

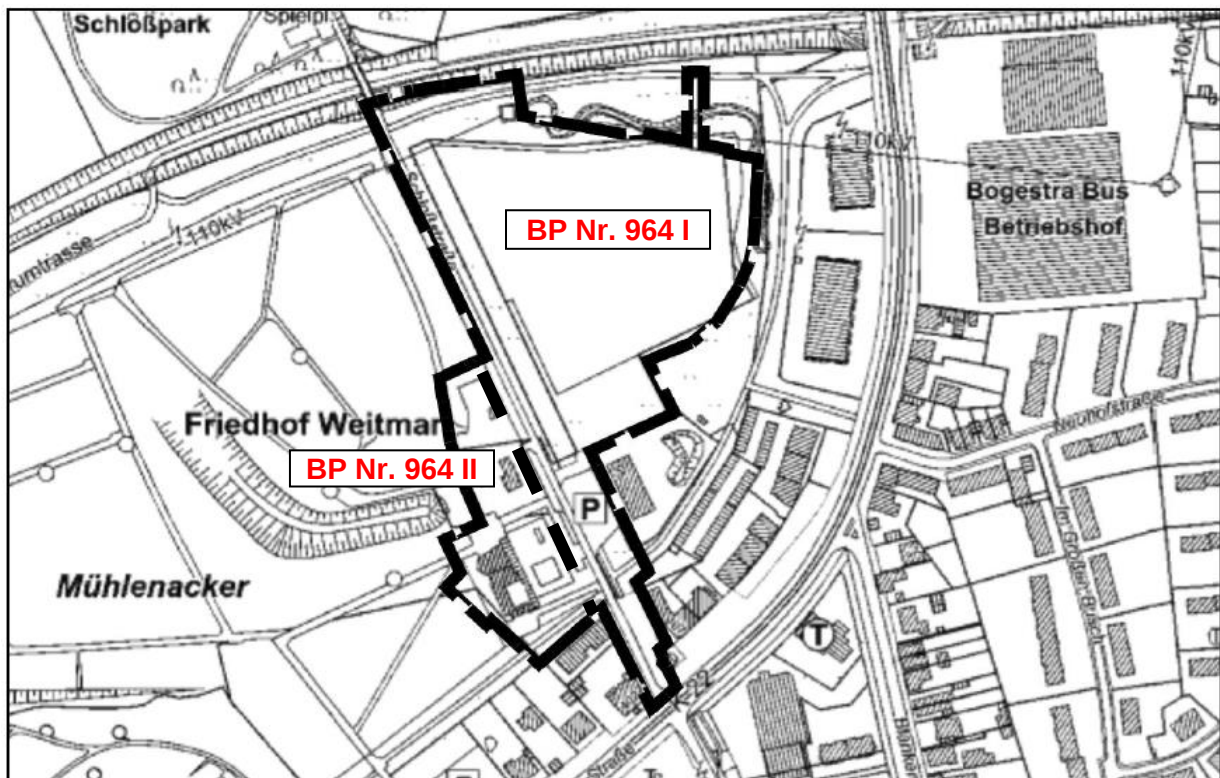
**Bebauungsplan Nr. 964 I
– Östlich Schloßstraße –**

Satzungsbeschluss

**Energiekonzept Vorstudie
für den Neubau des Quartiers Schloßstraße in Bochum**
(Econsult, 21.04.2022/19.12.2022)

Im Rahmen der erneuten Offenlage des Bebauungsplanes Nr. 964 wurde eine Teilung des Planes in die räumlichen Geltungsbereiche Nr. 964 I – Östlich Schloßstraße – und 964 II – Westlich Schloßstraße – vorgenommen.

Das dem Bebauungsplan Nr. 964 – Schloßstraße – zugrundeliegende, diesem Vorblatt folgende Dokument hat weiterhin Bestand und ist Bestandteil der beiden Bauungspläne 964 I und 964 II. Eine Anpassung an die veränderten Geltungsbereiche ist nicht erforderlich, da das Gutachten jeweils im Sinne einer pessimalen Betrachtung die Auswirkungen beider Bebauungspläne berücksichtigt.



Grobe Abgrenzungen der Bebauungspläne Nr. 964 I – Östlich Schloßstraße – und Nr. 964 II – Westlich Schloßstraße –

Energiekonzept Vorstudie

Bebauungsplan Nr. 964 -Schloßstraße- Bochum Weitmar



Vorhaben Bebauungsplan 964
 - Schloßstraße- Bochum Weitmar

Beratungsempfänger:
Eckehard Adams Wohnungsbau GmbH
Bismarckstraße 53
45128 Essen

Energieberater: Dipl.-Phys. Klaus Lambrecht
ECONSULT Lambrecht Jungmann Partnerschaft
Buchenweg 12
72108 Rottenburg

Datum: 21.April. 2022 Unterschrift: 
Ergänzung: 19.Dezember. 2022

Energieeffizienz-Experten
für Förderprogramme des Bundes

Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG)
- Wohngebäude und
- Nichtwohngebäude

Energieberatung für Nichtwohngebäude (BAFA)

Vor-Ort-Beratung für Wohngebäude (BAFA)

ECONSULT

Lambrecht Jungmann
Partnerschaft
Physiker und Ingenieur

Solaroffice:
Buchenweg 12
D-72108 Rottenburg

+49 (0)7457 919 33
+49 (0) 7457 919 35

Büro Stuttgart:
Silberburgstraße 129 A
D-70176 Stuttgart

+49 (0)711 699 479 22
+49 (0)711 699 479 29

info@solaroffice.de
www.solaroffice.de

Sitz:
Buchenweg 12
D-72108 Rottenburg
Ust-IdNr.: DE253256886
Registergericht Stuttgart
PR 720052

Hinweise

Dieser Beratungsbericht wurde nach bestem Wissen auf Grundlage der verfügbaren Daten erstellt. Irrtümer sind vorbehalten.

Die Durchführung und der Erfolg einzelner Maßnahmen bleiben in der Verantwortung des Gebäudeeigentümers. Um den Erfolg zu sichern und Bauschäden zu vermeiden, sollten eine sorgfältige fachliche Planung vor Durchführung sowie Überwachung während der Durchführung der Maßnahmen erfolgen. Bei geförderten Maßnahmen sind die Anforderungen des Fördergeldgebers an die Planung, Ausführung, Baubegleitung und Dokumentation der Maßnahmen zum Zeitpunkt der Antragstellung maßgebend.

Dieser Beratungsbericht beinhaltet keinerlei Planungsleistungen insbesondere im Bereich von energetischen Nachweisen oder Fördergeldanträgen, Kostenermittlung, Ausführungsplanung, Denkmalschutz oder Bauphysik. Die Berechnungen des vorliegenden Berichts basieren auf den Geometriedaten des Planungsstands vom Juni 2020 und März 2021. Für sämtliche energetischen Nachweise sind grundsätzlich die Geometriedaten des fertig gestellten Gebäudes zugrunde zu legen. Die angegebenen Investitionskosten für Mehrinvestitionen wurden anhand statistischer Daten mit Preisstand 2. Quartal 2021 abgeschätzt. Sie sind somit nur grobe Annahmen. Die Bedarfsermittlung von Haushaltsstrom und die Thematik E-Mobilität wurde auf Basis der Umplanung auf jetzt 300 WE fortgeschrieben. Die Annahme, dass jede WE ein E-Auto nutzen wird, dient nur der Veranschaulichung eines zukünftigen Maximal Energiebedarfs. Wie genau die Bedarfsdeckung aus dem Netz der Stadtwerke erfolgen kann war nicht Gegenstand der Vorstudie. Planunterlagen die Inhalte von Kapitel 2 und Dokumentation zum Nicht-Vorhandensein eines Wärmenetzes und Vorhandensein des Gas- und Stromnetzes in Abstimmung mit den Stadtwerken Bochum wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt.

Diese Dokumentation und die Inhalte beziehen sich auf den Zeitpunkt der Erstellung der Berechnungen zur Präsentation der Ergebnisse am 4. August 2021. Seitdem haben sich die Förderkulissee des BEG sowie die Energie- und Baukosten erheblich geändert.

Inhaltsverzeichnis

1	Grundsätzliches	2
1.1	Abkommen von Paris	2
1.2	Klimaschutzgesetz	4
2	Kurze Beschreibung des Plangebiets	8
3	Ziel des Energiekonzeptes	10
4	Bestandserhebung zu verfügbaren Energieträgern	11
5	Ergebnisse	11
5.1	Gebäude A2	13
5.1.1	Eingangsdaten	13
5.1.2	Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]	16
5.1.3	Endenergiebedarf [kWh/a]	17
5.1.4	Primärenergiebedarf [kWh/a]	19
5.1.5	CO ₂ -Emissionen [kg/a]	20
5.2	Quartier A, 6000 m ²	21
5.2.1	Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]	21
5.2.2	Endenergiebedarf [kWh/a]	21
5.2.3	Primärenergiebedarf [kWh/a]	21
5.3	Quartier B, 5500 m ²	22
5.3.1	Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]	22
5.3.2	Endenergiebedarf [kWh/a]	22
5.3.3	Primärenergiebedarf [kWh/a]	22
5.4	Quartier C, 8500 m ²	23
5.4.1	Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]	23
5.4.2	Endenergiebedarf [kWh/a]	23
5.4.3	Primärenergiebedarf [kWh/a]	23
5.5	Quartier D, 5000 m ²	24
5.5.1	Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]	24
5.5.2	Endenergiebedarf [kWh/a]	24
5.5.3	Primärenergiebedarf [kWh/a]	24
5.6	CO ₂ -Emissionen [kg/a] Gesamtquartier	25
6	Haushaltsstrom und E-Mobilität	25
6.1	Haushaltsstrom	25
6.2	E-Mobilität	25
6.3	CO ₂ -Emissionen [kg/a] Gesamtquartier +Haushaltsstrom +E-Mobilität	25
7	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	26
8	Förderung	27
9	Fazit und Empfehlung	28
10	Anhang	29

1 Grundsätzliches

1.1 Abkommen von Paris

Bei der UN-Klimakonferenz in Paris (Frankreich) im Dezember 2015 einigten sich 197 Staaten auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen. Das Abkommen trat am 4. November 2016 in Kraft, nachdem es von 55 Staaten, die mindestens 55 Prozent der globalen Treibhausgase emittieren, ratifiziert wurde. Mittlerweile haben 180 Staaten das Abkommen ratifiziert (Stand September 2018), darunter auch die Europäische Union (EU) und Deutschland (Ratifikation am 5. Oktober 2016).

Das Abkommen von Paris bildet ein anspruchsvolles Klimaregime mit universeller Geltung und völkerrechtlichen Pflichten für alle Staaten. Bis zur 24. UN-Klimakonferenz, die im Dezember 2018 in Kattowitz (Polen) stattgefunden hat, sollen und wurden viele weitere Detailregelungen ausgearbeitet und verabschiedet. Etwa zur Frage, wie die verschiedenen nationalen Klimaschutzanstrengungen transparent gemacht und überprüft werden können.

Die vormals starre Zweiteilung in Industrieländer einerseits und Schwellen- und Entwicklungsländer andererseits wurde erstmals in einem multilateralen Klimaabkommen aufgebrochen. Das Abkommen betont die gemeinsamen, aber unterschiedlichen Verantwortlichkeiten.

Das Abkommen von Paris verfolgt drei Ziele:

- Die Staaten setzen sich das globale Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf "deutlich unter" zwei Grad Celsius zu begrenzen mit Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5 Grad Celsius.
- Die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel soll gestärkt werden und wird neben der Minderung der Treibhausgasemissionen als gleichberechtigtes Ziel etabliert.
- Zudem sollen die Finanzmittelflüsse mit den Klimazielen in Einklang gebracht werden.

Der weltweite Scheitelpunkt der Treibhausgasemissionen soll so bald wie möglich erreicht werden. In der zweiten Hälfte des Jahrhunderts soll ein Gleichgewicht zwischen Treibhausgasemissionen und deren Abbau durch Senken (Treibhausgasneutralität) erreicht werden.

Zur Erreichung der Ziele legen die Staaten ihre nationalen Klimaschutzbeiträge (Nationally Determined Contributions) selbst fest. Um die Erfüllung der Ziele sicherzustellen, findet alle fünf Jahre, beginnend 2018, eine globale Bestandsaufnahme statt. Die nationalen Klimaschutzbeiträge müssen ab 2025 alle fünf Jahre fortgeschrieben und gesteigert werden („Ambitionsmechanismus“). Alle Staaten werden darüber hinaus aufgefordert, bis 2020 Langfriststrategien für eine treibhausgasarme Entwicklung vorzulegen.

Entwicklungsländer werden bei Minderung und Anpassung von den Industrieländern durch Technologieentwicklung und -transfer, durch Kapazitätsaufbau sowie durch finanzielle Hilfe unterstützt. Der bestehende Technologiemechanismus soll internationale Kooperationen zur Minderung von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an den Klimawandel beschleunigen.

gen. Die im Rahmen des Technologiemechanismus eingerichteten nationalen Kontaktstellen (National Designated Entities) bilden dafür eine der Grundlagen. Der Technologiemechanismus wird in Artikel 10 des Pariser Abkommens bestätigt und soll weiter ausgebaut werden.

Die deutsche Kontaktstelle ist im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie verankert. Seit dem 20. Juni 2016 werden die Aufgaben der deutschen Kontaktstelle in enger Abstimmung mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie durch eine Geschäftsstelle wahrgenommen.

Die 2009 im Rahmen der Weltklimakonferenz in Kopenhagen gegebene Zusage, ab 2020 jährlich 100 Milliarden US-Dollar für Klimafinanzierung bereitzustellen, wird bis 2025 fortgeschrieben. Für die Zeit danach sollen ein neues Ziel festgelegt und der Geberkreis erweitert werden.

Klimaschutzziele: Wichtige Orientierung für die Industrie

Das Abkommen von Paris und das anspruchsvolle Langfristziel bieten eine wichtige Orientierung auch für die deutsche Industrie. Eine langfristig verlässliche, transparente und nachvollziehbare Ausgestaltung der Klimapolitik ist Voraussetzung für künftige erfolgreiche wirtschaftliche Betätigung.

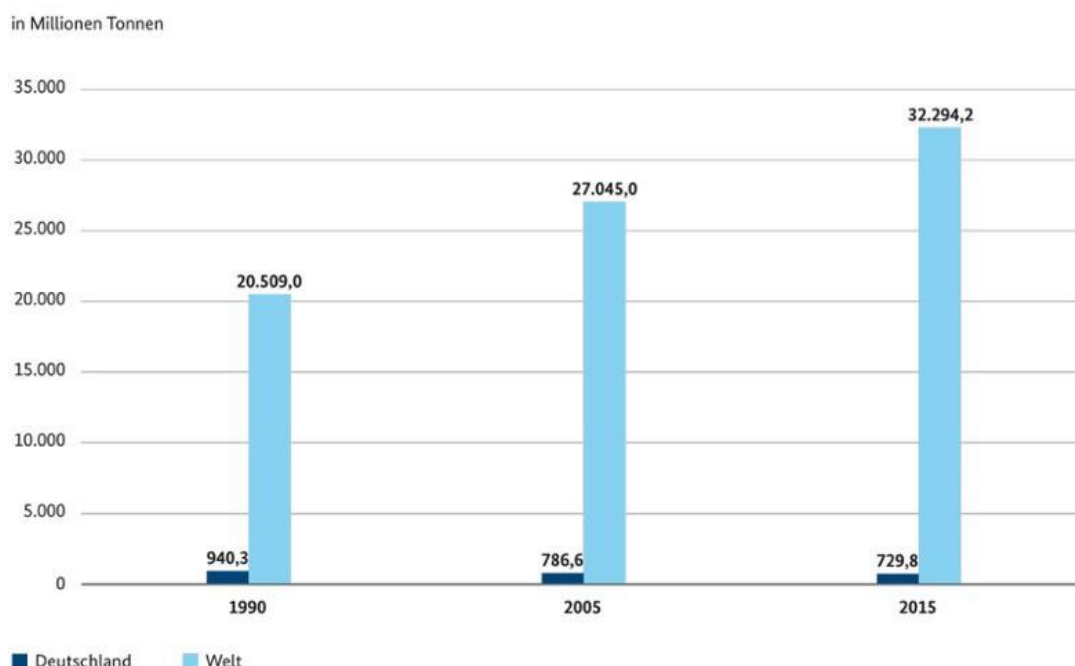
Der Technologiemechanismus verbessert gleichzeitig durch seine umfassenden Analysen und das die meisten Staaten umfassende globale Netzwerk die Chancen für Unternehmen, ihre Produkte zur Treibhausgasminde rung und zur Anpassung an den Klimawandel in internationale Kooperationen einzubringen.

Es müssen noch viele konkrete Beschlüsse zur Umsetzung getroffen werden. Bei allen Maßnahmen, die sich aus der Umsetzung des Abkommens von Paris ergeben, sollen der Wirtschaft möglichst keine zusätzlichen bürokratischen oder finanziellen Belastungen entstehen und weiterhin ein "level playing field" im internationalen Kontext gewahrt bleiben.

Treibhausgas minderungen Deutschlands im Gegensatz zum weltweiten Anstieg der Treibhausgasemissionen

In Deutschland werden von der Industrie große Anstrengungen unternommen, den CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Im Zeitraum 1990-2015 hat Deutschland seine CO₂-Emissionen insgesamt um 22,4 Prozent verringert; weltweit sind diese jedoch im gleichen Zeitraum um rund 57,5 Prozent angestiegen.

Vor diesem Hintergrund ist es besonders wichtig neben der nationalen Klimaschutzpolitik vor allem globale Lösungen unter Einbeziehung der wichtigsten Industrie- und Schwellenländer anzustreben.



Entwicklung der CO₂-Emissionen 1995 bis 2015 - weltweit und in Deutschland (in Millionen Tonnen)

© Internationale Energieagentur (CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2017 – Highlights)

Andernfalls kann es zu einem Export von Treibhausgasemissionen und einer Verlagerung von Arbeitsplätzen aus den Vorreiterstaaten in Länder mit weniger ambitionierten Klimaschutzbemühungen (Carbon Leakage) kommen. Die derzeit eingesetzten klimapolitischen Instrumente müssen daher mit entsprechenden Vorkehrungen versehen werden, dass es dazu nicht kommt.

Das Risiko der Verlagerung der Produktion in Länder mit weniger strikten Umweltauflagen nimmt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ernst. Den Blick nur auf nationale oder regionale Klimaschutzziele zu richten – ohne internationale Rückwirkungen zu berücksichtigen – dient nicht dem globalen Klimaschutz.

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK

1.2 Klimaschutzgesetz

Mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) wurden im Jahr 2019 die Klimaschutzziele in Deutschland erstmals verbindlich festgelegt. Der Minderungspfad für den Ausstoß von Treibhausgasen (THG) bis 2030 wurde für alle Sektoren geregelt und ein Mechanismus etabliert, wonach bei der Verfehlung von jährlichen Reduktionszielen nachgesteuert werden muss. Deutschland ist eines der wenigen Länder, das neben der Kernkraft auch aus der Kohleverstromung aussteigt und gleichzeitig den Umbau der Energiewirtschaft, den Ausbau der er-

neuerbaren Energien sowie beispielsweise den Ausbau der Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit insgesamt neun Milliarden Euro massiv vorantreibt.

Das Bundesverfassungsgericht hat in diesem Frühjahr eine Konkretisierung der Regelungen im KSG zur Festlegung der Reduktionsziele für die Jahre nach 2030 gefordert und dem Gesetzgeber bis Ende 2022 Zeit eingeräumt, das Gesetz entsprechend anzupassen. Die Bundesregierung hat diese Entscheidung und die Verschärfung der Klimaziele auf europäischer Ebene zum Anlass genommen, das KSG umfassend und noch vor der Bundestagswahl zu novellieren. Bereits am 12. Mai hat das Kabinett einen überarbeiteten Gesetzentwurf beschlossen, der am 23. Juni vom Bundestag verabschiedet wurde. Am 31. August ist die Novelle in Kraft getreten.

Um 65% sollen bis 2030 die Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zu 1990 gesenkt werden.

Die zentralen Elemente der KSG-Novelle sind die Erhöhung des Ziels für 2030 von 55 % auf 65 % THG-Minderung gegenüber 1990, die Verschärfung der Sektorziele bis 2030 und das Ziel der Treibhausgasneutralität bereits im Jahr 2045, also fünf Jahre früher als bisher. Insbesondere die Energiewirtschaft und die Industrie sollen bis 2030 zusätzliche Einsparungen erbringen.

Klimaschutz und Wirtschaft: Zwei Seiten einer Medaille

Die neuen KSG-Ziele sind ambitioniert und herausfordernd. Es muss gelingen, Klimaschutz und Wirtschaft als zwei Seiten einer Medaille zu betrachten, denn nur dann wird es gelingen, Bürgerinnen und Bürger mitzunehmen und Klimaschutz erfolgreich voranzubringen. Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 und dem Konjunkturprogramm aus dem Jahr 2020 hat die Bundesregierung bereits mehr als 80 Mrd. Euro für Klimaschutzinvestitionen zur Erreichung der vorherigen KSG-Ziele bereitgestellt. Mit dem Klimaschutz Sofortprogramm 2022 im Umfang von 8 Mrd. Euro werden weitere wichtige Impulse gesetzt, um die Erreichung der nunmehr verschärften KSG-Ziele zu unterstützen. So werden unter anderem die Dekarbonisierung der Stahlindustrie und der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft beschleunigt und die stark nachgefragte Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG) mit zusätzlichen Mitteln ausgestattet.

In Kürze: Die neuen Klimaziele sind ambitioniert; zu ihrer Erreichung müssen die Menschen mitgenommen werden.

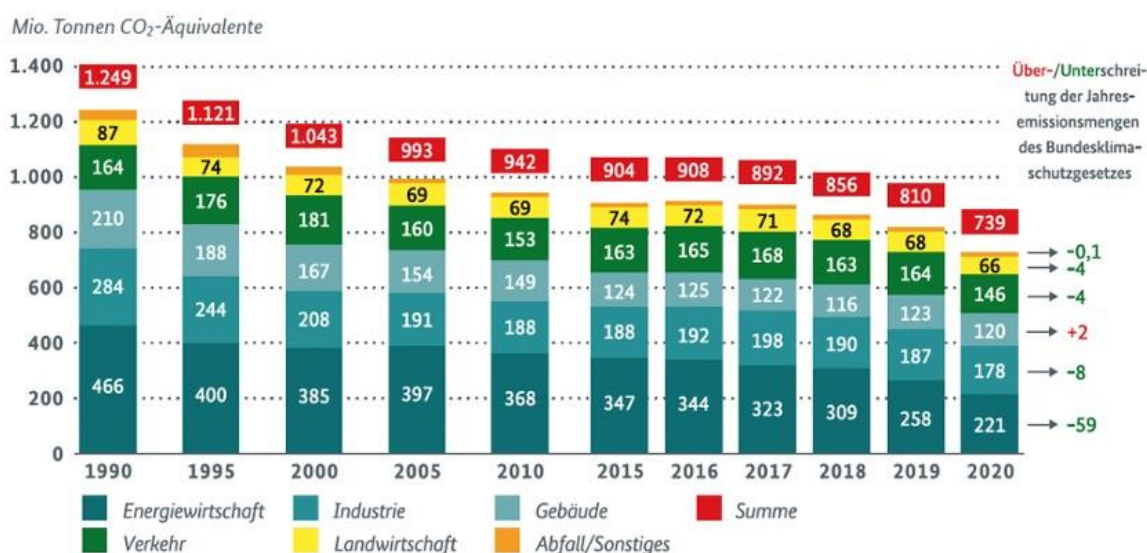
Klar aber ist, dass die neuen Klimaschutzziele mit weiteren Maßnahmen unterlegt werden müssen. Hierfür wird die Bundesregierung in der nächsten Legislaturperiode die notwendigen Rahmenbedingungen schaffen und den Weg fortsetzen, der mit dem Klimaschutzprogramm 2030 bereits angelegt ist. Marktwirtschaftlichen Instrumenten, wie der CO₂-Bepreisung, kommt hierbei eine Schlüsselfunktion zu, da sie zum einen für Marktakteure Anreize setzen, in klimafreundliche Technologien zu investieren, sowie zum anderen sektorübergreifend wirken können. Mit dem europäischen Emissionshandel für Energieerzeugungs- und größere Industrieanlagen und dem 2021 gestarteten nationalen Brennstoffemissionshandel für die Bereiche Verkehr und Wärme gibt es in Deutschland ein umfassendes CO₂-Preissignal. Durch die zum Teil aus den Einnahmen des nationalen Brennstoffemissionshandels abgesenkte EEG-Umlage kann gleichzeitig dafür gesorgt werden, dass Unternehmen

und Privathaushalte in Zukunft bei den Stromkosten entlastet werden. So kann auch die internationale Wettbewerbsposition der Industrie gesichert werden.

Deutliche Erfolge durch Kohleausstieg und Emissionshandel

In den drei Sektoren, für die das BMWi zuständig ist – Energiewirtschaft, Industrie und Gebäude (gemeinsam mit dem BMI) – sind bereits deutliche Erfolge bei der Reduktion von Treibhausgasemissionen zu verzeichnen. Insbesondere in den Sektoren Energiewirtschaft und Industrie zeigt sich seit 2017 ein stabiler Minderungstrend; die Klimaziele für das Jahr 2020 wurden erreicht bzw. übererfüllt. Hierzu haben neben dem Corona-Effekt auch strukturelle Maßnahmen wie der Kohleausstieg, der Ausbau der Erneuerbaren Energien und der Emissionshandel beigetragen. Nun geht es darum, diesen Pfad zu verstetigen und auf die neuen KSG-Ziele auszurichten (Abbildung 1).

ABBILDUNG 1: EMISSIONS-ENTWICKLUNG 1990 – 2020



In der Energiewirtschaft sollten der Ausbau der Erneuerbaren Energien sowie der Netze beschleunigt und bestehende Hemmnisse weiter abgebaut und Konflikte, wie der zum Natur- und Artenschutz, schnellstmöglich mit klarer Priorisierung gelöst werden. Denn ohne ausreichend verfügbare erneuerbare Energie und geeignete Infrastrukturen gibt es weder einen schnelleren Ausstieg aus fossilen Energieträgern noch können Gebäude, Industrie und Verkehr dekarbonisiert werden.

Im Sektor Industrie ist es wichtig, dass anstehende Reinvestitionsfenster für den Umbau von Produktionsanlagen genutzt werden. Zudem müssen zur Wahrung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit ausreichend billiger, erneuerbarer Strom sowie klimafreundlicher Wasserstoff zur Verfügung stehen. Da Wasserstoff in den nächsten Jahren noch knapp sein wird,

sollte er vorwiegend dort eingesetzt werden, wo er am effektivsten und schnellsten Treibhausgasemissionen einsparen kann.

Im Gebäudesektor müssen die erfolgreiche Förderung in den nächsten Jahren verstetigt und die Anforderungen im Ordnungsrecht überprüft werden. Klar ist: Ohne eine nachhaltige und langfristig ausgerichtete Finanzierung der Gebäudesanierung wird es nicht gehen.

Wirksamer Carbon Leakage-Schutz unabdingbar

Insgesamt bietet die konsequente Umsetzung der neuen KSG-Ziele große Chancen für die deutsche Wirtschaft. Damit diese genutzt werden können, ist ein wirksamer Carbon Leakage-Schutz unabdingbare Voraussetzung. Die CO₂-Vermeidungskosten sind gerade in Ländern besonders hoch, die wie Deutschland besonders große Umstrukturierungsaufgaben in Energiewirtschaft, Industrie und Mobilität zu bewältigen haben und zu den klimapolitischen Vorreitern zählen. Darum sind der Erhalt von Strompreiskompensation und die freie Zuteilung im ETS unabdingbar. Zudem plant die Bundesregierung, mit wichtigen Handelspartnern etwa im G7- und G20-Kreis in Gespräche zur Bildung einer engen klimapolitischen Kooperation einzutreten, denn wir brauchen eine starke internationale Allianz.

International geht es um eine enge Kooperation in der Klimapolitik.

Als weitere strategische Herausforderung werden sich die deutschen Unternehmen in den kommenden Jahren der Anpassung an die Folgen des Klimawandels stellen müssen. Auswirkungen des Klimawandels sind insbesondere auf Lieferketten, Infrastrukturen, Wertschöpfungsmodelle und Absatzmärkte zu erwarten. Das BMWi plant daher, den Dialog mit Unternehmen und Verbänden hierzu zu intensivieren.

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz BMWK

2 Kurze Beschreibung des Plangebiets

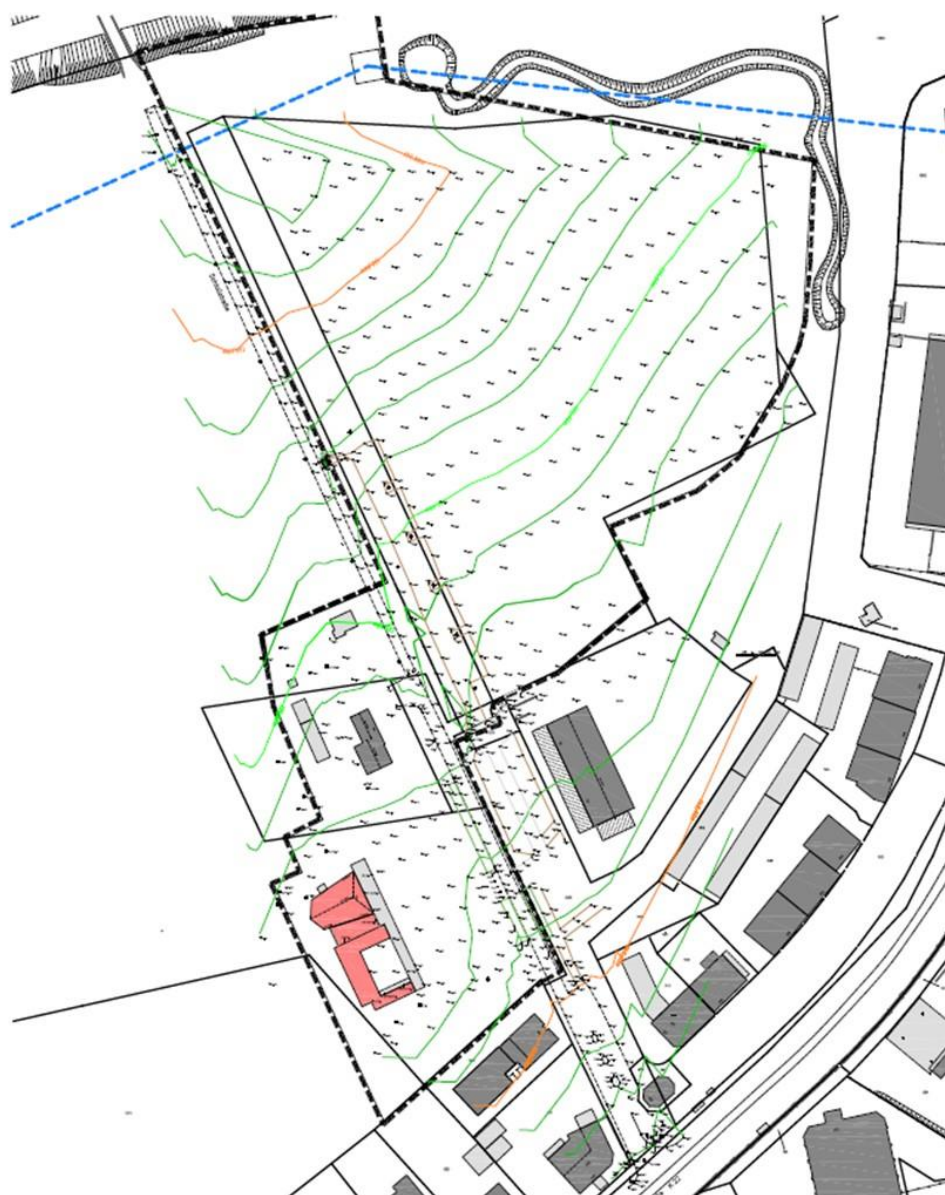
Das Plangebiet befindet sich südlich des Schloßparks und nördlich der Hattingerstraße im Bochumer Süden gelegenen Stadtteil Bochum Weitmar, ca. 15 Autominuten von der Bochumer Innenstadt entfernt. Verkehrlich erschlossen wird das Plangebiet über die Schloßstraße, die in ihrem weiteren Verlauf als Allee in den Schloßpark Weitmar zum „Haus Weitmar“ und zum Museum „Situation Kunst“ führt. Begrenzt wird das Plangebiet im Norden und Osten durch die angrenzenden Grünflächen, im Süden durch die Hattingerstraße und im Westen durch den städtischen Friedhof. An der Hattingerstraße finden sich 50 m vom Plangebiet entfernt, Geschäfte des täglichen Bedarfs sowie eine Bus- und Bahnhaltestation mit Linien in Richtung Innenstadt, Ruhruniversität Bochum und Hattingen. Das Stadtteilzentrum von Bochum Weitmar mit Geschäften des täglichen Bedarfs, Apotheken, Ärzten sowie Boutiquen ist in wenigen Auto- und Bahnminuten und fußläufig in ca. 15 Minuten zu erreichen.

Das ca. 36.600 m² große Plangebiet setzt sich aus den Flurstücken 2012-2014, 2023-2025, 2038 und Teilen der Flurstücke 519, 1093 und 2037 der Flur 6, eingetragen im Grundbuch von Weitmar des Amtsgerichtes Bochum zusammen. Die Flurstücke 2013 und 2038 sind als landwirtschaftliche Flächen ausgewiesen und werden augenblicklich als Ackerbaufläche genutzt. Bei den Flurstücken 2037 und 1093 handelt es sich um Friedhofsflächen, die derzeit in Teilbereichen als Friedhofsgebäude/Trauerhalle mit Vorplatz und Zugang zum angrenzenden Friedhof genutzt werden. Das Flurstück 519 wird aktuell als Betriebshof mit einem Betriebsgebäude und vereinzelter Garagen und kleineren Bauwerken genutzt, Teilbereiche umfassen zudem das Friedhofsgelände. Bei den Flurstücken 2012, 2014, 2023, 2024 und 2025 handelt es sich um vereinzelte kleine Grün-, Park- Freizeit- und Erholungsflächen mit Gehölz sowie Parkplatzflächen.

Der Bebauungsplan Nr:964 -Schloßstraße- weist das Plangebiet zukünftig als Allgemeines Wohngebiet aus, in dem der Neubau von vier Quartieren A-D in drei- bis fünfgeschossiger Bauweise und mindestens vier voneinander unabhängigen Tiefgaragen geplant ist. In den vier Quartieren sollen, nach Anpassung der Wohnungsgrundrisse im Oktober 2022 nun ca. 300 Wohneinheiten und eine Kita entstehen. Die nachfolgenden Berechnungen beziehen sich auf die Flächen und Kubaturen der einzelnen Quartiere, die sich nicht verändert haben und bleiben dadurch uneingeschränkt gültig. Eine Abzweigung von der Schloßstraße nach Osten ermöglicht die Anbindung der Quartiere A-C durch eine neu erstellte öffentliche Straße.



Vorabzug Bebauungsplan Nr. 964 - Schloßstraße



Schloßstr. Geländehöhen

3 Ziel des Energiekonzeptes

Ursprünglich vorgesehen ist die Erreichung des Effizienzhaus-55 Standards. Vor Ort besteht keine Fernwärmeanschlussmöglichkeit. Als Varianten der Wärmeversorgung, mit der mindestens ein EH55-Standard erreicht werden soll, sollen untersucht werden:

- Erdgas-BHKW und -Spitzenkessel
- Wärmepumpe mit Erdsonde, dezentrale elektrische Warmwasserbereitung, Photovoltaik
- Pelletkessel und Solarthermie

In dieser Vorstudie sollen die Investitionsmehrkosten unter Berücksichtigung möglicher Fördermittel unterschiedlicher Wärmeversorgungskonzepte sowie eines verbesserten Energiestandards gegenüber dem Effizienzhaus-55 Standard dargestellt werden. Dazu werden für einen MFH-Gebäudetyp durch integrale Betrachtung der Gebäudehülle und der Anlagentechnik energieeffiziente und damit betriebskostenoptimierte Lösungen aufgezeigt und bewertet.

In der ab 1. Juli 2021 geltenden „Bundesförderung effiziente Gebäude (BEG)“ hängt die Förderhöhe einerseits vom Primärenergiebedarf und Wärmeschutz ab, andererseits vom Anteil erneuerbarer Energien. Die unterschiedliche Wärmeversorgungen wirken sich sowohl auf den Primärenergiebedarf wie auch den Anteil erneuerbarer Energien aus.

Wir untersuchen, welche Auswirkung die Wärmeversorgung auf die Gebäudeausführung hat, um ein Effizienzhaus-55 oder -40 Standard zu erreichen. Bei der Wärmeversorgung wird berücksichtigt, dass ein Anteil an erneuerbaren Energien von mindestens 55 % einen EE-Förderbonus nach der neuen BEG auslöst.

4 Bestandserhebung zu verfügbaren Energieträgern

Vor Ort besteht keine Fernwärmeanschlussmöglichkeit. Die Karten der Stadtwerke befinden sich im Anhang.

5 Ergebnisse

Untersuchung der Wärmeversorgung des Quartiers am Schlosspark in Bochum:

- Errichtung von 4 Wohnquartieren (A-D)
- ca. 245 Wohnungen in den Quartieren A-C (Mietwohnungsbau)
- ca. 20.000 m² Wfl in den Quartieren A-C
- eine Kita in Quartier A
- ca. 65 Wohnungen im Quartier D
- ca. 5.000 m² Wfl im Quartier D

Als Rechenmodell wird ein Mehrfamilienhaus aus unserer Datenbank mit dem Energiestandards Effizienzhaus-55 zugrunde gelegt. Die Berechnungen werden auf die Gebäude der Wohnquartiere A-D skaliert. Die Auswertung geschieht auf Quartiersebene. Bei den Berechnungen werden die Randbedingungen des GEG und der KfW/BEG in der zum Projektstart gültigen Form zugrunde gelegt.

1. Die Mindestanforderungen an ein Effizienzhaus-55 werden in drei Haustechnik-Varianten mit jeweils angepasstem Wärmedämmstandard untersucht:
 - 1.1. Erdgas: BHKW und Spitzenkessel (Basis)
 - 1.2. Strom: Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Photovoltaik,
 - 1.3. Biomasse: Holzpellettheizung mit/ohne Solarthermie.

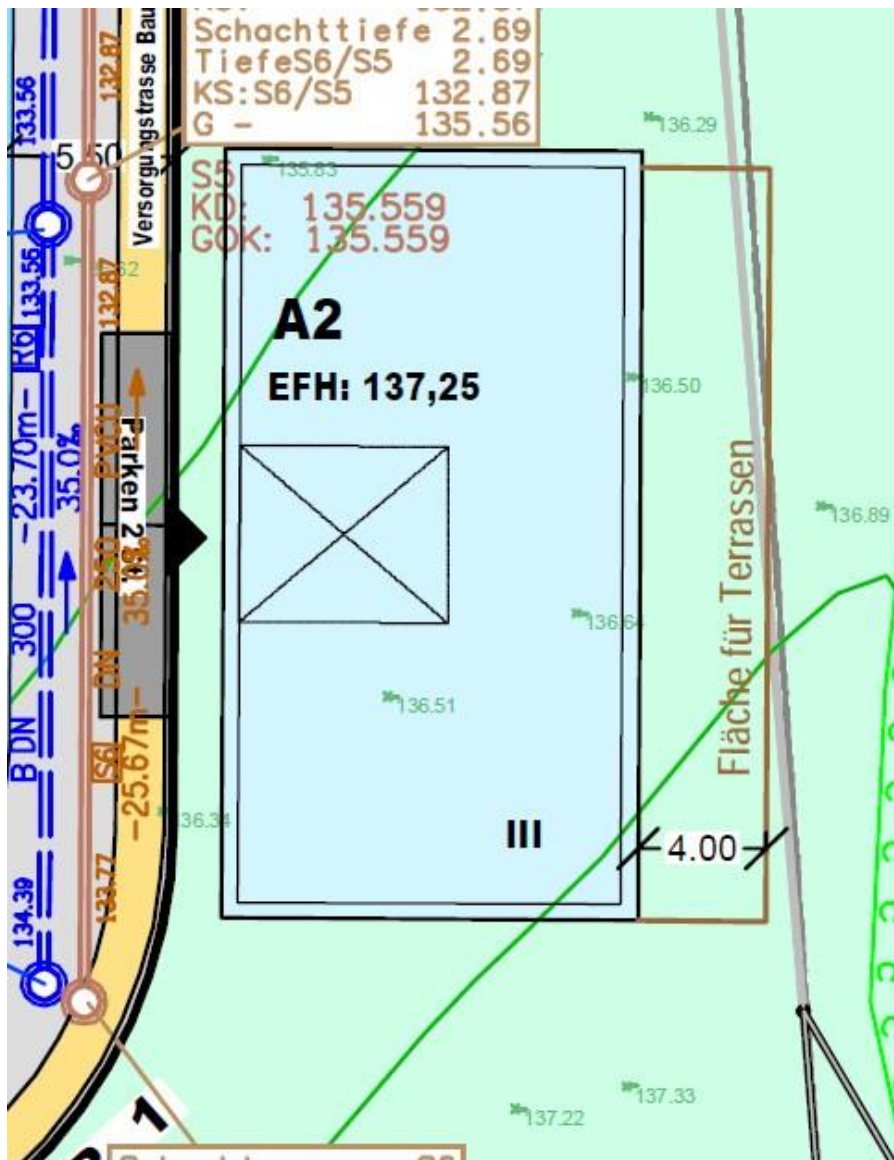
2. Berechnung der Energiestandards in vier Varianten:
 - 2.1. KfW-Effizienzhaus-55 (Basis)
 - 2.2. KfW-Effizienzhaus-55 EE
 - 2.3. KfW-Effizienzhaus-40
 - 2.4. KfW-Effizienzhaus-40 EE
3. Ermittlung der Endenergie-, Primärenergie- und CO₂-Einsparungen aller Varianten gegenüber dem Energiestandards Effizienzhaus-55 in der Basisausführung sowie Abschätzung der Energiekosteneinsparung, Investitionsmehrkosten, möglicher Förderung und Wirtschaftlichkeit der Varianten.



Quartier A-D

5.1 Gebäude A2

5.1.1 Eingangsdaten



Maßnahmen

- 1.1.a.55Ba BHKW
- 1.1.a.40Ba BHKW
- 2.2.b.55EE WP + PV TWdez
- 2.2.b.40EE WP + PV TWdez
- 1.3.a.55EE Pellet
- 1.3.a.40EE Pellet
- 1.3.b.55EE Pellet + Solar
- 1.3.b.40EE Pellet + Solar

Gebäude A2

Wohnfläche 790 m²

Alle Daten des Kapitels beziehen sich auf das Gebäude A2 und werden dann in den folgenden Kapiteln auf die Quartiersebene skaliert.

Variantenbeschreibung:

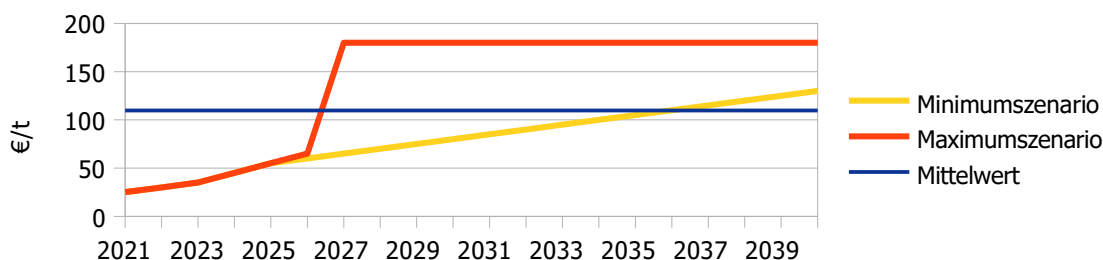
Gebäude A2	1.1.a.55Ba BHKW	1.1.a.40Ba BHKW	2.2.b.55EE WP + PV TWdez	2.2.b.40EE WP + PV TWdez	1.3.a.55EE Pellet	1.3.a.40EE Pellet	1.3.b.55EE Pellet + Solar	1.3.b.40EE Pellet + Solar
Gebäudehülle								
U-Werte [W/m²K]								
Bodenplatte	0,26	0,15	0,26	0,15	0,26	0,15	0,26	0,15
Außenwand	0,19	0,13	0,19	0,13	0,19	0,13	0,19	0,13
Kelleraußenwand	0,24	0,14	0,24	0,14	0,24	0,14	0,24	0,14
Kellerinnenwand	0,26	0,15	0,26	0,15	0,26	0,15	0,26	0,15
Kellerdecke	0,21	0,13	0,21	0,13	0,21	0,13	0,21	0,13
Dach	0,14	0,11	0,14	0,11	0,14	0,11	0,14	0,11
Fenster	0,95	0,83	0,95	0,83	0,95	0,83	0,95	0,83
Türen	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Wärmebrücken [W/m²K]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Lüftungsanlage								
Abluftanlage + Zuluftventile	X		X		X		X	
Zu-/Abluftanlage (Wärmerückgewinnung)		X		X		X		X
Heizungs- und Warmwasseranlage								
Lage der Heizungs- und Warmwasserverteilung								
innerhalb der Dämmebene	X	X	X	X	X	X	X	X
Heizkreis-Temperaturen (Vorlauf/Rücklauf)								
35/28 °C	X	X	X	X	X	X	X	X
Wärmeübergabe								
Fußbodenheizung	X	X	X	X	X	X	X	X
Kombi-Solaranlage (solarthermische Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung)								
Aperturfläche [m²]							60	60
Fotovoltaikanlage Dach								
Dachfläche [m²]	320	320	320	320	320	320	320	320
belegte PV-Fläche [m²]			80	80				

Energieträger-Daten

	Einheiten	Energieträger					
		Erdgas	Pellets	Strom		Stromertrag (BHKW, PV)	
				Wärme- pumpe	sonstige	Eigen- nutzung	Einspeisung
Energiekosten	€/kWh	0,070	0,050	0,260	0,300	0,300	0,080
Energiekosten	€/a	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000	0,000
CO ₂ -Preis	€/kWh von	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	bis	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Emissionen	CO ₂	0,202	0,023	0,537	0,537	0,537	0,537
Primärenergie	f _p	1,1	0,2	1,8	1,8	1,8	2,8

CO₂-Kosten

Das Kosten-Nutzen-Verhältnis beinhaltet keine Prognose der Energiekostenentwicklungen in der Zukunft. Für die CO₂-Kosten wurde jedoch vom Gesetzgeber eine Steigerung vorgesehen und bis ins Jahr 2025 bereits festgelegt. Für das Jahr 2026 wurde eine Obergrenze vereinbart. Für die Bewertung der CO₂-Kosten über 20 Jahre wurden daher 2 Szenarien gebildet.



Minimumszenario: festgelegter CO₂-Preis bis 2025, ab 2026 steigt der CO₂-Preis konstant um 5 €/t von 60 €/t im Jahr 2026 bis 130 €/t im Jahr 2040.

Maximumszenario: festgelegter CO₂-Preis bis 2025, 2026 steigt der CO₂-Preis auf die Obergrenze von 65 €/t, ab 2027 wird der CO₂-Preis am Markt gebildet und springt auf 180 €/t.

Für die Kosten-Nutzen-Analyse wurde ein über 20 Jahre konstanter Mittelwert aus beiden Szenarien gebildet. Dieser beträgt netto 109,75 €/t CO₂ und 130,60 €/t inklusive MwSt. Die brennstoffspezifischen CO₂-Kosten sind abhängig von den CO₂-Emissionen der Energieträger.

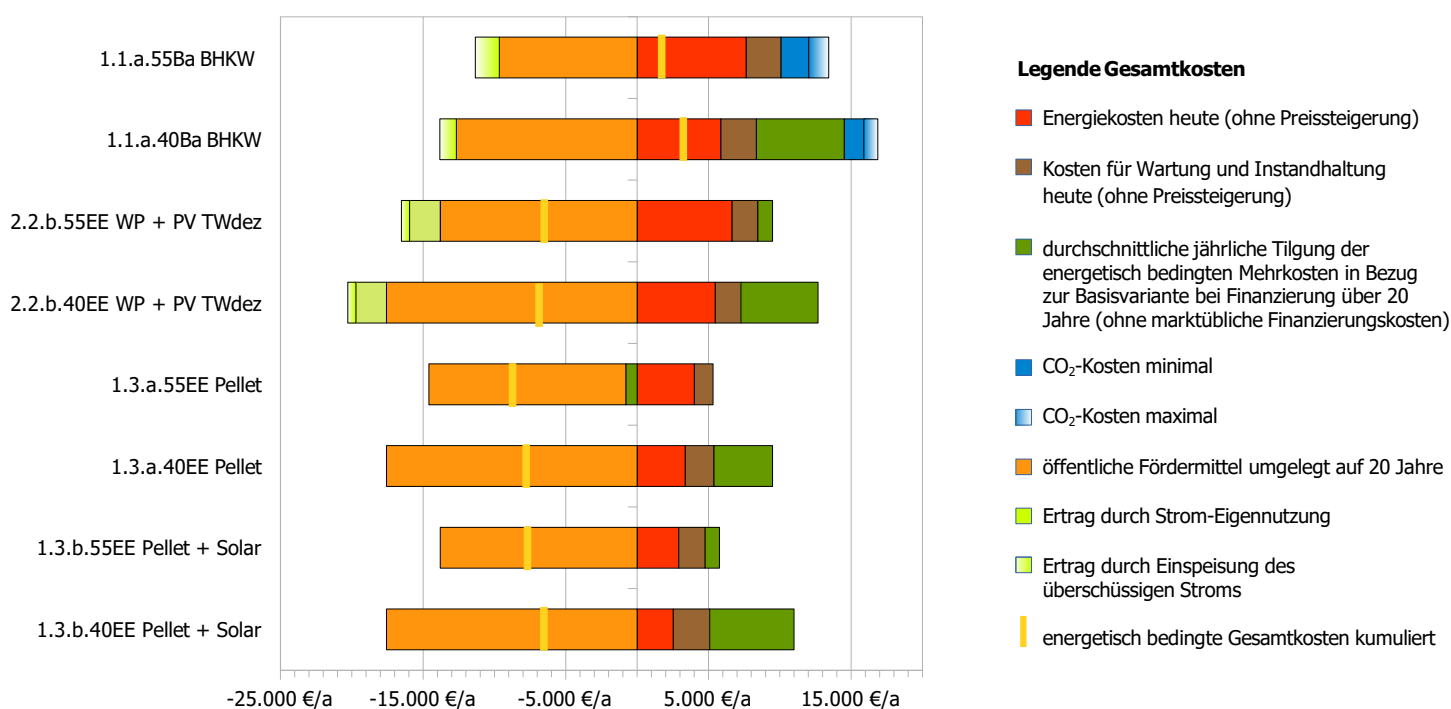
Kosten der Maßnahmen (Auszug)

	Außenwand		Dach		Fenster		Wärmeerzeuger inkl. Schornstein		Technik		
	620,00 m² WLG 035		320,00 m² WLG 023		230,00 m²						
	Dämm- stärke [cm]	Kosten [€]	Dämm- stärke [cm]	Kosten [€]	U-Wert [W/m²K]	Kosten [€]	Art	Kosten [€]	PV- Anlage [€]	Solar- kollektoren [€]	Lüftungs- anlage [€]
1.1.a.55BaBHKW	16	43.000	17	18.000	0,95	103.000	BHKW	90.000	0	0	5.000
1.1.a.40BaBHKW	24	64.000	24	26.000	0,83	139.000	BHKW	90.000	0	0	29.000
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	16	43.000	17	18.000	0,95	103.000	WP	55.000	31.000	0	5.000
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	24	64.000	24	26.000	0,83	139.000	WP	45.000	31.000	0	29.000
1.3.a.55EE Pellet	16	43.000	17	18.000	0,95	103.000	Pelletkessel	49.000	0	0	5.000
1.3.a.40EE Pellet	24	64.000	24	26.000	0,83	139.000	Pelletkessel	49.000	0	0	29.000
1.3.b.55EE Pellet + Solar	16	43.000	17	18.000	0,95	103.000	Pelletkessel	49.000	0	36.000	5.000
1.3.b.40EE Pellet + Solar	24	64.000	24	26.000	0,83	139.000	Pelletkessel	49.000	0	36.000	29.000

5.1.2 Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]

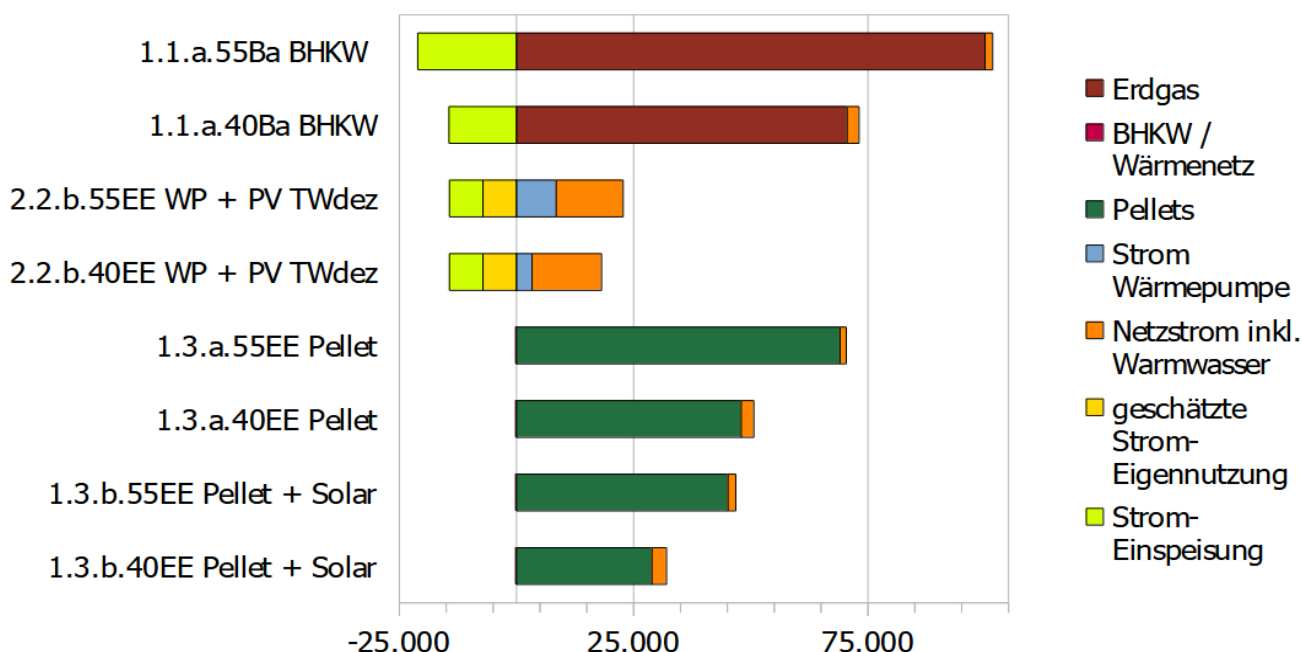
Maßnahmen + Kombinationen	Kosten							Erträge				Gesamt- Kosten
	Energie- Kosten	Wartung	Investitions- Mehrkosten ¹⁾	CO ₂ -Kosten			Summe Kosten	Förderung	Stromertrag		Summe Ertrag	
				Min.	Max.	Mittel			Eigen- nutzung	Ein- speisung		
1.1.a.55Ba BHKW	7.700	2.400		1.900	3.300	2.600	12.700	-9.700		-1.700	-11.300	1.400
1.1.a.40Ba BHKW	5.900	2.500	6.200	1.400	2.400	1.900	16.400	-12.700		-1.200	-13.800	2.600
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	6.700	1.800	1.000				9.500	-13.800	-2.100	-600	-16.500	-7.000
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	5.500	1.800	5.400				12.700	-17.600	-2.100	-600	-20.300	-7.600
1.3.a.55EE Pellet	4.000	1.300	-800				4.500	-13.800			-13.800	-9.300
1.3.a.40EE Pellet	3.400	2.000	4.100				9.500	-17.600			-17.600	-8.100
1.3.b.55EE Pellet + Solar	2.900	1.800	1.000				5.800	-13.800			-13.800	-8.000
1.3.b.40EE Pellet + Solar	2.500	2.600	5.900				11.000	-17.600			-17.600	-6.600

¹ Mehrkosten siehe separate Kostenermittlung



Die Erläuterung zu den Gesamtkosten und der Wirtschaftlichkeit stehen im Kapitel Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

5.1.3 Endenergiebedarf [kWh/a]



Stromertrag – Abschätzung Eigennutzung

Maßnahmen + Kombinationen	Endenergiebedarf Strom Gebäude						Stromertrag	
	Heizung		Warmwasser		Lüftung	max. Anteil Ertrag	Ertrag	Eigen- Nutzung
	Wärme	Hilfsenergie	Wärme	Hilfsenergie	Hilfsenergie			
	Anteil Eigennutzung							
	20%	20%	50%	50%	25%	50%		
1.1.a.55Ba BHKW							25200	-
1.1.a.40Ba BHKW							17200	-
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	10100	2800	13800		600	8600	17100	8600
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	4000	1500	13800		2500	8600	17100	8600
1.3.a.55EE Pellet								
1.3.a.40EE Pellet								
1.3.b.55EE Pellet + Solar								
1.3.b.40EE Pellet + Solar								

Endenergie [kWh/a]

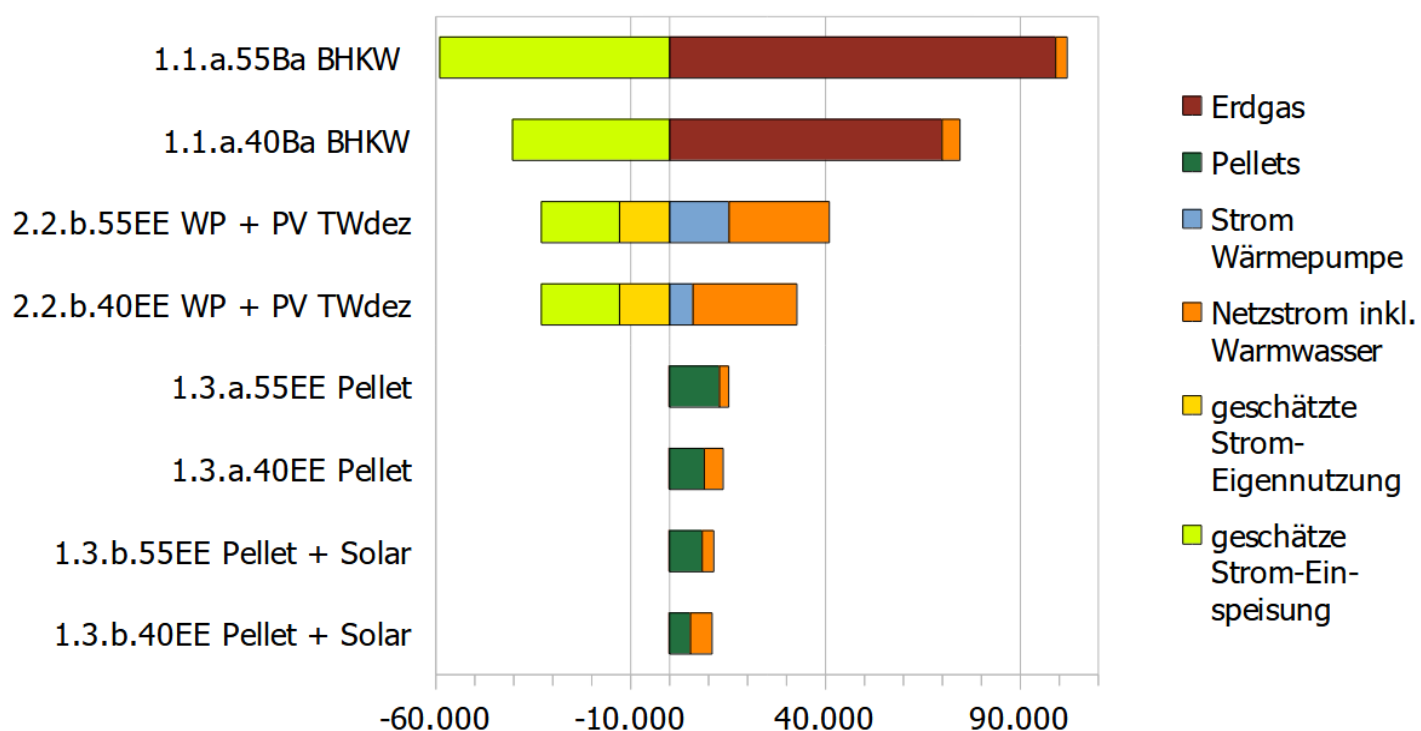
Fotovoltaik wurde nicht in der Energiebedarfsberechnung der Gebäude direkt berücksichtigt. Die PV-Erträge wurden lediglich dem Energiebedarf des Gebäudes gegenübergestellt und die abgeschätzte Eigennutzung in der Tabelle dargestellt. Der darüber hinaus gehende Stromertrag kann des Weiteren für den Haushaltsstrom oder Elektromobilität genutzt werden.

Die PV-Erträge wurden mit PVGIS ermittelt. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.a.55Ba BHKW	100.000			1.600		-21.100	101.600	
1.a.40Ba BHKW	70.600			2.500		-14.400	73.100	28.500
2.b.55EE WP + PV TWdez			8.500	14.300	-7.200	-7.200	22.800	78.800
2.b.40EE WP + PV TWdez			3.300	14.800	-7.200	-7.200	18.100	83.500
3.a.55EE Pellet		69.100		1.300			70.400	31.200
3.a.40EE Pellet		48.000		2.700			50.700	51.000
3.b.55EE Pellet + Solar		45.200		1.600			46.800	54.800
3.b.40EE Pellet + Solar		28.900		3.100			32.000	69.600

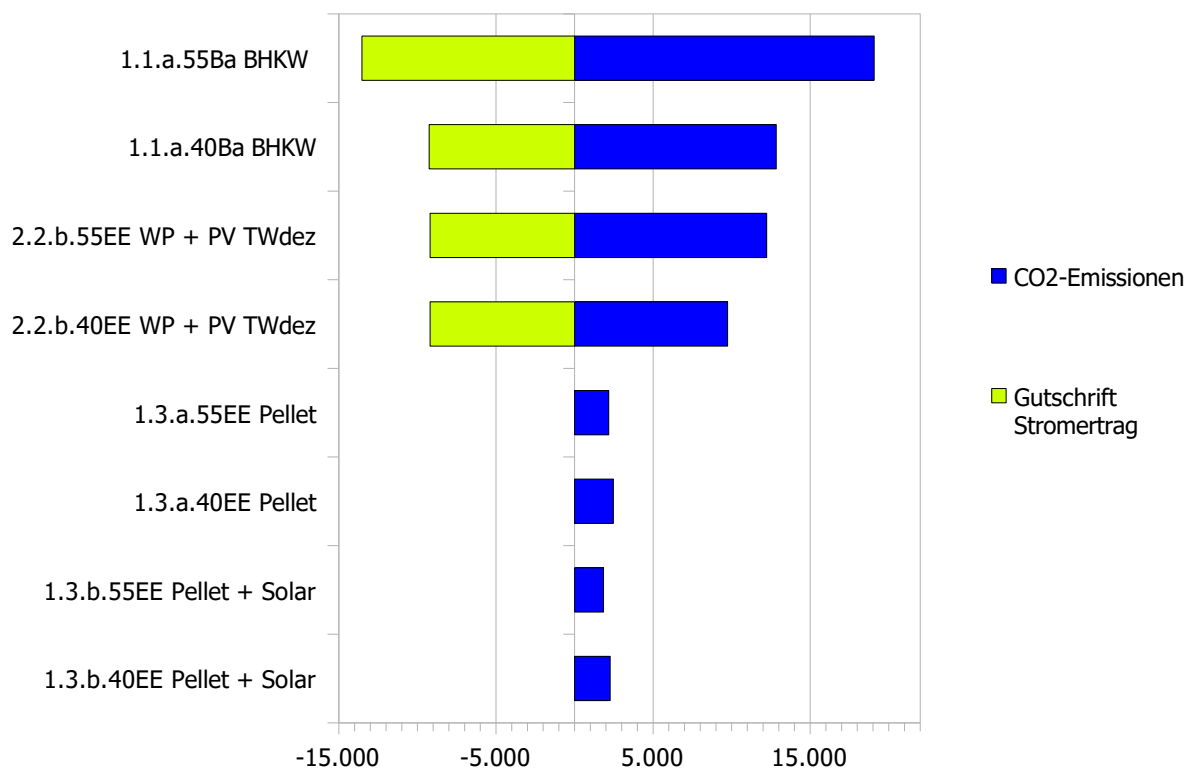
Endenergie [kWh/a]

5.1.4 Primärenergiebedarf [kWh/a]



Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Ein- sparung Energie- träger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.1.a.55Ba BHKW	99.100			2.900		-59.000	102.000	
1.1.a.40Ba BHKW	69.900			4.600		-40.300	74.500	27.500
2.2.b.55EE WP + PV TWdez			15.300	25.700	-12.900	-20.000	41.000	61.000
2.2.b.40EE WP + PV TWdez			6.000	26.700	-12.900	-20.000	32.700	69.400
1.3.a.55EE Pellet		12.800		2.400			15.100	86.900
1.3.a.40EE Pellet		8.900		4.900			13.700	88.300
1.3.b.55EE Pellet + Solar		8.400		3.000			11.300	90.700
1.3.b.40EE Pellet + Solar		5.400		5.500			10.900	91.100

5.1.5 CO₂-Emissionen [kg/a]



Maßnahmen + Kombinationen	CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Einsparung	Gutschrift Stromertrag
1.1.a.55Ba BHKW	19.100		-13.500
1.1.a.40Ba BHKW	12.800	6.200	-9.200
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	12.200	6.800	-9.200
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	9.700	9.300	-9.200
1.3.a.55EE Pellet	2.200	16.900	
1.3.a.40EE Pellet	2.500	16.600	
1.3.b.55EE Pellet + Solar	1.800	17.200	
1.3.b.40EE Pellet + Solar	2.300	16.800	

5.2 Quartier A, 6000 m²

5.2.1 Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Kosten							Erträge				Gesamt- Kosten
	Energie- Kosten	Wartung	Investitions- Mehrkosten	CO ₂ -Kosten			Summe Kosten	Förderung	Stromertrag		Summe Ertrag	
				Min.	Max.	Mittel			Eigen- nutzung	Ein- speisung		
1.1.a.55Ba BHKW	50.000	15.900		12.700	21.800	17.200	83.100	-63.100		-11.000	-74.100	9.000
1.1.a.40Ba BHKW	38.300	16.300	40.200	8.900	15.400	12.200	107.000	-82.700		-7.500	-90.300	16.700
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	43.500	11.700	6.800				62.000	-90.100	-14.000	-3.700	-107.900	-45.900
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	35.800	11.740	35.300				82.800	-114.700	-14.000	-3.700	-132.400	-49.700
1.3.a.55EE Pellet	26.200	8.500	-5.200				29.600	-90.100			-90.100	-60.600
1.3.a.40EE Pellet	22.000	13.100	26.800				62.000	-114.700			-114.700	-52.700
1.3.b.55EE Pellet + Solar	19.100	12.100	6.600				37.700	-90.100			-90.100	-52.400
1.3.b.40EE Pellet + Solar	16.600	16.700	38.600				71.800	-114.700			-114.700	-42.900

5.2.2 Endenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.a.55Ba BHKW	652.800			10.600		-137.600	663.500	
1.a.40Ba BHKW	460.700			16.600		-94.100	477.300	186.100
2.b.55EE WP + PV TWdez			55.400	93.300	-46.700	-46.700	148.700	514.800
2.b.40EE WP + PV TWdez			21.800	96.700	-46.700	-46.700	118.500	545.000
3.a.55EE Pellet		450.900		8.600			459.500	204.000
3.a.40EE Pellet		313.100		17.600			330.800	332.700
3.b.55EE Pellet + Solar		294.800		10.800			305.600	357.900
3.b.40EE Pellet + Solar		188.900		20.100			209.000	454.400

5.2.3 Primärenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.1.a.55Ba BHKW	3.533.100			104.600		-2.103.900	3.637.700	
1.1.a.40Ba BHKW	2.493.500			163.400		-1.438.400	2.656.900	980.800
2.2.b.55EE WP + PV TWdez			544.300	917.500	-459.500	-714.700	1.461.800	2.175.900
2.2.b.40EE WP + PV TWdez			214.000	950.700	-459.500	-714.700	1.164.700	2.473.000
1.3.a.55EE Pellet		456.100		84.100			540.200	3.097.500
1.3.a.40EE Pellet		316.700		173.200			489.900	3.147.800
1.3.b.55EE Pellet + Solar		298.200		105.800			403.900	3.233.800
1.3.b.40EE Pellet + Solar		191.000		197.800			388.900	3.248.900

5.3 Quartier B, 5500 m²

5.3.1 Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Kosten						Erträge				Gesamt- Kosten	
	Energie- Kosten	Wartung	Investitions- Mehrkosten	CO ₂ -Kosten			Summe Kosten	Förderung	Stromertrag			Summe Ertrag
				Min.	Max.	Mittel			Eigen- nutzung	Ein- speisung		
1.1.a.55Ba BHKW	45.800	14.600		11.600	20.000	15.800	76.200	-57.800		-10.100	-67.900	8.300
1.1.a.40Ba BHKW	35.100	14.900	36.900	8.200	14.100	11.100	98.100	-75.900		-6.900	-82.800	15.300
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	39.900	10.800	6.200				56.800	-82.600	-12.900	-3.400	-98.900	-42.100
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	32.800	10.770	32.300				75.900	-105.200	-12.900	-3.400	-121.400	-45.500
1.3.a.55EE Pellet	24.000	7.800	-4.700				27.100	-82.600			-82.600	-55.500
1.3.a.40EE Pellet	20.200	12.000	24.600				56.800	-105.200			-105.200	-48.300
1.3.b.55EE Pellet + Solar	17.500	11.100	6.000				34.600	-82.600			-82.600	-48.100
1.3.b.40EE Pellet + Solar	15.200	15.300	35.400				65.800	-105.200			-105.200	-39.300

5.3.2 Endenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.a.55Ba BHKW	652.800			10.600		-137.600	663.500	
1.a.40Ba BHKW	460.700			16.600		-94.100	477.300	186.100
2.b.55EE WP + PV TWdez			55.400	93.300	-46.700	-46.700	148.700	514.800
2.b.40EE WP + PV TWdez			21.800	96.700	-46.700	-46.700	118.500	545.000
3.a.55EE Pellet		450.900		8.600			459.500	204.000
3.a.40EE Pellet		313.100		17.600			330.800	332.700
3.b.55EE Pellet + Solar		294.800		10.800			305.600	357.900
3.b.40EE Pellet + Solar		188.900		20.100			209.000	454.400

5.3.3 Primärenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.1.a.55Ba BHKW	2.970.600			87.900		-1.768.900	3.058.500	
1.1.a.40Ba BHKW	2.096.500			137.400		-1.209.400	2.233.900	824.700
2.2.b.55EE WP + PV TWdez			457.700	771.400	-386.300	-600.900	1.229.100	1.829.400
2.2.b.40EE WP + PV TWdez			180.000	799.300	-386.300	-600.900	979.300	2.079.200
1.3.a.55EE Pellet		383.400		70.700			454.200	2.604.300
1.3.a.40EE Pellet		266.300		145.600			411.900	2.646.600
1.3.b.55EE Pellet + Solar		250.700		88.900			339.600	2.718.900
1.3.b.40EE Pellet + Solar		160.600		166.300			327.000	2.731.600

5.4 Quartier C, 8500 m²

5.4.1 Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Kosten							Erträge				Gesamt- Kosten
	Energie- Kosten	Wartung	Investitions- Mehrkosten	CO ₂ -Kosten			Summe Kosten	Förderung	Stromertrag		Summe Ertrag	
				Min.	Max.	Mittel			Eigen- nutzung	Ein- speisung		
1.1.a.55Ba BHKW	69.300	22.000		17.600	30.200	23.900	115.200	-87.400		-15.300	-102.700	12.500
1.1.a.40Ba BHKW	53.100	22.600	55.700	12.400	21.300	16.800	148.300	-114.700		-10.400	-125.100	23.100
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	60.300	16.300	9.400				85.900	-124.900	-19.400	-5.200	-149.500	-63.600
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	49.600	16.280	48.900				114.700	-159.000	-19.400	-5.200	-183.600	-68.800
1.3.a.55EE Pellet	36.300	11.800	-7.200				41.000	-124.900			-124.900	-83.900
1.3.a.40EE Pellet	30.500	18.200	37.200				85.900	-159.000			-159.000	-73.100
1.3.b.55EE Pellet + Solar	26.400	16.700	9.100				52.200	-124.900			-124.900	-72.700
1.3.b.40EE Pellet + Solar	23.000	23.100	53.500				99.500	-159.000			-159.000	-59.500

5.4.2 Endenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.a.55Ba BHKW	904.900			14.700		-190.700	919.700	
1.a.40Ba BHKW	638.700			23.000		-130.400	661.700	258.000
2.b.55EE WP + PV TWdez			76.800	129.400	-64.800	-64.800	206.100	713.500
2.b.40EE WP + PV TWdez			30.200	134.100	-64.800	-64.800	164.200	755.400
3.a.55EE Pellet		625.100		11.900			636.900	282.700
3.a.40EE Pellet		434.100		24.400			458.500	461.200
3.b.55EE Pellet + Solar		408.700		14.900			423.600	496.100
3.b.40EE Pellet + Solar		261.800		27.900			289.700	629.900

5.4.3 Primärenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.1.a.55Ba BHKW	6.788.900			201.000		-4.042.700	6.989.800	
1.1.a.40Ba BHKW	4.791.300			313.900		-2.763.900	5.105.200	1.884.700
2.2.b.55EE WP + PV TWdez			1.045.900	1.763.000	-882.900	-1.373.400	2.808.900	4.181.000
2.2.b.40EE WP + PV TWdez			411.300	1.826.700	-882.900	-1.373.400	2.238.000	4.751.800
1.3.a.55EE Pellet		876.300		161.600			1.038.000	5.951.900
1.3.a.40EE Pellet		608.500		332.800			941.300	6.048.500
1.3.b.55EE Pellet + Solar		572.900		203.200			776.100	6.213.700
1.3.b.40EE Pellet + Solar		367.100		380.100			747.200	6.242.600

5.5 Quartier D, 5000 m²

5.5.1 Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Kosten							Erträge				Gesamt- Kosten
	Energie- Kosten	Wartung	Investitions- Mehrkosten	CO ₂ -Kosten			Summe Kosten	Förderung	Stromertrag		Summe Ertrag	
				Min.	Max.	Mittel			Eigen- nutzung	Ein- speisung		
1.1.a.55Ba BHKW	41.900	13.300		10.600	18.300	14.500	69.700	-52.900		-9.200	-62.200	7.600
1.1.a.40Ba BHKW	32.200	13.700	33.700	7.500	12.900	10.200	89.700	-69.400		-6.300	-75.700	14.000
2.2.b.55EE WP + PV TWdez	36.500	9.900	5.700				52.000	-75.600	-11.800	-3.100	-90.500	-38.500
2.2.b.40EE WP + PV TWdez	30.000	9.850	29.600				69.500	-96.200	-11.800	-3.100	-111.100	-41.700
1.3.a.55EE Pellet	22.000	7.100	-4.300				24.800	-75.600			-75.600	-50.800
1.3.a.40EE Pellet	18.500	11.000	22.500				52.000	-96.200			-96.200	-44.200
1.3.b.55EE Pellet + Solar	16.000	10.100	5.500				31.600	-75.600			-75.600	-44.000
1.3.b.40EE Pellet + Solar	13.900	14.000	32.400				60.200	-96.200			-96.200	-36.000

5.5.2 Endenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.a.55Ba BHKW	547.800			8.900		-115.400	556.700	
1.a.40Ba BHKW	386.600			13.900		-78.900	400.500	156.200
2.b.55EE WP + PV TWdez			46.500	78.300	-39.200	-39.200	124.800	431.900
2.b.40EE WP + PV TWdez			18.300	81.100	-39.200	-39.200	99.400	457.300
3.a.55EE Pellet		378.400		7.200			385.500	171.100
3.a.40EE Pellet		262.700		14.800			277.500	279.200
3.b.55EE Pellet + Solar		247.400		9.000			256.400	300.300
3.b.40EE Pellet + Solar		158.500		16.900			175.400	381.300

5.5.3 Primärenergiebedarf [kWh/a]

Maßnahmen + Kombinationen	Energieträger				Stromertrag		Summe Energie- träger	Einsparung Energieträger
	Erdgas	Pellets	Strom		Eigen- nutzung	Ertrag		
			Wärme- pumpe	sonstige				
1.1.a.55Ba BHKW	2.487.400			73.600		-1.481.200	2.561.000	
1.1.a.40Ba BHKW	1.755.400			115.000		-1.012.700	1.870.500	690.500
2.2.b.55EE WP + PV TWdez			383.200	645.900	-323.500	-503.200	1.029.100	1.531.800
2.2.b.40EE WP + PV TWdez			150.700	669.300	-323.500	-503.200	820.000	1.741.000
1.3.a.55EE Pellet		321.100		59.200			380.300	2.180.700
1.3.a.40EE Pellet		223.000		121.900			344.900	2.216.100
1.3.b.55EE Pellet + Solar		209.900		74.500			284.400	2.276.600
1.3.b.40EE Pellet + Solar		134.500		139.300			273.800	2.287.200

5.6 CO₂-Emissionen [kg/a] Gesamtquartier ohne Haushaltsstrom und E-Mobilität.

Maßnahmen + Kombinationen	CO ₂ -Emissionen	CO ₂ -Einsparung	CO ₂ Gutschrift aus Stromertrag
1.a.55Ba BHKW	539.000		-383.000
1.a.40Ba BHKW	363.000	176.000	-262.000
2.b.55EE WP + PV TWdez	346.000	193.000	-260.000
2.b.40EE WP + PV TWdez	276.000	264.000	-260.000
3.a.55EE Pellet	61.000	478.000	
3.a.40EE Pellet	70.000	469.000	
3.b.55EE Pellet + Solar	52.000	487.000	
3.b.40EE Pellet + Solar	64.000	475.000	

CO₂ Emissionen für das gesamte Quartier A-D in kg/a für die unterschiedlichen Varianten.

Die CO₂ -Einsparungen beziehen sich auf die Basisvariante 1a55.

6 Haushaltsstrom und E-Mobilität

6.1 Haushaltsstrom

Der Haushaltsstrom wird mit 2.500 kWh je Wohneinheit (3 Personenhaushalt) abgeschätzt. Bei 310 WE resultieren daraus **775 MWh/a**.

6.2 E-Mobilität

Abschätzung E-Mobilität-Strombedarfs auf folgender Grundlage:

- 42 km/Tag zurückgelegte Strecke in Großstädten und zentralen Städten. Auf das KfZ entfallen 17 km / Person und Tag. Bei 3 Personen pro Wohneinheit ergeben sich 51 km/WE täglich. Quelle: www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf Seite 28
- Verbrauch 18,5 kWh/100 km: errechneter Mittelwert aus Quelle: <https://www.ente-ga.de/blog/elektroauto-verbrauch/>
- Ladevorgänge: Annahme, dass 75% der Beladung im Quartier stattfindet und 25% außerhalb (Arbeit, Einkaufen etc.). Quelle: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2020/dena-STUDIE_Privates_Ladeinfrastrukturpotenzial_in_Deutschland.pdf Seite 4

Bei 1 Auto je Wohneinheit resultieren daraus:

- 9,4 kWh/WE täglich (3.431 kWh/WE jährlich)
- **798 MWh/a** für 310 WE, wenn 25% der Ladung auswärts geschieht

6.3 CO₂-Emissionen [kg/a] Gesamtquartier

Gesamtquartier in der Variante 2. B 55 EE + PV TWdez = 86.000 kg/a 12,72%

Haushaltsstrom für 310 WE 775 MWh/a x 375 Kg/ CO₂ = 290.625 kg/a 43,00%

E-Mobilität für 310 WE bei 75% 798 MWh/a x 375 kg / CO₂= 299.250 kg/a 44,28%

CO₂ Anteil 0,375 kg je KWh Strom Durchschnitt 2021 nach www.umweltbundesamt.de

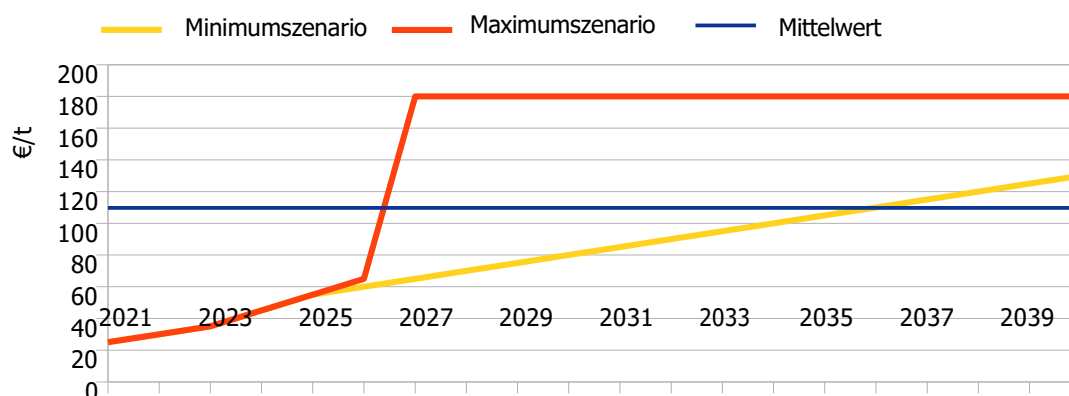
7 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dient zum Vergleich der Energiesparmaßnahmen untereinander. Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Energiesparmaßnahme werden allein die energetisch bedingten Investitionskosten herangezogen. Sie wurden als Mehrkosten durch die energetische Verbesserung gegenüber den Baukosten ohne eine energetische Verbesserung abgeschätzt. Für die Ermittlung der öffentlichen Fördergelder nach BEG wurden die maximalen Zuschüsse zugrunde gelegt, da die gesamten Baukosten 120.000,- € je Wohneinheit bzw. in den Varianten der EE-Klasse 150.000,- € je Wohneinheit übersteigen.

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind im vorhergehenden Kapitel unter „Gesamtkosten über 20 Jahre [€/a]“ für das Modellgebäude und resultierend für die jeweiligen Quartiere dargestellt.

Die Wirtschaftlichkeitsbewertung erfolgt über eine statische Analyse ohne Preissteigerungen und Zinsen. Die Bundesförderung effiziente Gebäude BEG zum Stand Juli 2021 wurde berücksichtigt. Die dargestellten jährlichen Gesamtkosten wurden über einen Bilanzzeitraum von 20 Jahren ermittelt. Dabei werden die energetisch bedingten Mehrkosten abzüglich der Förderung den eingesparten Energie- und Wartungskosten unter Berücksichtigung der CO₂-Kosten und etwaige Stromerträge aus der Eigenstromerzeugung gegenübergestellt. Negative Gesamtkosten bedeuten somit eine Einsparung gegenüber der Basisvariante (EH55 mit Gas-BHKW und Gas-Spitzenkessel). Sie dienen dem Vergleich der Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen untereinander.

Die Gesamtkostendarstellung beinhaltet keine Prognose der Energiekostenentwicklungen in der Zukunft. Für die CO₂-Kosten wurde jedoch vom Gesetzgeber eine Steigerung vorgesehen und bis ins Jahr 2025 bereits festgelegt. Für das Jahr 2026 wurde eine Obergrenze vereinbart. Für die Bewertung der CO₂-Kosten über 20 Jahre wurden daher 2 Szenarien gebildet.



Die CO₂-Preise sind Nettopreise

Minimumszenario: festgelegter CO₂-Preis bis 2025, ab 2026 steigt der CO₂-Preis konstant um 5 €/t von 60 €/t im Jahr 2026 bis 130 €/t im Jahr 2040.

Maximumszenario: festgelegter CO₂-Preis bis 2025, 2026 steigt der CO₂-Preis auf die Obergrenze von 65 €/t, ab 2027 wird der CO₂-Preis am Markt gebildet und springt auf 180 €/t.

Für die Kostenermittlung wurde ein über 20 Jahre konstanter Mittelwert aus beiden Szenarien gebildet. Dieser beträgt netto 109,75 €/t CO₂ und 130,60 €/t inklusive MwSt. Die brennstoffspezifischen CO₂-Kosten sind abhängig von den CO₂-Emissionen der Energieträger.

CO₂- und Energiekosten

Für die Ermittlung der Energiekosten sowie der brennstoffspezifischen CO₂-Kosten (brutto inkl. MwSt. bezogen auf den Brennwert H_s) wurden folgende Emissionsfaktoren zugrunde gelegt.

Energieträger-Daten

	Einheiten	Energieträger					
		Erdgas	Pellets	Strom		Stromertrag (BHKW, PV)	
				Wärmepumpe	sonstige	Eigen-nutzung	Einspeisung
Energiekosten	€/kWh	0,070	0,050	0,260	0,300	0,300	0,080
Energiekosten	€/a	100,000	100,000	100,000	100,000	0,000	0,000
CO ₂ -Preis	€/kWh von	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	bis	0,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Emissionen	CO ₂	0,202	0,023	0,537	0,537	0,537	0,537
Primärenergie	f _p	1,1	0,2	1,8	1,8	1,8	2,8

8 Förderung

BEG KfW-Programm 261/461 – Wohngebäude Kredit/Zuschuss

Für ein Effizienzgebäude kann eine Förderung der KfW im Programm 261 als Kredit mit Tilgungszuschuss oder 461 als Zuschuss in Anspruch genommen werden. Die Fördermöglichkeiten sind bei den jeweiligen Einzelmaßnahmen beschrieben.

Die Förderung erfolgt über ein zinsvergünstigtes Darlehen mit Tilgungszuschuss der KfW mit einem tagesaktuellem Zinssatz. Bei einer Zinseinsparung von 0,5 % gegenüber marktüblichen Zinsen erzielen Sie mit einem KfW-Kredit mit 10 Jahren Laufzeit und 2 tilgungsfreien Anlaufjahren eine Zinseinsparung von ca. 2,5 % des Kreditbetrags, je nach Tilgungszuschuss. Der Tilgungszuschuss oder Zuschuss für ein Effizienzgebäude 55 beträgt 15 % der förderfähigen Kosten, maximal jedoch 120.000 € je Wohneinheit. Für ein Effizienzgebäude 40 wird ein Tilgungszuschuss oder Zuschuss von 20 %, maximal jedoch 120.000 € je Wohneinheit gewährt. Für den Einsatz von mindestens 55 % erneuerbaren Energien (EE-Klasse) wird zudem ein Bonus von 2,5 % zum Tilgungszuschuss oder Zuschuss gewährt, die förderfähigen Kosten erhöhen sich auf maximal 150.000 € je Wohneinheit.

Maßnahme	(Tilgungs-) Zuschuss		Zinsvorteil ¹
	anteilig	maximal	
Effizienzgebäude 55	15 %	120.000 €/WE	2,54 %
Effizienzgebäude 55 EE/NH	17,5 %	150.000 €/WE	2,54 %
Effizienzgebäude 40	20 %	120.000 €/WE	2,54 %
Effizienzgebäude 40 EE/NH	22,5 %	150.000 €/WE	2,54 %

¹ Zinsvorteil für KfW-Kredit mit 10 Jahren Laufzeit, 2 tilgungsfreien Anlaufjahren und Zinseinsparung gegenüber freier Finanzierung mit 10 Jahren Laufzeit, ohne tilgungsfreie Anlaufjahre von 0,5 %.

Für die Inanspruchnahme der KfW-Förderung ist eine energetische Fachplanung und Baubegleitung durch einen zugelassenen Sachverständigen erforderlich. Die Förderung ist vor Vorhabensbeginn zu beantragen. Vorhabensbeginn ist der Abschluss von Liefer- und Leistungsverträgen für das Vorhaben. Zur Berücksichtigung einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung oder bei Ansatz eines reduzierten Luftwechsels in der Effizienzgebäudeberechnung ist eine Luftdichtheitsmessung für die relevante Zone erforderlich.

9 Fazit und Empfehlung

Unterberücksichtigung aller bisherigen Berechnungsergebnisse und qualitativer Einschätzungen können folgende Empfehlungen gegeben werden:

- Die Verfolgung des Standards EH 40 EE führt zu deutlich erhöhten Förderungen und Reduzierungen von CO₂-Emissionen.
- Bauteilaufbauten für den EH 40-Standard führen bei einer WP nur zu einem EH 55-Standard, es sollte zusätzlich eine PV-Anlage berücksichtigt werden.
- Die Gesamtkosten bei den Varianten mit WP oder Pellets liegen deutlich niedriger als bei der Basisvariante mit BHKW (Gas). Gleichzeitig führen beiden Varianten zu einer Reduzierung von CO₂-Emissionen.
- Die CO₂-Emissionen können bei optimaler Auswahl der Komponenten im Bereich der Gebäudetechnik um bis zu 80% reduziert werden. CO₂-Emissionen Haushaltsstrom und Mobilitäts sind immer sehr stark vom individuellen Nutzerverhalten abhängig.
- Bei der Variante „2.b.40EE WP + PV Twdez“ stehen den CO₂-Emissionen in Höhe von 276 t/a bilanzielle Gutschriften in Höhe von 260 t/a aus der Photovoltaik gegenüber. Bei einer Verfolgung dieser Variante, sind weitere Optimierungen durch die Fachplanung möglich.
- Grundsätzlich sinnvoll im Hinblick auf Kostennutzen und CO₂-Emissionen können alle nachfolgende Varianten zur Weiterverfolgung empfohlen werden: WP mit PV, Pellet und Pellet mit Solar.

10 Anhang

