



Sachstand 02.06.2020

Städtebauliches Vorab-Energiekonzept

Anlage zur Auslobung:
Städtebaulicher Wettbewerb
INTERNATIONALE BAUAUSSTELLUNG 2027
QUARTIER BACKNANG WEST

Auslober

Stadt Backnang, vertreten durch: Herrn Oberbürgermeister Dr. Frank Nopper, Am Rathaus 1, 71522 Backnang

Verfasser

ee concept GmbH, Sprestraße 3, 64295 Darmstadt
Anne-Kristin Wagner, Dipl.-Ing. Architektur, Energieberaterin
Christina Werner, B.A. Architektur, B.Eng. Bauingenieurwesen
Thomas Stark, Prof.-Dr.-Ing. Architekt

INHALT

A	EINFÜHRUNG	3
A.1	Vorbemerkungen	3
A.2	Projektziele.....	3
A.3	Methodisches Vorgehen.....	3
B	LOKALES ENERGIEANGEBOT	4
B.1	Bedingungen und Prämissen am Standort	4
B.2	Nutzbare Energiequellen am Baufeld.....	4
B.2.1	Solarstrahlung und Verschattung.....	5
B.2.2	Luft.....	7
B.2.3	Erdreich.....	8
B.2.4	Wasser.....	8
B.3	Optionen der Energieversorgung am Grundstück.....	9
B.3.1	Photovoltaik.....	9
B.3.2	Solarthermie.....	10
B.3.3	Außenluft-Wärmepumpe	10
B.3.4	Erdsonden	10
B.3.5	Grundwasserwärmepumpe.....	10
B.3.6	Abwasser-Wärmepumpe.....	10
B.3.7	Oberflächenwasser-Wärmepumpe.....	10
B.3.8	Erdkollektoren, Agrothermie.....	11
B.3.9	Speichertechnologie.....	11
C	ENERGIEBEDARFE	12
C.1	Grundlagen der Bilanzierung.....	12
C.1.1	Energiecluster.....	12
C.1.2	Flächenermittlung.....	13
C.1.3	Wohntypologien.....	15
C.2	Varianten der Bilanzierung.....	15
C.2.1	Nutzenergiebedarf	16
C.2.2	Quartiersdichte.....	16
C.2.3	Photovoltaik.....	17
C.3	Ergebnisse der Bilanzierung.....	18
C.4	Graue Energie.....	21
D	EMPFEHLUNGEN	22

A EINFÜHRUNG

A.1 Vorbemerkungen

Diese Unterlage soll den Wettbewerbsteilnehmern als Orientierungshilfe dienen, die energetischen Zielvorgaben vorbildlich umzusetzen und gleichzeitig dazu beitragen, die Wettbewerbsleistungen auf städtebauliche, gestaltprägende Aspekte zu konzentrieren. Dabei sind alle Angaben als Empfehlungen zu betrachten – entwurfsspezifische bzw. konzeptabhängige Abweichungen sind ausdrücklich zulässig.

A.2 Projektziele

Die Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (EPBD) beschreibt als zukunftsfähigen Baustandard das sogenannte „Niedrigstenergiegebäude“ (engl.: nearly zero energy building):

„Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen – einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird – gedeckt werden.“

Dieser Standard wurde bislang noch nicht in nationales Recht überführt, es gelten zum derzeitigen Projektstand demnach die deutschen Anforderungen, die in den folgenden Dokumenten festgelegt sind:

- Energieeinsparverordnung (EnEV) in der gültigen Fassung EnEV 2014, Anforderungen ab 01.01.2016
- Erneuerbare Energien Wärme Gesetz (EEWärmeG) in der gültigen Fassung EEWärmeG 2015
- Sommerlicher Wärmeschutz nach DIN 4108-2 in der gültigen Fassung 4108-2:02-2013

Im Kontext der IBA27 werden jedoch ausdrücklich radikale und zukunftsweisende Lösungen gesucht – es soll ein in Erstellung und Betrieb klimaneutrales Stadtquartiers entstehen.

A.3 Methodisches Vorgehen

Zunächst werden die Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien am Standort analysiert und entsprechende technische Optionen aufgezeigt. Anschließend wird anhand der zum derzeitigen Projektstand verfügbaren Informationen der Energiebedarf des Quartiers unter Variierung verschiedener Parameter ermittelt und die Bilanzen in Bezug auf die o. g. Zielsetzung untersucht. Abschließend werden die Ergebnisse und standortbedingten Möglichkeiten in energetische Empfehlungen für den städtebaulichen Ideenwettbewerb überführt.

Bei der Entwicklung der Varianten wurde besonderer Wert auf eine nachhaltige Energiekonzeption gelegt, um unter den Rahmenbedingungen der Energiewende auch eine langfristig tragfähige Infrastruktur im Quartier zu etablieren.

B LOKALES ENERGIEANGEBOT

B.1 Bedingungen und Prämissen am Standort

Das ehemals durch die Lederproduktion industriell geprägte Quartier im Westen Backnangs beherbergt heute als Gewerbepark verschiedene kleine Unternehmen und Dienstleister. Darüber hinaus werden weite Teile des Quartiers für PKW-Stellplätze genutzt. Durch die bestehende Bebauung und die ausgedehnten PKW-Stellplätze sind aktuell weite Teile des Gebiets versiegelt, wobei sich die Murr mit ihrer Ufervegetation als grünes Band hindurchzieht. Das Quartier liegt in keiner Naturschutzzone, grenzt aber in Teilen an das Naturdenkmal „Steilhang der Murr bei der Fabrikstraße“.

Da Feinstaub und Luftschadstoffe in vielen Städten ein Problem darstellen, sollte ein Ziel sein, diesbezüglich Emissionen zu reduzieren. Dabei sind Verbrennungstechnologien stets im Nachteil gegenüber anderen Wärmebereitstellungstechnologien.

In Bezug auf die zukünftige Gebäudetechnik ist bei der Nutzung von Energiequellen mit geringem Temperaturniveau (z.B. Wärmepumpen, Anergienetz, Erdsonden etc.) darauf zu achten, dass der notwendige Temperaturhub für die Beheizung nicht zu hoch liegt. Im Anschluss an den städtebaulichen Wettbewerb ist sicherzustellen, dass die Wärmeübergabe an den Raum ebenso auf möglichst niedrigem Temperaturniveau (z.B. über Fußbodenheizungen) erfolgt.

B.2 Nutzbare Energiequellen am Baufeld

In Quartieren und an Gebäuden besteht generell eine hohe Verfügbarkeit regenerativer Energiequellen. Für diese Studie wurden alle am Standort verfügbaren Energiequellen sowie die entsprechenden Technologien bzw. Konzepte und deren Nutzen analysiert. Nachfolgend werden die einzelnen Energiequellen erläutert.

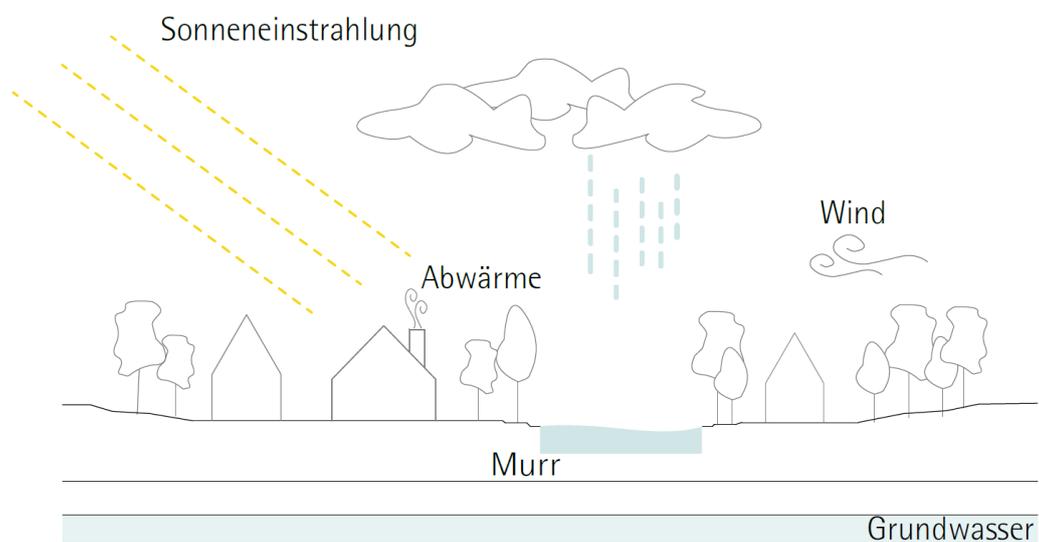
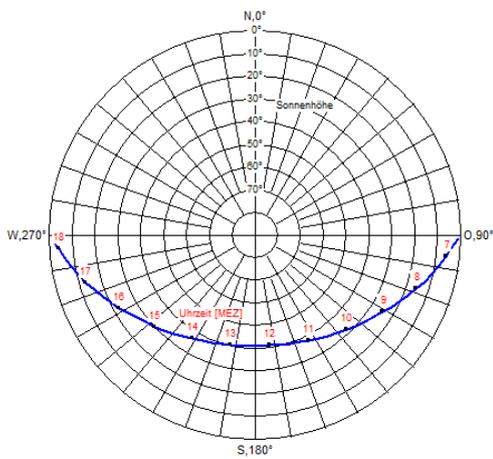


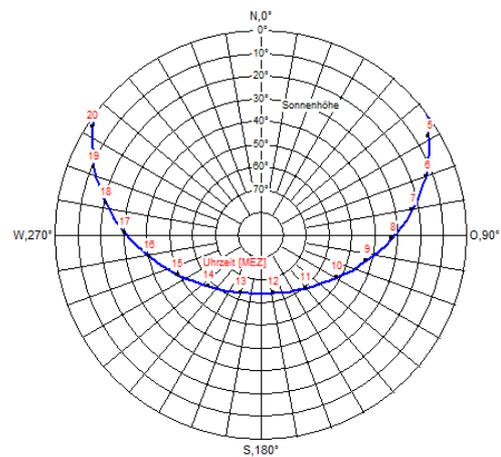
Abbildung 1: erneuerbare Energiequellen

B.2.1 Solarstrahlung und Verschattung

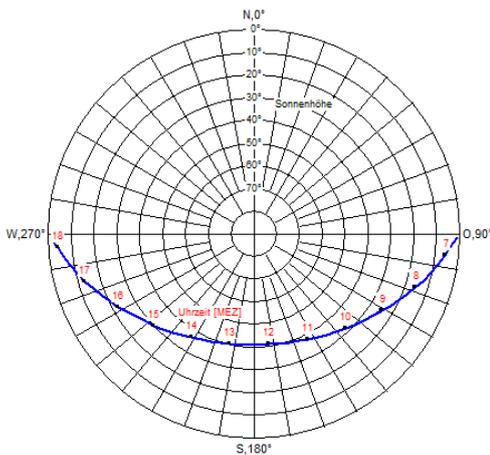
Die Ausrichtung der jeweiligen Nutzung im Kontext der Sonnenbahn ist sowohl für den Energiebedarf, als auch den thermischen Komfort entscheidend. Der konkrete Verlauf in Backnang stellt sich wie folgt dar:



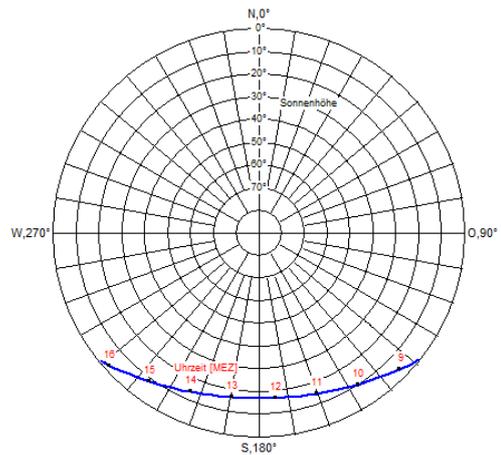
21.03



21.06



21.09



21.12

Abbildung 2: Sonnenbahn Backnang; Quelle: 2007 Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe; Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Abt. Stadtklimatologie

Die blaue Linie markiert jeweils den Sonnenverlauf an den vier im Jahresverlauf relevanten Referenztagen. Je näher die blaue Linie an das Zentrum der Grafik rückt, desto steiler ist der jeweilige Sonnenstandswinkel zur entsprechenden Tageszeit.

Für die **Heizperiode** ist der Zeitraum vom 21.9. über den 21.12. (Wintersonnenwende) bis zum 21.3. bedeutend. Solare Gewinne können von südausgerichteten Räumen optimal genutzt werden.

Für die **Kühlperiode** ist der Zeitraum vom 21.3. über den 21.6. (Sommersonnenwende) bis zum 21.9. relevant. Der Sonnenstand ist Richtung Osten und Westen durchgehend niedrig, die thermische Belastung für Räume, die nach Osten oder Westen ausgerichtet sind, ist dementsprechend hoch. Nordausgerichtete Verglasungen sind während

der Kühlperiode Direktstrahlung ausgesetzt und müssen in der Regel ebenso mit einem effizienten Sonnenschutz versehen werden, wie Verglasungen in andere Himmelsrichtungen.

Um die solare Aktivierung der Gebäudehüllflächen zu ermöglichen, ist vor allem die Vermeidung von verschatteten Dachflächen notwendig. Dabei ist in erster Linie darauf zu achten, dass eine Eigenverschattung innerhalb des Quartiers Backnang-West minimiert wird. Die das Quartier umgebende Bebauung verursacht aufgrund ihrer Höhe und der Abstände keinen nennenswerten Schattenwurf im zu beplanenden Gebiet, die Verschattung durch die vorhandene Vegetation sollte allerdings berücksichtigt werden.

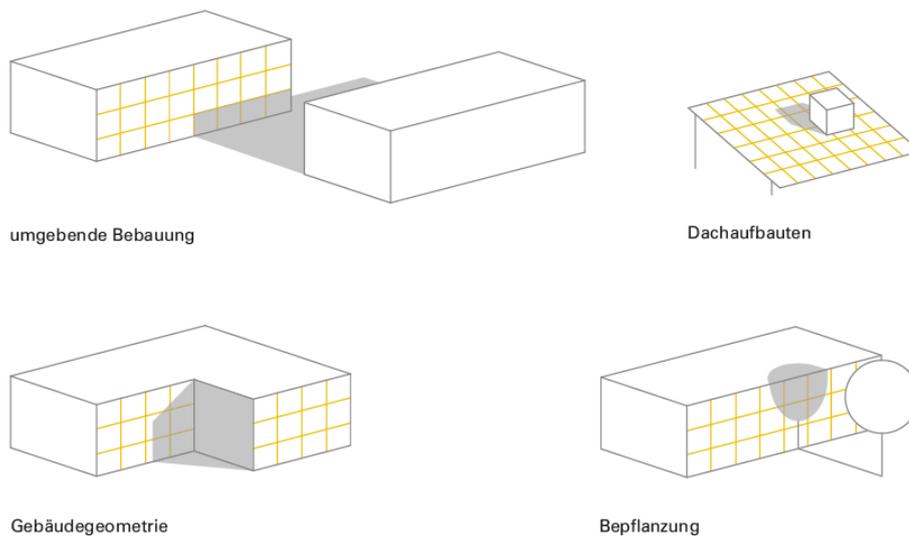


Abbildung 3: Berücksichtigung der Verschattungssituation bei der Planung aktiver Solarflächen, Quelle: ByAK (Hrsg.), Badr, Fuchs, Stark, Zeumer: Nachhaltigkeit Gestalten

B.2.2 Luft

B.2.2.1 Außenluft

Die folgende Kurve stellt die aktuell sowie zukünftig zu erwartende Außenluft-Temperatur Backnangs dar.

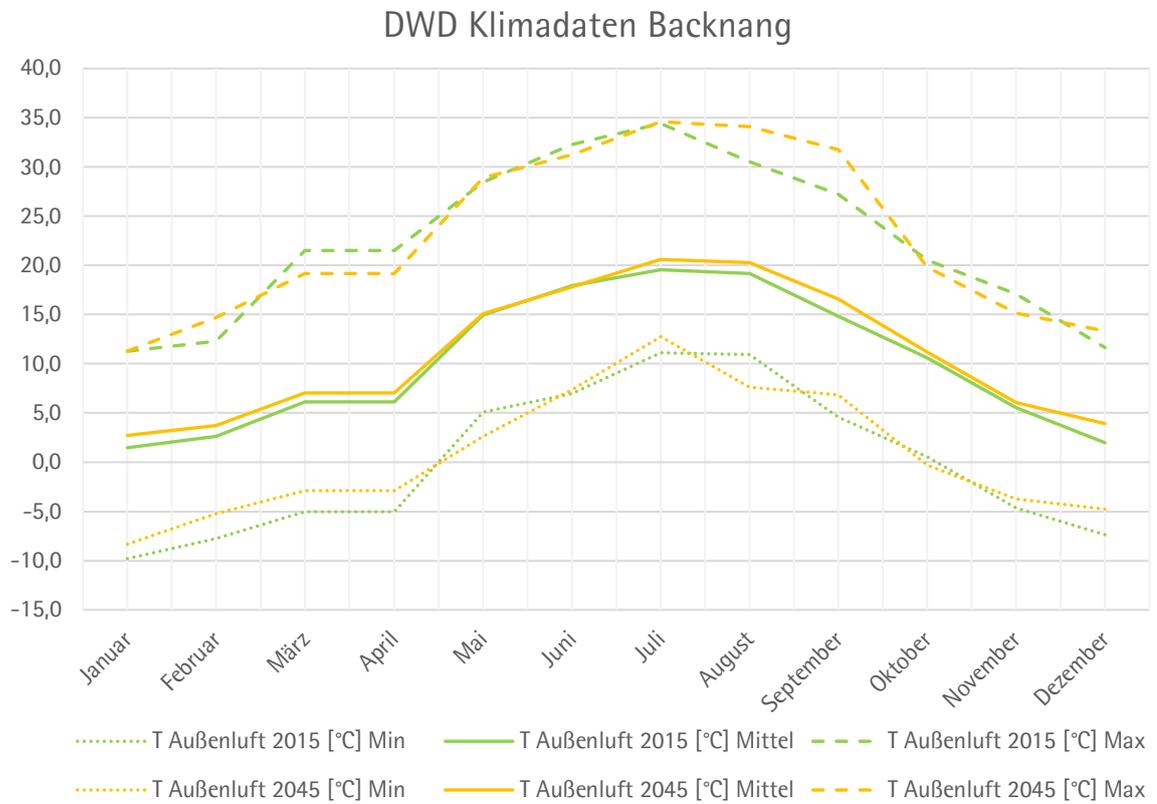


Abbildung 4: Außenlufttemperaturen Backnang, Datengrundlage TRY-Datensatz des DWD

Die aktuell zu erwartenden Außenlufttemperaturen bewegen sich zwischen -10°C und 34°C, die Monatsmitteltemperaturen bewegen sich zwischen 1°C und 20°C. Der Klimadatensatz für 2045, eine Klimaprognose des DWD, rechnet mit einer zukünftigen Temperaturspanne von -8°C bis 35°C sowie durchschnittlichen Monatstemperaturen zwischen 3°C bis 21°C. Es ist zukünftig mit einem Temperaturanstieg sowohl während der Kühl-, als auch während der Heizperiode zu rechnen.

B.2.2.2 Abwärme

Es sind keine Abwärmepotentiale in unmittelbarer Nähe vorhanden.

B.2.2.3 Windenergie

Die folgende Grafik zeigt die Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen für Backnang.

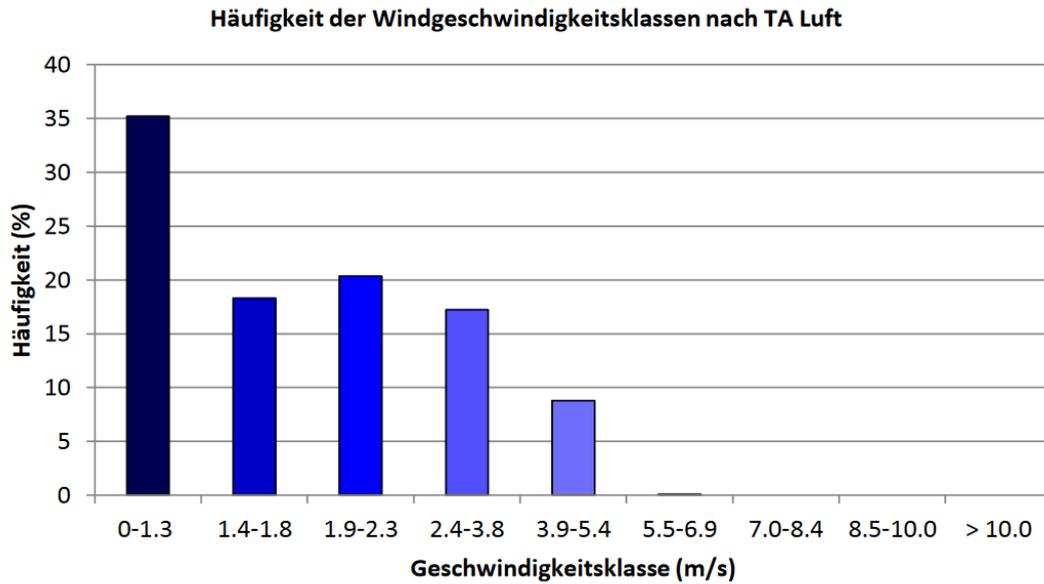


Abbildung 5: Synthetische Windstatistik für das Quartier, Quelle: 2013 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)

Ein effizienter Betrieb von Klein-Windkraftanlagen ist bei Windgeschwindigkeiten ab ca. 3,5m/s möglich. Die durchschnittliche Windgeschwindigkeit im Quartier beträgt 2,0m/s, eine Windgeschwindigkeit von über 3,8m/s ist zu weniger als 10% des Jahres zu erwarten. Eine effiziente Stromerzeugung durch Windkraft ist im Quartier unwahrscheinlich.

B.2.3 Erdreich

Das Erdreich kann sowohl als Energiequelle für die Heizwärmebereitstellung als auch für eine passive Kühlung verwendet werden. Unterschieden wird dabei zwischen oberflächennaher Geothermie (bis ca. 400m Tiefe) und Tiefengeothermie. Gemäß dem Informationssystem Oberflächennahe Geothermie für Baden-Württemberg (ISONG) des Landesamtes für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) Baden-Württemberg liegt das Grundstück in einem Gebiet mit mittlerer geothermischer Effizienz. Die mögliche Bohrtiefe ist im Gebiet allerdings beschränkt, je nach Bereich liegt die Beschränkung bei ca. 20-25m. Darüber hinaus ist mit sulfathaltigem und deshalb zementangreifendem Gestein und Grundwasser zu rechnen.

B.2.4 Wasser

B.2.4.1 Grundwasser

Im Jahr 2017 wurde ein hydrogeologisches Gutachten erstellt, um die mögliche Beeinflussung der angrenzenden Bebauung durch den Rückbau des Wehrs der Firma Kaess zu beurteilen. Laut des Gutachtens liegt der Grundwasserstand im Quartier zwischen ca. 3m und 9m unterhalb der Geländeoberkante. Eine mögliche Nutzung des Grundwassers zur Wärme- und ggf. auch Kälteerzeugung wäre im weiteren Verlauf mit der unteren Wasserbehörde abzustimmen.

B.2.4.2 Oberflächenwasser – Murr

Die Murr kann im Quartier als thermische Energiequelle für die Wärmepumpe genutzt werden. Der Umfang der Nutzbarkeit muss durch ein zusätzliches Fachgutachten geprüft werden. Die Nutzung des Flusses würde einen Einfluss auf das Ökosystem erzeugen. Die Auswirkungen bei Wärmeentzug und -eintrag aus und in das Gewässer müssen abwägend geprüft und die Nutzungsrahmenbedingungen mit der unteren Wasserbehörde abgestimmt werden. In der Regel liegt das genehmigungsfähige Temperaturdelta bei 1 bis 2°C.

In der Vergangenheit wurde das Potential zur Stromerzeugung in der Murr geprüft. Aufgrund der geringen Trockenwetterschüttung und Fallhöhe lässt sich eine Stromerzeugung nicht wirtschaftlich abbilden.

B.2.4.3 Abwasser

In der Wilhelm- und der Fabrikstraße befindet sich ein Abwasserhauptsammler, dessen Dimension von DN800 bei Eintritt in das Quartier auf DN1200 im südwestlichen Bereich des Quartiers ansteigt.

B.3 Optionen der Energieversorgung am Grundstück

B.3.1 Photovoltaik

Die solare Energieeinstrahlung variiert in Abhängigkeit der Himmelsrichtung (Azimut) und des Neigungswinkels. Die Energiesummen in Abbildung 6 entsprechen dem Energieangebot für die Klimaregion 13 – Passau (gem. DIN V 18599-10), in welcher Backnang liegt.

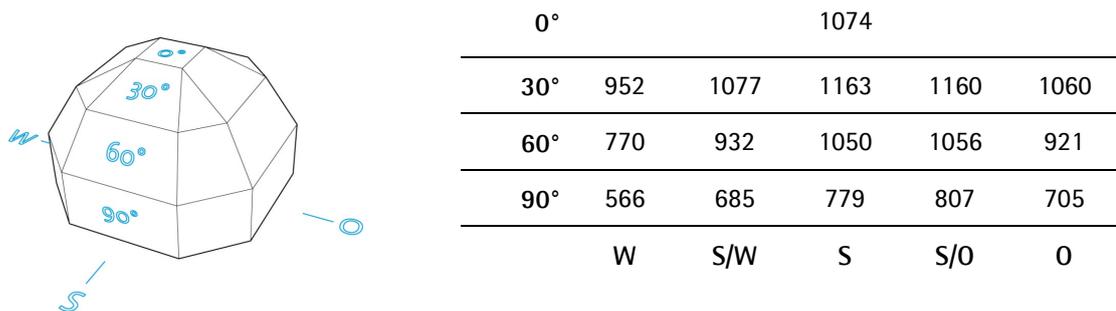


Abbildung 6: Energieangebot nach Fassadenausrichtung in der Klimaregion 13, DIN V 18599-10, in kWh/m²

Die aus der vorhandenen Strahlung resultierenden Energieerträge sind abhängig von der genutzten Technologie. Die erzielbaren Stromerträge pro Quadratmeter sind exemplarisch für monokristalline Photovoltaik in Abbildung 7: dargestellt.

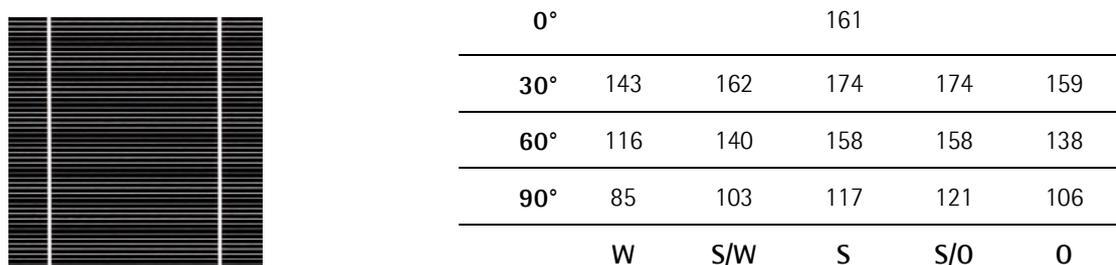
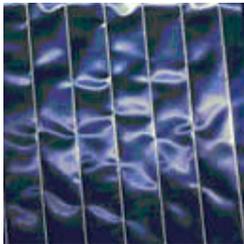


Abbildung 7: Überschlägiger Jahresertrag einer monokristallinen Photovoltaikanlage in kWh_e/m²a (Systemwirkungsgrad 15%)

B.3.2 Solarthermie

Neben Photovoltaik-Modulen zur Stromerzeugung besteht die Möglichkeit der Wärmeerzeugung mit solarthermischen Kollektoren. Der Wirkungsgrad thermischer Kollektoren ist dabei deutlich höher. Die erzielbaren Wärmeerträge pro Quadratmeter sind exemplarisch für Flachkollektoren in Abbildung 8 dargestellt.



	0°		456		
30°	405	458	494	493	451
60°	327	396	446	449	391
90°	241	291	331	343	300
	W	S/W	S	S/O	O

Abbildung 8: Überschlägiger Jahresertrag eines solarthermischen Flachkollektors in kWh_{th}/m²a (Systemwirkungsgrad 42,5%)

B.3.3 Außenluft-Wärmepumpe

Aufgrund der eher milden Außenlufttemperaturen – auch im Winter sinkt die mittlere Monatstemperatur nie unter 0°C – eignet sich die Außenluft als mögliche Umweltquelle für den Betrieb von Wärmepumpen. Durch den Einsatz reversibler Wärmepumpen könnte außerdem auch eine Kälteerzeugung im Sommer ohne zusätzliche Anlagen erfolgen.

B.3.4 Erdsonden

Aufgrund der starken Begrenzung der Bohrtiefe und den weiteren Einschränkungen ist ein möglicher Einsatz von Erdsonden für die Wärmeversorgung fraglich. Sollte die Option dennoch weiter verfolgt werden sind zusätzliche Gutachten und Abstimmungen mit der zuständigen Behörde notwendig.

B.3.5 Grundwasserwärmepumpe

Die Nutzung des Grundwassers als Wärmequelle für eine Wärmepumpe stellt ebenfalls eine Alternative zu einem Erdsondenfeld dar. Das Grundwasser muss dafür in einem hydrologischen Gutachten untersucht und hinsichtlich seiner Qualität beurteilt werden.

B.3.6 Abwasser-Wärmepumpe

Der durch das Quartier führende Abwasserhauptsammler eignet sich als Entzugsquelle für Wärmepumpen. Die dafür notwendigen Wärmetauscher können aufgrund des geringen Gefälles allerdings nicht direkt in den vorhandenen Kanal eingelegt werden. Sofern es im Rahmen der Entwicklung des Quartiers nicht zur Neuverlegung von Teilstrecken kommt, besteht die Möglichkeit einen Bypass für den Wärmeentzug zu verlegen.

B.3.7 Oberflächenwasser-Wärmepumpe

Die Nutzung des Oberflächenwassers der Murr über eine Wasser-Wasser-Wärmepumpe ist bilanziell annähernd gleich zu setzen mit einer Grundwasserwärmepumpe. Für eine Abschätzung der Entzugsleistung wird die Vorplanung eines TGA Planers benötigt. In weiteren Untersuchungen sind die realen Temperaturen des Flusses im Bereich der Wasserentnahme sowie die Fließgeschwindigkeit vor Ort entscheidend.

B.3.8 Erdkollektoren, Agrothermie

Eine Alternative zur Nutzung von Geothermie stellen Erdkollektoren dar, die in geringer Tiefe im Erdreich verlegt werden. Nachteilig ist dabei der hohe Flächenbedarf, da die Erdreichtemperatur aufgrund der geringeren Tiefe niedriger ist. Agrothermie stellt eine besondere Form der Nutzung von Erdkollektoren dar. Dabei werden die Kollektoren in ca. 2m Tiefe in weiterhin landwirtschaftlich nutzbaren Flächen verlegt. Durch die so entstehende doppelte Flächennutzung kann das Problem des großen Flächenbedarfs umgangen werden, da im Quartier voraussichtlich nicht ausreichend Fläche für Erdkollektoren vorhanden sein wird. Die mögliche Entzugsleistung liegt bei Agrothermie zwischen 100kW und 400kW pro Hektar.



Abbildung 9: Ackerflächen in Quartiersnähe

B.3.9 Speichertechnologie

Batteriespeicher, zum Beispiel auch in Form der geplanten Elektromobilität, können als Kurzzeitspeicher für überschüssigen PV-Strom genutzt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der zentralen Langzeit-Stromspeicherung im Quartier mittels innovativer Wasserstofftechnologien (Wasserstoffinfrastruktur mit Elektrolyseur, Speicher und Brennstoffzellentechnologie). Dabei erfolgt die Wasserstoffherzeugung über einen Elektrolyseur, der mit überschüssigem PV-Strom betrieben wird. Der erzeugte Wasserstoff kann zwischengespeichert und bei Bedarf über eine Brennstoffzelle rückverstromt werden oder alternativ in das vorhandene Gasnetz eingespeist werden.

C ENERGIEBEDARFE

Im Hinblick auf das Ziel Plusenergie ist es wichtig die Umweltenergien mittels Strom zu erschließen, den Energiebedarf mittels PV zu decken und darüber hinaus zusätzliche Energie zu erzeugen. Somit ist die für PV zur Verfügung stehende Fläche im Verhältnis zur BGF bzw. Energiebezugsfläche ausschlaggebend für die erfolgreiche Umsetzung des Plusenergiekonzepts.

C.1 Grundlagen der Bilanzierung

C.1.1 Energiecluster

Aufgrund der Größe des Quartiers ist eine Einteilung in einzelne „Energiecluster“ sinnvoll. Deren Größe und Anordnung richtet sich nach folgenden Einflussfaktoren:

- städtebauliche Struktur
- Bauablauf bzw. Aufsiedelungsgeschwindigkeit
- Umweltenergiequellenverfügbarkeit des jeweiligen Energieclusters

Um ein klimaneutrales Stadtquartier zu erreichen ist es wichtig, den Energiebedarf zu reduzieren sowie den übrigen Energiebedarf mit effizienter Technik zu decken. Die folgenden Umweltenergiequellen sind am Standort vorhanden und sollten mit Wärmepumpen zugänglich gemacht werden:

- Außenluft
- Geothermie (Agrothermie und Erdkollektoren)
- Murrwasser
- Abwasser

Die semizentrale Gliederung der Energiebereitstellung ermöglicht es die Energiequellen am Ort optimal zu nutzen, Synergien zu bilden und flexibel auf die Wettbewerbsentwürfe reagieren zu können.

C.1.2 Flächenermittlung

Um zunächst den möglichen Energiebedarf zu ermitteln wurde das Quartier entsprechend des Nutzungskonzepts in 6 Bereiche eingeteilt.

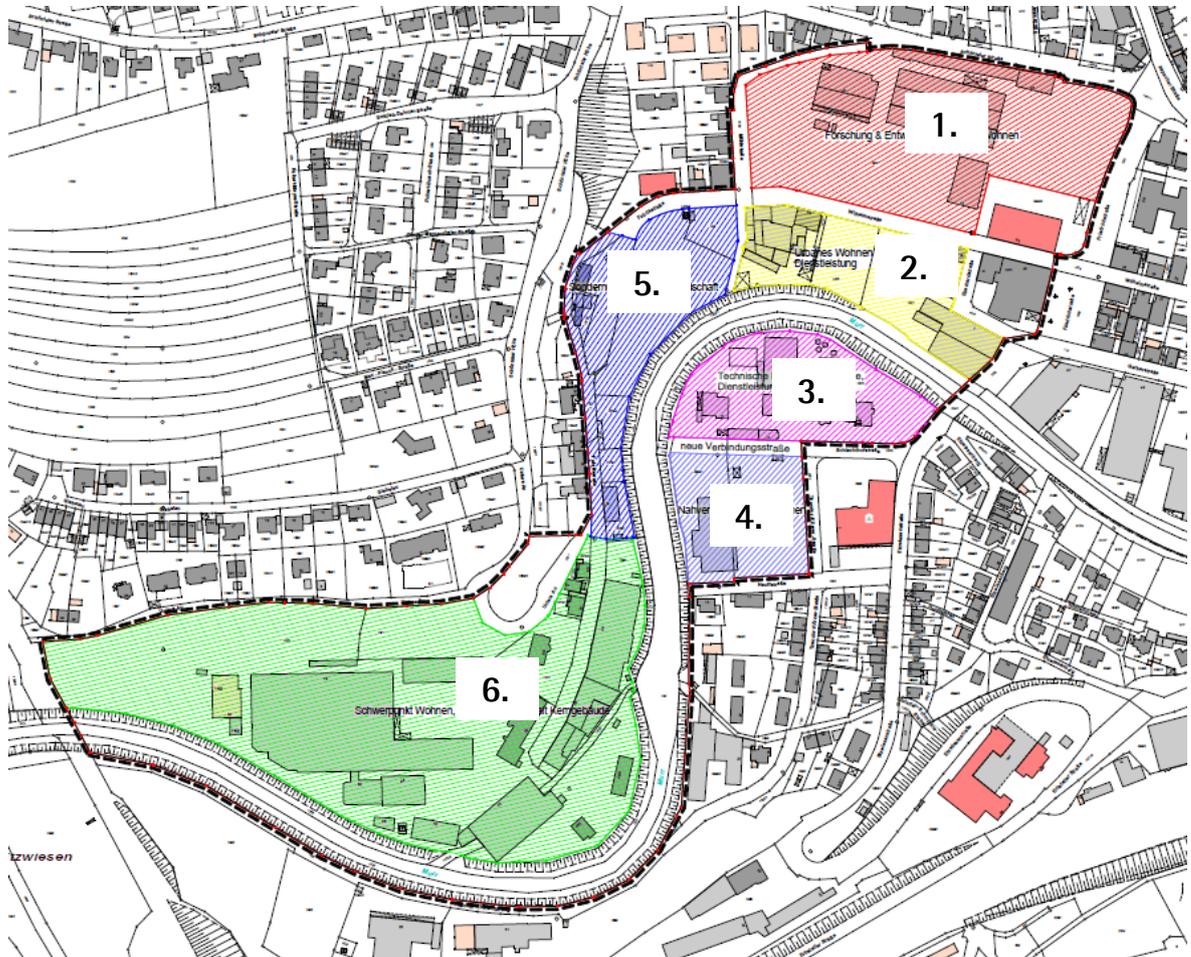


Abbildung 10: Nutzungskonzept Quartier Backnang West

Anhand der Plangrundlage wurde das Bruttobauland der einzelnen Bereiche ermittelt. Für die Berechnung des Nettobaulands wurde ein Faktor von 0,8 verwendet. Die vorhandene überbaubare Fläche beträgt damit 8,4ha.

Bereich Quartier	Bruttobauland	Nettobauland
1. Forschung & Entwicklung, urbanes Wohnen	2,3ha	1,8ha
2. Urbanes Wohnen am Wasser, Dienstleistung	1,0ha	0,8ha
3. Technische Infrastruktur, Energie, Dienstleistung, Wohnen	1,0ha	0,8ha
4. Nahversorgung & Wohnen	0,6ha	0,5ha
5. Sondernutzung & Flusslandschaft	0,8ha	0,6ha
6. Schwerpunkt Wohnen, Umnutzung & Erhalt Kerngebäude	4,8ha	3,8ha
Gesamt	10,5ha	8,4ha

Abbildung 11: Flächen der Teilbereiche

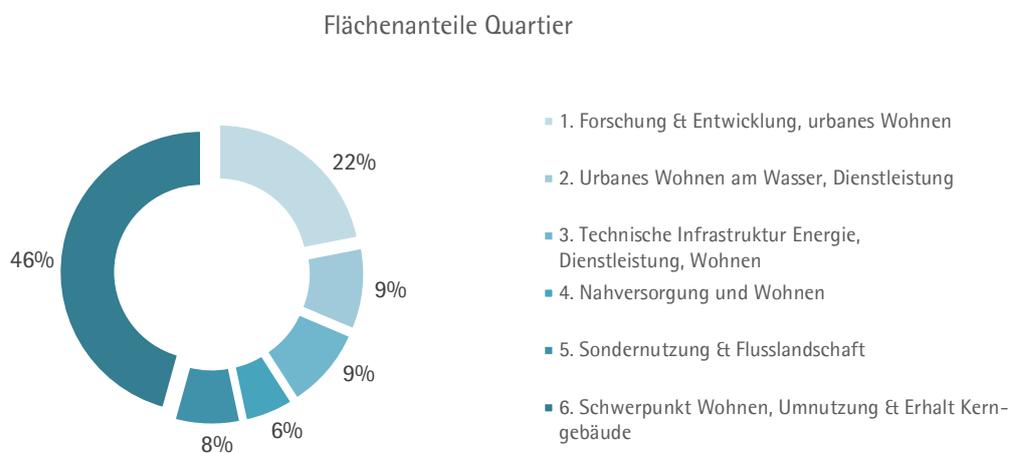


Abbildung 12: Flächenanteile der Teilbereiche

Der folgenden Tabelle sind die Annahmen des Anteils Wohnen und Gewerbe nach Quartiersbereich zu entnehmen:

Bereich Quartier	Anteil Wohnen	Anteil Gewerbe
1. Forschung & Entwicklung, urbanes Wohnen	40%	60%
2. Urbanes Wohnen am Wasser, Dienstleistung	60%	40%
3. Technische Infrastruktur, Energie, Dienstleistung, Wohnen	20%	80%
4. Nahversorgung & Wohnen	15%	85%
5. Sondernutzung & Flusslandschaft	0%	100%
6. Schwerpunkt Wohnen, Umnutzung & Erhalt Kerngebäude	90%	10%

Abbildung 13: Anteile Wohnen und Gewerbe in den Teilbereichen

C.1.3 Wohntypologien

Als Orientierungshilfe werden in Abbildung 14 verschiedene Wohntypologien mit beispielhaften Grundflächenzahlen (GRZ) und Geschossflächenzahlen (GFZ) dargestellt. Dies soll helfen die Ausführungen hinsichtlich Dichte in Gebäudetypen zu überführen.

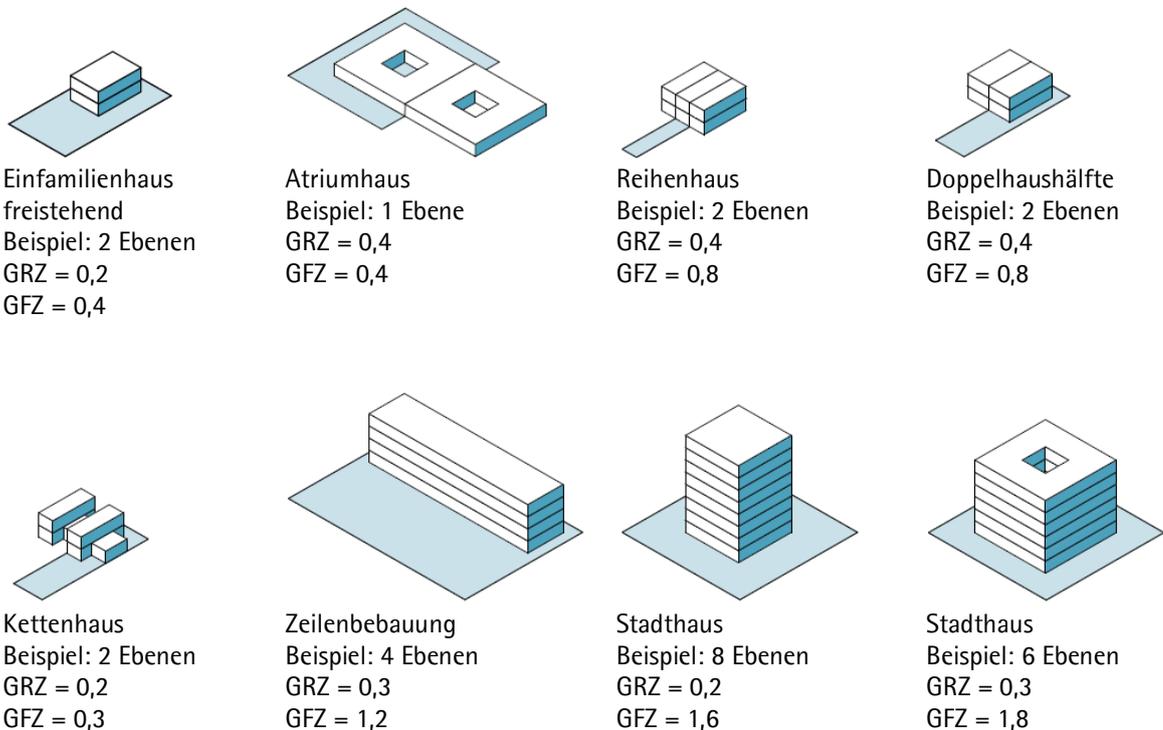


Abbildung 14: Wohntypologien, Quelle: Jocher, Loch: Raumpilot Grundlagen. Stuttgart 2012

C.2 Varianten der Bilanzierung

Als Grundlage für die Bedarfsermittlung werden das Nettobauland sowie die Anteile Wohnen und Gewerbe herangezogen (siehe C.1). Zum Zeitpunkt der Erstellung des Vorab-Energiekonzeptes kann keine sichere Aussage über die Anzahl der zu erhaltenden Bestandsbauten und deren energetischer Qualität getroffen werden, da die geplante Begutachtung der Bestandsbauten auf Grund der Corona-Pandemie nicht wie geplant stattfinden konnte.

Um den möglichen Energiebedarf zu ermitteln und dessen Spektrum in Abhängigkeit einiger Einflussfaktoren zu verdeutlichen, werden verschiedene Varianten betrachtet. Folgende Größen und zugehörige Einflussfaktoren wurden dabei untersucht:

- Nutzenergiebedarf - Hüllqualität und energiesparende Maßnahmen
- Quartiersdichte - Grundflächenzahl und mittlere Geschossigkeit
- Photovoltaik - Effizienz und optimierte Planung

Da die Größe und Anordnung der Energiecluster maßgeblich von dem städtebaulichen Entwurf abhängen, wird für das gesamte Quartier eine mittlere Leistungszahl für die Wärmepumpen angenommen. Die tatsächlichen Leistungszahlen sind u.a. von dem Umweltenergiemedium (Wasser, Luft, etc.) sowie dem Temperaturniveau der wasserführenden Gebäudeinfrastruktur abhängig – dabei nimmt wiederum der bauliche Zustand und Anzahl der zu erhaltenden Bestandsbauten Einfluss.

C.2.1 Nutzenergiebedarf

Ausschlaggebend für den zu erwartenden Energiebedarf ist die Nutzenergie. Für die verschiedenen Energiebezüge wird – je nach Erfordernis – ein minimaler und maximaler Nutzenergiebedarf ausgewiesen. Diese Darstellung kann als Sensibilitätswerkzeug angesehen werden und bildet einen Rahmen, der das Spektrum der zu erwartenden Energiebedarfe verdeutlicht. Je nach Realisierung der Hüllflächenqualität und energiesparender Maßnahmen sind die tatsächlichen Energiebedarfe innerhalb dieser Spanne zu erwarten:

Hüllqualität: Die Hüllqualität beeinflusst maßgeblich den Heizenergiebedarf. Dabei wird als minimaler Bedarf 15kWh/(m²a) (Passivhausqualität) und als maximaler Bedarf 40kWh/(m²a) (KfW70) angesetzt. Die Realisierung der Hüllflächenqualitäten ist zudem von der Anzahl und dem baulichen Zustand der Bestandsbauten abhängig. Generell gilt je besser die Hüllqualität, desto geringer der Energiebedarf.

Energiesparende Maßnahmen: Unter der Annahme, dass in einem zukunftsfähigen Quartier Energieeinsparung forciert wird und ein Suffizienz-Bewusstsein vorhanden ist, wurden reduzierte Nutzenergiebedarfe für Trinkwarmwasser und Strom untersucht. Energiesparende Maßnahmen dafür wären beispielsweise der Einsatz wassersparender Armaturen, die Nutzung energieeffizienter Geräte sowie Nutzereinweisungen. Generell gilt je mehr energiesparende Maßnahmen, desto geringer der Energiebedarf.

Nutzung		Heizwärme	Trinkwarm-	Kühlung	Strom	E-Mobility
		[kWh/(m²a)]	wasser [kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]	[kWh/(m²a)]
Wohnen	maximal	40	15	-	20	10
	minimal	15	11	-	15	10
Gewerbe	maximal	40	5	10	30	-
	minimal	15	4	10	23	-

Abbildung 15: Für die Bilanzierung verwendete Nutzenergiebedarfe

C.2.2 Quartiersdichte

Die Quartiersdichte und die damit zusammenhängende Bezugsfläche sind wichtige Einflussfaktoren. Um diese zu ermitteln wurden Annahmen zur Grundflächenzahl (GRZ) und mittlerer Geschossigkeit getroffen. Die GRZ gibt an, wie viel Prozent des Nettobaulands überbaut werden. In Verbindung mit der mittleren Geschossigkeit lässt sich die Geschossflächenzahl (GFZ) ermitteln, anhand derer hier vereinfacht die Bruttogrundfläche (BGF) des Quartiers berechnet wird. Die BGF dient zur Ermittlung der Energiebezugsfläche Nettogrundfläche (NGF) und umfasst deshalb nur die beheizten Bereiche des Quartiers. Zudem wurde davon ausgegangen, dass die NGF der Gebäude 70% der Bruttogrundfläche beträgt.

In Abstimmung mit der IBA und dem Stadtplanungsamt Backnang wurde für die konzeptionelle energetische Betrachtung des Quartiers zunächst eine GRZ von 0,5 sowie eine 6-geschossige Bebauung angenommen. Damit ergibt sich eine GFZ von 3,0. Ausgehend von diesen Kennwerten wurden die Varianten festgelegt.

Für die Bilanzierung werden verschiedene Szenarien aufgezeigt, um die Auswirkungen einer Veränderung der GRZ und der mittleren Geschossigkeit zu verdeutlichen. Folgend sind diese Szenarien und daraus resultierenden Kennzahlen dargestellt.

	GRZ			
	0,4		0,6	
	GFZ	Bruttogrundfläche	GFZ	Bruttogrundfläche
Geschosse 4	1,6	134.400m ²	2,4	201.600m ²
Geschosse 5	2,0	168.000m ²	3,0	252.000m ²
Geschosse 6	2,4	201.600m ²	3,6	302.400m ²

Abbildung 16: Dichtekennwerte der Bilanzierungen sowie Bruttogrundflächen

C.2.3 Photovoltaik

Der potentielle Stromertrag der Photovoltaikanlage wird anhand einer Standard-Photovoltaikanlage (15% Wirkungsgrad) und einer Hocheffizienz-Photovoltaikanlage (20% Wirkungsgrad) ermittelt. Für die Bilanzierung der hocheffizienten Photovoltaikanlage wurde zudem eine optimierte Flachdachplanung angenommen (z.B. keine Aufzugsüberfahrt, keine Abstandsflächen, etc.).

Es wird vereinfacht von einer Belegung der Dachflächen ausgegangen – potentielle Fassaden-PV bzw. Anlagen auf Freiflächen werden nicht berücksichtigt. Die Ermittlung der anzusetzenden Dachflächengröße für Photovoltaikflächen orientiert sich an der GRZ, es wird von einem Quader ausgegangen (Gebäudegrundfläche = Dachfläche).

GRZ	Anlage	Zu belegende Dachfläche	PV-Modulfläche	Stromertrag
0,4	Standard-Photovoltaikanlage	33.600m ²	26.880m ²	3.360.000kWh
	Hocheffizienz Photovoltaikanlage	33.600m ²	30.240m ²	4.536.000kWh
0,6	Standard-Photovoltaikanlage	50.400m ²	40.320m ²	5.040.000kWh
	Hocheffizienz Photovoltaikanlage	50.400m ²	45.360m ²	6.804.000kWh

Abbildung 17: Verwendete Kennwerte zur Bilanzierung der Photovoltaik

C.3 Ergebnisse der Bilanzierung

Anhand der unter C.2 beschriebenen Einflussfaktoren werden verschiedene Szenarien betrachtet. Es werden die Endenergiebedarfe und CO₂-Emissionen für die Grundflächenzahlen 0,4 und 0,6 bei einer mittleren Anzahl von vier, fünf und sechs Geschossen dargestellt. Die Ergebnisse zeigen das Spektrum der möglichen Endenergiebedarfe sowie CO₂-Emissionen des Gesamtquartiers bei Betrachtung unterschiedlich effizienter Photovoltaik.

Als Grundlagen für den minimalen bzw. maximalen Energiebedarf werden verschiedene Hüllbauteilqualitäten und energiesparende Maßnahmen angenommen. Für alle Szenarien wird darüber hinaus der erzielbare PV-Stromertrag variiert, wobei für den höheren Ertrag Hochleistungszellen und eine optimierte Flachdachplanung angenommen werden.

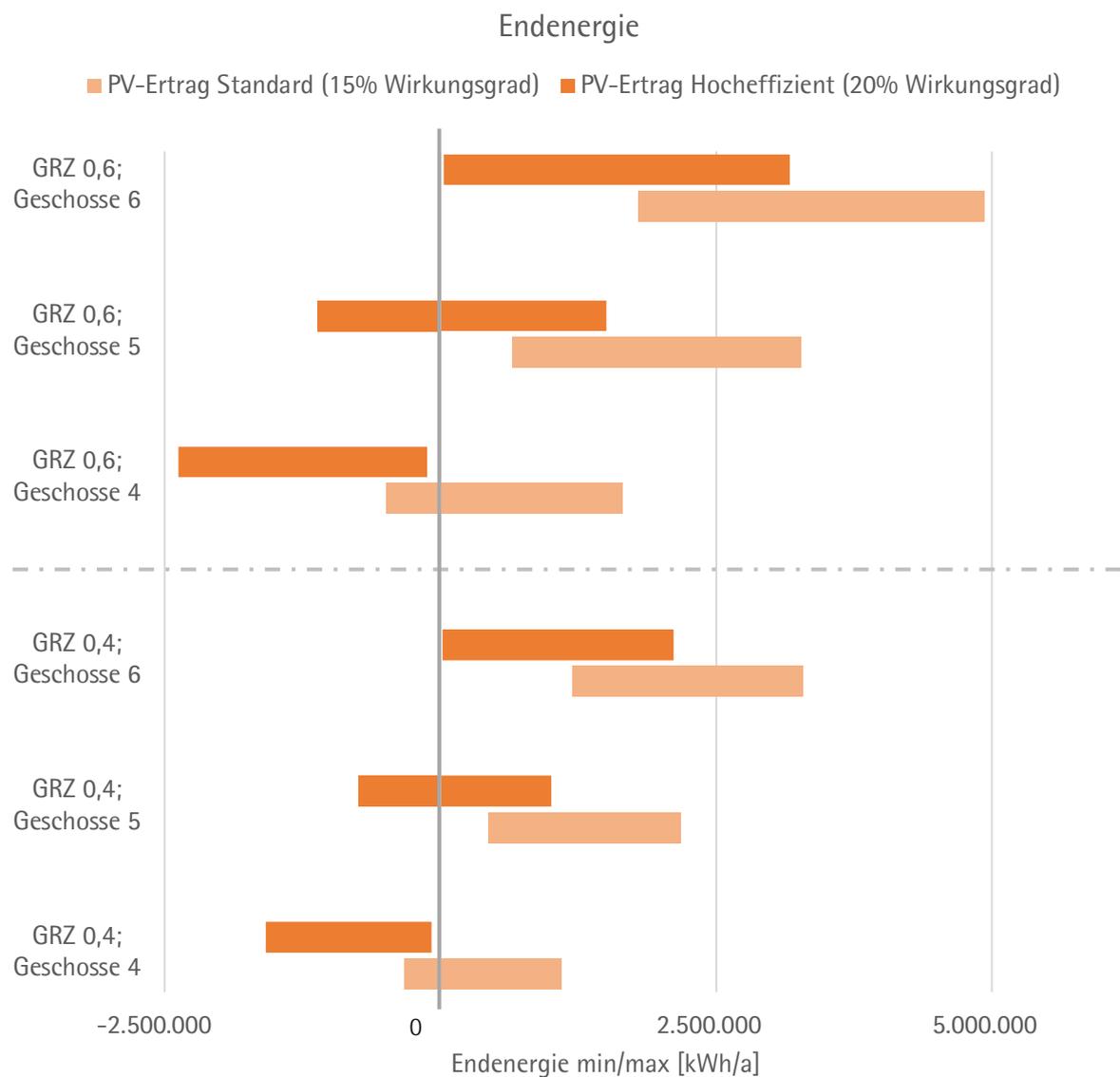


Abbildung 18: Endenergiebedarf der berechneten Varianten

Da es sich um ein strombasiertes Konzept handelt, sind die Ergebnisse der Endenergie sowie CO₂-Emissionen im Verhältnis gleich. In den Grafiken wird ablesbar, dass mit steigender Anzahl der Geschosse die Energiebedarfe bzw. die CO₂-Emissionen steigen. Mit steigender GRZ vergrößert sich das Spektrum der Energiebedarfe – je nach Anzahl der Geschosse steigt bzw. sinkt dieser zudem.

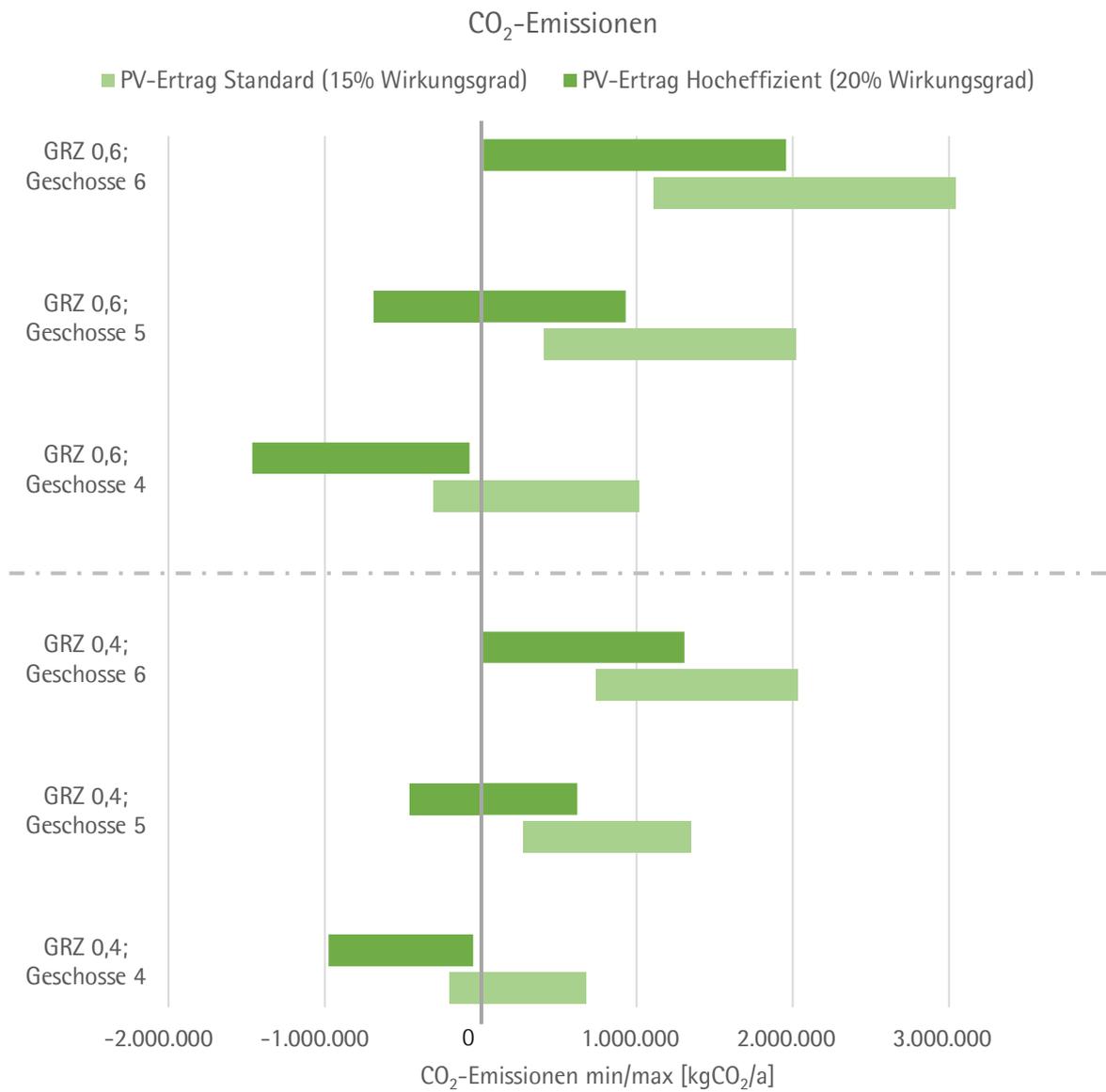


Abbildung 19: CO₂-Emissionen der berechneten Varianten

Es wird deutlich, dass das Ziel „Plusenergie“ mit hoher Hüllqualität und einem Suffizienz-Konzept (z.B. Nutzereinweisungen, energieeffiziente Geräte und Armaturen) sowie einer gut ausgelegten, hocheffizienten PV-Anlage erreichbar ist.

Die erfolgreiche Umsetzung eines Plusenergiequartiers hängt dabei maßgeblich von dem durch Photovoltaik erzeugten Stromertrag ab – je mehr PV-Fläche zur Verfügung steht, desto eher wird der Plusenergiestandard erreicht.

Wie das Ergebnis der Bilanzierung zeigt, wird es mit steigender Anzahl der Geschosse bei gleichbleibender Dachfläche immer schwieriger den vorhandenen Energiebedarf mit PV zu decken. Bei einer zusätzlichen PV-Belegung, z.B. von Fassaden oder im Außenraum, verringert sich der Endenergiebedarf sowie die CO₂-Emissionen wieder entsprechend.

Ausgehend von einem strombasierten Wärmepumpenkonzept mit dem Ziel „Plusenergie“ wird ein anzustrebendes Verhältnis der vorzusehenden Fläche für PV pro m²-BGF in Abbildung 20 dargestellt.

	versorgte Fläche BGF [m ²]
1m ² vorgesehene Fläche - Standard-Photovoltaikanlage	3-4m ²
1m ² vorgesehene Fläche - Hocheffizienz Photovoltaikanlage	4-6m ²

Abbildung 20: Notwendige Größe der PV in Abhängigkeit vom vorhandenen Nutzenergiebedarf

C.4 Graue Energie

Nachfolgend werden verschiedene Szenarien dargestellt, um den Einfluss von erneuerbaren Baustoffen im Lebenszyklus von 50 Jahren zu verdeutlichen. Dabei wurde der Betrieb eines Plusenergiegebäudes und eines emissionsstarken Betriebs im Zusammenhang mit einer emissionsstarken oder -armen Konstruktion dargestellt. Die Konstruktionskennwerte basieren auf Standardwerten (Quelle: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Das Diagramm verdeutlicht, dass eine energiearme Konstruktion insbesondere Einfluss auf die Herstellungsphase (hier zwei Jahre) des Gebäudes hat. Für die restliche Lebensdauer (hier 48 Jahre) ist der Betrieb und die Ersatzhäufigkeit der Bauteile (hier alle 10 Jahre) entscheidend. Bei einer langlebigen Konstruktion würde die Instandsetzung entsprechend weniger ins Gewicht fallen.

Anhand des Diagramms lässt sich die hohe Bedeutung von erneuerbaren Baustoffen in einem zukunftsfähigen Quartier erkennen. Insbesondere bei einem Plusenergiekonzept sind die Emissionen und Lebensdauer der Konstruktionsmaterialien ausschlaggebend für den Lebenszyklus. Je emissionsarmer der Betrieb ist, desto mehr fällt die Konstruktion ins Gewicht.

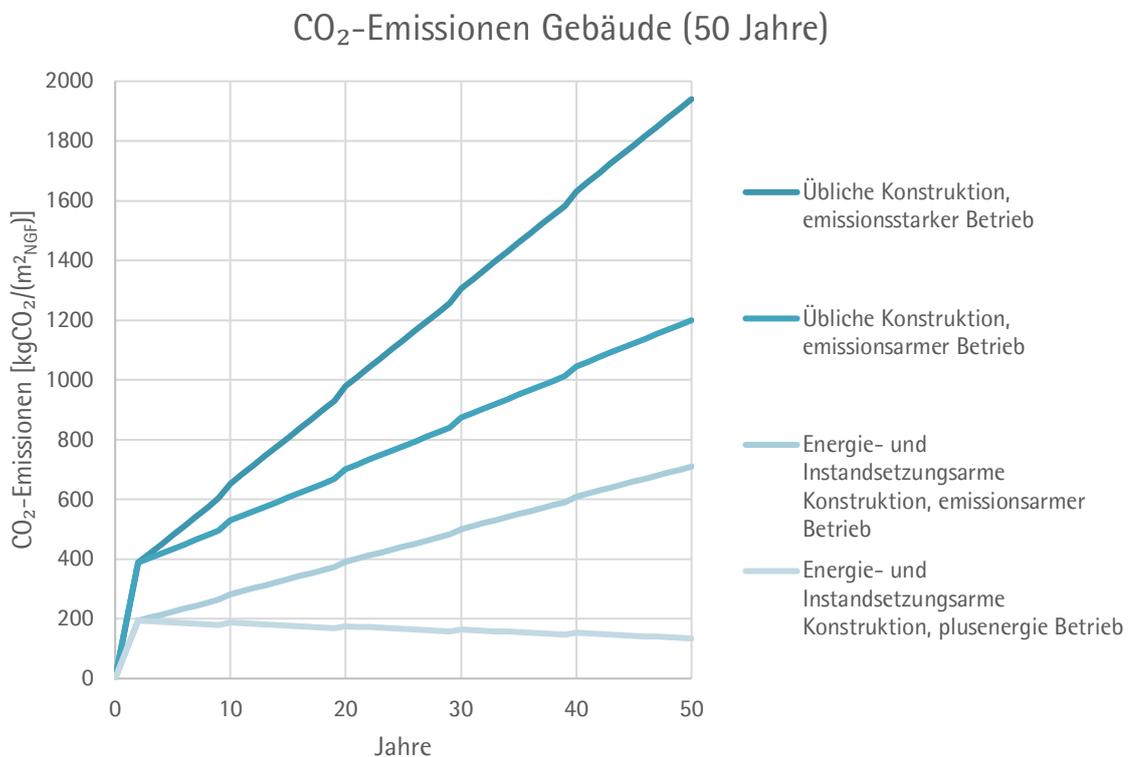


Abbildung 21: CO₂-Emissionen eines Gebäudes über 50 Jahre in Abhängigkeit von Konstruktion und Betrieb

D EMPFEHLUNGEN

Um ein Plusenergiequartier realisieren zu können, müssen vorrangig Umweltenergien vor Ort mittels Wärmepumpen bereitgestellt werden. Folgende Umweltenergien sind am Standort vorhanden und sollen genutzt werden:

- Außenluft
- Geothermie (Agrothermie und Erdkollektoren)
- Murrwasser
- Abwasser

Aufgrund der Quartiersgröße und um die vorhandenen Energiequellen am Ort optimal zu nutzen soll das Gebiet in semizentrale Energiecluster unterteilt werden. Die Größe und Aufteilung der Versorgungscluster richtet sich nach:

- städtebaulicher Struktur
- Aufsiedelungsgeschwindigkeit
- Verfügbarkeit der Umweltenergiequellen

Zudem wird empfohlen einen Stromspeicher auf Wasserstoffbasis als zentralen Energiespeicher zu installieren, die Größe eines solchen Speichers entspricht in etwa der eines Seecontainers. Als Verortung eignet sich beispielsweise der Energiecluster im Teilgebiet „Technische Infrastruktur, Energie, Dienstleistung, Wohnen“ (Anregung: Gestalterische Ablesbarkeit). Bei der Umsetzung ist außerdem auf eine systematische Erschließung zu achten, um alle Potentiale vor Ort zu nutzen und den Aufwand dafür zu reduzieren. Bauliche Maßnahmen können genutzt werden, um Umweltenergiequellen zu erschließen, beispielsweise könnten Erdkollektoren bei Tiefbauarbeiten verlegt werden oder Haltestellen mit PV belegt werden.

Die Größe der PV-Anlage trägt maßgeblich zur erfolgreichen Umsetzung des Plusenergiekonzeptes bei. Unter der Annahme, dass eine Standard-PV-Anlage installiert wird, sollte für ein Stromkonzept mit Wärmepumpen im Mittel ca. 1m² vorgesehene PV-Fläche (Dach, Fassade, Außenraum, etc.) für 3–4m² BGF zur Verfügung stehen, um den Energiebedarf decken zu können. Dieser Wert ist dabei als Orientierungshilfe zu verstehen, je nach Nutzenergiebedarf sowie Effizienz der PV-Anlage sollten die vorgesehenen PV-Flächen kleiner bzw. größer gewählt werden.

Städtebauliche Struktur

- Schaffung einer Struktur mit hoher Dichte und hoher Kompaktheit
- Sicherstellung der bisherigen städtischen Durchlüftung (z.B. durch Baukörperpositionierung/ Baukörpergestaltung)
- sinnfällige Dimensionierung ggf. geplanter Innenhöfe (z.B. Durchlüftung den Innenhöfen, Lichteinfall bis in die Tiefe)
- Gegenseitige Verschattung der Baukörper minimieren

Im Rahmen der weiteren Planung sollte eine mindestens einstündige Besonnung pro Tag und Wohneinheit zur Sicherstellung einer hohen Tageslichtqualität (z.B. über Abstandsflächen zwischen Bauwerken) angestrebt werden.

Bauliche Struktur

- hohe Kompaktheit der Baukörper (z. B. über Favorisierung von Balkonen gegenüber eingeschnittenen Loggien)
- passive Maßnahmen zur Reduktion von Wärmelasten (z. B. Ausrichtung, Bauweise, Fassadengestaltung, Möglichkeit zur Querlüftung innerhalb von Wohnungen)

Für die zukünftigen Gebäudehüllen im Quartier ist eine möglichst hohe Dämmqualität auch bei den Bestandsbauten – soweit möglich – anzustreben. Darüber hinaus sollten auch optimierte Fensterflächenanteile, nach Himmelsrichtung und Nutzung differenziert sowie maximale Raumtiefen für die Belichtung und die Reduktion innenliegender, unbelichteter Räume (entsprechend der Nutzeranforderungen) berücksichtigt werden.

Um den Energiebedarf weiter zu senken wird zudem ein Suffizienz-Konzept empfohlen und es sollten primär nachhaltige und nachwachsende Baustoffe zum Einsatz kommen.