

Projektarbeit Regenerative Energien „Energieversorgung auf dem Dorf“



Betreuer: Prof. Dr. Schweigler
Verfasser: Greis Benjamin
Kerschl Korbinian
Klein Christian
Reiber Michael
Schulz Stefan

Abgabe: 08.07.2014

0. Inhaltsverzeichnis

1.	Politische Zielsetzungen der Bundesregierung	4
2.	Analyse & Prognose des Gebäudebestandes in Rammingen.....	6
3.	Ermittlung des bisherigen & des zukünftigen Wärmebedarfs	10
3.1	Bisheriger Wärmebedarf	10
3.2	Zukünftiger Wärmebedarf	14
4.	Prognose des Wärmebedarfs & der Heizleistung im Jahr 2050.....	20
5.	Energieversorgungskonzepte	24
5.1	Bestand der Energieversorgung in Rammingen	24
5.1.1	Derzeitige Energieversorgung in Rammingen.....	24
5.1.2	Strombedarf	26
5.1.3	Wärmebedarf	27
5.2	Potenzial regenerativer Energien am Standort Rammingen.....	28
5.2.1	Biomasse und Biogas	28
5.2.2	Erdwärme.....	31
5.2.3	Photovoltaik und Solaranlagen	33
5.2.4	Windkraft.....	35
5.2.5	Wasserkraft	38
6.	Zukunftskonzepte für die Energieversorgung	41
6.1	Szenario 1: Autarke Energieversorgung der Gemeinde Rammingen	41
6.1.1	Stromerzeugung	42
6.1.2	Stromspeicherung/Rückverstromung	43
6.1.3	Wärmeversorgung	43
6.2	Zukunftsszenario 2: Überregionales Versorgungskonzept mit Nutzung des deutschen Gasnetzes.....	44
6.2.1	Stromerzeugung	44
6.2.2	Energiespeicherung im Erdgasnetz.....	45
6.2.3	Rückverstromung	45
6.2.4	Wärmeversorgung	46
6.3	Vergleich der heutigen und der zukünftigen Situation.....	46
6.4	Fazit Konzepte	50
7.	Mobilität.....	51
8.	Kraftfahrzeuge.....	52
8.1	Mitfahrzentralen.....	53
8.2	Elektroautos & Car-Sharing	55
9.	Fahrrad	58
10.	Einfluss des Smartphones auf die Mobilität.....	60

11.	Verbrauchs-/Energievergleich Mobilität & Wohnen.....	61
11.1	Energieverbrauch zweier Autos im Vergleich.....	62
11.2	Energieverbrauch zweier Häuser im Vergleich	63
11.3	Fazit des Vergleichs	64
12.	Abbildungsverzeichnis.....	65
13.	Tabellenverzeichnis	67
14.	Literaturverzeichnis	68
15.	Verfassererklärung.....	72

1. Politische Zielsetzungen der Bundesregierung

Gemäß einem Bericht des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln (IW Köln) strebt die Bundesregierung in Deutschland bis zum Jahr 2020 im Gebäudebestand eine Senkung des Wärmebedarfs um 20 Prozent und bis zum Jahr 2050 eine Reduzierung des Primärenergiebedarfs um 80 Prozent an. Dafür sollen neu errichtete Gebäude ab 2020 nur noch einen maximalen Heizenergiebedarf von 15 kWh/m²a benötigen. Dies entspricht dem Standard eines Niedrigstenergiehauses. ^[1] Bis 2050 sollen alle Gebäude gemäß der Zielsetzung der Bundesregierung klimaneutral sein. Für neu errichtete Bauten gilt dies schon bis zum Jahr 2020. ^[2]

Um die zukünftigen Sanierungsmaßnahmen an Wohngebäuden vorhersagen zu können, stellt das IW Köln demnach zwei Szenarien in den Raum. Zum einen wird davon ausgegangen, dass die Quote für Sanierungen konstant bei einem Prozent des gesamten Gebäudebestandes verbleibt. Allerdings wird die Annahme getroffen, dass die Energieeinsparung durch Senkung des Heizwärmebedarfs infolge qualitativ hochwertigerer Dämmung der Gebäudehülle weiter forciert werden kann.

Bei dem anderen Szenario wird von denselben Rahmenbedingungen ausgegangen, jedoch wird mit einer Steigerung der Sanierungsquote um 100 Prozent gerechnet. Dies entspricht einer Sanierungsrate von zwei Prozent. ^[3]

In Abbildung 1-1 ist die Entwicklung des Wohnungsbestandes in Deutschland für die beiden oben beschriebenen Szenarien dargestellt. Dabei ist ersichtlich, dass bei den getroffenen Annahmen bezüglich des Anteils der neu errichteten Wohnungen am Gesamtbestand beginnend bei fünf Prozent (2010 bis 2020) je weiterer Dekade ein Rückgang der Neubauten um ein Prozent zu verzeichnen ist. ^[4]

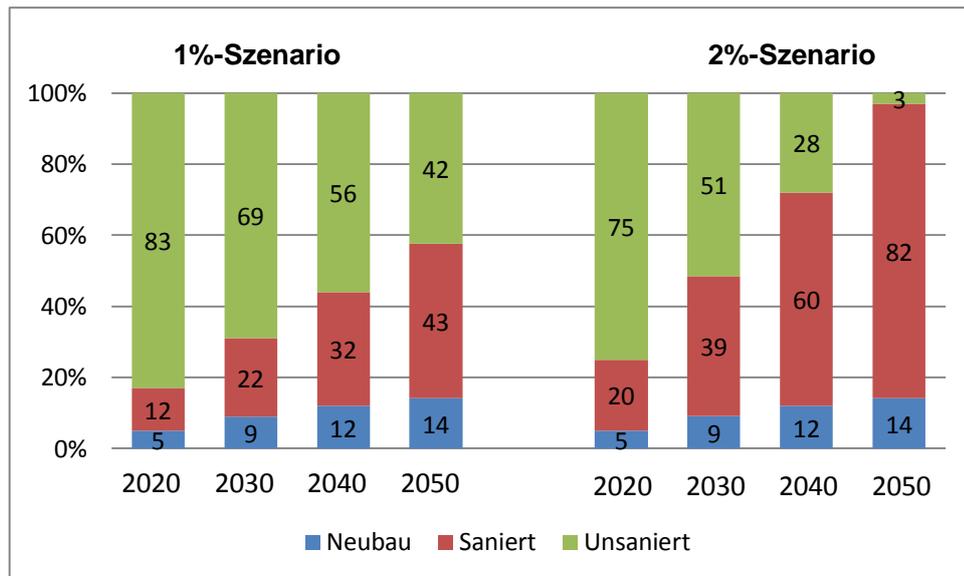


Abbildung 1-1: Entwicklung des Wohnungsbestandes in Deutschland^[5]

Es ist mit einem linearen Rückgang der Bautätigkeit von heute bis zum Jahr 2050 zu rechnen. Zu diesem Zeitpunkt (2050) beträgt die Baufertigstellung nur noch 25 Prozent der heutigen Quote.^[6]

2. Analyse & Prognose des Gebäudebestandes in Rammingen

Als beispielhafte Dorfgemeinde wird sich in dieser Projektarbeit auf die Ortschaft Rammingen bezogen. Diese befindet sich circa 100 Kilometer westlich von München im Unterallgäu. Mit momentan rund 1400 Einwohnern gilt dieses als repräsentative Ortschaft in Südbayern.

Speziell für den Ort Rammingen ist in Abbildung 2-1 ersichtlich, dass seit dem Jahr 1970 die Anzahl der Baufertigstellungen von Wohngebäuden über die Betrachtungszeiträume von jeweils circa 20 Jahren bis zum Jahre 2011 nahezu konstant blieb. Von 1970 bis 1989 wurden 135, im darauffolgenden Zeitraum bis 2011 139 Wohngebäude neu errichtet. ^[7]

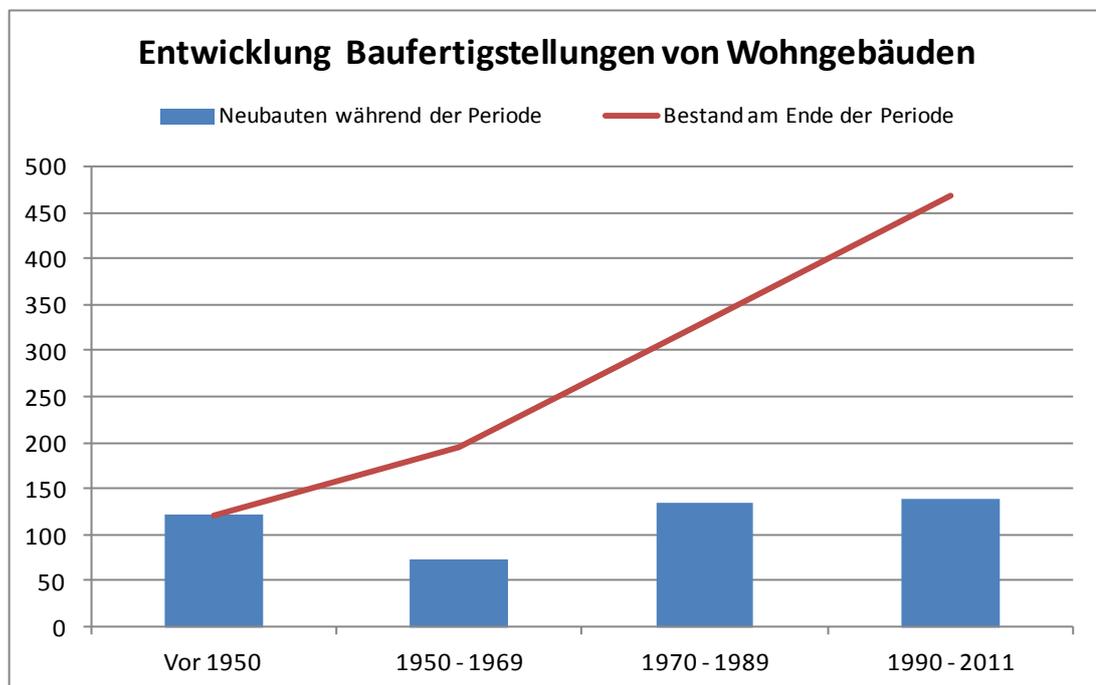


Abbildung 2-1: Bisherige Entwicklung der Baufertigstellungen von Wohnungsgebäuden in Rammingen^[8]

Im Vergleich dazu ist der Neubau von Wohnungen (\neq Wohngebäude) von 191 Neubauwohnungen in der Periode 1970 bis 1989 bis zum Ende der Periode 1990 bis 2011 um rund 10 Prozent gesunken. In letztgenanntem Zeitraum wurden 172 Wohnungen neu errichtet. (vgl. Abbildung 2-2)

Allerdings ist bei Dekaden-weiser Betrachtung seit 1990 ein konstanter Wohnungsneubau zu verzeichnen (hier nicht dargestellt).

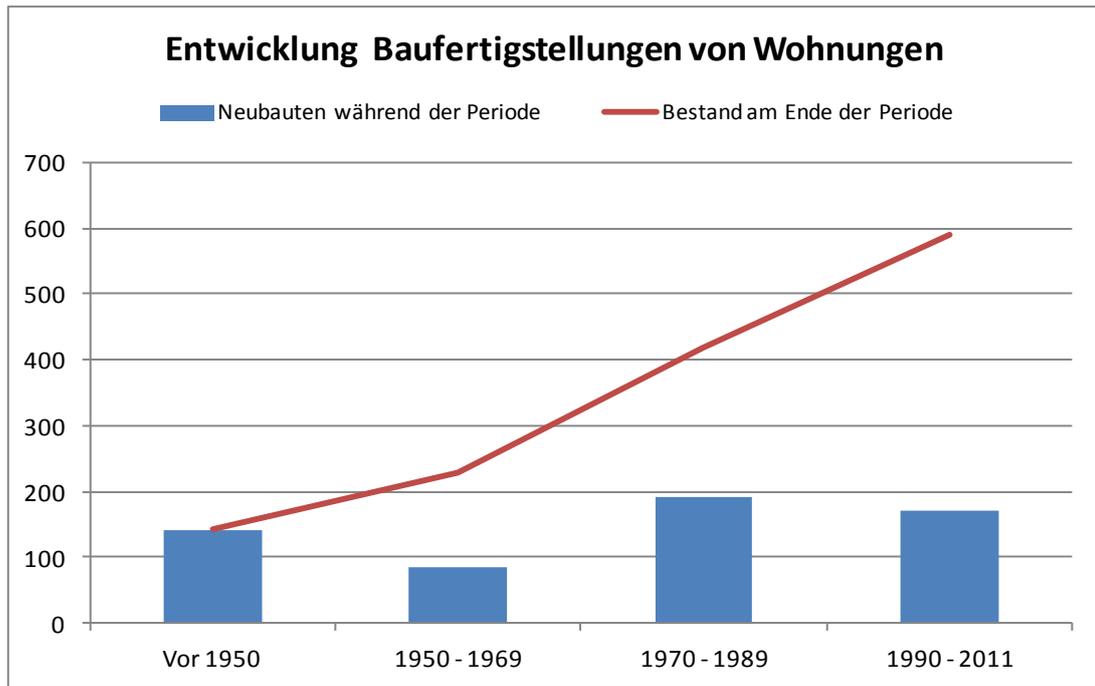


Abbildung 2-2: Bisherige Entwicklung der Baufertigstellungen von Wohnungen in Rammingen ^[8]

Da nicht unbedingt davon ausgegangen werden kann, dass die für die Bundesrepublik prognostizierte Entwicklung der Neubauquote von Wohngebäuden auch auf Rammingen zutrifft, werden im Folgenden zwei mögliche Szenarien gegenübergestellt.

Im Szenario A wird der bereits beschriebene Rückgang der Bautätigkeit als Grundlage angesetzt. Währenddessen wird im Szenario B angenommen, dass sich die Neubaurate auch bis zum Jahr 2050 nicht gravierend im Vergleich zu der Quote seit 1990 ändert und demnach weiterhin von etwa 85 neu erbauten Wohnungen pro Dekade ausgegangen werden kann.

Bei beiden Szenarien sind allerdings Gebäudeabrisse nicht berücksichtigt. Hier eine genaue, aussagekräftige Anzahl vorherzusagen erweist sich als äußerst schwierig. Daher wird die Annahme getroffen, dass nur wenige Gebäude abgerissen werden und die oben genannten Zahlen für diese Betrachtung weiter Bestand haben.

Bezüglich der Sanierungsraten werden die beiden eingangs beschriebenen Szenarien von einem, beziehungsweise zwei Prozent jährlicher Wohnungssanierungen mit der Basis des Wohnungsbestandes aus dem Jahr 2011 angewandt.

Szenario A

Setzt man den für Deutschland beschriebenen prognostizierten Rückgang der Bautätigkeit für Rammingen an, so wird sich dort der Wohnungsneubau wie in Abbildung 2-3 abgebildet entwickeln. Demnach sinkt die auf die Dekaden bezogene Neubaurate auf bis zu 22 Wohnungsneubauten im Zeitraum 2041 bis 2050 ab. Demzufolge wird der Wohnungsbestand Ende 2050 bei 774 Stück liegen.

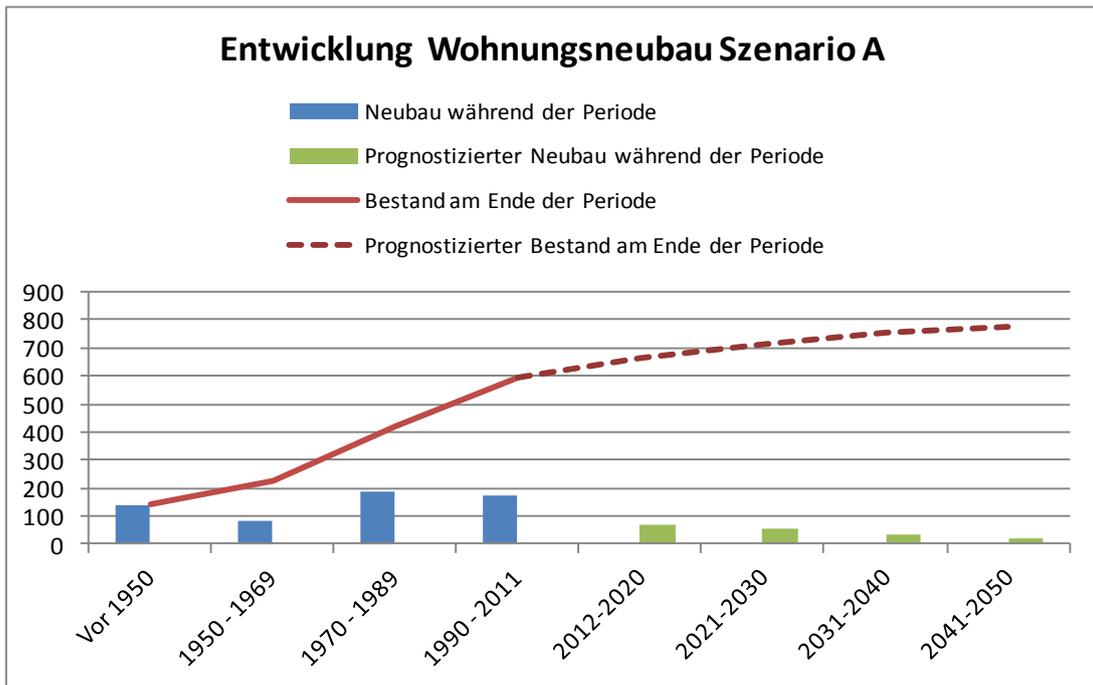


Abbildung 2-3: Prognostizierter Wohnungsneubau in Rammingen gemäß Szenario A

Der vorhergesagte Prozentsatz unsanierter Wohnungen unter Berücksichtigung von Neubauten und Sanierungen ist in Abbildung 2-4 dargestellt.

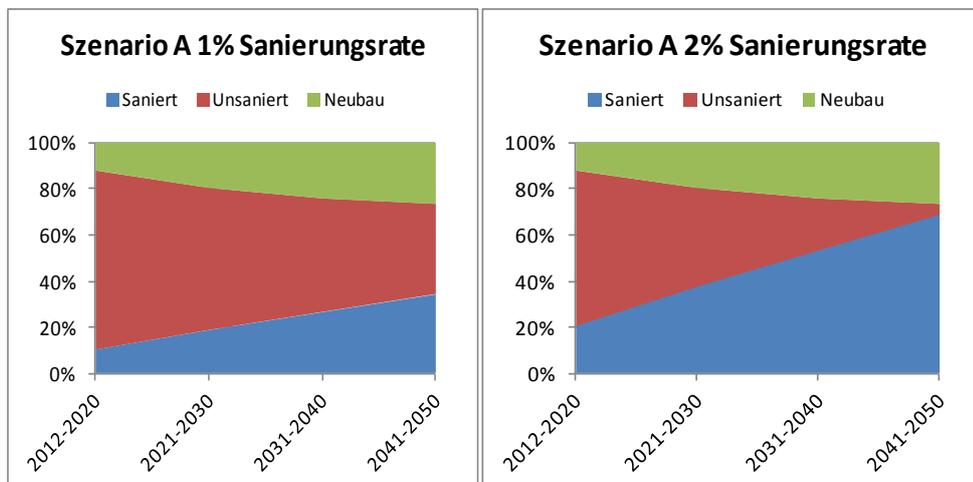


Abbildung 2-4: Prozentuale Verteilung sanielter und unsanierter Wohnungen, sowie Wohnungsneubauten

Szenario B

Bei Szenario B wird die Neubaurate von Wohnungen weiterhin konstant zu den beiden vorangegangenen Dekaden bleiben. Demzufolge werden bis zum Ende des Jahres 2050 circa 340 Wohnungen neu erbaut. Der Bestand liegt demnach Ende 2050 bei 935 Wohnungen. (vgl. Abbildung 2-5)

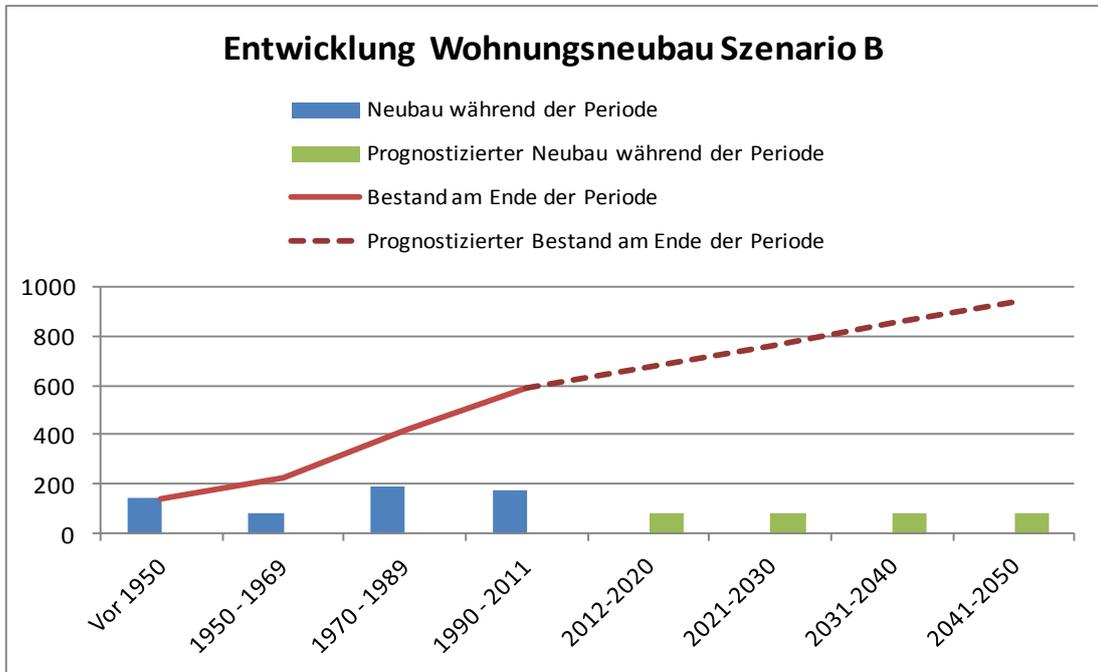


Abbildung 2-5: Prognostizierter Wohnungsneubau in Rammingen gemäß Szenario B

Der prognostizierte Prozentsatz unsanierter Wohnungen unter Berücksichtigung von Neubauten und Sanierungen ist in Abbildung 2-6 dargestellt.

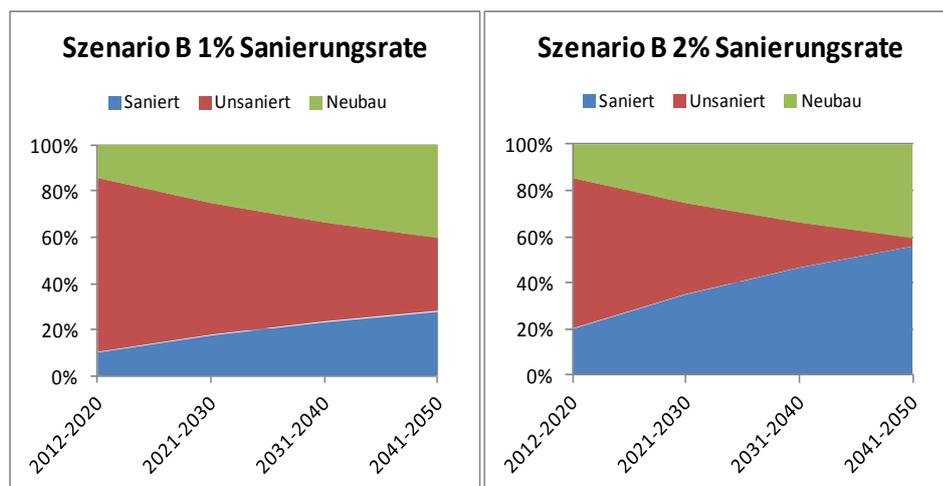


Abbildung 2-6: Prozentuale Verteilung sanierter & unsanierter Wohnungen, sowie Wohnungsneubauten

3. Ermittlung des bisherigen & des zukünftigen Wärmebedarfs

3.1 Bisheriger Wärmebedarf

Im Folgenden soll der durchschnittliche Heizwärmebedarf für die Gebäude der Gemeinde Rammingen ermittelt und aufgezeigt werden. Hierfür wurden von den Jahren 1950 bis 2011 verschiedene Zeitintervalle festgelegt, um die erbauten Einfamilien-, Mehrfamilien- und Reihenhäuser in Baualtersklassen und deren durchschnittlichen Heizwärmebedarf einteilen zu können. Die hierfür benötigten Daten können dem aktuellen Zensusbericht aus dem Jahre 2011 entnommen werden.^[9]

Tabelle 3-1 zeigt das aufbereitete Ergebnis aus dem aktuellen Zensusbericht für den Gebäudebestand der Gemeinde Rammingen. Hier wird dargestellt, wie viele Gebäude in den jeweiligen Baujahren errichtet wurden. Die Gebäude sind zusätzlich in Einfamilien-, Mehrfamilien- und Reihenhäuser untergliedert. Des Weiteren wurde die jeweilige durchschnittliche Wohnfläche in Quadratmetern in Abhängigkeit des Baujahres beigefügt. Die Baujahre wurden hierfür jeweils zu einem Zeitintervall von 20 Jahren zusammengefasst. Tabelle 3-1 ist das Ergebnis von dem Zusammenführen mehrerer Tabellen und Datenquellen aus dem aktuellen Zensusbericht.

Tabelle 3-1: Gebäudebestand Rammingen nach Zensus 2011 ^[8]

	Insgesamt	Baujahr von ... bis ...			
		Vor 1950	1950 - 1969	1970 - 1989	1990 und später
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Gebäude nach Zahl der Wohnungen	502	121	74	135	172
Freistehendes Haus Insgesamt	380	78	56	114	132
mit 1 Wohnung	296	63	47	72	114
mit 2 Wohnungen	70	12	9	34	15
mit 3 und mehr Wohnungen	14	3	0	8	3
Doppelhaushälfte Insgesamt	64	3	6	18	37
mit 1 Wohnung	58	3	6	12	37
mit 2 Wohnungen	6	0	0	6	-
mit 3 und mehr Wohnungen	-	-	-	-	-
Gereihtes Haus Insgesamt	3	0	3	0	0
mit 1 Wohnung	3	0	3	0	-
mit 2 Wohnungen	-	0	0	0	-
mit 3 und mehr Wohnungen	-	0	-	-	-
Anderer Gebäudetyp					
Insgesamt	55	40	9	3	3
mit 1 Wohnung	46	37	6	3	-
mit 2 Wohnungen	9	3	3	0	3
mit 3 und mehr Wohnungen	-	-	-	-	-
durchschnittliche Wohnfläche in m²		105	102	110	118,425

Im Rahmen des Berichtes „Erfassung regionaltypischer Materialien im Gebäudebestand mit Bezug auf die Baualtersklasse und Ableitung typischer Bauteilaufbauten“ vom 30.04.2009, beschäftigt sich das „Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.“ mit verschiedenen Wärmebedarfswerten, die den Baualtersklassen zugeordnet werden. ^[10]

Die folgende Tabelle 3-2 zeigt einen Auszug aus dem oben genannten Bericht des „Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.“ Hier können die Kennwerte für den Heizwärmebedarf von Gebäuden, die in den verschiedenen Zeitintervallen gebaut wurden, entnommen werden. Dieser Auszug enthält ausschließlich Daten für Ein- und Zweifamilienhäuser.

Tabelle 3-2: Inhaltlicher Auszug aus dem Bericht [10]

Alte Bundesländer		
Freistehende Ein- und Zweifamilienhäuser		
Baujahr:	Wohnfläche:	Heizwärmebedarf:
Bis 1918 (Fachwerk)	70 Mio. m ²	238 kWh/(m ² *a)
Bis 1918 (Massiv)	131 Mio. m ²	185 kWh/(m ² *a)
1919 – 1948	116 Mio. m ²	204 kWh/(m ² *a)
1949 – 1957	114 Mio. m ²	253 kWh/(m ² *a)
1958 – 1968	205 Mio. m ²	146 kWh/(m ² *a)
1969 – 1978	184 Mio. m ²	141 kWh/(m ² *a)
1979 – 1983	94 Mio. m ²	119 kWh/(m ² *a)
1984 – 1990	85 Mio. m ²	120 kWh/(m ² *a)

Abbildung 3-1 zeigt die Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs für die Gebäude in Rammingen in dem betrachteten Zeitraum von 1950 bis 2010. Der Wärmebedarf wird in KWh/m²a angegeben.

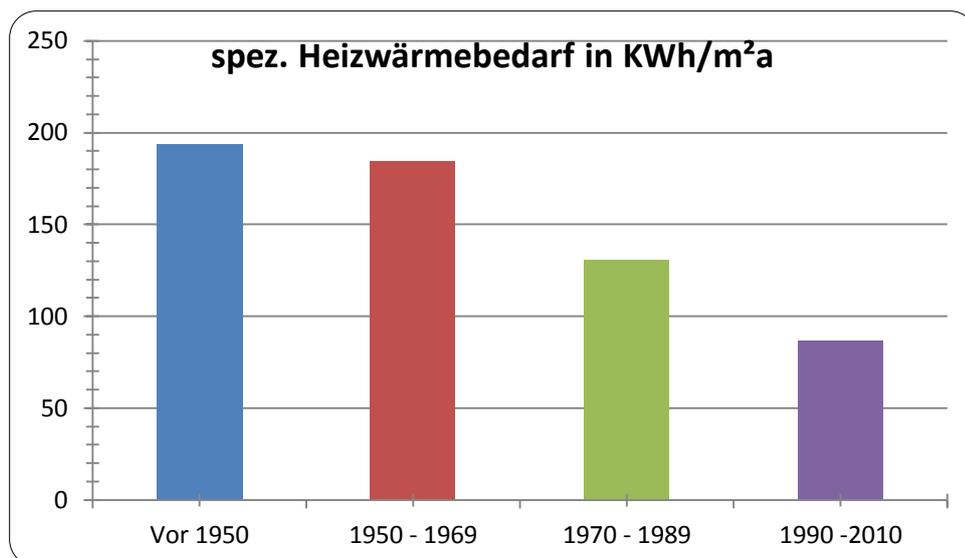


Abbildung 3-1: Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs in der Gemeinde Rammingen

Dabei ist ersichtlich, dass der Wärmebedarf über die Jahre stetig gesunken ist und damit besser wurde. Dies ist auf die Weiterentwicklung der Gebäudedämmungen und der verwendeten Baumaterialien zurückzuführen.

Zusammen mit den gewonnenen Daten für den Gebäudebestand der Gemeinde Rammingen, kann der jeweilige Wärmebedarf zu jedem Zeitintervall ermittelt werden.

In der folgenden Grafik (Abbildung 3-2) ist die Entwicklung des Jahres-Heizwärmebedarfs und die damit benötigte Heizwärmeleistung für Rammingen abgebildet. Hier ist ein linearer Anstieg des Jahresheiz-Wärmebedarfes zu vermerken. Dies kann durch die Zunahme an Bebauung und somit der Wohnfläche in der Gemeinde Rammingen begründet werden. Im Jahr 2010 waren bereits mehr als 6 GWh Wärme nötig um die Gemeinde ausreichend beheizen zu können, während es in den 1950er Jahren weniger als 2 GWh im Jahr waren.

Demzufolge hat sich die benötigte Wärmeleistung in den letzten 60 Jahren mehr als verdreifacht. Da in dieser Zeit der spezifische Wärmebedarf stetig gesunken ist, ist der starke Anstieg mit dem Anstieg von Neubauten zu begründen.

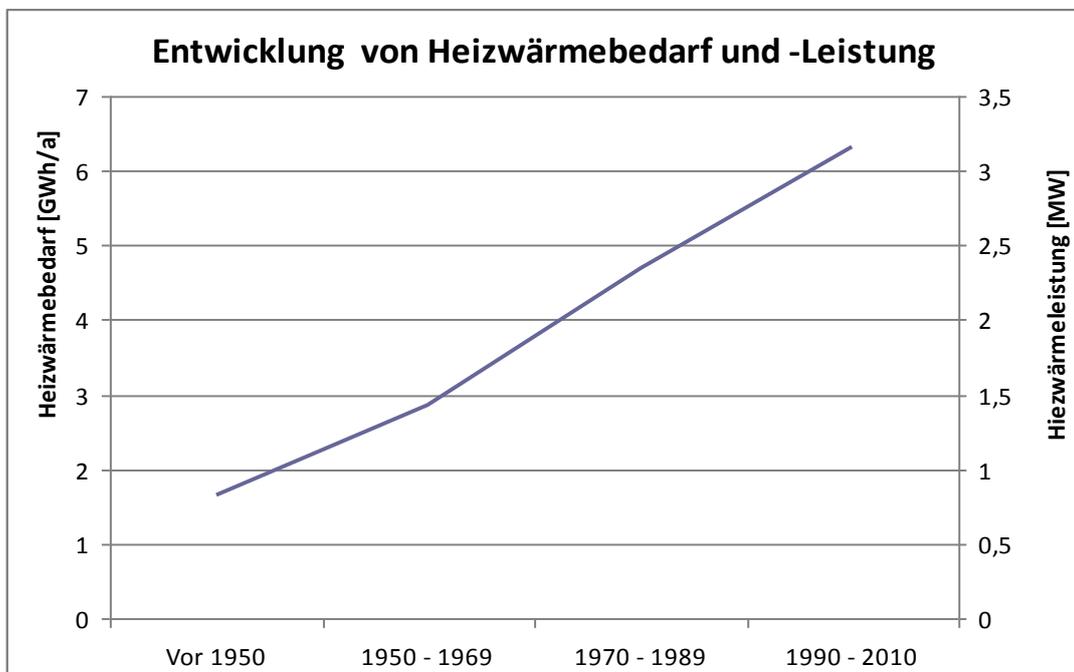


Abbildung 3-2: Entwicklung des Heizwärmebedarfs in der Gemeinde Rammingen

3.2 Zukünftiger Wärmebedarf

Neben den oben vorgestellten Werten für den Wärmebedarf der letzten 60 Jahren, soll nun versucht werden, eine Prognose für die zukünftigen Jahrzehnte abzugeben. Nach der am 1. Mai 2014 in Kraft getretenen neuen Energieeinsparverordnung 2014 (EnEV) soll der Heizwärmebedarf für Neubauten den Standard eines Niedrigenergiegebäudes erfüllen.^[11] Dieser beträgt etwa 50 kWh je m² im Jahr.^[12]

Wie bereits eingangs erwähnt, geht aus dem Bericht des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln (IW Köln) hervor, dass die Bundesregierung das ehrgeizige Ziel verfolgt, für alle Neubauten ab 2020 einen spezifischen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a zu erreichen.^[13] Es wird davon ausgegangen, dass bis zu diesem Zeitpunkt die Werte der aktuellen EnEV eingehalten werden. Abbildung 3-3 zeigt die angestrebte Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfes für Neubauten bis in das Jahr 2050.

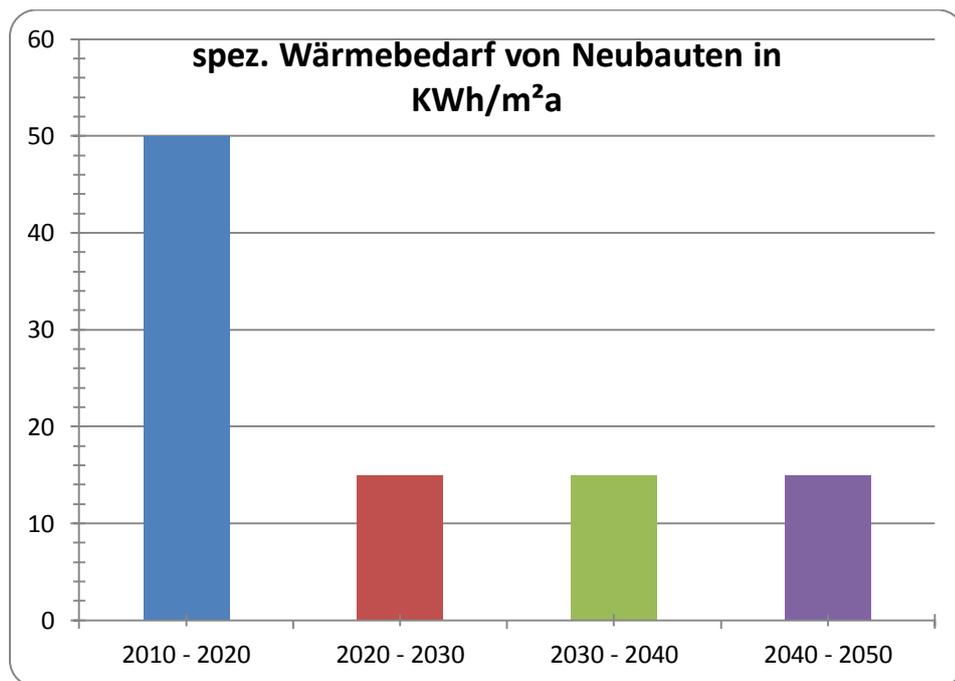


Abbildung 3-3: Prognose für spez. Heizwärmebedarf bis 2050

Werden nun diese Werte mit den oben beschriebenen Szenarien für die Neubaurate in der Gemeinde Rammingen zusammengeführt, so ergibt sich eine Prognose für den zukünftigen Energiebedarf der Neubauten von Rammingen in den nächsten Jahrzehnten.

In der folgenden Grafik (Abbildung 3-4) sind die Werte für den zukünftigen Heizwärmebedarf der neu gebauten Gebäude der Gemeinde Rammingen in MWh/a dargestellt. Da wie bereits beschrieben in Szenario B eine höhere Neubaurate angenommen wird, ist auch hier der prognostizierte Heizenergiebedarf höher als in Szenario A.

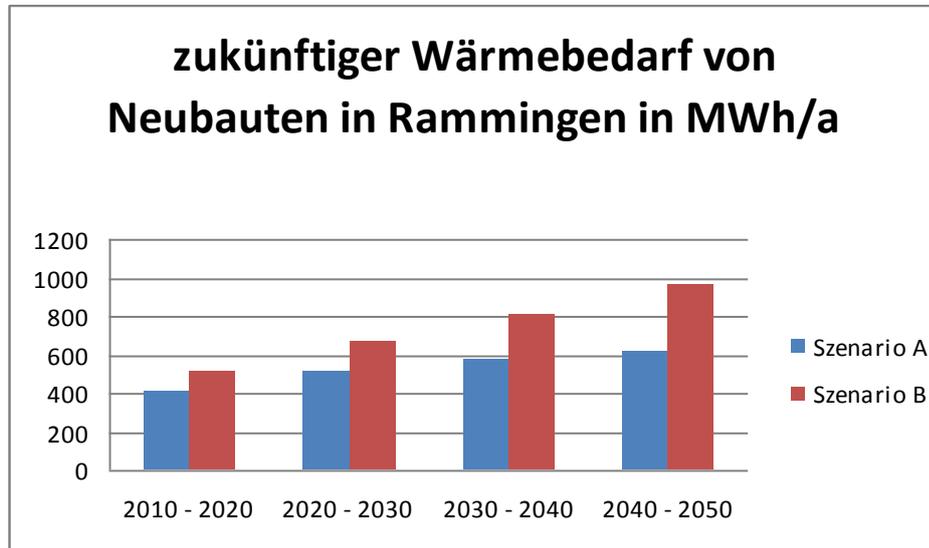


Abbildung 3-4: Zukünftiger Wärmebedarf von Neubauten in Rammingen in MWh/a

Damit in Abbildung 3-4 der tatsächliche Wärmebedarf dargestellt wird, wurden für jeden Zeitabschnitt der Wärmebedarf der vorherigen Zeitabschnitte aufsummiert, so dass stets der gesamte Heizenergiebedarf zu dem jeweiligen Zeitpunkt dargestellt wird. Da in der Gemeinde Rammingen weiter kontinuierlich Häuser gebaut werden sollen (Szenario A/Szenario B), steigt trotz geringer werdenden spezifischen Wärmebedarfes, der gesamte Wärmebedarf an.

Des Weiteren kann der Wärmebedarf für die künftig sanierten Gebäude berechnet und dargestellt werden. Hierbei wird wie eingangs erläutert zum einen eine Sanierungsquote von einem Prozent betrachtet, zum anderen von einer Sanierungsquote von zwei Prozent ausgegangen. In dem bereits erwähnten Bericht des Instituts der deutschen Wirtschaft in Köln (IW Köln), wird bis zum Jahr 2020 für Sanierungen eine Energieeinsparung von 20 Prozent angestrebt. Es wird zur Vereinfachung davon ausgegangen, dass die Gebäude nach einer Sanierung bis ins Jahr 2020 den jeweilig zeitgemäßen, technischen Standard eines Neubaus aufweisen. Das heißt beispielsweise, einem zwischen 2010 und 2020 sanierten Gebäude werden die Werte für einen Neubau zugeteilt. Dies entspricht laut EnEV in etwa 50 KWh/m²a.

Da ab 2020 eine Energieeinsparung von 20 % angestrebt wird, beträgt ab diesen Zeitpunkt der Heizenergiebedarf für sanierte Gebäude 40 kWh/m²a. Die folgende Grafik (Abbildung 3-5) zeigt die Entwicklung des spezifischen Wärmebedarfes für Sanierungen, nach dem Bericht des IW Köln.

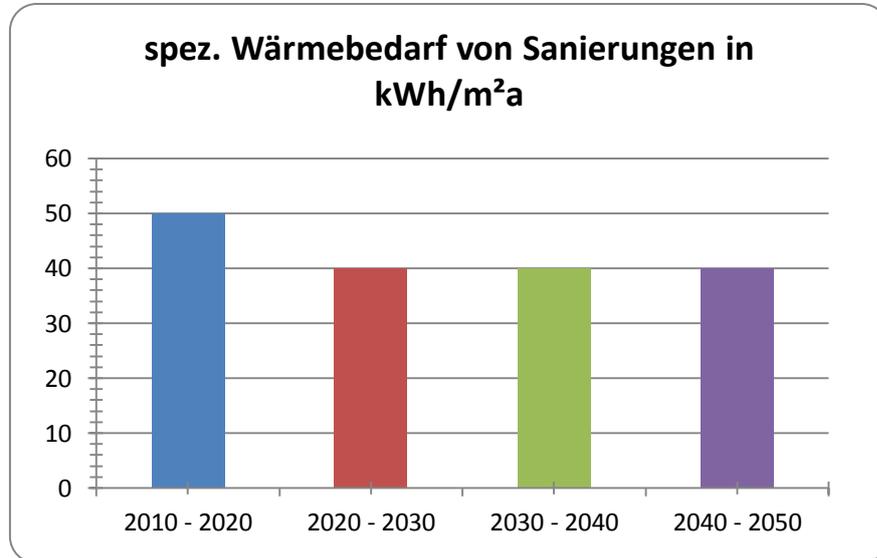


Abbildung 3-5: spez. Wärmebedarf von Sanierungen in kWh/m²a

In Abbildung 3-6 ist nun grafisch dargestellt, welchen Aufwand für Heizenergie in den verschiedenen Jahrzehnten für sanierte Gebäude insgesamt aufgewendet werden muss.

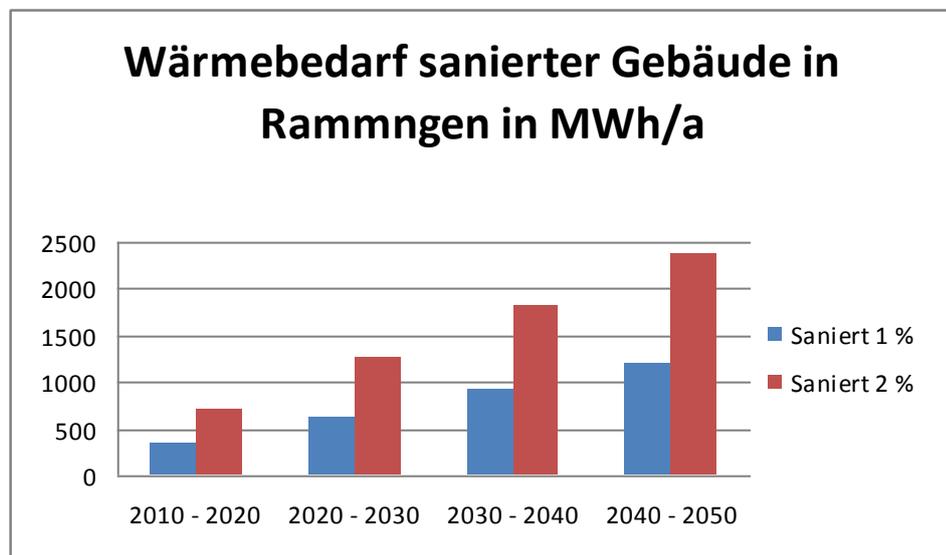


Abbildung 3-6: Wärmebedarf Sanierter Gebäude in Rammingen in MWh/a

Auch hier wurden wie in der Darstellung des Wärmebedarfes für Neubauten die vorhergehenden Zeitabschnitte jeweils aufaddiert.

Da es in Zukunft für beide Sanierungsquoten immer mehr sanierte Gebäude geben wird, ist über den betrachteten Zeitraum gesehen ein deutlicher Anstieg des Wärmebedarfes festzustellen. Dabei wird bei einer Sanierungsquote von einem Prozent davon ausgegangen, dass jedes Jahrzehnt circa 60 Sanierungen in der Gemeinde Rammingen durchgeführt werden. Bei einer Sanierungsquote von zwei Prozent wird demzufolge mit der doppelten Menge, also etwa 120 Sanierungen je Jahrzehnt gerechnet.

Um den zukünftig anfallenden Wärmebedarf der unsanierten Gebäude darstellen zu können, wurde zur Vereinfachung ein Durchschnittswert aus den spezifischen Heizenergieverbrauchswerten der vergangenen Jahrzehnte (1950 – 2010) gebildet. Dieser wurde auf ca. 140 kWh je m² und Jahr ermittelt. Dies ist in Abbildung 3-7 dargestellt.

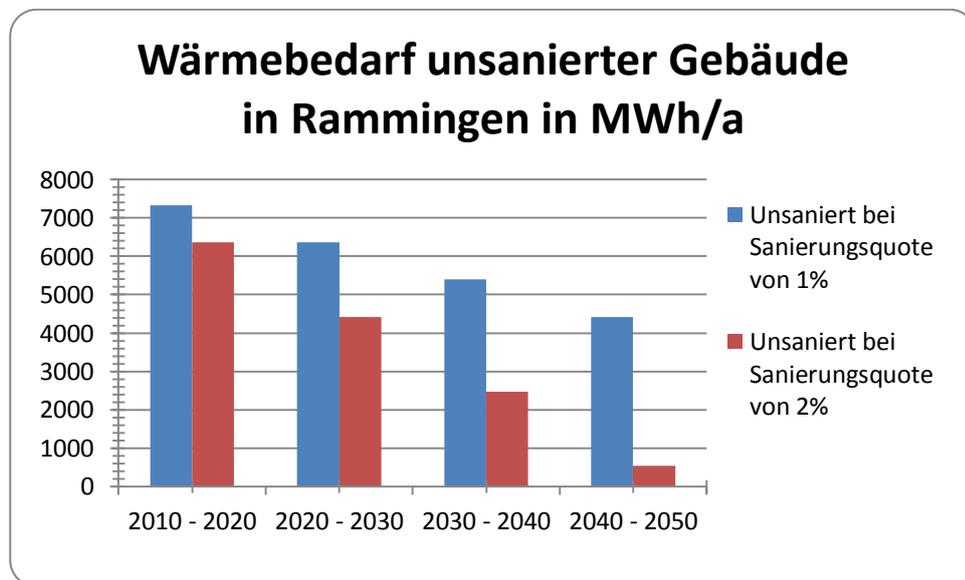


Abbildung 3-7: Wärmebedarf Unsanierter Gebäude in Rammingen in MWh/a

Der Unterschied zwischen den Sanierungsquoten von einem und zwei Prozent ist in der Abbildung 3-7 mehr als deutlich dargestellt. So wäre der Wärmebedarf für unsanierte Gebäude im Jahr 2050 bei einer Sanierungsquote von einem Prozent mehr als das achtfache als bei einer Sanierungsquote von zwei Prozent.

In Abbildung 3-8 bis Abbildung 3-11 sind die möglichen Wärmebedarfswerte für die nächsten 40 Jahre zusammengefasst. Es wird auch hier wieder unterschieden in Szenario A und Szenario B. Des Weiteren wird eine Quote für unsanierte und sanierte Gebäude mit einem und zwei Prozent betrachtet. Deutlich zu sehen ist, dass in allen Fällen, die hier betrachtet werden, der Wärmebedarf für Neubauten im Verhältnis zu den Altbauten eher gering sein wird. Es ist sehr auffällig, dass auch weiterhin die meiste Energie für unsanierte Gebäude aufgewendet werden muss. Allerdings schrumpfen die Altlasten der unsanierten Gebäude bei einer Sanierungsquote von zwei Prozent deutlich schneller als bei einer Quote von einem Prozent. Aufgrund der deutlich besser werdenden Werte des spezifischen Wärmebedarfes, sinkt der gesamte Wärmebedarf der Gemeinde Rammingen kontinuierlich.

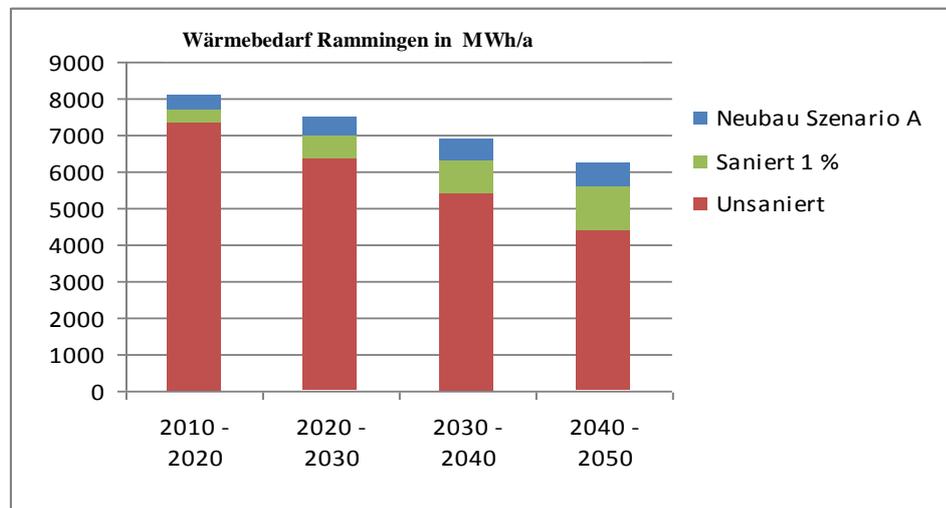


Abbildung 3-8: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario A, Sanierungsquote 1 %

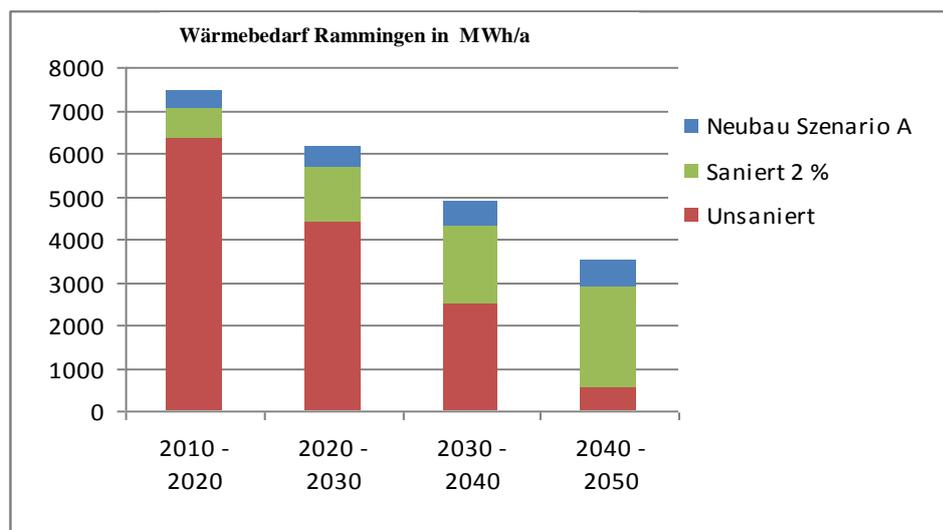


Abbildung 3-9: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario A, Sanierungsquote 2 %

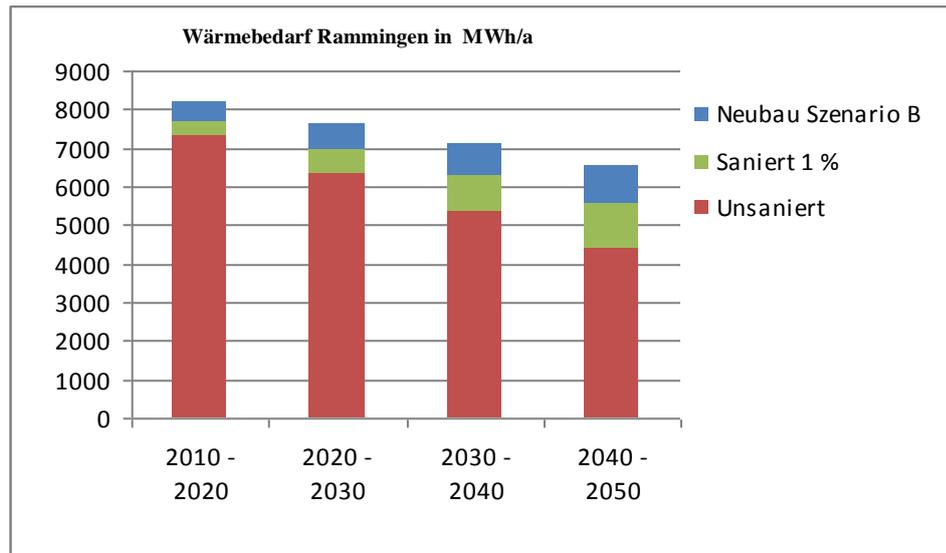


Abbildung 3-10: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario B, Sanierungsquote 1 %

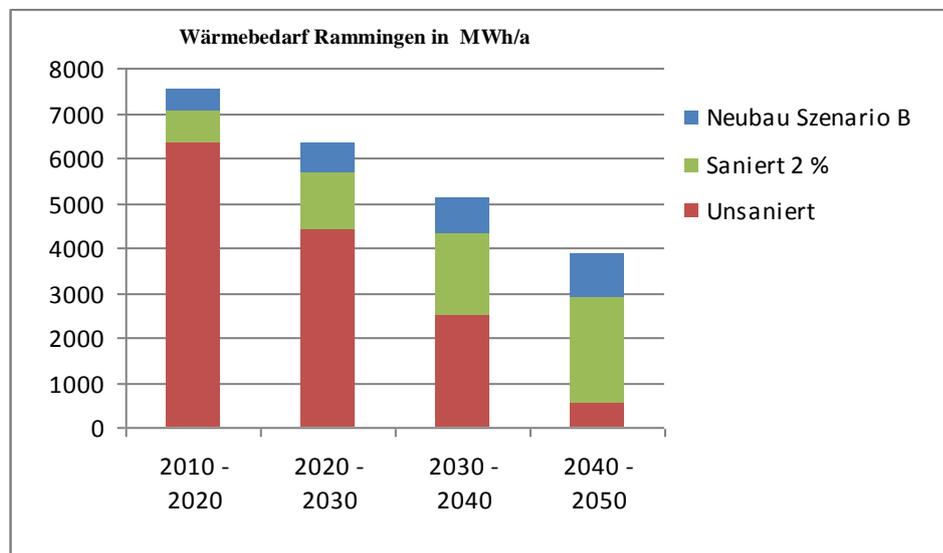


Abbildung 3-11: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario B, Sanierungsquote 2 %

4. Prognose des Wärmebedarfs & der Heizleistung im Jahr 2050

Für die Bestimmung der im Jahr 2050 benötigten Heizleistung wurden für die Szenarien A und B jeweils die Jahresdauerlinien entworfen. Als Basis zur Ermittlung der hierfür notwendigen Gradtagzahlen wurden die Daten des Testreferenzjahres für die Berechnung hinterlegt.

Mittels der Gradtagzahl können bei einer Energiebilanzrechnung, die solaren und internen Gewinne berücksichtigt werden. ^[14]

Da die Gebäude der insgesamt vier – die Szenarien werden wie bereits bekannt nochmals in ein- und zweiprozentige Sanierungsraten unterteilt – prognostizierten Fälle bezüglich des Energiestandards jeweils unterschiedlichen prozentualen Anteil am Gesamtbestand haben, wurden in Tabelle 4-1 drei Kategorien definiert:

Tabelle 4-1: Anhaltswerte für die Heizgrenztemperatur in Abhängigkeit des Baustandard ^[14]

Baustandard	Heizgrenze
Bestandsgebäude	15,0 °C
Niedrigenergiehäuser	12,0 °C
Passivhäuser	10,0 °C

Die Heizgrenztemperatur sagt dabei aus, ab welcher Außentemperatur das Gebäude beheizt werden muss. Diese Heizgrenze ist abhängig von der Qualität der Wärmedämmung eines Gebäudes. ^[14]

Die Zuweisung der Gebäude in Rammingen zu einer festgelegten Heizgrenze ist in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: Zuteilung des Gebäudebestandes in Rammingen in Heizgrenztemperaturen

Gebäude-/Wohnungsart	Heizgrenze
Unsaniert	15,0 °C
Saniert	12,0 °C
Neubau	10,0 °C

Somit konnten die in Abbildung: 4-1 und Abbildung 4-2 aufgezeigten Jahresdauerlinien gewonnen werden.

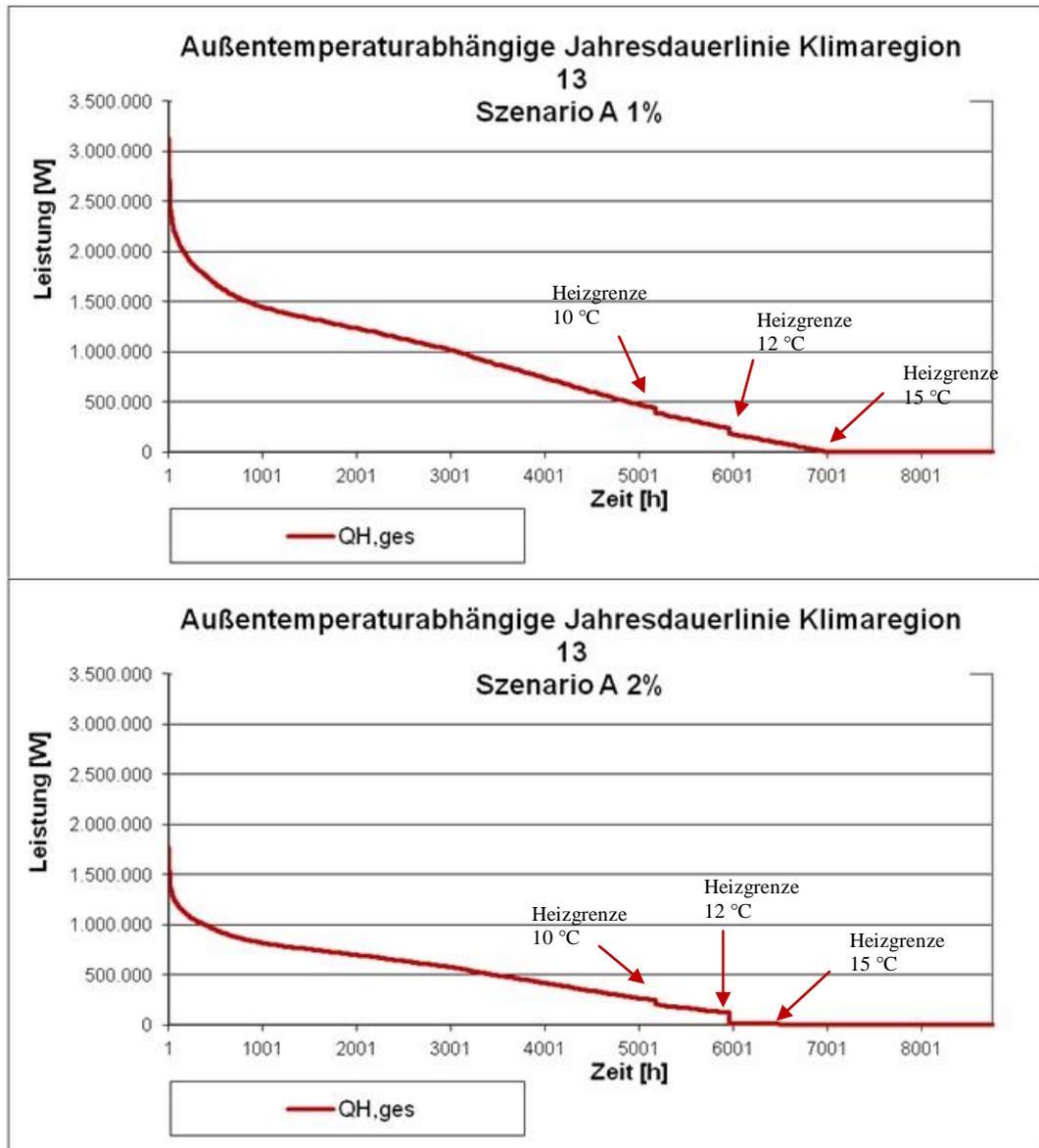


Abbildung: 4-1 Jahresdauerlinien Szenario A

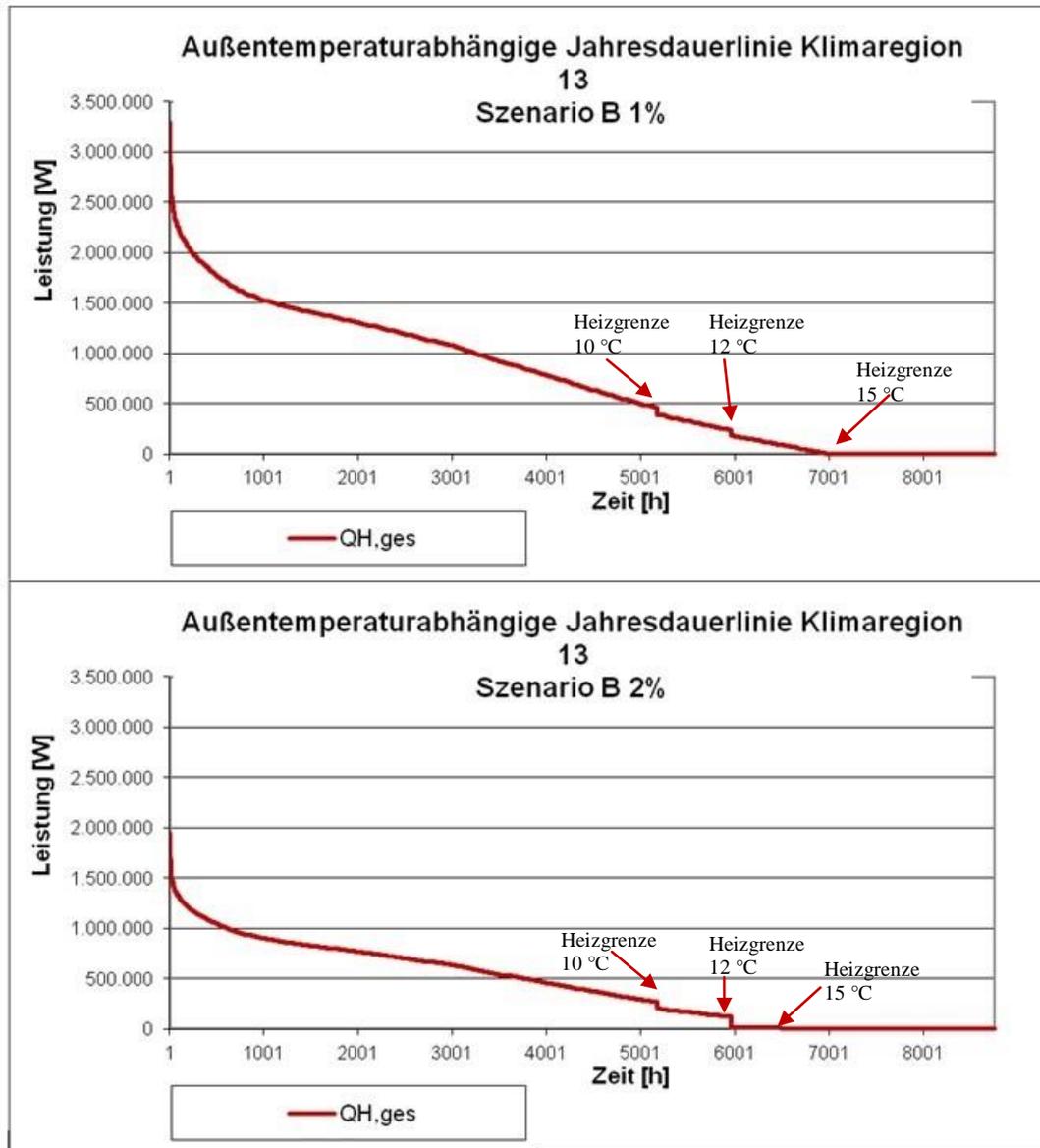


Abbildung 4-2 Jahresdauerlinien Szenario B

Anhand der dargestellten Jahresdauerlinien lässt sich nun für die jeweiligen Szenarien die zur Beheizung von Rammingen erforderliche Leistung ermitteln.

Da in den obigen Darstellungen die drei Gebäudekategorien jeweils zu einer Jahresdauerlinie zusammengefasst wurden, entstehen jeweils „Knicke“ in der Linie. Diese Sprünge sind dadurch zu erklären, dass beispielsweise bei dem Erreichen von Außentemperaturen über 10 °C, die zugewiesenen Gebäude nicht mehr beheizt werden müssen und demnach die benötigte Gesamtleistung entsprechend abfällt.

Fazit:

Es erweist sich als sehr schwierig zu einem komplexen Thema wie diesem genaue Zukunftsprognosen zu stellen. Die vergangenen Jahrzehnte haben jedoch gezeigt, dass sich die Werte für den spezifischen Heizwärmebedarf von Gebäuden stetig verbessert haben. Dies gibt Hoffnung, dass die wichtige Aufgabe des Umweltschutzes auch in Zukunft vorangetrieben werden kann. Die Ziele der Bundesregierung für das Jahr 2020, in denen der spezifische Heizwärmebedarf für Neubauten lediglich 15 kWh/m²a betragen soll, sind ehrgeizig, aber auch notwendig um das Klima bei der ständig wachsenden Gebäudeanzahl zu schützen.

Der Trend zur modernen Gebäudesanierung ist grundsätzlich sehr positiv anzusehen, allerdings sollte der dahinterstehende energetische und finanzielle Aufwand niemals außer Acht gelassen werden. Dabei ist es in der modernen Welt unabdinglich, dass bei den verwendeten Produkten neben den finanziellen Gesichtspunkten ebenso die benötigte Graue Energie betrachtet wird. Denn die Motivation zur Gebäudesanierung sollte in erster Linie dem Umweltschutz gelten und die entstehenden finanziellen Vorteile als positive Begleiterscheinung betrachtet werden.

5. Energieversorgungskonzepte

Auf Basis der vorangegangenen Bestandsanalyse der Wohngebäude der Gemeinde Rammingen und deren Wärmebedarf, sowie den prognostizierten Verbräuchen bis 2050 unter Einbezug verschiedener Szenarien, wird dafür in diesem Abschnitt ein Konzept zur Energieversorgung aufgestellt. Dabei werden vor allem die Potenziale der verschiedenen regenerativen Energien am Standort untersucht.

5.1 Bestand der Energieversorgung in Rammingen

Nachfolgend wird zunächst die derzeitige Energieversorgung mit allen zur Verfügung stehenden Informationen beschrieben. Zusätzlich werden der zuvor ermittelte Wärmebedarf und der zu Grunde gelegte Strombedarf als Basis zur Aufstellung des Energiekonzepts zusammengeführt.

5.1.1 Derzeitige Energieversorgung in Rammingen

Die Energieversorgung der Gemeinde Rammingen ist schon heute multivalent gestaltet. Innerorts existieren bereits zwei Biogasanlagen in denen das Biogas mit Hilfe von Blockheizkraftwerken direkt verstromt wird. Die BHKWs haben zusammen eine elektrische Leistung von 778 kW. Außerdem existiert etwas außerhalb noch eine weitere Biogasanlage (gehört zur Gemeinde Türkheim) mit einer elektrischen Leistung von 950 kW (siehe Abbildung 5-1).



Abbildung 5-1: Bestehende Biogasanlagen in Rammingen ^[15]

Des Weiteren sind auf den Gebäudedächern, wie in Abbildung 5-2 zu sehen, ca. 125 Photovoltaikanlagen installiert, deren Leistung nicht genauer zu beziffern ist und eine Freiflächenanlage, die eine Peak-Leistung von 666 kW aufweist.

All diese Anlagen speisen den erzeugten Strom in das Stromnetz ein, wobei sicherlich auch ein gewisser Eigenverbrauchsanteil besteht.

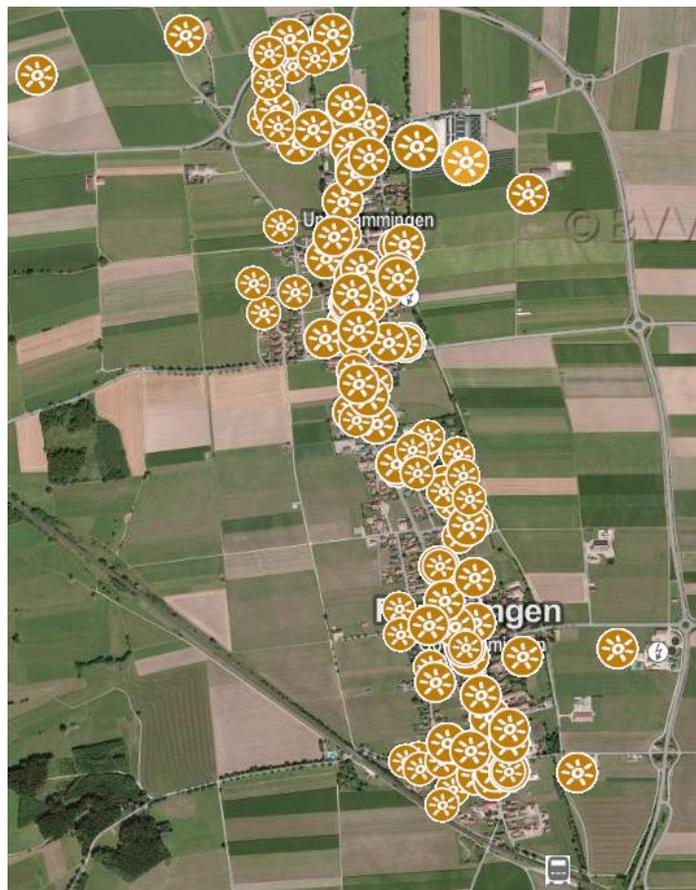


Abbildung 5-2: Bestehende Photovoltaikanlagen in Rammingen ^[15]

Ein in Rammingen ansässiger Hersteller von Holzfußböden betreibt zudem eine Anlage zur thermischen Verwertung von verschiedenen Holzzerzeugnissen mit einer thermischen Leistung von 3 MW, wobei hier kein Strom erzeugt wird (siehe Abbildung 5-1, dunkelgrünes Symbol in Unterrammingen). Die Wärme wird im Unternehmen direkt wieder eingesetzt und trägt somit nur indirekt zur Energieversorgung von Rammingen bei.

Die momentane Versorgungsstruktur besteht aus:

- Gasversorgung (nur teilweise erschlossene Ortsteile)
- Öl-Kessel
- Holzöfen
- Pellets (nur zum Teil in Neubausiedlung)
- Kleines Nahwärmenetz für Schule, Kindergarten und Feuerwehrhaus
- Kürzlich entstandenes Nahwärmenetz einer Biogasanlage mit BHKW (versorgt ca. 20 Haushalte mit Wärme)

Fundierte Daten zur quantitativen Aufteilung der jeweiligen Versorgungsarten bestehen leider nicht. Die regenerativen und nachhaltigen Varianten beschränken sich jedoch noch auf einen kleinen Teil der Ortschaft.

5.1.2 Strombedarf

Der jährliche Bedarf an Strom wurde der nachstehenden Grafik aus Abbildung 5-3 entnommen. Diese entstammt den Daten des Portals „Energieatlas Bayern“ der Bayerischen Staatsregierung.

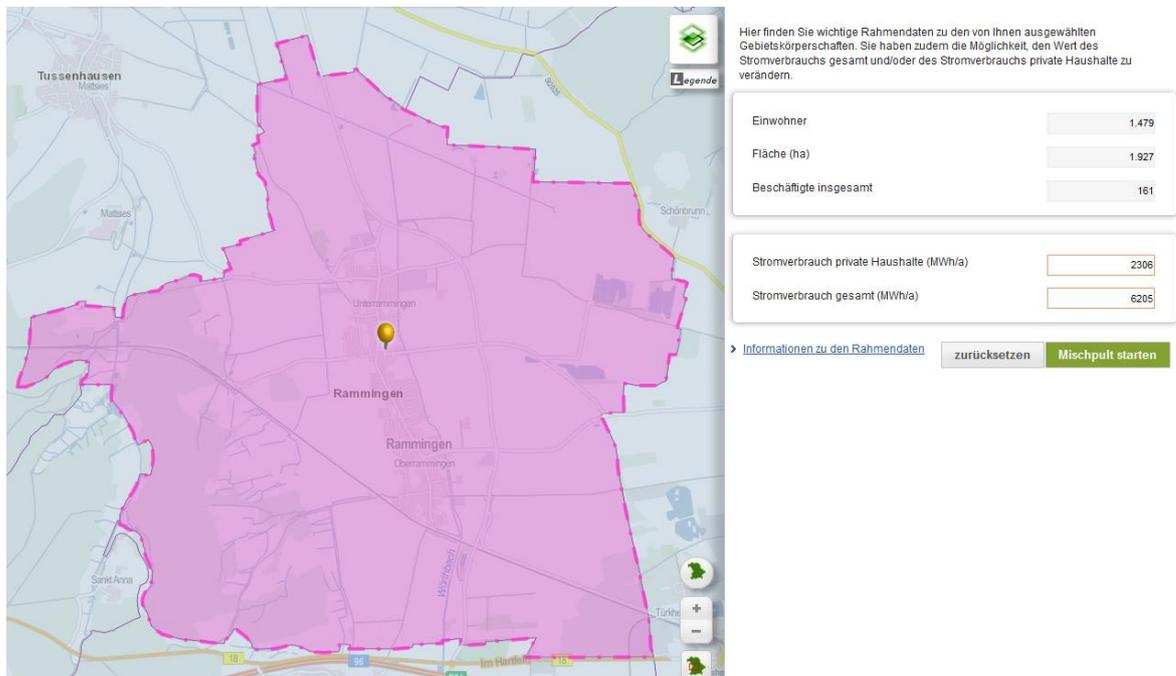


Abbildung 5-3: Jährlicher Strombedarf von Rammingen ^[15]

Die Gemeinde Rammingen verbraucht demnach jährlich rund 6200 MWh. Für das Aufstellen des Energiekonzepts wird davon ausgegangen, dass sich diese Energiemenge gleichmäßig über ein Jahr verteilt und somit kein Einfluss der Jahreszeiten zu berücksichtigen ist.

5.1.3 Wärmebedarf

Der maximale Wärmebedarf zu einem Zeitpunkt im kalten Winter (-16°C Auslegungspunkt) entspricht einem Wärmebedarf von 3000 kW für die gesamte Gemeinde. An wärmeren Tagen oder im Sommer verringert sich dieser Wert wegen niedrigerem Bedarf natürlich. Der jährliche Verlauf des Wärmebedarfs ist zusammen mit dem konstanten Strombedarf im Diagramm aus Abbildung 5-4 dargestellt.

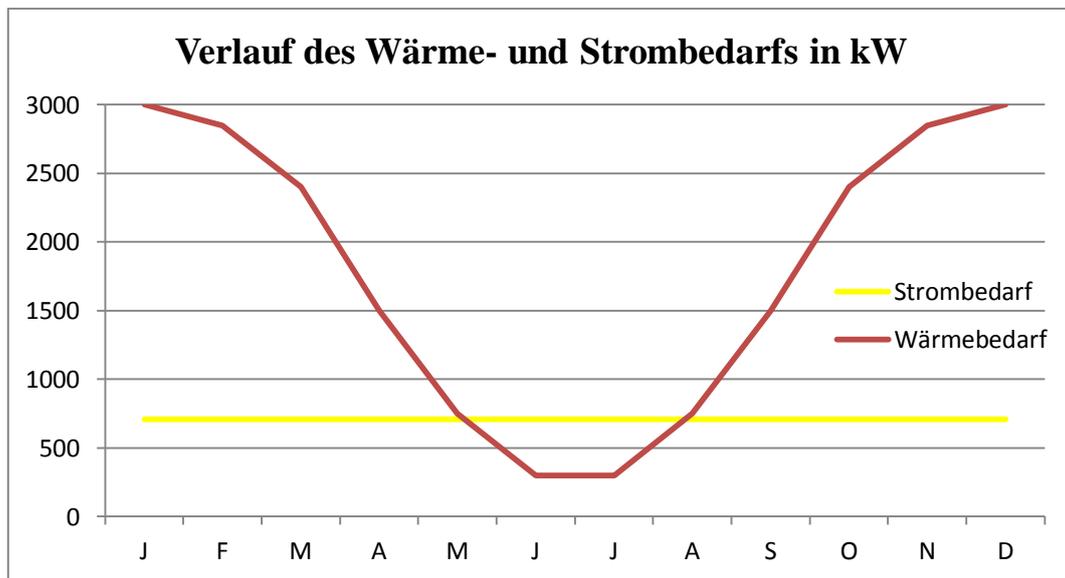


Abbildung 5-4: Verlauf des Wärme- und Strombedarfs

5.2 Potenzial regenerativer Energien am Standort Rammingen

Um über den langfristigen Ausbau eines regenerativen Energiekonzepts urteilen zu können muss standortbezogen für die Gemeinde Rammingen unter Betracht örtlicher Faktoren das Potenzial der jeweiligen möglichen Regenerativen Energiesysteme untersucht werden. Nach einer Recherche sind nachfolgend in den Unterkapiteln deutschlandweite Vergleiche gezogen worden und die Ergebnisse für die Dorfgemeinde dargestellt.

5.2.1 Biomasse und Biogas

Laut dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hat die Biomasse (biogene Fest- und Flüssigbrennstoffe, Biogas, Klärgas, Deponiegas und Abfallverwertung) einen Anteil von rund 31 Prozent von der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Aus dem Diagramm aus Abbildung 5-5 ist auch erkennbar, dass bei der Wärmeerzeugung diese sogar mit 88 Prozent die dominierende Größe bei den erneuerbaren Energien ist.

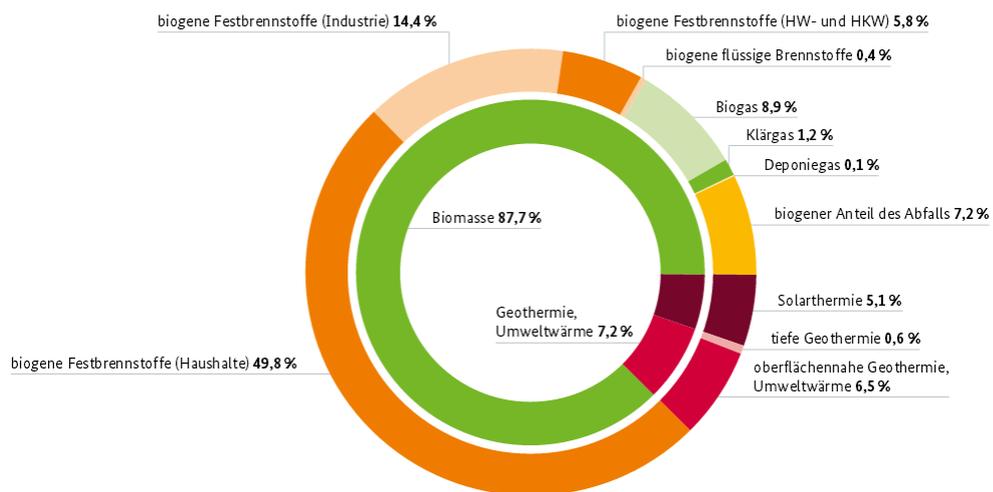


Abbildung 5-5: Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2013^[16]

Zur Übersicht sind in der nachfolgenden Tabelle 5-1 einige Vor- und Nachteile der Biomassennutzung gegenübergestellt. Diese sollten bei der standortabhängigen Betrachtung genau abgewägt werden.

Tabelle 5-1: Vor- und Nachteile der Biomassenutzung

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Sehr variabel einsetzbar: Wärme, Strom, Kraftstoff • Weitgehend geschlossener CO₂-Kreislauf: daher gute CO₂-Bilanz • Regionale Wertschöpfung: damit Unabhängigkeit von Importen • Gut speicherbar in großen Mengen: daher Beitrag zur bedarfsgerechten Energieerzeugung • Insbesondere günstig bei Verwendung organischer Rest- und Abfallstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Größerer Flächenbedarf und Konkurrenz zum Anbau von Nahrungsmitteln • Umweltbelastungen durch intensiviert Land- und Forstwirtschaft • Gefahr umweltschädlicher Anbaumethoden, insbesondere bei Importbiomasse aus Monokulturen • Ggf. höhere Schadstoffemissionen (z. B. Feinstaub), insbesondere bei falsch gehandhabter Verbrennung in Kleinöfen

Insgesamt steht das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit jedoch dem flächendeckenden Ausbau von Ackerflächen in Deutschland für die Biogasenerzeugung angesichts öffentlicher Akzeptanz und zunehmender Konflikte innerhalb der Landwirtschaft wie auch dem Natur- und Landschaftsschutz zum Teil kritisch gegenüber, da aus Natur- und Umweltschutzsicht die maximal vertretbare Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe für die energetische Nutzung bereits erreicht ist^[17]. Diese Aussage relativiert sich jedoch wieder, wenn man anstatt ganz Deutschland zum Beispiel nur Bayern betrachtet (siehe Abbildung 5-6).

Durch seine größtenteils ländlich geprägte Region ist hier das Betreiben von Biogasanlagen, ähnlich wie zum Beispiel in großen Teilen Niedersachsens, besser möglich als in anderen Bundesländern.

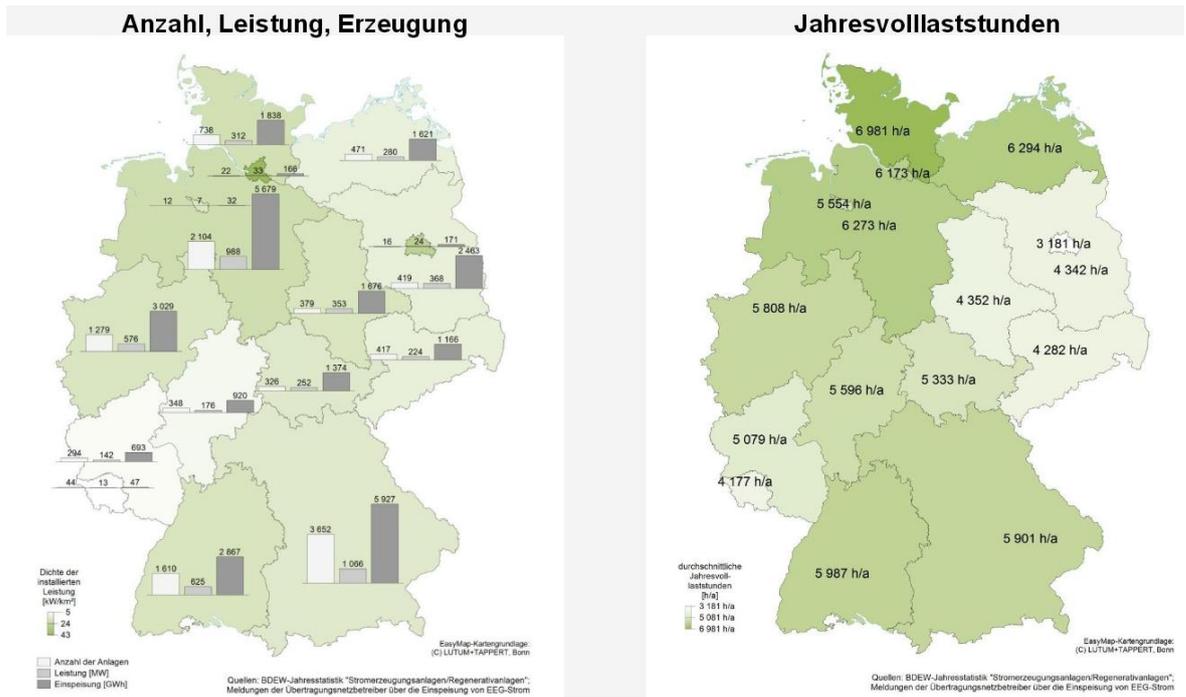


Abbildung 5-6: Nutzung der Biomasse zur Verstromung 2011 [18]

Bezogen auf die Ortschaft Rammingen (siehe Abbildung 5-7) bietet sich aufgrund des hohen Anteils der Landwirtschaft am Standort und weitläufige Agrarflächen im Umland ausbaufähiges Potenzial für ein Versorgungskonzept auf regenerativer Basis für die Zukunft an.



Abbildung 5-7: Satellitenaufnahme von Rammingen mit Umland [19]

Das Diagramm aus Abbildung 5-8 zeigt den momentanen Flächeneinsatz für Erneuerbare Energien für die Gemeinde Rammingen. Bisher sind hierfür nur rund ein Viertel der theoretisch verfügbaren Flächen (hauptsächlich Biomasse) belegt. Da zum Beispiel der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen viel Fläche in Anspruch nimmt und diese in der Gemeinde Rammingen zur Verfügung steht, könnte hingegen der auf bundesweite Ebene bezogene Aussage des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, auf ein großes Potenzial im Bereich der Biomasse/Biogas geschlossen werden.

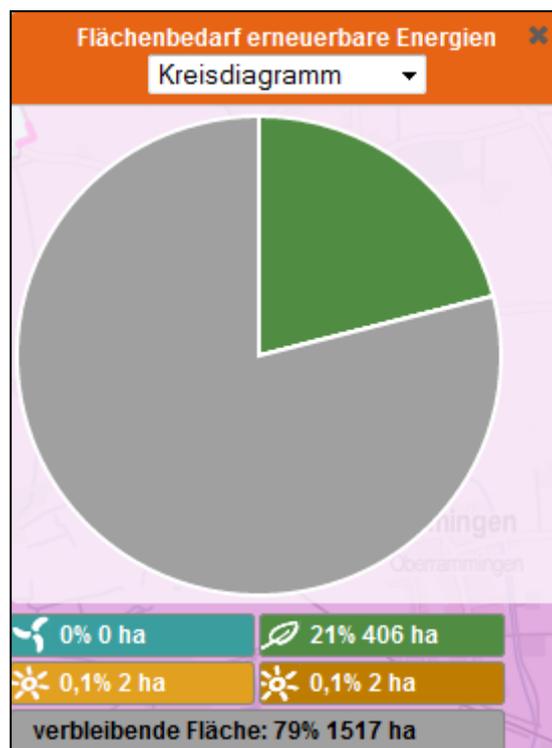


Abbildung 5-8: Anteil Flächenbedarf Erneuerbare Energien^[15]

5.2.2 Erdwärme

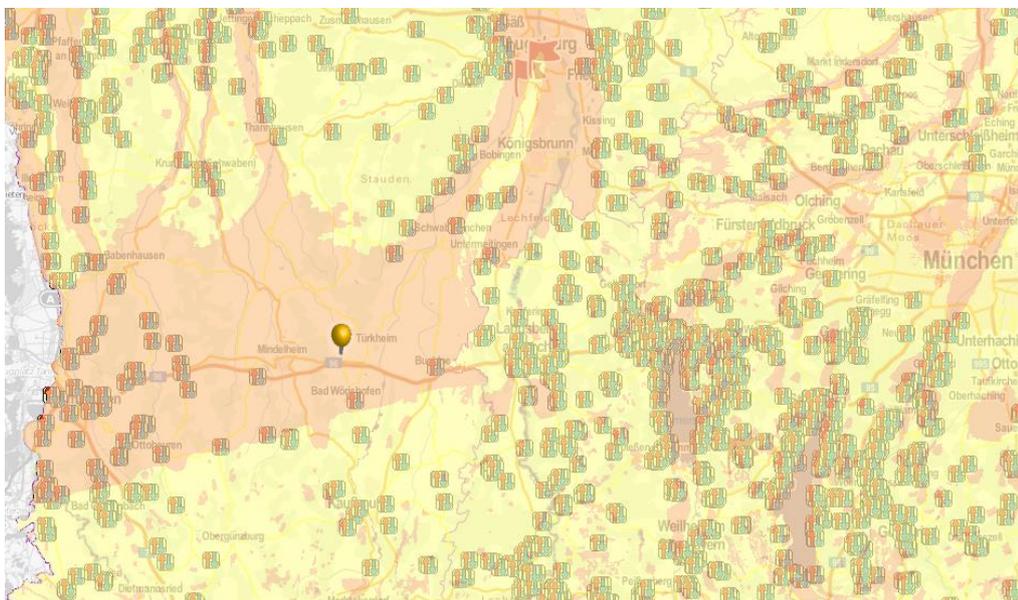
Die Nutzung von Erdwärme durch zum Beispiel Tiefenbohrungen ist eine umweltfreundliche Art und Weise der Energiegewinnung mit hohem CO₂-Einsparpotenzial. Diese Art der regenerativen Energienutzung ist jedoch stark vom genauen Standort und dessen Gegebenheiten abhängig.

Wie in Kapitel 5.2.1 gibt auch hier die nachfolgende Tabelle eine Übersicht über die entscheidenden Eckpunkte der Erdwärmenutzung.

Tabelle 5-2: Vor- und Nachteile der Erdwärmenutzung

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Steht unabhängig von Witterung und Tageszeit zur Verfügung • Gute CO₂-Bilanz • Tiefe Geothermie: gut geeignet für Wärmeproduktion, z. T. Strom, hohes ungenutztes Potenzial • Oberflächennahe Geothermie: technisch bewährt und zuverlässig für Wärmeproduktion, zudem wirtschaftlich interessant; auch für Kühlung nutzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Konflikte mit Grundwasser möglich, nicht überall gleichermaßen gut verfügbar • Tiefe Geothermie: Hohe Kosten bei der Erschließung aufgrund hoher Bohrtiefen, damit verbunden Bohrrisiken • Oberflächennahe Geothermie: Je nach hydrogeologischen Verhältnissen nur begrenzt einsetzbar, z. T. aufwändige Vorarbeiten und erhöhter Platzbedarf

In Abbildung 5-9 ist eine Karte dargestellt mit einem ungefähren Radius von 80 Kilometern um Rammingen. Hierbei sieht man, dass das, mit einer Stecknadel gekennzeichnetem Dorf, in einem rot markierten Bereich liegt, in dem der Bau einer Erdwärmesondenanlage voraussichtlich nicht möglich ist.

Abbildung 5-9: Übersichtskarte für das Potenzial der Erdwärmenutzung ^[15]

Um das Potenzial dieser Variante der Regenerativen Energienutzung belegbar abschätzen zu können bedarf es einer Probebohrung. Generell ist diese Versorgungsvariante jedoch für diesen Standort kategorisch auszuschließen.

5.2.3 Photovoltaik und Solaranlagen

Die Nutzung der Sonnenenergie kann hingegen zu den zuvor beschriebenen Erneuerbaren Energien meist ohne größeren Aufwand und ohne große Hilfsenergie erfolgen. Jedoch gibt es auch hierbei gewissen Einschränkungen, die in Tabelle 5-3 aufgelistet sind.

Tabelle 5-3: Vor- und Nachteile der Solarnutzung

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Steht dauerhaft und kostenlos zur Verfügung • Für Strom (Photovoltaik) und für Wärme (Solarthermie) nutzbar • Gute CO₂-Bilanz • Inzwischen gut entwickelte Technologien verfügbar • Geringe Umweltauswirkungen in Herstellung und Betrieb • Unabhängig von Importen • Bei Dachflächen kein zusätzlicher Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • Unregelmäßig verfügbar, dadurch Schwankungen in der Energieproduktion • Solarthermie: höchste Wärme- produktion (Sommer) nicht zur Zeit des höchsten Wärmebedarfs (Winter) • Photovoltaik: Landschaftsbeeinträchtigung durch Freiflächenanlagen, noch geringer Wirkungsgrad, derzeit noch sehr hohe Kosten, Netzausbau erforderlich

In Abbildung 5-10 ist beispielsweise deutlich zu erkennen, dass deutschlandweit Bayern die meisten Photovoltaikanlagen installiert hat und mit Abstand den meisten regenerativ erzeugten Strom ins Netz einspeist. Dies hängt zum einen mit den vergleichsweise günstigen Jahresvolllaststunden und zum anderen mit den verfügbaren Freiflächen zusammen.

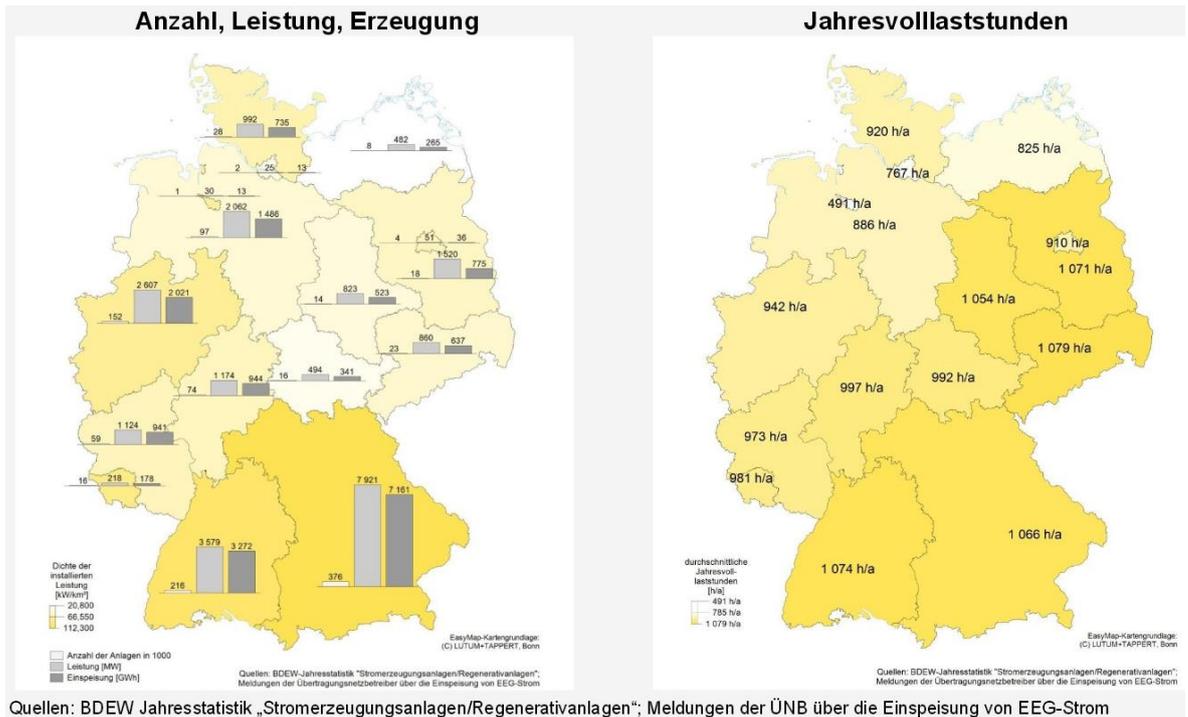


Abbildung 5-10: Nutzung der Photovoltaik im Jahr 2011 [18]

Betrachtet man das Bundesland Bayern näher (Abbildung 5-11) so findet man dort auch Differenzen bei den Werten des Jahresmittel der Globalstrahlung. In Nordbayern steht (grün markierter Bereich) im Jahresmittel eine Globalstrahlung von 1.030 bis 1.044 kWh/m² zur Verfügung. Am gekennzeichneten Standort Rammingen werden Werte zwischen 1.180 und 1.194 kWh/m² erreicht.

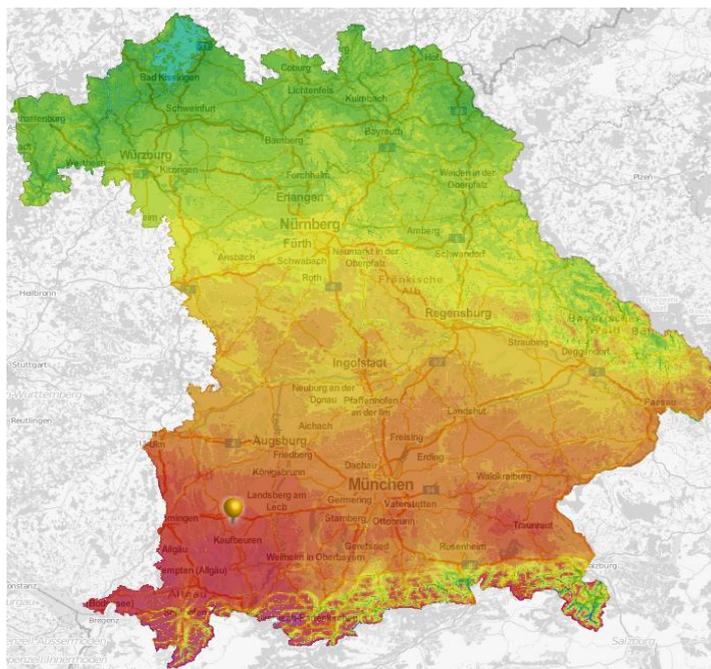


Abbildung 5-11: Jahresmittel der Globalstrahlung in Rammingen/Bayern [15]

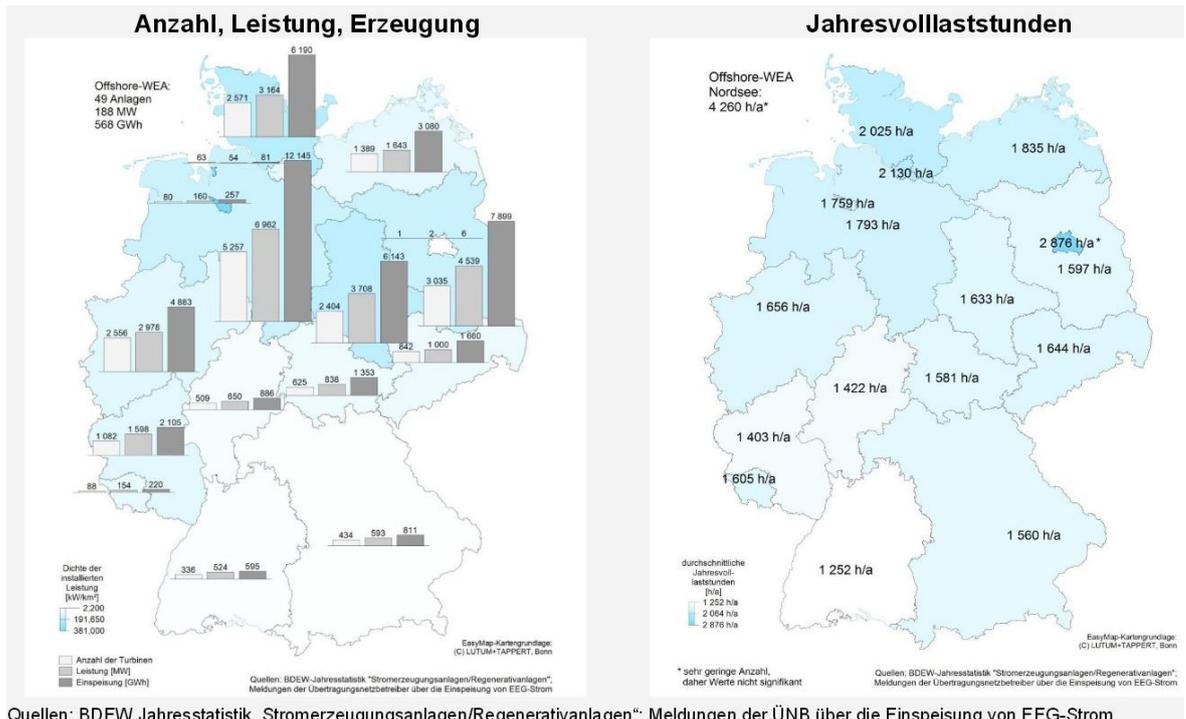
5.2.4 Windkraft

Tabelle 5-4 dient hier wieder als kurze Übersicht für diesen Abschnitt.

Tabelle 5-4: Vor- und Nachteile der Windkraftnutzung

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Noch hohes ungenutztes Potenzial vor allen Dingen auf dem Meer, sowie im Landesinnern bei hohen Nabenhöhen • Gute CO₂-Bilanz • Inzwischen gut entwickelte Technologien verfügbar • Keine Schadstoffemissionen im Anlagenbetrieb kostengünstige Stromproduktion • Unabhängigkeit von Importen • Geringer Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingeschränkte Verfügbarkeit aufgrund von Leistungsschwankungen, stark schwankende Stromproduktion • Hohe Regel- und Reservekapazitäten nötig • Erzeugung an verbrauchsfernen Standorten erfordert Netzausbau • Eingriffe in das Landschaftsbild • Regional eingeschränkte Akzeptanz • Lärmemissionen möglich • Gefahr von Vogelschlag

Betrachtet man die Karte aus Abbildung 5-12 so ist der Unterschied zwischen Nord- und Süddeutschland unmissverständlich in Bezug auf Windkraftanlagenausbau (links) und Windkraftenergiepotenzial (rechts).



Quellen: BDEW Jahresstatistik „Stromerzeugungsanlagen/Regenerativanlagen“; Meldungen der ÜNB über die Einspeisung von EEG-Strom

Abbildung 5-12: Windkraftnutzung in Deutschland 2011 ^[18]

Ob eine Windkraftanlage an einem bestimmten Standort rentabel ist hängt nicht nur von der mittleren Windgeschwindigkeit ab, sondern auch von der Stabilität und Kontinuität der Windgeschwindigkeit und –Richtung. Zudem ist die Höhe in der die erforderlichen Windgeschwindigkeiten vorkommen entscheidend.

Die nachfolgende Übersichtskarte aus Abbildung 5-13 gibt einen Überblick über die Verteilung der Windgeschwindigkeiten in Bayern. In der oben stehenden Abbildung hat man bereits gesehen, dass der bayerische Durchschnittswind auf nur rund 1560 Jahresvolllaststunden pro Jahr kommt. Am markierten Standort Rammingen herrschen mittlere Windgeschwindigkeiten von ca. 4 bis 4,5 m/s in 130 Meter Höhe. Werte unter 5 oder eher 6 m/s lassen den Gedanken über den Einsatz einer Windkraftanlage als nicht wirtschaftlich einstufen.

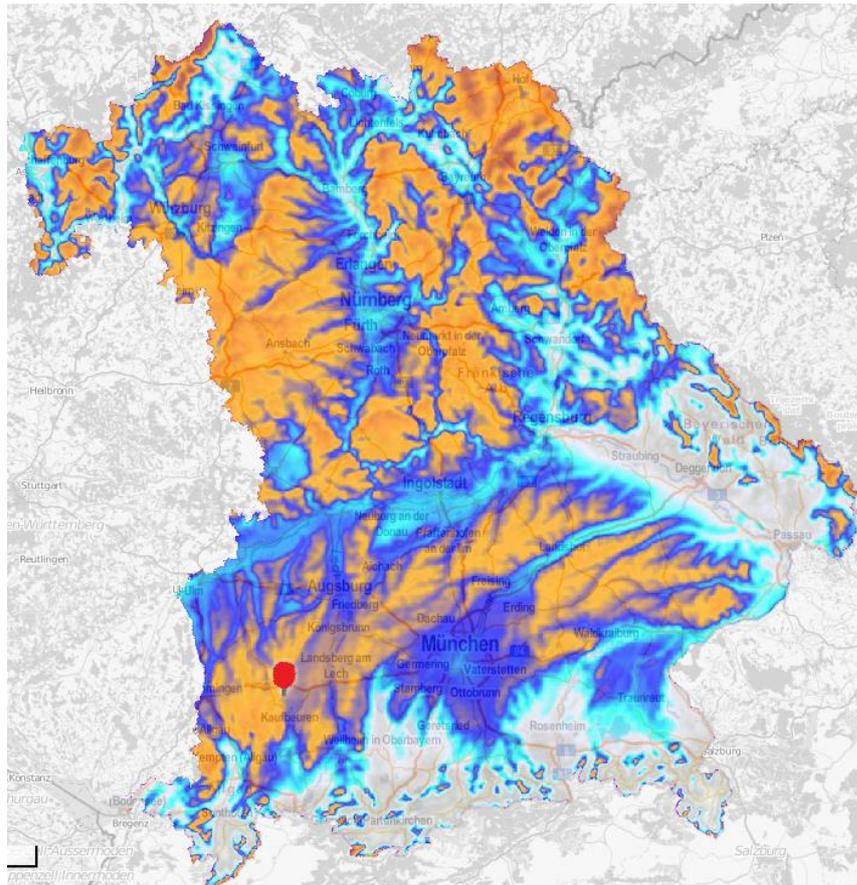


Abbildung 5-13: Darstellung der Verteilung der Windgeschwindigkeiten in Bayern

5.2.5 Wasserkraft

Auch dieses Kapitel wird mit einer Gegenüberstellung von Pro und Contra der Wasserkraftnutzung eingeleitet (Tabelle 5-5).

Tabelle 5-5: Vor- und Nachteile der Wasserkraftnutzung

PRO	CONTRA
<ul style="list-style-type: none"> • Steht dauerhaft und kontinuierlich, unabhängig von der Tageszeit zur Verfügung (Laufwasserkraftwerke) • Sehr geringe Betriebskosten • Gute CO₂-Bilanz • Energieumwandlung mit hohem Wirkungsgrad • Speicherfähigkeit (Pumpspeicherkraftwerke), daher gut geeignet in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien (Speicher- und Pumpspeicherkraftwerke) • Unabhängigkeit von Importen • Keine Schadstoff-Emissionen beim Betrieb 	<ul style="list-style-type: none"> • Störung der Gewässerstruktur, u. a. Gewässerdurchgängigkeit (Laufwasserkraftwerke) • Erhebliche Landschaftseingriffe (Pumpspeicherkraftwerke) • Potenzial in Bayern bereits weitgehend genutzt

Dabei kann grundsätzlich in Laufwasserkraftwerke, welche die Energie der Strömung in elektrische Energie umwandeln, sowie in Speicher bzw. Pumpspeicherkraftwerke, die die Höhenenergie von Wasser nutzen, unterschieden werden. Beide Varianten sind vor allem schon in Bayern realisiert worden (Abbildung 5-14).

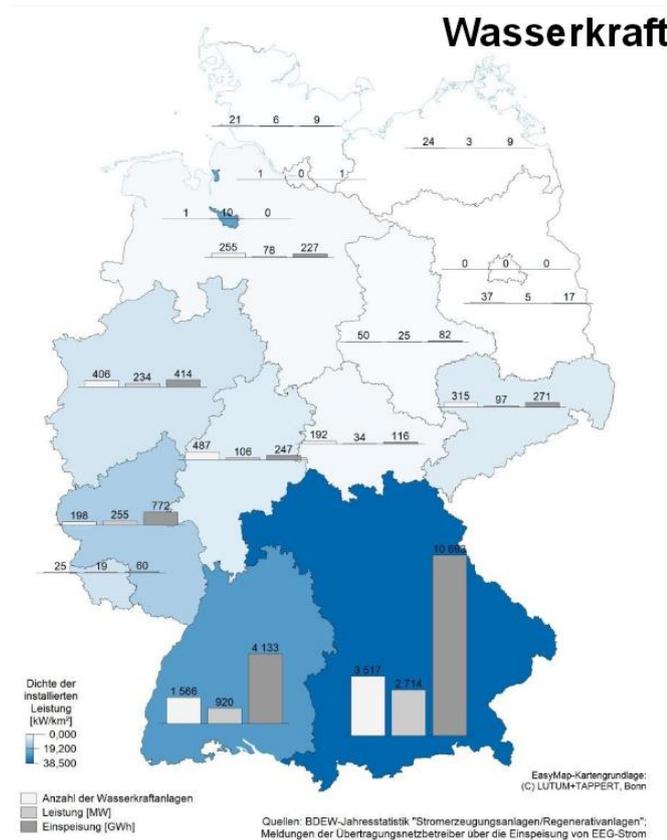


Abbildung 5-14: Nutzung der Wasserkraft 2011 ^[18]

In den Alpen beziehungsweise im Alpenvorland sind es vor allem Stauseen und Gebirgsbäche, die sich zur Energiegewinnung nutzen lassen. Entlang großer Flüsse, die große Wassermengen transportieren ist ebenso eine wirtschaftliche Nutzung der Wasserkraft möglich und realisiert. Auf Rammingen bezogen fällt die Energiegewinnung mittels Pumpspeicherkraftwerken oder allgemein durch Nutzung der Höhenenergie von Wasser wegen der relativ flachen Reliefstruktur des Unterallgäus weg.

Die andere Möglichkeit wäre der Bau eines Laufwasserkraftwerks, das Dorf von einem Bach durchquert wird. Allerdings misst der sogenannte „Wörthbach“ (siehe Abbildung 5-15) an den breiteren Stellen maximal drei bis fünf Meter, zudem im Schnitt eine relativ niedrige Wassertiefe sowie geringe Strömungsgeschwindigkeiten.



Abbildung 5-15: Foto des Wörthbachs

Somit ist festzuhalten, dass eine Nutzung von Wasserkraft am Standort Rammingen für die Energieversorgung keine wirtschaftliche Möglichkeit darstellt.

6. Zukunftskonzepte für die Energieversorgung

Die Versorgungssicherheit muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein, weshalb die Bereitstellung von Energie auf regenerativer Basis multivalent gestaltet werden muss.

Es sind jedoch verschiedene Szenarien denkbar, wie diese Energieversorgung bewerkstelligt werden kann. Zum einen kann eine autarke Energieversorgung der Gemeinde Rammingen in Betracht gezogen werden. Des Weiteren ist auch eine überregionale Energieversorgung, wie dies heute der Fall ist, weiter denkbar. Diese beiden Szenarien werden im Folgenden genauer betrachtet.

6.1 Szenario 1: Autarke Energieversorgung der Gemeinde Rammingen

Um dieses Szenario auf einen Blick überschauen zu können soll zunächst eine Grafik gezeigt werden, in der das Szenario übersichtlich dargestellt ist. Die einzelnen Stationen und Prozesse werden daraufhin genauer beleuchtet.

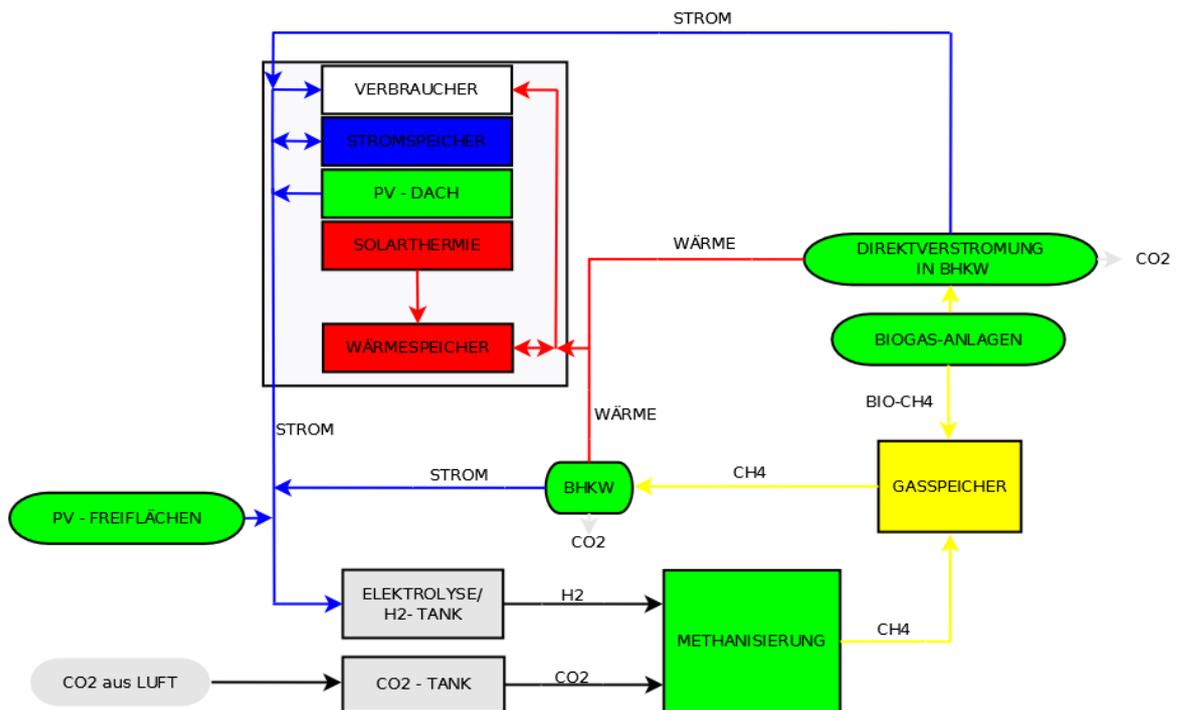


Abbildung 6-1: Autarkes Energieversorgungskonzept

6.1.1 Stromerzeugung

Um eine nachhaltige autarke Stromversorgung, einhergehend mit einer hohen Akzeptanz zu erreichen, kommt unserer Meinung nach nur die Sonne als Energiequelle in Frage. Die am Standort Rammingen verfügbaren Potentiale bezüglich einer regenerativen Energieversorgung zeigen außerdem, dass als Hauptstandbeine der Stromversorgung nur die Photovoltaik- und Biomasseanlagen in Frage kommen.

Photovoltaikanlagen:

Zur Montage der PV-Module werden zwar große Flächen benötigt, diese sind jedoch teilweise ohnehin in Form von Dachflächen vorhanden. Aus Flächen einfacher Funktionen werden so Multifunktionsflächen. Des Weiteren können PV-Kraftwerke auch auf Freiflächen installiert werden. Diese sind rund um die Gemeinde Rammingen in großer Zahl vorhanden. Für die zu realisierende Neigung der PV-Module ist in einem autarken Energiekonzept nicht der jährliche Maximalertrag, sondern eine gleichmäßige Verteilung des Stromangebots, über das Jahr gesehen, ausschlaggebend, um die Speicher- und Umwandlungsverluste möglichst gering zu halten. Aufgrund des stark schwankenden Solarstrahlungsangebots (Sommer-Winter) ist ein absolut gleichmäßiger Solarertrag nicht realisierbar. Durch Verändern der Neigung kann jedoch auch im Winter an klaren sonnigen Tagen ein hoher Ertrag erzielt werden.

Der erzeugte Strom soll möglichst direkt verbraucht werden. Ein effektives Lastmanagement, das den Strombedarf an das Stromangebot anpasst, ist daher unumgänglich. Da dies nicht immer machbar ist, zum Beispiel Nachts oder bei bewölktem Himmel, muss der erzeugte Stromüberschuss gespeichert werden. Hierfür gibt es mehrere Möglichkeiten, welche im Kapitel „Stromspeicherung“ gesondert behandelt werden.

Biogasanlagen:

Biogasanlagen erzeugen Biogas durch Vergärung von Biomasse. Dieses Biogas kann entweder mit Hilfe eines Blockheizkraftwerks direkt verstromt werden, wobei auch Wärme anfällt. Kann der momentane Strombedarf nicht über die PV-Anlagen gedeckt werden, so sollen die BHKWs der Biogasanlagen zugeschaltet werden. Das erzeugte Biogas kann auch zu Biomethan veredelt und zunächst gespeichert werden. Dies soll bei ausreichendem PV-Ertrag geschehen.

6.1.2 Stromspeicherung/Rückverstromung

Der von den PV-Anlagen erzeugte Strom soll, wie bereits erwähnt, möglichst direkt verbraucht werden. Ist dies nicht möglich, sollen zunächst dezentrale Akkumulatoren, zur kurzzeitigen Speicherung geladen werden. Diese Kurzzeitspeicher können stationär in den Gebäuden aufgestellt werden. Außerdem ist die Nutzung von Akkumulatoren in Kraftfahrzeugen oder eine Kombination beider Varianten denkbar. Die Kurzzeitspeicher können bei bewölktem Himmel oder Nachts die Stromversorgung aufrechterhalten.

Um Strom, der im Sommer mittels Photovoltaik erzeugt wurde, im Winter bereitstellen zu können, ist eine Umwandlung in andere Energieformen notwendig. Hier setzen wir auf eine Wasserstoffelektrolyse mit Hilfe von solar erzeugtem Strom und eine nachgeschaltete Methanisierungsstufe. In dieser wird CO₂ aus der Umgebungsluft gewonnen und mit dem erzeugten Wasserstoff in Methan (CH₄) umgewandelt. Das erzeugte Methan kann dann in einen großen Gasspeicher eingelagert und im Winter rückverstromt werden. Der so erzeugte Strom kann sodann wieder direkt verbraucht und in die dezentralen Akkumulatoren eingespeichert werden. Hierbei fällt als Nebenprodukt Wärme an, welche natürlich sofort wieder genutzt werden kann, was sich positiv auf den Gesamtwirkungsgrad dieses Prozesses auswirkt.

6.1.3 Wärmeversorgung

Die Erzeugung von technisch nutzbarer Wärme zur Raumbeheizung als auch für die Warmwasserbereitung ist mit Hilfe von Solarthermie realisierbar. Die Solarthermieanlagen sollen dezentral auf den Gebäudedächern Wärme erzeugen, die direkt in Pufferspeicher in den Gebäuden eingespeichert werden kann.

Um hierbei nicht nur von der Sonne abhängig zu sein, können in diesem Konzept gewisse Synergieeffekte genutzt werden. Zum einen fällt beim Rückverstromungsprozess Wärme als Nebenprodukt an, mit Hilfe von Nahwärmenetzen kann diese direkt zu den Gebäuden transportiert und dort wiederum in die Pufferspeicher eingelagert werden. Des Weiteren fällt auch bei der Direktverstromung in den Biogasanlagen nutzbare Wärme an, welche ebenfalls über ein Nahwärmenetz in die dezentralen Pufferspeicher eingespeichert werden kann.

6.2 Zukunftsszenario 2: Überregionales Versorgungskonzept mit Nutzung des deutschen Gasnetzes

Das zweite Szenario soll wiederum zunächst in Form einer Grafik veranschaulicht werden, um einen ersten Überblick zu gewinnen.

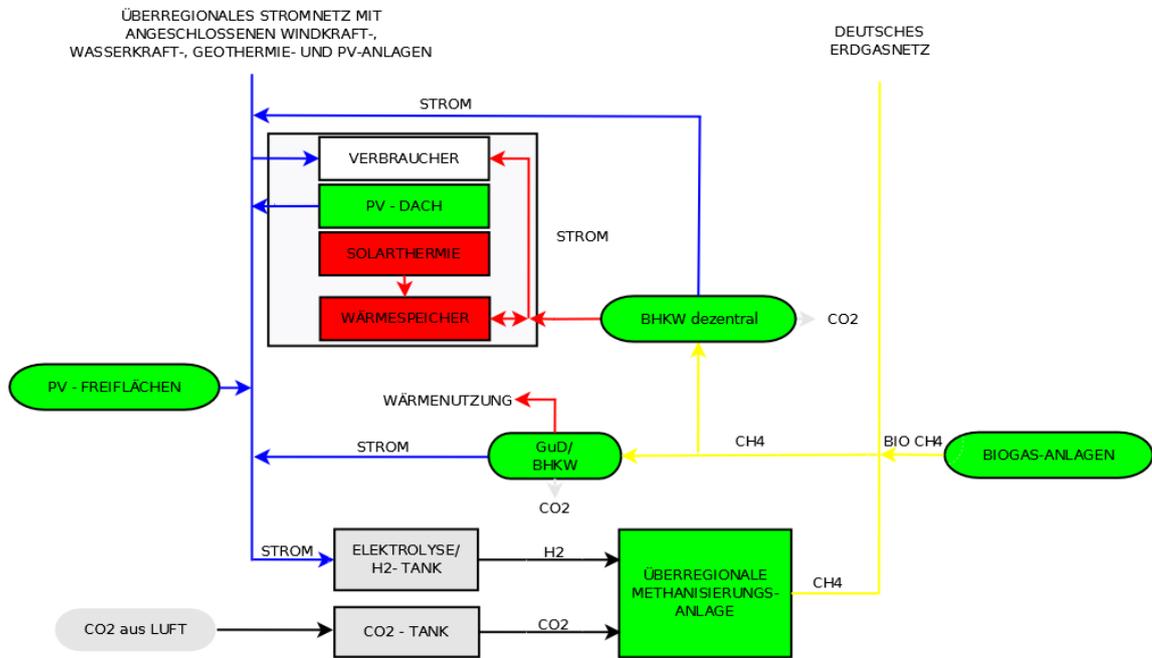


Abbildung 6-2: Überregionales Energieversorgungskonzept

Auch dieses Versorgungskonzept setzt auf die beiden Standbeine Photovoltaik und Biogas direkt vor Ort, da diese am Standort die größten Potenziale aufweisen. Der große Unterschied zu Versorgungskonzept 1 liegt in der Speichertechnologie, dem Einbezug überregionaler Energieerzeuger sowie der zentralen Rückverstromung.

6.2.1 Stromerzeugung

Photovoltaikanlagen:

Zur Montage der PV-Module werden zwar große Flächen benötigt, diese sind jedoch teilweise ohnehin in Form von Dachflächen vorhanden. Aus Flächen einfacher Funktionen werden so Multifunktionsflächen. Des Weiteren können PV-Kraftwerke auch auf Freiflächen installiert werden. Diese sind rund um die Gemeinde Rammingen in großer Zahl vorhanden. Für die zu realisierende Neigung der PV-Module ist in einem überregionalen Energiekonzept der jährliche Maximalertrag ausschlaggebend, welcher in unseren Breitengraden bei Südausrichtung und einem Neigungswinkel von 30° erreicht wird. Der erzeugte Strom soll möglichst direkt verbraucht werden.

Ist dies nicht möglich, soll der überschüssige Strom in das überregionale Stromnetz eingespeist werden um andere Regionen mit Strom zu versorgen. Bei zu niedrigem Stromertrag vor Ort, soll der zusätzliche Strombedarf zunächst ebenfalls aus dem Stromnetz bezogen werden. Das deutsche Stromnetz hat jedoch insgesamt nur eine Speicherkapazität von ca. 0,04 TWh. Bei einer Speicherreichweite von weniger als einer Stunde (vgl. Energiekonzept 2050 S. 20) müssen weitere Speichertechnologien eingesetzt werden, diese werden im nachfolgenden Abschnitt genauer betrachtet.

6.2.2 Energiespeicherung im Erdgasnetz

Der von den PV-Anlagen erzeugte Strom soll, wie bereits erwähnt, direkt verbraucht oder ins Stromnetz eingespeist werden. Sind jedoch im Stromnetz, zum Beispiel auf Grund eines Überangebots aus Windkraftanlagen und zeitgleich hoher Erträge aus PV-Anlagen, bereits alle Speicherkapazitäten ausgereizt, so soll der zu viel vorhandene Strom in große zentrale Methanisierungsanlagen gespeist werden, die aus dem Strom, mittels Wasserstoffelektrolyse und CO₂-Gewinnung aus der Luft, Methan herstellen. Das so gewonnene Methan kann direkt in das deutsche Gasnetz eingespeist werden, das bereits heute über eine Kapazität von ca. 200 TWH bei einer Speicherreichweite von mehreren Monaten verfügt. Auch das in den Biogasanlagen erzeugte Methan soll direkt in das Erdgasnetz eingespeist werden. Das Gasnetz dient somit als virtueller Saisonspeicher für Strom, Wärme und regenerativer Energie zur Versorgung des Verkehrssektors. ^[20] Auf Grund der Vorgabe, dass das Energiekonzept zu 80 % regenerativ gestaltet werden soll, wird davon ausgegangen, dass 20 % der benötigten Energie aus nichtregenerativen Quellen ebenfalls aus dem Erdgasnetz zur Verfügung gestellt werden kann.

6.2.3 Rückverstromung

Das im Gasnetz gespeicherte Methan kann bei Bedarf in zentral angeordneten Gas- und Dampf-Kraftwerken rückverstromt werden. Diese Kraftwerkstechnologie hat gegenüber reiner Gaskraftwerke einen etwa 20% höheren Wirkungsgrad, wobei durch Modulation der Leistung schnell auf schwankende Spannungen im Stromnetz reagiert werden kann.

Des Weiteren wird Strom in dezentralen BHKWs erzeugt und wiederum ins Netz eingespeist. Die Blockheizkraftwerke sollen aber nach diesem Konzept wärmegeführt betrieben werden.

6.2.4 Wärmeversorgung

Die Erzeugung von technisch nutzbarer Wärme zur Raumbeheizung als auch für die Warmwasserbereitung ist mit Hilfe von Solarthermie realisierbar. Die Solarthermieanlagen sollen dezentral auf den Gebäudedächern Wärme erzeugen, die direkt in Pufferspeicher in den Gebäuden eingespeichert werden kann.

Um hierbei nicht nur von der Sonne abhängig zu sein, sollen wiederum Synergieeffekte genutzt werden. Die in den zentralen GuD-Kraftwerken (Gas & Dampf) anfallende Wärme kann zur Wärmeversorgung der Gemeinde Rammingen nicht beitragen. Der Standort dieser Anlagen sollte dennoch so gewählt werden, dass die anfallende Wärme auch genutzt werden kann. Hier wären zum Beispiel Anlagen in der Nähe größerer Städte denkbar.

Die Wärmeversorgung von Rammingen soll neben der Solarthermie mittels dezentral angeordneter Blockheizkraftwerke realisiert werden. Diese sollen bei Bedarf die dezentralen Pufferspeicher in den einzelnen Gebäuden über ein Nahwärmenetz laden. Der dabei gleichzeitig erzeugte Strom soll, wie bereits erwähnt, ins Stromnetz eingespeist werden.

6.3 Vergleich der heutigen und der zukünftigen Situation

Zunächst sollen an dieser Stelle der jetzige Energiebedarf mit dem prognostizierten Energiebedarf verglichen werden.

Wie bereits erwähnt, wird davon ausgegangen, dass der Strombedarf in etwa auf dem heutigen Niveau bleibt. Dies lässt sich durch die Annahme begründen, dass der Strom zwar durch Wirkungsgradsteigerungen technischer Geräte effizienter genutzt wird, sich die Anzahl der Stromverbraucher jedoch gleichzeitig erhöht.

Der zukünftige Wärmebedarf wird gemäß Neubauschenario B, Sanierungsquote 2 % angenommen. Hieraus ergeben sich die folgenden Verhältnisse:

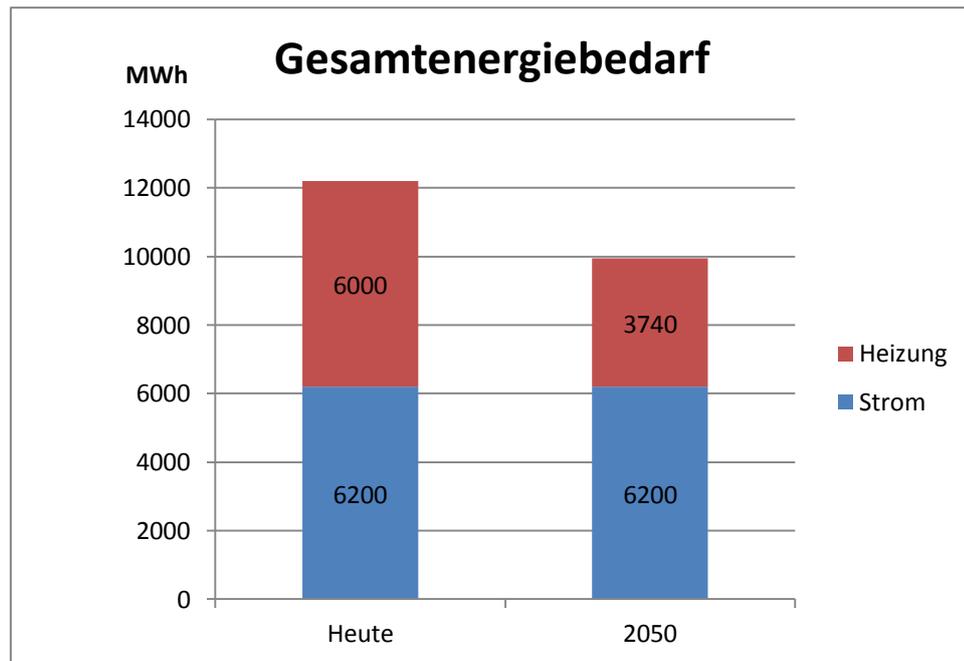


Abbildung 4-3: Vergleich des heutigen und des prognostizierten Energiebedarfs

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass der prognostizierte Gesamtenergiebedarf um ca. 2260 MWh niedriger ist als der heutige, was einer Senkung von etwa 18,5 % entspricht.

Um auch noch den Primärenergiebedarf zur Versorgung der Gemeinde Rammingen vergleichen zu können, werden die heutigen Primärenergiefaktoren (nach EnEV 2014) herangezogen. Diese sind im Folgenden dargestellt.

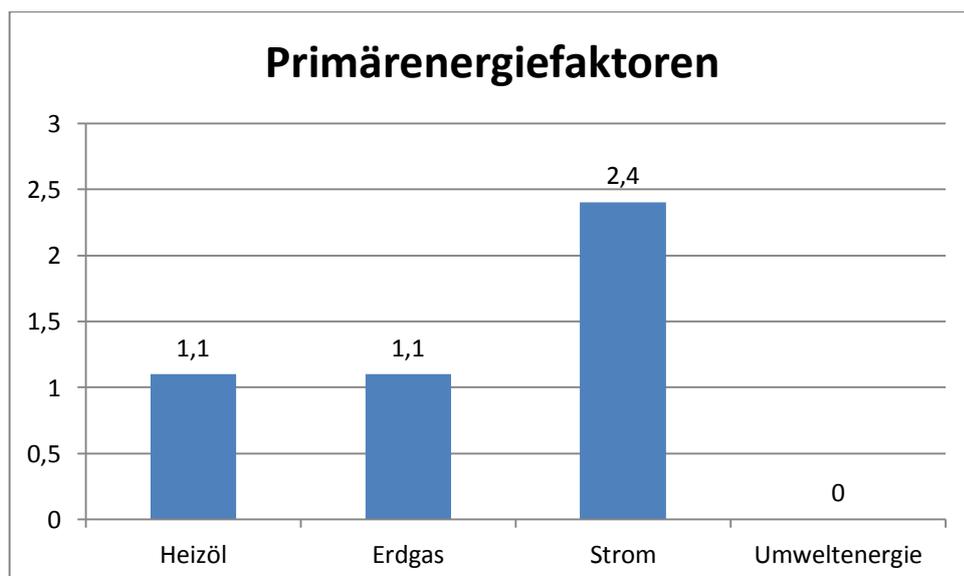


Abbildung 4-4: Zu berücksichtigende Primärenergiefaktoren

Unter der Annahme, dass der Wärmebedarf derzeit näherungsweise nur mit Öl und Gas gedeckt wird und unter Berücksichtigung des 20 prozentigen Anteils an Erdgas aus nichtregenerativen Quellen gemäß Zukunftsszenario 2 (überregionales Versorgungskonzept), ergeben sich demnach die folgenden Primärenergiebedarfswerte:

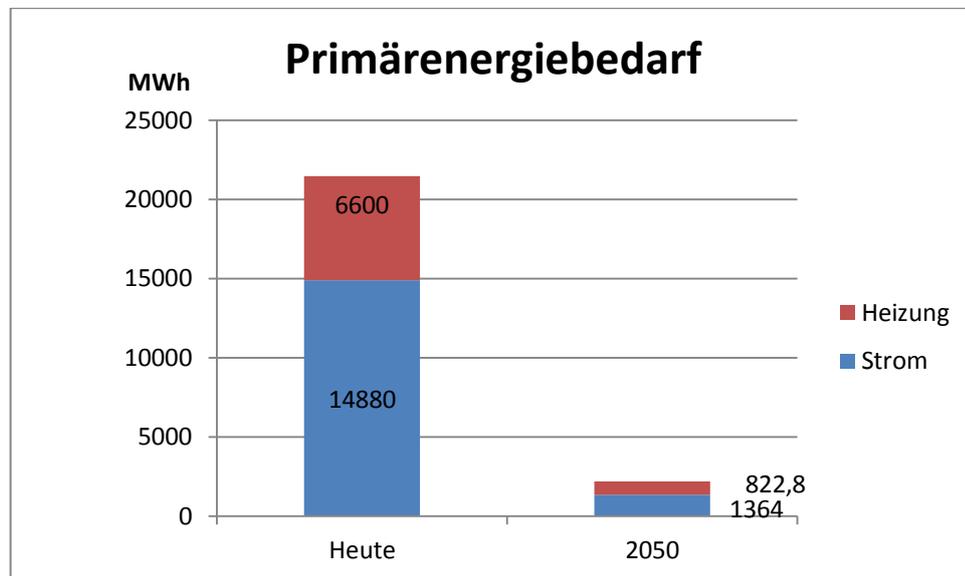


Abbildung 4-5: Vergleich des heutigen und des prognostizierten Primärenergiebedarfs

Der heutige Primärenergiebedarf beläuft sich demnach auf 21.480 MWh. Der für das Jahr 2050 prognostizierte Primärenergiebedarf wurde zu 2.186,8 MWh ermittelt, was einer Reduzierung um etwa 90 % entspricht.

Im Folgenden wird nun noch der daraus resultierende CO₂-Ausstoß der Energieträger miteinander verglichen. Hierzu wurden die folgenden spezifischen Werte herangezogen.

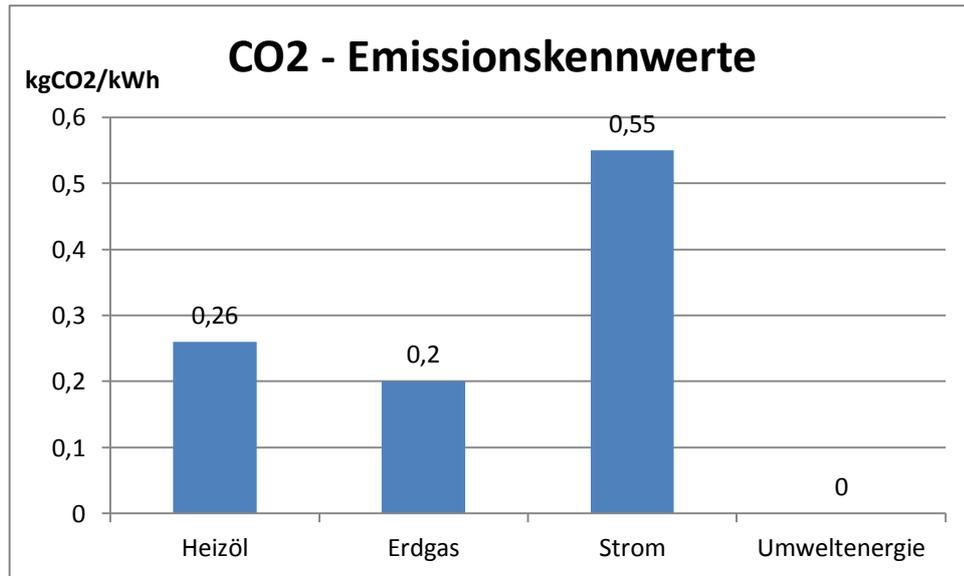


Abbildung 4-6: CO₂-Emissionskennwerte (Werte aus ^[21])

Für den Vergleich wird davon ausgegangen, dass der heutige Wärmebedarf zu jeweils 50 % mit Heizöl und Erdgas gedeckt wird.

Hieraus ergeben sich die folgenden CO₂- Emissionen:

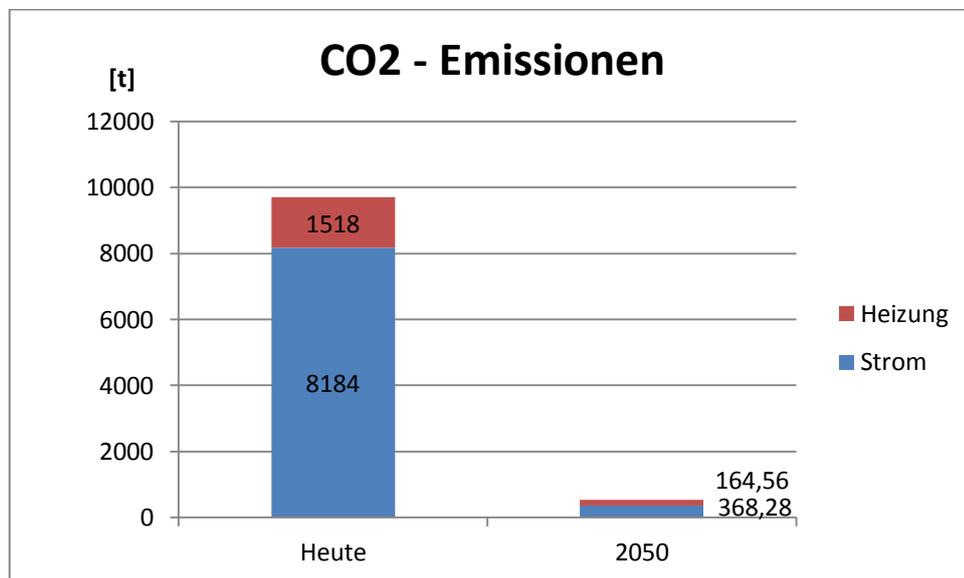


Abbildung 4-7: Vergleich der heutigen und der prognostizierten CO₂-Emissionen

Der CO₂-Ausstoß kann demnach mit diesem Konzept von 9.702 t auf 532,84 t reduziert werden, was einer Reduzierung von etwa 94,5 % entspricht.

6.4 Fazit Konzepte

Mit den hier vorgestellten Konzepten kann der Primärenergiebedarf sowie der CO₂-Ausstoß massiv gesenkt werden. Eine autarke Energieversorgung der Gemeinde Rammingen wäre zwar umsetzbar, ein überregionales Versorgungskonzept erscheint jedoch sinnvoller, da hierbei das Erdgasnetz als virtueller Speicher genutzt werden kann.

Die Standbeine Photovoltaik und Biogas befinden sich bereits heute im Ausbau und es kann davon ausgegangen werden, dass diese beiden Technologien in Zukunft einen erheblichen Anteil an der Energieversorgung der Gemeinde Rammingen abdecken werden.

7. Mobilität

Um eine Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen, Freizeiteinrichtungen oder Dienstleistungen zu gewährleisten, ist ein gutes Mobilitätsangebot unerlässlich. Diese Mobilität sollte aber auch nachhaltig sein und dem aktuellen Umweltbewusstsein der dort ansässigen Menschen entsprechen. Somit ist es erforderlich, ein gewisses Grundangebot für die Mobilität in Form von öffentlichen Verkehrsmitteln oder eines attraktiven Kraftfahrzeug-, beziehungsweise Radverkehrs sicherzustellen.

Die verschiedenen Möglichkeiten für Mobilität auf dem Land, sowohl die heute nutzbaren, als auch die zukunftssträchtigen Ideen werden im weiteren Verlauf dieser Projektarbeit abgebildet und strukturiert dargestellt.

Es stellt sich die Frage, welche Mobilitätsmöglichkeiten allgemein im ländlichen Bereich zur Verfügung stehen. Im urbanen Bereich werden zumeist die üblichen Verkehrsmittel wie U-, S- oder Trambahnen genutzt. Auch Autos, Busse und Fahrräder gehören zu den häufig frequentierten Mitteln der Wahl um sich fortzubewegen. Die Bewegung auf dem Land ist grundsätzlich dieselbe, nur die Anzahl an Angeboten ist nicht derart hoch. Doch auch für den ländlichen Bereich muss dieses Themengebiet beachtet werden, um eine vernünftige und stabile Infrastruktur der dort lebenden Menschen zu gewährleisten.

Die Verkehrsverbände im vorstädtischen Bereich verwenden fast ausschließlich den Bus als bevorzugtes Angebot zur Fortbewegung. Aufgrund fehlender Infrastruktur ist es auch in Rammingen unerlässlich einen zuverlässigen Mobilitätsgaranten zu haben. Neben dem Bus bieten sich vielfältige Möglichkeiten an, an das Ziel seiner Wahl zu gelangen ohne dabei ein eigenes Auto zu besitzen oder den Bus zu benutzen.

8. Kraftfahrzeuge

Autos sind obschon ihres schlechten Wirkungsgrades das beliebteste Fortbewegungsmittel der Deutschen. Gerade in ländlichen Gegenden wie Rammingen ist es erforderlich ein Auto zu besitzen um eine Anbindung an andere Ortschaften oder den öffentlichen Nahverkehr zu erreichen. Doch auch der nicht urbane Teil Deutschlands befindet sich in der Entwicklung des Umweltbewusstseins und der Nachhaltigkeit. Dementsprechend viele Alternativen für das Auto gibt es.

Das von uns gewählte Beispiel Rammingen zeigt, wie es sich mit Einkaufsmöglichkeiten für den täglichen Gebrauch verhält. Außer kleineren Einzelhandelsbetrieben existiert in diesem Dorf kein größerer Supermarkt.

Aufgrund dessen sind die Bewohner gezwungen, ihre Einkäufe im 5 Kilometer entfernten Ort Türkheim zu tätigen. Laut dem bayrischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung sind beispielsweise über 37 Prozent der in Rammingen lebenden Menschen über 50 Jahre alt. ^[22] Dieser Bevölkerungsanteil benötigt zum jetzigen Zeitpunkt wahrscheinlich noch keine Hilfe beim Wocheneinkauf, in 20 Jahren wäre aber durchaus denkbar, dass sie darauf angewiesen sind.

Ähnlich verhält es sich mit Berufspendlern, Schülern und Familien wo Mütter arbeitstätig sind, aber kein Geld für einen Zweitwagen zur Verfügung steht. Die geläufigsten alternativen Mobilitätsangebote für diese und weitere Problematiken sind im weiteren Verlauf aufgelistet und beschrieben.

8.1 Mitfahrzentralen

Mitfahrzentralen sind ein probates Mittel um von A nach B zu gelangen. Hierbei werden online Fahrten von beispielsweise München nach Berlin eingetragen und jeder kann, soweit genug Platz im PKW vorhanden, gegen eine geringe monetäre Aufwendung mitfahren. Wenn sich also nun vier Menschen entscheiden die oben genannte Reise anzutreten und diese Reise über eine Mitfahrzentrale läuft, sind statt vier Autos lediglich eins auf der Straße unterwegs. Dies kann bis zu $\frac{3}{4}$ des Benzinverbrauchs sparen und hat den positiven Nebeneffekt, dass die Umwelt durch die verringerten Emissionen weniger belastet wird. Abbildung 8-1 zeigt eine kleine Auswahl an Mitfahrzentralen, die sich dank des Internets reger Interesse erfreuen können.



Abbildung 8-1: Mitfahrportale auf einen Blick ^[23]

Durch Mitfahrzentralen besteht somit die Möglichkeit sich beispielsweise zu einer Einkaufsgemeinschaft zusammenzuschließen und gemeinsam von Rammingen nach Türkheim zum nächstgelegenen Supermarkt zu fahren. Dies schont die Umwelt und bietet eine nachhaltige Möglichkeit die Einkäufe gemeinsam zu erledigen.

Allgemein lassen sich große Fortschritte in der Vernetzung der Mitfahrzentralen in Deutschland erkennen. Die häufigsten Anfahrts- und Abfahrtsziele sind natürlich deutsche Großstädte, wie in Abbildung 8-2 zu erkennen ist, aber gerade in kleineren Städten beziehungsweise ländlicheren Gegenden steckt ein großes Potential. Zukünftig werden die Mitfahrzentralen sich weiterentwickeln und auch in ländlicheren Gegenden Anschluss finden. Vorreiter dieser Entwicklung ist die Gemeinde Schmalkalden-Meinigen in der Rhön mit der ersten digitalen Mitfahrzentrale, wovon noch viele folgen sollen. ^[24]



Abbildung 8-2: Frequentierungen von Mitfahrgelegenheitszielen ^[25]

Eine weitere Möglichkeit für die Mobilität im ländlichen Raum besteht durch Sammeltaxen. Diese haben ein ähnliches Prinzip wie die Mitfahrzentralen. Verschiedene Menschen schließen sich zu einer Gemeinschaft zusammen um einzukaufen oder andere Tätigkeiten zu erledigen, nutzen aber nicht etwa ein Privatfahrzeug, sondern ein gewerbliches Taxiunternehmen welches ein Fahrzeug für die Dauer der Unternehmung bereitstellt.

8.2 Elektroautos & Car-Sharing

Viele Automobilhersteller haben bereits ein Car-Sharing Angebot für Bürger in urbanen Gebieten um Großstädte miteinander zu verbinden. Neben den großen Kraftfahrzeugherstellern wie BMW oder VW hat sich auch die deutsche Bahn mit ihrem Car-Sharingsystem Flinkster in den Wettbewerb eingeklinkt.

- DriveNow → BMW
- Car2go → Daimler
- Quicar → VW
- Flinkster → Deutsche Bahn

Es existieren zwei Modelle für das Car-Sharing die durch die unterschiedlichen Anbieter vertreten werden.

Modell 1:

In diesem Modell gibt es feste Stationen wo für alle zugänglich Autos ausgeliehen werden können. Meist zentral gelegen können die Nutzer des Car-Sharing Angebots nach einer Registrierung das Auto ihrer Wahl reservieren und zu dem bei der Reservierung festgelegten Zeitpunkt abholen. Dies hat den Vorteil, dass es eine zentrale Anlaufstelle für Car-Sharing gibt und die Autos nicht im gesamten Nutzungsgebiet verteilt sind. Menschen die in Großstädten leben, haben eventuell den Nachteil des längeren Anfahrtswegs wenn sich ihr Wohnsitz nicht direkt in der Nähe einer solchen Zentrale befindet.

Modell 2:

Das zweite Modell legt keine feste Stationen für Car-Sharing Autos fest. Hier sind die Autos im ganzen Einzugsgebiet verteilt und für jeden registrierten Nutzer sofort verfügbar. Vorteil dieser Variante ist, dass nicht eine große Stellfläche für alle Autos gemietet werden muss. Nachteilig könnte sich das mangelnde Parkplatzangebot auf Modell 2 auswirken.

Beide Modelle haben allerdings eins gemein. Eine Unterstützung der Umwelt und eine Einsparung von reichlich grauer Energie. Jedes Auto verbraucht im Bau soviel Energie wie ein deutscher Durchschnittshaushalt in 10 Jahren an Energie verbraucht. ^[26] Hierbei handelt es sich in etwa um 30.000 kWh.

Eine enorme Menge an Energie, die durch das Car-Sharing zumindest zum Teil eingespart werden könnte, da sich mehrere Autofahrer ein gemeinsames Auto teilen.



Abbildung 8-3: Entwicklung Carsharing Deutschland^[27]

Abbildung 8-3 zeigt die positive Entwicklung des Car-Sharing in Deutschland, sowohl nach Modell 1 als auch nach Modell 2. Seit 2002 hat sich die Anzahl an Car-Sharingangeboten im Modell 1 mehr als verdoppelt. In diesem Zeitraum von 10 Jahren haben sich allerdings auch die registrierten Fahrberechtigten vervierfacht. Das neue Car-Sharing nach Modell 2 ohne festen Standort befindet sich zwar noch in der Entwicklungsphase, die registrierten Fahrzeuge des Modells 2 umfassen aber bereits jetzt über 21 % des Gesamtangebots an Fahrzeugen.

Gerade der ländliche Raum wäre ideal für diese fortschrittliche Dienstleistung. Aufgrund dessen fand am 15.05.2014 im Nachbarort von Rammingen eine Veranstaltung des Carsharing Vereins Kaufbeuren statt, wo Probefahrten mit Elektroautos angeboten wurden. Ein Car-Sharing Portal sowie ein Standort sollen in Türkheim entstehen und somit für mehr Mobilität im Raum Rammingen – Türkheim sorgen.

Eine Erweiterung des positiven Aspekts des Autoteilens ist, dass wie bereits erwähnt vermehrt Elektroautos von den Anbietern verwandt werden. In Abbildung 8-4 sind die zugelassenen Elektroautos im Raum Deutschland zu sehen.

Bis zum Jahre 2009 ist eine stagnierende Tendenz ersichtlich, doch bereits seit 2010 sind die Zahlen für die Zulassungen im positiven Trend.

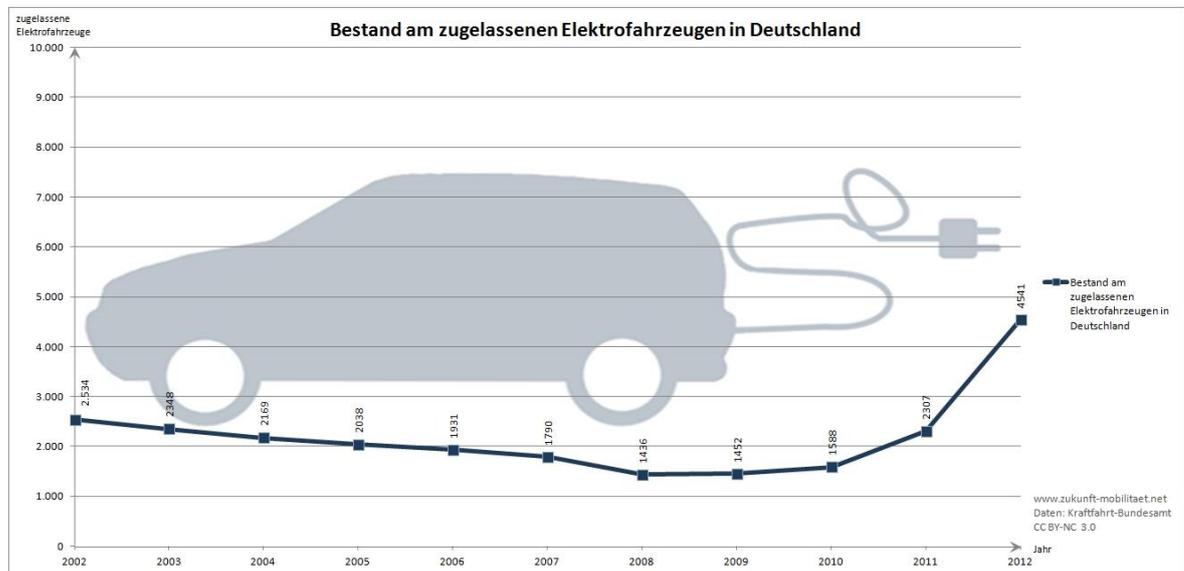


Abbildung 8-4: Zugelassene Elektroautos in Deutschland ^[28]

Ein mögliches Zukunftsszenario für ländliche Gegenden wie Rammingen wäre, dass mehr Elektroautos auf dem Land zugelassen werden. Hierbei handelt es sich allerdings nicht um ein Privatfahrzeug sondern um Gemeinschaftsautos, die beispielweise die Kinder ins Nachbardorf Türkheim zur Schule bringen und danach für Einkäufe in den dort ansässigen Supermarkt fahren. Eventuell beschließt der Car-Sharing Verband Kaufbeuren, eine Zentrale in Türkheim aufzubauen und damit der Mobilität auf dem Land neuen Aufschwung zu geben. Auch in diesem Projekt werden Elektroautos zum Einsatz kommen. Die Mitfahrgelegenheiten werden sich im ländlichen Raum weiterentwickeln und dank des Internets weiter verbreiten. Neben urbanen Anfahrtszielen wird es auch möglich sein kleinere Gemeinden und sogar Dörfer mittels einer Mitfahrzentrale zu erreichen.

Die in Rammingen und Umgebung ansässigen Taxiunternehmen könnten auf Elektroautos umrüsten und somit den Emissionsausstoß erheblich mindern. Sammeltaxen und Buslinien vervollständigen damit das Bild einer mobilen Zukunft auf dem Land.

Aufgrund der geringen Kapazität heutiger Batterien und wegen des Mangels an Aufladestationen in ländlichen Gegenden eignen sie sich hauptsächlich für den Stadtverkehr.

9. Fahrrad

Neben den üblichen Fortbewegungsmitteln wie Bus, Bahn oder Auto gibt es ein weiteres nicht zu vernachlässigendes Verkehrsmittel: das Fahrrad. Mittels des Fahrrads sind längere Wegstrecken im Vergleich zum zu Fuß gehen kein Problem mehr. Aber auch im Bereich des Fahrrads sind merkliche Entwicklungen und Tendenzen erkennbar, nämlich die Unterstützung des Tretens durch einen Akkumulator.

Elektrofahrrad

Das sogenannte Elektrofahrrad oder E-Bike erfreut sich immer größerer Beliebtheit. In Deutschland sind im Jahre 2011 bereits 310.000 E-Bikes auf den Straßen unterwegs (Abbildung 9-1). Im Vergleich zu dem Gesamtbestand von 69 Millionen normalen Fahrrädern mag dies zwar wenig erscheinen aber seit Jahren sind die Absatzzahlen dieser Elektrofahrräder zunehmend. ^[29]

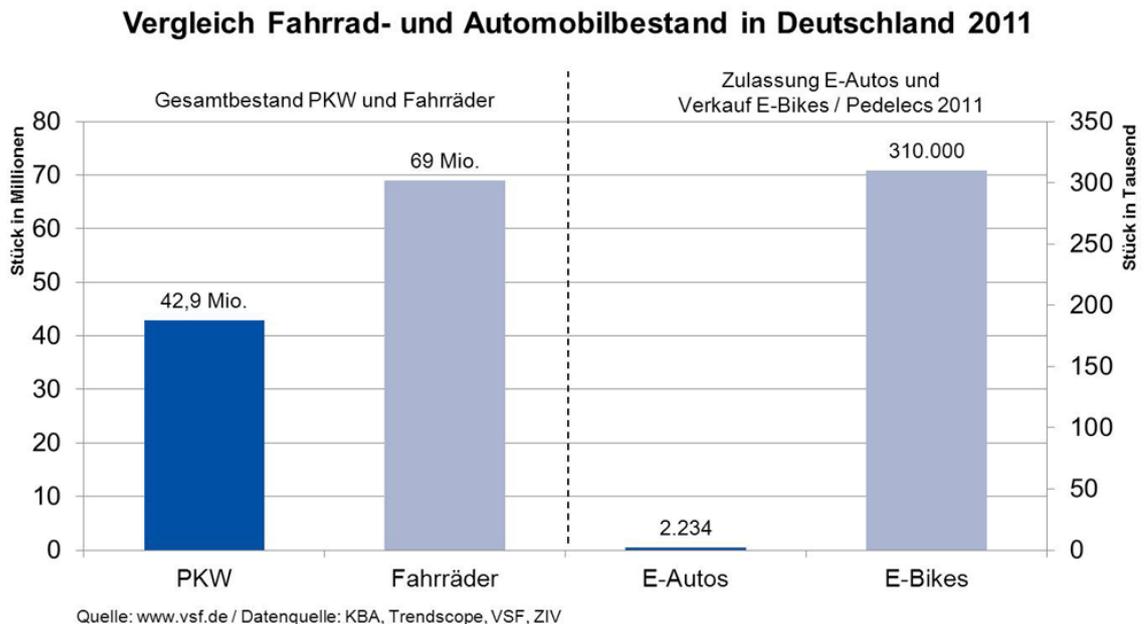


Abbildung 9-1: Vergleich Fahrrad und Automobilbestand in Deutschland ^[30]

Grundsätzlich muss zwischen zwei Arten von E-Bikes unterschieden werden.

Zum einen gibt es Fahrräder mit Tretunterstützung. Ab einer Geschwindigkeit von 25 km/h schaltet sich die Unterstützung automatisch aus. Nur bei Geschwindigkeiten unterhalb von 25 km/h und unter stetigem Tretten wirkt die Unterstützung durch den Elektromotor. Auf der anderen Seite gibt es Fahrräder mit völlig autonomer Leistung, unabhängig davon ob

getreten wird oder nicht. Auch diese Fahrräder sind in ihrer Endgeschwindigkeit gedrosselt um nicht als Kleinkraftrad oder Motorrad den gesetzlichen Versicherungsbestimmungen zu unterliegen.^[31]

Die Kosten von ca. 0,20–0,40 € pro 100 km^[32] sind im Vergleich zum Auto ungleich niedriger. Bei einer Reichweite von etwa 100 km ist es zudem sehr viel einfacher auch weiter entfernte Ziele gut zu erreichen. Die fünf Kilometer lange Strecke von Rammingen ins Nachbardorf Türkheim und der dort ansässigen Schule wäre mit einem E-Bike somit kein Problem mehr.

10. Einfluss des Smartphones auf die Mobilität

Die zunehmende Nutzung von Handys oder sogenannten Smartphones mit mobilem Internet führt zu einem Zugewinn für die ländliche Mobilität. Zahlreiche Anwendungen für das Handy erlauben dem Nutzer die nächste Mitfahrgelegenheit zu buchen, den Fahrplan für den Bus aufzurufen oder das nächstgelegene freie Auto mittels Car-Sharing zu finden. Der Bundesstaat Deutschland subventioniert die Entwicklung solcher Apps für Mitfahrgelegenheiten sogar. ^[33]

Diese gesamte Bewegung, welche durch das mobile Internet unterstützt wird, nennt sich „Green mobility“.



Abbildung 10-1: Veränderung des Kundenverhaltens ^[34]

Abbildung 10-1 zeigt die Verschmelzung der „Annahme neuer Technologien“, des neu entwickelten „Umweltbewusstseins“ und einem höheren „Flexibilitäts- und Mobilitäts“-bedarfs. Dies führt zu einer Änderung im Statuskonsum, dass bedeutet das es nicht mehr unbedingt notwendig ist beispielsweise ein Auto zu besitzen um ein Statussymbol zu haben. Es reicht dem Menschen es nur zu Nutzen und zum Wohle der Umwelt mit anderen Menschen zu teilen.

11. Verbrauchs-/Energievergleich Mobilität & Wohnen

Das ehrgeizige Ziel der Politik ist es, bis zum Jahr 2020 20 Prozent des Wärmebedarf und bis zum Jahr 2050 mindestens 80 Prozent an Primärenergie einzusparen. Ab 2020 sollen daher Neubauten einen Niedrigstenergiehausstandard erfüllen und einen Heizenergiebedarf von weniger als 15 kWh/m²a aufweisen. ^[35]

Auch Autos sollen sehr viel energieeffizienter und umweltfreundlicher werden. Gerade Elektroautos entwickeln sich dahingehend zu einem positiven Trend, da sie außer bei der Produktion keinerlei Emission abgeben. Neben dem Umweltaspekt stehen aber ebenfalls der energetische und der damit verbundene finanzielle Aspekt im Mittelpunkt. Deshalb soll im weiteren Verlauf ein Vergleich der finanziellen und energetischen Einsparungen durch ein Elektroauto und ein Niedrigenergiehaus vollzogen werden.

11.1 Energieverbrauch zweier Autos im Vergleich

Die folgenden Annahmen sollen beim Vergleich gelten:

- 1 Liter Benzin hat 8,64 kWh Energie ($12 \text{ kWh/kg} * 0,72 \text{ kg/l} = 8,64 \text{ kWh}$)
- Die Fahrtentfernung beider Autos beträgt 100 km

Normales Auto mit Verbrennungsmotor:

Durchschnittl. Verbrauch (Benzin) auf 100 km → 6 Liter Benzin

$$6 \text{ l}/100\text{km} * 8,64 \text{ kWh/l} = 51,84 \text{ kWh}/100\text{km}$$

Elektroauto

Durchschnittl. Verbrauch (Strom) auf 100 km → 13,5 kWh/100km

(Eigentlich 10 kWh pro 100 km aber durch Verluste beim Be- und Entladen des Akkus vergrößert sich der Energieverbrauch. ^[36])

Prozentuale Energieeinsparung im Verbrauch:

$$\frac{13,5 \text{ kWh}/100\text{km}}{51,84 \text{ kWh}/100\text{km}} * 100 = \text{ca. } 26 \%$$

Somit ergibt sich eine **Einsparung von 74 %** in der Antriebsenergie.

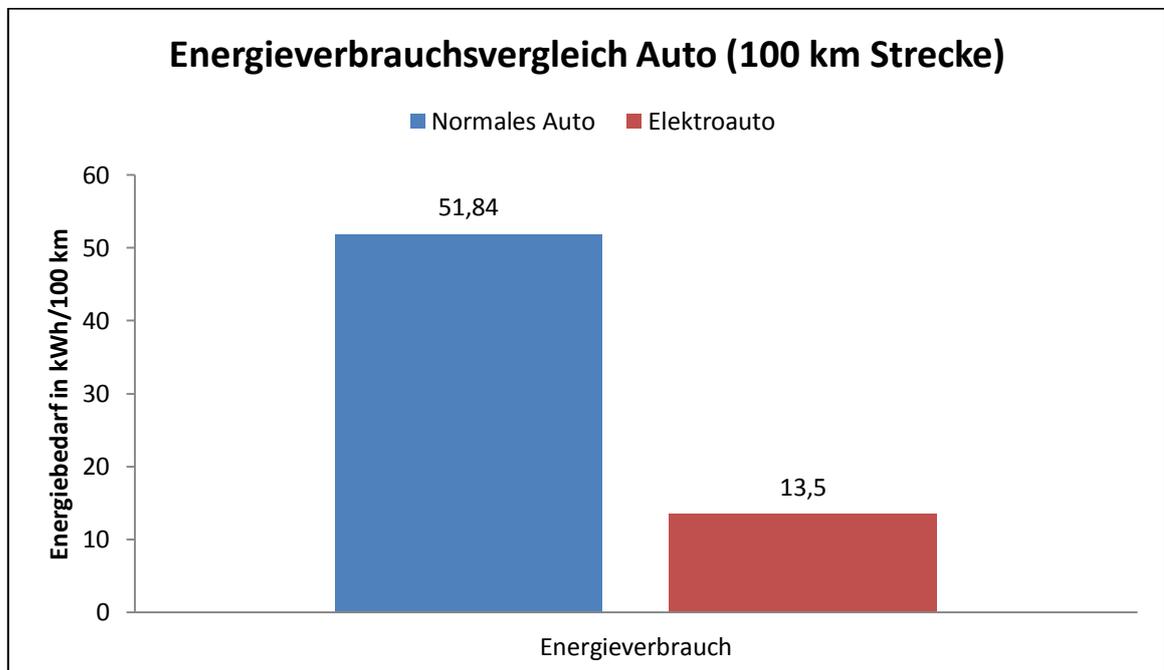


Abbildung 11-1: Energieverbrauchsvergleich zwischen Elektro- und normalem Auto

11.2 Energieverbrauch zweier Häuser im Vergleich

Die folgenden Annahmen sollen beim Vergleich gelten:

- Die Häuser haben 3 Einwohner
- Der Heizwärmebedarf soll verglichen werden

Normales Haus mit 3 Personen:

$$\frac{120 \frac{kWh}{m^2 a}}{3 \text{ Personen}} = 40 \frac{kWh}{m^2 a \text{ Person}}$$

Energiesparhaus (Passivhaus) mit 15 kWh/m²a:

$$\frac{15 \frac{kWh}{m^2 a}}{3 \text{ Personen}} = 5 \frac{kWh}{m^2 a \text{ Person}}$$

Prozentuale Energieeinsparung im Verbrauch:

$$\frac{5 \text{ kWh/a}}{40 \text{ kWh/a}} * 100 = ca. 12,5 \%$$

Somit ergibt sich eine **Einsparung von 87,5 %** Heizwärmebedarf.

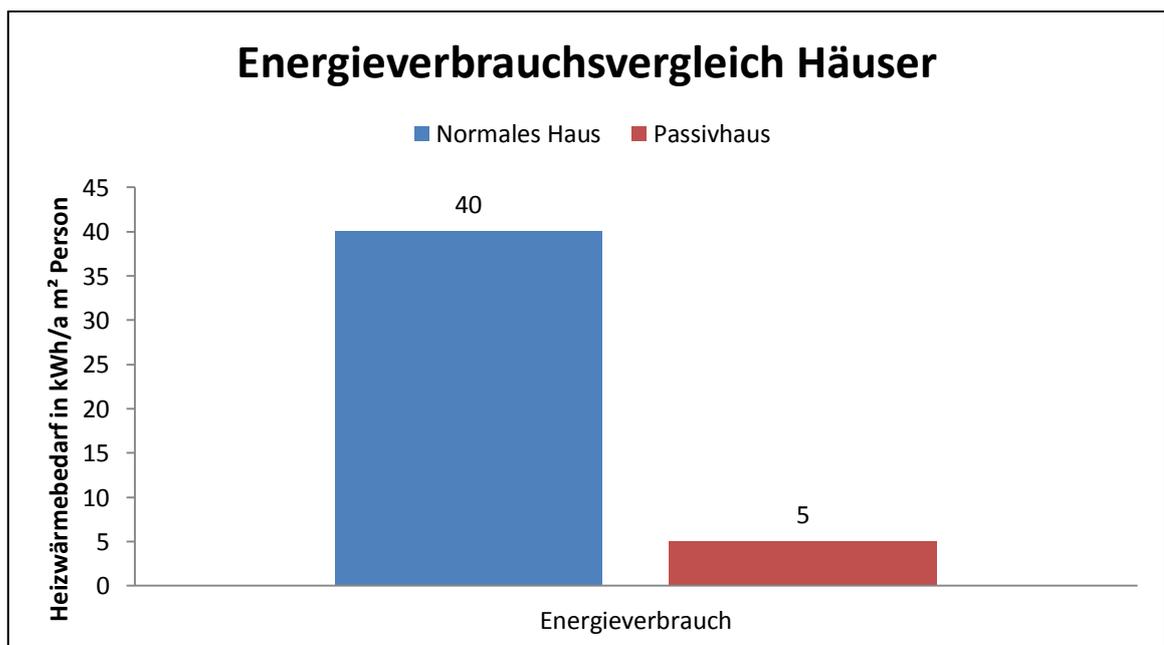


Abbildung 11-2: Energieverbrauchsvergleich zwischen normalem Haus & Passivhaus

11.3 Fazit des Vergleichs

Der Vergleich der Energieverbräuche zeigt, dass sich enorme Einsparpotentiale im Bereich des Energieverbrauchs befinden. Sowohl Autos als auch Wohngebäude weisen extrem differierende Werte bei unterschiedlichen Bauweisen auf.

Elektroautos haben im Vergleich zu den gewöhnlichen Verbrennungsmotoren ein Einsparpotential von 74 Prozent. Dieser schon sehr hohe Wert wird aber durch eine nachhaltige und energieeffiziente Bauweise eines Wohngebäudes um 13,5 Prozent übertroffen. Somit wäre eine Einsparung bei einem Hauswechsel 87,5 Prozent.

12. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Entwicklung des Wohnungsbestandes in Deutschland ^[5]	5
Abbildung 2-1: Bisherige Entwicklung der Baufertigstellungen von Wohnungebäuden in Rammingen ^[8]	6
Abbildung 2-2: Bisherige Entwicklung der Baufertigstellungen von Wohnungen in Rammingen ^[8]	7
Abbildung 2-3: Prognostizierter Wohnungsneubau in Rammingen gemäß Szenario A	8
Abbildung 2-4: Prozentuale Verteilung sanierter und unsanierter Wohnungen, sowie Wohnungsneubauten	8
Abbildung 2-5: Prognostizierter Wohnungsneubau in Rammingen gemäß Szenario B	9
Abbildung 2-6: Prozentuale Verteilung sanierter & unsanierter Wohnungen, sowie Wohnungsneubauten	9
Abbildung 3-1: Entwicklung des spezifischen Heizwärmebedarfs in der Gemeinde Rammingen	12
Abbildung 3-2: Entwicklung des Heizwärmebedarfs in der Gemeinde Rammingen	13
Abbildung 3-3: Prognose für spez. Heizwärmebedarf bis 2050	14
Abbildung 3-4: Zukünftiger Wärmebedarf von Neubauten in Rammingen in MWh/a	15
Abbildung 3-5: spez. Wärmebedarf von Sanierungen in KWh/m ² a	16
Abbildung 3-6: Wärmebedarf Sanierter Gebäude in Rammingen in MWh/a	16
Abbildung 3-7: Wärmebedarf Unsanierter Gebäude in Rammingen in MWh/a	17
Abbildung 3-8: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario A, Sanierungsquote 1 %	18
Abbildung 3-9: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario A, Sanierungsquote 2 %	18
Abbildung 3-10: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario B, Sanierungsquote 1 %	19
Abbildung 3-11: Prognostizierter Wärmebedarf Rammingen Neubauszenario B, Sanierungsquote 2 %	19
Abbildung: 4-1 Jahresdauerlinien Szenario A	21
Abbildung 4-2 Jahresdauerlinien Szenario B	22
Abbildung 5-1: Bestehende Biogasanlagen in Rammingen ^[15]	24
Abbildung 5-2: Bestehende Photovoltaikanlagen in Rammingen ^[15]	25
Abbildung 5-3: Jährlicher Strombedarf von Rammingen ^[15]	26

Abbildung 5-4: Verlauf des Wärme- und Strombedarfs	27
Abbildung 5-5: Struktur der Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2013 ^[16]	28
Abbildung 5-6: Nutzung der Biomasse zur Verstromung 2011 ^[18]	30
Abbildung 5-7: Satellitenaufnahme von Rammingen mit Umland ^[19]	30
Abbildung 5-8: Anteil Flächenbedarf Erneuerbare Energien ^[15]	31
Abbildung 5-9: Übersichtskarte für das Potenzial der Erdwärmenutzung ^[15]	32
Abbildung 5-10: Nutzung der Photovoltaik im Jahr 2011 ^[18]	34
Abbildung 5-11: Jahresmittel der Globalstrahlung in Rammingen/Bayern ^[15]	34
Abbildung 5-12: Windkraftnutzung in Deutschland 2011 ^[18]	36
Abbildung 5-13: Darstellung der Verteilung der Windgeschwindigkeiten in Bayern	37
Abbildung 5-14: Nutzung der Wasserkraft 2011 ^[18]	39
Abbildung 5-15: Foto des Wörthbachs.....	40
Abbildung 6-1: Autarkes Energieversorgungskonzept	41
Abbildung 6-2: Überregionales Energieversorgungskonzept.....	44
Abbildung 4-3: Vergleich des heutigen und des prognostizierten Energiebedarfs	47
Abbildung 8-1: Mitfahrportale auf einen Blick ^[23]	53
Abbildung 8-2: Frequentierungen von Mitfahrgelegenheitszielen ^[25]	54
Abbildung 8-3: Entwicklung Carsharing Deutschland ^[27]	56
Abbildung 8-4: Zugelassene Elektroautos in Deutschland ^[28]	57
Abbildung 9-1: Vergleich Fahrrad und Automobilbestand in Deutschland ^[30]	58
Abbildung 10-1: Veränderung des Kundenverhaltens ^[34]	60
Abbildung 11-1: Energieverbrauchsvergleich zwischen Elektro- und normalem Auto	62
Abbildung 11-2: Energieverbrauchsvergleich zwischen normalem Haus & Passivhaus....	63

13. Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1: Gebäudebestand Rammingen nach Zensus 2011 ^[8]	11
Tabelle 3-2: Inhaltlicher Auszug aus dem Bericht [10]	12
Tabelle 4-1: Anhaltswerte für die Heizgrenztemperatur in Abhängigkeit des Baustandard [14]	20
Tabelle 4-2: Zuteilung des Gebäudebestandes in Rammingen in Heizgrenztemperaturen.	20
Tabelle 5-1: Vor- und Nachteile der Biomassenutzung	29
Tabelle 5-2: Vor- und Nachteile der Erdwärmenutzung	32
Tabelle 5-3: Vor- und Nachteile der Solarnutzung	33
Tabelle 5-4: Vor- und Nachteile der Windkraftnutzung	35
Tabelle 5-5: Vor- und Nachteile der Wasserkraftnutzung.....	38

14.Literaturverzeichnis

- [1] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 17
- [2] Bundesregierung
http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Fragen-Antworten/1_Allgemeines/1_warum/_node.html
aufgerufen Mai 2014
- [3] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 41-42
- [4] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 42 – 43
- [5] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 44
- [6] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 42 - 43
- [7] Statistik Bayern, S. 11
<https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09778209.pdf>
aufgerufen Mai 2014
- [8] Statistik Bayern, S.11; Zensus 9. Mai 2011; eigene Darstellung
<https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09778209.pdf>
aufgerufen Mai 2014
- [9] Statistik Bayern
<https://ergebnisse.zensus2011.de/#StaticContent:097785764209,ROOT,ROOT>,
aufgerufen Mai 2014
- [10] Zukunft Haus
http://www.zukunft-haus.info/fileadmin/zukunft-haus/energieausweis/Gesetze_Verordnungen/EnEV/2009-10-28_Deutschlandkarte_Endbericht_barrierefrei_NEU.pdf
Aufgerufen Mai 2014
- [11] Niedrigenergiehaus bauen
<http://www.niedrigenergiehaus-bauen.info/energieeinsparverordnung.html>
aufgerufen Mai 2014
- [12] Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Niedrigstenergiehaus#.C3.96sterreich>

aufgerufen Mai 2014

[13] Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes; 2012, S. 17

[14] Gradtagszahlen in Deutschland

<http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/>

aufgerufen Mai 2014

[15] Bayerische Staatsregierung. Energieatlas Bayern.

<http://www.energieatlas.bayern.de>

aufgerufen Mai 2014

[16] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Erneuerbare Energien im Jahr 2013.

<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/A/agee-stat-bericht-ee-2013.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>

aufgerufen Mai 2014

[17] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

Zusammenfassung 2. EEG-Dialog „Potenzial und Rolle von Biogas“

http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente__PDFs_/130308_auswertung_eeg-dialog_biogas_bf.pdf

aufgerufen Mai 2014

[18] BDEW - Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.. Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2013)

[http://www.bdew.de/internet.nsf/id/17DF3FA36BF264EBC1257B0A003EE8B8/\\$file/Foliensatz_Energie-Info-EE-und-das-EEG2013_31.01.2013.pdf](http://www.bdew.de/internet.nsf/id/17DF3FA36BF264EBC1257B0A003EE8B8/$file/Foliensatz_Energie-Info-EE-und-das-EEG2013_31.01.2013.pdf)

aufgerufen Mai 2014

[19] Googlemaps

[20] Energiekonzept 2050

<http://publica.fraunhofer.de/dokumente/N-153734.html>

aufgerufen Juni 2014

[21] CO₂-Rechner

<http://www.prima-klima-weltweit.de/co2/kompens-berechnen.php>

aufgerufen Juni 2014

[22] Bayrisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung

<https://www.statistik.bayern.de/statistikkommunal/09778209.pdf>

aufgerufen Mai 2014

[23] Basic Thinking

<http://www.basicthinking.de/blog/wp-content/uploads/2013/04/mitfahrportale.jpg>

aufgerufen Mai 2014

[24] Landkreis Schmalkalden-Meinigen

<http://www.lk-sm.de/wcms/DocsID/Erste-digitale-Mitfahrzentrale-fuer-den-laendlichen-Raum-in-Betrieb>

aufgerufen Mai 2014

[25] Süddeutsche Zeitung

<http://www.sueddeutsche.de/auto/entwicklung-von-mitfahrzentralen-zwischen-tradition-und-gebuehren-1.1688247>

aufgerufen Mai 2014

[26] Wikipedia

http://de.wikipedia.org/wiki/Automobil#Umwelt_und_Gesundheit

aufgerufen Mai 2014

[27] Bundesverband Carsharing

<http://www.move-info.de/wp-content/uploads/2014/02/carsharing.jpg>

aufgerufen Mai 2014

[28] Das Ende des Erdölzeitalters

<http://www.peak-oil.com/2012/01/elektromobilitat-erst-ab-spritpreis-von-2-euro-lohnend/>

aufgerufen Mai 2014

[29] Elektrobike-Online

http://www.elektrobike-online.com/sixcms/media.php/6/thumbnails/UB_ZIV_e_bike_absatz.jpg.2667070.jpg

aufgerufen Mai 2014

[30] RWE

<http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/de/1449192/blowupData/2/blob.gif>

aufgerufen Mai 2014

[31] Wikipedia

<http://de.wikipedia.org/wiki/Elektrofahrrad>

aufgerufen Mai 2014

[32] Leichter Fahren

<http://www.leichter-fahren.de/gute-gruende/kosten.html>

aufgerufen Mai 2014

[33] Wemaflo.net

<http://wemaflo.net/2011/07/staat-subventioniert-entwicklung-einer-mitfahrzentralen-app-mit-11-mio-euro/>

Aufgerufen Mai 2014

[34] CAP Gemini

http://www.de.capgemini.com/resource-file-access/resource/pdf/20130305_pov_mobilitaet_v1.7_final.pdf

aufgerufen Mai 2014

[35] Institut der deutschen Wirtschaft Köln

IW Köln 2012 Energetische Modernisierung des Gebäudebestandes

Mai 2012

[36] Stromanbieter günstig

<http://www.stromanbieter-guenstig.net/wie-hoch-ist-der-stromverbrauch-eines-elektroautos-pro-100km/>

aufgerufen Juni 2014

15. Verfassererklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die Projektarbeit selbständig verfasst, noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine andere als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benützt sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet haben.

München, den 08.07.2014

(Greis Benjamin)

(Kerschl Korbinian)

(Klein Christian)

(Reiber Michael)

(Schulz Stefan)