



**Energiekonzept zum Bebauungsplan Nr. 78
"Sinai II + III – West" (1. BA) der
Stadt Bad Soden am Taunus**

- Kurzbericht -

Auftraggeber:

Stadt Bad Soden am Taunus
Königsteiner Straße 73
65812 Bad Soden am Taunus

Hessische Landesgesellschaft mbH
Wilhelmshöher Allee 157-159
34121 Kassel

Auftragnehmer:

BLS Energieplan GmbH
EUREF-Campus 12
10829 Berlin

30.09.2022

Inhaltsverzeichnis

1	Projektvorstellung	3
1.1	Zielstellung	3
1.2	Randbedingungen der Planung.....	4
1.2.1	Standortspezifische Randbedingungen	4
1.2.2	Förderrechtliche und gesetzliche Randbedingungen	4
1.2.3	Technische Randbedingungen	4
2	Energiekonzept.....	6
2.1	Systemvorstellung.....	6
2.1.1	Luftwärmepumpe	6
2.1.2	Photovoltaik	7
2.1.3	Power-to-Heat.....	7
2.1.4	Wohnungsstation.....	7
2.2	Energiebilanz	8
2.2.1	Wärmebedarf je Gebäudestandard	8
2.2.2	Strombedarf für Wärmeerzeuger, Hilfsenergie, Haushalte und Straßenbeleuchtung.....	8
2.2.3	Stromerzeugung mittels Photovoltaik	9
2.2.4	Energiebilanzierung je Gebäudestandard.....	9
2.2.5	Plus-Energie-Check je Gebäude	9
3	Fazit und Ausblick	11
	Anhang	13

1 Projektvorstellung

Die Stadt Bad Soden am Taunus plant die Entwicklung des neuen Wohnbaugebietes "Sinai II + III" auf einer ca. 10 ha großen, bislang landwirtschaftlich genutzten Fläche. Das Wohnbaugebiet ist in zwei unterschiedliche Gebiete unterteilt, welche räumlich voneinander getrennt sind. Der Geltungsbereich wurde in einen ersten und einen zweiten Bauabschnitt geteilt, sodass die beiden Teilgebiete unabhängig voneinander zu betrachten sind.

Betrachtungsgegenstand des vorliegenden Berichts ist das westliche Teilgebiet, welches sich im Gegensatz zum östlichen Teilbereich durch eine weniger dichte Bebauungsstruktur auszeichnet. Dabei setzt sich der westliche Teilbereich im Wesentlichen aus Hausgruppen, Einzel-, Doppel-, Ketten- und Atriumhäusern zusammen, wohingegen Geschosswohnungsbauten nur einen geringen Anteil ausmachen (siehe Abbildung 1). Insgesamt besteht das Baugebiet aus 12 Wohngebäuden mit ca. 55 Wohneinheiten, welche sich auf ca. 12.500 m² BGF verteilen.



Abbildung 1: Bebauungsstruktur des Baugebiets "Sinai II + III – West".

Gebäudetypologien: 1 - Hausgruppe | 2 - Einzel- / Doppelhaus | 3 - Kettenhaus | 4 - Atriumhaus | 5 - Geschosswohnungsbau

1.1 Zielstellung

Als übergeordnete Zielstellung für die Entwicklung des Energiekonzepts "Sinai II + III – West" wurde die Erreichung des Plus-Energie-Standards vorgegeben. Die Plus-Energie-Bilanzierung erfolgt dabei bilanziell für den Bilanzzeitraum von einem Jahr und die Energiebilanzgrenze wird gebäudescharf definiert. In die Energiebilanz fließen die selbsterzeugten Strommengen und die Strombedarfe für Anlagentechnik, Hilfsstrom, Haushalte und Straßenbeleuchtung.

Elektromobilität und Photovoltaik (PV) auf den Carports sind nicht Teil dieser gebäudescharfen Energiebilanz.

Weitere Zielvorgaben sind unter anderem die Konzipierung einer nachhaltigen und klimaneutralen Energieversorgung mit niedrigen Energiekosten, der Einsatz von bewährten und in der Praxis erprobten Technologien sowie die Minimierung des Energiebedarfs durch hohe Gebäudeeffizienz-Standards.

1.2 Randbedingungen der Planung

1.2.1 Standortspezifische Randbedingungen

Das Wohnbaugebiet liegt im Einzugsgebiet eines Trinkwasserschutzgebiets und ist als Schutzzone IIIA ausgewiesen. In Schutzzone IIIA sind Erdwärmesonden i.d.R. verboten. Ausnahmen können im Einzelfall nach Prüfung erteilt werden.

Aufgrund von Feinstaubemissionen, möglicherweise steigenden Preisen und der Konkurrenz zur Lebensmittelerzeugung werden Energieträger aus nachwachsenden Rohstoffen als kritisch betrachtet.

Zudem müssen Schallschutz-Anforderungen nach der technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) anhand des zu beurteilenden Gebiets gemäß Baunutzungsverordnung (BauNVO) eingehalten werden.

1.2.2 Förderrechtliche und gesetzliche Randbedingungen

Das Förderprogramm Wärmenetzsystem 4.0 ist für das westliche Teilgebiet nicht anwendbar, da das Wärmenetz mindestens 16 Gebäude versorgen muss, um förderfähig zu werden. Das Teilgebiet umfasst jedoch lediglich 12 Gebäude.

Mit der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes 2023 wird der Mindest-Gebäudestandard verschärft vom GEG-Standard auf den Effizienzhaus 55 Standard (EH 55). Daher werden nur die Gebäudestandards EH 55, EH 40 und Passivhaus weiter berücksichtigt.

Laut DIN 1988-200 soll das Trinkwarmwasser im Leitungssystem immer mindestens 55 °C haben und eine Temperatur am Austritt des Trinkwassererwärmers von mindestens 60 °C aufweisen. Bei der Bereitstellung von Trinkwarmwasser über ein Wärmetauschersystem, wie z.B. durch eine Wohnungsübergabestation mit einem Volumen von weniger als 3 Litern, gibt es jedoch keine Anforderungen an die Trinkwarmwassertemperatur.

1.2.3 Technische Randbedingungen

Der von Elisabeth Schade Planungsbüro erstellte Bebauungsplan – Begründung zum Bebauungsplan Nr. 78 „Sinai II + III“ - West (1. Bauabschnitt), Planstand: Februar 2022 mit Ergänzungen von März 2022 – wurde für die Ermittlung der Baumasse zugrunde gelegt. Folgende Gebäudedaten wurden aus dem B-Plan abgeleitet:

Tabelle 1: Abgeleitete relevante Gebäudedaten je Gebäudetypologie

Gebäude-Nr.	Gebäude-typologie	Grundfläche in m ²	GRZ	Geschoss-igkeit	BGF in m ²	EBF/BGF	EBF in m ²	Dachfläche in m ²	Anzahl WE
1	1	955	0,4	2,75	1.051	1	1.051	287	5
2	2	688	0,4	2,75	757	1	757	206	2
3	1	891	0,4	2,75	980	1	980	267	4
4	2	528	0,4	2,75	581	1	581	158	2
5	2	513	0,4	2,75	564	1	564	154	2
6	5	1.010	0,4	2,75	1.111	0,8	889	303	9
7	4	1.263	0,7	1,50	1.326	1	1.326	442	6
8	5	1.019	0,4	2,75	1.121	0,8	897	306	9
9	1	753	0,4	2,75	828	1	828	226	3
10	3	1788	0,5	2,75	2.459	1	2.459	671	7
11	1	870	0,4	2,75	957	1	957	261	3
12	1	746	0,4	2,75	821	1	821	224	3
Summe		11.024	-	-	12.555	-	12.109	3.504	55

Die maximal mögliche Anzahl an Staffelgeschossen wurde als die Geschossigkeit je Gebäudetypologie in Absprache mit der Stadt Bad Soden zugrunde gelegt.

Tabelle 2: Zusammenfassung der aus Bebauungsplan abgeleiteten relevanten Gebäudedaten je Gebäudetypologie

Gebäude-typologie	Grundfläche in m ²	GRZ	Geschoss-igkeit	BGF in m ²	EBF/BGF	EBF in m ²	Dachfläche in m ²	Anzahl WE
1	4.215	0,4	2,75	4.637	1	4.637	1.265	18
2	1.729	0,4	2,75	1.902	1	1.902	519	6
3	1.788	0,5	2,75	2.459	1	2.459	671	7
4	1.263	0,7	1,5	1.326	1	1.326	442	6
5	2.029	0,4	2,75	2.232	0,8	1.786	609	18
Summe	11.024			12.555		12.109	3.504	55

Anhand der Energiebezugsfläche (EBF) und der Anzahl von Wohneinheiten (WE) werden Wärmebedarf, Anschlussleistung und Strombedarf je Gebäudestandard berechnet. Anhand der zur Verfügung stehenden Dachfläche wird unter Berücksichtigung von notwendigen Rand- und Reihenabständen ein jährlicher Stromertrag abgeschätzt. Über die anschließend durchgeführte Plus-Energie-Bilanzierung je Gebäudestandard wird bestimmt, welcher Gebäudestandard als Mindeststandard für die Neubauten im Gebiet "Sinai II + III – West" zur Erreichung des Plus-Energie-Standards erforderlich ist.

2 Energiekonzept

Anhand von Technologiescreening und Berücksichtigung der Randbedingungen mit dem Fokus auf die Erreichung des Plus-Energie-Standards wurde gemeinsam mit der Stadt Bad Soden ein Energiekonzept entwickelt.

2.1 Systemvorstellung

Das System beinhaltet eine PV-Anlage zur regenerativen Stromerzeugung vor Ort, eine Luftwärmepumpe zur Bereitstellung von Heizungswasser und Trinkwarmwasser und eine Power-to-Heat-Anlage (Heizstab). Die PtH-Anlage wird in Ergänzung zur Luftwärmepumpe an wenigen sehr kalten Stunden des Jahres zur Deckung der Spitzenlast eingesetzt (bivalenter Betrieb). Gleichzeitig dient sie auch zur Erhöhung der Versorgungssicherheit.

Mit der vorliegenden Anlagenkonfiguration kommen somit ausschließlich verbrennungsfreie Technologien zur regenerativen Wärme- und Stromerzeugung vor Ort zum Einsatz.

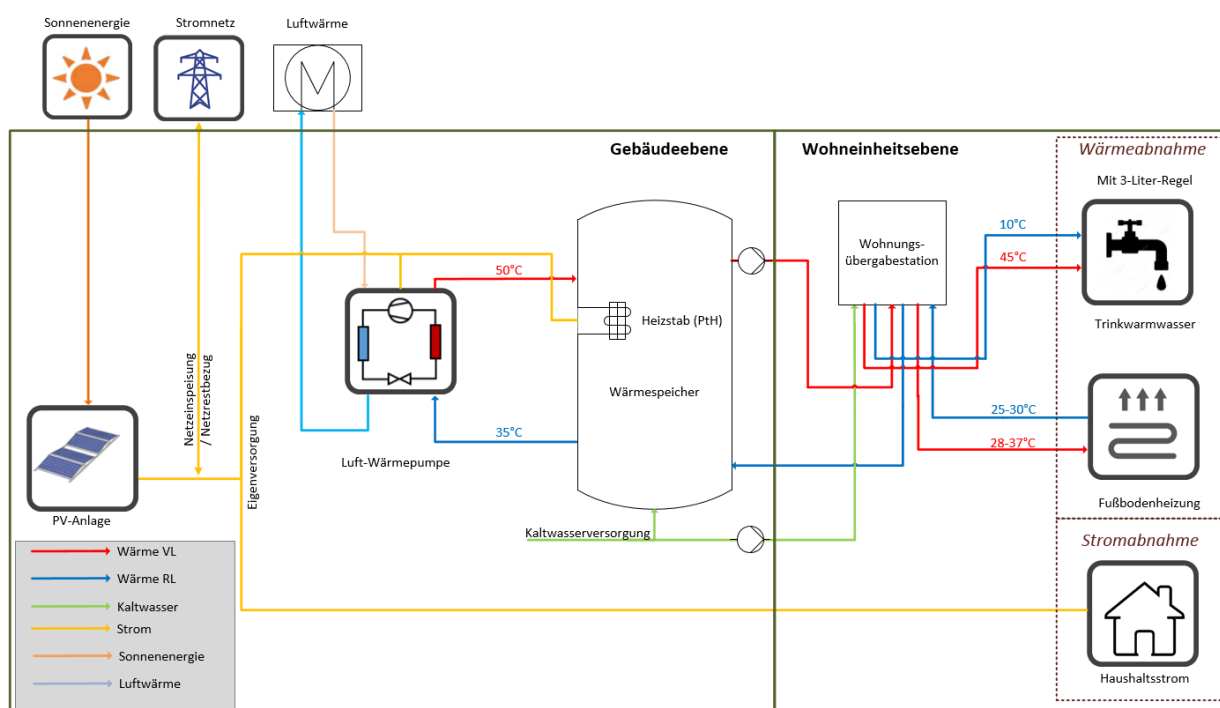


Abbildung 2: Schema des Systems zur Wärmeversorgung der Gebäude im Baugebiet "Sinai II + III – West"

2.1.1 Luftwärmepumpe

Die Luftwärmepumpe (LWP) entzieht mithilfe eines Wärmetauschers Wärme aus der Luft, welche in den Verdampfer der Wärmepumpe geführt wird, um das Heizungswasser von 35 °C auf 50 °C zu heben. Es wird abgeschätzt, dass eine Jahresarbeitszahl von ca. 3,5 erreichbar ist.

Günstige Faktoren für das Erreichen einer hohen Jahresarbeitszahl sind beispielsweise die im Vorhaben angedachten geringen Transmissionswärmeverluste durch den hohen Gebäudestandard, die Trinkwarmwasser-Versorgung mit Übergabestation gemäß 3-Liter-Regel (siehe Abschnitt 2.1.4) und die daraus resultierende niedrige Vorlauftemperatur von 50°C.

Für die Art der Aufstellung ist aus technischer und energetischer Sicht die Außenaufstellung zu empfehlen. Zudem wird dabei der verhältnismäßig geringste Platzbedarf innerhalb des Heizungskellers im Vergleich zu anderen Aufstellvarianten benötigt. Im Rahmen eines ersten Schallschutzkonzepts hat sich gezeigt, dass bei einer Vielzahl der Luftwärmepumpen zusätzliche Schallschutzhauben vorgesehen werden müssten. Weitere Spezifizierungen müssen im weiteren Planungsprozess durch individuelle Auslegungen erfolgen.

2.1.2 Photovoltaik

Die PV-Anlage erzeugt regenerativen Strom, welcher in Abhängigkeit von den Strombedarfen und der erzeugten Strommenge in einem bestimmten Zeitpunkt entweder als Haushaltsstrom, für den Betrieb der Wärmepumpe oder der PtH-Anlage oder in das öffentliche Netz eingespeist wird. Wenn die PV-Anlage keinen oder nicht ausreichend Strom erzeugt, wird Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen.

2.1.3 Power-to-Heat

Power-to-Heat-Anlagen (PtH) oder Heizstäbe wandeln elektrische Energie in Wärme um. Diese auf dem Widerstandsprinzip basierende Art der Wärmeerzeugung ist näherungsweise mit dem Wirkprinzip eines haushaltsüblichen Wasserkochers vergleichbar. Aufgrund ihres hohen Stromeinsatzes im Vergleich zu Wärmepumpen sind sie nur für die Spitzenlasten und die Gewährleistung der Versorgungssicherheit vorgesehen.

2.1.4 Wohnungsstation

Eine Wohnungsstation ist eine Übergabestation in der Wohnung, über die Trinkwarmwasser mithilfe eines Durchflusssystems (Wärmetauscher) bereitgestellt wird. Mittels Durchlauferhitzer kann ebenso eine Nacherwärmung ermöglicht werden, um z.B. auch nach längerer zapffreier Zeit die Wasserhygiene zu sichern oder um das Trinkwarmwasser nach individuellen Einwohnerwünschen bereitzustellen.

Unter Einhaltung der sog. 3-Liter-Regel liegt die erforderliche Trinkwarmwassertemperatur am Ausgang der Wohnungsübergabestation bei lediglich 45 °C. Dadurch entfällt im Vergleich zu konventionellen zentralen Trinkwarmwassersystemen die Notwendigkeit zur Temperaturerhöhung auf mindestens 60 °C und die Erforderlichkeit von Zirkulationsleitungen, was zur Energieeffizienz des Systems beiträgt.

2.2 Energiebilanz

Für die Energiebilanzierung findet eine Gegenüberstellung zwischen der Stromerzeugung und der Gesamtheit aller Bedarfe statt. Hierbei handelt es sich ausschließlich um Strombedarfe, da die Anlagentechnik vollständig elektrifiziert ist. Eine Plus-Energiebilanz ist bei bilanziell positivem Saldo erreicht.

2.2.1 Wärmebedarf je Gebäudestandard

Der Heizwärmebedarf stellt einen zentralen Baustein auf der Bedarfsseite dar. Erwartungsgemäß sinkt der Heizwärmebedarf mit steigendem Gebäudestandard. Auf Basis von spezifischen Heizwärmebedarfen je Gebäudestandard und einem zugrunde gelegten mittlerem spezifischen Trinkwarmwasserbedarf von 20 kWh/(m²a) wird über die Energiebezugsfläche (EBF) von 12.109 m² der absolute Gesamtwärmebedarf in Tabelle 3 berechnet.

Tabelle 3: Berechnung des Gesamtwärmebedarfs je Gebäudestandard

Gebäudestandard	Spez. Heizwärmebedarf in kWh/(m ² a)	Heizwärmebedarf in MWh/a	TWW-Bedarf in MWh/a	Gesamtwärmebedarf in MWh/a
EH 55	41	496	242	739
EH 40	35	424	242	666
Passivhaus	15	182	242	424

Die spezifischen Heizwärmebedarfe für EH 55 und EH 40 wurden mittels Gebäudesimulation anhand eines Mustergebäudes ermittelt. Der spezifische Heizwärmebedarf eines Passivhauses darf gemäß den Kriterien des Passivhausinstituts 15 kWh/(m² a) nicht überschreiten.

2.2.2 Strombedarf für Wärmeerzeuger, Hilfsenergie, Haushalte und Straßenbeleuchtung

Die Bestimmung des Strombedarfs der Wärmeerzeuger wird auf Basis der gewählten Anlagentechnik bestehend aus einer Luftwärmepumpe und einem Heizstab durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, dass die Luftwärmepumpe 95% des Gesamtwärmebedarfs mit einer Jahresarbeitszahl von 3,5 deckt. Für den verbleibenden Bedarfsanteil von 5 % wird ein Heizstab zugrunde gelegt. Diese indikative Wärmepumpenauslegung ist aus wirtschaftlichen Gründen ratsam, da man erfahrungsgemäß bereits bei einer LWP-Leistung von ca. 2/3 des gesamten Wärme-Leistungsbedarfs einen LWP-Deckungsanteil von etwa 95% oder mehr erreichen kann. Somit können durch die geringere Wärmepumpengröße Investitionskosten reduziert und dennoch sehr hohe LWP-Deckungsanteile erreicht werden. An dieser Stelle ist der Hinweis zu nennen, dass diese Indikation eine grobe Einordnung darstellt und eine individuelle Wärmepumpenauslegung im weiteren Planungsprozess nicht ersetzen kann.

Für die Bestimmung der Hilfsenergie wurde ebenfalls auf eine Gebäudesimulation eines exemplarischen Mustergebäudes zurückgegriffen. Bei der zugrunde gelegten Wohnraumlüftungsanlage mit Zu- und Abluft und Wärmerückgewinnung konnte ein spezifischer Hilfsstrom-Bedarf von 3,3 kWh/(m²a) ermittelt werden.

Neben der Anlagentechnik stellt der Haushaltsstrom einen signifikanten Anteil auf der Bedarfsseite dar. Es wurde ein Haushaltstrombedarf von 3.200 kWh/a pro Wohneinheit (WE) berücksichtigt, was etwa einer durchschnittlichen Personenanzahl von 3 Personen pro Haushalt entspricht. Zudem wurde für die Geschosswohnungsbauten ein Allgemeinstrom-Zuschlag von 20% mitberücksichtigt.

Die Straßenbeleuchtung stellt den kleinsten Bedarfsanteil dar. Sie kann nur innerhalb der gesamtheitlichen Quartiersbilanz berücksichtigt werden, da keine direkte Zuordnung zu den einzelnen Gebäuden möglich ist. Für die hier berücksichtigte Straßenbeleuchtung ohne Nachtabsenkung wurden als Inputparameter eine jährliche Betriebsstundenzahl von 4.000 h, ein Abstand der Leuchten je Seite von jeweils 20 m sowie eine Leuchtenleistung von 17 W zugrunde gelegt.

2.2.3 Stromerzeugung mittels Photovoltaik

Auf der stromerzeugenden Seite werden PV-Anlagen auf den Dächern der Wohngebäude berücksichtigt. Dachparallele PV-Module mit Süd-West-Ausrichtung und 15° Aufstellwinkel wurden über einen PV-Variantenvergleich am Beispiel eines Mustergebäudes als sinnvollste Aufstellvariante hinsichtlich Modul- und Ertragsmaximierung identifiziert. Unter Berücksichtigung von gewissen Rand- und Reihenabständen liegt der maximal nutzbare Dachflächen-Belegungsanteil bei höchstens 58% und der spezifische Jahresertrag pro PV-Generatorfläche bei 192 kWh/(m²a).

2.2.4 Energiebilanzierung je Gebäudestandard

Tabelle 4: Plus-Energie-Bilanzierung für das westliche Teilgebiet (Quartiersebene)

Gebäudestandard	Strombedarf LWP in MWh/a	Strombedarf Heizstab in MWh/a	Hilfsstrom in MWh/a	Haushaltsstrombedarf in MWh/a	Straßenbeleuchtung in MWh/a	Gesamt Strombedarf in MWh/a	PV-Ertrag in MWh/a	Bilanz in MWh/a
EG 55	200	37	40	188	4	469	390	-79
EG 40	181	33	40	188	4	445	390	-56
Passivhaus	115	21	40	188	4	368	390	22

Aus der Plus-Energie-Bilanzierung in Tabelle 4 kann das Fazit gezogen werden, dass der Plus-Energie-Standard nur mit einem Gebäudebau im Passivhausstandard erreichbar ist. Daher wird dieser Standard in Hinblick auf die Zielerfüllung empfohlen.

2.2.5 Plus-Energie-Check je Gebäude

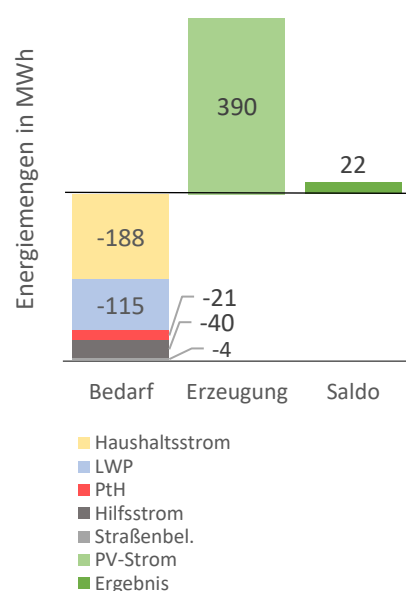
Im nächsten Schritt wird die Energiebilanz gebäudeweise ermittelt. Hierfür wird der zur Zielerfüllung erforderliche Passivhausstandard sowie die Informationen aus Tabelle 1 und aus den Abschnitten 2.2.1 bis 2.2.3 zugrunde gelegt.

Tabelle 5: Plus-Energie-Bilanzierung je Gebäude mit Passivhaus-Standard

Gebäude-Nr.	Gebäudetypologie	Strombedarf						Stromerzeugung	Plus-Energie-Bilanzierung
		LWP in MWh/a	PtH in MWh/a	Hilfsenergie in MWh/a	Haushalte in MWh/a	Straßenbeleuchtung in MWh/a	Gesamt in MWh/a	PV-Jahresertrag in MWh/a	Bilanz in MWh/a
1	1	10	1,8	3	16		31	32	1
2	2	7	1	2	6		17	23	6
3	1	9	2	3	13		27	30	3
4	2	6	1	2	6		15	17	3
5	2	5	1	2	6		15	17	3
6	5	8	2	3	35		47	34	-14
7	4	13	2	4	19		38	49	11
8	5	9	2	3	35		48	34	-14
9	1	8	1	3	10		22	25	4
10	3	23	4	8	22		58	74	16
11	1	9	2	3	10		24	29	5
12	1	8	1	3	10		22	25	3
Summe		115	21	40	188	4	368	390	22

Da die WE-Größe im Geschosswohnungsbau (Gebäudetypologie 5) kleiner im Vergleich zu den anderen Gebäudetypologien ist, ist die Einwohneranzahl pro Gebäude entsprechend höher. Dies bedeutet, dass der Strombedarf der Haushalte dieser Gebäudetypologie ebenfalls höher ist, was dazu führt, dass der Plus-Energie-Standard sogar mit Passivhaus-Standard nicht erreicht werden kann.

Aufgrund der positiven Bilanz der anderen Typologien wird das Defizit kompensiert und der Plus-Energie-Standard auf Quartiersebene erreicht.

Energiebilanz Sinai II+III West**Abbildung 3:** Energiebilanz für Sinai II+III West mit Passivhausstandard

3 Fazit und Ausblick

Fazit

Für die Erfüllung des Plus-Energie-Standards auf Quartiersebene ist der Passivhausstandard als ein zentraler Baustein erforderlich. Um den Plus-Energie-Standard einhalten zu können, müssen bereits in der Planungs- und in der Bauphase eine Vielzahl von Kriterien berücksichtigt werden. Bestenfalls müsste auch im späteren Betrieb die Erfüllung des Plus-Energie-Standards mithilfe eines geeigneten Smart Meter Messstellenkonzepts überwacht werden. Da jedoch vorerst kein Monitoring vorgesehen werden soll, muss der Nachweis zur Einhaltung des Plus-Energie-Standards auf Gebäude- und Haustechnikenebene erbracht werden.

Ausblick

Mit dem Ziel, den Plus-Energie- und Passivhaus-Standard in der Umsetzung zu erreichen, muss grundsätzlich für jedes Gebäude spätestens nach Baufertigstellung ein Energieausweis auf Basis der DIN 18599 ausgestellt werden, der als Basisbaustein für den Gebäudestandard und Plus-Energie-Check fungiert. Es ist ratsam, die Energieausweise bereits in der Planungsphase als Entwurf zu erstellen, um bei Nichterfüllung der Zielwerte nachsteuern zu können. Die Bearbeitung kann jedoch frühestens bei Vorlage der konkreten Gebäude Kubaturen beginnen. Als Ergebnis erhält man u.a. den rechnerischen Endenergiebedarf des Gebäudes sowie die Kennwerte „Q_p“ und „HT“ zur Bewertung des Primärenergiebedarfs und der Qualität der Gebäudehülle im Vergleich zu einem Referenzgebäude.

Zur Kontrolle des Passivhausstandards als Basisbaustein zur Erfüllung des Plus-Energie-Standards wurde ein Muster-Formular erstellt, um die Stadt und die Bauherren bei der Realisierung des Standards in der Bau- und Planungsphase zu unterstützen. Das Muster-Formular (siehe Anhang) enthält wesentliche Referenzwerte für den Energiebedarf, die U-Werte, die Lüftung, die Dichtheit des Gebäudes und dient ausschließlich zur Orientierung für die Stadt und die Bauherren.

Die Zertifizierung für den Passivhaus-Standard erfolgt nur durch einen Passivhaus-Zertifizierer, d.h. die Erfüllung des Kriterien-Auszugs im Muster-Formular ist noch nicht vollständig für den Erhalt einer Passivhaus-Zertifizierung. Neben den im Formular aufgeführten Kriterien müssen im Zuge einer Passivhaus-Zertifizierung noch weitere Kriterien erfüllt werden z.B. bei Verwendung von Gebäudekomponenten, die nicht durch das Passivhaus Institut zertifiziert sind. Eine umfassendere Checkliste für Passivhäuser wird vom Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes NRW bereitgestellt ¹. Möchte der Bauherr sein Gebäude zertifizieren, ist es ratsam einen Passivhaus-Zertifizierer von Anfang an in die Beratung und Planung einzubinden, um die Erfüllung des Anforderungskatalogs sicherstellen zu können.

Neben den Kriterien zur Erfüllung des Passivhausstandards, welche im Wesentlichen die Voraussetzung für einen sehr niedrigen Heizwärmebedarf darstellen, sind an dieser Stelle noch weitere relevante Hinweise für den Plus-Energie-Check zu nennen. In die vorgenommene Plusenergiebilanzierung sind eine Reihe von Rahmenbedingungen eingeflossen, welche Einfluss

¹ https://passiv.de/downloads/05_F12_passivhaeuser_erfolgreich_bauen.PDF

auf das Ergebnis haben und welche mit der Realität abgeglichen werden müssen. Hierzu zählen die nachfolgend aufgelisteten Rahmenbedingungen:

- Vorlauftemperatur von 50 °C
- Jahresarbeitszahl der Luftwärmepumpe von durchschnittlich 3,5
- Außenaufgestellte Wärmepumpe zur gebäudeweisen Versorgung
- Trinkwarmwasserbereitstellung über Wohnungsstation mit 3 Liter Regel
- Durchschnittlicher Trinkwarmwasserbedarf von 20 kWh/(m² a)
- System mit Flächenheizung und Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung mit einem spezifischen Hilfsenergiebedarf von 3,3 kWh(m² a)
- Keine aktive Kühlung
- Maximalausbau von Photovoltaik mit mindestens 58% Dachbelegungsanteil
- Dachparallele Süd-West-Aufstellung der PV-Module mit 15° Aufstellwinkel
- Spezifischer Jahresertrag pro PV-Generatorfläche von 192 kWh/(m²a)
- Keine signifikante Verschattung durch z.B. Baumbestand
- Berücksichtigung der maximal möglichen Anzahl an Staffelgeschossen
- Durchschnittliche Personenzahl pro Wohneinheit von 3 mit einem durchschnittlichen Strombedarf von 3.200 kWh/a
- Straßenbeleuchtung ohne Nachtabsenkung mit 4.000 Betriebsstunden pro Jahr, Abstand der Leuchten je Seite von jeweils 20 m und Leuchtenleistung von 17 W

Sofern sich signifikante Abweichungen zwischen den o.g. Parametern und den tatsächlichen Rahmenbedingungen in der Planungs- und Bauphase ergeben sollten, ist die Energiebilanz und der Plus-Energie-Check entsprechend zu aktualisieren.

Negative Beeinflussungen des Ergebnisses könnten sich beispielsweise ergeben aus höheren Vorlauftemperaturen (z.B. infolge eines anderen Trinkwarmwasserkonzepts), niedrigeren Jahresarbeitszahlen, höheren Trinkwarmwasserbedarfen (z.B. infolge von höheren Wärmeverlusten oder ungünstigerem Nutzerverhalten), der Verwendung von aktiver Kühlung, einem geringeren PV-Ertrag (z.B. infolge eines geringeren Dach-Belegungsanteils als 58%, ungünstigerer Aufstellung, ineffizienteren PV-Modulen oder höherer Verschattung) oder eines höheren Haushaltsstrombedarfs (z.B. infolge von einer höheren Personenanzahl pro Wohneinheit oder ungünstigerem Nutzerverhalten).

Positive Einflüsse auf das Ergebnis hätte im Umkehrschluss beispielsweise eine noch geringere Vorlauftemperatur und höhere Jahresarbeitszahl, ein höherer PV-Belegungsanteil (z.B. bei Entfallen von Staffelgeschossen oder Maximierung der PV-Belegungsfläche) oder eine geringere Personenanzahl pro Wohneinheit sowie ein günstigeres Nutzerverhalten.

Verschiebungen sind ebenfalls möglich beispielsweise falls ein alternatives Passivhauskonzept gewählt wird, bei dem die Heizwärmeübergabe ausschließlich über die Lüftung erfolgt und auf eine Flächenheizung gänzlich verzichtet wird. In diesem Fall würde sich der Heizwärmebedarf von der regulären Flächenheizung zum Heizregister verschieben und damit einhergehen würde eine Erhöhung des Hilfsstrombedarfs aufgrund der erhöhten Luftfördermenge.

Anhang

Muster-Formular zur Kontrolle des Passivhaus-Standards

Checkbox	Kriterium	Erläuterung
Energiebedarf		
<input type="checkbox"/>	$\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Jahresheizwärmebedarf
<input type="checkbox"/>	$\leq 10 \text{ W}/\text{m}^2$	Heizlast
<input type="checkbox"/>	$\leq 60 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$	Erneuerbarer Primärenergiebedarf (PER, nach PHPP) für alle Haushaltsanwendungen (Heizung, TWW und Haushaltsstrom)
U-Werte		
<input type="checkbox"/>	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, anzustreben sind $0,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	U-Werte opaker Außenbauteile
<input type="checkbox"/>	$\leq 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	U-Werte von Fenstern (Passivhaus-Fester) und anderen transluzenten Bauteilen
<input type="checkbox"/>	$\leq 15\%$ der dahinterliegenden Nutzflächen oder Einrichtung von temporärem Sonnenschutz mit einem Minderungsfaktor von mindestens 75%	Transluzente Flächen in West- oder Ostorientierung ($\pm 50^\circ$) sowie transluzente Flächen mit Neigungen unter 75° gegen die Horizontale
<input type="checkbox"/>	$\leq 25\%$ der dahinterliegenden Nutzflächen	Transluzente Flächen in Südorientierung
Lüftung		
<input type="checkbox"/>	$\geq 75\%$ effektiver trockener Wärmebereitstellungsgrad	Lüftung mit Wärmerückgewinnung
<input type="checkbox"/>	$\geq 17^\circ$	Zulufttemperatur am Luftauslass im Raum
<input type="checkbox"/>	Gewährleistung gleichmäßiger Durchströmung aller Räume und in allen Räumen	
<input type="checkbox"/>	Lüftungsauslegung auf Lufthygiene (DIN 1946)	
<input type="checkbox"/>	$\leq 25 \text{ dB(A)}$	Schallbelastung durch die Lüftungsanlage
<input type="checkbox"/>	Jeder Wohnraum muss eine offenbare Außenluftöffnung aufweisen, um eine Durchströmung der Wohnung mit Außenluft (freie Sommerkühlung) zu ermöglichen	
Dichtheit des Gebäudes		
<input type="checkbox"/>	$\leq 0,6$ Hausvolumen pro Stunde	Leckage durch unkontrollierte Fugen beim Test mit Unter-/ Überdruck von 50 Pascal
<input type="checkbox"/>	Vermeidung oder starke Minimierung von Wärmebrücken, indem alle Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen besonders achtsam geplant und ausgeführt werden	