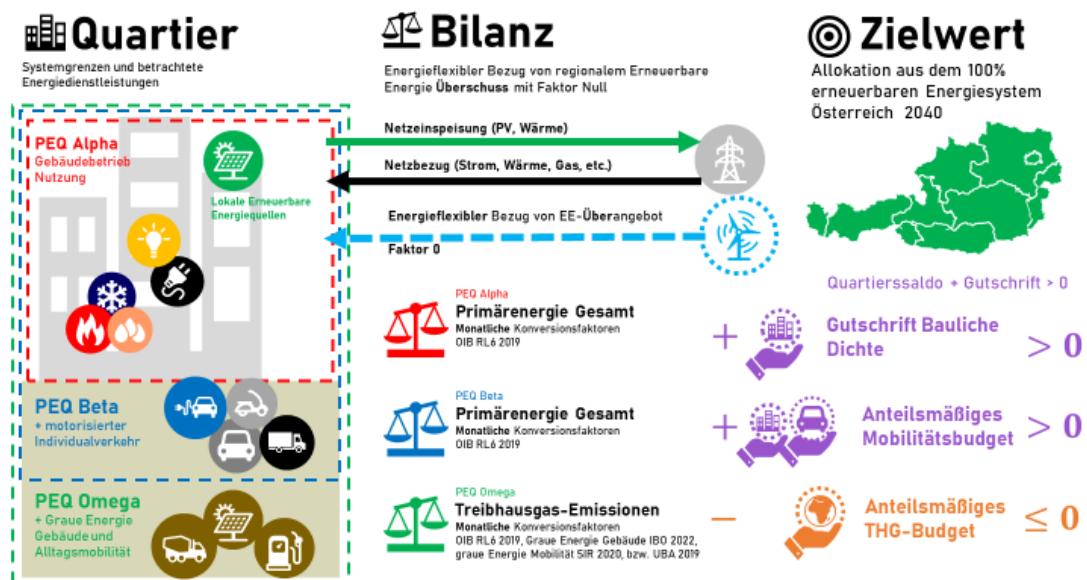


White Paper PEQ - Leitfaden

Plus-Energie-Quartier klimaneutral Definition und Operationalisierung



Erarbeitet im Rahmen der Forschungsprojekte

Zukunftsquartier 2.0

Zukunftsquartier TakeOff

Zukunftsquartier Synergy

Zukunftsquartier Austria

Cities4PEDs

Simon Schneider, Thomas Zelger
Raphael Drexel, David Sengl, Manfred Schindler, Jens Leibold

FH Technikum Wien, Kompetenzfeld Climate-fit Buildings and Districts

Wien, Juni 2023

Inhalt

Inhalt.....	2
Über dieses Whitepaper	6
1 Einleitung.....	7
1.1 Wozu definieren? Chancen und Ziele der Definitionsbestrebungen	7
1.2 Für wen definieren? Die Definition aus der Perspektive unterschiedlicher Zielgruppen und Stakeholder.....	8
1.3 Wie definieren? Mögliche methodische Ansätze	9
1.4 Fehlender Zusammenhang zwischen Zielwerten auf internationaler, nationaler und Quartiers- Ebene	12
2 Definition.....	13
2.1 Ziele der entwickelten Definition.....	14
2.1.1 Nicht-Ziele	15
2.1.2 Erreichbarkeit im urbanen Kontext bzw. in Gebieten hoher baulicher Dichte	16
2.1.3 Verbindung mit den übergeordneten Klimazielen.....	17
2.1.4 Merkmale des zukünftigen 100% erneuerbaren Energiesystems: Speicher und Flexibilität	18
2.1.5 Kompatibilität mit der europäischen JPI UE PED Framework Definition	19
2.2 Methodik	22
2.3 Systemgrenzen.....	27
2.3.1 Warum drei Systemgrenzen?.....	30
2.3.2 Funktionale Systemgrenzen.....	30
2.3.3 Prozessenergie.....	32
2.3.4 Lokale Erneuerbare Erzeugung	32
2.3.5 Abwärme.....	32
2.3.6 Zeitliche Systemgrenze	33
2.3.7 Räumliche Systemgrenzen	33
2.4 Bilanzierung und Gewichtung.....	34
2.4.1 Bewertung von Biomasse als Energieträger	36
2.4.2 Bewertung von Energieflexibilität.....	36
2.4.3 Bewertung von Abwärme	38
2.4.4 Konversionsfaktoren	38

2 Vorabzug, ohne explizite schriftliche Freigabe durch FHTW nicht weiterleiten

2.5 Zielwerte - Allokationsproblem.....	42
2.5.1 Systemgrenze PEQ Alpha: Betrieb und Nutzung.....	44
2.5.2 Systemgrenze PEQ Beta: Mobilität	49
2.5.3 Systemgrenze PEQ Omega: Graue Energie und Emissionen.....	53
2.6 Diskussion und offene Punkte	59
2.6.1 Endenergie oder Primärenergie?	59
2.6.2 Stündliche Gewichtung der Energieflüsse	59
2.6.3 Zeitliche Aggregation: Momentan, Zukünftig oder Kumuliert?	59
2.6.4 Bestand und Sanierung	59
3 Operationalisierung und Nachweisführung	60
3.1 Ziele der Operationalisierung	60
3.2 Tool zur Modellierung, Simulation und Nachweisführung	60
3.2.1 Varianten	61
3.3 Benötigte Quartiersinformationen	61
3.3.1 Schnittstellen	64
3.4 Anforderungen.....	65
3.5 Simulationsmodell.....	67
3.6 Wetter	68
3.7 Lokale Erneuerbare Erzeugung.....	69
3.7.1 Elektrische erneuerbare Energie.....	69
3.7.2 Thermische erneuerbare Energie	70
3.7.3 Abwärme.....	70
3.8 Wärmeflüsse	70
3.8.1 Solare Wärmegewinne.....	71
3.8.2 Interne Wärmeeinträge	71
3.8.3 Transmissionswärmeverluste	72
3.8.4 Ventilationswärmeverluste.....	72
3.9 Nutzenergiebedarfe	74
3.9.1 Heizwärmebedarf	74
3.9.2 Kühlbedarf	80
3.9.3 Warmwasserwärmebedarf	81
3.9.4 Thermische Leistung Heizung/Kühlung/Warmwasser.....	82
3.10 Bedarfsdeckung.....	83
3.11 Endenergiebedarfe.....	84

3 Vorabzug, ohne explizite schriftliche Freigabe durch FHTW nicht weiterleiten

3.11.1	Mindestbedarf	84
3.11.2	Hilfsstrom.....	86
3.11.3	Betriebsstrom, Haushaltsstrom	86
3.11.4	Beleuchtung	87
3.11.5	Allgemeinstrom (Aufzug, etc.)	89
3.11.6	Maximal flexibel nutzbare Endenergie	89
3.12	Mobilitätsenergiebedarf.....	91
3.12.1	E-Mobilität	95
3.12.2	Abbildung von zusätzlichen Maßnahmen im Mobilitätsbereich	101
3.13	Energieflexibilität	101
3.13.1	Netzdienliche Einbindung externer Wind-Spitzen.....	103
4	Beispiele	109
4.1	Wien (Hochverdichtete Nutzungsmischung) <i>Pilzgasse PG33</i>	110
4.1.1	PEQ Alpha	113
4.1.2	PEQ Beta	114
4.2	Klagenfurt (Wohnen, KIGA, Co-Working): <i>An der Glan</i>	116
4.2.1	PEQ Alpha	117
4.2.2	PEQ Beta	118
4.3	Innsbruck (Wohnen): <i>Am Bichl III</i>	119
4.3.1	PEQ Alpha	120
4.3.2	PEQ Beta	120
4.4	Graz (Wohnen und Arbeiten): <i>Smart City Graz</i>	122
4.4.1	PEQ Alpha	123
4.4.2	PEQ Beta	124
4.5	Salzburg (Wohnen, KIGA, Co-working): <i>GEWIN Gneiss</i>	125
4.5.1	PEQ Alpha	125
4.5.2	PEQ Beta	126
4.6	Einfamilienhaus Aichinger	127
4.6.1	PEQ Alpha	127
4.6.2	PEQ Beta	128
4.7	Wien (Hochschule): <i>Plusenergie Campus</i>	129
4.7.1	PEQ Alpha	133
4.7.2	PEQ Beta	134
5	Abkürzungsverzeichnis.....	136

⁴ Vorabzug, ohne explizite schriftliche Freigabe durch FHTW nicht weiterleiten

6	Glossar.....	137
7	Literaturverzeichnis	141
8	Tabellenverzeichnis	143
9	Appendix Beispielparameter.....	145
9.1	Pilzgasse PG33.....	145
9.1.1	Einreich-Variante (Var_Einreichung)	145
9.1.2	Variante nach OIB-Richtlinie und Passivhaus-Standard (Var_OIB und Var_PH)	148

Über dieses Whitepaper

Das hier präsentierte Whitepaper ist das kumulierte Ergebnis einer kollaborativen Entwicklung im Rahmen mehrerer Forschungsprojekte. Diese wurden hier vereinigt, um eine vertiefte Darstellung der Plus-Energie-Definitionsmethodik und deren Operationalisierung zu ermöglichen, die über eine Betrachtung in den Einzelprojekten hinausgeht. Dadurch konnte ein Zusammenhang zwischen den Projekten durch die gemeinsam verwendete Definition und Operationalisierung hergestellt werden.

Die Zuordnung und Abgrenzung der Projektbeiträge zu diesem Whitepaper lässt sich wie folgt darstellen:

Tabelle 1 Zuordnung und Abgrenzung der Projektebeiträge zu diesem

Projekt	Beitrag
Zukunftsquartier 2.0	Kapitel 3, sowie Kapitel 2 Energieflexibilität und Netzdienlichkeit und Graue Energie Kapitel 4 Beispiel Pilzgasse
Zukunftsquartier Synergy & Zukunftsquartier Take-Off	Kapitel 2, sowie Kapitel 3 Mobilität Kapitel 4 Beispiele Am Bichl, SC Graz, Klagenfurt An der Glan, Salzburg GEWIN Gneis

1 Einleitung

Was ist ein Plus-Energie-Quartier? Wie wird es definiert? Diese Fragen führen bei genauerer Betrachtung zu einem Themenkomplex, der schnell an Umfang gewinnt und zu einem Netz an Fragen führt, das sowohl in Tiefe der Bearbeitung, als auch Breite der Betrachtung immer weiter zu wachsen droht.

Allein die Frage, ob es sich bei dem Begriff „Plus-Energie-Quartier“ um ein bloßes „Buzz-Word“ ähnlich der „Smart City“ handelt, was eine Definition im engeren Sinn erübrigen würde, oder doch um einen „Terminus Technicus“, der sich auch zur Zertifizierung konkreter Qualitäten eignet, lässt sich a priori nicht zweifelsfrei klären. In Wahrheit ist es wohl beides.

Was ist ein Plusenergiequartier?

“Plusenergiequartiere haben eine positive Energiebilanz”

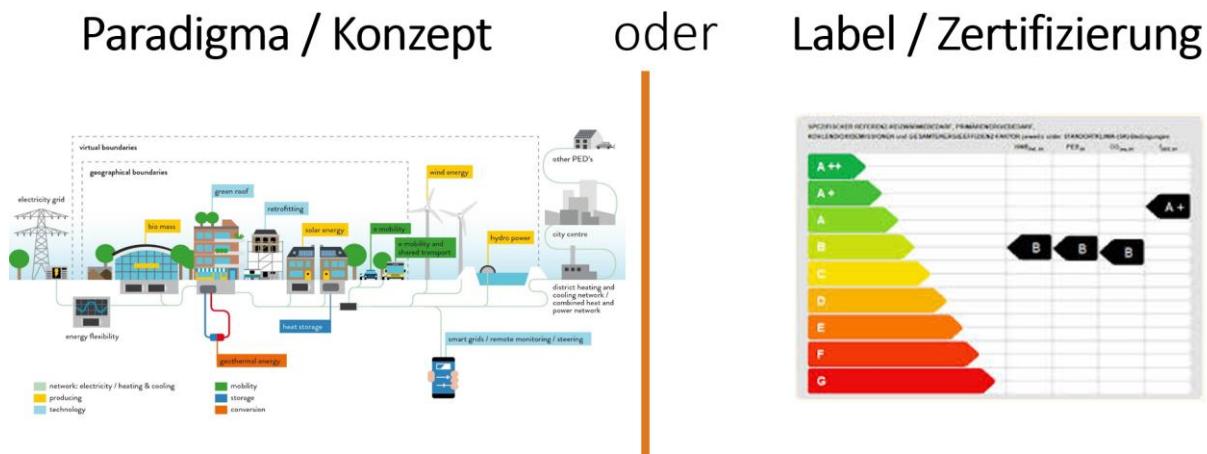


Abbildung 1 Was ist ein Plus-Energie-Quartier? Paradigma oder Zertifizierung?

Was jedenfalls auffällt, ist, dass in den meisten Publikationen wie selbstverständlich wiedergegeben wird, dass sich ein Plus-Energie-Quartier durch eine positive Energiebilanz auszeichnet. Ob und wie diese Bilanzierung definiert ist, wird dabei oft gar nicht thematisiert.

Um sich dem Thema überhaupt nähern zu können, ist es daher notwendig zuerst einen Schritt zurück zu treten und die Notwendigkeiten und möglichen Ziele einer Definition zu erfassen.

1.1 Wozu definieren? Chancen und Ziele der Definitionsbestrebungen

Zu aller erst pragmatisch: Um prüfen zu können, ob das Ziel des SET-Plans der Europäischen Kommission „bis 2025 hundert PEQ auf den Weg [zu] bringen“ erreicht werden konnte.(JPI Urban Europe / SET Plan Action 3.2, 2020). Die Definition stellt die Verbindung zwischen Vision und Mission Statement zu konkreten Vorhaben und Maßnahmen über klare Zielvorgaben und Indikatoren her.

Und ein weiterer Grund für die Entwicklung einer starken Definition: Weil es die Chance dazu gibt! Im Gegensatz zu ähnlichen Konzepten, wie dem Begriff der „Smart City“ gibt es bei einem „Plus-Energie-Quartier“ einen wesentlichen Unterschied: Der Begriff impliziert bereits eine Quantifizierbarkeit durch das „Plus“ oder „Positive“. Zu fragen, ob eine Stadt eine „Smart City“ ist, oder nicht, ist wenig sinnvoll.

Im Gegensatz dazu impliziert der Begriff „Plus-Energie-Quartier“ sehr wohl, dass es möglich und sinnvoll ist zu fragen:

„Ist dieses Quartier so ein Plus-Energie-Quartier?“

Im Begriff „Plus-Energie-Quartier“ steckt bereits das „Suffizienz-Kriterium“ einer positiven Energiebilanz. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit der Quantifizierbarkeit.

Daran ist auch eine oft zentrale Erwartung verschiedener Stakeholder verknüpft, nämlich das Konzept **PEQ als Instrument zur Qualitätssicherung** zu verwenden – als **Zertifizierungsprozess oder rechtliche Vorschrift**. Voraussetzung dafür ist eine klare Definition, die alle Bestandteile eindeutig identifiziert und abgrenzt und damit den Weg für eine Operationalisierung ebnet.

Was und wie genau diese Quantifizierung konkret für die „Energie eines Quartiers“ aussehen soll und welche Systemgrenzen gezogen werden können, ist Inhalt dieses Whitepapers.

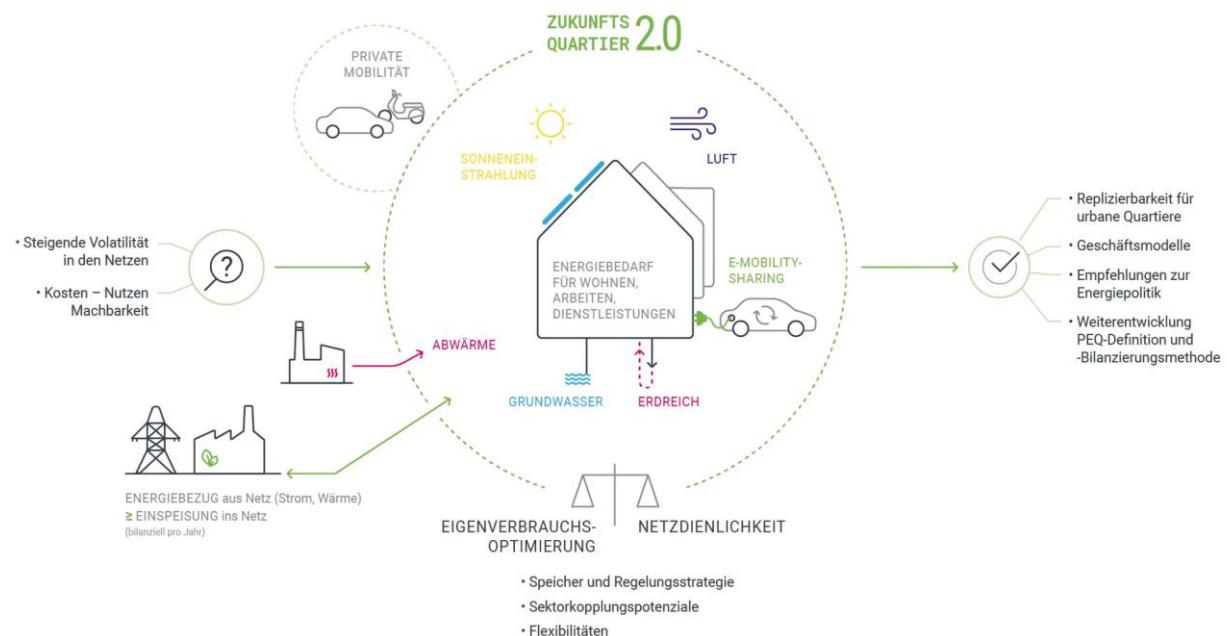


Abbildung 2 Bestandteile der Plus-Energie-Quartiersbetrachtung im Projekt Zukunftsquartier 2.0

1.2 Für wen definieren? Die Definition aus der Perspektive unterschiedlicher Zielgruppen und Stakeholder

Mit der Weiterentwicklung des Netto-Null- und in weiterer Folge Plus-Energie-Gebäude-Konzepts auf die Quartiersebene wurde immer wieder darauf hingewiesen, dass eine genauere Definition des Begriffs notwendig ist, was also genau mit einem „Netto-Null-Energie-“ oder „Plus-Energie-Quartier“ gemeint ist: Bei der Ausarbeitung eines konsistenten Rahmens für Netto-Nullenergie-Gebäude (engl.: „consistent framework for net-zero-energy-buildings“) kamen (Sartori et al., 2012) bereits zu dem Schluss, dass *die Wahl einer geeigneten Bilanzmetrik und eines geeigneten Gewichtungssystems von den Zielen der politischen Agenda abhängen und nicht allein von der Durchführbarkeit von Netto-Null-Energie-Gebäude-Projekten oder der Minimierung der Investitionskosten bestimmt werden sein sollte*,

auch wenn dies selbst ein wichtiges Ziel sein kann. Es ist wichtig, dass sich Behörden und die zuständigen nationalen Stellen sowie die Gesetzgeber der Auswirkungen der Gewichtungsfaktoren voll bewusst sind, wenn sie über die Indikatoren entscheiden, die sie für die von ihnen angestrebte [PED]-Definition verwenden wollen.“¹

Dies liegt daran, dass der Begriff Positive Energy District (PED) zumeist eher zur lockeren Beschreibung eines Konzepts für die Stadtteilentwicklung verwendet wird, vor allem – aber nicht ausschließlich – zur Charakterisierung seines Energiesystems.

In anderen wissenschaftlichen Arbeiten werden „Plus-Energie-Quartiere“ als Kontext für die Entwicklung und Nutzung spezifischer Optimierungen in Richtung Autarkie betrachtet.²

Die Projekte, Initiativen und Forschungsarbeiten der letzten Jahre machten eines deutlich: Eine ganze Reihe unterschiedlicher Interessengruppen verfolgen mit dem Konzept eines „Plus-Energie-Quartiers“ ganz unterschiedliche, teilweise diametral gegeneinanderstehende Interessen und Ambitionen. (Steemers et al., 2022) Dass national wie international nicht mehr Fortschritt bei der Definition, was nun ein Plus-Energie-Quartier nun genau ist, erreicht wurde, ist nicht zuletzt auf diese Tatsache zurückzuführen.

Tabelle 2 Die Anforderungen an eine Plus-Energie-Quartier-Definition sind so unterschiedlich wie die beteiligten Stakeholder

Anforderung	Für wen wichtig? (Stakeholder*innen)
Wissenschaftliche Eindeutigkeit, Klarheit	Wissenschaft, Planer*innen
Zertifizierbarkeit	Projektentwickler*innen, Verwaltung
Erreichbarkeit	Projektentwickler*innen, Planer*innen, Politik
Vergleichbarkeit	Transnational stakeholder: JPI UE, European Union
Verständlichkeit	Politik und Verwaltung, Projektentwickler*innen, Nutzer*innen

Um zu einer **für alle Stakeholder zielführende Definition** entwickelt werden kann, muss zuerst auf die unterschiedlichen Stärken und Schwächen verschiedener Ansätze eingegangen werden.

1.3 Wie definieren? Mögliche methodische Ansätze

Ansätze zur Definition von Plus-Energie-Quartieren lassen sich anhand zweier wesentlicher Merkmale unterscheiden:

1. Ob quantitative Zielwerte zur Definition Verwendung finden oder nicht
2. Wie die Herleitung dieser Zielwerte methodisch durchgeführt wird (Bottom-Up projektspezifisch oder projektübergreifend Top-Down)

Wie (Shnapp et al., 2020) ausführt gibt es folgende methodische Möglichkeiten, um Zielwerte für ein Quartier zu ermitteln:

1. Ableitung aus **Zielwerten von Referenzgebäuden**
2. Ableitung aus **Monitoring- und Messdaten**
3. Ermittlung mittels **Modellierung und Simulation** entsprechender Quartiers-Energiesysteme

¹ Aus dem Englischen (Sartori et al., 2012)

² Siehe etwa (Laitinen et al., 2021).

4. Energiebilanzierung mit Ausgleichsfaktoren zwischen Gebäuden und Quartieren unterschiedlicher Typologie

Kriterium	Beispiel im Kontext der Definition von Plus-Energie-Quartieren	
Suffizienz	→ Ein konkretes Ziel muss erreicht werden.	<ul style="list-style-type: none"> Positive Energiebilanz Positive Emissionsbilanz
Maximierung	<ul style="list-style-type: none"> → Soll soweit wie möglich erreicht werden → Soll maximiert werden 	<ul style="list-style-type: none"> Möglichst viel lokale Erneuerbare Erzeugung Möglichst hohe Energieeffizienz Möglichst hohe Energieflexibilität

Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Arten von Kriterien besteht hauptsächlich darin, dass nur die ersten, also Suffizienz-Kriterien dafür geeignet sind, verschiedene Gruppen, wie etwa die Gruppe von „Plus-Energie-Quartieren“ und die der Nicht-Plus-Energie-Quartiere, trennscharf voneinander zu unterscheiden.

Ist das überhaupt das Ziel? Viele Ansätze gehen einen anderen Weg und legen die Quantifizierungskriterien eines Plus-Energie-Quartiers danach aus, was technisch und wirtschaftlich machbar ist und über den bestehenden Stand der Technik hinausgeht. Die große Chance des Konzepts Plus-Energie-Quartier besteht aber eben darin, dass die Definition so ausgelegt werden kann, dass sie den Beitrag zur Klimaneutralität quantifiziert. Dieser wichtige Punkt wird in der Entwicklung und Diskussion möglicher Definitionsentwürfe oft nicht berücksichtigt, daher sei hier noch einmal explizit darauf hingewiesen.

Zur Bildung einer Definition sind prinzipiell also folgende Fragen zu beantworten:

- Welche Kriterien werden betrachtet?
- Handelt es sich jeweils um „Suffizienz-Kriterien“ oder „Maximierungskriterien“ oder um keines von beiden?
- Wie wird die Bewertungsmethode der Kriterien festgelegt, um die Erfüllung der Suffizienz bzw. die Quantifizierung der Maximierung zu beurteilen?
- Und für Suffizienz-Kriterien: Wie wird der Zielwert festgelegt, bei dem die „Suffizienz“ erreicht ist?

Prinzipiell kann eine Definition beliebig viele dieser Kriterien beinhalten und auch eine Kombination aus Suffizienz- und Maximierungskriterien beinhalten. Die ursprüngliche „PED Framework Definition“ von (JPI Urban Europe, 2019) kann als eine solche verstanden werden:

„A positive Energy District has an annual positive energy balance by maximizing local renewables, energy efficiency and energy flexibility“

Es handelt sich hier um ein Suffizienz-Gebot und drei Maximierungsgebote. Das Fehlen konkreter Aussagen dazu, wie diese Gebote zu bewerten sind, hatte zur Folge, dass eine ganze Reihe unterschiedlicher Interpretationen entwickelt wurden, die jeweils dazu geeignet waren darzustellen, dass das assoziierte Bauvorhaben diese Gebote erfüllt. Auch die hier präsentierte Definition speist sich

zum großen Teil aus dem Bestreben, Planungs- und Qualitätssicherungsverfahren zu entwickeln, die die Zukunftsfähigkeit von nachhaltigen Siedlungs- und Quartiersprojekten untersuchen und quantifizieren sollten.

Die obigen Fragen sind für jede Dimension der Bewertung allerdings spätestens bei der Bewertung konkreter Projekte eindeutig zu beantworten. In der Praxis werden konkrete Antworten und Operationalisierungsinterpretationen auf Teile der oben genannten Fragen erst am Ende auf Basis individueller Einzelprojekte getroffen. Wie später erörtert wird bedeutet das, dass Plus-Energie-Quartiere Gefahr laufen über weite Teile hinsichtlich ihrer Zielerreichung und ihrer Ambition **nicht vergleichbar** zu sein. Das muss nicht automatisch ein Problem darstellen. Beispielsweise dann, wenn der Einsatz von Plus-Energie-Quartieren sich auf die Exploration eines konzeptuellen und technologischen Rahmens beschränkt, aus dem Leuchtturmpunkte entstehen sollen und noch keine allgemeine Quantifizierbarkeit in Richtung Klimaneutralität im Vordergrund steht. Wenn aber auch die Vergleichbarkeit der Quartiere im Sinne einer Nachweisführung im Fokus steht, sind bereits **vor** der individuellen Projektebene eindeutige und einheitliche regulative und quantitative Festlegungen zu treffen.

Die Chance hier besteht allerdings nicht nur in einem **einheitlichen Rahmen zur Zertifizierung** größerer Qualität der Gebäude und Sanierungen in der Europäischen Union, sondern auch der konkreten Quantifizierung der **suffizienten Klimaneutralität** von Quartieren. Der Anspruch sollte dabei sein, so allgemein gültig wie möglich, und so konkret wie nötig zu definieren.

An dieser Stelle ist auch noch auf folgende wichtig Tatsache hinzuweisen:

Zur klaren Unterscheidung zwischen zwei Gruppen, etwa „Plus-Energie-Quartieren“ und Nicht-„Plus-Energie-Quartieren“ ist mindestens ein eindeutig operationalisiertes Suffizienzkriterium als Teil einer Definition erforderlich

Dabei können die Suffizienzkriterien, also die Zielwerte, auch projektbezogen individuell definiert werden, wie in einer Reihe von Ansätzen vorgeschlagen wird.³ Dies schließt allerdings im Allgemeinen eine Vergleichbarkeit zwischen den Quartieren aus.

Bezeichnenderweise sind die meisten Ansätze zur **Definition von Plus-Energie-Quartieren** heute **quantitativer** Natur, was darin begründet zu sein scheint, dass allein der Name „Plus-Energie-Quartier“ ein Suffizienzkriterium impliziert, das per Definition quantifizierbar sein muss. Nichts desto trotz gibt es auch eine Reihe von Ansätzen, die, meist zusätzlich, **qualitative Kriterien** einfordern. Dabei rückt der Mensch, die Bewohnerin, der Nutzer, die Arbeitende usw. in den Mittelpunkt und es ergeben sich fast zwangsläufig qualitative Kriterien der Quartiersbewertung wie

- Leistbarkeit
- Sicherheit
- Soziale und physische Inklusion
- Soziale Durchmischung

³ Etwa (Becchio et al., 2018) SYNIKIA (Salom and Tamm, 2020), Making Cities (Gabaldón Moreno et al., 2021; Vélez et al., n.d.), CityxChange

- Ausreichend Grün- und Freiraum
- Raum zur positiven sozialen Begegnung und des Ausdrucks
- Ganzheitliche und ökologische Nachhaltigkeit
- Reduktion urbaner Hitzeinseln

Hier ist es im Allgemeinen schwieriger projektübergreifende Zielwerte zu formulieren und Aussagen über deren Erfüllung oder Nicht-Erfüllung zu treffen.

Es gibt in der Literatur keinen Mangel an Kategorisierungen dieser Bewertungsdimensionen⁴. Dass diese Kriterien immer wieder und immer öfter in den Mittelpunkt der Betrachtung rücken ist gut und wichtig. Nicht zuletzt deswegen, weil sie von vielen Stakeholder*innen und Expert*innen als wesentlich angesehen werden, um ein PEQ umsetzen zu können: Den Kategorien *Governance, Anreize, Prozess, Markt, Technologie, Soziales* und *Kontext* wird von mehr als 50% der Expert*innen attestiert, wichtig bis sehr wichtig zur Umsetzung eines Plus-Energie-Quartiers (Steemers et al., 2022).

Aus Sicht der Autoren ist das Konzept „Plus-Energie-Quartiere“ allerdings nicht das richtige Vehikel zum Transport dieser Werte und Sicherung dieser Qualitäten. Und zwar deswegen, weil es sich bei den meisten, wenn nicht allen dieser Kriterien inhärent um Maximierungskriterien handelt, die nicht gegeneinander aufgewogen werden können oder sollten. Diese Kriterien allein können nicht dafür herangezogen werden, um ein Plus-Energie-Quartier trennscharf zu definieren.

1.4 Fehlender Zusammenhang zwischen Zielwerten auf internationaler, nationaler und Quartiers- Ebene

Auch wenn das Thema in den letzten Jahren immer mehr beforscht wird, zeigt sich über die meisten Ansätze und Forschungsarbeiten doch ein wesentlicher Trend: **Die Definitionen stellen keinen quantitativen Zusammenhang zwischen nationalen KlimazieLEN und deren analogen Quartiers-Zielwerten zu einer erneuerbaren Energiebilanz und Reduktion der Treibhausgas-Bilanz her.**

In den meisten Ansätzen ist keine Aussage über die Allokation der übergeordneten THG- und Energiebudgets, die laut Klimaschutz-Szenarien und –Plänen zur Verfügung stehen, um die ambitionierten Klimaziele zu erreichen enthalten. Das ist aus Sicht der Autoren allerdings eines der drängendsten Probleme. Ohne ein quantitatives Modell zum Effort-Sharing sind Plus-Energie-Quartiere ein arbiträres kommunikatives Konzept. Der hier vorgestellte Ansatz stellt daher weniger das „Was ist möglich?“ als vielmehr das „**Was ist nötig?**“ in den Mittelpunkt der Betrachtung.

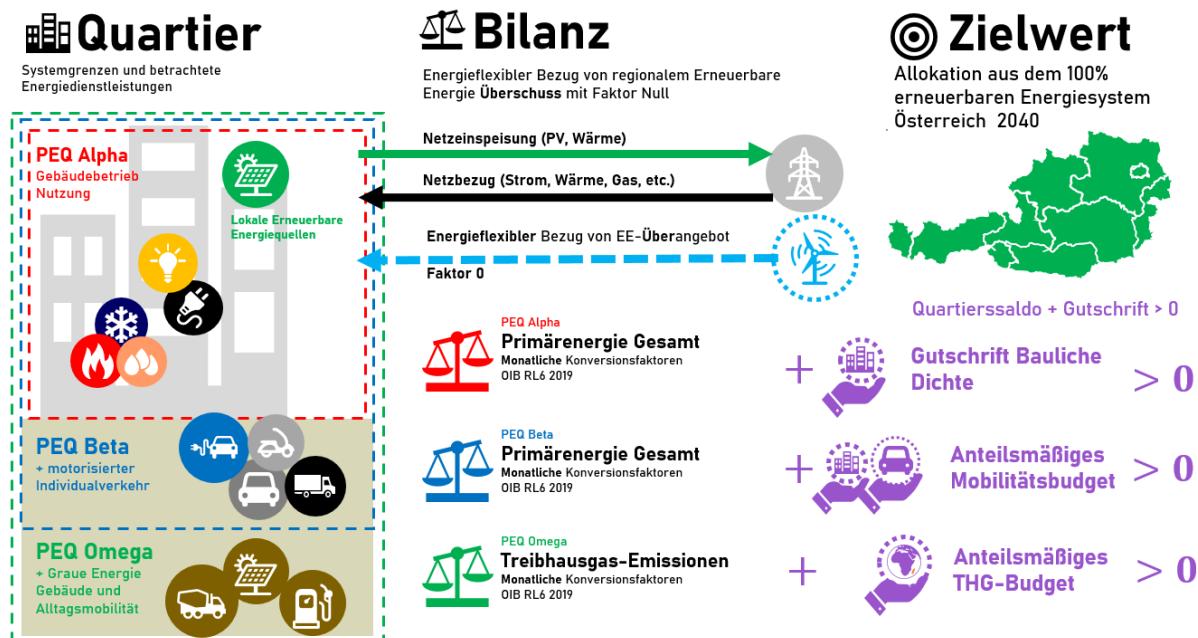
Diese Frage lässt sich nur in der Betrachtung des Szenarios eines zukünftig klimaneutralen Gesamt-Energiesystems beantworten. Die zentrale Frage ist, wie das dafür nötige Effort-Sharing aufgeteilt und im Rahmen der PEQ-Definition abgebildet werden kann. Aus Sicht der Autoren sind solche Ansätze, die projektspezifische Potentiale und Zielwerte ermitteln nur dann zielführend, wenn sie auch eine Aussage über das Effort-Sharing zulassen.

⁴ Vgl. (Fellner et al., 2018; Han Vandevyvere, 2010; Knotzer et al., 2022; O. Mair am Tinkhof, 2017, 2017; Salom and Tamm, 2020)

2 Definition

Die Definition besteht aus drei aufeinander aufbauende Standards **PEQ ALPHA**, **PEQ BETA** und **PEQ OMEGA** eines Plus-Energie-Quartiers für die jeweils **Zielwerte** für gewichtete Energiebilanzen bei Deckung der **betrachteten Energiebedarfe** in den festgelegten **Systemgrenzen** definiert sind

Empfehlung zur Nachweisführung: Für den von der EU geforderten Nachweis von Plus-Energie-Quartieren wird empfohlen, in Österreich zumindest die Scala PEQ Alpha zu erreichen. Die beiden anderen Schalen stellen optionale Erreichungsgrade, die zusätzlich, aber nicht unabhängig von Schale PEQ Alpha erreicht werden können.



	PEQ Alpha	PEQ Beta	PEQ Omega
Fokus	Betrieb, Netzdienlichkeit	Betrieb, Mobilität, Standort	Ganzheitliche Klima-Wirkung
Systemgrenze	Betriebsenergie, Nutzerstrom	Betriebsenergie, Nutzerstrom, Alltagsmobilität	Betriebsenergie, Nutzerstrom, Alltagsmobilität, Graue Energie der Gebäude und Alltagsmobilität
Gewichtung der Energieflüsse über die Systemgrenze in der Energiebilanz	Primärenergie gesamt (Konversionsfaktoren OIB RL6)	Primärenergie gesamt (Konversionsfaktoren OIB RL6)	THG Emissionen
Zielwert der Energiebilanz	Abhängig von baulicher Dichte	Abhängig von baulicher Dichte und Standort	THG-Budget gemäß Nutzflächen

Das Kapitel gliedert sich in folgende Abschnitte:

In **Kapitel 2.1** werden die **Ziele** dargelegt, die durch die Formulierung der Definition konkret erreicht werden sollten. Das ist wichtig, weil es teils große Unterschiede in den zugrundeliegenden Absichten von Definitionsversuchen gibt, die naturgemäß zu sehr unterschiedlichen Ansätzen führen. Das Kapitel widmet sich der Formulierung und Begründung dieser Ziele und Nicht-Ziele der Definition.

In **Kapitel 2.2** folgt eine kurze **Analyse der konkret notwendigen Definitionsbestandteile** und wie sie einerseits voneinander zu trennen und andererseits miteinander in Verbindung stehen. Diesen Bestandteilen widmen sich dann die nachfolgenden Kapitel.

In **Kapitel 2.3** werden die funktionalen, räumlichen und zeitlichen **Systemgrenzen** definiert, sowie die betrachteten Energiedienstleistungen und lokalen erneuerbaren Erzeugungspotentiale spezifiziert.

In **Kapitel 2.4** wird die **Bilanzierung** beschrieben, und mit welcher **Gewichtung die Energieflüsse** zur Deckung der in Kapitel 2.3 beschriebenen Energiedienstleistungen über die Systemgrenzen berücksichtigt werden und die Motivation dahinter.

Kapitel 2.5 beschreibt die **quantitativen Zielwerte je Systemgrenze** und wie diese hergeleitet und motiviert sind.

In **Kapitel 2.6** werden schließlich **offene Punkte und Fragen** diskutiert.

2.1 Ziele der entwickelten Definition

Was muss ein Quartier zukünftig leisten? Und wie lässt sich das in eine Definition gießen? Diese Fragen sind die Leitplanken der hier vorgestellten Entwicklungen. Im Zentrum steht der Versuch, ein Definitionssystem zu entwickeln, das möglichst viele Aspekte klimaneutralen Bauens berücksichtigen und in eine nützliche quantifizierbare Form zu bringen vermag.

„Baue und saniere Quartiere auf eine Weise, dass, wenn alle Quartiere so gebaut und saniert würden, der ganze Gebäudesektor für ein klimaneutrales Österreich 2040 hinreichend dekarbonisiert wäre.“
– PEQ kategorisch⁵

Die Definitionsentwicklung des Ansatzes erfolgte unter diesen Leitzielern:

- Enthält alle relevanten Merkmale eines **zukünftigen 100% erneuerbaren Energiesystems**
- **Erreichbarkeit** sowohl in **ländlichen** als auch **urbanen Kontexten** bzw. Gebieten mit niedriger und hoher baulicher Dichte (technisch, rechtlich, wirtschaftlich)
- Verbindung der übergeordneten Klimaziele (d.h. eine dekarbonisierte Energieversorgung 2050 bzw. 2040) mit den lokalen Zielen eines Quartiers
- **Kompatibilität mit der auf europäischer Ebene** entwickelten PEQ-Definition der *Alignment Task-Force JPI UE Framework Definition*⁶;

⁵ In Anlehnung an den kategorischen Imperativ von Kant

⁶ Siehe dazu <https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>

- **Richtungsstabilität** und Konsistenz für alle Prozessphasen: Von der Projektentwicklung bis hin zur Umsetzung bzw. zum Monitoring (Flächenwidmung, Architekturwettbewerb, Planung, Ausführung und Betrieb)
- Das Konzept sollte „schalenmäßig“ erweiterbar sein: **Vom Betrieb (PEQ Alpha) über die Mobilität (PEQ Beta) bis zum gesamten Lebenszyklus (PEQ Omega)**

2.1.1 Nicht-Ziele

Der Fokus der PEQ Definition sollte auf dem Ziel der „Klima-Neutralität“ durch die im Namen implizierte „Plus-Energie“-Bilanz liegen. Und zwar deswegen, weil es das Neue gegenüber früherer Entwicklungen darstellt.

Deswegen wird explizit versucht, die Definition nicht mit möglichen zusätzlichen – wenn auch wichtigen – Dimensionen und Aspekte der Quartiersbewertung zu überfrachten, sondern stattdessen diese dadurch abdeckbar zu machen, dass die Definition prinzipiell kompatibel mit bereits bestehenden Bewertungs- und Zertifizierungssystemen ist, wo diese Aspekte entsprechende Berücksichtigung finden, und die gemeinsam und komplementär verwendet werden können. Diese Sichtweise wird international allerdings nicht von allen Entwickler*innen von PEQ-Definitionen geteilt.

Nicht-Inhalt dieses Dokument ist daher die Beschreibung der sonst noch notwendigen Aufgaben für den Aufbau / die Verbreitung des Plus-Energie-Standard in Österreich wie z.B. Marketingaufgaben. Dies wird unter im Projekt "PEQBacker" erarbeitet. Hierbei handelt es sich ausschließlich um ein Methodendokument, welches die Berechnungsgrundlagen beschreibt.

Tabelle 3 Nicht-Ziele der Definition und mögliche komplementäre Systeme zur Abdeckung

Nicht-Ziel der Begründung Definition	Komplementäre Systeme	
Kriterien für den Planungsprozess	Der Planungsprozess für PEQs kann sehr inhomogen und unterschiedlich verlaufen: Verschiedene Stakeholder und Eigentumsverhältnisse (etwa bei Neubau gegenüber Bestand) und raumplanerische und städtebauliche Organisation benötigen andere Planungsprozesse. Das Vorschreiben einer bestimmten Vorgangsweise oder die Vergabe von Punkten verkompliziert und lenkt vom eigentlichen Ziel der „Klimaneutralität“ im Rahmen der PEQ Definition ab.	Klimaaktiv Standard für Siedlungen und Quartiere ⁷
Bewertung anderer wichtiger Aspekte (sozial, wirtschaftlich, ökologisch)	Der Fokus der PEQ Definition sollte auf dem Ziel der „Klima-Neutralität“ durch die im Namen implizierte „Plus-Energie“-Bilanz liegen. Das heißt nicht, dass andere Aspekte der Quartiersentwicklung nicht ebenso, wenn nicht sogar wichtiger sind, wie etwa soziale Inklusion, Sicherheit und Komfort, Entwicklung von Gemeinschaft und die Schaffung eines nachhaltigen Ökosystems. Diese Aspekte sollte aber besser durch darauf fokussierte Bewertungs-	Total Quality Building (TQB) ⁸ Klima:Aktiv Anforderungen des geförderten Wohnbaus “Smart City Mikroquartiere” (Fellner et al., 2018)

⁷ <https://www.klimaaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/klimaaktiv-siedlungskatalog-2019.html>

⁸ <https://www.oegnb.net/tqb/tqb.htm>

und Zertifizierungssysteme abgedeckt werden und sich mit dem Erreichen der PEQ-Definition ergänzen.

Mindest- bzw. Suffizienz-Kriterien für Einzelaspekte	Weil Quartiere sehr unterschiedliche Typologien aufweisen ist die Definition von treffsicheren Einzelkriterien dementsprechend komplex ⁹ . Suffizienz-Kriterien, beispielsweise im Rahmen der Bauordnung oder anderer Normen definiert, sind hilfreich, im Rahmen einer PEQ Definition aber nicht notwendig: Es sollte einem Quartier unbenommen sein, WIE es seinen Beitrag zur Klima-Neutralität leistet.	Passivhaus-Standard OIB RL 6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019) Instrumente der Flächenwidmung & Bebauungsplanung Städtebauliche Rahmenverträge
---	--	---

2.1.2 Erreichbarkeit im urbanen Kontext bzw. in Gebieten hoher baulicher Dichte

Eines der wesentlichen Ergebnisse des Vorprojekts *Zukunftsquartier 1.0* (Schöfmann et al., 2020a) bestand darin, den Zielwert der Energiebilanz eines zukunftsfähigen Quartiers an dessen bauliche Dichte – ausgedrückt durch die Geschoßflächenzahl (GFZ) – zu koppeln. Das Vorgehen wurde durch folgende Beobachtung motiviert:

„Die Primärenergiebilanz eines Gebäudes hängt wesentlich von der Geschoßflächenzahl (GFZ), also dem Verhältnis zwischen Brutto-Grundfläche (BGF) und Grundstücksfläche ab. Im Gegensatz zum Energiebedarf des Quartiers, der mit der BGF skaliert, ist das Potenzial zur lokalen erneuerbaren Deckung proportional zur Grundstücksgröße: Je niedriger die GFZ, desto leichter kann Plus-Energie-Standard erreicht werden. Wird die Brutto-Grundfläche im Verhältnis zur Grundfläche zu groß, ist Plus-Energie-Standard mit aktuell verfügbaren Technologien nicht mehr möglich – das Potenzial für erneuerbare Energien vor Ort reicht für die Energiedienstleistungen aller Geschoße nicht mehr aus.“

Der Zusammenhang zwischen baulicher Dichte und resultierender Energiebilanz im Gebäude und Quartier ist sowohl empirisch belegt¹⁰, als auch analytisch ableitbar. Eine Definition, die im urbanen Kontext genauso erreichbar sein soll, muss daher von einem statischen Zielwert Abstand nehmen:

Eine „intuitive“ Definition von Plus-Energie-Standard im Sinne einer energetischen Nullbilanz ist nicht immer zielführend: Sie wäre umso leichter zu erfüllen, je dünner das Quartier bebaut ist.

Gleichzeitig zielt die Rahmenbeschreibung (engl. „Framework Definition“ JPI Urban Europe, 2019) darauf ab, die **Energieeffizienz** zu erhöhen und **erneuerbarer Energien vor Ort** bestmöglich zu nutzen. Die „intuitive“ Festlegung des Zielwerts ist nicht zielführend, weil sie für dicht bebaute Quartiere deutlich schwieriger zu erreichen ist. Es gibt hier zwei Aspekte zu beachten:

⁹ Man vergleiche allein die Anzahl an Parametern und deren Unterschiede zwischen Neubau und Sanierung, beziehungsweise zwischen unterschiedlichen Nutzungen in der OIB Richtlinie 6 Energieeinsparung und Wärmeschutz (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019)(Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019)

¹⁰ (Schöfmann et al., 2020b)

Zuerst ist das lediglich eine Konsequenz der physikalischen Tatsachen, wie in (Schöfmann et al., 2020b) im Detail dargelegt wird und auch im Anschluss in Kapitel 2.5.1 quantitativ betrachtet wird. Es gibt aber noch einen zweiten Punkt: Prinzipiell sagt das PEQ-Konzept nichts darüber aus, wann und wo es wie leicht erreichbar sein muss. Das ist schlussendlich eine politische Frage, die sich nur eingebettet in den jeweiligen politischen Kontext beantworten lässt:

Für Österreich stellt sich die Situation so dar, dass die zur Verfügung stehenden Baulandreserven seit Jahren stark rückläufig sind und zu befürchten ist, dass es zunehmend zu Flächenkonflikten kommen wird, weil aufgrund der Geographie kaum weitere Flächenreserven zur Verfügung stehen. Aus diesem Grund ist die effiziente Nutzung von Bauland in den letzten Jahren immer wieder öffentlich thematisiert und aus gutem Grund eingefordert worden.¹¹

[In Österreich] sind Baulandreserven ein begrenztes Allgemeingut, mit dem sparsam und effizient umgegangen werden muss. (Schöfmann et al., 2020b)

In Österreich muss daher besonders darauf Bedacht gelegt werden, dass eine PEQ-Definition ineffiziente Baulandverwendung nicht begünstigt, indem sie dort leichter zu erfüllen ist. Folgende Grafik stellt den Zusammenhang grafisch dar:

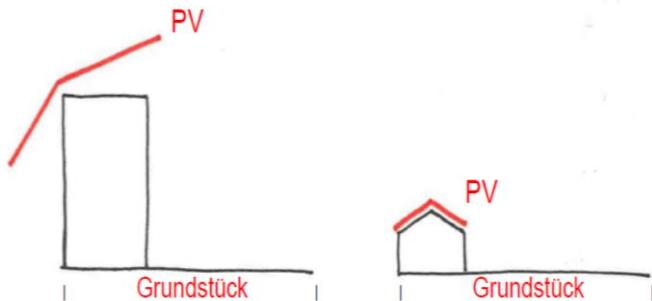


Abbildung 3 "Positive Energiebilanz" bei gleicher Quartiersgröße unterschiedlicher Dichte: Drastische Auswirkung auf die benötigte lokale erneuerbare Erzeugung. Die Bebauung links schafft mehr Nutzflächen auf demselben Grundstück, benötigt weniger Infrastruktur pro Person und Nutzfläche als die Bebauung rechts. Gleichzeitig bräuchte sie eine unverhältnismäßig große Fläche zur lokalen Energieerzeugung, um einem „intuitiven“ Verständnis der PEQ-Definition im Sinne einer jährlich positiven Energiebilanz zu entsprechen. Dieses paradoxe Situation lässt sich mit kontextspezifischen Gut- bzw. Lastschriften ausgleichen.¹²

2.1.3 Verbindung mit den übergeordneten Klimazielen

Um übergeordnete Ziele auf konkret umsetzbare Handlungen zu übersetzen wurde nicht nur im Bereich des Klimaschutzes immer wieder auf einen Allokationsansatz gesetzt. Beispiele dafür sind etwa:

- Die 2000 Watt Gesellschaft¹³
- Persönliche CO2-Fußabdruck Rechner¹⁴

¹¹ Vgl. (Banko and Weiß, 2016)

¹² Das Schema geht von vergleichbare Qualität der thermischen Hülle und Art des Energiesystems aus

¹³ (Kriterienkatalog zum Zertifikat 2000-Watt-Areal, 2019)

¹⁴ (Smetschka et al., 2019)

- Nationalstaatliche CO₂ Budgets¹⁵

Um das Konzept des Plus-Energie-Quartiers quantitativ mit der Erreichung übergeordneter nationaler und internationaler Klimaziele in Verbindung zu bringen, muss eine konkrete Allokationsmethode zur Definition des Konzepts eingesetzt werden

Die in dem hier vorgestellten Ansatz verwendete Allokation wird in (Schneider et al., 2020) vorgestellt und in Kapitel 2.5.2 zusammengefasst.

Erneuerbare werden realisiert – aber wo?

Folgende Studien geben Aufschluss darüber, wie Österreich 2040 seinen Energiebedarf – mehr oder weniger – zu 100% erneuerbar decken könnte:

- „Stromzukunft Österreich 2030“: Beschreibt die Transformation hin zu einem nahezu alleinig auf erneuerbarer Erzeugung basierendes österreichische Elektrizitätssystem aus technischer und ökonomischer Sicht (R. Haas et al., 2017)
- WÄRMEZUKUNFT 2050. Studie der TU Wien im Auftrag des Dachverbands Erneuerbare Energien Österreich (EEÖ). Analyse einer weitgehenden Dekarbonisierung der Bereitstellung von Raumwärme in Österreich. (Lukas Kranzl et al., 2018)
- „Energieautarkie Österreich 2050“: Betrachtung des gesamten österreichischen Energiesystems (Streicher et al., 2010)
- „ÖSTERREICH WEG RICHTUNG 100 % ERNEUERBARE. EINE ANALYSE VON 2030 MIT AUSBLICK 2050.“ (F. Huneke et al., 2019)
- „Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050.“ (M. Schimmel et al., 2018)
- „Energie- und Treibhausgasszenarien im Hinblick auf 2030 und 2050“, sowie „Szenario erneuerbare Energien 2030 und 2050“ (UBA, 2017, 2016). Forciertes Szenario für die energiewirtschaftliche Entwicklung und der Treibhausgas-Emissionen bis 2050 als Grundlage für die Diskussion der nationalen Klimapolitik (Szenario „With Additional Measures“ WAM plus).

Die Szenarien unterscheiden sich in den Annahmen und Schwerpunktsetzungen der Ausbauraten von Windkraft, Wasserkraft und Photovoltaik und der Bedarfsreduktion, nicht aber bei den Größenordnungen der Ausbauraten.

2.1.4 Merkmale des zukünftigen 100% erneuerbaren Energiesystems: Speicher und Flexibilität

In Anbetracht der in Österreich notwendigen Ausbauraten bei Windkraft um das ca. Fünffache und der PV um das bis zu Zwanzigfache bis 2040¹⁶ kommt der Energie-Flexibilität auch und vor allem im Gebäudesektor, der inklusive des MIV ein Drittel des österreichischen Energiebedarfs darstellen wird eine zentrale Rolle zu. Gegenwärtig werden im Rahmen des Smart Readiness Indikators (SRI) Methoden zur Quantifizierung des Energieflexibilitätspotentials von Gebäuden und Quartieren

¹⁵ (K. Steininger, L. Meyer, 2017; Steininger et al., 2020)

¹⁶ Ausbauraten aus (Schneider et al., 2020) auf Basis von (Streicher et al., 2010)

entwickelt¹⁷. Klar ist, dass ein großes Maß an Flexibilität benötigt werden wird und daher die bestehenden Potentiale soweit möglich erhoben, quantifiziert und erschlossen werden müssen.

*Die quantitative Bewertung energieflexiblen Quartiersbetriebs benötigt **dynamische Nachweisverfahren** mit mindestens **stündlicher Auflösung** der Energieflüsse.*

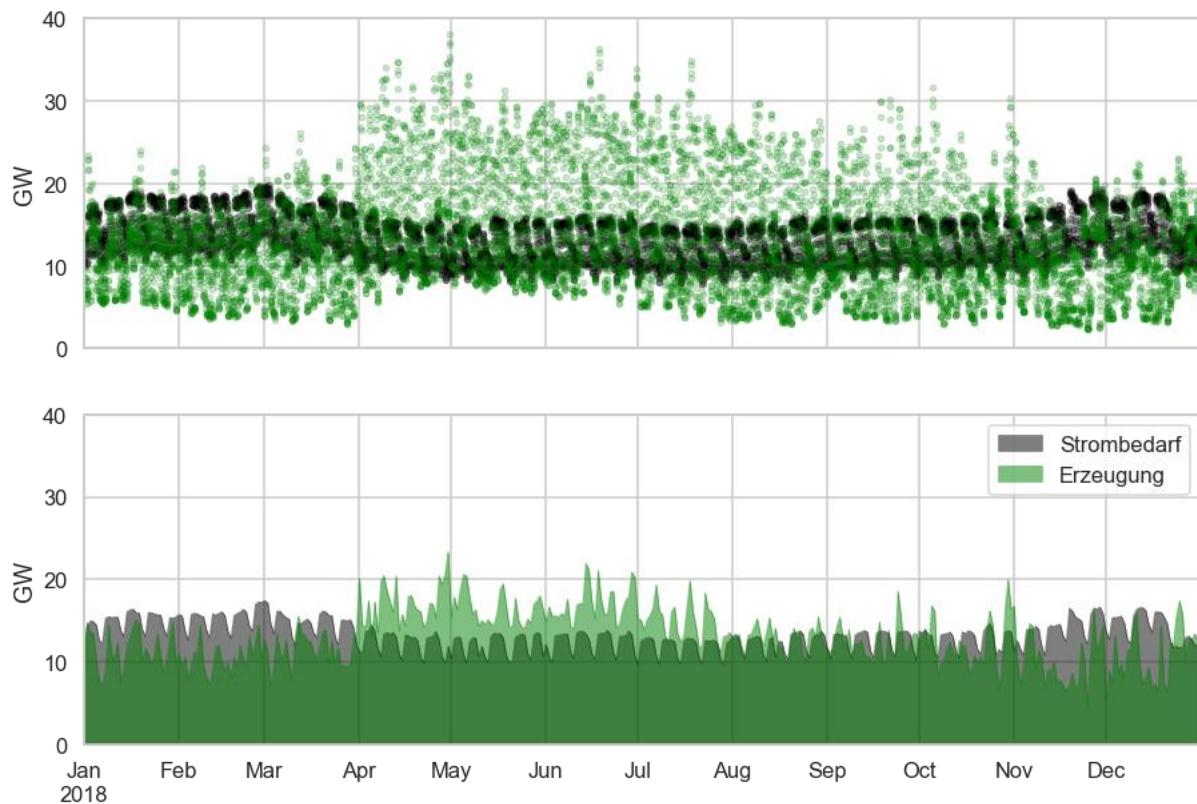


Abbildung 4 Stündlicher (oben) und täglich gemittelter (unten) Strombedarf (schwarz) und erneuerbare Erzeugung (grün) bei einer rein linearen Skalierung auf das Szenario 2050 aus (Schneider et al., 2020).

Ziel der Definition ist es, die Flexibilität des Quartiers quantifizierbar zu machen – idealerweise so, dass eine höhere Energieflexibilität sich gleichzeitig positiv auf die Erreichung des Suffizienzkriteriums auswirkt.

Das ist wichtig, um alle drei energetischen Dimensionen eines Plus-Energie-Quartiers, also Energieeffizienz, lokale erneuerbare Erzeugung und Energieflexibilität quantitativ miteinander zu verknüpfen. So können **unterschiedliche** Quartiere ohne weitere Definitionszusätze in die Lage versetzt werden, ihre jeweiligen Potentiale zur Erreichung der PEQ-Definition nach ihren lokalen Gegebenheiten zu priorisieren und zu realisieren. Der Vorschlag zur Quantifizierung der Energieflexibilität als Teil des Suffizienz-Kriteriums der Energiebilanz wird im Kapitel 2.4.2 dargestellt.

2.1.5 Kompatibilität mit der europäischen JPI UE PED Framework Definition

Ein wichtiges Ziel besteht darin, dass die entwickelten und verwendeten Definitionen mit den Entwicklungen auf europäische Ebene kompatibel sind, wo derzeit an einer Rahmendefinition

¹⁷ Vgl. SRI Austria - Smart Readiness Indikator: Bewertungsschema und Chancen für intelligente Gebäude (Knotzer et al., 2022)

gearbeitet wird. Diese „Framework Definition“ ist weniger konkret und eignet sich nicht direkt dafür, Methoden zur Zielwertbestimmung und Zertifizierung abzuleiten. Sie stellt aber ein wichtiges standardisierendes Gerüst dar, das europaweit verschiedene Projekte und Ansätze soweit möglich vergleichbar machen soll und gleichzeitig größtmögliche Flexibilität in der Umsetzung und Schwerpunktsetzung für die Stakeholder und Umsetzende konkreter Projekte bieten soll.

Ein zentrales Element dieser Rahmendefinition ist die Einführung sogenannter „**Kontextfaktoren**“ engl. „context factors“), die als **virtuelle Bestandteile der Energie- bzw. Emissionsbilanz** nationalen und regionalen Akteuren die Möglichkeit bieten soll, systematische Unterschiede zwischen Quartieren auszugleichen, die andernfalls das Effort-Sharing in eine politisch nicht gewollte Richtung verzerrn würde. Konkret nennt die Alignment Taskforce folgende Beispiele für mögliche Kontextfaktoren:

- **Bauliche Dichte:** Dichtere Quartiere haben einen höheren Energiebedarf, aber weniger Erzeugungspotential
- **Bau-Alter:** Sanierungen bestehender Gebäude sind im Vergleich zu Neubauten nur mit unverhältnismäßig größerem Aufwand auf denselben energetischen Stand zu bringen
- **Mobilität:** Je nach Standort induziert ein Quartier unterschiedlich viel Verkehr.
- **Klima:** Im europäischen Vergleich gibt es starke Unterschiede in der verfügbaren Solarstrahlung und der benötigten Heiz und Kühlenergie, um nur einige zu nennen. Ohne Ausgleichsfaktoren, die die Herausforderungen des Klimas abbilden und dadurch die Anforderungen an die Gebäude ihren Potentialen anpassen, ist das Effort-Sharing durch ein klares Nord-Süd-Gefälle verzerrt.
- **Rolle des Gebäudesektors und von PEQs im zukünftigen Energiesystem:** Die zukünftigen energetischen Anforderungen an den Gebäudesektor stehen in direktem Zusammenhang mit der erwarteten und erzielbaren Performance und Einsparungen der anderen Sektoren. Je nach Ausgestaltung der erneuerbaren Energieerzeugung eines Landes kommt dem Gebäudesektor und damit auch jedem PEQ die Aufgabe zu, einen entsprechenden Anteil seines Energiebedarfs dezentral vor Ort selbst aufzubringen.

Folgende Abbildungen fassen die erarbeiteten Vorschläge grafisch zusammen. Die Rahmendefinition beinhaltet damit sowohl quantitative als auch qualitative Kriterien. Offen ist, wie und auf welcher Ebene die Kontextfaktoren zur Differenzierung quantitativer Zielwerte definiert werden. Es scheint zielführend hier eine gewisse Flexibilität zuzulassen und unterschiedliche Kontextfaktoren auf unterschiedlichen Ebenen, das heißt EU-Ebene, Nationaler oder Regionaler Ebene zu definieren, je nachdem auf welcher Ebene entsprechende einheitliche Ziele vorliegen. Nur in Ausnahmefällen sollte die Definition projektspezifisch vorgenommen werden, um eine weitest mögliche Vergleichbarkeit der Quartiere untereinander sicherzustellen.

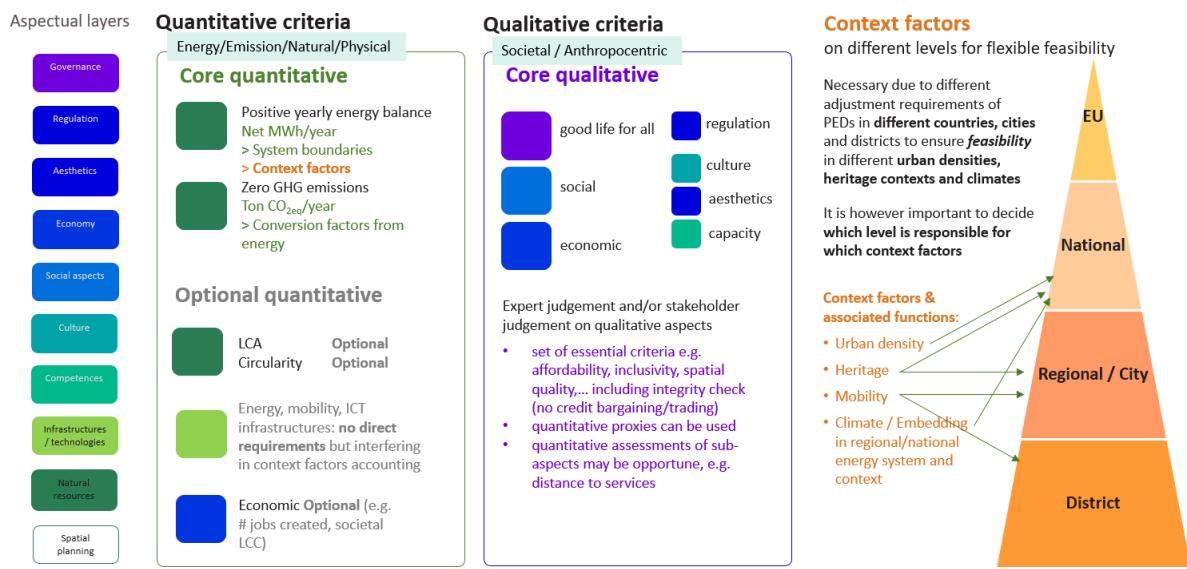


Abbildung 5 PED Framework Development SET Plan Action 3.2 – JPI UE – EERA JPSC Working proposal Dirk Ahlers, Shima Goudarzi, Simon Schneider, Han Vandevyvere, Annemie Wyckmans - 17.09.2021

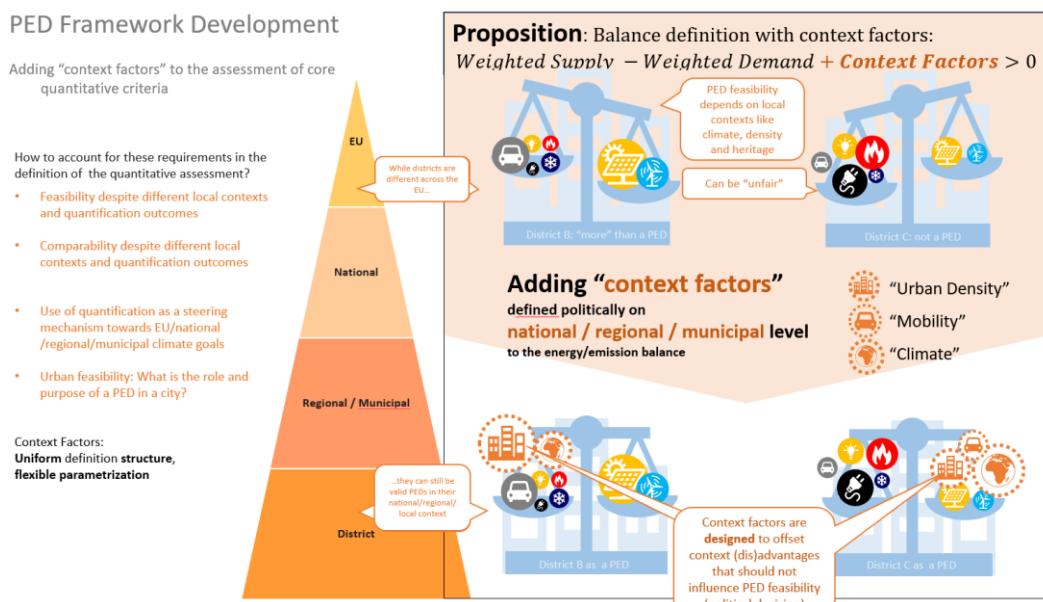


Abbildung 6 Konzept der Kontextfaktoren, PED Framework Development SET Plan Action 3.2 – JPI UE – EERA JPSC Working proposal Dirk Ahlers, Shima Goudarzi, Simon Schneider, Han Vandevyvere, Annemie Wyckmans - 17.09.2021

In der Zukunftsquartier Definition wird dieser Ansatz aufgegriffen und für die Systemgrenzen Alpha und Beta mit zwei konkreten Faktoren operationalisiert:

- PEQ Alpha:** Der Zielwert in Abhängigkeit der GFZ kann als virtueller „Kontextfaktor“ umgekehrten Vorzeichens gesehen werden, der der Quartiersbilanz beigelegt wird, die positiv sein muss.
- PEQ Beta:** Zur Deckung des privaten Alltagsmobilitätsbedarfs haben alle Quartiere des Gebäudesektors ein Energie-„Budget“ zur Verfügung, das sich aus der Erzeugung und Bedarf

des restlichen Energiesystems ableitet (Zentrale erneuerbare Erzeugung, Industrie, Landwirtschaft und öffentlicher Verkehr).

2.2 Methodik

Die Definition eines Plus-Energie-Quartiers nach Zukunftsquartier Methodik enthält drei Bestandteile, die in folgender Grafik schematisch zusammengefasst und im Weiteren beschrieben werden: Erstens die *Systemgrenzen* und betrachteten *Energiedienstleistungen*, zweitens die *Gewichtung* der durch deren Deckung auftretenden Energieflüsse in der Bilanz und drittens den dabei zu erreichenden *Zielwerten*.

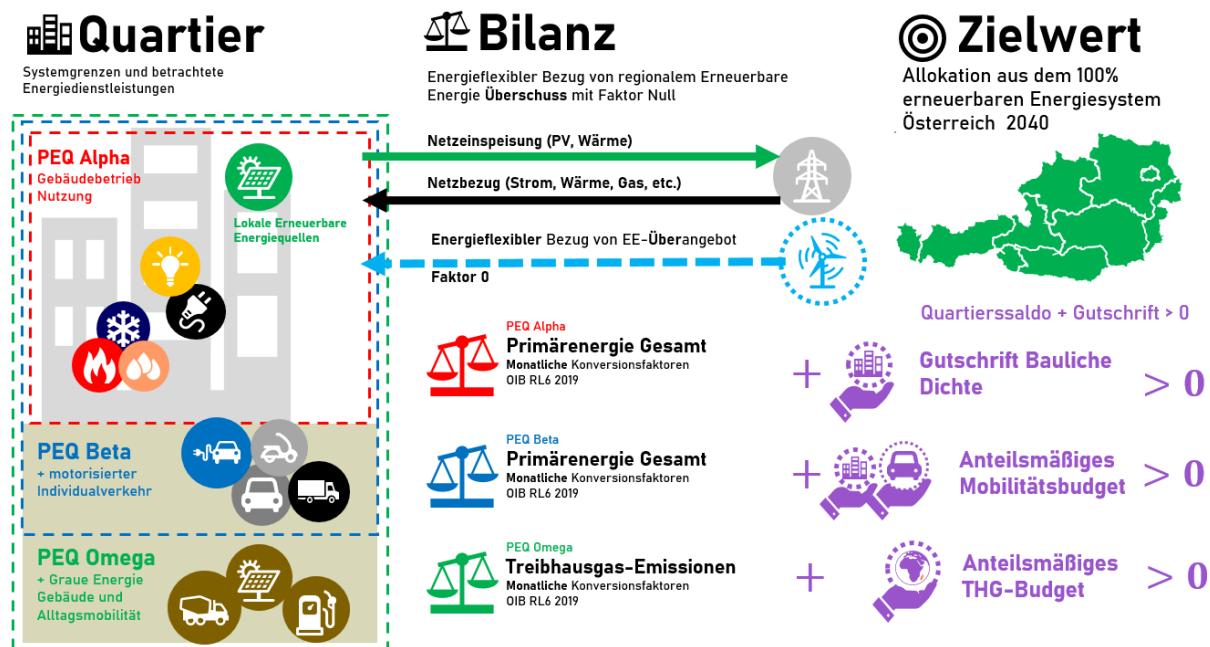


Abbildung 7 Schematische Darstellung der PEQ-Definitionsmethodik. Links die drei funktionalen Systemgrenzen **PEQ Alpha**, **PEQ Beta** und **PEQ Omega** als Schalen. Die Bilanzierung (Mitte) erfolgt über Gewichtung mittels monatlicher Konversionsfaktoren. Die Zielwerte der drei Schalen (rechts) werden als Gut- bzw. Lastschriften ausgedrückt: ein „Dichte-Ausgleich“ für PEQ Alpha sowie ein anteilmäßiges Budget für Mobilität und THG-Emissionen aus dem umliegenden 100% erneuerbaren Energiesystem für PEQ Beta und PEQ Omega.

Der hier vorgestellte Ansatz des ZQ Definitionsframework lässt sich methodisch anhand folgender Definitionsmerkmale charakterisieren:

- Einheitliche **Definition der Systemgrenzen** und der betrachteten **Energiedienstleistungen** und lokalen erneuerbaren Erzeugungen für alle Quartiere
- Import-/ Export-Bilanzierung der auftretenden Energieflüsse mit Gewichtung
- Abbildung und Gewichtung energieflexibler Maßnahmen in der Bilanz, je nach Netzdienlichkeit der Energieflüsse und Zeitpunkt ihres Auftretens
- Eine quantitative Definition über einen **singulären Indikator** mit zu erreichendem Zielwert (Suffizienz-Kriterium), keine zusätzlichen qualitativen oder quantitativen Indikatoren

- ➔ Keine quantitativen Zielwerte zu Einzelaspekten wie Heizwärmeverbrauch, PV-Fläche, usw.
- ➔ **Dynamische Zielwerte** durch Allokationen von Überschussenergie zentraler erneuerbarer Großkraftwerke in der Bilanz durch klar definierte „Gutschriften“, etwa auf Basis von baulicher Dichte oder bei Einbindung der Mobilität

Die Berücksichtigung der relevanten Merkmale des 100% erneuerbaren Energiesystems Österreich 2040 erfolgt dabei in Form von Zielwerten, deren Top-Down Ableitung als Energiebudgets bzw. Gutschriften auf der bilanziellen Betrachtung des Gebäudesektors als Teil des 2040 dekarbonisierten Energiesystems beruhen. Diese Zuordnung ist in folgender Grafik dargestellt. Durch die prioritäre bilanzielle Deckung des Energiebedarfs von Industrie und öffentlichem Verkehr ergibt sich ein Überschuss, der zur Deckung der verbleibenden Energiedienstleistungen der Gebäude und der privaten Alltagsmobilität zur Verfügung steht.¹⁸

Szenario: 100% Erneurbares Österreich 2040

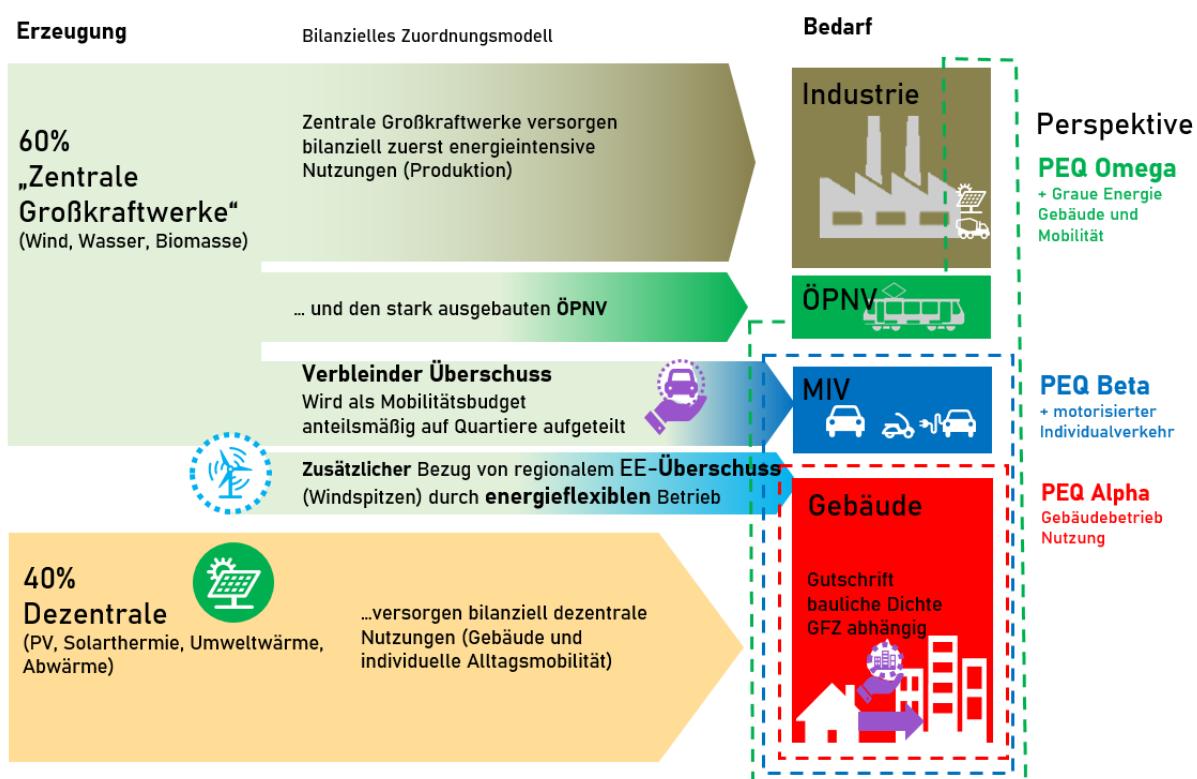


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Systemgrenzen des Gebäudesektors im Zusammenhang mit den umliegenden Sektoren eines zukünftigen erneuerbaren Energiesystems, aus denen sich die Gutschriften Top-Down ableiten

¹⁸ In Österreich ergibt sich in den meisten Szenarien zukünftiger 100% erneuerbarer Energieversorgung ein Überschuss aus zentralen Kraftwerken und damit ein Bonus für das einzelne Quartier. Österreich ist hier vor allem durch die große Menge an Wasserkraft in einer sehr günstigen Situation. Unter der Annahme, dass diese auch gleichverteilt dem Gebäudesektor zuzurechnen sind, ergibt sich damit ein Malus. Ein Quartier in PEQ Beta muss dann nicht nur seine lokale individuelle Alltagsmobilität decken, sondern auch das umliegende Energiesystem mit zusätzlichem lokalen erneuerbaren Überschuss unterstützen. Quelle: Schneider et al., 2020

Die Methodik zur Definition quantitativer Komponenten des Plus-Energie-Quartiers ist dabei im Prinzip ähnlich zu dem Konzept von Net Zero Energy Buildings in der Vergangenheit bereits intensiv beforscht und formalisiert wurden, beispielsweise in (Sartori et al., 2012)¹⁹:

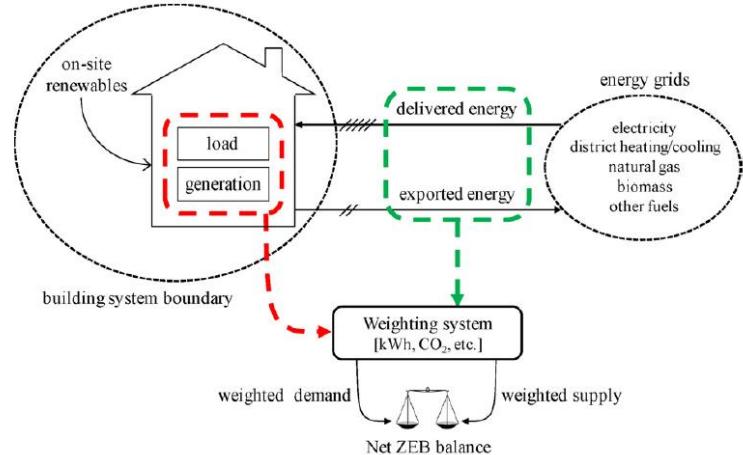


Abbildung 9 Schematische Darstellung der beteiligten Begriffe und deren Zusammenhang (Sartori, et al. 2012)

Diese Darstellung lässt sich auch auf die Definition von Plus-Energiequartieren ausdehnen, mit einem wesentlichen Unterschied: Der Zielwert ist nicht eine „Null“ oder „positiv“, sondern abhängig davon, welche externen Zielvorstellungen das Quartier zu erfüllen hat. Damit beinhaltet die Definition sowohl projektintrinsische als auch Projekt-extrinsische Faktoren. Das ist einerseits eine zusätzliche Herausforderung, gleichzeitig aber die große Chance: So lassen sich dynamische externe Anforderungen mit projektspezifischen Lösungsvorschlägen in Zusammenhang bringen.

Eine Definition muss dazu also folgende drei Fragen beantwortbar machen:

1. Wo verläuft die **funktionale Systemgrenze der Bilanzierung?**
 - ➔ Welche Energiedienstleistungen müssen gedeckt werden? Ist diese Auswahl Quartiersspezifisch oder allgemeiner festgelegt?
2. **Gewichtung**
 - ➔ Wie werden die Komponenten in der Bilanz gewichtet? Die Auswahl der Gewichtung stellt gleichzeitig eine *Bewertung* der Energieflüsse im Sinne der Ziele des PEQ Konzepts dar.²⁰
3. **Allokation externer Ressourcen, Zielwert**
 - ➔ Welche Energie- bzw. THG Budgets stehen dem Projekt aus externen Quellen zur Verfügung?

¹⁹ Sartori, I., Napolitano, A., Voss, K., 2012. Net zero energy buildings: A consistent definition framework. Energy and Buildings 48, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.032>

²⁰ Auch wenn es aus definitionstechnischer Sicht naheliegend erscheint, hier vor allem auf bestehende Konversionsfaktoren für Primärenergie und THG zu setzen, oder gleich gar keine Gewichtung vorzunehmen und Endenergie direkt zu verwenden, ist es vor dem Hintergrund der Ziele des PEQ Konzepts der Energieflexibilität nicht direkt hilfreich. Stattdessen kann eine zeitlich dynamische Gewichtung und die weitere Unterscheidung von Energieflüssen die Netzdienlichkeit von Einspeisungs- und Bezugszeitpunkt unter Umständen besser abbilden. Siehe dazu auch Kapitel 2.4.2

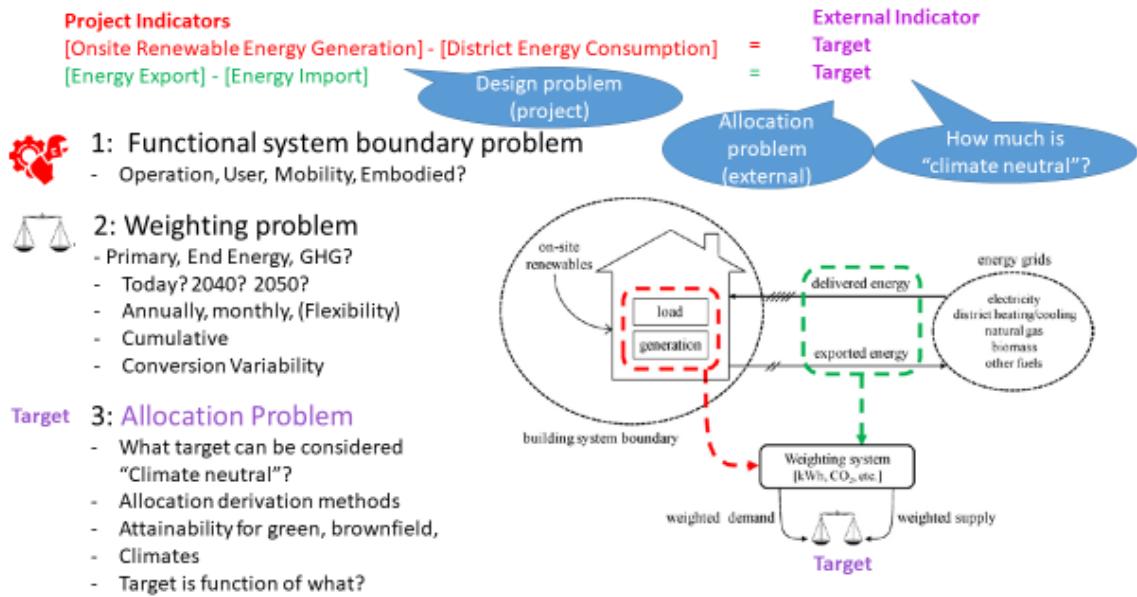


Abbildung 10 Zusammenhang der drei Fragen einer PEQ Definition als quantitative Bilanzierung auf Basis von (Sartori et al., 2012)

Der Vorteil dieser Betrachtung besteht darin, dass zwischen einem projektspezifischen Planungsthema einerseits und einem projektunabhängigen Zielwert auch in der Ableitung und Operationalisierung unterschieden werden kann. Letzteres geschieht auch dann, wenn ein bilanzieller Zielwert von Null festgelegt wird. Allerdings nur implizit und ohne weitere Abstimmung mit den Zielen des umliegenden Energiesystems. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Definition eines extern abgeleiteten Bilanz-Zielwerts äquivalent mit der Definition eines externen Erneuerbaren Energie Budgets ist, das im Quartier verwendet und der Bilanz zugerechnet werden kann.

Die Festlegung der Externalitäten eines Quartiers – über ein Allokationsbudget oder den äquivalenten Zielwert – ist notwendigerweise Bestandteil einer bilanziellen PEQ Definition.

Diese Analogie wird in Kapitel 2.4 im Detail dargelegt. Aus dieser Perspektive betrachtet wird in fast allen quantitativen Definitionsansätzen ein Mechanismus verwendet, um die Ambitionen, also den Zusammenhang aus *Betrachteten Energiedienstleistungen*, deren *Gewichtung* und dessen *Bilanz-Zielwerts* auf die jeweiligen Projektbegebenheiten anpassen zu können. Die Alternativen zu obigem Allokationsansatz externer Budgets und damit Festlegung eines Zielwerts sind in folgender Tabelle zusammengefasst und aus Sicht der Autoren jeweils unzufrieden stellend:

Tabelle 4 Alternativen zur Festlegung eines Zielwerts mittels Allokationsansatz zur Beeinflussung der Erreichbarkeit

Alternative	Problem
Keine Allokation externer Ressourcen	Erreichbarkeit wird erschwert Positive Energiebilanz ist oft nur dadurch erreichbar, dass viele Energiedienstleistungen nicht berücksichtigt

	<p>werden (typischerweise Nutzerstrom, Mobilität, und graue Energie)</p> <p>Nicht-Berücksichtigung wiederum schmälert Aussage zur Klima-Neutralität</p>
Die Verwendbarkeit Externer Erneuerbarer Energien wird von Projekten individuell nachgewiesen : Beispielsweise durch Zertifikate, Einkaufsverträge, o.Ä.	Verwendet das Projekt dann externe Ressourcen über Gebühr? Wird für den Rest genügend externe Energie übrig bleiben? ²¹ Geht die EE-Bilanz auf übergeordneter Ebene auf? Diese Fragen lassen sich meist nicht zweifelsfrei beantworten bzw. für eine große Anzahl Quartiere nicht gleich beantworten
Flexible bzw. individuelle Festlegung der Systemgrenzen und betrachteten Energiedienstleistungen	Der Begriff „Plus-Energie-Quartier“ verliert damit die quantitative Dimension der Vergleichbarkeit: So kann ein „PEQ“ nur Heizen und Kühlen berücksichtigen, ein anderes aber alle Betriebsenergie, Mobilität und graue Energie, ein Drittes spart energieintensive Nutzungen des Industriebetriebs aus der Betrachtung aus, ein Viertes erweitert die Systemgrenze zu entfernten Windkraftanlagen.

In folgender Grafik sind die Unterschiede zwischen einer projektspezifischen bottom-up Vorgangsweise bei der Definition der Systemgrenzen, Bilanzierung und Zielsetzung links mit der hier vorgestellten Top-Down Methode durch die einheitliche Vergabe von Gutschriften, die hier als „Kontextfaktoren“ rechts dargestellt sind.

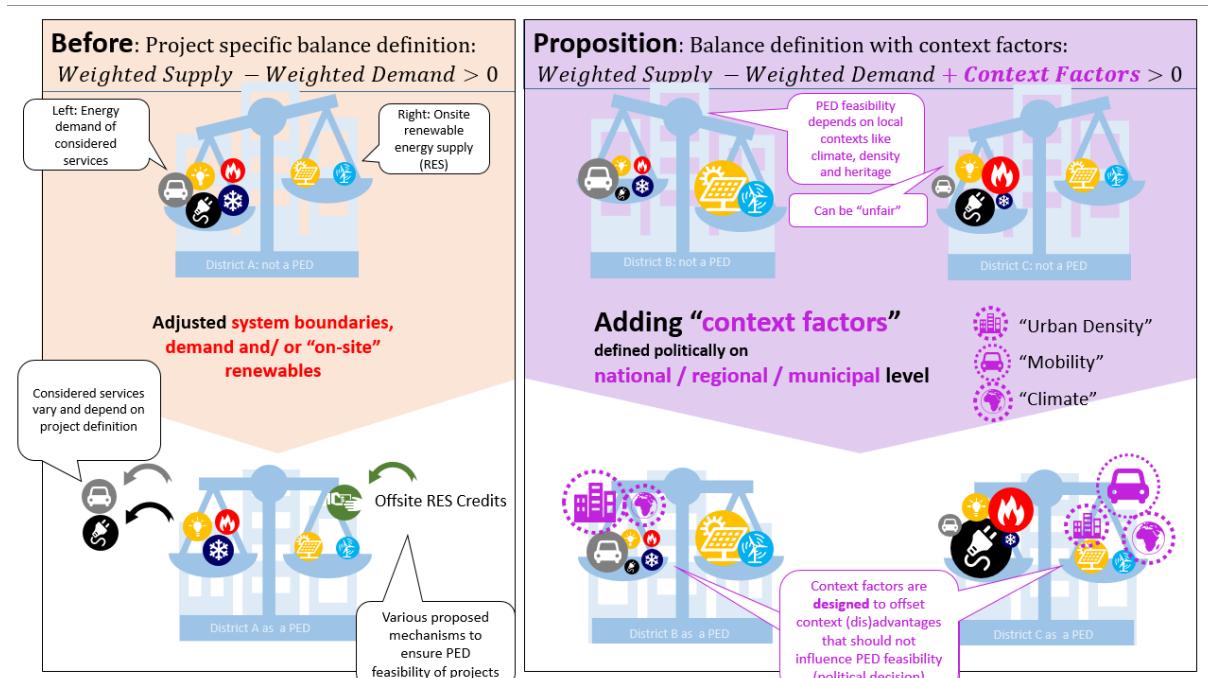


Abbildung 11 Wie können unterschiedliche Quartiere in verschiedenen lokalen Kontexten eine quantitative PEQ-Definition erfüllen? Durch die individuelle Festlegung von Systemgrenzen, betrachteten Energiedienstleistungen und „lokalen“ Erneuerbaren (links) muss die Definition für jedes Quartier neu getroffen werden. Auf der anderen Seite können lokal

²¹ Etwa Donaukanalwasser zur Kühlung der Triiiple Tower und Austro Tower in Wien

unterschiedliche Quartiere **dann dieselbe quantitative Definition erfüllen**, wenn diese einen Allokationsansatz beinhaltet, der inhaltlich begründete externe Budgets je nach Quartierskontext vergibt (sogenannte „Kontextfaktoren“). Dieser quantitative Allokationsansatz ist notwendigerweise projekturnabhängig.

Die folgende Grafik illustriert die Dualität zwischen der dynamischen Allokation von Gutschriften externer Erneuerbarer Energie für Quartiere (bzw. Kontext-Faktoren, dargestellt durch die Kisten), und individuellen Zielwerten für die Bilanz der Quartiere (hier durch den Zaun dargestellt). Wichtig ist, dass die **Methode der Allokation auf übergeordneter Ebene definiert** und für einen weiten Bereich an Quartieren anwendbar ist. So kann verhindert werden, dass sich einzelne Quartiere „ihre Leitern selbst basteln, um über den Zaun einer positiven Energiebilanz zu sehen“.



Abbildung 12 Sinnbildlicher Zusammenhang zwischen Zielwerten und Allokationsmethoden

Wie im Kapitel 2.5 Zielwert ausgeführt, wird das Allokationsproblem im hier vorgestellten Ansatz durch zwei konkrete Allokationsmethoden adressiert, die aufbauend aufeinander zum Einsatz kommen:

1. „**Dichte-Faktor**“: Allokation auf Basis der baulichen Dichte des Quartiers, zum Ausgleich praktischer Unterschiede im Erzeugungspotential lokaler erneuerbarer Energien relativ zur Energieintensität der Flächennutzung.
2. „**Sektorale Gutschrift des Österreichischen Energiesystems**“: Allokation auf Basis der geschaffenen Nutzflächen im Quartier relativ zum Gesamtsystem Österreich, zum Mitberücksichtigen und Ausgleichen des Mobilitätsbedarfs, der durch die Nutzung des Quartiers entsteht.

2.3 Systemgrenzen

Die ZQ PEQ Definition kennt drei Varianten, oder Schalen: Von **PEQ Alpha** im Innersten zur Betrachtung lediglich der Betriebsenergie, über **PEQ Beta** inklusive privater Alltagsmobilität bis hin zu **PEQ Omega** im Äußersten, wo auch graue Energie von Quartierserrichtung, Wartung, Instandsetzung und Mobilität berücksichtigt werden steigt die Komplexität der Betrachtung, und oft auch – *aber nicht immer* – die Ambition der Zielerreichung:

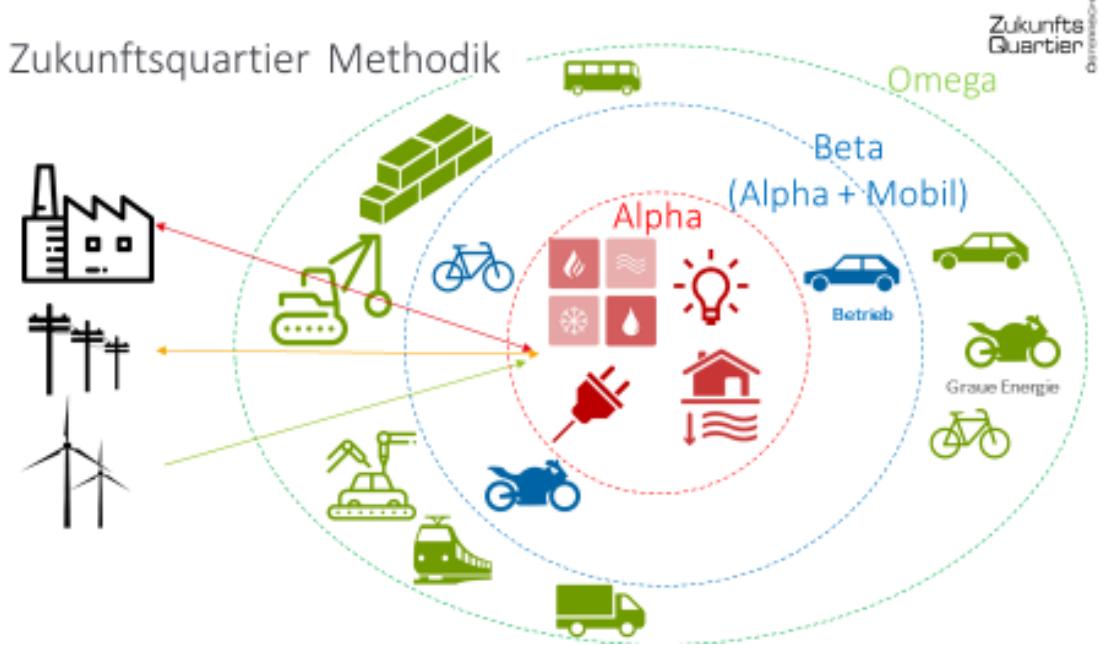


Abbildung 13 Schematische Darstellung der drei funktionalen Systemgrenzen PEQ Alpha, PEQ Beta und PEQ Omega als Schalen mit entsprechenden als Icon symbolisierten bilanziell berücksichtigten Energiedienstleistungen. Nicht dargestellt sind die dynamischen Zielwerte bzw. Gut/Lastschriften, die gleichzeitig Berücksichtigung finden: Ein „Dichte-Ausgleich“ für die erste Schale PEQ Alpha, ein Ausgleich für Mobilität aus dem umliegenden Energiesystem für PEQ Beta und beides zusammen für die Systemgrenze PEQ Omega auf THG-Emissionsbasis

Die drei Systemgrenzen lassen sich in aller Kürze folgendermaßen formulieren:

PEQ Alpha

*umfasst lediglich den **Betrieb**, somit Dienstleistungen der Gebäudetechnik sowie Haushalts- und Betriebsstrom*

*Ein Plus-Energie-Quartier **Alpha** ist ein Quartier, das auf Basis aller laufenden Energiedienstleistungen unter Berücksichtigung monatlicher Konversionsfaktoren eine über ein Jahr positive Primärenergiebilanz aufweist, d.h. mehr Primärenergie „erzeugt“ als es verbraucht. Eine Gutschrift beziehungsweise ein Abschlag aufgrund von baulicher Dichte wird dabei angerechnet.*

Als Plus-Energie-Quartier gemäß Zukunftsquartier Ansatz gilt ein Quartier ab Erreichung der ersten Schale PEQ Alpha. Die folgenden Schalen können nur zusätzlich zu PEQ Alpha erreicht werden, nicht unabhängig davon.

PEQ Beta

umfasst nebst dem Betrieb auch die Mobilität, somit Dienstleistungen der Gebäudetechnik, Haushalts- und Betriebsstrom sowie Alltagsmobilität

*Ein Plus-Energie-Quartier **Beta** erfüllt die Kriterien von PEQ Alpha, zusätzlich wird die private Alltagsmobilität miteinbezogen und dafür ein erneuerbares Energie-„Budget“ aus dem umliegenden zukünftig erneuerbaren Energiesystem gutgeschrieben.*

PEQ Omega

(umfasst alle Dienstleistungen der Gebäudetechnik, Haushalts- und Betriebsstrom, Alltagsmobilität sowie graue Energie im Quartier und der Mobilität über den Lebenszyklus)

*Ein Plus-Energie-Quartier **Omega** weist für alle laufenden Energiedienstleistungen, für die Alltagsmobilität, sowie für die „graue Energie“ in Gebäuden und sämtlichen gebäudetechnischen und Alltagsmobilitätsgeräten über den Zeitraum von 100 Jahren eine positive Treibhausgas-Bilanz auf. Dafür wird ein flächenbezogenes Emissionsbudget gutgeschrieben, das in einem klimaneutralen Österreich für diese Nutzung zur Verfügung steht.*

Die Systemgrenzen PEQ Beta und PEQ Omega sind NICHT NOTWENDIGERWEISE schwieriger zu erreichen, weil der Erweiterung der Systemgrenze auf zusätzliche Energiedienstleistungen Mobilität und Graue Energie zusätzliche Gutschriften aus dem umliegenden Energiesystem entgegenstehen, wie in Kapitel 2.5.2 dargelegt.

Als letzte Schale inkludiert die Systemgrenze **PEQ Omega** auch die graue Energie und Emissionen der Herstellung von Gebäude, Technik und Infrastruktur. Diese Systemgrenze ist wichtig, weil erst dadurch wichtige Abwägungen im Hinblick auf das Erreichen der Klimaneutralität durch die dabei verursachten Emissionen quantifizierbar sind, etwa:

- Ein vollständiger Vergleich der ökologischen Kosten von **Neubau und Bestandssanierung** bzw. Revitalisierung
- Der Einsatz **ökologischer** Materialien, Baustoffe und Konstruktionen
- Ein ökologisches Baustellenmanagement
- **Low-Tech Ansätze**, die mit weniger Haustechnik auskommen
- Der Standort eines Quartiers und seine Auswirkungen an zusätzlich benötigter Infrastruktur

Auch wenn in der Praxis aufgrund des Planungsfortschritts oft noch keine Daten für eine Ökobilanzierung zur Verfügung stehen, ist eine Bilanzierung prinzipiell möglich. Allerdings ist klar, dass eine einfache Inklusion der Aufwendungen zur Herstellung und Errichtung eines Quartiers eine deutliche Belastung für die Bilanz darstellt, die nicht vom Quartier selbst getragen werden kann – zumindest nicht für einen Großteil der Neubauten. Damit es hier nicht zu einer Verzerrung der Erreichbarkeit der Plusenergiedefinition zugunsten **dünner besiedelter** Gebiete kommt, ist es wichtig, die Zielwerte an entsprechende Allokationsbudgets zu knüpfen, die ein einheitlicheres und transparenteres Effort-Sharing ermöglichen.

2.3.1 Warum drei Systemgrenzen?

Die drei Systemgrenzen bilden ab, dass die quantitative Bewertung der drei Bereiche **Betrieb**, **Mobilität durch Standort** und **Graue Energie** mit zunehmendem Aufwand und größerer Unsicherheit verbunden ist. Erst ab der zweiten Schale PEQ Beta wird der Standort bewertbar.

Die schalenmäßige Erweiterbarkeit ist deshalb wichtig, weil im Projektverlauf einerseits unterschiedliche Daten und Informationen zur Verfügung stehen und andererseits bereits zwischen Projekten teils erhebliche Unterschiede in den verfügbaren Daten und den Zielsetzungen bestehen. Gleichzeitig sind für die Simulation und Nachweisführung entsprechende Daten notwendig, wie in folgender Tabelle skizziert:

Tabelle 5 Datenverfügbarkeit, Aufwand und Methoden der Bewertung

Energie-Dienstleistungen	Datenverfügbarkeit		Aufwand	Methoden
	Projektunabhängig (Literatur, Normen, Referenzwerte, etc.)	Projektspezifisch (Planung, Simulation, Bilanzierung, etc.)	Zur Datengewinnung und Anwendung der Methoden	
Gebäude-Betrieb	Hoch	Hoch	Hoch	Etabliert
Mobilitätsbedarf	Mittel	Niedrig	Niedrig	Explorativ
Graue Energie	Niedrig	Niedrig	Hoch ²²	Etabliert

Es ist möglich mit der ersten, sichersten Schale zu beginnen und im weiteren Projektverlauf zusätzliche Schalen zu erschließen. Umgekehrt ist es nicht möglich, die erste Schale „auszulassen“: Sie ist wesentlich für entsprechend hohe Energieeffizienz des Gebäudebetriebs und eine ausreichende lokale erneuerbare Erzeugung.

2.3.2 Funktionale Systemgrenzen

Die funktionalen Systemgrenzen der betrachteten Energiedienstleistungen und erneuerbaren Quellen wurde in (Schöfmann et al., 2020a) definiert und werden hier mit leichten Adaptionen und Detaillierungen übernommen. In PEQ Alpha und PEQ Beta werden alle Energiedienstleistungen bilanziert, die für den alltäglichen Betrieb des Quartiers benötigt werden. Das inkludiert abgesehen von Energie für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten und deren Hilfs- und Betriebsstrom auch die Energiebedarfe aller Nutzungen außer eindeutig Produktionsprozessen zuordenbare Prozessenergie. Die Berücksichtigung der Energie für die Alltagsmobilität erfolgt erst ab PEQ Beta:

Tabelle 6: Berücksichtige Energiedienstleistungen

		Direkte Bilanzierung in Systemgrenze			Indirekte Berücksichtigung über Allokationsbudget
Energiedienstleistungen		PEQ Alpha	PEQ Beta	PEQ Omega	
Gebäudebetrieb	Heizen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.9.1
	Kühlen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.9.1.1
	Be- und Entfeuchtung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.3.1
	Lüftung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.4.1.3

²² Vgl. (Shnapp et al., 2020) s.24

	Hilfsstrom des Haustechnik-Systems	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.4.3
	Allgemeinstrom & Lift	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.4.2
	Beleuchtung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.4.4
Quartiers-Nutzung Industrie, Landwirtschaft	Strombedarf Nutzer*innen (Plugloads)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.11.2
	Betriebsstrom (Büro, Handel, Schule)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.11.2
	Prozesswärme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Kapitel 2.3.3
	Prozesskälte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Kapitel 2.3.3
	Strombedarf für industrielle Produktionsprozesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Kapitel 2.3.3
	Strombedarf für allgemeine Nutzung (inkl. Dienstleistungen)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Stündliche Bedarfsprofile
Mobilität	Motorisierter Individualverkehr	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Siehe Kapitel 3.12
	Öffentlicher Verkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Sonstige Mobilität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Graue Energie	Bauteile im Energieausweis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Nebenbauteile (Keller, Tiefgarage, Garagen, Carports, Fahrradabstellplätze, Balkone und Terrassen, Sonstige Nebengebäude)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Bau- und energietechnische Ausstattung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Fahrzeuge und Infrastruktur für MIV	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Öffentlicher Verkehr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Zur Deckung obiger Energiedienstleistungen fließen folgende Energiequellen mit den in Kapitel 2.4 angegebenen Primärenergie-Konversionsfaktoren in die Bilanz mit ein:

Tabelle 7: Energiequellen innerhalb und außerhalb der Zukunftsquartier Systemgrenze

Energiequellen	Innerhalb der Systemgrenze	Kommentar
Umweltwärme		
Luft	x	
Erdwärme	x	
Grundwasser	x	
Abwärme		

aus Prozessenergie	x	siehe Kapitel 2.4.3
Aus Abwasser	x	siehe Kapitel 2.4.3
Erneuerbare Erzeugung		
Strom aus PV On-site	x	
Solarthermie	x	
Kleinwindkraft	x	
Sonstige (Strombojen, Kleinwasserkraft)	x	
Externe Energieträger		
Netzstrom		
Strom aus Off-Site Peak-Shaving (Windkraftüberschüsse)		siehe Kapitel 2.4.2
Sonstige		

2.3.3 Prozessenergie

Prozessenergie wird unterschieden in die zur Herstellung von Gütern benötigte Energie und der dabei anfallenden Abwärme: Erstere wird **NICHT** im Quartier bilanziert, weil der Nutzen des Energieeinsatzes in Form des Produkts **NICHT** dem Quartier selbst, sondern der Allgemeinheiten zu Gute kommt. Es handelt sich damit also um einen *konsumbasierten Allokationsansatz*: Die benötigte Prozessenergie wird mit dem daraus entstehenden Produkt aus der Systemgrenze veräußert. Andernfalls hätten Quartiere mit industriellen bzw. produzierenden Nutzungen darüber hinaus einen kaum zu deckenden Energiebedarf.

Wie in Kapitel 2.5.3 dargestellt, werden erst in Systemgrenze **PEQ Omega** schließlich alle konsumbasierten Emissionen verwendet, um einen Zielwert für die quartiersbezogenen Emissionen zu errechnen, indem die Emissionen aller anderer Bereiche einschließlich dem Güterkonsums vom persönlichen Budget in Abzug gebracht werden.

Die **entstehende Abwärme** ist anders zu behandeln, da diese zumeist kein handelbares Gut darstellt und keinem anderen Nutzen zugeführt werden kann, als der lokalen thermischen Verwertung. Solange diese Annahme als zulässig betrachtet werden kann, ist die Abwärme aus Produktionsprozessen innerhalb der Systemgrenze des Quartiers und kann frei – ja soll sogar – zur Deckung der Energiebilanz verwendet werden.

2.3.4 Lokale Erneuerbare Erzeugung

Ist unabhängig der Umwandlungstechnologie prinzipiell zulässig und kann zur Deckung der Energiebilanz verwendet werden, solange die Annahme als zulässig betrachtet werden kann, dass ihre Verwendung nicht zu eingeschränkter Nutzbarkeit in anderen Bereichen außerhalb der Systemgrenze führt. Dies ist insbesondere bei der thermischen und elektrischen Nutzung von fließenden Gewässern zur Kühlung und Kleinwasserkraft zu berücksichtigen.

2.3.5 Abwärme

2.3.5.1 Abwasser

Die Nutzung von Abwasser, das innerhalb der Systemgrenze des Quartiers anfällt, ist als Wärmerückgewinnung zu betrachten und daher prinzipiell zulässig.

Die Nutzung von Abwasser, das außerhalb der Systemgrenze entsteht kann genutzt werden, wenn dadurch Nutzbarkeit in anderen Bereichen außerhalb der Systemgrenze nicht im Wesentlichen Maße eingeschränkt würde.

2.3.5.2 Prozesswärme

Wie in Kapitel 2.3.3 beschrieben, kann Abwärme aus Produktionsprozessen innerhalb der Systemgrenze des Quartiers frei zur Deckung der Energiebilanz verwendet werden.

2.3.6 Zeitliche Systemgrenze

Die zeitliche Betrachtung umfasst für PEQ ALPHA und PEQ BETA immer ein Betriebsjahr. Bei PEQ OMEGA ist der Betrachtungszeitraum 100 Jahre, die Ergebnisse werden aber auf ein Betriebsjahr bezogen dargestellt.

2.3.7 Räumliche Systemgrenzen

Die räumliche Systemgrenze fällt mit der physischen Quartiersgrenze zusammen. Alle Definitionsbestandteile beziehen sich auf jene Fläche, die zur vollumfänglichen Nutzung des Quartiers nötig ist. Ein „Gerrymandering“²³ der räumlichen Quartiersgrenzen zum gezielten Ein- oder Ausschluss aus energie- und emissionsbilanziellen Gründen ist zu vermeiden.

Gleichzeitig kann es keine allgemein gültige und scharfe Vorschrift geben, um die Bilanzgrenze zweifelsfrei ziehen zu können. Weil konkretere Regeln in Spezialfällen nicht zielführend sind, wird davon auch im Allgemeinen abgesehen. Quartiersgrenzen sollten dabei so konvex wie möglich und so konkav wie nötig sein und wie bei der Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort gilt die folgende Maxime beachten:

Die räumliche Bilanzgrenze ist so zu ziehen, dass die unmittelbar umliegenden keinen offensichtlichen Nachteil dadurch haben, selbst Plus-Energie-Quartiere zu werden²⁴

²³ Siehe <https://de.wikipedia.org/wiki/Gerrymandering>

²⁴ Beispielsweise ist davon abzusehen, besonders energieintensive Nutzungen aus der Bilanzierung auszusparen

2.4 Bilanzierung und Gewichtung

Die Gewichtung und die damit verbundene Bewertung von Energieflüssen ist ein zentrales und immer wieder kontrovers diskutiertes Thema der PEQ Definition. Für die ZQ PEQ Definition steht dabei weniger die physische Autarkie oder Autonomie des Quartiers, als vielmehr die **Bewertung des Quartiersbeitrags zur Klimaneutralität des übergeordneten nationalen Energiesystems im Zentrum der Betrachtung**. Konkrete Ziele der Gewichtung:

→ **Anknüpfung an die Planungspraxis und bestehende Literatur**

- Verwendung von Primärenergie insgesamt und THG-Emissionen mittels Konversionsfaktoren aus der aktuellen OIB Richtlinie oder bei Fernwärme den länderspezifischen Regelungen

→ **Abbildung der saisonalen Unterschiede**

- Monatliche Konversionsfaktoren auf Basis OIB RL6
- Einspeisung im Sommer und Bezug im Winter dadurch schlechter bewertet, weil nicht so netzdienlich

→ **Bewertung von energieflexiblem, netzdienlichem, d.h. zeitsensiblem Netzbezug und Einspeisung**

- Verwendung von Energie, die sonst gar nicht im umliegenden System zur Verfügung stünde wird immer mit Null gewichtet

→ **Biomasse Nutzung noch möglich, aber nicht bevorzugt**

- Mittelwert zwischen Primärenergie gesamt (Biomasse zumeist nicht möglich) und Primärenergie nicht erneuerbar (Biomasse bevorzugt) als Kompromiss

Insbesondere bei den Faktoren zur Konversion von Endenergie in Primärenergie und Treibhausgasemissionsäquivalente werden international eine Reihe verschiedener Methoden mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen eingesetzt (Hamels et al., 2021). Ein öffentlicher, einheitlicher Datensatz existiert nicht, stattdessen gibt es eine Reihe nationaler und internationaler²⁵ Methoden und Datensätze, die teilweise veraltet oder nicht öffentlich verfügbar sind, oder nur bestimmte Energieumwandlungen abbilden, oft nur für bestimmte Regionen (Hamels et al., 2021).

Abgesehen von den Herausforderungen historischer Konversionsfaktoren gibt es praktisch kaum belastbare Daten für zukünftige und zeitlich höher aufgelöste Konversionsfaktoren.

Gleichzeitig hat die Gewichtung der Energieflüsse in der Bilanzierung einen wesentlichen Einfluss auf die Zielwert-Erreichbarkeit unterschiedlicher Quartierssysteme. Damit kommt ihr ein **wesentlicher Lenkungseffekt** zu. Bei entsprechender Konstruktion der Gewichtungsfaktoren lässt sich damit auch die **Energieflexibilität und die Netzdienlichkeit** des Quartierssystems in der Bilanz abbilden und bewerten:

Ausgangspunkt der Gewichtung des hier vorgestellten Ansatzes sind die Definition des **Primärenergiebedarfs gesamt** und der **Treibhausgas-Emissionen** laut **ÖNORM**, wie sie in der aktuellen OIB Richtlinie 6 zur Anwendung kommen. (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019). Energieimporte und Exporte werden prinzipiell in Form ihrer heutigen insgesamten Primärenergieinhalte

²⁵ So unterscheiden sich beispielsweise die Standards CEN (prEN17423) und ISO (52000 Reihe).

bilanziert. Diese werden stündlich aus den Endenergien mittels entsprechender Konversionsfaktoren ermittelt.²⁶

Indikator		Verwendung in Systemgrenze	Zielwert
PEB ges.	Primärenergiebedarf gesamt	$\frac{kWh}{m_{EBF}^2 a}$	PEQ Alpha, PEQ Beta Siehe Kapitel 2.4.4
THG-e	Treibhausgas- Emissionen	$\frac{kg CO_2\text{-äquiv.}}{m_{EBF}^2 a}$	PEQ Omega

Die Konversionsfaktoren von Endenergie zu Primärenergie werden folgendermaßen festgelegt:

Energiefluss über die Systemgrenze	Gewichtung PEQ ALPHA, PEQ BETA	Gewichtung PEQ OMEGA	Operationalisierung
Elektrischer Netzbezug und –Einspeisung	PE ges. Monatliche Konversion aus OIB RL6, Einspeisung mit negativem Vorzeichen	CO2-äquiv. Monatliche Konversion aus OIB RL6, Einspeisung mit negativem Vorzeichen	Kapitel 2.4.4.1
Netzdienlicher Bezug (DSM)	Null, keine	Null, keine	Kapitel 2.4.4.2
Fernwärme (nicht aus Biomasse)	PE ges. lt. Landesregelung (außer Biomasse)	CO2-äquiv. lt. Landesregelung	Kapitel 2.4.4.3
Biomasse (Inkl. Fernwärme)	PE ern. + 50% PE n. ern.	CO2-äquiv.	Kapitel 2.4.4.3
Sonstige Energieträger	PE ges. OIB RL6	CO2-äquiv. OIB RL6	Kapitel 2.4.4
Treibstoffe (Mobilität)	PE ges.	CO2-äquiv.	Kapitel 2.4.4.4

Warum nicht die Endenergie direkt?

Prinzipiell wäre auch eine endenergetische Bilanzierung möglich, aber zur Erreichung der übergeordneten Ziele, nämlich der Abbildung der Systemdienlichkeit in Richtung Klimaneutralität nicht zielführend, weil damit keine Unterscheidung zwischen unterschiedlich nützlichen Energieflüssen hergestellt werden kann. Es ist höchst relevant, ob PV-Strom im Sommer oder im Winter eingespeist wird, oder ob Strom oder Abwärme aus dem Quartier ins Umland gespeist wird.

Endenergetische Bilanzierungen sind vor allem dort hilfreich, wo Fragen der Energie-Autonomie und – Autarkie im Vordergrund stehen, wie etwa bei Insel-Anlagen. Zur Bewertung unterschiedlicher Wertigkeiten beim Import /Export ist sie nicht unmittelbar einsetzbar.

Was spricht gegen die nicht erneuerbare Primärenergiebilanz?

Die Darstellung von Zielwert und Bilanz durch den Indikator Primärenergiebedarf nicht erneuerbar hätte zur Folge, dass Quartiere, dessen Heizsysteme mit Biomasse betrieben werden ceteris paribus bilanziell deutlich günstiger wären als vergleichbare Systeme mit Ab- bzw. Umweltwärme und

35 Vorabzug, ohne explizite schriftliche Freigabe durch FHTW nicht weiterleiten

Wärmepumpen. Dies stellt einen Widerspruch zu aktuellen Klimaneutralitätsszenarien dar, die eine Biomassenutzung prioritär für Anwendungen mit hohen Temperaturen und *nicht* für die Raumwärme und Warmwasserbereitung vorsehen.

Nur die nicht erneuerbare Primärenergie zu bilanzieren, führt darüber hinaus zu der paradoxen Situation, dass in Zukunft gar keine Quartiersbilanz mehr gebildet werden kann. Nämlich dann, wenn das umliegende Energiesystem dekarbonisiert ist und per Definition keine fossilen Bestandteile mehr beinhaltet. Damit wäre jedes Quartier automatisch auch klimaneutral, das Konzept eines Plus-Energie-Quartiers damit aber hinfällig. Und damit auch die wichtigen Ziele der weitest gehenden **Energieeffizienz und lokalen Energieerzeugung**.

Die Verwendung der gesamten Primärenergie dagegen beinhaltet sowohl den Lenkungseffekt der Energieeffizienz und geht bei Reduktion des fossilen Anteils am Energiemix graduell gegen Eins, und damit hin zu einer endenergetischen Betrachtung.

2.4.1 Bewertung von Biomasse als Energieträger

Biomasse wird in einem 100% erneuerbaren Energiesystem eine untergeordnete Rolle für Niedertemperatur-Energiedienstleistungen wie Heizen und Warmwasser einnehmen, da es sich einerseits um eine beschränkte und vielfältig einsetzbare Ressource (Bauholz, Papier, Möbel etc.) handelt, andererseits für energetisch hochwertige Zwecke wie Hochtemperaturanwendungen in der Industrie oder in der biogenen Kraftstoffbereitstellung dringend benötigt wird.

Da Biomasse meist gut speicherbar ist, sollte sie, wenn im Bereich Beheizung und Warmwasser eingesetzt, nur im Winterhalbjahr zum Einsatz kommen, da in dieser Zeit die erneuerbare Stromproduktion deutlich eingeschränkt ist.

2.4.2 Bewertung von Energieflexibilität

Wie eingangs des Kapitels erwähnt, zielt die ZQ PEQ Definition darauf ab, die Möglichkeiten eines Quartiers zum energieflexiblen und netzdienlichen Betrieb durch eine entsprechende Gewichtung in der Energiebilanz bewertbar zu machen. Der Vorteil dabei ist, dass die drei Kernqualitäten des Plus-Energie-Quartiers – Energieeffizienz, lokale Erneuerbare Erzeugung und eben Energieflexibilität in einem einzigen Indikator der Energiebilanz abgebildet werden können. So können auch Quartiere in verschiedenen Kontexten unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Indikatoren wie der *Grid Support Coefficient*²⁷ oder der *Smart Readiness Indicator*²⁸ können eine differenziertere Bewertung der Energieflexibilität und Netzdienlichkeit ermöglichen. Gleichzeitig erhöhen sie aber auch die Komplexität der Modellierung und Nachweisführung. Der Grund, warum im Rahmen von ZQ von der Verwendung mehrerer Indikatoren zur Bewertung der PEQ Dimensionen abgesehen wird, ist allerding um zu vermeiden, mehrere Indikatoren mit Suffizienz-Charakter, sprich mit Zielwerten zu verwenden – das würde den Lösungsraum von Plus-Energie-Quartieren einschränken. Eine Verwendung mehrerer parallel zu maximierender Indikatoren entspricht ebenso wenig den Zielen der ZQ PEQ Definition: Nämlich einen vergleichbaren, unterschiedlich erreichbaren Zielwert für einen Indikator zu

²⁷ Vgl. hierzu (Klein et al., 2016)

²⁸ (Knotzer et al., 2022; Verbeke S et al., 2018)

verwenden, der eine Aussage über den hinreichenden Beitrag des Quartiers zur Klimaneutralität des österreichischen Energiesystems ermöglicht.

Bewertung von Energieflexibilität durch Gewichtung der dadurch zusätzlich nutzbaren Erneuerbaren

Eingangs ist es notwendig, zwischen allgemein VERFÜGBAREN und erst durch ein entsprechend energieflexibles Quartier NUTZBAR GEMACHTEN regionalen Erneuerbaren Energien – **also die vom Quartier bereitgestellte Energieflexibilität** zu unterscheiden. **Erstere** werden durch eine entsprechende Allokation der insgesamt regional verfügbaren Erneuerbaren Energien für das Quartier in Abhängigkeit des restlichen Energiesystems berücksichtigt, wie in Kapitel 2.5.2 dargestellt. **Letztere** werden durch eine Gewichtung mit einem **Primärenergie-Konversionsfaktor von Null** in der Bilanz berücksichtigt, unterliegen aber operationalen Einschränkungen, wie in Kapitel 3.13.1 dargestellt.

2.4.2.1 Prinzipiell verfügbare regionale Erneuerbare Energien

Gerade bei dichtbebauten urbanen Quartieren stellt sich schnell die Frage der Sinnhaftigkeit, die gesamte Energie jedweder Systemgrenze im Quartier selbst aufzubringen. Gleichzeitig weisen ländliche Gebiete oft einen Überschuss an Erneuerbaren in Form von Wind und Wasserkraft auf. Das wirft die Frage auf in welcher Form diese „regional verfügbaren Erneuerbaren Energien“ andernorts, wie in einem konkreten Quartier verwendet und bilanziert werden können. Hier gibt es eine Reihe unterschiedlicher Ansätze: Die Verwendung einer virtuellen Systemgrenze, die das Erwerben von Gutschriften ermöglichen, die aliquote Aufteilung der Energie auf alle Einwohner*innen oder den direkten Kontrakt mit Betreiber*innen externer EE-Anlagen.

Alle Betrachtungen führen in letzter Konsequenz zu einem Allokationsproblem, das sich nur unter Berücksichtigung der anderen Komponenten des umliegenden Energiesystems lösen lässt. Allgemein verfügbare regionale EE müssen auch regional bilanziert und allgemein allen Energiebedarfen der Region nach einem Allokationsschlüssel zur Verfügung stehen, um zu verhindern, dass einzelne Teile die verfügbaren Ressourcen über Gebühr beanspruchen und dem Rest eine schwierigere Situation zu hinterlassen²⁹. Die Nutzung der allgemein Verfügbaren muss durch ein entsprechendes Effort-Sharing zwischen den sektoralen Bedarfen der Industrie und Landwirtschaft, Mobilität und Gebäude aufgeteilt werden. Dies muss auf übergeordneter Ebene passieren. Mit der in Kapitel 2.5.2 PEQ Beta beschriebenen Allokation ergibt sich ein konkret quantifizierbares Budget, das jedem Quartier gemäß seiner geschaffenen Nutzflächen allokiert werden kann.

An dieser Stelle muss lediglich vorweggenommen werden, dass für den Gebäudesektor – und damit insbesondere für Plus-Energie-Quartiere – keine a-priori Allokation von regionalen Erneuerbaren Energien vorgesehen ist.

2.4.2.2 Durch das energieflexible Quartier ZUSÄTZLICH nutzbare EE: Wind-Peak-Shaving

Anders sieht es bei erneuerbarem Strom aus, der ohne entsprechende Strategien und Regelungen gar nicht eingebunden werden könnte: Diese Einbindung zu ermöglichen ist ein wesentliches Ziel der Energieflexibilität von PEQs und wird daher methodisch prinzipiell anders behandelt.

Welche Energieflexibilität wird benötigt?

²⁹ So ist beispielsweise eine Bitcoin-Farm, die in einem Container bei einem Wasserkraftwerk nicht dadurch erneuerbar, dass sie die als Erste die verfügbare Wasserkraft verwendet. Für den Rest bleibt nur weniger.

Für ein 100% erneuerbare Österreich werden je nach Szenario Ausbauraten von Windkraft um den Faktor 5 und PV um den Faktor 20 benötigt, wodurch starke saisonale Schwankungen ausgeglichen werden müssen.

Wie kann diese Energieflexibilität bereitgestellt werden?

Die physikalischen Grundlagen sind im IEA EBC Annex 67 zu Energie-flexiblen Gebäuden (Knotzer et al., 2019, p. 67) dargestellt: Insbesondere die thermischen Speichermassen von Gebäuden und Quartieren können bei entsprechend gutem Wärmeschutz und schweren Bauteilen zu erheblichen Verdrängungszeiträumen von mehreren Tagen führen, in denen das System den Zeitpunkt seines Energiebezugs zum Heizen und Kühlen frei wählen kann (Junker et al., 2018). Das Prinzip ist in folgender Grafik schematisch zusammengefasst:

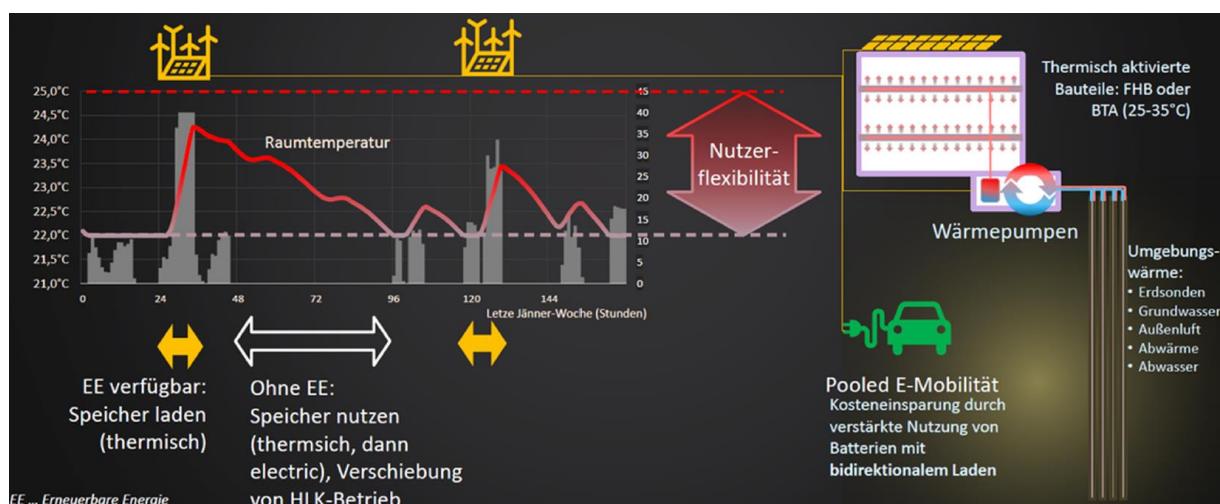


Abbildung 14 Schematische Darstellung möglicher Bereitstellung von Energieflexibilität im Quartier: Flexible Festlegung der Raumtemperaturen in einer der Nutzer*innen zumutbaren Schwankungsbreite. Je höher die thermisch aktive Bauteilmasse, umso größer der mögliche Verdrängungszeitraum benötigter Energie zum Heizen und Kühlen. Auch E-Mobilität und thermische Warmwasser- und Pufferspeicher bieten Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Energiebezugs.

Wichtig ist, dass bei der Quartiersplanung bereits eine entsprechende Auslegung des Haustechniksystems vorgenommen wird, die in dieser Form flexibel betrieben werden können. Im Kapitel Operationalisierung wird eine Möglichkeit der Modellierung und Simulation dargestellt.

2.4.3 Bewertung von Abwärme

Abwärme auf dem Areal des Quartiers muss primärenergetisch nicht beziehungsweise mit einem Gewichtungsfaktor von Null berücksichtigt werden.

2.4.4 Konversionsfaktoren

Die Konversion von Endenergie auf Primärenergie erfolgt prinzipiell auf Basis der aktuellen Konversionsfaktoren der OIB RL6 (Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019).

2.4.4.1 Netzstrom

Für elektrische Energie werden **monatliche Konversionsfaktoren** verwendet, bei PV-Einspeisung über die Systemgrenze hinaus mit umgekehrtem Vorzeichen. Diese bilden die monatlichen Unterschiede wie in der OIB RL 6 im Entwurf 2018 ab, wurden aber linear interpoliert, sodass die Jahressumme dem mittlerweile gesunkenen jährlichen Faktor von 2019 entspricht:

Tabelle 8 Konversionsfaktoren Netzstrom: Zur Nachweisführung werden die interpolierten Werte für 2019 herangezogen

Monat	Primärenergie		Treibhausgas-Emissionen	
	OIB RL6 2018 (Monatswerte)	OIB RL6 2019 (interpoliert)	OIB RL6 2018 (Monatswerte)	OIB RL6 2019 (interpoliert)
	kWh/kWh	kWh/kWh	kgCO2eq./kWh	kgCO2eq./kWh
Januar	1.96	1.80	0.33	0.304
Februar	1.95	1.79	0.33	0.304
März	1.87	1.72	0.29	0.264
April	1.71	1.58	0.23	0.211
Mai	1.59	1.47	0.18	0.167
Juni	1.58	1.46	0.18	0.163
Juli	1.56	1.44	0.18	0.163
August	1.60	1.48	0.18	0.167
September	1.71	1.58	0.23	0.208
Oktober	1.86	1.71	0.28	0.260
November	1.92	1.77	0.31	0.282
Dezember	1.94	1.79	0.32	0.291
Mittelwert	1.77	1.63³⁰	0.253	0.231

Im Vergleich zu Jährlichen ermöglichen es **Monatliche Konversionsfaktoren**, die saisonalen Unterschiede in der Emissionsintensität und des Primärenergieeinsatzes abzubilden. So wird die Aufgabe der saisonalen Speicherung nicht ausschließlich auf die übergeordnete Netzseite ausgelagert, sondern bereits in der Energiebilanz des Quartiers berücksichtigt.

³⁰ Gemäß OIB RL6 2019

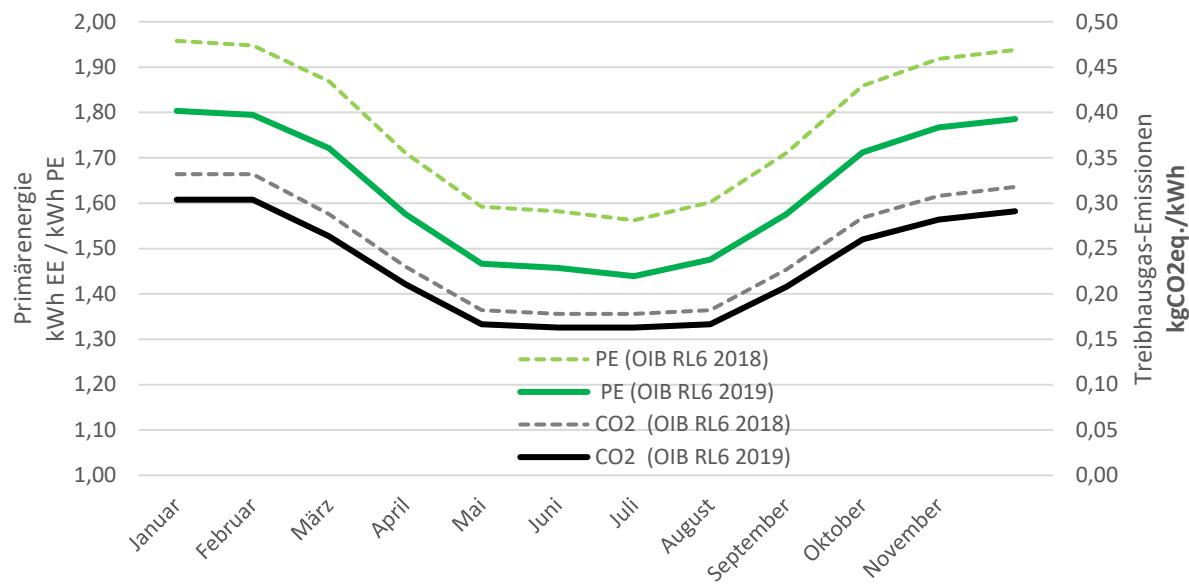


Abbildung 15 Monatliche Konversionsfaktoren Netzstrom: Zur Nachweisführung werden die interpolierten Werte für 2019 herangezogen

2.4.4.2 Netzdienlichkeit

In der hier vorgestellten Operationalisierung wird zwischen *Netzdienlich* und *nicht netzdienlich* bezogenem Strom wie in Kapitel 2.4.2.2 beschrieben unterschieden:

Tabelle 9 Art des Netzbezugs

		Konversionsfaktoren
E_{konv}	Konventioneller Netzstrom ohne zeitlich flexiblem Bezug	Netzstrom (Monatlich) ~ 1.63 (Jahresmittel)
E_{DSM}	Flexibler Netzbezug (Wind-Peak-Shaving)	0

Diese Unterscheidung führt dazu, dass der effektive Konversionsfaktor von Bezug aus dem Stromnetz,

$$f_{PE\ eff} = \frac{PE}{E_{konv} + E_{DSM}} < f_{PE} = \frac{PE}{E_{konv}}$$

niedriger als der nominelle Konversionsfaktor von Netzstrom, wie in folgender Grafik zu sehen ist:

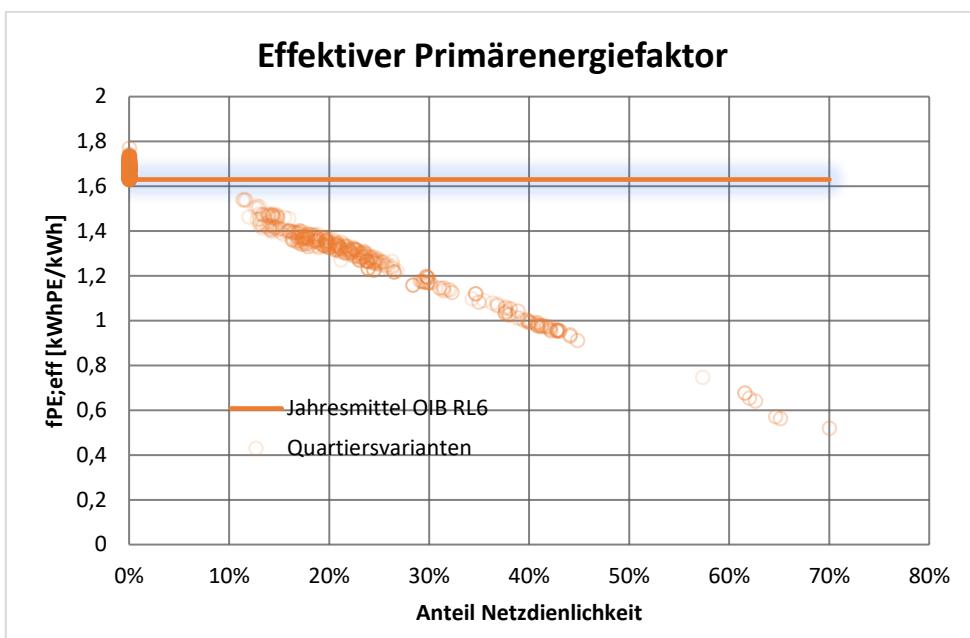


Abbildung 16 Der effektive Konversionsfaktor Netzstrom für die untersuchten Quartiere in Abhängigkeit davon, welcher Anteil des Netzbezugs zu netzdienlichen Zeiten mittels Demand Side Management in Form energieflexiblen Wind-Peak-Shavings erfolgt. Der lukrierbare Anteil korreliert mit der Häufigkeit und Länge der Freigabesignale und liegt im Allgemeinen zwischen 10% für Altbau und 20-40% für Neubau mit hohem DSM Potential.

In obiger Grafik ist auch gut der Effekt der Verwendung von monatlichen Konversionsfaktoren prinzipiell bei Varianten ohne Netzdienliches DSM (0%) zu sehen: Hier liegt der effektive jährliche Konversionsfaktor für Netzstrom zwischen 1,63 und 1,8 und damit ausschließlich über dem Jahresmittel. Die gute Übereinstimmung mit dem linearen Trend zwischen Anteil des netzdienlich bezogenen Stroms und effektivem Primärenergiefaktor bedeutet auch, dass es im Jahresmittel gleichverteilt zum Einsatz kommt und nicht überproportional im Winter oder Sommer genutzt wird, was zu einem jeweils niedrigeren bzw. höheren effektiven Konversionsfaktor führen würde.

2.4.4.3 Biomasse

Es wird das folgende System auf Grundlage der OIB RL6 2019 vorgeschlagen:

- **Primärenergiefaktoren Winterhalbjahr** (Oktober bis März, bzw. Raumheizung und Befeuchtung gesamt): Konversionsfaktor Nicht erneuerbar + 50% * (Konversionsfaktor erneuerbar)
- **Primärenergiefaktoren Sommerhalbjahr:** Konversionsfaktoren gesamt laut OIB 2019
- Ein **Mindestkennwert von 0,3 kWhPE/kWhEE** wird in Anlehnung an die „Bestwerte“ in OIB 2019 angenommen

Diese Konversionsfaktoren kommen sowohl bei dezentraler als auch zentraler Biomasse-Nutzung zur Anwendung. Vereinfachend wird Raumheizung und Befeuchtung mit dem Primärenergiefaktor Winterhalbjahr beaufschlagt, auch wenn im April noch geheizt wird.

Hintergrund: In allen Szenarien zu einem 100% erneuerbar versorgten Österreich ergibt sich ein Gesamt-Endenergiebedarf, der sich relativ gleichmäßig über das Jahr mit leicht höheren Werten im Winterhalbjahr verteilt. Speicherbare erneuerbare Ressourcen wie Holz etc. sollten daher möglichst im Winterhalbjahr zum Einsatz kommen. Da diese aber auch für Hochtemperatur- und spezielle Mobilitätsbedürfnisse voneinander trennen müssen, sollte nur ein (kleinerer) Anteil für die klassische Raumheizung

und Warmwasserbereitung herangezogen werden, vor allem für Fernwärmennetze (siehe (Streicher et al., 2010)

Hinweis für die Operationalisierung: Für die Varianten mit Fernwärme etc. muss für Haushaltsstrom/Lüftung auch das Wind-Peak-Shaving angewandt werden. Es wird zwar keine Energieflexibilität im Bereich Betriebsstrom, Haushaltsstrom angenommen, wäre aber möglich und wird so auch in WP DSM gerechnet (Vorsorgeprinzip)

2.4.4.4 Mobilität (im Alltag durch motorisierten Individualverkehr)

Bei der Bilanzierung der individuellen Alltagsmobilität in die Systemgrenze PEQ Beta muss zwischen E-Mobilität und fossiler Mobilität unterschieden werden: Der Primärenergiebedarf der elektrischen Alltagsmobilität ist bereits in der Import-Export Strombilanz der dynamischen Quartiersdeckung berücksichtigt. Der **Primärenergiebedarf** der fossilen individuellen Alltagsmobilität von Mopeds und PKWs wird wie folgt ermittelt:

$$PE - \text{Bedarf fossile individuelle Alltagsmobilität} =$$

$$= S_{Moped} e_{Moped} f_{PE,fossil} + S_{PKWLenker} e_{PKW} ((1 - a_{ecar}) f_{PE,fossil}) \\ + S_{PKWMit} e_{PKWMit} f_{PE,fossil}$$

Tabelle 10 Variablen zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs der individuellen Alltagsmobilität

S_{Moped}	Quartier-Jahresverkehrsleistung Moped	Siehe Kapitel 3.12	km/a
$S_{PKWLenker}$	Quartier-Jahresverkehrsleistung PKW Lenker:in		km/a
S_{PKWMit}	Quartier-Jahresverkehrsleistung PKW Mitfahrende		km/a
a_{ecar}	Anteil E-Cars an PKWs im Quartier	Projektwert	
e_{Moped}	Endenergiebedarf Moped	20.0	kWh/100km
e_{PKW}	Endenergiebedarf PKW Lenker:in	80.0	kWh/100km
e_{PKWMit}	Endenergiebedarf PKW Mitfahrende	0.0	kWh/100km
$f_{PE,fossil}$	Primärenergie Konversionsfaktor Kraftstoff	1.2	kWh PE / kWh EE
$f_{PE,Strom}$	Primärenergie Konversionsfaktor Strom	Je stündlicher Verfügbarkeit: Lokaler PV-Strom Netzdienlicher Bezug von Windkraft-Überschuss Netzstrom	Je stündlicher Verfügbarkeit: kWh PE / kWh EE
	Lokaler PV-Strom		kWh PE / kWh EE
	Netzdienlicher Bezug von Windkraft-Überschuss		kWh PE / kWh EE
	Netzstrom	Lt. Tabelle 8	kWh PE / kWh EE

2.5 Zielwerte - Allokationsproblem

Für jede Systemgrenze wird ein Zielwert definiert, der vom Primärenergie-Saldo des Projekts – dem Projektwert – überschritten werden muss. Dieser Zielwert ist also eigentlich eine Zielfunktion.

$$\text{Saldo} = \text{Export} - \text{Import} > \text{Zielwert} (\neq 0)$$

Ein wesentliches Merkmal des PEQ Definitionsansatzes ist, dass der Zielwert eine variable Größe ist und **nicht per se positiv** sein muss.

Ein variabler Zielwert für den *Saldo* über die Systemgrenze kann als virtuelle *Gutschrift* für die *Quartiersbilanz* betrachtet werden: Der quantitative Zielwert ist gleichbedeutend mit einer **externen Gutschrift/Lastschrift** umgekehrten Vorzeichens:

$$Gutschrift = -Zielwert$$

$$\rightarrow Saldo = Export - Import > Zielwert = -Gutschrift$$

$$\rightarrow Bilanz = Saldo + Gutschrift = Export - Import + Gutschrift > 0$$

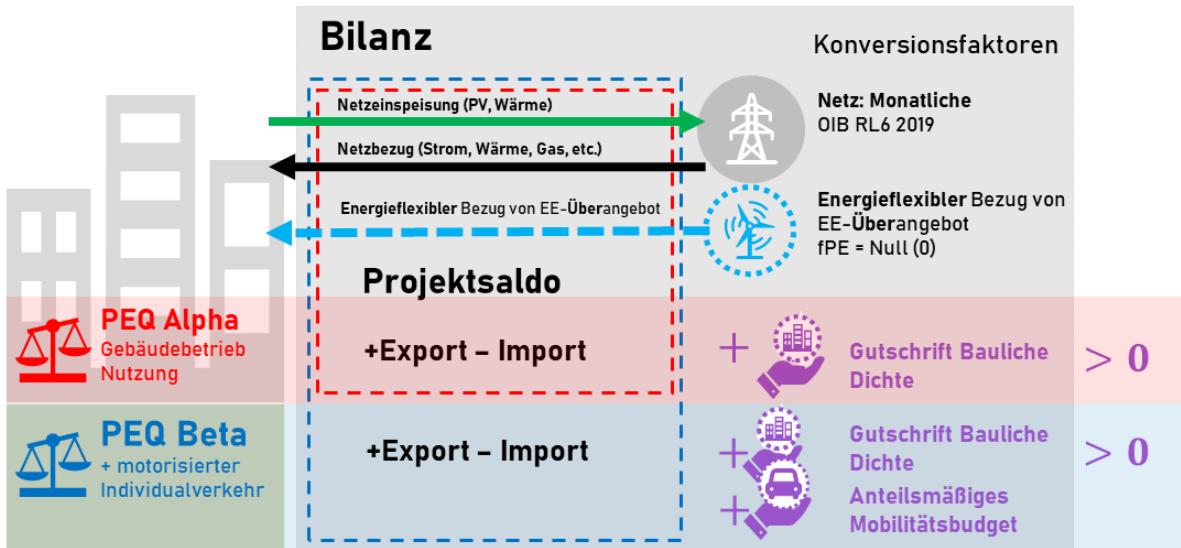


Abbildung 17 Bilanzierungsschema

Tabelle 11 Art der Zielwerte je Systemgrenze

Systemgrenze	Zielwert
PEQ Alpha (Betrieb)	Primär-Energie-Saldo (Export – Import) ³¹ $> \text{minimum} \left\{ 1,63 \left(\frac{38}{GFZ^{32}} + 0,15 \right) - 33 \right\}$ kWh PE _{ges.} /m ² _{NGF/a}
PEQ Beta (inkl. Alltagsmobilität)	Primär-Energie-Saldo (Export – Import) ³³ $+ Gutschrift Beta > \text{Zielwert Alpha}$ kWh PE _{ges.} /m ² _{NGF/a}
PEQ Omega (inkl. graue Energie)	Treibhausgas-Emissionsbilanz $+ Gutschrift Omega > 0$ kg CO ₂ eq./m ² _{NGF/a}

Bezugsgröße ist bei allen Zielwerten die **Netto-Grundfläche** (m²_{NGF}).

Im Rahmen des Projekts wurden die möglichen Systemgrenzen von Alpha auf Beta (d.h. inklusive individuelle Alltagsmobilität) und Omega (d.h. inklusive Graue Energie und Emissionen des Quartiers)

³¹ Energieflüsse **in** das Quartier werden **negativ** bilanziert (z.B. Netzstrombezug und Fernwärmе), Energieexporte über die Systemgrenze werden **positiv** bilanziert (z.B. PV-Überschüsse)

³² Die Geschoßflächenzahl (GFZ) stellt das Verhältnis der Summe der Brutto-Grundflächen aller Geschosse zur Grundstücksfläche dar

³³ Energieflüsse **in** das Quartier werden **negativ** bilanziert (z.B. Netzstrombezug und Fernwärmе), Energieexporte über die Systemgrenze werden **positiv** bilanziert (z.B. PV-Überschüsse)

erweitert. Im Folgenden wird dargestellt, wie die Zielwerte für die sich konzentrisch erweiternden Systemgrenzen im Detail definiert und begründet sind.

2.5.1 Systemgrenze PEQ Alpha: Betrieb und Nutzung

Der ursprüngliche Zielwert für PEQ Alpha aus dem Vorprojekt Zukunftsquartier 1.0 wurde adjustiert, um der Erreichbarkeit bei weniger dichter Bebauung bei niedriger GFZ besser gerecht zu werden. Zusätzlich wurde eine Grenze für den Zielwert bei sehr kleinen GFZ < 0.2 mit 100 kWh/m²BGF bzw. 125 kWh/m²NGF eingeführt:

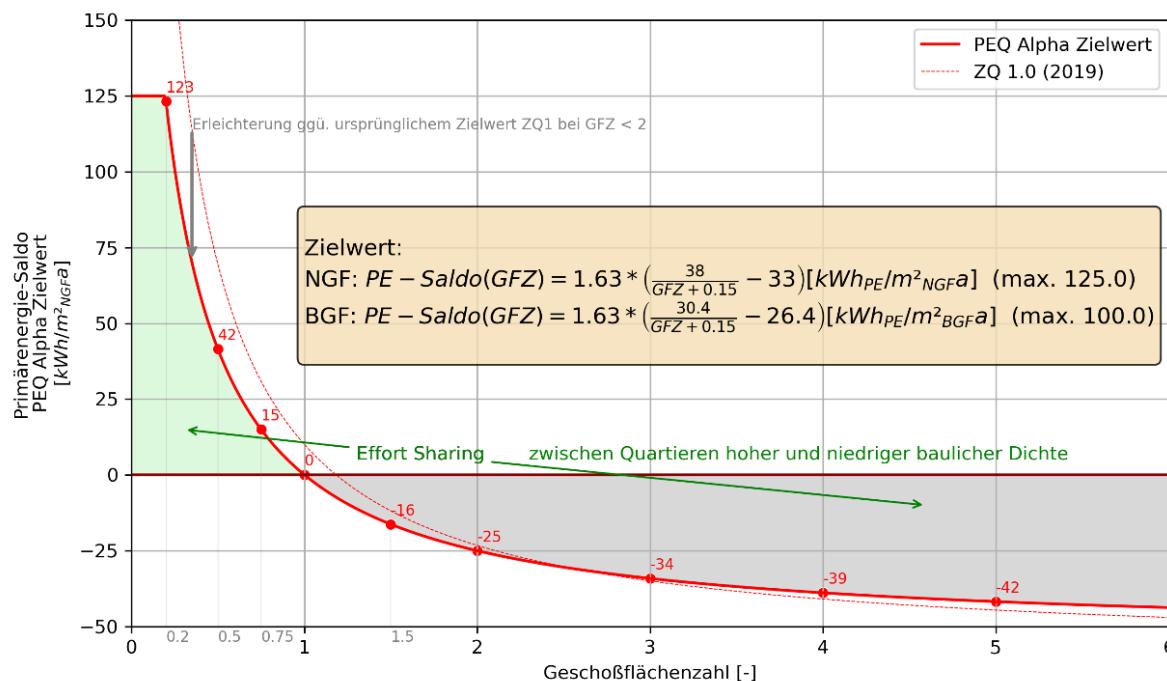


Abbildung 18 Zielwert der Systemgrenze Alpha (Betrieb + Nutzerstrom) in Abhängigkeit der Geschoßflächenzahl (Rote Linie). Der Primärenergie-Saldo des Projekts muss in PEQ Alpha den hier dargestellten Zielwert überschreiten, um zusammen mit der Dichte-Gutschrift selber Größe und umgekehrten Vorzeichens eine insgesamt positive PE-Bilanz zu erreichen. Im Vergleich zum ursprünglichen Zielwert sind die Anforderungen an Quartiere mit niedrigerer Dichte und GFZ reduziert, ab einer GFZ unter ca. 0,2 ist der Zielwert auf 100 kWh/m²BGFa begrenzt. Bei einer GFZ von 1 ergibt die Zielwert-Funktion die klassische Anforderung der Positivität >0, bei höheren Dichten wird die Anforderung immer langsamer reduziert. Hier gibt es nur minimale Unterschiede zur ZQ1 Definition. Alle Quartiere, deren PE-Saldo über der roten Linie liegen, gelten als **PEQ Alpha**

Im Folgenden sind die Projektwerte der für die Quartiere betrachteten Varianten dargestellt. Hier ist auch ersichtlich, welchen Einfluss die bauliche Dichte auf die Streuung des Primärenergie-Saldo von Quartieren hat: Der vertikale Spread kommt durch die unterschiedlichen untersuchten Varianten eines Quartiers (meist konstanter GFZ) zustande. Von Konventionellen Varianten ohne lokale erneuerbare Erzeugung und Effizienzmaßnahmen am unteren Ende des Spektrums bis zu „Maximal“-Varianten auf der oberen Seite, die auf Wärmepumpensysteme für Heizen und Kühlen und WW-Bereitung setzen, und energieflexibles DSM und das maximale technische PV-Potential betrachten. Letzteres wurde projektbezogen festgelegt, es bestehen daher teilweise starke Unterschiede in der Auslegung, wodurch die Maximal- und Minimalvarianten der Quartiere nicht unmittelbar miteinander vergleichbar sind. Die Darstellung aller betrachteten Quartiersvarianten als einen Punkt auf dem GFZ-

PE-Saldo Diagramm zeigt aber den Zusammenhang mit der baulichen Dichte und dem daraus abgeleiteten Zielwert.

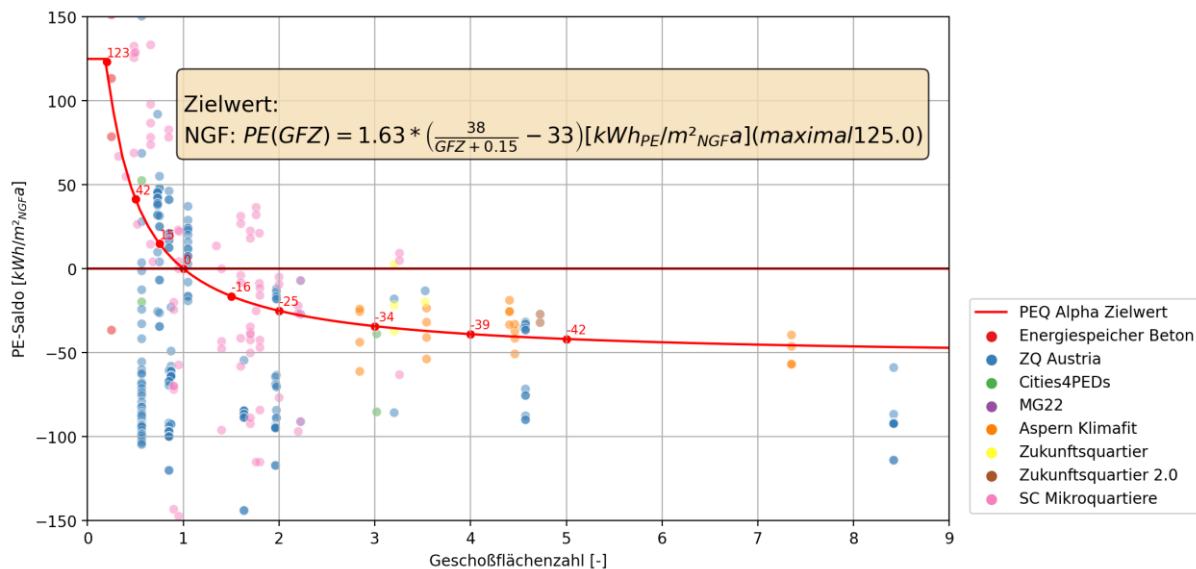


Abbildung 19 Gegenüberstellung der Ziel- und Projektwerte der untersuchten Quartiere für Systemgrenze PEQ Alpha (Forschungsprojekte farblich markiert).

2.5.1.1 Herleitung

Das folgende Kapitel stellt dar, wie die Funktion des Zielwerts der Systemgrenze Alpha in Tabelle 11 und Abbildung 18 zustande kommt. Es baut dabei auf die Ergebnisse des Vorprojekts Zukunftsquartier (Schöfmann et al., 2020b) auf und fasst dazu die wesentlichen Ergebnisse zusammen:

Ausgehend von einer Bilanz aus Energiebedarf und lokaler Erneuerbarer Erzeugung, wird die Abhängigkeit von der baulichen Dichte (GFZ) folgendermaßen hergeleitet:

$$PEB = EE - EB \quad (1)$$

PEB ... Primärenergiebilanz [kWh/a]³⁴

EE ... erneuerbare Energieerzeugung innerhalb der Systemgrenze, EB XE "EB" |t
"Energiebedarf" ... berücksichtiger Energiebedarf innerhalb der Systemgrenze

Bezogen auf die jeweilige Bezugsfläche:

$$PEB = f_{EE} GF - f_{EB} BGF \quad mit \quad (2)$$

GF ... Verfügbare Grundstücksfläche [m^2_{GF}]

BGF ... Brutto – Grundfläche [m^2_{BGF}]

f_{EE} ... Primärenergiesubstitutionspotential ern. Energiequellen pro Grundstücksfläche [$kWh/(m^2_{GF} a)$]

f_{EB} ... Primärenergiebedarf des Gebäudebetriebs pro Brutto – Grundfläche [$kWh/(m^2_{BGF} a)$]

³⁴ Ob die Primärenergie gesamt, nicht erneuerbar oder die Endenergie über die Systemgrenze bilanziert wird, ist Frage der Gewichtung, spielt aber für diese Ableitung keine Rolle.

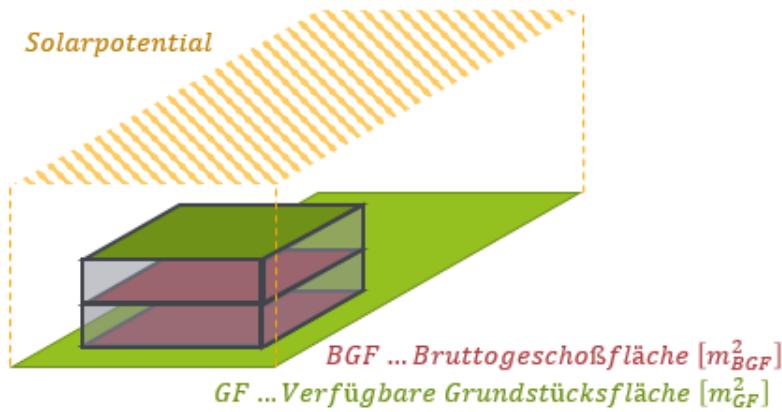


Abbildung 20: Das verfügbare erneuerbare Erzeugungspotential hängt allgemein mit der Grundstücksfläche zusammen, der benötigte Energiebedarf hingegen mit der Brutto-Grundfläche (Schöfmann et al., 2020b)

Division durch die Bruttog-Grundfläche unter Verwendung von

$$GFZ = \frac{BGF}{GF} \dots \text{Geschoßflächenzahl} [-]$$

ergibt die spezifische Primärenergiebilanz auf der linken Seite als invers proportional zur Geschoßflächenzahl:

$$PEB(GFZ) = f_{EE} \frac{1}{GFZ} - f_{EB} \left[\frac{kWh}{m^2_{BGF} a} \right] \quad (3)$$

Noch einmal (Schöfmann et al., 2020b):

„Die Annahme konstanter Werte sowohl für das spezifische Primärenergieangebot als auch für den Bedarf ist eine Vereinfachung, bei der die Standortmerkmale, das Klima und die spezifische Verfügbarkeit bestimmter Technologien nicht berücksichtigt werden. Die Parameter vermitteln jedoch ein allgemeines Maß der Erreichbarkeit innerhalb eines bestimmten klimatischen und technologischen Bezugsrahmens. Sie sind in dieser Hinsicht vergleichbar mit der Abhängigkeit des gesetzlich geforderten Zielwerts des Heizwärmebedarfs von der Kompaktheit des Gebäudes – vergleiche (OIB RL6, 2019). Beide stellen einen physikalischen Zusammenhang dar, der mit technisch realisierbaren Zielwerten innerhalb eines bestimmten klimatischen und technologischen Rahmens verknüpft ist.“

2.5.1.2 Parametrisierung

Da es sich bei den Kurvenparametern der Zielfunktion f_{EE} und f_{EB} um konzeptionelle Größen handelt, ist eine wissenschaftlich deterministische Festlegung nicht zielführend. Stattdessen ist es zielführend, sie als **Stellgrößen für das Effort Sharing** zwischen dünn- und dicht bebauten Quartieren zu betrachten. Ihre **Festlegung erfolgt politisch** im Rahmen technisch-wirtschaftlicher Machbarkeit.

Ein Vergleich mit Tabelle 11 und Abbildung 18 zeigt, dass die Faktoren mit ca.

$$f_{EE} \approx 30,4 \frac{kWh_{PE}}{m^2_{GF}}, \quad f_{EB} \approx 26,4 \frac{kWh_{PE}}{m^2_{BGF}}$$

parametrisiert wurden. Dazu ist wichtig folgendes festzuhalten:

Die Parametrisierung ist *keine quantitative Abbildung des technischen Potentials eines Quartiers in Abhängigkeit der GFZ*.

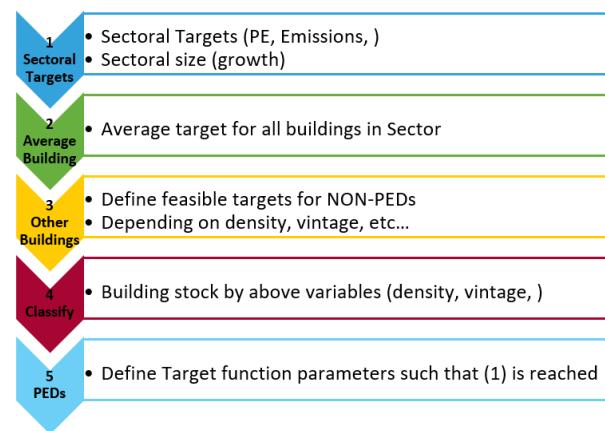
Die Parametrisierung ist durch das technische Potential lediglich motiviert, die Höhe der Faktoren ist aber deutlich niedriger, als die tatsächlichen technischen Potentiale und Bedarfe. Ihre Höhe leitet sich aus dem resultierenden Effort-sharing ab, das sich dadurch im Österreichischen Gebäudesektor ergibt.

Es ist wichtig, festzuhalten, dass die Parametrisierung des PEQ Alpha Zielwerts (bzw. gleichbedeutend der „Dichte-Gutschrift“ in der Energiebilanz) lediglich einen kleinen Teil der technischen Potentialdifferenz operationalisiert. Dadurch sind im Vergleich möglicher Quartierskonfigurationen auch einige Projektvarianten in der Lage, den Zielwert – teilweise deutlich – zu übertreffen. Es ist wichtig, sich vor Auge zu halten, dass das allerdings zumeist Varianten mit zwar technisch möglicher PV-Ausstattung sind, die aber in den derzeitig vorherrschenden Projektsituationen aus wirtschaftlichen Gründen nicht weiter verfolgbar sind.

In diesem Zusammenhang sei auch noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei der Höhe der Zielwertanpassung in Form der „Dichte-Gutschrift“ bereits um nötige Anpassung zur Erreichung des Zukunftsszenarios handelt, während die Projektwerte von Beispielquartieren lediglich die technische Machbarkeit der Vergangenheit wiedergeben, woraus sich für die zukünftige Machbarkeit noch zusätzliche Reserven ergeben.

Die Parametrisierung wird entlang der folgenden Schritte vollzogen:

Top Down Approach



© 2021 FH Technikum Wien

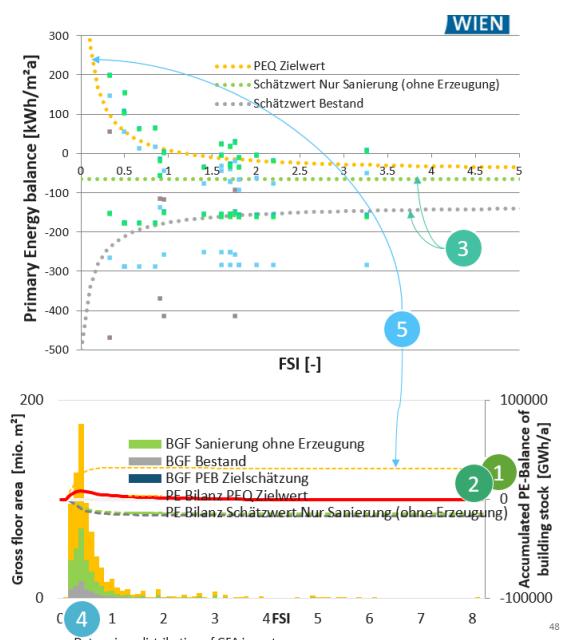


Abbildung 21 Methodik der Parametrisierung

Das Ziel des Gebäudesektors ermittelt sich dabei aus der Top-Down Betrachtung des 100% erneuerbaren Energieszenarios Österreich 2040 und der Aufteilung entsprechend der eingangs vorgestellten bilanziellen Zuordnung von Erzeugung und Bedarfssektoren.

Tabelle 12 Parameter des umliegenden Energiesystems

		Quelle
Strombedarf des Gebäudesektors 2040 für Betrieb und MIV nach Abzug der Gutschrift aus sektoraler Zuteilung	137,6 PJ/a	(Schneider et al., 2020) auf Basis von (Streicher et al., 2010)
Technisches Potential Gebäudesektor 2030	48,24 PJ/a	(Fechner, 2020)
Allokationszenario		
Ziel Photovoltaik 2040 (Allokation am Gebäude)	114,8 PJ/a	(Schneider et al., 2020) auf Basis von (Streicher et al., 2010)
Strombilanz Zielwert des Gebäudesektors	-22,7 PJ/a	

Mit der Annahme folgender Sanierungsarten und -Klassen ergeben sich damit über alle GFZ des Gebäudesektors folgende Parametrisierung:

$$\text{Strombilanz} = \min\left(\frac{f_{EE}}{GFZ + dx} - f_{EB}, \text{cutoff}\right)$$

	Anteil	Stromertrags- Potential	Strombedarf	Cutoff	Stromsaldo
		f_{EE}	f_{EB}	dx	
		$\frac{kWh_{EE}}{m_{GF}^2}$	$\frac{kWh_{EE}}{m_{BGF}^2}$	$\frac{m_{BGF}^2}{m_{GF}^2}$	$\frac{kWh_{PE}}{m_{BGF}^2}$ PJ/a
Unsaniert	0%	-1,0	50	0,15	- 0
Thermische Sanierung	40%	0,0	38,5	0,15	- -42,16
NZEB Sanierung mit PV	20%	30,4	35	0,15	13 -3,69
Mindestanteil					
PEQ Sanierung	20%	30,4	26,4	0,15	62 +11,55
PEQ Neubau	20%	30,4	26,4	0,15	62 +11,55
Summe					-22,7

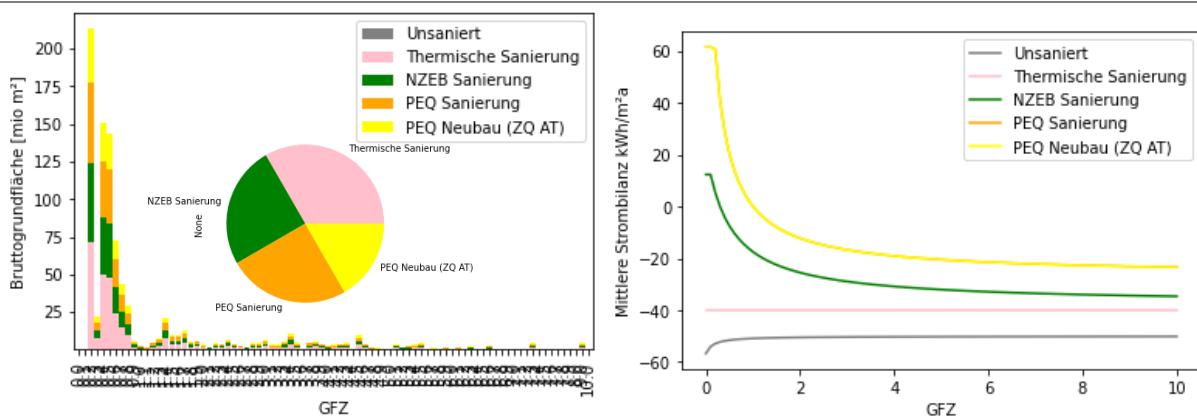


Abbildung 22 Aufteilung der Gebäudetypen und deren mittlere Strombilanz

2.5.2 Systemgrenze PEQ Beta: Mobilität

National wie international stehen sich konträre Meinungen gegenüber, ob und in welcher Form die **Mobilität** als Energiedienstleistung in die betrachtete Systemgrenze eines Plus-Energie-Quartiers Eingang finden soll.

Argumente **FÜR** die Inklusion in die Systemgrenze sind:

- Es entspricht einer vollständigeren Bilanzierung aller Energie- und Emissionsbelastungen
- Die Qualität des Standorts in Form der dadurch induzierten Alltagsmobilität kann bewertet werden
- Konkrete Maßnahmen zur Reduktion der Alltagsmobilität beziehungsweise der dadurch verursachten Emissionen wie Mobility-Sharing Angebote, Ladeinfrastruktur für E-cars, usw. sollten quantitativ bewertbar sein
- Synergien von E-Mobilitäts-Ladeinfrastruktur durch dynamische Betrachtung tatsächlicher Ladezeiten und PV-Überschüssen im Quartier und die Vorteile energieflexiblerer Quartiere können dadurch abgebildet werden

Argumente **DAGEGEN** sind primär:

- Fehlende Daten und Methoden, um die Energiebilanzen und Emissionen des Verkehrs zuverlässig und ohne großen Aufwand und Unsicherheit zu ermitteln
- **Der Plus-Energie-Standard wird dadurch maßgeblich erschwert bis unmöglich** (gemeint im Sinn einer strikt positiven Energiebilanz)
- Der Handlungsspielraum für Bauträger ist deutlich eingeschränkt. Stattdessen müssen primär Gemeinde bzw. Städte Vorgaben und ggf. Maßnahmen außerhalb des Baufeldes setzen.

Die Systemgrenze **PEQ Beta** ist der Versuch, die PEQ Definition um die Schale der Alltagsmobilität im Sinne der oben genannten Argumente zu erweitern, OHNE die Erreichbarkeit einseitig zu erschweren. Dafür wurde folgende Methode entwickelt, die für alle Quartiere und Siedlungen Österreichs zu Beginn der Projektentwicklung ohne wesentlichen Aufwand angewendet werden kann: Konkret geschieht dies unter Berücksichtigung zweier zusätzlicher Komponenten in der Primärenergie-Bilanz:

1. **Energiebedarf**, der durch das Quartier induzierten **privaten Alltagsmobilität** (statistisch projeziert). Dieser ist in der Zukunftsquartier Operationalisierung abhängig von der ÖV-Anbindung des Standorts, sowie der Nutzungsmischung im Quartier wodurch sich ein quartierspezifisches Mobilitätsprofil und damit verbundener Energiebedarf ergibt.
2. **Mobilitäts-Energie-Budget** als bilanzielle Gutschrift aus dem umliegenden erneuerbaren Energiesystem (Überschuss aus zentraler erneuerbarer Produktion! Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.), die dem Quartier je geschaffener Nutzfläche vergeben wird.³⁵

Gemeinsam mit dem dichteabhängigen Zielwert von PEQ Alpha erfüllt PEQ Beta damit die zentrale Anforderung des ZQ Ansatzes: Die Anknüpfung an das erneuerbare Energiesystem und die Abbildung des Effort-Sharings innerhalb des Gebäudesektors Österreichs.

Was ist das „Verkehrsbudget“ eines Gebäudes allgemein und eines Plus-Energie-Quartiers?

³⁵ Zur Ableitung dieser Gutschrift siehe (Schneider et al., 2020)

Die Einbindung der Alltagsmobilität ohne einseitiges Erschweren der Zielwerte setzt voraus, dass es ein konkretes Energie-Budget gibt, das zur Deckung der Mobilitätsbedarfe herangezogen werden kann und **nicht direkt am Standort geschaffen werden muss**.

Wie sieht dieses Budget aus und woher kommt es? Diese Frage kann beantwortet werden, indem das Quartier im Kontext des gesamten nationalen Energiesystems „Top-Down“ betrachtet wird: Geht man gemäß der aktuellen Gesetzeslage davon aus, dass Österreich 2040 zu 100% erneuerbar sein wird, so lässt sich für projizierte Energieversorgung und Verbraucher ein sektorales Budget identifizieren, das PRO PERSON zur Deckung der privaten Alltagsmobilität herangezogen werden kann. Folgende Abbildung illustriert die nationale Zuordnung, wie in (Schneider et al., 2020) modelliert:

Szenario: 100% Erneurbares Österreich 2040

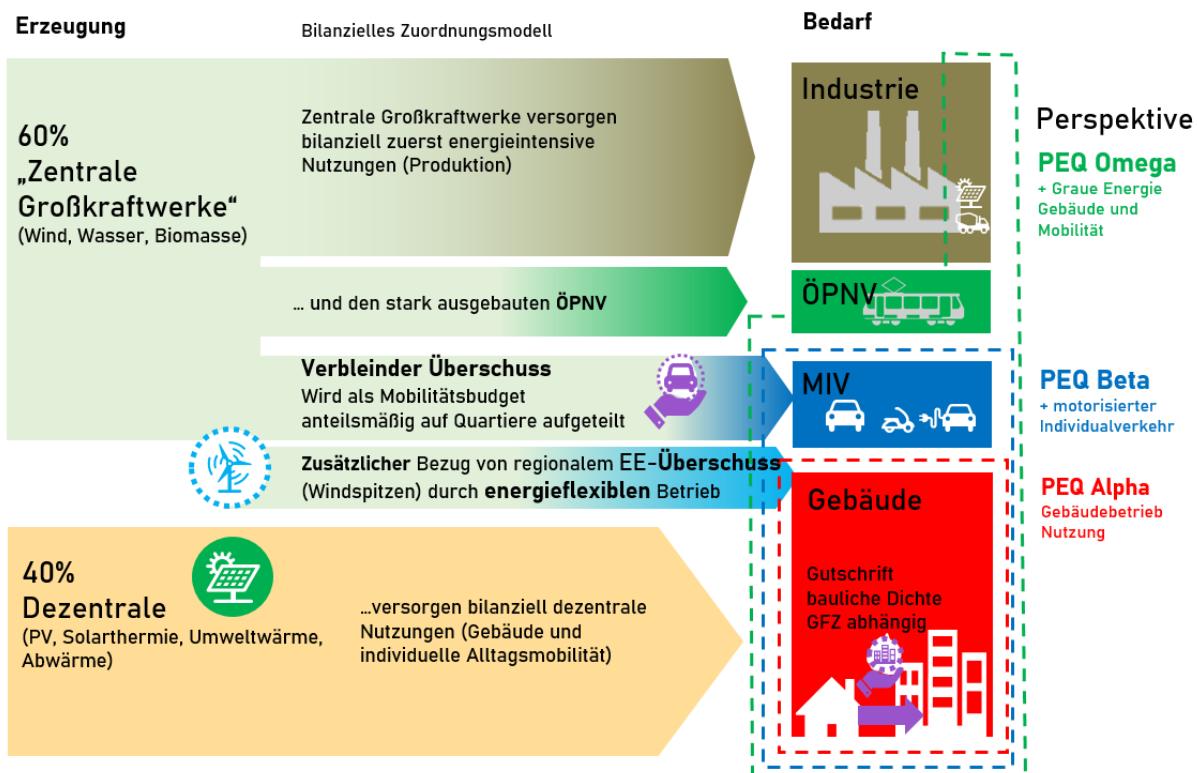


Abbildung 23 Schematische Darstellung der Systemgrenzen des Gebäudesektors in Beziehung mit den umliegenden Sektoren des zukünftig erneuerbaren Energiesystems. Hier ergibt sich ein bilanzieller „Überschuss“, der pro Kopf auf den gesamten Gebäudesektor mit Systemgrenze PEQ Beta, sprich inklusive individueller Alltagsmobilität verteilt werden kann. Die Quantifizierung des Überschusses ist in (Schneider et al., 2020) dargestellt.

Der Überschuss (oder das Defizit³⁶) aus erneuerbaren Großkraftwerken wird an die gesamte Wohnbevölkerung Österreichs verteilt. Die oben dargestellte bilanzielle Aufteilung der erneuerbaren Energieerzeugung in Österreich 2040 ergibt aus den regionalen „zentralen Großkraftwerken“ einen

³⁶ In Österreich ergibt sich in den meisten Szenarien zukünftiger 100% erneuerbarer Energieversorgung ein Überschuss aus zentralen Kraftwerken und damit ein Bonus für das einzelne Quartier. Österreich ist hier vor allem durch die große Menge an Wasserkraft in einer sehr günstigen Situation. In anderen Energiesystemen kann es aber auch zu einem Defizit kommen und einen verstärkten Einsatz dezentraler Anlagen notwendig machen. Unter der Annahme, dass diese auch gleichverteilt dem Gebäudesektor zuzurechnen sind, ergibt sich damit ein zusätzlicher Malus. Ein Quartier in PEQ Beta muss dann nicht nur seine lokale individuelle Alltagsmobilität decken, sondern auch das umliegende Energiesystem mit zusätzlichem lokalen erneuerbaren Überschuss stützen.

Strom-Überschuss von 6,3 TWh EE/a und einen Überschuss aus Biomasse von 0,36 TWhEE/a, bzw. einen insgesamten Primärenergie-Überschuss von 10,7 TWhPE/a zur Verwendung für den MIV in den Quartieren³⁷.

Tabelle 13 Zentraler Überschuss als Budget zur Deckung privater Alltagsmobilität in Österreich pro Person

Erneuerbare Großkraftwerke	
Elektrisch (Wind, Wasserkraft)	6,3,0 TWh/a
Biomasse	0,36 TWh/a
Tiefe Geothermie	0,0³⁸ TWh/a
Personenanzahl 2050	9 000 000

Personen (Wohnbevölkerung)	
Dieser Überschuss wird auf alle Siedlungs- und Quartiersflächen in Österreich aliquot gemäß dem durchschnittlichen österreichweiten Anteil dieser Nutzung am Zielverkehr aufgeteilt: So sind etwa 50% der Wege aller Österreicher*innen nach Hause, zur Nutzung Wohnen. Diese Wege bekommen demnach auch einen 50%igen Anteil an der Gutschrift. Bezogen auf die in Österreich insgesamt vorhandenen Flächen jeder Nutzung ergibt sich durch Division folgende flächenbezogene Gutschrift:	

Tabelle 14 PEQ Beta Mobilitätsgutschrift je Nutzung

	österreichweiter Anteil am Zielverkehr ³⁹	Gutschriftsanteil <i>TWh PE_{ges}/a</i>	Nutzflächen in Österreich <i>mio m²_{NGF}</i>	PEQ Beta Mobilitätsbudget <i>kWh PE_{ges}/m²_{NGF}/a</i>
Wohnen	50%	5,30	375,6	14,11
Büro	21%	2,20	53,1	41,47
Ausbildung	3%	0,29	22,5	12,93
Handel & Sonstige	27%	2,89	96,5	29,97
Summe	100%	10,68	547,8	

Der **Energiebedarf des motorisierten Individualverkehrs** muss über eine österreichweite statistische Zuordnung von Nutzflächen zu Einwohner*innen und deren durchschnittlichen Personenjahreskilometern wie im Kapitel 3.12 dargestellt erfolgen.

Ein Vergleich zwischen den Gutschriften je Bezugsfläche der einzelnen nutzungen mit zwei Szenarien zur Deckung der individuellen Alltagsmobilität zeigt folgendes Bild. Es ist zu sehen, dass die Gutschrift **durchschnittlich nicht ausreicht, um den Energiebedarf** der privaten Alltagsmobilität zu decken. Im Allgemeinen ist PEQ Beta damit schwieriger zu erreichen als PEQ Alpha und damit ambitionierter. Im Speziellen hängt der Energiebedarf jedoch über die standortabhängige ÖV-Qualität vom verbleibenden Anteil des MIV ab und kann um bis zu 50% nach oben und unten vom österreichischen Mittelwert abweichen. Diese Zuordnung hat den Effekt, dass in "ländlichen" Gebieten mit schlechter

³⁸ Derzeitige Annahme keiner in absehbarer Zeit bis 2030 erschlossenen nennenswerter Potentiale

³⁹ Quelle: Herry Consult, 2017. Anhang um Urban Area Parameter Bericht AP4&6 Mobilität auf Basis von *Österreich Unterwegs 2013/14*

Erschließung durch ÖV der Zielwert schwerer zu erreichen ist als in "städtischen" Gebieten mit höherer ÖV-Dichte.

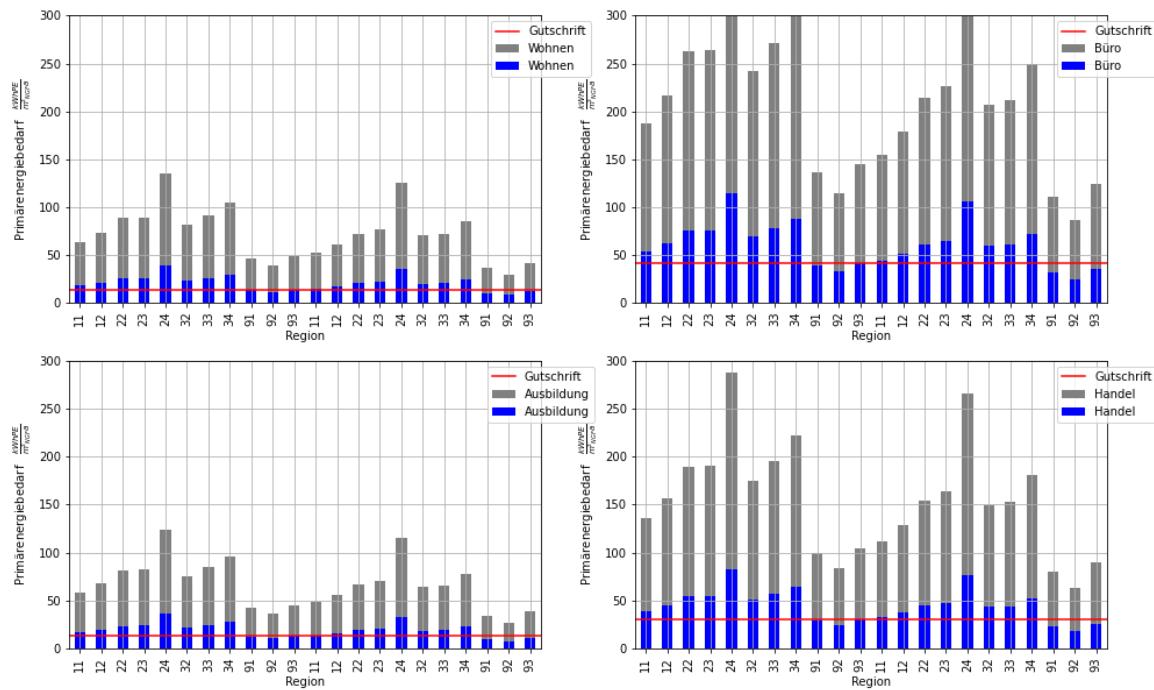


Abbildung 24: Vergleich zwischen Energiebedarf bei 100% fossiler (grau) und 100% elektrischer (blau) Alltagsmobilität je Regions-ÖV-Typ (links Ausgangsdaten 2014 und rechts optimiert). Die Mobilitätsgutschrift ist als Rote Linie dargestellt und ist anteilmäßig für alle Nutzungen gleich.

2.5.2.1 Diskussion

Warum wird aliquot je Nutzflächen aufgeteilt und nicht pro Person?

Der Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass weder die resultierende Gutschrift, noch der durch das Quartier induzierte Mobilitäts-Energiebedarf von der tatsächlichen Belegungsdichte und Anzahl der Nutzer*innen im Quartier abhängt. Der Ansatz ist dadurch einheitlicher und nicht abhängig von der in der Praxis methodisch schwierig zu erhebenden tatsächlichen Personendichte im Quartier.

2.5.2.2 Warum nur die individuelle Alltagsmobilität?

Ein Leitziel der PEQ Definition ist das Subsidiaritätsprinzip, nachdem die kleinstmögliche Einheit in einem System die größtmögliche Eigenständigkeit in der Aufgabenbewältigung haben sollte.

Für ein Quartier ist das durch seinen Standort und entsprechende Angebote an individuellen Mobilitätsformen gut möglich.⁴⁰ Es macht daher Sinn, die Deckung und Schaffung von Angeboten für die individuelle Alltagsmobilität im Verantwortungsbereich des Quartiers zu verorten.

Öffentlicher Verkehr ist hingegen ein übergeordneter Mode of Transport, der primär dazu dient Quartiere untereinander und mit weiteren Verkehrsmitteln zu verbinden. Die Erreichbarkeit eines Quartiers oder Siedlung kann stark von der Erschließung mit öffentlichem Verkehr abhängen,

⁴⁰ Etwa durch Sicherstellung von kurzen Wegen und entsprechender Dichte an Nahversorgern im Quartier, Mobilitätsangeboten wie ausreichenden und rollend erreichbaren Fahrradabstellplätzen, Sharing und Mietangeboten von (E-)Lastenrädern und E-Cars

umgekehrt können Projektentwickler nicht zwangsläufig, sondern eigentlich nur in Ausnahmefällen auf die Gestaltung des öffentlichen Verkehrs Einfluss nehmen.

Für öffentlichen Verkehr ist darüber hinaus energieintensivere Infrastruktur notwendig, die über dem Quartier hinaus auch der Allgemeinheit dient. Es erscheint daher sinnvoller, die energetische und emissive Budgetierung des öffentlichen Verkehrs auf einer höheren Ebene als der des Quartiers vorzunehmen. Diese Budgets könnten wiederum auf die Quartiere allokiert werden, allerdings stellt sich damit erneut die nicht triviale Frage der Allokationsmethode, die für ÖPNV noch einmal komplexer als für individuelle Alltagsmobilität ist, weil die Belegungsdichte und die Zuordnung von Fahrten zu Nutzen weniger eindeutig ist. Auch der Zeitpunkt der Betrachtung spielt hier eine große Rolle, da Quartiersprojekte und deren Erschließung mit ÖPNV nicht immer zeitgleich und nach ursprünglich gefasstem Plan erfolgen.⁴¹

2.5.2.3 Wo ist der Lieferverkehr?

Durch die Unterscheidung in **Individuellen und öffentlichen Verkehr** ist es auch möglich, den Lieferverkehr in einem Quartier mitabzubilden. Nämlich dann, wenn die zugrundeliegenden Jahresverkehrsleistungen die beruflichen Wege inkludieren. Dies ist in der entwickelten Operationalisierung wie in Kapitel 3.9.4 dargestellt mit den verwendeten Daten von Österreich Unterwegs der Fall.

2.5.3 Systemgrenze PEQ Omega: Graue Energie und Emissionen

Die Systemgrenze PEQ Omega stellt die finale Schale der ZQ Definitionsmethodik dar. Sie soll es ermöglichen, die gesamten klimawandelbezogenen Umweltauswirkungen eines Quartiers bilanzierbar und mit einem Zielwert vergleichbar zu machen. Damit wird eine Aussage darüber ermöglicht, ob das Quartier kompatibel mit den zukünftigen Ansprüchen einer klimafitten, emissionsneutralen Gesellschaft ist und keine weiteren Nachrüstungen benötigt.

Auf die konkreten Annahmen wird im Weiteren noch eingegangen, es sei aber vorausgeschickt: Trotz oder gerade wegen der methodischen Komplexität ist es heute notwendiger denn je mit der quantitativen Verknüpfung von (inter-)nationalen und individuellen Klimazielen jeder einzelnen Person zu beginnen und sie dort zu verorten und sichtbar zu machen, wo dafür – wie im Falle der Quartiersplanung – auch konkreter Handlungsspielraum besteht und wesentliche Weichenstellungen für das Erreichen der 2040 Klimaziele möglich sind.

Der Grenzwert für 2040, bzw. daraus abgeleitet für 2023 wird aus einer Darstellung zum aktuellen konsumbasierten CO₂e Fußabdruck und dem Zielwert 2050 (bzw. in Österreich 2040) abgeleitet. Die in einer Studie im Auftrag der aspern 3420 für den Gebäude/Quartierssektor werden nachfolgend kurz dargestellt.⁴²

⁴¹ Wie jüngst am Beispiel der Seestadt Aspern und der Stadtstraße, wie auch anderen ÖPNV Projekten in Floridsdorf und Donaustadt zu sehen ist

⁴² Quelle: Zelger, Leibold, Schneider, Stukey, Holzer, Drexel, Becker, Schöfmann 2020: Studie aspern klimafit im Auftrag aspern 3420. FHTW, IBRI, Becker, Drexel reduziert, UIV.

Aus dem globalen Grenzwert 2050 von 1 t CO₂e/Mensch und Jahr⁴³ werden auf der Grundlage der Detailsektoren des (konsumbasierten) Fußabdrucks 2020 die Anteile des im Gebäudebereich beeinflussbaren Anteils ermittelt.

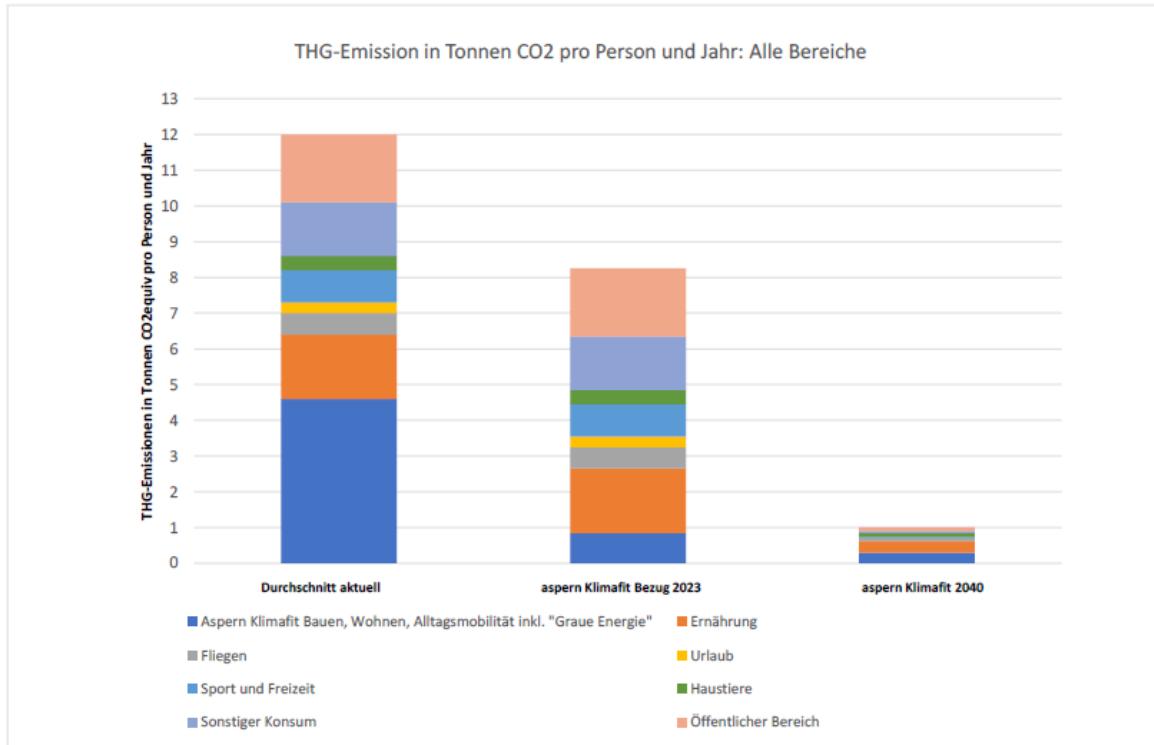


Abbildung 8: Bereiche aspern klimafit in Blau.

Die im Zuge von gebäude-/quartiersabhängigen Maßnahmen beeinflussbaren Bereiche sind beschränken sich auf etwa gut ein Drittel des gesamten Fußabdrucks wie nachfolgend im Detail dargestellt.

⁴³ Dieser Wert ist keineswegs unumstritten. Unumstritten ist, dass es auch 2050 noch eine Kapazität der „Absorption“ von CO₂ geben wird. Inwieweit dieser höherer oder niedriger sein wird, hängt von einer Vielzahl von Prozessen ab (sowohl menschlicher wie auch in Bezug auf die „Kipppunkte“ und deren Auslösung)

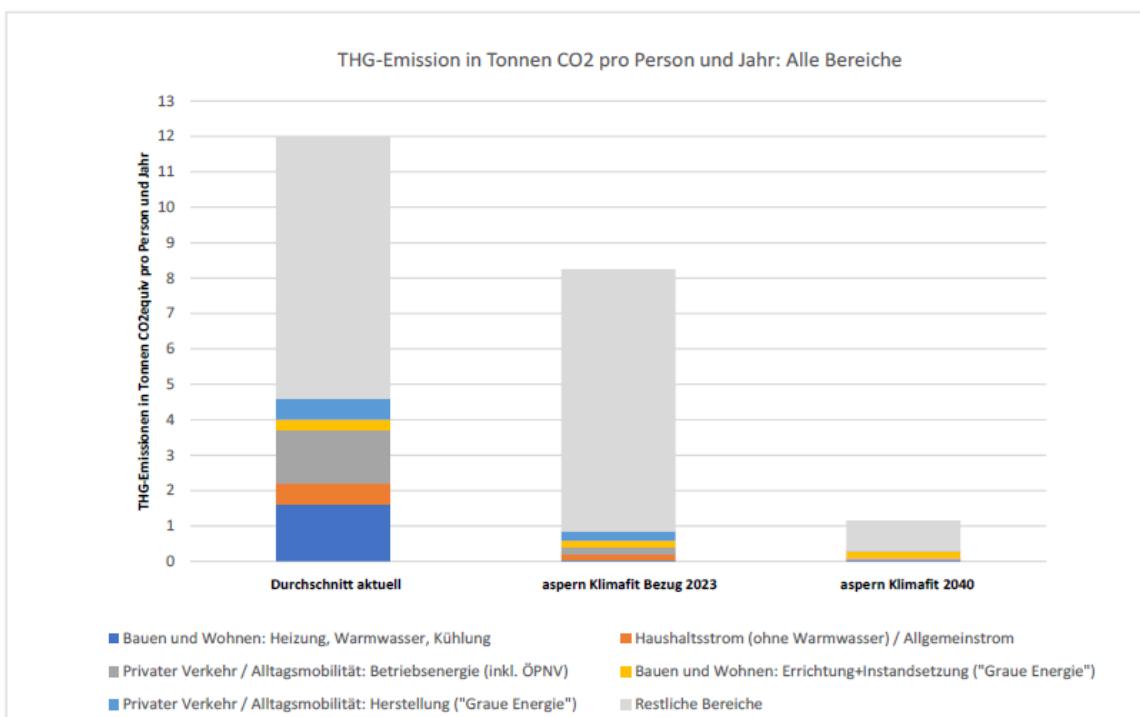


Abbildung 7: Darstellung des Gesamt- CO₂eq - Fußabdrucks im Durchschnitt und für aspern klimafit 2023 und 2040

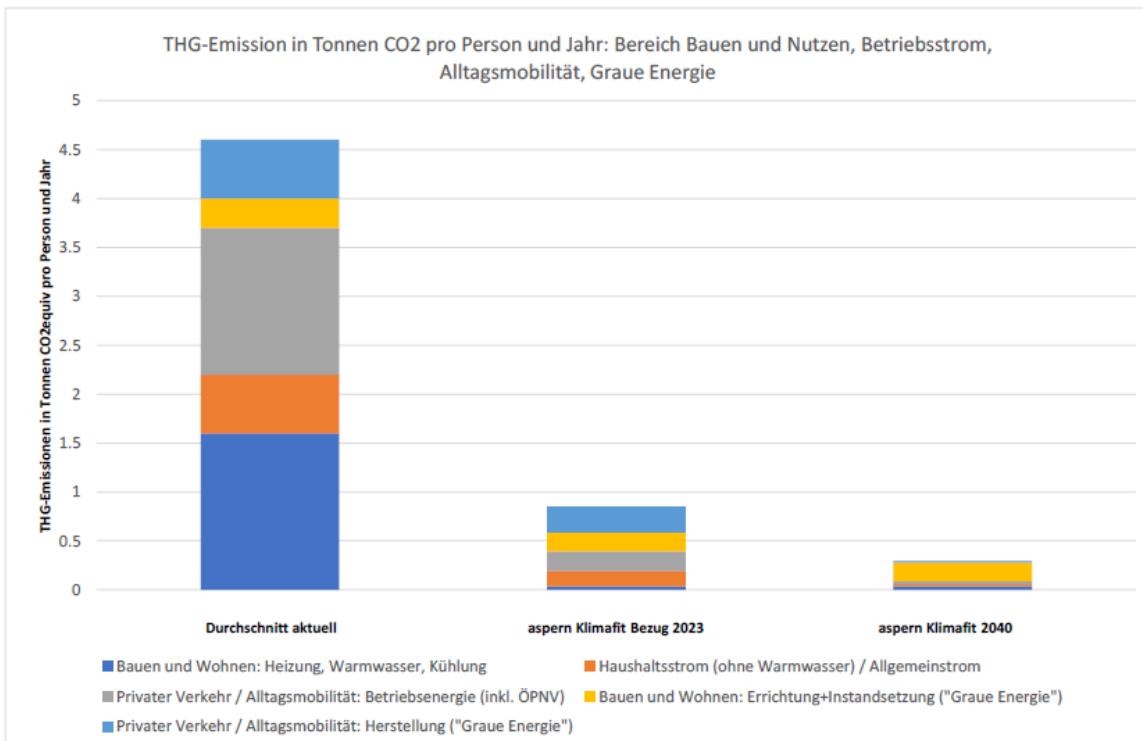


Abbildung 6: Durchschnittlicher CO₂eq Fußabdruck eines Mitteleuropäers für die Bereiche Bauen und Wohnen, Betriebsstrom, Alltagsmobilität, „graue Energie“. Im Vergleich dazu aspern klimafit Standard im Jahr des Bezugs (Konversionsfaktoren 2019) und 2040.

Der Kennwert 2040 (Österreich klimaneutral) für den Bereich „Gebäude“ und Alltagsmobilität liegt damit auf 0,29 t CO₂equiv/EW a in Österreich. Im Jahr 2023 müssen 0,8 t CO₂equiv/EW a

55 Vorabzug, ohne explizite schriftliche Freigabe durch FHTW nicht weiterleiten

unterschritten werden, damit mit der unterlegten Transformation externer Energie-Infrastrukturen (siehe Szenarien klimaneutral, bilanziell erneuerbare Stromversorgung 2030, Phase out fossile Energieträger bis 2040 etc) die Grenze von 0,29 t CO2equiv/EW unterschritten werden kann. D.h. wenn ein Gebäude oder Quartier im Jahr 2023 auf dem „Pfad klimafit“ aufgesetzt wird, sind die lokalen Erfordernisse abgedeckt. Abgesehen von Instandsetzungsprozessen sind keine weiteren Maßnahmen lokal erforderlich.

Wenn ein Quartier (Gebäude) 2023 klimafit ist, trägt es seinen erforderlichen Anteil zur Klimaneutralität 2040 in Österreich, bzw. weltweit 2050 bereits 2023 zu 100% bei!

In Bezug auf das persönliche CO2equiv Budget bedeutet dies, dass im Zeitraum von 2023 bis 2040 (17 Jahre) nur 9,26 t CO2equiv/EW emittiert werden. Der sehr niedrige Wert wird dann verständlich, wenn man die zeitliche Umsetzung über alle Gebäude und Quartiere Österreichs hinweg in den nächsten 17 Jahren mitbedenkt: D.h. eine möglichst zeitnahe Umsetzung in Neubau oder Sanierung hat den Nachteil, in der grauen Energie zu Baustoffen, Gebäudetechnikkomponenten oder Mobilitätsgeräten greifen zu müssen, die noch stark fossil geprägt ist. Andererseits spart diese bereits nach Fertigstellung der Maßnahmen massiv CO2equiv Emissionen ein.

Die Gutschrift für PEQ Omega 2023 beträgt laut obigen Ausführungen 0,8 t CO2equiv/EW a! Damit müssen alle Dienstleistungen laut Systemgrenze PEQ Omega gedeckt werden:

- Raumkonditionierung, Lüftung, Regelung, Haushalts- und Betriebsstrom, etc. (Systemgrenze PEQ Alpha)
- Zusätzlich zu PEQ Alpha Deckung motorisierte Individualmobilität (Systemgrenze PEQ Beta)
- Zusätzlich zu PEQ Beta Deckung öffentliche Alltagsmobilität, dazu graue Energie Gebäude über Lebenszyklus und der Alltagsmobilität (PEQ Omega)

Für ganz Österreich (Annahme vereinfacht 9.000.000 EW) ergeben sich damit 7.200.000 t CO2 equiv a), die ein insgesamt „klimaneutral“ umgesetzter Gebäude/Alltagsmobilitätssektor emittieren dürfte.

Für eine „faire“ Aufteilung werden die folgenden Leitlinien angesetzt:

- Quartiere mit hoher Flächeneffizienz (GFZ) bekommen in Bezug auf das CO2-Emissionsbudget eine Gutschrift. (Allokationsfaktor Dichte_PEQ_Omega)
- Neubauquartiere stellen zumindest zu einem Teil die Deckung von Wohn-, Arbeits-, Ausbildungs- oder Gewerbebedürfnissen sicher. Daher wird zumindest zu einem Teil das vorhandene CO2equiv Budget aus der Sanierung in den Neubau verschoben. (Allokationsfaktor Sanierung/Neubau_PEQ_Omega)
- Nutzungen abseits von Wohnen müssen mit einem deutlich höheren Aufkommen von Alltagsmobilität zurecht kommen. (Allokationsfaktor Zielorte Alltagsmobilität_PEQ_Omega)

Für eine transparentere Fassung der Grenzwerte werden diese von personenbezogenen Kennwerten auf die Nettogrundfläche (NGF) bezogen (Hinweis: Diese wird pauschal mit 80% der BGF (konditioniert) berechnet). In Summe über ganz Österreich und alle Nutzungen bleiben beide Ansätze gleich.

Der Allokationsfaktor Dichte wird in Anlehnung an die Allokation bauliche Dichte, PEQ Alpha, abgeleitet mit Umrechnung der primärenergetischen Gutschriften auf Emissionsäquivalenten. Die folgenden Annahmen werden vorab getroffen:

Allokationsfaktor Dichte: Umrechnung der primärenergetischen Gutschrift PEQ Alpha auf auf Emissionsäquivalenten. Beschränkung auf +/- 2,5 kg CO₂equiv/(m² NGF) a

Allokationsfaktor Sanierung/Neubau PEQ_Omega: Annahme, dass 3% des CO₂equiv Budget Gebäudebestand dem Neubau zugute kommt

Allokationsfaktor Zielorte Alltagsmobilität PEQ_Omega: 80% in Bezug auf Nutzflächenaufteilung, 20% in Bezug auf Zielorte Alltagsmobilität

Es ergeben sich die folgenden Grenzwerte

Tabelle 15 PEQ Omega Gutschrift

	österreichweiter Anteil am Zielverkehr ⁴⁴ a_N	Statistische Nutzflächeanteile je Typ d_n [%]	Flächenbezogene Gutschrift Neubau (GFZ 1,0) $G_{pers} \text{ kg } \frac{\text{CO}_2\text{equiv}}{\text{m}^2_{NGFa}}$	Flächenbezogene Gutschrift Sanierung (GFZ 1,0) $\text{kg } \frac{\text{CO}_2\text{equiv}}{\text{m}^2_{NGFa}}$
Wohnen	50%	69%	15,8	12,0
Büro	21%	10%	20,5	15,6
Kindergarten und	3%			
Pflichtschulen		4%	15,6	11,9
Handel & Sonstige	27%	18%	18,5	14,1

Für die untersuchten Casestudies ergeben sich je nach baulicher Dichte, Nutzungsmischung, Sanierung oder Neubau die folgenden Grenzwerte:

Grenzwerte PEQ Omega

Case Studies

		Neubau	Sanierung
Pilzgasse	kg CO ₂ e/m ² NGFa	20,4	16,2
Am Bichl	kg CO ₂ e/m ² NGFa	14,8	11,0
Gneis	kg CO ₂ e/m ² NGFa	15,4	11,6
Aichinger	kg CO ₂ e/m ² NGFa	13,4	9,7
Graz SCM	kg CO ₂ e/m ² NGFa	20,4	16,0
Glan	kg CO ₂ e/m ² NGFa	16,0	12,2

Hinweis m²NGF = 80% m² BGF

Sind diese Kennwerte erreichbar?

- Wenn PEQ Beta erfüllt ist (=Plusenergiequartier PEQ Beta, bzw Abminderung in Sanierung), sind die Grenzwerte im Neubau mit „ökologischer, bzw. klimaschutzoptimierter“ Bauweise erreichbar

⁴⁴ Quelle: Herry Consult, 2017. Anhang um Urban Area Parameter Bericht AP4&6 Mobilität auf Basis von Österreich Unterwegs 2013/14

- In der Sanierung nur mit Reduktion Aufwendungen Alltagsmobilität oder Betriebsenergie

2.5.3.1 Wo ist Urlaubs- und Flugverkehr?

Dieser wird aus folgenden Gründen von der Betrachtung im Rahmen der Quartiers-Energiebilanz ausgeschlossen:

- Ist sehr stark vom individuellen Lebensstil geprägt und daher einer sehr großen Schwankungsbreite unterworfen. Es gibt keinen Konsens darüber, wieviel Energie und Emissionen im Rahmen der Erreichung der Pariser Klimaziele Einzelpersonen für Fernreisen zur Verfügung stehen sollten
Die Ermittlung und Zuteilung eines Fernreisebudgets würde prinzipiell auch die Budgetierung aller anderen individuellen Lebensbereiche nötig machen, wie das persönliche Konsumverhalten.

2.6 Diskussion und offene Punkte

2.6.1 Endenergie oder Primärenergie?

Eine prinzipielle Frage betrifft die Bilanzierung auf endenergetischer oder primärenergetischer Basis. Erstere entspricht dem physikalischen Verständnis, dass die tatsächlich bezogene Energie durch einen ebenso großen Energieexport aufgewogen wird. Dabei ist es ohne weitere Unterscheidung der Energieträger nicht möglich, eine Wertung der Energie vorzunehmen, also die unterschiedliche Qualität der Energie, insbesondere Wärme und Strom zu berücksichtigen. Auch die Gegenüberstellung von grauer Energie und Betriebsenergie ist nur auf primärenergetischer Basis möglich. Deswegen wird in *Zukunftsquartier* die Primärenergie als Indikator des Energieeinsatzes und die Treibhausgasbilanz als Indikator für die Umweltfolgen verwendet. In Zukunft könnten noch weitere Wirkungskategorien miteinbezogen werden.

2.6.2 Stündliche Gewichtung der Energieflüsse

Anstelle einer monatlichen Gewichtung, die zwar die Genauigkeit gegenüber den Jahresmittelwerten verbessert, wird stattdessen angedacht auch stündliche Konversionsfaktoren zu verwenden. Anbieter wie ElectricityMap stellen hier bereits sowohl historische als auch Echtzeit-Daten für Emissionsintensitäten zur Verfügung. Auch die Umrechnung auf Primärenergieinhalte ist mit diesen Daten möglich, aber noch nicht standardisiert erfolgt.

Darüber hinaus sind vor allem Prognosen der stündlichen PE- und CO2-Intensitäten bei entsprechenden Bedarfs- und Erzeugungsentwicklungen von Interesse. Die Dynamisierung der jährlichen Szenarien wird derzeit erarbeitet und ist voraussichtlich 2023 verfügbar. Die hier vorgestellte Methode ist jedenfalls bereits mit den vorgestellten monatlichen Konversionsfaktoren verwendbar.

2.6.3 Zeitliche Aggregation: Momentan, Zukünftig oder Kumuliert?

Ausgehend vom Unterschied in den Konversionsfaktoren heute und unter zukünftigen Szenarien stellt sich die Frage unterschiedlicher Betrachtungszeiträume ganz prinzipiell. Welche Aussagen und Konsequenzen haben diese verschiedenen Betrachtungen und Standards auf die daraus abgeleiteten Maßnahmen und Projekte? Welche Vor- und Nachteile ergeben sich und wie können diese verbunden werden? In Anbetracht der fortschreitenden Klimakatastrophe ist nicht nur die statistisch jährliche sondern auch kumulierten Betrachtung der Emissionen bis 2040 unter Berücksichtigung des Zeitpunkts des Ausstoßes relevant, auch wenn die Operationalisierung dadurch vor zusätzliche Herausforderungen gestellt würde.

2.6.4 Bestand und Sanierung

Weitgehend ausgeklammert wurde in der Betrachtung der Sektor der Bestandsanierung, dem aber natürlich die wichtigste Rolle in den kommenden Jahren zukommen wird. Prinzipiell ist die hier vorgestellte Definition und Operationalisierung auch für Bestandssanierungen anwendbar und wie erste Studien zeigen mitunter auch erreichbar. Klar ist aber, dass vor allem die Systemgrenze PEQ Alpha mit den relativ hohen impliziten Anforderungen an Energieeffizienz und lokale erneuerbare Energieproduktion nicht für alle Bestandsquartiere ohne weiteres – wenn überhaupt – erreichbar sein wird. Hier muss Gutschrift abgesehen von der baulichen Dichte auch noch in Abhängigkeit zusätzlicher Parameter wie des Baualters oder der Siedlungstypologie untersucht und gegebenenfalls parametrisiert werden.

3 Operationalisierung und Nachweisführung

Das folgende Kapitel beschreibt die konkrete Operationalisierung der Definition, und wie die Erfüllung der quantitativen Definitionen überprüft und nachgewiesen werden kann.

3.1 Ziele der Operationalisierung

Die Entwicklung der Methode zur Simulation und Bewertung von Quartieren hinsichtlich der im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Definition erfolgt auf Basis der folgenden Beobachtungen:

- Sondierungen zu Plus-Energie-Quartieren wurden zu einem Zeitpunkt durchgeführt, da einerseits noch **kaum Projektdaten verfügbar** sind
- Gleichzeitig können sich **Baumassen und Geometrien noch stark verändern** – soweit sie überhaupt vorhanden sind

Die *Ziele der Operationalisierung* stellen sich daher folgend dar:

- **Realitätsnahe und wissenschaftlich abgesicherte Methodik** zur Bewertung und Nachweisführung von Plus-Energie-Quartieren als ein wesentlicher Baustein eines 2040 klimaneutralen Staats Österreich 2040.
- **Dynamische Modellierung** der Energieströme für alle relevanten Energieströme inkl. E-Mobilität, um Aussagen über die dynamischen Effekte des Quartiers tätigen zu können.
- Abbildung von netzdienlichem Einsatz externer erneuerbarer Energie durch instationäre Betrachtung. Inklusion von aktiver **energieflexibler Regelung** zur Einbindung von (hochvolatilen) erneuerbaren Energiequellen (Windkraft, Sonnenkraft etc.).
- Einbindung von elektrischen und thermischen Speichern aller Art, insbesondere aber der Abbildung des **Speicherpotentials von Gebäudespeichermasse** zur Erhöhung des Integrationsanteils erneuerbarer Energien.

3.2 Tool zur Modellierung, Simulation und Nachweisführung

Zur Operationalisierung und Nachweisführung aller Definitionsinhalte, sprich Gebäudebetrieb, Mobilitätsenergie und Graue Energie wurde ein Toolkit auf Excel-Basis entwickelt, das diese Energieflüsse in einer stündlichen Bilanzierung abbildet. Ziele und wesentliche Aspekte bei der Entwicklung des Tools waren dabei:

- **Realitätsnahe Kostenberechnung** durch dynamische Methoden, die innovative und zukunftsfähige Geschäftsmodelle robust bezüglich Wirtschaftlichkeit abbilden können (z.B. Energiegemeinschaften).
- Hebung von **Synergien mit dem klimaktiv Kriterienkatalog: Standard für Siedlungen und Quartiere⁴⁵** (Zusammenführung in PEQ Beta und Omega).
- Abschätzbarkeit der Eigendeckung durch lokale erneuerbare Energien (z.B. PV) als wesentlicher Indikator für Systemdienlichkeit und Wirtschaftlichkeit.
- Verwendbarkeit bestehender Daten in Form von **PHPPs** und **Energieausweisen**.
- Einfache **Variantenbildung**, Simulation und Vergleich einer großen Anzahl von Varianten.
- Einfache **Iterierbarkeit** im Rahmen des Planungsprozesses.

⁴⁵ <https://www.klimaktiv.at/bauen-sanieren/gebaeudedeklaration/klimaktiv-siedlungskatalog-2019.html>

- Keine Abhängigkeit von proprietären, kostenpflichtigen Tools.
- One-Stop-Shop zur Planung, Bewertung, Qualitätssicherung und Nachweisführung
- Einfache Nachvollziehbarkeit der Berechnungen.
- Reduktion der notwendigen Input-Daten, indem soweit wie möglich mit Defaults gearbeitet wird.
- Erweiterbarkeit und Anpassbarkeit des Simulationsmodells.
- Offener Zugang: Das Excel-Tool zur Operationalisierung ist öffentlich zugänglich.⁴⁶ Für die Nutzung wird derzeit an einer Schulung gearbeitet.

3.2.1 Varianten

Die Simulation umfasst vier grundsätzliche Energiebereitstellungsvarianten. Erdgas – ausschließlich als Referenzvariante, Fernwärme und zwei Wärmepumpenvarianten. Die Varianten unterscheiden sich prinzipiell in der endgültigen Bewertung über die Primärenergie; durch die unterschiedlichen Primärenergiefaktoren. Weiters unterscheiden sich die Varianten in der Wärme- und Kältebereitstellung.

Tabelle 16 Energiesystem Varianten im Operationalisierungs-Tool

Name	Heizung	Kühlung	Warmwasser	Primärenergiefaktor
Erdgas	Gastherme	KKM	WP	je Energieform und Quelle
Fernwärme	FW-Station	KKM		
Wärmepumpe ohne DSM	WP	WP		
Wärmepumpe mit DSM	WP	WP		

Andere Biomasse-Varianten können aus der FW-Variante durch Anpassung von Umwandlungswirkungsgraden, Hilfsstrombedarf und Konversionsfaktoren abgeleitet werden.

3.3 Benötigte Quartiersinformationen

Für die Nachweisführung werden prinzipiell alle Daten benötigt, die für die Abbildung des Quartiers im Operationalisierungstool notwendig sind. Das sind insbesondere folgende projektspezifische Daten:

- Bruttogrundflächen je Nutzung Wohnen, Büro , Kindergarten, Schule, Handel (Food), Handel Non-Food
- Grundstücksgröße
- Das Verhältnis NGF/BGF
- Bauteilflächen der thermischen Hülle je Nutzung aufgeteilt nach Dach, Fassadenflächen, Transluzente Bauteile (Fenster) und Kellerwände bzw. Bodenplatte
- PV-Konzept (Generische Dach- oder Südfassaden- Belegung mit typischen Abschlagsfaktoren für Nutzbarkeit der Flächen, oder direkte Eingabe eines PV-Ertragsprofils aus detaillierteren Methoden)
- Mobilitätskonzept (insbesondere zu erwartender Anteil e-Mobilität)

⁴⁶ <https://github.com/simonschaluppe/peexcel>

Darüber hinaus gibt es eine Reihe von domänen spezifischer Parameter, für die zwar Defaultwerte hinterlegt sind, die aber projektspezifisch geprüft und gegebenenfalls angepasst werden müssen:

Tabelle 17 Benötigte Parameter mit Defaultwerten zur Nachweisführung

Domäne	Parameter	Defaultwert	Einheit
Bauphysik	Wärmebrückenzuschlag	0,13	-
	Durchschn. Raumhöhe für die Berechnung des Lüfungs-volumen	2,50	W/K
	Gewinne durch opake Bauteile	1,07	m
	Mobiler Sommerlicher Sonnenschutz	0,96	-
	Referenz g-Wert	0,50	-
Haustechnik			
Heizen	Raumtemp. Minimum	22,0	°C
	Raumtemp. Maximum	25,0	°C
	Wirkungsgrad Heizen (Verteilungsverluste)	0,95	-
	Leistung Wärmepumpe	40,00	W/m ² _{NGF}
	JAZ Wärmepumpe Wohnen	4,25	-
	JAZ Wärmepumpe Büro & Gewerbe	4,25	-
	JAZ Wärmepumpe Handel	4,25	-
	JAZ Wärmepumpe Bildung	4,25	-
	Wirkungsgrad Fernwärme	0,95	-
	Wirkungsgrad Erdgas	0,95	-
Kühlen	Raumtemp. Minimum	25,0	°C
	Raumtemp. Maximum	23,0	°C
	Wirkungsgrad Kühlung (Verteilungsverluste)	0,95	-
	Leistung Wärmepumpe	50,00	W/m ² _{NGF}
	SEER Kühlung	4,84	-
	JAZ Wärmepumpe Wohnen	4,84	-
	JAZ Wärmepumpe Büro & Gewerbe	4,84	-
	JAZ Wärmepumpe Handel	4,84	-
	JAZ Wärmepumpe Bildung	4,84	-
Warmwasser	Temperatur Minimum	60,0	°C
	Temperatur Maximum	70,0	°C
	Wirkungsgrad (Verteilungsverluste)	0,60	-
	Wasserspeicher		I/Person*
		50,0	Tag
	Leistung Wärmepumpe	15,95	W/m ² _{NGF}
	Wirkungsgrad Aufheizen	0,70	-
	JAZ Wärmepumpe Wohnen	3,00	-
	JAZ Wärmepumpe Büro & Gewerbe	3,00	-
	JAZ Wärmepumpe Handel	3,00	-
	JAZ Wärmepumpe Bildung	3,00	-
Hilfsstrom	Hilfsstromanteil bei Wärmepumpen-system	0,02	-
	Hilfsstromanteil Gasheizung/Fernwärme	0,02	-

Lüftung	Anteil des Lüfterstroms wenn ohne Wärmerückgewinnung	0,00	-
	Wirkungsgrad Wärmerückgewinnung	0,85	-
	Wirkungsgrad Kälterückgewinnung	0,00	-
	Wirkungsgrad Übergangszeit	0,37	-
Demand Side Management			
Netzdienlichkeit	Freigabesignal Wind-Peak-Shaving	50%	-
	Maximale Ladeleistung	40,00	W/m ² _{NGF}
WW Nachheizung mittels E-Patrone	Temperatur Maximum	90,0	°C
	Wirkungsgrad	0,90	-
	Anschlussleistung	1,55	W/l
E-Mobilität (als Speicher)			
	Batteriekapazität je Fahrzeug	41	kWh
	Verluste Batterie	0,00012	SOC/h
	Minimaler Ladezustand der erreicht werden soll	0,50	-
	Wirkungsgrad Ladung	0,90	-
	Anteil Elektroautos	30,0	%
	Energieverbrauch	0,17	kWh/km
Batteriespeicher	Kapazität Batterie	107,10	Wh/m ² _{NGF}
	Verluste Batterie	0,00012	1/h
	Maximale Lade-/Entladeleistung	53,55	W/m ² _{NGF}
	Wirkungsgrad Ladung	0,90	-
	Wirkungsgrad Entladung	0,90	-
Solare Gewinne			
	Fensterfläche brutto Nord		m ²
	Fensterfläche brutto Ost		m ²
	Fensterfläche brutto Süd		m ²
	Fensterfläche brutto West		m ²
	Fensterfläche brutto Horizontal		m ²
	g-Wert Nord	0,50	-
	g-Wert Ost	0,50	-
	g-Wert Süd	0,50	-
	g-Wert West	0,50	-
	g-Wert Horizontal	0,50	-
	Abminderungsfaktor		
	solare Einstrahlung Heizen Nord	0,40	-
	Abminderungsfaktor		
	solare Einstrahlung Heizen Ost	0,40	-
	Abminderungsfaktor		
	solare Einstrahlung Heizen Süd	0,40	-
	Abminderungsfaktor		
	solare Einstrahlung Heizen West	0,40	-

Abminderungsfaktor		
solare Einstrahlung Heizen Horizontal	0,00	-
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung		
Nord	1,00	-
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung Ost	1,00	-
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung Süd	1,00	-
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung		
West	1,00	-
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung		
Horizontal	1,00	-

3.3.1 Schnittstellen

Für das Tool wurden halbautomatische Schnittstellen definiert, um bestehende Daten aus dem Energieausweis oder dem Passivhausprojektierungspaket (PHPP) verwenden zu können:

Die Schnittstelle mit dem PHPP übernimmt berechnete Parameter wie Heiz- und Kühllast, Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpe und Verteilverluste. Außerdem werden die ansonsten pauschal angenommenen Abminderungsfaktoren für solare Einstrahlung genauer ermittelt.

Aus dem Energieausweis können direkt folgende Daten übernommen werden:

- Gebäudekenndaten
- Transmissionsleitwerte
- Aperturen der transparenten Bauteile

PV-Profiles

Zentrales Element der PEQ Betrachtung ist die stündliche Verteilung der lokalen erneuerbaren Energieerzeugung in Form von Photovoltaik und Solarthermie. Das Tool bietet dafür die Möglichkeit, direkt stündliche Zeitreihen zu verwenden. Diese lassen sich mittels Software wie BIMSolar⁴⁷ oder Archelios⁴⁸ ermitteln.

⁴⁷ <https://www.bim-solar.com/en/bimsolar-features/>

⁴⁸ <https://www.trace-software.com/de/ihre-photovoltaikprojekte-mit-archelios-pro-planen-simulieren-und-analysieren/>

3.4 Anforderungen

Anforderungen an die Nachweisführung:

- Dynamische Simulation der Energieflüsse auf zumindest stündlicher Basis
- Abbildung aller in der Definition enthaltenen Energiedienstleistungen
- Verwendung der angegebenen Defaultwerte bei den Last- und Nutzungsprofilen oder Dokumentation und Begründung bei Abweichungen

Der Nachweis wird anhand der Primärenergiebilanz durchgeführt, die folgende Teile für die betrachteten Varianten beinhalten muss:

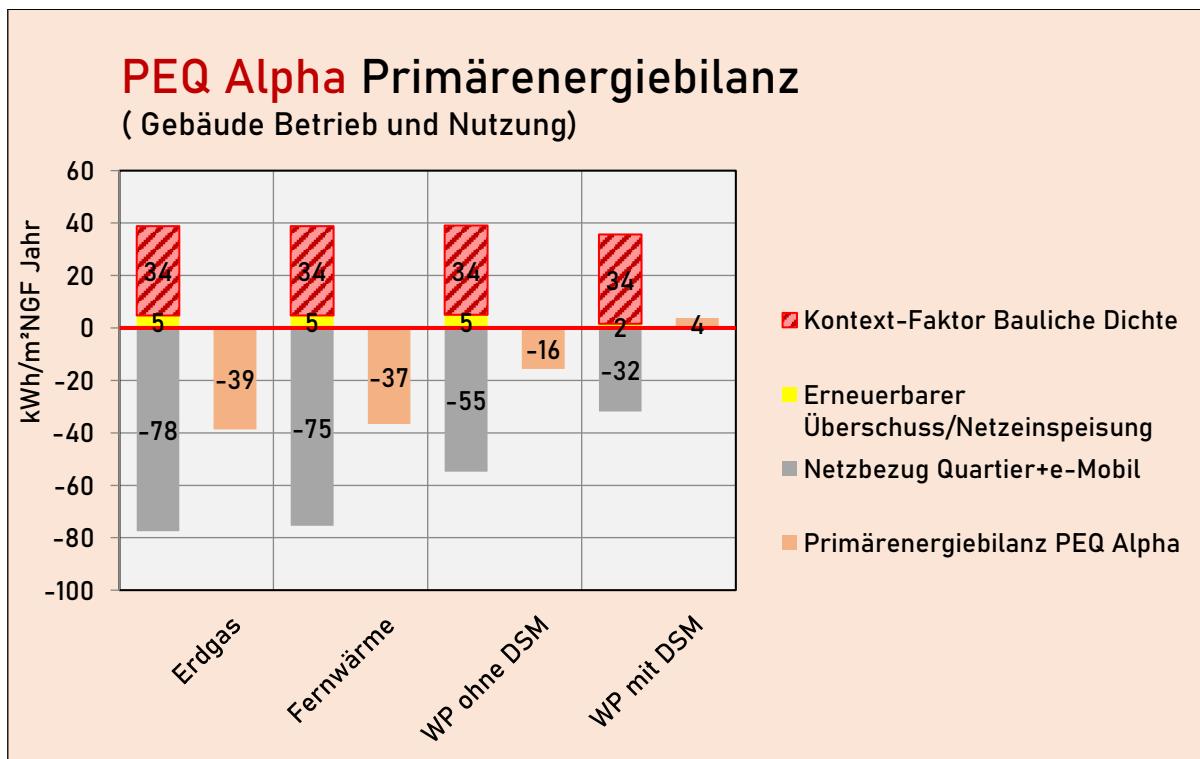


Abbildung 25 Primärenergiebilanz Beispiel PEQ Alpha. Keine der dargestellten Varianten erreicht einen Bilanzwert > 0 und kann so nicht als Plus-Energie-Quartier gelten

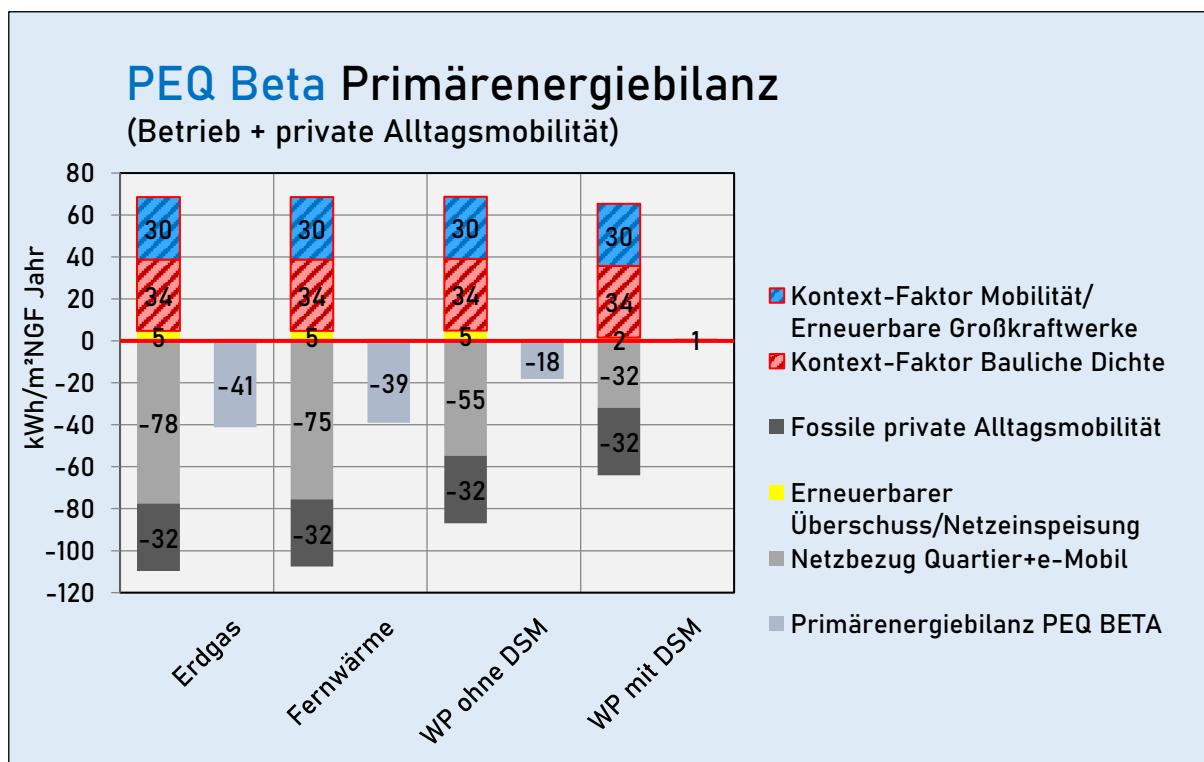


Abbildung 26 Primärenergiebilanz Beispiel PEQ Beta. Hier erreicht nur die letzte Variante einen Bilanzwert > 0 und damit die Anforderungen an PEQ Beta. Es gilt dann als Plus-Energie-Quartier, wenn es auch die Anforderungen an PEQ Alpha erfüllt

3.5 Simulationsmodell

Wesentliche Anforderung an das Simulationsmodell der Nachweisführung ist die stündliche Auflösung aller beteiligten Energieflüsse. Im Excel-Tool wird eine Operationalisierung in Form eines thermischen Ein-Zonen-Modells mit folgenden Systembestandteilen abgebildet:

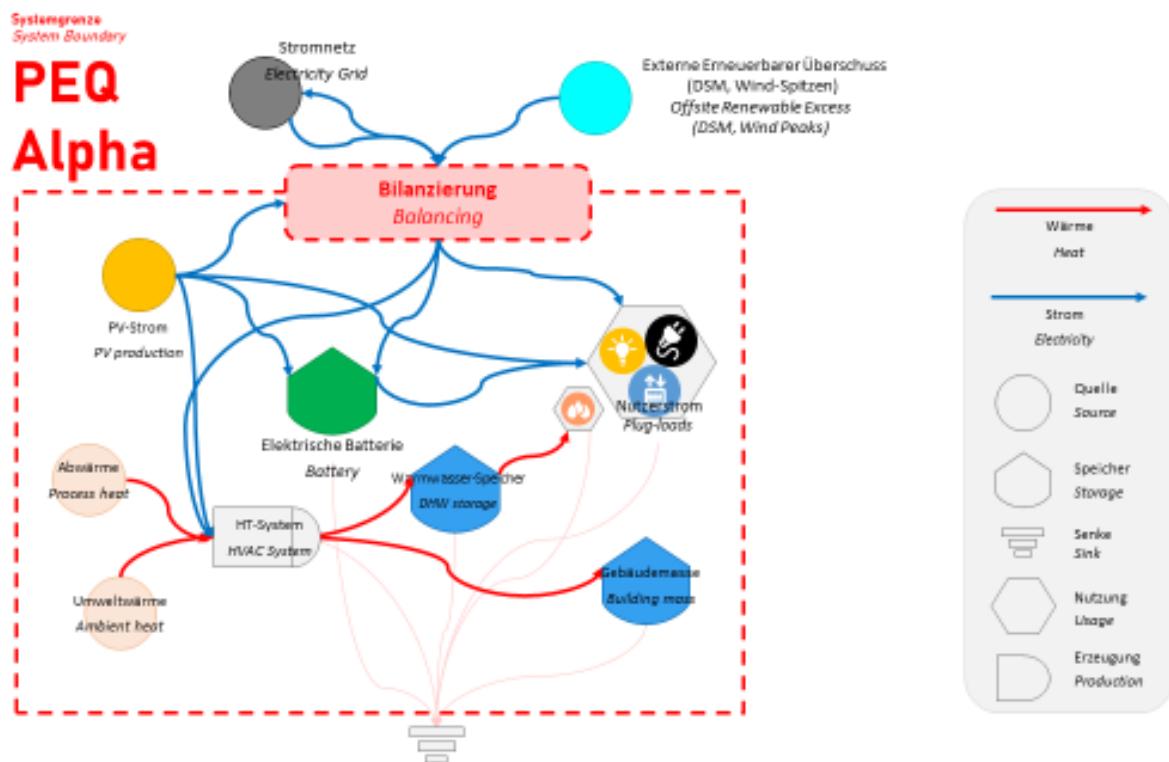


Abbildung 27 PEQ Alpha Simulationsmodell des Operationalisierungstools

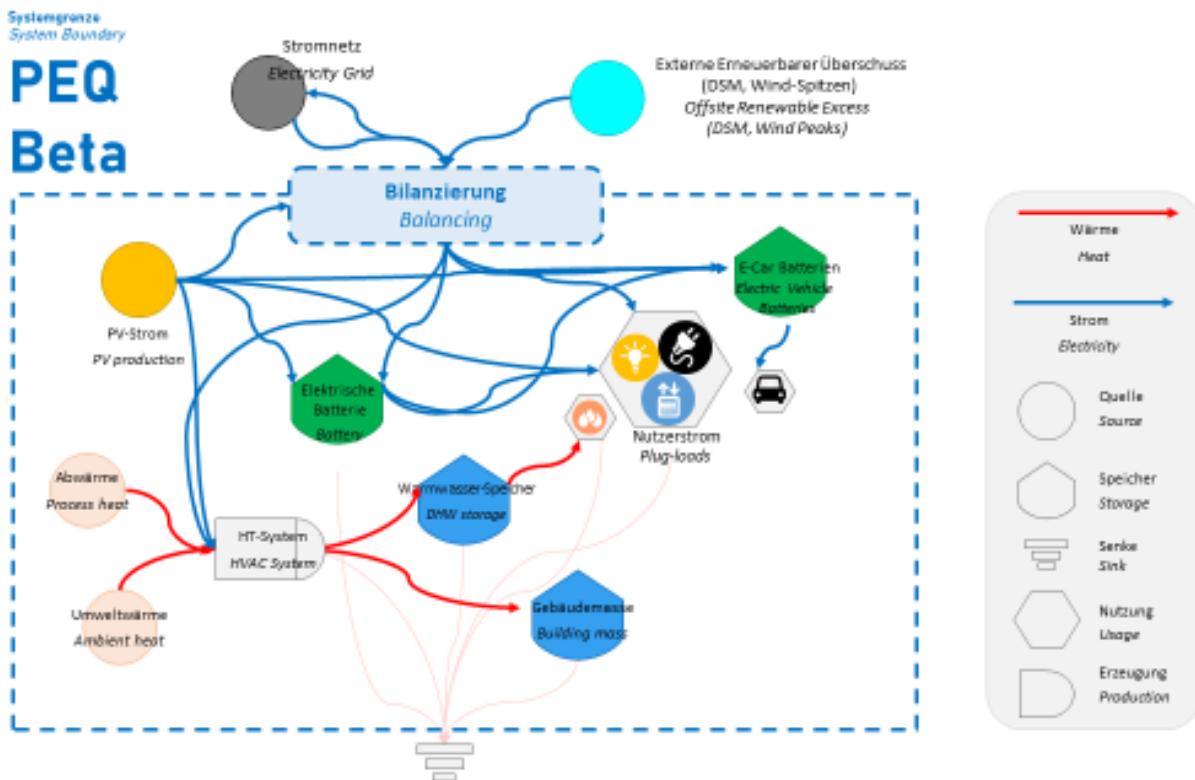


Abbildung 28 PEQ Beta Simulationsmodell des Operationalisierungstools

3.6 Wetter

Die verwendeten Wetterdatensätze beinhalten zum einen die Außentemperatur des Standortes und zum anderen fünf Solarstrahlungsparameter. Eine passende Datenreihe bietet das Ausgabeformat HELIOS-PC der Meteonorm Software.

Tabelle 18 Benötigte Wetterdaten

Wetterdaten	Parameter	Einheit	Anmerkung
Außentemperatur	Ta	°C	Lufttemperatur
Horizontalstrahlung	Gh	W/m ²	Mittlere Bestrahlungsstärke der Globalstrahlung horizontal
Globalstrahlung Ost	GvE	W/m ²	Mittlere Bestrahlungsstärke der Globalstrahlung vertikal Ost
Globalstrahlung Süd	GvS	W/m ²	Mittlere Bestrahlungsstärke der Globalstrahlung vertikal Ost
Globalstrahlung West	GvW	W/m ²	Mittlere Bestrahlungsstärke der Globalstrahlung vertikal Ost
Globalstrahlung Nord	GvN	W/m ²	Mittlere Bestrahlungsstärke der Globalstrahlung vertikal Ost

3.7 Lokale Erneuerbare Erzeugung

Das ZQ Operationalisierungsmodell berücksichtigt lokal erzeugte erneuerbare Energien in Form von einfachen Erzeugungsprofilen, die entweder aus vorgelagerten Tools stammen, oder die in Form von Defaultprofilen für eine erste Abschätzung herangezogen werden können.

3.7.1 Elektrische erneuerbare Energie

Der im Quartier verfügbare PV-Strom zu jeder Stunde wird anhand folgender Formel ermittelt

$$E_{PV(t)} = E_{PV;Default(t)} \cdot f_{PV;Skal} \cdot f_{PV;Abm}$$

Name	Parameter	Einheit	Anmerkung
Photovoltaikprofil	$E_{PV;Default(t)}$	kWh	Profil (Importiert aus externer Simulation, oder Default)
Photovoltaik	$E_{PV(t)}$	kWh	Für die Berechnung resultierendes Profil
Skalierungsfaktor	$f_{PV;Skal}$	-	Flächenabhängig
Abminderungsfaktor	$f_{PV;Abm}$	-	Default 0,9 (DC/AC Verluste)

Folgende Profile einer Standard-Belegung stehen zur Verfügung und können entsprechend der Quartiersgröße anhand beispielsweise der zur Verfügung stehenden Dachfläche skaliert werden:

3.7.1.1 Defaultprofil Ost-West 15° Neigung

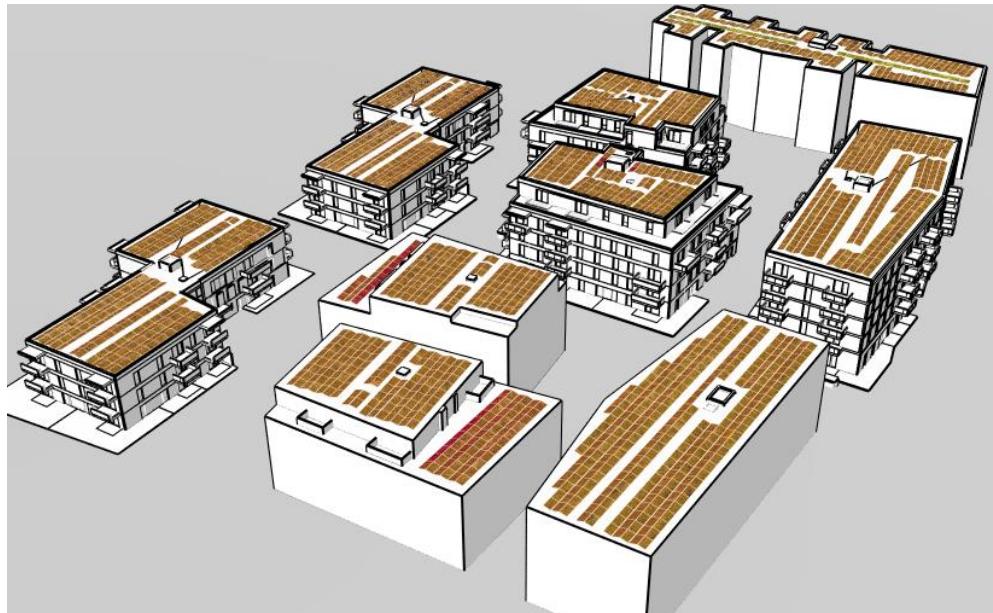


Abbildung 29 Typische vollflächige Dachbelegung eines Beispielquartiers unter Berücksichtigung typischer Aufbauten und Wartungsgänge

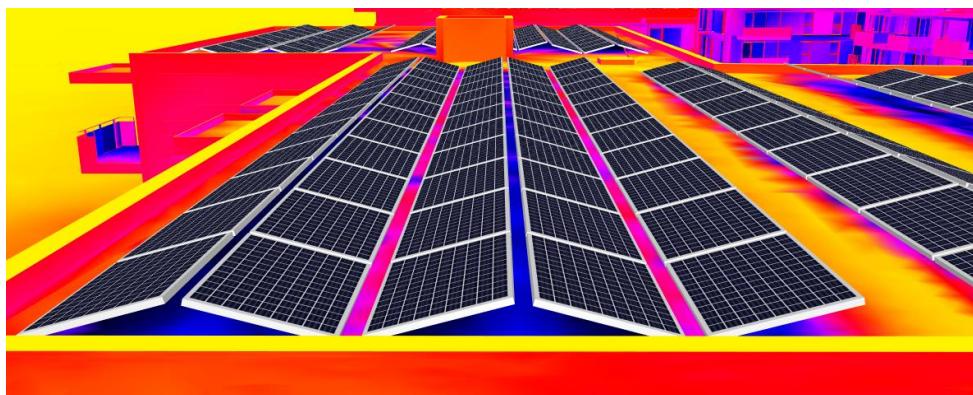


Abbildung 30 Detail PV Auslegung 15° Ost-West Neigung

Tabelle 19 Systembeschreibung

Meyer Burger AG – Black 280	
Leistung	380 Wp
Fläche	1,8 m ²
Wirkungsgrad	20,7 %
Rahmenbedingungen	
Simulation	
Wetterdaten	Wien Hohe Warte
Modulneigung	15°
Modulausrichtung	Ost -West

Tabelle 20 Informationen zur Skalierung

Brutto-Dachfläche	7039 m²
Installierte Leistung	733,4 kWp
Belegungsdichte	0,104 kWp/m ² _{Dachfläche}
Ertrag	783,8 MWh/a
Spezifischer Ertrag	1068,7 kWh/kWp

3.7.2 Thermische erneuerbare Energie

Die Einbindung thermischer erneuerbarer Energiepotentiale ist mittels stündlichem Jahresprofil projektspezifisch möglich.

3.7.3 Abwärme

Die Einbindung thermischer erneuerbarer Energiepotentiale ist mittels stündlichem Jahresprofil projektspezifisch möglich.

3.8 Wärmeflüsse

In den folgenden Unterkapiteln werden die Wärmegewinne und -verluste des Systems beschrieben.

3.8.1 Solare Wärmegewinne

Die solaren Wärmegewinne werden entsprechend der folgenden Gleichungen berechnet. Eine Übersicht zu den Parametern ist in nachfolgender Tabelle dargestellt.

$$Q_{Solar(t)} = \sum \{ I_{Solar(t)} \cdot [A_{Fenster} \cdot g \cdot f_{Solar} \cdot f_{Solar,Opak}] \}$$

Tabelle 21 Parameter Solare Wärmegewinne

Solare Gewinne	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Globalstrahlung	I_{Solar}	W/m ² Hüllefläche	-	Wetterdaten
Solarstrahlung				
Abminderungsfaktor	f_{Solar}	-	0,4	Verschattung, Verschmutzung, Einstrahlungswinkel, Verglasungsanteil – PHPP
Solare Einstrahlung				
Solarer Zuschlag opak	$f_{Solar,Opak}$	-	1,075	EneV 2014 – Mittelwert aus senkrechten und waagrechten Bauteilen
Fensterfläche	$A_{Fenster}$	m ²	-	Fensterfläche brutto
g-Wert	g	-	0,5	Energiedurchlassgrad

Die Solarstrahlungsprofile können aus Datenbanken über die Software Meteonorm stammen oder anhand eines vorhandenen Strahlungsprofils für den jeweiligen Standort erstellt werden. Berücksichtigt werden sowohl die vertikalen Globalstrahlungen aus jeder Himmelsrichtung als auch die horizontale Globalstrahlung. Für den Abminderungsfaktor der solaren Einstrahlung wird ein Default gegeben; er kann jedoch über das PHPP je Orientierung und genauer ermittelt werden.

3.8.2 Interne Wärmeeinträge

Die internen Wärmegewinne werden entsprechend der Gleichung berechnet.

$$Q_{Intern(t)} = \sum (\dot{q}_{Gains,type(t)} \cdot A_{usage,type} \cdot f_{gains,type})$$

Tabelle 22 Parameter Interne Wärmegewinne

Interne Gewinne	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Nutzungsspezifische interne Last	$\dot{q}_{Gains,type}$	W/m ² NGF	-	Nutzungsprofile
Fläche je Nutzung	$A_{usage,type}$	m ² NGF	-	Projektwert
Skalierung Interne Gewinne	$f_{gains,type}$	-	1	-

Für die nutzungsspezifischen internen Lasten werden folgende Profile verwendet.

Tabelle 23 Parameter Interne Lasten je Nutzung

Nutzungsprofil interne Last	Winter	Sommer	Jahressumme
	mittlere Last	mittlere Last	
	W/m ² NGF		kWh/m ² NGF
Wohnen	3,2	6,5	?
Büro	4,3	8,6	
Schule	6,1	12,2	
KiGa	3,1	6,2	
Handel Food	4,6	9,2	
Handel NonFood	4,6	9,2	

3.8.3 Transmissionswärmeverluste

Die Transmissionswärmeverluste werden entsprechend folgender Gleichung berechnet. Dazu werden die in nachfolgender Tabelle dargestellten Parameter der Gebäudehülle benötigt. Diese können beispielsweise aus Software- und Datenpaketen wie dem *eco2soft* oder dem IBO Baubook bezogen werden. Weiters können auch nationale Vorgaben oder Planungskennwerte verwendet werden.

$$Q_{Trans(t)} = \Sigma \{ [\Sigma (U_{construction} \cdot A_{construction}) + (1 + \Psi) \cdot (\vartheta_{oA(t)} - \vartheta_{int;op(t)})] \}$$

Tabelle 24 Parameter Transmissionswärmeverluste

Transmissionswärmeverluste	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
U-Wert (je Bauteil)	$U_{construction}$	W/m ² K	-	baubook, etc
Bauteilfläche (je Bauteil)	$A_{construction}$	m ²	-	Projektwert
Wärmebrückenzuschlag	Ψ	-	1,1	DIN4108
Raumtemperatur	$\vartheta_{int;op}$	°C	-	operative Lufttemperatur innen
Außentemperatur	ϑ_{oA}	°C	-	Lufttemperatur außen

3.8.4 Ventilationswärmeverluste

Die Lüftungswärmeverluste werden über zwei Luftwechsel (aus Nutzungsprofilen) berechnet. Der Anlagenluftwechsel wird je nach Anlagentyp (Wärmerückgewinnung) reduziert, sodass für die Lüftungswärmeverluste lediglich der thermisch wirksame Luftwechsel berücksichtigt wird. Ergänzt wird dieser durch den Infiltrationsluftwechsel. Für den thermischen Wirkungsgrad wird ein saisonaler Faktor integriert, womit indirekt eine Bypassfunktion abgebildet werden kann.

$$Q_{Vent(t)} = \Sigma [(n_{Vent,type(t)} \cdot (1 - (\eta_{therm} \cdot f_s) + n_{Inf,type(t)}) \cdot h_{Room} \cdot cp_{Air} \cdot (\vartheta_{oA(t)} - \vartheta_{int;op(t)})]$$

Tabelle 25 Parameter Lüftung

Ventilationswärmeverluste	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Luftwechsel Anlage	$n_{Vent,type}$	h ⁻¹	-	Nutzungsprofil
Luftwechsel Infiltration	$n_{Inf,type}$	h ⁻¹	-	Nutzungsprofil
Thermischer Wirkungsgrad	η_{therm}	-	-	Empfehlung s.u.
Saisonaler Faktor	f_s	-	-	Empfehlung s.u.

Raumhöhe	h_{Room}	m	2,5	PHPP
Spezifische Wärmekapazität Luft	cp_{Air}	Wh/m³K	0,34	Luft bei 20°C
Raumtemperatur	$\vartheta_{int;op}$	°C	-	operative Lufttemperatur innen
Außentemperatur	ϑ_{oA}	°C	-	Lufttemperatur außen

Tabelle 26 Parameter Luchtwechsel je Nutzungsprofil

Nutzungsprofil Luftwechsel	Anlage	Infiltration
Wohnen	0,40	0,07
Büro	1,50	0,07
Schule	0,96	0,04
KiGa	0,96	0,04
Handel Food	1,5	0,07
Handel NonFood	1,5	0,07

Tabelle 27 Saisonale Abminderungsfaktoren Lüftungswärmeverluste

Winter	Übergangszeit	Sommer
1	0,5	0

3.9 Nutzenergiebedarfe

3.9.1 Heizwärmebedarf

Der Heizwärmebedarf wird (ständlich) über zwei Schritte ermittelt: Nach X wird für eine einzelne Wärmezone die Gebäudeinnentemperatur berechnet und mit der Solltemperatur für den Heizfall verglichen. Wenn diese nicht erreicht wird, so entspricht der Heizwärmebedarf wie in X zu sehen dem Produkt aus spezifisch wirksamer Speicherkapazität und der Differenz zwischen Soll- und Ist-Temperatur.

$$\vartheta_{int;op(t)} = \vartheta_{int;op(t-1)} + (\dot{Q}_{Solar} + \dot{Q}_{Intern} - \dot{Q}_{Trans} - \dot{Q}_{Vent}) / C_{m,int}$$

$$Q_{HWB(t)} = \min > \left\{ \begin{array}{l} C_{m,int} \cdot (\vartheta_{h,min} - \vartheta_{int;op(t)}) \\ \varphi_H \end{array} \right\}$$

Tabelle 28 Parameter Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Spezifisch wirksame Gebäudespeicherkapazität	$C_{m,int}$	Wh/m ² K	-	Siehe PHPP
Innentemperatur	$\vartheta_{int;op}$	°C	-	Operative Lufttemperatur innen
Solltemperatur	$\vartheta_{h,min}$	°C	-	Mindestkomfort (Heizen)
Thermische Heizleistung	φ_H	W/m ² NGF	40	EnEV

Die Gebäudeinnentemperatur $\vartheta_{int;op(t-1)}$ am Zeitschritt t=0 entspricht der Starttemperatur des Gebäudes, welche bei der Solltemperatur liegt. Das führt zu einer geringen Unschärfe, die aber nach einigen Zeitschritten korrigiert ist und deshalb vernachlässigt wird. Die Komfortgrenzen für den Heizfall werden in Anlehnung an die ÖNORM EN ISO 7730, mit 22°C und 25°C definiert.

Die solaren und internen Wärmegewinne werden entsprechend folgender Gleichungen berechnet. Die Transmissions- und die Lüftungswärmeverluste werden entsprechend den folgenden Gleichungen berechnet.

$$Q_{Solar} = \sum \{ I_{Solar(t)} \cdot [A_{Fenster} \cdot g \cdot f_{Solar} \cdot f_{Solar,Opak}] \}$$

$$Q_{Intern} = \sum \{ \dot{q}_{Gains,type(t)} \cdot A_{usage,type} \cdot f_{gains,type} \}$$

$$Q_{Trans} = \sum \{ [U_{construction} \cdot A_{construction}] + (1 + \Psi) \cdot (\vartheta_{oA(t)} - \vartheta_{int;op(t)}) \}$$

$$Q_{Vent} = \sum \{ (n_{Vent,type(t)} \cdot (1 - \eta_{therm}) + n_{Inf,type(t)}) \cdot h_{Room} \cdot cp_{Air} \}$$

Die Solarstrahlungsprofile können aus Datenbanken wie etwa über die Meteonorm-Software stammen oder anhand eines vorhandenen Strahlungsprofils für den jeweiligen Standort erstellt werden. Berücksichtigt werden dabei sowohl Diffus- als auch Direktstrahlung. Die Faktoren für die solaren Gewinne werden als Defaultwerte in Abhängigkeit zu Verschattung, Verschmutzung,

Einstrahlungswinkel und Verglasungsanteil analog der Methodik im Passivhausprojektierungspaket gegeben.

Tabelle 29 Solare Gewinne

Solare Gewinne	Default	Einheit	Anmerkung
I_{Solar}	Solarstrahlung (N, O, S, W, Hor)	$\text{W/m}^2_{\text{Fassadenfläche}}$	Klimadaten
f_{Solar}	Abminderungsfaktor Solare Einstrahlung	-	Verschattung, Verschmutzung, Einstrahlungswinkel und Verglasungsanteil
g-Wert	0,5	-	je Verglasung
A_{Fenster}	Fensterfläche	m^2	Projektwert
$f_{\text{Solar,Opak}}$	1,075	-	EneV 2014

Nutzungscharakteristik: Interne Gewinne und Luftwechsel

Als Standard Nutzungsprofile werden X verwendet. Defaultprofile sind für die Nutzungen Wohnen, Büro, Handel (Food), Handel (Non-Food), Schule und Kindergarten hinterlegt. Die Parameter eines Nutzungsprofils sind in X dargestellt, sie können jeweils skaliert werden.

Tabelle 30 Parameter Interne Gewinne und Luftwechsel

Profilparameter	Einheit
Innere Wärmen Sommer inkl. Verdunstungskälte	W/m^2
Innere Wärmen Winter inkl. Verdunstungskälte	W/m^2
Luftwechsel Lüftungsanlage	h^{-1}
Luftwechsel Infiltration	h^{-1}
Warmwasserbedarf	W/m^2
Lüfterstrom	W/m^2
Aufzug, Regelung, etc.	W/m^2
Nutzerstrom	W/m^2

Für die Berechnung des Heizwärmebedarfs mit Demand Side Management wird die Solltemperaturen zur oberen Grenze des Komfortbandes angehoben. Dies führt dazu, dass lokale erneuerbare Überschüsse in der thermischen Gebäudespeichermasse genutzt werden können, gleichzeitig entsteht jedoch ein höherer Energieverbrauch.

3.9.1.1 Interne Lasten

Tabelle 31 Interne Wärmegewinne

Interne Wärmegewinne	Winter mittlere Last	Sommer mittlere Last
Wohnen	3,2 W/m^2	6,5 W/m^2
Büro	4,3 W/m^2	8,6 W/m^2
Schule	6,1 W/m^2	12,2 W/m^2
KiGa	3,1 W/m^2	6,2 W/m^2

Handel Food	4,6 W/m ²	9,2 W/m ²
Handel NonFood	4,6 W/m ²	9,2 W/m ²

Tagesverlauf interne Lasten

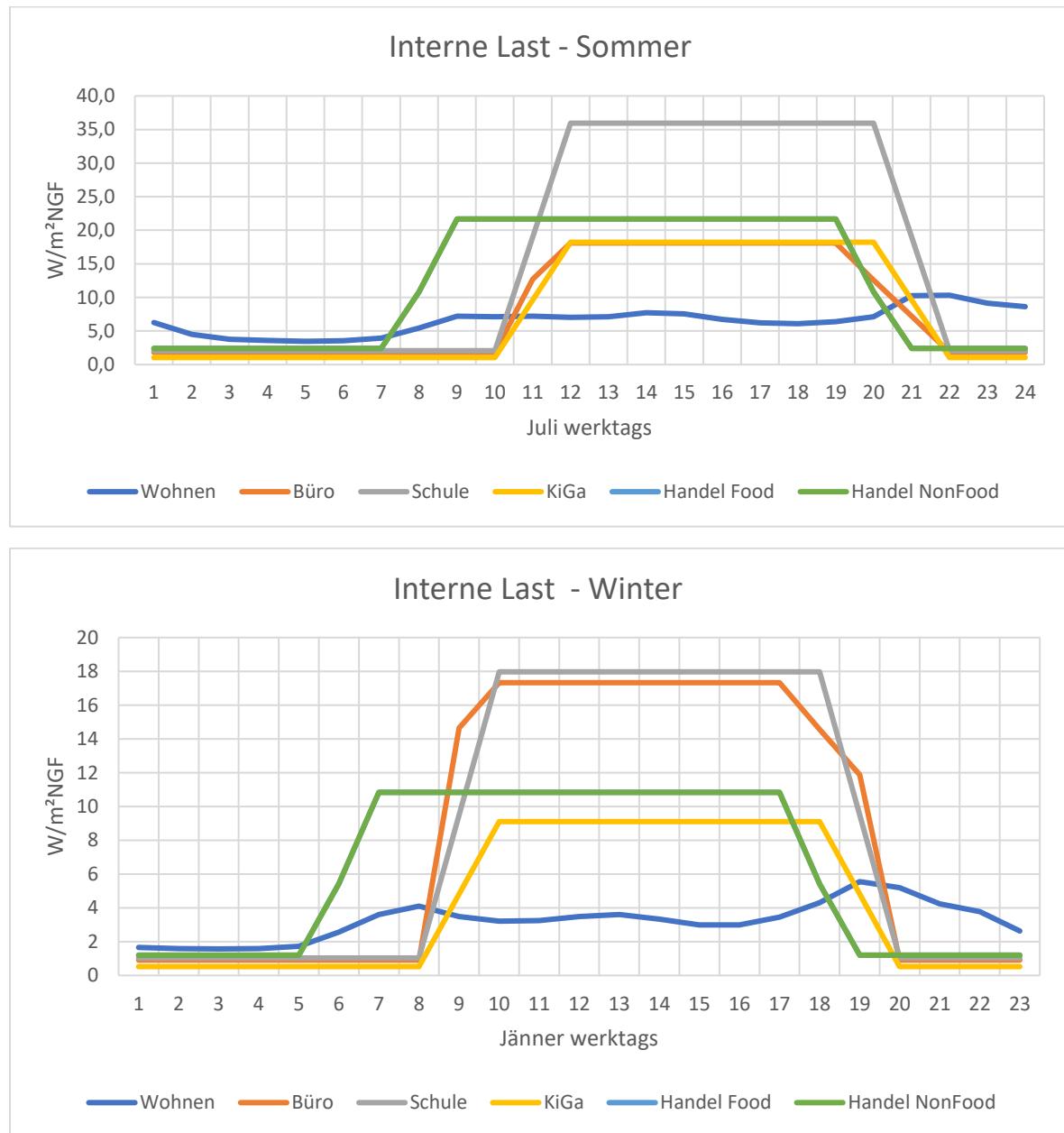


Abbildung 31 Interne Lasten Sommer und Winter

Tabelle 32 Luftwechsel

Luftwechsel [1/h]	Anlage	Infiltration
Wohnen	0,40	0,07
Büro	1,50	0,07
Schule	0,96	0,04

KiGa	0,96	0,04
Handel Food	1,5	0,07
Handel NonFood	1,5	0,07

Tabelle 33 Richtwerte Skalierung Hilfsstrom Lüftung

Art der Lüftung	Skalierung Lüfterstrom
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	100%
Durchschnittliche Abluftanlage	50%
Fensterlüftung ohne Sanitärlüftung	0%

Tabelle 34 Brauchwasserwärmeverbrauch

Nutzung	WWWB
Wohnbau	16 kWh/m ² NGFa
Büro	5,1 kWh/m ² NGFa
Schule	5,7 kWh/m ² NGFa
Kindergarten	5,7 kWh/m ² NGFa
Handel Food	9,1 kWh/m ² NGFa
Handel NonFood	9,1 kWh/m ² NGFa

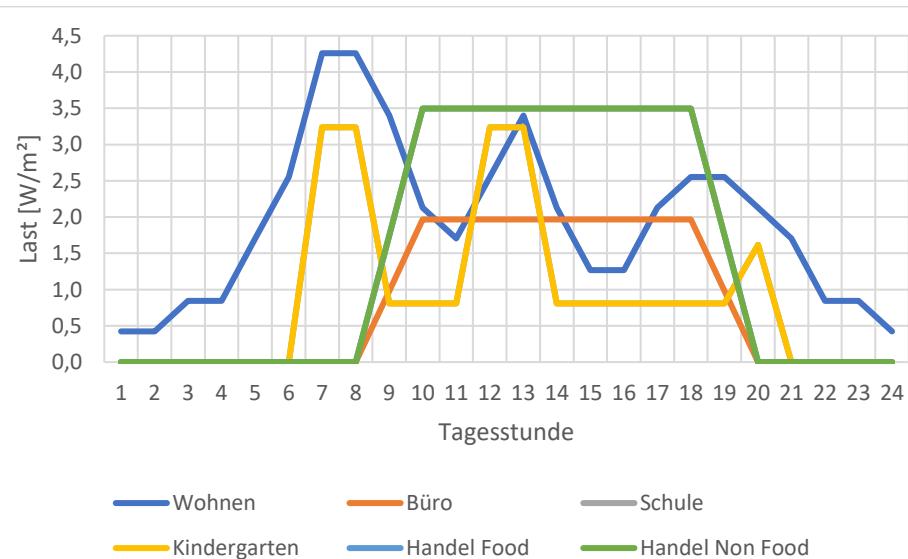


Abbildung 32 Tagesprofil Warmwasserbedarfe

Tabelle 35 Nutzerstrom

Nutzung	Nutzerstrom	
Wohnbau (inkl. Beleuchtung)	20,5	kWh/m ² NGFa
Büro	24,6	kWh/m ² NGFa
Schule	51,3	kWh/m ² NGFa
Kindergarten	30,8	kWh/m ² NGFa
Handel Supermarkt	30,8	kWh/m ² NGFa
Handel Sonstige	30,8	kWh/m ² NGFa

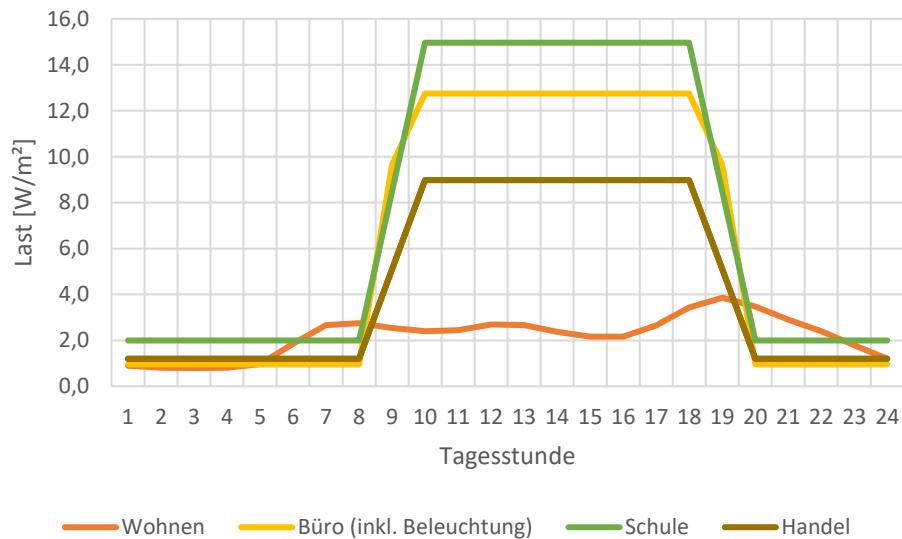
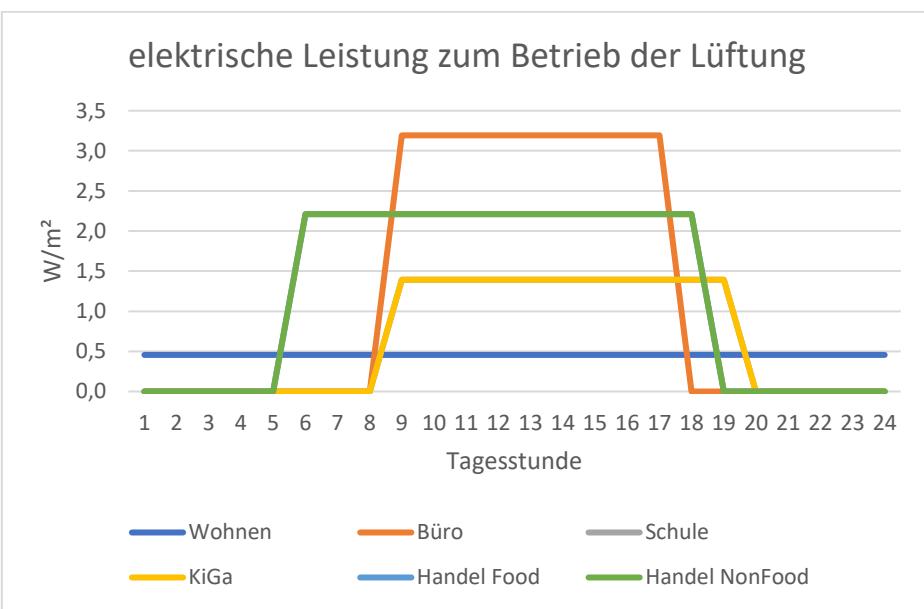


Abbildung 33 Tagesprofil Nutzerstrom

Tabelle 36 Betriebsstrom

Nutzung – konstante Last	Aufzug, Regelung etc. [W/m ²]
Wohnen, Büro, Handel	0,2
Schule, KiGa	0,1

Elektrische Leistung Lüftung



Richtwerte WW-Verteilung

WW-Bereitstellung	Wirkungsgrad Verteilung
Zentrale Bereitstellung (Zirkulationsleitungen)	50% - 65%
Dezentrale Bereitstellung	80% - 95%

Tabelle 37 Tageslichtabhängige Beleuchtung

Parameter	Formel- zeichen	Einheit	Default	Quelle/Anmerkung
Anteil tageslichtgesteuerter Beleuchtung	ε	%	70%	70% der Leistung werden tageslichtabhängig geregelt
Tageslichtquotient	D	-	0,01 – 0,04	Verhältnis von Innenbeleuchtungsstärke zu Außenbeleuchtungsstärke bei unverbautem Himmel
Wartungswert Beleuchtung	-	lx	300 lx	nutzungsspezifisch, vgl. ÖNORM EN 12464
Mindestleistung Beleuchtung	P_{min}	W/m^2	5 W	-
Maximalleistung Beleuchtung	P_{max}	W/m^2	20 W	-

Tabelle 38 Wartungswert Beleuchtung

Art von Nutzung oder Bereich	Wartungswert \bar{E}_m [lx]
Büro und Konferenz-, Sitzungsräume	500
Bildungseinrichtungen	500
Klassenräume, Vorlesungssäle	
Bildungseinrichtungen Sport- und Turnhallen	300
Korridore und Verkehrsflächen	100
Allgemeine Verkaufsflächen	300
Kindergarten	300

Tabelle 39 Jahresarbeitszahl Heizen

Default	4,25
Luft/Wasser	3,5
Wasser/Wasser	4,5
Erdreich/Wasser	4,5

Tabelle 40 Jahresarbeitszahl Kühlen

Jahresarbeitszahl Kühlen	
Default	4,84
Luft/Wasser	4
Wasser/Wasser	6
Erdreich/Wasser	6

3.9.1.2 Spezifisch wirksame Wärmespeicherkapazität Gebäude je Bauweise

Tabelle 41 Spezifisch wirksame Wärmespeicherkapazität

	Wh/m²K	Anmerkung
Leichtbauweise	60	laut PHPP
Mischbauweise	135	
Massivbauweise	204	

3.9.2 Kühlbedarf

Der Kühlbedarf des Gebäudes wird auf die gleiche Weise berechnet wie der Heizwärmebedarf, mit dem einzigen Unterschied, dass nicht die Differenz der Heizsolltemperatur unterschritten werden muss, sondern die Kühsolltemperatur überschritten werden muss, um den Kühlvorgang zu starten. Die Sollwerttemperatur für das Kühlsystem wird auf $\vartheta_{CS} = 25^\circ C$ und die untere Temperaturgrenze auf $\vartheta_{UCS} = 23^\circ C$ eingestellt.

Der Kühlbedarf des Projekts wird unter Verwendung von x mit den Eingaben von x berechnet.

$$Q_{KB(t)} = \min > \left\{ \frac{C_{m,int} \cdot (\vartheta_{CS} - \vartheta_{iB(t)})}{\varphi_C} \right\}$$

Tabelle 42 Parameter Kühlung

Kühlbedarf	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Spezifisch wirksame Gebäudespeicherkapazität	$C_{m,int}$	Wh/m ² K	-	Siehe PHPP
Innentemperatur	$\vartheta_{int;op}$	°C	-	Operative Lufttemperatur innen
Solltemperatur	$\vartheta_{c,min}$	°C	-	Mindestkomfort (Kühlen)
Thermische Kühlleistung	φ_C	W/m ² NGF	50	EnEV

Wie bereits oben erwähnt, kann auch die Kühlleistung erhöht werden, um die thermische Speichermasse des Gebäudes zu nutzen und die überschüssige erneuerbare Energie zu verwenden. Dies geschieht, indem die Kühlsolltemperatur auf die untere Grenze des Kühlkomfortbandes des Gebäudes geändert wird.

3.9.3 Warmwasserwärmeverbrauch

Die letzte thermische Energie, die im Gebäude benötigt wird, ist das Brauchwarmwasser. Der Warmwasserbedarf wird anhand des kumulierten Warmwasserverbrauchs der einzelnen Nutzungen und der Größe des Speichers berechnet. Der Verbrauch ist je Nutzung als Lastprofil hinterlegt und kann optional je Gebäudegröße skaliert werden. Die Berechnung der Warmwasserenergie ist in Gleichung dargestellt. Der Wärmebedarf wird für jeden Zeitschritt berechnet, wenn die Temperatur des Warmwasserspeichers die Grenze der minimalen Warmwassertemperatur unterschreitet

$$Q_{WW(t)} = \sum (\dot{q}_{WW,type(t)} \cdot A_{Nutzung,type} \cdot f_{WW,type})$$

Tabelle 43 Parameter WWWB

Warmwasserwärmeverbrauch	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Nutzungsspezifischer WWWB	$\dot{q}_{WW,type}$	W/m ² NGF	-	Nutzungsprofil
Fläche je Nutzung	$A_{Nutzung,type}$	m ² NGF	-	-
Skalierung WWWB	$f_{WW,type}$	-	1	-

Verteilverluste ergänzen

Wie in den Kapiteln Heizung und Kühlung erwähnt, kann auch bei der Warmwasserversorgung ein Demand Side Management implementiert werden. In diesem Fall wird der Bedarf für jeden Zeitschritt berechnet, in dem der Warmwasserspeicher die eingestellte maximale Warmwassertemperatur unterschreitet und somit die thermische Kapazität des Wasserspeichers zur Speicherung von PV-Energie nutzt, um die Lastkurve zu glätten.

Tabelle 44 WWWB je Nutzung

WWWB	Profil	
	W/m ² NGF	kWh/m ² NGFa

Wohnbau	1,8	16
Büro	0,6	5,1
Schule	0,7	5,7
Kindergarten	0,7	5,7
Handel Food	1	9,1
Handel NonFood	1	9,1

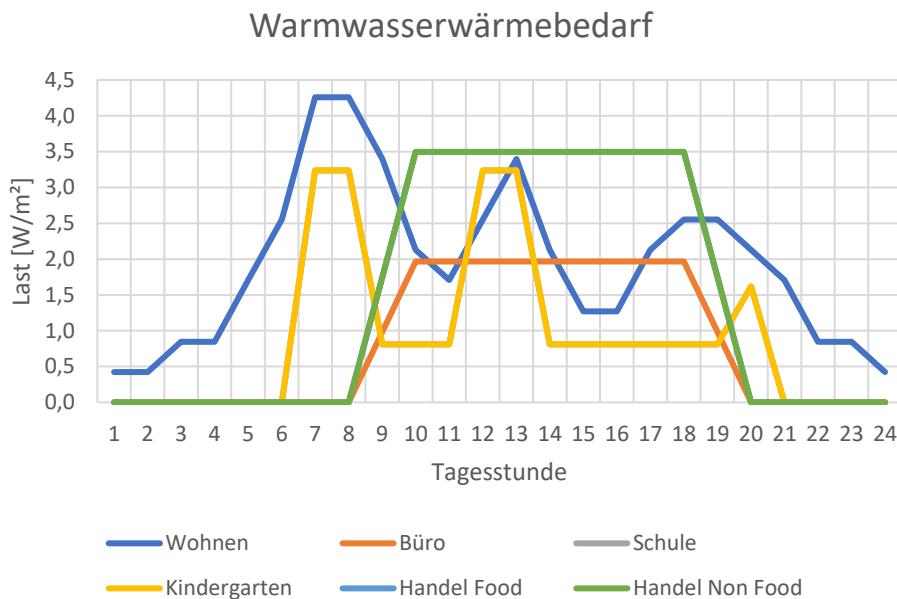


Abbildung 34: Tagesprofil Warmwasser 1. Jänner

3.9.4 Thermische Leistung Heizung/Kühlung/Warmwasser

Sowohl die Heizleistung als auch die Kühlleistung sollten extern ermittelt werden. Durch die Schnittstelle mit dem PHPP, bietet sich dieses natürlich an. Die Defaults sind:

Tabelle 45 Defaultparameter Heiz- und Kühlleistung, sowie WW Bereitstellung

Default thermische Leistungen [W/m²NGF]	Anmerkung
Heizleistung	40
Kühlleistung	50
Leistung WW-Bereitstellung	15,95 50l/Pers*Tag bei 60°C → 160W/Pers, bei 10m²/Pers

3.10 Bedarfsdeckung

Die Bedarfsdeckung wird in zwei Phasen durchgeführt. Zuerst die **Deckung der Mindestbedarfe** aus prioritär erneuerbaren Quellen und **danach die netzdienliche Speicherung** lokaler Erneuerbarer Energien und volatiler Wind-Spitzen⁴⁹ in den thermischen und elektrischen Quartiersspeichern:

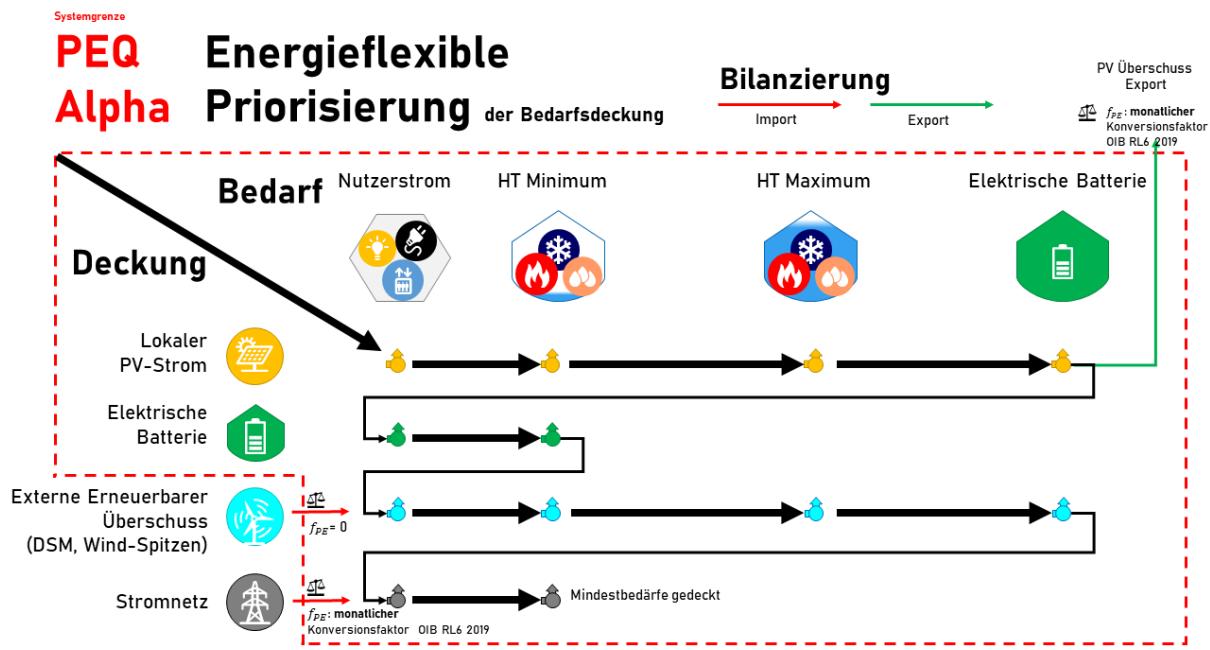


Abbildung 35 Priorisierung und Zuordnung der verfügbaren Energiequellen zu den Quartiersenergiebedarf in Systemgrenze PEQ Alpha

Die im Excel-Tool implementierte Operationalisierung verwendet für die Deckung der Energiebedarfe durch die zur Verfügung stehenden Quellen immer die dargestellte Reihenfolge. Zu jeder Stunde wird immer zuerst der verfügbare PV-Strom aufgeteilt, in der Reihenfolge Nutzerstrom, minimaler Haustechnik Energiebedarf zur Deckung der minimalen Sollwerte beim Heizen, Kühlen und Warmwasser. Wenn dann noch PV zur Verfügung steht, werden die Solltemperaturen auf den zulässigen Maximalwert gesetzt und mit der zur Verfügung stehenden Leistung der Wärmepumpen im Quartier geladen, danach etwaige elektrische Batterien. Nur der dann noch übrige Überschuss wird in das Stromnetz eingespeist. Sollten danach noch nicht alle Mindestbedarfe gedeckt sein, wird als nächstes die elektrischen Batterien entladen, allerdings nur für die Mindestbedarfe. Danach wird externer Überschussstrom mit der eingestellten maximalen Ladeleistung im Quartier aufgenommen, sofern er zu dieser Stunde verfügbar ist (Siehe Kapitel 3.13). Nur der verbleibende Rest wird über das Netz bezogen.

In **PEQ Beta** kommt zusätzlich zu den gebäudebezogenen Bedarfen die Ladung der E-Cars im Quartier hinzu. Auch hier wird ein minimaler und ein maximaler Ladezustand definiert, der analog wie oben beladen wird. **Bidirektionales Laden** ist nicht möglich mit der gegenwärtigen Implementierung des

⁴⁹ Die Verwendungszeiten dieser extern verfügbaren netzdienlich abzunehmenden erneuerbaren Erzeugung werden durch ein entsprechendes Signal festgelegt, das aus den Szenarien in Kapitel 2.4.2.2 ermittelt wird und im Tool hinterlegt ist.

Tools. Auch wenn prinzipiell zulässig, gibt es hier noch Bedarf an weiterer Forschung, sowohl was die Modellierung als auch die Nutzer*innenakzeptanz in der Praxis betrifft.

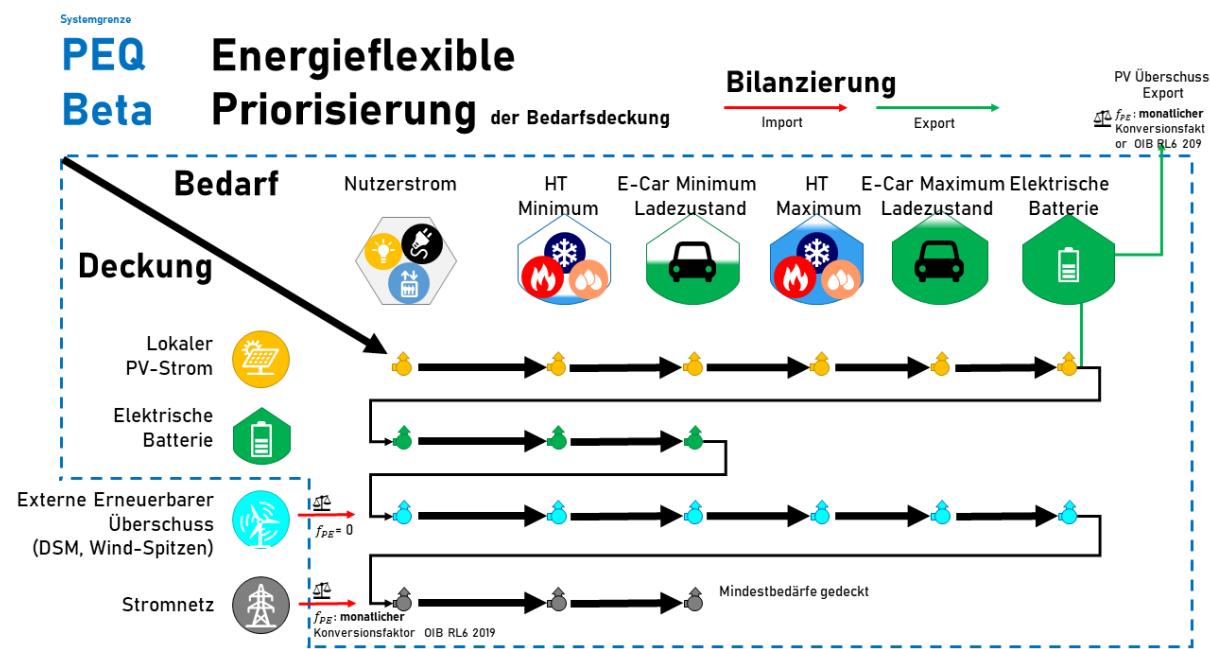


Abbildung 36 Priorisierung und Zuordnung der verfügbaren Energiequellen zu den Quartiersenergiebedarfen in Systemgrenze PEQ Beta

3.11 Endenergiebedarfe

3.11.1 Mindestbedarf

Die Berechnung der Endenergiebedarfe erfolgt in zwei Phasen: Zuerst wird der minimale Endenergiebedarf ermittelt, der notwendig ist, um den Mindestbedarf zur Haltung der minimalen Sollwerte für Raumtemperatur und Speicher zu decken.

3.11.1.1 Heizen

Der Endenergiebedarf wird je nach Energieversorgung unterschiedlich berechnet. Für die Energieversorgung mittels Wärmepumpensystem gilt:

$$Q_{E;Heiz} = \frac{Q_{HWB}}{JAZ * \eta_{WP;Verteil}} \cdot \frac{Q_{HWB}}{JAZ * \eta_{Verteil}}$$

Für die Energieversorgung mittels Erdgas oder Fernwärme gilt folgende Formel.

$$Q_{E;Heiz} = Q_{HWB} \cdot \eta_{Erdgas/Fernwärme} \cdot \eta_{Erdgas/FW;Verteil} \eta_{Verteil}$$

Tabelle 46 Verteilverluste

Endenergie Heizen	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Jahresarbeitszahl	JAZ	-	4,25	Herstellerangaben –
Wärmepumpe				Mittelwert aus

				unterschiedlichen Wärmequellen
Wirkungsgrad WP-System (Verteilverluste)	$\eta_{WP;Verteil}$	-	0,95	20% Verteilverluste – 75% kann für Heizzwecke genutzt werden → 5% Verluste
Wirkungsgrad Erdgas/Fernwärmesystem (Verteilverluste)	$\eta_{Erd/FW;Verteil}$	-	0,95	-

3.11.1.2 Kühlen

Für den Kühlendenergiebedarf findet die Berechnung analog statt. Für die Varianten Erdgas oder Fernwärme wird dabei eine Kompressionskältemaschine mit einer $JAZ_{KKM} = 2,5$ angenommen.

$$Q_{E;Kühl} = \frac{Q_{KB}}{JAZ * \eta_{Verteil}}$$

Tabelle 47 Kühlung Endenergie

Endenergie Kühlen	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Jahresarbeitszahl	JAZ	-	4,84	Herstellerangaben – Mittelwert aus unterschiedlichen Wärmequellen
Wärmepumpe				
Jahresarbeitszahl KKM	JAZ_{KKM}	-	2,5	-
Wirkungsgrad Kühlung (Verteilverluste)	$\eta_{Verteil}$	-	0,95	Annahme Passivhausstandard – 6% gerundet → 6%

3.11.1.3 Lüftung

Der elektrische Energiebedarf zum Betrieb der Lüftung wird mittels Skalierung eines Lastprofils berechnet.

$$E_V = \sum p_{v,nutzung} * f_{A,nutzung}$$

Die Richtwerte zur Skalierung sind in folgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 48 Parameter Lüftung

Art der Lüftung	Skalierung Lüfterstrom
Lüftung mit Wärmerückgewinnung	100%
Durchschnittliche Abluftanlage	50%
Fensterlüftung ohne Sanitärlüftung	0%

3.11.1.4 Warmwasser

Der Warmwasserbedarf wird über einen Speicher gedeckt, welcher bei Temperaturunterschreitung Tu über eine Wärmepumpe nachgeladen wird.

$$Q_{E;WW} = \frac{Q_{WW}}{JAZ * \eta_{Verteil}}$$

Tabelle 49 Empfohlene Defaultwerte.

Parameter	Default	Einheit
Auslegung WW-Speicher	50	Liter/Person*Tag
Speichertemperatur Minimum	60	°C
Speichertemperatur Maximum	70	°C
JAZ WW-Bereitung	3	-
WW-Verteilverluste		
Zirkulationsleitungen	50%-65%	-
Dezentrale Bereitstellung	80%-95%	-

3.11.2 Hilfsstrom

Der Hilfsstrom wird für die Raumkonditionierung, die WW-Bereitung und die Be- und Enthaftung ermittelt. Der Hilfsstrombedarf für die Raumkonditionierung und die WW-Bereitung wird jeweils als Anteil des Nutzenergiebedarfs für ebenjene Anwendungen berechnet. Da die Energiebereitstellung laut ZQ Methode einheitlich erfolgt, d. h. sowohl Warmwasser als auch Raumtemperatur wird über dasselbe System behandelt, wird für den Faktor (Anteil Hilfsstrom am Energiebedarf) nur zwischen Wärmepumpe, Erdgas und Fernwärme unterschieden.

$$E_H = \sum E_{Heiz/Kühl} * f_{Hilfsstrom}$$

Tabelle 50 Defaultwerte Hilfsstrom

System zur Wärme/Kältebereitstellung	Hilfsstromanteil
Wärmepumpe	2%
Erdgas	1%
Fernwärme	1%

3.11.3 Betriebsstrom, Haushaltsstrom

Für die Berücksichtigung des Nutzerstroms in Form des Betriebs- bzw. Haushaltsstroms wurden für die zeitliche Auflösung die Lastgänge der SIA 2040⁵⁰ herangezogen wie in nachfolgender Abbildung dargestellt, skaliert auf folgenden Jahressummen:

⁵⁰ SIA Effizienz-Pfad Energie Rechenhilfe 2040 (SIA, 2017) SIA Effizienz-Pfad Energie Rechenhilfe 2040 (SIA, 2017) SIA Effizienz-Pfad Energie Rechenhilfe 2040 (SIA, 2017) SIA Effizienz-Pfad Energie Rechenhilfe 2040 (SIA, 2017)

Tabelle 51 Jahresstrombedarf der Nutzungen

Nutzung	Nutzerstrom	
Wohnen (inkl. Beleuchtung)	26,72	kWh/m ² NGFa
Büro	19,45	kWh/m ² NGFa
Ausbildung	Volksschule und Kindergarten	6,1 kWh/m ² NGFa
	Universitäten und Schule ab der 5.Schulstufe	14,10 kWh/m ² NGFa
Handel Supermarkt	30,80	kWh/m ² NGFa
Handel Sonstige	4,42	kWh/m ² NGFa

Ein Vergleich des Strombedarfs diverser Nutzungen im Bereich Ausbildung zeigt große Unterschiede von 5 bis 50 kWh/m²NGF, wobei hier oft nicht zwischen universitären und schulischen Nutzungen unterschieden wird. Die hier gewählten Werte orientieren sich an den Zielwerten für effiziente Geräte, nehmen aber gemäß dem Vorsorge-Prinzip aber auch an, dass es hier zu einer weiteren Digitalisierung kommen wird und die Verwendung von Laptops in den Universitäten und Schulen ab der 5.Schulstufe steigen wird. Entsprechend wird die Nutzung Ausbildung in die zwei Gruppen geteilt.

Bei der Nutzung „Handel Supermarkt“ ist zu beachten, dass hier der **Strombedarf der Kühlmöbel und Kühlräume nicht berücksichtigt wird**. Hier muss eine projektbezogene Betrachtung des Einzugsgebiets inklusive Abwärmenutzung im Quartier durchgeführt werden.

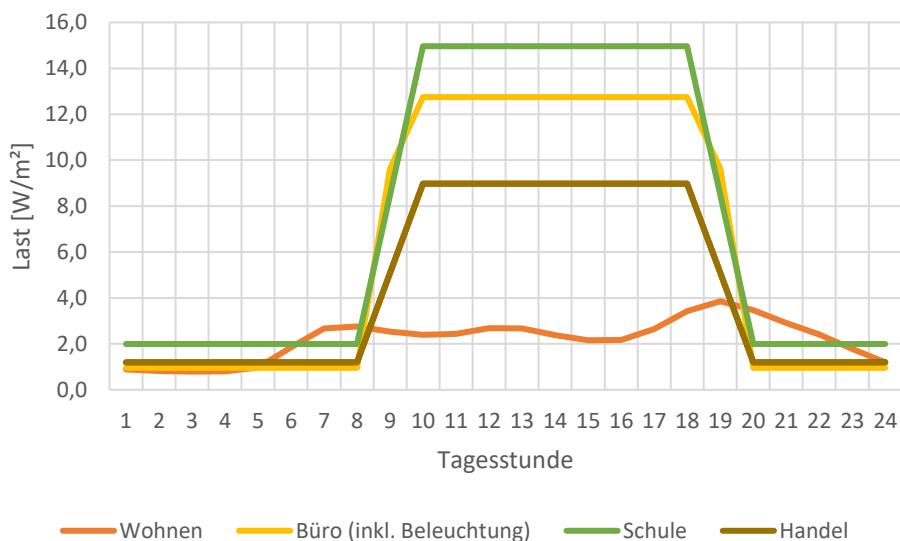


Abbildung 37 Tages-Lastprofile 1. Jänner

3.11.4 Beleuchtung

Die benötigte elektrische Leistung der Raumbeleuchtung wird stündlich in Abhängigkeit vom Tageslicht berechnet. Für die Flächen mit Wohnnutzung wird keine separate Leistung ermittelt, diese ist bereits im Haushaltsstrom enthalten.

Es gibt drei Fälle wie die elektrische Leistung der Raumbeleuchtung zustande kommt:

1. keine Anwesenheit/Betriebszeit

$$E_L = 0$$

2. Anwesenheit/Betriebszeit und das Tageslicht reicht nicht aus um die Mindestanforderung zu erfüllen

$$E_L = (1 - \varepsilon) * p_{min} + \varepsilon * p_{max}$$

3. Anwesenheit/Betriebszeit und das Tageslicht reicht aus um Mindestanforderung zu erfüllen

$$E_L = (1 - \varepsilon) * P_{min}$$

Für den Energiebedarf wird anschließend die Summe über die Zeitreihe wie in X, gebildet.

$$E_L = \sum P_L$$

In folgender Tabelle sind die verwendeten Parameter dargestellt:

Tabelle 52: Parameter zur Ermittlung der Beleuchtung

Parameter	Formel- zeichen	Einheit	Default	Quelle/Anmerkung
Anteil tageslichtgesteuerter Beleuchtung	ε	%	70%	70% der Leistung werden tageslichtabhängig geregelt
Tageslichtquotient	D	-	0,01 – 0,04	Verhältnis von Innenbeleuchtungsstärke zu Außenbeleuchtungsstärke bei unverbautem Himmel
Wartungswert Beleuchtung	-	lx	300 lx	nutzungsspezifisch, vgl. ÖNORM EN 12464
Mindestleistung Beleuchtung	P_{min}	W/m^2	5 W	-
Maximalleistung Beleuchtung	P_{max}	W/m^2	20 W	-

Empfehlungen Mindestanforderung Beleuchtung anhand Wartungswerte lt. ÖNORM EN 12464-1:

Tabelle 53: Mindestanforderung Beleuchtung

Art von Nutzung oder Bereich	Wartungswert \bar{E}_m [lx]
Büro und Konferenz-, Sitzungsräume	500
Bildungseinrichtungen Klassenräume, Vorlesungssäle	500
Bildungseinrichtungen Sport- und Turnhallen	300
Korridore und Verkehrsflächen	100
Allgemeine Verkaufsflächen	300

Kindergarten	300
---------------------	-----

In folgender Tabelle sind typische Beleuchtungsstrombedarfe für einen Wiener Wetterdatensatz dargestellt.

Tabelle 54 Jahresstrombedarf Beleuchtung

Nutzung		Nutzerstrom	
Wohnen		0,00	kWh/m ² NGFa
Büro		10,0	kWh/m ² NGFa
Ausbildung	Volksschule und Kindergarten	12,5	kWh/m ² NGFa
	Universitäten und Schule ab der 5.Schulstufe	12,5	kWh/m ² NGFa
Handel		43,8	kWh/m ² NGFa
Supermarkt			
Handel Sonstige		43,8	kWh/m ² NGFa

Bei der Nutzung Wohnen ist der Beleuchtungsbedarf bereits im Haushaltsstrom berücksichtigt.

Bei der Nutzung Büro wird von hocheffizienter Beleuchtung ausgegangen. Diese muss im Projektverlauf berücksichtigt und nachgewiesen werden.

3.11.5 Allgemeinstrom (Aufzug, etc.)

Zusätzlich zum Strombedarf für HKLS, Betrieb, Haushalte und Beleuchtung wird folgender Allgemeinstrom für Aufzüge und andere allgemeinen Gebäudeenergiebedarfe angenommen:

Tabelle 55 Jahresstrombedarf der Nutzungen

Nutzung		Nutzerstrom	
Wohnen (inkl. Beleuchtung)		1,8	kWh/m ² NGFa
Büro		1,8	kWh/m ² NGFa
Ausbildung	Kindergarten und Pflichtschulen	0,9	kWh/m ² NGFa
	Höhere Schulen und Hochschulen	0,9	kWh/m ² NGFa
Handel Supermarkt		1,8	kWh/m ² NGFa
Handel Sonstige		1,8	kWh/m ² NGFa

3.11.6 Maximal flexibel nutzbare Endenergie

Zur Berechnung des flexiblen Endenergiebedarfs inklusive Demand Side Management wird der **maximale** Endenergiebedarf berechnet, indem die Solltemperaturen und SOC-Zielwerte jeweils von der Mindestanforderung zur oberen Anforderungsgrenze gehoben werden. Der tatsächliche flexible Endenergiebedarf wird dann – abhängig vom Überschuss durch erneuerbare Energien – aus minimalem Energiebedarf und der zusätzlichen Deckung des maximalen Bedarfs durch erneuerbare Überschussenergie vor Ort oder außerhalb des Gebäudes ermittelt.

Endenergie-Deckung nach Nutzung

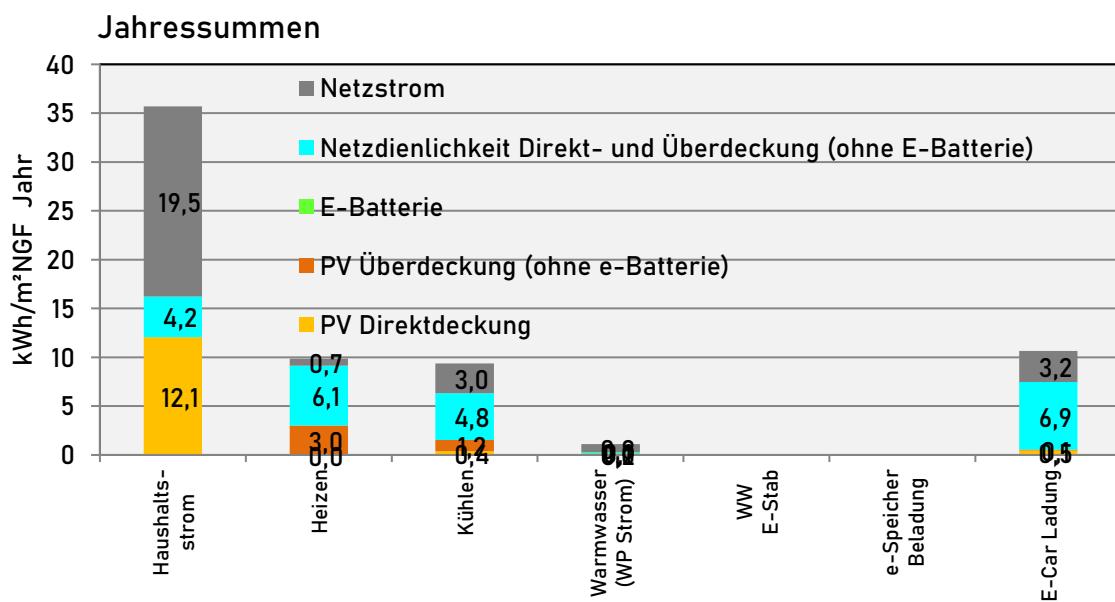


Abbildung 38 Beispielhafte Darstellung der Endenergiedeckung durch netzdienliches Demandsidemanagement (cyan) und Überdeckung der Heiz- und Kühlbedarfe durch lokale PV (PV Überdeckung). Diese wird ermöglicht durch die Nutzer*innenflexibilität für dynamische Innenraumtemperaturen. In diesem Beispiel könne auch die Ecars zu 2/3 ihren minimale Beladung (Default 50%) zu Zeiten erneuerbaren Überangebots in Form von Windspitzen decken.

3.12 Mobilitätsenergiebedarf

Die individuelle Alltagsmobilität wird erst ab Systemgrenze PEQ Beta in die Energie- und Treibhausgas-Bilanz des Quartiers miteinbezogen.

Berücksichtigt wird nur die **emissionsrelevante individuelle Alltagsmobilität**, die durch das Quartier und dessen Standort induziert wird. Verkehr ohne wesentliche Energie- und Emissionsbelastung wie Fußgänger und Fahrrad werden nicht, öffentliche Verkehrsmittel wie Busse, Straßenbahnen, U-Bahnen und Züge nicht direkt, sondern im Rahmen der gesamtheitlichen Betrachtung des umliegenden Energiesystems (siehe auch PEQ Omega) berücksichtigt: Gemäß Zukunftsquartier Ansatz ist ein PEQ Beta nur für die emissionsrelevante individuelle Alltagsmobilität verantwortlich, die Schaffung und Bilanzierung des übergeordneten ÖV-Angebots aber auf entsprechender übergeordneter Ebene zu verorten und durch zentrale erneuerbare Energiequellen bilanziell zu decken.

Liefer- und Dienstverkehr wird indirekt aber doch berücksichtigt. Und zwar insofern, als dass die zugrundeliegenden Jahrespersonenkilometer nach Art des Zielorts erfasst und so eine Zuordnung zu den verwendeten Nutzungen zulassen, was dienstliche Wege im Zuge der Arbeit miteinschließt.

Der **Mobilitätsbedarf** wird folgendermaßen berechnet: Auf Basis der insgesamten Flächenverteilung nach den Nutzungen Wohnen, Büro, Schulähnliche und Handel & Sonstige wird eine durchschnittliche Fläche pro Einwohner*in ermittelt. In folgender Tabelle sind die Anzahl der Gebäude, deren durchschnittliche Nutzflächen und der damit resultierende Anteil der Nutzung an den Gesamtflächen des österreichischen Gebäudebestands dargestellt:

Tabelle 56 Abschätzung der Energiebezugsflächen je Nutzungen in Österreich

	Anzahl Gebäude ⁵¹	Durchschn. m ² EBF/ Gebäude	Mio. m ² EBF	Anteil Nutzung
Wohngebäude mit einer Wohnung	1 442 066			
Wohngebäude mit zwei Wohnungen	285 063			
Wohngebäude mit drei und mehr Wohnungen	246 850			
Gesamt Wohngebäude	1 973 979		370,8 ⁵²	
Gebäude für Gemeinschaften	4 815	1 000	4,8	
Gesamt Wohnen	1 978 794		375,6	69%
Hotels und ähnliche Gebäude	37 468	1 500	56,2	10,2%
Bürogebäude	35 420	1 500	53,1	9,7%
Groß- und Einzelhandelsgebäude	36 334	1 000	36,3	6,6%
Gebäude d. Verkehrs- u. Nachrichtenwesens	4 842		0	

⁵¹ Quelle: (Statistik Austria, 2012) Quelle: (Statistik Austria, 2012) Quelle: (Statistik Austria, 2012) Quelle: (Statistik Austria, 2012)

⁵² Ermittlung erfolgt bei Wohngebäuden nicht über die Gebäudeanzahl, sondern über die mittlere Wohnnutzfläche pro Person in Österreich von 41,2 m²/Person

Industrie- und Lagergebäude	71 940	0	
Gebäude für Kultur-, Freizeitzwecke, des Bildungs- und Gesundheitswesens	26 482	1 000	26,5
1)			4,8% Davon 70% Schulen 15% KIGA
Summe (ohne Nebenwohnsitze)		547,8	100%

Daraus ergibt sich bei projizierten Einwohner*innen von 9 Millionen folgende Fläche pro Einwohner*in und Nutzung:

Tabelle 57 Statistische Fläche pro Einwohner*in und Nutzung

Nutzung (n)	Anteil gemäß Flächenverteilung in Österreich	Fläche pro Einwohner*in	österreichweiter Anteil am Zielverkehr ⁵³
			z _n
Wohnen	69%	41,74	50%
Büro	9,7%	5,90	21%
Ausbildung	4,1% (70+15% von 4,8%)	2,50	3%
Handel & Sonstige (Rest)	17,6%	10,72	27%
Summe	100%		

Der im Quartier bilanzierte jährliche Verkehr wird anhand folgender Formel ermittelt:

$$S_{PEQ}(v) = \sum_n \frac{A_n}{p_n} z_{nv} \sum_m s_{mv} = \sum_m S_m$$

S_{PEQ} ... Durch das PEQ induzierte und in PEQ BETA zu deckende Jahresverkehrsleistung

privater Alltagsmobilität $\left[\frac{km}{a} \right]$ am Standort v

v ... Standort: Kombination aus Regionstypen und ÖV – Qualitätstypen (qualitativer Indikator 11 – 93)

n ... Nutzung (Wohnen, Büro, Ausbildung, Handel)

A_n ... Nettogrundfläche je Nutzung n [m^2_{NGF}],

p_n ... österreichweite statistische Nutzungsfläche je Einwohner je Nutzung n $\left[\frac{m^2_{NGF}}{EW} \right]$,

m ... Mode of transport privater Alltagsmobilität (Moped, PKW – LenkerIn, –MitfahrerIn)

z_n ... Anteil der Jahresverkehrsleistung mit Nutzung n als Ziel [%]

s_{mv} ... Jahresverkehrsleistung je Mode of Transport m und ÖV – Güteklaasse v $\left[\frac{km}{Pers} \right]$

S_m ... Jahresverkehrsleistung im Quartier je Mode of Transport m

⁵³ Quelle: Herry Consult, 2017. Anhang um Urban Area Parameter Bericht AP4&6 Mobilität auf Basis von Österreich Unterwegs 2013/14

Wichtig: Die Berechnung der Jahreskilometerleistung muss immer mit der statistischen Fläche pro Einwohner*in durchgeführt werden. Eine Änderung der Flächendichte aufgrund projektspezifischer Gegebenheiten ist **nicht zulässig!**⁵⁴

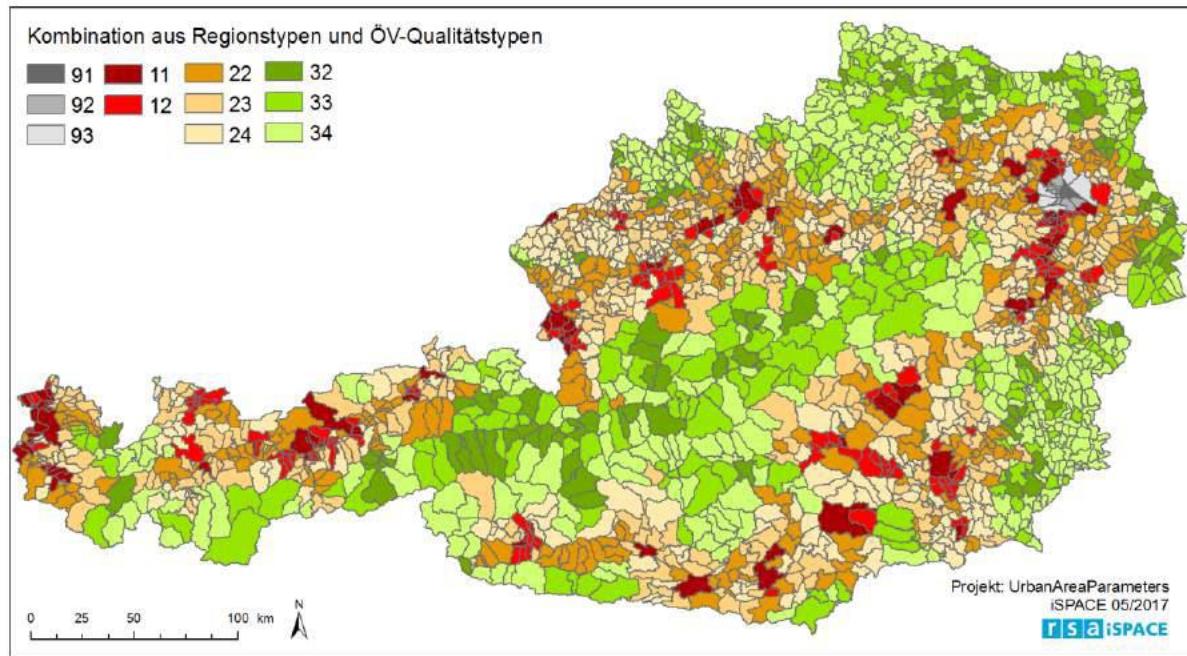


Abbildung 39 Mobilitäts-Parameter v : „UrbanAreaParameters Gemeindetypen (erste Zahl – Regionstyp, zweite Zahl - ÖV-Qualitätstyp; Darstellung: iSPACE, 2017)“ in (O. Mair am Tinkhof et al. 2017)

Tabelle 58 Jahresverkehrsleistung des fossilen Individualverkehrs nach Nutzung und Standort bzw. ÖV-Gütekasse

v Standort: Regions-ÖV- Typ	Referenzfall	s_{mv} Jahresverkehrsleistung je Mode of Transport m und ÖV-Gütekasse v [km/Pers/a]		
		Moped	PKW- Lenker:in	PKW- Mitfahrer:in
11		225	5 527	2 666
12		66	6 456	2 903
22		74	7 810	2 950
23		65	7 846	2 734
24		133	11 831	3 363
32		76	7 204	4 220
33		153	8 038	2 954
34		88	9 125	3 744
91		78	4 062	1 855
92		78	3 414	1 803
93		146	4 291	2 035

⁵⁴ Im Unterschied zur klimaktiv Methodik ist hier keine Unterscheidung hinsichtlich Mobilitätswirksamkeit notwendig, weil nur die relative Verteilung zwischen Nutzflächen und deren relativer Wegziel-Häufigkeit zur Ermittlung herangezogen wird

11	186	4 564	2 202
12	54	5 305	2 386
22	60	6 361	2 403
23	56	6 731	2 345
24	123	10 953	3 113
32	65	6 155	3 606
33	120	6 275	2 306
34	72	7 429	3 048
91	63	3 279	1 498
92	59	2 578	1 361
93	125	3 679	1 745

Für die Nachweisführung kann der Regions-ÖV-Typ „Optimiert“ verwendet werden

Folgende Diagramme stellen den Energiebedarf der individuellen, motorisierten Alltagsmobilität je Nutzung und Standort dar. Die schwarzen und blauen Säulen geben jeweils das obere und untere Limit bei 100% fossiler und 100% elektrischer Alltagsmobilität wieder. Der tatsächliche Mobilitätsbedarf einzelner Quartiere kann je nach Standort und aber auch der projektspezifisch getroffenen Maßnahmen wie Sharing-Angeboten zur Reduktion des MIV oder Multi-Modal-Mobility-Hubs darüber oder darunterliegen.

Die Diagramme dienen zur Einordnung der relativen Größen zwischen dem Energiebedarf und dem dafür allokierten Budget als Gutschrift aus der Betrachtung der Systemgrenze PEQ Beta.

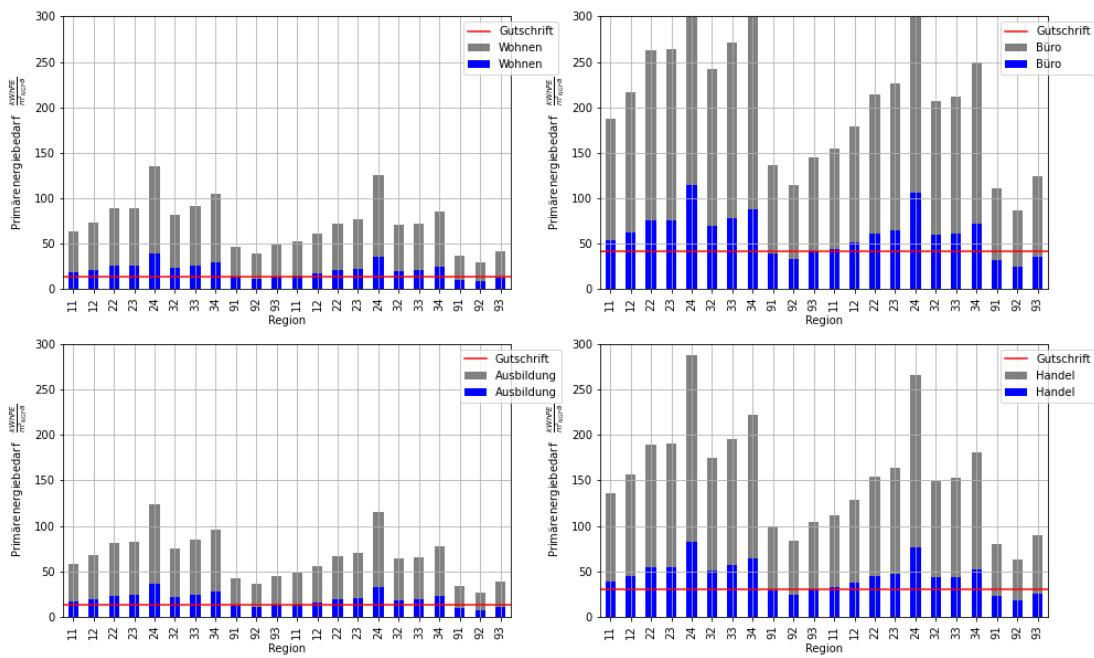


Abbildung 40: Vergleich zwischen Energiebedarf bei 100% fossiler (grau) und 100% elektrischer (blau) Alltagsmobilität je ÖV-Regionstyp (links Ausgangsdaten 2014 und rechts optimiert). Die Mobilitätsgutschrift ist als Rote Linie dargestellt und ist anteilmäßig für alle Nutzungen gleich.

Der **Primärenergiebedarf** der fossilen individuellen Alltagsmobilität von Mopeds und PKWs wird wie folgt ermittelt:

$$\begin{aligned}
 PE - \text{Bedarf fossile individuelle Alltagsmobilität} &= \\
 &= S_{Moped} e_{Moped} f_{PE,fossil} + S_{PKWLenker} e_{PKW} ((1 - a_{ecar}) f_{PE,fossil}) \\
 &+ S_{PKWMit} e_{PKWMit} f_{PE,fossil}
 \end{aligned}$$

Tabelle 59 Variablen zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs der individuellen Alltagsmobilität

S_{Moped}	Quartier-Jahresverkehrsleistung Moped	Siehe Kapitel 3.12	km/a
$S_{PKWLenker}$	Quartier-Jahresverkehrsleistung PKW Lenker:in		km/a
S_{PKWMit}	Quartier-Jahresverkehrsleistung PKW Mitfahrende		km/a
a_{ecar}	Anteil E-Cars an PKWs im Quartier	Projektwert	
e_{Moped}	Endenergiebedarf Moped	20.0	kWh/100km
e_{PKW}	Endenergiebedarf PKW Lenker:in	80.0	kWh/100km
e_{PKWMit}	Endenergiebedarf PKW Mitfahrende	0.0	kWh/100km
$f_{PE,fossil}$	Primärenergie Konversionsfaktor Kraftstoff	1.2	kWh PE / kWh EE
$f_{PE,Strom}$	Primärenergie Konversionsfaktor Strom	Je stündlicher Verfügbarkeit:	
	Lokaler PV-Strom	0.0	kWh PE / kWh EE
	Netzdienlicher Bezug von Windkraft-Überschuss	0.0	kWh PE / kWh EE
	Netzstrom	Lt. Tabelle 8	kWh PE / kWh EE

3.12.1 E-Mobilität

Die Abbildung der E-Mobilität erfolgt als aggregierter Speicher im Quartier mit folgenden Parametern:

Parameter	Einheit	Berechnung
-----------	---------	------------

E-Car Anteil	%	Eingabe
Anzahl Fahrzeuge		Anzahl Stellplätze *
		E-Car Anteil
Batteriekapazität je Fahrzeug	kWh	41
Batterieverluste		2% / Woche
Speichergröße	kWh/m ² NGF	Anzahl Fahrzeuge * E-Car Anteil * Batteriekapazität
Wirkungsgrad Laden		90%

3.12.1.1 E-Car Anteil

Für die Nachweisführung muss ein Elektroanteil von 70% angenommen werden, um die zukünftige Situation 2040 abzubilden⁵⁵. Wenn entsprechend viele Stellplätze mit einer Leerverrohrung für Wallbox, bzw. Wallboxen ausgestattet sind, kann ein höherer Anteil bis 90% angenommen werden.

Der Endenergiebedarf für E-Cars ermittelt sich folgendermaßen:

$$E_{ecar} = a_{ecar} e_{ecar} \cdot \sum S_{PKW} \cdot f_{PKW} \left[\frac{kWh}{a} \right]$$

Tabelle 60 Parameter E-Mobilität

Alltagsmobilität	Parameter	Einheit	Default	Anmerkung
Energieverbrauch E-Cars	E_{ecar}	kWh/a	-	-
Anteil E-Cars an PKWs im Quartier	a_{ecar}	%	Projektwert	70 – 90%
Spezifischer Energieverbrauch	e_{ecar}	kWh/km	0,17	Herstellerangabe Tesla Model 3
Quartier-Jahresverkehrsleistung PKW	S_{PKW}	Km/a	-	Regionsabhängig, je Nutzung
Reduktion der Kilometerleistung	f_{PKW}	%	-	Gemäß Ausbauzielen der Bundesregierung ⁵⁶

3.12.1.2 Stündliche Ladekurve E-Mobilität

Wie werden aus den Jahresverkehrsleistungen stündliche Ladekurven für den geparkten E-Car Fuhrpark in einem Quartier?

⁵⁵ BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich. 2021. Accessed: Apr. 28, 2022. [Online]. Available: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:6318aa6f-f02b-4eb0-9eb9-1ffabf369432/BMK_Mobilitätsmasterplan2030_DE_UA.pdf

⁵⁶ BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich. 2021. Accessed: Apr. 28, 2022. [Online]. Available: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:6318aa6f-f02b-4eb0-9eb9-1ffabf369432/BMK_Mobilitätsmasterplan2030_DE_UA.pdf

Die Berücksichtigung der E-Mobilität in PEQ Beta erfolgt im Simulationsmodell nicht nur in Form der Deckung des benötigten Stroms für die Verkehrsleistung, sondern auch als dynamisch beladbare Speicher

Der jährliche Energiebedarf für e-cars wird mittels statischer Profile auf eine stündliche Entladeleistung umgerechnet. Es gibt dabei ein zeitlich konstantes Ladeprofil und für jede Nutzung ein tageszeitabhängiges Profil für Wochentage und Wochenenden. In der Operationalisierung kann festgelegt werden, welcher Anteil der E-Fahrzeuge der Ladekurve folgen, und welcher einer zeitlich konstanten Ladekurve folgt. Damit kann abgebildet werden, welcher Teil der Fahrzeuge im Bereich Wohnen nicht jeden Tag unterwegs ist und konstant vor Ort steht und geladen werden kann. Die Daten für diese Profile leiten sich aus folgenden Studien ab:

- Österreich Unterwegs 2013/2014
- SMART-ELECTRIC-MOBILITY Speichereinsatz für regenerative elektrische Mobilität und Netzstabilität (2011)
- Erstellung und Modellierung von stochastischen Ladeprofilen mobiler Energiespeicher (Masterarbeit TU Wien, Litzlbauer 2010)

In folgender Darstellung ist ersichtlich zu welchen Tageszeiten welcher Anteil an Wegen begonnen werden. Darauf aufbauen werden Anwesenheits- und damit Ladeprofile erstellt. Ein Standortwechsel wird angenommen, sobald die Kurve 5% über- bzw. unterschreitet.

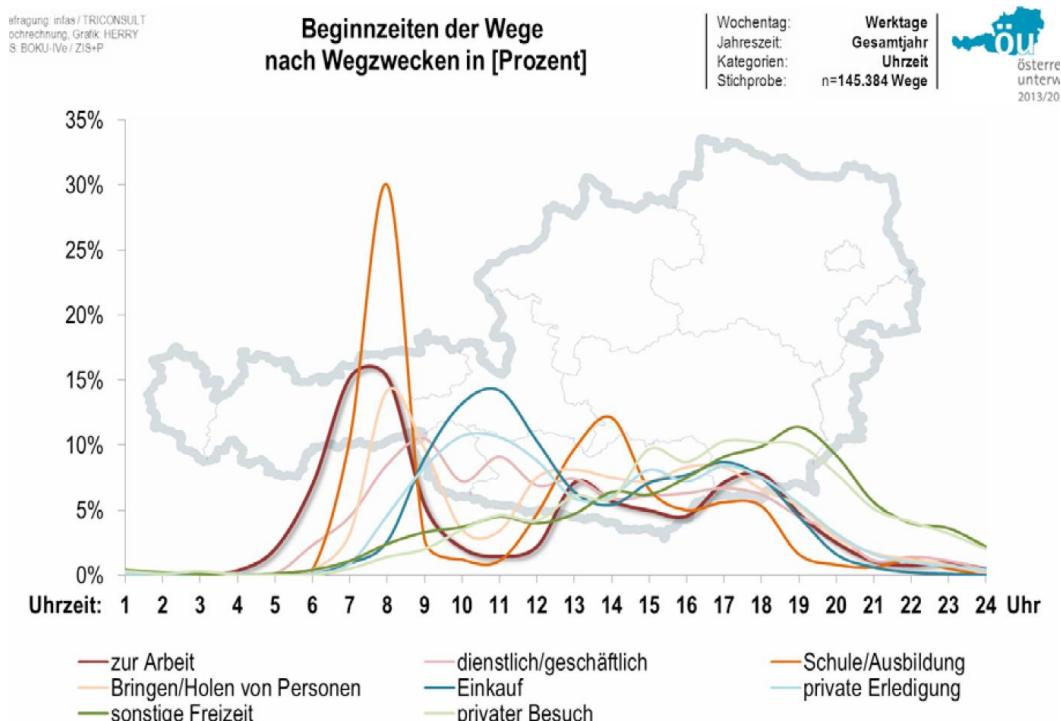
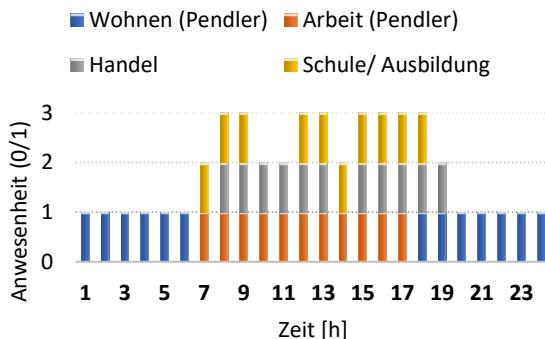


Abbildung 41: Startzeiten der Wege nach Wegzweck (werktag) gemäß Österreich Unterwegs

Die Anwesenheit der Fahrzeuge wurde den vier Nutzungen zugeteilt, die resultierenden Ladeprofile je Nutzung sind in folgenden Kurven dargestellt.

Montag bis Donnerstag



Freitag

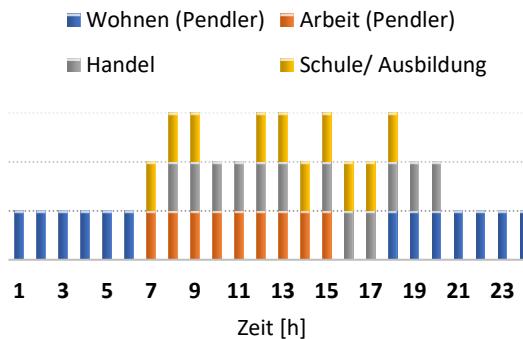
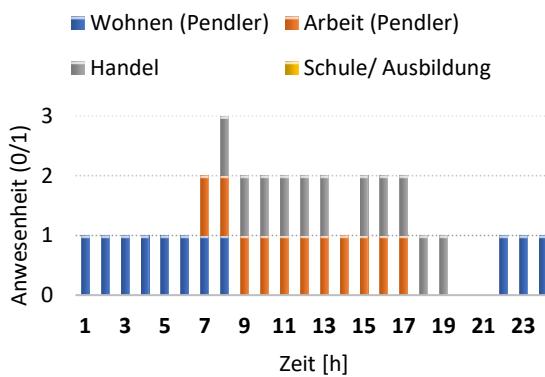


Abbildung 42 Anwesenheits- und Ladeprofile Wochentags

Samstag



Sonntag

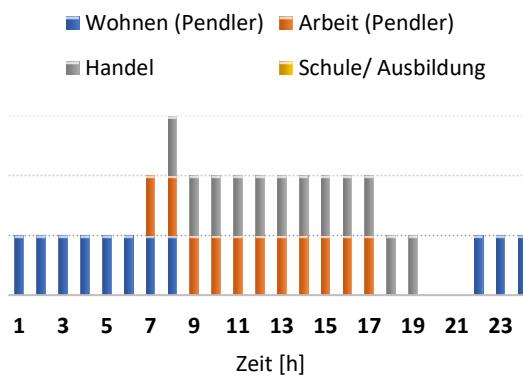


Abbildung 43: Anwesenheitsprofile E-Car-Ladung

Der jährliche Energieverbrauch wird aliquot auf einen täglichen Ladebedarf umgerechnet, der sich gleichmäßig auf die Standzeiten aufteilt. Aggregiert über alle Nutzungen ergibt sich damit eine stündliche Entladeleistung der E-Cars. Folgende Grafik stellt die Parameter und Berechnungsschritte des stündlichen Ladebedarfs dar.

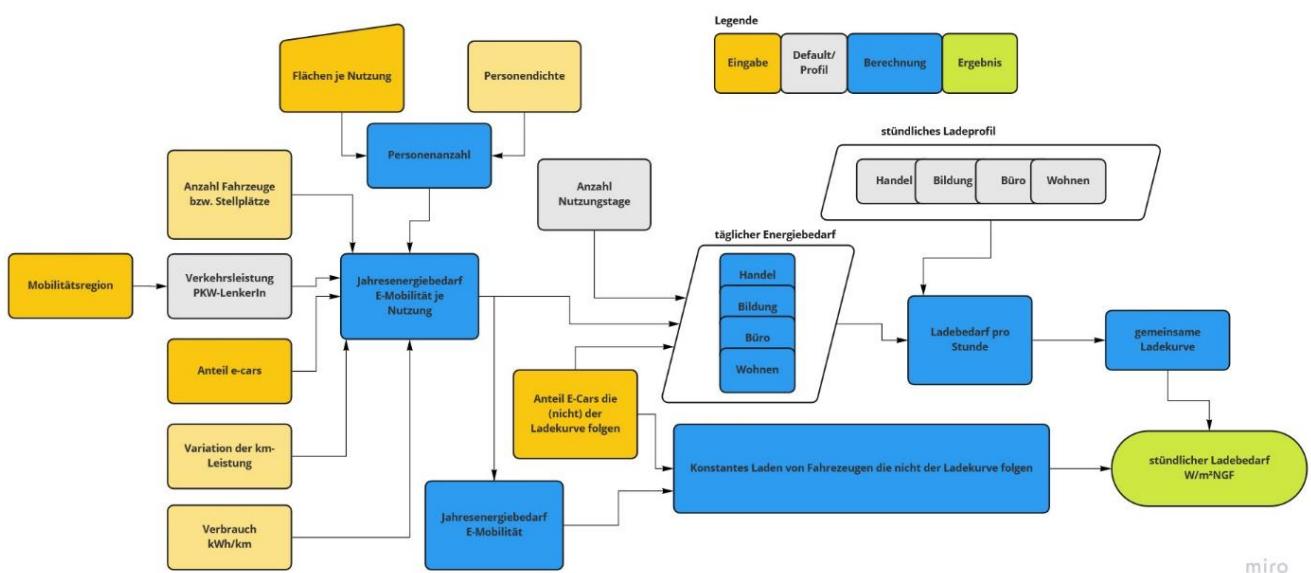


Abbildung 44: Ablaufdiagramm E-Car Ladebedarf

Hier ein Beispiel mit Ladekurve für eine exemplarische Nutzungszusammensetzung:

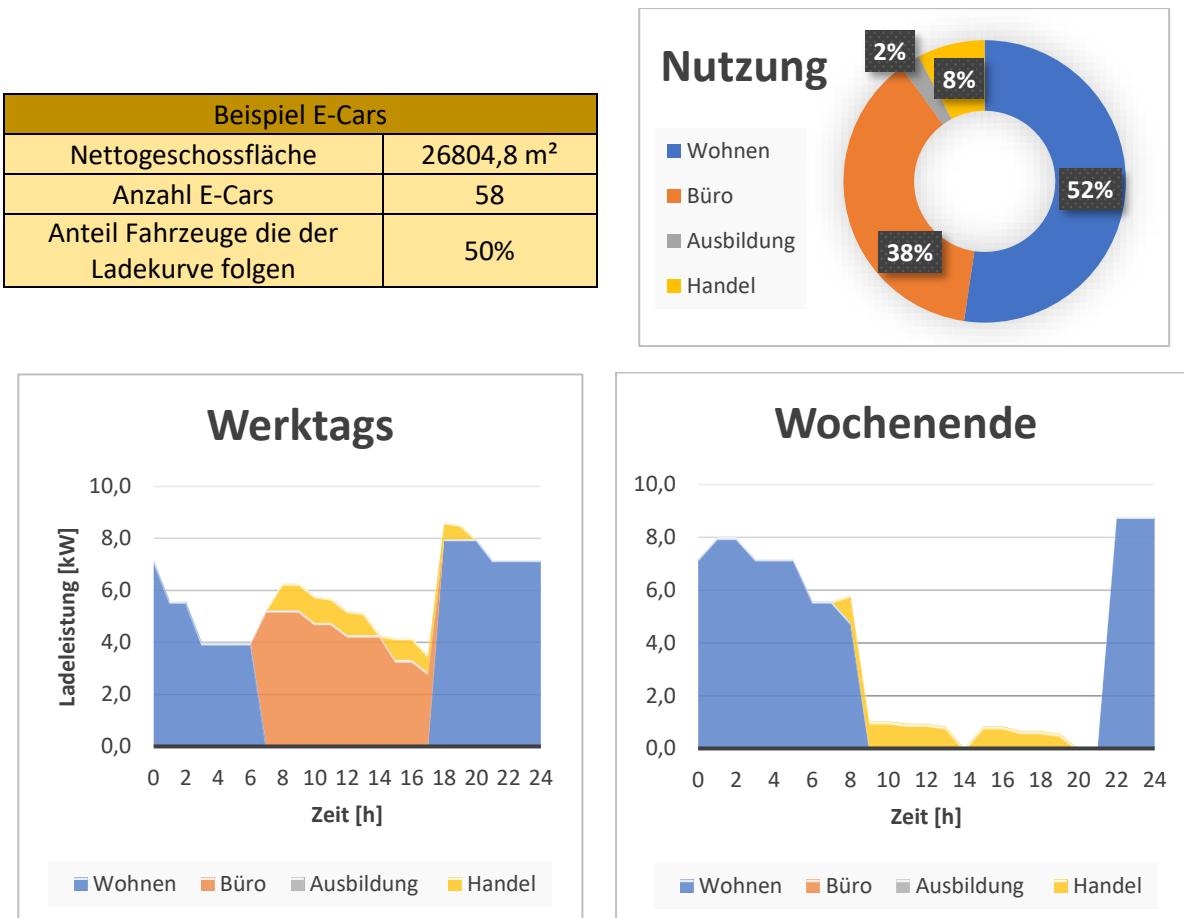


Abbildung 45 Beispiel für eine Quartiers-Ladekurve für eine exemplarische Nutzungszusammensetzung

3.12.2 Abbildung von zusätzlichen Maßnahmen im Mobilitätsbereich

*Eine Reduktion der zugrundeliegenden MIV-Jahreskilometer ist zulässig, wenn sie mit konkreten Maßnahmen wie Fahrrad-Infrastruktur, E-Car oder E-Bike-Sharing oder besondere Gegebenheiten wie einem überdurchschnittlich günstigen ÖV-Anschluss im **klima:aktiv Mobilitätstool** zur Bewertung von Siedlungen und Quartiere⁵⁷ belegt werden können und in Übereinstimmung mit den nationalen Zielen des Mobilitätsmasterplans sind⁵⁸.*

Wenn Maßnahmen ergriffen werden (Stellplätze, Fahrradabstellplätze, MikroÖV etc.), kann der Modal Split entsprechend angepasst werden. Die gesamten Personenkilometer müssen dabei allerdings konstant bleiben. Maßnahmen im Sinne der Suffizienz, also der einseitigen Reduktion oder Verkürzung von Fahrten können zur Nachweisführung **nicht** angenommen werden.

3.13 Energieflexibilität

Die Energieflexibilität eines Quartiers wird durch Demand Side-Management-Maßnahmen in einer stündlichen Simulation abgebildet: Verwendung der thermischen Masse, der WW-Puffer, Batterien und eines Teils der E-Car Batterien als thermische bzw. elektrische Speicher von lokalen PV Erträgen und externen Windkraft-Überschüssen, die sonst abgeregelt würden.

An erster Stelle ist es wichtig, zwischen der prinzipiellen methodischen Quantifizierung von netzdienlichem Quartiersverhalten einerseits und der konkret gewählten Implementierung einer Regelstrategie mit entsprechendem Signal zu unterscheiden:

Die Abbildung von Maßnahmen zur flexiblen Verwendung lokaler und externer erneuerbarer Energiequellen im Quartier erfolgt durch die stündliche Bilanzierung der Energieflüsse im Quartier gemäß des folgenden Schemas:

⁵⁷https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:175f8331-3df5-436c-b212-dd7b05b95ec2/Mobilit%C3%A4tstool_03-2020.xlsx (Zugriff: April 2022)

⁵⁸ BMK, Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich. 2021. Accessed: Apr. 28, 2022. [Online]. Available: https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:6318aa6f-f02b-4eb0-9eb9-1ffabf369432/BMK_Mobilitaetsmasterplan2030_DE_UA.pdf

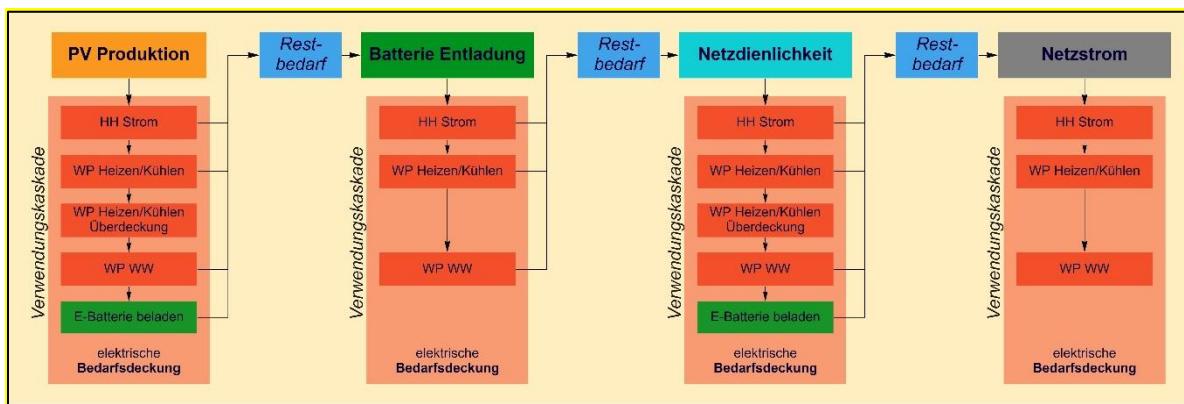


Abbildung 46 Schematische Darstellung der Berücksichtigung von Energieflexibilität im Simulationsmodell gemäß Zukunftsquartier Ansatz

Per Default werden für die Speicher folgende Betriebsparameter festgelegt:

Tabelle 61 Betriebsparameter Quartiersspeicher

Speicher	Betriebsbereich			Regelgröße	Beladung durch
		Minimum	Maximum		
Thermisch aktive Speichermasse (Bauteilaktivierung)	Heizung	22°C	25°C	Raumtemperatur	Wärmepumpe
	Kühlung	23°C	26°C	Raumtemperatur	Wärmepumpe
Warmwasser-Speicher		60°C	70°C	Wassertemperatur	Wärmepumpe, Direktelektrisch
E-Batterie		0%	100%	State-of-Charge	Direktelektrisch
E-Cars		50%	100%	State-of-Charge	Direktelektrisch

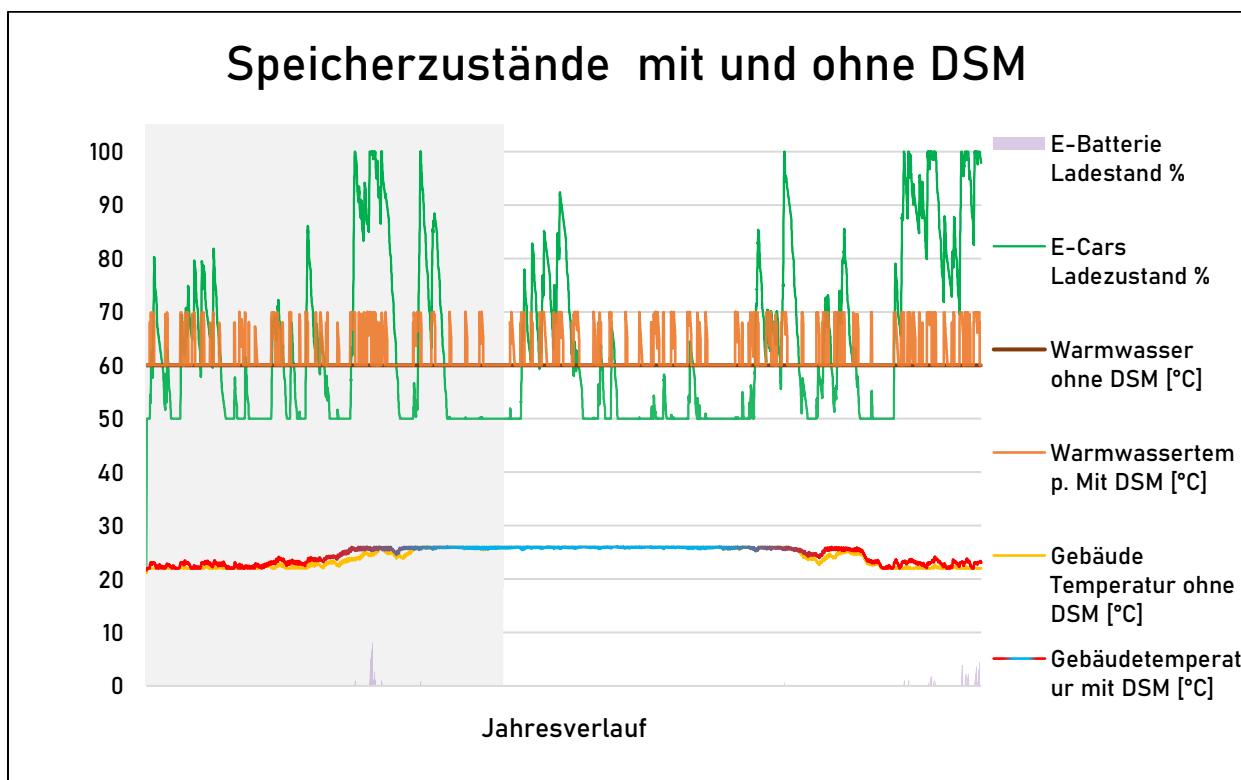


Abbildung 47 Beispielhafte Speicherbewirtschaftung

3.13.1 Netzdienliche Einbindung externer Wind-Spitzen

Methodisch wird die Netzdienlichkeit durch Integration volatiler erneuerbarer Erzeugungsspitzen durch die primärenergetisch freie Verwendung von Strom aus Windkraft-Peak-Shaving realisiert.

Tabelle 62: Parameter des Freigabe Signals

Abbildung der verfügbaren volatilen erneuerbaren Erzeugungsspitzen

Zeitreihe (Profil)	Windkraft Gesamterzeugung der WEB 2015 (Windarmes Jahr, insbesondere im Dezember)
Zeitliche Auflösung	1 h
Freigabesignal ON	> 50% der Nennleistung
Freigabesignal OFF	< 50% der Nennleistung
Primärenergie-Faktor der freigegebenen Windkraft im Zukunftsquartier	0

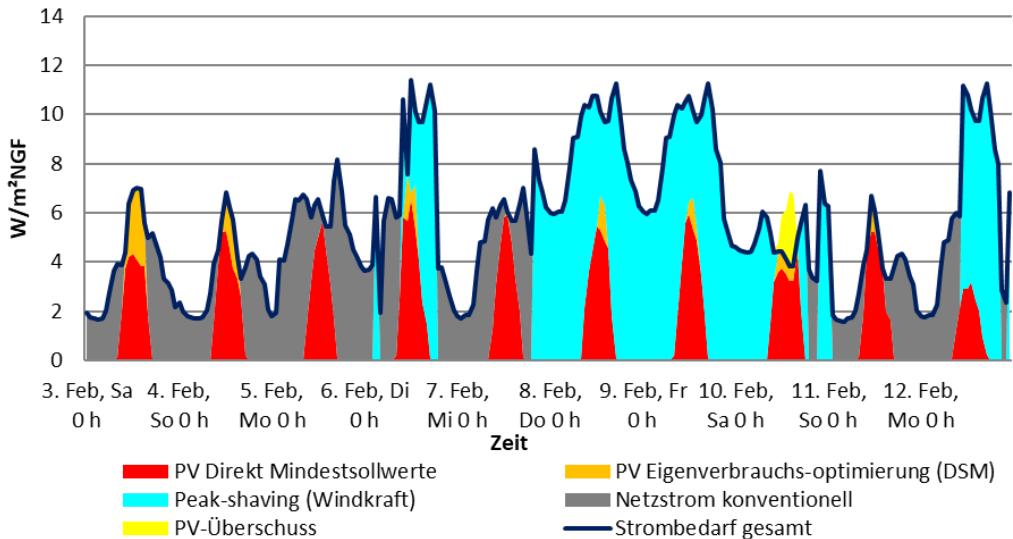


Abbildung 48 Beispiel einer netzdienlichen Einbindung von externen Windspitzen (cyan) in das Energiesystems eines Quartiers in einer Winterwoche. In Rot ist der PV Direktverbrauch für die Deckung der minimalen Sollwerte. Wie zu sehen ist, kommt es auch in den Wintermonaten immer wieder zu PV-Überschuss in den Mittagsstunden, die im Quartier mittels DSM direkt untergebracht werden können (orange), Netzeinspeisung ist nur sehr selten notwendig. Deutlich zu erkennen ist auch der Sprung im Energiebedarf des Quartiers zu Beginn der Wind-Freigabe, weil ab diesem Zeitpunkt für die Dauer der Freigabe auf die maximalen Sollgrößen abgestellt werden.

Tabelle 63: Parameter Wind-Peak-Shaving

Peak-Shaving max	$E_{max;WPS(t)}$	$E_{Wind(t)} > \epsilon \begin{cases} P_{max} \\ 0 \end{cases}$	Wh/m ² NGF
Peak-shaving real	$E_{WPS(t)}$	$> \min \begin{cases} E_{nach PV} \\ P_{WPS;max} \end{cases}$	Wh/m ² NGF
Windenergieprofil	$E_{Wind(t)}$	MW	Windprofile
Freigabesignal	ϵ	%	Prozentuelle Grenze der Maximalleistung des Windprofils
Maximale Ladeleistung	P_{max}	W/m ² NGF	Maximaler Leistungsbezug durch Wind-Peak-Shaving
Energiebedarf nach Photovoltaik und Batterie (Haushaltstrom, Heizen/Kühlen/WW, ecars)	$E_{nach PV}$	Wh/m ² NGF	
Maximaler WPS-Bezug	$E_{max;WPS(t)}$	Wh/m ² NGF	
WPS-Bezug	$E_{WPS(t)}$	Wh/m ² NGF	

Der Operationalisierung des Wind-Peak-Shaving liegen folgende Profile zugrunde:

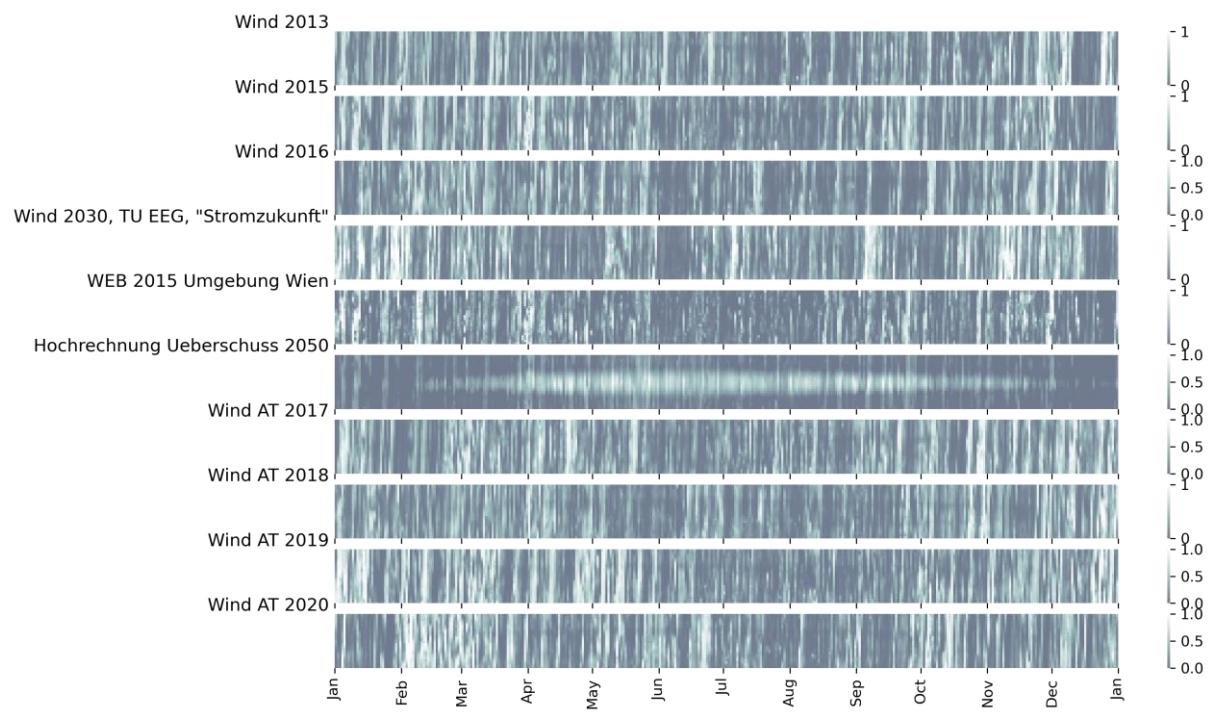


Abbildung 49 Im Operationalisierungstool hinterlegte Windprofile (Quelle: Statistik Austria und *(electricity map CO2 signal, 2015)*)

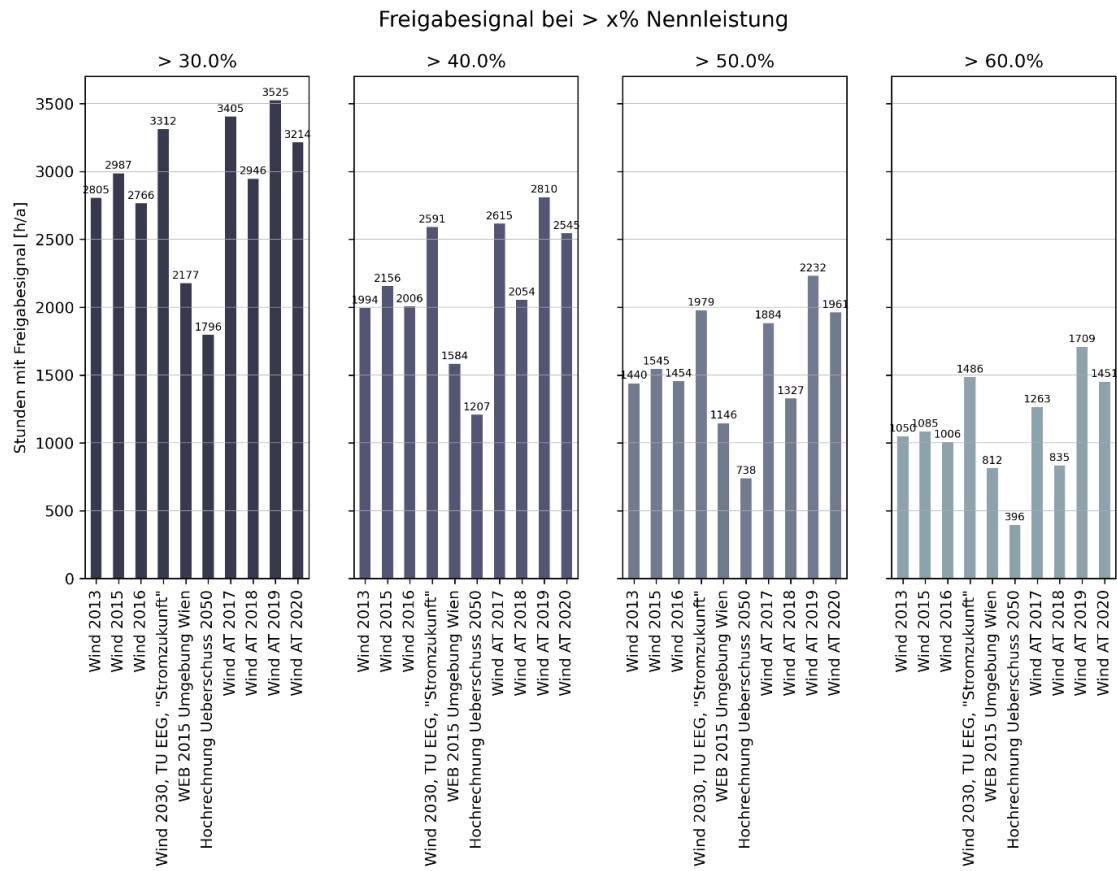


Abbildung 50 Anzahl der Stunden im Jahr, die als Freigabe-Signal zur Nutzung potentiellen Windkraft-Überschusstroms durch DSM Wind-Peak-Shaving interpretiert werden, in Abhängigkeit eines Schwellenwerts x%: Windleistungen über x% der Nennleistung werden als Freigabesignal interpretiert. In der Operationalisierung kommt das Windprofil Österreichs des windarmen Jahrs 2020 „Wind AT 2020“ mit einem Schwellenwert >50% verwendet.

Für die Operationalisierung wird ein Schwellenwerten von >50% als Freigabe verwendet, als Windprofil wird die gesamtösterreichische Windproduktion des windarmen Jahrs 2020 verwendet. Es wird davon ausgegangen, dass bei einer Verfielfachung der Windkraft durch Ausbau gemäß des Transitionsszenarios, die statistische Verteilung der negativen Residuallast, also des Windkraft-Überschusses demselben Muster folgt.

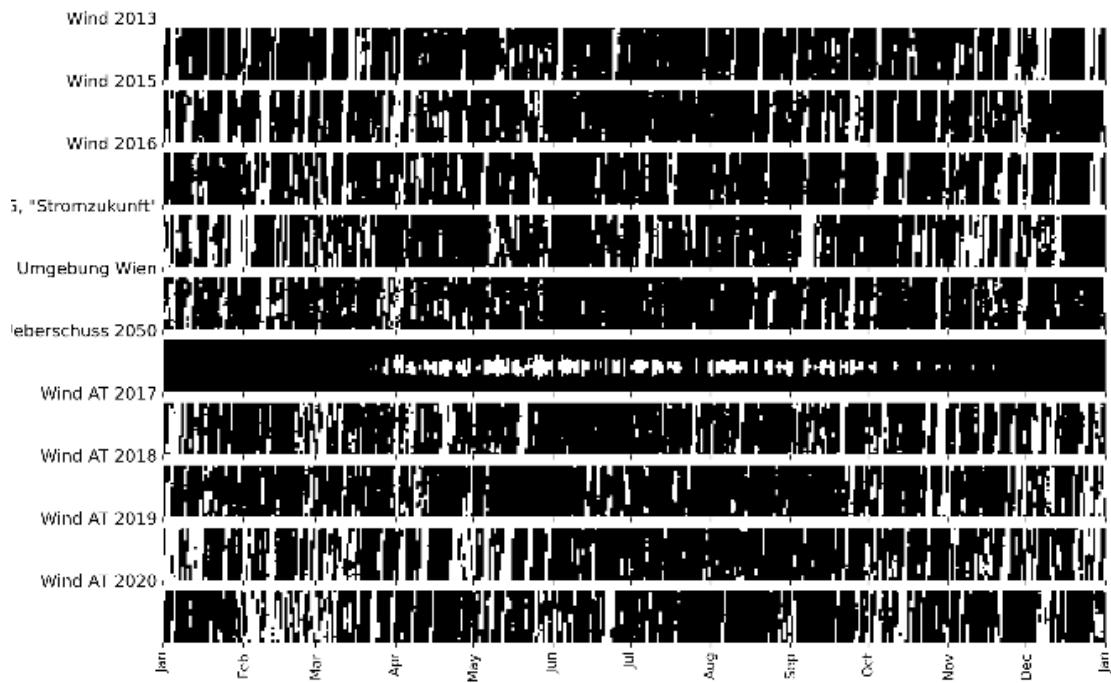


Abbildung 51 Freigabesignale bei >50% Schwellenwert für die untersuchten Windprofile der Österreichischen Windkraft 2013-2020.

Das Profil „Hochrechnung Überschuss 2050“ stellt die Residuallast in einer rein linearen Hochrechnung der jährlichen Ausbauraten des UBA Szenarios 100% Erneuerbar dar. Diese Profile sind offensichtlich nicht geeignet, um zum flexiblen Betrieb eines Quartiers verwendet zu werden. Wie in der Grafik zu sehen ist, weisen die Freigabesignale aus dem Wind-Schwellenwert, eine sehr viel homogener Verteilung auf, die keinen klaren Tagestrend, aber einen schwachen saisonalen Trend mit mehr Freigabe im Winter aufweisen. Das ist für die Operationalisierung der Energieflexibilität nützlich, weil die Tagetrends der PV bereits dadurch behandelt wird, dass zuerst der Verbrauch der lokalen PV Anlage maximiert wird.

In folgender Grafik sind die Freigabezeiträume in Stunden pro Jahr (links), Anzahl der zusammenhängenden Freigabeperioden (Mitte) und durchschnittliche Länge von Freigabesignalen und Zeiträumen zwischen Signalen (rechts) für die hinterlegten Windprofile dargestellt. Wichtig ist, dass die Anzahl und Länge der Signalzeiträume gut mit den Zeiträumen der Be- und Entladung der zu bewirtschaftenden Speichern zusammenpasst. Dies ist für die verwendeten WPS Signale und die durchschnittlichen Aufheizperioden und Abkühlphasen der Bauteilaktivierung bei 3°C Temperaturspreizung von 6 – 12 Stunden bzw. 40-70 Stunden der BTA der Fall. Kurzfristigere Zeiträume werden vor allem durch die Maximierung des PV-Eigenverbrauchs notwendig, die sich daher gut mit elektrischen Speicher in Form von Batterien und E-Cars kombinieren lassen.

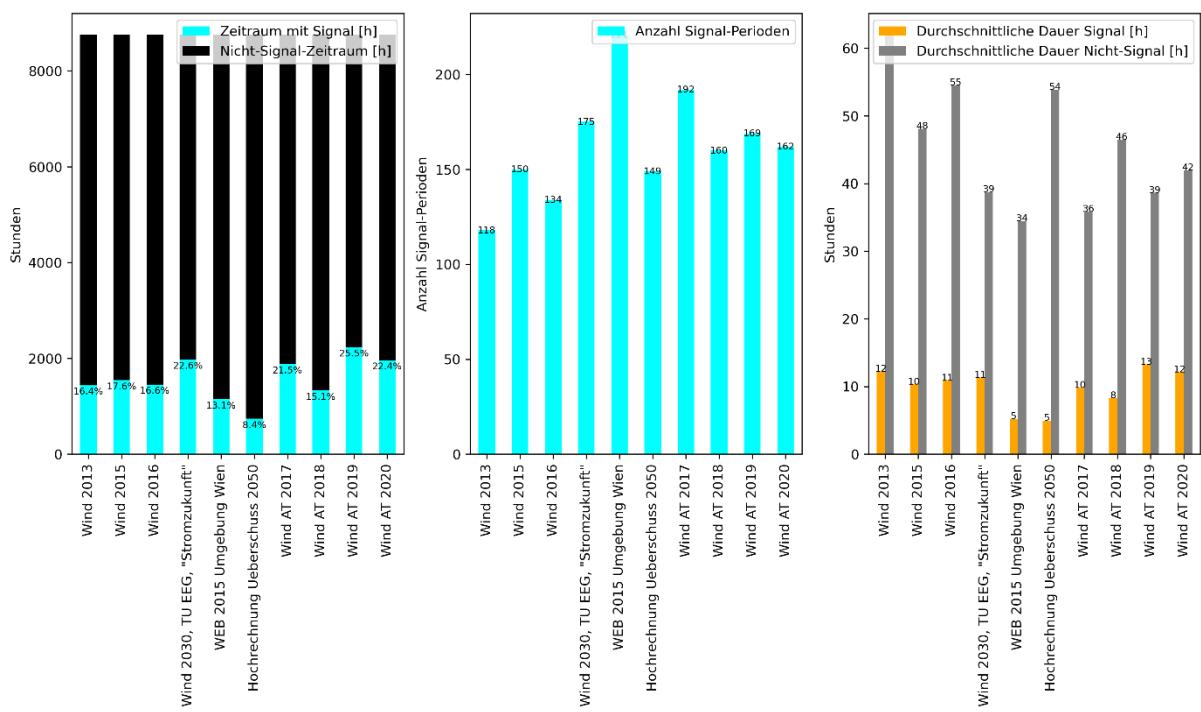


Abbildung 52 Freigabezeiträume in Stunden pro Jahr (links), Anzahl der zusammenhängenden Freigabeperioden (Mitte) und durchschnittliche Länge von Freigabesignalen und Zeiträumen zwischen Signalen (rechts) für die hinterlegten Windprofile

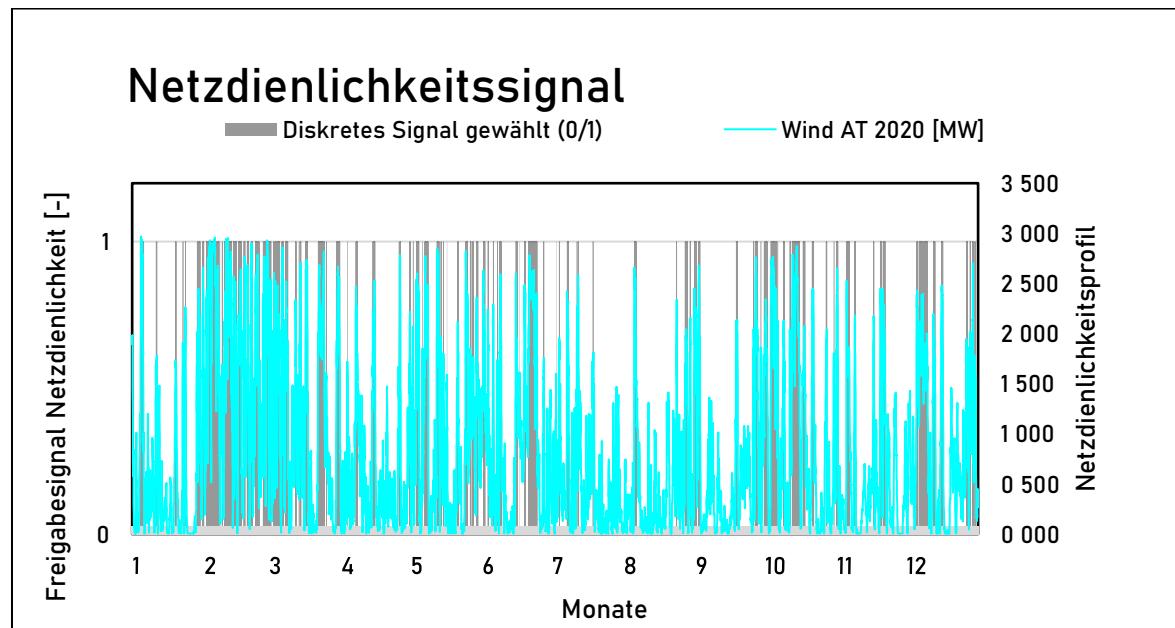


Abbildung 53 Resultierendes Netzdienlichkeitssignal auf Basis der aggregierten Windleistung AT 2020 bei einer Freigabe über 50% der Maximalen Leistung

4 Beispiele

Die im folgenden Kapitel dargestellten Beispiele wurden im Rahmen der Forschungsprojekte *Zukunftsquartier 2.0* (4.1 Pilzgasse), *Zukunftsquartier TakeOff* und *Synergy* (4.2-4.6) und *Plusenergie-Campus* (4.7) auf Basis der hier beschriebenen Definition und Operationalisierung simuliert und bewertet.

Bei den Quartieren der Zukunftsquartier Projekte 4.1-4.7 handelt es sich um **reine Neubau-Quartiere**.

Der Plusenergie-Campus ist eine **Bestandssanierung**.

Quartier	Projekt	NGF [m ²]	GFZ	Neubau/ Sanierung
4.1 Wien Pilzgasse PG33	ZQ2.0	26 805	4,58	Neubau
4.2 Klagenfurt Wohnen An der Glan	ZQ TakeOff	40 383	1,05	Neubau
4.3 Graz (Wohnen, Büro) Smart City Graz	ZQ TakeOff	43 778	1,96	Neubau
4.4 Salzburg (Wohnen, Kiga, Co) GEWIN Gneis	ZQ TakeOff	19 838	0,85	Neubau
4.5 Innsbruck (Wohnen) Am Bichl III	ZQ TakeOff	4 098	0,75	Neubau
4.6 EFH Aichinger	-	124	0,23	Neubau
4.7 Wien Plus-Energie-Campus	PE-Campus	25 000	5,84	Sanierung



Abbildung 54 Überblick der Quartiere aus dem ZQ TakeOff Projekt. Das EFH Aichinger und der Plus-Energie-Campus sind nicht dargestellt

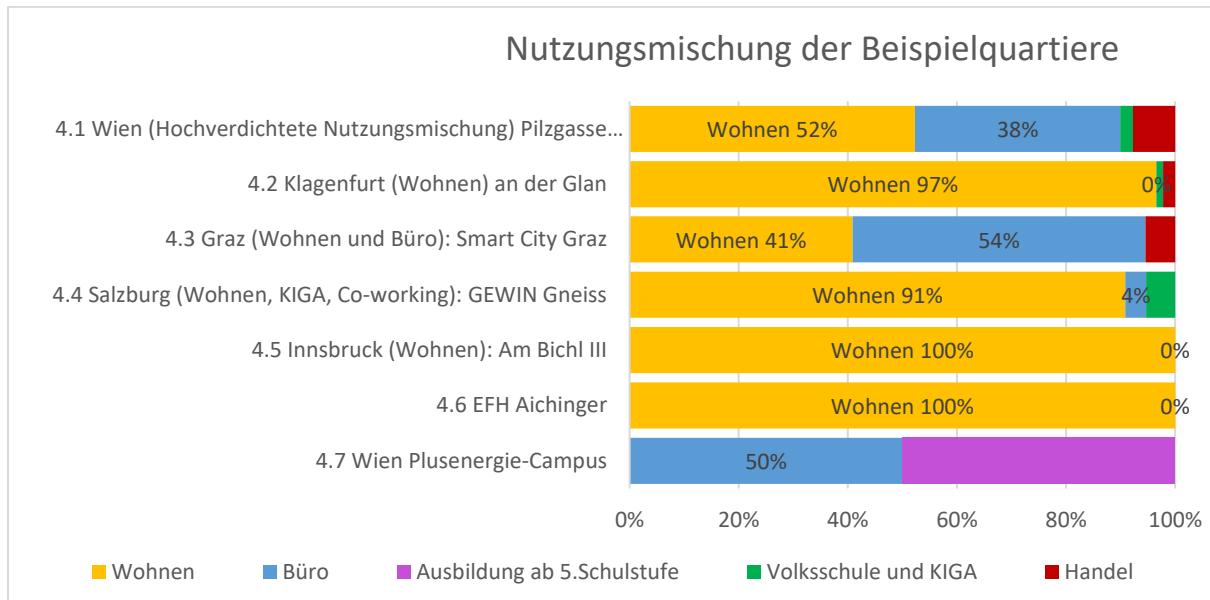


Abbildung 55 Nutzungsmischung der Beispiele

4.1 Wien (Hochverdichtete Nutzungsmischung) Pilzgasse PG33

Die Pilzgasse befindet sich im 21. Wiener Gemeindebezirk Floridsdorf. Das Quartier umfasst eine Brutto-Grundfläche von ca. 34.000 m² und besteht aus insgesamt drei Baukörpern, in welchen unterschiedliche Nutzungen (auch gemischt) untergebracht sind.

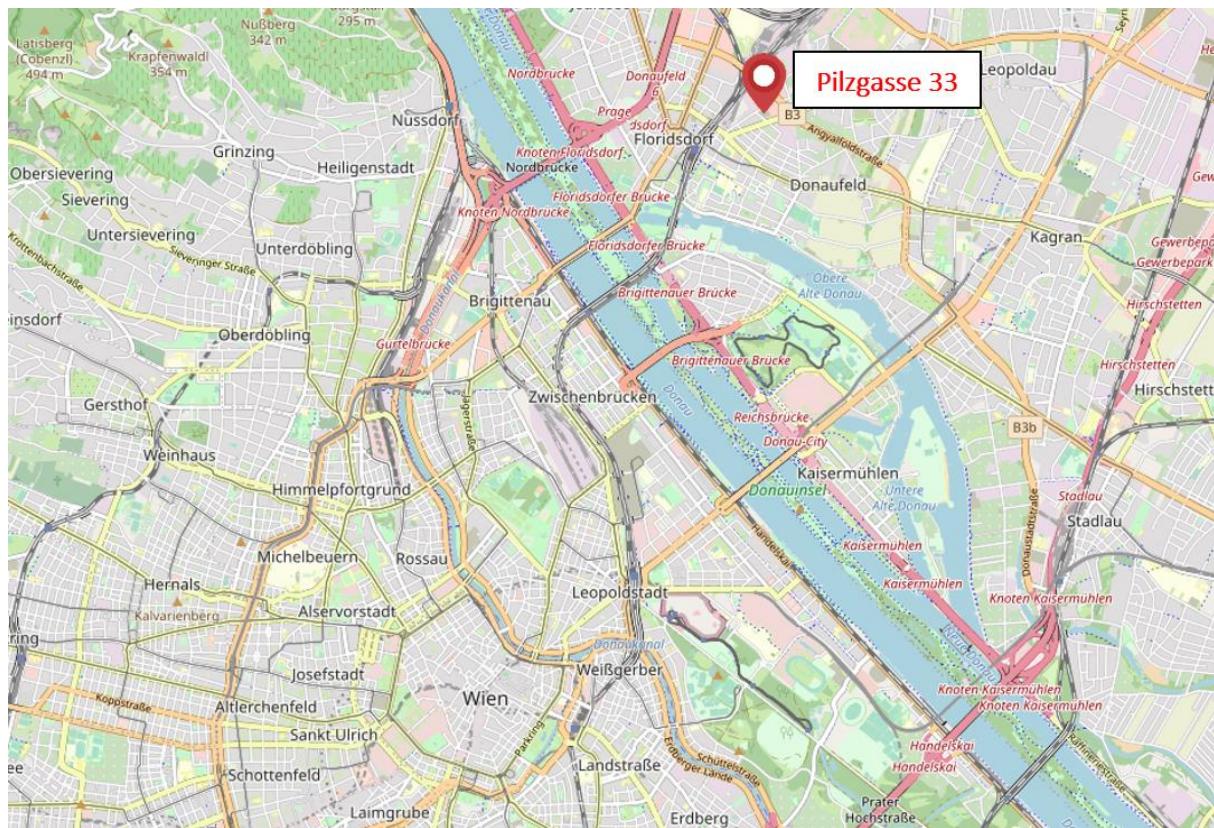


Abbildung 56: Lage der Pilzgasse 33, 1210 Wien

Mit einer Geschoßflächenzahl (GFZ) von 4,6 weist das Quartier eine sehr hohe bauliche Dichte auf. Folgende Tabelle zeigt die Nutzungen je Baukörper und deren Netto-Grundflächen (NGF):

Tabelle 64: Nutzungen und NGF je Baukörper/Stiege

Stiege	Nutzung	NGF [m ²]
PIGA1	Wohnen	6.851
	Büro	1.042
	Kindergarten	618
	Gewerbe	1.041
PIGA2	Wohnen	7.178
EHG2	Büro	9.041
	Gewerbe	1.033
Gesamt		26.805



Abbildung 57: Visualisierung Pilzgasse – Baukörper PIGA1, PIGA2 und EHG (SÜBA)

Das Energiekonzept des Quartiers umfasst nebst einer hocheffizienten Gebäudehülle, Bauteilaktivierung in Verbindung mit einem komplexen Wärmepumpensystem und einem Erdsondenfeld mit ca. 90 Bohrungen à 150 m, über das nicht nur Wärme sondern auch Kälte bereit gestellt wird. Geplant wurde auch ein Lüftungskonzept, das durch intelligente Auslass-Planung die Dachflächen frei für Sonnenenergienutzung hält. Alle Baukörper werden in massiver Bauweise mit aktivierten Betondecken ausgeführt. Die energetische Qualität der thermischen Hülle, der PV-Größe, HWB- und HKLS Details sind Kapitel 9.1 zu entnehmen.

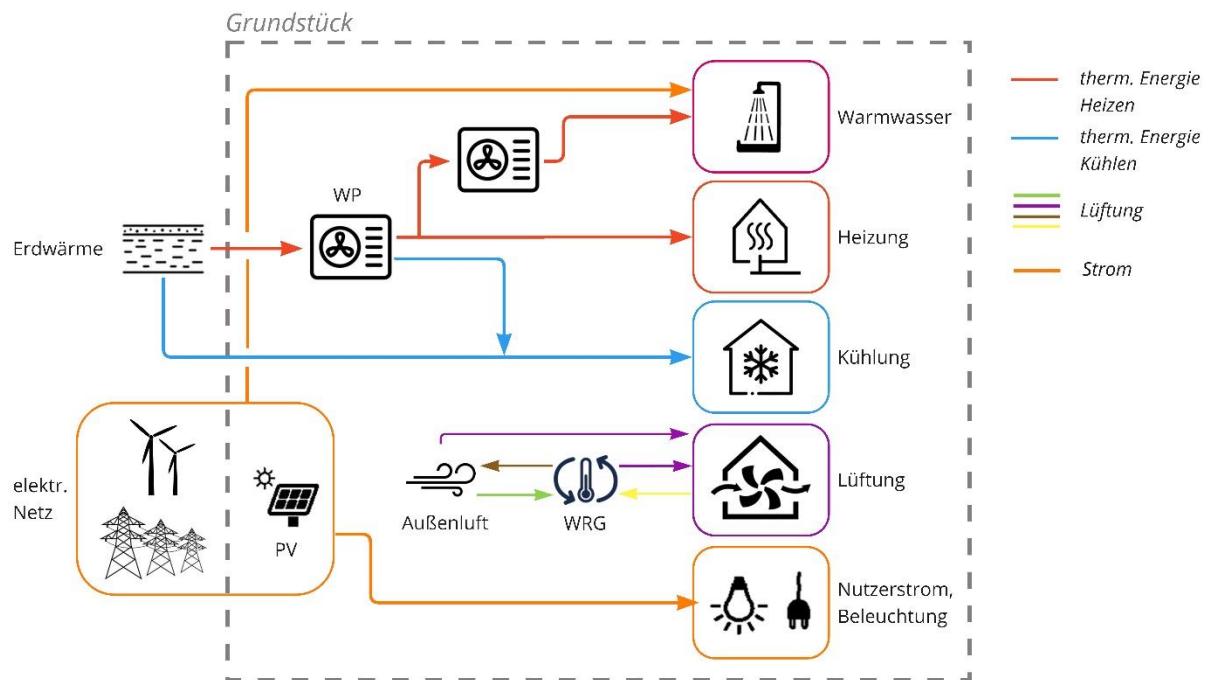


Abbildung 58: Schematisches Energiekonzept der Pilzgasse

4.1.1 PEQ Alpha

In folgender Grafik ist die Primärenergiebilanz PEQ Alpha für die Varianten der Einreichung, „OIB Konform“ und „Passivhaus“ dargestellt. Die Variante „Einreichung“ und „Passivhaus“ erreichen den PEQ Alpha Standard, die Variante, die nur den gesetzlich vorgeschriebenen Standard der OIB RL 6 erfüllt, allerdings nicht. Es ist zu sehen, welche Rolle der Dichteausgleich, also die Gutschrift für bauliche Dichte und der netzdienliche Bezug durch EE-Peak-Shaving bei der Erreichung des Standards bei einer GFZ von 4,6 spielt.

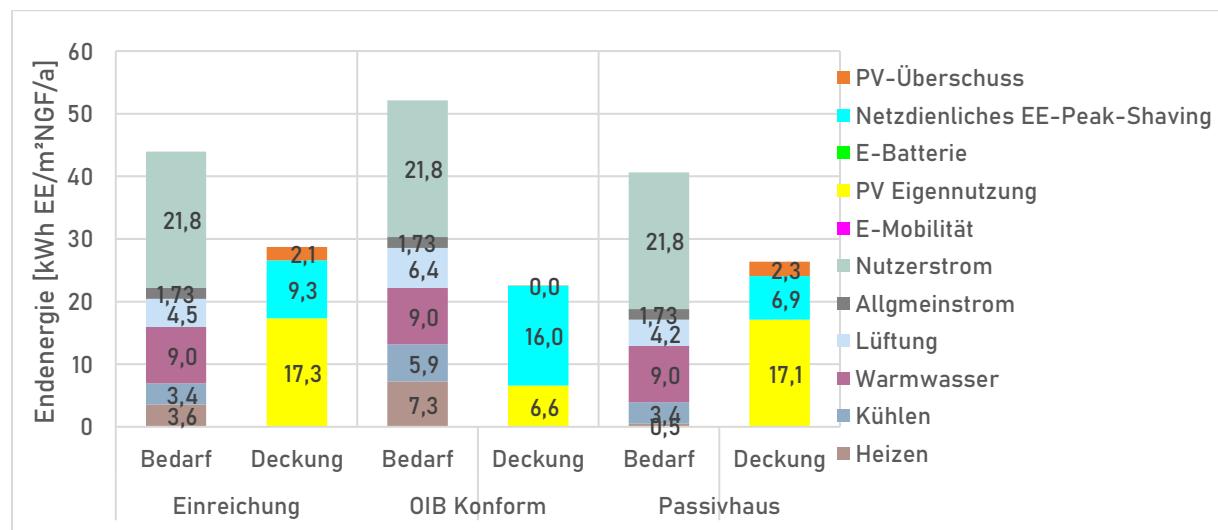


Abbildung 59 Endenergiebilanz PEQ Alpha

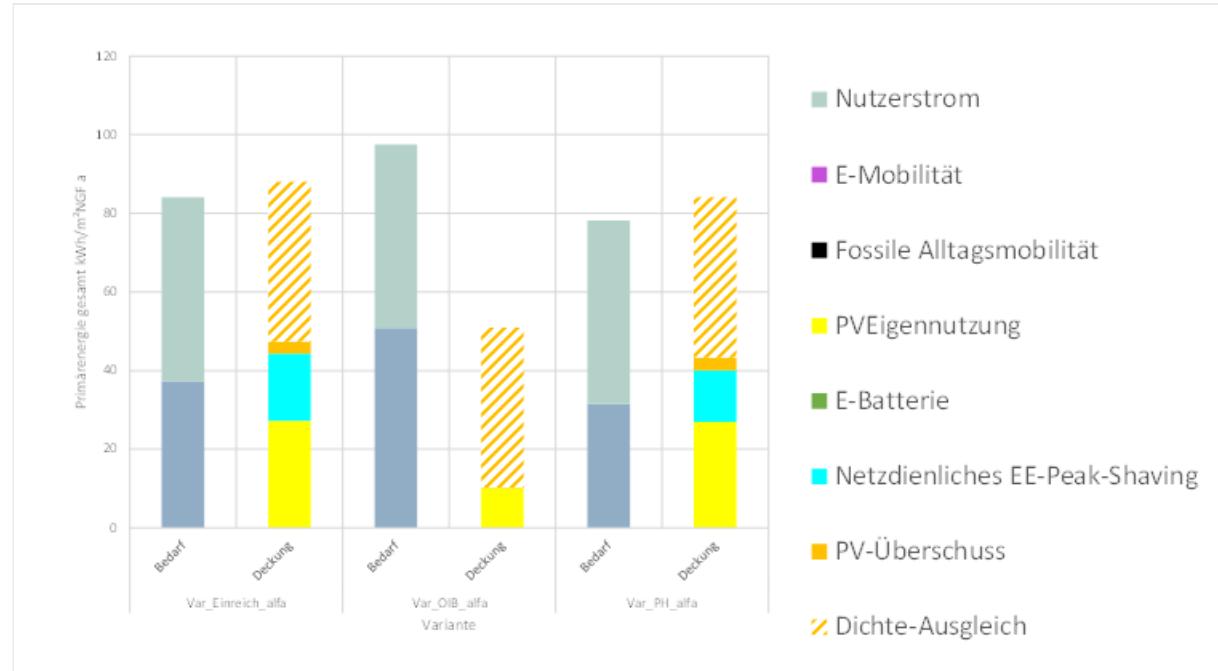


Abbildung 60 Primärenergiebilanz PEQ Alpha für die Varianten der Einreichung, „OIB Konform“ und „Passivhaus“

4.1.2 PEQ Beta

Bei der Betrachtung von PEQ Beta kommt bei einem angenommenen Anteil von E-Cars am IV von 70% eine Belastung von ca. 21 bzw. 16 kWh PE/m²NGF/a für jeden fossilen und den elektrischen Anteil zur Bilanz hinzu, denen eine Gutschrift für den MIV aus EE-Großkraftwerken von nur 26 kWh PE/m²NGF/a gegenübersteht. Durch den höheren Strombedarf im Quartier kann allerdings auch die PV und das netzdienliche EE-Peak-Shaving in größerem Ausmaß genutzt werden, wodurch sich auch hier für die beiden Varianten der Einreichung des Passivhaus-Standards insgesamt eine positive PE-Bilanz PEQ Beta ergibt.

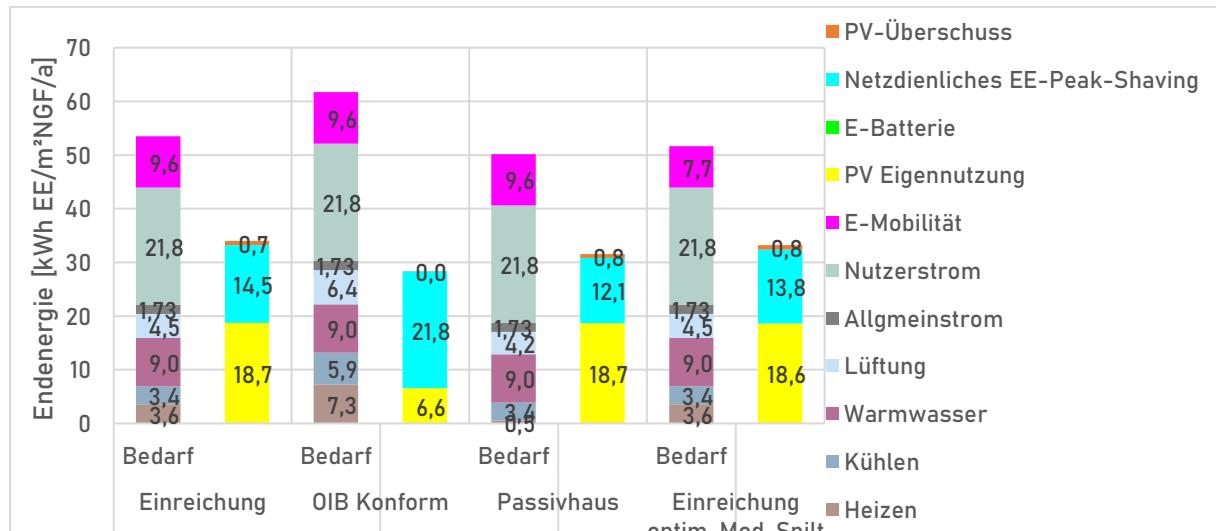


Abbildung 61 Endenergiebilanz PEQ BETA inkl. Alltagsmobilität

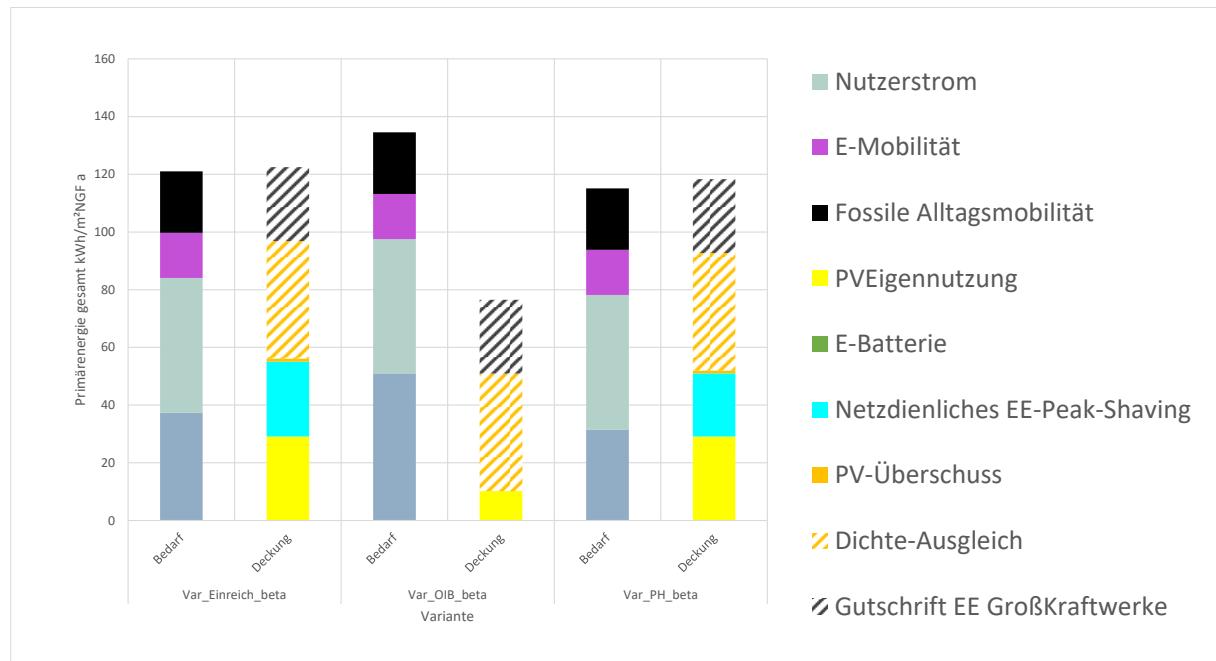


Abbildung 62 Primärenergiebilanz PEQ Beta für die Varianten der Einreichung „OIB Konform“ und „Passivhaus“

Hier ist ersichtlich, dass die Erreichung des **PEQ Beta** Standards nur aufgrund des mobilitätswirksamen günstigen Standorts des Quartiers in Regions-ÖV-Typ 91 mit einer sehr geringen

Jahreskilometerleistung möglich wird (Energiebedarfe e-car (pink) und fossil (schwarz) im Vergleich zur blau-schraffierten Mobilitätsgutschrift). Dasselbe Quartier im Waldviertel würde mit einem fast vierfachen Mobilitätsenergiebedarf zu Buche schlagen.

4.2 Klagenfurt (Wohnen, KIGA, Co-Working): An der Glan

Nutzung	NGF [m ²]
Wohnen	48 097
Büro	-
Ausbildung	619
Handel	1094

Durch die gesamte Netto-Geschoßfläche von 49 810 m² und die Grundstücksfläche von 59 360 m² ergibt sich im Quartier an der Glan eine GFZ von 1,05. Die bedeutet, dass das Quartier etwas weniger Energie produzieren muss als es benötigt um den Alpha-Standard zu erreichen.

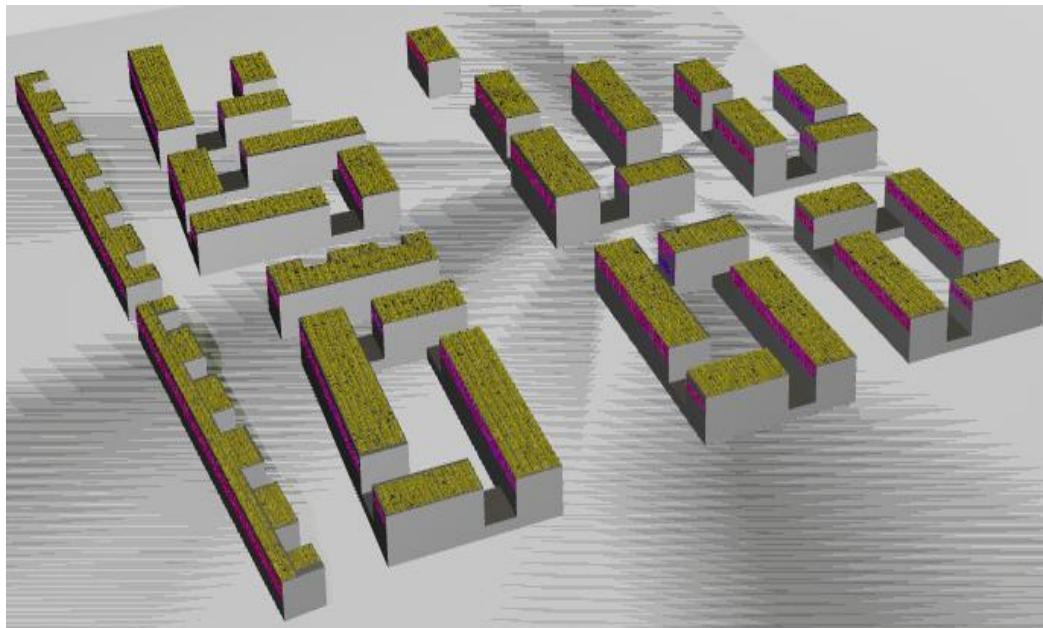
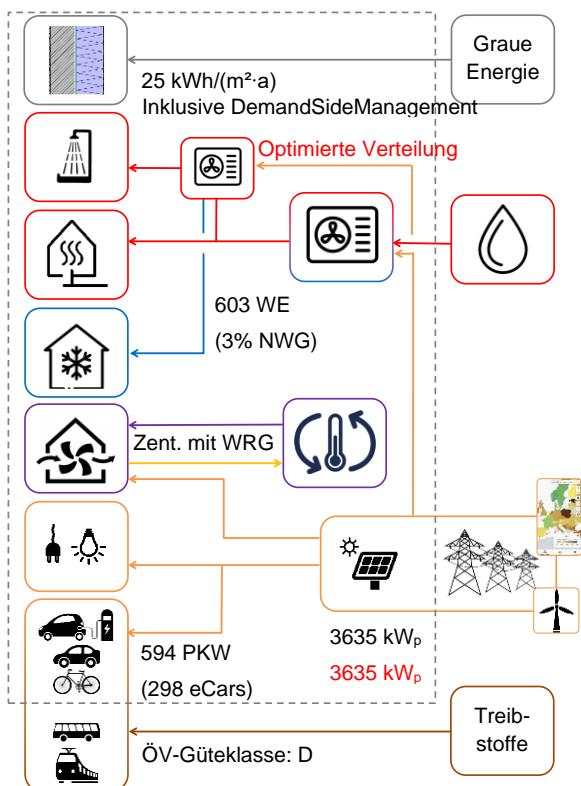


Abbildung 63 PV Modell Min PEQ

Die Wärme- und Kälteversorgung erfolgt durch eine Wasser-Wasser Wärmepumpe und zusätzlicher Brauchwasserwärmepumpe. Zusätzlich ist das Quartier mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, sowie für den PEQ-Standard einer PV-Anlage mit 3635 kWp ausgestattet.



4.2.1 PEQ Alpha

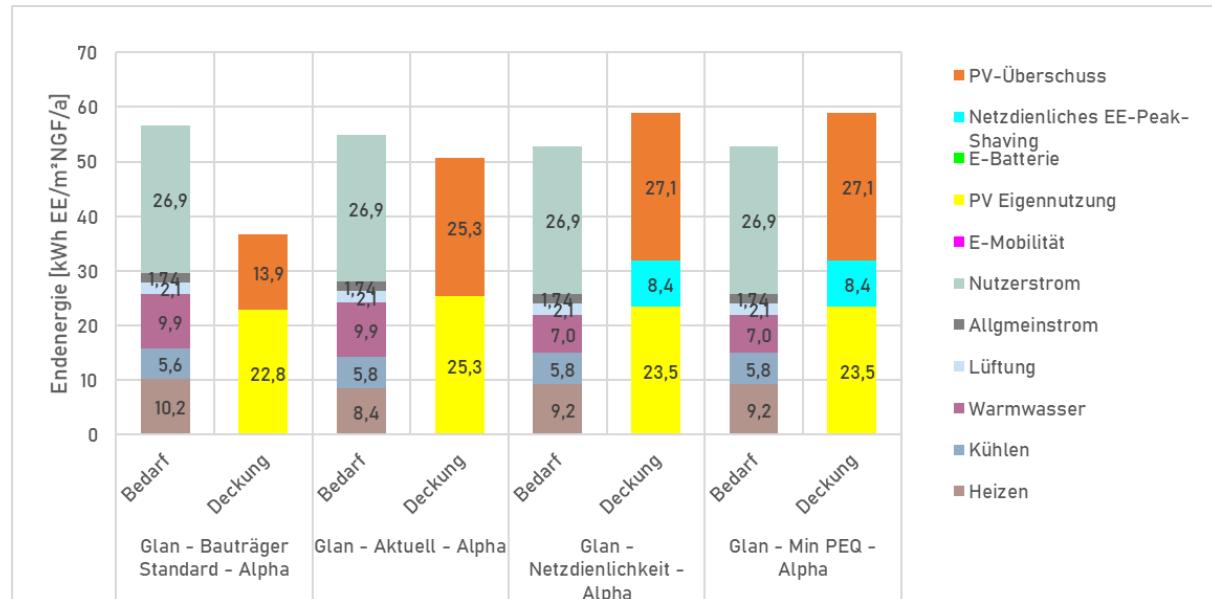


Abbildung 64 Endenergiebilanz PEQ Alpha exkl E-Cars - Pilzgasse

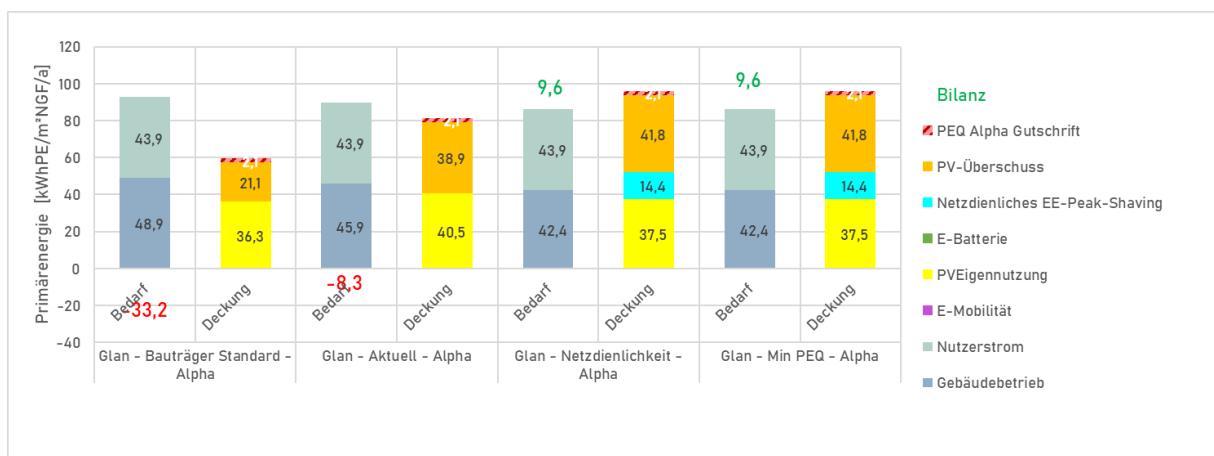


Abbildung 65 Primärenergiebilanz PEQ Alpha exklusive E-Mobilität - Pilzgasse

4.2.2 PEQ Beta

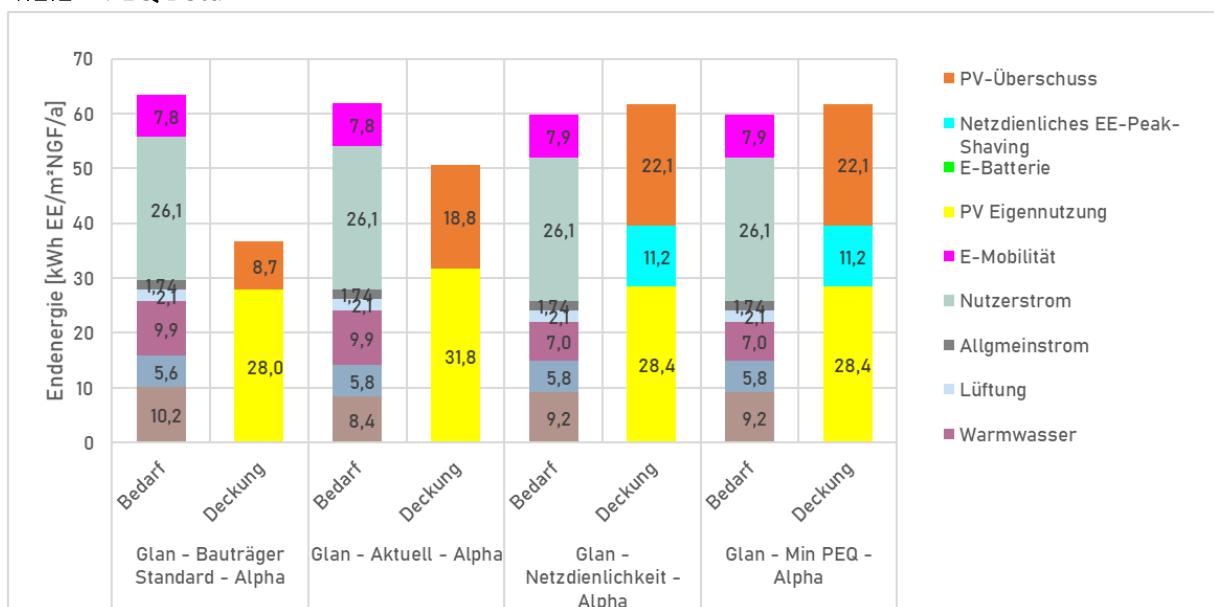


Abbildung 66 Endenergiebilanz PEQ Beta inkl. E-Cars - Pilzgasse

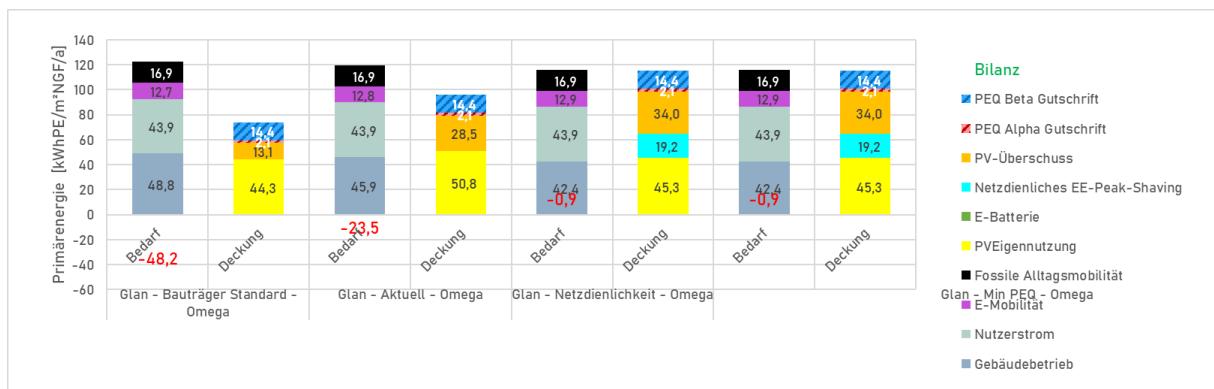


Abbildung 67 Primärenergiebilanz - Pilzgasse

4.3 Innsbruck (Wohnen): Am Bichl III

Das Quartier „Am Bichl III“ in Innsbruck stellt mit einer GFZ von 0,75 eine weniger dichte Bebauung dar. Es gibt im Quartier auch keine Mischnutzung, sondern lediglich monofunktionalen Wohnbau.

Nutzung	NGF [m ²]
Wohnen	4.207
Büro	-
Kindergarten	-
Gewerbe	-

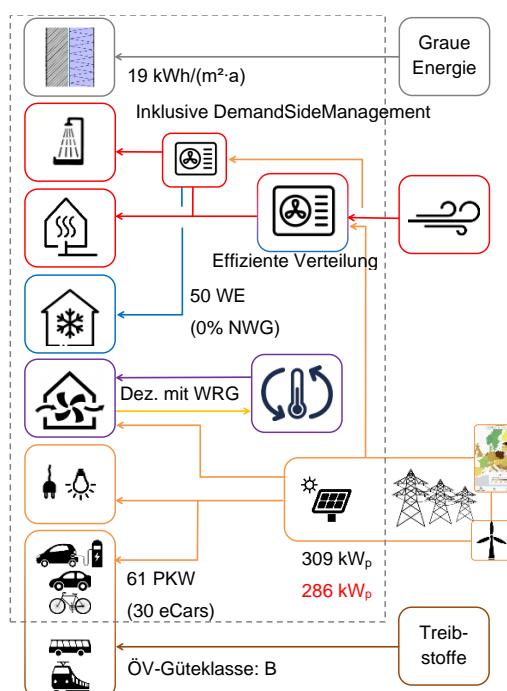


Abbildung 68 Schematisches Energiesystem „Am Bichl III“

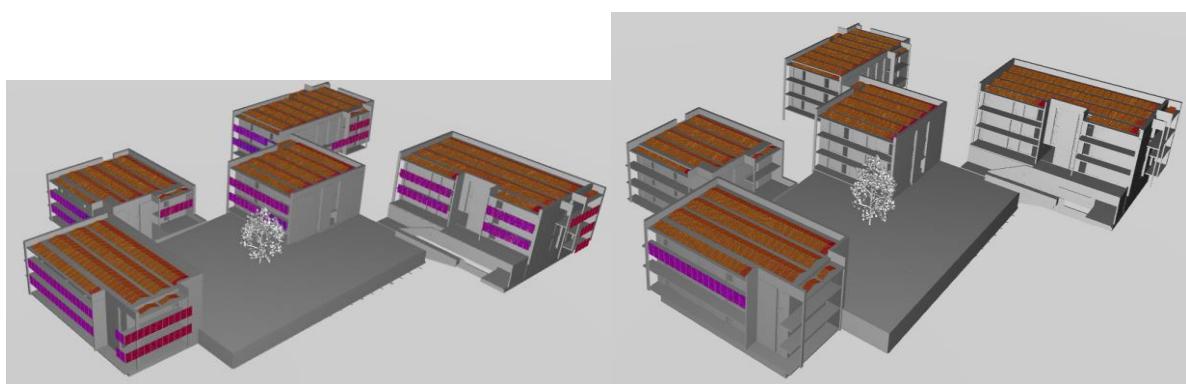


Abbildung 69 PV Belegung „PV technisches Maximum“ 309 kWp inklusive Südwest- und Südostseitiger Balkonnutzung (links) und „PV Minimum“ 286 kWp mit fast ausschließlicher Belegung der Dachflächen mit 15° Ost-West Neigung (rechts)

4.3.1 PEQ Alpha

Aufgrund der niedrigen Dichte und Geschoßflächenzahl < 1 kommt bei „Am Bichl III“ **keine Gutschrift**, sondern ein **Malus** aufgrund der baulichen Dichte zu tragen. Wie in folgender Grafik zu sehen ist, ist dabei trotzdem auch die oben rechts dargestellte „Minimalbelegung“ der PV Anlage ausreichend, um die Bilanz inklusive Malus auszugleichen. Ein Vergleich mit der im vorangegangenen Beispiel der PG33 benötigten PV Belegung macht den Effekt dieses Gutschrift-Malus Systems deutlich: Die benötigte Belegungsintensität wird dadurch maßgeblich angeglichen.

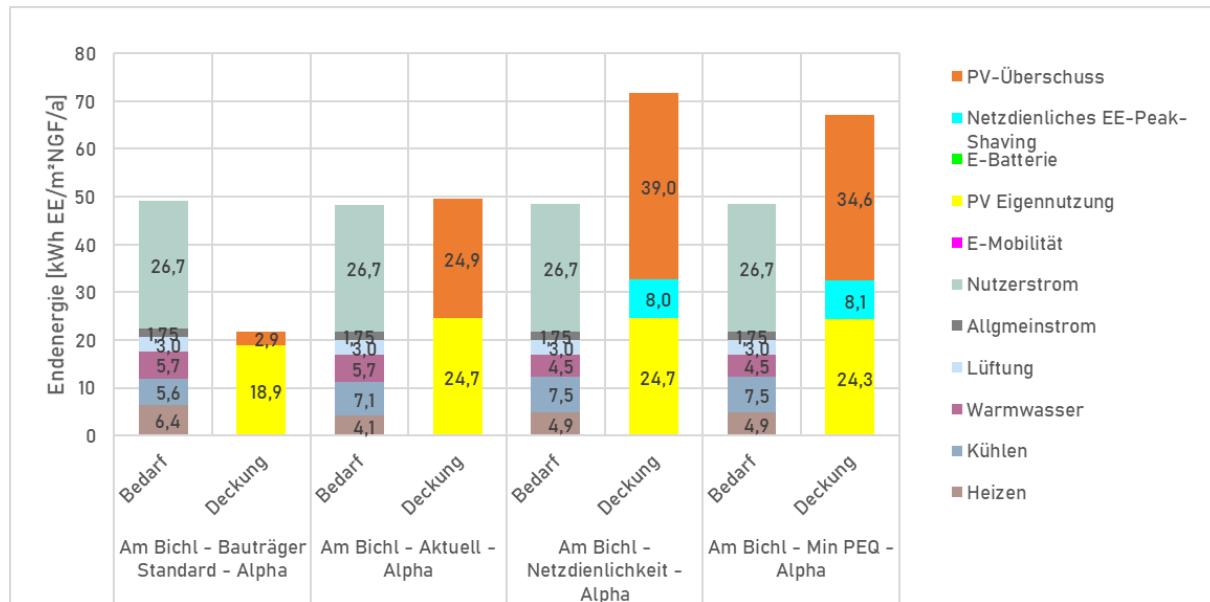


Abbildung 70 Endenergiebilanz PEQ Alpha exkl E-Cars – Am Bichl

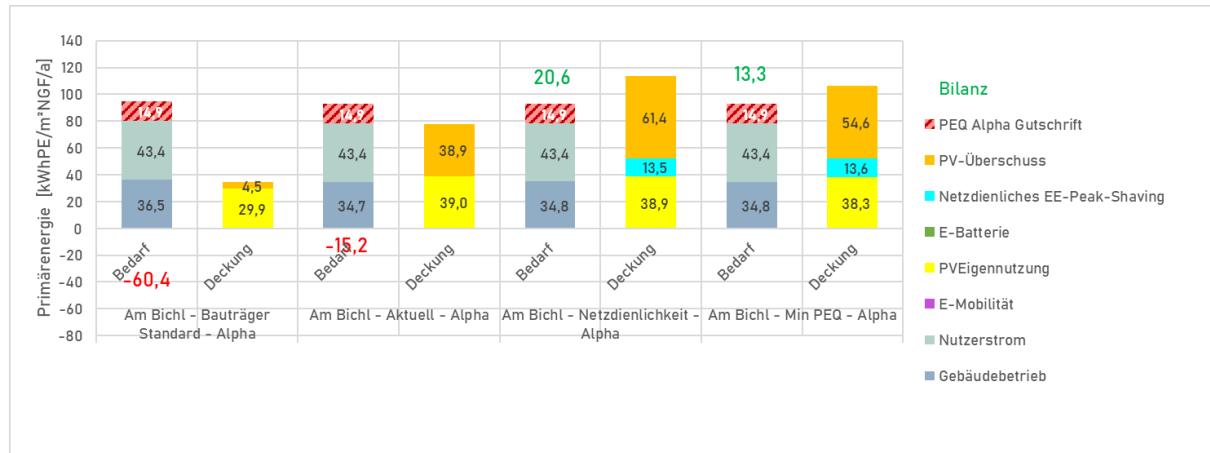


Abbildung 71 Primärenergiebilanz PEQ Alpha für die vier Quartiers-Varianten – Am Bichl

4.3.2 PEQ Beta

Bei PEQ Beta kommt auf der Bedarfsseite der Energiebedarf des MIV elektrisch und fossil hinzu, der aufgrund des schlechter öffentlich angeschlossenen Standorts in Innsbruck im Vergleich zum vorangegangenen Beispiel in Wien höher ist, andererseits aber niedriger aufgrund dessen, dass ausschließlich Wohnnutzung vorliegt, deren spezifischer Mobilitätsenergiebedarf deutlich niedriger ist als die Nutzungen Büro und Handel. Gleichzeitig ist auf der Deckungsseite auch die anteilmäßige

Gutschrift für die Alltagsmobilität aus erneuerbaren Großkraftwerken mit 14 kWhPE/m²NGFa deutlich niedriger als die ca. 26 kWhPE/m²NGFa Gutschrift im vorigen Beispiele der Pilzgasse. Die folgende Grafik veranschaulicht den Zusammenhang zwischen benötigter PV-Fläche und E-Car Anteil. Mit der Minimalbelegung der PEQ Alpha Variante müsste ein E-Car Anteil von 100% baulich ermöglicht werden. Wenn der Default-Anteil von 70% angesetzt wird, muss auch die PV Anlage vergrößert werden, allerdings ist nicht das gesamte technische Maximalpotential nötig.



Abbildung 72 Primärenergiebilanz PEQ Beta für die Varianten der PV Maximalbelegung und PV Mindestbelegung für PEQ Alpha (rechts) mit E-Car Anteilen von 70%. Beide rechten Varianten erfüllen damit die Anforderungen PEQ Beta – Am Bichl

4.4 Graz (Wohnen und Arbeiten): Smart City Graz

Das Beispielquartier in Graz ist Teil der Smart City Graz und besteht aus Wohnen und Büro-Nutzungen zu ähnlichen Teilen, sowie einigen Geschäften. Das dargestellte Quartier weist eine GFZ von 1,97 auf.

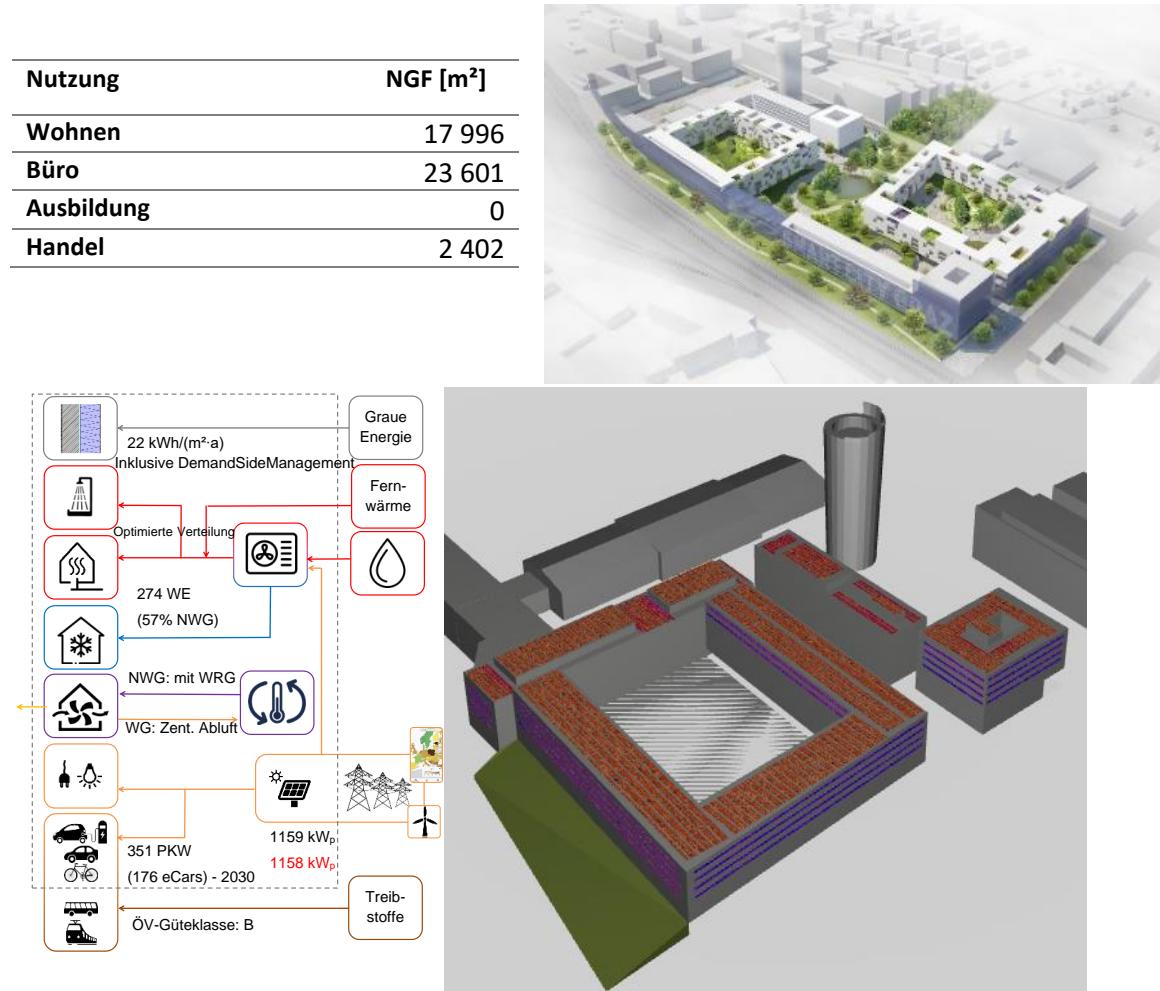


Abbildung 73 Schematisches Energiesystem „SCM Graz“ (links) und PV Belegung Min PEQ

Tabelle 65 Betrachtete Varianten

	Bauträger Standard	Min PEQ
Bundesland	Steiermark	Steiermark
Gemeinde	Graz	Graz
Brutto-Bauland [m ²]	27.890	27.890
Brutto-Grundfläche [m ²]	55.000	55.000
GFZ []	1,97	1,97
Bezugsfläche [m ²]	43.778	43.778
Überbaute Fläche [m ²]	16.864	16.864
Anzahl Gebäude	5	5
Anteil Wohnnutzung	41%	41%
Anzahl Wohnungen	274	274
Anzahl Personen	1.754	1.754
HWB _{Ref, RK} [kWh/(m ² ·a)]	30	22
Außenwand	Stahlbeton und EPS	Stahlbeton und EPS
Lüftung	zentral, Abluftanlage Büro mit WRG	zentral, Abluftanlage Büro mit WRG
Heizung	Fernwärme	Fernwärme und Wasser/Wasser WP
Warmwasser	Fernwärme	Fernwärme und Wasser/Wasser WP
Kühlung	KKM für NWG	reversible WP
PV-Anlage [kWp]	150	1043
Anzahl Pkw-Stellplätze	351	351
Anzahl Fahrradstellplätze	477	477
ÖV-Gütekasse	B	B

4.4.1 PEQ Alpha

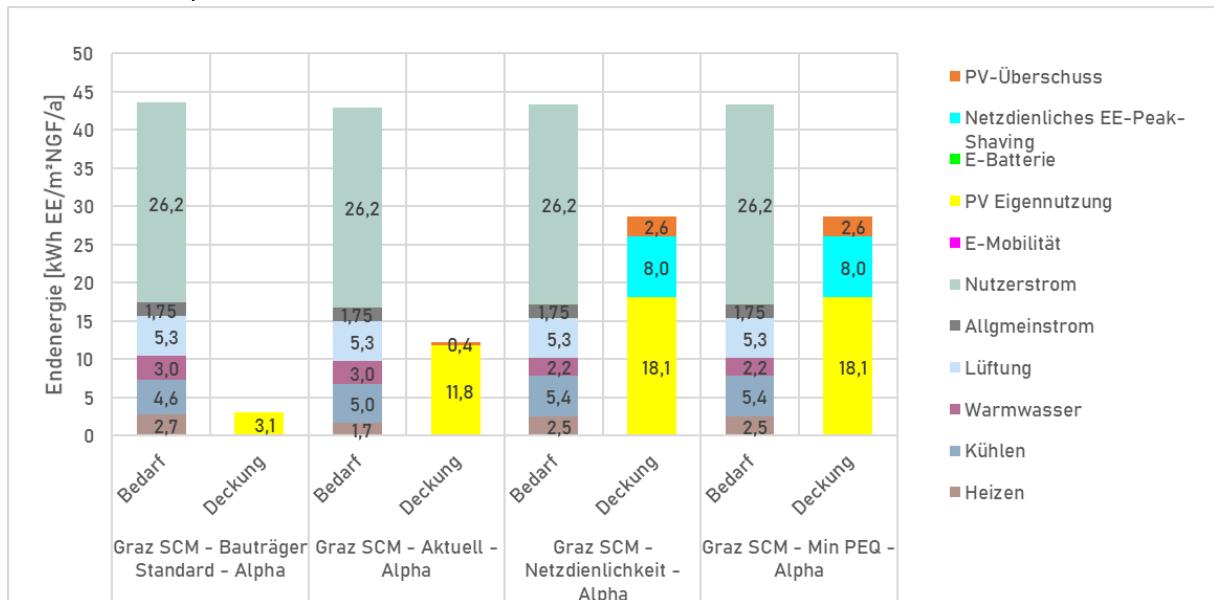


Abbildung 74 Endenergiebilanz PEQ Alpha exkl E-Cars - Graz

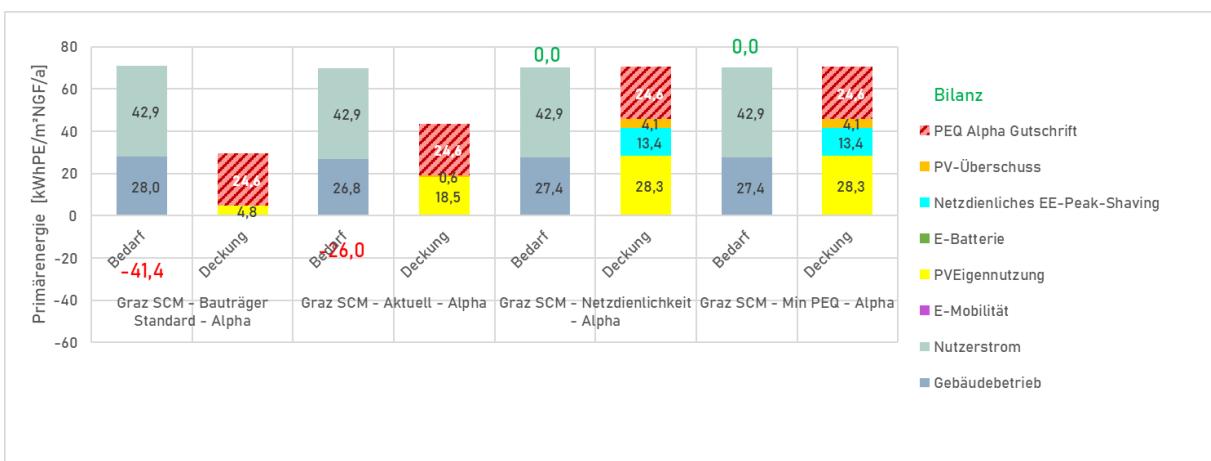


Abbildung 75 Primärenergiebilanz PEQ Alpha - Graz

4.4.2 PEQ Beta

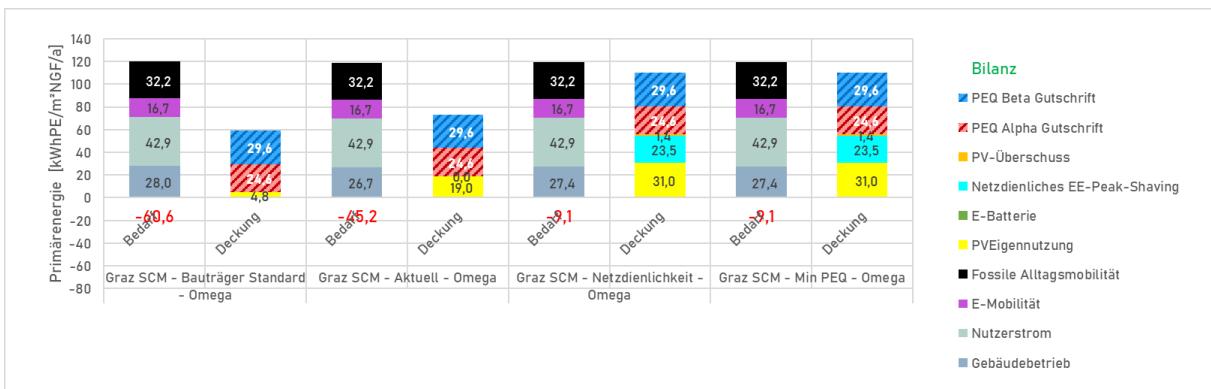


Abbildung 76: Primärenergiebilanz PEQ Alpha - Graz

4.5 Salzburg (Wohnen, KIGA, Co-working): GEWIN Gneiss

Nutzung	NGF [m ²]
Wohnen	17 594
Büro	742
Ausbildung	-
Handel	1 024

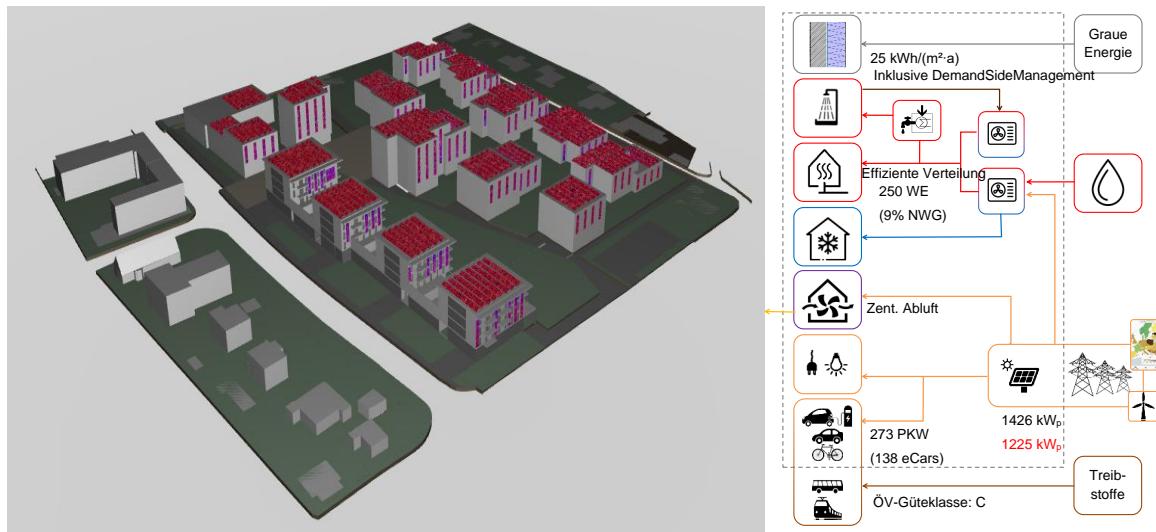


Abbildung 77 PV Modell & energetisches Schema Min PEQ

4.5.1 PEQ Alpha

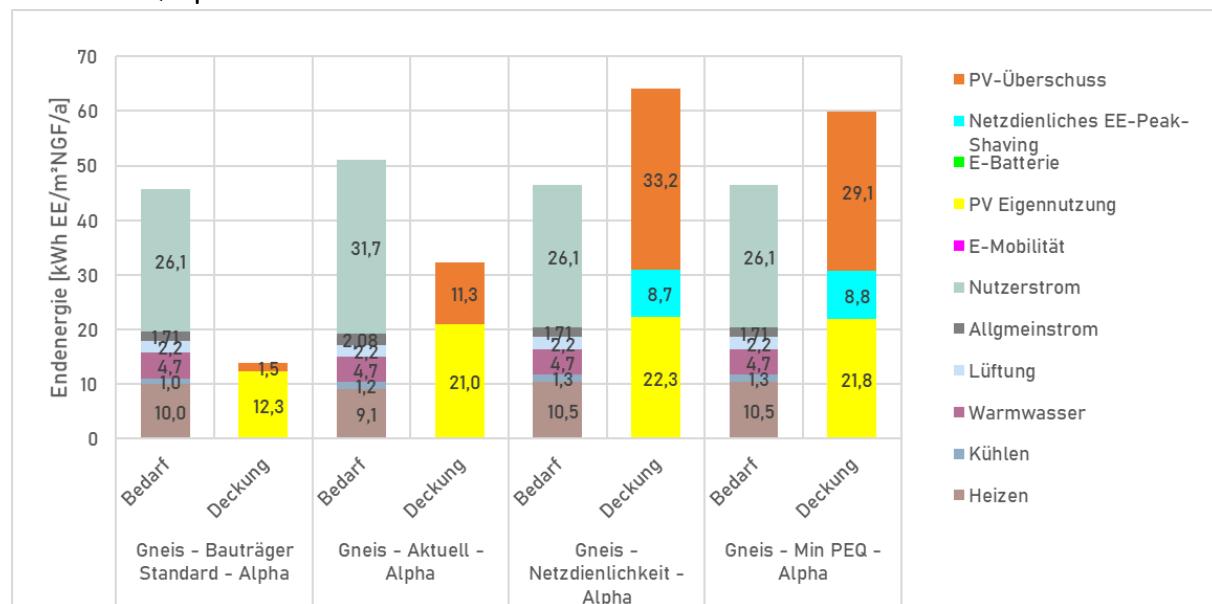


Abbildung 78 Endenergiebilanz PEQ Alpha - Gneis

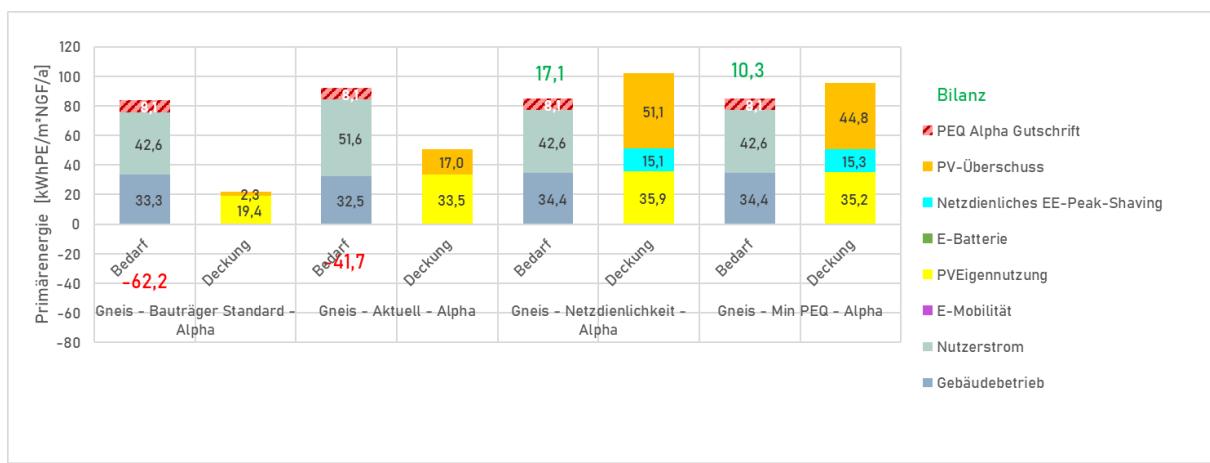


Abbildung 79 Primärenergiebilanz PEQ Alpha - Gneis

4.5.2 PEQ Beta

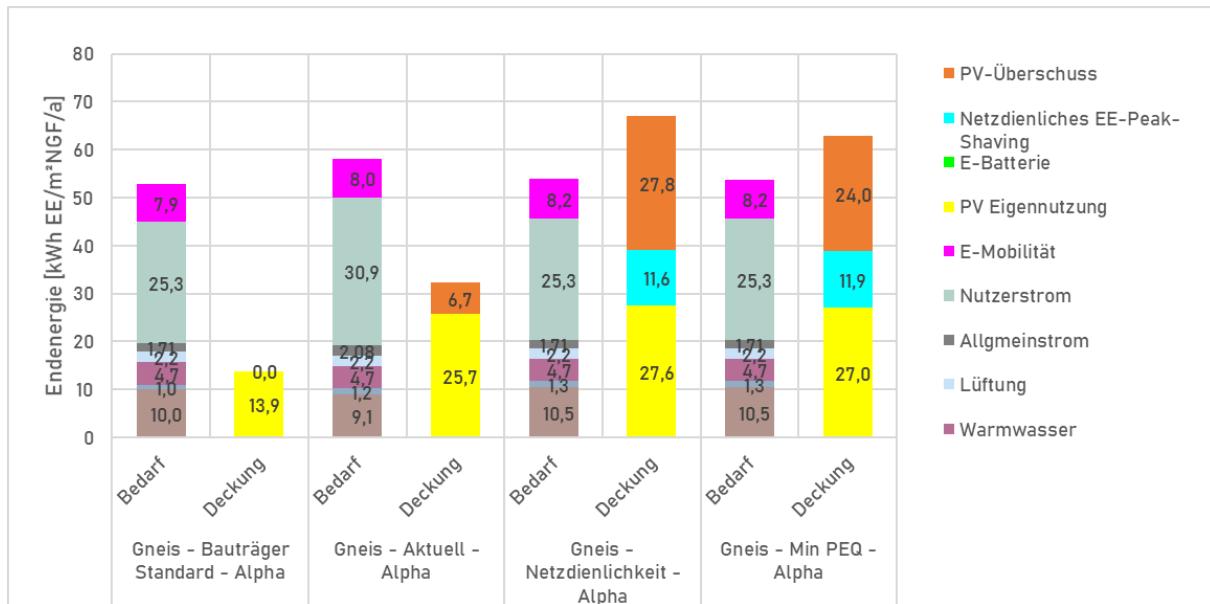


Abbildung 80 Endenergiebilanz PEQ Beta - Gneis

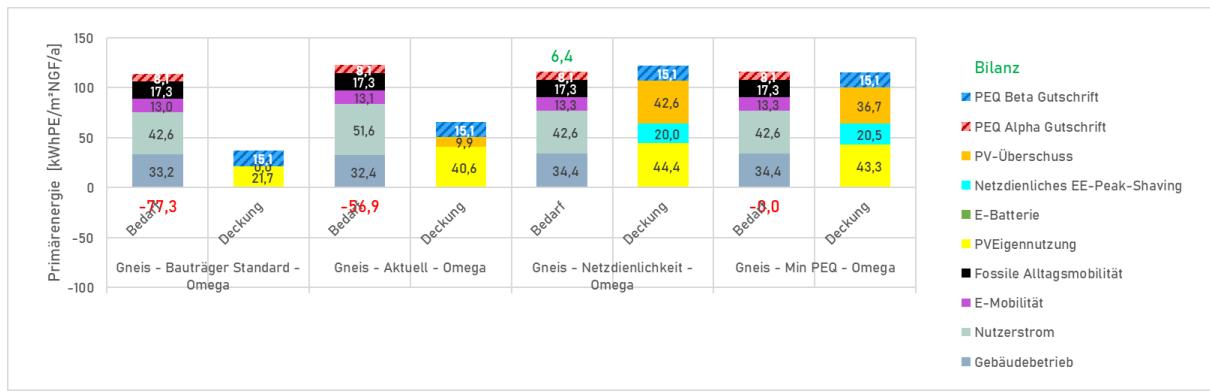


Abbildung 81 Primärenergiebilanz PEQ Beta - Gneis

4.6 Einfamilienhaus Aichinger

Nutzung	NGF [m ²]
Wohnen	140
Büro	0
Ausbildung	0
Handel	0

4.6.1 PEQ Alpha

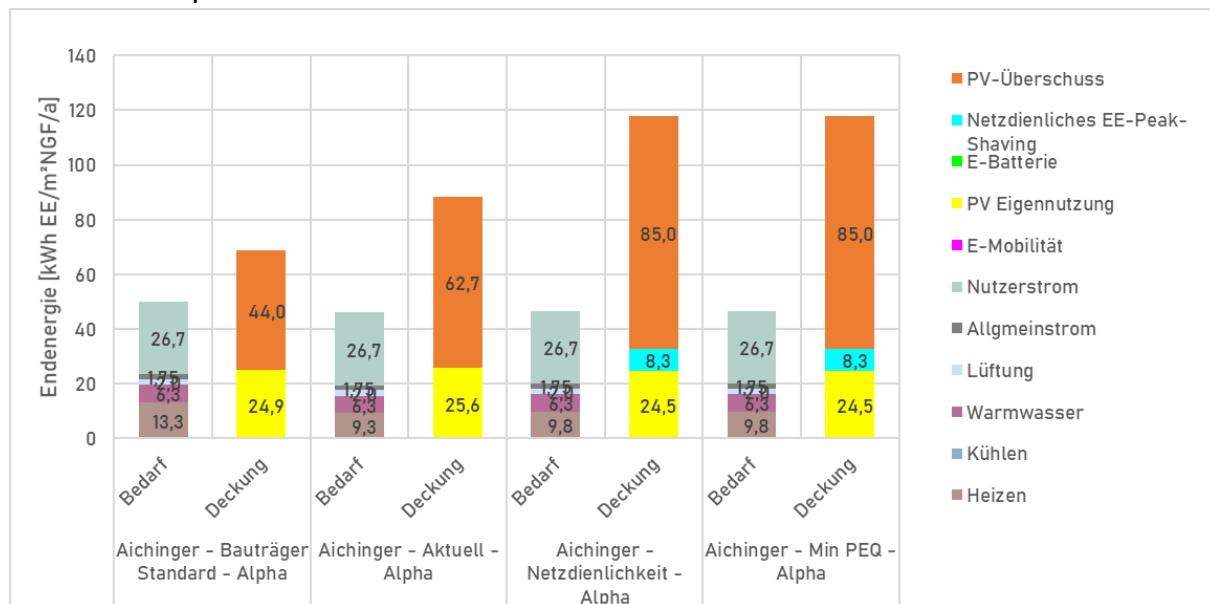


Abbildung 82 Endenergiebilanz PEQ Alpha exkl E-Cars - Aichinger

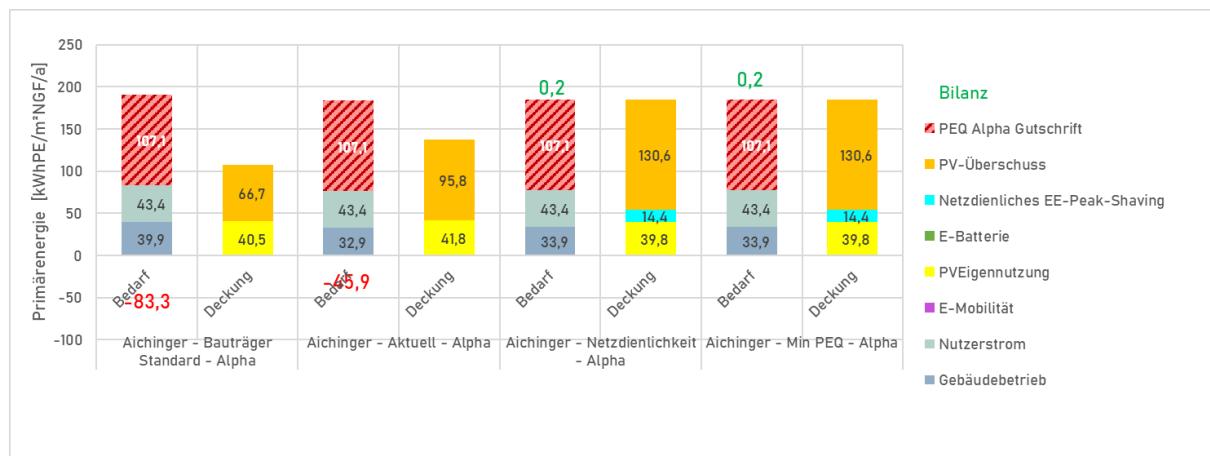


Abbildung 83 Primärenergiebilanz PEQ Alpha - Aichinger

Aufgrund der sehr niedrigen Dichte von 0,25 haben Einfamilienhäuser eine deutlich negative Gutschrift. Diese lässt sich aber auf der relativ großen Dachfläche (und dem CarPort) auch erzielen.

Hier zeigt sich die kritische Bedeutung des Dichtefaktors bzw. die Gutschrift in PEQ Alpha: Nur damit lassen sich adäquate PV Belegungen einfordern, die dem tatsächlichen Potential gerecht werden. Unterbleibt diese Anforderung, werden Quartiere niedriger baulicher Dichte sehr viel leichter eine positive Plusenergiebilanz aufweisen können, ein großes Potential bleibt ungenutzt (abgesehen von zumeist höheren Belastungen und Herausforderungen bei der Erschließung und der Mobilität)

4.6.2 PEQ Beta

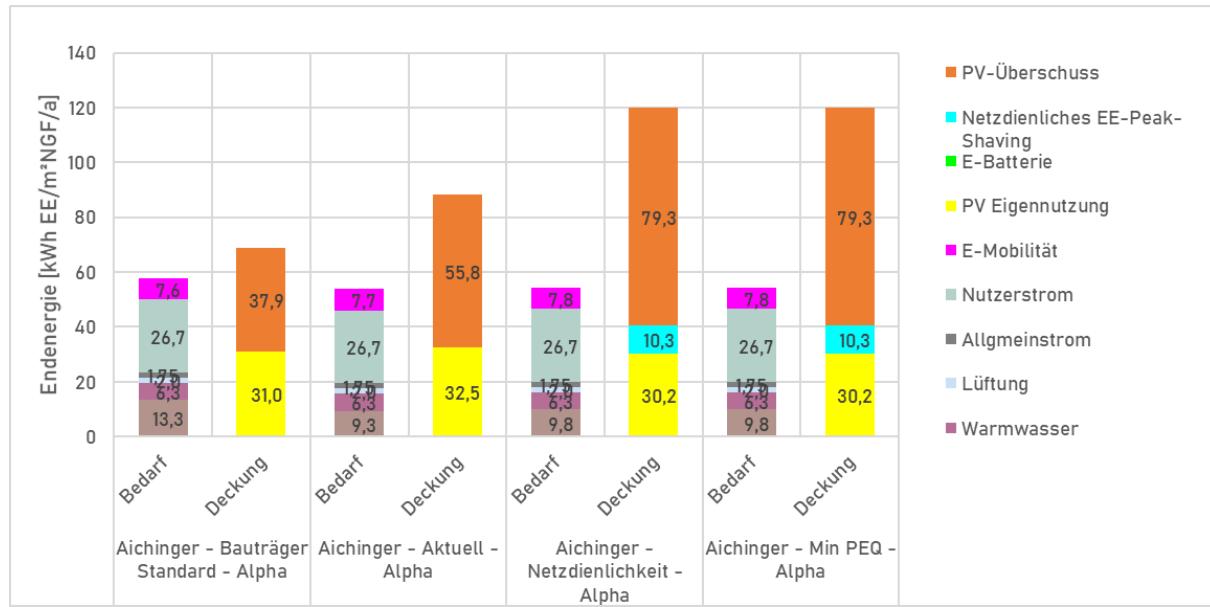


Abbildung 84 Endenergiebilanz PEQ Beta inklusive E-Cars (ohne Fossile Mobilität) - Aichinger

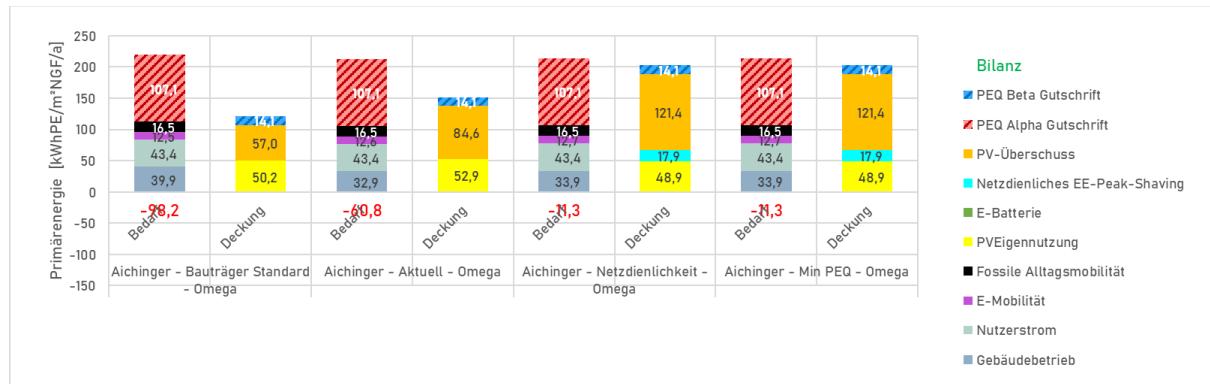


Abbildung 85 Primärenergiebilanz PEQ Beta - Aichinger

Aus dem ungünstigen Standort des Quartiers und die relativ schlechte Erschließung mit dem ÖPNV resultiert in PEQ Beta eine relativ hohe Belastung aus dem motorisierten Individualverkehr, die trotz 70% E-Mobilität nur zu 50% von der PEQ Beta Gutschrift für Mobilität ausgeglichen werden kann. Damit lässt sich dieser Standard nur mit zusätzlichen E-Cars und oder Photovoltaik erreichen.

4.7 Wien (Hochschule): Plusenergie Campus

Im Rahmen des FFG-Sondierungsprojekts Plusenergie-Campus wurde unter anderem der Standort der FH Technikum Wien am Höchstädtplatz im Wiener 20. Gemeindebezirk untersucht. In Abbildung 86 sind der Standort in Brigittenau und die Gebäude der Fachhochschule zu sehen. In der Betrachtung werden lediglich die Gebäude F, A und B berücksichtigt. Gebäude C wird vernachlässigt, da nur bedingt Informationen zur Verfügung stehen.

Nutzung	NGF [m ²]
Wohnen	0
Büro	12 180
Ausbildung	12 180
Handel	0

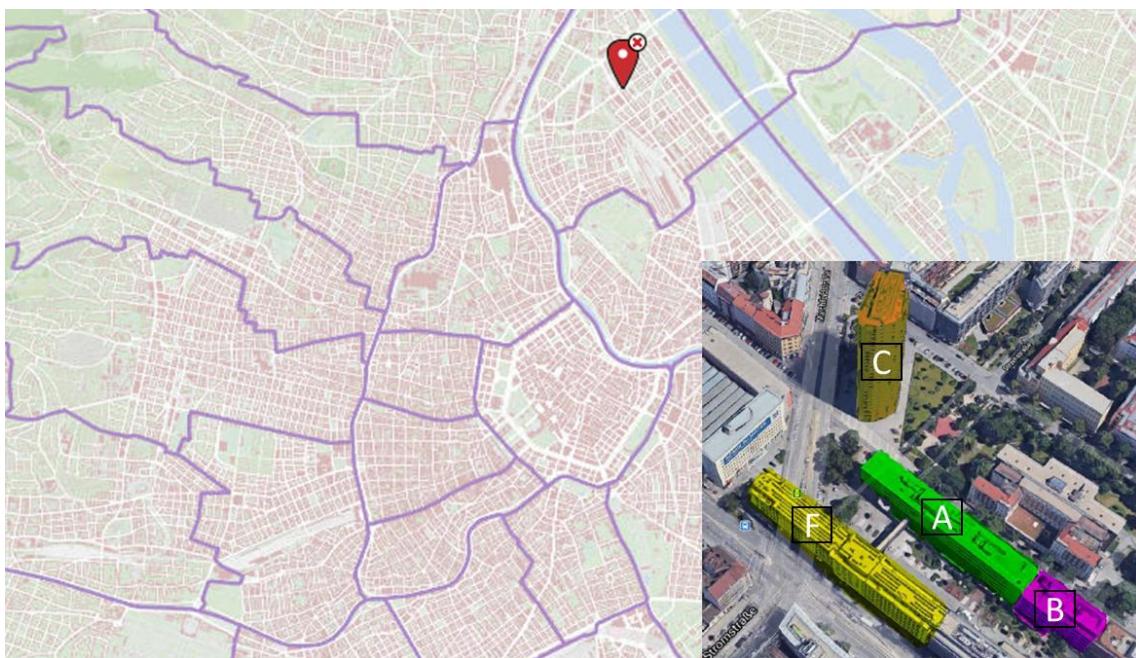


Abbildung 86: Standort Höchstädtplatz - Gebäude FH Technikum Wien (wien.gv.at, google.maps)

Die drei Gebäude umfassen eine konditionierte NettoGESCHOSSTFLÄCHE von 24360 m², wobei eine gemischte Nutzung von Bildung und Büro angenommen wird. In Tabelle 66 sind die Flächen dargestellt. Die hohe Geschossflächenzahl (5,85) der 6- bis 7-stöckigen Gebäude lässt sich dadurch erklären, dass die Grundstücksfläche der Gebäude – wie in Abbildung 87 ersichtlich – kaum die überbaute Fläche überschreitet. Dargestellt sind die berücksichtigten Grundstücke (rot) und die nicht-berücksichtigten Grundstücke (grün, weil nicht Teil des Plusenergie Campus und schwarz, weil öffentlicher Raum).

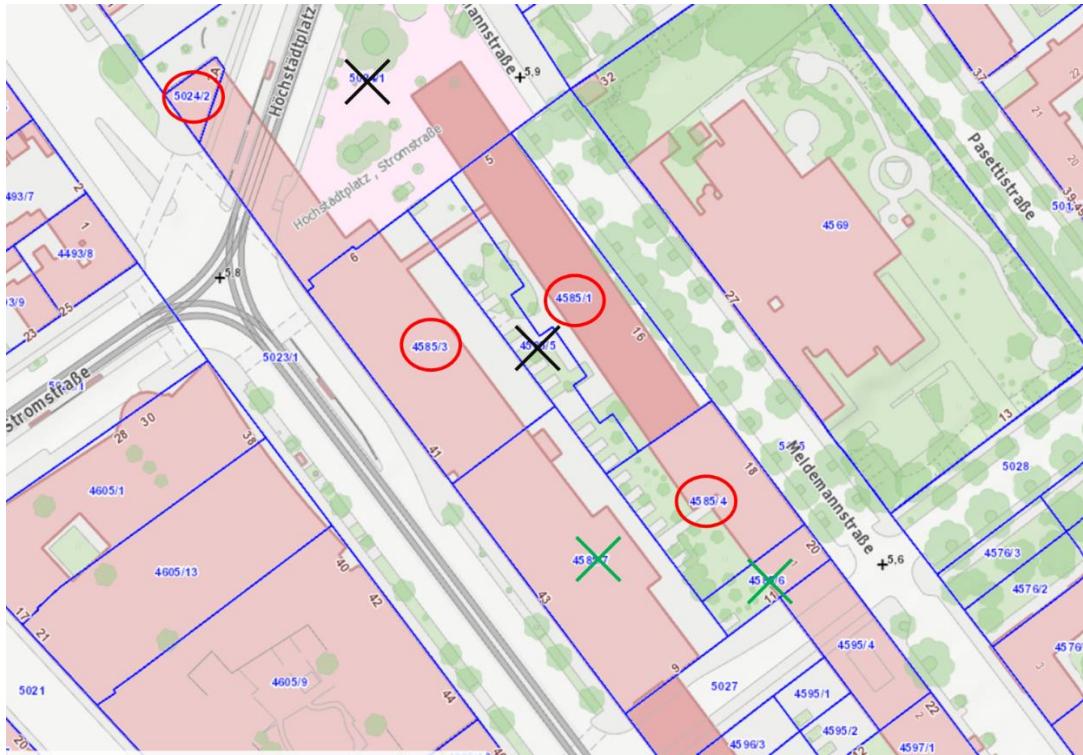


Abbildung 87: Auszug Grundstückskataster Stadt Wien.

Tabelle 66: Flächenaufstellung Plusenergie Campus

	A-Gebäude	B-Gebäude	F-Gebäude	A-B-F
Fläche [m²BGF]	9.918	4.539	15.994	30.450
Grundstücksfläche [m²]	1.822	1.264	2.120	5.206
GFZ [-]	4,35	2,87	6,04	5,85

Für die in den 00er Jahren erbauten Gebäude wird eine Hüllqualität mit guter thermischer Sanierung angenommen. Für die Gebäude wird eine kontrollierte Be- und Entlüftung mit effizienter Wärmerückgewinnung sowie Wärmepumpensysteme zur Wärme- und Kältebereitstellung angenommen.

Tabelle 67: Bauphysikalische Parameter Plusenergie Campus

Parameter Bauphysik	U-Werte thermische Hülle				g-Wert [-]	spezifisch wirksame Speicherkapazität [Wh/m ² K]	Wärme- brücken- zuschlag	Fenster- flächen- anteil
	Außen- wand	Fenster	Dach	Decke - Boden				
	0,19	0,89	0,20	0,14	0,51	204	10%	37,43%

Die Gebäude werden großflächig mit Photovoltaik (Dach und Süd-West-Fassade) belegt:

Tabelle 68: Photovoltaik Zusammenfassung Plusenergie Campus

kWh/kWp	kWh/m ² NGF	Anmerkung

A-Gebäude	697,62	16,00	Belegung fassadenlastig, Gebäudetechnik verbaut	Dach primär	für
B-Gebäude	961,78	9,13	keine Fassadenbelegung, Gebäudetechnik verbaut	Dach primär	für
F-Gebäude	990,68	20,52	gute Verfügbarkeit am Dach, Fassade optimal belegt		
A-B-F	877,83	17,35			

In Abbildung 88 ist die Dachsituation der Gebäude A und B dargestellt. Die beiden Dachflächen sind hauptsächlich mit Gebäudetechnik verbaut, weshalb für die Photovoltaiksimulation angenommen wurde, dass jeweils lediglich 20% der Dachfläche zur Verfügung sind. Für das Dach des F-Gebäudes wurde angenommen, dass 70% der Fläche zur Verfügung sind.



Abbildung 88: Dachsituation A- und B-Gebäude (google.maps)

Für die Fassade des B-Gebäudes ist keine PV vorgesehen. Abbildung 89 und Abbildung 90 zeigen zum einen ein Rendering, wie die Fassadenintegrierte Photovoltaik aussehen könnte und zum anderen, wie die PV-Fläche simuliert wurde.



Abbildung 89: Fassade A-Gebäude mit Photovoltaik (Copyright IONOMO GmbH)

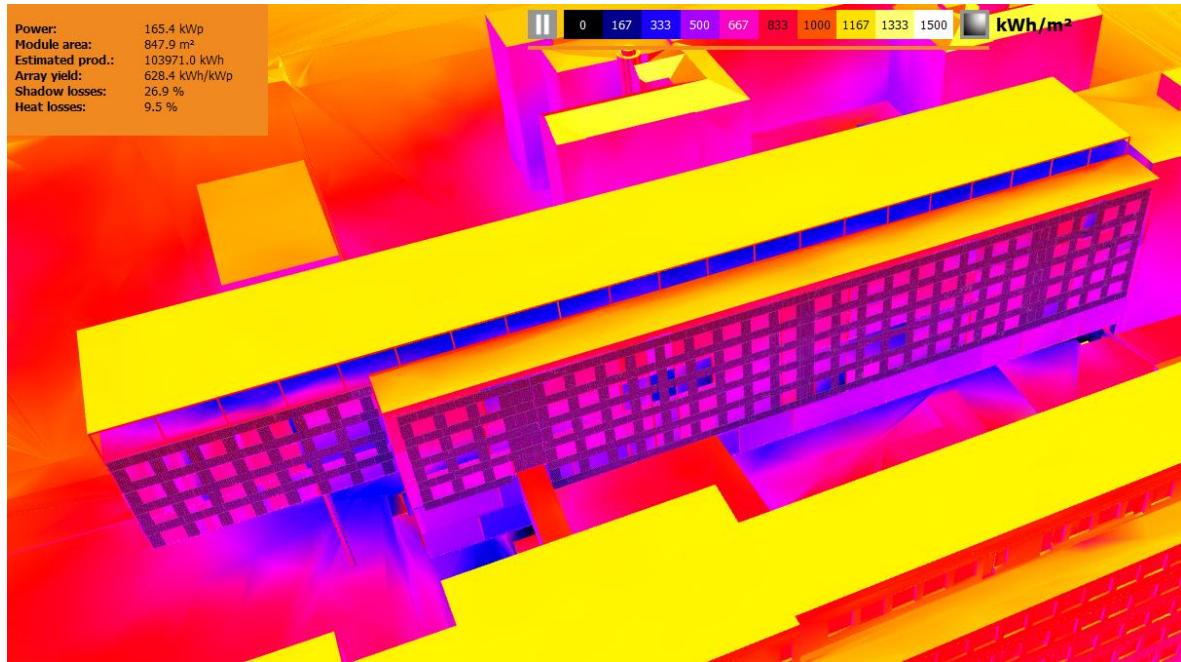


Abbildung 90: Photovoltaik Modell der Fassade A-Gebäude PV Sites. Die mitberücksichtigte Aufdachanlage ist hier nicht dargestellt

In Abbildung 91 ist die Fassade des F-Gebäudes via Google Earth ersichtlich, daneben die gewählte Fassadenbelegung inklusive PV-Sonnenschutz.

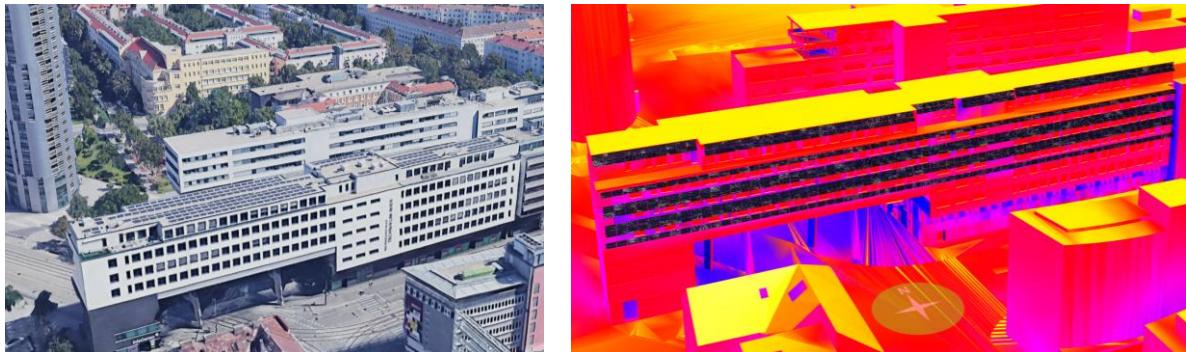


Abbildung 91: Fassade F-Gebäude (Google Earth und PV Sites) mit Photovoltaik belegt (Parapet und 40° geneigte Module als Sonnenschutz)

4.7.1 PEQ Alpha

In Abbildung 92 ist der Endenergiebedarf der drei Gebäude dargestellt. Etwa 50% des Endenergiebedarfs stellt der Nutzerstrom dar. Die erneuerbare Deckung erfolgt zu etwa gleichen Teilen durch Photovoltaik und Wind-Peak-Shaving – Photovoltaiküberschuss ist kaum vorhanden, quasi 100% des Ertrags können auch dank DSM Maßnahmen direkt in den Gebäuden genutzt werden.

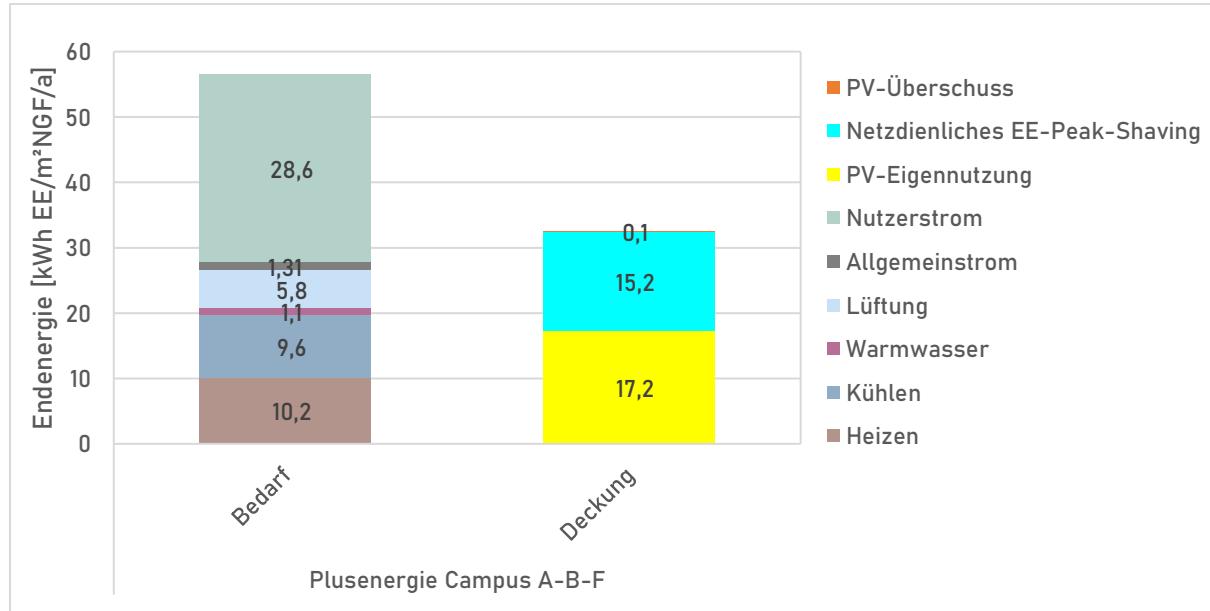


Abbildung 92: Endenergieaufstellung PEQ Alpha Plusenergie Campus

In Abbildung 93 ist die Primärenergiebilanz des Plusenergie Campus dargestellt. Durch die hohe bauliche Dichte und damit einhergehend hohe PEQ Alpha Gutschrift erreicht der Plusenergie Campus eine komfortable positive Bilanz nach ZQ Methodik.

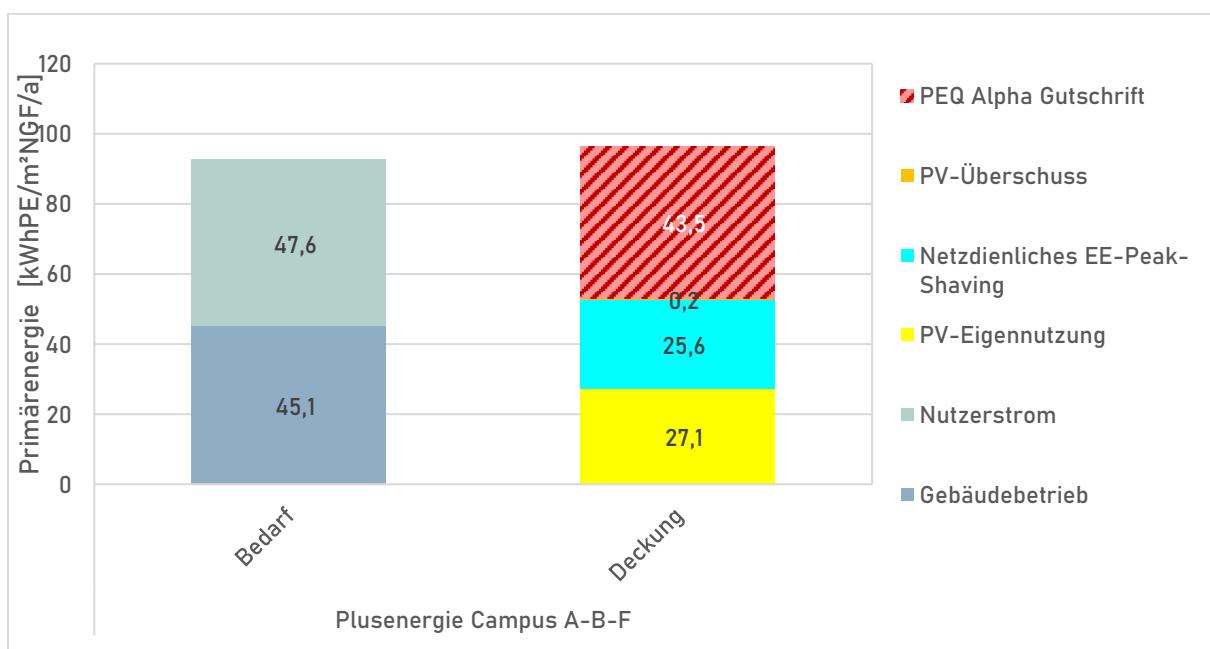


Abbildung 93: Primärenergiebilanz PEQ Alpha wird vom Plusenergie Campus erreicht unter Verwendung von Effizienz- und Sanierungsmaßnahmen, lokaler PV Erzeugung, energieflexibler Betriebsführung und der Gutschrift aufgrund der hohen baulichen Dichte

4.7.2 PEQ Beta

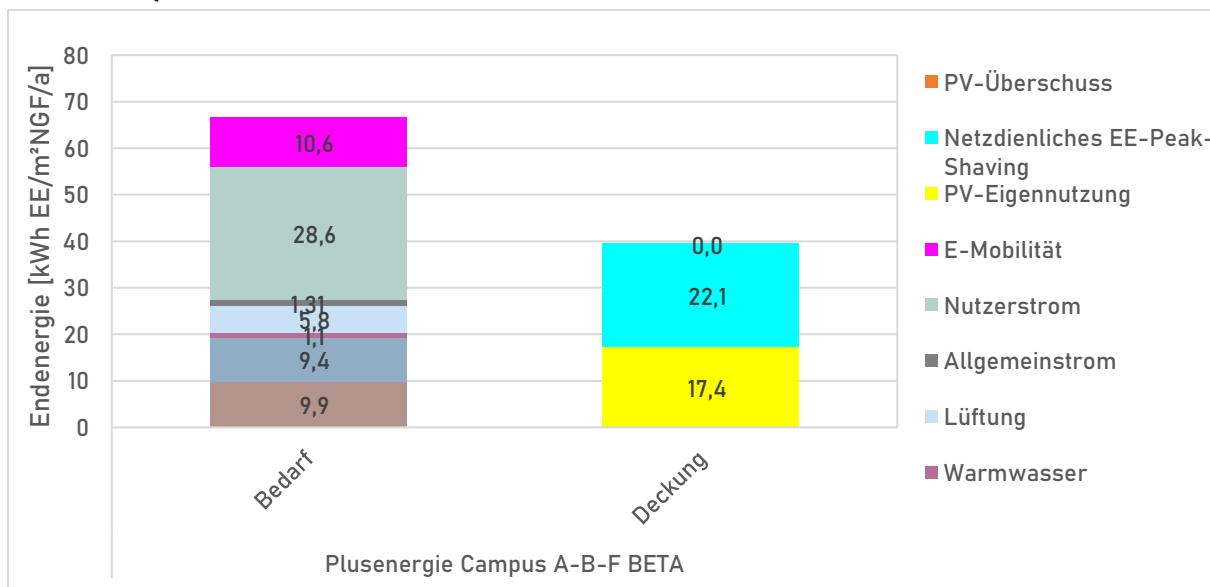


Abbildung 94 Endenergiebilanz Strom (ohne Fossile Alltagsmobilität)

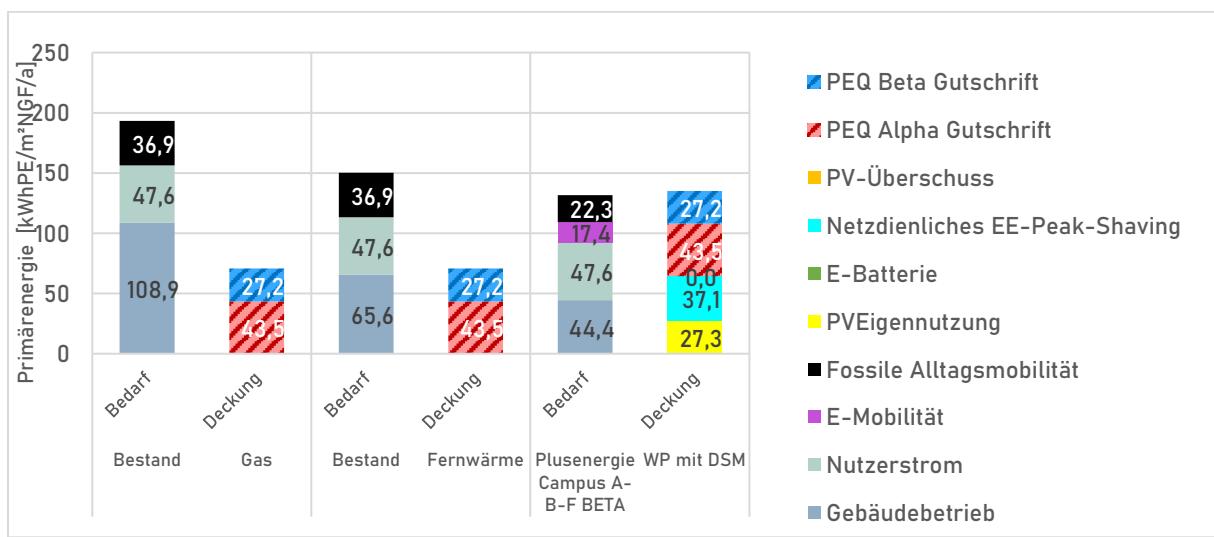


Abbildung 95 Primärenergiebilanz PEQ Beta für 2 Referenzvarianten im Bestand mit Gas und Fernwärme (links) und die Plusenergie-Variante rechts.

Wie in obiger Grafik zu sehen, ist ein Plus-Energie-Quartier nur durch das Zusammenwirken der drei Säulen eines Plus-Energie-Quartiers erreichbar:

- Energieeffizienz: Einsparungen im Gebäudebetrieb um 33%-50%
- Lokale Erneuerbare Energieerzeugung von mindestens 70% des Gebäudebetriebstroms
- Energieflexibilität: durch DSM und netzdienliche Aufnahme von Erneuerbaren Windspitzen im Ausmaß von ca 80% des Gebäudebetriebs

Es zeigt sich aber auch, dass ohne die Berücksichtigung der Gutschrift PEQ ALPHA die obigen drei Säulen bei hohen urbanen Dichten wie im vorliegenden Fall (GFZ >5) nicht ausreichen. Die Gutschrift PEQ Beta kann gut zwei Drittel des statistischen Mobilitätsbedarfs decken und ist somit zur Erreichung von PEQ Beta notwendig.

5 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
PEQ	Plus-Energie-Quartier
PED	Positive Energy District (engl. f. Plus-Energie-Quartier)
ZQ	Zukunftsquartier (Forschungsprojekt-Reihe), siehe auch https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/zukunftsquartier.php
EE	Erneuerbare Energie
PE	Primärenergie
DSM	Demand Side Management

6 Glossar

Parameter	Symbol	Einheit	Defaultwert	Anmerkung, Quelle
Heizwärmeverlust	$Q_{HWB;min}$	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Heizwärmeverlust flexibel	$Q_{HWB;max}$	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Kühlbedarf	$Q_{KB;min}$	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Kühlbedarf flexibel	$Q_{KB;max}$	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Solare Wärmegewinne	Q_{Solar}	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Interne Wärmegewinne	Q_{Intern}	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Transmissionswärmeverluste	Q_{Trans}	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Ventilationswärmeverluste	Q_{Vent}	Wh/m ² NGF kWh/m ² NGFa	Projektwert	-
Raumtemperatur Winter Maximum	-	°C	25	ISO 7730
Raumtemperatur Winter Minimum	-	°C	22	ISO 7730
Raumtemperatur Sommer Maximum	-	°C	23	ISO 7730
Raumtemperatur Sommer Minimum	-	°C	25	ISO 7730
Außentemperatur	-	°C	-	Klimadaten, Profil
spezifisch wirksame Wärmespeicherkapazität Gebäude	$C_{m;int}$	Wh/m ² K	siehe Tabelle	PHPP, eco2soft
Solarstrahlung	I_{Solar}	W/m ²	-	Klimadaten, Profil
Solarer Zuschlag durch opake Bauteile	$f_{Solar;opak}$	-	1,075	EnEV 2014 - Mittelwert aus senkrechten und waagrechten Bauteilen
Fensterfläche exkl. Rahmen	A_{Glas}	m ²	Projektwert	-
Fassadenfläche opak	A_{opak}	m ²	Projektwert	-
spezifische Interne Lasten	q_{Intern}	W/m ²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Nettогeschossfläche je Nutzung	A_{Nutz}	m ² NGF	Projektwert	-
Abminderungsfaktor Interne Lasten	f_{Intern}	-	-	-
U-Wert	$U_{Bauteil}$	W/m ² K	Projektwert	eco2soft, baubook
Bauteilflächen	$A_{Bauteil}$	m ²	Projektwert	-
Wärmebrückenzuschlag	ψ	W/m ² K	0,1	DIN 4108
Luftwechsel Anlage	n_{Vent}	1/h	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Luftwechsel Infiltration	n_{Inf}	1/h	siehe Tabelle	Nutzungsprofil

durchschnittliche Raumhöhe netto	h_{Raum}	m	2,5	OIB Richtlinie 3
thermischer Wirkungsgrad Wärmerückgewinnung	η_{therm}	-	-	-
spezifische Wärmekapazität Luft	cp_{Luft}	Wh/m³K	0,34	Luft bei 20°C
spezifische Wärmekapazität Wasser	cp_{Wasser}	Wh/kgK	1,16	Wasser bei 30°C
spezifische Wärmekapazität Wasser	cp_{Wasser}	kJ/kgK	4,18	Wasser bei 30°C
Personenanzahl	Pers	Personen/m²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Brauchwasserbedarf (spezifisch)	q_{ww}	W/m²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
elektrische Leistung der Lüftung	p_{Vent}	W/m²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Betriebsstrom (Aufzug, Regelung, etc.)	$p_{Betrieb}$	W/m²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Nutzerstrom	p_{Nutz}	W/m²	siehe Tabelle	Nutzungsprofil
Hilfsstrom Heizen	$E_{H;Heiz}$	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Hilfsstrom Kühlen	$E_{H;Kühl}$	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Hilfsstrom Warmwasser	$E_{H;WW}$	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Hilfsstrom Lüftung	$E_{H;Vent}$	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Betriebsstrombedarf	$E_{Betrieb}$	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Nutzerstrombedarf	E_{Nutz}	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
Hilfsstromanteil Fernwärme/Erdgas	$f_{H;FW,Erdgas}$	-	2%	
Hilfsstromanteil Wärmepumpe	$f_{H;WP}$	-	1%	
Skalierung Hilfsstrom Lüftung	$f_{H;vent}$	-	siehe Tabelle	-
Elektrizitätsbedarf Beleuchtung	E_L	Wh/m²NGF kWh/m²NGFa	-	-
elektrische Leistung Beleuchtung	p_{Licht}	W/m²	-	tageslichtgesteuerte Beleuchtung
Anteil tageslicht-gesteuerte Beleuchtung	ϵ	-	70%	Welcher Anteil an der Beleuchtung wird abhängig vom Tageslicht gesteuert?
Tageslichtquotient	D	-	siehe Tabelle	Verhältnis von Innenbeleuchtungsstärke zu Außenbeleuchtungsstärke bei unverbautem Himmel

Wartungswert Beleuchtung	\bar{E}_m	I_x	siehe Tabelle	Mindestanforderung an Beleuchtung
Mindestleistung Beleuchtung	P_{min}	W/m^2	5	-
Maximalleistung Beleuchtung	P_{max}	W/m^2	20	-
Endenergien X	-	-	-	-
Jahresarbeitszahl Heizen je Nutzung	$JAZ_{Heiz;Nutz}$ z	-	siehe Tabelle	-
Jahresarbeitszahl Kühlen je Nutzung	$JAZ_{Kühl;Nutz}$ z	-	siehe Tabelle	-
Jahresarbeitszahl Warmwasser je Nutzung	$JAZ_{WW;Nutz}$ z	-	3	-
Jahresarbeitszahl Kompressionskältemaschine	JAZ_{KKM}	-	2,5	-
Wirkungsgrad Fernwärme	η_{FW}	-	0,95	80% Effizienz Fernwärme, 20% Verteilverluste Fernwärme
Wirkungsgrad Erdgas	η_{Erdgas}	-	0,95	85% Effizienz Erdgas- Verbrennung, 10% Verteilverluste Erdgas
Wirkungsgrad Heizen (Verteilverluste)	$\eta_{Heiz;Verteil}$	-	0,95	DIN V 4701 ~3 kWh/m ² a Verteilverluste -- Annahme Passivhausstandard --> 20% Verteilverluste --> 75% Abgabe an Umgebung kann für Heizzwecke verwendet werden --> 5% Verteilverluste
Wirkungsgrad WW-Verteilung	$\eta_{WW;Verteil}$	-	siehe Tabelle	-
WW-Speichertemperatur Maximum	-	°C	70	ÖNORM B 5019 (Thermische Desinfektion)
WW-Speichertemperatur Minimal	-	°C	60	ÖNORM B 5019 (Legionellen)
Auslegung Warmwasserspeicher	V_{WW}	Liter/Person*Ta g	50	-
Maximale Leistung Netzdienlichkeit	-	W/m^2	40	-
Freigabe Wind-Peak-Shaving	-	%	40	WEB-Modell
Temperaturmaximum E-Patrone	-	°C	90	-

Wirkungsgrad E-Patrone	-	-	0,9	
Anschlussleistung E-Patrone	-	W/I	-	Defaultberechnung aus 12 Stunden Aufheizzeit – Gleichzeitigkeit 0,4
Ecars	-	-	-	-
Batteriekapazität je Fahrzeug (ecar)	-	Wh	41 000	Herstellerangaben Renault Zoe
Verlust Batterie (ecar)	-	-	2%/Woche	-
Minimaler Ladezustand der erreicht werden soll (ecar)	-	-	0,5	-
Wirkungsgrad Ladung (ecar)	-	-	0,9	-
Anteil ecars	-	%	50	-
Energieverbrauch ecars	-	kWh/km	0,17	Herstellerangaben Tesla Model 3
Batterie	-	-	-	-
Kapazität Batterie	-	kWh/kW _{PV}	1	1 kWh/kW Maximalleistung des PV-Profils
Verluste Batterie	-	1/h	0,00012	2%/Woche
Max. Lade-/Entladeleistung	-	W/m ² NGF	0,5*Kapazität	50% der Batteriekapazität
Wirkungsgrad Ladung	-	-	0,9	-
Wirkungsgrad Entladung	-	-	0,9	-
Mobilität	-	-	-	-
Abminderungsfaktoren solare Einstrahlung Heizen	-	-	0,4	Lt. PHPP – (Verschattung, Verschmutzung, Strahlungseinfall, Verglasungsanteil)
Verhältnis Abminderung Kühlung/Heizung	-	-	1	Unterschied im Sonnenstand, damit einhergehende Verschattung und Inzidenzwinkel (Spiegelung)
g-Werte	g	-	0,5	-

7 Literaturverzeichnis

- Banko, G., Weiß, M., 2016. Gewidmetes, nicht bebautes Bauland -Erstellung von Auswertungen für Österreich. Umweltbundesamt, Wien.
- Becchio, C., Bottero, M.C., Cognati, S.P., Dell'Anna, F., 2018. Decision making for sustainable urban energy planning: an integrated evaluation framework of alternative solutions for a NZED (Net Zero-Energy District) in Turin. Land Use Policy 78, 803–817. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.048>
- electricity map CO2 signal, 2015.
- F. Huneke, C. Perez Linkenheil, P. Heidinger, 2019. ÖSTERREICH'S WEG RICHTUNG 100 % ERNEUERBARE. EINE ANALYSE VON 2030 MIT AUSBLICK 2050. Energy brainpool, Berlin.
- Fechner, H., 2020. Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können.
- Fellner, M., Zelger, T., Leibold, J., Huemer-Kals, V., Kleboth, A., Granzow, I., Storch, A., Schieder, W., Fleischhacker, A., 2018. Smart City MIKROQUARTIERE, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Vienna.
- Gabaldón Moreno, A., Vélez, F., Alpagut, B., Hernández, P., Sanz Montalvillo, C., 2021. How to Achieve Positive Energy Districts for Sustainable Cities: A Proposed Calculation Methodology. Sustainability 13, 710. <https://doi.org/10.3390/su13020710>
- Hamels, S., Himpe, E., Laverge, J., Delghust, M., Albrecht, J., 2021. The use of primary energy factors and CO2 intensities - reviewing the state of play in academic literature 34.
- Han Vandevyvere, 2010. Strategies Towards Increased Sustainable Building in Flanders. Application on the Scale of Urban Fragment.
- JPI Urban Europe, 2019. Framework Definition forPositive Energy Districts and Neighbourhoods.
- JPI Urban Europe / SET Plan Action 3.2, 2020. White Paper on PED Reference Framework for Positive Energy Districts and Neighbourhood.
- Junker, R.G., Azar, A.G., Lopes, R.A., Lindberg, K.B., Reynders, G., Relan, R., Madsen, H., 2018. Characterizing the energy flexibility of buildings and districts. Applied Energy 225, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.05.037>
- K. Steininger, L. Meyer, 2017. Das Treibhausgas-Budget für Österreich.
- Klein, K., Langner, R., Kalz, D., Herkel, S., Henning, H.-M., 2016. Grid support coefficients for electricity-based heating and cooling and field data analysis of present-day installations in Germany. Applied Energy 162, 853–867. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.107>
- Knotzer, A., Fechner, J., Zelger, T., Berger, A., 2022. Smart Readiness Indikator.
- Knotzer, A., Weiss, T., Metzger, A.S., Kastner, W., 2019. IEA Energie in Gebäuden und Kommunen (EBC) Annex 67: Energie-flexible Gebäude 76.
- Kriterienkatalog zum Zertifikat 2000-Watt-Areal, 2019. . EnergieSchweiz.
- Lukas Kranzl, Andreas Müller, Iná Maia, Richard Büchele, Michael Hartner, 2018. Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich.
- M. Schimmel, M. Kube, C. Petersdorff, 2018. Strom. Wärme. Mobilität. Szenarien für die Dekarbonisierung im Großraum Wien bis 2050. ECOFYS, Wien.
- O. Mair am Tinkhof, H.S., 2017. Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

- Österreichisches Institut für Bautechnik, 2019. OIB RL6 -Energieeinsparung und Wärmeschutz, OIB-330.6-026/19.
- R. Haas, G. Resch, B. Burgholzer, G. Totschnig, G. Lettner, H. Auer, H. Geipel, 2017. Stromzukunft Österreich 2030 - Analyse der Erfordernisse und Konsequenzen eines ambitionierten Ausbaus erneuerbarer Energien. TU Wien EEG.
- Salom, J., Tamm, M., 2020. D3.1 METHODOLOGY FRAMEWORK FOR PLUS ENERGY BUILDINGS AND NEIGHBOURHOODS, WP3 Technology Integration in Smart Managed Plus Energy Buildings and Neighbourhoods.
- Sartori, I., Napolitano, A., Voss, K., 2012. Net zero energy buildings: A consistent definition framework. *Energy and Buildings* 48, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.032>
- Schneider, S., Zelger, T., Klauda, L., 2020. Überlegungen zur Frage, welcher Anteil erneuerbarer Energie 2050 in Österreich lokal aufgebracht werden muss. Presented at the EnInnov 2020, Graz, p. 10.
- Schöfmann, P., Zelger, T., Bartlmä, N., Schneider, S., Leibold, J., Bell, D., 2020a. Zukunftsquartier - Weg zum Plus-Energie-Quartier in Wien (No. 11/2020), Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Vienna.
- Schöfmann, P., Zelger, T., Bartlmä, N., Schneider, S., Leibold, J., Bell, D., 2020b. Zukunftsquartier - Weg zum Plus-Energie-Quartier in Wien (No. 11/2020), Berichte aus Energie- und Umweltforschung.
- Shnapp, S., Paci, D., Bertoldi, P., 2020. Enabling positive energy districts across Europe: energy efficiency couples renewable energy. Publications Office, LU.
- SIA, 2017. SIA 2040 - Effizienzpfad Energie.
- Smetschka, B., Wiedenhofer, D., Egger, C., Haselsteiner, E., Moran, D., Gaube, V., 2019. Time Matters: The Carbon Footprint of Everyday Activities in Austria. *Ecological Economics* 164, 106357. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106357>
- Statistik Austria, 2012. Index zu Daten der Statistik Austria. Statistik Austria.
- Steemers, K., Krangsås, S.G., Ashrafiyan, T., Giancola, E., Konstantinou, T., Liu, M., Prebreza, B., Soutullo, S., 2022. Challenges for a Positive Energy District Framework 10.
- Steininger, K.W., Meyer, L., Nabernegg, S., Kirchengast, G., 2020. Sectoral carbon budgets as an evaluation framework for the built environment. *Buildings and Cities* 1, 337–360. <https://doi.org/10.5334/bc.32>
- Streicher, W., Schnitzer, H., Tatzber, F., Heimrath, R., Wetz, I., Titz, M., Hausberger, S., Haas, R., Kalt, G., Damm, A., Steininger, K., Oblasser, S., 2010. Energieautarkie für Österreich 2050.
- UBA, 2017. Energie- und Treibhausgas-Szenarien im Hinblick auf 2030 und 2050.
- UBA, 2016. Szenario erneuerbare Energie 2030 und 2050. Umweltbundesamt.
- Vélez, F., Minguela, C. de T., Sanz, C., n.d. Cities transformation through Positive Energy Districts: MAKING-CITY project. 11.
- Verbeke S, Waide P, Bettgenhäuser K, Uslar M, Bogaert S, et al, 2018. Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment - final report. Brussels.

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Zuordnung und Abgrenzung der Projektebeiträge zu diesem	6
Tabelle 2 Die Anforderungen an eine Plus-Energie-Quartier-Definition sind so unterschiedlich wie die beteiligten Stakeholder	9
Tabelle 3 Nicht-Ziele der Definition und mögliche komplementäre Systeme zur Abdeckung	15
Tabelle 4 Alternativen zur Festlegung eines Zielwerts mittels Allokationsansatz zur Beeinflussung der Erreichbarkeit	25
Tabelle 5 Datenverfügbarkeit, Aufwand und Methoden der Bewertung	30
Tabelle 6: Berücksichtige Energiedienstleistungen	30
Tabelle 7: Energiequellen innerhalb und außerhalb der Zukunftsquartier Systemgrenze	31
Tabelle 8 Konversionsfaktoren Netzstrom: Zur Nachweisführung werden die interpolierten Werte für 2019 herangezogen	39
Tabelle 9 Art des Netzbezugs	40
Tabelle 10 Variablen zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs der individuellen Alltagsmobilität	42
Tabelle 11 Art der Zielwerte je Systemgrenze	43
Tabelle 12 Parameter des umliegenden Energiesystems	48
Tabelle 13 Zentraler Überschuss als Budget zur Deckung privater Alltagsmobilität in Österreich pro Person	51
Tabelle 14 PEQ Beta Mobilitätsgutschrift je Nutzung	51
Tabelle 15 PEQ Omega Gutschrift	57
Tabelle 16 Energiesystem Varianten im Operationalisierungs-Tool	61
Tabelle 17 Benötigte Parameter mit Defaultwerten zur Nachweisführung	62
Tabelle 18 Benötigte Wetterdaten	68
Tabelle 19 Systembeschreibung	70
Tabelle 20 Informationen zur Skalierung	70
Tabelle 21 Defaultparameter Heiz- und Kühlleistung, sowie WW Bereitstellung	82
Tabelle 22 Parameter Solare Wärmegewinne	71
Tabelle 23 Parameter Interne Wärmegewinnen	71
Tabelle 24 Parameter Interne Lasten je Nutzung	72
Tabelle 25 Parameter Transmissionswärmeverluste	72
Tabelle 26 Parameter Lüftung	72
Tabelle 27 Parameter Luchtwechsel je Nutzungsprofil	73
Tabelle 28 Saisonale Abminderungsfaktoren Lüftungswärmeverluste	73
Tabelle 29 Parameter Heizwärmebedarf	74
Tabelle 30 Solare Gewinne	75
Tabelle 31 Parameter Interne Gewinne und Luftwechsel	75
Tabelle 32 Interne Wärmegewinne	75
Tabelle 33 Luftwechsel	76
Tabelle 34 Richtwerte Skalierung Hilfsstrom Lüftung	77
Tabelle 35 Brauchwasserwärmeverluste	77
Tabelle 36 Nutzerstrom	78
Tabelle 37 Betriebsstrom	78
Tabelle 38 Tageslichtabhängige Beleuchtung	79
Tabelle 39 Wartungswert Beleuchtung	80
Tabelle 40 Jahresarbeitszahl Heizen	80

Tabelle 41 Jahresarbeitszahl Kühlen	80
Tabelle 42 Spezifisch wirksame Wärmespeicherkapazität.....	80
Tabelle 43 Parameter Kühlung	81
Tabelle 44 Parameter WWWB	81
Tabelle 45 WWWB je Nutzung	81
Tabelle 46 Verteilverluste	84
Tabelle 47 Kühlung Endenergie.....	85
Tabelle 48 Parameter Lüftung.....	85
Tabelle 49 Empfohlene Defaultwerte.	86
Tabelle 50 Jahresstrombedarf der Nutzungen.....	87
Tabelle 51 Defaultwerte Hilfsstrom.	86
Tabelle 52: Parameter zur Ermittlung der Beleuchtung.....	88
Tabelle 53: Mindestanforderung Beleuchtung	88
Tabelle 54 Abschätzung der Energiebezugsflächen je Nutzungen in Österreich.....	91
Tabelle 55 Statistische Fläche pro Einwohner*in und Nutzung	92
Tabelle 56 Jahresverkehrsleistung des fossilen Individualverkehrs nach Nutzung und Standort bzw. ÖV-Gütekasse	93
Tabelle 57 Variablen zur Ermittlung des Primärenergiebedarfs der individuellen Alltagsmobilität....	95
Tabelle 58 Paramater E-Mobilität	96
Tabelle 59 Betriebsparameter Quartiersspeicher.....	102
Tabelle 60: Parameter des Freigabe Signals.....	103
Tabelle 61: Parameter Wind-Peak-Shaving.....	104
Tabelle 62: Nutzungen und NGF je Baukörper/Stiege	111
Tabelle 63: Bauteilflächen der thermischen Hülle	145
Tabelle 64: Annahmen/Rahmbedingungen Quartier.....	145
Tabelle 65: Annahmen/Rahmenbedingungen Heizen/Kühlen.....	145
Tabelle 66: Annahmen/Rahmenbedingungen Warmwasser	146
Tabelle 67: Annahmen/Rahmenbedingungen Netzdienlichkeit	146
Tabelle 68: Annahmen/Rahmenbedingungen E-Mobilität	146
Tabelle 69: Annahmen/Rahmenbedingungen Mobilität	146
Tabelle 70: Annahmen/Rahmenbedingungen Lasten und Bedarfe	146
Tabelle 71: Daten zur PV-Anlage, Montage-differenziert	148
Tabelle 72: Anforderungen/Qualitäten an/von Bauteilen im Passivhaus.....	148
Tabelle 73: PV-Verpflichtung nach WBO der drei Baukörper	148

9 Appendix Beispielparame

9.1 Pilzgasse PG33

9.1.1 Einreich-Variante (Var_Einreichung)

Diese Variante stellt die Ausgangsbasis für alle weiteren Varianten dar und entspricht dem abgeschlossenen baulichen Einreichungsstand des realen Bauprojektes. Die Grunddaten der Einreich-Variante (Grundflächen) sind dem Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu entnehmen. Weitere Rahmenbedingungen und Annahmen werden durch die folgenden Tabellen beschrieben.

Zur Durchführung einer Simulation werden verschiedene Projektdaten herangezogen, Annahmen getroffen und Rahmenbedingungen geschaffen, welche folgend dargestellt werden.

Tabelle 69: Bauteilflächen der thermischen Hülle

Bauteilfläche Außenwand (exkl. Fenster)	6.082,0	m ²
Bauteilfläche Fenster	4.163,6	m ²
Bauteilfläche Dach	6.813,5	m ²
Bauteilfläche Decke gegen Erdreich / Keller	3.660,1	m ²

Tabelle 70: Annahmen/Rahmbedingungen Quartier

U-Wert Außenwand (exkl. Fenster)	0,17	W/m ² K	
U-Wert Fenster	0,76	W/m ² K	
U-Wert Dach	0,11	W/m ² K	
U-Wert Decke gegen Erdreich / Keller	0,20	W/m ² K	
g-Wert Fenster	0,39	-	
Spezifisch wirksame Wärmekapazität	204	Wh/m ² K	Massiv, lt. PHPP
Wärmebrückenzuschlag	0,10	W/mK	Gemäß DIN4108
Transmissionsleitwert gesamt	0,31	W/K	
Gewinne durch opake Bauteile	1,07	-	Gemäß EneV 2014
Mobiler sommerlicher Sonnenschutz	0,96	-	Gemäß DIN4108
Faktor solare Gewinne Kühlsaison	1,02	-	
Stellplätze	143	m ² /Stellplatz	
m ² NF/Person aus UAP Studie Wohnen	28,3	m ² _{NGF} /Person	
m ² NF/Person aus UAP Studie Büro	17,8	m ² _{NGF} /Person	
m ² NF/Person aus UAP Studie Ausbildung	16,1	m ² _{NGF} /Person	
m ² NF/Person aus UAP Studie Handel	25,8	m ² _{NGF} /Person	
Grundstücksgröße	7.323,4	m ²	

Tabelle 71: Annahmen/Rahmenbedingungen Heizen/Kühlen

	Heizen	Kühlen	
Raumtemp Minimum	21	25	°C
Raumtemp Maximum	25	23	°C
Wirkungsgrad Heizen (Verteilungsverluste)	0,95	0,95	-
Leistung Wärmepumpe	23,7	25,3	W/m ² _{NGF}
JAZ Wärmepumpe	4,6	5,4	-

Hilfsstromanteil Wärmepumpen	0,02	0,02	-
------------------------------	------	------	---

Tabelle 72: Annahmen/Rahmenbedingungen Warmwasser

Temperatur Minimum	60	°C	
Temperatur Maximum	70	°C	
Wasserspeicher	9,8	l/Person*Tag	
Leistung Wärmepumpe	14,8	W/m ²	
Wirkungsgrad Aufheizen	0,8	-	
JAZ Wärmepumpe Wohnen	2,3	-	
Wirkungsgrad Büro	0,95	-	Durchlauferhitzer
Wirkungsgrad Handel	0,95	-	Durchlauferhitzer
JAZ Wärmepumpe Kindergarten	2,3	-	

Als Netzdienlichkeitsprofil wird das Winderzeugungsprofil von Österreich aus dem Jahr 2020 herangezogen.

Tabelle 73: Annahmen/Rahmenbedingungen Netzdienlichkeit

Freigabe Netzdienlichkeit	0,5	-
Maximale Ladeleistung	58,5	W/m ²

Tabelle 74: Annahmen/Rahmenbedingungen E-Mobilität

Anzahl Fahrzeuge	60	-
Batteriekapazität je Fahrzeug	41.000	Wh/Fahrzeug
Anteil der Fahrzeuge die der Ladekurve (Spitzenladungszeiten) folgen	0,7	-
Minimale zu erreichender Ladezustand	0,5	-
Wirkungsgrad Ladung	0,9	-
Anteil Elektroautos	0,5	-
Energieverbrauch	0,17	kWh/km

Tabelle 75: Annahmen/Rahmenbedingungen Mobilität

Regionstyp	93	-
Zuordnung der Jahres mobilität Wohnen	0,50	-
Zuordnung der Jahres mobilität Büro	0,17	-
Zuordnung der Jahres mobilität Ausbildung	0,03	-
Zuordnung der Jahres mobilität Handel	0,29	-
Verkehrsleistung Zu Fuß (pro Person)	276,7	km/Person
Verkehrsleistung Fahrrad (pro Person)	1.156,5	km/Person
Verkehrsleistung Moped (pro Person)	84,6	km/Person
Verkehrsleistung PKW-LenkerIn (pro Person)	3.523,8	km/Person
Verkehrs leistung PKW-MitfahrerIn (pro Person)	1.431,8	km/Person
Verkehrs leistung Stadt/ Regionalbus (pro Person)	139,8	km/Person
Verkehrs leistung Straßenbahn/U-Bahn (pro Person)	2.159,8	km/Person
Verkehrs leistung Eisenbahn (pro Person)	1.643,9	km/Person
Verkehrs leistung Reisebus (pro Person)	78,9	km/Person

Tabelle 76: Annahmen/Rahmenbedingungen Lasten und Bedarfe

	Wohnen	Büro	Kiga	Handel	
Innere Wärmen Sommer gesamt inkl. Verdunstungskälte	56,9	75,3	54,0	80,8	kWh/m ² _{NGFa}

Innere Wärmen Winter gesamt inkl. Verdunstungskälte	28,5	d	27,0	40,4	kWh/m ² _{NGFa}
Warmwasserwärmeverbrauch	12,8	3,0	3,4	6,3	kWh/m ² _{NGFa}
Aufzug, Regelung etc.	1,8	1,8	0,9	1,8	kWh/m ² _{NGFa}
Beleuchtung	0,0	31,2	12,5	43,7	kWh/m ² _{NGFa}
Nutzerstrom	26,7	19,4	1,8	4,4	kWh/m ² _{NGFa}

PV

Die geplante PV-Anlage ist „plus-energie-optimiert“ und stellt ein zentrales Element für die Erreichung des Plus-Energie-Standards dar. Es kommen drei Montagearten bzw. -orte zum Einsatz:

- Klassische Montage am Dach, 15° aufgeständert (auf allen Baukörpern)
- Semitransparente PV zur Überdachung von Terrassen, Pergolas (PIGA1 und EHG)
- Standard-PV-Module bei auskragenden Betondecken/Vordächer (EHG)

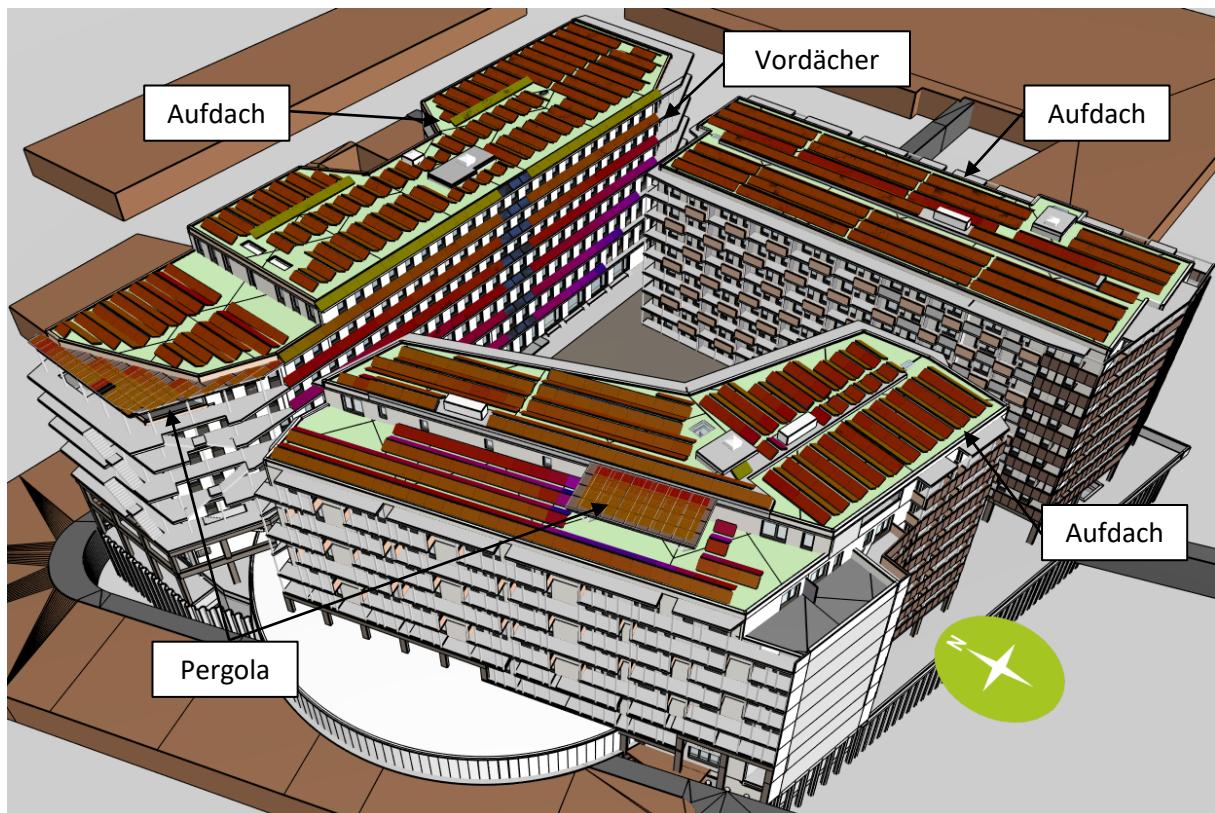


Abbildung 96: PV-Anlage Pilzgasse Einreichung

Es werden zwei unterschiedliche Modulleistungen verwendet:

- Dach, Vordach: 380 Wp
- Pergola: 300 Wp

Bei der Simulation der Belegung ergeben sich folgende Werte:

Tabelle 77: Daten zur PV-Anlage, Montage-differenziert

	Peakleistung pro Modul	Peakleistung	Modulfläche	Ertrag	Flächenspez. Ertrag	Leistungsspez. Ertrag
	Wp/Modul	kWp	m ²	MWh/a	kWh/m ² _{PV}	kWh/kWp
Dach	380	482,6	2.336,1	487,2	208,6	1.009,5
Pergola	300	19,5	112,2	20,4	182,0	1.046,9
Vordach	380	68,4	331,1	63,0	190,2	920,8
Gesamt		570,5	2.779,4	570,6	205,3	1.000,2

9.1.2 Variante nach OIB-Richtlinie und Passivhaus-Standard (Var_OIB und Var_PH)

Die beiden Varianten Var_OIB und Var_PH unterscheiden sich zur Variante Var_Einreichung primär durch die Qualität der thermischen Hülle. Dabei folgen die Anforderungen einerseits der OIB-Richtlinie 6 (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) und andererseits den Anforderungen an Passivhäuser (PH).

Neben den energetischen Anforderungen an Passivhäuser (Jahresheizwärmebedarf <15 kWh/m²a und erneuerbarer Primärenergiebedarf <60 kWh/m²a) sind im vorliegenden Kontext vor allem die Bauteilqualitäten wesentlich, welche sich durch Einhaltung von Behaglichkeitskriterien ergeben:

Tabelle 78: Anforderungen/Qualitäten an/von Bauteilen im Passivhaus

U-Werte oparker Außenbauteile	< 15 W/m ² K
U-Werte Fenster	< 0,8 W/m ² K

Weiters wird in der Variante Var_PH durchgehend Komfortlüftung angewandt – für die Variante Var_OIB bleibt das Lüftungskonzept gleich der Einreichungsvariante.

Hinsichtlich der PV orientiert sich die OIB-Variante an der Wiener Bauordnung (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), also einer wesentlich kleineren PV-Anlage, verglichen zur plus-energie-optimierten PV-Anlage des Planungsprojektes.

Tabelle 79: PV-Verpflichtung nach WBO der drei Baukörper

	<i>kWp</i>
Pilzgasse 33/1	64,1
Pilzgasse 33/2	6,8
<u>Engelhorngasse 2</u>	<u>126,0</u>
Gesamtquartier	196,8