

Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

Plusenergiestandard für das Gründerzeit- haus Cafe Weidinger, Lerchenfelder Gürtel

Machbarkeitsstudie

U. Schneider, T. Zelger, M. Böck, A. Holweck

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

1h/2013

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

Gründerzeit mit Zukunft

Subprojekt 2: Grundlagen und Machbarkeitsstudien

Plusenergiestandard für das Gründerzeit- haus Cafe Weidinger, Lerchenfelder Gürtel

Machbarkeitsstudie

Arch. Dipl. Ing. Ursula Schneider, Dipl. Ing. Thomas Zelger,
Dipl. Ing. Margit Böck, Dipl. Ing. Anne-Marie Holweck
pos Architekten KT

Wien, März 2012

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Aufgabenstellung	5
1 Baukörperstudie	6
1.1 Städtebauliche Ausgangssituation	6
1.2 Machbarkeitsstudie 2008	7
1.2.1 Pläne Testentwurf 2008	10
1.2.2 Nutzflächenbilanz	22
1.2.3 Baukosten	23
1.2.4 Heizwärmebedarf gemäß OIB für energetische Varianten	24
1.3 Anpassung der Studie an die Rahmenbedingungen aus der Wiener Bauordnung ...	28
1.4 Energieerzeugung am Gebäude- Plusenergie, Standardvariante – Var.A	32
1.5 Studie zum Plus-Energie-Standard mit Beibehaltung der Gründerzeitfassade.	34
1.5.1 Variante C	34
1.5.2 Variante D	35
1.6 Pläne Variante D – finaler Testentwurf 2012	42
2 Ertrag	51
2.1 Ertragsgrundlage: SunPower 225	51
2.2 Hochleistungsmodule im Überblick	51
2.3 2 Varianten im Vergleich	52
2.3.1 Varianten A und D im Vergleich	52
2.3.2 Erträge im Vergleich	53
2.4 Ertrag Dach	54
2.5 Ertrag Fassade	54
2.6 Varianten A und D im urbanen Kontext (um 180° gedreht)	55
2.6.1 Variante D im urbanen Kontext	56
2.6.2 Variante A im urbanen Kontext als Vergleich	59
2.7 Berechnung der PV-Erträge im Detail	60
2.8 Durchschnittliche Ertragsmöglichkeiten auf einer Gründerzeitliegenschaft	63
3 Erhebung, Darstellung und Minimierung der Verbraucher	65

3.1	Anmerkungen zur Erhebung von Bedarfswerten Variante D	66
3.2	Maßnahmen zur Minimierung des Bedarfs	72
3.3	Kennwerte Bedarf	74
3.3.1	Heizwärmebedarf Hülle	75
3.3.2	Bedarf Wohnen	76
3.3.3	Bedarf Gastronomie, Geschäftslokal EG/UG	79
3.3.4	Zusammenfassung Bedarf	83
4	Plusenergiebilanz und Eigenbedarfsdeckung	86
4.1	Abbildung des optimierten Gesamtenergiebedarfs des Gebäudes	86
4.2	Gegenüberstellung mit den möglichen Erträgen aus der PV-Anlage	89
4.2.1	Deckung des Gesamtbedarfs: Funktionsgewährleistung plus aller Nutzerstrome, hocheffiziente Haushaltsgeräte, PEB optimiert.	89
4.2.2	Deckung des Gesamtbedarfs: Einsatz hocheffizienter Module zur Ertragssteigerung	95
5	Zusammenfassung	98

Aufgabenstellung

Am Beispiel des Wohnhauses Lerchenfelder Gürtel 1, 1160 Wien, wurde im Jahr 2008 eine Machbarkeitsstudie zur energetischen Sanierung mit Passivhauskomponenten mit gleichzeitiger Verbesserung der Wohnqualität durchgeführt.

Ziel der Machbarkeitsstudie im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojekts Gründerzeit der Zukunft ist es nun, herauszufinden, ob es trotz schwieriger Randbedingungen wie der dichten Verbauung der innerstädtischen Lage (GFZ=4,30) und der daraus resultierenden Beschattung möglich ist, für das Gebäude Plus- Energie- Standard zu erreichen.

Zusätzlich wird die Untersuchung auf einen fiktiven, urbanen Standort unterschiedlicher Orientierung ausgedehnt, um allgemeinere Ergebnisse zur Frage: „ist Plusenergiestandard in dicht bebauten Gründerzeitvierteln möglich?“ zu erhalten. Mit Ertragsrechnungen soll aufgezeigt werden, dass das optimierte Konzept der geknickten Dachfläche unabhängig von dessen Orientierung und städtischen Umgebung überzeugt.

1 Baukörperstudie

1.1 Städtebauliche Ausgangssituation



Abbildung 1: Bebauungsplan, Plandokument 7347, MA21B

Bauklasse III, geschlossen (zur Gablenzgasse): maximal 16m, minimal 9m Höhe

Bauklasse IV, geschlossen (zum Gürtel): maximal 21m, minimal 12m Höhe

Auszüge aus dem Gemeinderatsbeschluss vom 30.01.2003, Plandokument Nr. 7347:

[...]

3.1. An allen Baulinien ist die Errichtung von Erkern, Balkonen und vorragenden Loggien untersagt. Bauelemente, die der Gliederung oder der architektonischen Ausgestaltung der Schauseiten dienen, dürfen an Straßen bis 16,0 m Breite höchstens 0,6 m und an Straßen von mehr als 16,0 m Breite höchstens 0,8 m über die Baulinie ragen.

3.2. An den zu den Verkehrsflächen der Gablenzgasse, der Koppstraße und der Kirchstetterngasse orientierten Gebäudefronten dürfen keine Hauptfenster von Wohnungen im Erdgeschoß auf die Verkehrsfläche gerichtet sein.

3.3. An den zu der Verkehrsfläche des Lerchenfelder Gürtels orientierten Gebäudefronten sind Hauptfenster von Wohnungen nur dann zulässig, wenn deren Fußbodenoberkante mindestens 6 m über dem Niveau der angrenzenden Verkehrsfläche liegt.

3.4. Der höchste Punkt der im Bauland zur Errichtung gelangenden Dächer darf nicht mehr als 4,5 m über der tatsächlich ausgeführten Gebäudehöhe liegen.

3.5. Die Dächer der auf den mit der Festsetzung Bauland/ Wohngebiet- oder gemischtes Baugebiet, Geschäftsviertel, Bauklasse I bezeichneten Grundflächen zur Errichtung gelangenden Gebäude sind bis zu einer Gebäudehöhe von 6,5 m entsprechend dem Stand der Technik als begrünte Flachdächer auszubilden, sofern es sich nicht um Glasdächer handelt. Technische bzw. der Belichtung dienende Aufbauten sind im erforderlichen Ausmaß zulässig.

[...]

4.3. Auf den mit BB3 bezeichneten Teilen des Wohn- oder gemischten Baugebietes (Anm. pos-architekten: Betrifft den Innenhof des betrachteten Gebäudes) darf die bebaute Fläche maximal 40 v.H. der Bauplatzgröße betragen.

[...]

1.2 Machbarkeitsstudie 2008

Die Machbarkeitsstudie von 2008 sieht neben einer Sanierung des gesamten Bestandes einen ein- bzw. zweigeschossigen Dachgeschossausbau vor. Dies ist eine übliche und sinnvolle Maßnahme, wenn die lt. Bebauungsplan mögliche Gebäudehöhe auf dem

Grundstück nicht ausgenutzt ist. Durch die Nachverdichtung am Grundstück kann die Finanzierbarkeit einer Sanierung normalerweise verbessert werden.

Folgenden Maßnahmen wurden im Rahmen des Sanierungskonzepts festgelegt:

Quelle: *Schlussbericht, Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wohnqualität mit Passivhauskomponenten am Beispiel des Wohnhauses Lerchenfelder Gürtel 1 aus dem Jahr 2008.*

Wohnqualität

- Wohnqualität Freiraum: das enorme, fast totale Defizit an wohnungsnahem Freiraum sollte durch eine Sanierung deutlich gemildert werden; hofseitige Balkone oder Dachterrassen scheinen geeignete Mittel, die eine hohe Nutzwertsteigerung im Verhältnis zum Investment aufweisen.
- Hofseitige Balkone, welche direkt den jeweiligen Wohnungen zugeordnet sind, gekoppelt mit einem Gangabschluss, könnten mit einfachen Mitteln eine wesentliche Steigerung der Wohnqualität bringen. Dachterrassen werden hinsichtlich Kosten und direkter Zuordnung kritischer beurteilt; auch müssten am Dach zumindest Wasseranschluss mit einer Basisinstallation vorgesehen werden, damit der Bereich wirklich vollwertig im Sommerhalbjahr nutzbar ist.
- Die Passivhauslüftung wird als positiver Beitrag für wesentlich bessere Luftqualität in den Wohnungen und damit als eine wesentliche Aufwertung der Wohnqualität anerkannt.

Energieperformance

- Eine Variante Passivhausstandard mit hoch gedämmter Gebäudehülle und Komfortlüftung soll als der derzeit hochwertigste Baustandard untersucht werden. Dies soll alternative Varianten im Kontext technisch machbarer Energieeinsparung und Emissionssenkung besser vergleichbar machen.
- Variante mit Passivhauskomponenten: diese entspricht der o .g. Passivhausvariante, aber ohne Dämmung der öffentlich wirksamen Straßenfassaden. Es werden wesentliche bautechnische und Komfotelemente des Passivhauses an die Erfordernisse einer Gründerzeit-Haussanierung angepasst. Dies sind vornehmlich hochgedämmte Passivhausfenster und die Komfortlüftung. Damit wird eine Variante untersucht, die für Fälle wesentlich ist, in welchen gestalterisch oder städtebaulich

hochwertige Fassadenensembles erhalten bleiben sollen, eine Außendämmung aber aus diesen Gründen nicht durchgeführt werden soll.

- Eine zusätzliche Variante mit ungedämmter Hoffassade wird verworfen, weil die Gesamt-EKZ (Energiekennzahl) des Hauses wesentlich schlechter würde und weil künftige Potentiale auf Nutzung der Gangflächen u. Ä. damit ausgeschlossen wären. Es sollen also jene Variante weiter verfolgt werden, in der die Hoffassade hochwertig gedämmt wird und die Gangfläche als zwar unbeheizter, aber durch die Wohnungstrennwand temperierter Bereich vorgesehen ist.

Bauphysik und Konstruktion

- Für die Gründerzeit-Fassade werden die Varianten mit und ohne Dämmung hinsichtlich der Kondensate untersucht, um die bautechnisch-konstruktiven Auswirkungen für den kritischen Bereich der Balkenköpfe besser abschätzen zu können.
- Durch die kontrollierte Wohnraumlüftung werden positive Auswirkungen auf die Luftfeuchtesituation und hinsichtlich der Kondensate im Bereich der Balkenköpfe erwartet, weil durch einen gesicherten Mindestluftwechsel ein ungünstiges Nutzerverhalten abgemildert werden kann. Zentrale Anlagen werden wegen der besseren Wartbarkeit und Kostensituation in aktuellen Neubauprojekten bevorzugt und daher auch für den Sanierungsfall als sinnvolle Variante angenommen.

Abstimmung der Grundlagen und Annahmen:

1. Der angenommene Luftwechsel für den Bestand von 0,8/h entspricht den Annahmen des Wohnfonds Wien, für den sanierten Fall ist jedenfalls der hygienisch erforderliche Mindestluftwechsel anzusetzen.
Für die Förderstelle ist ausschließlich die standortbezogene EKZ maßgeblich.
Die Bauteilaufbauten entsprechen den Erfahrungswerten des Wohnfonds.
Das Stiegenhaus kann wie abgeschlossene Gangflächen behandelt werden, wenn es gegen Außenluft (z. B. mittels Windfang im EG) abgeschlossen ist.
2. Besonnung: die Situation ist als sehr schlecht zu bewerten, weil praktisch nur im Sommerquartal Teile des Innenhofes und der hofseitigen Westfassaden besont werden. Die straßenseitigen Südfassaden werden de facto im gesamten Winterhalbjahr vom Nachbarbau beschattet, eine solare Nutzung wäre nur oberhalb

der Attika sinnvoll. Eine solare Nutzung wird für diesen Fall daher nicht weiter verfolgt.

1.2.1 Pläne Testentwurf 2008

Quelle: Schlussbericht, Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wohnqualität mit Passivhauskomponenten am Beispiel des Wohnhauses Lerchenfelder Gürtel 1 aus dem Jahr 2008

Die Endfassung erscheint für dieses Haus als die aussichtsreichste typologische und funktionale Lösung, die auch in weiterer Folge vertieft in energetischen Varianten untersucht wird.

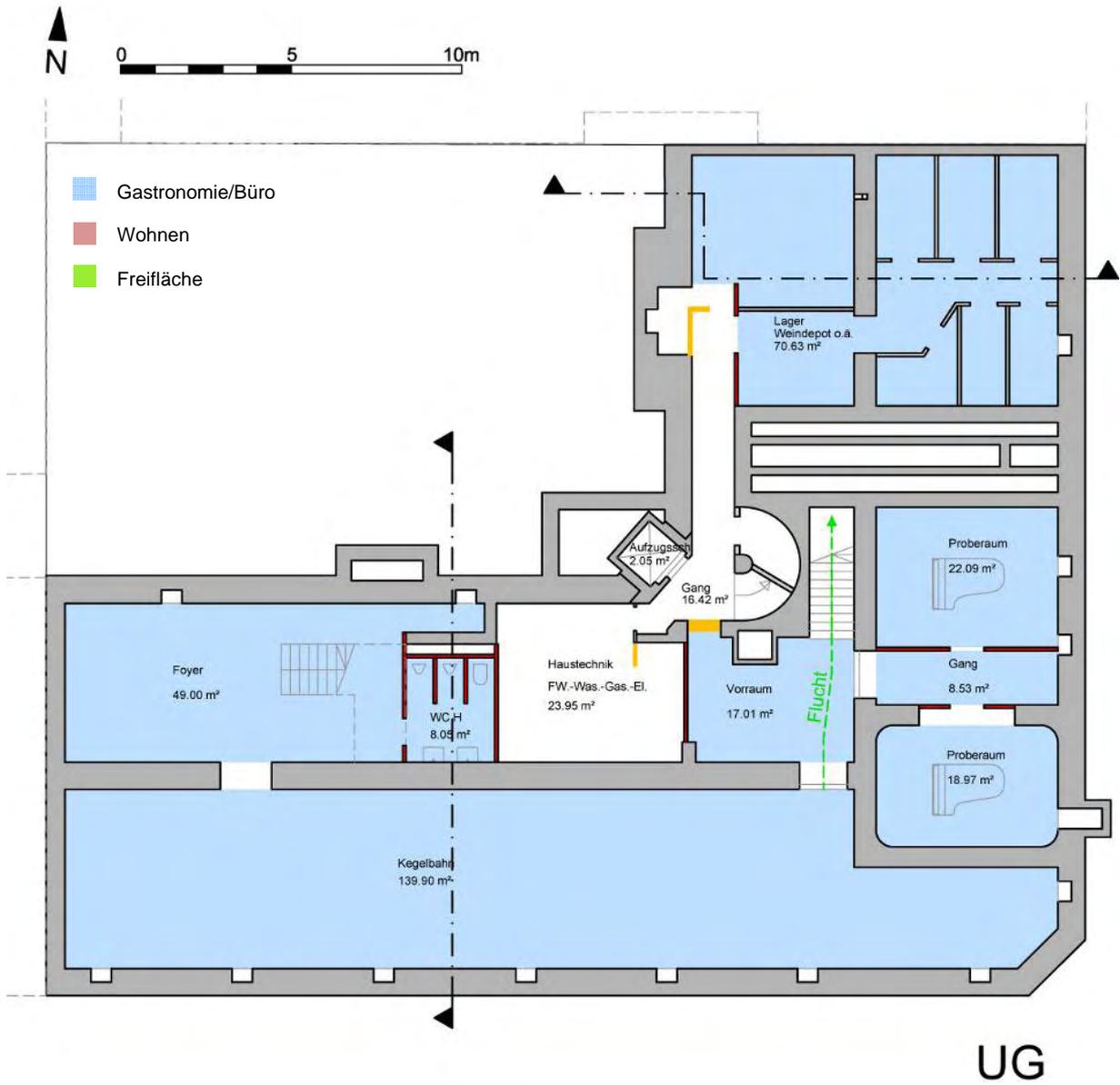


Abbildung 2: Grundriss Untergeschoß

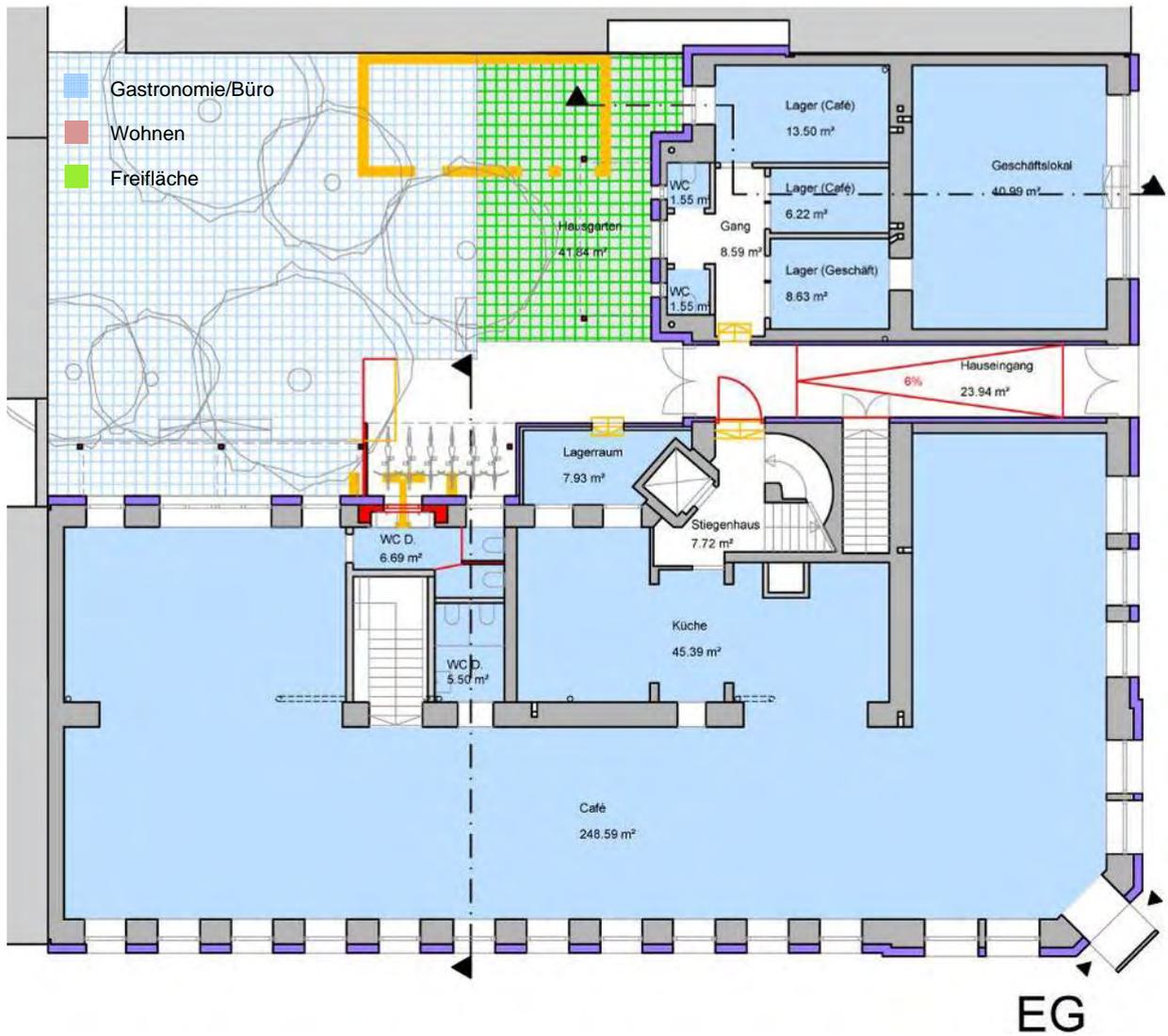


Abbildung 3: Grundriss Erdgeschoß

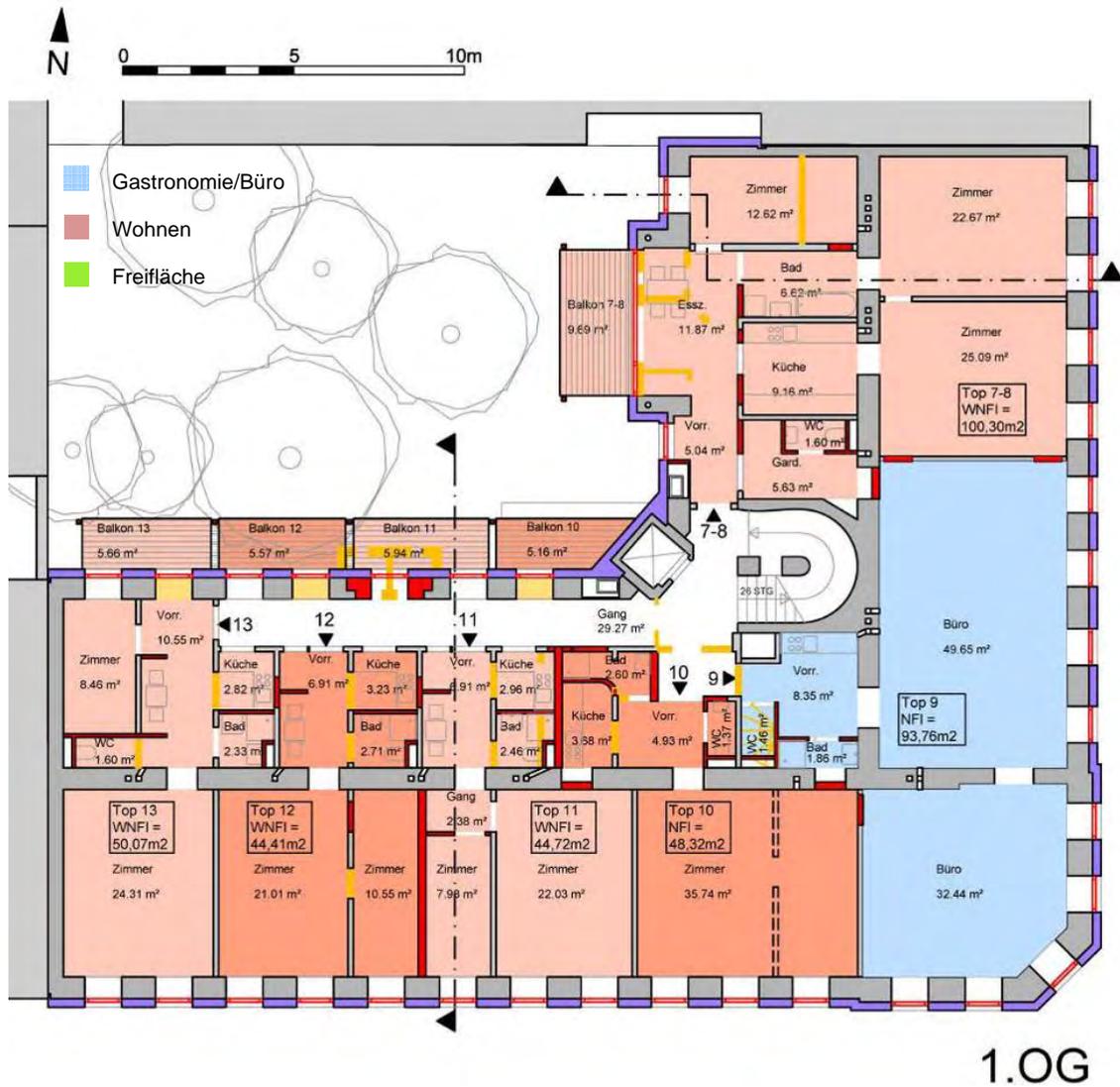


Abbildung 4: Grundriss 1. Obergeschoß

Anm.: Die gürtelseitige Wohnung erhält als „Kompensation“ hofseitig einen großzügigen Balkon samt Wintergarten.

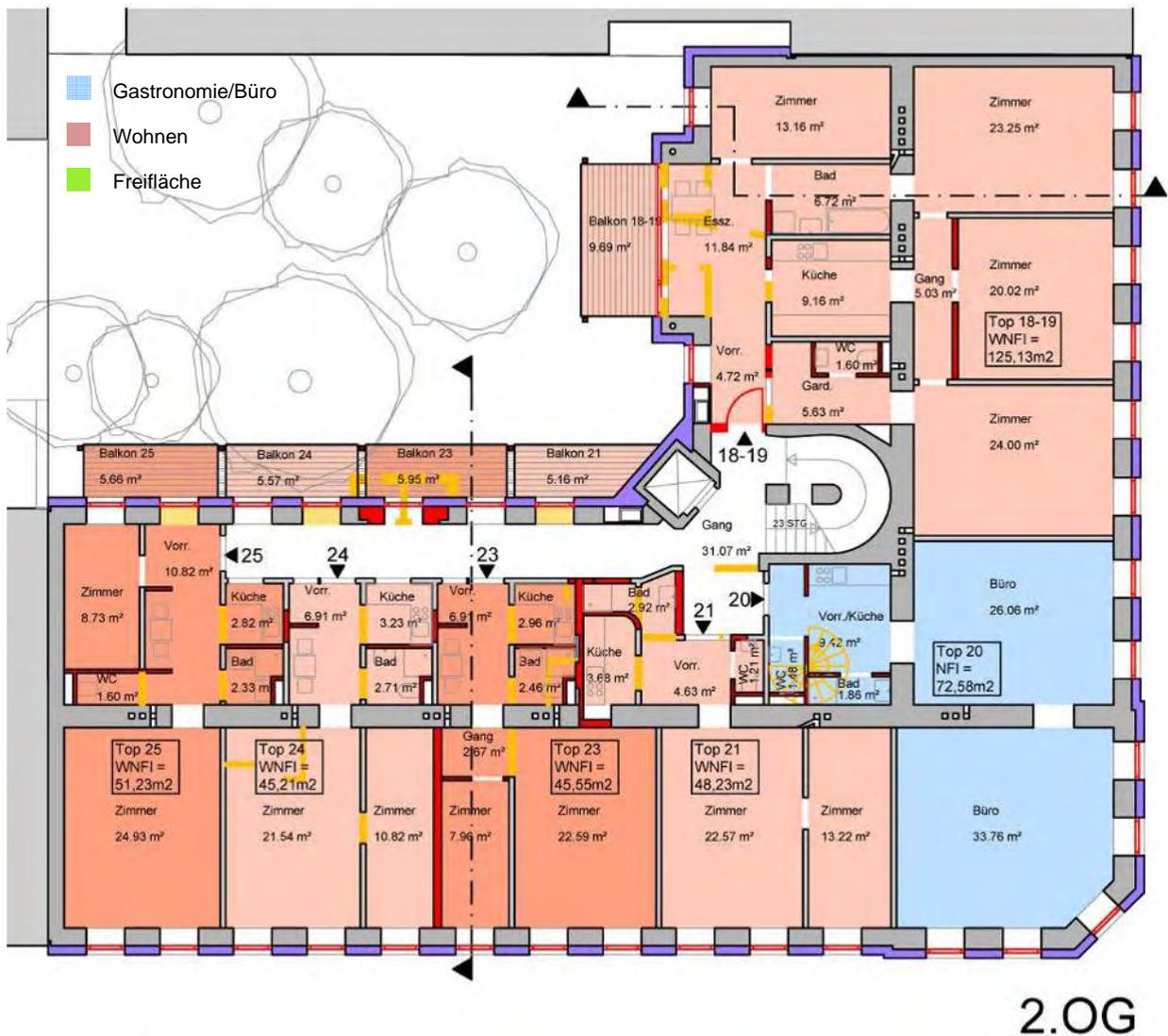


Abbildung 5: Grundriss 2. Obergeschoß

Anm.: Variation zu OG 1 gürtelseitig, die Wohnung erhält zusätzlich einen Raum von der Eckwohnung, räumliche Flexibilität ist hier langfristig ohne konstruktive Eingriffe vorbereitet.

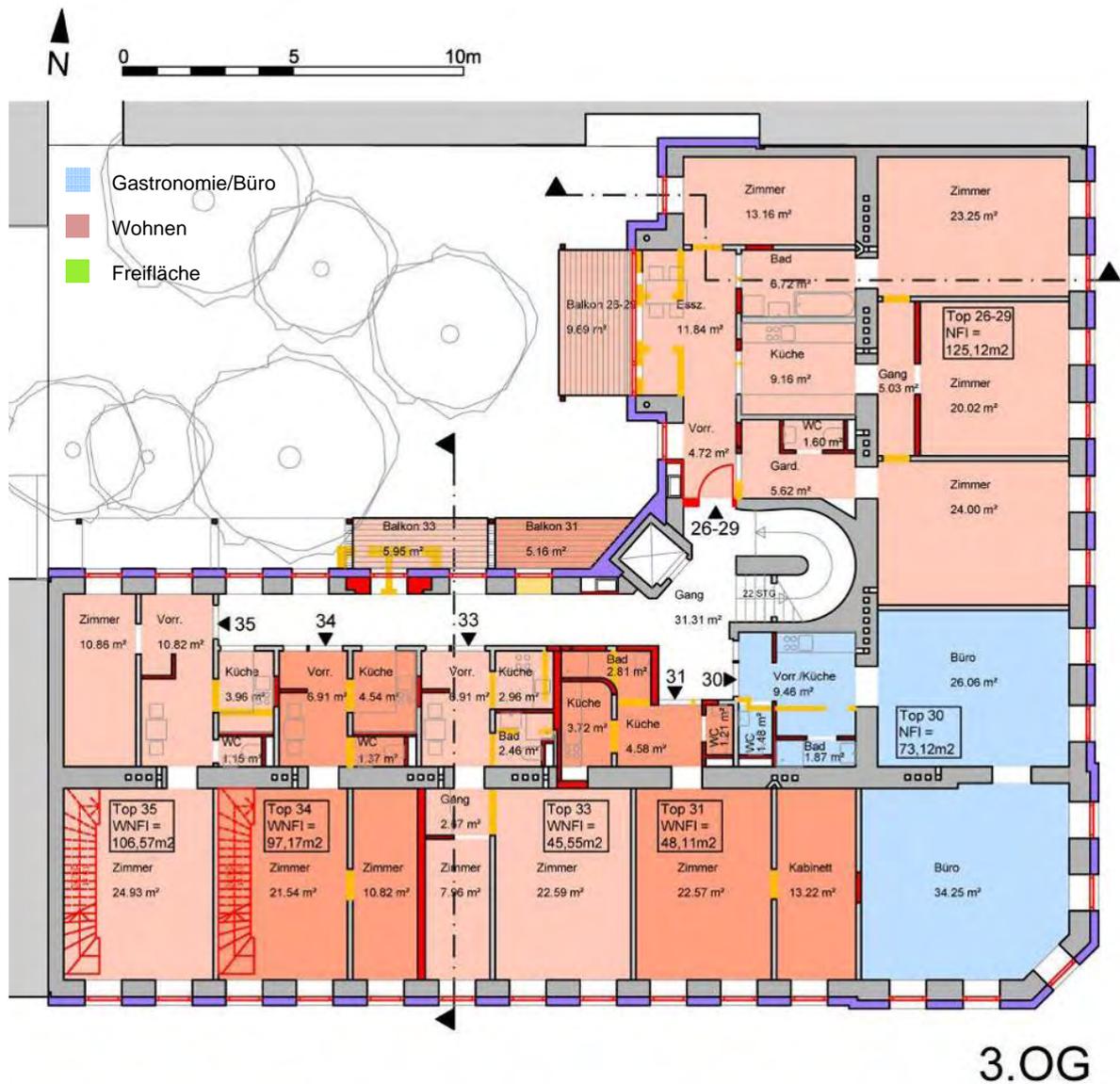


Abbildung 6: Grundriss 3. Obergeschoß

Anm.: An der Gablenzgasse sind Maisonnetten mit eingeschossigem Dachausbau vorgesehen.

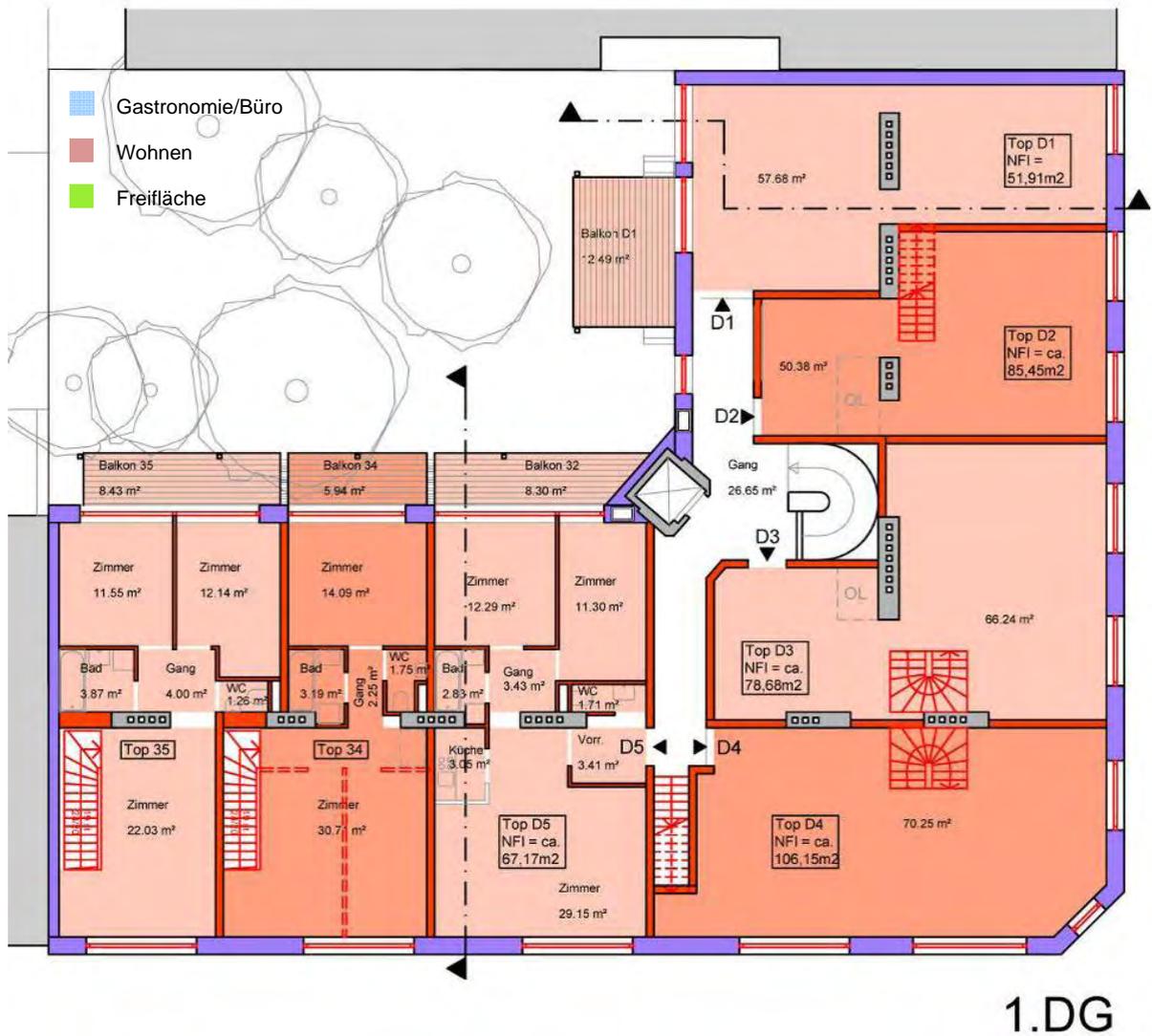


Abbildung 7: Grundriss 1. Dachgeschoß

Anm.: Gürtelseitig sind die Eingangsetagen zu den Maisonetten vorgesehen.

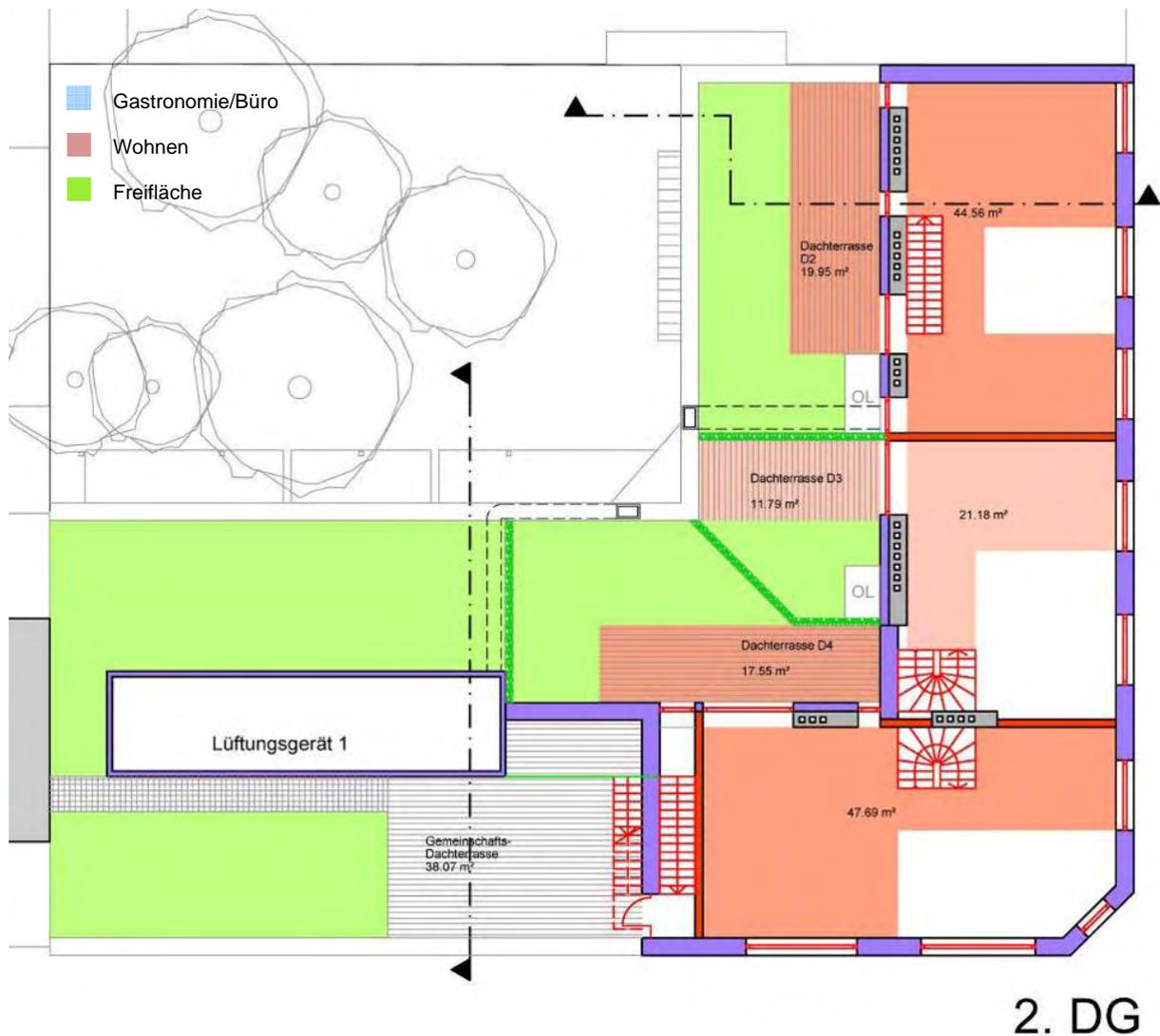


Abbildung 8: Grundriss 2. Dachgeschoß

Anm.: Die gürtelseitigen Wohnungen sind durch zweigeschoßige Lufträume (weiß) räumlich attraktiver und „statisch entspannt“ (Regel der max. 1,5-fachen Nutzfläche). Auch die Größe der Dachterrassen sind genau auf die zusätzlich möglichen Auflasten hin ausgelegt.

Im Trakt Gablenzgasse ist über dem eingeschossigen Dachausbau das zentrale Lüftungsgeschoss für diesen Hausteil angeordnet.

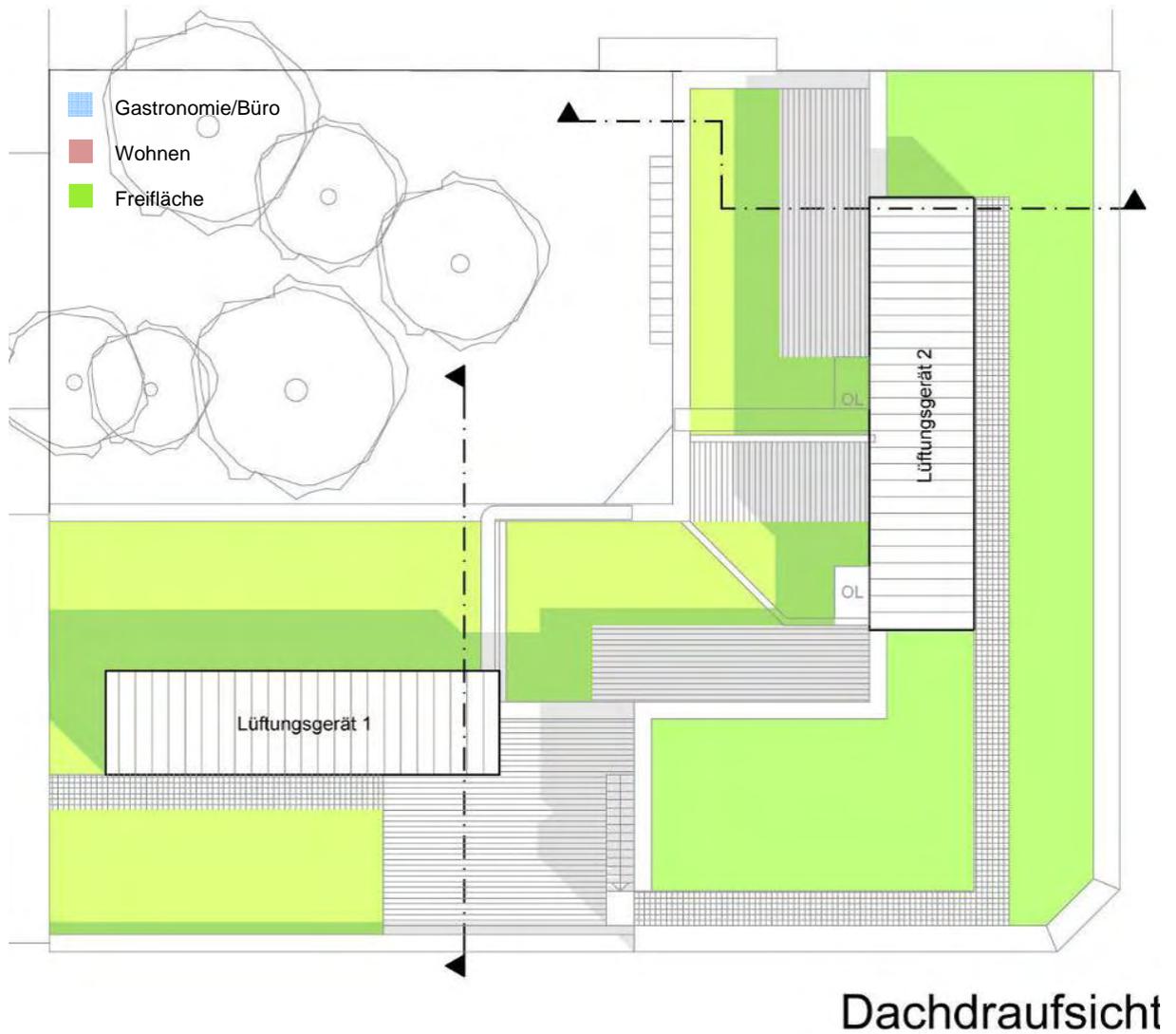


Abbildung 9: Haus Weidinger: Dachdraufsicht

Anm.: An der Gablenzgasse ist eine allgemein zugängliche Dachterrasse angeordnet, die vor allem für die Eckwohnungen als Freiraum oder für das Haus insgesamt für besondere Anlässe zur Verfügung steht (Sommerfest, Sylvester u. Ä.).

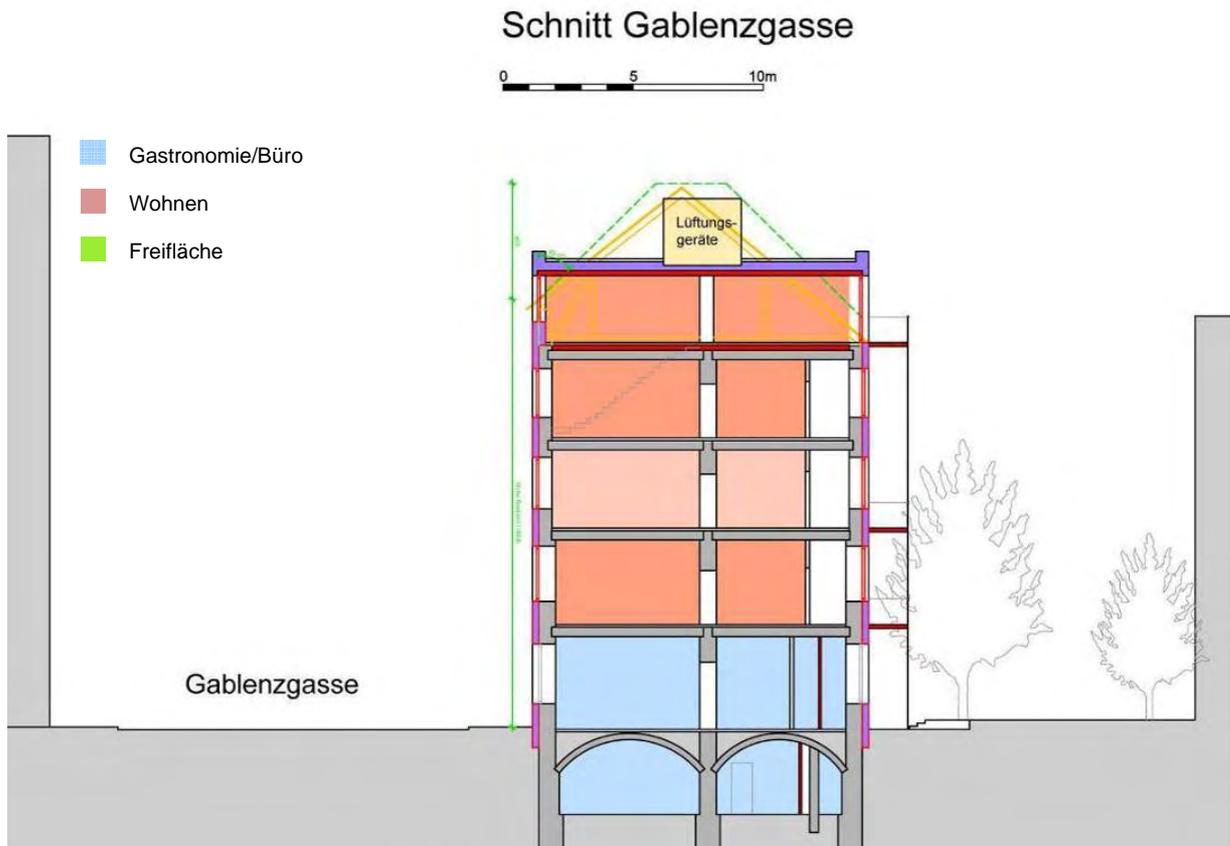


Abbildung 10: Haus Weidinger: Schnitt Gablenzgasse

Anm.: Die geringe Überschreitung der zulässigen Silhouette (grün) konnte 2008 über eine lt. Bauordnung mögliche Höhenüberschreitung realisiert werden. Die Räume im Obergeschoß der Maisonetten können ohne Nutzflächenverlust auch der Dachfläche angepasst werden.

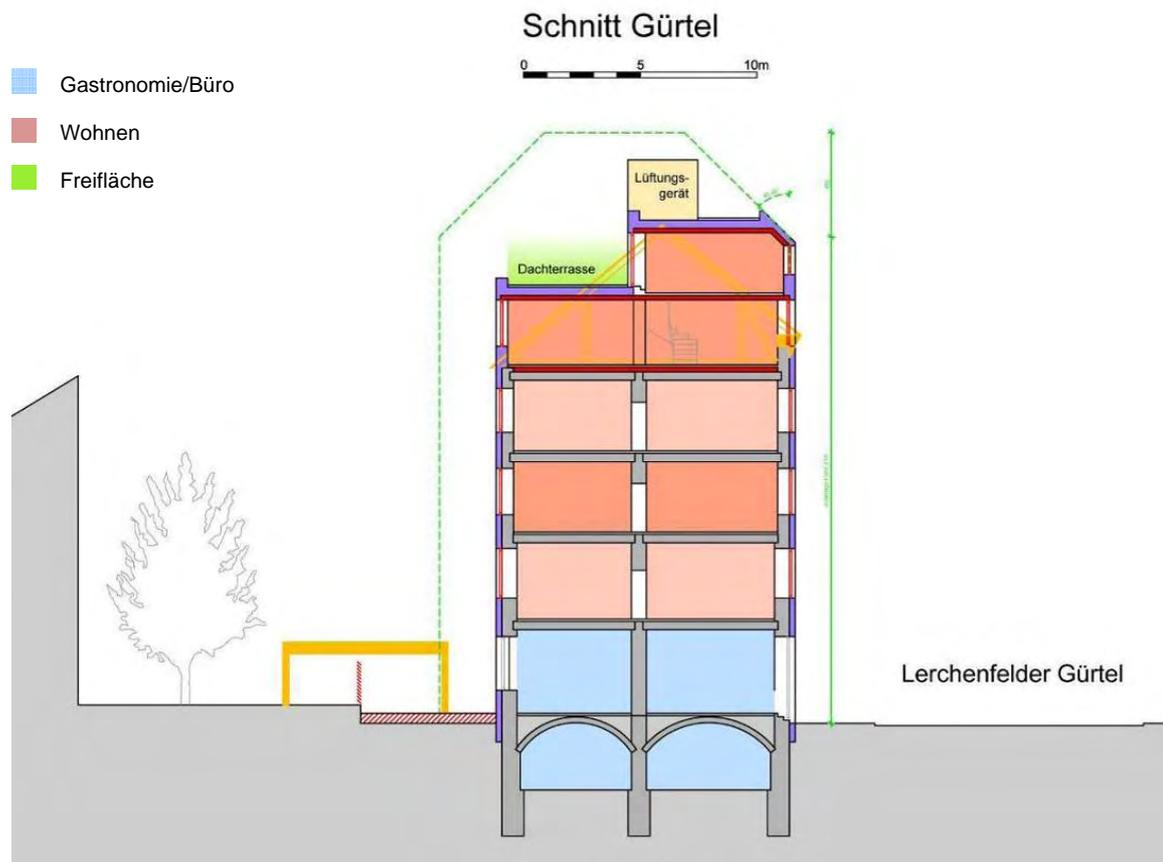


Abbildung 11: Haus Weidinger: Schnitt Gürtel

Anm.: Die baurechtlich mögliche Silhouette kann aus statisch-ökonomischen Gründen nicht ausgenutzt werden. Dies bedeutet letztlich eine Benachteiligung finanzschwacher Eigentümer durch öffentliche Widmung.

Ansicht Gürtel



Abbildung 12: Vereinfachte Darstellung der sanierten Fassade.

Stellungnahme aus 2008: Die Entwicklung einer spezifischen Fensterlösung für Gründerzeithäuser, in der neue technologische Möglichkeiten, sowie funktionale und ästhetische Ansprüche neu abgestimmt werden könnten, wäre wünschenswert.

1.2.2 Nutzflächenbilanz

	NEU [m ²]	BESTAND [m ²]
Gesamt Nutzfläche 1.OG-2.DG	1654,50	1142,82
1.OG	381,58	390,50
TOP 7-8	100,30	
TOP 9	93,76	
TOP 10	48,32	
TOP 11	44,72	
TOP 12	44,41	
TOP 13	50,07	
2.OG	387,93	376,28
TOP 18 - 19	125,13	
TOP 20	72,58	
TOP 21	48,23	
TOP 23	45,55	
TOP 24	45,21	
TOP 25	51,23	
3.OG (+1.DG)	495,64	376,04
TOP 26-29	125,12	
TOP 30	73,12	
TOP 31	48,11	
TOP 33	45,55	
TOP 34	97,17	
TOP 35	106,57	
1.DG + 2.DG	389,35	0,00
TOP D1	51,91	
TOP D2	85,45	
TOP D3	78,68	
TOP D4	106,15	
TOP D5	67,17	

Tabelle 1: Nutzflächenbilanz

1.2.3 Baukosten

Als Grundlage für die Kostenberechnung dienten Richtwerte des BKI von 2007 (Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern, korrigiert um den Regionalfaktor für Wien, sowie Index-korrigiert für 2008) und der Datenbestand von Ausschreibungen von pos-architekten.

	Hausseitige Sanierung	Wohnungen Standard anheben	Neu geschaffene Nutzflächen	Sanierung Gewerbeflächen	Gesamt
Nutzflächen vermietbar	1770,19	1158,31	457,39	611,88	2227,58
	gesamte vermietbare Nutzfläche des Bestandsgebäudes (UG-3.OG)	vermietbare Nutzflächen sanierte Wohnungen	vermietbare Nutzflächen neu in den Dachgeschossen	vermietbare Nutzflächen EG und UG	vermietbare Gesamtnutzfläche
GESAMT Nettoherstellkosten Euro	€ 838.559	€ 382.049	€ 782.682	€ 77.918	€ 2.081.208
Nebenkosten (Planung, Verwaltungshonorar) 25%	€ 209.640	€ 95.512	€ 195.671	€ 19.480	€ 520.302
Gesamtkosten	€ 1.048.199	€ 477.561	€ 978.353	€ 97.398	€ 2.601.510
Gesamtkosten/m² NFI.	€ 592,1	€ 412,3	€ 2.139,0	€ 159,2	€ 1.167,9

Zusatzkosten für Passivhaus-Standard gegenüber „konventioneller“ Sanierung ca.	€ 182,8
---	----------------

Tabelle 2: Kostenschätzung für Sanierung auf Passivhaus-Standard

Die ausgewiesenen Zusatzkosten für Passivhaus-Standard gegenüber „konventioneller“ Sanierung beziehen sich vor allem auf folgende Maßnahmen:

- erhöhte Dämmstärken und Luftdichtheit für Fassade, Decke gegen EG und Dach
- Passivhaus-Fenster statt konventioneller Isolierglasfenster
- Komfort-Lüftungsanlage inkl. Lüftungszentrale, haus- und wohnungsseitige Leitungen und Baumaßnahmen.

Die Kosten für das ebenfalls in Passivhausstandard gerechnete Dachgeschoss bleiben für die Angabe der Mehrkosten unberücksichtigt, weil damit die Vergleichbarkeit mit anderen Sanierungskonzepten nicht gegeben wäre.

Die Kostengenauigkeit liegt für diese Bearbeitungstiefe bei etwa $\pm 20\%$, eine präzise Kostenberechnung ist nach einer Detailplanung möglich.

1.2.4 Heizwärmebedarf gemäß OIB für energetische Varianten

Betrachtet wurden im Sinne einer guten Vergleichbarkeit nur die Regel-Wohngeschosse 1. bis 3. OG, wobei die Dachgeschosse als ausgebaut und damit beheizt angenommen wurden.

Die spezielle EG- und KG-Nutzung des Cafehauses wurde in der Betrachtung in einem eigenen PHPP gerechnet, da diese hochintensive Nutzung für andere Gründerzeitbauten nicht typisch ist.

Variante	Straßen-/Gründerzeitfassade gedämmt	Hoffassade gedämmt	Komfortlüftung	Passivhausfenster	EKZ nach OIB [kWh/m ² .a]	Kosten hausseitige Sanierung Gesamtkosten netto [€/m ² Wohnnutzfl]
Bestand					131,16	-
V3		X		X	50,39	€ 469,9
V2		X	X	X	27,08	€ 561,7
V1	X	X	X	X	5,42	€ 592,1

Tabelle 3: Übersicht über die energetischen Varianten:

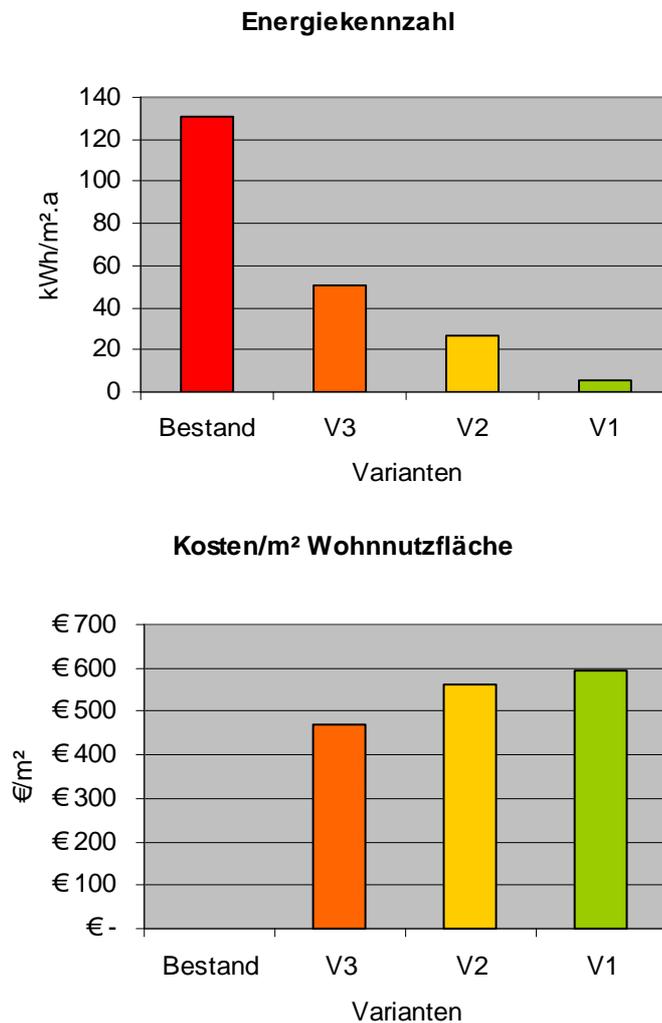


Abbildung 13: Energiekennzahlen und Kosten im Vergleich

Variante V1 – Passivhausstandard

Der Heizwärmebedarf für die Geschosse 1. OG bis 3. OG gemäß OIB-Berechnung beträgt bei vollständig gedämmten Außenwänden und Wärmerückgewinnung

- für den Standort: **5,42 kWh/m².a**
- bzw. für die gesamte betrachtete Fläche: **9.193,00 kWh/a.**

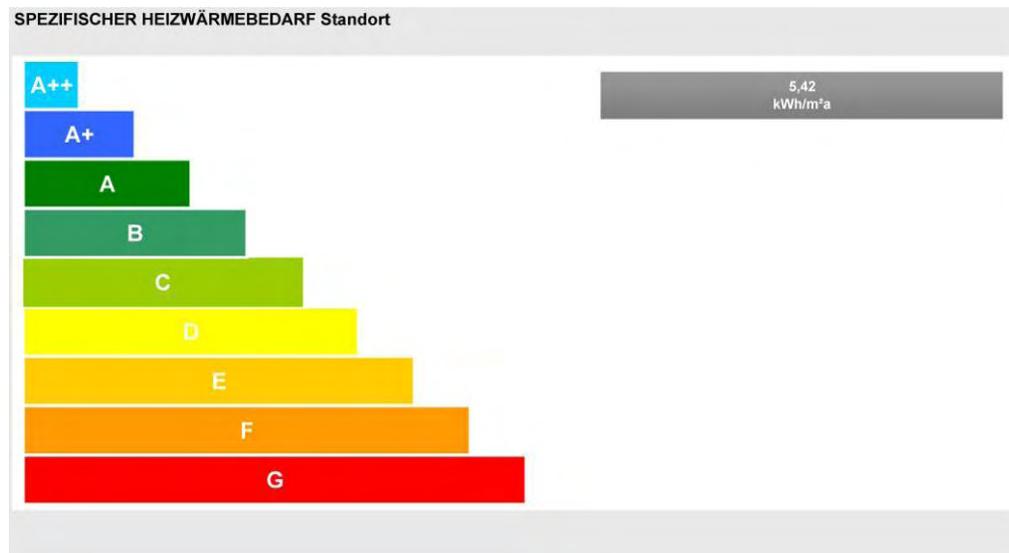


Abbildung 14: Energieausweis Variante 1

Variante V2 - Gründerzeitfassade

Wie Variante 1, jedoch straßenseitige Außenwand nicht gedämmt (Beibehaltung der historischen Gründerzeitfassade). Der Heizwärmebedarf für die Geschosse 1.OG bis 3.OG gemäß OIB-Berechnung beträgt

- den Standort: **27,08 kWh/m².a**
- bzw. für die gesamte betrachtete Fläche: **45.933,00 kWh/a.**

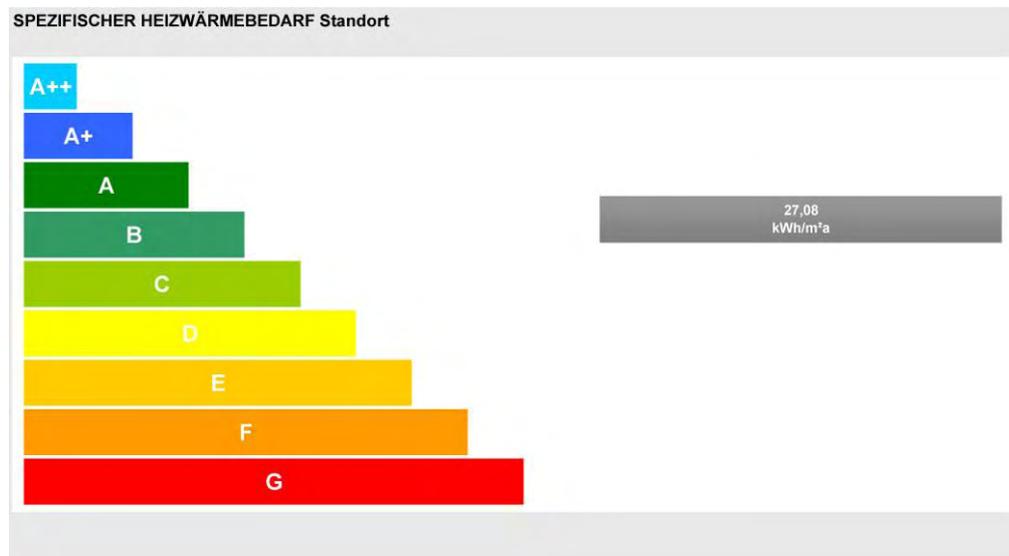


Abbildung 15: Energieausweis Variante 2

Wesentliche Risiken im Vergleich zur Variante 1:

Die ungedämmte Straßenfassade führt zu Wärmebrücken im Bereich des Fenstereinbaus, die erhöhte Wahrscheinlichkeit von Durchfeuchtung der Balkenköpfe wird durch den von der Lüftungsanlage garantierten Luftwechsel gemildert.

Variante V3

wie Variante 2, jedoch ohne kontrollierte Wohnraumlüftung

Der Heizwärmebedarf für die Geschosse 1.OG bis 3.OG gemäß OIB-Berechnung beträgt bei ungedämmter straßenseitiger Außenwand und Beibehaltung der Gründerzeitfassade mit Zierteilen und ohne Lüftungs-Wärmerückgewinnung

- für den Standort: **50,39 kWh/m².a**
- bzw. für die gesamte betrachtete Fläche: **85.472,00 kWh/a.**

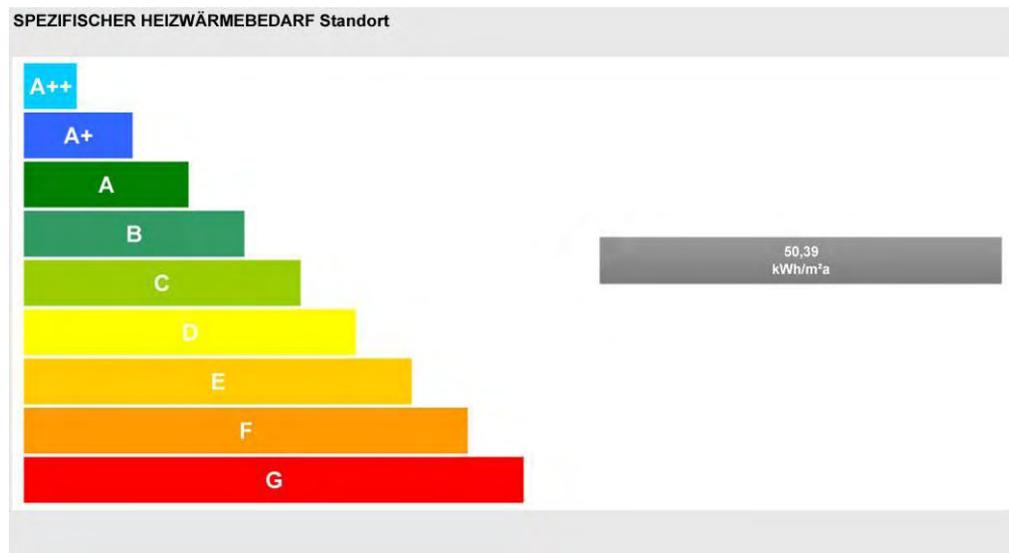


Abbildung 16: Energieausweis Variante 3

Wie bei Variante V2 entstehen im Bereich des Fenstereinbaus Wärmebrücken.

Die Innenraumfeuchtigkeit ist verstärkt vom Nutzungs- bzw. Lüftungsverhalten der Bewohner abhängig.

Bei extrem unsachgemäßem Nutzerverhalten besteht die akute Gefahr von Schimmelbildung sowie von Durchfeuchtung der Balkenköpfe und nachhaltiger Bauteilschädigung (siehe dazu Kapitel 3.3.3).

1.3 Anpassung der Studie an die Rahmenbedingungen aus der Wiener Bauordnung

Aufgrund von Änderungen in der Wiener Bauordnung, welche seit der Erstellung der „Machbarkeitsstudie zur Verbesserung der Wohnqualität mit Passivhauskomponenten“ vorgenommen worden sind, ist vor Durchführung der PlusenergieStudie eine Überarbeitung des aus dem genannten Forschungsprojekt vorliegenden Entwurfs erforderlich.

Nach der Wiener Bauordnung war es möglich, die Gebäudehöhe um bis zu 1,50 Meter zu überschreiten, wenn die einzelnen Geschoßhöhen mehr als 2,80 Meter hoch waren (§75 Abs.9). Aufgrund der Aufhebung ist für eine allfällige Überschreitung der Bauhöhe seitdem ein Ausnahmeverfahren gemäß §69 der Wiener Bauordnung erforderlich, die Überschreitung darf allerdings nur „unwesentlich“ sein.

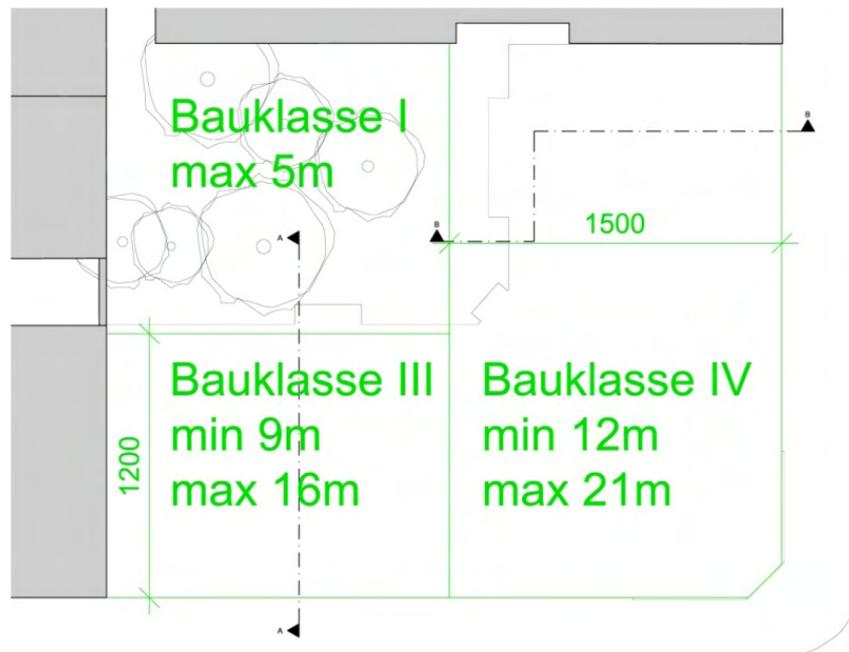


Abbildung 17: Bebauungsbestimmungen

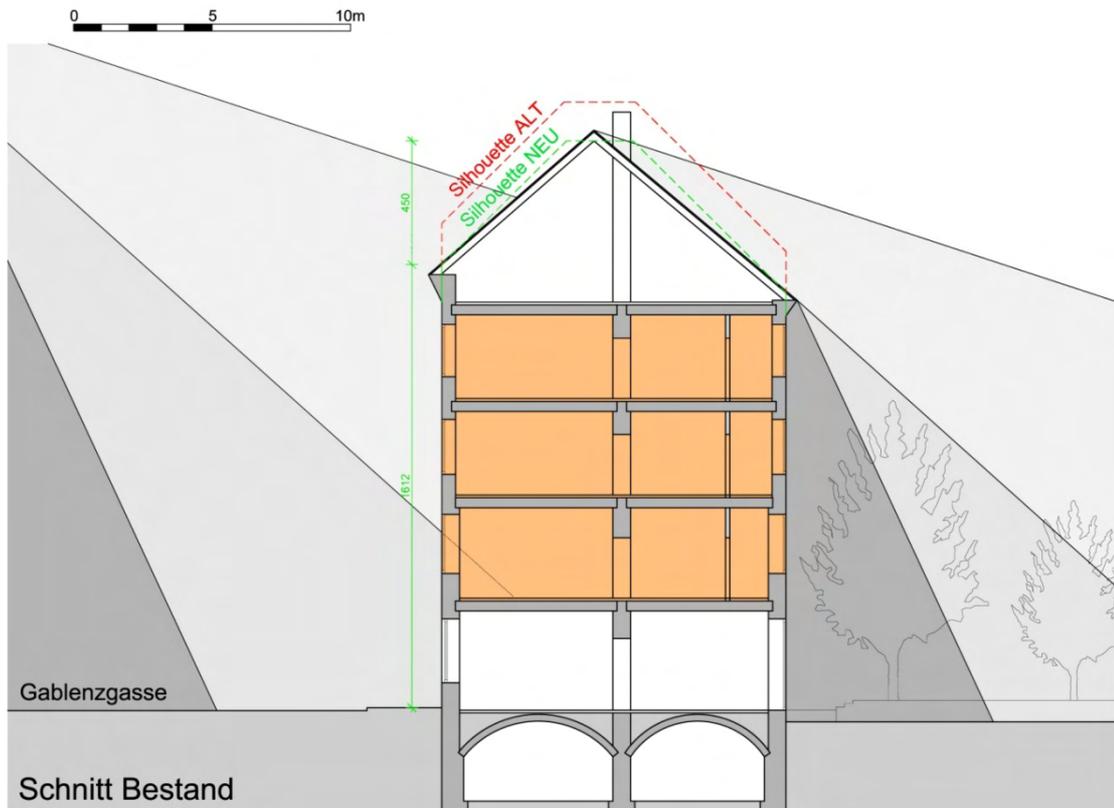


Abbildung 18: Maximal bebaubare Silhouetten: Alt und Neu.

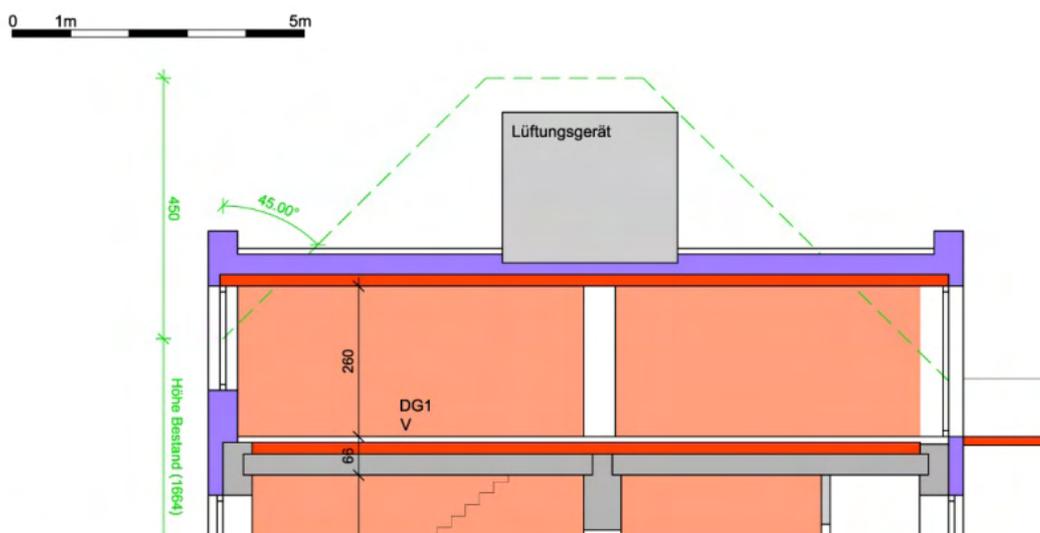


Abbildung 19: Schnitt AA durchs Dachgeschoss. Gablengasse

Anpassung an die neue Wiener Bauordnung :

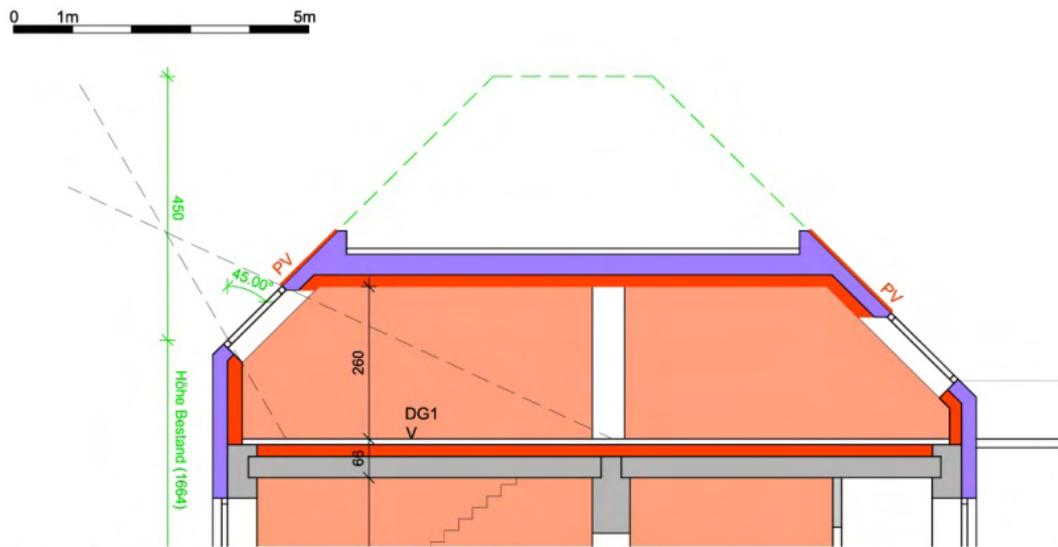


Abbildung 20: Schnitt AA durchs Dachgeschoss. Gablenzgasse

1.4 Energieerzeugung am Gebäude- Plusenergie, Standardvariante – Var.A

Nach der Anpassung der Machbarkeitstudie aus 2008 an die neue Wiener Bauordnung wird das Gebäude mit der maximal installierbaren Anzahl an PV-Paneelen an Dach und Fassade belegt. Bis zum Kapitel 2.6 wird das Gründerzeithaus „Weidinger“ am Lerchenfeldergürtel Ecke Gablenzgasse mit seinen Original- Nachbarn untersucht (sehr hohe Lugner City im Süden, Gürtelbebauung im Norden, kein Nachbar im Osten). In alle Ertragsrechnungen fließen auch die Verschattungsfaktoren durch die Nachbarn ein. Anschließend, ab Kapitel 2.6., wird das Haus in einen fiktiven urbanen Kontext, mit typischen, ähnlich hohen Wiener Gründerzeithäuser als Nachbarn, verlegt.

Die Fassade des Hauses „Weidinger“ wird in der vorliegenden Variante A an beiden zur Straße orientierten Fassaden (Süd- und Ostfassade) mit vertikaler PV belegt. Auf dem Dach werden PV-Paneele mit 30° Neigung und südlicher Ausrichtung aufgeständert. Restliche, schräge Dachflächen und auch die Lüftungsgeräte werden ebenfalls mit PV-Modulen belegt.

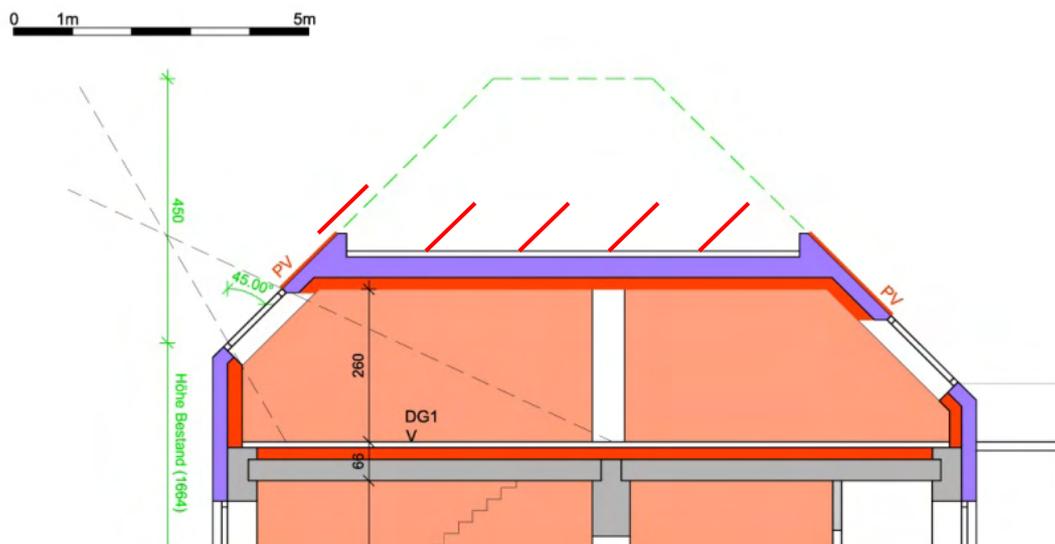


Abbildung 21: Studie Dachfaltung Var.A

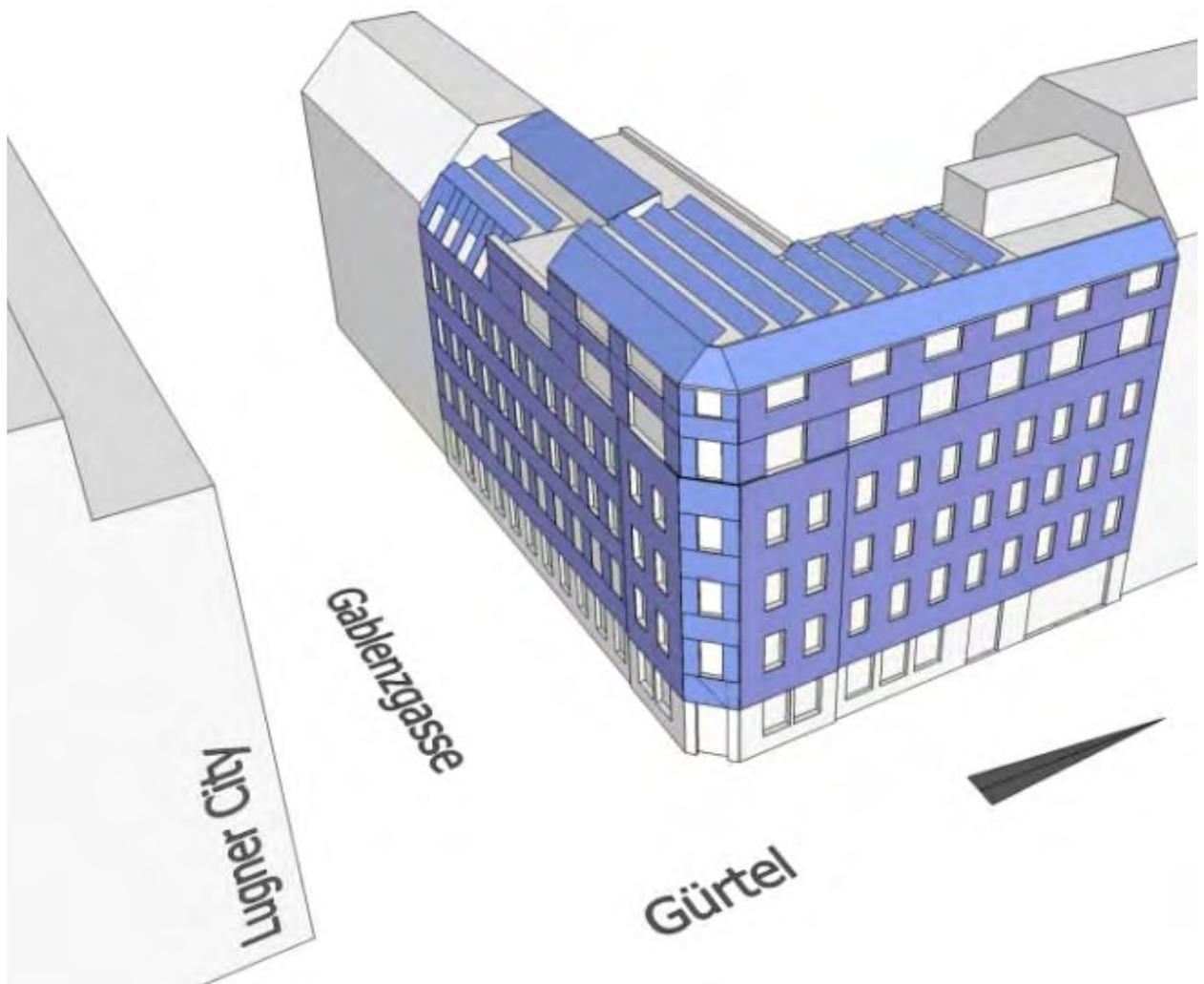


Abbildung 22: Ansicht Variante A – Ausgangssituation an Richtlinien angepasst und mit PV belegt.

1.5 Studie zum Plus-Energie-Standard mit Beibehaltung der Gründerzeitfassade.

In einer weiterführenden Studie, basierend auf der Machbarkeitsstudie aus 2008, wird das Gebäude, und vor allem der Dachausbau, auf die maximale Belegbarkeit für Photovoltaik-Paneele untersucht, um den Plus-Energie-Standard für das Gebäude zu erreichen.

Es folgen mehrere Schritte der Dachstudie.

1.5.1 Variante C

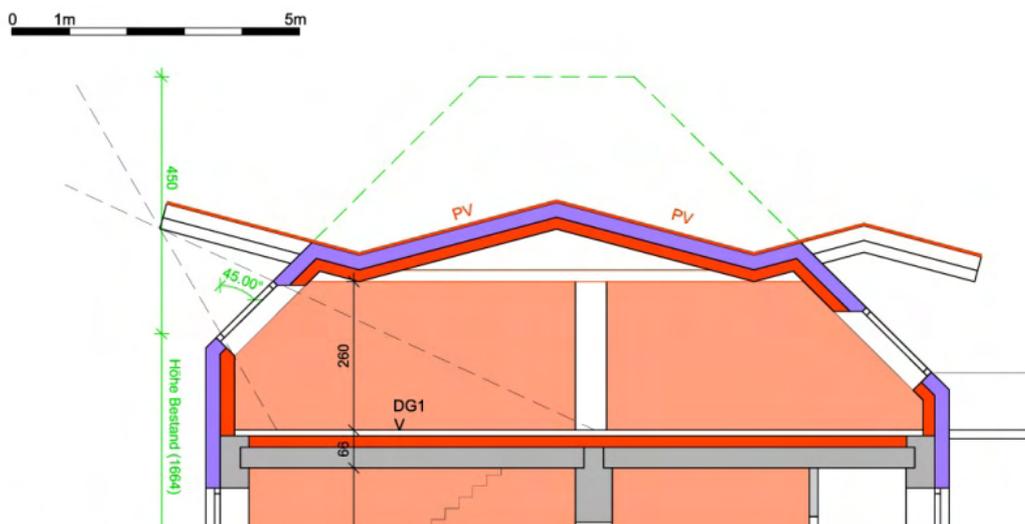


Abbildung 23: Studie Dachfaltung Var.C.1

Durch Knicken der Dachflächen kann die Fläche für PV-Module maximiert werden. Das über die maximal bebaubare Silhouette auskragende Element wird als (ebenfalls mit PV belegtes) Vordach ausgebildet, welches laut Wiener Bauordnung 80 cm über die Fassade hinaus auskragen darf.

Die direkte solare Einstrahlung in die Dachgeschosswohnung wird nicht behindert.

Ein leicht nach Norden geneigtes PV Module (z.B. wie hier 10-15°) erzielt um 20-25% weniger Ertrag als ein mit 30° geneigtes und nach Süden orientiertes PV-Modul.

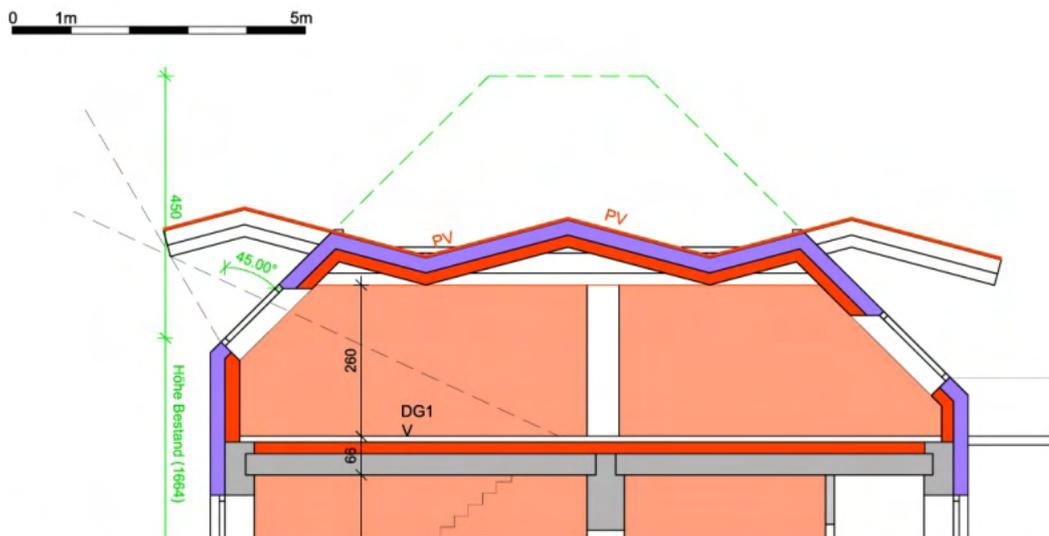


Abbildung 24: Studie Dachfaltung Var.C.2

1.5.2 Variante D

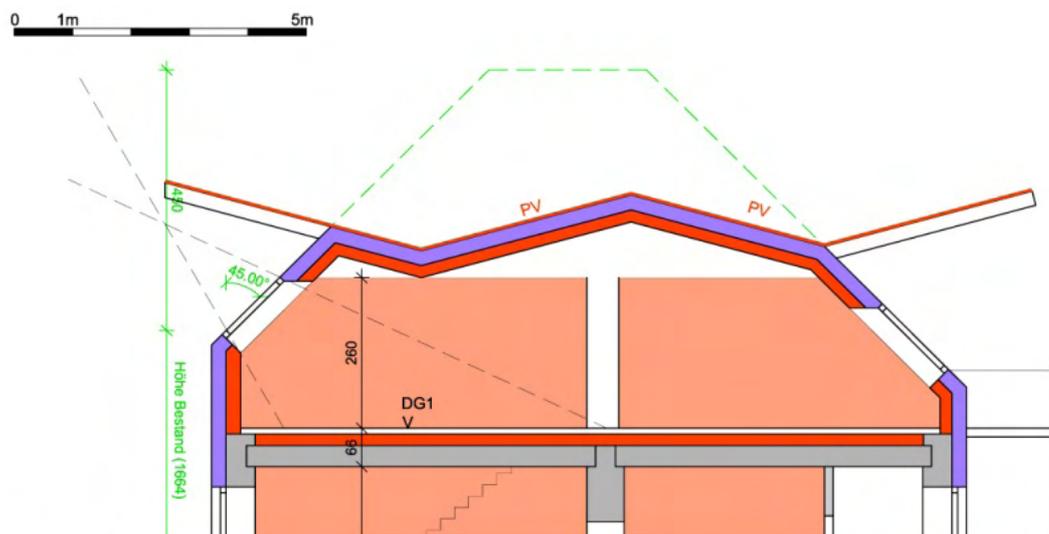


Abbildung 25: Studie Dachfaltung Var.D.1

Um die notwendigen Maße für PV-Module zu gewährleisten werden die Knickflächen auf 4 reduziert.

Eigenverschattung, Grünflächen, Terrassen

Im Folgenden beschäftigte sich der Entwurf mit der Fragestellung, wie die beiden unterschiedlichen Bauklassen und damit Gebäudehöhen so miteinander verbunden werden können, dass möglichst keine Eigenverschattung der Dachfläche entsteht und dass gleichzeitig noch private und allgemeine Freiflächen und Terrassen im Dachgeschoss angeordnet werden können. Wie in den folgenden 3D-Skizzen ersichtlich ist, waren diese Forderungen nicht leicht miteinander zu kombinieren. Es erforderte einiges entwerferisches Geschick, um hier eine sinnvolle und zufriedenstellende Lösung zu finden.

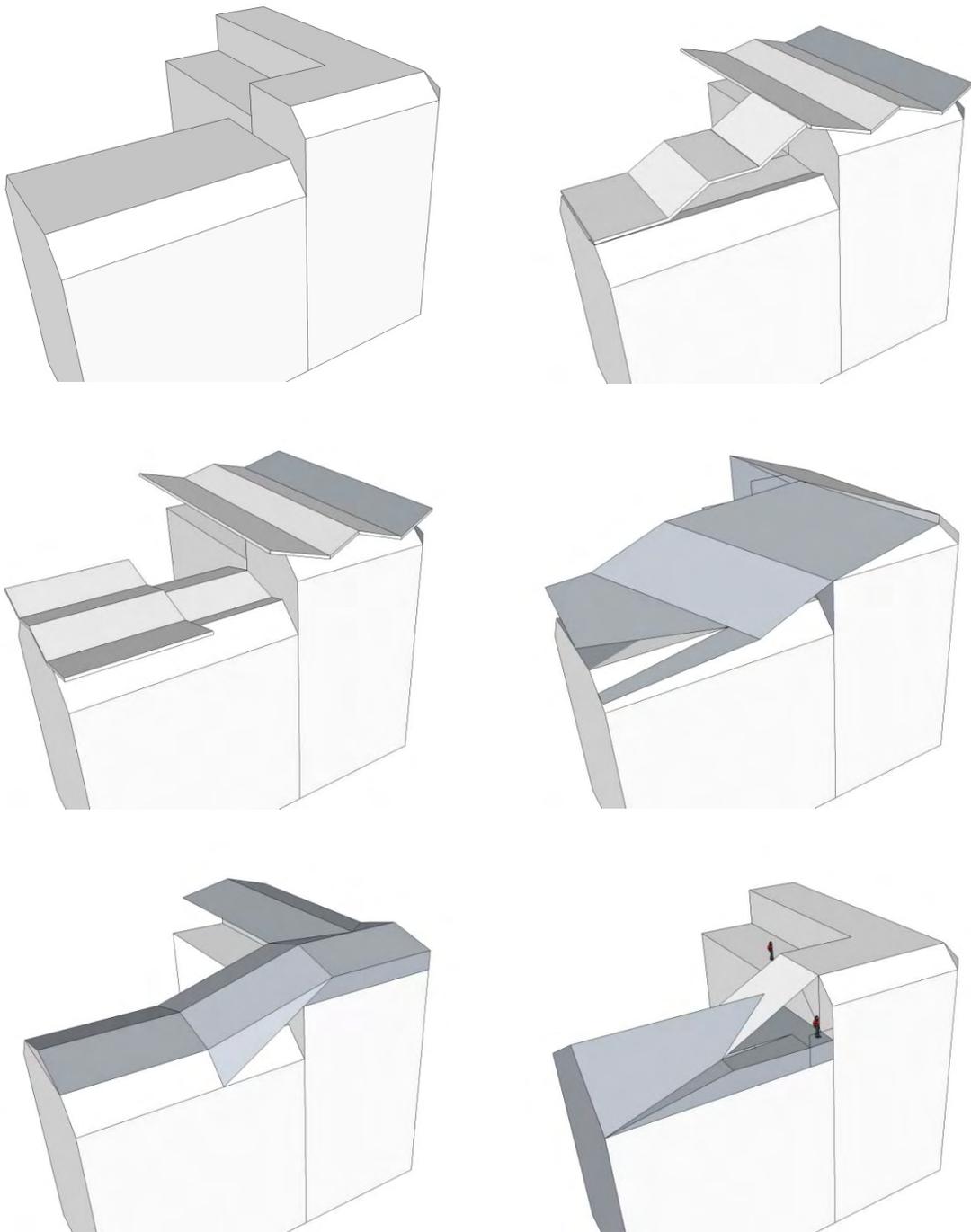


Abbildung 26: Weitere Etappen der Dachstudie

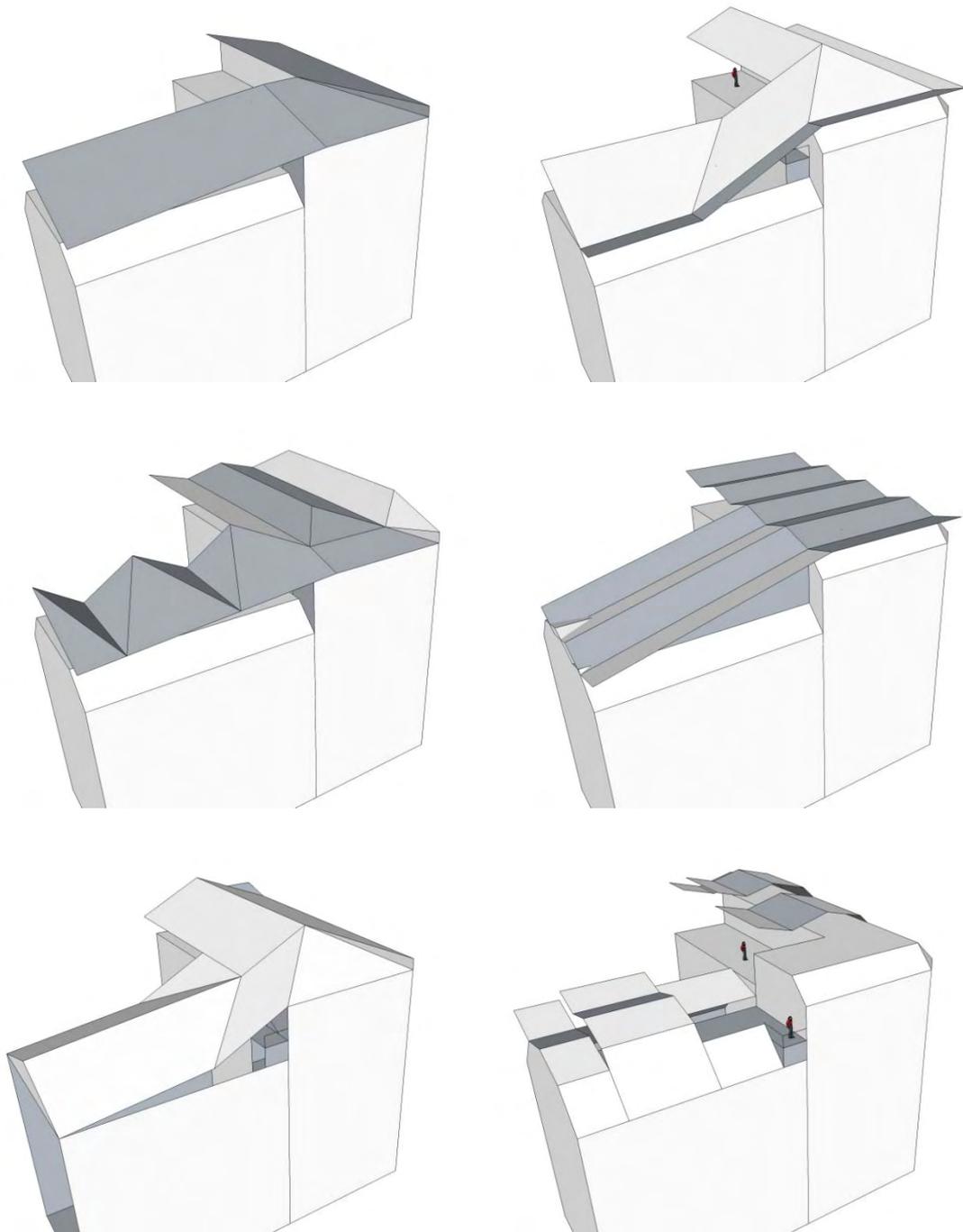


Abbildung 27: Weitere Etappen der Dachstudie

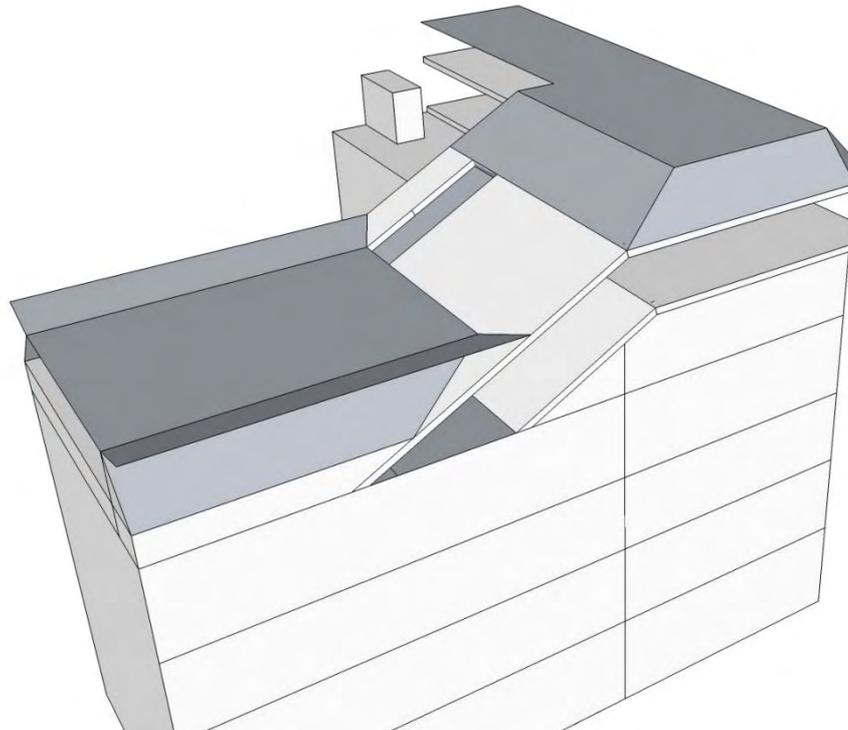


Abbildung 28: Weitere Etappe mit Entwicklungsschritt der Fassade in DG1 und DG2

Die Fassade wird als umlaufendes Band geplant, welches zum Gürtel hin in das zweite Dachgeschoss ansteigt.

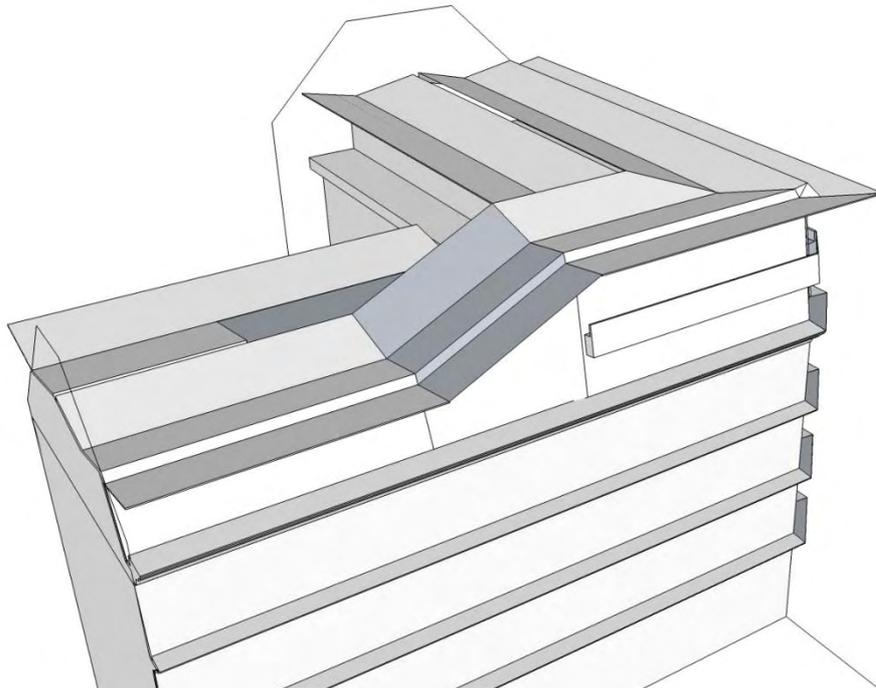


Abbildung 29: Finaler Entwurf

Der finale Entwurf verbindet beide Geschosse miteinander und bietet zusätzlich Platz für private Terrassen und eine Gemeinschaftsterrasse. Ein Parapet mit integriertem Blumenbeet unterteilt die umlaufende Glasfassade. Auch dieses Parapet (80° geneigt) wird mit PV belegt.

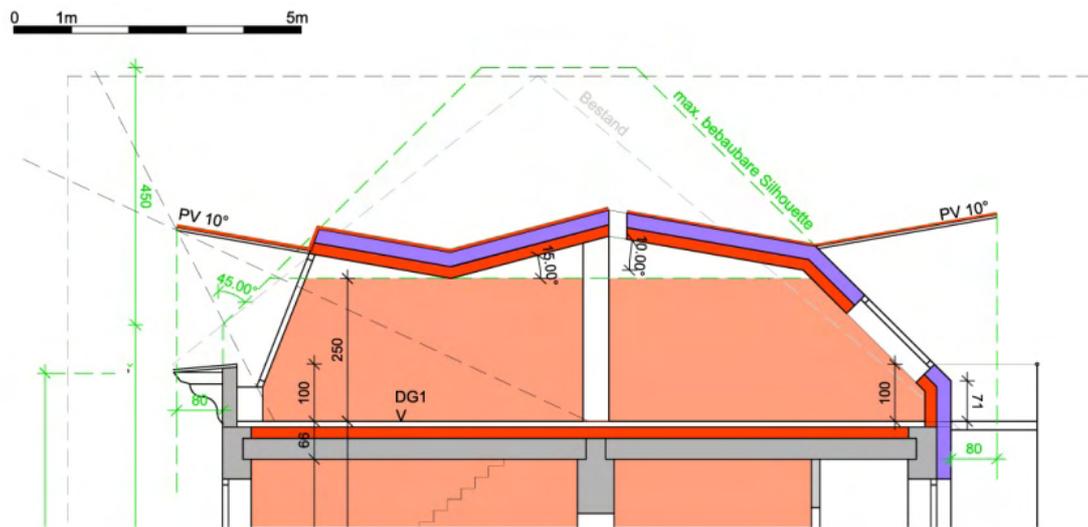


Abbildung 30: Systemschnitt mit den „prägnanten Vordächern

1.6 Pläne Variante D – finaler Testentwurf 2012

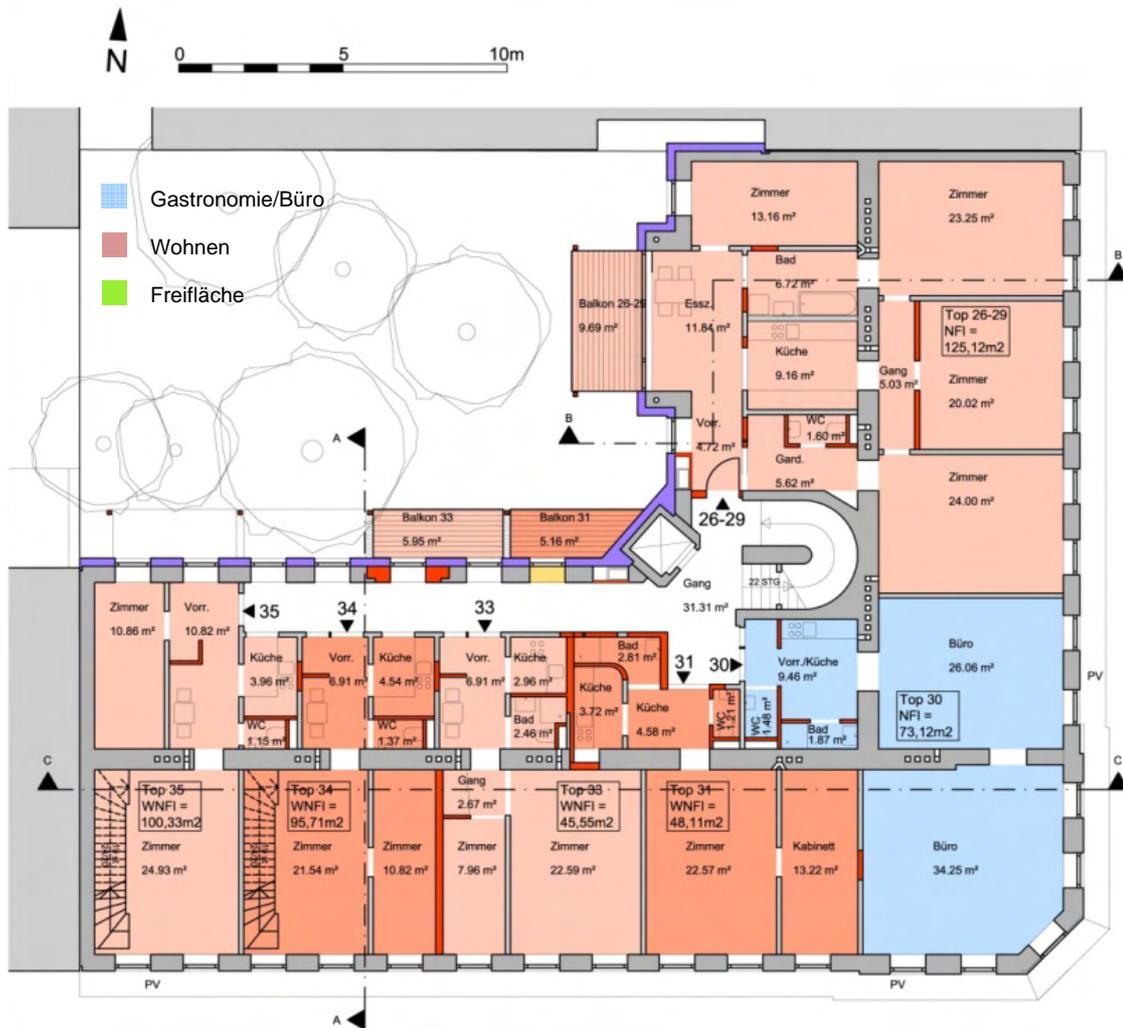


Abbildung 31: Grundriss OG3

Im Gegensatz zur Studie aus 2008 werden die Gründerzeitfassaden zum Gürtel und zur Gablenzgasse beibehalten und nicht thermisch gedämmt, um das Stadtbild und die attraktive vollständig erhaltene Strassenfassade nicht unnötig zu verändern.

In den Geschossen EG, OG1, OG2 und OG3 wird die Planung aus 2008 nicht verändert.



Abbildung 32: Grundriss DG1

Im DG1 verändert sich die Aufgangssituation zur Dachterrasse geringfügig.

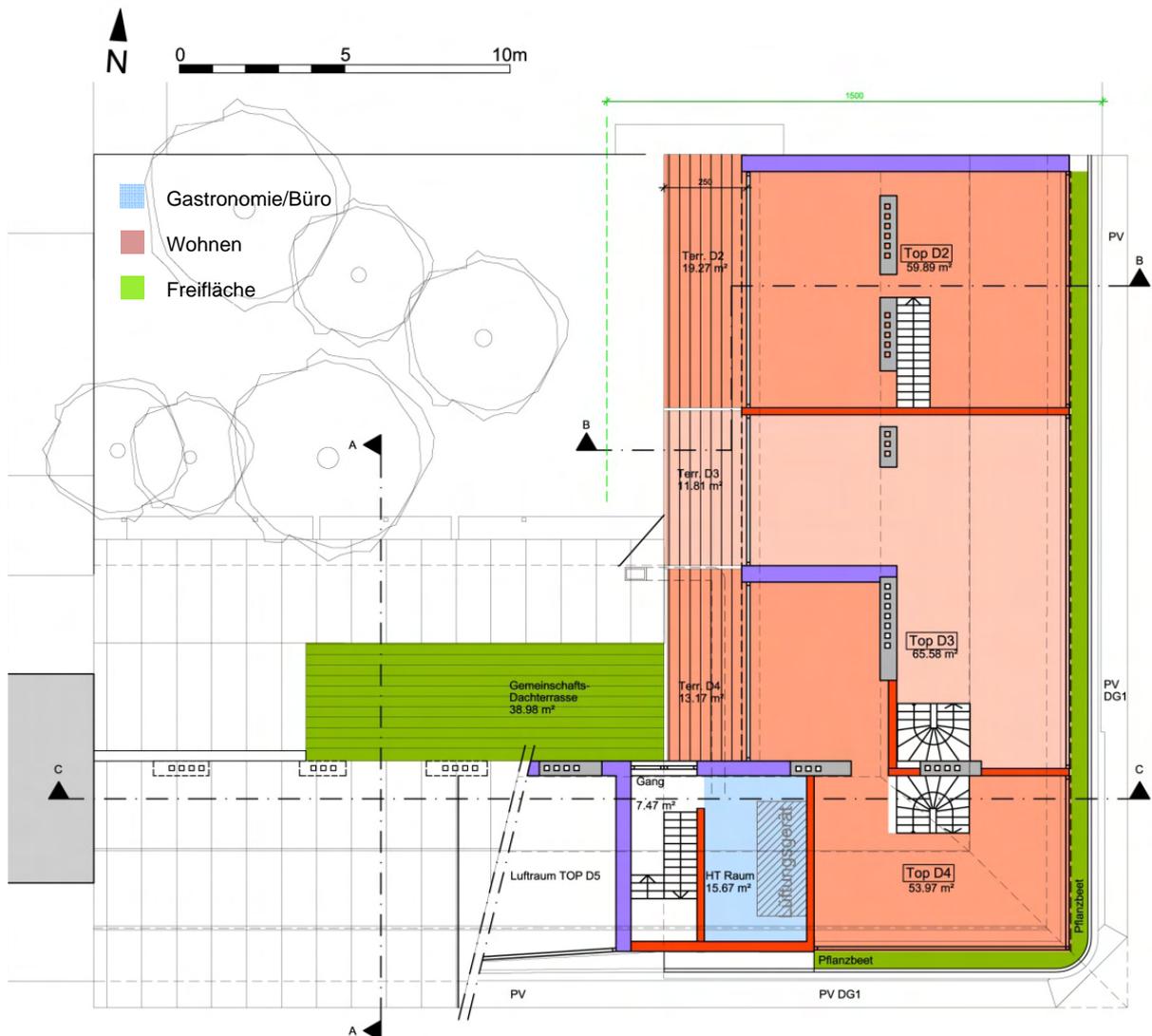


Abbildung 33: Grundriss DG2

Im zweiten Dachgeschoss werden die Maisonette-Wohnungen, und somit die Dachflächen für PV-Belegung, maximiert. Alle Dachgeschosswohnungen erhalten ihre eigene private Dachterrasse, der Haustechnikraum mit dem Lüftungsgerät wird in die gedämmt Gebäudehülle integriert. Auch die Ausbildung einer Gemeinschaftsterrasse bleibt erhalten, lediglich Anordnung und Größe verändern sich geringfügig.

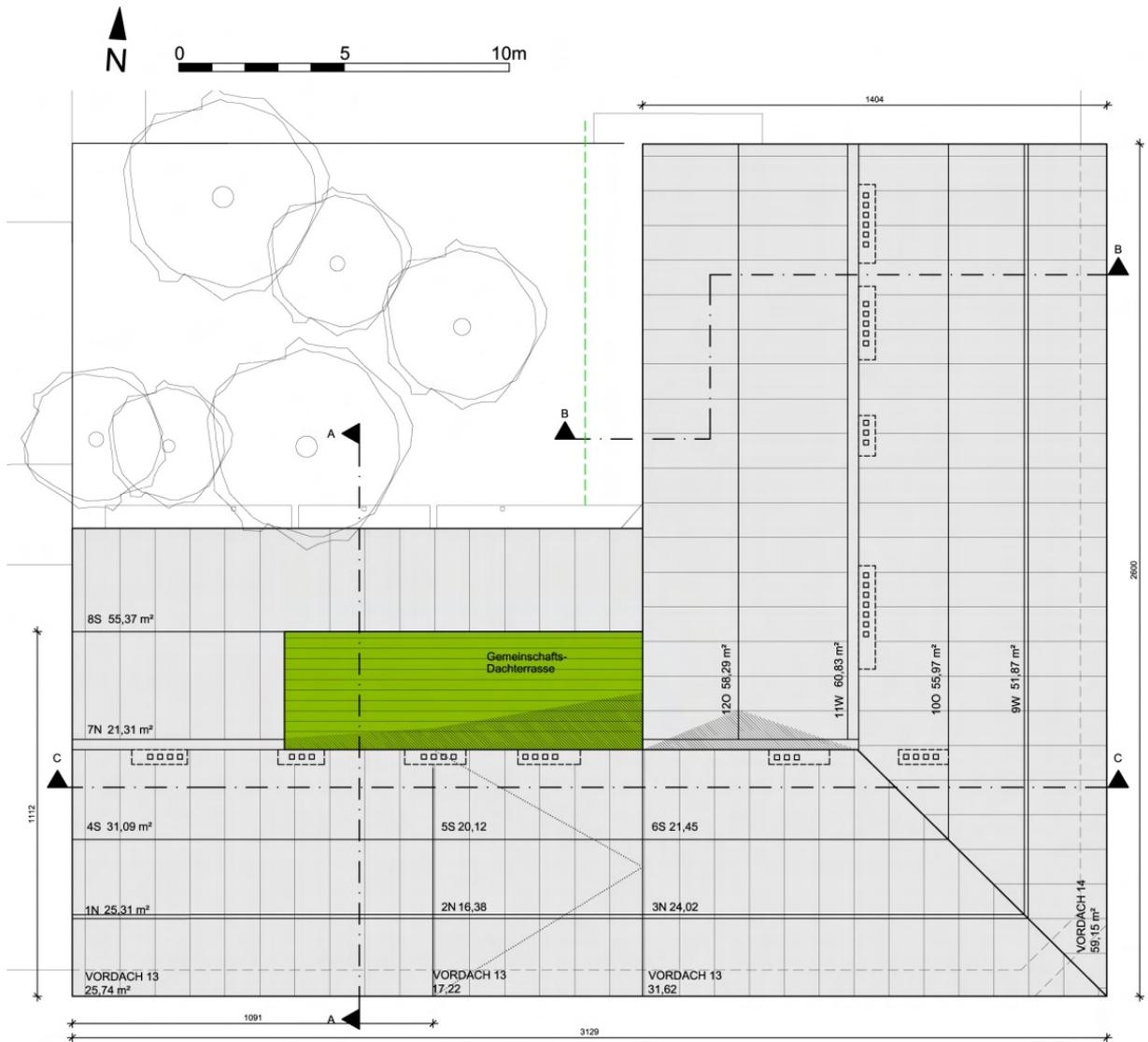


Abbildung 34: Dachdraufsicht

Alle Dachflächen können fast zur Gänze ohne Eigenschattung mit PV belegt werden.

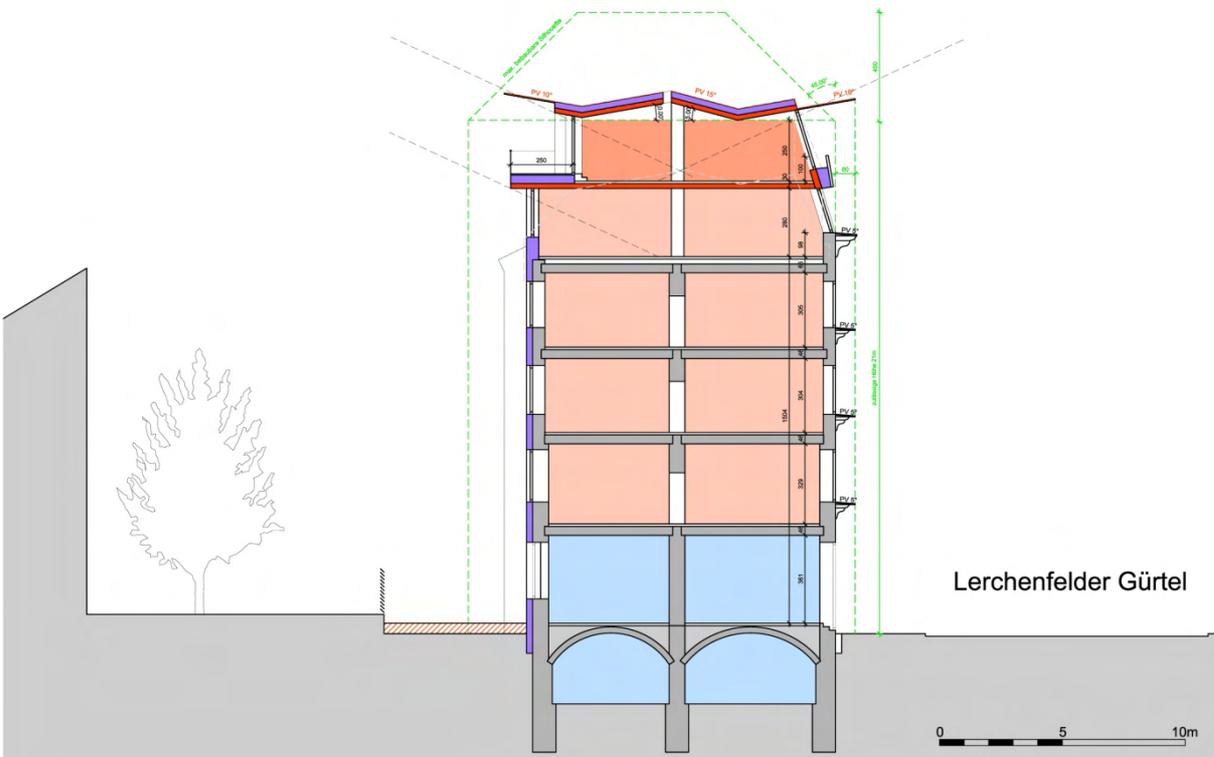
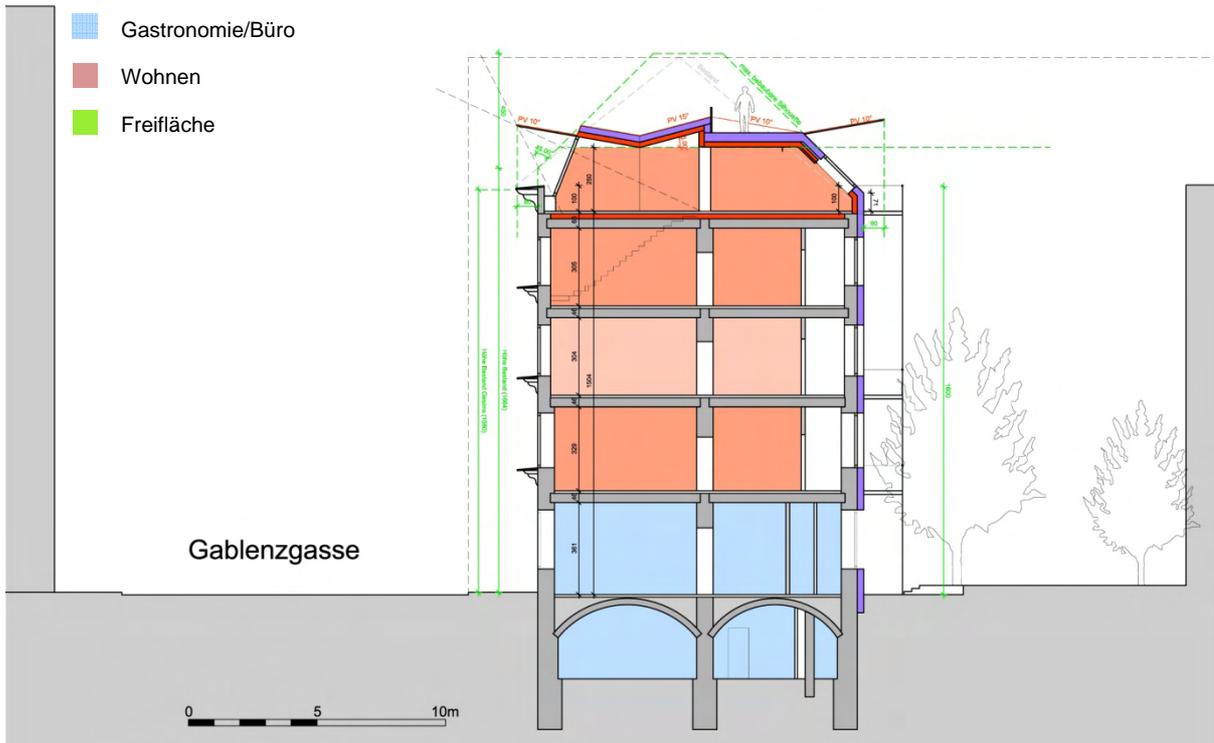


Abbildung 35: Schnitte durch Gablenzgasse und Lerchenfeldergürtel

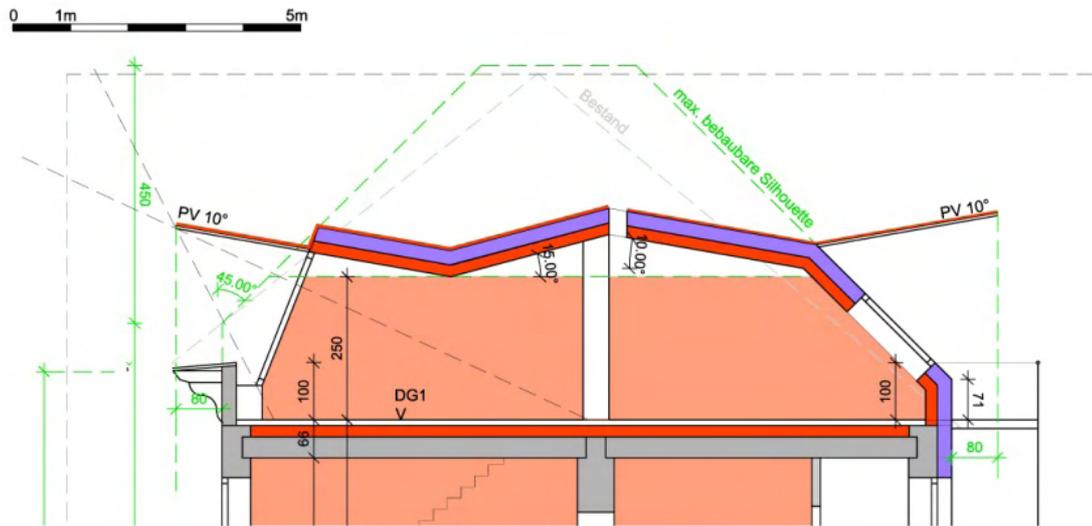


Abbildung 36: Schnitt AA

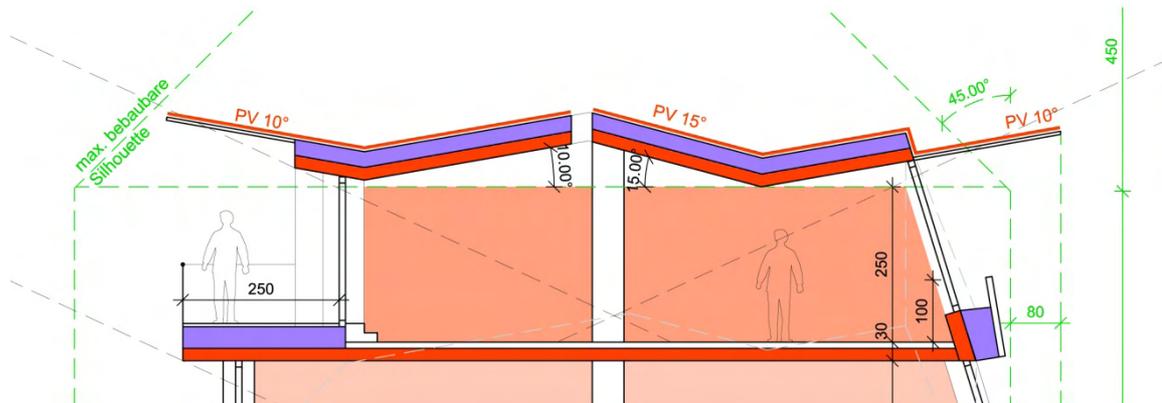


Abbildung 37: Schnitt BB

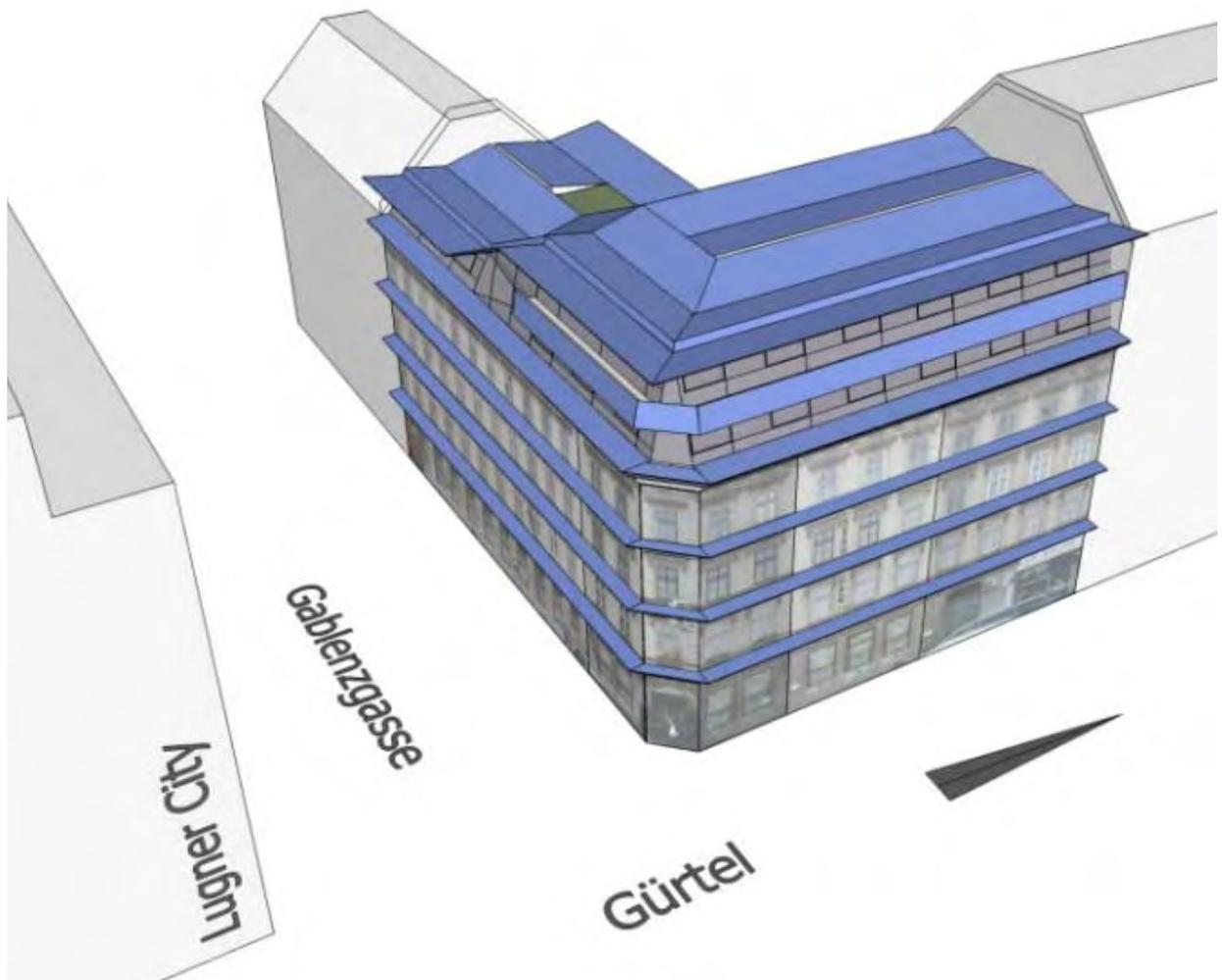


Abbildung 38: Finale Variante D

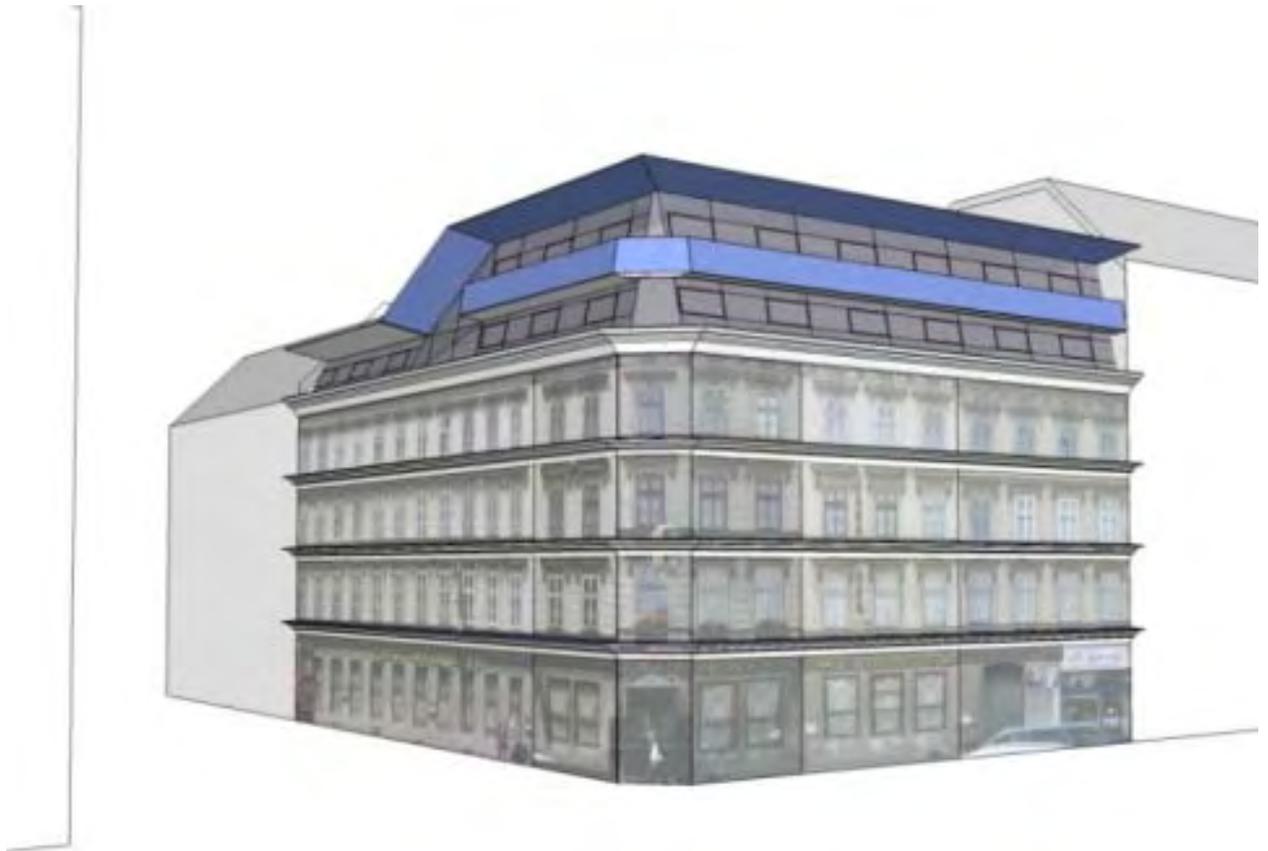


Abbildung 39: Finale Variante D



Abbildung 40: Finale Variante D

2 Ertrag

2.1 Ertragsgrundlage: SunPower 225

Das Solarmodul SunPower 225, welches hier in dieser Studie (sofern nicht anders angeführt) grundsätzlich als Berechnungsgrundlage dient, hat einen Wirkungsgrad von 18,1 %; es erzielt bei einer südlichen Ausrichtung und einer 30° Neigung unverschattet einen maximalen Ertrag von 176,1 kWh pro m² Solarmodul im Jahr (Klimadaten Wien, Mittelwerte).

Der PV-Markt ist hochgradig in Veränderung begriffen, kontinuierlich werden neue Produkte auf den Markt gebracht. In Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** sind daher weitere neuere Module aufgeführt, die bezogen auf die Modulfläche (und nicht die kWp) teilweise sogar noch ertragsstärker sind

2.2 Hochleistungsmodule im Überblick

	Länge	Breite	Fläche	Leist. (W)/Modul	kWh/m ² Modulfläche und Jahr	Größe m ² /kWp	Modulwirkungsgrad
SUNPOWER E20/333	1,559	1,046	1,63	333,00	204,21	4,90	20,4%
SUNPOWER E19/245	1,559	0,798	1,24	245,00	196,93	5,08	19,6%
SUNPOWER E18/230	1,559	0,798	1,24	230,00	184,88	5,41	18,4%
SUNPOWER SUNPOWER 333 NE WHT	1,559	0,798	1,24	225,00	180,86	5,53	18,1%
						4,90	
SANYO HIT N240 SE10	1,58	0,80	1,26	240,00	190,35	5,25	19,0%
SANYO HIT H250 E01	1,61	0,86	1,39	250,00	180,35	5,54	18,0%
SANYO HIT 240 HDE4	1,61	0,86	1,39	240,00	173,13	5,78	17,3%
Yingli 270 C - 30b	1,65	0,99	1,63	270	165,29	6,24	16,5%
Solarwatt M300-72 AC	2	0,99	1,98	290	146,46	6,83	14,6%

Tabelle 4: Kennwerte von PV-Modulen

2.3 2 Varianten im Vergleich

2.3.1 Varianten A und D im Vergleich

Der überarbeitete Testentwurf aus der Machbarkeitsstudie aus 2008 wird mit der maximal installierbaren Menge an PV-Modulen an Fassade und Dach belegt. Am Dach werden die Paneele standardmäßig mit 30° Neigung und südlicher Orientierung auf den Flachdächern aufgeständert.

Diese Ausgangsvariante wird dem neuen Entwurf gegenübergestellt.

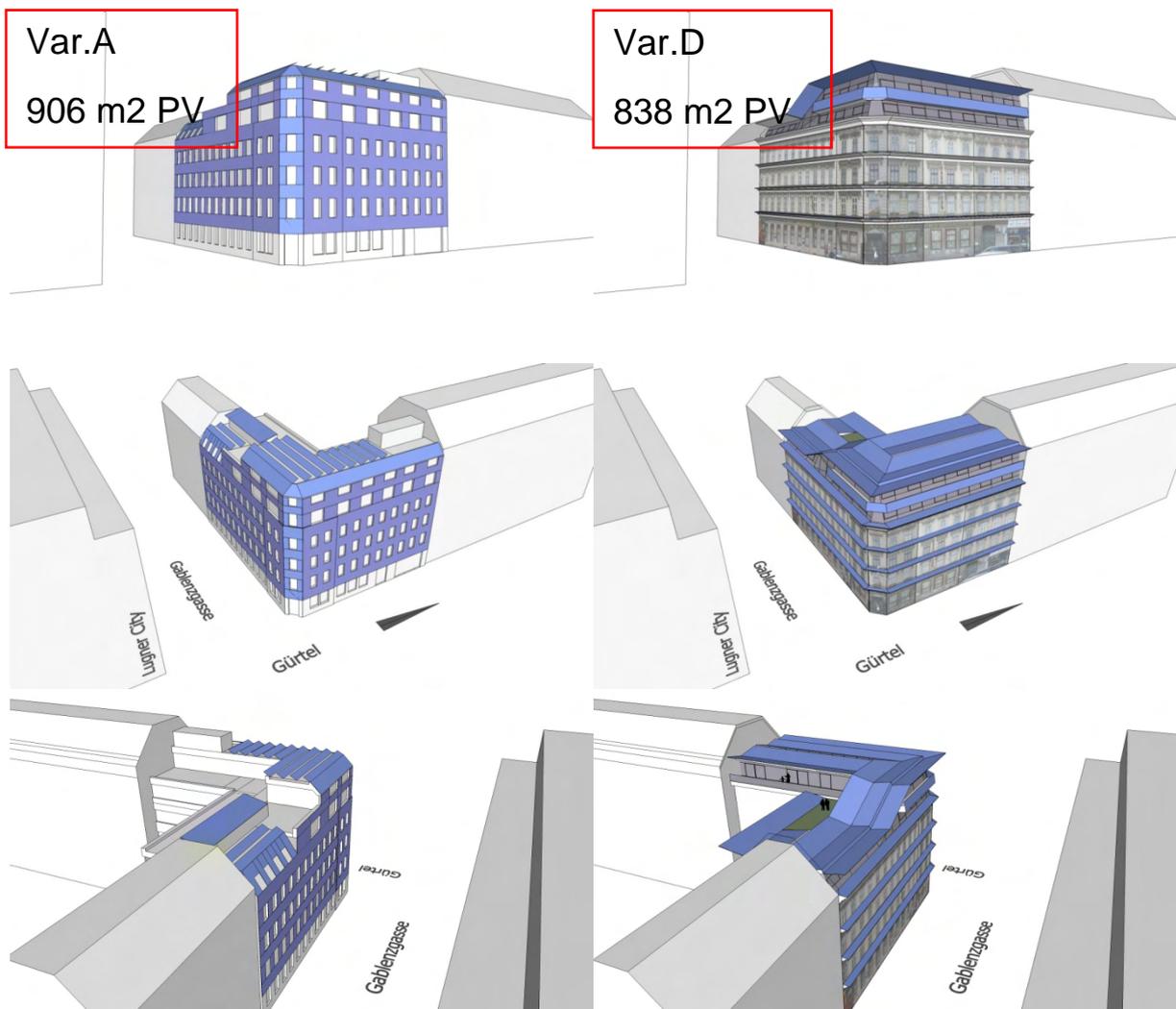


Abbildung 41 Ansichten Var. A + Var. D

2.4 Ertrag Dach

Die geknickte Dachfläche maximiert die zur Verfügung stehende Fläche für PV-Module und maximiert somit den Gesamtertrag der Dachfläche. Zwar wird die mittlere Lageeffizienz der einzelnen Module durch die flachere und nicht optimale Ausrichtung etwas geringer, die Gesamtfläche kann jedoch signifikant erhöht werden. Gegenüber den standardmäßig aufgeständerten PV Modulen gewinnt das geknickte Dach um **67 % an Ertrag**, verliert allerdings um **8% an Effizienz**.

Mittlere Lageeffizienz Dach:	Var. A:	90,7%
	Var. D:	82,5%

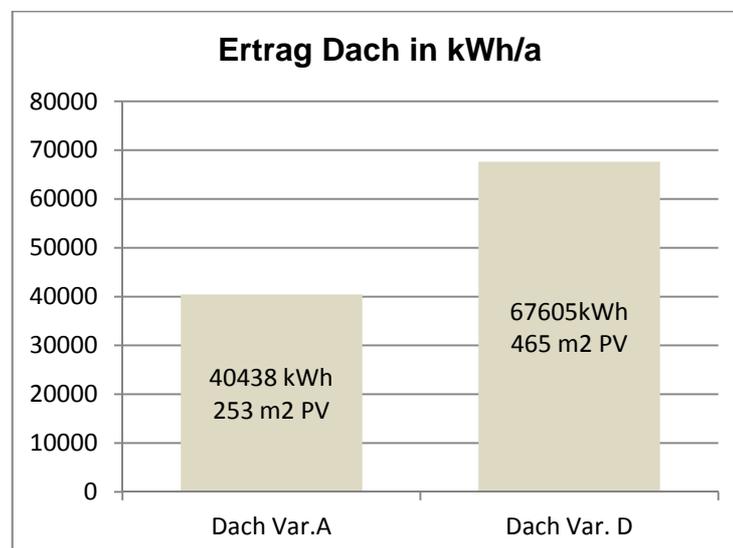


Abbildung 43 Ertrag Dachfläche Var. A+D

2.5 Ertrag Fassade

Variante A erzielt mit der vollflächig belegten Fassade deutlich mehr Ertrag (auch da eine Seite des Gebäudes keine Nachbarverschattung aufweist); ist aber deutlich zu ineffizient wenn man den Ertrag und die Effizienz mit Var. D mit deutlich weniger PV Flächen betrachtet.

Var. D erzielt mit 57,1 % der PV-Fläche von Var. A gegenüber Var. A lediglich 25,3 % weniger Ertrag.

Lageeffizienz Fassade:	Var. A:	49,8 %
-------------------------------	----------------	---------------

Var. D: 65,1 %

Auch die mittlere Lageeffizienz der Fassaden-PV von Var. D kann unter gegenwärtigen finanziellen Bedingungen durchaus als grenzwertig empfunden werden. Die Autoren empfehlen üblicherweise, keinen Effizienzgrad unter 75% zu wählen.

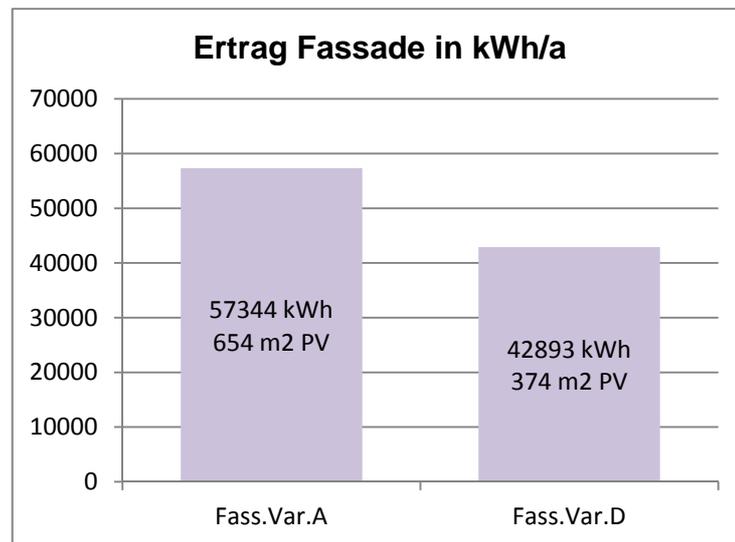


Abbildung 44 Ertrag Fassadenflächen Var. A+D

2.6 Varianten A und D im urbanen Kontext (um 180° gedreht)

Beide Variante werden nun in einen fiktiven urbanen Kontext versetzt. Die Erträge beider Varianten werden auf vier verschiedene Arten untersucht und mit einander verglichen.

- D2/A2: Berechnung des Ertrags durch PV auf/an einem Eckhaus, welches nach Süden und nach Osten orientiert ist und gegenüber beider Fassaden Nachbarn besitzt. Die PV-Module werden teilweise durch sich selbst und durch Nachbarn verschattet.
- D3/A3: Berechnung des Ertrags durch PV auf/an einem Eckhaus, welches nach Süden und nach Osten orientiert ist und welches keine Nachbarn besitzt. Die PV-Module an Fassade und Dach werden nicht durch Nachbarn verschattet. Das Haus ist somit unverschattet durch Nachbarn, lediglich die Eigenverschattungen sind vorhanden.
- D4/A4: Berechnung des Ertrags durch PV auf/an einem Eckhaus, welches nach Norden und nach Westen orientiert ist und welches keine Nachbarn besitzt. Nur Eigenverschattung fließt in die Berechnungen mit ein.

- D5/A5: Berechnung des Ertrags durch PV auf/an einem Eckhaus, welches nach Norden und nach Westen orientiert ist und welches gegenüber beiden Fassaden Nachbarn besitzt. Verschattung durch Nachbarn und Eigenverschattung fließt in die Berechnungen mit ein.

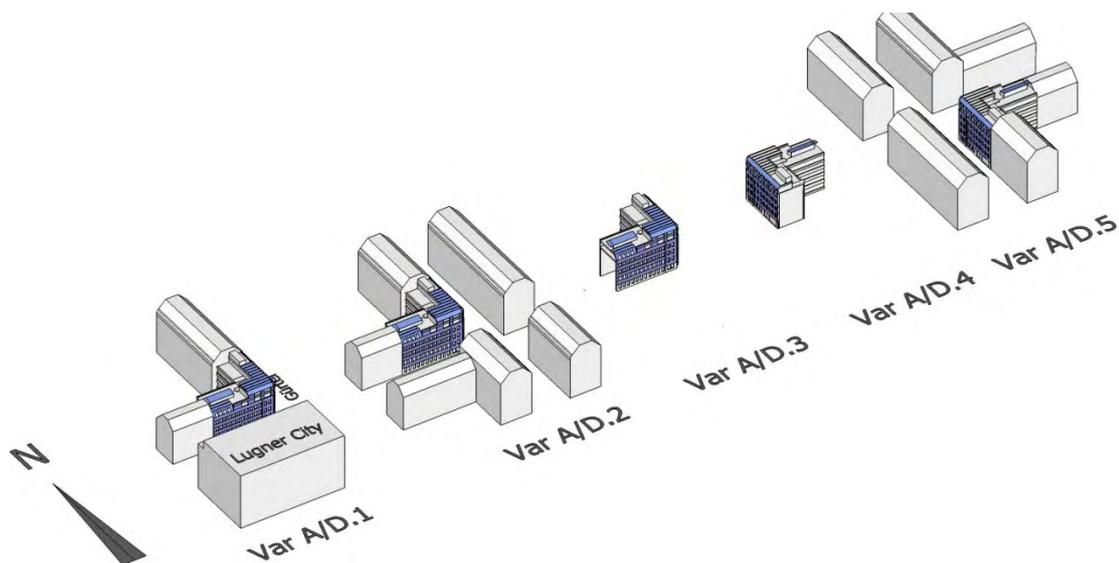


Abbildung 45 Ausrichtung und Nachbargebäude der Varianten A/D 1-5

2.6.1 Variante D im urbanen Kontext

Die folgenden Grafiken zeigen die Schwankungen im Ertrag bei Verdrehung des geknickten Dachs. Sie zeigen auf, dass das gefaltete Dach unabhängig von der Orientierung und der Verschattung durch Nachbarn überzeugt.

Bei Veränderung der Ausrichtung erleiden Dach sowie Fassade keine sonderlichen Veränderungen im Ertrag. Gegenüber dem unverschatteten Referenzgebäude ohne Nachbarn in S/O Orientierung weist ein durch Nachbarn verschattetes Gebäude einen Minderertrag von 5,7% auf. Ein nach Nord und West orientiertes Gebäude ohne Nachbar hat 7,5 % weniger Ertrag als das unverschattete Referenzgebäude nach S/O, und selbst die schlechteste Lage nach N/W mit Nachbarn kommt nur auf eine Verschlechterung von 14,5%.

Daraus kann man erkennen, dass die Strategie die Dachfläche voll zu nutzen durchaus aufgeht, da man damit von den nachbarbeeinflussten Erträgen der Fassade etwas unabhängiger ist.

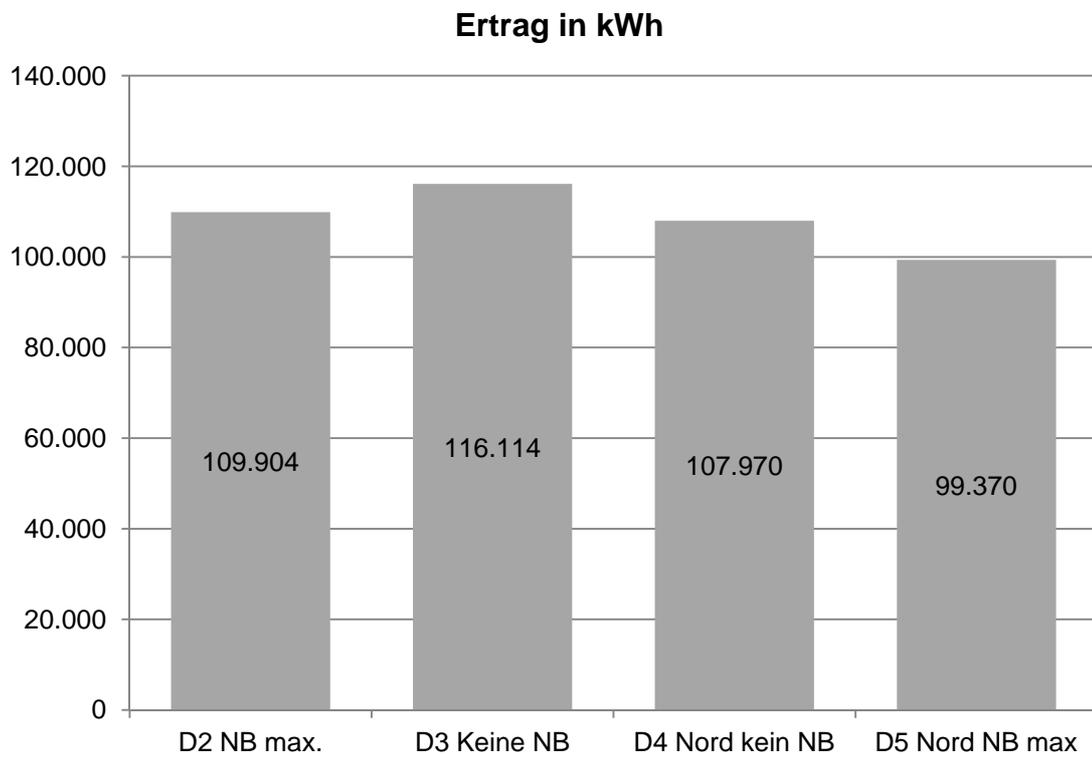


Abbildung 46: Ertrag der Var. D2 –D5 je nach Verschattung, D3 unverschattet

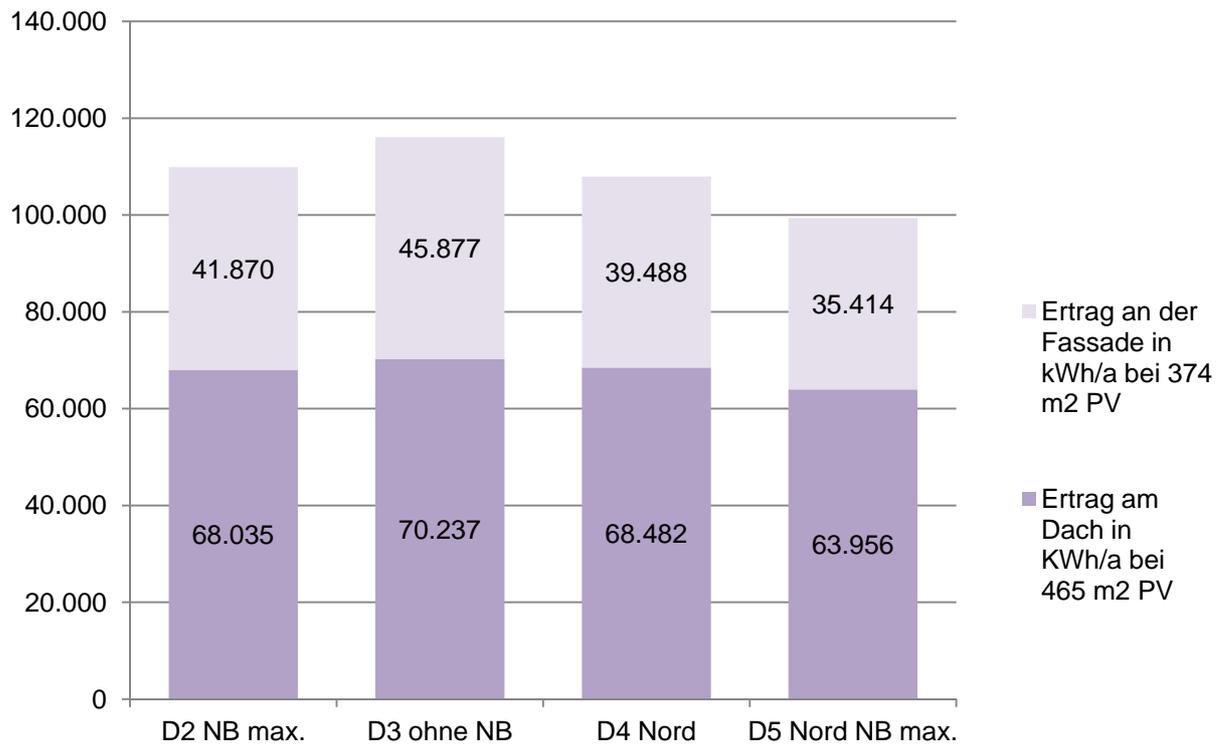


Abbildung 47: Ertrag Fass/Dach der Var. D2 –D5 je nach Verschattung, D3 unverschattet

2.6.2 Variante A im urbanen Kontext als Vergleich

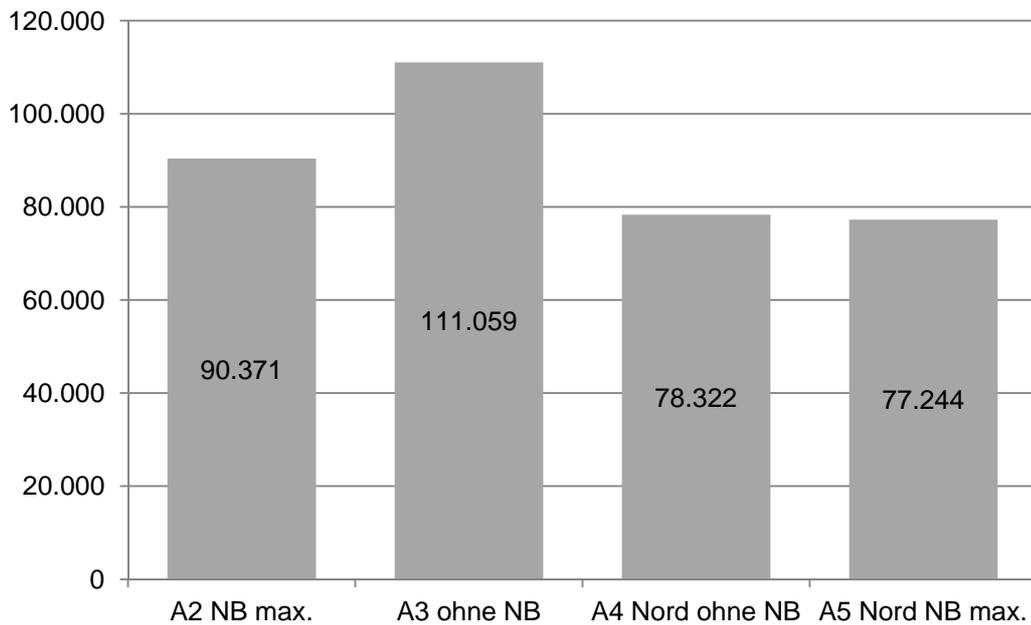


Abbildung 48: Ertrag der Var. A2 –A5 je nach Verschattung, A3 unverschattet

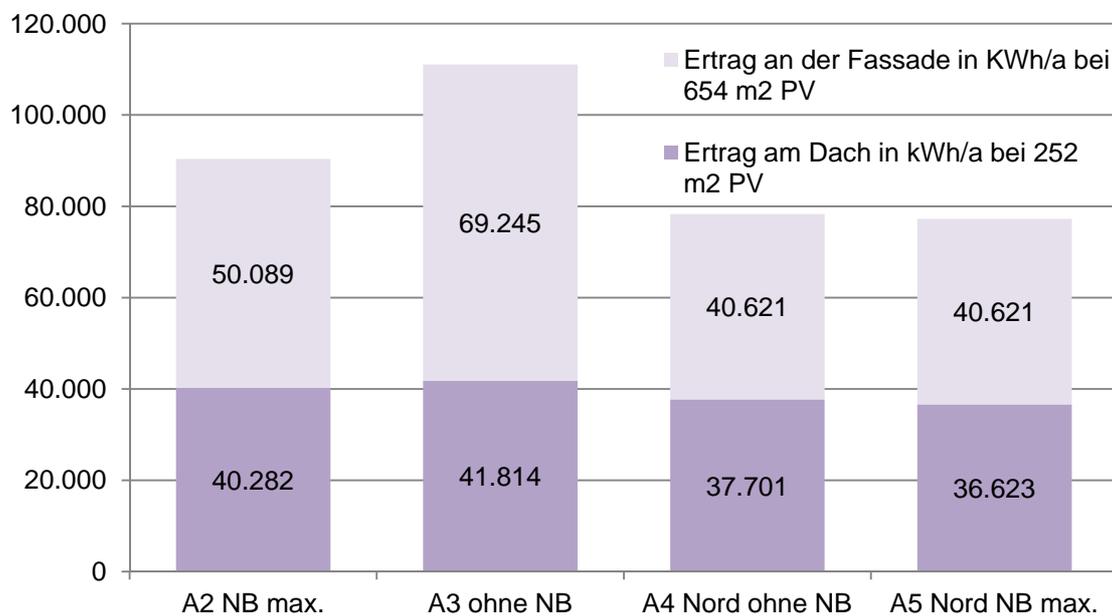


Abbildung 49: Ertrag der Fass/Dach Var. A2 –A5 je nach Verschattung, A3 unverschattet

Im Gegensatz zu Var. D ist bei Var. A der Einfluss der Fassade deutlich zu erkennen, während die unverschattete Variante A3 nur wenig hinter der Variante D3 zurückbleibt (4,3 %), beträgt der Unterschied zwischen der Süd/Ost Ausrichtung und der Nord/West Ausrichtung **41,3 %** ohne Verschattung durch Nachbarn (A3 zu A4) und 18,9% mit Verschattung durch Nachbarn gegenüber allen Fassaden. In der zweiten Tabelle wird auch die ungünstige Ausrichtung von 90° geneigten PV-Paneelen an der Fassade deutlich. Allein durch Verschattung durch Nachbarn (A2) verliert die PV-Fassade 27,7 % ihres Ertrags gegenüber einer nicht durch Nachbarn verschatteten PV-Fassade (A3). Die Ausrichtung nach Norden (A2 zu A5) vermindert den Ertrag an der Fassade um 18,9 %.

2.7 Berechnung der PV-Erträge im Detail

In den nachfolgenden Vergleichen beziehen sich die m2-Angaben immer auf die m2 BGF = 3450 m².

D1 original nachbarn	Neigung	Fläche PV	Strahlung total	Ertrag in kWh/a	Ertrag/m2 BGF
Ref. 30° S (Fl.8 Var. A)			176,1		
	m2	Wh/m2/a	kWh/a	kWh/m2P V/a	
1N	10 °	25,31	979.299	3.378,67	0,98
2N	10 °	16,38	925.360	2.066,16	0,60
3N	10 °	24,10	1.032.573	3.392,16	0,98
4S	15 °	31,09	1.079.386	4.830,00	1,40
5S	15 °	20,12	1.041.946	3.017,33	0,87
6S	15 °	22,50	1.168.337	3.783,56	1,10
7N	10 °	21,31	972.982	2.826,36	0,82
8S	10 °	55,37	1.024.685	8.251,16	2,39
9W	10 °	51,87	1.043.364	7.641,16	2,21
10O	15 °	55,97	1.049.025	8.117,58	2,35
11W	10 °	60,83	1.029.990	8.846,23	2,56
12O	10 °	58,29	1.043.244	8.505,23	2,47
13N	10 °	73,28	948.918	9.478,79	2,75
14W	10 °	59,15	1.040.792	8.692,12	2,52
15S	5 °	32,03	689.034	3.813,54	1,11
16S	5 °	23,09	584.180	2.330,25	0,68
17S	5 °	23,09	545.448	2.175,75	0,63
18S	5 °	23,09	516.061	2.058,52	0,60
19S	80 °	15,42	642.921	1.927,23	0,56
20 S/O	80 °	3,95	584.970	470,30	0,14
21O	80 °	30,99	511.185	2.952,26	0,86
22SO	5 °	2,40	817.813	333,34	0,10
23SO	5 °	1,77	784.226	235,74	0,07
24SO	5 °	1,77	773.677	232,57	0,07
25SO	5 °	1,77	755.213	227,02	0,07
26O	5 °	26,04	601.597	2.548,73	0,74
27O	5 °	18,77	589.822	1.800,97	0,52
28O	5 °	18,77	591.894	1.807,30	0,52
29O	5 °	18,77	592.267	1.808,44	0,52
SP1 S	62 °	12,08	529.014	1.558,99	0,45
SP2 O	62 °	9,61	485.023	1.390,50	0,40
	838,98		110.497,98	32,03	

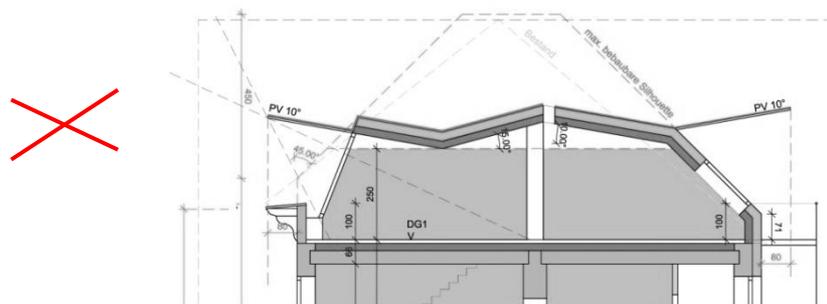
A1 original nachbarn	Neigung	Orientierung	Strahlung total	Ertrag	Ertrag/m2 BGF	
Ref. 30° S (Fl.8 Var. A)				176,1		
			m2	Wh/m2/a	kWh/a	KWh/m2 PV/a
1	90 °	S	21,27	529.014	2227,72	0,65
1A	90 °	S	7,18	560.941	797,38	0,23
2	58 °	S	20,73	816.290	2773,19	0,80
3	90 °	S	52,50	488.020	5072,51	1,47
3A	90 °	S	19,46	523.230	2015,87	0,58
4	90 °	S	45,00	438.185	3903,88	1,13
4A	90 °	S	28,83	469.782	2681,44	0,78
5	90 °	S	42,02	387.058	3220,02	0,93
5A	90 °	S	29,92	420.483	2490,79	0,72
6	90 °	S	47,85	347.585	3292,83	0,95
6A	90 °	S	32,11	355.821	2262,03	0,66
7	45 °	S	23,55	1.081.872	4038,91	1,17
8	30 °	S	12,14	1.158.962	2094,59	0,61
9	30 °	S	59,15	1.141.788	10054,27	2,91
10	30 °	S	9,62	1.063.765	1523,46	0,44
10A	30 °	S	9,62	1.031.936	1477,88	0,43
11	30 °	S	40,14	1.144.222	6837,51	1,98
12	30 °	S	29,05	1.138.248	4922,59	1,43
13	45 °	S/O	2,60	983.883	422,44	0,12
14	45 °	O	45,86	890.492	6293,12	1,82
15	90 °	S/O	2,73	587.808	295,55	0,09
15A	90 °	S/O	1,77	587.808	191,62	0,06
16	90 °	S/O	4,78	564.785	497,21	0,14
16A	90 °	S/O	2,78	581.593	297,78	0,09
17	90 °	S/O	4,10	557.231	420,78	0,12
17A	90 °	S/O	2,98	557.231	305,83	0,09
18	90 °	S/O	3,83	541.296	381,83	0,11
18A	90 °	S/O	3,14	541.296	313,04	0,09
19	90 °	S/O	4,36	545.302	437,88	0,13
19A	90 °	S/O	3,30	545.302	331,42	0,10
20	90 °	O	26,03	484.928	2291,49	0,66
20A	90 °	O	14,51	485.023	1277,61	0,37
21	90 °	O	42,86	485.021	3773,81	1,09
21A	90 °	O	23,26	485.021	2048,03	0,59
22	90 °	O	36,72	485.021	3233,18	0,94
22A	90 °	O	24,18	485.021	2129,04	0,62
23	90 °	O	34,35	485.021	3024,51	0,88
23A	90 °	O	25,65	485.021	2258,47	0,65
24	90 °	O	39,07	485.021	3440,10	1,00
24A	90 °	O	27,60	485.021	2430,17	0,70
			906,60		97.781,76	28,34

2.8 Durchschnittliche Ertragsmöglichkeiten auf einer Gründerzeitliegenschaft

In weiterer Folge sollte ein durchschnittlicher PV-Ertragssaldo für unterschiedliche Gründerzeithäuser ermittelt werden. Dazu haben wir in unterschiedlichen Varianten verschiedene Annahmen der Variante D verändert und schließlich einen durchschnittlichen Wert von **28,14 kWh/m² BGF/a** für die weitere Plusenergieberechnung festgelegt. Dieser Ertrag bietet genügend Reserve, sodass behauptet werden kann dass die Plusenergieberechnung in ähnlicher Form stellvertretend für die meisten Häuser ähnlicher Kubatur herangezogen werden kann.

Varianten:

- Lässt man bei Variante D die mit PV belegten, über die erlaubte Silhouette vorkragenden Vordächer („Dachflügel“) weg, erzielt man einen Ertrag von **26,76 kWh/m² BGF/a**.



- Bei Verzicht auf die an der stuckierten Fassade angebrachten, mit PV belegten, „Parapetflügel“ erzielt man einen Ertrag von **26,41 kWh/m² BGF/a**.

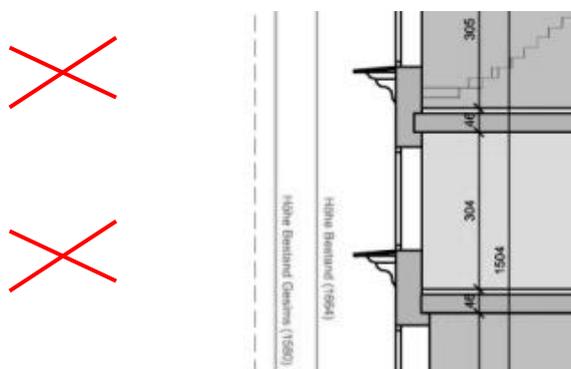


Abbildung 50 Untervarianten von D zur Einschätzung eines durchschnittlichen Ertrages

- Bei Nordausrichtung des Hauses, und voller Nachbarverschattung , erzielt man einen Ertrag von **28,8 kWh/m² BGF/a.**
- Und bei Verwendung eines Leistungsschwächeren PV-Modul von ca. 155 kWh/m² Modulfläche (anstatt von wie bisher 176,1 kWh) erzielt man einen Ertrag von **28,19 kWh/m² BGF/a.**

3 Erhebung, Darstellung und Minimierung der Verbraucher

Testentwurf "D" (ohne Balkone und Terrassen)							
Nutzflächen							
Stand 23.04.2012							
Gesamt BGF beheizt	3450,32						
Gesamt Nutzfläche beheizt	2369,96						
	Keller beheizt [m ²]	Keller unbeheizt [m ²]	Gastron./ Büro [m ²]	Whg NEU [m ²]	Verkehrsf. [m ²]	EBF	Anzahl Wohne- nh.
Gesamt Nutzfläche	263,55	70,63	626,00	1480,41		2481,38	23
UG	263,55	70,63			40,37	287,77	1
EG			386,54		31,66	405,54	7
1.OG			93,76	287,82	29,27	399,14	6
TOP 7-8				100,30		100,30	1
TOP 9			93,76			93,76	1
TOP 10				48,32		48,32	1
TOP 11				44,72		44,72	1
TOP 12				44,41		44,41	1
TOP 13				50,07		50,07	1
Gang					29,27	17,56	
2.OG			72,58	315,35	31,07	406,57	6
TOP 18 - 19				125,13		125,13	1
TOP 20			72,58			72,58	1
TOP 21				48,23		48,23	1
TOP 23				45,55		45,55	1
TOP 24				45,21		45,21	1
TOP 25				51,23		51,23	1
Gang					31,07	18,64	
3.OG (+1.DG)			73,12	419,93	31,31	511,84	6
TOP 26-29				125,12		125,12	1
TOP 30				73,12		73,12	1
TOP 31			73,12			73,12	1
TOP 33				48,11		48,11	1
TOP 34				45,55		45,55	1
TOP 35				95,71		95,71	1
Gang				105,44		105,44	1
					31,31	18,79	
1.DG + 2.DG				457,31	49,72	470,53	5
(zu TOP 34)				50,53			
(zu TOP 35)				53,72			
TOP D1				51,01		51,01	1
TOP D2				97,92		97,92	1
TOP D3				118,03		118,03	1
TOP D4				106,16		106,16	1
TOP D5				67,58		67,58	1
HT Raum					16,62	9,97	
Gang					33,10	19,86	
Summe 1.OG-2.DG (Wohnungen und Büro)				1574,17			23

Tabelle 5: Nutzflächenübersicht

3.1 Anmerkungen zur Erhebung von Bedarfswerten Variante D

Der größere Teil der Nutzung des Gebäudes wird zu Wohnzwecken genutzt. Im EG befindet sich ein Café und ein Geschäftslokal, im UG eine Kegelbahn und ein Proberaum. In einer Variante sollen 3 von insgesamt 23 Wohnungen als Büros genutzt werden.

Für die beiden Szenarien stehen je Nutzung die folgenden Flächen zur Verfügung:

	Wohnen	Büro	Gastronomie	Nebenflächen	Gesamt
Nutzflächen m ²	1.574,2	239,5	650,1	213,4	2.677,1
Anzahl Einheiten	23/20*	0/3*	1		24

Tabelle 6: Flächenaufstellung

Da sich der Haustechnikraum auch in der thermischen Hülle befinden, werden diese und andere Nebenflächen gemäß Passivhausplanung mit 60% in die Energiebezugsfläche einbezogen.

Energiebezugsfläche PHPP (EBF)	gemäß 2.481,4m²_{EBF}
-----------------------------------	--

Alle energetischen Ergebnisse werden auf diese Fläche und nicht die Bruttogeschosßfläche bezogen. Die Bruttogeschosßfläche ist um ca. 39% größer.

Für die Erhebung von typischen und optimierten Energiebedarfswerten ist bereits vorab die Unterscheidung in jene Maßnahmen sinnvoll, die von Planer und Bauherr vor allem bestimmt werden und jenen, die vor allem die NutzerInnen beeinflussen.

Grundsätzlich soll das Gebäude die folgenden Energiedienstleistungen erfüllen (beispielhafte Maßnahmen:

1 m² Nutzfläche mit untenstehenden Qualitäten
in Betriebszeit (beispielhaft)

Parameter	Bestimmung funktionale (Qualität)	Einheit Prozesse	Energie- kennwert	Einheit	Typische Maßnahmen	Effizienz-
Temperatur min	20°C	Heizung	15	kWh/m ² Jahr	Passivhaushülle, hocheffiziente Lüftung	
Temperatur max	26°C	Kühlung	15	kWh/m ² Jahr	Optimale Verschattung, außenliegende Nachtlüftung	

					natürlich
Raumluftqualität	1000ppm CO2	Lüftung	12	W/Person	30m ³ /hPerson, wenig Einbauten, geringe Luftgeschwindigkeiten, 0,4 Wh/m ³ Strombedarf
Warmwasser	25 60°C Wasser / Person Wohnen	Warmwasser	15	kWh/m ² Jahr	Wassersparende Armaturen, Kurze Leitungsnetzte, hocheffiziente Pumpe, lastgesteuert
Mindestfeuchte	30%	Befeuchtung	0		Feuchterückgewinnung, bedarfsgerechte Lüftung
Maximalfeuchte	65%	Entfeuchtung	0		Feuchterückgewinnung, bedarfsgerechte Lüftung
Helligkeit	Büro:300lx Tageslicht, 500lx Kunstlicht, 220lx Restbüro, 100lx Gangbereich	Arbeitsfläche 500lx 220lx 100lx Beleuchtung	7.5 Arbeitsfläch e, 3.5 für Restfläche	n	Spez. Anschlussleistung 2,5W/m ² /100lx, Stehlampe, tageslichtgesteuert, hoher Tageslichtanteil, Annahme 500 Volllaststunden, Gang fast durchgehend beleuchtet
Sonstige (Aufzug, Notbeleuchtung, Türsprechanlage)			2	kWh/m ² Jahr	Hocheffiziente Technologie

Tabelle 7: Energiekennwerte (Q: Lechner et al 2010, adaptiert)

Die Deckung der in der Tabelle 7 genannten Qualitäten wie Raumluftklima oder Belichtung kann sich je nach Gebäudekonzept stark im End- und Primärenergiebedarf unterscheiden.

Die folgende Abbildung 51 zeigt typische Kennwerte für den Endenergiebedarf:

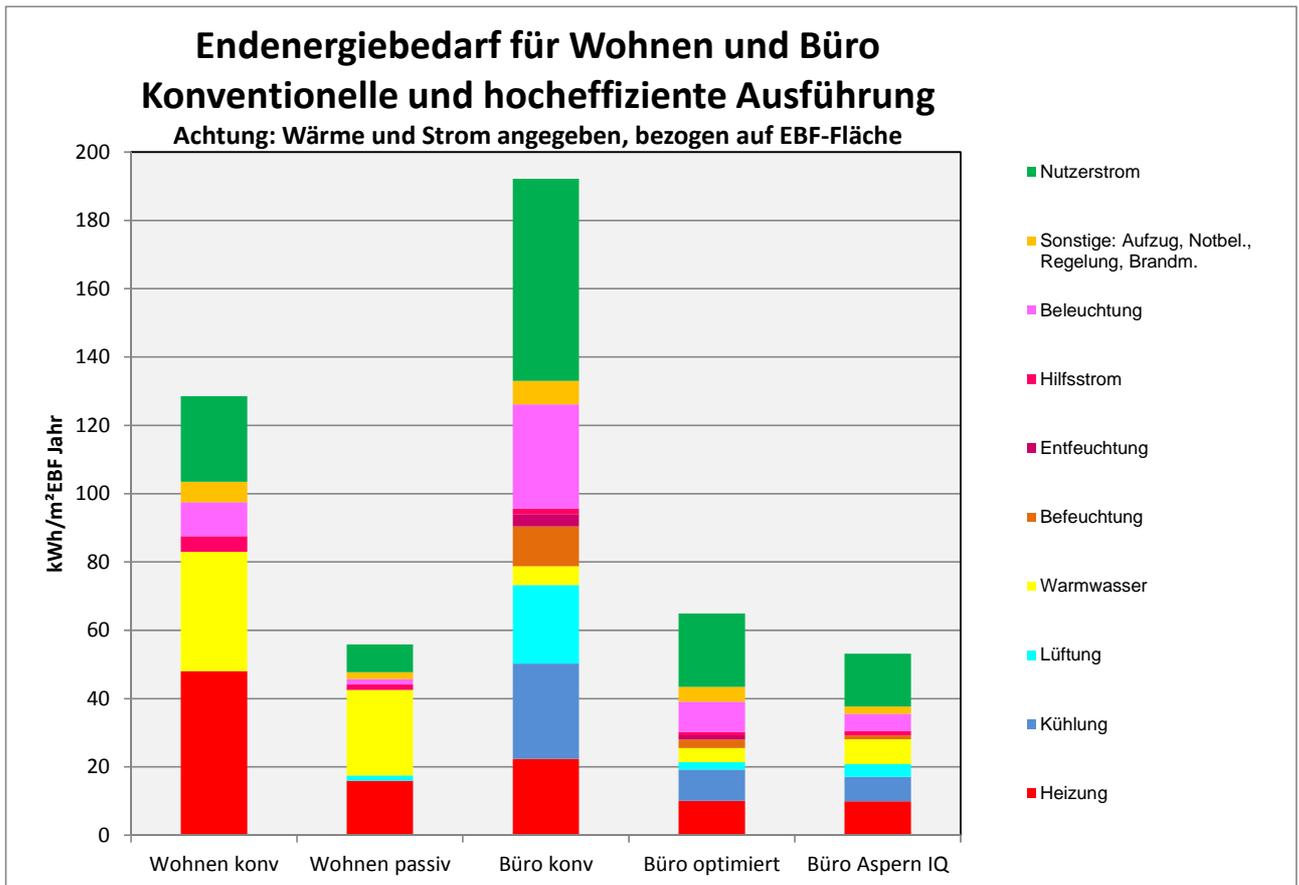


Abbildung 51: Typische Endenergiebedarf bezogen auf die Energiebezugsfläche nach PHPP. Büro konv. und Büro optimiert aus [Reiß et al 2011], umgerechnet mit 85% von BGF auf EBF, andere Gebäude sind eigene Projekte.

Der Energieverbrauch ist natürlich stark vom Nutzerverhalten abhängig. Aus einer Reihe von Messungen in Passivhäusern (Cepheus, HDZ) ist bekannt, dass vor allem der Heizwärmeverbrauch im Mittel sehr gut mit den Bedarfsberechnungen übereinstimmt. Größere Schwankungen ergeben sich im Bereich Warmwasser-Wärmeverbrauch und Nutzerstromverbrauch. Besonders letzterer ist durch die Planer nur über Aufklärung zu erreichen.

Für die Realisierung eines Plusenergiestandards, der den Energiebedarf und die Energieerzeugung primärenergetisch bewertet, ist vor allem der Strombedarf von hoher Bedeutung, da die Stromerzeugung mit besonders hohem energetischem Ressourcenverbrauch verbunden ist.

Der Strombedarf und -verbrauch in Haushalten wird vernünftigerweise auf einen Haushalt bezogen. Daneben sind natürlich auch die Haushaltsgröße und die Anzahl der BewohnerInnen relevant.

Das Projekt „Cafe Weidinger“ ist diesbezüglich wie folgt einzuteilen:

- Verdichteter Wohnbau
- Wohnnutzfläche im Schnitt 79m², d.h. <89m²
- 3 BewohnerInnen (Annahme, die dem österreichischen Schnitt ziemlich entspricht)

Die folgende Abbildung 52 gibt den Stromverbrauch in österreichischen Haushalten wieder, wobei der Gesamtverbrauch in den gebäudetechnischen und den „Haushaltsstrom“ geteilt wird.

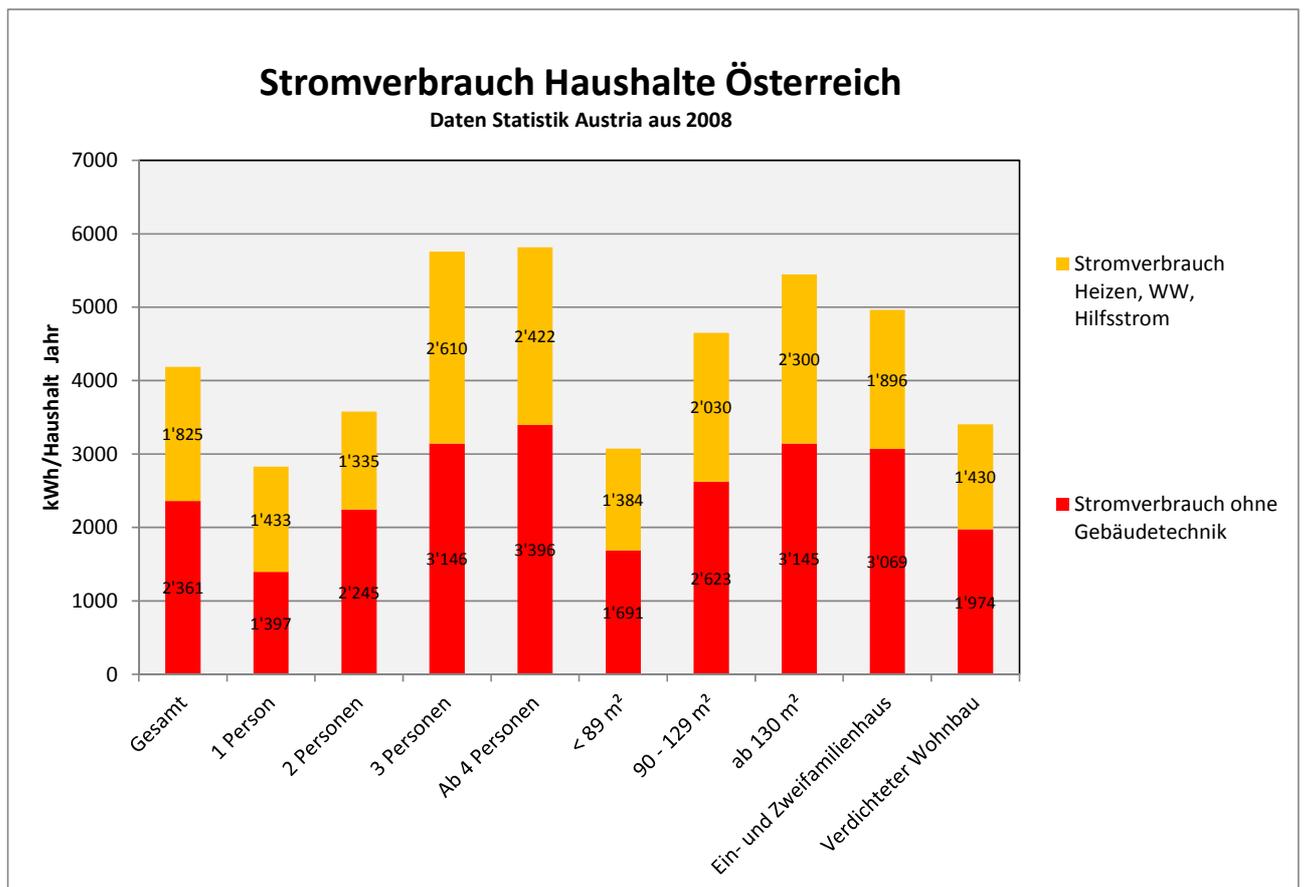


Abbildung 52: Stromverbrauch der Haushalte in Österreich

- Alle 3 Kategorien (Anzahl BewohnerInnen, Wohnnutzfläche und Gebäudetyp) unterscheiden sich im Stromverbrauch deutlich.
- Die Wohnungen im Projekt „Cafe Weidinger“ liegen statistisch zwischen
 - 3146 kWh/HHa (3 Personen),
 - 1691 kWh/HHa (79m²) und
 - 1974 kWh/HHa (verdichteter Wohnbau)

Eine detailliertere Analyse geben die nachfolgenden Detaildaten der Statistik Austria:

Jahresstromverbrauch 2008 nach Anzahl der Personen im Haushalt								
Verbrauch alle Haushalte ¹⁾	1 Person		2 Personen		3 Personen		Ab 4 Personen	
	Mittelwert in kWh	Median in kWh						
Summe der Verbrauchskategorien	2'831	2'195	3'580	2'975	5'756	4'518	5'818	4'788
Kühlschrank	255	236	334	299	362	320	329	290
Gefriergerät	137	0	203	180	338	296	332	267
Herd und Backrohr	176	116	337	289	444	387	524	418
Waschmaschine	96	79	171	163	265	237	251	249
Wäschetrockner	19	0	38	0	91	0	176	0
Geschirrspüler	57	0	166	147	238	222	324	319
Küchen- und Haushaltsgeräte	82	73	172	150	197	159	226	198
Bürogeräte	69	22	86	19	141	65	120	68
Unterhaltungselektronik	122	104	179	155	255	191	235	187
Kommunikationsgeräte	18	0	34	35	33	35	33	35
Ladegeräte	8	1	19	4	24	5	26	7
Sonstige relevante Stromverbraucher (inkl. Ventilator, Klimagerät, Zusatzheizung)	188	19	117	36	168	93	168	69
Standby Bürogeräte	11	0	9	0	15	0	19	3
Standby Unterhaltungselektronik	96	66	117	56	181	164	152	101
Standby Herd und Backrohr	7	0	15	0	25	17	19	0
Standby Küchen- und Haushaltsgeräte	19	0	32	0	36	29	44	29
Beleuchtung	224	229	335	297	499	435	586	525
Warmwasserbereitung	590	0	579	0	928	0	1'090	0
Umwälzpumpen	150	0	235	216	276	330	345	322
Heizen	505	0	404	160	1'238	160	819	190

auf Repräsentativität in allen Untergruppen! 1) „Alle Haushalte“ beinhaltet alle teilnehmenden Haushalte, unabhängig davon, ob sie tatsächlich Eintragungen in der entsprechenden Auswertungsposition

Verbrauch alle Haushalte ¹⁾	< 89 m ²		90 - 129 m ²		ab 130 m ²		Gesamt	
	Mittelwert in kWh	Median in kWh	Mittelwert in kWh	Median in kWh	Mittelwert in kWh	Median in kWh	Mittelwert in kWh	Median in kWh
Summe der Verbrauchskategorien	3'075	2'498	4'653	3'653	5'446	4'620	4'186	3'416
Kühlschrank	282	236	322	296	343	290	310	263
Gefriergerät	90	0	312	245	367	337	232	162
Herd und Backrohr	240	179	368	289	475	409	341	271
Waschmaschine	139	114	174	157	252	237	179	163
Wäschetrockner	11	0	74	0	170	0	71	0
Geschirrspüler	102	25	200	172	269	254	176	141
Küchen- und Haushaltsgeräte	116	86	177	151	201	181	157	135
Bürogeräte	83	21	116	49	97	55	97	39
Unterhaltungselektronik	157	124	202	161	208	173	184	153
Kommunikationsgeräte	17	0	34	35	37	35	28	35
Ladegeräte	12	2	28	4	13	5	17	3
Sonstige relevante Stromverbraucher (inkl. Ventilator, Klimagerät, Zusatzheizung)	159	29	166	57	160	67	161	41
Standby Bürogeräte	9	0	15	0	17	2	13	0
Standby Unterhaltungselektronik	123	74	116	60	152	119	128	78
Standby Herd und Backrohr	11	0	17	0	20	0	15	0
Standby Küchen- und Haushaltsgeräte	26	0	39	29	30	29	31	29
Beleuchtung	273	213	429	365	497	362	380	298
Warmwasserbereitung	757	0	783	0	719	0	756	0
Umwälzpumpen	122	0	243	264	422	365	237	216
Heizen	346	0	839	185	998	200	670	160

Anmerkung: m² sind m² Wohnnutzfläche

- Deutlich wird, dass die Mediane zum Teil deutlich unter den Mittelwerten liegen. D.h. die größere Anzahl der Haushalte verbraucht weniger als der Durchschnitt, allerdings gibt es Haushalte mit deutlich höheren Verbräuchen.
- Einige Dienstleistungen (z.B. Wäschetrocknen) werden z.B. in kleineren Haushalten noch kaum nachgefragt. Die „klassischen“ Haushaltsgeräte sind überall vorhanden.
- Bürogeräte haben einen nicht unbedeutenden Anteil
- Auch der Standby insbesondere der Unterhaltungselektronik hat einen hohen Anteil am Gesamtbedarf, der in der Größenordnung des Verbrauchs während der Nutzung liegt.

Der Energieverbrauch in der Büronutzung wird neben der Gebäudeklimatisierung stark vom Beleuchtungsaufwand und dem Nutzerstrom bestimmt. Zudem wirkt sich die Arbeitsplatzdichte sehr stark auf den Gesamtenergieverbrauch aus.

Abbildung 9: Auswirkung der Variation der Arbeitsplatzdichte bei gleichzeitig flexibel berechneten Arbeitsmitteln.

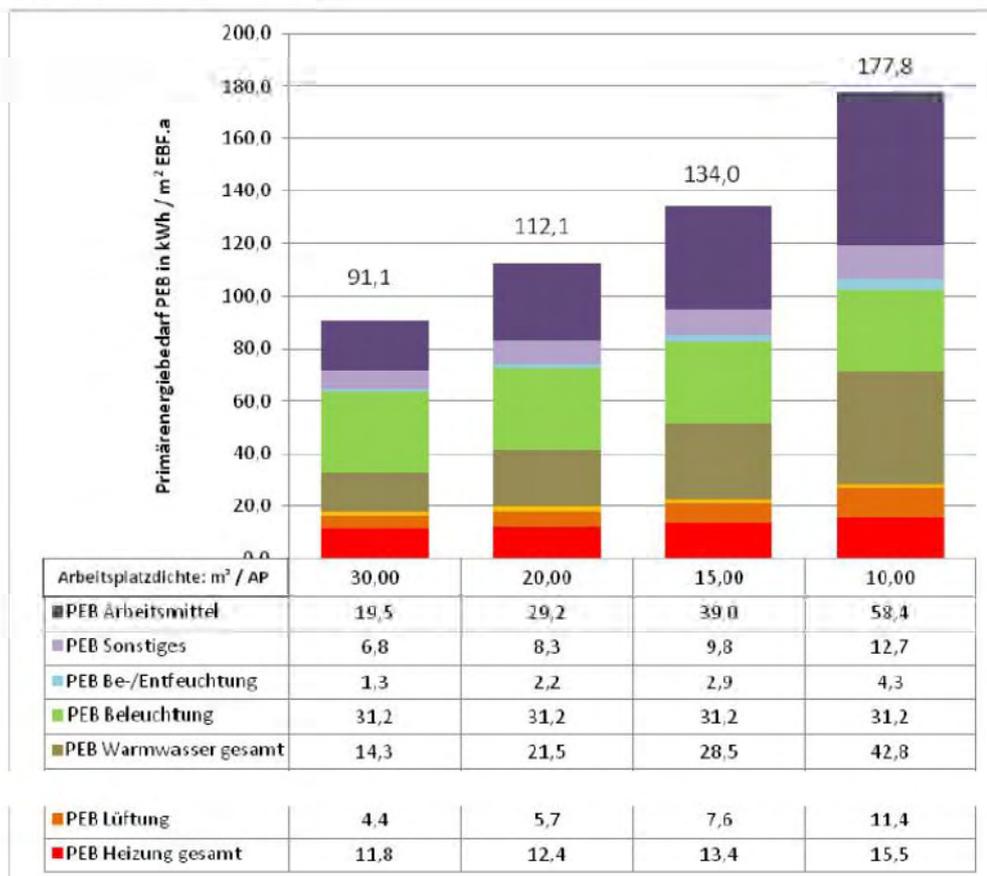


Abbildung 53: Primärenergie-Konversionsfaktoren aus PHPP/Gemis (Q: Lechner 2010).

In der Berechnung des Primärenergiebedarfs gesamt wird für das gegenständliche Projekt von einer Arbeitsplatzdichte von 13m²/Arbeitsplatz ausgegangen.

3.2 Maßnahmen zur Minimierung des Bedarfs

Die folgenden Leitlinien werden in allen Bereichen Energiedienstleistungsbereichen angesetzt:

- bedarfsgerechte Deckung, Regelbarkeit durch die NutzerInnen
- hocheffiziente Techniken, um den Energiebedarf zu decken
- ökologisch verträgliche Energieträger und Energieerzeugung
- alle Dienstleistungen, die thermisch gedeckt werden können, sollten mit ökologisch „billiger“ Abwärme, Fern- oder Solarwärme gedeckt werden. Dies gilt auch für die Kälteversorgung.

Der Passivhausstandard erfüllt einen Großteil dieser Leitlinien. Besondere Maßnahmen sind insbesondere im Bereich Lüftung, Beleuchtung und Nutzerstrom sowie Haushalte/Büros/Gastronomie erforderlich.

Die folgenden Maßnahmen sollen im Projekt umgesetzt werden:

Thermische Hülle	Hochwärmedämmende Hülle Wärmebrückenminimiert Fenster in Passivhausqualität Außenliegender Sonnenschutz durch Balkone wenn möglich Flexiblen außenliegenden Sonnenschutzlamellen Optimierte Speichermasse Nächtliche Fensterlüftung für direkte Kühlung in den Räumen zum Hof möglich Eventuell schlagregen- und einbruchsichere Vorrichtungen optional vorhanden
Infiltration	Hohe Luftdichtigkeit $n_{50} \leq 0.6/h$ Schleuse in Eingang Cafe Weidinger
Beheizung	Kurze Netze, im unbeheizten Bereich hochwärmedämmt Kleinstheizkörper, im EG Fußbodenheizung / Kühlung Einzelraumregelung Deckung mit Fernwärme, zum Teil durch Abwärme Serverkühlung möglich Keine aktive Befeuchtung, Pflanzen, eventuell Feuchterückgewinnung

	(Raucher, Einbindung WCs?)
Kühlung	<p>Wohnungen über natürliche Kühlmaßnahmen (guter Sonnenschutz, geringe innere Lasten, Nächtliche Fensterlüftung, Speichermasse)</p> <p>Gastronomie: über Lüftung</p> <p>Büro: Nachtlüftung möglich, Fußbodenkühlung, über Lüftung (Kühlbalken)</p> <p>Deckung eventuell über Grundwasser, Rest über klassische Kompressionskälte</p> <p>Server: Splitgerät mit Rückkühlung Bodenplatte/Grundwasser</p> <p>Entfeuchtung über Zuluft Gastronomie/Geschäftslokal, sonst keine Konditionierung</p>
Warmwasser	<p>Semizentrale Lösung</p> <p>Versorgung über Durchlauferhitzer pro Wohnung</p> <p>Wärmemengenzählung sichtbar für NutzerInnen</p> <p>Deckung mit Fernwärme, zum Teil durch Abwärme Serverkühlung möglich</p>
Hilfsstrom	<p>gute hydraulische Auslegung</p> <p>kurze Netze</p> <p>drehzahlgeregelte Pumpen, EC-Motoren</p>
Lüftung	<p>30m³/hPerson,</p> <p>Hocheffizient, bedarfsgerecht regelbar</p> <p>Wärmerückgewinnungsgrad $\eta \geq 85\%$,</p> <p>Zentral, druckluftarme Auslegung, wenig Einbauten, geringe Luftgeschwindigkeiten, $q_{\text{spez}} < 0.4 \text{ Wh/m}^3$</p> <p>Durch unterschiedliche Nutzungszeiten Gewerbe, Büro, Wohnen gute Ergänzung möglich</p> <p>Dadurch läuft Lüftungsanlage meist nur im Teillastbereich mit entsprechend niedrigeren Stromverbrauch (Reduktion um 3.Potenz)</p>
Beleuchtung	<p>Gute Tageslichtversorgung</p> <p>Energiesparlampen Empfehlung für Wohnen</p> <p>LED jedenfalls im Gang und Stiegenhausbereich</p> <p>Allgemeine Bereiche mit Tageslichtregelung, Anwesenheitssteuerung</p> <p>Spez. Anschlussleistung 2,5W/m²/100lx</p>

	Büro hocheffiziente Stehlampen, tageslichtgesteuert, anwesenheitsgesteuert
	Cafe: LED durchgängig
Haushaltsstrom	Grundsätzlich beste Geräte
	Geschirrspüler mit Warmwasserversorgung
	Waschmaschine mit Warmwasserversorgung
	Trocknen auf Wäscheleine
	Gemeinsamer Erdkeller für Gemüse, Temperierung über Erdkälte
	Kühlschränke mit Außenluft- oder Grundwasserkühlung (optional)
	Induktionsherd
	Solarkocher für Kochen an der Dachterrasse
	Regelung: gesamter Haushalt kann spannungslos geschalten werden
	Leistungsbegrenzung, um PV-Strom selbst verbrauchen zu können
	PV-anbotsorientierter Betrieb von Waschmaschinen, Geschirrspüler etc.
Nutzerstrom Büro	hocheffiziente Computer
	effiziente Kaffeemaschinen
	effiziente Geräte für Kühlung
Gastronomie etc.	hocheffiziente Belichtung und Beleuchtung
	Serverkühlung mit Außenluft/Grundwasser?
	effizienter Kühlraum Cafe
	effiziente Arbeitshilfen
Sonstiges	Aufzug mit Energierückgewinnung
	Regelung energieeffizient
	Sparsame Notbeleuchtung etc.

3.3 Kennwerte Bedarf

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs wurden die PHPP-Berechnungen 2008 aktualisiert.

Alle anderen Bedarfskennwerte werden je nach Nutzungstyp erhoben und dargestellt.

3.3.1 Heizwärmebedarf Hülle

Der Heizwärmebedarf wurde für die gesamte thermische Hülle berechnet, wobei die folgenden Varianten berücksichtigt wurden:

Thermische Hülle:

- Die Straßenfassade des Gründerzeithauses wird nicht thermisch gedämmt, ebenso wenig die erdberührten Außenwände und Fußböden des UGs
- In der Passivhausvariante wird die Außenwand thermisch saniert

Nutzungsszenarien:

- In der Standardnutzung werden übliche innere Lasten angesetzt; Beschreibung siehe unten
- In der hocheffizienten Nutzung wird von effizienten und bedarfsgerecht geregelten Arbeitshilfen, Beleuchtung etc. ausgegangen

Die PHPP-Berechnung wurde an den Planstand adaptiert, daher ergeben sich leichte Unterschiede zur Berechnung 2008.

Es ergibt sich der folgende Heizwärmebedarf für die 4 untersuchten Varianten:

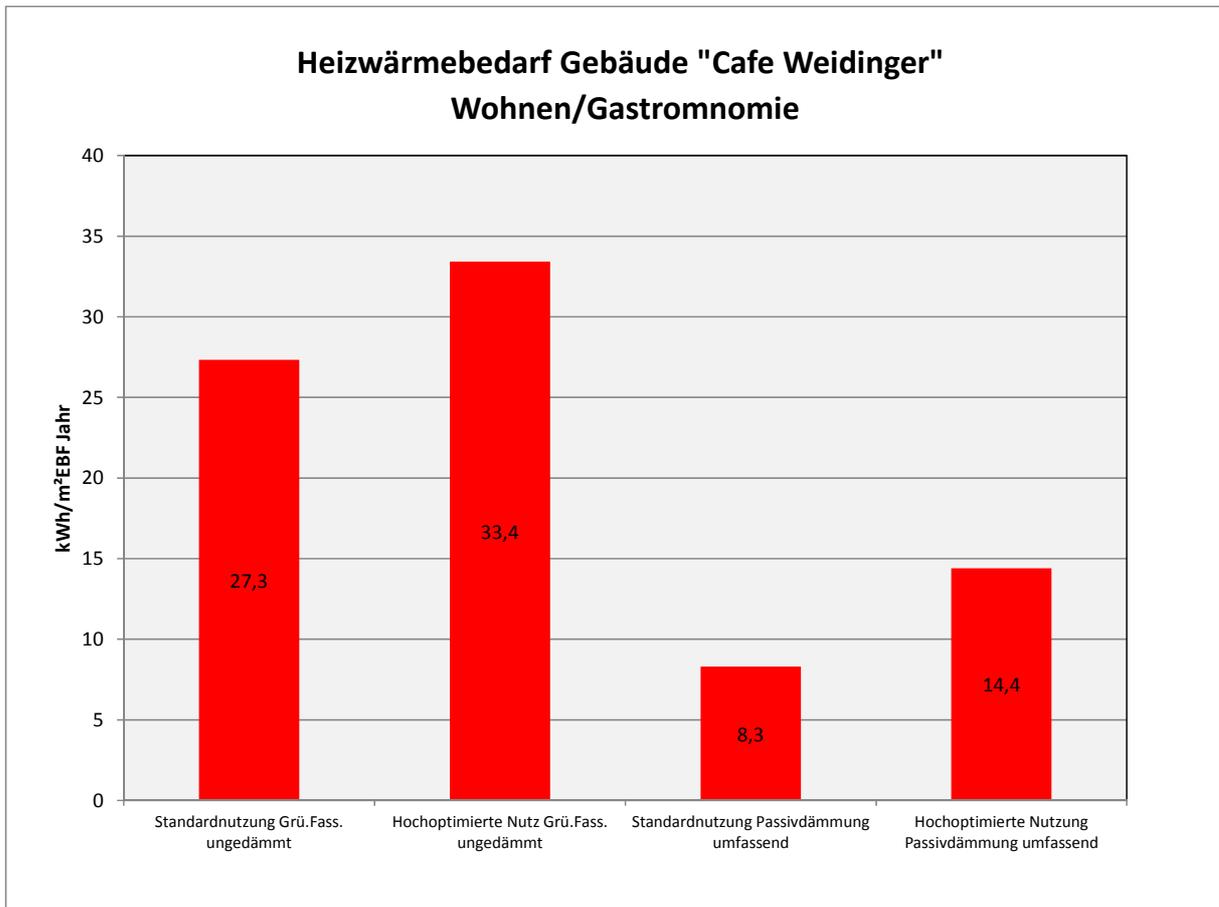


Abbildung 54: Heizwärmebedarf je nach Verbrauchsszenarien und Gebäudehülle

In der Variante mit Büronutzung ergibt sich eine weitere leichte Reduktion des Heizwärmebedarfs durch die höheren inneren Lasten.

Es folgt jeweils eine Gegenüberstellung von Standard- und optimierten Bedarf.

3.3.2 Bedarf Wohnen

Für die Gebäudehülle und die Gebäudetechnik wird Passivhausstandard eingehalten. Im Wohnbereich ist vor allem der Haushaltsstrombedarf primärenergetisch wesentlich. Auf der Grundlage der Nutzungszyklen, die im PHPP hinterlegt sind und vor allem auf die Personenanzahl eines Haushalts abstellen, wurden anhand aktueller Best- und Durchschnittsgeräte zwei Szenarien entwickelt:

- Standardnutzung: Es wurde eine durchschnittliche Geräteausstattung angesetzt

- Hocheffizient PEB-optimiert: Hocheffiziente Geräte, die wenn möglich mit Wärmeenergie anstatt Strom gedeckt werden (Geschirrspülen, Waschen, Trocknen)

Diesen beiden Extremvarianten werden in der folgenden Tabelle auch Ausstattungsvarianten zwischen den beiden detaillierten Varianten gegenübergestellt.

	Grenzwert			Zielwert			
	Standard-nutzung	Effizient	Hocheffizient	Hocheffizient PEB- optimiert	Einheit	Häufigkeit	Einheit
Geschirrspülen	1.17	0.87	0.73	0.36/0.36*	kWh/Anw.	65.0	/(P*a)
Waschen	0.84	0.62	0.52	0.29/0.23*	kWh/Anw.	57.0	/(P*a)
Trocknen	3.95	2.16	1.80	0	kWh/Anw.	57.0	/(P*a)
Wäschleine	0.00	0.00	0.00	3.13/1.88**	kWh/Anw.	57.0	/(P*a)
Kühlen****	1.17	0.23	0.19	0.19	kWh/d	365.0	d/a
Gerfrieren****	0.91	0.60	0.50	0.50	kWh/d	365.0	d/a
Kühlen/Gefrieren****	0.96	0.52	0.43	0.43	kWh/d	365.0	d/a
Kochen Strom	0.30	0.25	0.20	0.20	kWh/Anw.	500.0	/(P*a)
Beleuchtung	60.00***	20.80***	16.00***	16.00***	W	2.9	kh/(P*a)
Elektronik	120.00	80.00	64.00	64.00	W	0.6	kh/(P*a)
Kleingeräte etc	75.00	50.00	40.00	40.00	kWh	1.0	/(P*a)

* Strom/Wärme; ** Wärmebedarf pro Anwendung / Wert im Jahresmittel; *** Durchschnitt 0% Energiesparlampen oder LED, Effizient 80%, Hocheffizient 90%; **** Es wird folgend mit einer Kühl/Gefrierkombination gerechnet.

Tabelle 8: Energiekennwerte für verschiedene Nutzungen

Damit ergibt sich der folgende Endenergiebedarf pro Haushalt (3 Personen pro Haushalt).

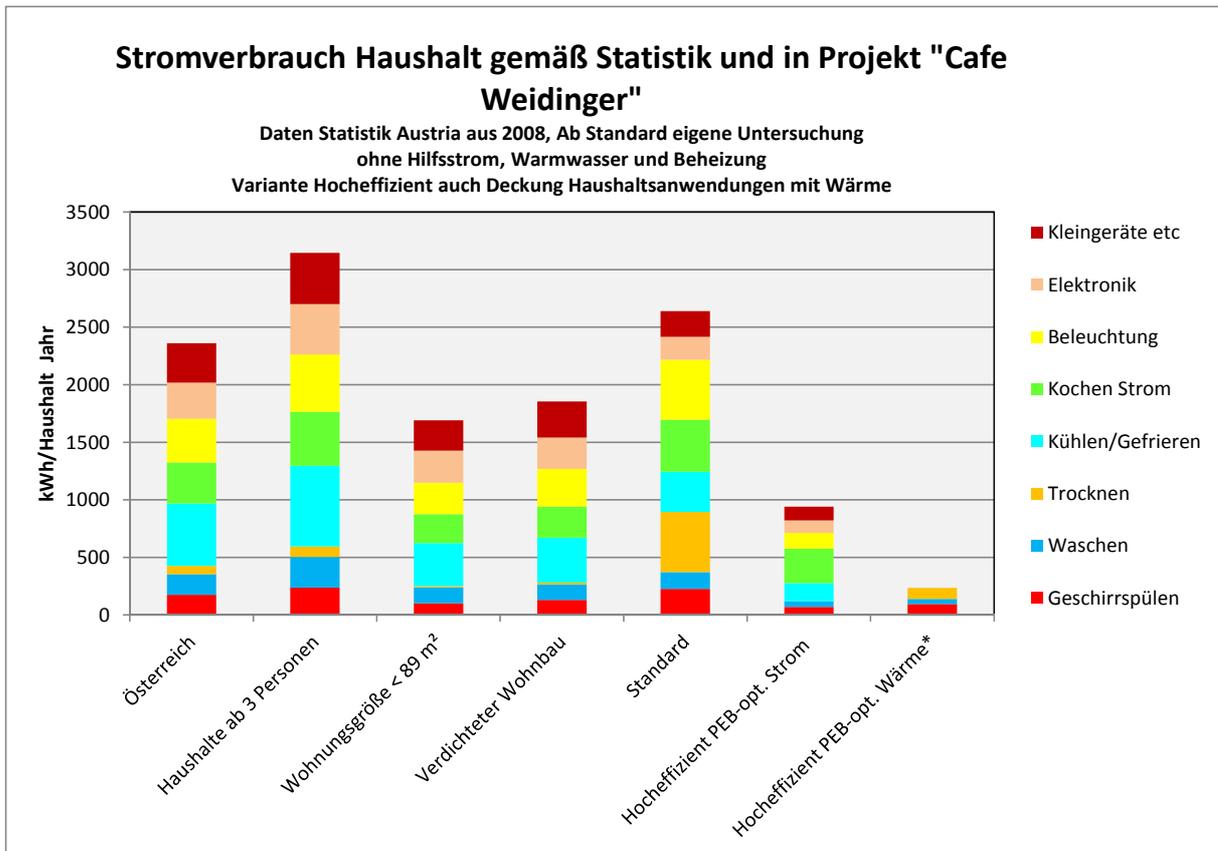


Abbildung 55: Endenergiebedarf pro Haushalt; Anmerkung: Variante Hocheffizient ist in 2 Balken Strom und Wärme dargestellt

In den hocheffizienten Varianten können gegenüber der Durchschnittsvariante ca. 50% an Endenergie eingespart werden.

Nachfolgend sind die Werte tabellarisch zusammengefasst.

Endenergie kWh/Haushalt Jahr	Österreich	Haushalte ab 3 Personen	Wohnungs- größe < 89 m ²	Verdichteter Wohnbau	Standard	Hocheffizient PEB-opt. Strom	Hocheffizient PEB-opt. Wärme*
Geschirrspülen	176	238	102	130	228	71	96
Waschen	179	265	139	135	144	49	44
Trocknen	71	91	11	18	524	0	97
Kühlen/Gefrieren	542	700	372	388	350	157	0
Kochen Strom	356	469	251	271	450	300	0
Beleuchtung	380	499	273	327	522	138	0
Elektronik	313	436	280	271	198	106	0
Kleingeräte etc	343	447	263	313	225	120	0
Summe	2.361	3.146	1.691	1.854	2.640	941	237

*Endenergie mit Fernwärme

Tabelle 9: Endenergieverbrauch für verschiedene Nutzungen

3.3.3 Bedarf Gastronomie, Geschäftslokal EG/UG

Die Gemeinschaftsräume werden für folgende Zwecke genutzt:

- Cafe
- Geschäftslokal
- Kegelbahn UG
- Proberäume

Durch die verhältnismäßig hohe Belegung sind hohe Luftvolumenströme notwendig. Die wesentlichsten Stromverbrauchs-Kennwerte für den Bereich EG/UG wurden der VDI 3807 entnommen. Mit typischen Zyklen und üblicher Technologie ergibt sich der folgende Strombedarf mit üblichen Technologien im Bereich Lüftung/Beleuchtung und Arbeitshilfen:

	Nutzfl.	Personen	Tage	Dauer	Strombedarf Nutzer	Beleuchtung	Kühlen/ Entfeuchten	Lüftung
	m ²	Anzahl	d/a	h/d	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Cafe/Restaurant	294,0	100	300	14	30.000	10.289	3.528	30.375
Kegelbahn inkl. Foyer	188,9	20	50	4	378	756	2.267	338
Proberaum + Gang	49,6	4	50	4	99	198	0	68
Geschäftslokal	41,0	3	312	4	767	1.535	656	3.236
Nebenräume	119,8				0	1.198	0	0
Gesamt EBF	693,3				31.244	13.976	6.450	34.016

Tabelle 10: Endenergiebedarf bei üblicher Ausstattung

Für die hocheffiziente Ausstattung und Nutzung ergibt sich der folgende Bedarf:

Hocheffizient	Nutzfl.	Personen	Tage	Dauer	Strombedarf Nutzer	Beleuchtung	Kühlen/ Entfeuchten	Lüftung
	m ²	Anzahl	d/a	h/d	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Cafe/Restaurant	294,0	100	300	14	12.000	4.410	1.764	8.100
Kegelbahn inkl. Foyer	188,9	20	50	4	189	378	1.133	90
Proberaum + Gang	49,6	4	50	4	50	99	0	18
Geschäftslokal	41,0	3	312	4	256	1.023	164	1.198
Nebenräume	119,8				0	599	0	0
Gesamt	693,3				12.494	6.509	3.061	9.406

Tabelle 11: Endenergiebedarf bei hocheffizienter Ausstattung

Zusammenfassend ergibt sich somit für die beiden Nutzerszenarien der folgende Bedarf:

Gastronomie etc. EG/UG	Standard	hocheffizient	
Energiebezugsfläche	693	693	m ²
Kühlung	9,3	4,4	kWh/m ² a
Lüftung	49,1	13,6	kWh/m ² a
Warmwasser	39,8	39,8	kWh/m ² a
Befeuchtung	0,0	0,0	kWh/m ² a
Entfeuchtung	0,5	0,2	kWh/m ² a
Beleuchtung	20,2	9,4	kWh/m ² a
Sonstiges	2,0	2,0	kWh/m ² a
Nutzerstrom	45,1	18,0	kWh/m ² a

Tabelle 12: Vergleich der Szenarien

Es ergibt sich insgesamt nur eine leichte Reduktion des Heizwärmebedarfs durch die höheren internen Lasten.

Bedarf Büronutzung

In 3 Betriebseinheiten mit insgesamt 239,5m² Nutzfläche wird in einer Variante Büronutzung angesetzt. Im Standardszenario werden Arbeitshilfen und Beleuchtung in konventioneller Ausführung angesetzt. Durch die Passivhausausführung auch im Sommerfall kann der Kühlbedarf auf 15kWh/m²a im Fall von hocheffizienter Beleuchtung und Arbeitshilfen eingehalten werden, im Fall der Standardlasten ist dies nicht mehr möglich. Die Deckung erfolgt teilweise über die Nutzung der Außenluftkälte, als Backup wird Kompressionskälte eingesetzt.

Die obigen Maßnahmen ergeben für die 3 Betriebseinheiten mit Büronutzung im Mittel die folgenden Kennwerte:

Standardnutzung	Nutzenergie	Inkl. Verteilung/ Abgabe	Hilfsstrom	Endenergiebedarf Wärme	Endenergiebedarf Strom
Kühlung	25,0	31,3	1,6	0,0	12,0
Lüftung					4,8
Warmwasser	5,0		0,1	7,1	0,1
Befeuchtung	0,0	0,0		0,0	
Entfeuchtung	1,5	1,9	0,1		0,7
Beleuchtung					15,0
Sonstige: Aufzug, Notbel., Regelung,					2,1
Arbeitshilfen+Steckdosen+Teeküche+Server					25,0

Bezugsgröße: m² Energiebezugsfläche gemäß PHPP

Tabelle 13: Kennwerte für Büronutzung (übliche Ausstattung)

Mit hocheffizienten Arbeitsmitteln und hocheffizienter Beleuchtung sind die folgenden Kennwerte erreichbar:

Hocheffiziente Nutzer	Nutzenergie	Inkl. Verteilung/ Abgabe	Hilfsstrom	Endenergiebedarf Wärme	Endenergiebedarf Strom
Kühlung	15,0	18,8	0,9	0,0	7,2
Lüftung					4,8
Warmwasser	5,0		0,1	7,1	0,1
Befeuchtung	0,0	0,0		0,0	
Entfeuchtung	1,5	1,9	0,1		0,7
Beleuchtung					5,1
Sonstige: Aufzug, Notbel., Regelung,					2,1
Arbeitshilfen+Steckdosen+Teeküche+Server					5,5

Bezugsgröße: m² Energiebezugsfläche gemäß PHPP

Tabelle 14: Kennwerte für Büronutzung (hocheffiziente Ausstattung)

3.3.4 Zusammenfassung Bedarf

Für eine umfassende Darstellung des Bedarfs (in primärenergetischen Einheiten) werden alle Energiedienstleistungen mit dem Backup-Systemen gedeckt:

Heizwärme:

- Fernwärme Wien

Kälte:

- Backup Kompressionskälte

Strom:

- Netzstrom

Damit ergibt sich der folgende Gesamtbedarf für die Varianten Wohnen/Gastronomie (mit OIB-Konversionsfaktoren, siehe nächstes Kapitel).

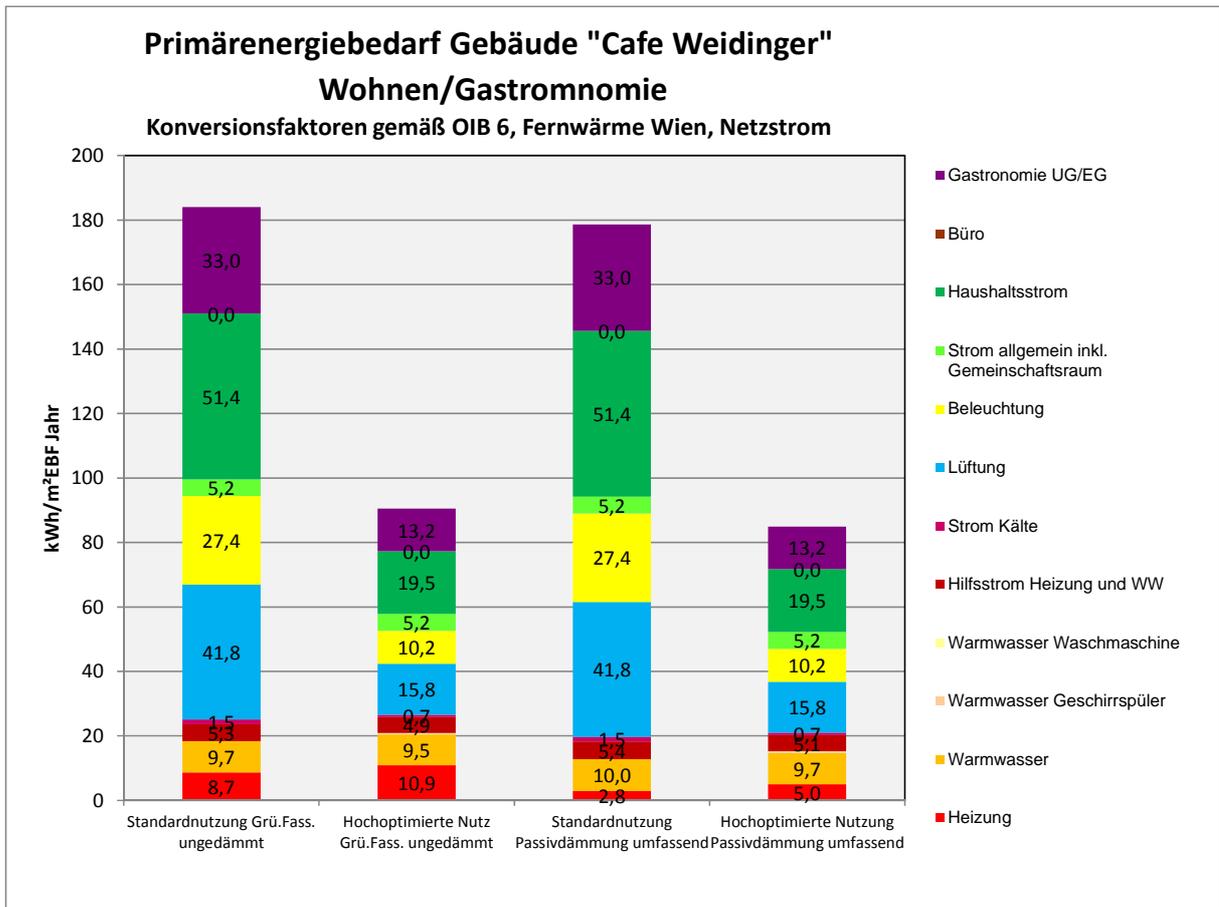


Abbildung 56: Gesamtprimärenergiebedarf für die Variante Wohnen/Gastronomie; Hinweis: Der Beleuchtungsaufwand aller Bereiche, auch der Haushalte, ist bei Beleuchtung enthalten. Dieser wird üblicherweise auch unter Haushaltsstrom erfasst.

- Der Unterschied zwischen Standardnutzung und hocheffizienter Nutzung ist sehr hoch, in etwa können 50% Primärenergie eingespart werden.
- Durch die ungedämmte Straßenfassade ergibt sich ein leicht höherer Primärenergiebedarf, durch den sehr niedrigen Primärenergiefaktor der Fernwärme Wien von 0,3kWh/kWh liegt die Gesamterhöhung bei ca. 7%
- Durch die geringen Wohnungsgrößen liegt der Strombedarf an Haushaltsstrom verhältnismäßig hoch. Dies liegt vor allem an der damit eher dichten Verteilung von Haushaltsgeräten, da angenommen wird, dass alle Wohnungen dieselbe Ausstattung haben.
- In der Wohn-Standardnutzung fällt vor allem der hohe Anteil an elektrischer Trocknung und der hohe Beleuchtungsaufwand ins Gewicht.
- Der Heizwärmebedarf sinkt durch die höheren inneren Lasten leicht.

Für die Variante Wohnen/Büro/Gastronomie ergeben sich die folgenden Kennwerte:

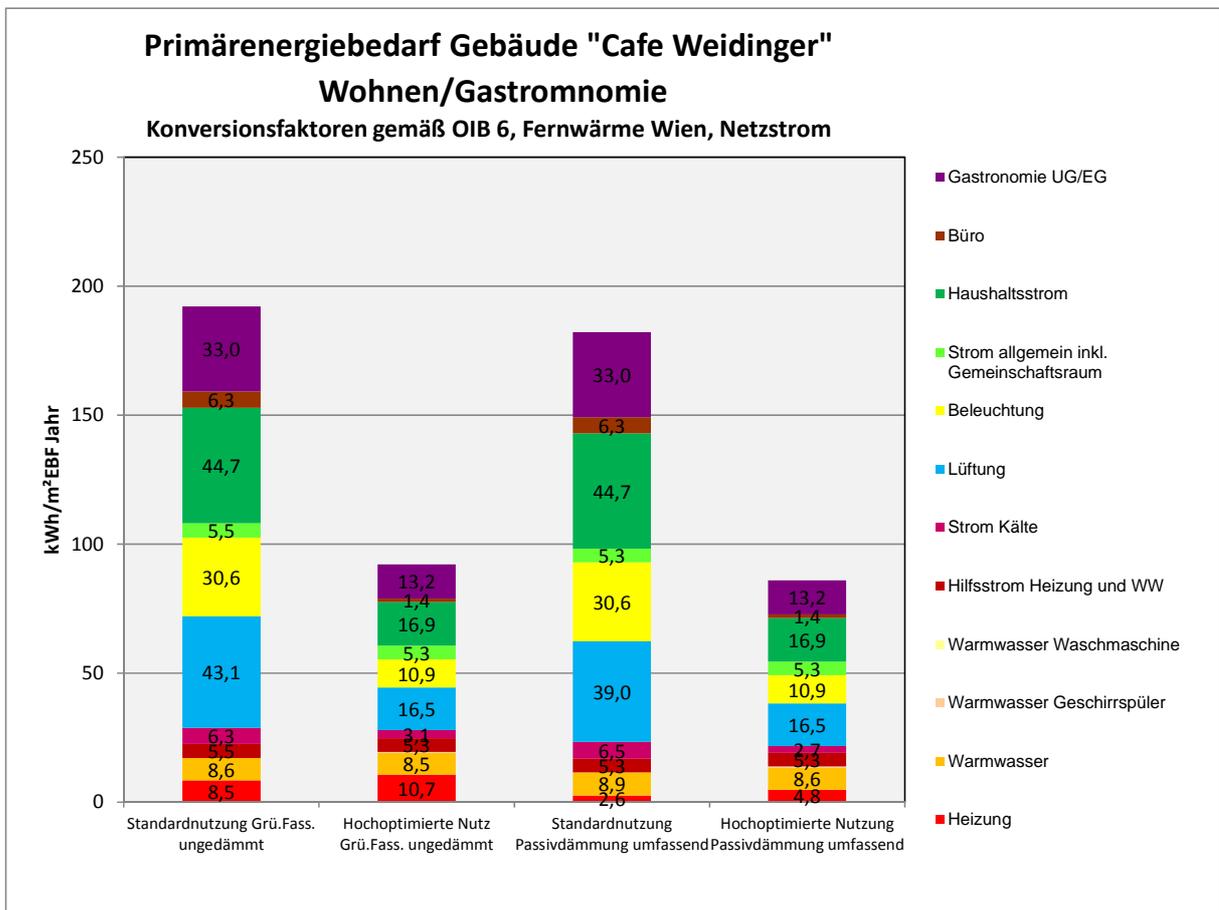


Abbildung 57: Gesamtprimärenergiebedarf für die Variante Wohnen/Büro/Gastronomie

- Da nur 3 Tops als Büro genutzt werden, sind die Unterschiede zu einer reinen Wohnnutzung verhältnismäßig gering.
- Der Primärenergiebedarf liegt insgesamt leicht höher als bei reiner Wohnnutzung.

4 Plusenergiebilanz und Eigenbedarfsdeckung

Für die Plusenergiebilanz werden alle Energieflüsse primärenergetisch bewertet. Am Grundstück sollen die folgenden Energieträger genutzt werden:

- Selbst erzeugter Solarstrom
- Eventuell Abwärme aus der Serverkühlung, wenn ökonomisch sinnvoll (das muss die dynamische Simulation ergeben)
- Eventuell Kälte aus dem Grundwasser (in der Berechnung derzeit noch nicht enthalten)
- Fernwärme Wien
- Netzstrom

Es werden die Konversionsfaktoren gemäß OIB-Richtlinie 6 (Oktober 2011) für den nicht-erneuerbaren und den erneuerbaren Primärenergiebedarf herangezogen. Im Vergleich sind die Primärenergiefaktoren gemäß PHPP, die auf Gemis beruhen, angegeben.

	Strom	Wärme Heizung	Wärme Warmwasser	PV	
	kWh/kWhend	kWh/kWhend	kWh/kWhend	kWh/kWhend	
OIB Richtlinie 6	2.62	0.3*	0.3*	0	PEB e und PEB ne
PHPP (gemäß Gemis)	2.6	0.8	0.8	0.4	PEB ne inkl. Herst.

* Fernwärme Wien gemäß Einzelnachweis. Ansonsten Abwärme ≥ 1 kWh/kWh

Tabelle 15: Konversionsfaktoren

Monatsabhängige Faktoren sind leider nicht verfügbar. Die Faktoren gemäß Ecoinvent liegen ähnlich wie die Faktoren gemäß Gemis.

4.1 Abbildung des optimierten Gesamtenergiebedarfs des Gebäudes

Für die Variante Wohnen/Büro/Gastronomie und der umfassenden Wärmedämmung im Passivhausstandard ergibt sich die folgende Bilanz des Wärme-, Kälte und Strombedarfs und der entsprechenden Deckung:

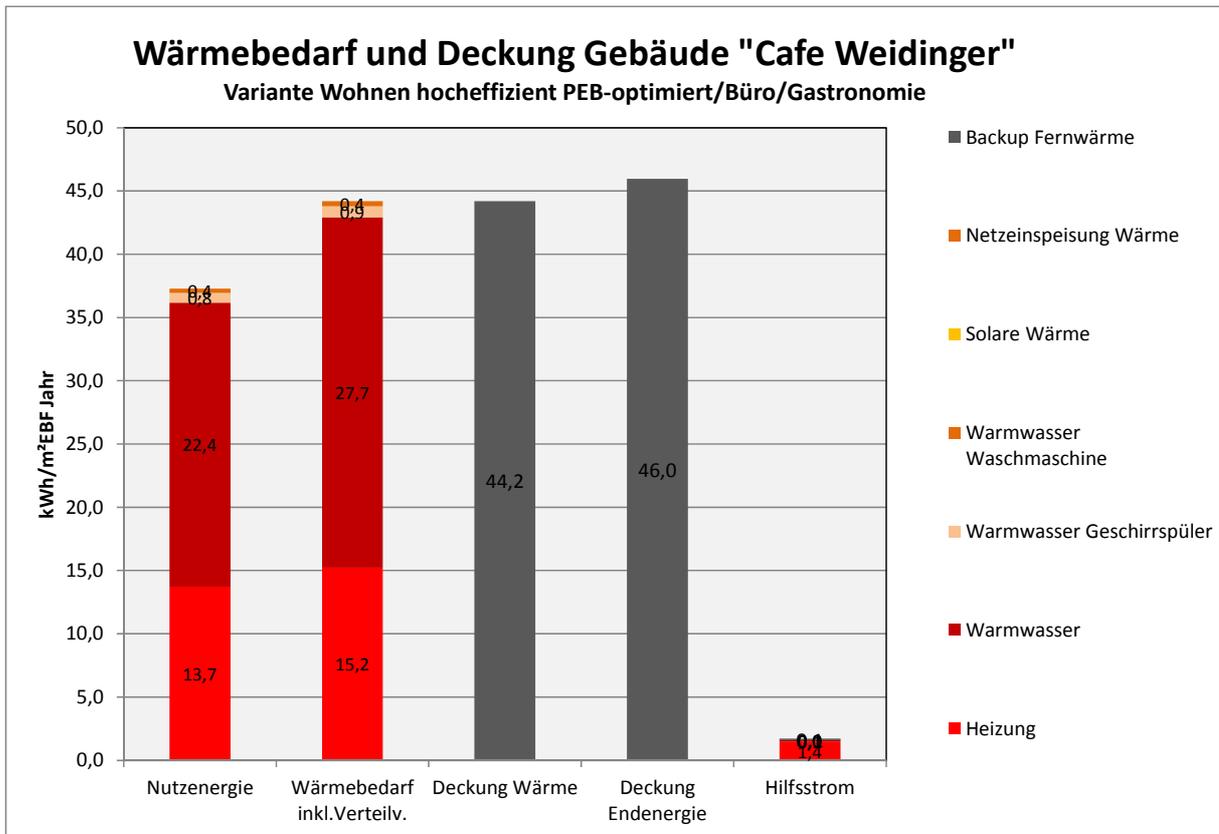


Abbildung 58: Wärmebedarf und Deckung, Wohnen/Büro/Gastronomie

- Der Heizwärmebedarf liegt leicht niedriger als bei reiner Wohnnutzung.
- Der Warmwasserbedarf ist deutlich höher, vor allem durch den Bedarf des Cafe Weidinger.

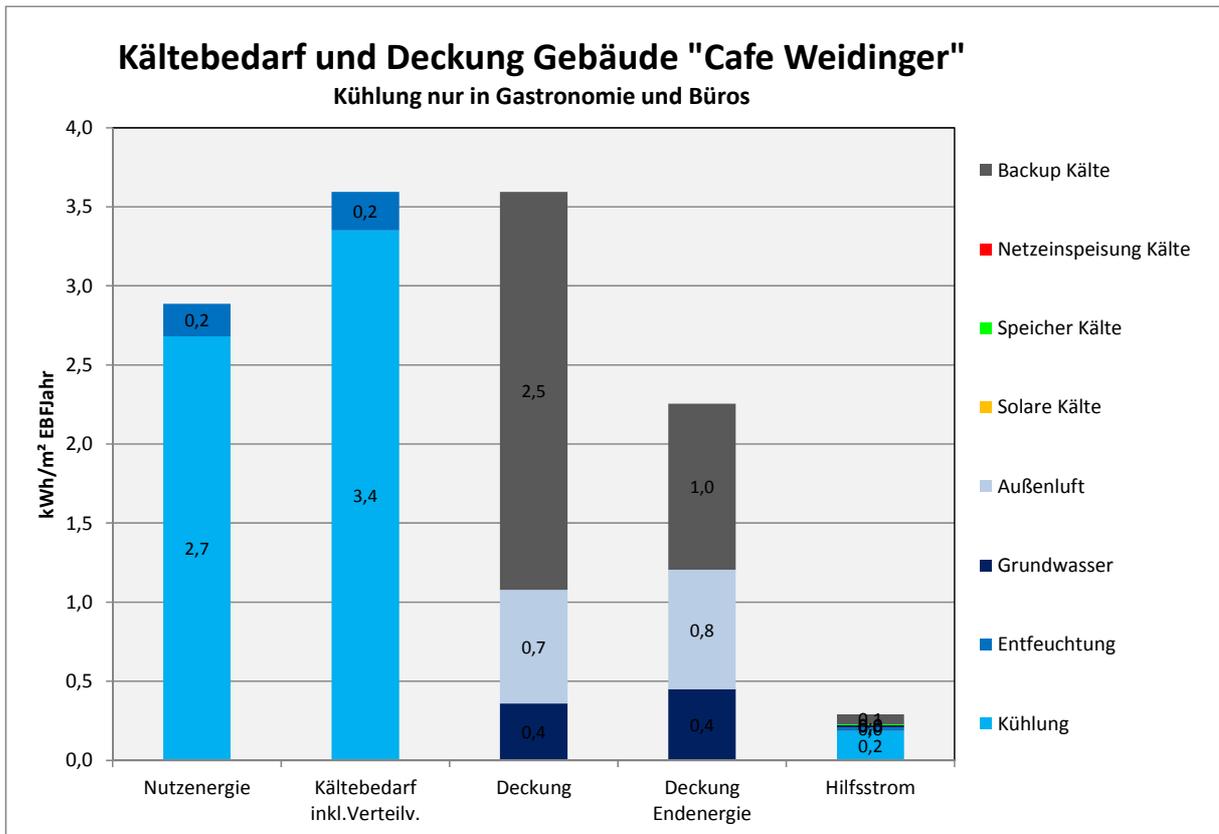


Abbildung 59: Kältebedarf und Deckung, Büro/Gastronomie

- Der Kühlbedarf ist durch die vergleichsweise geringen konditionierten Flächen und die effizienten Geräte (niedrige innere Lasten) verhältnismäßig niedrig.

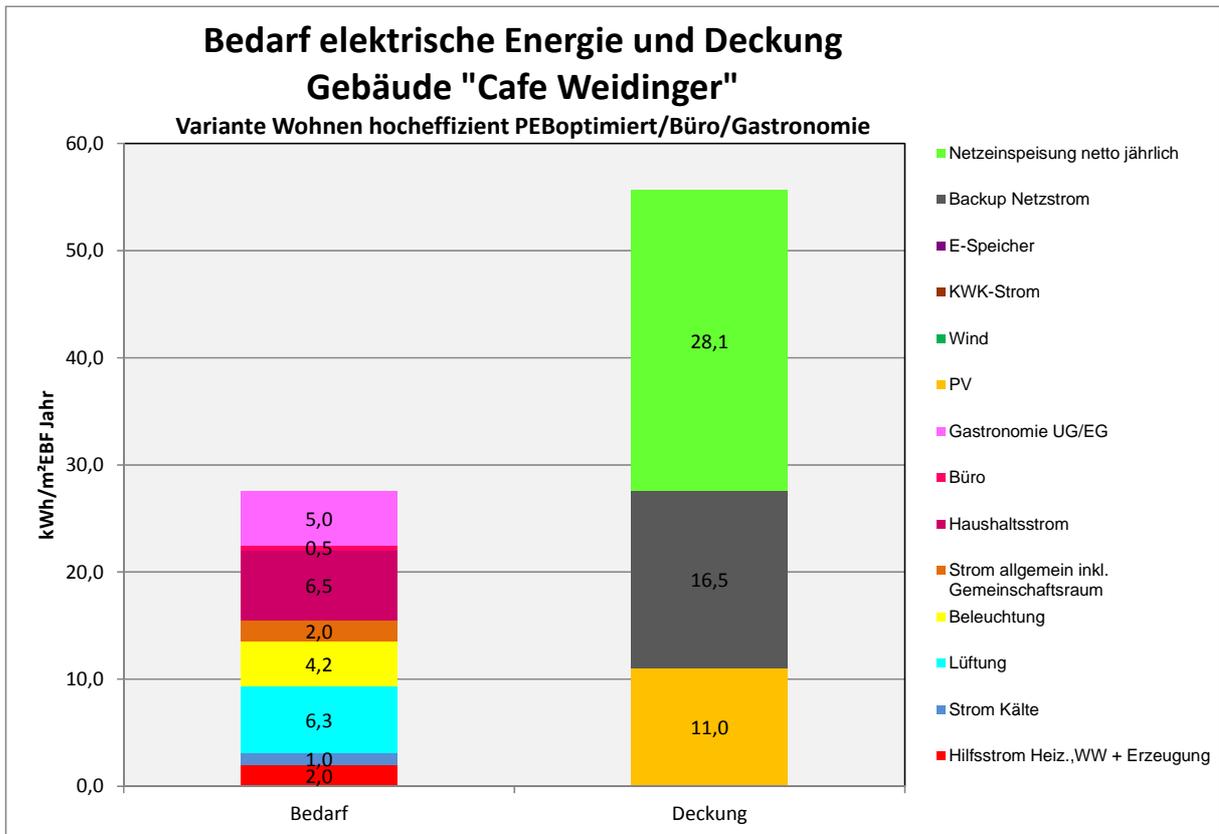


Abbildung 60: Bedarf elektrische Energie und Deckung, Wohnen/Büro/Gastronomie

- Durch die drastische Reduzierung des Bedarfs kann deutlich mehr Strom hergestellt werden als verbraucht wird.

4.2 Gegenüberstellung mit den möglichen Erträgen aus der PV-Anlage

4.2.1 Deckung des Gesamtbedarfs: Funktionsgewährleistung plus aller Nutzerstrome, hocheffiziente Haushaltsgeräte, PEB optimiert.

Bei Einsatz eines hocheffizienten Solarmodul wie z.B. SUNPOWER 225, welches bei optimaler südlicher Ausrichtung und 30° Neigung einen maximalen Ertrag von **176,1 kWh/m²PV/a** erzielt, und unter Berücksichtigung von Selbstverschattung und Verschattung durch die Nachbarn, ergibt sich für eine gegenüber D1 – Cafe Weidinger mittlere Variante D (16% Abschlag für ungünstigere Lageverhältnisse) folgender Ertrag:

Var.	Fläche	Ertrag	Ertrag pro m ² BGF in kWh/m ² /a	Ertrag pro m ² EBF in kWh/m ² /a	Ertrag /m ² EBF PRIMÄR-ENERGIE
D Allg. lt. Kapitel 2.8	838,98	97.099	28,14	39,13	102,52

Tabelle 16: PV-Ertrag

Bedarf & Deckung Wohnen/Gastronomie

Für die hochoptimierte Nutzungsvariante mit umfassender Wärmedämmung ergibt sich die folgende Plusenergiebilanz:

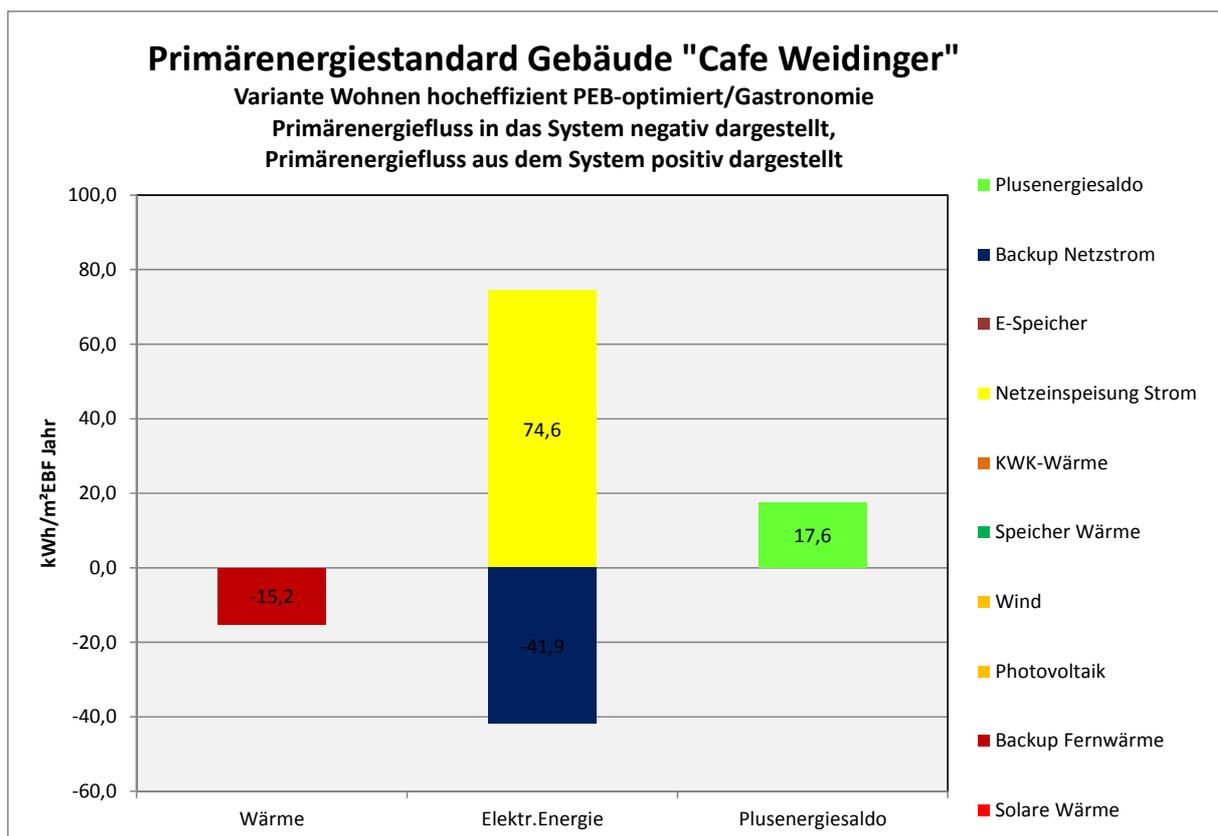


Abbildung 61: Plusenergiebilanz Wohnen/ Gastronomie

Jahresbilanzmäßig und in Energiedienstleistungen differenziert dargestellt ergibt sich die folgende Bilanz:

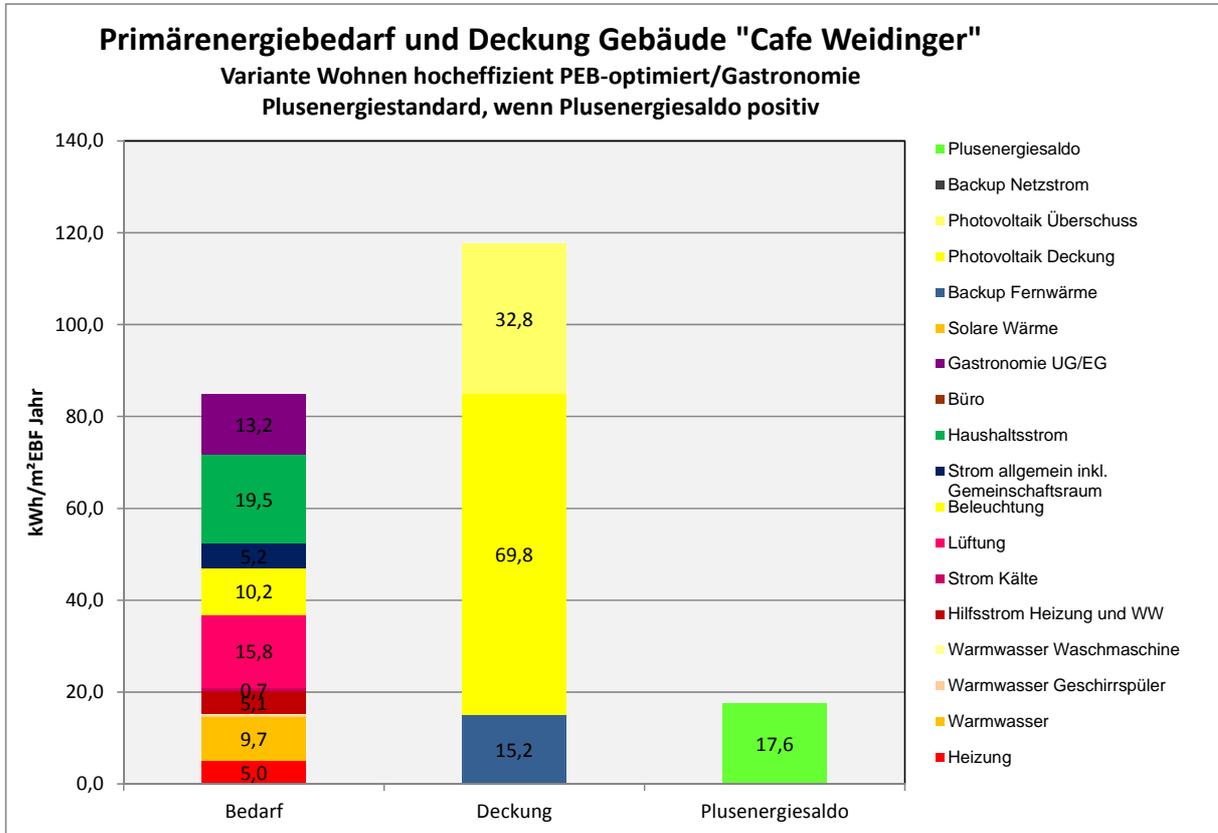


Abbildung 62: Plusenergiebilanz Wohnen/ Gastronomie, differenziert nach Energiedienstleistung

Ein Vergleich mit der Standardnutzung und dem Gebäude mit ungedämmter Gründerzeitfassade ergibt die folgenden Plusenergiebilanzen:

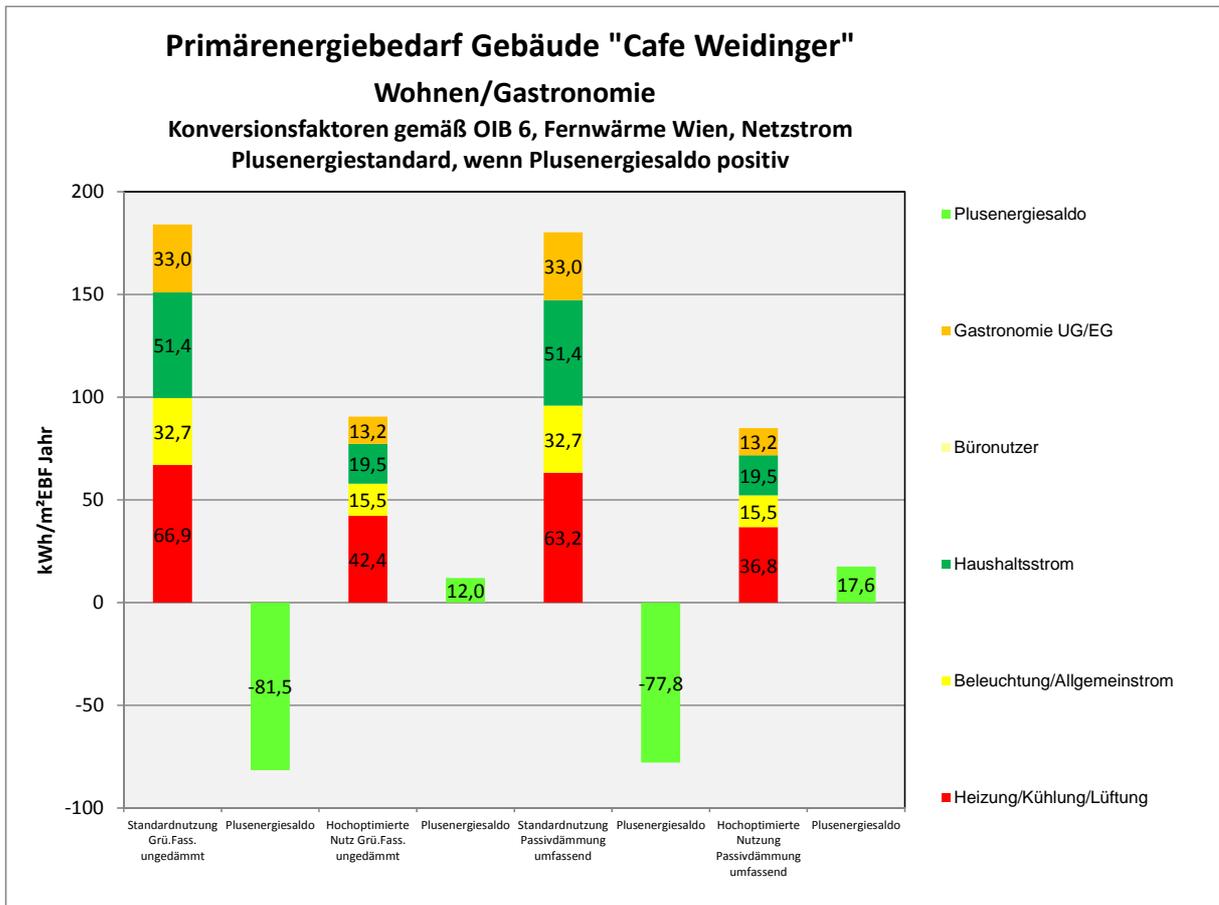


Abbildung 63: Plusenergiebilanz Wohnen/ Gastronomie, differenziert nach Nutzungen und Qualität der Gebäudehülle

- Eine hocheffiziente Gebäudeausstattung und Nutzertechnologien vorausgesetzt, so kann für beide untersuchte Gebäudehüllenvarianten – mit und ohne Wärmedämmung Gründerzeitfassade und erdberührte Bauteile – Plusenergiestandard erreicht werden
- Ohne hocheffiziente Beleuchtung und Nutzertechnologien wird der Plusenergiestandard deutlich verfehlt.

Bedarf & Deckung Wohnen / Büro / Gastronomie

Für die hochoptimierte Nutzungsvariante mit umfassender Wärmedämmung ergibt sich die folgende Plusenergiebilanz:

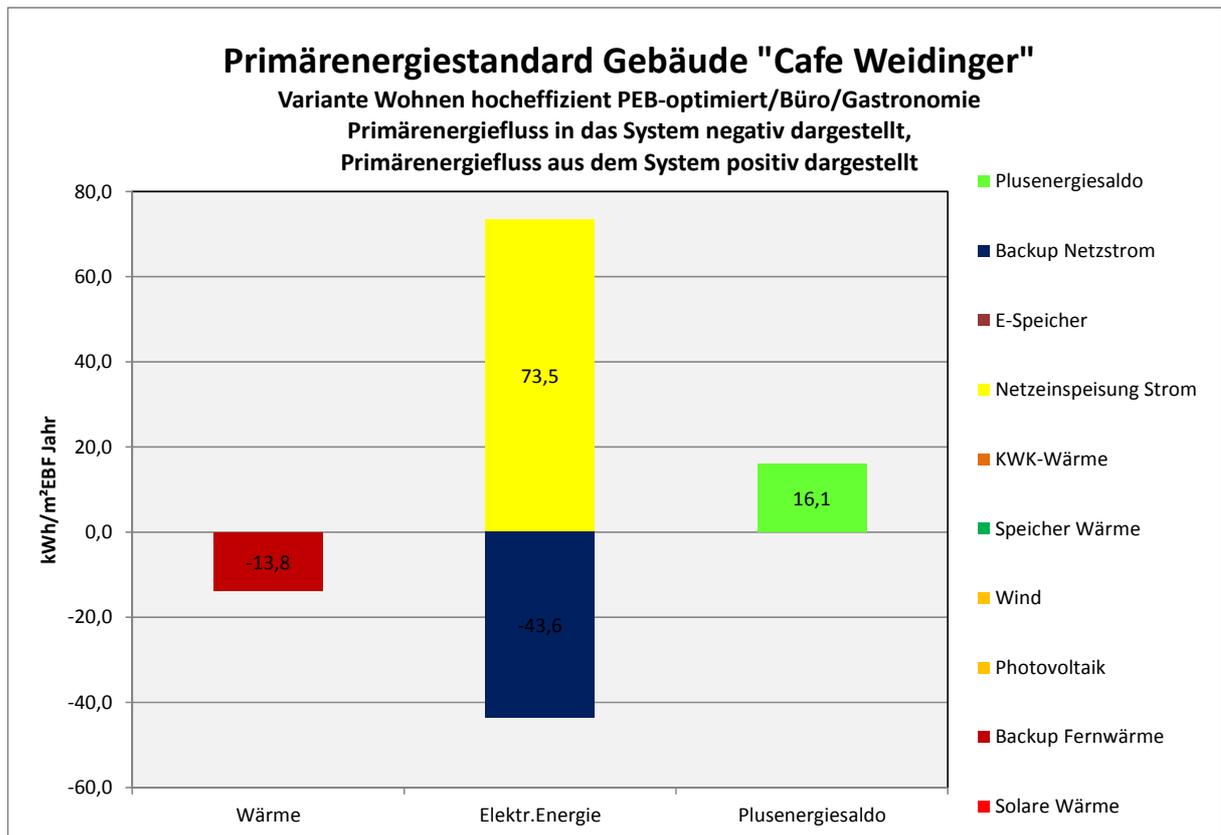


Abbildung 64: Plusenergiebilanz Wohnen/ Büro/ Gastronomie

Jahresbilanzmäßig und in Energiedienstleistungen differenziert dargestellt ergibt sich die folgende Bilanz:

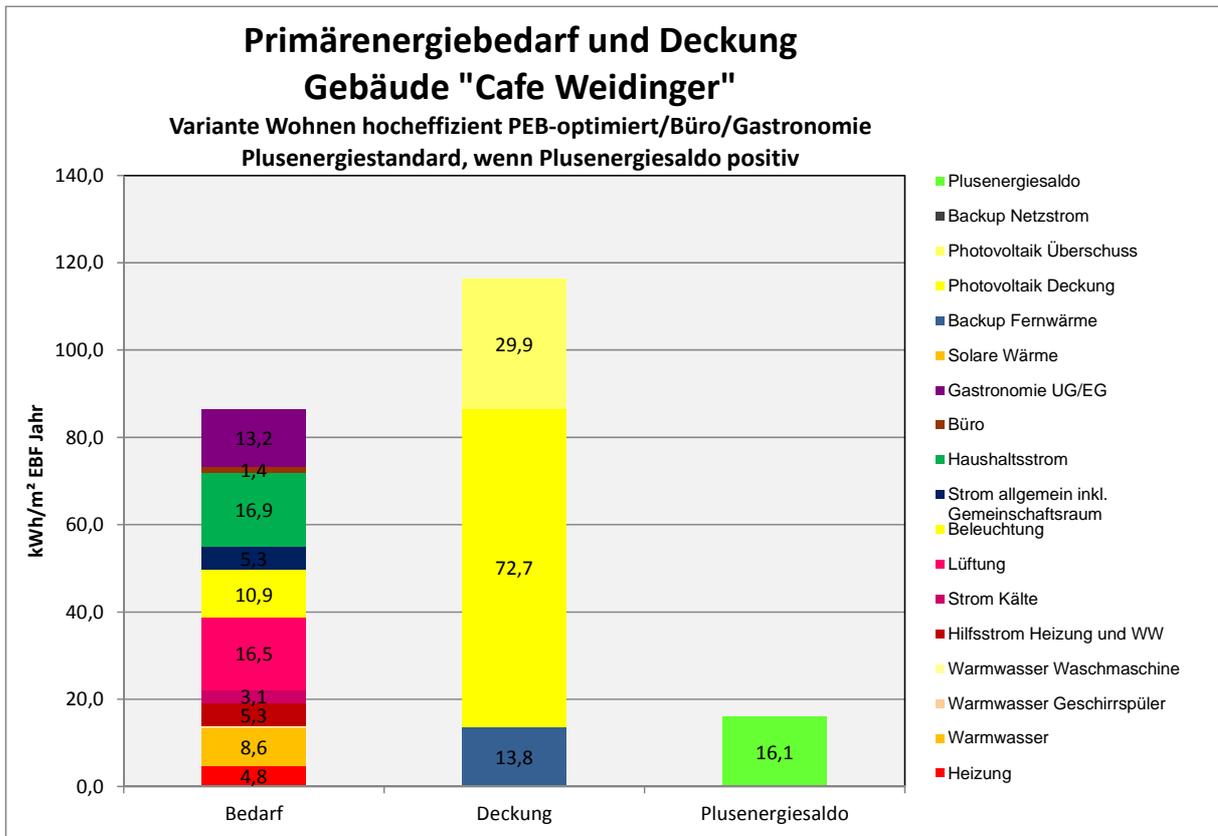


Abbildung 65: Plusenergiebilanz Wohnen/Büro/Gastronomie, differenziert nach Energiedienstleistung

Im Folgenden werden die Varianten verglichen:

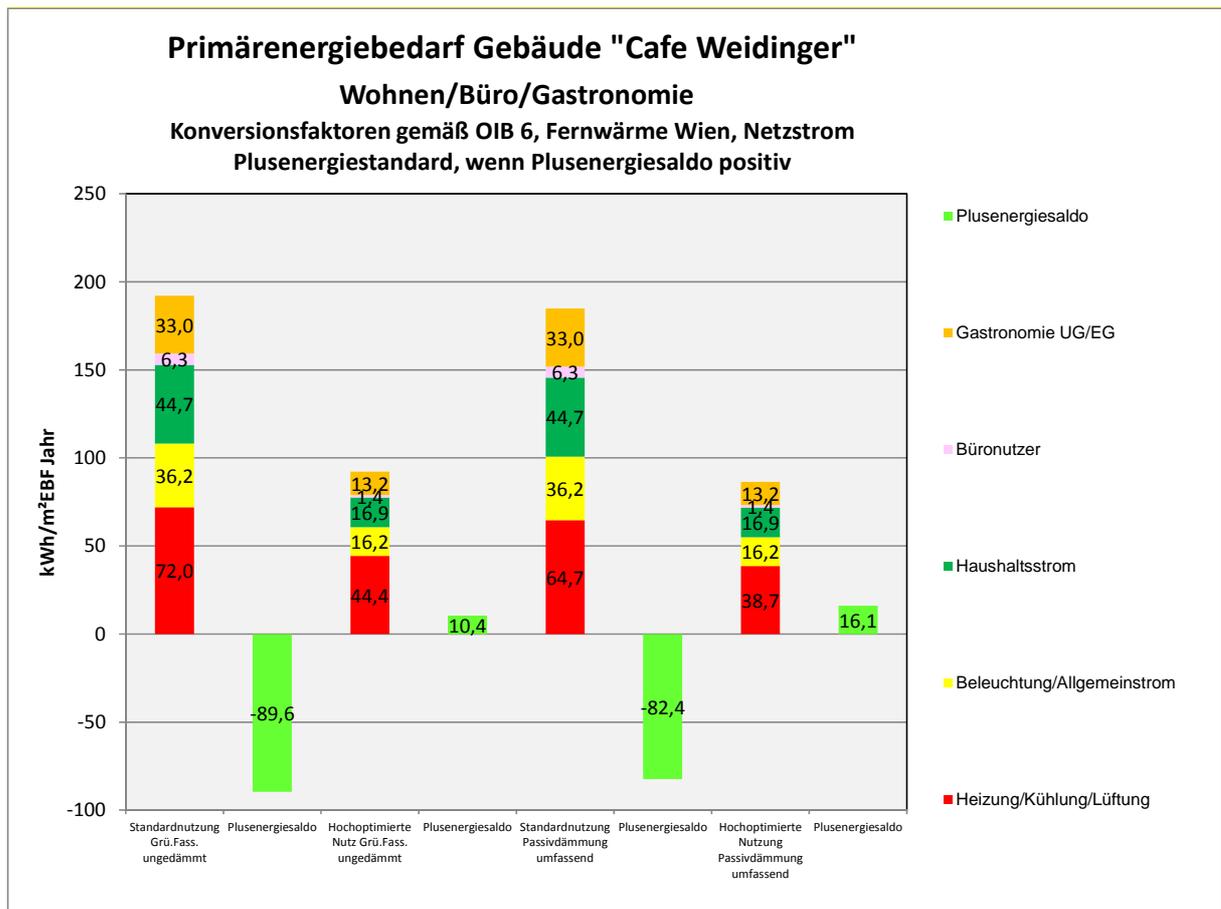


Abbildung 66: Plusenergiebilanz Wohnen/ Büro/ Gastronomie, differenziert nach Nutzungen und Qualität der Gebäudehülle

- Auch im Fall der Nutzung von drei Einheiten als Büros kann – eine hocheffiziente Nutzung vorausgesetzt – Plusenergiestandard erreicht werden.
- Gegenüber einer reinen Wohnnutzung ist der Plus-Saldo leicht erniedrigt.

4.2.2 Deckung des Gesamtbedarfs: Einsatz hocheffizienter Module zur Ertragssteigerung

Bei Einsatz des hocheffizientesten zurzeit am Markt erwerblichen Solarmoduls wie z.B. SUNPOWER E20/333, welches bei optimaler südlicher Ausrichtung und 30° Neigung einen maximalen Ertrag von **204 kWh/m²PV/a** erzielt, und unter Berücksichtigung von Selbstverschattung und Verschattung durch die Nachbarn, ergibt sich für die Variante D folgender Ertrag:

Var.	Fläche	Ertrag	Ertrag pro m ² BGF in kWh/m ² /a	Ertrag pro m ² EBF in kWh/m ² /a	Ertrag /m ² EBF PRIMÄR-ENERGIE
D Allg. mit leistungsstarker PV	838,98	112.593	32,63	45,38	118,88

Bedarf & Deckung Wohnen/Gastronomie

Die verbesserten Module ergeben die folgende Bilanz:

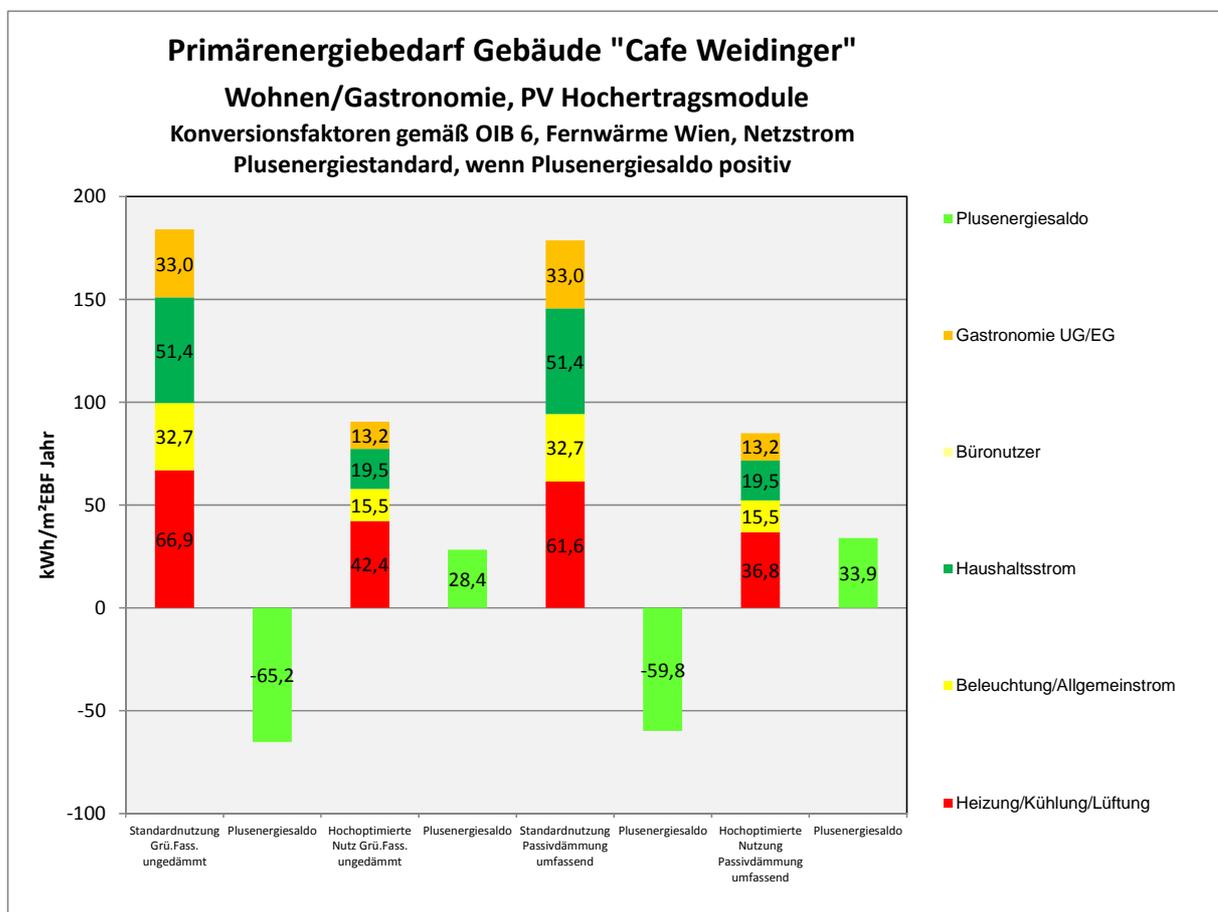


Abbildung 67: Plusenergiebilanz Wohnen/ Gastronomie, PV Hohertrag, differenziert nach Nutzungen und Qualität der Gebäudehülle

- Trotz der erhöhten PV-Erträge kann Plusenergiestandard im Fall der Standardnutzung nicht erreicht werden.

- Eine Funktionsgewährleistung für Heizung – Warmwasser – Kühlung – Lüftung – Beleuchtung - Allgemiestrom kann in allen Varianten garantiert werden.

Bedarf & Deckung Wohnen/Büro/Gastronomie

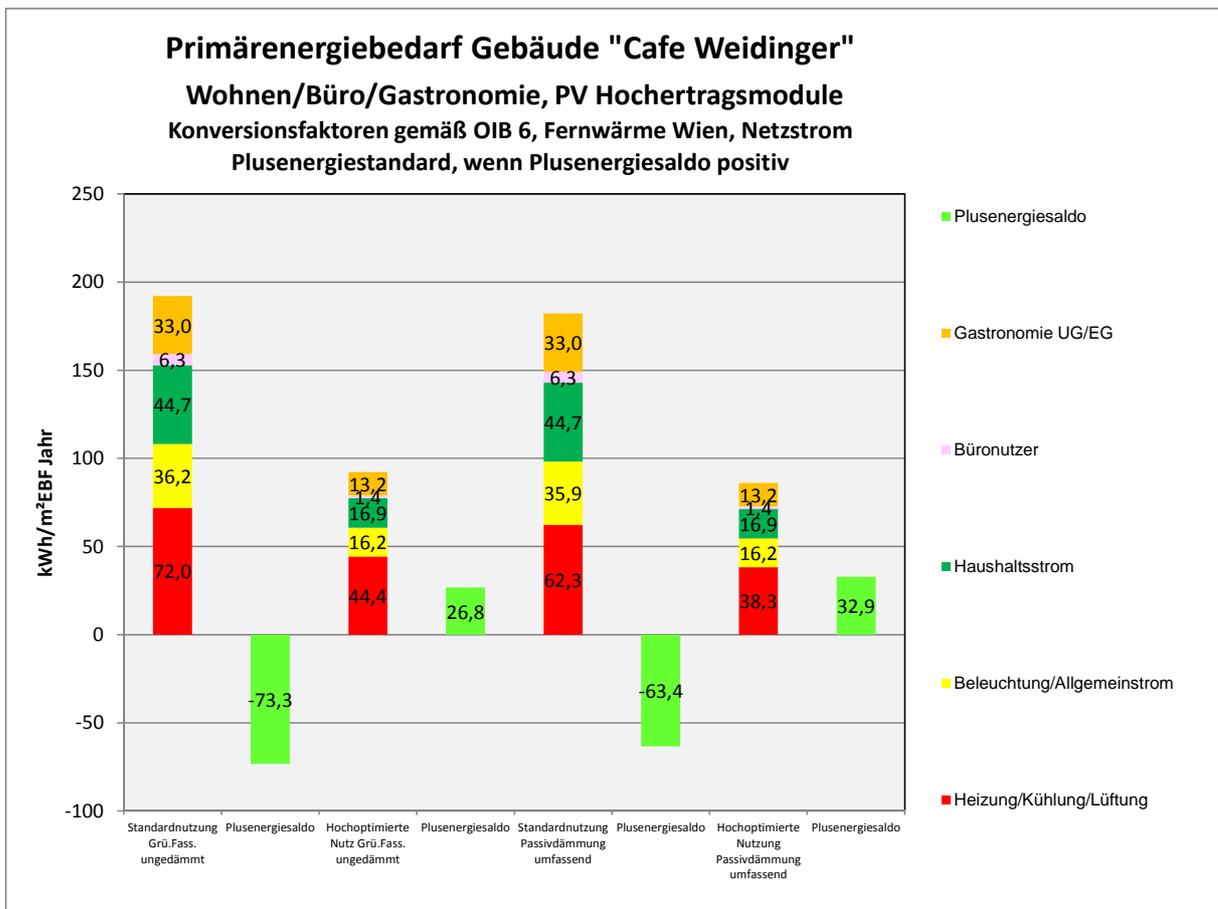


Abbildung 68: Plusenergiebilanz Wohnen/ Büro/Gastronomie, PV Hohertrag, differenziert nach Nutzungen und Qualität der Gebäudehülle

- Eine Funktionsgewährleistung für Heizung – Warmwasser – Kühlung – Lüftung – Beleuchtung - Allgemiestrom kann in allen Varianten garantiert werden.

5 Zusammenfassung

Das Cafe Weidinger, Lerchenfelder Gürtel 1, ist ein typisches Gründerzeithaus mit 4 Geschossen. Die Liegenschaft weist Bauklasse III und IV auf, und hat damit noch ein Aufstockungspotenzial für 1-2 Dachgeschosse, wie die meisten Häuser dieser Art in zentraler Lage. Eine Machbarkeitsstudie kam im Jahr 2008 zu dem Ergebnis, dass mit kompletter Wärmedämmung, Aufstockung und auch den restlichen Passivhausmaßnahmen Passivhausstandard zu erreichen sei; wenn die Strassenfassade aus Gründen des Ensembleschutzes nicht gedämmt wird, ist dennoch Niedrigstenergiehausstandard zu erreichen.

Es galt nun zu untersuchen, ob für ein hocheffizientes Verbrauchsszenario wie Passivhaus oder Niedrigstenergiestandard und dem entsprechenden Nutzerverhalten und Geräteausstattung Plusenergiestandard zu erreichen sei.

In der vorliegenden Studie wurde die Relevanz der Dachfläche für dieses Ziel nachgewiesen. Dachflächen weisen die geringste Anfälligkeit hinsichtlich Verschattungen durch Nachbargebäude auf und können relativ vollflächig mit PV-Modulen flacher Neigung belegt werden. Bei flachen Neigungen bis 15° spielt die Orientierung wenig Rolle, sodass auch Nordorientierungen hinsichtlich der Lageeffizienz zugelassen werden können.

Es wurde klar herausgearbeitet, dass eine Variante, die auf Flächenmaximierung auf dem Dach setzt (Var. D), gegenüber einer Variante mit klassischer Aufständigung und kompletter vertikaler Fassadenbelegung (Var. A) nicht nur gestalterisch, sondern auch bezüglich des Ertrages bessere Werte aufweist. (13 % mehr Ertrag bei 7,5% weniger Modulfläche). Dieser Unterschied wird noch verstärkt, wenn man das Beispiel Weidinger in einen anderen Kontext mit höherer Verschattung und/oder schlechterer Orientierung setzt. Bei NW Ausrichtung mit stärkerer Nachbarverschattung erreicht Var. D im Vergleich zu A sogar 29% mehr Ertrag bei 7,5 % weniger Modulfläche.

Es konnte nachgewiesen werden, dass bei geschicktem Architektorentwurf nicht nur ausreichend Fläche für Plusenergiestandard des Gebäudes zur Verfügung steht, sondern zusätzlich noch alle Dachwohnungen mit Terrassen ausgestattet werden können und eine Gemeinschaftsdachterrasse ausgebildet werden kann. Selbst bei schlechter Orientierung und Nachbarverschattung können dennoch ca. 28-32 kWh/m² BGF beheizt, erzielt werden. Dieser Ertrag reicht aus, damit in der Jahresbilanz ein Gebäude wie Weidinger mit relativ kleinen Wohnungen (dadurch eher höherer Stromverbrauch), Büros mit relativ hoher Belegungsdichte (13 m²/Person) und einem Cafebetrieb in EG und UG seinen gesamten

Energiebedarf (Wärme und Strom) auf seiner eigenen Gebäudehülle decken kann. In der Primärenergiebilanz wirkt sich dabei die mögliche Fernwärmeversorgung von Gründerzeitvierteln sehr wesentlich aus. Obwohl mit ungedämmter Strassenfassade der Heizwärmebedarf im Bereich von 25 kWh/m² BGF, a bleibt, kann auch der Wärme (und der Warmwasserbedarf) mit dem auf der Gebäudehülle produzierten Strom primärenergetisch substituiert werden. In der Gesamtrechnung wurde noch nicht mit den effizientesten am Markt erhältlichen Modulen gerechnet. Setzt man diese in der Rechnung an, kann ein noch deutlicherer Plusenergiesaldo erreicht werden. Wichtig ist dabei auch, dass Gründerzeithäuser ein schlechteres Verhältnis von BGF zu Nutzfläche besitzen. Dies wirkt sich auf die Plusenergiebilanz eher positiv aus, eine größere Gebäudehülle bedingt zwar einen etwas erhöhten Heizwärmebedarf, dafür fällt der nutzerbedingte Bedarf im Verhältnis zur BGF auf Grund der kleineren Nutzfläche eher kleiner aus.

Alles in allem kann ausgesagt werden, dass in dicht verbauten urbanen Bereichen (E + 5) mit primärenergetisch günstiger Versorgung durch umweltfreundlich erzeugte Fernwärme Wohn/Bürohäuser aus der Gründerzeit mit einem Anteil an gewerblich genutzten Flächen im EG selbst in ungünstig orientierten Lagen mit allseitig ähnlich hohen Nachbarn die gesamte im Gebäude erforderliche Energie inkl. Wärme/Kältesubstitution auf der Hülle bereitzustellen in der Lage sind, dies unter Beibehalten der gründerzeitlichen Fassade und trotz großzügiger Terrassenflächen auf dem Dach.