ENERGIENETZ BERLIN ADLERSHOF

Teilprojekt: Energieleitplanung

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Schlussbericht

Förderkennzeichen: 03ET1038 F

Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2014 bis 31.01.2017

Einreichende Stelle: Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Kontakt: susanne.rexroth@htw-berlin.de

Eingereicht: 31.03.2017

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis 2
II Abbildungsverzeichnis 5
III Tabellenverzeichnis 7
IV Abkürzungsverzeichnis 8
1 Zusammenfassung 10
2 Zeitplan 12
3 Zielsetzung 13
4 Projektgebiet 14
5 Arbeitsgrundlagen 15
5.1 Vorgehensweise und Methodik 15
5.2 GIS basierte Datenbank 17
5.2.1 Datenbank 17
5.2.2 GIS-Software 18
5.3 Informationsquellen 23
5.3.1 Karten, Pläne und Luftbildaufnahmen 23
5.3.2 Räumlicher städtebaulicher Entwicklungsplan (REP) 23
5.3.3 Energiekataster Adlershof (EKA) 24
5.3.4 Sonstige Daten 24
6 Identifikation von Planungsgrundlagen 25
6.1 Überarbeitung des Räumlichen Entwicklungsplanes 26
6.2 Flächenaufteilung nach Überarbeitung des REPs 30
6.3 Ermittlung der Energieverbräuche / -bedarfe 32
6.3.1 Energiekennzahlen für existierende Gebäude 33
6.3.2 Projektgebiet laut Räumlicher Entwicklungsplan 33
6.4 Energiestandard 35
6.5 Energieinfrastruktur 36
6.5.1 Fernwärme 36
6.5.2 Strom 38

6.5.3 Erdgas 38
6.5.4 Energieinfrastrukturkarten 39
6.5.5 Ergebnisse der Infrastrukturvorplanung 39
6.6 EE-Anlagen 42
6.7 Energiekarten für den IST-Zustand 43
7 Prognosen 45
7.1 Flächenentwicklung 45
7.2 Energiebedarfsentwicklung 48
8 Potenzialermittlung 54
8.1 Effizienzsteigerung 54
8.1.1 Sanierungsrate 54
8.1.2 Sanierung der Bestandsgebäude mit der Nutzungsart „BVD“ 55
8.1.3 Einsatz von BHKWs 58
8.2 Einsatz von Erneuerbaren Energien 59
8.2.1 Potenzial der photovoltaischen Energieerzeugung 59
8.2.2 Potenzial für Windenergie durch Nutzung von Kleinwindanlagen 64
8.2.3 Potenzial der solarthermischen Energieerzeugung 64
8.3 Primärenergieeinsparung 64
8.3.1 Einsatz von Photovoltaik 65
8.3.2 Niedrigstenergie-Gebäudestandard für Neubauten ab 2021 65
8.3.3 Einsparung durch Sanierungsmaßnahmen 68
9 Erprobung des Softwaretools „Energy Concept Adviser for Districts“ 69
9.1 Funktionsumfang ECA-D 69
9.2 Erfahrungen mit ECA-D 70
9.3 Vergleich alternativer Softwaretools für die Quartiersplanung Adlershof 72
9.3.1 UrbanReNet 72
9.3.2 GemEBTool – Gemeindeenergieberater-Tool 73
10 Fazit / Ausblick 73
V Quellen 75
VI Normen und Richtlinien 76

VII Literatur 76
A Anhang 78

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Projektgebiet – Luftbild (erstellt mit Google Earth Pro) 14
Abbildung 2 Konzept Energieleitplanung 16
Abbildung 3 Ausschnitt der GIS-Karte mit eingeblendeten Gebäudedaten 19
Abbildung 4 Modifizierte Menüleiste bei der GIS-Software MapInfo Pro 19
Abbildung 5 Dialogfenster „Grundkarte“ 20
Abbildung 6 Grundkarte mit Gebäudekulisse des Projektgebietes 20
Abbildung 7 Dialogfenster „Layout" 21
Abbildung 8 Beispiel für eine layoutete Karte 22
Abbildung 9 Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme - Berlin Adlershof (Stand 2014) 26
Abbildung 10 Räumlicher Entwicklungsplan mit Gebäudekategorien(Stand 2016) ... 27
Abbildung 11 Flächenanteile (BGF) nach Gebäudekategorie 28
Abbildung 12 Hauptnutzungen 29
Abbildung 13 Energiestandards der Bestandsgebäude 36
Abbildung 14 Fahrkurve Fernwärmenetz der BTB GmbH (Quelle BTB) 38
Abbildung 15 In der Infrastrukturvorplanung berücksichtigte Gebiete (Quelle: BBP). 40
Abbildung 16 PV - Bestandsanlagen 42
Abbildung 17 Wärmebedarfsdichte 2016 44
Abbildung 18 Strombedarfsdichte 2016 44
Abbildung 19 Prognose Flächenentwicklung 45
Abbildung 20 Entwicklungszenarien – Bruttogrundfläche 46
Abbildung 21 Baujahre der zukünftige Bauten 47
Abbildung 22 Strombedarfsdichte 2016 49
Abbildung 23 Strombedarfsdichte 2020 50
Abbildung 24 Strombedarfsdichte 2030 50
Abbildung 25 Strombedarfsdichte 2045 51
Abbildung 26 Wärmebedarfsdichte 2016 52
Abbildung 27 Wärmebedarfsdichte 2020 52
Abbildung 28 Wärmebedarfsdichte 2030 53

Abbildung 29 Wärmebedarfsdichte 2046.....53
Abbildung 30 Potenzial der photovoltaischen Energieerzeugung.....62
Abbildung 31 Last- und PV Einspeiseprofil vom Projektgebiet – gemittelt.....63
Abbildung 32 Last- und PV- Einspeiseprofil - Sommer/Sonntag.....63
Abbildung 33 Last- und PV-Einspeiseprofil - Winter / Werktag.....63
Abbildung 34 Wärmebedarfsdichte 2046.....67
Abbildung 35 Wärmebedarfsdichte 2046 – Niedrigstenergie-Gebäudestandard der Neubauten ab 2021.....67
Abbildung 36 Modell bei nutzungsbezogener Eingabe.....71

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Gebäudeattribute aus der Datenbank 17
Tabelle 2 Flächenanteile (BGF) - nach Hauptnutzung und Kategorie 30
Tabelle 3 Prozentuale Flächenanteile (BGF) - nach Hauptnutzung und Kategorie ...30
Tabelle 4 Flächenanteile Energiestandard – bestehender Gebäude 35
Tabelle 5 Energiebedarfsentwicklung "Minimaler Zubau" 48
Tabelle 6 Energiebedarfsentwicklung bei "Mittlerer Zubau" 48
Tabelle 7 Energiebedarfsentwicklung "Maximaler Zubau" 49
Tabelle 8 BGF und Energiestandard – bestehender Gebäude der Baujahre 1987-2000 54
Tabelle 9 NGF-Anteile der Hauptnutzungen in Gebäuden älter als 30Jahre 55
Tabelle 10 Flächenanteile - Energiestandard - Gebäude der Nutzung "BVD" bis Bj.2000 56
Tabelle 11 Parametrisierung und Flächenaufteilung ECA-D 57
Tabelle 12 U-Werte Sanierungsstufen 57
Tabelle 13 Ergebnisse Variantenvergleich - Endenergie 57
Tabelle 14 Parameter für die Ertragsberechnung 61
Tabelle 15 Primärenergieverdrängung durch Photovoltaik 65
Tabelle 16 Energiebedarfs Einsparung – Niedrigstenergie-Gebäudestandard ab 2021 66
Tabelle 17 PEE durch Sanierung Gebäude der Nutzung „BVD“, Baujahr bis 2000...68
Tabelle 18 PEE durch Sanierung der Gebäude Baujahr bis 2000 68

IV Abkürzungsverzeichnis

AP	Adlershof Projekt GmbH
BBP	BBP Bauconsulting mbH
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau- Sadt- und Raumforschung
BEDW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.
BGF	Bruttogrundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSCHG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BL	Bedarfslevel
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BTB	Blockheizkraftwerks- Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin
BVD	Büro, Verwaltung, Dienstleistung
BWZK	Bauwerkzuordnungskatalog
ECA-D	Energy Concept Adviser for Districts
EE	Erneurerbare Energien
EEB	Endenergiebedarf
EKA	Energiekataster Adlershof
ELP	Energieleitplanung
EnEV	Energieeinsparverordnung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
f	Flächennutzungsgrad
FEF	Flächeneignungsfaktor
FNP	Flächennutzungsplan
fP,x	Primärenergiefaktor (x: Fernwärme(FW); Gas; Strom)
GFZ	Geschossflächenzahl
GIS	GeoInformationsSystem

GRZ	Grundflächenzahl
HKW	Heizkraftwerk
HTW Berlin	Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
MS	Fa. Microsoft
NBB	Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg mbH & Co. KG
NGF	Nettogrundfläche
PE	Primärenergie
PEB	Primärenergiebedarf
PR	Performance Ratio
PV	Photovoltaik
REP	Räumlicher Entwicklungsplan
RLT	Raumlufttechnik
SenStadtUm	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin
STC	Standard Test Conditions
TU Berlin	Technische Universität Berlin
WSchV	Wärmeschutzverordnung

1 Zusammenfassung

Mit Hilfe der Energieleitplanung können sämtliche komplexe Fragestellungen zum Thema Energieversorgung von Quartieren beantwortet sowie wichtige Grundlagen für effiziente Energieversorgungslösungen geschaffen werden. Das Instrumentarium dient zur Überplanung bestehender Bauflächen, zur Planung von sämtlichen noch unbebauten Flächen im Quartier oder zur Entwicklung des Rüstzeugs für die grundstücksbezogene Maßnahmenumsetzung.

Das Teilprojekt „Energieleitplanung“ im Vorhaben „Energienetz Berlin Adlershof 2020“ hat zur Aufgabe, methodisch die Ergebnisse aus dem Vorläuferprojekt „High Tech – Low ex“ (2011-2013) im Hinblick auf eine effiziente Energieversorgung umzusetzen, so dass das übergeordnete Projektziel - Primärenergieeinsparung um 30 Prozent bis 2030 (gegenüber 2009) - erreicht werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, wird im Teilprojekt das Planungsinstrument „Energieleitplanung“ speziell auf das Gesamtquartier Entwicklungsgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof[1] (im Folgenden „Projektgebiet“) bezogen verwendet. Im Rahmen des Konzeptes für eine Energieleitplanung müssen Energienutzungspläne erstellt werden, die in Modellvarianten mit unterschiedlichen städtebaulichen / liegenschaftsbezogenen Szenarien für die noch unbebauten / umzunutzenden / nachzuverdichtenden Flächen dem übergeordneten Ziel Folge leisten, aber auch andere relevante Fragestellungen zur Entwicklung und effizienten Energieversorgung des Projektgebietes verfolgen.

Des Weiteren wird begleitend die Eignung des Planungstools Energy Concept Advisor for Districts (ECA-D), entwickelt vom Fraunhofer IBP, als Hilfsmittel für die Erstellung von Energieleitplanungen getestet.

Als Basis für die Entwicklung eines Konzeptes für eine projektgebietsbezogene Energieleitplanung wurde der Räumliche Entwicklungsplan (REP) bestimmt. Er musste hinsichtlich der Vorgaben aus der Bauleitplanung überprüft und angepasst werden. In seiner aktuellsten Form weist er für das Entwicklungsgebiet eine geplante BGF von insgesamt ca. 2,94 Mio. m² aus. Davon sind 1,3 Mio. m² dem Bestand und 1,64 Mio. m² den Neubauten zuzuordnen. Für das Entwicklungsgebiet ist der Zubau seit 1995 erfasst. In dem Zeitraum 1995 bis 2015 beträgt die gemittelte Zubaurate (für die BGF) ca. 6% pro Jahr. Bei einer angenommenen gleichbleibenden Zubaurate sind im Jahre 2030 etwa 2,03 Mio m² fertig gestellt, etwa 70%. Die im REP ermittelte Gesamtfläche würde hiernach im Jahre 2046 fertiggestellt sein, kann sich jedoch je nach Marktlage auch anders entwickeln. Diese Optionen gilt es zu berücksichtigen.

[1] 1994 beschloss der Senat von Berlin eine förmlich festgesetzte städtebauliche Entwicklungsmaßnahme für das Gesamtgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof.

Grundlage für Aussagen und Entscheidungen hinsichtlich eines zukünftigen Energiebedarfs und einer zukünftigen –bedarfsdeckung bildet die Betrachtung des Entwicklungsgebietes auf drei Ebenen: der Zubaurate, der energetischen Gebäudestandards und der Technologien zur Energieversorgung. Diese Methodik erlaubt Variantenentwicklungen und Szenarien, die in einer Energieleitplanung für das Entwicklungsgebiet abgebildet werden können und den unklaren Rahmenbedingungen Rechnung tragen.

Als Instrument einer Energieleitplanung können sie als Entscheidungshilfe für die Stakeholder dienen.

Zeitplan - ELP Adlershof

Stand 31.01.2017

		2014						2015												2016												
		J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
	Arbeitsgrundlagen																															
	Inhalte:																															
A1	Organisatorisches (Arbeitsplatz, Rechner,u.ä.)																															
A2	Recherche, Erarbeitung der Grundlagen ELP																															
A3	Sichtung und Strukturierung der vorhandener Materialien																															
A4	Software																															
	Bestandsanalyse																															
	Inhalte:																															
B1	Analyse des energetischen Bedarfs																															
B2	Analyse vorhandener Netzinfrastruktur																															
B3	Darstellung der Ergebnisse/ Erstellung der Pläne																															
	Potenzialanalyse/Konzeptentwicklung																															
	Inhalte:																															
C1	Analyse des energetischen Potentials																															
C2	Entwicklung der Szenarien																															
C3	Energienutzungsplan																															
C4	Netzinfrastrukturplanung (BBP GmbH)																															
	Erprobung D-ECA																															
	Inhalte:																															
D1	Tests																															
	Auswertung																															
	Inhalte:																															
E1	Zusammenfassung																															
E2	Darstellung der Projektergebnisse																															
E3	Zwischen-/Schlussbericht																															

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
University of Applied Sciences

3 Zielsetzung

Das Vorhaben „Energienetz Berlin Adlershof 2020“ wurde als Vorhaben innerhalb des Clusters „Energiestrategie Berlin Adlershof 2020“/ Kennzeichen 03ET1038D durchgeführt. Im Fokus des Projektes steht die systemische Vernetzung der leitungsgebundenen Energieträger Wärme, Kälte und Strom. Ziel und entsprechende Handlungsfelder sind erstens die pilothafte Umsetzung von Konzepten zur Verbesserung der Energieeffizienz auf Liegenschafts- und deren Übertragung auf Quartiersebene sowie zweitens die Schaffung von Planungsgrundlagen für die effiziente Energieversorgung von Stadtquartieren. An diesem zweiten Ziel setzt das Teilprojekt „Energieleitplanung“ an. Das noch verhältnismäßig junge Planungsinstrument – zumal in heterogen genutzten Gebieten wie das Projektgebiet und unter unklaren Rahmenbedingungen – wird exemplarisch im Hinblick auf die Übertragbarkeit auf vergleichbare Gebiete angewendet. Mit der Energieleitplanung soll es möglich sein, eine zukunftsfähige, flexible Versorgungsstruktur aufzubauen und diese durch vorausschauende und integrale Planung gezielt zu optimieren. Vorhandene Rahmenbedingungen wie z.B. Netz- und Infrastrukturbestand sind dabei zu berücksichtigen.

Erwartetes Ergebnis ist ein Instrument für eine Projektgebiet-spezifische Energieleitplanung mit Energienutzungsplänen in Form von Karten und textlichen Erläuterungen, die unterschiedliche Entwicklungsszenarien berücksichtigen und Energie-relevante Themen wie z.B. Wärme- und Strombedarf oder Energiestandards der Gebäude adressieren.

4 Projektgebiet

Bei dem betrachteten Gebiet handelt es sich um das städtebauliche Entwicklungsgebiet Berlin-Johannisthal / Adlershof. Im Südosten von Berlin im Stadtteil Adlershof gelegen, wird es im Süden durch den Teltowkanal, im Südwesten durch die Stadtautobahn und im Nordosten durch S-Bahngleise der Strecke nach Schönefeld begrenzt. Im Norden und Nordwesten grenzt das Projektgebiet an den Ortsteil Johannisthal / Schöneweide an. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Projektgebiet in einer Luftaufnahme.

Es umfasst neben dem Wissenschafts- und Technologiepark Berlin-Adlershof das Natur- und Landschaftsschutzgebiet „Landschaftspark Johannisthal“ und weitere Grundstücke, teils im Eigentum des Landes Berlin, teils in privatem Besitz. Das Gebiet umfasst eine Fläche von 467 ha, wovon etwa 47 ha auf das Erweiterungsgebiet, die sogenannte „Gleislinse“ entfallen – eine Fläche, die durch die Verlegung der Ferngleisschienen im Bereich des alten Rangierbahnhofes im Norden des Gebietes entstanden ist. In seiner gesamten Ausdehnung gehört das Gebiet zu einem der größten innerstädtischen Entwicklungsgebiete Europas.

Abbildung 1 Projektgebiet – Luftbild (erstellt mit Google Earth Pro)

5 Arbeitsgrundlagen

5.1 Vorgehensweise und Methodik

Bei der Erstellung der zu entwickelnden Energienutzungspläne wird sich methodisch an dem „Leitfaden Energienutzungsplan“[2] gehalten. Auf Grundlage dieses Leitfadens wurden schon mehrere Energienutzungspläne erstellt – er gilt somit als in der Praxis bewährt. Jedoch erfolgten die bisherigen Planungen vorwiegend für Wohngebiete bzw. für Mischgebiete, die aufgrund ihrer geringen Größe und / oder ihrer Beplanung nicht mit einem Gebiet wie das Entwicklungsgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof vergleichbar sind. Für das Projektgebiet konnte der Leitfaden als eine Orientierung dienen, aus der sich eine angepasste Vorgehensweise ergab. Abbildung 2 zeigt die Vorgehensweise, die zum Instrument für eine Projektgebiets-spezifische Energieleitplanung geführt hat.

Um die unklaren Rahmenbedingungen zu berücksichtigen, müssen Varianten hinsichtlich der Nutzungsintensität und Energieversorgung zu betrachten sein. In einem ersten Schritt werden die bisherige Flächenentwicklungen anhand der BGF analysiert, eine Prognose für die Zukunft erstellt und drei mögliche Flächenentwicklungsszenarien erstellt. Auf Grundlage dieser Informationen wird der Energiebedarf bestimmt. Hierbei wird das Energieeinsparpotenzial im Bestand durch Sanierungsmaßnahmen ermittelt und eine Empfehlung auf Grundlage von zukünftigen Energiestandards für die neu zu errichtenden Gebäuden formuliert. Für eine differenzierte Betrachtung können verschiedene Energiebedarfssituationen über die 3 Bedarfslevel eingestellt werden (siehe dazu Kapitel „Ermittlung der Energiebedarfe / -verbräuche“).

Bei der Untersuchung der Energieversorgung werden eine zentrale und eine dezentrale Lösung betrachtet und das Energieeinsparpotenzial durch den Einsatz von regenerativen Energien ermittelt.

[2] Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern: Leitfaden Energie-nutzungsplan, Stand 21.11.2011)

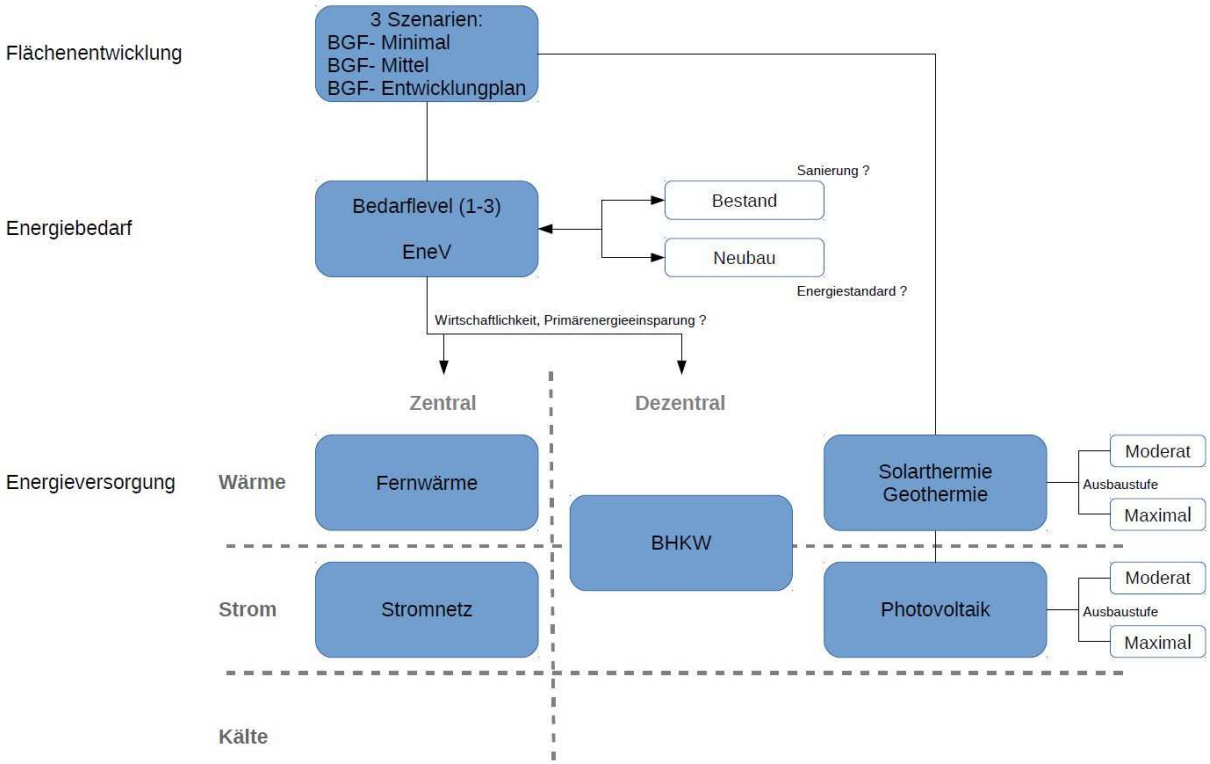

Abbildung 2 Konzept Energieleitplanung

Die Arbeitsschritte „Beschaffung von Arbeitsgrundlagen“, „Bestandsaufnahme“ und „Potenzialermittlung“ aus dem Leitfaden Energienutzungsplan wurden prinzipiell übernommen.

5.2 GIS basierte Datenbank

5.2.1 Datenbank

Zentrales Instrument als Arbeitsgrundlage für eine Energieleitplanung im Projektgebiet ist eine Excel-basierte Datenbank. Aus ihr lassen sich die Karten in der Energienutzungsplanung generieren. In dieser Datenbank ist jedes Gebäude im Projektgebiet mit einer eindeutigen Gebäude(-teil) – ID erfasst einschließlich seiner Flächen und aller relevanten Attribute, die zur Darstellung des (voraussichtlichen) Energiebedarfes und für statistische Betrachtungen benötigt werden. Die Tabelle 1 zeigt die erfassten möglichen 46 Gebäudeattribute in einer Übersicht.

Tabelle 1 Gebäudeattribute aus der Datenbank

	Spaltenname	Einheit	Beschreibung
1	Lfd_Nr.	-	Laufende Nummer
2	Gebäude_ID	-	Identifikationsnummer für Gebäude – Vier Stellen mit vorangestelltem „G“ für „Gebäude“ (Gxxxx)
3	Gebäudeteil_ID	-	Identifikationsnummer für Gebäudeteil – Vier Stellen + Gebäudeteilnummer mit vorangestelltem „G“ für „Gebäude“ (Gxxxx_x)
4	Baujahr	-	Baujahr des Gebäudeteils (JJJJ)
5	Gebäudekategorie	-	„Bestand", „Planung", „Vorschlag"
6	Beheizt	-	„ja", „nein
7	Hauptnutzung	-	Bestandsgebäude: Tatsächliche Nutzung Vorschlagsgebäude: prognostizierte Nutzung
8	GF_Gebäudeteil	m²	Grundfläche des Gebäudeteils (ermittelt mit GIS-Software MapInfo)
9	Geschosszahl	-	
10	BGF_Gebäudeteil	m²	Bruttogrundfläche des Gebäudeteils (= GF_Gebäudeteil*Geschosszahl)
11	FKF	-	Flächenkorrekturfaktor
12	NGF_Gebäudeteil	m²	Nettogrundfläche des Gebäudeteils
13	GF_Gebäude	m²	Grundfläche des Gebäudes (Summe der Grundflächen der Gebäudeteile)
14	BGF_Gebäude	m²	Bruttogrundfläche des Gebäude (Summe der Bruttogrundflächen der Gebäudeteile)
15	NGF_Gebäude	m²	Nettogrundfläche des Gebäude (Summe der Nettogrundflächen der Gebäudeteile)
16	Block_ID	-	Identifikationsnummer des Blocks, auf dem das Gebäude steht
17	Blockfläche	m²	Fläche des Blocks (ermittelt mit GIS-Software MapInfo)
18	GF_Block	m²	Gesamte Grundfläche der sich auf dem Block befindenden Gebäude
19	GRZ_IST	-	Grundflächenzahl laut REP
20	GRZ	-	Grundflächenzahl laut Bebauungsplan

21	BGF_Block	m²	Gesamte Bruttogrundfläche der sich auf dem Block befindenden Gebäude
22	NGF_Block	m²	Gesamte Nettogrundfläche der sich auf dem Block befindenden Gebäude
23	GFZ_IST	-	Geschossflächenzahl laut REP
24	GFZ	-	Geschossflächenzahl laut Bebauungsplan
25	Energiestandard	-	
26	Baujahr_Zukunft		Festgelegtes Baujahr für Vorschlagsgebäude
27	BL_Strom	-	Bedarfslevel: 1 = „minimal", 2= „mittel", 3= „maximal"
28	BL_Wärme	-	Bedarfslevel: 1 = „minimal", 2= „mittel", 3= „maximal"
29	Strombedarf	kWh	Strombedarf des Gebäudeteils
30	Strombedarfskennwert_BGF	kWh/(m²*a)	Strombedarfskennwert bezogen auf die Bruttogrundfläche und Jahr
31	Wärmebedarf	kWh	Wärmebedarf des Gebäudeteils
32	Wärmekennwert_BGF	kWh/(m²*a)	Wärmebedarfskennwert bezogen auf die Bruttogrundfläche und Jahr
33	Kältebedarf	kWh	Kältebedarf des Gebäudeteils
34	Kältebedarfskennwert_BGF	kWh/(m²*a)	Kältebedarfskennwert bezogen auf die Bruttogrundfläche und Jahr
35	Heizungsart	-	Fernwärme
36	Energieträger	-	Fernwärme, Gas
37	EE_Bestandanlage	-	Erneuerbare Energie Bestandsanlage
38	PV_Inst_Leistung_Bestandanlage	kW_{peak}	Installierte Leistung Bestandsanlage - Photovoltaik
39	PV_prog_ Ertrag_Bestandsanlage	MWh/a	Prognostizierter Ertrag Bestandsanlage - Photovoltaik
40	PV_Inst_Leistung_Potenzial_Gesamt	kW_{peak}	Erneuerbare Energie Potenzial
41	PV_prog_Ertrag_Potenzial_Gesamt	MWh/a	Prognostizierter Ertrag Potential - Photovoltaik
42	Bemerkung	-	
43	Gebäude_ID_AP	-	bisherige Gebäude_ID laut Adlershof Projekt GmbH
44	Informationen_AP	-	
45	BWZK_EKA	-	Einordnung des Gebäudeteils nach dem Bauwerkszuordnungskatalog, laut dem EKA
46	BWZK	-	Einordnung des Gebäudeteils nach dem Bauwerkszuordnungskatalog

5.2.2 GIS-Software

Für die Visualisierung der Ergebnisse und die Erstellung der themenbezogenen Karten werden die Daten in ein Geoinformations-System (GIS) überführt. Hierfür kommt die GIS-Software „MapInfo Pro 12.5." zum Einsatz. Mittels der Software lässt sich jedes Gebäude mit den dazugehörenden Daten einem eindeutigen Ort im Projektgebiet zuordnen. Damit lassen sich viele Fragen hinsichtlich der räumlichen Verteilung der

Energiebedarfe untersuchen. Abbildung 3 zeigt einen Kartenausschnitt aus der GIS-Datei exemplarisch für ein Lagergebäude (roter Rahmen) mit dessen eingeblendeten Gebäudeattributen.

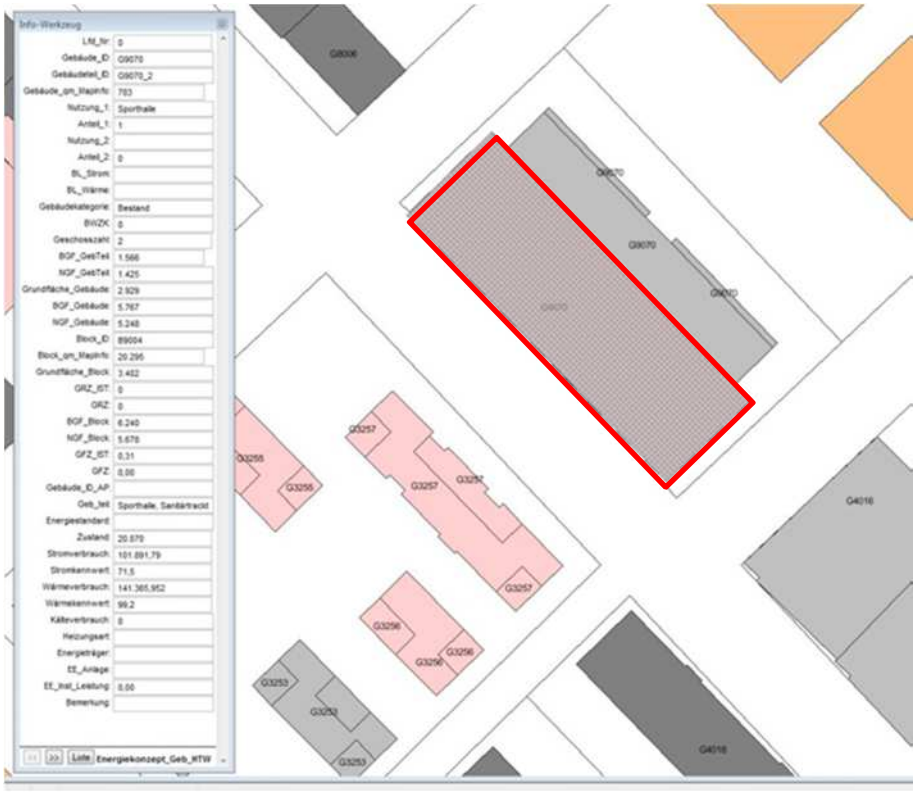

Abbildung 3 Ausschnitt der GIS-Karte mit eingeblendeten Gebäudedaten

Im Rahmen des Projektes wurde die GIS-Software dahingehend modifiziert, dass mit sehr wenigen Schritten automatisch layoutete Karten zu diversen möglichen Themen-spezifischen Fragestellungen erstellen lassen. Die Symbolleiste wurde um den Menü-punkt „Adlershof“ erweitert (Abbildung 4).

Abbildung 4 Modifizierte Menüleiste bei der GIS-Software MapInfo Pro

Unter dem Menüpunkt „Adlershof“ befinden sich zwei Unterpunkte „Grundkarte“ und „Layout erstellen“. Mit dem Punkt „Grundkarte“ öffnet sich ein Dialogfenster (Abbildung 5), mit dem sich die Grundkarte mit der Gebäudekulisse des Projektgebietes (vgl. Kapitel 6.1) öffnet und bei Bedarf auch die Straßennamen angezeigt werden können.

Abbildung 5 Dialogfenster „Grundkarte“

Abbildung 6 Grundkarte mit Gebäudekulisse des Projektgebietes

Diese Grundkarte (Abbildung 6) ist die Grundlage für die thematischen Karten. Wurde die thematische Karte erstellt, können unter dem Menüpunkt „Layout erstellen“ das Dialogfenster zur Konfiguration des Layouts geöffnet und die entsprechenden Einstellungen vorgenommen werden (Abbildung 7), wie z.B. welches Format und welchen Titel die layoutet Karte haben soll. Nach der Erstellung des Layouts über den Button „Layout erstellen“ kann dieses über den Button „Layout drucken“ in einem Layer-PDF ausgegeben. In Abbildung 8 ist ein Beispiel für eine automatisch layoutete Karte zu sehen.

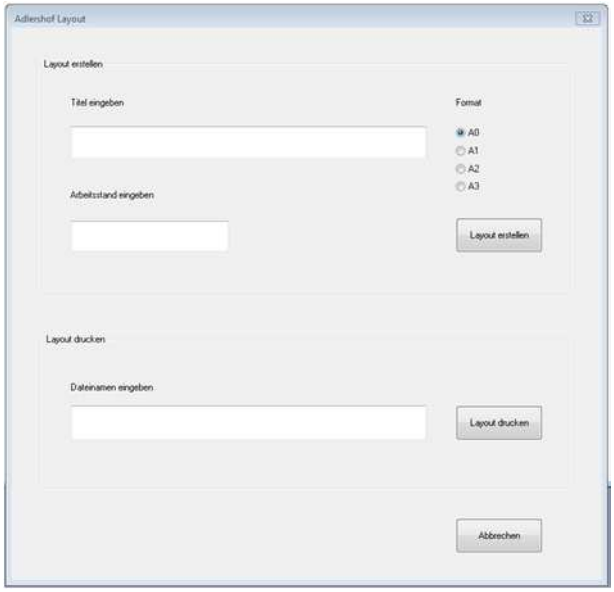

Abbildung 7 Dialogfenster „Layout"

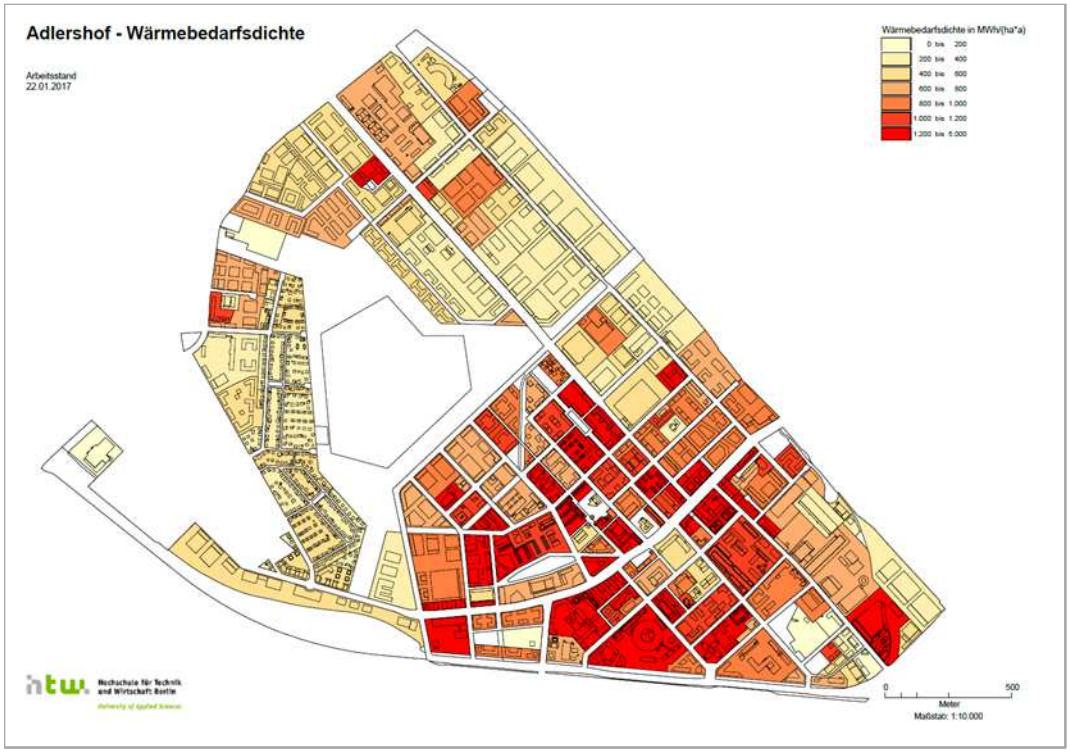

Abbildung 8 Beispiel für eine layoutete Karte

5.3 Informationsquellen

Als Grundlage für die Erstellung einer Energieleitplanung sind in einem ersten Schritt vorhandene allgemeine Karten, Pläne und Daten zusammenzustellen bzw. einzuholen. Für eine optimale Bearbeitung sind folgende Informationsquellen hilfreich:

- Digitale Flurkarten
- Luftbilder
- Flächennutzungsplan
- Bebauungspläne
- Liste aller kommunalen und weiteren öffentlichen Liegenschaften
- Aufstellung aller angemeldeten Betriebe
- Liste der genehmigungsbedürftigen Anlagen nach BImSchG

Zusätzlich werden alle verfügbaren Daten aus verschiedenen Forschungs- oder Projektberichten und Erhebungen gesichtet und verwendet.

5.3.1 Karten, Pläne und Luftbildaufnahmen

Für die Bearbeitung wurden vom städtebaulichen Entwicklungsträger AP umfängliches Karten- und Planmaterial zur Verfügung gestellt. Das bereitgestellte Material umfasst die aktuellen Bebauungsplanstände mit Festsetzungen, Schemata der Energieinfrastruktur und hochauflösende Luftbildaufnahmen.

5.3.2 Räumlicher städtebaulicher Entwicklungsplan (REP)

Der von der SenStadtUm erarbeitete REP zeigt die Entwicklungsmöglichkeiten des Gebietes im Kontext mit dem Bestand und den mit Investoren und Bauherren abgestimmten aber noch nicht realisierten Planungen. Dabei orientieren sich die Planungen an den Bebauungsplänen und an den örtlichen Gegebenheiten. Diese Planungen haben aber nur einen empfehlenden Charakter und stellen keine Bindung für künftige Projekte dar.

In überarbeiteter und aktualisierter Form (siehe Kapitel 6.1) dient der REP in diesem Vorhaben als Grundlage für alle Prognosen und weiterführenden energetischen Betrachtungen.

5.3.3 Energiekataster Adlershof (EKA)

Im Rahmen von Modul 02 des Forschungsprojektes „High Tech – Low Ex: Energieeffizienz Berlin Adlershof 2020“ wurde unter dem Programm MS Access 2010 eine einfache Datenbank entwickelt. Im Wesentlichen dient die Datenbank der strukturellen Erfassung von Verbrauchswerten für Strom, Fernwärme, Erdgas und Fernkälte. Die Datenbank enthält Daten zu den 2010 bereits existierenden Gebäuden in unterschiedlichen Erhebungsumfang. Zu folgenden Bereichen liegen, je nach damaliger Verfügbarkeit, Werte vor:

- Baujahr, BGF, Gebäudenummer, Zuordnung nach Bauwerkszuordnungskatalog
- Energiestandard und Aussage zum Denkmalschutz
- Verbrauchswerte Strom, Fernwärme (2008-2010), witterungsbereinigt
- Angaben zu maximalen Leistungen (aus Lastgängen)
- Spannungsebene
- Kälte- und RLT-Anlagen, Beleuchtung (aus Fragebögen)

5.3.4 Sonstige Daten

Für die Bearbeitungen wurde auf folgende weitere Quellen zurückgegriffen:

- Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „HighTech – LowEx“ (2012)
- Ergebnisse der Infrastrukturvorplanung der BBP (2016)
- Google Earth
- Solaratlas Berlin
- Geodatenkatalog der SenStadtUm - „FIS Broker“

6 Identifikation von Planungsgrundlagen

Der Großteil der hier zugrunde gelegten Daten für die Energienutzungspläne stammt aus einer Bestandsanalyse, die im Rahmen des Forschungsprojektes „HighTech - LowEx“, das Vorgängerprojekt des Forschungsvorhabens „Energiestrategie Berlin Adlershof 2020“, durchgeführt wurde. Diese Analyse bezieht sich auf die Bestandsgebäude und manifestiert den IST-Zustand im Jahre 2012. Die Daten sind in dem EKA (vgl. Kapitel 6.3.1), einer Access-basierten Datenbank, zusammengeführt. Um eine belastbare Grundlage für die Energieleitplanung zu erhalten, mussten die Erweiterungsflächen zunächst weiter entwickelt und im Ergebnis als zu betrachtende Ausgangssituation definiert werden. Sie sind Gegenstand des REPs, der hinsichtlich seiner stadtplanerischen Qualitäten und Aussagen überprüft und überarbeitet wurde.

6.1 Überarbeitung des Räumlichen Entwicklungsplanes

Als Grundlage für die Betrachtungen zur Energieleitplanung wurde der aktuell vorhandene REP vom November 2014 (Abbildung 9) zunächst aktualisiert, hinsichtlich der rechtlichen Vorgaben aus der Bauleitplanung (Art und Maß der baulichen Nutzung, z.B. GFZ, GRZ) angepasst und mit Mustergebäuden gemäß der Bauleitplanung ergänzt sowie neu systematisiert.

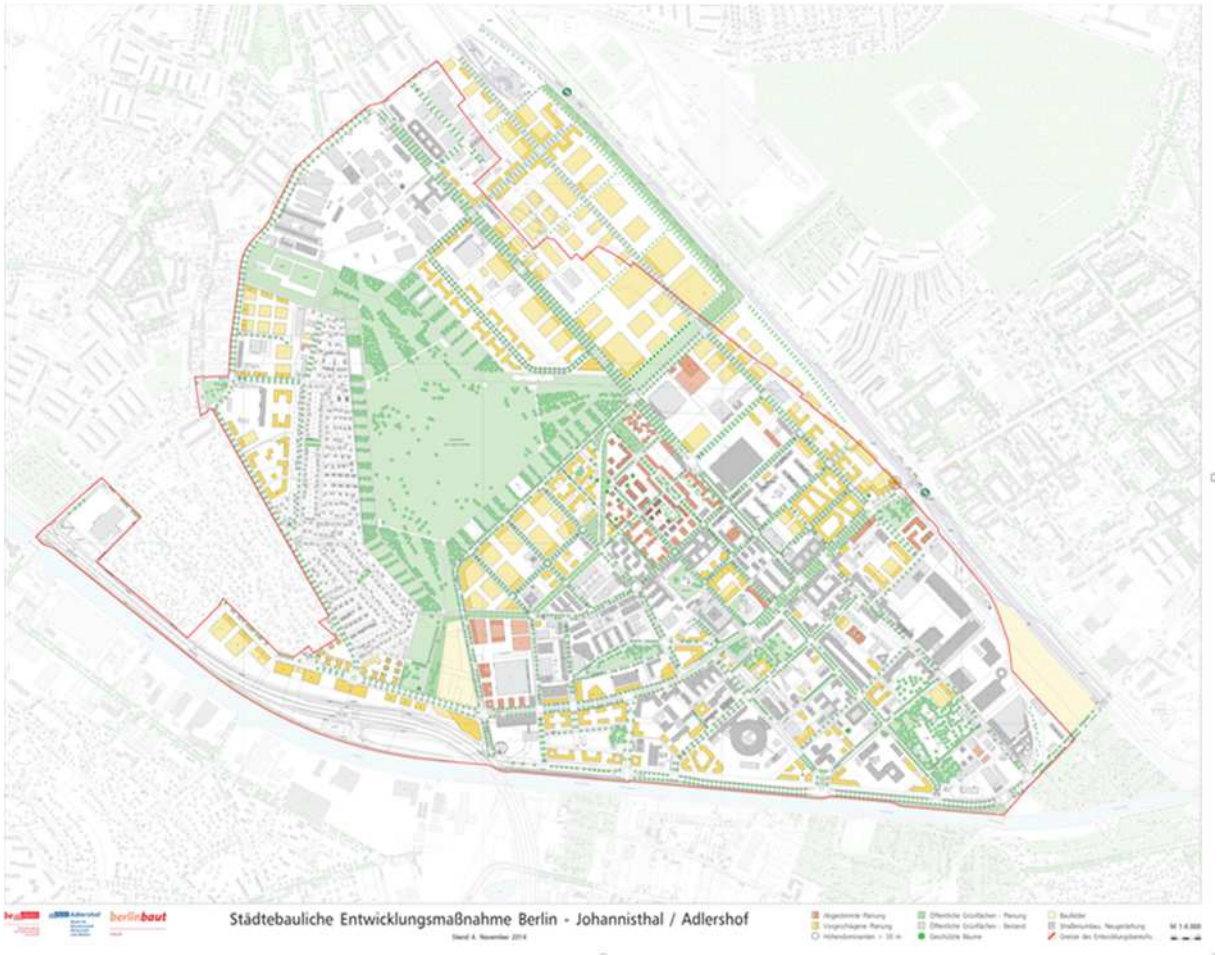

Abbildung 9 Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme - Berlin Adlershof (Stand 2014)[3]

Im Zuge dieser Arbeiten wurde jedem Gebäude (-teil) und jedem Baufeld (hier: Block) eine eindeutige ID, (in der Notation: Gebäude: G1xxx, Block: B1xxx) vergeben. Alle Gebäude im REP sind einer der folgenden drei Gebäudekategorien zugeordnet:

[3] Die Karte zeigt noch das Entwicklungsgebiet in seinen Grenzen vom Stand November 2014. Zwischenzeitlich wurde das Gebiet im Nordosten um die Fläche der sogenannten „Gleislinse“ erweitert. Die neue Grenzlinie verläuft nun an der Gleislinie, so dass das gesamte Gebiet, mit den auf der Karte farblich markierten Flächen, von ihr eingeschlossen wird.

Bestand – Bestandsgebäude (existierende Gebäude)

Geplant – Gebäude, für die eine bereits abgestimmte Planung vorliegt

Vorschlag – Planungsvorschläge (Mustergebäude)

Die Abbildung 10 zeigt den aktualisierten REP mit einer farblichen Darstellung der Gebäudekategorien. Die layoutete Karte befindet sich im Anhang 1.

Abbildung 10 Räumlicher Entwicklungsplan mit Gebäudekategorien (Stand 2016)

Die BGF im Projektgebiet teilt sich wie folgt auf die Gebäudekategorien auf: Fast die Hälfte der gesamten BGF (49 %) wird von Mustergebäuden („Vorschlag“) eingenommen, die im Projekt entwickelt wurden. Bestandsgebäude belegen 44 % der BGF und nur 7 % der BGF entfallen auf geplante Gebäude (vgl. Abbildung 11).

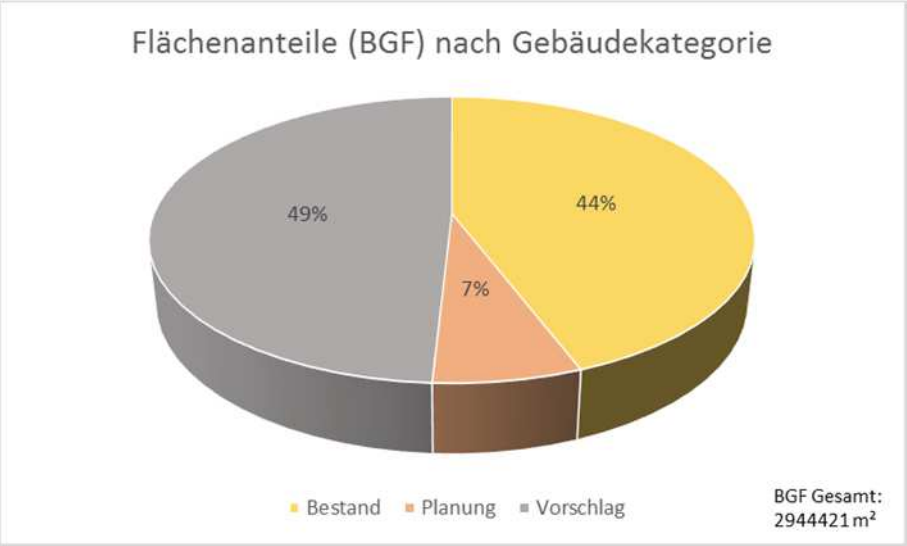

Abbildung 11 Flächenanteile (BGF) nach Gebäudekategorie

Um eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Gebäude zu ermöglichen, wurden folgende Nutzungsarten in Abstimmung mit dem städtebaulichen Entwicklungsträger AP und der SenStadtUm festgelegt:

- Büro / Verwaltung / Dienstleistung (BVD)
- Forschung/Lehre
- Handel
- Hotel
- Kindergarten
- Lager
- Produzierendes Gewerbe
- (Senioren-/Studenten-) Wohnheim
- Sporthalle
- Wohnen
- Technikgebäude

Technikgebäude wurden nicht weiter betrachtet, da sie energetisch nach der aktuell gültigen EnEV 2016 nicht zu berücksichtigen sind.

Jedem Gebäude ist eine Hauptnutzung zugeordnet. Sie wurde bei den Bestandsgebäuden aus den vorhandenen Daten ermittelt. Für die Gebäude aus der Kategorie „Vorschlag“ (Mustergebäude) wurde die Hauptnutzung unter Berücksichtigung bestehender Gebäude- und Quartiersinfrastruktur und in Abstimmung mit AP auf Grundlage des FNP prognostiziert.

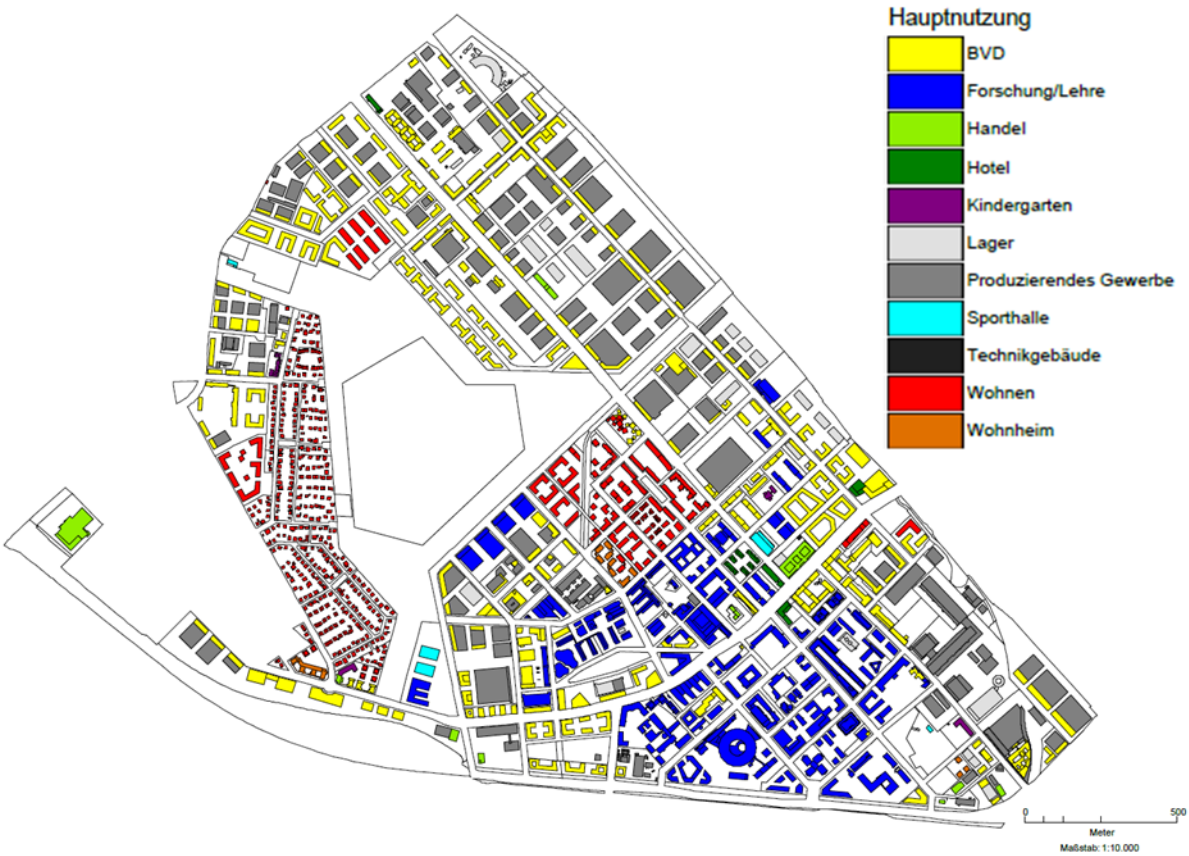

Abbildung 12 Hauptnutzungen

Abbildung 12 zeigt den aktualisierten REP mit der Gebäudekulisse und ihrer räumlichen Aufteilung in Nutzungen. Die layoutete Karte befindet sich im Anhang 2.

6.2 Flächenaufteilung nach Überarbeitung des REPs

Nach der Überarbeitung des REPs, nach der Einordnung der Gebäude in die Gebäudekategorien und der Zuweisung der Nutzungen (Bildung einer Kulisse) teilen sich die Flächen wie in Tabelle 2 dargestellt auf. Die Tabelle ist als Matrix zu lesen. In der Spalte „Summe – Nutzung“ wird die Summe der Flächenanteile aus den Kategorien für die Hauptnutzung angezeigt. In der Zeile „Summe – Kategorie“ wird die Summe der Flächenanteile aus den Hauptnutzungen für eine Kategorie dargestellt. In der rechten unteren Ecke ist die Bruttogrundfläche für das fertig entwickelte Projektgebiet abzulesen. Analog dazu sind in Tabelle 3 die prozentualen Flächenanteile in Bezug auf die Gesamtfläche des Projektgebietes dargestellt.

Tabelle 2 Flächenanteile (BGF) - nach Hauptnutzung und Kategorie

Hauptnutzung	Bestand	Planung	Vorschlag	Summe - Nutzung
BVD	253517 m²	60869 m²	735904 m²	1050290 m²
Forschung/Lehre	501714 m²	3668 m²	196692 m²	702074 m²
Handel	39582 m²	0 m²	2091 m²	41673 m²
Hotel	27188 m²	0 m²	7157 m²	34345 m²
Kindergarten	3679 m²	0 m²	3126 m²	6805 m²
Lager	45148 m²	2581 m²	59256 m²	106985 m²
Produzierendes Gewerbe	308899 m²	24574 m²	333606 m²	667079 m²
Sporthalle	6494 m²	0 m²	4200 m²	10694 m²
Technikgebäude	385 m²	0 m²	0 m²	385 m²
Wohnen	99959 m²	105106 m²	99225 m²	304290 m²
Wohnheim	14151 m²	0 m²	5650 m²	19801 m²
Summe - Kategorie	**1300716 m²**	**196798 m²**	**1446907 m²**	**2944421 m²**

Tabelle 3 Prozentuale Flächenanteile (BGF) - nach Hauptnutzung und Kategorie

Hauptnutzung	Bestand	Planung	Vorschlag	Summe - Nutzung
BVD	8,6 %	2,1 %	25,0 %	35,7 %
Forschung/Lehre	17,0 %	0,1 %	6,7 %	23,8 %
Handel	1,3 %	0,0 %	0,1 %	1,4 %
Hotel	0,9 %	0,0 %	0,2 %	1,2 %
Kindergarten	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,2 %
Lager	1,5 %	0,1 %	2,0 %	3,6 %
Produzierendes Gewerbe	10,5 %	0,8 %	11,3 %	22,7 %
Sporthalle	0,2 %	0,0 %	0,1 %	0,4 %
Technikgebäude	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
Wohnen	3,4 %	3,6 %	3,4 %	10,3 %
Wohnheim	0,5 %	0,0 %	0,2 %	0,7 %
Summe - Kategorie	**44,2 %**	**6,7 %**	**49,1 %**	**100,0 %**

Bei einer Analyse der Zahlen zeigt sich, dass sich mit dieser Prognose für die zukünftigen Nutzungen die Verhältnisse verändern. Besitzt im Jahr 2016 noch die Hauptnutzung „Forschung und Lehre“ - bezogen auf Gesamt-BGF der Kategorie „Bestand“ - die größten Flächenanteile (ca. 39%) vor „Produzierendes Gewerbe“ (ca. 24%) und „BVD“ (ca. 19%), wird im fertigentwickelten Projektgebiet die Hauptnutzung „BVD“ mit ca. 36% vor „Forschung/Lehre“ und „Produzierendes Gewerbe“ (24% und 23%) die größten Flächenanteile aufweisen.

6.3 Ermittlung der Energieverbräuche / -bedarfe

Die Analyse des energetischen Bedarfs im Bestand sowie für die geplante Bebauung muss zeitgleich erfolgen, um zu einer sinnvollen Konzeptentwicklung zu gelangen. Zur Identifikation des energetischen Bedarfs sind Kenndaten erforderlich. Sie zu generieren erweist sich als besonders aufwendig.

Für das noch zu bebauende Gebiet wurde seitens AP eine Infrastrukturvorplanung (Siehe 6.5.5) in Auftrag gegeben. Den Auftrag erhielt BBP. Als Grundlage für die Infrastrukturvorplanung müssen Kennzahlen definiert sein. Die Festlegung des energetischen Bedarfs des Entwicklungsgebietes für die Energieleitplanung erfolgt bedarfsorientiert, da die hierfür verwendeten Quellen Bedarfskennwerte zur Verfügung stellen.

Um Kenndaten zu generieren, orientiert sich der Leitfaden der TU München an der Bebauungsart und bietet zwei Möglichkeiten zur Unterscheidung an: zum einen in eine Siedlungstypologie, zum anderen in Gebäudenutzungsarten. Die Siedlungstypologien sind wohnnutzungsbezogen (wie z.B. „historische Altstadt“, „städtischer Dorfkern“ oder „Citybebauung“) und können daher auf das Projektgebiet - Entwicklungsgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof - keine Anwendung finden. Die vorgesehenen Gebäudenutzungsarten treffen nur eingeschränkt zu. Sie sind nur für den Bereich „Wohnen am Landschaftspark“ mit seiner kleinteiligen Neubebauung im Wohnungsbau anwendbar. Dieser Bereich umfasst weniger als 10 % des Gesamtgebietes.

Die Quellen, die der Leitfaden für die im Projektgebiet vorhandenen Nutzungen empfiehlt, sind nach eigenen Angaben „unvollständig“ oder „bedingt geeignet“[4]. Diese Einschätzung hat sich auch im Vorgängerprojekt bewahrheitet: so haben Befragungen wenig Rücklauf ergeben und die Auskunft von EVU oder Ämtern ist oft aus Gründen des Datenschutzes nicht möglich.

Eine Identifikation einer sowohl gebäude- als auch nutzungsbezogenen Typologie – nach bestehenden Typologien – war für das Quartier also bisher nicht möglich.

Im Rahmen des Arbeitspakets „Entwicklung von Planungsinstrumenten unter unklaren Rahmenbedingungen“ wurde im Vorläuferprojekt durch die AP versucht, eine Typologie für das Quartier zu identifizieren, die sowohl gebäudebezogen als auch nutzungsbezogen definiert ist. Allerdings zeigt die bisherige Auswertung, dass die Energie- und Wärmebedarfe von gewerblich genutzten Gebäuden sich von Wohngebäuden deutlich unterscheiden, sowohl was das Nutzerverhalten als auch was die Bedeutung der Prozessenergien angeht. Daher ist eine standortspezifische Modellentwicklung zur gebäude- und nutzungsbezogenen Bestimmung von Energiekennzahlen erforderlich.

[4] vgl. Leitfaden, S. 29

6.3.1 Energiekennzahlen für existierende Gebäude

Für die bereits existierenden Gebäude aus der Gebäudekategorie „Bestand“ dienen die von dem Planungsbüro Megawatt im Rahmen des Forschungsprojektes „High Tech – LowEx“ durchgeführten „Bestandsaufnahme und Feinanalyse“ ermittelten gebäudebezogene Verbrauchskennzahlen.

Bei der Ermittlung der Kennzahlen wurde von Megawatt auf die im EKA erfassten gemessenen Verbräuche zurückgegriffen. Allerdings liegen nicht für jedes Gebäude die Verbrauchswerte vollständig vor und so wurden für jede im Projektgebiet auftretende Nutzungsart aus den gemessenen Verbräuchen Mittelwerte gebildet.

Eine Analyse des Erhebungsumfangs der im EKA erfassten Verbrauchswerte ergibt, dass von den 445 erfassten Gebäuden aktuell 161 Gebäude abgerissen werden. Bei den restlichen 284 Gebäuden sind die Verbrauchskennwerte für 28 Gebäude teilweise (Strom- oder Wärmeverbrauch) und für 24 Gebäude vollständig (Strom- und Wärmeverbrauch) erfasst. Dies begründet die für viele Nutzungsarten sehr unscharfen Verbrauchskennwerte.

Für Nutzungenarten, für die keine Strom- und Wärmeverbrauchswerte erhoben werden konnten, wurden vereinfachend die verbrauchsbezogenen Kennzahlen aus dem Gesamtverbrauch und der Gesamtfläche BGF des Projektgebietes berechnet.

Auf eine ingenieurtechnische tiefergehende Fehlerabschätzung wird unsererseits verzichtet.

Eine Übersicht der ermittelten und in diesem Projekt für diese Gebäudekategorie verwendeten Kennzahlen befindet sich im Anhang 3.

6.3.2 Projektgebiet laut Räumlicher Entwicklungsplan

Hierfür wurden in Zusammenarbeit zwischen AP, BBP und der HTW Berlin verschiedene Verfahren der Kennwertermittlung geprüft, einheitliche Kennwerte definiert und eine gemeinsame Arbeitsgrundlage geschaffen. Die Ermittlung der Kennwerte für die Bestandsgebäude, die in der Feinanalyse nicht erfasst wurden, ist auf Grundlage der VDI 3807 erfolgt. Die Kennwerte für die Vorschläge wurden auf Basis der DIN V 18599 vorgenommen. Des Weiteren wird auf Werte aus der Literatur und Erfahrungswerte der Firma BBP zurückgegriffen.

Als Datenquellen dienen:

- Die Richtlinie VDI 3807 für Verbrauchskennwerte für Gebäude;

- die Veröffentlichung des BMWI /BMUB zu den Regeln für Kenndaten von Nicht-Wohngebäuden[5];
- ein Handbuch aus dem Jahre 1998[6];
- die Auswertung eigener Projekte von BBP, zu denen gemessene Verbräuche vorliegen

Die Auflistung der festgelegten Energiekennwerte befindet sich im Anhang 4.

[5] BMWi, BUmB: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte im Wohngebäudebestand, 7. April 2015

[6] KUBESSA, Michael: Energiekennwerte – Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb. Potsdam: Brandenburgische Energiespar-Agentur, 1998

6.4 Energiestandard

Um eine Aussage über den zukünftigen Energiebedarf des Entwicklungsgebietes treffen zu können, werden die Bestandsgebäude und die vorgeschlagenen Gebäude getrennt betrachtet. Bei den vorgeschlagenen Gebäuden werden Prognosen über zukünftige Energiestandards berücksichtigt und eine möglichst effiziente Energieplanung angenommen. Bei den Bestandsgebäuden wird das Sanierungspotenzial ermittelt. Hierfür werden zunächst die Energiestandards der Gebäude identifiziert. Dafür werden die vorhandenen Daten aus dem EKA ergänzt und aktualisiert. Für die Bestandsgebäude ergeben sich folgende, in Tabelle 4 zusammengestellte Flächenanteile für die Energiestandards nach den vergangenen Wärmschutzverordnungen bzw. den Energieeinsparverordnungen.

Tabelle 4 Flächenanteile Energiestandard bestehender Gebäude

Energiestandard	Bruttogrundfläche	Anteil
2.WSchV 1982/84	79863 m²	6,10%
3.WSchV 1995	303226 m²	23,30%
EnEV 2002	69321 m²	5,30%
EnEV 2004	159214 m²	12,20%
EnEV 2007	59629 m²	4,60%
EneV 2009	244489 m²	18,80%
S 2.WSchV 1982/84	21039 m²	1,60%
S 3.WSchV 1995	31858 m²	2,40%
S EnEV 2009	22721 m²	1,70%
Unbekannt	296519 m²	22,80%
Vor 1975	12837 m²	1,00%
Gesamt	**1300716 m²**	**100%**

Das vorangestellte „S“ in der Tabelle bedeutet, dass die Gebäude durch eine Sanierung auf den entsprechenden Energiestandard gebracht wurden. Die Abbildung 13 zeigt die räumliche Zuordnung der Energiestandards. Die Karte für das gesamte Gebiet befindet sich im Anhang. Zu beachten ist, dass etwa 23% der Flächen einen unbekannten Energiestandard aufweisen (in der Karte dunkelgrau dargestellt).

Die layoutete Karte befindet sich in Anhang 5.

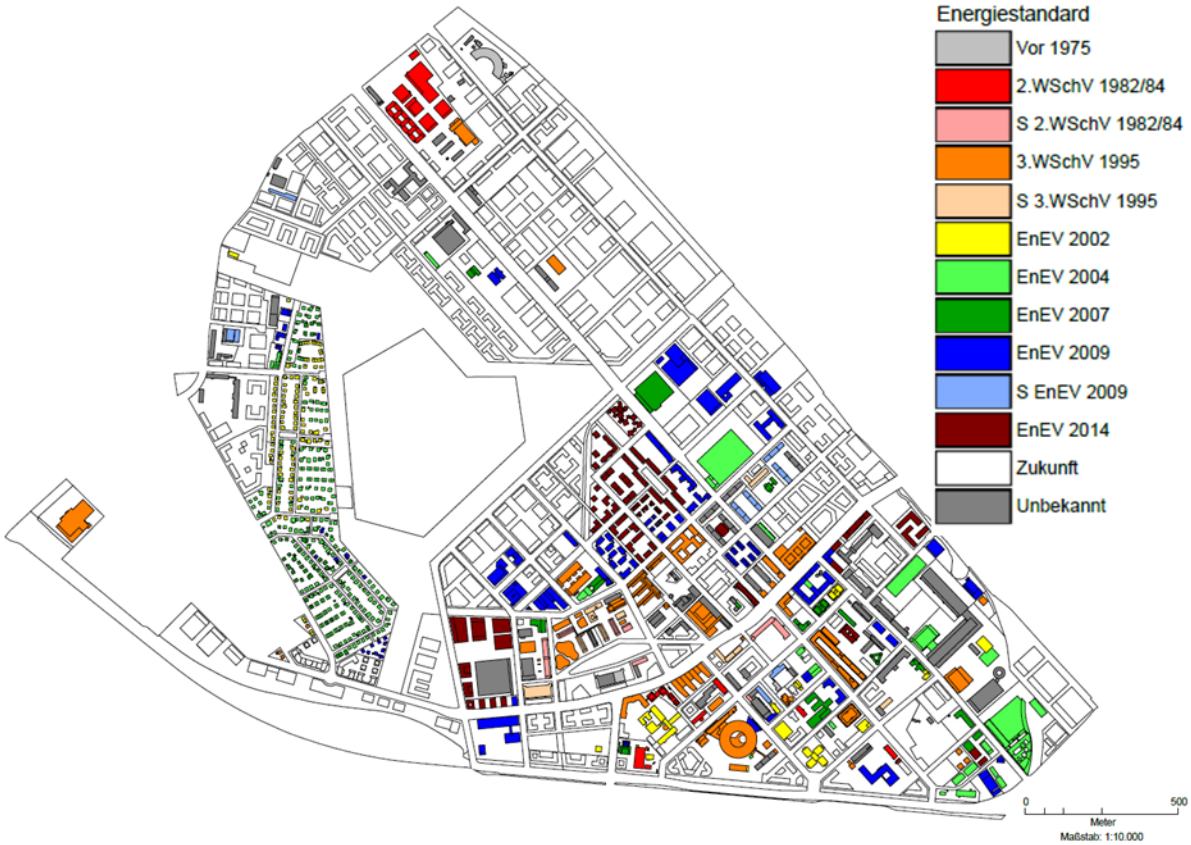

Abbildung 13 Energiestandards der Bestandsgebäude

6.5 Energieinfrastruktur

In diesem Abschnitt ist die bestehende Energieinfrastruktur dargestellt. Die Übersicht umfasst die bestehenden Wärme-, Gas, - und Stromnetze und der Energieversorgungsanlagen.

6.5.1 Fernwärme

Das Fernwärmeverbundnetz Südost der BTB versorgt das Entwicklungsgebiet mit Wärme. Es wird von drei Heizkraftwerken (HKW) gespeist:

- Heizkraftwerk Adlershof
- Heizkraftwerk Schöneweide
- Holz-Heizkraftwerk Rudow

Neben dem Entwicklungsgebiet werden auch größere Bereiche von Schöneweide, das Groß-Unternehmen Berlin Chemie, Altglienicke und Adlershof sowie der Bezirksteil Gropiusstadt über das Verbundnetz versorgt. Durch das Projektgebiet laufen die

Hauptkopplungsleitungen zwischen dem HKW Schöneweide und dem HKW Adlershof.

Durch einen hohen KWK-Anteil und dem Einsatz von Biomasse kann für die Fernwärme aus dem Verbundnetz ein sehr geringer Primärenergiefaktor in Höhe von 0,24[7] angesetzt werden. Die Bescheinigung darüber gilt bis zum Jahr 2023. Das Zertifikat befindet sich im Anhang 6.

Das Netz wird in Abhängigkeit von der Außentemperatur gefahren, hat aber auch im Sommer für den Einsatz von Absorptionskälteanlagen eine Vorlauftemperatur von 90°C. Ab einer Außentemperatur von weniger als -6°C beträgt die Heiznetztemperatur 110°C im Vorlauf. Zwischen Außentemperaturen von -6°C und 14°C nimmt die Vorlauftemperatur linear ab. Die Technischen Anschlussbedingungen geben eine Rücklauftemperatur von maximal 55°C (vgl. Abbildung 14) vor. Für den Höchstlastfall im Winter beträgt die Spreizung zwischen Vor- und Rücklauf gemäß den Anschlussbedingungen 55 Kelvin.

[7] Online: http://www.btb-berlin.de/files/frontend/btb/pdf/Downloads/Primaerenergiefaktor%202014.pdf (Abgerufen: 21.01.2017)

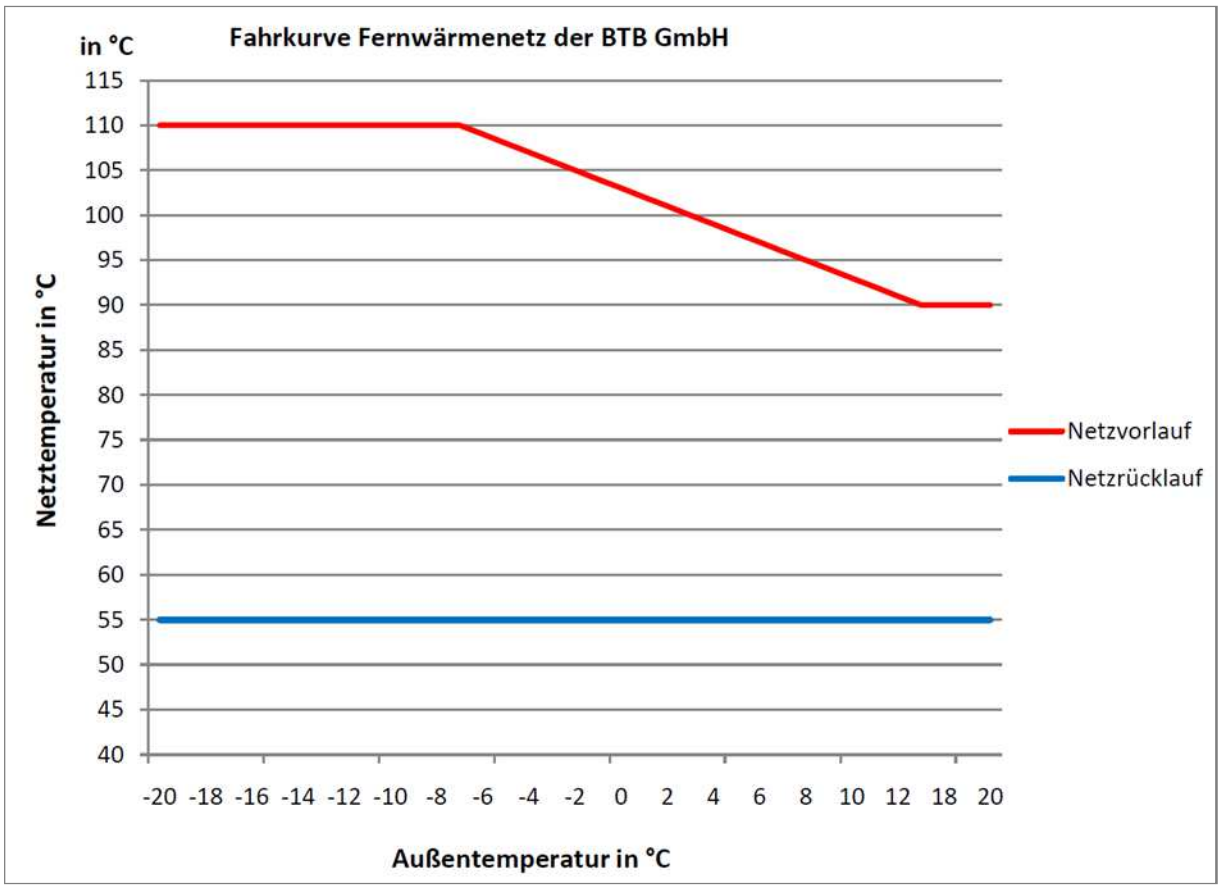

Abbildung 14 Fahrkurve Fernwärmenetz der BTB GmbH (Quelle BTB)

6.5.2 Strom

Im Projektgebiet betreiben die Stromnetz Berlin GmbH (Vattenfall) und die Energienetze Berlin GmbH (BTB) Stromnetze. BTB hat eine 30 kV Leitung im Groß-Berliner Damm errichtet sowie große Teilen des Gebietes Süd über eine Ringleitung auf Mittelspannungsebene erschlossen. Vattenfall hat mit Ausnahme des WISTA-Geländes im Süden des Entwicklungsgebiets im Rahmen des Straßenneubaus ein Mittelspannungs- und Niederspannungsnetz errichtet. Für das 1kV Niederspannungsnetz wurde in den meisten Bereichen Leitungen auf beiden Straßenseiten verlegt. Im Süden tangiert eine 110 kV Leitung das Gebiet, hat jedoch keine direkte Anbindung.

6.5.3 Erdgas

Das Erdgasnetz wird durch die NBB betrieben. Der Ausbaustand des in Betrieb befindlichen Netzes entspricht in etwa dem Stand des Fernwärmenetzes. Für alle bereits

erschlossenen Teilgebiete besteht eine Anschlussmöglichkeit. Das bestehende Erdgasnetz wird zurzeit vor allem auf Niederdruckebene betrieben. Das in den 1990er Jahren im Norden errichtete Gewerbegebiet am Groß-Berliner Damm wird über Mitteldruck versorgt. Im Gegensatz zur Fernwärme wurde beim Neubau der Gehard-Sedlmayr-Straße eine Gasleitung verlegt. Diese ist aktuell noch nicht in Betrieb und nicht mit dem restlichen Netz verbunden. Die Haupttrassen sind in den Dimensionen DN 200 bis DN 225 ausgeführt. Im westlichen Teil sind geringere Leitungsdurchmesser von DN 100 bis DN 125 verlegt. Für das bestehende Niederdrucknetz am Groß-Berliner Damm wurde von der NBB eine Kapazität von rund 400 m³ Erdgas pro Stunde angegeben. Eine deutliche Ausweitung der Leitungskapazität kann durch eine Umstellung auf Mitteldruck erreicht werden. Dafür muss im Bereich der nördlichen Kreuzung Groß-Berliner Damm und Gerhard-Sedlmayr-Straße eine Druckerhöhungsstation errichtet werden.

6.5.4 Energieinfrastrukturkarten

Als Ergebnis aus dem Modul 02 des Forschungsprojektes „High Tech – Low Ex“ liegen für das Projektgebiet detaillierte Infrastrukturkarten für die Strom-, Fernwärme- und Stromversorgung vor[8]. Die Pläne befinden sich in Anhang 7.

Für das noch zu bebauende Gebiet wurden im Rahmen der Infrastrukturvorplanung die bestehende Infrastruktur auf die vorgeschlagenen Gebäude der noch zu bebauenden Gebieten erweitert und eine vorläufige Dimensionierung der Leitungen vorgenommen. Die entsprechenden Infrastrukturkarten sind im Anhang 8 zu finden[9].

6.5.5 Ergebnisse der Infrastrukturvorplanung

Von der Fa. BBP wurde 2015 eine Infrastrukturvorplanung für das noch zu bebauende Gebiet durchgeführt. Sie beinhaltete eine medienübergreifende Grundlagenermittlung der leitungsgebundenen Energieträger (Strom, Gas, Fernwärme) mit dem Ziel eine Abschätzung zu erhalten, ob und wenn wieweit die vorhandene Energieinfrastruktur erweitert bzw. ertüchtigt werden muss. Das betrachtete Gebiet umfasst eine Fläche von rund 1.210.000 m² und bei vollständiger Errichtung der vorgeschlagenen Gebäude ein BGF von ca. 1.070.000 m². In Abbildung 15 ist das zu untersuchende Gebiet farblich gekennzeichnet.

[8] MegaWATT GmbH, Bestandserfassung und Feinanalyse (High Tech - Low Ex: Energieffizienz Adlershof 2020), Berlin, 2012.

[9] BBP Bauconsulting mbH, Vorplanung der Netzinfrastruktur für den Technologiestandort Berlin-Adlershof, Berlin, 2016

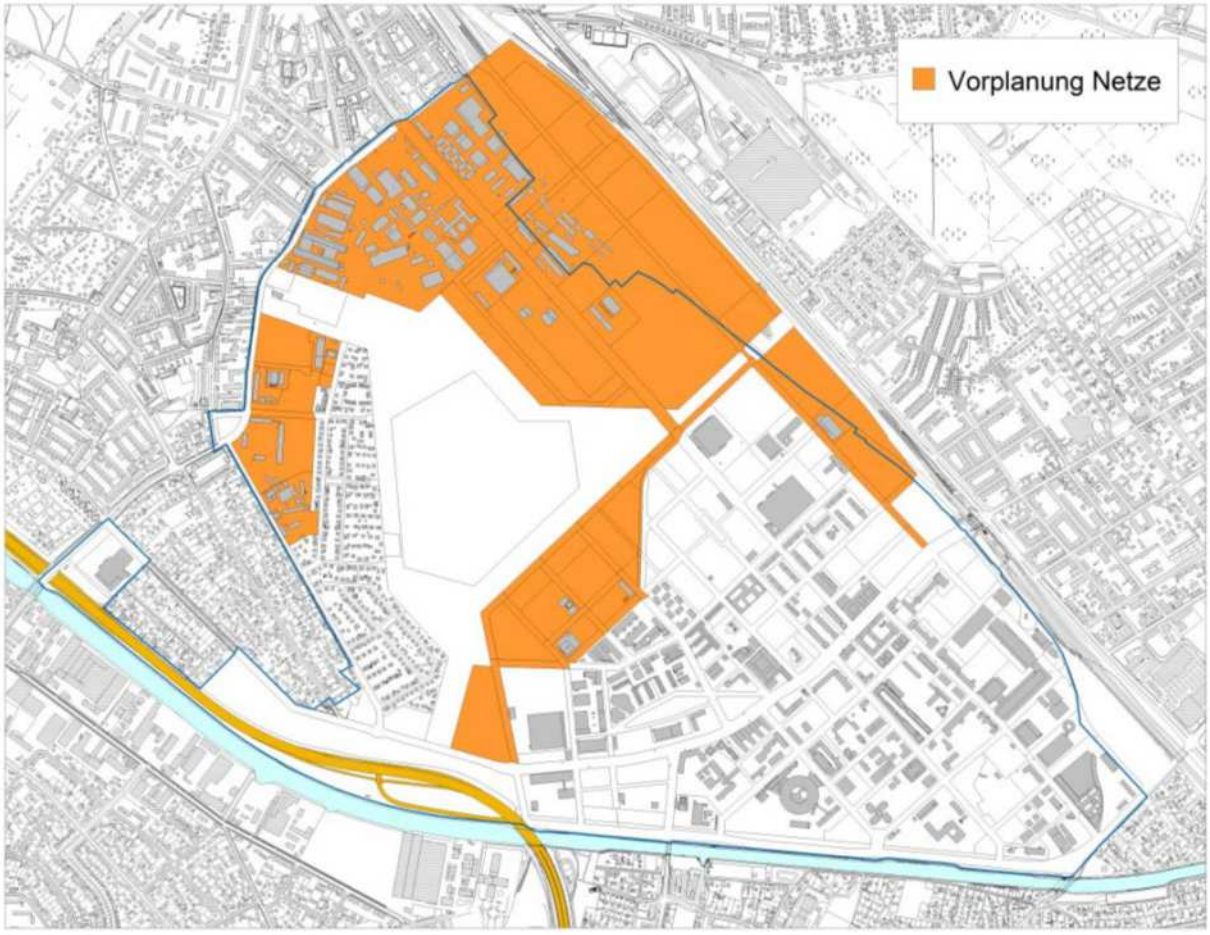

Abbildung 15 In der Infrastrukturvorplanung berücksichtigte Gebiete (Quelle: BBP)

Die Ergebnisse im Überblick[10]:

- Zur Erschließung der Erweiterungsgebiete müssen rund 2.630 m neue Straßen errichtet werden.
- Die Anschlussleistungen liegen für Wärme zwischen 26 W/m² und 48 W/m². Die Spanne der benötigten Stromanschlussleistung ist zwischen 20 W/m² und 148 W/m²
- Bei Versorgung des gesamten betrachteten Gebiets müssen rund 2.370 m Fernwärmetrasse neu errichtet werden.
- Das Fernwärme-Bestandsnetz kann den zusätzlichen Bedarf auch für den maximalen Energiebedarf aufnehmen.
- Bei einer flächendeckenden Versorgung des betrachteten Gebietes ist der Bau von rund 2.850 m neuer Erdgastrasse nötig.

[10] BBP Bauconsulting mbH, Vorplanung der Netzinfrastruktur für den Technologiestandort Berlin-Adlershof, Berlin, 2016

- Die Kapazität der existierenden Gasleitungen ist mit Hilfe einiger regelungstechnischen Anpassungen (Druckerhöhung) ausreichend.
- Für das Stromnetz besteht ein Ausbaubedarf von ca. 2360 m Kabeltrasse bevorzugt an den für die Erschließung benötigten Straßen.

6.6 EE-Anlagen

Die Erhebungen im Rahmen des Projektes ergaben, dass derzeit im Projektgebiet etwa 2,6 MW_{peak} Photovoltaik Leistung installiert sind.

Die Bestimmung der installierten Leistung der PV-Bestandsanlagen im Projektgebiet fußt auf folgenden Quellen:

- Energiekataster Adlershof (EKA)
- Anlagenregister der Bundesnetzagentur[11]

Ergänzend wurden Luftaufnahmen vom Projektgebiet analysiert, vorhandene PV-Anlagen identifiziert und mit den Daten aus dem EKA und dem Anlagenregister abgeglichen. Für die Bestimmung der installierten Leistung von dort nicht dokumentierten Anlagen wurde über Abzählen die Anzahl der Module ermittelt und mit der Leistung eines Referenzmoduls multipliziert. In Abbildung 16 sind die Standorte und Leistungsklassen der identifizierten PV-Anlagen dargestellt.

Abbildung 16 PV - Bestandsanlagen

[11] Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS), EnergyMap, Online: http://www.energymap.info/download/eeg_anlagenregister_2015.08.utf8.csv.zip (Abgerufen 21.01.2017)

Zudem existiert in dem Projektgebiet eine ca. 400-kW_{el}-Biomethan-BHKW-Anlage. Sie wurde ehemals vom Unternehmen SOLON SE betrieben.

6.7 Energiekarten für den IST-Zustand

Die Energiebedarfe bzw. -verbräuche werden in einer Energienutzungsplanung in ihrer flächenspezifischen Dichte angezeigt, um eine nutzungsbezogene Standortplanung zu erleichtern. Es entstehen Energiedichtekarten. Die Rasterung der Energiedaten in den Energiedichtekarten erfolgt blockweise. Diese Darstellung, weg von der gebäudescharfen Auflösung, dient zum einen dem Datenschutz, zum anderen gibt sie eine sehr gute Übersicht über die jährliche Verbrauchsdichte einer Bezugsfläche (Block) hier in MWh/(ha*a) (Megawattstunden pro Hektar und Jahr). Die Rasterung der Energiebedarfsdichte kann, je nach Anwendungsfall, sowohl gebäudescharf als auch in jeder beliebigen Bezugsfläche dargestellt werden.

Die folgenden Karten zeigen die ermittelte Energiebedarfsdichte der bereits existierenden Gebäude, Stand 2016. Die existierenden Gebäude sind schraffiert dargestellt.

Die layouteten Karten befinden sich im Anhang 9.

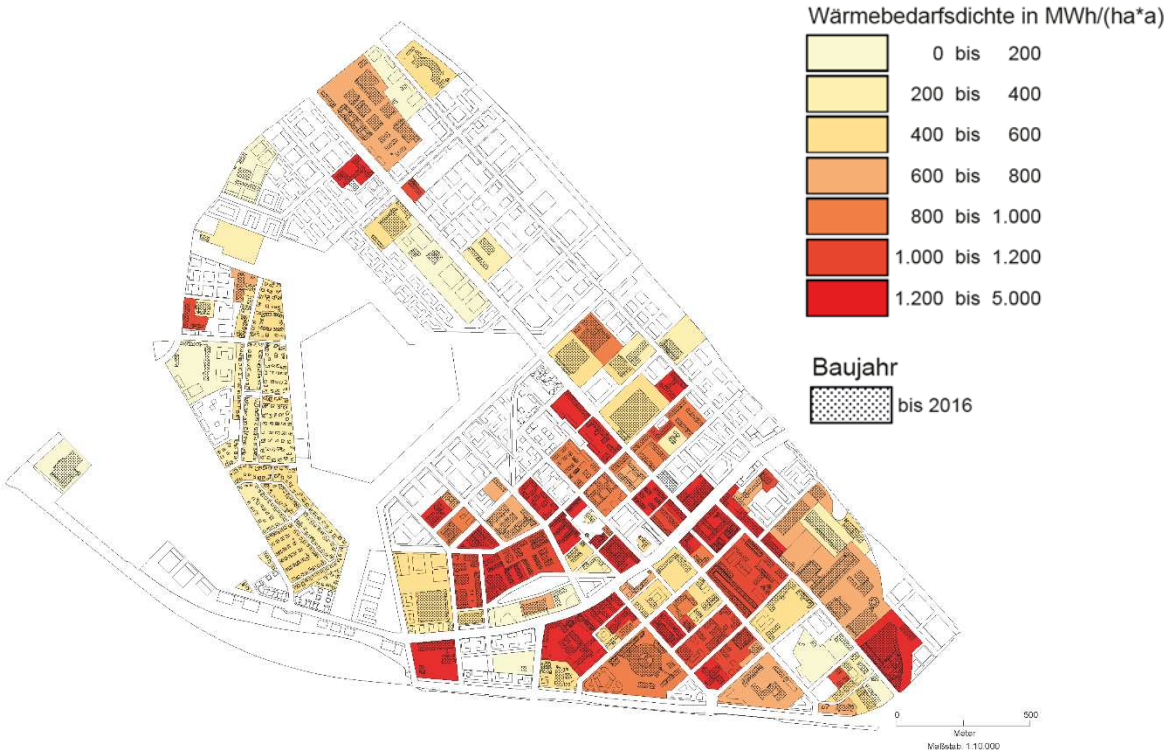

Abbildung 17 Wärmebedarfsdichte 2016

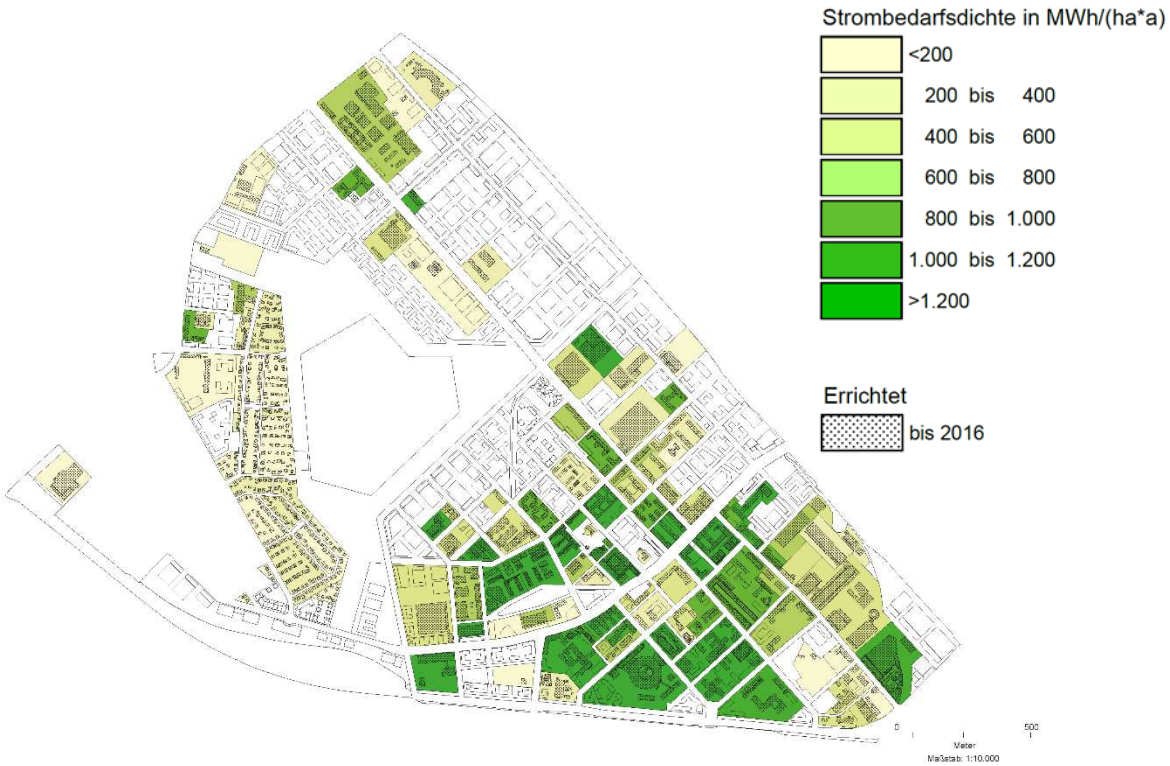

Abbildung 18 Strombedarfsdichte 2016

7 Prognosen

7.1 Flächenentwicklung

Der REP in seiner aktuellen Form weist für das Entwicklungsgebiet eine geplante BGF von insgesamt ca. 2,94 Mio. m² aus. Davon sind 1,3 Mio. m² dem Bestand und 1,64 Mio. m² der Kategorie Planung / Vorschlag zugeordnet.

Für das Entwicklungsgebiet ist der Zubau seit 1995 erfasst. In dem Zeitraum 1995 bis 2015 beträgt die gemittelte Zubaurate (für die BGF) ca. 6% pro Jahr. Bei einer angenommenen gleichbleibenden Zubaurate sind im Jahre 2030 etwa 2,07 Mio. m² fertig gestellt, etwa 70%. Die im REP ermittelte Gesamtfläche würde hiernach im Jahre 2046 fertiggestellt sein (siehe Abbildung 19).

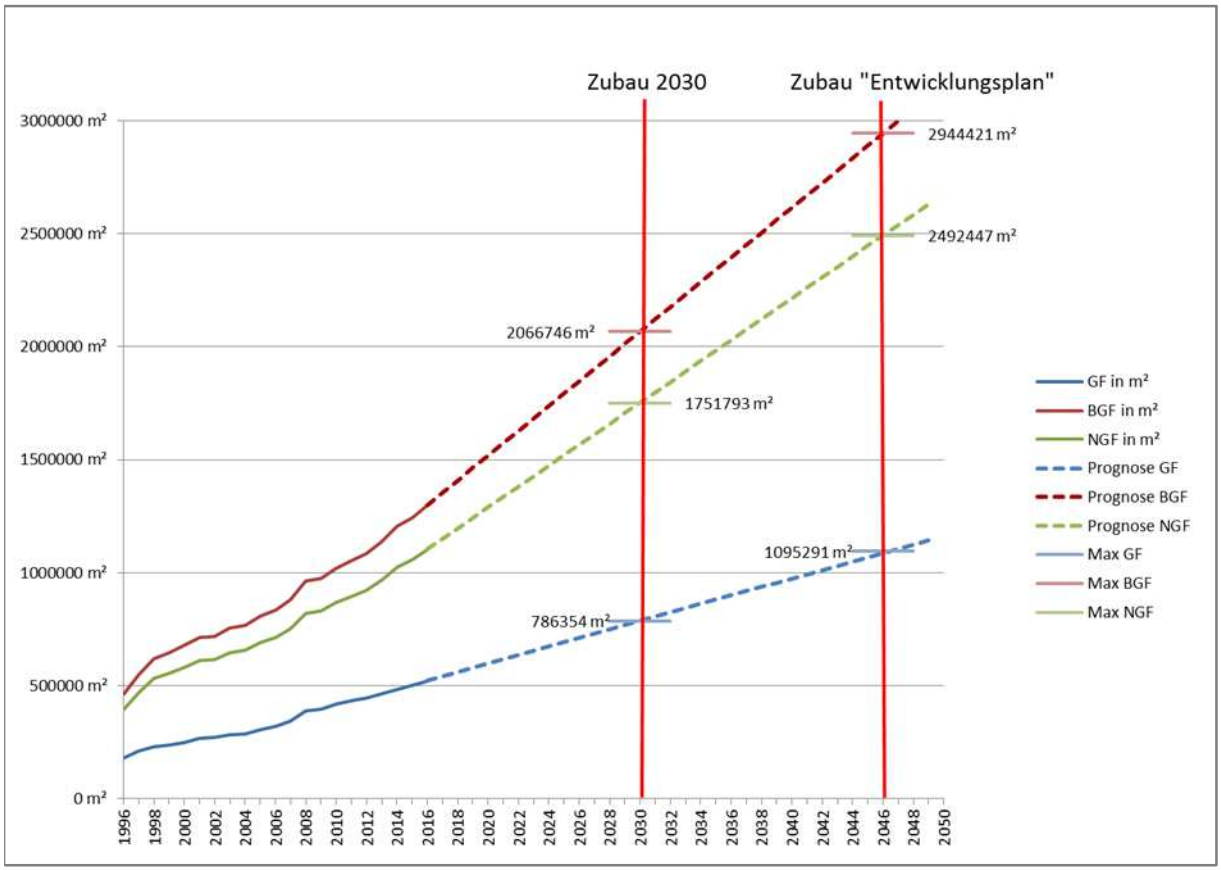

Abbildung 19 Prognose Flächenentwicklung

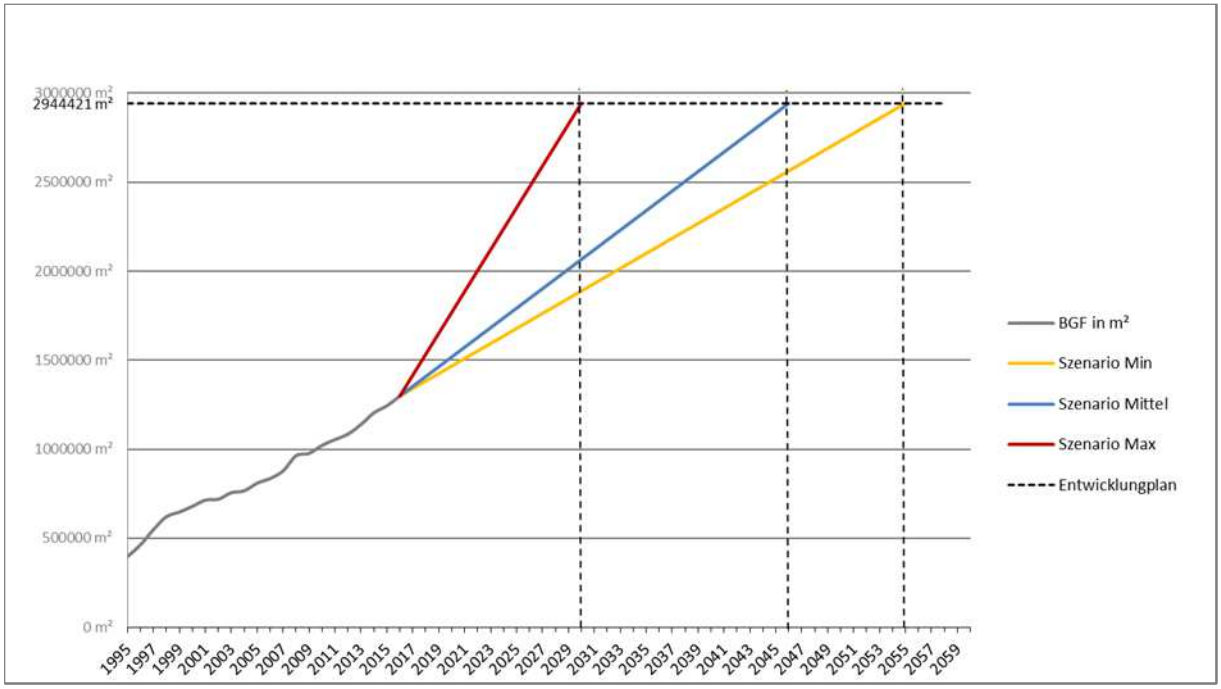

Abbildung 20 Entwicklungszenarien – Bruttogrundfläche

Ausgehend von einer BGF von rund 2,94 Mio. m² laut REP, die 2046 erreicht sein wird, werden drei Szenarien für die Flächenentwicklung gebildet. Die Prognose laut REP wurde als Grundlage für das Szenario „Mittel“ gewählt. Für das Szenario „Max“ wird angenommen, dass bereits im Jahre 2030 die gesamte Bruttogrundfläche fertiggestellt sein wird. Für das Szenario „Min“ wird eine 10% niedrigere Zubaurate als bei dem Szenario „Mittel“ gesetzt. In diesem Szenario erfolgt die Fertigstellung der gesamten Fläche im Jahre 2055 (siehe Abbildung 20).

Abbildung 21 zeigt eine mögliche Kulisse mit zukünftigen Gebäuden die sich in Ihrer städtebauzeitigen Entwicklung an der Infrastruktur (Erschließung, mediale Versorgung, etc.) orientieren.

Die layoutete Karte befindet sich im Anhang 10.

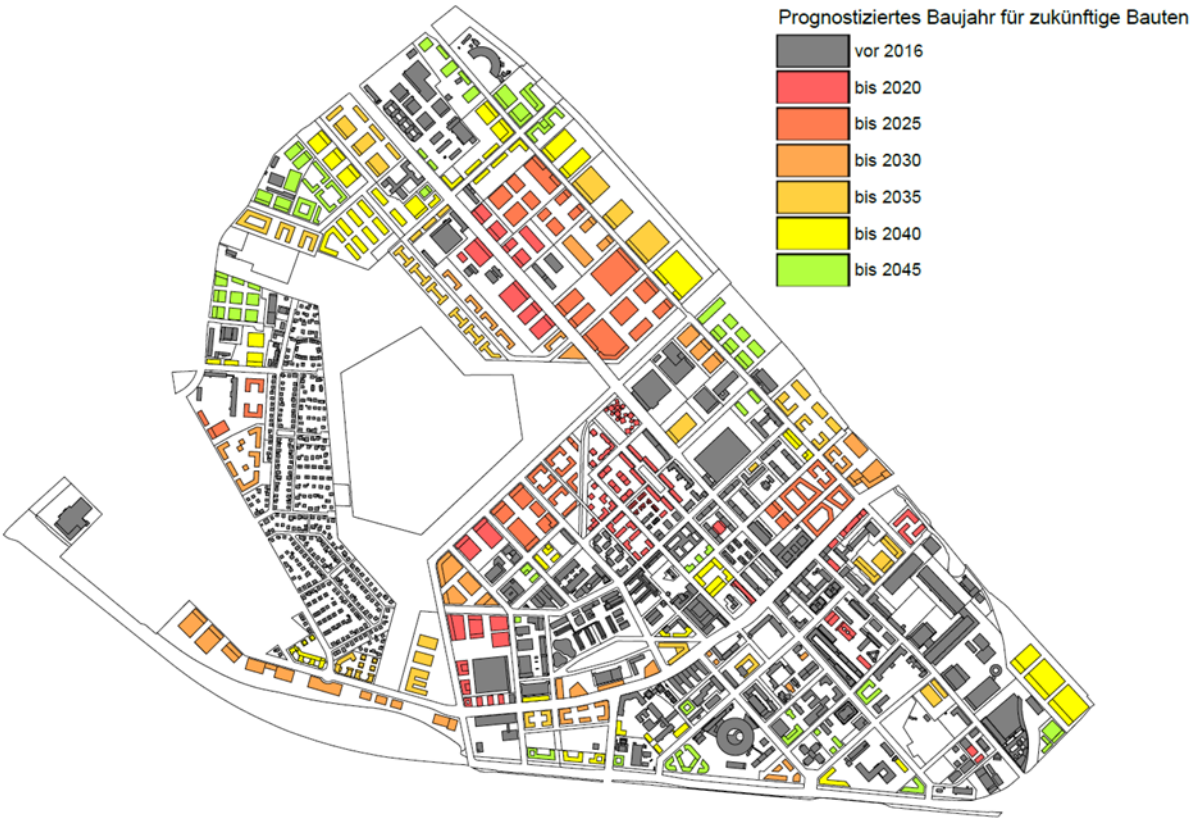

Abbildung 21 Baujahre der zukünftige Bauten

7.2 Energiebedarfsentwicklung

Im folgenden Abschnitt ist die zu erwartende Energiebedarfsentwicklung von Endenergie und Primärenergie für die einzelnen Flächenentwicklungsszenarien dargestellt.

Die Tabellen 5 - 7 zeigen die prognostizierte Energiebedarfsentwicklung für alle drei betrachteten Flächenentwicklungsszenarien aus Kapitel 7.1. Die Tabellen zeigen die Energiebedarfe für die Jahre 2016, 2020, 2030 und dem Jahr der vollständigen Fertigstellung des Projektgebietes. Die Berechnung des Primärenergiebedarfes beruht auf folgenden Annahmen:

- Primärenergiefaktoren:
  - Strom: $f_{P,Strom} = 1,8$
  - Fernwärme: $f_{P,FW} = 0,24$
  - Gas: $f_{P,Gas} = 1,1$
- Versorgung des Gebietes durch 90% Fernwärme und 10% Gas

Tabelle 5 Energiebedarfsentwicklung "Minimaler Zubau"

Minimaler Zubau	2016	2020	2030	Max (2055)
Bruttogrundfläche	1300716 m²	1467441 m²	1889168 m²	2944421 m²
Endenergiebedarf Strom	148 GWh	162 GWh	198 GWh	286 GWh
Endenergiebedarf Wärme	127 GWh	136 GWh	159 GWh	216 GWh
PE Strom	267 GWh	292 GWh	356 GWh	516 GWh
PE Wärme	41 GWh	44 GWh	52 GWh	70 GWh
PE Gesamt	308 GWh	337 GWh	408 GWh	586 GWh

Tabelle 6 Energiebedarfsentwicklung "Mittlerer Zubau"

Mittlerer Zubau	2016	2020	2030	Max (2046)
Bruttogrundfläche	1300716 m²	1518048 m²	2030269 m²	2944421 m²
Endenergiebedarf Strom	148 GWh	167 GWh	213 GWh	286 GWh
Endenergiebedarf Wärme	127 GWh	139 GWh	169 GWh	216 GWh
PE Strom	267 GWh	300 GWh	383 GWh	516 GWh
PE Wärme	41 GWh	45 GWh	55 GWh	70 GWh
PE Gesamt	308 GWh	345 GWh	438 GWh	586 GWh

Tabelle 7 Energiebedarfsentwicklung "Maximaler Zubau"

Maximaler Zubau	2016	2020	Max (2030)
Bruttogrundfläche	1300716 m²	1467441 m²	2944421 m²
Endenergiebedarf Strom	148 GWh	188 GWh	286 GWh
Endenergiebedarf Wärme	127 GWh	153 GWh	216 GWh
PE Strom	267 GWh	338 GWh	516 GWh
PE Wärme	41 GWh	50 GWh	70 GWh
PE Gesamt	308 GWh	388 GWh	586 GWh

Beispielhaft für eine graphische Aufbereitung der Ergebnisse ist für das Szenario „Mittlerer Zubau“ die prognostizierte Energiebedarfsentwicklung in Energiebedarfsdichtekarten für Strom und Wärme dargestellt. Die Abbildungen 22 - 25 zeigt die Strombedarfsdichte und die Abbildung 26 - 29 die Wärmebedarfsdichte.

Die layouteten Karten befinden sich im Anhang 11.

Abbildung 22 Strombedarfsdichte 2016

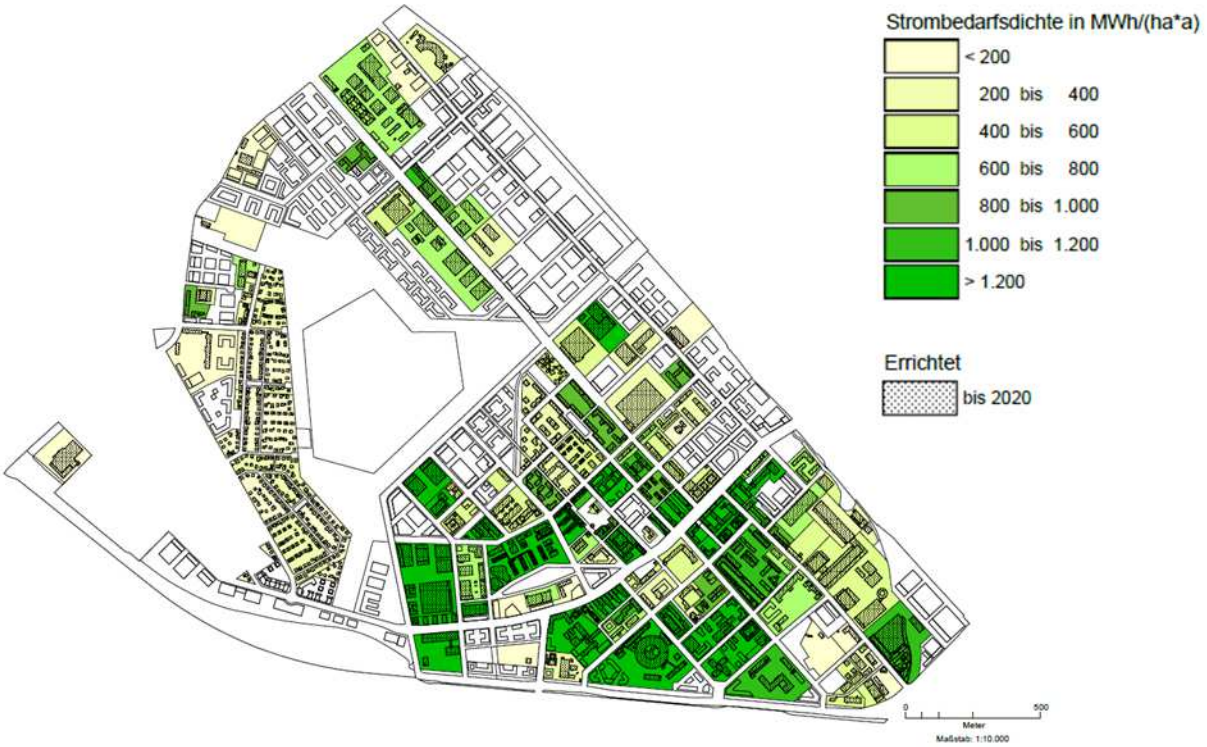

Abbildung 23 Strombedarfsdichte 2020

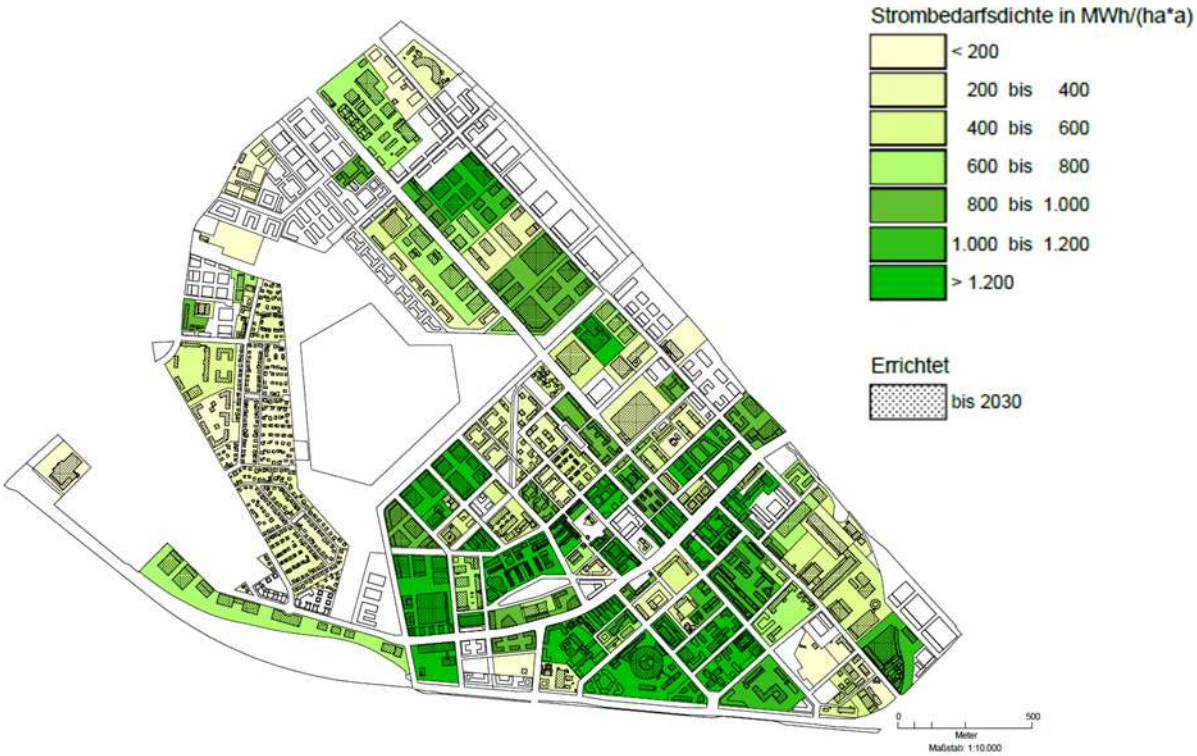

Abbildung 24 Strombedarfsdichte 2030

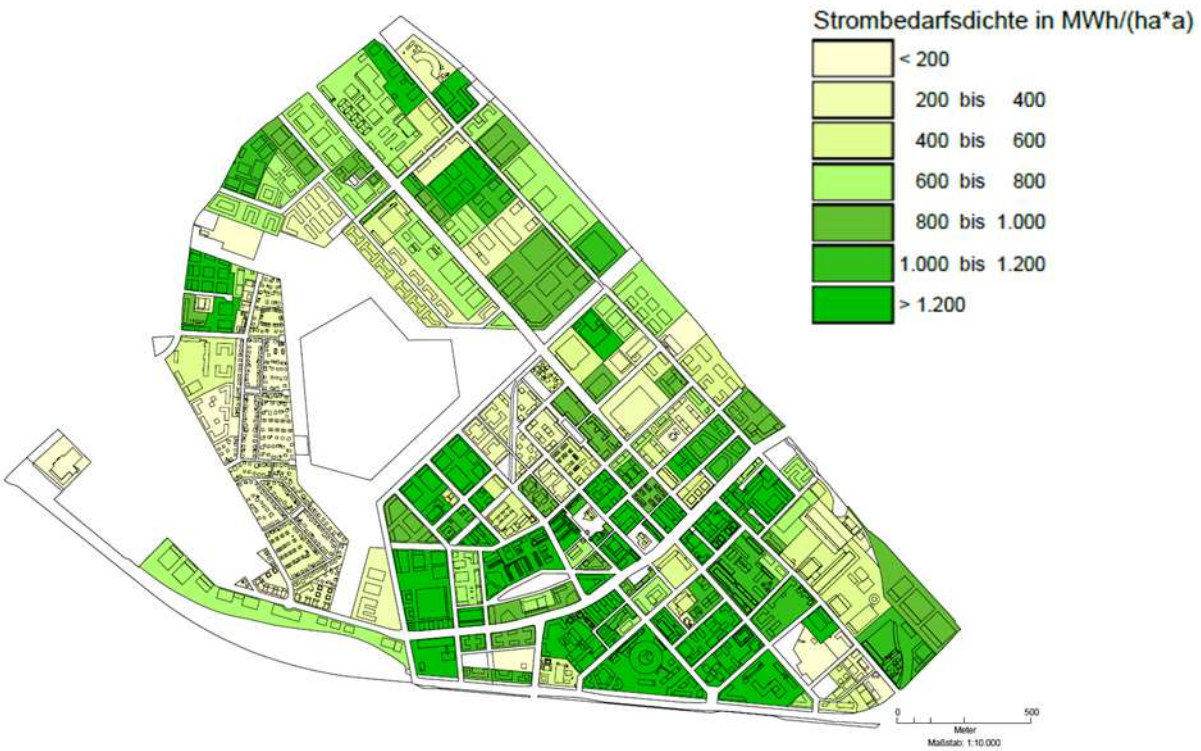

Abbildung 25 Strombedarfsdichte 2045

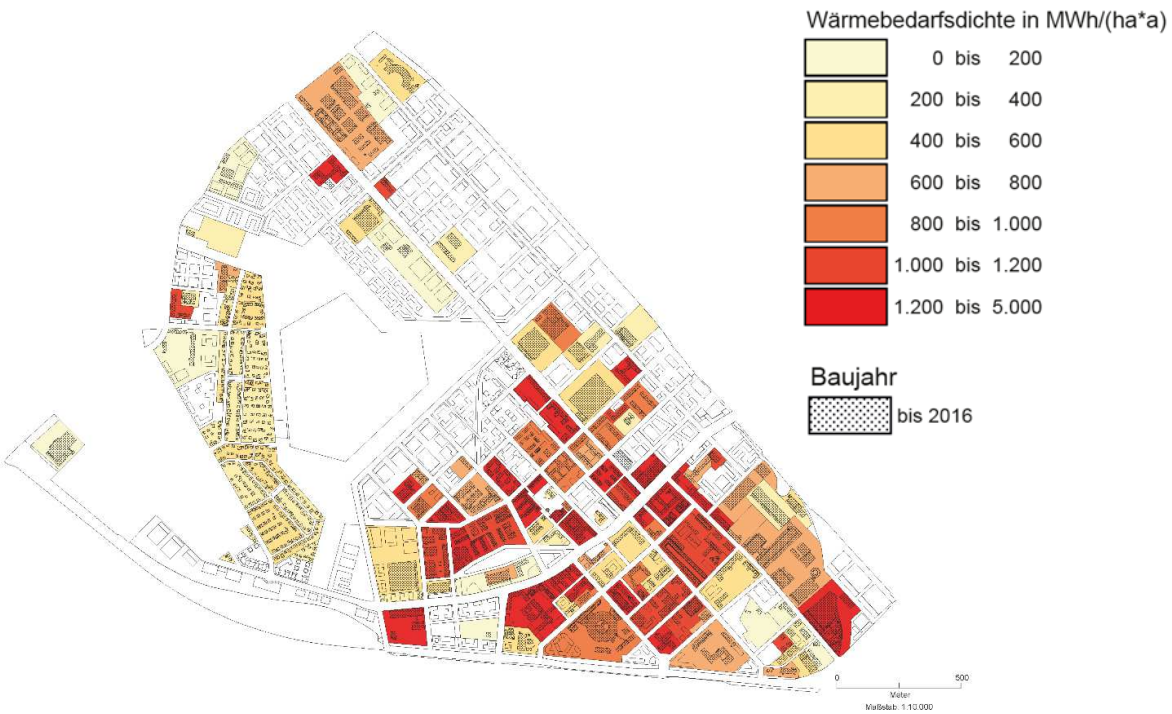

Abbildung 26 Wärmebedarfsdichte 2016

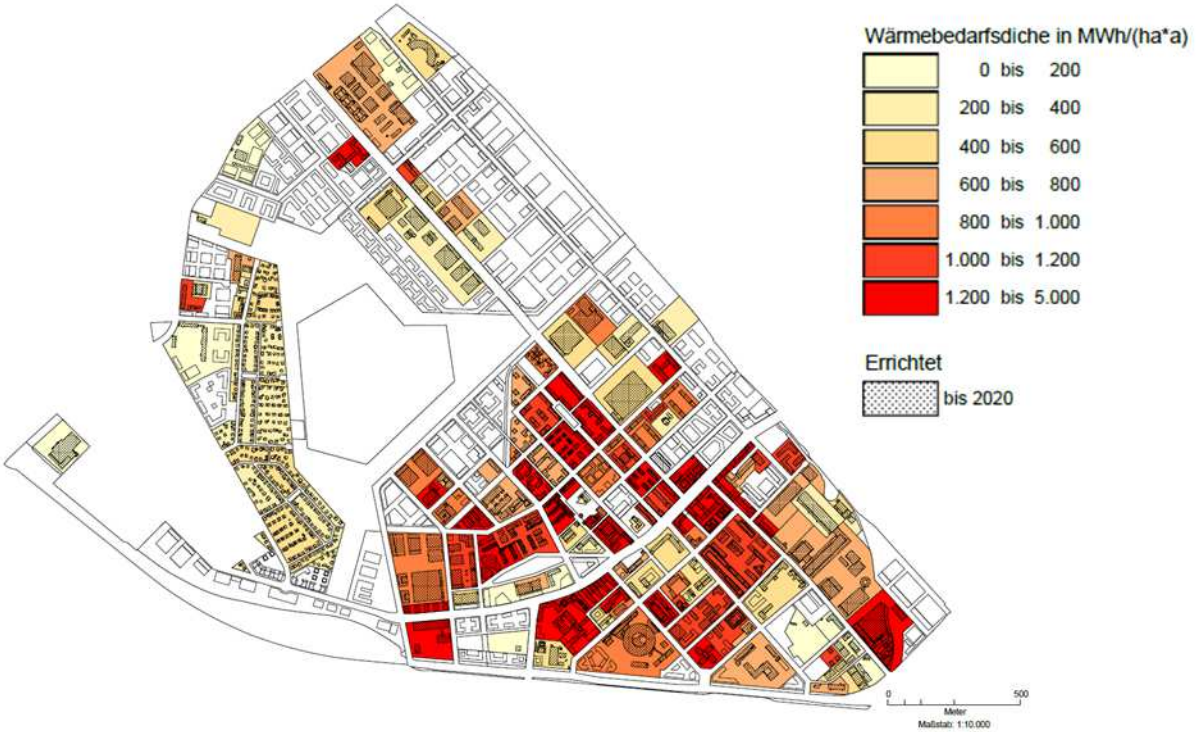

Abbildung 27 Wärmebedarfsdichte 2020

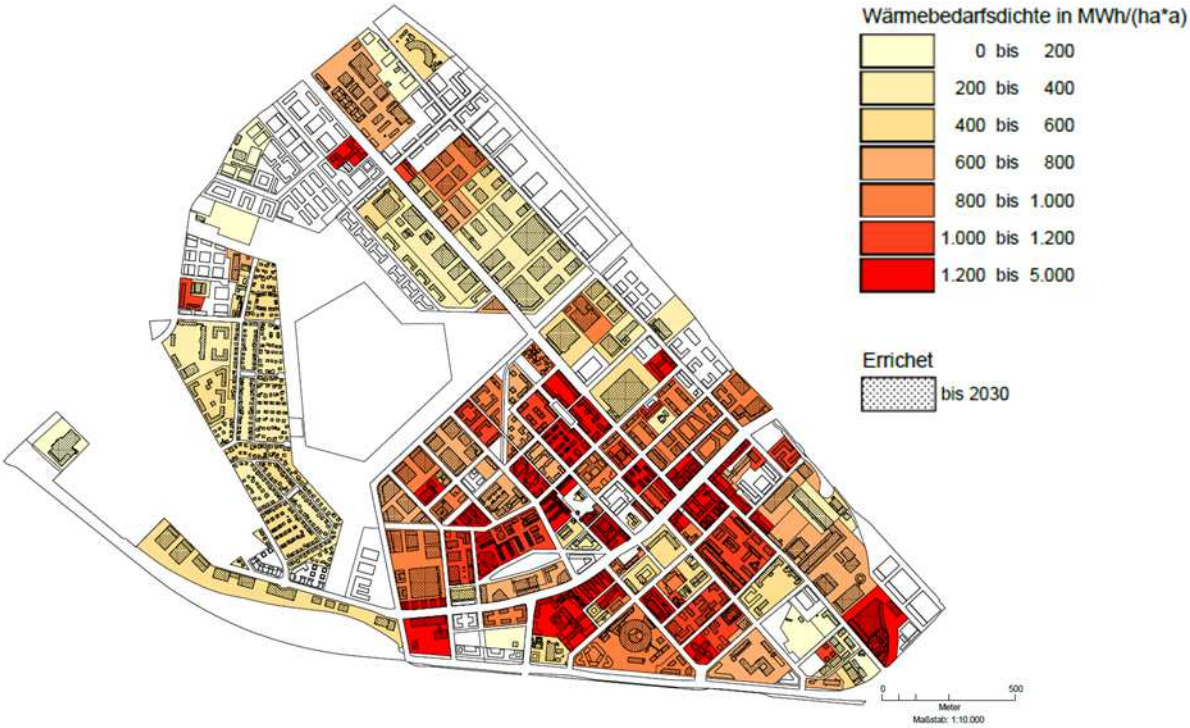

Abbildung 28 Wärmebedarfsdichte 2030

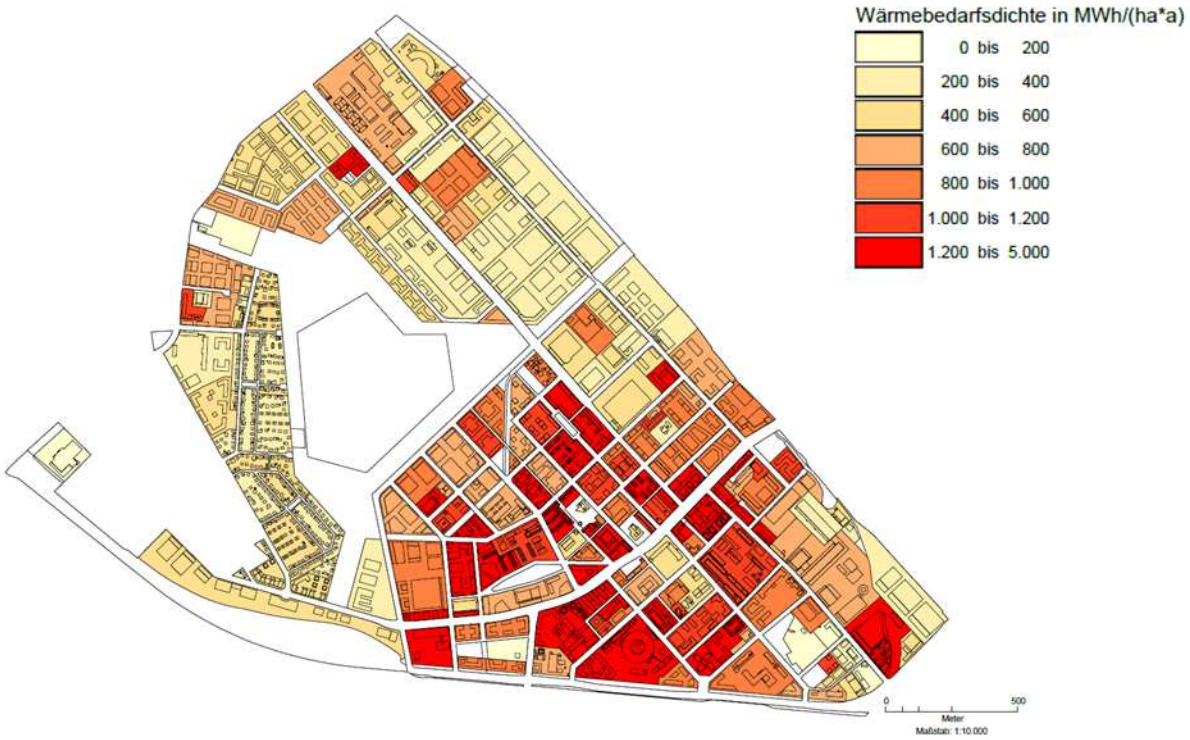

Abbildung 29 Wärmebedarfsdichte 2046

8 Potenzialermittlung

8.1 Effizienzsteigerung

8.1.1 Sanierungsrate

Für die Bestimmung der Sanierungsrate wird ein pauschaler Ansatz gewählt. Nach eigenen Berechnungen auf Grundlage des BBSR-Berichtes „Struktur der Bestandsinvestitionen“[12] werden für den Sanierungszyklus 30 Jahre angesetzt bei einer Sanierungsrate mit 10% Vollsanierung und 90% Teilsanierung. Bei der Betrachtung des energetischen Sanierungspotenzials bis 2030 werden die Gebäude ab Baujahr 1986 betrachtet. Bei einer Analyse der in diesem Zeitraum fertiggestellten Gebäude ergibt sich, dass diese Gebäude unter die Energiestandards 2. und 3. WSchV fallen (ein Gebäude mit BGF = 5246 m² wurde im Jahr 1996 saniert).

Eine detaillierte Übersicht bietet die Tabelle 8. Eine Sanierung der Gebäude bis 2030 entspräche einer Sanierungsrate von 1,9% pro Jahr. Wobei etwa 0,2% der Bestandsfläche pro Jahr eine Vollsanierung und 1,7% eine Teilsanierung erfahren würden. Die Summe von 1,9% pro Jahr liegt damit mehr als doppelt so hoch wie die augenblickliche durchschnittliche Sanierungsrate von unter 1%, würde jedoch die angestrebte Sanierungsrate von mindestens 2% noch verfehlen (Vergleich BMWi – Energiekonzept)[13].´

Tabelle 8 BGF und Energiestandard bestehender Gebäude der Baujahre 1987-2000

Energiestandard / Baujahr	Bruttogrundfläche
Gesamt	**310815 m²**
∑2.WSchV 1982/84	79767 m²
1987	2212 m²
1988	5751 m²
1996	71804 m²
∑3.WSchV 1995	225793 m²
1997	95150 m²
1998	72401 m²
1999	26019 m²
2000	32223 m²
∑S 3.WSchV 1995	5246 m²
1989	5246 m²

[12] BBSR-Berichte Kompakt 12/2011: „Struktur der Bestandsinvestitionen“ - Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011

[13] „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ - Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, September 2010

8.1.2 Sanierung der Bestandsgebäude mit der Nutzungsart „BVD“

Durch eine Analyse werden die Gebäude im Projektgebiet identifiziert, die zwischen 2017 und 2030 älter als 30 Jahre sind / werden bzw. bei denen in diesem Zeitraum eine Sanierung länger als 30 Jahre zurückliegt. Dies entspricht einem Energiestandard schlechter oder gleich der 3. Wärmeschutzverordnung 1995. Die Tabelle 9 zeigt die Nettogrundflächenanteile der Hauptnutzungen. Die größten Anteile haben die Nutzungen „Forschung/Lehre“, „BVD“ und „Produzierendes Gewerbe“.

Durch eine Analyse werden die Gebäude im Projektgebiet identifiziert, die zwischen 2017 und 2030 älter als 30 Jahre sind / werden bzw. bei denen in diesem Zeitraum eine Sanierung länger als 30 Jahre zurückliegt. Dies entspricht einen Energiestandard schlechter oder gleich der 3. Wärmeschutzverordnung 1995. Die Tabelle 9 zeigt die Nettogrundflächenanteile der Hauptnutzungen. Die größten Anteile haben die Nutzungen „Forschung/Lehre“, „BVD“ und „Produzierendes Gewerbe“.

Tabelle 9 NGF-Anteile der Hauptnutzungen in Gebäuden älter als 30 Jahre

Hauptnutzung	Nettogrundfläche	Wärmeverbrauch	NGF %	Wärmeverbrauch %
Gesamt	572053 m²	60215285 kWh/a	100%	100%
BVD	**120344 m²**	**13017208 kWh/a**	**21%**	**22%**
Forschung/Lehre	**304142 m²**	**33101620 kWh/a**	**53%**	**55%**
Handel	2825 m²	350275 kWh/a	0%	1%
Hotel	2482 m²	270618 kWh/a	0%	0%
Lager	31547 m²	2427316 kWh/a	6%	4%
Produzierendes Gewerbe	**103418 m²**	**10260418 kWh/a**	**18%**	**17%**
Sporthalle	3971 m²	250654 kWh/a	1%	0%
Wohnen	706 m²	115217 kWh/a	0%	0%
Wohnheim	2618 m²	421960 kWh/a	0%	1%

Unter den Bestandsgebäuden wird die Nutzung „BVD“ mit ihrem Einsparpotenzial durch Sanierungsmaßnahmen untersucht. Diese Nutzung wurde gewählt, weil bei Büro-, Verwaltungs- und Dienstleitungsgebäuden im Vergleich zu anderen Nutzungen ein sehr geringer Anteil an Prozessenergien benötigt wird, es sich damit sehr gut mit den Modellen des eingesetzten Rechentools E-CAD arbeiten lässt und die Nutzung zudem einen großen Flächenanteil besitzt.

Bei einer Bruttogrundfläche der bereits bestehenden Gebäude von 666.459 m² entspricht das einem Anteil von 21%. Etwa 22% des Wärmeverbrauchs fallen auf diese Gebäudegruppe ab. Die Tabelle 10 zeigt, wie sich die Flächen und der Wärmeverbrauch der beschriebenen Gebäudegruppe auf die Energiestandards verteilt.

Tabelle 10 Flächenanteile - Energiestandard - Gebäude der Nutzung "BVD" bis Bj. 2000

Energiestandard	BGF	NGF
Gesamt	**141581 m²**	**120344 m²**
2.WSchV 1982/84	29959 m²	25465 m²
3.WSchV 1995	13047 m²	11090 m²
S 2.WSchV 1982/84	1322 m²	1124 m²
S 3.WSchV 1995	4224 m²	3590 m²
Unbekannt	93029 m²	79075 m²

Von etwa 65% der Fläche dieser Gruppe ist der Energiestandard unbekannt. Man weiß nur, dass die entsprechenden Gebäude vor 1996 errichtet wurden. Diese Gebäude werden für die Berechnung auf die in Frage kommenden Energiestandards verteilt. Dies erfolgt auf Basis eines Abgleiches mit den Werten aus der GIS-Datenbank.

Die Berechnung wird mit dem Softwaretool „ECA-D“ durchgeführt. Als Berechnungsgrundlage wird der IST-Zustand abgebildet und darauf basierend zwei Sanierungs-Varianten betrachtet:

Variante 1: **„Moderate Sanierung“**

- 10% Vollsanierung
- 90% Teilsanierung

Variante 2: **„100% Vollsanierung“**

Dabei sind die Sanierungsstufen wie folgt definiert:

Vollsanierung: Außenwände, Fenster, Dach und Kellerdecke werden energetisch saniert

Teilsanierung: Fenster und Dach werden energetisch saniert

In einem ersten Schritt erfolgt die Verteilung der Flächen auf die entsprechenden Energiestandards und die Parametrierung der Gebäudemodelle in der Software. Der Abgleich mit der Datenbank hat zum Ergebnis, dass die unbekannten Flächen zu 2/3 der 2.WSchV und zu 1/3 der 3.WSchV zuzuteilen sind. In Tabelle 11 ist die Flächenzuteilung in den Gebäudemodellen und deren Parametrisierung zu sehen. Mit diesen Werten lässt sich der IST-Zustand für den Wärmebedarf sehr gut darstellen. Die Werte weichen in etwa um 2% von den aus der GIS-Datenbank ermittelten Werten ab.

Tabelle 11 Parametrisierung und Flächenaufteilung ECA-D

	Variante		Parameter			
Parameter		Lt. GIS-Datenbank	2.WSchV	3.WschV	Teilsaniert	Vollsaniert
		ECA-D - Einstufung	„1984-1994“	„1995-2012“	„Nutzerdefiniert“	„Passivhaus“
		Ausstattung	Standard	Standard	Standard	Energieeff. A
		Beleuchtung	LSR mit VVG	LSR mit VVG	LSR mit EVG	LED
Flächen	IST-Zustand		79305 m²	41039 m²	-	-
	Variante 1	Teilsanierung	-	-	108309 m²	12034 m²
	Variante 2	Vollsanierung	-	-	-	120344 m²

In Tabelle 12 sind die U-Werte dargestellt, die der Berechnung zugrunde gelegt sind.

Tabelle 12 U-Werte Sanierungsstufen

	U-Wert (W/m²K)			
	2.WSchV	3.WSchV	„Vollsanierung“	„Teilsanierung“
Außenwand	0,85	0,35	0,11	0,35
Fenster	1,9	1,3	0,8	0,8
Dach	0,3	0,3	0,07	0,07
Kellerdecke	0,4	0,4	0,12	0,4

Die Untersuchung führt zu dem Ergebnis, dass sich in der untersuchten Gebäudegruppe bei einer Teilsanierung bis zum Jahr 2030 der Strombedarf um 6% und der Wärmebedarf um 37% senken lassen. Bei einer Vollsanierung der genannten Gebäudegruppe ist eine Senkung des Strombedarfs um 18% und des Wärmebedarfs um 51% zu erwarten (Vergleiche Tabelle 13).

Tabelle 13 Ergebnisse Variantenvergleich - Endenergie

Endenergie	IST-Zustand	Variante 1	Variante 2
Strombedarf	4681 MWh	4400 MWh	3856 MWh
Wärmebedarf	13243 MWh	8334 MWh	6453 MWh
Einsparung Strom (absolut)	-	-281 MWh	-825 MWh
Einsparung Wärme (absolut)	-	-4909 MWh	-6790 MWh
Einsparung Strom	-	-6%	-18%
Einsparung Wärme	-	-37%	-51%

8.1.3 Einsatz von BHKWs

Die Fa. BBP hat im Rahmen der Infrastrukturvorplanung den Einsatz von BHKWs aus wirtschaftlicher Sicht untersucht. Es wurde ein Vergleich zwischen einer Wärmeversorgung über das Fernwärmenetz, und einer dezentralen Versorgung auf Erdgasbasis mittels BHKWs durchgeführt. Bei der Vergleichsberechnung wurde auf zwei Gebäudenutzungen (Wohnen und Gewerbe) und fünf Gebäudegrößen eingegangen. Für diese Fälle wurden folgende Konstellationen untersucht:

Einspeisung:	Stromnutzung bei einem möglichen BHKW-Einsatz, der erzeugte Strom wird zu den Konditionen des KWKG in das öffentliche Stromnetz eingespeist.
Eigenverbrauch:	Stromnutzung bei einem möglichen BHKW-Einsatz, ein großer Teil des erzeugten Stroms wird im Objekt durch den Erzeuger selbst genutzt
Kälte:	Kältebedarf im Sommer führt durch den Einsatz von Absorbtionskälteanlagen zu einer höheren Auslastung einer möglichen BHKW-Anlage, bei einer Fernwärmeversorgung werden entsprechend Kompressionskälteanlagen eingesetzt.

Die Berechnungen führten zu dem Ergebnis, dass die Wirtschaftlichkeit einer Fernwärmeversorgung oder der Betrieb einer BHKWs weder von der Gebäudenutzung noch von der Gebäudegröße abhängen, sondern ausschließlich davon, ob der von BHKW erzeugte Strom zu großen Teilen selber genutzt werden kann oder in das Stromnetz eingespeist werden soll. Wenn ein hoher Eigenverbrauch realisiert werden kann, kann der BHKW-Einsatz wirtschaftlich dargestellt werden. Bei einer Einspeisung des Stromes ist in allen Varianten der Fernwärmeanschluss wirtschaftlicher. Im Anhang befindet sich die Ergebnismatrix der Untersuchungen.

Die TU Berlin hat im Rahmen des Forschungsprojektes „HighTech – LowEx – Modul M 09“ das Potenzial zur Senkung des Primärenergieverbrauches durch den Einsatz von erdgasbetriebenen BHKWs untersucht, mit dem Ergebnis, dass der Einsatz in dem Projektgebiet - aufgrund des sehr niedrigen $f_{P;FW}$ von damals 0,16 – nicht nur kein Potenzial zur PE-Einsparung hat, sondern im Gegenteil sogar zu einem steigenden Primärenergiebedarf führen würde. Dies würde sich erst bei einer signifikanten Steigerung eines Primärenergiefaktors $f_{P,FW}$ auf über 0,5 ändern.[14]

[14] MegaWATT GmbH, TUB-Bericht – Modularbeiten-Schlussbericht (High Tech - Low Ex: Energieeffizienz Adlershof 2020), Berlin, 2013

Mit dem aktuellen (2016) $f_{P;FW'}$ von 0,24 ist dieser Wert noch nicht erreicht und somit wird der Einsatz von BHKWs auf Erdgasbasis nicht weiter untersucht.

8.2 Einsatz von Erneuerbaren Energien

In dem Forschungsprojekt HighTech-LowEx wurden die Potenziale des Einsatzes von Erneuerbaren Energien sehr detailliert untersucht. Die Untersuchung hatte zum Ergebnis, dass aufgrund des sehr guten Primärenergiefaktors der Fernwärmeversorgung die Primärenergieeinsparungen in der Wärmeversorgung nur gering sein können. Daher ist das Augenmerk im aktuellen Projekt auf die Potenziale der photovoltaische Stromerzeugung gerichtet und Hauptuntersuchungsgegenstand.

8.2.1 Potenzial der photovoltaischen Energieerzeugung

Die Erhebungen im Rahmen des Projektes ergaben, dass derzeit im Projektgebiet etwa 2,6 MW_{peak} Photovoltaik Leistung installiert sind. (Siehe Kapitel 6.6)

Zur Klärung des Potentials zur Stromerzeugung mittels Photovoltaik werden auf Grundlage des REP die zur Verfügung stehenden Flächen ($A_{geeignet}$) ermittelt und damit die maximale installierbare Leistung bestimmt. Dafür wird die Dachfläche (A_{Dach}) mit einem Flächeneignungsfaktor (FEF) multipliziert. Der FEF drückt aus, wieviel von der Dachfläche für die Installation von PV-Generatoren geeignet ist. Er berücksichtigt die Einschränkungen sowohl durch Dachaufbauten, Antennen, Schornsteine, Lüftungsanlagen usw. als auch die erforderlichen Randabstände des PV-Generators zur Gebäudekante. Hierbei werden Vorschlags- und Bestandsgebäude getrennt betrachtet.

$$A_{Geeignet} = A_{Dach} \cdot FEF$$

Die geeignete Dachfläche wird mit Flächennutzungsgrad (f) und der flächenspezifischen Leistung des PV-Generators multipliziert. Der Flächennutzungsgrad drückt das Verhältnis von Moduloberfläche zu verbrauchter Dachfläche aus. Bei dachparalleler Montage ist f=1. Für eine aufgeständerte Anlage auf einem Flachdach ist f abhängig vom Neigungswinkel der Module und dem Modulreihenabstand.

$$P_{PV} = A_{Geeignet} \cdot f \cdot P_{spez}$$

Bei der Analyse der Fassadenflächen werden nur die Gebäude aus der Kategorie „Vorschlag“ betrachtet, d.h. Bestandsgebäude werden nicht untersucht. Es sind alle Fassadenflächen mit einer Ausrichtung von -45° bis +45° berücksichtigt (Süd=0°, West=90°, Ost =-90°; Nord=180°). Es wird eine fassadenparallele Montage (Neigungswinkel 90°) angenommen.

Auf Grundlage des REP ergeben sich die Fassadenlängen der geeigneten Fassadenflächen. Für die Ermittlung der Fassadenhöhe wird die Geschosszahl mit der Geschosshöhe multipliziert. Die Geschosshöhe ist für Gewerbegebäude mit 5m, für alle anderen mit 3m veranschlagt. Die aus der Fassadehöhe und Fassadenbreite resultierende Fassadenfläche wird pauschal mit einem FEF = 0,5 multipliziert. Dadurch werden Verglasung, Türen und Anbauten als flächenmindernde Faktoren berücksichtigt. Eine zusätzlich durchgeführte Verschattungsanalyse schließt alle Fassadenflächen aus, die einen Mindestabstand zu einen potenziellen Verschattungsobjekt (z.B. Nachbargebäude) unterschreiten. Damit wird ausgeschlossen, dass die Verschattungsverluste zu groß werden.

Da das Wohngenbiet „Wohnen Am Landschaftspark“ überwiegend aus Einfamilienhäusern besteht, wird das Potenzial hier über eine andere Methode bestimmt. Es wird eine Musteranlage definiert, deren Leistung mit der Anzahl der Dächer, auf denen sich keine Bestandsanlage befindet, multipliziert wird. Die Leistung der Bestandsanlage wird auf 4,6kW$_{peak}$ festgesetzt. Dies entspricht der Durchschnittsleistung der Bestandsanlagen im Gebiet und ist auch aus technischer Sicht ein sinnvoller Wert, da eine Anlage dieser Größenordnung gerade noch 1-Phasig an einem Niederspannungsnetz betrieben werden darf.[15]

Die Berechnung des prognostizierten Ertrags (E_{Real}) ist wie folgt geschehen. Der ideale Ertrag (E_{Ideal}) ergibt sich aus der installierten Leistung (P_{PV}) und der solaren Bestrahlung auf die Modulebene ($H_{G,gen}$), und der STC Einstrahlungsleistung (1000 W/m²) wie folgt:

$$E_{Ideal} = \frac{P_{PV} \cdot H_{G,gen}}{1000 \frac{W}{m^2}}$$

Der Zusammenhang zwischen realem und idealem Energieertrag lässt sich mit Hilfe der Performance Ratio (PR) beschreiben. Dieser Faktor fasst alle Effekte für Leistungsverluste im Realbetrieb zusammen, wie z.B. Verluste durch Verschmutzung, Leitungsverluste, Wirkungsgradabnahme durch Modulerwärmung oder Teillastbetrieb (Quaschning, 2015).[16]

$$E_{Real} = E_{Ideal} \cdot PR$$

[15] VDE Anwendungsregel: VDE-AR-N 4105

[16] QUASCHNING, Volker: Regenerative Energiesysteme. Carl Hanser Verlag, München, 2015

Der Ertragsberechnung sind folgende Parameter zugrunde gelegt:

Tabelle 14 Parameter für die Ertragsberechnung

	Formelzeichen	Einheit	Wert	
Leistung Referenzmodul	P	W	265	
Flächeneignungsfaktor	FEF	-	Bestand: 0,7	Vorschlag: 0,85
Flächenspezifische Leistung	P_{spez}	kW/m²	0,163[17]	
Modulneigung / -ausrichtung	- / -	° / -	30 / Süden	
Flächennutzungsgrad	f	-	0,333	
Solare Bestrahlung; Horizontal	$H_{G,hor}$	kWh/(m²*a)	1024[18]	
Solare Bestrahlung; Generator	$H_{G,gen}$	kWh/(m²*a)	Dach: 1152	Fassade: 760
Performance Ratio	PR	-	0,8	

Abbildung 30 zeigt das Ergebnis der Analyse. Die grünen Balken stehen für die potenziell installierbare Leistung und die orange-farbenen für den daraus resultierenden prognostizierten Jahresertrag. Zusammen mit den Bestandsanlagen ergibt sich bei einer installierten Leistung von 40,7 MW_{peak} ein Gesamtpotenzial von 37,479 GWh/a Jahresertrag. Bei einem Primärenergiefaktor für den Verdrängungsstrommix von $f_{P;Strom}$ 2,8 entspricht das einem Gesamtpotenzial an vermiedener Primärenergie von ca. 105 GWh/a.

Da viele Faktoren nicht einzuschätzen und nicht verifizierbar sind, wird die Betrachtung der Fassadenflächen als qualitative Betrachtung gesehen und fließt nicht in das Ergebnis der Potenzialanalyse mit ein.

[17] Basierend auf einen Referenzmodul: Trina Solar-PC05A (Datenblatt im Anhang 13)

[18] Ermittelt mit Meteonorm V 6.1.0.20 (Siehe Anhang 14)

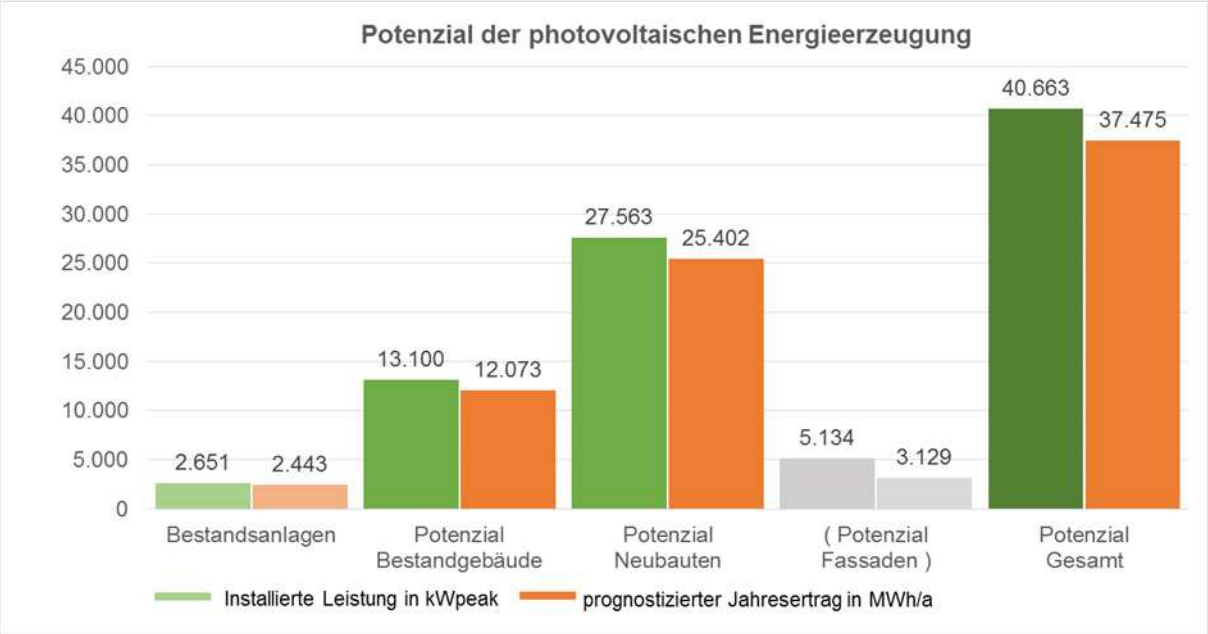

Abbildung 30 Potenzial der photovoltaischen Energieerzeugung

In einem weiteren Schritt wird überprüft, wieviel von dem erzeugten Strom im Projektgebiet direkt verbraucht werden kann. Denn nur so kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie hoch die Primärenergieeinsparung tatsächlich ist. Hierfür wird zuerst das Lastprofil des Strombedarfs für das Projektgebiet bestimmt.

Hierfür werden der prognostizierte Strombedarf auf das Standardlastprofil „G0“ vom BEDW[19] und der prognostizierte Stromertrag auf ein PV-Einspeiseprofil normiert, und miteinander verglichen. In Abbildung 31 sind die gemittelten Profile zu sehen. Das bedeutet, das rein bilanziell der gesamte Jahresertrag des photovoltaisch erzeugten Stromes in dem Projektgebiet verbraucht wird. Zur Überprüfung, ob das immer so ist, werden die zwei Extremfälle genauer betrachtet. Der Strombedarf ist an einem Werktag deutlich höher als an einem Sonn-/Feiertag. Bei der PV-Einspeisung wird zwischen dem Sommer- und dem Winterfall unterschieden. Daraus ergeben sich die beiden Extremfälle:

Sommer / Sonntag: in diesem Fall ist mit einer sehr hohen PV-Einspeisung und einem geringen Strombedarf zu rechnen. (Abbildung 32)

Winter / Werktag: in diesem Fall ist mit einer sehr geringen PV-Einspeisung und einem hohem Strombedarf zu rechen (Abbildung 33)

[19]BDEW, Standardlastprofil Strom, Online: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Standartlastprofile (Abgerufen 21.01.2017)

Um zu überprüfen, ob der gesamte erzeugte Strom im Projektgebiet verbraucht werden kann, wird der „Sommer / Sonntag“-Fall überprüft mit dem Ergebnis, dass man davon ausgehen darf, dass der gesamte erzeugte Strom verbraucht werden kann.

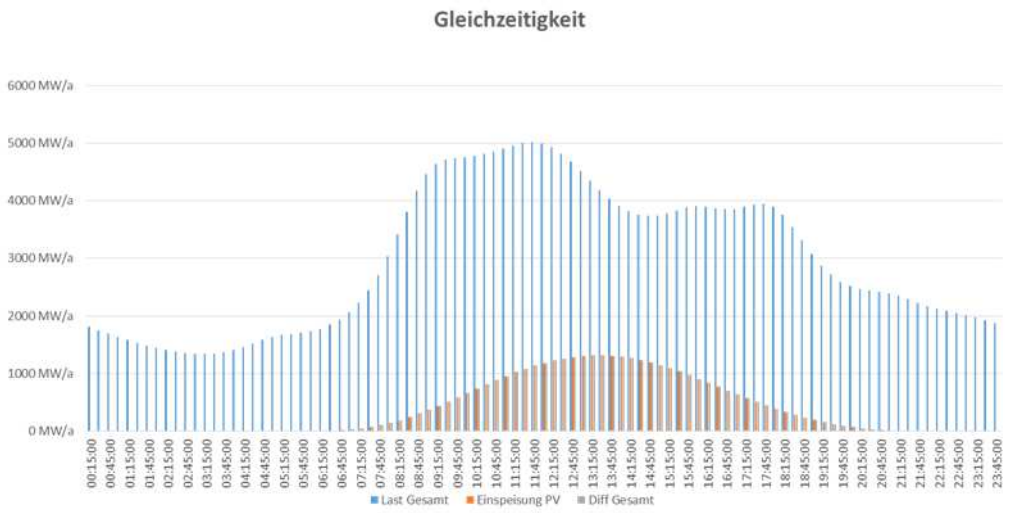

Abbildung 31 Last- und PV-Einspeiseprofil vom Projektgebiet – gemittelt

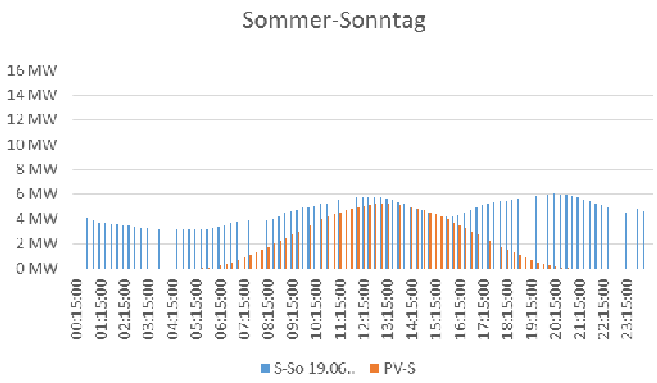

Abbildung 32 Last- und PV- Einspeiseprofil – Sommer / Sonntag

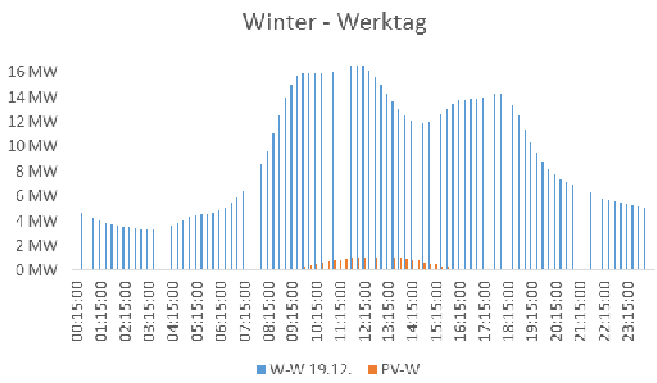

Abbildung 33 Last- und PV-Einspeiseprofil - Winter / Werktag

8.2.2 Potenzial für Windenergie durch Nutzung von Kleinwindanlagen

Der Einsatz von Kleinwindenergieanlagen im Projektgebiet wurde von der TU Berlin im Rahmen des Projektes HighTech-LowEx untersucht und die Ergebnisse von der Fa. Megawatt bewertet:

Es wurde der Einsatz von sogenannte Mikrowindanlagen (Leistung <5 kW) untersucht. Die TU Berlin ermittelte in der Höhe in der typischerweise diese Anlagen betrieben werden, eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3 m/s. Laut Megawatt könne bei diesen Windverhältnissen bestenfalls jährlich 625 MWh elektrische Energie erzeugt werden.

Dieser geringe Ertrag führte zu sehr hohen Stromgestehungskosten, daher könne nicht von einen nennenswerten wirtschaftlichen Potenzial für das Projektgebiet ausgegangen werden, so Megawatt.[20]

8.2.3 Potenzial der solarthermischen Energieerzeugung

Die Installation von solarthermischen Anlagen für das Projektgebiet wurde nicht für Sinnvoll erachtet. Hierfür werden drei Gründe genannt:

- Sehr geringes Potenzial zur Primärenergieeinsparung, da die bereitgestellte Fernwärme einen sehr niedrigen Primärenergiefaktor besitzt (2012: $f_{P,FW} = 0{,}16$; aktuell: $f_{P,FW} = 0{,}24$)
- Aufgrund des geringen Trinkwarmwasserbedarfs der in dem im Projektgebiet vorherrschenden Gebäudenutzungen (Forschung, Dienstleistung) kann es zur Folge haben, dass die solarthermische Wärme im Sommer nicht abgenommen werden kann. Denn auch eine Integration in das bestehende Wärmenetz ist aufgrund der Vorlauftemperaturen zwischen 90°C bis 110°C technisch aufwendig, da diese hohen Temperaturen nur mit sehr teuren solarthermischen Kollektoren erreichbar sind.
- Solarthermie steht in direkter Flächenkonkurrenz zur Photovoltaik. Und da die Photovoltaik ein deutlich größeres Potenzial zur Primärenergieeinsparung hat, ist sie der Solarthermie vorzuziehen.

8.3 Primärenergieeinsparung

Übergeordnetes Projektziel ist die Primärenergieeinsparung um 30 Prozent bis 2030 gegenüber 2009. Mit Hilfe des im Rahmen des Projektes entwickelten Instrumentes zur Energieleitplanung können Strategien verfolgt werden, dieses Ziel zu erreichen.

[20] MegaWATT GmbH, TUB-Bericht – Modularbeiten-Schlussbericht (High Tech - Low Ex: Energieffizienz Adlershof 2020), Berlin, 2013

Drei Ansatzpunkte zeichnen sich ab: der Ausbau der PV-Anlagen, der energetische Gebäudestandard im Neubau und die Einsparung durch Sanierungsmaßnahmen.

8.3.1 Einsatz von Photovoltaik

Die Ergebnisse aus Kapitel 8.2.1, das Potenzial der photovoltaisch erzeugten Energie, wird als Möglichkeit betrachtet, den Primärenergiebedarf zu senken. Wie sich die ermittelte Einsparquote von 18 % auf die Zubaurate der installierten PV-Leistung verteilt, zeigt Tabelle 15.

Im optimistischen Fall - bei Nutzung des gesamten ermittelten PV-Potenzials - können etwa 14% des Strom-Endenergiebedarfs durch PV-Strom erzeugt und direkt verbraucht werden. Das entspricht für das Projektgebiet, bei einem prognostizierten Gesamtprimärenergiebedarf (Strom und Wärme) von 586 GWh/a einer Primärenergieeinsparung von ca. 18%.

Tabelle 15 Primärenergieverdrängung durch Photovoltaik

	2016	2020	2030	Max (2046)
Grundfläche	522360 m²	597787 m²	786354 m²	1088061 m²
Installierte Leistung	2651,25 kWp	8026,64 kWp	21465,13 kWp	42966,70 kWp
Prognostizierter Ertrag	2 GWh	7 GWh	20 GWh	40 GWh
PE Verdrängung	7 GWh	21 GWh	55 GWh	111 GWh

8.3.2 Niedrigstenergie-Gebäudestandard für Neubauten ab 2021

Die EU-Effizienzrichtlinie 2010 fordert von den EU-Mitgliedstaaten jeweils eine nationale Definition eines Niedrigstenergie-Gebäudestandards. Die Mitgliedsstaaten sollen gewährleisten, dass dieser Standard ab dem 31.Dezember 2018 für alle Gebäude, die von Behörden als Eigentümer benutzt werden, eingeführt und dann bis zum 31. Dezember 2020 auf alle neuen Gebäude ausgeweitet werden soll.[21]

Durch das Energieeinsparungsgesetz (EnEG2013[22]) hat sich die Bundesregierung dazu verpflichtet, bis zum 1.Januar 2017 die rechtlichen Rahmenbedingungen dafür zu schaffen. Mit einer neuen Version der Energieeinsparverordnung sollen sie eingeführt werden.

[21] RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATE, vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden

[22] Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 36, Viertes Gesetz Änderung des Energieeinsparungsgesetzes, Bonn 2013

Da bisher noch kein Ergebnis zu diesem Sachverhalt bekannt gegeben wurde (Stand 2016), wird in dieser Arbeit mit einem Jahresheizwärmebedarf von 15 kWh/(m²*a) gerechnet.

An dieser Stelle wird untersucht, wie sich eine Durchsetzung des sogenannten „Niedrigstenergie-Gebäudestandard“, unter der zuvor getroffenen Annahme, ab dem Jahr 2021 auf den Gesamtwärmeenergiebedarf des fertig entwickelten Projektgebiets auswirkt.

In Tabelle 16 ist die Wärmeenergiebedarfsentwicklung für den betrachteten Fall dargestellt. Es zeigt sich, dass eine Endenergieeinsparung von 53 GWh und eine Primärenergieeinsparung von 17 GWh für das fertig entwickelte Gebiet zu erwarten sind. Dieses entspricht einer Primärenergieeinsparung für Wärmeenergie, bezogen auf den Gesamtwärmebedarf von ca. 24%. In den Abbildungen 34 und 35 ist die Auswirkung auf die Wärmeenergiebedarfsdichte dargestellt.

Das entspricht für das Projektgebiet, bei einem prognostizierten Gesamtprimärenergiebedarf (Strom und Wärme) von 586 GWh/a einer Primärenergieeinsparung von lediglich ca. 3%.

Die layouteten Karten befinden sich im Anhang 15.

Tabelle 16 Energiebedarfseinsparung – Niedrigstenergie-Gebäudestandard ab 2021

Mittlerer Zubau	2016	2020	2030	2046
Bruttogrundfläche	1300716 m²	1518048 m²	2030269 m²	2944421 m²
EEB Wärme	127 GWh	139 GWh	169 GWh	216 GWh
EEB Wärme NEG	127 GWh	139 GWh	148 GWh	163 GWh
EEB Einsparung	**0 GWh**	**0 GWh**	**-20 GWh**	**-53 GWh**
PEB Wärme	41 GWh	45 GWh	55 GWh	70 GWh
PEB Wärme NEG	41 GWh	45 GWh	48 GWh	53 GWh
PEB Einsparung	**0 GWh**	**0 GWh**	**-7 GWh**	**-17 GWh**

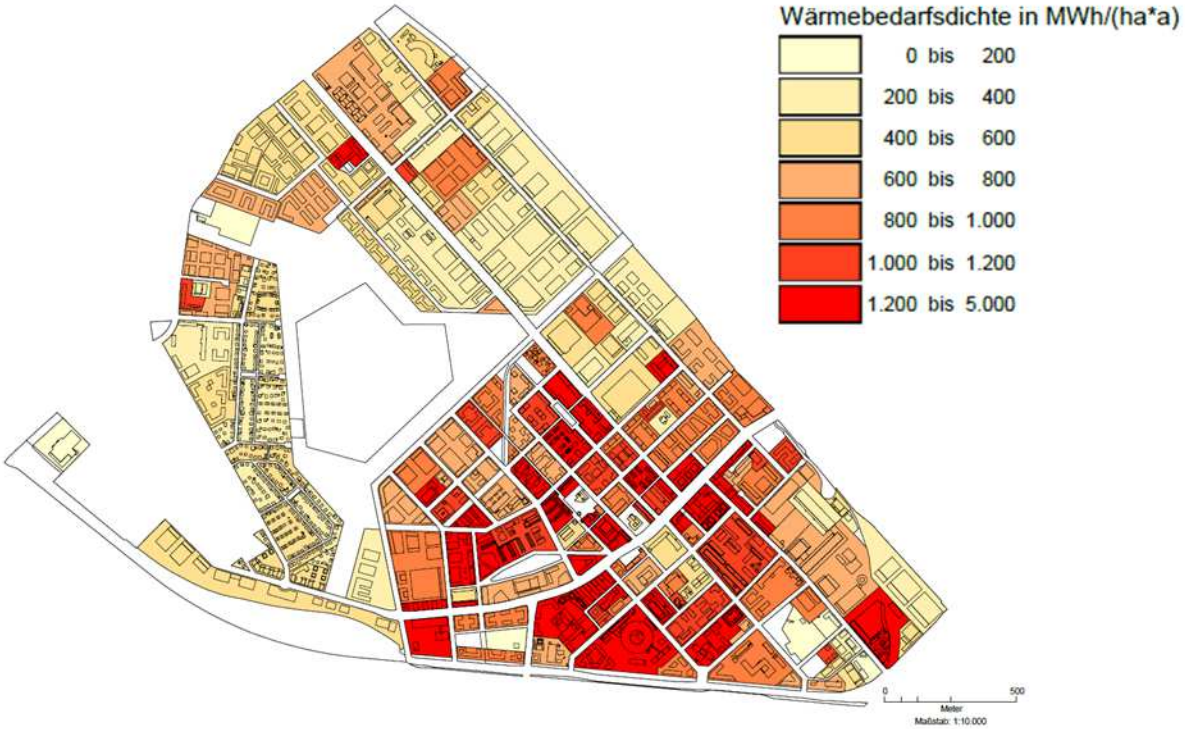

Abbildung 34 Wärmebedarfsdichte 2046

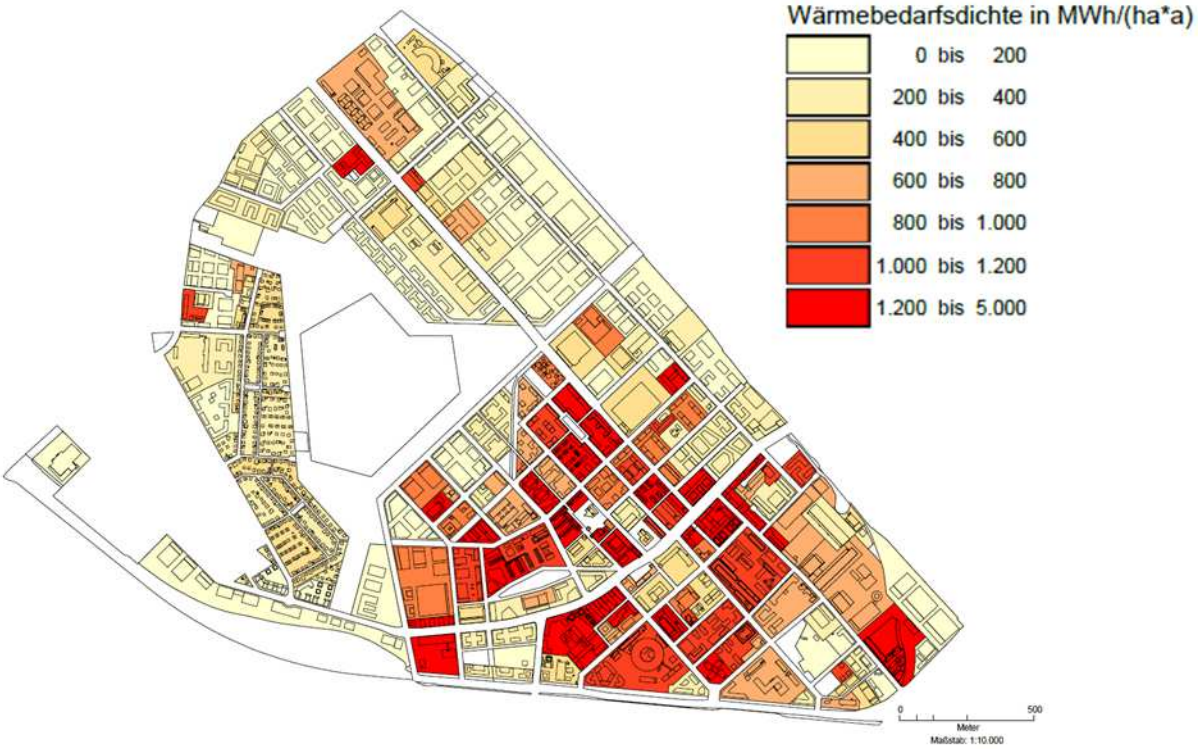

Abbildung 35 Wärmebedarfsdichte 2046 – Niedrigstenergie-Gebäudestandard der Neubauten ab 2021

8.3.3 Einsparung durch Sanierungsmaßnahmen

Wie die Berechnungen in Kapitel 8.1.2 zeigen, ist bei einer Sanierung bis 2030 der Gebäudegruppe mit der Nutzung BVD und einem Baujahr bis 2000 im optimistischen Falle der Vollsanierung eine Senkung des Wärmebedarfes bis zu 51% und des Strombedarfes bis zu 18% zu erzielen (Tabelle 17). Das entspricht bezogen auf den Gesamtprimärenergiebedarf des Projektgebietes von 438 GWh im Jahr 2030 (vgl. Kapitel 7.2) eine Primärenergieeinsparung (Wärme und Strom) von etwa 1%.

Tabelle 17 PEE durch Sanierung der Gebäude mit der Nutzung „BVD“, Baujahr bis 2000

Primärenergie	IST-Zustand	Variante 1	Variante 2
Strombedarf	8426 MWh	7920 MWh	6941 MWh
Wärmebedarf	3178 MWh	2000 MWh	1549 MWh
Einsparung Strom (absolut)	-	-506 MWh	-1485 MWh
Einsparung Wärme (absolut)	-	-1178 MWh	-1630 MWh
Einsparung Strom	-	-6%	-18%
Einsparung Wärme	-	-37%	-51%

Bei der Annahme, dass bei einer Sanierung der anderen Nutzungsarten ähnliche Einsparpotenziale zu erreichen sind, ergibt sich bezogen auf den Gesamtprimärenergiebedarf des Projektgebietes eine Primärenergieeinsparung (Strom und Wärme) von etwa 8%.

Die Tabelle 18 zeigt die Primärenergiebedarfseinsparpotenziale für Wärme und Strom durch eine Sanierung - bis 2030 - der Bestandsgebäude mit den Baujahren bis 2000.

Tabelle 18 PEE durch Sanierung der aller Gebäude, Baujahr bis 2000

Primärenergie	IST-Zustand	Variante 1	Variante 2
Strombedarf	151 GWh	142 GWh	123 GWh
Wärmebedarf	14 GWh	9 GWh	7 GWh
Einsparung Strom (absolut)	-	-9 GWh	-27 GWh
Einsparung Wärme (absolut)	-	-5 GWh	-7 GWh
Einsparung Strom	-	-6%	-18%
Einsparung Wärme	-	-37%	-51%

9 Erprobung des Softwaretools „Energy Concept Adviser for Districts“

9.1 Funktionsumfang ECA-D

Der ECA-D (auf deutsch: Energiekonzept-Berater für Quartiere / Gebiete) ist ursprünglich für Wohnquartiere mit ihrer typischen Infrastruktur entwickelt worden. Somit lassen sich die folgenden Gebäudetypen mit Hilfe der Software darstellen:

- Wohngebäude
- Schulen
- Kindergärten
- Sporthallen
- Supermärkte
- Bürogebäude
- Werkstätten und
- Hotels

Diesen Gebäudetypen sind feste Gebäudehüllenparameter und spezifische interne Verbräuche zugeordnet. Der Anwender hat die Möglichkeit, diverse Parameter zu verändern. Zunächst kann die Gebäudegrundfläche und der Stand der Dämmung eingegeben werden, anhand derer die Transmissionsverluste bestimmt werden. Des Weiteren sind für folgende Systeme verschiedene Varianten auswählbar:

- Heizung und Warmwassererzeugung
- Solare Wasserbereitung und Heizungsunterstützung
- Belüftung
- Klimatisierung
- Elektrische Verbraucher
- Photovoltaikanlage und
- Windkraftanlage

Abhängig von den gewählten Versorgungsvarianten wird auf dem Übersichtsplan die entsprechende Versorgungsstruktur angelegt. Für die externen Versorgungssysteme lassen sich wiederum Parameter, wie Art der Versorgung, Brennstoff und Primärenergiefaktor des Brennstoffes, variieren.

Im Rahmen des Projektes sollte das Tool im Hinblick auf seine Gebrauchsfähigkeit für Planungsaufgaben wie diese im Projekt getestet werden. Das Tool in seiner ersten Version wäre nicht geeignet gewesen, eine Energieleitplanung für das Projektgebiet darzustellen. Inzwischen wurde die Software durch ein Typ-X-Baustein erweitert, der die Gebäude für Nicht-Wohn-Nutzungen abbilden kann - mit der Einschränkung, dass sich in diesem Typ-X-Baustein keine gebäudespezifischen Werte eintragen lassen.

Die erforderlichen Energiekennwerte müssen, wenn keine Verbrauchskennwerte vorliegen, mit geeigneten Rechenprogrammen wie z.B. Dämmwerk ermittelt und in den Typ-X-Baustein einfügt werden.

9.2 Erfahrungen mit ECA-D

Bei der Eingabe der Verbrauchsdaten und Modifizierung der Versorgungsstruktur für das Entwicklungsgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof sind einige ungünstige Eigenschaften des ECA-D aufgefallen. Zum einen handelt es sich um fehlende Optionen, ohne die die Eingabe erschwert wird, und zum anderen fehlen Eingabemöglichkeiten für Parameter.

So ist beim Anlegen eines Projektes die Auswahl der Region für die meteorologischen Daten fest eingestellt, allerdings befindet sich das Entwicklungsgebiet Berlin Johannisthal / Adlershof im bereits voreingestellten Bereich der Wetterstation Potsdam.

Eine große Herausforderung stellt die Echtzeitsimulation dar. In ECA-D wird nach jedem Schließen eines Eingabefensters das gesamte Quartier simuliert. Im Falle kleinerer Quartiere bis zu einer Anzahl von ca. 50 Gebäuden erscheint das unproblematisch. Für größere Gebieten wie dem Projektgebiet erfordert die Veränderung eines einzigen Parameters verhältnismäßig viel Rechenzeit.

Ein Teilbereich des Projektgebietes wurde exemplarisch in ECA-D als mögliche Grundlage der Konzeptentwicklung überführt. Das Teilgebiet umfasst 83 Gebäude mit fünf verschiedenen Nutzungen. Dabei wurden zwei Varianten der Modellbildung geprüft.

- Variante 1: Gebäudebezogen
- Variante 2: Nutzungsbezogen

Bei Variante 1 wurden in ECA-D Modelle für die Einzelgebäude erstellt und die erforderlichen Parameter eingepflegt. Die Eingabe der Daten gestaltet sich recht mühsam. Zum einen können Gebäude gleichen Typs nicht gemeinsam bearbeitet werden, weiterhin können Gebäude nicht an einer bestimmten Stelle platziert werden. Löscht man ein Objekt, kann an derselben Stelle kein neues platziert werden. Neue Gebäude werden am Ende der Anordnung eingefügt. Dies geht zu Lasten der Übersichtlichkeit.

Gebäude mit unterschiedlichen Nutzungsarten lassen sich auf diese Weise nicht darstellen, da jedem Gebäude nur eine Nutzungsart zugewiesen werden kann.

Bei Variante 2 wurden die Gebäude gleichen Typs zusammengefasst und für jede Nutzungsart ein Modell erstellt. Hierfür werden die Gebäudetypen für das zu betrachtende Gebiet identifiziert und die jeweiligen Flächen in einem Modell zusammenge-

fasst. Das ergibt für das Teilgebiet 5 Modelle, die leicht über eine Anpassung der jeweiligen Gesamtfläche erweitert werden können. Auch ist es bei dieser Methode möglich, einem Gebäude mehrere Nutzungen zuzuweisen; die Teilfläche wird dann einfach dem Modell mit der entsprechenden Nutzung zugefügt.

Die Abbildung 36 zeigt die fünf Modelle, die zur Erfassung des Teilgebietes mittels Variante 2 notwendig sind. Bei einer gebäudebezogenen Eingabe müssen 83 solcher Modelle erstellt werden. Beide Varianten der Eingabe führen zum selben Ergebnis.

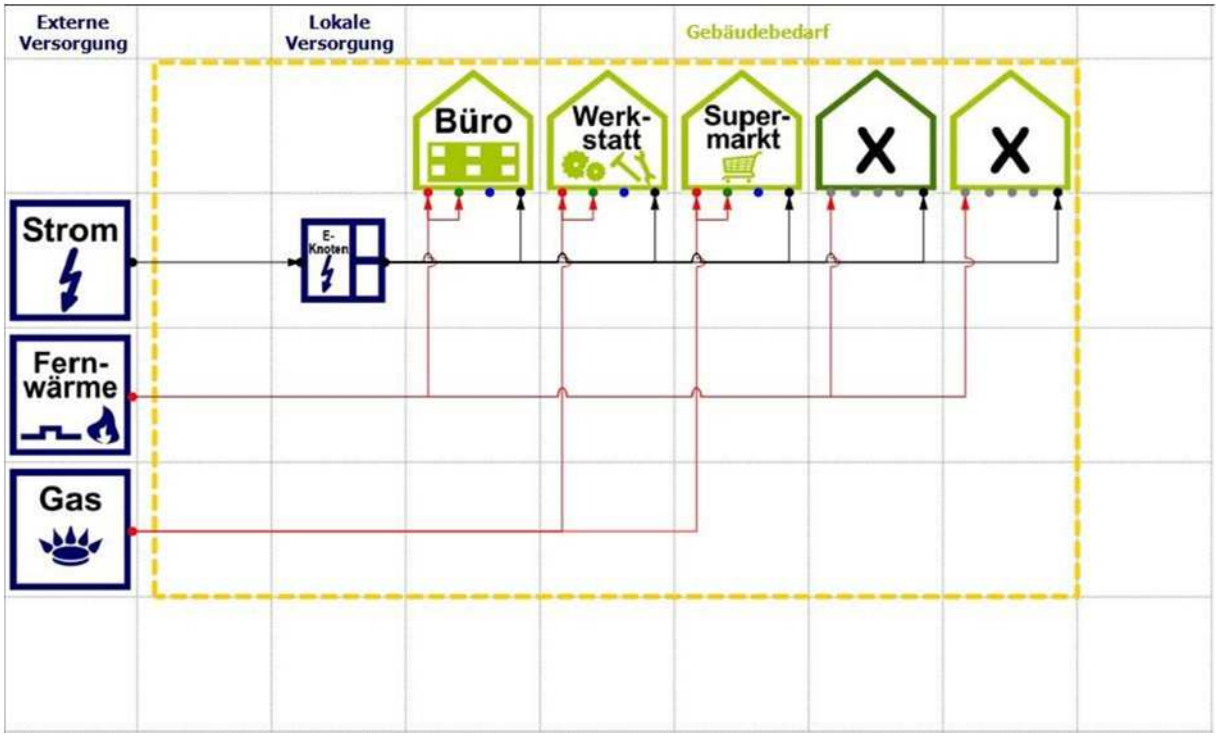

Abbildung 36 Modell bei nutzungsbezogener Eingabe

ECA-D bietet die Möglichkeit einzelne Varianten gegenüberzustellen und graphisch auszuwerten.

9.3 Vergleich alternativer Softwaretools für die Quartiersplanung Adlershof

In der Maßnahme „Planungsinstrumente“ im Projekt „HighTech-LowEx Energieeffizienz Berlin Adlershof Modul 11“ wurden verschiedene Softwaretools gesammelt und bewertet. Eine Untersuchung dieser Softwaretools hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für eine Energieleitplanung führt zu dem Ergebnis, dass die meisten Programme den Anforderungen für eine erfolgreiche Energieleitplanung nicht gerecht werden können. Daher wurden weitere Softwaretools ermittelt und auf ihre Anwendbarkeit für die energetische Quartiersplanung bewertet.[23] Eine Zusammenstellung der betrachteten Softwaretools befindet sich im Anhang 16.

Zwei Softwaretools werden aufgrund ihres Funktionsumfangs weiter betrachtet:

9.3.1 UrbanReNet

Im Rahmen des Eneff:Stadt Projekts: „UrbanReNet - Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum“ wurde ein Planungswerkzeug entwickelt.

Laut Verfasser der Studie kann das Softwaretool als Grundlage bei der Entwicklung von ganzheitlichen Energieversorgungskonzepten dienen. Es können Bestandsanalysen bestehender Stadtquartiere schnell und unkompliziert erstellt werden und eine erste Abschätzung der vorhandenen Bedarfe und Potenziale vorgenommen werden. Das Tool wurde für folgende Nutzer entwickelt:

- Kommunen
- Energieversorger
- Wohnungsbaugesellschaften
- Architekten
- Stadtplaner
- Fachingenieure

Ähnlich wie beim ECA-D lässt sich für einen groben Überblick der Beschaffenheit und der energetischen Qualität des zu betrachtenden Gebietes auf eine Reihe von voreingestellten Standardwerte zurückgreifen. Nur wenige Parameter müssen eingestellt werden, um zu einen schnellen Ergebnis zu gelangen. Für eine genauere Analyse können die voreingestellten Parameter individuell verfeinert werden.

Das Softwaretool besitzt nach Aussagen des Entwicklers noch den Charakter eines Prototyps und ist somit für eine breite Anwendung noch nicht geeignet.[24]

---

[23] HighTech-LowEx: Energieeffizienz Berlin Adlershof 2020 – Teilprojekt 11. Planungsinstrumente, Berlin, 2012

[24] http://www.eneff-stadt.info/fileadmin/media/Projektbilder/Planungsinstrumente/UrbanReNet/Abschlussbericht_UrbanReNet_Phase_I.pdf -(S.51/52)

9.3.2 GemEBTool – Gemeindeenergieberater-Tool

Das GemEBTool ist ein auf Excel basierendes Plugin für die Opensource Geoinformationssoftware Quantum GIS. Es wurde vom Lehrstuhl Bauklimatik und Haustechnik der TU München realisiert. Mit diesem Tool ist eine Abschätzung von Energiekennwerten des Heizwärme- und Brauchwarmwasserbedarfs möglich. Des Weiteren kann ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit verschiedener Sanierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Dies geschieht auf der Grundlage von Daten (Wohnfläche, Gebäudetyp und Baualtersklasse) der einzelnen Gebäude eines Gebiets.

10 Fazit / Ausblick

Wesentliches Projektergebnis ist die Excel-basierte Datenbank mit nahezu allen Attributen, die der Entwicklung einer Energieleitplanung dienlich sind. Auf Grundlage dieser Datenbank können verschieden Varianten einer Energieleitplanung mit der Hilfe der GIS-Software MAP Info abgebildet werden. Die Nutzeroberfläche wurde im Rahmen des Projektes angepasst, sodass Energienutzungspläne als graphische Aufbereitung von Szenarien ausgegeben werden können.

Datenbank und die modifizierte MAP Info-Oberfläche dienen als Instrument für die Energieleitplanung für das Projektgebiet, in der Varianten und Szenarien entwickelt und exemplarisch untersucht und bewertet wurden. Sie kann als Entscheidungshilfe für Stakeholder dienen, beispielsweise für Projektentwickler, Planer und Behörden.

Was das übergeordnete Projektziel anbelangt, so weist eines der Untersuchungsergebnisse auf, dass - gemessen am Energieträger Fernwärme - das Potenzial zur Primärenergieeinsparung durch den energetischen Gebäudestandard im Neubau und durch die Einsparung durch Sanierungsmaßnahmen marginalisiert ist. Empfehlenswert in dieser Hinsicht erscheint der Ausbau von PV-Anlagen.

Die komplexe Datenbank in Verknüpfung mit dem GIS-Tool hat sich bewährt, jedoch könnte in Zukunft ein Augenmerk auf die Weiterentwicklung des GIS-Tools aus dem aktuellen Projekt gerichtet werden: mit der Entwicklung eines auf den GIS-Daten aufbauendes webbasierten Softwaretools für eine anwenderfreundliche Verwendung der Daten, auch für mobile Endgeräte, könnte und sollte das Handling verbessert werden.

E-CAD sollte entscheidend weiterentwickelt und den Anforderungen aus einer Anwendung bei Nicht-Wohngebieten angepasst werden.

Die Potenziale des vorliegenden Instrumentes zur Energieleitplanung für das Projektgebiet liegen – jenseits der Bewertung von Maßnahmen zu den Primärenergieeinsparpotenzialen - in der Integration weiterer Attribute. So gilt es z.B. – für ein Entwicklungsgebiet mit solch heterogener Nutzung wie das Projektgebiet von großer Relevanz -

Prozessenergien und -medien (Kälte, Druckluft, Stickstoff) zu identifizieren und in die Energieleitplanung zur Nutzungs- und Bedarfsoptimerung zu integrieren. Relevant erscheint auch die Berücksichtigung von Abwärme und ihre Integration in die Energieleitplanung.

Die sich hieraus ergebende Szenarienentwicklung zum Prozessenergiebedarf und zur Abwärmenutzung mit Unterscheidung in Bestands- und Planungsgebiet könnte in einer Energieleitplanung die Potenziale identifizieren und an der Schnittstelle zum Planungsprozess die Bewertung der Wirtschaftlichkeit erleichtern.

V Quellen

1 Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern: Leitfaden Energienutzungsplan, 2011

2 KUBESSA, Michael: Energiekennwerte – Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb, Potsdam: Brandenburgische Energiespar-Agentur, 1998

3 BMWi, BUmB: Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchswerte im Wohngebäudebestand, 7. April 2015

4 BTB-Berlin: Bescheinigung zum Primärenergiefaktor, Online: http://www.btb-berlin.de/files/frontend/btb/pdf/Downloads/Primaerenergiefaktor%202014.pdf (Abgerufen: 21.01.2017)

5 MegaWATT GmbH, Bestandserfassung und Feinanalyse (High Tech - Low Ex: Energieeffizienz Adlershof 2020), Berlin, 2012

6 BBP Bauconsulting mbH, Vorplanung der Netzinfrastruktur für den Technologiestandort Berlin-Adlershof, Berlin, 2016

7 Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS), EnergyMap, Online: http://www.energymap.info/download/eeg_anlagenregister_2015.08.utf8.csv.zip (Abgerufen 21.01.2017)

8 BBSR-Berichte Kompakt 12/2011: Struktur der Bestandsinvestitionen, Bundesinstitut für Bau-, Stadt und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR), 2011

9 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 2010

10 MegaWATT GmbH, TUB-Bericht – Modularbeiten-Schlussbericht (High Tech - Low Ex: Energieeffizienz Adlershof 2020), Berlin, 2013

11 QUASCHNING, Volker: Regenerative Energiesysteme. Carl Hanser Verlag, München, 2015

12 BDEW, Standardlastprofil Strom, Online: https://www.bdew.de/internet.nsf/id/DE_Standartlastprofile (Abgerufen 21.01.2017)

13 HighTech-LowEx: Energieeffizienz Berlin Adlershof 2020 – Modul 11. Planungsinstrumente, Berlin, 2012

14 Technische Universität Darmstadt, Schlussbericht: UrbanReNet-Teilprojekt Vernetzte regenerative Energiekonzepte im Siedlungs- und Landschaftsraum, Online:

http://www.eneff-stadt.info/fileadmin/media/Projektbilder/Planungsinstrumente/UrbanReNet/Abschlussbericht_UrbanReNet_Phase_I.pdf (Abgerufen 21.01.2017)

VI Normen und Richtlinien

1 VDI-RICHTLINIE 3807-2: 2012-11, Verbrauchskennwerte für Gebäude – Blatt 2: Verbrauchskennwerte für Heizenergie, Strom und Wasser (VDI 3807-2:2012)

2 DIN V 18599: 2011-12, Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung (V 18599:2011)

3 VDE-AR-N 4105 Anwendungsregel:2011-08, Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz - Technische Mindestanforderungen für Anschluss und Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-AR-N 4105: 2011)

4 RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATE, Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, 2010

5 Bundesgesetzblatt Jahrgang 2013 Teil I Nr. 36, Viertes Gesetz Änderung des Energieeinsparungsgesetzes, Bonn 2013 (EnEG 3013)

VII Literatur

1 Hrsg.: pro:21 GmbH, Patrick Wrobel, Matthias Schnier, Schill Cornelius, Planungshilfsmittel: Praxiserfahrungen aus der energetischen Quartiersplanung, Fraunhofer IRB Verlag, Bonn 2015

2 Hrsg.: pro:21 GmbH, Manfred Hegger, Jörg Dettmar, Energetische Stadtraumtypen, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, 2014

3 Hrsg.: pro:21 GmbH, Heike Erhorn-Kluttig, Hans Erhorn, Juri Weber, Simon Wössner, Eike Budde, Der Energiekonzept-Berater für Stadtquartiere, Fraunhofer IRB Verlag, Bonn, 2014

4 Heike Erhorn-Kluttig, Reinhard Jank und 8 weitere Autoren, Energetische Quartiersplanung: Methoden – Technologien – Praxisbeispiele, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 2011

5 O. Zadow, R. Fröhler, P. Vohlidka, EnEff:Wärme–Pilotprojekt Ismaning - Energieleitplanung und Gebäudebilanzierungssoftware GemEB Version 1.3, AGFW-Projektgesellschaft für Rationalisierung, Information und Standardisierung mbH, 2012

2 Baugesetzbuch (BauGB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22.09.2004 (BGB. I S. 2141), zuletzt geändert durch Art. 4 des Gesetzes zur Raumordnung vom 24.12.2008

3 Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGB. I S. 132), zuletzt geändert durch Art. 3 des Gesetzes zur Erleichterung von Investitionen und der Ausweisung und Bereitstellung von Wohnbauland vom 22.04. 1993 (BGB. I S. 466)

4 Bauordnung für Berlin (BauO Berlin) vom 29. September 2005 (GVBl. S. 495), zuletzt geändert durch Gesetz vom 29. Juli 2011 (GVBl. S 315, in Kraft getreten am 10. Juli 2011)

A Anhang

Anhang 1	Thematische Karte: Räumlicher Entwicklungsplan mit Gebäudekategorien (Stand 2016)
Anhang 2	Thematische Karte: Hauptnutzungen
Anhang 3	Verbrauchsbezogene Kennzahlen aus der Feinanalyse
Anhang 4	Nutzungsbezogene Energiebedarfskennwerte
Anhang 5	Thematische Karte: Energiestandards der Bestandsgebäude
Anhang 6	Zertifikat: Primärenergiefaktor
Anhang 7	Energieinfrastrukturkarten für das Bestandsgebiet
Anhang 8	Energieinfrastrukturkarte für das zu bebauende Gebiet
Anhang 9	Energiebedarfsdichtekarten - IST-Zustand (2016)
Anhang 10	Thematische Karte: Baujahre der zukünftigen Bauten
Anhang 11	Thematische Karten: Energiebedarfsdichteentwicklung 2016 -2046
Anhang 12	ECA-D Bericht: Sanierung der Bestandsgebäude mit der Nutzung „BVD“
Anhang 13	Datenblatt: PV-Modul – Trinasolar - TSM-PC05A.08
Anhang 14	Meteonorm – Klimadaten Berlin
Anhang 15	Thematische Karte: Niedrigstenergie-Gebäudestandard für Neubauten ab 2021
Anhang 16	Bewertung alternativer Planungstools

Der Anhang befindet sich in der separaten Datei:

„03ET1038 F_Schlussbericht-Anhang_HTW-B.pdf“