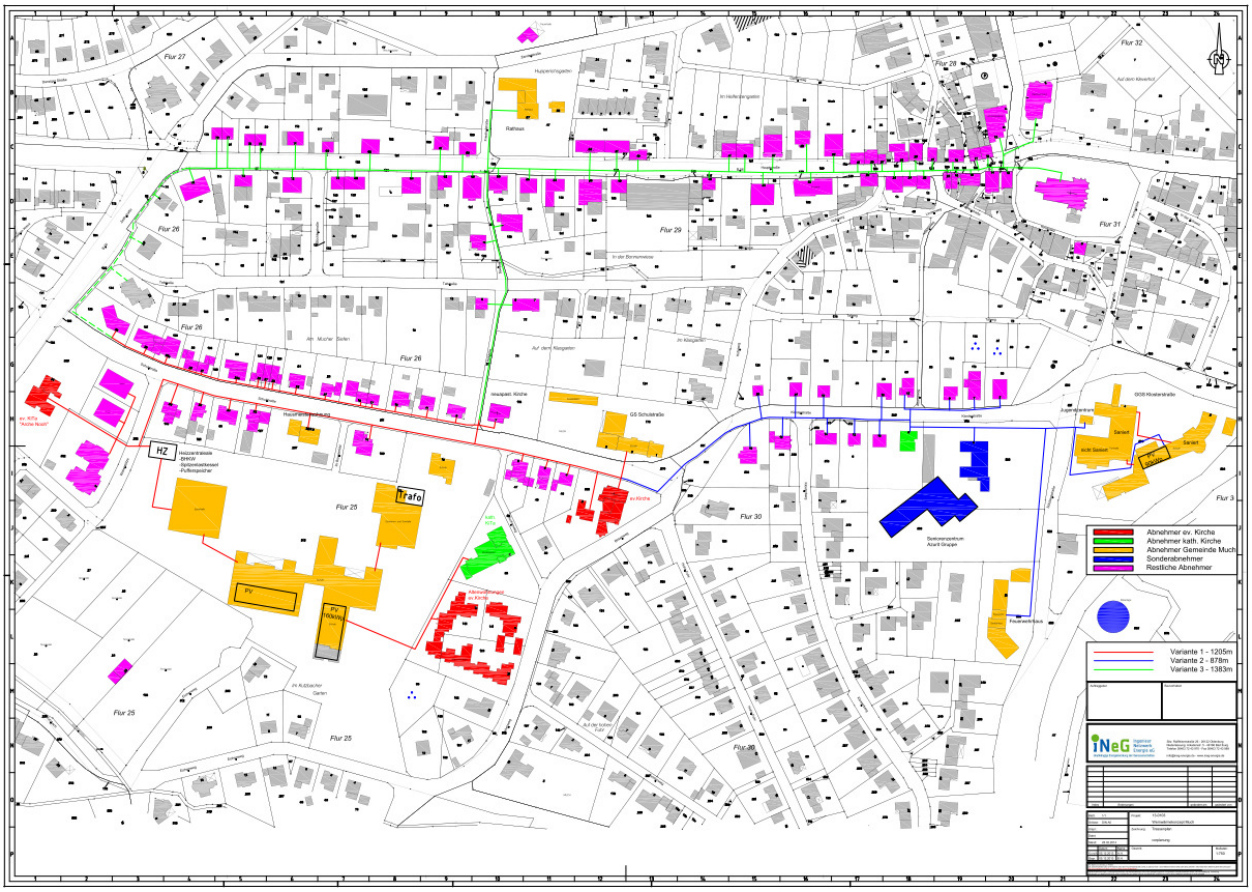
Feinkonzept

KWK-Modellkommune 2012-2017



Feinkonzept

KWK Modellkommune 2012 bis 2017

KWK und Nahwärmeversorgung für das Quartier „Schulstraße/ Klosterstraße“ in Much

Auftraggeber:

Gemeinde Much

Hauptstraße 57

53804 Much

Auftragnehmer:

IngenieurNetzwerk Energie eG

Raiffeisenstraße 26

26122 Oldenburg

Niederlassung:

Arkadenstraße 5

49186 Bad Iburg

Bearbeiter:

Dipl.-Wirt.-Ing. Bastian Hoffmann

27.03.2014

Inhalt

1 Einleitung 5
2 Ausgangssituation und Motivation 6
3 Zielsetzung und Untersuchungsgegenstand 9
4 Vorgehen 11
5 Bestandsaufnahme 13
5.1 Öffentliche und kirchliche Einrichtungen 13
5.1.1 Öffentliche Einrichtungen der Gemeinde Much 13
5.1.2 Evangelische Kirche 19
5.1.3 Katholische Kirche 21
5.1.4 Neuapostolische Kirche 22
5.2 Private Gebäude 23
5.2.1 Einfamilienhäuser 24
5.2.2 Wohn- und Geschäftshäuser 24
5.3 Sonderabnehmer 26
5.3.1 Azurit Seniorenzentrum „Altes Kloster“ 27
5.3.2 Waldfreibad 27
5.3.3 Kläranlage 27
5.4 Zusammenfassung 28
6 Bedarfsprognose 29
6.1 Zusammenfassung 30
7 Szenarioentwicklung 31
7.1 Bildung von Quartieren / Abnehmergruppen 31
7.2 Definition von Ausbaustufen und Trassenverlauf 34
7.3 Dimensionierung der Wärmeerzeugung 34
7.4 Beschreibung der Ausbaustufen 38
7.4.1 Ausbaustufe I – Schulstraße 38
7.4.2 Ausbaustufe II – Schulstraße / Klosterstraße 41
7.4.3 Ausbaustufe III – Schulstraße / Klosterstraße (Verdichtung) 44
7.4.4 Ausbaustufe IV – Schulstraße / Klosterstraße / Hauptstraße 47
8 Szenariobewertung 50
8.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Nahwärmenetz 51

8.1.1 Ermittlung der Investitionskosten 51
8.1.2 Finanzierung und Förderung 53
8.1.3 Ermittlung der Jahresausgaben 55
8.1.4 Ermittlung der Jahreseinnahmen 57
8.1.5 Einnahmen aus Wärmeverkauf 57
8.1.6 Einnahmen aus Stromverkauf 58
8.1.7 Gesamtwirtschaftlichkeit des Wärmenetzes 60
8.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anschlussnehmer 61
8.3 Ökologische Bewertung 63
8.4 Projektbeteiligten und -organisation: 66
8.5 Weiteres Vorgehen 69
9 „Die Vision“ – Optimierung der Stromnutzung 72
9.1 Phase I 73
9.2 Phase II: 74
9.3 Phase III 75
10 Bewertung 76
10.1 Beitrag zu den Grundlegen Zielen des Ziel 2-Programmes 76
10.1.1 Verbesserung der Innovationsfähigkeit in der Kommune 76
10.1.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit in der Kommune 77
10.1.3 Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen 77
10.2 Beitrag zu den Querschnittszielen des Ziel 2-Programms 78
10.2.1 Chancengleichheit 78
10.2.2 Beitrag zur Umweltgerechten Entwicklung 78
10.2.3 Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung 79
10.2.4 Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemission in der Kommune 79
10.2.5 Steigerung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung in der Kommune 80
10.2.6 Übertragbarkeit des Feinkonzeptes auf andere Kommunen 81
10.2.7 Beitrag zum Ausbau von kommunalen und regionalen KWK-Netzwerken 81
11 Zusammenfassung 82

1 Einleitung

Das Förderprogramm „KWK-Modellkommune 2012-2017“ ist unmittelbar in die KWK-Gesamtstrategie des Landes NRW eingebettet und stellt einen wesentlichen Baustein zur Erreichung des Zieles bis 2020 zumindest 25% des Stroms auf der Grundlage von Kraft-Wärme-Kopplung zu erzeugen. Grundgedanke ist, Kommunen beim Auf- und Ausbau ihrer KWK-Anteile an der Stromerzeugung zu unterstützen. Diese Unterstützung soll über die Bereitstellung von zusätzlichen Fördermitteln in einer Gesamthöhe von bis zu 25 Mio. EUR erfolgen. Gefördert werden insbesondere Projekte, die Modellcharakter besitzen und damit, im Sinne einer Blaupause, auf andere Kommunen übertragbar sind. – Projektträger ist das Forschungszentrum Jülich.

Die Umsetzung erfolgt in einem Fördermodell bestehend aus drei Phasen. In **Phase 1** können interessierte Kommunen ein Grobkonzept zur Steigerung des KWK-Anteiles an der Stromerzeugung vorlegen. Von diesen werden bis zu 15 Kommunen für die **Phase 2** ausgewählt, in der sie die Möglichkeit erhalten ihr Grobkonzept im Rahmen eines Feinkonzeptes weiter auszugestalten. Aus diesen Feinkonzepten werden bis zu drei Konzepte prämiert und auf diesem Weg bis zu drei Kommunen als "KWK-Modellkommunen" ausgewählt. In **Phase 3** schließlich erhalten die ausgewählten „KWK-Modellkommunen“ eine Projektförderung, um das von ihnen zuvor entwickelte Feinkonzept operativ umzusetzen.

Zu den Gewinner-Kommunen der ersten Förderphase zählt auch das Grobkonzepten der Gemeinde Much, das im Rahmen dieser Untersuchung zu einem handlungsorientierten und umsetzungsfähigen Feinkonzept ausgestaltet werden soll. Die Erarbeitung des Feinkonzeptes erfolgte durch das Ingenieurbüro „IngenieurNetzwerk Energie eG“ **(iNeG)**. Die iNeG ist ein genossenschaftlich organisiertes und unabhänniges Ingenieurbüro im Verbund der Volks- und Raiffeisenbanken. Im Bereich der erneuerbaren Energien sowie der technischen Gebäudeausrüstung und Energieeffiziens begleitet die iNeG Projekte und trägt zu deren erfolgreicher Umsetzung bei.

Die durchgeführte Untersuchung gliedert sich in insgesamt vier Arbeitsphasen. So wird im ersten Schritt eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung der aktuellen Energiebedarfe sowie möglicher Einsparpotentiale. Anschließend wird auf dieser Basis eine Bedarfsprognose durchgeführt. Im nächsten Schritt werden die potentiellen Abnehmer zu räumlichen Quartieren zusammengefasst, für deren Erschließung im weiteren Verlauf Ausbaustufen definiert werden. Die ermittelten Ausbaustufen werden anschließend einer ökonomischen sowie ökologischen Bewertung unterzogen.

2 Ausgangssituation und Motivation

Die Gemeinde Much mit rund 15.000 Einwohnern liegt im Rhein-Sieg Kreis, 30 km nordöstlich von Bonn und 35 km östlich von Köln, nahe der Grenze zum Oberbergischen Kreis und dem Rheinisch-Bergischen Kreis. Die Gemeinde umfasst eine Fläche von rund 78 Quadratkilometern. Neben den Hauptorten Much und Marienfeld gehören 110 kleinere Dörfer und Weiler zur Gemeinde. Die gemeindliche Entwicklung hat sich vor allem auf den Zentralort Much konzentriert. Die Einwohnerzahl insgesamt stieg in den letzten 20 Jahren von rund 10.500 auf nunmehr 15.000. Der landesplanerisch als Grundzentrum eingestufte Zentralort Much verfügt über ein gutes Angebot an Schulen und sonstigen öffentlichen Einrichtungen. Der entlang der Hauptstraße, zwischen Rathaus und Kirchplatz, konzentrierte Einzelhandel bietet neben der örtlichen Grundversorgung auch Angebote für den mittel- und langfristigen Bedarf.

Insgesamt besteht in Much ein hoher Kaufkraftabfluss, dem entgegengewirkt werden muss. Ein erster Schritt hin zu einer höheren Kaufkraftbindung sind die Märkte an der Wahnbachtalstraße. Allerdings befinden sie sich außerhalb des gewachsenen Einzelhandelszentrums entlang der Hauptstraße. Um einen Kaufkraftabfluss aus dem Zentrum und damit lediglich eine Verlagerung der Kaufkraft zu vermeiden und Synergien zwischen den Einzelhandelszentren entstehen zu lassen, ist der Ortskernentwicklung im Bestand und auf den vorhandenen Flächenpotentialen und der räumlich- funktionalen Verknüpfung der Zentren besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Die Gemeinde Much steht vor der Situation, das bisher Erreichte zu sichern und die Weichen für die Zukunft zu stellen. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung der Flächenpotentiale im Ortskern. Lösungen sind nur dann tragfähig, wenn die besonderen Stärken der Gemeinde, wie z.B. die landschaftlichen Potentiale und die hohe Lebensqualität, gewahrt bzw. weiter ausgebaut werden.

Much ist kein klassischer Gewerbestandort. Die gewerbliche Struktur der Gemeinde ist durch zahlreiche Handwerksbetriebe und mittelständische Unternehmen aus den Bereichen Stahl- und Maschinenbau, Holz- und Kunststoffverarbeitung sowie der Bauwirtschaft gekennzeichnet. Viele dieser Betriebe haben ihren Standort im Gewerbegebiet Bövingen. Darüber hinaus gibt es in Much viele landwirtschaftliche Betriebe. Ab Herbst 2013 stehen zwei neue Gewerbegebiete in Much-Bitzen und Much-Bövingen für die Vermarktung zur Verfügung. Die Erschließung und Vermarktung erfolgt durch das gemeinsame Kommunalunternehmen Much – Neunkirchen – Seelscheid, Anstalt des öffentlichen Rechts.

Im Zentralort Much befindet sich das Rathaus der Gemeinde. Außerdem gibt es hier ein Schulzentrum. Der Bereich des Schulzentrums Much umfasst nicht nur den Standort des Schulzentrums selbst (Gesamtschule und auslaufende Haupt- und Realschule, Mehrzweckhalle und Hallenbad), sondern bezieht auch umliegende Einrichtungen mit ein. Dabei handelt es sich um Standorte von zwei weiteren Grundschulen, Kindergärten, kirchlichen Einrichtungen, Altenheimen bzw. Altenwohnungen und die Feuerwache. Im Ortsteil Marienfeld gibt es eine weitere Grundschule.

Derzeit ist in der Gemeinde Much keine Fern- oder Nahwärmeversorgung vorhanden. An der Grundschule Marienfeld befindet sich ein Mini-BHKW auf Erdgasbasis. Der Grundversorger für Strom in der Gemeinde ist die RWE AG, für Erdgas die Rhenag. Einen Versorger für Nah- oder Fernwärme gibt es nicht.

Das wichtigste Konzept für den Energiebereich ist das Interkommunale Klimaschutzkonzept, das die Gemeinde im Jahr 2012 zusammen mit der Stadt Lohmar und der Gemeinde Ruppichteroth aufgestellt hat. Das Klimaschutzkonzept wurde aus der Klimaschutzinitiative des Bundes gefördert. Es enthält u.a. eine Energiebilanz für Much, Potenzialabschätzungen für erneuerbare Energien und für Effizienzpotenziale und vor allem Vorschläge für Maßnahmen, die sowohl überörtlich als auch speziell in Much für den Klimaschutz ergriffen werden können. (Bild 2). An erster Stelle wird bei diesen Maßnahmenvorschlägen das hier dargestellte Vorhaben **„KWK und Nahwärmeversorgung für das Quartier Schulstraße/Klosterstraße"** genannt. Darüber hinaus werden weitere Nahwärmeversorgungen in Gewerbegebieten und vor allem ein Auf- und Ausbau der Windenergie in Much vorgeschlagen. Die größten Potenziale für Energieeinsparungen und Energieeffizienz liegen im Bereich des Gebäudebestands (Wärme, Strom) sowie beim motorisierten Individualverkehr.

Maßnahmenvorschläge aus Much

m1 Nahwärmeversorgung (mit KWK, auch mit Hackschnitzeln) für das Schulzentrum Much (Schulen, Altenheime, auch Wohngebäude)

m2 energetische Verbesserung im kommunalen Gebäudebestand

m3 Ergänzung Windenergie: Überprüfung und Sicherung von Standorten, Überarbeitung des vorliegenden Gutachtens auf der Grundlage des aktuellen Windenergieerlasses NRW, möglichst interkommunal

m4 Gewerbegebiet Bövingen (neu): Sammelversorgung mit Hackschnitzeln planen (mit Forstbetriebsgemeinschaft, mit Lindner-Hotel), eventuell mit Betrieben im alten Gewerbegebiet Bövingen

m5 Gewerbegebiet Nackhausen: Neuen Bauhof (mit Gemeinde Neunkirchen-Seelscheid) mit erneuerbaren ET planen (Hackschnitzel, Scheitholz, Solarthermie)

m6 Herrenteich: Wasserkraft nutzen

Abbildung 1: Örtliche Maßnahmenvorschläge aus Much (Quelle: Interkommunales Klimaschutzkonzept, S. 108)

3 Zielsetzung und Untersuchungsgegenstand

Das Ziel des Projektes ist, eine KWK-gestützte Nahwärmeversorgung für das Quartier Schulstraße/Klosterstraße aufzubauen. Das Nahwärmenetz soll den engeren Bereich des Schulzentrums zum Ausgangspunkt nehmen und abschnittsweise weitere öffentliche und private Verbraucher mitversorgen.

Diese Ausbaustufen sowie ein entsprechender Trassenverlauf sollen im Rahmen der Studie definiert und untersucht werden. Für eine zukunftssichere Dimensionierung der KWK-Erzeugungsanlage und des Nahwärmenetzes muss eine Bestandsanalyse und eine anschließende Prognose des zukünftigen Wärme- und Strombedarfes durchgeführt werden. Ein besonderes organisatorisches Augenmerk ist darauf zu richten, die KWK-Stromerzeugung so einzurichten, dass ein möglichst großer Teil des erzeugten Stroms von den (Wärme-) Verbrauchern selbst genutzt und nur ein kleiner Teil ins Netz eingespeist wird. Weiterhin ist zu prüfen und darzustellen, ob und wie der Restwärmebedarf der Verbraucher mit Hilfe von Holzhackschnitzeln aus dem örtlichen Aufkommen gedeckt werden kann.

Für die Übertragbarkeit des Mucher Projektes auf andere Gemeinden im ländlichen Raum, in denen es noch keine KWK-gestützte Nahwärmeversorgung gibt, ist neben den technischen Aspekten die organisatorische, rechtliche und wirtschaftliche Mitwirkung und Vernetzung der Beteiligten hervorzuheben: Es ist geplant, die Beteiligten in einer Erzeugungs- und Versorgungsgesellschaft (oder Genossenschaft) einzubinden, so dass die Gesellschafter einen großen Teil des erzeugten Stroms selbst nutzen können.

Untersuchungsgegenstand ist das Zentrum der Gemeinde Much – der Hauptort Much. Im Hauptort konzentrieren sich Arbeitsplätze sowie gewerbliche und öffentliche Infrastruktur (Abbildung 2).

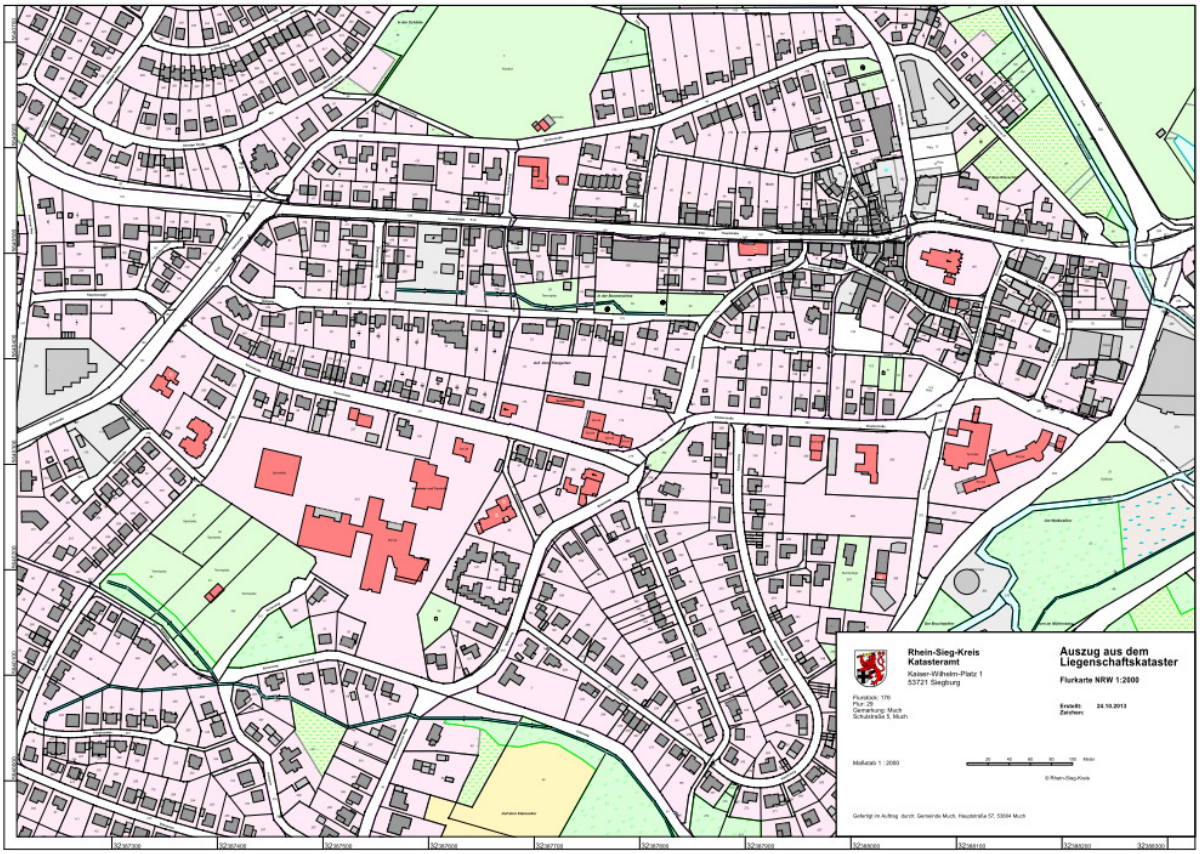


Abbildung 2: Gemeinde Much, Ortsplan des Hauptortes (Übersicht)

Während die meisten Einzelhandelsgeschäfte an der Hauptstraße (B 56) zu finden sind, liegt südlich der Hauptstraße der Bereich des „Schulzentrums Much" mit der Gesamtschule (bisher Haupt- und Realschule), Hallenbad, Mehrzweckhalle, zwei Grundschulen, Altenheimen, Altenwohnung, Kitas, kirchlichen Einrichtungen und der Feuerwehr. Das gesamte Areal wird ergänzt durch Wohnbebauung, überwiegend in Form von Einfamilienhäusern in lockerer Bauweise. Für diese Verbraucher soll eine Nahwärmeversorgung auf der Basis von KWK aufgebaut werden.

4 Vorgehen

Für die Bearbeitung der unter Kapitel 3 erläuterten Aufgabenstellung wurde in dieser Studie ein Vorgehen gewählt, das sich in die folgenden vier Phasen (siehe Abbildung 3: Phasen-Meilenstein-Diagramm) untergliedert: Bestandsaufnahme, Bedarfsprognose, Szenarioentwicklung und Szenariobewertung.

In der **ersten Phase (Bestandaufnahme)** erfolgt für die eingangs definierten Wärmeabnehmer (Kapitel 3) zunächst eine Bestandsaufnahme anhand von Bestandsunterlagen und Energiecontrollingberichten sowie durch Vor-Ort-Termine mit den Gebäudeverantwortlichen. Im Fokus der Betrachtung stehen die Wärme- und Strombedarfe sowie Baujahr und Zustand von Gebäude, Wärmeerzeugung und Verteilung. Zudem werden auch Informationen zu bereits durchgeführten oder geplanten Sanierungen erfasst. Die so ermittelten Informationen werden als Ergebnis dieser Phase in Tabellarischer Form zusammengefasst – Status Quo.

Basierend auf den Ergebnissen der Bestandsaufnahme wird in der **zweiten Phase** eine **Bedarfsprognose** durchgeführt. Im Rahmen dieser Prognose werden im ersten Schritte die anzusetzenden Strom- und Wärmebedarfe ermittelt. Anschließend werden mögliche oder kurzfristig erfolgte Optimierungsmaßnahmen (z.B. Sanierung der Wärmeverteilung, Wärmedämmung, LED-Beleuchtung) aber auch bauliche Veränderungen bestimmt und bewertet. Anschließend werden die resultierenden Änderungen in eine Bedarfsprognose überführt.

In der folgenden **dritten Phase** werden die zu untersuchenden **Ausbaustufen definiert**. Dies erfolgt zunächst durch die Bestimmung einzelner Ausbaustufen. Je Ausbaustufe wird anschließend anhand von simulierten Jahreslastgängen die Dimensionierung der Wärmeerzeuger für Grund-, Mittel- und Spitzenlast sowie des Pufferspeichers vorgenommen und die Deckungsanteile bestimmt. Dies erfolgt analog auch für den erzielbaren Strom-Eigenverbrauch. Abschließend werden die auf diese Weise definierten Ausbaustufen beschrieben.

Eine **Bewertung** der ermittelten Ausbaustufen wird in der letzten von **vier Phasen** durchgeführt**.** In der Szenariobewertung erfolgt die Ermittlung einer Vorzugsvariante unter Berücksichtigung organisatorischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte. Den ersten Schritt stellt hier eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dar, in der zunächst Investitions-, Instandhaltungs- und verbrauchsgebundene Kosten sowie mögliche Jahreseinnahmen ermittelt werden und abschließend eine Gesamtwirtschaftlichkeitsbetrachtung je Variante durchgeführt wird. Im nächsten Schritt erfolgt eine Erweiterung dieser Betrachtung auf die Wärmeabnehmer.

Die Bewertung der ökonomischen Aspekte wird über die Ermittlung der möglichen CO2 Ersparnis definiert. Abschließend werden die Ergebnisse der Bewertungen zusammengefasst.

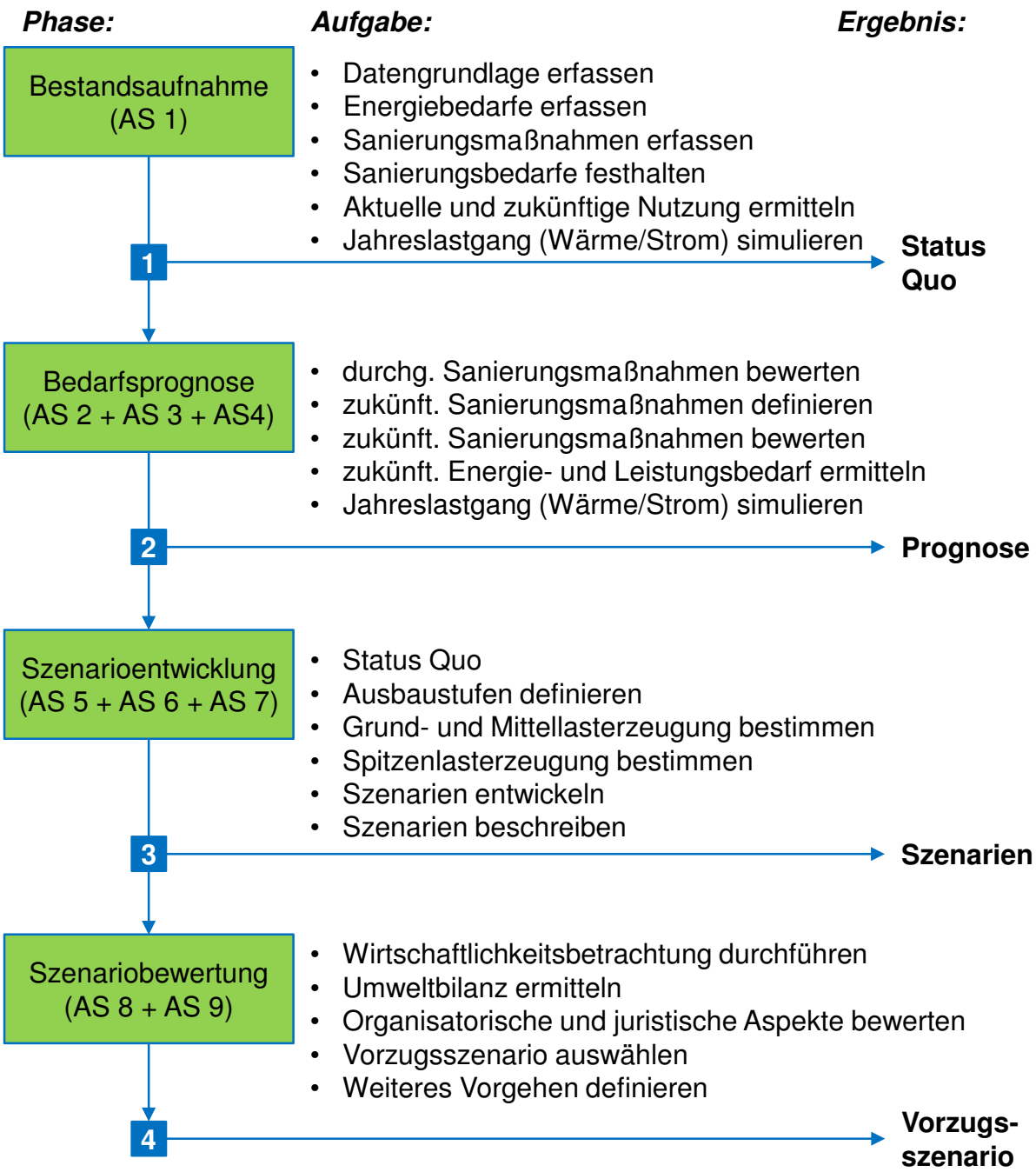


Abbildung 3: Phasen-Meilenstein-Diagramm

5 Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Bestandsaufnahme wird ein Status Quo als Ausgangszustand für die Untersuchung definiert. Hierzu werden Bestandsunterlagen und Energiecontrollingberichte gesichtet und Vor-Ort-Termine mit den Gebäudeverantwortlichen durchgeführt. Die betrachteten Gebäude können grob in die Kategorien öffentliche, private und gewerbliche Gebäude sowie Sonderabnehmer unterteilt werden. Eine detaillierte Bestandsaufnahme wurde für die öffentlichen Gebäude durchgeführt. – Ein Befragung der gewerblich genutzten Gebäude wurde jedoch im Vorgriff bereits angestoßen.

5.1 Öffentliche und kirchliche Einrichtungen

Zu den betrachteten öffentlichen Gebäuden gehören insgesamt 15 Liegenschaften der Gemeinde Much sowie der katholischen und evangelischen Kirche. Die Ergebnisse der durchgeführten Bestandsaufnahmen sind im Folgenden näher erläutert.

5.1.1 Öffentliche Einrichtungen der Gemeinde Much

Zu den Liegenschaft der Gemeinde Much zählen: Ein Schulzentrum mit Sporthalle und Schwimmbad sowie zwei Grundschulen, ein Jugendzentrum, ein Feuerwehrhaus mit Wohnungen und ein Rathaus (Abbildung 4).

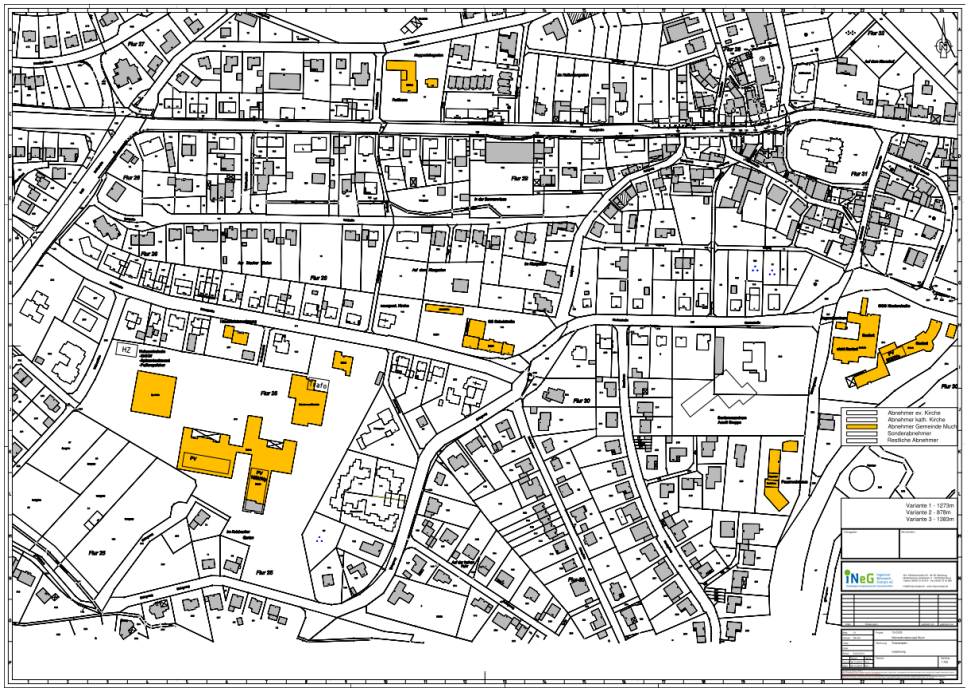


Abbildung 4: Gebäudeübersicht Gemeide

Schulzentrum: Das Schulzentrum (Schulstraße 10 - 14) setzt sich aus insgesamt 5 Gebäuden zusammen: Gesamtschule (Haupt- und Realschule), Sporthalle, Turn- und Schwimmhalle, Musikschule und Hausmeisterwohnung (siehe Abbildung 5).

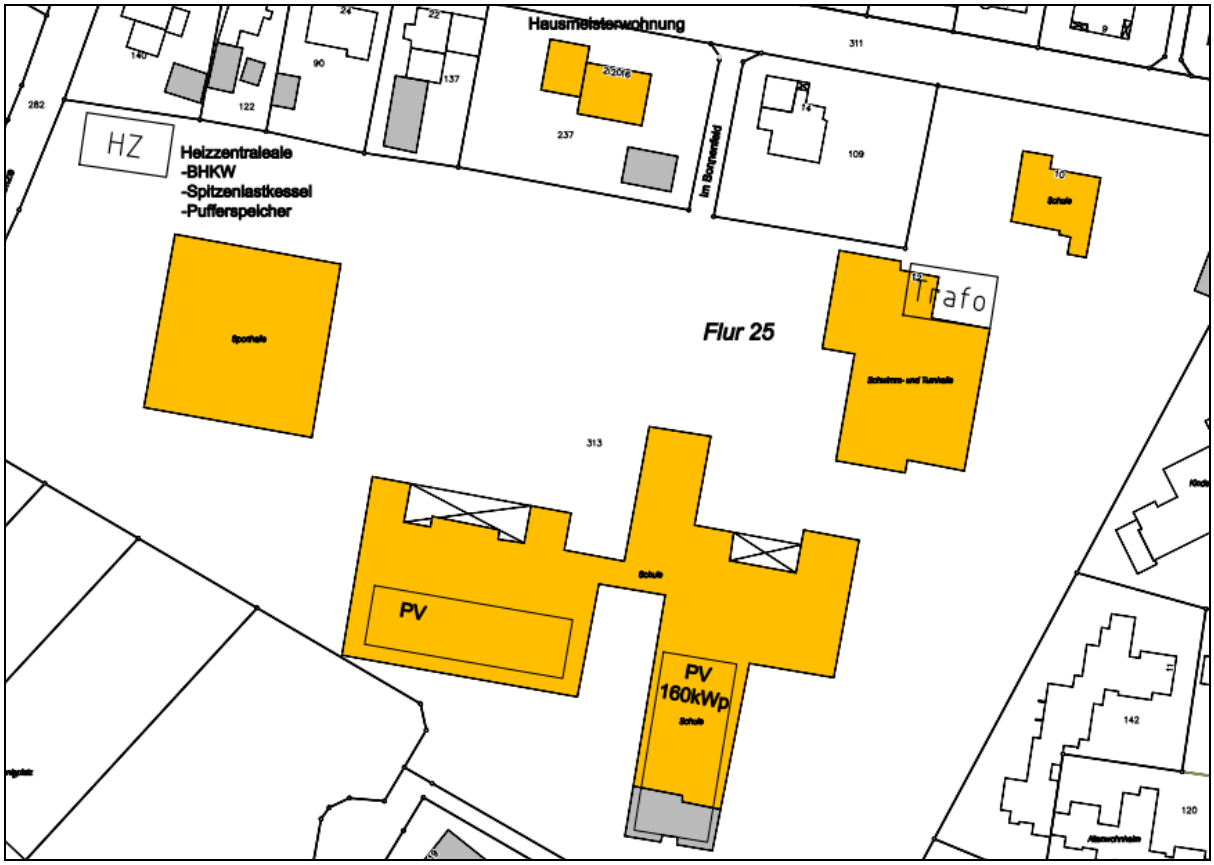


Abbildung 5: Übersicht Schulzentrum Much

Alle Gebäude werden über einen Wärmeverbund mit zentraler Heizungsanlage in der Sporthalle versorgt. Die vorhandene Heizungsanlage mit einer Gesamtleistung von 1.090 kW sowie der Wärmeverbund und die Übergabestellen in den einzelnen Gebäuden wurden in den Jahren 2002 -2003 installiert und sind damit Stand der Technik. Aufgrund des guten Zustands der Heizzentrale sowie des Wämeverbundes stellt das Schulzentrum einen guten Ausgangspunkt für die Entwicklung des geplanten KWK-Nahwärmenetzes dar. In einem Ebenfalls guten Zustand sind die Lüftungsanlagen für Schulgebäude, Aula, Mensa, Schwimm- und Turnhalle, da diese bereits mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet sind. Die Lüftungsanlage der Sporthalle hingegen verfügt über keine Form der Wärmerückgewinnung. Zudem kann die Beheizung der Halle nur über die Lüftung erfolgen.

Die Fenster des Schulgebäudes sowie Schwimm- und Turnhalle wurden in den vergangenen Jahren sukzessiv ausgetauscht und verfügen daher über eine ausreichende Wärmedämmung. Bei den Fenstern der Sporthalle handelt es sich teileweise um einfache Glasscheiben

mit schlechten Dämmeigenschaften und offenen Luftspalten. Für alle Gebäude gilt, dass ein Großteil von Fassade und Flachdach seit dem Bau des Schulzentrums in den 70er Jahren bautechnisch z.B. durch Dämmungsarbeiten nicht geändert wurden. Nach Aussage des Gebäudemanagements soll jedoch ein energetisches Sanierungskonzept für das Schulzentrums erstellt werden; die Ergebnisse sind im Rahmen des weiteren Projektfortschritts dringend zu berücksichtigen.

Für den Anschluss eines Blockheizkraftwerkes stehen am Schulzentrum zwei Transformatoren mit einer Nennleitung von 1.000 kVA zur Verfügung. Zur Eigenstromerzeugung ist die Errichtung einer Photovoltaikanlage mit ca. 160 kWp auf dem Dach des Schulzentrums vorgesehen. Der durch die PV-Anlage erzeugte Strom ist bei der Berechnung des möglichen Eigenverbrauch aus KWK-Strom zu berücksichtigen.

Die Wärme- und Strombedarfe für die Jahre 2006 - 2012 können den unten dargestellten Tabellen entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

		2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ø	Kommentar
Schulzentrum										
Jahresverbrauch mit Heizwert aus VDI	kWh/a		1.433.676	1.471.090	1.935.883	1.493.554	1.753.741		1.617.589	
Jahresverbrauch mit Heizwert aus Lieferung	kWh/a	1.436.301	1.398.694	1.428.679	1.863.578	1.419.080	1.674.679		1.536.835	
dto. Witterungsbereinigt (G20m)	kWh/a	1.612.781	1.568.466	1.575.742	1.797.162	1.710.579	1.811.258		1.773.000	Durchschnitt 2010 - 2013 da Umbau in 2010
dto. Witterungsbereinigt	kWh/a	1.436.301	1.396.836	1.403.316	1.600.506	1.523.398	1.613.059		1.495.569	

Abbildung 6: Heizenergiebedarf Schulzentrum aus Energie-Controlling Bericht 2012

		2006	2008	2009	2010	2011	2012
Jahresverbrauch	kWh/a	366.493	352.625	341.904	364.407	385.582	436.265
dto. bezugsgrößen-bereinigt	kWh/a	366.493	352.625	341.904	364.407	350.641	396.732

Abbildung 7: Schulzentrum: Jahresverbräuche Wärme und Strom 2006 bis 2012

GGS Klosterstraße: Die 1982 erbaute Grundschule am Standort Klosterstraße 1 besteht aus einem Schulkomplex sowie zwei angegliederten Sporthallen aus den Baujahren 1956 und 1989. Das Schulgebäude sowie eine Turnhalle wurden in 2011 und 2012 umfangreich wärmetechnisch saniert. Die Sanierung der zweiten Halle steht noch aus, da zunächst eine Entscheidung, bzgl. der weiteren Nutzung als Versammlungsstätte getroffen werden muss. Im Zuge der Sanierung der Wärmeerzeugungs- und Verteilungsanlage wurde eine kontrollierte Raumlüftung in der Schule eingebaut. Zur Vorerwärmung der Zuluft im Winter und zur Kühlung im Sommer wurde ein Erdkollektor zur Vorerwärmung im Außenbereich eingebaut.

Von der neuen Heizzentrale ausgehend werden die Turnhallen über jeweils einen bereits vorhandenen Wärmeverbund versorgt. Sowohl der Wärmeverbund als auch die Unterverteilungen in den Hallen sind veraltet und sollten saniert werden.

Zur Senkung der Strombezugskosten durch Eigenstromerzeugung ist in 2014 die Installation einer Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von ca. 90 kWp geplant. Ein Übersicht der Gas- und Stromverbräuche der Jahre 2006 -2012 für dieses Gebäude kann den folgenden Tabellen aus dem Jahresbericht des Energiecontrolling entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

		2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ø	Kommentar
GGS Klosterstraße										
Jahresverbrauch mit Heizwert aus VDI	kWh/a	0	553.699	670.432	776.775	640.782	696.913		556.434	
Jahresverbrauch mit Heizwert aus Lieferung	kWh/a	700.953	535.715	646.471	743.102	607.367	662.107		649.286	
dto. Witterungsbereinigt (G20m)	kWh/a	787.079	600.740	713.017	716.618	732.128	716.105		**710.948**	Durchschnitt 2011 - 2013, da Sanierung in 2011
dto. Witterungsbereinigt	kWh/a	700.953	535.003	634.995	638.202	652.014	637.745		633.152	

		2006	2008	2009	2010	2011	2012
Jahresverbrauch	kWh/a	102.783	106.229	98.347	97.535	104.786	99.391

Abbildung 8: GGS Klosterstraße: Jahresverbräuche Wärme und Strom 2006 bis 2012

GGS Schulstraße: Eine weitere Grundschule befindet sich am Standort Schulstraße 1-3. Das Gebäude wurde 1982 erbaut und 1999 modernisiert. Die Gebäudehülle ist aus wärmetechnischer Sicht in einem guten Zustand, sodass kurz oder mittelfristig keine weiteren Sanierungsarbeiten notwendig sind.

Im Gegensatz zu der Gebäudehülle wurde die Wärmeerzeugung und -verteilung im Rahmen der 1999 durchgeführten Sanierungsarbeiten nicht berücksichtigt und ist Sanierungsbedürftig. Der vorhandene Kessel auf Erdgasbasis ist bereits 27 Jahre in Betrieb.

In Bezug auf die weitere Nutzung des Gebäudes ist festzuhalten, dass die Grundschule an diesem Standort ausläuft und die zukünftige Nutzung des Gebäudes noch unklar ist. Voraussichtlich soll das Gebäude zukünftig für die Klassen fünf bis sechs des Schulzentrums sowie für die Nachmittagsbetreuung genutzt werden. Eine energetische Sanierung des Gebäudes ist nicht geplant. Ein Übersicht der Gas- und Stromverbräuche der Jahre 2006 -20012 für dieses Gebäude kann den folgenden Tabellen aus dem Jahresbericht des Energiecontrolling entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

		2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ø	Kommentar
GGS Schulstraße										
Jahresverbrauch mit Heizwert aus VDI	kWh/a		130.256	160.045	169.937	154.360	183.614		159.642	
Jahresverbrauch mit Heizwert aus Lieferung	kWh/a	178.031	126.122	154.336	162.651	140.469	174.440		156.008	
dto. Witterungsbereinigt (G20m)	kWh/a	199.906	141.430	170.223	156.854	169.323	188.667		171.067	Druchschnitt 2006 - 2013
dto. Witterungsbereinigt	kWh/a	178.031	125.954	151.596	139.691	150.795	168.022		152.348	

		2006	2008	2009	2010	2011	2012
Jahresverbrauch	**kWh/a**	23.848	21.164	19.026	15.542	18.894	20.259

Abbildung 9: GGS Schulstraße: Jahresverbräuche Wärme und Strom 2006 – 2012

Jugendzentrum: Das Jugendzentrum der Gemeinde Much befindet sich in einen Denkmalgeschützen Gebäude am Standort Klosterstraße 4. Als Wärmeerzeuger dient ein ca. 14 Jahre alter Ölkessel mit einer Nennleitung von 27 kW und einem Verbrauch von ca. 7000 Litern pro Jahr. Die vorhandene Verteilung entspricht ebenfalls nicht mehr dem Stand der Technik.

Hier sollte im Rahmen einer Sanierung ein Austausch der Pumpen sowie eine Wärmedämmung der Verteilung vorgenommen werden. Eine Sanierung der Fassade würde ebenfalls zu einer Verringerung des Nutzwärmebedarfes führen, wird aber zunächst aufgrund des Denkmalschutzes nicht angenommen.

Feuerwehr: Das Feuerwehrhaus mit angegliederten Wohnungen befindet sich an der Sülzbergstraße 12. Die benötigte Wärme für Feuerwehr (Maschinenhalle und Aufenthaltsraum) und Wohnungen wird über einen 25 Jahre alten Erdgaskessel mit einer Nennleitung von 60 kW bereitgestellt. Sowohl an den Komponenten der Wärmeerzeugung und Verteilung als auch an Fassade, Decke und Fenster wurden noch keine wärmetechnischen Sanierungsarbeiten vorgenommen. Mittelfristig ist somit von einer Reduzierung des Energiebedarfes durch Sanierungsmaßnahmen auszugehen.

Rathaus: Das Rathaus am Standort Hauptstraße 57 ist ein historisches Gebäude, das 1994 aufgestockt wurde. Die Wärmeerzeugung erfolgt über drei neuere Erdgasthermen aus dem 1999 mit 50 kW Leistung, die jeweils pro Etage mit einer separaten Verteilung vorgesehen sind. In den Jahren 2010 bis 2011 wurden mehrere wärmetechnische Sanierungsarbeiten an dem Gebäude durchgeführt. Unter anderem eine Dämmung der Fassade mittels Wärmedämmverbundsystem, ein Fensteraustausch und eine Dämmung im Dachbereich. Im Rahmen dieser Arbeiten wurde zudem eine Photovoltaikanlage mit einer Nennleistung von ca. 20 kWp zur Eigenstromerzeugung Installiert. Eine Übersicht der Gas- und Stromverbräuche der Jahre 2006 -20012 für dieses Gebäude kann den folgenden Tabellen aus dem Jahresbericht des Energiecontrolling entnommen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

		2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ø	Kommentar
Rathaus										
Jahresverbrauch mit Heizwert aus VDI	kWh/a		184.306	178.775	220.658	150.684	157.733		178.431	
Jahresverbrauch mit Heizwert aus Lieferung	kWh/a	165.118	178.438	172.432	211.399	142.865	149.700		169.992	
dto. Witterungsbereinigt (G20m)	kWh/a	185.406	200.096	190.181	203.865	172.211	161.909		167.060	Durchschnitt 2011 - 2013 da Sanierung in 2011
dto. Witterungsbereinigt	kWh/a	165.118	178.201	169.371	181.557	153.367	144.192		165.301	

		2006	2008	2009	2010	2011	2012
Jahresveränderung	kWh/a		13.083	4.253	16.439	-11.751	-20.926

Abbildung 10: Rathaus: Jahresverbräuche Wärme und Strom 2009 - 2012

5.1.2 Evangelische Kirche

In dem vorliegenden Feinkonzept wurden insgesamt drei Liegenschaften der evangelischen Kirche untersucht. Hierzu gehören ein Komplex mit Altenwohnungen, die Kirche mit Gemeindehaus und Pfarrhaus sowie die Kindertagestätte „Arche Noah“ (Abbildung 11). Die Ergebnisse der Bestandsaufnahme werden im Folgenden näher beschrieben. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

Abbildung 11: Übersicht Gebäude ev. Kirche

Altenwohnungen: Bei den Altenwohnungen der evangelischen Kirche handelt es sich um einen 1972 erbauten Wohnkomplex mit 20 Wohneinheiten, die über zwei 15 Jahre alte Ölkessel mit einer Gesamtleitung von 340 kW versorgt werden. Der Verbrauch liegt für das Jahr 2012 bei ca. 27.600 Litern Heizöl.

Eine umfangreiche wärmetechnische Sanierung wurde in 2012 durchgeführt. Im Rahmen der Sanierungsarbeiten wurde eine Außenisolierung aufgebracht und Fenster mit Isolierverglasung installiert. Eine Sanierung der Verteilung im Heizungsraum wurde hierbei nicht vorgenommen.

Ev. Kirche mit Gemeindehaus: Die 1955 erbaute Kirche und das 1985 angebaute Gemeindehaus am Standort Schulstraße Nr. 2 werden über einen 30 Jahre alten Erdgaskessel mit einer Leistung von 85 kW versorgt. Der jährliche Verbrauch beträgt ca. 131.716 kWh Erdgas. Bei dem angegliederten Pfarrhaus handelt es sich um ein Wohnhaus mit separater Heizungsanlage, das im Rahmen der Bestandsaufnahme nicht weitere betrachtet wurde. Bis auf den Einbau von Fenstern mit Isolierverglasung wurden seit der Errichtung keine weiteren wärmetechnischen Sanierungen an Fassade, Decke oder Verteilung vorgenommen.

Ev. Kindergarten „Arche Noah“: Die Kindertagesstätte Arche Noah am Standort Schulstraße 34 besteht aus zwei Gebäudeteilen die in den Jahren 1920 und 1993 erbau wurden. Die Gebäudeteile werden über eine neuwertige Erdgastherme mit einer Leistung von 60 kW mit Wärme versorgt. Bis auf den Einbau von Fenstern mit Isolierverglasung wurden seit der Errichtung keine weiteren wärmetechnischen Sanierungen an Fassade, Decke oder Verteilung vorgenommen. Insbesondere in Bezug auf den älteren Gebäudeteil besteht somit ein umfangreicher Sanierungsbedarf.

5.1.3 Katholische Kirche

Zu den betrachteten Gebäuden der katholischen Kirchen gehörten sowohl die Kindertagesstätte St. Martinus am Standort Birkenweg 7 als auch ein Pfarrheim am Standort Klosterstraße 7. Leider wurden seitens der katholischen Kirche für diese Gebäude weder Informationen zur Verfügung gestellt noch ein Vor-Ort-Termin zur Bestandsaufnahme ermöglicht. Aus diesem Grund konnte nur eine Außenbestandsaufnahme durchgeführt werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

Pfarrheim: Das Gebäude wurde augenscheinlich im Zeitraum 2000 bis 2010 erbaut und ist dementsprechend in einem sehr guten Zustand. Für das Pfarrheim wird ein Nutzwärmebedarf von 35 MWh/a angenommen.

Kindertagesstätte St. Martinus: Bei der Kindertagesstätte handelt es sich um ein bereits älteres Gebäude, das 1970/1980 erbaut wurde. Für dieses Gebäude sollte mittelfristig eine Sanierung durchgeführt werden. Im Rahmen dieser Bestandsaufnahme wurde für die Kindertagesstätte ein aktueller Nutzwärmebedarf von 90 MWh/a angenommen.

Abbildung 12: Kath. KiTa St. Martinus

Abbildung 13: Kath. Pfarrheim

5.1.4 Neuapostolische Kirche

Leider wurden für dieses Gebäude vom Nutzer keine Informationen zur Verfügung gestellt; auch ein Termin zur Bestandsaufnahme war nicht möglich. Im Rahmen eines Vor-Ort-Termins wurde jedoch eine Außenbestandsaufnahme durchgeführt (Abbildung 14). Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Wohnhaus, das entsprechend der Nutzung umgebaut wurde und nur für Veranstaltungen genutzt wird. Es kann somit von einem Nutzwärmebedarf von ca. 15 MWh/a ausgegangen werden. Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

Abbildung 14: Gebäude der Neuapostolischen Kirche

5.2 Private Gebäude

Neben der Betrachtung einer Nahwärmeversorgung für die öffentlichen Gebäude sollte im Rahmen einer **Verdichtung** auch der Anschluss privater sowie gewerblicher Gebäude im Trassenverlauf des Nahwärmenetzes berücksichtigt werden. Im Wesentlichen können für das betrachtete Gebiet zwei Typen unterschieden werden – Wohn- und Geschäftshäuser sowie Einfamilienhäuser. Letztere sind vorrangig im erweiterten Bereich des Schulzentrums (Schulstraße / Klosterstraße) sowie im Bereich der Trasse zum Rathaus anzufinden (Heidweg). Die Wohn- und Geschäftshäuser befinden sich, wie auch das Rathaus, an der Hauptstraße B56. Eine Übersicht der betrachteten Anschlussnehmer kann der folgenden Abbildung entnommen werden (Abbildung 15). Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

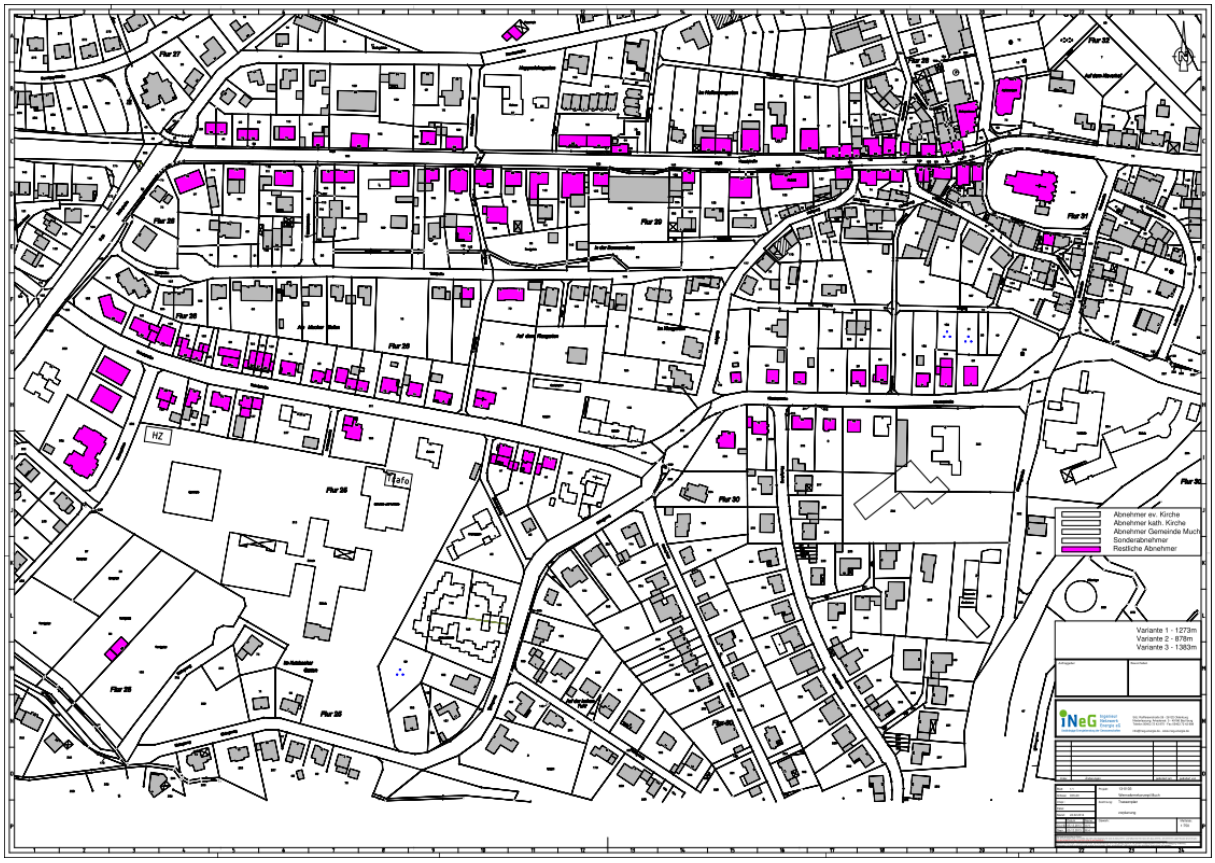


Abbildung 15: Übersicht Anschlussnehmer – Verdichtung

5.2.1 Einfamilienhäuser

Der Bereich um das Schulzentrum sowie entlang der Schulstraße und Klosterstraße ist geprägt von überwiegend Einfamilienhäusern (EFH) in lockerer Bauweise. Bzgl. der Gebäudesubstanz ist augenscheinlich davon auszugehen, dass ein Großteil der vorhandene Gebäude im Zeitraum von 1980 bis 1990 erbaut wurden und dementsprechend einen Nutzwärmebedarf von ca. 25 MWh/a haben. Entsprechend des Klimaschutzkonzeptes wird die benötigte Wärme in diesem Bereich zu 75% aus Öl und zu 25% aus Erdgas bereitgestellt. Insgesamt ergeben sich damit 36 weitere potentielle Anschlussnehmer für eine mögliche Verdichtung.

5.2.2 Wohn- und Geschäftshäuser

Die Bebauung im Bereich der Hauptstraße besteht überwiegend aus Wohn- und Geschäftshäusern (WGH) sowie vereinzelten Mehr- und Einfamilienhäusern. Ein Großteil der Gebäude wurde in den Jahren 1970 bis 1990 erbaut. Bei den restlichen Gebäuden handelt es sich entweder um Neubauten, die teilweise erst 2013-2014 erbaut wurden, sowie Altbauten aus den Baujahren 1950 bis 1960.

Zur Ermittlung des aktuellen Nutzwärmebedarfes sowie für die spätere Bedarfsprognose wurde für diese Gebäude eine Außenbestandaufnahme durchgeführt, deren Ergebnis in Abbildung 16 dargestellt ist. Auf Basis dieser Bestandsaufnahme ergeben sich für die Hauptstraße insgesamt 180 Wohneinheiten sowie ein aktueller Nutzwärmebedarf von ca. 1.785 MWh/a.

Im weiteren Verlauf des Projektes sollten diese Annahmen detailliert herausgearbeitet und geprüft werden. Die hierfür notwendige Befragung wurde im Rahmen der Studie bereits angestoßen.

Haus-Nr.:	Beschreibung	Wohneinheiten	Saniert	Nutzwärmebedarf in MWh/a
15	EFH	3	nein	25
16	WGH	3	nein	35
17	WGH	3	nein	35
18	WGH	4	nein	45
19	WGH	4	nein	45
20	WGH	3	nein	35
21	WGH	3	nein	35
22	WGH	2	nein	25
23	WGH	2	nein	25
24	WGH	2	nein	25
25	WGH	1	nein	15
26	WGH	2	nein	25
27	WGH	2	nein	25
28	WGH	3	nein	35
29	WGH	1	nein	15
30	WGH	3	nein	35
31	WGH	1	nein	15
32	WGH	2	nein	25
33	WGH	2	nein	25
34	Imbiss	0	nein	15
35	EFH	4	nein	30
36	Praxis	2	ja	40
37	WGH	2	nein	25
38	WGH	7	nein	35
39	WGH	3	nein	35
40	WGH	2	nein	25
41	WGH	3	nein	35
43-45	WGH	5	nein	100
44	WGH	8	nein	80
48	WGH	3	nein	35
49	WGH	3	nein	35
50	WGH	4	nein	45
51	WGH	2	nein	25
53a	WGH	3	nein	35
54	EFH	4	nein	30
56	EFH	3	nein	25
58	WGH	2	nein	40
59	EFH	3	nein	25
60	WGH	7	nein	50
61	EFH	3	nein	25
62	EFH	4	nein	30
62a	EFH	2	nein	15
64	EFH	3	nein	25
65	MFH	5	nein	35
68	MFH	6	ja	30
69	EFH	3	nein	25
70	EFH	4	nein	30
71	EFH	3	nein	25
73-75	MFH	6	ja	30
74	EFM	3	nein	25
76	MFH	6	Ja	30
76a	MFH	4	ja	20
79-77	MFH	6	Ja	30
-	Sparkasse	3	nein	50
-	Raiffeisenbank	3	nein	50
	Σ	180	Σ	1.785

Abbildung 16: Aufnahme Wohn- und Geschäftshäuser Hauptstraße

5.3 Sonderabnehmer

Neben den öffentlichen und privaten Gebäuden sollen zudem auch drei Sonderabnehmer betrachtet werden. Bei diesen handelt es sich um:

1. **Das Seniorenzentrum „Altes Kloster“ der Azurit Gruppe und**
2. **ein von der Bürgerstiftung betriebenes Waldfreibad sowie**
3. **eine Kläranlage des Aggerverbandes.**

Die genauen Positionen der einzelnen Abnehmer können der folgenden Abbildung 17 entnommen werden.

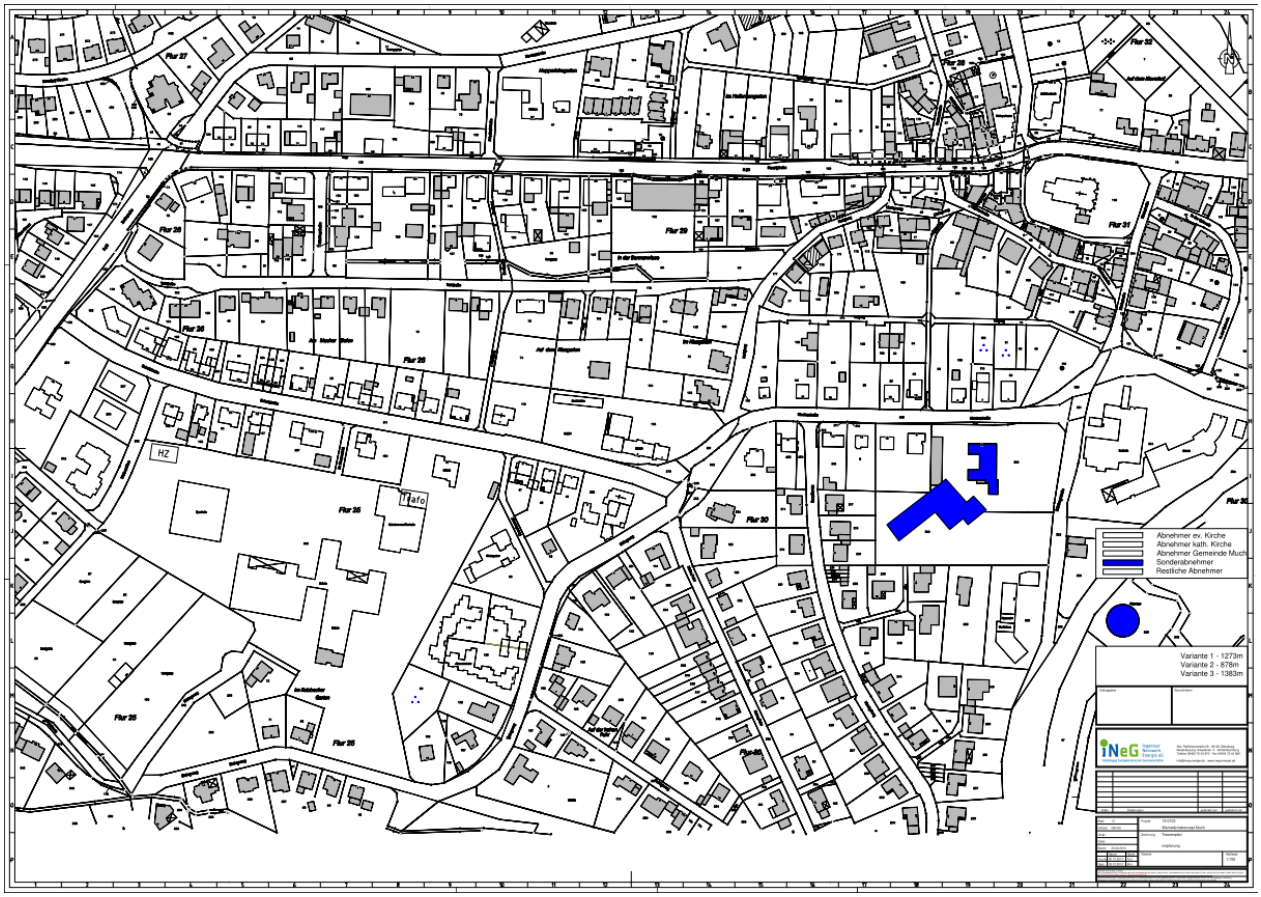


Abbildung 17: Übersicht Sonderabnehmer

Eine Zusammenfassung der Bestandsaufnahme ist in Abbildung 18 auf Seite 28 aufgeführt.

5.3.1 Azurit Seniorenzentrum „Altes Kloster“

Das Seniorenzentrum am Standort Klosterstraße 6 besteht aus einem historischen Gebäude – dem unter Denkmalschutz stehenden ehemaligen Kloster St. Josefshaus – und einem modernen Anbau aus dem Jahr 2009. Insgesamt stehen an diesem Standort 80 Pflegeplätze in Form von Einzel- und Doppelzimmern zur Verfügung. Da aktuell keine weiteren Informationen zu diesem Abnehmer zur Verfügung stehen wird im Rahmen des Feinkonzeptes von einem Nutzwärmebedarf von 405 MWh/a ausgegangen.

5.3.2 Waldfreibad

Nicht betrachtet

5.3.3 Kläranlage

Nicht betrachtet

5.4 Zusammenfassung

Gebäude	Baujahr Gebäude	Erweiterungen / Umbaumaßnahmen	Energetische Sanierungen	Lüftungsanlage	Verteilung	Wärmedämmung: Fassade, Fenster, Decke	Stromeinsparung / Eigenerzeugung	Wärmeerzeuger	Typ (Hersteller und Bezeichnung)	Baujahr Kessel	Kesselalter	Gesamtleistung	Brennstoff	Jahresnutzungsgrad	Energieverbrauch Status Quo	ø Nutzwärmebedarf in kWh/a (witterungsbereinigt G20m)	Stromverbrauch in kWh/a
Schulzentrum:																	
Sporthalle	1972-1975, Musikschule modernisiert 1971	mittelfristig geplant	mittelfristig geplant	Lüftungsanlage ohne Wärmerückgewinnung	Installiert in 2002 und Stand der Technik	Einfachverglaste Fenster, Fenster, Fassade und Decke Stand 70er Jahre	LED-Beleuchtung vorhanden; PV-Anlage mit 240 kWp für 2016 geplant	Buderus Logano SE 625; Buderus Logano plus SB 615	2002	12	1.090 kW	Erdgas H	85%		1.507.050	429.805
Haupt- und Realschule		Im Rahmen der energetischen Sanierung	Wärmedämmung und neue Fenster in letzten Jahren, in 2013 soll neues Konzept zur energetischen Sanierung erstellt werden	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung		Fenster bereits sukzessive erneuert; Sanierungskonzept mit Dämmung von Fassade und Decke wird aktuell											
Schwimmhalle		keine weiteren Maßnahmen geplant	keine weiteren Maßnahmen geplant			Bereits energetisch saniert: Dämmung Schwimmbecken, Fenster neu											
Turnhalle																	
Musikschule		keine weiteren Maßnahmen geplant	keine weiteren Maßnahmen geplant			keine Sanierung geplant											
Hausmeisterwohnung			keine weiteren Maßnahmen geplant			keine Sanierung geplant											
Jugendzentrum		nicht geplant	nicht geplant	nicht vorhanden	Sanierungsbedarf	Denkmalgeschütztes Gebäude	k.a.	Vissmann Vitoround 200	2000	14	27 kW	Heizöl EL	75%		56.782	0
GGS Klosterstraße: 2 x Turnhalle + Schule			Austausch von Fenstern und diversen Dämmungen in einzelnen Jahren, energetische Sanierung in 2011/12	Stand der Technik	Unterverteilungen Sanierungsbedürftig	Schule und eine Turnhalle bereits saniert; Wärmeverbund zu den Turnhallen und 2. Turnhalle sanierungsbedürftig	Installation einer 90 kWp PV-Anlage für 2014 geplant	Buderus Logano plus GB 312			400 kW	Erdgas H	95%		675.400	38.450
Feuerwache + Wohnungen		nicht geplant	nicht geplant	nicht vorhanden	mittelfristiger Sanierungsbedarf	mittelfristiger Sanierungsbedarf	nicht geplant	Vissmann Vitolabiferal	1989	25	67 kW	Erdgas H	80%		100.894	14.872
Rathaus		nicht geplant	Austausch der Beleuchtung in 2010; Wärmedämmverbundsystem, Fenster, Dachdeckerarbeiten, Photovoltaikanlagen, Ingenieurleistungen (2010/11)	nicht vorhanden	mittelfristiger Sanierungsbedarf	Umfangreiche Wärmedämmmaßnahmen bereits erfolgt	PV-Anlage installiert; Austausch Beleuchtung	Schäfer DPSM 250	1999	15	150 kW	Erdgas H	85%		142.001	55.660
GGS Schulstraße		nicht geplant	Keine energetische Sanierung umgesetzt, da GS zum nächsten Jahr ausläuft. Ab 2012 Ganztagsbetreuung in der GS.	nicht vorhanden	mittelfristiger Sanierungsbedarf	nicht geplant	nicht geplant	Buderus Loller 405	1987	27	150 kW	Erdgas H	75%		128.300	20.259
Ev. Kita "Arche Noah"	1920 / 1993	nicht geplant	Isolierverglasung Außenfühlergesteuerte Heizungsanlage mit Nachtabsenkung	nicht vorhanden	Sanierung mittelfristig	Isolierverglasung, Wärmedämmung mittelfristig	k.a.	Viessmann	2013	1	60 kW	Erdgas H	95%		85.160	11.000
Ev. Kirche Much	1955 / 1985	nicht geplant	Isolierverglasung Außenfühlergesteuerte Anlage, Nachtabsenkung	nicht vorhanden	mittelfristiger Sanierungsbedarf	mittelfristiger Sanierungsbedarf	nicht geplant	Viessmann	1984	30	85 kW	Erdgas H	80%		102.673	15.000
Altenwohnungen ev. Kirche	1972	nicht geplant	Außenisolierung, Isolierverglasung, 2012 Außenfühlergesteuerte Heizungsanlage	nicht vorhanden	mittelfristiger Sanierungsbedarf	Bereits umfangreich saniert	nicht geplant	Viessmann	1999	15	340 kW	Heizöl EL	80%		238.807	0

Abbildung 18: Zusammenfassung Bestandsaufnahme

6 Bedarfsprognose

In diesem Abschnitt werden auf Grundlage der Bestandsaufnahme die zukünftigen Energiebedarfe – Wärme und Strom – der betrachteten Abnehmer bestimmt.

Zur Prognose des zukünftigen Wärmebedarfs müssen die ermittelten Jahresverbräuche zunächst witterungsbereinigt werden. Die Bereinigung erfolgt anhand des langjährigen Gradtagszahlen-Mittel (G20) für den Standort Much. Sofern Verbrauchsdaten aus mehreren Jahren zur Verfügung stehen, kann zudem ein Durchschnitt gebildet werden. Bei Berücksichtigung von Verbräuchen aus mehreren Jahren sind zudem bauliche Veränderungen oder Sanierungsmaßnahmen in den betrachteten Jahren zu beachten.

Im nächsten Schritt muss nun durch Multiplikation mit dem Jahresnutzungsgrad der Nutzwärmebedarf ermittelt werden. Anschließend werden - den Ergebnissen der Bestandsaufnahme entsprechend - Sanierungsmaßnahmen definiert und die resultierenden Einsparpotentiale abgeschätzt. Diese werden in einem letzten Schritt von dem Nutzwärmebedarf in Abzug gebracht. Ergebnis ist die Prognose des Nutzwärmebedarfes.

Für die Strombedarfsprognose wird analog zum Wärmebedarf ein Durchschnittwert der Jahresverbräuche bestimmt. Hierbei sind ebenfalls bauliche Veränderungen sowie Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen

Auch wenn im Rahmen der Bestandsaufnahme keine Sanierungspotentiale ermittelt wurden so wurde im Rahmen der Bedarfsprognose dennoch ein nutzerabhängiges Einsparpotential von 5% angenommen.

Eine Zusammenfassung der Bedarfsprognose kann der folgenden Tabelle entnommen werden (Abbildung 19).

6.1 Zusammenfassung

	Wärmeerzeuger	Typ (Hersteller und Bezeichnung)	Baujahr Kessel	Kesselalter	Gesamtleistung	Brennstoff	Jahresnutzungsgrad	Energieverbrauch Status Quo	ø Nutzwärmebedarf in kWh/a (witterungsbereinigt G20m)	Stromverbrauch in kWh/a	Energieverbrauch Prognose	Sanierungspotential (Annahmen)	Einsparpotential (Nutzwärme)	Prognose Nutzwärmebedarf in kWh/a	Einsparpotential (Strom)	Prognose Strombedarf in kWh/a
Schulzentrum:																
Sporthalle																
Haupt- und Realschule		Buderus Logano SE 625; Buderus Logano plus SB 615	2002	12	1.090 kW	Erdgas H	85%	1.507.050	429.805			Energetische Sanierung von: - Sporthalle - Schulgebäude	35%	**979.582**	10%	**386.825**
Schwimmhalle																
Turnhalle																
Musikschule																
Hausmeisterwohnung																
Jugendzentrum		Vissmann Vitoround 200	2000	14	27 kW	Heizöl EL	75%	56.782	0			Sanierung der Verteilung	10%	**51.103,49**	5%	**-**
GGS Klosterstraße: 2 x Turnhalle + Schule		Buderus Logano plus GB 312			400 kW	Erdgas H	95%	675.400	38.450			Sanierung von: - Wärmeverbund - Turnhalle 2 - Unterverteilungen	20%	**540.320**	10%	**34.605**
Feuerwache + Wohnungen		Vissmann Vitolabiferal	1989	25	67 kW	Erdgas H	80%	100.894	14.872			Sanierung der Verteilung	5%	**95.850**	5%	**14.128**
Rathaus		Schäfer DPSM 250	1999	15	150 kW	Erdgas H	85%	142.001	55.660			Sanierung der Verteilung/ Unterverteilungen	10%	**127.801**	5%	**52.877**
GGS Schulstraße		Buderus Loller 405	1987	27	150 kW	Erdgas H	75%	128.300	20.259			Sanierung der Verteilung	10%	**115.470**	5%	**19.246**
Ev. Kita "Arche Noah"		Viessmann	2013	1	60 kW	Erdgas H	95%	85.160	11.000			Sanierung der Verteilung	10%	**76.644**	5%	**10.450**
Ev. Kirche Much		Viessmann	1984	30	85 kW	Erdgas H	80%	102.673	15.000				10%	**92.405**	5%	**14.250**
Altenwohnungen ev. Kirche		Viessmann	1999	15	340 kW	Heizöl EL	80%	238.807	0			Sanierung der Verteilung	10%	**214.927**	5%	**-**
Neuapostolische Kirche														**25.000**		**4.000**
Katholische Kita														**90.000**		**10.000**
Kath. Pfarrheim														**120.000**		**15.000**
Azurit Wohnheim														**405.000**		**35.000**
Verdichtung Schulstraße + Klosterstraße														**891.000**		**99.000**
Hauptstraße														**1.330.000**		**220.000**
∑														**5.155.103**		**915.381**

Abbildung 19: Zusammenfassung Bedarfsprognose

7 Szenarioentwicklung

Im folgenden Kapitel werden Szenarien für eine mögliche KWK-Nahwärmeversorgung entwickelt und beschrieben. Hierzu werden zunächst einzelnen Wärmeabnehmer zu Quartieren bzw. Abnehmergruppen zusammengefasst. Anschließend werden Ausbaustufen für die Erschließung der Quartiere definiert. Auf dieser Basis wird je Ausbaustufe ein Jahreswärmelastgang simuliert, der anschließend zur Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher genutzt wird. Abschließend werden die Ausbaustufen beschrieben.

7.1 Bildung von Quartieren / Abnehmergruppen

Um die Komplexität möglichst gering zu halten, wurden die Wärmeabnehmer in vier Gruppen bzw. Quartiere unterteilt:

- **Schulstraße**
- **Klosterstraße**
- **Verdichtung**
- **Hauptstraße**

Die entsprechenden Quartiere sind in der folgenden Abbildung 20 gekennzeichnet. Die dritte Gruppe „Verdichtung“ umfasst hierbei die lila hinterlegten Gebäude im Bereich von Schulstraße und Klosterstraße.

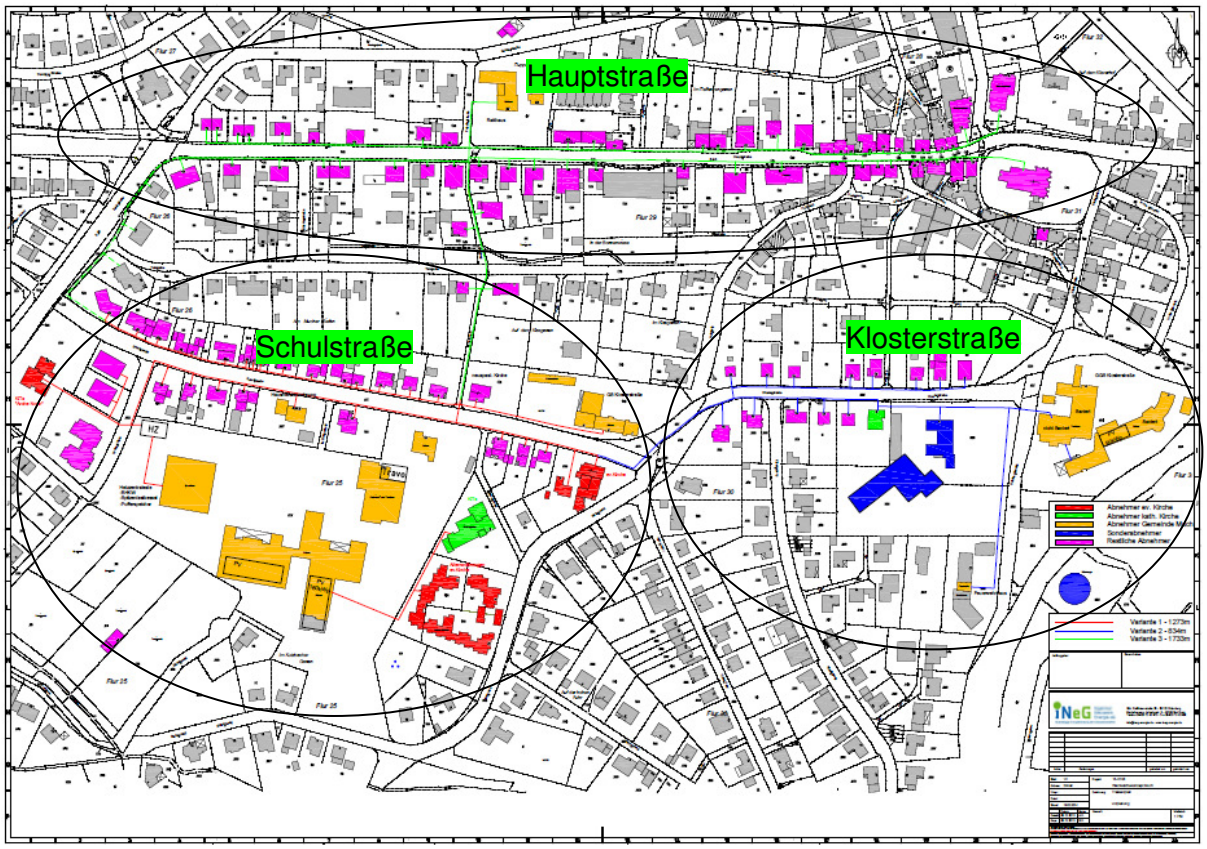


Abbildung 20: Übersicht Much

Eine Übersicht der in den Quartieren zusammengefassten Gebäude sowie deren prognostizierter Nutzwärmebedarf kann den folgenden Abbildungen entnommen werden. Bei der Definition dieser Quartiere wurde das Hauptaugenmerk darauf gelegt Wärmeabnehmer in räumlicher Nähe zusammenzufassen und somit in sich abgeschlossene Bereiche festzulegen.

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
1	Schulstraße	Sporthalle	203
2	Schulstraße	Hauptschule	389
3	Schulstraße	Realschule	270
4	Schulstraße	Hausmeister	23
5	Schulstraße	Musikschule	95
8	Schulstraße	Ev. Kindergarten "Arche Noah"	77
11	Schulstraße	GGS Schulstraße	115
12	Schulstraße	Ev. Kirche Much	92
13	Schulstraße	Altenwohnungen ev. Kirche	215
14	Schulstraße	Kath. Kindergarten	55
		∑	**1.534**

Abbildung 21: Übersicht Wärmeabnehmer Schulstraße

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
15	Klosterstraße	Kath. Pfarrheim	92
16	Klosterstraße	Azurith Altenwohnheim	405
17	Klosterstraße	Jugendzentrum	51
18	Klosterstraße	GGS Klosterstraße	540
	Klosterstraße	Feuerwache + Wohnungen	96
		Σ	1.185

Abbildung 22: Übersicht Wärmeabnehmer Klosterstraße

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
21	Verdichtung	Verdichtung: EFH	27
		∑	27

Abbildung 23: Übersicht Wärmeabnehmer Verdichtung

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
19	Hauptstraße	Rathaus	128
25	Hauptstraße	EFH	24
26	Hauptstraße	WGH	33
27	Hauptstraße	WGH	33
28	Hauptstraße	WGH	43
29	Hauptstraße	WGH	43
30	Hauptstraße	WGH	33
31	Hauptstraße	WGH	33
32	Hauptstraße	WGH	24
33	Hauptstraße	WGH	24
34	Hauptstraße	WGH	24
35	Hauptstraße	WGH	14
36	Hauptstraße	WGH	24
37	Hauptstraße	WGH	24
38	Hauptstraße	WGH	33
39	Hauptstraße	WGH	14
40	Hauptstraße	WGH	33
41	Hauptstraße	WGH	14
42	Hauptstraße	WGH	24
43	Hauptstraße	WGH	24
44	Hauptstraße	Imbiss	14
45	Hauptstraße	EFH	29
46	Hauptstraße	Praxis	38
47	Hauptstraße	WGH	24
48	Hauptstraße	WGH	33
49	Hauptstraße	WGH	33
50	Hauptstraße	WGH	24
51	Hauptstraße	WGH	33
52	Hauptstraße	WGH	95
53	Hauptstraße	WGH	76
54	Hauptstraße	WGH	33
55	Hauptstraße	WGH	33
56	Hauptstraße	WGH	43
57	Hauptstraße	WGH	24
58	Hauptstraße	WGH	33
59	Hauptstraße	EFH	29
60	Hauptstraße	EFH	24
61	Hauptstraße	WGH	38
62	Hauptstraße	EFH	24
63	Hauptstraße	WGH	48
64	Hauptstraße	EFH	24
65	Hauptstraße	EFH	29
66	Hauptstraße	EFH	14
67	Hauptstraße	EFH	24
68	Hauptstraße	MFH	33
69	Hauptstraße	MFH	29
70	Hauptstraße	EFH	24
71	Hauptstraße	EFH	29
72	Hauptstraße	EFH	24
73	Hauptstraße	MFH	29
74	Hauptstraße	EFM	24
75	Hauptstraße	MFH	29
76	Hauptstraße	MFH	19
77	Hauptstraße	MFH	29
78	Hauptstraße	Sparkasse	48
79	Hauptstraße	Raiffeisenbank	48
		∑	**1.824**

Abbildung 24: Übersicht Wärmeabnehmer Hauptstraße

7.2 Definition von Ausbaustufen und Trassenverlauf

Für die Erschließung dieser Quartiere werden nun Ausbaustufen definiert. Als Ausgangspunkt hierfür dienen die öffentlichen Gebäude und insbesondere das Schulzentrum, da diese zum einen durch eine hohe Abnahmemenge eine gute Basis für das Wärmenetz bilden und zum anderen ein Großteil des erzeugten KWK-Stroms bereits im Schulzentrum verbraucht werden kann. – Neben diesen Aspekten stehen auf dem Gelände des Schulzentrums bereits Flächen für die Errichtung einer Heizzentrale zur Verfügung.

Die Erschließung der Quartiere wird in insgesamt vier Ausbaustufen unterteilt, die im Folgenden näher untersucht werden:

- **Ausbaustufe I: Schulstraße**
- **Ausbaustufe II: Schulstraße + Klosterstraße**
- **Ausbaustufe III: Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung**
- **Ausbaustufe IV: Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße**

7.3 Dimensionierung der Wärmeerzeugung

Für diese Ausbaustufen wird im Folgenden zunächst ein möglicher Verlauf der Nahwärmetrasse definiert. Anschließend erfolgt die Simulation des Jahreswärmelastganges je Ausbaustufe. Auf dieser Basis kann nun die Dimensionierung und Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher vorgenommen werden. Hierbei werden folgende Wärmeerzeuger für Grundlast, Mittellast und Spitzenlast unterschieden:

Blockheizkraftwerk „BHKW“ (EEG/KWK-G): Zur Abdeckung der Grundlast wird ein Blockheizkraftwerk eingesetzt. Im Vergleich zu den anderen Wärmerzeugern unterscheidet sich das Blockheizkraft insbesondere durch die gekoppelte Wärme- und Stromerzeugung. Wie in Abbildung 25 dargestellt besteht ein Blockheizkraftwerk im Wesentlichen aus einem mit Erdgas betriebenen Verbrennungsmotor, einem Generator zur Stromerzeugung sowie einem Wärmetauscher zur Auskopplung der Abgas- und Motorwärme.

Je nach eingesetztem Brennstoff können für den produzierten Strom unterschiedlich Vergütungen erzielt werden. Wird das BHKW mit konventionellem Erdgas betrieben, so erfolgt eine Vergütung des produzierten Stroms auf Basis des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes in Form eines KWK-Zuschlages auf den erzielten Börsenpreis. Dieser wird auch bei Eigennutzung des erzeugten Stroms gezahlt. Dies ist nicht der Fall, wenn bilanzielles Biomethan als Brennstoff in dem BHKW eingesetzt wird und die Stromproduktion auf Basis des „Erneuerba-

re Energien Gesetzes“ (EEG) vergütet wird (bei Eigennutzung entfällt der Anspruch auf Vergütung). Folglich sollte bei hohem Eigenstrombedarf vorrangig mit einer Vergütung nach KWK-G und bei niedrigem Eigenstrombedarf mit einer Vergütung nach EEG gearbeitet werden.

Bei der Auslegung und Dimensionierung sollte weiterhin beachtet werden, dass das BHKW als reiner Grundlasterzeuger im Jahr ca. 4.000 Vollbenutzungsstunden nicht unterschreiten sollte. Zudem sollte auch beachtete werden, einen Deckungsanteil von ca. 70% des Gesamtwärmebedarfes über den Grundlasterzeuger abzudecken.

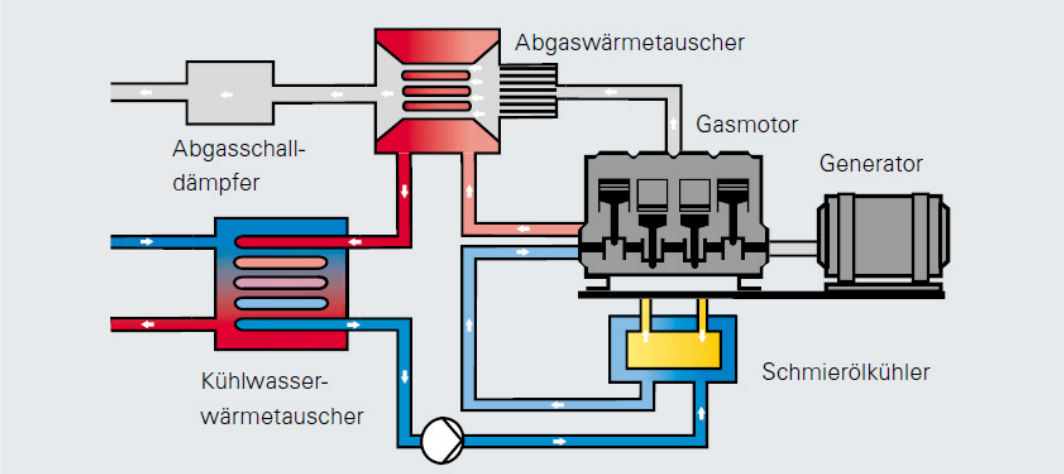


Abbildung 25: Funktionsschema Blockheizkraftwerk

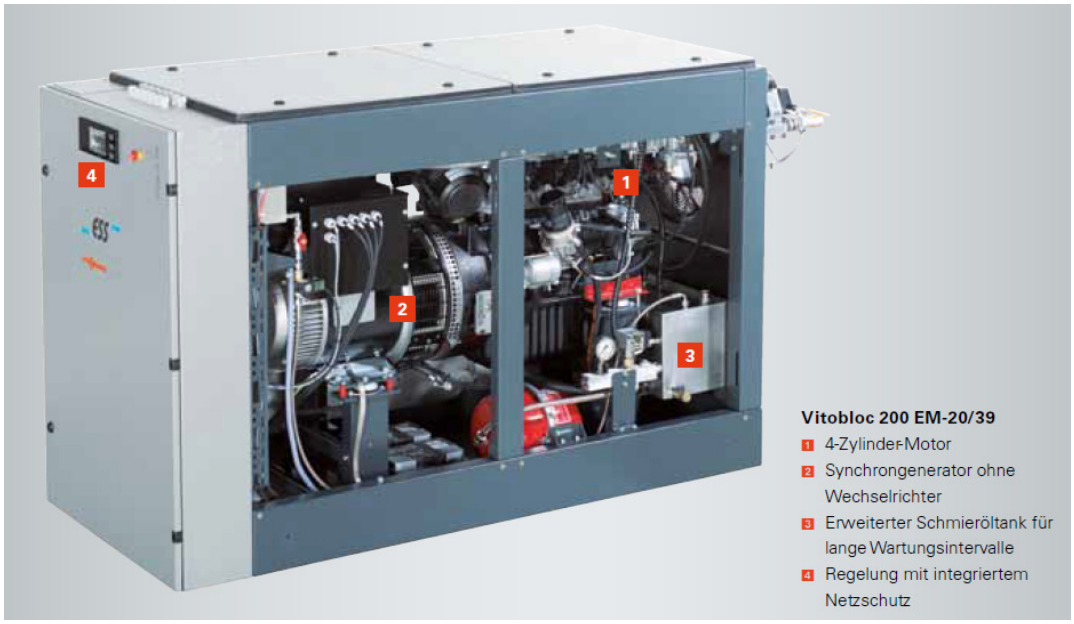


Abbildung 26: Übersichtsdarstellung Blockheizkraftwerk

Holzheizkessel: Im Bereich der Mittellast wird ein Holzheizkessel berücksichtigt, der durch die Verbrennung von Holzhackschnitzeln – zum Beispiel aus Landschaftspflegematerial – einen Teil der benötigten Heizwärme bereitstellt. Die wesentlichen Komponenten eines solchen Kessels sind in der folgenden Abbildung 27 dargestellt.

Bei der Auslegung des Mittellasterzeugers ist darauf zu achten, dass dieser im Jahresverlauf 2.000 Vollbenutzungsstunden nicht unterschreitet. Zudem sollte die dauerhaft abgerufene Leistung ein Drittel der Nennleistung nicht unterschreiten.

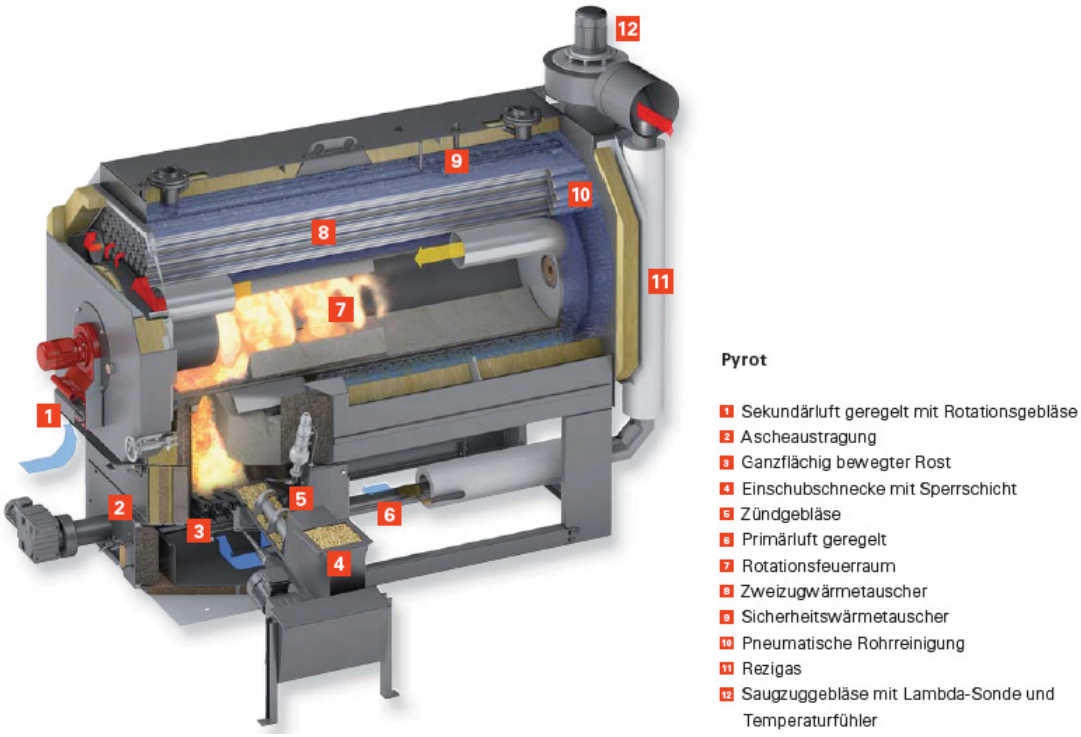


Abbildung 27: Übersichtsdarstellung Holzheizkessel

Spitzenlast- und Redundanzkessel: Zur Spitzenlastabdeckung und zur Sicherstellung der Redundanz wird zudem ein üblicher Erdgas- oder Ölkessel verwendet. Dieser ist so zu dimensionieren, dass im Notfall die vollständige Versorgung des Wärmenetzes über diesen Kessel gewährleistet ist.

Pufferspeicher: Neben den beschriebenen Wärmeerzeugern wird auch ein Pufferspeicher berücksichtigt. Dieser dient im Wesentlichen einer Laufzeitoptimierung der Grund- und Mittellasterzeuger und trägt somit zur Verringerung des teuren Spitzenlastanteils bei. Eine Beschreibung zum Aufbau eines solchen Pufferspeichers kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

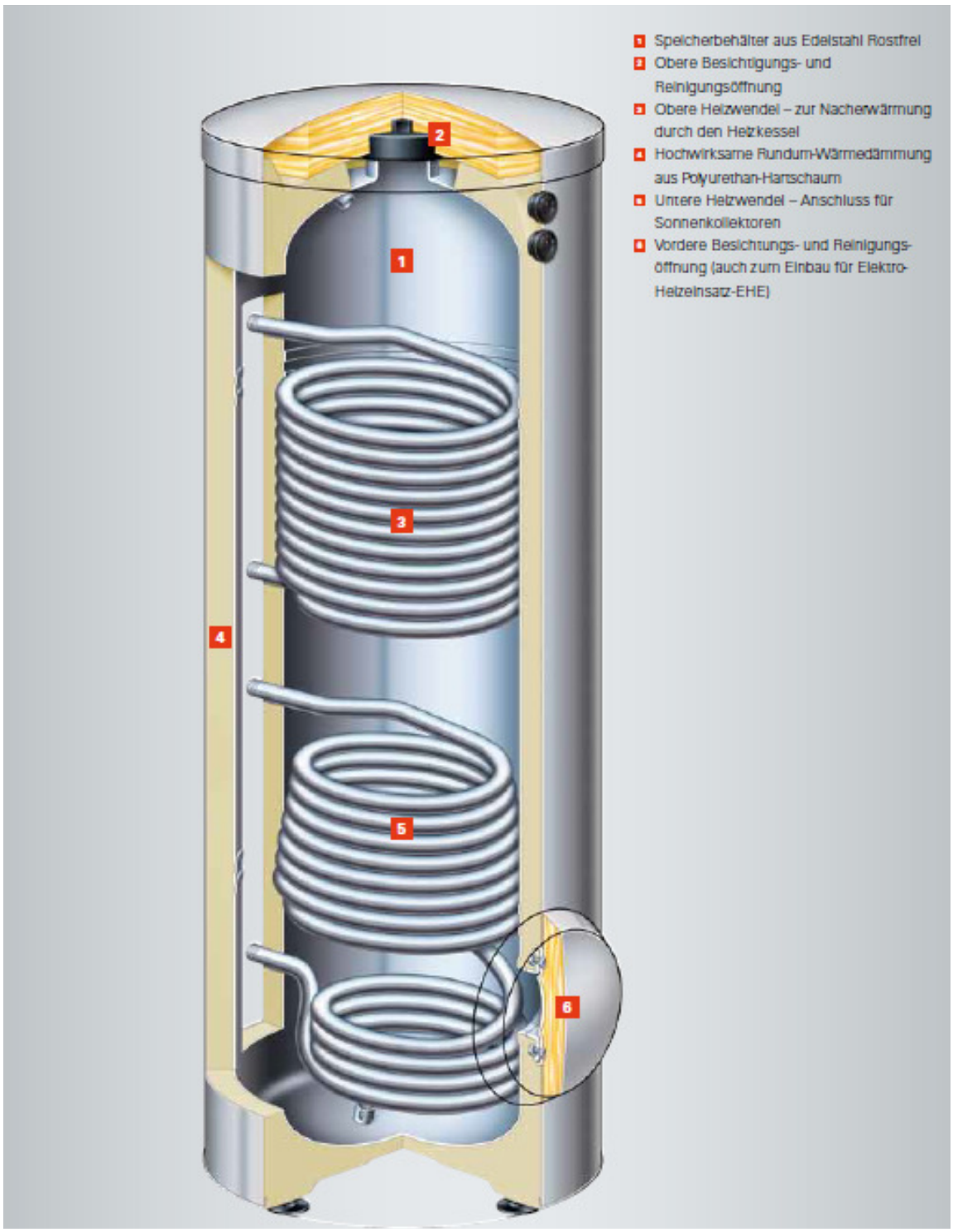


Abbildung 28: Übersichtsdarstellung Pufferspeicher

7.4 Beschreibung der Ausbaustufen

Abschließend werden die zuvor definierten Ausbaustufen I bis IV beschrieben.

7.4.1 Ausbaustufe I – Schulstraße

In der ersten Ausbaustufe (Abbildung 30: Konzept Ausbaustufe I) werden nur die öffentlichen Gebäude aus dem Quartier Schulstraße in einem Nahwärmenetz zusammengefasst. Eine Übersicht der Wärmeabnehmer kann der folgenden Grafik entnommen werden. Das zur Versorgung dieser Anschlussnehmer notwendige Nahwärmenetz hat eine Gesamtlänge von 804 m; der genaue Trassenverlauf kann dem Trassenplan im Anhang entnommen werden.

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
1	Schulstraße	Sporthalle	203
2	Schulstraße	Hauptschule	389
3	Schulstraße	Realschule	270
4	Schulstraße	Hausmeister	23
5	Schulstraße	Musikschule	95
8	Schulstraße	Ev. Kindergarten "Arche Noah"	77
11	Schulstraße	GGS Schulstraße	115
12	Schulstraße	Ev. Kirche Much	92
13	Schulstraße	Altenwohnungen ev. Kirche	215
14	Schulstraße	Kath. Kindergarten	55
		∑	**1.534**

Abbildung 29: Übersicht Wärmeabnehmer Ausbaustufe I

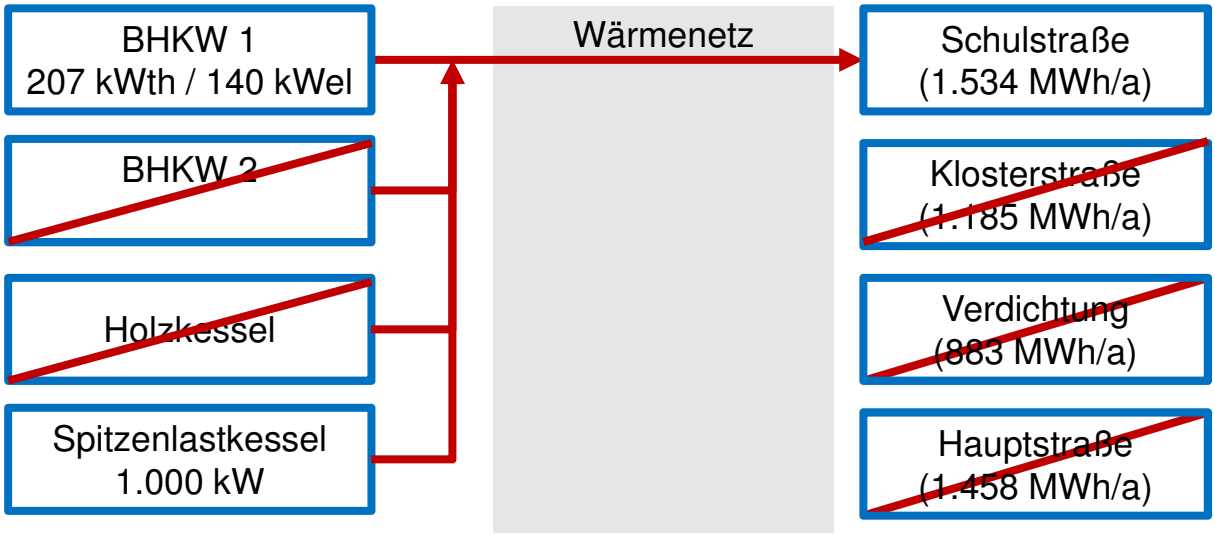


Abbildung 30: Konzept Ausbaustufe I

Zur Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher sowie zur Bestimmung der Deckungsanteile wurde der in Abbildung 31 dargestellte Jahreswärmelastgang unter Berücksichtigung eines Pufferspeichers mit einem Volumen von 10 m³ simuliert:

Grundlastabdeckung: Die Grundlastwärmeerzeugung erfolgt durch ein Blockheizkraftwerk mit einer thermischen Leistung von 207 kW sowie einer elektrischen Leistung von 140 kW, das mit Erdgas betrieben wird und zur Eigenstromnutzung im Schulzentrum genutzt werden soll. – Die Vergütung des produzierten Stromes erfolgt nach dem „Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz“. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 6.062 Stunden sowie ein Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 72%. In Bezug auf die mögliche Eigenstromnutzung ergibt sich durch Überlagerung der Stromlastgänge von Schulzentrum und BHKW (wärmegeführt) ein Eigenverbrauchsanteil der Gesamtstromproduktion von 50%. Der Deckungsanteil am Gesamtstrombedarf des Schulzentrums beträgt hierbei bereits mehr als 90%.

Mittellastabdeckung: Von der Einbindung eines Holzheizkessels wird in dieser Ausbaustufe abgesehen, da dieser noch nicht die notwendigen Laufzeiten von ca. 2.000 bis 2.500 Stunden erreichen würde.

Spitzenlast- und Redundanzabdeckung: Weiterhin lässt der simulierte Jahreslastgang (Abbildung 31: Jahreswärmelastgang Ausbaustufe I) erkennen, dass die vorhandenen Wärmeerzeuger im Schulzentrum zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung genutzt werden können. Somit sind in der ersten Ausbaustufe hierfür keine Investitionen notwendig. Der Deckungsanteil beträgt in dieser Ausbaustufe 28%.

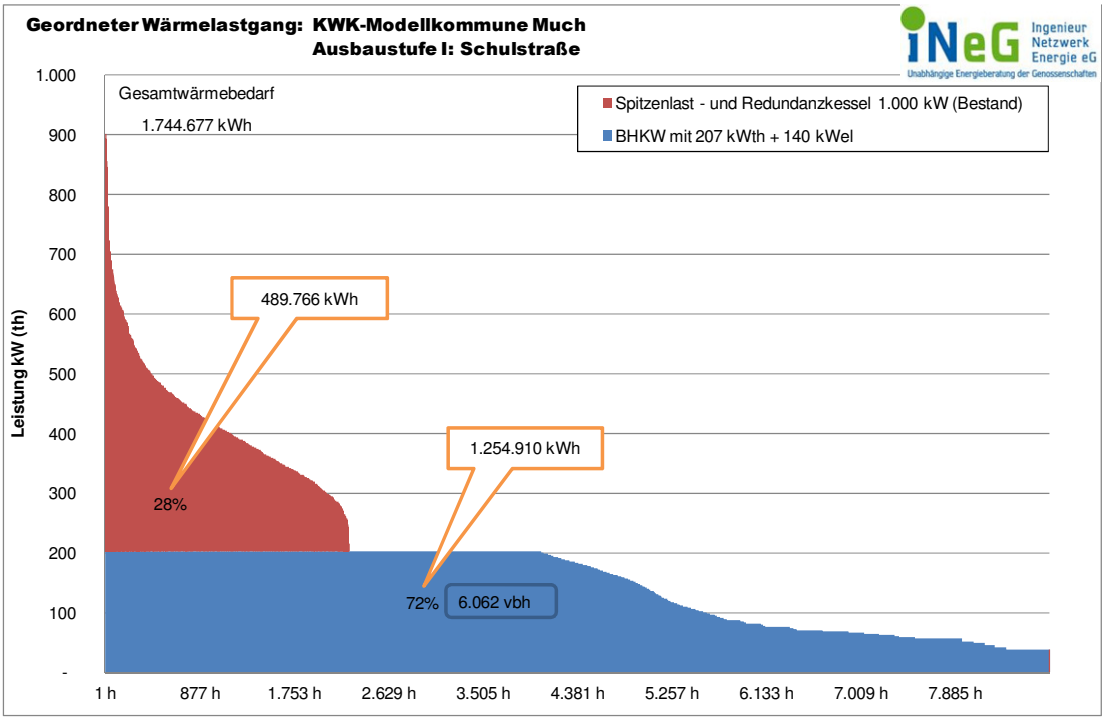
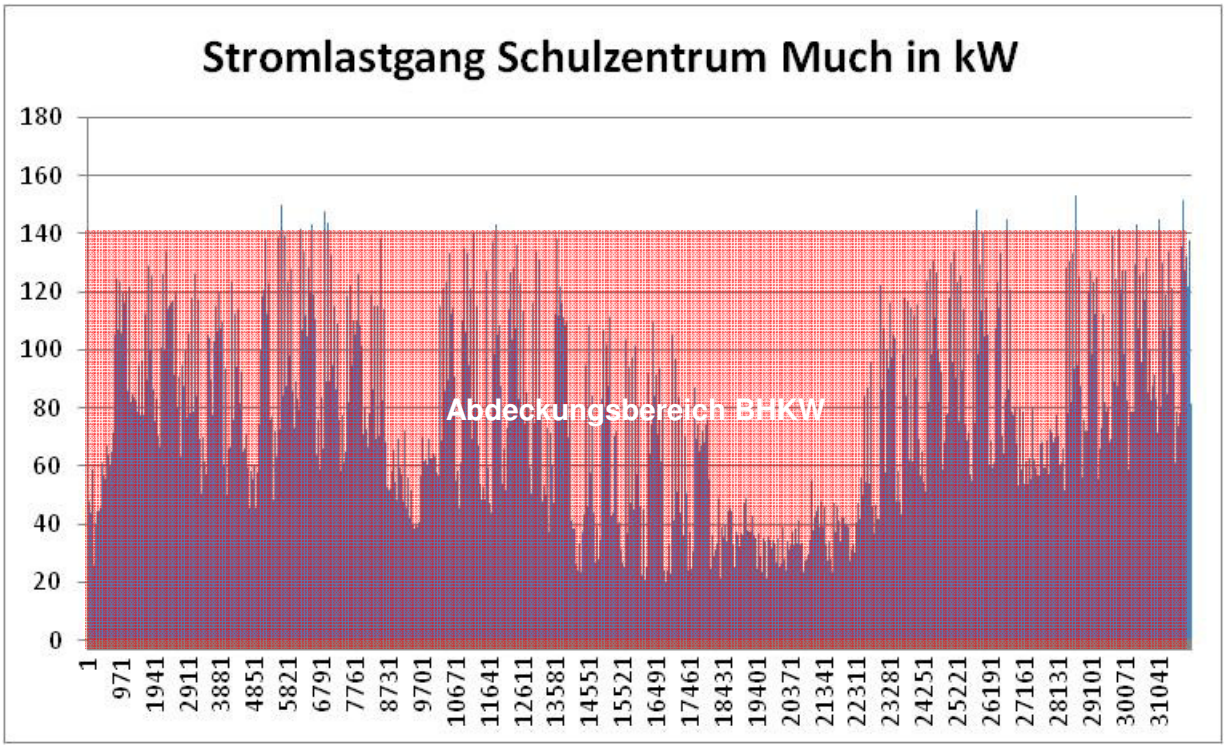


Abbildung 31: Jahreswärmelastgang Ausbaustufe I



Eine Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale dieser Ausbaustufe kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

		1. Schulstraße
Wärme-bedarfs-daten	Anschlussnehmer	12
	Länge des Wärmenetzes	804 m
	Wärmebedarf	1.534 MWh/a
	Gesamt-Wärmebedarf inkl. Rohrleitungsverluste	1.745 MWh/a
Wärmeerzeugung	**Blockheizkraftwerk I**	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 140/207
	Leistung thermisch	207 kW
	Leistung elektrisch	140 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	6.071 h
	Deckungsanteil Wärme	72%
	Deckungsanteil Strom	90%
	Blockheizkraftwerk II	
	Typ	-
	Leistung thermisch	-
	Leistung elektrisch	-
	Jahresvollbenutzungsstunden	-
	Deckungsanteil Wärme	-
	Deckungsanteil Strom	-
	Holzheizkessel	
	Leistung thermisch	-
	Jahresvollbenutzungsstunden	-
	Deckungsanteil	-
	Spitzenlastkesselanlage Neu	
	Leistung thermisch	1.000
	Jahresvollbenutzungsstunden	489
	Deckungsanteil	28%
	Pufferspeichervolumen	**10 m³**

Abbildung 32: Zusammenfassung Ausbaustufe I

7.4.2 Ausbaustufe II – Schulstraße / Klosterstraße

In der zweiten Ausbaustufe (Abbildung 34) werden die öffentlichen Gebäude aus den Quartieren Schulstraße und Klosterstraße zu einem Nahwärmenetz zusammengefasst. Eine Übersicht der Wärmeabnehmer kann der folgenden Grafik entnommen werden. Das resultierende Nahwärmenetz hat eine Gesamtlänge von 1.353 m; der genaue Trassenverlauf kann dem Trassenplan im Anhang entnommen werden.

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
1	Schulstraße	Sporthalle	203
2	Schulstraße	Hauptschule	389
3	Schulstraße	Realschule	270
4	Schulstraße	Hausmeister	23
5	Schulstraße	Musikschule	95
8	Schulstraße	Ev. Kindergarten "Arche Noah"	77
11	Schulstraße	GGS Schulstraße	115
12	Schulstraße	Ev. Kirche Much	92
13	Schulstraße	Altenwohnungen ev. Kirche	215
14	Schulstraße	Kath. Kindergarten	55
		∑	**1.534**
15	Klosterstraße	Kath. Pfarrheim	92
16	Klosterstraße	Azurith Altenwohnheim	405
17	Klosterstraße	Jugendzentrum	51
18	Klosterstraße	GGS Klosterstraße	540
	Klosterstraße	Feuerwache + Wohnungen	96
		Σ	1.185

Abbildung 33: Übersicht Wärmeabnehmer Ausbaustufe II

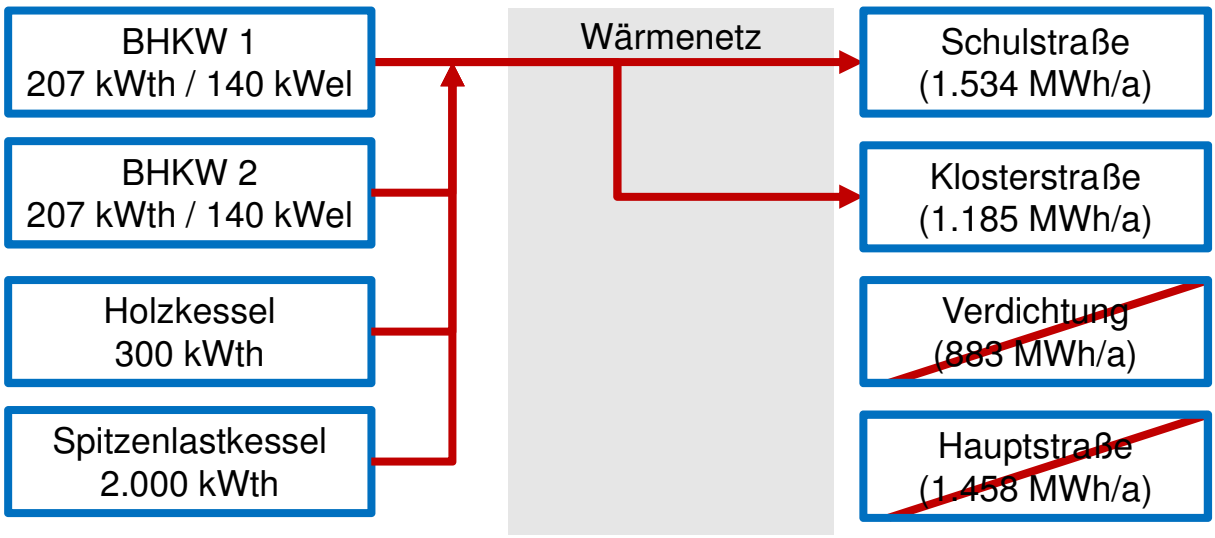


Abbildung 34: Konzept Ausbaustufe II

Zur Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher sowie zur Bestimmung der Deckungsanteile wurde der in Abbildung 35 dargestellte Jahreswärmelastgang unter Berücksichtigung eines Pufferspeichers mit einem Volumen von 20 m³ simuliert:

Grundlastabdeckung: Die Grundlastwärmeerzeugung erfolgt über zwei Blockheizkraftwerke. Ein BHKW mit einer thermischen Leistung von 207 kW sowie einer elektrischen Leistung von 140 kW wird mit Erdgas betrieben und zur Eigenstromnutzung im Schulzentrum genutzt. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 7.300 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 49%. In Bezug auf die mögliche Eigenstromnutzung ergibt sich durch Überlagerung der Stromlastgänge von Schulzentrum und BHKW (wärmegeführt) ein Eigenverbrauchsanteil der Gesamtstromproduktion von 40%. Der Deckungsanteil am Gesamtstrombedarf des Schulzentrums beträgt hierbei bereits mehr als 95%.

Ein weiteres BHKW mit ebenfalls 207 kWth und 140 kWel wird mit bilanziellem Biomethan betrieben. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 4.200 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 28%.Da dieses BHKW in Volleinspeisung betrieben wird und eine Stromvergütung nach EEG erhält, muss kein Eigenverbrauchsanteil bestimmt werden.

Insgesamt werden 76% des Jahreswärmebedarfes in Kraft-Wärme-Kopplung produziert.

Mittellastabdeckung: Im Mittellastbereich wird in dieser Ausbaustufe ein Holzheizkessel mit einer Nennleistung von 200 kWth vorgesehen. Dieser mit Hackschnitzeln betriebene Kessel hat eine Laufzeit von 2.547 Stunden und deckt 16% des Jahreswärmebedarfes ab.

Spitzenlast- und Redundanzabdeckung: Zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung wurde anhand des Jahreswärmelastganges ein Spitzenlastkessel mit einer Leistung von 2.000 kW vorgesehen. Der Deckungsanteil beträgt in dieser Ausbaustufe mit 7% bereits deutlich weniger als in der ersten Ausbaustufe.

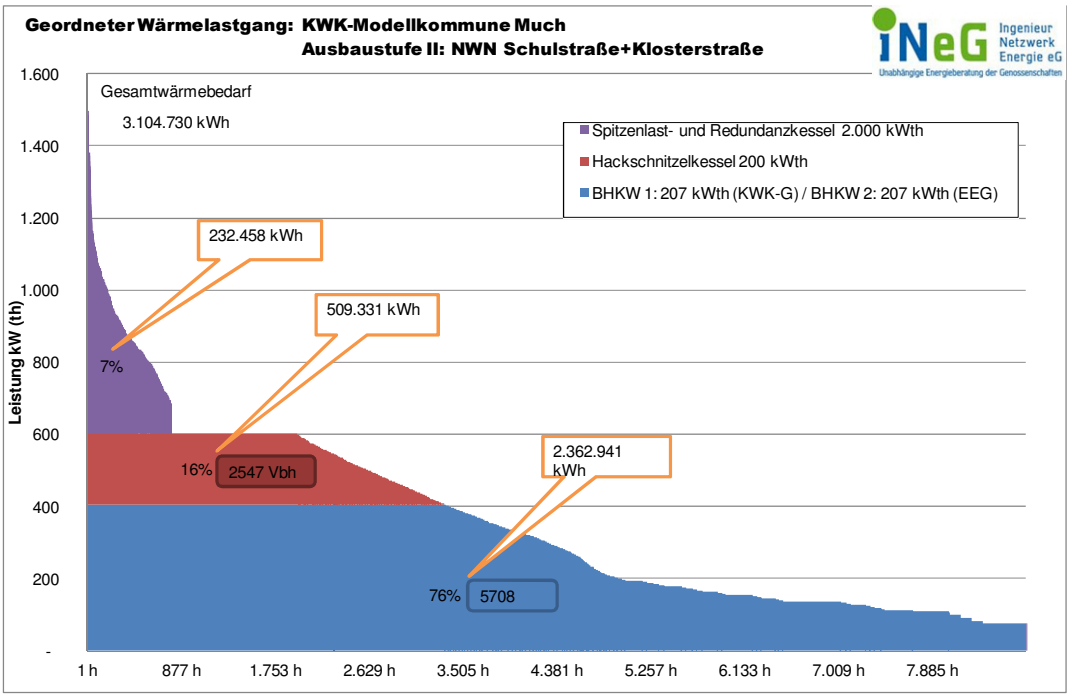


Abbildung 35: Jahreswärmelastgang Ausbaustufe II

Eine Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale dieser Ausbaustufe kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

		2. Schulstraße + Klosterstraße
Wärme-bedarfs-daten	Anschlussnehmer	17
	Länge des Wärmenetzes	1.353 m
	Wärmebedarf	2.719 MWh/a
	Gesamt-Wärmebedarf inkl. Rohrleitungsverluste	3.074 MWh/a
Wärmeerzeugung	**Blockheizkraftwerk I**	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 140/207
	Leistung thermisch	207 kW
	Leistung elektrisch	140 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	7.277 h
	Deckungsanteil Wärme	49%
	Deckungsanteil Strom	95%
	Blockheizkraftwerk II	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 140/207
	Leistung thermisch	207 kW
	Leistung elektrisch	140 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	4.158 h
	Deckungsanteil Wärme	28%
	Deckungsanteil Strom	0%
	Holzheizkessel	
	Leistung thermisch	200 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	2.459 h
	Deckungsanteil	16%
	Spitzenlastkesselanlage Neu	
	Leistung thermisch	2.000 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	108 h
	Deckungsanteil	7%
	Pufferspeichervolumen	**20 m³**

Abbildung 36: Zusammenfassung Ausbaustufe II

7.4.3 Ausbaustufe III – Schulstraße / Klosterstraße (Verdichtung)

Bei der dritten Ausbaustufe handelt es sich im Wesentlichen um die zweite Ausbaustufe, jedoch ergänzt um eine Verdichtung durch den Anschluss privater Wohngebäude im Trassenverlauf (Abbildung 38). Eine Übersicht der Wärmeabnehmer kann der folgenden Grafik entnommen werden. Das resultierende Nahwärmenetz hat eine Gesamtlänge von 1.823 m; der genaue Trassenverlauf kann dem Trassenplan im Anhang entnommen werden.

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
1	Schulstraße	Sporthalle	203
2	Schulstraße	Hauptschule	389
3	Schulstraße	Realschule	270
4	Schulstraße	Hausmeister	23
5	Schulstraße	Musikschule	95
8	Schulstraße	Ev. Kindergarten "Arche Noah"	77
11	Schulstraße	GGS Schulstraße	115
12	Schulstraße	Ev. Kirche Much	92
13	Schulstraße	Altenwohnungen ev. Kirche	215
14	Schulstraße	Kath. Kindergarten	55
		∑	**1.534**
15	Klosterstraße	Kath. Pfarrheim	92
16	Klosterstraße	Azurith Altenwohnheim	405
17	Klosterstraße	Jugendzentrum	51
18	Klosterstraße	GGS Klosterstraße	540
	Klosterstraße	Feuerwache + Wohnungen	96
		Σ	1.185
21	Verdichtung	Verdichtung: EFH	27
		∑	27

Abbildung 37: Übersicht Wärmeabnehmer Ausbaustufe III

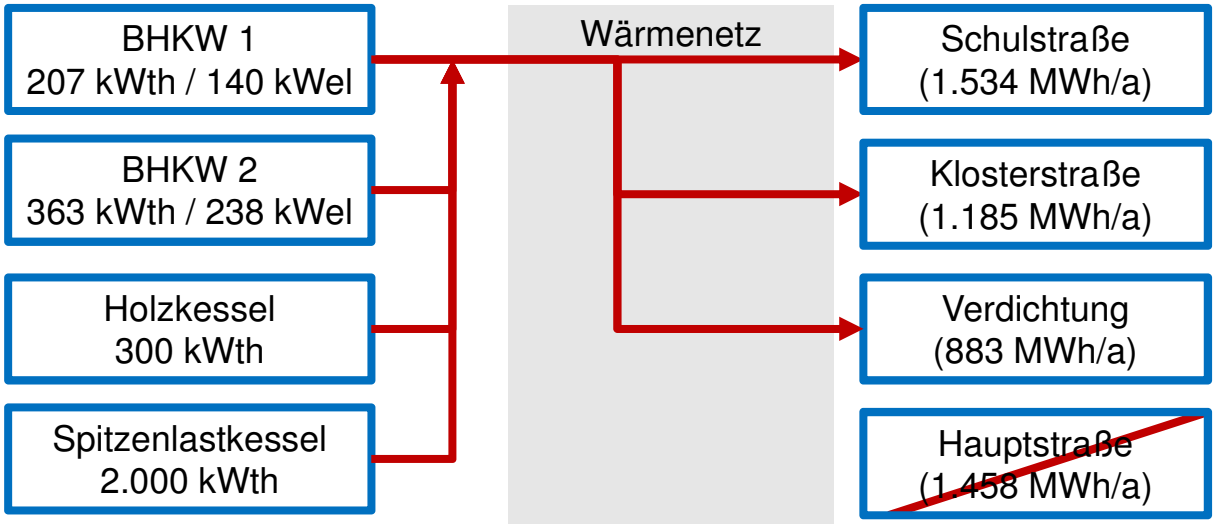


Abbildung 38: Konzept Ausbaustufe III

Zur Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher sowie zur Bestimmung der Deckungsanteile wurde der in Abbildung 39 dargestellte Jahreswärmelastgang unter Berücksichtigung eines Pufferspeichers mit einem Volumen von 30 m³ simuliert.

Grundlastabdeckung: Die Grundlastwärmeerzeugung erfolgt über zwei Blockheizkraftwerke. Ein BHKW mit einer thermischen Leistung von 207 kW sowie einer elektrischen Leistung von 140 kW wird mit Erdgas betrieben und zur Eigenstromnutzung im Schulzentrum genutzt. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 7.885 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 40%. In Bezug auf die mögliche Eigenstromnutzung ergibt sich durch Überlagerung der Stromlastgänge von Schulzentrum und BHKW (wärmegeführt) ein Eigenverbrauchsanteil der Gesamtstromproduktion von 38%. Der Deckungsanteil am Gesamtstrombedarf des Schulzentrums beträgt hierbei bereits mehr als 99%.

Ein weiteres BHKW mit 363 kWth und 238 kWel wird mit bilanziellem Biomethan betrieben. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 4.384 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 38%. Da dieses BHKW in Volleinspeisung betrieben wird und eine Stromvergütung nach EEG erhält, muss kein Eigenverbrauchsanteil bestimmt werden.

Insgesamt werden 78% des Jahreswärmebedarfes in Kraft-Wärme-Kopplung produziert.

Mittellastabdeckung: Im Mittellastbereich wird in dieser Ausbaustufe ein Holzheizkessel mit einer Nennleistung von 300 kWth vorgesehen. Dieser mit Hackschnitzeln betriebene Kessel hat eine Laufzeit von 2.176 Stunden und deckt 17 % des Jahreswärmebedarfes ab.

Spitzenlast- und Redundanzabdeckung: Zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung wurde anhand des Jahreswärmelastganges ein Spitzenlastkessel mit einer Leistung von 2.000 KW vorgesehen. Der Deckungsanteil beträgt in dieser Ausbaustufe mit 5% bereits deutlich weniger als in der ersten Ausbaustufe.

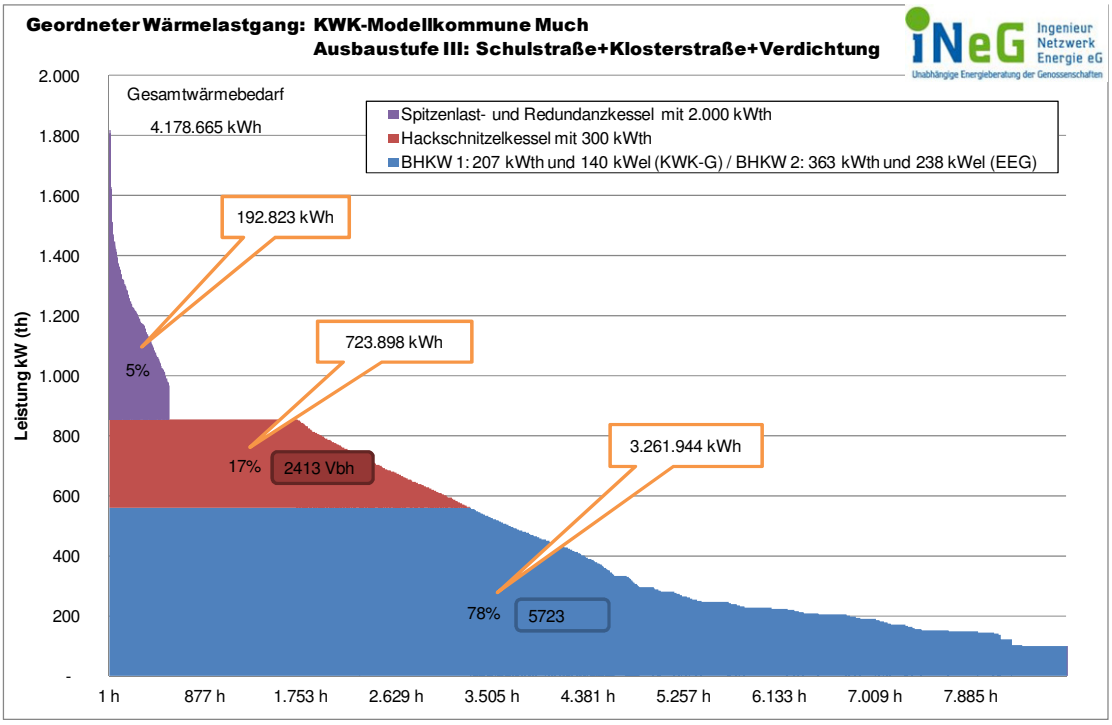


Abbildung 39: Jahreswärmelastgang Ausbaustufe III

Eine Zusammenfassung der wesentlichen Merkmale dieser Ausbaustufe kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

		3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung
Wärme-bedarfs-daten	Anschlussnehmer	50
	Länge des Wärmenetzes	1.823 m
	Wärmebedarf	3.602 MWh/a
	Gesamt-Wärmebedarf inkl. Rohrleitungsverluste	4.081 MWh/a
Wärmeerzeugung	**Blockheizkraftwerk I**	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 140/207
	Leistung thermisch	207 kW
	Leistung elektrisch	140 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	7.885 h
	Deckungsanteil Wärme	40%
	Deckungsanteil Strom	99%
	Blockheizkraftwerk II	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 238/363
	Leistung thermisch	363 kW
	Leistung elektrisch	238 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	4.384 h
	Deckungsanteil Wärme	38%
	Deckungsanteil Strom	0%
	Holzheizkessel	
	Leistung thermisch	300 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	2.176 h
	Deckungsanteil	16%
	Spitzenlastkesselanlage Neu	
	Leistung thermisch	2.000 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	102 h
	Deckungsanteil	5%
	Pufferspeichervolumen	**30 m³**

Abbildung 40: Zusammenfassung Ausbaustufe III

7.4.4 Ausbaustufe IV – Schulstraße / Klosterstraße / Hauptstraße

In dieser Ausbaustufe erfolgt eine Erweiterung des Nahwärmnetzes auf die Hauptstraße (Abbildung 42). Insgesamt wird der Nahwärmeverbund somit um 45 Anschlussnehmer erweitert. Das resultierende Nahwärmenetz hat eine Gesamtlänge von 3.915 m; der genaue Trassenverlauf kann dem Trassenplan im Anhang entnommen werden.

Nr.	Quartier	Gebäude	Nutzwärmebedarf in kWh/a (Prognose)
19	Hauptstraße	Rathaus	128
25	Hauptstraße	EFH	24
26	Hauptstraße	WGH	33
27	Hauptstraße	WGH	33
28	Hauptstraße	WGH	43
29	Hauptstraße	WGH	43
30	Hauptstraße	WGH	33
31	Hauptstraße	WGH	[illegible]
.....			
70	Hauptstraße	EFH	24
71	Hauptstraße	EFH	29
72	Hauptstraße	EFH	24
73	Hauptstraße	MFH	29
74	Hauptstraße	EFM	24
75	Hauptstraße	MFH	29
76	Hauptstraße	MFH	19
77	Hauptstraße	MFH	29
78	Hauptstraße	Sparkasse	48
79	Hauptstraße	Volksbank	48
		∑	**1.824**

Abbildung 41: Zusätzliche Anschlussnehmer Hauptstraße (exemplarische Darstellung vgl. Abbildung 24)

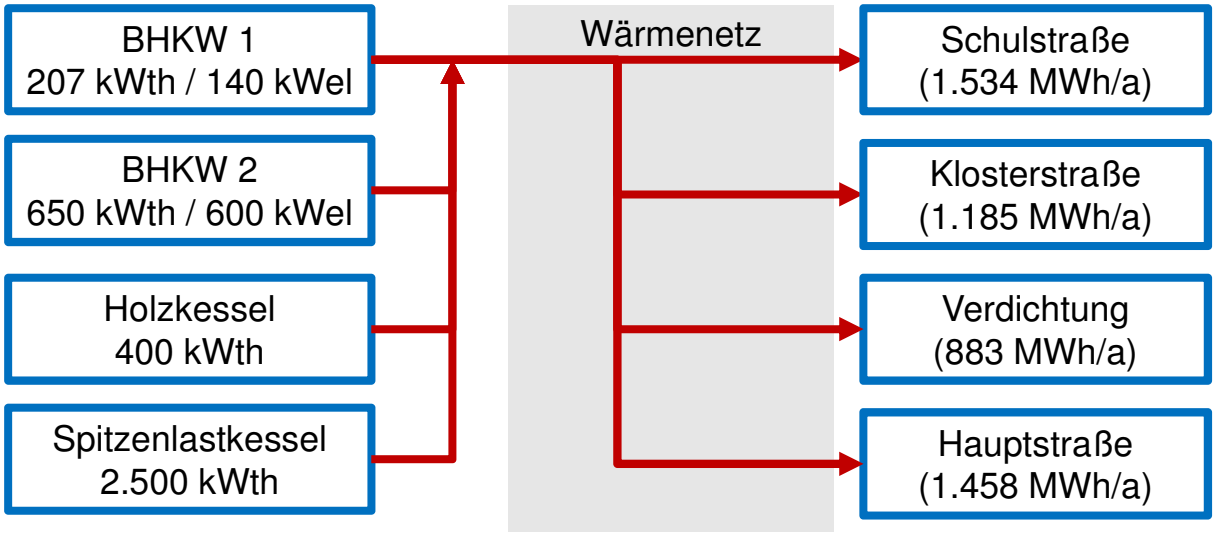


Abbildung 42: Konzeptdarstellung Ausbaustufe IV

Zur Auslegung der Wärmeerzeuger und Pufferspeicher sowie zur Bestimmung der Deckungsanteile wurde der in Abbildung 43 dargestellte Jahreswärmelastgang unter Berücksichtigung eines Pufferspeichers mit einem Volumen von 30 m³ simuliert.

Grundlastabdeckung: Die Grundlastwärmeerzeugung erfolgt über zwei Blockheizkraftwerke. Ein BHKW mit einer thermischen Leistung von 207 kW sowie einer elektrischen Leistung von 140 kW wird mit Erdgas betrieben und zur Eigenstromnutzung im Schulzentrum genutzt. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 8.235 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 28%. In Bezug auf die mögliche Eigenstromnutzung ergibt sich durch Überlagerung der Stromlastgänge von Schulzentrum und BHKW (wärmegeführt) ein Eigenverbrauchsanteil der Gesamtstromproduktion von 35%. Der Deckungsanteil am Gesamtstrombedarf des Schulzentrums beträgt hierbei bereits mehr als 99%.

Ein weiteres BHKW mit 650 kWth und 600 kWel wird mit bilanziellem Biomethan betrieben. Für dieses Blockheizkraftwerk ergeben sich anhand des Jahreswärmelastganges eine Laufzeit von 5.058 Stunden sowie eine Deckungsanteil des Jahreswärmebedarfes von 52%. Da dieses BHKW in Volleinspeisung betrieben wird und eine Stromvergütung nach EEG erhält, muss kein Eigenverbrauchsanteil bestimmt werden.

Insgesamt werden 80% des Jahreswärmebedarfes in Kraft-Wärme-Kopplung produziert.

Mittellastabdeckung: Im Mittellastbereich wird in dieser Ausbaustufe ein Holzheizkessel mit einer Nennleistung von 400 kWth vorgesehen. Dieser mit Hackschnitzeln betriebene Kessel hat eine Laufzeit von 2.283 Stunden und deckt 15% des Jahreswärmebedarfes ab.

Spitzenlast- und Redundanzabdeckung: Zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung wurde anhand des Jahreswärmelastganges ein Spitzenlastkessel mit einer Leistung von 2.500 KW vorgesehen. Der Deckungsanteil beträgt in dieser Ausbaustufe mit 5% bereits deutlich weniger als in der ersten Ausbaustufe.

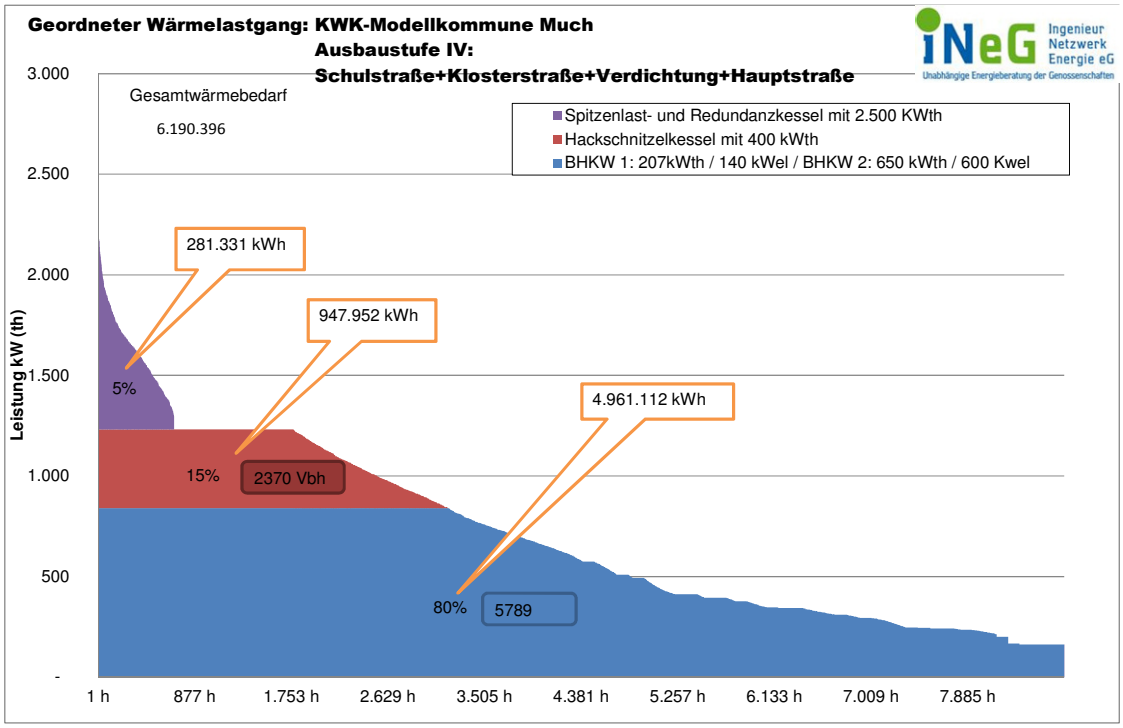


Abbildung 43: Jahreswärmelastgang Ausbaustufe IV

		4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
Wärme-bedarfs-daten	Anschlussnehmer	95
	Länge des Wärmenetzes	3.915 m
	Wärmebedarf	5.060 MWh/a
	Gesamt-Wärmebedarf inkl. Rohrleitungsverluste	6.088 MWh/a
Wärmeerzeugung	**Blockheizkraftwerk I**	
	Typ	VITOBLOC 200 EM 140/207
	Leistung thermisch	207 kW
	Leistung elektrisch	140 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	8.235 h
	Deckungsanteil Wärme	28%
	Deckungsanteil Strom	99%
	Blockheizkraftwerk II	
	Typ	HET-GEC 600
	Leistung thermisch	650 kW
	Leistung elektrisch	600 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	5.058 h
	Deckungsanteil Wärme	52%
	Deckungsanteil Strom	0%
	Holzheizkessel	
	Leistung thermisch	400 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	2.283 h
	Deckungsanteil	15%
	Spitzenlastkesselanlage Neu	
	Leistung thermisch	2.500 kW
	Jahresvollbenutzungsstunden	73 h
	Deckungsanteil	3%
	Pufferspeichervolumen	**30 m³**

Abbildung 44: Zusammenfassung Ausbaustufe IV

8 Szenariobewertung

In diesem Abschnitt wird eine Bewertung der Ausbaustufen I bis IV (Kapitel 7) durchgeführt. Hierzu wird zunächst eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung je Ausbaustufe aus Sicht des Nahwärmenetzes bzw. der Netzgesellschaft durchgeführt. Diese wird anschließend um eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Anschlussnehmer / Wärmeabnehmer erweitert. Komplettiert wird die Bewertung der Ausbaustufen durch eine ökologische Betrachtung. Abschließend erfolgt eine Gesamtbewertung.

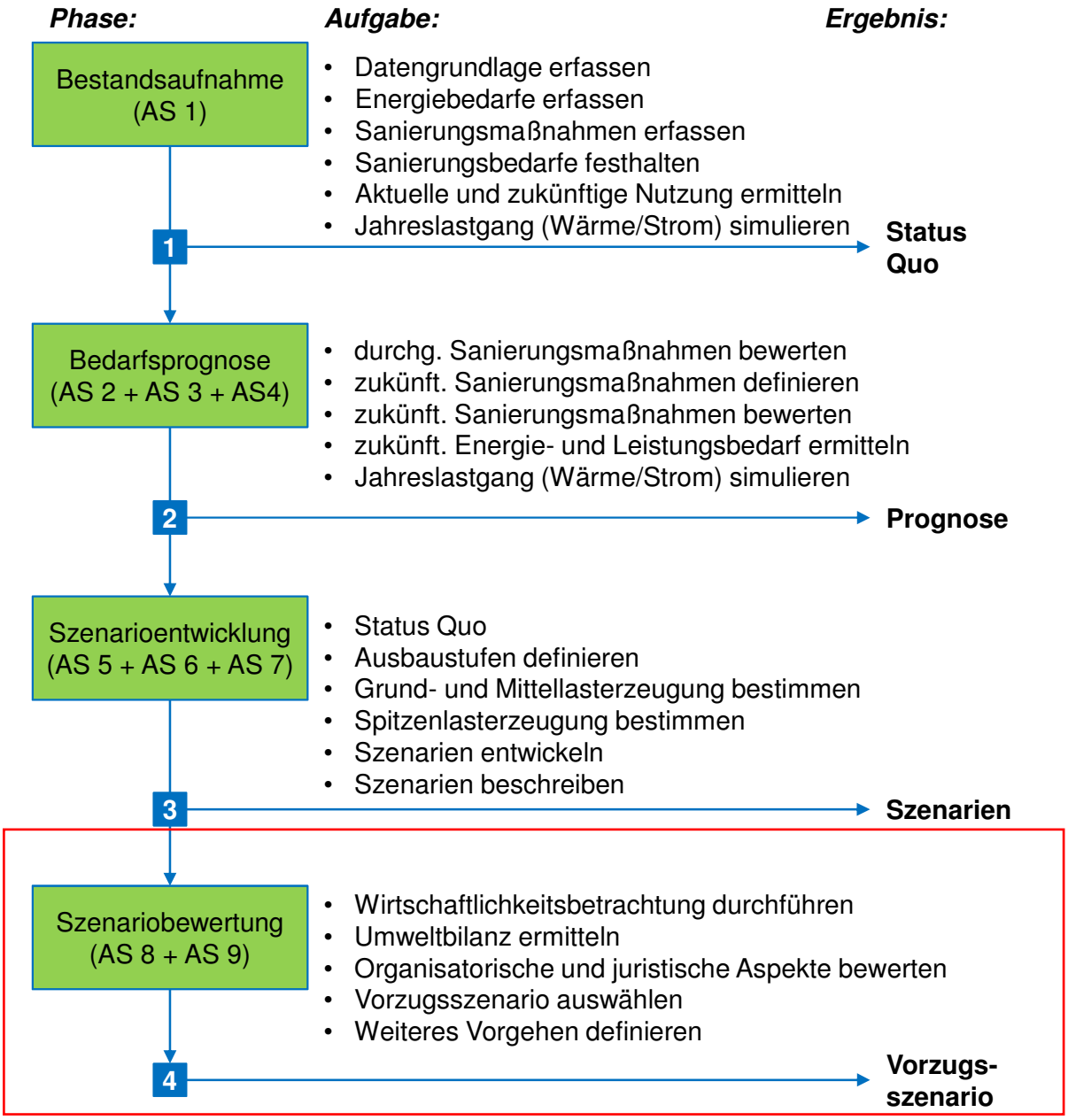


Abbildung 45: Vorgehen

8.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung: Nahwärmenetz

Im Rahmen dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden zunächst Investitionskosten der einzelnen Ausbaustufen bestimmt und verglichen. Im nächsten Schritt werden nun Möglichkeiten der Finanzierung und Förderungen berücksichtigt. Auf dieser Basis werden anschließend die Jahresausgaben je Ausbaustufe ermittelt. Anschließend wird ein Wärmepreissystem definiert und die sich ergebenden Jahreseinnahmen aus Wärmeverkauf und ggf. Stromverkauf bestimmt. Zur abschließenden Bewertung der Varianten erfolgt eine Verrechnung der Jahreseinnahmen und Jahresausgaben.

8.1.1 Ermittlung der Investitionskosten

Im ersten Schritt der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden die Investitionskosten je Ausbaustufe bestimmt. Im Sinne einer Vollkostenrechnung werden sowohl die Investitionskosten der Grund-, Mittel- und Spitzenlastwärmeerzeugung als auch die Kosten für das Nahwärmesystem berücksichtigt. Eine detaillierte Aufstellung der ermittelten Investitionskosten kann den folgenden Abbildungen 43 bis 47 entnommen werden.

3. Investitionskosten (alle Kosten netto)		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Kloster + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
3.1 Grundstück/Erschließung					
200	m²	50	100	100	100
	m²	0	0	0	0
Grundstückskosten	EUR	10.000	20.000	20.000	20.000
Grundstücksnebenkosten	EUR	500	1.000	1.000	1.000
Herrichten (Sicherung, Abbruch, Altlasten, Rodung)	EUR	5.000	5.000	5.000	5.000
Öffentliche Stromversorgung	EUR	4.500	6.500	8.500	12.500
Öffentliche Telekommunikation	EUR	5.000	5.000	5.000	5.000
Öffentliche Verkehrserschließung	EUR	5.000	5.000	5.000	5.000
Summe: Grundstück/Erschließung		**30.000**	**42.500**	**44.500**	**48.500**
3.2 Baukonstruktion/Aussenanlagen					
Heizhaus	EUR	40.000	55.000	65.000	70.000
Brennstoffbunker	EUR	0	15.000	20.000	25.000
Summe: Baukonstruktionen	**EUR**	**40.000**	**70.000**	**85.000**	**95.000**
3.3 Anlagenteile zur Grundlastabdeckung					
Festbrennstofffeuerung	EUR	0	60.000	100.000	120.000
Regelung/ Steuerung/ Schaltanlagen Biomassekesselanlage	EUR	0	3.500	3.500	3.500
Qualitätssicherung/ Dokumentation/ Inbetriebnahme	EUR	0	1.500	1.500	1.500
Zwischensumme: Biomassefeuerung und Kesselanlage	**EUR**	**0**	**65.000**	**105.000**	**125.000**
Blockheizkraftwerk (Hubkolbenmotor) I (nach ASUE)	EUR	133.829	133.829	133.829	133.829
Blockheizkraftwerk (Hubkolbenmotor) II (nach ASUE)	EUR	0	133.829	178.131	293.189
Erdgasversorgung	EUR	3.500	7.500	7.500	7.500
Regelung/ Steuerung/ Schaltanlagen	EUR	2.500	5.000	5.000	5.000
Qualitätssicherung/ Dokumentation/ Inbetriebnahme	EUR	1.500	1.500	1.500	1.500
Zwischensumme: Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen	**EUR**	**141.329**	**281.659**	**325.960**	**441.019**
Summe: Anlagenteile zur Grundlastabdeckung	**EUR**	**141.329**	**346.659**	**430.960**	**566.019**
3.4 Anlagenteile zur Spitzenlastabdeckung					
Gebläsebrenner Zweistoffbrenner	EUR		25.000	35.000	35.000
Heiß-/Warmwasserkessel	EUR		45.000	55.000	55.000
Erdgasversorgung	EUR	5.000	10.000	10.000	10.000
Regelung/ Steuerung/ Schaltanlagen	EUR	2.500	2.500	2.500	2.500
Qualitätssicherung/ Dokumentation/ Inbetriebnahme	EUR	1.500	2.000	3.000	5.000
Summe: Anlagenteile zur Spitzenlastabdeckung		**9.000**	**84.500**	**105.500**	**107.500**

Abbildung 46: Investitionskosten Wärmeerzeugung und Baukonstruktion

3.5 Gemeinsame Anlageteile					
Kaminanlage/ Abgassysteme	**EUR**	**15.000**	**21.000**	**21.000**	**21.000**
Druckhaltung und Sicherheitstechnik	EUR	5.000	1.000	15.000	20.000
Inhalt Pufferspeicher	m²	10	20	30	30
Apparate und Behälter (Pufferspeicher)	EUR	10.000	20.000	30.000	30.000
Verteilung/ Pumpen/ Armaturen	EUR	5.000	15.000	17.500	23.500
Wasseraufbereitung	EUR	3.500	4.500	5.500	6.500
Zwischensumme: Heizungs-/Lüftungs-/Sanitärinstallationen	**EUR**	**23.500**	**40.500**	**68.000**	**80.000**
Regelung/ Steuerung/ Schaltanlagen Netzregelung	EUR	4.500	12.000	14.500	17.000
Prozessleitsystem	EUR			10.000	10.000
Zwischensumme: Netzregelung, Prozessleitsystem	**EUR**	**4.500**	**12.000**	**24.500**	**27.000**
Hoch- und Mittelspannungsanlagen	EUR	0	0	40.000	40.000
Eigenstromversorgungsanlagen	EUR	5.000	5.000	5.000	5.000
Niederspannungsschaltanlagen	EUR	7.500	10.000	10.000	10.000
Niederspannungsinstallationen	EUR	8.500	8.500	12.000	15.000
Zwischensumme: Elektroinstallationen	**EUR**	**21.000**	**23.500**	**67.000**	**70.000**
	EUR				
Summe: Gemeinsame Anlagenteile		**64.000**	**97.000**	**180.500**	**198.000**

Abbildung 47: Investitionskosten Gemeinsame Anlagenteile

3.6 Nahwärmesystem					
Rohrgräben u. Baugruben für Versorgungsnetz	EUR	89.400	126.675	166.125	455.925
Rohrgräben u. Baugruben für Hausanschlüsse	EUR	20.800	50.800	71.520	87.520
Zwischensumme: Erdarbeiten, Tiefbau	**EUR**	**110.200**	**177.475**	**237.645**	**543.445**
Nahwärmerohrleitungen mit Zubehör	EUR	59.600	84.450	110.750	303.950
Nahwärme-Hausanschlüsse	EUR	16.640	40.640	57.216	70.016
Alarmsysteme	EUR	2.958	4.976	6.706	14.402
Nahwärme-Datennetz	EUR	7.291	12.265	16.528	35.499
Insgemeinkosten	EUR	19.857	29.174	54.966	106.578
Qualitätssicherung/ Dokumentation/ Inbetriebnahme	EUR	10.270	17.276	23.282	50.003
Stundenlohnarbeiten	EUR	2.287	3.847	5.185	11.136
Zwischensumme: Rohrleitungsbau, Datennetz	**EUR**	**118.903**	**192.627**	**274.632**	**591.584**
Summe: Nahwärmesystem		**286.669**	**461.362**	**721.030**	**1.512.079**
Trassenlänge	m	804	1353	1823	3915
spez. Kosten ohne Übergabestation	EUR/Tm	**285**	**274**	**281**	**290**

Abbildung 48: Investitionskosten Nahwärmesystem

3.8 Baunebenkosten					
Businessplan, Gesellschaftsgründung, Finanzierung	EUR	5.410	10.595	15.230	24.786
Bauherrenaufgaben	**EUR**	**5.410**	**10.595**	**15.230**	**24.786**
		18%	15%	15%	13%
Planungsleistungen pauschal	EUR	97.380	158.928	228.449	322.218
Architekten- und Ingenieurleistungen (ab Entwurfsplanung)	**EUR**	**97.380**	**158.928**	**228.449**	**322.218**
Bau-/ BImSch-Genehmigung	EUR	3.815	8.972	12.029	14.498
Genehmigungen, Abnahmen	**EUR**	**3.815**	**8.972**	**12.029**	**14.498**
Summe: Baunebenkosten		**106.605**	**178.496**	**255.708**	**361.502**

Abbildung 49: Investitionskosten Baunebenkosten

Grundstück/Erschließung	**EUR**	**30.000**	**42.500**	**44.500**	**48.500**
Baukonstruktion/Aussenanlagen	**EUR**	**40.000**	**70.000**	**85.000**	**95.000**
Technische Ausrüstung	**EUR**	**214.329**	**528.159**	**716.960**	**871.519**
Nahwärmeleitungen	**EUR**	**286.669**	**461.362**	**721.030**	**1.512.079**
Sonstige Einrichtungen	**EUR**	**-**	**-**	**-**	**-**
Baunebenkosten	**EUR**	**106.605**	**178.496**	**255.708**	**361.502**
Investitionskapitalbedarf gesamt	**EUR**	**677.603**	**1.280.516**	**1.823.198**	**2.888.600**

Abbildung 50: Zusammenfassung Investitionskosten

8.1.2 Finanzierung und Förderung

Für die ermittelten Investitionskosten werden nun die Möglichkeiten der Finanzierung und Förderung erörtert. Für die Bereitstellung des notwendigen Investitionskapitals können vollumfänglich folgende Quellen betrachtet werden: Netzkostenbeiträge, Mitgliedsbeiträge und Eintrittsgelder (Genossenschaft), Eigenkapital und Förderungen sowie die Finanzierung über eine Bank. Für das vorliegende Projekt beschränkt sich die Kapitalbereitstellung im Rahmen dieser Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf:

- **Netzkostenbeiträge,**
- **Förderungen und**
- **Bank-Finanzierung,**

die im Folgenden näher erläutert werden sollen.

Netzkostenbeiträge: Im Rahmen der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung werden Netzkostenbeiträge vereinfacht nur in Form von Hausanschlusskosten berücksichtigt. Die Hausanschlusskosten sind von jedem Anschlussnehmer im Vorfeld der Baumaßnahme zu entrichten und berechnen sich entsprechend der folgend aufgeführten Staffelung (Abbildung 51). Basis ist die vom Anschlussnehmer benötigten Anschlussleisten.

Hausanschlusskosten			
Anschlussleistung bis	25 kW	5.000	EUR
	50 kW	5.000	EUR
	100 kW	10.000	EUR
	200 kW	10.000	EUR
	300 kW	15.000	EUR
	400 kW	20.000	EUR
über	400 kW	20.000	EUR

Abbildung 51: Preisstaffel für Hausanschlusskosten

Förderungen: Einen weiteren wesentlichen Bestandteil der Kapitalbeschaffung stellen Förderungen dar. Diesbezüglich besteht im Bereich der Kraft-Wärme-Kopplung die Möglichkeit einer Förderung des Fernwärmenetzes sowie des verbauten Pufferspeichers. Die Förderung für das Wärmenetz richtet sich hierbei nach der Länge des Netzes und beträgt 100 €/Tm (Trassenmeter) - maximal 40 % der anrechenbaren Investitionskosten - ; der Pufferspeicher wird analog entsprechend seines Volumens mit 250 €/m³ gefördert. Detaillierte Informationen zu den Förderbedingungen und Antragsunterlagen können den Unterlagen des „Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa)“ im Anhang entnommen werden. Die in den einzelnen Varianten berücksichtigten Förderbeträge können ebenfalls Abbildung 51 entnommen werden.

Das verbleibende noch nicht über Netzkostenbeiträge oder Förderungen bereitgestellte Eigenkapital wird über eine Bankfinanzierung abdeckt. In allen Ausbaustufen wird hierbei von einer Finanzierung zu folgenden Konditionen ausgegangen.

- **Fremdkapital: 100%**
- **Laufzeit: 20 Jahre**
- **Zinssatz: 3,5%**
- **Tilgungsfreie Zeit: 2 Jahre**

Eine Übersicht der Kapitalbereitstellung in den betrachteten Varianten kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

Zusammenstellung Finanzierung:		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
Netzkostenbeiträge	EUR	92.500	152.500	235.000	402.500
Mitgliedsbeitrag	EUR	-	-	-	-
Eintrittsgeld	EUR	-	-	-	-
Eigenkapital	EUR	-	-	-	-
Förderung	EUR	82.900	146.250	198.770	410.970
Fremdkapital, langfristig	EUR	502.203	981.766	1.389.428	2.075.130
Summe		677.603	1.280.516	1.823.198	2.888.600
Investitionskapitalbedarf gesamt		677.603	1.280.516	1.823.198	2.888.600
Anteil Netzkostenbeiträge	%	14%	12%	13%	14%
Anteil Mitgliedsbeitrag	%	0%	0%	0%	0%
Anteil Eintrittsgeld	%	0%	0%	0%	0%
Anteil Eigenkapital	%	0%	0%	0%	0%
Anteil Förderung	%	12%	11%	11%	14%
Anteil Fremdkapital	%	74%	77%	76%	72%

Abbildung 52: Zusammenfassung Finanzierung und Förderung

8.1.3 Ermittlung der Jahresausgaben

In diesem Kapitel erfolgt eine detaillierte Betrachtung der Jahresausgaben. Diese können grob in folgende Kategorien unterteilt werden: Instandsetzungskosten, Kapitalkosten (Finanzierung), verbrauchsgebundene Kosten, betriebsgebundene Kosten sowie sonstige Kosten. Eine Übersicht der ermittelten Ausgaben je Ausbaustufe ist folgend aufgeführt.

Jahresausgaben		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
Kapitalkosten	EUR/a	42.271	79.159	109.458	159.337
Instandsetzungskosten	EUR/a	18.493	35.161	49.650	88.262
Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	139.438	294.345	415.209	788.150
Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	18.206	16.837	23.119	32.838
Sonstige Kosten	EUR/a	4.200	7.800	10.600	17.400
Jahresgesamtkosten	EUR/a	222.608	433.301	608.037	1.085.988

Abbildung 53: Übersicht der Jahresausgaben

Eine detaillierte Übersicht zur Bestimmung der verbrauchs- und betriebsgebundenen Ausgaben können Abbildung 54 und Abbildung 55 entnommen werden. Einen wesentlichen Bestandteil dieser Kosten stellen die Brennstoff- und Stromkosten dar.

7. Betriebsgebundene Kosten					
Personalkosten					
Geschäftsführung/ Verwaltung	EUR/a	5.000	7.500	10.000	15.000
Kundendienstmonteur/Heizwärter	h/a	285	159	242	343
	EUR/a	11.956	6.671	10.150	14.385
Bunkerbefüllung mit Radlader	h/a	0	20	27	38
	EUR/a	0	916	1.219	1.703
Ausgaben für Personal	**EUR/a**	**16.956**	**15.087**	**21.369**	**31.088**
Gebühren / Überwachungen					
Emissionsüberwachung / Kamin / Abgas	EUR/a	500	1.000	1.000	1.000
Wiederkehrende sicherheitst. Prüfungen (TÜV)	EUR/a	250	250	250	250
Qualitätskontrolle Brennstoffe/ Substrate	EUR/a	500	500	500	500
Ausgaben: Gebühren und Überwachung	**EUR/a**	**1.250**	**1.750**	**1.750**	**1.750**
Betriebsgebundene Kosten gesamt	**EUR/a**	**18.206**	**16.837**	**23.119**	**32.838**
8. Sonstige Kosten					
Versicherungen	EUR/a	2.700	5.300	7.600	12.400
Ausgaben für sonstige Kosten	**EUR/a**	**4.200**	**7.800**	**10.600**	**17.400**

Abbildung 54: Betriebsgebundene Kosten

6.	Verbrauchsgebundene Kosten (variable Koster		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
6.1	**Brennstoff und Brennstoffkosten**					
6.1.1	**Zusammensetzung der Biomasse-Festbrennstoffe**					
	(Kosten der Festbrennstoffe frei Bunker)	Zusammen-setzung				
	Waldhackschnitzel	%	0%	100%	100%	100%
	Summe: Brennstoffeinsatz	**%**	**0%**	**100%**	**100%**	**100%**
	Mittlerer Festbrennstoffheizwert	**MWh/t**	**0,00**	**3,94**	**3,94**	**3,94**
	Mittlerer Brennstoffpreis	**EUR/MWh**		**25,37**	**25,37**	**25,37**
	Brennstoffmengen					
	Biomasse-Festbrennstoffe gesamt	MWh/a Hu	0	561	748	1.044
	Waldhackschnitzel	MWh/a Hu	0	561	748	1.044
	Summe: Brennstoffmengen in MWh/a (Hu)	**MWh/a Hu**	**0**	**561**	**748**	**1.044**
	Waldhackschnitzel	**t/a**	0	142	190	265
	Summe: Brennstoffmengen Biomasse-Festbrennstoffe	**t/a**	**0**	**142**	**190**	**265**
6.1.2	**Brennstoffkosten Biomasse-Festbrennstoffe**					
	Waldhackschnitzel	EUR/a	0	14.245	18.969	26.499
	Ausgaben für feste Brennstoffe	**EUR/a**	**0**	**14.245**	**18.969**	**26.499**
6.1.3	**Zusammensetzung flüssige und gasförmige Energieträger**					
	Brennstoffmengen					
	Hi					
	Erdgas/Biomethan/Biogas BHKW I — Erdgas H	MWh/a Hi	2.331	2.794	3.028	3.162
	Erdgas/Biomethan/Biogas BHKW II — Biomethan	MWh/a Hi	0	1.597	2.924	7.233
	Erdgas /Mittel und Spitzenlastkessel	MWh/a Hi	536	254	237	220
	Hs					
	Erdgas/Biomethan BHKW I — Erdgas H	MWh/a Hs	2.588	3.102	3.361	3.510
	Erdgas/Biomethan BHKW II — Biomethan	MWh/a Hs	0	1.772	3.246	8.029
	Erdgas /Mittel und Spitzenlastkessel	MWh/a Hs	595	282	263	244
	Summe Erdgas	**MWh/a Hs**	**3.183**	**3.384**	**3.624**	**3.754**
	Summe Biogas	**MWh/a Hs**	**0**	**0**	**0**	**0**
	Summe Biomethan	**MWh/a Hs**	**0**	**1.772**	**3.246**	**8.029**
6.1.4	**Brennstoffkosten**					
	Brennstoffleistung Hi	kW	1.448	2.512	237	3.044
	Brennstoffleistung Hs	kW	1.607	2.788	263	3.378
	Erdgas:					
	Arbeitspreis	ct/kWh (HS)	4,24	4,03	3,83	3,63
	Arbeitspreis	EUR/a	134.898	136.265	138.645	136.434
	Biomethan:	EUR/a	0	132.933	243.447	602.138
	Ausgaben für flüssige und gasförmige Energieträger		**134.902**	**269.202**	**382.095**	**738.576**
	Ausgaben für Festbrennstoffe und fossile Energ	**EUR/a**	**134.902**	**283.447**	**401.065**	**765.075**
6.3	**Strom und Stromkosten**					
	Eigenstrombedarf					
	Biomassefeuerung und -kesselanlage	MWh/a	0	10	13	18
	Erdgas/Biomethan/Biogas BHKW I	MWh/a	13	15	16	17
	Erdgas/Biomethan/Biogas BHKW II	MWh/a	0	9	16	33
	Spitzenlastkesselanlage 2	MWh/a	5	2	2	2
	Netzpumpen	MWh/a	5	18	23	52
	Summe: Eigenstrombedarf		**22**	**53**	**71**	**122**
	Stromkosten					
	Stromkosten	EUR/a	3.536	8.390	11.138	19.272
	Strommischpreis	ct/kWh	15,74	15,74	15,74	15,74
	Ausgaben: Stromkosten	**EUR/a**	**3.536**	**8.390**	**11.138**	**19.272**
	Aschen					
	Ascheanfall gesamt	t/a	0	4	6	8
	Ascheanfall	t/a	0,0	2,8	3,7	5,2
	Entsorgungskosten	EUR/a	0	56	74	103
	Ascheanfall	t/a	0,0	1,3	1,7	2,4
	Entsorgungskosten	EUR/a	0	154	205	286
	Ascheanfall	t/a	0,0	0,2	0,3	0,4
	Entsorgungskosten	EUR/a	0	51	68	95
	Ausgaben für Ascheentsorgung		**0**	**261**	**347**	**485**
6.4	**Betriebsstoffe**					
	Konditionierungsmittel für Wasseraufbereitung	EUR/a	500	500	500	500
	Wasser	EUR/a	500	500	500	500
	Ausgaben für Betriebsstoffe	**EUR/a**	**1.000**	**1.000**	**1.000**	**1.000**
Verbrauchsgebundene Kosten (variable Kosten) ges		**EUR/a**	**139.438**	**294.345**	**415.209**	**788.150**

Abbildung 55: Verbrauchsgebundene Kosten

8.1.4 Ermittlung der Jahreseinnahmen

Im Folgenden werden die erzielbaren Jahreseinnahmen je Ausbaustufe bestimmt. Diese setzen sich im Wesentlichen aus den Wärmeeinnahmen, der Vergütung des in den BHKWs produzierten Stromes sowie den Einsparungen durch Eigenstromnutzung zusammen. Eine Zusammenfassung der entsprechenden Jahreseinnahmen kann bereits der folgenden Abbildung entnommen werden. – Eine genaue Erläuterung erfolgt in den nachfolgenden Kapiteln.

Jahresausgaben		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung +
Kapitalkosten	EUR/a	42.271	79.159	109.458	159.337
Instandsetzungskosten	EUR/a	18.493	35.161	49.650	88.262
Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	139.438	294.345	415.209	788.150
Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	18.206	16.837	23.119	32.838
Sonstige Kosten	EUR/a	4.200	7.800	10.600	17.400
Jahresgesamtkosten	EUR/a	222.608	433.301	608.037	1.085.988

Abbildung 56: Zusammenfassung Jahreseinnahmen

8.1.5 Einnahmen aus Wärmeverkauf

Zur Bestimmung der Einnahmen durch den Wärmeverkauf muss als Basis zunächst ein Wärmetarif entwickelt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurde hierfür die folgend aufgeführte Tarifstruktur mit einem gestaffelten Standardtarif für die privaten und öffentlichen Gebäude gewählt.

Wärmetarif				
Grundpreis			250	**EUR/a**
Leistungspreis			10	**EUR/kW/a**
Arbeitspreis	die ersten	50 MWh	70	EUR/MWh
	die nächsten	50 MWh	70	EUR/MWh
	die nächsten	100 MWh	50	EUR/MWh
	die nächsten	200 MWh	40	EUR/MWh
	alle weiteren	MWh	40	EUR/MWh

Abbildung 57: Übersicht Wärmetarifsystem

8.1.6 Einnahmen aus Stromverkauf

Für den Stromverkauf müssen im Wesentlichen zwei Möglichkeiten berücksichtigt werden.

- **Vergütung nach KWK-G**
- **Vergütung nach EEG**

Vergütung nach KWK-G: Die Erste ist die Vergütung nach dem „Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz“, bei der das Blockheizkraftwerk mit normalem Erdgas betrieben wird. Für den in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugten Strom wird in diesem Fall je Kilowattstunde ein Bonus gemäß folgender Staffelung gezahlt (siehe Abbildung 58).

KWK-Zuschlag		
bis 50 kW	5,41	Ct/ kWh
ab 50 kW bis 250 kW	4,00	Ct/ kWh
ab 500 kW	2,41	Ct/ kWh

Abbildung 58: Staffelung KWK-Zuschlag

Dieser Zuschlag wird sowohl bei Eigennutzung als auch bei Einspeisung des erzeugten Stromes gezahlt. Für die Einspeisung erhält der Betreiber den aktuellen Börsenpreis, bei Eigenverbrauch hingehen kann der komplette Arbeitspreis inkl. Umlagen als Einsparung angesetzt werden. Weiterhin erhält der Betreiber der KWK-Anlage zudem eine Vergütung für die Entlastung der vorgelagerten Netzebenen. Da Höhe und Umfang dieser Vergütung jedoch schwer prognostizierbar sind, wurde dieser Vergütungsbestandteil nicht berücksichtigt.

Vergütung nach EEG: Eine weitere Möglichkeit stellt die Vergütung nach dem „Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)“ dar. In diesem Fall wird das BHKW anstelle von konventionellem Erdgas mit bilanziellem Biomethan betrieben und erhält somit für den produzierten Strom eine Vergütung entsprechend der folgenden Staffelung (vgl. Abbildung 59)

EEG 2012	
Inbetriebnahme	2015
Grundvergütung (§ 27 Abs. 1 EEG 2012)	
bis 150 kWel	13,46 Ct/kWh
bis 500 kWel	11,58 Ct/kWh
bis 750 kWel	10,35 Ct/kWh
bis 5.000 kWel	10,35 Ct/kWh
Einsatzstoffvergütungsklassen (ESVK)	
bis 500 kW	6,00 Ct/kWh
bis 750 kW	5,00 Ct/kWh
bis 5 MW	4,00 Ct/kWh
Gasaufbereitungsbonus	
ja	2,94 Ct/kWh

Abbildung 59: Übersicht Vergütung für Biomethan

Auf dieser Basis ergibt sich für den eingespeisten Strom ein eine durchschnittliche Vergütung von 22,4 ct/kWh bis 21,33 ct/kWh. Im Gegensatz zu einer Vergütung nach KWK-G, entfällt in dieser Variante die Vergütung vollständig, wenn der Strom dem Eigenverbrauch zugeführt wird. Folglich ist die Eigennutzung des produzierten Stromes nur wirtschaftlich sinnvoll, wenn die Strombezugskosten über der Mischvergütung liegen.

8.1.7 Gesamtwirtschaftlichkeit des Wärmenetzes

Die folgende Abbildung enthält eine Zusammenfassung der zuvor durchgeführten Betrachtungen in Form einer Einnahmen-Ausgabenrechnung je betrachteter Ausbaustufe. Dieser Auswertung zufolge kann der größte Vorteil durch die Realisierung einer KWK-Nahwärmeversorgung bis hin zur Ausbaustufe IV erzielt werden.

11. Bilanzierung VDI 2067		1. Schulstraße	2. Schulstraße + Klosterstraße	3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung	4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße
Jahresausgaben					
Kapitalkosten	EUR/a	42.271	79.159	109.458	159.337
Instandsetzungskosten	EUR/a	18.493	35.161	49.650	88.262
Verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	139.438	294.345	415.209	788.150
Betriebsgebundene Kosten	EUR/a	18.206	16.837	23.119	32.838
Sonstige Kosten	EUR/a	4.200	7.800	10.600	17.400
Jahresgesamtkosten	EUR/a	222.608	433.301	608.037	1.085.988
Jahreseinnahmen					
Einnahmen durch Wärmeverkauf	EUR/a	95.532	167.397	230.372	332.294
Einnahmen durch Stromverkauf	EUR/a	56.978	201.139	311.702	729.271
Rückerstattung Energiesteuer	EUR/a	14.233	17.060	18.486	19.306
Eigenstromnutzung	EUR/a	60.202	62.538	62.554	63.515
Jahreseinnahmen gesamt	EUR/a	226.944	448.134	623.113	1.144.386
Einnahmen - Ausgaben	EUR/a	4.336	14.833	15.076	58.398
Projektrendite		0,64%	1,16%	0,83%	2,02%

Abbildung 60: Gesamtbewertung Ausbaustufe I bis IV

8.2 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anschlussnehmer

In Ergänzung zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Nahwärmeversorgung wird nun eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Abnehmerseite durchgeführt. Hierzu werden zunächst die Vollkosten sowohl einer konventionellen Wärmerzeugung als auch einer Nahwärmeversorgung bestimmt. Eine Übersicht der ermittelten Vollkosten je Abnehmer kann den folgenden Abbildungen entnommen werden.

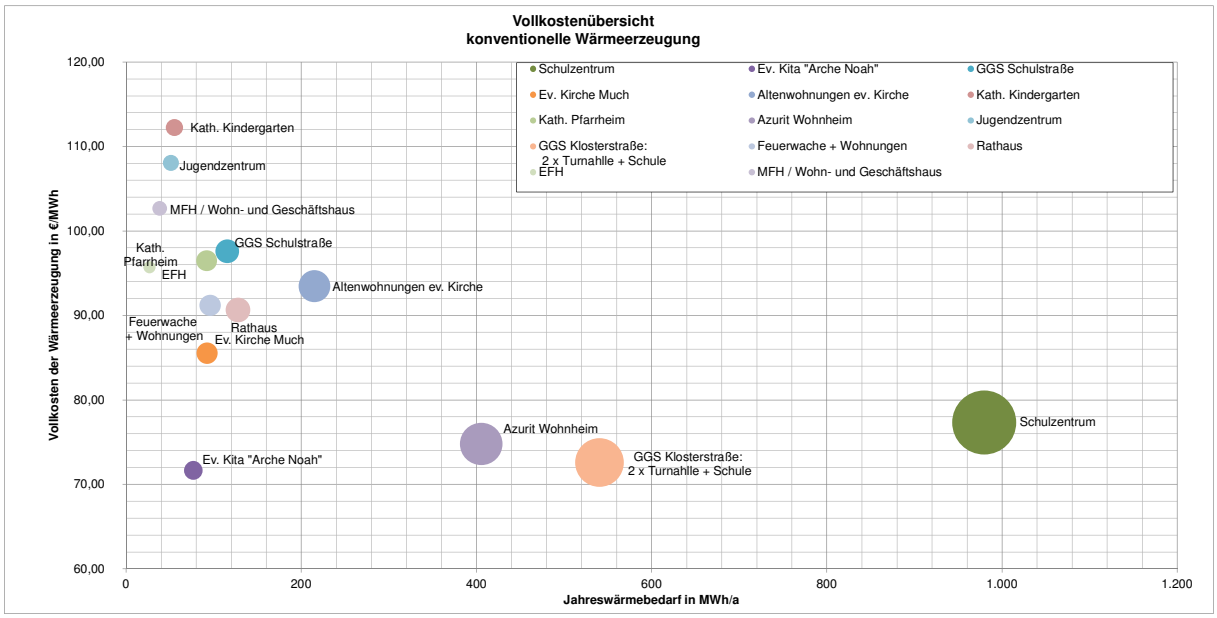


Abbildung 61: Vollkostenübersicht: Konventionelle Wärmeerzeugung

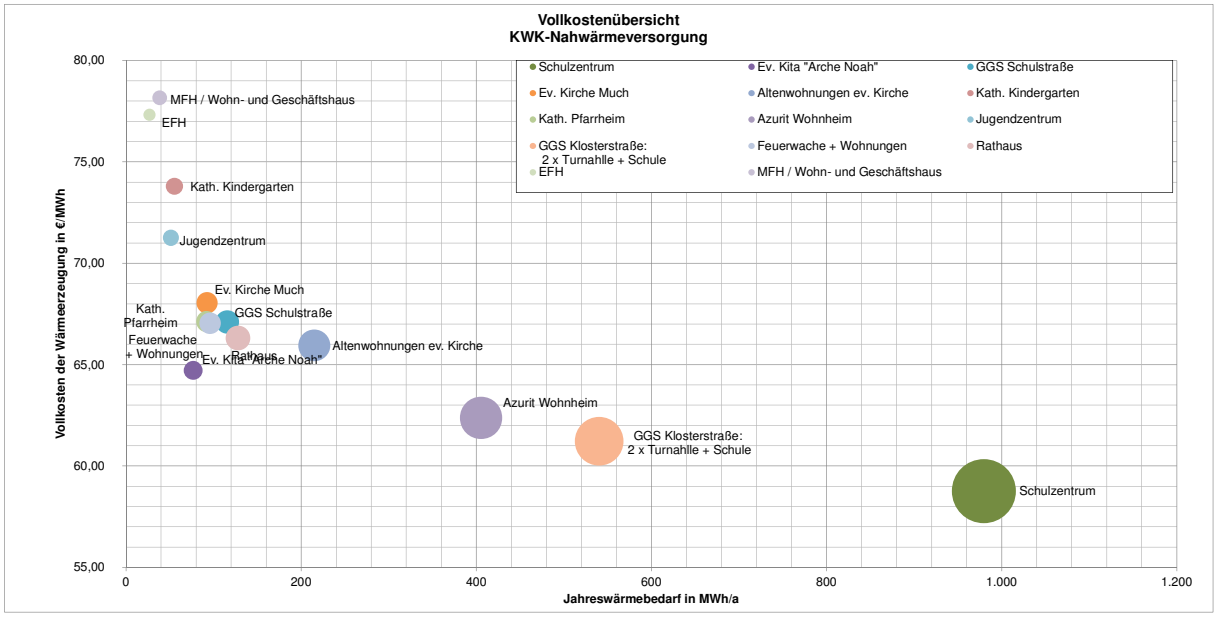


Abbildung 62: Vollkostenübersicht: KWK-Nahwärmeversorgung

Auf Basis dieser Kostengegenüberstellung ergibt sich ein durchschnittliches Einsparpotential je Anschlussnehmer von 23%. Die entsprechenden Einsparungen je Anschlussnehmer sind in der folgenden Abbildung 63 aufgeführt.

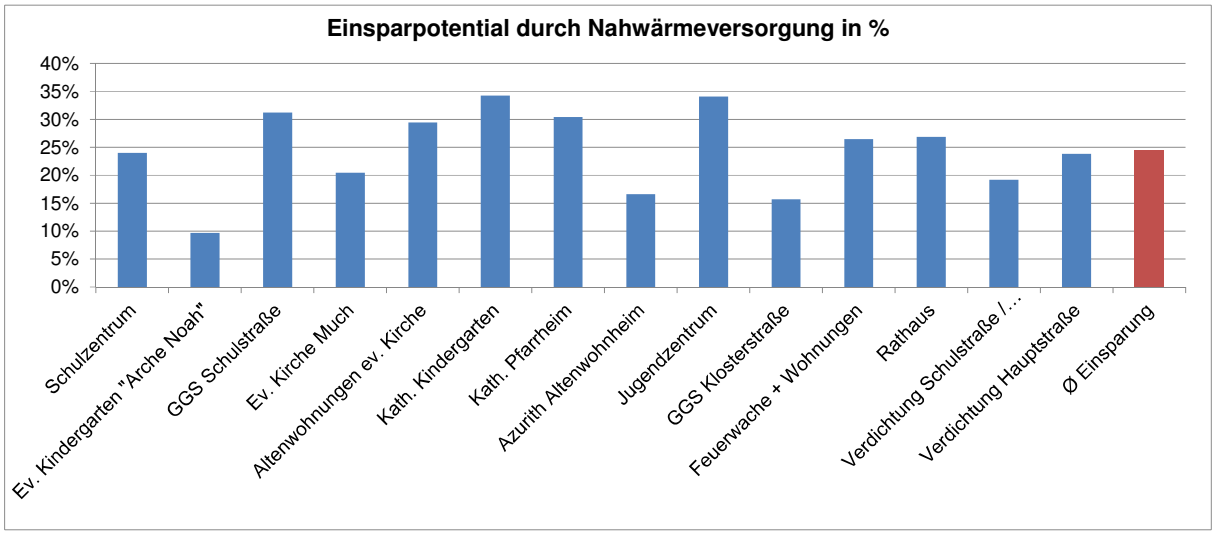


Abbildung 63: Einsparpotential je Anschlussnehmer in %/a

In Bezug auf die betrachteten Ausbaustufen ergeben sich somit die folgend aufgeführten möglichen Einsparungen. In der vierten und letzten Ausbaustufe können auf Abnehmerseite somit in Summe Einsparungen in Höhe von 91.314 €/a erzielt werden.

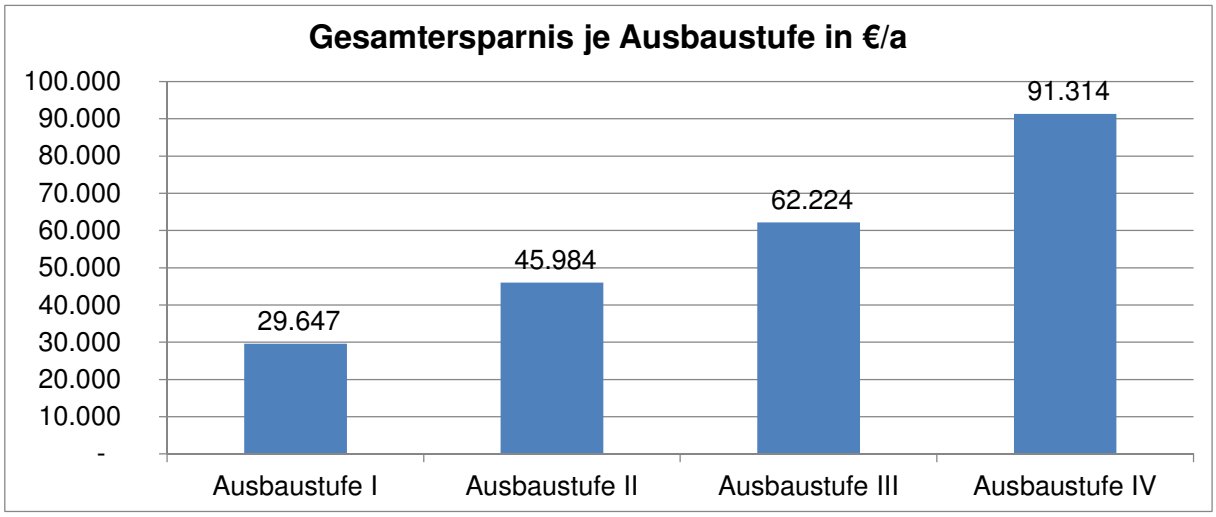


Abbildung 64: Gesamtersparnis der Anschlussnehmer je Ausbaustufe in €/a

8.3 Ökologische Bewertung

Zur ökologischen Bewertung der Ausbaustufen wird im folgenden Abschnitt eine Umweltbilanz auf Basis von Treibhausgas-Emissionen erstellt. Hierzu werden die einzelnen Ausbaustufen mit Hilfe von GEMIS (**G**lobales **E**missions-**M**odell integrierter **S**ysteme) und der entsprechenden Modellierungssoftware (GEMIS 4.8) nachgebildet. Anschließend werden die Treibhausgasemissionen je Ausbaustufe in CO^2-Äquivalenten ermittelt; sowohl für die Nahwärmeversorgung als auch für eine konventionelle Wärmeversorgung.

Für die Gegenüberstellung der konventionellen Wärmeversorgung und einer Nahwärmeversorgung wird in GEMIS zunächst je Ausbaustufe ein Szenario erstellt. Die zu untersuchenden Varianten werden anschließend als Optionen in den einzelnen Szenarien definiert. Anschließend erfolgt die Nachbildung der Optionen **„Nahwärmeversorgung“** und **„konventionelle Wärmeversorgung“** anhand originärer in der GEMIS-Datenbank hinterlegter Prozesse. Folgende Prozesse wurden berücksichtigt:

- BHKW EEG
- BHKW KWK
- Holzheizkessel
- Spitzenlast- und Redundanzkessel (Erdgas)

Exemplarisch sind auf der folgenden Seite Prozesskettenbilder der einzelnen Wärmeerzeugungsarten aufgeführt. In Abbildung 67 kann hierbei eine Besonderheit des KWK-Prozesses beobachtet werden. Da es sich hierbei um einen Koppelprozess handelt, wird neben der primären Wärmeerzeugung als Koppelprodukt auch Strom erzeugt. Dieser wird im Rahmen des Modells in Form einer Stromgutschrift berücksichtigt – in der Abbildung grün dargestellt.

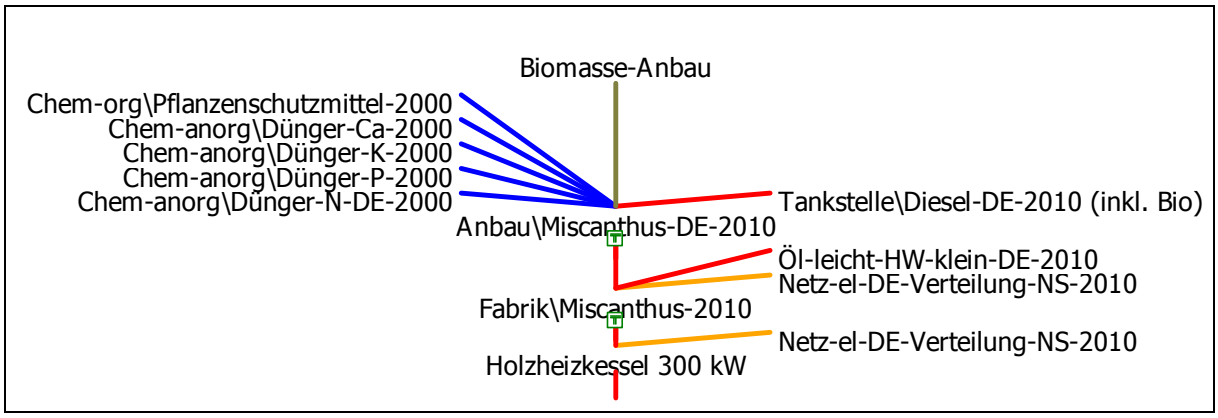


Abbildung 65: Prozesskettendarstellung Holzheizkessel

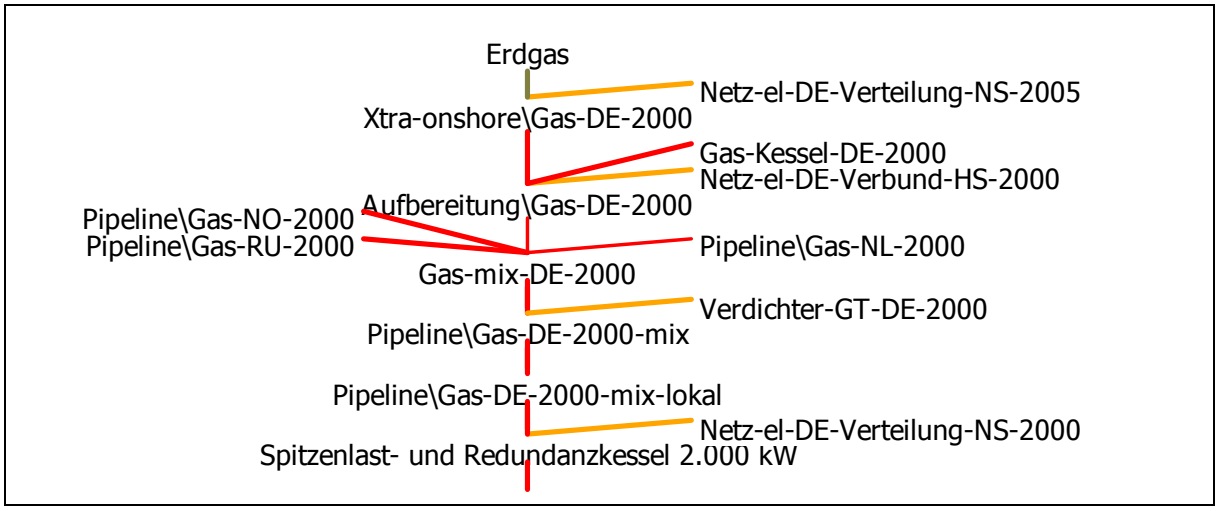


Abbildung 66: Prozesskettendarstellung Spitzenlast- und Redundanzkessel

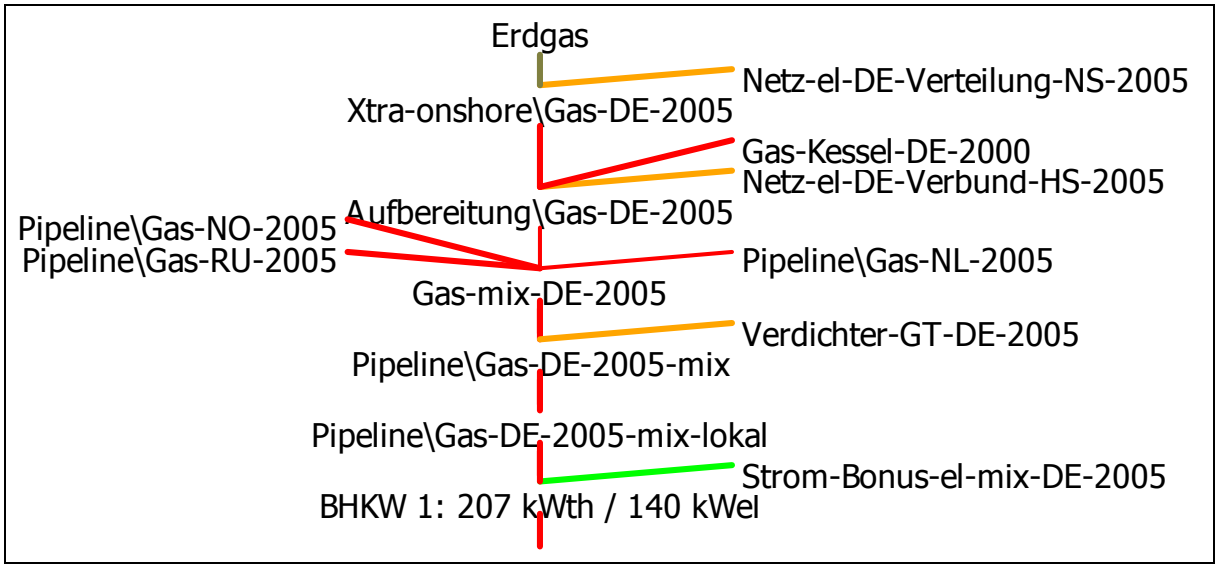


Abbildung 67: Prozesskettendarstellung BHKW KWK

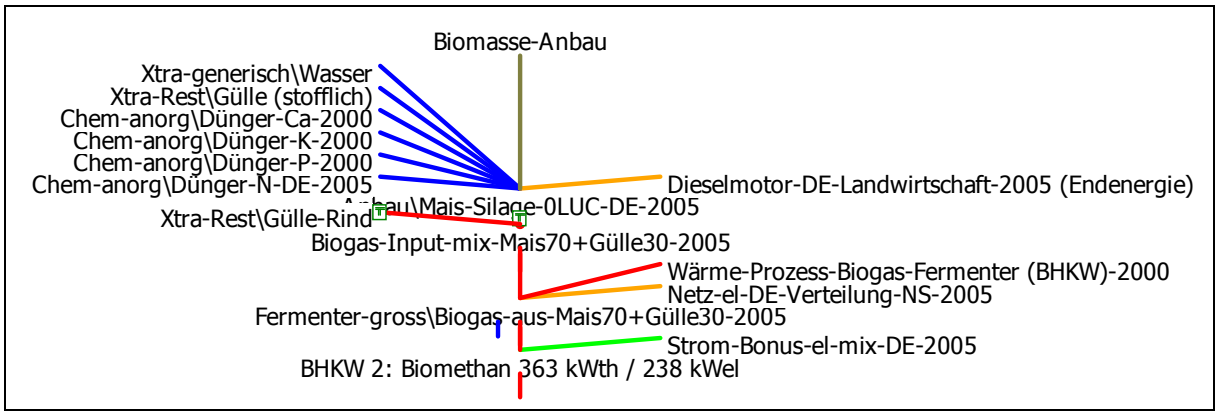


Abbildung 68: Prozesskettendarstellung BHKW EEG

Auf Basis dieser Berechnungen ergeben sich für die Untersuchten Ausbaustufen folgende Treibhausgasbilanzen.

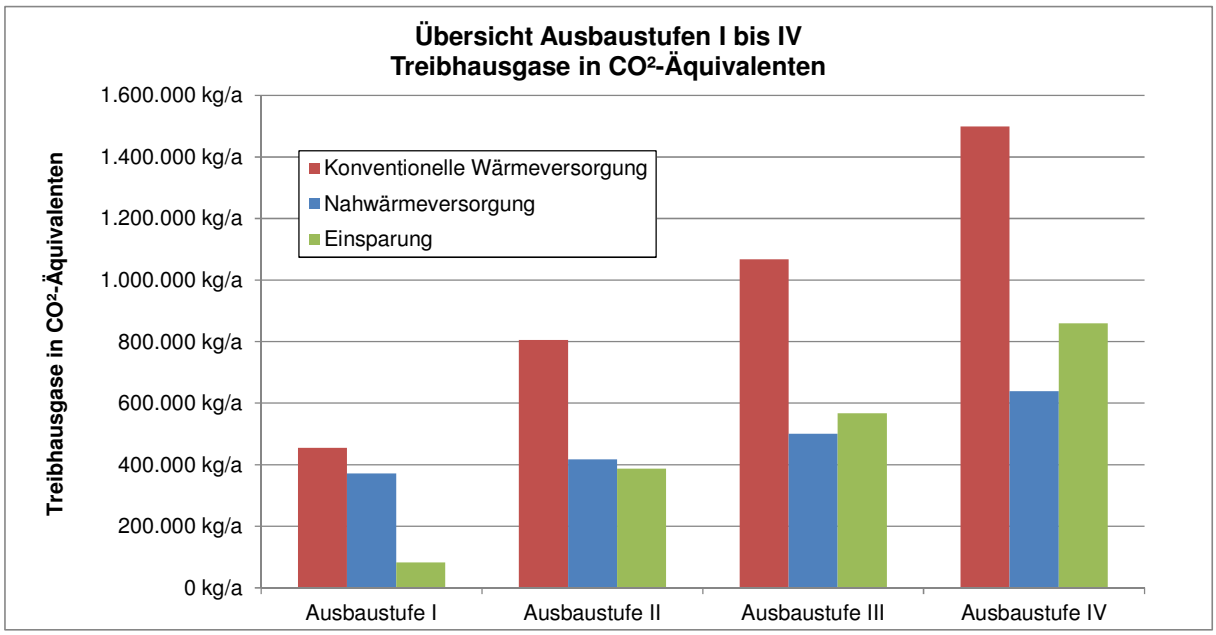


Abbildung 69: Absoluter Ausstoß CO²-Äquivalente in kg/a

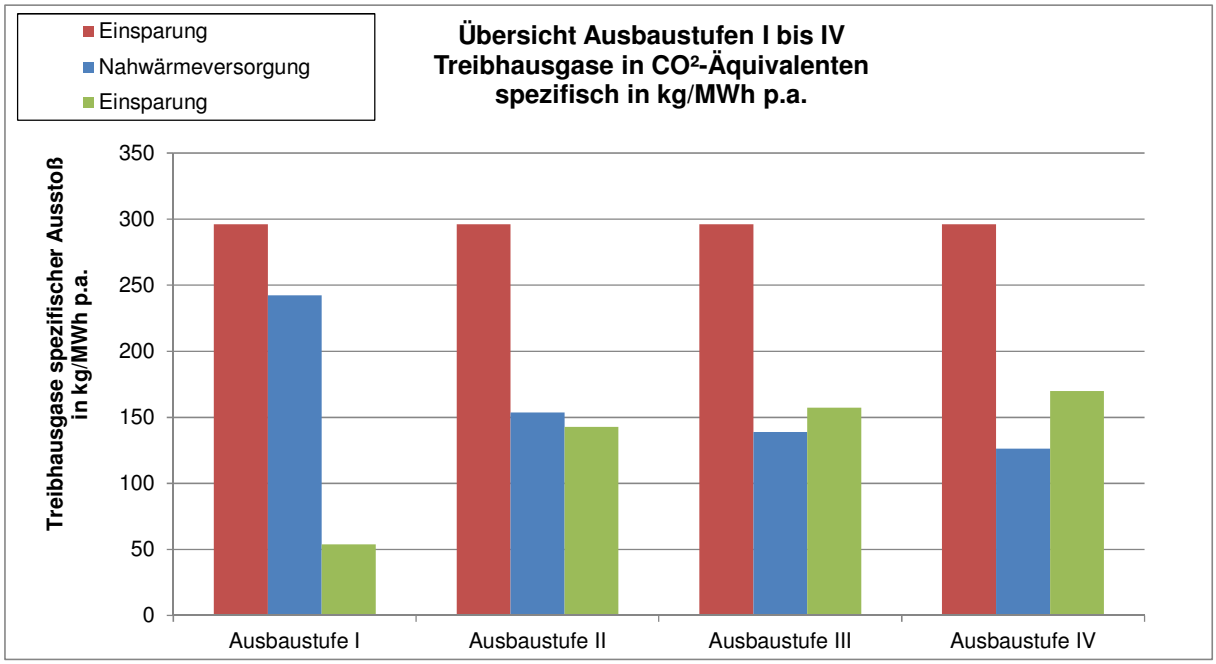


Abbildung 70: spezifischer Ausstoß CO²-Äquivalente in kg/MWh p.a.

Die spezifische Darstellung lässt hierbei erkennen, dass die größte auf den Nutzwärmebedarf bezogen Einsparung (grün) durch den Schritt von Ausbaustufe I zu II realisiert werden kann. Danach ist nur noch einer leichter Anstieg erkennbar. Dies liegt an der Substitution des fossilen Energieträges durch den Brennstoff Holz als regenerativen Anteil.

8.4 Projektbeteiligten und -organisation:

Allgemein gefasst kann bei den Projektbeteiligten zwischen internen und externen Projektbeteiligten unterschieden werden. Eine Auflistung der betrachteten Projektbeteiligten ist in Abbildung 71 aufgeführt.

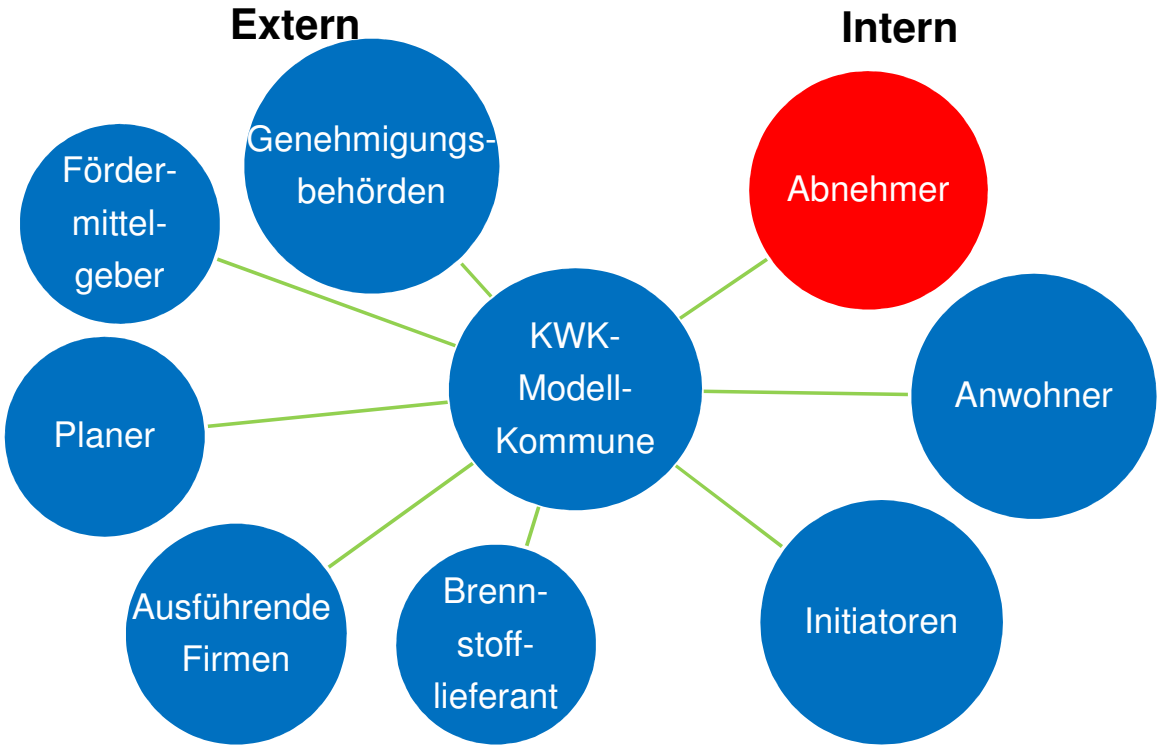


Abbildung 71: Übersicht der Abnehmer / Projektbeteiligte

Einen wesentlichen Bestandteil der Projektbeteiligten stellen in diesem Zusammenhang die zukünftigen und potentiellen Abnehmer / Kunden der Nahwärmversorgung dar. Zu den betrachteten Abnehmern zählen hierbei die Gemeinde Much selbst, die evangelische und katholische Kirche, private Abnehmer und Gewerbekunden. Gemeinsam mit den Initiatoren des Projektes sowie den Anwohnern selbst bilden diese die Gruppe der internen Projektbeteiligten. Zu den externen Projektbeteiligten zählen, neben planenden und ausführenden Firmen, auch Genehmigungsbehörden, Fördermittelgeber und Brennstofflieferanten. Diese Beteiligten gilt es, im Rahmen von Entwicklung, Realisierung und Betrieb in die Projektorganisation einzubinden. Die entscheidenden Erfolgsfaktoren und die Auswahl einer entsprechenden Rechtsform der Betreibergesellschaft werden im Folgenden näher erläutert.

Erfolgsfaktoren: Wesentliche Kriterien für den Projekterfolg der „**KWK-Modellkommune Much**“ sind in der folgenden Abbildung 72 aufgeführt. Neben dem harten Kriterium der Wirtschaftlichkeit für Betreiber und Anschlussnehmer ist auch eine Vielzahl weicher Faktoren entscheidend für den Projekterfolg.

Im Idealfall entsteht das Projekt somit aus der Eigenmotivation der Abnehmer, sich selbst mit Wärme und Strom zu versorgen. Das Projekt sollte von allen Beteiligten und potentiellen Abnehmern akzeptiert und vorangetrieben werden. Die Phasen Entwicklung, Realisierung und Betrieb sollten hierbei geprägt sein von Unabhängigkeit und Selbstbestimmung. Das Prinzip der kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung ist in diesem Zusammenhang während der Betriebsphase von entscheidender Bedeutung für einen nachhaltigen Projekterfolg.

Abbildung 72: Erfolgsfaktoren

Für eine erfolgreiche Realisierung des Projektes ***„KWK-Modellkommune – Much“*** und ist es somit von besonderer Bedeutung, alle Beteiligten und insbesondere die Abnehmer für Projektentwicklung, Realisierung und Betrieb im Rahmen der Projektorganisation einzubinden. Dies kann bereits durch die Wahl der Rechtsform der Betreibergesellschaft entscheidend beeinflusst werden. Für eine Einbindung der Abnehmer bietet sich in diesem Zusammenhang insbesondere die Rechtsform einer Genossenschaft an, die im Folgenden näher betrachtet wird.

Die Genossenschaft: Eine eingetragene Genossenschaft (eG) dient allein und ausschließlich der Förderung der Interessen ihrer Mitglieder. Die Geschäftstätigkeit der Genossenschaft kann sich dabei auf wirtschaftliche, kulturelle oder soziale Ziele richten. Die eG ist eine juristische Person, die mit der Eintragung in das Genossenschaftsregister eine eigene Rechtspersönlichkeit erlangt; zur Gründung sind bereits drei Personen ausreichend. Eine detaillierte Gegenüberstellung verschiedener möglicher Rechtsformen ist in **Anlage II** dieser Studie beigefügt.

Selbstbestimmung / **Unabhängigkeit** / **Akzeptanz:** Die Mitglieder der eG sind in der Regel auch die Kunden bzw. Nutznießer der Leistungen des genossenschaftlichen Unternehmens. Die eG hat grundsätzlich drei Organe: Vorstand, Aufsichtsrat und Generalversammlung. Mitglieder des Vorstands und des Aufsichtsrats müssen selbst Mitglied der eG sein.

Sicherheit: Die eG ist eine demokratische Gesellschaftsform: Jedes Mitglied hat eine Stimme – unabhängig von der Höhe der Kapitalbeteiligung. Dies schützt vor der Dominanz Einzelner und sichert die Unabhängigkeit von externen Interessen. Die eG bietet somit hohen Schutz vor Spekulationen. Mitglieder einer eG haften nur mit ihrer Kapitalbeteiligung, wenn in der Satzung eine Nachschusspflicht ausgeschlossen wird.

Wirtschaftlichkeit: Die eG ist Mitglied in einem genossenschaftlichen Prüfungsverband, der im Interesse der Mitglieder regelmäßig die wirtschaftlichen Verhältnisse und die Ordnungsmäßigkeit der Geschäftsführung sowie bei größeren eG s den Jahresabschluss prüft. Die eG ist aufgrund der internen Kontrolle durch ihre Mitglieder und die unabhängige Prüfung durch den Genossenschaftsverband die mit weitem Abstand insolvenzsicherste Rechtsform in Deutschland.

Anpassungsfähigkeit: Die eG ist eine flexible und dadurch stabile Rechtsform. Ein- und Austritt von Mitgliedern sind problemlos ohne notarielle Mitwirkung oder Unternehmensbewertungen möglich.

In Bezug auf die zuvor beschriebenen Erfolgsfaktoren stellt die eG somit eine optimale Rechtsform für Entwicklung, Realisierung und Betrieb einer „KWK-gestützten Nahwärmeversorgung“ in der Gemeinde Much dar. Auf den Standort Much bezogen, ist ein weiteres Argument für die Genossenschaft, dass mit der **Bürgerenergie Rhein Sieg eG** bereits eine etablierte und akzeptierte Genossenschaft vorhanden ist, die im weiteren Projektverlauf eingebunden werden soll. Für die Erfolgsfaktoren Akzeptanz und Sicherheit stellt dies ebenfalls einen entscheidenden Vorteil dar.

8.5 Weiteres Vorgehen

Je nach Reifegrad des Projektes können die auf die Projektgesellschaft entfallenden Aufgaben in die Phasen Entwicklung, Realisierung und Betrieb unterteilt werden. Die einzelnen Phasen und Aufgaben werden im Folgenden näher erläutert; eine Übersicht hierzu ist in Abbildung 73 dargestellt.

Im Fokus der **Projektentwicklung** steht die Erarbeitung eines finalen Konzeptes. Hierfür muss im ersten Schritt Kontakt zu den potentiellen Abnehmern hergestellt werden. Dazu wird zunächst eine Bürgerveranstaltung durchgeführt, in deren Rahmen das Projekt vorgestellt wird und die Anschlussnehmer Ihr Interesse signalisieren können. Anschließend werden persönliche Gespräche durchgeführt und detaillierte Daten erfasst. Auf dieser Basis wird nun eine Preisentwicklung durchgeführt, ein entsprechender Wärmeliefervertrag erstellt und anschließend im Rahmen einer zweiten Informationsveranstaltung vorgestellt. In der finalen Phase der Projektentwicklung folgt der Abschluss von Wärmelieferverträgen oder Absichtserklärungen und die Gründung einer Gesellschaft (eG) zur Weiterführung des Projektes und zur Beauftragung eines Planungsbüros für die Begleitung der Realisierung des Projektes. Da im vorliegenden Projekt bereits eine Gesellschaft vorhanden ist, kann die Gründung in diesem Fall entfallen. – Ergebnis der Phase ist das finale Konzept.

Im Rahmen der **Realisierung** wird das finale Konzept zunächst einer Detailplanung unterzogen und anschließend im Rahmen einer Ausschreibung vergeben. In der folgenden Bauphase liegt der Aufgabenschwerpunkt nun auf der Kontrolle des Baufortschritts in quantitativer und qualitativer Hinsicht. Hierbei ist insbesondere die normgerechte Verlegung der Wärmeleitungen sowie eine termintreue Wärmelieferung zur zuvor bestimmten Heizperiode zu beachten. Da diese Aufgaben detailliertes Expertenwissen im Bereich der Nah- und Fernwärme erfordern, sollten diese an ein externes Planungsbüro vergeben werden. Die Bauüberwachung endet mit Abnahme und Inbetriebnahme des Nahwärmenetzes.

Die **Betriebsführung** stellt die letzte der betrachteten Phasen dar und kann in Aufgaben der technischen und wirtschaftlichen Betriebsführung untergliedert werden. Zu der wirtschaftlichen Betriebsführung gehören im Wesentlichen die Buchhaltung und -führung, Brennstoffdisposition und Abrechnung mit den Kunden. Die technische Betriebsführung hingegen umfasst die Wartung und Instandhaltung des Netzes sowie der Wärmeerzeuger. Diese Aufgaben werden in der Regel innerhalb der gesetzlichen Gewährleistung durch den Anlagenerrichter übernommen. Danach können diese Arbeiten weiterhin durch die Betreibergesellschaft extern vergeben werden. Sowohl in der technischen als auch in der wirtschaftlichen

Betriebsführung ist vorrangige Aufgabe der Betreibergesellschaft, die realisierte Nahwärmeversorgung im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung zu optimieren und ggf. notwendige Änderungen anzustoßen. Auch in diesem Fall können hierfür externe Spezialisten involviert werden.

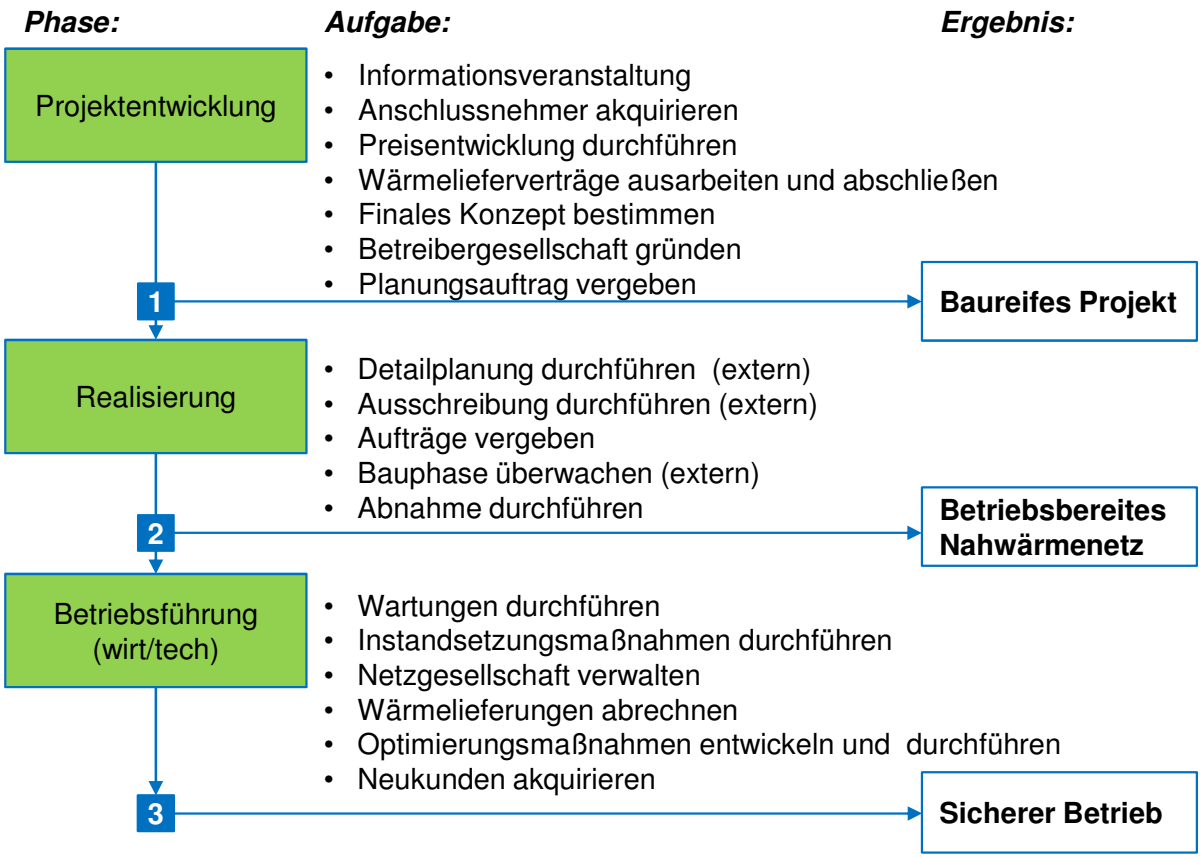


Abbildung 73: Weiteres Vorgehen

Bezogen auf den zeitlichen Verlauf der Phasen ist für die unter Kapitel 7.4 definierten Ausbaustufen ein Realisierungszeitraum von drei Jahren (2014 bis 2017) vorgesehen. Nach diesem Zeitraum soll eine Nahwärmeversorgung innerhalb der Quartiere Schulstraße, Klosterstraße und Hauptstraße zur Verfügung stehen. Eine detaillierte Übersicht des entsprechenden Projektplanes kann der folgenden Abbildung 74 entnommen werden.

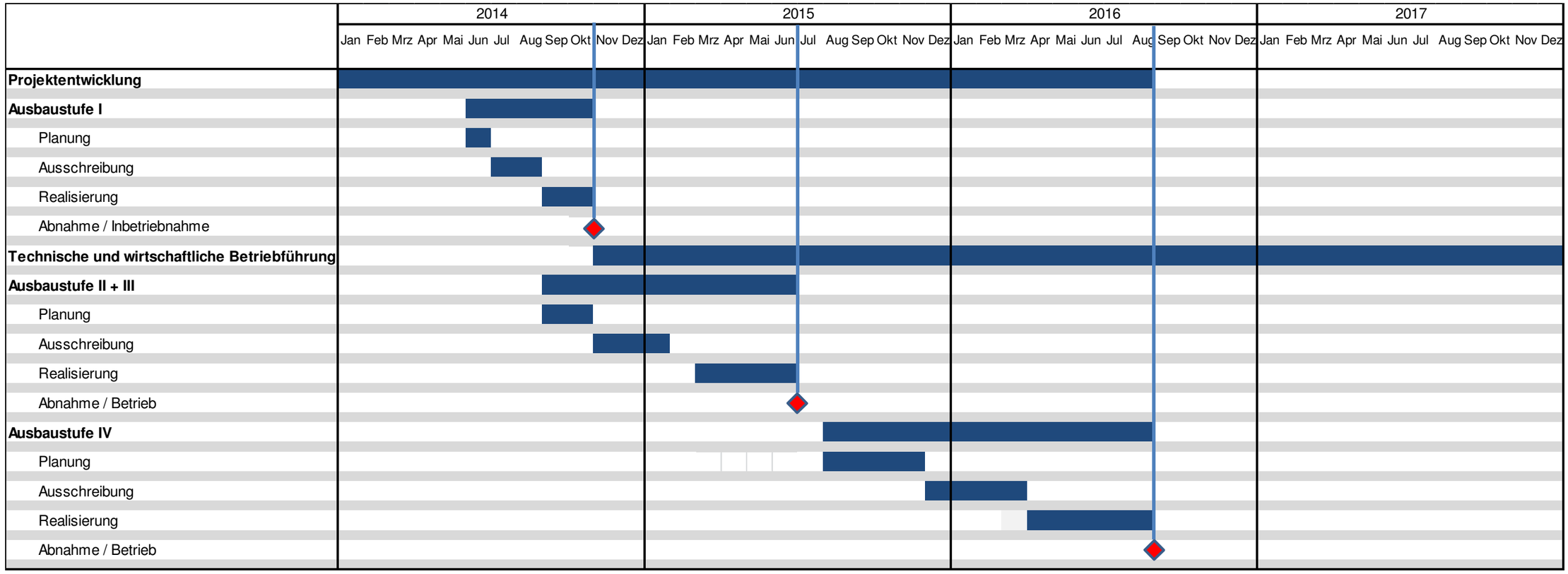


Abbildung 74: Detaillierter Terminplan

9 „Die Vision“ – Optimierung der Stromnutzung

Nach erfolgreicher Realisierung der Ausbaustufen I bis IV einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung – im Folgenden Phase 1 genannt – können nun weitere Phasen der Optimierung durchlaufen werden.

In Abbildung 75 ist dargestellt wie aufbauend auf Phase 1 im Rahmen der Phasen 2 und 3 die Stromnutzung des realisierten KWK-Nahwärmekonzeptes optimiert wird. Die Phasen 2 und 3 werden im Folgenden näher erläutert.

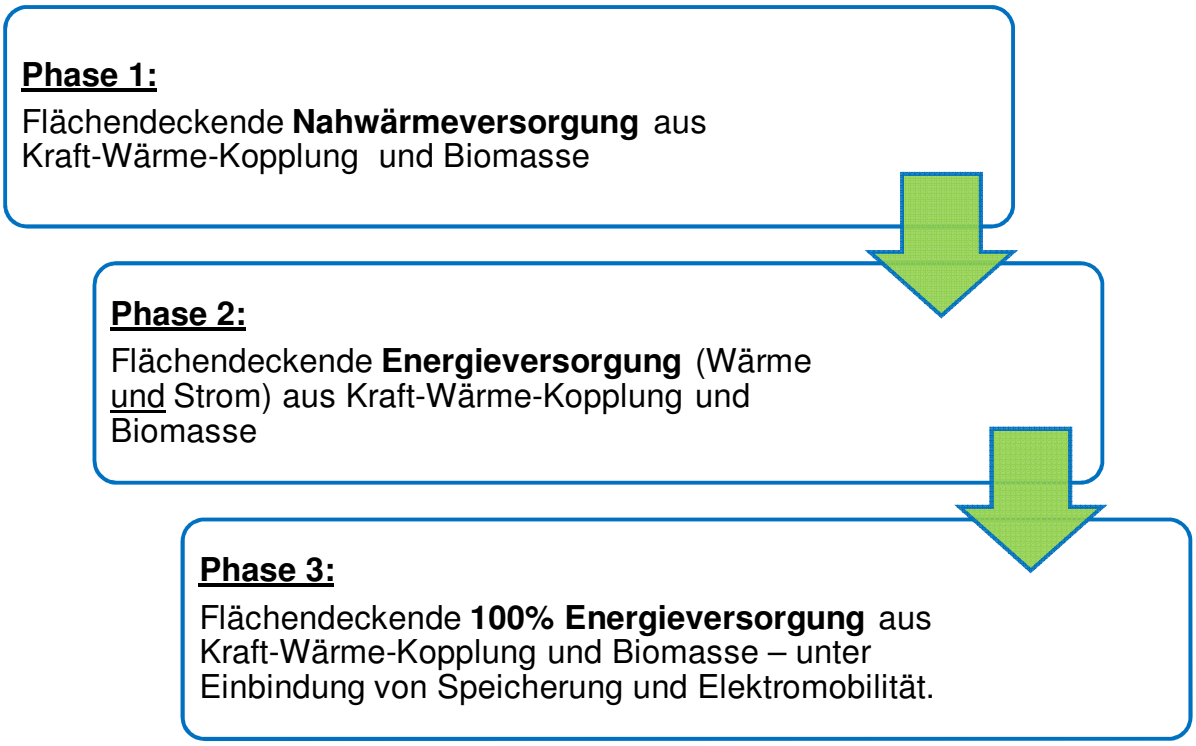


Abbildung 75: Darstellung der Vision

9.1 Phase I

Im Rahmen der ersten Phase wird eine flächendeckende Nahwärmeversorgung für öffentliche Gebäude, private Wohngebäude sowie gewerbliche Abnehmer und Sonderkunden errichtet. Die Wärmeerzeugung erfolgt über eine Kombination aus KWK- und Holzfeuerungsanlagen. Die Verwendung des in den KWK-Anlagen erzeugten Stromes beschränkt sich in dieser Phase zu einem kleinen Teil auf die Eigennutzung im räumlichen Umfeld der Erzeugungsanlage; der Großteil wird direkt eingespeist. Eine Darstellung des entsprechenden Konzeptes kann Abbildung 76 entnommen werden.

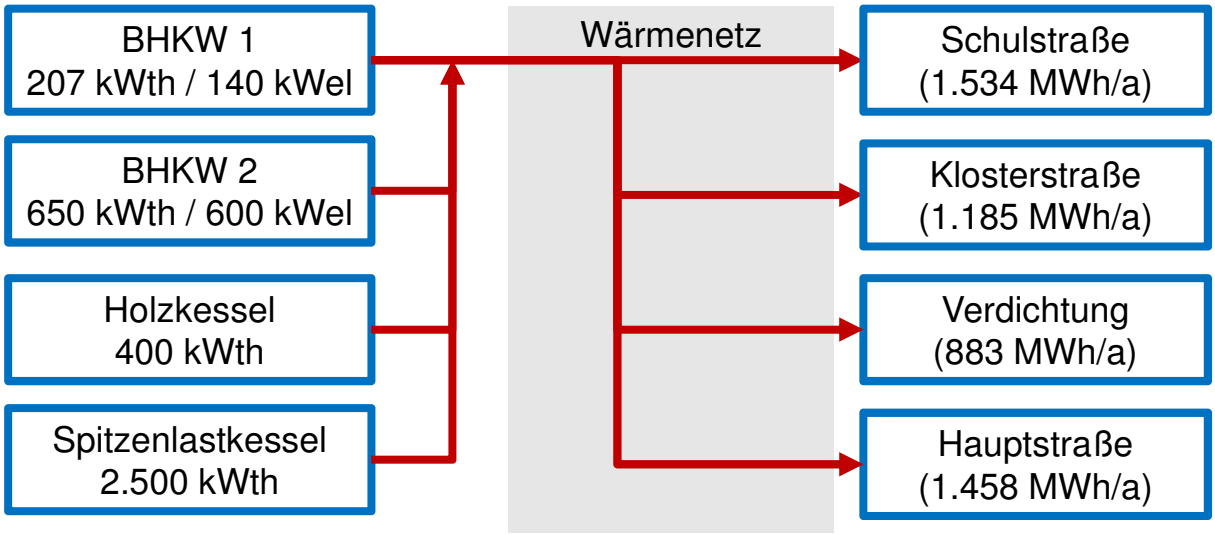


Abbildung 76: Konzeptdarstellung Ausbaustufe IV

In der letzten Ausbaustufe des Feinkonzeptes werden insgesamt 95 Anschlussnehmer mit einem prognostizierten Gesamtjahreswärmebedarf von 5.060 MWh versorgt. Zur Wärmeerzeugung dienen zwei Blockheizkraftwerke mit insgesamt 857 kWh thermischer Leistung und 740 kW elektrischer Leistung sowie eine Holzfeuerungsanlage mit 400kW thermischer Leistung; zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung ist ein Spitzenlastkessel mit einer thermischen Leistung von 2.500 kW vorgesehen. Der Wärmebedarf der Abnehmer wird hierbei zu 100% (Vollversorgung) durch das Wärmenetz abgedeckt. Der durch die Blockheizkraftwerke produzierte Strom wird zu einem Anteil von 10% bzw. 404 MWh im Schulzentrum direkt verbraucht und zu einem Großteil in das öffentliche Netz eingespeist. Bezogen auf den prognostizierten Strombedarf der Anschlussnehmer können somit **43% des Gesamtstrombedarfes** gedeckt werden. Eine Steigerung dieses Eigenstromanteils soll nun in der zweiten Phase durch Nutzung des öffentlichen Netzes realisiert werden.

9.2 Phase II:

Auf Basis der Phase 1 erfolgt im nächsten Schritt die **Direktvermarktung** des erzeugten Stromes an die bereits vorhandenen Wärmeabnehmer, die somit jetzt auch zu **Stromkunden** werden. Die Versorgung erfolgt konventionell über das bereits vorhandene Stromnetz – ein Großteil des benötigten Stromes wird dabei bereits durch die KWK-Anlagen vor Ort produziert. Die Verwaltung und Abwicklung der Direktvermarktung kann an spezialisierte Firmen – zum Beispiel meine-Energie eG – vergeben werden. Eine Übersicht des entsprechenden Konzeptes kann der folgenden Abbildung 77 entnommen werden.

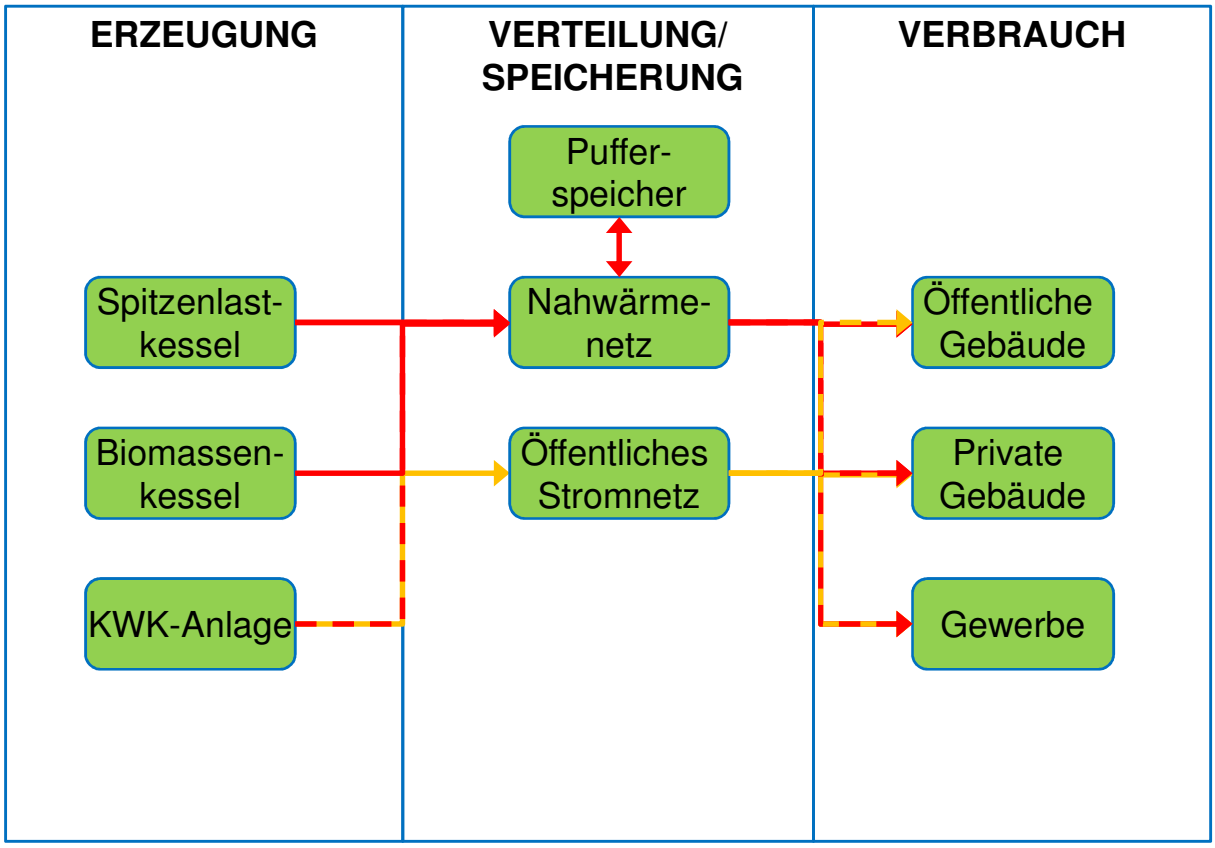


Abbildung 77: Konzeptdarstellung Phase II

Auf Basis der ermittelten Bedarfsdaten ist für diese Phase von einem erzielbaren Strom-Eigenverbrauchsanteil von voraussichtlich 70% auszugehen. Auch wenn in dieser Phase die KWK-Anlagen bereits mehr Strom produzieren als tatsächlich von der Anschlussnehmern benötigt wird, kann dennoch kein Eigenverbrauchsanteil von 100% realisiert werden. Wesentlicher Grund hierfür ist, dass Stromabnahme und Stromproduktion nicht immer zeitgleich erfolgen. Die zeitliche Entkopplung von Stromverbrauch und -produktion sowie die Nutzung des erzeugten Reststromes sind Bestandteil der nachfolgend erläuterten Phase 3.

9.3 Phase III

In der dritten Phase wird nun der Anteil der Eigenstromnutzung durch Stromspeicherung und die Einbindung von Elektromobilität weiter gesteigert. Ziel ist die100%-Versorgung der Gemeinde Much aus lokaler Wärme- und Stromerzeugung sowie 100%ige lokale Nutzung des produzierten Stromes. Eine Übersicht des entsprechenden Konzeptes kann der folgenden Abbildung 78 entnommen werden.

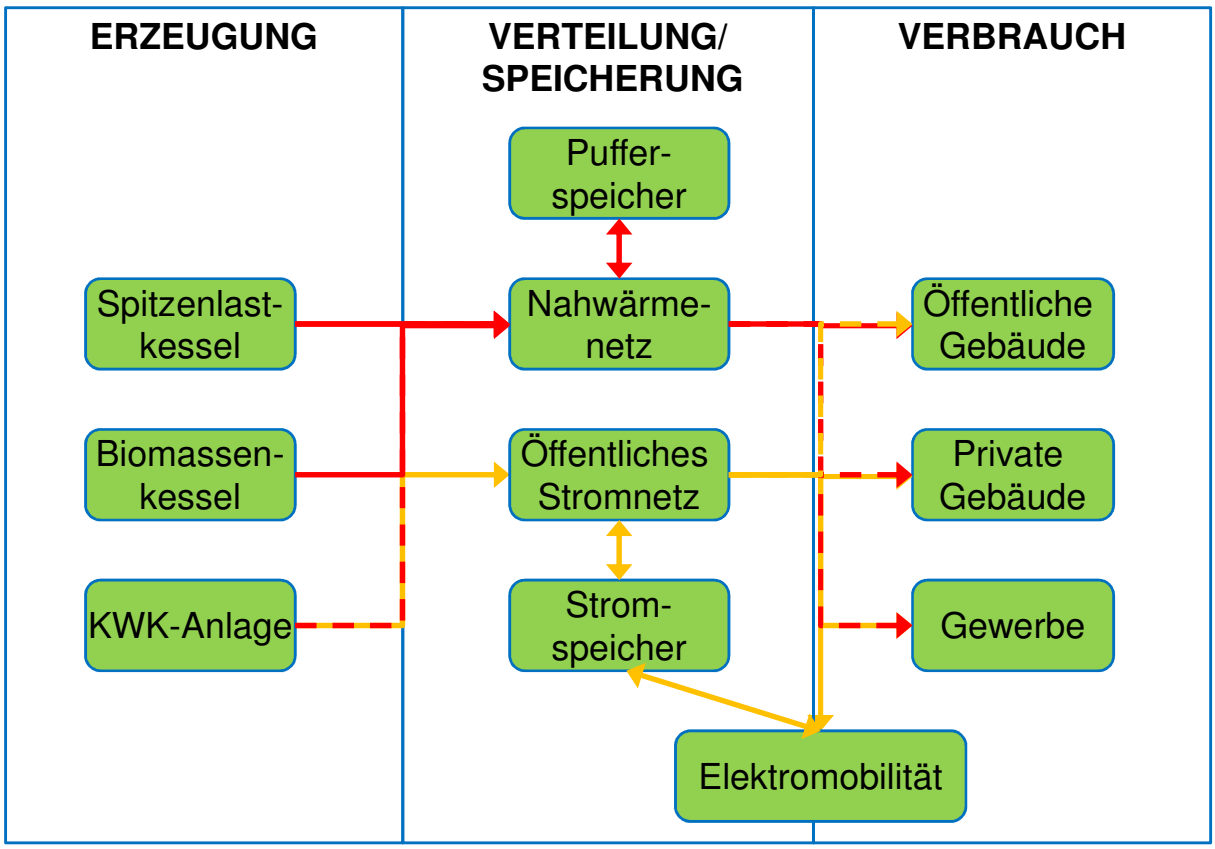


Abbildung 78: Konzeptdarstellung Phase III

Durch die Einbindung eines zentralen sowie vereinzelter dezentraler Speicher können Stromerzeugung und -verbrauch zeitlich entkoppelt werden, sodass nun bis zu 100% des lokalen Strombedarfes gedeckt werden können.

Der über diesen Strombedarf hinausgehend produzierte Strom könnte im Bereich der Elektromobilität im kommunalen Bereich, der Altenpflege und ambulanter Dienste Verwendung finden. Zum Beispiel könnten mit dem verbleibenden Strom (3.000 MWh) 10 Elektrofahrzeuge (kleiner PKW) mit einer jährlichen Laufleistung von ca. 20.000 km betrieben werden. Solche Fahrzeuge werden bereits deutschlandweit über Dienstleister wie die personal mobility center Nordwest eG (pmc) zur Verfügung gestellt.

10 Bewertung

Neben der reinen Wirtschaftlichkeit und der Verminderung von Treibhausgasemission sind auch weitere „weiche“ Faktoren für die Bewertung des betrachteten Feinkonzeptes zu berücksichtigen. Die im Rahmen dieser Untersuchung berücksichtigten Kriterien sind durch das Förderprogramm vorgeben. Im Wesentlichen ist hierbei der Beitrag des umzusetzenden Feinkonzeptes zu folgenden Zielen zu bewerten:

- Beitrag zu den Grundlegen Zielen des Ziele 2 Programmes
- Beitrag zu den Querschnittszielen des Ziele 2 Programmes
- Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung

10.1 Beitrag zu den Grundlegen Zielen des Ziel 2-Programmes

Im Folgenden wird eine Bewertung des entwickelten Feinkonzeptes in Bezug auf den Beitrag zu den Grundlegenden Zielen des Ziele 2 Programmes durchgeführt. Zu den betrachteten Zielen zählen hierbei die **„Verbesserung der Innovationsfähigkeit“**, die **„Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit“** und die **„Schaffung von Arbeitsplätzen“**.

10.1.1 Verbesserung der Innovationsfähigkeit in der Kommune

Per Definition beschreibt die Innovationsfähigkeit die Fähigkeit von Individuen, Gruppen oder Institution zur Innovation. Wesentliche Erfolgstreiber sind hierbei:

- Kontinuierliche Kompetenzentwicklung
- Ganzheitliches Innovationsmanagement
- **Work-Life-Balance**
- Innovative Formen der Arbeitsorganisation
- **Management von Ungewissheit**
- Gesundheitsmanagement
- Verkürzung der Informationswege
- Diversity
- Marktkenntnis
- Entwicklung von erfolgreichen Routinen und Ritualen

Ein Großteil dieser Erfolgstreiber setzt hierbei vor allem Zeit voraus, die in den meisten Fällen ein knappes Gut ist. Durch die Realisierung einer Flächendeckenden KWK-gestützten

Nahwärmeversorgung in Much werden durch Auslagerung und Zentralisierung der Wärmeerzeugung **Zeiteinsparungen** generiert, die direkt in eine Optimierung der Innovationsfähigkeit umgesetzt werden können. Weiterhin erzielen die Anschlussnehmer **Kosteneinsparungen**, durch die weitere Ressourcen im Bereich der Innovationsfähigkeit geschaffen bzw. gebunden werden können.

Letztlich wird durch die unabhängige Wärme und Stromversorgung auch die wirtschaftliche **Unsicherheit** für private, öffentliche und gewerbliche Anschlussnehmer deutlich reduziert, sodass auch hierdurch neue Ressourcen für die Optimierung der Innovationsfähigkeit geschaffen werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Realisierung einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung – **durch die Reduzierung von Unsicherheiten bei gleichzeitiger Schaffung von zeitlichen und finanziellen Ressourcen** – einen erheblichen Einfluss auf die Verbesserung der Innovationsfähigkeit von Individuen, Gruppen oder Institutionen in der Kommune Much hat.

10.1.2 Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit in der Kommune

Mit einer sofortigen Verbesserung der **Wettbewerbsfähigkeit** ist insbesondere im Bereich der Hauptstraße zu rechnen. Die in den Wohn- und Geschäftshäusern ansässigen Gewerbetreibenden (Einzelhandel, Arztpraxen etc.) haben durch die niedrigeren Bezugskosten und die Planungssicherheit in Bezug auf steigende Energiekosten einen erheblichen Standortbezogenen Wettbewerbsvorteil. Auch von der Kundenseite wird dieser standortbezogene Wettbewerbsvorteil sogar noch ausgebaut. Grund hierfür ist der wirtschaftliche Vorteil der privaten Anschlussnehmer, der im Weiteren zur Steigerung der Kaufkraft im Ort und somit wiederum zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit in der Kommune führt.

Abschließend kann festgehalten werden, dass die Wettbewerbsfähigkeit in der Kommune sowohl durch niedrige und sichere Energiekosten als auch durch einen Anstieg der Kaufkraft entscheidend verbessert wird.

10.1.3 Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen

Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und Innovationsfähigkeit führen zum Wachstum vorhandener sowie zur Ansiedlung neuer Arbeitsgeber. In direkter Konsequenz ist hierdurch auch mit der Schaffung neuer Arbeitsplätze und dem Erhalt sowie der Sicherung vorhandener Arbeitsplätze zu rechnen.

10.2 Beitrag zu den Querschnittszielen des Ziel 2-Programms

Neben den Hauptzielen des Ziele 2 Programmes werden auch die Querschnittsziele **„Chancengleichheit“** und **„Beitrag zur umweltgerechten Entwicklung“** im Rahmen der Bewertung berücksichtigt.

10.2.1 Chancengleichheit

Die geplante KWK-gestützte Nahwärmeversorgung kann, wie unter 10.1 beschrieben, zur Schaffung weiterer Ressourcen in den Bereichen der Kindergarten- und Nachmittagsbetreuung sowie in der Altenpflege beitragen. Dies führt zu einer Entlastung der Familie und ermöglicht allen Familienmitgliedern eine Verbesserung der Chancengleichheit in Bezug auf die Verwirklichung persönlicher und beruflicher Ziele.

10.2.2 Beitrag zur Umweltgerechten Entwicklung

Durch die Errichtung eines KWK-gestützten Nahwärmenetzes können die Grundlegenden Ziele des Ziele 2 Programmes bei gleichzeitiger Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 57% sowie einer Verminderung des Primärenergiebedarfes um 38% erreicht werden **(Kapitel 10.2.4).** Die Steigerung von Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze bei gleichzeitiger Senkung von Treibhausgasemissionen und Primärenergieverbrauch stellte in diesem Zusammenhang einen Beitrag zur Umweltgerechten Entwicklung dar.

10.2.3 Beitrag zu den spezifischen Zielen der Landesregierung

In letzter Instanz soll nun auch der Beitrag des umzusetzenden Feinkonzeptes zu den Zielen der Landesregierung bestimmt werden. Zu den betrachteten Zielen zählen:

- Die Reduktion von Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen
- Die Steigerung des KWK-Anteils am Gesamtstromverbrauch der Kommune
- Die Übertragbarkeit des Feinkonzeptes auf andere Kommunen
- Der Beitrag zum Ausbau von kommunalen und regionalen KWK-Netzwerken

10.2.4 Reduktion des Primärenergieverbrauchs und der Treibhausgasemission in der Kommune

Die Reduktion der **Treibhausgase** wurde unter **Kapitel 8.3** unter Verwendung der Software GEMIS (**G**lobales **E**missions-**M**odell integrierter **S**ysteme) bestimmt. Das Ergebnis ist in der folgenden Abbildung 79 je betrachteter Ausbaustufe dargestellt. Entsprechen der in **Kapitel 8.3** durchgeführten Berechnung kann der Treibhausgasausstoß für die betrachteten Quartiere in der vierten Ausbaustufe um 57% reduziert werden.

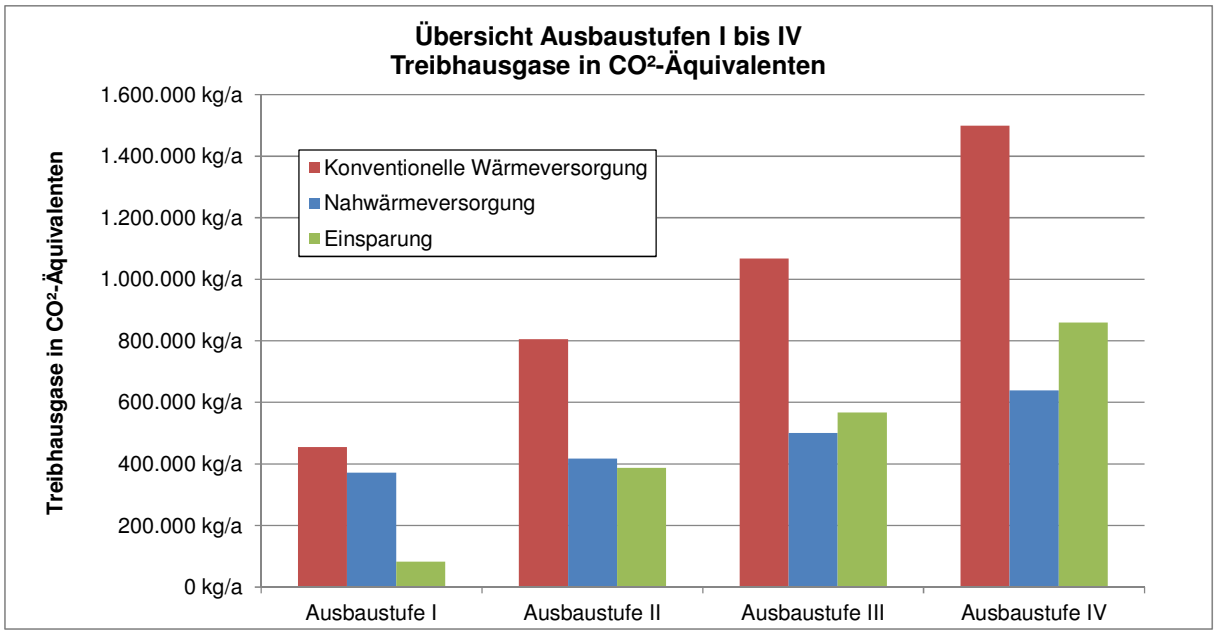


Abbildung 79: Reduktion der Treibhausgasemissionen im Bereich der Gemeinde Much

Anhand der unter Abbildung 80 dargestellten Verteilung des Endenergiebedarfes sowie der entsprechenden Primärenergiefaktoren für Erdgas, Heizöl, Kohle und Holz ergibt sich für die betrachteten Quartiere somit ein Primärenergiefaktor von Näherungsweise 1 und folglich ein Primärenergiebedarf der jährlichen Wärmeerzeugung von 5.060 MWh.

Unter Berücksichtigung der konzipierten Nahwärmeversorgung – mit einem KWK-Anteil von 80% sowie einem Holzanteil von 15% -- ergibt sich für die Versorgung der betrachteten Quartiere ein Primärenergiefaktor von Näherungsweise 0,625. Der Primärenergiebedarf kann somit durch die Realisierung einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung um 38% gesenkt werden.

10.2.5 Steigerung des KWK-Anteils an der Stromerzeugung in der Kommune

Entsprechend der unter Abbildung 80 dargestellten Grafik aus dem interkommunalen Klimaschutzkonzept der Gemeinden Lohmar, Much und Ruppichteroth zeigt, dass insgesamt 15% des jährlichen Endenergiebedarfes (63.945 MWh) der Gemeinde Much auf den Stromverbrauch entfällt. Auf die im Rahmen des Feinkonzeptes betrachteten Quartiere entfällt hierbei ein jährlicher Verbrauch von 915 MWh.

Dieser Strombedarf kann nach Realisierung der vierten Ausbaustufe des erarbeiteten Feinkonzeptes bereits zu 42% aus KWK-Anlagen gedeckt werden. Hierbei wurde im ersten Schritt nur die Eigenstromnutzung am Standort der Erzeugungsanlagen im Bereich des Schulzentrums berücksichtigt.

Wie unter **Kapital 9** beschrieben, kann dieser Anteil durch Einbeziehung weiterer Gebäude sowie der zeitlichen Entkopplung von Produktion und Verbrauch durch die Einbindung von Speichern auf bis zu 100% gesteigert werden. Weiterhin verbleiben selbst nach Abdeckung des Strombedarfes ca. 3.000 MWh Strom aus KWK-Anlagen, die zukünftig im Bereich der Elektromobilität genutzt werden könnten.

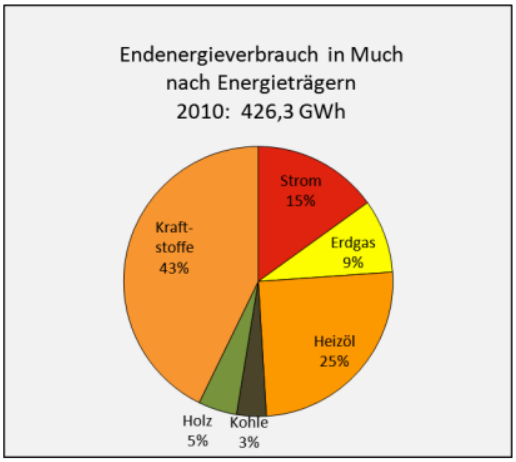


Abbildung 80: Endenergieverbrauch Gemeinde Much (Quelle: Interkommunales Klimaschutzkonzept Seite 20)

10.2.6 Übertragbarkeit des Feinkonzeptes auf andere Kommunen

Wesentlich für die Übertragbarkeit des entwickelten Feinkonzeptes ist der Grad der Übereinstimmung zwischen Modellkonzept und der betrachteten Kommune in folgenden Charakteristika:

- Räumliche Struktur der Bebauung
- Bedarfs- und Abnehmerstruktur
- Art der Wärmebereitstellung

In Bezug auf die räumliche Struktur ist innerhalb der betrachteten Quartiere sowohl die für den kommunalen Bereich charakteristische Wohnbebauung in lockerer Bauweise als auch ein dicht bebauter Ortskern mit Wohn- und Geschäftshäusern vorzufinden. Neben der vorhandenen privaten und gewerblichen Bebauung ist auch die zentrale und konzentrieret Anordnung der Schulzentren typisch für den kommunalen Bereich.

Analog zu der räumlichen Struktur ist auch Wärmebedarf und -abnahme charakteristisch. Wesentliche Abnehmer sind hierbei öffentliche Gebäude (Schulen, Kindergärten, Kirchen) sowie private Wohngebäude und Gewerbe.

Die benötigte Wärme wird im betrachteten Feinkonzept über eine Kombination aus KWK-Anlagen und Holzfeuerungsanlagen bereitgestellt. Je nach Bedarf können die entsprechenden Anteil bei Übertragung des Projektes angepasst werden. Das wesentliche Konzept muss in diesem Fall nicht geändert werden.

10.2.7 Beitrag zum Ausbau von kommunalen und regionalen KWK-Netzwerken

Sowohl durch die Modellhaftigkeit der konzipierten Nahwärmeversorgung als auch die bewusste Einbindung der Anwohner und Anschlussnehmer in Form einer Bürgerenergiegenossenschaft, ist mit einer erheblichen positiven Signalwirkung auf umliegende Kommunen zu rechnen. Eine weitere Verstärkung dieses Effektes kann auch durch die Einbindung der interkommunal agierenden Bürgerenergiegenossenschaft Rhein-Sieg eG erzielt werden. So wäre auch denkbar, dass weitere KWK-gestützte Nahwärmenetze ebenfalls durch diese Genossenschaft entwickelt, betrieben und realisiert werden. Auf diesem Weg könnten sowohl Skalen- als auch Erfahrungskurveneffekte nutzbar gemacht werden.

11 Zusammenfassung

Untersuchungsgegenstand und Zielsetzung: Im Rahmen der zweiten Förderphase des Programmes „KWK-Modellkommune 2015-2017“ wurde für die Gemeinde Much das vorliegende Feinkonzept für die Realisierung einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung durch das Planungsbüro „IngenieurNetzwerk Energie eG“ erstellt. – Im Fokus der Betrachtung steht der Hauptort Much mit den Quartieren Schulstraße, Klosterstraße und Hauptstraße.

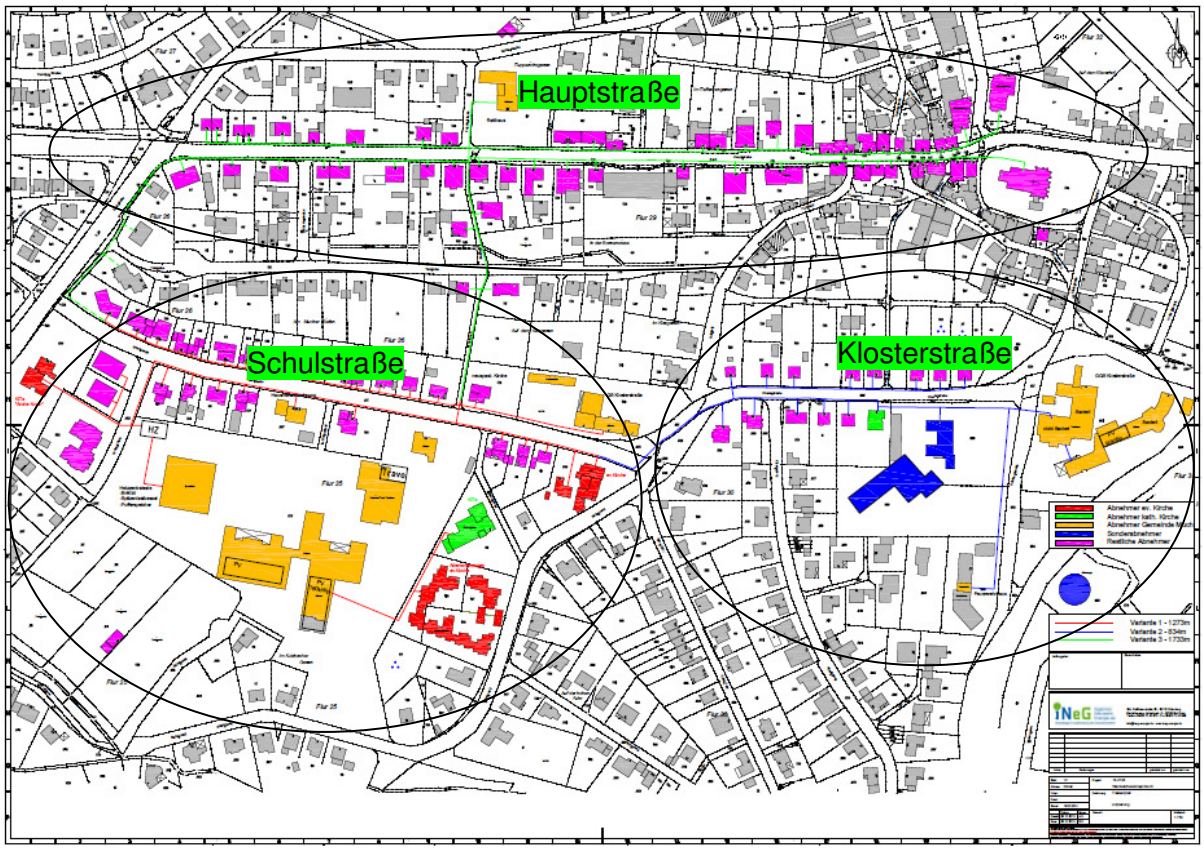


Abbildung 81: Übersichtsplan Hauptort Much

Die betrachteten Abnehmer können im Wesentlichen in die Kategorien öffentlich, kirchlich, gewerblich und private Gebäude unterschieden werden. Ein Großteil der öffentlichen Gebäude wie Schulzentren, Kindergärten, Altenwohnungen und Altenheim befindet sich in den Quartieren Schulstraße und Klosterstraße. Ergänzt werden diese Gebäude noch durch private Wohnbebauung in lockerer Bauweise. Im Gegensatz hierzu steht das Quartier Hauptstraße geprägt von dichter Bebauung mit Wohn- und Geschäftshäusern und überwiegend privater und gewerblicher Nutzung. Die vorhandenen Gewerbebetriebe sind vorrangig dem Einzelhandel sowie dem Gesundheitswesen zuzuordnen. In den betrachteten Quartieren werden aktuell noch keine KWK-Technologien eingesetzt.

Untersuchungsablauf: Im Rahmen der Untersuchung wurde für diese Quartiere in **Kapitel 5** zunächst eine Bestandsaufnahme und -analyse durchgeführt. Unter Berücksichtigung von Sanierungs- und Umbaumaßnahmen wurden anhand dieser Daten Prognosen bzgl. der zukünftigen Wärme- und Strombedarfes ermittelt (**Kapitel 6**). Anschließend wurden in **Kapitel 7** vier Ausbaustufen für die geplante Nahwärmeversorgung definiert und entsprechende Trassenverläufe festgelegt. Basierend auf den Ausbaustufen und Bedarfsprognosen wurde eine Auslegung und Dimensionierung der Wärmeerzeuger vorgenommen. Abschließend wurden die definierten Ausbaustufen in **Kapitel 8** einer detaillierten Bewertung unterzogen.

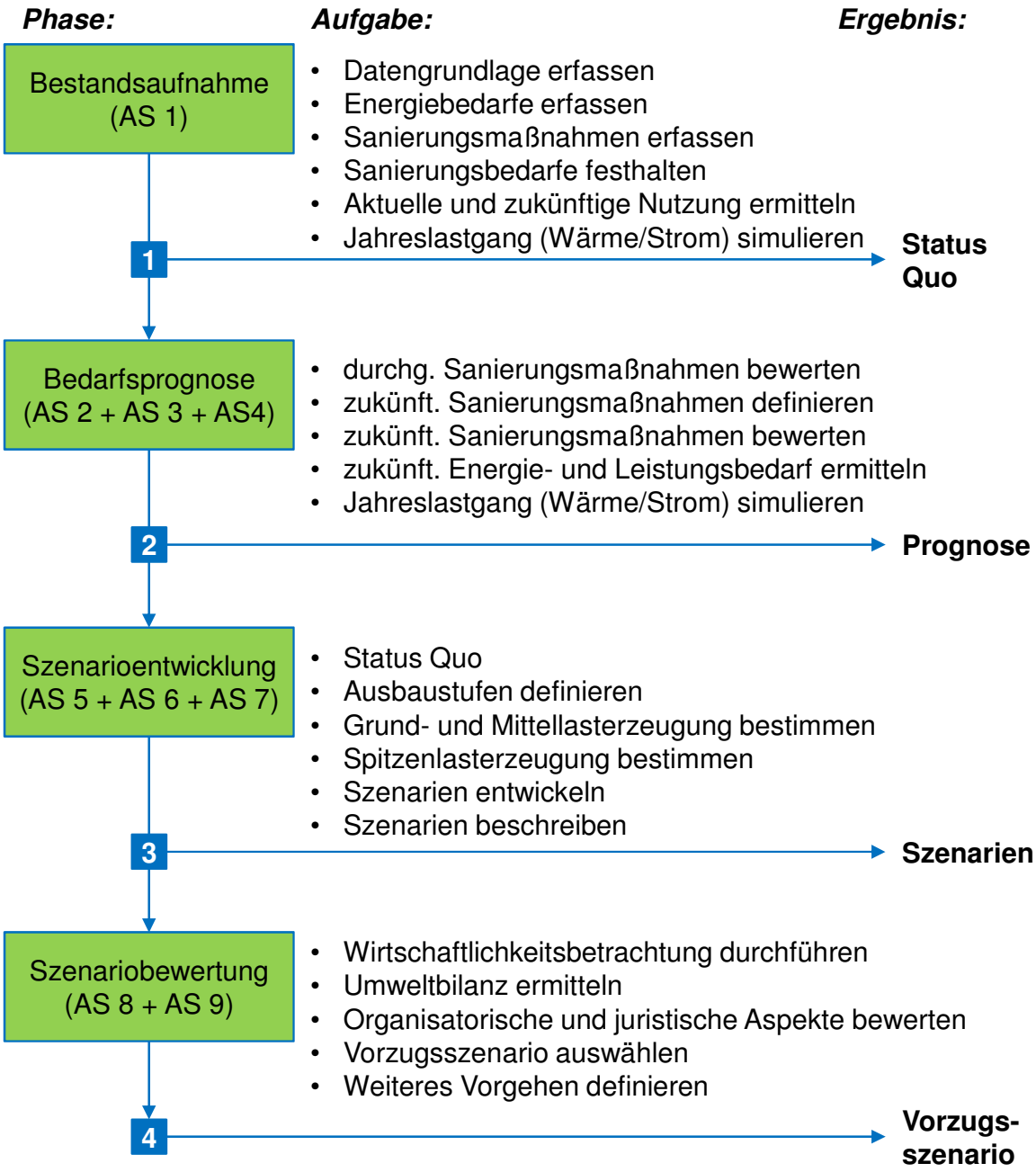


Abbildung 82: Vorgehen der Feinkonzepterstellung

Bestandsaufnahme und -analyse: Mit dem Ziel der Prognose des zukünftigen Wärme- und Strombedarfs, sowie der entsprechenden Vollkosten der Wärmeerzeugung, wurde zunächst eine Bestandsaufnahme der Gebäude in den betrachteten Quartieren durchgeführt **(Kapitel 5)**. Auf dieser Basis wurde anschließend der Strom- und Wärmebedarf prognostiziert und die Vollkosten der Wärmeerzeugung bestimmt **(Kapitel 6)**. Eine Übersicht der ermittelten Ergebnisse kann der folgenden Abbildung 83 entnommen werden.

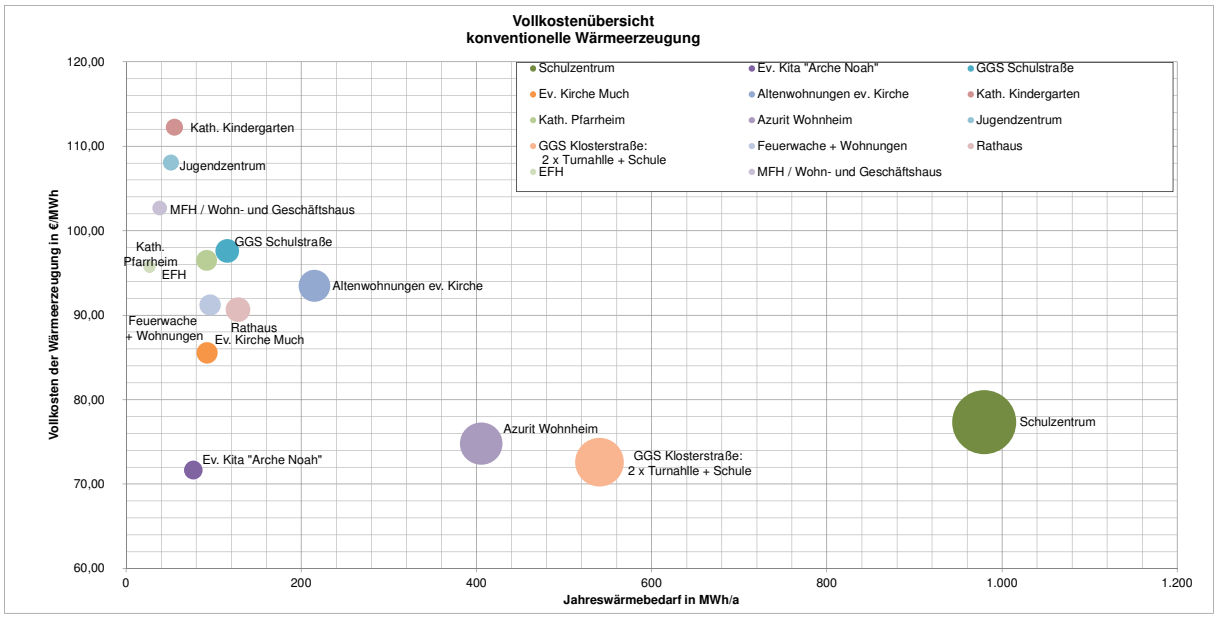


Abbildung 83: Vollkostenübersicht einer konventionellen Wärmeerzeugung

Szenarioentwicklung: Im Rahmen der in **Kapitel 7** durchgeführten Szenarioentwicklung wurden, ausgehend von dem Quartier Schulstraße, insgesamt vier Ausbaustufen für die Realisierung einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung definiert.

In der letzten Ausbaustufe **(Ausbaustufe IV)** des Feinkonzeptes werden insgesamt **95 Anschlussnehmer** mit einem prognostizierten Gesamtjahreswärmebedarf von **5.060 MWh** versorgt. Zur Wärmeerzeugung dienen zwei Blockheizkraftwerke mit insgesamt **857 kWh thermischer** und **740 kW elektrischer Leistung** sowie eine Holzfeuerungsanlage mit **400kW thermischer Leistung**; zur Spitzenlast- und Redundanzabdeckung ist ein Spitzenlastkessel mit einer thermischen Leistung von 2.500 kW vorgesehen. Eine Übersichtdarstellung des entsprechenden Konzeptes ist unter Abbildung 84 aufgeführt.

Der Wärmebedarf der Abnehmer wird hierbei zu **100% (Vollversorgung)** durch das Wärmenetz abgedeckt. Der in Kraft-Wärme-Kopplung produzierte Strom deckt hierbei bereits **42% des Gesamtstrombedarfes**.

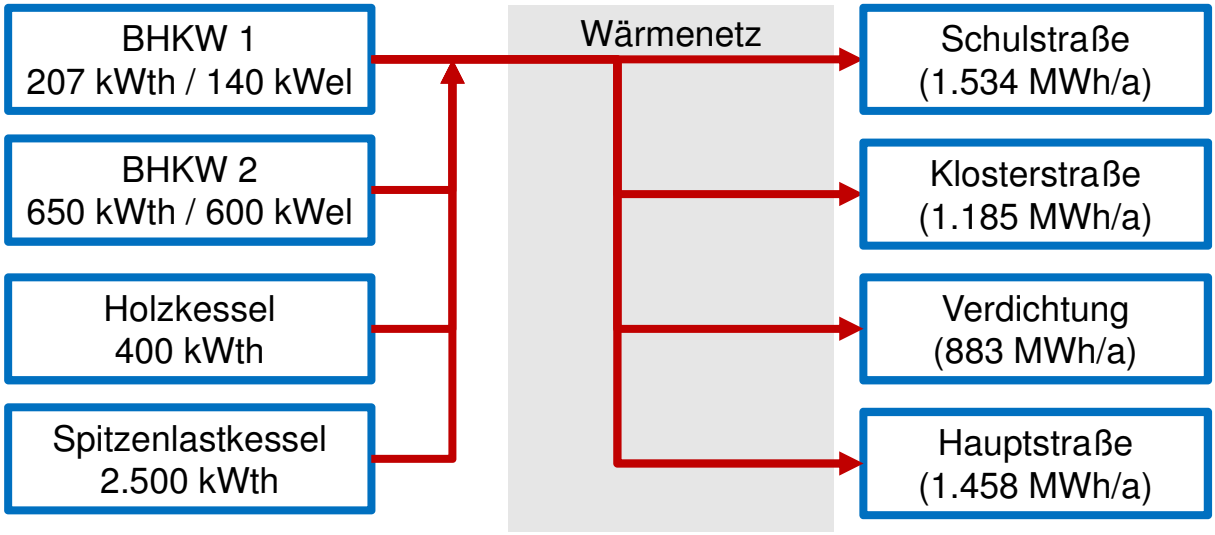


Abbildung 84: Konzeptdarstellung Ausbaustufe IV

Bewertung und Ergebnis: Zur Bewertung des erarbeiteten Feinkonzeptes wurden sowohl betriebswirtschaftliche als auch ökologische Aspekte untersucht.

Im Rahmen der **betriebswirtschaftlichen Untersuchung (Kapitel 8.1)** wurden sowohl die Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung und -verteilung als auch das Einsparpotential der Anschlussnehmer untersucht und bewertet. Entsprechend der unter **Abbildung 85** dargestellten Bilanzierung ergibt sich für Wärmeerzeugung und -verteilung in Ausbaustufe vier ein jährlicher Vorteil von **58.398 €.**

11. Bilanzierung VDI 2067		**1. Schulstraße**	**2. Schulstraße + Klosterstraße**	**3. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung**	**4. Schulstraße + Klosterstraße + Verdichtung + Hauptstraße**
Jahresausgaben					
Kapitalkosten	**EUR/a**	**42.271**	**79.159**	**109.458**	**159.337**
Instandsetzungskosten	**EUR/a**	**18.493**	**35.161**	**49.650**	**88.262**
Verbrauchsgebundene Kosten	**EUR/a**	**139.438**	**294.345**	**415.209**	**788.150**
Betriebsgebundene Kosten	**EUR/a**	**18.206**	**16.837**	**23.119**	**32.838**
Sonstige Kosten	**EUR/a**	**4.200**	**7.800**	**10.600**	**17.400**
Jahresgesamtkosten	**EUR/a**	**222.608**	**433.301**	**608.037**	**1.085.988**
Jahreseinnahmen					
Einnahmen durch Wärmeverkauf	**EUR/a**	**95.532**	**167.397**	**230.372**	**332.294**
Einnahmen durch Stromverkauf	**EUR/a**	**56.978**	**201.139**	**311.702**	**729.271**
Rückerstattung Energiesteuer	**EUR/a**	**14.233**	**17.060**	**18.486**	**19.306**
Eigenstromnutzung	**EUR/a**	**60.202**	**62.538**	**62.554**	**63.515**
Jahreseinnahmen gesamt	**EUR/a**	**226.944**	**448.134**	**623.113**	**1.144.386**
Einnahmen - Ausgaben	EUR/a	4.336	14.833	15.076	58.398
Projektrendite		0,64%	1,16%	0,83%	2,02%

Abbildung 85: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Wärmeversorgung

Neben dem positiven Ergebnis des Nahwärmenetzes kann auch der Wärmabnehmer durch Anschluss an das Wärmenetz eine durchschnittliche jährliche Einsparung von **25%** realisieren (Abbildung 86). Insgesamt kann in Ausbaustufe vier somit ein jährlicher wirtschaftlicher Vorteil für Wärmenetz und Kunde von insgesamt **218.942 €** erzielt werden.

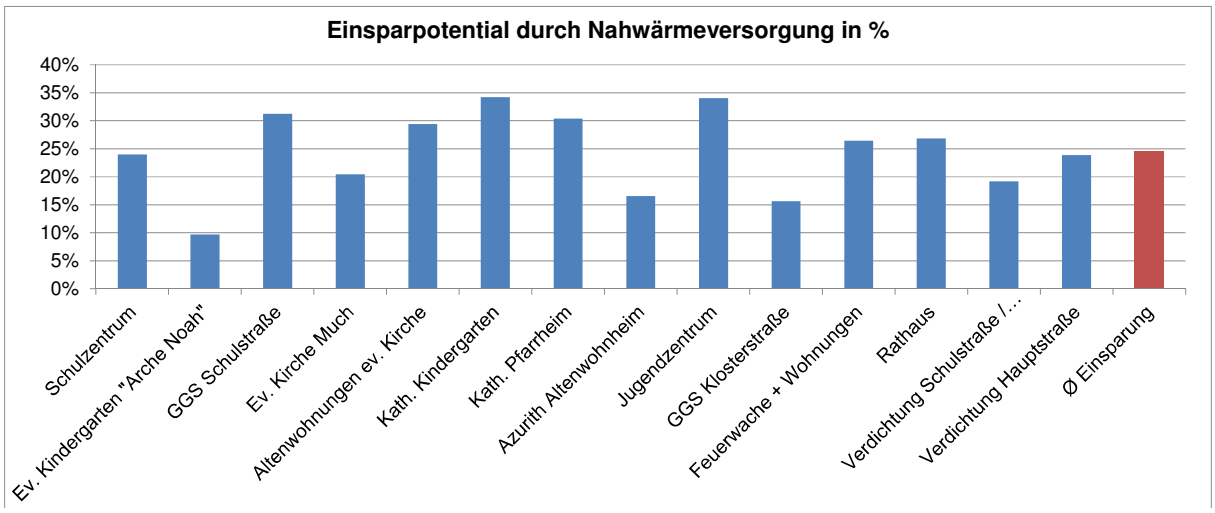


Abbildung 86: Einsparpotential der Wärmekunden

Im Rahmen der **ökologischen Untersuchung (Kapitel 10.2.4)** wurde unter Verwendung der Simulationssoftware GEMIS eine Reduktion des Treibhausgasausstoßes um **57%** bestimmt (Abbildung 87), die bei Realisierung einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung erzielt werden kann. Der Primärenergiebedarf kann in diesem Zusammenhang um ca. **38%** gegenüber einer konventionellen Wärmeversorgung – Status Quo – gesenkt werden.

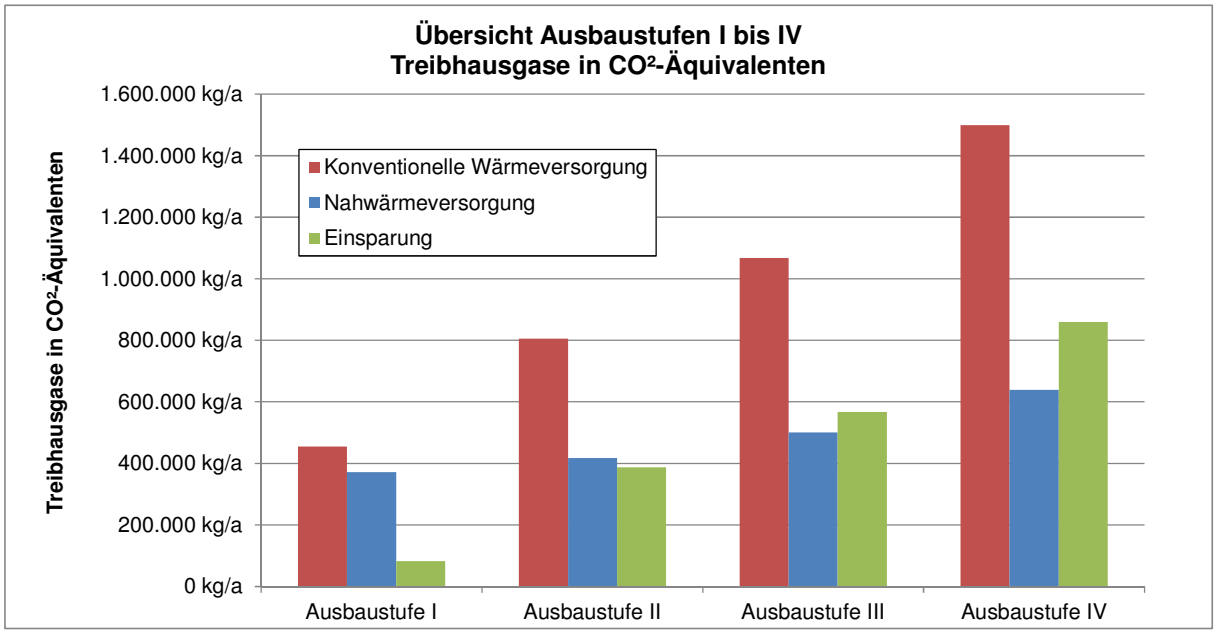


Abbildung 87: Übersicht Reduktion Treibhausgasemission

Weitere Schritte: Die im weiteren Verlauf des Projektes anfallenden Aufgaben können in die Phasen Entwicklung, Realisierung und Betrieb unterteilt werden **(Kapitel 8.5)**; eine Übersicht kann der folgenden Abbildung entnommen werden.

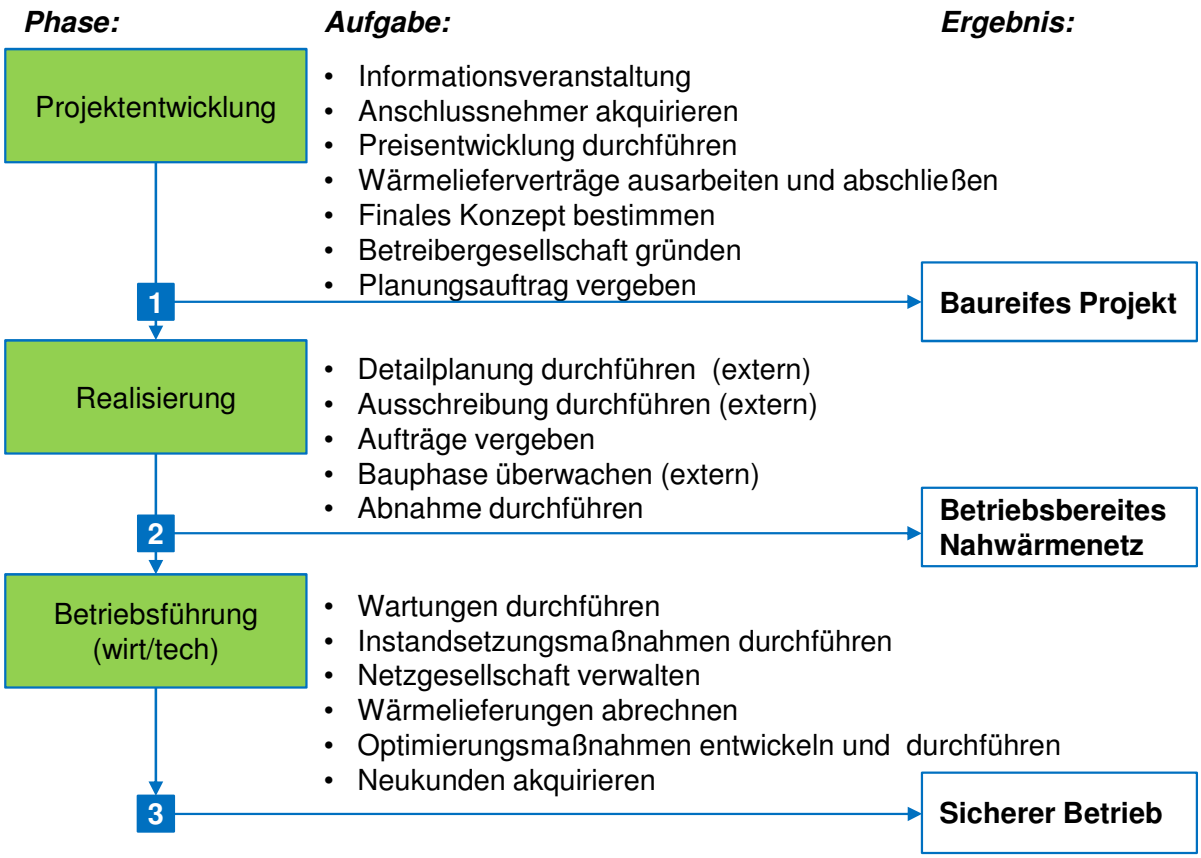


Abbildung 88: Weiteres Vorgehen

Wesentlich für den Projekterfolg ist hierbei die Akzeptanz des Projektes bei den Beteiligten sowie deren Einbindung in das Projekt **(Kapitel 8.4)**. Entscheidenden Einfluss hat in diesem Zusammenhang bereits die Rechtsform der Betreibergesellschaft. – Die Realisierung des betrachteten Feinkonzeptes soll aus diesem Grund in Zusammenarbeit mit der bereits lokal aktive Bürgerenergiegenossenschaft Rhein-Sieg eG realisiert werden.

Bezogen auf den zeitlichen Verlauf der Phasen ist für die unter **Kapitel 7.4** definierten Ausbaustufen ein Realisierungszeitraum von drei Jahren (2014 bis 2017) vorgesehen. Nach diesem Zeitraum soll eine Nahwärmeversorgung innerhalb der Quartiere Schulstraße, Klosterstraße und Hauptstraße zur Verfügung stehen.

Die „Vision“ – Optimierung der lokalen Eigenstromnutzung: Nach erfolgreicher Realisierung der Ausbaustufen I bis IV einer KWK-gestützten Nahwärmeversorgung können nun weitere Phasen der Optimierung durchlaufen werden **(Kapitel 9)**.

Durch die Einbindung eines zentralen sowie vereinzelter dezentraler Speicher können Stromerzeugung und -verbrauch zeitlich entkoppelt werden, sodass bis zu 100% des lokalen Strombedarfes gedeckt werden können. Der über diesen Strombedarf hinausgehend produzierte Strom kann für Elektromobilität im kommunalen Bereich, der Altenpflege und ambulanter Dienste Verwendung finden.

Zum Beispiel könnten mit dem verbleibenden Strom (3.000 MWh) 10 Elektrofahrzeuge (kleiner PKW) mit einer jährlichen Laufleistung von ca. 20.000 km betrieben werden. Die Fahrzeuge hierfür könnten im ersten Schritt oder im Rahmen einer Testphase gemietet werden. Dieser Dienst steht bereits heute deutschlandweit über Dienstleister wie die personal mobility center Nordwest eG (pmc) zur Verfügung gestellt.

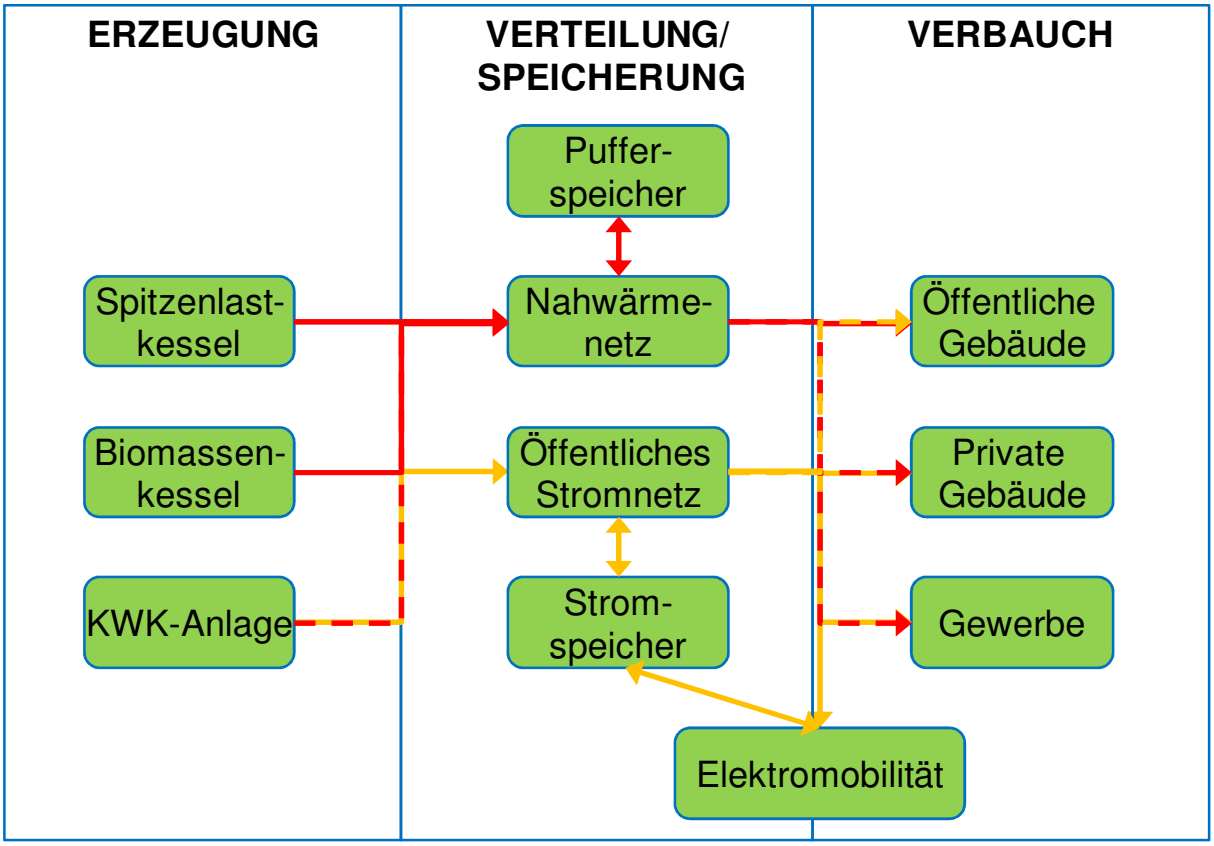


Abbildung 89: Konzeptdarstellung Phase III