



Energiekonzept der Allianz Kissinger Bogen

Mitgliedsgemeinden



Aufgrund der Beauftragung vom 31.07.2015 durch die Allianz Kissinger Bogen wurde dieses Energiekonzept durch das Architekturbüro Werner Haase erstellt.

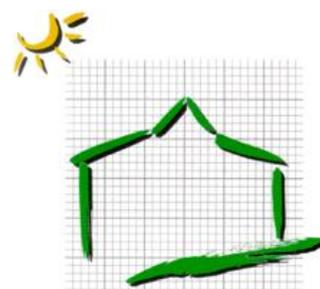
Auftraggeber: Allianz Kissinger Bogen
Am Marktplatz 6, 97705 Burkardroth
1. Vorsitzender: Herr Bürgermeister Bug (Burkardroth)
Allianzmanagerin Frau Ganna Kravchenko

Zweck der Untersuchung: Entwicklung eines Energiekonzepts für die Allianz Kissinger Bogen zur Umsetzung der Energiewende. Als Ziele wurden die CO₂-neutrale Region vor 2050, eine Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern und damit verbunden eine Steigerung der regionalen Wertschöpfung formuliert und die damit verbundene Attraktivierung des Region.

Bezugsmöglichkeit: Allianz Kissinger Bogen
bei Allianzmanagerin Frau Kravchenko
Am Marktplatz 6
97705 Burkardroth

Bearbeiter:
Dipl. Ing. FH, Architekt **Werner Haase**
Dipl. Ing. FH Steffen Haase

Karlstadt, 08. Dezember 2016



**ARCHITEKTURBÜRO
WERNER HAASE**

1	Vorbemerkungen.....	8
2	Allgemein	13
2.1	Grundlagenermittlung.....	14
2.2	Bürgerbeteiligung.....	14
2.3	Zusammensetzung der Allianz Kissinger Bogen.....	16
2.4	Aufteilung der Gemeindegebiete	17
2.5	Einwohnerzahlen.....	19
2.6	Flächenverteilung.....	20
3	Energieverbrauch der Allianz Kissinger Bogen.....	22
3.1	Verwendete Daten zur Bestimmung des Energieverbrauchs.....	22
3.2	Verteilung des Energieverbrauchs.....	22
3.2.1	Strom	22
3.2.1.1	regenerative Stromerzeugung im Bestand	24
3.2.2	Heizenergie.....	30
3.2.2.1	Erdgas	30
3.2.2.2	Heizöl.....	31
3.2.2.3	Holz.....	31
3.2.2.4	Pellets	31
3.2.2.5	Flüssiggas.....	31
3.2.2.6	Kohle.....	31
3.2.2.7	Solarthermie.....	32
3.2.2.8	Zusammenfassung Heizenergieverbrauch	32
3.2.3	Verbrauchergruppe Private Haushalte	34
3.2.4	Verbrauchergruppe kommunale Gebäude.....	35
3.2.5	Verbrauchergruppe Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD/I) ..	40
3.2.6	Zusammenfassung.....	41
3.2.7	CO ₂ -Emission der Allianz Kissinger Bogen.....	42
4	Potentiale der Energieeinsparung bzw. der Effizienzsteigerung	45
4.1	Potentialanalyse der „privaten Haushalte“	45
4.1.1	Zusammenfassung.....	47
4.2	Potentialanalyse der kommunalen Liegenschaften.....	48
4.2.1	Zusammenfassung:.....	50
4.3	Potentialanalyse Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie	50
4.3.1	Einsparpotential bei Maschinen und Antriebstechnik.....	51
4.3.2	Zusammenfassung.....	53

4.4	Straßenbeleuchtung	54
4.5	Verkehr	58
4.5.1	Motorisierter Individualverkehr	59
4.6	Potential der Energieerzeugung	63
4.6.1	Biomasse	63
4.6.2	Waldflächen	67
4.6.3	technische und wirtschaftliche Potentiale regenerativer Energien	69
4.7	Zukunftsszenarien	72
5	Detailuntersuchung	76
5.1	Burkardroth	77
5.1.1	Rhönfesthalle Stangenroth	77
5.1.2	Untersuchung zu einer möglichen Biogasanlage in Burkardroth	81
5.2	Bad Bocklet	86
5.2.1	Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage auf einer rekultivierten Erdaushubdeponie	86
5.2.2	Untersuchung zum Einsatz eines Klein-BHKWs für die Zehnhalle Aschach ...	89
5.3	Nüdlingen	90
5.3.1	Nahwärmenetz mit Stromgewinnung im Altort Nüdlingen	90
5.3.2	Photovoltaikanlage Kläranlage	96
5.4	Oberthulba	103
5.4.1	Mehrzweckhalle in Oberthulba	103
5.4.2	Thulbatalhalle in Thulba	103
6	Feinanalyse	108
6.1	Burkardroth	108
6.1.1	Schule Premich	108
6.1.2	Neue Schule Stangenroth	118
6.2	Bad Bocklet	125
6.2.1	Grundschule Bad Bocklet	125
6.2.2	Schulturnhalle Bad Bocklet	134
6.3	Oberthulba	141
6.3.1	Mehrzweckhalle in Oberthulba	141
6.3.2	Feuerwehrhaus Reith	147
7	Konzept für die Allianz Kissinger Bogen	155
7.1	Maßnahmenkatalog und Zeitplan	155
8	Fazit:	159
9	Förderungen	161
10	Anhang:	166

10.1 Karten des errechneten Endenergieverbrauchs für 2015, 2020, 2035 und 2050 ..166

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übergabe des Förderbescheides zum Energiekonzept "Allianz Kissinger Bogen" (Foto: Gerhard Zeller)	14
Abbildung 2: Aufteilung der Mitgliedsgemeinden (AB Haase)	17
Abbildung 3: Übersichtskarte mit allen Eingemeindungen (AB Haase)	18
Abbildung 4: Bevölkerungszahlen 2012 (Bayerisches Landesamt für Statistik)	19
Abbildung 5: Flächenverteilung nach Nutzung (AB Haase)	20
Abbildung 6: Flächenverteilung (Bayerisches Landesamt für Statistik)	21
Abbildung 7: Verteilung des Stromverbrauchs der Allianzgemeinden (Grunddaten Bayernwerk und Stadtwerk Nüdlingen).....	23
Abbildung 8: Verteilung des Stromverbrauchs nach Gruppen (Bayernwerk und Stadtwerk Nüdlingen).....	24
Abbildung 9: regenerative Stromerzeugung im Allianzgebiet (Grundlagen Energieversorger)	27
Abbildung 10: Steigerung des regenerativ erzeugten Stroms ohne Windkraft (AB Haase) ...	28
Abbildung 11: Anteil des regenerativ erzeugten Stroms und das Zukaufs getrennt nach Kommunen (Energieversorger, Berechnung AB Haase).....	29
Abbildung 12: regenerativer Stromanteil gegenüber Verbrauch mit voll funktionsfähigen Windkraftanlagen (AB Haase)	29
Abbildung 13: Erdgasabnahme 2014 (Stadtwerk Bad Kissingen)	30
Abbildung 14: Aufteilung des Heizenergieverbrauchs nach Energieträgern (AB Haase).....	33
Abbildung 15: Verteilung des Heizenergieverbrauchs nach der Gebäudenutzung (AB Haase)	33
Abbildung 16: detaillierte Aufschlüsselung der Energieträger für private Haushalte (AB Haase)	34
Abbildung 17: Aufteilung des kommunalen Energieverbrauches (AB Haase)	35
Abbildung 18: Auswertung nach ages-Verbrauchskennwerten (AB Haase).....	37
Abbildung 19: Aufteilung des Stromverbrauchs von GHD/I (Kommunen, Energieversorger, Berechnung AB Haase).....	40
Abbildung 20: Zusammenfassung Endenergieverbrauch nach Energieträgern (AB Haase) .	41
Abbildung 21: Verteilung der CO ₂ -Emission auf die Verbrauchergruppen (AB Haase)	43
Abbildung 22: Energiebedarf Wohngebäude mit Sanierungsraten von 1% bis 4% (AB Haase)	47
Abbildung 23: Entwicklung CO ₂ -Emission im Verkehr (Quelle: CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt)).....	58
Abbildung 24: Verteilung der Eigentumsverhältnisse des Waldes (Bayerischer Energieatlas)	68
Abbildung 25: Prognose des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser (AB Haase)	72
Abbildung 26: Prognose der Deckung des Strombedarfs inkl. Umstellung auf E-Mobilität (AB Haase)	74
Abbildung 27: Südensicht Rhöfestschleife Stangenroth (AB Haase)	77
Abbildung 28: Gelände der rekultivierten Erdaushubdeonie Bad Bocklet (Bild Gemeinde Bad Bocklet)	86
Abbildung 29: Einfahrt nördlicher Teil (AB Haase).....	87
Abbildung 30: mögliche Trasse für ein Nahwärmenetz Variante 1 (AB Haase).....	90

Abbildung 31: mögliche Trasse für ein Nahwärmenetz Variante 2 (AB Haase).....	94
Abbildung 32: Wirtschaftlichkeit bei 25 Jahren Betrieb (Solarrechner ea NRW).....	99
Abbildung 33: Luftbild mit Karte überblendet (AB Haase)	101
Abbildung 34: Vergleich Endenergiebedarf der Varianten (AB Haase)	115
Abbildung 35: Vergleich Primärenergiebedarf der Varianten (AB Haase)	115
Abbildung 36: Vergleich der Varianten (AB Haase)	116
Abbildung 37: Endenergiebedarf aller Varianten (AB Haase)	121
Abbildung 38: Vergleich der Varianten (AB Haase)	123
Abbildung 39: Vergleich Endenergiebedarf der Varianten (AB Haase)	130
Abbildung 40: Vergleich der Varianten (AB Haase)	132
Abbildung 41: Endenergiebedarf Vergleich aller Varianten (AB Haase).....	137
Abbildung 42: Vergleich der Varianten (AB Haase)	140
Abbildung 43: Endenergiebedarf aller Maßnahmen umgerechnet auf den tatsächlichen Verbrauch (AB Haase)	145
Abbildung 44: Vergleich der Varianten (AB Haase)	146
Abbildung 45: Vergleich der Varianten (AB Haase)	153
Abbildung 46: KFW-Förderungen Privatpersonen (KFW)	162
Abbildung 47: Förderprogramme für Kommunen (KFW).....	163
Abbildung 48: Förderprogramm für soziale Unternehmen und gemeinnützige Vereine (KFW)	163
Abbildung 49: Förderprogramme für Unternehmen (KFW)	164
Abbildung 50: Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen im Bestand (AB Haase)	166
Abbildung 51: Legende für alle Karten mit Energieverbräuchen (AB Haase)	166
Abbildung 52: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2020 (AB Haase).....	167
Abbildung 53: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2035 (AB Haase).....	168
Abbildung 54: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2050 (AB Haase).....	169
Abbildung 55: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2015 (AB Haase).....	170
Abbildung 56: Legende für Heizwärmebedarf pro m ² für alle Szenarien (AB Haase)	170
Abbildung 57: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2020 (AB Haase).....	171
Abbildung 58: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2035 (AB Haase).....	171
Abbildung 59: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2050 (AB Haase).....	172

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung inkl. Windkraft im Allianzgebiet (2014) (Grundlagen Energieversorger).....	27
Tabelle 2: Übersicht über EEG-Anlagen getrennt nach Kommunen (AB Haase)	28

Tabelle 3: Aufteilung der regenerativen Energieträger für Beheizung im Bestand (AB Haase)	32
Tabelle 4: Kennwerte kommunaler Gebäude am Beispiel Oberthulba (AB Haase)	38
Tabelle 5: CO ₂ -Beiwerte (IWU)	42
Tabelle 6: CO ₂ -Vergleich bei der Stromerzeugung in Deutschland (Harald Herminghaus 2010)	43
Tabelle 7: Amortisationsrechnung T8-Röhre 58W / LED-Tube (AB Haase)	49
Tabelle 8: Amortisationsrechnung T8-Röhre 36W / LED-Tube (AB Haase)	49
Tabelle 9: Überblick über die Effizienzsteigerung (Bayerisches Landesamt für Umwelt)	52
Tabelle 10: Anzahl und Art der Leuchtmittel (Quelle: jeweiliger Betreiber des Straßenlampennetzes)	55
Tabelle 11: Einsparpotentiale Straßenbeleuchtung (AB Haase)	56
Tabelle 12: Amortisation Lampenkopfwechsel (AB Haase)	57
Tabelle 13: Vergleich der spezifischen CO ₂ -Emissionen im Personenverkehr (Quelle: CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt))	58
Tabelle 14: Vergleich der spezifischen CO ₂ -Emissionen im Güterverkehr (Quelle: CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt))	59
Tabelle 15: Trendentwicklung nach TREMOD-Trend des Verkehrsaufkommens und daraus resultierender Emissionen (Umweltbundesamt)	60
Tabelle 16: Entwicklung des Verkehrsaufwandes bis 2050 gegenüber 1990 in (%) bei einer Minderung der CO ₂ -Emission um 80% (Umweltbundesamt)	61
Tabelle 17: agrarische Bioenergieträger (Bayerischer Energieatlas)	64
Tabelle 18: Ergebnis der Waldholzpotential (Bayerischer Energieatlas)	67
Tabelle 19: Abschätzung Energieertrag aus Holzernte (AB Haase)	69
Tabelle 20: Ausbaupotential regenerativer Energien (Ist-Stand Bayerischer Energieatlas; Potential AB Haase)	69
Tabelle 21: anfallende Grüngutmengen (Kommunalunternehmen Abfallwirtschaft Landkreis Bad Kissinger)	82
Tabelle 22: anfallende biogene Gülle (Statistik Kommunal; AB Haase)	83
Tabelle 23: Biogasertrag der biogenen Gülle (AB Haase)	84
Tabelle 24: Randbedingungen der Berechnung (Solarrechner Energieagentur NRW)	98
Tabelle 25: Amortisationsrechnung (Solarrechner Energieagentur NRW)	100
Tabelle 26: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)	110
Tabelle 27: Amortisationsrechnung Beleuchtung T8 36 Watt / LED Tube (AB Haase)	114
Tabelle 28: Amortisationsrechnung Beleuchtung T8 58 Watt / LED Tube (AB Haase)	114
Tabelle 29: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)	119
Tabelle 30: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)	122
Tabelle 31: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)	127
Tabelle 32: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)	131
Tabelle 33: grobe Kostenschätzung Generalsanierung (AB Haase)	131
Tabelle 34: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Kommune)	135
Tabelle 35: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)	138
Tabelle 36: grobe Kostenschätzung Generalsanierung (AB Haase)	139
Tabelle 37: Energieverbrauch Mehrzweckhalle Oberthulba (Kommune)	142
Tabelle 38: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)	148

1 Vorbemerkungen

Gedanken zur „Energiewende“ in Deutschland bzw. weshalb weltweit ein komplettes Umdenken in Bezug zur Verwendung von fossiler Energie notwendig ist.

Die Weltbevölkerung betrug lt. Wikipedia zum Beginn der Zeitrechnung, also vor ca. 2.000 Jahren, zwischen 150 und 400 Millionen Menschen. Der damalige Rohölvorrat (der von der Ölindustrie derzeit mit ca. 1.300 Mrd. Barrel Öl angegeben wird) betrug damals ca. 2.500 Mrd. Barrel Öl. D. h. bei einer Annahme von 300 Mio. Weltbevölkerung entsprach dies ca. 8.333 Barrel Öl pro „Weltenbürger“; dies sind 1.325.000 Liter Öl.

Heute beträgt die Weltbevölkerung 7,4 Mrd. Menschen; der Ölvorrat jedoch nur noch 1.300 Mrd. Barrel Öl. Dies entspricht pro „Weltenbürger“ 175,6 Barrel Öl; dies sind 27.900 Liter.

Falls der derzeitige Verbrauch auf gleicher Höhe bis 2040 stattfindet, unter der Annahme, dass einerseits Verbräuche eingespart werden, aber andererseits die Weltbevölkerung wächst und vor allen Dingen immer mehr Menschen zu unserem Verbrauchsverhalten geführt werden, dann heißt das: Restmenge Öl ca. 400 Mrd. Barrel - aber ca. 10 Mrd. Menschen. Dies bedeutet, dass für jeden „Weltenbürger“ noch 40 Barrel oder 6.360 l Öl inkl. aller seiner nachfolgenden Generationen zur Verfügung steht.

Dieses kleine Rechenbeispiel soll zeigen, dass nach wie vor der Verbrauch steigt - gleichzeitig die fossilen Vorräte sich verringern. Damit verbunden ist das Problem CO₂ in der Atmosphäre. Im Jahre 1880 war der Gehalt an CO₂ in der Außenluft etwa 280 ppm. Derzeit werden in der Außenluft ca. 420 ppm gemessen. Diesen extremen Anstieg in so kurzer Zeit gab es in der Erdgeschichte noch nicht und die daraus entstehenden Veränderungen sind noch nicht in vollem Umfang erkannt und werden wahrscheinlich dramatischer werden, als die bisherigen Szenarien es annehmen. Der derzeitige sogenannte Gesundheitswert beträgt 1.000 ppm CO₂ in der Raumluft; die Arbeitsstättenrichtlinien sehen als Grenze 1.500 ppm CO₂ an. Je höher der CO₂-Gehalt in der Frischluft ist, umso intensiver muss gelüftet werden.

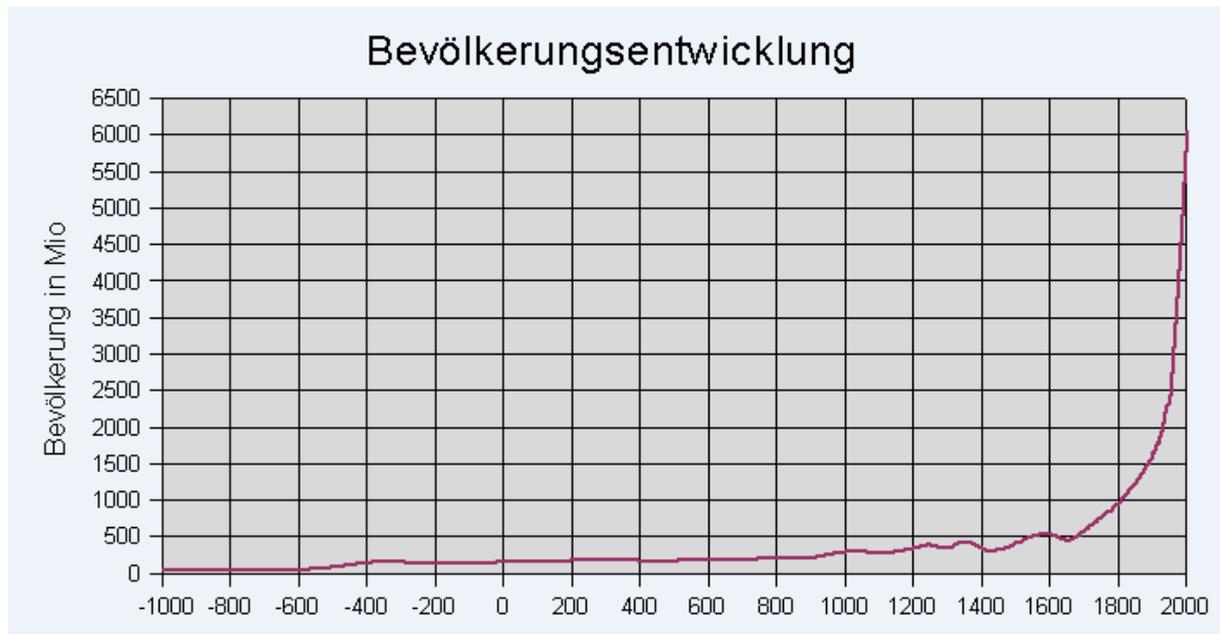
Aus den oben genannten Ausführungen ist zu erkennen, dass der Verbrauch an fossiler Energie demnächst immer teurer wird, da eine Verknappung stattfindet und das CO₂-Problem verstärkt wird.

Es gibt eigentlich kein Energieproblem, sondern es besteht ein CO₂-Problem. Daher ist es notwendig, eine CO₂-freie Energiewirtschaft verstärkt einzusetzen. Alle Energie, die in unendlicher Menge von der Sonne auf die Erde trifft, ist CO₂-frei. Es geht also darum, sinnvolle Wege, diese Energie zu nutzen, zu finden.

Parallel dazu ist es wichtig die Energieverbräuche zu verringern und zwar durch Dämmmaßnahmen, Energierückgewinnungen, Mehrfachverwendung von Energie. Außerdem ist ein Energiemanagement in Verbindung mit entsprechenden Speichertechniken notwendig.

Für den Bereich Kissinger Bogen bedeuten die o. g. Fakten, dass jeder einzelne Bürger an der Energiewende teilnehmen sollte, in dem er bei Gebäudesanierungen einen sehr guten Dämmstandard wählt und in Zukunft möglichst effizient Strom als Energieträger verwendet, der wiederum hauptsächlich regenerativ sein sollte. Im Idealfall kann in einem Wohngebäude nach einer Sanierung ein Großteil des Wärmepumpenstromes durch Einsparungen im Haushaltstrombereich gedeckt werden und weiterhin durch eigene PV-Anlagen sowohl Eigenstrom, als auch Netzstrom gewonnen werden. Viele dezentrale „Solarkraftwerke“ müssen die zentralen, fossilen oder atomaren Großkraftwerke ersetzen. Hilfreich hierbei sind Bürgerenergievereine, gemeinsame regenerative Energieversorgungsanlagen, Errichtung von Kaltnetzen in Verbindung mit dezentralen PV-Anlagen. Im Prinzip sollte versucht werden den derzeitigen Kapitalabfluss für „fremde Energie“ durch Investitionen im eigenen Bereich zu stoppen und dieses Kapital im eigenen Haus oder Ort zu binden.

International zielt das Abkommen von Paris auf diese Notwendigkeiten; ebenso das von der Bundesrepublik beschlossene NAPE (Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz) stellen einen Fahrplan bis 2050 dar.



(Quelle: Weltbevölkerung Wikipedia)

Im Bereich Kissinger Bogen werden derzeit ca. 15 Mio. l Heizöl sowie 42,6 Mio. kWh Erdgas als fossile Energieträger verbraucht. Dies sind ca. 10 Mio. Euro/a, die „verbrannt“ werden und als Kapital aus dem Bereich Kissinger Bogen abfließen. Im Strombereich werden ca. 71,2 Mio. kWh Strom verbraucht; hiervon 61,4 Mio. Netzstrom; dieser kostet ca. 11-13 Mio. Euro. Auch dieses Geld fließt größtenteils aus der Region ab.

Positiv ist, dass derzeit ca. 13.400 FM an Stückholz oder Hackschnitzel oder Pellets im Betrachtungsbereich verbraucht werden, was ca. 1 Mio. Euro an Wert bedeutet, der in der Region bleibt. Im Strombereich sind es immerhin 25,7% regenerativer Strom, der ebenso ca. 3,7 Mio. Euro/a Wertschöpfung in der eigenen Region bedeutet.

D. h. zurzeit fließen ca. 25 Mio. Euro im Jahr nur für Strom und Heizung aus der Region ab (ohne Betrachtung der Mobilität); hier gilt es in Zukunft diesen „Schatz“ zu heben, indem möglichst viel Strom aus PV, Windkraft und teilweise BHKWs direkt im Allianzgebiet erzeugt wird.

Prognosen der Bundesregierung besagen, dass in den nächsten 20 Jahren die Elektromobilität sowie die Beheizung von Gebäuden mit elektrischen Wärmepumpen so stark forciert werden sollen, dass dadurch der größte Teil an Erdöl und ein bedeutender Teil an Erdgas vermieden wird, aber der Strombedarf sich in etwa verdoppeln wird. Außerdem ist zu überlegen, dass schon immer der ländliche Bereich die Städte mit Energie und Nahrung versorgt hat. Dies war zu allen Zeiten, in denen keine fossilen Energien verwendet wurden, der Fall. Im Umkehrschluss heißt das, dass es zur Vermeidung von fossilen Energieverbräuchen im gesamten Land notwendig ist, dass der ländliche Bereich eine deutliche Überproduktion an regenerativen Energien anstrebt. Dadurch erfährt der ländliche Bereich eine sehr hohe Wertschöpfung, wenn diese regenerativen Energien möglichst durch Investition von Bürgern in Bürgerenergieanlagen getätigt werden. Dann wird die Energie vor Ort erzeugt und die Wirtschaftskraft in der Region gestärkt.

Der nachfolgende Bericht soll die Grundlagen über Verbrauchsmengen, aber auch die Möglichkeiten von Einsparungen darstellen. Interessant hierbei ist, dass die Gemeinde Nüdlingen bereits jetzt eine weitgehend ausgeglichene Energiebilanz aufweist. Dies ist in anderen Gemeindeteilen, die über höhere Energieabnehmer und keine Windkraftanlagen im Gemeindegebiet verfügen, nicht der Fall.

Derzeit sind einige gesetzliche Rahmenbedingungen in Kraft, die Investitionen in Windkraft und PV deutlich erschweren. Z.B. betrug 2014 der PV-Zubau 6%/a; die Sanierungsrate von Gebäuden lediglich 1%/a. Die Investitionen für PV-Anlagen oder auch Windkraftanlagen sind pro gewonnenen kWh bedeutend niedriger, als Investitionen im Gebäudebereich, die entsprechende kWh vermeiden. Außerdem wird der Gebäudebereich über viele Jahre Zeit brauchen, bis er „durchsaniert“ ist; der Aufbau von Windkraft oder PV ist dagegen sehr schnell möglich.

Für zusätzlichen Biomasseinsatz werden entsprechende Landflächen benötigt; Windkraft kann auch in kleinen Waldlichtungen errichtet werden; PV auf sowieso vorhandenen Dachflächen oder parallel zur Autobahn oder auf Industriebrachen / Deponien. D. h. PV und Windkraft vernichten keine landwirtschaftlichen Flächen, treten nicht in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und belasten keine Grundwassergebiete durch entsprechende Monokulturen.

Es ist daher in Zukunft jeweils abzuwägen, ob eine Investition in die Zukunft den Gedanken des Energiekonzeptes unterstützt. Weiterhin sollten die Bürger Möglichkeiten bekommen, ihre Finanzmittel zum Teil in Bürgerenergieanlagen zu investieren, um damit für spätere Zeit Erträge zu haben und gleichzeitig sehr schnell den Aufbau von regenerativen Energien zu ermöglichen.

2 Allgemein

Der Klimawandel mit seinen Auswirkungen auf die Umwelt wird sowohl politisch als auch gesellschaftlich ein immer wichtigeres Thema. Als eine Hauptursache wird die hohe weltweite CO₂-Emission durch menschliches Handeln angenommen. Daher hat sich die Bundesregierung für folgende Ziele entschieden: Die Emission von CO₂ soll bis 2050 gegenüber dem Stand von 1990 um 80 % bis 95 % reduziert werden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch soll bis 2050 auf 60% steigen. Diese ambitionierten Ziele sind nur zu erreichen, wenn in allen Sektoren deutliche Einsparungen erzielt werden. Im Bereich Gebäude soll die Sanierungsrate deutlich erhöht werden. Gemäß EU-Gesetzen müssen alle Neubauten in der EU ab 2020 mit CO₂-freien Heizungen ausgestattet sein. In Dänemark gilt heute schon, dass bei Neubauten keine fossilen Energieträger zur Beheizung mehr verwendet werden dürfen. Das Ziel der Bundesregierung wurde auch dem Energiekonzept für die Allianz Kissinger Bogen zugrunde gelegt.

Es wurden verschiedene Förderprogramme zur Effizienzsteigerung entwickelt, um einen Anreiz für Kommunen, Industrie und Privatpersonen zu schaffen, einen Beitrag zu dieser Einsparung zu leisten.

Auch wenn der auf Ebene der Bundespolitik beeinflussbare Sektor „Energiewirtschaft“ den größten Einfluss der CO₂-Emissionen in Deutschland ausmacht, spielen die anderen Sektoren ebenfalls eine wichtige Rolle zum Erreichen der Ziele. Kommunen kommt beim Thema Klimaschutz eine Schlüsselrolle zu: Als die Verwaltungsebene, die sich in direkter Beziehung zum Bürger befindet, hat ihr Handeln im großen Maße Vorbildcharakter. Zu betrachten sind die kommunalen Energieverbraucher und deren Bewirtschaftung, aber auch mögliche kommunale Energieerzeugung sowie die Öffentlichkeitsarbeit. Des Weiteren sind auch die privaten Haushalte und die Gewerbebetriebe hinsichtlich des Energieverbrauchs, der Energieerzeugung und der Effizienz zu untersuchen.

Mit einer Auswertung der Verteilung der Energieträger wird aus den erhobenen Daten die daraus resultierende CO₂-Emission ermittelt.

Mit Hilfe der Analyse der Energie-Infrastruktur und der Potentiale für die Reduzierung des Energieverbrauches und die Steigerung der regenerativen Energieerzeugung werden Zukunftsszenarien entwickelt, wie die gesteckten Ziele der Verringerung des CO₂-Ausstoßes erreicht werden können.

Abschließend werden die Ergebnisse und Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

2.1 Grundlagenermittlung

Für die Erstellung des Konzeptes werden viele verschieden statistische Werte, Messungen von Verbrauchswerten und ein umfangreiches Kartenmaterial herangezogen. Aus diesen Grunddaten werden Berechnungen und Prognosen des Energieverbrauches.

2.2 Bürgerbeteiligung

Am 15. Juni 2015 fand ein Pressetermin in Oberthulba mit den Vertretern des Amts für Ländliche Entwicklung, den Bürgermeistern der teilnehmenden Kommunen, der Allianzmanagerin und Herrn Werner Haase statt. Der Bewilligungsbescheid zur Förderung des Energiekonzeptes wurde in diesem Rahmen an Burkardroths 1. Bürgermeister und Vorstand der Allianz Kissinger Bogen Herrn Bug übergeben.



Abbildung 1: Übergabe des Förderbescheides zum Energiekonzept "Allianz Kissinger Bogen" (Foto: Gerhard Zeller)

Für einen lokalen Radiosender wurde ein Beitrag zum Energiekonzept formuliert.

Um bei den Bürgern der Allianz Kissinger Bogen Interesse für die Erstellung des Energiekonzeptes zu wecken, wurde in den vier Allianzkommunen jeweils eine Auftaktveranstaltung abgehalten. Diese wurden in den Ortszeitungen und durch Plakate beworben. In den Vorträgen wurden Informationen über die bis dahin erarbeiteten

Grundlagen und das weitere Vorgehen während der Bearbeitungsphase gegeben. Die Auftaktveranstaltungen wurden an den nachfolgenden Terminen mit den Themen „Energiewende – eine Stärkung der Region“ und „Energie betrifft alle – direkt“ abgehalten.

Di.,	24.11.15	Markt Bad Bocklet, Tagungsraum im Brunnenbau,	Beginn 19:30 Uhr
Mo.,	30.11.15	Markt Burkardroth, Pfarrheim Premich,	Beginn 19:30 Uhr
Do.,	03.12.15	Markt Oberthulba, in der Marktscheune,	Beginn 19:00 Uhr
Di.,	15.12.15	Gemeinde Nüdlingen, in der Alten Schule,	Beginn 19:00 Uhr

Über die Auftaktveranstaltungen wurde jeweils in der örtlichen Presse berichtet.

Per online-Umfrage oder wahlweise schriftlich wurden die Bürger und Betriebe der Allianz Kissinger Bogen nach den Energieverbräuchen und den Energieerzeugern der Wohn- und Geschäftgebäude befragt. Die Auswertung dieser Umfrage ging in die Verteilung der Energieträger und die Verbrauchsmengen mit ein.

Beim Bau- und Energiemarkt Burkardroth am 08.05.2016 war das Architekturbüro Werner Haase mit der Allianzmanagerin Frau Kravchenko mit einem Stand zum Thema „Energie und Klimaschutz für jedermann“ und einem Vortrag „Passivhaus, Plusenergiehaus & Co. – innovative Konzepte und klimaschonende Wohnhauskonzepte“ vertreten.

Der Wald- und Holztag in Oberthulba wurde als Plattform für die Verbreitung von Informationen zum Thema Energiewende in der Allianz Kissinger Bogen genutzt. An einem Stand mit der Allianzmanagerin Frau Kravchenko wurden die Bürgerinnen und Bürger über den aktuellen Stand des Energiekonzeptes informiert. Am Ende der Veranstaltung wurde ein ähnlicher Vortrag wie beim Markt in Burkardroth in der Schulturnhalle gehalten.

Bei der Abschlussveranstaltung am 14.12.2016 in Bad Bocklet wurden die Ergebnisse des Energiekonzeptes mit einem Ausblick in die Zukunft und den sich daraus ergebenden Chancen der Region präsentiert.

2.3 Zusammensetzung der Allianz Kissinger Bogen

Die vier Hauptgemeinden bestehen aus:

Bad Bocklet (4.459 Einwohner)

Gemeindeteile sind: Aschach, Bad Bocklet, Großenbrach, Hohn, Nickersfelden, Roth an der Saale, Steinach

Burkardroth (7.640 Einwohner)

Gemeindeteile sind: Burkardroth, Frauenroth, Gefäll, Katzenbach, Lauter, Oehrberg, Premich, Stangenroth, Stralsbach, Waldfenster, Wollbach, Zahlbach

Nüdlingen (4.031 Einwohner)

Gemeindeteile sind: Haard, Nüdlingen

Oberthulba (5.050 Einwohner)

Gemeindeteile sind: Frankenbrunn, Hassenbach, Hetzlos, Oberthulba, Reith, Schlimpfhof, Thulba, Wittershausen

2.4 Aufteilung der Gemeindegebiete

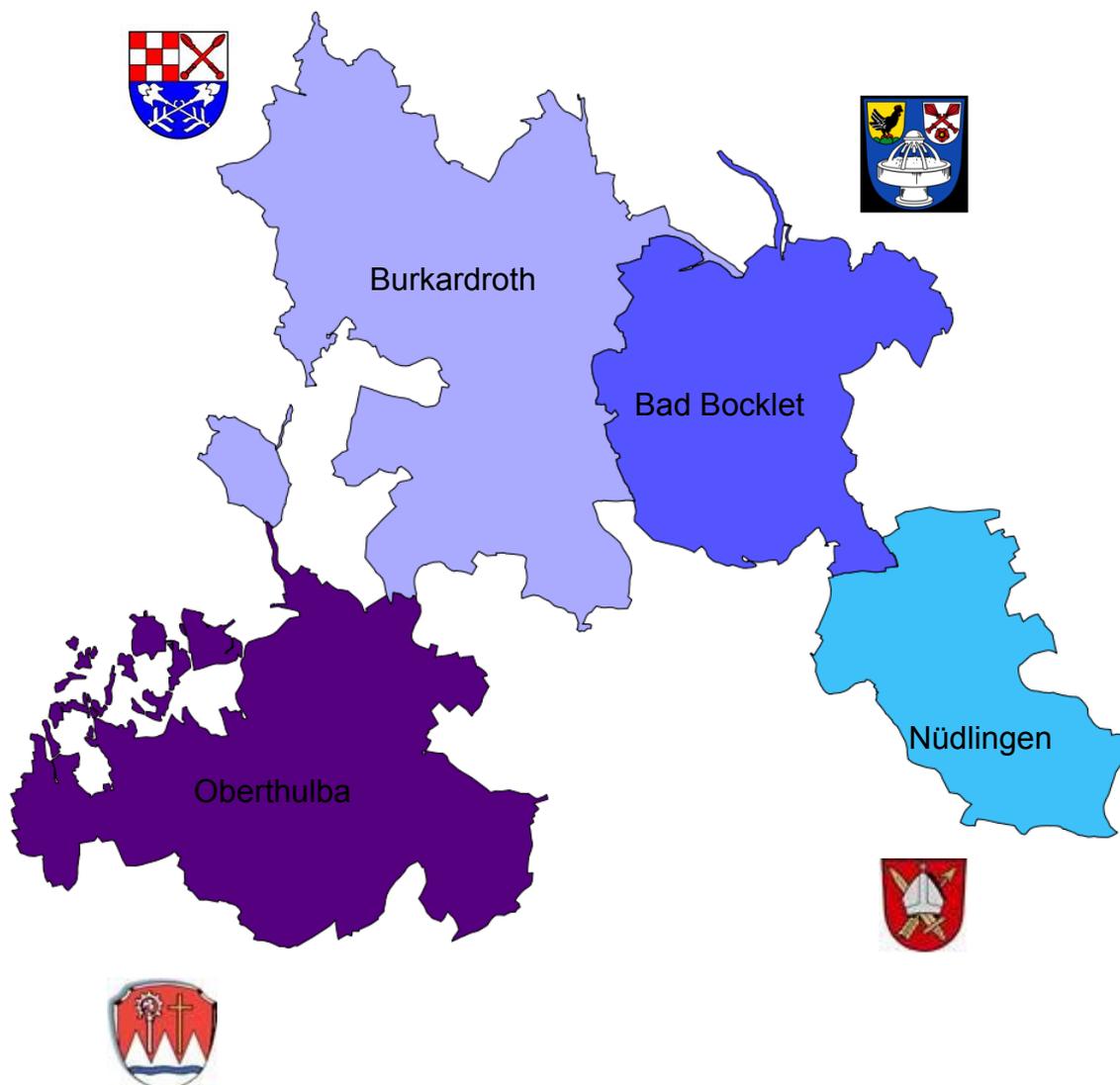


Abbildung 2: Aufteilung der Mitgliedsgemeinden (AB Haase)

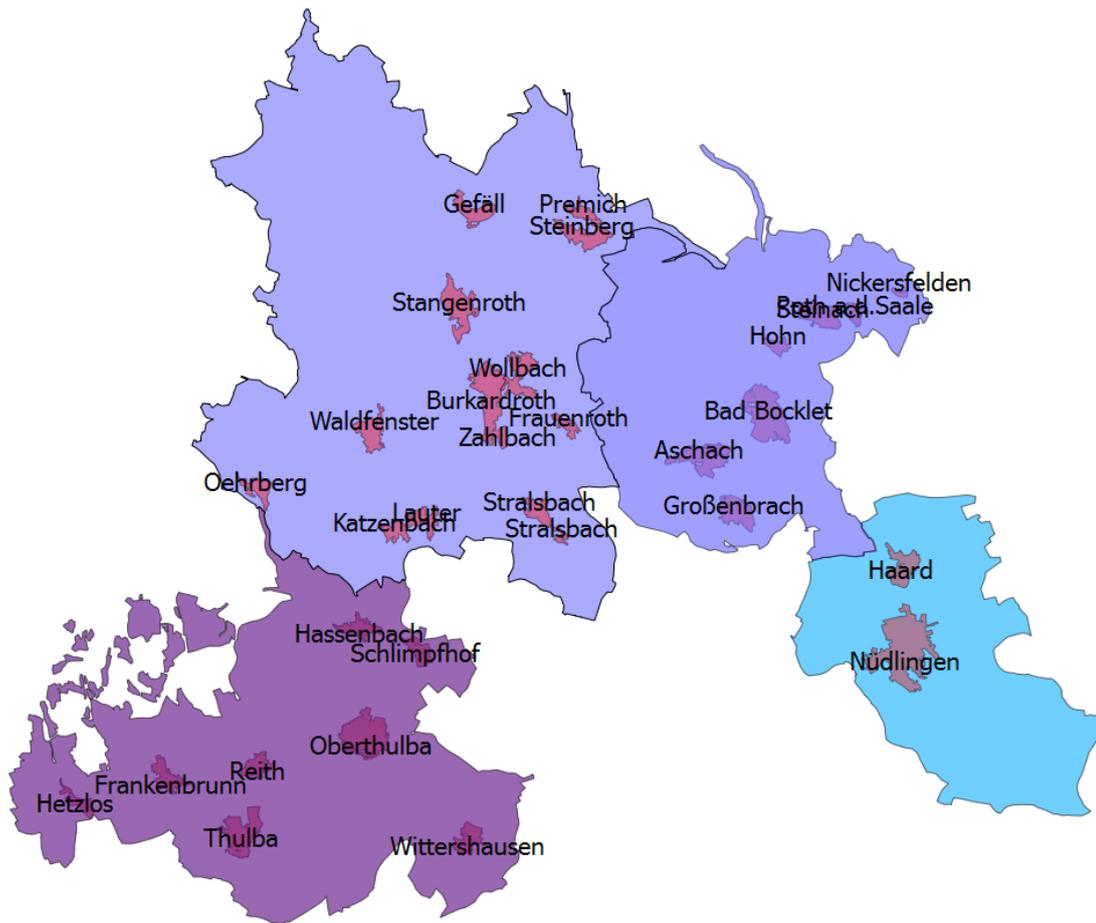


Abbildung 3: Übersichtskarte mit allen Eingemeindungen (AB Haase)

2.5 Einwohnerzahlen

In der nachfolgenden Grafik werden die Einwohnerzahlen des Jahres 2012 der Mitgliedsgemeinden aufgezeigt. Insgesamt waren 21.180 Personen im Allianzgebiet gemeldet.

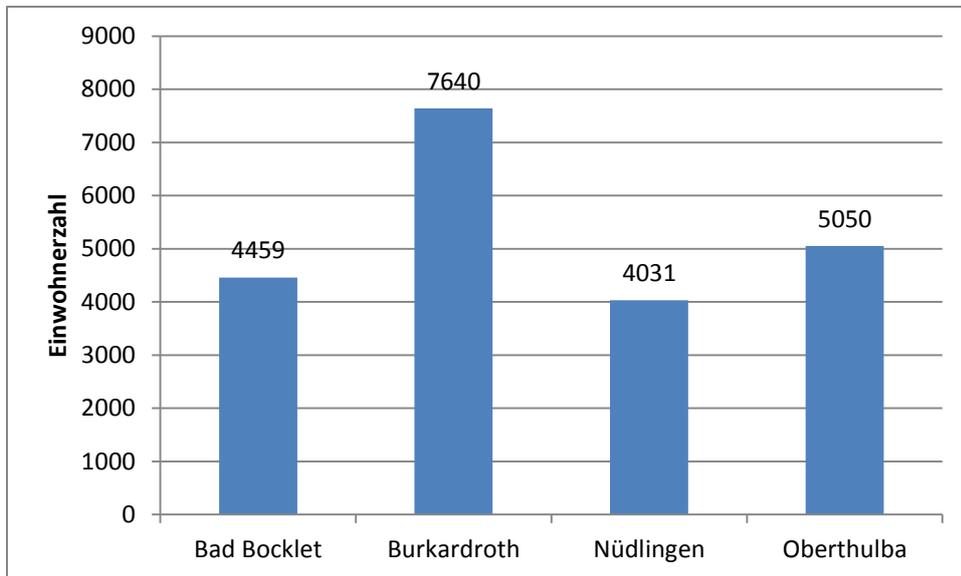


Abbildung 4: Bevölkerungszahlen 2012 (Bayerisches Landesamt für Statistik)

2.6 Flächenverteilung

Das gesamte Allianzgebiet umfasst eine Fläche von 18.588 ha oder 186 km².

Die Flächenverteilung zeigt, dass mit je 43% ebenso viel Wald- wie Landwirtschaftsfläche vorhanden ist, die für die Produktion biogener Brennstoffe herangezogen werden können. Die überbaute Siedlungs- und Verkehrsfläche belegt ca. 12 % des Areal. Mit etwa einem Prozent liegt der Gewässeranteil relativ niedrig.

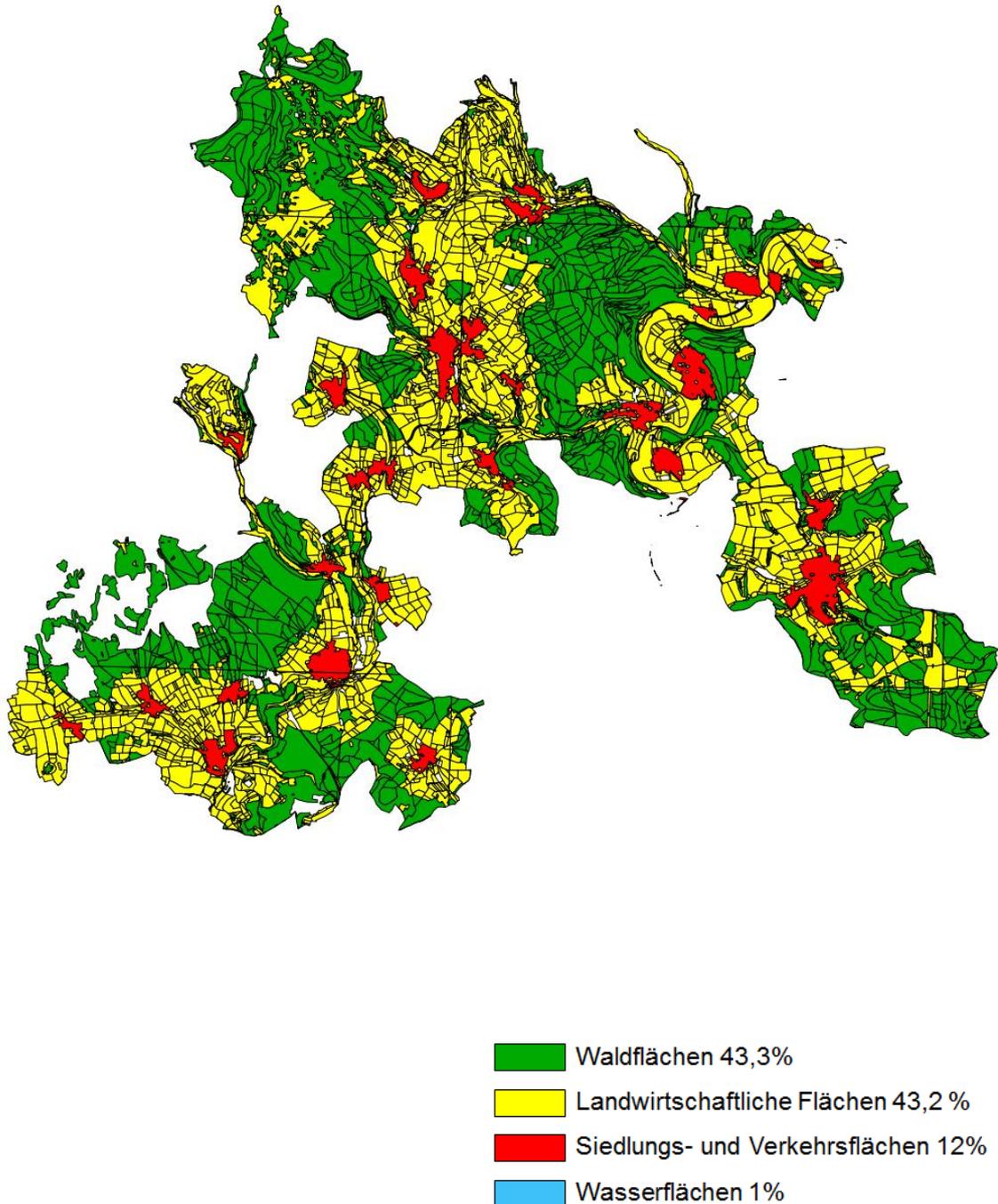


Abbildung 5: Flächenverteilung nach Nutzung (AB Haase)

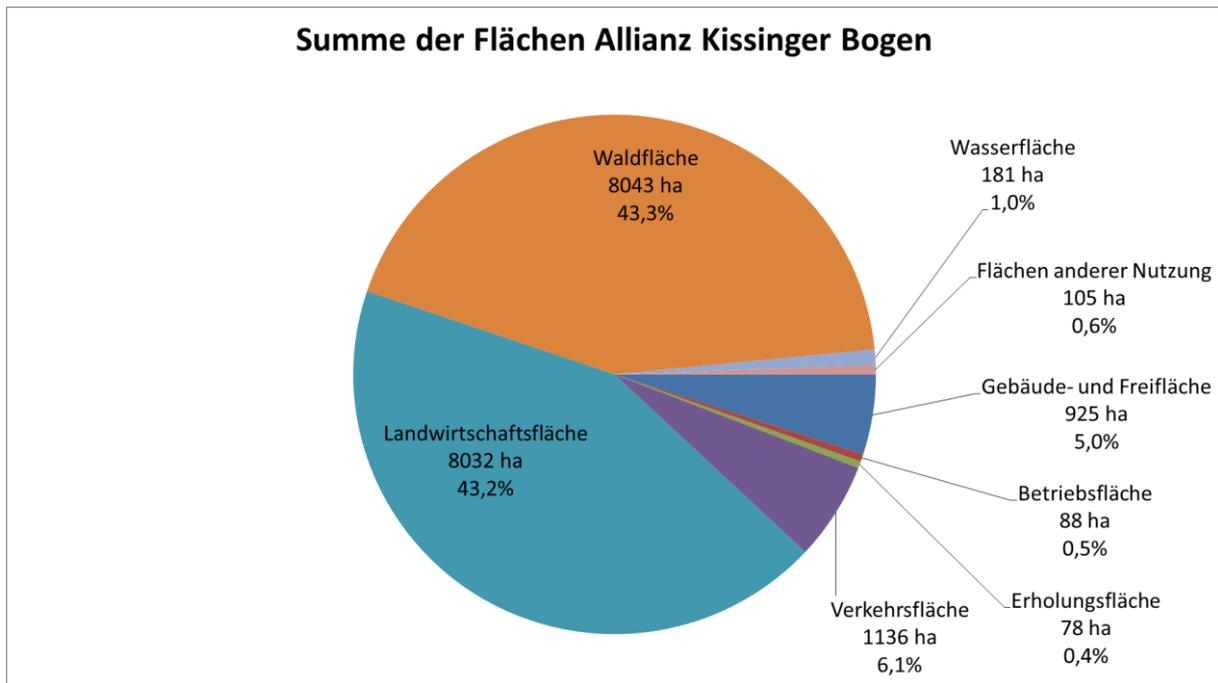


Abbildung 6: Flächenverteilung (Bayerisches Landesamt für Statistik)

3 Energieverbrauch der Allianz Kissinger Bogen

3.1 Verwendete Daten zur Bestimmung des Energieverbrauchs

Zur Ermittlung der Ausgangssituation hinsichtlich des Energieverbrauchs wurden gemessene Verbrauchsdaten der Energieversorger verwendet. Für den Bereich Nüdlingen stellte das Gemeindewerk Nüdlingen die Messdaten für das Energiekonzept zur Verfügung. Die übrigen Allianzgemeinden und Ortsteile werden von der Bayernwerk AG versorgt. Für die Bilanzierung werden die Daten aus dem Jahr 2013 herangezogen, da für dieses Jahr zumindest stromseitig ein vollständiger Datensatz der Verbrauchszahlen zu bekommen war. Ein Trend des Energieverbrauchs wird über den Vergleich der Daten aus dem Vorjahr abgeleitet.

Alle am Erdgasnetz angeschlossenen Kommunen der Allianz Kissinger Bogen werden vom Stadtwerk Bad Kissingen versorgt, die die Verbrauchsdaten hierfür lieferten.

Für die Verteilung der Energieträger bezüglich der Beheizung wurden Daten der Kaminkehrer anonymisiert geliefert und im Bereich der nicht leitungsgebundenen Energieträger Abschätzungen mittels einer Bürgerumfrage zum Brennstoffbedarf getroffen.

3.2 Verteilung des Energieverbrauchs

3.2.1 Strom

Insgesamt wurden im Jahr 2013 in der Allianz Kissinger Bogen knapp 71.200 MWh Strom verbraucht.

Diese teilen sich, wie in der folgenden Grafik gezeigt, auf die Mitgliedsgemeinden der Allianz auf.

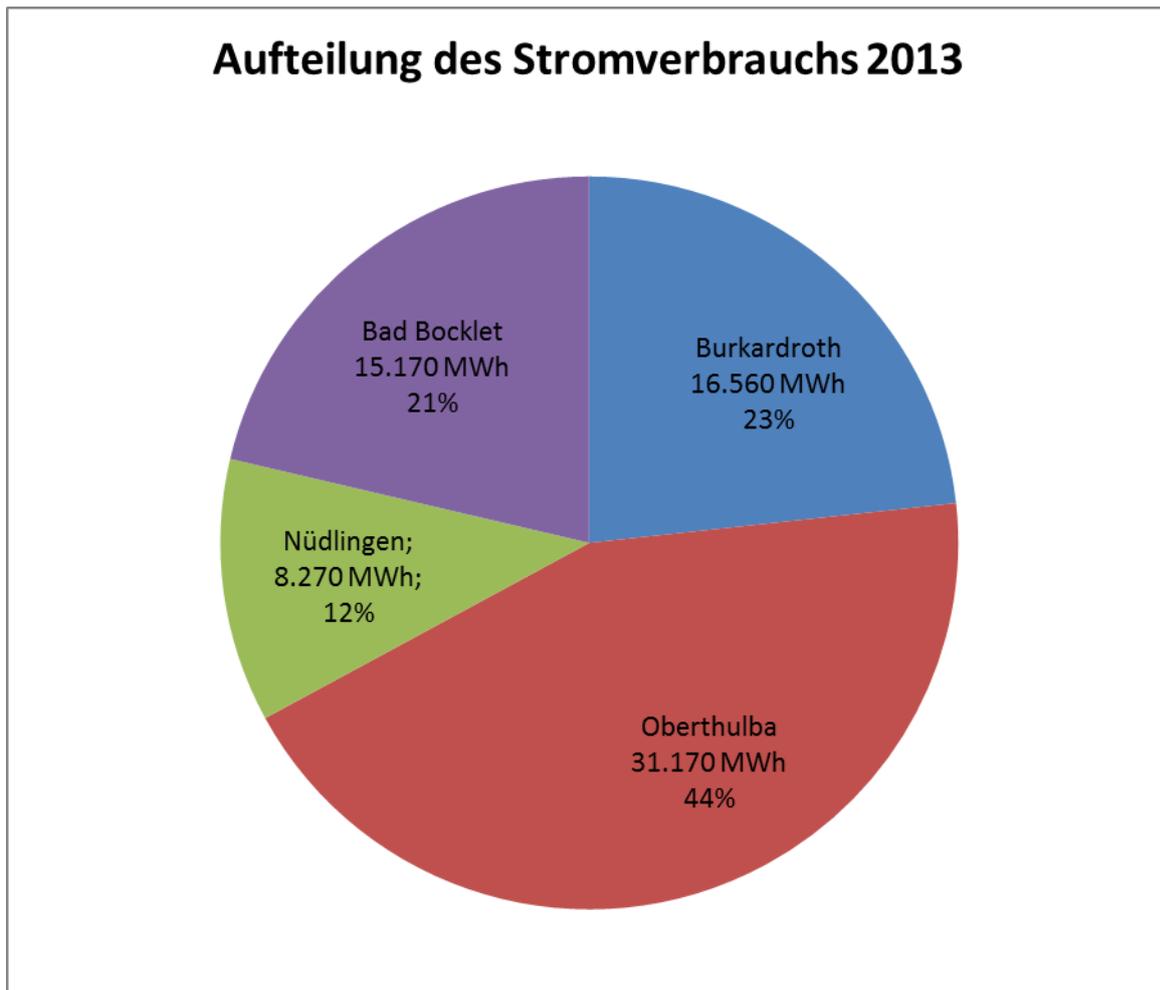


Abbildung 7: Verteilung des Stromverbrauchs der Allianzgemeinden (Grunddaten Bayernwerk und Stadtwerk Nüdlingen)

Die Verteilung auf die oben genannten Verbrauchergruppen wird in der nachfolgenden Grafik gezeigt. Im Vergleich der Jahre 2012 und 2013 ist der Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet um etwa 0,17 % oder ca. 122 MWh/a gestiegen.

Die Energieverbräuche werden in die Verbrauchsgruppen unterteilt.

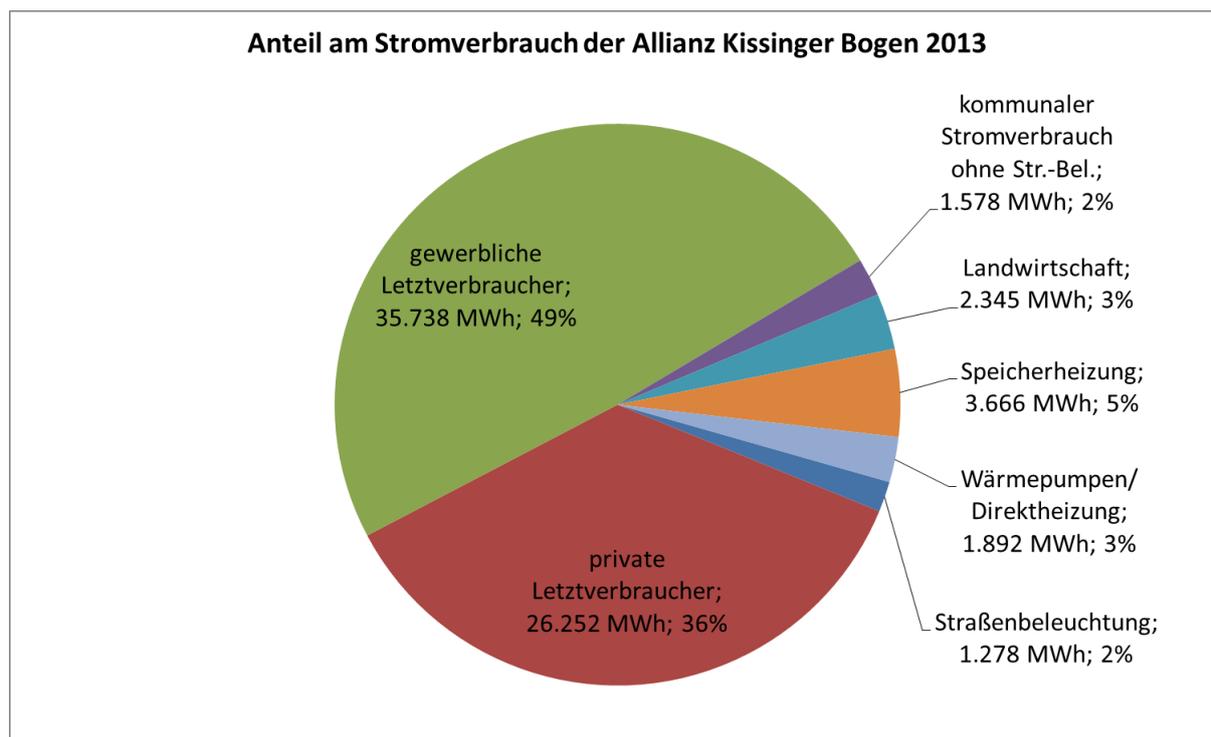


Abbildung 8: Verteilung des Stromverbrauchs nach Gruppen (Bayernwerk und Stadtwerk Nüdlingen)

Knapp die Hälfte des gesamten Stromverbrauchs der Gemeindeallianz entfällt auf die gewerblichen Letztverbraucher, welche die Sparten Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) zusammenfasst. 3% werden im Bereich Landwirtschaft, 8% für Beheizung von Gebäuden in Form von Speicherheizungen, Wärmepumpen und Elektro-Direktheizungen, 2% für die Straßenbeleuchtung, 36% von Privatpersonen verbraucht und 2% durch kommunale Gebäude bzw. sonstige Verbraucher (ohne Straßenbeleuchtung).

3.2.1.1 regenerative Stromerzeugung im Bestand

Photovoltaikanlagen

2013 wurde die installierte Leistung von 9.620 kWp um 7% auf 10.306 kWp erhöht. Im darauffolgenden Jahr betrug der Zubau in der Allianz Kissinger Bogen ca. 6% und steigerte die Leistung weiter auf 10.954 kWp mit einer durchschnittlichen Größe von 11,5 kWp.

Diese lieferten ca. 9.840 MWh Strom. Dies bedeutet in der Bilanz eine **Deckung von etwa 13,8% des gesamten Stromverbrauchs** im Untersuchungsgebiet.

Das heißt, falls die PV-Anlagen in Zukunft 8x so umfangreich installiert würden, wäre 100% Deckung des Energieverbrauchs der Allianz Kissinger Bogen Stand 2014 möglich.

Mit Stand 2015 decken die Freiflächenanlagen einen Anteil von etwa 1% des Stromverbrauchs. Zusätzlich können auf privilegierten Flächen wie ehemaligen Deponien, auf Industriebrachen und entlang von Autobahnen Freiflächenanlagen installiert werden.

Allein entlang des Autobahnabschnittes bei Oberthulba können bei einer Belegung von 50% der Fläche ca. 9 ha unbewaldete Flächen als Freiflächen-PV-Anlagen verwendet werden. Bei dieser Anlagengröße können etwa 4.800 MWh/a Strom geerntet werden, was einer Deckung von zusätzlichen 6,7% des derzeitigen Stromverbrauchs entspricht. Unter Berücksichtigung aller privilegierten Flächen wird das gesamte Potential auf ca. 10 bis 15% des Strombedarfs geschätzt.

Projekt „Bürger-PV-Anlage / BürgerSolarDach“: Werbung und Bürgerinformationen für Photovoltaikanlagen auf geeigneten Dächern und Freiflächenanlagen, um den Ausbau der PV-Anlagen schnell voranzutreiben. Bürgersolarverein ins Leben rufen.

Wasserkraftanlagen

Die 11 installierten Laufkraftwerke liegen alle in der Leistungsklasse bis 500 kW, erzeugten 2014 ca. 1.310 MWh Strom und haben eine Nennleistung von insgesamt 634 kW. So konnten durch diese Stromerzeuger ca. 1,8% des Bedarfes gedeckt werden. Eine Steigerung des Ertrages ist kaum zu erwarten, da in die Fließgewässer der Gemeindeallianz keine weiteren nennenswerten Kraftwerke mehr eingebaut werden können. Lediglich durch sogenanntes Repowering – also Steigerung der Effizienz durch bessere Stromerzeuger – kann der Ertrag in kleinem Umfang erhöht werden.

Biomasseanlagen in Kombination mit Kraftwärmekopplung (KWK)

Im Betrachtungsgebiet sind dem Datenbestand von 2014 zufolge zwei Biomasseanlagen zur Stromerzeugung mit Leistungen von 5 kW bzw. 716 kW installiert. Die größere der beiden Anlagen wird mit Biogas aus der ca. 900 m entfernten Biogasanlage Bad Bocklets gespeist und erzeugt im Jahr ca. 5.300 MWh Strom und ebenso viel Wärme. Mit der Wärme wird ein Nahwärmenetz im Bereich des Kurgartens versorgt. Die kleinere Anlage wird wegen der knapp 5 MWh produzierten Stroms nicht näher beschrieben. Für einen weiteren Ausbau der

Biomassenutzung soll für die Gemeinde Burkardroth die Errichtung einer Biogasanlage unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten untersucht werden. Aktuell werden ca. 7,3% des Stromverbrauchs durch Biomasseanlagen im Untersuchungsgebiet gedeckt, die eventuell auf etwa 10 bis 15% gesteigert werden können.

Windkraftanlagen

Auf der Gemarkung Nüdlingen wurden 2006 im Rahmen eines Windparks 2 Anlagen mit einer Leistung von je 2400 kW installiert. In den Anfangsjahren konnten wegen eines Produktionsfehlers der Rotorblätter beide Windkraftanlagen nur mit gedrosselter Leistung betrieben werden. Daher liegen nur Schätzwerte für ein „normales“ Jahr vor. Im Bayerischen Energieatlas war für beide Anlagen für das Jahr 2013 jeweils ein Stromertrag von ca. 823 MWh eingetragen. Bei einer vollen Auslastung der Anlagen dürfte die Stromerzeugung bei insgesamt 6.000 MWh/a liegen. Dies entspräche einem Deckungsgrad von etwa 8,4% des Strombedarfs im Untersuchungsgebiet. Mit 12 Windkraftanlagen des verbauten Typs könnte der gesamte Strombedarf zum Zeitpunkt der Untersuchung gedeckt werden.

Hinweis: In der Energiebilanz wurden die gemessenen Werte berücksichtigt.

Aktuell gibt es keine weiteren ausgewiesenen Vorranggebiete für Windkraftanlagen in der Allianz Kissinger Bogen. Für eine Erweiterung des Windparks sind Gesetzesänderungen bezüglich der Abstandsregel nötig. Momentan ist ein weiterer Ausbau nicht möglich. Die Windhöffigkeit, also die natürlichen Voraussetzung im Untersuchungsgebiet, ließe vermutlich noch weitere Anlagen zu, jedoch müssen hierfür weitere Vorranggebiete ausgewiesen werden. Dies ist aus energetischen Gründen sehr wünschenswert.

Zusammenfassung:

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Stromerträge aus regenerativen Energieträgern, die 2014 im Gebiet der Allianz Kissinger Bogen eingespeist wurden. Insgesamt wurden ca. 18.300 MWh durch die EEG-Anlagen eingespeist. Damit wurden etwa 25,7 % des Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet regenerativ erzeugt.

Energieträger	abgerechnete Anlagen	installierte Leistungen (kW)	Erzeugung (MWh)
KWK	7	58,40 kW	190 MWh
PV-Anlagen	847	10.954 kWp	9.842 MWh
Wasserkraft	7	610,10 kW	1.309 MWh
Biomasse / KWK	2	721,30 kW	5.317 MWh
Windkraft	2	4800,00 kW	1.646 MWh
EEG Gesamt	865	17143,85 kW	18.304 MWh

Tabelle 1: Übersicht der regenerativen Stromerzeugung inkl. Windkraft im Allianzgebiet (2014)
(Grundlagen Energieversorger)

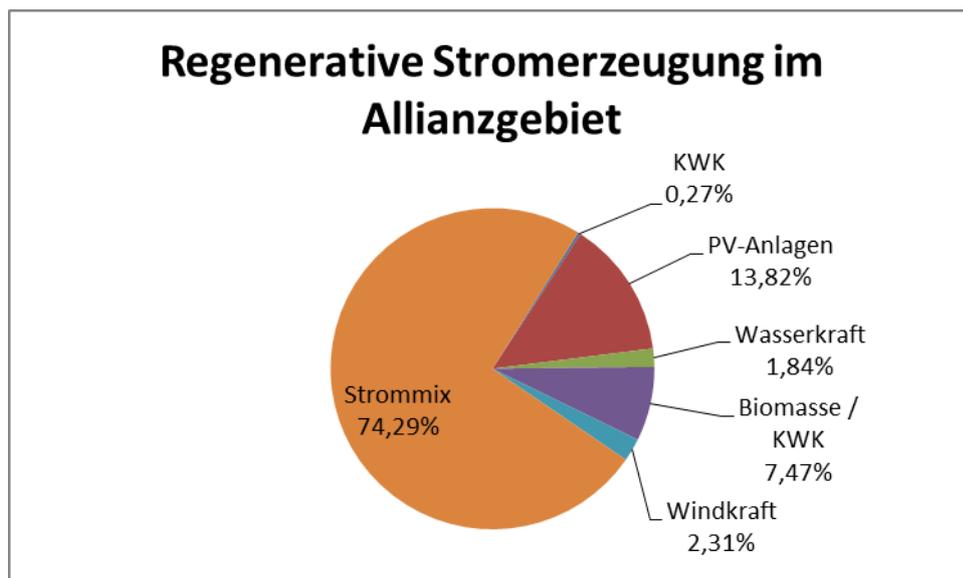


Abbildung 9: regenerative Stromerzeugung im Allianzgebiet (Grundlagen Energieversorger)

Hinweis: Die Werte der Windkraft waren nur aus dem Jahr 2013 verfügbar und wurden hier zu den Erträgen von 2014 addiert.

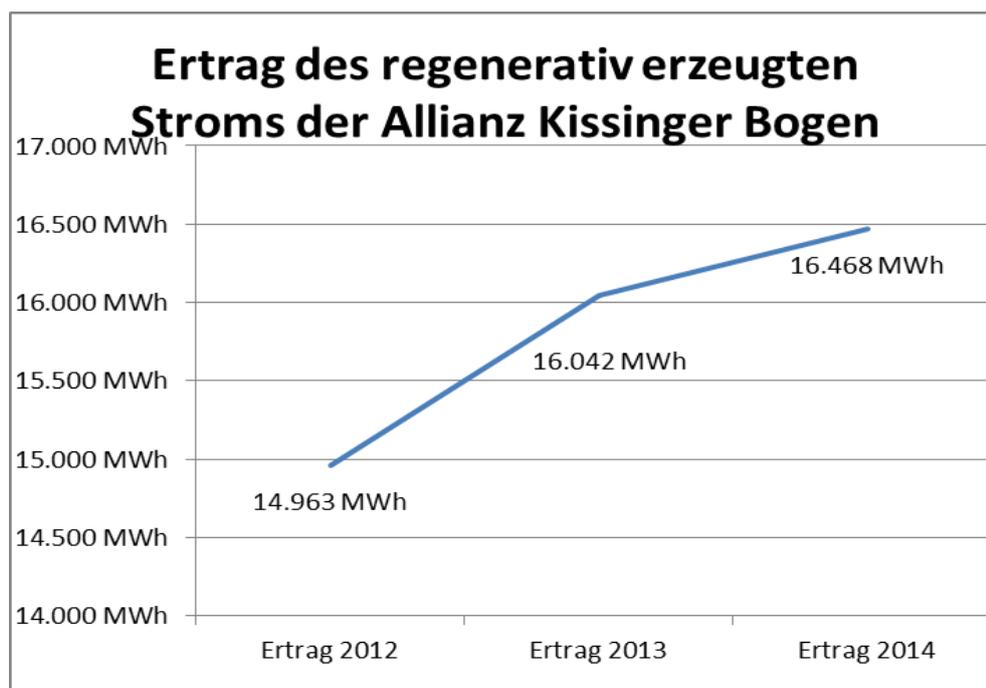


Abbildung 10: Steigerung des regenerativ erzeugten Stroms ohne Windkraft (AB Haase)

Innerhalb von 2 Jahren hat sich der Ertrag des regenerativ erzeugten Stroms um etwa 9,1 % gesteigert (ohne Berücksichtigung der Windkraftanlagen). Diese Steigerung wird vorrangig durch Zubau von PV-Anlagen und womöglich durch unterschiedliche Sonnenscheindauer pro Jahr hervorgerufen.

Gemeinde	Photovoltaik		Biomasse / KWK		Wasserkraft		Windkraft	
	installierte Leistung	ingespeiste Energie						
Bad Bocklet	2.047 kWp	1.763 MWh	716,0 kW	5.312 MWh	582,6 kW	1.270 MWh	0	0 MWh
Burkardroth	3.654 kWp	3.335 MWh	10,6 kW	13 MWh	16,5 kW	1 MWh	0	0 MWh
Nüdlingen	1.934 kWp	1.876 MWh	20,2 kW	71 MWh	0,0 kW	0 MWh	2400 kW	1.646 MWh
Oberthulba	3.319 kWp	2.869 MWh	32,9 kW	110 MWh	11,0 kW	38 MWh	0	0 MWh
Summe	10.954 kWp	9.842 MWh	779,7 kW	5.507 MWh	610,1 kW	1.309 MWh	2400 kW	1.646 MWh

Tabelle 2: Übersicht über EEG-Anlagen getrennt nach Kommunen (AB Haase)

In Abbildung 11 wird der Stromverbrauch der Gemeinden dargestellt. Die blau eingefärbten Bereiche sind die Anteile, die im Bestand durch regenerative Stromherstellung im Untersuchungsgebiet erzeugt wurden.

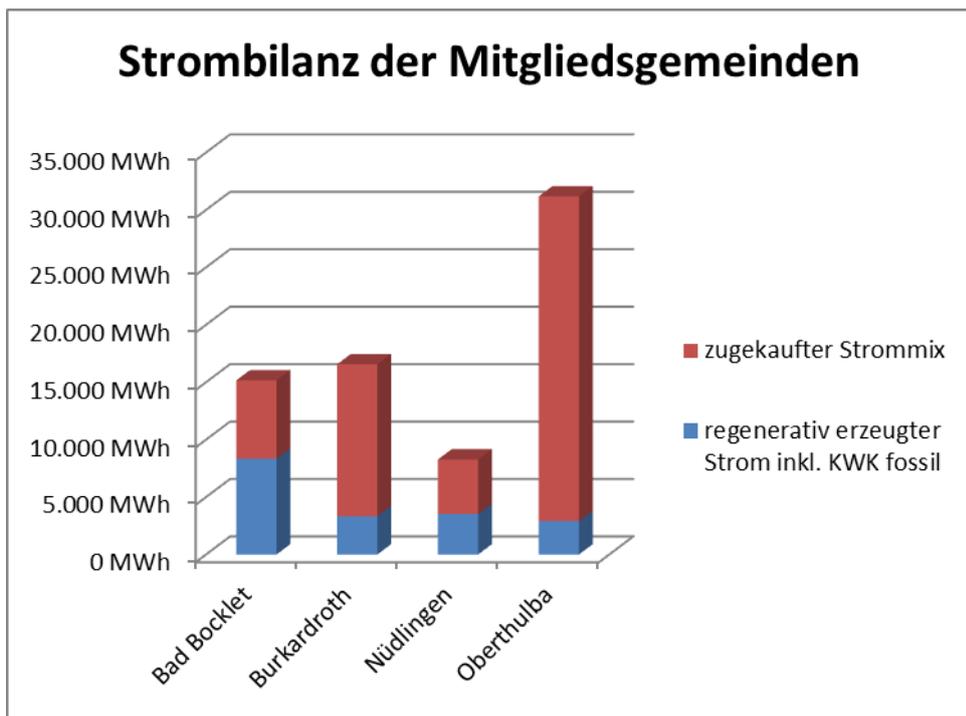


Abbildung 11: Anteil des regenerativ erzeugten Stroms und das Zukaufs getrennt nach Kommunen (Energieversorger, Berechnung AB Haase)

Bei einem normalen Betrieb der Windkraftanlagen Nüdlingen würde sich der regenerativ erzeugte Stromanteil des Allianzgebietes wie folgt ändern:

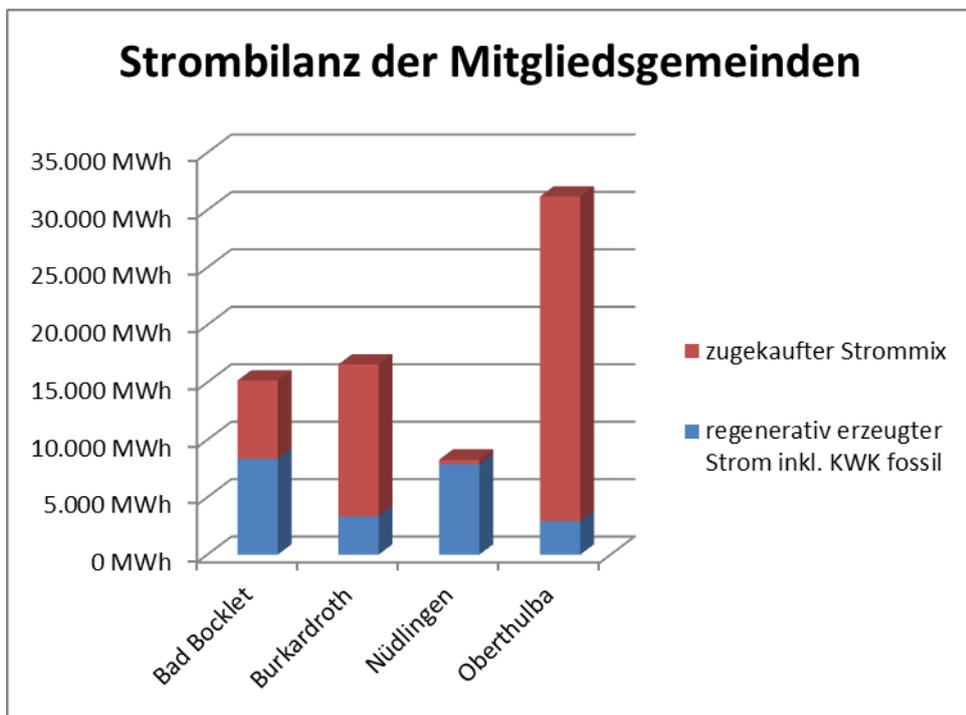


Abbildung 12: regenerativer Stromanteil gegenüber Verbrauch mit voll funktionsfähigen Windkraftanlagen (AB Haase)

Unter den geänderten Bedingungen kann in der Bilanz fast der gesamte Stromverbrauch von Nüdlingen durch regenerativ erzeugten Strom gedeckt werden.

3.2.2 Heizenergie

3.2.2.1 Erdgas

Der jährliche Erdgasverbrauch des Betrachtungsgebietes betrug 2014 rund 42.600 MWh und verteilt sich wie in Abbildung 13 dargestellt auf die Allianzgemeinden.

Das lokale Erdgasnetz wird vom Stadtwerk Bad Kissingen betrieben.

Die Verbrauchswerte der Jahre 2014 wurden als Basis für die Untersuchung herangezogen. Eine detaillierte Auflistung der mit Erdgas versorgten kommunalen Liegenschaften wurde vom Gasversorger zur Verfügung gestellt.

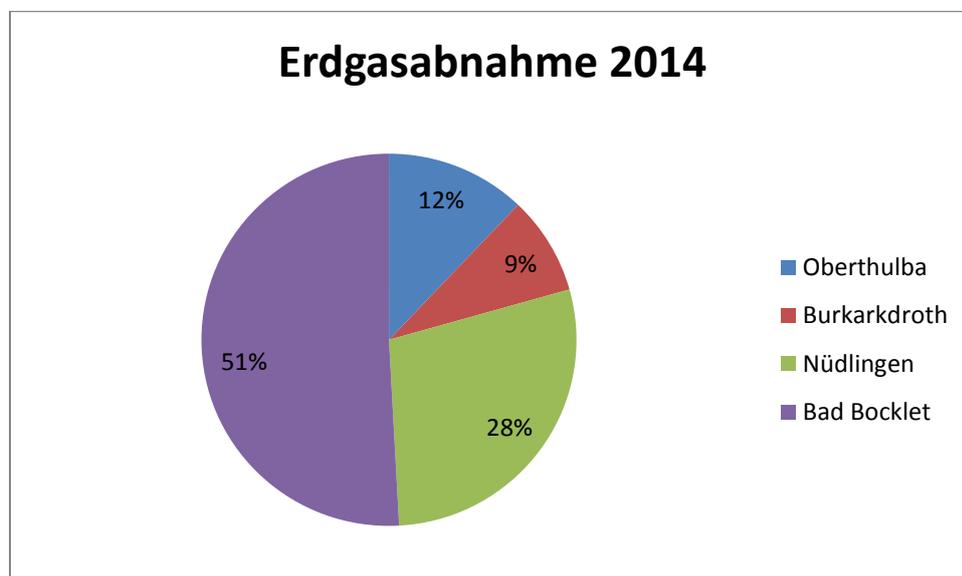


Abbildung 13: Erdgasabnahme 2014 (Stadtwerk Bad Kissingen)

3.2.2.2 Heizöl

Der Verbrauch an Heizöl wurde anhand der Kaminkehrerdaten für die Gemeindeallianz und die Auswertung der Bürger-Fragebögen ermittelt. Für Gewerbe, Handel und Industrie war die Ermittlung deutlich schwieriger und wurde auf Basis von bundesweiten Statistiken abgeschätzt. Die Summe des Verbrauchs beläuft sich auf ca. 154.000 MWh/a. Dies entspricht etwa 15,4 Mio Liter/a.

3.2.2.3 Holz

Ähnlich wie beim Heizöl kann der Verbrauch nur über die Kaminkehrerdaten abgeschätzt werden. Genaue Verbrauchszahlen liegen hier nicht vor. So wurde für das Untersuchungsgebiet ein Holzverbrauch (als Stückholz und Hackschnitzel) für die Beheizung von Gebäuden von ca. 30.000 MWh/a errechnet. Dies entspricht etwa 13.400 Fm Mischholz.

3.2.2.4 Pellets

Ähnlich zu den vorher genannten Werten wurde der Holzpelletsverbrauch mit ca. 3.900 MWh/a ermittelt.

3.2.2.5 Flüssiggas

Die Berechnung der Verbrauchsmenge an Flüssiggas erfolgt analog zu allen anderen nicht leitungsgebundenen Energieträgern und beläuft sich im Jahr 2013 auf ca. 6.300 MWh/a im Gebiet der Allianz Kissinger Bogen.

3.2.2.6 Kohle

Braun- und Steinkohleprodukte werden in der heutigen Zeit kaum noch zur direkten Beheizung von Gebäuden eingesetzt und spielen in dieser Betrachtung keine Rolle, da der Anteil deutlich unter einem Prozent liegt und deshalb vernachlässigt werden kann.

3.2.2.7 Solarthermie

In Bayern wurden bis 2014 ca. 5,629 Mio m² Solarthermieanlagen erstellt. Heruntergebrochen auf die Allianz Kissinger Bogen beträgt die installierte Solarkollektorfläche etwa 15.200 m². Bei einem durchschnittlichen Ertrag von ca. 400 kWh/(m²*a) ergibt sich ein Gesamtertrag an Wärme von etwa 6.100 MWh/a. Ein weiterer Ausbau auf den vorhandenen Dachflächen ist durchaus möglich und anzustreben, da die solare Wärme jedem kostenlos zur Verfügung steht und der Umwelt keine Probleme bereitet. Eine Nachrüstung ist auf vielen Dächern möglich. Die Solarthermie steht immer in der Konkurrenz zur PV-Anlage, da jede Dachfläche nur einfach belegt werden kann. Besonders bei hohem Trinkwarmwasserwärmebedarf, Niedertemperaturheizsystemen und beim Einsatz von Sole-Wasser-Wärmepumpen lohnt sich der Einsatz von Solarthermie. Das Ausbaupotential wird mit ca. weiteren 6.000 MWh/a, also etwa einer Verdoppelung, innerhalb der nächsten 10 Jahre gesehen.

3.2.2.8 Zusammenfassung Heizenergieverbrauch

Insgesamt werden in der Allianz Kissinger Bogen ca. 262.000 MWh Wärme pro Jahr verbraucht.

Die Verteilung des Heizenergieverbrauches auf die Energieträger zeigt, dass zum Untersuchungszeitpunkt etwa 18,6% aus regenerativen Quellen stammt. Die restlichen 81,4% werden aus fossilen Energieträgern gedeckt. Zu diesen zählen Heizöl, Erdgas, Flüssiggas, Kohleprodukte und der nichtregenerative Anteil des Stroms.

	regenerative Energien
Wärmepumpe	ca. 1.668 MWh/a
Strom direkt	ca. 1.753 MWh/a
Stückholz / Hackschnitzel	ca. 30.000 MWh/a
Holzpellets	ca. 3.930 MWh/a
Solarthermie	ca. 6.062 MWh/a
Biogas mit KWK	ca. 5.300 MWh/a
Summe	ca. 48.713 MWh/a

Tabelle 3: Aufteilung der regenerativen Energieträger für Beheizung im Bestand (AB Haase)

Der Heizenergieverbrauch verteilt sich auf die nicht regenerativen und die regenerativen Energieträger (herausgezogene Segmente).

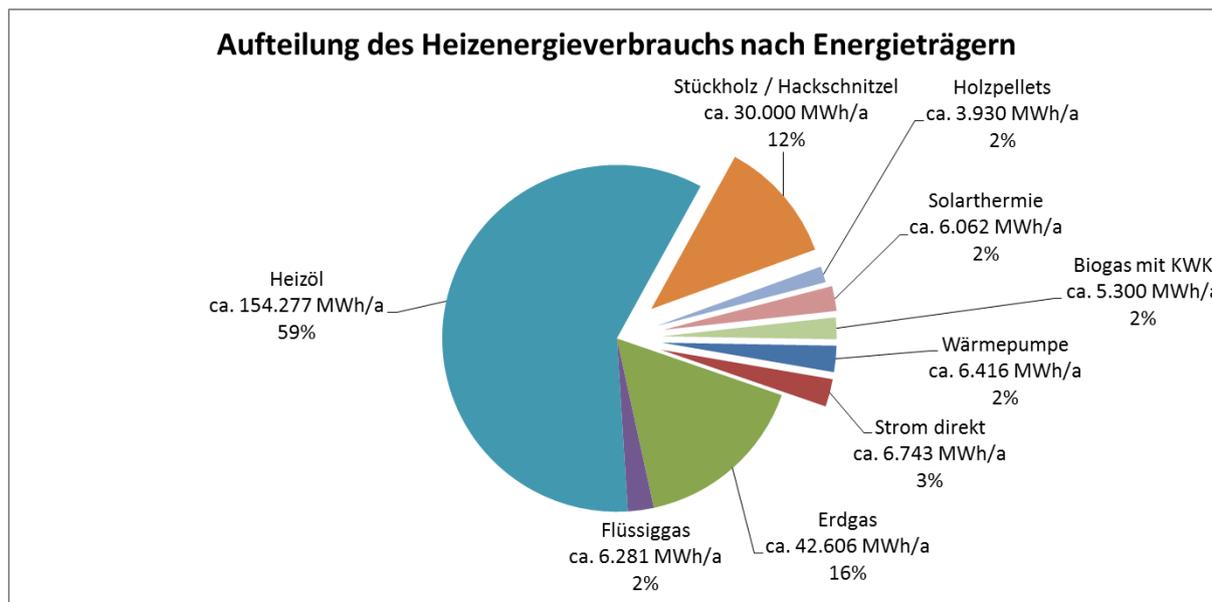


Abbildung 14: Aufteilung des Heizenergieverbrauchs nach Energieträgern (AB Haase)

Um eine Verteilung des Energieverbrauchs nach kommunalen, privaten Wohngebäuden und gewerblich oder industriell genutzten Gebäuden unterschieden zu können, wurden die Heizergieverbräuche der kommunalen Gebäude bei den Mitgliedsgemeinden abgefragt und ausgewertet. Da für die Mietobjekte in der Regel bei den Gemeinden keine Verbrauchszahlen vorliegen, wurden diese den privaten Wohngebäuden zugeschlagen. Als Basis für die Abschätzung wurden verschiedene Statistiken des Instituts für Wohnen und Umwelt, sowie die Kaminkehrerdaten und die Rückläufer der Fragebögen verwendet.

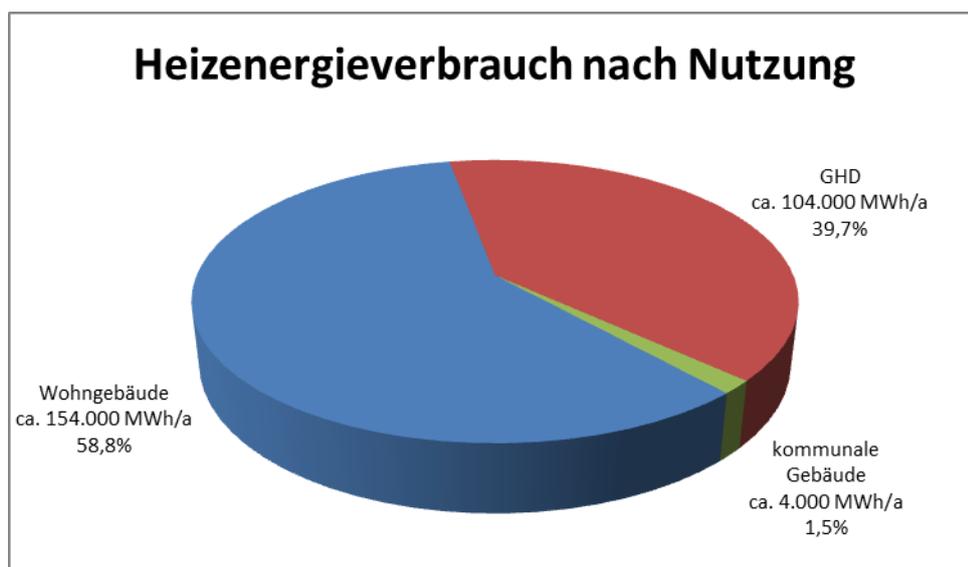


Abbildung 15: Verteilung des Heizenergieverbrauchs nach der Gebäudenutzung (AB Haase)

Es ist wichtig, die Bevölkerung für das Thema der Energiewende zu sensibilisieren, da der weit überwiegende Anteil des Heizenergieverbrauchs durch Privatgebäude und GHD/I verursacht wird und nicht durch die kommunalen Gebäude. Aufgrund des geringen Anteils

am Gesamtverbrauch kann die Kommune jedoch mit gutem Beispiel vorangehen. Der Hauptteil der Energieeinsparung muss aus der Geschäftswelt bzw. von den Bürgern erbracht werden. Denn alle Energie die eingespart wird, muss nicht mehr erzeugt werden. Dies ist eine der Säulen der Energiewende.

3.2.3 Verbrauchergruppe Private Haushalte

Dieser Abschnitt befasst sich mit der Verbrauchergruppe der „privaten Haushalte“. Die Summe des Endenergieverbrauchs beläuft sich auf ca. 180.000 MWh pro Jahr, die sich auf ca. 154.000 MWh für Heizung und Warmwasser sowie etwa 26.000 MWh für Haushaltsstrom aufteilen.

Die Kosten, die aus dem Endenergieverbrauch auf die privaten Haushalte entfallen bewegen sich im Bereich von etwa 10 Mio €, für die Beschaffung von Erdöl und Erdgas zum größten Teil in das Ausland abfließen. Ziel muss es sein regionale Energiequellen verstärkt zu nutzen, um die Wertschöpfung in die Region zu bringen.

Die Verteilung auf die einzelnen Energieträger ist in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

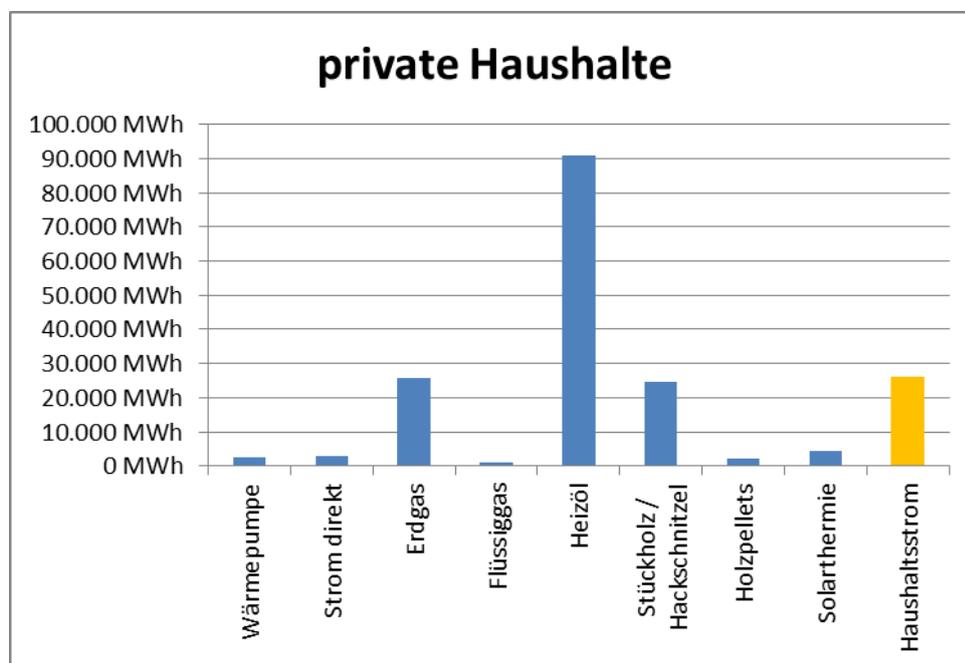


Abbildung 16: detaillierte Aufschlüsselung der Energieträger für private Haushalte (AB Haase)

Empfehlung:

- **Satzung Neubaugebiete:** Aufstellen einer zukunftsfähigen Satzung für die geplanten Neubaugebiete (Empfehlung: Passivhausstandard)

- **Energieberatungen:** Förderung für Energieberatungen für private Bauherren anbieten
- **Beratungen, Hinweise und Werbung für Förderprogramme des Staates** initiieren, evtl. in Zusammenarbeit mit Kreditinstituten oder Arbeitsgemeinschaften, Messen

3.2.4 Verbrauchergruppe kommunale Gebäude

Für die Verbrauchergruppe „kommunale Gebäude“ wurden alle von den Kommunen aufgelisteten Energieverbraucher ausgewertet. Bei den vermieteten Gebäuden wurde in der Regel der Allgemeinstrom für zum Beispiel die Treppenhausbeleuchtung berücksichtigt, da die Mieter die Kosten für Heizung und Strom selbst tragen und diese den Gemeinden nicht bekannt sind. Es wurden ausschließlich die von den Kommunen erfassten Verbrauchsdaten ausgewertet.

Der gesamte jährliche Energieverbrauch der kommunalen Gebäude wurde mit etwa 5.413 MWh/a ermittelt. Diese Energiemenge teilt sich auf in Heizung und Trinkwarmwasser mit ca. 3.845 MWh, dem Stromverbrauch der Gebäude mit ca. 683 MWh und dem sonstigen Stromverbrauch für Kläranlagen, Pumpenstrom für Wasserversorgung, Straßenbeleuchtung usw. mit ca. 2.173 MWh pro Jahr. In Summe sind das 2.856 MWh/a.

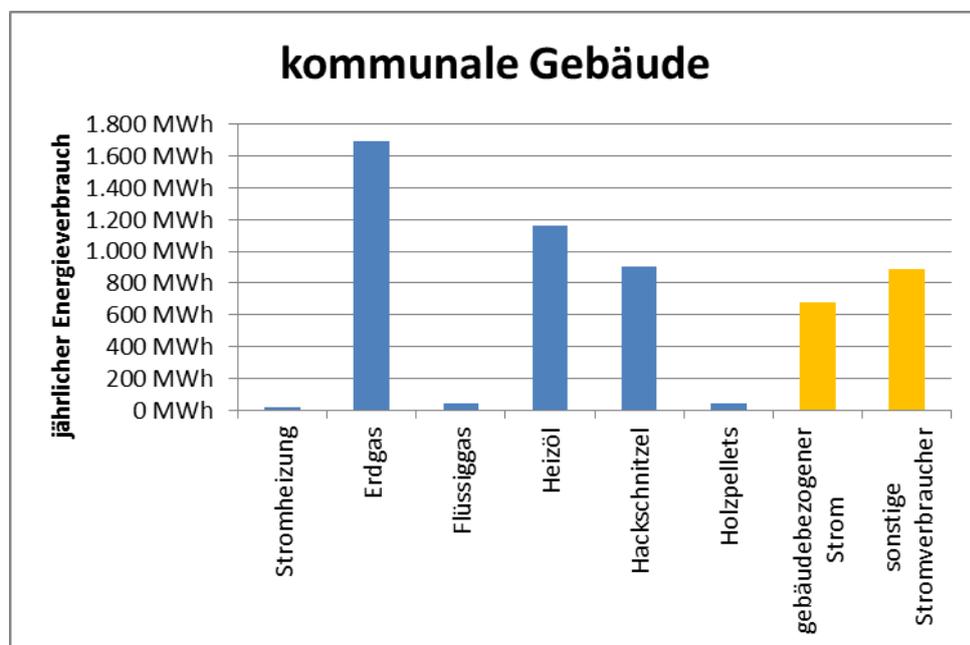


Abbildung 17: Aufteilung des kommunalen Energieverbrauches (AB Haase)

Mit einem Vergleich des Energieverbrauchs der kommunalen Gebäude sollen die Gebäude mit dem größten Handlungsbedarf herausgefiltert werden und in einem zweiten Schritt einer energetischen Feinanalyse unterzogen werden. Diese Untersuchung zeigt in vorbildlicher Weise einen Weg, um energetische Mängel aufzuspüren und anschließend zu beseitigen.

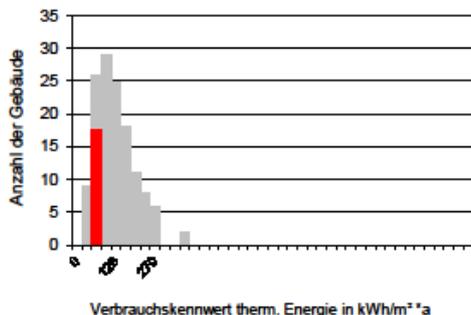
Um energetisch hochverbrauchende Gebäude der Kommunen zu finden, wurde für alle kommunalen Liegenschaften im Energiekonzept eine Bewertung des Heizenergieverbrauches und des Stromverbrauches mit Kennwerten des ages-Verbrauchswerte-Programmes verglichen. In diesem Programm wurden Verbrauchsdaten von öffentlichen bzw. kommunalen Gebäuden gesammelt und statistisch ausgewertet und auf die beheizte Gebäudefläche bezogen. Der jeweilige tatsächlich angefallene Heiz- und Stromverbrauch wird mit Durchschnittswerten des Gebäudetyps verglichen, um den Energieverbrauch bewerten zu können. In der tabellarischen Übersicht wird der tatsächliche Energieverbrauch auf die jeweilige Gebäudefläche bezogen und so ein Kennwert gebildet.

Für jedes zu untersuchende Gebäude wurde ein Auswertungsblatt erstellt, welches hier nur an einem Beispiel gezeigt werden soll. Alle weiteren Tabellen wurden den Gemeinden als PDF- und als Excel-Datei zur Verfügung gestellt.

Vereinsnutzung

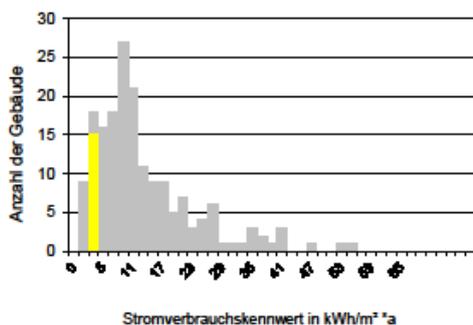
Kennwertevergleich mit ages Kennwerten 2005
Alte Schule In der Strütt 6 Stralsbach 715 m² BGF beheizt

915600
 Vereinshäuser/-räume



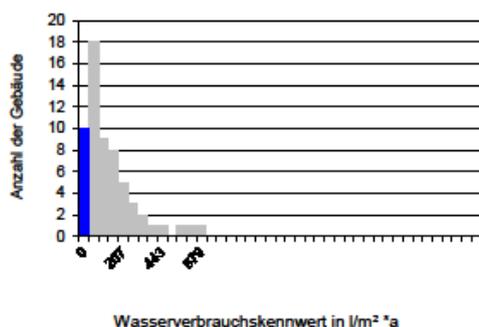
Anzahl Daten	:	134 St.
Arithmetisches Mittel	:	127 kWh/m ² a
Unteres Quartilmittel	:	49 kWh/m ² a
Modus gleitend 11	:	86 kWh/m ² a
Median	:	111 kWh/m ² a
Standardabweichung	:	72 kWh/m ² a
Flächendurchschnitt	:	360 m ²

Alte Schule In der Strütt 6 Stralsbach
 63 kWh/m² a
 715 m² BGF beheizt



Anzahl Daten	:	178 St.
Arithmetisches Mittel	:	12 kWh/m ² a
Unteres Quartilmittel	:	4 kWh/m ² a
Modus gleitend 33	:	9 kWh/m ² a
Median	:	11 kWh/m ² a
Standardabweichung	:	11 kWh/m ² a
Flächendurchschnitt	:	349 m ²

Alte Schule In der Strütt 6 Stralsbach
 4 kWh/m² a
 715 m² BGF beheizt



Anzahl Daten	:	50 St.
Arithmetisches Mittel	:	99 l/m ² a
Unteres Quartilmittel	:	28 l/m ² a
Modus gleitend 12	:	31 l/m ² a
Median	:	110 l/m ² a
Standardabweichung	:	168 l/m ² a
Flächendurchschnitt	:	591 m ²

Alte Schule In der Strütt 6 Stralsbach
 0 l/m² a
 715 m² BGF beheizt

Verbrauchskennwerte nach VDI 3807-1, witterungsbereinigt G 20/J_{ext}, LJ Würzburg, Flächenbezug BGF

19.04.2016

Verbrauchskennwerte 2005

Abbildung 18: Auswertung nach ages-Verbrauchskennwerten (AB Haase)

Im oberen Drittel des Auswertungsblattes ist in grauer Farbe die statistische Auswertung der Verbrauchskennwerte der thermischen Energie (Heizenergie) der Gebäudekategorie als Kurve dargestellt. Die Höhe des Balkens zeigt an, wie oft dieser Wert erreicht wurde. Auf der horizontalen Achse ist der Heizenergieverbrauch pro m² angegeben. Der rote Balken soll das untersuchte Gebäude darstellen. Die Größe des Balkens spielt hierbei keine Rolle, da dieser nur als Marker fungiert. Rechts der Grafik sind die statistisch relevanten Kenndaten dargestellt. Wichtig für die Genauigkeit der Aussage ist die Anzahl der ausgewerteten Gebäude. Je mehr Gebäude, desto repräsentativer wird das Ergebnis. Analog zum Heizenergieverbrauch der oberen Grafik wird in der Mitte des Auswertungsblattes der Stromverbrauch pro m² dargestellt. Der höchste Balken stellt jeweils den häufigsten Fall dar und trifft in der Regel den durchschnittlichen Verbrauchswert relativ gut. Liegt also der bunte Streifen links des höchsten grauen Balkens, so war der Energieverbrauch niedriger als der Durchschnitt. Wenn er rechts liegt war der Verbrauch entsprechend höher.

Die Auswertung des Wasserverbrauchs wurde in dieser Studie nicht berücksichtigt. Daher liegt der blaue Balken immer ganz links und ist ohne Bedeutung.

Adresse + Gebäude	Fläche BGF	Median Heizung	Heizenergie pro m ²	Median Strom	Strom pro m ²	Vergleich mit Durchschnittsverbrauch Heizung	Vergleich mit Durchschnittsverbrauch Strom
Alter Bauhof Waldstraße 7; Oberthulba	0,00	118 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	3 kWh/(m ² a)	0%	30%
Bücherei Thulba Propstei 9; Thulba	293,88	102 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	24 kWh/(m ² a)	2 kWh/(m ² a)	0%	8%
Ehemalige Schule Frankenbrunn Steinstraße 2; Frankenbrunn	516,82	144 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	12 kWh/(m ² a)	6 kWh/(m ² a)	0%	50%
Ehemalige Schule Hetzlos Bachstraße 6; Hetzlos	556,60	144 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	12 kWh/(m ² a)	4 kWh/(m ² a)	0%	33%
Feuerwehrhaus Frankenbrunn Am Laibach 1; Frankenbrunn	280,92	156 kWh/(m ² a)	39 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	8 kWh/(m ² a)	25%	62%
Feuerwehrhaus Hetzlos Bachstraße 0; Hetzlos	388,54	156 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	0%	0%
Feuerwehrhaus Reith Am Feuerwehrhaus 1; Reith	437,01	156 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	45 kWh/(m ² a)	0%	346%
Feuerwehrhaus Schlimpfhof An der Eiche 0; Schlimpfhof	226,33	156 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	20 kWh/(m ² a)	0%	154%
Feuerwehrhaus Thulba alt Alte Fuldaer Straße 31; Thulba	202,42	156 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	11 kWh/(m ² a)	0%	85%
Feuerwehrhaus und Bauhof Schlimpfhofer Straße 2; Oberthulba	2.119,34	156 kWh/(m ² a)	56 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	5 kWh/(m ² a)	36%	38%
Feuerwehrhaus Wittershausen Auraer Straße 0; Wittershausen	526,28	156 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	13 kWh/(m ² a)	8 kWh/(m ² a)	0%	62%
Gemeindehaus Hassenbach Schulstraße 1; Hassenbach	305,45	120 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	11 kWh/(m ² a)	7 kWh/(m ² a)	0%	64%
Gemeindehaus Oberthulba Hintere Torstraße 6; Oberthulba	344,27	120 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	11 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	0%	0%
Gemeinderaum Schlimpfhof Hauptstraße 22; Schlimpfhof	539,78	120 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	11 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	0%	0%
Mehrzweckhalle Oberthulba Waldstraße 30; Oberthulba	1.583,40	149 kWh/(m ² a)	105 kWh/(m ² a)	21 kWh/(m ² a)	19 kWh/(m ² a)	70%	90%
Propstei Schule Thulba Propstei 5; Thulba	1.040,68	113 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	4 kWh/(m ² a)	0%	40%
Rathaus Kirchgasse 16; Oberthulba	874,08	92 kWh/(m ² a)	67 kWh/(m ² a)	20 kWh/(m ² a)	25 kWh/(m ² a)	73%	125%
Rotes-Kreuz-Heim Ledergasse 12; Oberthulba	129,58	132 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	14 kWh/(m ² a)	19 kWh/(m ² a)	0%	136%
Schule Hassenbach Schulstraße 9; Hassenbach	838,66	113 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	6 kWh/(m ² a)	0%	60%
Schule Reith Am Engersbrunn 1; Reith	297,63	113 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	3 kWh/(m ² a)	0%	30%
Schule Wittershausen Kirchberg 11; Wittershausen	440,33	113 kWh/(m ² a)	0 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	4 kWh/(m ² a)	0%	40%
Turnhalle Thulba Ziegelhütte 4; Thulba	1.210,98	126 kWh/(m ² a)	74 kWh/(m ² a)	22 kWh/(m ² a)	9 kWh/(m ² a)	59%	41%
Volksschule Thulbatal Waldstraße 26; Oberthulba	4.496,36	113 kWh/(m ² a)	33 kWh/(m ² a)	10 kWh/(m ² a)	12 kWh/(m ² a)	29%	120%

Tabelle 4: Kennwerte kommunaler Gebäude am Beispiel Oberthulba (AB Haase)

Die Tabelle ist folgendermaßen zu lesen:

In der Spalte Fläche ist die brutto-Geschossfläche des jeweiligen Gebäudes angegeben, auf die sich der Heizwärmeverbrauch und der Stromverbrauch beziehen. Median Heizung und Median Strom beinhalten den durchschnittlichen Verbrauchswert für den entsprechenden Gebäudetyp. Diese Werte stammen aus dem Computer-Programm ages-Verbrauchskennwerte. Mit diesen Durchschnittswerten wird nun der tatsächliche Energieverbrauch des Gebäudes verglichen. Die Spalte „Vergleich mit Durchschnittsverbrauch Heizung“ zeigt an, wieviel Prozent Heizenergie im Vergleich zum Durchschnitt verbraucht wurde. Beispielsweise hat ein Gebäude mit 50% in dieser Spalte nur die Hälfte des durchschnittlichen Heizenergieverbrauchs gebraucht. Genauso verhält es sich in der Spalte „Vergleich mit Durchschnittswert Strom“. Bei Beispielsweise 125% liegt der tatsächliche Stromverbrauch 25% über dem Durchschnittswert für diese Gebäudekategorie. Werte über 100% wurden farbig hinterlegt.

Mit diesem Ranking wurden, in Absprache mit den Kommunen, die Gebäude für die Feinanalyse ausgewählt. Hierbei sollten die Kosten für Strom und Beheizung sowie der jeweilige Durchschnittswert für den Gebäudetyp deutlich überschritten sein, da dies das höchste Einsparpotential verspricht.

Die Gebäude mit dem aus unserer Sicht höchsten Verbrauchskennwerten wurden den Kommunen zur Feinanalyse vorgeschlagen.

Für die Feinanalyse wurden ausgewählt:

Bad Bocklet: Turnhalle, Schulstraße 9, Bad Bocklet

Schule, Schulstraße 11, Bad Bocklet

Burkardroth: Schule Premich, Steinbergstraße 44, Premich

neue Schule Stangenroth, Schulplatz 5, Stangenroth

Nüdlingen: Für die Gemeinde Nüdlingen wurde statt einer Gebäudeanalyse eine Abwärmenutzung einer Bäckerei vorgeschlagen

Oberthulba: Feuerwehrhaus Reith, Am Feuerwehrhaus 3, Reith

Mehrzweckhalle Oberthulba, Waldstraße 30, Oberthulba

Bei allen vier Gemeinden liegen der Heizenergieverbrauch und der Stromverbrauch der kommunalen Gebäude in der Regel deutlich unter dem Durchschnitt für die jeweilige

Gebäudekategorie. Dies deutet darauf hin, dass die Gebäude in einem überdurchschnittlich guten Zustand sind und/oder wenig bzw. sparsam genutzt werden. Dies muss im Einzelfall geprüft werden, da an den Verbrauchswerten keine Nutzung des Gebäudes ablesbar ist. Bei sparsamem Energieverbrauch sind die organisatorischen Maßnahmen in der Regel bereits ausgeschöpft. Bei geringer Nutzung der Gebäude sollte diese unbedingt auf die Zweckmäßigkeit hin überprüft werden.

Maßnahmen:

- **Festlegen von Energiestandards:** Festlegen von Energiestandards für zukünftige Neubauten (z.B. Passivhaus) und Sanierungen (z.B. Effizienzhaus 70) gemeindeeigener Gebäude
- **Schrittweise Sanierung aller gemeindeeigener Wohngebäude:** möglichst zeitnahe Sanierung aller gemeindeeigenen Wohngebäude mit dem festgelegten Energiestandard
- **Sanierung Liegenschaften:** Sanierung der Liegenschaften aus den Detailbetrachtungen und den Feinanalysen

3.2.5 Verbrauchergruppe Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie (GHD/I)

In diesem Abschnitt wird der Endenergieverbrauch der Verbrauchergruppe (GHD / Industrie) aufgeschlüsselt.

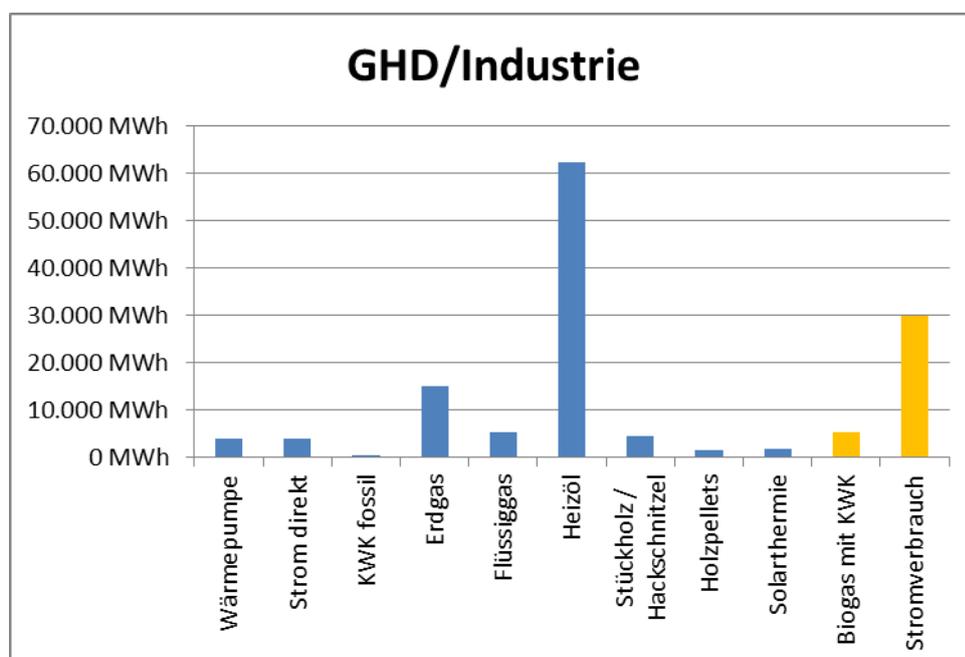


Abbildung 19: Aufteilung des Stromverbrauchs von GHD/I (Kommunen, Energieversorger, Berechnung AB Haase)

In Summe beläuft sich der Endenergieverbrauch für den Sektor GHD/I auf ca. 134.000 MWh pro Jahr. Diese teilt sich auf Heiz- und Trinkwarmwasserbereitung mit ca. 104.000 MWh und Stromverbrauch für Beleuchtung und Antriebe mit etwa 30.000 MWh pro Jahr auf.

3.2.6 Zusammenfassung

Die nachfolgende Grafik gibt einen Überblick über den gesamten Endenergieverbrauch der privaten, kommunalen und GHD/I-Gebäude geordnet nach Energieträgern für das Untersuchungsgebiet.

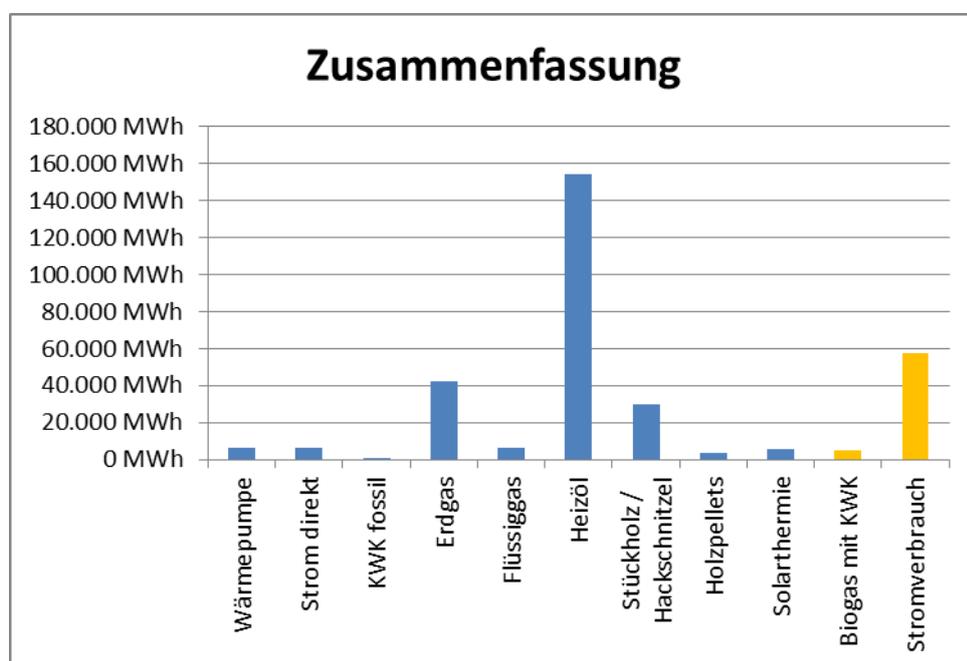


Abbildung 20: Zusammenfassung Endenergieverbrauch nach Energieträgern (AB Haase)

Der aufsummierte Endenergieverbrauch der Allianz Kissinger Bogen beträgt ca. 320.000 MWh/a. Davon werden für die Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung etwa 262.000 MWh/a. In der Summe für Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung stecken bereits 6.500 MWh/a an Wärmepumpenstrom und etwa 6.700 MWh/a für elektrisch direkt beheizte Systeme. Für Beleuchtung und Antriebe werden ca. 58.000 MWh Strom pro Jahr benötigt. So ergibt sich ein aufsummierter Strombedarf mit dem Strom für die Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchtung und Antriebe von ca. 71.200 MWh/a.

3.2.7 CO₂-Emission der Allianz Kissinger Bogen

Aus den Ergebnissen des vorangegangenen Kapitels wird eine CO₂-Bilanz erstellt. Nach dem Energieverbrauch und der Zusammensetzung der Energieträger in den beteiligten Gruppen wird die CO₂-Emission errechnet.

Anmerkung: Bisher gibt es kein einheitliches Verfahren zur CO₂-Bilanzierung.

Die erforderlichen CO₂-Beiwerte für die einzelnen Energieträger sind der aktuellen Studie des IWU von 2014 und der Internetseite <http://www.co2-emissionen-vergleichen.de/Stromerzeugung/CO2-Vergleich-Stromerzeugung.html> entnommen.

Kumulierter Energieverbrauch verschiedener Energieträger und Energieversorgungen
Ergebnisse berechnet mit GEMIS Version 4.93 (Sommer 2014)

Energieart	Prozeß1)	Kumulierter Energieverbrauch [kWhPrim/kWhEnd]			CO ₂ -Äquivalent [g/kWhEnd]	Heizwert	Einheit
		Gesamt	nicht regenerativer Anteil	regenerativer Anteil 3)			
Brennstoffe 2)	Braunkohle	1,21	1,2	0,01	449	5,5	kWh/kg
	Brennholz	1,01	0,01	1	11	1800	kWh/t
	Erdgas H	1,13	1,13	0	241	10	kWh/m ³
	Flüssiggas	1,1	1,1	0	261	7,5	kWh/l
	Heizöl EL	1,16	1,15	0	313	10	kWh/l
	Holz hackschnitzel	1,05	0,03	1,01	14	650	kWh/SRm
	Holz-Pellets	1,08	0,06	1,02	18	5	kWh/kg
	Steinkohle	1,06	1,06	0	427		
Fernwärme Mix	Deutschland (gemäß Gemis)	1,32	1,08	0,24	295		
Nahwärme Mix	Beispielnetz mit 74 WE	0,98	0,98	0	216		
Solarwärme am Gebäude	Flachkollektor	1,04	0,03	1	13		
	Vakuümrohrenkollektor	1,05	0,05	1	18		
Strom	Strom-mix	2,67	2,12	0,55	617		
	PV-Strom (amorph)	1,29	0,27	1,03	83		
	PV-Strom (monokristallin)	1,53	0,47	1,05	129		
	PV-Strom (multikristallin)	1,25	0,23	1,02	62		
	Wind (Park Mittelwert 2010)	1,03	0,03	1	10		

1) Vorgelagerte Kette für Endenergie bis Übergabe im Gebäude, inkl. Materialaufwand für Wärme-/Stromerzeuger und ohne Hilfsenergie im Haus

2) Bezugsgröße: unterer Heizwert Hu

3) Der regenerative Anteil beinhaltet auch sekundäre Ressourcen, z. B. Restholz und Müll

Tabelle 5: CO₂-Beiwerte (IWU)

CO₂-Vergleich bei der Stromerzeugung in Deutschland

Kraftwerkstypen im CO ₂ -Vergleich	CO ₂ -Emission
Biogas-Blockheizkraftwerk	- 409 g pro kwh
Windenergie Offshore	23 g pro kwh
Windenergie Onshore	24 g pro kwh
Solarstrom Import aus Spanien	27 g pro kwh
Atomkraftwerk	32 g pro kwh
Wasserkraftwerk	40 g pro kwh
multikristalline Solarzelle	101 g pro kwh
Erdgas-GuD-Heizkraftwerk	148 g pro kwh
Erdgas-GuD-Kraftwerk	428 g pro kwh
Import-Steinkohle-Heizkraftwerk	622 g pro kwh
Braunkohle-Heizkraftwerk	729 g pro kwh
Import-Steinkohle-Kraftwerk	949 g pro kwh
Braunkohle-Kraftwerk	1153 g pro kwh

Tabelle 6: CO₂-Vergleich bei der Stromerzeugung in Deutschland (Harald Herminghaus 2010)

Die umfassende Analyse der Energieträger und der Energieverbräuche ergibt für das Allianzgebiet einen CO₂-Ausstoß aus Heizung und Stromverbrauch unter Berücksichtigung der Einspeisung des Stroms aus erneuerbaren Energien von ca. 90.200 t/a.

Die Verteilung auf die Verbrauchergruppen ist in der nächsten Grafik dargestellt.

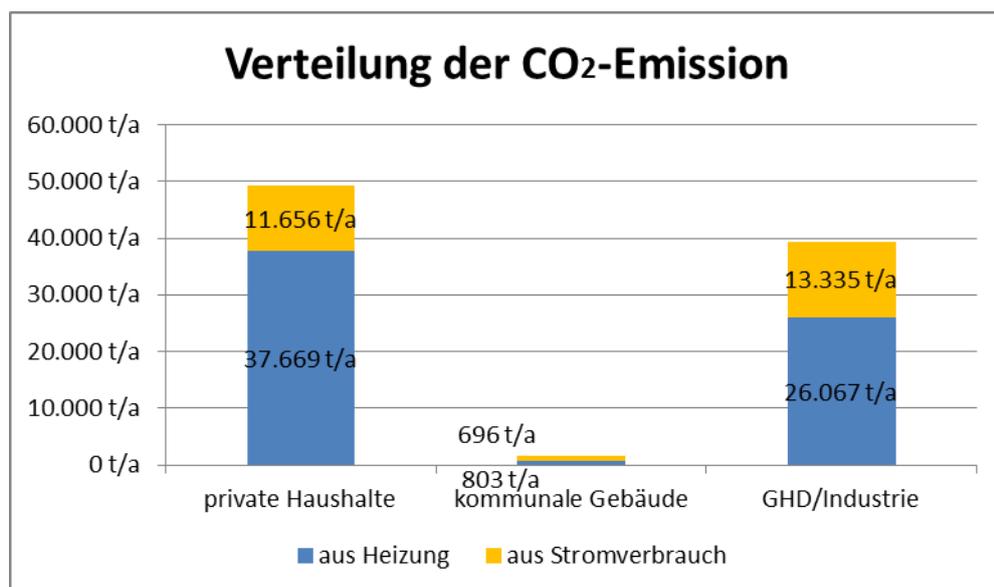


Abbildung 21: Verteilung der CO₂-Emission auf die Verbrauchergruppen (AB Haase)

Es ist deutlich zu erkennen, dass die kommunalen Gebäude mit allen kommunalen Stromverbräuchen einen relativ geringen Anteil zur gesamten Emission beitragen. Das Hauptaugenmerk muss daher auf die beiden Sektoren „private Haushalte“ und „GHD/Industrie“ gelegt werden – wobei die Kommune immer Vorreiterrolle einnehmen sollte, um mit gutem Beispiel voran zu gehen.

- für die Gruppe der „privaten Haushalte“ ergibt sich eine CO₂-Emission von ca. 49.300 t/a
- die Gruppe „kommunalen Gebäude“ mit allen sonstigen Stromverbräuchen emittieren ca. 1.500 t/a
- für die „GHD/Industrie“-Gruppe wurde ein CO₂-Ausstoß von rund 39.400 t/a ermittelt

In der Summe ergibt sich ein CO₂-Ausstoß von etwa 90.200 t/a.

Da der CO₂-Ausstoß als Indikator für die Umweltverträglichkeit verwendet wird und dieser stark gesenkt werden muss, wird die Vermeidung des CO₂-Ausstoßes durch regenerativ erzeugte Energie extra ausgewiesen.

In der Stromproduktion des Untersuchungsgebietes werden gegenüber dem deutschen Strommix im Bestand ca. 12.300 t CO₂ pro Jahr vermieden. Dies soll ausdrücken, dass der Anteil regenerativ erzeugten Stroms in der Allianz Kissinger Bogen über dem bundesdeutschen Durchschnitt liegt. Jede Form der Stromerzeugung ist mit einem Faktor zur Bestimmung der CO₂-Emission belegt. Regenerative Stromerzeugung hat immer einen niedrigeren Beiwert als fossil erzeugter Strom. So ergibt sich in der Bilanzierung des selbst erzeugten Stroms und des Zukaufs aus dem deutschen Stromnetz (wird als Strommix angenommen) die oben genannte CO₂-Einsparung gegenüber nur eingekauftem Strom aus dem deutschen Netz.

Bezogen auf den Heizenergieverbrauch und den Stromverbrauch werden pro Kopf etwa 3,9 t CO₂ pro Jahr ausgestoßen.

Hinweis: In der CO₂-Bilanz wurde u.a. die Mobilität nicht berücksichtigt.

Der Bundesdurchschnitt lag 2013 der gesamte CO₂-Ausstoß inklusive Mobilität pro Kopf bei 9,6 t.

4 Potentiale der Energieeinsparung bzw. der Effizienzsteigerung

Im anschließenden Kapitel werden die Einsparpotentiale nach Verbrauchergruppen getrennt betrachtet.

4.1 Potentialanalyse der „privaten Haushalte“

Einsparpotential Strom

Im privaten Wohnbereich wird davon ausgegangen, dass im Laufe der Zeit hochverbrauchende elektrische Geräte durch moderne, stromsparende Geräte ersetzt werden. In der Regel wird das am Ende der üblichen Lebensdauer des jeweiligen Stromverbrauchers geschehen. Es wird davon ausgegangen, dass durch die unten beschriebenen Maßnahmen der Bedarf an Haushaltsstrom ohne Komfortverlust bis zu 60% verringert werden kann.

Im Wohnbereich kann im Wesentlichen an folgenden elektrischen Verbrauchern Energie gespart werden.

- Beleuchtung: Ersatz der konventionellen Glühlampen durch Energiesparlampen oder LED-Technik (Einsparpotential bis zu 80% bei gleicher Lichtleistung)
- Kühl- und Gefriergeräte: Austausch der Altgeräte durch hocheffiziente Geräte des Energiesparlabels A+ bis A+++ (Einsparpotential ca. 60 bis 70%)
- Waschmaschine und Wäschetrockner: Einsatz effizienter Geräte mit Energiesparlabels A+ bis A+++ (Einsparpotential ca. 60 bis 70%)
- Kommunikationselektronik: Einsatz von effizienten Geräten (green IT) z.B. Umrüstung von PC-Arbeitsplatz auf Notebook-Arbeitsplatz (Einsparpotential bis 75%)
- Vermeidung von unnötigem Stromverbrauch durch Zeitschaltungen oder Abschaltung ohne Stand-by-Betrieb (Einsparung im Haushalt pro Jahr ca. 400 kWh möglich oder 10%)
- Einsatz von hocheffizienten Umwälzpumpen (Der Austausch wird von der KfW gefördert.) (Einsparpotential ca. 60%)

Von vielen Energieversorgern gibt es sogenannte Stromsparfibel, die kostenlos erhältlich sind. Im Internet sind ebenso Ratgeber zum Energiesparen im privaten Wohnbereich zum Beispiel mit den Suchbegriffen „Ratgeber Strom sparen“ zu finden.

Einsparpotential Heizung

In der Untersuchung werden verschiedenen Sanierungsquoten (Vollsanierung) der Wohngebäude verwendet, um den Heizenergieverbrauch in den Jahren 2020, 2035 und 2050 hochzurechnen. Es wird davon ausgegangen, dass der Neubau-Standard der aktuellen Energieeinsparverordnung durch die Sanierung im Durchschnitt erreicht wird.

Bei einer Sanierungsquote von 1% wird davon ausgegangen, dass jedes Jahr 1% aller Gebäude vollsaniert wird und dadurch für diese Gebäude der Energiebedarf etwa halbiert wird. So werden innerhalb von 50 Jahren die Hälfte aller Gebäude saniert. Da diese Hälfte wiederum nur noch die Hälfte an Heizenergiebedarf hat und die unsanierten Gebäude auf dem ursprünglichen Niveau bleiben, reduziert sich der Heizenergiebedarf um 25%. Übrig bleibt der Bedarf von 75% des ursprünglichen Wertes.

Derzeit liegt die mittlere Sanierungsquote für Wohngebäude in Deutschland bei ca. 1%. Laut einer Studie (http://www.enef-haus.de/fileadmin/ENEFH/redaktion/PDF/Befragung_EnefHaus.pdf) wird eine Sanierungsrate von bis zu 3% für möglich gehalten. Die Einsparpotentiale werden in der Untersuchung mit 45 bis 70% des Endenergiebedarfs beziffert.

Im ersten Szenario wird eine Sanierungsrate von 4% mit einer Einsparung von 50% der Heizenergie durch die Sanierung angenommen. Daraus ergibt sich eine Einsparung bis 2020 von ca. 26.000 MWh/a. In der Folgejahren bis 2035 können etwa weitere 71.000 MWh/a und bis 2050 noch einmal 50.000 MWh erreicht werden. So sinkt der Heizwärmebedarf der Gebäude von ursprünglich ca. 262.000 MWh/a auf rund 116.000 MWh/a.

In der anschließenden Abbildung sind die Ergebnisse des Sanierungspotentials der Gebäude bei einer Sanierungsquoten mit 1% bis 4% zusammenfassend dargestellt.

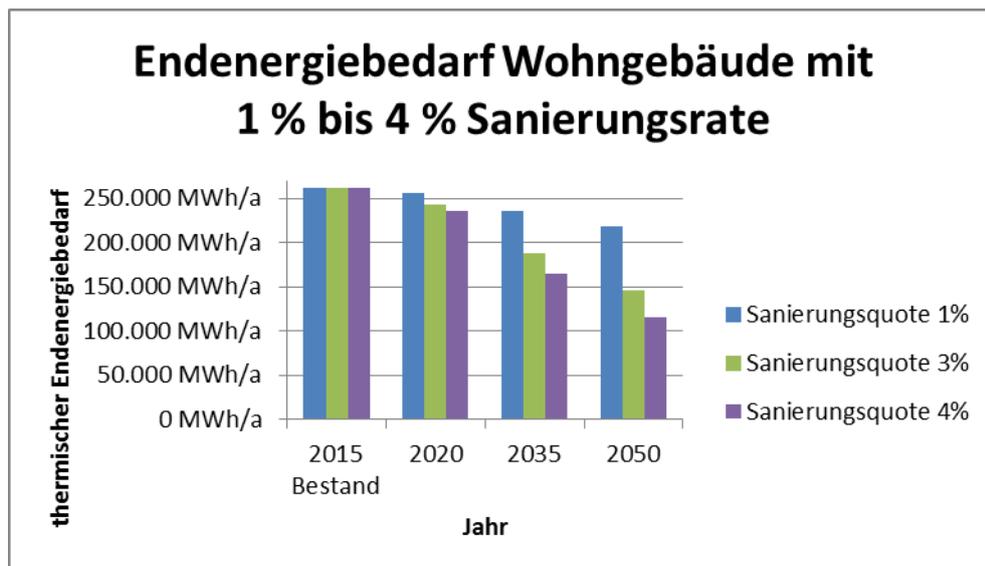


Abbildung 22: Energiebedarf Wohngebäude mit Sanierungsraten von 1% bis 4% (AB Haase)

Um die formulierten Ziele der Bundesregierung zu erreichen sind Sanierungsquoten von 3 bis 4% nötig. Hierfür müssen ausreichend Anreize geschaffen werden. Bei einer Sanierungsquote von 4% sinkt der Heizenergieverbrauch bis 2050 um ca. 56%. Das heißt, dass sich der Heizwärmeverbrauch mehr als halbiert. Dieser Rest soll regenerativ hergestellt werden - weg von fossilen Energieträgern hin zur regenerativen Erzeugung.

4.1.1 Zusammenfassung

Für das Untersuchungsgebiet wurden im Sektor Wohngebäude ein thermischer Energieverbrauch von ca. 154.000 MWh und ein Stromverbrauch für Beleuchtung und Haushaltsstrom etwa 26.000 MWh ermittelt. Bei einer jährlichen Sanierungsquote von 4% auf die Hälfte des ursprünglichen Verbrauchs, kann bis 2050 der Heizenergiebedarf mehr als halbiert werden. Der Stromverbrauch liegt bei konsequenter Umsetzung der oben genannten Maßnahmen etwa bei 60% des Ausgangswertes. Jedoch wird sich der künftige Stromverbrauch durch E-Mobilität und verstärkten Einsatz von Wärmepumpen deutlich erhöhen.

Bei vielen Gebäuden könnte, häufig auch mit einfachen Mitteln, viel Energie eingespart werden.

- Um Impulse zu schaffen und die Privatpersonen für die Energiewende zu sensibilisieren, können Informationen zu möglichen geförderten Energieberatungen

an die Haushalte ausgegeben werden. Hierin sollten Förderungen für BAFA-vor-Ort-Energieberatungen beworben werden. Diese werden zurzeit hoch bezuschusst.

- Eine weitere Möglichkeit wäre, einen Klimaschutzmanager einzusetzen, der Energieberatungen vermittelt oder sogar selbst berät.
- Schulprojekte, Veranstaltungen, Veröffentlichungen oder Workshops zum Thema Energiesparendes Bauen und Sanieren anbieten. Mit dieser Form der Bewusstseinsbildung kann die Energiewende in den Köpfen der Bürger angestoßen werden. Sie werden an das Thema herangeführt und sensibilisiert.
- Aufbau einer Internetseite zum Thema Klimaschutzkonzept

4.2 Potentialanalyse der kommunalen Liegenschaften

Ausgehend von den übermittelten Verbrauchszahlen der Mitgliedsgemeinden wurde für die kommunalen Liegenschaften ein thermischer Energieverbrauch von etwa 3.845 MWh und für den Stromverbrauch der Gebäude ca. 683 MWh ermittelt.

Aus den Untersuchungen heraus hat sich ergeben, dass einige der kommunalen Gebäude wenig oder selten geheizt werden. Dies liegt größtenteils an der sehr unterschiedlichen Nutzung. Oft werden die Gebäude im Bedarfsfall geheizt und bleiben außerhalb der Nutzungszeit lediglich frostfrei oder sogar kalt. Das Einsparpotential bei den ständig genutzten Gebäuden wird ähnlich gesehen wie bei den Wohnhäusern. Bei gelegentlicher Nutzung muss von einem weit geringeren Einsparpotential ausgegangen werden.

Kommunikations- und Informationstechnik

Die kostengünstigste Einsparung liegt in den organisatorischen Maßnahmen. Für die Kommunikations- und Informationstechnik wie Computer und Kopierer gilt:

- Vermeidung von Stand-by-Betrieb
- Einsatz von energiesparenden IT-Geräten mit Energiesparlabel
- Bei vielen modernen Geräten lässt sich ein Energiesparmodus einschalten
- Vermeidung von unnötigen Ausdrucken und Kopien

Durch wiederholte Hinweise wird die Sensibilisierung zum Energiesparen gesteigert.

Beleuchtung

Ein besonders hoher stromseitiger Einspareffekt kann durch den Einsatz von LED-Leuchten erreicht werden. Auf der Internetseite <http://www.rieste.at/blog/led-leuchtstoffroehre-richtig-umrusten-nach-din-norm/> wird der Ersatz einer T8 Leuchtstoffröhre mit 58 Watt bzw. 36 Watt mit konventionellem Vorschaltgerät durch eine LED-Beleuchtung verglichen.

	T8 58 Watt	LED Tube		
Brenndauer/a	1.760 h	1.760 h	220 Arbeitstage à 8 h	
Lampenleistung	58 W	22 W		
vorschaltgerät Leistung	14 W	2 W		
Gesamtleistung der Lampe	72 W	24 W		
Stromkosten / kWh	0,26 €	0,26 €		
Lebensdauer der Lampe	20.000 h	40.000 h		
Kosten Lampenwechsel	6,00 €	6,00 €		
Anzahl Lampenwechsel / Jahr	0,088	0,044		
Kosten Lampenwechsel / Jahr	0,53 €	0,26 €		
Kosten Lampenersatz / Jahr	0,31 €	3,56 €		
Stromkosten	32,95 €	10,98 €		
Gesamtkosten / Jahr	33,78 €	14,81 €	Einsparung /a	18,97 €
Anfangsinvestition / Lampe	3,50 €	81,00 €		
Amortisation		4,1	Jahre	

Tabelle 7: Amortisationsrechnung T8-Röhre 58W / LED-Tube (AB Haase)

	T8 36 Watt	LED Tube		
Brenndauer/a	1.760 h	1.760 h	220 Arbeitstage à 8 h	
Lampenleistung	36 W	19 W		
vorschaltgerät Leistung	9 W	1 W		
Gesamtleistung der Lampe	45 W	20 W		
Stromkosten / kWh	0,26 €	0,26 €		
Lebensdauer der Lampe	20.000 h	40.000 h		
Kosten Lampenwechsel	6,00 €	6,00 €		
Anzahl Lampenwechsel / Jahr	0,088	0,044		
Kosten Lampenwechsel / Jahr	0,53 €	0,26 €		
Kosten Lampenersatz / Jahr	0,31 €	2,68 €		
Stromkosten	20,59 €	9,15 €		
Gesamtkosten / Jahr	21,43 €	12,10 €	Einsparung /a	9,33 €
Anfangsinvestition / Lampe	3,50 €	61,00 €		
Amortisation		6,2	Jahre	

Tabelle 8: Amortisationsrechnung T8-Röhre 36W / LED-Tube (AB Haase)

Die Amortisation der Anschaffungskosten durch die Stromeinsparung liegt bei 4,1 Jahren (bei 1760 h Brenndauer pro Jahr) für T8-Röhren im Vergleich zu einer LED-Tube. Bei einem 36 Watt-Leuchtmittel beträgt die Amortisationszeit 6,2 Jahre.

Heizung

Für die Beheizung und die Trinkwarmwasserbereitung aus den 1980er Jahren oder älter wird das Einsparpotential bei konsequenter Umsetzung von baulichen Maßnahmen zu Energie-Effizienzgebäuden bei etwa 50 bis 70% bei gleicher Nutzung gesehen. Bei den neueren Gebäuden bewegt sich das Einsparpotential eher zwischen 20 und 50%.

Einige kommunale Gebäude werden selten genutzt und weisen daher einen geringen Heizwärmeverbrauch auf. Es ist daher immer im Einzelfall zu entscheiden, ob sich eine aufwändige Sanierung eventuell mit Umstellung der Beheizung auf andere Energieträger lohnt. In einigen Fällen rechtfertigt eine intensivere oder flexiblere Nutzung des Gebäudes einhergehend mit einer Komfortsteigerung eine energetische Sanierung.

4.2.1 Zusammenfassung:

- Das unter dem Punkt 3.2.4 erstellte Ranking der Heiz- und Stromverbräuche sollte fortgeführt werden. Hierzu können die Tabellen erweitert werden und der jährliche Verbrauchswert verglichen werden. So erhält die Kommune eine Übersicht über die Verbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften und kann dementsprechend Sanierungen durchführen.
- Schulung der Mitarbeiter und Hausmeister hinsichtlich energie- und ressourcen-sparendem Umgang mit Kommunikationstechnik, Beleuchtung, Heizung,.... allem was Energie verbraucht.

4.3 Potentialanalyse Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie

Die Ermittlung der Einsparpotentiale im Sektor GHD/I ist durch die weite Fächerung der Branchen deutlich schwieriger und mit größeren Unsicherheiten behaftet als im privaten Bereich.

Bei energieintensiven Bearbeitungs- oder Herstellungsprozessen wird häufig viel Wärme freigesetzt. Oft wird das Potential zur Gebäudeheizung aus dieser Abwärme nicht erkannt oder einfach nicht genutzt. Hier besteht dringender Aufklärungsbedarf wie die Umwelt und die Ressourcen geschont werden können. Hierfür gibt es beispielsweise von der BAFA (Bundesamt für Ausfuhrkontrolle) geförderte Beratungsmöglichkeiten für kleine und Mittlere Unternehmen über das Programm EBM (Energieberatung Mittelstand). Die Förderquoten liegen bei bis zu 80% des Beratungshonorars.

Das Einsparpotential ist bei vielen Betrieben durch Modernisierungsstaus in der Maschinen- und Anlagentechnik groß.

Exakte Prognosen hinsichtlich des Einsparpotentials erfordern eine intensive Analyse aller Betriebe, was den Umfang dieser Studie bei Weitem übersteigen würde.

Daher wurde auf statistische Methoden der Ermittlung des Energieverbrauchs im ersten Schritt und auf veröffentlichte bundesweiter Potentialstudien für die Einsparpotentiale zurückgegriffen. Einer Großzahl der Betriebe wurden branchenübliche Durchschnittswerte des Verbrauchs zugewiesen und über die Anzahl der Gebäude und deren Grundflächen hochgerechnet.

4.3.1 Einsparpotential bei Maschinen und Antriebstechnik

Laut einer Studie des Fraunhoferinstituts von 2010 entfallen im GHD-Sektor etwa 14,3 % auf mechanische Energie. Davon werden etwa die Hälfte durch Strom und der Rest durch Kraftstoffe angetrieben. Mit 52,4% der Energieanteils übernimmt die Raumheizung den größten Anteil. Für Beleuchtung werden 12,4% angesetzt. Die übrige Energiemenge teilt sich auf Warmwasserbereitung, sonstige Prozesswärme, Prozesskälte, Klimakälte und Informations- und Kommunikationstechnik auf.

Im Leitfaden für effiziente Nutzung Energienutzung in Industrie und Gewerbe des Bayerischen Landesamtes für Umwelt werden die Einsparpotentiale aufgelistet:

Überblick über Maßnahmen und Einsparpotenziale

Maßnahme	Wirtschaftliches Einsparpotenzial
Verbesserung des Antriebs	
Einsatz hocheffizienter Motoren	3 %
Einsatz drehzahlvariabler Antriebe	11 %
Systemverbesserungen	
bei Druckluftsystemen	33 %
bei Pumpensystemen	30 %
bei Kältesystemen	18 %
bei raumluftechnischen Anlagen und Ventilatoren	25 %
Motorensysteme gesamt	25–30 %

Tabelle 9: Überblick über die Effizienzsteigerung (Bayerisches Landesamt für Umwelt)

Die tatsächliche Einsparung kann aufgrund der Vielfalt von Möglichkeiten von den Durchschnittswerten deutlich abweichen.

Im Bereich Beleuchtung kann durch gezielte Maßnahmen, wie der Installation von Energiesparlampen, Dimmern, elektronischen Vorschaltgeräten, automatischen Lichtreglern und LED-Technik, bis zu 80% des bisherigen Stromverbrauchs eingespart werden. Eine beispielhafte Amortisationsrechnung wird unter Punkt 4.2 gezeigt.

Bei der Raumheizung, die mit 52,4% des Gesamtenergieverbrauchs den überwiegenden Teil ausmacht, werden folgende Maßnahmen zur Effizienzsteigerung vorgeschlagen.

- Anpassung der Vorlauftemperaturen an das geforderte Temperaturniveau
- Hydraulischer Abgleich der Heizungs- bzw. Wärmeerzeugungsanlagen
- Einsatz von modulierenden Brennern im Teillastbetrieb
- Einsatz von Brennwerttechnik
- Vorwärmung der Verbrennungsluft
- Wärmerückgewinnung aus der Abluft zur Vorwärmung der Zuluft
- Wärmedämmung aller Wärme- und Kälteleitungen sowie der Armaturen

- Anpassung der Heizungsregelung an den betrieblichen Ablauf
- Einsatz von Niedertemperatursystemen
- Abwärmenutzung zur Beheizung

Ein oft unterschätztes Einsparpotential bieten Druckluftanlagen

- Vermeidung von Leckagen in Druckluftanlagen
- Abschaltung außerhalb der Nutzungszeit
- Absperrung von Drucklufttanks außerhalb der Nutzungszeit

Für die Kommunikations- und Informationstechnik wie Computer und Kopierer gilt:

- Vermeidung von Stand-by-Betrieb
- Einsatz von energiesparenden IT-Geräten mit Energiesparlabel
- Bei vielen modernen Geräten lässt sich ein Energiesparmodus einschalten
- Vermeidung von unnötigen Ausdrucken und Kopien

4.3.2 Zusammenfassung

Für das Untersuchungsgebiet wurden im Sektor GHD/I ein thermischer Energieverbrauch von ca. 104.000 MWh und ein Stromverbrauch für Beleuchtung und Antriebe mit etwa 30.000 MWh pro Jahr ermittelt.

Wenn davon ausgegangen wird, dass sich die Struktur und Größe der Betriebe im Schnitt nicht ändert, kann bei einer jährlichen Effizienzsteigerung von 1,5% für den Bereich Heizung und Warmwasserbereitung eine Einsparung bis 2035 von 30% erreicht werden. So sinkt der Verbrauch auf ca. 73.000 MWh.

Ausgehend von den gleichen Einsparraten von 1,5% im Jahr, wird im gleichen Zeitraum der Stromverbrauch des GHD/I-Sektors auf rund 21.000 MWh pro Jahr reduziert.

Empfehlungen:

- Vielen Betrieben ist der Kostenanteil für Energie nicht bewusst. Um Impulse zu schaffen und die Gewerbetreibenden für die Energiewende zu sensibilisieren, können Informationen zu möglichen geförderten Energieberatungen an die Betriebe ausgegeben werden. Hierin sollten Förderungen für EBM-Beratungen (Energieberatung Mittelstand der BAFA), die als Initial- oder Detailberatung durchgeführt werden können, beworben werden.
Bei dieser Analyse des Unternehmens werden alle Gebäude und alle Energieverbraucher untersucht und bewertet. Im Untersuchungsbericht werden Tipps und Ratschläge zur Verbesserung der Energieeffizienz, bzw. zur Energieeinsparung gegeben und mögliche Lösungen aufgezeigt.
- Aufbau einer Internetseite zum Thema Klimaschutzkonzept
- Kooperation / Partnerschaften: Organisation von Partnerschaften, Sponsorsuche um weitere Anreize zur Umsetzung der Energiewende zu setzen.
- Teilnahme der Betriebe an Energie-Effizienz-Netzwerken: In diesen Netzwerken werden Informationen über rentable Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz ausgetauscht. Dies spart Zeit und erhöht das Wissen über Effizienztechnik.

4.4 Straßenbeleuchtung

Das Konzept „Sternenpark im Biosphärenreservat Rhön“ verfolgt eine Vermeidung der sogenannten Lichtverschmutzung. Die UNESCO hatte 2015 zum Internationalen Jahr des Lichts erklärt. Es soll "an die Bedeutung von Licht als elementare Lebensvoraussetzung für Menschen, Tiere und Pflanzen und daher auch als zentraler Bestandteil von Wissenschaft und Kultur erinnern." (Zitat: <http://www.sternenpark-rhoen.de/>)

In den Gemeinden sind im Bestand unterschiedliche Beleuchtungskörper und Leuchtmittel im Einsatz. Unterschieden werden die Lampen nach der Bauform und der Art des Leuchtmittels. Die Geometrie der Lampen beeinflusst die Abstrahlrichtung des Lichtes. Besonders Pilzleuchten strahlen das ausgesendete Licht nicht nur auf den zu beleuchtenden Weg oder die Straße – ein großer Anteil des Lichtes wird nach oben Richtung Himmel abgestrahlt. Dieser Anteil hat keinen Effekt auf die Ausleuchtung des gewünschten Beleuchtungsbereiches. Ein erheblicher Anteil verpufft ungenutzt oberhalb des

Lampenkopfes und verursacht sogenannte „Lichtverschmutzung“. Angestrebt wird eine Ausleuchtung des gewünschten Bereiches ohne die Umgebung zusätzlich auszuleuchten. Dies ist das erklärte Ziel der gesamten Region Rhön, das es umzusetzen gilt.

Im Bestand wurden in der Allianz Kissinger Bogen im Jahr 2013 ca. 1.280 MWh Strom durch die Straßenbeleuchtung verbraucht. Dies entspricht etwa einem Anteil von 2% am gesamten Stromverbrauch im Untersuchungsgebiet.

Die durchschnittliche Brenndauer der Straßenbeleuchtung wurde mit 4.450 und 4.900 h pro Jahr aus den vom Betreiber gelieferten Daten errechnet. Dies entspricht einer täglichen Brenndauer von 12,5 bis 13,5 Stunden. Nach Literaturangaben sollte die jährliche Brenndauer zwischen 3.900 und 4.200 h pro Jahr liegen. Daher sollten die Schaltzeitpunkte und die Einstellung des Dämmerungsschalters überprüft und gegebenenfalls angepasst werden.

Die Verteilung der Leuchtmittel wird in der Nachfolgenden Grafik dargestellt.

Art des Leuchtmittels	Burkardroth	Bad Bocklet	Oberthulba	Nüdlingen
Sonderbauform	2	0	0	0
Metallhalogen	15	4	1	0
Natriumdampf-Hochdrucklampen (NAV)	790	567	672	451
Leuchtstoffröhren / Kompaktleuchtstoff	350	227	173	26
LED	0	26	12	8

Tabelle 10: Anzahl und Art der Leuchtmittel (Quelle: jeweiliger Betreiber des Straßenlampennetzes)

Halogenmetaldampflampen (HMI)

Kommen Halogenmetaldampflampen mit einem elektronischen Vorschaltgerät und einer genau angepassten Spiegeloptik zum Einsatz, bieten sie einen sehr hohen Beleuchtungswirkungsgrad. Allerdings lockt ihr Licht Insekten an. Da dieser Lampentyp teurer ist und eine kürzere Lebensdauer hat als Natriumdampfhochdrucklampen, sind die Betriebskosten meist höher.

NAV-Lampen (**Natriumdampflampen**) sind aus energetischer Sicht relativ gut, haben aber den Nachteil, dass sie orangefarbenes Licht aussenden. Durch das nahezu monochromatische Licht kann kaum eine andere Farbe mehr wahrgenommen werden. Das heißt, dass bei vollkommener Dunkelheit alle Farben orange erscheinen. Dies gilt vor allem für Niederdrucklampen. Diese sind daher nicht zu empfehlen. In den Hochdrucklampen sind in der Regel andere Gase beigemischt, die das Farbwiedergabespektrum dahingehend verbessern, dass alle Farben halbwegs gut erkannt werden können.

Übergangsweise bis zur Umstellung auf LED-Technik kann bei den NAVs eine sogenannte Halbnachtschaltung installiert werden. Dazu benötigt man jeweils zwei Leuchtmittel mit etwa halber Leistung in jeder Lampe, von der in den Nachstunden zwischen zum Beispiel 24:00 und 5:00 Uhr nur eines der beiden Leuchtmittel betrieben wird. Durch ein Rundsteuersignal kann nach Bedarf wieder das zweite Leuchtmittel zugeschaltet werden. So wird in den wenig frequentierten Nachtstunden nur etwas mehr als die Hälfte an Beleuchtungsstrom benötigt wie bei einer ganznächtigen Schaltung.

Besonders Halogenmetallampfen senden ein Lichtspektrum aus, das Insekten stark anzieht. Alle anderen eingesetzten Leuchtmittel sind insektenfreundlicher. LED-Lampen senden ein Farbspektrum aus, welches auf Insekten so gut wie keine anziehende Wirkung zeigt und daher bevorzugt eingesetzt werden soll.

Der größte Einspareffekt kann in der Regel mit der Umrüstung auf **LED-Leuchtmittel** in der Lampe erreicht werden. Je nach Lampentyp kann zwischen 33 und 80% der ursprünglich verbrauchten Energie eingespart werden. Wenn alle Lampen mit LEDs ausgestattet wurden, kann mit einer Dimmung während der schwach frequentierten Zeit zwischen z.B. 24:00 Uhr und 5:00 Uhr der Stromverbrauch in einer Größenordnung um weitere 15 bis 20 % reduziert werden.

Für die Mitgliedsgemeinden wurde das maximale Einsparpotential durch Ersatz der Leuchtmittel aller Lampen durch LED-Technik ermittelt.

	Stromverbrauch Straßenbeleuchtung 2013	max. Einsparpotential Leuchtmittel-tausch	Einsparpotential Dimmung der LED-Beleuchtung	max. Einsparpotential durch Leuchtmittel-tausch und Dimmung [kWh/a]	max. Einsparpotential durch Leuchtmittel-tausch und Dimmung [tCO ₂ /a]	max. Einsparpotential (bei 20ct/kWh) [€/a]
Bad Bocklet	334 MWh	ca. 49%	ca. 15%	213 MWh	131 tCO ₂ /a	ca. 43.000 €/a
Burkardroth	400 MWh	ca. 50%	ca. 15%	262 MWh	22 tCO ₂ /a	ca. 52.000 €/a
Nüdlingen	238 MWh	ca. 54%	ca. 15%	163 MWh	21 tCO ₂ /a	ca. 33.000 €/a
Oberthulba	306 MWh	ca. 50%	ca. 15%	200 MWh	12 tCO ₂ /a	ca. 40.000 €/a
Summe	1.278 MWh			838 MWh	187 tCO₂/a	ca. 168.000 €/a

Tabelle 11: Einsparpotentiale Straßenbeleuchtung (AB Haase)

Bei einer Umrüstung der Straßenbeleuchtungen auf LED-Technik muss üblicherweise der ganze Lampenkopf ausgetauscht werden, da die Form des Kopfes genau auf die Ausleuchtung und die Wärmeabgabe der Elektronik hin optimiert wurde. Bei der groben Kostenschätzung wurde eine Erneuerung der Lampenmasten nicht berücksichtigt.

Im Schnitt dürfte der Wechsel, eines Lampenkopfes zwischen 300 € und 600 € kosten. So beläuft sich die Umrüstung auf LED-Lampen auf ca. 1 bis 2 Mio €. Die so-wie-so-Kosten werden bei der Berechnung der Amortisationszeit nicht berücksichtigt.

brutto-Kosten für Tausch eines Lampenkopfes	300 €/Stk	bis	600 €/Stk
bei 3278 Lampen => brutto-Kosten von	983.000,00 €	bis	1.967.000,00 €
abzügl. Förderung 40% möglich	393.000,00 €		787.000,00 €
Eigenanteil der Kosten	590.000,00 €		1.180.000,00 €
Einsparung pro Jahr [€/a]	ca. 168.000 €/a		ca. 168.000 €/a
statische Amortisation bei 20 ct/kWh	4 Jahre		7 Jahre

Tabelle 12: Amortisation Lampenkopfwechsel (AB Haase)

Empfehlung:

- Anpassung der Dämmerungsschalter
- detaillierte Aufnahme und Analyse des Leuchtenbestands inklusive der Lampenmasten als Grundlage für ein Optimierungskonzept
- Schrittweise Umsetzung: gruppenweiser Austausch von Leuchten. Einbau von effektiven LED-Leuchten mit niedrigem Energieverbrauch und geringen Instandsetzungskosten

4.5 Verkehr

Der Sektor Verkehr ist neben der Heizwärme und der Industrie einer der großen CO₂-Verursacher. Im Gegensatz zur Heizwärme ist die CO₂-Emission im Sektor Verkehr in den letzten Jahren leicht angestiegen. Hierfür ist vor allem ein erhöhtes Verkehrsaufkommen sowie eine Verschiebung Richtung Flugverkehr verantwortlich.

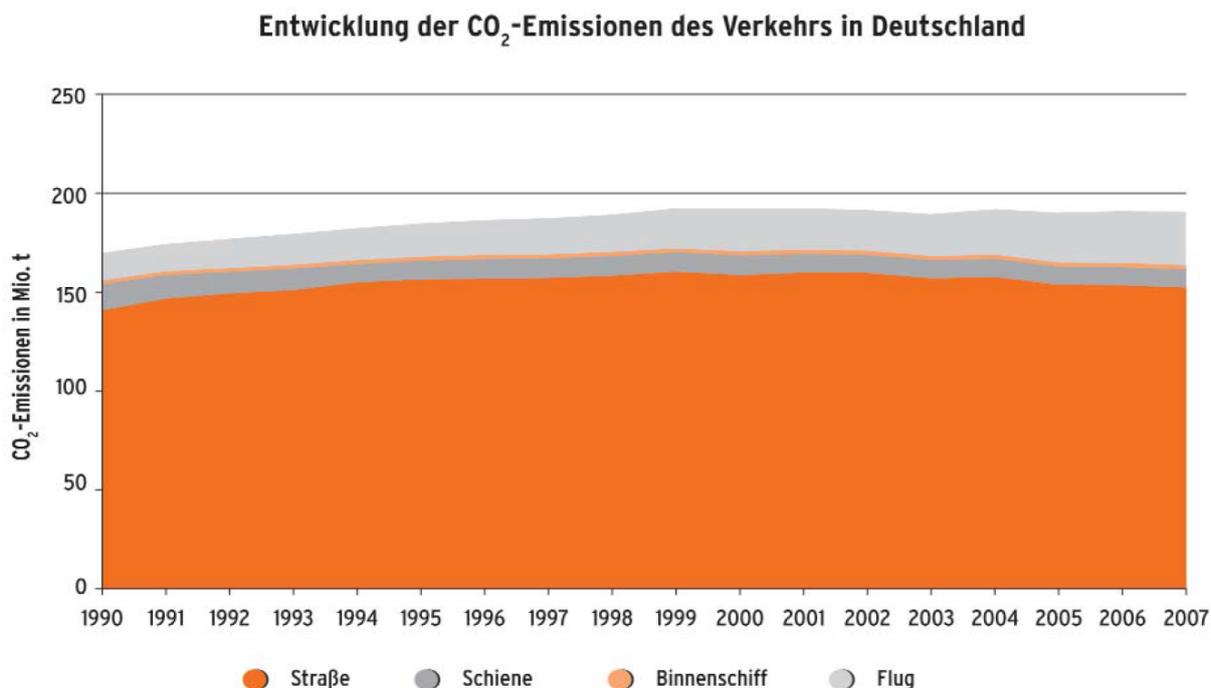


Abbildung 23: Entwicklung CO₂-Emission im Verkehr (Quelle: CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt))

Nach dem Flugzeug ist der PKW das Verkehrsmittel mit dem größten CO₂-Ausstoß pro Personenkilometer. Bei den öffentlichen Verkehrsmitteln ist vor allem die Auslastung maßgebend für den CO₂-Ausstoß, so dass hier je nach örtlichen Begebenheiten die Zahlen deutlich Variieren können.

	Flugzeug	PKW	Eisenbahn, Nah	Linienbus	Metro/Tram	Eisenbahn Fern	Reisebus
Auslastung	73%	1,5 Pers.	21%	21%	20%	44%	60%
CO₂ (g/Pers-km)	369	144	95	75	72	52	32

Tabelle 13: Vergleich der spezifischen CO₂-Emissionen im Personenverkehr (Quelle: CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt))

Im Bereich des Güterverkehrs kann man von relativ konstanten, guten Auslastungen ausgehen, so dass die Zahlen hier recht absolut sind. Bahn und Binnenschiff sind somit die

Verkehrsmittel mit dem geringsten CO₂-Ausstoß pro Tonnenkilometer, spielen in der Allianz Kissinger Bogen allerdings keine Rolle.

	LKW	Bahn	Binnenschiff	Flugzeug
CO ₂ (g/Tonnen-km)	104	31	35	2039

Tabelle 14: Vergleich der spezifischen CO₂-Emissionen im Güterverkehr (Quelle: CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland (Bundesumweltamt))

4.5.1 Motorisierter Individualverkehr

Durch das Gebiet der Allianz Kissinger Bogen führt die Bundesautobahn A7 in nord-süd-Richtung. Sie zerteilt das Gebiet etwa 1,5 km westlich von Oberthulba. Die Bundesstraßen B286, B287 und B27 bilden die Verbindung zu den nächsten größeren Städten Bad Kissingen, Hammelburg und Bad Brückenau.

Für die PKWs, Lieferwagen und LKWs wurden die Verbrauchswerte überschlägig ermittelt. Aus den Statistiken zum Individualverkehr und GHD/I wurde der Kraftstoffverbrauch, der in der Allianz Kissinger Bogen anfallen dürfte, errechnet. Hierbei ergaben sich ca. 15,5 Mio l Kraftstoff für den gesamten motorisierten Verkehr, der durch die Einwohner und die ortsansässigen Betriebe verursacht wird. Dadurch werden jährlich etwa 24.627 t CO₂ emittiert.

Es bestehen verschiedene Möglichkeiten diesen Treibgasausstoß zu verringern:

- den Bedarf nach Verkehr zu beeinflussen und die Wegstrecken zu verkürzen: **Verkehrsvermeidung**
- den Verkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger zu verlagern: **Verkehrsverlagerung**
- die bestehenden Kapazitäten im Verkehr besser auszulasten: **Verkehrsoptimierung**
- **ökonomische Maßnahmen**
- die spezifischen Emissionen der Fahrzeuge zu verringern: **Emissionsminderung**

Emissionen nach TREMOD-Trend [Mio. t CO ₂]			
	2005	2020	2030
Straßenverkehr	155,1	152,3	143,9
motorisierter Individualverkehr	106,4	96,6	86,6
Bus	3,2	2,8	2,6
leichte Nutzfahrzeuge	8,8	8,5	7,9
schwere Nutzfahrzeuge	36,7	44,4	46,8
Schieneverkehr¹⁾	8,5	9,2	9,6
Schiene-Personenverkehr	5,7	5,6	5,5
Schiene-Güterverkehr	2,8	3,6	4,1
Binnenschiffverkehr	2,0	2,3	2,6
Flugverkehr²⁾	25,4	42,1	53,0
Gesamt	191,0	205,9	209,1
Zunahme gegenüber 2005 [%]	0	7,8	9,5
¹⁾ Schienenverkehr einschl. vorgelagerter Prozesse (Strombereitstellung)			
²⁾ von deutschen Flughäfen abgehender Flugverkehr bis zur ersten Landung			

Tabelle 15: Trendentwicklung nach TREMOD-Trend des Verkehrsaufkommens und daraus resultierender Emissionen (Umweltbundesamt)

Der TREMOD-Trend bildet das Zukunfts-Szenario des Verkehrsaufkommens und des daraus resultierenden CO₂-Ausstoßes ab, wenn keine weiteren Maßnahmen durch politische Entscheidungen, Forschung und Entwicklung usw. eingreifen würden.

Auf Basis dieses Trends werden nachfolgend Einsparpotentiale aufgezeigt, die bei konsequenter Befolgung gegenüber dem aufgezeigten Trend erreicht werden sollen.

Mit Hilfe dieser Maßnahmen geht das Bundesumweltamt davon aus, dass durch Verkehrsvermeidung bis 2030 ca. 15% eingespart werden können. Für die Verkehrsverlagerung werden im gleichen Zeitraum 3,2% durch verstärkte regionale Wirtschaftskreisläufe prognostiziert. Eine Verminderung des CO₂-Ausstoßes durch verstärkte Nutzung des öffentlichen Nahverkehrs statt Individualfahrten funktioniert vermutlich im städtischen Raum deutlich besser als in eher ländlichen Gebieten. Für die Bundesrepublik wird mit einer Einsparung von 1,9% bis 2030 gerechnet. Dies wird vermutlich in der Allianz Kissinger Bogen aus oben genannten Gründen eher eine untergeordnete Rolle spielen und somit nicht erreicht werden.

Durch eine Verlagerung von PKW-Fahrten unter 5 km auf das Fahrrad wird mit einer Einsparung von 4% in den kommenden 15 Jahren gerechnet. Hierfür eignen sich auch E-Bikes, die immer mehr in Mode kommen.

Durch die Verschrottung von hochbelastenden Fahrzeugen und den Ersatz durch CO₂-freundliche Modelle soll ein Minderungsziel von 12,8% geschaffen werden. Es werden in der Studie des Umweltministeriums noch weitere Maßnahmen genannt und bewertet.

Zusammenfassend werden große Anstrengungen nötig sein, um diese ehrgeizigen Ziele anzustreben. Forschung und Entwicklung müssen auf dem Gebiet der Speichersysteme und Kraftstoffe weiter entwickeln. „Aus Sicht des Umweltbundesamtes sollte die Strategie schon heute beginnen, damit in einem Übergangszeitraum von 40 Jahren das Ziel eines Verkehrssystems ohne fossile Kraftstoffe erreicht werden kann.“

(<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3773.pdf>,

Umweltbundesamt)

	Business As Usual	Sustainable Transport (EST 3)
Personenverkehr		
zu Fuß, Fahrrad	-16 %	+50 %
ÖPNV, Bahn	+17 %	+279 %
Pkw, Motorrad	+46 %	-53 %
Insgesamt	+85 %	+5
Güterverkehr		
Eisenbahn	+/-0	+348 %
Binnenschiff	+51 %	+88 %
Straßengüterverkehr	+141 %	-69 %
Insgesamt	+87 %	+76 %

Quelle: [UBA, 2001b]

Tabelle 16: Entwicklung des Verkehrsaufwandes bis 2050 gegenüber 1990 in (%) bei einer Minderung der CO₂-Emission um 80% (Umweltbundesamt)

Die in Tabelle 16 dargestellten Anteile am Verkehrsaufkommen müssen bis 2050 angestrebt werden, um nach Meinung des Bundesumweltamtes eine Einsparung von 80% CO₂ umzusetzen.

Eine weitere Möglichkeit zur CO₂-Reduzierung ist der Ersatz von Fortbewegungsmitteln mit Verbrennungsmotoren durch Elektrofahrzeuge. Besonders im Personen-Nahverkehr sind diese Fortbewegungsmittel inzwischen eine adäquate Alternative. Gerade für kommunal genutzte Fahrzeuge würden sich E-Mobile anbieten, da die Reichweite mit einer Batterieladung noch deutlich kleiner ist als bei Verbrennungsmotoren. Da in der Regel allerdings in der näheren Umgebung gefahren wird und keine Langstrecken, eignen sich Elektroautos besonders für Kommunen. Für Elektroautos kann aktuell (Stand August 2016) eine Förderung von 4.000 € und für Hybridfahrzeuge (Elektro- und Verbrennungsmotor)

3.000 € eingeworben werden, solange der Netto-Basis-Listenpreis 60.000 € nicht überschreitet. Zusätzlich sind diese Fahrzeuge für 10 Jahre von der KFZ-Steuer befreit.

Für das Aufladen der Batterie ist eine Ladestation nötig. Diese sollte sich idealer Weise in der Nähe des Rathauses oder des Bauhofes befinden. Innerhalb von einer Stunde kann mit einer 22 kW-Ladestation ein E-Auto komplett aufgeladen werden. Diese kostet laut RWE mindestens 6.000 €. Eine schnell- Ladestation mit einem Anschlusswert von 50 kW liegt bei ca. 25.000 €.

Förderung:

Die Bundesregierung stellt für den Bau von 15.000 Ladestationen 300 Mio. € Fördergelder bereit (die Welt vom 4.5.2016). Im Zuge einer KfW – Umweltprogramm (Programm 240/241 der KfW) kann eine Förderung für eine Ladestation in Anspruch genommen werden (genaue Informationen unter: [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Umweltprogramm-\(240-241\)](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Finanzierungsangebote/Umweltprogramm-(240-241))).

In den Mitgliedsgemeinden der Allianz Kissinger Bogen sind bisher noch keine Elektrofahrzeuge im Einsatz. Um mit gutem Beispiel voran zu gehen, wäre der Einsatz solcher innovativen Fahrzeuge für die Kommunen lohnenswert, spart auf Dauer Unterhaltskosten und schont die Umwelt.

Abschätzung des Potentials:

Der Wirkungsgrad von Elektromotoren ist weit höher als von Verbrennungsmotoren. Durch Rekuperation kann beim Bremsen eines E-Fahrzeuges Strom zurückgewonnen werden. Das funktioniert bei Verbrennungsmotoren nicht. Durch diese und weitere Effekte liegt der Endenergiebedarf von E-Fahrzeugen etwa bei einem Viertel des Bedarfs von Verbrennungsmotoren.

In den oben errechneten 15,5 Mio l Kraftstoff sind überschlägig 155.000 MWh Energie enthalten. Bei einer Umstellung bis 2030 von 30% aller kraftstoffgetriebenen Fahrzeuge auf Elektroantrieb würden hierfür 46.500 MWh weniger fossiler Sprit verbraucht. Gleichzeitig würde der Strombedarf im Untersuchungsgebiet um etwa 11.625 MWh/a steigen. Dieser Umstieg auf E-Mobilität wird durch die Verknappung von Öl und den damit verbundenen Preissteigerungen in naher Zukunft nötig und möglich. In Windkraftanlagen ausgedrückt ist das der Jahresertrag von etwa 2 Anlagen wie sie auf Nüdlinger Gemarkung bereits aufgestellt wurden. Eine Umstellung aller kraftstoffgetriebenen Fahrzeuge auf Elektroantrieb würde ca. 15,5 Mio l Kraftstoff pro Jahr einsparen und dafür etwa 38.750 MWh/a an Mehrbedarf an Strom bedeuten.

Maßnahmen:

- Verringerung des Personennahverkehr im Allianzgebiet durch organisieren von Mitfahrgelegenheiten oder z.B. Carsharing
- Bewerben Sie den öffentlichen Personennahverkehr, damit dieser stärker genutzt wird und so der Individualverkehr abnimmt.
- **Vorbereiten der Infrastruktur für Elektromobilität:** die in Zukunft immer stärker aufkommende Elektromobilität benötigt eine Infrastruktur für die Ladevorgänge. Ein Konzept und vorbereitende Maßnahmen sind für einen schnell wachsenden Anteil von Elektrofahrzeugen notwendig
- **Schrittweises Umstellen auf Elektromobilität:** Umstellen von Gemeindefahrzeugen auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, Schaffen einer guten Infrastruktur zur Unterstützung der Umstellung auf Elektrofahrzeuge in der Bevölkerung (Beginn kurzfristig mit Pilot-Projekt eines Fahrzeugs)

4.6 Potential der Energieerzeugung

4.6.1 Biomasse

Die Einteilung der Biomasse erfolgt in drei Gruppen

- Bioenergieträger Holz
- agrarische Bioenergieträger
- biogene Rest- und Abfallstoffe

Bioenergieträger Holz

In Bayern werden ca. 23% des geernteten Holzes als Brennholz zur Energiegewinnung verwendet. Der größte Anteil des sogenannten Stammholzes wird als Bau-, Werkstoff oder Papierholz eingesetzt. Im Idealfall werden die Produkte in Altholzfeuerungsanlagen oder Müllheizkraftwerken nach der primären Nutzungsphase energetisch verwertet. So findet eine mehrfache Nutzung des Grundstoffs Holz statt.

Es gibt drei Formen, in denen Holz zur Energiegewinnung zur Verfügung gestellt wird.

Scheitholz und Kaminholz

Scheitholz bzw. Kaminholz ist die klassische Bereitstellungsform von Brennholz. Es stammt größtenteils aus dem Wald oder von Flurgehölzen.

Holzpellets

Holzpellets sind kleine, zylindrische Presslinge. Zur Herstellung werden derzeit hauptsächlich Sägemehl und Hobelspäne verwendet (Nebenprodukte aus der Holzverarbeitenden Industrie).

Hackschnitzel

Hackschnitzel sind maschinell zerkleinerte Holzstücke. Sie werden aus Waldholz, Sägenebenprodukten, Industrierestholz und Flurholz sowie aus Holz von Kurzumtriebsplantagen hergestellt.

(Quelle: Bayerischer Energieatlas)

agrарische Bioenergieträger

Landwirtschaftliche Rohstoffe können neben den üblichen Verwendungsformen als Nahrungs- und Futtermittel oder als technischer Rohstoff (z. B. technische Stärke, technische Öle) auch als agrарischer Bioenergieträger verwendet werden. Ihre Energie wird in Form von Strom, Wärme oder Kraftstoff genutzt.

Die folgende Übersicht zeigt Einsatzbereiche verschiedener agrарischer Bioenergieträger:

Ölpflanzen, z. B. Raps	<ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung von Biodiesel und Pflanzenölkraftstoff - in Bezug auf die Anbaufläche ist Raps der derzeit wichtigste landwirtschaftliche Bioenergieträger
Mais	<ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung von Biogas - Der Anbau von Mais für Biogasanlagen in Bayern nimmt rund ein Siebtel der gesamten Maisanbaufläche bzw. rund 3% der gesamten Ackerfläche ein.
Getreide	<ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung von Bioethanol und Biogas - Nutzung z. B. von Energiegetreide (wie Triticale) oder Auswuchsgetreide (keine Verwendung von hochwertigem Nahrungsgetreide)
Zuckerrüben	<ul style="list-style-type: none"> - Erzeugung von Bioethanol - Zunehmende Bedeutung auch als Biogasrohstoff

Tabelle 17: agrарische Bioenergieträger (Bayerischer Energieatlas)

Reststoffe und Abfälle biogenen Ursprungs

Reststoffe und Abfälle biogenen Ursprungs bieten ein großes energetisches Potential, das zum Teil noch unerschlossen ist. Je nach Eignung werden Sie zur Erzeugung von Strom, Wärme oder Kraftstoff eingesetzt. Zu dieser Gruppe von Bioenergieträgern zählen insbesondere:

- Alt- und Gebrauchtholz: Herstellung von Hackschnitzeln z. B. für Altholzkraftwerke
- Altfett: Erzeugung von Biodiesel
- Bioabfälle, wie z. B. aus der Biotonne: Erzeugung von Biogas
- Klärschlamm: Erzeugung von Klärgas
- Gülle und Festmist: Erzeugung von Biogas
- Stroh: Erzeugung von Biogas und mittelfristig (derzeit Versuchs- und Pilotanlagen) auch von innovativen Biokraftstoffen. Gewisses energetisches Potenzial. Aufgrund der Humusbildung kann höchstens ein Viertel des Aufkommens angesetzt werden (wichtiger Baustein für die Humusbilanzierung im Rahmen der Cross Compliance Vorgaben). Hohe Preise und hoher technischer Aufwand schränken die Nutzung derzeit ein.
- Sonstige Ernterückstände: Erzeugung z. B. von Biogas und von Biokraftstoffen der 2. Generation (Biomass to Liquid (BtL))

Die energetische Nutzung von biogenen Rest- und Abfallstoffen trägt dazu bei, mögliche Flächenkonkurrenzen für die Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln, Rohstoffen, Energiepflanzen sowie Naturschutzmaßnahmen oder Bioanbau zu vermeiden oder zu vermindern.

(Quelle: Bayerischer Energieatlas)

Eine Steigerung der Biomassenutzung ist in der Allianz Kissinger Bogen sehr begrenzt möglich. Lediglich biogene Abfallstoffe können übergangsweise für die Energieproduktion verwendet werden. Landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von Energiepflanzen zu verwenden kann aus den oben genannten Gründen nicht empfohlen werden. Mit der Nutzung des gesammelten Grüngutes und dem Straßenbelgleitgrün könnte der Anteil der Biomassenutzung zur Stromgewinnung um die Hälfte des Bestands gesteigert werden.

Im Gebiet der Allianz Kissinger Bogen fallen laut dem Kommunalunternehmen Abfallwirtschaft Landkreis Bad Kissingen jährlich ca. 21.700 m³ gehäckselte Biomasse an, die beim oben genannten Unternehmen gesammelt und verwertet werden. Der Anteil der holzartigen Biomasse beträgt etwa 37%.

Die Zusammensetzung der Biomasse besteht aus unvermischten homogen zusammengesetzten Bioabfällen, die überwiegend aus Haus-, Nutz- und Kleingärten stammen. Erde und Wurzeln sind störend und müssen vermieden werden. Sie stören den Gärprozess.

Darin enthalten sind:

- Hecken- und Strauchschnitt
- Baumschnitt bis zu einem Durchmesser von 20 cm
- Laub, Blumen und Rasenschnitt
- Pflanzenreste aller Art aus privaten Haushalten

Bei den oben genannten Massen nicht enthalten:

- Grüngut aus Land- und Forstwirtschaft
- Erwerbsgartenbau
- Straßenbegleitgrün sowie bach- und flussbegleitende Vegetation
- Grüngut aus Landschaftspflegemaßnahmen
- Friedhofsabfälle
- verunreinigtes Grüngut

Etwa 30% der gehäckselten Jahresmenge von ca. 21.700 m³ werden in Biomassewerken thermisch verwertet. Die restlichen 70% werden der Landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt.

Der Energieinhalt, der im Bestand auf den landwirtschaftlichen Flächen ausgebrachte Biomasse wird auf ca. 3.100 MWh/a bis 4.600 MWh/a geschätzt. Für den holzartigen Anteil der Biomasse dürfte der nutzbare Energieinhalt zwischen 1.900 MWh/a und 2.900 MWh/a liegen.

4.6.2 Waldflächen

Nach einer Studie (s.u.) des Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ Straubing) können ca. 6.500 kWh pro ha Wald und Jahr gewonnen werden.

Aus dieser Annahme heraus errechnet sich bei einer Waldfläche von 8043 ha im Untersuchungsgebiet sich so ein jährlicher Ertrag von ca. 52.280 MWh/a.

Laut Bayerischem Energieatlas beträgt das Energiepotential aus Waldholz weit weniger.

	Energiepotential
Bad Bocklet	8.813 MWh
Burkardroth	3.725 MWh
Nüdlingen	7.951 MWh
Oberthulba	10.119 MWh
Waldfensterer Forst	2.085 MWh
Summe	32.693 MWh

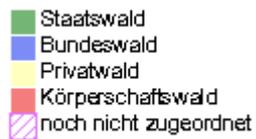
Tabelle 18: Ergebnis der Waldholzpotential (Bayerischer Energieatlas)

In der Allianz Kissinger Bogen beträgt der durchschnittliche jährliche Holzeinschlag im Gemeindewald ca. 5 Fm/ha und im Staatswald 6 Fm/ha. Aus dieser Holzernte des Gemeinde- und Staatswaldes werden nach Angaben des Revierförstern von Burkardroth zwischen 15 und 30% als Energieholz verwendet und ohne weitere Nutzung zur Beheizung verwendet. Etwa 80% des Energieholzes wird vorbestellt und auf Poldern im Wald zur Abholung gelagert. Etwa 15% des Kronenholzes werden von Privatpersonen gesammelt und als Brennholz verwendet. Die restlichen 5% bleiben im Wald liegen.

Etwa 60 bis 70% der Besitzer des Privatwaldes der Allianz Kissinger Bogen sind Mitglied einer Forstbetriebsgemeinschaft, die den größten Anteil des Holzeinschlags zur weiteren Holzverarbeitung verkauft. Die überwiegende Bewirtschaftung des Privatwaldes wird daher ähnlich dem Kommunalwald angenommen.

Die restlichen Flächen des Privatwaldes werden vermutlich weniger intensiv bewirtschaftet, sodass der jährliche Holzeinschlag mit 3 Fm/ha bewertet wird. Jedoch muss davon ausgegangen werden, dass hieraus der größte Anteil als Brennholz verwendet wird.

Biomasse ▶ Potenzial

Eigentumsverhältnisse Forst (Forstliche Übersichtskarte)

Erklärung der Bezeichnungen:

Staatswald	Wald im staatlichen Eigentum (Ländereigentum) (Staatsforst)
Bundeswald	Wald im staatlichen Eigentum (Bundeseigentum) (Bundesforst)
Privatwald	Wald im Eigentum von natürlichen oder juristischen Personen oder auch Personengesellschaften
Körperschaftswald	Eigentum von Körperschaften des öffentlichen Rechts (Kommunalwald, Gemeindewald)

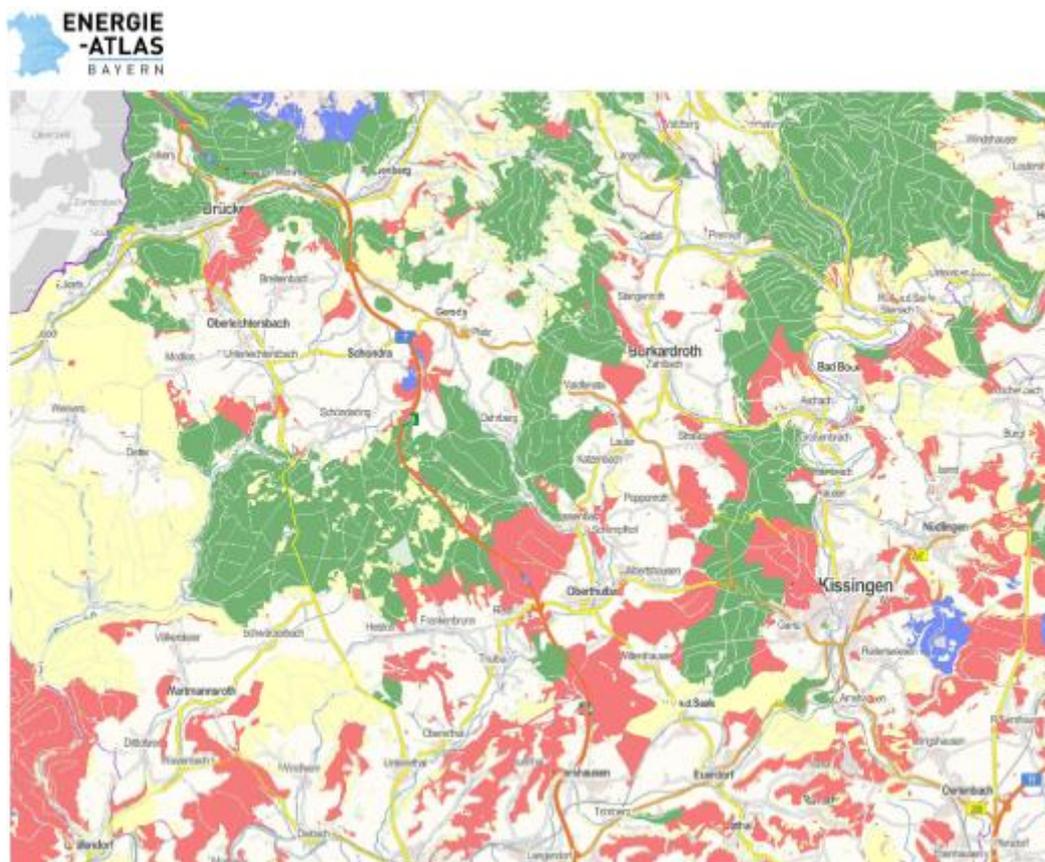


Abbildung 24: Verteilung der Eigentumsverhältnisse des Waldes (Bayerischer Energieatlas)

Die Flächenverteilung der Besitzverhältnisse wurde nach einer Karte des Bayerischen Energieatlas abgeschätzt. So entfallen auf dem Gebiet der Allianz Kissinger Bogen etwa 45% der Waldfläche auf Gemeindewald, ca. 40% auf Staatswald und 15% auf Privatwald.

Ausgehend von einem Laubholzanteil von 25% und einem Nadelholzanteil von 75% kann von einem Energieertrag von etwa 2200 kWh/Fm ausgegangen werden.

	Flächenanteil	Holzeinschlag	Energieholzanteil	Energiemenge niedriger Brennholzanteil	Energiemenge hoher Brennholzanteil
Staatswald	40%	ca. 18.100 Fm/a	15 bis 30%	ca. 5.973 MWh/a	ca. 11.946 MWh/a
Gemeindewald	45%	ca. 19.300 Fm/a	15 bis 30%	ca. 6.369 MWh/a	ca. 12.738 MWh/a
Privatwald Mitglied Forstbetriebsgemeinschaft	10%	ca. 3.900 Fm/a	15 bis 30%	ca. 1.287 MWh/a	ca. 2.574 MWh/a
Privatwald	5%	ca. 1.300 Fm/a	60 bis 80%	ca. 1.716 MWh/a	ca. 2.288 MWh/a
Summe	100%	ca. 42.600 Fm/a		ca. 15.345 MWh/a	ca. 29.546 MWh/a

Tabelle 19: Abschätzung Energieertrag aus Holzernte (AB Haase)

Der momentane Bedarf an Brennholz inklusive Holzpellets und Hackschnitzeln liegt etwa bei 34.000 MWh in der Allianz Kissinger Bogen (Abschätzung über Kennzahlen, Befragungen sowie installierte Leistung der Heizungen). Diese teilen sich auf in etwa 30.000 MWh Stückholz und Hackschnitzel sowie etwa 4.000 MWh Holzpellets. Da diese Pellets aus Holzabfällen der Industrie hergestellt werden, liegt der rechnerische Verbrauch im Bestand etwa 100% des Gesamtpotentials. Diese Angaben beruhen auf vielen Annahmen und sind daher mit großen Unsicherheiten behaftet.

4.6.3 technische und wirtschaftliche Potentiale regenerativer Energien

technische Potentialbetrachtung auf derzeit 71.200 MWh/a bezogen

	Ist-Stand des Ausbaus zur Deckung des gesamten Stromverbrauchs	technisches Ausbaupotential
Windkraft	2,27%	100%
Biomasse	7,31%	15%
PV Dachanlagen	12,40%	100%
PV Freiflächenanlagen	1,13%	100%
Wasserkraft	2,04%	3%

Tabelle 20: Ausbaupotential regenerativer Energien (Ist-Stand Bayerischer Energieatlas; Potential AB Haase)

Die technischen Ausbaupotentiale der Windkraft und der PV-Anlagen können auch über 100% des heutigen Strombedarfs gesteigert werden.

Vorrangig sollte der Ausbau von **Windkraft** und PV-Anlagen vorangetrieben werden, da hier die größten Potentiale zu erwarten sind und der geringste Flächenverbrauch einhergeht.

Für den wirtschaftlichen Ausbau der Windkraftnutzung kann eine Steigerung der Effizienz durch die Reparatur der bestehenden Anlagen auf etwa den 3,5-fachen Ertrag gebracht werden. Damit steigt der Anteil des Windstroms auf 8,4%. Eine weitere Steigerung des Ausbaus erfordert politische Entscheidungen hinsichtlich einer Lockerung der Abstandsregel bzw. einer größeren Akzeptanz in Punkto Fernsicht. Dadurch könnten weitere Windkraft-Vorranggebiete ausgewiesen oder bestehende vergrößert werden.

Der Ausbau der **Biomassenutzung** kann durch den Bau einer Biogasanlage deutlich gesteigert werden. Dies trägt zum einen zur Steigerung des regenerativen Anteils der Stromerzeugung und zum anderen durch die Regelbarkeit zur Stabilisierung des Stromnetzes bei. Das technische Ausbaupotential wird mit 15% bewertet. Um größere Mengen zu erreichen, müssten relativ große Flächen für den Anbau von Energiepflanzen verwendet werden. Da der Anteil der landwirtschaftlichen Flächen in der Allianz Kissinger Bogen relativ gering ausfallen, wird der Anbau von Energiepflanzen in Frage gestellt. Eine energetische Verwertung aller anfallenden biogenen Reststoffe, die aus der Allianz Kissinger Bogen bei dem Unternehmen Abfallwirtschaft Bad Kissingen gesammelt werden und dem Straßenbegleitgrün reichen aus, um ausreichend Biomasse zu liefern, um etwa 15% des heutigen Strombedarfs aus Biomasse herzustellen. Der relativ hohe Aufwand der Sammlung des Straßenbegleitgrüns muss dem energetischen Nutzen gegenübergestellt werden.

Einem Zubau von PV-Anlagen muss stets eine Netzverträglichkeitsprüfung vorangehen. Um die gesteckten Ziele an PV-Strom zu erreichen, müssen die Leitungsnetze zur Stromverteilung ausgebaut bzw. verstärkt werden. Freie Flächen stehen auf vielen Dächern zur Verfügung. Der weitere Ausbau hängt aktuell maßgeblich von den Förderungen für die Stromeinspeisevergütung und von der Eigenstromverwendung ab. Wenn die Speichermöglichkeiten bzw. die Stromverteilung zukünftig verbessert wird und eine Regelbarkeit der Stromproduktion geschaffen wird, ist ein Ausbau der PV-Dachanlagen bis zu einem Deckungsgrad von 100% oder mehr des heutigen Stromverbrauchs denkbar.

Für das Untersuchungsgebiet werden in dieser Studie die Kläranlage Nüdlingen und die ehemalige Erdaushubdeponie von Bad Bocklet auf PV-Tauglichkeit untersucht. Bei einer moderaten Nutzung dieser Freiflächen kann der PV-Anteil der Freiflächenanlagen auf über 3% des gesamten Strombedarfs des Kissinger Bogen gesteigert werden. Die Größenordnung der noch verwendbaren Brachflächen kann im Rahmen dieser Studie nur

sehr vage abgeschätzt werden. Mögliche Flächen liegen eventuell entlang der Autobahn A7 bei Oberthulba. Entlang des Autobahnabschnittes bei Oberthulba können bei einer Belegung von 50% der Fläche ca. 9 ha unbewaldete Flächen als Freiflächen-PV-Anlagen verwendet werden. Bei dieser Anlagengröße können etwa 4.800 MWh/a Strom geerntet werden, was einer Deckung von zusätzlichen 6,7% des derzeitigen Stromverbrauchs entspricht. Unter Berücksichtigung aller privilegierten Flächen wird das gesamte Potential auf ca. 10 bis 15% des Strombedarfs geschätzt. Ohne Begrenzung der Freiflächennutzung könnte der „fehlende“ Strombedarf zu einer 100%-Versorgung aus regenerativen Energien auf ca. 70 bis 120 ha Fläche gedeckt werden.

Im Gebiet der Allianz Kissinger Bogen bieten sich keine weiteren Standorte für Wasserkraftwerke an. Daher bleibt für eine Steigerung des Energieertrags das sogenannte Repowering – die Ausstattung der bestehenden Anlagen mit effizienteren Stromerzeugungsanlagen.

- Der am einfachsten zu realisierende Zubau an regenerativen Energien sind Dach-PV-Anlagen gefolgt von Freiflächen-PV-Anlagen.
- Der Anteil der solaren Stromerzeugung könnte durch monetäre Anreize durch die Kommune an privat-Leute wie an Firmen gesteigert werden.

4.7 Zukunftsszenarien

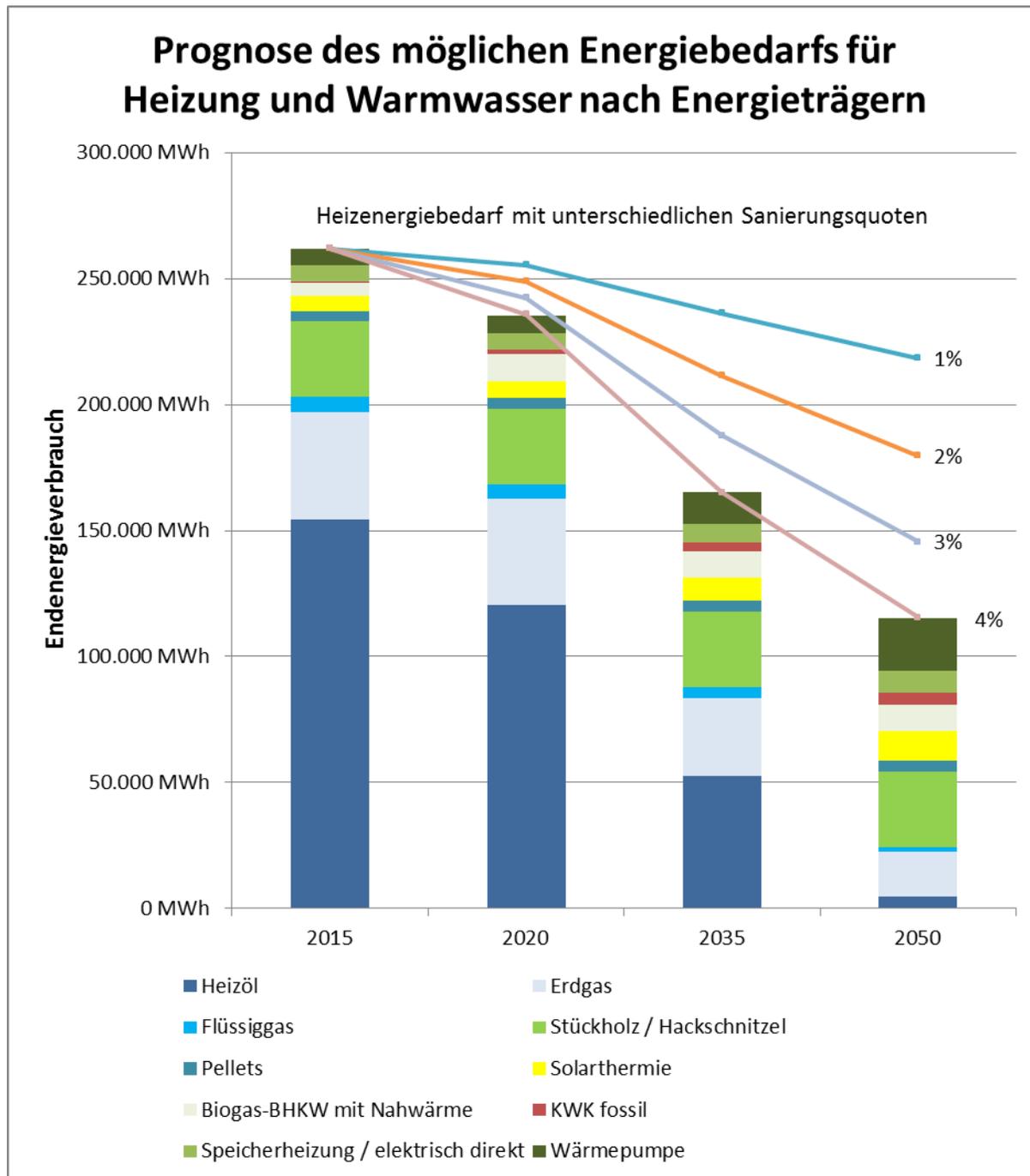


Abbildung 25: Prognose des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser (AB Haase)

Ausgehend von einer Gebäudesanierungsquote von 4% für Wohngebäude sinkt der Energiebedarf im Sektor Heizung und Trinkwarmwasserbereitung bis 2050 von heute 262.000 MWh/a auf etwa 116.000 MWh/a im Untersuchungsgebiet. Mit einer deutlichen Steigerung der regenerativen Anteile in der Energieerzeugung und einer verstärkten Nutzung von kostenloser Umweltenergie in Form von Solar- und Geothermie ist das oben dargestellte Szenario bis 2050 wünschenswert. Effizienzmaßnahmen und Rückgewinnungseffekte sparen große Anteile an Heizenergie ein. Dies betrifft vor allem Lüftungsanlagen, die über

Wärmerückgewinnung die angesaugte Außenluft vorwärmt und der Abluft diese Wärme entzieht.

Durch verbesserte Effizienztechnik in der Wärmeerzeugung und Verteilung können weitere Anteile an Heizenergie vermieden werden.

Ein Teil der Reduzierung der fossilen Energieträger wird durch eine Verknappung der Ressourcen und der damit verbundenen Preissteigerung angeregt. Das heißt, dass sich die Systeme, die möglichst viel kostenlose Umweltenergie einbinden im Laufe der Zeit gegenüber fossil betriebenen Systemen durchsetzen werden. Je größer der Anteil der eingebundenen Umweltenergie ist, desto geringer sind die Auswirkungen einer Preissteigerung der Heizenergie.

Um den Verbrauch von fossilen Energieträgern wie Heizöl, Flüssiggas und Erdgas so weit wie in der Grafik dargestellt zu reduzieren, muss viel Überzeugungsarbeit geleistet und Alternativen aufgezeigt werden. Dies kann durch Beratungen eines Energiemanagers der Allianz Kissinger Bogen und durch Informationsveranstaltungen vorangetrieben werden.

Die Abbildung 25 zeigt eine Reduzierung des Ölverbrauchs von etwa 49% auf 3% des Heizwärmebedarfs der Wohngebäude. Der Anteil der Wärmepumpenheizung steigt von 3 auf 7%. Dieser Trend – weg von fossilen Energieträgern – hin zu regenerativer Energieerzeugung setzt sich durch alle Energieträger fort.

Strom ist der einzige Energieträger der in großen Mengen nachhaltig und umweltfreundlich produziert werden kann. Daher muss eine Umstellung der Gebäudeheizungen z.B. in Richtung Wärmepumpennutzung gelenkt werden. Durch die Einbeziehung von Umweltenergie wird der Strombedarf gegenüber einer Elektro-Direktheizung stark verringert. Daher kann der Trend eigentlich nur zum Ausbau der regenerativen Stromerzeugung gehen.

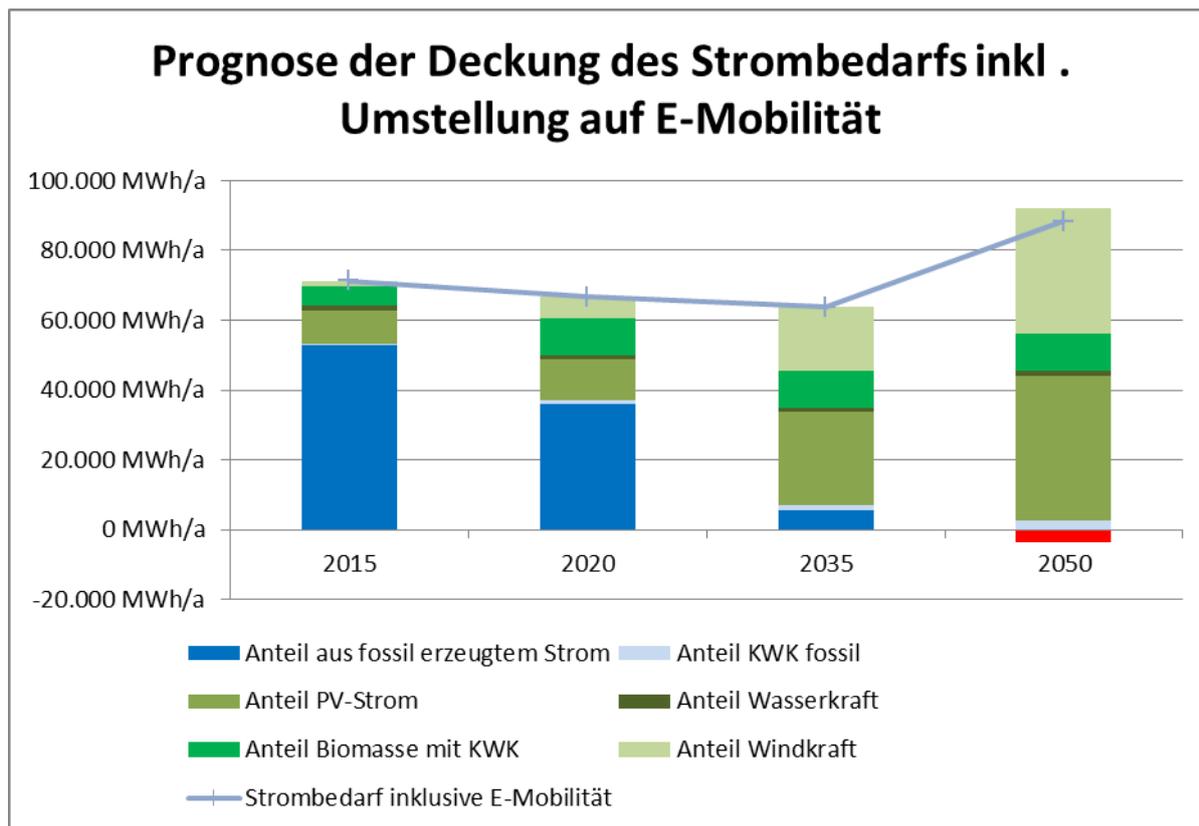


Abbildung 26: Prognose der Deckung des Strombedarfs inkl. Umstellung auf E-Mobilität (AB Haase)

Die in Grüntönen gehaltenen Balken bedeuten regenerative, blaue Anteile stammen aus fossiler Stromerzeugung. Der rote Balken im Jahr 2050 stellt den Stromüberschuss aus regenerativen Quellen dar.

Zusätzlich zum bisherigen Strombedarf der Gemeindeallianz wird zukünftig die E-Mobilität einen großen Anteil am Strombedarf stellen.

In der oben stehender Grafik wurde angenommen, dass bis 2020 etwa 2% aller Fahrzeuge mit Elektroantrieb funktionieren. Für 2035 wurde der Anteil mit 30% und für 2050 mit 100% angenommen.

Der Anteil an Windenergie wird mit einem Zubau von 10 Windkraftanlagen mit je 2,4 MW Nennleistung erreicht. Mit dem technischen Fortschritt werden künftige Windkraftanlagen vermutlich eine weitere Effizienzsteigerung erfahren und auf gleicher Grundfläche einen deutlich höheren Stromertrag erreichen.

Bei der Nutzung der Biomasse wird durch die Nutzung von Straßenbegleitgrün und Grüngut aus privaten Abfällen sowie der tierischen Gülle eine Steigerung auf das 1,5-fache bis 2-fache des Bestandes als realistisch angesehen.

Mit einem Ausbau der Stromnetze in Deutschland und einer Weiterentwicklung von Speichertechniken für regenerative Energien, wird davon ausgegangen, dass eine Steigerung des PV-Stromertrages innerhalb von 35 Jahren auf das Vierfache des heutigen

Standes möglich sein dürfte. Allein durch Repowering von Altanlagen kann durch die technische Weiterentwicklung der PV-Module etwa eine Verdoppelung der Leistung auf gleicher Fläche angenommen werden.

Die Stromerzeugung durch Wasserkraft kann lediglich durch Repowering gesteigert werden, wodurch sich der Anteil marginal ändert.

Die fossil betriebene Kraft-Wärme-Kopplung wird vermutlich vorübergehend noch an Bedeutung gewinnen, jedoch nur im Zusammenhang mit Nahwärmenetzen oder in Betrieben mit gleichzeitig hohem Strom- und Prozesswärmebedarf.

Einhergehend mit der Steigerung des regenerativen Stromanteils sinkt der Stromverbrauch durch Effizienzmaßnahmen im Bereich der Elektrogeräte und Motoren. Für die Beheizung von Gebäuden durch Wärmepumpen wird mit einer Steigerung des Stromverbrauches gerechnet, der bei einer Vervielfachung des heutigen Bedarfs an Wärmepumpenstrom liegen dürfte. Dadurch steigt der Strombedarf schätzungsweise um etwa 25.000 MWh/a.

Wie in Kapitel 4.5.1 beschrieben kann sich der Strombedarf bei einem vollständigen Ersatz der Verbrennungsmotoren in Fahrzeugen durch Elektrofahrzeuge um etwa 38.750 MWh/a erhöhen.

Empfehlung:

- Bürger-Windkraftanlagen bauen (sobald die gesetzlichen Rahmenbedingungen einen weiteren Ausbau zulassen)
- Bürger-PV-Anlagen bauen z.B. entlang der Autobahn und auf allen Dächern, Carports,.....

5 Detailuntersuchung

Die nachfolgenden Berechnungen der Detail- und der Feinanalyse für die einzelnen Gebäude wurden, in Anlehnung an die DIN 18599 im Ein-Zonen-Modell erstellt. Das Standardnutzungsprofil wurde an die jeweilige tatsächliche Nutzung angepasst.

Anmerkung:

Aufgrund mehrerer Beheizungssysteme eignet sich laut EnEV 2014 Anlage 2 Abs. 3 die Mehrzweckhalle Oberthulba und die Thulbatalhalle nicht für ein 1-Zonen-Modell. Ähnlich verhält es sich bei der Neuen Schule Stangenroth. Dieses Gebäude entspricht nicht den Nutzungen für die dieses Rechenverfahren zugelassen ist. Das Feuerwehrhaus Reith wird nur nach Bedarf beheizt und besitzt wie die oben genannten Hallen mehrere Heizsysteme (elektrische Flächenheizung und Heizlüfter) und darf aus diesen Gründen eigentlich nicht im 1-Zonen-Modell berechnet werden. Für eine schnelle Abschätzung der Größenordnung der Einsparpotentiale der Gebäudehülle sollte die Berechnung genau genug sein. Bei der Anlagentechnik müssen die Potentiale selbst abgeschätzt werden.

In den Grafiken entsprechen die „Stammdaten“ jeweils dem Ist-Zustand.

5.1 Burkardroth

5.1.1 Rhönfesthalle Stangenroth



Abbildung 27: Südansicht Rhönfesthalle Stangenroth (AB Haase)

Gebäudebeschreibung Bestand:

Das 1979 errichtete Gebäude wurde in Stahlskelett-Bauweise mit ausgemauerten Feldern erstellt und ist zum größten Teil unterkellert. Im Kellergeschoss befinden sich der Vereinsraum der Schützen und des Gesangvereins, sowie eine Schießbahn für Kleinkaliber und eine für Bogenschützen. Unter dem Eingangsbereich sind die Heizungs- und Lüftungszentrale, sowie ein Kühl- und ein Lagerraum untergebracht. Im Erdgeschoss befindet sich im hohen Teil des Gebäudes die Haupthalle mit Bühne. Im niedrigen Gebäudeteil sind eine Küche und der Gastraum, sowie Umkleiden und sanitäre Anlagen untergebracht. Das nachträglich angebaute Stuhllager ist unbeheizt.

Die Außenbauteile wurden aus energetischer Sicht bauzeittypisch angenommen. Die Festverglasung und die Haupteingangstür wurden bereits ausgetauscht und entsprechen

dem heutigen Standard. Auf der Südseite wurden im Erdgeschoss bereits 5 Fenster durch neue Kunststoffrahmenfenster ersetzt. Im Keller wurden in den gering beheizten Räumen Glasbausteine verwendet, in den Vereinsräumen Kunststoffrahmenfenster mit 2-fach-Verglasung. Das Dach der niedrigen Gebäudeteile wurde durch Sandwichpaneel ersetzt. Auf der Haupthalle befindet sich noch die ursprüngliche Konstruktion aus Faserzement-Platten, die als möglicherweise krebserregend eingestuft werden und deshalb ausgetauscht werden sollte. Hierfür gibt es bereits konkrete Pläne, das Dach ebenfalls in Sandwichbauweise mit 60 mm Kerndämmung auszuführen.

Anlagentechnik Bestand:

Das Kellergeschoss und der niedrige Teil des Erdgeschosses werden durch Heizkörper mit Thermostatventilen beheizt. Die Haupthalle, der Bühnenbereich und der Gastraum werden über die Lüftung beheizt. Der Wärmeerzeuger besteht aus einem Öl-Kessel aus dem Jahr 1979. Daran ist ein 200 l Pufferspeicher angeschlossen. Beide haben das Ende der rechnerischen Lebensdauer erreicht. Laut Bestimmungen der EnEV 2014 muss spätestens 2019 der Kessel ausgetauscht werden. Bei einem Ersatz vor Ablauf der 30-Jahresfrist kann eine Förderung der BAFA in Anspruch genommen werden, wenn der neue Kessel über Brennwerttechnik verfügt. Die Heizleitungen im kalten Keller sind bauzeitlich üblich gedämmt, die Armaturen und Heizungspumpen sind im Bestand ohne Dämmung. Die Umwälzpumpen sind ungeregt und sollten durch Hocheffizienzpumpen ausgetauscht werden. Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt mit dem Heizungskessel. Der Wärmebedarf ist, nach den Heizölverbräuchen zu urteilen, sehr niedrig.

Die Lüftungsanlage der Haupthalle stammt ebenfalls aus der Bauzeit und ist mit einer Umluftklappe aber keiner Wärmerückgewinnung ausgestattet.

Energieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Während der letzten drei Heizperioden wurden ca. 17.900 l Heizöl benötigt. Dies entspricht etwa 6.000 l Heizöl pro Jahr bzw. 60.000 kWh für die Beheizung und die Trinkwarmwasserbereitung.

Innerhalb der letzten drei Jahre wurden ca. 43.800 kWh Strom verbraucht. Dies entspricht etwa 14.600 kWh pro Jahr

Dieser sehr geringe Heizölverbrauch ist unter anderem auf die großen Gebäudeteile der Schießbahnen und Flure im Kellergeschoss mit geringer Beheizung und auf die geringe Nutzung außerhalb der Wochenenden zurückzuführen.

Nutzung:

KG: Schützen, Gesangverein Nutzung je ca. 3-mal pro Woche

Die Beheizung wird durch eine Zeitschaltuhr gesteuert.

EG: ca. 60 Veranstaltungen im Jahr

max. 1.000 Pers. ohne Bestuhlung

max. 525 Pers. mit Bestuhlung zulässig.

Beleuchtung:

Überwiegend T5 oder T8 Leuchtstoffröhren mit konventionellen bzw. energiesparenden Vorschaltgeräten

Kenndaten:

beheizte Fläche: 1465,5 m²

beheiztes netto-Volumen: 5520,2 m³

beheiztes brutto-Volumen: 8023,0 m³

thermischer Energieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 60.000 kWh/a oder 40,9 kWh/(m²a)

elektrischer Energieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 14.600 kWh/a oder 10,0 kWh/m²a)

Primärenergieeinsatz: ca. 92.200 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 27,8 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

Einsparpotential:

Der sehr sparsame Heizbetrieb im Bestand liegt an der Abschaltung der Heizung und der Lüftung außerhalb der Nutzungszeiten. Organisatorische Verbesserungen sind somit nicht möglich. Der 1-zu-1-Austausch des Heizkessels wird mit einer Steigerung des Wirkungsgrades und der Nachdämmung der Heizungsleitungen im Heizraum mit einer Einsparung von ca. 10 bis 15% bewertet. Ein Brennstoffwechsel ist wegen fehlender Erdgasversorgung nicht möglich oder aufgrund des niedrigen Heizenergieverbrauches unrentabel. Eine Wärmepumpe eignet sich wegen der kurzen hohen Belastungen mit hohen Vorlauftemperaturen durch die Wiederaufheizphasen für dieses Gebäude nicht. Ein Wechsel

zu biogenen Brennstoffen wird ebenfalls aufgrund des geringen Energieverbrauchs und der hohen Erstinvestition als unwirtschaftlich bewertet.

Eine Nachrüstung der Lüftungsanlage mit einem Wärmetauscher ist vermutlich aufgrund der beengten Platzverhältnisse im Heizraum nicht ohne größere Umbauten möglich. Daher wird dazu geraten, erst bei einem sowieso fälligen Austausch der Lüftungsanlage darauf zu achten, dass das neue Gerät eine möglichst hohe Wärmerückgewinnungsrate besitzt.

Weitere Einsparungen durch Verbesserungsmaßnahmen, außer der vorgesehenen Dachsanierung, an der Gebäudehülle sind aufgrund des im Bestand sehr geringen Heizwärmeverbrauches nicht wirtschaftlich darstellbar.

geplante Hüllensanierung:

Vom Hauptdach der Halle sollen die eventuell asbesthaltigen zementgebundenen Wellplatten abgenommen und die bestehende Mineralwolle ausgebaut werden. Diese sollen durch sogenannte Sandwichplatten mit einer Stärke von 60mm Kerndämmung ersetzt werden. Durch diese Maßnahme können ca. 3% der bisherigen verbrauchten Heizenergie eingespart werden, wenn die Halle weiterhin gleich betrieben wird.

Mit dem geplanten Austausch des Daches werden die Vorgaben der EnEV 2014 knapp erfüllt. Der Mindestwärmeschutz nach EnEV 2014 §9 Abs.1 Satz 2 wird eingehalten. Eine zukunftsfähige Lösung sollte mindestens 16 cm Kerndämmung besitzen, um den künftigen gesteigerten Anforderungen gerecht werden zu können. Auf diese Weise könnten ca. 7% der Heizenergie eingespart werden. Ein weiterer Effekt der verbesserten Gebäudehülle ist eine kühlere Raumtemperatur im Sommer.

Um eine Förderung für Einzelmaßnahmen durch die KfW-Bank zu erreichen, müsste eine U-Wert von $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für beheizte Bereiche über 19°C bzw. $0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ für beheizte Bereiche bis 19°C erreicht werden. Hierfür ist eine Dämmung von mindestens 16 cm bzw. 9 cm mit einer Wärmeleitgruppe von $0,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ nötig. Wenn die Voraussetzungen erfüllt werden, kann ein KfW-Kredit des Programmes 218 für Einzelmaßnahmen beantragt werden. Aktuell liegen die Zinskonditionen bei 0,05% bei 10, 20 oder 30 Jahren Laufzeit. Bei Einzelmaßnahmen gibt es momentan einen Tilgungszuschuss von 5% bis zu maximal 50 €/m² (Stand April 2016).

Empfehlung:

Alle genannten Maßnahmen können so ausgeführt werden, dass eine Förderung durch die KfW-Bank als Einzelmaßnahme möglich wäre. Unter technischen, wirtschaftlichen und

Gesichtspunkten der Betriebssicherheit sollte zuerst das Dach, dann die Heizanlage und anschließend die Beleuchtung angegangen werden.

5.1.2 Untersuchung zu einer möglichen Biogasanlage in Burkardroth

Grundvoraussetzung für den Betrieb einer Biogasanlage ist die ausreichende Versorgung der Anlage mit biogenem Material, welches zur Methangewinnung vergoren werden kann. Hierfür wurde die anfallenden Mengen an biogenen Stoffen der Allianz Kissinger Bogen ermittelt.

Diese müssen ganzjährig anfallen bzw. zur Verfügung stehen. Für eine Abschätzung, ob der Betrieb aus den bestehenden Grüngutsammlungen der privaten Haushalte und dem Straßenbegleitgrün der Allianz Kissinger Bogen betrieben werden kann, wurden diese Daten ermittelt.

Anfallende Grüngutmenge der Allianz Kissinger Bogen beim Kommunalunternehmen Abfallwirtschaft Landkreis Bad Kissingen:

gehäckselte Menge 2015

Monat	Bad Bocklet	Nüdlingen	Oberthulba	Burkardroth Zahlbach	Summe
Januar	130 m ³	390 m ³		150 m ³	670 m ³
Februar		766 m ³		120 m ³	886 m ³
März	355 m ³	1.398 m ³		358 m ³	2.111 m ³
April	74 m ³	606 m ³	1.453 m ³	599 m ³	2.732 m ³
Mai	300 m ³	1.097 m ³		105 m ³	1.502 m ³
Juni	154 m ³	794 m ³		582 m ³	1.530 m ³
Juli	160 m ³	790 m ³	820 m ³	140 m ³	1.910 m ³
August		770 m ³		647 m ³	1.417 m ³
September	220 m ³	755 m ³	1.070 m ³		2.045 m ³
Oktober	242 m ³	1.177 m ³		922 m ³	2.341 m ³
November	220 m ³	2.406 m ³		553 m ³	3.179 m ³
Dezember		430 m ³	961 m ³		1.391 m ³
Summe	1.855 m ³	11.379 m ³	4.304 m ³	4.176 m ³	21.714 m ³

davon holzige Biomasse

Monat	Bad Bocklet	Nüdlingen	Oberthulba	Burkardroth Zahlbach	Summe
Januar	130 m ³	390 m ³		150 m ³	670 m ³
Februar		520 m ³		120 m ³	640 m ³
März	135 m ³	900 m ³		358 m ³	1.393 m ³
April		70 m ³	865 m ³	193 m ³	1.128 m ³
Mai	70 m ³	335 m ³		105 m ³	510 m ³
Juni		160 m ³			160 m ³
Juli	780 m ³	370 m ³	135 m ³	140 m ³	1.425 m ³
August		350 m ³		140 m ³	490 m ³
September		350 m ³			350 m ³
Oktober		560 m ³		330 m ³	890 m ³
November		415 m ³		233 m ³	648 m ³
Dezember		430 m ³	130 m ³		560 m ³
Summe	1.115 m ³	4.850 m ³	1.130 m ³	1.769 m ³	8.864 m ³

Tabelle 21: anfallende Grüngutmengen (Kommunalunternehmen Abfallwirtschaft Landkreis Bad Kissingen)

Aus den nicht holzhalten Grüngutmengen (12.850 m³/a) können bei der Vergärung in einer Biogasanlage **ca. 3.100 MWh/a bis 4.600 MWh/a** gewonnen werden. Eventuell muss Material dazugekauft werden, wenn kein Sammelgut anfällt, um einen kontinuierlichen Betrieb zu erreichen. Dies muss genau geplant werden.

Straßenbegleitgrün:

Im Untersuchungsgebiet befinden sich ca. 100 km land- und forstwirtschaftliche Wege, deren Ränder im Bestand zurzeit gemulcht werden. Bei diesem Verfahren werden die Wegränder gemäht und die Pflanzenreste bleiben am Wegrand liegen und verrotten. Die Folge daraus ist ein verstärktes „Anwachsen“ der Wegränder, was bedingt, dass Regenwasser nicht mehr seitlich abfließen kann. Die Wegränder müssen mit Radladern abgeschoben werden, um ein Abfließen des Wassers weiterhin zu gewährleisten. Diesen Effekt kann vermieden werden, indem das abgemähte Grüngut gesammelt und energetisch verwertet wird.

Der Markt Burkardroth unterhält allein über 100 km befestigte Flurwege (Asphalt, Pflaster, Schotter). Die zu pflegenden Streifen haben äußerst unterschiedliche Breiten, teilweise lediglich ein schmaler Seitenstreifen, aber auch bis zu mehreren Meter breiten Rainen.

Also im Schnitt pro Gemeindeteil und Jahr 7 ha einmalige Mahdfläche. Pro ha wachsen ungefähr 5.000 kg Trockenmasse Gras. So ergeben sich bei 29 Gemeindeteilen etwa 254 t Trockenmasse pro Jahr.

Annahme: Die Frischmasse enthält ca. 35% Trockenmasse.

Quelle:

http://www.lfl.bayern.de/iba/energie/049711/?sel_list=1%2Cb&anker0=substratanker#substratanker

Pro Tonne Frischmasse können ca. 170 bis 200 m³ Biogas gewonnen werden. Dies entspricht zwischen 120.000 Nm³ und 145.000 Nm³ Biogas. 1 Nm³ Biogas entspricht 0,6 l Heizöläquivalent. Das bedeutet, dass mit einem Nm³ Biogas 0,6 l Heizöl ersetzt werden können. Damit können aus dem Straßenbegleitgrün zwischen **720 bis 870 MWh Biogas** erzeugt werden.

Auswertung Statistik kommunal

Tierart	Bad Bocklet 2010 Anzahl	Burkardroth 2010 Anzahl	Nüdlingen 2010 Anzahl	Oberthulba 2010 Anzahl	Allianz Summe Anzahl	anfallende biogene Gülle von [m ³ /a]	anfallende biogene Gülle bis [m ³ /a]
Rinder	1016	1110	473	595	3194	23955 m ³ /a	67074 m ³ /a
Schweine	58	1243	0	921	2222	2666 m ³ /a	13332 m ³ /a
andere Schweine	0	1226	0	845	2071	2485 m ³ /a	12426 m ³ /a
Pferde	0	59	0	57	116	1856 m ³ /a	1856 m ³ /a

Tabelle 22: anfallende biogene Gülle (Statistik Kommunal; AB Haase)

Das energetische Potential aller biogenen Gülle des Untersuchungsgebietes ist in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt.

Ertrag aus Tierhaltung	Biogasertrag von [Nm ³ /a] für Tierhaltung	Biogasertrag bis [Nm ³ /a] für Tierhaltung	Biogasertrag von [kWh/a]	Biogasertrag bis [kWh/a]
Gülle (Rinder)	479.100 Nm ³ /a	598.875 Nm ³ /a	2.874.600 kWh/a	3.593.250 kWh/a
Gülle (Schweine)	103.032 Nm ³ /a	144.245 Nm ³ /a	618.192 kWh/a	865.469 kWh/a
Pferdemist (nur Kot)	74.240 Nm ³ /a	116.928 Nm ³ /a	445.440 kWh/a	701.568 kWh/a

Tabelle 23: Biogasertrag der biogenen Gülle (AB Haase)

Diese Erträge umfassen alle anfallende Gülle des gesamten Kissinger Bogen. Der logistische Aufwand um die diese Massen an biogenem Material zur Biogasanlage zu bringen wäre relativ hoch - zumal die meisten Tierbesitzer die Gülle der eigenen Tiere als Dünger auf den Äckern verwenden.

Das Straßenbegleitgrün mit dem gesammelten nicht holzartigen Grüngut des Kommunalunternehmens Abfallwirtschaft Landkreis Bad Kissingen und der biogenen Gülle zusammen kann pro Jahr zwischen **7.720 bis 10.670 MWh** in einer Biogasanlage erzeugt werden. Dies entspricht grob drei-viertel der Leistung der bestehenden Biogasanlage in Bad Bocklet. Da durch langfristige Lieferverträge die Verwertung des Grüngutes geregelt ist, kann erst mit Auslaufen der Verträge durch Verhandlungen mit dem Kommunalunternehmen Abfallwirtschaft die energetische Verwertung der Biomasse in einer Biogas-Anlage auf den Weg gebracht werden.

Die Anforderungen an Biogasanlagen sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Die Rahmenbedingungen haben sich stark verändert. Eine neue Biogasanlage darf zum Beispiel nur dann erstellt werden, wenn die Wärme vermarktet werden kann. Dies ist nur im Zusammenhang mit einem Nahwärmenetz möglich, da es keinen Einzelabnehmer mit einem so hohen Wärmebedarf in der Region gibt. Daran geknüpft ist die Standortfrage. Analog zur Lösung in Bad Bocklet ist es sinnvoll das gewonnene Biogas mit einer Leitung zum BHKW zu führen, um auf der Strecke zum Wärmeabnehmer die Leitungsverluste so gering wie möglich zu halten. Bei einer Verstromung in direkter Nähe der Biogasanlage muss die entstehende Wärme durch eine Nahwärmeleitung bis zum Endverbraucher transportiert werden, was mit erheblichen Leitungsverlusten behaftet ist. Daher ist eine verlustfreie Gasleitung einer Nahwärmeleitung vorzuziehen.

Standortwahl

Um die Leitungslängen möglichst gering zu halten, muss die Biogasanlage in der Nähe einer Kommune errichtet werden, wobei alle emissionschutzrechtlichen Belange hierbei unbedingt

berücksichtigt werden müssen. Das gelagerte Grüngut sowie die Reststoffe nach der Vergärung können unangenehme Gerüche verbreiten.

Für den Betrieb eines BHKWs mit Biogas ist eine aufwändige Nachbehandlung des Gases nötig. Dieses muss beispielsweise getrocknet werden.

Die Auflagen für die Entsorgung der entstehenden Restprodukte nach dem Vergärungsprozess sind gestiegen.

Empfehlung:

Die Kommunen müssen sich überlegen, ob sich der Mehraufwand das Straßenbegleitgrün zu sammeln lohnt und ob die personellen und maschinellen Voraussetzungen dafür gegeben sind.

Als nächste Schritte muss ein Betreibermodell gefunden und die erforderliche Grüngutmenge vertraglich gesichert werden, sowie ein Standort für die Anlage gesucht werden.

Hierzu sind Fachberatungen von Spezialisten für Biogasanlagenplanung nötig.

5.2 Bad Bocklet

5.2.1 Errichtung einer Photovoltaik-Freiflächenanlage auf einer rekultivierten Erdaushubdeponie

Die zu betrachtende Fläche liegt nord-östlich von Steinach und beträgt ca. 35.200 m². Auf der ehemaligen Erdaushubdeponie befindet sich zu Zeit Brachland und Bäume.



Abbildung 28: Gelände der rekultivierten Erdaushubdeponie Bad Bocklet (Bild Gemeinde Bad Bocklet)



Abbildung 29: Einfahrt nördlicher Teil (AB Haase)

Im Bildhintergrund sind Stäbe zum Anbinden von Baumsetzlingen zu sehen. Diese befinden sich auf dem nord-westlichen Teil des Geländes. Im südlichen Teil der Deponie sind die Bäume bereits 3 bis 4 m hoch.

Für eine Errichtung einer Freiflächen-PV-Anlage könnten ohne die Fällung von Bäumen ca. 2 ha genutzt werden. Bei einer Belegungsichte von 50% (Eigenverschattung) kann 1 ha = 10.000 m² mit PV belegt werden. Unter diesen Grundannahmen wurden die nachstehenden Berechnungen angestellt.

Rechenergebnisse aus dem PV-Rechner

Die jährliche Stromproduktion liegt bei 1.076 MWh/a.

Die Nennleistung beträgt ca. 1.250 kWp

Die mittlere Einspeisevergütung wurde mit ca. 113.000 €/a ermittelt.

Bei Investitionskosten von ca. 1.540.000 € ergibt sich eine Amortisationszeit von ca. 11 Jahren.

Bei der Berechnung wurde von einer Inbetriebnahme bis April 2017 ausgegangen. Der Leistungsverlust der einzelnen Module wurde mit 0,4%/a angenommen.

Als Basis für die Berechnung wurden die zurzeit gültigen gesetzlichen Grundlagen für die Vergütung berücksichtigt.

Die Einspeisevergütung wird für volle 20 Jahre gezahlt sowie zusätzlich für die verbliebenen Monate im Installationsjahr. Auf Basis der Gesamtvergütung, Investitionskosten und Betriebskosten ermittelt der Photovoltaik Rechner die **Amortisationszeit** der Investition (ausgehend von einer Eigenkapitalfinanzierung).

Hinweis: Bei Anlagen über 100 kWp muss der erzeugte Strom selbst vermarktet werden.

Vorteile der Freiflächenanlagen:

- Mit PV-Freiflächen wird der Anteil an klimafreundlichem Solarstrom in der Kommune erhöht und der Anteil an klimaschädlichem Kohle- und Atomstrom verringert.
- Ein bedeutender Beitrag in Richtung Vollversorgung mit Strom aus erneuerbaren Energien.
- Bodenruhe (Ökologische Aufwertung)
Der rekultivierte Boden kann sich erholen und eine vielfältige Fauna und Flora hervorbringen.
- Stärkung der regionalen Wirtschaft
- Das bisherige Brachland wird aktiv genutzt und kann nach ca. 11 Jahren Gewinn abwerfen.

Auswirkungen im Hinblick auf wirtschaftliche Kriterien

Eine Netzverträglichkeitsprüfung hat bisher nicht stattgefunden, da ein konkreter Planungswunsch Voraussetzung dafür sein sollte.

Durch eine große Anlage wird die Energieversorgung regionalisiert und stabilisiert, das Steueraufkommen steigt, was die Wirtschaftskraft wiederum steigert.

Die Erdaushubdeponie bietet einen privilegierten Standort für den Bau einer Freiflächen PV-Anlage. Die Zuwegung durch eine Straße, die mit LKWs befahren werden kann, ist bereits vorhanden. Das Areal ist durch eine Südorientierung ein idealer Standort. Eine Verschattung durch hohen Bewuchs ist kaum gegeben. Die angepflanzten Bäume müssten je nach Größe und Lage der PV-Anlage gerodet werden. Die Anbindung an das öffentliche Stromnetz muss

im Rahmen der Planung noch durch eine Netzverträglichkeitsprüfung untersucht werden. Die Fläche eignet sich auch durch die Form und Ausrichtung des Areals sehr gut. Als Betriebsform ist ein Betrieb durch einen kommunalen Eigenbetrieb oder durch Investoren möglich. Beide Varianten bieten Vorteile für die Kommune. Beim Eigenbetrieb können Einnahmen aus der Stromproduktion erwirtschaftet werden.

Eine Bürger-PV-Anlage bietet gleich mehrere Vorteile: Das Geld bleibt in der Region und es fallen Gewerbesteuer und Pachterlöse an

Empfehlung:

- Interesse abklären
- Interessenten werben
- Betreibermodell klären
- Netzverträglichkeitsprüfung durchführen lassen
- Planung der Anlage beauftragen

5.2.2 Untersuchung zum Einsatz eines Klein-BHKWs für die Zehnhalle Aschach

Der witterungsbereinigte Heizenergieverbrauch der Zehnhalle in Aschach beläuft sich auf ca. 88.300 kWh /a. Als mittlerer Stromverbrauch der vergangenen drei Jahre wurden knapp 5.300 kWh /a von der Gemeinde angegeben. Um ein BHKW sinnvoll betreiben zu können muss die gesamte Wärmemenge abgenommen und verbraucht werden. 2015 waren im Veranstaltungskalender Bad Bocklet 9 Veranstaltungen für die Zehnhalle in Aschach angesetzt. Die Termine mit der intensivsten Nutzung sind wohl die 3 Faschingsveranstaltungen und ein Ball im Herbst. Durch die unregelmäßige und unterschiedliche Nutzung ist ein durchgängiger, gleichmäßiger Betrieb eines BHKWs nicht gegeben.

Die aktuellen Verbrauchszahlen wurden in mehrere Online-Rechner für BHKW-Nutzung eingegeben. Das Ergebnis war im Prinzip immer gleich. Der Einbau eines BHKWs in die Zehntscheune Aschach lohnt sich nicht. Bei einem höheren Strom-Eigenverbrauch könnte sich ein BHKW rentieren – unter den aktuellen Gegebenheiten jedoch nicht. Bei allen BHKW-Rechnern wird empfohlen bei einem positiven Ergebnis durch den Rechner mit einer genauen Planung zu beginnen. Da das allerdings nie der Fall war, lohnt sich eine weitere Betrachtung eher nicht.

5.3 Nüdlingen

5.3.1 Nahwärmenetz mit Stromgewinnung im Altort Nüdlingen

Es soll untersucht werden, ob ein Nahwärmenetz im Ortskern von Nüdlingen mit Stromgewinnung wirtschaftlich betrieben werden kann.

Für ein mögliches Nahwärmenetz sollen in der Variante 1 die gelb markierten Gebäude in der Ortsmitte von Nüdlingen angeschlossen werden.

Diese sind:

- Rathaus
- ehemaliges Gasthaus Stern
- Feuerwehrhaus
- Alte Schule
- Kindergarten
- katholische Kirche St. Kilian

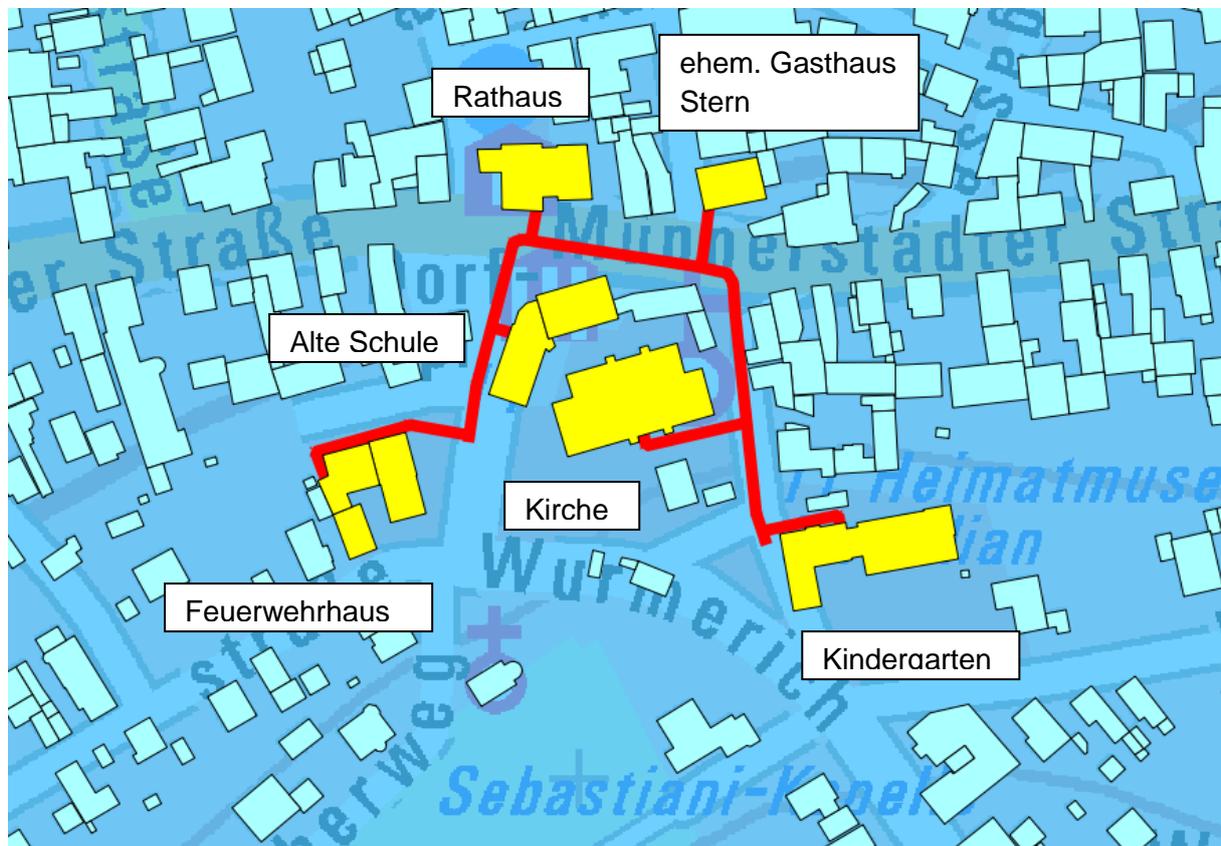


Abbildung 30: mögliche Trasse für ein Nahwärmenetz Variante 1 (AB Haase)

Die anzuschließenden Gebäude haben im Sommer nahezu keine Wärmeabnahme. Hierzu empfiehlt es sich, in der „kleinen Lösung“ mit den oben angegebenen Gebäuden, eine Holzheizung eventuell als Pelletsheizung mit niedrigen Anschaffungskosten und höheren Brennstoffkosten oder eine Hackschnitzzellösung mit höheren Investitionskosten aber niedrigeren Brennstoffkosten zu verwenden. Bei beiden Lösungen sollen 2 Kesselanlagen in Kaskade arbeiten, um eine Redundanz mit fossilen Brennstoffen zu vermeiden. Von einem Hackschnitzel- oder Pellets-BHKW wird aufgrund der personalintensiven Betreuung abgeraten.

Um einen möglichst gleichmäßigen Betrieb zu gewährleisten, ist ein ausreichend großer Pufferspeicher notwendig.

Der Betrieb durch ein BHKW wäre grundsätzlich möglich.

Als Energieträger für ein oder mehrere BHKWs käme Erdgas in Frage. Die Energieerzeuger müssen so abgestuft sein, dass der Grundbedarf an Wärme z.B. durch ein BHKW und die Spitzenlast durch einen weiteren Kessel abgedeckt wird.

Standort-Variante 1

Als Standort für eine Heizzentrale kommen mehrere Gebäude in Frage. Im Keller des Rathauses könnte an Stelle der bisherigen Heizungsanlage ein Erdgas-BHKW mit einem Pellets-Spitzenlastkessel installiert werden. Eine Lagerung von Pellets wäre im ehemaligen Archiv ebenfalls denkbar. Hierzu müsste der Raum geleert und mit zum Beispiel mehreren Sacksilos bestückt werden. Über ein Saugsystem können die Pellets in einen Tagesvorratsbehälter direkt neben dem Kessel gefördert werden. Der Ascheaustrag und die Betreuung der Anlage muss organisiert werden. Ein Hackschnitzelkessel bietet sich aufgrund der beengten Platzverhältnisse und der fehlenden Schüttmöglichkeit zum Befüllen des Lagers nicht an.

Standort-Variante 2

Ein weiterer möglicher Standort für die Heizzentrale wäre im Keller der alten Schule mit Zugang vom Wurmerich. Dieser Raum wird aktuell als Autogarage genutzt. In diesen Raum könnte ein Erdgas-BHKW eingebaut werden. Im Bestand versorgt ein Erdgas-Kessel die gebäudeeigene Zentralheizung. Dieser ist im benachbarten Raum untergebracht, der allerdings als Heizzentrale deutlich zu klein wäre.

In der jetzigen Garage könnte ein Pellets-Spitzenlastkessel untergebracht werden. Ähnlich wie im Rathaus kann hier aus Platzgründen und ungünstiger Füllmöglichkeit keine Hackschnitzelkessel verwendet werden.

Standort-Variante 3 (große Lösung mit Privatanschlüssen)

Die wahrscheinlich beste Variante bietet sich vermutlich, wenn in einem größeren Gebäude in der Nähe der zu versorgenden Gebäude eine Heizzentrale vorgesehen wird.

Günstig wäre hier ein Lager, das eine Schüttbefüllung ermöglicht. Auf diese Weise könnten die von der Gemeinde Nüdlingen hergestellten Hackschnitzel zum Betrieb der Kessel-Anlage verwendet werden.

Bei allen möglichen Standorten müssen neue Kamine errichtet werden und geprüft werden, ob emissionschutzrechtliche Auflagen eingehalten werden können.

Variante 1 (kleine Lösung)

Es werden die aufgeführten Gebäude angeschlossen. Mit Zuleitung zum Netz beträgt die Mittlere Trassenlänge ca. 360 m. Bei einem Jahresverbrauch von ca. 508.000 kWh Wärme ergibt sich eine Wärmebelegungsichte von ca. 1.400 kWh/m.

Kosten Bestand:

Grobe Kostenschätzung der Brennstoffkosten:

Bestand:

Wärmebedarf ca. 508.000 kWh/a

Hauptbrennstoff: Erdgas

CO₂-Emission aus Heizung und Stromverbrauch ca. 185 t/a

Primärenergieverbrauch aus Heizung und Stromverbrauch ca. 832.000 kWh/a

Kosten aus Brennstoff + Strom der kommunalen Gebäude ca. 66.000 €/a

Variante 1:

Wärmebedarf ca. 508.000 kWh/a

Brennstoff: Erdgas + Pellets

Erdgas-BHKW mit 80 kW_{th} und 30 kW_{el} + Pellets-Kessel

Ausgehend von einer jährlichen Laufzeit des BHKW von 3500 h/a.

CO₂-Emission aus Betrieb Nahwärmenetz durch BHKW und Pellets-Kessel ca. 134,4 t/a

CO₂-Gutschrift durch Stromerzeugung des BHKW ca. 79,8 t/a

CO₂-Emission aus Stromverbrauch der Gebäude ca. 33,9 t/a

CO₂-Bilanz: Emission ca. 88,5 t/a

Stromerzeugung ca. 126.000 kWh/a

Brennstoffbedarf ca. 49.000 m³ Erdgas und ca. 71 t Pellets/a

Leitungsverlust ca. 10%

Primärenergieverbrauch aus Heizung und Stromproduktion ca. 624.000 kWh/a bei einem Stromüberschuss von etwa 84.000 kWh/a

Kosten aus Brennstoff + Strom ca. 50.000 €/a abzüglich Erlös aus Stromverkauf

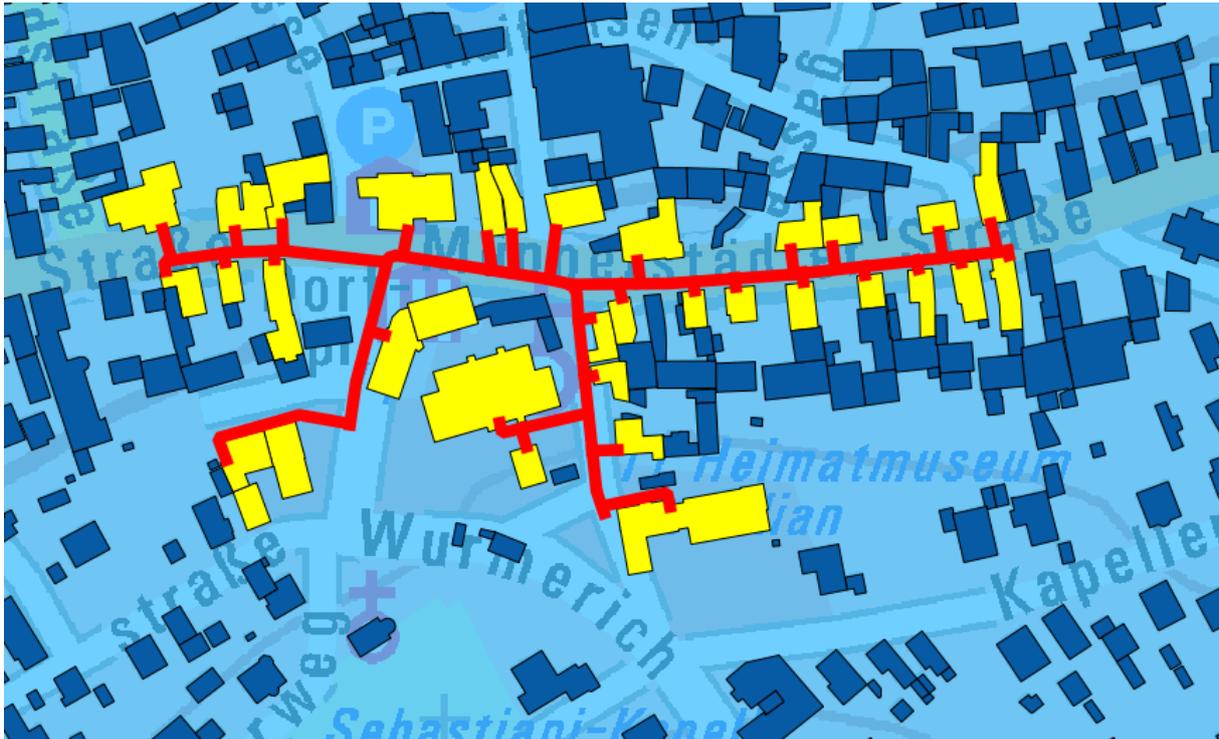


Abbildung 31: mögliche Trasse für ein Nahwärmenetz Variante 2 (AB Haase)

Variante 2 (große Lösung)

Vorgenannte Gebäude werden im Quartier von mehreren Wohnhäusern ergänzt; dadurch ist auch ein Wärmebedarf im Sommer gegeben. Bei dieser Lösung könnte ein Erdgas-BHKW integriert werden, welches die Wärmegrundlast möglichst über das gesamte Jahr abdeckt, da ein BHKW einen möglichst durchgängigen Betrieb benötigt. Höhere Lasten bzw. Spitzenlasten werden über zwei Spitzenlastkessel abgedeckt.

Diese Lösung erfordert eine hohe Investition, große Logistik und einen hohen Platzbedarf, besitzt aber den höheren Innovationsanteil.

In beiden Varianten sollen alle möglichen Dachflächen mit PV belegt werden.

Förderung:

Eine Förderung nach dem KWKG ist unter gewissen Voraussetzungen bei der BAFA möglich.

Das BHKW darf eine Größe von 100 kW_{el} nicht überschreiten

Die zum 01.01.2016 in Kraft getretene Novelle des KWKG (KWKG 2016) enthält folgende Neuerungen:

- Der max. Zuschlagsbetrag je Projekt ist auf 20 Mio. Euro angehoben worden.
- Die Versorgung der Abnehmenden, die an das neue oder ausgebaute Wärmenetz angeschlossen sind, muss mind. zu 60 % aus KWK-Wärme erfolgen. Diese KWK-Quote muss innerhalb von 36 Monaten ab Inbetriebnahme erreicht werden. Für die KWK-Quote können industrielle Abwärme, die ohne zus. Brennstoffeinsatz bereitgestellt wird, sowie Wärme aus erneuerbaren Energien angerechnet werden, solange der Wärmeanteil aus KWK-Anlagen in dem Wärmenetz mind. 25 % beträgt.
- Die Zulassung für Zuschlagszahlungen über 15 Mio. Euro je Unternehmen darf vom BAFA erst nach beihilferechtlicher Genehmigung durch die EU-Kommission erteilt werden.
- Für geplante Neu- oder Ausbaumaßnahmen eines Wärme- oder Kältenetzes mit ansatzfähigen Investitionskosten (AIK) über 5 Mio. Euro kann beim BAFA ein Vorbescheid beantragt werden. Die Bindungswirkung des Vorbescheids umfasst die Höhe des Zuschlags und die Höhe der AIK ab Inbetriebnahme des Netzes gemäß der zum Zeitpunkt der Stellung des Antrags auf den Vorbescheid geltenden Fassung des KWKG.
- Die Auszahlung des KWK-Zuschlags für ab dem 01.01.2016 erteilte Zulassungsbescheide erfolgt durch den zuständigen Übertragungsnetzbetreiber.
- Die Anbindung einer KWK-Anlage an ein bestehendes Wärmenetz ist als förderfähige Maßnahme ausgewiesen.

(Quelle:

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/waerme_und_kaeltenetze/index.html)

Für eine Berechnung der 2. Variante mit dem Anschluss von privat-Kunden muss erst untersucht werden, wer Interesse an einem Nahwärmeanschluss hat und wie hoch die aktuellen Wärmeverbrauchswerte liegen.

Dieser Variante kann zum Beispiel auch auf die Schenkgrasse oder andere Straßen mit sehr dichter Bebauung ausgeweitet werden.

Es entstehen einige Vorteile bei der größeren Variante:

- Durch die größere Anschlussdichte und den höheren Wärmebedarf außerhalb der Heizperiode wird ein noch größeres Wärmeabsatzpotential erschlossen.

- Das BHKW kann durch Trinkwarmwasserbedarf ab und zu auch im Sommer Strom produzieren und erreicht dadurch längere Laufzeiten.
- Der Wärmeverbrauch wird bei größeren Netzen gleichmäßiger.
- Der Gleichzeitigkeitsfaktor wird geringer – dadurch kann eine Anlage mit kleinerer Leistung im Verhältnis zur Wärmeabgabemenge eingebaut werden.
- Die Investitionskosten verteilen sich auf mehr Nutzer.
- Eine Redundanz durch mehrere kleine Kessel erhöht die Sicherheit gegen Ausfall der Anlage.

An das Nahwärmenetz können im Laufe der Zeit weitere Gebäude angeschlossen werden. Dies kann die geringere Wärmeabnahme von sanierten Gebäuden ausgleichen und den Wärmebedarf erhöhen oder zumindest auf dem ursprünglichen Niveau halten.

Empfehlung: Variante 2 (große Lösung) umsetzen mit Standort der Heizzentrale in der Nähe der zu versorgenden Gebäude

Umsetzungszeitraum: möglichst bald

nächste Schritte: Standort der Heizzentrale klären und Planung beauftragen, Betreibermodell klären

5.3.2 Photovoltaikanlage Kläranlage

Im Bestand werden im Durchschnitt der vergangenen drei Jahre in der Kläranlage Nüdlingen pro Jahr ca. 153.300 kWh Strom verbraucht. Dieser wird über einen Mehrtarif-Zähler in Hoch- und Niedertarif abgerechnet. Der Anteil des Hochtarifs liegt bei runden 43% des Gesamtstromverbrauchs. Die Stromkosten werden auf ca. 34.000 € pro Jahr geschätzt.

Die Leistungsaufnahme schwankt je nach anfallender Klärwassermenge. Tagsüber und bei Regen erhöht sich der Stromverbrauch, da mehr Flüssigkeit gepumpt werden muss. Der durchschnittliche Stromverbrauch liegt bei knapp 17,5 kWh/h.

Es soll untersucht werden, in wie weit sich eine PV-Anlage für den Betrieb der Kläranlage lohnt.

Auf den vier Gebäuden der Kläranlage könnten Dachanlagen errichtet werden. Die Größen der Dachflächen liegen in der Summe bei 299 m². Bei einem Ausnutzungsgrad von 80% der vorhandenen Flächen könnten so 239 m² belegt werden.

Durch den süd-westlich gelegenen Sinnberg mit einer Höhe von 370 m und den westlich gelegenen Lehenberg ergibt sich eine geringe Verschattung des Areals. Die Betriebsgebäude haben eine Höhenlage von etwa 251 m ü. NN.

Das Hauptgebäude besitzt eine Schrägdach das in ost-west Richtung orientiert ist und zu ca. 80% mit PV-Modulen belegt werden kann. Die Randbedingungen und der Ertrag der PV-Anlage sind in der nachfolgenden Auflistung dargestellt. In der Summe ergibt sich laut Solarrechner der Energieagentur Nordrheinwestfalen ein Stromertrag von ca. 14.100 kWh/a. Dies entspricht einer Deckung von etwa 9,2% des Stromverbrauchs.

Ihre Ergebnisse In der Zusammenfassung

Standort (PLZ): 97720
Anlagenart: Aufdach
Ausrichtung: 75 °
Neigung: 30 °
Fläche: 106 m²
Leistung/Größe pro Modul: 150 Wp/m²
Inbetriebnahmedatum: 9/2017
Ertragsminderung: 0,5 %
Maximale Leistung: 15,9 kWp
Vorraussichtlicher Ertrag: 888,08 kWh/kWp
Vorrauss. Ertrag/Jahr: 14120,45 kWh
Privathaushalt: nein
Stromverbrauch: 153000 kWh
Strompreis: 22 Ct/kWh
Strompreis-Entwicklung: 1,5 %
Leistung: 16,43 kWp
Speicherkapazität: 0 kWh
Eigenverbrauchsanteil: 80 %
Stromkostensparnis/Jahr: 2568,04 €
EEG-Vergütungssatz: 11,3 Ct/kWh
Einspeisevergütung/Jahr: 329,76 €
Investitionskosten: 1600 €/kWp
Betriebskosten: 2 %
Betriebskostensteigerung: 1,5 %
Zuschuss: 0 €
Gesamtkosten PV-Anl.: 26288 €
Kredithöhe: 0 €
Nominalzins: 2 %
Laufzeit: 1 Jahre

Tabelle 24: Randbedingungen der Berechnung (Solarrechner Energieagentur NRW)

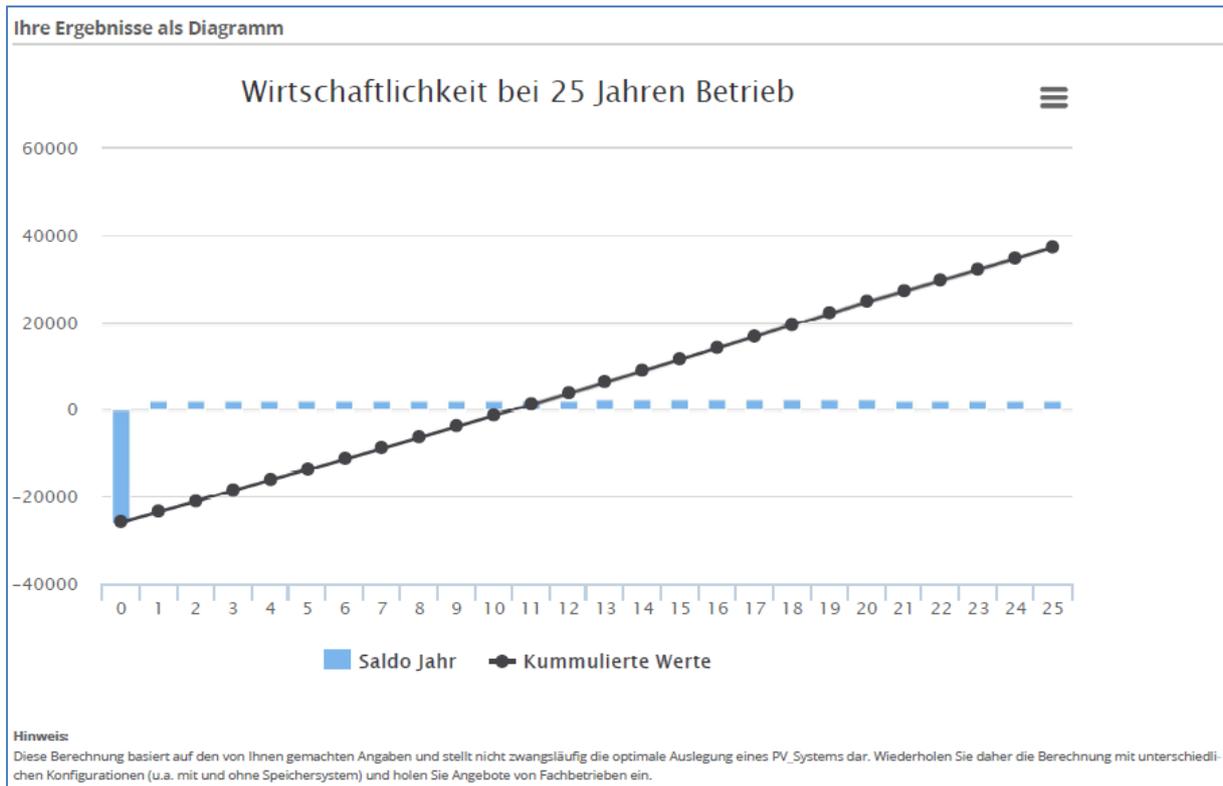


Abbildung 32: Wirtschaftlichkeit bei 25 Jahren Betrieb (Solarrechner ea NRW)

Ergebnis-Tabelle										
Betriebs- jahr	Jahr	Investitions- kosten	Betriebs- kosten	Zins +Tilgung	jährliche Auszahlung	vermiedene Stromkosten	Erlöse Einspeisung	jährliche Erlöse	Summe Jahr	Kummulierte Werte
0	2017	-26.288	-131	0	-26.419	642	82	724	-25.695	-25.695
1	2018	0	-534	0	-534	2.594	326	2.920	2.386	-23.309
2	2019	0	-542	0	-542	2.620	322	2.942	2.400	-20.909
3	2020	0	-550	0	-550	2.646	319	2.964	2.415	-18.494
4	2021	0	-558	0	-558	2.672	315	2.987	2.429	-16.065
5	2022	0	-566	0	-566	2.699	311	3.010	2.444	-13.621
6	2023	0	-575	0	-575	2.726	308	3.034	2.459	-11.162
7	2024	0	-584	0	-584	2.753	304	3.058	2.474	-8.688
8	2025	0	-592	0	-592	2.781	301	3.082	2.489	-6.198
9	2026	0	-601	0	-601	2.809	297	3.106	2.505	-3.693
10	2027	0	-610	0	-610	2.837	294	3.131	2.521	-1.173
11	2028	0	-619	0	-619	2.865	291	3.156	2.536	1.364
12	2029	0	-629	0	-629	2.894	287	3.181	2.552	3.916
13	2030	0	-638	0	-638	2.923	284	3.207	2.569	6.485
14	2031	0	-648	0	-648	2.952	281	3.233	2.585	9.070
15	2032	0	-657	0	-657	2.981	278	3.259	2.602	11.672
16	2033	0	-667	0	-667	3.011	274	3.286	2.619	14.290
17	2034	0	-677	0	-677	3.041	271	3.313	2.636	16.926
18	2035	0	-687	0	-687	3.072	268	3.340	2.653	19.579
19	2036	0	-698	0	-698	3.102	265	3.368	2.670	22.249
20	2037	0	-708	0	-708	3.133	262	3.396	2.688	24.936
21	2038	0	-719	0	-719	3.165	0	3.165	2.446	27.382
22	2039	0	-730	0	-730	3.196	0	3.196	2.467	29.849
23	2040	0	-740	0	-740	3.228	0	3.228	2.488	32.337
24	2041	0	-752	0	-752	3.261	0	3.261	2.509	34.846
25	2042	0	-763	0	-763	3.293	0	3.293	2.530	37.377

e329.7596470865243
Amortisationsdauer: 12 Jahre

Tabelle 25: Amortisationsrechnung (Solarrechner Energieagentur NRW)

KFW-Programm 274 Erneuerbare Energien – Standard – Photovoltaik

Bei einer Eigenstromverwendung von annähernd 80% können so anfangs etwa 2.600 € Stromkosten vermieden werden, die bei steigenden Stromkosten deutlich höher ausfallen können. Bei Investitionskosten von etwa 26.300 € amortisiert sich die Anlage nach etwa 12 Jahren. Nicht berücksichtigt wurden hierbei Abgaben und Versicherung.

Zu empfehlen wäre eine Anlage mit einer Größe, die mindestens die Hälfte des Strombedarfs der Kläranlage decken kann. Dafür reichen allerdings die Dachflächen der

Betriebsgebäude bei weitem nicht aus. Hierfür wäre folglich eine Freiflächenanlage nötig. Diese benötigt eine Modul-Fläche von knapp 700 m².

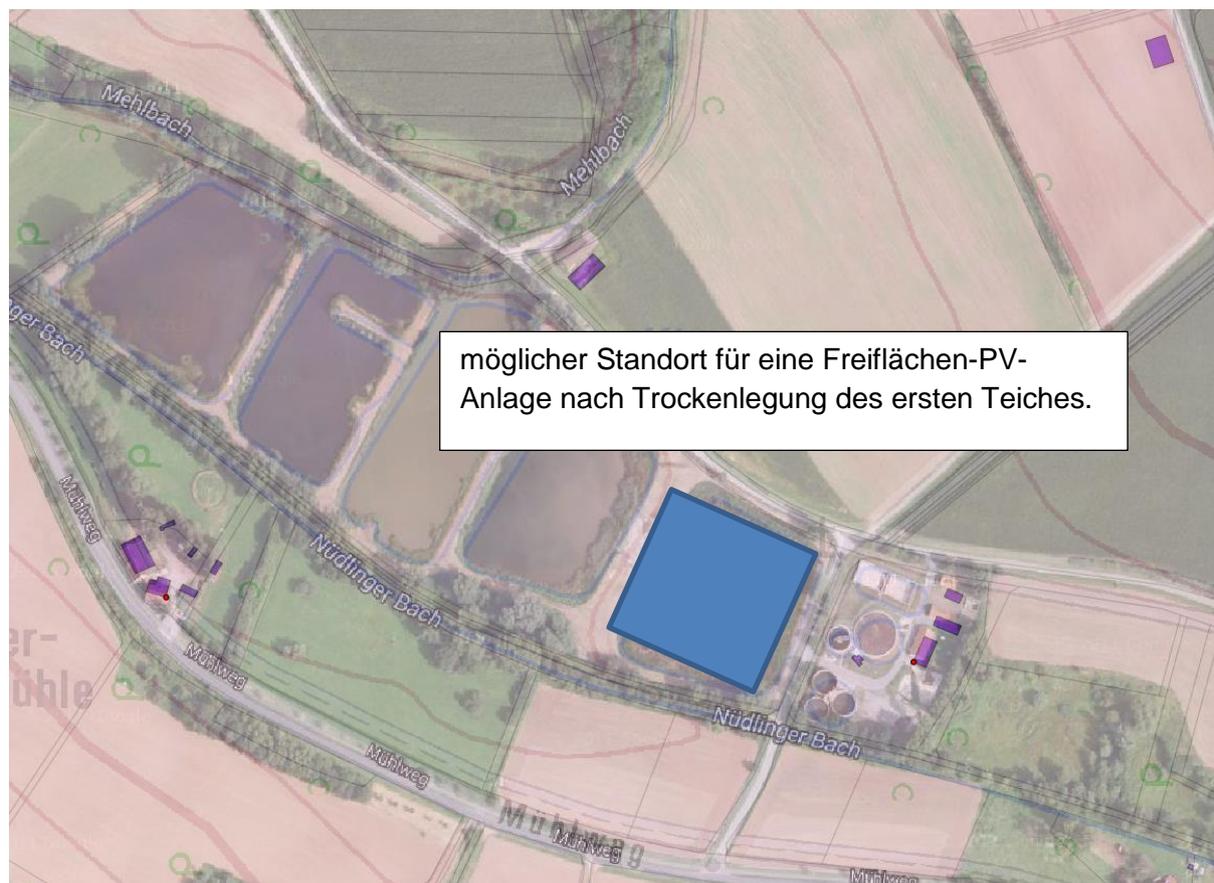


Abbildung 33: Luftbild mit Karte überblendet (AB Haase)

Innerhalb des Kläranlagengeländes kann laut Luftbild und vor Ort kein so großes zusammenhängendes Areal ermittelt werden. Der verlandete (östliche) Teil müsste für den Bau einer PV-Anlage mitgenutzt werden. Dann wäre ausreichend Aufstellfläche vorhanden. Im Moment wird das Wasser des ersten Teiches durch den neu geschaffenen Graben abgeleitet, wodurch dieser mit der Zeit verlandet. Wenn auf diesem Areal eine PV-Anlage errichtet werden kann, würde diese in der Grafik blau eingezeichnete Fläche die oben genannten Bedingungen erfüllen.

Eine weitere Möglichkeit wäre die vollflächige Belegung der blau eingezeichneten Fläche. Auf diesem etwa 10.000 m² umfassenden Areal könnten bei einer Belegungsdichte von 50% (wegen Eigenverschattung) nach der Berechnung mit dem PV-Rechner der Energieagentur NRW etwa 315.000 kWh/a erzeugt werden. Da der Eigenverbrauchsanteil durch die große Anlage sinkt, wird die Wirtschaftlichkeit ebenfalls geringer. Im Umkehrschluss bedeutet dies – je genauer die Anlage den Eigenverbrauch abdeckt, desto wirtschaftlicher kann die Anlage arbeiten. Der größte monetäre Vorteil der PV-Anlage ist der vermiedene Stromeinkauf.

Für die Freiflächenanlage kann es sinnvoll sein einen Batterie-Speicher zur Steigerung des Eigenverbrauches zu verwenden. Für die Dachanlage lohnt sich die Investition nicht, da ein großer Anteil des erzeugten Stroms direkt verbraucht werden kann.

Eine alternative Stromerzeugung durch Verbrennung von Klärgas ist nicht möglich, da es keinen Faulturn in der Kläranlage gibt, in dem das entstehende Gas gesammelt werden könnte.

Empfehlung:

Falls der erste Teich trocken gelegt und als PV-Fläche verwendet werden kann, sollte dort eine Anlage errichtet werden, die vom Jahresertrag den Strombedarf in etwa abdeckt. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten sollte eine Anlagen errichtet werden, die einen möglichst großen Anteil des Eigenverbrauches abdecken und nicht zu viel Strom in das öffentliche Netz einspeisen muss.

Aus ökologischer Sicht ist eine möglichst große PV-Anlage am sinnvollsten, da der größere Stromertrag den regenerativen Stromanteil in der Region erhöht und so einen wertvollen Beitrag zur Energiewende leistet.

5.4 Oberthulba

5.4.1 Mehrzweckhalle in Oberthulba

Da für die Mehrzweckhalle Oberthulba eine Detail- und ein Feinanalyse erstellt werden soll, wurden die Ergebnisse unter dem Punkt 6.3.1 zusammengefasst.

5.4.2 Thulbatalhalle in Thulba

Gebäudebeschreibung Bestand:

Die Thulbatalhalle wurde ca. 1978 in eingeschossiger Bauweise und nicht unterkellert errichtet. Der hohe Mittelteil ist die Turnhalle mit Geräteräumen, Umkleiden, Waschräumen, der Heizung und wurde in Stahlbeton-Skelettbauweise mit ausgemauerten Feldern erstellt. Die Stahlbetonstützen sind ungedämmt. Diese Halle wird für den Schulsport der 1. bis 3. Klasse und von Vereinen genutzt. Der nordwestliche, flachere Anbau beherbergt das Vereinsheim des 1. FC Frankonia Thulba und wurde in Holz-Ständerbauweise gefertigt. Der süd-östliche flache Teil der Halle dient als Schießanlage und Vereinsheim der Bavaria e.V. In allen drei Bereichen ist jeweils eine Küche untergebracht. Die Decken der Vereinsheime sind zum Teil abgehängt.

Das Gebäude wurde von der Gemeinde Thulba gebaut und ist inzwischen im Besitz des Sportvereins Thulba.

Die Außenbauteile wurden aus energetischer Sicht bauzeittypisch angenommen. Die Holz-Außenwände des Sportheims 1. FC Thulba wurden nachträglich mit einer Dämmung versehen und sind so in einem energetisch guten Zustand.

Das leicht geneigte Dach der Turnhalle wurde aus Stahlbeton mit einer wasserführenden Schicht aus einer Bitumenschweißbahn erstellt. Die Dämmstärke und dessen Material konnten nicht ermittelt werden. Daher wurde für diese Konstruktion ein bauzeitlich typischer Dämmwert angenommen.

Die beiden Dächer der Vereinsheime waren ursprünglich als ca. 40 cm starkes Flachdach in Holzbauweise mit Abhängung aus Gipskarton ausgeführt und wurden aufgrund von Undichtigkeiten nachträglich mit einem geneigten Sparrendach mit einer Holzschalung und

Ziegeldeckung versehen. Der so entstandene Dachraum wird als Lagerfläche verwendet. Eine zusätzliche Dämmung wurde in diesem Zuge nicht eingebaut. Der ursprüngliche Dachaufbau des Flachdachs konnte nicht ermittelt werden und wird daher als bauzeitlich typisch angenommen.

Über den Geräteräumen ist eine Zwischensparrendämmung aus alukaschierter Mineralwolle mit einer Stärke von 12 cm eingebaut. Die abgehängte Decke wurde mit Gipskartonplatten ausgeführt. Die Außentüren des Geräteraumes und der Heizung sind ungedämmte Stahltüren mit entsprechend schlechten U-Werten. Die Oberlichter im Foyer der Turnhalle sind bauzeitlich. Im Eingangsbereich ist ein Glas-Mosaik eingebaut, über das relativ viel Wärme verloren geht.

Die Fenster der gesamten Halle sind als Holz-Fenster mit einer 2-fach-Isolierverglasung ausgeführt.

Anlagentechnik Bestand:

Die Beheizung der Sporthalle erfolgt über Konvektoren mit alten Thermostatköpfen. Die Heizkörpernischen sind mit Reflektionsfolien ausgestattet. Die Turnhalle wird mit einer Luftheizung erwärmt. Die Zuluft wird über je einen Schacht in jedem ausgemauerten Feld in ca. 2 m Höhe auf der Südwestseite der Halle eingeblasen und in der gleichen Wand knapp über dem Fußboden wieder abgesaugt und ins Freie geleitet. Ob eine Wärmerückgewinnung eingebaut ist, konnte nicht festgestellt werden. Die Wärme für Heizung und Trinkwarmwasser wird durch einen Öl-Gebläse-Kessel als Brennwertgerät aus dem Jahr 2004 mit einer Nennleistung von 215 kW bereitgestellt. Der Brennstoff wird in einem Erdtank gelagert. In früheren Jahren traten häufig Schäden an der Trinkwarmwasseranlage auf. 2010 wurde eine Frischwasserstation zur Trinkwarmwasserbereitung eingebaut. Der zugehörige Pufferspeicher fasst ca. 600 l. Die Heizleitungen im Heizraum sind nach heutigem Standard gedämmt. Die Heizungspumpen sind bereits Hocheffizienzpumpen. Hier fehlt allerdings die Dämmung.

Energieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Stromverbrauch (nur Halle – kein Flutlicht):

April 2011 bis April 2012:	11.829 kWh
April 2012 bis April 2013:	12.644 kWh
April 2013 bis April 2014:	12.068 kWh

Heizöleinkauf:

2014:	9.001 Liter
2013:	11.894 Liter
2012:	10.001 Liter
2011:	10.000 Liter
2010:	11.848 Liter
2009:	11.791 Liter

Im Schnitt wurden somit ca. 10.750 l oder 107.500 kWh Heizenergie verbraucht.

Nutzung:

Vormittags wird die Turnhalle für den Schulsport der 1. bis 3. Klasse der Grundschule genutzt. Ab dem Nachmittag bis in die Abendstunden findet Vereinssport statt. Die Duschen werden nur in der kalten Jahreszeit durch den Vereinssport genutzt.

Im Gebäude sind insgesamt 3 Küchen vorhanden. Im Sportheim des 1. FC Thulba wird samstags die Küche zur Bewirtung genutzt. Die Küche der Turnhalle inklusive Kühlraum wird für ca. vier Veranstaltungen pro Jahr verwendet. Über die Nutzung der Küche des Schützenvereins sind keine Angaben bekannt.

Beleuchtung:

Die Beleuchtung besteht überwiegend aus T5-Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten mit manueller Schaltung.

geplante Sanierung:

Bereits 2013 wurden Brandschutzpläne mit dem Ziel der Umnutzung zur Mehrzweckhalle für die Thulbatalhalle erstellt. In diesem Zuge soll die Halle generalsaniert werden. Hierfür wurde schon ein Konzept erarbeitet, welches in dieser Studie nicht berücksichtigt wird.

Kenndaten:

beheizte Fläche: 1122,3 m²

beheiztes netto-Volumen: 4097,1 m³

beheiztes brutto-Volumen: 5030,9 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 107.500 kWh/a oder 95,8 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 12.200 kWh/a oder 10,9 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 9.000 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 154.200 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 38,2 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

empfohlene Maßnahmen:

- Dämmung der Außenwände mit mindestens **16 cm** Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeitsgruppe 035 oder besser.
- Ersatz der Fenster und Glasbausteine durch Fenster mit U_w-Wert 0,95 W/m²K oder besser
- Austausch der Außentüren U_D-Wert 1,1 W/m²K oder besser
- Nachdämmung des Daches mit einem druckstabilen und leichten Dämmstoff als Aufdachdämmung (z.B. PUR)
- Austausch des Lüftungsgerätes mit einer Wärmerückgewinnung von mindestens 80%
- Umstellung der Beheizung auf regenerative Energien wie Hackschnitzel oder Pellets
- Umstellung der Beleuchtung auf LED-Technik

Insgesamt sollte der Standard KFW-Effizienzhaus 100 oder 70 (mit Teilschuldenerlass verbunden) angestrebt werden.

Das Einsparpotential durch die genannten Maßnahmen liegt bei ca. 50 bis 60% der Endenergie und 80 bis 85% der Primärenergie.

Mit einer Sanierung der Thulbatalhalle können im Jahr ca. 4.500 bis 5.000 € an Energiekosten eingespart werden. Die energetischen Investitionskosten werden auf ca. zwischen 700.000 und 900.000 € geschätzt. Da viele Bauteile der Halle am Ende ihrer

rechnerischen Lebensdauer angelangt sind und daher erneuert bzw. modernisiert werden müssen, entfällt der größte Anteil (geschätzt 80%) der Investitionskosten auf die so-wie-so-Kosten.

Bei anstehenden So-wie-so-Reparaturen sollte die energetische Sanierung in einem Zug in einer gesamtheitlichen Planung alle Belange berücksichtigen werden, um die aktuell günstigen Förderkonditionen zu nutzen.

Förderungen

Eine Förderung ist durch das Programm 218 der KfW-Bank voraussichtlich möglich. Die exakten Konditionen können auf der Internetseite <https://www.kfw.de/218> nachgelesen werden.

Aufgrund der schulischen Nutzung können vermutlich auch FAG-Fördermittel eingeworben werden.

6 Feinanalyse

6.1 Burkardroth

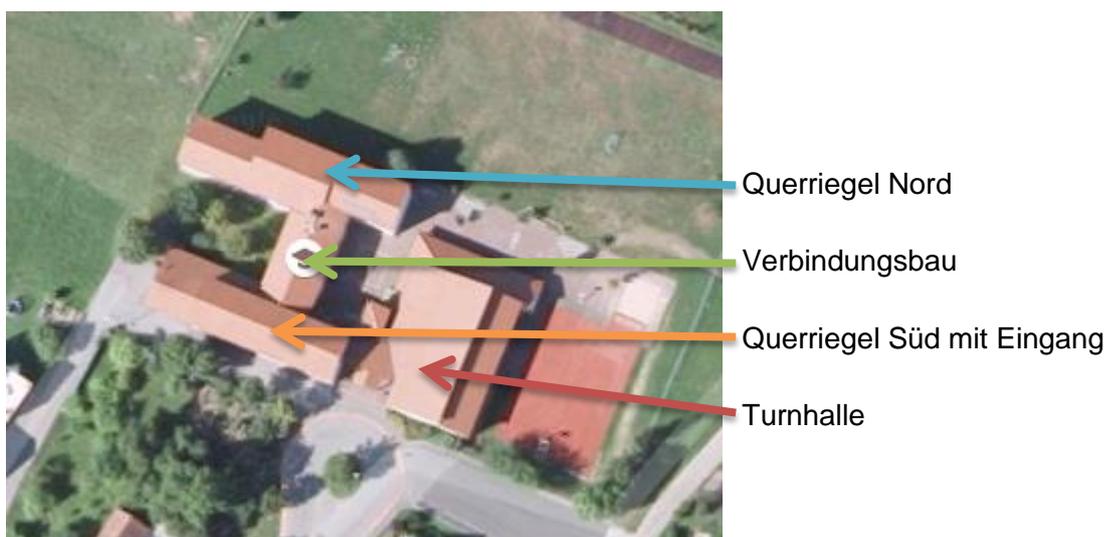
6.1.1 Schule Premich

Gebäudebeschreibung Bestand:

Im April 1968 wurde der erste Bauabschnitt der Schule Premich bezugsfertig. In einem zweiten Bauabschnitt wurden ein Turn- und ein Handarbeitsraum errichtet. Der dritte Bauabschnitt sah den Bau der Turnhalle vor. Der Baukörper der Schule wurde als Mauerwerkskonstruktion erstellt und ist teilweise unterkellert. Die Erschließung erfolgt über die Südseite über den öffentlichen Zugang.

Im Jahr 1994 wurde die Schule um die Turnhalle erweitert. 2001 fand eine Außen- bzw. Hüllensanierung statt, dieser Standard ist bis heute unverändert.

Die Bauteile der Schule sind H-förmig angeordnet. Die Körper werden im Folgenden mit Querriegel Süd (Eingangsbereich), mit Verbindungs- oder Zwischenbau, mit Querriegel Nord, Turnhalle und „Treppenhaus-Turm“ bezeichnet.



Im **Kellergeschoss** befinden sich unter dem Zwischenbau und dem Querriegel Süd der Heizraum, der Öllageraum, die Hausmeisterwerkstatt und Lagerflächen. Lediglich um einen Höhenmeter nach oben versetzt befindet sich das Untergeschoss der Sporthalle mit Hallenzugang, Sanitär- und Umkleieräumen sowie dem Zugang zum „Treppenhaus-Turm“, der den Sportbereich mit dem Erdgeschoss verbindet.

Im **Erdgeschoss** befinden sich ausgehend vom Eingangsbereich im **Querriegel Süd** Hausmeister- und 1.-Hilfe-Raum, Klassenzimmer und Werkraum sowie der direkte Zugang zur Tribüne der Schulsporthalle. Der Eingangsbereich mit Flur ist um einen halben Meter tiefer gelegen als die weiteren Räume des Querriegels Süd. Eingangs- und Flurbereiche des Querriegels Süd sind erdgeschossig und mit einem Pultdach versehen. Das in der Verlängerung des Querriegels Süd angrenzende Musikheim wurde nicht betrachtet. Eine Verbindung zwischen Schule und Musikheim ist nicht vorhanden. Im **Verbindungsbau** sind auf der Höhe des Eingangsbereiches die Büro- und Verwaltungsräume untergebracht. Der wiederum einen Meter tiefer gelegene **Querriegel Nord** beinhaltet weitere Klassenzimmer mit Nebenräumen.

Im **Obergeschoss** befinden sich im knapp eineinhalb Meter höher gelegenen **Querriegel Süd** weitere Klassenzimmer, im **Verbindungsbau** Neben- und Sanitärräume sowie im **Querriegel Nord** weitere Klassenzimmer mit Nebenräumen. Alle Obergeschoss-Bauteile schließen mit einer Decke über dem Obergeschoss ab und besitzen 18° geneigte Satteldächer.

Die Außenbauteile wurden aus energetischer Sicht bauzeittypisch bzw. wie aus den vorliegenden Unterlagen bekannt gedämmt angenommen.

Die Außenwände bestehen aus Mauerwerk unbekannter Güte, jeweils beidseitig verputzt und im Zuge der Hüllensanierung im Jahr 2001 lt. den vorliegenden Unterlagen mit 8 cm Wärmedämmverbundsystem versehen. Unter den Fenstern sind meist Heizkörpernischen in einer Tiefe von ca. 20 cm vorhanden. Die Fenster wurden ebenfalls im Zuge der Umbaumaßnahmen 2001 erneuert und durch Aluminiumfenster mit Wärmeschutzglas ersetzt (der Wert des Glases wurde damals noch als K-Wert angegeben mit 1,1 W/m²K).

Die Bodenplatte im KG konnte nicht eingesehen werden und wird bauzeittypisch angenommen. Die Dachflächen der Pultdächer im EG wurden bauzeitgemäß angenommen. Der niedrige Dachraum oberhalb der Decke über OG konnte nur im Verbindungsbau über eine Einschubtreppe eingesehen werden. Dort sind auf der Decke über OG 12 cm mineralische Faserdämmung offen verlegt. Die Dachräume über den Querriegeln Nord und

Süd konnten nicht eingesehen werden und wurden für die Berechnung ebenso gedämmt angenommen.

Die Bauteile der Turnhalle wurden bauzeitgemäß angenommen, es lagen keine Planunterlagen vor.

Anlagentechnik Bestand:

Der Wärmeerzeuger der Heizung besteht aus zwei Ölkesseln aus dem Jahr 1988 mit 305 kW und 1998 ohne Typenschild. Beim jüngeren Kessel handelt es sich um einen sogenannten „Spezial-Heizkessel“, beim älteren um einen Niedertemperaturkessel. Im gesamten Gebäude sind Rippenheizkörper mit Thermostatventilen vorhanden - die Turnhalle wird über Umluft beheizt.

Die Heizleitungen, Armaturen und Heizungspumpen sind gedämmt.

Eine Lüftungsanlage ist in der Schule nicht vorhanden.

Die Warmwasserbereitung für die Duschen der Turnhalle erfolgt über die Heizkessel. Die Übergabe wurde seit 2015 durch eine Frischwasserstation mit einem Pufferspeicher mit einem Nenninhalt von 400 l umgerüstet.

Die Steuerung der Heizungsanlage erfolgt über Zeitprogramme. Die Vorlauftemperatur wird durch einen Außentemperaturfühler begrenzt.

Endenergieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Bezeichnung	Stromverbrauch in kw/h			Heizöleinkauf		
	2014	2013	2012	2014	2013	2012
Schule Premich	26.036 kWh/a	26.664 kWh/a	25.574 kWh/a	30.949 l	25.005 l	20.003 l

Tabelle 26: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)

Heizung und Warmwasser (Warmwasser nur für die Turnhalle): ca. 760.000 kWh Heizöl in drei Jahren entsprechen im Mittel etwa 253.000 kWh/Jahr oder umgerechnet 25.300 l Heizöl/Jahr für die Beheizung der Schule und der Turnhalle sowie der Trinkwarmwasserbereitung der Turnhalle.

Stromverbrauch: ca. 78.000 kWh Strom zwischen 2012 und 2014 entsprechen im Mittel etwa 26.000 kWh pro Jahr.

Die Energiekosten für Heizung, Warmwasser und Strom des Jahres 2014 beliefen sich auf ca. 30.700 €.

Kenndaten:

beheizte Fläche: 2618,4 m²

beheiztes netto-Volumen: 9835,3 m³

beheiztes brutto-Volumen: 12689,5 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 253.000 kWh/a oder 96,6 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 26.000 kWh/a oder 9,9 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 30.700 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 347.000 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 95,5 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

Nutzung der Turnhalle:

Vormittags: Grundschule, Schulsport derzeit 1. – 4. Klasse.

Nachmittags: Kindergarten

Zwischen September und April wird die Halle wöchentlich von ca. 300 Personen im Breitensport benutzt. Während dieser Zeit ist die Halle komplett ausgebucht.

In der warmen Jahreszeit wird die Halle nur von einer Sportgruppe außerhalb der Schulzeit genutzt.

Beleuchtung:

Überwiegend Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten, die Turnhalle ist mit Gas-Verdampferlampen ausgestattet.

PV-Anlage:

Die Dächer der Schule und der Turnhalle wurden bereits für die Installation von PV-Anlagen vermietet und stehen daher nicht mehr für eine Belegung zur Verfügung.

Einsparpotential:

Da die Gebäudehülle bereits energetische ertüchtigt wurde, wird von einer Sanierung der Gebäudehülle abgeraten. Der aktuelle Zustand wird als gut bewertet.

Die Anlagentechnik ist in die Jahre gekommen und sollte zeitnah ausgetauscht werden, da bei dem älteren der beiden Kessel mit Versagen gerechnet werden muss.

Als Alternative zum 1-zu1-Austausch wurde der Ersatz durch eine Pelletsanlage als Variante 1 untersucht.

Die So-wie-so-Kosten werden bei allen Varianten nicht berücksichtigt.

Die Einsparpotentiale werden jeweils gegenüber dem ursprünglichen Verbrauch von 2014 angegeben.

Variante 1: Pellets-Kessel

Beim Ersatz des Heizkessels durch einen Pelletskessel verringert sich der Primärenergiebedarfs von ca. 144 kWh/m²a auf etwa 44 kWh/m²a.

Der Öltankraum könnte als Pelletslager umgerüstet werden.

Mehrbedarf: ca. 4% oder 10.700 kWh/a

Der geringe Mehrbedarf an Endenergie liegt an dem etwas schlechteren Wirkungsgrad eines Pellets-Kessels gegenüber einem Öl-Kessel.

Einsparung Primärenergie: ca. 70% oder 210.200 kWh/a

Primärenergetisch liegt der Einsparung gegenüber einem Öl-Kessel sehr hoch, da für den Brennstoff Heizöl ein Aufschlag von 10% (Faktor 1,1) für Förderung, Transport und

Reinigung berechnet wird. Bei Pellets liegt dieser Faktor bei 0,3. Das bedeutet, dass die Pellets weit umweltfreundlicher produziert werden können als Erdöl.

Die Heizkosten verringern sich um etwa 3.500 € jährlich. Bei Investitionskosten von etwa 115.000 € bis 150.000 € Pellets-Lager, Kessel, Pufferspeicher und Kamin würden sich die Kosten innerhalb der Nutzungszeit der Anlage nicht amortisieren.

Die sowieso-Kosten eines, in naher Zukunft nötigen, Ersatzes der alten Kessel wurde nicht berücksichtigt.

Weitere Varianten einer Beheizung mit regenerativen Energien wurden zwar untersucht, aufgrund von unpassenden Rahmenbedingungen wieder verworfen.

Für den Einsatz von Wärmepumpen müsste die Heizungsanlage von Heizkörpern bzw. Radiatoren auf Flächenheizungen mit niedriger Vorlauftemperatur wie Decken-, Fußboden- oder Wandheizung umgebaut werden, was wiederum einen großen Eingriff in das gesamte Gebäude bedeuten würde.

Eine Hackschnitzelanlage wurde aufgrund von fehlender Lagermöglichkeiten mit einer Befüllungsmöglichkeit von oben nicht weiter verfolgt.

Gebäudehülle:

Für eine Veränderung der Gebäudehülle werden keine Vorschläge unterbreitet, da bereits ein Wärmedämmverbundsystem aufgebracht ist.

Beleuchtung Schule:

Durch eine Umrüstung auf LED-Technik können im Gebäude ca. 1/3 der Stromkosten für die Beleuchtung eingespart werden.

	T8 36 Watt	LED Tube		
Brenndauer/a	990 h	990 h	180 Schultage à 5,5 h	
Lampenleistung	36 W	19 W		
vorschaltgerät Leistung	9 W	1 W		
Gesamtleistung der Lampe	45 W	20 W		
Stromkosten / kWh	0,26 €	0,26 €		
Lebensdauer der Lampe	20.000 h	40.000 h		
Kosten Lampenwechsel	6,00 €	6,00 €		
Anzahl Lampenwechsel / Jahr	0,0495	0,02475		
Kosten Lampenwechsel / Jahr	0,30 €	0,15 €		
Kosten Lampenersatz / Jahr	0,17 €	1,51 €		
Stromkosten	11,58 €	5,15 €		
Gesamtkosten / Jahr	12,05 €	6,81 €	Einsparung /a	5,25 €
Anfangsinvestition / Lampe	3,50 €	61,00 €		
Amortisation		11,0 Jahre		

Tabelle 27: Amortisationsrechnung Beleuchtung T8 36 Watt / LED Tube (AB Haase)

	T8 58 Watt	LED Tube		
Brenndauer/a	990 h	990 h	180 Schultage à 5,5 h	
Lampenleistung	58 W	22 W		
vorschaltgerät Leistung	14 W	2 W		
Gesamtleistung der Lampe	72 W	24 W		
Stromkosten / kWh	0,26 €	0,26 €		
Lebensdauer der Lampe	20.000 h	40.000 h		
Kosten Lampenwechsel	6,00 €	6,00 €		
Anzahl Lampenwechsel / Jahr	0,0495	0,02475		
Kosten Lampenwechsel / Jahr	0,30 €	0,15 €		
Kosten Lampenersatz / Jahr	0,17 €	2,00 €		
Stromkosten	18,53 €	6,18 €		
Gesamtkosten / Jahr	19,00 €	8,33 €	Einsparung /a	10,67 €
Anfangsinvestition / Lampe	3,50 €	81,00 €		
Amortisation		7,3 Jahre		

Tabelle 28: Amortisationsrechnung Beleuchtung T8 58 Watt / LED Tube (AB Haase)

Beleuchtung Turnhalle:

Im Bestand sind Metaldampflampen eingebaut, die stark blenden und daher ausgetauscht werden sollten. Hierfür werden LED-Lampen empfohlen, die schneller reagieren, wenig Strom benötigen und langlebig sind.

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs wurden die Standard-Randbedingungen der DIN-Norm an die tatsächliche Nutzung angepasst. Die Differenz zwischen dem errechneten Energiebedarf und dem tatsächlichen Verbrauch wird durch einen Korrekturfaktor ausgedrückt. Bei diesem Gebäude lag nach Anpassungen der Zonendaten der Verbrauch 19% niedriger als der theoretisch ermittelte Bedarf.

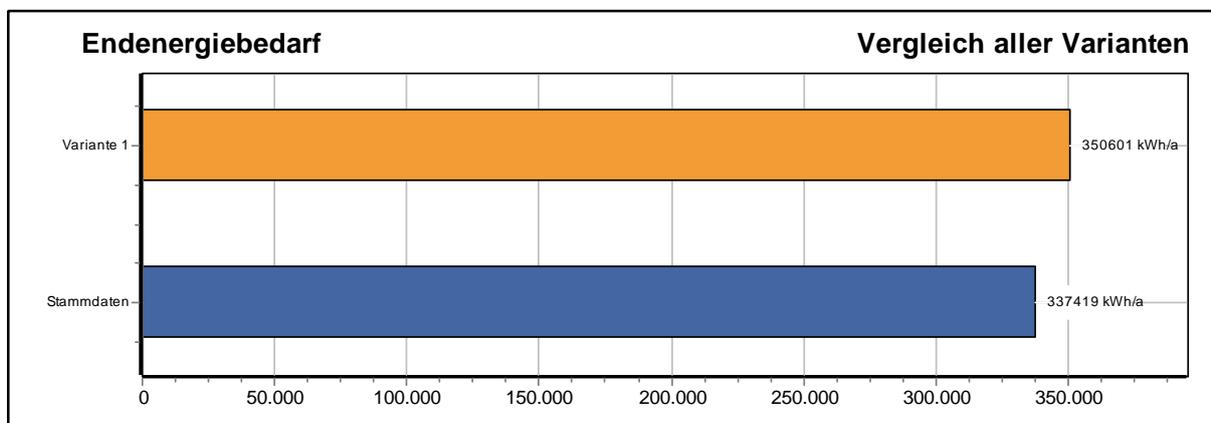


Abbildung 34: Vergleich Endenergiebedarf der Varianten (AB Haase)

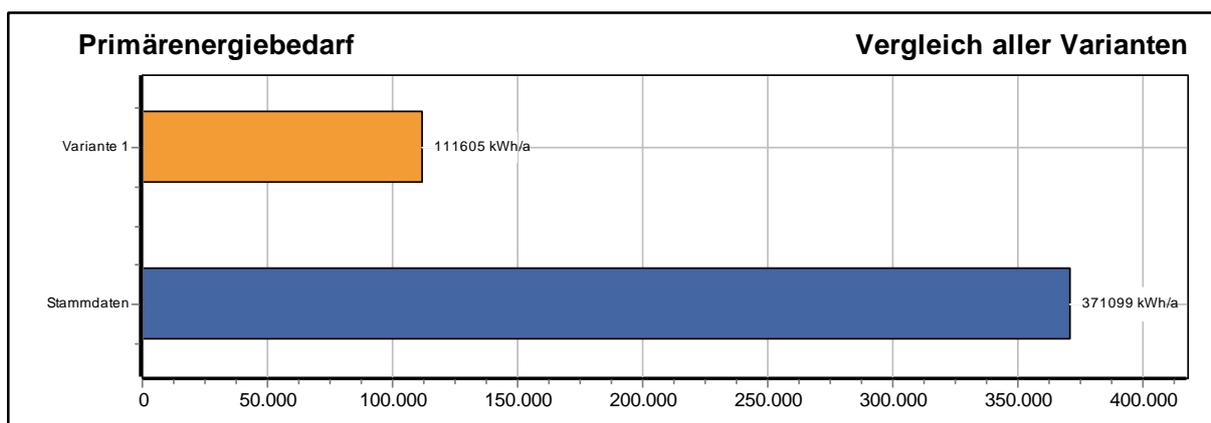


Abbildung 35: Vergleich Primärenergiebedarf der Varianten (AB Haase)

Fördermöglichkeiten:

- KFW Programm 218, falls eine Sanierung zum Effizienzhaus oder eine förderfähige Einzelmaßnahme angestrebt wird
- je nach Heizsystem eventuell BAFA

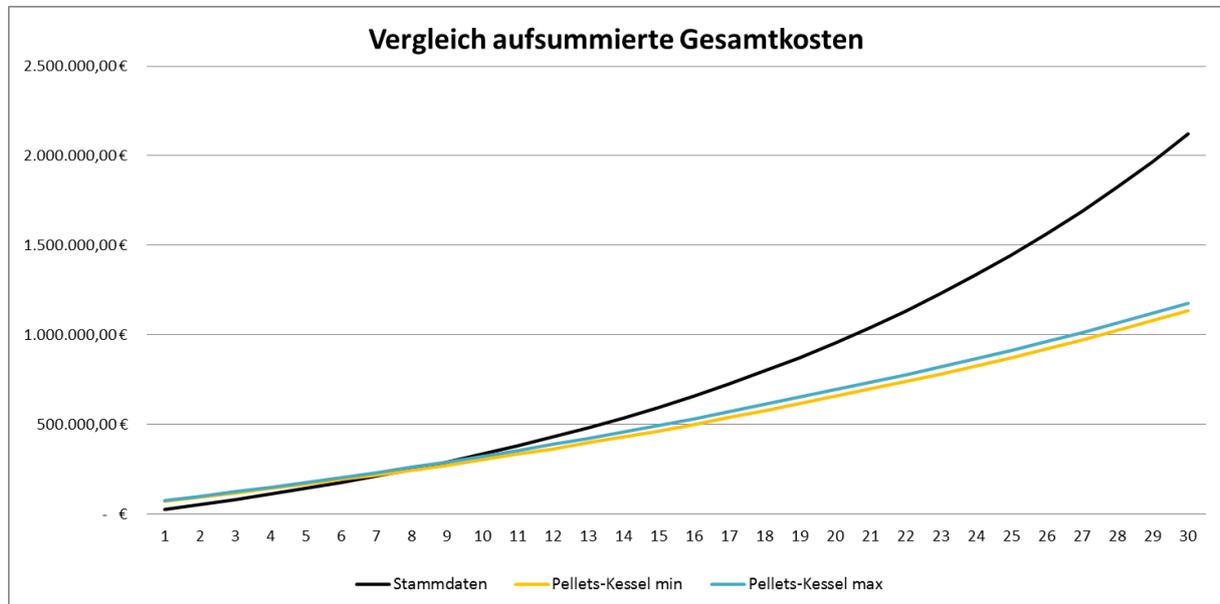


Abbildung 36: Vergleich der Varianten (AB Haase)

In den Gesamtkosten sind Zins und Tilgung der Kredite, Brennstoffkosten mit Preissteigerung und die Wartung mit Preissteigerung enthalten.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KFW-Kredit: 0,05% nach Programm 218 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre
- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen

- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KfW bei den Varianten „Sole-Wasser-Wärmepumpe“ und „Pellets-Kessel“. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- Wartung der Heizungsanlage: jährlich 1% der Neubaukosten
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%
- so-wie-so-Kosten für einen Kesseltausch, da dieser am Ende seiner rechnerischen Lebensdauer ist, wurden nicht berücksichtigt.
- Investitionskosten für die Variante Sole-Wasser-Wärmepumpe wurden zwischen 180.000 (entspricht der Kurve „Sole-Wasser-WP min“) bis 250.000 € (entspricht der Kurve „Sole-Wasser-WP max“) geschätzt.
- Investitionskosten für die Variante Pellets-Kessel wurden zwischen 115.000 (entspricht der Kurve „Pellets-Kessel min“) bis 150.000 € (entspricht der Kurve „Pellets-Kessel max“) geschätzt.

In den Gesamtkosten erweist sich nach der oben stehenden Grafik die Variante **Pellets-Kessel als die wirtschaftlich günstigste Möglichkeit** der Beheizung der Schule. Bereits nach etwa 9 Jahren überholt die Kurve der Stammdaten (Bestand ohne Änderung der Beheizung) den Graph der Pellets-Heizung im günstigsten Fall.

6.1.2 Neue Schule Stangenroth

Beschreibung Bestand:

Baujahr: ca. 1910

Bauweise: massiv Mauerwerk beidseitig verputzt, KG bis OG Hauptgebäude mit 40 cm starken Außenwänden, der Anbau im NW mit 30 cm starken Außenwänden jeweils ungedämmt

thermische Hülle:

unterer Abschluss: Bodenplatte im nicht unterkellerten Bereich sowie im Raum Umkleide / Dusche, sonst Kellerdecke

Aufbau Bodenplatte: nicht bekannt – daher als bauzeitlich üblich angenommen

Kellerdecke: Stahlsteindecke ungedämmt

oberer Abschluss der thermischen Hülle: oberste Geschossdecke als Holzbalkendecke mit Füllung bauzeitlich ausgebildet

Fenster: im Kellerfenster sind Holz-Verbundfenster aus den 1950-er Jahren eingebaut, in den darüber liegenden Geschossen 2-fach verglaste Kunststoffrahmenfenster um 1995

Nutzung:

Das Kellergeschoss wird nur als Lager bzw. Abstellfläche und Waschküche genutzt und eigentlich nicht beheizt

EG: Proberaum des Musikvereins plus Veranstaltungsraum

OG: Wohnung, leerer Raum, WCs

DG: Notenarchiv Musikverein, ungenutzter Dachraum

Beleuchtung:

Wohnung: überwiegend Halogenglühlampen

Nichtwohngebäudenutzung: Rasterspiegelleuchten mit konventionellen Vorschaltgeräten und stabförmigen Leuchtstofflampen

Beheizung und Trinkwarmwasserbereitung:

zentraler Heizkessel: 70 kW Öl-Gebläse-Kessel Baujahr 1987 als Niedertemperaturkessel mit elektrischer Regeleinheit und Außentemperaturfühler

Trinkwarmwasserbereitung: 100 l Elektroboiler in der Wohnung und 5 l E-Boiler im Musikraum

Die Energiekosten für Heizung, Warmwasser und Strom des Jahres 2014 beliefen sich auf ca. 2.850 €, wobei die Stromkosten der Mietwohnung hierin nicht enthalten sind.

Gemeindeteil	Bezeichnung	Stromverbrauch in kw/h			Heizöleinkauf		
		2014	2013	2012	2014	2013	2012
Stangenroth	Neue Schule	1.753 kWh/a	1.728 kWh/a	1.317 kWh/a	3.445 l	4.311 l	3.716 l

Tabelle 29: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)

Kenndaten:

beheizte Fläche: 494,4 m²

beheiztes netto-Volumen: 1447,9 m³

beheiztes brutto-Volumen: 1881,6 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 38.000 kWh/a oder 76,9 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 1.600 kWh/a (ohne Wohnung) oder 3,2 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 3.200 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 47.000 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 12,8 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

mögliche Maßnahmen:

Die So-wie-so-Kosten werden bei allen Varianten nicht berücksichtigt.

Die Einsparpotentiale werden jeweils gegenüber dem ursprünglichen Verbrauch von 2014 angegeben.

Variante 1: Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems an den Wandbauteilen gegen Außenluft mit 16 cm WLG 035

Einsparung: ca. 33% oder 13.000 kWh/a

Kosten: zwischen ca. 50.000 bis 70.000 €

Variante 2: Decke über OG mit Mineralwolle nachdämmen (ohne Gehbelag) mit 10 cm WLG 030

Kosten: ca. 14.000 bis 20.000 €

Einsparung: ca. 9% oder 3.600 kWh/a

Variante 3: Dämmung der Kellerdecke mit 10 cm WLG 030 von unten

Einsparung: ca. 7% oder 2.800 kWh/a

Kosten: ca. 6.000 bis 10.000 €

Variante 4: Kombination der vorhergehenden Varianten

Einsparung: ca. 49% oder 19.400 kWh/a

Kosten: ca. 70.000 bis 100.000 €

Variante 5: Kombination der vorhergehenden Varianten und Kesseltausch als 1-zu-1-Tausch

Einsparung: ca. 54% oder 21.400 kWh/a

Kosten: ca. 88.000 bis 125.000 €

Variante 6: Kombination der vorhergehenden Varianten und Ersatz des Heizkessels durch einen Pelletskessel

Einsparung: ca. 53% oder 21.000 kWh/a

Kosten: ca. 105.000 bis 140.000 €

Aufgrund der großen Flächen, die selten beheizt werden, weicht der errechnete Bedarf vom tatsächlichen Verbrauch deutlich ab. Im Bestand werden etwa 59% des errechneten Heizenergiebedarfs verbraucht. In Anlehnung an die DIN 18599 (energetische Berechnung von Nichtwohngebäuden) wurde der beheizbare Kellerraum mit in die thermische Hülle eingerechnet. Dadurch wird das Verhältnis wärmeabgebende Oberfläche zu beheiztem Raumvolumen deutlich ungünstiger. Der Effekt davon ist, dass der theoretische Heizwärmebedarf noch stärker vom tatsächlichen Verbrauch abweicht.

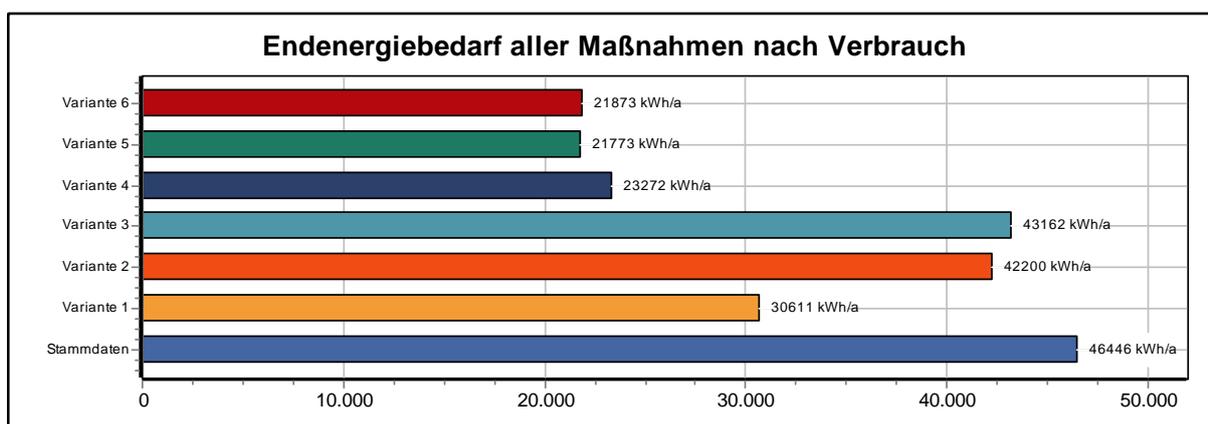


Abbildung 37: Endenergiebedarf aller Varianten (AB Haase)

Hinweis: Der Kessel hat die technische Lebensdauer erreicht, fällt allerdings nicht unter die Nachrüstverpflichtung nach EnEV 2014, weil es sich um einen Niedertemperaturkessel handelt, die von der Nachrüstverpflichtung ausgenommen sind.

Bauteil	Fläche netto [m ²]	neu	Bestand
		U [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]
Außenwand EG 40cm - NO	21,78	0,19	1,3
Außenwand EG/OG 30cm - NO	12,61	0,19	1,59
Außenwand KG gg Außenluft - NO	8,13	1,01	1,01
Außenwand KG gg Erdreich - NO	2,32	1,05	1,05
Außenwand OG Hauptgebäude 30cm - NO	30,78	0,19	1,59
Bodenplatte EG	112,1	1	1
Dach - Anteil Musikzimmer - NW	11,14	0,76	0,76
Decke ü OG	248,24	0,22	0,8
Decke über KG einschl. WF	108,1	0,28	1,5
Decke/Flachdach ü WF	3,47	2,1	2,1
Innenwand DG - Tür	1,81	2,04	2,04
Innenwand DG TRH	44,76	2,18	2,18
Innenwand KG	29,09	1,57	1,57
Innenwand KG - Tür	1,81	2,04	2,04
Windfang NO	3,56	1,7	1,7

Tabelle 30: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)

Geänderte Werte gegenüber dem Bestand sind in der Tabelle rot dargestellt.

Förderung:

Bei den Maßnahmen sollte darauf geachtet werden, dass entweder eine Sanierung zum Effizienzhaus oder eine förderfähige Einzelmaßnahme nach den Richtlinien der KfW erreicht wird.

mögliches Förderprogramm: KfW Programm 217/218

mögliches Förderprogramm für Kesseltausch: BAFA erneuerbare Energien Biomasse

Wirtschaftlichkeit und Sensitivitätsanalyse und Fördermöglichkeiten:

Bei den nachfolgenden Berechnungen konnte der Stromverbrauch der Wohnung nicht berücksichtigt werden, da der Verbrauch nicht bekannt ist.

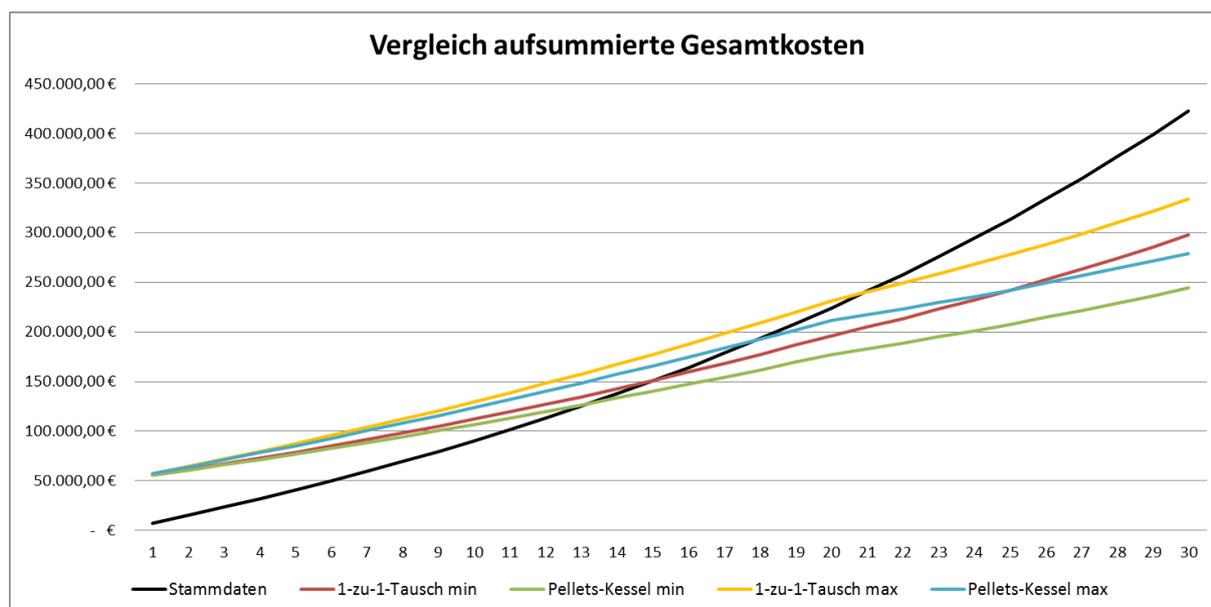


Abbildung 38: Vergleich der Varianten (AB Haase)

In den Gesamtkosten sind Zins und Tilgung der Kredite, Brennstoffkosten mit Preissteigerung und die Wartung mit Preissteigerung enthalten.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KFW-Kredit: 0,05% nach Programm 218 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre
- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen
- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KfW bei den Varianten „1-zu-1-Austausch“ und „Pellets-Kessel“. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- Wartung der Heizungsanlage: jährlich 1% der Neubaukosten
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%
- so-wie-so-Kosten für einen Kesseltausch, da dieser am Ende seiner rechnerischen Lebensdauer ist, wurden nicht berücksichtigt.
- Investitionskosten für die Variante „1-zu-1-Austausch“ wurden zwischen 88.000 (entspricht der Kurve „1-zu-1-Austausch min“) bis 125.000 € (entspricht der Kurve „1-zu-1-Austausch max“) geschätzt.

- Investitionskosten für die Variante „Pellets-Kessel“ wurden zwischen 105.000 (entspricht der Kurve „Pellets-Kessel min“) bis 140.000 € (entspricht der Kurve „Pellets-Kessel max“) geschätzt.

In den Gesamtkosten erweist sich im Laufe der Jahre nach der oben stehenden Grafik die Variante Pellets-Kessel als die wirtschaftlich günstigste Möglichkeit der Beheizung. Bereits nach etwa 13 Jahren überholt die Kurve der Stammdaten (Bestand ohne Änderung der Beheizung) den Graph der Pellets-Heizung im günstigsten Fall.

Empfehlung:

- Bei einer Nutzungsintensivierung Sanierung in einem Zug unter besonderer Berücksichtigung der Gebäudehülle und der Beheizung. Hierbei muss auch die Nutzung der Kellerräume überdacht werden, da der größte Raum offensichtlich gar nicht genutzt wird. Hier muss eine Entscheidung getroffen werden, ob der Raum weiterhin beheizbar bleiben soll. Anderenfalls sollte die Heizung in diesem Raum abgebaut und die Leitung abgetrennt werden.
- Nachdämmung der Heizleitungen auf dem ungeheizten Dachboden
- Austausch des Heizkessels

6.2 Bad Bocklet

6.2.1 Grundschule Bad Bocklet

Gebäudebeschreibung Bestand:

Der 1965 errichtete Baukörper der Schule wurde als Stahlbeton-Stützenkonstruktion mit Wandscheiben aus Mauerwerk und gemauerten Brüstungen erstellt und ist voll unterkellert. Durch die Hanglage wird das Kellergeschoss talseitig durch einen Schülereingang vom Pausenhof aus, der in Foyer und Aula mündet, erschlossen. Hangseitig gibt es ebenfalls einen öffentlichen Zugang.

Im Jahr 1974 wurde die Schule in Stahlbetonbauweise um einen 2-geschossigen Anbau mit Flachdach erweitert.

1994 fand eine Umplanung bzw. Teilsanierung des 1965er Gebäudeteils statt, dieser Standard ist bis heute unverändert.

Im **Kellergeschoss** befinden sich der Eingangsbereich mit Aula, Mehrzweck- und Fachklassenräume (Informatik, Werken, Schulküche, Musik – ehem. Naturlehre mit zugehörigem Vorbereitungsraum), der Hausmeisterverkauf, Toilettenanlagen für die Schüler sowie Heizungs- und Hausanschlussraum. Im **Erdgeschoss** befinden sich ausgehend von einem zentralen Eingangsbereich das Rektorat mit Lehrerzimmer, Teeküche und Lehrertoiletten, Klassenzimmer und Räume der Mittagsbetreuung.

Die Außenbauteile wurden aus energetischer Sicht bauzeittypisch bzw. nach vorhandenen Planunterlagen angenommen, wobei eine Unterteilung in Altbau (1965/1994) und Erweiterung (1974) stattfindet.

Altbau (1965/1994): Die Außenwände bestehen aus Stahlbetonstützen, ausgemauerte Bereiche aus Hochlochziegeln (36,5cm), jeweils beidseitig verputzt. Unter den Fenstern sind meist Heizkörpernischen in einer Tiefe von ca. 20 cm vorhanden, was auf eine Mauerstärke des Brüstungsmauerwerks von ca. 11,5 - 17,5cm schließen lässt. Die bauzeitlichen Fenster im Altbau wurden im Zuge der Umbaumaßnahmen 1994 erneuert und durch Holzfenster mit Isolierverglasung ersetzt. Ostseitig sind im Eingangsbereich und Flur große Felder aus Glasbausteinen vorhanden. Die Bodenplatte im KG konnte nicht eingesehen werden und wird bauzeittypisch angenommen. Die Decke über EG (EG zu unbeheiztem Dachraum) besteht lt. der statischen Berechnung aus einer Stahlbeton-Rippendecke, unterseitig abgehängt, mit einer Lage aus Gussasphaltestrich im DG.

Erweiterung (1974): Die Außenwände bestehen aus einem Stahlbeton-Stützenraster mit vorgehängten Sichtbeton-Brüstungselementen. Die Holzfenster mit Isolierverglasung stammen aus der Bauzeit, vereinzelt wurde bereits die Verglasung erneuert. Die Fenster-Tür-Elemente in den Fluren im KG und EG sowie das komplette Eingangs- und Windfangelement im KG sind lediglich mit einer Einfachverglasung verbaut! Die Bodenplatte im KG konnte nicht eingesehen werden und wird bauzeittypisch angenommen. Die Decke über dem EG (= Flachdach) besteht aus einer Stahlbeton-Rippendecke mit mehreren Massivstreifen, unterseitig abgehängt. Der Flachdach-Aufbau konnte nicht eingesehen werden.

Anlagentechnik Bestand:

Der Wärmeerzeuger der Heizung besteht aus zwei Gas-Brennwertkesseln mit je 80 kW Heizleistung aus dem Jahr 2014. Die unterhalb gelegene Turnhalle wird über eine Verbindungsleitung (Heizung und Warmwasser) mitversorgt. Im gesamten Gebäude sind Rippenheizkörper mit Thermostatventilen vorhanden. Die Heizleitungen, Armaturen und Heizungspumpen sind gedämmt.

Die Vorlauftemperatur wird außentemperaturabhängig geregelt. Nachts wird ein Absenkbetrieb nach Zeitprogramm gefahren.

Für die WC-Anlagen ist eine Abluftanlage im unbeheizten Dachgeschoss vorhanden.

In allen anderen Bereichen gibt es keine Lüftungsanlage.

Die Warmwasserbereitung in der Schule erfolgt ausschließlich an drei Zapfstellen im Gebäude, jeweils dezentral und elektrisch. In der Schulküche und Teeküche ist jeweils ein 5-Liter-Heißwasserboiler sowie im Putzraum für die Reinigungskräfte ein Warmwasser-Elektroboiler mit 100l Fassungsvermögen vorhanden.

Endenergieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Heizung und Warmwasser (WW nur für die Turnhalle): ca. 925.000 kWh Erdgas in drei Jahren entsprechen im Mittel etwa 308.000 kWh/Jahr oder umgerechnet 30.800 l Heizöl/Jahr für die Beheizung der Schule und der naheliegenden Turnhalle sowie der Trinkwasserbereitung der Turnhalle.

Im letzten Abrechnungszeitraum ist der Verbrauch um ca. 95.000 kWh gesunken (im obigen Zahlenmittel bereits eingerechnet), was vermutlich durch die Erneuerung der Gas-

Brennwertgeräte im Jahr 2014 sowie der Einregulierung der Heizungsanlage und einer optimierten Steuerung zu verdanken ist.

Der Heizenergieverbrauch wird für die Schule und die Turnhalle gemeinsam gemessen und wurde nach den Flächen auf beide Gebäude rechnerisch verteilt.

Strom (nur Schule): ca. 70.000 kWh Strom im Abrechnungszeitraum von 3 Jahren entsprechen im Mittel etwa 23.300 kWh pro Jahr, wobei auch hier im letzten vorliegenden Abrechnungszeitraum ein Rückgang des Verbrauches zu erkennen war (auf ca. 21.000 kWh), was wiederum vermutlich der optimierten Steuerung sowie dem teilweisen Einbau effizienterer Pumpen zu verdanken ist.

Bezeichnung	Stromverbrauch in kWh			Erdgasverbrauch in kWh		
	2014	2013	2012	Heizenergieverbrauch 2014	Heizenergieverbrauch 2013	Heizenergieverbrauch 2012
Turnhalle	8.874 kWh/a	7.324 kWh/a	6.389 kWh/a			
Schule	20.948 kWh/a	24.552 kWh/a	24.423 kWh/a	243717 kWh	339844 kWh	340925 kWh

Tabelle 31: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)

Kenndaten:

beheizte Fläche: 1920,7 m²

beheiztes netto-Volumen: 5654,0 m³

beheiztes brutto-Volumen: 7773,6 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 210.000 kWh/a oder 109,3 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 21.000 kWh/a oder 10,9 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 20.600 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 269.000 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 65,7 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

Nutzung:

Grund- und Mittelschule, derzeit 4. – 9. Klasse, teilweise als Ganztagesklasse, teilweise mit Mittagsbetreuung.

Beleuchtung:

Überwiegend Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten, 2 Klassenräume wurden bereits mit elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet. Im Eingangsbereich Erdgeschoss sowie in der Aula im Kellergeschoss sind noch Einzelleuchten vorhanden, dort werden die bestehenden Leuchtmittel bei Defekt jeweils gegen Energiesparlampen ausgetauscht.

Die So-wie-so-Kosten werden bei allen Varianten nicht berücksichtigt.

Die Einsparpotentiale werden jeweils gegenüber dem ursprünglichen Verbrauch von 2014 angegeben.

Einsparpotential:**Variante 1: Fenstertausch**

Austausch aller Fenster nach den Kriterien für Einzelmaßnahmen der KfW

Einsparpotential: ca. 28% oder 66.700 kWh/a

Kosten: ca. 220.000 bis 300.000 €

Variante 2: Dämmung der Außenwände

Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems 16 cm WLG 035 an allen Wandbauteilen gegen Außenluft

Einsparpotential: ca. 16% oder 39.400 kWh/a

Kosten: ca. 100.000 bis 150.000 €

Variante 3: Dämmung der obersten Geschossdecke zu kaltem Dachraum

Der Dachaufbau konnte nicht eingesehen werden und muss dahingehend geprüft werden, ob der Mindestwärmeschutz eingehalten wird - anderenfalls greift die Nachrüstverpflichtung

der Wärmeschutzverordnung. Dann muss die oberste Geschossdecke auf einen U-Wert von max. 0,24 W/(m²K) gebracht werden. Dies wird zum Beispiel mit

Auflegen von 16 cm Mineralwolle mit Gehbelag erreicht.

Einsparpotential: ca. 7% oder 18.000 kWh/a

Kosten: ca. 30.000 bis 45.000 €

Variante 4: Dämmung des Flachdachs

20 cm PUR

Einsparpotential: ca. 8% oder 20.400 kWh/a

Kosten: ca. 70.000 bis 140.000 €

Variante 5: Kombi Hülle

Kombination der vorhergehenden Varianten

Einsparung: ca. 58% oder 140.400 kWh/a

Kosten: ca. 440.000 bis 625.000 €

Variante 6: Kombi Hülle + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Kombination der vorher genannten Maßnahmen zuzüglich der Nachrüstung von Einzellüftungsgeräten für die Klassenzimmer und die Verwaltung

(rechnerische Einsparung nach 1-Zonen-Modell: ca. 62% oder 149.200 kWh/a)

Einsparung nach realistischer Schätzung: ca. 68% oder 164.000 kWh/a

Kosten: ca. 680.000 bis 925.000 €

Das Rechenergebnis weicht in Variante 6 aufgrund des 1-Zonen-Modells weit von der Realität ab. Lüftungsanlagen mit gutem Wärmerückgewinnungsgrad werden tatsächlich einen weit höheren Einspareffekt erzielen als in der Berechnung nach dem 1-Zonen-Modell ausgegeben.

Als realistisch werden 10 bis 15% Einsparung des Heizenergiebedarfs durch Einbau von Einzellüftungsgeräten angenommen. In absoluten Zahlen sind das zwischen 21.000 und 30.000 kWh/a.

Für die Berechnung des Endenergiebedarfs wurden die Standard-Randbedingungen der DIN-Norm an die tatsächliche Nutzung angepasst. Die Differenz zwischen dem errechneten Energiebedarf und dem tatsächlichen Verbrauch wird durch einen Korrekturfaktor ausgedrückt. Bei diesem Gebäude lag nach Anpassungen der Zonendaten der Verbrauch 4% höher als der theoretisch ermittelte Bedarf.

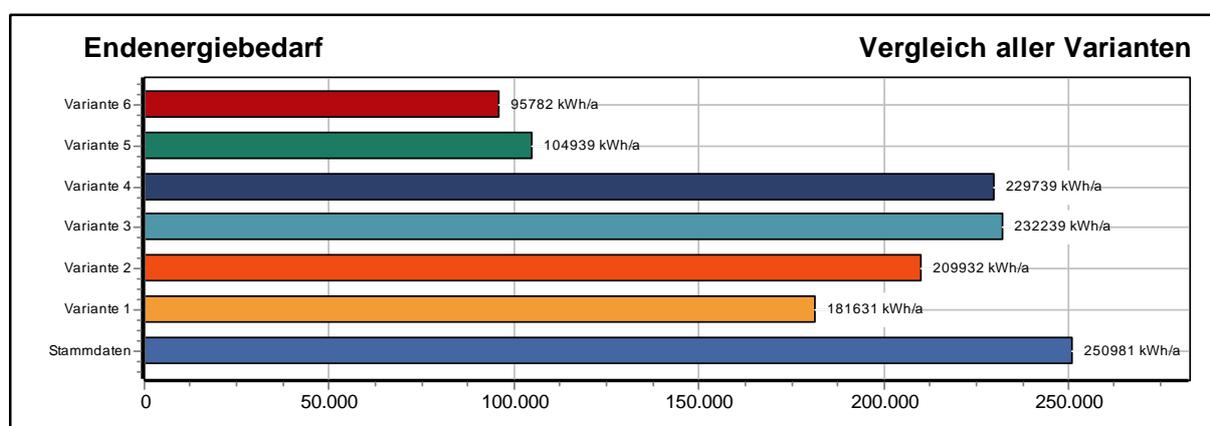


Abbildung 39: Vergleich Endenergiebedarf der Varianten (AB Haase)

Eine Änderung der Beheizung wird nur im Zuge einer Generalsanierung vorgeschlagen, da die Kesselanlage erst vor 2 Jahren ausgetauscht wurde. Dann können die Kessel durch den geringeren Energiebedarf verkleinert werden oder brauchen einfach weniger Energie.

Alle genannten Maßnahmen können so ausgeführt werden, dass eine Förderung durch die KfW-Bank als Einzelmaßnahme möglich wäre.

Bauteil	Fläche netto [m ²]	neu	Bestand
		U [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]
Außenwand 1974 - N	126,53	0,18	1,1
Außenwand 1974 - O	52,78	0,18	1,1
Außenwand 1974 - S	24,41	0,18	1,1
Außenwand 1974 - W	111,13	0,18	1,1
Außenwand Altbau - N	17,73	0,18	1
Außenwand Altbau - N (Erdreich)	6,31	1,04	1,04
Außenwand Altbau - O	110,98	0,18	1
Außenwand Altbau - O (Erdreich)	163,74	1,04	1,04
Außenwand Altbau - S	98,13	0,18	1
Außenwand Altbau - S (Erdreich)	25,24	1,04	1,04
Außenwand Altbau - W	123,44	0,18	1
Außenwand Tür	6,34	1,8	1,8
BoPI 1965	533,99	1	1
BoPI 1974	514,52	1	1
Decke gg Außenluft (Flachdach)	558,72	0,1	0,6
Decke gg Außenluft unten (Lehrerbereich)	43,55	0,93	0,93
Decke gg Außenluft/Erdreich oben (Putz)	15,32	0,1	0,6
Decke gg kalten Dachraum	488,66	0,2	0,85
Decke ü. Treppenaufgang	18,25	0,17	0,8
Innenwand Treppenaufgang	40,75	1,16	1,16
Innenwand Tür	2	1,8	1,8

Tabelle 32: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)

Gegenüber dem Bestand geänderte Werte sind rot dargestellt.

Eine Generalsanierung wird, unter Berücksichtigung von Brandschutz, Barrierefreiheit und zukünftiger Pädagogik, empfohlen.

Schule Bad Bocklet

Hauptnutzfläche (aus beheizter Fläche abgeleitet)	Neubaukosten *	Kosten
ca. 1.247 m ²	3.745 €/m ²	ca. 4.670.000,00 €
Kosten Generalsanierung	ca. 80%	ca. 3.736.000,00 €
abzgl. FAG-Förderung	mind. 45%	ca. 1.681.000,00 €
Teilschuldenerlass bei KfW 70	max. 175 €/m ²	ca. 218.000,00 €
Kosten abzgl. Förderung, zinsgünstiges Darlehen (z.B. KfW)		ca. 1.837.000,00 €

* Kostenrichtwert Stand 01/2015

Tabelle 33: grobe Kostenschätzung Generalsanierung (AB Haase)

Mögliche Förderung:

Programm 217 der KFW-Bank (IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren)

oder Programm 208 der KFW-Bank (IKK – Investitionskredit Kommunen)

kombiniert mit FAG-Förderung

Wirtschaftlichkeit und Sensitivitätsanalyse und Fördermöglichkeiten:

Die Kosten beziehen sich immer auf energetisch relevanten Kosten. So-wie-so-Kosten wurden nicht berücksichtigt.

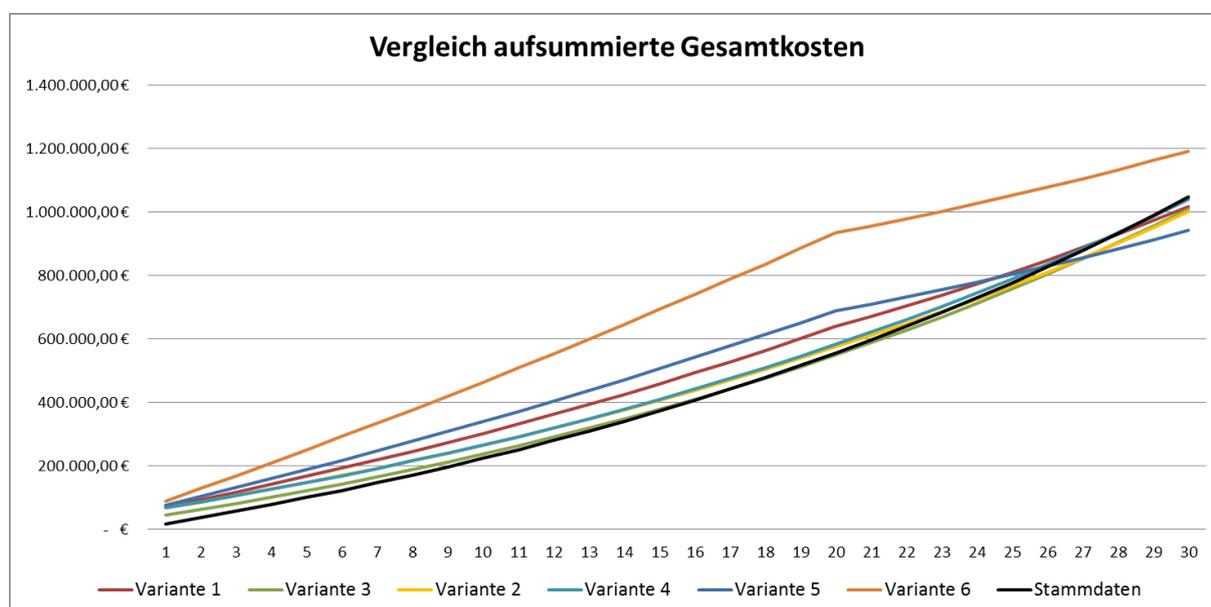


Abbildung 40: Vergleich der Varianten (AB Haase)

Bei der oben stehenden Grafik wurden die so-wie-so-Kosten und die FAG-Förderung nicht berücksichtigt. So wird eine Amortisation der Investitionskosten nur durch die Energieeinsparung sehr spät oder erst nach der technischen Lebensdauer der Komponenten erreicht.

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KFW-Kredit: 0,05% nach Programm 218 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre

- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen
- Erreichen des Förderstandards „Einzelmaßnahme“ mit einem Tilgungszuschuss von 5% der energetischen Investitionskosten
- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KfW bei den Varianten 5 und 6. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- Wartung der Heizungsanlage: jährlich 1% der Neubaukosten
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%

Unter Berücksichtigung des Baualters der Schule und deren Komponenten (besonders der Gebäudehülle) sind die meisten Bauteile verbraucht und sollten auch aufgrund der geänderten gesetzlichen Anforderungen ersetzt bzw. ertüchtigt werden. Die daraus entstehenden so-wie-so-Kosten bilden den weit überwiegenden Teil der Sanierungskosten. Wenn diese so-wie-so-Kosten von der Investitionssumme abgezogen werden, amortisieren sich die Maßnahmen durch die Energieeinsparung sehr schnell.

Empfehlung:

Eine Generalsanierung der Grundschule Bad Bocklet wird empfohlen, da viele Bauteile bereits verbraucht sind und ersetzt werden müssen. In diesem Zug empfiehlt es sich alle brandschutztechnischen und energetischen Belange sowie die Barrierefreiheit mit zu erledigen. Dies spart einen großen Anteil der Investitionskosten, wenn alle Unzulänglichkeiten auf einmal beseitigt werden. Der Einbau einer oder mehrerer mechanischer Lüftungsanlagen mit Rückgewinnung wird bei einer Hüllensanierung ausdrücklich empfohlen. Durch die dichtere Bauweise wird der natürliche Luftaustausch durch Undichtigkeiten und Fugen deutlich verringert. Dadurch steigt die CO₂-Konzentration vor allem in den dicht belegten Klassenräumen stark an. Es wird eine Anlage mit einer möglichst hohen Wärmerückgewinnungsrate empfohlen. So kann die Raumluftqualität deutlich gesteigert werden, was zu besserer Konzentrationsfähigkeit führt und gleichzeitig Heizenergie gespart werden.

6.2.2 Schulturnhalle Bad Bocklet

Gebäudebeschreibung Bestand:

Der 1974 errichtete Baukörper der Turnhalle wurde als Holzleimbinder-Konstruktion mit Wandscheiben aus Mauerwerk oder Beton erstellt und ist zum Teil unterkellert. Die Stirnseiten des Tragwerks und die horizontalen Flächen sind durch Bleche abgedeckt.

Im **Kellergeschoss** befinden sich die Technikräume sowie Abstellräume. Im **Erdgeschoss** befinden sich Umkleiden, Duschen und die Sporthalle sowie Geräteräume.

Die Außenbauteile wurden aus energetischer Sicht bauzeittypisch bzw. nach vorhandenen Planunterlagen angenommen.

Anlagentechnik Bestand:

Die Turnhalle wird von der Heizzentrale der benachbarten Schule mitversorgt.

Der Wärmeerzeuger der Heizung (Schule) besteht aus zwei modulierenden Gas-Brennwertkessel mit je 80 kW Nennleistung aus dem Jahr 2014. Die Heizleitungen, Armaturen und Heizungspumpen im Heizraum sind EnEV-konform gedämmt.

Die Vorlauftemperatur wird außentemperaturabhängig geregelt. Nachts wird ein Absenkbetrieb nach Zeitprogramm gefahren.

Eine Lüftungsanlage ist nicht vorhanden.

Die Warmwasserbereitung in der Turnhalle erfolgt durch eine Frischwasserstation kombiniert mit einem 750 l Pufferspeicher, der sowohl für die Fußbodenheizung der Halle als auch für die Trinkwarmwasserbereitung verwendet werden kann.

Endenergieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Der Heizenergieverbrauch wird für die Schule und die Turnhalle gemeinsam gemessen und wurde nach den Flächen auf beide Gebäude rechnerisch verteilt. Heizenergieverbrauch ca. 95.000 kWh/a

Strom (nur Turnhalle): Verbrauch der vergangenen drei Jahre ca. 22.600 kWh Strom entsprechen im Mittel etwa 7.500 kWh pro Jahr, wobei auch hier im letzten vorliegenden Abrechnungszeitraum ein Rückgang des Verbrauches zu erkennen war (auf ca. 6.400 kWh), was wiederum vermutlich der optimierten Steuerung sowie dem teilweisen Einbau effizienterer Pumpen zu verdanken ist.

Bezeichnung	Stromverbrauch in kWh			Erdgasverbrauch in kWh		
	2014	2013	2012	Heizenergieverbrauch 2014	Heizenergieverbrauch 2013	Heizenergieverbrauch 2012
Turnhalle	8.874 kWh/a	7.324 kWh/a	6.389 kWh/a			
Schule	20.948 kWh/a	24.552 kWh/a	24.423 kWh/a	243717 kWh	339844 kWh	340925 kWh

Tabelle 34: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Kommune)

Kenndaten:

beheizte Fläche: 651,6 m²

beheiztes netto-Volumen: 3292,1 m³

beheiztes brutto-Volumen: 3760,7 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 95.000 kWh/a oder 145,8 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 7.500 kWh/a oder 11,5 kWh/(m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 7.300 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 101.000 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 21,5 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

Nutzung:

Schulsport (Duschen werden nicht genutzt) 4 Vormittage pro Woche; Kindergarten: 1 Tag (Duschen werden nicht genutzt)

Sportverein: im Winter Fußball und Volleyball (Duschen werden genutzt)

Beleuchtung:

Überwiegend Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten.

Einsparpotential:

Die So-wie-so-Kosten werden bei allen Varianten nicht berücksichtigt.

Die Einsparpotentiale werden jeweils gegenüber dem ursprünglichen Verbrauch von 2014 angegeben.

Variante 1: Fenstertausch und Außenwanddämmung

Austausch aller Fenster nach den Kriterien für Einzelmaßnahmen der KfW $U_w=0,95$ $W/(m^2K)$

Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems 16 cm WLG 035 an allen Wandbauteilen gegen Außenluft

Einsparpotential: ca. 35% oder 35.600 kWh/a

Kosten: ca. 165.000 bis 200.000 €

Variante 2: Dämmung des Daches

Aufbringen einer Wärmedämmung mit 14 cm WLG 024

Einsparpotential: ca. 13% oder 13.900 kWh/a

Kosten: ca. 75.000 bis 150.000 €

Variante 3: Dämmung der Kellerdecke von unten

Aufbringen von 10 cm Mineralfaser und Innenputz

Einsparpotential: ca. 1% oder 1.300 kWh/a

Kosten: ca. 4.000 bis 6.000 €

Variante 4: Kombi Hülle

Kombination der vorhergehenden Varianten

Einsparung: ca. 48% oder 49.800 kWh/a

Kosten: ca. 244.000 bis 356.000 €

Variante 5: Kombi Hülle + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

Nachrüstung von Einzellüftungsgeräten für die Turnhalle, die Duschen und Umkleiden

(rechnerische Einsparung nach 1-Zonen-Modell: ca. 51% oder 52.300 kWh/a)

Einsparung nach realistischer Schätzung: ca. 58% oder 59.500 kWh/a

zusätzliche Kosten für Lüftung: ca. 40.000 bis 50.000 €

Das Rechenergebnis weicht in Variante 5 aufgrund des 1-Zonen-Modells weit von der Realität ab. Die Lüftungsanlagen mit gutem Wärmerückgewinnungsgrad werden tatsächlich einen weit höheren Einspareffekt erzielen. Als realistisch werden 10 bis 15% Einsparung des Heizenergiebedarfs angenommen. In absoluten Zahlen sind das zwischen 10.000 bis 15.000 kWh/a.

Eine Änderung der Beheizung als Einzelmaßnahme wird nicht vorgeschlagen, da die Kesselanlage erst vor 2 Jahren ausgetauscht wurde.

Der tatsächliche Verbrauch liegt etwa 10% niedriger als der theoretisch errechnete Bedarf. Daher resultieren die Unterschiede zum erwähnten Energieverbrauch.

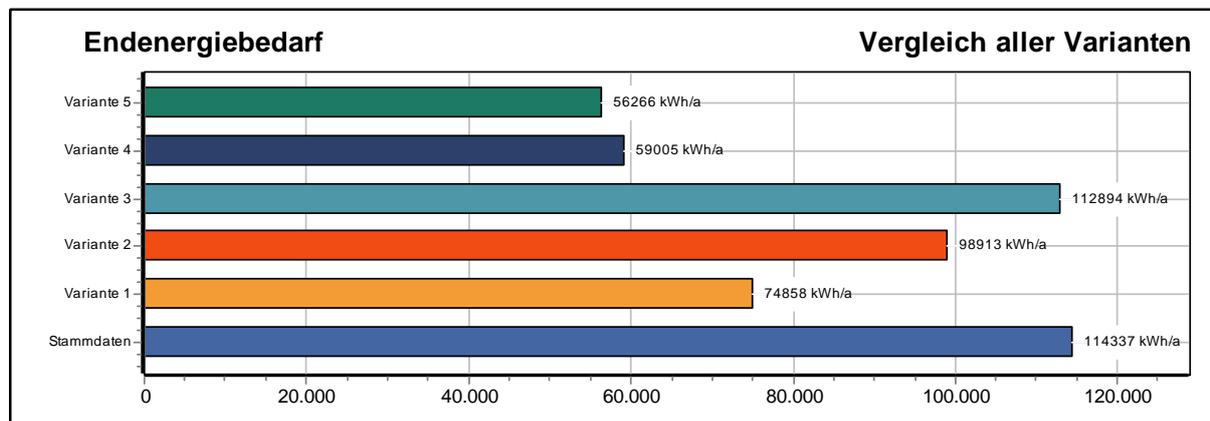


Abbildung 41: Endenergiebedarf Vergleich aller Varianten (AB Haase)

Bauteil	Fläche netto	neu	Bestand
		U [W/(m ² K)]	U [W/(m ² K)]
Außenwand Holzkonstruktion - Geräte (als Wandabzug) - W	8,13	0,43	0,43
Außenwand Holzkonstruktion - Halle (als Wandabzug) - O	10,2	0,43	0,43
Außenwand Holzkonstruktion - Halle (als Wandabzug) - W	8,95	0,43	0,43
Außenwand Holzkonstruktion - Umkleiden (als Wandabzug) - O	2,47	0,43	0,43
Außenwand Stb gg Außenluft - Umkleiden/Windfang (als Wandabzug) - S	6,5	0,17	3,46
Außenwand Stb gg Außenluft - Umkleiden/Windfang - O	2,27	0,17	3,46
Außenwand Stb gg Außenluft - Umkleiden/Windfang - W	2,27	0,17	3,46
Außenwand gg Außenluft - Halle - N	89,34	0,15	1
Außenwand gg Außenluft - Halle - S	89,34	0,15	1
Außenwand gg Außenluft - Umkleiden - O	7,32	0,15	1
Außenwand gg Erdreich - Umkleiden - O	35,64	1,04	1,04
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Geräte - S	14,87	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Geräte - W	51,12	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Halle - N	16,39	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Halle - O	113,02	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Halle - S	16,39	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Halle - W	103,31	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Umkleiden - N	3,29	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Umkleiden - O	21,69	0,15	1
Außenwand+Schindeln gg Außenluft - Umkleiden - S	16,12	0,15	1
Außentür - Umkleiden - N	1,8	1,3	3,5
BoPl gg Erde - Geräte	83,4	1	1
BoPl gg Erde - Halle	432,98	1	1
BoPl gg Erde - Umkleiden	125,65	1,2	1,2
Flachdach über Halle	432,98	0,13	0,6
Flachdach über Umkleiden	185,6	0,13	0,6
Flachdach über Windfang	2,48	2,73	2,73
Innenwand Innentür gg unbeheizt - Umkleiden (als Wandabzug)	1,8	3	3
Innenwand gg unbeheizt - Geräte/Halle	34,4	0,92	0,92
Innenwand gg unbeheizt - Umkleiden	25,03	0,92	0,92
Kellerdecke gg unbeheizt - Umkleiden	67,97	0,22	1

Tabelle 35: Verbesserung der U-Werte durch Sanierung (AB Haase)

Geänderte Werte gegenüber dem Bestand sind rot dargestellt.

Alle genannten Maßnahmen können so ausgeführt werden, dass eine Förderung durch die KfW-Bank als Einzelmaßnahme mit einem aktuellen Tilgungszuschuss von 5% der energetisch relevanten Kosten möglich wäre.

So-wie-so-Kosten wurden nicht berücksichtigt.

Sporthalle	Neubaukosten *	Kosten
27m x 15m x 5,5m	ca. 1.756.100,00 €	
beheizte Fläche		
652 m ²		
Kosten Generalsanierung	z.B. 80%	ca. 1.405.000,00 €
abzgl. FAG-Förderung	z.B. 45%	ca. 632.000,00 €
Teilschuldenerlass bei KfW 70	max. 175 €/m ²	ca. 114.000,00 €
Kosten abzügl. Förderung		659.000,00 €

* Kostenrichtwert Stand 01/2015

Tabelle 36: grobe Kostenschätzung Generalsanierung (AB Haase)

mögliche Förderung:

Programm 217/218 der KfW-Bank (IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren)

oder Programm 208 der KfW-Bank (IKK – Investitionskredit Kommunen)

kombiniert mit FAG-Förderung

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KfW-Kredit: 0,05% nach Programm 218 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre
- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen
- Erreichen des Förderstandards „Einzelmaßnahme“ mit einem Tilgungszuschuss von 5% der energetischen Investitionskosten
- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KfW bei Variante 5. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- Wartung der Lüftungsanlage: jährlich 1% der Neubaukosten
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%
- so-wie-so-Kosten z.B. für eine Renovierung der Fassade, da diese am Ende ihrer rechnerischen Lebensdauer ist, wurden nicht berücksichtigt.

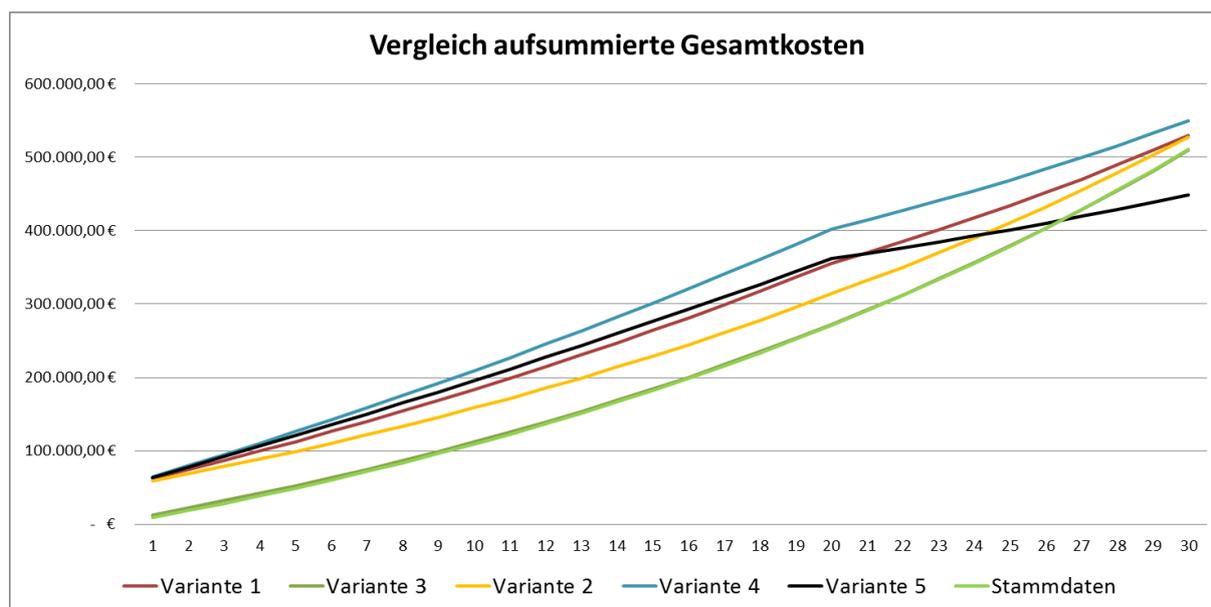


Abbildung 42: Vergleich der Varianten (AB Haase)

In den Gesamtkosten erweist sich im Laufe der Jahre nach der oben stehenden Grafik die Variante 5 „Hüllensanierung mit Einbau von Einzellüftungsgeräten“ als die wirtschaftlich günstigste. Nach etwa 26 Jahren überholt die Kurve der Stammdaten (Bestand ohne Änderung der Beheizung) den Graph von Variante 5 im günstigsten Fall.

Wenn von den Investitionskosten die so-wie-so-Kosten abgezogen würden, wäre eine weit schnellere Amortisation erreicht.

Empfehlung:

Empfohlen wird eine Generalsanierung der Turnhalle inkl. Schule mit Verbesserung der Barrierefreiheit, Sicherheit und Brandschutz.

6.3 Oberthulba

6.3.1 Mehrzweckhalle in Oberthulba

Gebäudebeschreibung Bestand:

Die am Ortsrand stehende Mehrzweckhalle Oberthulba wurde 1980 erbaut. Durch die kompakte Bauweise wird ein günstiges Verhältnis zwischen umbautem Raum zu Außenflächen erreicht.

Die Außenwände wurden als Stahlbeton-Skelett-Bauweise mit Ziegelausmauerung innen- und außenseitig verputzt errichtet. Die Innenwände bestehen aus Kalksandsteinmauerwerk.

Der westliche Anbau ist unterkellert und beherbergt Duschen und Umkleiden sowie den Kühlraum der Küche.

Im Erdgeschoss des westlichen Anbaus sind die Heizungs- und Lüftungszentrale sowie die Küche mit einem weiteren Kühlraum und einem Wirtschaftsraum untergebracht. Neben dem südlichen Eingangsbereich sind Toilettenanlagen angegliedert. Im östlichen Anbau befinden sich eine Kegelbahn und verschiedene Lagerräume.

Die Haupthalle ist im nördlichen Teil mit einer Bühne ausgestattet.

Das Dach der Haupthalle und der niedrigeren Anbauten haben eine Neigung von 13° und sind mit roten Ziegeln gedeckt. Die Hauptausrichtung des Daches ist ost-west-gerichtet.

Die Außenbauteile stammen größtenteils aus der Bauzeit und wurden bisher nicht nachträglich gedämmt. Lediglich der verglaste Eingangsbereich und die Fluchttüren wurden ausgetauscht beziehungsweise ertüchtigt.

Da es keine Baubeschreibung oder Ähnliches der Halle gibt, wurden die Außenbauteile als bauzeitlich typisch angenommen.

Anlagentechnik:

Die Mehrzweckhalle Oberthulba ist seit 2010 an die Hackschnitzelheizung mit Öl-Spitzenlastkessel der Grundschule angeschlossen und wird von dieser mit Wärme für Heizung, Trinkwarmwasserbereitung und Nacherhitzung der Zuluft versorgt. Die in drei

Stufen schaltbare Lüftungsanlage hat eine Nennleistung von 15.000 m³/h und besitzt augenscheinlich keine Wärmerückgewinnung.

Die Beheizung der flachen Anbauten sowie des Kellers erfolgt durch Glieder-Heizkörper, die Haupthalle hat eine Fußbodenheizung und wird zusätzlich durch die Lüftungsanlage erwärmt. Eine Aufheizung der Halle ist innerhalb von etwa zwei Stunden möglich. Wenn eine schnelle Aufheizung der Halle erfolgen soll, wird die Heizung der Schule temporär außer Betrieb genommen, damit die volle Heizleistung der Mehrzweckhalle zur Verfügung gestellt werden kann. Um Lastspitzen und eine Versorgungsunterbrechung zu vermeiden und den Nachbrand der Hackschnitzelanlage puffern zu können, wurden in der Heizzentrale zwei 800 l fassende Pufferspeicher eingebaut. Die Regeleinrichtungen der Technikkomponenten sind zum Teil etwas in die Jahre gekommen.

Beleuchtung:

Die Haupthalle ist mit Rasterpiegelleuchten mit Leuchtstoffröhren ausgestattet. Die übrigen Bereiche sind überwiegend mit Kompakt-Leuchtstofflampen versehen. Die Vorschaltgeräte der Leuchtmittel werden als verlustarm eingeschätzt. Die Steuerung erfolgt manuell.

Energieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Heizung und Warmwasser: ca. 496.100 kWh Holzhackschnitzel und 169.500 kWh Heizöl in drei Jahren entsprechen im Mittel etwa 165.400 kWh/a an Holzhackschnitzeln und 56.500 kWh/a Heizöl für die Beheizung und die Trinkwasserbereitung der Mehrzweckhalle.

Aufsummiert werden etwa 221.900 kWh/a an Heizenergie verbraucht.

Strom: ca. 103.700 kWh im Abrechnungszeitraum von 3 Jahren entsprechen im Mittel etwa 34.600 kWh pro Jahr, wobei hier im letzten vorliegenden Abrechnungszeitraum ein Rückgang des Verbrauches zu erkennen war (von ca. 36.2700 kWh auf ca. 29.800 kWh). Der Verringerung des Verbrauchs ist vermutlich auf eine Verbesserung der Beleuchtung und eine geänderte Nutzung zurückzuführen.

Bezeichnung	Stromverbrauch			Brennstoff	Heizenergieverbrauch		
	2014	2013	2012		2014	2013	2012
Mehrzweckhalle				Hackschnitzel	165.538 kWh/a	161.545 kWh/a	169.008 kWh/a
Oberthulba	29.782 kWh/a	36.739 kWh/a	37.216 kWh/a	Heizöl	48.072 kWh/a	69.415 kWh/a	52.012 kWh/a
				Summe	213.610 kWh/a	230.960 kWh/a	221.020 kWh/a

Tabelle 37: Energieverbrauch Mehrzweckhalle Oberthulba (Kommune)

Kenndaten:

beheizte Fläche: 1.440 m²

beheiztes netto-Volumen: 4.904 m³

beheiztes brutto-Volumen: 5.802 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 221.900 kWh/a oder 154,1 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 34.600 kWh/a oder 24,0 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 12.800 €/a (reine Brennstoffkosten + Stromkosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 84.500 kWh/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

CO₂-Emission: ca. 21,0 t/a (Heizenergie + gesamter Stromverbrauch Bestand)

Nutzung:

Der Sportverein TSV Oberthulba e.V. nutzt die Halle mit den Duschen und Umkleiden für verschiedene Kurse und Mannschaften. Es wird Kegeln und zwei Gymnastikkurse in der Mehrzweckhalle angeboten.

Die Halle kann für Hochzeiten oder Firmenfeiern gemietet werden und bietet Platz für 200 bis 400 Gäste. Das Sportheim kann für 80 Gäste genutzt werden.

In der Küche wird während der Schulzeit von Montag bis Donnerstag die Schulspeisung zubereitet. Pro Tag werden etwa 100 Mahlzeiten gekocht. Der hier entstehende Stromverbrauch ist im Gesamtverbrauch der Halle enthalten.

Im Jahresverlauf werden verschiedene Veranstaltungen wie die Wald- und Holztage Oberthulba in der Mehrzweckhalle abgehalten.

bisherige Untersuchung:

Es wurde bereits ein sogenannter „Klima-Check“ in Sportanlagen durch den Bayerischen Landes Sportverband durchgeführt. Die im Ergebnis aufgeführten kurz- und mittelfristigen Aufgaben zur Verbesserung der Energieeffizienz wurden teilweise bereits umgesetzt.

Einsparpotential:

Die So-wie-so-Kosten werden bei allen Varianten nicht berücksichtigt.

Die Einsparpotentiale werden jeweils gegenüber dem ursprünglichen Verbrauch von 2014 angegeben.

Variante 1: Austausch der Fenster und der Eingangstüren durch 3-fach-verglaste Fenster, die bei einer KFW-Förderung der Variante Einzelmaßnahme entsprechen.

Einsparung: ca. 3% oder 6.600 kWh/a

Kosten: zwischen ca. 45.000 bis 60.000 €

Variante 2: Aufbringen eines Wärmedämmverbundsystems auf den Außenwänden gegen Außenluft mit einer 20 cm starken Porenbetonplatte WLG 045 und Mineralputz bzw. 16 cm Porenbetonplatte WLG 045 bei den Wänden, die an den kalten Dachraum abgrenzen.

Aufbringen einer Perimeterdämmung mit 16 cm WLG 035 im Sockelbereich

Einsparung: ca. 12% oder 26.600 kWh/a

Kosten: ca. 130.000 bis 150.000 €

Variante 3: Ersatz der Lüftungsanlage durch ein zentrales Lüftungsgerät mit mindestens 80% Wärmerückgewinnung

Einsparung: ca. 31% oder 68.500 kWh/a

Kosten: ca. 200.000 bis 300.000 €

Variante 4: Nachdämmung der obersten Geschossdecke durch 20 cm Zellulose WLG 040

Einsparung: ca. 4% oder 9.500 kWh/a

Kosten: ca. 25.000 bis 30.000 €

Variante 5: Umsetzung aller Varianten

Einsparung: ca. 50% oder 109.000 kWh/a

Kosten: ca. 400.000 bis 540.000 €

Aufgrund der großen Flächen, die selten beheizt werden, weicht der errechnete Bedarf vom tatsächlichen Verbrauch deutlich ab. In Anlehnung an die DIN 18599 (energetische Berechnung von Nichtwohngebäuden) wurde der beheizbare Kellerraum mit in die thermische Hülle eingerechnet. Dadurch wird das Verhältnis wärmeabgebende Oberfläche zu beheiztem Raumvolumen deutlich ungünstiger. Der Effekt davon ist, dass der theoretische Heizwärmebedarf noch stärker vom tatsächlichen Verbrauch (etwa 57% des theoretischen Bedarfs) abweicht.

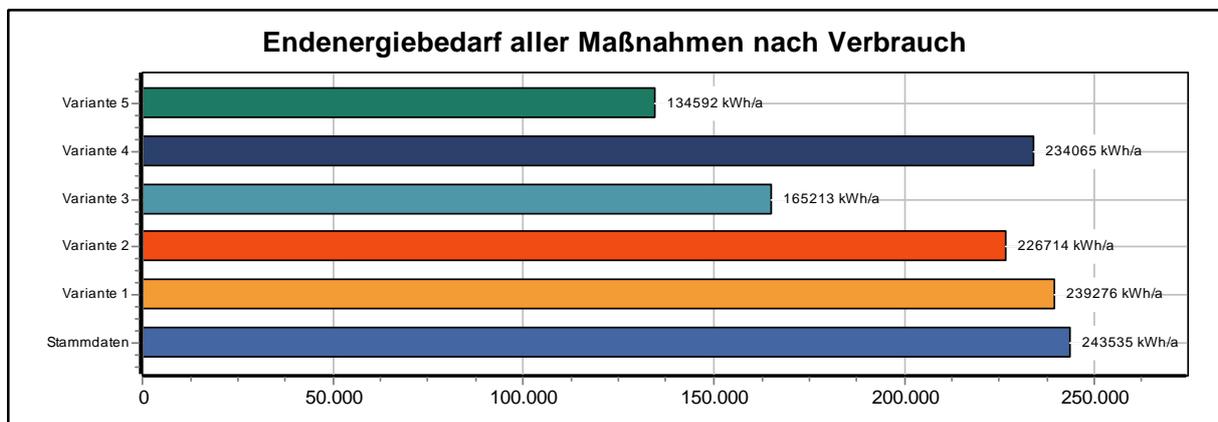


Abbildung 43: Endenergiebedarf aller Maßnahmen umgerechnet auf den tatsächlichen Verbrauch (AB Haase)

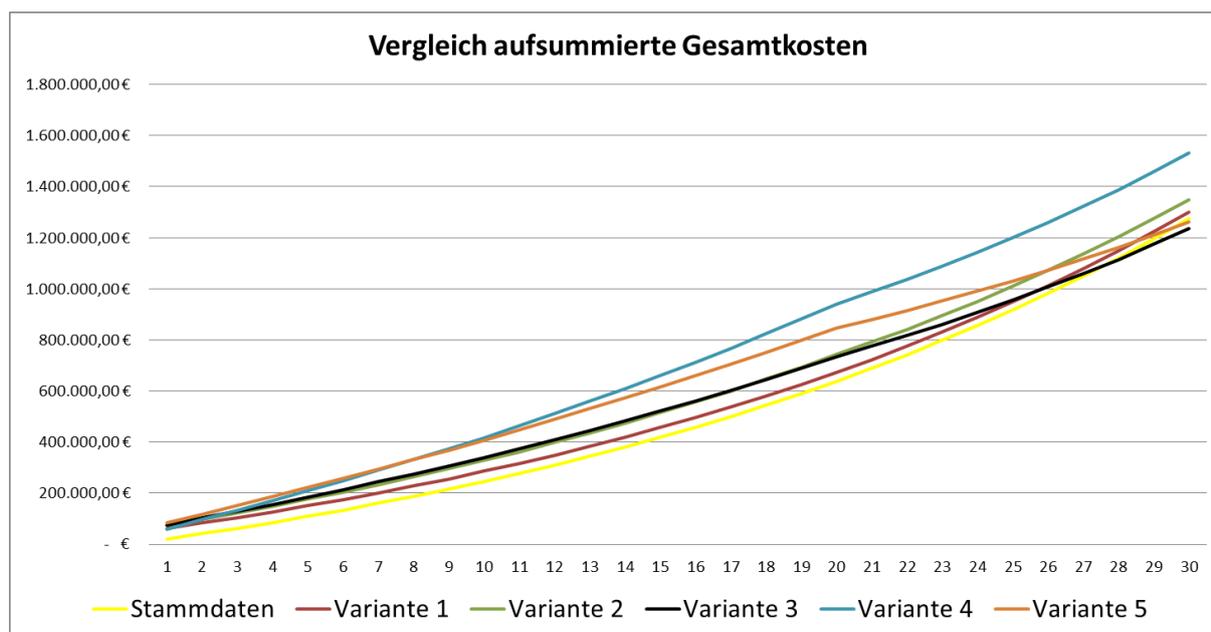


Abbildung 44: Vergleich der Varianten (AB Haase)

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KFW-Kredit: 0,05% nach Programm 218 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre
- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen
- Erreichen des Förderstandards „Einzelmaßnahme“ mit einem Tilgungszuschuss von 5% der energetischen Investitionskosten
- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KFW bei Variante 5. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- Wartung der Lüftungsanlage: jährlich 1% der Neubaukosten
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%
- so-wie-so-Kosten z.B.für eine Renovierung der Fassade, da diese am Ende ihrer rechnerischen Lebensdauer ist, wurden nicht berücksichtigt.

Empfehlung:

Die Energieeinsparungen der einzelnen Maßnahmen fallen aufgrund der unterschiedlichen bzw. geringen Nutzung relativ niedrig aus. Der Aufwand steht in keinem günstigen Verhältnis zur Einsparung, sodass sich die Investitionen sehr spät oder erst nach Ablauf der rechnerischen Lebensdauer der Bauteile amortisiert.

Jedoch sollte die Lüftungsanlage ausgetauscht werden. Mit dieser Maßnahme kann der größte Effekt erzielt werden.

Als nächster Schritt sollte ein Fachplaner beauftragt werden, der die bestehende Lüftungsanlage begutachtet und einen Vorschlag für eine Wärmerückgewinnung unterbreitet.

6.3.2 Feuerwehrhaus Reith

Das Gebäude der freiwilligen Feuerwehr Reith wurde 1977 in Massivbauweise aus Mauerwerk errichtet. Die Decken bestehen aus Stahlbeton. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Die betonierte Bodenplatte ist mit einem Verbundestrich belegt. Das aufgehende Mauerwerk ist 30 cm stark und wird als Ziegelmauerwerk angenommen. Das Dachgeschoss ist nur im Treppenhaus und den anschließenden WCs ausgebaut. Die restliche Fläche wird als unbeheiztes Lager verwendet.

Es existieren außer den Plänen keine weiteren Unterlagen über die verbauten Materialien. Daher wurden die Bauteilaufbauten jeweils bauzeittypisch angenommen.

Im Erdgeschoss befinden sich die Fahrzeughalle, eine Teeküche, sowie der Schlauchturn. Das angrenzende Treppenhaus ist nur von der Straße aus zugänglich. Im Treppenhaus wurde 2006 eine Windfangtür nachgerüstet. Das Treppenhaus liegt innerhalb der beheizten Gebäudehülle.

Im Obergeschoss sind ein Schulungsraum, das Büro des Kommandanten, eine Teeküche, ein Lagerraum und die Damentoilette untergebracht.

Den seitlichen Abschluss der thermischen Gebäudehülle bilden im Obergeschoss die Außenwände und im Dachgeschoss die 11,5 cm starke, ungedämmte Innenwand zum kalten Dachraum. Nach oben wird die thermische Hülle im Wesentlichen durch die oberste Geschossdecke begrenzt. Im Treppenhaus und über dem WC befindet sich eine ca. 6 cm starke nicht begehbare Decke. Die Beschaffenheit war nicht herauszufinden.

Anlagentechnik Bestand:

Die Teeküche und die Garage im Erdgeschoss können mit einem mobilen, elektrischen Heizgebläse erwärmt werden. Eine fest installierte Heizung gibt es nicht. Zum Händewaschen ist in der Werkstatt ein 5 Liter Elektroboiler installiert, der allerdings zum Zeitpunkt der Begehung nicht im Stromnetz eingesteckt war und deshalb von einer sehr

sparsamen Betriebsweise auszugehen ist. Der Fahrzeughalle wird ebenfalls nur wenige Male im Jahr bei Festen geheizt. Daher wurde in diesem Bereich als unterer Abschluss der beheizten Gebäudehülle die Geschosdecke über dem Erdgeschoss gewählt.

Im Obergeschoss ist ein Schulungsraum untergebracht. Dieser Raum wird über eine elektrische Flächenheizung mit Raumthermostat beheizt. In der Teeküche und dem Damen-WC sind jeweils Heizlüfter mit einer Nennleistung von 750 W und im Lagerraum ein etwas größeres Gerät mit 1250 W installiert. Das WC im Dachgeschoss ist ebenfalls mit einem 750 W starken Heizlüfter ausgestattet. Das Büro des Kommandanten wird nicht beheizt.

Im Winter werden, wegen der Frostgefahr, alle wasserführenden Leitungen geleert und die Toilette mit Frostschutzmittel gefüllt.

Der Schulungsraum wird nur bei Veranstaltungen beheizt. Das Aufheizen auf Wohnraumtemperatur dauert zwischen einem halben und einem Tag.

Die Trinkwarmwasserbereitung erfolgt bei Bedarf in den Teeküchen und den beiden WCs durch 5 Liter Elektro-Boiler.

Endenergieverbrauch der vergangenen drei Jahre:

Der gesamte Stromverbrauch des Feuerwehrhauses Reith betrug (2012) 19.724 kWh/a. Für die beiden darauf folgenden Jahre wurden die Angaben im Laufe der Bearbeitungszeit nach einem Ablesefehler ergänzt und berichtigt. Der für die Auswahl zur Detail- oder Feinanalyse verwendete Stromverbrauch von 2014 wurde aufgrund der noch fehlenden Angaben als Durchschnittswert der Jahre 2012 bis 2014 angenommen, was das Ergebnis der Kennzahlen für dieses Gebäude deutlich verfälscht. Diese Werte wurden nicht mehr angepasst. Die nachfolgenden Kennwerte basieren auf dem Durchschnittsverbrauch der Jahre 2012 bis 2014.

Stromverbrauch inkl. Heizenergie			
Bezeichnung	2014	2013	2012
Feuerwehrhaus Reith	1.083 kWh	18.579 kWh	19.724 kWh

Korrekturwert für 2012 und 2013

Tabelle 38: Endenergieverbrauch 2012 bis 2014 (Angaben Kommune)

Der mittlere Stromverbrauch lag bei 13.130 kWh/a.

In diesen Verbrauchsdaten sind sowohl Heizung (Stromdirektheizung und Heizlüfter) als auch Beleuchtung und der Betrieb elektrischer Geräte enthalten. Die Verteilung des

Stromverbrauchs auf Beheizung und Allgemeinstrom wurde aufgrund fehlender Messung geschätzt.

Kenndaten:

beheizte Fläche: 167,0 m²

beheiztes netto-Volumen: 413,3 m³

beheiztes brutto-Volumen: 545,2 m³

thermischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 11.100 kWh/a oder 68,3 kWh/(m²a)

elektrischer Endenergieverbrauch im Ist-Zustand: ca. 2.000 kWh/a oder 12,0 kWh/m²a)

Energiekosten gesamt: ca. 3.000 €/a (reine Stromverbrauchskosten ohne Grundgebühr)

Primärenergieeinsatz: ca. 23.630 kWh/a

CO₂-Emission: ca. 12,9 t/a

Nutzung:

Der Schulungsraum wurde im vergangenen Jahr jeden 3. oder 4. Tag genutzt. Vorher war die Nutzung mit 2 bis 3-mal pro Monat weniger intensiv. In der kalten Jahreszeit wurde aufgrund der schlechten Heizmöglichkeiten versucht das Gebäude nicht zu nutzen.

Außerhalb der Nutzungszeit wird die Flächenheizung im Frostwächtermodus gefahren.

Beleuchtung:

Es werden im Bestand so weit ersichtlich überwiegend T8 Leuchtstoffröhren mit verlustarmen Vorschaltgeräten mit manueller Steuerung eingesetzt.

Einsparpotential:

Die Einsparungen werden jeweils gegenüber dem Gesamtverbrauch angegeben.

Damit das Gebäude auch im Winter dauerhaft genutzt werden kann, wird eine energetische Sanierung empfohlen. Diese sollte als ganzheitliche Lösung in einem Zug umgesetzt werden, damit die Komponenten aufeinander abgestimmt werden können. Bei einem höheren Nutzungsgrad des Gebäudes wird zwar der Endenergieverbrauch eher steigen als sinken, hat allerdings den Vorteil, einer weit größeren Zufriedenheit der Nutzer. Das Gebäude gewinnt dadurch an Attraktivität und kann intensiver z.B. für Vereine und die Feuerwehr selbst genutzt werden.

bereits geplante energetische Maßnahme:

Austausch der Tore in der Fahrzeughalle durch gedämmte Sektionaltore.

auffälliger Mangel:

Beim Einschalten elektrischer Geräte lösen immer wieder die Sicherungen aus.

Hinweis: Es werden keine absoluten Angaben zu den Einsparpotentialen gemacht, da die bisherige Nutzung von einer Regelnutzung zu stark abweicht.

Variante 1:

Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems mit mindestens 16 cm WLG 035

Verputzen und Streichen der Fassadenflächen.

Austausch der Fenster mit $U_w=0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ oder besser nach den Kriterien für Einzelmaßnahmen der KfW

Das Mosaik-Fenster im Treppenhaus sollte aus nostalgischen Gründen erhalten bleiben.

Einsparpotential: ca. 15%

Kosten: ca. 70.000 bis 100.000 €

Variante 2:

Abbrechen der vorhandenen Deckenverkleidung über den Treppenhaus und der Toilette im Dachgeschoss.

Einbau eine vollflächigen Zwischensparren- und einer Untersparrendämmung.

Anbringen der Verkleidung

Dämmung der obersten Geschossdecke inkl. Einbau eines Gehbelages

Einsparpotential: ca. 5%

Kosten: ca. 15.000 bis 20.000 €

Variante 3:

Dämmung der Innenwände gegen unbeheizte Räume mit mindestens 12 cm Mineralwolle

Verkleidung mit Gipskartonplatten

Einsparpotential: ca. 5%

Kosten: ca. 8.000 bis 15.000 €

Variante 4:

Dämmung der Decke gegen die unbeheizte Fahrzeughalle mit Mehrschichtplatte WLG 040

Verputzen der Decke

Einsparpotential: ca. 9%

Kosten: ca. 12.000 bis 15.000 €

Variante 5:

Kombination der vorher genannten Maßnahmen

Einsparpotential: ca. 34%

Kosten: ca. 105.000 bis 150.000 €

Variante 6:

Kombination der vorher genannten Maßnahmen zuzüglich Einbau einer Zentralheizung mit einem Erdgas-Kessel.

Aktuell liegt in der Straße zwar noch keine Erdgasleitung, jedoch in der abzweigenden Neuwirtshausener Straße (ca. 80m bis zum Gebäude).

Einsparpotential: ca. 32%

Kosten: ca. 155.000 bis 210.000 €

Der Endenergieverbrauch steigt zwar in dieser Variante gegenüber der Elektro-Direktheizung, jedoch fallen die Betriebskosten, da Erdgas deutlich kostengünstiger ist als Strom.

Der Bau einer PV-Anlage auf dem Dach des Feuerwehrhauses wird als sinnvolle Investition angesehen. Besonders wenn die Beheizung des Gebäudes weiterhin auf Strom basiert. So kann ein Teil des eigenen Strombedarfs auf dem Dach erzeugt werden. Dadurch verringert sich die Abhängigkeit vom Strompreis um den Eigenverbrauch.

Eine Beheizung über eine Wärmepumpe oder einen Pellets-Kessel kann erst bei einer intensiven Nutzung des Gebäudes empfohlen werden.

Mögliche Förderung:

Programm 217 der KFW-Bank (IKK – Energieeffizient Bauen und Sanieren)

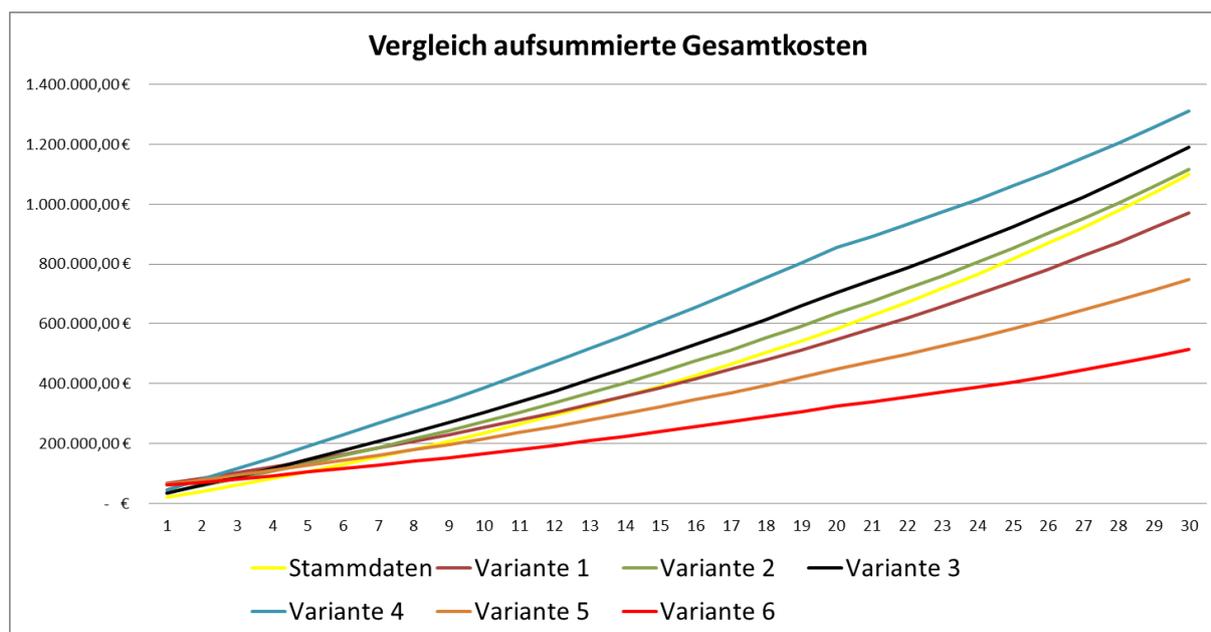


Abbildung 45: Vergleich der Varianten (AB Haase)

Für die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden folgenden Annahmen getroffen:

- Berücksichtigung der energetisch relevanten Kosten
- Eigenkapital: 50.000 € (fiktive Annahme)
- Zinssatz KFW-Kredit: 0,05% nach Programm 217 für alle Kosten, die über das Eigenkapital hinausgehen.
- Kreditlaufzeit 20 Jahre
- Zinsbindung 10 Jahre mit 0,05%
- Kreditzins nach 10 Jahren für die Restlaufzeit 0,5% angenommen
- Erreichen des Förderstandards „Einzelmaßnahme“ mit einem Tilgungszuschuss von 5% der energetischen Investitionskosten
- Erreichen des Effizienzhaus-100-Standards der KFW bei Variante 6. Tilgungszuschuss von 10% der energetischen Investitionskosten berücksichtigt.
- aktuelle Brennstoffkosten mit einer jährlichen Preissteigerung von 4%
- so-wie-so-Kosten z.B. für eine Renovierung der Fassade, da diese am Ende ihrer rechnerischen Lebensdauer ist, wurden nicht berücksichtigt.

Empfehlung:

- Nachdämmung der Gebäudehülle
- Verbesserung der Anlagentechnik
- Sanierung des Gebäudes in einem Zug, damit die Komponenten aufeinander abgestimmt werden können.

Die Folge davon könnte eine intensivere Nutzung des Gebäudes durch z.B. Vereine oder Veranstaltungen werden, damit sich die Investition lohnt.

Zeitplan:

Die Maßnahmen sollten möglichst zeitnah umgesetzt werden. Das Gebäude erfährt dadurch eine Aufwertung und bietet Raum für eine erweiterte Nutzung.

7 Konzept für die Allianz Kissinger Bogen

7.1 Maßnahmenkatalog und Zeitplan

Vorschlag von Maßnahmen, um die Ziele der Energiewende in der Allianz Kissinger Bogen zu erreichen.

Organisation:

- **Klimaschutzmanager:** Einsetzen einer zuständigen Person zur Umsetzung der Klimaschutzkonzeptes (2016)
- **Liegenschaftsmanagement:** Erfassen, Dokumentieren, Analysieren und Optimieren von Energieverbrauch, laufenden Kosten und sonstigen notwendigen Maßnahmen (2017)
- **Dokumentation, Fortschreibung und Analyse des aktuellen Stands:** Controlling des Klimaschutzkonzeptes (2017)

Öffentlichkeitsarbeit:

- **Internetauftritt:** Aufbau einer Internetseite zum Thema Klimaschutzkonzept (2016)
- **Schulprojekte, Veranstaltungen, Veröffentlichungen:** breit angelegte Öffentlichkeitsarbeit über verschiedene Medien (2017)
- **Kooperation / Partnerschaften:** Organisation von Partnerschaften, Sponsorensuche, u.s.w. (2017)

Energiestruktur:

- **Projekt „Bürger-PV-Anlage / BürgerSolarDach“:** Werbung und Bürgerinformationen für Photovoltaikanlagen auf geeigneten Dächern und Freiflächenanlagen, um den Ausbau der PV-Anlagen schnell voranzutreiben. Bürgersolarverein ins Leben rufen. (2017)
- **Machbarkeitsstudie Biogasanlage:** Ausarbeiten der Möglichkeiten, inwiefern auf dem Gemeindegebiet Biomasse zur Energieerzeugung genutzt werden kann (2017)
- **Nutzung von Biomasse bzw. Strom für Wärmepumpen als Energieträger:** schrittweises Umstellen von Wärmeerzeugern auf Biomasse bzw. Strom (mittelfristig: 2020-2025)
- **Aufbau neuer Wärmenetze / Erweiterung bestehender Netze:** schrittweiser Auf- und Ausbau von Wärmenetzen in geeigneten Gebieten (mittelfristig: 2020-2025)

Umsetzung der Ergebnisse aus der Detailuntersuchung

- **Rhönfesthalle Stangenroth:** Nachrüstung einer Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage (bei so-wie-so-Austausch); Ersatz des Heizkessels durch ein hocheffizientes Brennwertgerät (2016); Austausch Dach der Haupthalle (2017)
- **Biogasanlage Burkardroth:** Betriebsform klären (2016); Klärung Straßenbegleitgrün und Bezug der Biomasse (2017); bei Erfolg Standortsuche und Planung (2018)
- **Errichtung einer Photovoltaikanlage auf einer rekultivierten Erdaushubdeponie:** individuelle Planung und Umsetzung (Netzverträglichkeitsprüfung 2017)
- **Klein-BHKW für Zehnhalle Aschach:** Maßnahme wird nicht empfohlen
- **Nahwärmenetz Ortskern:** Aufbau eines Wärmenetzes im Ortskern von Nüdlingen mit regenerativem Energieerzeuger (Planung ab 2018); Suche nach weiteren Anschließern im Zuge der Planung
- **Photovoltaikanlage Kläranlage:** Entscheidung ob Dach- oder Freiflächenanlage (2017)
- **Thulbatalhalle Thulba:** (Konzept liegt vor; Umsetzung Zeitnah)

Umsetzung der Ergebnisse aus der Feinanalyse

- **Schule Premich:** Umstellung der Beheizung auf regenerative Energien (bis 2019)
- **neue Schule Stangenroth:** (je nach Nutzung – mittelfristig)
- **Grundschule Bad Bocklet:** (Planung 2017; Generalsanierung)
- **Schulturnhalle Bad Bocklet:** (Planung 2017; Generalsanierung)
- **Mehrzweckhalle Oberthulba:** (vorrangig Lüftung 2018)
- **Feuerwehrhaus Reith:** je nach Nutzung - mittelfristig

Verkehr:

- **Mitfahrgelegenheiten organisieren:** Verringerung des Personennahverkehrs im Allianzgebiet (2018)
- **für ÖPNV werben:** Stärkung des öffentlichen Personennahverkehrs durch Werbung (2018)
- **Vorbereiten der Infrastruktur für Elektromobilität:** die in Zukunft immer stärker aufkommende Elektromobilität benötigt eine Infrastruktur für die Ladevorgänge. Ein Konzept und vorbereitende Maßnahmen sind für einen schnell wachsenden Anteil von Elektrofahrzeugen notwendig (2018)
- **Schrittweises Umstellen auf Elektromobilität:** Umstellen von Gemeindefahrzeugen auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, Schaffen einer guten Infrastruktur zur Unterstützung der Umstellung auf Elektrofahrzeuge in der Bevölkerung (Beginn kurzfristig mit Pilot-Projekt eines Fahrzeugs: 2017; Umstellung der Fahrzeugflotte Zug um Zug)
- **Anschaffung eines Elektrofahrzeugs pro Allianzgemeinde als Vorzeigeprojekt (Vorbildcharakter) und Bau einer Elektro-Tankstelle** (kurzfristig: 2017)

Straßenbeleuchtung:

- **Bestandsaufnahme / Analyse:** detaillierte Aufnahme und Analyse des Leuchtenbestands (Lampenmasten) als Grundlage für ein Optimierungskonzept (2017)
- **Schrittweise Umsetzung:** gruppenweiser Austausch von Leuchten. Einbau von effektiven Leuchten mit niedrigem Energieverbrauch und geringen Instandsetzungskosten (Zug um Zug ab 2017)
- eventuell **Anpassung der Dämmerungsschalter** (sofort)

Gewerbe und Wohngebäude:

- **Kooperation / Partnerschaften:** Organisation von Partnerschaften, Sponsorensuche, usw. (2017)
- **Wettbewerbe CO₂-Maßnahmen:** Als Anreiz für Unternehmen und Institutionen sollte ein jährlicher Preis für innovative Maßnahmen oder Aktionen zur CO₂-Minderung verliehen werden (2019)

Wohnquartiere:

- **Satzung Neubaugebiete:** Aufstellen einer zukunftsfähigen Satzung für die geplanten Neubaugebiete (Empfehlung: Passivhausstandard) (2017)

- **Energieberatungen:** Förderung für Energieberatungen für private Bauherren anbieten (2017)
- **Beratungen, Hinweise und Werbung für Förderprogramme des Staates** initiieren, evtl. in Zusammenarbeit mit Kreditinstituten oder Arbeitsgemeinschaften, Messen (2017)

kommunale Liegenschaften:

- **Festlegen von Energiestandards:** Festlegen von Energiestandards für zukünftige Neubauten (z.B. Passivhaus) und Sanierungen (z.B. Effizienzhaus 70) gemeindeeigener Gebäude (2016)
- **Schrittweise Sanierung aller gemeindeeigener Wohngebäude:** möglichst zeitnahe Sanierung aller gemeindeeigenen Wohngebäude mit dem festgelegten Energiestandard (ab 2018 langfristig nach so-wie-so-Sanierungsbedarf)
- **Sanierung Liegenschaften:** Sanierung der Liegenschaften aus den Detailbetrachtungen und den Feinanalysen (Planung ab 2017)

Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind als Grundgerüst zu verstehen, und sollten an die technische Entwicklung sowie an neue Erkenntnisse und Randbedingungen angepasst werden. Oft ergeben sich bei konkreten Planungen unvorhergesehene Schwierigkeiten oder auch Möglichkeiten, auf die angemessen reagiert werden sollte. Auch die Finanzierungsmöglichkeiten sind ein wichtiger Faktor, der einen großen Einfluss auf den Umfang und die zeitliche Struktur der vorgeschlagenen Maßnahmen haben kann.

8 Fazit:

Die vorgenannten Untersuchungen wurden nach vorgegebenen Berechnungsmethoden und Vorgehensweisen durchgeführt. Dies weicht leider in einigen Bereichen von den tatsächlichen Gegebenheiten ab - ist aber aus Vergleichsgründen so gewünscht.

Bauliche Maßnahmen sollten möglichst dann durchgeführt werden, wenn durch Verschleiß oder entsprechendes Alter sowieso ein Großteil der Maßnahmen durchgeführt werden muss. Auch hier ist es so, dass die gesamten Sanierungskosten dem energetischen Bereich der Wirtschaftlichkeitsberechnungen zuzuordnen sind. Dies mag zwar eine Vergleichsmöglichkeit von energetischen Maßnahmen darstellen, es hindert jedoch z. T. an Entscheidungen. D. h. eigentlich müssten nur die Mehrkosten zwischen dem sowieso notwendigen Ersatz zu einem besseren Energiestandard energetisch bewertet werden. Wenn z. B. ein Fenster derzeit einen U-Wert von 2,0 aufweist und sowieso ein neues Fenster eingebaut werden muss, so wird dieses in der Standardausführung mindestens einen U-Wert von 1,1 aufweisen, da es die alte Bauweise eigentlich nicht mehr gibt. Wird jedoch aus energetischen Gründen dann ein Fenster mit einem U-Wert von 0,7 eingebaut, so sollten nur die Differenzkosten zwischen den beiden Fensterstandards dem Energiethema zugeordnet werden.

Ein sehr wichtiger Bestandteil der Energiewende ist die Aufklärung der Bürgerschaft, was eigentlich die Energiewende bedeutet und mit welchen Maßnahmen jeder Einzelne dazu beitragen kann. Nachdem die Kommunen lediglich 2% des gesamten Energieverbrauches benötigen, zählt hier eher die Vorbildlichkeit; diese muss jedoch (falls sie umgesetzt wurde) erklärt und deutlich gemacht werden. Die Gemeinden können in der Beratung unterstützen; wünschenswert sind gewisse Gewährungen von Anreizen (z. B. Bauplatzrabatt bei Passivhausbauweise oder Zuschuss zu einer Energieberatung). Es wäre auch möglich, eine Art Wettbewerb durchzuführen, bei dem jährlich die beste energetische Sanierung prämiert wird oder aber die beste Einsparidee. Hierbei geht es in erster Linie darum, dass das Thema im Gespräch bleibt und positive Beispiele gezeigt werden.

Die Studie zeigt, die Energiewende ist machbar. Motivieren Sie sich und andere dazu, den Weg zu effizienter Energietechnik, sparsamem Umgang mit den vorhandenen Ressourcen und dem Umstieg zur regenerativen Energiegewinnung zu gehen. Es lohnt sich die Zukunft

zu denken und zu investieren, denn es ist ihr eigener Lebensraum und der nachfolgenden Generationen, der sich qualitativ und finanziell verbessert.

9 Förderungen

Von der KfW-Bankengruppe werden aktuell viele Förderprogramme für Privatpersonen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen angeboten.

Für Privatpersonen:

Förderprodukte

Förderprodukte für Bestandsimmobilien

Energieeffizient Sanieren

151... Kredit	Energieeffizient Sanieren – Kredit Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder energetische Einzelmaßnahmen	0,75 % p.a. eff.	+ Kurzinfor	<input type="checkbox"/> Merken	› Details
167 Kredit	Energieeffizient Sanieren – Ergänzungskredit Für die Umstellung von Heizungsanlagen auf erneuerbare Energien		+ Kurzinfor	<input type="checkbox"/> Merken	› Details
430 Zuschuss	Energieeffizient Sanieren – Investitionszuschuss Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder energetische Einzelmaßnahmen		+ Kurzinfor	<input type="checkbox"/> Merken	› Details
431 Zuschuss	Energieeffizient Bauen und Sanieren – Zuschuss Baubegleitung Für Planung und Baubegleitung durch externe Sachverständige		+ Kurzinfor	<input type="checkbox"/> Merken	› Details
433 Zuschuss	Energieeffizient Bauen und Sanieren - Zuschuss Brennstoffzelle Die innovative Brennstoffzelle für Ihre Wohnimmobilie		+ Kurzinfor	<input type="checkbox"/> Merken	› Details

Wohnkomfort

159 Kredit	Altersgerecht Umbauen – Kredit Ihr Kredit für Einbruchschutz, mehr Wohnkomfort und weniger Barrieren	0,75 % p.a. eff.	+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

455 Zuschuss	Altersgerecht Umbauen – Investitionszuschuss Ihr Zuschuss für Einbruchschutz, mehr Wohnkomfort und weniger Barrieren		+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

Kauf

124 Kredit	KfW-Wohneigentumsprogramm Zur Finanzierung von selbstgenutztem Wohneigentum		+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

134 Kredit	KfW-Wohneigentumsprogramm – Genossenschaftsanteile Zur Finanzierung von Genossenschaftsanteilen zum Wohnen		+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

153 Kredit	Energieeffizient Bauen Für Bau oder Ersterwerb eines neuen KfW-Effizienzhauses	Ab 0,75 % p.a. eff.	+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

Erneuerbare Energien und Photovoltaik

274 Kredit	Erneuerbare Energien – Standard – Photovoltaik Nutzen Sie die Sonnenenergie zur Stromerzeugung		+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

275 Kredit	Erneuerbare Energien – Speicher Strom aus Sonnenenergie erzeugen und speichern		+	<input type="checkbox"/>	>
			Kurzinfor	Merken	Details

Abbildung 46: KfW-Förderungen Privatpersonen (KfW)

Als Beispiele für die kommunalen Förderprogramme sollen die nachfolgend aufgeführten Produkte dienen.

Förderprodukte

Förderprodukte für die Basisversorgung der Kommune

Kommunen

208 Kredit	IKK – Investitionskredit Kommunen Bauen Sie die Infrastruktur in der Kommune aus	+	☐	➤
		Kurzinfo	Merken	Details
230 Kredit, Zuschuss	BMUB-Umweltinnovationsprogramm Als Umweltschutz-Pionier besonders profitieren	+	☐	➤
		Kurzinfo	Merken	Details

Kommunale Unternehmen

148 Kredit	IKU – Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen Bauen Sie die Infrastruktur in der Kommune aus	+	☐	➤
		Kurzinfo	Merken	Details
230 Kredit, Zuschuss	BMUB-Umweltinnovationsprogramm Als Umweltschutz-Pionier besonders profitieren	+	☐	➤
		Kurzinfo	Merken	Details

Abbildung 47: Förderprogramme für Kommunen (KfW)

Soziale Unternehmen, gemeinnützige Vereine

148 Kredit	IKU – Investitionskredit Kommunale und Soziale Unternehmen Bauen Sie die Infrastruktur in der Kommune aus	+	☐	➤
		Kurzinfo	Merken	Details

Abbildung 48: Förderprogramm für soziale Unternehmen und gemeinnützige Vereine (KfW)

Förderprodukte

Förderprodukte zum Erweitern & Festigen von Unternehmen

Kredite

037... Kredit	KfW-Unternehmerkredit Die Komplettlösung für Ihre Ideen und Vorhaben	Ab 1,00 % p.a. eff.	+	☐	➤
			Kurzinfo	Merken	Details
044... Kredit	KfW-Unternehmerkredit Plus Die Komplettlösung für Vorhaben innovativer Unternehmen	Ab 1,00 %	+	☐	➤
			Kurzinfo	Merken	Details
180... Kredit	ERP-Innovationsprogramm Für die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren im Unternehmen	Ab 1,00 % p.a. eff.	+	☐	➤
			Kurzinfo	Merken	Details
062... Kredit	ERP-Regionalförderprogramm Bis zu 3 Mio. Euro Förderkredit für Investitionen in deutschen Regionalfördergebieten	Ab 1,00 % p.a. eff.	+	☐	➤
			Kurzinfo	Merken	Details

Beteiligung

100... Kredit	ERP-Beteiligungsprogramm Neues Kapital erschließen und günstig refinanzieren		+	☐	➤
			Kurzinfo	Merken	Details

Abbildung 49: Förderprogramme für Unternehmen (KfW)

Diese Beispiele sollen die Vielfalt der Förderungen zeigen.

Es gibt viele weitere Fördergeber wie C.A.R.M.E.N. oder BAFA, die ebenfalls den Ausbau erneuerbarer Energien vorantreiben wollen. Diese können über Suchmaschinen im Internet gefunden werden.

Über den Förderkompass „bine“ können schnell und aktuell regionale und bundesweite Förderungen von EU, Bund, Ländern, Kommunen und Energieversorgungsunternehmen abgefragt werden.

Unter dem Sammelbegriff NAPE (Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie) wird für Deutschland das Ziel der Energiewende und der Weg zur Umsetzung auf wenigen Seiten zusammenfassend erklärt.

In dieser Erläuterung werden die wichtigsten Fördergeber des Bundes mit deren Aufgaben genannt. Hier gibt es Tipps und Anregungen für weitergehende Informationen zum Thema Energiewende.

10 Anhang:

10.1 Karten des errechneten Endenergieverbrauchs für 2015, 2020, 2035 und 2050

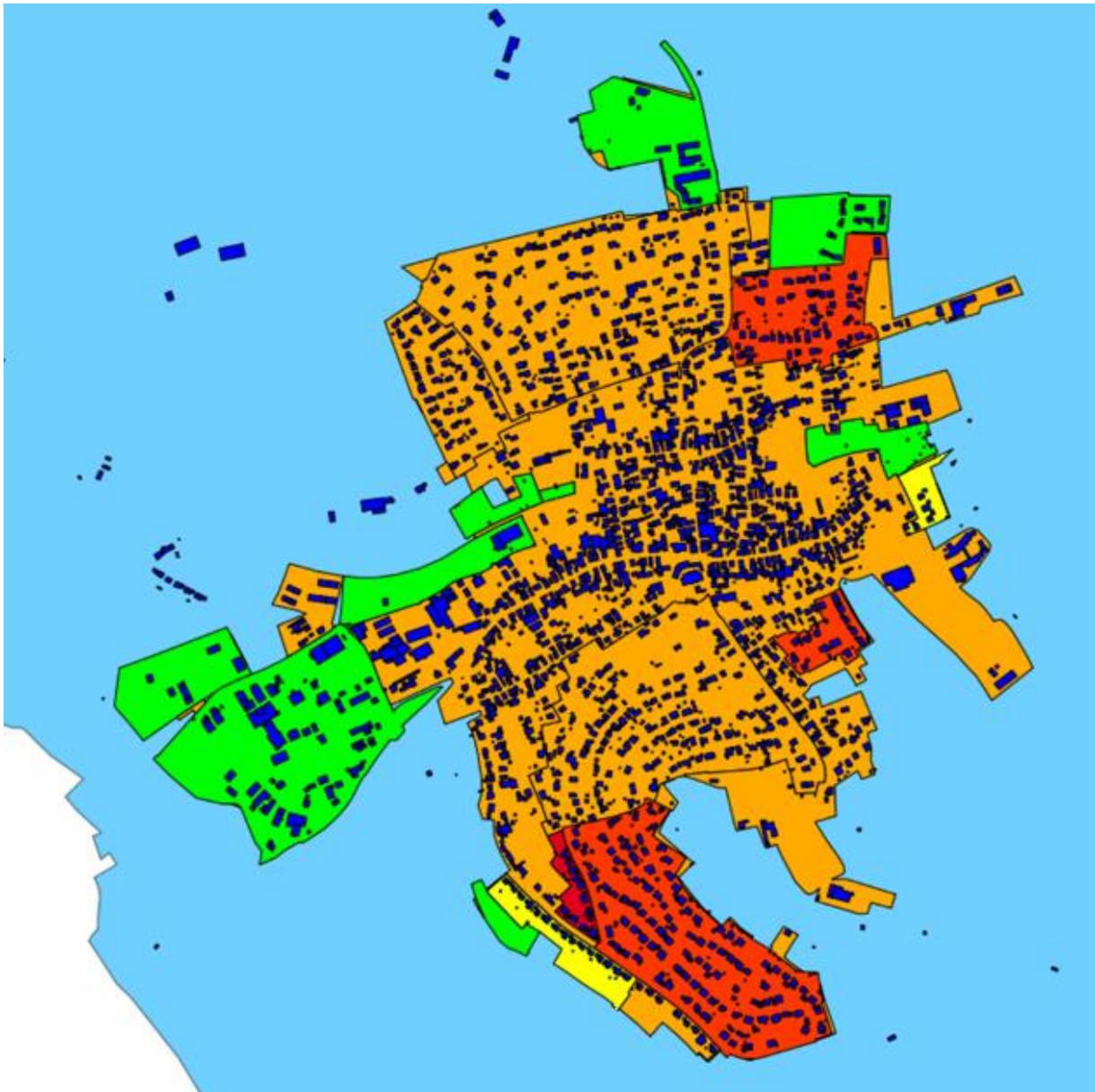


Abbildung 50: Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen im Bestand (AB Haase)

Symbol	Beschriftung
	0 - 10 kWh/m ²
	10 - 20 kWh/m ²
	20 - 30 kWh/m ²
	30 - 40 kWh/m ²
	40 - 50 kWh/m ²
	50 - 60 kWh/m ²

Abbildung 51: Legende für alle Karten mit Energieverbräuchen (AB Haase)

Am Beispiel von Nüdlingen wird in der oben stehenden Karte der errechnete Endenergiebedarf für den Gebäudebestand der Wohngebäude in Form von eingefärbten Flächen dargestellt. Es wird der errechnete Endenergiebedarf in kWh/a der Wohngebäude des jeweiligen Siedlungsgebietes aufaddiert und auf die Fläche des Siedlungsgebietes in m² bezogen. Alle Karten wurden mit einem Geoinformationssystem (GIS) erstellt und liegen der Gemeinden vor.

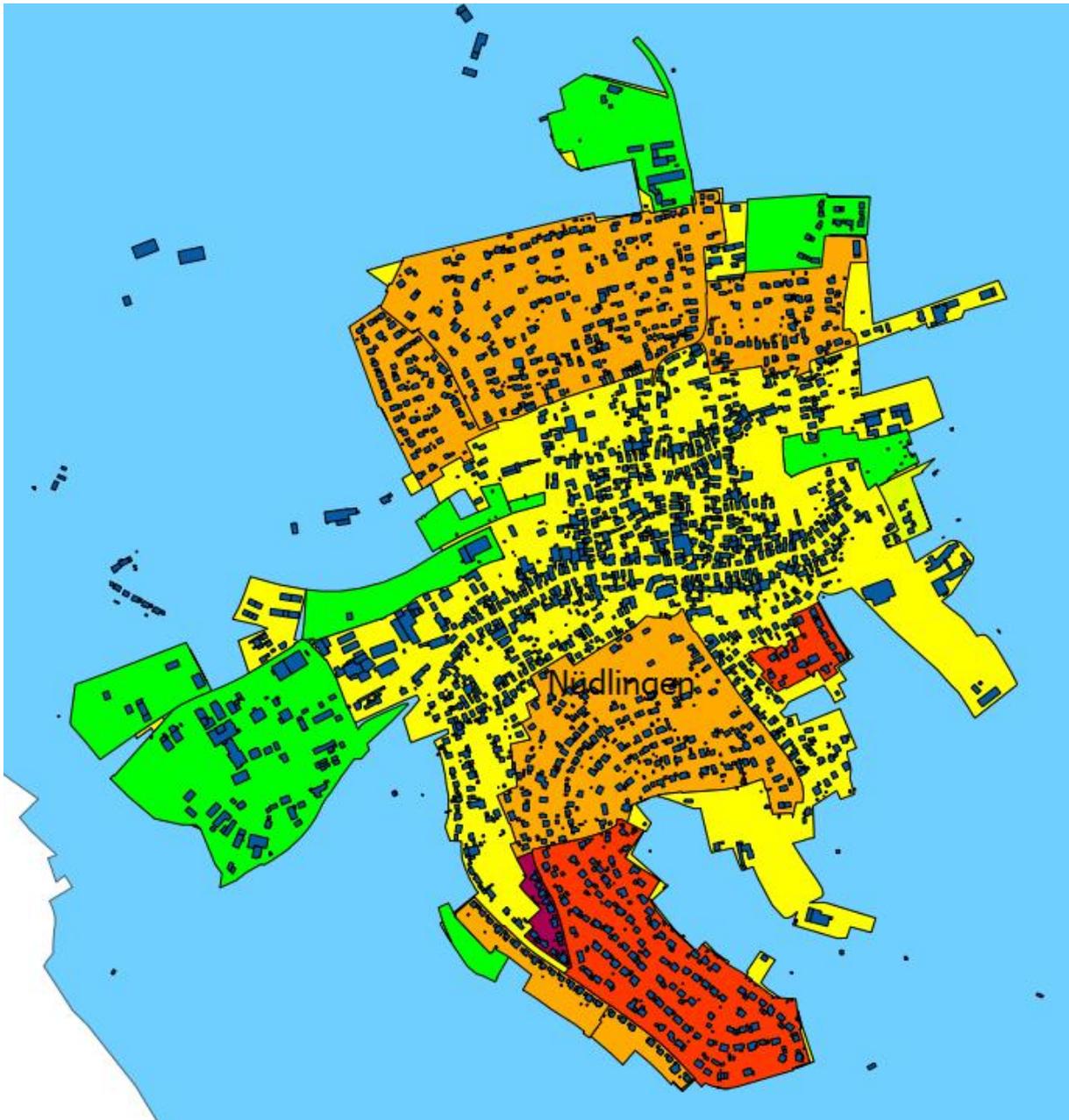


Abbildung 52: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2020 (AB Haase)

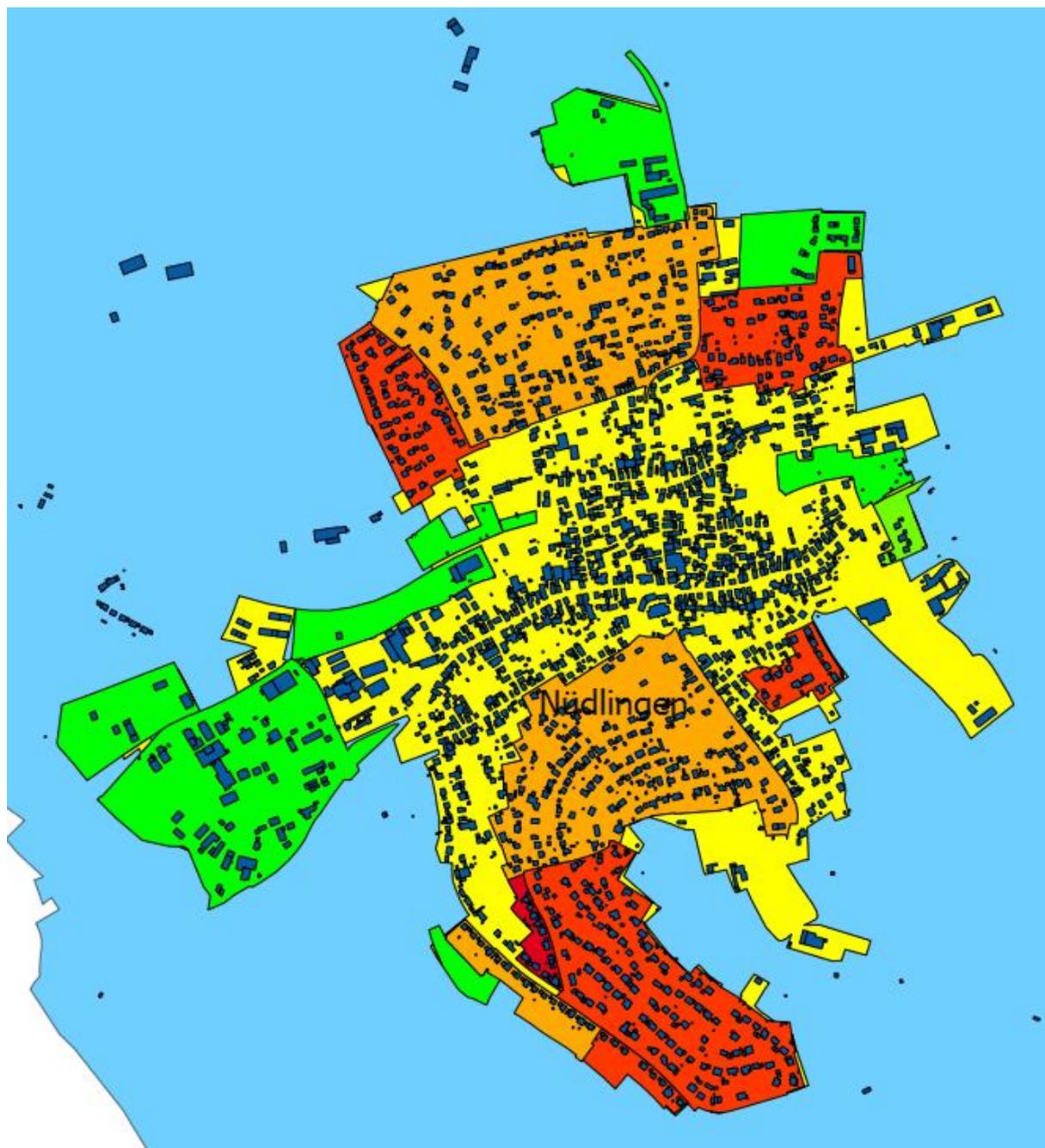


Abbildung 53: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2035 (AB Haase)

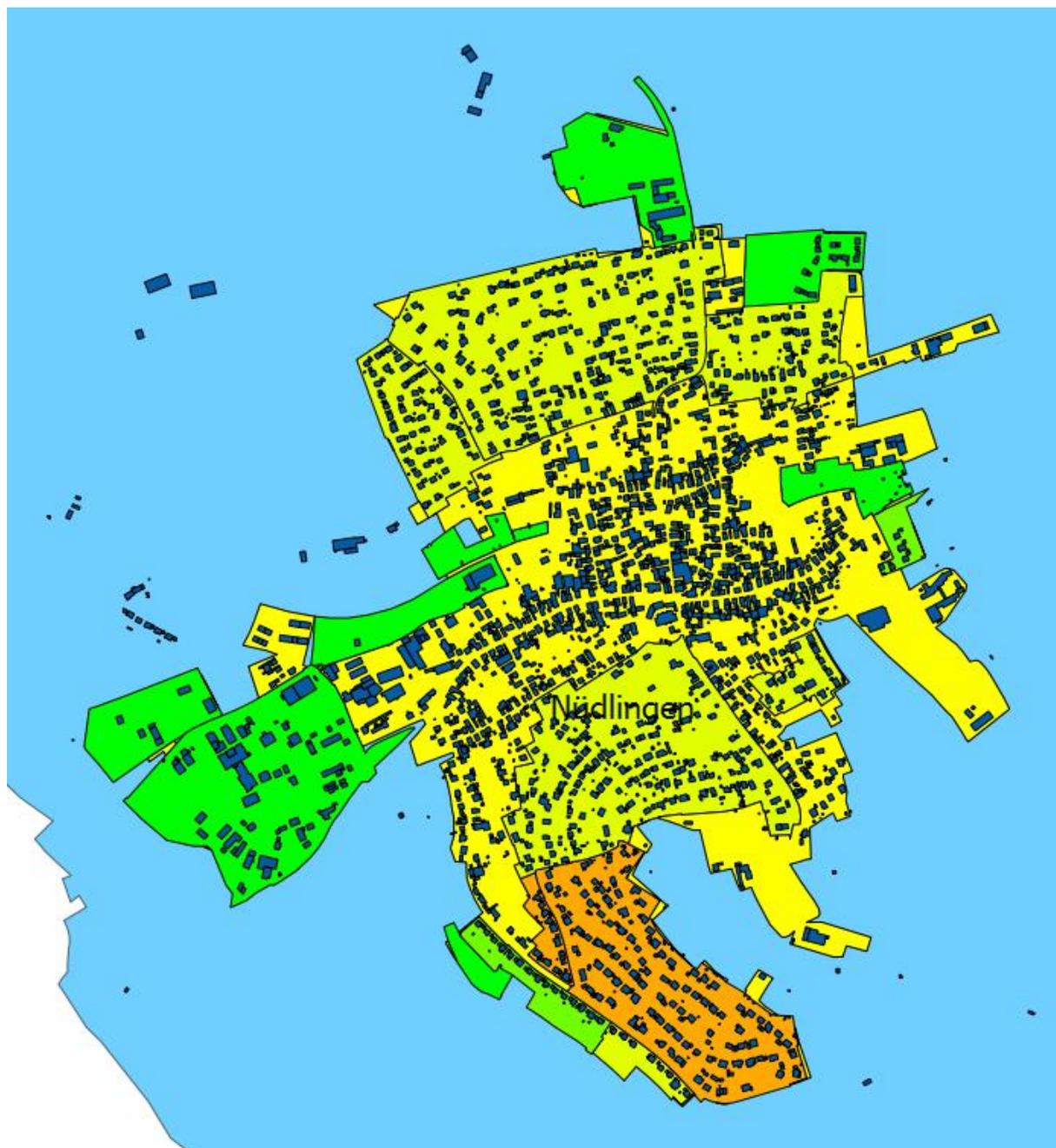


Abbildung 54: Zukunftsszenario Endenergieverbrauch / Fläche für Wohngebäude Nüdlingen 2050 (AB Haase)

Bei den Karten kann es sein, dass sich manche Siedlungsgebiete im Energieverbrauch in künftigen Varianten verschlechtern, da das Programm „Gemeinde Energieberater“ (GemEB) bei jeder Berechnung die Gebäude neu auf der Basis des Ursprungs berechnet und zufällig ausgewählte Gebäude als saniert annimmt. So werden bei jeder Berechnung eines Zukunftsszenarios andere Gebäude zur Sanierung ausgewählt, was dazu führen kann, dass ein Gebäude künftig rechnerisch mehr Energie benötigt als vorher. Bei der Bildung der Summen des Energieverbrauchs über ein Siedlungsgebiet tritt derselbe Effekt auf, sodass sich auch ganze Gebiete durch zufällig ausgewählte Gebäudesanierungen verschlechtern können.

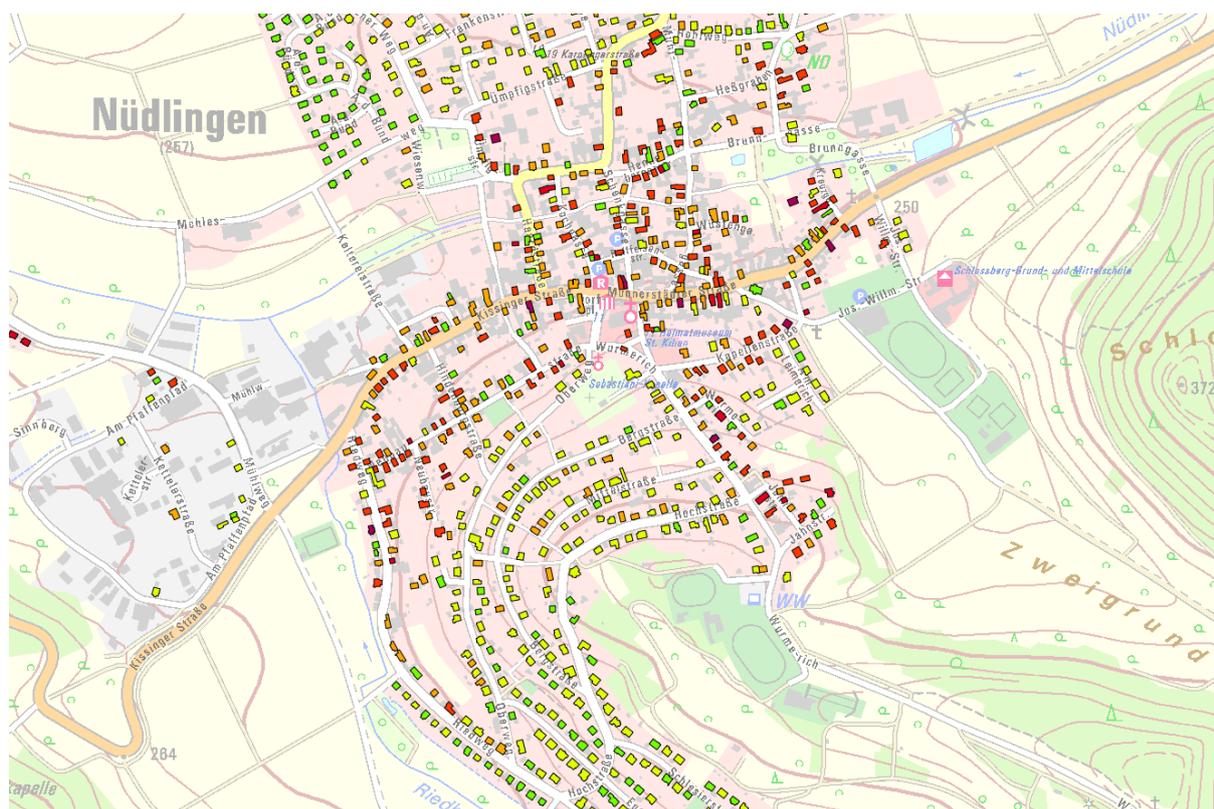


Abbildung 55: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2015 (AB Haase)

Symbol	Beschriftung
	40 - 50 kWh/m ²
	50 - 100 kWh/m ²
	100 - 150 kWh/m ²
	150 - 200 kWh/m ²
	200 - 250 kWh/m ²
	250 - 300 kWh/m ²
	300 - 350 kWh/m ²
	350 - 400 kWh/m ²
	400 - 450 kWh/m ²
	450 - 460 kWh/m ²

Abbildung 56: Legende für Heizwärmebedarf pro m² für alle Szenarien (AB Haase)

Der errechnete Heizwärmebedarf bezieht sich auf die brutto-Geschossfläche der Wohngebäude. Diese wurde aus den Grundflächen und der durchschnittlichen Gebäudehöhe ermittelt.

Am Beispiel vom Ortskern von Nüdlingen soll hier gezeigt werden, wie eine Karte der Wärmebedarfsdichte aussehen kann. Diese wurden für alle Ortsgebiete erstellt, können aber nicht sinnvoll auf einem Blatt dieser Größe dargestellt werden. Daher wurden die Daten für ein Geoinformationssystem (GIS) an die Kommunen übergeben und können dort eingesehen werden.

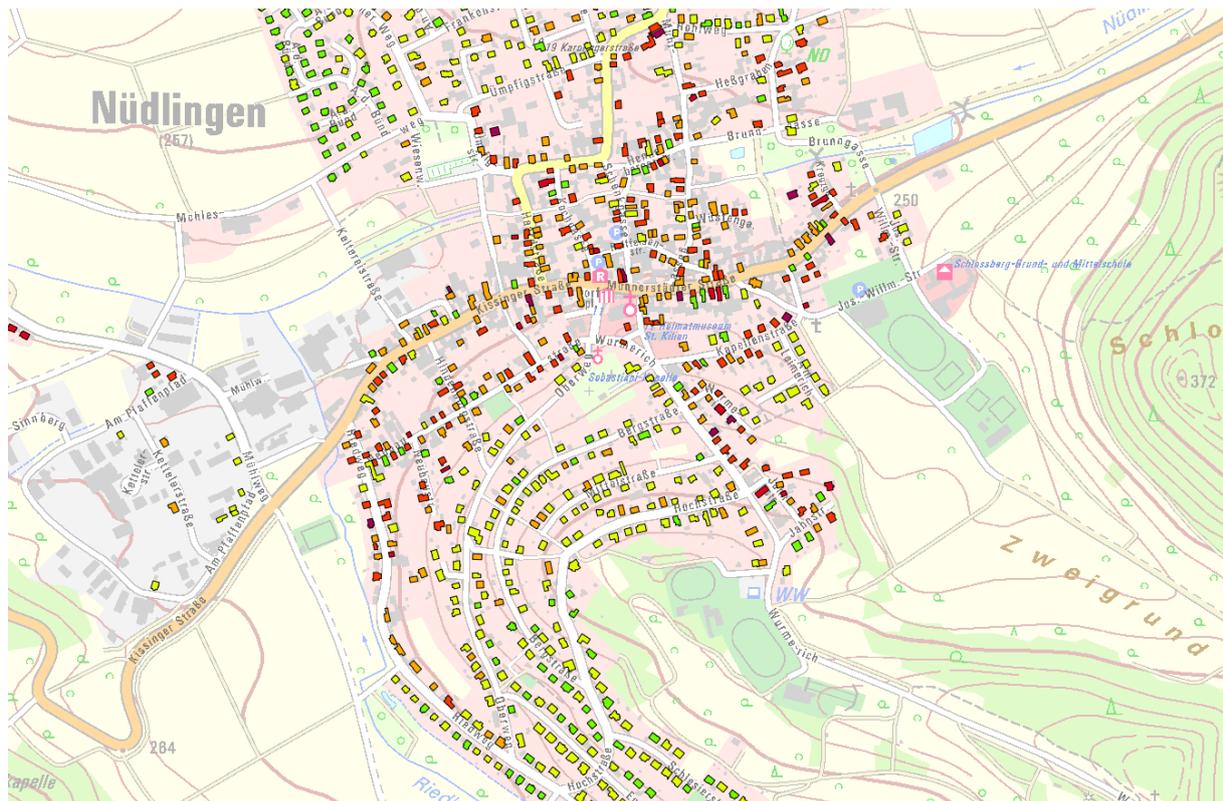


Abbildung 57: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2020 (AB Haase)

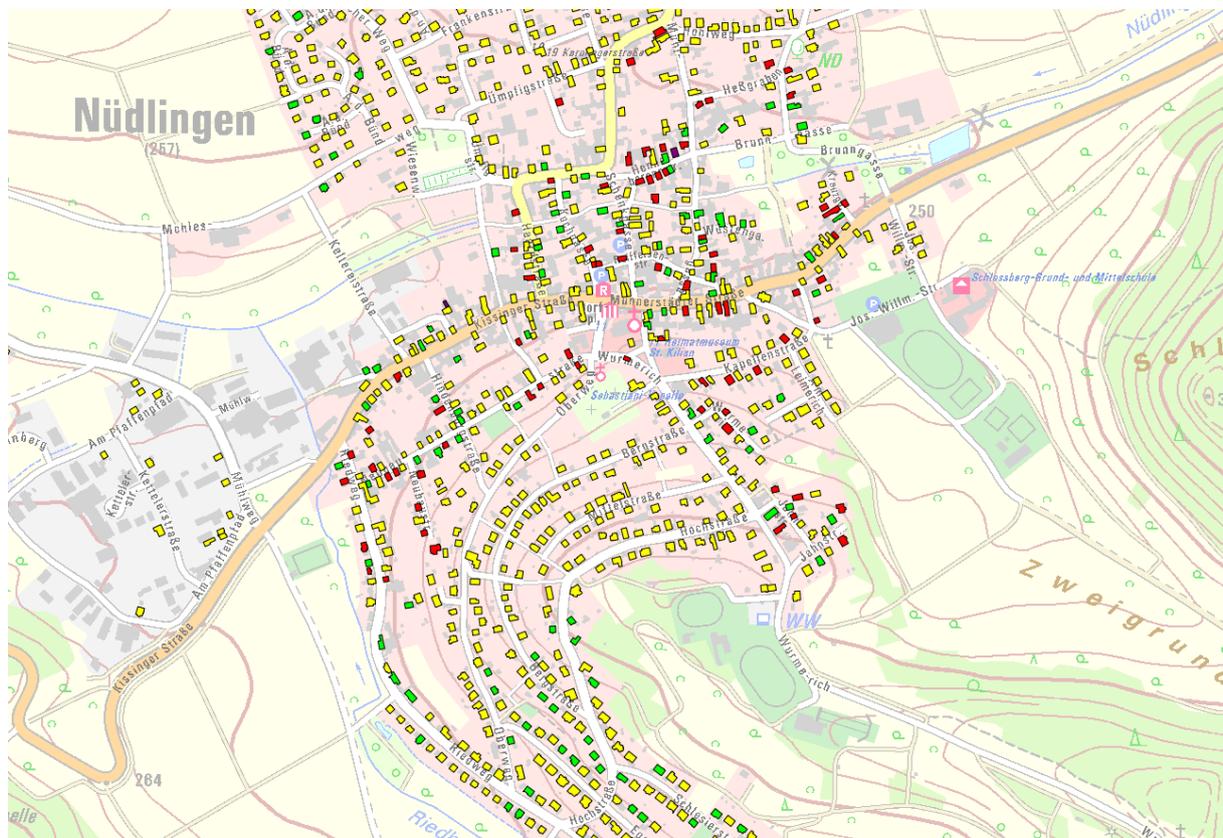


Abbildung 58: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2035 (AB Haase)



Abbildung 59: errechneter Heizwärmebedarf der Wohngebäude im Zukunftsszenario für 2050 (AB Haase)