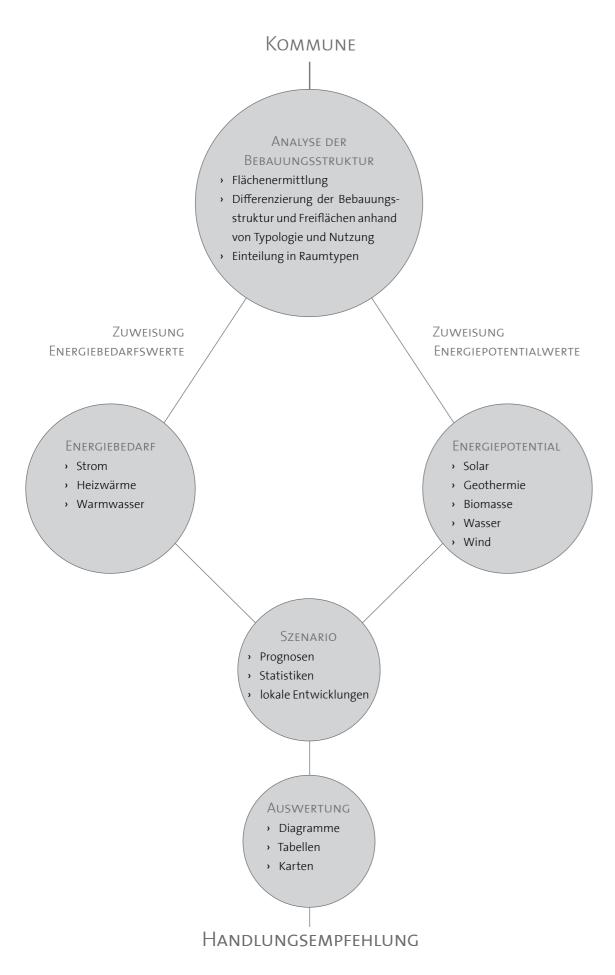


Abb. 1Piktogramm Vorgehensweise

1.2 Vorgehensweise

Im Rahmen dieser Arbeit sollen die Energiebedarfsstrukturen und die Energiepotentiale für erneuerbare Energien am Beispiel einer Kommune aus dem ländlichen Raum aufgezeigt werden. Hierfür wird die Kommune hinsichtlich ihrer Bebauungsstruktur, ihrer Energieerzeugungspotentiale und ihres Energiebedarfs analysiert. Die Ergebnisse werden aufbereitet und in verschiedenen Szenarien dargestellt.

Um die Energieversorgung einer Kommune von fossilen Energieträgern abzukoppeln und einen sinnvollen Wechsel hin zu erneuerbaren Energieträgern zu gewährleisten ist ein Umdenken in der Stadtplanung notwendig. Hierfür muss die Entwicklungsplanung über die Betrachtung von einzelnen Gebäuden oder Ensembles hinausgehen. Vielmehr müssen diese Planungen auf Quartiersebene erfolgen.

Zunächst wir eine Analyse der Bebauungsstruktur durchgeführt. Dies Beinhaltet die Ermittlung von Flächen und die Definition von verschiedenen Raumtypen. Als Grundlage für diese Analyse werden von der Kommune GIS-Daten (Geoinformationssystem) zu Verfügung gestellt und mittels einer GIS-Software aufbereitet und ausgewertet. Die Unterscheidung der Raumtypen erfolgt anhand verschiedener Werte wie z. B. Typologie, Baustruktur oder Nutzung. Hierbei wird auf Bezug genommen auf die Studie "Experimenteller Wohnungsund Städtebau" (ExWoSt) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) aus dem Jahre 2009.

Den im vorherigen Schritt ermittelten Raumtypen werden nun theoretische Kennwerte für den jeweiligen Energiebedarf zugewiesen und teilweise durch reelle Werte ergänzt. Für die Ermittlung des Energiebedarfs liegt der Fokus auf dem Strom- und Wärmebedarf der Bereiche Haushalte, Gewerbe, Dienstleistung und Handel. Der Energiebedarf von Industrie und Verkehr wird hierbei vernachlässigt da die Bearbeitung im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit nicht möglich ist. Um die Datenermittlung so übersichtlich wie möglich zu gestalten und trotzdem hinreichend genaue Ergebnisse zu erhalten stellen die definierten Raumtypen die unterste Ebene in der Ermittlung von Energiebedarf und Energiepotential dar.

Im nächsten Schritt werden die Energieerzeugungspotentiale für erneuerbaren Energien ermittelt. Hierbei werden die unterschiedlichen Energieressourcen (wie z. B. Sonne, Wind, Wasser etc.) einzeln betrachtet und auf die Raumtypen angewendet. Durch eine Abschätzung des langfristigen Energiebedarfs der Kommune und eine sinnvolle Kombination der einzelnen Optionen der Erzeugung von erneuerbaren Energien können verschiedene Szenarien für die Deckung des Energiebedarfs entwickelt werden.

Zum besseren Verständnis werden alle Ergebnisse in Form von Tabellen, Diagrammen und Karten visualisiert. Am Ende dieser Arbeit soll eine Handlungsempfehlung entstehen, welche alle Ergebnisse zusammenfasst und so der Kommune als Impulsgeber für die weitere Versorgung durch erneuerbare Energien dienen soll.



Abb. 2 Wappen der Gemeinde Amtzell



Abb. 3 Karte Landkreis Ravensburg mit Gemarkungsgrenzen

1.3 Kurzportrait der Gemeinde Amtzell

Die Gemeinde Amtzell liegt ganz im Süden im Voralpenland des südöstlichen Baden-Württemberg. Amtzell darf sich zu Recht als zum Allgäu gehörend betrachten, denn die Gemeinde war bis zum 31.12.1972 die westlichste Gemeinde des Allgäu-Kreises Wangen. Erst seither gehört die Gemeinde als Ergebnis der Kreisreform zum großen Landkreis Ravensburg.

Der Bodensee ist etwa 20 km entfernt, die bayrische Grenze ca. 10 km. Die Stadt Ravensburg ist 15 km entfernt, nach Wangen im Allgäu sind es 9 km. Über die nahegelegene Auffahrt zur A96 gelangt man innerhalb kurzer Zeit nach Österreich und in die Schweiz. Die Gemeinde liegt im Westallgäuer Hügelland in einer Moränenlandschaft des Rheingletschers der Würmeiszeit. Charakteristisch ist die hügelige Landschaft mit zahlreichen Kuppen und kleinen Tälern, wobei gerade die Hügel oft mit Wald bewachsen sind. Die grünen und saftigen Wiesen und in neuer Zeit auch wieder Maisfelder ergeben neben den Wäldern das typische Allgäu Bild

Die Gemeinde hatte 1939 1821 Einwohner, 1955 2181 und derzeit hat sie rund 3900. Im Ortskern mit ca. 2300 Einwohnern befinden sich solides Handwerk, Gewerbetreibende und Einrichtungen für den täglichen Bedarf. Auf einer Markungsfläche von 3058 ha befinden sich 124 zum Teil kleinere Weiler und Einzelhöfe. Die Weiler sind seit eh und je landwirtschaftlich strukturiert (70 landwirtschaftliche Betriebe) und mit einem ca. 100 km langen Gemeindestraßennetz erschlossen. In den Gewerbegebieten Große Halde Korb, Geiselharz, Interkommunales Gewerbegebiet Geiselharz-Schauwies sowie im Dorfgebiet sind mittelständische Betriebe angesiedelt, die eine Vielzahl wertvoller Arbeitsplätze anbieten.

Das Gemeindegebiet weist ein Gefälle von Nord nach Süd auf, denn alle Bäche und Rinnsale nehmen ihre Richtung zum Fluss Untere Argen. Die höchste Erhebung liegt im Norden des Gemeindegebietes beim Weiler Amberg mit 712 m ü. M., während sich der tiefste Punkt mit 526 m an der Unteren Argen unterhalb des Weilers Geiselharz an der Stelle befindet, wo vor mehr als 250 Jahren die Steine für die Fassade der Basilika in Weingarten gebrochen wurden. Amtzell liegt, gemessen am Rathaus auf einer Höhe von 556 m über dem Meeresspiegel.

Klimatisch liegt Amtzell zwischen dem verhältnismäßig rauen Allgäuklima und dem milderen Bodenseeklima. Der Jahresdurchschnitt der Lufttemperaturen liegt bei ca. 9° C und die durchschnittliche Niederschlagsmenge bei ca. 1250 mm/Jahr.

Im Osten und Süden grenzt die Stadt Wangen an das Gemeindegebiet, im Norden die Gemeinden Vogt und Waldburg, im Westen die Gemeinden Bodnegg und Neukirch. Die Markungsfläche beträgt 3058 ha, davon etwa 2300 ha Wiesen und knapp 400 ha Wald.

(Website Gemeinde Amtzell)

Arten der erneuerbaren Energien

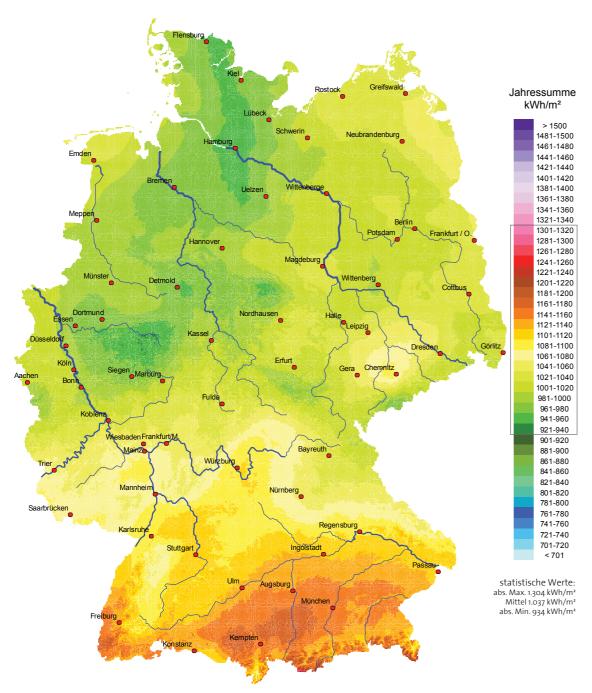


Abb. 4 Globalstrahlung in Deutschland in Mittleren Jahressummen von 1981 bis 2000

2.1 Solarenergie

Die Nutzung von Solarenergie in Kommunen ist vielfältig. Die solare Strahlung kann zur Erwärmung des Wassers oder für die Erzeugung von Strom genutzt werden. Nicht zuletzt durch die Förderprogramme auf Bundes- und Länderebene ist die Nutzung von Solarenergie in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. Seit 1990 gab es einen stetigen Zubau an Solarkollektoren. So standen im Jahr 2008 bereits 11,3 Millionen Quadratmeter Solarkollektorfläche zu Verfügung. Für die Stromerzeugung aus Solarstrahlung konnte seit dem Jahr 2004 ebenfalls eine Steigerung um ein vielfaches erreicht werden.

Als wesentlicher Standortfaktor spielt die Sonneneinstrahlung bei der Nutzung von Solarenergie eine entscheidende Rolle. Abhängig von der geografischen Breite ist der Jahreswert in Mitteleuropa auf einer horizontalen Geländefläche ca. 1.000 kWh/m². Innerhalb der Bundesrepublik variiert dieser Wert von 850 kWh/m² in Hamburg und 1.125 kWh/m² in Süddeutschland. Bei optimaler Ausrichtung nach Süden und einer Neigung von 30 Grad kann eine Erhöhung der Einstrahlwerte von bis zu 20 Prozent erreicht werden.



Abb. 5 Vergleich AKW Philippsburg und installierte Leistung Photovaltaik in Deutschland im Jahr 2010

2.1.1 Photovoltaik

Die Photovoltaik basiert auf dem physikalischen Effekt der direkten Umwandlung von Licht in elektrische Energie. Dieser Effekt wurde bereits 1839 zum ersten Mal entdeckt, bis zur Herstellung einer ersten Solarzelle in den 1950er-Jahren verstrich jedoch noch mehr als ein ganzes Jahrhundert. Zunächst stellten Photovoltaikzellen nur die Stromversorgung von Satelliten sicher, erst als zu Beginn der 1990er-Jahre wurden in Deutschland mithilfe staatlicher Förderungen vermehrt PV-Anlagen installiert.

Solarzellen gibt es in unterschiedlichen Materialien und Konzepten, diese unterscheiden sich durch Form, Farbe Leistungsfähigkeit und Eigenschaften. Grundsätzlich wird zwischen folgenden zwei Formen unterschieden:

Kristalline Zellen

Bei der Herstellung von mono- und multikristallinen Zellen werden aus Siliziumstäben ca. 0,3 mm dünne Scheiben gesägt. Diese so genannten Wafer sind sehr empfindlich und werden darum zum Schutz meist zwischen zwei Glasscheiben verklebt. Die einzelnen miteinander verbundenen Wafer bilden ein Modul, welches dann mit weitern Modulen zu einem Verbund zusammengeschlossen werden kann.

AMORPHE ZELLEN

Bei amorphen Zellen gibt es keine regelmäßigen Kristallstrukturen und im Gegensatz zu den kristallinen Zellen sind diese nur wenige tausendstel Millimeter dick. Zu den Vorteilen der amorphen Zellen gehört das völlig andere Produktionsverfahren welches weniger energieund materialintensiv ist als das der kristallinen Zellen. Weiterhin können amorphe Zellen direkt als große Fläche und in unterschiedlichen geometrischen Formen gefertigt werden.

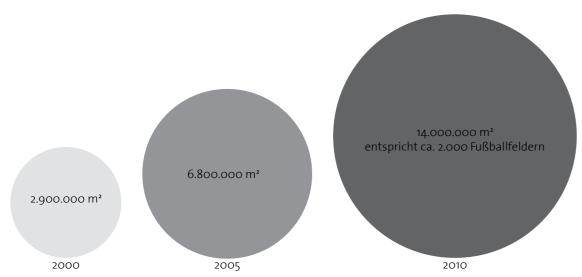


Abb. 6 Installierte Kollektorfläche in Deutschland

2.1.2 Solarthermie

Die Nutzung von Sonnenenergie für die Unterstützung der Raumheizung oder der Warmwasseraufbereitung kann auf verschiedene Arten erfolgen. Es werden dabei folgende drei Systeme unterschieden:

PASSIVE SYSTEME

Bei passiven Systemen wird die durch Sonneneinstrahlung gewonnene Wärme an Ort und Stelle im Gebäude genutzt. Hierbei werden kein zusätzlicher Energieeinsatz und keine aufwendige Technik benötigt. Das einfachste Beispiel für ein passives System sind die Fenster in einem Gebäude. Durch nach Süden orientierte Fensterflächen lassen sich auf einfache Weise die dahinterliegenden Räume erwärmen. Eine Sonnenschutzvorrichtung verhindert ein Überhitzen der Räume in den Sommermonaten. Passive Systeme bieten den Kommunen mehrere Einfluss- und Handlungsmöglichkeiten z. B. über Vorgaben in Bebauungsplänen oder bei der Umsetzung von kommunalen Neubauvorhaben.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

AKTIVE SYSTEME

Bei aktiven Systemen kommen Kollektoren oder Absorber zum Einsatz. Diese wandeln die Sonnenenergie in thermische Energie um. Um die Wärme jedoch vom Erzeugungsort zum Einsatzort zu transportieren muss weitere Energie aufgebracht werden.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Hybride Systeme

Bei hybriden Systemen handelt es sich um erweiterte passive Systeme. Hierbei wird in der Regel die Raumluft als Wärmeträger genutzt.

Abfallbiomasse	Anbaubiomasse
Holzartige Biomasse	Lignocellulosepflanzen
Halmgutartige Biomasse	Ölpflanzen
Sonstige Biomasse	Zucker- und Stärkepflanzen

Tab. 1 Unterteilung Biomasse nach Aufkommen

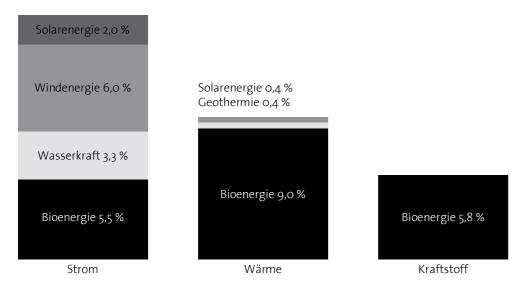


Abb. 7 Anteil Biomasse am Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2010

2.2 BIOMASSE

Die Biomasse ist unter den erneuerbaren Energien der Alleskönner, aus ihr lassen sich sowohl Strom, Wärme als auch Kraftstoffe gewinnen. Biomasse liefert den mit Abstand größten Beitrag zum Angebot der erneuerbaren Energien, wobei der Schwerpunkt klar bei der Wärmegewinnung liegt.

Biomasse lässt sich in Abfallbiomasse und Anbaubiomasse einteilen. Abfallbiomasse fällt unter anderem bei der Holzproduktion, bei der Pflege von Garten- und Parkanlagen und Landschaftsschutzgebieten an. Zudem entsteht Abfallbiomasse bei der Produktion, Verarbeitung und beim Konsum von pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln an. Zur Anbaubiomasse werden landwirtschaftliche Kulturpflanzen, mehrjährige Gräser und Gehölze gezählt, deren Anbau mit dem Ziel der stofflichen oder energetischen Verwertung erfolgt.

FEST	FLÜSSIG	Gasförmig
Holz (Rückstände)	Pflanzenöl	Deponiegas
Halmgüter (Rückstände)	Biodiesel	Klärgas
Energiepflanzen (Holz und Halmgüter)	Bioalkohol	Biogas aus organischen Siedlungsabfällen
		Landwirtschaftliches Biogas

Tab. 2 Unterteilung Biomasse nach Aggregatzustand

Der Biomasse werden in verschiedenen Studien große Potentiale zugeschrieben. So soll ihr Anteil am Endenergieverbrauch laut der "Leitstudie 2008" vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Jahr 2020 bei 11 Prozent liegen und bis zum Jahr 2030 auf 13 Prozent ansteigen. Zur Potentialabschätzung liegen zahlreiche weitere Studien vor welche zum Teil erheblich voneinander abweichen. Zudem Berücksichtigt keine dieser Studien die Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserverfügbarkeit, welche in direktem Zusammenhang mit den zu erwartenden Erträgen im Agrarwesen steht.

Der Ausbau von Biomasse bietet nicht nur Potentiale sondern ist auch mit Risiken für die biologische Vielfalt und die Ernährungssicherheit verbunden. Eine sinnvolle Verwendung von Biomasse sollte vorrangig die Nutzung von Rest- und Abfallstoffen vorsehen, die bisher noch selten genutzt werden und in den meisten Fällen ohne eine weitere energetische Nutzung auf der Deponie landen.

Durch die Nutzung von Biomasse können für die Region positive Effekte für die Wirtschaft entstehen. Zum einen können Arbeitsplätze Biomasseanbau und-bei der Belieferung, sowie beim Bau und Betrieb von Anlagen geschaffen werden. Diese positiven Effekte treten jedoch nur dann ein, wenn durch den Ausbau der Bioenergie keine Verdrängung der Tier- und Nahrungsmittelproduktion stattfindet.

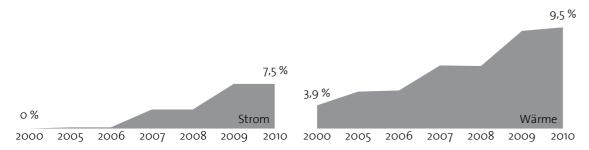


Abb. 8 Anteile von Geothermie an der Strom- und Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien

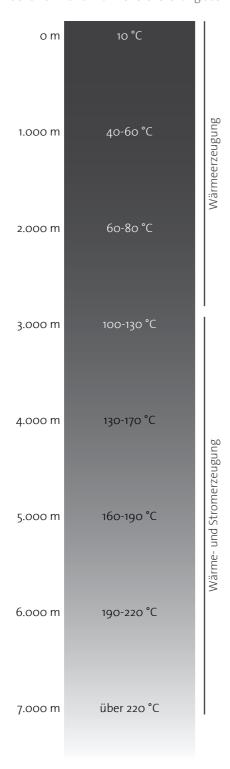


Abb. 9 Nutzungstiefen für Geothermie

2.3 GEOTHERMIE

Geothermie ist definiert als unterhalb der Erdoberfläche gespeicherte Energie in Form von Wärme. Im Mittel beträgt die Temperatur dicht unterhalb der Erdoberfläche etwa 10°C, wobei diese Temperatur zum Erdmittelpunkt hin um etwa 3°C pro 100 Meter zunimmt. Um diese in Wärme gespeicherte Energie nutzen zu können, wird ein Wärmeträgermedium benötigt, welcher in der Regel Wasser oder Wasserdampf ist.

Grundsätzlich wird zwischen Tiefengeothermie und oberflächennahe Geothermie unterschieden. Bei der Tiefengeothermie werden Bohrtiefen von bis zu 5.000 Meter erreicht, bei der oberflächennahen Nutzung betragen die Bohrtiefen bis zu 400 Meter.

Oberflächennahe Geothermie	Tiefengeothermie
Erdwärmekollektoren (Bohrtiefe bis ca. 400 Meter)	Hydrothermale Systeme mit hoher Enthalpie* (Nutzung von Dampf- oder Zweiphasensystemen zur Stromerzeugung)
Energiepfähle (Bohrtiefe bis ca. 25 Meter)	Hydrothermale Systeme mit niedriger Enthalpie* (meist direkte Nutzung zur Speisung von Nahwärmenetzen, Stromerzeugung ab 100°C möglich)
Grundwasserbrunnen (Bohrtiefe ca. 20 -50 Meter)	Petrothermale Systeme (Nutzung der im Gestein gespeicherten Wärme)
Erdwärmesonden (Bohrtiefe bis ca. 400 Meter)	*Enthalpie=Wärmeinhalt

Tab. 3 Unterteilung der verschiedenen Systeme der Geothermie

Die Erdwärme kann auf verschiedene Arten genutzt werden. So kann die Wärme zur Speisung von Nahwärmenetzen und zur Stromerzeugung, sowie zur Klimatisierung von Gebäude verwendet werden. Große Geothermie-Kraftwerke gibt es in Deutschland nur sehr wenige, laut Bundesministerium für Umwelt und Reaktorschutz (BMU) sollen jedoch in den kommenden Jahren vor allem im süddeutschen Raum weitere Anlagen zur Strom- und Wärmegewinnung in Betrieb genommen werden. Der Geothermie wird momentan nur wenig Bedeutung hinsichtlich der Stromerzeugung beigemessen ein gewisses Ausbaupotential ist jedoch vorhanden. Weit mehr verbriete ist die direkte Nutzung der Erdwärme durch die Einspeisung in Nahwärmenetze. Eine weitere gängige Nutzung ist die oberflächennahe Geothermie mit Wärmepumpen.

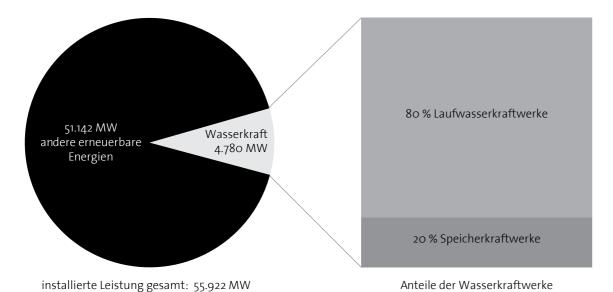


Abb. 10 Installierte Leistung aus Wasserkraft und Anteile der Wasserkraftwerke

2.4 Wasserkraft

Die Wasserkraft wird in Deutschland vor allem für die Erzeugung von Strom genutzt. Hierbei wird die kinetische Energie des Wassers beinahe ausschließlich durch Turbinen und weniger verbreitet durch Wasserräder in mechanische Rotationsenergie umgewandelt. Durch die historische Nutzung der Wasserkraft leistet diese in Deutschland einen hohen Beitrag für die Erzeugung nachhaltiger Energien.

Im Grunde genommen wird bei Wasserkraftwerken zwischen Speicherkraftwerken und Laufwasserkraftwerke unterschieden. Im Weiteren gibt es noch Wellen- und Gezeitenkraftwerke, sowie Projekte welche die kontinuierlichen Meeresströmungen zur Gewinnung von Energie nutzen. Diese Art der Wasserkraftanlagen findet hier jedoch keine weitere Betrachtung, da diese nur in großen Gewässern wie den Weltmeeren zum Einsatz kommen können.

Speicherkraftwerke sind häufig an Talsperren und Bergseen zu finden. Die überwiegende Mehrheit ein bei den Speicherkraftwerken nimmt die Sonderform der Pumpspeicherwerke ein. Bei Pumpspeicherwerken wird elektrischer Strom gespeichert, indem er bei Stromüberschuss dazu verwendet wird Wasser aus einem tiefer gelegenen Becken in ein höheres zu pumpen. Bei erhöhter Nachfrage an Strom oder zum Ausgleich von schwankenden Netzen kann diese gespeicherte Energie dann abgerufen werden indem das Wasser talwärts durch eine Turbine geleitet wird.

Laufwasserkraftwerke können bei einer geringen Fallhöhe eine große Menge an Wasser verarbeiten. Durch ihre Lage an Flüssen und Kanälen erzeugen sie kontinuierlich Strom.

Für das Errichten von Wasserkraftwerken eignet sich durch sein hohes Gefälle und der erhöhte Niederschlag besonders der Süddeutsche Raum. Für die Nutzung von Wasserkraft ist es wichtig zuvor die örtlichen Gegebenheiten genau zu prüfen. Ist ein Fließgewässer mit ausreichendem Gefälle vorhanden, wie sind die Niederschlagsverhältnisse und sind sogar noch stillgelegte Wasserkraftanlagen in der Kommune vorhanden? Vor allem im Hinblick auf die Gesetzlichen Regelungen und die in der Regel sehr aufwendigen Prüfungen hinsichtlich der Umweltverträglichkeit bei Neubauten von Wasserkraftanlagen ist die Reaktivierung oder Modernisierung von bereits bestehenden Anlagen in den Kommune klar zu favorisieren.

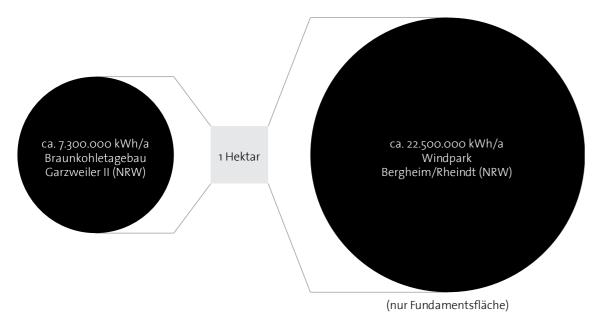


Abb. 11 Jährlicher potenzieller Ertrag pro Hektar

2.5 WINDKRAFT

Bei Windenergieanlagen wird die kinetische Energie des Windes über die Rotorblätter in eine Rotationsbewegung umgewandelt, welche dann Generatoren wiederum in elektrische Energie umgewandelt wird. Ältere Windenergieanlagen sind ca. 50 Meter hoch. Windenergieanlagen der neuesten Generation können eine Höhe von bis zu 160 Metern erreichen.

In Deutschland zählt die Windenergie zwar zu den wichtigsten erneuerbaren Energiequellen, die direkte Nutzung durch Kommunen ist jedoch eher gering. Hier spielen private Investoren, Betreibergesellschaften und die Energieversorgungsunternehmen eine wesentlich wichtigere Rolle. Die Kommunen können aber entscheidenden Einfluss auf die Standortplanung und die Genehmigung von Windenergieanlagen nehmen.

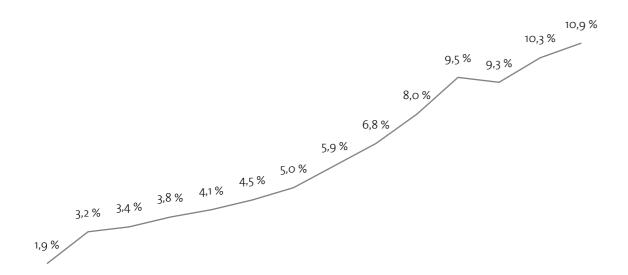
Wenn mindestens drei oder mehr Windenergieanlagen in räumlichen Bezug zueinander stehen spricht man von einem Windpark oder einer Windfarm. Hierbei besteht der Vorteil darin, dass Infrastrukturen, Zuwege, Kräne und Stromanschluss gebündelt werden können. Somit können die Auswirkungen der Anlagen auf die Umwelt vermindert werden und die Einspeisung in das öffentliche Stromnetz wird vereinfacht. Bereits 1987 ging der erste Windenergiepark in Deutschland in Betrieb.

Als unterste Grenze für den sinnvollen Einsatz von größeren Windenergieanlagen wird eine Windgeschwindigkeit von mindestens drei bis vier m/s benötigt. Mit zunehmender Masthöhe steigt auch die Windgeschwindigkeit. So kommen bei heutigen Anlagen die teilweise eine Masthöhe von 160 Metern erreichen auch Standorte im Binnenland in Frage, welche noch vor 20 Jahren als ungeeignet eingestuft wurden. Unbrauchbare Standorte für Windenergieanlagen sind Lagen hinter Hindernissen wie Hügeln und Bauwerken und Wälder, da diese Luftturbulenzen bilden.

Trotz der rasanten Entwicklung in den letzten 20 Jahren und den daraus entstandenen Vorteilen gibt es auch Kritik an den Windkraftanlagen. Je mehr Anlagen es gibt, je mehr Menschen sind auch von den Auswirkungen betroffen. Beschwerden über Geräuschemissionen, Schattenwurf und Reflexionen an den Rotorblättern werden insbesondere von den Anwohnern solcher Anlagen vorgebracht. Der Tierschutz sowie die oftmals genannte »Verspargelung« der Landschaft spielen ebenso eine Rolle bei der Ansiedelung von Windanlagen. Die entstehenden Schallemissionen können durch schalldämmende und konstruktive Maßnahmen in den Griff bekommen werden. Um das Konfliktpotential möglichst gering zu halten ist die Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger, sowie aller anderen relevanten Akteure zu einem möglichst frühen Zeitpunkt der Planung unerlässlich.

Erneuerbare Energien in Deutschland





1990 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 Abb. 12 Anteile der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland

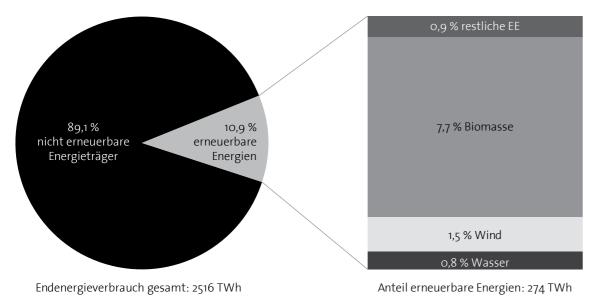


Abb. 13 Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2010

3.1 Deutschland auf dem Weg zu den erneuerbaren Energien

Mit den Kabinettsbeschlüssen vom 6. Juni 2011 hat die Bundesregierung auf der Basis des Energiekonzepts eine weitgehende Neuausrichtung der Energiepolitik besiegelt: Der Ausstieg aus der Kernenergienutzung soll zügig vollzogen und zugleich der Einstieg ins Zeitalter der erneuerbaren Energien geschafft werden. In ihren Beschlüssen sieht die Bundesregierung auch einen Meilenstein in der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklung Deutschlands. Eckpfeiler sind:

- die Beendigung der Kernenergienutzung spätestens Ende 2022
- › der dynamische Ausbau der erneuerbaren Energien in allen Sparten
- der zügige Ausbau und die Modernisierung der Stromnetze
- die Steigerung der Energieeffizienz insbesondere durch Gebäudesanierung und die Senkung des Stromverbrauchs mit modernen Technologien.

Mit ihrem Energiekonzept sorgt die Bundesregierung dafür, dass die Energieversorgung zuverlässig bleibt, niemand von den Energiekosten überfordert wird, der Wirtschaftsstandort Deutschland gestärkt wird und die Klimaschutzziele konsequent umgesetzt werden.

(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011)

Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmebereitstellung auf 14 Prozent steigen, auf 35 Prozent bei der Strombereitstellung und auf 10 Prozent am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor ansteigen.

Diese Ziele tragen u.a. mit dazu bei, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 (bezogen auf das Jahr 1990) um 40 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent zu senken. Dabei soll der Stromverbrauch bis zum Jahr 2020 um 10 Prozent und bis zum Jahr 2050 um 25 Prozent sowie der Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 Prozent und bis 2050 um 50 Prozent gesenkt werden.

(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011)

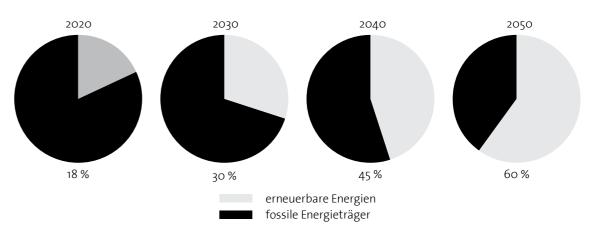


Abb. 14 Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch: Ziele der Bundesregierung

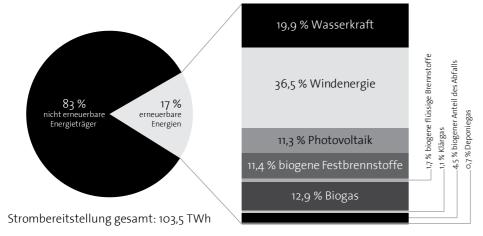


Abb. 15 Anteile der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung in Deutschland im Jahr 2010

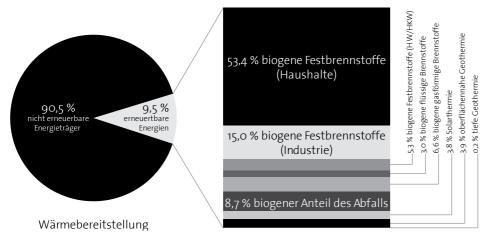


Abb. 16 Anteile der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Deutschland im Jahr 2010

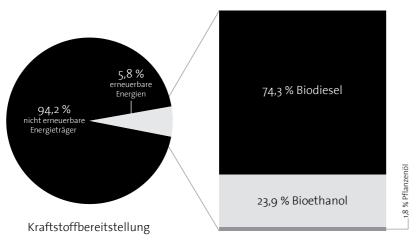


Abb. 17 Anteile der erneuerbaren Energien an der Kraftstoffbereitstellung in Deutschland im Jahr 2010

3.2 Übersicht der erneuerbaren Energien in Deutschland

STROM

Erneuerbare Energien decken heute 17 Prozent des deutschen Strombedarfs. Sie haben damit bereits die politische Zielmarke von 12,5 Prozent übertroffen, die für das Jahr 2010 vorgesehen war. Noch bis Mitte der 1990er Jahre waren alte Wasserkraftwerke nahezu die einzige Quelle für erneuerbaren Strom in Deutschland. Seitdem hat sich die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien mehr als verdreifacht. Heute erzeugen Windkraftanlagen, Wasserturbinen, Biogasanlagen, Holzkraftwerke, Photovoltaikmodule und Erdwärmekraftwerke umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Strom der aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken ist. Er sorgt für Licht und frische Lebensmittel, für den Betrieb von Haushaltsgeräten und Unterhaltungselektronik. Ausbauziel der Bundesregierung ist ein Anteil am Stromverbrauch von mindestens 30 Prozent bis 2020. Die Branche der Erneuerbaren Energien prognostiziert einen Anteil von 47 Prozent.

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010/Website Agentur für Erneuerbare Energien e.V.)

Wärme

Im Jahr 2010 deckten Erneuerbare Energien 9,5 Prozent des gesamten deutschen Wärmebedarfs. Über ganz Deutschland verteilt sind etwa 140.000 Holzpelletheizungen, 400.000 Wärmepumpen und über 1,5 Millionen Solarthermieanlagen installiert. Bisher stammt die erneuerbare Wärme überwiegend aus Bioenergie in Form von Holz. Neben dem Heizen mit Holzpellets bieten solarthermische Anlagen sowie Erdwärmepumpen kostengünstige Wärmequellen. Mit einer Solarthermieanlage, einer Holzpelletsheizung oder einer Erdwärmepumpe werden Ein- und Mehrfamilienhäuser unabhängig von fossilen Brennstoffen versorgt. Über Nahwärmenetze können ganze Siedlungen und Stadtteile effizient mit Wärme aus Biogas oder Holz gespeist werden. Schon heute ist es günstiger mit Erneuerbaren Energien zu heizen - auch wenn eine solche Anlage in der Anschaffung noch teurer ist als eine Öl- oder Gasheizung. Rasant steigende Preise sorgen jedoch dafür, dass Erneuerbare Wärme über die Laufzeit der Heizung weniger kostet. Mit steigenden Heizöl und Erdgaspreisen ist eine verstärkte Nutzung zu erwarten. Ausbauziel der Bundesregierung ist ein Anteil am Wärmeverbrauch von 14 Prozent im Jahr 2020. Schon für 2020 erwartet die Branche der Erneuerbaren Energien einen Anteil von 25 Prozent.

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010/Website Agentur für Erneuerbare Energien e.V.)

VERKEHR

Erneuerbare Energien stellen heute 5,8 Prozent am gesamten Kraftstoffverbrauch. Dieser Beitrag wird bisher fast ausschließlich von Biokraftstoffen geliefert, die in Verbrennungsmotoren von Autos und Lkw, in Bahnen, Schiffen und Flugzeugen zum Einsatz kommen können Einen steigenden Anteil wird in Zukunft die Elektromobilität bestreiten: Strom aus Erneuerbaren Energien treibt sauber und effizient Elektromotoren in Autos und Motorrädern, in Bussen und Bahnen an. Die Erneuerbaren Energien bieten bereits Lösungen für Mobilität, die sicher und bezahlbar bleibt, ohne das Klima zu gefährden. Zu Lande, zu Wasser und in der Luft können Personen und Güter mit Erneuerbaren Energien bewegt werden. Die verschiedenen Antriebstechnologien sind teilweise längst im täglichen Verkehr etabliert, andere warten noch auf ihre breite Markteinführung. Bis zum Jahr 2020 soll der Anteil am Endenergieverbrauch im Verkehrssektor auf 10 Prozent ansteigen. Die Erneuerbare-Energien-Branche prognostiziert bereits für 2020 einen Anteil von 19 Prozent.

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010/ Website Agentur für Erneuerbare Energien e.V.) (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011)



Abb. 18 Das regenrative Kombikraftwerk

INTELLIGENTE STROMNETZE

Unser Stromnetz muss zukünftig so weiterentwickelt werden, dass es besser auf den Transport von Strom aus erneuerbaren Energien ausgelegt ist. Vor diesem Hintergrund hat die Bundesregierung eine Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes beschlossen, die erstmals eine bundesweit koordinierte Netzausbauplanung ermöglicht. Die vorgesehenen Regelungen sollen durch eine starke Öffentlichkeitsbeteiligung für umfassende Transparenz sorgen, so dass für den Netzausbau eine hohe Akzeptanz hergestellt werden kann. Der ebenfalls beschlossene »Gesetzentwurf über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze« soll zudem dafür sorgen, dass der Bau neuer Höchstspannungsleitungen beschleunigt werden kann. Darüber hinaus steht die Modernisierung der Stromnetze an, u.a. durch das Konzept der »Smart Grids«.

(Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2011)

DEFINITIONEN »SMART GRID«

Englische Bezeichnung für "Intelligentes Stromnetz": Smart Grid umfasst die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Erzeugungsanlagen, Netzkomponenten, Energiespeichern und Verbrauchern. Damit wird eine Optimierung des Einsatzes der miteinander verbundenen Bestandteile ermöglicht.

(Umweltbundesamt, 2010)

Das Smart Grid basiert auf einem intelligenten System, das es ermöglicht, energie- und kosteneffizient zwischen einer Vielzahl von Verbrauchern, Erzeugern und in Zukunft auch verstärkt Speichern ein Gleichgewicht herzustellen. Dieses Gleichgewicht wird durch das Management von Energieerzeugung, Energiespeicherung, Energieverbrauch und dem Stromnetz erreicht.

(Smart Grids Austria, 2010)

Kombikraftwerk

Ein Beispiel für das Funktionsprinzip sogenannter Smart Grids bietet das Forschungsprojekt »Kombikraftwerk« der Agentur für erneuerbare Energien.

Das Kombikraftwerk verknüpft und steuert 36 über ganz Deutschland verteilte Wind-, Solar-, Biomasse- und Wasserkraftanlagen. Es ist ebenso zuverlässig und leistungsstark wie ein herkömmliches Großkraftwerk. Das regenerative Kombikraftwerk zeigt, wie durch die gemeinsame Regelung kleiner und dezentraler Anlagen bedarfsgerecht und zuverlässig Strom bereitgestellt werden kann. Das Kombikraftwerk kombiniert optimal die Vorteile der verschiedenen Erneuerbaren Energien. Windenergieanlagen und Solarmodule leisten je nach Verfügbarkeit von Wind und Sonne ihren Beitrag zur Stromerzeugung. Ausgleichend werden Biogas und Wasserkraft eingesetzt: Je nach Bedarf werden sie in Strom umgewandelt, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen, oder vorübergehend gespeichert.

Das Regenerative Kombikraftwerk deckt im Maßstab 1 zu 10.000 den Strom- bedarf in Deutschland. Dies entspricht dem Strombedarf von 12.000 Haushalten, also einer Stadt wie Schwäbisch Hall.

(Website Agentur für erneuerbare Energien e.V. - Kombikraftwerk)

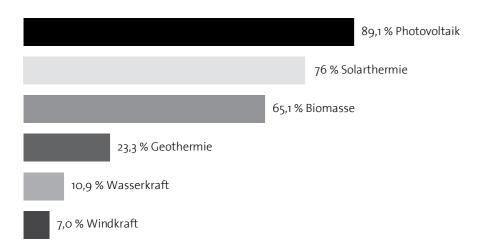


Abb. 19 Nutzung erneuerbare Energien in kommunalen Liegenschaften

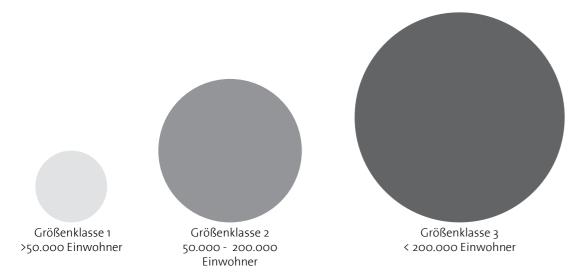


Abb. 20 Einteilung der Kommunen in Größenklassen

3.3 Übersicht der erneuerbaren Energien in den Kommunen

»Grundsätzlich besteht in den Kommunen Einigkeit darüber, dass der Einsatz erneuerbarer Energien verstärkt werden muss. Die Vorteile der Verminderung von CO2-Emissionen, Versorgungssicherheit, der hohe Imagegewinn und die Beschäftigungseffekte vor allem für das lokale Handwerk, wurden von den Kommunen längst erkannt.«

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Im Rahmen einer Umfrage des Deutschen Institutes für Urbanistik (Difu) sind deutschlandweit von November 2007 bis ins Frühjahr 2008 insgesamt 368 Kommunen befragt worden. Ziel dieser Umfrage war es, Informationen von den Kommunen über deren Projekte mit erneuerbaren Energien, sowie über den Einsatz und die Nutzung von erneuerbaren Energien zu erhalten.

Die Kommunen wurden hierzu in Größenklassen eingeteilt:

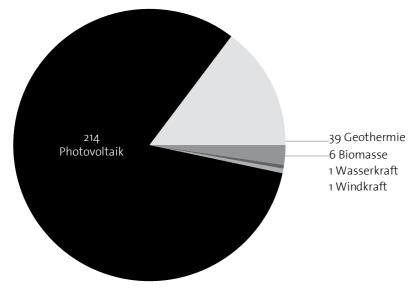
- > Klasse 1 > 200.000 Einwohner
- > Klasse 2 50.000 200.000 Einwohner
- > Klasse 3 < 50.000 Einwohner

Laut dieser Studie gibt es jedoch bei der Nutzung von regenerativen Energien keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Größe der Kommune. Somit zeigt sich, dass die Kommunengröße nicht mit deren Engagement im Bereich der erneuerbaren Energien verknüpft ist. Die Kommunen wollen also das ihnen zu Verfügung stehende Potential im Rahmen ihrer Möglichkeiten durchaus nutzen.

Hierbei muss allerdings zwischen der Nutzung von regenerativen Energien und dem Betrieb von Anlagen unterschieden werden. Der Betrieb solcher Anlagen wird oftmals sind nicht von der Kommunen selbst übernommen, sondern liegt in der Hand von privaten Betreibern. Insbesondere bei der Nutzung von Windkraft sind nur sehr wenige Städte und Gemeinden selbst die Betreiber solcher Windenergieanlagen. In der Regel wird das von Betreibergesellschaften, Privatpersonen oder Unternehmen betrieben.

Ungeachtet dessen, gehen die Kommunen mit der Durchführung solcher Projekte mit gutem Beispiel voran. Von diesem Engagement für den Umweltschutz soll eine Signalwirkung für die Bevölkerung und die Privatwirtschaft ausgehen.

Die Ergebnisse dieser Umfrage zeigen einerseits zwar die Möglichkeiten der Nutzung von erneuerbarer Energien durch die Kommunen auf, zeigen andererseits aber auch deutlich die Grenzen und die Hemmnisse auf. Viele ungenutzte Potentiale werden nicht zuletzt wegen den notwenigen Investitionen nicht verwirklicht. Hierbei ist die Unterstützung von Bund und Ländern ebenso gefragt wie die Unterstützung aus der Bevölkerung und der lokalen Privatwirtschaft. Die Notwenigkeit solcher Projekte steht zwar nicht zur Debatte, jedoch fehlt es oftmals an der nötigen Motivation und der entsprechenden Kenntnis diese in den Kommunen auch umzusetzen.



Anzahl installierter Anlagen: 222 (ohne Solarthermie)

Abb. 21 Anzahl der Installierten Anlagen für erneuerbare Energien in Amtzell

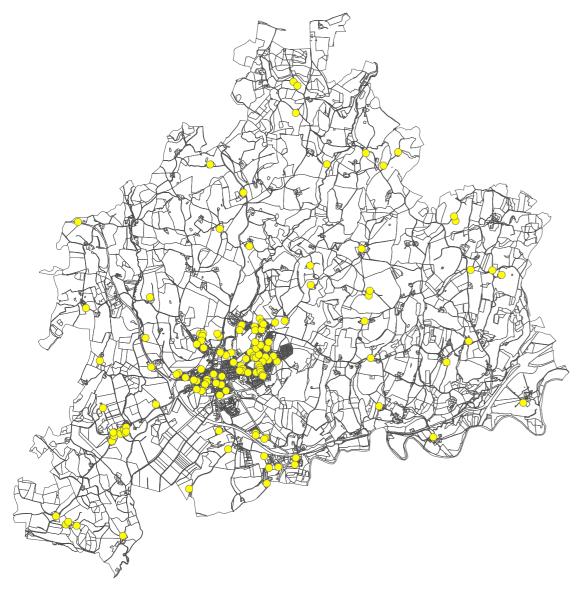


Abb. 22Standorte von Gebäuden mit Solaranlagen in Amtzell

4.1 Photovoltaik

Die Nutzung von Photovoltaik nimmt eine Führungsposition unter den erneuerbaren Energien in den kommunalen Liegenschaften ein. Diese Position lässt sich durch die meist großen Dach- und Fassadenflächen die zu Verfügung stehen erklären. Die Kommune tritt hierbei oftmals als Investor und Betreiber zugleich auf. Einzelne Kommunen ohne Investitionsmöglichkeit vermieten ihre Flächen an private Betreiber.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

PHOTOVOLTAIK IN AMTZELL

Die 214 Photovoltaikanlagen haben insgesamt eine installierte Leistung von 4.358 KW und haben im Jahr 2010 gemeinsam 3.016.061 KWh ins Netz eingespeist. Die Kommune selbst hat keine eigenen PV-Anlagen installiert. Jedoch wurden durch einen externen Betreiber auf den angemieteten Dächer der Mehrzweckhalle, dem Ganztagesbetreuungsgebäude des Ländlichen Schulzentrums, dem Feuerwehrgerätehaus und dem Bauhof mehrere Photovoltaikanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 200 kWp installiert. Die Verteilung aller Anlagen konzentriert sich auf das Dorfgebiet. Hier sind zwar wesentlich mehr Anlagen installiert, jedoch bieten die im Umland liegenden Höfe wesentlich größere Dachflächen für die Installation von PV-Anlagen. Während auf manchen Wohnhäusern im Dorfkern nur wenige Module installiert sind findet man im Umland auf den großen Dächern der landwirtschaftlichen Höfen teilweise Anlagen mit bis zu 100 kWp und darüber. Die großen Anlagen sind, mit Ausnahme der vermieteten Dachflächen der Kommune, alle im Umland zu finden.

4.2 Solarthermie

Ebenfalls in großer Anzahl vertreten ist die Solarthermie. Dies liegt, gleich wie bei der Photovoltaik, an den großen Dach- und Fassadenflächen welche den Kommunen meist zu Verfügung stehen. Etwa ein Viertel der Kommunen verfügen über wenige Anlagen mit einer Kollektorfläche bis zu 50m², ein weiteres Viertel hat mehrerer Anlagen mit einer Gesamtkollektorfläche von bis zu 1.000 m² in Betrieb. In einigen wenigen Kommunen stehen sogar Anlagen mit einer Kollektorfläche von über 1.000m². Auffallend ist bei kleinen und mittleren Kommunen, dass diese eher wenige Anlagen betreiben. Bei etwa der Hälfte der Befragten Kommunen, welche ein Schwimmbad betreiben, kommt für die Beheizung eine Solarthermieanlage zum Einsatz.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Solarthermie in Amtzell

Bei der Nutzung der solaren Strahlung für die Wärmegewinnung betreibt die Kommune selbst ebenfalls keinerlei Anlagen. Die Nutzung beschränkt sich auf kleinere Anlagen zur Unterstüzung der Warmwasseraufbereitung

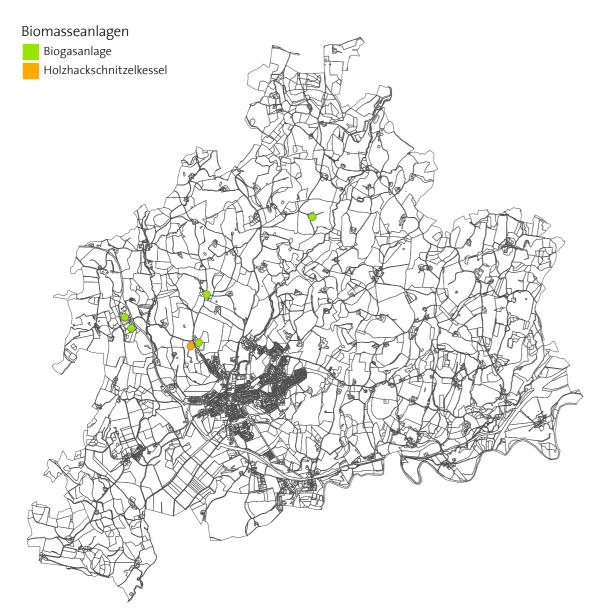


Abb. 23 Standorte von Biogasanlagen in Amtzell

4.3 BIOMASSE

Die Biomasse als nachhaltiger Energieträger erfreut sich in vielen Kommunen einer großen Beliebtheit. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass es für die Kommunen relativ einfach ist Pellets, Hackschnitzel oder Holz zu beziehen. Die anfallenden Schnittgüter aus der Garten- und der Landschaftspflege finden oftmals als kostengünstiger Rohstoff für Biomasseanlagen Verwendung. Bevorzugt wird auch Holz als Brennstoff eingesetzt, Energiepflanzen und Bioabfällen bleibt hier nur das Nachsehen.

Bei der Biogasnutzung spielen die Standortbedingungen eine wesentliche Rolle. Oftmals wird Gas aus eigenen Klärwerken oder aus eigenen Deponiestandorten genutzt. Obwohl der Nutzung von organischen Abfällen zur Gewinnung von Biogas ein enormes Potential zugeschrieben wird, ist diese Art nur wenig vertreten. In vielen Standorten ist die Abfallwirtschaft privatisiert worden, dies erschwert den Kommunen teilweise den Zugriff auf die Nutzung der organischen Abfälle. Laut Umfrageergebnissen wird von den Kommunen Biogas aus Siedlungs- oder landwirtschaftlichen Abfällen nur sehr selten genutzt. Dies liegt wohl daran, dass meist die landwirtschaftlichen Abfälle direkt vor Ort durch die Landwirte selbst zu Biogas verwertet werden. Natürlich gibt es in nahezu allen Kommunen eine Biomassenutzung der landwirtschaftlichen Abfälle, da diese Anlagen jedoch nicht von den Kommunen betrieben werde, fließen diese Ergebnisse auch nicht in die Umfrage mit ein.



Abb. 24 Biogasanlage für die Speisung des Nahwärmenetzes



Abb. 25 Amtzeller Werk für Biogas

BIOMASSE IN AMTZELL

Bereits im Jahr 2007 ist mit dem Amtzeller Werk für Biogas ein großes Biomassekraftwerk ans Netz gegangen. Auf einem Industrie- und Gewerbegebiet ein wenig außerhalb der Dorfstruktur wurde ein BHKW mit einer Generatorenleistung von 625 kW errichtet. Als Energieträger werden pro Jahr rund 18.000 t biologische Abfälle aus dem Bodenseekreis verwertet. Daraus enstehen mehr als 4.400 MWh elektrische Energie und rund 4.800 MWh thermische Energie pro Jahr. Eine Nutzung der anfallenden Wärme zur Versorgung eines Nahwärmenetzes erflogt leider nicht. Die Wärme wird lediglich für den Eigenbedarf, im speziellen für das Vorheizen des Fermenters genutzt.

Seit Oktober 2010 wird ein Nahwärmenetz von einer Biogasanlage in Schmitten nach Amtzell betrieben. Die von den BHKW anfallende Wärme wird zur Beheizung von Schule, Turnhalle, Gemeindeverwaltung, Kindergarten und Kirche verwendet. Erst kürzlich wurde das erste private Gebäude an das Nahwärmenetz angeschlossen und erhält so seine benötiget Wärme ebenfalls aus regenerativen Energieträgern. Unterstützt werden die BHKWs in den Spitzenlasten durch einen Holzhackschnitzelkessel, der ebenfalls in Schmitten installiert ist und direkt das Nahwärmenetz beheizt. Laut Angaben des privaten Betreibers werden für die Fütterung der Anlage ca. 70 ha an landwirtschaftlichen Flächen benötigt. Zusätzlich wird von den umliegenden Höfen die überschüssige Silage abgenommen und dem Kreislauf zugeführt. Neben der Silage und den eigenen Flächen werden zusätzlich 15 ha Mais als Energiepflanze verwendet. Der Mais stammt von einer 30 ha mit Fruchtfolge bewirtschafteten Fläche. Die Fruchtfolge besteht aus Mais und Getreide, wobei aktuell mit einer Zwischenfrucht gearbeitet wird, welche die Erosion des Erdreiches über die Winterzeit verhindert und gleichzeitig als Energiepflanze der Biogasanlage zugeführt werden kann. Diese Anlage wird nicht von der Kommune selbst betrieben sondern von einem privaten Unternehmen. Die Kommune selbst unterhält keine Anlagen zur Energiegewinnung mit Biomasse.

Insgesamt sind nach Auskunft des lokalen Energieversorgungunternehmen, der EnBW (Energie Baden-Württemberg AG) insgesamt 5 Anlagen die aus Biomasse elektrische Energie erzeugen in Betrieb. Davon ist jedoch nur die Anlage welche in das Nahwärmenetz für die kommunalen Gebäude mit Wärme versorgt als KWK-Anlage konzipiert (Kraft-Wärme-Kopplung). Neben den Biogasanlage der Amtzeller Werke für Biogas und der Anlage für das Nahwärmenetz gibt es noch weitere kleine Anlagen mit einer Leistung von 15-60 KW. Diese Anlagen sind alle außerhalb der Dorfstruktur in den landwirtschaftlichen Gebieten der Gemeinde angesiedelt und werden von den ansässigen Landwirten betrieben. Eine Nutzung der dort anfallenden Wärme erfolgt in den meisten Fällen, wenn auch nur für das Vorheizen des Fermenters. Eine Einspeisung in ein Nahwärmenetz für die nahegelegenen Gebäude in der direkten Nachbarschaft findet bislang aufgrund zu geringer Leistung nicht statt.

Die Nutzung von Deponiegas ist nicht möglich, da sich kein Deponiestandort oder Klärwerk auf der Gemarkungsfläche befindet. Lediglich ein Sammelbecken befindet sich in der Schnabelau.

Die anfallenden gemeindeeigenen Schnittgüter aus der Garten- und Landschaftspflege werden energetisch nicht genutzt. Grünmüll der Gemeinde sowie der Bürger werden an ein privates Unternehmen abgegeben welches die Sammelgüter als Humus weiterverarbeitet. Ebenso werden bislang Siedlungsabfällen nicht zur Energiegewinnung herangezogen.



Abb. 26 Standorte von Erdwärmesonden in Amtzell

4.4 GEOTHERMIE

Die Nutzung von Geothermie in kommunalen Liegenschaften ist Vergleich zu Solarenergie und Biomasse relativ wenig verbreitet. Die Anfragen von Seiten der Gebäudeeigentümer sowie von privaten Bauherren sind in letzter Zeit jedoch stetig gestiegen. In den kommunalen Gebäuden kommen oberflächennahe Geothermie und Tiefengeothermie etwa zu gleichen Teilen zum Einsatz. Nur vereinzelt kommt hingegen eine oberflächennahe Nutzung der Geothermie in Verbindung mit Solarthermie zum Einsatz.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

GEOTHERMIE IN AMTZELL

Die Nutzung von Geothermie beschränkt sich in der Gemeinde Amtzell auf die oberflächennahe Geothermie. Insgesamt gibt es in der Gemeinde Amtzell 39 Erdwärmesonden welche sich hauptsächlich innerhalb der Dorfstruktur befinden. In den Außenbezirken hingegen gibt es keinerlei Nutzung von Geothermie. Die Konzentration der Erdwärmesonden zeigt auch deutlich, dass diese zuweilen meistens in den neu erschlossenen Baugebieten liegen und nur selten innerhalb der älteren Dorfstruktur. Die in der Erde gespeicherte Wärme wird bislang nur für private Gebäude genutzt. Die Versorgung von öffentlichen Gebäuden oder Gewerbe und Industriegebäuden erfolgt nicht. Laut Umweltamt des Landkreises Rravensburg steht die Erschließung von Erdwärme mittels Erdwärmesonden in vertikalen Bohrungen von bis zu 150 m Tiefe im Vordergrund. Die Nutzung von Erdwärmekollektoren wird bislang in der Gemeinde nicht genutzt. Da dieses System aber nahezu überall in Deutschland zum Einsatz kommen kann und nur geringe Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit stellt, wäre die Nutzung in Amtzell ebenfalls möglich.

Wie aus dem Erläuterungstext des Landschaftsplanes sowie dem Flächennutzungsplan der Verwaltungsgemeinschaft Wangen, Achberg und Amtzell zu entnehmen ist, dominieren oberflächlich unsortiertes Moränenmaterial wie Geschiebemergel und nach Korngrößen sortierte Kiese, Sande und Tone den geologischen Aufbau des Planungsgebietes. Die ursprünglich alpine Herkunft wird durch einen hohen Kalkgehalt aller Materialien erkennbar. Als jüngste Ablagerungen werden Hoch- und Niedermoortorfe genannt, welche in fast allen Senken und Rinnen des Gebietes zu finden sind.

(Landschaftsplan Erläuterungstext der Gemeinde Amtzell, 2003)

Die Lage der Gemeinde Amtzell auf dem Süddeutschen Molassebecken würde sich neben der Wärmegewinnung auch theoretisch für die Stromerzeugung eignen. Die Nutzung der tiefer als 400 Meter in der Erde gespeicherte Wärme wäre möglich. Einen genauen Aufschluss über die geologischen Gegebenheiten und ob eine Nutzung tatsächlich möglich ist würden Testbohrungen in der Gemeinde liefern.

Wasserkraftanlagen

Stromerzeugung durch Turbine
Betriebsbereite Mühlen

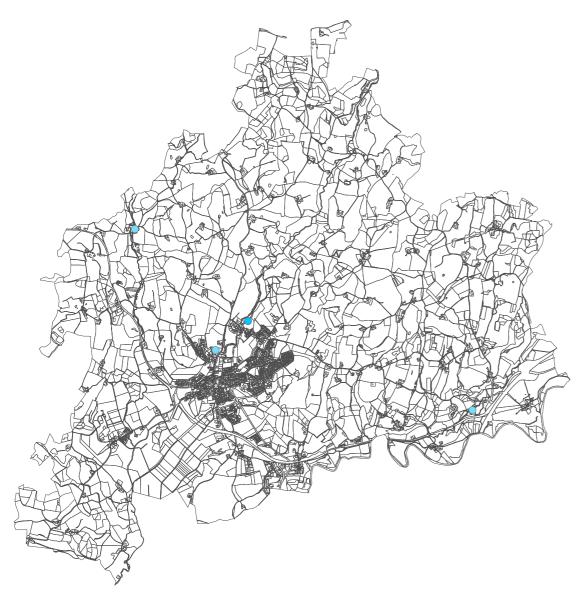


Abb. 27Standorte von Wasserkraftanalgen in Amtzell

4.5 Wasserkraft

Ähnlich wie die Windkraft ist auch die Wasserkraft eher von geringer Bedeutung. Oftmals greifen die Kommunen auf bereits bestehende Anlagen zurück. Dem weiteren Ausbau der Wasserkraftnutzung sprechen die EU-Wasserrahmenrichtlinien im Hinblick auf das Gewässerökosystem entgegen.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Wasserkraft in Amtzell

Das Gemeindegebiet durchqueren neben einigen kleinen Bächen wie der Bösebach, der Karbach und der Tobelbach noch größere Gewässer wie die Rohne und der Eggenbach. In der Gemeinde Amtzell ist aus historischer Sicht die Wasserkraft ein wichtiger Energielieferant gewesen. Davon zeugen die vielen alten Mühlen, von denen einige noch betriebsfähig und teilweise so gut erhalten oder restauriert sind, dass sie als Museum dienen. Zu den noch im Betrieb befindlichen Mühlen zählt die Winkelmühle, Reibeisenmühle und die Hammerschmiede Vogler. 1998 wurde von der Gemeinde die Hagmühle, ein früheres Sägewerk von den Besitzern übernommen und beinahe vollständig restauriert. Lediglich ein neues Wasserrad fehlt zur Funktionsfähigkeit. Neben den noch im Betrieb befindlichen Mühlen gibt es noch zahlreiche weitere Wassertriebwerke welche im 1.900 Jahrhundert noch vorhanden waren aber heute als erloschen gelten.

Ein privates Kraftwerk mit 30 kW Leistung wird durch den Eggenbach im Gebiet der Winkelmühle betrieben. Seit 1860 gab es am Standort der Winkelmühle 2 Wasserräder die eine Mahlmühle sowie eine Sägemühle angetrieben haben. Bereits seit dem 1902 wird in der Winkelmühle mit einer Turbine Strom produziert. Im Jahr 2010 lag der Jahresertrag laut der EnBW bei 42.400 kWh.



Abb. 28 Voglersche Hammerschmiede mit Wasserrad



Abb. 29 Turbinenhäuschen der Wasserkraftanalge im Ortsteil Winkelmühle

Von der intensiven Nutzung der Wasserkraft in früheren Jahren zeugt die große Anzahl an Mühlen auf dem Gemarkungsgebiet der Gemeinde Amtzell. Von den einst vielenorts vorhanden Mühlen sind heute nur noch wenige in Betrieb und von einigen nur noch die Grundmauern erhalten.

Mühlenbezeichnung	ORT/WEILER	BETRIEBSART	Fliesgewässer
Schmittensäge	Schmitten	Sägemühle	Rohne
Knochenmühle	Schmitten	Knochenmühle	Rohne
Reibeisenmühle	Reibeisen	Getreidemühle	Rohne
Reibeisensäge	Reibeisen	Sägemühle	Rohne
Luppenmühle	Korb		Rohne
Ziegelei Staudacher	Lehrwangen	Ziegelwerk	Rohne
Kraftwerk	Spiesberg		Rohne
Haselmühle	Eggenreute	Getreidemühle	Eggenbach
Schmiede	Lerchensang	Schmiede	Eggenbach
unbekannt	Lerchensang	unbekannt	Eggenbach
Maierhofmühle	Maierhof	Getreidemühle	Eggenbach
Helblersäge	Oberhelbler	Sägemühle	Eggenbach
Helblerkraftwerk	Oberhelbler	Kraftwerk	Eggenbach
Winkelmühle Mahlmühle	Winkelmühle	Getreidemühle	Eggenbach
Winkelmühle Sägemühle	Winkelmühle	Sägemühle	Eggenbach
Obere Gerbe	Amtzell	Gerberei	Eggenbach
Voglersche Hammerschmiede	Amtzell	Schmiede	Eggenbach
Untermühle	Amtzell	Getreidemühle	Eggenbach
Sägerei	Amtzell	Sägemühle	Eggenbach
Schmiede	Amtzell	Schmiede	Eggenbach
Kraftwerk	Siglisberg	Kraftwerk	Karbach
Hagmühle	Karbach	Getreidemühle	Karbach
Sägewerk Hagmühle	Karbach	Sägemühle	Karbach
Obere Papiermühle	Karbach	Papiermühle	Karbach
Untere Papiermühle	Karbach	Papiermühle	Karbach
Sägewerk	Karbach	Sägemühle	Karbach
Auenmühle	Unterau	Getreidemühle	Karbach
Papiermühle	Unterau	Papiermühle	Karbach
Maschinenfabrik Alois Hölz	Unterau	Maschinenfabrik	Karbach
Schmiede (Bihel)	Büchel	Schmiede	Bösebach

Tab. 4 Mühlenverzeichnis Gemeinde Amtzell



Abb. 30 Windrad im Gewerbegebiet Schattbuch



Abb. 31 Standort Windrad im Gewerbegebiet Schattbuch

4.6 WINDKRAFT

In den kommunalen Liegenschaften hat die Nutzung von Windkraft nur eine untergeordnete Rolle im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Energien. Dies liegt unter anderem an den hohen Investitionskosten sowie an der fehlenden Akzeptanz in der Bevölkerung. Eigene Anlagen haben nur die wenigsten. Eher sind die Kommunen an Windenergieanlagen beteiligt.

WINDKRAFT IN AMTZELL

Da der Süddeutsche Raum mit seinen geringen Windgeschwindigkeiten sich nur mäßig als Standort für Windkraftanlagen eignet sind diese auch nur selten vorhanden. Auf der Gemarkung der Gemeinde Amtzell findet sich lediglich eine Anlage. Das Vertikal-Windrad im Gewerbegebiet Geiselharz liefert mit 3 kW Leistung laut privatem Betreiber an diesem ungünstigen Standort zwischen zwei Gebäuden einen jährlichen Ertrag von ca. 2.000 kWh.

Raumtypen der Gemeinde



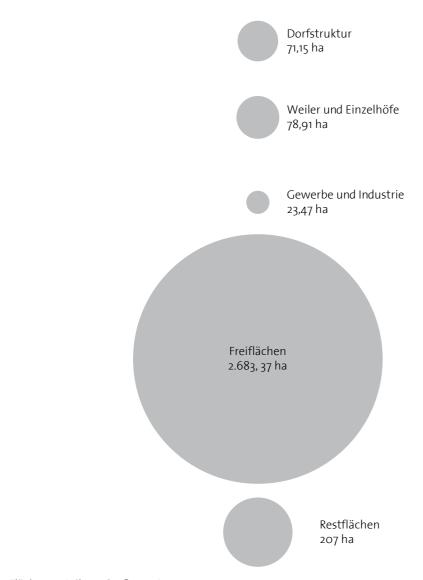


Abb. 32 Flächenverteilung Großraumtypen

Nr.	Raumtyp	Fläche ha	Fläche %
T	Dorfstruktur	71,15	2,32
II	Weiler und Einzelhöfe	78,91	2,58
III	Gewerbe und Industrie	23,47	0,77
IV	Freiflächen	2.683,37	87,58
V	Restflächen	207,00	6,76
	Gesamtfläche	3.063,90	

Tab. 5 Flächen und Anteile der Großraumtypen in der Gemeinde Amtzell

5.1 Grundlagen der Raumtypen

Um die Gemeinde Amtzell bezüglich ihrer energetischen Potentiale und Bedarfe bewerten zu können muss sie zuerst in verschieden Raumtypen gegliedert werden. Die Gliederung der Raumtypen baut auf dem Forschungsprogramm »Experimenteller Wohnungs- und Städtebau« (ExWoSt) des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung (BBR) auf. Die aus Dagmar Everdings Buch »Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild« welche im ExWoSt-Forschungsprojekt bereits ergänzt und überarbeitet wurden sind für eine Übertragung auf Kommunen im ländlichen Gebiet nicht geeignet. Das ExWoSt-Forschungsprojekt ist auf städtische Strukturen ausgerichtet und weniger auf die kleinteiligen und ländlichen Strukturen von Kommunen. Aus diesem Grund mussten Raumtypen überarbeitet und Weitere ergänzt werden, da ansonsten eine korrekte Ermittlung der Bedarfe und Potentiale auf Basis der bestehenden Raumtypen möglich gewesen wäre. Auf der Grundlage der zugewiesenen Raumtypen werden den jeweiligen Gebäuden und Flurstücken dann spezifische Kennwerte zu ihren energetischen Potentialen und Bedarfen zugewiesen. Über diese Kennwerte ist es dann möglich die Bedarfe und Potentiale der Gemeinde zu berechnen.

Um eine erste Gliederung vorzunehmen wurden die Gemeinde in folgende Großraumtypen unterteilt. Anhand dieser groben Struktur werden im späteren Verlauf die spezifischen energetischen Bedarfe und Potentiale der zusammenhängenden besiedelten Struktur im Zentrum und den umliegenden Weilern und Höfen dargestellt. Die hier aufgeführte grobe Einteilung der Gemeinde war nötig um im nächsten Schritt eine weitere Gliederung der Raumtypen vorzunehmen.

I - Dorfstruktur

Dieser Raumtyp stellt die besiedelte und zusammenhängende Fläche des Gemeindekernes dar. Im Wesentlichen besteht dieser Bezirk aus Wohn- und Mischgebieten, wobei die Nutzung Wohnen deutlich überwiegt.

II - Weiler und Einzelhöfe

Weiler und Einzelhöfe außerhalb der Dorfstruktur. Wohngebäude, Wirtschaftsgebäude und Betriebsgebäude.

III - GEWERBE UND INDUSTRIE

Alle ausgewiesenen Gewerbe- und Industriegebiete. Diese sind meist in Distanz zu der Dorfstruktur zu finden. Teilweise auch angrenzend zur Dorfstruktur und in einzelnen Fällen wurden auch ausgewiesenen Gewerbeflächen innerhalb der Dorfstruktur dazugezählt.

IV - Freiflächen

Den Freiflächen wurden die in großer Anzahl vorhandenen Wiesen und Wälder, sowie Äcker und Flächen von Park- und Grünanlagen zugewiesen.

V - RESTELÄCHEN

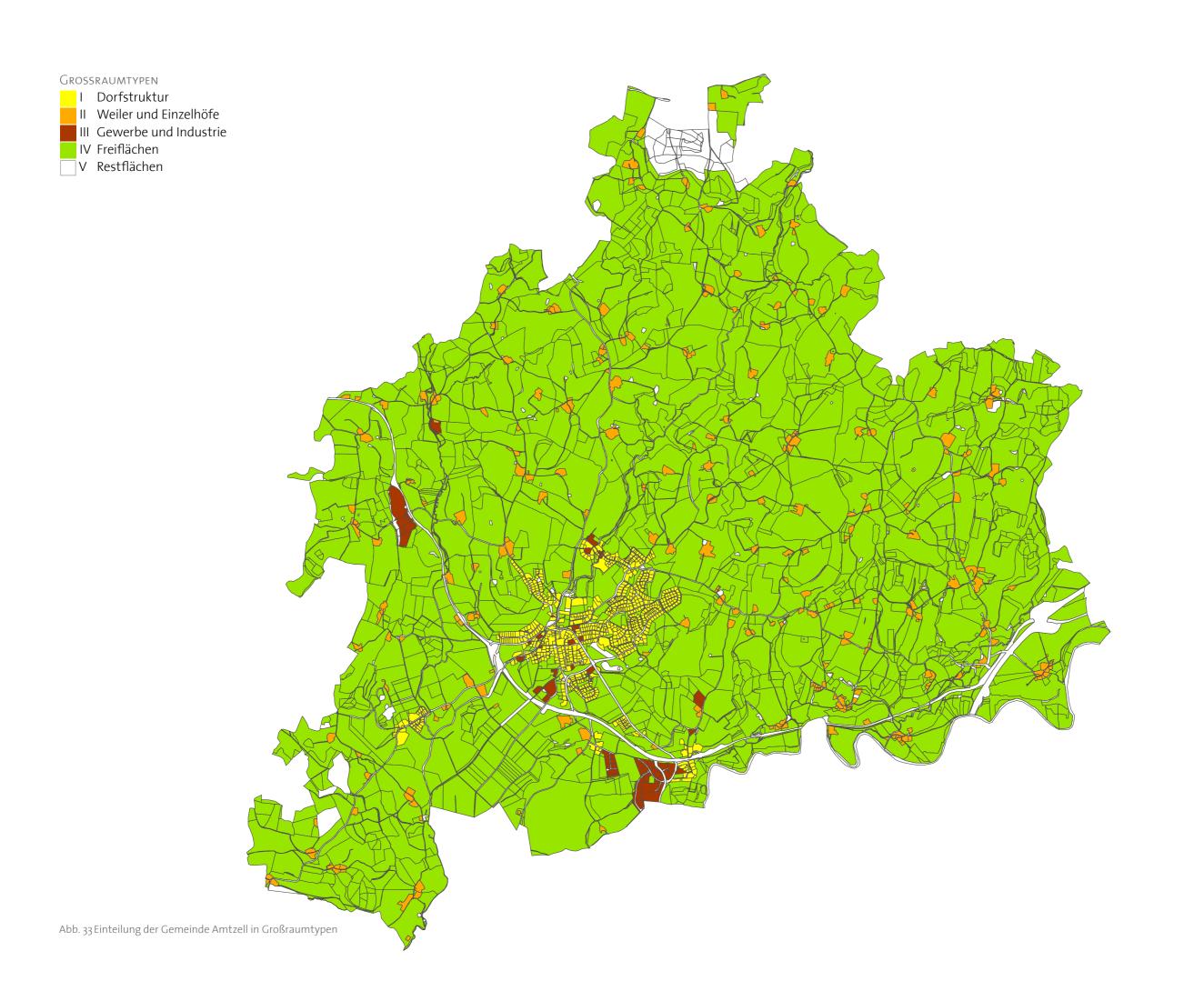
In den Restflächen befinden sich alle Verkehrsflächen, Wasserflächen sowie Abbaugebiete von Bodensubstanzen.

Beschreibung		
Altstadtquartiere (vorindustrielle Stadtkerne, auch bei späterer Überbauung)		
Innerstädtische Baublöcke, oft City-Randlage (Quartiere der Gründer- und Vorkriegszeit)		
Gewerbe- und Industriekomplexe der Gründer- und Vorkriegszeit mit überwiegend gewerblicher Nutzung		
Zweckbau-Komplexe und öffentliche Einrichtungen der Vorkriegszeit		
Werks- und Genossenschaftssiedlungen (einheitlich geplante Wohnquartiere der Gründer- und Vorkriegszeit)		
Einfamilienhausgebiete, Villen- und Beamtenviertel (lockere Wohnbebauung der Grüner- und Vorkriegszeit)		
Wiederaufbau-Ensambles der 50er- und 60er-Jahre (auf altem Stadtgrundriss und in geschlossener Bauweise)		
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus der 50er-Jahre (Zeilenbauten)		
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus der 60er-Jahre		
Geschosswohnungsbau der 70er-Jahre		
Plattenbausiedlungen in den neuen Bundesländern		
Einfamilienhausgebiende (Siedlungen der 50er-, 60er- und 70er-Jahre)		
Zweckbau-Komplexe und öffentliche Einrichtungen der 50er-, 60er- und 70er-Jahre		
Gewerbe- und Industriegebiete der 50er-, 60er- und 70er-Jahre		
Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren		
Einfamilienhausgebiete seit den 8oer-Jahren		
Gewerbe- und Industriegebiete seit den 8oer-Jahren		
Zweckbau-Komplexe und öffentliche Einrichtungen seit den 8oer-Jahren		
Einkaufszentren seit den 8oer-Jahren		
Freizeitanlagen seit den 8oer-Jahren		

Tab. 6 Übersicht der Stadtraumtypen nach Everding

Nutzung	Nr.	Beschreibung
Mischnutzung	I	Vorindustrielle Stadt und Altstadt
	II	Innerstädtische Bau-blöcke der Gründer- und Vorkriegszeit
	III	Wiederaufbauensembles der 50er-Jahre
	IV	Dörfliche und kleinteilige Strukturen
Wohnen	V	Werks- und Genossenschaftssiedlungen der Gründer- und Vorkriegszeit
	VI	Siedlungen des Sozialen Wohnungsbaus der 50er-Jahre
	VII	Hochhaussiedlungen der 70er-Jahre und Plattenbausiedlungen in den neuen Bundesländern
	VIII	Geschosswohnungsbau seit den 60er-Jahren
	IX	Einfamilienhausgebiete
Gewerbe und Industrie	Х	Gewerbe- und Industriegebiete
Zweckbauten	XI	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen, Büro- und Infrastrukturkomplexe, Einkaufszentren und Freizeitanlagen
Park- und Grünan- lagen	XII	Park- und Grünanlagen, große Sportanlagen, Stadtwald, Friedhöfe und Kleingärten
Landwirtschaft und Gartenbau	XIII	Landwirtschaft und Gartenbau
Rest- flächen	XIV	Verkehrsflächen, Kläranlagen, Deponien, Wasserflächen und Garagen

Tab. 7 Übersicht der Stadtraumtypen nach Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung



NUTZUNG	Nr.	Raumtyp	Fläche ha	Fläche %
Mischgebiet	01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	2,91	0,09
	02	Weiler und Einzelhöfe	76,82	2,51
	03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	0,42	0,01
Wohnen	04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	1,16	0,04
	05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	48,29	1,58
	06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	13,97	0,46
Zweckbauten	07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	24,22	0,79
Gewerbe und Industrie	08	Gewerbe und Industrie	5,60	0,18
Freiraumtypen	09	Park- und Grünanlagen	12,18	0,40
	10	Landwirtschaft und Gartenbau	2.211,39	72,18
	11	Waldflächen	460,00	15,01
	12	Restflächen	206,95	6,75
		Gesamtfläche	3.063,90	

Tab. 8 Anteile und Flächen der Raumtypen in der Gemeinde Amtzell

5.2 Einteilung der Gemeinde in Raumtypen

Nach einer ersten Unterteilung in Großraumtypen wurde die Gemeinde in weitere, kleinere Raumtypen gegliedert.

NUTZUNG	Nr.	Raumtyp	Beschreibung
Mischgebiet	01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	Größtenteils Dorfkerne mit älterem Ge- bäudebestand. Kleinteilige Strukturen mit Wohn- und Geschäftshäusern sowie Handel und Wirtschaft.
	02	Weiler und Einzelhöfe	Ansiedlung von meist landwirtschaftlichen Betriebe mit Wirtschaftsgebäuden und Wohnteil. Auch Wohnhäuser und Betriebsgebäude wenn diese in den Weilern ausserhalb der dörflichen Struktur zu finden sind. Teilweise können Einzelhöfe auch angrenzend oder innerhalb der dörflichen Struktur zu finden sein. Bei der energetischen Bewertung werden dieWohnteile und Wirtschaftsteile unterschiedlich behandelt.
	03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	Mehrgeschossige zusammenhängende Kom- plexe mit Dienstleistungen im Erdgeschoss und in den darüberliegenden Geschossen Wohnungen und vereinzelt Diestleistungen.
Wohnen	04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	Mehrgeschossige Wohnhäuser auf zu- sammenhängenden Arealen mit eigenem inneren Erschließungssystem. Oft in neu- erschlossenen Siedlungsgebieten oder als Kompletierung von vorhandenen Quartieren.
	05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	Siedlungsbereiche mit Reihen- und Einzelhäuser sowie Gebäuden mit villenartigem Charakter. Großer Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern. Kaum gemeinschaftliche Grünanlagen. Errichtung der Gebäude bis 2000.
	06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	Siedlungsbereiche mit Reihen- und Einzelhäuser sowie Gebäuden mit villenartigem Charakter. Großer Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern. Kaum gemeinschaftliche Grünanlagen. Errichtung der Gebäude ab 2000.
Zweckbauten	07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	Merhgeschossige Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Friedhofsgebäude, Kapellen, Kirchen und Rathaus, etc.
Gewerbe und Industrie	08	Gewerbe und Industrie	Gewerbe- und Industriegebiete sowie Areale mit ausgewiesenen Gewerbeflächen inner- halb der Dorfstruktur. Hohe Maschinenhal- len, Leichtbauhallen und mehrgeschossige Gewerbe- und Verwaltungsgebäude mit oftmals großzügigen Reserveflächen.
Freiraumtypen	09	Park- und Grünanlagen	Areale und Gebiete mit Fabrik- und Lagerhallen sowie Werkstattgebäuden und Lagerplätzen. Hohe Maschinenhallen und mehrgeschossige Gewerbe- und Verwaltungsgebäude.
	10	Landwirtschaft und Gartenbau	Ackerland, Grasflächen für landwirtschaft- liche Zwecke und Gartenland wie Obstanla- gen und Baumschulen.
	11	Waldflächen	Laub-, Nadel- und Mischwälder
	12	Restflächen	Verkehrsflächen, Wasserflächen und Unland.

Tab. 9 Raumtypen in der Gemeinde Amtzell

Dörfliche und kleinteilige Strukturen Weiler und Einzelhöfe Sonderbautyp Dienstleistung und Wohen Geschosswohnungsbau seit den 80er-Jahren Einfamilienhausgebiete bis 2000 48,29 ha Einfamilienhausgebiete ab 2000 13,97 ha Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen Gewerbe und Industrie 5,60 ha Park und Grünanlagen 12,18 ha Landwirtschaft und Gartenbau 2.211,39 ha Waldflächen 460,00 ha

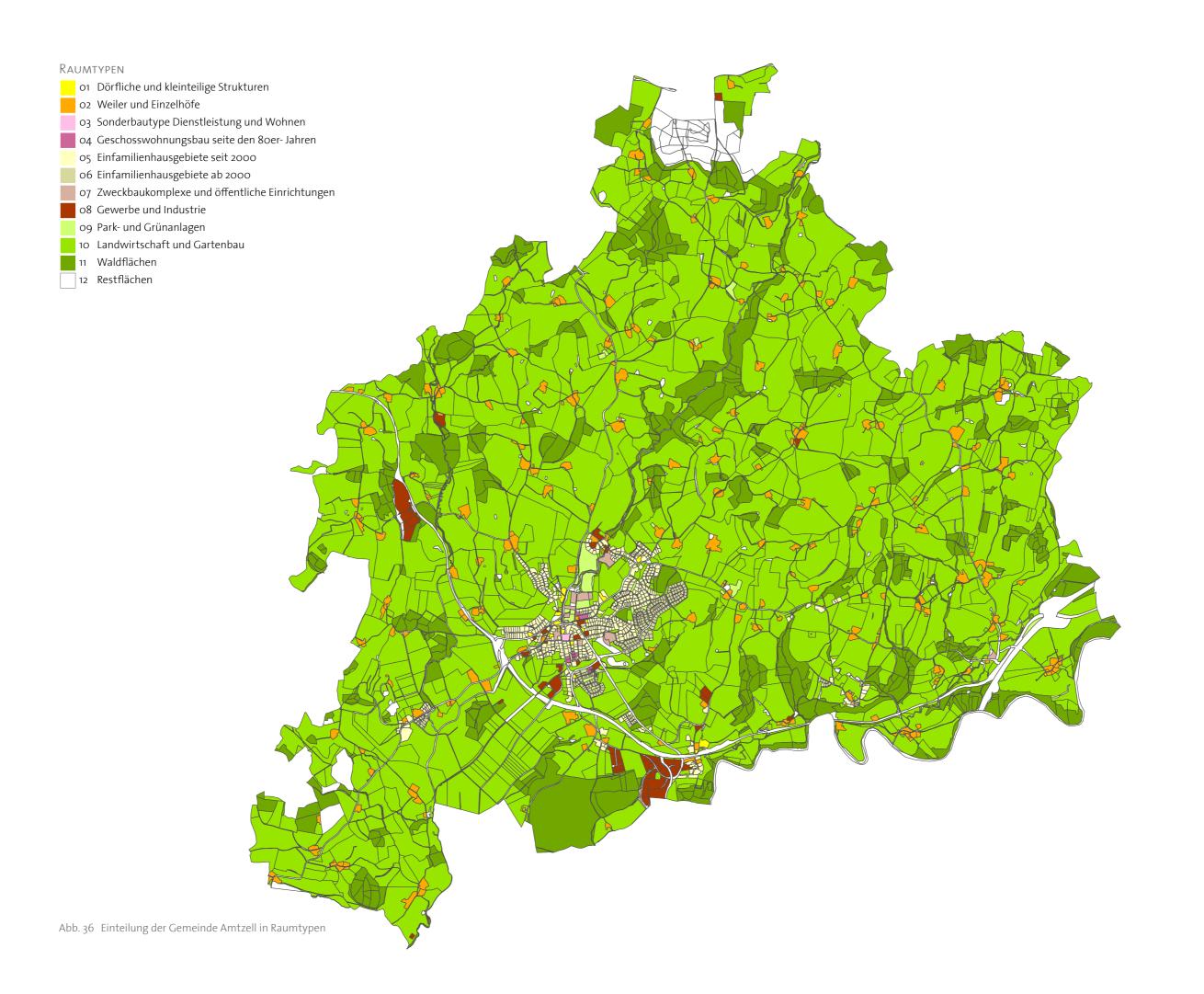
Raumtypen

- o1 Dörfliche und kleinteilige Strukturen
- o2 Weiler und Einzelhöfe
- o₃ Sonderbautype Dienstleistung und Wohnen
- o4 Geschosswohnungsbau seite den 80er- Jahren
- o5 Einfamilienhausgebiete seit 2000
- o6 Einfamilienhausgebiete ab 2000
- o7 Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen
- o8 Gewerbe und Industrie
- og Park- und Grünanlagen
- 10 Landwirtschaft und Gartenbau
- 11 Waldflächen
- 12 Restflächen



Abb. 35 Einteilung der Gemeinde Amtzell in Raumtypen - Kartenausschnitt Dorfkern

Restflächen 206,95 ha



01 DÖRFLICHE UND KLEINTEILIGE STRUKTUREN

Größtenteils Dorfkerne mit älterem Gebäudebestand. Kleinteilige Strukturen mit Wohn- und Geschäftshäusern sowie Handel und Wirtschaft.

Abb. 37 Dörfliche und kleinteilige Strukturen



02 Weiler und Einzelhöfe

Ansiedlung von meist landwirtschaftlichen Betriebe mit Wirtschaftsgebäuden und Wohnteil. Auch Wohnhäuser und Betriebsgebäude wenn diese in den Weilern ausserhalb der dörflichen Struktur zu finden sind. Teilweise können Einzelhöfe auch angrenzend oder innerhalb der dörflichen Struktur zu finden sein. Bei der energetischen Bewertung werden die-Wohnteile und Wirtschaftsteile unterschiedlich behandelt.

Abb. 38 Weiler und Einzelhöfe



03 Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen

Mehrgeschossige zusammenhängende Komplexe mit Dienstleistungen im Erdgeschoss und in den darüberliegenden Geschossen Wohnungen und vereinzelt Diestleistungen.

Abb. 39 SonderbautypDienstleistungund Wohnen



04 Geschosswohnungsbau seit den 80er-Jahren

Mehrgeschossige Wohnhäuser auf zusammenhängenden Arealen mit eigenem inneren Erschließungssystem. Oft in neuerschlossenen Siedlungsgebieten oder als Kompletierung von vorhandenen Quartieren

Abb. 40 Geschosswohnungsbau seit den 80er-Jahren



05 EINFAMILIENHAUSGEBIETE BIS 2000

Siedlungsbereiche mit Reihen- und Einzelhäuser sowie Gebäuden mit villenartigem Charakter. Großer Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern. Kaum gemeinschaftliche Grünanlagen.

Errichtung der Gebäude bis 2000. Abb. 41 Einfamilienhausgebiet bis 2000



06 Einfamilienhausgebiete ab 2000

Siedlungsbereiche mit Reihen- und Einzelhäuser sowie Gebäuden mit villenartigem Charakter. Großer Anteil an freistehenden Einfamilienhäusern. Kaum gemeinschaftliche Grünanlagen.

Errichtung der Gebäude ab 2000.

Abb. 42 Einfamilienhausgebiet ab 2000



07 Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen

Merhgeschossige Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Friedhofsgebäude, Kapellen, Kirchen und Rathaus.

Abb. 43Zweckbaukomplexeundöffentliche Einrichtungen



08 Gewerbe und Industrie

Gewerbe- und Industriegebiete sowie Areale mit ausgewiesenen Gewerbeflächen innerhalb der Dorfstruktur. Hohe Maschinenhallen, Leichtbauhallen und mehrgeschossige Gewerbe- und Verwaltungsgebäude mit oftmals großzügigen Reserveflächen.

Abb. 44 Gewerbe und Industrie



09 Park- und Grünanlagen

Areale und Gebiete mit Fabrik- und Lagerhallen sowie Werkstattgebäuden und Lagerplätzen. Hohe Maschinenhallen und mehrgeschossige Gewerbe- und Verwaltungsgebäude.

Abb. 45 Park und Grünanlagen



10 Landwirtschaft und Gartenbau

Ackerland, Grasflächen für landwirtschaftliche Zwecke und Gartenland wie Obstanlagen und Baumschulen.

Abb. 46 Landwirtschaft und Gartenbau



11 Waldflächen

Laub-, Nadel- und Mischwälder Abb. 47Waldflächen



12 Restflächen

Verkehrsflächen, Wasserflächen und Unland.

Abb. 48 Restflächen



		Heizwärmebedarf unsaniert	Heizwärmebedarf Saniert	Warmwasserbedarf	Strombedarf
Nr.	Raumtyp	KWH/M²/A	KWH/M²/A	кWн/м²/а	кWн/м²/а
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	130	60	17	20
02	Weiler und Einzelhöfe (Wohnteile)	120	50	17	20
02	Weiler und Einzelhöfe (Wirtschaftsgebäude)	-	-	-	5
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	110	50	14	20
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	100	45	17	20
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	120	50	17	20
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	-	70	17	20
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	140	70	5	20
08	Gewerbe und Industrie	-	50	5	20

Tab. 10 Energiebedarf Heizwärme, Warmwasser und Strom nach Raumtyp

5.3 Bedarf- und Potentialwerte der Raumtypen für Amtzell

Bei der Gliederung der Gemeinde mussten Raumtypen ergänzt oder hinzugefügt werden. Da für diese Raumtypen keine Werte bezüglich Bedarf und Potential vorhanden waren, wurden diese anhand der Kennwerte der vorhandenen Raumtypen abgeleitet. Diese neuen Raumtypen waren notwendig, da ansonsten eine differenzierte Bewertung von Potential und Bedarf nicht möglich gewesen wäre. Die Kennwerte zur Ermittlung der Potential- und Bedarfswerte der neuen Raumtypen beruht auf den bereits erprobten Werten des Forschungsberichtes »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, sowie der von Dagmar Everding verfassten Literatur »Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild«.

Für die Herleitung der fehlenden Werte wurde auf die bereits vorhandenen Raumtypen zurückgegriffen und diese durch Gegenrechnungen mit anderen gängigen Bedarf- und Potentialkennwerten gegengeprüft. Somit können die neu hinzugefügten und ergänzten Raumtypen zu einer detaillierteren Bedarfs- und Potentialbestimmung beitragen.

Für die Berechnung der Potential- und Bedarfswerte für den Raumtyp »o2 Weiler und Einzelhöfe« musste dieser aufgeteilt werden in »Wohnteile« und »Wirtschaftsgebäude«. Die Werte für die Wohnteile beruhen auf den Werten für den Raumtyp »o5 Einfamilienhausgebiete bis 2000«. Eine Differenzierung der Werte nach Nutzung der Wirtschaftsgebäude war im zeitlichen Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Bei den Bedarfswerten für Strom wurde ein Grundbedarf von 5 kWh pro Jahr angenommen. Je nach Nutzung kann dieser Wert natürlich bedeutend höher sein, wie z. B. bei einem Schweinemastbetrieb der viel Strom für die Wärmelampen benötigt. Die solare Gütezahlen sowie die Potentialwerte für Photovoltaik und Solarthermie beruhen beim Wohnteil auf den Bereits zuvor erwähnten Angaben des Raumtyp »o5 Einfamilienhausgebiete bis 2000«. Die solare Gütezahle für das Wirtschaftsgebäude ist jedoch dieselbe wie die von Raumtyp »o8 Gewerbe und Industrie«

Heizwärmebedarf (unsanierter Gebäudebestand)

Alle Werte für den unsanierten Heizwärmebedarf beziehen sich auf Angaben von Dagmar Everdings Literatur »Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild«

LANGFRISTIGER HEIZWÄRMEBEDARF

Die Werte für den sanierten Heizwärmebedarf beziehen sich auf Angaben aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Hierbei wird von einem komplett sanierten Gebäudebestand ausgegangen.

Wärmebedarf Warmwasser

Die Werte für den Warmwasserbedarf beziehen sich ebenfalls auf Angaben aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.

STROMBEDAR

Bei der Ermittlung des Strombedarfs wird ebenfalls auf Angaben aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zurückgegriffen.

SOLARE GÜTEZAHL
ERTRAG STROM
PHOTOVOLTAIK
ERTRAG WÄRME
SOLARTHERMIE

Nr.	Raumtyp	Dach	KWH/m²/a	KWH/M²/A
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	0,023	120	300
02	Weiler und Einzelhöfe (Wohnteile)	0,046	120	300
02	Weiler und Einzelhöfe (Wirtschaftsgebäude)	0,400	120	300
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	0,049	120	300
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	0,099	120	300
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	0,046	120	300
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	0,046	120	300
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	0,208	120	300
08	Gewerbe und Industrie	0,400	120	300

Tab. 11 Energiepotentiale Photovoltaik, Solarthermie und solare Gütezahl nach Raumtyp

		Erdwärmekollektor Min. Entzugsleistung	Erdwärmekollektor max. Entzugsleistung	mögliche Anzahl Erdsonden pro ha	Erdwärmesonde bis 100m min. Entzugsleistung	Erdwärmesonde bis 100m max. Entzugsleistung
Nr.	Raumtyp	KWH/M²/A	KWH/M²/A	ES/ha	кWн/ES/a	кWн/ES/a
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	19,2	72	9	11.151	27.612
02	Weiler und Einzelhöfe (Wohnteile)	19,2	72	12	11.151	27.612
02	Weiler und Einzelhöfe (Wirtschaftsgebäude)	-	-	-	-	-
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	19,2	72	10	11.151	27.612
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	19,2	72	10	11.151	27.612
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	19,2	72	12	11.151	27.612
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	19,2	72	12	11.151	27.612
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	19,2	72	6	11.151	27.612
08	Gewerbe und Industrie	19,2	72	5	11.151	27.612

Tab. 12 Energiepotentiale Erdwärmekollektor und Erdwärmesonde nach Raumtyp

SOLARE GÜTEZAHLEN

Die Solaren Gütezahlen sind eine Kombination aus dem Bericht des BMVBS und den Angaben von Dagmar Everding. Die Bewertung der Solaren Gütezahlen erfolgte auf Basis der Beschreibung der Stadtraumtypen. Die jeweils passenden Werte der bestehenden Raumtypen wurden kombiniert und für die neuen Raumtypen hinzugefügt oder ergänzt.

POTENTIALWERTE FÜR PHOTOVOLTAIK UND SOLARTHERMIE

Die Erträge für Photovoltaik- und Solarthermiekollektoren sind ein Mittelwert der jährlichen Sonneneinstrahlung und den durchschnittlichen Wirkungsgraden der Kollektoren. Miteibezogen wurden ebenfalls die Ausrichtung sowie Neigung der Kollektoren. Der sich daraus ermittelte Wert von 120 kWh/m²/a für Photovoltaikmodule und 300 kWh/m²/a für Solarthermiekollektoren ist ein Mittelwert der in Einzelfällen abweichen kann. Die Potentialwerte geben an, wie viel Ertrag je m² Kollektorfläche in einem Jahr erzielt werden kann.

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010)

Flächenpotential für Erdwärmekollektoren

Erdwärmekollektoren haben über die gebäudegebundene Peripherie, welche ein 1-3 m breiter Streifen von der Gebäudeaußenkante des Gebäudes ist, einen Flächenanteil von 1-20 % der Raumtypen.

POTENTIALWERTE ERDWÄRMEKOLLEKTOR

Die minimalen und maximalen für Erdwärmekollektoren wurden aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung übernommen. Die dort Ermittelten Werte basieren auf Mittelwerten der Entzugsleistungen zu erwartenden Untergrund. Für die Berechnung der Potentiale für die Gemeinde Amtzell wurden die vorherrschenden Bodentypen als Grundlage angenommen.

MÖGLICHE ANZAHL ERDSONDEN

Bei der möglichen Anzahl an Erdsonden wird auf bereits ermittelte Werte aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung zurückgegriffen. Die mögliche Anzahle an Erdsonden je Hektar Stadtraumtyp beziehen sich auf Erdsonden mit einer Tiefe von bis zu 100m.

POTENTIALWERTE ERDWÄRMESONDEN BIS 100M

Für die minimalen und maximalen Erträge für Erdwärmesonden bis 100m Bohrtiefe wurden die Werte aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung herangezogen. Die dort Ermittelten Werte für Erdwärmesonden basieren auf Mittelwerten der zu erwartenden Entzugsleistungen. Für die Berechnung der Potentiale für die Gemeinde Amtzell wurden die vorherrschenden Bodentypen als Grundlage angenommen.

POTENTIALWERTE HYDROTHERMALE GEOTHERMIE UND TIEFE GEOTHERMIE

Bei der Ermittlung der Potentialwerte für die hydrothermale und die tiefe Geothermie werden Werte aus dem Forschungsbericht »Nutzungen städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung verwendet.





Energienetze Nahwärme Strom Freileitung 280 kV Strom Freileitung 20 kV Strom Erdleitung 20 kV Gasleitung



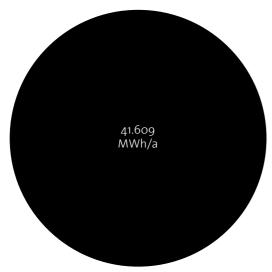
Abb. 49 Energienetze in Amtzell

6.1 Versorgungsnetze

Um den Energiebedarf der Gemeinde ermitteln zu können muss zuvor Infrastruktur der Versorgungsnetze betrachtet werden. Eine 280 kV Freileitung streift die Gemeinde im Süd-Östlichen Teil des Gemarkungsgebietes. Um die Dorfstruktur sowie die verstreuten Weiler im Umland der Gemeinde mit Strom zu versorgen gibt es ein weit verzweigtes Netz an Freileitungen mit 20 kV. Jeweils an den Grenzen der dörflichen Struktur wird die 20 kV Freileitung ins Erdreich verlegt und versorgt somit den Gemeindekern mit Strom.

Die Erdgasleitung aus Richtung Wangen kommend verläuft entlang der B32 und verzweigt sich auf der Höhe des Gewerbegebietes Geiselharz-Schauwies. Ein Abzweigt versorgt das anliegende Gewerbegebiet mit Gas, der andere Abzweig führt über die Futtertrocknungsanlage in Geiselharz zum Dorfgebiet. Die Futtertrocknung ist während den Sommermonaten ein Großabnehmer für den Betrieb ihrer Anlage wenn für die Beheizung von Gebäuden nur wenig Erdgas erforderlich ist.

Neben den bereits aufgeführten Strom- und Erdgasnetzen verfügt die Gemeinde ebenfalls über ein kleines Nahwärmenetz. Über eine Biogasanlage mit Holzhackschnitzelkessel werden die kommunalen Liegenschaften der Gemeinde mit Wärme versorgt.



Heizwärmebedarf (unsaniert)



Heizwärmebedarf (langfristig)



Warmwasserbedarf



Abb. 50 Strom- und Wärmebedarfe der Gemeinde

6.2 Strom- und Wärmebedarf der Gemeinde

Für die Ermittlung der jeweiligen Bedarfe für die einzelnen Raumtypen wurde auf die bereits zugewiesenen Werte zurückgegriffen. Die Energiebezugsfläche ergibt sich anhand der Vollgeschosse und der jeweiligen Bruttogrundfläche. Multipliziert man die Bruttogrundfläche mit der Anzahl an Vollgeschossen erhält man die Energiebezugsfläche. Bei Gebäuden mit nur einem Vollgeschoss kann davon ausgegangen werden, dass ein weiteres Geschoss, welchen nicht die Anforderungen für ein Vollgeschoss erfüllt, bewohnt und beheizt wird. In der Regel sind solche Flächen bewohnte Dachgeschosse. In diesen Fällen wurde die Anzahl der Vollgeschosse um eine Geschoss erweitert um ein möglichst präzises Ergebnis zu erhalten. Mit der so ermittelten beheizten und bewohnten Fläche wurde die Bedarfswerte der einzelnen Gebäude der verschiedenen Raumtypen multipliziert.

Gebaude der verschiedenen kaumtypen multipliziert.							
		Heizwärmebedarf (unsaniert)	langfristiger Heizwärmebedarf	Warmwasserbedarf	Strombedarf		
Nr.	RAUMTYP	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a		
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	2.133	984	280	328		
02	Weiler und Einzelhöfe	9.932	4.138	1.407	2.259		
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	159	159	45	64		
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	980	441	167	196		
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	17.605	7.336	2.494	2.934		
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.235	2.235	760	894		
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	3.050	1.525	109	436		
08	Gewerbe und Industrie	5.514	5.514	551	2.206		
	Gesamt	41.609	22.333	5.812	9.317		
Tab. 13	3 Wärme- und Strombedarf nach Raumtyp	de Heizwärmebedarf (unsaniert)	langfristiger Heizwärmebedarf	Warmwasserbedarf	Strombedarf		
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a		
ī	Dorfstruktur	26.163	12.680	3.854	4.852		
Ш	Weiler und Einzelhöfe	9.932	4.138	1.407	2.259		
III	Gewerbe und Industrie	5.514	5.514	551	2.206		
				•			

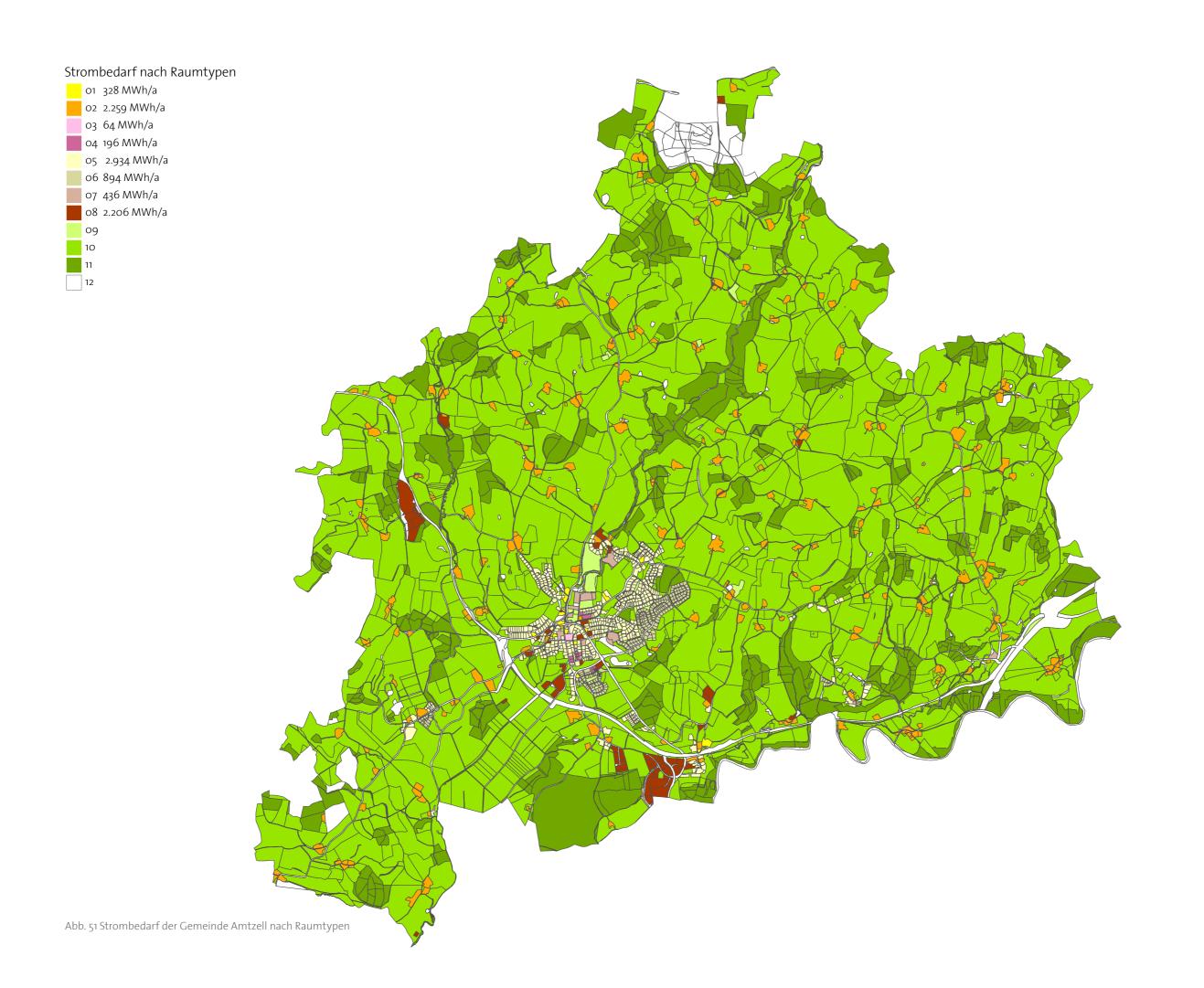
41.609

22.333

5.812

9.317

Tab. 14 Wärme- und Strombedarf nach Großaumtypen





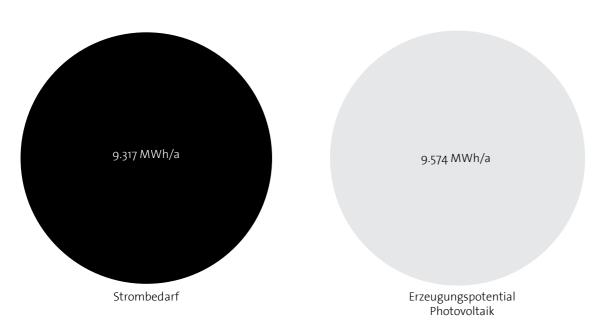


Abb. 52Strombedarf und Erzeugungspotential Photovoltaik



Abb. 53 Erzeugungspotential Photovoltaik nach Großraumtypen

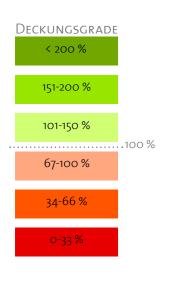
7.1 Photovoltaik

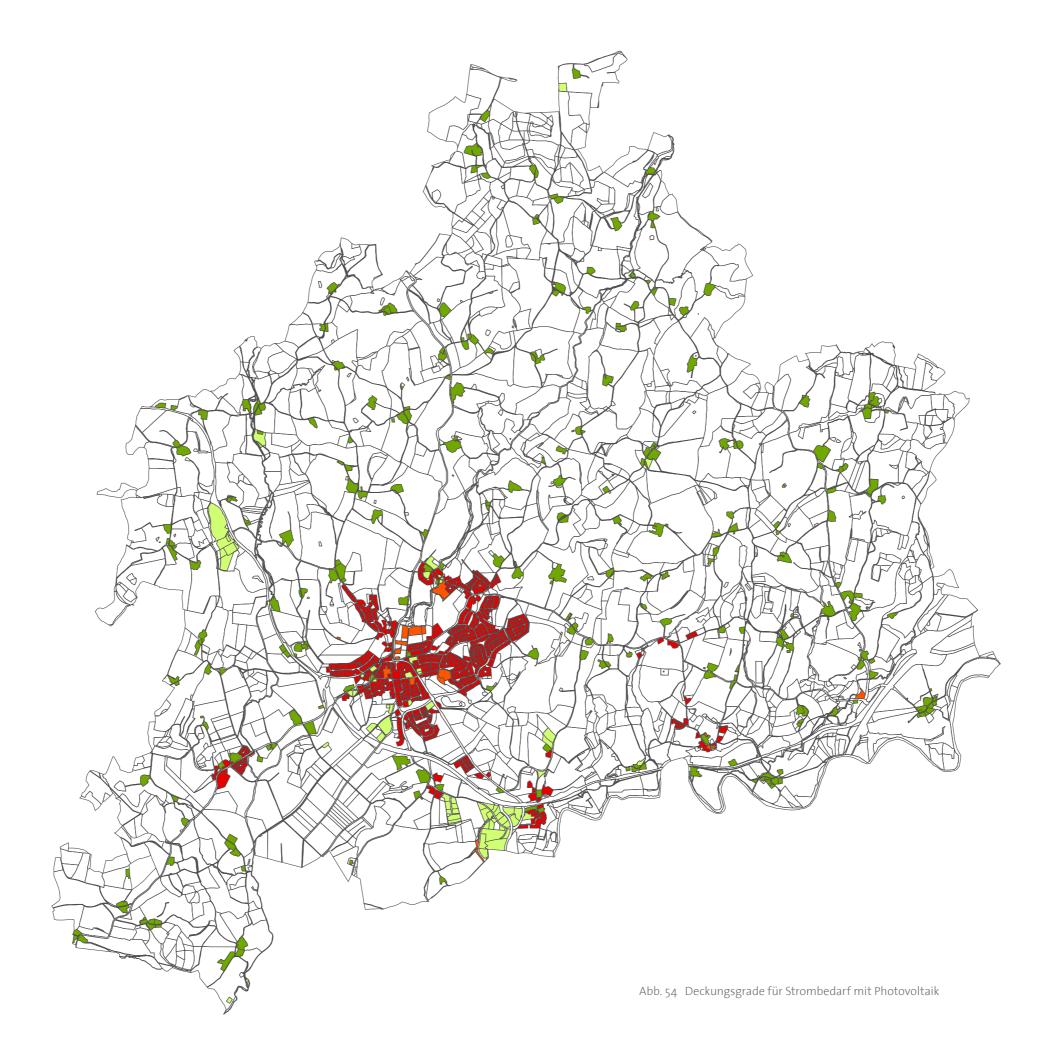
1	Gesamt	9.317	9.574,0	102,8
8c	Gewerbe und Industrie	2.206	2.653	120,3
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	436	284	65,1
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	894	121	13,5
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	2.934	417	14,2
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	196	34	17,6
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	64	9	14,7
02	Weiler und Einzelhöfe	2.259	6.034	267,1
D1	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	328	22	6,7
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	%
		Strombedarf	Erzeugungspotei Photovoltaik	Deckungsgrad

Tab. 15 Strombedarf und theoretisches Erzeugungspotential Photovoltaik nach Raumtypen

		Strombedarf	Erzeugungspotential Photovoltaik	Deckungsgrad
NR.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	%
ı	Dorfstruktur	4.852	887,0	18,3
Ш	Weiler und Einzelhöfe	2.259	6.034,1	267,1
III	Gewerbe und Industrie	2.206	2.652,9	120,3
	Gesamt	9.317	9.574,0	102,8

Tab. 16 Strombedarf und theoretisches Erzeugungspotential Photovoltaik nach Großaumtypen





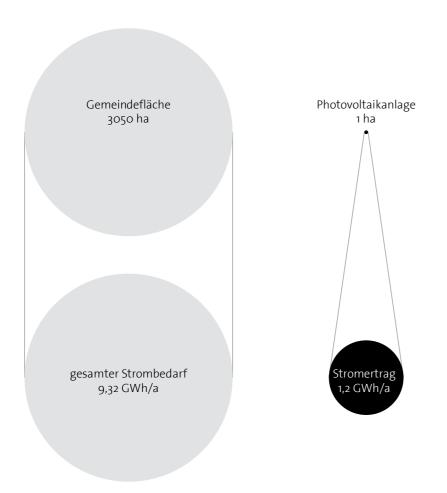


Abb. 55 Erzeugungspotential von 1 ha Photovoltaikfläche

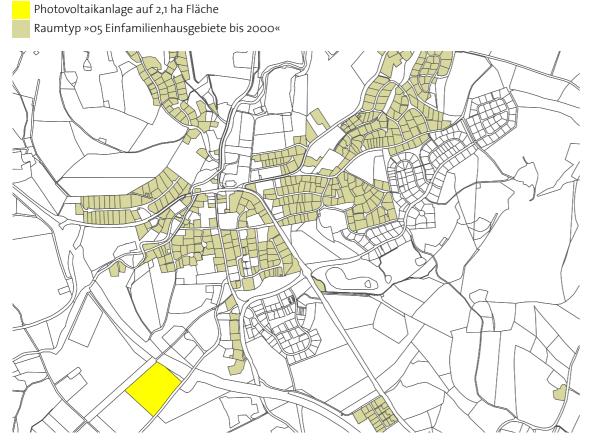


Abb. 56 Freifläche für Photovoltaikfläche versorgt Raumtyp »Einfamilienhausgebiete ab 2000«

7.1.1 Freiflächenpotentiale von Photovoltaik

Die Freiflächen der Gemeinde, welche den Großteil der Gemeindefläche überhaupt ausmachen, sind gleichzeitig auch die wertvollsten Flächen. Die Gemeinde hat einen jährlichen-Strombedarf von 9,32 GWh und ein theoretisches Erzeugungspotential von 9,57 GWh im Jahr. Die laut EnBW eingespeiste Strommenge lag im Jahr 2010 bereits bei 3,02 GWh

Große Brachflächen für die Errichtung von Photovoltaikanlagen sind in der Gemeinde nicht vorhanden. Um die kostbaren Freiflächen so unberührt wie möglich zu lassen, sollten vorrangig kleinere Brachflächen oder Randstreifen von Verkehrsflächen wie z. B. der Umgehungsstraße B32 genutzt werden. Durch das hohe Erzeugungspotential von Photovoltaik mit 1,2 GWh je Hektar Freifläche können bereits kleine Flächen einen großen Ertrag erzielen.

Eine Fläche mit 2,1 ha im Bereich der Umgehungsstraße B32, welches 0,069 % der Gesamtfläche der Gemeinde sind, kann mit 2,52 GWh Ertrag pro Jahr mehr als 27 % der benötigten Jahresmenge an Strom bereitstellen. Mit 2,1 ha Freifläche für Photovoltaik wäre beinahe der Strombedarf des gesamten Raumtyps »Einfamilienhausgebiete bis 2000« mit 2,9 GWh für ein Jahr lang gedeckt. Ein weiterer Vorteil, neben der hohen Flächeneffizienz ist, dass der Strom nicht Verbrauchernah produziert werden muss. Die Anlage könnte vom Dorfgebiet entfernt auf einer Fläche im Umland stehen und könnte von dort aus ins Stromnetz einspeisen

Will man den gesamten jährlichen Strombedarf der Gemeinde, welcher sich auf 9,3 GWh beläuft, mit Photovoltaik decken so wären insgesamt 7,75 ha Freifläche nötig. Die Gesamtfläche der Gemeinde beläuft sich auf 3064 ha, die benötigten 7,75 ha wären demnach knapp 0,25 %. Um also den Strombedarf zu 100 % zu decken, wären gerade 0,25 % der Gesamtfläche nötig.

Abb. 57Benötigte Freiflöche für Photovoltaik um Strombedarf der Gemeinde zu 100 % zu decken

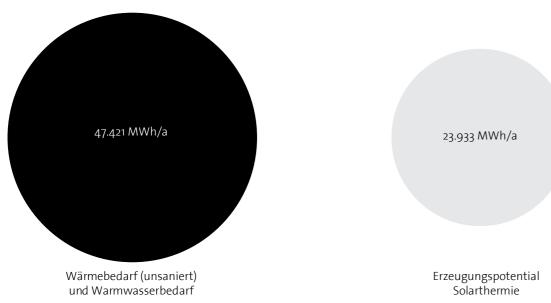


Abb. 58 Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotential Solarthermie

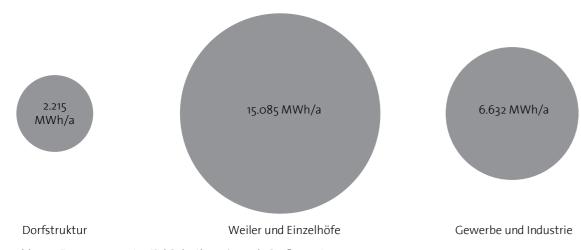


Abb. 59 Erzeugungspotential Solarthermie nach Großraumtypen

7.2 Solarthermie

Die Erzeugungspotentiale für Solarthermie ergeben sich aus den solaren Gütezahlen sowie den zu erwartenden durchschnittlichen Erträgen von Solarthermiekollektoren. Eine sinnvolle Nutzung von Solarthermie ist bis zu einem Deckungsgrad von 30 % möglich. Für die Bereitstellung der restlichen Wärme ist eine weiter Wärmequelle, wie z. B. ein Hackschnitzelkessel notwendig.

	Gesamt	47.421	23.933	50,5
08	Gewerbe und Industrie	6.065	6.632	109,3
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	3.159	709	22,4
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.995	301	10,1
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	20.099	1.040	5,2
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	1.146	86	7,5
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	204	23	11,5
02	Weiler und Einzelhöfe	11.339	15.085	133,0
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	2.413	55	2,3
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	%
		Wärmebedarf (uns. und Warmwasserb	Erzeugungspotent Solarthermie	Deckungsgrad uns Gebäudebestand

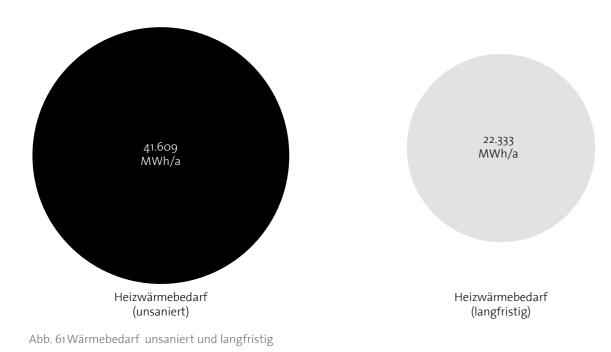
Tab. 17 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie

MWH/A 2.215 15.085 6.632	MWH/A 30.017 11.339 6.065	RAUMTYP Dorfstruktur Weiler und Einzelhöfe Gewerbe und Industrie	
2.215	30.017	Dorfstruktur	
Mwh/a	Mwh/a	Raumtyp	
Erzeugungspotentiai Solarthermie	Wärmebedarf (unsan und Warmwasserbed		

Tab. 18 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie



Abb. 60 Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugungspotential Solarthermie



langfristiger Wärmebedarf und Warmwasserbedarf Erzeugungspotential Solarthermie langfristiger Deckungsgrad Dörfliche und kleinteilige Strukturen 1.264 55 4,4 02 Weiler und Einzelhöfe 5.545 15.085 272,0 03 Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen 204 23 11,5 Geschosswohnungsbau seit den 80er-Jahren 86 607 14,2 Einfamilienhausgebiete bis 2000 9.830 1.040 10,6 Einfamilienhausgebiete ab 2000 2.995 301 10,1 Zweckbaukomplexe und öffentliche 1.634 709 43,4 Einrichtungen 08 Gewerbe und Industrie 6.065 6.632 109,3 28.145 85,0 23.933

Tab. 19 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie

		langfristiger Wärmebedarf und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Solarthermie	langfristiger Deckungsgrad	
NR.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	%	
I	Dorfstruktur	16.534	2.215	13,4	
Ш	Weiler und Einzelhöfe	5.545	15.085	272,0	
III	Gewerbe und Industrie	6.065	6.632	109,3	
	Gesamt	28.145	23.933	85,0	

Tab. 20 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie

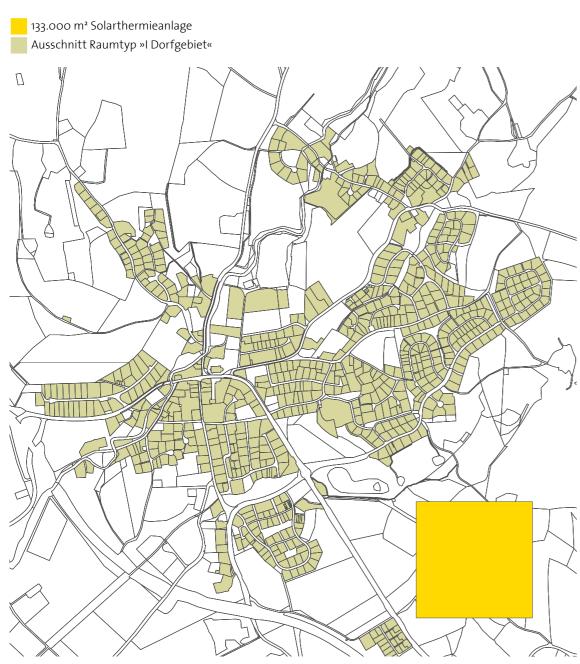


Abb. 62 Benötigte Freiflöche für Solarthermie um Raumtyp »I Dorfgebiet« mit Wärme zu versorgen

7.2.1 Freiflächenpotentiale von Solarthermie

Große Solarthermieanlagen auf Freiflächen sind bislang nur sehr selten anzutreffen da die Wärme verbrauchernah erzeugt werden muss. Da bei Einfamilienhäusern bereits ein kleine Anlage auf dem Dach genügt sind große Anlagen auf Freiflächen eher bei Großverbrauchern wie z. B. Schwimmbäder zu sehen. Doch auch bei Schwimmbädern sind die Anlagen in der Regel auf den jeweiligen Dächern installiert um die Freiflächen nicht zu blockieren. Ähnlich wie die Photovoltaik hat auch die Solarthermie eine hohe Flächeneffizienz. So können im Durchschnitt mit einem Quadratmeter Kollektorfläche rund 300 KWh Wärme erzeugt werden.

Eine Solarthermieanlage auf einer Freifläche macht nur dann Sinn, wenn auch ein entsprechender Abnehmer der erzeugten Wärme in unmittelbarem Umfeld zu finden ist. Ein mögliches Beispiel wäre die Erweiterung des bestehenden Nahwärmenetzes. Je nach Größe des Nahwärmenetzes müssten weitere Pufferspeicher für die Bereitstellung der Wärme errichtet werden.

Beim Betrieb von Solarthermieanlagen für die Warmwasseraufbereitung und die Heizungsunterstützung sind Deckungsgrade von 30 % sinnvoll. Darüber hinaus steigen die Wärmeverluste an, so dass die Pufferspeicher zur Wärmebereitstellung zu groß werden um die Anlage noch sinnvoll zu betreiben. Ein Deckungsgrad von über 30 % macht nur dann Sinn, wenn die überschüssige Wärme in ein Nahwärmenetz eingespeist werden kann.

Beim Nahwärmenetz müssen zudem noch weitere Wärmeverluste durch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen.

Will man für das Dorfgebiet eine Deckungsrate von 30 % für den unsanierten Wärmebedarf sowie den Warmwasserbedarf erreichen, was 30 GWh entspricht, so müssen 100.000 m² Kollektorfläche errichtet werden. Eine Deckung des Bedarfs in den umligenden Weilern und Einzelhöfen wäre mit der Anbindung an ein Nahwärmenetz nicht zu bewerkstelligen. Die Entfernungen und die damit verbundenen Wärmeverluste wäre zu groß. Um die 30 % Wärmeverlust des Nahwärmenetzes innerhalb des Dorfgebietes zu kompensieren wären weitere 30.000 m² Kollektorfläche nötig. Insgesamt wären also 130.000 m² Kollektorfläche nötig um das Dorfgebiet vollständig mit Wärme zu versorgen.

	Entzugsleistung 1.800 Jahresarbeitsstunden	Entzugsleistung 2.400 Jahresarbeitsstunden	Untergrund in Amtzell
Untergrund	W/M²	W/M²	

Untergrund	W/M²	W/M²	
Trockener, nichtbindender Boden	10	8	
Bindiger Boden, feucht	20-30	16-24	Х
Wassergesättigter Sand und Kies	40	32	x

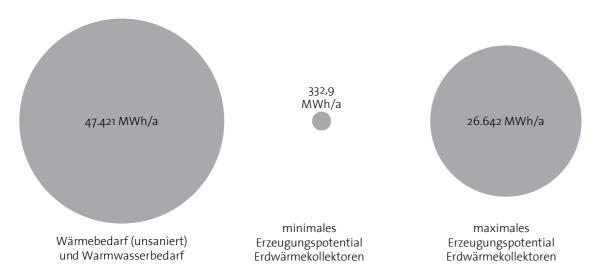


Abb. 63 Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotentiale Erdwärmekollektoren

7.3 Geothermie

Bei den Erzeugungspotentialen für Geothermie wird zwischen Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden unterschieden. Bei der Berechnung der Deckungsgrade für Erdwärmesonden bis 100 m und Erdwärmekollektoren wurde für die Wärmepumpe ein Jahresarbeitszahl von 4 angenommen.

7.3.1 Erdwärmekollektoren

	Gesamt	47.421	333 - 26.642	11.855	1,2	98,3
08	Gewerbe und Industrie	6.065	47 - 3.487	1.516	1,3	100,6
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	3.159	11 - 806	790	0,6	44,7
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.995	27 - 2.012	749	1,6	117,6
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	20.099	93 - 6.954	5.025	0,8	60,5
04	Geschosswohnungsbau seit den 80er-Jahren	1.146	2 - 166	287	0,3	25,4
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	204	1 - 60	51	0,7	51,4
02	Weiler und Einzelhöfe	11.339	147 - 11.063	2.835	2,3	170,7
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	2.413	6 - 2.094	603	0,4	151,9
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
		Wärmebedarf (unsaniert) und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	min. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand	max. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand

Tab. 22 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren

Tab. 23 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektorenen



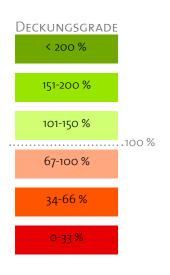
Abb. 64 Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugungspotentiale Erdwärmekollektoren

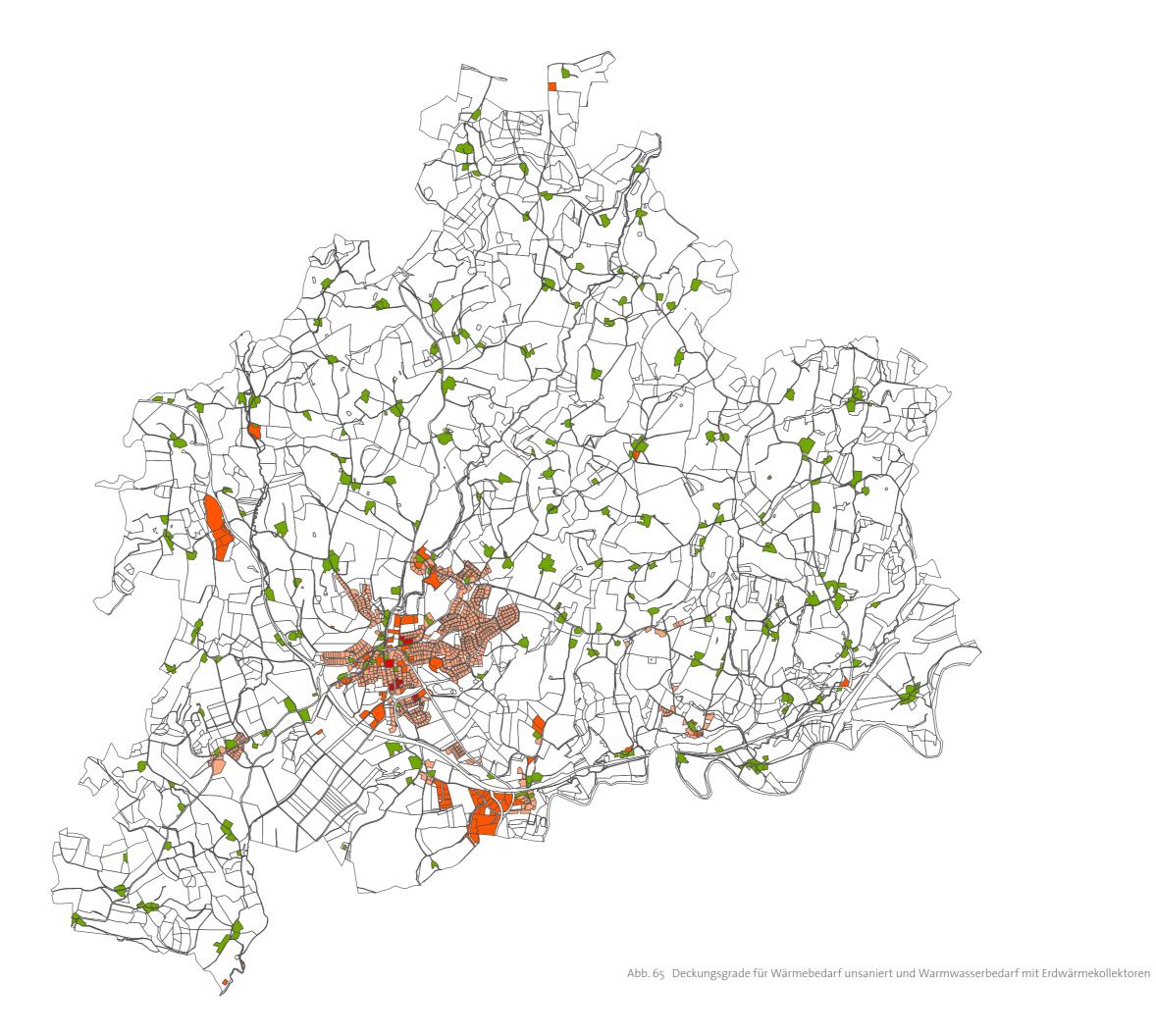
	Gesamt	28.145	333 - 26.642	11.855	2,1	165,7
08	Gewerbe und Industrie	6.065	47 - 3.487	1.516	1,3	100,6
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	1.634	11 - 806	790	1,2	86,3
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.995	27 - 2.012	749	1,6	117,6
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	9.830	93 - 6.954	5.025	1,7	123,8
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	607	2 - 166	287	0,6	47,9
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	204	1 - 60	51	0,7	51,4
02	Weiler und Einzelhöfe	5.545	147 - 11.063	2.835	4,7	349,1
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	1.264	6 - 2.094	603	0,8	289,8
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
		langfristiger Wärmebedari und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	minimaler Langfristiger Deckungsgrad	maximaler Langfristiger Deckungsgrad

Gesamt 28.145 333 - 26.642 11.855 2,1 16
Tab. 24 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren

		langfristiger Wärmebedarf und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	minimaler Langfristiger Deckungsgrad	maximaler Langfristiger Deckungsgrad
NR.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
ı	Dorfstruktur	16.534	139 - 12.096	7.504	1,5	128,0
II	Weiler und Einzelhöfe	5.545	147 - 11.063	2.835	4,7	349,1
III	Gewerbe und Industrie	6.065	47 - 3.487	1.516	1,3	100,6
	Gesamt	28.145	333 - 26.642	11.855	2,1	165,7

Tab. 25 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren





	Entzugsleistung 1.800 Jahresarbeitss	Entzugsleistung 2.400 Jahresarbeitss	Untergrund in Amt:
Untergrund	W/M²	W/M²	
schlechter Untergrund (trockenes Sediment)	25	20	
normaler Festgeteinuntergrund und wassergesättigtes Sediment	60	50	
Festgestein mit hoher Leitfähigkeit	84	70	
Kies, Sand, trocken	> 25	< 20	
Kies, Sand, wasserführend	65-80	55-65	х
bei starkem Grundwasserfluss in Kies und Sand, für Einzellagen	80	100	
Ton, Lehm, feucht	35-50	30-40	Х
Kalkstein, massiv	55-70	45-60	
Sandstein	65-80	55-65	
saure Magmatile	65-85	55-70	
basische Magmatile	40-65	35-55	
Gneis	70-85	50-70	

Tab. 26 Entzugsleistungen für Erdwärmesonden für 1.800 und 2.400 Jahresarbeitsstunden

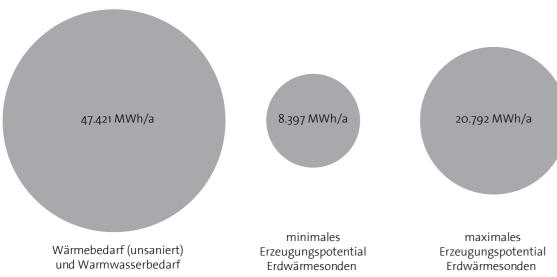


Abb. 66 Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotentiale Erdwärmesonden

7.3.2 Erdwärmesonden

In einer Detailstudie für den Forschungsbericht »Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien« des BMVBS wurden Simulationen für die Raumtypen mit der halben maximal mögliche Erdsondendichte durchgeführt. Die ermittelten Potentialwerte für die Gemeinde Amtzell berücksichtigen ebenfalls nur die halbe maximal mögliche Erdsondendichte.

	Gesamt	47.421	8.397 - 20.792	11.855	31,0	76,7
08	Gewerbe und Industrie	6.065	675 - 1.671	1.516	19,5	48,2
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	3.159	190 - 469	790	10,5	26,0
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.995	937 - 2.319	749	54,7	135,5
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	20.099	1.221 - 3.024	5.025	10,6	26,3
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	1.146	67 - 166	287	10,2	25,3
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	204	22 - 55	51	19,1	47,4
02	Weiler und Einzelhöfe	11.339	5.141 - 12.729	2.835	79,3	196,5
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	2.413	145 - 359	603	10,5	26,0
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
		Wärmebedarf (unsanieri und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	min. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand	max. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand

Tab. 27 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde

	Gesamt	47.421	8.397 - 20.792	11.855	31,0	76,7
III	Gewerbe und Industrie	6.065	675 - 1.671	1.516	19,5	48,2
II	Weiler und Einzelhöfe	11.339	5.141 - 12.729	2.835	79,3	196,5
I	Dorfstruktur	30.017	2.581 - 6.392	7.504	15,1	37,3
NR.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
		Wärmebedarf (unsaniert) und Warmwasserbedarf	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	min. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand	max. Deckungsgrad unsanierter Gebäudebestand

Tab. 28 Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde

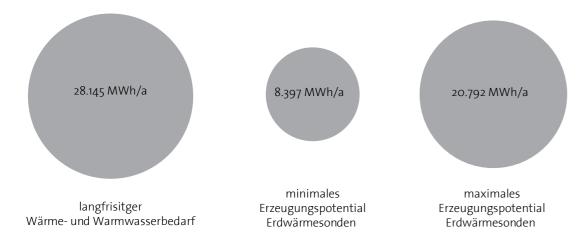
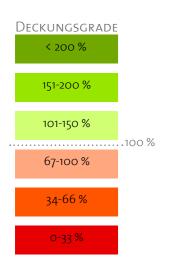


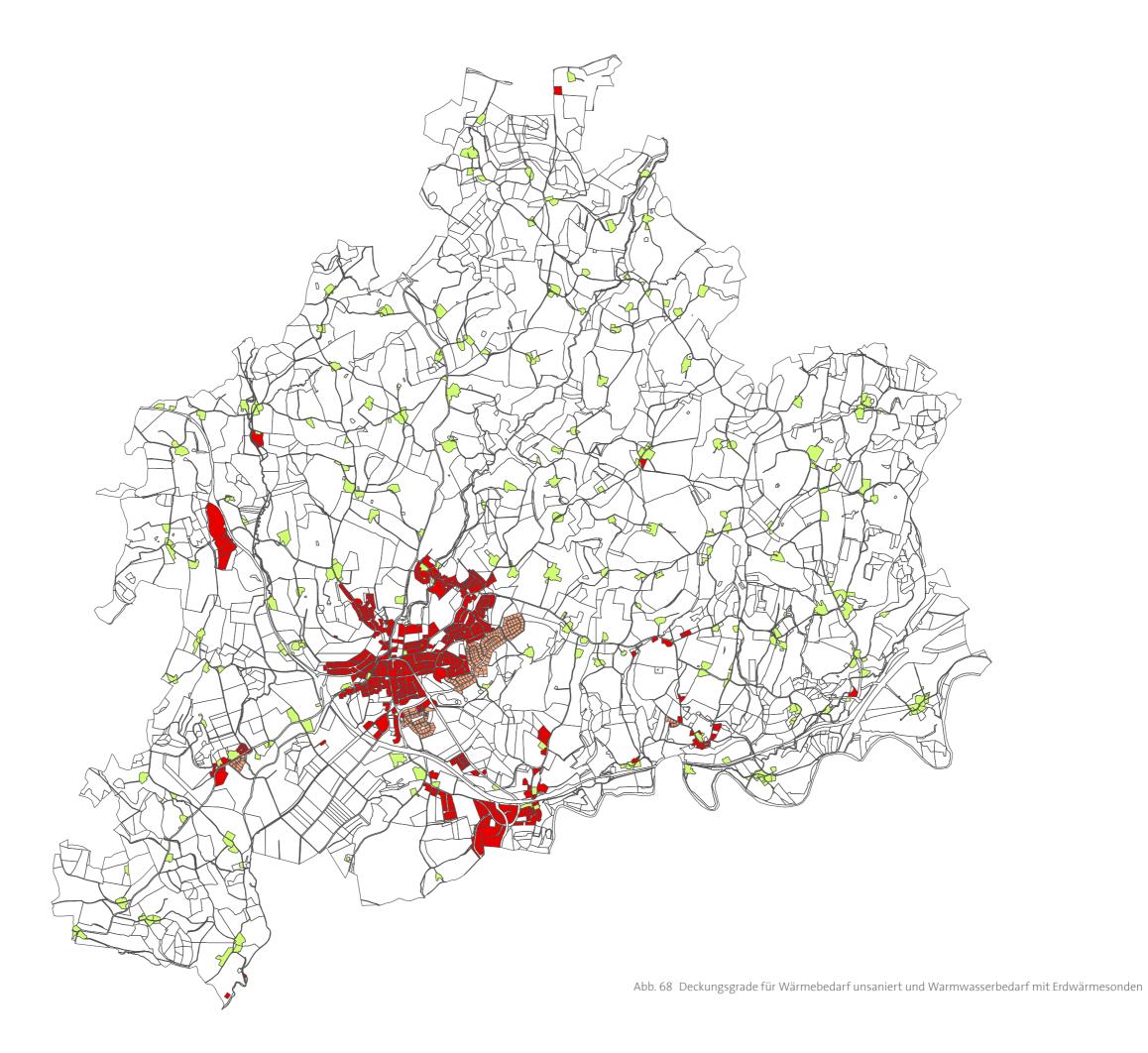
Abb. 67 Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugungspotentiale Erdwärmesonden

	Gesamt	28.145	8.397 - 20.792	7.036	52,2	129,3
08	Gewerbe und Industrie	6.065	675 - 1.671	1.516	19,5	48,2
07	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	1.634	190 - 469	409	20,3	50,3
06	Einfamilienhausgebiete ab 2000	2.995	937 - 2.319	749	54,7	135,5
05	Einfamilienhausgebiete bis 2000	9.830	1.221 - 3.024	2.457	21,7	53,8
04	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren	607	67 - 166	152	19,3	47,7
03	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen	204	22 - 55	51	19,1	47,4
02	Weiler und Einzelhöfe	5.545	5.141 - 12.729	1.386	162,2	401,7
01	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	1.264	145 - 359	316	20,1	49,7
Nr.	Raumtyp	Mwh/a	Mwh/a	Mwh/a	%	%
		LANGFRISTIGER WÄRMEB UND WARMWASSERBEDA	Erzeugungspotential Erdwärmesonden	Wärmebereitstellung Wärmepumpe (JAZ 4)	minimaler Langfristiger Deckungsgrad	maximaler Langfristiger Deckungsgrad

Tab. 29 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde

Tab. 30 Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde





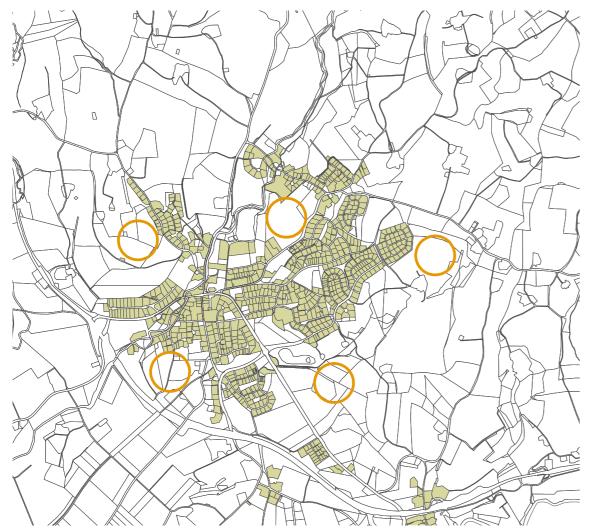


Abb. 69 Hydrothermalen Geothermiekraftwerken mit 200 m Mindestabstandsfläche

	minimales Erzeugungspotential Einzelanlage	Maximales Erzeugungspotential Einzelanlage
Art	GWH/A	GWH/A
Hydrothermale Nutzung (mittlerer Temperaturbereich)	4	12

Tab. 31 Potential zur Wärmegewinnung von hydrothermalen Geothermiekraftwerken

7.3.3 Freiflächenpotentiale von Geothermie

Die Betrachtung der geothermischen Potentiale auf Freiflächen beschränkt sich auf den Einsatz von Erdwärmesonden. Erdwärmekollektoren wären zur aktivierung großer Flächen theoretisch denkbar, für die Wärmebereitstellung in großen Mengen sind die höheren Temperaturen von Erdwärmesonde besser geeignet.

Hydrothermale Nutzung - mittlerer Temperaturbereich

Für die hydrothermale Nutzung werden spezielle geologische Voraussetzungen benötigt, welche detaillierte Erkundungsarbeiten vorraussetzt. Aus den bis zu 2.000 m tiefen Bohrlöchern werden heiße Thermalwässer an die Oberfläche gefördert. In der Regel wird über ein Wärmetauscher ein Nahwärmenetz versorgt. Für diese Nutzung sind jedoch hydrothermale Ressourcen (Wärmeanomalien) im Erdreich nötig. Die Temperaturen der Thermalwässervorkommen liegen zwischen 40-110°C. Neben der Wärmebereitstellung lässt sich mit diesem Verfahren auch Strom erzeugen. Bislang sind in Deutschland nur wenige dieser Anlagen in Betrieb. Der Mindestabstand der Bohrungen beträgt etwa 100 m um eine gegenseitige Beinflussug zu vermeiden. Bei einem Mindestabstand von 200 m ergibt sich für jedes Bohrloch ein thermischer Energieertrag von 4-12 GWh im Jahr.

(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Der gesamte Wärmebedarf (Heizwärme bei unsaniertem Gebäudebestand und Warmwasserbedarf) für das Dorfgebiet beläuft sich jährlich auf 30 GWh. Will man diesen Bedarf allein durch die Ertäge der hydrothermalen Geothermie decken würden bei einem mittleren Jahresertrag von 8 GWh insgesamt vier Geothermiekraftwerke benötigt.

Beim Nahwärmenetz müssen zudem noch weitere Wärmeverluste duch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen. Für die leitungsgebundenen Übertragungsverluste von ca. 30 % wäre ein fünftes Kraftwerk notwendig.

Die Betrachtung der Potentiale zur Stromerzeugung werden bei den hydrothermalen Stromerzeugung aufgrund der wenigen Anwendungsbeispiele nicht weiter untersucht.

Die hydrothermale Nutzung ist nur mit bestimmten geologischen Vorrausetzungen möglich. Ob diese Voraussetzungegn gegeben sind müssen Erkundungsarbeiten belegen. Wenn dies der Fall ist, wäre die hydrothermale Nutzung ein Weg um die Dorfstruktur nachhaltig mit Wärme zu versorgen.



Abb. 70 Geothermiekraftwerk für tiefe Geothermie mit 1.000 m Mindestabstandsfläche

TIEFE GEOTHERMIE - HOHER TEMPERATURBEREICH

Bei geothermischen Kraftwerken werden Bohrtiefen von mehreren tausend Metern erreicht. Die zirkulierenden Wässer stehen unter Druck und bleiben über 100°C flüssig. An der Oberfläche wird dann über einen Sekundärkreislauf Dampf erzeugt und eine Turbine angetrieben. Für solche Geothermiekraftwerke werden 5-10 MW elektrische und 50-100 MW thermische Leistung angestrebt. Für jede Bohrung sind 30-300 GWh elektrischer und 300-3.000 GWh thermischer Ertrag im Jahr möglich. Um diese Leistungen abrufen zu können sind Abstände unter den Bohrlöchern von 1.000 m notwendig.

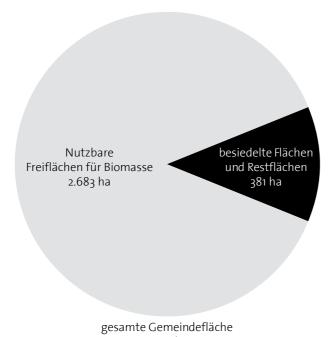
Selbst bei einem thermischen Ertrag an der unteren Grenze der theoretisch zu erwartenden Entzugsleistung könnte der gesamte jährliche Wärmebedarf (Heizwärme bei unsaniertem Gebäudebestand und Warmwasserbedarf) des Dorfgebietes mit 30 GWh mit einem thermischen Ertrag von rund 300 GWh um das Zehnfache übertroffen werden. Wenn man von einer Ertragsleistung am unteren Ende der theoretischen Werte ausgeht, könnten zusätzlich noch rund 30 GWh elektrischer Leistung erzeugt werden. Mit 30 GWh wäre der Strombedarf der gesamten Gemeinde um mehr als das Dreifache gedeckt.

	minimales Erzeugungspotential	maximales Erzeugungspotential
Art	GWh/a	GWh/a
iefe Geothermie hoher Temperaturbereich)	30	300

Tab. 32 Potential zur Stromerzeugung von Geothermiekraftwerken

	minimales Erzeugungspotential Einzelanlage	MAXIMALES ERZEUGUNGSPOTENTIAL EINZELANLAGE
Art	GWH/A	GWH/A
iefe Geothermie noher Temperaturbereich)	300	3.000

Tab. 33 Potential zur Wärmegewinnung von Geothermiekraftwerken



3064 ha

Abb. 71 Gesamtfläche der Gemeinde und Anteil der theoretisch nutzbaren Freiflächen für Biomasse

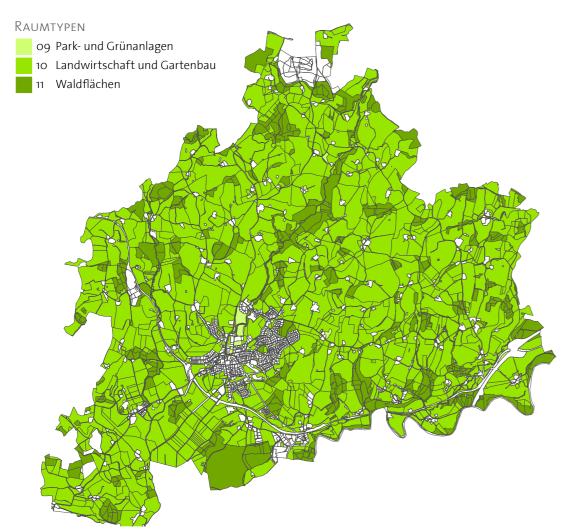


Abb. 72Theoretisch zu Verfügung stehende Freiflächen nach Raumtypen für Biomasse

7.4 BIOMASSE

Wie bereits in Kapitel »3.2 Biomasse« beschrieben, ist diese der Alleskönner unter den regenerativen Energien. Es lassen sich sowohl Wärme, Strom als auch Kraftstoff aus ihr gewinnen. Da die Biomasse so vielfältig genutzt werden kann, wird in dieser Arbeit nur ein kleiner Teil betrachtet. Es werden nur die nach aktuellem Stand anwendbaren Nutzungsarten mit dem größten anzunehmenden Potential bearbeitet. Die Kraftstoffgewinnung wird bei dieser Arbeit nicht weiter berücksichtigt. Das Interesse soll vielmehr auf der Berechnung der Flächenpotentiale für Wärme und Strom liegen.

Das Gemeindegebiet umfasst insgesamt 3064 ha, davon entfallen 174 ha auf die besiedelten Flächen. Die Restlichen 2890 ha bestehen aus Park- und Grünanlagen, Flächen für Landwirtschaft und Gartenbau sowie Waldflächen und Restflächen. Die Restflächen bestehen hierbei hauptsächlich aus Verkehrsflächen und Gewässern. Die für die energetische Nutzung zu Verfügung stehenden Flächen betragen nach Abzug der Restflächen insgesamt 2683 ha.

NUTZUNG	Nr.	Raumtyp	Fläche ha	Anteil %
Freiraumtypen	09	Park- und Grünanlagen	12	0,4
	10	Landwirtschaft und Gartenbau	2.211	72,2
	11	Waldflächen	460	15,0
		Gesamtfläche der Gemeinde 3064 ha	2.683	87,6

Tab. 34 Theoretisch zu Verfügung stehenden Flächen nach Raumtypen für Biomasse

	Ertrag Wärme	Ertrag Strom	Gesamt Ertrag Wärme	Gesamt Ertrag Strom
--	--------------	--------------	------------------------	------------------------

Energiepflanze	кWн/на	кWн/на	GWн	GWн
Roggen	9.141 - 11.643	4.571 - 5.821	10,1 - 12,9	5,1 - 6,4
Silomais	24.603 - 29.520	12.301 - 14.760	27,2 - 32,6	13,6 - 16,3
Sudangras	18.320 - 24.432	9.160 - 12.216	20,3 - 27,0	10,1 - 13,5
Futterrüben	30.293 - 36.352	15.147 - 18.176	33,5 - 40,2	16,7 - 20,1
Grassilagen	12.501 - 14.992	6.251 - 7.496	13,8 - 16,6	6,9 - 8,3
Silphie	24.603 - 29.520	12.301 - 14.760	27,2 - 32,6	13,6 - 16,3

gerundete Werte

Tab. 35 Maximaler Energieertrag bei voller Flächennutzung von 2.211 ha

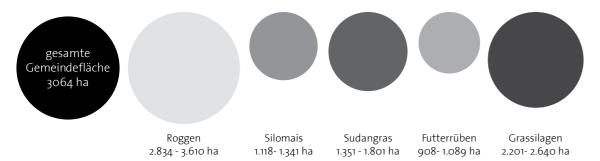


Abb. 73 Benötigte Fläche für Biogas um Wärmebedarf des Dorfgebietes von 33.000.000 kWh zu decken

	Ertrag Wärme	Flächenbedarf Wärme (33.000.000 kWh th)	Anteil geeigneter Fläche für Biomasse	zusätzlicher Ertrag Strom
Energiepflanze	кWн/на	НА	%	кWн/на
Roggen	9.141 - 11.643	2.834 - 3.610	128 - 163	16.500.602
Silomais	24.603 - 29.520	1.118 - 1.341	51 - 61	16.500.602
Sudangras	18.320 - 24.432	1.351 - 1.801	61 - 81	16.500.602
Futterrüben	30.293 - 36.352	908 - 1.089	41 - 49	16.500.602
Grassilagen	12.501 - 14.992	2.201 - 2.640	100 - 119	16.500.602
Silphie	24.603 - 29.520	1.118 - 1.341	51 - 61	16.500.602

gerundete Werte, geeignete Flächen für Anbau 2211 ha

Tab. 36 Energieertrag und Flächenbedarf von Energiepflanzen für Biogasanlage

7.4.1 Energiepflanzen für Biogasanlagen

Bei den Berechnungen für die Verwertung von Biomasse in Biogasanlagen wird von einem Kraftwerkswirkungsgrad von 80 % ausgegangen. Die Aufteilung der gewonnenen Energie erfolgt in 1/3 Strom und 2/3 Wärme.

(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Diese Angaben decken sich mit anderen Literaturen zu diesem Thema. Für die weiteren Berechnungen wurde ein Energiegehalt von 10 kWh/m³ Methan angenommen.

	FLÄCHEN	Methan	Ertrag S	Ertrag v
Energiepflanze	Т ҒМ/на	M³/HA	кWн/на	кWн/на
Roggen	5,4 - 6,9	1.714 - 2.183	4.571 - 5.821	9.141 - 11.643
Silomais	50 - 60	4.613 - 5.535	12.301 - 14.760	24.603 - 29.520
Sudangras	55 - 74	3.345 - 4.581	9.160 - 12.216	18.320 - 24.432
Futterrüben	100 - 120	5.680 - 6.816	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352
Grassilagen	28 - 34	2.344 - 2.811	6.251 - 7.496	12.501 - 14.992

4.613 - 5.535

12.301 - 14.760

24.603 - 29.520

gerundete Werte

Silphie

Tab. 37 Energieerträge von Energiepflanzen für Biogasanlagen

Um den kompletten Wärmebedarf des Dorfgebietes von jährlich 30 GWh (bei unsaniertem Gebäudebestand) mit Biomasse decken, muss zuerst ein Nahwärmenetz für den Wärmetransport errichtet werden. Eine Deckung des Bedarfs in den umliegenden Weilern und Einzelhöfen wäre mit der Anbindung an ein Nahwärmenetz nicht zu bewerkstelligen. Die Entfernungen und die damit verbundenen Wärmeverluste wäre zu groß.

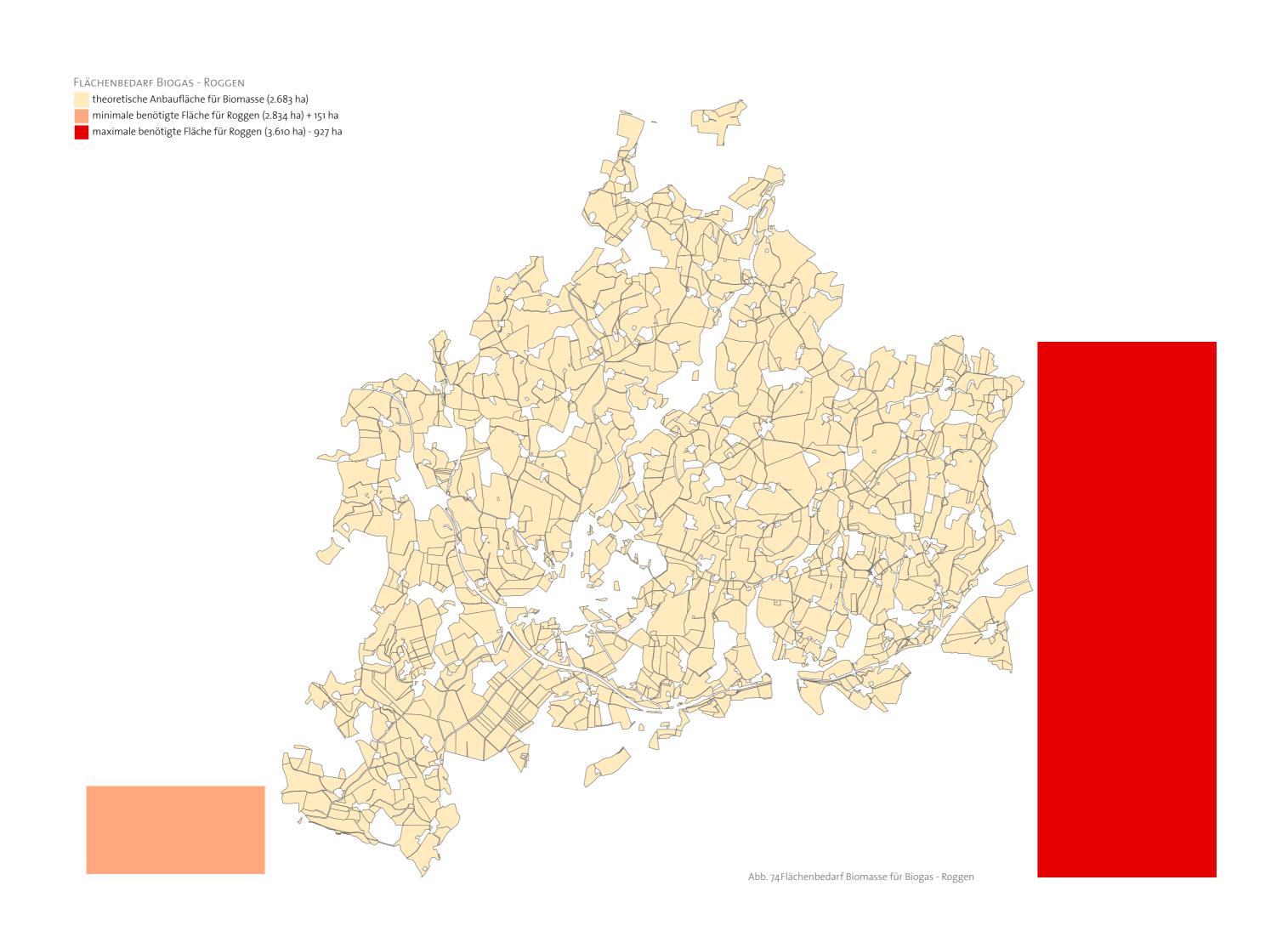
44 - 70

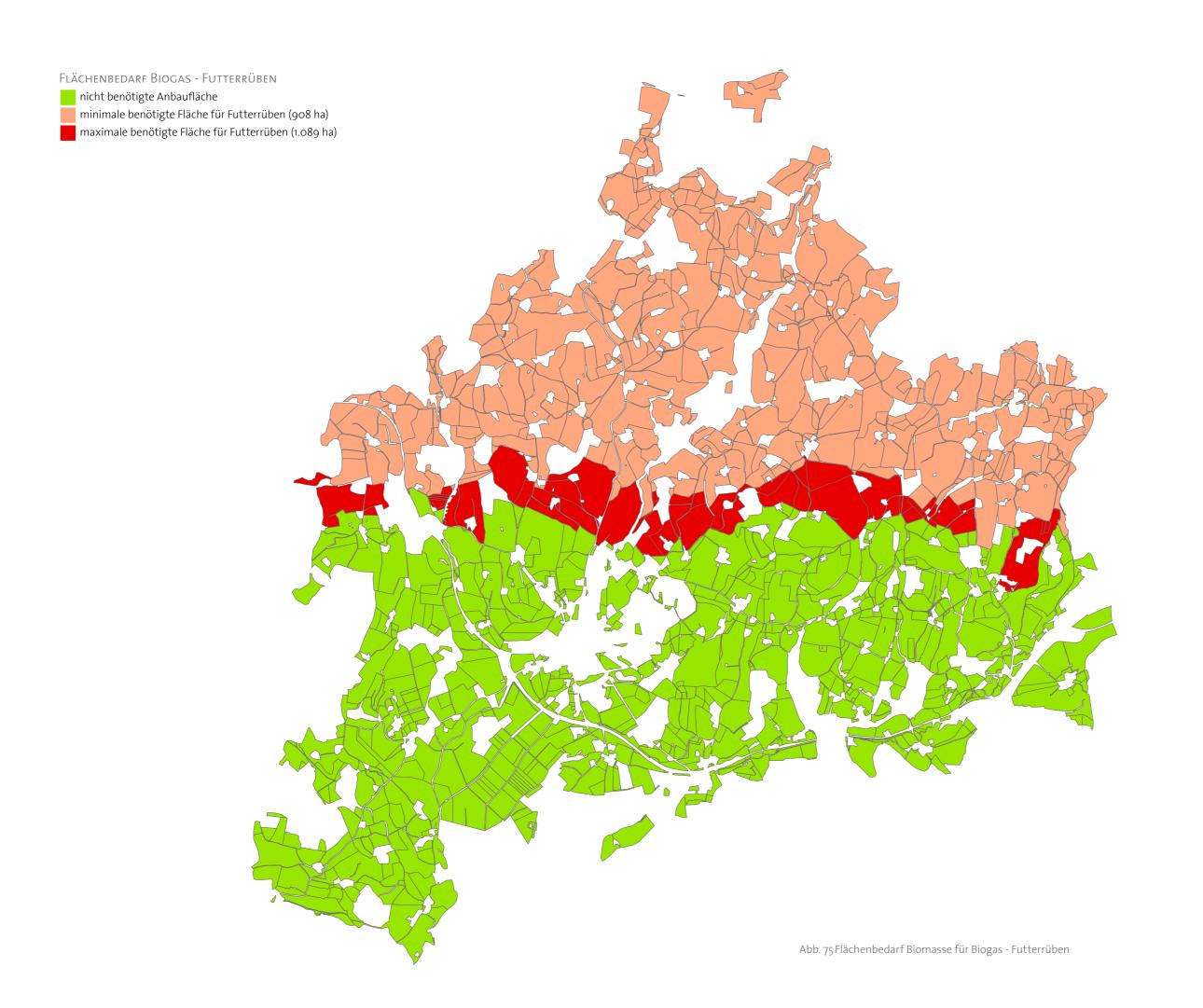
Beim Nahwärmenetz müssen Wärmeverluste durch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen. Dies bedeutet ein weiterer Wärmebedarf von 3 GWh. Insgesamt müsste die Biomasse dann 33 GWh an Wärme bereitstellen.

Für die Berechnungen der einzelnen Energiepflanzen zur Deckung der 33 GWh Wärmebedarf für das Dorfgebiet wurde von einer Hauptfruchtstellung ausgegangen. Durch die Nutzung von Zweikulturnutzungssystemen wären zwar höhere Erträge je Hektar möglich, um die Vergleichbarkeit unter den Energiepflanzen nicht zu verfälschen wurde auf diese Anbaumöglichkeit verzichtet. Der Anbau von Energiepflanzen im Zweikulturnutzungssystem, d. h. mit einer Zweitfrucht oder Winterzwischenfrucht wäre jedoch möglich.





Ertrag Wärme	Cesami Frtrag Wärmf
--------------	------------------------

Energiepflanze	кWн/на	GWн
Miscanthus	9.141 - 11.643	100,2 - 133,6
Pappeln	24.603 - 29.520	68,2 - 95,5
Weiden	18.320 - 24.432	47,5 - 74,6
Roggen	30.293 - 36.352	38,2 - 48,7

gerundete Werte

Tab. 38 Maximaler Energieertrag bei voller Flächennutzung von 2.211 ha



Abb. 76 Benötigte Fläche für Biomasse bei Verbrennung um Wärmebedarf des Dorfgebietes zu decken

Ertrag Wärme	Flächenbedarf Wärme (33.000.000 kWh th)	Anteil geeignete Fläche für Biomasse

Energiepflanze	кWн/на	НА	%
Miscanthus	45.306 - 60.409	546 - 728	25 - 33
Pappeln	30.852 - 43.193	764 - 1.070	35 - 48
Weiden	21.472 - 33.742	978 - 1.537	44 - 70
Roggen	17.299 - 22.026	1.498 - 1.908	68 - 86

gerundete Werte, geeignete Flächen für Biomasse 2.211 ha

Tab. 39 Energieertrag und Flächenbedarf von Energiepflanzen für Heizkraftwerke

7.4.2 Energiepflanzen für Heizkraftwerke

Der Wirkungsgrad für Biomasse-Heizkraftwerke schwankt in den Fachliteraturen. Die Agentur für Erneuerbare Energien e. V. bezieht sich in ihren Berechnungen auf einen Wirkungsgrad von 85 %.

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2011)

Für die weiteren Berechnungen wird von einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 80 % ausgegangen.

ČCHENERTRAG ERGIEERTRAG

Energiepflanze	Т ҒМ/на	кWн/на	кWн/на
Miscanthus	18 - 25	56.633 - 75.511	45.306 - 60.409
Pappeln	14,3 - 20	38.565 - 53.991	30.852 - 43.193
Weiden	10 - 15,7	26.840 - 42.177	21.472 - 33.742
Roggen	5,4 - 6,9	21.624 - 27.532	17.299 - 22.026

gerundete Werte

Tab. 40 Energieerträge von Energiepflanzen für Heizkraftwerke

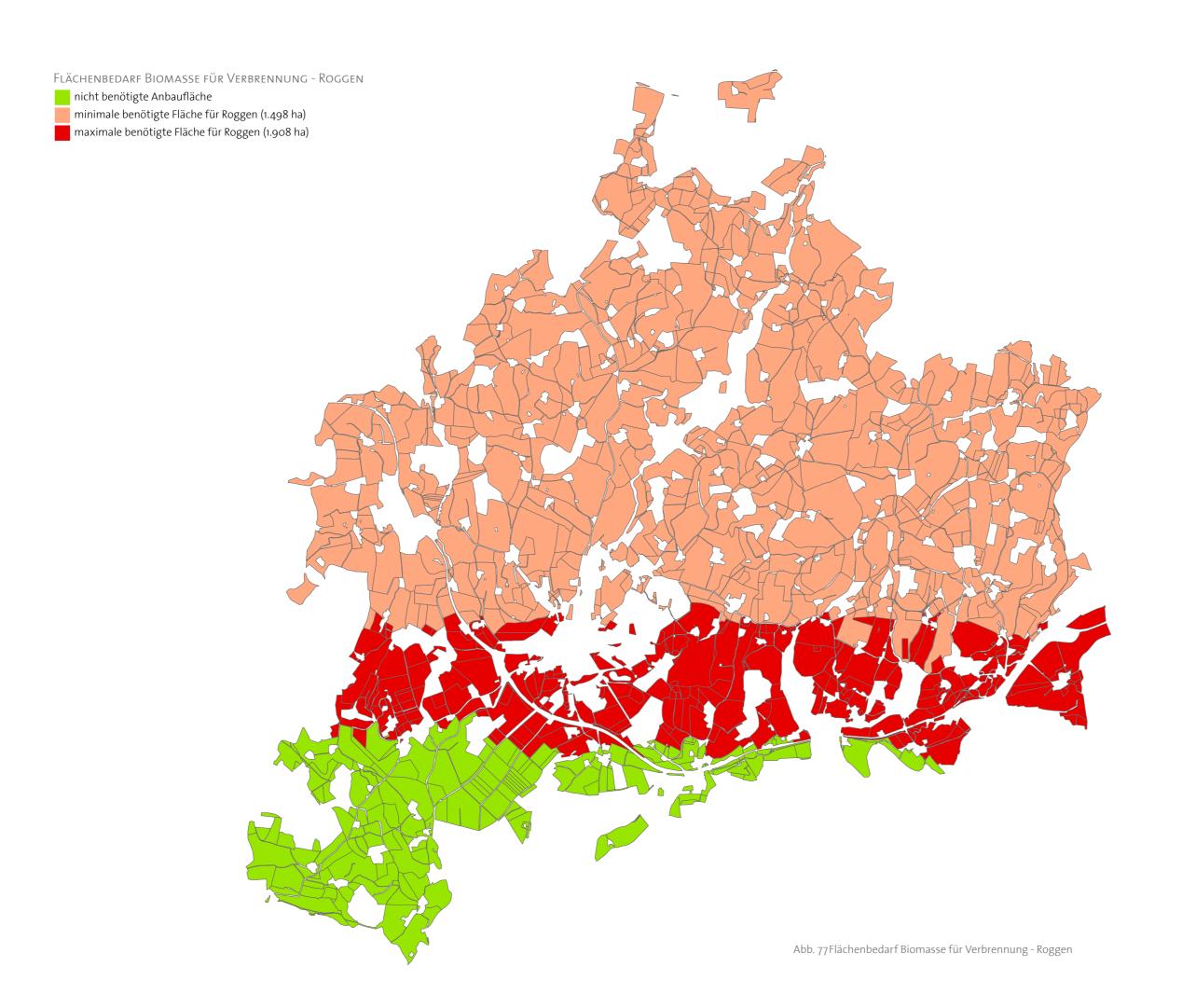
Um den kompletten Wärmebedarf des Dorfgebietes von jährlich 30 GWh (bei unsaniertem Gebäudebestand) mit Biomasse decken, muss zuerst ein Nahwärmenetz für den Wärmetransport errichtet werden. Eine Deckung des Bedarfs in den umliegeneden Weilern und Einzelhöfen wäre mit der Anbindung an ein Nahwärmenetz nicht zu bewerkstelligen. Die Entfernungen und die damit verbundenen Wärmeverluste wäre zu groß.

Beim Nahwärmenetz müssen Wärmeverluste durch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen. Dies bedeutet ein weiterer Wärmebedarf von 3 GWh. Insgesamt müsste die Biomasse dann 33 GWh an Wärme bereitstellen.

Für die Berechnungen der einzelnen Energiepflanzen zur Deckung der 33 GWh Wärmebedarf für das Dorfgebiet wurde von einer Hauptfruchtstellung ausgegangen. Durch die Nutzung von Zweikulturnutzungssystemen wären zwar höhere Erträge je Hektar möglich, um die Vergleichbarkeit unter den Energiepflanzen nicht zu verfälschen wurde auf diese Anbaumöglichkeit in dieser Berechnung verzichtet.



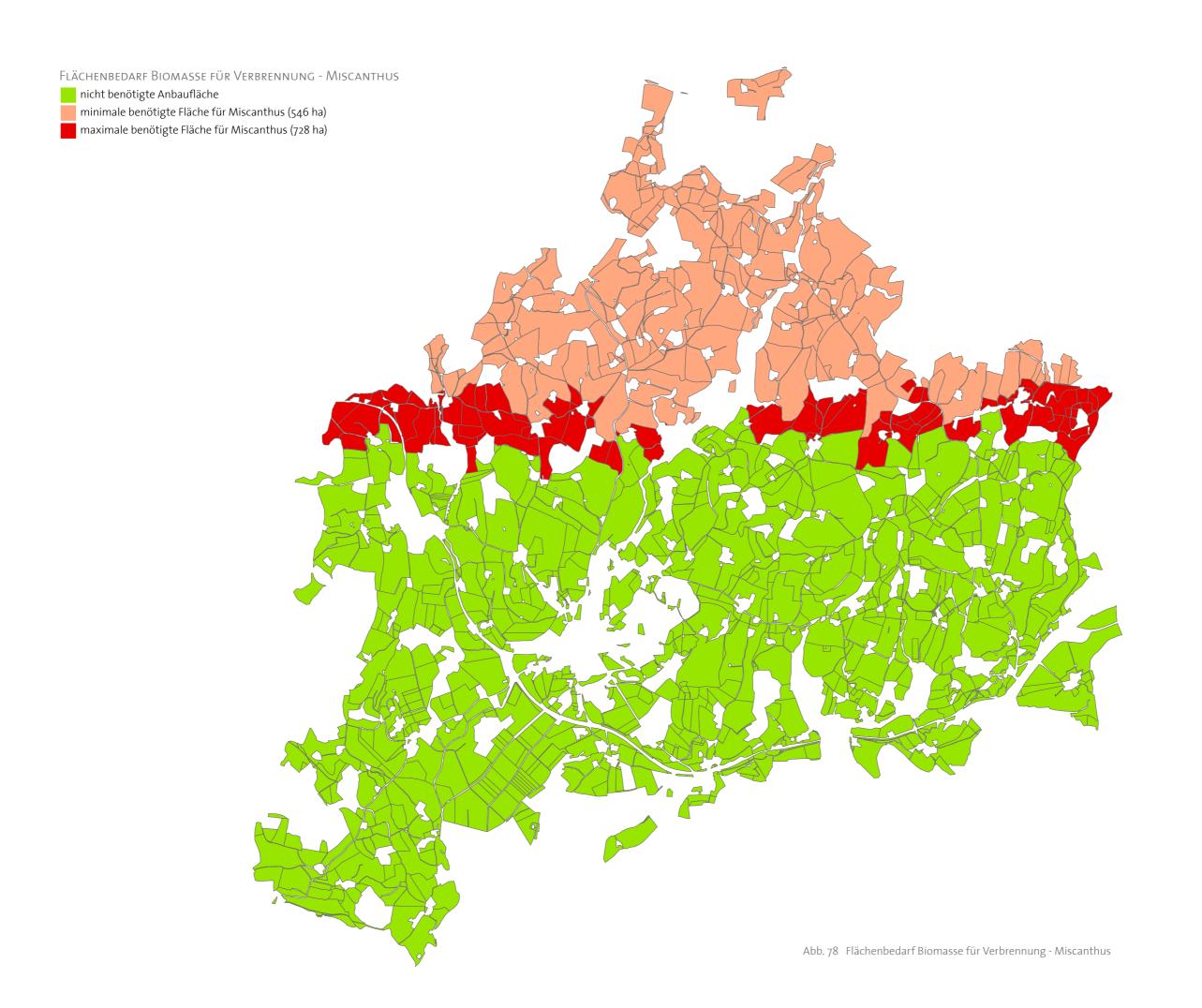




Abb. 79 Flächenvergleich Waldfläche und Gesamtfläche der Gemeinde



Abb. 80 Anteil von Pflegeholz am Wärmebedarf des Dorfgebietes

	Ertrag Wärme	Gesamt Ertrag Wärme
Art	кWн/на	GWн
Restholz	2.240 - 2.480	1.03 - 1,14
Pflegeholz	1.280 - 2.960	0,59 - 1,36

gerundete Werte

Tab. 41 Maximaler Energieertrag von forstwirtschaftlicher Biomasse (Flächennutzung von 460 ha)

7.4.3 Forstwirtschaftliche Biomasse

Als Forstwirtschaftliche Biomasse werden im weiteren Waldrestholz und Schwachholz auf ihre energetischen Potentiale hin untersucht. Das Gemeinde verfügt über 460 ha Waldfläche.

Der Wirkungsgrad für Biomasse-Heizkraftwerke schwankt in den Fachliteraturen. Die Agentur für Erneuerbare Energien e. V. bezieht sich in ihren Berechnungen auf einen Wirkungs-

(Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2011)

Für die weiteren Berechnungen wird von einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 80 % ausgegangen.

RESTHOLZ

Restholz bleibt bei der Holzernte übrig, da es für die industrielle Verwertung nicht interessant ist. Oftmals verbleibt es nach dem Holzeinschlag im Wald und wird an Interessenten zur weiteren Aufbereitung zu Brennholz verkauft. Zum größten Teil besteht Waldrestholz aus Ästen und Kronenholz.

PFLEGEHOLZ

Dieses Holz muss als Pflegemaßnahme dem Wald entnommen werden um die Qualität und den Ertrag des Holzes zu steigern. Der Großteil des Schwachholzes besteht aus Stämmen mit geringem Durchmesser. Diese sind für die weitere Verarbeitung in der Sägeindustrie uninteressant.

ME

	Ertrag	Energieertra	minimaler Ertrag Wär	MAXIMALER ERTRAG WÄR
Art	т ҒМ/на	кWн/на	кWн	кWн
Restholz	0,5 - 0,9	2.800 - 3.100	2.240	2.480
Pflegeholz	0,5 - 0,9	1.600 - 3.700	1.280	2.960

Tab. 42 Energieertrag von forstwirtschaftlicher Biomasse

Da Restholz beim Holzeinschlag nur einmalig anfällt und keine Zahlen zur Holzeinschlagsfläche in der Gemeinde vorliegen, kann keine Berechnung Energieertrages vorgenommen werden. Eine theoretische Hochrechnung ist in der Tabelle links zu sehen. Dabei ist zu beachten das bei diesem Energieertrag für Restholz die gesamten 460 ha Wald geschlagen wurden.

Gemessen am Gesamtwärmebedarf für die Versorgung des Dorfgebietes über ein Nahwärmenetz und die dafür benötigte Wärme von 33 GWh, könnte das Pflegeholz einen Anteil von 1,8 - 4,1 % decken wenn es über ein Heizkraftwerk energetisch genutzt werden würde.

		Ertrag	Ertrag	Methanertrag	minimaler Ertrag Strom	maximaler Ertrag Strom	minimaler Ertrag Wärme	maximaler Ertrag Wärme
Tierart	Anzahl	Mist/Gülle	Einheit	M³∕T FM	кWн/на	кWн/на	кWн/на	кWн/на
Rinder	4186	7,5 - 21,0	m³/Tierplatz	12,50 - 18,75	139.533	209.300	279.067	418.600
Schweine	1047	1,2 - 6,0	m³/Tierplatz	14,0 - 21,0	156.277	234.416	312.555	468.832
Pferde	67	5,8 - 7,8	t/Tierplatz	31,5 - 47,5	351.624	530.227	703.248	1.060.453
Hühner	303	1,4 - 2,9	t/100 Tiere	28,15 - 42,23	314.229	471.399	628.458	942.799
Schaafe	428	2,0 - 2,2	t/Tierplatz	54,0 - 81,0	502.320	904.176	1.004.640	1.808.352
geasmt	I	ı	ı	1	1.463.984	2.349.518	2.927.967	4.699.036

Tab. 43 Aufkommen und Energieertrag von Gülle und Mist in der Gemeinde Amtzell

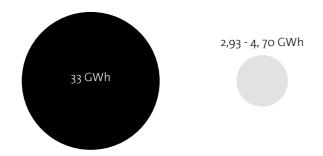


Abb. 81 Wärmeertrag von Gülle und Mist bei Nutzung in Biogasanlage

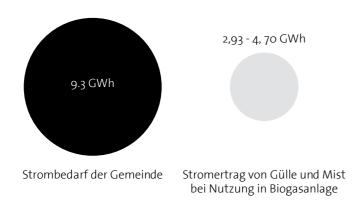


Abb. 82 Stromertrag von Gülle und Mist bei Nutzung in Biogasanlage

7.4.4 GÜLLE UND MIST

Das energetische Potential von Gülle und Mist aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung wird anhand von Exkrementeaufkommen und Anzahl der jeweiligen Tierart bestimmt werden. Die Verwertung erfolgt in einer Biogasanlage. Die zu erwartenden Energieerträge werden anhand der Kennwerte für Biogasertrag und Methananteil berechnet.

Bei den Berechnungen für die Verwertung von Biomasse in Biogasanlagen wird von einem Kraftwerkswirkungsgrad von 80 % ausgegangen. Die Aufteilung der gewonnenen Energie erfolgt in 1/3 Strom und 2/3 Wärme.

(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Diese Angaben decken sich mit anderen Literaturen zu diesem Thema. Für die weiteren Berechnungen wurde ein Energiegehalt von 10 kWh/m³ Methan angenommen.

Um den kompletten Wärmebedarf des Dorfgebietes von jährlich 30 GWh (bei unsaniertem Gebäudebestand) mit Biomasse decken, muss zuerst ein Nahwärmenetz für den Wärmetransport errichtet werden. Eine Deckung des Bedarfs in den umliegenden Weilern und Einzelhöfen wäre mit der Anbindung an ein Nahwärmenetz nicht zu bewerkstelligen. Die Entfernungen und die damit verbundenen Wärmeverluste wäre zu groß.

Um eine Vergleichbarkeit zu den zuvor behandelten Biomassen zu erhalten, beziehen sich die Berechnungen ebenfalls auf den Wärmebedarf des Dorfgebietes. Die Gülle und der Mist fällt zwar in den umliegenden Weilern und Einzelhöfen an, eine Nutzung der anfallenden Wärme bei der Stromproduktion durch das Biogas wäre jedoch sehr schwer. Eine Nutzung der anfallenden Wärme wäre nur in einzelnen Fällen, bei nahe zusammenliegenden Weilern und Einzelhöfen möglich.

Beim Nahwärmenetz müssen Wärmeverluste durch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen. Dies bedeutet ein weiterer Wärmebedarf von 3 GWh. Insgesamt müsste die Biomasse dann 33 GWh an Wärme bereitstellen. Durch das Aufkommen an Gülle und Mist könnten durch den Betrieb einer Biogasanlage mit BHKW und Nahwärmenetz insgesamt 2,93 bis 4,70 GWh Wärme an die Haushalte bereitstellen. Dies entspricht 8,9 bis 14,2 % am Gesamtwärmebedarf der Dorfstruktur. Mit den dabei entstehenden 1,46 bis 2,35 GWh Strom könnten 15,7 bis 25,3 % des Gesamten Strombedarfs der Gemeinde gedeckt werden.

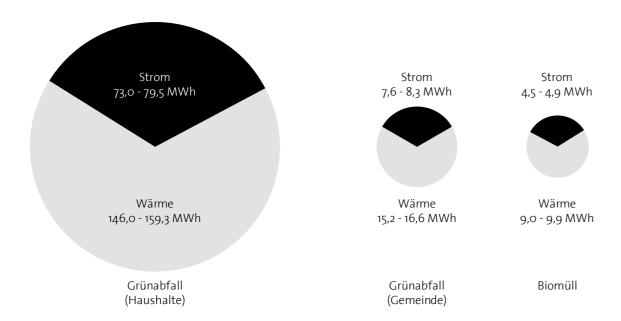


Abb. 83 Aufkommen und Energieertrag von Biomüll und Grünabfall in der Gemeinde Amtzell

		GESAM
MÜLLART		Т
Grünabfall (Haushalte)		497,8
Grünabfall (Gemeinde)		51,9
Biomüll (3916 Einwohner)	79 kg/Einwohner	30,9
gesamt		581

Tab. 44 Aufkommen von Biomüll und Grünabfall

	Ertrag	Methanertrag	MINIMALER ERTRAG STROM	MAXIMALER ERTRAG STROM	minimaler Ertrag Wärme	Maximaler Ertrag Wärme
Müllart	т	M³/T FM	кWн/на	кWн/на	кWн/на	кWн/на
Grünabfall (Haushalte)	497,8	55 - 60	73.011	79.648	146.021	159.296
Grünabfall (Gemeinde)	51,9	55 - 60	7.612	8.304	15.224	16.608
Biomüll	30,9	55 - 60	4.537	4.950	9.075	9.900
gesamt	581	1	85.160	92.902	170.320	185.804

Tab. 45 Aufkommen und Energieertrag von Biomüll und Grünabfall in der Gemeinde Amtzell

7.4.5 BIOMÜLL UND GRÜNABFALL

Biomüll aus den Privathaushalten und Grünabfall lassen sich in Biogasanlagen energetisch verwenden. Die Gemeinde hat eine zentrale Sammelstelle für Grünmüll. Die Bürgerinnen und Bürger, sowie die Gemeinde selbst entsorgen dort ihren Grünmüll. Diese Sammelstelle wird von einem privaten Unternehmen geführt, welches die angenommen Abfälle dann kompostiert und für den eigenen Bedarf nutzt. Eine energetische Nutzung erfolgte bislang nicht. Erst seit kurzem liefert die Gemeinde ihren Grünmüll in die Biogasanlage für das Nahwärmenetz der Gemeinde. Dies betrifft jedoch nur die Abfälle der Gemeinde.

Für die Berechnung der anfallenden Mengen wurde beim Biomüll auf die Durchschnittswerte des Landkreises Ravensburg zurückgegriffen. Die Daten für Grünabfall stammen von der Gemeinde selbst. Hierbei wurden die anfallenden Mengen aus der Park- und Landschaftspflege der Gemeinde und die privaten Grünmüllmengen getrennt voneinander erfasst. So ist eine Berechnung der Potential aus Gemeindeeigenem und aus Privatem Grünmüll möglich.

Bei den Berechnungen für die Verwertung von Biomasse in Biogasanlagen wird von einem Kraftwerkswirkungsgrad von 80 % ausgegangen. Die Aufteilung der gewonnenen Energie erfolgt in 1/3 Strom und 2/3 Wärme.

(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Diese Angaben decken sich mit anderen Literaturen zu diesem Thema. Für die weiteren Berechnungen wurde ein Energiegehalt von 10 kWh/m³ Methan angenommen.

Um den kompletten Wärmebedarf des Dorfgebietes von jährlich 30 GWh (bei unsaniertem Gebäudebestand) mit Biomasse decken, muss zuerst ein Nahwärmenetz für den Wärmetransport errichtet werden. Eine Deckung des Bedarfs in den umliegenden Weilern und Einzelhöfen wäre mit der Anbindung an ein Nahwärmenetz nicht zu bewerkstelligen. Die Entfernungen und die damit verbundenen Wärmeverluste wäre zu groß.

Um eine Vergleichbarkeit zu den zuvor behandelten Biomassen zu erhalten, beziehen sich die Berechnungen ebenfalls auf den Wärmebedarf des Dorfgebietes.

Beim Nahwärmenetz müssen Wärmeverluste durch die Übertragung in Kauf genommen werden. Diese können je nach Netzlänge, Netzauslastung und Wärmeentnahme 25 - 40 % betragen.

(Fachverband Biogas e.V.)

In diesem Falle wird für die Wärmeverluste im Nahwärmenetz ein Mittelwert von 30 % angenommen. Dies bedeutet ein weiterer Wärmebedarf von 3 GWh. Insgesamt müsste die Biomasse dann 33 GWh an Wärme bereitstellen. Das gesamte Aufkommen an Biomüll und Grünabfall könnte 170.320 bis 185.803 kWh Wärme und 85.160 bis 92.902 kWh Strom durch die Verwertung in einer Biogasanlage mit BHKW und Nahwärmenetz bereitstellen. Für diese Energie müssten keine neuen Flächen belegt werden da der Müll ohnehin vorhanden ist und nur genutzt werden müsste.

Mühlenbezeichnung	ORT/WEILER	Fliesgewässer	Gebäude vorhanden	Mühlrad vorhanden
Schmittensäge	Schmitten	Rohne	х	
Knochenmühle	Schmitten	Rohne	х	
Reibeisenmühle	Reibeisen	Rohne	х	Х
Haselmühle	Eggenreute	Eggenbach	х	
Winkelmühle Mahlmühle	Winkelmühle	Eggenbach	х	
Winkelmühle Sägemühle	Winkelmühle	Eggenbach	х	
Voglersche Hammerschmiede	Amtzell	Eggenbach	х	Х
Untermühle	Amtzell	Eggenbach	х	
Sägerei	Amtzell	Eggenbach	Х	
Schmiede	Amtzell	Eggenbach	Х	
Hagmühle	Karbach	Karbach	х	Х
Sägewerk Hagmühle	Karbach	Karbach	х	х

Tab. 46 Mühlenverzeichnis Gemeinde Amtzell mit Gebäude- und Mühlradbestand

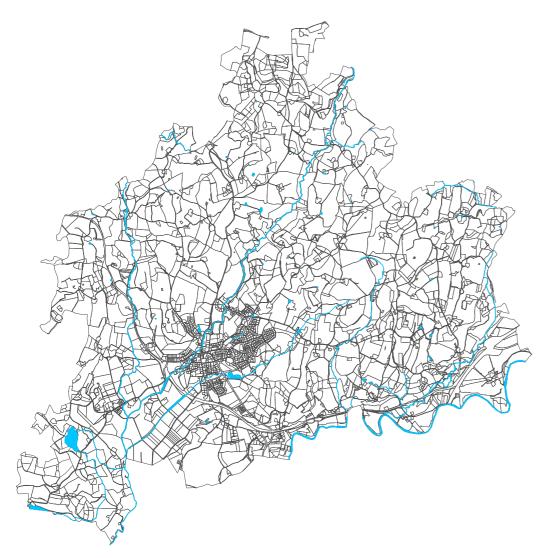


Abb. 84 Gemeindegebiet mit Gewässerkarte

7.5 Wasserkraft

Auf dem Gemarkungsgebiet der Gemeinde befinden sich mehrere Mühlen. Einige davon sind restauriert und voll funktionsfähig, während von anderen Mühlen nur noch die Grundmauern erhalten sind. Die in der Tabelle aufgeführten Mühlen wären potentielle Standorte für die Reaktivierung von Laufwasserkraftwerken.

Für die Energiegewinnung innerhalb der Raumtypen sind nur Laufwasserkraftwerke geeignet. Hierbei liegt das größte Potential in der Modernisierung oder der Reaktivierung von Kleinwasserkraftanlagen. Für die Stromerzeugung an Laufwasserkraftwerken kann man von einer installierten Leistung von bis zu 10-45 KW ausgehen. Mit 4.500-6.500 Volllaststunden im Jahr wären diese für die Deckung der Grundstromlast geeignet. Der Ertrag hängt jedoch stark von den jahreszeitlich bedingten Schwankungen der Wassermenge ab.

(Deutsches Institut für Urbanistik GmbH, 2010)

Wasserräder

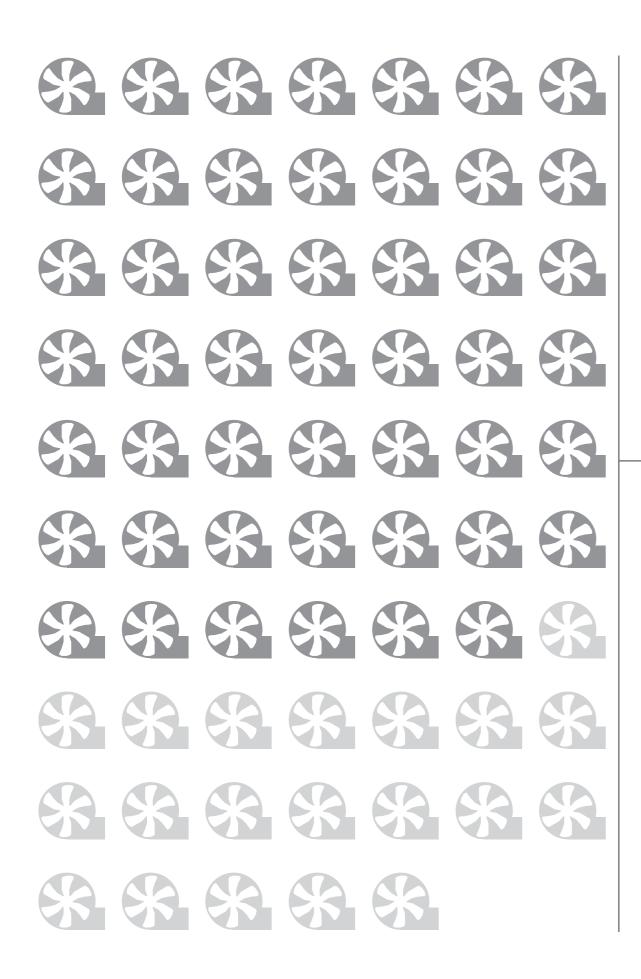
Würde man lediglich auf die Mühlen zurückgreifen, bei denen das Mühlrad noch vorhanden wäre, könnte man jährliche Stromerträge von 45.000-292.500 KWh pro Laufwasserkraftwerk erzielen. Die tatsächlich zu erzielenden Stromerträge dürften sich aufgrund der eher kleinen Gewässer jedoch eher im unteren Bereich des theoretisch möglichen einpendeln. Geht man von einer mittleren Anlagengröße mit 30 KW aus, könnten die vier Mühlen insgesamt 540.000-780.000 KWh Strom erzeugen.

Turbinen

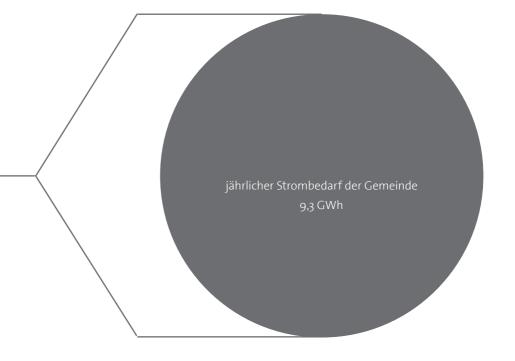
Neben Wasserrädern können auch kleine Turbinen zur Stromgewinnung genutzt werden. Hier kann die Leistung im Gegensatz zu den Wasserrädern zwar beliebig groß sein, aufgrund der eher kleinen Gewässer wird an dieser Stelle eine Leistung von 30 KW für die Stromerzeugung mit Turbinen angenommen. Würden an den übrigen früheren Mühlenstandorten mit noch bestehenden Gebäuden Laufwasserkraftwerke mit Turbinen zum Einsatz kommen könnten zusätzlich je Turbine 135.000-195.000 kWh Strom erzeugt werden. Würden an allen übrigen Standorten Turbinen installiert könnte man 1,08-1,56 GWh Stromertrag im Jahr möglich. Aus Referenzwerten der Wasserturbine in der Winkelmühle ist ersichtlich das im wasserarmen Jahr 2010 lediglich 1410 Volllasstunden zur Stromerzeugung genutzt werden konnten.

	minimales Erzeugungspotential Einzelanlage	maximales Erzeugungspotential Einzelanlage
Art	кWн/а	кWн/а
Anlagen mit Mühlräder	135.000	195.000
Anlagen mit Turbinen	135.000	195.000

Tab. 47 Potential zur Stromerzeugung von theoreisch denkbaren Wasserkraftstandorten



Um den kompletten Strombedarf der Gemeinde aus Wasserkraft zu erzeugen zu können wären 48-68 Wasserturbinen notwendig. Diese wäre dann in der Lage die benötigten 9,3 GWh jährlich bereitzustellen.



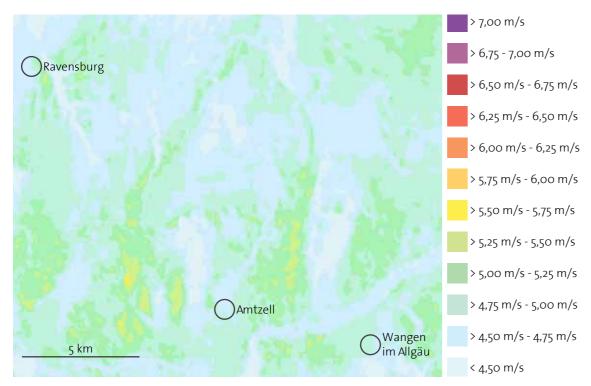


Abb. 86 Windgeschwindigkeiten 80 Meter über Grund



Abb. 87 Potentielle Standorte für Windräder mit 200 m Mindestabstandsfläche

7.6 WINDKRAFT

Windkraftanlagen dienen allein der Stromerzeugung und benötigen exponierte und windreiche Orte. Der süddeutsche Raum wird aufgrund der geringen Windgeschwindigkeiten kein Windkraftstandort werden. Jedoch kann an einzelnen exponierten und windreichen Orten die Errichtung einer Windkraftanlage lohnenswert sein. Der Ersatz von alten Anlagen mit leistungsstärkeren Generatoren weißt in Deutschland ein großen Potential auf. Da es auf dem Gemeindegebiete keine alten Anlagen stehen, liegt das Potential hier in der Errichtung von neuen Windrädern. Ausgewiesenen potentielle Standorte für die Errichtung von Windkraftanlagen gibt es keine. Aktuell sind alle Genehmigungen für Windkraftanlagen aufgrund der Überarbeitung der Vorranggebiete im Landkreis Ravensburg gestoppt. Die hier aufgezeigten Standorte stellen lediglich theoretische Gebiete für Windkraftanlagen dar.

Kleinwindkraftanlagen

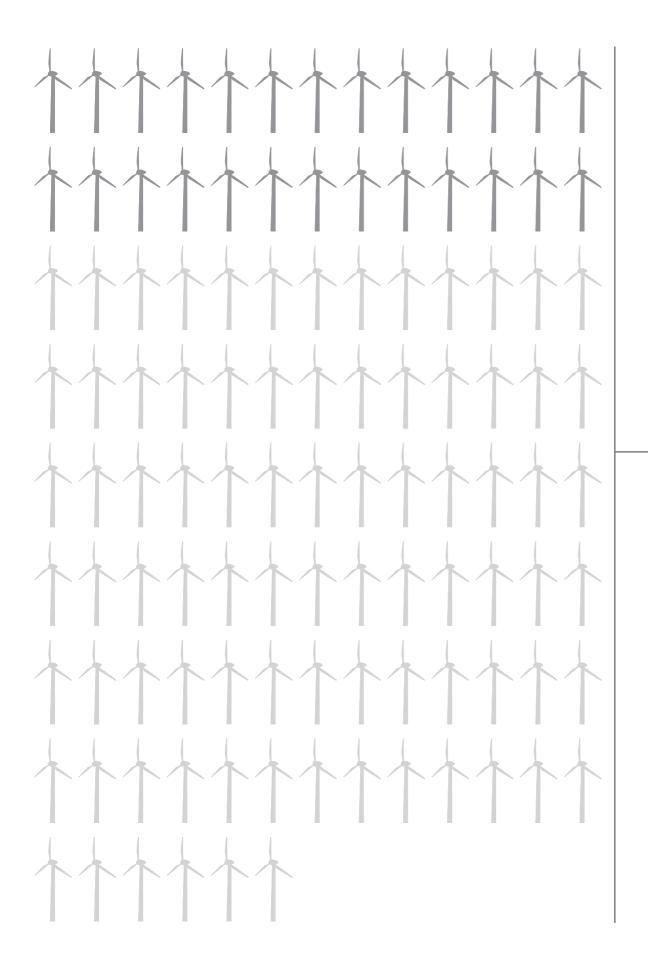
Für den Einsatz im Stadtraum oder in Dorfgebieten ist nur der Einsatz von Kleinwindkraftanlagen möglich. Bei einer Masthöhe von 5,5 m und Windgeschwindigkeiten in Bodennähe von 3-6 m/s könnte eine solche Anlage 0,1 - 0,5 kW Leistung bereitstellen. Bei 1.400-3.200 Volllaststunden im Jähre könnte pro Anlage 140 - 1.600 kWh elektrische Leistung produziert werden.

Windrad

Für den Einsatz im Umland könnte auch der Einsatz von größeren Windrädern interessant sein. Windgeschwindigkeiten von bis zu 6 m/s können in einer Höhe von 80 m über Grund für den Betrieb von Windkraftanlagen ausreichen. Um eine gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden sollte ein Abstand unter den Windrädern von 200 m eingehalten werden. Bevorzugte geeignete Flächen wären in den höher gelegenen nördlichen Gebieten der Gemeinde. Ein Windrad mit 900 kW Leistung, einer Nabenhöhe von 76 m und einem Rotordurchmesser von 48 m kann bei einer Windgeschwindigkeit von 5 - 6 m/s eine Leistung von 60-110 kW bereitstellen. Bei 1.400 - 3.200 Volllaststunden im Jähre könnte pro Anlage 84.000 - 352.000 kWh elektrische Leistung produziert werden.

	minimales Erzeugungspotential Einzelanlage	maximales Erzeugungspotential Einzelanlage
Art	кWн/а	кWн/а
Vertikalwindrad, Masthöhe 5,5 m	140	1.600
Windrad mit 76 m Nabenhöhe	84.000	352.000

Tab. 48 Potential zur Stromerzeugung von theoreisch denkbaren Windkraftstandorten



Um den kompletten Strombedarf der Gemeinde aus Windkraft erzeugen zu können, wären 26-110 Windräder mit einer Nabenhöhe von 76m notwendig. Diese wäre dann in der Lage die benötigten 9,3 GWh jährlich bereitzustellen.

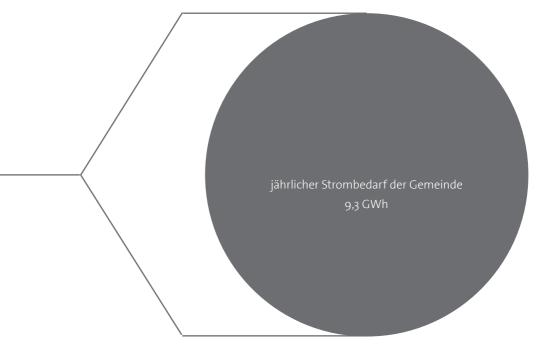




Abb. 89 Futtertrocknungsanlage in Geiselharz

7.7 SONSTIGE POTENTIALE

Unter sonstigen Potentialen werden Anwendungen für die Energieerzeugung erwähnt, welche auf spezielle Gegebenheiten und Anforderungen angewiesen sind. Mögliche und bisher ungenutzte Potential der Gemeinde werde hier aufgeführt.

Umgebungswärme von Abwasser

Die Nutzung der im Abwasser enthaltenen Wärme macht am meisten Sinn wenn produzierende Industrie vorhanden ist. Dort fallen Abwässer in großen Mengen an die für die Energieerzeugung geeignet sind. Bei Gebäudeensembles macht es erst ab ca. 50 Wohneinheiten Sinn die Abwässer zu nutzen. Neben der Abwasserwärmenutzung im Kanalnetz kann die Nutzung der geklärten Abwässer in Kläranlagen sinnvoll sein. Auf dem Gemarkungsgebiet der Gemeinde befindet sich jedoch weder eine Kläranlage, noch werden die Abwässer im Kanalnetz energetisch genutzt.

(Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2009)

Grubenwässer und Grubenluft

Diese Form der Energieerzeugung beruht auf der Nutzung der in aufgegebenen Bergwerken gespeicherten Wärme. Weiter könnte auch die Nutzung von Tunnelwärme interessant sein. Aufgrund fehlender Anlagen und Gebiete kommt diese Nutzung für die Gemeinde nicht in Frage.

FUTTERTROCKNUNGSANLAGE

Ein großer Wärmelieferant ist auch die in Geiselharz angesiedelte Futtertrocknungsanlage. Eine Nutzung der Prozessabwärme wurde von den Betreibern bereits in mehreren Varianten angedacht. Da die Anlage in den Wintermonaten nicht in Betrieb ist, steht auch die Wärmequelle genau dann nicht zu Verfügung wenn sie benötigt wird. In den warmen Jahreszeiten von Anfang Mai bis Ende Oktober hat die Trocknungsanlage Laufzeiten 1.500 bis 2.000 Stunden. Eine Nutzung dieser Abwärme ist demnach nicht möglich.

Ausbau des bestehenden Nahwärmenetzes

Ein weiterer Ausbau des bestehenden Nahwärmenetzes wäre durchaus denkbar. Die Biogasanlage in Schmitten wurde bereits so geplant, dass eine spätere Erweiterung problemlos möglich wäre. Die Nahwärmeleitung wurde ebenfalls größer als momentan nötig dimensioniert um eine größere Wärmemenge transportieren zu können. Ein Ausbau des bestehenden Nahwärmenetzes wäre demnach möglich um weitere Gebäude regenerativ mit Wärme zu versorgen.

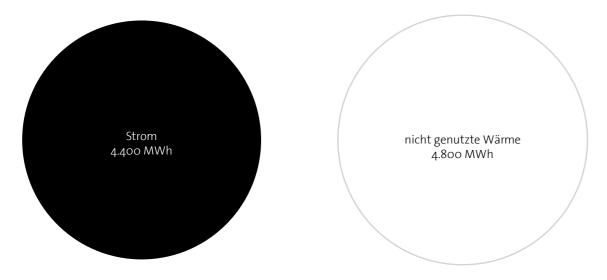


Abb. 90 Strom- und Wärmemenge produziert durch Amtzeller Werk für Biogas

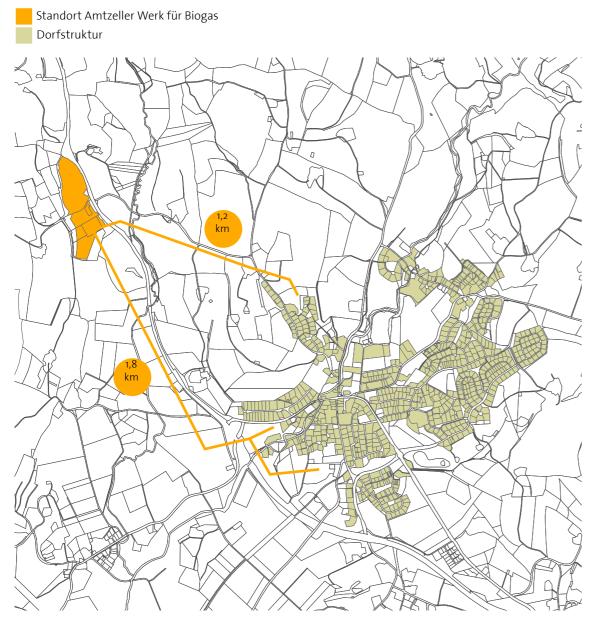


Abb. 91 Mögliche Leitungsführungen für Nahwärmenetz

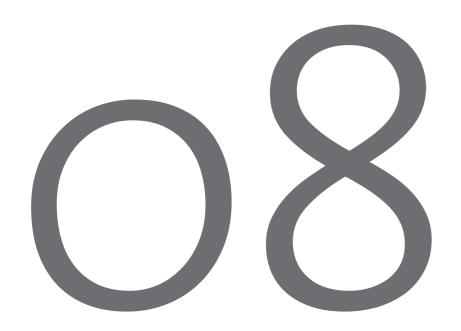
AMTZELLER WERK FÜR BIOMASSE

Das Amtzeller Werk für Biogas steht im Gewerbegebiet Korb, ein wenig außerhalb der Dorfstruktur, und produziert mit einer Generatorenleistung von 625 kW mehr als 4.400 MWh elektrische Energie und rund 4.800 MWh thermische Energie pro Jahr. Verwertet werden pro Jahr rund 18.000 t biologische Abfälle aus dem Bodenseekreis. Eine Nutzung der anfallenden Wärme erflogt bislang nicht. Ein Teil der Wärme wird für das Vorheizen des Fermenters genutzt.

Nahwärmenetz: Bei der Einrichtung eines Nahwärmenetzes müsste eine Distanz von 1,2 bis 1,8 km überbrückt werden. Eine zusätzliche Schwierigkeit wäre die Querung der Leitung unter der Umgehungsstraße hindurch. Durch die lange Distanz muss mit großen Verlusten gerechnet werden. Von den 4.800 MWh thermischer Energie würden 30 % durch die Übertragungsverluste verloren gehen. Trotz der großen Verlusten würden insgesamt noch ca. 3.360 MWh für die Haushalte zu Verfügung stehen.

Gasnetz: Eine Alternative zur Erstellung einer Nahwärmeleitung bis in das Gemeindegebiet ist wäre die Einspeisung des aufbereiteten Biogases in das öffentliche Gasnetz. Das Verlegen von Gasleitungen ist im Gegensatz zur Nahwärmeleitung einfacher und kostengünstiger. Zudem könnte auf eine bereits bestehende Infrastruktur des Gasnetzes zurückgegriffen werden. Die bereits angeschlossenen Haushalte könnten somit regenerativ mit Wärme versorgt werden. In neu anzuschließenden Haushalten könnte die alte Heizungsanlage einer neuen und effektiveren Anlage weichen und somit ebenfalls den Bewohnern umweltfreundliche Wärme zu Verfügung stellen.

Brennstofftrocknung: Eine weitere mögliche Nutzung der großen Wärmemengen wäre die Trocknung von Hackschnitzeln und anderen nachwachsenden Energieträgern zur späteren Verbrennung in Holzheizkraftwerken. So wäre eine sinnvolle Nutzung der produzierte Wärme möglich. Entscheidet sich die Gemeinde für die Nutzung ihrer Rest- und Pflegehölzer aus der Landwirtschaft oder angebaute Energiepflanzen in einem Heizkraftwerk energetisch zu nutzen, könnten ohne lange Wege die dafür benötigten Brennstoffe getrocknet und der Verbrennung im Heizkraftwerk zugeführt werden.



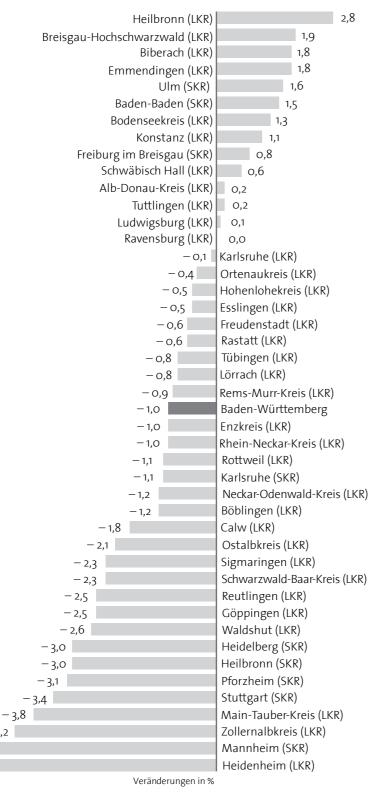


Abb. 92 Erwartete Veränderung der Einwohnerzahlen in Baden-Württemberg von 2005 bis 2025

- 5,0

- 5,7

8.1 Entwicklung in der Region

Die Bevölkerungsentwicklung ist in Baden-Württemberg in den vergangenen Jahrzehnten dynamischer verlaufen als in den meisten anderen Regionen Deutschlands. Seit der Gründung des Landes im Jahre 1952 hat sich die Einwohnerzahl um gut vier Millionen oder knapp zwei Drittel erhöht, sodass heute rund 10,75 Millionen Menschen im Südwesten leben. Baden-Württemberg hatte damit den mit Abstand höchsten Bevölkerungszuwachs aller Bundesländer. Hessen und Bayern folgen mit einem Plus von 40 % bzw. 38 %.

Der jüngsten Bevölkerungsvorausrechnung des Statistischen Landesamtes für Baden-Württemberg liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Die Geburtenrate bleibt mit etwa 135 Kindern je 100 Frauen in Zukunft so niedrig wie sie heute ist.
- Die Lebenserwartung steigt ähnlich an wie in den letzten 30 Jahren, sodass diese im Jahr 2050 bei etwa 84 Jahre für Männer und etwas über 88 Jahre für Frauen liegen könnte; dies wären bei den Männern rund sechs Jahre mehr als heute, bei den Frauen immerhin gut fünf Jahre mehr.
- > Der Zuwanderungsgewinn bis 2050 liegt bei 17 000 Menschen pro Jahr.

Unter diesen Bedingungen würde die Einwohnerzahl des Landes bis 2011 noch leicht auf rund 10,77 Millionen Menschen ansteigen, danach jedoch zurückgehen. Im Jahr 2050 hätte das Land dann nur noch knapp 9,7 Millionen Einwohner, also eine Million weniger als heute und damit ebenso viele wie 1990. Diese rückläufige Entwicklung ergibt sich daraus, dass künftig aller Voraussicht nach aufgrund der Altersstruktur der Bevölkerung Jahr für Jahr mehr Menschen sterben als Kinder geboren werden und die angenommenen Wanderungsgewinne nur noch kurze Zeit das Minus in der Bilanz aus Geburten und Sterbefällen ausgleichen können.

(Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2009)

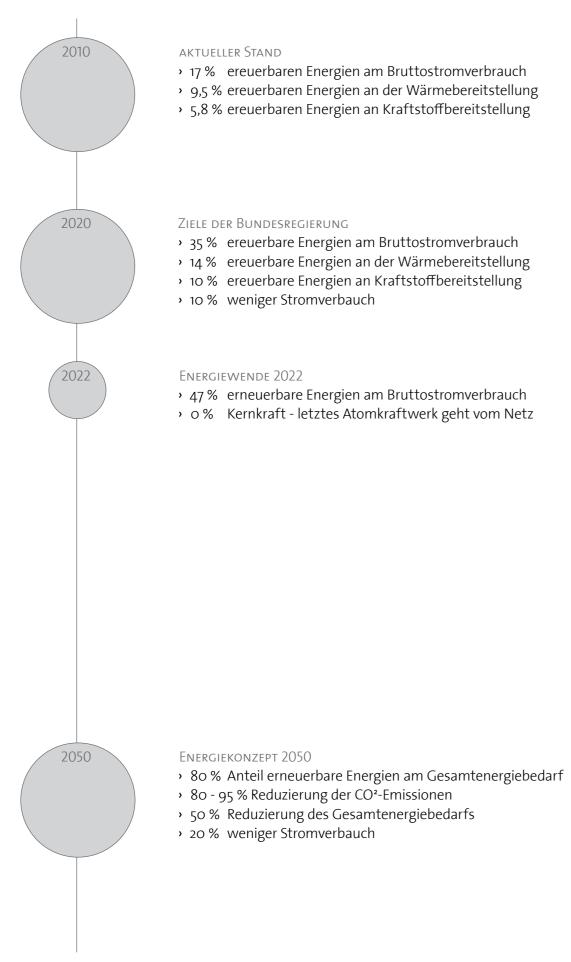


Abb. 93 Energiepolitische Ziele der Bundesregierung

8.2 Energetische Meilensteine der Bundesregierung

Wie schlägt sich die Gemeinde im Vergleich zu den bundesweiten Anteilen der erneuerbaren Energien? Bei der Betrachtung der Anteile von erneuerbaren Energien wurde die Kraftstoffbereitstellung nicht weiter untersucht.

Strombedarf

Im Vergleich zu den aktuellen Zahlen schneidet die Gemeinde zumindest beim Stromverbrauch hervorragend ab. Liegt der gesamte Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland doch bei 17 %, beträgt er in Amtzell stolze 120%. Dieser Wert ergibt sich aus der benötigten Menge Strom von 9,32 GWh/a und der im Jahr 2010 eingespeisten Menge von 11,23 GWh. Als Stromproduzent könnte die Gemeinde in Zukunft dazu beitragen den Bedarf der Regionen mit einer negativen Energiebilanz zu decken.

Wärmebedarf

Ausgehend von einem nahezu unsanierten Gebäudebestand benötigt die Gemeinde aktuell 47,42 GWh/a Wärme in einem Jahr. Wie viele Haushalte in der Gemeinde bereits heute mit erneuerbaren Energien beheizt werden ist nur schwer zu sagen. Der Trend mit Holz zu heizen wird mit Sicherheit einen positiven Effekt auf den Anteil der regenerativen Energien gehabt haben. Zudem wird in vielen Wohnteilen der landwirtschaftlichen Betrieben noch traditionell mit Holz geheizt. Einen weiteren positiven Ausschlag dürfte die Anbindung der kommunalen Großverbraucher wie Schulzentrum und Sporthallen gegeben haben. Der bundesweite Anteil von 9,5 % könnte erreicht sein. Der tatsächliche Stand kann aufgrund fehlender Daten nicht ermittelt werden.

Strombedarf 2020

Die Ziele der Bundesregierung für 2020 hat die Gemeinde zumindest beim Strom bereits heute überschritten. Es ist eher davon auszugehen das die produzierte Strommenge in der Gemeinde weiter ansteigen wird. Bei weiter steigenden Preisen für Strom und den bestehenden Anreizen für die Stromeinspeisung kann davon ausgegangen werden, dass die Gemeinde weiterhin eine positive Strombilanz vorweisen kann. Die geforderten 35 % erneuerbare Energien für den Strombedarf dürften zumindest in der Gemeinde mit Sicherheit überschritten werden.

Wärmebedarf 2020

Wie bereits erwähnt sind genaue Angaben über den wirklichen Anteil an erneuerbaren Energien in der Wärmebereitstellung für die Gemeinde nicht zu ermitteln. Soll der Anteil aber von heute 9,5 % auf 14 % im Jahr 2020 steigen, so ist das nur in der Kombination mit Energieeinsparungen zu bewerkstelligen. Allein durch die Sanierung aller alten Gebäude auf einen aktuellen Stand würde den Wärmebedarf der Gemeinde von 47,42 GWh/a pro Jahr auf insgesamt 28,14 GWh/a herunterschrauben. Die eingesparten 19,28 GWh/a würden eine Energieersparnis von knapp 40,66 % bedeuten. Alleine diese Energie müsste nicht mehr aus regenerativen Quellen bereitgestellt werden. Geht man von einer gleichbleibenden Entwicklung bei der Sanierung bis zum Jahr 2050 aus, könnte man im Jahr 2020 bereits 10% Energieersparnis erzielen. Das würde bedeuten das knapp 4,82 GWh/a an Wärme eingespart werden könnten.

Energiekonzept 2050

Diese Vorgaben sind ohne den Zubau von erneuerbaren Energien, alleine durch Einsparungen nicht mehr zu erfüllen. 80 % erneuerbare Energien erfordern eine komplette Umstrukturierung der Bedarfsstrukturen, nicht nur innerhalb der Gemeinde Amtzell.

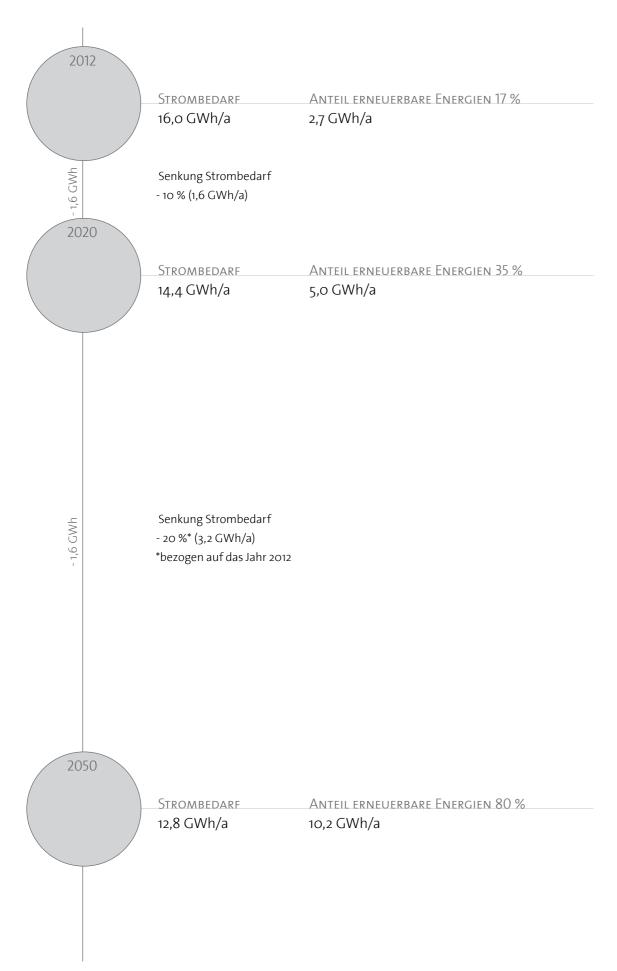


Abb. 94 Ziele der Bundesregierung und die Auswirkungen auf den Strombedarf der Gemeinde

8.3 Energetische Meilensteine der Gemeinde

Um die von der Bundesregierung genannten Zielvorgaben zu erreichen muss die Gemeinde handeln. Wie eine Neuausrichtung hin zu regenerativen Energien aussehen könnte beschreibt dieses Szenario. Von alleine werden die Anteile der erneuerbaren Energien nicht erreicht. Die Gemeinde muss den Bürgerinnen und Bürgern die Option auf erneuerbare Energien im Allgemeinen anbieten.

Zum Ende dieser Arbeit sind die aktuellen Zahlen für den Strombedarf von der EnBW zu Verfügung gestellt worden. Diese weisen einen Strombezug der Gemeinde von insgesamt 16 GWh/a für das Jahr 2011 aus. Die eingespeiste Strommenge beträgt 24,1 GWh/a. In den vorhergegangen Berechnungen wurde ein Strombedarf von 9,3 GWh/a angenommen. Dieser beruht auf den Kennwerten der Raumtypen. Der Bedarf der Wirtschaftsgebäude beim Raumtyp »Weiler und Einzelhöfe« wurde hierbei aufgrund fehlender Daten nicht berücksichtigt. In den folgenden Berechnungen wird der tatsächliche Strombedarf aus dem Jahr 2011 als Grundlage verwendet.

8.3.1 STROM

Wie bereits erwähnt speiste die Gemeinde im Jahr 2011 bereits 24,1 GWh Strom ins Netz ein. Im Vergleich zum Strombedarf von 16 GWh/a bedeutet dies einen Deckungsgrad von 150,6 %. Geht man, wie von der Bundesregierung geplant, von einem sinkenden Stromverbrauch aus und berücksichtigt die nahezu gleichbleibende Bevölkerungszahl innerhalb der Gemeinde, ist ein ähnlicher Deckungsgrad auch im Jahr 2050 zu erwarten. Durch die vermehrte Nutzung von Biogasanlagen in Verbindung mit Blockheizkraftwerken und den daraus resultierenden Stromerzeugungen, kann man mit einer weitere Verbesserung des Deckungsgrades rechnen.

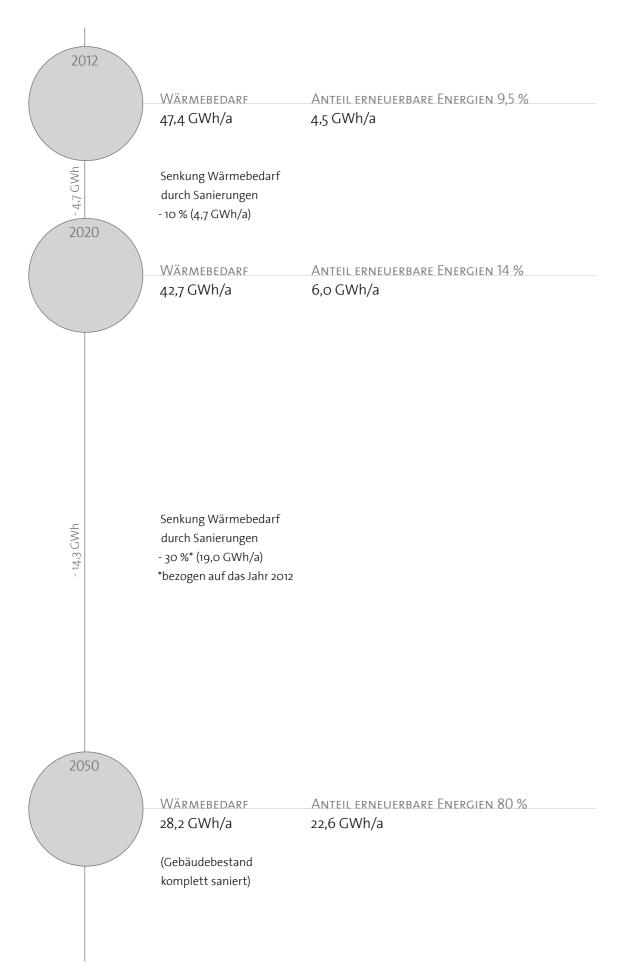


Abb. 95 Ziele der Bundesregierung und die Auswirkungen auf den Wärmebedarf der Gemeinde

8.3.2 Wärme

Können die Deckungsgrade der erneuerbaren Energien beim Strombedarf noch verhältnismäßig einfach erreicht werden, steht man bei der Deckung des Wärmebedarf vor größeren Aufgaben. Als am schwierigsten zu erreichendes Ziel sind die Deckungsgrade durch erneuerbare Energien bei der Wärmebereitstellung. Hier muss die Gemeinde sich in die Pflicht nehmen und reagieren. Als erstes Ziel muss dabei eine Verminderung des Wärmebedarfs angestrebt werden. In Kombination mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien sind so die größten Erfolge zu erzielen. Jede vermiedene Kilowattstunde muss nicht durch erneuerbare Energien erzeugt werden! Wird die Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien ohne eine Reduzierung des Wärmebedarfs vorangetrieben wäre dies mit höheren Investitionskosten in die größer zu dimensionierenden Anlagen und Infrastrukturen verbunden. Wird die Wärmebereitstellung durch erneuerbare Energien also vor der Reduzierung des Wärmebedarfs realisiert, ist mit höheren Kosten der Infrastruktur zu rechnen.

Für die weiteren Berechnungen wird davon ausgegangen, dass die Anbindung der Weiler und Einzelhöfe im Umland an ein Nahwärmenetz nicht stattfinden wird. Vielmehr sind die Weiler und Einzelhöfe dazu angehalten sich selbst mit der benötigten Wärme zu versorgen. Weiler und Einzelhöfe sind durch ihre großen Erzeugungspotentiale von großer Bedeutung die Anteile der erneuerbaren Energien für die gesamte Gemeinde zu erreichen. Bei den Gewerbe und Industriegebieten wird die Wärmerückgewinnung eine große Rolle bei der Energieeinsparung spielen.



2012				
2012	Wärmebedare 6,1 GWh/a	Strombedare 3,8 GWh/a	Anteil EE 9,5 % o,6 GWh/a Wärme o,4 GWh/a Strom	
2020	Einsparung durch Effizienzsteigerung - 10 % (0,6 GWh/a)	Einsparung durch Effizienzsteigerung und Nutzerverhalten - 10 % (0,4 GWh/a)		
2020	Wärmebedarf	Strombedarf	Anteil EE 14 %	
	5,5 GWh/a	3,4 GWh/a	o,8 GWh/a Wärme o,5 GWh/a Strom	

Einsparung durch	Einsparung durch
Effizienzsteigerung und	Effizienzsteigerung
Sanierungen	und Nutzerverhalten
- 20 % (1,2 GWh/a)	- 20 % (0,8 GWh/a)
*bezogen auf das Jahr 2012	*bezogen auf das Jahr 2012

2050				
	Wärmebedarf	Strombedare	Anteil EE 80 %	
	4,9 GWh/a	3,0 GWh/a	3,9 GWh/a Wärme	
			2,4 GWh/a Strom	

Abb. 96 Leitstrategie für den Großraumtyp »Gewerbe und Industrie«

Die Erfüllung der Anteile an erneuerbaren Energien für den Strombedarf wurden bei der Entwicklung einer Leitstrategie für die Gemeinde nur am Rande mit einbezogen. Ein aktueller Deckungsgrad von 151 % und ein auf absehbare Zeit anhaltender Trend bei der Nutzung von Photovoltaik bei gleichzeitigen Anstrengungen Strom einzusparen geben Grund genug, dass die Ziele der Bundesregierung auf alle Fälle übertroffen werden. Zudem wird in Zukunft vermutlich verstärkt den Betrieb von Biogasanlagen in Verbindung mit Blockheizkraftwerken zurückgegriffen, welches ein weiterer Anstieg der Stromerzeugung bewirken wird.

Da erst zum Ende dieser Arbeit die realen Verbrauchswerte zum Strombedarf vorlagen, wurde anhand dem Verhältnis der bereits ermittelten Werte eine Hochrechnung auf die einzelnen Großraumtypen durchgeführt. Die Verteilung des Strombedarfs stellt sich wie folgt dar:

- Dorfstruktur 8,3 GWh/a
- › Weiler und Einzelhöfe 3,9 GWh/a
- Gewerbe und Industrie 3,8 GWh/a

Für die weiteren Berechnungen werden die drei Großraumtypen »Dorfgebiet«, »Weiler und Einzelhöfe« sowie »Gewerbe und Industrie« zuerst separat betrachtet. Für jeden Großraumtyp werden einzelne Strategien entwickelt und dargestellt und später zu einer Gesamtstrategie zusammengefügt.

9.1 GEWERBE UND INDUSTRIE

Da der größte Teil der Gebäude in den Gewerbe- und Industriegebieten der Gemeinde erst in jüngerer Zeit entstanden sind, ist das Potential an Energieeinsparungen durch Sanierungsmaßnahmen eher gering einzuschätzen. In den letzten Jahren sind die Gewerbe- und Industriegebiete stark gewachsen, wodurch auch neue Gebäude entstanden sind.

Neben einer effizienteren Wärmeversorgung besteht vielmehr noch Potential in der Effizienzsteigerung der Beleuchtung, Druckluftanlagen, Pumpensystemen, Kälte- und Kühlwasseranlagen sowie bei den Lüftungsanlagen.

(Deutsche Energie-Agentur GmbH, 2010)

Eine zentrale Versorgung der Industrie- und Gewerbegebäude mit Wärme ist eher unwahrscheinlich. Da sich die Belegung der Gebäude und der damit verbundene Energiebedarf schnell ändern können, ist die Dimensionierung eines Nahwärmenetzes sehr schwierig. Die Versorgung mit Wärme wird vermutlich dezentral durch die Betriebe selbst erfolgen. Eine Nutzung von erneuerbaren Energien ist in den verschiedensten Formen dennoch möglich.

STRATEGIE BIS 2020

Durch effizienzsteigernde Maßnahmen zu wird eine Energieersparnis beim Strom- und Wärmebedarf von 10 % bezogen auf das Jahr 2012 angestrebt. Die Anteile an erneuerbaren Energien werden durch große Photovoltaik- und Solarthermieanlagen erfüllt. Im Weiteren erfolgt die Wärmeversorgung dezentral über nachwachsende Rohstoffe wie Holzpellets oder Hackschnitzel

STRATEGIE BIS 2050

Durch effizienzsteigernde Maßnahmen zu wird eine Energieersparnis beim Strom- und Wärmebedarf von 20 % bezogen auf das Jahr 2012 angestrebt. Die Anstrengung für die Erfüllung der Anteile an erneuerbaren Energien aus der »Strategie bis 2020« wird übernommen.

2012	»Weiler und Einzelhöfe«					
2012	Wärmebedare 11,3 GWh/a	Strombedare 3,9 GWh/a	Anteil EE 9,5 % 1,1 GWh/a Wärme 0,4 GWh/a Strom			
2020	Einsparung durch Sanierung - 12 % (1,4 GWh/a)	Einsparung durch Effizienzsteigerung und Nutzerverhalten - 10 % (0,4 GWh/a)				
	Wärmebedarf 9,9 GWh/a	Strombedarf 3,5 GWh/a	Anteil EE 14 % 1,4 GWh/a Wärme 0,5 GWh/a Strom			

Einsparung durch	Einsparung durch
Effizienzsteigerung und	Effizienzsteigerung
Sanierungen	und Nutzerverhalten
- 50 % (5,7 GWh/a)	- 20 % (0,8 GWh/a)
*bezogen auf das Jahr 2012	*bezogen auf das Jahr 2012

WÄRMEBEDARF STROMBEDARF ANTEIL EE 80 %
5,6 GWh/a 3,1 GWh/a 5,4 GWh/a Wärme
2,5 GWh/a Strom

Abb. 97 Leitstrategie für den Großraumtyp »Weiler und Einzelhöfe«

9.2 Weiler und Einzelhöfe

In den umliegenden Weilern und Einzelhöfen soll in den Wirtschaftsgebäuden eine Effizienzsteigerung bei den Verbrauchern eine Einsparung beim Stromverbrauch bewirken. Bei der Berechnung des Wärmebedarfs wurden Wirtschaftsgebäude nicht mit einbezogen, daher ist hier auch keine Einsparung möglich. Bei den Wohngebäuden hingegen soll beim Wärmebedarf eine Einsparung von 5,7 GWh/a durch Sanierung bis zum Jahr 2050 erzielt werden. Gleichzeitig wird die Nutzung von erneuerbaren Energien wie Solarthermie verstärkt. So können bis zu 30 % der benötigten Wärme bereitgestellt werden. Die benötigte restliche Wärme wird aus nachwachsenden Rohstoffen wie Holzpellets oder Hackschnitzel geliefert. Die großen Dachflächen tragen zum einen zur Deckung des Strombedarfs sowie zur Wärmeproduktion bei.

Strategie bis 2020

Da eine Anbindung der Weiler und Einzelhöfe an ein Nahwärmenetz nur schwer zu realisieren ist, erfolgt die Versorgung mit Wärme meist dezentral. Für den Wärmebedarf ausschlaggebend ist das Wohngebäude. Einsparungen beim Wirtschaftsgebäude sind lediglich zur den Einbau von effizienteren Elektrogeräten wie z. B. Lüftung möglich. Ein enormes Einsparpotenzial von 1,4 GWh/a Wärmebedarf kann bis zum Jahr 2020 durch die Sanierung der Wohngebäude mit gleichzeitiger Nutzung von erneuerbaren Energien erzielt werden. Im konkreten Fall kann das bedeuten, dass die der Wohnteil rundum gedämmt wir, Türen und Fenster werden ebenfalls ausgetauscht und vermindern somit unnötige Wärmeverluste. Im weiteren wird die alte Heizung mit einer Ölbefeuerung ausgesondert und eine effiziente Anlage mit Pellets eingebaut. Solche Komplettsanierungen sind notwendig um die geforderten Energieeinsparungen einzuhalten. Zudem macht der Austausch von einzelnen Elementen wie Heizung keinen Sinn, wenn die Wärme weiterhin über den ungedämmten Dachstuhl oder die Fenster verloren geht. Die großen Dächer werden für die Stromproduktion mit Photovoltaik genutzt. Zusätzlich können die Heizsysteme mit bis zu 30 % entlastet werden wenn Solarthermiekollektoren, Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren zum Einsatz kommen.

STRATEGIE BIS 2050

Bis zum Jahr 2050 werden die strikten Vorgaben aus der »Strategie bis 2020« fortgeführt. Die Wärmeversorgung erfolgte weiterhin meist dezentral über Heizanlagen im Gebäude. Die Umsetzung von kleinen Nahwärmenetzen zur Versorgung der Gebäude könnte vor allem größeren Weilern sinnvoll sein.

2012	»Dorfgebiet«		
2012	Wärmebedare 30,0 GWh/a	Strombedare 8,3 GWh/a	Anteil EE 9,5 % 2,9 GWh/a Wärme 0,8 GWh/a Strom
2020	Einsparung durch Sanierung - 11 % (3,3 GWh/a)	Einsparung durch Effizienzsteigerung und Nutzerverhalten - 10 % (0,8 GWh/a)	
2020	Wärmebedarf 26,7 GWh/a	Strombedare 7,5 GWh/a	Anteil EE 14 % 3,7 GWh/a Wärme 1,1 GWh/a Strom

Einsparung durch	Einsparung durch
Effizienzsteigerung und	Effizienzsteigerung
Sanierungen	und Nutzerverhalten
- 34 % (10,2 GWh/a)	- 20 % (1,7 GWh/a)
*bezogen auf das Jahr 2012	*bezogen auf das Jahr 2012

2050				
	Wärmebedarf	Strombedare	Anteil EE 80 %	
	16,5 GWh/a	6,6 GWh/a	13,2 GWh/a Wärme	
\top			5.3 GWh/a Strom	

Abb. 98 Leitstrategie für den Großraumtyp »Dorfgebiet«

9.3 Dorfgebiet

Im Gegensatz zu den Weilern und Einzelhöfen ist im Dorfgebiet ein zentrale Wärmeversorgung möglich. Hier kann durch die Erschließung eines Nahwärmenetzes den Haushalten auf einfach Art Wärme zugeführt werden. Das Dorfgebiet könnte sich anhand der Versorgung mit Wärme in folgende drei Bereiche gliedern:

Nahwärmenetz

Die Errichtung eines Nahwärmenetzes ist zunächst mit großem Aufwand verbunden, kann jedoch dann über lange Zeit hinweg den angeschlossenen Haushalten zuverlässig Wärme aus erneuerbaren Energien zu Verfügung stellen.

Gasnetz

In das Gasnetz, welches die angeschlossenen Haushalte aktuell noch mit Erdgas versorgt, könnte in Zukunft das aufbereitete Biogas aus den umliegenden Biogasanlagen eingespeist werden. So könne eine bestehende Infrastruktur genutzt werden um die Haushalte nachhaltig mit Wärme zu versorgen. Gleichzeitig wäre der Ausbau des Gasnetzes einfacher zu bewerkstelligen als ein Nahwärmenetz.

DEZENTRALE LÖSUNG

In einigen Haushalten wird es bei einer dezentralen Lösung für die Wärmebereitstellung bleiben. Hier werden vor allem die jüngeren Neubaugebiete mit hohen Dämmstandards und effizienten Heizungsanlagen zu finden sein. In Gebieten mit hohen Energiestandards und geringem Wärmebedarf wird der Ausbau eines Nahwärmenetzes eher schwierig werden.

Ähnlich wie bei den Wohngebäuden der Weiler und Einzelhöfe lassen sich durch Komplettsanierungen große Mengen an Wärme einsparen. Bis zum Jahr 2050 sind insgesamt 10,2 GWh/a an Einsparpotential beim Wärmebedarf und 1,7 GWh/a beim Strombedarf möglich.

STRATEGIE BIS 2020

Die Sanierung der Gebäude im Dorfgebiet wird gleichzeitig mit dem Anschluss an das Gasnetz oder das Nahwärmenetz verbunden. Wenn der Anschluss an das Nahwärmenetz nicht möglich ist, werden Solarkollektoren oder Erdwärmesonden das Heizsystem bis zu 30 % entlasten. Der Austausch von einzelnen Komponenten wie Fester oder Heizung macht nur wenig Sinn. Vielmehr sollte eine ganzheitliche energetische Aufwertung der Gebäude erfolgen.

Strategie bis 2050

Der Ausbau des Gasnetzes und des Wärmenetzes sollte soweit fortgeschritten sein, dass möglichst alle Haushalte erreicht werden können. Bei den Gebäuden, welche weiterhin eine dezentrale Wärmeversorgung besitzen, sollte die Befeuerung mit nachwachsenden Rohstoffen erfolgen und zur Heizungsunterstützung möglichst weitere erneuerbare Energien wie z. B. Solarthermie oder Geothermie genutzt werden. Mit einem komplett sanierten Gebäudebestand könnte bis zum Jahr 2050 der Wärmebedarf des Dorfgebietes von aktuell 30,0 GWh/a auf ein Minimum von 16,5 GWh/a heruntergeschraubt werden. Solch eine drastische Einsparung ist jedoch nur mit großen Anstrengungen und ständig Vorantreiben der Sanierungsmaßnahmen möglich.

		Wärmebedarf*	Wärme Anteil EE	Strombedarf	Strom Anteil EE
	Raumtyp	GWH/A	GWH/A	GWH/A	GWh/a
2012	I Dorfgebiet	30,0	2,9	8,3	0,8
	II Weiler und Einzelhöfe	11,3	1,1	3,9	0,4
	III Gewerbe und Industrie	6,1	0,6	3,8	0,4
	I Dorfgebiet	26,7	3,7	7,5	1,1
2020	II Weiler und Einzelhöfe	9,9	1,4	3,5	0,5
	III Gewerbe und Industrie	5,5	0,8	3,4	0,5
	I Dorfgebiet 16,5		13,2	6,6	5,3
2050	II Weiler und Einzelhöfe	5,6	5,4	3,1	2,5
(1	III Gewerbe und Industrie	4,9	3,9	3,0	2,4

*Wärmebedarf setzt sich zusammen aus Heizwärmebedarf und Warmwasserbedarf

Tab. 49 Übersicht Strom- und Wärmebedarf und Anteil erneurbare Energien der Leitstrategie

		FLÄCHENBEDARF	Gesamt Flächenbedarf	Ertrag Strom	Ertrag Wärme	Gesamt Ertrag Strom	Gesamt Ertrag Wärme
	Art	на/а	НА	кWн/на	кWн/на	GWh/a	GWH/A
	Futterrüben ²	19,8 - 23,8	19,8 - 23,8	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352	0,36	0,6
ebiet	Miscanthus ³	9,9 - 13,2	19,8 - 26,4	-	45.306 - 60.409	-	0,6
Dorfgebiet	Miscanthus ³	24,9 - 33,1	49,8 - 66,2	-	45.306 - 60.409	-	1,5
	Biomüll und Grünabfall ²	k. A.	k. A.	85.160 - 92.902	170.320 - 185.804	0,09	0,17 - 0,19
nd ife	Miscanthus ¹	16,6 - 22,1	33,2 - 44,2	-	45.306 - 60.409	-	1,0
Weiler und Einzelhöfe	-	-	-	-	-	-	-
We	-	-	-	-	-	-	-
und	Pflegeholz ³	189 - 438	189 - 438	-	1.280 - 2.960	-	0,6
Gewerbe und Industrie	-	-	-	-	-	-	-
Gew	-	-	-	-	-	-	-

¹Nutzung ab 2. Standjahr möglich ² Nutzung in Biogasanlage ³ Für Verbrennung

Tab. 50 Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2020

9.4 Energiebereitstellung

Woher kommt die benötigte Energie? In diesem Falle wird hauptsächlich die Wärmebereitstellung betrachtet. Die Stromproduktion ist in diesem Fall ein Nebenprodukt bei der Bereitstellung von Wärme in Blockheizkraftwerken. Ohnehin ist die Versorgung der Gebäude mit Wärme die schwierigere Aufgabe, da diese im Gegensatz zum Strom, in unmittelbarer Nähe zum Verbraucher erzeugt werden muss.

9.4.1 Energiebereitstellung im Jahr 2020

Dorfgebiet

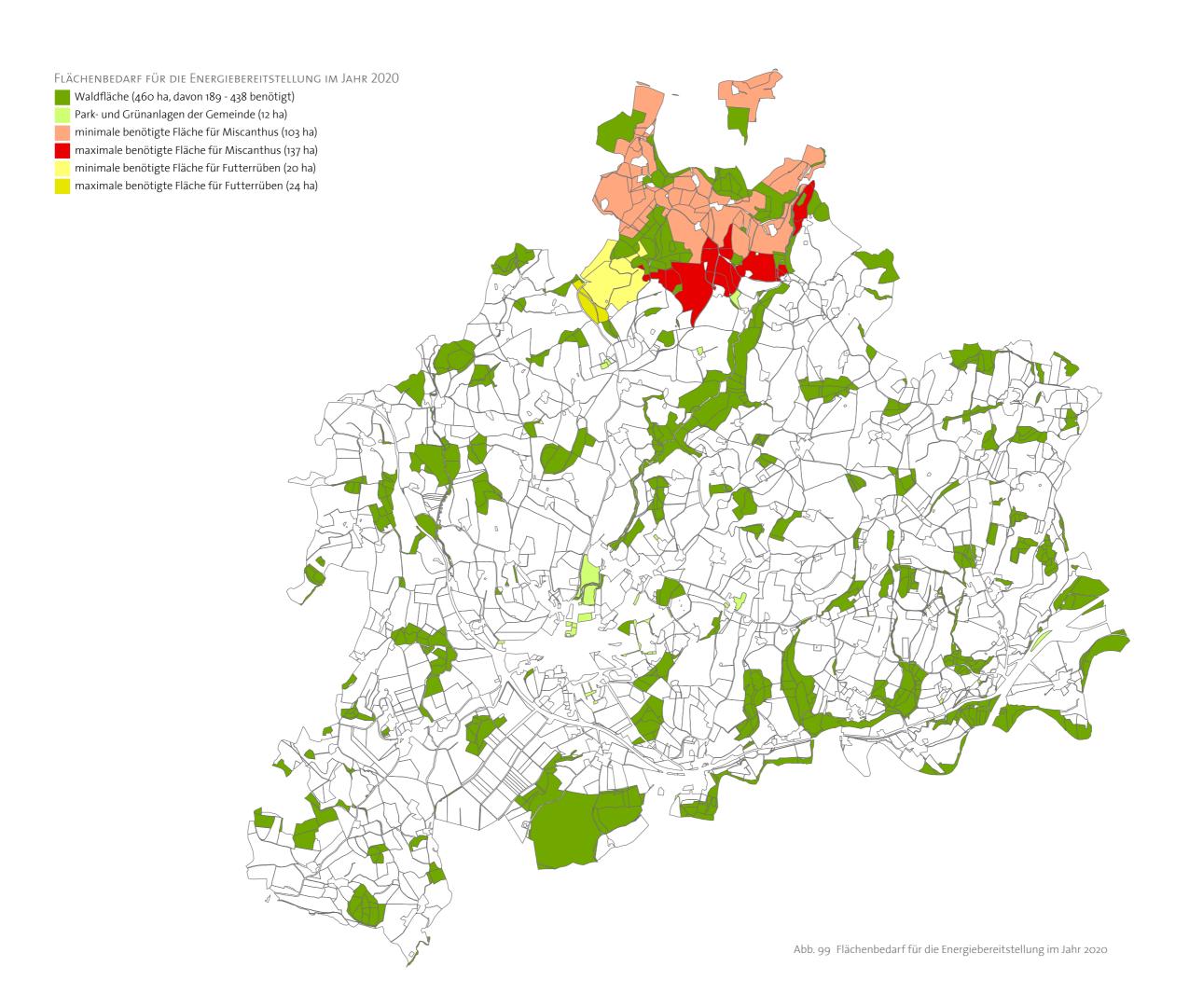
Innerhalb des Dorfgebietes wird der Ausbau des bereits vorhandenen Nahwärmenetzes vorangetrieben. Über das Nahwärmenetz sollen 30 % der benötigten Wärme regenerativ bereitgestellt werden, was einem Wärmebedarf von 1,1 GWh/a entspricht. Rechnet man die Übertragungsverluste hinzu benötigt man insgesamt 1,4 GWh an Wärme. Diese Energie wird zum einen durch den Anbau von Futterrüben und deren Verwertung zu Strom und Wärme über eine Biogasanlage und Blockheizkraftwerk erreicht, zum anderen über den Anbau von Miscanthus für die Zuführung über Verbrennung in einem Heizkraftwerk zur Unterstützung der Bereitstellung durch Nahwärme. Zusätzliche Potentiale von 0,2 GWh/a Wärme sowie 0,09 GWh/a Strom stecken in der Nutzung der Biomüll- und Grünabfallaufkommen. Diese werden ebenfalls für die Verwertung in einer Biogasanlage herangezogen. Die Futterrüben würden eine Fläche von 16,5 - 19,8 ha benötigen, der Anbau von Miscanthus würde weitere 9,9 bis 13,2 ha benötigen. Die Verwertung der Futterrüben in der Biogasanlage kann neben der Wärme noch zusätzlich 0,36 GWh Strom. Die durch Sanierungsmaßnahmen in vielen Gebäuden ausgetauschten Heizungsanlagen besteht ein weiterer Wärmebedarf von 1,5 GWh/a, welcher ebenfalls über den Anbau von Energiepflanzen, in diesem Fall Miscanthus, gedeckt werden soll. Zur Deckung der 1,5 GWh/a benötigt man eine Fläche von 24,9 - 33,1 ha für eine Miscanthusplantage. Der Flächenbedarf von Miscanthus vergrößert sich jedoch noch, da eine Nutzung dieser Pflanze erst ab dem zweiten Standjahr möglich ist.

Weiler und Einzelhöfe

Die Gebäude der Weiler und Einzelhöfe sind darauf angewiesen sich selbst so gut wie möglich mit Wärme zu versorgen, da die Anbindung an Nahwärmenetze aller Voraussicht nach nicht erfolgen wird. Eine Unterstützung der Heizungsanlage mit bis zu 30 % durch Solarthermie Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden liefert insgesamt 0,42 GWh/a Wärme. Für die Bereitstellung der restlichen 0,98 GWh/a Wärme können 16,2 - 21,6 ha des schnellwachsenden Miscanthus für die Weiterverarbeitung zu Pellets oder Hackschnitzeln angebaut werden.

GEWEBE UND INDUSTRIE

Durch Wärmerückgewinnung bei den Lüftungsanlagen sowie die Installation von Solarthermieanlagen können 0,24 GWh/a an Wärme bereitgestellt werden. Dies bedeutet, dass 30 % der aus erneuerbaren Energien bereitzustellende Wärmebedarfs gedeckt werden kann. Die restlichen 70 %, was insgesamt 0,56 GWh/a Wärme darstellt, können aus dem Pflegeholz der Waldbestände der Gemeinde in Form von Hackschnitzeln oder Pellets geliefert werden. Zur Deckung des Wärmebedarfs von 0,56 GWh wären von den 460 ha verfügbarer Waldfläche 189 - 438 ha nötig um das daraus gewonnene Pflegeholz zu verwerten.



		FLÄCHENBEDARF	Gesamt Flächenbedarf	Ertrag Strom	Ertrag Wärme	Gesamt Ertrag Strom	Gesamt Ertrag Wärme
	Art	НА	НА	кWн/на	кWн/на	GWH/A	GWH/A
	Miscanthus ³	41,4 - 55,2	82,8 - 110,4	-	45.306 - 60.409	-	2,5
et	Miscanthus ³	43,0 - 57,4	86,0 - 114,8	-	45.306 - 60.409	-	2,6
Dorfgebiet	Futterrüben ¹	68,8 - 82,5	68,8 - 82,5	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352	1,3	2,5
	Futterrüben ¹	74,3 - 89,1	74,3 - 89,1	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352	1,4	2,7
	Biomüll und Grünabfall ²	k. A.	k. A.	85.160 - 92.902	170.320 - 185.804	0,09	0,17 - 0,19
nd ife	Futterrüben ¹	52,3 - 62,7	52,3 - 62,7	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352	1,0	1,9
Weiler und Einzelhöfe	Miscanthus ³	31,5 - 41,9	63,0 - 83,9	-	45.306 - 60.409	-	1,9
We	-	-	-	-	-	-	-
und ie	Pflegeholz ³	460	460	-	1.280 - 2.960	-	0,6 - 1,4
Gewerbe und Industrie	Futterrüben ¹	27,5 - 33,0	27,5 - 33,0	15.147 - 18.176	30.293 - 36.352	0,5	1,0
Gew	Miscanthus ³	18,2 - 24,3	36,4 - 48,6	-	45.306 - 60.409	-	1,1

¹Nutzung ab 2. Standjahr möglich ²Nutzung in Biogasanlage ³Für Verbrennung

Tab. 51 Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2050

9.4.2 Energiebereitstellung im Jahr 2050

Dorfgebiet

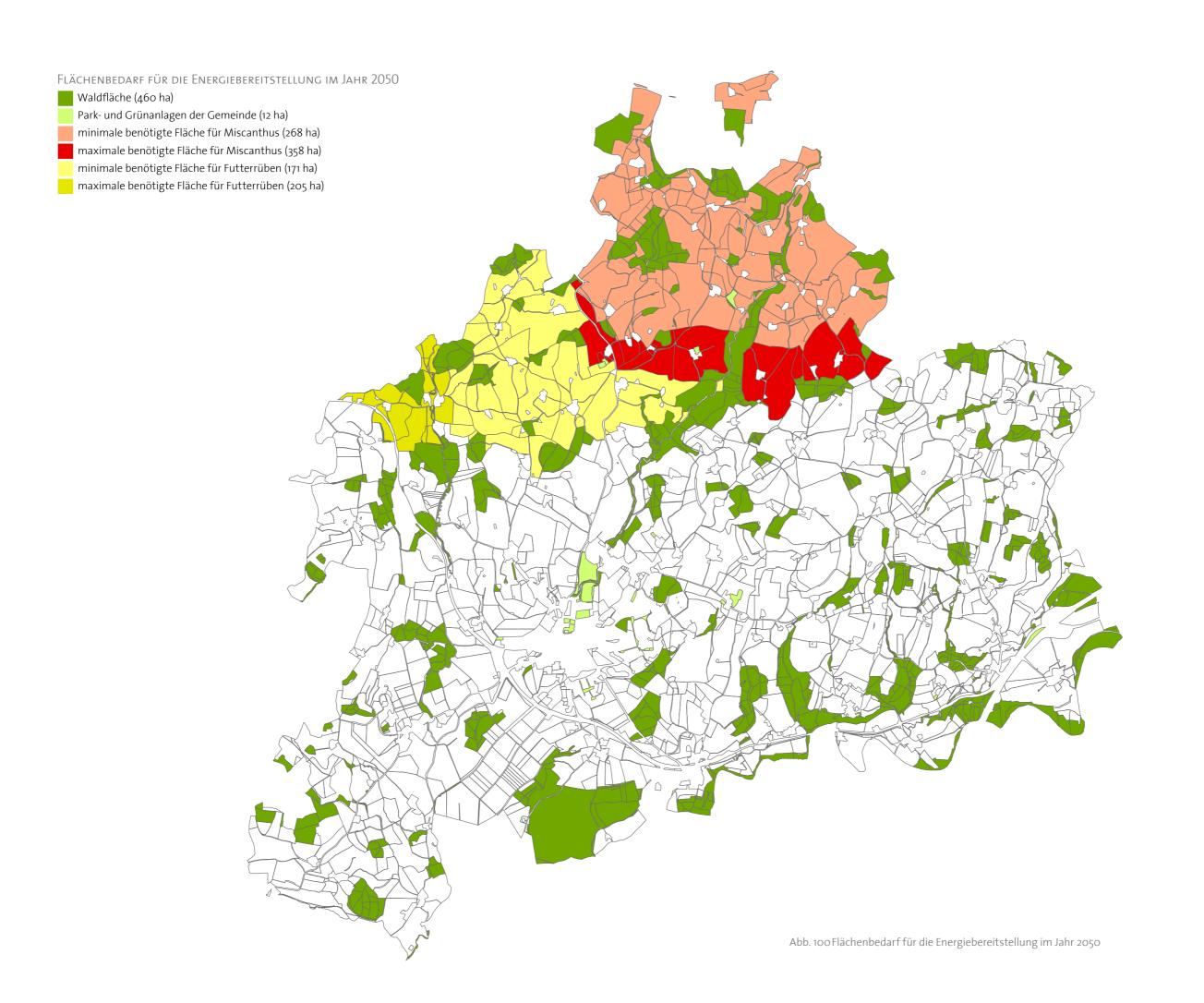
Der Ausbau des Nahwärmenetzes ist so weit vorangeschritten, dass durch das Nahwärmenetz 40 % der Gebäude mit Wärme versorgt werden können. Dies entspricht einer Wärmebereitstellung von 5,2 GWh/a. Davon werden 2,5 GWh/a durch den Anbau von Futterrüben, sowie weitere 2,5 GWh/a durch den Anbau von Miscanthus gedeckt. Miscanthus wird für die Verbrennung in Heizkraftwerken auf 41,4 - 55,2 ha angebaut. Futterrüben für die Verwertung in einer Biogasanlage benötigen eine Fläche von 68,8 - 82,5 ha. Zusätzliche Potentiale von 0,2 GWh/a Wärme sowie 0,09 GWh/a Strom stecken in der Nutzung der Biomüll- und Grünabfallaufkommen. Diese werden ebenfalls für die Verwertung in einer Biogasanlage herangezogen. Bei nicht an das Nahwärmenetz angeschlossenen Gebäuden können bis zu 20 % der benötigen Wärme aus Solarthermiekollektoren, Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden gewonnen werden, was einer Wärmebereitstellung von 2,7 GWh/a entspricht. Durch den weiteren Ausbau des Gasnetzes können neu installierte Heizungsanlagen und Mini-BHKWs regenerativ mit aufbereitetem Biogas betrieben werden. Um 2,7 GWh/a als aufbereitetes Biogas bereitstellen zu können sind 74,3 - 89,1 ha Futterrüben anzubauen. Weitere 43,0 - 57,4 ha Miscanthus sind für die Versorgung von Holzheizungen in den Gebäuden notwendig, welche weder einen Anschluss an das Nahwärmenetz, noch an das Gasnetz besitzen.

Weiler und Einzelhöfe

Bei den Gebäuden der Weiler und Einzelhöfe wird weiterhin eine Dezentrale Lösung bei der Wärmeversorgung angestrebt. Die großen Dachflächen der Wirtschaftsgebäude liefern mit Solarthermiekollektoren zusammen mit Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren bis zu 30 % des Wärmebedarfs bereit. Dies würde 1,6 GWh/a an Wärme entsprechen. Um den restlichen Wärmebedarf zu decken, werden zwei Formen von dezentralen Heizmodellen umgesetzt. Zum einen wird die Nutzung von Pellets oder Hackschnitzeln weitergeführt, zum anderen wären Mini-BHKWs für eine Insellösung geeignet. Betrieben mit aufbereitetem Biogas wäre somit eine umweltfreundliche Wärmegewinnung bei gleichzeitiger Stromproduktion möglich. Für die Gewinnung von Pellets und Hackschnitzeln würden 31,5 - 41,9 ha Miscanthus einen Wärmeertrag von 1,9 GWh/a leisten. Für die Gewinnung von Biogas könnten weitere 1,9 GWh/a Wärme und 1,0 GWh/a an Strom durch den Anbau von Futterrüben auf 52,3 - 62,7 ha Fläche gewonnen werden.

GEWEBE UND INDUSTRIE

Über die meist großen Dachflächen der Prodktions- und Lagerhallen können Solarthermie-kollektoren großen Mengen für die Wärmegewinnung bereitstellen. Zusammen mit Erdwärmekollektoren oder Erdwärmesonden, sowie mit effizienten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung lassen sich bis zu 30 % des Wärmebedarfs decken, was 1,2 GWh/a an Wärme entsprechen würde. Für die Verbrennung geeigneten Pflegehölzer aus den 460 ha Waldfläche könnten weiteren 0,6 - 1,4 GWh/a zur Deckung des Wärmebedarfs beitragen. Die restliche Wärme könnte in zwei Formen den dezentralen Heizmodellen in den Gewerbeund Industriegebieten zugeführt werde. Zum einen wird die Nutzung von Pellets oder Hackschnitzeln beibehalten, zum anderen könnten mit Gas betriebene Anlagen, z. B. Mini-BHKWs, mit aufbereitetem Biogas befeuert werden. Für die Verbrennung in Form von Pellets oder Hackschnitzeln könnten auf einer Fläche von 18,2 - 24,3 ha durch die Energiepflanze Miscanthus 1,1 GWh/a an Wärme bereitgestellt werden. benötigen würde. Da die Nutzung erst ab dem 2. Standjahr möglich ist, vergrößert sich der Flächenbedarf noch auf das Doppelte. Weitere 1,0 GWh/a Wärme und 0,5 GWh/a an Strom könnten in Form von aufbereitetem Biogas aus Futterrüben genutzt werden. Hierzu wären weitere 27,5 - 33,0 ha als Anbaufläche nötig.



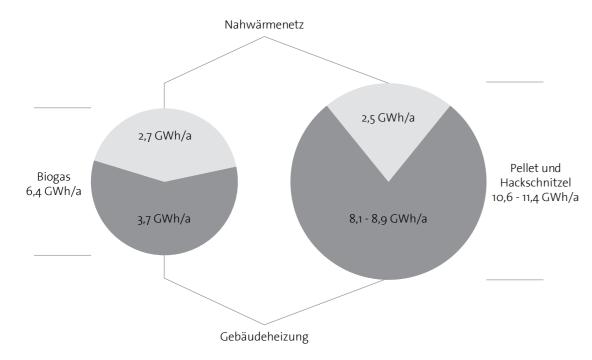


Abb. 101 Verteilung der Energiebereitstellung im Jahr 2050

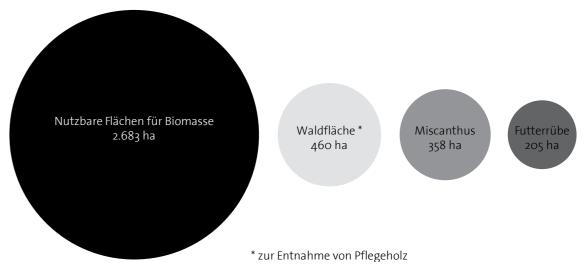


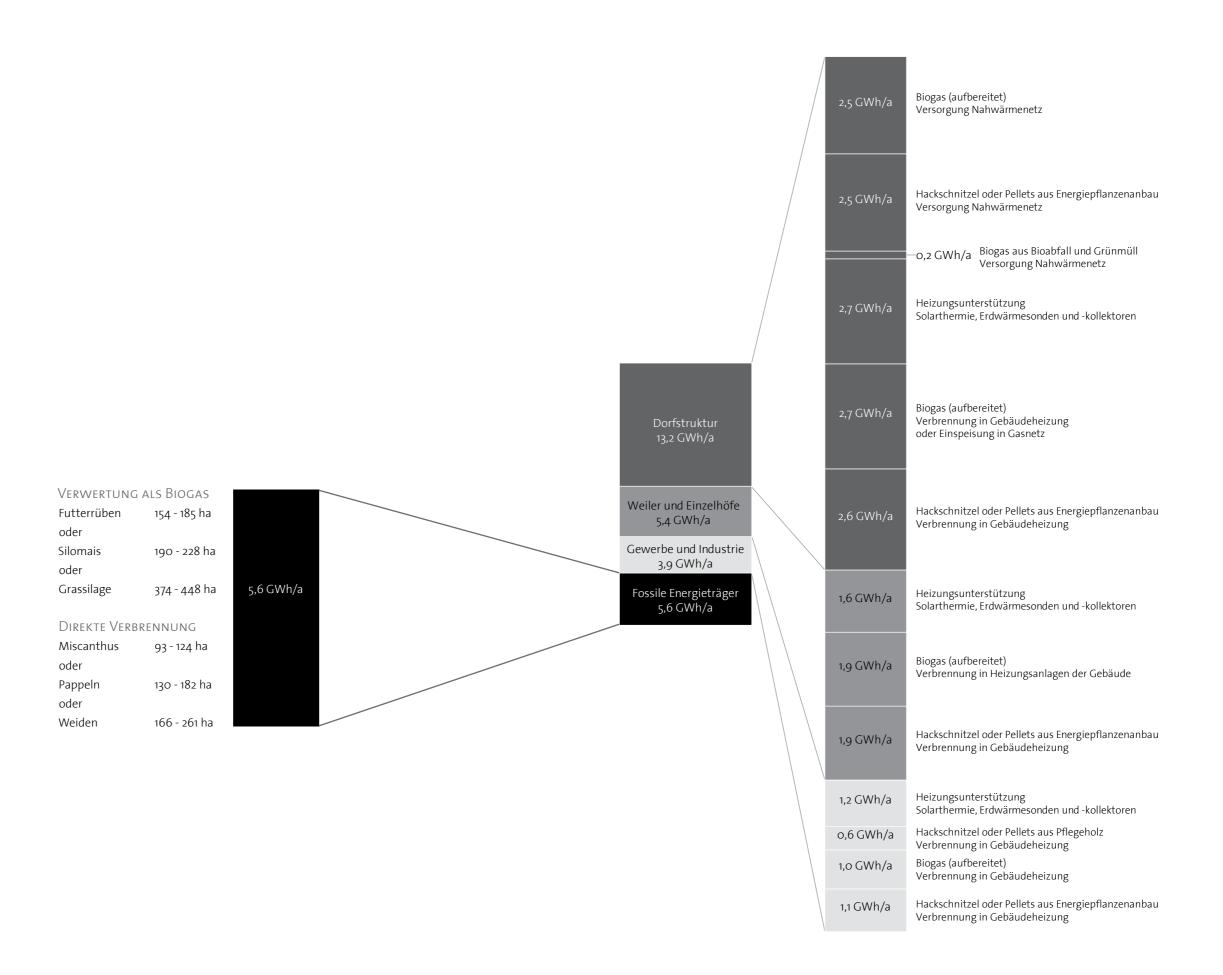
Abb. 102 Vergleich der benötigten Flächen zur Energiebereitstellung im Jahr 2050

ETE FÜR

	FLÄCHENBEDAR	Anteil Geeign Anbaufläche Biomasse ¹
Art	НА	%
Miscanthus	268,2 - 357,7	12,1 - 16,2
Futterrüben	170,6 - 204,6	7,7 - 9,3
Pflegeholz	460	100 ²

¹geeignete Anbaufläche für Biomasse: 2.211 ha ² Waldfläche der Gemeinde: 460 ha

Tab. 52 Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2050



QUELLENVERZEICHNIS LITERATUR

Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2010

Erneuerbare Energien 2020 - Potentialatlas Deutschland, 2. Auflage, Berlin, Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Agentur für Erneuerbare Energien e.V., 2011

Der volle Durchblick in Sachen Energiepflanzen, Berlin, Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) 2011

Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung, Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009

Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009

Handlungskatalog: Optionen erneuerbarer Energien im Stadtraum, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)

DEUTSCHE ENERGIE-AGENTUR GMBH (DENA), 2010

Vordenker, Vorreiter, Vorbilder - Hervorragende Beispiele zur Steigerung der Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, Berlin, Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu), 2010

Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen - Ein Praxisleitfaden, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu)

Everding, 2007

Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart

FACHVERBAND BIOGAS E. V., 2008

Stellungnahme - Entwurf eines Gesetzes zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften, Fachverband Biogas e. V.

Friedrich von Borries U.A, 2008

Bessere Zukunft? Auf der Suche nach den Räumen von Morgen, Berlin, Merve Verlag Berlin

Internationale Bodensee Konferenz (IBK), 2004

IBK-Statusbericht - Erneuerbare Energieträger im Gebiet der Internationalen Bodenseekonferenz, Konstanz/ Bregenz, Internationale Bodenseekonferenz (IBK)

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), 2006

Energiepflanzen – Daten für die Planung des Energiepflanzenanbaus, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), Darmstadt

Landschaftsplan Erleuterungstext der Gemeinde Amtzell, 2003

Landschaftsplan Erleuterungstext, Amtzell, Verwaltungsgemeinschaft Wangen, Achberg und Amtzell

Ouaschning, 2010

Erneuerbare Energien und Klimaschutz - Hintergründe - Techniken - Anlagenplanung - Wirtschaftlichkeit, 2. aktualisierte Auflage, München, Carl Hanser Verlag München

STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG, 2009

Der demografische Wandel in Baden-Württemberg - Herausforderungen und Chancen, Stuttgart, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg

SMART GRIDS AUSTRIA, 2010

Roadmap Smart Grids Austria - Der Weg in die Zukunft der elektrischen Stromnetze!, Wien, FEEI – Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie/ Österreichs E-Wirtschaft

Umweltbundesamt, 2010,

Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen, Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt

QUELLENVERZEICHNIS INTERNET

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN E.V.

http://www.unendlich-viel-energie.de/de/verkehr.html (aufgerufen am 01.12.2011) http://www.unendlich-viel-energie.de/de/strom.html (aufgerufen am 01.12.2011) http://www.unendlich-viel-energie.de/de/waerme.html (aufgerufen am 01.12.2011)

AGENTUR FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN - KOMBIKRAFTWERK

http://www.kombikraftwerk.de/index.php?id=47 (aufgerufen am 04.12.2011)

GEMEINDE AMTZELL

http://www.amtzell.de/inhalte/unser amtzell/ort.php (aufgerufen am 04.11.2011)

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Piktogramm Vorgehensweise
	Eigene Darstellung
Abb. 2	Wappen der Gemeinde Amtzell12
	Gemeinde Amtzell
Abb. 3	Karte Landkreis Ravensburg mit Gemarkungsgrenzen
	Eigene Darstellung nach: Wikimedia http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ad/Amtzell_in_RV.svg/2000px-Amtzell_in_RV.svg.png
Abb. 4	Globalstrahlung in Deutschland in Mittleren Jahressummen von 1981 bis 2000
	Eigene Darstellung nach: Deutscher Wetterdienst
Abb. 5	Vergleich AKW Philippsburg und installierte Leistung Photovaltaik in Deutschland im Jahr 201020 Eigene Darstellung nach: Agentur für Erneuerbare Energien e. V. und Energie Baden-Württemberg AC
Abb. 6	Installierte Kollektorfläche in Deutschland2
	Eigene Darstellung nach: Bundesverband Solarwirtschaft e.V.
Abb. 7	Anteil Biomasse am Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 201022
	Eigene Darstellung nach: Agentur für Erneuerbare Energien e. V.
Abb. 8	Anteile von Geothermie an der Strom- und Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien26
	Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Abb. 9	Nutzungstiefen für Geothermie26
	Eigene Darstellung nach: Agentur für Erneuerbare Energien e. V.
Abb. 10	Installierte Leistung aus Wasserkraft und Anteile der Wasserkraftwerke28
	Eigene Darstellung nach: Agentur für Erneuerbare Energien e. V. und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Abb. 11	Jährlicher potenzieller Ertrag pro Hektar30
	Eigene Darstellung nach: Agentur für Erneuerbare Energien e. V.
Abb. 12	Anteile der erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung in Deutschland32
	Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Abb. 13	Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 201032
	Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Abb. 14	Anteile der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch: Ziele der Bundesregierung32 Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Abb. 15	Anteile der erneuerbaren Energien an der Strombereitstellung in Deutschland im Jahr 201036 Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

Abb. 16	Anteile der erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung in Deutschland im Jahr 2010 Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	36
Abb. 17	Anteile der erneuerbaren Energien an der Kraftstoffbereitstellung in Deutschland im Jahr 2010 Eigene Darstellung nach: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit	36
Abb. 18	Das regenrative Kombikraftwerk	38
Abb. 19	Nutzung erneuerbare Energien in kommunalen Liegenschaften	ţΟ
Abb. 20	Einteilung der Kommunen in Größenklassen Eigene Darstellung nach: Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh	ţΟ
Abb. 21	Anzahl der Installierten Anlagen für erneuerbare Energien in Amtzell Eigene Darstellung	14
Abb. 22	Standorte von Gebäuden mit Solaranlagen in Amtzell Eigene Darstellung	14
Abb. 23	Standorte von Biogasanlagen in Amtzell Eigene Darstellung	16
Abb. 24	Biogasanlage für die Speisung des Nahwärmenetzes Eigene Darstellung	18
Abb. 25	Amtzeller Werk für Biogas Umwelttechnik Bojahr, Flyer Amtzeller Werk für Biogas http://www.u-t-b.de/de/pdf/AmtzellFlyerEinzelseiten.pdf	18
Abb. 26	Standorte von Erdwärmesonden in Amtzell Eigene Darstellung	50
Abb. 27	Standorte von Wasserkraftanalgen in Amtzell Eigene Darstellung	52
Abb. 28	Voglersche Hammerschmiede mit Wasserrad Eigene Darstellung	54
Abb. 29	Turbinenhäuschen der Wasserkraftanalge im Ortsteil Winkelmühle Eigene Darstellung	54
Abb. 30	Windrad im Gewerbegebiet Schattbuch Eigene Darstellung	56
Abb. 31	Standort Windrad im Gewerbegebiet Schattbuch	56

ما ا		6-	ALL .0	D 10" I
Abb. 32	Flächenverteilung Großraumtypen Eigene Darstellung	60	ADD. 48	Restflächen Eigene Darstellung
Abb. 33	Einteilung der Gemeinde Amtzell in Großraumtypen Eigene Darstellung	64	Abb. 49	Energienetze in Amtzell Eigene Darstellung
Abb. 34	Flächenverteilung Raumtypen Eigene Darstellung	68	Abb. 50	Strom- und Wärmebedarfe der Gemeinde Eigene Darstellung
Abb. 35	Einteilung der Gemeinde Amtzell in Raumtypen - Kartenausschnitt Dorfkern Eigene Darstellung	69	Abb. 51	Strombedarf der Gemeinde Amtzell nach F Eigene Darstellung
Abb. 36	Einteilung der Gemeinde Amtzell in Raumtypen Eigene Darstellung	70	Abb. 52	Strombedarf und Erzeugungspotential Pho Eigene Darstellung
Abb. 37	Dörfliche und kleinteilige Strukturen Eigene Darstellung	72	Abb. 53	Erzeugungspotential Photovoltaik nach Gr Eigene Darstellung
Abb. 38	Weiler und Einzelhöfe Eigene Darstellung	72	Abb. 54	Deckungsgrade für Strombedarf mit Photo Eigene Darstellung
Abb. 39	Sonderbautyp Dienstleistung und Wohnen Eigene Darstellung	72	Abb. 55	Erzeugungspotential von 1 ha Photovoltaik Eigene Darstellung
Abb. 40	Geschosswohnungsbau seit den 8oer-Jahren Eigene Darstellung	73	Abb. 56	Freifläche für Photovoltaikfläche versorgt Eigene Darstellung
Abb. 41	Eigene Darstellung	73	Abb. 57	Benötigte Freiflöche für Photovoltaik um S Eigene Darstellung
Abb. 42	Einfamilienhausgebiet ab 2000 Eigene Darstellung	73	Abb. 58	Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungs Eigene Darstellung
Abb. 43	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen Eigene Darstellung	·····74	Abb. 59	Erzeugungspotential Solarthermie nach G Eigene Darstellung
Abb. 44	Gewerbe und Industrie Eigene Darstellung	·····74	Abb. 60	Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugun Eigene Darstellung
Abb. 45	Park und Grünanlagen Eigene Darstellung	·····74	Abb. 61	Wärmebedarf unsaniert und langfristig Eigene Darstellung
Abb. 46	Landwirtschaft und Gartenbau Eigene Darstellung	75	Abb. 62	Benötigte Freifläche für Solarthermie um F Eigene Darstellung
Abb. 47	Waldflächen	75	Abb. 62	Benötigte Freiflöche für Solarthermie um

	60	ADD. 48	Kesttiachen	75
			Eigene Darstellung	,,,
	64	Abb. 49	Energienetze in Amtzell Eigene Darstellung	82
	68	Abb. 50	Strom- und Wärmebedarfe der Gemeinde Eigene Darstellung	84
orfkern	69	Abb. 51	Strombedarf der Gemeinde Amtzell nach Raumtypen Eigene Darstellung	86
	70	Abb. 52	Strombedarf und Erzeugungspotential Photovoltaik Eigene Darstellung	90
	72	Abb. 53	Erzeugungspotential Photovoltaik nach Großraumtypen Eigene Darstellung	90
	72	Abb. 54	Deckungsgrade für Strombedarf mit Photovoltaik Eigene Darstellung	93
	72	Abb. 55	Erzeugungspotential von 1 ha Photovoltaikfläche Eigene Darstellung	94
	73	Abb. 56	Freifläche für Photovoltaikfläche versorgt Raumtyp »Einfamilienhausgebiete ab 2000« Eigene Darstellung	94
	73	Abb. 57	Benötigte Freiflöche für Photovoltaik um Strombedarf der Gemeinde zu 100 % zu decken Eigene Darstellung	97
	73	Abb. 58	Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotential Solarthermie Eigene Darstellung	98
	······ 74	Abb. 59	Erzeugungspotential Solarthermie nach Großraumtypen Eigene Darstellung	98
	······ 74	Abb. 60	Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugungspotential Solarthermie Eigene Darstellung	100
	······ 74	Abb. 61	Wärmebedarf unsaniert und langfristig Eigene Darstellung	100
	······ 75	Abb. 62	Benötigte Freifläche für Solarthermie um Raumtyp »I Dorfgebiet« mit Wärme zu versorgen Eigene Darstellung	102
	······ 75	Abb. 62	Benötigte Freiflöche für Solarthermie um Raumtyp »I Dorfgebiet« mit Wärme zu versorgen Figene Darstellung	102

Abb. 63	Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotentiale Erdwärmekollektoren104 Eigene Darstellung
Abb. 64	Deckungsgrade für Wärmebedarf unsaniert und Warmwasserbedarf mit Erdwärmekollektoren 109 Eigene Darstellung
Abb. 65	Wärmebedarf (unsaniert) und Erzeugungspotentiale Erdwärmesonden110 Eigene Darstellung
Abb. 66	Langfristiger Wärmebedarf und Erzeugungspotentiale Erdwärmesonden112 Eigene Darstellung
Abb. 67	Deckungsgrade für Wärmebedarf unsaniert und Warmwasserbedarf mit Erdwärmesonden115 Eigene Darstellung
Abb. 68	Hydrothermalen Geothermiekraftwerken mit 200 m Mindestabstandsfläche116 Eigene Darstellung
Abb. 69	Geothermiekraftwerk für tiefe Geothermie mit 1.000 m Mindestabstandsfläche118 Eigene Darstellung
Abb. 70	Gesamtfläche der Gemeinde und Anteil der theoretisch nutzbaren Freiflächen für Biomasse120 Eigene Darstellung
Abb. 71	Theoretisch zu Verfügung stehende Freiflächen nach Raumtypen für Biomasse120 Eigene Darstellung
Abb. 72	Benötigte Fläche für Biogas um Wärmebedarf des Dorfgebietes von 33.000.000 kWh zu decken122 Eigene Darstellung
Abb. 73	Flächenbedarf Biomasse für Biogas - Roggen125 Eigene Darstellung
Abb. 74	Flächenbedarf Biomasse für Biogas - Futterrüben127 Eigene Darstellung
Abb. 75	Benötigte Fläche für Biomasse bei Verbrennung um Wärmebedarf des Dorfgebietes zu decken 128 Eigene Darstellung
Abb. 76	Flächenbedarf Biomasse für Verbrennung - Roggen131 Eigene Darstellung
Abb. 77	Flächenbedarf Biomasse für Verbrennung - Miscanthus133 Eigene Darstellung
Abb. 78	Flächenvergleich Waldfläche und Gesamtfläche der Gemeinde

Abb. 79	Anteil von Pflegeholz am Wärmebedarf des Dorfgebietes Eigene Darstellung	134
Abb. 8o	Wärmeertrag von Gülle und Mist bei Nutzung in Biogasanlage Eigene Darstellung	136
Abb. 81	Stromertrag von Gülle und Mist bei Nutzung in Biogasanlage Eigene Darstellung	136
Abb. 82	Aufkommen und Energieertrag von Biomüll und Grünabfall in der Gemeinde Amtzell Eigene Darstellung	138
Abb. 83	Gemeindegebiet mit Gewässerkarte Eigene Darstellung	140
Abb. 84	Benötigte Anzahl an Wasserturbinen um die Gemeinde vollständig mit Strom zu versorgen Eigene Darstellung	142
Abb. 85	Windgeschwindigkeiten 80 Meter über Grund	
Abb. 86	Potentielle Standorte für Windräder mit 200 m Mindestabstandsfläche Eigene Darstellung	144
Abb. 87	Benötigte Anzahl an Windrädern um die Gemeinde vollständig mit Strom zu versorgen Eigene Darstellung	146
Abb. 88	Futtertrocknungsanlage in Geiselharz Eigene Darstellung	148
Abb. 89	Strom- und Wärmemenge produziert durch Amtzeller Werk für Biogas Eigene Darstellung	150
Abb. 90	Mögliche Leitungsführungen für Nahwärmenetz Eigene Darstellung	150
Abb. 91	Erwartete Veränderung der Einwohnerzahlen in Baden-Württemberg von 2005 bis 2025 Eigene Darstellung	154
Abb. 92	Energiepolitische Ziele der Bundesregierung Eigene Darstellung	156

Abb. 93	Ziele der Bundesregierung und die Auswirkungen auf den Strombedarf der Gemeinde Eigene Darstellung	158
Abb. 94	Ziele der Bundesregierung und die Auswirkungen auf den Wärmebedarf der Gemeinde Eigene Darstellung	60
Abb. 95	Leitstrategie für den Großraumtyp »Gewerbe und Industrie« Eigene Darstellung	164
Abb. 96	Leitstrategie für den Großraumtyp »Weiler und Einzelhöfe« Eigene Darstellung	166
Abb. 97	Leitstrategie für den Großraumtyp »Dorfgebiet« Eigene Darstellung	168
Abb. 98	Flächenbedarf für die Energiebereitstellung im Jahr 2020 Eigene Darstellung	173
Abb. 99	Flächenbedarf für die Energiebereitstellung im Jahr 2050 Eigene Darstellung	177
Abb. 100	Verteilung der Energiebereitstellung im Jahr 2050 Eigene Darstellung	178
Abb. 101	Vergleich der benötigten Flächen zur Energiebereitstellung im Jahr 2050 Eigene Darstellung	179
Abb. 102	Detaillierte Aufteilung der Energiebereitstellung im Jahr 2050 Eigene Darstellung	181

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1	Unterteilung Biomasse nach Aufkommen24 Eigene Darstellung nach:
	Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu), 2010 Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen - Ein Praxisleitfaden, Berlin, Deutsches Institut
	für Urbanistik Gmbh (Difu)
Tab. 2	Unterteilung Biomasse nach Aggregatzustand25 Eigene Darstellung nach:
	Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu), 2010
	Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen - Ein Praxisleitfaden, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu)
Tab. 3	Unterteilung der verschiedenen Systeme der Geothermie27 Eigene Darstellung nach:
	Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu), 2010
	Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen - Ein Praxisleitfaden, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu)
Tab. 4	Mühlenverzeichnis Gemeinde Amtzell55
	Eigene Darstellung nach:
	mediuminfo.de http://www.mediuminfo.de/wasserkraft/html/wasserkraft_in_amtzell.html
Tab. 5	Flächen und Anteile der Großraumtypen in der Gemeinde Amtzell60
	Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 6	Übersicht der Stadtraumtypen nach Everding62
	Eigene Darstellung nach:
	Everding, 2007 Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart
Tab. 7	Übersicht der Stadtraumtypen nach Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung63 Eigene Darstellung nach:
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 8	Tab.Anteile und Flächen der Raumtypen in der Gemeinde Amtzell66
	Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 9	Raumtypen in der Gemeinde Amtzell67
	Eigene Darstellung, zusammengefasst und ergänzt nach:
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr,
	Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
	Everding, 2007 Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag

Tab. 10	Energiebedarf Heizwärme, Warmwasser und Strom nach Raumtyp	7
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:	
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009	
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	
	Everding, 2007	
	Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart	
Tab. 11	Energiepotentiale Photovoltaik, Solarthermie und solare Gütezahl nach Raumtyp	7
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:	•
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009	
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	
	Everding, 2007	
	Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart	
Tab. 12	Energiepotentiale Erdwärmekollektor und Erdwärmesonde nach Raumtyp	7
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:	
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009	
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr,	
	Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	
	Everding, 2007	
	Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart	
Tab. 13	Wärme- und Strombedarf nach Raumtypen	8
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:	
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009	
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	
	Everding, 2007	
	Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart	
Tab. 14	Wärme- und Strombedarf nach Großaumtypen	8
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:	
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009	
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	
	Everding, 2007	
	Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild, Stuttgart, W. Kohlhammer Verlag Stuttgart	
Tab. 15	Strombedarf und theoretisches Erzeugungspotential Photovoltaik nach Raumtypen	9
	Eigene Darstellung und Berechnung	

Tab. 16	Strombedarf und theoretisches Erzeugungspotential Photovoltaik nach Großaumtypen91 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 17	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie99 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 18	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie99 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 19	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie101 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 20	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Solarthermie101 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 21	Entzugsleistungen für Erdwärmekollektoren für 1.800 und 2.400 Jahresarbeitsstunden104 Eigene Darstellung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 22	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren105 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 23	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren105 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 24	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren107 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 25	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmekollektoren107 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 26	Entzugsleistungen für Erdwärmesonden für 1.800 und 2.400 Jahresarbeitsstunden110 Eigene Darstellung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 27	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde111 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 28	Wärmebedarf unsaniert, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde111 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 29	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde

Tab. 30	Langfristiger Wärmebedarf, Warmwasserbedarf und Erzeugungspotential Erdwärmesonde Eigene Darstellung und Berechnung	113
Tab. 31	Potential zur Wärmegewinnung von hydrothermalen Geothermiekraftwerken Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	116
Tab. 32	Potential zur Stromerzeugung von Geothermiekraftwerken Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	119
Tab. 33	Potential zur Wärmegewinnung von Geothermiekraftwerken Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	119
Tab. 34	Theoretisch zu Verfügung stehenden Flächen nach Raumtypen für Biomasse Eigene Darstellung und Berechnung	121
Tab. 35	Maximaler Energieertrag bei voller Flächennutzung von 2.211 ha Eigene Darstellung und Berechnung	122
Tab. 36	Energieertrag und Flächenbedarf von Energiepflanzen für Biogasanlage Eigene Darstellung und Berechnung	122
Tab. 37	Energieerträge von Energiepflanzen für Biogasanlagen Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009 Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)	123
Tab. 38	Maximaler Energieertrag bei voller Flächennutzung von 2.211 ha Eigene Darstellung und Berechnung	28
Tab. 39	Energieertrag und Flächenbedarf von Energiepflanzen für Heizkraftwerke Eigene Darstellung und Berechnung	28
Tab. 40	Energieerträge von Energiepflanzen für Heizkraftwerke	29

Tab. 41	Maximaler Energieertrag von forstwirtschaftlicher Biomasse (Flächennutzung von 460 ha)134 Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 42	Energieertrag von forstwirtschaftlicher Biomasse135
	Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 43	Aufkommen und Energieertrag von Gülle und Mist in der Gemeinde Amtzell136
	Eigene Darstellung und Berechnung nach:
	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2009
	Der demografische Wandel in Baden-Württemberg - Herausforderungen und Chancen, Stuttgart, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 44	Aufkommen von Biomüll und Grünabfall138
	Eigene Darstellung und Berechnung nach:
	Gemeinde Amtzell, Grünmüllaufkommen der letzten Jahre
	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, 2009
	Der demografische Wandel in Baden-Württemberg - Herausforderungen und Chancen, Stuttgart, Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
Tab. 45	Aufkommen und Energieertrag von Biomüll und Grünabfall in der Gemeinde Amtzell138 Eigene Darstellung und Berechnung, zusammengefasst und ergänzt nach:
	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), 2009
	Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS)
Tab. 46	Mühlenverzeichnis Gemeinde Amtzell mit Gebäude- und Mühlradbestand140 Eigene Darstellung nach:
	mediuminfo.de http://www.mediuminfo.de/wasserkraft/html/wasserkraft_in_amtzell.html
Tab. 47	Potential zur Stromerzeugung von theoreisch denkbaren Wasserkraftstandorten141
	Eigene Darstellung und Berechnung nach:
	Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu), 2010
	Nutzung erneuerbarer Energien durch die Kommunen - Ein Praxisleitfaden, Berlin, Deutsches Institut für Urbanistik Gmbh (Difu)

Tab. 48	Potential zur Stromerzeugung von theoreisch denkbaren Windkraftstandorten145
	Eigene Darstellung und Berechnung nach:
	Enercon GmbH
	Produktübersicht
	http://www.enercon.de/p/downloads/ENERCON_P_D_web.pdf
	Ölmühle-Möriken GmbH
	Produktübersicht
	http://www.oelmuehle-moeriken.ch/windmuehlenwindmills/1-kw-vertikal-einheit/index.html
Tab. 49	Übersicht Strom- und Wärmebedarf und Anteil erneurbare Energien der Leitstrategie170
	Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 50	Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2020170
	Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 51	Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2050174
	Eigene Darstellung und Berechnung
Tab. 52	Übersicht Flächenbedarf der Energiebereitstellung im Jahr 2050179
	Eigene Darstellung und Berechnung

Masterthesis

Wintersemester 2011/2012

Matthias Fortenbacher Paulistr. 5 A CH - 8280 Kreuzlingen Mat.Nr. 280327



Fachgebiet Energieeffizientes Bauen Betreuung: Prof. Thomas Stark



Hochschule Konstanz Technik, Wirtschaft und Gestaltung Fakultät Architektur und Gestaltung Brauneggerstr. 55 78462 Konstanz

