

Energienutzungsplan für den Markt Parkstein



Energie-Technologisches Zentrum Nordoberpfalz gemeinnützige GmbH

als kommunale und regionale Energieagentur für die Stadt Weiden i.d.OPf. und die Landkreise
Neustadt a.d. Waldnaab und Tirschenreuth

Diese Studie wurde erstellt von:

Matthias Rösch

Yusuf Gökcel

etz Nordoberpfalz

Bernhard-Suttner-Str. 4, 92637 Weiden

Telefon (09 61) 4 80 29 29 – 0

Telefax (09 61) 4 80 29 29 - 19

www.etz-nordoberpfalz.de

Beauftragt durch die Marktgemeinde Parkstein

Bearbeitungszeitraum:

Februar 2023 bis Februar 2024

Diese Studie wird gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Ausgangslage	5
1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung.....	5
1.2 Energiewende: Jetzt oder nie.	5
2 Rahmendaten	7
2.1 Demographie und Arbeitsmarkt.....	8
2.2 Flächennutzung und Stand der Energiewende.....	9
3 Energieinfrastruktur	10
3.1 Energienetze (Stand 2021)	10
3.2 Energieerzeugung (Stand 2021)	10
3.2.1 Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung.....	11
3.2.1.1 Photovoltaikanlagen.....	12
3.2.1.2 Biogas und Biomasse	13
3.2.1.3 Wasserkraft.....	14
3.2.2 Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung	14
3.2.2.1 Solarthermie	15
3.2.2.2 Biomasse und Biogas	16
3.2.2.3 Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie.....	17
3.2.2.4 Tiefengeothermie	17
3.2.3 KWK-Anlagen zur fossilen Strom- und Wärmeerzeugung.....	18
3.3 Speicherung von Strom	19
4 Energiebilanz Strom	20
5 Energiebilanz Wärme	21
5.1 Gebäudenutzung	21
5.2 Wohngebäudebestand	22
5.2.1 Heizwärmebedarf nach Altersklassen	22
5.2.2 Wohngebäude / Heiz- und Endenergiebedarf.....	24
5.3 Leitungsgebundene Wärmeerzeugung	25
6 Gegenüberstellung Wärmebedarf - Wärmebereitstellung	26
7	28
8 CO₂-Bilanz	28
9 Potenzialanalyse	30
9.1 Energieerzeugung durch Biomasse	30
9.2 Energieeinsparung Strom	31
9.3 Energieeinsparung Wärme	32
9.3.1 Wohngebäude Sanierungspotenzial.....	32
9.3.2 Gesamtes Reduktionspotenzial Wärme	34
10 Gebäudescharfes Wärmekataster	35
10.1 Gebäudebestand Jahreswärmebedarf je Gebäude.....	35
10.2 Gebäudebestand Wärmekataster	36
10.3 Klimaschutz-Szenario Wärmekataster.....	37
11 Maßnahmen/Schwerpunktprojekte	38
11.1 Wärmeversorgungskonzept Hammerles.....	39
11.1.1 Wärmenetz mit Biomasse Heizwerk.....	40

11.1.2	Variantenvergleich mit Dezentraler Wärmelösung.....	44
11.2	Wärmeversorgungskonzept Parkstein	47
11.2.1	Variante 1: Wärmenetz mit Biomasse Heizwerk - Parkstein	50
11.2.2	Variante 2: Biomasse-Wärmenetz Parkstein mit Anschluss Hammerles	53
11.2.3	Variante 3: Wärmenetz P +H mit Hackschnitzel und Solarthermie.....	55
11.2.4	Variante 4: Wärmenetz P+H mit Hackschnitzel und Wärmepumpe.....	57
11.2.5	Variantenvergleich.....	60
11.3	Empfehlung.....	63
12	Anhang.....	64
12.1	Abbildungsverzeichnis	64
12.2	Tabellenverzeichnis	66
12.3	Abkürzungen.....	67
12.4	Einheiten.....	69
12.5	Pläne	70

1 Ausgangslage

1.1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Der Markt Parkstein hatte beschlossen, einen Energienutzungsplan erstellen zu lassen. Dieser Plan, der von der Bayerischen Staatsregierung ausdrücklich empfohlen wird, soll Kommunen einen strukturierten Einstieg in die Energiewende ermöglichen beziehungsweise auch dessen Fortführung optimieren. Der Energienutzungsplan wird als Grundlage für künftige energiepolitische Entscheidungen dienen.

In einer Bestandsanalyse werden die Strukturen der Energieversorgung, der aktuelle Verbrauch und mögliche Einspar- und Erzeugungsmöglichkeiten untersucht. Als Schwerpunktthemen wird der Aufbau eines Nahwärmeversorgungsnetzes in der Dorfgemeinde Hammerles und der Marktgemeinde Parkstein untersucht.

1.2 Energiewende: Jetzt oder nie.

„Jetzt erst recht! Bis 2045 wollen wir ein klimaneutrales Industrieland sein. Das machen wir für den Klimaschutz. Gleichzeitig gewinnen wir so Unabhängigkeit – ökonomisch und politisch“, sagt Bundeskanzler Olaf Scholz am 06.04.2022 bei der Befragung der Bundesregierung im Deutschen Bundestag.¹ Die verschiedenen bisher existierenden Energiegesetze tragen nicht mehr in dem Maße zur Umsetzung der Energiewende bei als es notwendig ist, um die Ziele zur Erreichung nationaler Sicherheit zu erreichen und eine extreme Erderwärmung zu verhindern. Daher kam es u.a. Anfang April zu einer umfangreichen Novellierung der entsprechenden Gesetze.

Durch dieses bundesweite Maßnahmenpaket kam der Startschuss zu einer umfangreichen Novellierung klimaschutz- und damit energiewenderelevanter Gesetze, um das Bundesziel „Klimaneutralität 2045“ zu unterstützen. Die Verdreifachung der Ausbaugeschwindigkeit erneuerbarer Energien ist dabei eine bedeutende Maßnahme. Laut BMWK liegt der Ausbau erneuerbarer Energien im überragenden öffentlichen Interesse, unter anderem um die öffentliche Sicherheit zu gewährleisten.² Bis zur Klimaneutralität 2045 wurden die Jahre 2030 und 2035 mit ambitionierten Zwischenzielen versehen: Erneuerbarer Energien sollen bis 2030 einen Anteil von mindestens 80 % am Bruttostromverbrauch leisten. Bis 2035 soll die Stromerzeugung nahezu treibhausgasneutral werden. Gleichzeitig sollen weite Bereiche der Verkehrs- und Wärmewende über energieeffiziente Elektrifizierung umgesetzt werden, was einen steigenden Strombedarf nach sich zieht.³ Eine verpflichtende Maßnahme, die sich auf Bundesebene im beschließenden Verfahren befindet, ist das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG, sogenanntes „Heizungsgesetz“), welches einen Anteil von 65 % erneuerbare Energien beim Austausch oder Neubau einer Heizung vorschreibt. Der Freistaat Bayern indes hat sich im Bayerischen Klimaschutzgesetz (BayKlimaG) das Ziel der Klimaneutralität bis 2040 gesetzt, wobei weder dieses Ziel klagbar, noch die Finanzierung von Maßnahmen verbindlich ist.⁴ Die letzte und aktuellste Änderung in Richtung Klimaneutralität kam im November 2023 mit der

¹ Quelle: Klimaschutz in Deutschland und weltweit | Bundesregierung

² Überblickspapier Osterpaket 06.04.2022 | bmwi.de

³ Quelle: Klimaschutz in Deutschland und weltweit | Bundesregierung

⁴ Bayerische Klimaschutzgesetz, Art. 12

Kommunalen Wärmeplanung. Dadurch soll sichergestellt werden, dass zusammen mit den Anforderungen aus dem GEG die Wärmewende erfolgreich umgesetzt werden kann.

Im Kern bietet der Ausbau von Anlagen zur Erzeugung und Verwertung erneuerbarer Energien in der Region also nicht nur die Konformität mit bundes- oder bayernweiten Zielen und Gesetzen, sondern auch Energiesicherheit, Unabhängigkeit, regionale Wertschöpfung sowie mittel- und langfristig eine kostengünstigere Alternative als fossile Brennstoffe. Dies liegt an den direkten Kosten, die aufgrund der CO₂-Bepreisung anfallen, aber auch an den indirekten Kosten, die durch eine drastische Veränderung des Klimas bei uns in der Region entstehen.

Dabei unterstreicht der aktuellste Bericht des Weltklimarat (IPCC) aus dem Jahr 2022 diese Motivation. Denn dieser stellt dar, dass es zwingend nötig ist, die CO₂-Neutralität schon Mitte des Jahrhunderts zu erreichen, um das 1,5 Grad Ziel⁵ zu halten und somit dramatische irreversible Auswirkungen auf unsere Lebenswelt zu vermeiden. Denn selbst wenn das 1,5°-Ziel eingehalten wird, werden die Folgen der Erderwärmung für Jede und Jeden auch hier in der Region deutlich spürbarer sein, wie sie bereits jetzt spürbar sind. Diesem Apell widersprechend waren die durchschnittlichen jährlichen Treibhausgas-Emissionen (THG) in dem Zeitraum zwischen 2010 und 2019 höher als zu jedem anderen Zeitraum bisher. Ein kleiner Hoffnungsschimmer bleibt: Die THG-Wachstumsrate in diesem Zeitraum war niedriger als im Zeitraum von 2000 bis 2009. Ohne drastische Erhöhung der politischen Maßnahmen wird laut Konsens der Wissenschaft eine mittlere globale Erwärmung von 3,2°C im Jahr 2100 erreicht. Wenn dies eintritt, werden große Teile der Welt nicht mehr bewohn- und bewirtschaftbar sein. Dem vorausgehen werden Flüchtlingsströme und Naturkatastrophen in einer bisher ungekannten Stärke und Häufigkeit, welche es zu verhindern gilt.⁶ Auch vor dem Hintergrund des Ukrainekriegs bekommen erneuerbare Energien und die damit einhergehende Unabhängigkeit und Sicherheit der Energieerzeugung eine gewichtigere Bedeutung.

Weil sich die Marktgemeinde Parkstein dieser komplexen Ausgangslage bewusst ist, entschied sie sich für ein strukturiertes Vorgehen beim Ausbau der Erneuerbaren, insbesondere auch im Wärmesektor und beauftragte den vorliegenden Energienutzungsplan (ENP).

Im Rahmen dieses Dokuments wurden zunächst in einer Bestandsanalyse die Strukturen der Energieversorgung und der aktuelle Verbrauch analysiert. Im Anschluss wurden mögliche Energieeinsparmöglichkeiten für die Sektoren Strom und Wärme sowie Energieerzeugungsmöglichkeiten aus Biomasse untersucht. Mit den vorliegenden Ergebnissen und den Schwerpunktprojekten können die Grundlagen für die künftige energiepolitischen Entscheidungen in der Marktgemeinde Parkstein geschaffen werden.

⁵ Maximal 1,5°C Erderwärmung im Vergleich zu vorindustriellem Niveau

⁶ Quelle: IPCC_AR6_WGIII_FinalDraft_FullReport.pdf S.63

2 Rahmendaten

Die Marktgemeinde Parkstein liegt im bayerischen Regierungsbezirk Oberpfalz und im Westen des Landkreises Neustadt an der Waldnaab. Der Landkreis sowie dessen kreisangehörigen Gemeinden gehören zur Metropolregion Nürnberg. Gemeinsam mit den Gemeinden Kirchendemenreuth, Theisseil, Püchersreuth und Störnstein besteht seit 1973 eine Verwaltungsgemeinschaft. Mit Ihren insgesamt ca. 8.000 Einwohnern ist die VG die größte Kommunalverwaltung im Landkreis.

Das Marktgebiet grenzt südöstlich an der Kreisfreien Stadt Weiden i.d.OPf. und liegt zwischen den beiden Bundesstraßen B470 (Weiden i.d.OPf. – Eschenbach) und B22 (Weiden i.d.OPf. – Bayreuth).

Seit der Gebietsreform in den 70er Jahren gibt es insgesamt 14 Gemeindeteile.

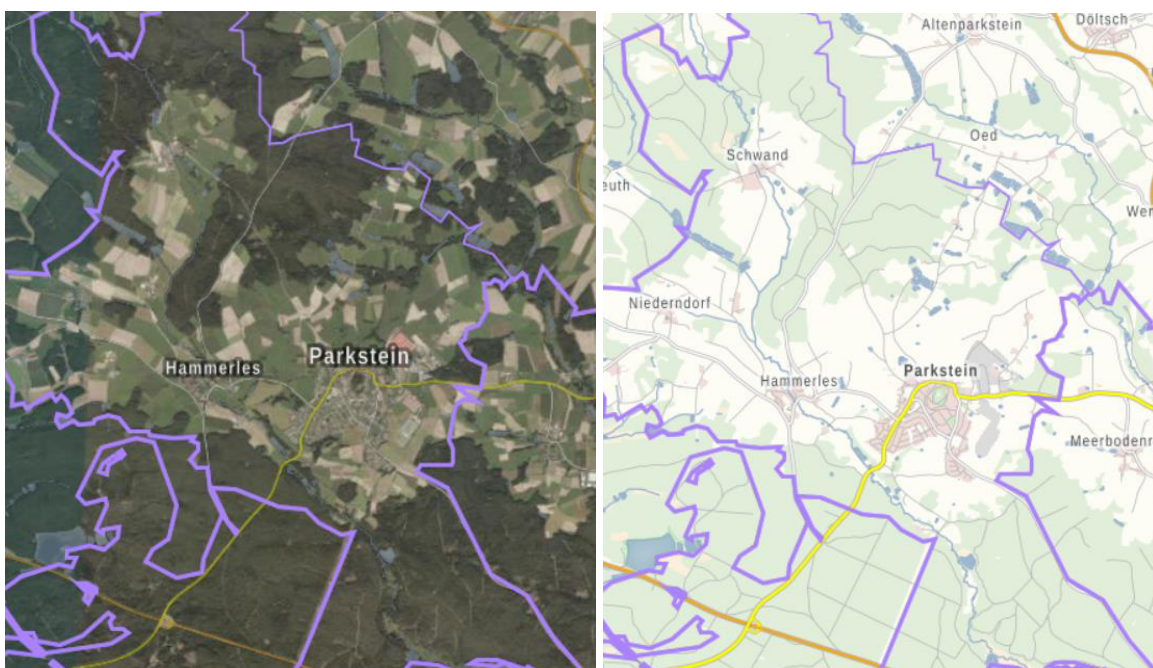


Abbildung 1: Übersichtskarten Markt Parkstein (Bayernatlas)

2.1 Demographie und Arbeitsmarkt

In dem 30,84 km² (3.084 ha) großen Marktgebiet leben rund 2.300 Personen (Stand 2021). In den letzten zehn Jahren hat sich entgegen des allgemeinen Trends in der Region, die Bevölkerungszahlen etwas noch oben entwickelt. Im Zeitraum 2011 bis 2021 nahm die Bevölkerung um 3 % zu, obwohl die Zahlen in den letzten Jahren etwas zurück gegangen sind. Mit einer Einwohnerdichte von 75 Personen pro km² liegt die Marktgemeinde über der Größenordnung des Landkreises Neustadt a.d.W. (66,1 Personen pro km²), aber deutlich unter dem bayerischen Mittel von 187 Personen pro km².

Parallel zur Bevölkerungsentwicklung steht ein noch deutlicher Zuwachs an sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten (von 1.843 im Jahr 2016 zu 2.470 im Jahr 2021). Diese sind vor allem im produzierenden Gewerbe verortet (82,3 %), gefolgt von Unternehmensdienstleistungen (10,0 %) sowie Handel, Verkehr und Gastgewerbe (4,0 %). Diese Entwicklung macht deutlich, welch wichtiger und zukunftsfähiger Arbeitsstandort die Marktgemeinde Parkstein ist. Umso bedeutender ist eine gesicherte und kostengünstige Energieversorgung der ansässigen Unternehmen.

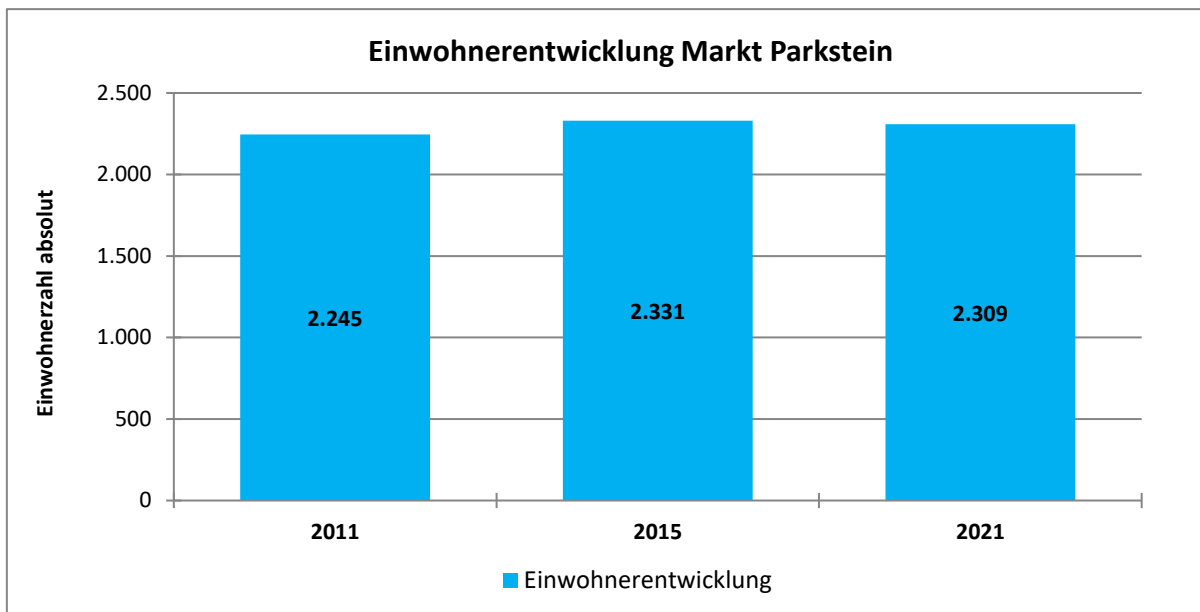


Abbildung 2: Entwicklung der Einwohner in der Marktgemeinde Parkstein

2.2 Flächennutzung und Stand der Energiewende

In Summe sind 11 % (345 ha) der Gemeindefläche Verkehrs-, Industrie-/Gewerbe- und Siedlungsfläche, davon machen zwei Prozentpunkte Wohnbaufläche aus. Der größte Anteil der Flächennutzung entfällt mit 50 % auf Waldgebiete (1.537 ha), gefolgt von 35 % landwirtschaftlich genutzter Bereiche (1.066 ha). Der große Anteil an land- und forstwirtschaftlich genutzter Fläche bietet Potenzial zur Nutzung erneuerbarer Energien.

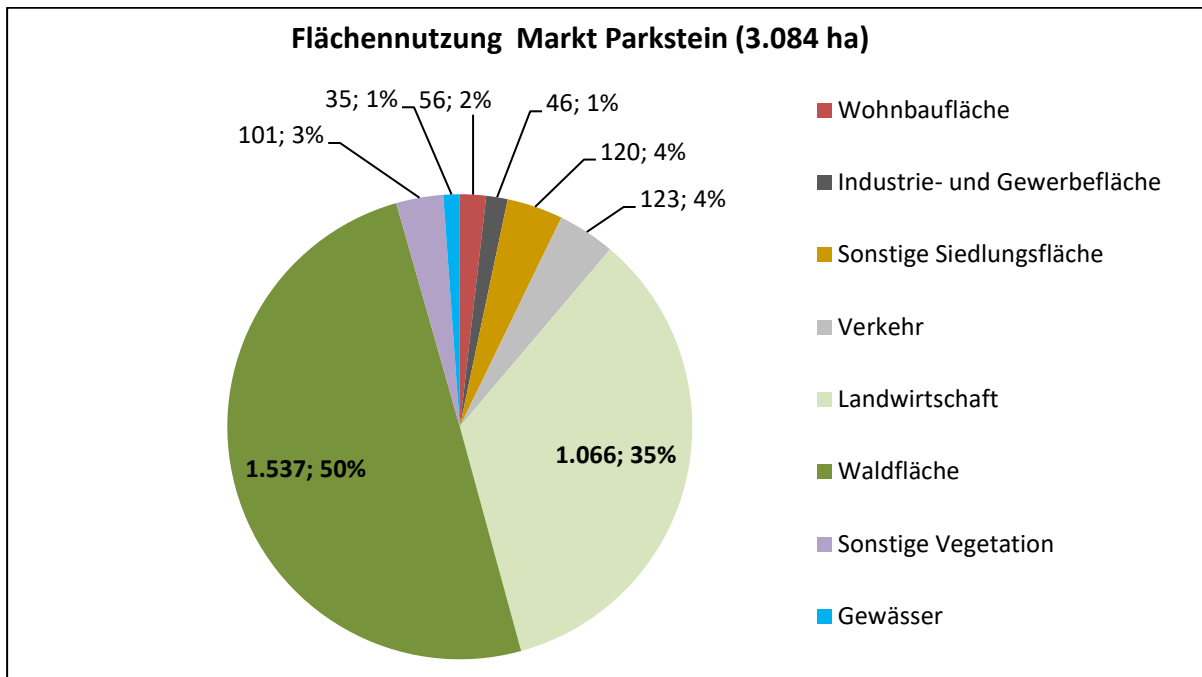


Abbildung 3: Flächennutzung in der Marktgemeinde Parkstein

Dieses Potenzial zur Nutzung regionaler erneuerbarer Energien wurde bereits im Jahr 2012 erkannt, als für den westlichen Landkreis Neustadt a.d. Waldnaab im Auftrag der interkommunalen Energiegenossenschaft **Neue Energien West eG** (NEW eG) – darunter neben Stadt Grafenwöhr, Stadt Pressath, Stadt Eschenbach und sieben weiteren Gemeinden, auch die Marktgemeinde Parkstein – durch das Institut für Energietechnik IfE GmbH ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellt wurde. Das Ziel des damaligen Konzepts war es, zu analysieren, wie sich die beteiligten elf Kommunen bis zum Jahr 2030 von der Abhängigkeit von fossilen Energieträgern lösen können.

Im Jahr 2021, also neun Jahre vor dem im Klimaschutzkonzept definierten Zieljahr, wurden 5,96 GWh Strom aus erneuerbaren Quellen ins Netz eingespeist, davon maßgeblich Photovoltaik (PV; 70 %), gefolgt von Biomasse (30 %). Dies entspricht bilanziell etwa 44 % des Strombedarfs, welche dem Strombezug der Kommune aus dem Netz bezieht (13,5 GWh). In der Marktgemeinde werden in Summe neun PV-Anlagen mit einer Leistung von > 100 kWp betrieben.⁷ Im Wärmesektor wird rund ein Fünftel des Wärmebedarfs (30.700 MWh) durch erneuerbare Energien gedeckt. Somit ist der Anteil der Erneuerbaren im Wärmebereich deutlich niedriger, obwohl der Energieverbrauch als auch die

⁷ Laut Marktstammdatenregister (Filter „Parkstein“ und „Neue Energien West“)

THG-Emissionen aus diesem Sektor die des Stromsektors um jeweils mehr als das Zweifache übersteigen.

Nichtsdestotrotz ist die Marktgemeinde Parkstein auf einem guten Weg, in Sachen Energiewende voranzuschreiten und die bayernweiten Zielsetzungen zu erreichen. Besonders wichtig dabei ist die Akzeptanz für zukünftige Erzeugungsanlagen, weshalb bei jeder größeren Anlage Bürgerbeteiligungsmodelle mitgedacht werden.

3 Energieinfrastruktur

Im der Marktgemeinde Parkstein gab es 2021 leitungsgebundene Energieträger, nämlich Erdgas und Strom. Die regionale Energieerzeugung fand überwiegend auf Basis regenerativer Quellen statt, wie Sonnenenergie (PV, Solarthermie), Biomassenutzung und Umweltwärme. Aber auch der fossile Energieträger Erdgas kam in Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) zum Einsatz.

3.1 Energienetze (Stand 2021)

In der Marktgemeinde Parkstein existiert ein Erdgas-Netz. 2021 wurden 12.330 MWh Erdgas aus dem Netz bezogen, was rund 1,17 Mio. m³ Gas entspricht⁸. Weitere öffentliche Nahwärmenetze oder Versorgungen liegen nicht vor.

Im Bereich Strom existiert neben der Niederspannung auch ein Mittel- und Hochspannungsnetz. 2021 wurden 13.520 MWh im Marktgebiet verbraucht.

3.2 Energieerzeugung (Stand 2021)

In der Marktgemeinde Parkstein werden Strom und Wärme durch erneuerbare und auch durch fossile Energieträger erzeugt. Bilanziell wird der Strombedarf der Kommune aktuell mit einem Anteil von etwa 44 % durch selbst erzeugten Strom gedeckt. Der Wärmebedarf kann zu rund einem Fünftel bilanziell durch Erzeugungsanlagen vor Ort gedeckt werden.

Die verwendeten Daten zu Stromverbräuchen und Einspeisern stammen von der Bayernwerk Netz GmbH, die diese Daten dankenswerterweise zur Verfügung gestellt hat. Vereinzelt wurde der Energie-Atlas Bayern und das Markstammdatenregister als Datenquelle hinzugezogen.

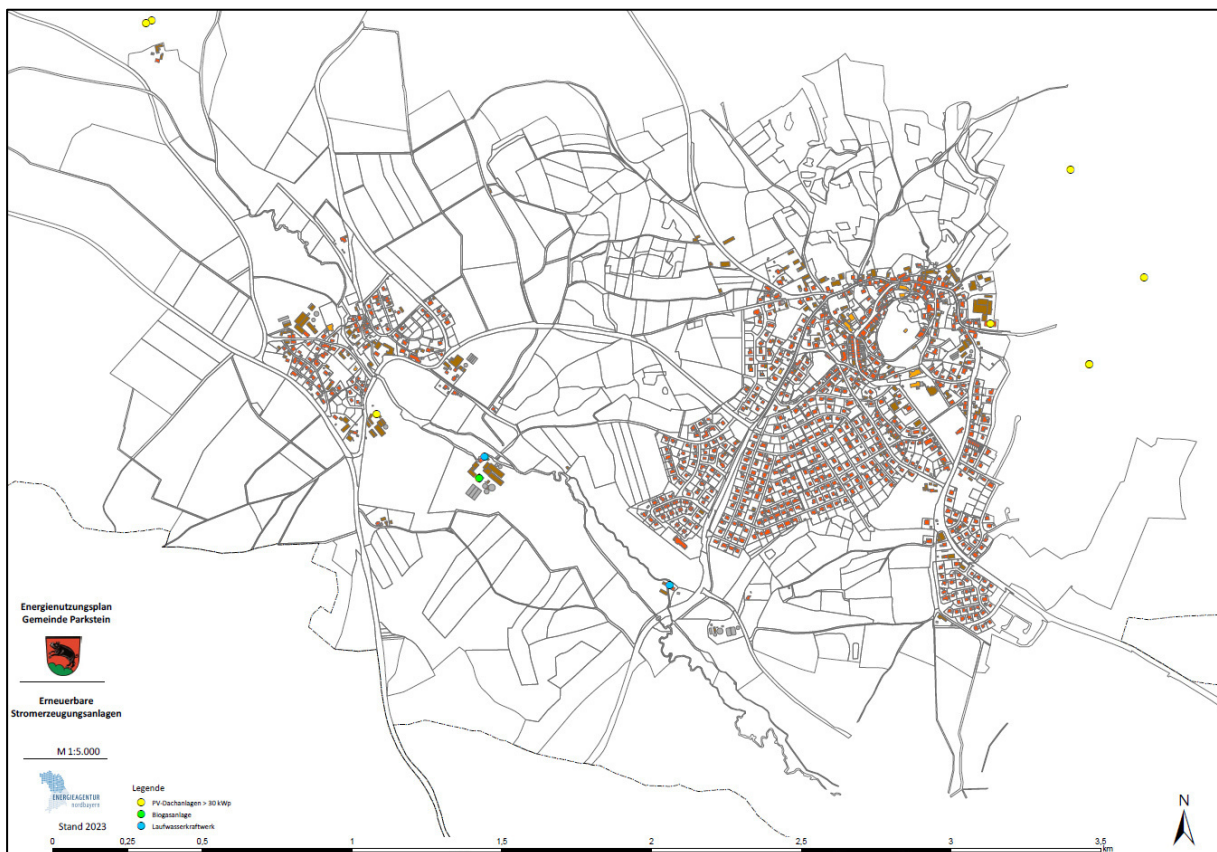
Im Bereich Wärme existieren neben den Daten des Bayernwerks bezüglich Erdgasverbrauch keine konkreten öffentlich zugänglichen Absatzdaten, weshalb hier mit Standardwerten beziehungsweise mit Produktionseinheitswerten je Verbrauchs- und Abrechnungseinheit gerechnet wurde.

⁸ Unter der Annahme, dass 1m³ 10,55 kWh bzw. 0,01055 MWh ist

3.2.1 Anlagen zur regenerativen Stromerzeugung

Zu den Anlagen regenerativer Stromerzeugung im Marktgebiet Parkstein zählen 214 PV-, zwei Wasserkraft- sowie eine Biogasanlage. Durch 6.049 kWp installierte Leistung speisten die PV-Anlagen im Jahr 2021 rund 4.146 MWh Strom ins Netz. Die Biogasanlage erzeugte 2021 laut den Daten vom Bayernwerk 1.818 MWh Strom, die Wasserkraftanlage 0 MWh. Mit einer Produktion von 5.964 MWh deckt die Marktgemeinde Parkstein rechnerisch ihren Strombedarf mit 44 % durch eigenerzeugten, regenerativen Strom.

Folgende Abbildung zeigt die Standorte der regenerativen Stromerzeugungsanlagen. Bei den PV-Dachanlagen sind Anlagen mit einer installierten Leistung ab 30 kWp abgebildet. Windkraftanlagen sowie Solarthermie- oder Geothermie-Anlagen zur Stromerzeugung existieren nicht. Die Anlagen an den Gemeindegrenzen sind in der nachfolgenden Abbildung nicht ersichtlich. Diese können dem Gesamtübersichtsplan im Anhang entnommen werden.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 4: Erzeugungsanlagen für Erneuerbaren Strom im Marktgebiet Parkstein

3.2.1.1 Photovoltaikanlagen

Die Daten seit 2019 zeigen einen deutlichen Anstieg des PV-Zubaus am Gebäude, was einem deutschlandweiten Trend folgt. Im Jahr 2021 existierten nach den Daten vom Bayernwerk in Parkstein 214 PV-Anlagen, 41 Anlagen mehr als im Vorjahr (+ 24 %). Dabei handelt es sich um zwei PV-Anlagen mit einer Leistung > 30 kWp. Die weiteren Anlagen wurden überwiegend als Eigenverbrauchsanlagen im privaten Bereich mit einer Leistung < 30 kWp installiert.

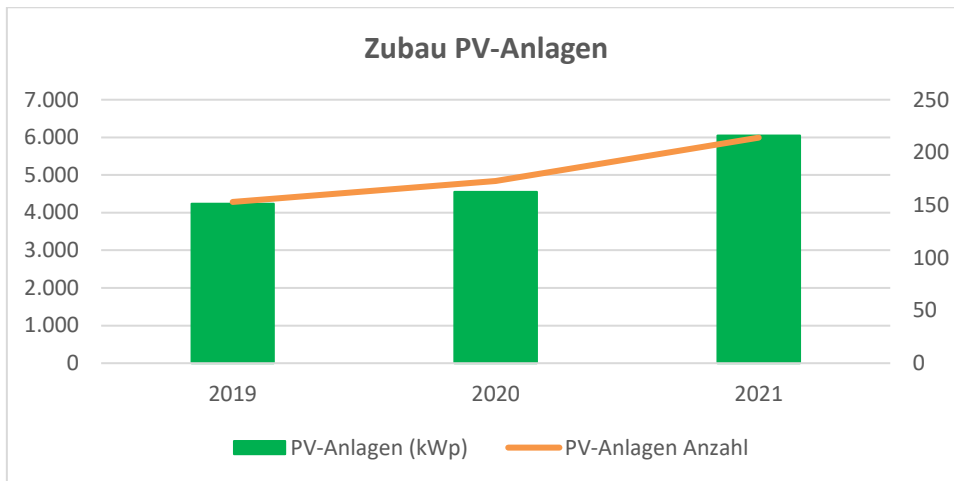


Abbildung 5: Entwicklung des Zubaus von Neu-PV-Anlagen

In Summe wurden 2021 durch PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 6.049 kWp rund 4.146 MWh regionaler Solarstrom ins Netz gespeist. Im Schnitt lag der mittlere Ertrag der letzten Jahre bei 950 kWh/kWp bei einer durchschnittlichen Anlagengröße von 28 kWp (2021). Der Abfall des mittleren Ertrags im Jahr 2021 ist unter anderem auf die noch nicht einbezogenen Neuinstallierten Anlagen, welche im Laufe des Jahres an das Netz gingen zurückzuführen, wodurch nicht der Gesamtjahresertrag erwirtschaftet werden konnte.

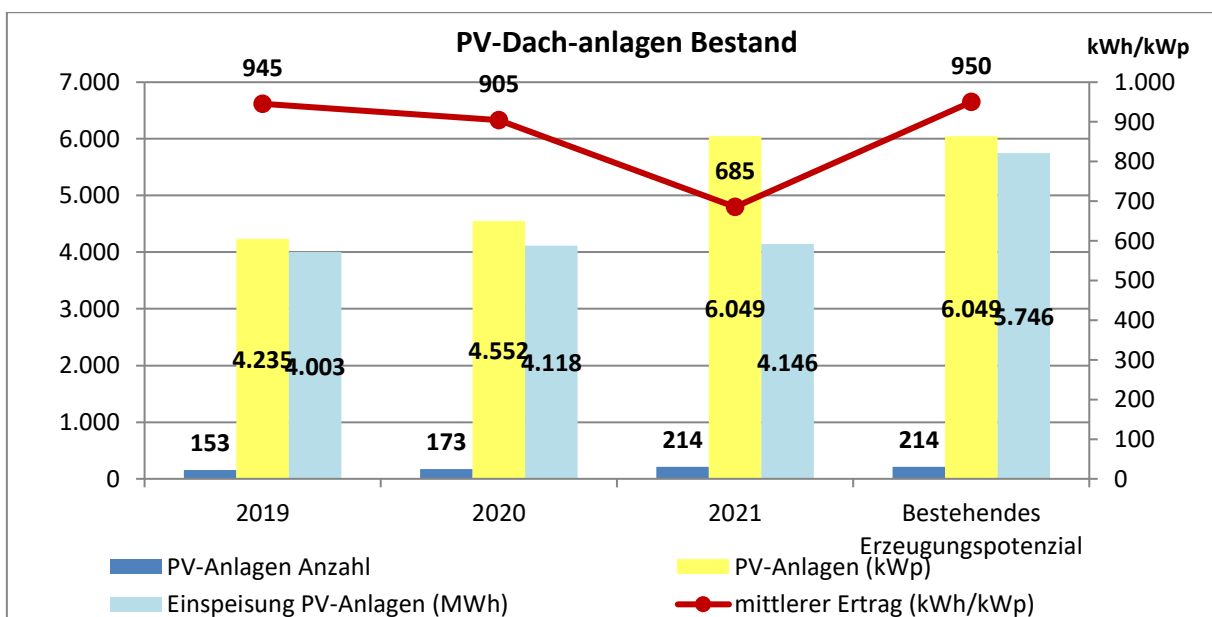


Abbildung 6: Leistung und Ertrag der installierten PV-Anlagen im Marktgebiet Parkstein

3.2.1.2 Biogas und Biomasse

Die Biogasanlage in Hammerles erzeugt 2021 laut den Daten vom Bayernwerk 1.818 MWh Strom mit einer Leistung von 382 kW_{el}. In den Jahren 2019 lag die produzierte Strommenge bei 1.713 MWh und im Jahr 2020 bei 1.697 MWh. Biomasse KWK-Anlagen sind im Marktgebiet keine installiert.

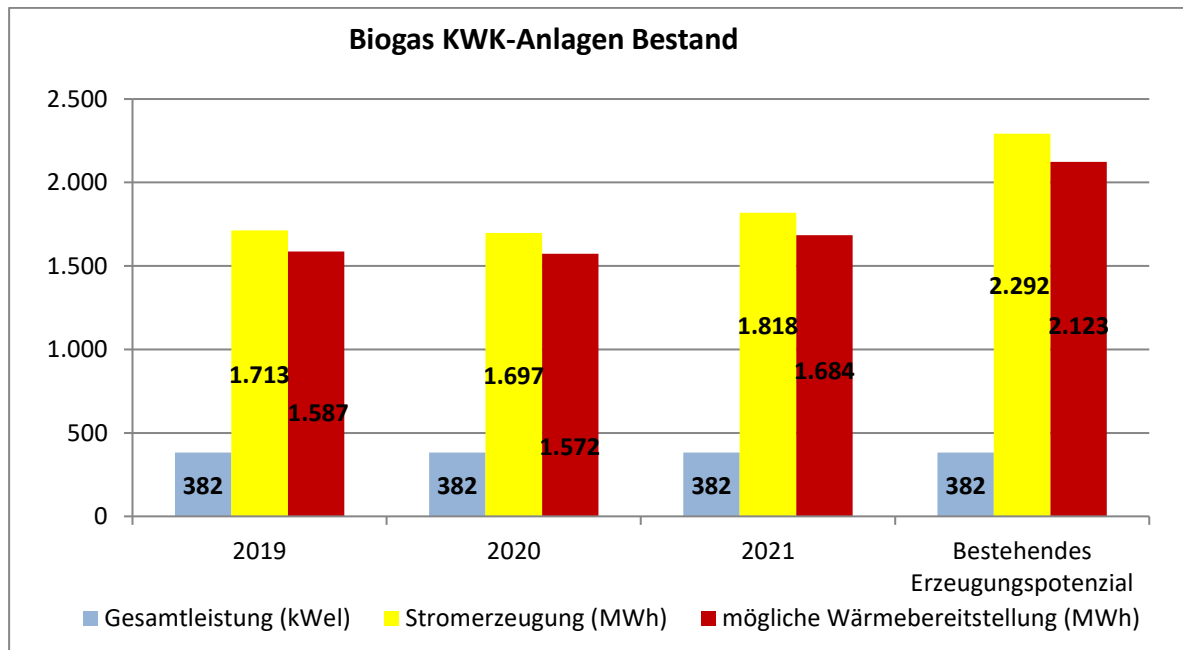


Abbildung 7: Stromerzeugung und Wärmebereitstellung der Biogas-KWK-Anlagen in Parkstein

Die Stromerzeugung ist direkt abhängig von den Vollbenutzungsstunden der KWK-Anlagen. In 2019 liefen die Anlagen rechnerisch 4.484 Vollbenutzungsstunden, in 2021 waren es 4.759 mit dementsprechend höherer Energieerzeugung. Bei einer Vollbenutzungszeit von 6.000 h würde die Stromerzeugung bei 2.292 MWh liegen. Wie in der obigen Abbildung dargestellt, wird beim KWK-Prozess (Kraft-Wärme-Kopplung) parallel zur Stromerzeugung gleichzeitig Wärme erzeugt. Diese „mögliche“ Wärmebereitstellung wird allerdings nicht immer vollständig genutzt.

3.2.1.3 Wasserkraft

Es gibt laut Bayernwerk eine Wasserkraftanlage im Marktgebiet, welche ans Netz angeschlossen ist. Die Anlage mit einer Leistung von lediglich 7,5 kW speiste im Jahr 2021 keinen Strom ins Netz. Im Jahr 2020 betrug die eingespeiste Strommenge 5.7 MWh. Man kann Grundsätzlich davon ausgehen, dass es sich bei der Anlage um eine Eigenverbrauchsanlage handelt.

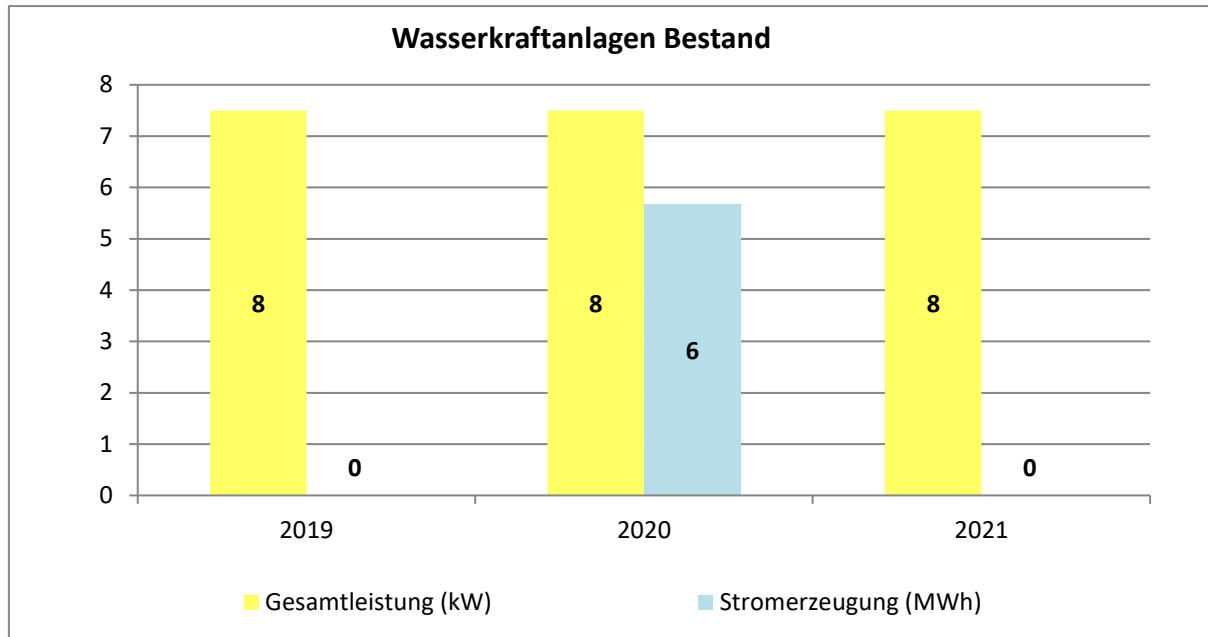


Abbildung 8: Leistung und Stromerzeugung der aktiven Wasserkraftanlage in Parkstein

3.2.2 Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung

In der Marktgemeinde Parkstein erzeugen Solarthermieanlagen, Biomasse- und Biogasanlagen sowie Wärmepumpen regenerative Wärme. Die erzeugte Wärme wird in KWK-Anlagen tatsächlich nur teilweise genutzt, wenn diese primär der Stromerzeugung dienen. Bilanziell wird in Parkstein rund ein Fünftel des Energieverbrauchs durch erneuerbare Wärme gedeckt. Landkreisweit beläuft sich dieser Wert laut dem ENP für den Landkreis Neustadt a.d.W. auf rund ein Siebtel⁹, was deutlich zeigt, dass Parkstein landkreisweit eine Vorreiterrolle in Sache erneuerbare Energien einnimmt.

⁹ https://www.neustadt.de/media/10988/abschlussbericht_denp_lkr_new.pdf

3.2.2.1 Solarthermie

Solarthermische Anlagen erzeugen Wärme zur Warmwassererwärmung und/oder Heizungsunterstützung. Zur Datenerhebung kann hier auf den Solaratlas zurückgegriffen werden, der seit 2001 die geförderten Solarthermieanlagen bis 40 m² Kollektorfläche abbildet.

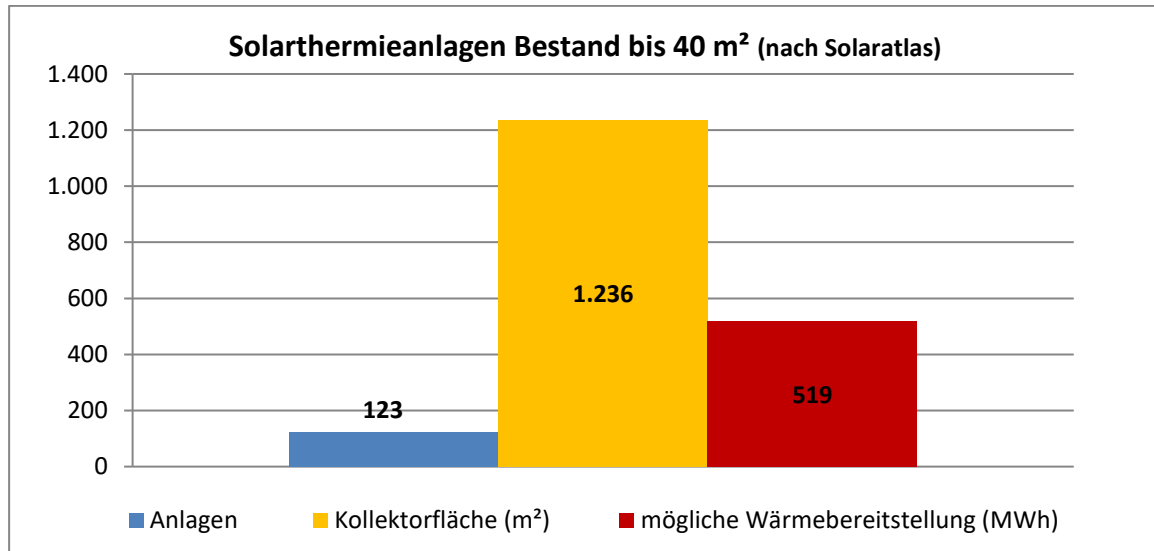


Abbildung 9: Geförderte solarthermische Anlagen im Jahr 2021 bis 40m² in Parkstein

Im Zeitraum von 2001 bis Ende des Jahres 2021 wurden in Parkstein 123 geförderte Solarthermieanlagen mit einer gesamten Kollektorfläche von 1.236 m² installiert. Mit der installierten Kollektorflächen können 519 MWh Wärme erzeugt werden. Die durchschnittliche Anlagengröße lag 2021 bei 10 m² Kollektorfläche.

3.2.2.2 Biomasse und Biogas

Biomasseanlagen zur reinen Wärmeerzeugung werden mit Scheitholz, Hackschnitzeln und Holzpellets betrieben. Zur Datenerhebung kann hier auf den Biomasseatlas zurückgegriffen werden, der aber lediglich die geförderten Biomasseanlagen bis 100 kW Nennwärmeleistung erfasst. Einzelfeuerstätten werden überwiegend nicht gefördert, wodurch diese nicht in der Statistik des Biomasseatlases zu finden sind.

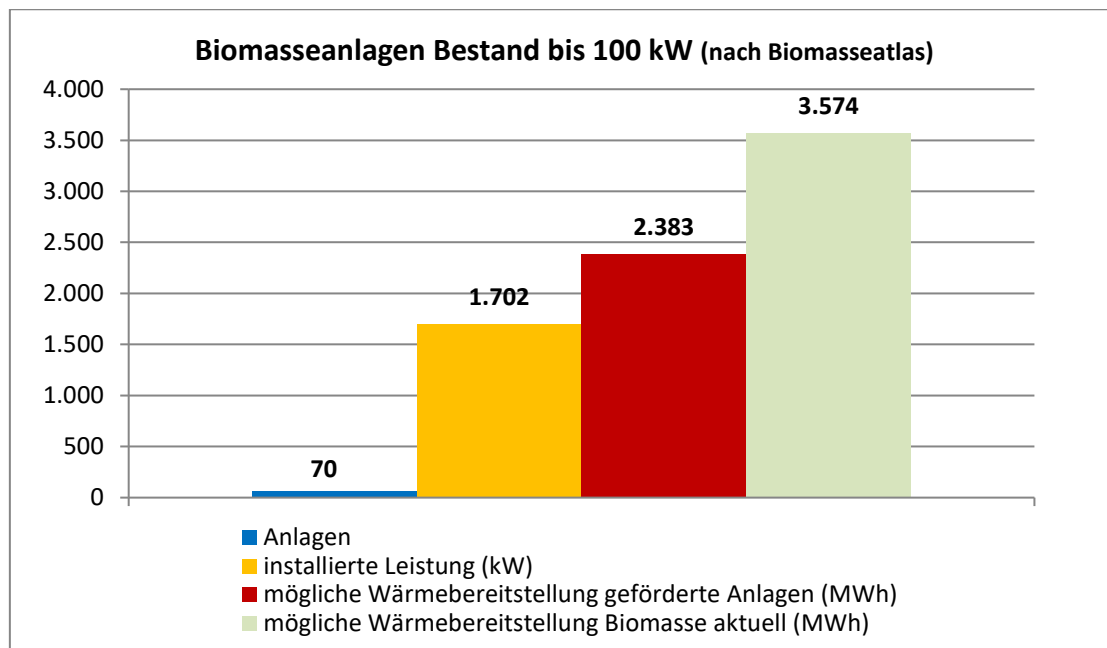


Abbildung 10: Geförderte Biomasseanlagen in Parkstein von 2001 bis 2021

Im Zeitraum von 2001 bis 2021 wurden 70 geförderte Biomasseanlagen mit einer Nennleistung von 1.702 kW installiert. Rund 2.383 MWh Wärme konnten dadurch erzeugt werden. Die durchschnittliche Anlagengröße liegt bei 24 kW. Neben den geförderten Anlagen kann man von weiteren Anlagen ausgehen, die nicht gefördert wurden oder werden konnten (z.B. dezentrale Einzelöfen). Unter Berücksichtigung aller Biomasseanlagen im Wohnbestand kann man somit von einer gesamten Wärmemenge von etwa 3.570 MWh ausgehen.

In Parkstein/Hammerles ist eine Biogasanlage installiert, die gemäß den Daten des Energie-Atlas Bayern 2010 errichtet bzw. 2014 erweitert wurde. Sie hat eine Gesamtleistung von 382 kWel. Bei der Anlage handelt es sich um eine strom- und wärmeproduzierende Anlage. Typischer Weise kann man bei dieser Anlage von einer thermischen Leistung von etwa 350 kW ausgehen. Die Wärmeenergie dieser Anlagen wird jedoch in den Wintermonaten durch die Betreiber selbst genutzt, wodurch die Energie nicht anderweitig genutzt werden kann.

3.2.2.3 Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie

Eine Wärmepumpe erzeugt unter Aufwendung von Strom thermische Energie aus einem Reservoir mit relativ niedrigen Temperaturen (Umweltwärme) und hebt dies auf ein höheres Temperaturniveau (Raumwärme) an. Im Sommer kann dieser Prozess auch umgedreht werden, sodass mit Wärmepumpen gekühlt werden kann.

Für Wärmepumpen gibt es drei verschiedene Techniken:

- Luft-Wasser-Wärmepumpe: Sie entzieht die Energie aus der Umgebungsluft
- Sole-Wasser-Wärmepumpe: Sie entzieht die Energie aus der Erde über Kollektoren oder Erdwärmesonden
- Wasser-Wasser-Wärmepumpe: Sie entzieht die Energie aus dem Grundwasser

Zur Datenerhebung kann hier auf den Wärmepumpenatlas zurückgegriffen werden, der aber lediglich die seit 2007 geförderten Wärmepumpen abbildet. Zusätzlich liegen Daten der Bayernwerk Netz GmbH zu den Wärmepumpenanlagen vor.

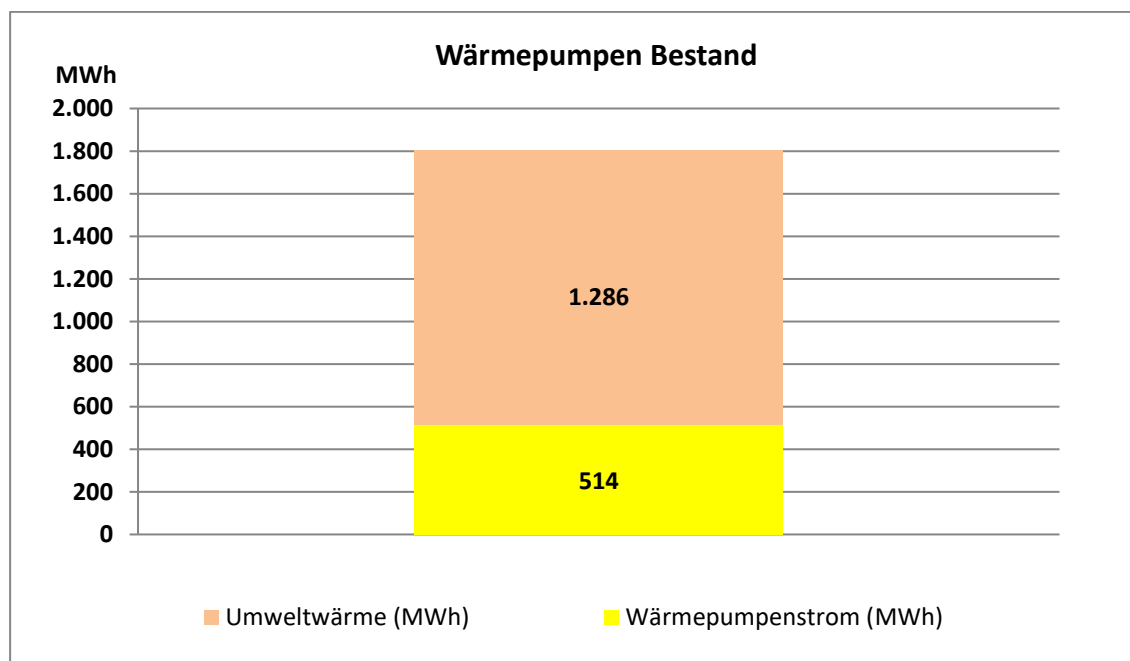


Abbildung 11: Wärmepumpenenergie im Jahr 2021

Derzeit sind in Parkstein 75 Wärmepumpen durch die Bayernwerk Netz GmbH erfasst. Der Stromverbrauch von Wärmepumpen stieg seit 2019 um 464 MWh auf 514 MWh im Jahr 2021. Durch Wärmepumpen konnten 2021 unter Berücksichtigung der Umweltwärme 1.800 MWh Wärme bereitgestellt werden.

3.2.2.4 Tiefengeothermie

Daten zur Nutzung von Tiefengeothermie gehen aus den Daten des Marktstammdatenregisters, des Energie-Atlas Bayern und der Bayernwerk Netz GmbH nicht hervor.

3.2.3 KWK-Anlagen zur fossilen Strom- und Wärmeerzeugung

Im Marktgebiet Parkstein existieren zwei Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen, die auf Basis des Energieträgers Erdgas Strom und Wärme erzeugen. Diese haben eine Gesamtleistung von 17 kW. 2021 speisten die beiden Anlagen 87,5 MWh Strom ins Netz. Mit errechneten 5.224 Volllaststunden haben die beiden Anlagen eine mögliche Wärmebereitstellung von 98 MWh, auch wenn diese Wärme, wie zuvor erläutert, nicht immer vollständig genutzt wird.

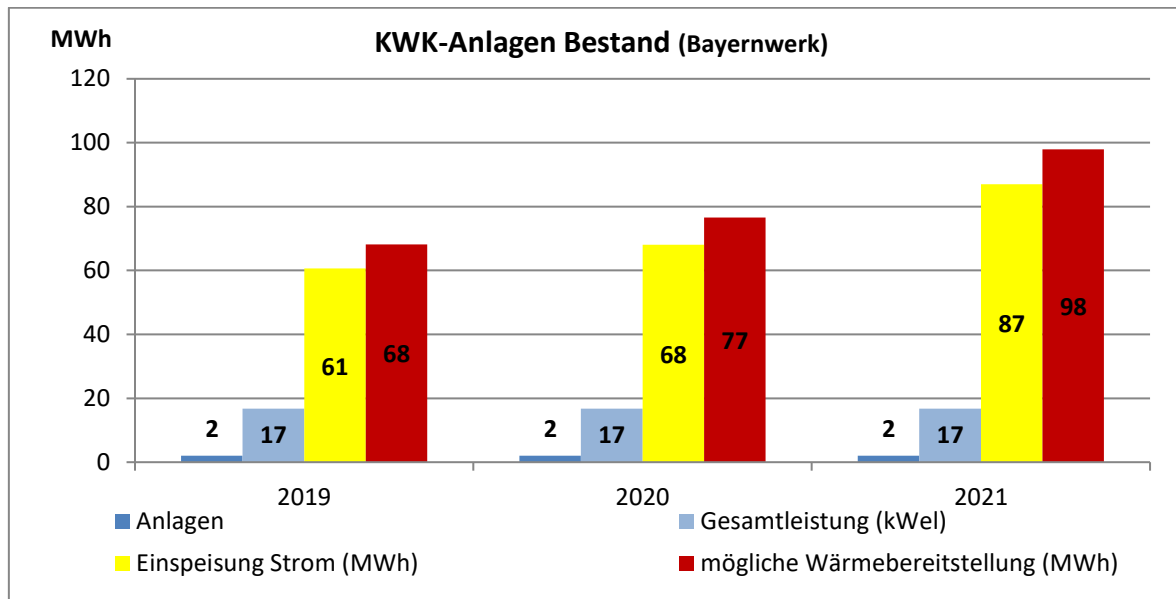


Abbildung 12: Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen mit Nutzung von Erdgas im Marktgebiet Parkstein

3.3 Speicherung von Strom

2021 existierten in Parkstein laut dem Marktstammdatenregister 72 Anlagen zur Stromspeicherung. Diese hatten eine Brutto-Speicherkapazität von 387 kWh mit einer mittleren Kapazität von 5,4 kWh pro Einheit. Damit handelt es sich hauptsächlich um Speicher im Wohnbestand (Ein-, Zweifamilienhaus). Das Speichervolumen von 387 kWh könnte, ausgehend von 5.964 MWh Stromerzeugung, nur einen sehr geringen Bruchteil der erzeugten Energie kurzfristig erfassen. In Zukunft wird durch eine stete Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätssektors die Speicherung von Strom eine immer wichtigere Stellung einnehmen, um den Strombedarf reell decken zu können und nicht nur bilanziell. Mit dem Ausbau der PV-Anlagen auf den privaten Wohneigentum wird jedoch der Speicherausbau immer weiter vorangetrieben.

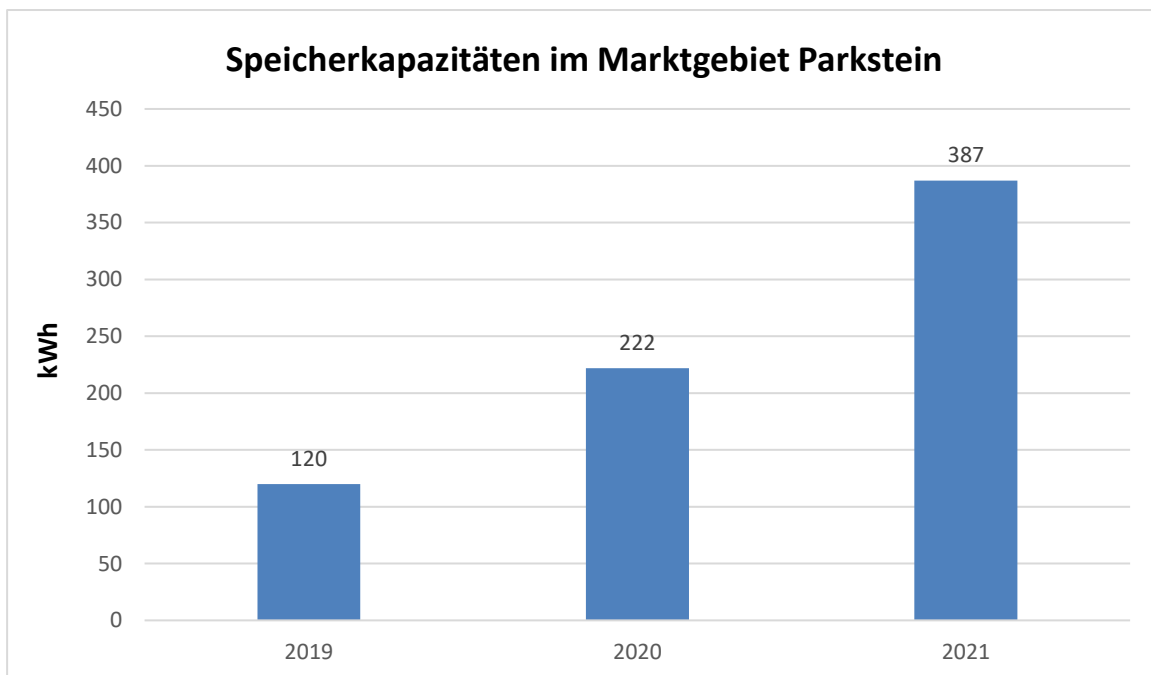


Abbildung 13: Speicherkapazitäten im Markt Parkstein

4 Energiebilanz Strom

Durch die Bayernwerk Netz GmbH wurden die Verbrauchsdaten der Jahre 2019 bis 2021 zur Verfügung gestellt. In Summe wurde im Jahr 2021 im Marktgebiet bilanziell etwa 44 % des verbrauchten Stroms vor Ort in der Kommune produziert. Der Ausbau weiterer erneuerbarer Energien ist notwendig, da Stromverbrauch und Stromproduktion zeitlich unabhängig stattfinden und der Strombedarf durch die Elektrifizierung im Wärme- und Mobilitätssektor steigen wird.

Im Marktgebiet betrug der Stromverbrauch im Jahr 2019 etwa 11.960 MWh und 2020 rund 11.820 MWh. Im Jahr 2021 stieg dieser Wert weiter auf 13.520 MWh an. Der zusätzliche Stromverbrauch stammte vor allem aus dem Bereich Gewerbe/Industrie, dessen Verbrauch sich von 2019 auf 2021 um 41 % gesteigert hat. Der Anteil des Stromverbrauchs des Gewerbes/ der Industrie beträgt 64 % des gesamten Stromabsatzes im Marktgebiet. Der zweitstärkste Stromverbraucher sind die Privaten Haushalte mit etwa 22 % des Stromabsatzes. Der Beitrag weiterer Verbraucher (u.a. Kommune, Straßenbeleuchtung, Landwirtschaft) am Strombedarf befinden sich im niedrigen einstelligen Prozentbereich. Strom zur Wärmebereitstellung (Speicherheizung, Wärmepumpe) nimmt rund 4 % (606 MWh) des gesamten Stromverbrauchs ein.

In Summe rechnet die Bayernwerk Netz GmbH mit rund 1.240 Abnehmern ab, wobei sich gut 1.050 Abnehmer im privaten Sektor befinden. 75 Wärmepumpen und 15 Speicherheizungen sind als Wärmeerzeuger dem Bayernwerk gemeldet.

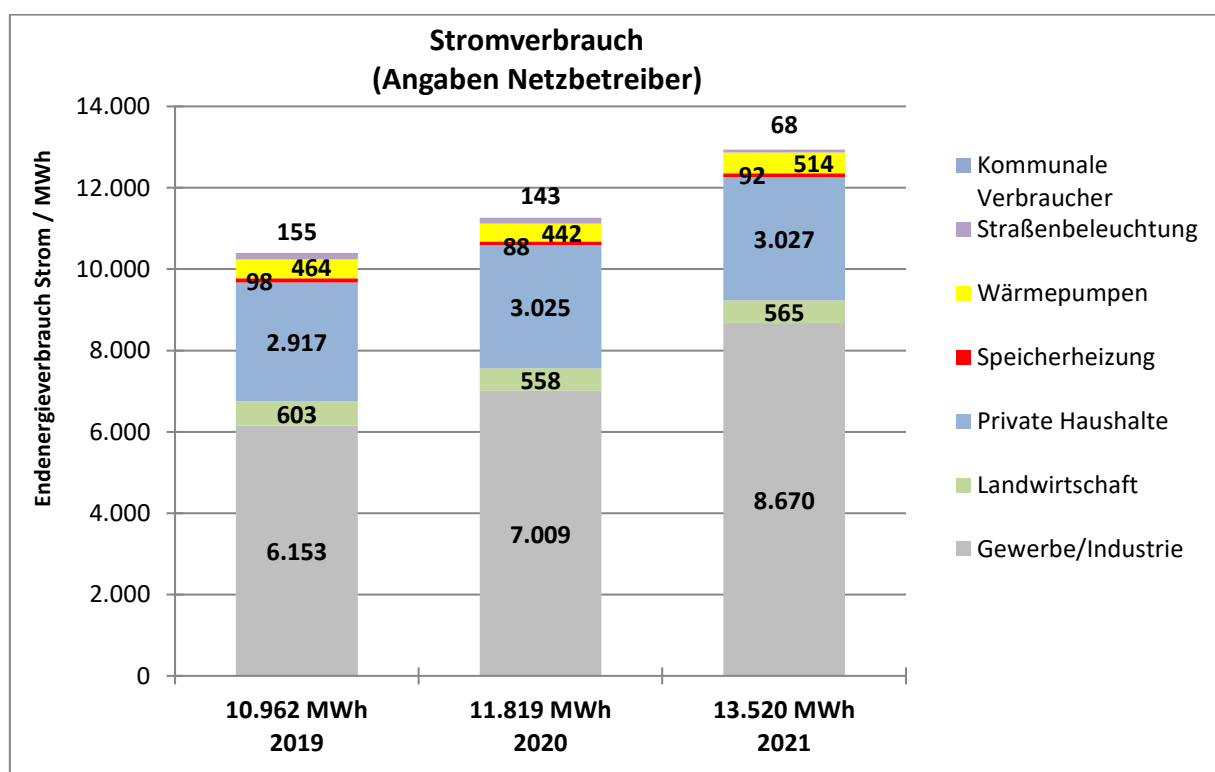


Abbildung 14: Stromverbrauch im Marktgebiet Parkstein nach Verbrauchern

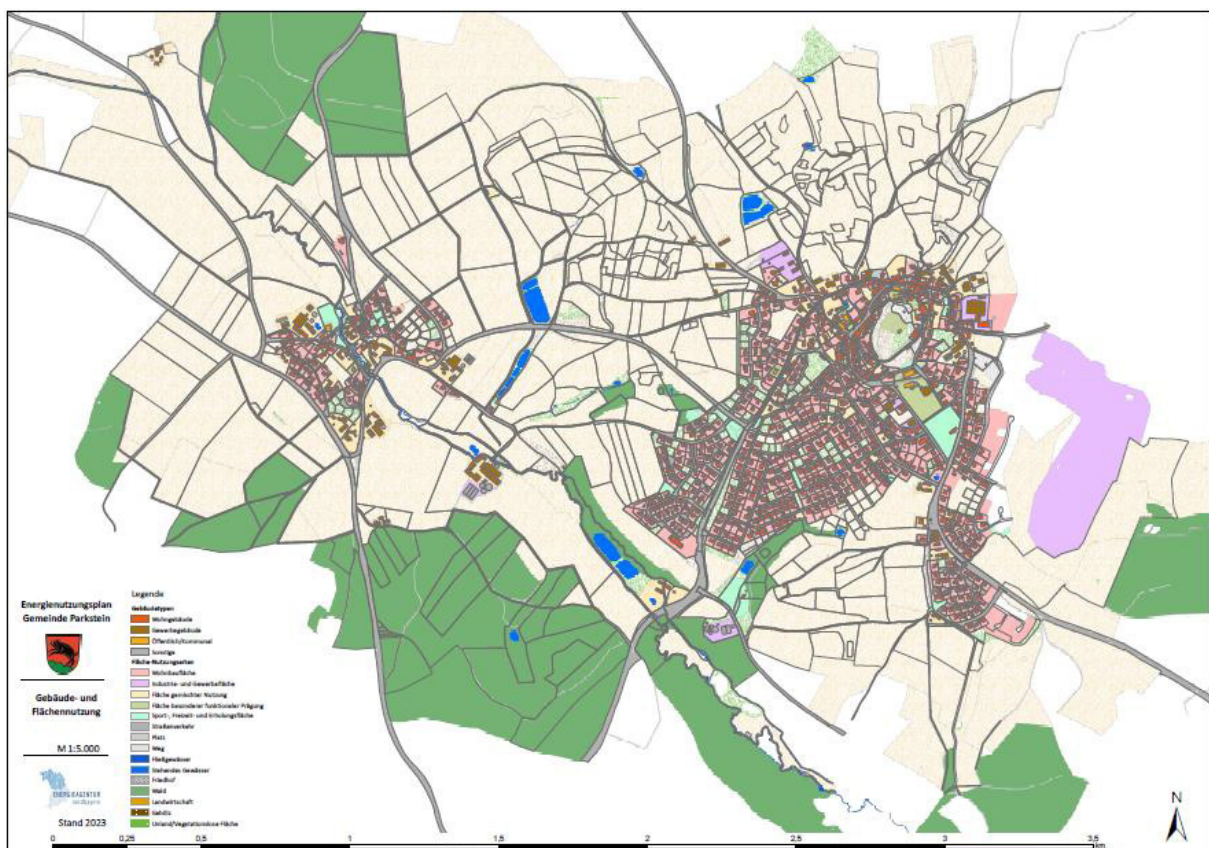
5 Energiebilanz Wärme

Im Markt Parkstein gibt es eine Erdgasversorgung durch die Bayernwerk Netz GmbH. Die Verbrauchsdaten wurden für die Erstellung des Energienutzungsplans zur Verfügung gestellt, ebenso wie die Daten für Heizstrom bzw. Wärmepumpen. Wärme aus sonstigen Erneuerbaren Energien erfolgte durch die Auswertung der Förderkennzahlen des zuständigen Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sowie Daten des Energie-Atlas Bayern.

Der gesamte Wärmebedarf für Parkstein wird anhand der GIS-Daten aus der Gebäudenutzung, der Gebäudegrundfläche und -höhe, Baualter sowie spezifischen Energiekennwerten ermittelt. Hieraus wird in der Folge das gebäudescharfe Wärmekataster erstellt.

5.1 Gebäudenutzung

Die Gebäudenutzung wird anhand der Angaben der digitalen Flurkarte (DFK) ermittelt. Im Marktgebiet Parkstein werden 65 % der Gebäudeflächen für Wohnzwecke genutzt, 32 % für Wirtschaft bzw. Gewerbe und 3 % der Flächen sind öffentliche Einrichtungen. Folgende Abbildungen zeigen die Gebäudenutzung anhand der DFK.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 15: Nutzung von Landfläche und Gebäuden im Marktgebiet Parkstein

5.2 Wohngebäudebestand

Insgesamt gibt es im Marktgebiet Parkstein momentan rund 132.000 m² Wohnfläche bei 1.086 Wohneinheiten in 745 Wohngebäuden. Jeder Einwohner bewohnt im Durchschnitt ca. 57 m².

Statistisch bewohnen 2,1 Personen eine Wohnung. Seit 2005 stieg die Wohnfläche je Wohnung von 110 m² auf aktuell 121 m², während je Gebäude die Wohnfläche von 165 m² auf 177 m² anstieg.

Nachfolgend wird auf die Gebäude bzgl. der Altersstruktur und dem Heizwärmebedarf näher eingegangen.

5.2.1 Heizwärmebedarf nach Altersklassen

Während frühere Dämmvorschriften allein die Verhinderung von Schäden durch Kondensatausfall in den Bauteilen im Blickfeld hatten, sollte durch die Einführung der Wärmeschutzverordnung (WSVO) 1977 zum ersten Mal der Endenergiebedarf der Gebäude gesenkt werden. Die erste und zweite WSVO definierten erstmals Wärmeschutzstandards für einzelne Bauteile. Seit der 3. WSVO von 1995 wird für Neubauten der Jahres-Heizwärmebedarf auf ca. 95 kWh/a je m² Wohnfläche begrenzt. In der Energie-Einsparverordnung (EnEV) von 2002 werden die Regelwerke für die Qualität der Gebäudehülle und der Effizienz der Anlagentechnik zusammengefasst. Die EnEV definiert demzufolge einen einzuhaltenden Jahres-Primärenergiebedarf. Eine Novellierung der EnEV im Jahr 2009 und 2014 führte zu einer weiteren Verbesserung der Energiestandards im Gebäudebereich.

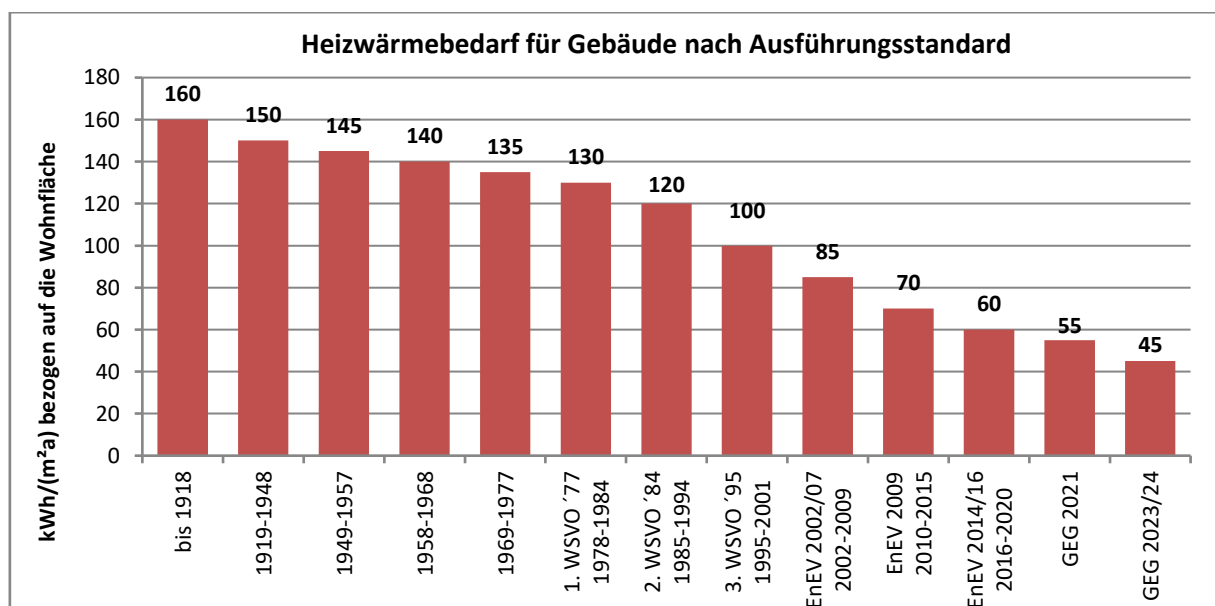


Abbildung 16: Heizwärmebedarf für Gebäude nach Altersklasse und Ausführungsstandard

Seit November 2020 ersetzt das Gebäude-Energie-Gesetz (GEG) die EnEV. Hier kam es zu geringfügigen Änderungen für den Neubau und die Sanierung. Aufgrund der aktuellen GEG-Novelle wurde ab 2023 eine weitere Verschärfung für die Neubauanforderungen eingeführt. Gemäß dem Ausführungsstandard der Gesetzgebung sank der Heizwärmebedarf seit 1995 von 100 kWh/(m²a) auf derzeit 45 kWh/(m²a). Für Gebäude bis Baujahr 1918 liegt der typische Heizwärmebedarf bei 160 kWh/(m²a).

Rund 42 % der Wohngebäude in Parkstein wurden vor Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung errichtet. Mit 11 % der Wohnfläche ist der historische Gebäudebestand mit Baujahr vor 1919 sowie eine intensive Bautätigkeit in den 1970ern mit 20 % und im Zeitraum von 1995-2001 mit 15 % der Wohnfläche hervorzuheben. Besonders bei Gebäuden, die bis zur 3. WSVO errichtet wurden, sind durch energieeffiziente Gebäudesanierung hohe Einsparpotenzial zu realisieren. Entsprechend des Heizwärmebedarf entfällt der größte Anteil auf die genannten Jahrgänge vor 1919 und 1969-1977, zumal hier noch keine gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich der Dämmung bestanden.

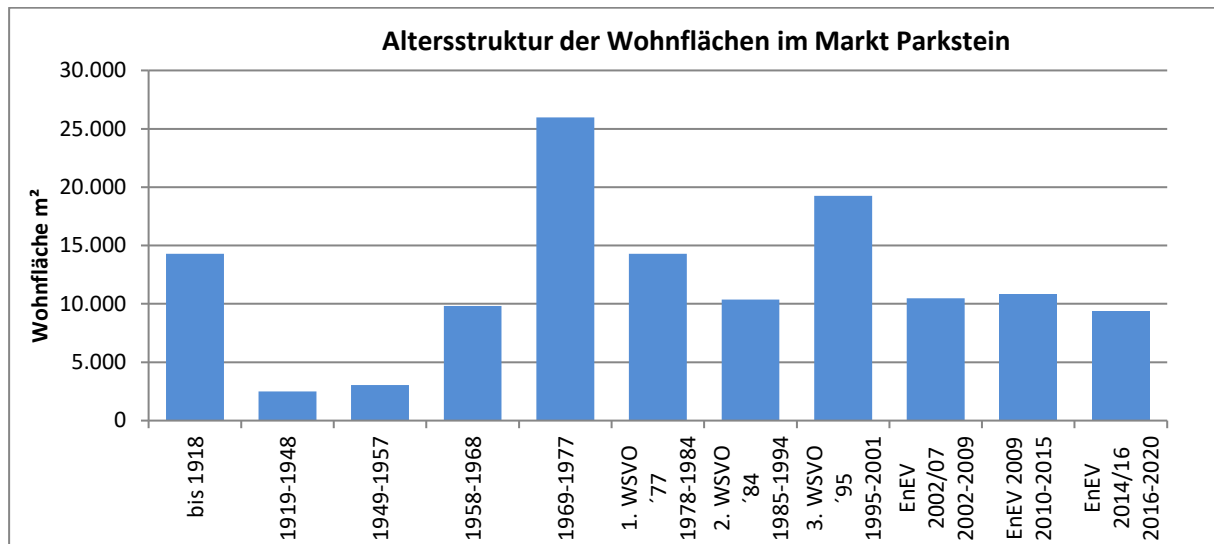


Abbildung 17: Altersstruktur der Wohnflächen in Parkstein

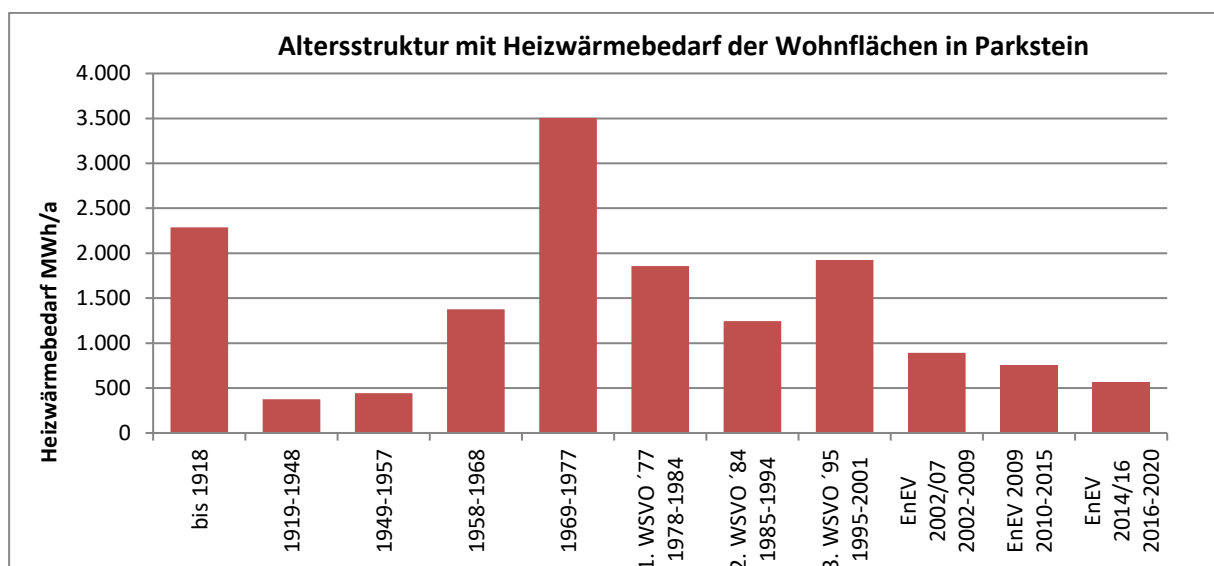


Abbildung 18: Heizwärmebedarf in Parkstein nach Baualterklassen

5.2.2 Wohngebäude / Heiz- und Endenergiebedarf

Unter Berücksichtigung aller direkten und indirekten Emissionen sind Gebäude (Wohn- und Nichtwohngebäude) derzeit für bis zu 30 Prozent der Treibhausgasemissionen (THG) in Deutschland verantwortlich. Das Bundes-Klimaschutzgesetz der Bundesregierung fordert einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand bis 2045¹⁰. Das größte Einsparpotenzial liegt hierbei in der energetischen Gebäudesanierung. Die energetische Sanierungsrate liegt derzeit bei jährlich knapp einem Prozent.

Bei den folgenden Berechnungen ist zu berücksichtigen, dass von der Energiebedarfsseite und nicht von der Primärenergie ausgegangen wird. Unter Berücksichtigung des energetischen Standards des Gebäudebestandes und eines standardisierten Nutzerverhaltens wird der durchschnittliche Heizwärmebedarf der Gebäude ermittelt. Die Ergebnisse des tatsächlichen Energieverbrauchs können sich aufgrund von abweichenden Nutzerverhalten unterscheiden.

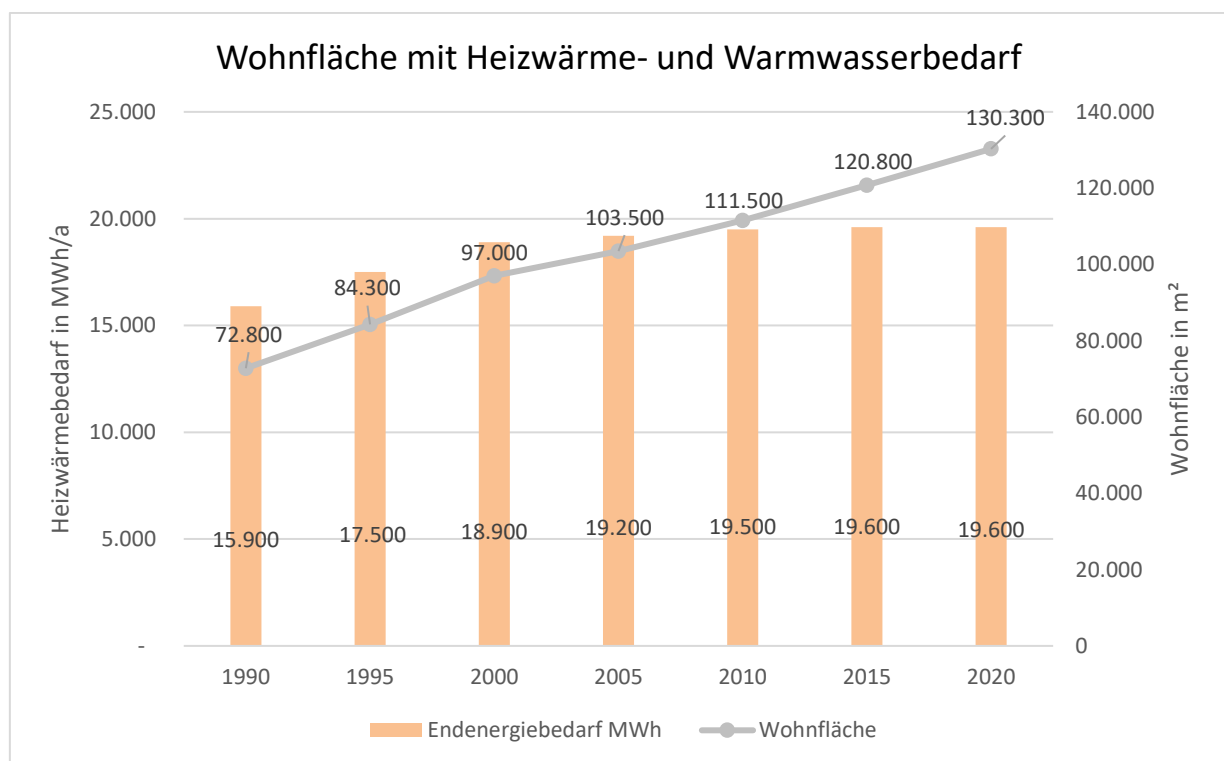


Abbildung 19: Entwicklung der Wohnfläche und des Heizwärmebedarfs im Bestand

Seit 1990 stieg der absolute Heizwärmebedarf inkl. Warmwasserbedarf im Wohngebäudebestand um 23,3 % auf 19.600 MWh an, wobei die Wohnfläche um 79,0 % zunahm. Diese Diskrepanz ist auf immer höhere energetische Anforderungen an den Gebäudeneubau und die gleichzeitige Gebäudesanierung zurückzuführen. Der Endenergiebedarf pro m² sank seit 1990 bis 2020 von 269,2 kWh auf 150,4 kWh. Durch die energetische Sanierung des Gebäudebestandes und die fortwährende Verbesserung der Heiztechnik wird der nötige Wärmebedarf immer effizienter erzeugt. Trotz des Wohnflächenzuwachses ist der Endenergiebedarf im Gebäudesektor daher seit 2005 auf etwa

¹⁰ Klimaschutzgesetz der Bundesregierung, 12.05.2021 und Klimaschutzprogramm 2030 zur Umsetzung des Klimaschutzgesetzes

gleichem Niveau – die Emissionen bewegen sich bereits seit dem Jahr 2000 im Wärmesektor in die richtige Richtung und zwar nach unten.

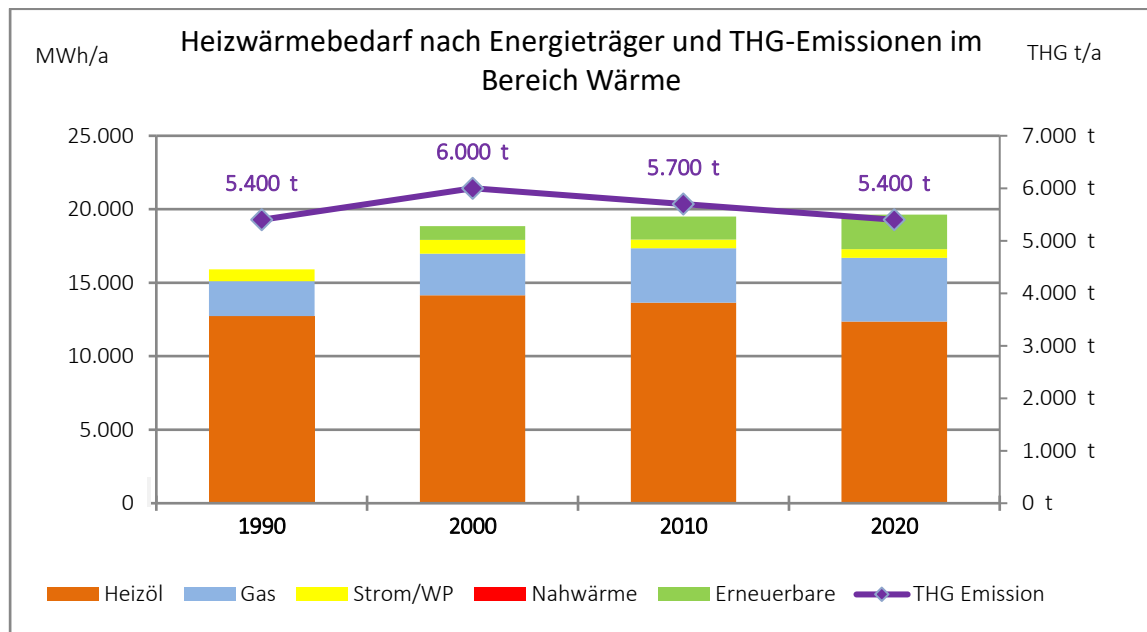


Abbildung 20: Heizwärmebedarf nach Energieträgern und THG-Emissionen im Gebäudebestand

Vor etwa dreißig Jahren lagen die Emissionen des absoluten Wärmebedarfs im Wohngebäudebestand im Jahr 1990 bei 5.400 t THG. Durch den weiteren Anstieg von neuem Wohnraum sind die Emissionen zunächst auf einen Wert von 6.000 t THG angestiegen. Jedoch durch den Einsatz von erneuerbarer Wärme sowie dem sinkenden Heizöl-Bedarfs in den letzten 20 Jahren sukzessive wieder gesunken. Dies entspricht etwa 2,3 t THG pro Person mit Wohnsitz in Parkstein durch Warmwasserbereitung und Raumwärme. Trotzdem werden noch 63 % der der Wohnfläche mit Heizöl und 22 % mit Erdgas beheizt. Fernwärme und Nahwärme könnte neben dem Ausbau von Wärmepumpen einen entsprechenden Schlüsselschritt bedeuten, um zügig von Heizöl und Erdgas wegzukommen. Der Anteil der erneuerbaren Energien hat sich seit 1990 bis auf 12 % gesteigert.

5.3 Leitungsgebundene Wärmeerzeugung

Da es in Parkstein derzeit noch keine zentralen Wärmenetze gibt, wird sich im Folgenden auf Erdgas als leitungsgebundene Energieträger beschränkt. Das Erdgasnetz umfasst weite Teile des Ortskerns.

Im Mittel wurden von 2019 bis 2021 rund 11.000 MWh Erdgas jährlich benötigt. Witterungsbereinigt sinkt dieser Wert auf rund 10.300 MWh pro Jahr. 58 % des Erdgases wurden dabei in Gewerbe und Industrie benötigt, 40 % in Privaten Haushalten und 2 % in kommunalen Liegenschaften. Gleichzeitig befinden sich rund 82 % (174) der erdgasbetriebenen Heizanlagen in Privathaushalten, 16 % (33) in Gewerbe und Industrie sowie 2 % (4) in kommunaler Hand. In Summe werden 33 % des gesamten Wärmebedarfs auf dem Kommunalgebiet durch Erdgas gedeckt.

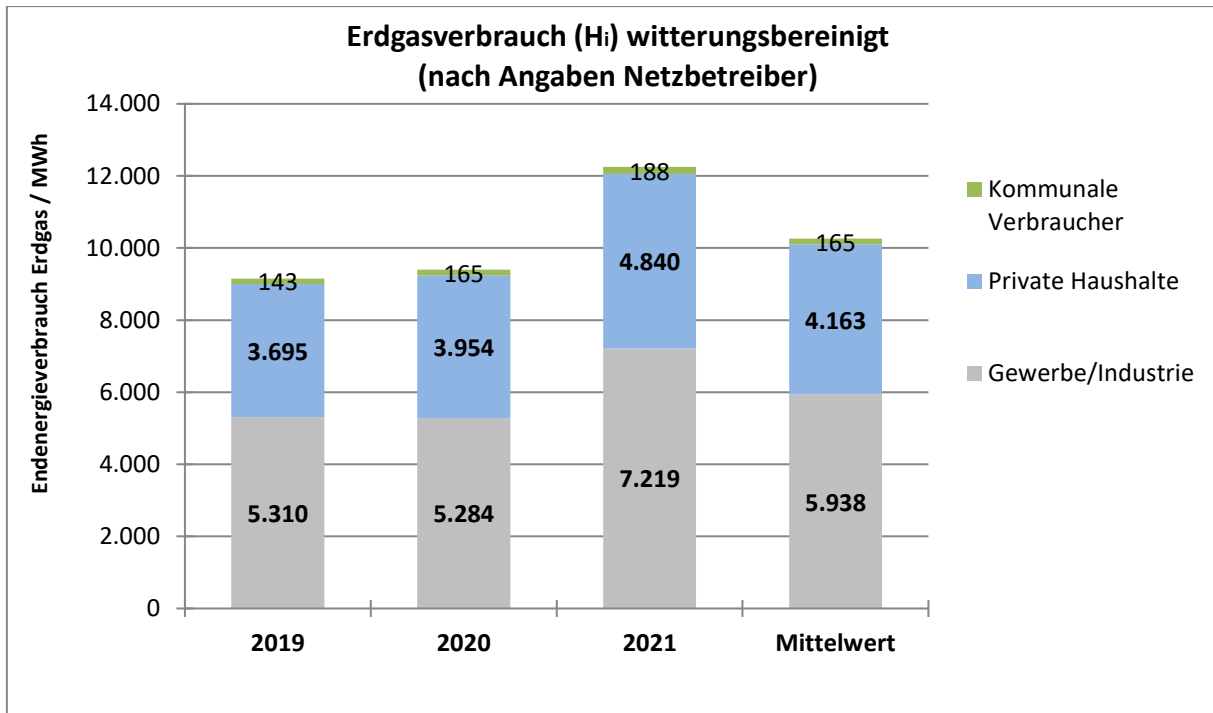


Abbildung 21: Erdgasverbrauch der letzten drei Jahre, eingeteilt nach Verbrauchern

6 Gegenüberstellung Wärmebedarf - Wärmebereitstellung

Anhand der Gebäudenutzung und der statistischen Daten des Wohngebäudebestandes erfolgt eine Hochrechnung auf den gesamten Gebäudebestand und Wärmebedarf im Marktgebiet Parkstein. Es sind auch die vorhandenen Anlagen zur regenerativen Wärmeerzeugung berücksichtigt.

Im Jahr 2021 lag der Wärmebedarf bei rund 30.700 MWh. Der Gewerbe/Industrie Sektor nimmt einen Teil von 33 % des gesamten Wärmebedarfs in der Kommune mit einem Verbrauch von 10.200 MWh in Anspruch. Der größte Wärmebedarf mit 19.600 MWh bzw. 64 % wird in den privaten Haushalten benötigt. Der Wärmebedarf der öffentlichen Hand nimmt mit 850 MWh lediglich zu 3 % vom gesamten Wärmebedarf Teil.

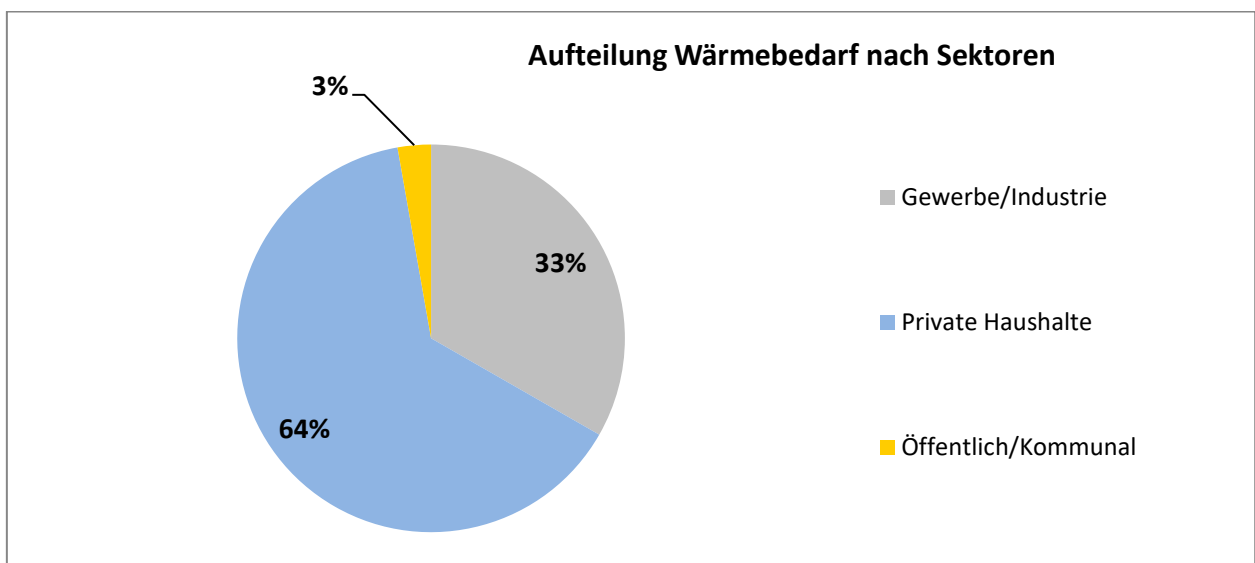


Abbildung 22: Anteiliger Wärmebedarf nach Verbrauchssektoren

In Summe ist Heizöl mit einem Anteil von 47 % (14.600 MWh) an der gesamten Wärmebereitstellung der wichtigste Energieträger, gefolgt von Erdgas mit 33 % (circa 10.300 MWh). Erneuerbare Energien haben lediglich einen Anteil von 20 % an der gesamten Wärmebereitstellung im Markgebiet Parkstein, wobei Biomasse mit 12 % (circa 3.570 MWh) den mit Abstand größten Beitrag zur regenerativen Wärmebereitstellung leistet. Da keine Daten zu den Bio-Gasanlagen und Wärmenetzen in diesem Bereich vorhanden waren, kann davon ausgegangen werden, dass die Wärmeenergie nicht zur Beheizung von Wohngebäuden verwendet wird.

Anzumerken ist, dass im Bereich Wärme auch der Heizstrom zum Betrieb der Wärmepumpen sowie deren benötigte Umweltwärme anfällt, um ein realitätsnahes Bild zu erzeugen.

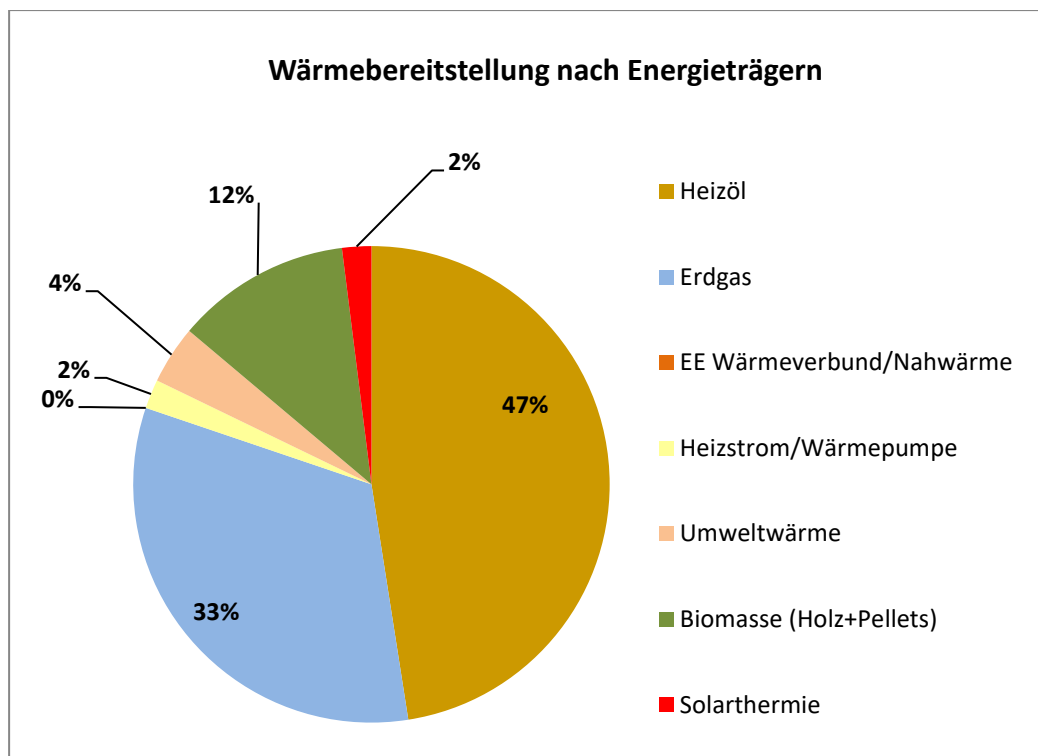


Abbildung 23: Aufteilung der Wärmebereitstellung von insgesamt 30.700 MWh

8 CO₂-Bilanz

Die vorgegebene Methodik der CO₂-Bilanzen (Länderarbeitskreis Energiebilanzen) war nur für die Jahre 2019 und 2020 verfügbar. Um die Daten konsistent und damit vergleichbar zu halten, wurde auf Emissionsdaten des Klimaschutzplaners zurückgegriffen, der in weiten Teilen Deutschlands zur THG-Bilanzierung im Rahmen kommunaler Klimaschutzkonzepte Anwendung findet. Auch die vorgegebene Methodik der CO₂-Emissionsfaktoren für Strommix in Deutschland (Statista) erschien aufgrund der Beschränkung auf CO₂ nicht so geeignet wie die THG-Emissionsfaktoren des Umweltbundesamts, um auch andere klimawirksame Gase, wie Methan oder Lachgas zu berücksichtigen.

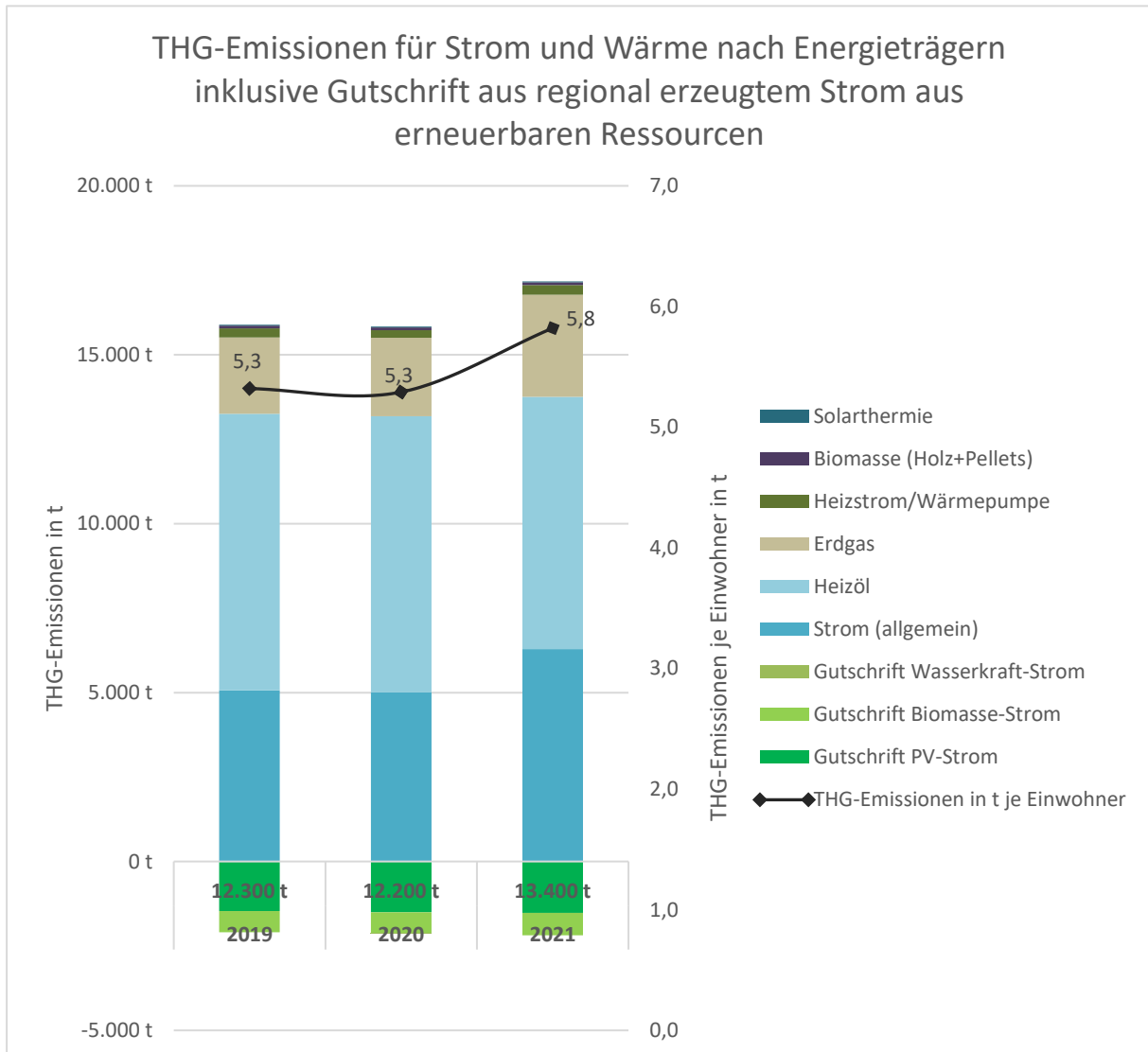
In Summe wurden im Jahr 2021 42.200 MWh Energie im Marktgebiet Parkstein benötigt, davon 27 % im Bereich Strom (ohne Wärmebereitstellung). Davon abzuziehen sind die ins Netz eingespeiste elektrische Energie von rund 6.000 MWh, sowie die genutzte Umweltenergie für die Wärme, welche zusammen mit einer Emissionsgutschrift von 3.800 t THG zu Buche schlagen.¹¹ Somit reduzieren sich die ursprünglichen 17.200 t THG-Emissionen, die im Marktgebiet Parkstein theoretisch durch endenergiebasierte Prozesse (direkte oder indirekte Verbrennung) entstehen, auf 13.400 t THG. Die Treibhausgasemissionen entstehen vor allem durch die Nutzung von Heizöl (43 %), Strom¹² (36 %) und Erdgas (18 %). Die Emissionen bei der Wärmeerzeugung sinken immer weiter durch den Rückgang von Ölheizungen, jedoch steigt die Gesamtemission durch den höheren Stromverbrauch. Mit dem zukünftigen Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen können diese Emissionen verhindert werden. Ohne Emissionsgutschrift betragen die THG-Emissionen im Jahr 2021 je Einwohner 7,5 t, mit Gutschrift 5,8 t. Hierbei bleiben die Emissionen für den Verkehrssektor und Konsum¹³ unberücksichtigt.

¹¹ 0,366 t/MWh; Quelle: https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/eew_infoblatt_co2_faktoren_2021.html

¹² Anwendung des Deutschen Strommix:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023_05_23_climate_change_20-2023_strommix.pdf ; Seite 11

¹³ Verkehr: 38 % laut https://www.energieatlas.bayern.de/thema_energie/daten/co2 und 21 % laut https://uba.co2-rechner.de/de_DE/ ; Konsum 43 % laut https://uba.co2-rechner.de/de_DE/



14

Abbildung 24: THG-Emissionen für Strom und Wärme nach Energieträgern

¹⁴ Verwendung von nicht-witterungsbereinigtem Erdgas und UBA-Strommix sowie BAFA-Gutschriftsfaktor;

9 Potenzialanalyse

Die Potenzialanalyse wird mit Blick auf das Jahr 2045 durchgeführt. In diesem Jahr soll Deutschland die Klimaneutralität laut dem Klimaschutzgesetz erreichen. Dies impliziert auch den Erhalt und die Pflege von THG-Senken, wie Wälder und extensiv genutzte beziehungsweise gepflegte Grünlandflächen.

9.1 Energieerzeugung durch Biomasse

Die Waldflächen im Marktgebiet Parkstein befinden sich zum Großteil in privater Hand. Die Waldflächen von Privatpersonen im Umland von Parkstein, welche zum Teil nicht mehr im Marktgebiet liegen, betragen ca. 6.500 ha. Die Bayerischen Staatsforsten haben eine Waldfläche von ca. 1.500 ha im Umland des Marktgebiets in Besitz. Die Waldflächen im Marktgebiet betragen ebenfalls in etwa 1.500 ha. Die örtlichen Förster geben an, dass etwa 50 % des nachwachsenden Nutzholzes zur thermischen Nutzung im Marktgebiet entnommen werden. In den Wäldern der Bayerischen Staatsforsten liegt die jährliche Herausnahme aus regionalen Wäldern bei 3 % des Nutzholzes zur thermischen Nutzung und kann bis 2045 nicht gesteigert werden.

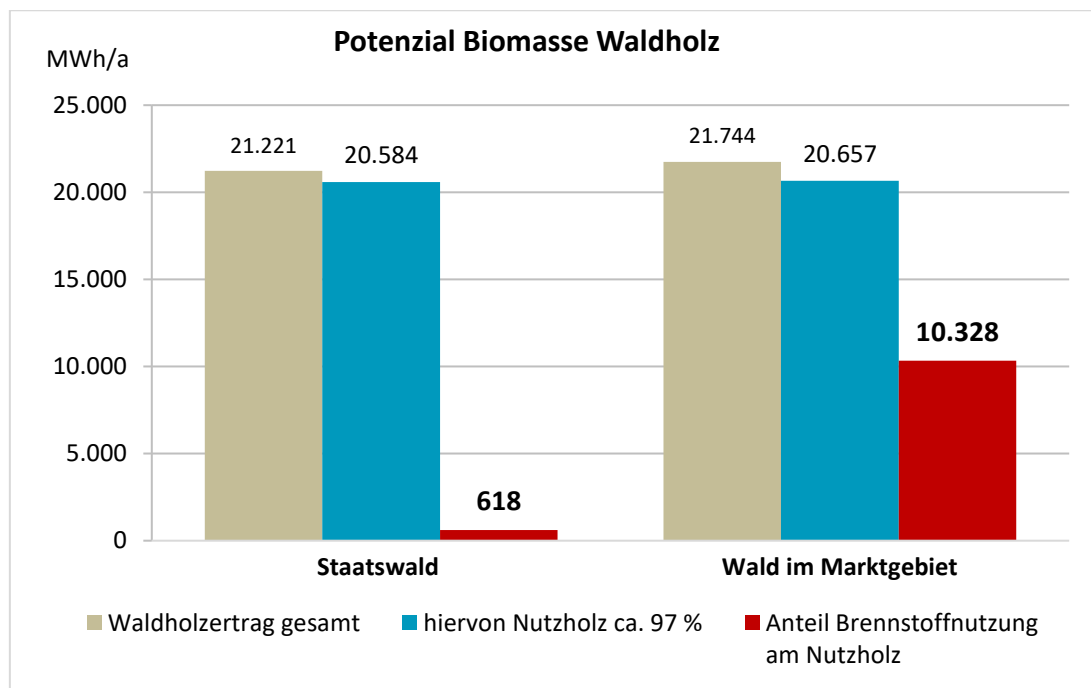


Abbildung 25: Bereits genutztes Waldholz im Marktgebiet

9.2 Energieeinsparung Strom

Die Energieeinsparung durch Effizienzsteigerung im Stromsektor beträgt bis zum Jahr 2045 rund 3.100 MWh oder 27 % des heutigen Strombedarfs. Diese Einsparungen werden aber durch neue Verbraucher, wie Elektromobilität und Wärmepumpen, aufgezehrt.

Unter der Annahme, dass alle 2021 gemeldeten, privaten Fahrzeuge (1.700 Stück) 2045 durch batterieelektrische Fahrzeuge ersetzt und keine weiteren Pkw zugelassen werden, ist mit einem Mehrbedarf von 5.100 MWh zu rechnen (statt 17.000 MWh bei Nutzung eines Verbrennungsmotors¹⁵). Derzeit fahren 1 % aller Kfz batterieelektrisch.

Wie auch der Mobilitätssektor profitiert auch der Wärmesektor von einer Effizienzsteigerung durch Elektrifizierung. Dennoch sind zusätzliche Verbräuche für Wärmestrom von rund 3.000 MWh anzunehmen. In Summe steigert sich der Strombedarf bis 2045 auf 17.100 MWh pro Jahr. Bei einer jetzigen Stromerzeugung im Marktgebiet Parkstein von knapp 6.000 MWh sind in den nächsten Jahren Anlagen mit einer regenerativen Stromerzeugung von mindestens 11.100 MWh hinzuzubauen. Zusätzlich sollte aufgrund des hohen Gewerbeaufkommens in Parksteins eine Elektrifizierung der gewerblichen Verbräuche im Bereich Mobilität und Wärme berücksichtigt werden, wodurch ein weiterer Anstieg des Strombedarfs zu erwarten ist. Diese Entwicklungen hängen allerdings stark von den schwankenden Bedarfen der gewerblichen Verbraucher, aber auch von technologischen Fortschritten ab.

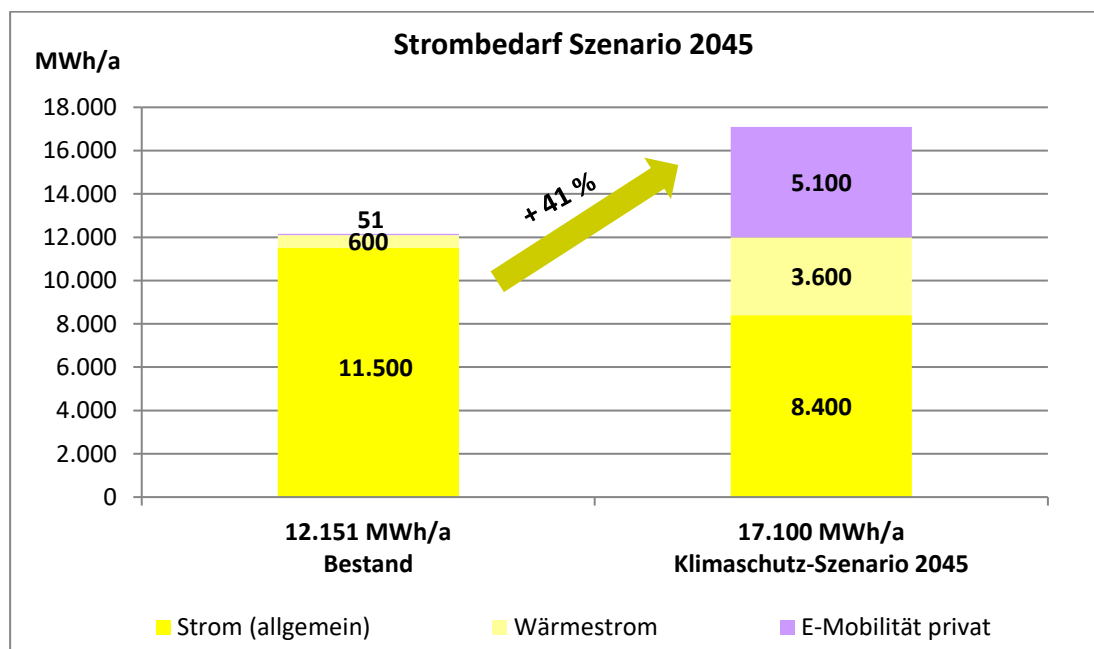


Abbildung 26: Mögliche Energieeinsparung und Mehrverbrauch im Sektor Strom

¹⁵ Vereinfachte Rechnung: 7,4 l / 100 km á 9 kWh bei einer Fahrleistung von 15.000 km für den zugelassenen Fahrzeugbestand (1.700 PkW) abzgl. 1% E-Mobilität; Quelle: <https://www.umweltbundesamt.de/bild/durchschnittlicher-kraftstoffverbrauch-von-pkw>

9.3 Energieeinsparung Wärme

Ausgehend von der Bestandssituation wurden die möglichen Einsparungen im Bereich Wärme bis zum Jahr 2045 abgeleitet, dem angestrebten Zieljahr für bundesweite Klimaneutralität.

Als Rahmenbedingungen wurde angenommen, dass die EU-Effizienzrichtlinie mit einer Energieeinsparquote im Sektor Gewerbe/ Industrie von 1,5 % jährlich ab dem Jahr 2025 greift. Der Sanierungsstandard bei privaten Wohngebäuden und kommunalen Nicht-Wohngebäuden wird zukünftig in Richtung Komplettsanierung gedacht und nicht mehr nur in Einzelmaßnahmen, wie z.B. Fenstertausch oder Dämmung des Dachgeschosses, und steigert sich ab dem Jahr 2035 auf 2,5 %. Das Sanierungsniveau richtet sich dabei nach den derzeitigen Effizienzhausstandards. Diese Annahmen entsprechen dem Stand der Technik und sind aufgrund der immer noch aktuellen Energiekrise und Diskussion um Energieeinsparung ein realistischer Ansatz.

9.3.1 Wohngebäude Sanierungspotenzial

Ziel der Bundesregierung ist es, die bundesweiten THG-Emissionen im Gebäudesektor bis 2030 um 65 % gegenüber 1990 zu mindern. Demnach müssten 2030 die THG-Emissionen aus dem Gebäudesektor auf 67 Mt begrenzt werden. Im Jahr 2021 wurden mit 115 Mt THG die Ziele um zwei Mt verfehlt.¹⁶ Die Einsparziele im Gebäudebereich sollen durch finanzielle Anreize (unter anderem die Bundesförderung für Energieeffiziente Gebäude, BEG), serielles Sanieren, Energieberatung und Öffentlichkeitsarbeit sowie gesetzliche Rahmenbedingungen erreicht werden. Hierbei spielt der Einsatz von erneuerbaren Energien, wie Umweltwärme in Kombination mit Wärmepumpe, eine zentrale Rolle. Dabei wird im vorliegenden Energienutzungsplan angenommen, dass die Sanierungsrate ab 2035 2,5 % erreicht. Dadurch wären 2045 rund 60 % der gesamten Wohnfläche Parksteins sanierter Wohnbestand. In diesem Szenario könnte der Endenergiebedarf von 150 kWh/m² auf 118 kWh/m² sinken. Hierbei wird weder von einem Zuwachs an Wohnfläche noch an Einwohnern ausgegangen.

Von derzeit 19.600 MWh wird der Wärmebedarf durch Effizienzsteigerungen an Wohngebäuden und dessen Anlagen sukzessive auf 15.400 MWh sinken. Dies entspricht einer Reduktion um etwa 21 %. Durch die Bundesgesetzlage sind fossile Energieträger 2045 nicht mehr im Einsatz. Mit 58 % wird ein Großteil der Energie über erneuerbare Biomasse und Umweltwärme gedeckt werden. Die restliche Wärme wird durch Strom (25,0 %) und Nahwärme (16,6 %) bereitgestellt.

¹⁶ OM des BMWSB: vom Juli 2022 -

<https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/Webs/BMWSB/DE/2022/07/sofortprogramm-klimaschutz-gebaeude.html> ; KSG Anlage 2

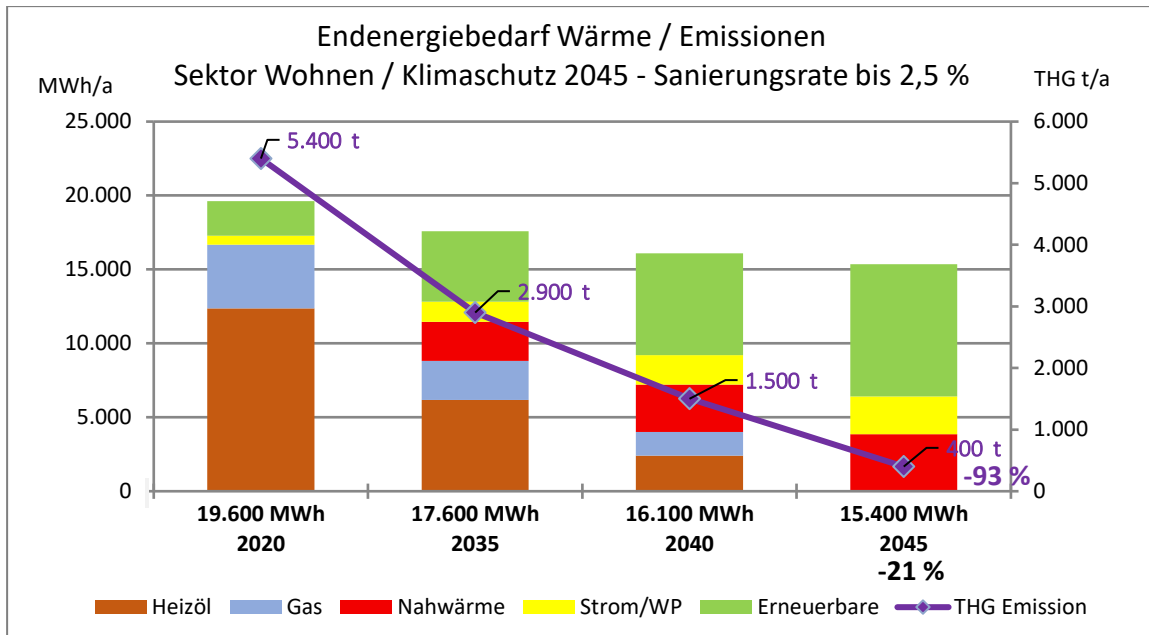


Abbildung 27: Szenario 2045 Energiebedarf und Emissionen für Wärme im Wohngebäudebestand

Durch die Sanierungsrate und den Maßnahmen sinken die THG-Emissionen beim Wärmebedarf von 5.400 t im Jahr 2021 um 93 % auf 400 t im Jahr 2045. In ähnlicher Weise sinken die jährlichen Emissionen aus dem Wärmesektor pro m² Wohnfläche von 41 kg/m² auf 3 kg/m².

9.3.2 Gesamtes Reduktionspotenzial Wärme

Überträgt man das Sanierungsszenario des Wohngebäudebestandes auf den Nichtwohngebäudebestand und ergänzt das Einsparpotential gemäß der EU-Effizienzrichtlinie von 1,5 % jährlich ergibt sich ein deutliches Reduktionspotential für den gesamten Wärmebedarf im Marktgebiet von 8.000 MWh jährlich auf rund 22.700 MWh. Dies entspricht einer gesamten Einsparung von 26 %, wovon die kommunalen Liegenschaften und Gewerbe/Industrie mit jeweils 30 % größere Einsparpotentiale bieten als Private Haushalte mit 21 %.

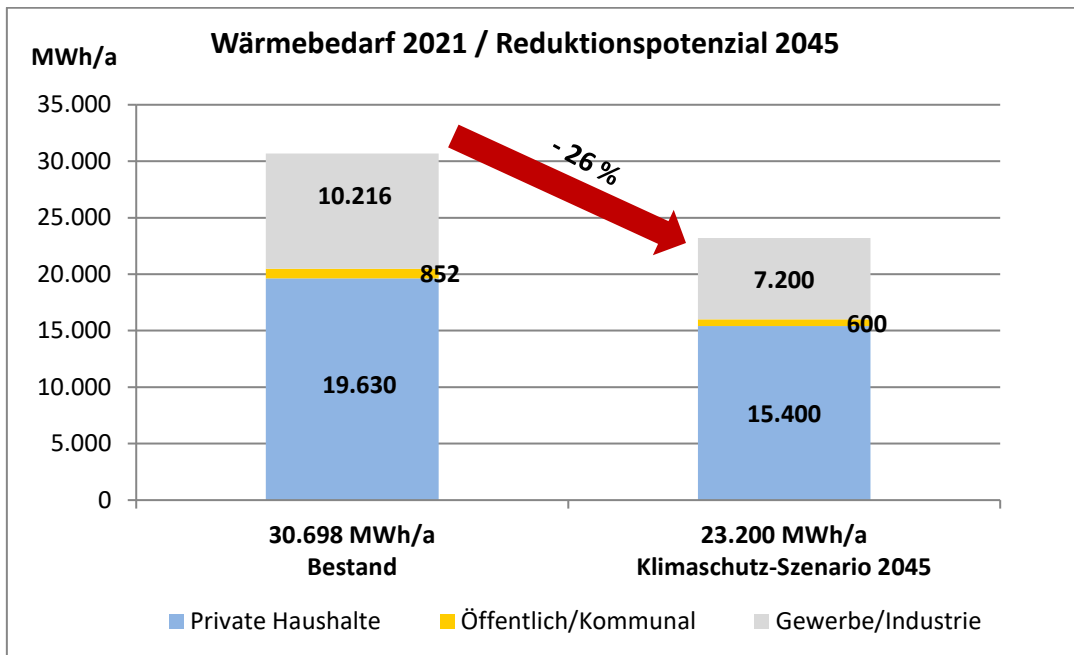


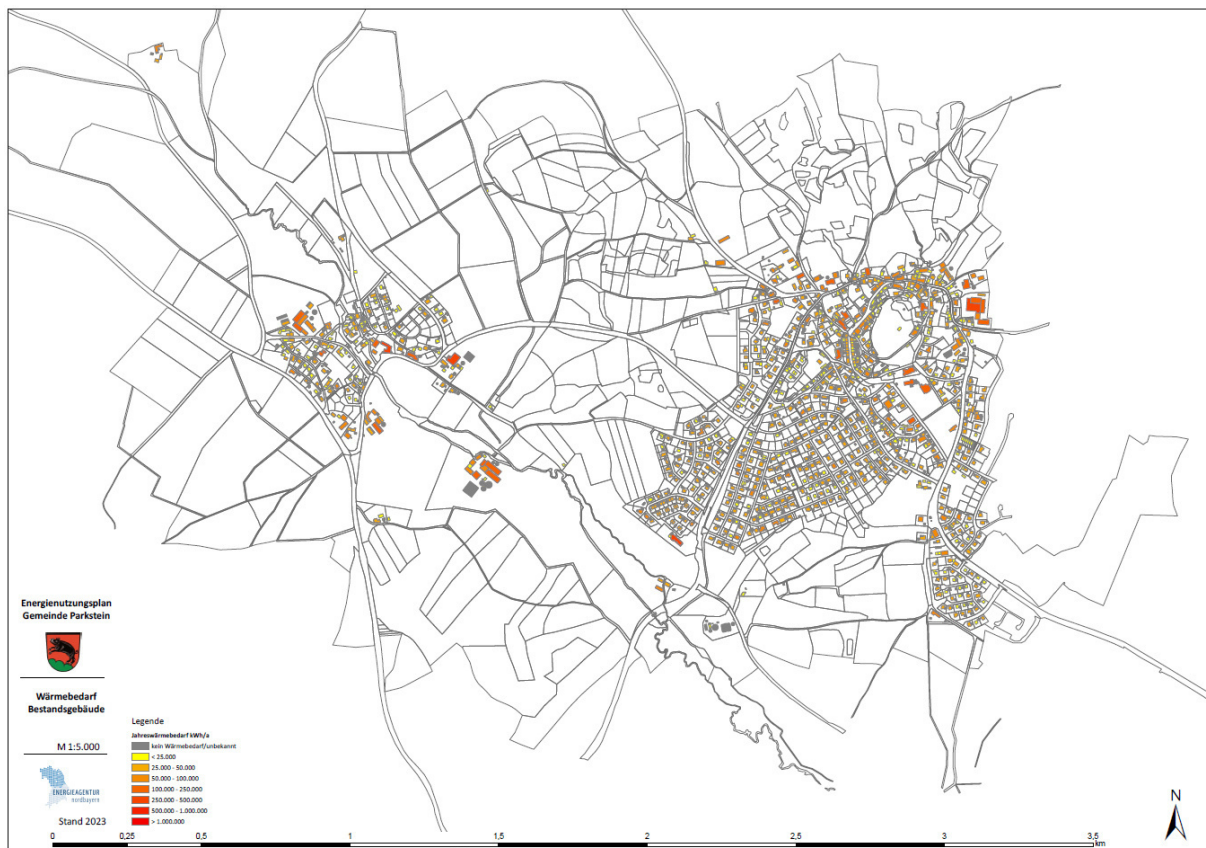
Abbildung 28: Wärmebedarf im Bestandsjahr 2021 und im Szenario Klimaneutralität bis 2045

10 Gebäudescharfes Wärmekataster

Die Ergebnisse aus der Wärmebedarfsermittlung werden Gebäudescharf in das GIS-System übertragen. In einem zweiten Schritt wird durch das Wärmekataster die aktuelle siedlungsbezogene Wärmebedarfsdichte dargestellt. Für das Trend- und Klimaschutzszenario wird dann eine mögliche zukünftige Wärmebedarfsdichte simuliert, um Gebiete zum Aufbau von Wärmenetzen zu ermitteln.

10.1 Gebäudebestand Jahreswärmebedarf je Gebäude

Anhand der LoD2 Gebäudedaten wird aus der Gebäudehöhe und der Gebäudegrundfläche für jedes Gebäude eine überschlägige Nutz- bzw. Wohnfläche berechnet. Die Wohnfläche wird mit dem erhobenen statischen Wert abgeglichen. Durch die spezifischen Wärmebedarfskennwerte (kWh/m²) aus der Wohngebäudesimulation kann für jedes Gebäude ein gebäudescharfer Jahreswärmebedarf berechnet und dargestellt werden.

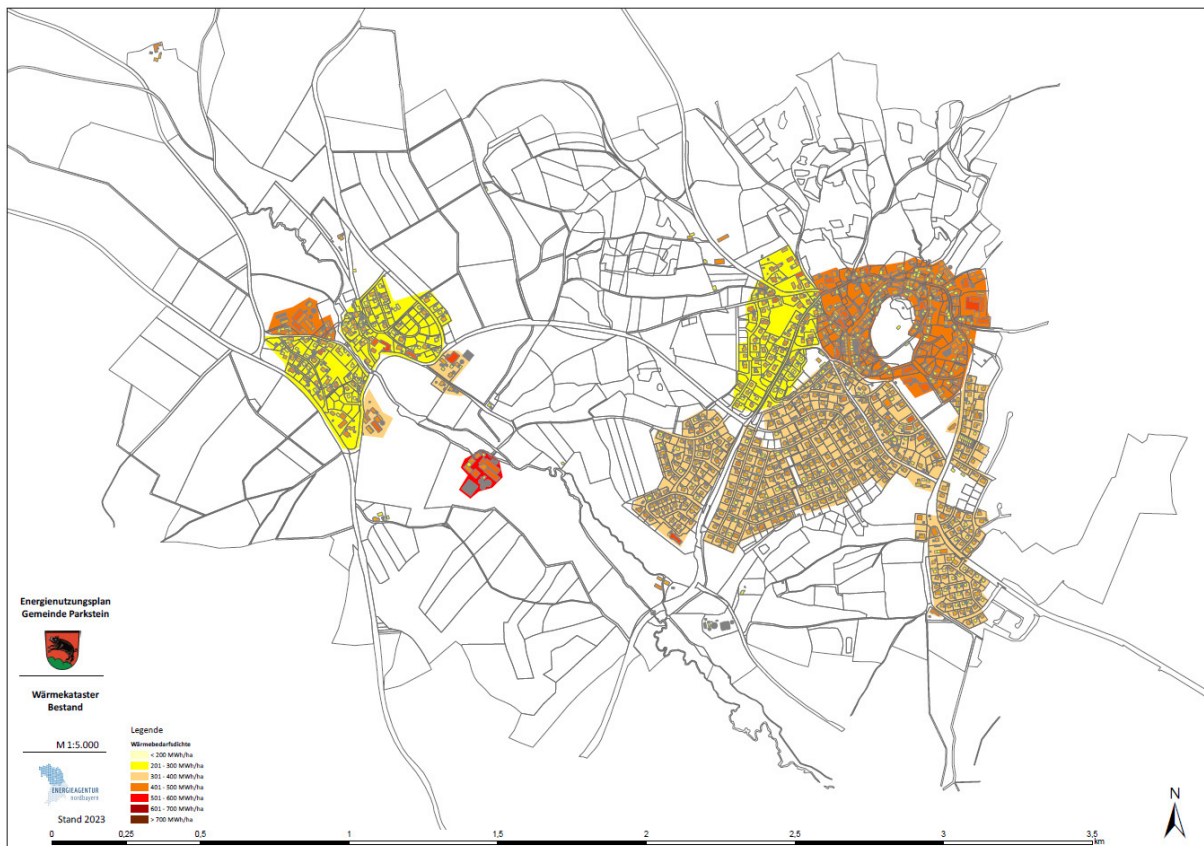


Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 29: Jahreswärmebedarf je Gebäude

10.2 Gebäudebestand Wärmekataster

Ausgehend von der geografischen Situierung und Clusterung der Gebäudetypen werden möglichst einheitliche Sektoren gebildet. Das gebäudescharfe Wärmekataster zeigt je Sektor die flächenbezogene Wärmebedarfsdichte der Gebäude (MWh) in Bezug auf die Fläche in Hektar (ha). Siedlungsgebiete mit einer dichten Bebauung und größeren Gebäuden haben eine höhere Wärmebedarfsdichte als Gebiete mit Ein- und Zweifamilienhausbebauung. Sektoren mit einer höheren Wärmebedarfsdichte (über 200 MWh/ha) eignen sich für Nah- und Fernwärmelösungen, Sektoren mit einer geringen Wärmebedarfsdichte (bis 200 MWh/ha) sind eher für dezentrale Wärmeversorgungs-konzepte geeignet.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 30: Gebäudebestand Wärmekataster

Im Marktgebiet Parkstein liegt die höchste Wärmebedarfsdichte neben der Landwirtschaftlichen Betrieb in Hammerles eher im Ortskern rund um den Basaltkegel vor. Dem folgt mit einer Wärmebedarfsdichte von 300 – 400 MWh/ha der südliche Ortsteil. Der geringste Wärmebedarf ist im Bereich der Schwandner Straße mit Neubaugebiet und in Hammerles mit einer Dichte von 200 – 300 MWh/ha (gelber Bereich) vorzufinden.

10.3 Klimaschutz-Szenario Wärmekataster

Die folgende Abbildung zeigt, dass im Klimaschutz-Szenario der Wärmebedarf in den einzelnen Bereichen absinken. In den weniger dicht besiedelten Sektoren, sinkt die Wärmebedarfsdichte zum Teil unter 200 MWh/ha. In diesen Bereichen ist eine dezentrale Wärmeversorgung eher durch Einzelheizungen zu bevorzugen.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 31: Klimaschutz-Szenario Wärmekataster

Im Klimaschutz-Szenario wird ersichtlich, dass nun an der Schwandner Str. und in Hammerles eine zentrale Wärmeversorgung voraussichtlich nicht wirtschaftlich realisiert werden kann, da der Wärmebedarf bezogen auf die Fläche recht niedrig ausfällt. Die weiteren Ortsbereiche weisen weiterhin eine Wärmebedarfsdichte von über 200 MWh/ha auf, wonach eine noch ausreichende hohe Wärmebedarfsdichte für einen Weiterbetrieb des Wärmeverbundes gegeben wäre.

11 Maßnahmen/Schwerpunktprojekte

Auf Grundlage der Datenerhebung und der bereits vorherrschenden Ideen in Parkstein sollten folgende Gebiete bezüglich eines Wärmeverbunds untersucht werden:

- Hammerles
- Parkstein Süd + Schwandner Straße

Die Gebiete zur Untersuchung eines Wärmeverbunds wurden durch die Kommune bereits im Vorfeld definiert, da in diesen Bereichen in naher Zukunft voraussichtlich weitere Sanierungsarbeiten im Bereich der Infrastruktur anstehen werden. In diesem Zuge sollte untersucht werden, ob ein Wärmeverbund sinnvoll umgesetzt werden kann. Bei einer wirtschaftlichen Umsetzbarkeit könnten evtl. Synergieeffekte im Bereich von u.a. Tiefbauarbeiten sinnvoll genutzt werden.

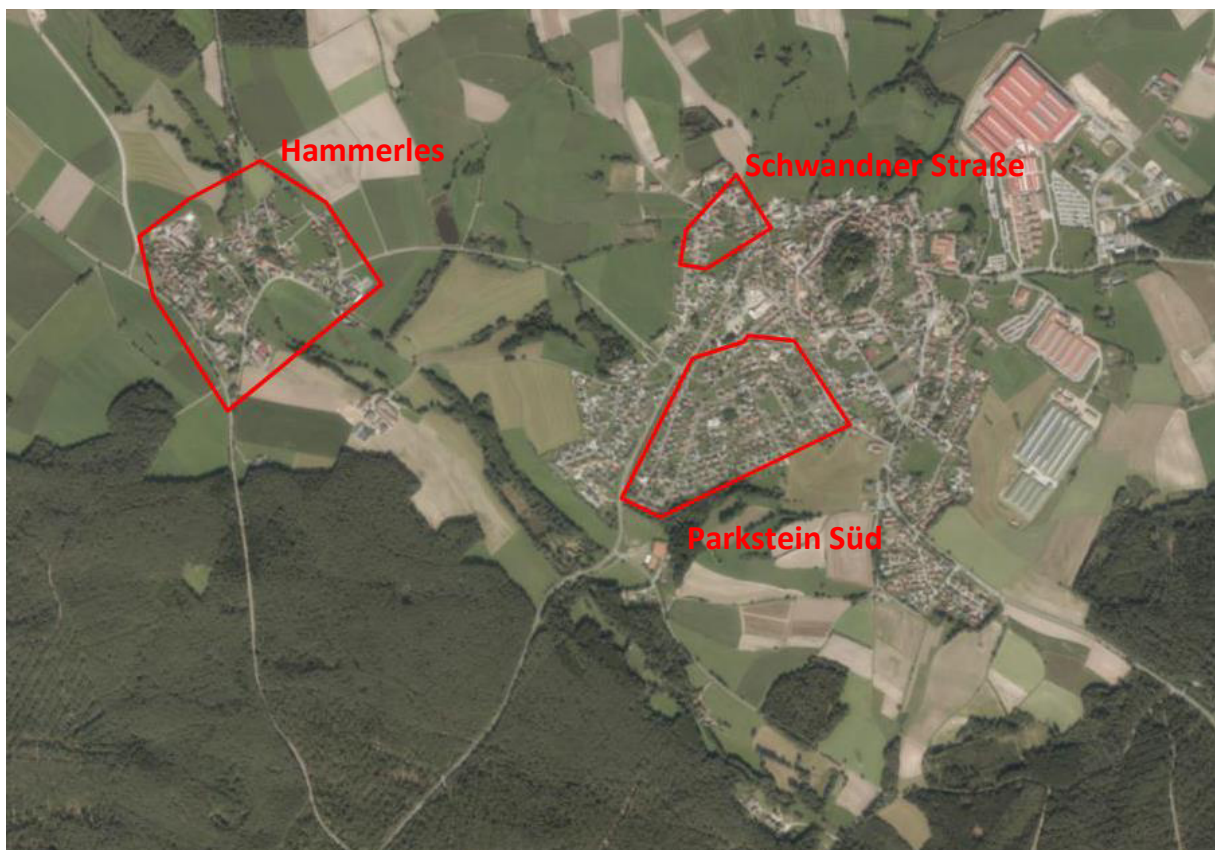


Abbildung 32: Luftbild BayernAtlas mit den Untersuchungsgebieten

11.1 Wärmeversorgungskonzept Hammerles

Im Folgenden wird eine Voruntersuchung für eine Nahwärmeversorgung für das Dorfgebiet Hammerles durchgeführt. Hierbei hatte im Laufe der Datenerhebung eine Informationsveranstaltung im Rahmen einer Bürgerversammlung stattgefunden, zu der alle Einwohner der Dorfgemeinde eingeladen waren. Das Dorfgebiet Hammerles wird durch die Kommune mit einer höheren Priorität betrachtet, da die Sanierung der Infrastruktur in naher Zukunft ansteht. Im gleichen Zuge mit den Sanierungsarbeiten sollen die möglichen Wärmeleitungen verlegt werden. Darüber hinaus wird im Dorfgebiet ein umfangreiches Neubauprojekt mit mehreren Wohneinheiten errichtet, welches über das Wärmenetz versorgt werden soll.

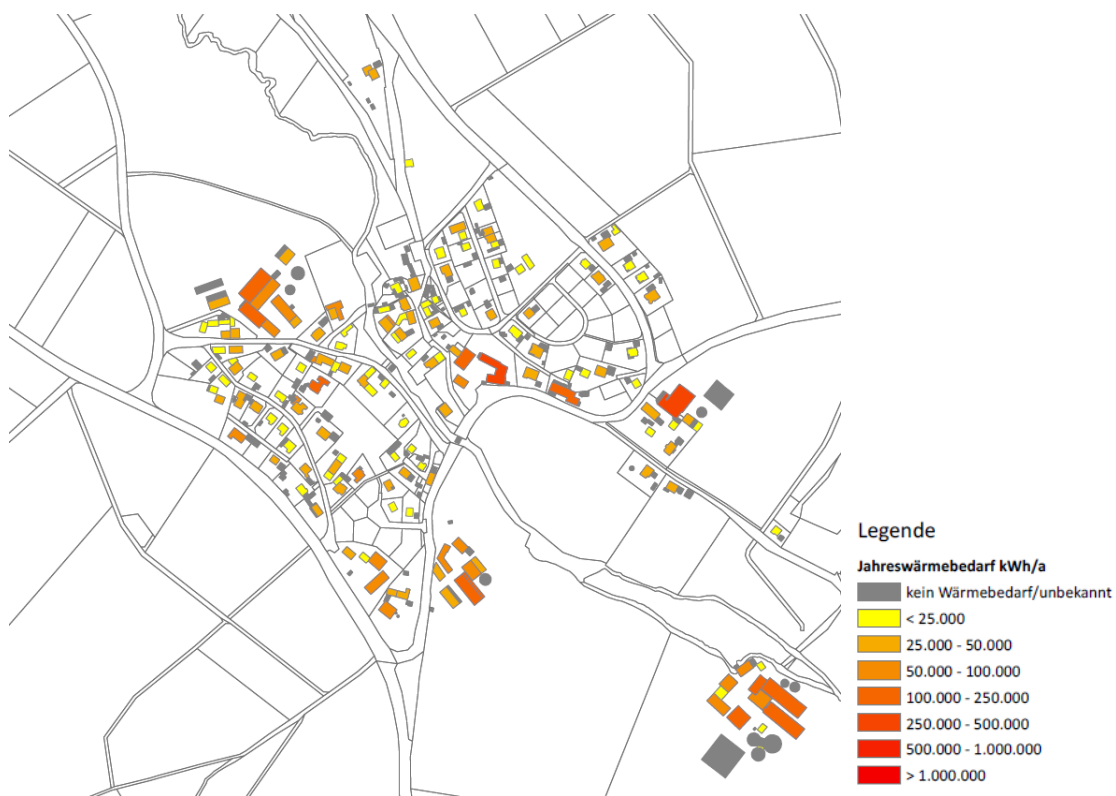
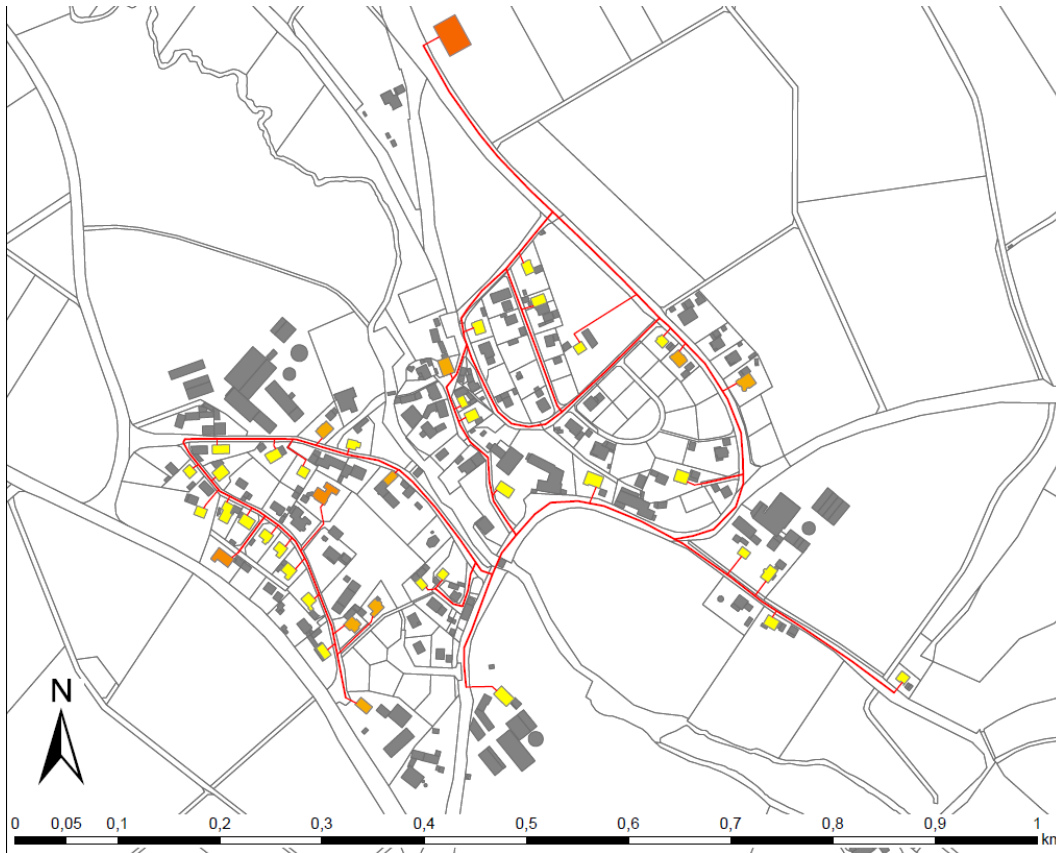


Abbildung 33: Wärmebedarf Gebäudebestand - Dorfgebiet Hammerles

In der Besprechung mit den Kommunalverantwortlichen am 10.03.2023 wurde der Ablauf bzgl. der Datenerhebung und der Bürgerinformationsveranstaltung abgesprochen. Die Datenerhebung erfolgte ab Mitte März 2023. Die Bürger erhielten den Erfassungsbogen per Brief, welches Sie bis zum 28. April 2023 bei der Kommune abgeben sollten. Vor Ablauf der Rückgabefrist wurde eine erste Informationsveranstaltung angesetzt, bei dem die Bürger über die Ziele, die Vor- und Nachteile des geplanten Nahwärmenetzes informiert wurden.

Insgesamt gab es im Dorfgebiet Hammerles eine positive Rückmeldung von 44 Gebäuden, welche einen Wärmebedarf von 1.130 MWh aufweisen. Die Rückmeldequote lag bei > 50 %.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 34: mögliches Wärmenetz Dorfgebiet Hammerles

11.1.1 Wärmenetz mit Biomasse Heizwerk

Folgende Tabelle zeigt die Auswertung des zuvor dargestellten Wärmenetzes in Hammerles:

Wärmenetz Hammerles	
Hauptleitung	2.830 lfm
Anschlussleitung	662 lfm
Trassenmeter gesamt	3.492 lfm
Anzahl Gebäude	44
Wärmebedarf	1.128.620 kWh/a
Wärmebelegungsichte	323 kWh/lfm

Tabelle 1: Wärmebelegungsichte Hammerles

Die Wärmebelegungsichte liegt nach der vorherigen Tabelle bei einem Wert von 323 kWh/lfm. Bei einer Detailplanung mit den konkreten Werten kann dieser Wert weiter optimiert werden. Erfahrungsgemäß ist die Anschlussbereitschaft nach Konkretisierung der Kosten höher als die bisherigen Rückmeldungen.

Für die weiteren Berechnungen der Wirtschaftlichkeit wurden die bisherigen Daten aus den Rückmeldungen der Befragung herangezogen.

Abgehend vom Heizhaus ist eine Wärmeleitung mit einem Durchmesser von 63 mm notwendig um die erzeugte Wärme von jährlich 1.300 MWh abführen zu können. In Summe kann bei der Verteilung auf eine Trassenlänge von 3.492 Meter von einer Verlustleistung von etwa 283 MWh ausgegangen werden. Darüber hinaus hat man bei einem Wärmenetz mit Verbrennungsprozessen Konversionsverluste aufgrund von Verbrennungen, sowie Pufferspeicherverluste die Berücksichtigt werden müssen. In Summe müssen die Verluste auf gleicher Weise, wie der tatsächliche Wärmebedarf gedeckt werden. Die Gesamtmenge der Verluste beträgt in dieser Variante 549 MWh.

Folgende Tabelle zeigt die Aufteilung des gesamten Brennstoffbedarfs für das Dorfgebiet Hammerles:

	kWh/a	Verluste
Wärmeabnehmer	1.300.000	
Pufferverluste	15.000	1,0 %
Netzverluste	283.000	19,9 %
Erzeugte Wärme	1.428.000	
Erzeugungsverluste	251.000	15 %
Brennstoffbedarf	1.679.000	

Tabelle 2: Brennstoffbedarf Hammerles

Für die Deckung der benötigten Wärmeenergie von 1.679 MWh werden etwa 542 t/a Hackschnitzel mit einem Wassergehalt von 35% benötigt. Dies entspricht wiederum etwa **2.059 Schüttraummeter** Hackschnitzel.

Mit der Ermittlung des gesamten Wärmebedarfs wurde die Jahresdauerlinie simuliert. Aus der Simulation kann die benötigte Gesamtlast ermittelt werden, welche wiederum zur Dimensionierung der Wärmeerzeuger benötigt werden. Die Gesamtlast aller Einzelabnehmer beträgt 673 kW. Da jedoch nicht alle Abnehmer immer gleichzeitig die maximale Last abrufen, wird über diesen Wert ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,8 gelegt, wodurch sich die benötigte **Last auf 538 kW** reduziert.

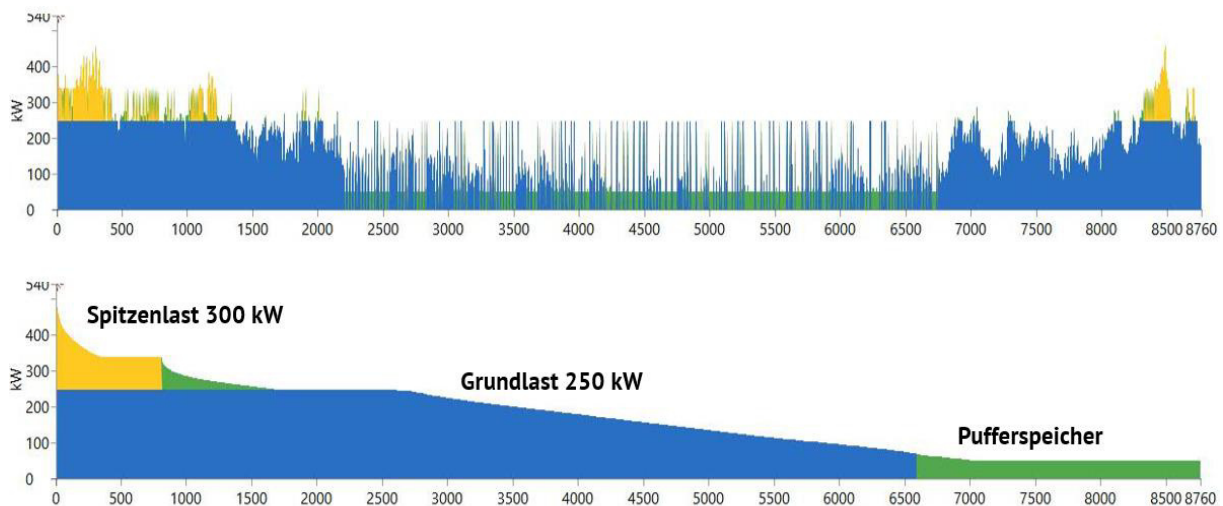


Abbildung 35: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger

Zur Deckung der Gesamtlast wurde zum einen ein **Grundlastkessel mit einer Leistung von 250 kW** gewählt. In der ungeordneten Dauerlinie (obere Grafik) ist eine hohe Taktung zu sehen. Dies liegt daran, dass der Wärmebedarf im Sommer sehr gering ist. Ein Kessel in dieser Größenordnung kann jedoch auch bei einer variablen Fahrweise nicht bei der geringen Leistung betrieben werden, wodurch es zur Taktung kommt. Die produzierte Energie lädt im ersten Schritt den Pufferspeicher auf und schaltet sich entsprechend wieder ab. Nach der Unterschreitung der Grenztemperatur des Pufferspeichers geht der Prozess erneut von vorne los. Für die **Spitzenlastdeckung ist ein Kessel mit einer Leistung von 300 kW** nötig.

Mit den Ergebnissen aus den bisherigen Berechnungen und der Simulation kann nun die weitere Peripherie mit Kosten belegt werden, welche wiederum für die Wirtschaftlichkeitsberechnung notwendig ist.

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Methode der Vollkostenrechnung nach VDI 2067 angewandt. Hierbei werden neben den kapitalgebundenen Investitionskosten auch Zuschüsse, verbrauchsgebundene und betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

Folgende Grundlagen gelten für die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

- Betrachtungszeitraum: 20 Jahre
- Kalkulatorischer Zinssatz: 4,0 %
- Förderung BEW: 40 %
- Brennstoffkosten Hackschnitzel: 99,1 €/Tonne bzw. 3,2 ct/kWh
- Stromkosten: 25,0 ct/kWh
- Jährliche Preissteigerung Hackschnitzel: 1,0 %
- Jährliche Preissteigerung Strom: 2,0 %

Nachfolgend kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung für Hammerles entnommen werden:

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	220.000 €	40	0,0505	11.115 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	88.000 €	25	0,0640	5.633 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	38.500 €	25	0,0640	2.464 €/a
Hackschnitzkessel 250 kW Grundlast	40.000 €	20	0,0736	2.943 €/a
Hackschnitzkessel 300 kW Spitzenlast	50.000 €	20	0,0736	3.679 €/a
Zubehör Hackschnitzkessel / Montage	68.000 €	20	0,0736	5.004 €/a
Wärmenetz-Pumpen	28.000 €	15	0,0899	2.518 €/a
Hauptleitung DN63	72.000 €	40	0,0505	3.638 €/a
Hauptleitung DN50	110.000 €	40	0,0505	5.558 €/a
Hauptleitung DN40	155.000 €	40	0,0505	7.831 €/a
Anschlussleitung	53.000 €	40	0,0505	2.678 €/a
Hauptleitung Tiefbau	141.500 €	40	0,0505	7.149 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	66.200 €	40	0,0505	3.345 €/a
Wärmeübergabestationen 44 Gebäude	220.000 €	20	0,0736	16.188 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	203.000 €	30	0,0578	11.740 €/a
Gesamtinvestitionen	1.553.200 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-621.280 €	50	0,0466	-28.921 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	931.920 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				62.600 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	53.668 €/a	1,00	1,0920	58.600 €/a
Hilfsenergie Strom	5.353 €/a	2,00	1,1953	6.400 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten	59.021 €/a			65.000 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzkessel	5.750 €/a	1,00	1,0920	6.300 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	3.245 €/a	1,00	1,0920	3.500 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	950 €/a	1,00	1,0920	1.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	6.600 €/a	1,00	1,0920	7.200 €/a
Sonstige Kosten (Versicherung, Verwaltung, ...)	6.751 €/a	1,00	1,0920	7.400 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten	30.796 €/a			33.600 €/a
Jahresgesamtkosten netto	152.417 €/a			161.200 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	1.130 MWh/a			1.130 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	135 €/MWh		über 20 Jahre:	143 €/MWh

Tabelle 3: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 1

Die aktuellen **Wärmegestehungskosten in Höhe von 135 €/MWh** befinden auf einem recht hohen Niveau, welche die Akzeptanz bei den möglichen Abnehmern reduzieren wird. Dieser Wert wird jedoch voraussichtlich in den kommenden Jahren im Gegensatz zu den alternativen Energieträgern immer besser dastehen, da die Kosten für fossile Brennstoffe aufgrund der CO₂-Steuer immer weiter ansteigen werden. Auf die Wärmegestehungskosten muss bei der Preisfestlegung des Wärmepreises noch die Mehrwertsteuer, sowie der Gewinn eines möglichen Betreibers beaufschlagt werden.

Dies deutet daraufhin, dass die wirtschaftliche Umsetzung eines Wärmenetzes in Hammerles schwer umsetzbar sein wird.

11.1.2 Variantenvergleich mit Dezentraler Wärmelösung

Nachfolgend wird die Wärmeverbundlösung mit der dezentralen Anlagenlösung verglichen. D.h. man vergleicht hier die Kosten von der Wärmeverbundlösung mit einer dezentralen Lösung, bei der jeder Haushalt selbstständig seine Wärmeenergie mit einer eigenen Wärmepumpe erzeugt.

In der nächsten Grafik werden die Investitionskosten der Wärmeverbundlösung mit der dezentralen Lösung verglichen. Hierbei werden bei der dezentralen Lösung Investitionskosten von jeweils 30.000 € je Wärmepumpe angesetzt. Aktuell können Heizanlagenenerneuerungen mit bis zu 70 % gefördert werden. Hiervon beträgt die Grundförderung 30 %. Neben der Grundförderung werden bis zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung nochmals eine Zusatzförderung (Klima-Geschwindigkeitsbonus) in Höhe von 20 % gewährt. Wird darüber hinaus noch die kostenintensivere Variante mit Erdwärme bzw. Grundwasser genutzt, erhält man nochmals zusätzlich 5 % Förderung. Des Weiteren erhält man den Effizienzbonus auch auf Anlagen, welche mit natürlichen Kältemitteln betrieben werden können. Zu guter Letzt kann man nochmals einen weiteren Förderbaustein in Höhe von bis zu 30 % erhalten, wenn das jährliche zu versteuernde Einkommen unter 40.000 € liegt. Die Förderhöchstbeträge sind jedoch auf maximal 70 % gedeckelt. Bei den Berechnungen wurde die Förderung in Höhe von 55 % angesetzt.

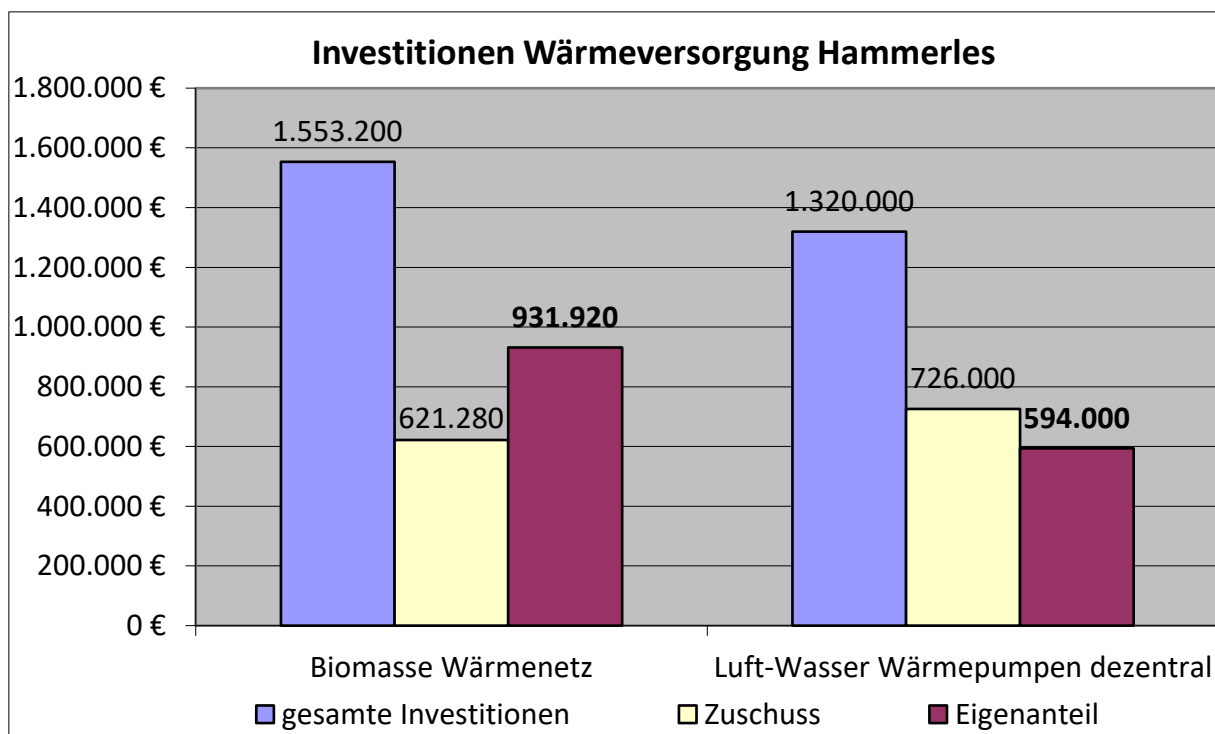


Abbildung 36: Variantenvergleich - Investitionskosten

Bei der reinen Biomasse-Wärmeverbundlösung liegen die Investitionskosten ohne Förderung etwas höher als bei der dezentralen Wärmepumpenlösung. Allerdings erhalten die Privathaushalte aktuell sehr interessante Förderungen, wodurch die Investitionskosten in Summe etwa 340.000 € niedriger ausfallen als bei der zentralen Biomasse-Variante.

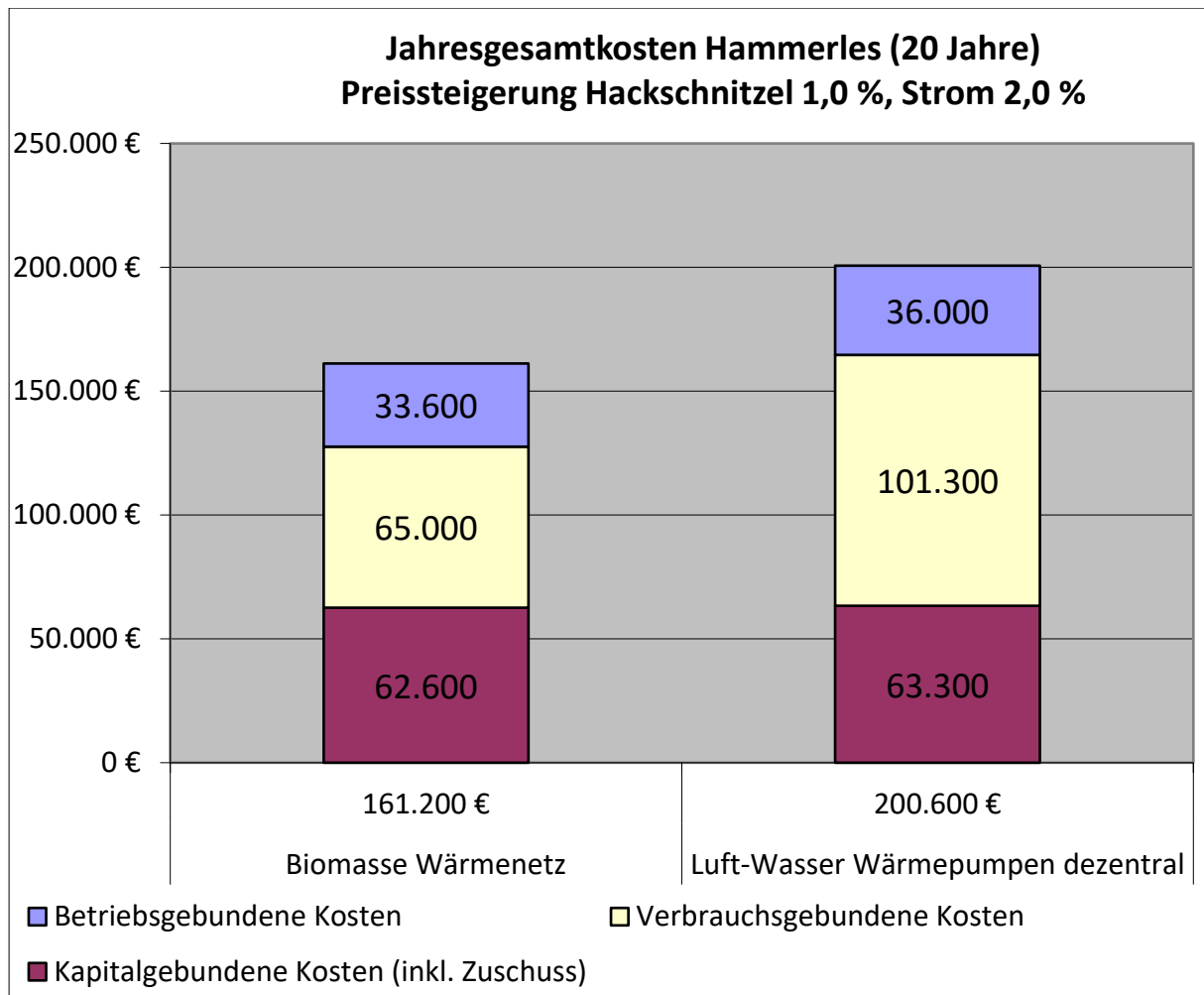


Abbildung 37: Variantenvergleich – Jahresgesamtkosten

Auch wenn die Investitionskosten in Summe bei der dezentralen Lösung mit den einzelnen Wärmepumpen auf dem ersten Blick besser als die zentrale Biomasse-Variante abschneiden, fallen die Jahresgesamtkosten bei der dezentralen Lösung in Summe höher aus. Dies hängt in erster Linie mit den höheren verbrauchsgebundenen Kosten durch den Strompreis bei den Einzelabnehmern zusammen.

Die Jahresgesamtkosten werden im nächsten Schritt mit dem Gesamt-Endenergiebedarf dividiert, dadurch erhält man die tatsächlich zu erwartenden Wärmegestehungskosten pro Jahr. Mit den Wärmegestehungskosten können nun die Varianten, unter Berücksichtigung aller Kosten miteinander verglichen werden. Je geringer die Wärmegestehungskosten sind, desto höher wird die Akzeptanz in der Bevölkerung ausfallen. Die Biomasse-Wärmeverbund-Variante liegt bei den Wärmegestehungskosten in einem aktuell günstigeren Bereich als die dezentrale Wärmepumpenlösung. Allerdings sind wie bereits erwähnt, sind in den Wärmegestehungskosten die Kosten für die Mehrwertsteuer sowie die Betreiberkosten noch nicht enthalten. Unter Berücksichtigung dieser Kosten wird die Akzeptanz in der Bevölkerung nur schwer vorstellbar sein.

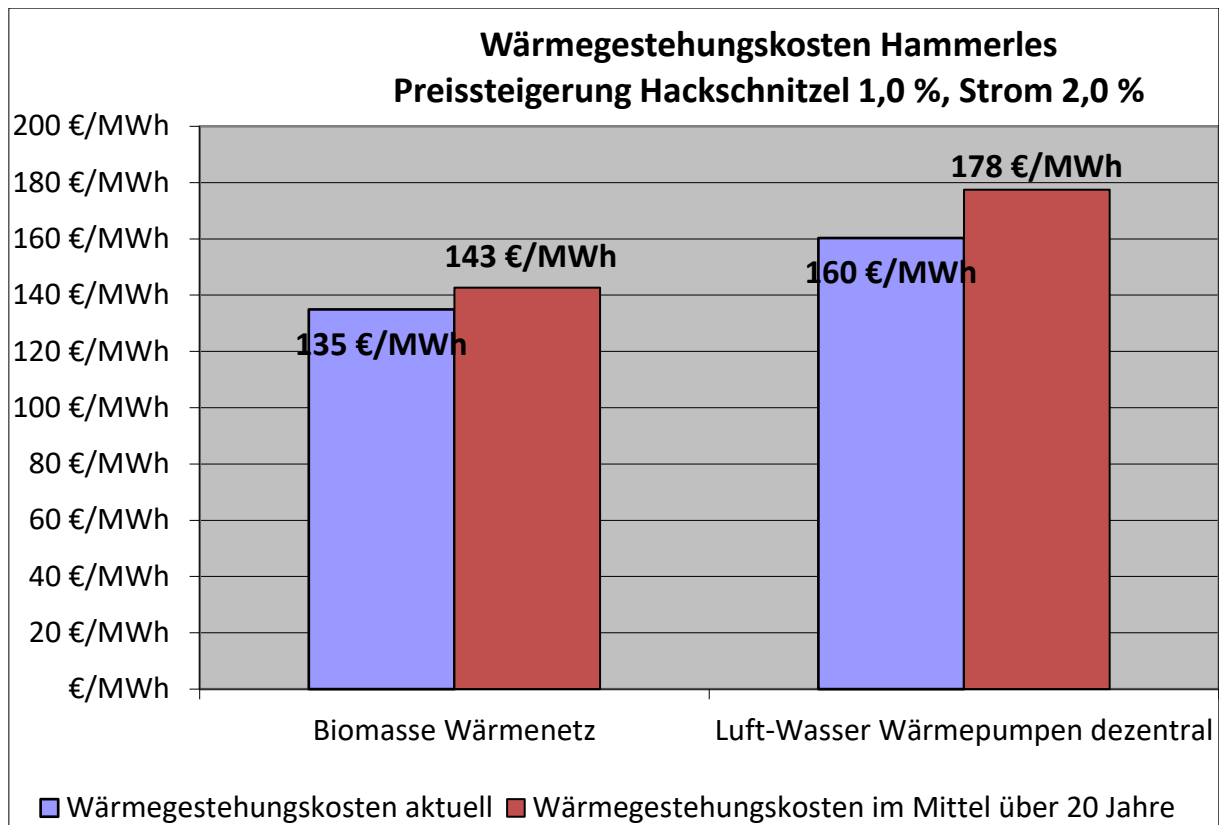


Abbildung 38: Variantenvergleich – Wärmegestehungskosten Hammerles

11.2 Wärmeversorgungskonzept Parkstein

Nachfolgend wird eine weitere Voruntersuchung für eine Nahwärmeversorgung für den Ortskern von Parkstein durchgeführt. Bei der Auftaktveranstaltung am 10.03.2023 hatte man sich darauf geeinigt, dass ausschließlich der südliche Bereich der Ortschaft sowie der Bereich an der Schwandner Straße untersucht werden soll. Im weiteren Verlauf des Projekts wurde die Untersuchung entsprechend auf die gesamte Ortschaft ausgeweitet. Im Laufe der Datenerhebung erfolgte eine Informationsveranstaltung im Rahmen einer Bürgerversammlung, zu der alle Einwohner Ortschaft eingeladen waren. Im Rahmen der Informationsveranstaltung wurden die Bürger über die Ziele, die Vor- und Nachteile des geplanten Nahwärmenetzes am 04. Mai 2023 informiert.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 39: Wärmebedarf Marktgemeinde Parkstein

Die Datenerhebung erfolgte ab Mitte März 2023. Die Bürger des ursprünglich angedachten Bereichs der Untersuchung erhielten den Erfassungsbogen per Brief, welches Sie bis zum 12. Mai 2023 bei der Kommune abgeben sollten. Da die Kommune den Erfassungsbogen auf der Web-Seite veröffentlicht hatte, erhielt man auch Rückmeldungen von Bürgern, welche nicht im Untersuchungsgebiet angeschrieben wurden. Des Weiteren waren die Rückmeldungen aus den zu untersuchenden Gebieten unzureichend, wonach man sich entschied, die gesamte Ortschaft bzgl. einer Wärmeverbundlösung zu untersuchen.

Insgesamt gab es in Parkstein eine positive Rückmeldung von 199 Gebäuden, welche einen Wärmebedarf von 4.670 MWh aufweisen. Die Rückmeldequote lag in der gesamten Kommune bei weit unter 50 %. Bei den Gebäuden handelt es sich überwiegend um Wohngebäude.

In der nachfolgenden Grafik ist das mögliche Wärmenetz mit Anschluss aller Interessenten aufgezeigt. Hier ist ersichtlich, dass die Rückmeldequote und somit die Bereitschaft zum aktuellen Zeitpunkt noch verhalten ausfällt.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 40: mögliches Wärmenetz Marktgemeinde Parkstein

In der vorstehenden Grafik ist ersichtlich, dass auch einige Anschlusswillige im Baugebiet „Schutzengel“, sowie vereinzelte abgelegene Interessenten eine Anschlussbereitschaft aufgezeigt haben. Da jedoch die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes stark von den Baukosten und der abgenommenen Wärmeenergie abhängig ist, wurde das Netz auf die größeren zentralen Abnehmer optimiert.

Mit dem optimierten Wärmenetz nehmen weniger Abnehmer an dem Netz teil, allerdings verringert sich auch die Leitungslänge entsprechend. Insgesamt würden an das optimierte Netz 179 Gebäude angeschlossen, welche einen Wärmebedarf von 4.300 MWh aufweisen. Die Wärmebelegungsichte konnte mit der Optimierung von 373 kWh/lfm auf 417 kWh/lfm angehoben werden.



Plan maßstabsgerecht im Anhang

Abbildung 41: optimiertes Wärmenetz Marktgemeinde Parkstein

11.2.1 Variante 1: Wärmenetz mit Biomasse Heizwerk - Parkstein

Folgende Tabelle zeigt die Auswertung des zuvor dargestellten Wärmenetzes in Parkstein:

Wärmenetz Parkstein Variante 2	
Hauptleitung	8.100 lfm
Anschlussleitung	2.200 lfm
Trassenmeter gesamt	10.300 lfm
Anzahl Gebäude	179
Wärmebedarf	4.298.660 kWh/a
Wärmebelegungsichte	417 kWh/lfm

Tabelle 4: Wärmebelegungsichte Parkstein

Die Wärmebelegungsichte liegt nach der vorherigen Tabelle bei einem Wert von 417 kWh/lfm. Im Rahmen einer Detailplanung kann die Leitungslänge und somit die Wärmebelegungsichte weiter optimiert werden. Erfahrungsgemäß ist die Anschlussbereitschaft nach Konkretisierung der Kosten um einiges höher als in den bisherigen Rückmeldungen.

Für die weiteren Berechnungen der Wirtschaftlichkeit wurden die Daten aus den Rückmeldungen der Befragung herangezogen.

Abgehend vom möglichen Heizhaus ist eine Wärmeleitung mit einem Durchmesser von 84 mm notwendig um den Wärmebedarf von jährlich 4.300 MWh abführen zu können. In Summe kann bei der Verteilung auf eine Trassenlänge von 10.300 Meter von einer Verlustwärme von etwa 1.096 MWh ausgegangen werden. Dies entspricht etwa 20 % der erzeugten Wärmeenergie. Darüber hinaus hat man bei einem Wärmenetz mit Verbrennungsprozessen Konversionsverluste aufgrund von Verbrennungen, sowie Pufferspeicherverluste, die Berücksichtigt werden müssen. In Summe müssen die Verluste auf gleicher Weise, wie der tatsächliche Wärmebedarf gedeckt werden. Die Gesamtmenge der Verluste beträgt in diesem Fall 2.064 MWh.

Folgende Tabelle zeigt die Aufteilung des gesamten Brennstoffbedarfs für die Marktgemeinde Parkstein:

	kWh/a	Verluste
Wärmeabnehmer	4.300.000	
Pufferverluste	54.000	1 %
Netzverluste	1.096.000	20 %
Erzeugte Wärme	5.450.000	
Erzeugungsverluste	914.000	15 %
Brennstoffbedarf	6.364.000	

Tabelle 5: Brennstoffbedarf Parkstein

Für die Deckung der benötigten Wärmeenergie von 6.364 MWh werden etwa 2.033 t/a Hackschnitzel mit einem Wassergehalt von 35% benötigt. Dies entspricht wiederum etwa **7.724 Schüttraummeter** Hackschnitzel.

Mit der Ermittlung des gesamten Wärmebedarfs wurde die Jahresdauerlinie simuliert. Aus der Simulation kann die benötigte Gesamtlast ermittelt werden, welche wiederum zur Dimensionierung der Wärmeerzeuger herangezogen wird. Die Gesamtlast aller Einzelabnehmer beträgt 2.549 kW. Da jedoch nicht alle Abnehmer immer gleichzeitig die maximale Last abrufen, wird über diesen Wert ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,7 gelegt, wodurch sich die benötigte **Last auf 1.785 kW** reduziert.

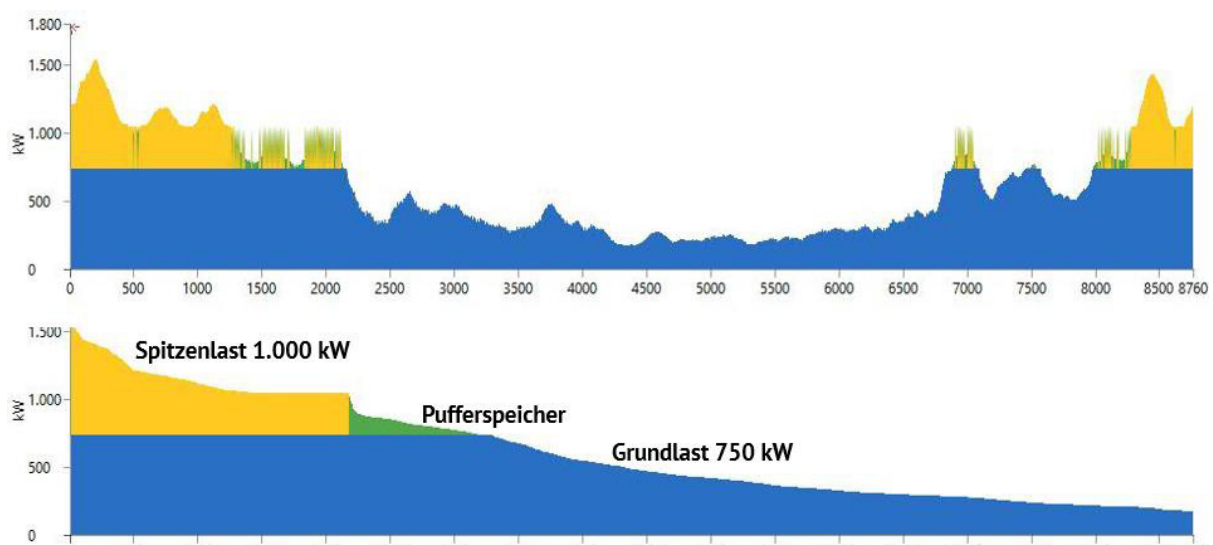


Abbildung 42: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger Parkstein

In der Simulation wurde zur Grundlastdeckung ein Hackschnitzelkessel mit einer Leistung von 750 kW gewählt. In der ungeordneten Dauerlinie (obere Grafik) ist zu sehen, dass die Anlage ganzjährig durchläuft. Im Winter schaltet sich je nach Bedarf der Spitzenlastkessel hinzu. Die Leistung des Spitzenlastkessels muss bei 1.000 kW liegen, damit der benötigte Bedarf gedeckt werden kann.

Mit den Ergebnissen aus den bisherigen Berechnungen und der Simulation können nun die weitere Peripherie mit Kosten belegt werden, welche wiederum für die Wirtschaftlichkeitsberechnung notwendig sind.

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde die Methode der Vollkostenrechnung nach VDI 2067 angewandt. Hierbei werden neben den kapitalgebundenen Investitionskosten auch Zuschüsse, verbrauchsgebundene und betriebsgebundene Kosten berücksichtigt.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auf den gleichen Grundlagen wie bei den Berechnungen in Hammerles durchgeführt.

Nachfolgend kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung für Parkstein entnommen werden:

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	610.000 €	40	0,0505	30.819 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	244.000 €	25	0,0640	15.619 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	35.000 €	25	0,0640	2.240 €/a
Hackschnitzelkessel 750 kW Grundlast	80.000 €	20	0,0736	5.887 €/a
Hackschnitzel Spitzenlastkessel 1000 kW	100.000 €	20	0,0736	7.358 €/a
Zubehör Hackschnitzelkessel / Montage	126.000 €	20	0,0736	9.271 €/a
Wärmenetz-Pumpen	35.000 €	15	0,0899	3.148 €/a
Hauptleitung DN84	375.000 €	40	0,0505	18.946 €/a
Hauptleitung DN63	1.233.000 €	40	0,0505	62.295 €/a
Anschlussleitung	132.000 €	40	0,0505	6.669 €/a
Hauptleitung Tiefbau	1.370.000 €	40	0,0505	69.217 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	220.000 €	40	0,0505	11.115 €/a
Wärmeübergabestationen 179 Gebäude	895.000 €	20	0,0736	65.856 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	818.000 €	30	0,0578	47.305 €/a
Gesamtinvestitionen	6.273.000 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-2.509.200 €	50	0,0466	-116.804 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	3.763.800 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				238.900 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	197.150 €/a	1,00	1,0920	215.300 €/a
Hilfsenergie Strom	20.359 €/a	2,00	1,1953	24.300 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten	217.509 €/a			239.600 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzelkessel	11.250 €/a	1,00	1,0920	12.300 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	8.280 €/a	1,00	1,0920	9.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	2.440 €/a	1,00	1,0920	2.700 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	26.850 €/a	1,00	1,0920	29.300 €/a
Sonstige Kosten (Versicherung, Verwaltung, ...)	27.275 €/a	1,00	1,0920	29.800 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten	83.595 €/a			91.300 €/a
Jahresgesamtkosten netto	540.004 €/a			569.800 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	4.300 MWh/a			4.300 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	126 €/MWh		über 20 Jahre:	133 €/MWh

Tabelle 6: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 1

Die aktuellen **Wärmegestehungskosten in Höhe von 126 €/MWh** befinden sich auch in Parkstein auf einem recht hohen Niveau. Dieser Wert wird jedoch voraussichtlich in den kommenden Jahren im Gegensatz zu den alternativen Energieträgern immer besser dastehen, da die Kosten für fossile Brennstoffe aufgrund der CO₂-Steuer immer weiter ansteigen werden. Auf die Wärmegestehungskosten muss bei der Preisfestlegung des Wärmepreises noch die Mehrwertsteuer sowie der Gewinn eines möglichen Betreibers beaufschlagt werden.

In weiteren Varianten wird nun untersucht, welche alternativen Wärmeerzeugungsanlagen noch zur Verfügung stehen können und ob bzw. wie die Wärmegestehungskosten reduziert werden können, um die Akzeptanz in der Bevölkerung voranzutreiben.

11.2.2 Variante 2: Biomasse-Wärmenetz Parkstein mit Anschluss Hammerles

Da die beiden zu versorgende Gebiete örtlich nah beieinander liegen, ging der erste Gedanke in Richtung der Zusammenlegung der Heizzentrale. Der größte Vorteil hierbei wäre die Schaffung von nur einer Heizzentrale, die auch alleine unterhalten werden müsste. Somit können sowohl Investitionskosten als auch Betriebskosten eingespart werden. Um Hammerles über die gemeinsame Heizzentrale zu versorgen, müsste eine Wärmeleitung mit einer Länge von etwa 1.000 Metern von Parkstein nach Hammerles verlegt werden. Diese Transportleitung weist natürlich auch Abstrahlverluste auf, welche bei der Gesamtbilanzierung mit berücksichtigt werden müssen. Hier wird untersucht, inwieweit sich diese Variante wirtschaftlich im Gegensatz zu den Einzelvarianten behaupten kann.

Für die Deckung des Wärmebedarfs für beide Gebiete wird unter Berücksichtigung aller Verluste ein Brennstoffbedarf von 7.936 MWh benötigt. Dies entspricht in etwa 2.560 t/a bzw. 9.726 Schüttraummeter Hackschnitzel mit einem Wassergehalt von 35%.

Mit der Ermittlung des gesamten Wärmebedarfs wurde die Jahresdauerlinie simuliert. Aus der Simulation kann die benötigte Gesamtlast ermittelt werden, welche wiederum zur Dimensionierung der Wärmeerzeuger benötigt wird. Die Gesamtlast aller Einzelabnehmer beträgt 3.388 kW. Da jedoch nicht alle Abnehmer immer gleichzeitig die maximale Last abrufen, wird über diesen Wert ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,67 gelegt, wodurch sich die benötigte **Last auf 2.270 kW** reduziert.

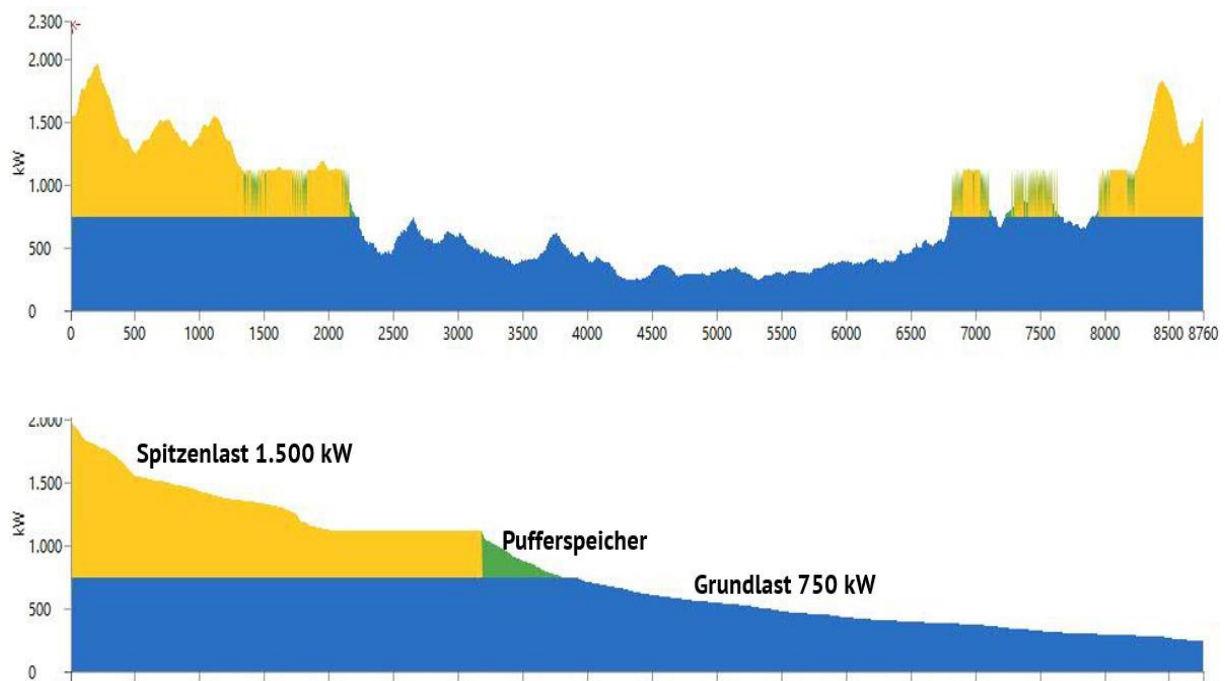


Abbildung 43: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger Parkstein + Hammerles

In der Simulation wurde für die Grundlast ein Hackschnitzelkessel mit einer Leistung von 750 kW gewählt. Die Leistung des Spitzenlastkessels, welcher ausschließlich während der Heizperiode in Betrieb sein muss, müsste 1.500 kW betragen.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auf den gleichen Grundlagen wie die bisherigen Berechnungen durchgeführt.

Nachfolgend kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung für das gemeinsame Wärmenetz für Parkstein und Hammerles entnommen werden:

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	610.000 €	40	0,0505	30.819 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	244.000 €	25	0,0640	15.619 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	35.000 €	25	0,0640	2.240 €/a
Hackschnitzkessel 750 kW Grundlast	80.000 €	20	0,0736	5.887 €/a
Hackschnitzel 1.500 kW	120.000 €	20	0,0736	8.830 €/a
Zubehör Hackschnitzkessel / Montage	140.000 €	20	0,0736	10.301 €/a
Wärmenetz-Pumpen	45.000 €	15	0,0899	4.047 €/a
Hauptleitung DN84	375.000 €	40	0,0505	18.946 €/a
Hauptleitung DN63	1.485.000 €	40	0,0505	75.027 €/a
Leitungen Hammerles (DN50, DN40)	265.000 €	40	0,0505	13.389 €/a
Anschlussleitung	172.000 €	40	0,0505	8.690 €/a
Hauptleitung Tiefbau inkl. Hammerles 141500 €	1.761.500 €	40	0,0505	88.997 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	286.200 €	40	0,0505	14.460 €/a
Wärmeübergabestationen 223 Gebäude	1.115.000 €	20	0,0736	82.044 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	1.010.000 €	30	0,0578	58.408 €/a
Gesamtinvestitionen	7.743.700 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-3.097.480 €	50	0,0466	-144.188 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	4.646.220 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				293.500 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	253.561 €/a	1,00	1,0920	276.900 €/a
Hilfsenergie Strom	25.916 €/a	2,00	1,1953	31.000 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten	279.478 €/a			307.900 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten l/a	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzkessel	12.500 €/a	1,00	1,0920	13.700 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	8.280 €/a	1,00	1,0920	9.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	3.197 €/a	1,00	1,0920	3.500 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	33.450 €/a	1,00	1,0920	36.500 €/a
Sonstige Kosten (Versicherung, Verwaltung, ...)	33.669 €/a	1,00	1,0920	36.800 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten	98.596 €/a			107.700 €/a
Jahresgesamtkosten netto	671.573 €/a			709.100 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	5.400 MWh/a			5.400 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	124 €/MWh		über 20 Jahre:	131 €/MWh

Tabelle 7: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 2

In der aktuellen Variante konnten die **Wärmegestehungskosten auf 124 €/MWh reduziert werden**. Der große Mehrwert zeigt sich in dieser Variante insbesondere für das Dorfgebiet Hammerles, da hier die Gestehungskosten um 11 €/MWh reduziert werden können und somit die Attraktivität des Wärmenetzes weiter steigt. Die Wärmegestehungskosten liegen in Parkstein im Gegensatz zu den Einzellösungen um etwa 2 €/MWh niedriger.

11.2.3 Variante 3: Wärmenetz P +H mit Hackschnitzel und Solarthermie

In dieser Variante wird untersucht wie sich die Wärmegestehungskosten entwickeln, wenn der sommerliche Wärmebedarf, insbesondere für die Warmwasserbereitung, über eine solarthermische Anlage bereitgestellt wird.

In der nachfolgenden Grafik ist die ungeordnete Jahresdauerlinie zu sehen. Der rote Bereich kennzeichnet den Wärmeenergiebedarf, welcher im Zeitraum vom 01. Mai bis 01. September benötigt wird. In diesem Zeitraum liegt der Wärmebedarf bei etwa 1.100 MWh. In diesem Zeitraum wird die Wärme insbesondere für die Warmwasserbereitung benötigt. Eine Solarthermie-Anlage erzeugt natürlich zu den weiteren Zeiten im Jahresverlauf ebenfalls Wärmeenergie, welche im Wärmenetz genutzt werden kann. Durch die Substitution der Wärmeenergie durch solare Quellen kann der Biomasseanteil reduziert werden.

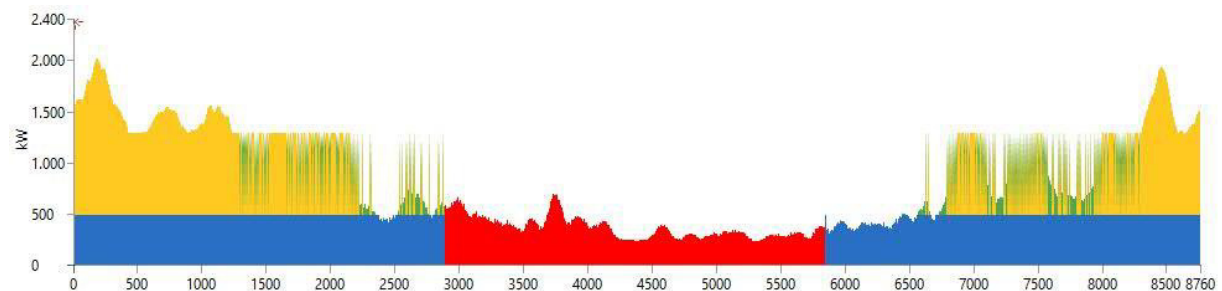


Abbildung 44: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger Parkstein + Hammerles – Sommeranteil

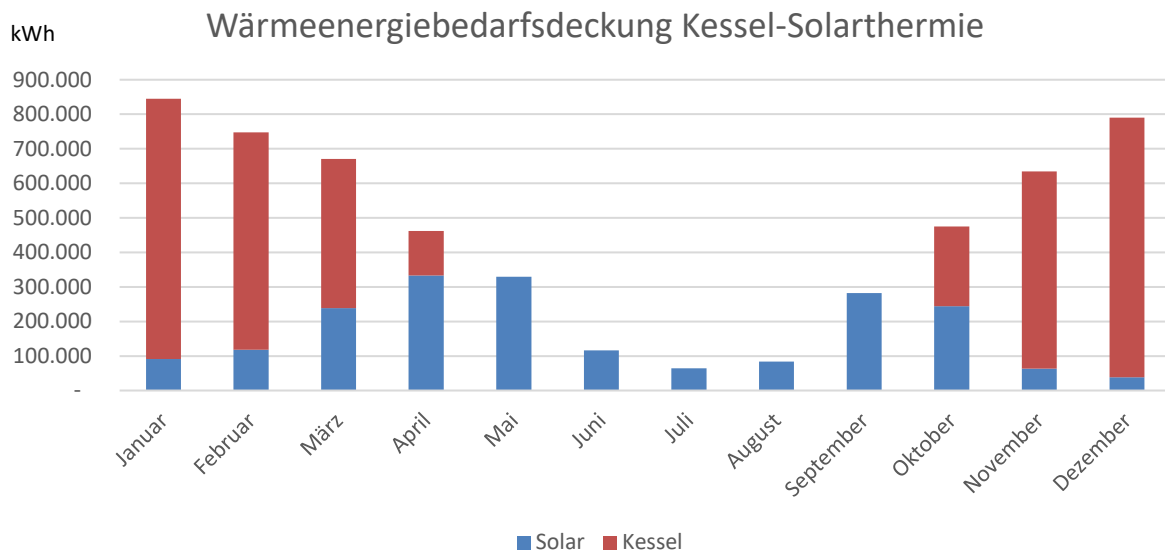


Abbildung 45: Energiebeitrag der Solarthermieanlage über das gesamte Jahr

Um die Wärmemenge von 1.100 MWh über den Zeitraum von 01. Mai bis zum 31. August vollständig über eine Solarthermie-Anlage decken zu können, müsste die **Kollektorfläche ca. 8.000 m²** betragen. Mit einer solchen Solarthermieanlage kann man etwa **25 % des gesamten Wärmebedarfs decken**. Dies entspricht wiederum einer Substitution von 645 Tonnen bzw. 2.451 Schüttraummeter Hackschnitzel.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde auf den gleichen Grundlagen wie die bisherigen Berechnungen durchgeführt.

Nachfolgend kann die Wirtschaftlichkeitsberechnung für das gemeinsame Wärmenetz aus Biomasse-Heizwerk und Solarthermieanlage für Parkstein und Hammerles entnommen werden:

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	610.000 €	40	0,0505	30.819 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	244.000 €	25	0,0640	15.619 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	35.000 €	25	0,0640	2.240 €/a
Hackschnitzelkessel 2000 kW Grundlast	150.000 €	20	0,0736	11.037 €/a
Solarthermie	2.160.000 €	20	0,0736	158.937 €/a
Zubehör Hackschnitzelkessel / Montage	140.000 €	20	0,0736	10.301 €/a
Wärmenetz-Pumpen	45.000 €	15	0,0899	4.047 €/a
Hauptleitung DN84	375.000 €	40	0,0505	18.946 €/a
Hauptleitung DN63	1.485.000 €	40	0,0505	75.027 €/a
Hauptleitung 3	265.000 €	40	0,0505	13.389 €/a
Anschlussleitung	172.000 €	40	0,0505	8.690 €/a
Hauptleitung Tiefbau inkl. Hammerles 141500 €	1.761.500 €	40	0,0505	88.997 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	286.200 €	40	0,0505	14.460 €/a
Wärmeübergabestationen 223 Gebäude	1.115.000 €	20	0,0736	82.044 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	1.327.000 €	30	0,0578	76.741 €/a
Gesamtinvestitionen	10.170.700 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-4.068.280 €	50	0,0466	-189.379 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	6.102.420 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				421.900 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	189.662 €/a	1,00	1,0920	207.100 €/a
Hilfsenergie Strom	25.916 €/a	2,00	1,1953	31.000 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten netto	215.579 €/a			238.100 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzelkessel	12.500 €/a	1,00	1,0920	13.700 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	8.280 €/a	1,00	1,0920	9.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	3.197 €/a	1,00	1,0920	3.500 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	33.450 €/a	1,00	1,0920	36.500 €/a
Sonstige Kosten (Solarthermie, Versicherung, Verwaltung, ...)	44.219 €/a	1,00	1,0920	48.300 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten netto	109.146 €/a			119.200 €/a
Jahresgesamtkosten netto	746.624 €/a			779.200 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	5.400 MWh/a			5.400 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	€ 138 €/MWh		über 20 Jahre:	144 €/MWh

Tabelle 8: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 3

Mit der Unterstützung der Wärmeerzeugung durch eine Solarthermieanlage würden die Wärmegestehungskosten auf 138 €/MWh steigen. Allerdings wird die gewonnene Wärmeenergie aus solarthermischen Anlagen gesondert über 10 Jahre gefördert, welche die Wärmegestehungskosten um 10 €/MWh reduzieren würden.

11.2.4 Variante 4: Wärmenetz P+H mit Hackschnitzel und Wärmepumpe

Da der Ausbau von erneuerbaren Stromerzeugungsanlagen im Marktgebiet Parkstein zukünftig immer mehr auf dem Vormarsch ist, wurde in dieser Variante untersucht wie sich die Wärmegegestehungskosten entwickeln, wenn die Grundlast des Wärmenetzes mit einer Großwärmepumpe, welche elektrisch betrieben wird, gedeckt werden würde.

In den Simulationen ist ersichtlich, dass die Grundlast durch eine 500 kW Wärmepumpe sehr gut gedeckt werden kann. Die Wärmepumpe würde das ganze Jahr durchgehend den Grundwärmebedarf in der Kommune decken können. In den kälteren Wintermonaten, bei der die reguläre Heizungsanlage den Raumwärmebedarf deckt, läuft der Spitzenlastkessel mit einer Leistung von 1.750 kW zusätzlich mit an, um den Heizbedarf abdecken zu können.

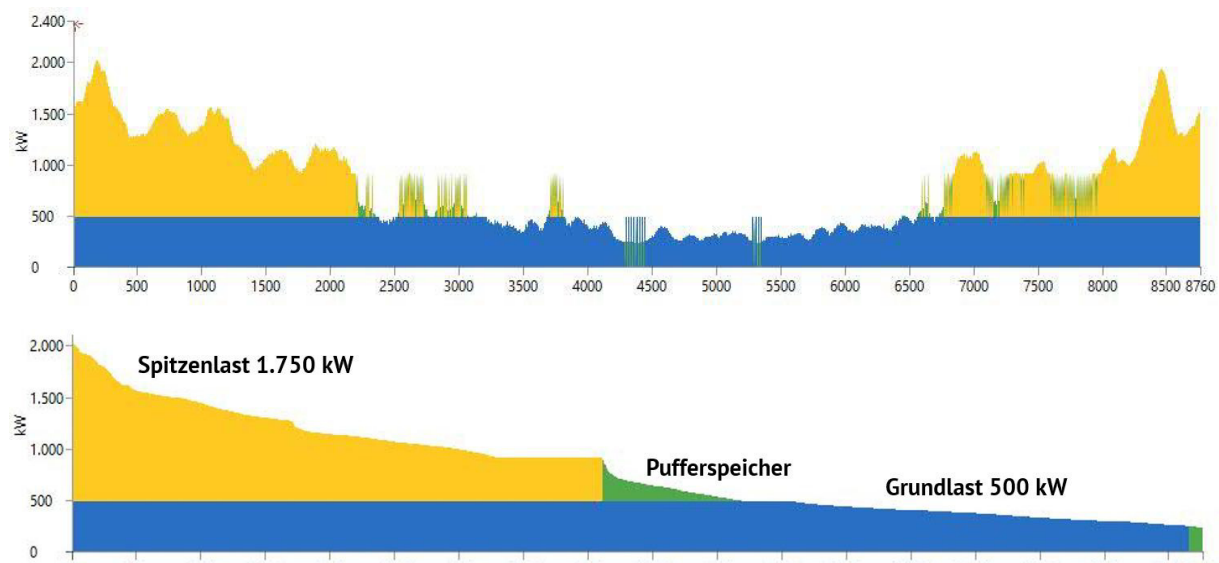


Abbildung 46: ungeordnete (oben) und geordnete (unten) Jahresdauerlinie Parkstein+Hammerles

In dieser Kombination kann man 56 % der benötigten Wärme (3.922 MWh von 6.911 MWh) über die Wärmepumpe decken. Dies entspricht auch der Menge, die man mit dieser Variante an Hackschnitzel einsparen kann. Der Hackschnitzelverbrauch würde sich in dieser Variante somit von 2.560 Tonnen auf etwa **1.110 Tonnen** pro Jahr reduzieren.

Die Stromnutzung einer Wärmepumpe kann prinzipiell über erneuerbare Stromerzeugungsanlagen direkt vor Ort erfolgen. An Zeiten, wo kein selbstproduzierter Strom zur Verfügung steht, muss der Strom aus dem Netz bezogen werden. Alternativ zum selbsterzeugten Strom kann man den benötigten Strom auch vollständig aus dem Netz beziehen. Allerdings sind die Stromkosten aus dem Netz wesentlich teurer als selbst produzierter Strom. Grundsätzlich liegen die Stromgestehungskosten laut der aktuellen Studie vom Fraunhofer-Institut, bei erneuerbaren Energien zum Teil weit unter 10 ct/kWh.¹⁷

Um die Wärmeenergiemenge von 3.922 MWh mit der Wärmepumpe decken zu können werden etwa 1.300 MWh Strom benötigt. Es wurden hier wiederum zwei Szenarien betrachtet, mit dem die

¹⁷ Quelle: Studie - Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien - Stand Juni2021

Wärmepumpe betrieben kann. Im ersten Szenario wird der Strom vollständig aus dem Netz bezogen, bei der man einen Strompreis von 17 Cent/kWh ansetzen kann. Die weiteren Parameter der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind auch bei dieser Variante unverändert geblieben.

Nachfolgend ist die Wirtschaftlichkeitsberechnung für das gemeinsame Wärmenetz für Parkstein und Hammerles mit dem System Wärmepumpe mit Hackschnitzel-Heizanlage zu sehen. Der Strompreis für den Betrieb der Wärmepumpe wurde mit 17 ct/kWh angesetzt (vollständiger Netzbezug).

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	610.000 €	40	0,0505	30.819 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	244.000 €	25	0,0640	15.619 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	35.000 €	25	0,0640	2.240 €/a
Hackschnitzel 1750 kW	150.000 €	20	0,0736	11.037 €/a
500 kW Wärmepumpe	250.000 €	20	0,0736	18.395 €/a
Zubehör Hackschnitzelkessel / Montage	140.000 €	20	0,0736	10.301 €/a
Wärmenetz-Pumpen	45.000 €	15	0,0899	4.047 €/a
Hauptleitung DN84	375.000 €	40	0,0505	18.946 €/a
Hauptleitung DN63	1.485.000 €	40	0,0505	75.027 €/a
Hauptleitung 3	265.000 €	40	0,0505	13.389 €/a
Anschlussleitung	172.000 €	40	0,0505	8.690 €/a
Hauptleitung Tiefbau inkl. Hammerles 141500 €	1.761.500 €	40	0,0505	88.997 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	286.200 €	40	0,0505	14.460 €/a
Wärmeübergabestationen 44 Gebäude	1.115.000 €	20	0,0736	82.044 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	1.040.000 €	30	0,0578	60.143 €/a
Gesamtinvestitionen	7.973.700 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-3.189.480 €	50	0,0466	-148.471 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	4.784.220 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				305.700 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	109.665 €/a	1,00	1,0920	119.800 €/a
Hilfsenergie Strom	238.623 €/a	2,00	1,1953	285.200 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten netto	348.288 €/a			405.000 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzelkessel	12.500 €/a	1,00	1,0920	13.700 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	8.280 €/a	1,00	1,0920	9.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	3.197 €/a	1,00	1,0920	3.500 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	33.450 €/a	1,00	1,0920	36.500 €/a
Sonstige Kosten (Solarthermie, Versicherung, Verwaltung, ...)	34.669 €/a	1,00	1,0920	37.900 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten netto	99.596 €/a			108.800 €/a
Jahresgesamtkosten netto	753.584 €/a			819.500 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	5.400 MWh/a			5.400 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	140 €/MWh		über 20 Jahre:	152 €/MWh

Tabelle 9: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 4: Strompreis WP-Strom 17 ct/kWh

Bei einem vollständigen Netzbetrieb der Wärmepumpe liegen die Wärmegestehungskosten bei etwa 140 €/MWh. Bei einem solchen Preis wird die Akzeptanz in der Bevölkerung sehr niedrig ausfallen.

Dem Gegenübergestellt wird die gleiche Berechnung mit einem Strompreis von 10 Cent/kWh für die Wärmepumpe nochmals nachfolgend durchgeführt (Stromgestehungskosten einer Eigenanlage).

Kapitalgebundene Kosten				
	Investition	Nutzungs- dauer [a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Baukosten Heizhaus	610.000 €	40	0,0505	30.819 €/a
Heizraum Technik/Hydraulik	244.000 €	25	0,0640	15.619 €/a
Pufferspeicher Heizhaus	35.000 €	25	0,0640	2.240 €/a
Hackschnitzel 1750 kW	150.000 €	20	0,0736	11.037 €/a
500 kW Wärmepumpe	250.000 €	20	0,0736	18.395 €/a
Zubehör Hackschnitzelkessel / Montage	140.000 €	20	0,0736	10.301 €/a
Wärmenetz-Pumpen	45.000 €	15	0,0899	4.047 €/a
Hauptleitung DN84	375.000 €	40	0,0505	18.946 €/a
Hauptleitung DN63	1.485.000 €	40	0,0505	75.027 €/a
Hauptleitung 3	265.000 €	40	0,0505	13.389 €/a
Anschlussleitung	172.000 €	40	0,0505	8.690 €/a
Hauptleitung Tiefbau inkl. Hammerles 141500 €	1.761.500 €	40	0,0505	88.997 €/a
Anschlussleitung Tiefbau	286.200 €	40	0,0505	14.460 €/a
Wärmeübergabestationen 44 Gebäude	1.115.000 €	20	0,0736	82.044 €/a
Baunebenkosten/Planung 15 %	1.040.000 €	30	0,0578	60.143 €/a
Gesamtinvestitionen	7.973.700 €			
Abzüglich BEW-Zuschuss 40 %	-3.189.480 €	50	0,0466	-148.471 €/a
Gesamtinvestition abzüglich Zuschuss	4.784.220 €			
Summe der kapitalgebundenen Kosten (gerundet)				305.700 €/a
Verbrauchsgebundene Kosten				
	aktuelle Energiekosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Verbrauchgebundene Kosten Hackschnitzel	109.665 €/a	1,00	1,0920	119.800 €/a
Hilfsenergie Strom	140.367 €/a	2,00	1,1953	167.800 €/a
Summe der verbrauchsgebundenen Kosten netto	250.032 €/a			287.600 €/a
Betriebsgebundene Kosten				
	aktuelle Betriebskosten	Preisänderung [%/a]	Preisdyn. Annuitätsf.	Kosten pro Jahr
Wartung, Instandhaltung, Hackschnitzelkessel	12.500 €/a	1,00	1,0920	13.700 €/a
Wartung, Instandsetzung, Heiztechnik	8.280 €/a	1,00	1,0920	9.000 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmenetz	3.197 €/a	1,00	1,0920	3.500 €/a
Wartung, Instandsetzung, Wärmeübergabestationen	33.450 €/a	1,00	1,0920	36.500 €/a
Sonstige Kosten (Solarthermie, Versicherung, Verwaltung, ...)	34.669 €/a	1,00	1,0920	37.900 €/a
Summe der betriebsgebundenen Kosten netto	99.596 €/a			108.800 €/a
Jahresgesamtkosten netto	655.327 €/a			702.100 €/a
Jahreswärmebedarf Abnehmer	5.400 MWh/a			5.400 MWh/a
Wärmegestehungskosten netto	€ 121 €/MWh		über 20 Jahre:	130 €/MWh

Tabelle 10: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 4: Strompreis WP-Strom 10 ct/kWh

Bei dem zweiten Szenario mit einem Strompreis von 10 ct/kWh können die geringsten Wärmegestehungskosten mit einem Preis von 121 €/MWh erreicht werden. Der Strompreis von 10 ct/kWh kann nur angesetzt werden, wenn der benötigte Wärmepumpenstrom durch eigenerzeugten PV- bzw. Windstrom gedeckt werden kann.

Zusätzlich erhält man im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) einen Betriebskostenzuschuss über 10 Jahre bei der Nutzung von Wärmepumpen in Wärmenetzen. Dies würde die Gestehungskosten nochmals reduzieren, was wiederum zur Erhöhung der Akzeptanz führt.

11.2.5 Variantenvergleich

Nachfolgend werden die unterschiedlichen Wärmeverbundlösungen mit der dezentralen Anlagenlösung verglichen. D.h. man vergleicht hier die Kosten von den Verbundlösungen mit einer dezentralen Lösung, bei der jeder Haushalt selbstständig seine Wärmeenergie mit einer eigenen Wärmepumpe erzeugt.

In der nächsten Grafik werden die Investitionskosten der Wärmeverbundlösungen mit der dezentralen Lösung verglichen. Hierbei werden bei der dezentralen Lösung Investitionskosten von jeweils 30.000 € je Wärmepumpe angesetzt. Die aktuellen Förderungen bei der Erneuerung der Heizanlage können bis zu 70 % betragen. Hiervon beträgt die Grundförderung 30 %. Neben der Grundförderung werden bis zur Umsetzung der kommunalen Wärmeplanung nochmals eine Zusatzförderung (Klima-Geschwindigkeitsbonus) in Höhe von 20 % gewährt. Wird darüber hinaus noch die kostenintensivere Variante mit Wärmequelle Erde bzw. Grundwasser genutzt, erhält man nochmals zusätzlich 5 % Förderung. Des Weiteren erhält man den Effizienzbonus auch auf Anlagen, welche mit natürlichen Kältemitteln betrieben werden können. Zu guter Letzt kann man nochmals einen weiteren Förderbaustein in Höhe von bis zu 30 % erhalten, wenn das jährliche zu versteuernde Einkommen unter 40.000 € liegt. Die Förderhöchstbeträge sind jedoch auf maximal 70 % gedeckelt. Bei den Berechnungen wurde die Förderung in Höhe von 55 % angesetzt.

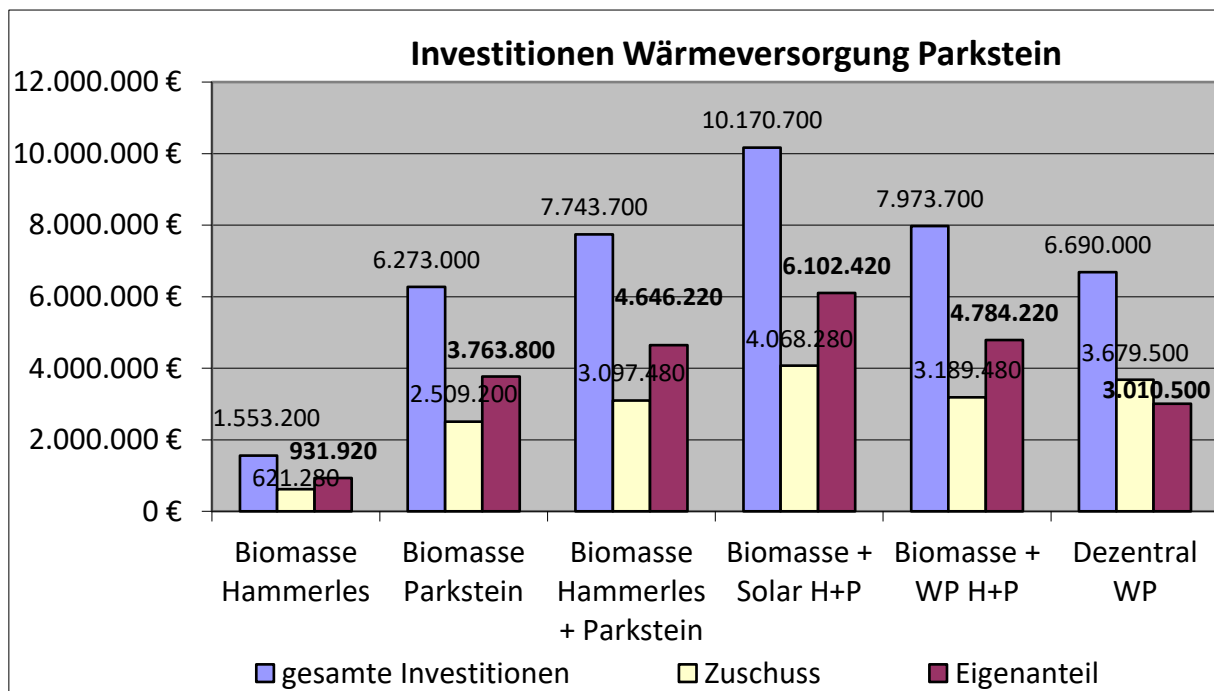


Abbildung 47: Variantenvergleich – Investitionskosten

Die Investitionskosten sind bei dem gemeinsamen Wärmenetz für Parkstein und Hammerles etwas geringer als bei den jeweiligen Einzellösungen für die beiden Ortschaften getrennt. Die höchsten Investitionskosten liegen mit 6,1 Mio. €, nach Abzug der Förderungen, bei der Lösung Biomasse-Heizwerk mit Solarthermieanlage. Die geringsten anfänglichen Investitionskosten sind bei der dezentralen Wärmepumpenlösung zu erwarten, da hier aktuell höhere Fördersummen in Anspruch genommen werden können.

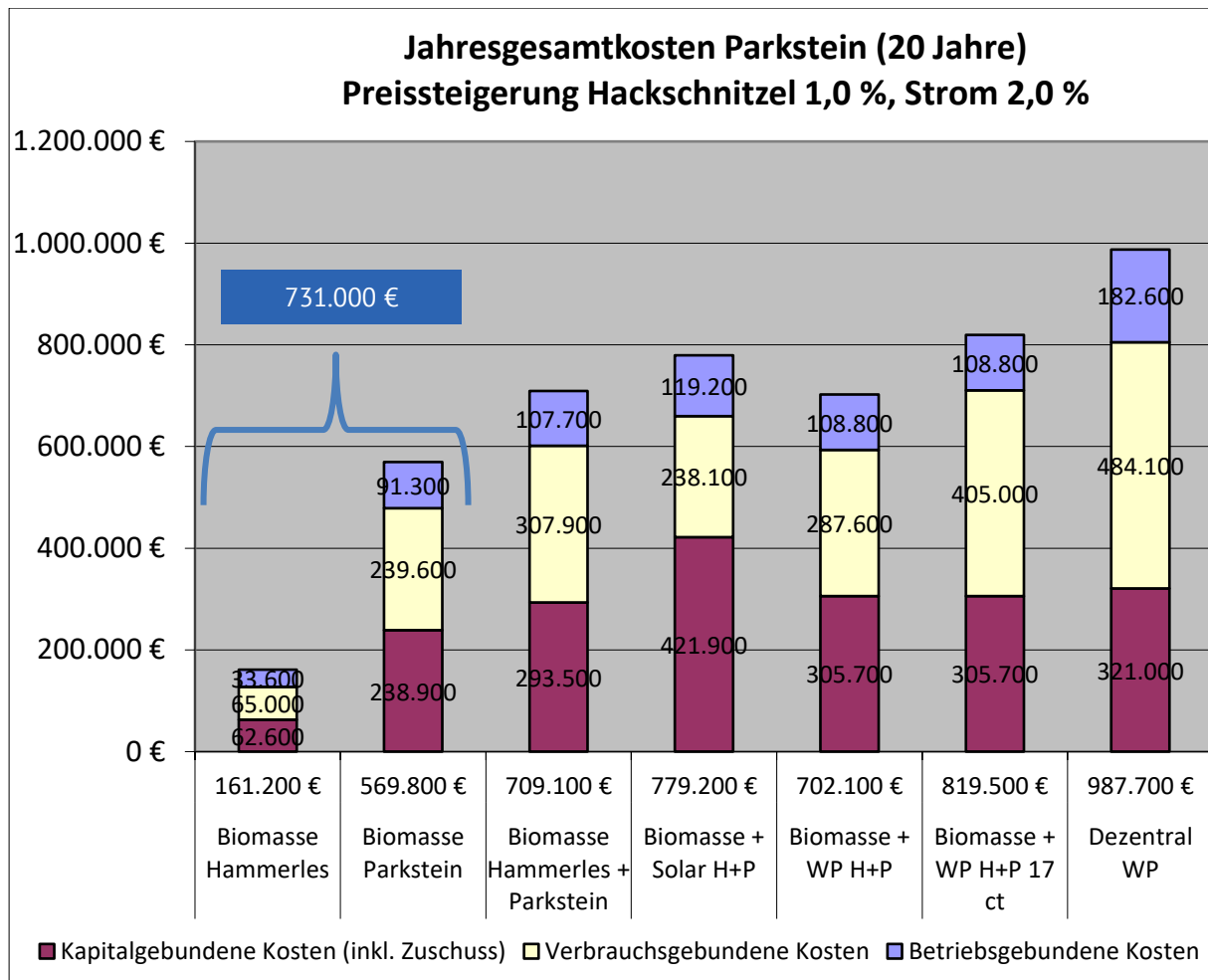


Abbildung 48: Variantenvergleich – Jahresgesamtkosten

Auch wenn die Investitionskosten in Summe bei der dezentralen Lösung mit den einzelnen Wärmepumpen auf dem ersten Blick besser abschneiden, fallen die Jahresgesamtkosten bei der dezentralen Lösung in Summe höher aus. Dies hängt in erster Linie mit den höheren verbrauchsgebundenen Kosten durch den Strompreis bei den Einzelabnehmern zusammen. Die niedrigsten Jahresgesamtkosten sind bei der gemeinsamen Wärmeverbundlösung mit Hackschnitzel-Anlage und Wärmepumpe mit eigenproduziertem Strom zu erwarten. In der obigen Grafik ist auch zu sehen, dass in Summe die beiden einzelnen Netze für Hammerles und Parkstein bei den Jahresgesamtkosten höher liegen, als bei der gemeinsamen Wärmeverbundlösung.

Die Jahresgesamtkosten werden im nächsten Schritt mit dem Gesamt-Endenergiebedarf dividiert, dadurch erhält man die tatsächlich zu erwartenden Wärmegestehungskosten pro Jahr. Mit den Wärmegestehungskosten können nun die Varianten, unter Berücksichtigung aller Kosten miteinander verglichen werden. Je geringer die Wärmegestehungskosten sind, desto höher wird die Akzeptanz in der Bevölkerung ausfallen. Die zentralen Wärmeverbundlösungen liegen bei den Wärmegestehungskosten in einem aktuell günstigeren Bereich als die dezentrale Wärmepumpen-Lösung. Allerdings sind wie bereits mehrmals erwähnt, in den Wärmegestehungskosten die Kosten für die Mehrwertsteuer sowie die Betreiberkosten nicht enthalten.

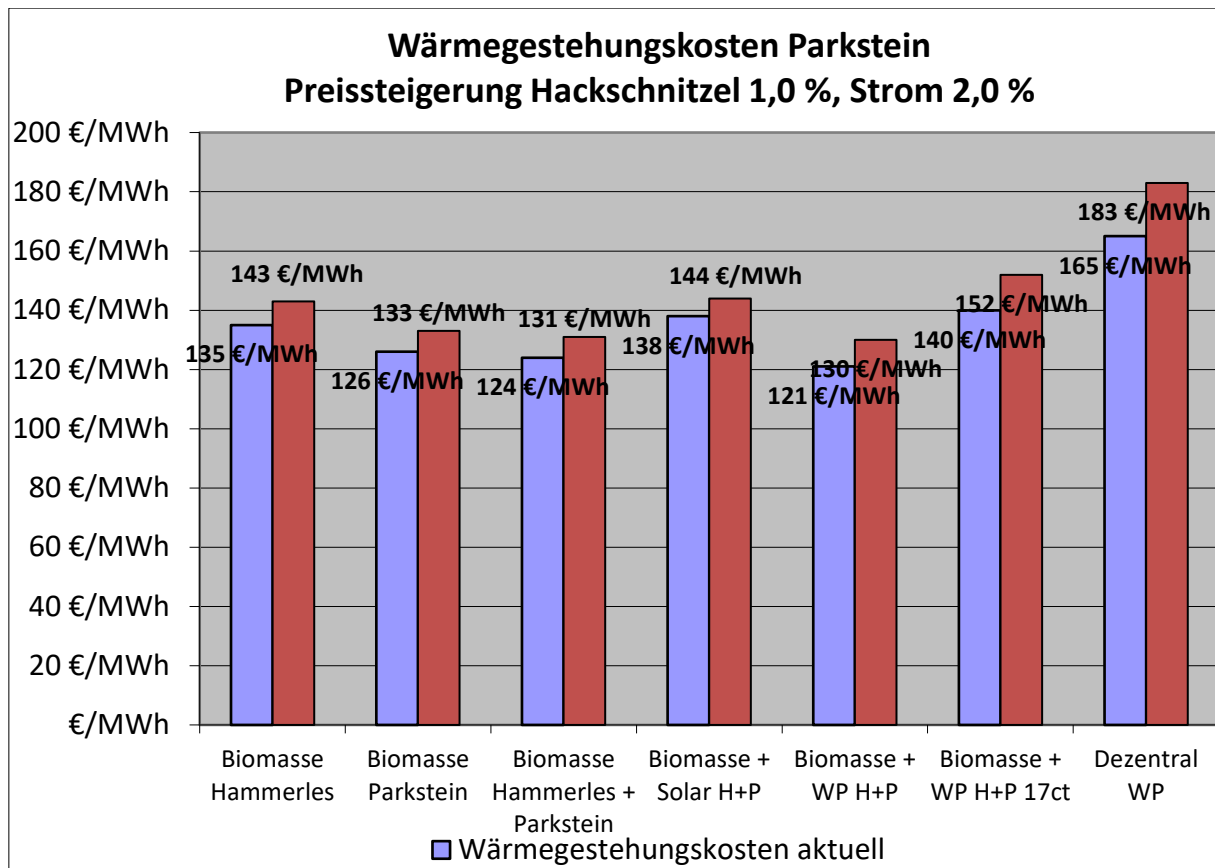


Abbildung 49: Variantenvergleich - Wärmegestehungskosten

Die höchsten Wärmegestehungskosten sind bei der dezentralen Einzelversorgung zu erwarten. Die geringsten Wärmegestehungskosten können bei dem gemeinsamen Wärmeverbundsystem mit der Lösung Biomasse-Heizwerk mit Wärmepumpe erreicht werden. Hier ist allerdings zu beachten, dass der Strom ein Großteil des genutzten Stroms über erneuerbare Energien vor Ort produziert werden müssen, da ein Strombezug aus dem Netz das gesamte Wärmenetz sehr unattraktiv machen würde.

Bei der Preisfestlegung müssen noch die gesetzlichen Abgaben (u.A. MwSt.) und die Betreiberkosten berücksichtigt werden. Diese werden den Wärmepreis entsprechend noch nach oben verändern. Was ebenfalls bei diesen Berechnungen nicht berücksichtigt worden ist, sind die Betriebskostenzuschüsse für Solarthermie-Anlagen sowie Wärmepumpen innerhalb den ersten 10 Jahre.

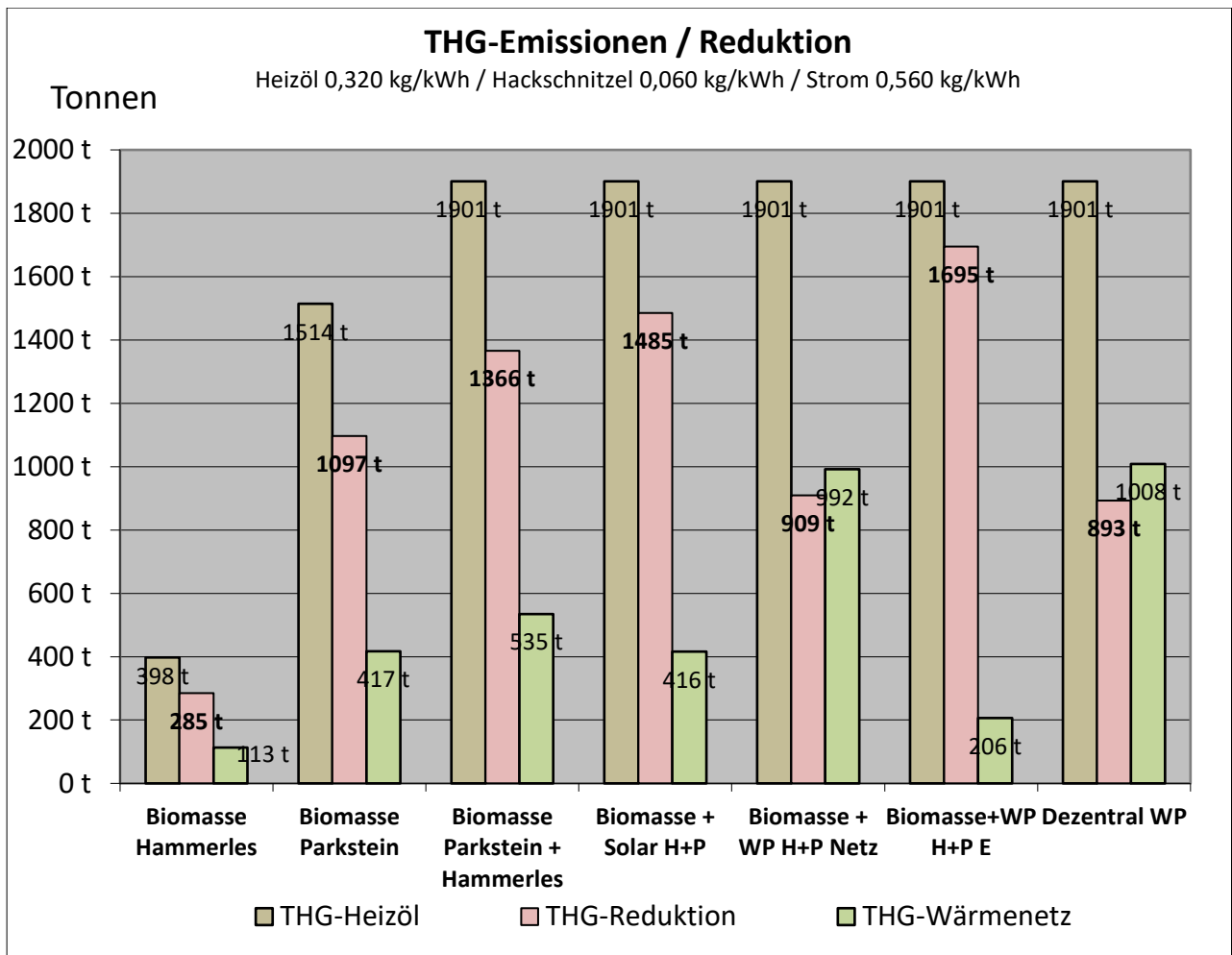


Abbildung 50: THG-Emissionen

Den größten Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemissionen haben neben den Hackschnitzeln, der Einsatz von vor Ort produziertem erneuerbarem Strom. In der Variante Biomasse-Heizwerk mit Wärmepumpenbetrieb aus erneuerbarem Strom können die CO₂-Emissionen von aktuell 1.901 Tonnen **um 89 % auf 206 Tonnen** reduziert werden.

11.3 Empfehlung

Die gemeinsame Wärmeverbundlösung für Parkstein und Hammerles ist sowohl investitions- als auch betriebskostentechnisch eine äußerst interessantere Lösung. Wichtig vor der Umsetzung ist die nochmalige detaillierte Information und Abfrage der Bürger über die Anschlussbereitschaft. Mit einer höheren Anschlussbereitschaft der Bürger ist die Wirtschaftlichkeit des Netzes noch besser gegeben. Gleichzeitig kann der Wärmegestehungspreis und somit der Wärmebezugspreis für die Bürger weiter reduziert werden, was die Akzeptanz noch weiter anheben kann. Des Weiteren können die Treibhausgasemissionen mit einem gemeinsamen Wärmenetz, auf Basis von erneuerbaren Energien, sehr stark reduziert werden, wodurch man einen sehr großen Meilenstein in Richtung der Klimaziele in der Marktgemeinde Parkstein erreichen kann.

12 Anhang

12.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarten Markt Parkstein (Bayernatlas)	7
Abbildung 2: Entwicklung der Einwohner in der Marktgemeinde Parkstein	8
Abbildung 3: Flächennutzung in der Marktgemeinde Parkstein	9
Abbildung 4: Erzeugungsanlagen für Erneuerbaren Strom im Marktgebiet Parkstein	11
Abbildung 5: Entwicklung des Zubaus von Neu-PV-Anlagen	12
Abbildung 6: Leistung und Ertrag der installierten PV-Anlagen im Marktgebiet Parkstein	12
Abbildung 7: Stromerzeugung und Wärmebereitstellung der Biogas-KWK-Anlagen in Parkstein	13
Abbildung 8: Leistung und Stromerzeugung der aktiven Wasserkraftanlage in Parkstein	14
Abbildung 9: Geförderte solarthermische Anlagen im Jahr 2021 bis 40m ² in Parkstein	15
Abbildung 10: Geförderte Biomasseanlagen in Parkstein von 2001 bis 2021	16
Abbildung 11: Wärmepumpenenergie im Jahr 2021	17
Abbildung 12: Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen mit Nutzung von Erdgas im Marktgebiet Parkstein	18
Abbildung 13: Speicherkapazitäten im Markt Parkstein	19
Abbildung 14: Stromverbrauch im Marktgebiet Parkstein nach Verbrauchern	20
Abbildung 15: Nutzung von Landfläche und Gebäuden im Marktgebiet Parkstein	21
Abbildung 16: Heizwärmebedarf für Gebäude nach Altersklasse und Ausführungsstandard	22
Abbildung 17: Altersstruktur der Wohnflächen in Parkstein	23
Abbildung 18: Heizwärmebedarf in Parkstein nach Baualtersklassen	23
Abbildung 19: Entwicklung der Wohnfläche und des Heizwärmebedarfs im Bestand	24
Abbildung 20: Heizwärmebedarf nach Energieträgern und THG-Emissionen im Gebäudebestand	25
Abbildung 21: Erdgasverbrauch der letzten drei Jahre, eingeteilt nach Verbrauchern	26
Abbildung 22: Anteiliger Wärmebedarf nach Verbrauchssektoren	26
Abbildung 23: Aufteilung der Wärmebereitstellung von insgesamt 30.700 MWh	27
Abbildung 24: THG-Emissionen für Strom und Wärme nach Energieträgern	29
Abbildung 25: Bereits genutztes Waldholz im Marktgebiet	30
Abbildung 26: Mögliche Energieeinsparung und Mehrverbrauch im Sektor Strom	31
Abbildung 27: Szenario 2045 Energiebedarf und Emissionen für Wärme im Wohngebäudebestand	33
Abbildung 28: Wärmebedarf im Bestandsjahr 2021 und im Szenario Klimaneutralität bis 2045	34
Abbildung 29: Jahreswärmebedarf je Gebäude	35
Abbildung 30: Gebäudebestand Wärmekataster	36
Abbildung 31: Klimaschutz-Szenario Wärmekataster	37
Abbildung 32: Luftbild BayernAtlas mit den Untersuchungsgebieten	38
Abbildung 33: Wärmebedarf Gebäudebestand - Dorfgebiet Hammerles	39
Abbildung 34: mögliches Wärmenetz Dorfgebiet Hammerles	40
Abbildung 35: Jahresdauerlinie Wärmerezeuger	42
Abbildung 36: Variantenvergleich - Investitionskosten	44
Abbildung 37: Variantenvergleich – Jahresgesamtkosten	45
Abbildung 38: Variantenvergleich – Wärmegestehungskosten Hammerles	46
Abbildung 39: Wärmebedarf Marktgemeinde Parkstein	47
Abbildung 40: mögliches Wärmenetz Marktgemeinde Parkstein	48
Abbildung 41: optimiertes Wärmenetz Marktgemeinde Parkstein	49
Abbildung 42: Jahresdauerlinie Wärmerezeuger Parkstein	51

Abbildung 43: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger Parkstein + Hammerles	53
Abbildung 44: Jahresdauerlinie Wärmeerzeuger Parkstein + Hammerles – Sommeranteil	55
Abbildung 45: Energiebeitrag der Solarthermieanlage über das gesamte Jahr	55
Abbildung 46: ungeordnete (oben) und geordnete (unten) Jahresdauerlinie Parkstein+Hammerles	57
Abbildung 47: Variantenvergleich – Investitionskosten	60
Abbildung 48: Variantenvergleich – Jahresgesamtkosten	61
Abbildung 49: Variantenvergleich - Wärmegestehungskosten	62
Abbildung 50: THG-Emissionen	63

12.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wärmebelegungsichte Hammerles	40
Tabelle 2: Brennstoffbedarf Hammerles	41
Tabelle 3: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 1	43
Tabelle 4: Wärmebelegungsichte Parkstein.....	50
Tabelle 5: Brennstoffbedarf Parkstein	50
Tabelle 6: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 1	52
Tabelle 7: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 2	54
Tabelle 8: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 3	56
Tabelle 9: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 4: Strompreis WP-Strom 17 ct/kWh.....	58
Tabelle 10: Vollkostenrechnung nach VDI 2067 – Variante 4: Strompreis WP-Strom 10 ct/kWh	59

12.3 Abkürzungen

AG	Aktiengesellschaft
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEV	Elektroauto mit Batterie
BGF	Bruttogeschossfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ in t /a	Kohlenstoffdioxidemissionen in Tonnen pro Jahr
dena	Deutsche Energie-Agentur GmbH
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnEV Neubaustandard	Festlegung des maximal zulässigen Jahresprimärenergiebedarfs Q_p und der Transmissionswärmeverluste H_t für einen Neubau gem. EnEV
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistung
HKW	Heizkraftwerk
H_o	oberer Heizwert
H_t	Transmissionswärmeverluste nach EnEV
H_u	unterer Heizwert
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt
KEM	Kommunales Energiemanagement
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KfW 100 (Sanierung)	Nach Förderrichtlinien der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW): Jahresprimärenergiebedarf darf max. 100% des EnEV Neubaustandards erreichen und die Transmissionswärmeverluste maximal 115%.
KMU	Kleine und Mittlere Unternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung

LfU	Landesamt für Umwelt
NF	Nutzfläche
NGF	Nettogrundfläche
PEV	Primärenergieverbrauch
PHEV	Plug-in Hybriden
PV	Photovoltaik
Q _p	Jahresprimärenergiebedarf nach EnEV
RLT-Anlage	Raumlufttechnische Anlage
S _{rm}	Schüttraummeter
THG	Treibhausgas
TWW	Trinkwarmwasser
UBA	Umweltbundesamt
VDEW	Verband der Elektrizitätswirtschaft e. V.
WRG	Wärmerückgewinnung
WSVO	Wärmeschutzverordnung
wb	witterungsbereinigt, Witterungsbereinigung
WW	Warmwasser

12.4 Einheiten

°C	Grad Celsius
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunde
ha	Hektar
kg	Kilogramm
kg/kWh _{el}	Kilogramm pro Kilowattstunde elektrisch
km	Kilometer
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
kWh _{el}	Kilowattstunde elektrisch
kWh _{th}	Kilowattstunde thermisch
kW _{Peak}	Kilowattpeak: Maßeinheit für die genormte Leistung (Nennleistung) einer Solarzelle.
m ²	Quadratmeter
m ³ /h	Volumenstrom in Kubikmeter pro Stunde
mWs	Meter Wassersäule
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunde
MWh _{el}	Megawattstunden elektrisch
MWh _{th}	Megawattstunden thermisch
Nm ³	Normkubikmeter
Pkm	Personenkilometer
t	Tonne
Mt	Mega-Tonnen

12.5 Pläne

1. Gebäudebestand – Nutzung nach digitaler Flurkarte
2. Gebäudebestand – Jahreswärmebedarf nach Kennwerten
3. Wärmekataster – Bestand
4. Wärmekataster – Sanierung Referenzszenario
5. Wärmekataster – Sanierung Effizienzscenario
6. Wärmenetz Ortsteil Hammerles
7. Wärmenetz Ortsteil Parkstein V1
8. Wärmenetz Ortsteil Parkstein V2

**Energienutzungsplan
Gemeinde Parkstein**



**Gebäude- und
Flächennutzung**

M 1:5.000



Stand 2023

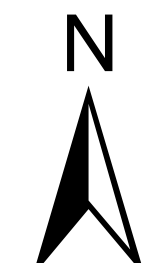
Legende

Gebäudetypen

- Wohngebäude
- Gewerbegebäude
- Öffentlich/Kommunal
- Sonstige

Fläche-Nutzungsarten

- Wohnbaufläche
- Industrie- und Gewerbefläche
- Fläche gemischter Nutzung
- Fläche besonderer funktionaler Prägung
- Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche
- Straßenverkehr
- Platz
- Weg
- Fließgewässer
- Stehendes Gewässer
- Friedhof
- Wald
- Landwirtschaft
- Gehölz
- Unland/Vegetationslose Fläche



Energienutzungsplan
Gemeinde Parkstein



Wärmebedarf
Bestandsgebäude









M 1:5.000



Stand 2023

Legende

Jahreswärmebedarf kWh/a

-  kein Wärmebedarf/unbekannt
-  < 25.000
-  25.000 - 50.000
-  50.000 - 100.000
-  100.000 - 250.000
-  250.000 - 500.000
-  500.000 - 1.000.000
-  > 1.000.000



Energienutzungsplan
Gemeinde Parkstein



Wärmekataster
Bestand

M 1:5.000



Stand 2023

Legende

Wärmebedarfsdichte

- < 200 MWh/ha
- 201 - 300 MWh/ha
- 301 - 400 MWh/ha
- 401 - 500 MWh/ha
- 501 - 600 MWh/ha
- 601 - 700 MWh/ha
- > 700 MWh/ha



Energienutzungsplan
Gemeinde Parkstein



Wärmekataster
Klimaschutz-Szenario








M 1:5.000



Stand 2023

Legende

Wärmebedarfsdichte

-  < 200 MWh/ha
-  201 - 300 MWh/ha
-  301 - 400 MWh/ha
-  401 - 500 MWh/ha
-  501 - 600 MWh/ha
-  601 - 700 MWh/ha
-  > 700 MWh/ha



Energienutzungsplan
Gemeinde Parkstein






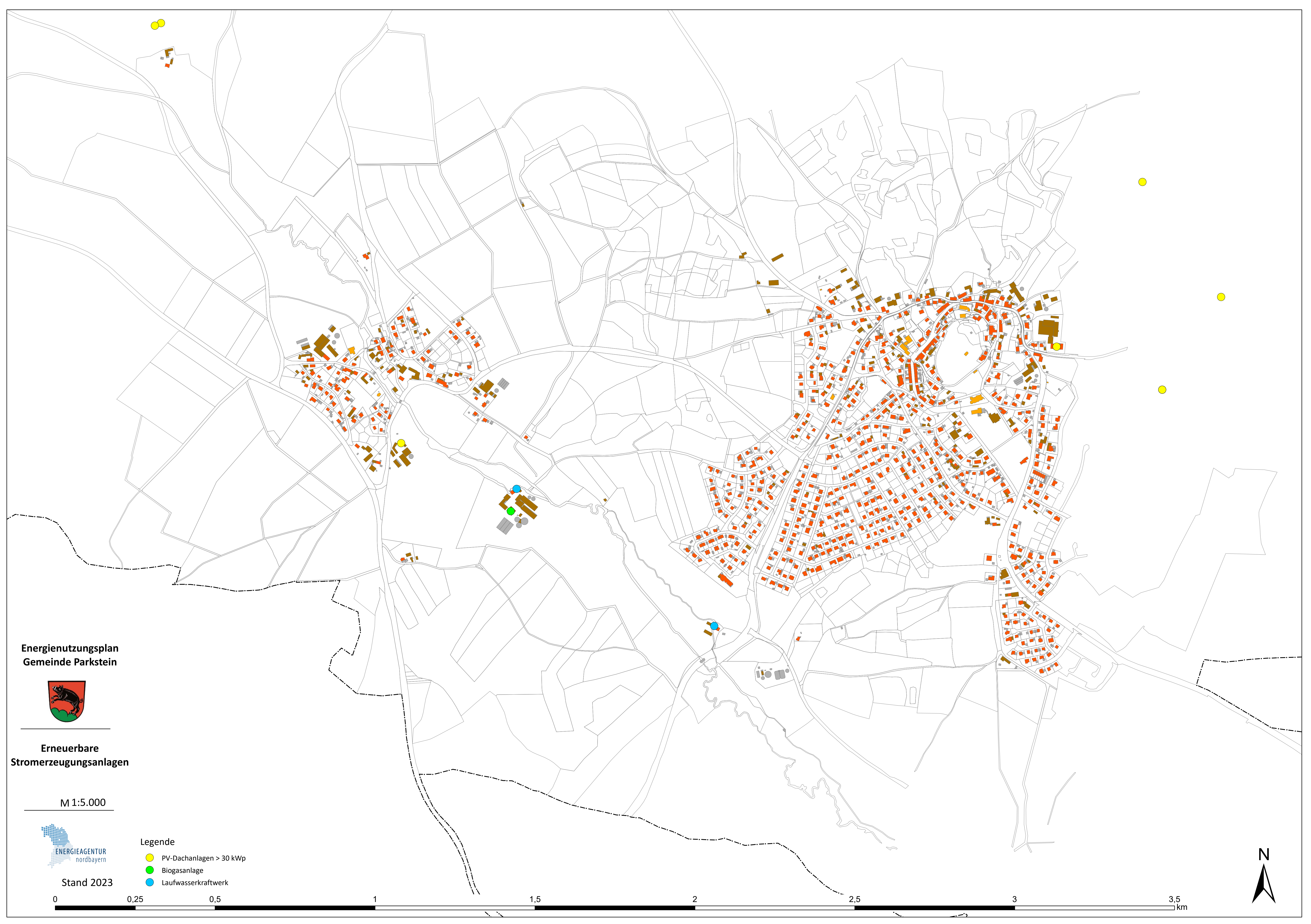
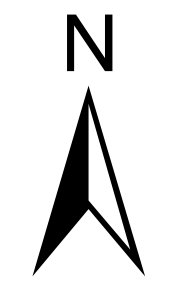
Erneuerbare
Stromerzeugungsanlagen

M 1:5.000



Stand 2023

- Legende
-  PV-Dachanlagen > 30 kWp
 -  Biogasanlage
 -  Laufwasserkraftwerk



Energienutzungsplan Markt Parkstein



Wärmenetz Hammerles

M 1:3.000



Stand 2023

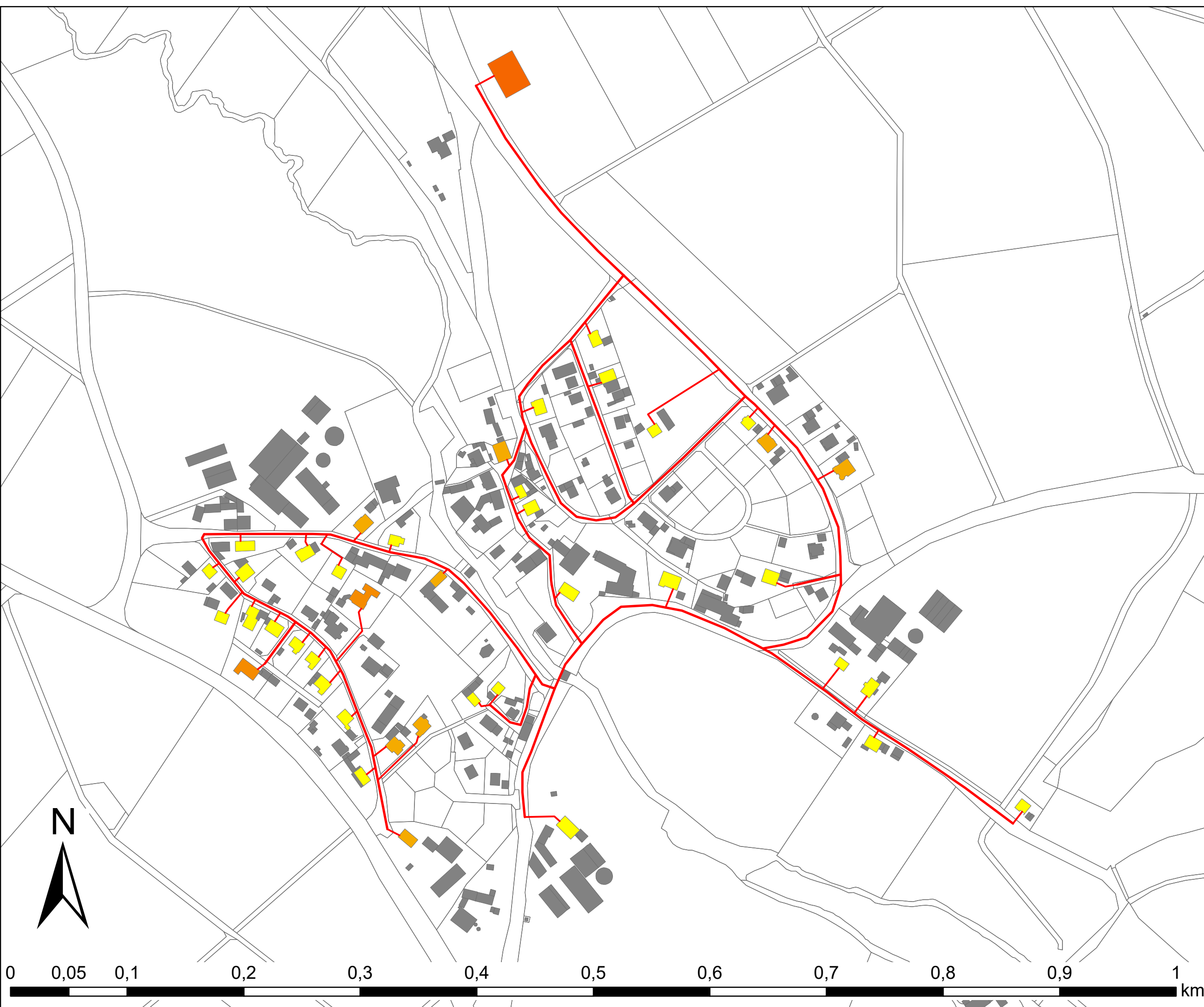
Legende

Wärmenetz Hammerles

- Hauptleitung
- Anschlussleitung

Wärmebedarf kWh/a

- kein Anschluss
- < 25.000
- 25.000 - 50.000
- 50.000 - 100.000
- 100.000 - 250.000
- 250.000 - 500.000
- 500.000 - 1.000.000
- > 1.000.000



Energienutzungsplan Markt Parkstein



Wärmenetz Parkstein Variante 1



M 1:5.000











Stand 2023

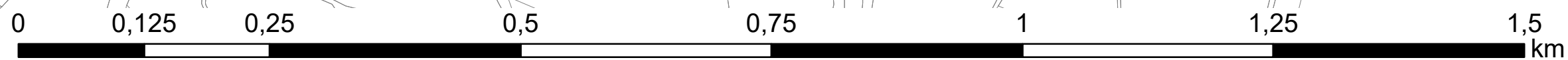
Legende

Wärmenetz Parkstein

-  Hauptleitung
-  Anschlussleitung

Wärmebedarf kWh/a

-  kein Anschluss
-  < 25.000
-  25.000 - 50.000
-  50.000 - 100.000
-  100.000 - 250.000
-  250.000 - 500.000
-  500.000 - 1.000.000
-  > 1.000.000



Energienutzungsplan Markt Parkstein



Wärmenetz Parkstein Variante 2

M 1:5.000



Stand 2023

Legende

Wärmenetz Parkstein

- Hauptleitung
- Anschlussleitung

Wärmebedarf kWh/a

- kein Anschluss
- < 25.000
- 25.000 - 50.000
- 50.000 - 100.000
- 100.000 - 250.000
- 250.000 - 500.000
- 500.000 - 1.000.000
- > 1.000.000

