

Energieflexibler Plus-Energie- Campus mit Living-Lab

Plus-Energie-Campus der FH Technikum Wien

S.Schneider, T.Zelger, E.Kerschbaum,
R.Drexel, D.Bell, S.Goudarzi,
E.Paráda, U.Schneider, M. Berger,
F. Bucek, V. Huemer-Kals, B. Lipp,
T. Sommerauer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

67/2023

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:

Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien

Leiter: DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM

Autorinnen und Autoren:

Simon Schneider MSc, Dipl.-Ing. Thomas Zelger, Elisabeth Kerschbaum MSc, Drexel Raphael BSc,

Mag. Daniel Bell, Dr. techn. Shima Goudarzi, Edit Paráda BSc (Fachhochschule Technikum Wien)

Dipl.-Ing. Michael Berger, Fritz Bucek MSc (teamgmi Ingenieurbüro GmbH Österreich)

Mag.^a Veronika Huemer-Kals MSc, Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Lipp (IBO, Österreichisches Institut für
Baubiologie und Bauökologie)

Dipl.-Ing. Dr. Thomas Sommerauer (SOMMERAUER.projektmanagement)

Wien, 2023

Energieflexibler Plus-Energie-Campus mit Living Lab

Plus-Energie-Campus der FH Technikum Wien

Simon Schneider MSc, Dipl.-Ing. Thomas Zelger, Elisabeth Kerschbaum MSc, Drexel Raphael BSc,
Mag. Daniel Bell, Dr. techn. Shima Goudarzi, Edit Paráda BSc
Fachhochschule Technikum Wien

Dipl.-Ing. Michael Berger, Fritz Bucek MSc
teamgmi Ingenieurbüro GmbH Österreich

Mag.^a Veronika Huemer-Kals MSc, Dipl.-Ing. Dr. Bernhard Lipp
IBO, Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie

Dipl.-Ing. Dr. Thomas Sommerauer
SOMMERAUER.projektmanagement

Wien, Dezember 2022

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Vorbemerkung

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Dieses Programm baut auf dem langjährigen Programm „Haus der Zukunft“ auf und hat die Intention, Konzepte, Technologien und Lösungen für zukünftige Städte und Stadtquartiere zu entwickeln und bei der Umsetzung zu unterstützen. Damit soll eine Entwicklung in Richtung energieeffiziente und klimaverträgliche Stadt unterstützt werden, die auch dazu beiträgt, die Lebensqualität und die wirtschaftliche Standortattraktivität zu erhöhen. Eine integrierte Planung wie auch die Berücksichtigung aller betroffener Bereiche wie Energieerzeugung und -verteilung, gebaute Infrastruktur, Mobilität und Kommunikation sind dabei Voraussetzung.

Um die Wirkung des Programms zu erhöhen, sind die Sichtbarkeit und leichte Verfügbarkeit der innovativen Ergebnisse ein wichtiges Anliegen. Daher werden nach dem Open Access Prinzip möglichst alle Projektergebnisse des Programms in der Schriftenreihe des BMK publiziert und elektronisch über die Plattform www.NachhaltigWirtschaften.at zugänglich gemacht. In diesem Sinne wünschen wir allen Interessierten und Anwender:innen eine interessante Lektüre.

DI (FH) Volker Schaffler, MA, AKKM
Leiter der Abt. Energie und Umwelttechnologien
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Inhaltsverzeichnis

KURZFASSUNG	9
ABSTRACT	12
1 AUSGANGSLAGE	15
1.1 Plus-Energie-Quartiere	15
1.1.1 Was ist ein „Plus-Energie-Quartier“? Definitionen	15
1.1.2 Die Rolle von Plus-Energie-Quartieren in den nationalen und EU Klimaplänen	15
1.1.3 Plus-Energie-Gebäude und Plus-Energie-Quartiere in der Praxis	16
1.1.4 Die Rolle von Energieflexibilität in Plus-Energie-Gebäuden und –Quartieren	16
1.1.5 Stakeholder Integration im Planungsprozess	18
1.1.6 Multiplizierbarkeit, Weiterbildung, Schulung	18
1.2 Das Quartier am Höchstädtplatz	20
1.2.1 Städtebaulicher Kontext	22
1.2.2 Der Plus-Energie-Campus am Höchstädtplatz	27
2 PROJEKTZIELE DER SONDIERUNG	28
2.1 Plus-Energie-Campus am Höchstädtplatz	28
2.2 Plus-Energie-Campus als „Living Lab	29
2.3 Entwicklungspfade des erweiterten Quartiers zu einem Plus-Energie-Quartier am Standort	31
3 METHODEN	33
3.1 Plus-Energie-Bewertung	33
3.1.1 Funktionale Systemgrenzen	35
3.1.2 Gewichtung der Energieflüsse in der Bilanz	37
3.1.3 Zielwert der Plus-Energie-Bilanz	39
3.1.4 Mobilitätsbedarf und Optimierung am Campus	44
4 PLUS-ENERGIE-CAMPUS	48
4.1 Vergleichbare Projekte	48
4.1.1 Technische Universität Wien - Getreidemarkt	48
4.1.2 Otto-Wagner-Areal	49
4.1.3 Andere Klimaneutrale Hochschulen	50

4.2	Bestand	52
4.3	Städtebauliche Szenarien und Entwicklungsstrategien	54
4.3.1	Städtebauliche Kriterien	54
4.3.2	Prinzipielle Szenarien.....	55
4.3.3	Bewertung (Stärken/Schwächen-Analyse)	57
4.3.4	Ergebnis: 4 Varianten	58
4.4	Road Map zum Plus-Energie-Campus: Das Gebäude-Energiekonzepte	68
4.4.1	Ausgangslage Haustechnik	70
4.4.2	Grundlagen	71
4.4.3	Variante 1: Bestand	78
4.4.4	Variante 2: POS Innovative Nachverdichtung.....	89
4.4.5	Variante 3 „MUG“ Entwurf Mayr und Glatzl	93
4.4.6	Variante 4 Plus-Energie Neubau: „Plus-Base“	96
4.5	Energiebilanz der Varianten.....	101
4.5.1	Nach energetischen Varianten:	101
4.5.2	Ergebnisse der Energiebilanz nach baulichen Varianten:.....	103
4.5.3	Ergebnisse Energiebilanz Mobilität Plus-Energie-Campus	107
4.5.4	Vergleich: Energieverbrauch	110
4.6	Ökobilanz (LCA)	111
4.6.1	Methoden	111
4.6.2	Variante 1: Sanierung/Referenz/Mini.....	114
4.6.3	Variante 2: POS.....	118
4.6.4	Variante 3: MUG	121
4.6.5	Variante 4: Plus-Base	124
4.6.6	Zusammenfassung.....	127
4.7	Wirtschaftliche Betrachtung (LCC)	129
4.7.1	Methode und Annahmen	129
4.7.2	Bauwerkskosten	134
4.7.3	Lebenszykluskosten	135
4.7.4	Lebenszykluskosten – Sensitivitätsanalyse Energiepreise.....	140
4.8	Mobilitätskonzept	143
4.8.1	Maßnahmen	143
4.8.2	Mobilitätskonzept Plus-Energie-Campus.....	148
5	LIVING LAB	150
5.1	Methode.....	150

5.2	Ausgangslage und Arbeitsdefinition	151
5.2.1	Vergleichbare Projekte	153
5.3	Funktionen und Ziele eines Living Labs	155
5.3.1	Umsetzung des Living Lab Ansatzes auf drei Ebenen	155
5.3.2	Ausrichtung der Aktivitäten.....	156
5.3.3	Stakeholder und Einbindungsszenarien	157
5.4	Bewertungsschema und Key performance indicators (KPIs)	160
5.4.1	Förderung der Interdisziplinarität	160
5.4.2	Förderung der Multidisziplinarität:	160
5.4.3	Förderung der Transdisziplinarität:	161
5.4.4	Zielgruppenorientierung.....	161
5.4.5	Sichtbarkeit.....	161
5.4.6	StudienbewerberInnen.....	161
5.4.7	Netzwerkaktivitäten	162
5.4.8	Umsetzbarkeit	162
5.5	Use-Cases und Bewertung	163
5.5.1	Use-Cases.....	163
5.5.2	Living Lab Funktionen	183
5.5.3	Zielgruppen.....	186
5.5.4	Aufwand	188
5.5.5	Netzwerkaktivität	189
5.5.6	StudienbewerberInnen.....	190
5.5.7	Sichtbarkeit.....	192
5.5.8	Umsetzbarkeit	193
5.6	Konzeptionalisierung und Verortung	196
6	ROADMAP ZUM PLUS-ENERGIE-QUARTIER: DAS ENERGIEKONZEPT	198
6.1	Methode.....	198
6.2	Bestand, Ressourcen und Potentiale	203
6.2.1	Bausubstanz Quartier	203
6.2.2	Potentiale Umweltwärme	214
6.3	Szenarien	216
6.3.1	Nur Sanierungen ohne übergeordneten Trend	217
6.3.2	„Raus aus Gas“	219
6.3.3	„PV-Dach-Offensive“	220
6.3.4	Szenario PV-Dach+Fassade-Offensive	222

6.3.5	Erweiterung durch Neubau	224
6.3.6	Szenario Anergienetz	225
6.3.7	Lebenszykluskosten Energiekonzept Quartier	234
6.4	Mobilität im Quartier	240
6.4.1	Bestehendes Mobilitätsangebot im Quartier	240
6.4.2	Mobilitätskennzahlen	242
6.4.3	Ziele der Stadt Wien im Bereich Mobilität	242
6.4.4	Mobilitätskonzepte Quartier	244
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	246
8	AUSBLICK UND EMPFEHLUNGEN	249
9	VERZEICHNISSE	251
9.1	Abbildungsverzeichnis	251
9.2	Tabellenverzeichnis	259
9.3	Literaturverzeichnis	263
9.4	Abkürzungsverzeichnis	267
ANHANG		269
FHTW Entwicklungsszenarien im Detail:.....		269
A: Transformation im Bestand		269
B: Zubauten an den Bestand (Trakt A):.....		269
C: Nachverdichtung im Bereich Hochhaus.....		269
D Spielband Stromstraße		270
E „Brettldorf“		270
F Nordwestbahngelände.....		271
FHTW Gebäude Aufbauten.....		272
FHTW Haustechnische Anlagen		274
Parameter und Annahmen des Simulationsmodells Plus-Energie-Campus		277
Parameter und Annahmen des Simulationsmodells Quartier Höchstädtplatz		279
Bauphysik.....		279
Solarpotential		279
Dynamische Simulation		286

Kurzfassung

Das Forschungsprojekt Plus-Energie-Campus widmete sich der zentralen Frage:

Sind die Projektziele

- Plus-Energie-Campus (Hochschul- Neu- und Zubau als Plusenergiegebäude)
- Plus-Energie-Quartier am Höchstädtplatz
- Living Lab am Plus-Energie-Campus unter Berücksichtigung angepasster Lehrformen und einer Vision für F&E Vorhaben

technisch umsetzbar und wirtschaftlich vertretbar?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden für den Campus unterschiedliche bauliche Lösungen (Standort, Architektur) und Energiekonzepte erarbeitet, ihre ökologischen und ökonomischen Auswirkungen bewertet und verglichen. Die Energiekonzepte für den Plus-Energie-Campus wurden auch auf das gesamte Quartier am Höchstädtplatz umgelegt. Zusätzlich wurde auf Quartiersebene die Errichtung von Tiefensonden zur Erdwärmennutzung und die gemeinsame Errichtung eines Anergienetzes untersucht.

Auf Ebene des Campus wurde ein Mobilitätskonzept erarbeitet. Anhand dieses Konzepts wurde überprüft, ob die, in der Bewertung auf Quartiersebene miteinbezogenen Reduktionen aus Verkehrsemissionen realistisch erreichbar sind. Eine wirtschaftliche Bewertung der Maßnahmen des Mobilitätskonzepts erfolgte nur in sehr groben Zügen und ist nicht in die Gesamtkosten eingeflossen.

Um die Zusammenhänge klarer darzustellen, wurden im vorliegenden Bericht Ausgangslage, Methoden und Ergebnisse für den Plus-Energie-Campus, das Living Lab und das Plus-Energie-Quartier jeweils in einem Kapitel zusammengefasst.

Plus-Energie-Campus

Die FH-Technikum Wien wächst und seit Jahren besteht Bedarf an zusätzlichen Flächen für Lehre und Forschung. Zum Zeitpunkt der Berichtserstellung ist diese in 4 Gebäuden am Höchstädtplatz und in Teilen der Energy-Base im 21. Bezirk untergebracht. Diese Gebäude wurden in den Jahren 2003 bis 2013 errichtet.

Untersucht wurden drei bauliche Varianten zur Erweiterung der Flächen der FH-Technikum Wien: zwei Nachverdichtungsvarianten zum bestehenden A-Gebäude und ein zusätzliches Gebäude im Bereich des bestehenden Gebäudekomplexes. Die Ergebnisse unterscheiden sich sowohl bei den energetischen, ökologischen und wirtschaftlichen Betrachtungen nur marginal.

Das Energiekonzept umfasst schwerpunktmäßig:

- die Optimierung der thermischen Hülle (Dämmung und Fenster)
- die Optimierung der Wärme- und Kälte-Erzeugung und -Abgabe (Bauteilaktivierung, Wärmepumpen, Fußboden- bzw. Flächenheizung)
- die Steigerung der Effizienz der Lüftung (Wärmerückgewinnung, ...)
- Nutzung von Erneuerbaren Energien (großzügiger Einsatz von Photovoltaik, Wind-Peak-Shaving)
- die Optimierung der elektrotechnischen Anlagen

Flexibilität liegt insbesondere im Bereich der Wärme/Kälteerzeugung und -abgabe (Wärmepumpen mit Speicher). Elektrische Speicher wurden nicht vorgesehen. Die Nutzung von E-Fahrzeug-Batterien als elektrischer Zwischenspeicher wurde untersucht, ist aber aufgrund fehlender Praxiserfahrung und schwerer Abschätzbarkeit des tatsächlichen Potentials nicht in die Berechnung der Maßnahmen-Auswirkungen eingeflossen.

Die durchgeführten Simulationen ergeben, dass der Plus-Energie-Standard auf Gebäudeebene für alle baulichen Varianten nur dann erreicht werden kann, wenn alle Maßnahmen umgesetzt werden.

Aus den wirtschaftlichen Betrachtungen wird ersichtlich, dass die Kosten der Maßnahmen durch die Reduktion der Energiekosten langfristig ausgeglichen werden. Hier finden sich sehr große Unterschiede in den Amortisationszeiten der einzelnen Maßnahmen, was vor allem daran liegt, dass die Bausubstanz der bestehenden Gebäude aus den 2000er-Jahren über eine vergleichsweise gute thermische Hülle verfügt, wodurch die zusätzlichen Energieeinsparungen geringer ausfallen als bei anderen sanierungsbedürftigen Gebäuden (z.B. vor den 1980er Jahren errichtet).

Untersucht wurde auch die Umsetzung des Plus-Energie-Standards unter Einbeziehung ökologischer Baustoffe und die Auswirkung auf die Ökobilanz:

- Beitrag zur Globalen Erwärmung (Indikator: GWP-total)
- Versauerung von Boden und Wasser (Indikator: AP)
- Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, total (Indikator: PENRT)
- Bedarf an erneuerbarer Primärenergie (PEE)

Die Ökobilanz zeigt, dass die lebenszyklischen Umweltwirkungen mit einer Sanierung auf Plus-Energie-Standard unter zusätzlicher Verwendung möglichst umwelt- und ressourcenschonender Baustoffe stark verringert werden können. Die Unterschiede zwischen den baulichen Varianten sind aber im Vergleich zu den energetischen Varianten marginal.

Die wirtschaftliche Betrachtung zeigt hier Mehrkosten von rund 20 %.

Plus-Energie-Quartier am Höchstädtplatz:

Das Quartier umfasst elf Baublöcke (Mikroquartiere) mit einer Nutzfläche von 175.959m². Zwei Baublöcke finden sich derzeit in Umplanung/Umwidmung, ein Baublock in der Bauphase.

Die Flächen werden zu 70 % zum Wohnen, 14 % für Büros, 11 % für Ausbildung und 5 % für Handel genutzt. Die Gebäude wurden zu 39 % vor 1978 errichtet, 38 % bis 2009 und 23 % von 2009-2015.

Die Bewertung des Plus-Energie-Standards erfolgen anhand der Definitions-Ansätze der Zukunftsquartier-Projektreihe (Zukunftsquartier 2.0 und ZQ Austria).

Die Simulation ergab, dass zur Erreichung des Plus-Energie-Standards im Quartier folgende Voraussetzungen notwendig sind:

- Eine Sanierungsrate von 2,82 ergibt eine Sanierung aller Gebäude bis 2040 ausgenommen
 - Brigittapassage (Errichtung zu 21 % nach 2009, zu 71 % nach 1979)
 - Wohnturm (Errichtung 2006)

- und FH-Technikum-Zeile (Errichtung nach 2010)
- „raus aus Gas“ (fiktive Umstellung auf Fernwärme als Ausgangslage)
- „PV-Offensive“ (Belegung aller Dächer und geeigneten Fassaden mit PV)
- Umstellung auf erneuerbare Energiequellen zur Wärme/Kälteversorgung (Luft- oder Erdwärmepumpen)

Auch hier zeigt die wirtschaftliche Betrachtung, dass die Kosten der Umstellung langfristig durch Energieeinsparungen gedeckt werden. Zum überwiegenden Teil liegt die Amortisationszeit der Maßnahmen unter 30 Jahren. Die Nutzung von Erdwärme mittels Tiefensonden und Wärmeaustausch zwischen den Gebäuden durch ein Anergienetz zeigt sich zwar wirtschaftlich aufwändiger als die Umstellung auf Luftwärmepumpen, leistet aber einen wichtigen Beitrag zur Energie-Flexibilisierung und Effizienz und ist daher eine wichtige Voraussetzung für die Erreichung des Plusenergiestandards des Quartiers.

Living Lab:

Die Projektergebnisse zeigen, dass die Beiträge der verschiedenen Umsetzungsoptionen des Living Labs, in Hinblick auf die spezielle Thematik nachhaltiger Gebäude- und Quartiersstrukturen im größeren Kontext von Hochschulaktivitäten, zur generellen Zielsetzung des Konzepts als Akkumulator einer nachhaltigen Entwicklung in den meisten Fällen als positiv anzusehen sind.

Im Falle innovativer Maßnahmen bei der Planung und Entwicklung klima-fitter und damit nachhaltiger Stadtquartiere besteht häufig noch erheblicher Bedarf an der Sicherstellung der allgemeinen Akzeptanz eingesetzter Technologien und Prozesse. In diesem Zusammenhang kann die Hochschule als Schnittstelle zwischen der Ausbildung zukünftiger Professionist*innen in ihren unterschiedlichen Themenfeldern des Lehrangebots und jenen Personen, die dasselbe Quartier nutzen und sich damit im selben quartiersmäßig abgegrenzten Raum aufhalten dienen. Die generelle Zielsetzung technologische Entwicklungen in einem „geöffneten“ Rahmen und über längere Zeiträume in variierenden, experimentellen Settings zum Einsatz zu bringen kann gerade im urbanen Setting, einer auf technische Themen ausgerichteten Hochschule, um eine transdisziplinäre Dimension erweitert werden, in der Akteur*innen aus der Zivilgesellschaft ebenso in diese Prozesse involviert werden als auch Vertreter*innen ortsansässiger Unternehmen und regionale Entscheidungsträger*innen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden:

Die Erreichung des Plus-Energie-Standards ist sowohl für den Campus der FH-Technikum Wien als auch für das Quartier am Höchstädtplatz erreichbar. Die Einrichtung eines „Living Labs“ im Zuge der Erweiterung der FH-Technikum Wien kann zur Bewusstseinsbildung und Akzeptanz der Maßnahmen beitragen. Die, für den Plus-Energie-Status notwendigen Investitionen werden in sehr unterschiedlichen Zeiträumen durch Energieeinsparungen ausgeglichen. Während Investitionen in einen flächendeckenden, großzügigen Einsatz von Photovoltaik und thermischer Sanierung von älteren Gebäuden sehr kurzfristig auch ohne Förderungen durch Energieeinsparungen ausgeglichen werden, amortisiert sich die Investition in Erdwärmepumpen und Anergienetz nur bei ausreichender Förderung durch die öffentliche Hand. Die thermische Sanierung von jüngeren Gebäuden rechnet sich nur langfristig, ist aber für die Erreichung des Plusenergiestandards bezogen auf das Gebäude unerlässlich.

Abstract

The Plus-Energie-Campus research project addressed the central question:

Are the project goals

- Plus-Energie-Campus (new university building and additions as plus-energy buildings)
- Plus-Energy-Quarter at Höchstädtplatz
- Living Lab at the Plus-Energy-Campus considering adapted forms of teaching and a vision for R&D projects

technically feasible and economically justifiable?

To answer these questions, different structural solutions (location, architecture) and energy concepts were developed for the campus, and their ecological and economic impacts were evaluated and compared. The energy concepts for the Plus Energy Campus were also applied to the entire Höchstädtplatz neighborhood. In addition, the installation of deep drillings for geothermal energy use and the joint construction of an energy network were examined at the neighborhood level.

At the campus level, a mobility concept was developed. This concept was used to check whether the reductions in traffic emissions included in the assessment at the neighborhood level are realistically achievable. An economic evaluation of the measures of the mobility concept was only carried out in very rough outlines and was not included in the total costs.

In order to present the interrelationships more clearly, the starting point, methods and results for the Plus-Energy-Campus, the Living Lab and the Plus-Energy-Quarter have each been summarized in a chapter in this report.

Plus-Energy-Campus

The FH-Technikum Wien is growing and for years there has been a need for additional space for teaching and research. At the time of writing, this is housed in 4 buildings at Höchstädtplatz and in parts of the Energy-Base in the 21st district. These buildings were constructed between 2003 and 2013.

Three structural variants for the expansion of the areas of the FH-Technikum Wien were investigated: two post-densification variants to the existing A-building and an additional building in the area of the existing building complex. The results differ only marginally in terms of energy, ecological and economic considerations.

The energy concept focuses on:

- optimization of the thermal envelope (insulation and windows)
- optimization of heat and cold generation and dissipation (building component activation, heat pumps, underfloor or surface heating)
- increasing the efficiency of ventilation (heat recovery, ...)
- the use of renewable energies (generous use of photovoltaics, wind peak shaving)
- the optimization of the electrotechnical installations

Energy flexibility is foreseen especially in the area of heating/cooling generation and delivery (heat pumps with storage). Electrical storage has not been envisaged. The use of e-vehicle batteries as intermediate electrical storage was investigated, but was not included in the calculation of the impact of the measures due to a lack of practical experience and difficulty in estimating the actual potential.

The results of the simulations show that the plus-energy standard at building level can only be achieved for all structural variants if all measures are implemented.

The economic considerations show that the costs of the measures are offset in the long term by the reduction in energy costs. There are very large differences in the payback periods of the individual measures, which is mainly due to the fact that the existing buildings from the 2000s have a comparatively good thermal envelope, which means that the additional energy savings are lower than for other buildings in need of renovation (e.g. built before the 1980s).

The implementation of the plus-energy standard with the inclusion of ecological building materials and the impact on the life cycle assessment was also investigated:

- Contribution to global warming (indicator: GWP-total).
- Acidification of soil and water (indicator: AP)
- Demand for non-renewable primary energy, total (indicator: PENRT)
- Demand for renewable primary energy (PEE)

The life cycle assessment shows that the life cycle environmental impacts can be greatly reduced with a renovation to plus-energy standard with additional use of building materials that are as environmentally and resource friendly as possible. However, the differences between the building variants are marginal compared to the energy variants.

The economic analysis here shows additional costs of around 20 %.

Plus-Energy-District at the Höchstädtplatz:

The quarter comprises eleven building blocks (micro quarters) with a usable floor area of 175,959m². Two construction blocks are currently in the process of being rezoned/redesignated, and one block is in the construction phase.

The areas are used 70% for residential, 14% for offices, 11% for education and 5% for retail. Buildings were 39% constructed before 1978, 38% constructed by 2009, and 23% constructed 2009-2015.

The evaluation of the Plus-Energy-Standard is based on the definition approaches of the Zukunftsquartier project series (Zukunftsquartier 2.0 and ZQ Austria)

The simulation results show that the following conditions are necessary to achieve the Plus-Energy-Standard in the quarter:

- A renovation rate of 2.82 results in renovation of all buildings until 2040 except.
 - Brigittapassage (21% built after 2009, 71% after 1979)
 - residential tower (built in 2006)
 - and FH-Technikum-Zeile (built after 2010) until 2040).
- "out gas" (fictitious conversion to district heating as starting point)

- "PV offensive" (covering all roofs and suitable facades with PV)
- Switch to renewable energy sources for heating/cooling (air-source or ground-source heat pumps)

Here, too, the economic analysis shows that the costs of the conversion will be covered by energy savings in the long term. For the most part, the payback period for the measures is less than 30 years. The use of geothermal energy by means of deep drillings and heat exchange between the buildings by means of an energy network is economically more expensive than the conversion to air heat pumps, but makes an important contribution to energy flexibility and efficiency and is therefore an important prerequisite for achieving the Plusenergiestandard of the neighborhood.

Living Lab

The project results show that the contributions of the various implementation options of the Living Lab, with regard to the specific topic of sustainable building and district structures in the larger context of university activities, to the general objective of the concept as an accumulator of sustainable development can be regarded as positive in most cases.

In the case of innovative measures in the planning and development of climate-fit and thus sustainable urban quarters, there is often still a considerable need to ensure the general acceptance of technologies and processes used. In this context, the university can serve as an interface between the training of future professionals in its different thematic fields of teaching and those people who use the same neighborhood and thus stay in the same neighborhood-defined space. The general objective of applying technological developments in an "open" framework and over longer periods of time in varying, experimental settings can be extended to include a transdisciplinary dimension, especially in the urban setting of a university focusing on technical topics, in which actors from civil society as well as representatives of local companies and regional decision-makers are involved in these processes.

Summary:

Achieving the Plus-Energy-Standard is achievable for the campus of the FH-Technikum Wien as well as for the neighborhood at Höchstädtplatz. The establishment of a "Living Lab" in the course of the expansion of the FH-Technikum Wien can contribute to raising awareness and acceptance of the measures. The investments required to achieve Plus Energy status will be offset by energy savings over very different periods of time. While investments in a comprehensive, generous use of photovoltaics and thermal refurbishment of older buildings are compensated by energy savings in the very short term, even without subsidies, the investment in geothermal heat pumps and an energy network only pays for itself with sufficient subsidies from the public sector. The thermal refurbishment of younger buildings only pays off in the long term, but is essential for achieving the Plusenergiestandard in relation to the building.

1 Ausgangslage

1.1 Plus-Energie-Quartiere

1.1.1 Was ist ein „Plus-Energie-Quartier“? Definitionen

Die Bezeichnung „Plus-Energie-Quartier“ (PEQ) meint zuallererst eine positive Jahres-Energiebilanz. Üblicherweise wird damit die Bilanzierung der Betriebsenergie und des Nutzerstroms gemeint. Graue Energie der Errichtung und Mobilitätsenergie werden gelegentlich betrachtet, selten aber in der Bilanz berücksichtigt. **Auf europäischer und nationaler Ebene** werden Plus-Energie-Quartiere qualitativ beschrieben: Demnach soll ein PEQ in mehreren Hinsichten über den gegenwärtigen Status Quo hinausgehen: Nutzung erneuerbarer Energien vor Ort mit hohem Eigennutzungsgrad, Energieflexibilität, Netzdienlichkeit, Sektorkopplung, höchste Gebäudequalität, sowie nachhaltige Geschäftsmodelle werden als Leitziele genannt. Die Trennlinie zwischen Quartier und Einzelprojekt wird vor allem dadurch gezogen, dass das Quartier aus mehreren Gebäuden besteht und eine Nutzungsmischung aufweist. Ansätze zur **quantitativen Festlegung** von Zielwerten für PEQ-Indikatoren finden sich in Österreich in zwei Projekten: Im Rahmen des Projekts *UrbanAreaParameters* wurden spezifische Richt- und Zielwerte für die Bewertung der Klimaverträglichkeit von Neubausiedlungen unter Berücksichtigung der österreichischen Rahmenbedingungen definiert und für Primärenergieeinsatz und Treibhausgasemissionen (THG-Emission) quantifiziert. Neben der Bewertung der Betriebsenergie (für Heizen, Warmwasserbereitung, Lüftung, Hilfsenergie, Beleuchtung, sonstiger Betriebsstrom), ermöglichen die Richt- und Zielwerte die integrale Bewertung der grauen Energie der Gebäude (Umweltwirkung von Herstellung, Errichtung, Ersatz und Entsorgung der Baustoffe) als auch die Bewertung der Alltagsmobilität in Siedlungen.¹

Der zweite Ansatz wurde im FFG Forschungsprojekt **Zukunftsquartier**² entwickelt. Er berücksichtigt die Flächeneffizienz von Quartieren, wodurch energetische Nachteile von dichten Bebauungen im urbanen Kontext wie die geringere Dachfläche pro m² Nutzfläche oder erhöhte Verschattungen teilweise kompensiert werden können. Energieflexibilität wird auf der Grundlage einer dynamischen Quartierssimulation auf Stundenbasis für alle Energiedienstleistungen, lokale erneuerbare Energienutzung und Wind Peak-Shaving im Detail berücksichtigt.

1.1.2 Die Rolle von Plus-Energie-Quartieren in den nationalen und EU Klimaplänen

Europa strebt eine Vorbildrolle in der Energiewende auf globaler Ebene an und ist bestrebt, seinen CO₂-Fußabdruck entsprechend den COP 21 Zielen, d.h. deutlich zu verringern. National

¹ O. Mair am Tinkhof, H. S., T. Prinz, S. Herbst, M. Schuster, R. Tomschy, H. Figl, M. Fellner, M. Ploß, T. Roßkopf (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. 39/2017: 118.

² P. Schöfmann, T. Zelger, N. Bartlmä, S. Schneider, J. Leibold, D. Bell (2020) Zukunftsquartier - Weg zum Plus-Energie-Quartier in Wien. Berichte aus Energie- und Umweltforschung, BMK. 11/2020:
www.nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/zukunftsquartier.php

wie international beschäftigen sich zunehmend Einrichtungen aus Wissenschaft und Wirtschaft mit dem Thema „Plus-Energie-Quartiere“, bis 2025 sollen in der EU mehr als 100 dieser Plus-Energie-Quartiere auf den Weg gebracht werden.³

1.1.3 Plus-Energie-Gebäude und Plus-Energie-Quartiere in der Praxis

International und Österreichweit sind bereits eine Reihe an Einzelgebäuden als Plus-Energie-Gebäude realisiert. Es gibt auch eine Reihe an Quartieren, die in Richtung Plus-Energie gehen. Die Verwendung des Begriffs „Plus-Energie“ weicht von Projekt zu Projekt ab, üblicherweise wird zumindest die benötigte Gebäudebetriebsenergie für Heizen und Kühlen bilanziell berücksichtigt⁴. Als Beispiel für ein Plus-Energie-Gebäude mit der Nutzung Bildung kann das Plus-Energie-Bürogebäude der TU Wien am Standort Getreidemarkt dienen⁵. Der Plus-Energie-Standard der Sanierung wird hier primärenergetisch, ausschließlich am Standort inkl. Energiebedarf aller Bürogeräte und Server durch eine über den Passivhausstandard hinausgehende Energieeffizienz, konsequenter Minimierung des Stromverbrauchs und Österreichs größter gebäudeintegrierter Photovoltaikanlage erzielt.

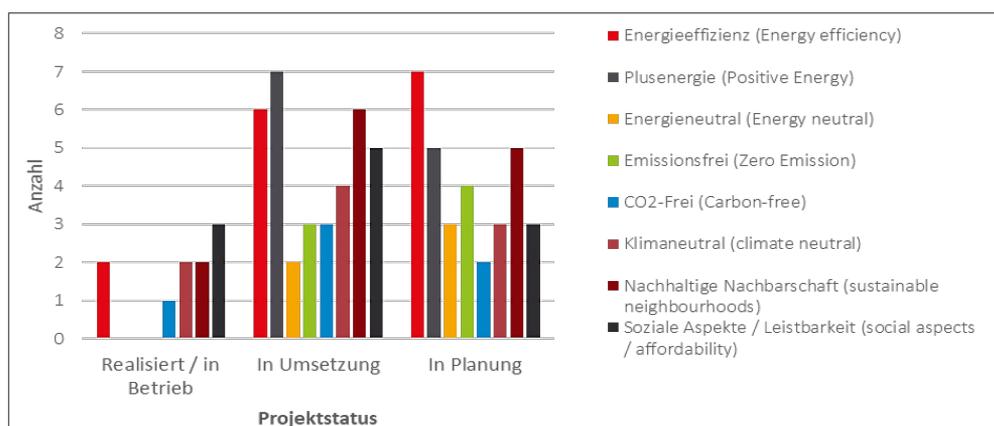


Abb. 1: Selbst deklarierte Ziele von 28 Positive Energy Districts“ gegenwärtig in Planung, Umsetzung oder Betrieb. Zusammengetragen vom PED Programme Management of JPI Urban Europe⁶

1.1.4 Die Rolle von Energieflexibilität in Plus-Energie-Gebäuden und –Quartieren

Ein großes Potential zur Flexibilisierung des Stromnetzes wird in der Steuerung des Energiebedarfs von Gebäuden gesehen. Energieflexibilisierung in Gebäuden kann durch die eingesetzte Speichertechnologie sowie dem Optimierungsziel der Flexibilitätsmaßnahme

³ Auf europäischer Ebene beteiligen sich im Rahmen des Strategic-Energy-Technology(SET)-Plans im Task 3.2 „Positive Energy Districts and Neighbourhoods for Sustainable Urban Development“ alle wesentlichen Akteure, Fördergeber (organisiert durch die Joint Programme Initiative Urban Europe <https://jpi-urbaneurope.eu/>), Wissenschaftliche Einrichtungen (EERA - European Energy Research Alliance <https://www.eera-set.eu/> joint Programme „Smart Cities“), Regionale Netzwerke (ERRIN <https://www.errin.eu/>), Städte (Eurocities <http://www.eurocities.eu/>), sowie mehrere europäischen Plattformen für Energie- und Umwelt (<https://energy.eua.eu/>, (Bau-)unternehmen <http://www.ectp.org/>, sowie Erneuerbare Energietechnologien an der koordinierten Durchführung der Strategie zur Planung, Umsetzung und Replikation von Positive Energy Districts in ganz Europa. Siehe auch setis.ec.europa.eu/system/files/setplan_smartcities_implementationplan.pdf

⁴ <http://www.bine.info/publikationen/projektinfos/publikation/Plus-Energie-konzept-in-siedlung-getestet/>

⁵ https://www.tuwien.at/fileadmin/Assets/tu-wien/Campus/TU_university/Plus-Energiebuerohochhaus/Endbericht_OEsterr_groesstes_Plus-Energie-Buerohochhaus.pdf

⁶ C. Gollner, R. Hinterberger, M. Noll, S. Meyer, and H.-G. Schwarz, BOOKLET OF POSITIVE ENERGY DISTRICTS IN EUROPE, 2019. <https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>

charakterisiert werden.⁷ Bei den Optimierungszielen stehen zwei Ebenen im Vordergrund: Kostenminimierung und die Reduktion von THG-Emissionen durch erhöhten Verbrauch eigener (z.B. Photovoltaik (PV)) oder fremder (z.B. Windpark-Spitzen) volatiler erneuerbarer Energie.⁸ Entsprechende Potentiale wurden bereits in einer Reihe von Forschungsprojekten erhoben und demonstriert, die Ergebnisse hängen jedoch stark von den angesetzten Bedarfsprofilen ab.⁹ Das Potential der Energieflexibilisierung von Gebäuden lässt sich durch die maximal verschiebbare Energiemenge und die maximale Verschiebungsdauer charakterisieren. Diese liegen für hocheffiziente Haushaltsgeräte und Gebäude (in Passivhausstandard) für Heizen und Kühlen grob im Bereich von je ca. 15 kWh/m²a und 150-200 Stunden, für Be- und Entfeuchten bei je ca. 5 kWh/m²a und 12 h, für Warmwasser bei ca. 2.000 kWh/a/Haushalt und 1-48 h, und für andere Haushaltsgeräte zwischen 40 und 500 kWh/a/Haushalt und 1-24 h. Für Nichtwohngebäuden sind geringere Potentiale zu erwarten.¹⁰

Zusätzliche Potentiale ergeben sich für Gebäudeverbände unterschiedlicher Nutzung in **Quartieren**: Die Kopplung der Energiebereiche wird auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Aspekten angegangen: Speichertechnologien für elektrische Energie und Wärmenetze bewegen sich von der Nische zum Mainstream, jüngste Forschungen untersuchen die Kopplung von Wärme und elektrischer Energie. Die Optimierung von Produktion und Verbrauch innerhalb eines Gebäudekomplexes eröffnet die Möglichkeit des lokalen Ausgleichs und des geringeren Einsatzes von Energie (Wärme, Strom) aus dem Netz. Der Beitrag von Flexibilitäten innerhalb eines Gebäudekomplexes zur Integration eines hohen Anteils an volatilen erneuerbaren Energien durch Kopplung verschiedener Sektoren (Strom, Wärme, Kälte und Mobilität) befindet sich allerdings erst in einer frühen Entwicklungsphase.

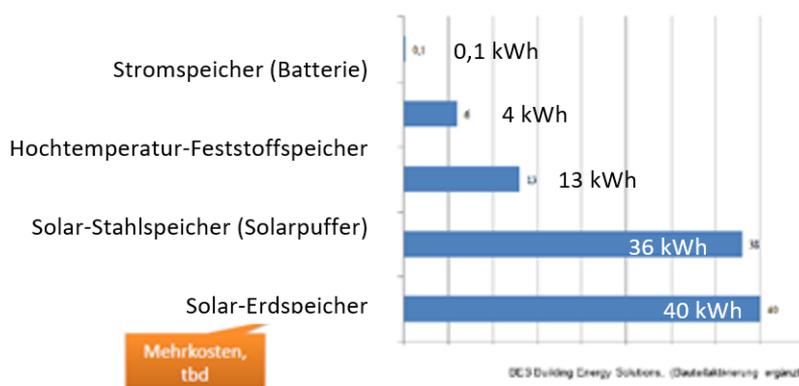


Abb. 2: Speicherkapazität in kWh für 100€ (Fechner, Thebavol Qualifizierung 2017)

⁷ Jensen et al. (2017). IEA EBC Annex 67 Energy Flexible Buildings. Energy and Buildings, 155, 25-34. doi: 10.1016/j.enbuild.2017.08.044

⁸ Reynders et al., 2018, IEA EBC Annex 67 Common exercise 4: Evaluation of characterization methodology for energy flexibility based on Flexibility Function and Flexibility Characteristics

⁹ Cichy, M., 2015, Analyse des Demand-Response-Potentials von urbanen Gebäuden am Beispiel eines Gebäudekomplexes mit Wohn- und Gewerbenutzung in der Smart-City-Aspern, (Hillemacher, 2014), Schmutzger E., Aigner M., Fickert L, Anaca M., 2011: Leistungseinsparpotentiale elektrischer Haushaltsgeräte durch den koordinierten Einsatz smarter Technologien. Institut für Elektrische Anlagen, TU Graz, Graz.

¹⁰ Siehe beispielsweise die Quantifizierung für Bürogebäude durch (Klein, 2017)

1.1.5 Stakeholder Integration im Planungsprozess

Einen zentralen Faktor für die erfolgreiche Planung und Umsetzung, sowie für den nachhaltigen Betrieb von Plus-Energie-Quartieren stellt das NutzerInnenverhalten dar. Die Nutzung des Quartiers bzw. des Campus hat auf die Funktionsfähigkeit des Energiekonzeptes, sowie auf den Lehr- und Forschungsbetrieb erheblichen Einfluss und stellt damit eine wichtige Größe, sowohl für die Planung als auch das begleitende Monitoring dar. Um bereits im Vorfeld des Betriebs Risiken, die auf nicht beabsichtigte Verhaltens- und Nutzungsweisen der verfügbaren Infrastrukturen zurückzuführen sind, abzufedern müssen Konzepte zur partizipativen Einbindung der diversen Interessenslagen erarbeitet und umgesetzt werden. An innovative Quartiere, speziell an einen Hochschulcampus im urbanen Raum, wird durch ihre Funktion als Zentren des alltäglichen Lebens, im Kontext von Arbeit, Lehre und Forschung, ein breites Spektrum an Anforderungen gestellt, das teilweise deutlich über die primären Nutzungszusammenhänge hinausgeht. Durch diese Nutzungsmischung variieren die zu erfüllenden Funktionen und Bedürfnisse der sehr heterogenen NutzerInnengruppen entsprechend. Dies hat direkte und indirekte Effekte auf Planung und Betrieb durch die wachsende Komplexität der zu berücksichtigenden Interessenslagen. Die Nachhaltigkeit eines innovativen Plus-Energie-Campus im Sinne der Sicherung der Bedürfnisse der NutzerInnen und der angrenzenden Quartiere ist dabei neben der energetischen Planung auch von der aktiven Einbindung aller relevanten Stakeholdergruppen abhängig. Partizipative Prozesse bieten dabei nicht nur die Möglichkeit der einseitigen Einholung von Informationen, sondern dienen auch dem gemeinsamen Austausch und der Erarbeitung von Maßnahmen und Strategien u.a. zur Verbesserung der betrieblichen Abläufe. Durch eine umfassende Stakeholder- und Use-Case-Analyse, sowie durch die Umsetzung von ExpertInneninterviews und Befragungen von VertreterInnen der Zielgruppen (Studierende, ForscherInnen, LektorInnen), lassen sich schon im Vorfeld der Umsetzung potentielle Konfliktpunkte, Erfolgsfaktoren und Erwartungen operationalisieren und für die weiteren Umsetzungsschritte konkretisieren.

1.1.6 Multiplizierbarkeit, Weiterbildung, Schulung

PEQ machen integrative Planungsprozesse mit innovativen Komponenten und Geschäftsmodellen notwendig. Dazu ist Know-how in allen Gliedern der Planungskette erforderlich das noch nicht in ausreichendem Ausmaß zur Verfügung steht. Daher wird hier derzeit auf mehreren Ebenen an Weiterbildungsangeboten für Firmen, Inklusion in die (universitäre) Ausbildung, Marie Curie PhD Programs, etc. gearbeitet, um sicherzustellen, dass sowohl die ExpertInnen von heute als auch die EntscheidungsträgerInnen von morgen in allen relevanten Themenbereichen auf akademischem Niveau geschult und sensibilisiert sind. In diesem Zusammenhang bietet die Etablierung des Living Labs "Plus-Base", das sich organisch in das Umfeld der umliegenden Quartiere integriert ein breites Spektrum an akademischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Potentialen. Ausgehend von der ursprünglichen Definition des Massachusetts Institute of Technology (MIT) aus dem Jahr 2005¹¹ stellen Living Labs den idealen Kontext für NutzerInneninnovation dar, da sozio-technische Innovationsprozesse, vor allem im Kontext der Nachhaltigkeit, dann erfolgreich sind, wenn

¹¹ Pierson, J., & Lievens, B. (2005). Configuring living labs for a 'thick' understanding of innovation. 2005, 114–127.

VertreterInnen der Zielgruppen in allen Forschungs- und Entwicklungsphasen aktiv eingebunden sind. Dafür müssen die entsprechenden Infrastrukturen zur Verfügung stehen, die diese Einbindung laufend ermöglichen und einer begleitenden Evaluierung zugänglich sind. Unter dem Titel "Campus as a Living Lab" sind vor allem im angloamerikanischen Raum bereits zu sehr unterschiedlichen Themenfeldern (Gesundheit, Abfallwirtschaft, Mobilität, etc.) langfristige Forschungsprojekte zur Integration der lokal verfügbaren Infrastrukturen umgesetzt worden. Im Zentrum dieser laufenden Prozesse steht zumeist einerseits die Erforschung von Nachhaltigkeitsstrategien im Zusammenhang mit der Entwicklung technischer Innovationen. Dementsprechend sind die Grundlagen für derartige Living Labs häufig die Nutzung von bestehenden Nachhaltigkeitsprogrammen als Testbeds für Lehre und Forschung zur Förderung von Sensibilisierungsprozessen, der Außenwahrnehmung und zur Etablierung neuer Standards. Darüber hinaus bieten campus- bzw. lehrgebäudebasierte Living Lab Strategien nicht nur die Möglichkeit praxisnaher Ausbildung und hochaktueller Forschung an innovativen Infrastrukturen, sondern auch über die Systemgrenzen hinaus das Potential der Involvierung und Zusammenarbeit mit den umliegenden Communities und Quartieren¹².

¹² von Geibler, J., Baedeker, C., Liedtke, C., Rohn, H., & Erdmann, L. (2017). Exploring the German Living Lab Research Infrastructure: Opportunities for Sustainable Products and Services. In Living Labs (S. 131–154). Springer.

1.2 Das Quartier am Höchstädtplatz

Das Sondierungsquartier liegt im 20. Wiener Gemeindebezirk am Höchstädtplatz entlang der Achsen Stromstraße und Dresdnerstraße – laut Stadtentwicklungsplan der Stadt Wien „in einem Gebiet mit Entwicklungspotential für Wohnen und Arbeiten“. Gleichzeitig liegt das Quartier in einer der großen „Vorrangzonen für die künftige Ergänzung von City-Funktionen“, auf die sich die Wiener Stadtplanung derzeit konzentriert – die zwei anderen sind die Seestadt Aspern und das Areal rund um den neuen Hauptbahnhof. Die Verkehrsanbindung ist als gut zu beschreiben. Die S-Bahn Haltestelle *Handelskai*, sowie die U6-Station *Dresdner Straße* sind fußläufig erreichbar. Direkt am *Höchstädtplatz* und somit mitten durch das Quartier halten drei Straßenbahnlinien und zusätzlich einige Buslinien. Auch die Radweganbindung ist gegeben. Das Quartier befindet sich in einem Fernwärmegebiet.

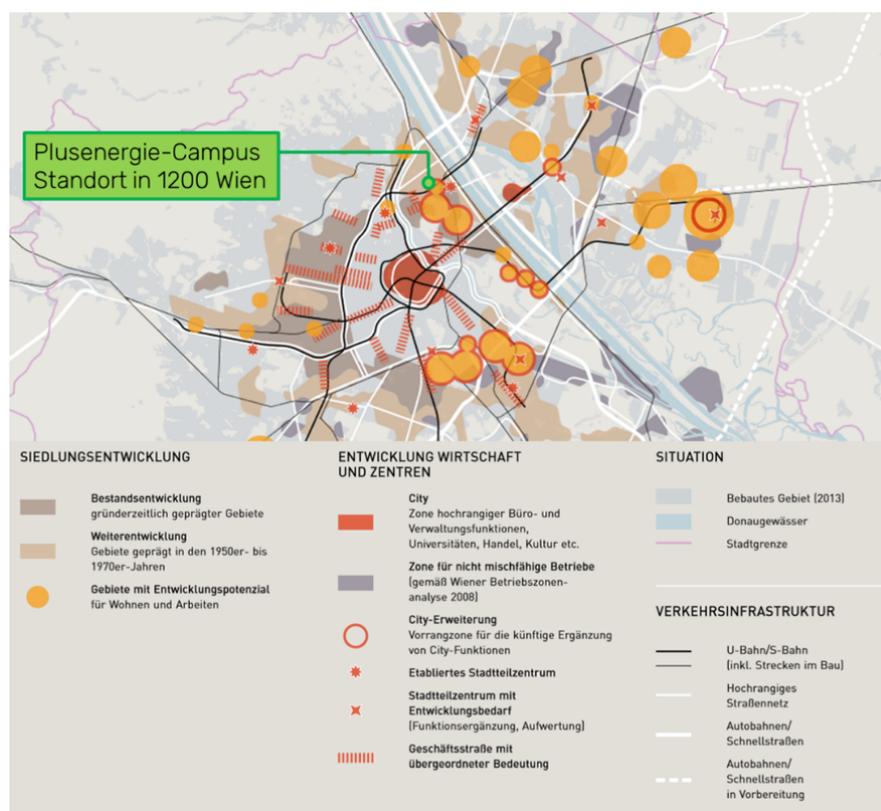


Abbildung 2 Standort des Plus-Energie-Campus im Stadtentwicklungsplan STEP der Stadt Wien (Darstellung angepasst auf Basis des „STEP 2025 – Stadtentwicklungsplan“¹³)

Damit liegt das Quartier zwischen Donaukanal und Donau, südlich davon erstrecken sich das Nordwestbahnareal und der Augarten.

¹³ Stadt Wien, 2015. STEP 2025 – Stadtentwicklungsplan – Mut zur Stadt. URL: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008379a.pdf>

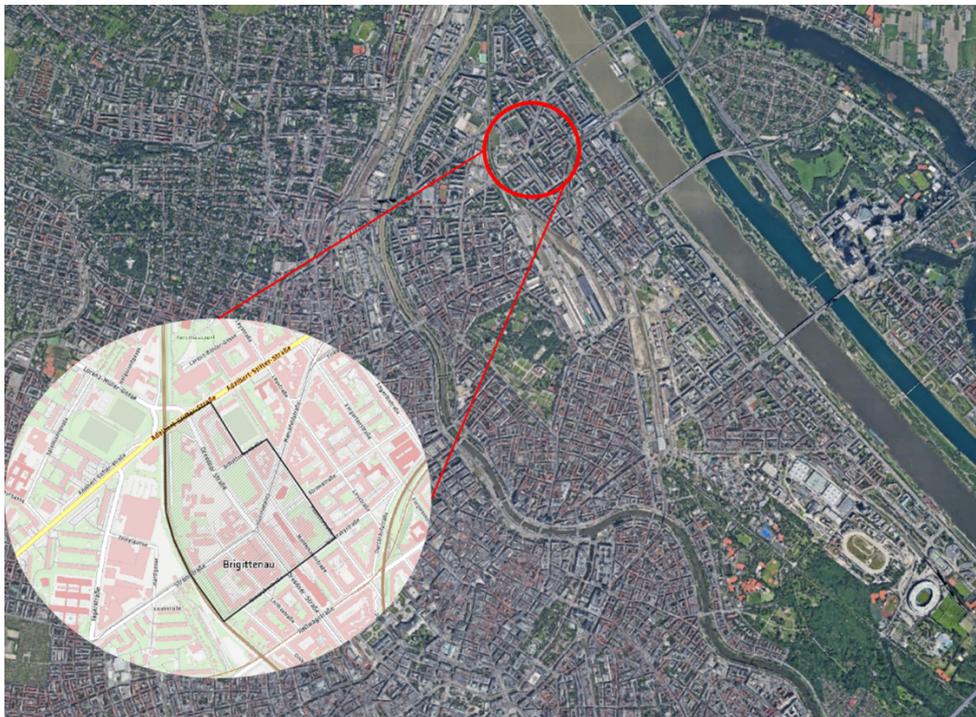


Abbildung 3 Lage des Quartiers in Wien (google.maps und qgis (open street map))

Wie in folgender Abbildung zu sehen ist, liegt das Quartier nördlich des Stadtentwicklungsgebiets „Nordwestbahnhof“ und ist Teil des Gebiets „Leystraße 34“. Des Weiteren besteht eine sehr gute öffentliche Anbindung. Im Radius von 400 Metern befinden sich mehrere Straßenbahn- und Buslinien, sowie eine U-Bahn.



Abbildung 4 Stadtentwicklungsgebiete (türkis) im und um das betrachtete Quartier (rot) (Flächenwidmungs- und Bebauungsplan wien.gv)

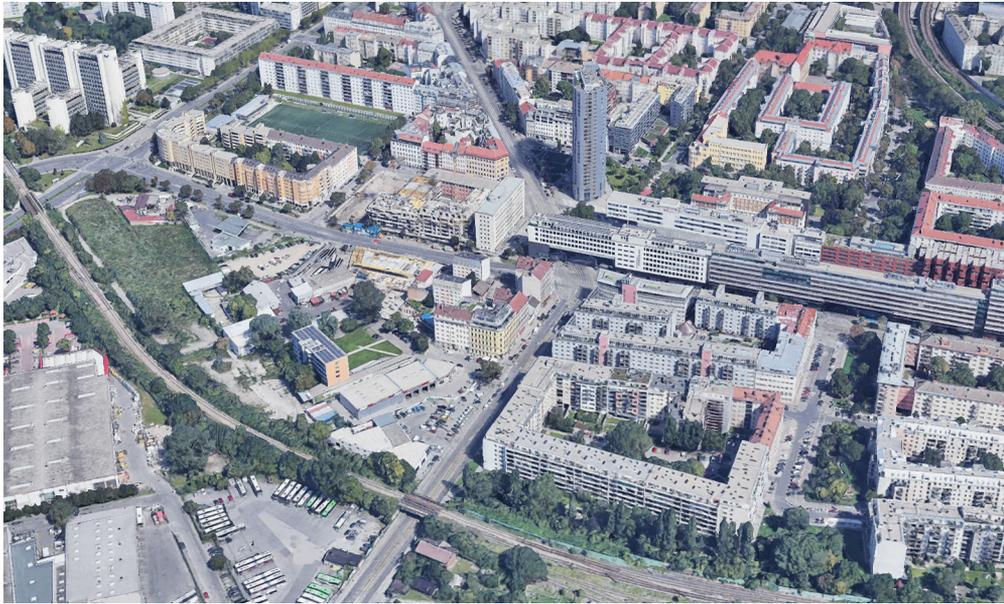


Abbildung 5 Blick aufs Quartier (Quelle: google earth)

1.2.1 Städtebaulicher Kontext

Die **Analyse des Standorts** mit seiner spezifischen historischen Entwicklung und seinem baulichen und verkehrstechnischen Kontext des Quartiers zeigt, dass das heutige Quartier um den Höchstädtplatz noch im 19. Jahrhundert unreguliertes Auenland („Brigittenu“) war. Die Bebauung im heute zweiten und zwanzigsten Bezirk beschränkte sich abseits weniger Höfe und Fischerhütten auf den Bereich zwischen Schwedenplatz und Augarten, entlang der heutigen Taborstraße. In Zeiten von Donau-Hochwasser kam es immer wieder zu Überflutungen dieser Stadtteile.

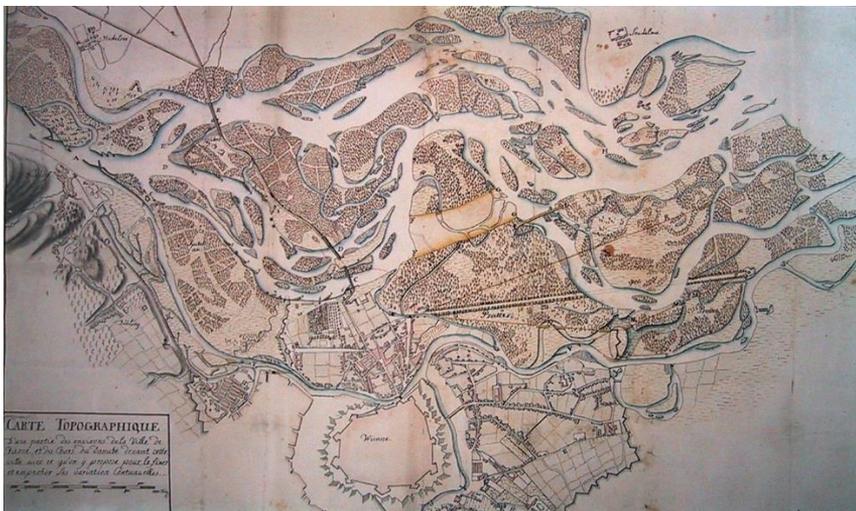


Abbildung 6 Topographische Karte der Donau Auen um 1830 (Raith, 2020)



„Die Überschwemmungskatastrophe im Frühjahr 1830“. Aquarell von Eduard Gurk, 1830

Abbildung 7 Die Überschwemmungskatastrophe von 1830 (Raith, 2020)

Erst durch Aufschüttungen und Landnahmen im Zuge der Donauregulierung 1870 - 1875 wurde die Brigittenau großflächig bebaubar. In Zuge dessen wurde auch das Straßenniveau um ca. einen Meter angehoben. Der Unterschied zum ursprünglichen Straßenniveau ist bei Gebäuden aus der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts auch heute noch sichtbar, beispielsweise an diesem zweistöckigen Vor-Gründerzeithaus Ecke Taborstraße Nordbahnstraße:



Abbildung 8 Am Tabor: mit zwei unterschiedlichen Straßenniveaus der gegenüberliegenden Eckhäuser (links vor, rechts nach 1874)

Auch der heutige Höchstädtplatz liegt in diesem Auengebiet. Wie in folgender Überlagerung dargestellt, verlief in der Tat der damalige Donau-Hauptarm dort, wo heute die A- und F-Gebäude der Fachhochschule Technikum Wien (FHTW) liegen. Die heutige Bepflasterung am Höchstädtplatz mit ihren wellenartigen Strukturen ist eine Referenz an das Wasser, das hier noch hundert Jahre zuvor geflossen ist.

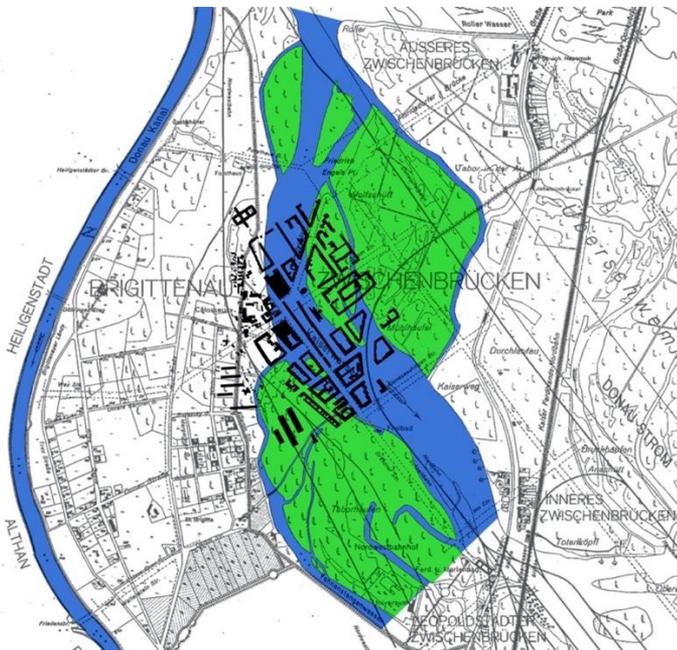


Abbildung 9 Städtebaulicher Entwurf des modernen Höchststädtplatz nach 1991 im Kontext der ursprünglichen Auenlandschaft vor 1870 (Raith, 2020)

Auch das Obdachlosenheim in der Meldemannstraße gegenüber dem A-Gebäude der FHTW aus dem Jahre 1905 liegt tiefer als die moderne Bebauung nach der zweiten Donauregulierung. Das Gebäude wurde horizontal um 2 Baukörper nachverdichtet und dient nach einer dreijährigen Hausbesetzung seit 2007 als Altenpflegeheim.

Noch vor 30-40 Jahren hatte das Areal den "wilden und verwahrlosten Charakter eines Vororts Bukarests" (Raith, 2020): In der Meldemannstraße hatte die jetzige Seniorenresidenz noch ihre ursprüngliche Funktion als **Obdachlosenasyl** - auch Hitler war hier kurz beheimatet¹⁴. Auf der anderen nordwestlichen Seite des Höchststädtplatzes lag das KPÖ-Verlagshaus GLOBUS, das auf einen Entwurf Schütte-Lihotzkys zurück geht. Dahinter lagen die Druckhallen der "Volksstimme", des Zentralorgans der KPÖ¹⁵.

¹⁴ Siehe https://de.wikipedia.org/wiki/M%C3%A4nnerwohnheim_Meldemannstra%C3%9Fe

¹⁵ Siehe dazu auch <https://de.wikipedia.org/wiki/Globus-Verlag>

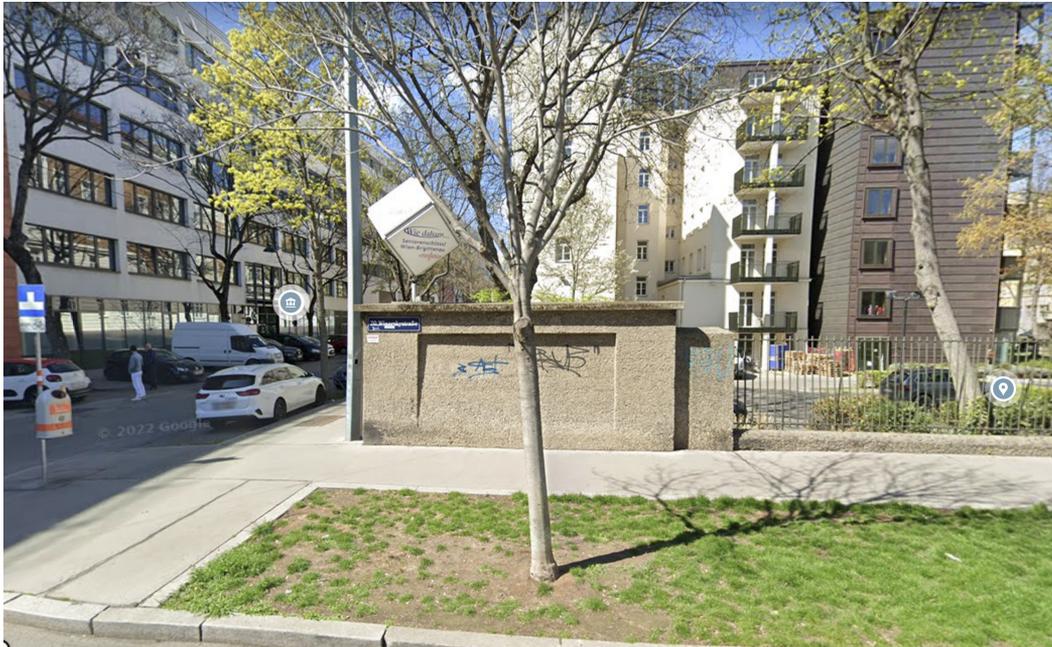


Abbildung 10 Das Obdachlosenheim in der Meldemannstraße mit Zubau links. Auch hier ist das ursprünglich tiefere Straßenniveau des Areals ersichtlich

90er Jahre: Stadtentwicklung und U-Bahn-Anschluss

Mit 1994 kam dann eine rasche Aufwertung und rasante Entwicklung des Areals durch den Anschluss an das U-Bahn-Netz in Form der 1994 eröffneten Station Dresdnerstraße. Im Anschluss daran wurde 1999 ein städtebaulicher Wettbewerb durchgeführt. Das Konzept von Raith & Gallister bestand aus folgenden Teilen:

- Ein Wohn**hoch**haus (entgegen der Wettbewerbs-Vorgaben einer auf dem dreieckigen Grund typologisch ungeeigneten Blockrandbebauung), wodurch ein großer Freiraum gewonnen werden konnte, der heute einen Kinderspielplatz beherbergt.
- Verbindung des HH mit der U-Bahn durch eine Grünschneise, die räumlich von der stark befahrenen und unattraktiven Dresdner Straße getrennt ist.
- Die Bebauung des Höchstädtplatz in Form sogenannter "Stadtregale" - Nutzungs offene Baukörper, die sich wie Regale durch unterschiedliche Nutzungen befüllen lassen sollten. Von einer Nutzung als Hochschule war damals noch keine Rede. Im Anschluss an den Wettbewerb folgte die GESIBA diesem Konzept jedoch nicht und errichtete teilweise monofunktionalen Wohnbau, der keine flexible Umnutzung mehr zulassen sollte.
- Die bewusste Überbauung der Stromstraße / Marchfelderstraße, da diese ihre Bedeutung als große Einzugsschneise bereits vorher verloren hatte. Mit der Überbauung sollte diese bestehende Barriere verdeutlicht werden.
- Blockrandbebauung auf der Dresdner Straße, um die Wichtigkeit dieser Straßenroute zu unterstreichen.

Folgende Ansicht gibt einen Überblick über die wesentlichen Merkmale des städtebaulichen Zusammenhangs. Der Höchstädtplatz liegt direkt an der Dresdner Straße und damit am übergeordneten Verkehrsnetz. Er verbindet damit den Brückenkopf der Floridsdorfer Brücke mit Plätzen wie dem Gausplatz, Brigittaplatz und dem Stadtzentrum. Die Marchfeldstraße, als frühere Hauptverkehrsstraße, hatte 1999 diese Funktion bereits nicht mehr, diese erfüllte nun die Adalbert Stifterstraße. Der städtebauliche Entwurf unterstrich diese Entwicklung, indem durch die beiden regalartigen Baukörper diese Sichtachse blockiert wurde.



Abbildung 11 Städtebaulicher Entwurf (Raith, 2020)

1.2.2 Der Plus-Energie-Campus am Höchstädtplatz

Der konzeptionell betrachtete „Plus-Energie-Campus“ setzt sich aus folgenden Bereichen zusammen: Den Bestandsgebäuden und vier neuen Baufeldern. Auf dem linken Baufeld sollte ein Studentenwohnheim, ein Bürogebäude und das Plus-Energie-Demo-Gebäude „Plus-Base“ entstehen. Für die Baufelder B2-B4 lag noch keine Widmung vor – das Sondierungsprojekt sollte hier Impulse für die Flächenwidmung geben.

In der Zeit zwischen Einreichung und Projektstart stellte sich heraus, dass die, für die Erweiterung der FH-Technikum Wien vorgesehene Fläche nicht (rechtzeitig) für das Bauvorhaben zur Verfügung steht.

Als neuer Standort für den Plus-Energie-Campus wurde daher von der FH-Technikum Wien eine Erweiterung (und Umstrukturierung) des Bestandes definiert

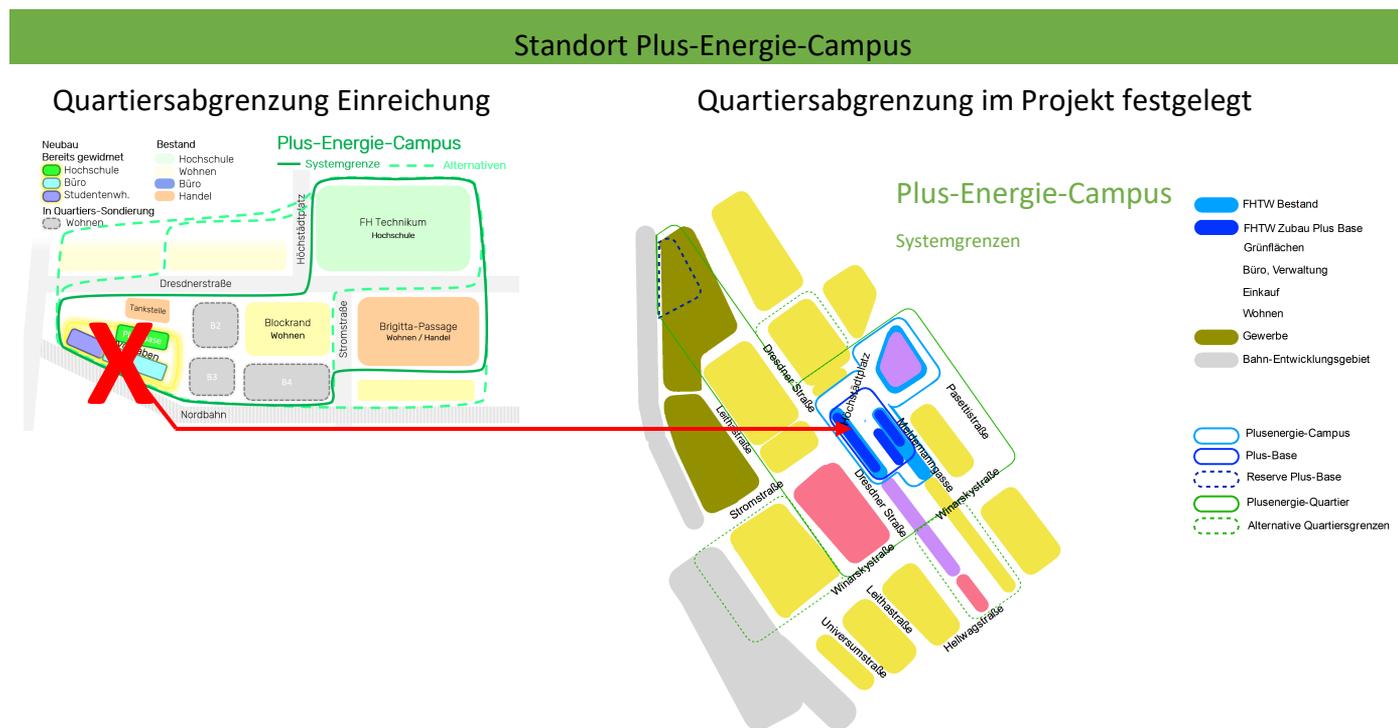


Abbildung 12 Standort Plus-Energie-Campus und Quartiersgrenzen - Vergleich Einreichung und Festlegung im Projekt

2 Projektziele der Sondierung

Die Ziele der vorliegenden Sondierung gliedern sich in folgende drei Bereiche:



Abbildung 13 Die drei Themenfelder der Sondierung

2.1 Plus-Energie-Campus am Höchstädtplatz

Wie kann der Campus der Fachhochschule Technikum Wien am Höchstädtplatz zu einem Plus-Energie-Campus entwickelt werden? Dazu wurden folgende Themen sondiert und Inhalte erarbeitet:

1. Plus-Energie-Konzept für den FHTW Campus inklusive netzdienlicher Energieflexibilität
2. Energetische und LCC- Optimierung der Varianten
3. Quantifizierung innovativer Energieflexibilitätsoptionen
4. Stärken-Schwächen-Analyse der betrachteten Maßnahmen und Varianten
5. Darstellung der Schnittstellen zu Quartier, NutzerInnen, Stadt- und Energieplanung und Energieversorgern
6. Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung dieses Plus-Energie-Demonstrationsgebäudes

Dabei wird auf folgende Aspekte besonderes Augenmerk gelegt:

Plus-Energie-Gebäudekonzept „Plus-Base“ mit netzdienlicher Energieflexibilität

Ziel des Projekts ist die Untersuchung von optimalen Systemauslegungen unter Nutzung von Speichertechnologien in Abstimmung mit der Gebäude-Energieeffizienz, der Eigenstromerzeugung und der Verbrauchsprofiloptimierung sowie der Entwicklung einer lokalen Regelungsstrategie, um die Interaktion mit dem Gesamtnetz bzw. -system zu ermöglichen. Für die Umsetzung der „Plus-Base“ steht neben einer hocheffizienten Bauweise und erneuerbarer Energieversorgung eine konsequente Umsetzung von Netzdienlichkeit und die Hebung von gebäudeübergreifender Energieversorgung. Im Fokus steht weniger die

Flexibilität hinsichtlich aktuellen Energiepreisen, sondern vielmehr auf ein zu 100% erneuerbares Stromsystem 2030, bzw. zu 100% erneuerbares Energiesystem 2040 (Regierungsprogramm).

Bereitstellung von thermischen und elektrischen Flexibilitäten: Die Erhöhung der dezentralen erneuerbaren Stromversorgung sowie die steigende Elektrifizierung der Mobilität belasten aktuell das elektrische Netz. Je größer die volatilen Einspeiseanlagen und je geringer der lokale Eigenverbrauch, desto größer die Belastung. Ziel des Projekts ist die Untersuchung verschiedener Speichertechnologien zur Minimierung der (Überschuss-) Einspeisung ins Strom- als auch thermische (Fernwärme-)Netz. Dafür werden unterschiedliche Speichertechnologien auf ihre Eignung überprüft und so miteinander kombiniert, um ein energetisches und wirtschaftliches Optimum zu erzielen.

Wirtschaftlichkeit: Da die Bereitstellung von netzdienlicher Flexibilität aktuell nicht (Wärme), oder nur in geringem Maße (Strom) vergütet wird, werden diese Potentiale kaum genutzt. Um eine wirtschaftliche Realisierung zu ermöglichen, wurden lebenszyklusbasierte Kostenoptimierungen durchgeführt und durch geeignete Geschäfts- und Betreibermodelle unterstützt.

2.2 Plus-Energie-Campus als „Living Lab“

Das zweite Ziel der Sondierung bestand im Ausloten des Konzepts eines „Living Labs“ an der FHTW, insbesondere in Zusammenhang mit etwaiger neuer Infrastruktur des Plus-Energie-Campus. Vor allem Hochschulen werden als entscheidende Angelpunkte für die Entwicklung umsetzbarer Nachhaltigkeitsstrategien gesehen, da sie die einzigartige Möglichkeit bieten jene Faktoren zu befördern, die für das Gelingen ebendieser Strategien als entscheidend anzusehen sind:

1. Experimentieren ohne konzeptionelle, räumliche und zeitliche Grenzen, wie es im betrieblichen Rahmen üblich ist und damit eher ein Gegenmodell zum klassischen, kontrollierten und damit von der Praxis abgegrenzten experimentellen Labor.
2. Interdisziplinäre und transdisziplinäre Zusammenarbeit zur Sicherung von Praxisrelevanz, Usability und Nachhaltigkeit. Einbindung von ExpertInnen aus tangierten akademischen Disziplinen, von relevanten Need-Ownern und aktuellen und zukünftigen NutzerInnen der entsprechenden Lösungen.

Dadurch ergeben sich einzigartige Möglichkeiten nachhaltige Transformationen im Hochschulkontext, im Sinne der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aufgaben zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und Erarbeitung von innovativen Lösungen, anzustoßen. Bisherige Living Labs im Hochschulbereich stehen zumeist im Fokus einzelner thematischer Ausrichtungen. Hier soll das angestrebte Vorhaben Wege aufzeigen, die deutlich über den Stand der österreichischen Ansätze hinausgehen und den gesamten Campus interdisziplinärer Forschung und Lehre zugänglich machen. Dementsprechend soll der zentrale Ansatz im Sinne von "Forschen am Objekt = Objekt der Forschung", auf drei Ebenen hochinnovatives Potential für Lehre und Forschung gleichermaßen bieten:

1. Hohes Maß an **Interdisziplinarität** durch Möglichkeiten von Studierenden verschiedener Fakultäten und Studiengängen, die sich an der Erforschung der neu geschaffenen

Infrastrukturen beteiligen können. Dadurch ergeben sich neue Potentiale auf Ebene der Präsentation des Studienangebots nach außen und innen und im Speziellen bei der Entwicklung konkreter Lehrformate. Darüber hinaus können Forschungsvorhaben der Forschungsfelder interessierter Fakultäten unmittelbar innerhalb der Fachhochschule umgesetzt werden, wodurch die üblichen Grenzen der beforschten Testfelder wegfallen.

2. **Multidisziplinarität:** die parallele Nutzung der verfügbaren Infrastruktur durch unterschiedliche akademische Disziplinen (z.B.: Computer Sciences für digitale Infrastrukturen, Erneuerbare Energiesysteme, etc.) ermöglicht die Weiterentwicklung der eingesetzten Technologie und befördert die Entwicklung neuer Lösungen durch die unmittelbare Verfügbarkeit hochaktueller Forschungsergebnisse aus anderen Themenfeldern
3. **Transdisziplinarität** durch Studierendenfeedback und Einbindung der Communities angrenzender Quartiere. Im Sinne der Co-Creation und NutzerInneninnovation werden die Studierenden nicht nur selbst forschen, sondern liefern einerseits durch die erstellten Arbeiten in entsprechenden Lehrformaten und andererseits durch die unmittelbare Teilnahme an Erhebungen die Basis für die laufende Evaluierung. Darüber hinaus können durch die aktive Einbeziehung der BewohnerInnen und NutzerInnen angrenzender Quartiere vollständig neue wissenschaftliche Fragestellungen erörtert werden.



Abb. 8 „Living Lab“ als einzigartige Lernumgebung: Studierende und Forschende haben durch das Gebäude direkten Zugang zu den integrierten innovativen HT-Komponenten als Lernobjekte. Die integrierten „Smart Home“ und „User flexibility“ Labore machen die NutzerInnen gleichzeitig zu ProbandInnen in energieflexiblen Plus-Energie-Gebäuden.

Aus dieser vielschichtigen Nutzung in Lehre und Forschung ergibt sich ein umfassendes Potential zur Multiplikation der geschaffenen Erkenntnisse über die übliche Dauer von

Forschungsprojekten und deren Dissemination hinaus: Von Anfang an werden auch andere Bildungsinstitutionen sowie die entsprechenden Verwaltungsorganisationen einbezogen. Zentral sind entsprechend angepasste Vermittlungsformate und Visualisierungen, die in time (virtuellen) Zugang zum Verhalten von Gebäude, Netzen und „NutzerInnen“ bieten und somit einen niederschweligen Zugang zur „Smart Readiness“ der Gebäude für das gesamte Quartier und die Stadt bietet.

Dazu wurden im Rahmen dieser Sondierung folgende Aktivitäten umgesetzt:

1. Identifikation der Rahmenbedingungen für die erfolgreiche Umsetzung eines Living Labs im akademischen Forschungs- und Lehrkontext
2. Konzeptualisierung des Plus-Base Living Lab unter Berücksichtigung angepasster Lehrformen und einer Vision für F&E Vorhaben

2.3 Entwicklungspfade des erweiterten Quartiers zu einem Plus-Energie-Quartier am Standort

Der dritte Aspekt der Sondierung behandelt das erweiterte „Plus-Energie-Quartier Höchstädtplatz“ als Endpunkt einer gesteuerten nachhaltigen Gesamtquartiersentwicklung auf der Grundlage des Plus-Energie-Campus. Zentrale Ziele waren hier:

1. Erarbeitung möglicher Entwicklungsszenarien des Quartiers zu einem „Plus-Energie-Quartier“
2. Erarbeitung energieflexibler, netzdienlicher Quartierslösungen inkl. Mobilität

Die Quartiers-Betrachtung sollte eng an der Operationalisierung der Energieflexibilität für das Energiesystem 2040 ausgerichtet sein und baut auf den vorangegangenen Sondierungsprojekten auf:

- „Zukunftsquartier“: Wege zum Plus-Energie-Quartier in Wien; Dynamische Bewertungsmethode inkl. Peak-Shaving mit konsistenten bebauungsdichteabhängigen Grenzwerten für hochverdichtete städtische Quartiere
- „Smart Readiness Indicator Austria“: Adaptierte Bewertungsmethodik für die SRI Implementierung in Österreich auf Grundlage der europäischen Vorbereitungsstudie. Fokus wurde dabei auf Netzdienlichkeit, technische Services, die auch die Klimaverträglichkeit fördern, und der Einbeziehung der NutzerInnen für ein 100% erneuerbares Energiesystem gesetzt.

Die entwickelten Szenarien sollen bezogen auf einzelne energietechnische Services auf ein hochvolatiles erneuerbares Energiesystem 2040 mit geringer Belastung in Dunkelflauten ausgelegt sein.¹⁶

Klassische, auf erneuerbare Energieträger setzende (Plus-Energie-) Quartiere berücksichtigen die Netzbedürfnisse nicht. Im Projekt sollte daher der in ZQ2 entwickelte Ansatz einer lokale Regelungsstrategie exploriert werden, um die Interaktion mit dem Gesamtnetz bzw. System zu ermöglichen. So können die im Quartier geplanten Tages-, Wochen- und Saison-Speicher

¹⁶ Huneke F., Perez Linkenheil C., Heidinger P.: Österreichs Weg Richtung 100% Erneuerbare. Eine Analyse von 2030 mit Ausblick 2050. Im Auftrag der APG 2019

sektorübergreifend flexibel auf Anforderungen aus den Netzen reagieren können und Leistungsspitzen verhindern bzw. dämpfen. Für die (energetische) Einbindung der Mobilität werden unterschiedliche Konzepte, wie sie bereits für den Bezirk vorliegen, vom Forschungs- und Planungsteam bewertet und mit den lokalen Stakeholdern, bzw. der MA20 Energieplanung erweitert.

3 Methoden

Die verwendeten Methoden der vorliegenden Sondierung sind aufgrund der breiten inhaltlichen Fragestellungen sehr unterschiedlich und werden direkt in den entsprechenden Kapiteln den Ergebnissen vorangestellt.

3.1 Plus-Energie-Bewertung

Eine zentrale Methode bei dieser Sondierung ist die der Plusenergie-Bewertung. Diese Sondierung verwendet das Definitions- und Bewertungssystem der Zukunftsquartier-Projektreihe. Wesentliche Merkmale dieses Systems sind folgende Aspekte:

- Quantitative Definition und Bewertung anhand der Primärenergiebilanz, bzw. THG-Bilanz
- Drei klar definierte Systemgrenzen für Energiedienstleistungen und lokale Erneuerbare Erzeugung: PEQ Alpha, PEQ Beta und PEQ Omega
- Ein dynamisches Gewichtungssystem der bilanzierten Energieflüsse gemäß ihrer dynamischen Netzdienlichkeit
- Ein standardisiertes System zum Ausgleich von Potentialunterschieden zwischen Quartieren durch die dynamische Anpassung der Bilanz-Zielwerte in Abhängigkeit der baulichen Dichte (Alpha), des Mobilitätsbudgets in einem erneuerbaren Energiesystem 2040 (Beta) und eines anteiligen THG-Budgets (Omega)

Folgendes Schema veranschaulicht die Bestandteile der verwendeten Definition. Diese sind auch in einem dynamischen Simulationsmodell operationalisiert, das zur Ermittlung der Energiebilanzen des Plus-Energie-Campus und des erweiterten Quartiers herangezogen wurde.

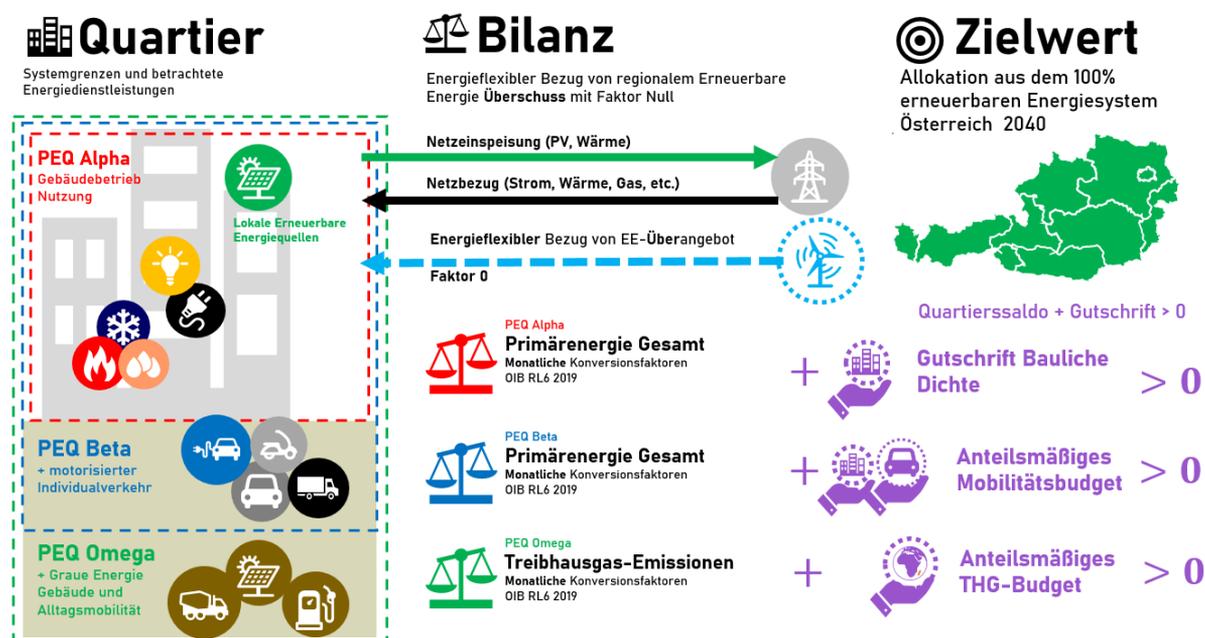


Abbildung 14 Schema der Abgrenzungen PEQ Alpha, Beta und Omega

Dieses Definitions- und Bewertungsmodell wurde ausgewählt, weil es die folgenden Projekt-Anforderungen erfüllt:

- Das Modell berücksichtigt bei der Bewertung die Anforderungen des **zukünftigen 100% erneuerbaren Energiesystems**
- Die Erreichbarkeit des so definierten Plus-Energie-Standards ist auch in **urbanen Kontexten** bzw. Gebieten mit hoher baulicher Dichte (technisch, rechtlich, wirtschaftlich) gegeben. Dies geschieht durch 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
- Das Modell stellt eine Verbindung zwischen den lokalen energetischen Zielen eines Quartiers und den übergeordneten Klimazielen eine dekarbonisierte Energieversorgung 2050 bzw. 2040 her.
- Es beinhaltet einheitliche **Definition der Systemgrenzen** und der betrachteten **Energiedienstleistungen** und lokalen erneuerbaren Erzeugungen für alle Quartiere
- **Energieflexible Maßnahmen** können durch instationäre Betrachtung in der Bilanz je nach Netzdienlichkeit der Energieflüsse und Zeitpunkt ihres Auftretens abgebildet und gewichtet werden, inklusive aktiver **energieflexibler Regelung** zur Einbindung von (hochvolatilen) erneuerbaren Energiequellen (Windkraft, Sonnenkraft etc.).
- **Dynamische Modellierung** der Energieströme für alle relevanten Energieströme inkl. E-Mobilität, um Aussagen über die dynamischen Effekte des Quartiers.
- Einbindung von elektrischen und thermischen Speichern aller Art, insbesondere aber der Abbildung des **Speicherpotentials von Gebäudespeichermasse** zur Erhöhung des Integrationsanteils erneuerbarer Energien.

3.1.1 Funktionale Systemgrenzen

Folgende Tabellen geben einen Überblick über die in der Energiebilanz berücksichtigten Energiedienstleistungen und erneuerbare Energiequellen.

Tabelle 1: Berücksichtigte Energiedienstleistungen

Energiedienstleistungen	Direkte Bilanzierung in Systemgrenze			Indirekte Berücksichtigung über Allokationsbudget	
	PEQ Alpha	PEQ Beta	PEQ Omega		
<i>Gebäudebetrieb</i>	Heizen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Kühlen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Be- und Entfeuchtung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Lüftung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Hilfsstrom des Haustechnik-Systems	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Allgemeinstrom & Lift	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Beleuchtung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Quartiers-Nutzung Industrie, Landwirtschaft</i>	Strombedarf NutzerInnen (Plugloads)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Betriebsstrom (Büro, Handel, Schule)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Prozesswärme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Prozesskälte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Strombedarf für industrielle Produktionsprozesse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Strombedarf für allgemeine Nutzung (inkl. Dienstleistungen)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<i>Mobilität</i>	Motorisierter Individualverkehr	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	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"/>	
<i>Graue Energie</i>	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"/>

Tabelle 2 Energiequellen innerhalb und außerhalb der Zukunftsquartier Systemgrenze

<i>Energiequellen</i>	<i>Innerhalb der Systemgrenze</i>
<i>Umweltwärme</i>	
Luft	x
Erdwärme	x
Grundwasser	x
<i>Abwärme</i>	
aus Prozessenergie	x
Aus Abwasser	x
<i>Erneuerbare Erzeugung</i>	
Strom aus PV On-site	x
Solarthermie	x
Kleinwindkraft	x
Sonstige (Strombojen, Kleinwasserkraft)	x
<i>Externe Energieträger</i>	
Netzstrom	
Strom aus Off-Site Peak-Shaving (Windkraftüberschüsse)	
Sonstige	

Die räumliche Bilanzgrenze kann nach eigenem Ermessen gezogen werden, solange unmittelbar umliegenden keinen offensichtlichen Nachteil dadurch haben, selbst Plus-Energie-Quartier-Standard zu erreichen.

3.1.2 Gewichtung der Energieflüsse in der Bilanz

Die Gewichtung basiert auf monatlichen Konversionsfaktoren für PE-Bedarf gesamt und Treibhausgas-Emissionen laut ÖNORM, OIB RL 6.

Tabelle 3 Konversionsfaktoren für den PE-Bedarf gesamt und Treibhausgas-Emissionen

	Indikator		Verwendung in Systemgrenze	Zielwert
PEB ges.	Primärenergiebedarf gesamt	$\frac{kWh}{m_{EBF}^2 a}$	PEQ Alpha, PEQ Beta	Siehe folgendes Kapitel
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:

Tabelle 4 Konversionsfaktoren Endenergie zu Primärenergie

Energiefluss über die Systemgrenze	Gewichtung PEQ ALPHA, PEQ BETA	Gewichtung PEQ OMEGA
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
Netzdienlicher Bezug (DSM)	Null, keine	Null, keine
Fernwärme (nicht aus Biomasse)	PE ges. lt. Landesregelung (außer Biomasse)	CO₂-äquiv. lt. Landesregelung
Biomasse (Inkl. Fernwärme)	PE ern. + 50% PE n. ern.	CO₂-äquiv.
Sonstige Energieträger	PE ges. OIB-RL6	CO₂-äquiv. OIB RL6
Treibstoffe (Mobilität)	PE ges.	CO₂-äquiv.

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:

Im Vergleich zu jährlichen Konversionsfaktoren 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.

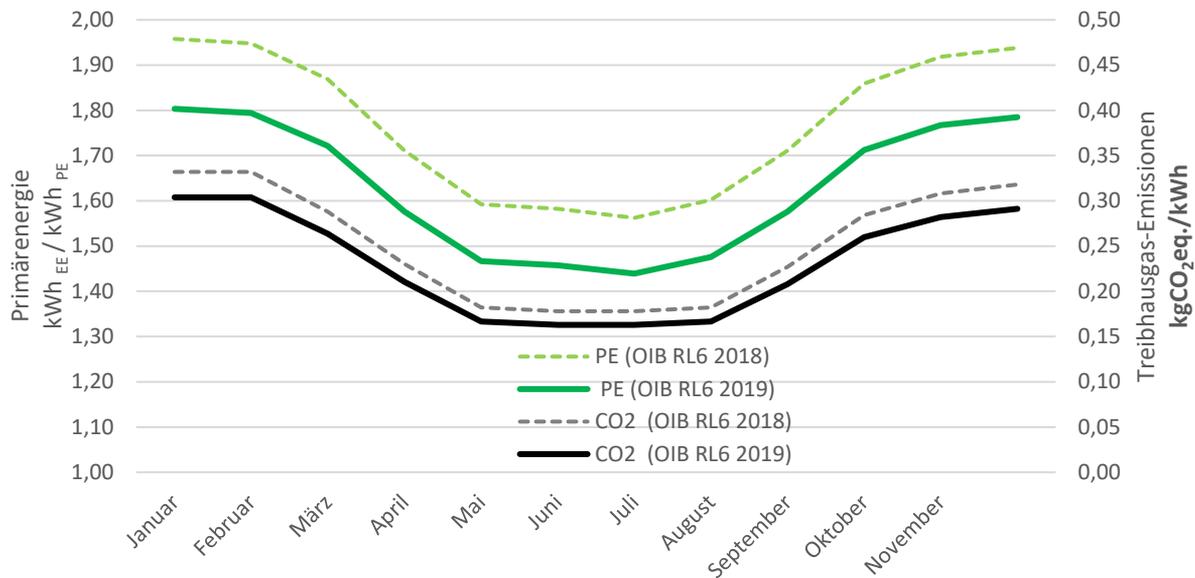


Abbildung 15 Monatliche Konversionsfaktoren Netzstrom: Zur Nachweisführung werden die interpolierten Werte für 2019 herangezogen

3.1.2.1 Netzdienlichkeit

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.

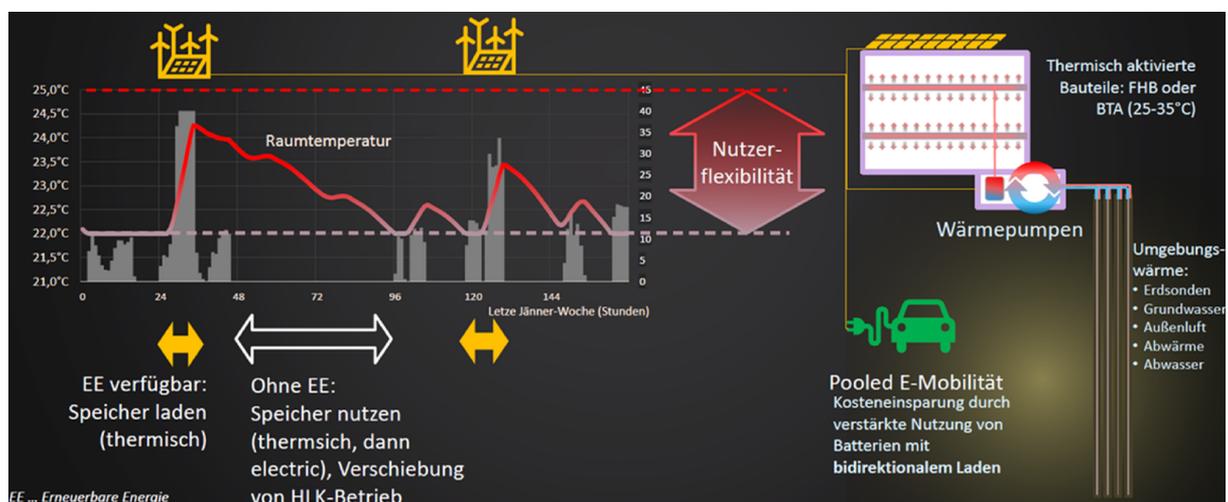


Abbildung 16 Schematische Darstellung möglicher Bereitstellung von Energieflexibilität im Quartier: Flexible Festlegung der Raumtemperaturen in einer der NutzerInnen zumutbaren Schwankungsbreite. Je höher die thermisch aktive Bauteilmasse, umso größer der mögliche Verdrängungszeitraum benötigter Energie zum Heizen

und Kühlen. Auch E-Mobilität und thermische Warmwasser- und Pufferspeicher bieten Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Energiebezugs.

Die Abbildung von Maßnahmen zur flexiblen Verwendung lokaler und externer erneuerbarer Energiequellen im Quartier erfolgt durch die stündliche Bilanzierung der Energieflüsse im Quartier gemäß dem folgenden Schema; die quantitative Parametrisierung der Modelle ist im Anhang dargestellt.

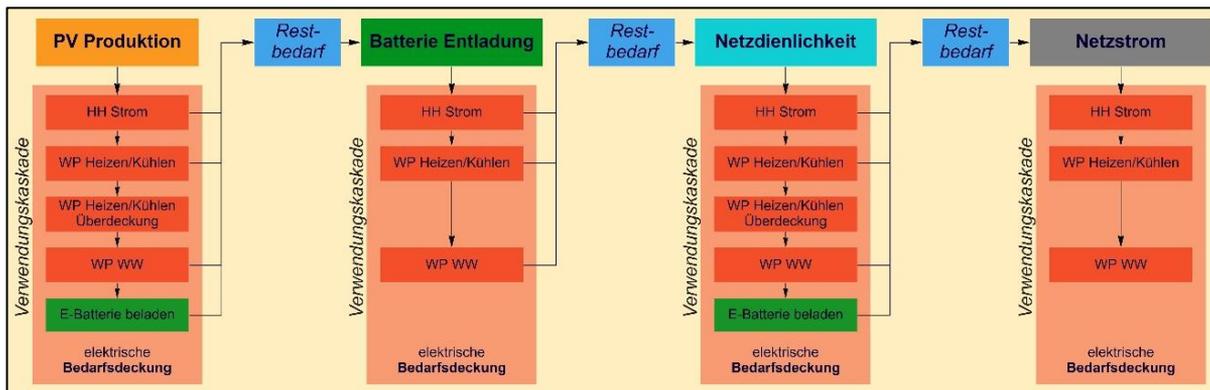


Abbildung 17 Schematische Darstellung der Berücksichtigung von Energieflexibilität im Simulationsmodell gemäß Zukunftsquartier Ansatz

Der so verwendete Netzstrom wird in der Operationalisierung im Gegensatz zum starr unflexibel bezogenem Netzstrom in der Bilanz mit Null gewichtet, ist also „gratis“:

Tabelle 5 Art des Netzbezugs

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

3.1.3 Zielwert der Plus-Energie-Bilanz

Ein wesentliches Merkmal des PEQ Definitionsansatzes ist, dass der Zielwert eine variable Größe ist und nicht per se positiv sein muss, wie im Schema hier dargestellt:

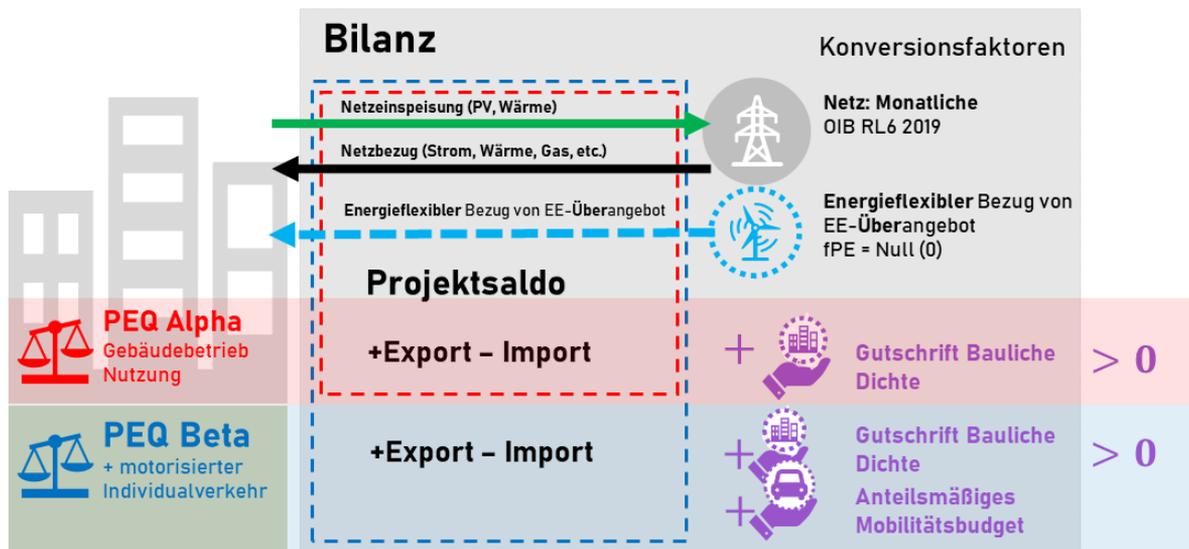


Abbildung 18: Bilanzierungsschema

Tabelle 6 Art der Zielwerte je Systemgrenze

Systemgrenze	Zielwert
PEQ Alpha (Betrieb)	Primär-Energie-Saldo (Export - Import) > minimum $\left\{ 1,63 \left(\frac{38}{GFZ^{17} + 0,15} - 33 \right) \right.$ kWh PE _{ges.} /m ² _{NGF} /a
PEQ Beta (inkl. Alltagsmobilität)	Primär-Energie-Saldo (Export - Import) + Gutschrift Beta > Zielwert Alpha kWh PE _{ges.} /m ² _{NGF} /a
PEQ Omega (inkl. graue Energie)	Treibhausgas-Emissionsbilanz > 0 + Gutschrift Omega kg CO ₂ eq./m ² _{NGF} /a

¹⁷ Die Geschossflächenzahl (GFZ) stellt das Verhältnis der Summe der Brutto-Grundflächen aller Geschosse zur Grundstücksfläche dar

3.1.3.1 PEQ Alpha: Betrieb

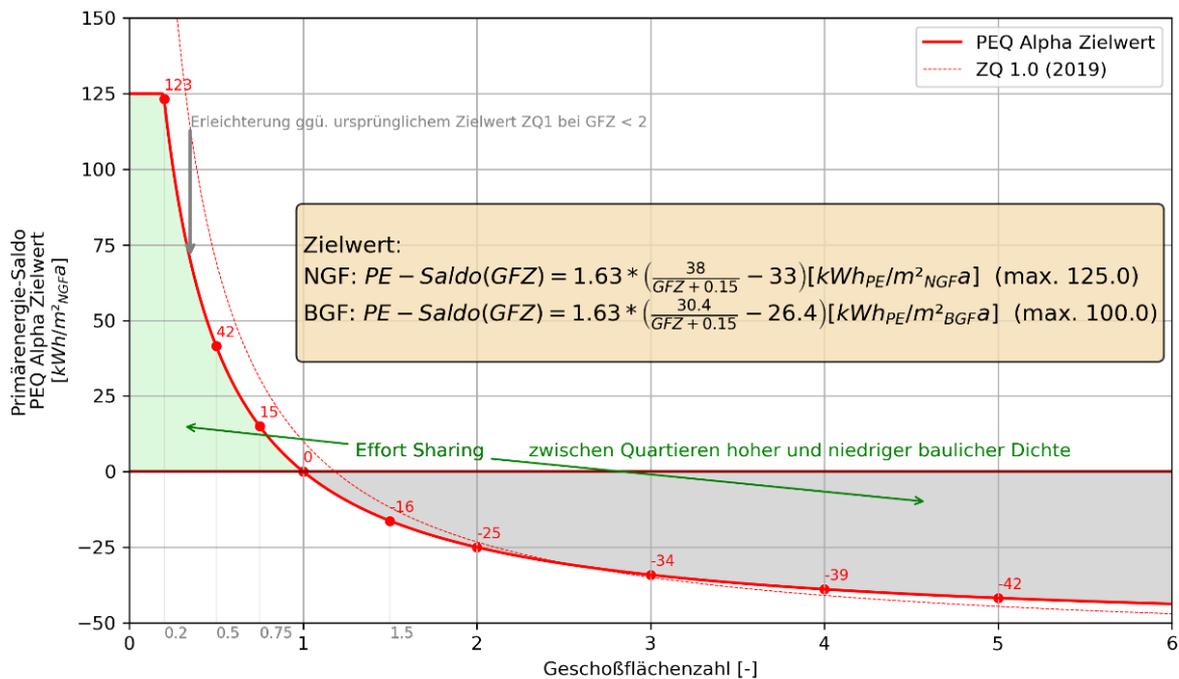


Abbildung 19: Zielwert der Systemgrenze Alpha (Betrieb + Nutzerstrom) in Abhängigkeit der Geschossflächenzahl (Rote Linie). Der Primärenergie-Saldo des Projekts muss in PEQ Alpha den hier dargestellten Zielwert überschreiten, um zusammen mit der Dichte-Gutschrift selber Größe und umgekehrten Vorzeichens 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**

3.1.3.2 PEQ Beta: Mobilitätsgutschrift

Die Systemgrenze **PEQ Beta** erweitert die PEQ-Definition um die Schale der Alltagsmobilität ohne deren Erreichbarkeit drastisch zu erschweren. Konkret geschieht dies unter Berücksichtigung zweier zusätzlicher Komponenten in der Primärenergie-Bilanz:

1. **Energiebedarf**, der durch das Quartier induzierten **privaten Alltagsmobilität** (statistisch projiziert). Dieser ist in der Zukunftsquartier-Operationalisierung abhängig von der ÖV-Anbindung des Standorts, sowie der Nutzungsmischung im Quartier wodurch sich ein quartiersspezifisches Mobilitätsprofil und damit verbundener Energiebedarf ergibt.
2. **Mobilitäts-Energie-Budget** als bilanzielle Gutschrift aus dem umliegenden erneuerbaren Energiesystem (Überschuss aus zentraler erneuerbarer Produktion, die dem Quartier je geschaffener Nutzfläche vergeben wird.¹⁸)

¹⁸ Zur Ableitung dieser Gutschrift siehe S. Schneider, T. Zelger, and L. Klada, 'Überlegungen zur Frage, welcher Anteil erneuerbarer Energie 2050 in Österreich lokal aufgebracht werden muss', EnInnov Graz, 2020

Szenario: 100% Erneuerbares Österreich 2040

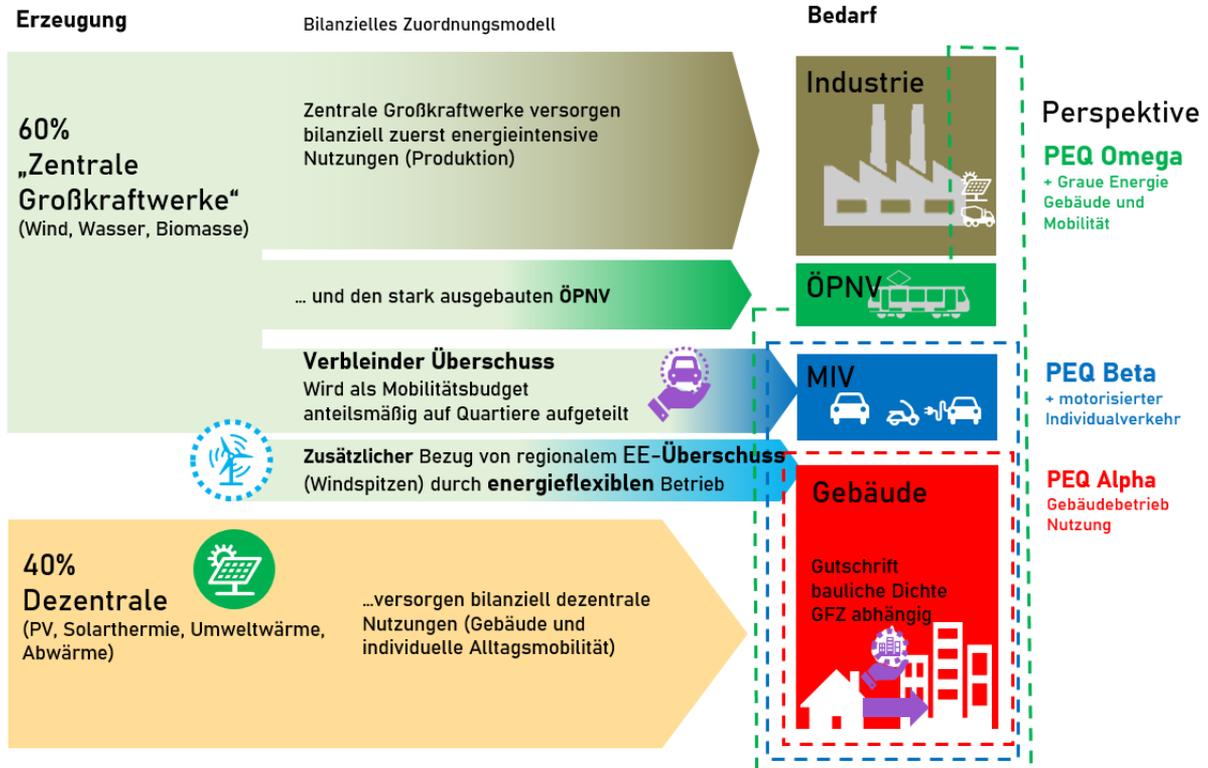


Abbildung 20: Schematische Darstellung der Systemgrenzen des Gebäudesektors in Beziehung mit den umliegenden Sektoren des zukünftig erneuerbaren Energiesystems. Hier ergibt sich ein bilanzieller „Überschuss“, der pro Kopf auf den gesamten Gebäudesektor mit Systemgrenze PEQ Beta, sprich inklusive individueller Alltagsmobilität verteilt werden kann. Die Quantifizierung des Überschuss ist in (Schneider et al., 2020) dargestellt

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. Damit die Einbindung der Alltagsmobilität die Energiebilanz nicht einseitig belastet, wird dafür andererseits ein top-down ermitteltes Energie-Budget definiert, das zur Deckung der Mobilitätsbedarfe herangezogen werden kann und **nicht direkt am Standort geschaffen werden muss**.

Diese bilanzielle Aufteilung der erneuerbaren Energieerzeugung in Österreich 2040 ergibt aus den regionalen „zentralen Großkraftwerken“ einen Strom-Überschuss von 6,3 TWh_{EE}/a und einen Überschuss aus Biomasse von 0,36 TWh_{EE}/a, bzw. einen insgesamt Primärenergie-Überschuss von 10,7 TWh_{PE}/a zur Verwendung für den MIV in den Quartieren¹⁹. Dieser Überschuss wird auf alle Quartiersflächen in Österreich aliquot gemäß dem durchschnittlichen österreichweiten Anteil dieser Nutzung am Zielverkehr aufgeteilt: So sind etwa 50% der Wege aller ÖsterreicherInnen 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 7 PEQ Beta Mobilitätsgutschrift je Nutzung	österreichweiter Anteil am Zielverkehr ²⁰	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	

Die Berechnung des Mobilitäts-Energiebedarfs des Quartiers wird aus den in Österreich Unterwegs 2013/14 erhobenen und im Rahmen des UAP-Projekts aufbereiteten Personenjahreskilometerleistungen je Nutzung und Regionstyp²¹ durchgeführt bzw. alloziert. Für die Nachweisführung kann von einem E-Mobilitätsanteil von 70% ausgegangen werden, um die zukünftige Situation 2040 abzubilden²² – bei Nachweis einer entsprechenden Leerverrohrung bis zu 90%. Eine weitere 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 **klimaaktiv Mobilitätstool** zur Bewertung von Siedlungen und Quartiere²³ belegt werden können und in Übereinstimmung mit den nationalen Zielen des Mobilitätsmasterplans sind²⁴. Die Annahmen und Berechnungsschritte sind im *Whitepaper PEQ Definition und Operationalisierung* beschrieben.

²⁰ Quelle: Herry Consult, 2017. Anhang um Urban Area Parameter Bericht AP4&6 Mobilität auf Basis von *Österreich Unterwegs 2013/14*

²¹ Die Regionstypen sind im UAP-Endbericht publiziert: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/kennwerte-siedlungsbewertung-fuer-errichtung-betrieb-und-mobilitaet-in-klimavertraeglichen-siedlungen.php>

²² 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

²³ https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:175f8331-3df5-436c-b212-dd7b05b95ec2/Mobilit%C3%A4tstool_03-2020.xlsx (Zugriff: April 2022)

²⁴ 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

3.1.4 Mobilitätsbedarf und Optimierung am Campus

Ausgehend von der Befragung und Vorschlägen der MitarbeiterInnen und StudentInnen im Rahmen der Erstellung des Sustainability-Reports FHTW 2019²⁵ wurden Maßnahmen zur Verlagerung des – der FH Technikum Wien zugeordneten – Verkehrs auf den Umweltverbund erarbeitet. Die möglichen Maßnahmen gliedern sich in:

- 23 Maßnahmen zur Verlagerung des Pendelverkehrs auf den Umweltverbund
- 6 Maßnahmen zur Einsparung von Verkehrsleistung (Homeoffice und Mitfahrbörse)
- Maßnahmen im Bereich Dienstreisen
- Maßnahmen zur Umstellung auf E-Mobilität

Die Abschätzung der Kosten und Wirkung der Maßnahmen konnten aufgrund zahlreicher Unbekannter (NutzerInnen-Verhalten, Auswirkung der Kombination von Maßnahmen) nur sehr grob in Abstimmung des Teams erfolgen.

Die Berechnung der möglichen Einsparung von Kilometerleistungen im motorisierten Individualverkehr erfolgte in mehreren Schritten:

- Abschätzung der Einsparungen pro Maßnahme in jeweils einer Minimal- und Maximalvariante ausgehend von den Kilometerleistungen pro Person und Jahr aus der Befragung.
 - Pendelverkehr: Im Team wurde eingeschätzt, wie viele Personen an wie vielen (Werk)Tagen pro Jahr aufgrund einer Maßnahme ihre Verkehrsmittelwahl ändern. Die Umrechnung in Kilometerleistungen erfolgte in Anlehnung an die durchschnittliche Kilometerleistung pro Verkehrsmittel lt. Befragung
 - Dienstreisen: Hier wurde die Auswirkung von möglichen Vorschriften für Dienstreisen hinsichtlich „verpflichtender“ Nutzung des Öffentlichen Verkehrs anstatt des eigenen KFZ oder alternativ zu Flugreisen (wo möglich) abgeschätzt
 - Umstellung auf E-Mobilität:
- Anpassung des Modal Splits nach jedem Maßnahmenpaket in der oben angeführten Reihenfolge (jeweils als Minimal-Maximalvariante)
- Darstellung der Maßnahmen in Kosten/Nutzen pro eingespartem Kilometer im motorisierten Individualverkehr
- Darstellung der möglichen Einsparungen an CO₂-Emissionen aus dem motorisierten Individualverkehr

²⁵ Sustainability Report 2019, FH Technikum Wien, DI Michael Schwingshackl, Manuel Della-Rosa, BSc, Michaela Golser, BSc, DI(FH) Romana Ransmayr, Calvin Szczur, BSc

Zuordnung Verkehrsleistungen zum Plus-Energiecampus:

Für die Bewertung der Mobilität der FH Technikum Wien stand neben den allgemeinen Kennzahlen (Urban Area Parameters²⁶) aus auch eine MitarbeiterInnenbefragung der FHTW²⁷ zur Verfügung. Diese Daten wurden mit den Berechnungen anhand der UAP-Kennzahlen abgeglichen.

Im ersten Schritt wurden die Daten aus der Befragung den, aus den Kennzahlen der Klima-Aktiv Quartiersbewertung errechneten Werten gegenübergestellt. Im Gegensatz zu der, in der Quartiersberechnung angewandten Methode ist den einzelnen Nutzungsarten hier auch ein unterschiedlicher Modal Split zugeordnet.

Aus der untenstehenden Abbildung zeigt sich, dass die Zuordnung der Verkehrsleistung im Motorisierten Individualverkehr lt. Umfrage (blaue Balken) ziemlich exakt der Nutzung „Arbeitsstätten“ (gelbe Balken) entspricht.

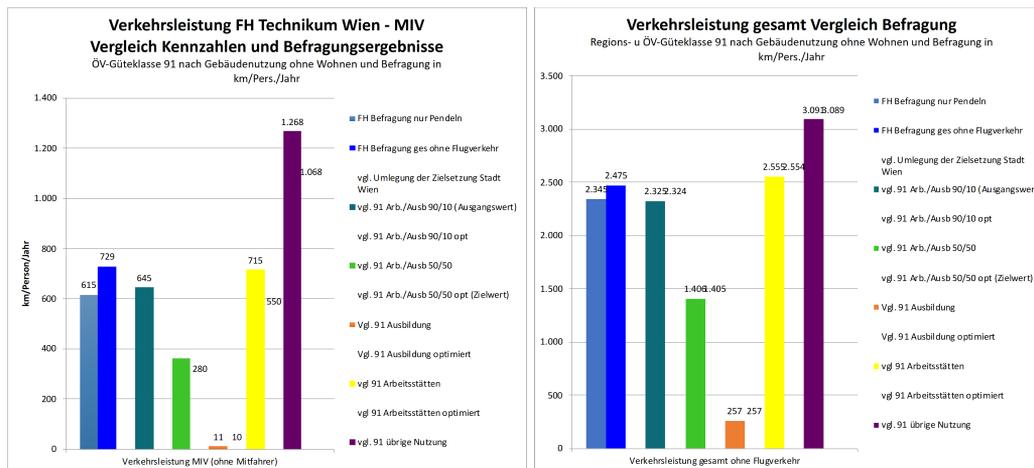


Abbildung 21 Darstellung Gesamtverkehrsleistung und Verkehrsleistung Motorisierter Individualverkehr-Zuordnung FH Technikum Wien lt. UAP - Vergleich mit den Befragungsergebnissen

Verglichen mit den, in der Quartiersbewertung angewandten Methode (Bewertung über Nutzflächen und „virtuelle Personen“ ohne Unterscheidung des Modal Splits nach Nutzung ergibt sich bei der Zuordnung der Flächen als 100% Arbeitsstätte ein nicht unerheblicher Unterschied.

In der untenstehenden Abbildung werden Anzahl Personen, Kilometerleistungen pro Person und Kilometerleistungen gesamt in 1.000 km in 3 Varianten verglichen:

- Umlegung der Quartiersbewertung mit Zuteilung 100% Büro/Arbeitsstätte (orange Balken)
- Umlegung der Quartiersbewertung mit Zuteilung 50% Büro/Arbeitsstätte und 50% Schule/Ausbildungsstätte (türkise Balken)

²⁶ Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Sept 2017

²⁷ Sustainability Report 2019, FH Technikum Wien, DI Michael Schwingshackl, Manuel Della-Rosa, BSc, Michaela Golser, BSc, DI(FH) Romana Ransmayr, Calvin Szczur, BSc

- Umlegung klimaaktiv Kennzahlen Büro/Arbeitsstätte (mit Berücksichtigung Modals Split nach Nutzung) (blaue Balken)

Aus diesem Vergleich wird ersichtlich, dass die Summen der Verkehrsleistung lt. Befragung sowohl bei Betrachtung der Gesamt-Verkehrsleistung, als auch bei der Verkehrsleistung MIV fast exakt den Summen der Verkehrsleistung in der Variante Quartiersbewertung (nach UAP) mit Zuteilung 100% Büro/Arbeitsstätte entsprechen.

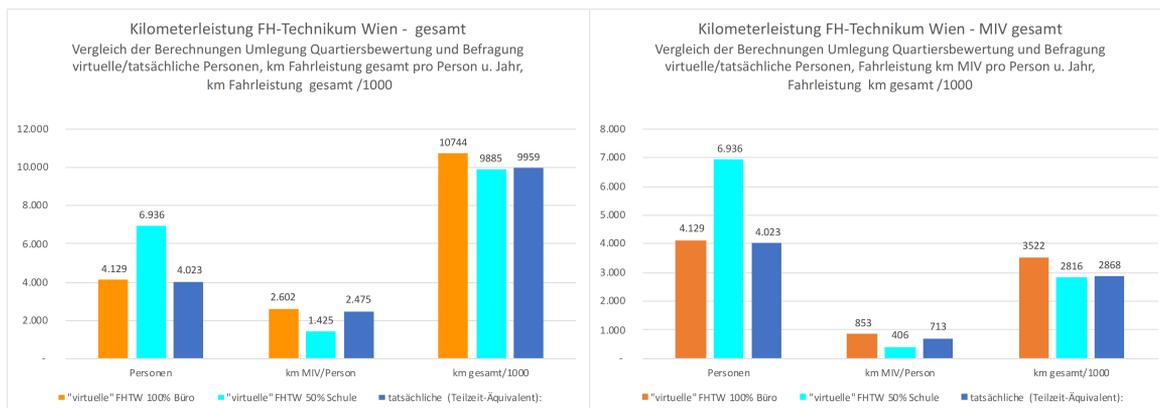


Abbildung 22 Vergleich Kilometerleistung MIV FH-Technikum in der Quartiersbewertung und nach klimaaktiv-Zuordnung

Mobilitätskonzept und Abschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen auf die Verkehrsleistung

Die Wirksamkeit der, im Mobilitätskonzept untersuchten, Maßnahme wurden zu drei Maßnahmenpaketen geschnürt:

- Das „Maßnahmenpaket gesamt“ umfasst alle untersuchten Maßnahmen
- Das „Maßnahmenpaket“ reduziert umfasst die untersuchten Maßnahmen mit Kosten unter € 1,-/km eingesparter Verkehrsleistung
- Das „Maßnahmenpaket stark reduziert“ umfasst die untersuchten Maßnahmen mit Kosten unter € 0,5 und eine Reduktion der Homeoffice-/Onlinelehre - Möglichkeiten

und in 2 Varianten abgeschätzt:

- der (pessimistischen) Minimalvariante und
- der (optimistischen) Maximalvariante.

Die Emissionen aus den Verkehrsleistungen der einzelnen Verkehrsträger in den verschiedenen Varianten wurden, analog der Quartiersbewertung und dem Klimaaktiv Berechnungstool für Mobilitätstool | Alltagsmobilität in Siedlungen und Quartieren nach untenstehender Tabelle berechnet.

Tabelle 8 Emissionskennzahlen Umweltbundesamt Juni 2021

Verkehrsträger	Kennzahlen UBA		Umlegung Campus		Kennzahlen Plus-Energie Campus	
	Spezifische THG-E	Spezifische PEB	Anm.	Grundlage	Spezifischen THG-E	Spezifischen PEB [kWh/Pkm]
zu Fuß	0,0	0,00	Zusammenfassung		0,0	0,0
Fahrrad	0,0	0,00				
Moped/Motorad	126,8	0,48	Zusammenfassung nach MS 91a	2,7	280,3	1,07
PKW LenkerIn	216,5	0,83		574,6		
PKW MitfahrerIn	216,5	0,83		167,9		
PWK Erdgas	137,8	0,66	nicht betrachtet			
PKW Elektro	95,9	0,50	Schnitt	0,0	73,8	0,47
PKW Elektro UZ 46	51,6	0,43		0,0		
Stadt-Regionalbus	51,3	0,19	Zusammenfassung nach Modal Split Befragung	77,8	23,8	0,19
Straßenbahn/Ubahn	13,8	0,14		202,7		
Eisen-/Schnellbahn oder Fernzug	14,4	0,13		718,6		
Reisebus	57,9	0,22		0,0		
Flug nat.	964,6	1,4			964,6	1,4
Flug int.	394,7	0,57			394,7	0,57

4 Plus-Energie-Campus

Das folgende Kapitel präsentiert die Vorgangsweise und Ergebnisse der Sondierung möglicher Szenarien, die FHTW am Höchstädtplatz durch bauliche und mobilitätsbezogene Maßnahmen zu einem Plus-Energie-Campus zu transformieren. Die Vorgangsweise gliederte sich in folgende Schritte, denen jeweils ein nachfolgendes Kapitel gewidmet ist:

1. Recherche des Status Quo: **Fehler! Keine gültige Verknüpfung.Fehler! Keine gültige Verknüpfung.**

Fehler! Keine gültige Verknüpfung.

4.1 Vergleichbare Projekte

4.1.1 Technische Universität Wien - Getreidemarkt

Im Rahmen des Programms Haus der Zukunft wurde mit „Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien“ im Jahr 2014 bereits eine Sondierung einer Hochschul-Sanierung auf Plusenergie-Standard erforscht und in weiterer Folge erfolgreich umgesetzt.²⁸ (H. Schöberl et al., 2014)

Ziel des Projekts war die Errichtung des Plus-Energie-Standards (PES) primärenergetisch am Standort inkl. aller Bürogeräte und Server. Das Gebäude wurde so geplant, dass es eine Nettogrundfläche (NGF) von 13.500 m² sowie 11 Stockwerke hat und rund 700 arbeitenden Personen Platz bietet. Nach dem Plan erfolgt die Abdeckung des Primärenergiebedarfs über die PV-Anlage, die Abwärmenutzung aus Serverraum – und Nutzung in Bauteilaktivierung - und die Energierückgewinnung der Aufzugsanlage.

Um PES erreichen zu können, wurden eine Reihe von Maßnahmen gesetzt. Die Reduktion des Energieverbrauchs hat nicht nur die Verbesserung der thermischen Hülle beinhaltet, sondern auch Umstellung auf hocheffiziente Haustechnik und elektrische Geräte, sowie Verwendung von LED-Beleuchtungen.

Das Bestandsgebäude bestand aus zwei unterscheidenden Baukörpern. Der erste Körper ist ein Hochhaus und besteht aus einem Tiefkeller, zwei Untergeschoßen, dem Erdgeschoß, zehn weiteren Obergeschoßen und einem Dachgeschoß. Der andere Körper ist ein vorgelagerter Hörsaal und Bibliothek.

In dem Projekt wurde die folgende Definition für Plus-Energie verwendet:

„Ein Plus-Energie Gebäude ist ein Gebäude, bei dem der totale Primärenergiebedarf (Gebäudebetrieb+Nutzung+Eigendeckung) sehr gering ist.“

²⁸ H. Schöberl, R. Hofer, M. Leeb, T. Bednar, G. Kratochwil, 2014. Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien.

Als Bilanzgrenze wurde neben Heizung, Kühlung und Lüftung auch Büro- und Küchengeräte, Server, die technische Gebäudeausstattung und die Beleuchtung herangezogen. (H. Schöberl et al., 2014, S.21)

Durch die Maßnahmen konnte eine Reduzierung des Energieverbrauchs auf ca. 10% des Bestandsgebäudes erreicht werden, welcher durch die PV-Anlagen, die Serverabwärmenutzung und die Energierückgewinnung des Aufzugs gedeckt werden konnte.

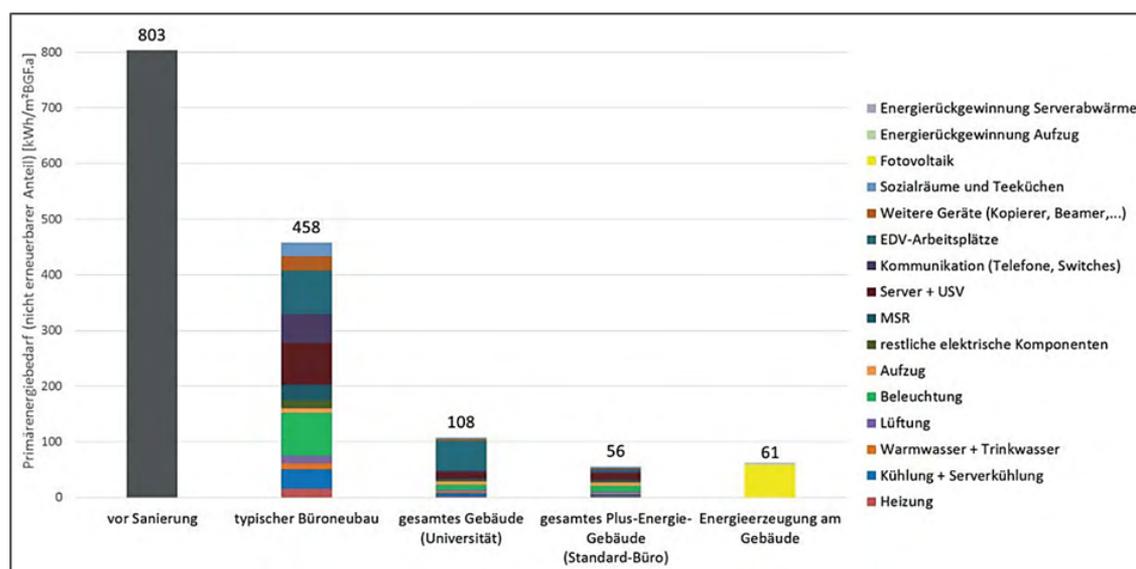


Abbildung 23 Primärenergiebilanz der betrachteten Gebäudevarianten (H. Schöberl et al., 2014, S.9.)

4.1.2 Otto-Wagner-Areal

Das Otto-Wagner-Areal auf der Baumgartner Höhe liegt im westlichen Wiener Bezirk Penzing. Durch die Revitalisierung des Areals ist geplant, dass die Central European University (CEU) mit dem Wintersemester 2025/26 ihren Betrieb aufnimmt. Im Rahmen eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm Stadt der Zukunft wurde eine Machbarkeitsanalyse durchgeführt. Das Ziel der Analyse bestand darin, eine fundierte Entscheidungshilfe für eine international richtungsweisende Sanierung und Erneuerung eines historischen Areals unter den Aspekten, wie Reduktion des Endenergiebedarfs des Gesamtareals um 90% gegenüber dem Bestand, Bereitstellung des Rest-Endenergiebedarfs durch erneuerbare Energien vor Ort, bereitzustellen.²⁹

Neben der Sanierung der Dächer und der Bodenplatten waren weitere Maßnahmen, wie Minimieren der Wärmebrücken sowie Heizen und Kühlen über effiziente Flächensysteme für das denkmalgeschützten Areal umzusetzen. Um den Plus-Energie-Standard erreichen zu können, wurde die Luftdichtheit und die Kastenfenster optimiert sowie der Einbau eines Sonnenschutzes geplant. Zusätzlich zu einer PV-Anlage wurden hocheffiziente Beleuchtungssysteme, Warmwasser-Aufbereitung und Lüftungsanlagen mit

²⁹ K. Schlögl, C. Kresser, E. Schrieffl, H. Schöberl, I. Artner, S. Chatterjee, D. Üрге-Vorsatz, D. Üрге, K. Stieldorf, F. Gharakhanzadeh, I. Stieldorf, G. Lang, M. Lang, T. Lebinger, G. Jedliczka, B. Mayr, 2021. Machbarkeitsanalyse zertifizierte Plus-Energie-Quartier-Sanierung des denkmalgeschützten Otto-Wagner-Areals (OttoWagner-ArealPlus) (No. 3/2021). Vienna.

Wärmerückgewinnung als Maßnahme ausgedacht, umzusetzen. Weiters wird das Areal durch effizientes Wärmepumpensystem über Erdwärmetiefensonden versorgt.

Die Bilanzierungsmethode für Plus-Energie-Standard orientiert sich an international gängigen Merkmalen, wie

- Primärenergie (in kWh_{PE}/m²a) als Bewertungsindikator
- Einbezogene Energiedienstleistungen: Heizen, Kühlen, Warmwasser, Lüftung, Beleuchtung, MSR und Aufzüge, Nutzung
- Räumliche Systemgrenze: erneuerbare Energiequellen an der Gebäudehülle und am Grundstück
- 1 Jahr als Bilanzzeitraum
- Stationäre Monats-Energiebilanzen

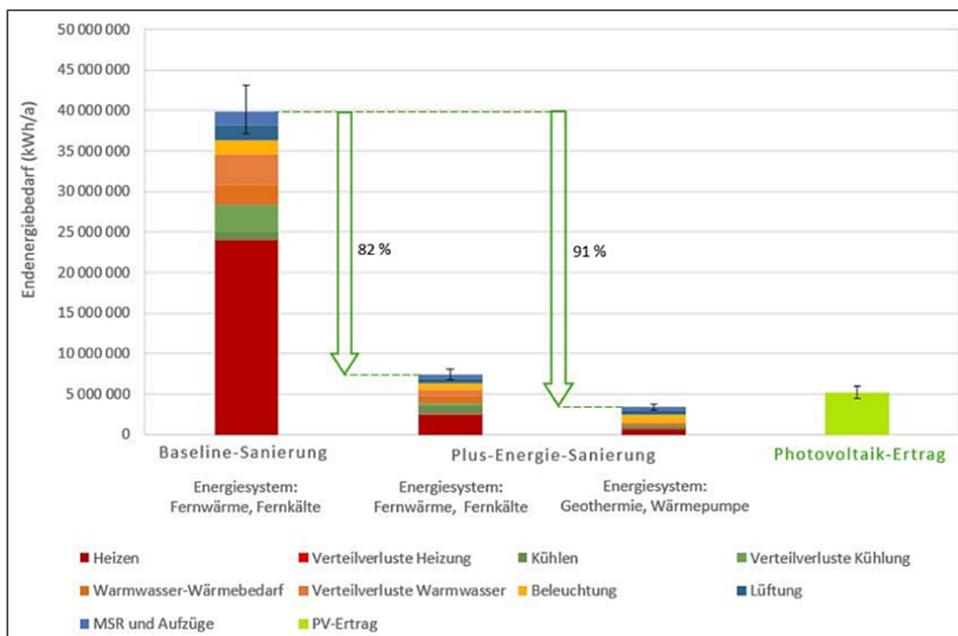


Abbildung 24 Energiebilanz der betrachteten Gebäudevarianten (K. Schlögl, et al., 2021, S.8.)

4.1.3 Andere Klimaneutrale Hochschulen

Darüber hinaus gibt es eine Reihe an Projekte und Aktivitäten an nationalen und internationalen Hochschulen, darunter folgende Beispiele:

Österreich:

- Wirtschaftsuniversität Wien
 - <https://www.wu.ac.at/universitaet/news-und-events/news/details-news/detail/wu-ist-erste-klimaneutrale-universitaet-oesterreichs-1/>
- Technische Universität Graz bis 2030
 - <https://www.tugraz.at/tu-graz/universitaet/klimaneutrale-tu-graz/roadmap#c455542>

Deutschland: Müller, J., Person, R.-D., 2020. Machbarkeitsstudie klimaneutraler Campus (Seite 10-12) https://www.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/UniHome/Vielfalt/Stabsstelle_Diversity/2-MachbarkeitsstudieKlimaneutralerCampus-032020.pdf

- Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
- Universität zu Kiel
- Leuphana Universität Lüneburg
- Hochschule für Technik Stuttgart
- Umwelt-Campus Birkenfeld der Hochschule Trier

Schweiz:

- Universität Zürich bis 2030
 - <https://www.sustainability.uzh.ch/de/policy-reporting/sustainability-policy/klimaneutralitaet.html>
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich bis 2030
 - <https://ethz.ch/studierende/de/news/studierenden-news/2022/10/klimaneutrale-eth-zurich-eine-gemeinschaftsaufgabe-von-grosser-tragweite.html>
- Berner Fachhochschule bis 2030
 - <https://www.bfh.ch/de/strategische-themenfelder/nachhaltigkeit/nachhaltigkeitsbericht-2021/nachhaltiger-betrieb0/energie-und-klima/>

4.2 Bestand

Die Fachhochschule Technikum Wien wurde 1994 gegründet, hat Standorte im 20. und im 21. Wiener Gemeindebezirk und bildet derzeit mehr als 4.500 Studierende in 30 Bachelor- und Masterstudiengängen aus. Der Campus umfasst fünf Standorte (A-B-C-E-F) – das Hauptgebäude (F) und drei Nebengebäude bzw. Räumlichkeiten (A-B-C) am Höchstädtplatz und die ENERGYbase (21. Bezirk), die als Hauptstandort für die Studiengänge Erneuerbare Energien dient. Nachdem 2003 das A-Gebäude bezogen wurde, kam 2008 der zweite Standort in Floridsdorf hinzu. 2013 wurde dann das heutige Hauptgebäude (F) bezogen.



Abbildung 25 Campusgebäude am Höchstädtplatz, Bauteile A, B, C und F



Abbildung 26 Campusgebäude Energybase, Bauteil E

Im Zuge des Forschungsprojekts werden lediglich die Gebäude A, B und F als bestehender Campus betrachtet. Die Flächen im Gebäude C beschränkten sich auf 2 Stockwerke, sind Teil eines Wohnhochhauses und werden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen.

In folgender Abbildung ist der Baugrundkataster der Stadt Wien am Standort der FH Technikum Wien zu sehen. Mit grünem Haken gekennzeichnete Grundstücke sind in der energetischen Betrachtung inkludiert. Rot gekennzeichnete Grundstücke werden nicht berücksichtigt und das orange gekennzeichnete Grundstück wird in der Campusbetrachtung ebenfalls miteinbezogen.

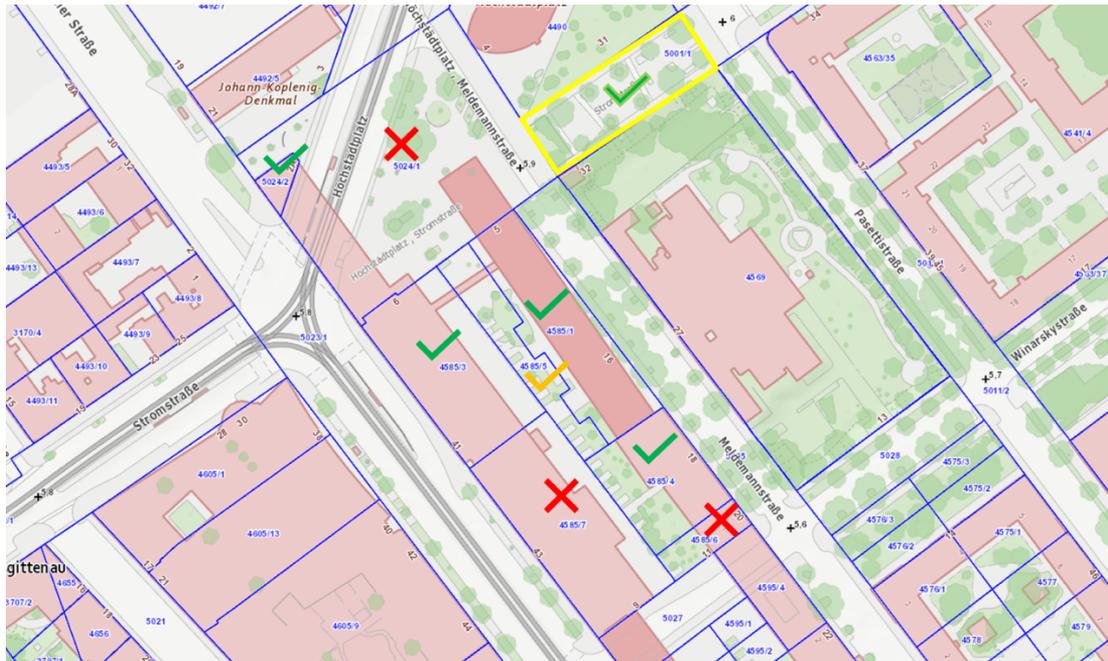


Abbildung 27: betrachtete Grundstücke aus Baugrundkataster Höchstädtplatz

In der untenstehenden Tabelle sind die Grundstücksflächen nach Grundstücksnummer aufgeschlüsselt. Die Maße wurden dem Baugrundkataster mittels Online-Messtool entnommen.

Tabelle 9: Grundstücke Höchstädtplatz nach Grundstücksnummer und Fläche

Grundstücksnummer	Fläche [m ²]	Anmerkung
5024/2	152	Ja
4585/3	2.003	Ja
4585/5	855	Ja
4585/1	1.797	Ja
4585/4	1.260	Ja
5001/1	1.483	teilweise
5024/1	5.686	Nein
4585/7	2.318	Nein
4585/6	344	Nein

4.3 Städtebauliche Szenarien und Entwicklungsstrategien

Zu Beginn des Sondierungsprojekts wurde ein städtebaulicher Entwurfsworkshop mit Ao.Univ.-Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr. Erich Raith und Arch. Dipl.-ing. Reinhardt Gallister durchgeführt, die für das aktuell gültige städtebauliche Konzept des Höchstädtplatz aus 1991 verantwortlich zeichnen.

Ziele des Prozesses waren **erstens** die Erstellung eines systematischen **Überblicks über die Flächenpotentiale**, die der FHTW kurz- und langfristig zur Verfügung stehen könnten und diese **Zweitens** hinsichtlich der für die beteiligten Stakeholder relevanten **Kriterien qualitativ zu bewerten**. Der Workshop gliederte sich in folgende Phasen:

1. Auswahl und Definition von 8 Bewertungskriterien zu einem **Kriterienkatalog**
2. Sammlung möglicher Szenarien, anschließende spontane Diskussion
3. Bewertung der gesammelten Szenarien anhand der festgelegten Kriterien aus Punkt 1.
4. Zusammenfassung und weitere Schritte

4.3.1 Städtebauliche Kriterien

Folgende Städtebaulichen Kriterien wurden im Workshop definiert:

Tabelle 10 Workshop Städtebau: Kriterienkatalog für den Plus-Energie-Campus

	<i>Kriterium</i>	<i>Beschreibung</i>
1	Kurzfristige Verfügbarkeit	Realisierungshorizont innerhalb 3 Jahren möglich
2	Langzeit-Perspektive	im Hinblick auf Erreichen der Kapazitätsgrenzen des Standorts Höchstädtplatz
3	Campus-Fähigkeit	Erfüllbarkeit eines Campus-Gedanken, sprich: <ul style="list-style-type: none"> - fußläufige Erreichbarkeit in wenigen Minuten - Freiraumqualität zwischen den Standorten - Wohnen/Studentenheim – „war eine Idee“
4	Gebäudetypologie	Beinhaltet Flexibilität und Nutzungsoffenheit, sowie Komplexität der Bauaufgabe
5	Herzeigbarkeit	Beinhaltet einerseits architektonische und ästhetische „Zeichenhaftigkeit“, andererseits die Möglichkeit zum „Showcase“ der FHTW Highlights aus Sicht der Studierenden wie Digitale Fabrik.
6	Plus-Energie-Fähigkeit	Potential zu zukunftsfähigem, minimalem Emissionsausstoß und Energieverbrauch, PV-Potential
7	Living Lab-Fähigkeit	Potential, das Gebäude selbst in Forschung und Lehre zu nutzen und diese Verwendung sichtbar zu machen. Fähigkeit zur Wissenschaftskommunikation
8	Städtebauliche Qualität	Integration in den Stadtraum, Qualität der Nutzungs- und Freiraumstruktur, Qualität der Erschließung und des Mikroklimas

Von einer Bewertung der Wirtschaftlichkeit (sowohl Betriebs- und LZ-Kosten) wurde abgesehen, da zu diesem Zeitpunkt noch zu viele Faktoren nicht abschätzbar waren.

4.3.2 Prinzipielle Szenarien

Die untenstehende Abbildung zeigt die, im städtebaulichen Workshop näher betrachteten Flächen zur Erweiterung der Fachhochschule Technikum Wien, sowie einen Überblick über die untersuchten Szenarien:



Abbildung 28 Übersicht der im städtebaulichen Workshop näher betrachteten Erweiterungsflächen

Tabelle 11 Workshop Städtebau: identifizierte Szenarien und Entwicklungsstrategien für die FH Technikum Wien

	<i>Szenario</i>	<i>Beschreibung</i>
A	Transformation im Bestand	Schaffung zusätzlicher Nutzflächen durch Umstrukturierung, beispielsweise des A- oder F-Erdgeschoßes und Aula, Mensa, sowie der Lager im UG, Auch die Aufstockung des A- bzw. F-Gebäude ist möglich
B	Zubauten an den Bestand zwischen A & F-Gebäude	Beispielsweise in Form eines „Schilds“ vor das A-Gebäude (7 Geschoße)
C	Nachverdichtung Bereich Hochhaus (Wohnturm) Varianten	4-5 -stöckige dreieckige Blockrand Bebauung Ecke auf dem derzeitigen Standort eines 1 geschoßigen Car-Ports
D	Spielband/Stromstraße	Neubau am Spielplatz Ende Stromstraße. Grünes, innovatives Living Lab mit hoher Herzeigbarkeit und Sichtbarkeit. Die maximale Höhenentwicklung wäre (z.B. durch eine städtebauliche Studie oder einen Wettbewerb) zu eruieren.
E	„Brettldorf“	Campus-Entwicklung im Bereich Leithastraße mit flexibler Konfiguration
F	Nordwestbahnhof	Campus-Entwicklung im Bereich der Baufelder 1a, 1b, 2, 18, 19
G	Temporäre Provisorien	Temporäre Übergangslösungen z.B. im Hinblick auf die Entwicklungsszenarien E und F
H	Zufällige „Funde“ Angrenzende (MA21, Brigittapassage)	z.B. schon jetzt anmietbare Geschäfts- und Büroflächen im Bereich der benachbarten Brigitta-Passage oder an anderen Standorten im Umfeld

4.3.3 Bewertung (Stärken/Schwächen-Analyse)

Die Bewertung der gesammelten Szenarien anhand der festgelegten Kriterien aus Punkt 1 kann im Rahmen dieser Sondierung nur qualitativ erfolgen:

Tabelle 12 SWOT-Analyse Städtebaulicher Workshop

	A Transformation	B Zubauten	C Nachverdichtung HH	D Spielband Stromstr	E Brettldorf	F Nordwestbahnhof	Temp. Provisorien	Funde
	gemeinsam betrachtet							
1 Zeit kurz	++	-	-	--	--		Nicht im Detail betrachtbar / Sinnvoll	
2 Zeit lang	++	?	≈	?	++			
3 Campus	++	++	++	+	+			
4 Gebäudetyp	≈	+	++	+++	++			
5 Herzeigbarkeit	+	++	+++	+	+			
6 Plus-Energie-Fähigkeit	+	-	++	++	++			
7 Living Lab	+?	+	++	++	++			
8 Städtebaul. Qualität	≈ kann +	+	+?	kann +++	kann ++			

4.3.4 Ergebnis: 4 Varianten

Als Ergebnis des städtebaulichen Workshops zur Entwicklung von Szenarien für den Campus wurden folgende 4 baulichen Varianten festgelegt:

1. Bestand (kein Zubau)
2. POS (Bestand mit "Schild" und "Flunder")
3. MUG (Bestand mit Treppe und Aufbau)
4. Plus-Base (Neubau Plusbase)

Diese Varianten werden in den folgenden Kapiteln im Detail untersucht.

Die untenstehende Grafik gibt einen Überblick über die, in den jeweiligen baulichen Varianten beinhalteten Gebäudebestände:

Bauliche Varianten	A-Gebäude	B-Gebäude	F-Gebäude	Plus-Base
Bestand	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MuG	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plus-Base	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Abbildung 29 Überblick der baulichen Varianten 1-4 und der einbezogenen Bestands-Gebäudeteile

Inklusive Bestand weisen die baulichen Varianten folgende Nettogeschossflächen aus:

1 Bestand		23.820	m^2_{NGF} Bestand =	23.820	m^2_{NGF} gesamt
2 POS	2.377 m^2_{NGF} Nachverdichtung	23.820	m^2_{NGF} Bestand =	26.197	m^2_{NGF} gesamt
3 MUG	2.158 m^2_{NGF} Nachverdichtung	23.820	m^2_{NGF} Bestand =	25.978	m^2_{NGF} gesamt
4 Plusbase	2.475 m^2_{NGF} Neubau	23.820	m^2_{NGF} Bestand =	26.295	m^2_{NGF} gesamt

Brutto-Grund-, Netto-Grund- und konditionierte Netto-Grundflächen der einzelnen Gebäudeteile sind in der untenstehenden Tabelle gegenübergestellt. Die unterschiedliche Qualität der Quellen für den Bestand (Raumbuch, CIS-Raumliste und Pläne) aus einem Zeitraum von etwa 20 Jahren bereitete einige Schwierigkeiten in der Flächenaufstellung.

Tabelle 13: Flächenaufstellung der betrachteten Gebäude

Flächen-aufstellung	A-Gebäude	B-Gebäude	F-Gebäude	POS	MuG	Plus-Base
m^2_{BGF}	10.602	5.435	14.683	2.881	2.945	3.204
m^2_{NGF}	9.124	4.677	12.151	2.785	2.528	2.863
$m^2_{NGF-konditioniert}$	7.973	4.108	11.729	2.377	2.158	2.475

4.3.4.1 Aufbauten (Raumbuch)

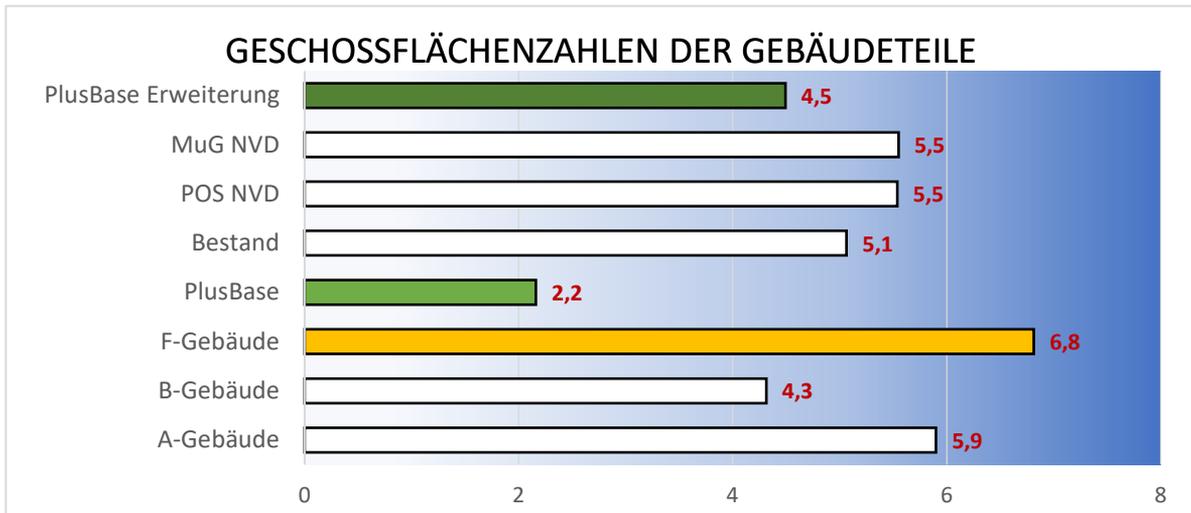


Abbildung 30: Geschossflächenzahl der Gebäude und der betrachteten Campusvarianten

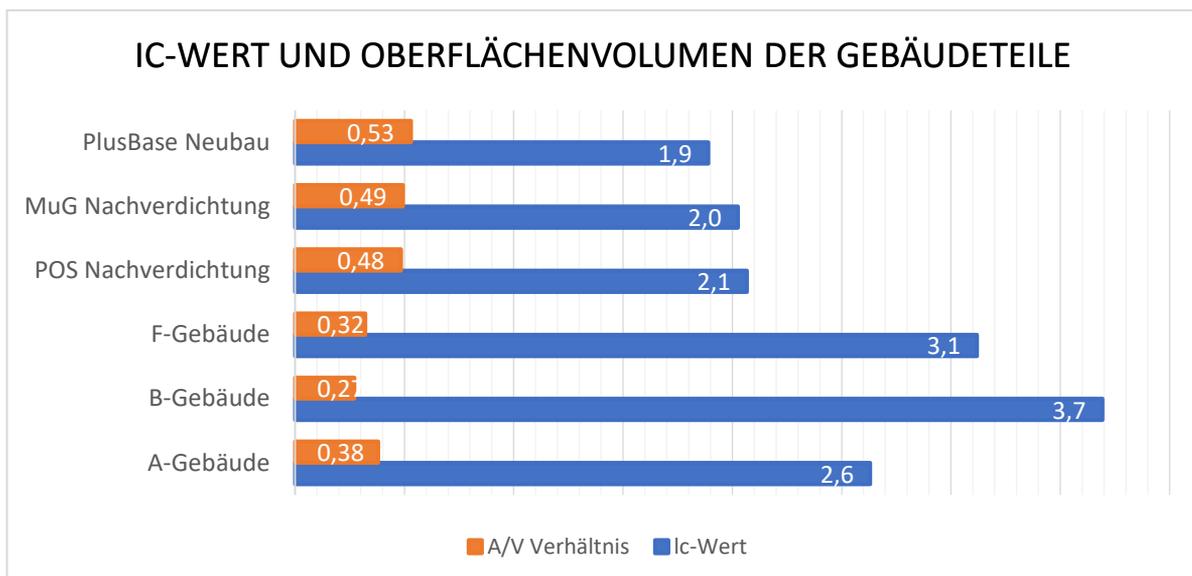


Abbildung 31: Ic Werte und Oberflächen-Volumen Verhältnis der betrachteten Gebäude (Übersicht_Raumbuch „Bestand“)

Details zu den baulichen Varianten finden sich in den folgenden Unterkapiteln

4.3.4.2 Variante 1: Bestand

Die Bestandsgebäude A, B und F weisen insgesamt eine Nettogeschossfläche von 23.820 m²_{NGF} aus. Die untenstehende Abbildung zeigt die Lage der Bestandsgebäude und die Aufteilung der jeweiligen Nettogeschossflächen.

Bauteil A (orange markiert)	7.983 m ² _{NGF}
Bauteil B (gelb markiert)	4.108 m ² _{NGF}
Bauteil F (blau markiert)	11.729 m ² _{NGF}
gesamt	23.820 m ² _{NGF}

Der, in der Grafik grün markierte Bauteil C wird aus den weiteren Betrachtungen ausgeklammert



Abbildung 32 Aufteilung der Nettogeschossflächen Bestandsgebäude Bauteile A, B und F

4.3.4.3 Variante 2: „POS“

Die Variante 2 namens „**POS**“ sieht eine Nachverdichtung des Gebäudebestandes im Ausmaß von gesamt 2.377 m²_{NGF} vor. Die Nachverdichtung erfolgt in Form eines Vorbaus („Schild“) und einer Erweiterung der bestehenden Verbindungsbrücke („Flunder“ zwischen den Bauteilen A und F).

Die Vorteile dieser architektonischen Lösung:

- Freies Erdgeschoss für die öffentliche Freiraum Nutzung – Gute Belichtung in der Erweiterung, Erhalt der Belichtung für den öffentlichen Raum
- Weitgehende Kontinuität des städtebaulichen Masterplans
- Neue Fassade als mögliche Solar- und Grünfassade, verbesserte Lebensqualität und Biodiversität
- Gutes BGF/NF Verhältnis
- Erweiterte Brücke mit gemeinsamer Funktion besetzen = Veranstaltungsraum für beide Gebäude

Ein Nachteil dieser baulichen Lösung wird in der Betroffenheit des Bestandsgebäudes durch die Zubau-Arbeiten während der Bauzeit gesehen. Im Falle einer Sanierung des Bestandsgebäudes fällt dieser Nachteil weg.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Ansicht und einen Planungs-Querschnitt der Variante „POS“:

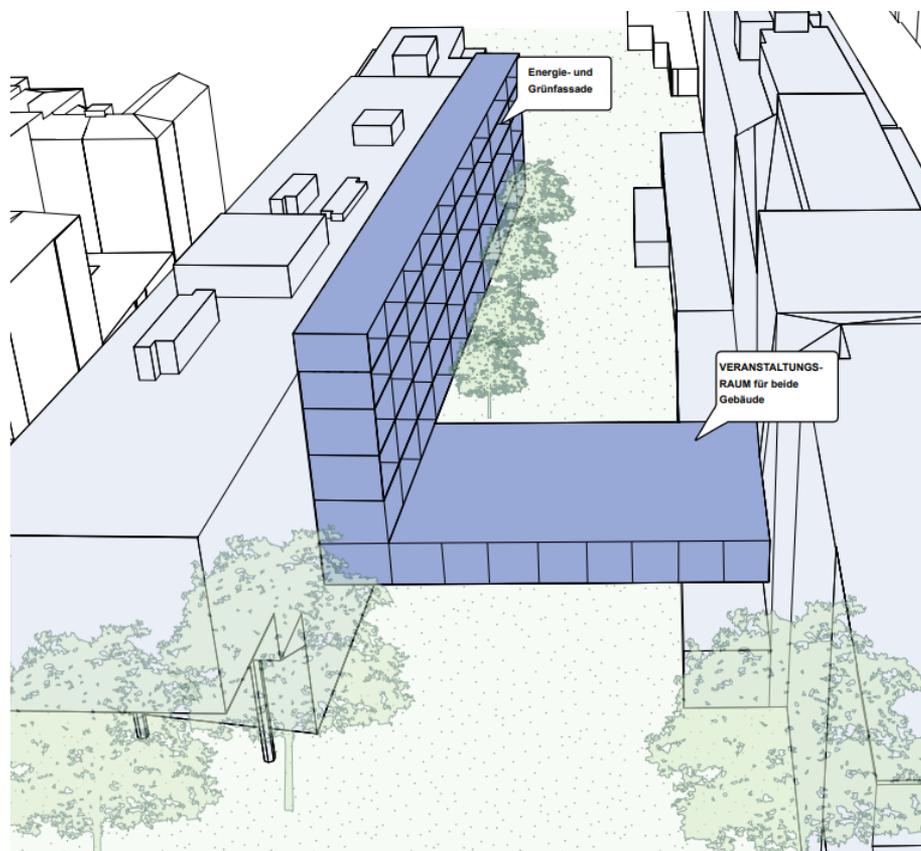


Abbildung 33 Darstellung Entwurf POS-Architekten für einen Zubau FH Technikum Wien (Quelle: POS Architekten)



Abbildung 34 Rendering bauliche Variante 2 "POS" aus Sicht des Fußweges zwischen den Gebäudeteilen (Quelle: POS Architekten)



Abbildung 35 Rendering bauliche Variante 2 "POS" Ansicht PV Dachgarten (Quelle: ITI, AG Riess, Bauen, BOKU Wien)

4.3.4.4 Variante 3 „MUG“ (Aufstockung und Vorbau)

Die bauliche Variante „MUG“ (Entwurf Mayr und Glatzl) sieht eine Nachverdichtung des Gebäudebestandes im Ausmaß von gesamt 2.158 m²_{NGF} vor. Die Nachverdichtung erfolgt in Form einer Aufstockung von 2 Etagen (mit Terrasse) und eines turmförmigen Vorbaus im Eingangsbereich des A-Gebäudes

Die Vorteile dieser architektonischen Lösung:

- Wenig zusätzlicher Grundflächenbedarf
- Wenig Betroffenheit des Bestandsgebäudes durch die Zubau-Arbeiten

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen eine Skizze der Ansicht, einen Planungs-Querschnitt der Aufbauten und ein Rendering der Terrasse der Variante „MUG“

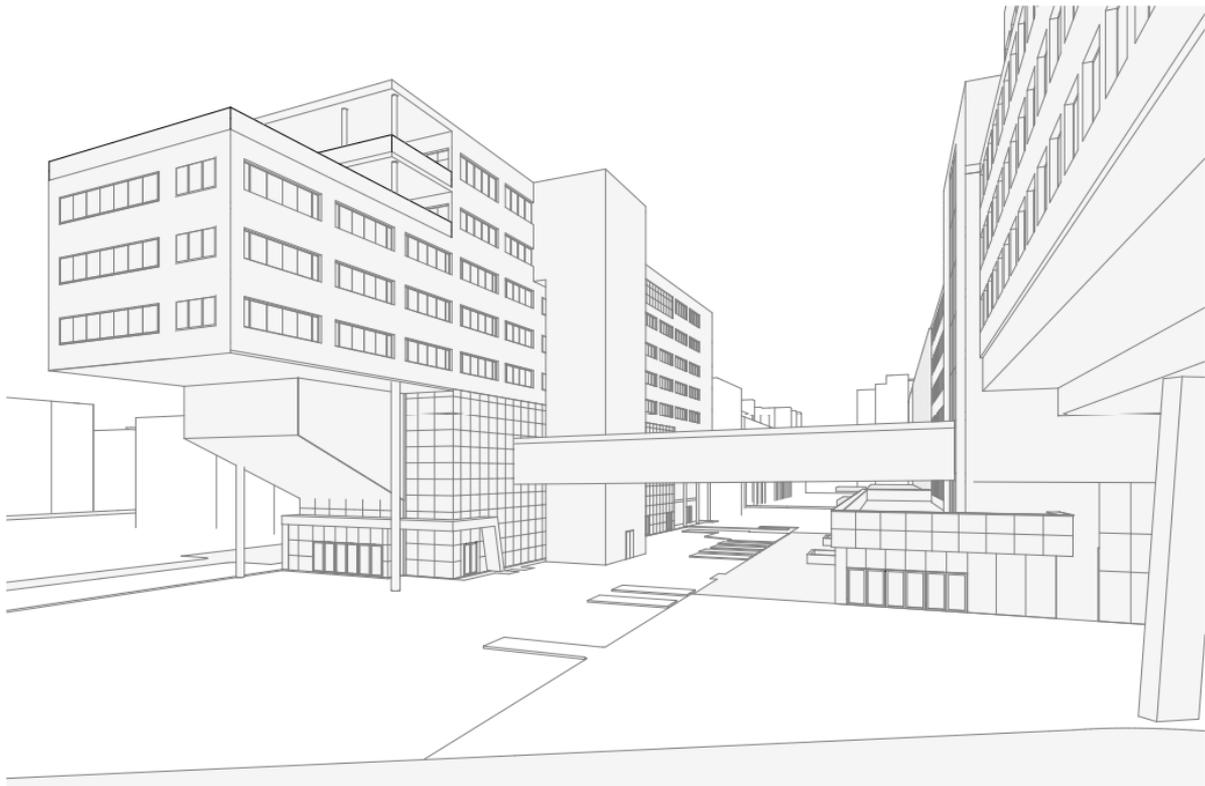


Abbildung 37 Skizze der Außenansicht bauliche Variante 3 "MUG" (Quelle Mayr und Glatzl)

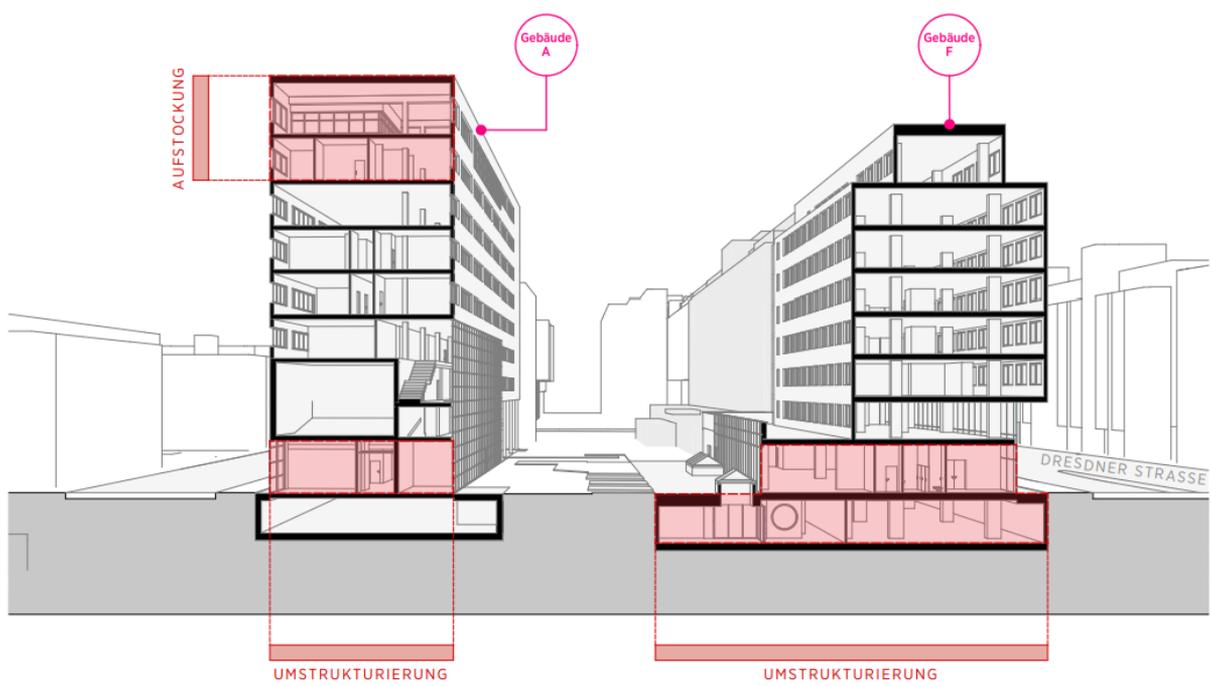


Abbildung 38 Skizze Querschnitt der baulichen Variante 3 "MUG" - Aufstockung (Quelle: Mayr und Glatzl)



Abbildung 39 Rendering der Terrasse bauliche Variante 3 „MUG“ (Quelle: Mayr und Glatzl)

4.3.4.5 Variante 4 „Plus-Base“ Neubau Stromstraße

In der vierten baulichen Variante „Plusbase“ wird der Campus um ein Gebäude erweitert. Die Lage des neuen Gebäudes in der Stromstraße wurde im Städtebaulichen Workshop (siehe Kapitel 4.3 Städtebauliche Szenarien und Entwicklungsstrategien) als geeigneter Standort für das langfristige Szenario eines zusätzlichen Neubaus entwickelt.

Die Vorteile dieser architektonischen Lösung:

- Gestaltungsfreiheit in der räumlichen Aufteilung (Neubau vs. Zubauten)
- Solare Architektur ermöglicht eine optimalen PV-Nutzung
- Weitere Abgrenzung des Campus
- Optimale Gestaltungsmöglichkeit für ein „Living Lab“ (siehe 5Living Lab)

Die untenstehende Abbildung zeigt den Lageplan des Neubaus „Plusbase“ in der Stromstraße

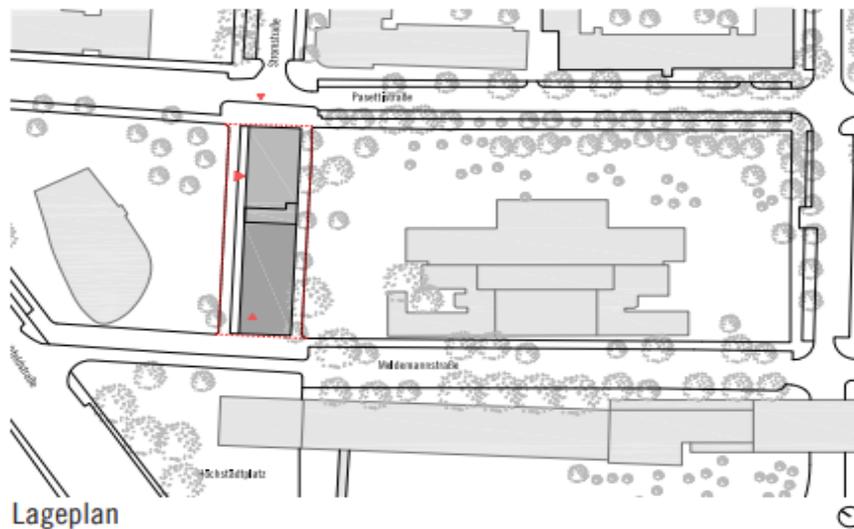


Abbildung 40 Lageplan Neubau Plusbase (bauliche Variante 4) in der Stromstraße (Quelle POS Architekten)

Die folgenden Abbildungen zeigen Lageplan, Querschnitts-Skizze und Renderings des Neubaus „Plusbase“

Energieflexibler Plus -Energie-Campus
Stromstraße Neubau

Schnitt
Ansicht

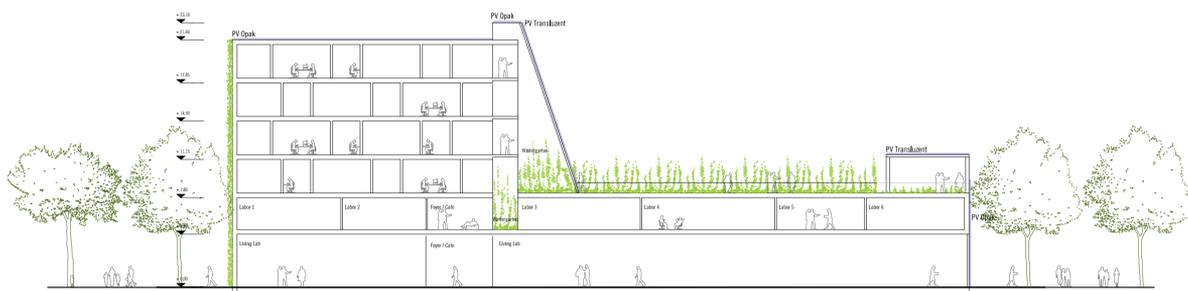


Abbildung 41 Skizze Querschnitt Plusbase – bauliche Variante 4 (Quelle: POS Architekten)



Abbildung 42 Rendering bauliche Variante 4 "Plusbase"



Abbildung 43 Rendering bauliche Variante 4 "Plusbase"

4.4 Road Map zum Plus-Energie-Campus: Das Gebäude-Energiekonzept

Im Rahmen dieser Sondierung wurde im Team der Projektpartner ein Energiekonzept entwickelt, das mit dem Plus-Energie-Campus umgesetzt werden kann. Die zentralen Maßnahmen in diesem Konzept sind:

1. Gebäudeseitige Maßnahmen
 - a. Hochqualitative thermische Hülle - Passivhausqualität
 - b. Effektive Verschattung
2. Heizen und Kühlen über Bauteilaktivierung:
 - a. Das Gebäude als thermischer Speicher
 - b. Trägheit des Systems und Nutzung der Speichermasse ermöglicht peak shaving bzw. Überbrückungen von Ausfällen. Wärmepumpe kann zum energetisch günstigsten Zeitpunkt in Betrieb sein
 - c. Fluidtemperaturen optimal für Wärmepumpeneinsatz
3. Wärmepumpe (Energiequelle Erdreich bzw. Grundwasser)
 - a. Betrieb möglichst mittels Stroms aus erneuerbaren Quellen
 - b. Demand-Side-Management: Regelung in Kombination mit Bauteilaktivierung zur energetisch optimalen Nutzung (wenn erneuerbarer Strom zur Verfügung steht)
 - c. Thermisches Laden der Bauteilspeichermassen um Lastspitzen im Netz abzufedern
4. Im Büro und Bildungsbereich Warmwasserbereitstellung über elektrische Kleinspeicher
 - a. Tendenziell niedriger Warmwasserbedarf
 - b. Wegfall von Zirkulationsverlusten
 - c. Wegfall von Speicherverlusten
 - d. Hygiene wird gewährleistet
5. Effiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
6. Großzügiger Einsatz von Photovoltaik
7. Wind peak shaving
8. Ausgeklügeltes MSR-Konzept (Demand-Side-Management)

Details zu den Maßnahmen für die jeweiligen baulichen Varianten (1-4) finden Sie in den folgenden Kapiteln.

Ausgehend von den Entwicklungsszenarien für den Plus-Energie-Campus wurde für die vier baulichen Varianten

- | | |
|-------------|--|
| Variante 1: | Bestand (Sanierung) |
| Variante 2: | „POS“ Nachverdichtung Entwurf POS |
| Variante 3: | „MUG“ Nachverdichtung Entwurf Mayr und Glatzl |
| Variante 4: | Plusbase Neubau Entwurf POS |

ein Energiekonzept erarbeitet, mit dem Ziel „Plus-Energie-Standard“ für den Campus der FH Technikum Wien zu erreichen. (energetische Variante B – PEQ und C-PEQ Öko). Davon ausgehend wurden die energetischen Vergleichsvarianten wie folgt definiert und erstellt:

- A. „**Bestand/Mini**“ (keine Sanierung, Neu- und Zubauten im OIB-Standard)
- B. „**PEQ**“ (Grundlage Energiekonzept zur Erreichung des Plus-Energiestandards)
- C. „**PEQ/Öko**“ (Einsatz von ökologischen Baustoffen ergänzend zum hohen energetischen Standard wie Variante B)
- D. „**Stand der Technik**“ (Sanierung nur für diejenigen Bauteile, in denen der Bestand unter OIB-Standard liegt, TGA Mindeststandards, Photovoltaik nur im Dachbereich)

In der Variante 4 „**Plusbase**“ (Neubau) können diese Maßnahmen – im Gegensatz zur Sanierung – ohne Rücksicht auf den Bestand eingesetzt werden und damit bereits in der Planung weitreichende Schritte in Richtung Plus-Energie in die Wege geleitet werden. Die Beschreibung der Maßnahmen in Kapitel 3.4.6 bezieht sich daher auf diese Neubauvariante – Abweichungen und Ergänzungen zur Umsetzung in den einzelnen baulichen Varianten finden sich in den Kapiteln 3.4.3 (Bestand) bis 3.4.6 (Plusbase).

4.4.1 Ausgangslage Haustechnik

Im Rahmen der Sondierung zeigte sich, dass in den einzelnen Bauteilen teilweise unterschiedliche Haustechniksysteme zum Einsatz kommen, jedoch einige Parallelen zu ziehen sind: Es kommen überwiegend Radiatoren und Fancoils zum Heizen/Kühlen zum Einsatz – nur im Bauteil F gibt es partiell eine Bauteilaktivierung. Es kommen sowohl Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluft zum Einsatz als auch reine Abluftanlagen. Die detaillierten Haustechnik-Schemata sind im Anhang beigefügt.

Folgende Tabelle zeigt die jeweiligen Anschlussleistungen der oben dargestellten Bestands-Anlagenkonzeptionierungen:

Leistungsaufstellung Bestand		Bauteil A		Bauteil B		Bauteil F	
		[kW]	[W/m ²]	[kW]	[W/m ²]	[kW]	[W/m ²]
			7.594 m ²		4.079 m ²		11.767 m ²
Heizen	Raum	385	51	172	42	478	41
	RLT	302	40	65	16	474	40
	Anschluss th.	690		237		950	
Kühlen	Raum	94	12	209	51	448	38
	RLT			76	19	551	47
	Server	30	4			59	5
	Anschluss th.	150		150		840	
Strom	RLT	22		10		109	
	Beleuchtung	38	5	20	5	59	5
	Heizen/Kühlen	60		60		312	
	Warmwasser						

Tabelle 14 Anschlussleistungen der Bestandsanlagen

Untenstehende Tabelle gibt den jährlichen Endenergiebedarf (am Beispiel 2018), aufgeschlüsselt nach Energiedienstleistung, wieder:

Verbrauch aus Stromabrechnung 2018			
	Endenergie	f _{PE}	Primärenergie
Lüftung	25 kWh/m ²	1,63	40,75 kWh/m ²
Beleuchtung	11 kWh/m ²	1,63	17,93 kWh/m ²
Kühlen	33 kWh/m ²	1,63	53,79 kWh/m ²
Warmwasser	3 kWh/m ²	1,63	4,89 kWh/m ²
Gesamt	72 kWh/m²	1,63	117,36 kWh/m²
Verbrauch aus Fernwärmeabrechnung 2018/19			
Gesamt	71 kWh/m²	1,51	107,21 kWh/m²

Tabelle 15 Verbrauch der Bestandsanlagen 2018

4.4.2 Grundlagen

Die Erfahrung aus vorangegangenen Plus-Energie-Projekten zeigt, dass die Maximierung der Energieflexibilität ein entscheidender Schritt zur Minimierung des Primärenergiebedarfes ist. Damit ein Gebäude energieflexibel ist, muss es seinen Bedarf an die Verfügbarkeit anpassen bzw. umgekehrt betrachtet, eine so hohe Resilienz haben, dass der Betrieb und der Komfort auch dann sichergestellt werden können, wenn die Energieversorgung volatil ist. Somit kann ein auf erneuerbaren Energiequellen basierendes Energiesystem eingesetzt werden und zusätzlich auf Schwankungen (Volatilität) im übergeordneten Netz reagiert werden: Lastspitzen abfedern („peak shaving“ bzw. „Dunkelflauten“ überbrücken).

Um diese Ziele zu erreichen, kommt ein Verbund folgender Konzepte in Frage:

1. Gebäudeseitige Maßnahmen
 - a. Hochqualitative thermische Hülle - Passivhausqualität
 - b. Effektive Verschattung
2. Heizen und Kühlen über Bauteilaktivierung:
 - a. Das Gebäude als thermischer Speicher
 - b. Trägheit des Systems und Nutzung der Speichermasse ermöglicht peak shaving bzw. Überbrückungen von Ausfällen. Wärmepumpe kann zum energetisch günstigsten Zeitpunkt in Betrieb sein
 - c. Fluidtemperaturen optimal für Wärmepumpeneinsatz
3. Wärmepumpe (Energiequelle Erdreich bzw. Grundwasser)
 - a. Betrieb möglichst mittels Stroms aus erneuerbaren Quellen
 - b. Demand-Side-Management: Regelung in Kombination mit Bauteilaktivierung zur energetisch optimalen Nutzung (wenn erneuerbarer Strom zur Verfügung steht)
 - c. Thermisches Laden der Bauteilspeichermassen, um Lastspitzen im Netz abzufedern
4. Im Büro und Bildungsbereich Warmwasserbereitstellung über elektrische Kleinspeicher
 - a. Tendenziell niedriger Warmwasserbedarf
 - b. Wegfall von Zirkulationsverlusten
 - c. Wegfall von Speicherverlusten
 - d. Hygiene wird gewährleistet
5. Effiziente Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
6. Großzügiger Einsatz von Photovoltaik
7. Wind-Peak-Shaving
8. Ausgeklügeltes MSR-Konzept (Demand-Side-Management)

Das darauf beruhende Energiekonzept ist in der Lage, den Spagat aus Energieflexibilität und hohen Komfortansprüchen sicherzustellen.

4.4.2.1 Gebäudehülle

Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die Ausgestaltung der wichtigsten Bauteile der Gebäudehülle in den jeweiligen energetischen Varianten.

energetische Varianten	A Referenz	B PEQ	C PEQ Öko	D SotA
Außenwände ohne PV Neubau	StB-Wand WDVS / Dämmung EPS	wie Variante A - Dämmstärke PH	StB-Wand / Dämmung Kork (PH)	wie Variante A
Außenwände mit PV Neubau ausg. Aufstockung	StB-Wand hinterlüftet / Dämmung Glaswolle	wie Variante A - Dämmstärke PH	StB-Wand Holzrahmen hinterlüftet / Dämmung Hanf (PH)	wie Variante A
Außenwände Sanierung Bestand unter OIB	keine	Dämmung EPS auf PH	Dämmung Kork + 16 cm	EPS auf OIB Standard(+6 cm)
Außenwände Sanierung Bestand OIB	keine	Dämmung wie Neubau	Dämmung wie Neubau	keine
Außenwände Aufstockung Neubau	StB-Wand / Dämmung EPS OIB	Dämmung EPS PH	Holzrahmen Leichtbau / Dämmung Zellulose (PH)	wie Variante A
Fundamente neu	WU-Beton/ XPS (OIB)	wie Variante A	wie Variante A	wie Variante A
Dach Plusbase und POS	Warmdach Stb / EPS OIB	Warmdach Stb / EPS (PH)	Warmdach Stb / Kork (Öko PH)	wie Variante A
Dach Aufstockung Neubau	Massivholz Warmdach als Flachdach / Dämmung Steinwolle	wie Variante A - Dämmstärke PH	Massivholz Warmdach als Flachdach / Kork (Öko PH)	wie Variante A
Sanierung Außendecken - Bestand unter OIB	keine	Dämmung Steinwolle (PH)	Dämmung Mineralschaumplatte (PH)	Dämmung Steinwolle OIB
Sanierung Außendecken Bestand OIB	keine	wie Variante A - Dämmstärke PH	Massivholz Warmdach als Flachdach / Kork (Öko PH)	wie Variante A
Terrasse Plusbase und MUG	Stb-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau) / EPS (OIB)	wie Variante C	Stb-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau) / Vakuumdämmung (PH)	wie Variante A
Außendecken Neubau (Pos Schild)	Stb decke/Distanzboden / WDVS EPS (OIB)	wie Variante C	Stb decke/Distanzboden / WDVS Mineralschaum (PH)	wie Variante A
Dach Sanierung	Flachdach Doudach / WDVS EPS (OIB)	wie Variante A - Dämmstärke PH	Flachdach Doudach / Kork (PH)	wie Variante A
Terrasse Sanierung	WDVS EPS (OIB)	wie Variante C	Vakuumdämmung (PH)	wie Variante A
Geschossdecken	Glaswolle	Glaswolle	Schafwolle	Glaswolle
Innenwände	Glaswolle	Glaswolle	Schafwolle	Glaswolle
Fenster	Alu 2fach-Verglasung	Alu 3fachverglasung hocheffizient	Holz-Alu 3fachverglasung hocheffizient	wie Variante A
Bauwerksbegrünung	keine	keine	leitbarer Bewuchs mit Gerüstkletterpflanzen	keine

Detaillierte Angaben zu den Aufbauten in den jeweiligen Bauteilen finden sich in den folgenden Unterkapiteln und im Anhang.

4.4.2.2 Technische Grundausstattung

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die technische Grundausstattung der energetischen Varianten A-D. Im Folgenden werden Maßnahmen, die in Variante B (Passivhaus) und C (Passivhaus Öko) umgesetzt werden, genauer erläutert.

energetische Varianten	A Referenz	B PEQ	C PEQ Öko	D SotA
Wärme-versorgung	Fernwärme	Wärmepumpen	Wärmepumpen	Fernwärme
Kälte-versorgung	Wärmepumpen Bestand (Außenluft - Ausbau, Grundwasser)	Wärmepumpen (reduziert Außenluft, Ausbau Grundwasser)	Wärmepumpen (reduziert Außenluft, Ausbau Grundwasser)	Wärmepumpen Bestand (Außenluft - Ausbau, Grundwasser)
Photovoltaik	Solarverpflichtung (für Nachverdichtung und Neubau)	Maximierung Photovoltaik (Dach und Fassade)	Maximierung Photovoltaik (Dach und Fassade)	Maximierung Photovoltaik am Dach
Lüftung	Bestand	hocheffizient	hocheffizient	Reduktion Luftwechsel und Steigerung WRG
Wärme-abgabe	Radiatoren	Fußboden- und Deckenheizung, Bauteilaktivierung	Fußboden- und Deckenheizung, Bauteilaktivierung	Radiatoren
Kälteabgabe	Fan Coils, tw.BTA	Primär Deckenkühlung	Primär Deckenkühlung	Fan Coils, tw BTA
Sonstiges	-	effiziente Geräte, effiziente Verschattung, Demand-Side Management (WPS)	effiziente Geräte, effiziente Verschattung, Demand-Side Management (WPS)	

Tabelle 16 Überblick technische Grundausstattung der Bauteile in den 4 energetischen Varianten

4.4.2.2.1 Thermische Energieversorgung - Anlagenkonfiguration

Untenstehende Abbildung gibt einen Überblick über das Prinzip der thermischen Energieversorgung des Gebäudes. Als Wärmeabgabesystem (bzw. Wärmeabfuhrsystem) kommt raumseitig eine Bauteilaktivierung zum Einsatz. Dabei werden die Stahlbetondecken mittels Rohrleitungen erwärmt bzw. abgekühlt. Somit kann eine besonders komfortable (Strahlung) und energieeffiziente Konditionierung der Räume bewerkstelligt werden.

Je nach Jahreszeit werden die Speichermassen geheizt (mittlere Medientemperatur ca. 32°C) oder gekühlt (mittlere Medientemperatur ca. 18°C). Die Versorgung erfolgt über die thermischen Speicher, welche über die Wärmepumpenanlage gespeist werden.

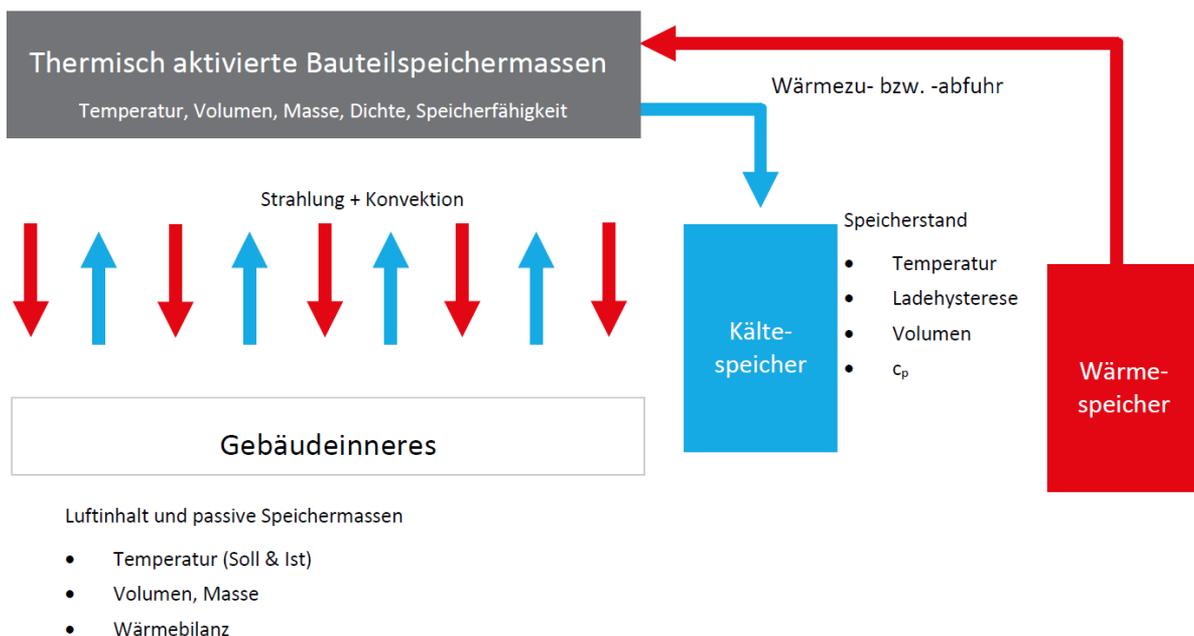


Abbildung 44 Überblick Prinzip thermische Energieversorgung Plus-Energie-Campus

Die Beladung der Speicher erfolgt über eine Wärmepumpe, welche zwischen den beiden Speichern operiert. Es stehen somit immer sowohl Wärme als auch Kälte für die Bauteilaktivierung und die Lüftungsanlage zur Verfügung, da die Wärme, die dem Wärmespeicher durch die Wärmepumpe zugeführt wird, dem Kältespeicher entzogen wird, wie das folgende Schema zeigt:

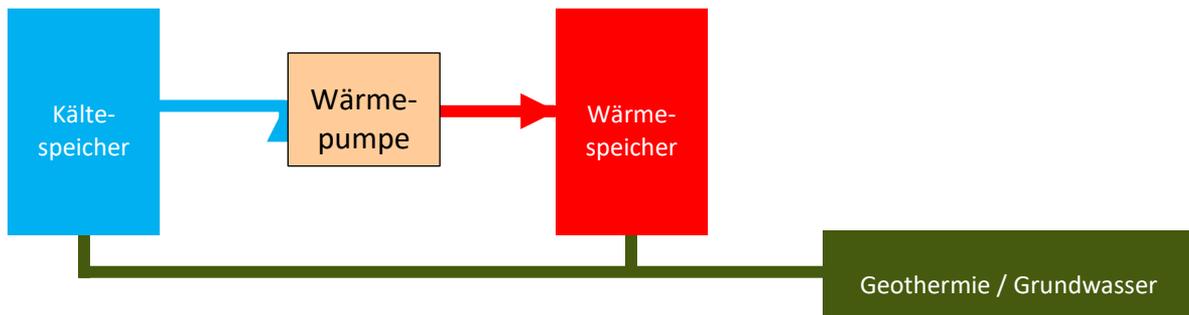


Abbildung 45 Shema Wärme- und Kälte Speicherung

Die Ausgleichsenergie erfolgt über das Grundwasser, bzw. falls die Grundwassermenge nicht ausreicht über eine Erdwärme-Tiefensondenanlage.

Die Bereitstellung des Warmwassers erfolgt dezentral elektrisch über Kleinspeicher bzw. Untertischspeicher.

Das Gebäude verfügt über eine kontrollierte Passivhauslüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung und hydraulischen Heiz- und Kühlregistern, um die Zuluft zu konditionieren. Die thermische Energie dazu wird den Speichern entnommen.

4.4.2.2 Energiequellen und Potentialanalyse

Auf Basis der berechneten zusätzlichen Gebäudeheiz- und -kühllast ergibt sich in der Variante Plus-Base unter einer angenommenen Spreizung von 4 K eine maximale Grundwasserentnahmemenge von 7,9 l/s im Kühlfall. Analog zur Potentialanalyse in Kapitel 2.2.1.1 wurde für den Standort Stromstraße das geothermische und hydrogeologische Potential erhoben, wobei festgestellt wurde, dass seitens Behörde (MA 45) eine Grundwassernutzung von unter 10 l/s als unkritisch bewertet wurde. Im Bereich von 7 l/s und darunter ist mit größter Wahrscheinlichkeit mit keinen genehmigungstechnischen Problemen zu rechnen.

Folgende Grafik zeigt die monatliche geothermische Entzugsenergie bzw. die Grundwasserbilanz:

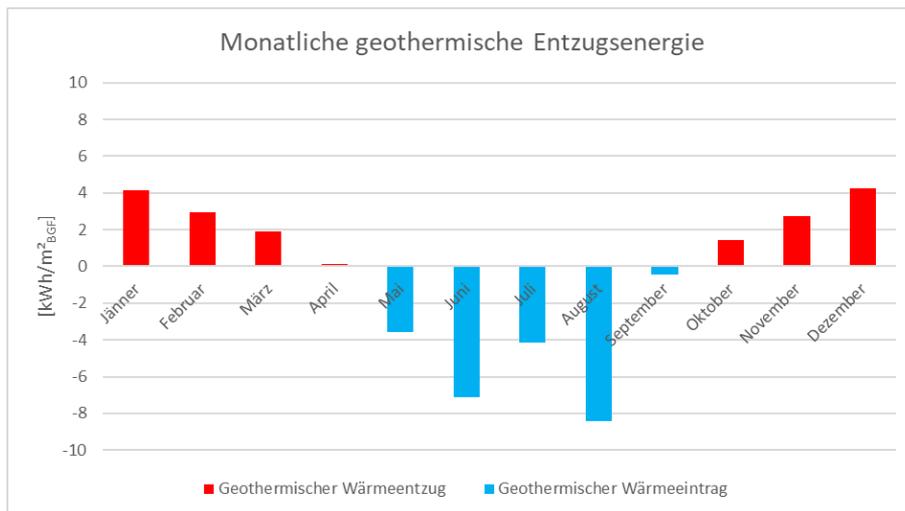


Abbildung 46 monatliche geothermische Entzugsenergie Neubau Plus-Base

Somit kann in Anbetracht der frühen Projektphase davon ausgegangen werden, dass die thermische Grundwassernutzung für den Plus-Energie-Campus möglich ist.

4.4.2.2.3 elektrische Energieversorgung – Photovoltaik

Je nach baulicher Variante (1-4) sind unterschiedlich große Flächen für die PV-Nutzung geeignet. Je nach energetischer Variante (A-D) werden

- kaum (Variante A lediglich im Ausmaß der Solarverpflichtung für den Zubau)
- das mögliche Maximum an Dach- und Fassadenflächen (Varianten B und C)
- nur die Dachflächen (Variante D)

zur Gewinnung von PV-Strom genutzt.

Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die, in den unterschiedlichen Varianten vorgesehenen Modulflächen. Die Abbildung zeigt die technische Beschreibung der Module.

PV-Belegung in m ² Modulfläche		Bestand	POS	MUG	Plusbase	energetische Variante			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	m ² Modul	-	154	159	159	a			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	m ² Modul	292	133	292	475		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Fassaden PV Modul	m ² Modul	1.379	1.563	1.450	1.609		b	c	
PV-Belegung Bestand - Vordächer Modul	m ² Modul	448	448	448	448		b	c	
PV-Belegung Bestand - Flachdach Dachgarten/Pergola Modul	m ² Modul	-	837	-	612		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	m ² Modul	-	-	159	159	a			
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	m ² Modul	-	-	159	183		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Fassaden PV Modul	m ² Modul	-	594	481	230		b	c	
Summen Maximal (Variante B+C)		2.119	3.575	2.989	3.716		b	c	

Tabelle 17 Überblick PV-Belegung in m² Modulfläche in den einzelnen baulichen und energetischen Varianten

Details dazu finden sich in den folgenden Unterkapiteln.



Abbildung 47 Beschreibung der eingesetzten Module

4.4.3 Variante 1: Bestand

Konkretisierung der im vorangegangenen Abschnitt angeführten Maßnahmen für die Bestandssanierung sind wie folgt:

4.4.3.1 Ökologische Maßnahmen (Aufbauten)

Die Sanierung der thermischen Gebäudehülle wurde bereits im vorigen Abschnitt als wesentliche Maßnahme zur Erreichung des PEDs für die Bestandsgebäude angeführt. Für die Lebenszyklusanalyse wurden Konstruktionen aus dem IBO Passivhaus-Bauteilkatalog bzw. Passivhaus-Sanierungsbauteilkatalog herangezogen und angepasst. Zusätzlich zu gängigen Aufbauten wurde jeweils eine ökologischere Variante modelliert. Die ökologische Optimierung bezieht sich auf verringerte CO₂-Belastung über den Lebenszyklus und/oder optimierte Kreislauffähigkeit der Konstruktion. Z.B. wird beim Bauteil „Außenwand mit PV“ die hinterlüftete Fassade in Holzrahmenbauweise (speichert CO₂) mit Zellulose (Recycling von Papier, kann wiederverwendet werden) gedämmt, vorgeschlagen.

Die unten angeführte Tabelle gibt eine Übersicht über die in Variante 1 (Bestand) verwendeten Konstruktionen:

Tabelle 18 Bauteilaufbauten für die Plus-Energie-Sanierung

<i>Bauteil</i>	<i>Aufbau Standardvariante</i>	<i>Aufbau Ökovariante</i>
<i>Außenwand ohne PV</i>	Bestehende Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff EPS	Bestehende Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff Kork
<i>Außenwand mit PV</i>	Bestehende Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade, Faserzementplatten, Dämmstoff Glaswolle	Bestehende Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade in Holzrahmenbauweise, Faserzementplatten, Dämmstoff Zellulose
<i>Erdberührte Außenwand</i>	Dämmstoff XPS	Dämmstoff XPS ³⁰
<i>Dach</i>	Duodach, Dämmstoff EPS	Duodach, Dämmstoff Kork
<i>Terrasse</i>	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff EPS	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff Vakuum-Dämmplatte

³⁰ In der Betrachtung des alternativen Dämmstoffs Schaumglas ergab sich keine Verbesserung der Ökobilanzindikatoren, daher wurde hier auf die Darstellung einer ökologischeren Alternative verzichtet.

<i>Bauteil</i>	<i>Aufbau Standardvariante</i>	<i>Aufbau Ökovariante</i>
<i>Außendecke</i>	Stahlbetondecke über Außenluft, Distanzboden, Dämmstoff Steinwolle	Stahlbetondecke über Außenluft, Distanzboden, Dämmstoff Mineralschaumplatte
<i>Kellerdecke</i>	Kellerdecke gedämmt, Glaswolle	Kellerdecke unterseitig gedämmt, Dämmstoff Glaswolle
<i>Fenster</i>	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Alu-Rahmen (mit thermischer Trennung)	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Holz-Rahmen Fichte

Teile der Außenwände und Außendecken entsprechen im Bestand nicht (mehr) dem OIB-Standard. Diese werden in der energetischen Variante A (Bestand) nicht saniert, in der energetischen Variante D (Stand der Technik) auf OIB-Standard saniert.

4.4.3.2 Technischer Maßnahmenkatalog (HKLS) für die bauliche Variante 1 (Bestand/mini)

Im folgenden Kapitel wird, vom Status Quo ausgehend, erläutert, welche technischen Maßnahmen aufseiten der technischen Gebäudeausrüstung zur Erreichung des Plus-Energie-Standards in Frage kommen. Die Maßnahmen werden dabei nicht nur nach Art der Energiedienstleistung gruppiert, sondern es wird auch im Sinne verschiedener Ausführungsvarianten zwischen energietechnischem Optimum und „Economy“-Ausführung unterschieden. Übergeordnetes Ziel dieser Maßnahmen ist es, die Effizienz der Anlage zu erhöhen bzw. den Energiebedarf zu senken. Punktuell wird auf den Status Quo der Bestandsanlagen als Basis Bezug genommen.

Leistungsaufstellung

Folgende Tabelle gibt Aufschluss über die benötigten thermischen und elektrischen Maximalleistungen (Status Quo):

Tabelle 19 Leistungsaufstellung Gebäudeteile A, B, F

Leistungsaufstellung Bestand		Bauteil A		Bauteil B		Bauteil F	
		[kW]	[W/m ²]	[kW]	[W/m ²]	[kW]	[W/m ²]
			7.594 m ²		4.079 m ²		11.767 m ²
Heizen	Raum	385	51	172	42	478	41
	RLT	302	40	65	16	474	40
	Anschluss th.	690		237		950	
Kühlen	Raum	94	12	209	51	448	38
	RLT			76	19	551	47
	Server	30	4			59	5
	Anschluss th.	150		150		840	
Strom	RLT	22		10		109	
	Beleuchtung	38	5	20	5	59	5
	Heizen/Kühlen	60		60		312	
	Warmwasser						

Pro Jahr wird gemäß den vorliegenden Abrechnungen 1.837 MWh Wärmeenergie über die Fernwärme und 1.708 MWh elektrischer Energie bezogen. Daraus ergibt sich im Bestand gemäß OIB-Konversionsfaktoren ein Primärenergiebedarf von 4.400 MWh und 525 Tonnen CO₂.

4.4.3.3 Maßnahmen Technische Grundausstattung

Basierend auf einer Bestandsanalyse können gemäß der nachfolgenden Tabelle Maßnahmen zur Effizienzsteigerung gesetzt werden. Bestehende Plus-Energie-Projekte bzw. Forschungsarbeiten zeigen, dass insbesondere die folgenden Aspekte den Erfolg eines Plus-Energie-Quartiers ausmachen:

- Qualitativ hochwertige thermische Hülle – Wärmeverluste/-einträge minimieren
- Träges Wärme-/Kälteabgabesystem (BTA oder FBH) – Speichermassen nützen, Lastspitzen abfedern
- Effiziente Gebäudetechnik – Betriebsstrombedarf minimieren
- Demand-Side-Management – Lastausgleich
- Erneuerbare Energiebereitstellung vor Ort inkl. smarterer Regelkonzepte

Tabelle 20 Überblick Maßnahmen Bestand (Gebäude A, B und F)

	Ist-Stand			Optimierungspotential		
	Bauteil A	Bauteil B	Bauteil F	Bauteil A	Bauteil B	Bauteil F
Gebäudehülle	Gebäudehülle	Gebäudehülle	Gebäudehülle	Gebäudehülle Verbesserung der therm. Eigenschaften auf Passivhausstandard	Gebäudehülle Verbesserung der therm. Eigenschaften auf Passivhausstandard	Gebäudehülle Verbesserung der therm. Eigenschaften auf Passivhausstandard
Raumwärme	Radiatoren VL/RL 80/50	Radiatoren VL/RL 80/50	Radiatoren VL/RL 80/60	Fußbodenheizung	Fußbodenheizung	Fußbodenheizung
Lüftung	X	X	X	Verbesserung der SFP Werte, Wärmerückgewinnung optimieren, min. 80%	Verbesserung der SFP Werte, Wärmerückgewinnung optimieren, min. 80%	Verbesserung der SFP Werte, Wärmerückgewinnung optimieren, min. 80%
Raumkühlung	FanCoils	FanCoils	FanCoils	FanCoils - Vorkühlen. Einsatz der FanCoils reduzieren bzw. ersetzen. Raumkühlung vorrangig über Fußbodenkühlung Abnahmeoption ern. Überschussstromes	FanCoils - Vorkühlen. Einsatz der FanCoils reduzieren bzw. ersetzen. Raumkühlung vorrangig über Fußbodenkühlung Abnahmeoption ern. Überschussstromes	FanCoils - Vorkühlen. Einsatz der FanCoils reduzieren bzw. ersetzen. Raumkühlung vorrangig über Fußbodenkühlung Abnahmeoption ern. Überschussstromes
	Serverraum	-	FBK	Serverraum - Vorkühlen Abnahmeoption ern. Überschussstromes	-	FBK - Vorkühlen Abnahmeoption ern. Überschussstromes
	Rechenzen.	-	LAN	Rechenzen. - Vorkühlen Abnahmeoption ern. Überschussstromes	-	LAN - Vorkühlen Abnahmeoption ern. Überschussstromes
	-	-	Server	-	-	Server - Vorkühlen Abnahmeoption ern. Überschussstromes
Elektrische Energie	Beleuchtung	Beleuchtung	Beleuchtung	Beleuchtung: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert	Beleuchtung: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert	Beleuchtung: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert
Elektrische Energie				Demand-Side-Management, MSR Optimierung	Demand-Side-Management, MSR Optimierung	Demand-Side-Management, MSR Optimierung
	Abluft	Abluft	Abluft	Abluft: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert	Abluft: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert	Abluft: Zeitprogramme Anwesenheitsorientiert
Lokale ern. Bereitstellung	-	-	PV	PV Ausbau Windkraftüberschussstromnutzung/Peak Shaving	PV Ausbau Windkraftüberschussstromnutzung/Peak Shaving	PV Ausbau Windkraftüberschussstromnutzung/Peak Shaving
Legende						
Suffizienzmaßnahme						
Effizienzmaßnahme						
Ausbau						

Ausgehend von einer Verbesserung der Bausubstanz auf Passivhausstandard wird angenommen, dass sich die zugrundeliegenden Heiz- und Kühllasten entsprechend verringern lassen. Weiters wird im Sinne des Plus-Energie-Konzeptes ein träges Wärmeabgabe/-aufnahmesystem statt den bestehenden Radiatoren eingesetzt. Im Bereich von Bauteil F kommt die bestehende Bauteilaktivierung zum Einsatz. Da eine Nachrüstung einer Bauteilaktivierung in Stahlbetondecken praktisch nicht möglich ist, muss auf eine Fußbodenheizung und -kühlung gesetzt werden. Im Zuge dessen lassen sich die benötigten Medientemperaturen anpassen, was wiederum den Einsatz einer Wärmepumpenanlage ermöglicht. Am Standort befindet sich bereits eine thermische Grundwassernutzung mit ca. 10 l/s, welche sich laut Auskunft MA 45 ohne technisch-rechtliche Begrenzung erweitern ließe. Somit wird eine umfassende Nutzung des Grundwassers für die Wärmepumpe möglich.

Im Bereich der Lüftung zeigt sich, dass sich die bestehenden Anlagen erheblich verbessern ließen. Die teilweise nicht vorhandene bzw. wenn vorhanden gering ausgeprägte Wärmerückgewinnung (Bestand 40%-60%) wird in dieser Betrachtung auf mindestens 80% verbessert, was die benötigten Anschlussleistungen für Nachheizung und -kühlung drastisch verringert. Zusätzlich wird der SFP der Ventilatoren optimiert.

Ausgehend vom Bestand ergeben sich die folgenden Leistungen als Ausgangsvariante:

Tabelle 21 Leistungsaufwand Heizen und Kühlen gesamt Bestand (Gebäude A, B und F)

Leistungsaufstellung Bestand		Gesamtgebäude	
			23.440 m ²
		[kW]	[W/m ²]
Heizen	FBH/BTA	1.034	44
	RLT	841	36
Kühlen	FBK/BTA	950	41
	RLT (ohne A)	627	40

In einem ersten Sondierungs- bzw. Bewertungsschritt wird qualitativ evaluiert, welche Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete am Campus grundsätzlich in Frage kommen. Diese werden bezüglich Aufwands, Wirkung und Kosten in einem ersten Schritt qualitativ bewertet. Die Zuordnung der qualitativen Kategorien „niedrig – mittel – hoch“ erfolgt dabei in Relation zum Umfang der Maßnahme und in Vergleich zu den anderen Maßnahmen.

4.4.3.3.1 Maßnahmenbündel "low hanging fruits" = Kategorie B (energetische Variante D)

Das Maßnahmenbündel „low hanging fruits“ symbolisiert dabei Effizienzsteigerungsmaßnahmen, die relativ einfach zu implementieren sind und in jedem Fall gesetzt werden sollten. Wie in der folgenden Aufstellung zu erkennen ist, beinhaltet dieses Paket vor allem Maßnahmen, welche auf Anpassungen regelungstechnischer Parameter beruhen.

Diese Maßnahmen werden in der energetischen Variante D (Stand der Technik) umgesetzt

Tabelle 22 Beschreibung HKLS-Maßnahmenbündel low hanging fruits (energetische Variante D – Stand der Technik)

	Gewerk	Maßnahmenbeschreibung	erwartete Wirkung	techn. Aufwand	Kosten
1.1	L	Anpassung Luftmassenströme näher an Bedarf	mittel	niedrig	niedrig
1.2	L	Reduktion Luftwechsel/ Senkung Luftqualitätsziele bzw. Anhebung CO2 level	mittel	niedrig	niedrig
1.3	MSR	Anpassung Zeitpläne Lüftung	mittel	niedrig	niedrig
1.4	MSR	Hybridisierung Lüftungssystem - Einbeziehung Fensterlüftung während Außentemperatur 15-25°C	niedrig	niedrig	niedrig
1.5	H K	alternierende Betriebsweise KKM umstellen auf kaskadisch -> Leistungsreserven für Zubau nutzen	hoch	niedrig	niedrig
1.6	MSR	Senkung Vorlauftemperaturen Heizbetrieb nach Gebäudehüllensanierung	hoch	niedrig	niedrig

4.4.3.3.2 Maßnahmenbündel "Stand der Technik" = Kategorie A

Das Maßnahmenbündel „Stand der Technik“ repräsentiert einen Sanierungsansatz, bei dem im Gegensatz zum Paket „Sanierung PLUS“ auf umfassende Eingriffe verzichtet wird. Im Rahmen der unmittelbaren technischen Möglichkeiten werden Sanierungsmaßnahmen gesetzt und Anlagenkomponenten ausgetauscht bzw. verbessert, um die Effizienz der eingesetzten Energie zu erhöhen.

Tabelle 23: Beschreibung HKLS-Maßnahmen Variante "Stand der Technik"

	Gewerk	Maßnahmenbeschreibung	erwartete Wirkung	techn. Aufwand	Kosten
2.1	ARCH	Hüllensanierung Stand der Technik	mittel	hoch	hoch
2.2	L	Austausch WRG auf effizienteren Rotor		niedrig	mittel
2.3	H K	Ausbau Grundwassermenge über zweite Brunnenanlage (laut MA45 möglich, auch hinsichtlich Nachbarrechte)	hoch	mittel	hoch
2.4	ET	Ausbau PV auf restliche Flachdachflächen	mittel	mittel	mittel
2.5	H K	Austausch Kreiselpumpen	mittel	niedrig	mittel
2.6	H K	Nachdämmung Wärmeleitungen	mittel	niedrig	mittel
2.7	H K	Nachdämmung Kälteleitungen	mittel	niedrig	mittel
2.8	H K	Effizientere KKM - aktuell in Bauteil A in Umsetzung befindlich (Carrier -> Daikin)	hoch	mittel	mittel
2.9	H K	Umrüstung Stellantriebe (Ventile)	niedrig	mittel	mittel
2.10	ET	Austausch Leuchtmittel	mittel	niedrig	niedrig
2.11	ET	energieeffiziente Aufzugsantriebe mit Rekuperation	mittel	hoch	mittel
2.12	ET	Stromsparende Aufzugsbetriebsweise	mittel	mittel	mittel
2.13	ET	Austausch fix installierte Bildschirme im öffentlichen Bereich	niedrig	niedrig	niedrig
2.14	ET	Austausch Beamer und sonstige fixe IT	mittel	niedrig	niedrig
2.15	ET	energieeffizientere Geräte in den Teeküchen	niedrig	niedrig	niedrig
2.16	ET	Küchengeräte Großküche	mittel	niedrig	mittel
2.17	ET	Effizientere Geräte IT nutzerseitig	mittel	niedrig	niedrig
2.18	ET	Stromsparende Server	mittel	mittel	mittel
2.19	ET	effizientere Sicherheitsbeleuchtung	niedrig	niedrig	niedrig
2.20	MSR	Energieeffizientere Bedien- und Peripheriegeräte MSR	niedrig	niedrig	niedrig

Die folgende Tabelle zeigt eine Leistungsabschätzung der resultierenden Heiz- und Kühllasten.

Tabelle 24: Leistungsaufstellung Maßnahmenbündel „Stand der Technik“

Leistungsaufstellung "Stand der Technik" = A		Gesamtgebäude	
		[kW]	[W/m²]
Heizen	FBH/BTA	938	40
	RLT	938	40
	Grundwasser	1458	69,8 l/s
Kühlen	FBK/BTA	469	20
	RLT	1.055	45
	Grundwasser	1828	87,5 l/s

4.4.3.3 Maßnahmenbündel "Sanierung PLUS" = Kategorie A++

Das letzte Maßnahmenpaket "Sanierung PLUS" = A++ stellt eine vollumfängliche Erneuerung bzw. Erweiterung des Gebäude- und Energiekonzeptes dar. Es wird so die Nutzung lokal verfügbarer erneuerbare Energien maximiert, was teils mit baulich-konstruktiven Maßnahmen einhergeht. Auf der folgenden Seite findet sich die entsprechende Bewertungsmatrix zu diesem Maßnahmenbündel.

Tabelle 25: Beschreibung HKLS-Maßnahmenbündel „Sanierung Plus“

	Gewerk	Maßnahmenbeschreibung	erwartete Wirkung	techn. Aufwand	Kosten
3.1	ARCH	Hüllensanierung plus	hoch	hoch	hoch
3.2	ARCH	Austausch ineffektiver Sonnenschutz (Fixlamellen Gebäude A SW-Fassade)	mittel	mittel	mittel
3.3	MSR	Umstellung von reiner Zeitsteuerung auf bedarfsorientierte (CO2-geführte) Regelung Zuluftmengen	mittel	mittel	mittel
3.4	L	Austausch WRG auf Doppelrotorsystem	hoch	niedrig	mittel
3.5	L	Austausch Motoren RLT Anlagen auf höchste Effizienzklasse	hoch	niedrig	mittel
3.6	L	Minimierung Druckverluste Lüftung durch Austausch Leitungseinbauten (BSK ohne Anschlagprofil, größere Schalldämpfer, Kanaleinbauten mit weniger Druckverlust	mittel	hoch	hoch
3.7	L	Optimierung Leitungsdämmungen Lüftungssystem	mittel	mittel	mittel
3.8	L	adiabate Kühlung Abluft	mittel	mittel	mittel
3.9	L	Umrüstung Stellantriebe (Volumsstromregler, Jalousieklappen,) auf höchste Energieeffizienz	niedrig	mittel	mittel
3.10	H K	Austausch Rückkühler auf nächste Baugröße und höchste Effizienzklasse	mittel	mittel	hoch
3.11	H K	Einbau FBH statt Radiatoren	hoch	hoch	hoch
3.12	ET	Ausbau PV "maximal" - inkl. Pergola und Fassaden	hoch	mittel	mittel
3.13	H K	Abwärmenutzung Server (Außenluftvorwärmung im Winter, Zuluftnachwärmung im Sommer)	mittel	mittel	mittel
3.14	ET	Umrüstung Antriebe Sonnenschutz	mittel	mittel	mittel

Die folgende Tabelle zeigt die weitere Reduktion der notwendigen Leistungen aufgrund der umfassenderen Maßnahmen „Sanierung PLUS“.

Tabelle 26: Leistungsaufstellung Maßnahmenbündel „Stand der Technik“

Leistungsaufstellung "Sanierung PLUS" = A++		Gesamtgebäude	
		[kW]	[W/m ²]
Heizen	FBH/BTA	469	20
	RLT	586	25
	Grundwasser	820	39,3 l/s
Kühlen	FBK/BTA	352	15
	RLT	703	30
	Grundwasser	1266	60,6 l/s

Festzuhalten ist, dass der Plus-Energiestandard nur durch umfassende Sanierungsmaßnahmen zu erreichen ist. Die Erfahrung zeigt, dass insbesondere ein träges Wärmeabgabesystem inkl. Speichermassennutzung ein wichtiger Bestandteil des Plus-Energiekonzeptes ist.

4.4.3.4 Auswirkungen auf den thermischen Energiebedarf

Die Details der beiden Ausführungsvarianten werden hier nicht detailliert beschrieben, sondern es soll auf Basis der obigen Maßnahmen vielmehr eine Orientierung darüber gegeben werden, welche Abstufungen der Optimierung es geben könnte – abhängig davon, welches Ausmaß die Sanierung der Bestandsgebäude nimmt.

Basierend auf Erfahrungswerten zur Jahresnutzung ergeben sich anhand der reduzierten Lasten folgende Endenergiebedarfe, die durch die Wärmepumpenanlage zu decken sind:

Tabelle 27 Vergleich Energiebedarfe Bestand „Stand der Technik“ und „Sanierung Plus“

	Bestand	"Stand der Technik"	"Sanierung PLUS"
Heizenergie [MWh]	1.837	1.125	633
Kühlenergie [MWh]		762	527
geotherm. Entzugsenergie [MWh] Heizfall COP=4,5		875	492
geotherm. Wärmeeintrag [MWh] Kühlfall COP=5		914	633
Strombedarf WP [MWh]		402	246

Dieser Endenergiebedarf steht dem bisherigen Fernwärmebezug von 1.837 MWh gegenüber.

4.4.3.5 Auswirkungen auf den elektrischen Strombedarf

Durch eine Reihe von Verbesserungen (s.o.) bei der Energieeffizienz verwendeter Geräte, der Optimierung der haustechnischen Anlagen, insbesondere der Wärmeversorgung und der Lüftungsanlagen, ergeben sich die folgenden elektrischen Endenergieverbräuche (basierend auf typischen Plus-Energiequartier-Lastprofilen für Büro-/Bildungsnutzung):

Tabelle 28: Vergleich Bedarf Endenergie el. Strom und PV-Ertrag: Bestand, „Stand der Technik“ und „Sanierung

Endenergie el. Strom	Bestand	"Stand der Technik"	"Sanierung PLUS"
	23.440 m ² [MWh]	23.440 m ² [MWh]	23.440 m ² [MWh]
Gesamtstrom Bestand	1.708		
WWWB		120	120
Betriebsstrom TGA		619	452
Beleuchtung		144	144
Nutzerstrom		577	491
Gesamt	1.708	1.461	1.208
PV-Ertrag	66	130	319

Eine Erweiterung der bereits bestehenden Photovoltaikanlage auf die maximal mögliche Fläche, ergäbe einen Jahresertrag von 319 MWh (vgl. Wurglitsch 2021). Demgegenüber steht ein Bedarf von nunmehr 1.208 MWh im Optimalfall. Für das Monitoring werden Subzähler (Technikraum) nötig.

4.4.3.6 Primärenergetische Bewertung und CO₂-Einsparung

Das folgende Diagramm gibt einen Überblick über die primärenergetisch bewerteten Endenergieverbräuche nach Energiedienstleistung und Ausführungsvariante. Es wird ersichtlich, dass die gesetzten Effizienzmaßnahmen einen erheblichen Einfluss auf Primärenergiebedarf und CO₂-Fußabdruck haben.

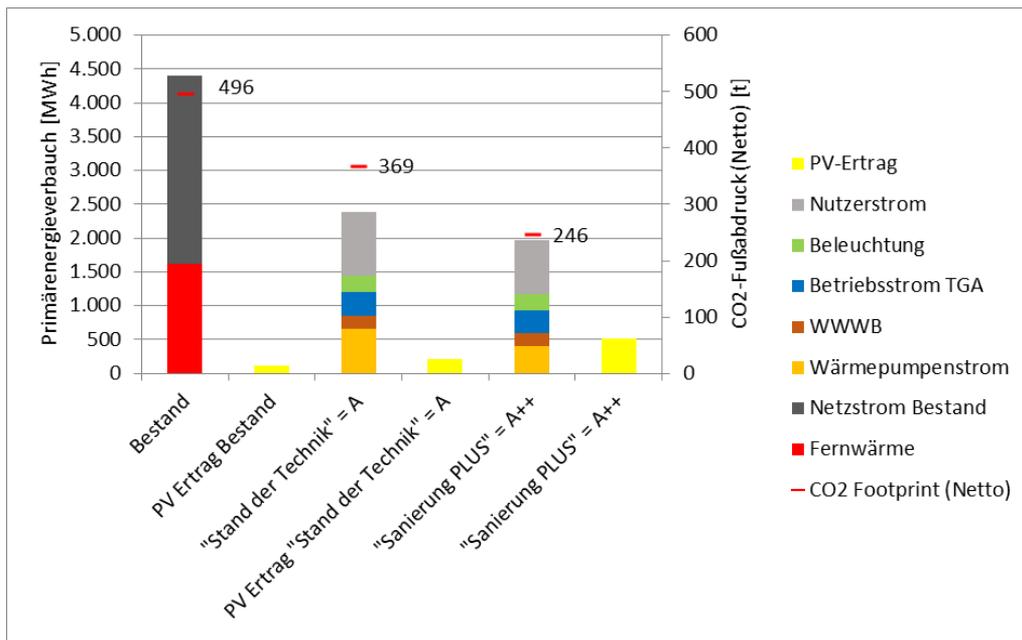


Tabelle 29 Varianten-Vergleich Primärenergetische Bewertung Bestand, „Stand der Technik“, „Sanierung Plus“

4.4.3.7 Photovoltaikbelag

In der untenstehenden Tabelle sind die, in der baulichen Variante 1 „Bestand“ berücksichtigten Modulflächen in den unterschiedlichen energetischen Varianten angeführt. Die Solare Verpflichtung in Variante A betrifft nur die Neu- und Zubauflächen und wird daher in dieser Variante mit 0 angesetzt. In den Maximal-Varianten (B und C, Dach, Fassaden, Vordächer, Dachgarten) können insgesamt 2.119 m² der Gebäudehülle mit PV-Modulen belegt werden. In der Variante D werden nur die Dachflächen mit gesamt 292 m² belegt, in der Variante A reduziert sich der PV-Belag auf die Solarverpflichtung für die Neubaufflächen (154 m²)

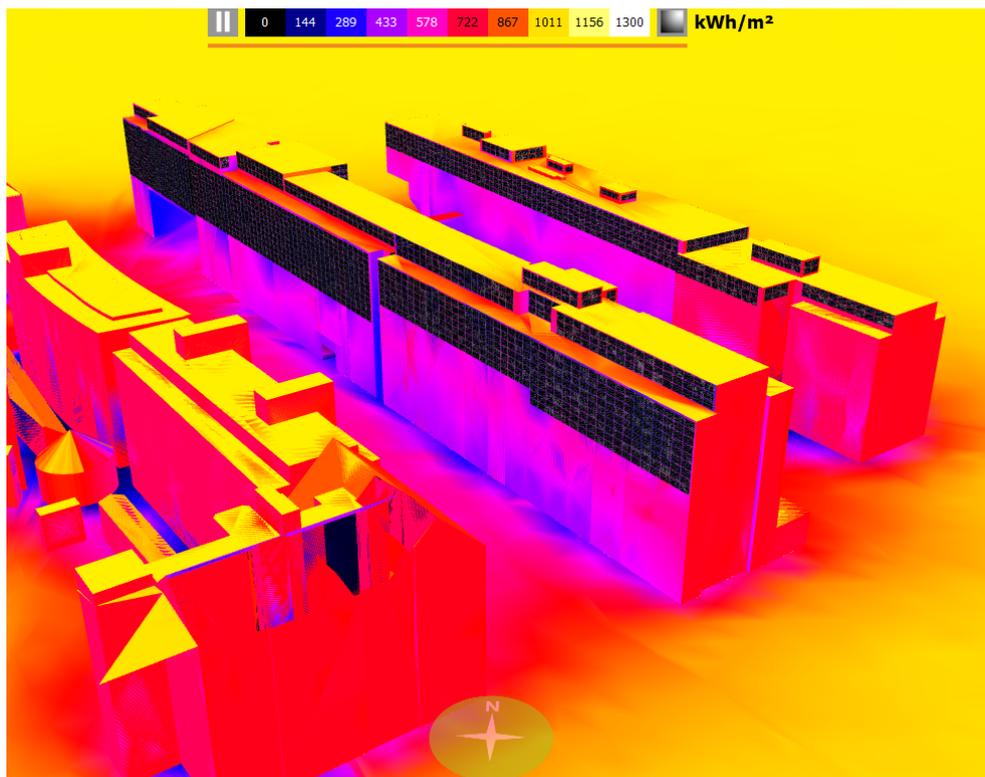


Abbildung 48 Modellierung der PV-Belegung (Schwarz). Alle belegte Flächen haben eine spezifische jährliche Einstrahlung (in Falschfarben) von über 600 kWh/m²a

PV-Belegung in m ² Modulfläche	Bestand	energetische Variante			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	-	a			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	292	b	c	d	
PV-Belegung Bestand - Fassaden PV Modul	1.379	b	c		
PV-Belegung Bestand - Vordächer Modul	448	b	c		
PV-Belegung Bestand - Flachdach Dachgarten/Pergola Modul	-	b	c	d	
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	-	a			
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	-	b	c	d	
PV-Belegung Neu- und Zubau - Fassaden PV Modul	-	b	c		
Summen Maximal (Variante B+C)	2.119	b	c		

4.4.4 Variante 2: POS Innovative Nachverdichtung

Konkretisierung der zuvor angeführten Maßnahmen für die bauliche Variante 2 „POS“:

4.4.4.1 Aufbauten IBO

In der baulichen Variante 2 „POS“ wurden – zusätzlich zu den in Kapitel 4.4.3.1 Ökologische Maßnahmen (Aufbauten) angeführten Aufbauten für die Bestandssanierung – folgende Konstruktionen verwendet:

Tabelle 30 Bauteilaufbauten für die innovative Nachverdichtung, Variante “POS”

<i>Bauteil</i>	<i>Aufbau Standardvariante</i>	<i>Aufbau Ökovariante</i>
<i>Außenwand ohne PV</i>	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff EPS	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff Kork
<i>Außenwand mit PV</i>	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade, Faserzementplatten, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade in Holzrahmenbauweise, Faserzementplatten, Dämmstoff Hanf
<i>Dach</i>	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff EPS	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff Kork
<i>Außendecke</i>	Stahlbetondecke über Außenluft, Distanzboden, Dämmstoff EPS	Stahlbetondecke über Außenluft, Distanzboden, Dämmstoff Mineralschaumplatte
<i>Geschoßdecken</i>	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Schafwolle
<i>Innenwände (tragend)</i>	Stahlbeton-Trennwand, Dämmstoff Glaswolle, Kalkzementputz	Stahlbeton-Trennwand, Dämmstoff Schafwolle, Lehmputz
<i>Innenwände (nicht tragend)</i>	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Glaswolle	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Schafwolle
<i>Fenster</i>	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Alu-Rahmen (mit thermischer Trennung)	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Holz-Rahmen Fichte

4.4.4.2 Haustechnik

Die technische Grundausstattung der baulichen Variante 2 „POS“ entspricht den im Konzept unter 4.4.2.2 Technische Grundausstattung angeführten Maßnahmen.

4.4.4.3 Photovoltaikbelag

Sowohl das Dach als auch die Fassade wird als potentielle Photovoltaikfläche betrachtet. Die gesamte Dachfläche wird als Dachgarten mit Pergola betrachtet. Um etwaige Auskragungen für Rückkühler zu berücksichtigen, wird das Ertragsprofil auf 90% skaliert.

Die Fassade wird bei einem Solarpotential $> 600 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ belegt. Die Modellierung ergibt eine 45-prozentige Belegung der Süd-West-Fassadenfläche.

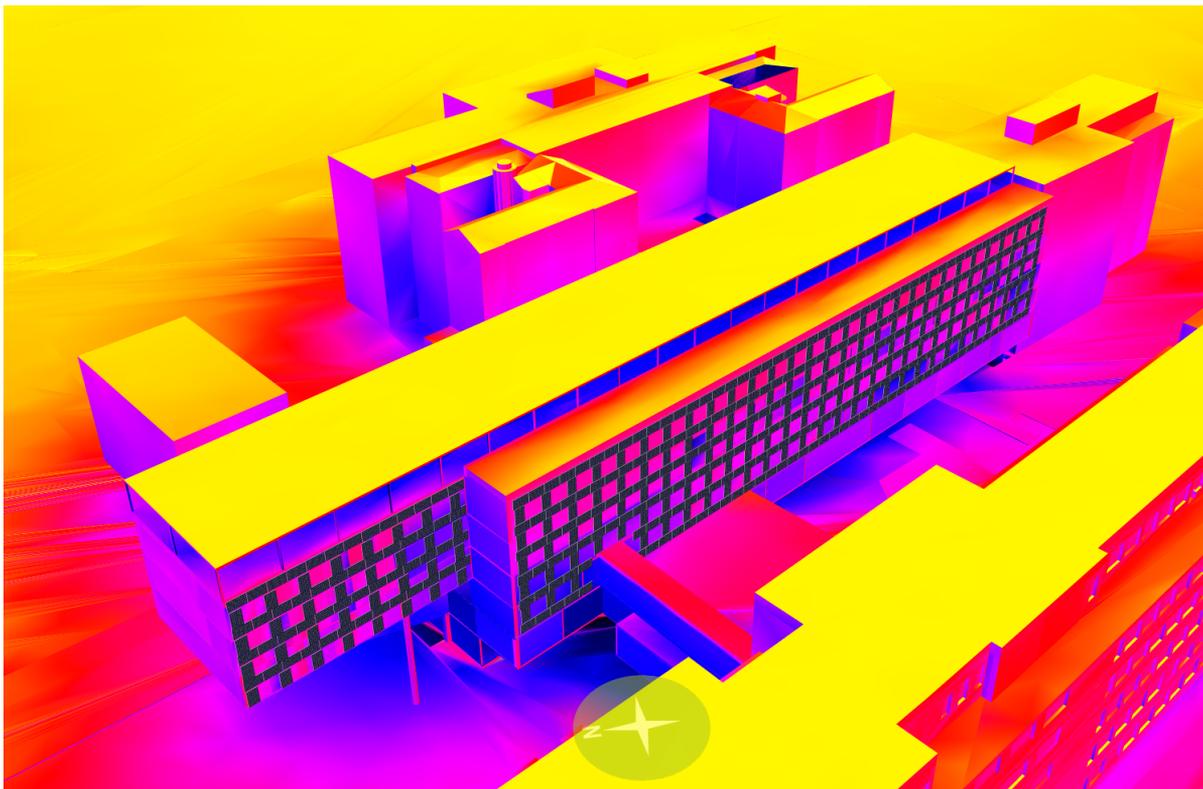


Abbildung 49 PV-Belegung in der Fassade in der Varianten POS, Darstellung PV Sites, Annahmen vgl. US

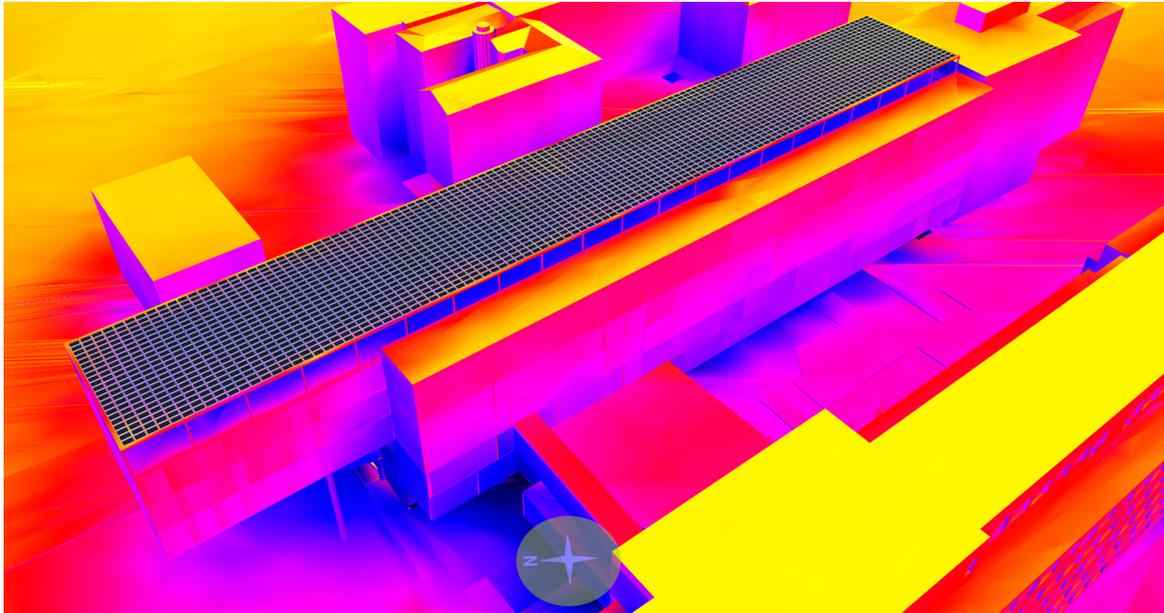


Abbildung 50 PV-Belegung auf dem Dach in der Varianten POS, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US

In der untenstehenden Tabelle sind die, in der baulichen Variante 2 „POS“ berücksichtigten Modulflächen in den unterschiedlichen energetischen Varianten angeführt. Die Solare Verpflichtung ist in Variante A ausgewiesen und beträgt 154 m² der Gebäudehülle.

In den Maximal-Varianten (B und C, Dach, Fassaden, Vordächer, Dachgarten) können insgesamt 3.575 m² der Gebäudehülle mit PV-Modulen belegt werden.

In der Variante D werden nur die Dachflächen mit gesamt 970 m² belegt, in der Variante A reduziert sich der PV-Belag auf die Solarverpflichtung für die Neubauflächen (154 m²)

PV-Belegung in m ² Modulfläche	POS	energetische Variante			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	154	a			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	133		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Fassaden PV Modul	1.563		b	c	
PV-Belegung Bestand - Vordächer Modul	448		b	c	
PV-Belegung Bestand - Flachdach Dachgarten/Pergola Modul	837		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	-	a			
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	-		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Fassaden PV Modul	594		b	c	

Abbildung 51 PV-Belegung Varianten POS in m² Modulfläche

In der untenstehenden Tabelle sind Leistung und erwarteter Ertrag der Pergola- und Fassadenmodule in der baulichen Variante 2 „POS“ angeführt

Gebäude	Part	kWh/kWp	kWp/m ² _{NGF}	[MWh/a]	Ausrichtung	Neigung [°]	Skalierung
POS	Pergola	1086	10,8	145,1	-	0°	90 %
	Fassade	572	4,9	66,1	-	-	-
	Summe	925	15,7	211,2	-	-	-

Tabelle 31 PV-Belegung Varianten POS, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US

Die folgenden Renderings geben einen Eindruck von der möglichen optischen Gestaltung des PV-Belages in der baulichen Variante 2 „POS“



Abbildung 52 Rendering bauliche Variante 2 "POS" Ansicht PV Dachgarten (Quelle ITI, AG Riess, Bauen, BOKU Wien)



4.4.5 Variante 3 „MUG“ Entwurf Mayr und Glatzl

Maßnahmen Konkretisierung der im Abschnitt 4.4.2 Grundlagen angeführten Maßnahmen für die bauliche Variante 3 „MUG“

4.4.5.1 Aufbauten Variante MUG

Folgende Aufbauten wurden verwendet (Sanierungskonstruktionen sind hier nicht mehr extra angeführt):

Tabelle 32 Bauteilaufbauten für die innovative Nachverdichtung, Variante "MUG"

Bauteil	Aufbau Standardvariante	Aufbau Ökovariante
Außenwand ohne PV	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff EPS	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff Kork
Außenwand mit PV	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade, Faserzementplatten, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade in Holzrahmenbauweise, Faserzementplatten, Dämmstoff Hanf
Außenwand Aufstockung	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff EPS	Holzständer-Außenwand, hinterlüftet, Dämmstoff Zellulose
Dach	Massivholz-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff Steinwolle	Massivholz-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff Kork
Terrasse	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff EPS	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff Vakuum-Dämmplatte
Geschoßdecken	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Schafwolle
Innenwände (tragend)	Stahlbetonstützen	Stahlbeton-Trennwand, Dämmstoff Schafwolle, Lehmputz
Innenwände (nicht tragend)	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Glaswolle	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Schafwolle
Fenster	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Alu-Rahmen (mit thermischer Trennung)	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Holz-Rahmen Fichte

4.4.5.2 Haustechnik in der baulichen Variante 3 „MUG“ (wie allgemein)

Die technische Grundausstattung der baulichen Variante 3 „MUG“ entspricht den im Konzept unter 4.4.2.2 Technische Grundausstattung angeführten Maßnahmen.

4.4.5.3 Photovoltaikbelag in der baulichen Variante 3

Sowohl das Dach als auch die Fassade wird als potentielle Photovoltaikfläche betrachtet. Die gesamte Dachfläche wird unter Berücksichtigung von Abständen (zur Dachkante und zwischen Modulen) mit 15° Neigung und einer Ost-West-Ausrichtung entlang der Gebäudekante belegt. Um die Flächenverluste durch die derzeit primär mit Haustechnik belegte Dachfläche miteinzubeziehen werden die Stundenwerte der Simulation auf 30 % skaliert.

Die Fassade wird bei einem Solarpotential $> 600 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ belegt. Die Modellierung ergibt eine 46-prozentige Belegung der Süd-West-Fassadenfläche.

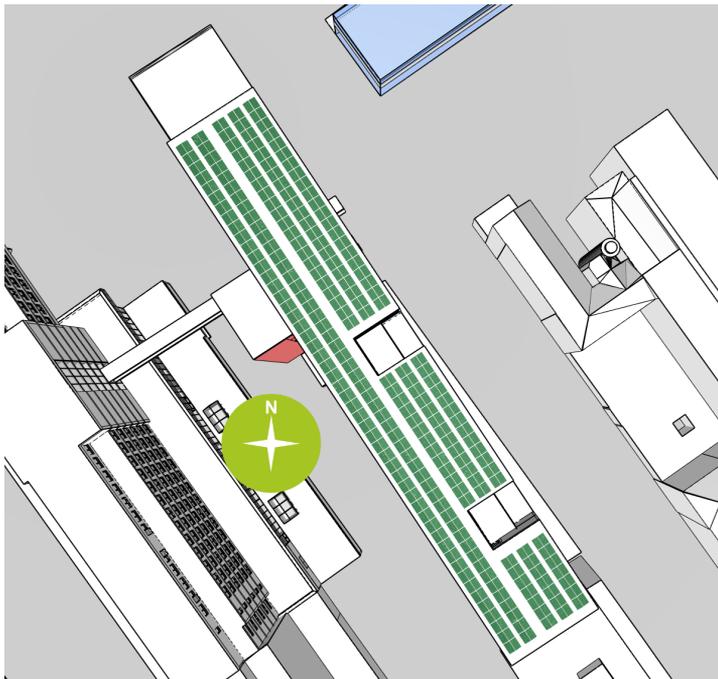


Abbildung 53 PV-Belegung in der baulichen Variante 3 "MUG" Dach, Darstellung PV-Sites

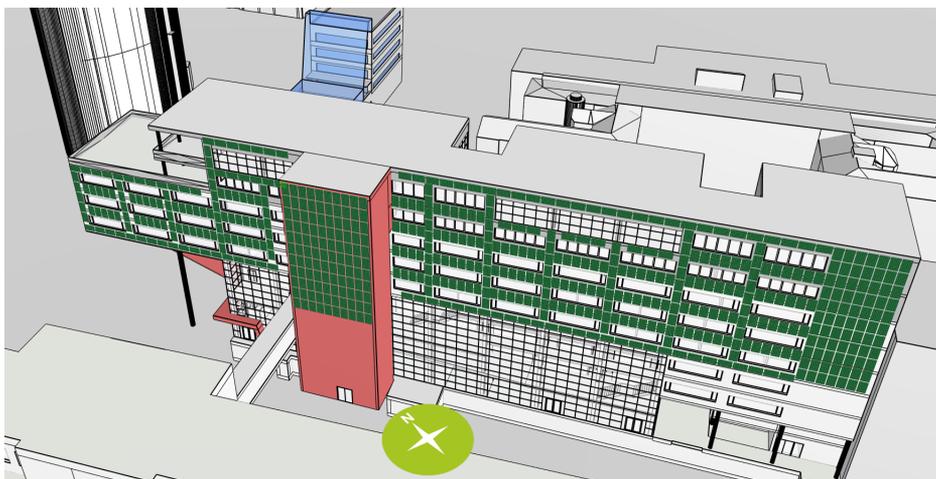


Abbildung 54 PV-Belegung Fassade in der baulichen Varianten 3 „MUG“, Darstellung PV-Sites, Annahmen vgl. US

In der untenstehenden Tabelle sind die, in der baulichen Variante 3 „MUG“ berücksichtigten Modulflächen in den unterschiedlichen energetischen Varianten angeführt.

Die Solare Verpflichtung ist in Variante A ausgewiesen und beträgt 159 m² der Gebäudehülle.

In den Maximal-Varianten (B und C, Dach, Fassaden, Vordächer, Dachgarten) können insgesamt 2.989 m² der Gebäudehülle mit PV-Modulen belegt werden.

In der Variante D werden nur die Dachflächen mit gesamt 441 m² der Gebäudehülle belegt

PV-Belegung in m ² Modulfläche	MUG	energetische Variante			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	159	a			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	292		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Fassaden PV Modul	1.450		b	c	
PV-Belegung Bestand - Vordächer Modul	448		b	c	
PV-Belegung Bestand - Flachdach Dachgarten/Pergola Modul	-		b	c	
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	159	a			
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	159		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Fassaden PV Modul	481		b	c	

In der untenstehenden Tabelle sind Leistung und erwarteter Ertrag der Dach- und Fassadenmodule in der baulichen Variante 3 „MUG“ angeführt

Tabelle 33 PV-Belegung Varianten MUG, Darstellung PV Sites, Annahmen vgl. US

Gebäude	Part	kWh/kWp	kWp/m ² _{NGF}	[MWh/a]	Ausrichtung	Neigung [°]	Skalierung
MUG	Dach	1043	2,4	32,4	Ost-West	10°	30 %
	Fassade	590	4,1	55,4	-	-	-
	Summe	757	6,5	87,8	-	-	-

4.4.6 Variante 4 Plus-Energie Neubau: „Plus-Base“

Maßnahmen Konkretisierung der im Abschnitt 4.4.2 Grundlagen angeführten Maßnahmen für die bauliche Variante 4 „Plusbase“

4.4.6.1 Baulich / Aufbauten

Aufbauten aus der baulichen Variante 4 Plusbase (Sanierungskonstruktionen werden hier nicht mehr gesondert angeführt):

Tabelle 34 Bauteilaufbauten für den PlusBase-Neubau

<i>Bauteil</i>	<i>Aufbau Standardvariante</i>	<i>Aufbau Ökovariante</i>
<i>Außenwand ohne PV</i>	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff EPS	Stahlbetonwand mit Wärmedämmverbundsystem verputzt, Dämmstoff Kork
<i>Außenwand mit PV</i>	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade, Faserzementplatten, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbetonwand mit hinterlüfteter Fassade in Holzrahmenbauweise, Faserzementplatten, Dämmstoff Hanf
<i>Fundament</i>	Plattenfundament, oberseitig gedämmt, Nassestrich	
<i>Dach</i>	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff EPS	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach, Dämmstoff Kork
<i>Terrasse</i>	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff EPS	Stahlbeton-Flachdach als Warmdach (Terrassenaufbau), Dämmstoff Vakuum-Dämmplatte
<i>Geschoßdecken</i>	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Glaswolle	Stahlbeton-Geschoßdecke, Distanzboden, Dämmstoff Schafwolle
<i>Innenwände (tragend)</i>	Stahlbetonstützen	Stahlbeton-Trennwand, Dämmstoff Schafwolle, Lehmputz
<i>Innenwände (nicht tragend)</i>	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Glaswolle	Ständer-Scheidewand, Dämmstoff Schafwolle
<i>Fenster</i>	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Alu-Rahmen (mit thermischer Trennung)	Verglasung: Dreifach-Wärmeschutzglas, Argon Rahmen: Holz-Rahmen Fichte
<i>Tiefgarage Bodenplatte (nur in OIB-Variante)</i>	– Bodenplatte Stahlbeton/WU Beton bei drückendem Wasser, weiße Wanne, Asphaltbelag	
<i>Tiefgarage Außenwand (nur in OIB-Variante)</i>	– Außenwand WU-Beton bei drückendem Wasser, weiße Wanne (Perimeterdämmung)	
<i>Tiefgarage – Stützen (nur in OIB-Variante)</i>	Stahlbetonstützen	
<i>Kellerdecke über Tiefgarage</i>	Kellerdecke massiv, unterseitig gedämmt	

4.4.6.2 Haustechnik / Energiekonzept für die bauliche Variante 4

Die technische Grundausstattung der baulichen Variante 4 „Plusbase“ entspricht den im Konzept unter 4.4.2.2 Technische Grundausstattung angeführten Maßnahmen.

4.4.6.3 Abschätzung der Energieverbräuche und Leistungen

Eine erste Abschätzung der zu erwartenden thermischen Endenergiebedarfe und Lasten auf Basis einer vereinfachten semi-dynamischen Simulation, zeigt folgende Heiz-Kühllasten und die Jahresbedarfe:

Gebäudeheizlast: 98,7 kW

Gebäudekühllast: 132,7 kW

<i>Energiedienstleistung</i>	<i>absolut [kWh]</i>	<i>spezifisch [kWh/m²]</i>
Heizen – BTA	55.295	17,3
Heizen – Lüftung	37.812	11,8
Kühlen – BTA	64.854	20,2
Kühlen – Lüftung	17.323	5,4
Warmwasser (elektr.)	23.344	7,3
Geothermischer Wärmeentzug	55.960	
Geothermischer Wärmeeintrag	76.049	

Tabelle 35 Abschätzung der thermischen Endenergiebedarfe und Lasten Neubau Plus-Base

Folgende Grafik zeigt die monatliche Verteilung der Energieverbräuche.

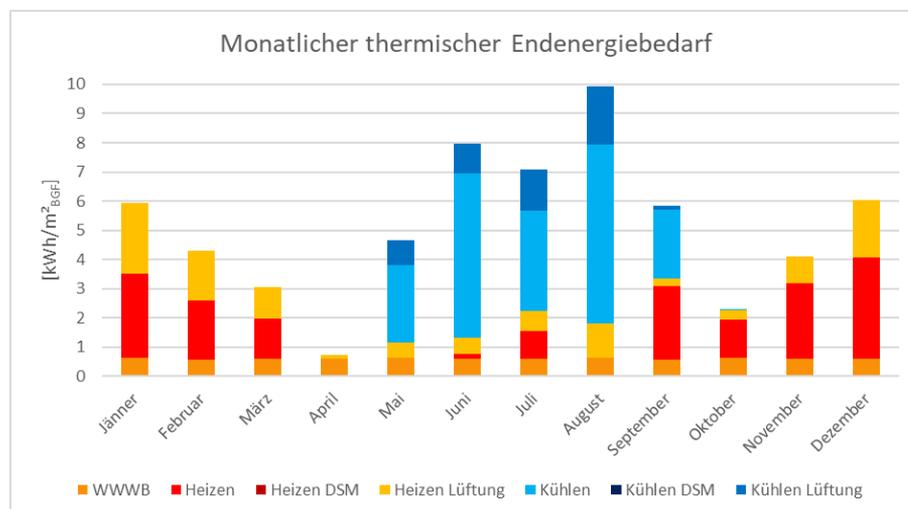


Abbildung 55 monatliche Verteilung der Energiebedarfe Neubau Plus-Base

4.4.6.4 PV -Belegung Plus-Base

Für den Neubau werden vier unterschiedliche Nutzungen von Photovoltaik vorgesehen. Wie in der untenstehenden Skizze, werden die Süd-Ost- und die Süd-West-Fassade wird mit Glas/Glas-Modulen modelliert. Das vordere Dach wird als Dachterrasse konzipiert und mit Glas-Glas-Modulen überdacht. Das hintere Dach wird mit einer Aufdachanlage modelliert.

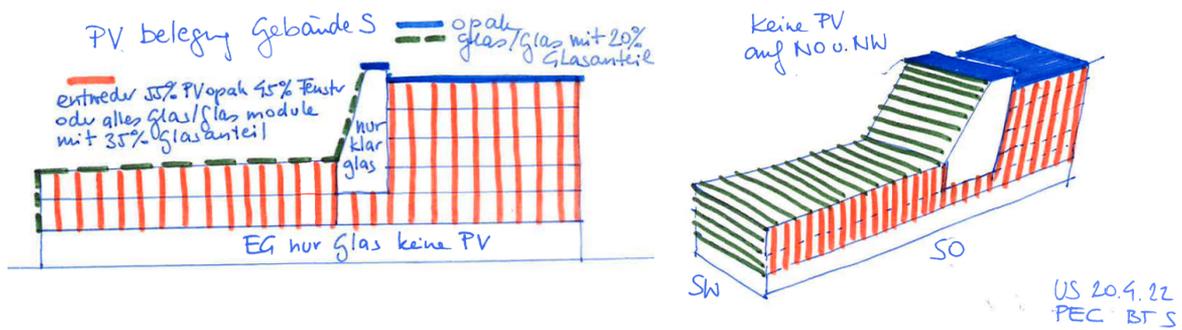


Abbildung 56 Skizze PV-Belag Neubau Plusbase

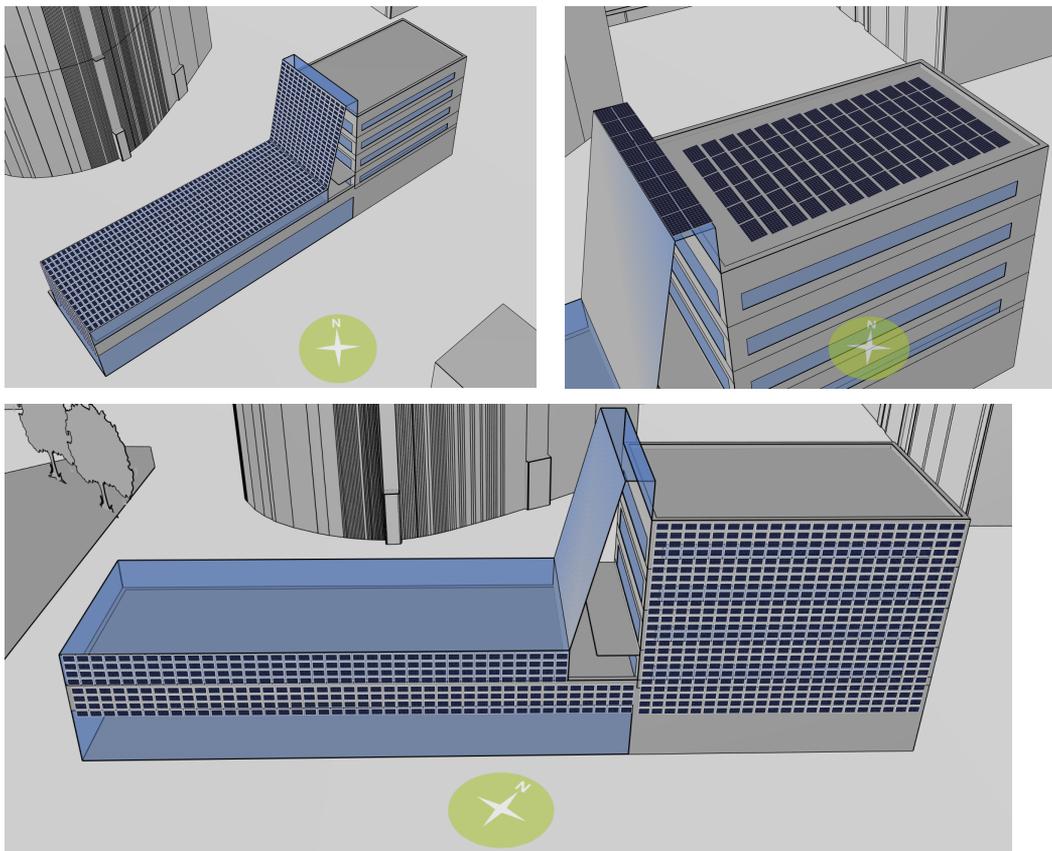


Abbildung 57 Modellierung PV-Belag bauliche Variante 4 "Plus-Base" - eigene Darstellung PV Sites

In der untenstehenden Tabelle sind die, in der baulichen Variante 4 „Plusbase“ berücksichtigten Modulflächen in den unterschiedlichen energetischen Varianten angeführt.

Die Solare Verpflichtung ist in Variante A ausgewiesen und beträgt 159 m² der Gebäudehülle.

In den Maximal-Varianten (B und C, Dach, Fassaden, Vordächer, Dachgarten) können insgesamt (incl. Bestand) 3.716 m² der Gebäudehülle mit PV-Modulen belegt werden.

In der Variante D werden nur die Dachflächen (incl. Bestandsdach) mit gesamt 1.270 m² der Gebäudehülle belegt

PV-Belegung in m ² Modulfläche	Plusbase	energetische Variante			
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	159	a	b	c	d
PV-Belegung Bestand - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung) Modul	475		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Fassaden PV Modul	1.609		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Vordächer Modul	448		b	c	d
PV-Belegung Bestand - Flachdach Dachgarten/Pergola Modul	612		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	159	a	b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Flachdach Aufdach (Extensive Begrünung)	183		b	c	d
PV-Belegung Neu- und Zubau - Fassaden PV Modul	230		b	c	d
Summen Maximal (Variante B+C)	3.716		b	c	d

In der untenstehenden Tabelle sind Leistung und erwarteter Ertrag der Dach- und Fassadenmodule in der baulichen Variante 4 „Plus-Base“ angeführt

Tabelle 36 PV-Belegung in der baulichen Variante4 Plus-Base

Gebäude	Part	kWh/kW _p	kWp/m ² _{NGF}	[MWh/a]	Ausrichtung	Neigung [°]	Skalierung
Plus-Base	Dach	929	30,5	97,9	Süd	5	-
	Fassade	877	12,4	2,2	-	-	-
	Summe	914	42,9	10,1	-	-	-

Die folgenden Renderings geben einen Eindruck von der möglichen optischen Gestaltung des PV-Belages in der baulichen Variante 4 „Plus-Base“



Abbildung 58 Rendering PV-Belegung Plus-Base (Quelle POS Architekten)



Abbildung 59 Rendering PV-Belegung Plus-Base (Quelle POS-Architekten)

4.5 Energiebilanz der Varianten

Da die Varianten PEQ und PEQ/Öko hinsichtlich der energetischen Maßnahmen gleich ausgestattet sind, werden sie in den untenstehenden Abbildungen gemeinsam abgebildet.

4.5.1 Nach energetischen Varianten:

Die untenstehenden Abbildungen geben einen Überblick der Ergebnisse nach energetischen Varianten. Während im Bestand (Var. A Bestand/Mini) nur 2% bis 3% des Endenergiebedarfes aus eigener Energieproduktion gedeckt werden kann, steigt der Deckungsgrad in den Varianten D („Stand der Technik“) auf 5% bis 9% und in den energetisch optimierten Varianten (PEQ und PEQ/Öko) auf 52% bis 65%.

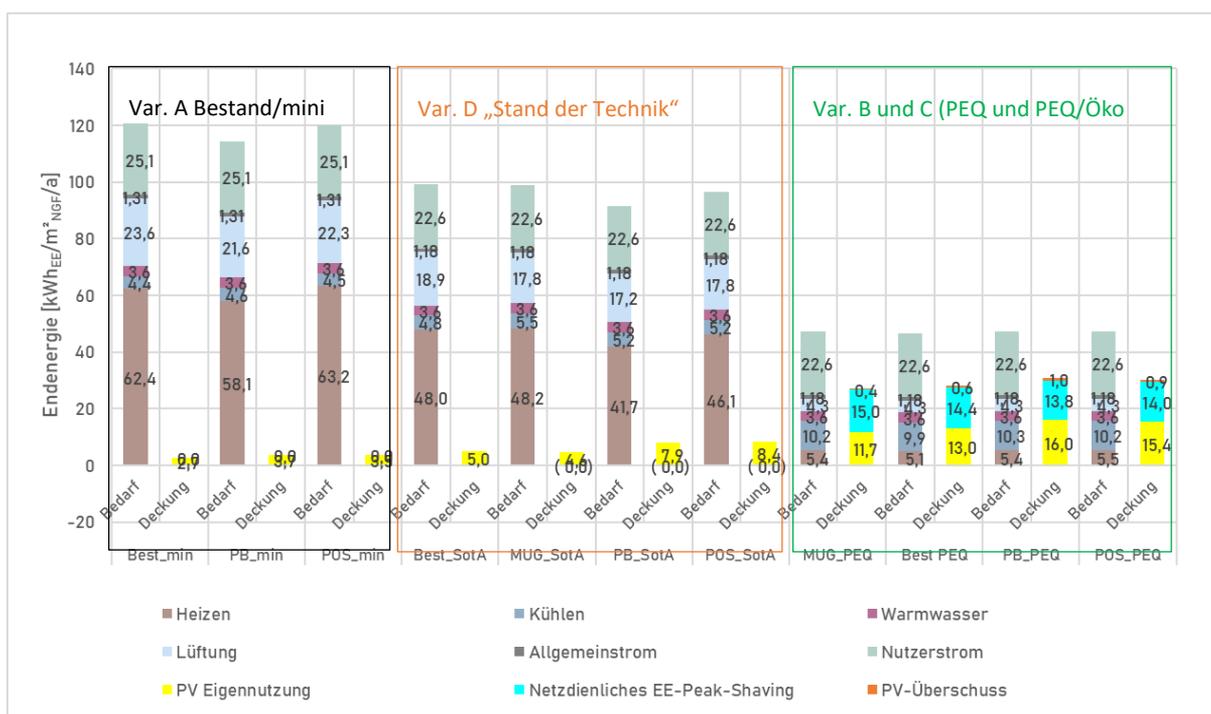


Abbildung 60: Endenergiebedarf und -deckung; Campusvarianten

Bei der Betrachtung der Primärenergie-Bilanz ist ersichtlich, dass unter Einbeziehung der „PEQ Alpha Gutschrift in den energetischen Varianten B und C (PEQ und PEQ/Öko) der Plusenergie-Standard erreicht wird.

In den Varianten A (Bestand mini) liegt der Eigenbedarf mehr als 100% über der Eigendeckung, in der Variante D (Stand der Technik) auf rund 50 %.

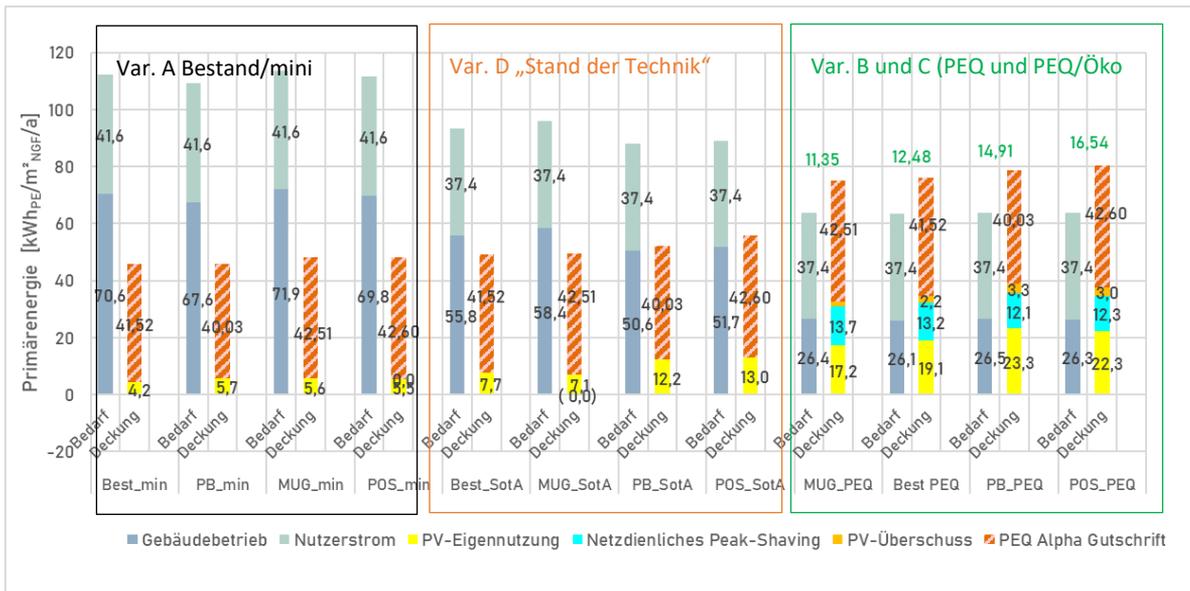


Abbildung 61: Primärenergiebedarf und Deckung inklusive PEQ Alpha Gutschrift; Campusvarianten

4.5.2 Ergebnisse der Energiebilanz nach baulichen Varianten:

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse der Energiebilanzen der einzelnen baulichen Varianten nach energetischen Standards verglichen.

4.5.2.1 Ergebnisse der Energiebilanz für den Bestand

Die architektonische Bestandsvariante mit den drei energetischen Varianten sind in folgenden Abbildungen dargestellt. Hier zeigt sich, dass insbesondere durch die Optimierung der Lüftung und der Kühlung sowie durch die bauliche Sanierung in der Variante PEQ/PEQ Öko rund 61 % des Endenergiebedarfes eingespart werden können. Die Sanierungsvariante D(Stand der Technik) erreicht nur eine Reduktion um 18 %.

Durch die Umstellung des Heizsystems auf Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik kann der Primärenergiebedarf in den Varianten PEQ und PEQ/Öko so weit gesenkt werden, dass (unter Einbeziehung der „Alpha-Gutschrift“) der Plusenergie-Standard erreicht wird.

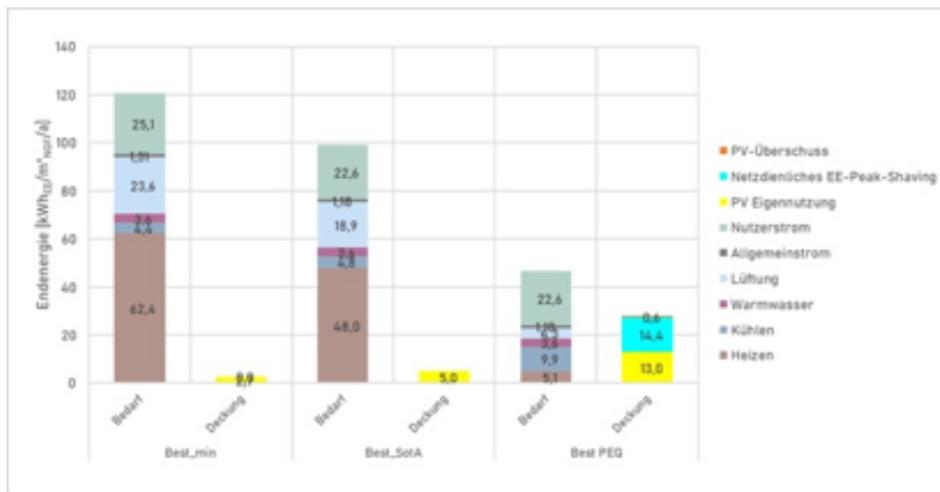


Abbildung 62: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Bestandsvariante (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

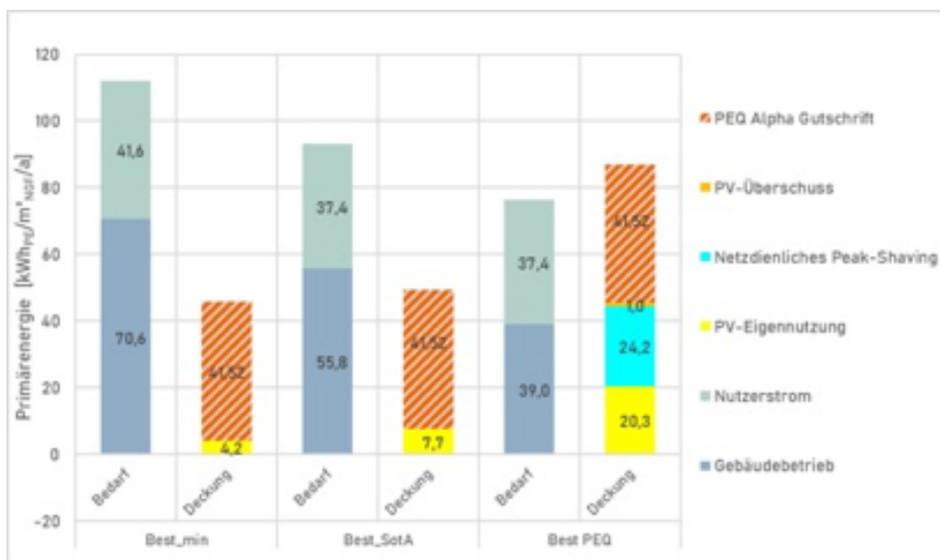


Abbildung 63: Primärenergiebedarf und Deckung (+Alpha Gutschrift) der architektonischen Bestandsvariante (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

4.5.2.2 Ergebnisse der Energiebilanz für die bauliche Variante „POS“

In der architektonischen Variante „POS“ wirkt sich die energetische Optimierung mit einer Reduktion des Endenergiebedarfes in der energetischen Variante PEQ/PEQ Öko um rund 59 % des Endenergiebedarfes eingespart werden können. Die energetische Variante D (Stand der Technik) erreicht nur eine Reduktion um 13 %.

Der Primärenergiebedarf in den Varianten PEQ und PEQ/Öko so weit gesenkt werden, dass er (unter Einbeziehung der „Alpha-Gutschrift“) durch den eigenen PV-Strom Wind-Peak-Shaving ökologisch gedeckt werden kann und der Plusenergie-Standard erreicht wird.

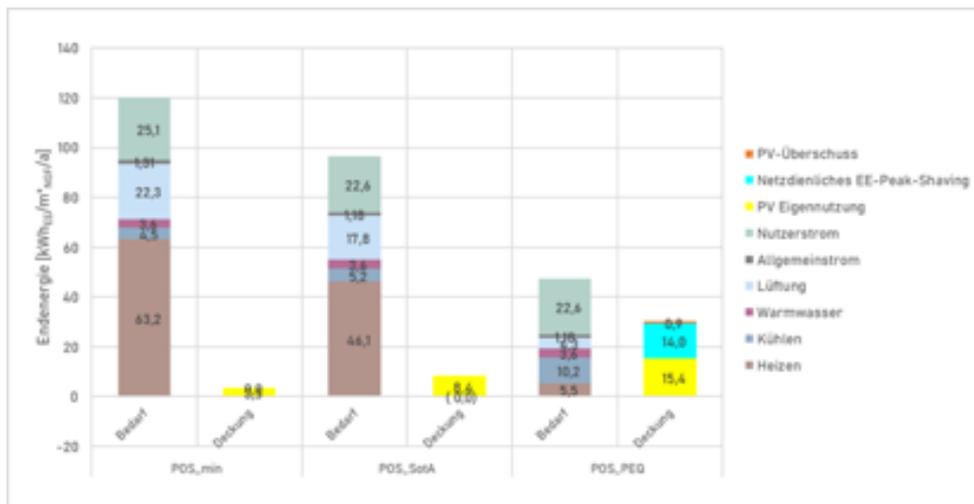


Abbildung 64: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante POS Nachverdichtung (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

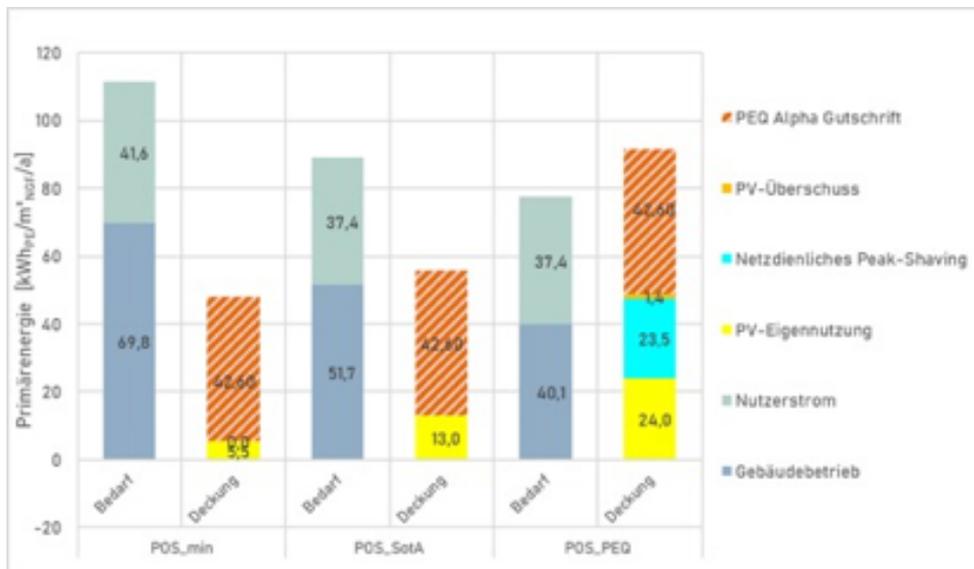


Abbildung 65: Primärenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante POS Nachverdichtung (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

4.5.2.3 Ergebnisse der Energiebilanz für die bauliche Variante „MUG“

In der architektonischen Variante „MUG“ kann durch die energetische Optimierung eine Reduktion des Endenergiebedarfes in der energetischen Variante PEQ/PEQ Öko um rund 62 % erreicht werden. Die energetische Variante D (Stand der Technik) erreicht nur eine Reduktion um 26 %.

Der Primärenergiebedarf in den Varianten PEQ und PEQ/Öko so weit gesenkt werden, dass er (unter Einbeziehung der „Alpha-Gutschrift“) durch den eigenen PV-Strom und Wind-Peak-Shaving ökologisch gedeckt werden kann und somit der Plusenergie-Standard erreicht wird.

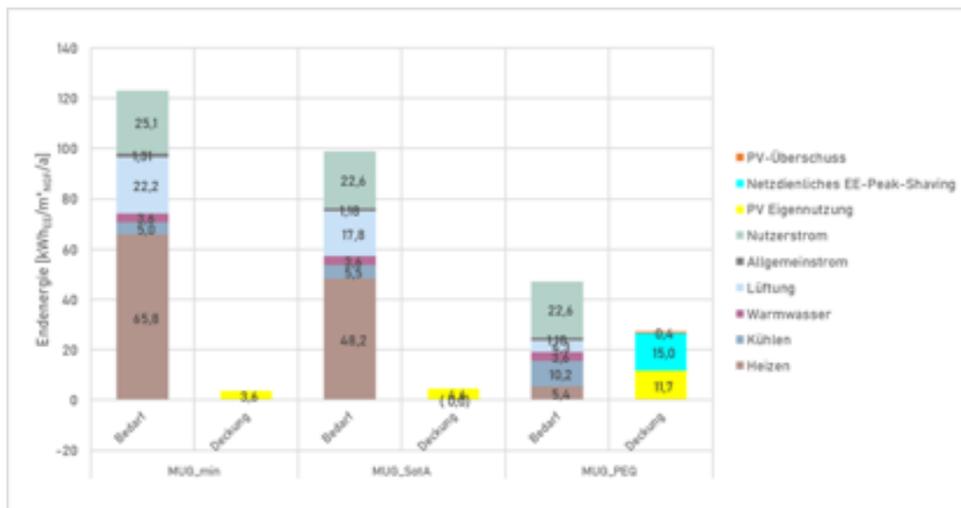


Abbildung 66: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante MuG (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

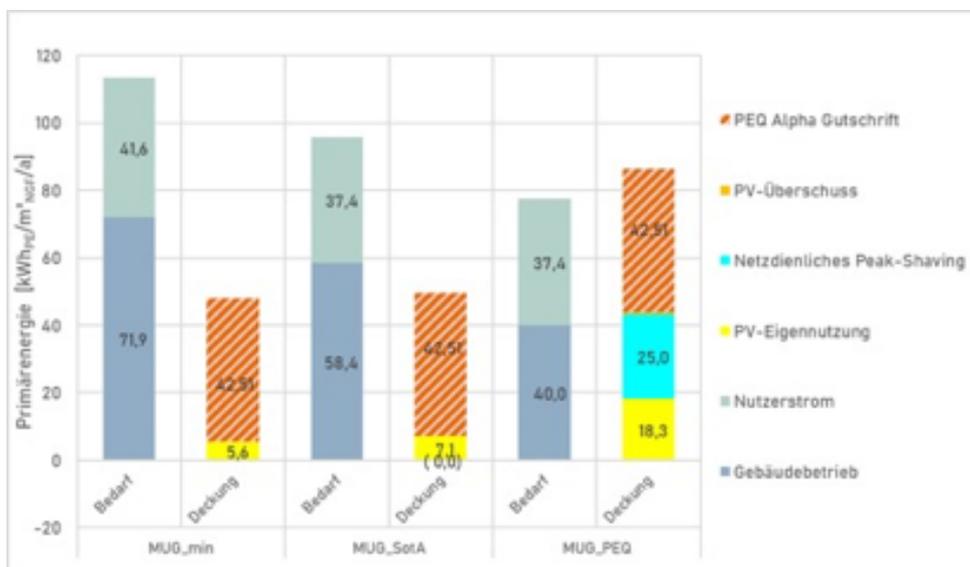


Abbildung 67: Primärenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante MuG(Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

4.5.2.4 Ergebnisse der Energiebilanz für die bauliche Variante Plusbase

In der Variante „Plusbase“ reduziert sich der Endenergiebedarf durch die energetische Optimierung in der energetischen Variante PEQ/PEQ Öko um rund 61 % des erreicht werden. Die energetische Variante D (Stand der Technik) erreicht nur eine Reduktion um 20 %.

Der Primärenergiebedarf in den Varianten PEQ und PEQ/Öko so weit gesenkt werden, dass er (unter Einbeziehung der „Alpha-Gutschrift“) durch den eigenen PV-Strom Wind-Peak-Shaving ökologisch gedeckt werden kann und der Plusenergie-Standard erreicht wird.

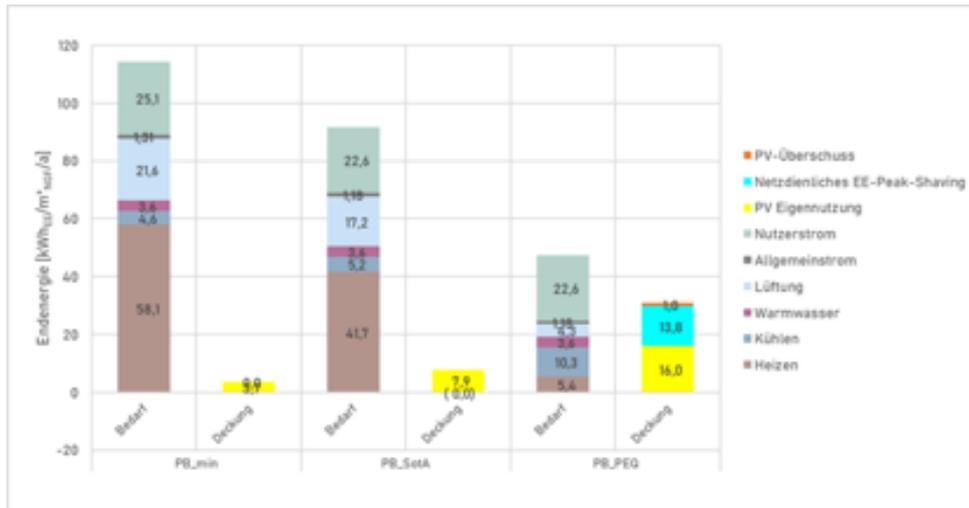


Abbildung 68: Endenergie Plusbase(Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

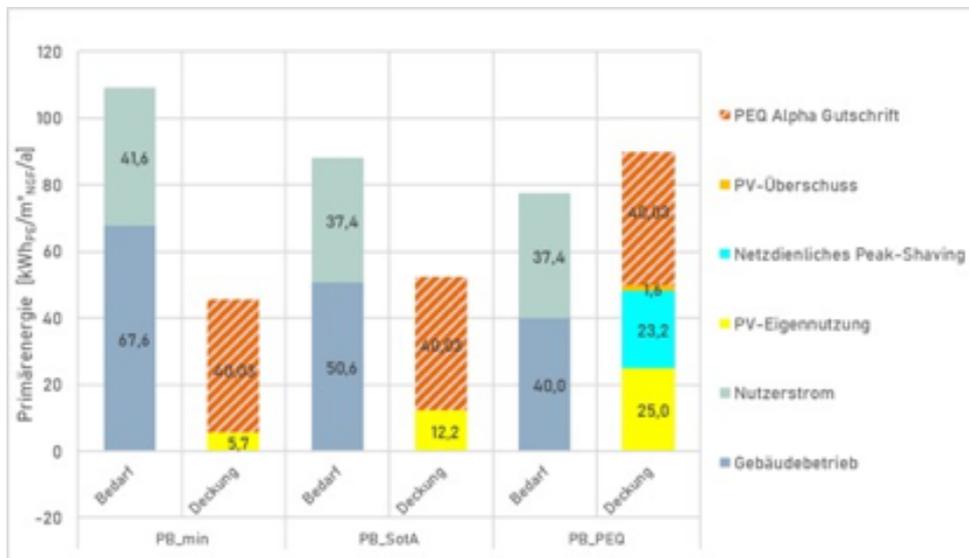


Abbildung 69: Primärenergie Plusbase (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)

4.5.3 Ergebnisse Energiebilanz Mobilität Plus-Energie-Campus

Wie im Kapitel 4.8 Mobilitätskonzept angeführt, wurden die Fahrleistungen nach Umsetzung der Maßnahmenpakete „gesamt“, „reduziert“ und „stark reduziert“ jeweils in der pessimistischen Minimalvariante und der optimistischen Maximalvariante abgeschätzt und mit den Emissionsfaktoren (Umweltbundesamt Juni 2021) multipliziert, um die möglichen Einsparungen an Treibhausgasen und Primärenergie zu errechnen. Die Ergebnisse sind unten abgebildet.

Bei Betrachtung der Fahrleistungen nach Verkehrsmitteln zeigt sich, dass die Zielerreichung

- Reduktion des Motorisierten Individualverkehrs auf die Fahrleistungen lt. Der optimierten Variante der Fahrleistungen lt. UAP durch eigene Maßnahmen der FH-Technikum Wien erreicht werden kann.
- Die Elektrifizierung von 70% des Motorisierten Individualverkehrs (MIV) erfordert zusätzlich übergeordnete Maßnahmen („technischer Fortschritt“³¹ – gelb/graue Balken). Durch eigene Maßnahmen der FH-Technikum Wien kann dieser Bedarf an „technischem Fortschritt“ aber von 68% auf 21% gesenkt werden.

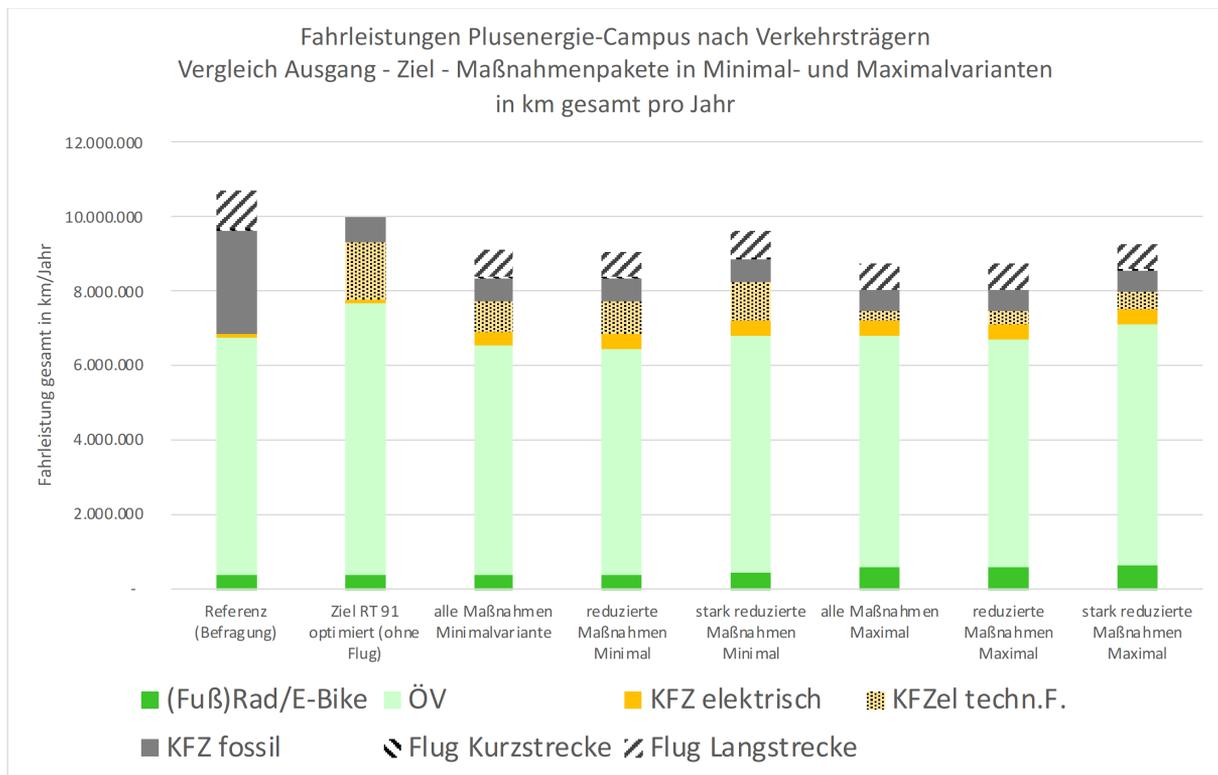


Abbildung 70 Vergleich der Fahrleistungen Ausgangslage und Ziel der Mobilitätsmaßnahmen mit den erreichbaren Zahlen der Varianten Mobilitätskonzept.

³¹ Umfasst sämtliche Maßnahmen zur Attraktivierung der E-Mobilität wie z.B. Preisreduktion und Förderungen

Bei Betrachtung der THG-Emissionen zeigt sich, dass die Zielerreichung hinsichtlich der Treibhausgas-Emissionen durch eigene Maßnahmen der FH-Technikum Wien erreicht werden kann. Tritt der „technische Fortschritt“ im erforderlichen Ausmaß ein (Abbildung 71 – Bewertung der Emissionen „KFZ technischer Fortschritt“ wie „KFZ elektrisch“) wird das Einsparungsziel in allen Varianten der Maßnahmenpakete erreicht bzw. übererfüllt. Aber auch wenn der „technische Fortschritt“ nicht im erforderlichen Maß eintritt (Abbildung 72 Bewertung der Emissionen „KFZ technischer Fortschritt“ wie „KFZ fossil“) können die Ziele in den optimistischen Varianten erreicht werden.

Eine Reduktion des Flugverkehrs wäre, wie aus den untenstehenden Abbildungen ersichtlich ist, hinsichtlich einer THG-Emissions-Einsparung essentiell, auch wenn dieser in den allgemeinen Betrachtungen (Kennzahlen) nicht einberechnet wird.

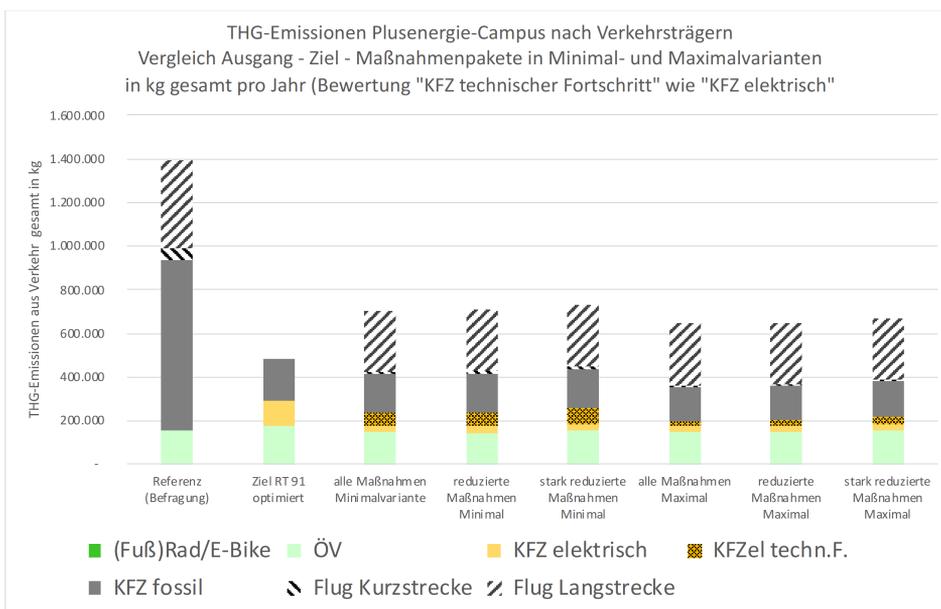


Abbildung 71 THG-Emissionen aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ elektrisch“

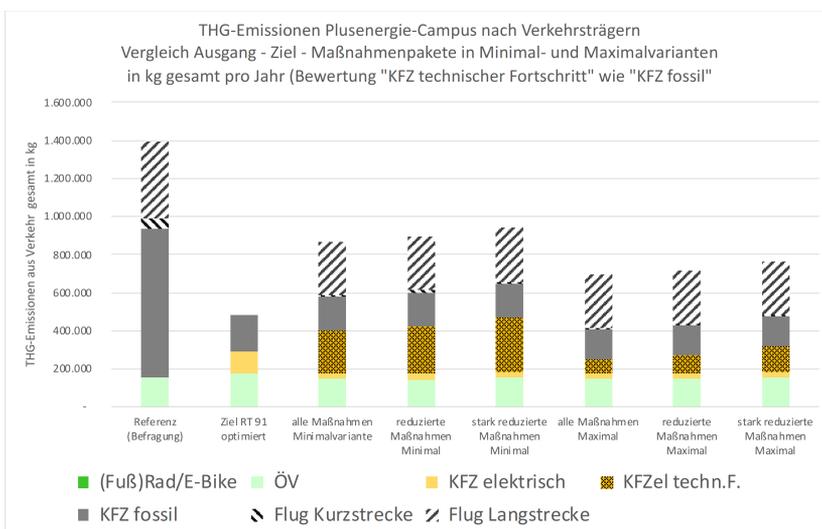


Abbildung 72 THG-Emissionen aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ fossil“

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung des Primärenergieverbrauchs von Ausgangslage, Zielwert und Ergebnissen der unterschiedlichen Varianten. Bei Eintreten des nötigen „technischen Fortschrittes“ wird das Ziel in allen Maßnahmenvarianten erreicht (Abbildung 73)– bei keinem technischen Fortschritt (Abbildung 74) nur in den (optimistisch abgeschätzten) Maximalvarianten und bei Umsetzung aller Maßnahmen auch in der Variante „alle Maßnahmen“.

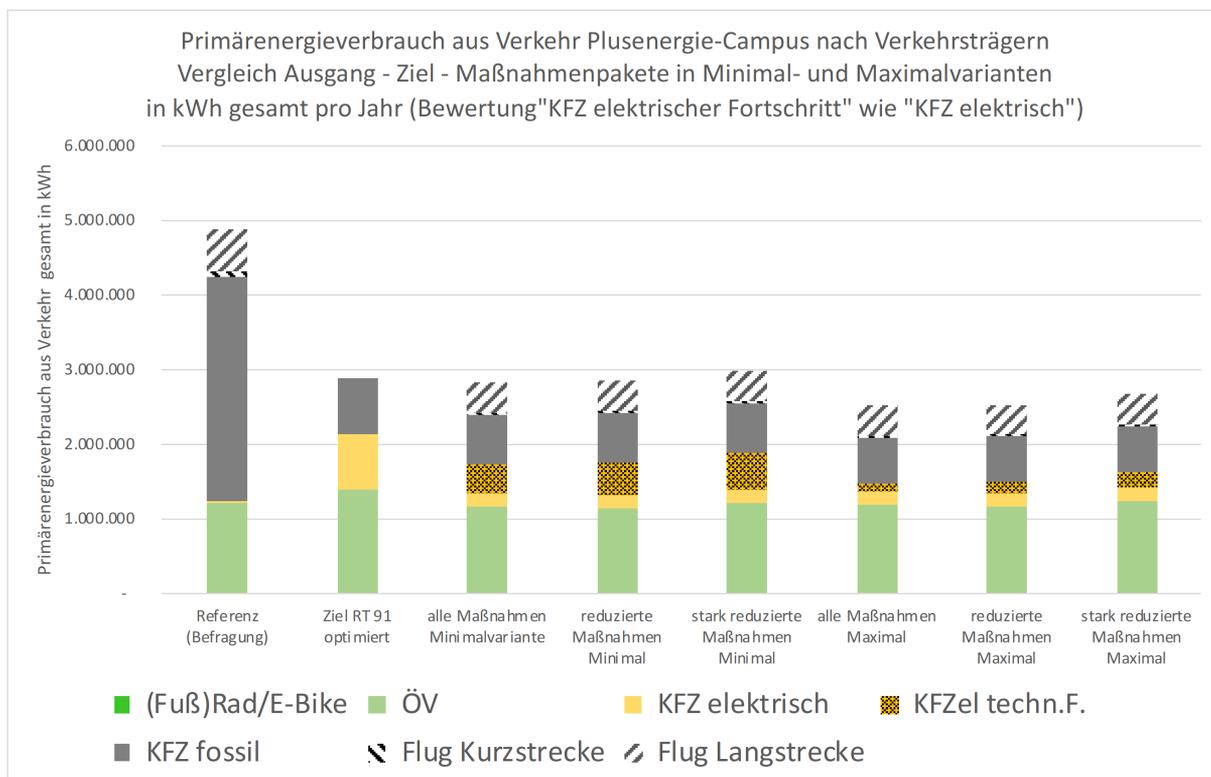


Abbildung 73 Primärenergieverbrauch aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ elektrisch“

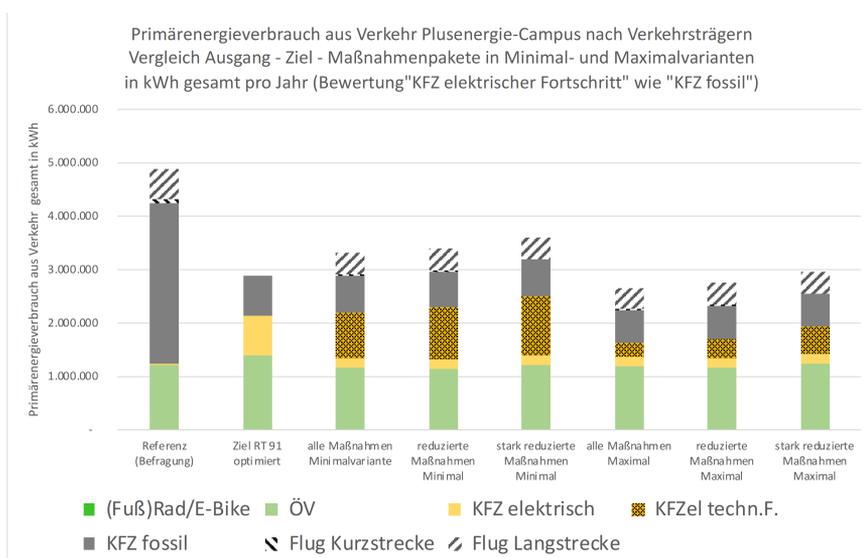


Abbildung 74 Primärenergieverbrauch aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ fossil“

4.5.4 Vergleich: Energieverbrauch

In der untenstehenden Abbildung sind die jährlichen Energieverbräuche der FH-Gebäude in m^2_{NGF} lt den Energieabrechnungen für das Jahr 2019 dargestellt. Im Balkendiagramm auf der linken Seite ist der spezifische Endenergiebezug dem jeweiligen Gebäude zugeordnet. Auf der rechten Seite sind die spezifischen Strombezüge der FHTW im monatlichen Verlauf, aufgeteilt in Niedertarif dargestellt.

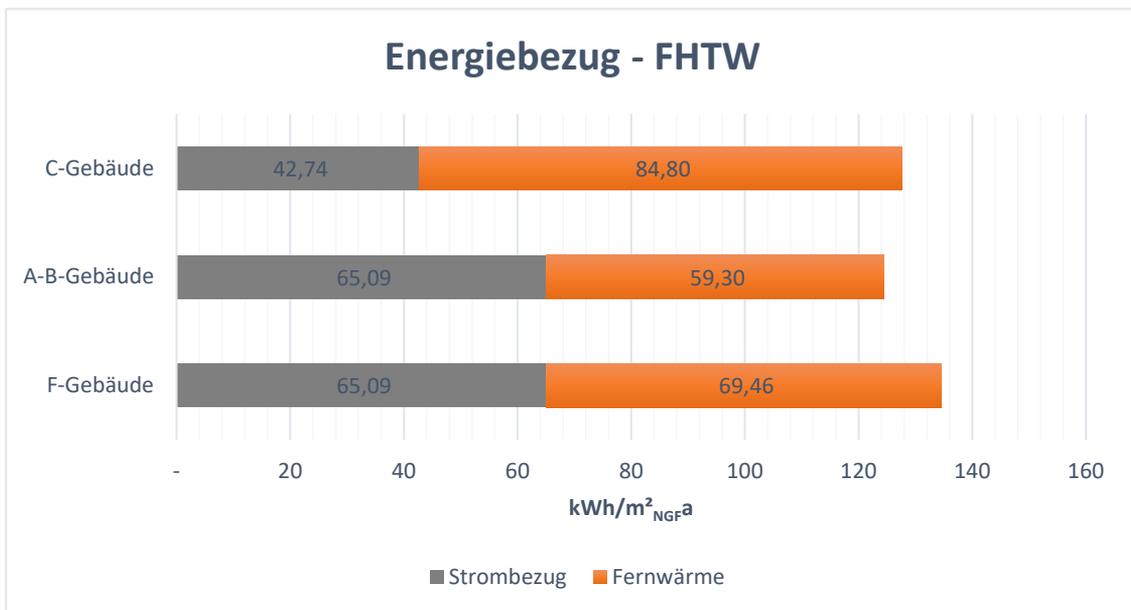


Abbildung 75 Energieverbrauch lt. Energieabrechnungen 2019 Bauteile A, B, C und F (Verbrauch Hstpl 4-5-6)

Die untenstehende Abbildung zeigt das Jahresprofil (2019) der Gebäude A, B und F der FH-Technikum Wien nach monatlichen Verbräuchen.

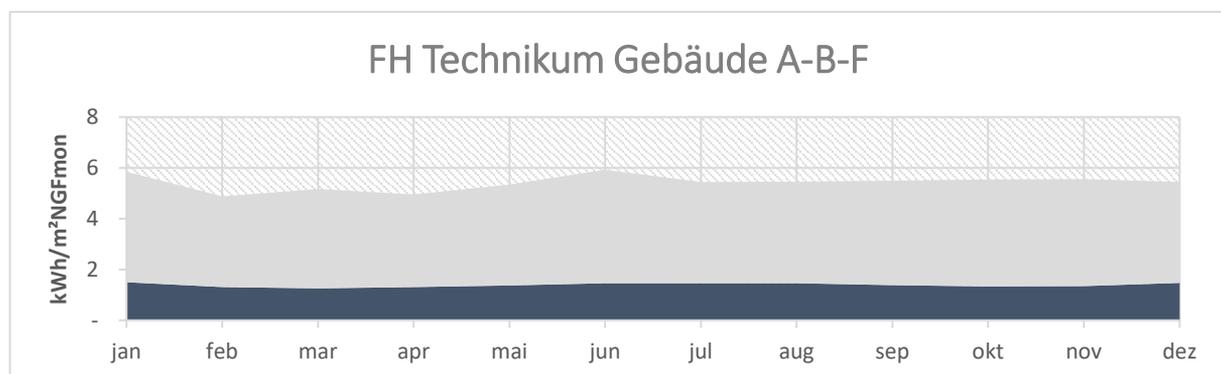


Abbildung 76: Jahresprofil Strombezug FH Technikum Wien (A-B-F); nach monatlichen Verbräuchen approximiert (Verbrauch_Hstpl 4-5-6_rd – „Strom“)

4.6 Ökobilanz (LCA)

4.6.1 Methoden

Zur Bewertung der ökologischen Qualität des Plus-Energie-Campus wurden die Aufwände berechnet, die in einem definierten Betrachtungszeitraum anfallen, um die in 4.4 festgelegten Sanierungs- und Nachverdichtungsmaßnahmen durchzuführen, die Gebäude zu betreiben und instand zu setzen (inkl. erforderlicher Austauschzyklen für Haustechnik- und Bauteilkomponenten). Dieser Betrachtungszeitraum wurde in Übereinstimmung mit dem OI3-Berechnungsleitfaden 5.0³² auf 50 Jahre festgelegt. Ebenso wurden die Nutzungsdauern der Bauteile und Haustechnikkomponenten entsprechend dem Nutzungsdauerkatalog im OI3-Leitfaden angenommen.

Für die Berechnung des Oekoindex OI3 werden die folgenden Umweltkategorien aus Ökobilanzen berücksichtigt:

- Beitrag zur Globalen Erwärmung (Indikator: GWP-total)
- Versauerung von Boden und Wasser (Indikator: AP)
- Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie, total (Indikator: PENRT)

Die Auswahl dieser Umweltkategorien basiert auf wissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Lebenszyklusanalyse. Während die Beurteilung des GWP derzeit unbestritten im Vordergrund steht, können mit dem PENRT die Ressourceneffizienz und mit dem AP die lokalen Auswirkungen auf Luftqualität, Böden und Gewässer abgebildet werden.³³

Im Projekt Plus-Energie-Campus wird zusätzlich der Aufwand an erneuerbarer Primärenergie (als Energieträger) betrachtet, der im Summenparameter „Bedarf an Primärenergie gesamt, Energieträger“ (PEE) enthalten ist.

Tabelle 37: Gewählte Umweltparameter für die ökologische Bewertung

PEE	Bedarf an nicht erneuerbarer und erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger (Summe aus PENRE und PERE)
PENRT	Summe des Bedarfs an nicht erneuerbarer Primärenergie, als Energieträger (PENRE) und des Bedarfs nicht erneuerbarer Primärenergie als Rohstoff (PENRM)
GWP total	Summe des in Biomasse gespeicherten Kohlenstoffs (GWP-biogen) und der in Prozessen emittierten Treibhausgasemissionen (GWP-fossil). Das Globale Erwärmungs-Potential wird für einen Zeithorizont von 100 Jahren (GWP100) und in kg-CO ₂ -Äquivalenten (kg CO ₂ -Äq.) angegeben.
AP	Beitrag zur Versauerung von Boden und Wasser, gemessen in kg-SO ₂ -Äquivalenten

³² IBO GmbH (Hrsg.): Leitfaden zur Berechnung des Oekoindex OI3 und des Globalen Erwärmungspotentials für Bauteile und Gebäude. Version 5.0, September 2022. Online abrufbar unter: <https://www.ibo.at/materialoekologie/lebenszyklusanalysen/oekoindex-oi3>

³³ ebd.

Datenbasis für die ökologische Bewertung ist die IBO-Richtwertetabelle, die unter www.baubook.info zur Verfügung gestellt wird (Version 2020). Diese Ökobilanzdaten wurden gemäß den geltenden Normen erstellt:

- ÖNORM EN ISO 14040 Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen
- ÖNORM EN ISO 14044 Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen
- ÖNORM EN 15804 Nachhaltigkeit von Bauwerken – Umweltdeklarationen für Produkte – Grundregeln für die Produktkategorie Bauprodukte

Die detaillierten spezifischen Rahmenbedingungen und methodischen Vorgaben sind unter <http://www.ibo.at/de/oekokennzahlen.htm> abrufbar.

Als räumliche Bilanzgrenze wurde die Bilanzgrenze 5 des OI3-Leitfadens gewählt, mit der die Gebäude vollständig erfasst werden. Insbesondere werden ab Bilanzgrenze 5 die Haustechniksysteme berücksichtigt, wobei mindestens folgende Systeme zu bilanzieren sind:

- Wärmeversorgungssysteme (Heizung/Warmwasser) inkl. Speicher
- Wärmeverteilungen (inkl. Dämmungen)
- Wärmeabgabesysteme: Radiatoren, Fußboden-Heizungsrohre, etc.
- Lüftungsanlagen inkl. Lüftungsverteilungen
- Erdreichwärmetauscher zur Luftvorerwärmung (Luft- oder Solegeführte Systeme) inkl. Einbettung im Erdreich
- Wasser-/Abwasserrohre (inkl. Dämmungen)
- Bei Wärmepumpenanlagen: inkl. Kollektorfelder, Tiefbohrsonden
- Bei thermischen Solaranlagen: Kollektoren, Solarspeicher
- Bei PV-Anlagen: PV-Module, Wechselrichter³⁴

Weitere Haustechnikkomponenten, etwa aus den Bereichen Elektrotechnik, Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik oder sanitäre Einrichtungen, wurden in den Berechnungen nicht berücksichtigt. In die zeitliche Bilanzgrenze fallen die folgenden Module gemäß EN 15804:

Herstellungsphase (A1- A3)

Die Baumaterialien werden stufenkumuliert über alle Prozesse von der Rohstoffgewinnung bis zum Ende der Produktionsphase bilanziert (Cradle to Gate, Module A1 bis A3 gemäß EN 15804).

Materialbezogene Nutzungsphase (B1 - B5)

Von den materialbezogenen Nutzungsphasen B1 - B5 wird nur der Material- bzw. Bauteiltausch berücksichtigt (B4), alle anderen Phasen werden vernachlässigt. B4 umfasst die neuerliche Herstellung der ausgetauschten Materialien „von der Wiege bis zum Werkstor“ (Cradle to Gate). Die Transporte der Austauschmaterialien zur Baustelle werden nicht

³⁴ ebd.

berücksichtigt. Die Umweltwirkungen aus der Entsorgung der ausgetauschten Materialien beim Austausch werden nicht berücksichtigt.

Energieverbrauch im Betrieb (B6)

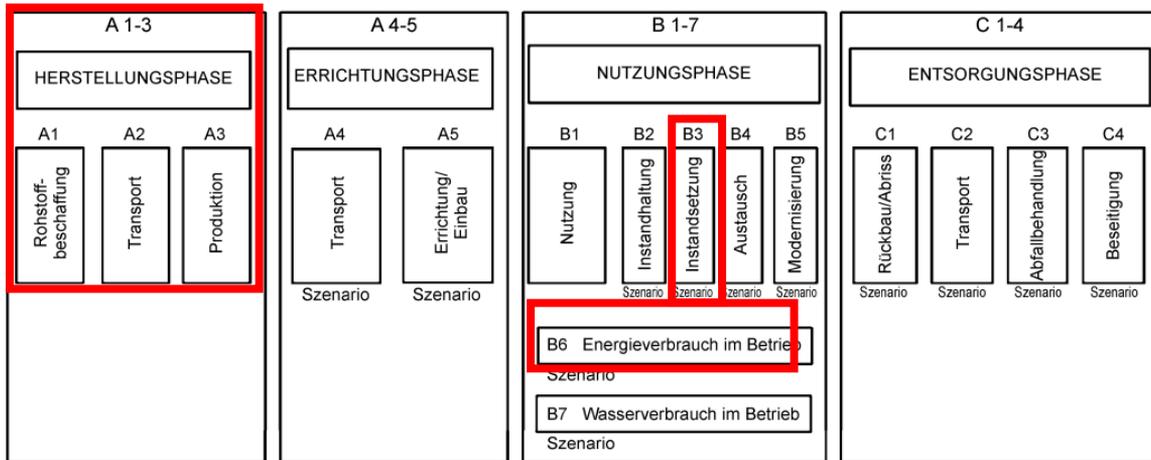


Abbildung 77: Lebenswegmodule gemäß EN 15804, Quelle: EN 15804

Alle Prozesse – auch wenn sie in der Zukunft liegen, wie zum Beispiel Materialersatz – wurden mit jetzigen Technologien (Energieversorgung, Transporte etc.) bewertet.

Primärenergie-Indikatoren wurden unabhängig vom Zeitpunkt des Energieeinsatzes auf Basis des aktuell in der Hintergrunddatenbank ecoinvent hinterlegten Energiemix und aktueller Konversionsfaktoren berechnet. Für den Energieverbrauch im Betrieb wurden die in Österreich gebräuchlichen OIB-Konversionsfaktoren hinterlegt [OIB-Richtlinie 2019]. Eigenverbrauchsanteile von im Plus-Energie-Campus generierter erneuerbarer Energie verringern die ökologischen Aufwände für die Betriebsenergie. Überschüsse ans Netz wurden als Gutschrift für die Substitution von bezogenem Strom (Strom-Liefermix/Konversionsfaktoren OIB 2019) berücksichtigt. Die ökologischen Aufwände für Bestandsbauteile/-flächen wurden zum Betrachtungszeitpunkt als abgeschlossen betrachtet und mit Null angesetzt. Sämtliche Ergebnisse wurden zur besseren Vergleichbarkeit auf die konditionierte Netto-Grundfläche (gemäß ÖNORM B 1800 und ÖNORM B 8110-6) bezogen und sind Jahreswerte.

4.6.2 Variante 1: Sanierung/Referenz/Mini

Die Referenzvariante a verursacht naturgemäß kaum Belastungen aus der Errichtung bzw. Sanierung, wie am Beispiel des Global Warming Potentials zu sehen ist (Abbildung 78). In der Variante d, die eine Sanierung nach dem Stand der Technik vorsieht, werden 15 kg CO₂-Äquivalente pro m²_{NGF} emittiert. Dem stehen 96 kg CO₂-equ./m²_{NGF} für eine Sanierung auf Plus-Energiestandard (Variante b) gegenüber, die durch die Verwendung klimafreundlicherer Baustoffe (Variante c) auf 43 kg CO₂-equ./m²_{NGF} reduziert werden können – vor allem, da der in diesen Materialien gespeicherte Kohlenstoff das Treibhaus Potential (GWP total) um 33 kg CO₂-equ./m²_{NGF} (GWP biogen) verringert. So sinkt die CO₂-Belastung aus den baulichen Maßnahmen auf das Niveau von Variante d (Stand der Technik) und unter den GWP-Wert für die Errichtung der Photovoltaikanlagen.

Bei den weiteren betrachteten Umweltindikatoren zeigt sich ein ähnliches Bild, wie in Abbildung 79 beispielhaft am Versäuerungspotential zu sehen ist. Der Hauptanteil der ökologischen Aufwände wird durch die baulichen Sanierungsmaßnahmen verursacht, gefolgt von der Photovoltaik. Der Vergleich zwischen den energetischen Varianten fällt ebenso aus, wenn man zusätzlich zur Errichtung die Erneuerung der Konstruktionen und Haustechnikkomponenten während des Betrachtungszeitraums von 50 Jahren heranzieht.

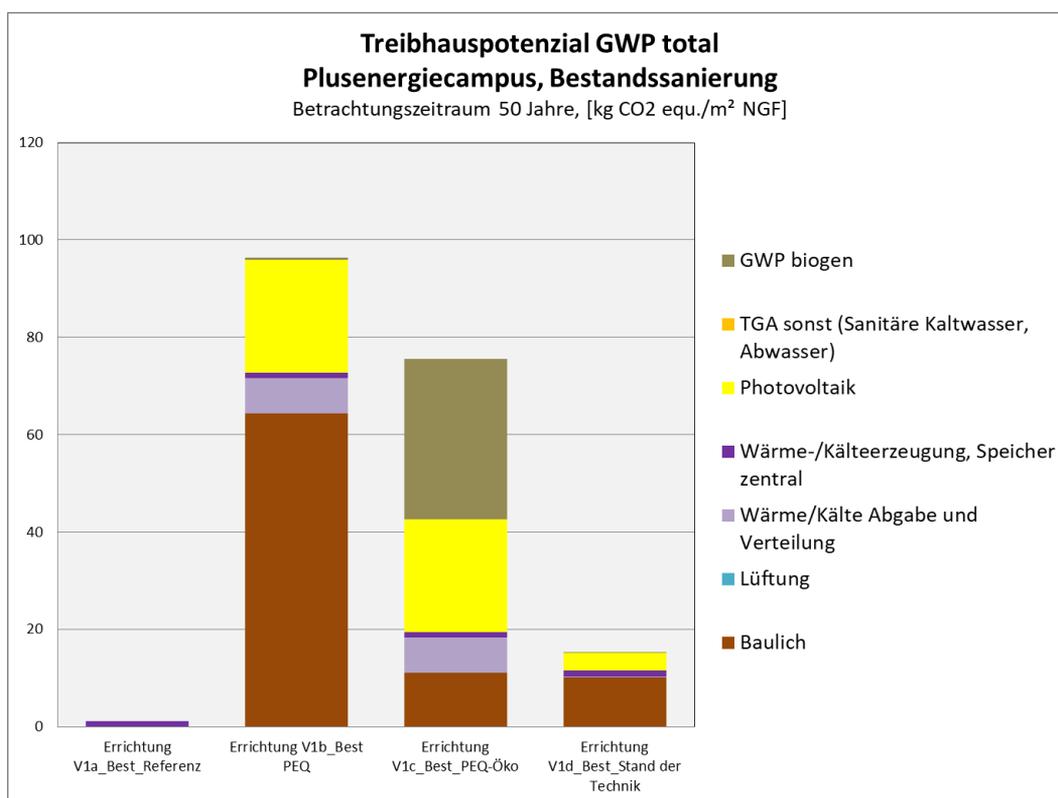


Abbildung 78: Treibhauspotenzial, Bestandssanierung, Errichtung bzw. Sanierung

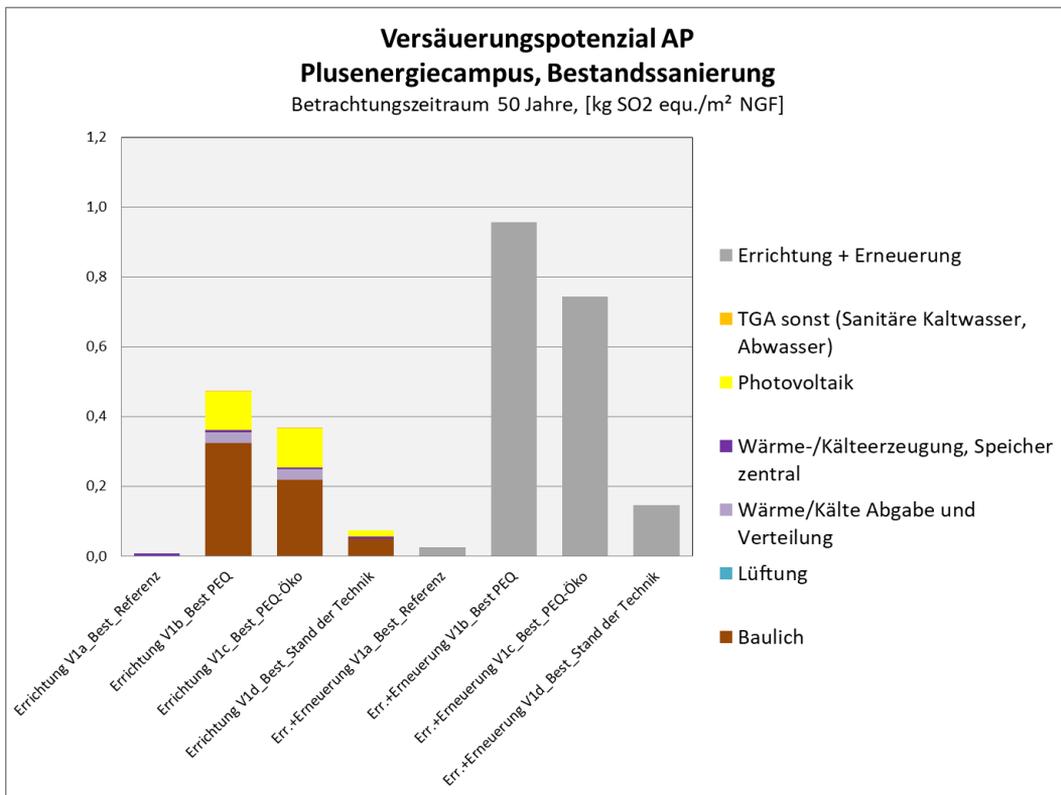


Abbildung 79: Versäuerungspotenzial, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

Erst die Betrachtung inklusive Betriebsenergie ändert die lebenszyklische Bewertung frappant: Nun verursacht Variante c, die Sanierung auf Plus-Energiestandard mit ökologischen Baustoffen, bei allen betrachteten Umweltindikatoren die geringsten Belastungen. Im Vergleich zur Referenzvariante kann der GWP-Wert um 62%, der PENRT um 45% und der PEE um 69% verringert werden.

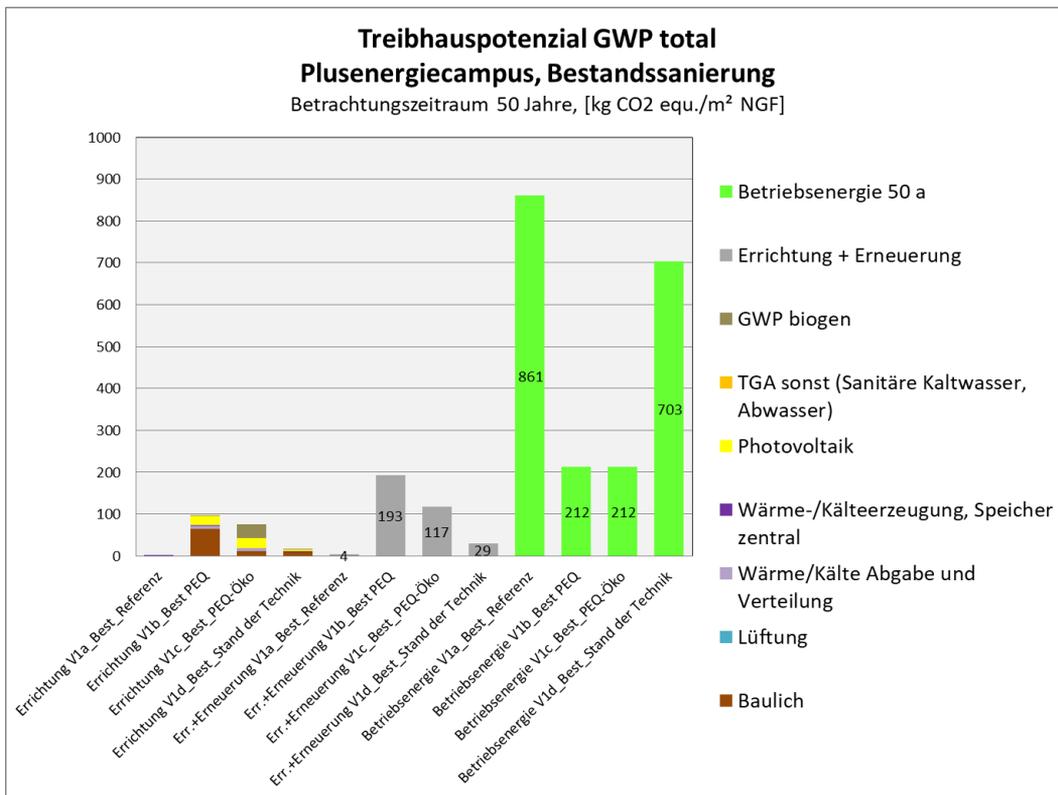


Abbildung 80: Treibhauspotential, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

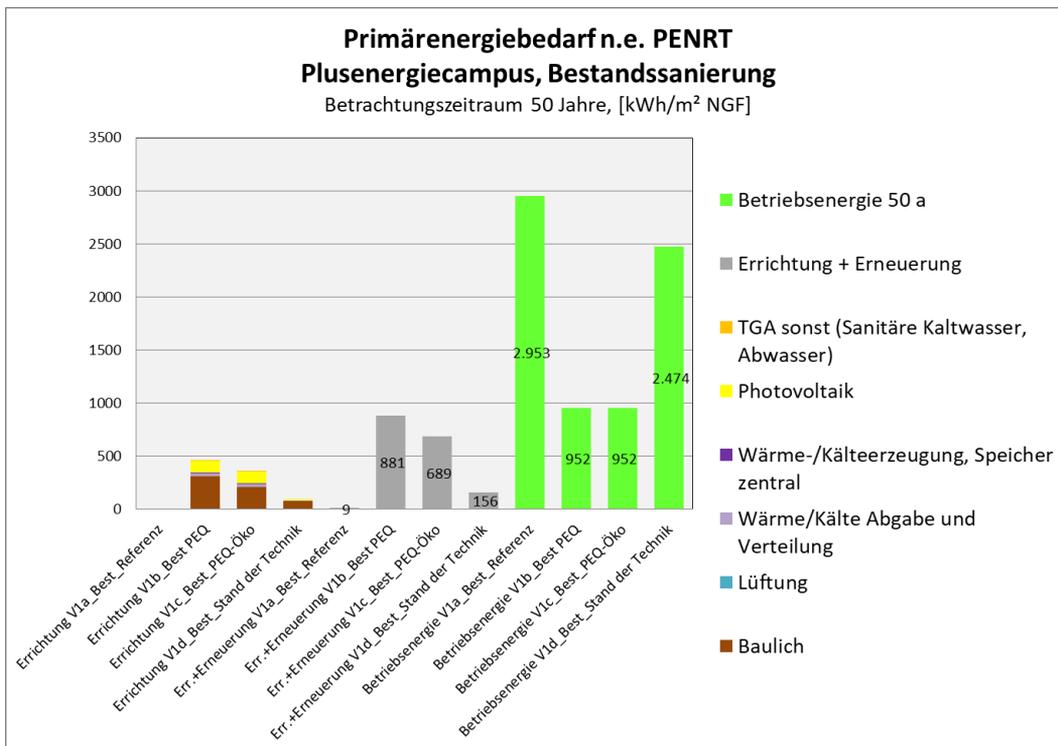


Abbildung 81: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

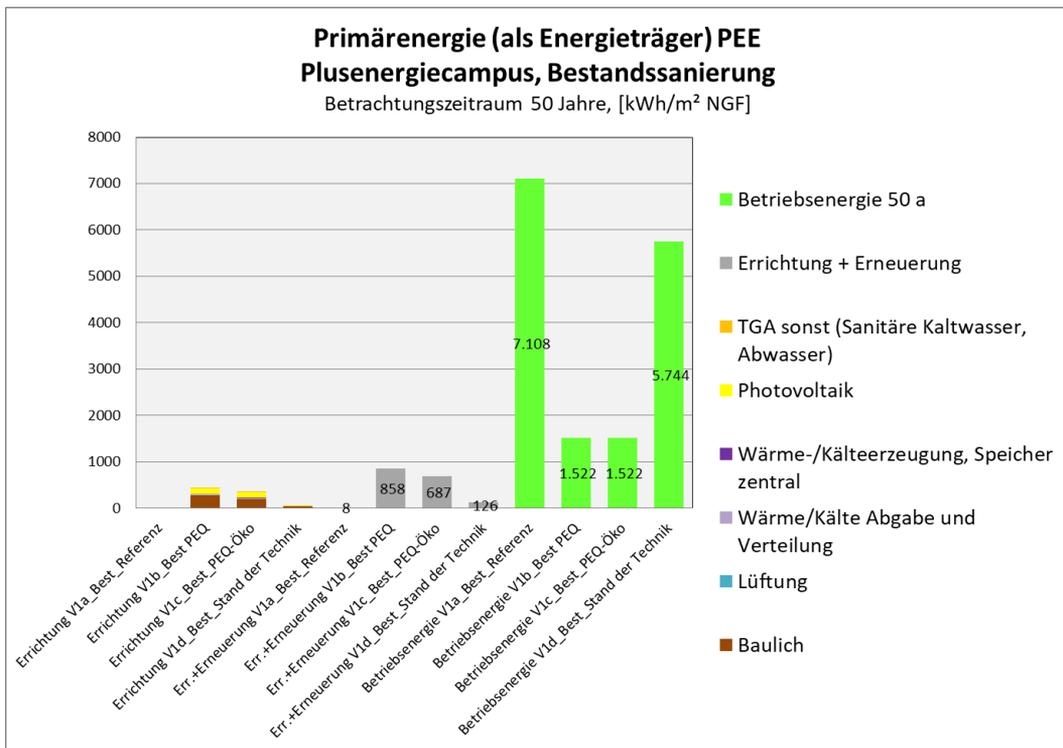


Abbildung 82: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

4.6.3 Variante 2: POS

Die Umweltindikatoren aus der Errichtung werden beispielhaft in den untenstehenden Abbildungen gezeigt und sind analog zu den vorherigen Abschnitten zu interpretieren.

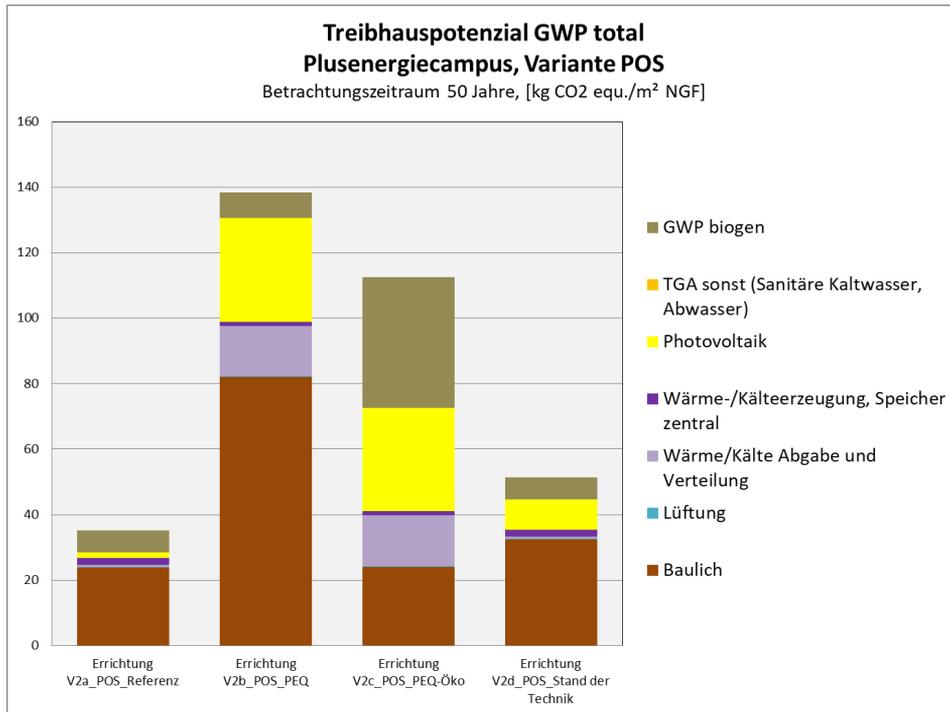


Abbildung 83: Treibhauspotential, Variante POS, Errichtung bzw. Sanierung

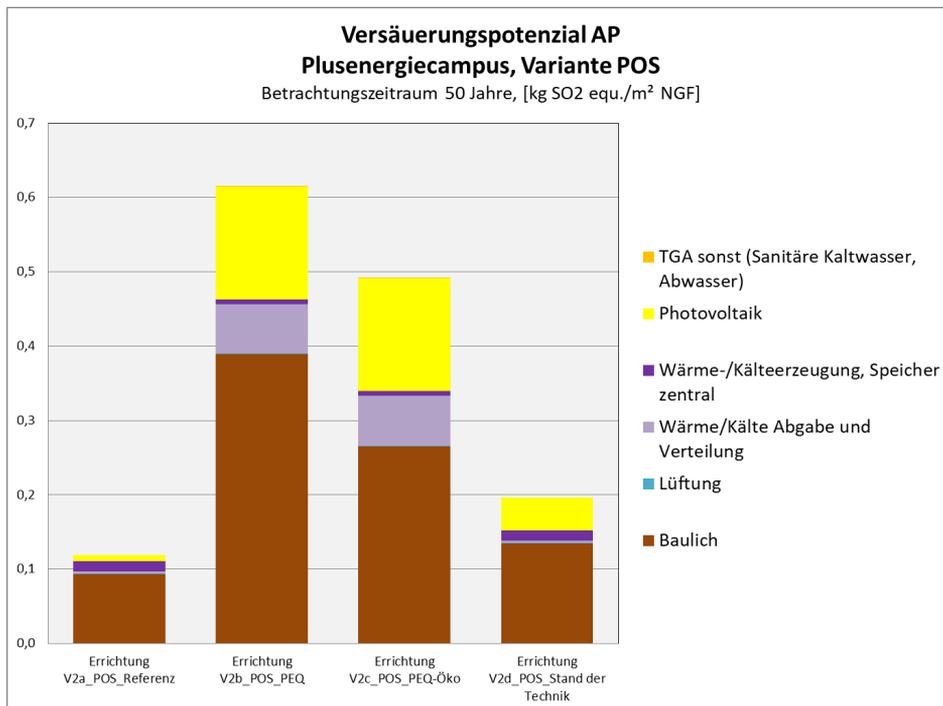


Abbildung 84: Versäuerungspotenzial, Variante POS, Errichtung bzw. Sanierung

Unter Einbeziehung der Betriebsenergie wird wie bisher die Plus-Energie-Sanierung mit ökologischer Bauweise als die ökologisch günstigste identifiziert.

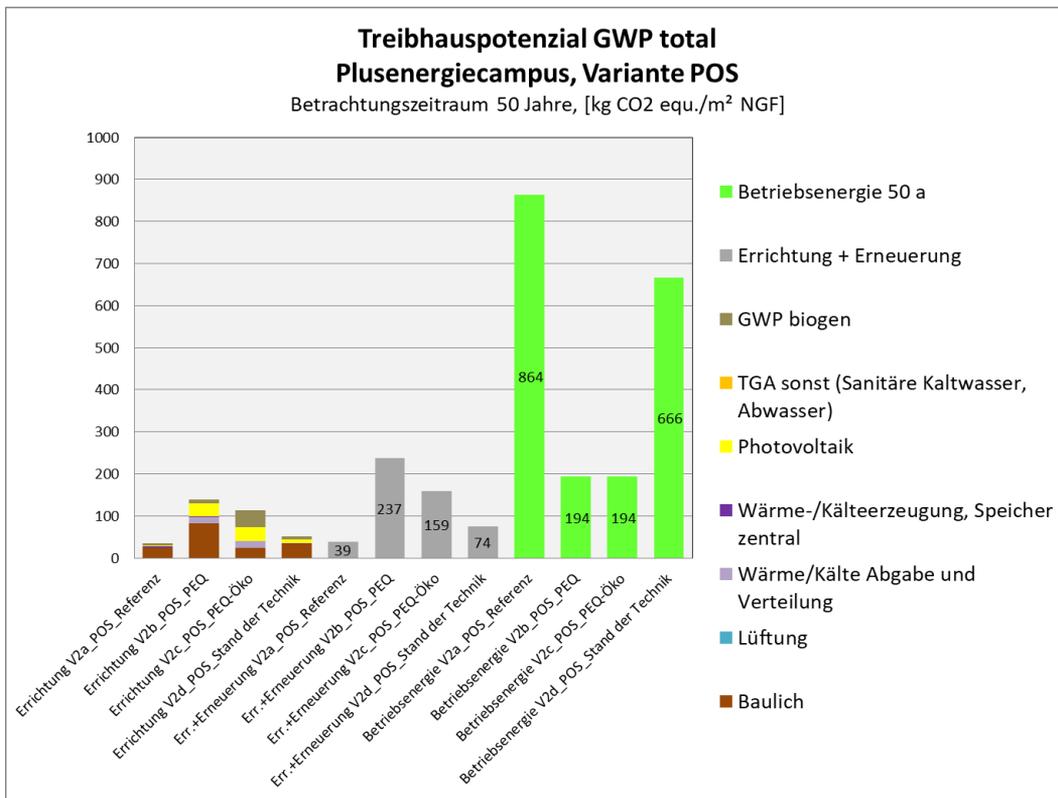


Abbildung 85: Treibhauspotential, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

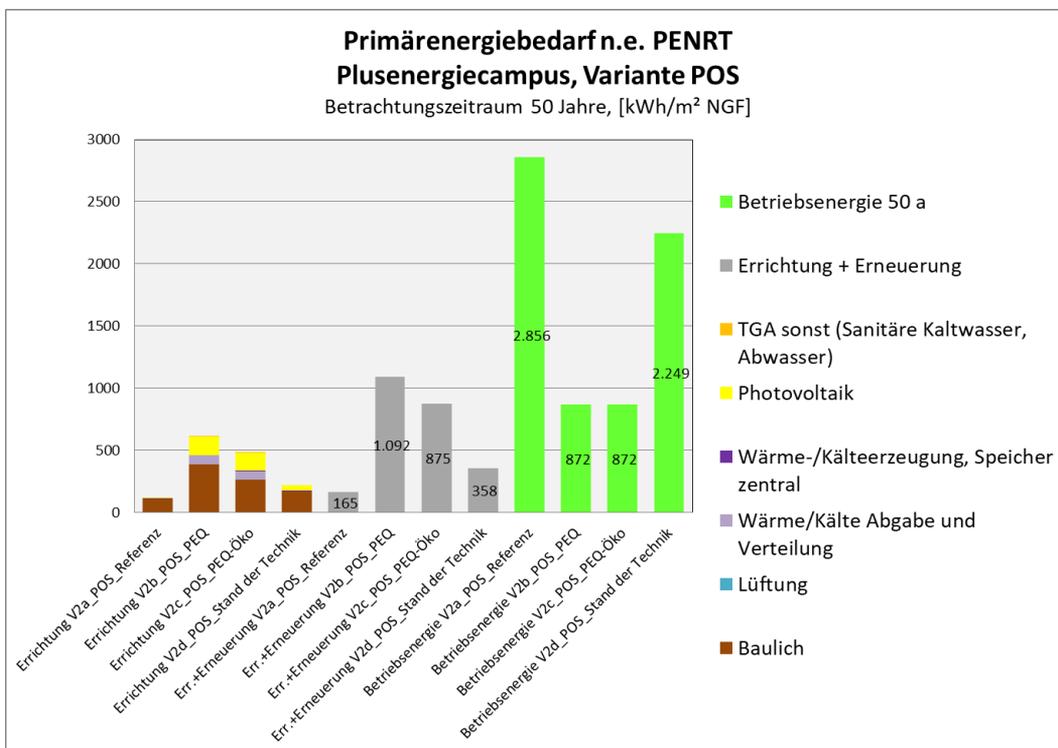


Abbildung 86: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

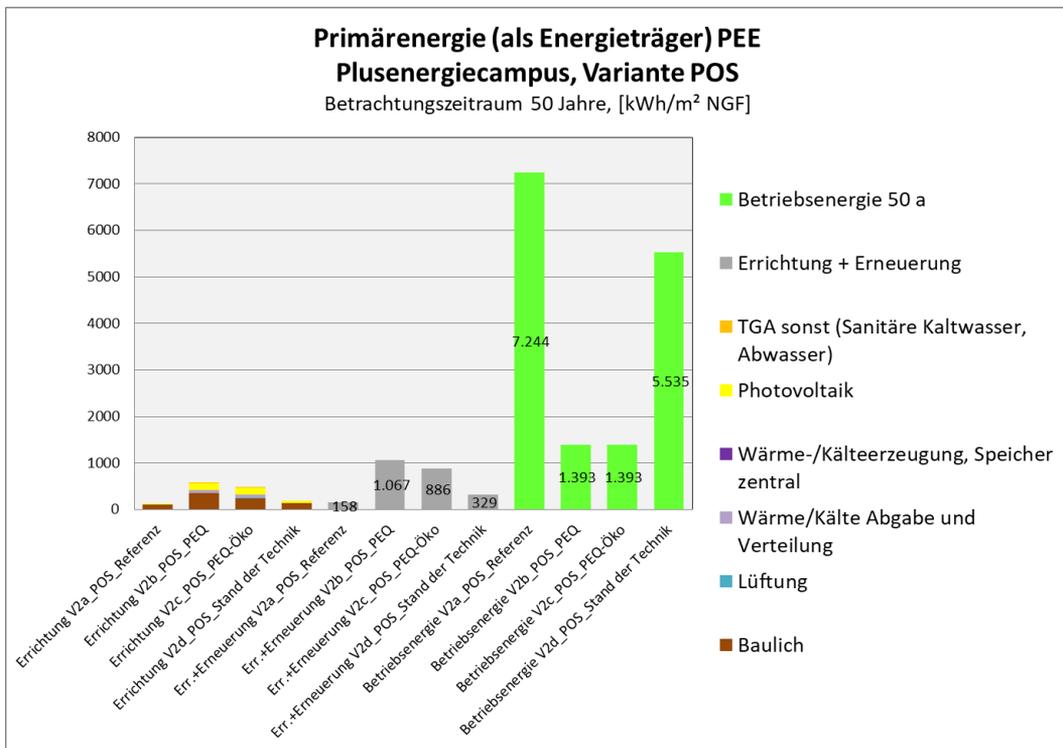


Abbildung 87: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

4.6.4 Variante 3: MUG

Der Entwurf von Mayr & Glatzl zeigt in der Analyse der Umweltwirkungen aus der Errichtung qualitativ ähnliche Ergebnisse wie die Bestandssanierung: Die Reihung der energetischen Varianten bleibt gleich, wobei die Referenzvariante a und die Variante Stand der Technik d relativ zu den Plus-Energie-Sanierungsvarianten b und c höhere Indikatorwerte verursachen, als dies bei der Bestandssanierung der Fall war. Wieder sind die Umweltwirkungen für bauliche Maßnahmen und Photovoltaik am höchsten. In allen Varianten ist ein signifikanter Wert an biogenem Kohlenstoff zu verzeichnen, der das gesamte Treibhauspotential GWP-total entsprechend verringert.

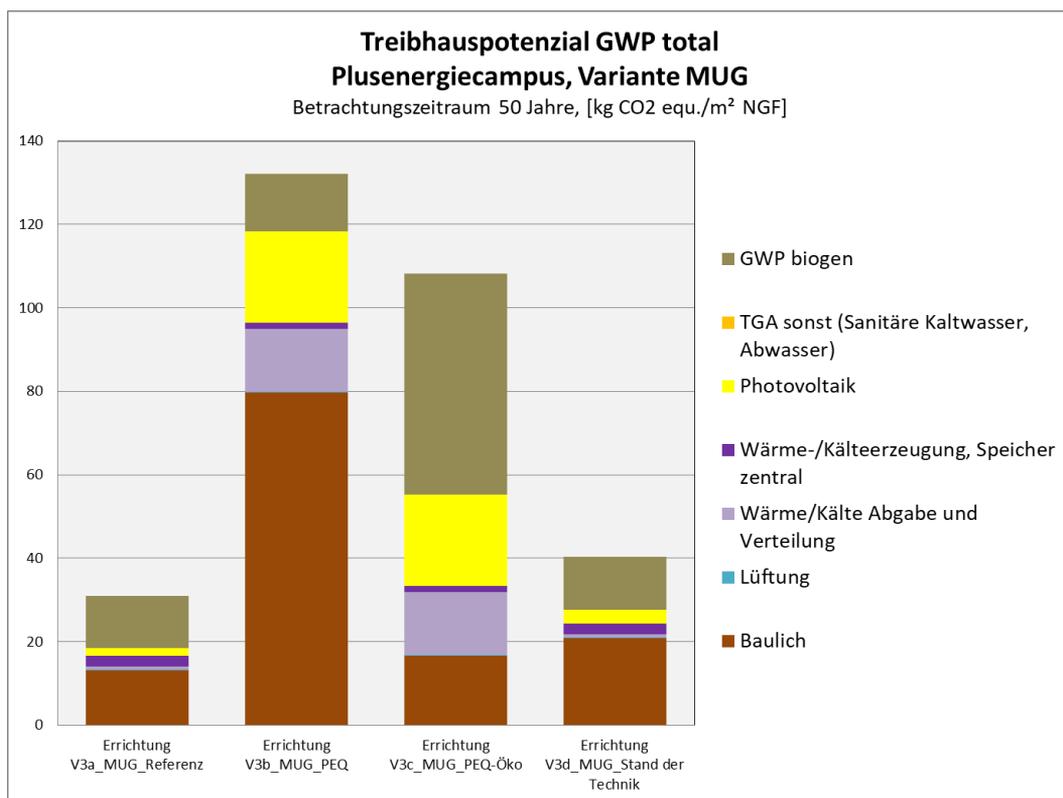


Abbildung 88: Treibhauspotential, Variante MUG, Errichtung bzw. Sanierung

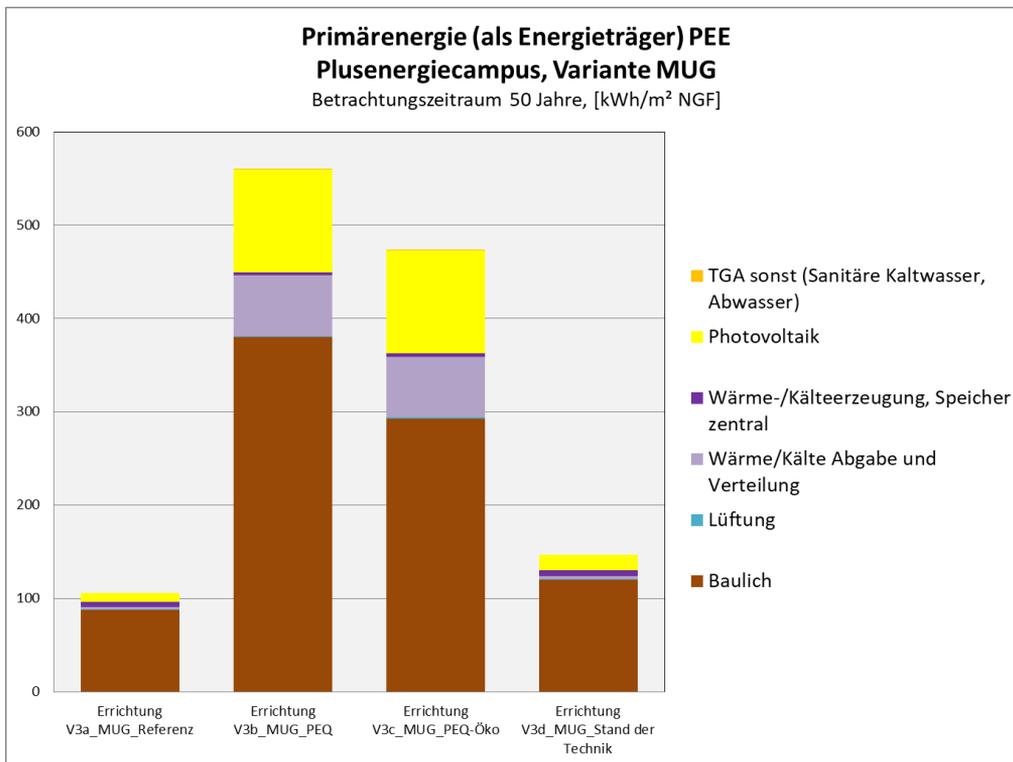


Abbildung 89: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante MUG, Errichtung bzw. Sanierung

In der lebenszyklischen Betrachtung über 50 Jahre ist wiederum die Variante c bei allen betrachteten Umweltindikatoren ökologisch am vorteilhaftesten.

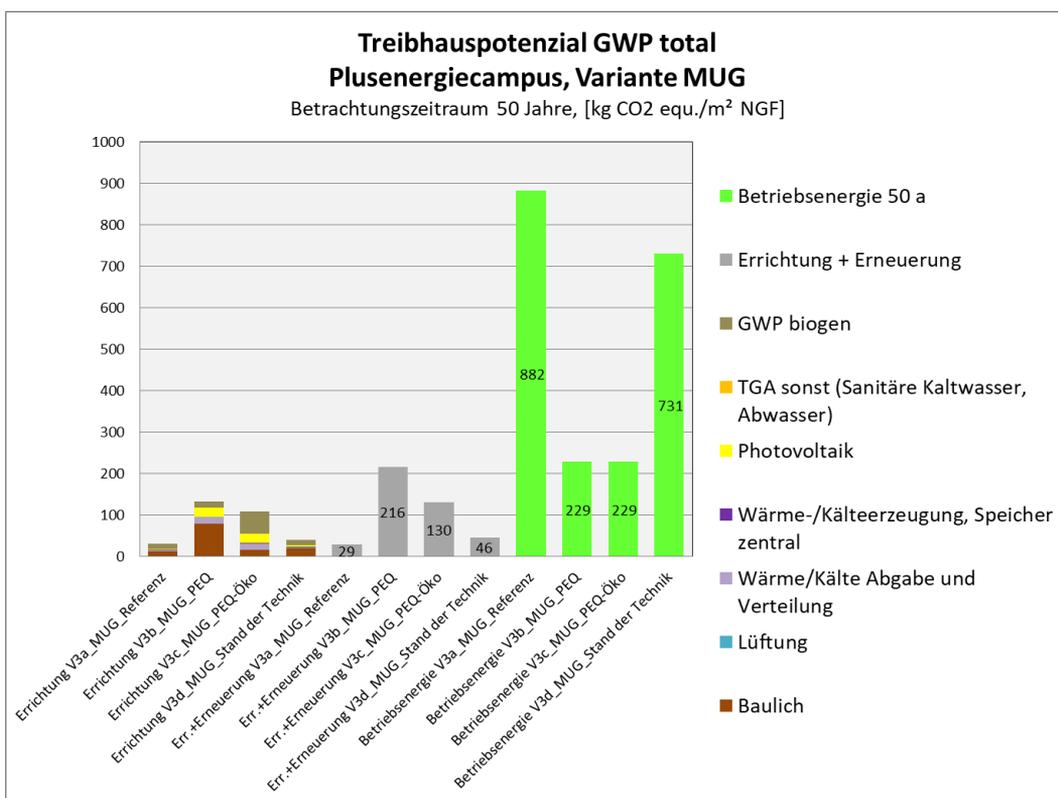


Abbildung 90: Treibhauspotential, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

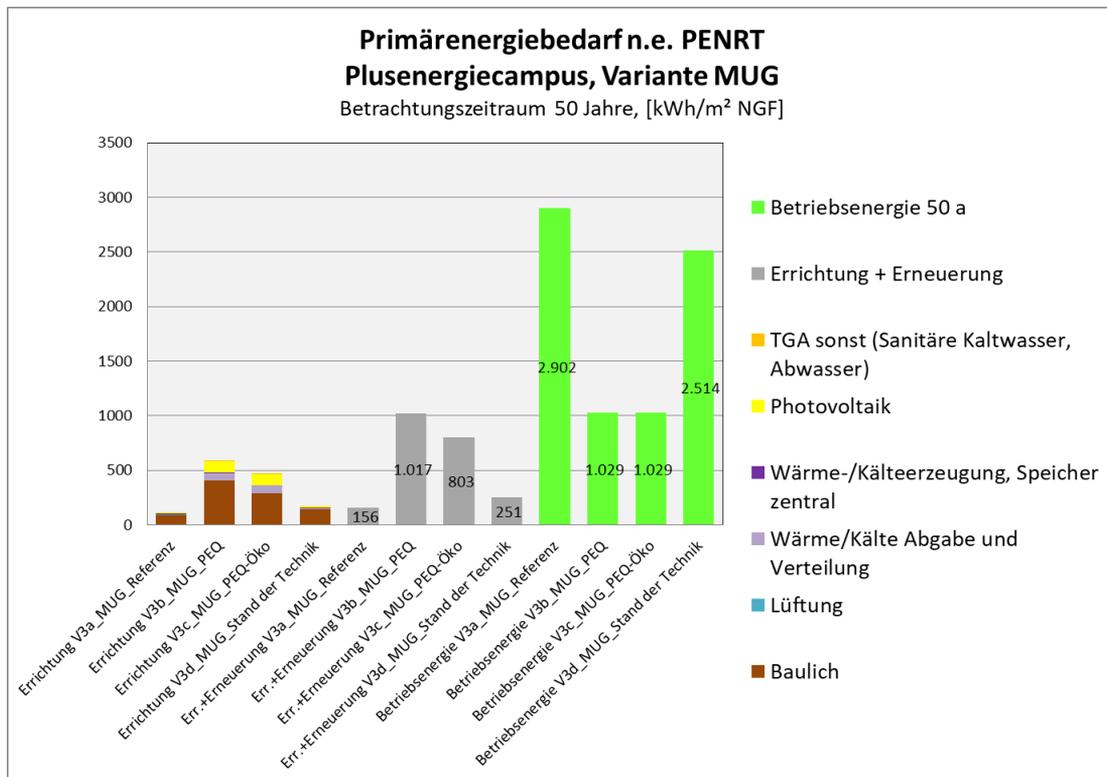


Abbildung 91: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

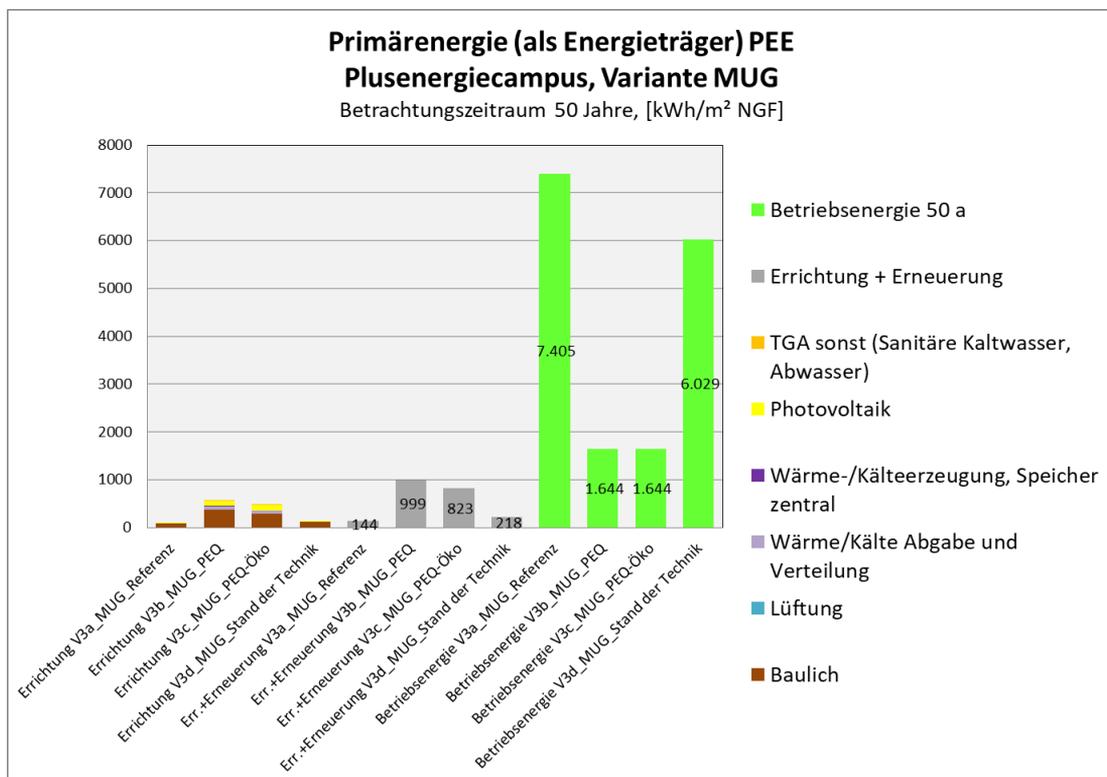


Abbildung 92: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

4.6.5 Variante 4: Plus-Base

Die ökologischen Belastungen aus der Errichtung der Variante Plus-Base stellen sich in ihrer Zusammensetzung ähnlich den bisherigen Varianten dar, liegen aber absolut etwas höher.

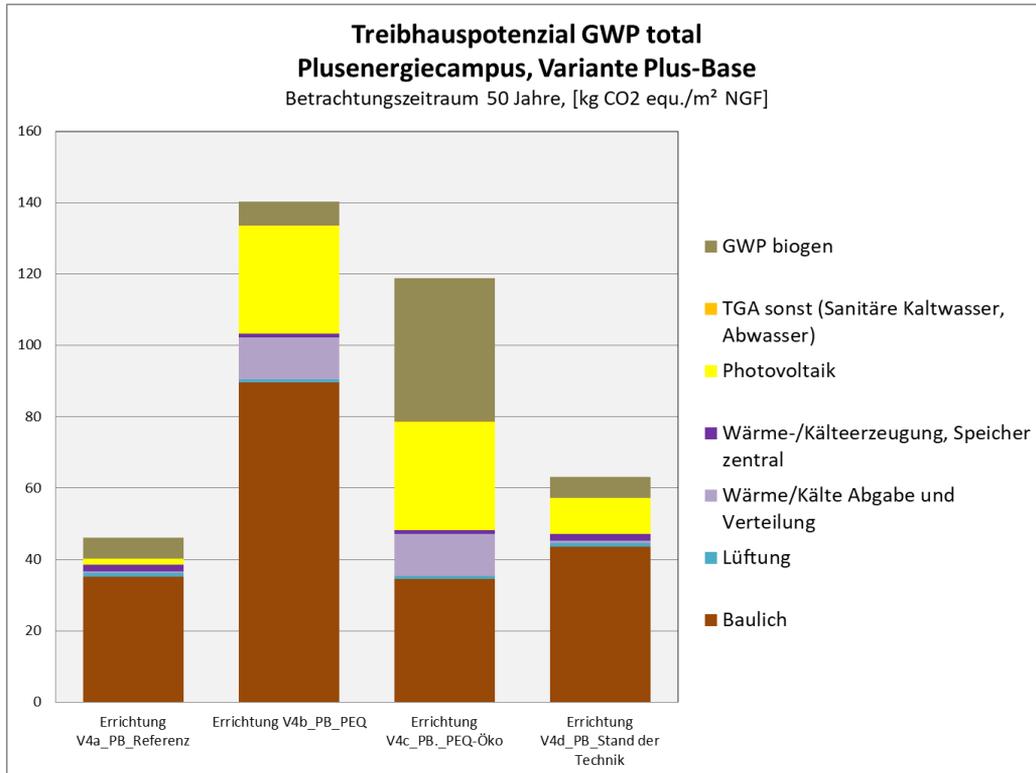


Abbildung 93: Treibhauspotential, Variante Plus-Base, Errichtung bzw. Sanierung

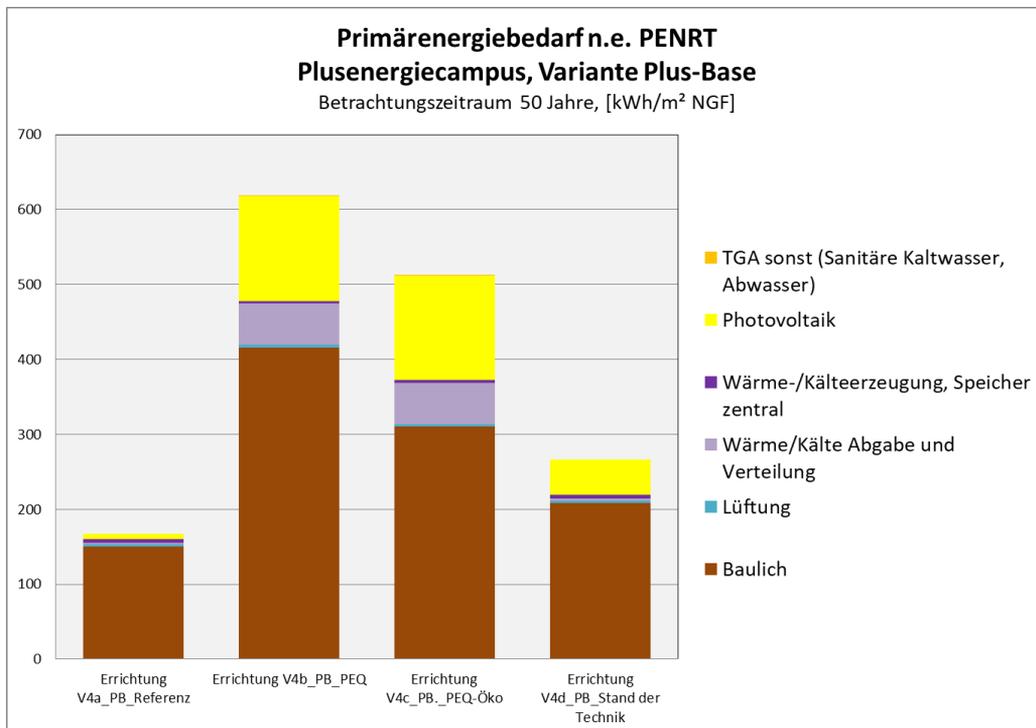


Abbildung 94: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante Plus-Base, Errichtung bzw. Sanierung

Im Folgenden werden die Umweltwirkungen inklusive Betriebsenergie dargestellt, wobei erneut die Variante c die geringsten Werte aufweist.

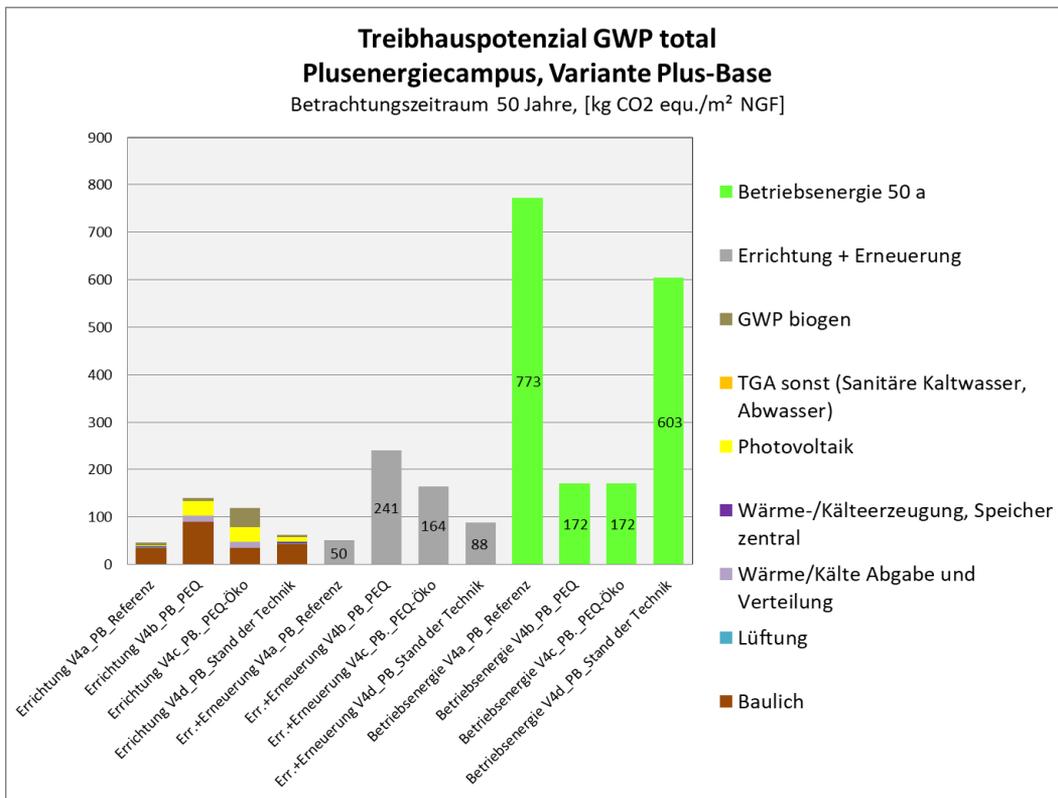


Abbildung 95: Treibhauspotential, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

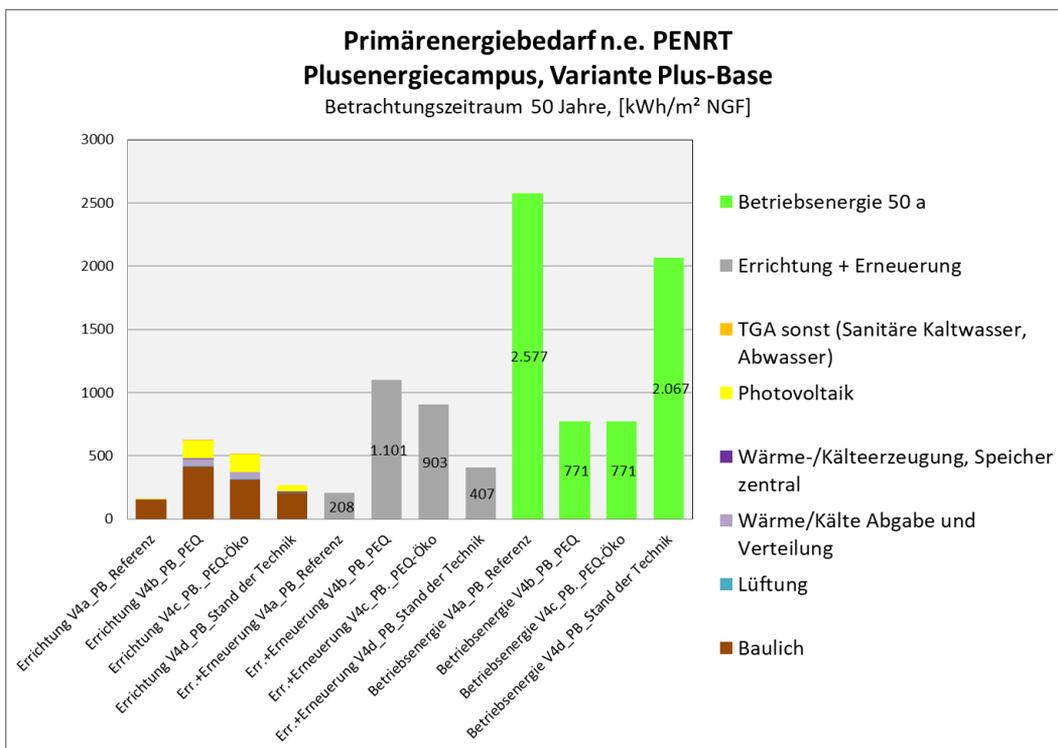


Abbildung 96: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

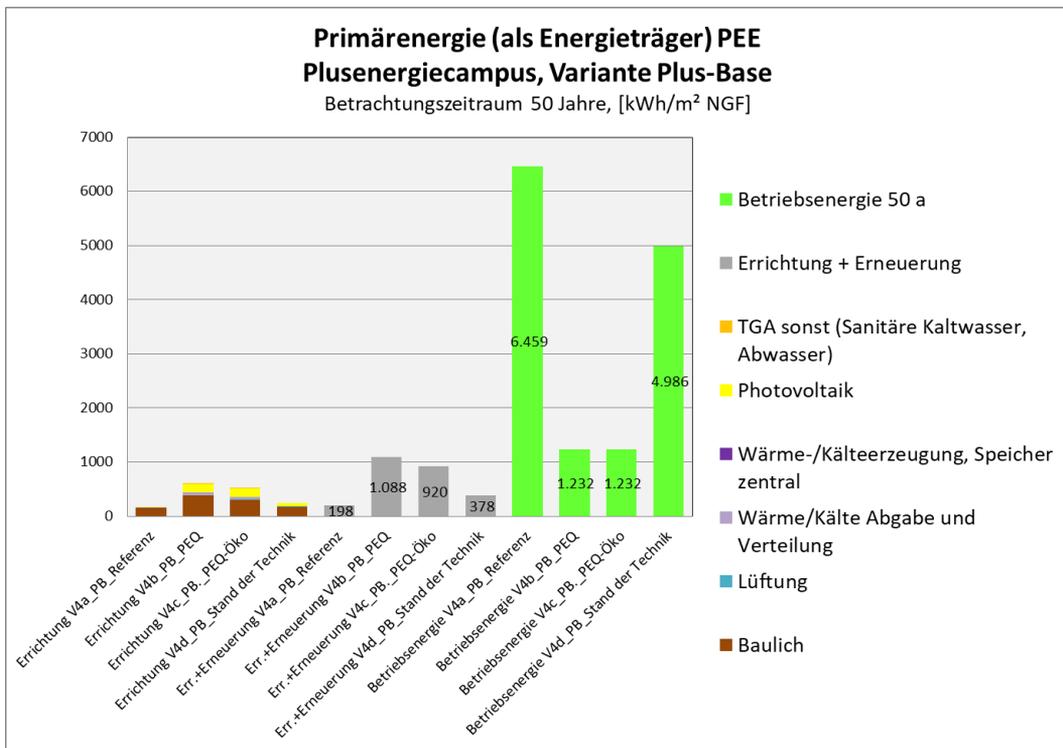


Abbildung 97: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

4.6.6 Zusammenfassung

Der in Abbildung 97 dargestellte Indikator PEE liegt auch im Gesamtvergleich aller Varianten in Variante 4c am niedrigsten, während GWP total und PENRT in Variante 1c minimal werden. Die Unterschiede zwischen den baulichen Varianten sind aber im Vergleich zu den energetischen Varianten marginal – mit einer Sanierung auf Plus-Energie-Standard unter zusätzlicher Verwendung möglichst umwelt- und ressourcenschonender Baustoffe können die lebenszyklischen Umweltwirkungen stark verringert werden.

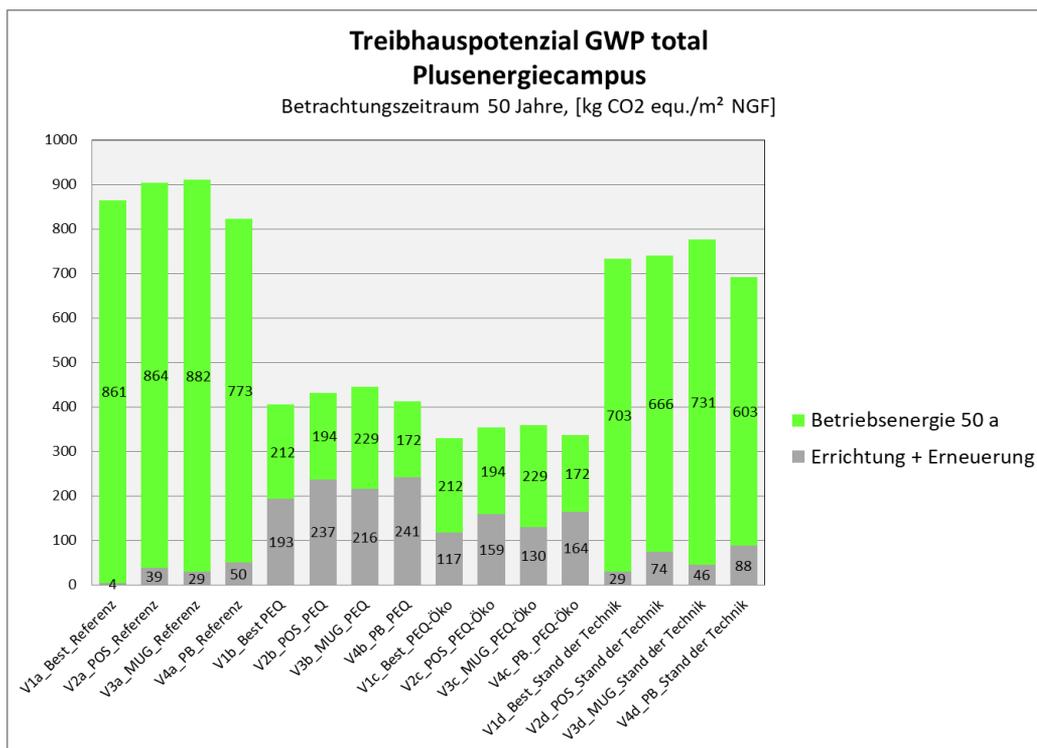


Abbildung 98: Treibhauspotential, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

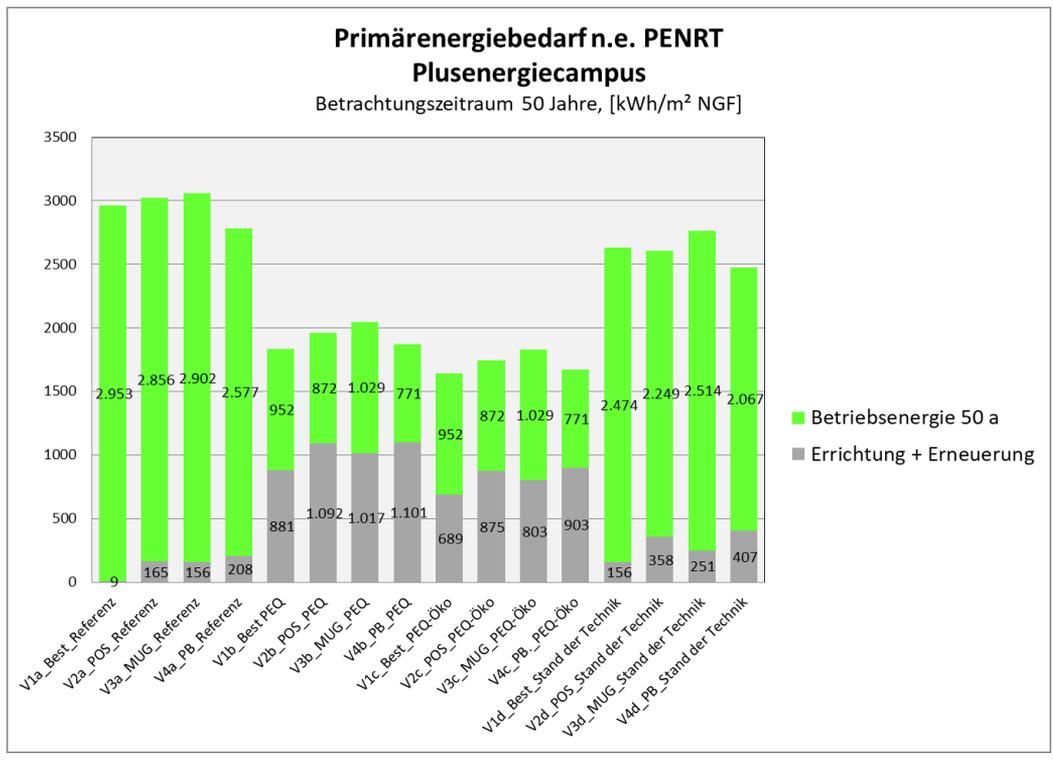


Abbildung 99: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

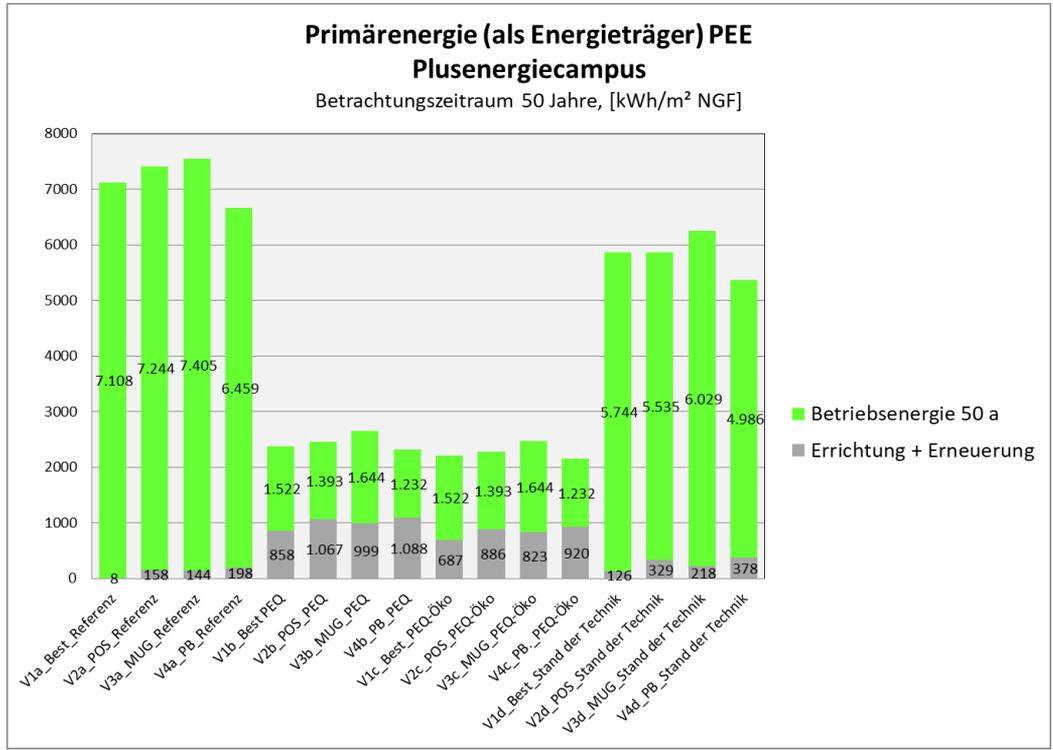


Abbildung 100: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre

4.7 Wirtschaftliche Betrachtung (LCC)

In diesem Kapitel werden die Mehr- und Minderkosten für die energetisch optimierten Varianten (PH, Öko-PH und Stand der Technik) über den Lebenszyklus betrachtet.

4.7.1 Methode und Annahmen

Die Lebenszykluskostenberechnung beruht auf der Normenreihe ÖNORM B 1801:

- ÖNORM B 1801-1 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 1: Objekterrichtung
- ÖNORM B 1801-2 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 2: Objekt-Folgekosten
- ÖNORM B 1801-4 Bauprojekt- und Objektmanagement, Teil 4: Berechnung von Lebenszykluskosten

In der ökonomischen Analyse wurden Kosten für die beschriebenen Sanierungs- und Nachverdichtungsmaßnahmen abgeschätzt und berechnet. Den Kosten werden für die Errichtung, Wartung, Instandsetzung und Betriebsenergie dargestellt.

Die untenstehende Abbildung gibt einen Überblick über die, im Projekt dargestellten Kosten:

- Bauwerkskosten (Bauwerk Rohbau, Technik, Ausbau)
- Lebenszykluskosten (zusätzlich technischer Gebäudebetrieb, Energiekosten, Instandsetzung Umbau, keine Finanzierungskosten)

Finanzierungskosten													
Kostengruppierung gemäß ÖNORM B1801-1													
Baugliederung													
0 Grund GRD													
1 Aufschließung AUF													
2 Bauwerk-Rohbau BWR		Bauwerkskosten BWK	Baukosten BAK	Errichtungs-kosten ERK	Gesamt-kosten GEK	Anschaffungs-kosten							
Bauwerk-Technik BWT													
Bauwerk-Ausbau BWA													
Einrichtung EIR													
Außenanlagen AAN													
Planungsleistungen PLL													
Nebenleistung NBL													
Reserven RES													
Kostengruppen gemäß ÖNORM B1801-2													
1 Verwaltung													
2 Technischer Gebäudebetrieb													
3 Ver- und Entsorgung													
3.1 Energie (Wärme, Kälte, Strom)													
3.2 Wasser und Abwasser													
3.3. Müllentsorgung													
3.4. sonstige Medien													
4 Reinigung und Pflege													
5 Sicherheit													
6 Gebäudedienste													
7 Instandsetzung, Umbau													
8 Sonstiges													
9 Objektbeseitigung, Abbruch													

Abbildung 101 Übersicht der Kostenabgrenzung für das Projekt Plus-Energie-Campus (Bauwerkskosten, Lebenszykluskosten) lt ÖNORM

Die Darstellung erfolgte in Form von Differenzkosten (Mehrkosten der energetisch optimierten Varianten zur Referenzvariante (Bestand, bzw. für Nachverdichtung oder Neubau OIB-2019 Mindest-Standard), die den, durch die Maßnahmen erreichbaren, Energieeinsparungen gegenübergestellt wurden.

Kosten, die in allen energetischen Varianten gleich hoch anzusetzen wären (Grundkosten, Aufschließung, Einrichtung, Außenanlagen, Honorare und Nebenkosten), werden daher aus der Betrachtung ausgeklammert. Die Betrachtung der Ver- und Entsorgungskosten beschränkt sich auf die Kosten der Energieversorgung (Wärme, Kälte, Strom). Umsatzsteuer wurde nicht berücksichtigt. Für den Ausbau der Photovoltaikanlagen wurde der aktuelle ÖMAG-Fördersatz von € 170,-/kW_p, für die Umstellung auf Wärmepumpen 20% der Kosten für die Wärmepumpe angenommen.

Der Betrachtungszeitraum für die Lebenszykluskosten (Herstellung, Instandhaltung und Instandsetzung) wurde in 2 Varianten festgelegt:

- 50 Jahre (analog der ökologischen Bewertung) und
- 30 Jahre (zum Vergleich mit der Bauträgerrechnung)

Den Berechnungen der Kosten für den Gebäudebetrieb und die Instandsetzung/Umbau werden Nutzungsdauern und Wartungskosten entsprechend der untenstehenden Tabelle zugrunde gelegt.

Um eine Verzerrung des Kostenvergleichs für Instandsetzungsmaßnahmen (Re-Invest nach Ablauf der Nutzungsdauer) zu vermeiden, werden diese aliquot ihrer (Rest)Nutzungsdauer im jeweiligen Betrachtungszeitraum berücksichtigt. Bei Sanierungsmaßnahmen von Bauwerk und Technik mit einer technischen Nutzungsdauer kleiner als der Betrachtungszeitraum (z.B. Fenster, Wärmeverteilung) werden Betriebs- und Instandsetzungsmaßnahmen (Wartung und Re-Invest) in allen Varianten berücksichtigt.

Zwecks Vergleichbarkeit der Maßnahmenauswirkungen in den energetischen Varianten werden in den Varianten A (Referenzvariante) und D (Stand der Technik) auch für diejenigen Teile, die in diesen Varianten nicht saniert werden, Kosten für Instandsetzung und Instandhaltung angesetzt.

Tabelle 38: Überblick Annahmen techn. Nutzungsdauern und Wartung Plus-Energiecampus

Bauteil	Wartungs- kosten p.a. (in% Bauwerkskosten)	kalk. Nutzung in Jahren (techn. ND)	Bauteil	Wartungs- kosten p.a. (in% Bauwerkskosten)	kalk. Nutzung in Jahren (techn. ND)
Baulich			PV		
Abriss	0,0%	50 (100)	Alu-Konstruktion	0,0%	30
Außentür	0,5%	50 (100)	Holz-Konstruktion	0,5%	30
Bauteil Beton	0,0%	50 (100)	Photovoltaik Module	1%	30
Bauteil Stahl	0,0%	50 (100)	PV Wechselrichter	1%	25
Begrünung Seile	0,5%	30	Verrohrung		
Fassadenbegrünung	0%	30	Rohre	0%	50
Fenster Alu	0,0%	40	Wärme-/Kälte Abgabe		
Fenster Holz-Alu	0,0%	40	Betonkernaktivierung	1,0%	50
Fundamente	0%	50 (100)	Deckenheizung	1%	30
Gründach	1,7%	40	Durchlauferhitzer	0,0%	20
Innentür	0,5%	30	Fancoils	2%	20
Kiesdach	2,5%	40	Fußbodenheizung	1,0%	50
Luftdichtigkeit, Wärmebrücken	0%	50	Pufferspeicher	1,5%	30
WD WDVS	0,0%	50	Pumpen	2,0%	20
Elektrotechnik			Radiatoren	0%	30
Aufzug	2%	30	Rückkühler	1,5%	20
Leuchtmittel (LED)	0%	15	Wärmepumpen-Heizkörper	1%	30
Leuchtmittel (LED) optimiert	0%	20	Wärmetauscher	1%	25
Steckdosen, Schalter u.ä.	0%	20	Wärme-/Kälte Erzeugung		
Verkabelung	0,0%	30	Anschlusskosten Fernwärme	0%	30
Lüftung/MSR			Fernwärme Übergabe	0,0%	30
Lüftung	2,0%	30	Untertischspeicher 5 l	0,0%	20
MSR	3%	10	Speicher zentral	1%	30
			Wärmepumpen	1,5%	20

4.7.1.1 Annahmen Energiekosten:

Die Bauwerkskosten werden auf Preisbasis 2021 erstellt, daher werden auch die Energiekosten auf die Preise in diesem Jahr bezogen.

Für die Darstellung wird eine mittlere Annahme der wesentlichen Randbedingungen gewählt:

- Erhöhung der CO₂-Abgabe auf das mittlere Niveau der von Expertinnen und Experten des CCCA errechnete Niveau zur Kostendeckung von € 345,-/t CO_{2eq} (Graßl et al 2022). Dieser Wert ergibt sich unter der Annahme, wenn aus den angegebenen Kennwerten für Einstiegspreis (Annahme 2020) und 2030 auf das Jahr 2035 extrapoliert wird und der Wert zwischen Minimum und Maximum gewählt wird.
- Energiepreissteigerung zusätzlich zu Inflation 0,5%/a

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen der Energiepreise werden nur für den Betrachtungszeitraum 30 Jahre dargestellt.

- V1: Durchschnittspreis 2021 plus
 - CO₂ Steuer über 30 Jahre durchschnittlich 345 Euro/t CO_{2eq}
 - Energiepreissteigerung liegt 0,5%/a über Inflationsrate
- V2: Energiepreise aus 2021 plus:
 - CO₂-Abgabe laut Regierungsprogramm Österreich für 2025 in der Höhe von € 55/t CO_{2eq}
 - Energiepreissteigerung = Inflation
- V3: Energiepreise aus 2021 plus:
 - CO₂-Abgabe laut Regierungsprogramm Österreich für 2025 in der Höhe von € 55/t CO_{2eq}
 - Energiepreissteigerung = 1 % über der Inflationsrate

Für die Überschuss-Einspeisung von PV-Strom wurde die Refundierung des reinen Arbeitspreises (Schnitt 2021) angenommen. Als Preisansatz für die flexible Windkraftnutzung wurde der flexible Strompreis (ohne CO₂-Steuer) mit einem Abschlag von € 0,02/kWh festgelegt.

Die untenstehende Grafik zeigt einen Überblick über die, im Projekt angewandten Energiepreis-Ansätze:

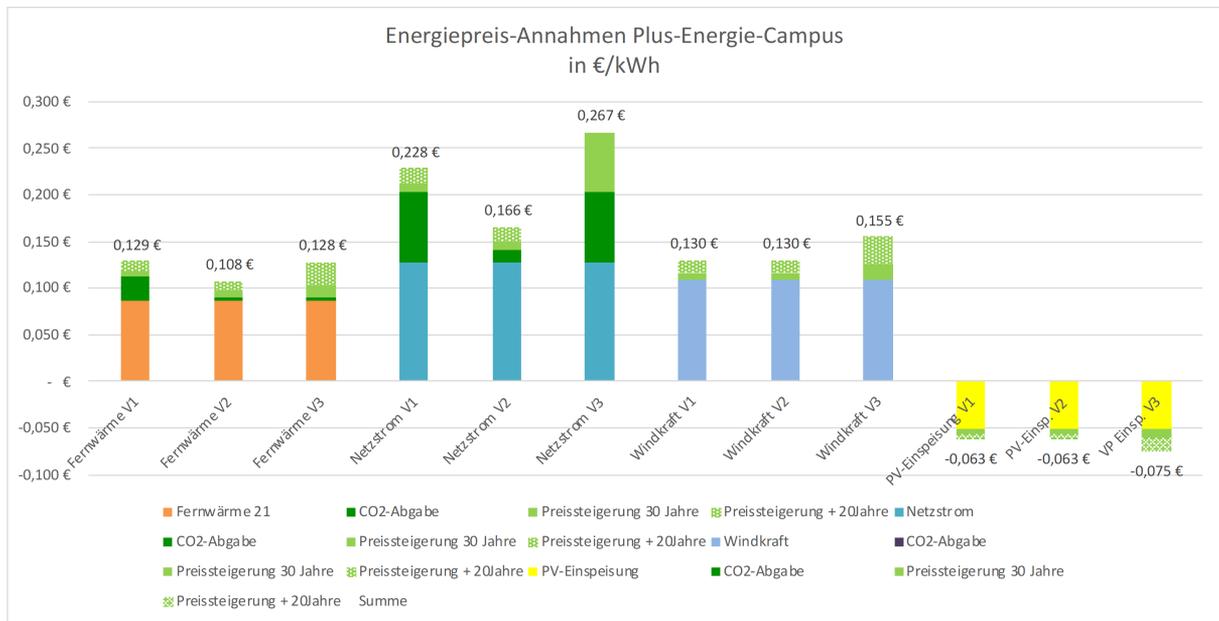


Abbildung 102 Energiepreis-Annahmen für Plus-Energie-Campus: Fernwärme, Netzstrom, Windkraft und PV-Einspeisung in 3 Varianten (V1, V2, V3)

In der untenstehenden Abbildung sind die flexiblen Strompreise seit Jänner 2021 sowie der durchschnittliche flexible Strompreis 2021 (grauer Rahmen) verglichen mit den 3 Varianten der in den Berechnungen für den Plus-Energie-Campus angenommenen Strompreise (V1 roter Rahmen, V2 gelber Rahmen, V3 grüner Rahmen). Daraus ist ersichtlich, dass die erheblichen Strompreis-Erhöhungen seit Ende 2021 nicht in die Berechnung mit eingeflossen sind, durch die CO₂-Abgabe aber jedenfalls ein höherer Strompreis zu erwarten ist.

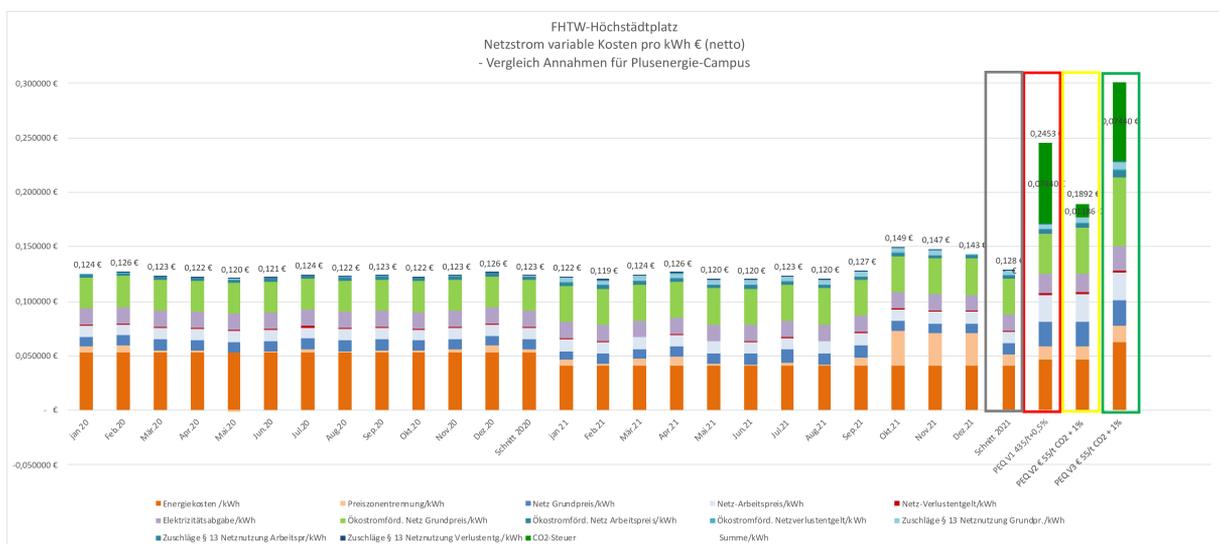


Abbildung 103 flexible Strompreise FH-Technikum Wien - Vergleich Preise 2020/2021 und V1, V2 und V3 der Strompreisannahmen

4.7.2 Bauwerkskosten

Die untenstehende Abbildung der Bauwerks-Differenzkosten zeigt die Mehrkosten für Effizienzmaßnahmen und die Erschließung Erneuerbarer Energiequellen für Sanierung und Nachverdichtungsmaßnahmen der 3 energetisch optimierten Varianten im Vergleich zur Referenzvariante – jeweils umgelegt auf die gesamte NGF der architektonischen Varianten (incl. Bestand).

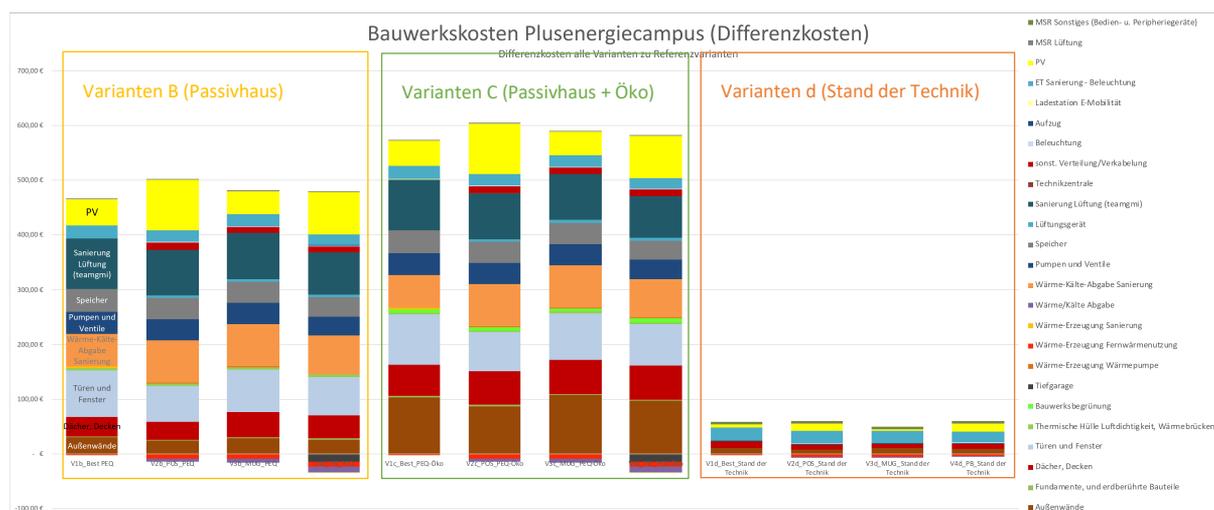


Abbildung 104 Überblick Bauwerkskosten (Differenzkosten energetisch optimierte Varianten zur Referenzvariante) - Vergleich mit Energieeinsparungen in 30 bzw. 50 Jahren

Gegenüber dem Stand der Technik sind die Mehrkosten für den PEQ Standard erheblich. Neben den baulichen Mehrkosten sind vor allem Investitionen in die Lüftung, und in die Wärmeabgabesysteme, bzw. die Wärme-/Kälteversorgung relevant. Für eine auch bauökologisch motivierten Plusenergiestandard sind vor allem die baulichen Komponenten relevant, die Mehrkosten liegen bei ca. 20%.

Da die Gebäude in den 2000er Jahren errichtet wurden, ist der aktuell geforderte gesetzliche OIB Standard 2019 mit verhältnismäßig geringem Aufwand erreichbar.

4.7.3 Lebenszykluskosten

Die folgenden Abbildungen der Lebenszykluskosten zeigen die Mehrkosten für Effizienzmaßnahmen und die Erschließung Erneuerbarer Energiequellen für Sanierung und Nachverdichtungsmaßnahmen der 3 energetisch optimierten Varianten im Vergleich zur Referenzvariante – jeweils umgelegt auf die gesamte NGF der architektonischen Varianten (incl. Bestand).

- In zwei Betrachtungszeiträumen: 30 Jahre und 50 Jahre
- Als Gesamtkosten (baulich Differenzkosten/TGA Gesamtkosten) und
- als Differenzkosten zur Referenzvariante A

In den Lebenszykluskosten sind zusätzlich zu den Bauwerkskosten auch

- die Kosten für Instandsetzung (Re-Invest nach Ende der technischen Nutzungsdauer - grauer Balken),
- Instandhaltung (Wartung – roter Balken) und Betriebsenergie

enthalten.

Der Betrachtungszeitraum 50 Jahre wird gewählt, um einen ökonomischen Vergleich zur Lebenszyklusanalyse darzustellen.

Investor- und Bauherr:innen legen Investitionsentscheidungen üblicherweise auf 25 bis 35 Jahre aus (siehe Schöfmann et al 2020). D.h. für die Machbarkeit in betriebswirtschaftlicher Sicht sind 30 Jahre üblich.

Für die Darstellung wird eine mittlere Annahme der wesentlichen Randbedingungen gewählt:

- Energiepreissteigerung zusätzlich zu Inflation 0,5%/a
- CO₂ Steuer über 30 Jahre durchschnittlich 345 Euro/t CO_{2eq}

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen der Energiepreise werden nur für den Betrachtungszeitraum 30 Jahre dargestellt.

4.7.3.1 Überblick Lebenszykluskosten im Betrachtungszeitraum 50 Jahre

Die untenstehende Abbildung zeigt die Lebenszykluskosten des Plus-Energie-Campus (alle baulichen und energetischen Varianten) in €/m²_{NGF} im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren. Die magentafarbenen Balken stellen die Differenz zur energetischen Referenzvariante A dar (=“Saldo“).

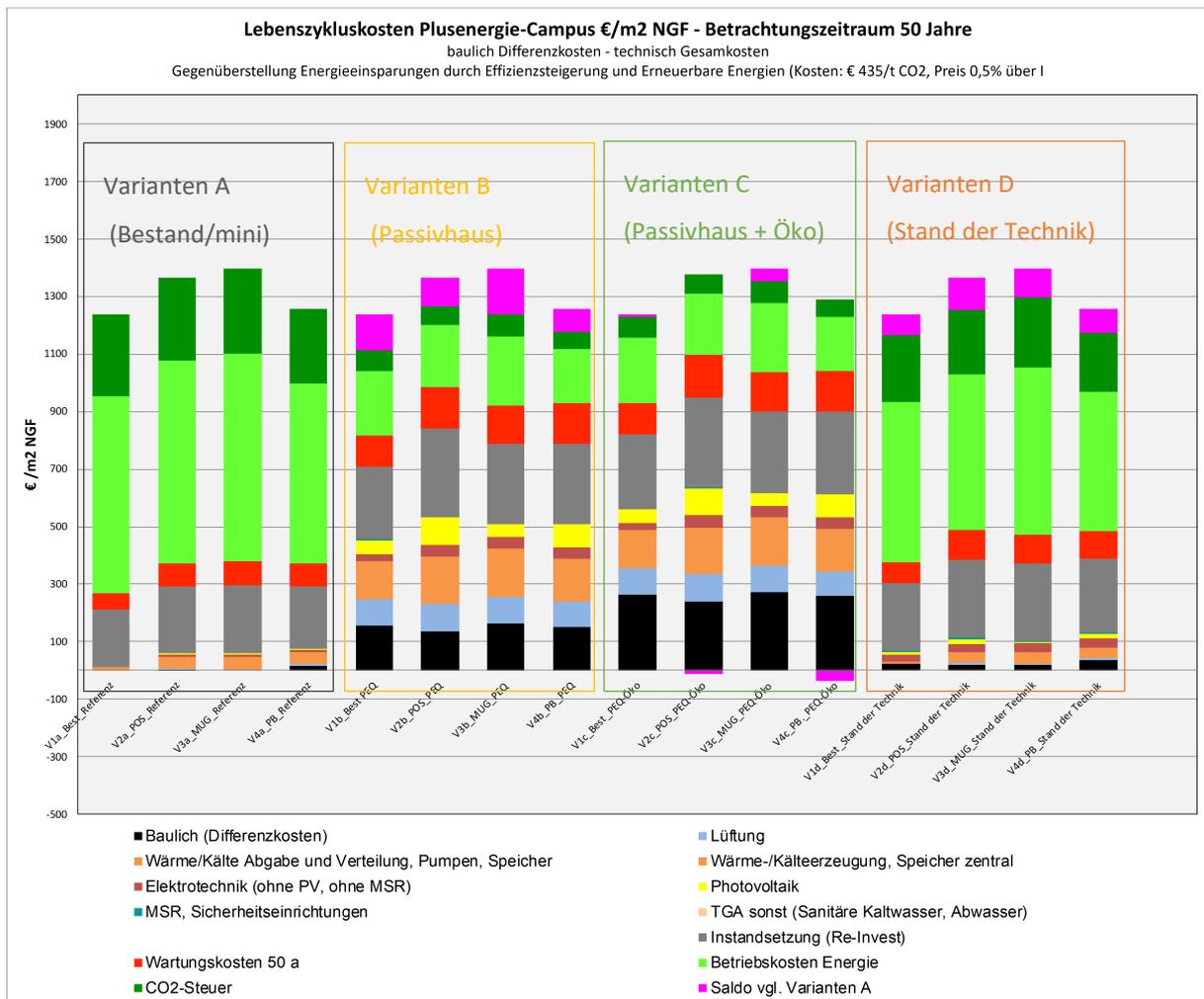


Abbildung 105 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m²_{NGF} alle Varianten (Baukosten als Differenzkosten, TGA Gesamtkosten) – Energiepreisentwicklung lt. Variante V1 – bei einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, Saldo (Magenta) im Vergleich zur energetischen Variante A

Die untenstehende Abbildung zeigt die Lebenszykluskosten des Plus-Energie-Campus (alle baulichen und energetischen Varianten) im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren als Differenzkosten zur Referenzvariante.

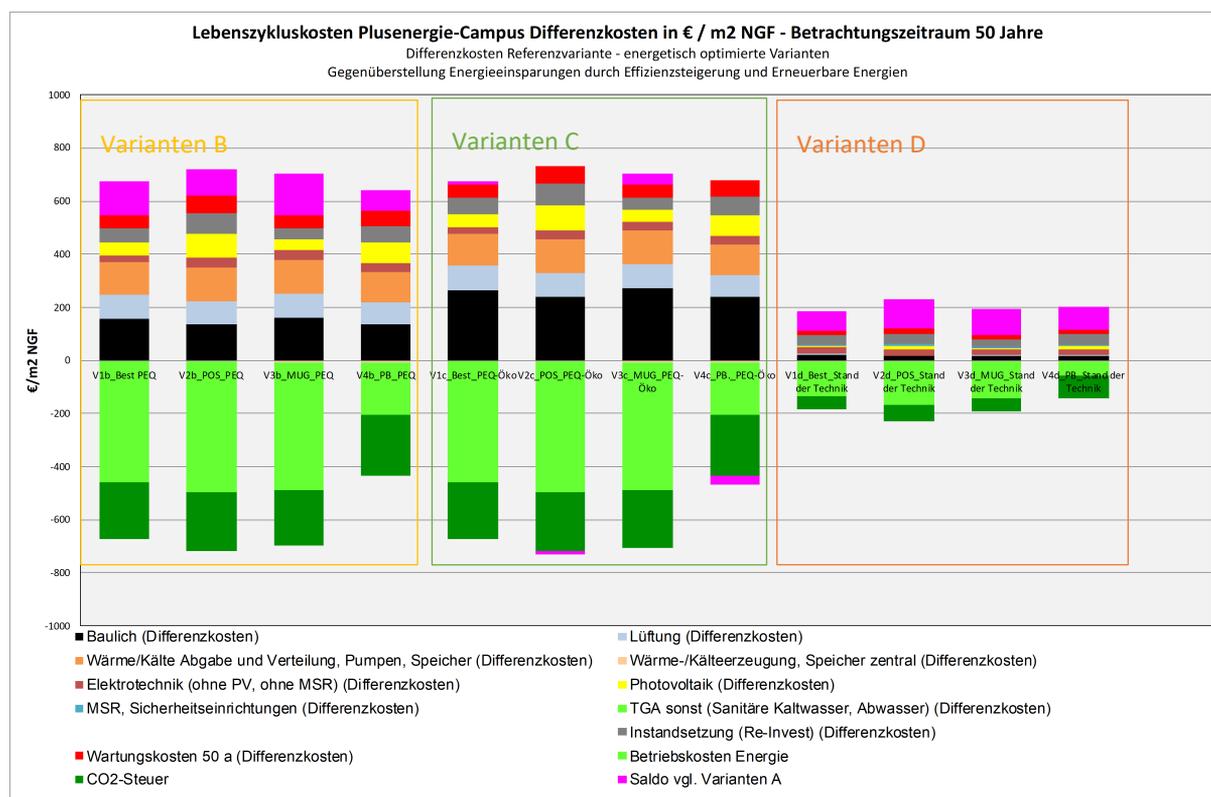


Abbildung 106 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m²NGF alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, Energiepreisentwicklung lt. Variante V1

Mit den Maßnahmen der Variante B können deutlich positive Saldi für alle 4 untersuchten architektonischen Varianten erzielt werden. Im Falle einer ökologischen Optimierung der PEQ Variante (Varianten C) können über 50 Jahre nur in den Varianten „Bestand“ und „MUG“ Überschüsse erzielt werden. Die Varianten D mit den low hanging fruits erreichen, wenig überraschend, die höchsten Saldi, sind aber in Hinsicht auf Plusenergiequartiersstandard und Klimafitness unzureichend. Ein Teil der Maßnahmen würde zu unerwünschten Lock in Effekten führen, was in einer nachhaltigen Strategie unbedingt vermieden werden sollte.

4.7.3.2 Betrachtungszeitraum 30 Jahre

Die untenstehende Abbildung 107 zeigt die Lebenszykluskosten des Plus-Energie-Campus (alle baulichen und energetischen Varianten) in €/m²_{NGF} im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren **bei durchschnittlicher Einschätzung der Energiepreisentwicklung**. Die magenta-farbenen Balken stellen die Differenz energetischen Referenzvariante A dar.

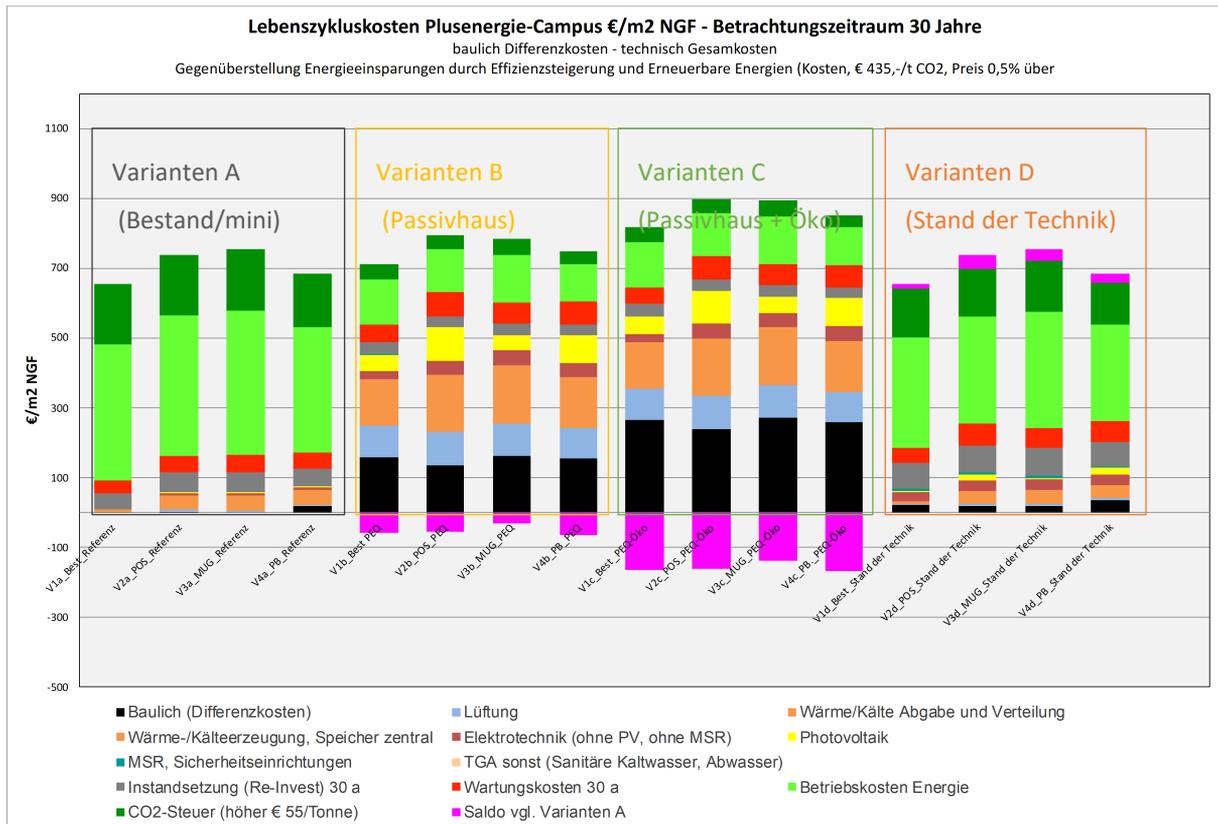


Abbildung 107: Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m²_{NGF} alle Varianten - (Baukosten als Differenzkosten, TGA Gesamtkosten), – Energiepreissteigerung V1 - Betrachtungszeitraum von 30 Jahren

In den untenstehenden Abbildungen sind die Differenzkosten zur Referenzvariante dargestellt.

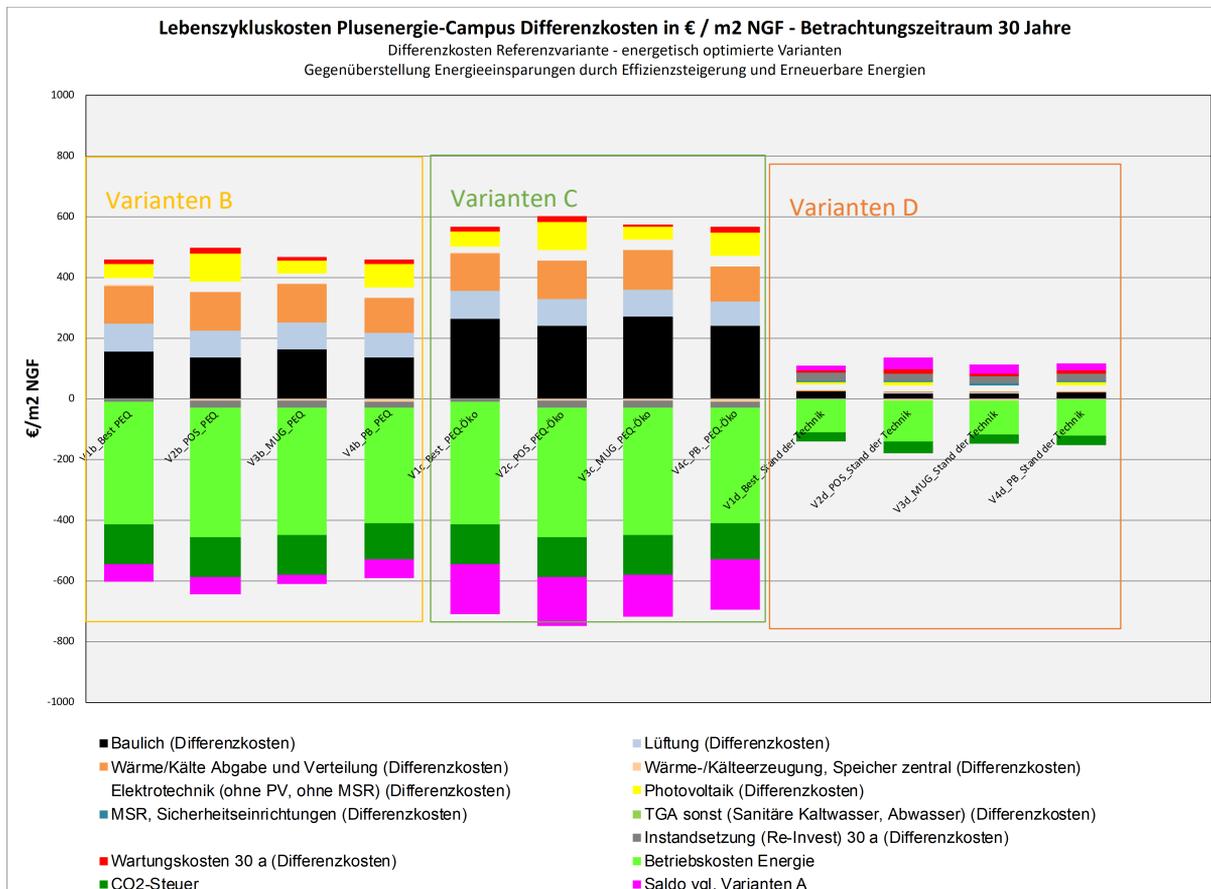


Abbildung 108: Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m²NGF alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren unter Annahme von durchschnittlichen Energiepreisteigerungen

Mit den Maßnahmen der Variante D (Stand der Technik) können über 30 Jahre positive Saldi erzielt werden. Die Unterschiede zwischen den geometrischen Varianten sind gegenüber den energetischen und baulichen Varianten gering.

Die Mehrkosten der PEQ Variante liegen über 30 Jahre zwischen 58 und 64 Euro/m²a (Preisbasis 2021), d.h. bei ca. 2 Euro/m²NGF und Jahr. Im Fall einer ökologischen Sanierung liegen die Mehrkosten im Vergleich zur Referenzvarianten zwischen 140 und 168 Euro/m²a. Allerdings sind nur die PEQ Varianten B und C kompatibel mit den städtischen, bzw. nationalen und globalen Klimazielen.

4.7.4 Lebenszykluskosten – Sensitivitätsanalyse Energiepreise

In werden die Lebenszykluskosten (Differenzkosten) im Betrachtungszeitraum von 30 Jahren mit 3 unterschiedlichen Energiepreisansätzen (siehe auch Kapitel 4.7.1) gegenübergestellt. Betrachtet man die Salden zwischen Mehrkosten des Bauwerks, der Instandsetzung und -haltung einerseits und den Energieeinsparungen durch Effizienzmaßnahmen und Nutzung Erneuerbarer Energien, sind nur marginale Unterschiede zwischen den 3 Energiepreisansätzen ersichtlich.

V1: Ausgangsvariante: Energiepreise Schnitt 2021 plus CO₂-Abgabe in der Höhe von € 345,-/t CO_{2equ} plus Preissteigerung 0,5 % über jährlicher Inflation

- PEQ-Varianten (B) negative Salden zwischen € 58,- und € 64,- /m²_{NGF} über 30 Jahre entspricht Mehrkosten zur Ausgangsvariante von rd. € 2,- /m²_{NGF} p.a.
- PEQ/Öko Varianten (C) bringen weitere Mehrkosten von rd. € 100,- /m²_{NGF} über 30 Jahre und im Vergleich zur Ausgangsvariante von rd. € 5,- /m²_{NGF} p.a.
- Varianten D (Stand der Technik): positive Salden zwischen € 13,- und € 39,- /m²_{NGF} über 30 Jahre, das entspricht Einsparungen zur Ausgangsvariante von rd. € 2,- /m²_{NGF} p.a.

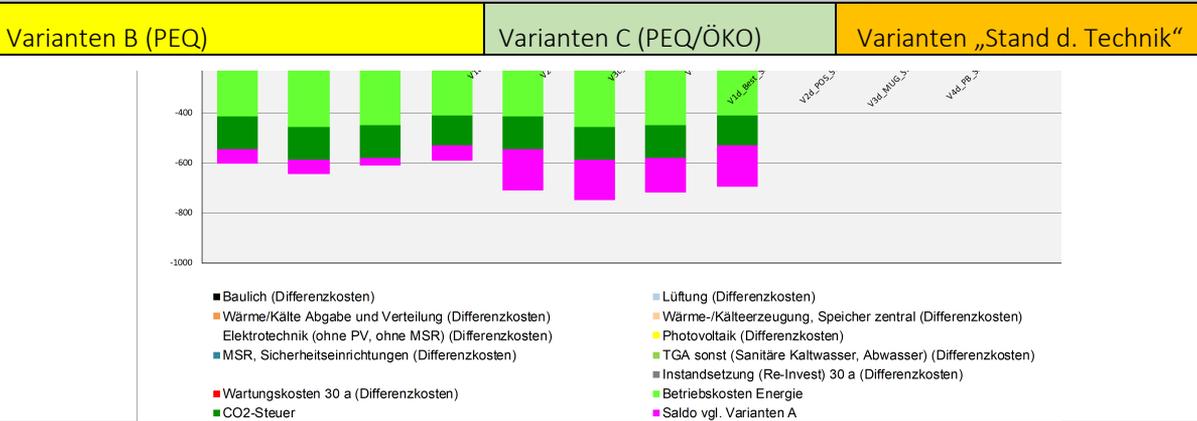
V2: Energiepreise Schnitt 2021 plus CO₂-Abgabe in der Höhe von € 345,-/t CO_{2equ} plus Preissteigerung 0,5 % über jährlicher Inflation

- Für die PEQ Varianten (B) in konventioneller Bauweise ergeben sich negative Saldi zwischen 140,- und 168 -/m²_{NGF} über 30 Jahre. Das entspricht Mehrkosten zur Ausgangsvariante von rd. € 5,- /m²_{NGF} p.a.
- Für die PEQ/Öko Varianten (C) ergeben sich negative Saldi von € 249,- bis € 273,-/m²_{NGF} über 30 Jahre. Das entspricht Mehrkosten zur Ausgangsvariante von rd 9,- Euro/m²_{NGFa}.
- Durch die niedrigere Energieeinsparung reduzieren sich die positiven Salden in den energetischen Varianten D (Stand der Technik) und liegen nahe Null (€ -13,- bis € 8,- /m²_{NGF} über 30 Jahre).

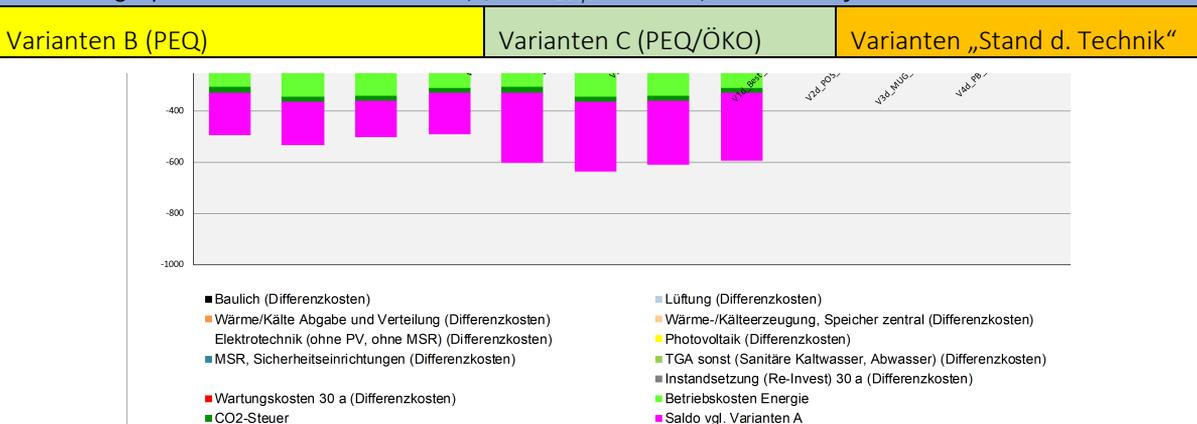
V3: Energiepreise Schnitt 2021 plus CO₂-Abgabe in der Höhe von € 345,-/t CO_{2equ} plus Preissteigerung 50% des Ausgangswertes (Preis 2021)

- Für die PEQ Varianten (B) in konventioneller Bauweise ergeben sich positive Saldi zwischen € 34,- und € 77,-/m²_{NGF} über 30 Jahre. Das entspricht Minderkosten zur Ausgangsvariante von rd. € 1 - 2 /m²_{NGF} p.a.
- Für die PEQ/Öko Varianten (C) reduzieren sich die negativen Saldi auf € 32,- bis € 70,- /m²_{NGF} über 30 Jahre. Das entspricht Mehrkosten zur Ausgangsvariante von rd. 1-2,- Euro/m²_{NGFa}.
- Die positiven Salden der Varianten D erhöhen sich auf € 43,- bis € 76,-/m²_{NGF} über 30 Jahre und liegen damit etwa gleich hoch wie in Variante B.

V1: Energiepreis Schnitt 2021 + € 345,-/t CO₂equ Preise 0,5% über Inflation



V2: Energiepreis Schnitt 2021 + € 55,-/t CO₂equ Preise 0,5% über Inflation



V3: Energiepreis Schnitt 2021 + € 345,-/t CO₂equ Preise 50% über Ausgangspreis (2021)

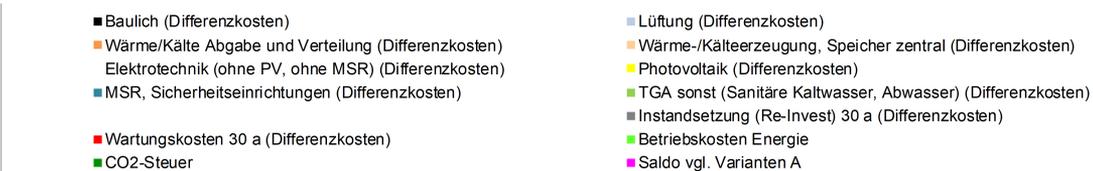
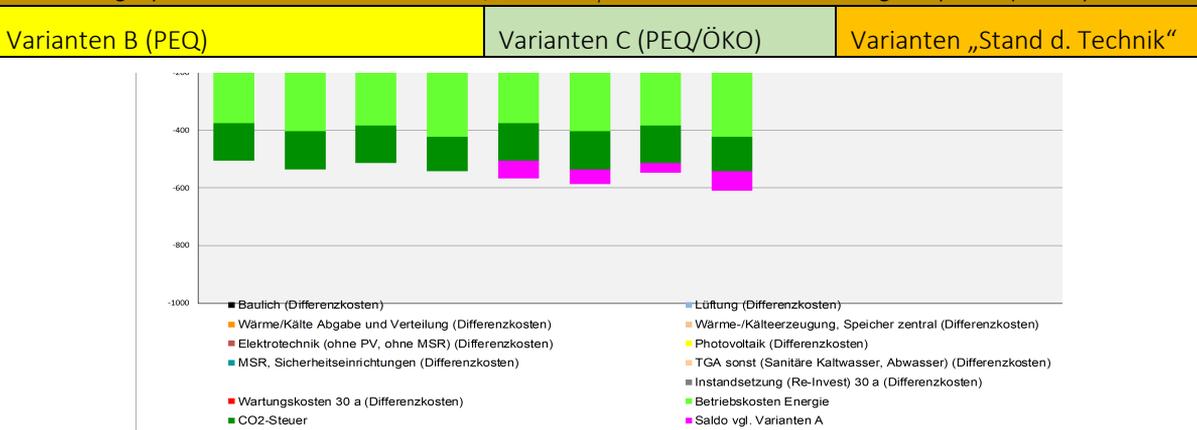


Abbildung 109 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m²NGF alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren unter Annahme von niedrigen, konservativen Energiepreissteigerungen

Zusammenfassend kann ausgesagt werden:

Über 50 Jahre betrachtet erweisen sich die energetischen Varianten PEQ sowohl im Vergleich zur Bestandsvariante als auch zur Variante „Stand der Technik“ als kostengünstiger. Die Varianten PEQ mit zusätzlich ökologischer Bauweise entsprechen annähernd der Bestandsvariante.

Über 30 Jahre können die Investitionen für die Maßnahmen der Variante D („Stand der Technik“) bereits ausgeglichen werden. Für die klimaverträglichen PEQ Varianten ergeben sich Mehrkosten von rund 150 Euro in konventioneller Bauweise (B). Diese steigen auf das Doppelte, wenn eine ökologische Sanierung, bzw. Errichtung (C) gewählt wird.

Die Dynamik zukünftiger Energiepreise war immer schon schwer abschätzbar, die Volatilität im Jahr 2022 hat die Unsicherheit von Prognosen offengelegt. Legt man ein Szenario mit größeren Steigerungen der Energiepreise (50% der Preise 2021) zugrunde, werden die Investkosten für eine klimaverträglichen Plusenergiestandard bereits in 30 Jahren refinanziert.

4.8 Mobilitätskonzept

4.8.1 Maßnahmen

Die untenstehende Tabelle zeigt eine Auflistung der möglichen Maßnahmen im Bereich der Mobilität, die im Projekt für den Plus-Energie-Campus erarbeitet wurden – sowie die grobe Abschätzung von Kosten (einmalig und laufend) und Wirkung der Maßnahmen.

Tabelle 39: Überblick der untersuchten Maßnahmen im Bereich Mobilität der FH-Technikum Wien und grobe Einschätzung von Kosten und Wirkung

	Maßnahmen:	Wirkung auf	Kosten Invest	Kosten laufend	Wirkung
Maßnahmen Verlagerung Pendelverkehr					
0.1	Attraktivierung des Fußweges	Quartier	hoch	keine	hoch
0.2	Wien Mobil (City-Bike) Station	Quartier	gering	gering	gering
0.3	Erdgeschoss - Storage	Campus	gering	gering	gering
0.4	Duschen	Campus	mittel	gering	gering
0.5	versperrbare Rad-Abstellanlagen (Rad-Boxen)	Campus	mittel	gering	gering
0.6a	Überdachte Radabstellanlagen	Campus	mittel	gering	gering
0.6b	breitere Fahrradständer (zusätzlich)	Campus	gering	gering	gering
0.6c	Fahrradständer bei der Mensa (zusätzliche)	Campus	gering	gering	keine
0.7a	Fahrrad-Workshops	Campus	niedrig	niedrig	niedrig
0.7b	Fahrrad-Reparaturstation	Quartier	gering	gering	gering
0.8	Ladestation für E-Bikes	Campus	niedrig	gering	gering
0.9a	FHTW-gebrandete (E)Bikes	Campus	mittel	gering	gering
0.9b	FHTW-eigenes Leih-Lastenrad	Campus	niedrig	niedrig	niedrig
1.0a	Klimaticket MA (Anteil häufig ÖV/Rad-nutzende MA ca 75%)	Campus	keine	mittel	hoch
1.0b	Klimaticket MA (Anteil häufig autofahrende MA ca 25%)	Campus	keine	mittel	hoch
1.1	Unterstützung Klimaticket Studierende	Campus	keine	mittel	hoch
1.2	Prämien/Gewinnspiele für umweltschonende Anreise	Campus	keine	mittel	mittel
1.3	Öffi-Infomation	Campus	gering	keine	gering
1.4	Öffi-Ticket -Verleih	Campus	gering	gering	gering
1.7a	FHTW-eigenes E-Carsharing Auswirkung Carsharing-Fahrt	Campus	mittel	keine	gering
1.7b	FHTW-eigenes E-Carsharing Auswirkung Anreise	Campus	mittel	keine	gering
1.8	höhere Parkplatzkosten	Campus	keine	keine	hoch
Maßnahmen Einsparung Verkehrsleistung (Homeoffice)					
1.5	Mitfahrbörse "spontan"	Campus	keine	gering	mittel
1.6	Mitfahrbörse fixe Fahrgem.	Campus	keine	gering	mittel
2.0	vermehrtes Homeworking 40% MA - 1 Tag/Woche	Campus	keine	keine	hoch
2.1	vermehrtes Homeworking 20% MA - 2. Tag/Woche	Campus	keine	keine	hoch
2.2	vermehrte Online Seminare 40% Studierende - 1 Tag/Woche	Campus	keine	keine	hoch
2.3	vermehrte Online Seminare 20% Studierende - 2. Tag/Woche	Campus	keine	keine	hoch
Maßnahmen Dienstreisen					
3.0	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/KFZ - 40%-60% d	Campus	gering	hoch	hoch
3.1	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/Kurzstreckenflug	Campus	gering	hoch	mittel
3.2	Richtlinien für Dienstreisen - 30 % Langstrecke	Campus	gering	hoch	mittel
Maßnahmen E-Mobilität					
4.0	E-Ladestation öffentlich	Quartier	keine	keine	keine
4.1	E-Ladestationen in der Parkgarage + neue Parkregelung	Campus	mittel	hoch	hoch
4.2	Unterstützung bei Anschaffung E-Fahrzeuge	Campus	hoch	keine	hoch
4.3	Umstellung Fuhrpark auf nur E-Autos	Campus	hoch	keine	hoch

Bei der Abschätzung der Maßnahmen-Wirkung wurde nach jedem Maßnahmenpaket die zugrundeliegenden Fahrleistungen und der Modal Split neu berechnet. Dadurch wurde z.B. die Auswirkung der Einsparungsmaßnahmen (z.B. Homeoffice) auf Basis der bereits durch Verlagerungsmaßnahmen veränderten Verkehrsleistungen berechnet wurden. Die Maßnahmen für die Elektrifizierung der KFZ-Verkehrs wurden erst im letzten Schritt aufgrund der Verkehrsleistungen nach allen anderen Maßnahmen berechnet.

Der, für die der Quartiersberechnung der Mobilitätsauswirkungen zugrunde gelegte Grad der Elektrifizierung des KFZ-Verkehrs (70%) wird dabei durch die Festlegung der verbleibenden Verkehrsleistung im MIV_{fossil} dargestellt.

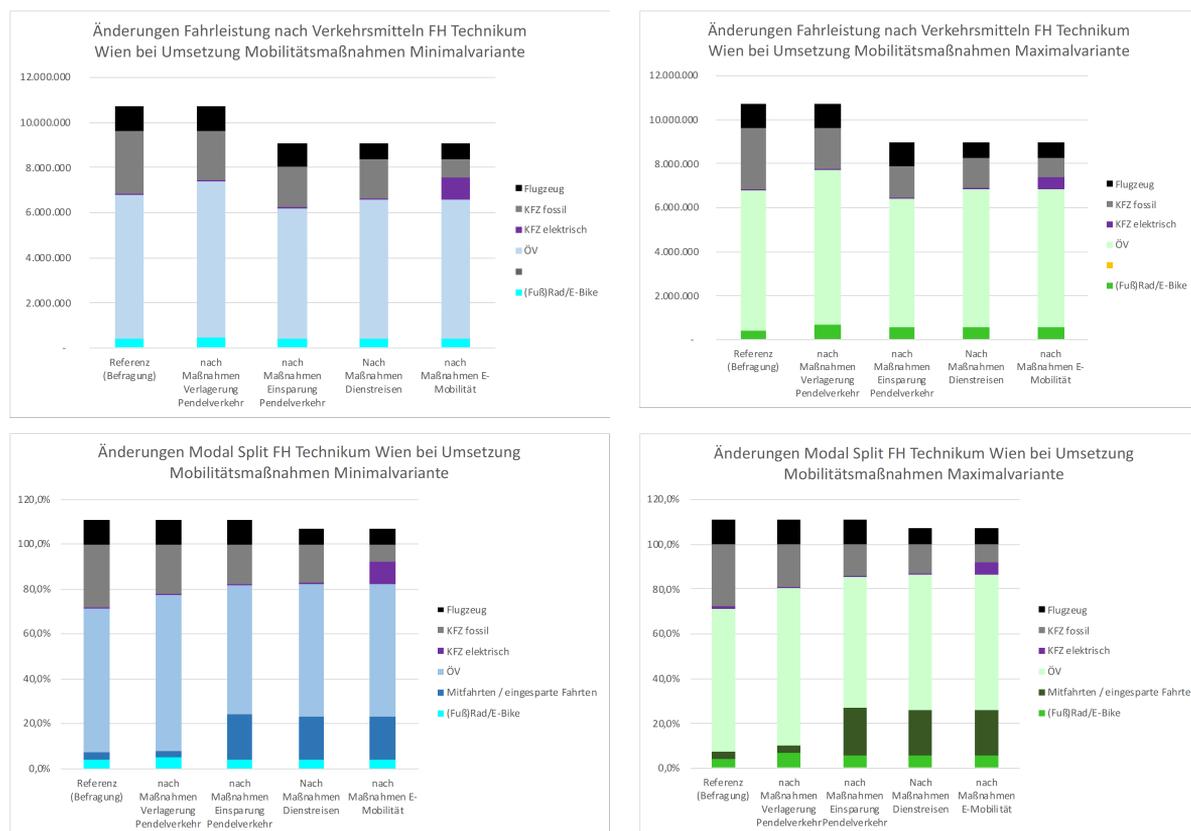


Abbildung 110 Darstellung der Fahrleistungen und Modal Splits nach Maßnahmenpaketen FH Technikum Wien - Minimal- und Maximalvarianten

Die folgende Tabelle zeigt die Abschätzungen der Wirkung der jeweiligen Maßnahmen auf den motorisierten Individualverkehr. Bei der Einschätzung der Maßnahmen wurde insbesondere berücksichtigt:

- Die Weglängen: Bei weitere Pendelstrecken wird das Fahrrad nur für eine kleinere Gruppe bzw. an vereinzelt (Schönwetter-)Tagen eine Alternative zur KFZ (oder ÖV)-Anreise darstellen. Maßnahmen im Bereich des Öffentlichen Verkehrs (inkl. Attraktivierung der Fußverbindung zu den Öffentlichen Verkehrsmitteln) wirken sich daher sichtlich stärker auf die Reduktion des MIV aus als Maßnahmen im Fuß/Radverkehr.

- Maßnahmen zur Verlagerung von MIV_{fossil} auf MIV_{elektrisch} führen auch zu einer Verlagerung von ÖV auf MIV_{elektrisch}. Von der geschätzten Verlagerung auf den MIV_{elektrisch} wurden daher 5 % beim ÖV abgezogen, 95% beim MIV_{fossil}.

Tabelle 40: Abschätzung der Auswirkung der Mobilitätsmaßnahmen auf den Motorisierten Individualverkehr (gesamt, elektrisch und fossil) – Zuschreibung FH Technikum Wien (Fortsetzung nächste Seite)

1.7a	FHTW-eigenes E-Carsharing Auswirkung Anreise	0,5	-	-	0,0	-	0,1	-	0,6	-	0,1
1.7b	FHTW-eigenes E-Carsharing Auswirkung Anreise	- 0,6	- 2,9	-	0,0	-	0,1	-	0,6	-	2,8
1.8	höhere Parkplatzkosten	- 3,4	- 8,6	-	0,1	-	0,3	-	3,3	-	8,3
Summe Maßnahmen Verlagerung Pendeln		-150	-234	-5	-7	-145	-227				
km-Leistung gesamt (ausg. Flugverkehr) nach Verlagerung		563	479	17	14	546	464				
Modal Split neu nach Verlagerung		100%	100%	3%	3%	97%	97%				
Maßnahmen Einsparung Verkehrsleistung (Homeoffice)											
1.5	Mitfahrbörse "spontan"	- 4,6	- 18,3	-	-	- 4,6	- 18,3				
1.6	Mitfahrbörse fixe Fahrgem.	- 6,9	- 9,1	-	-	- 6,9	- 9,1				
2.0	vermehrtes Homeworking 40% MA - 1 Tag/Woche	- 11,9	- 11,9	- 0,4	- 0,4	- 11,6	- 11,6				
2.1	vermehrtes Homeworking 20% MA - 2. Tag/Woche	- 6,0	- 6,0	- 0,2	- 0,2	- 5,8	- 5,8				
2.2	vermehrte Online Seminare 40% Studierende - 1 Tag/Woche	- 49,0	- 49,0	- 1,5	- 1,5	- 47,5	- 47,5				
2.3	vermehrte Online Seminare 20% Studierende - 2. Tag/Woche	- 24,5	- 24,5	- 0,7	- 0,7	- 23,8	- 23,8				
Summe Maßnahmen Einsparung		-91	-91	-3	-3	-89	-89				
km-Leistung (ausg. Flugverkehr) nach Einsparung		472	387	14	12	457	376				
Modal Split neu nach Einsparung		100%	100%	3%	3%	97%	97%				
Maßnahmen Dienstreisen											
3.0	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/KFZ - 40%-60% d	- 8,4	- 12,6	- 0,3	- 0,4	- 8,1	- 12,2				
3.1	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/Kurzstreckenflug	-	-	-	-	-	-				
3.2	Richtlinien für Dienstreisen - 30 % Langstrecke	-	-	-	-	-	-				
Summe Maßnahmen Dienstreisen		-7	-12	0	0	-8	-12				
km-Leistung (incl. Flugverkehr) nach Maßnahmen Dienstreis		464	376	14	11	449	364				
Modal Split neu nach Dienstreisen ohne Flug		100%	100%	3%	3%	97%	97%				
Modal Split neu nach Dienstreisen mit Flug											
Maßnahmen E-Mobilität											
4.0	E-Ladestation öffentlich	-	-	-	-	-	-				
4.1	E-Ladestationen in der Parkgarage + neue Parkregelung	0,9	2,3	17,2	45,7	- 16,3	- 43,5				
4.2	Unterstützung bei Anschaffung E-Fahrzeuge	0,9	1,7	17,2	34,3	- 16,3	- 32,6				
4.3	Umstellung Fuhrpark auf nur E-Autos	-	-	49,7	55,9	- 49,7	- 55,9				
4.4.	technischer Fortschritt und öffentliche Förderungen	-	-	197,5	62,1	- 197,5	- 62,1				
Summe Maßnahmen Umstellung E-Mobilität		2	4	282	198	-280	-194				
km nach allen Maßnahmen		466	380	295	209	170	170				
Modal Split nach allen Maßnahmen		100%	100%	63%	55%	36%	45%				
Umlegung aufgrund technischer Fortschritt E-Mobilität											
MIV-fossil verbleibend nach Quartiersberechnung						169,5	169,5				

4.4. technischer Fortschritt und öffentliche Förderungen	-	-	197,5	62,1	- 197,5	- 62,1
Summe Maßnahmen Umstellung E-Mobilität	2	4	282	198	-280	-194
km nach allen Maßnahmen	466	380	295	209	170	170
Modal Split nach allen Maßnahmen	100%	100%	63%	55%	36%	45%
Umlegung aufgrund technischer Fortschritt E-Mobilität						
MIV-fossil verbleibend nach Quartiersberechnung					169,5	169,5
km-Leistung gesamt (ausg. Flugverkehr) nach Verlagerung	563	479	17	14	546	464
Modal Split neu nach Verlagerung	100%	100%	3%	3%	97%	97%
Maßnahmen Einsparung Verkehrsleistung (Homeoffice)						
1.5 Mitfahrbörse "spontan"	- 4,6	- 18,3	-	-	- 4,6	- 18,3
1.6 Mitfahrbörse fixe Fahrgem.	- 6,9	- 9,1	-	-	- 6,9	- 9,1
2.0 vermehrtes Homeworking 40% MA - 1 Tag/Woche	- 11,9	- 11,9	- 0,4	- 0,4	- 11,6	- 11,6
2.1 vermehrtes Homeworking 20% MA - 2. Tag/Woche	- 6,0	- 6,0	- 0,2	- 0,2	- 5,8	- 5,8
2.2 vermehrte Online Seminare 40% Studierende - 1 Tag/Woche	- 49,0	- 49,0	- 1,5	- 1,5	- 47,5	- 47,5
2.3 vermehrte Online Seminare 20% Studierende - 2. Tag/Woch	- 24,5	- 24,5	- 0,7	- 0,7	- 23,8	- 23,8
Summe Maßnahmen Einsparung	-91	-91	-3	-3	-89	-89
km-Leistung (ausg. Flugverkehr) nach Einsparung	472	387	14	12	457	376
Modal Split neu nach Einsparung	100%	100%	3%	3%	97%	97%
Maßnahmen Dienstreisen						
3.0 Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/KFZ - 40%-60% d	- 8,4	- 12,6	- 0,3	- 0,4	- 8,1	- 12,2
3.1 Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/Kurzstreckenflug	-	-	-	-	-	-
3.2 Richtlinien für Dienstreisen - 30 % Langstrecke	-	-	-	-	-	-
Summe Maßnahmen Dienstreisen	-7	-12	0	0	-8	-12
km-Leistung (incl. Flugverkehr) nach Maßnahmen Dienstreis	464	376	14	11	449	364
Modal Split neu nach Dienstreisen ohne Flug	100%	100%	3%	3%	97%	97%
Modal Split neu nach Dienstreisen mit Flug						
Maßnahmen E-Mobilität						
4.0 E-Ladestation öffentlich	-	-	-	-	-	-
4.1 E-Ladestationen in der Parkgarage + neue Parkregelung	0,9	2,3	17,2	45,7	- 16,3	- 43,5
4.2 Unterstützung bei Anschaffung E-Fahrzeuge	0,9	1,7	17,2	34,3	- 16,3	- 32,6
4.3 Umstellung Fuhrpark auf nur E-Autos	-	-	49,7	55,9	- 49,7	- 55,9
4.4. technischer Fortschritt und öffentliche Förderungen	-	-	197,5	62,1	- 197,5	- 62,1
Summe Maßnahmen Umstellung E-Mobilität	2	4	282	198	-280	-194
km nach allen Maßnahmen	466	380	295	209	170	170
Modal Split nach allen Maßnahmen	100%	100%	63%	55%	36%	45%
Umlegung aufgrund technischer Fortschritt E-Mobilität						
MIV-fossil verbleibend nach Quartiersberechnung					169,5	169,5

Im nächsten Schritt wurden die Kosten (grobe Abschätzung der Investitions- und laufenden Kosten pro Jahr pro eingespartem Kilometer Verkehrsleistung KFZ_{gesamt}) dem möglichen Nutzen (eingesparte Kilometerleistung KFZ_{gesamt}) gegenübergestellt.

In den beiden Abbildungen unten sind die Maßnahmen gereiht nach ihrer Wirksamkeit (Nutzen).

Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen FH-Technikum Wien - Minimalvariante.

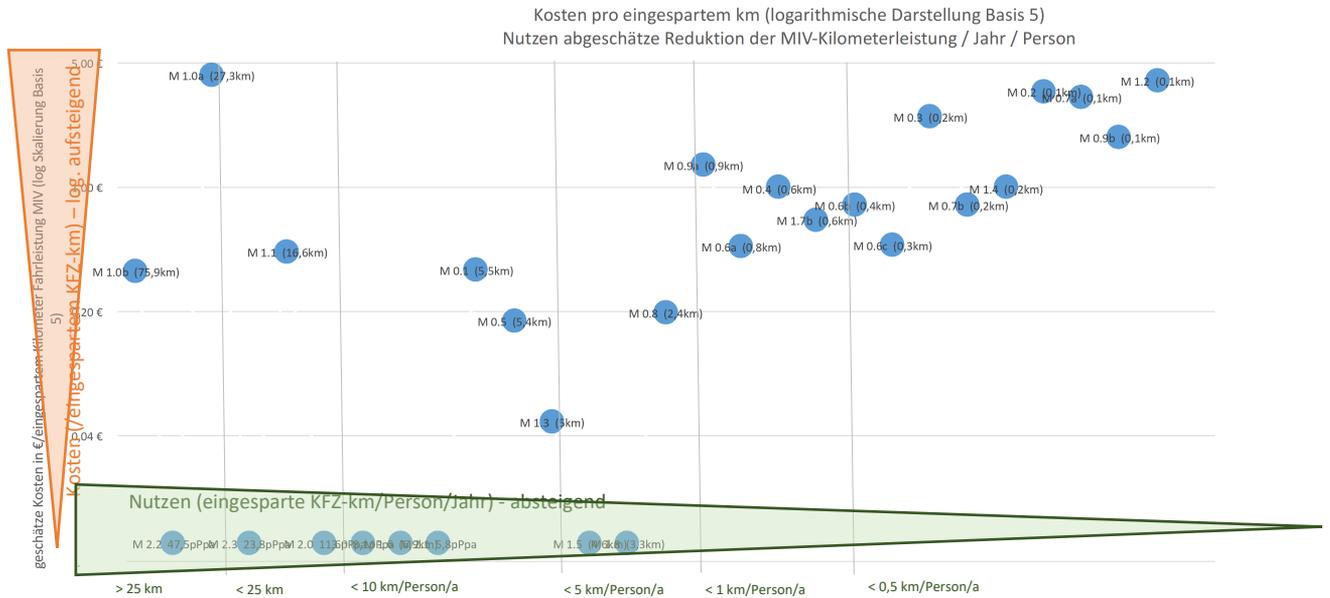


Abbildung 111 Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen (pessimistische) Minimalvariante

Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen FH-Technikum Wien - Maximalvariante.

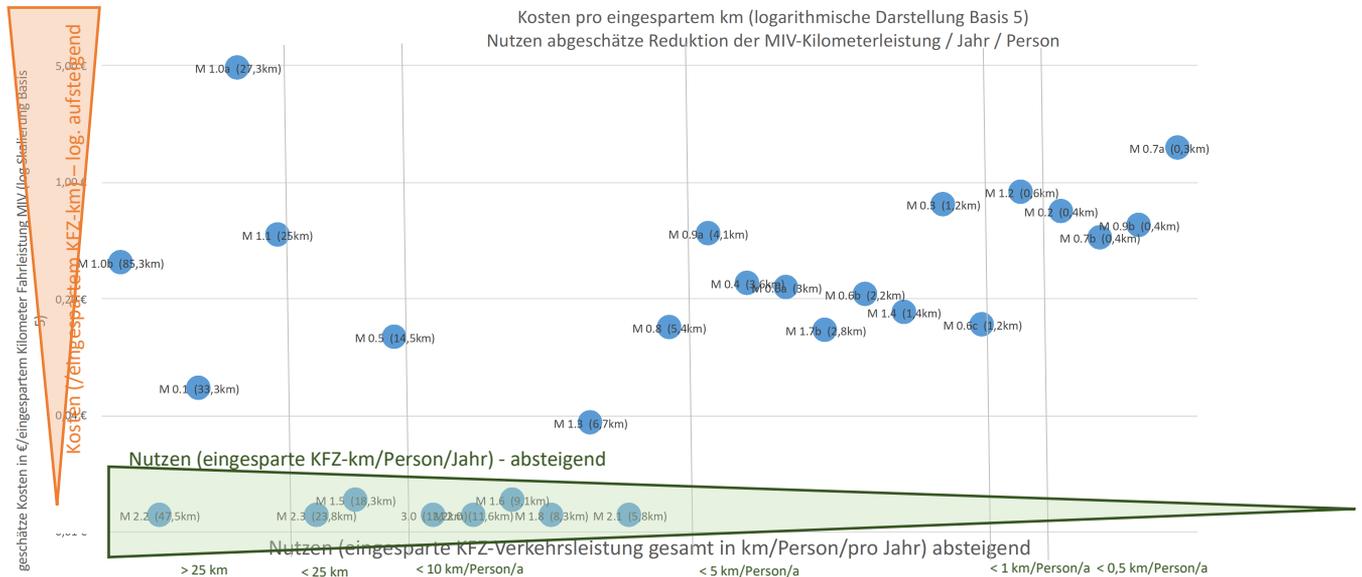


Abbildung 112 Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen (pessimistische) Minimalvariante

Im letzten Schritt wurden die Maßnahmenpakete in der (pessimistischen) Minimalvariante und der (optimistischen) Maximalvariante neu geschnürt und ihre Zieltauglichkeit überprüft.

- Maßnahmenpaket gesamt umfasst alle untersuchten Maßnahmen
- Maßnahmenpaket reduziert umfasst die untersuchten Maßnahmen mit Kosten unter € 1,-/km eingesparter Verkehrsleistung

- Maßnahmenpaket stark reduziert umfasst die untersuchten Maßnahmen mit Kosten unter € 0,5 und eine Reduktion der Homeoffice-/Onlinelehre - Möglichkeiten

4.8.2 Mobilitätskonzept Plus-Energie-Campus

Die untenstehende Tabelle gibt eine Übersicht über die Maßnahmen in den einzelnen Paketen „gesamt“, „reduziert“ und „stark reduziert“

Tabelle 41 Überblick Maßnahmenpakete Mobilität Campus - "gesamt"- "reduziert"- "stark reduziert"

Maßnahmenpakete	stark			Maßnahmenpakete	stark		
	gesamt	reduziert	reduziert		gesamt	reduziert	reduziert
Attraktivierung des Fußweges	✓	✓	✓	Maßnahmen Einsparung			
Wien Mobil (City-Bike) Station	✓	✗	✗	Verkehrsleistung			
Erdgeschoss - Storage	✓	✗	✗	Mitfahrbörse "spontan"	✓	✓	✓
Duschen	✓	✓	✗	Mitfahrbörse fixe Fahrgem.	✓	✓	✓
Radboxen	✓	✓	✓	vermehrtes Homeworking 40% MA - 1 Tag/Woche	✓	✓	✓
Überdachte Radabstellanlagen	✓	✓	✓	vermehrtes Homeworking 20% MA - 2. Tag/Woche	✓	✓	✗
breitere Fahrradständer	✓	✓	✗	vermehrte Online Seminare 40% Studierende - 1 Tag/Woche	✓	✓	✓
Fahrradständer bei der Mensa	✓	✓	✓	vermehrte Online Seminare 20% Studierende - 2. Tag/Woche	✓	✓	✗
Fahrrad-Workshops	✓	✗	✗	Maßnahmen Dienstreisen			
Fahrrad-Reparaturstation	✓	✓	✗	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/KFZ - 40%-60% der Fahrten)	✓	✓	✓
Ladestation für E-Bikes	✓	✓	✓	Richtlinien für Dienstreisen (Regelung Öffi/Kurzstreckenflug)	✓	✓	✓
FHTW-gebrandete (E)Bikes	✓	✗	✗	Richtlinien für Dienstreisen - 30 % Langstrecke	✓	✓	✓
FHTW-eigenes Leih-Lastenrad	✓	✗	✗	Maßnahmen E-Mobilität			
Klimaticket MA (Anteil häufig ÖV/Rad-nutzende MA ca 75%)	✓	✓	✓	E-Ladestation öffentlich	✓	✓	✓
Klimaticket MA (Anteil häufig autofahrende MA ca 25%)	✓	✓	✓	E-Ladestationen in der Parkgarage + neue Parkregelung	✓	✓	✓
Unterstützung Klimaticket Studierende	✓	✓	✓	Unterstützung bei Anschaffung E- Fahrzeuge	✓	✓	✓
Prämien/Gewinnspiele für umweltschonende Anreise	✓	✗	✗	Umstellung Fuhrpark auf nur E- Autos	✓	✓	✓
Öffi-Infomation	✓	✓	✓	technischer Fortschritt und öffentliche Förderungen	✓	✓	✓
Öffi-Ticket -Verleih	✓	✗	✗				
FHTW-eigenes E-Carsharing	✓	✓	✗				
höhere Parkplatzkosten	✓	✓	✓				

In der untenstehenden Abbildung werden Ausgangslage, Zielsetzung und Erreichbarkeit der, in den Quartiersberechnungen verankerten Ziele dargestellt am Maßstab der verbleibenden Verkehrsleistung im MIV fossil dargestellt.

- Das Ziel der Verkehrsreduktion im MIV ist bei Umsetzung der Maßnahmenpakete gesamt und reduziert sowohl in der (optimistischen) Maximalvariante, als auch in der (pessimistischen) Minimalvariante erreichbar. Die Umsetzung des stark reduzierten Maßnahmenpaketes reicht nur in der optimistisch abgeschätzten Wirkung (Maximalvariante) zur Zielerreichung.
- Das Ziel der Elektrifizierung des MIV (70%) erfordert jedenfalls zusätzliche Motivation durch technischen Fortschritt und öffentliche Förderungen, die nicht im Einflussbereich der FH-Technikum Wien stehen. Bei Umsetzung aller Maßnahmen könnte dieser Bedarf aber um bis zu 80% reduziert werden.

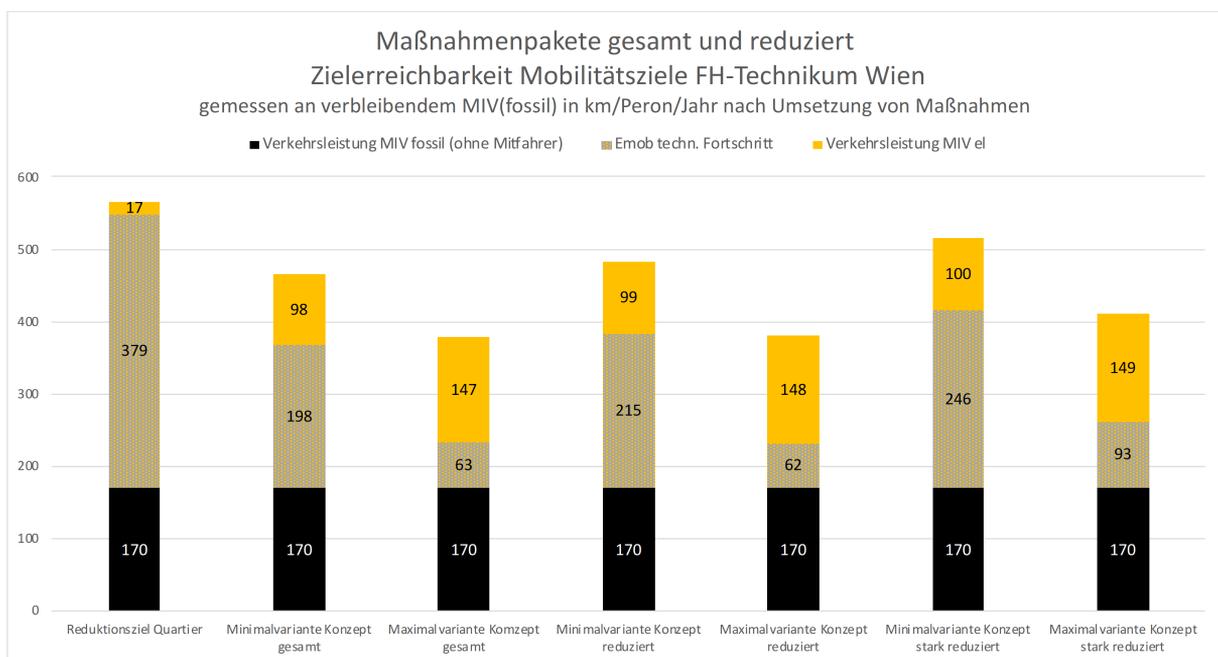


Abbildung 113 Maßnahmenpakete Mobilität - gesamt - reduziert - stark reduziert

5 Living Lab

Das Kapitel beschreibt die Konzeption eines „Living Labs“ an der FHTW und deren Bewertung hinsichtlich der identifizierten KPIs.

5.1 Methode

Um die Living Lab Konzeption ausarbeiten zu können, wurden die folgende Schritte durchgeführt. Zuerst erfolgte Literaturrecherche und Review bestehender Living Lab Ansätze und Projekte. Im nächsten Schritt wurde eine Arbeitsdefinition festgelegt und klare Funktionen und Ziele eines Living Labs aus der Literatur-Analyse abgeleitet. Daraus wurden konkrete Anforderungen an das Living-Lab-Konzept formuliert.

Um die Use-Case-Analyse durchführen zu können, wurden das Bewertungsschema und die Key Performance Indicators (KPIs) definiert. Das Living Lab Konzept setzt sich aus einer Reihe von Einzelmaßnahmen und Use Cases zusammen, deren Möglichkeiten und Potentiale entlang des Bewertungsschemas erhoben und qualitativ gegenübergestellt wurde. Dabei sollte das Plus-Base Living Lab auf drei grundlegenden Ebenen in jeweils drei Stufen Funktionen erfüllen, wobei die drei zentralen Funktionen teils direkt, teils indirekt mit den Zielgruppen in Verbindung stehen:

- Living Lab Funktion:
 - Förderung der Interdisziplinarität
 - Förderung der Multidisziplinarität
 - Förderung der Transdisziplinarität
- Zielgruppenorientierung:
 - Öffentlichkeit (EndnutzerInnen):
 - Forschungspersonal (Intermediaries):
 - Lehre (Intermediaries):
 - Unternehmen (KundInnen):
 - Stadtverwaltung (KundInnen)
- Nutzen:
 - Sichtbarkeit
 - StudienbewerberInnen
 - Netzwerkaktivitäten
- Umsetzbarkeit
 - Nachverdichtung Glatzl
 - Nachverdichtung POS
 - Plus-Base Neubau

Im Anschluss finden sich die Ergebnisse der Bewertung der Use-Cases.

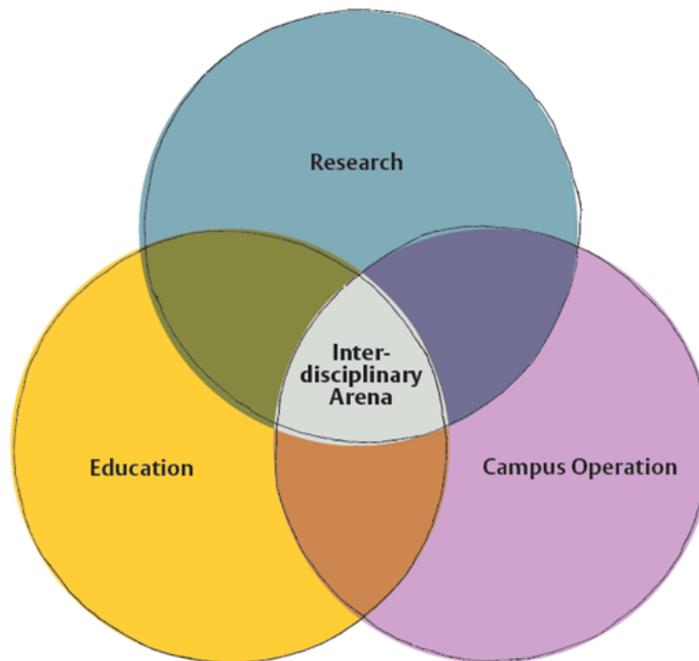
5.2 Ausgangslage und Arbeitsdefinition

Der Bedarf an Living Lab Ansätzen, die die Anforderungen der NutzerInnen innovativer Konzepte unterschiedlicher Themenfelder in den Fokus rücken ist mittlerweile hinreichend nachgewiesen, da diese Möglichkeiten der sozio-technischen Innovation einerseits, und die Adressierung gesellschaftlicher Fragestellungen auf der anderen Seite bieten³⁵. Die Erweiterung des Testbed-Ansatzes um die Dimension der Hochschullehre in einem auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Testgebiet selbst kommt dabei einer zukunftsorientierten Aus- und Weiterbildung entgegen und ist im geplanten Ausmaß beispiellos in Österreich. Gerade im Kontext der (Weiter)Entwicklung urbaner Räume bietet die Verschmelzung von Lehre und Forschung im Bereich zukunftsweisender technologischer Entwicklungen (z. B.: erneuerbare Energiesysteme, Plus-Energie-Gebäude und Quartiere, Smart Homes, Smart Cities, etc.) mit der Entwicklung und Nutzung eines, teils neu gebauten und teils sanierten, Stadtquartiers einzigartige Möglichkeiten der in-vivo Forschung und der Erarbeitung von Potentialen zur Anwendung der Ergebnisse im Quartierskontext. Die Konzeptualisierung einer etappenweisen Weiterentwicklung des gesamten Areals, inklusive Wohn-, Handels und weiterer Lehr- und Forschungsgebäude erweitert die Forschungsfelder um weitere Lebens- und Arbeitsbereiche und damit die Relevanz des Living Labs Ansatzes von der reinen technikfokussierten Innovation zur Berücksichtigung gesellschaftlicher und regulatorischer Fragestellungen in Forschung und Lehre. Die erfolgreiche Beteiligung von Stakeholdern aus Wirtschaft und Industrie hat dabei Tradition an der Fachhochschule Technikum Wien und stellt somit den permanenten Wissenstransfer zwischen akademischer Forschung und unmittelbarer Umsetzung bzw. die laufende Evaluierung der Praxisrelevanz der Entwicklungen am Campus sicher. Dadurch wird der Plus-Energie-Campus mit dem „Plus-Base“ nicht nur zu einem lokalen Aushängeschild, sondern festigt auch den regionalen Anspruch innovativer Stadtentwicklung.

Ausgehend von der ursprünglichen Definition des Massachusetts Institute of Technology aus dem Jahr 2005 stellen Living Labs den idealen Kontext für NutzerInneninnovation dar, da sozio-technische Innovationsprozesse, vor allem im Kontext der Nachhaltigkeit, dann erfolgreich sind, wenn VertreterInnen der Zielgruppen in allen Forschungs- und Entwicklungsphasen aktiv eingebunden sind. Dafür müssen die entsprechenden Infrastrukturen zur Verfügung stehen, die diese Einbindung laufend ermöglichen und einer begleitenden Evaluierung zugänglich machen.³⁶

³⁵ Engels, F., Wentland, A., & Pfothenauer, S. M. (2019). Testing future societies? Developing a framework for test beds and living labs as instruments of innovation governance. *Research Policy*, 48(9), 103826. <https://doi.org/10/ggh54m>

³⁶ von Geibler, J., Baedeker, C., Liedtke, C., Rohn, H., & Erdmann, L. (2017). Exploring the German Living Lab Research Infrastructure: Opportunities for Sustainable Products and Services. In *Living Labs* (S. 131–154). Springer



Primary functions of universities (education and research) can be connected to campus operations in the Living Lab. Education and Research overlap in reflection and learning. Students and Operations can connect through real life co-creation. Operations and research connect in the opportunity of the location. Extending the overlaps and connections is at the heart of making the Lab successful.

Abbildung 114 Hauptaufgaben der Universitäten (Quelle: Verhoef und Bossert 2019)

Unter dem Titel "Campus as a Living Lab" sind vor allem im angloamerikanischen Raum bereits zu sehr unterschiedlichen Themenfeldern langfristige Forschungsprojekte zur Integration der lokal verfügbaren Infrastrukturen umgesetzt worden. Im Zentrum dieser laufenden Prozesse steht zumeist einerseits die Erforschung von Nachhaltigkeitsstrategien im Zusammenhang mit der Entwicklung technischer Innovationen. Dementsprechend sind die Grundlagen für derartige Living Labs häufig die Nutzung von bestehenden Nachhaltigkeitsprogrammen als Testbeds für Lehre und Forschung zur Förderung von Sensibilisierungsprozessen, der Außenwahrnehmung und zur Etablierung neuer Standards. Darüber hinaus bieten campus- bzw. lehrgebäudebasierte Living Lab Strategien nicht nur die Möglichkeit praxisnaher Ausbildung und hochaktueller Forschung an innovativen Infrastrukturen, sondern auch über die Systemgrenzen hinaus die Involvierung und Zusammenarbeit mit den umliegenden Communities und Quartieren.

Generell werden vor allem Hochschulen als entscheidenden Angelpunkte für die Entwicklung umsetzbarer Nachhaltigkeitsstrategien gesehen, da sie die einzigartige Möglichkeit bieten jene Faktoren zu befördern, die für das Gelingen ebendieser Strategien als entscheidend anzusehen sind:

1. Experimentieren ohne konzeptionelle, räumliche und zeitliche Grenzen, wie es im betrieblichen Rahmen üblich ist und damit eher ein Gegenmodell zum klassischen, kontrollierten und damit von der Praxis abgegrenzten experimentellen Labor.
2. Interdisziplinäre und transdisziplinäre Zusammenarbeit zur Sicherung von Praxisrelevanz, Usability und Nachhaltigkeit. Einbindung von ExpertInnen aus tangierten akademischen Disziplinen, von relevanten Need-Ownern und aktuellen und zukünftigen NutzerInnen der entsprechenden Lösungen.

Dadurch ergeben sich einzigartige Möglichkeiten nachhaltige Transformationen im Hochschulkontext, im Sinne der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Aufgaben zur Förderung der Wettbewerbsfähigkeit und Erarbeitung von innovativen Lösungen, anzustoßen.

„Living Lab Europe definiert ein Living Lab wie folgt: Ein Living Lab ist ein regionaler Raum, der als Labor zur Entwicklung und Anwendung von Prototypen neuer Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) dient. Das Labor ist in diesem Konzept kein verschlossener, unzugänglicher Ort in einem Forschungszentrum, sondern ein dynamischer, offener, bürgernaher und anwendungsbezogener öffentlicher Raum. Ein Living Lab bringt Stakeholder aus Wirtschaft, Öffentlichkeit und Wissenschaft zusammen, um Innovation und Wirtschaftsentwicklung im Bereich neuer Technologien auf regionaler Ebene zu fördern. Es geht um die Schaffung eines Umfeldes für die kooperative Entwicklung von Prototypen neuer IKT, die Mobilität und regionale Entwicklung fördern. Der Fokus der Living Labs liegt auf mobilen Technologien, die den Menschen mehr Mobilität, Flexibilität und Komfort bei Tätigkeiten in Arbeit, Alltag, auf Reisen, in der Öffentlichkeit und zu Hause bieten. Es geht darum, mobile Geräte zu entwickeln und an die Nutzer zu bringen. Die in Living Labs entwickelten Technologien sind an den Benutzer(inne)n orientiert, sie unterstützen die Bedürfnisse der Anwender(innen), Konsument(inn)en und Bürger(innen)“³⁷

5.2.1 Vergleichbare Projekte

Es gibt im Bereich der Living Labs bereits nennbare Beispiele aus Österreich, allerdings wird mittlerweile der Terminus „Living Lab“ für sehr viele Forschungsaktivitäten verwendet, die mit einem ganzheitlichen Konzept, welches Lehre und Forschung sowie die gesellschaftliche Verantwortung von Hochschulen integriert, nicht unmittelbar vereinbar sind.

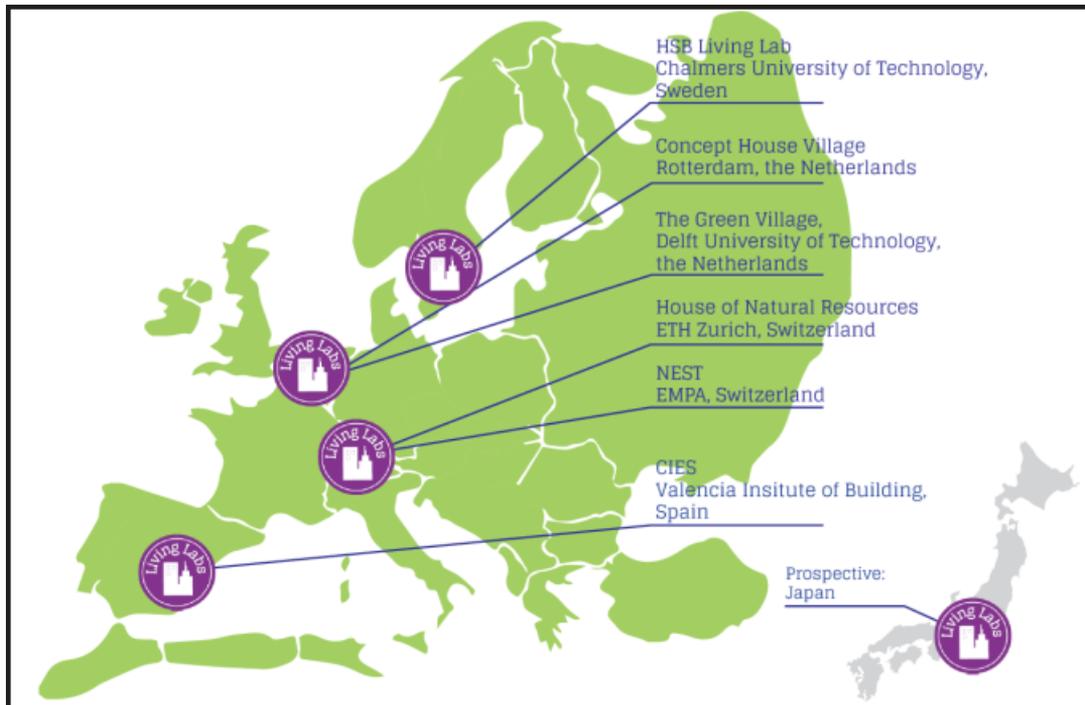
International sind u.a. folgende Beispiele zu nennen, welche hinsichtlich des konkreten Anwendungs- und Umsetzungsfalls vergleichbar mit der Situation in Wien sind:

- Der Building Technologies Accelerator³⁸ der sich im Rahmen der Kooperationen mehrerer Universitäten und Hochschulen in Europa auf nachhaltige Gebäudetechnologien spezialisiert hat. Im Zentrum stehen dabei Gebäudestrukturen, Fassaden, Energiemanagementsysteme, innovative Arbeitsumgebungen und NutzerInnenintegration. Die Kombination aus Open-Innovation Ökosystemen und enger Kooperation zwischen Unternehmen sowie wissenschaftlichen

³⁷ (Universität Salzburg: Schwerpunkt ICT 2006)

³⁸ <https://www.tudelft.nl/io/samenwerken/onderzoeksprojecten-eu/building-technologies-accelerator>

Partnerorganisationen soll dabei vor allem die Zeit der Entwicklung von Innovationen bis zur Verfügbarkeit am Markt reduzieren.



Der UREF-CAMPUS Berlin³⁹ sieht sich als Reallabor der Energiewende in den konkreten Themen, wie nachhaltige Mobilität, intelligente (Energie)Netze und Energieversorgungsoptionen im Rahmen von inter- und transdisziplinären Projekten in einem umgebauten Stadtquartier in der Praxis erprobt werden.

Im englischsprachigen Raum finden sich ebenfalls Beispiele für Living Lab Konstellationen, die direkt oder indirekt an nachhaltiger Entwicklung im Gebäude- und Quartierskontext orientiert sind. Prominente Beispiele dafür sind unter anderem:

Das MIT Media Lab⁴⁰ beschäftigt sich im Rahmen einer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie damit den Campus als Plattform für neue (technologische) Entwicklungen zur Verfügung zu stellen. Konkrete Beispiele dieser Initiativen sind u.a. Lösungen zur Modellierung der ökologischen Performance von Stadtquartieren, oder Planungstools für solare Erträge.

- Das Harvard University Living Lab “Our campus is part of the solution”⁴¹ ist Teil der Nachhaltigkeitsstrategie der Harvard Universität und beinhaltet einen Nachhaltigkeitsfonds zur Unterstützung bei der Umsetzung von Innovationsprojekten, das Climate Solutions Living Lab Projekt, sowie spezielle Förderprogramme für Studierende in der Bereichen Klima und Gesundheit
- <https://green.harvard.edu/series/living-lab>

39 <https://euref.de/>

40 <https://sustainability.mit.edu/living-labs>

41 <https://green.harvard.edu/series/living-lab>

- Ohio State University The Campus as a Living Laboratory (CALL)
- <https://sustainability.illinois.edu/research/campus-as-a-living-laboratory-research-campus-sustainability-working-together/>
- Cornell Sustainable Campus (<https://sustainablecampus.cornell.edu/campus-initiatives/living-laboratory>)

5.3 Funktionen und Ziele eines Living Labs

5.3.1 Umsetzung des Living Lab Ansatzes auf drei Ebenen

Der verfolgte Ansatz "Forschen am Objekt und Objekt der Forschung", bietet auf drei Ebenen hochinnovatives Potential für Lehre und Forschung:

1. Hohes Maß an **Interdisziplinarität** durch Möglichkeiten von Studierenden verschiedener Fakultäten und Studiengängen, sich an der Erforschung der neu geschaffenen Infrastrukturen beteiligen zu können. Dadurch ergeben sich teils vollständig neue Potentiale auf Ebene der Präsentation des Studienangebots nach außen und innen allgemein und bei der Entwicklung konkreter Lehrformate im Speziellen. Darüber hinaus können Forschungsvorhaben der Forschungsfelder interessierter Fakultäten unmittelbar innerhalb der Fachhochschule umgesetzt werden, wodurch die üblichen Grenzen der beforschten Testfelder wegfallen.
2. **Multidisziplinarität**: die parallele Nutzung der verfügbaren Infrastruktur durch unterschiedliche akademische Disziplinen (z.B.: Computer Sciences für digitale Infrastrukturen, Erneuerbare Energiesysteme, etc.) ermöglicht die Weiterentwicklung der eingesetzten Technologie und befördert die Entwicklung neuer Lösungen durch die unmittelbare Verfügbarkeit hochaktueller Forschungsergebnisse aus anderen Themenfeldern.
3. **Transdisziplinarität** durch Studierendenfeedback und Einbindung der Communities angrenzender Quartiere und aller interessierten BürgerInnen und BesucherInnen. Konkret für die FH Technikum Wien heißt dies im Sinne der Co-Creation und NutzerInneninnovation dass die Studierenden nicht nur selbst forschen, sondern auch, dass durch die unmittelbare Teilnahme an Erhebungen die Basis für die laufende Evaluierungen gegeben ist. Darüber hinaus können durch die aktive Einbeziehung der BewohnerInnen und NutzerInnen angrenzender Quartiere, sowie der BesucherInnen des Campus vollständig neue wissenschaftliche Fragestellungen erörtert werden (u.a. Urban Sensing, Raumnutzungsstrategien, planerische Evaluierungsprozesse, etc.).

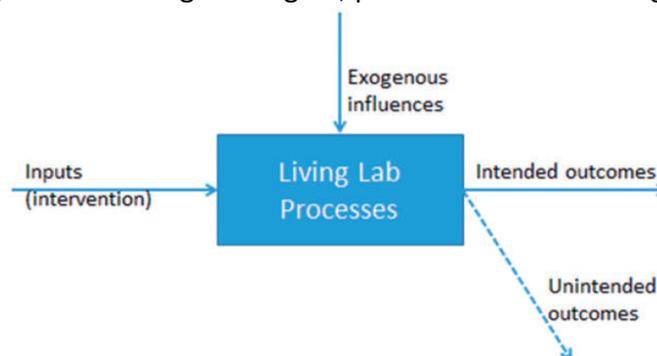
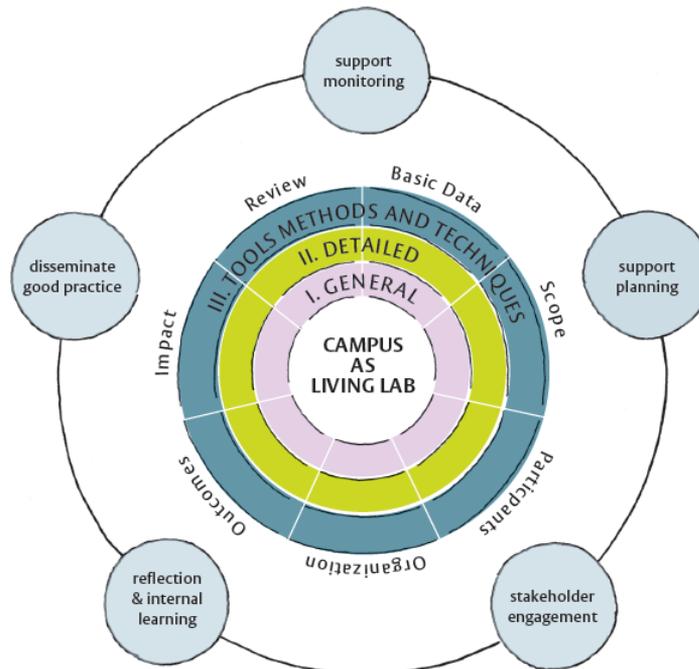


Abbildung 115 Schema des Living Lab Prozesses (van Geenhuizen 2018)

Aus dieser vielschichtigen Nutzung in Lehre und Forschung ergibt sich ein umfassendes Potential zur Multiplikation der geschaffenen Erkenntnisse über die übliche Dauer von Forschungsprojekten und deren Dissemination hinaus - aus einer generellen Zielsetzung, die mit den geschaffenen Infrastrukturen assoziiert ist, entsteht ein laufend nutzbares Asset für laufende und zukünftige Forschungsarbeiten.



The Campus as Living Lab Framework, with its seven categories: basic data, scope, participants, organization, outcomes, impact and reflection. See also Verhoef et al., 2018.

Abbildung 116 The Campus as Living Lab Quelle (Verhoef und Bossert 2019)

5.3.2 Ausrichtung der Aktivitäten

Ist entlang unterschiedlicher Dimensionen möglich und u.a. von der Raumnutzung abhängig

1. Akademisch und wissenschaftliche
 - a. Campus 2 Campus
 - b. Campus 2 Market
 - c. Market 2 Campus
2. Zivilgesellschaftlich
 - a. Campus 2 Society
 - b. Society 2 Campus
3. Kunst & Kultur und Zugang für die Zivilbevölkerung zu ausgewählten Bereichen

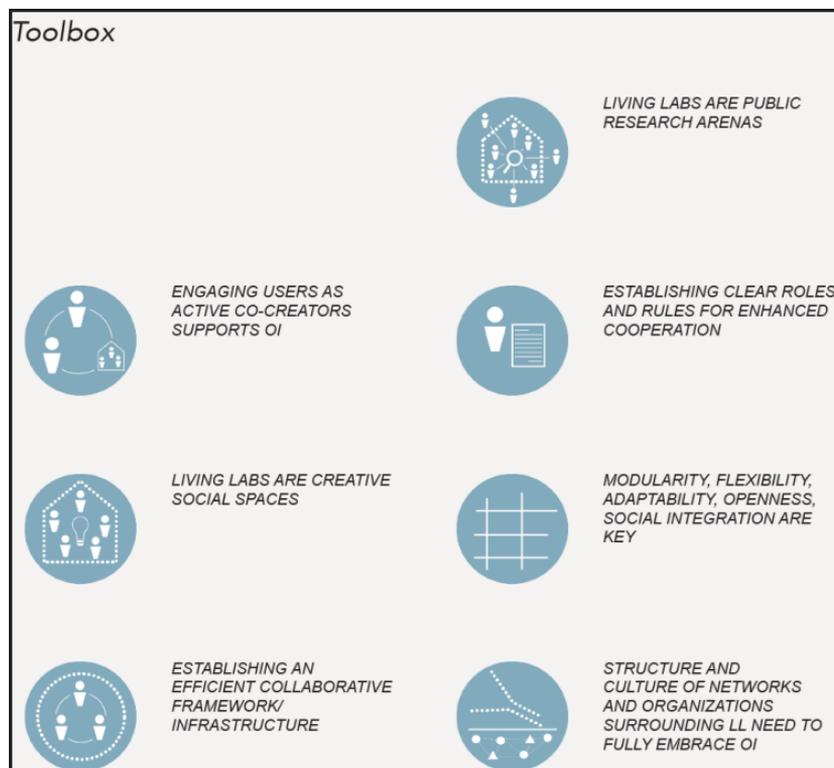


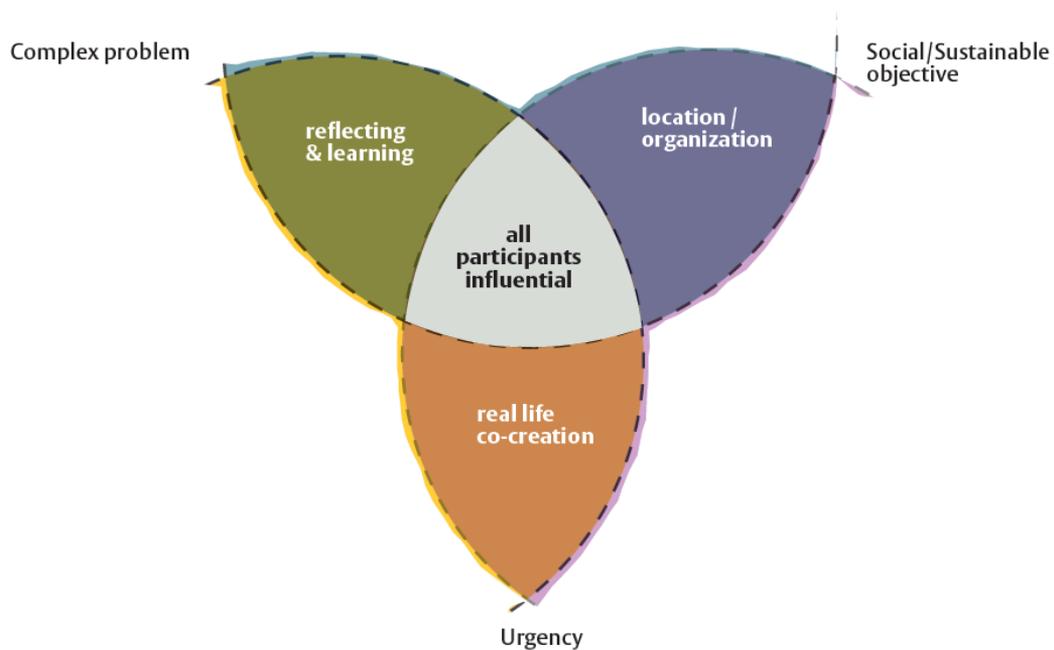
Abbildung 117 Toolbox Living Lab Quelle (Hagy et al. 2017)

5.3.3 Stakeholder und Einbindungsszenarien

Ein wesentliches Element von Living Labs ist die Einbindung wichtiger und oft neuer Stakeholder-Gruppen, die sich durch unterschiedliche örtliche, zeitliche oder funktionale Beziehungen ergeben. Je nach Gruppe unterscheiden sich auch mögliche Strategie zu deren Einbindung:

- **BesucherInnen am Campus** (inkl. Interessierter aus unmittelbar umliegenden Quartieren, TouristInnen, PassantInnen) können anhand verschiedener Maßnahmen (Urban Sensing [<http://senseable.mit.edu/urban-sensing/>], Befragungen, etc.) einen aktiven Beitrag zum Lehr-, Forschungs-, Monitoring- und Innovationsprozess am Campus leisten
- Hohe Verfügbarkeit von Friendly Users, da eine ausgewählte Gruppe an wiederholt, einzubeziehenden TeilnehmerInnen durch Studierende und MitarbeiterInnen gegeben ist
 - Basis für ethnographische und sozio-kulturelle Studien / Monitoring
- **Evaluierungen** zu konkreten Themen und Technologien in kontrollierten Settings inkl. Einbindung in das Campus-Monitoring
- **Konzeptualisierung** eines User Centered Design Prozesses der im Rahmen qualitativer und quantitativer NutzerInnenbefragungen, die laufende Evaluierung der verfügbaren Infrastrukturen ermöglicht:

- Vor allem zu Beginn explorative Erhebungen (Leitfadeninterviews, Tiefeninterviews, Fokusgruppen) mit dem Lehr-, Forschungs- und Gebäudetechnikpersonal sowie mit den Studierenden um alle relevanten Aspekte der Nutzungszusammenhänge umfassend zu Operationalisieren
- Laufende standardisierte Befragungen mit VertreterInnen aller Zielgruppen zur Spezifizierung der Effekte von eingesetzten Maßnahmen zur Erhöhung der Nutzungszufriedenheit, zur laufenden Evaluierung und zur Ableitung neuer Maßnahmen



In a Living Lab urgent, complex problems connected with societal challenges are tackled. Key elements in these Labs are co-creation and experimentation in real life setting, a location, an organization and reflection and learning. All active participants have influence and decision power in the Lab.

Abbildung 118 Quelle (Verhoef und Bossert 2019)

Potentielle KPIs zum laufenden Monitoring des Living Labs und der gesamtgesellschaftlichen Relevanz des Standorts in Hinblick auf seine konkrete Nutzung:

- Anzahl an laufenden und punktuell (projekt- /aktionsbezogen) beteiligter Stakeholder (Personen, Unternehmen, öffentliche Einrichtungen, NGOs, etc.) inkl. Assoziationen zu LL Projekten, Unterstützungs- und Fördererklärungen
- Transdisziplinaritätslevel: Anzahl der in LL Projekten und Aktivitäten involvierte Disziplinen, Departments, Kompetenzfelder, LVs
- User-centred Innovations- und Co-Creation Aktivitäten

- Akademischer und ökonomischer Outcome (Publikationen, öffentliche Sichtbarkeit, Master/Bachelor-Arbeiten, mediale Berichterstattung, Prototypen, finalisierte Produkte, etc.)
- Finanzierung und Förderung

Die Relationen zwischen Lehre, Forschung und konkreten Aktivitäten in einem architekturfokussierten Living Lab (LOW3) macht (Masseck 2017) in folgender Karte eindrucksvoll anschaulich:

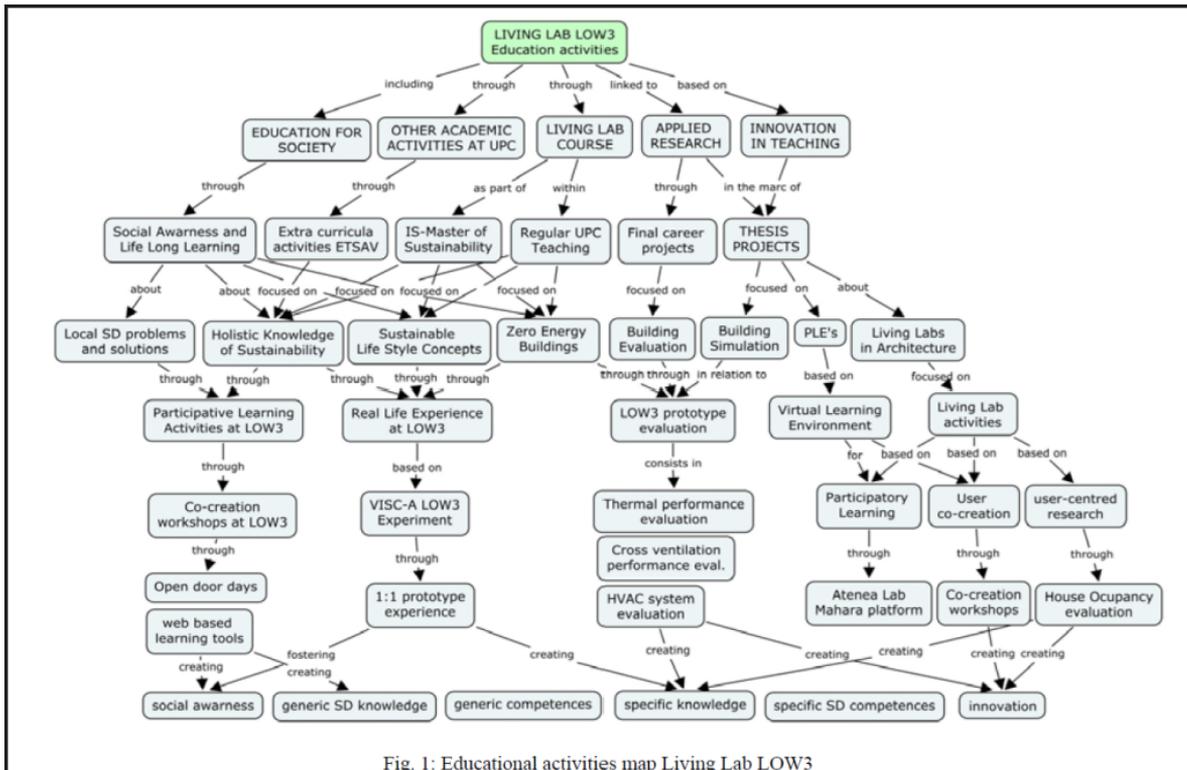


Fig. 1: Educational activities map Living Lab LOW3

Abbildung 119 Quelle (Masseck 2017)

5.4 Bewertungsschema und Key performance indicators (KPIs)

Das Living Lab (LL) Konzept setzt sich aus einer Reihe von Einzelmaßnahmen und Use Cases zusammen, deren Möglichkeiten und Potentiale entlang folgenden Bewertungsschemas erhoben und qualitativ gegenübergestellt:

Use Case	1	Living Lab Open Days	LL Score
Beschreibung	Informationen über das Studienangebot und die Forschungsaktivitäten in und um das neue Plusbase Living Lab inkl. interaktiver Führung durch die Räumlichkeiten des LL und Teilnahme an ausgewählten Forschungsaktivitäten		
Dauer	2 Tage im Jahr, im Rahmen der FHTW Open Days		33%
LL Funktion	Interdisziplinarität	Multidisziplinarität	Transdisziplinarität
	1	2	3
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre
	3	2	1
Aufwand, notwendige Ressourcen	bestehende Infrastrukturen und laufende Prozesse werden genutzt (3)		100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit	StudienbewerberInnen	Netzwerkaktivitäten
	3	3	3
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl	Nachverdichtung POS	PlusBase Neubau
	3	3	3
Räumliche Verortung	Öffentlich Fassadenseitig Erdgeschoß Plus-Base Neubau		
			Gesamt-Score
			77%

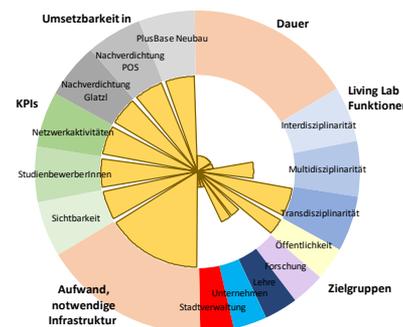


Abbildung 120: Bewertungsschema der Use-Cases

Dabei sollte das Plus-Base Living Lab auf drei grundlegenden Ebenen in jeweils drei Stufen Funktionen erfüllen, wobei die drei zentralen Funktionen teils direkt, teils indirekt mit den Zielgruppen in Verbindung stehen:

5.4.1 Förderung der Interdisziplinarität

Neue Möglichkeiten von ForscherInnen und Studierenden verschiedener Fakultäten und Studiengängen, gemeinsam an Fragestellungen im Rahmen der neu geschaffenen Infrastrukturen zu beforschen

- Niedrig (1): Einsatz der Laborinfrastrukturen im herkömmlichen Sinne – einzelne LVAs mit variierendem methodischem/disziplinarischem Charakter nutzen die Infrastruktur innerhalb der jeweiligen Studiengänge/Forschungsfelder
- Mittel (2): Gemeinsame Lehre und Forschung ohne fakultätsübergreifenden Bezug (mehrere Studiengänge/Kompetenzfelder einer Fakultät)
- Hoch (3): neue Lehrformate, die fakultätsübergreifende LVAs ermöglichen, gemeinsame fakultätsübergreifende Forschung, Erarbeitung integrierter Lösungen mit fächerübergreifendem Benefit

5.4.2 Förderung der Multidisziplinarität:

Parallele Nutzung der verfügbaren Infrastruktur durch unterschiedliche akademische Disziplinen (z.B.: Computer Sciences für digitale Infrastrukturen, Erneuerbare Energiesysteme, etc.) ermöglicht die Weiterentwicklung der eingesetzten Technologie und befördert die Entwicklung neuer Lösungen durch die unmittelbare Verfügbarkeit hochaktueller Forschungsergebnisse aus anderen Themenfeldern.

- Niedrig (1): Nutzung der Laborinfrastrukturen durch verschiedene Fakultäten, keine Interaktionen oder gemeinsame Forschung, aber Auslastung der angeschafften Infrastrukturen

- Mittel (2): Fakultätsübergreifende Nutzung der LL-Infrastrukturen
- Hoch (3): Campus 2 Campus/Campus 2 Market/Market 2 Campus Projekte werden auf Grund der speziellen Infrastrukturen möglich und in Lehre und Forschung umgesetzt

5.4.3 Förderung der Transdisziplinarität:

Angelehnt an die Stufen der Partizipation entstehen neue Formen des Co-Monitorings für interne und externe Zwecke, dadurch werden Campus 2 Society und Society 2 Campus Interaktionen möglich. Darüber hinaus können auf allen Ebenen unterschiedliche externe Stakeholder in Innovationsprozesse eingebunden werden (vom Enthusiasten zum Mainstream):

Niedrig (1): reine Einweginformation (klassische Awareness Raising Prozesse über lokale Informationsmaterialien, Außendarstellung und Marketing aktueller Aktivitäten) → adressiert Mainstream (PassantInnen)

Mittel (2): Konsultation (Nutzung der vor Ort verfügbaren Öffentlichkeit für Befragungen, Einschätzungen zu aktuellen Forschungsprojekten/-themen, etc.) → adressiert Early Adopters/Majority

Hoch (3): Kooperation (aktive Beteiligung in Forschungsprojekten, Urban Sensing, Raumnutzungsstrategien, planerische Evaluierungsprozesse, Teilnahme an Experimenten mit umfassendem Input, Feedback zu Produkten und Technologien mit iterativem Charakter, etc.) → adressiert EnthusiastInnen/Intermediaries/KundInnen

5.4.4 Zielgruppenorientierung

Fünf zentrale Zielgruppen können differenziert und in Hinblick auf die Relevanz der Prozesse für die eigene Zielgruppe differenziert werden (niedrig {1}/mittel {2}/hoch {3}):

1. Öffentlichkeit (EndnutzerInnen)
2. Forschungspersonal (Intermediaries)
3. Lehre (Intermediaries)
4. Unternehmen (KundInnen)
5. Stadtverwaltung (KundInnen)

Aus den zentralen Zielen des Living Labs ergeben sich drei weitere KPIs, qualitativ den Nutzen zur jeweiligen Zielerreichung qualitativ einordnen:

5.4.5 Sichtbarkeit

Hier wird wieder in drei Stufen (niedrig {1}/mittel {2}/hoch {3}), differenziert, wie gut der Use-Case als Kommunikations-Schnittstelle zwischen Hochschule und Öffentlichkeit geeignet ist und allgemein die Sichtbarkeit der Hochschule und des Living Labs im speziellen erhöht.

5.4.6 StudienbewerberInnen

Ein zentrales Ziel des Plus-Energie-Campus und des Living Labs ist die Attraktivierung der Hochschule und der einschlägigen Studiengänge für potentielle Studierende durch die

Schaffung spannender Lehrmöglichkeiten und gewisser USPs⁴². Dazu gehört auch Plus-Energie, Nachhaltige Energieversorgung in der hauseigenen Infrastruktur erforschbar, lehrbar und begreifbar zu machen. Wie in folgender Abbildung zu sehen, setzen verschiedene Hochschulen diesen Anspruch auf unterschiedliche Weise entsprechend ihres Leitbilds und ihrer Mission um. Gemeinsam ist, dass Gebäude selbst nicht nur Repräsentation im ästhetischen Sinn, sondern auch auf inhaltlicher Ebene darstellen. So das Innere nach außen hin sichtbar zu machen ist gleichzeitig eine Möglichkeit, die Eigen- und Fremdwahrnehmung zu definieren und gestalten.



Zukunftsweisende Leuchttürme geben der Hochschule in der Öffentlichkeit, bei Studierenden und Partnern ein scharfes Profil



Abgesehen von Gebäudebezogenen Inhalten lassen sich aber auch andere Forschungs- und Lehrinhalte der FHTW für potentielle StudienbewerberInnen sichtbar machen, wie etwa die Laborausstattungen, Roboter, 3D-Drucker usw.

5.4.7 Netzwerkaktivitäten

Die dritte Zielgruppe der FHTW stellen externe Unternehmen und Wirtschaftstreibende dar, für die AbsolventInnen der FHTW interessant sind und deren Betätigungsfelder Überschneidungen mit den Forschungs- und Lehrinhalten der FHTW besitzen. Diese Beziehung zwischen Hochschule und Privatwirtschaft im Sinne einer Public-Private-Partnership ist für beide Seiten von großem Interesse und wird hier unter dem Schlagwort „Netzwerkaktivitäten“ zusammengefasst. Auch hier kann die Hochschule mittels baulicher und anderer infrastruktureller Projekte die Zusammenarbeit und auch den Austausch mit facheinschlägigen Firmen initiieren und aufrecht erhalten, mit positiven Auswirkungen auf Forschung und in weiterer Folge auch die Lehre.

5.4.8 Umsetzbarkeit

Dieser Indikator bewertet, wie niedrig/mittel/hoch die Umsetzbarkeit für die betrachteten baulichen Varianten einzuschätzen ist:

- Variante 2: **POS** Nachverdichtungsvariante

⁴² Als Beispiel ist hier das Plus-Energie-Hochhaus der TU Wien zu nennen, das maßgeblich zur Sichtbarkeit und Attraktivität der Hochschule als Lehrstandort für nachhaltige Architektur, Bauphysik und Energietechnik beigetragen hat.

- Variante 3: **MUG** Nachverdichtungsvariante
- Variante 4: **Plus-Base Neubau**

5.5 Use-Cases und Bewertung

Folgende Use Cases stellen konkrete Maßnahmen und Konzepte dar, die Teil eines Living labs konstituieren könnten und entlang der in Kapitel 5.4.1 identifizierten Anforderungen und KPIs qualitativ eingeordnet wurden:

5.5.1 Use-Cases

5.5.1.1 „Open Days“ @ Plus-Energie-Campus

Use Case	1 Living Lab Open Days					LL Score
Beschreibung	Informationen über das Studienangebot und die Forschungsaktivitäten in und um das neue Plusbase Living Lab inkl. interaktiver Führung durch die Räumlichkeiten des LL und Teilnahme an ausgewählten Forschungsaktivitäten					
Dauer	2 Tage im Jahr, im Rahmen der FHTW Open Days					33%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	67%
	1		2		3	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	60%
	3	2	2	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	bestehende Infrastrukturen und laufende Prozesse werden genutzt (3)					100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	100%
	3		3		3	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	100%
	3		3		3	
Räumliche Verortung	Öffentlich Fassadenseitig Erdgeschoß Plus-Base Neubau					
					Gesamt-Score	77%

Abbildung 121: Bewertung der Use-Case "Living Lab Open Days"

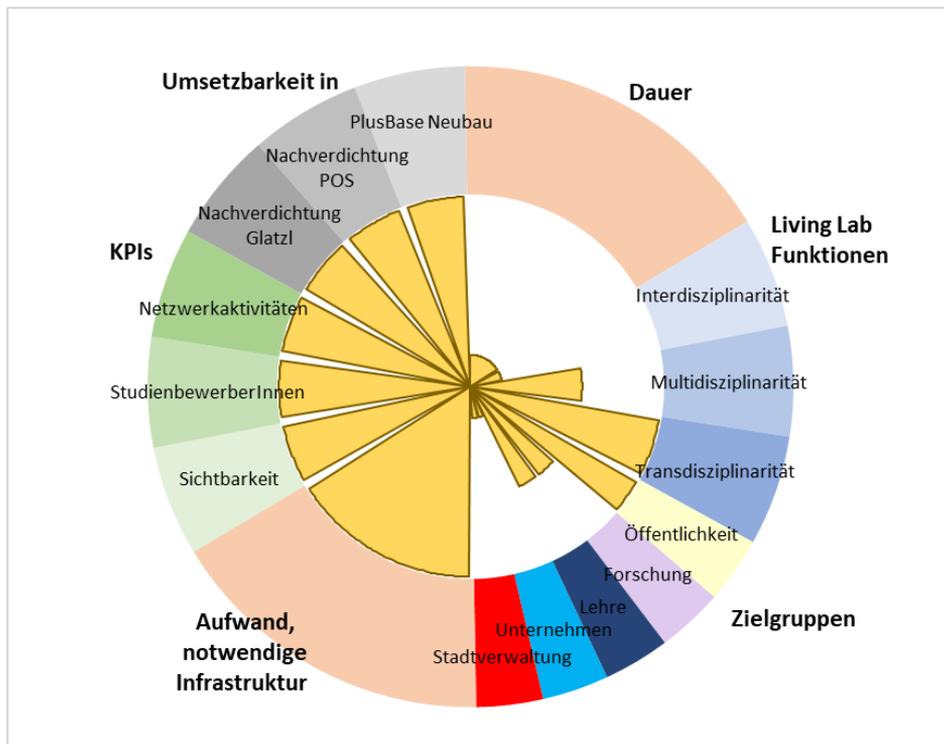


Abbildung 122: Darstellung der Use-Case "Living Lab Open Days" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.2 Use-Case „Smart Home & Grid-Lab“

Durch Energiemanagementsysteme, smarte Haushaltsgeräte, Hausautomation und Internet of Things rücken die Domänen Smart Home und Smart Grid immer näher zusammen. Um eine gemeinsame Basis für interdisziplinäre Forschung und Lehre zu schaffen, wird für die angedachte Standortzusammenlegung eine Verknüpfung der Laboratorien „Hybrid Energy Lab“ und „Smart Living Lab“ forciert. Die Umsetzung der Laborverknüpfung in den Varianten „**PLUS-BASE Neubau**“ bzw. „**Aufstockung mit eigenständiger Gebäudetechnik (?)**“ böte die Möglichkeit Teile der Gebäudetechnik in das Laborsetting miteinzubinden, um Forschung am Zusammenspiel von Gebäude, NutzerInnen, Gebäudetechnik und deren Regelung mit Fokus auf Energie und Komfort zu ermöglichen.

Das **Hybrid Energy Lab** ermöglicht praxisorientierte Forschung und Lehre in den Bereichen Smart Grids und Sektorenkopplung sowie die Beobachtung der elektrotechnischen Vorgänge im Ortsnetz. Speichersysteme und Demand-Side-Management (DSM) bieten die Möglichkeit Leistungsspitzen zu glätten und die lokale Nutzung der durch Photovoltaiksysteme gewonnenen elektrischen Energie zu erhöhen. DSM hat allerdings potentiellen Einfluss auf den Komfort von NutzerInnen. Daher spielt in diesem Zusammenhang Faktor Mensch eine zentrale Rolle.

Das Zusammenspiel von Mensch und Technologie steht im Zentrum des **Smart Living Labs** - einer mit Smart-Home-Technologien ausgestatteten Wohnung. In diesem bewohnbaren Labor wird an Servicerobotik, Smart Homes sowie E-Health- und Assistiven Technologien geforscht.

Durch **Einbindung der Gebäudetechnik** könnten relevante DSM Maßnahmen unter realen Komfortanforderungen getestet und untersucht werden.

Use Case	2 Smart Home & Grid- Lab					LL Score
Beschreibung	Verknüpfung der Laboatorien "Hybrid Energy Lab" und "Smart Living Lab" inkl. Einbindung von Teilen der Gebäudetechnik.					
Dauer	permanent, Aktualisierung je nach Labor Aktivität					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	56%
	2		2		1	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	67%
	1	3	3	2	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Höchstwahrscheinlich bauliche Maßnahmen nötig					33%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	67%
	1		2		3	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	1		2		3	
Räumliche Verortung	In neu geschaffenen Laboratorien					
					Gesamt-Score	65%

Abbildung 123: Bewertung der Use-Case "Smart Home & Grid Lab"

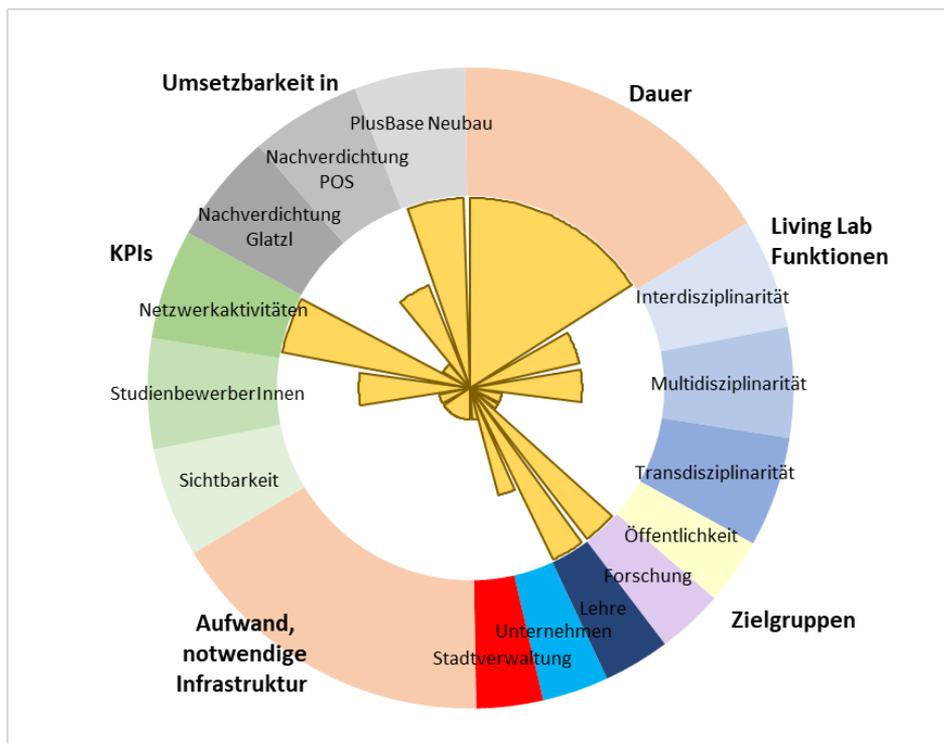


Abbildung 124: Darstellung der Use-Case "Smart Home & Grid-Lab" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.3 Use-Case "SOWI in F&E und Lehre"

Im Kontext transdisziplinärer Methodenentwicklung in der Lehre (Einholung von Erfahrungen und Expertisen externer Stakeholder, Alltags- und Erfahrungswissen von [potentiellen] EndnutzerInnen von spezifischen Technologien und Systemen) und der praktischen Anwendung von sozialwissenschaftlichen Erhebungsverfahren zur Sammlung empirischer Daten im Zuge von Forschungsprojekten bietet sich die Nutzung der LL Infrastruktur und des neu gestalteten Höchstädtplatzes unmittelbar an.

Use Case	3 SOWI F&E					LL Score
Beschreibung	Forschungsprojekte, die Befragungen im öffentlichen Raum (unter heterogenen Bevölkerungsgruppen, mit passendem lokalem Sampling) vorsehen					
Dauer	permanente Rekrutierungsmöglichkeit unter PassantInnen und externen BesucherInnen des LL					67%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	56%
	1		1		3	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	67%
	3	3	2	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	bestehende Infrastrukturen und laufende Prozesse werden genutzt (3)					100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	33%
	1		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	78%
	3		1		3	
Räumliche Verortung	-					
Gesamt-Score						67%

Abbildung 125: Bewertung der Use-Case "SOWI F&E"

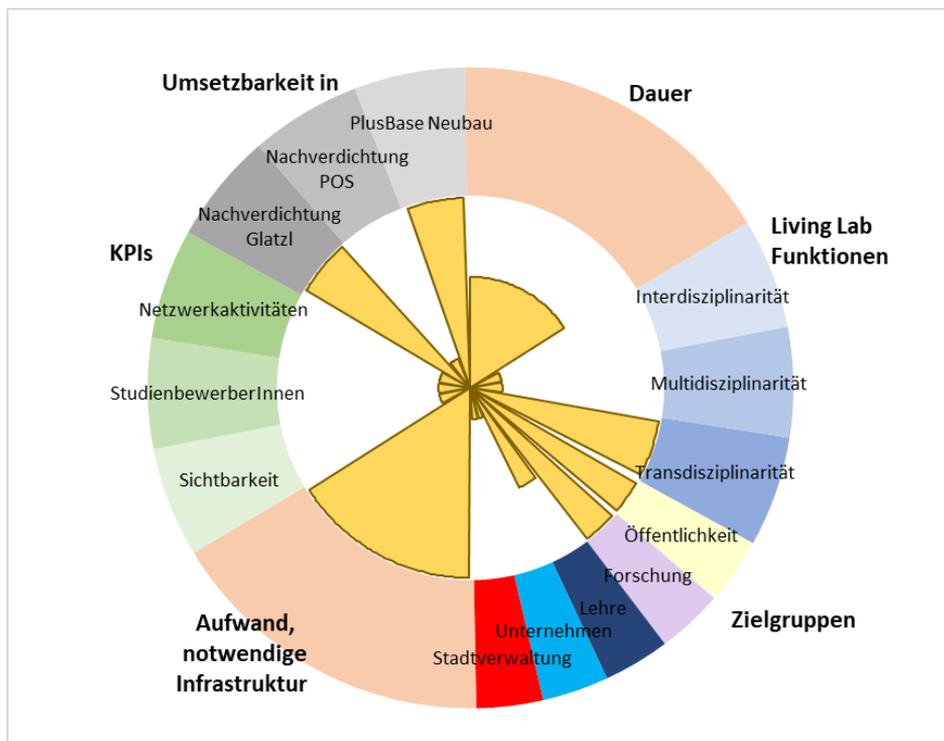


Abbildung 126: Darstellung der Use-Case "SOWI F&E" im Sunburst-Diagramm

Befragungen zur Akzeptanz neuer Maßnahmen im Bereich der nachhaltigen Stadtquartiersplanung, der eingesetzten Technologien im Bereich der Erneuerbaren Energien, oder die Bereitschaft zur Teilhabe an neuen, kooperativen Verteilungsstrukturen begleiten sowohl aktuelle Tätigkeiten im F&E Bereich der FHTW, stellen aber auch laufende Inhalte von Lehrveranstaltungen in Bachelor- und Masterstudiengängen dar. Die Personen, die dasselbe Quartier, oder den Campus der FHTW nutzen, sich in diesem abgegrenzten Raum aufhalten und damit räumlich verfügbar sind bietet somit neue Möglichkeiten für die Rekrutierung und Einbindung externer Stakeholder vor allem für die sozialwissenschaftlichen Aktivitäten der FHTW. Die Rekrutierungsprozesse können dabei auf unterschiedliche Modi zurückgreifen (z.B.: Infoscreens am Campus, Info-Events, etc.) und damit unmittelbar das neu gestaltete Raum- und Informationsangebot nutzen. Spezifische Umsetzungen mit geringem Personal- und Umsetzungsaufwand könnte die Nutzung verfügbarer Info-Screen zu Darstellung und Umsetzung von Surveys zu aktuellen Forschungsthemen (z.B.: Bewertung der Neugestaltung des Quartiers, etc.).

5.5.1.4 Partizipation und Wissenstransfer

Ein weiterer Use-Case in Anlehnung und mit starker Verflechtung zur sozialwissenschaftlichen Begleitforschung stellt "Partizipation und UX Testing" dar.

Use Case	4 Partizipation und Wissenstransfer					LL Score
Beschreibung	Aktive Einbindung relevanter Stakeholder und Endnutzer*innen, Vermittlung von angepassten Informationen und (Lehr)Inhalten an Interessierte und Bürger*innen					
Dauer	wiederholt/iterativ					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	78%
	2		2		3	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	80%
	3	1	2	3	3	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Informationsmaterialien müssen zielgruppenspezifisch adaptiert und vermittelt werden, eine Strategie zur dynamischen Partizipation muss erarbeitet und langfristig umgesetzt werden (2)					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	67%
	3		1		2	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	78%
	2		2		3	
Räumliche Verortung	In Abhängigkeit von den zum Einsatz kommenden Strategien der Partizipation und Wissensvermittlung sind die räumlichen Faktoren in dieser Dimension in erster Linie abhängig von den zu adressierenden Zielgruppen					
Gesamt-Score						78%

Abbildung 127: Bewertung der Use-Case "Partizipation und Wissenstransfer"

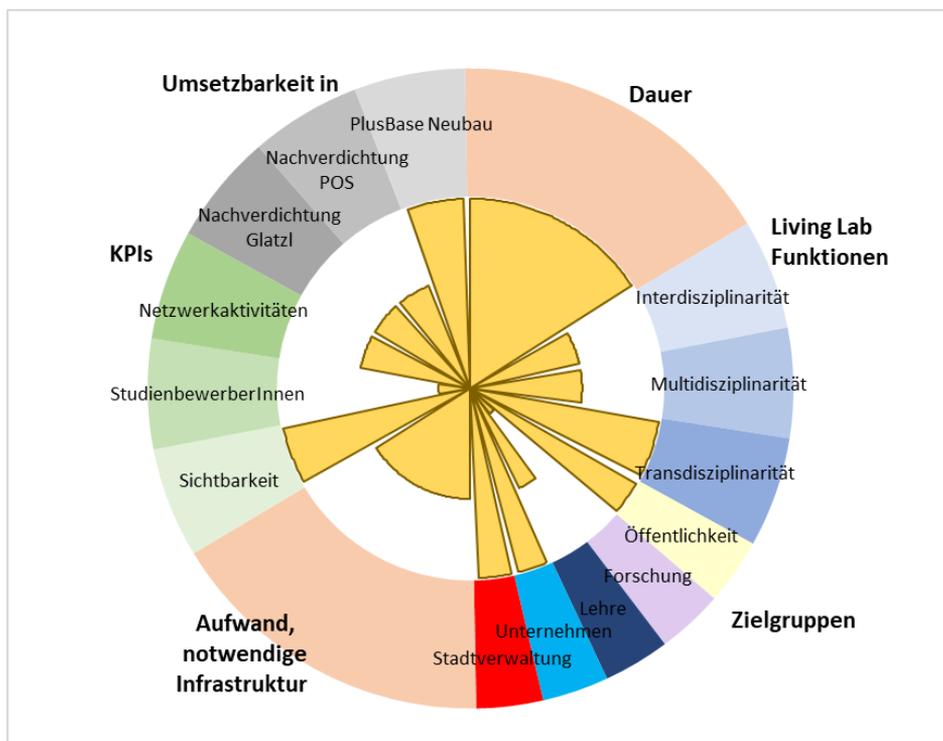


Abbildung 128: Darstellung der Use-Case "Partizipation und Wissenstransfer" im Sunburst-Diagramm

Die neu geschaffene Laborinfrastruktur bzw. die neue Zugänglichkeit der Labore im Rahmen transdisziplinärer Forschung bietet innovative Möglichkeiten auf Ebene der Partizipation und der kooperativen Einbindung externer Stakeholder im Rahmen der Technologieentwicklung.

Das bereits genannte Beispiel zur Bewertung der Neugestaltung des Quartiers und damit die Rückmeldung von Studierenden und AnwohnerInnen ist dabei nur einer der möglichen Evaluierungsschritte im Sinne partizipativer Maßnahmen. Die Ebene der Partizipation kann dabei in einem breiten Spektrum an F&E, sowie Lehrtätigkeiten der FHTW eingesetzt werden.

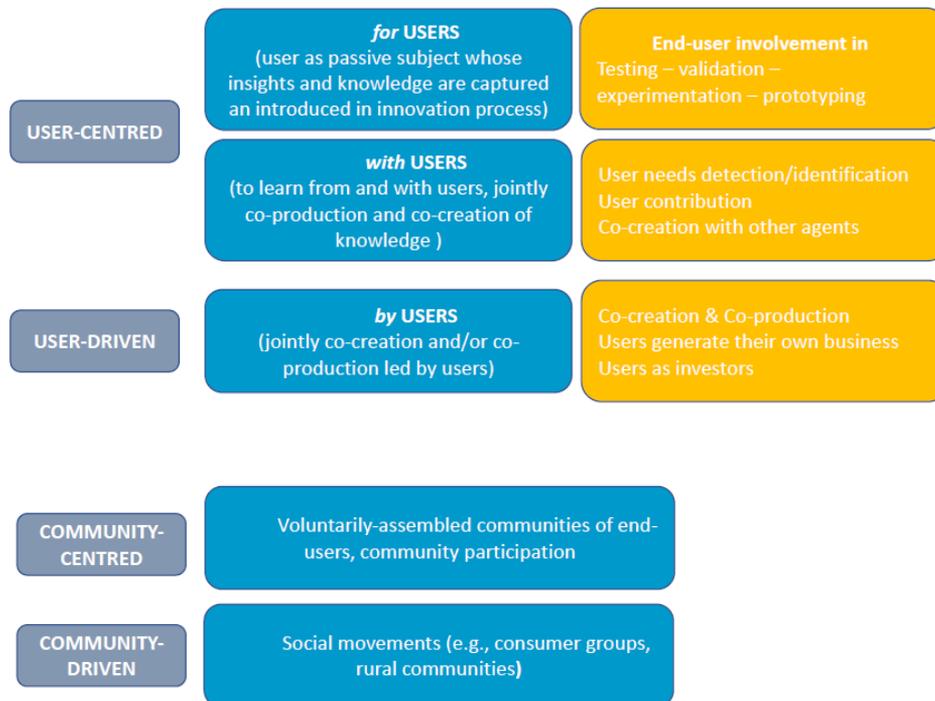


Abbildung 129: Quelle: (Edward-Schachter M. 2019)

Mit diesen Zugängen kann das Plus-Base Living Lab über die vorhandene Laborinfrastrukturen hinaus einen wertvollen Beitrag zu Co-Creation und User-Driven Design liefern.

5.5.1.5 Befragungsterminal im öffentlichen Raum

Use Case	5 Befragungsterminal im öffentlichen Raum					LL Score
Beschreibung	Ein öffentlich zugänglicher Terminal, der Befragungen von PassantInnen ermöglicht. Nutzbar für Erhebungen iRf Lehrveranstaltungen und Forschung					
Dauer	permanente Rekrutierungsmöglichkeit unter PassantInnen und externen BesucherInnen des LL					67%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	56%
	1		1		3	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	60%
	3	1	3	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Installation Terminal, IKT Anbindung					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	44%
	2		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	100%
	3		3		3	
Räumliche Verortung	Im Durchgangsbereich: Entweder zwischen A-F oder in der neuen Passage im F-Gebäude					
					Gesamt-Score	66%

Abbildung 130: Bewertung der Use-Case "Befragungsterminal im öffentlichen Raum"

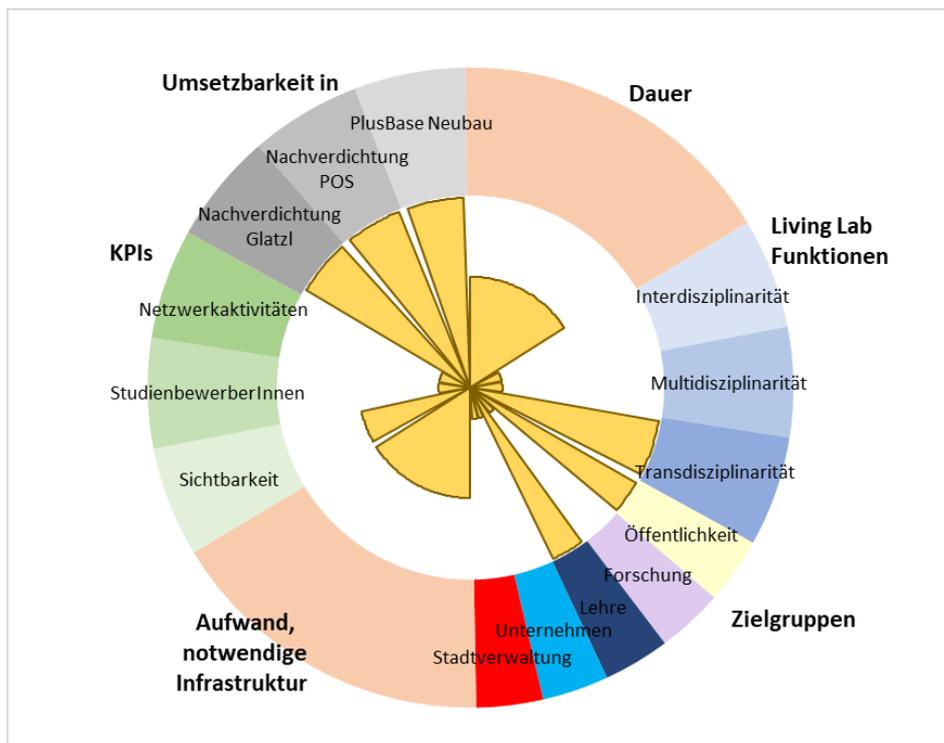


Abbildung 131: Darstellung der Use-Case "Befragungsterminal im öffentlichen Raum" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.6 Sichtbarer PE-Technik-Raum

Use Case	6 Sichtbarer PE-Technik-Raum					LL Score
Beschreibung	Haustechnikraum des Plus-Base Neubaus auf der Außenseite im Erdgeschoß mit großen Glasfronten einsichtig machen. Eine Infotafel erklärt die Komponenten in einfacher Sprache					
Dauer	permanent, Darstellung der aktuellen Betriebsparameter					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	56%
	2		1		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	47%
	3	1	1	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Berücksichtigung in der HT-Planung und Leitungsführung					33%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	67%
	3		1		2	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	33%
	0		0		3	
Räumliche Verortung	EG des PE-Neubaus					
					Gesamt-Score	56%

Abbildung 132: Bewertung der Use-Case "Sichtbarer PE-Technik-Raum"

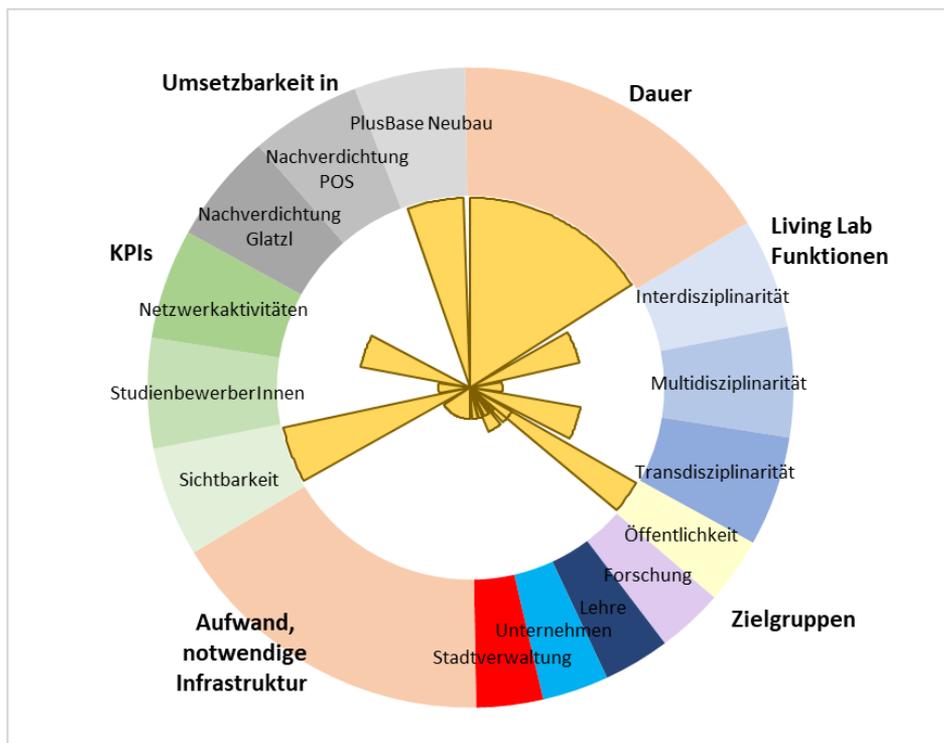


Abbildung 133: Darstellung der Use-Case "Sichtbarer PE-Technik-Raum" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.7 PE-HT Labor

Use Case	7 PE-HT Labor					LL Score
Beschreibung	Das PE-HT Labor besteht aus mehreren Komponenten: Einem PE-Labor Raum mit Sensoren, dessen BTA, Beleuchtung und Lüftung zu Lehrzwecken in einem Technik-Lehr-Raum gesteuert werden können					
Dauer	permanent					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	89%
	3		3		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	87%
	2	3	3	3	2	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Spezielle HT-Planung im Neubau notwendig					33%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	78%
	1		3		3	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	1		2		3	
Räumliche Verortung	Im EG des PE-Neubaus, kombinierbar mit #6					
					Gesamt-Score	76%

Abbildung 134: Bewertung der Use-Case "PE-HT Labor"

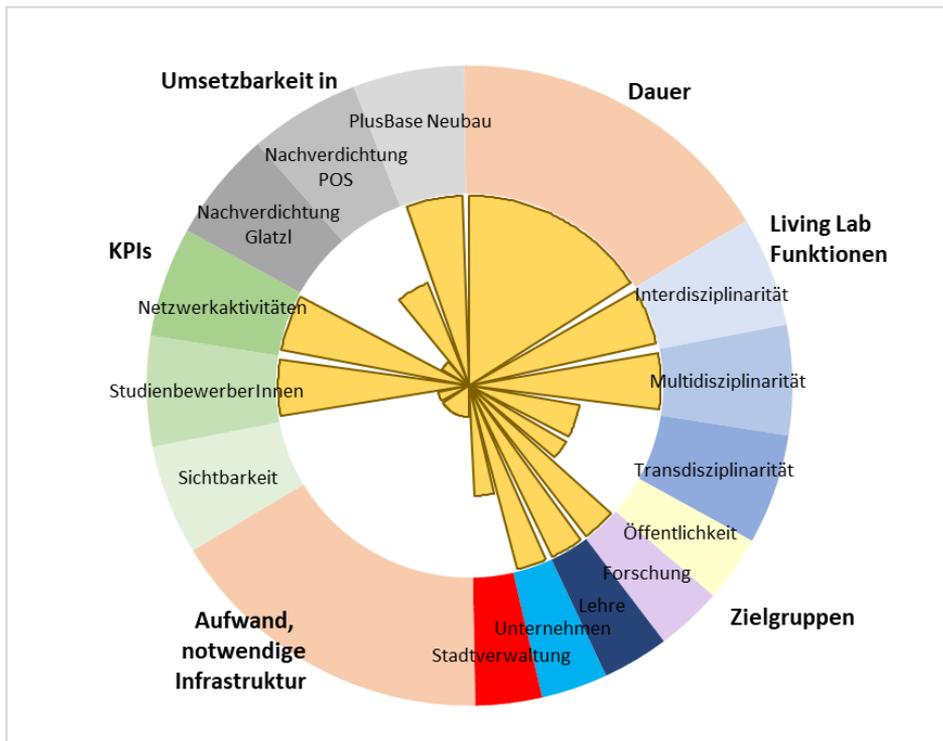


Abbildung 135: Darstellung der Use-Case "PE-TH Labor" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.8 Entwicklung neuer LVAs

Use Case	8					Entwicklung neuer LVAs					LL Score
Beschreibung	Je nach Verfügbarkeit im Einzelnen zu prüfen										
Dauer	Semesterweise										67%
LL Funktion	Interdisziplinarität			Multidisziplinarität			Transdisziplinarität				
	2			2			1			56%	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung						
	1	1	3	2	1					53%	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Spezielle Entwicklung und Abstimmung durch die Lehrenden erforderlich										33%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit			StudienbewerberInnen			Netzwerkaktivitäten				
	1			1			1			33%	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl			Nachverdichtung POS			PlusBase Neubau				
	3			3			3			100%	
Räumliche Verortung	Keine speziellen Notwendigkeiten										
Gesamt-Score										57%	

Abbildung 136: Bewertung der Use-Case "Entwicklung neuer LVAs"

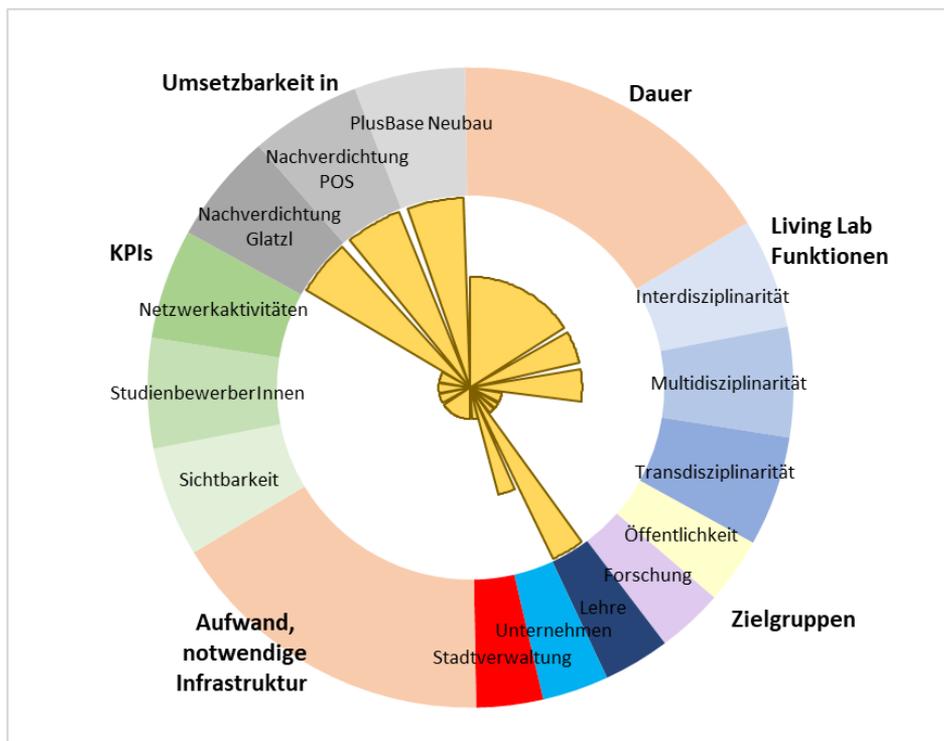


Abbildung 137: Darstellung der Use-Case "Entwicklung neuer LVAs" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.9 Allgemeiner Info-Point

Use Case	9 Allgemeiner Info-Point					LL Score
Beschreibung	Infotafeln, die über die die Komponenten des Living Labs aufklären und deren Verortung am Campus darstellen					
Dauer	permanent					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	44%
	1		1		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	47%
	3	1	1	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Einfach aufstellen					100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	33%
	3		0		0	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	100%
	3		3		3	
Räumliche Verortung	Mitten am Höchstädtplatz					
					Gesamt-Score	71%

Abbildung 138: Bewertung der Use-Case "Allgemeiner Info-Point"

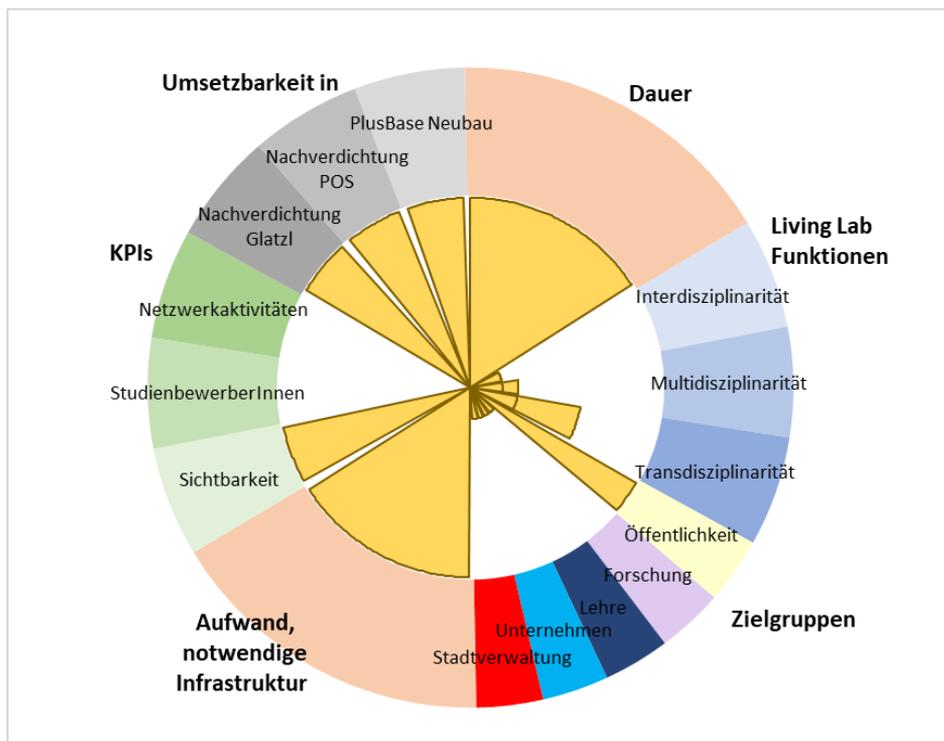


Abbildung 139: Darstellung der Use-Case "Allgemeiner Info-Point" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.10 NutzerInnenlabor für Energieflexibilität

Use Case	10 NutzerInnenlabor für Energieflexibilität					LL Score
Beschreibung	Steuerbarer Raum für Experimente analog Fassadenbox					
Dauer	permanent, Aktualisierung je nach Labor Aktivität, QR Code für weitere Infos zu Ausschreibungen etc					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	89%
	2		3		3	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	87%
	2	3	3	3	2	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Spezielle HT-Planung im Neubau notwendig, ggf. Auch in Nachverdichtung realisierbar					33%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	78%
	1		3		3	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	1		2		3	
Räumliche Verortung	Laborraum im PE-Neubau					
					Gesamt-Score	76%

Abbildung 140: Bewertung der Use-Case "NutzerInnenlabor für Energieflexibilität"

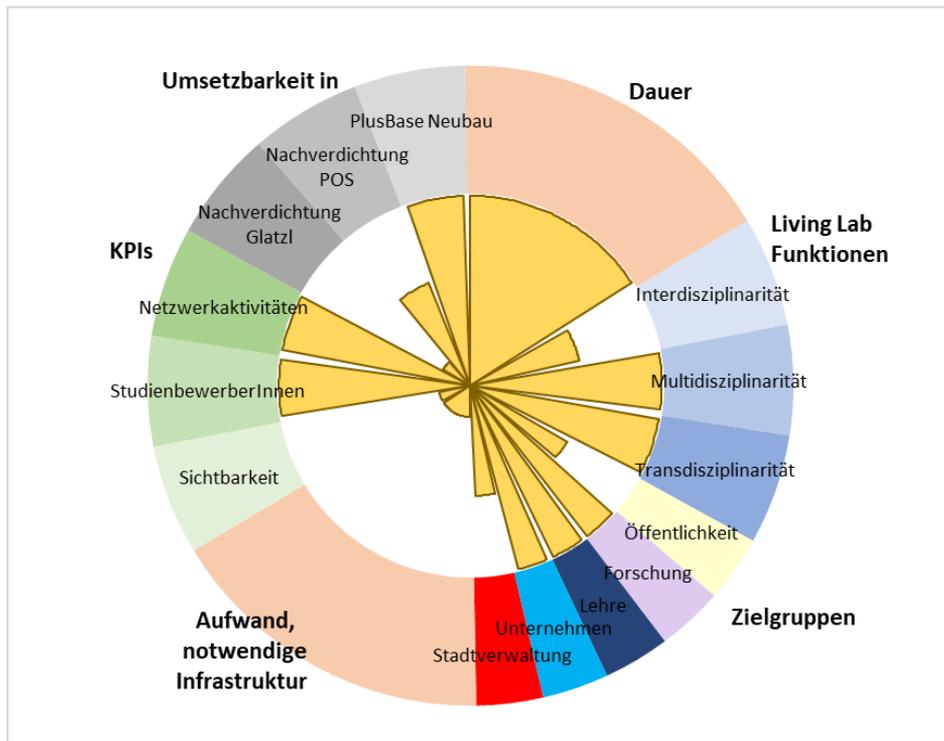


Abbildung 141: Darstellung der Use-Case "NutzerInnenlabor für Energieflexibilität" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.11 PV-Schau-Garten

Use Case	11 PV-Schau-Garten					LL Score
Beschreibung	Öffentlich begehbarer PV-Dachgarten mit Infotafel					
Dauer	permanent					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	78%
	2		3		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	80%
	2	3	3	2	2	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Berücksichtigung bei der Planung					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	78%
	3		2		2	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	78%
	2		2		3	
Räumliche Verortung	Dachfläche					
					Gesamt-Score	80%

Abbildung 142: Bewertung der Use-Case "PV-Schau-Garten"

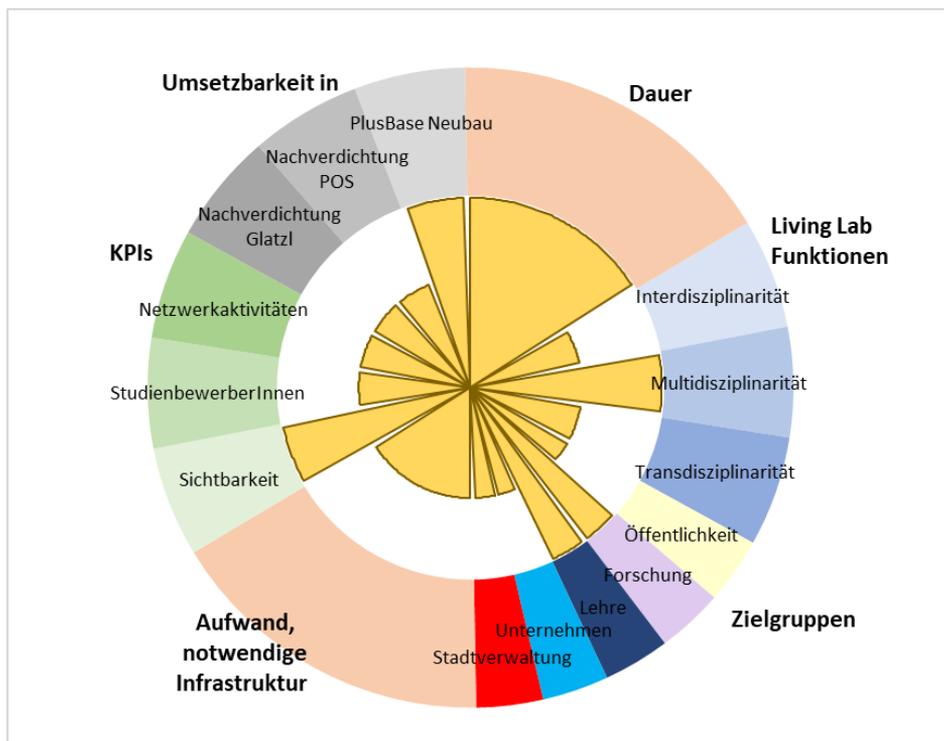


Abbildung 143: Darstellung der Use-Case "PV-Schau-Garten" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.12 Innovative Fassadenbegrünung

Use Case	12 Innovative Fassadenbegrünung					LL Score
Beschreibung	Fassadenbegrünung mit Infotafel					
Dauer	permanent					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	56%
	1		2		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	67%
	3	2	2	1	2	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Berücksichtigung bei der Planung					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	56%
	3		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	1		2		3	
Räumliche Verortung	Neue Fassadenflächen (Südfassade A-Geeb, PE-Gebäude)					
					Gesamt-Score	69%

Abbildung 144: Bewertung der Use-Case "Innovative Fassadenbegrünung"

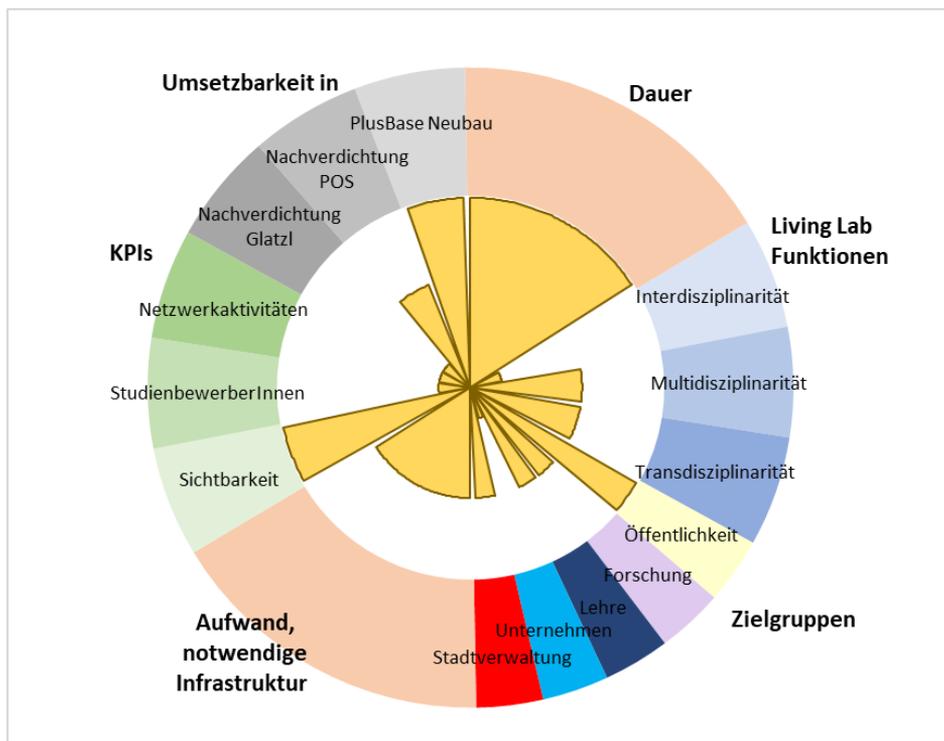


Abbildung 145: Darstellung der Use-Case "Innovative Fassadenbegrünung" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.13 Sichtbares Energy Lab

Use Case	13 Sichtbares Energy Lab					LL Score
Beschreibung	Energy Lab im A-Gebäude EG mit Glasfronten und programmierbaren Infotafeln, zu beachten: Sichtbarkeit bedeutet höhere Lichtstärke von innen, als reflexion von Außen					
Dauer	permanent, Aktualisierung je nach Labor Aktivität					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	44%
	1		1		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	47%
	3	1	1	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Berücksichtigung beim Umbau A-Gebäude EG					100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	56%
	3		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	3		3		0	
Räumliche Verortung	Neuer Standort Energy Lab: derzeit EG A-Gebäude					
					Gesamt-Score	69%

Abbildung 146: Bewertung der Use-Case "Sichtbares Energy Lab"

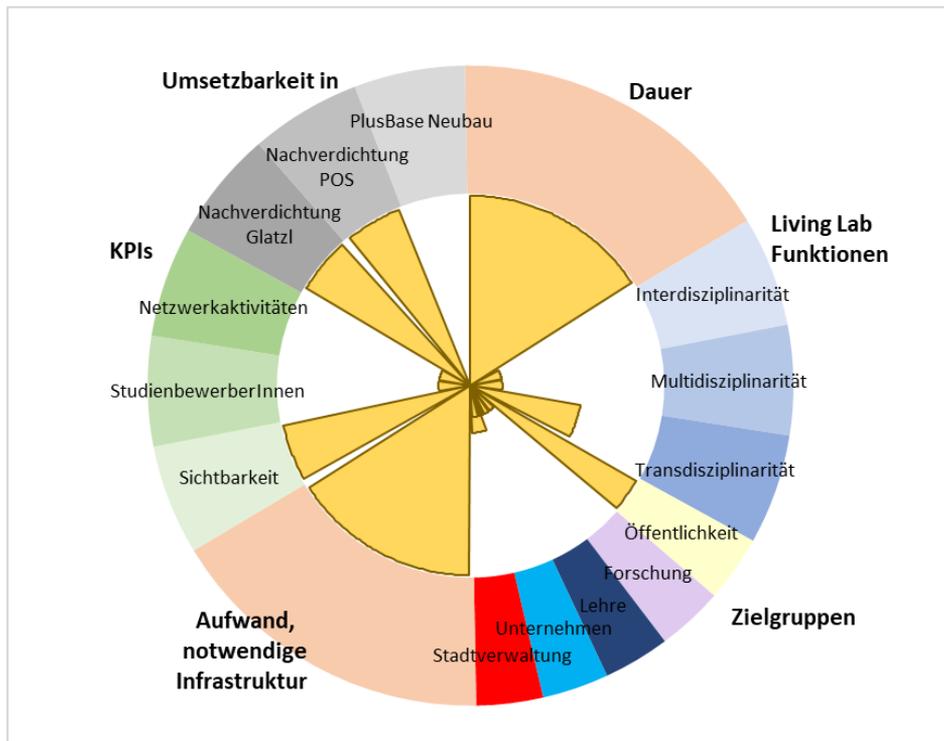


Abbildung 147: Darstellung der Use-Case "Sichtbares Energy Lab" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.14 Sichtbares Robotik Lab

Use Case	14 Sichtbares Robotik Lab					LL Score
Beschreibung	Robotik Lab im F-Gebäude EG mit Glasfronten und programmierbaren Infotafeln, zu beachten: Sichtbarkeit bedeutet höhere Lichtstärke von innen, als reflexion von Außen					
Dauer	permanent, Aktualisierung je nach Labor Aktivität					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	44%
	1		1		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	47%
	3	1	1	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Berücksichtigung beim Umbau F-Gebäude EG					100%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	56%
	3		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	67%
	3		3		0	
Räumliche Verortung	Neuer Standort Robotik Lab: derzeit EG F-Gebäude					
					Gesamt-Score	69%

Abbildung 148: Bewertung der Use-Case "Sichtbares Robotik Lab"

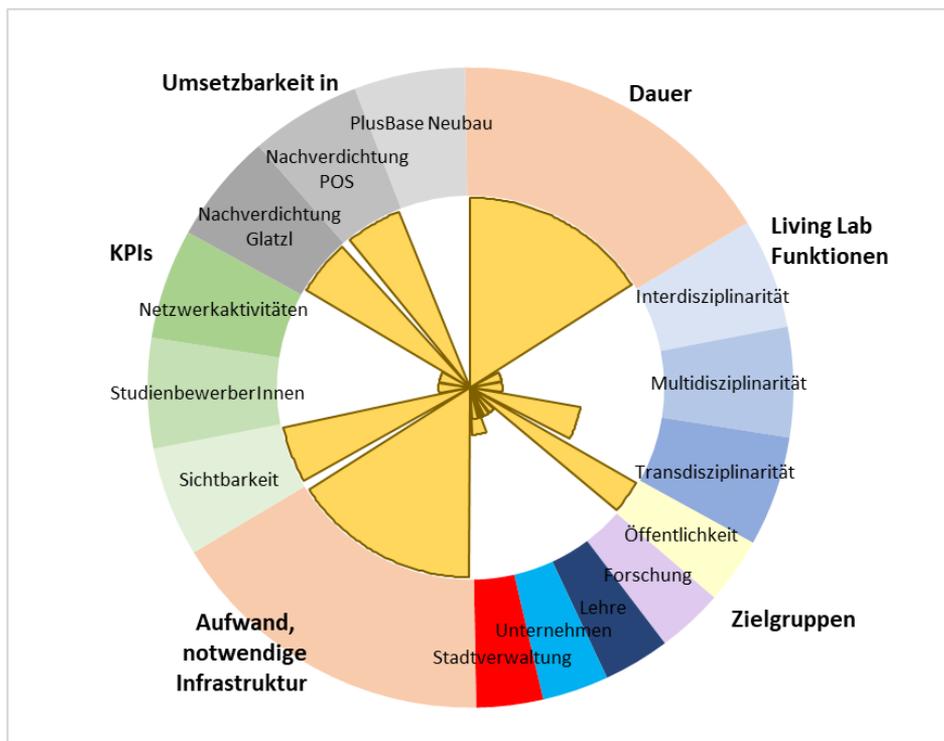


Abbildung 149: Darstellung der Use-Case "Sichtbares Robotik Lab" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.15 LV im Öffentlichen Raum

Use Case	15 LV im Öffentlichen Raum					LL Score
Beschreibung	Vorbehaltlich Freiraum mit entsprechender Akustik. Anbieten würde sich ein Odeon bzw. Amphitheater zum UG-F					
Dauer	Während des Lehrbetriebs					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	44%
	1		1		2	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	60%
	3	1	3	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Einfache bauliche Maßnahmen (analog Grätzeloase oder Rednerpodium"					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	56%
	3		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	100%
	3		3		3	
Räumliche Verortung	-					
					Gesamt-Score	71%

Abbildung 150: Bewertung der Use-Case "LV im Öffentlichen Raum"

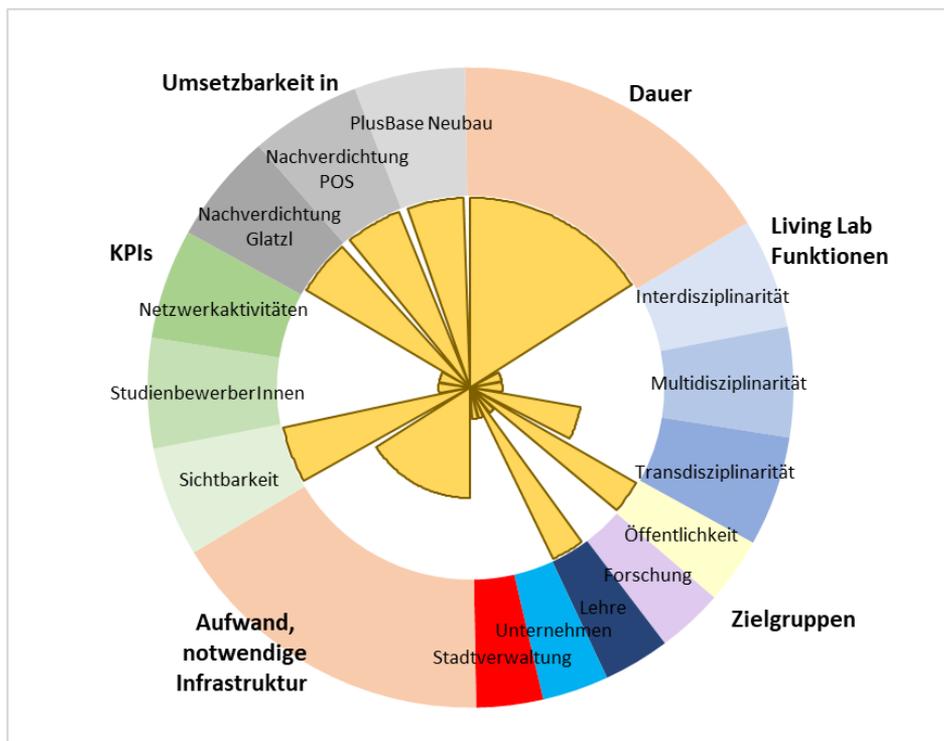


Abbildung 151: Darstellung der Use-Case "LV im öffentlichen Raum" im Sunburst-Diagramm

5.5.1.16 Live feed Kameras

Use Case	16 Live feed Kameras					LL Score
Beschreibung	Statt Einsicht durch Fenster, stattdessen kameras, die Bilder liefern und außen angezeigt werden können					
Dauer	Permanent oder auf einzelne Semester beschränkt					100%
LL Funktion	Interdisziplinarität		Multidisziplinarität		Transdisziplinarität	33%
	1		1		1	
Zielgruppe(n)	Öffentlichkeit	Forschung	Lehre	Unternehmen	Stadtverwaltung	47%
	3	1	1	1	1	
Aufwand, notwendige Ressourcen	Installation von Kameras und Terminals nötig					67%
Nutzen (hinsichtlich KPIs)	Sichtbarkeit		StudienbewerberInnen		Netzwerkaktivitäten	56%
	3		1		1	
Umsetzbarkeit in Varianten	Nachverdichtung Glatzl		Nachverdichtung POS		PlusBase Neubau	100%
	3		3		3	
Räumliche Verortung	-					
					Gesamt-Score	67%

Abbildung 152: Bewertung der Use-Case "Live feed Kameras"

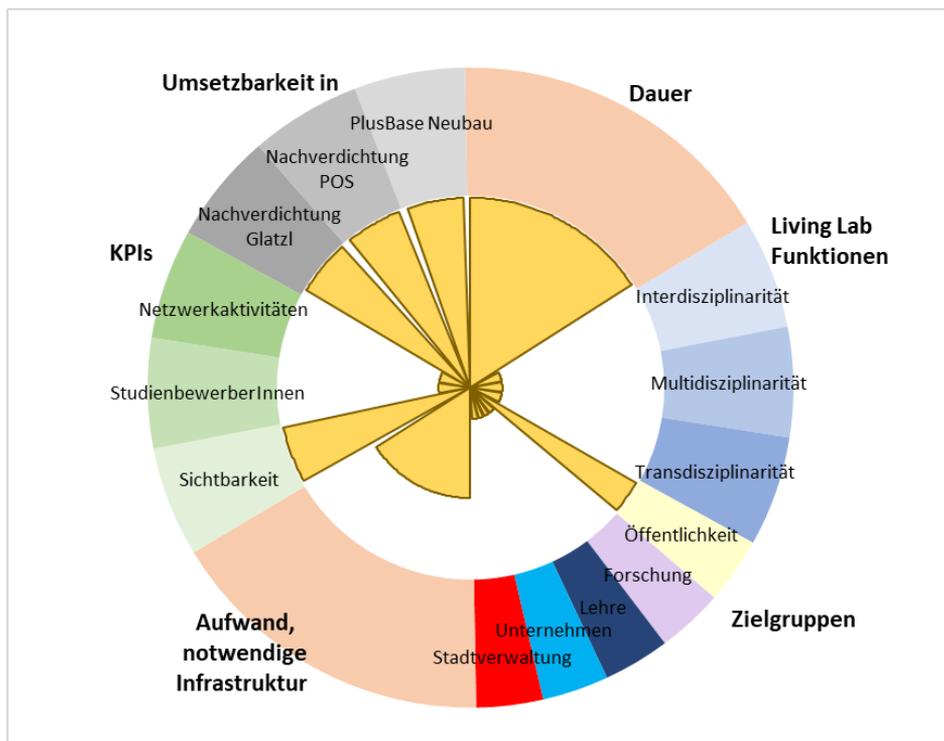


Abbildung 153: Darstellung der Use-Case "Live feed Kameras" im Sunburst-Diagramm

In Folgenden werden für jeden Bewertungsaspekt die besten Use-Cases identifiziert und verglichen. Die Tabelle listet die Use-Cases mit ihren Beschreibungen und Gesamt-Scores aus:

USE-CASE NAME	BESCHREIBUNG	SCORE
PV-SCHAU-GARTEN	Öffentlich begehbarer PV-Dachgarten mit Infotafel	80%
PARTIZIPATION UND WISSENSTRANSFER	Aktive Einbindung relevanter Stakeholder und EndnutzerInnen, Vermittlung von angepassten Informationen und (Lehr)Inhalten an Interessierte und BürgerInnen	78%
LIVING LAB OPEN DAYS	Informationen über das Studienangebot und die Forschungsaktivitäten in und um das neue Plus-Base Living Lab inkl. interaktiver Führung durch die Räumlichkeiten des LL und Teilnahme an ausgewählten Forschungsaktivitäten	77%
PE-HT LABOR	Das PE-HT Labor besteht aus mehreren Komponenten: Einem PE-Labor Raum mit Sensoren, dessen BTA, Beleuchtung und Lüftung zu Lehrzwecken in einem Technik-Lehr-Raum gesteuert werden können	76%
NUTZERINNENLABOR FÜR ENERGIEFLEXIBILITÄT	Steuerbarer Raum für Experimente analog Fassadenbox	76%
LV IM ÖFFENTLICHEN RAUM	Vorbehaltlich Freiraum mit entsprechender Akustik. Anbieten würde sich ein Odeon bzw. Amphitheater zum UG-F	71%
ALLGEMEINER INFO-POINT	Infotafeln, die über die die Komponenten des Living Labs aufklären und deren Verortung am Campus darstellen	71%
SICHTBARES ENERGY LAB	Energy Lab im A-Gebäude EG mit Glasfronten und programmierbaren Infotafeln, zu beachten: Sichtbarkeit bedeutet höhere Lichtstärke von innen, als Reflexion von außen	69%
SICHTBARES ROBOTIK LAB	Robotik Lab im F-Gebäude EG mit Glasfronten und programmierbaren Infotafeln, zu beachten: Sichtbarkeit bedeutet höhere Lichtstärke von innen, als Reflexion von außen	69%
INNOVATIVE FASSADENBEGRÜNUNG	Fassadenbegrünung mit Infotafel	69%
LIVE FEED KAMERAS	Statt Einsicht durch Fenster, stattdessen Kameras, die Bilder liefern und außen angezeigt werden können	67%
SOWI F&E	Forschungsprojekte, die Befragungen im öffentlichen Raum (unter heterogenen Bevölkerungsgruppen, mit passendem lokalen Sampling) vorsehen	67%
BEFRAGUNGSTERMINAL IM ÖFFENTLICHEN RAUM	Ein öffentlich zugänglicher Terminal, der Befragungen von PassantInnen ermöglicht. Nutzbar für Erhebungen iRf Lehrveranstaltungen und Forschung	66%

SMART HOME & GRID-LAB	Verknüpfung der Laboratorien "Hybrid Energy Lab" und "Smart Living Lab" inkl. Einbindung von Teilen der Gebäudetechnik.	65%
ENTWICKLUNG NEUER LVAS	Je nach Verfügbarkeit im Einzelnen zu prüfen	57%
SICHTBARER PLUS-ENERGIE-TECHNIK-RAUM	Haustechnikraum des Plus-Base Neubaus auf der Außenseite im Erdgeschoß mit großen Glasfronten einsichtig machen. Eine Infotafel erklärt die Komponenten in einfacher Sprache	56%

5.5.2 Living Lab Funktionen

Im Folgenden werden die Use-Cases nach LL-Score sortiert und jene mit den drei höchsten Scores in Sunburst-Multi-Diagrammen dargestellt. Die gelbe Farbe zeigt immer den Use-Case, welcher in der betrachteten LL den höchsten Punkt erreicht hat. Silber symbolisiert die zweithöchste Punktzahl und Bronze ist der dritthöchste bewertete Use-Case.

Interdisziplinarität:

Tabelle 42: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Interdisziplinarität

	Use-Case Name	Interdisziplinarität	Gesamt-Score
1	PE-HT Labor	3	76 %
2	PV-Schau-Garten	2	80 %
3	Partizipation und Wissenstransfer	2	78 %

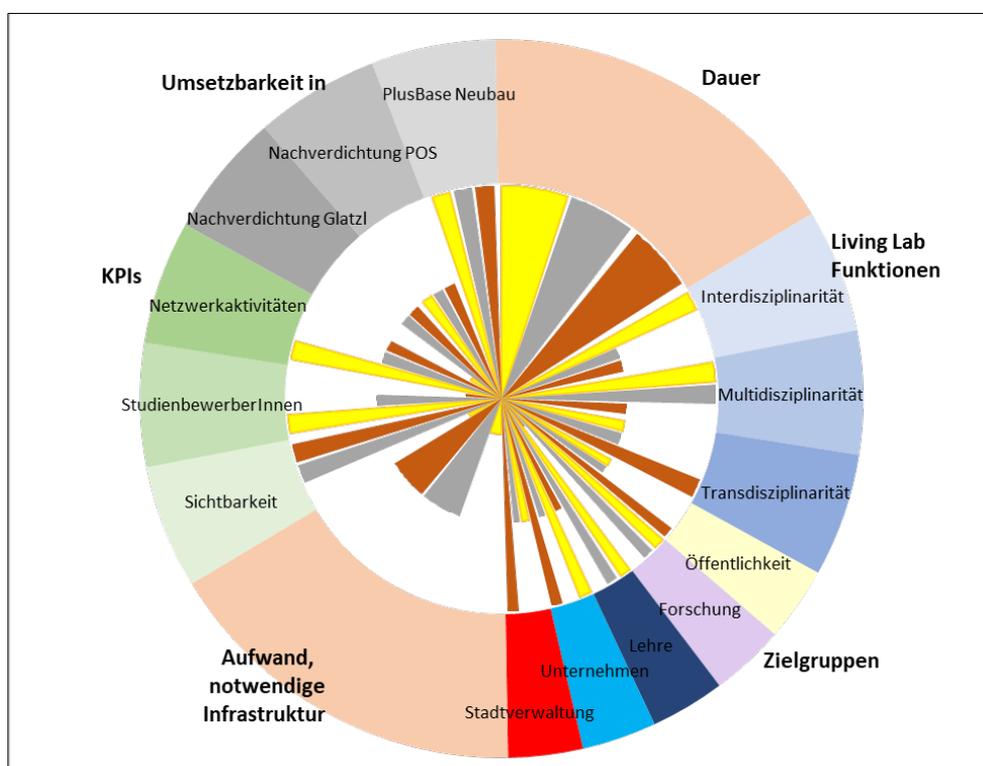


Abbildung 154: Darstellung der Use-Cases nach Interdisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm

Multidisziplinarität:

Tabelle 43: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Multidisziplinarität

	Use-Case Name	Multidisziplinarität	Gesamt-Score
1	PV-Schau-Garten	3	80 %
2	NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %
3	PE-HT Labor	3	76 %

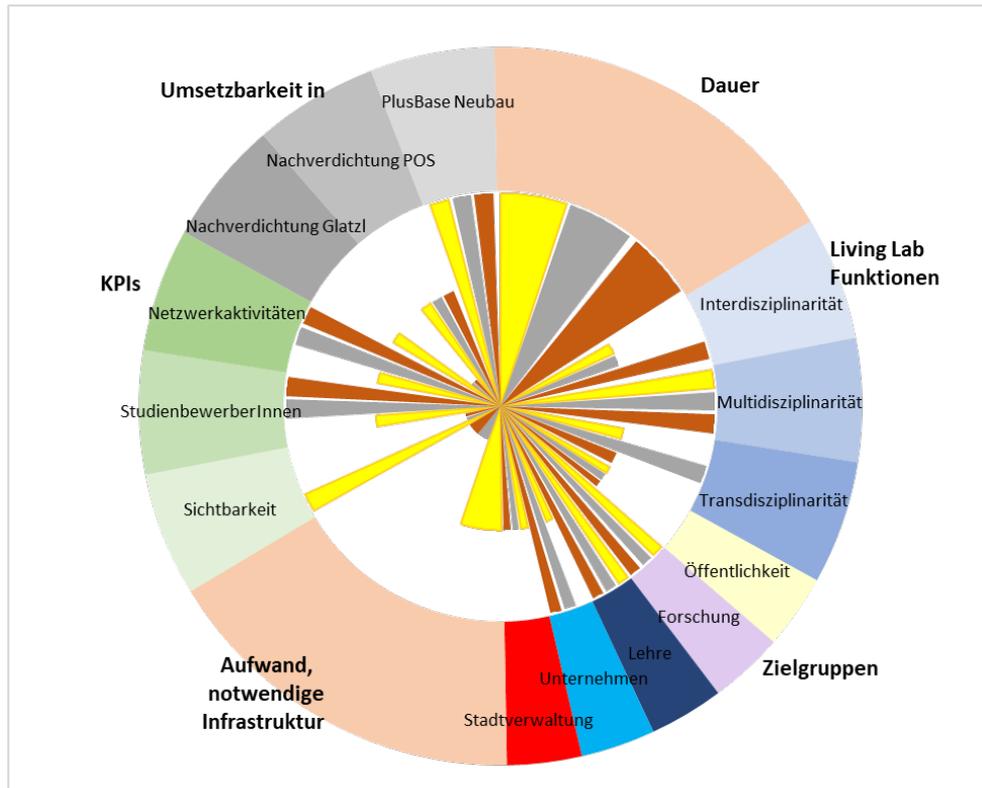


Abbildung 155: Darstellung der Use-Cases nach Multidisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm

Transdisziplinarität:

Tabelle 44: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Transdisziplinarität

	Use-Case Name	Transdisziplinarität	Gesamt-Score
1	Partizipation und Wissenstransfer	3	78 %
2	Living Lab Open Days	3	77 %
3	NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %

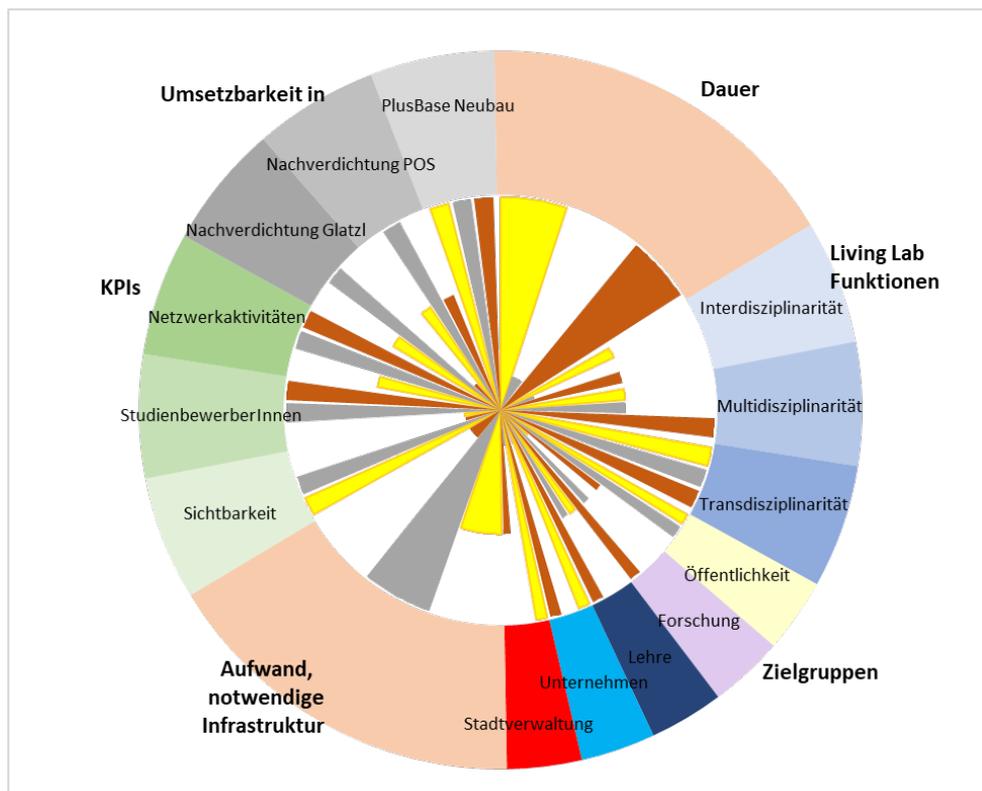


Abbildung 156: Darstellung der Use-Cases nach Transdisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm

5.5.3 Zielgruppen

Nachstehend sind die bestbewerteten Use-Cases in den fünf Zielgruppen differenziert aufgelistet.

Öffentlichkeit:

Tabelle 45: Die bestbewertete Use-Cases nach Öffentlichkeit

Use-Case Name	Öffentlichkeit	Gesamt-Score
Partizipation und Wissenstransfer	3	78 %
Living Lab Open Days	3	77 %
LV im Öffentlichen Raum	3	71 %
Allgemeiner Info-Point	3	71 %
Sichtbares Energy Lab	3	69 %
Sichtbares Robotik Lab	3	69 %
Innovative Fassadenbegrünung	3	69 %
Live feed Kameras	3	67 %
SOWI F&E	3	67 %
Befragungsterminal im öffentlichen Raum	3	66 %
Sichtbarer PE-Technik-Raum	3	56 %

Forschungspersonal:

Tabelle 46: Die bestbewertete Use-Cases nach Forschungspersonal

Use-Case Name	Forschungspersonal	Gesamt-Score
PV-Schau-Garten	3	80 %
PE-HT Labor	3	76 %
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %
SOWI F&E	3	67 %
Smart Home & Grid- Lab	3	65 %

Lehre:

Tabelle 47: Die bestbewertete Use-Cases nach Lehre

Use-Case Name	Lehre	Gesamt-Score
PV-Schau-Garten	3	80 %
PE-HT Labor	3	76 %
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %
Smart Home & Grid- Lab	3	65 %
LV im Öffentlichen Raum	3	71 %
Befragungsterminal im öffentlichen Raum	3	66 %
Entwicklung neuer LVAs	3	57 %

Unternehmen:

Tabelle 48: Die bestbewertete Use-Cases nach Unternehmen

Use-Case Name	Unternehmen	Gesamt-Score
Partizipation und Wissenstransfer	3	78 %
PE-HT Labor	3	76 %
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %

Stadtverwaltung:

Tabelle 49: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Stadtverwaltung

Use-Case Name	Stadtverwaltung	Gesamt-Score
Partizipation und Wissenstransfer	3	78 %
PV-Schau-Garten	2	80 %
PE-HT Labor	2	76 %
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	2	76 %
Innovative Fassadenbegrünung	2	69 %

Gesamt:

Tabelle 50: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Zielgruppen (Gesamt)

	Use-Case Name	Gesamt	Gesamt-Score
1	NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	13	76 %
2	PE-HT Labor	13	76 %
3	PV-Schau-Garten	12	80 %

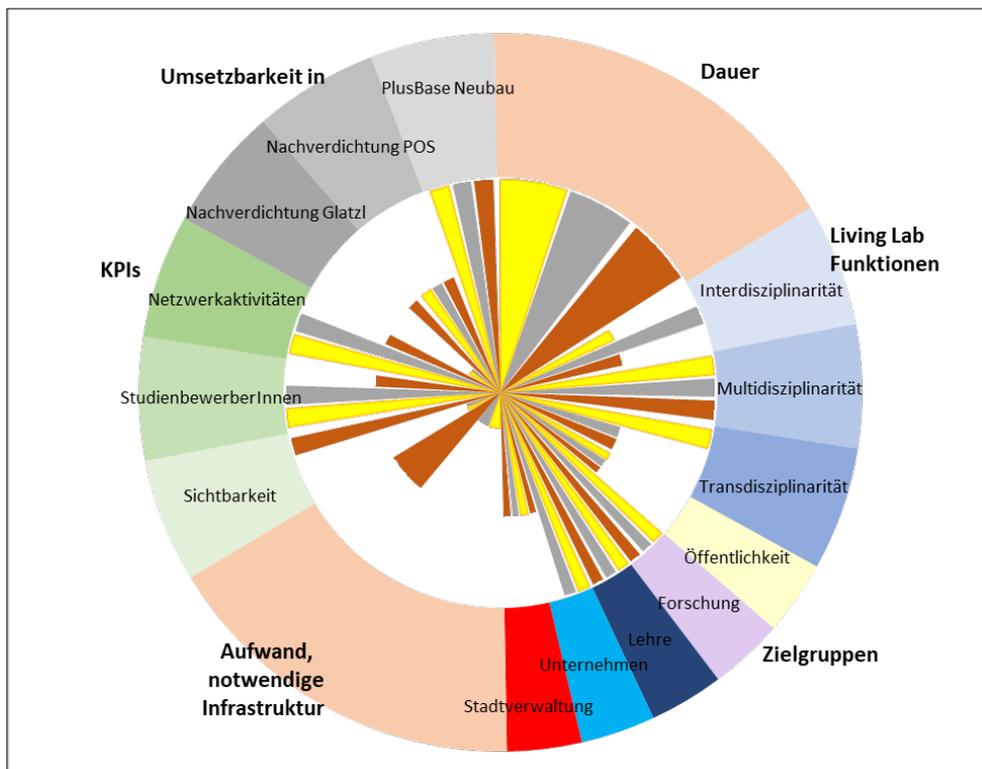


Abbildung 157: Darstellung der Use-Cases nach Zielgruppen im Sunburst-Multi-Diagramm

5.5.4 Aufwand

Bei dieser Bewertung bedeutet eine höchste Punktzahl, dass der Aufwand für die Umsetzung eher gering ist.

Tabelle 51: Die bestbewertete Use-Cases nach Aufwand

Use-Case Name	Aufwand	Insg. Score
Living Lab Open Days	3	77 %
Allgemeiner Info-Point	3	71 %
Sichtbares Energy Lab	3	69 %
Sichtbares Robotik Lab	3	69 %
SOWI F&E	3	67 %

Bei der Use-Case „Living Lab Open Days“ entsteht kein zusätzlicher Aufwand, da die bestehenden Infrastrukturen und laufende Prozesse genutzt werden. In Open Days sind Informationen über das Studienangebot und die Forschungsaktivitäten gegeben. Da das LL nur 2 Tage im Jahr verfügbar ist, wurden für die Dauer wenige Punkte vergeben.

Der „allgemeine Info-Point“ ist Infotafel, die über die Komponenten des LL-s aufklären und deren Verortung am Campus darstellt. Er hat den Vorteil, dass es einfach aufzustellen ist und permanent zur Verfügung steht. Von den genannten Zielgruppen ist er eher nur für die Öffentlichkeit interessant.

Die Use-Cases „sichtbares Energy Lab“ und „sichtbares Robotik Lab“ stehen für Berücksichtigung permanent beim Umbau A- und F-Gebäude EG zur Verfügung. Die Labs sind wenig inter- und multidisziplinär.

Bei „SOWI F&E“ Use-Case werden die bestehenden Infrastrukturen und laufende Prozesse verwendet. Dabei besteht permanent die Möglichkeit, PassantInnen und externen BesucherInnen des LL-s zu rekrutieren.

5.5.5 Netzwerkaktivität

In der Tabelle sind die drei bestbewertete Use-Cases hinsichtlich auf Netzwerkaktivität gesammelt.

Tabelle 52: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Netzwerkaktivität

	Use-Case Name	Netzwerkaktivität	Gesamt-Score
1	Living Lab Open Days	3	77 %
2	NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %
3	PE-HT Labor	3	76 %

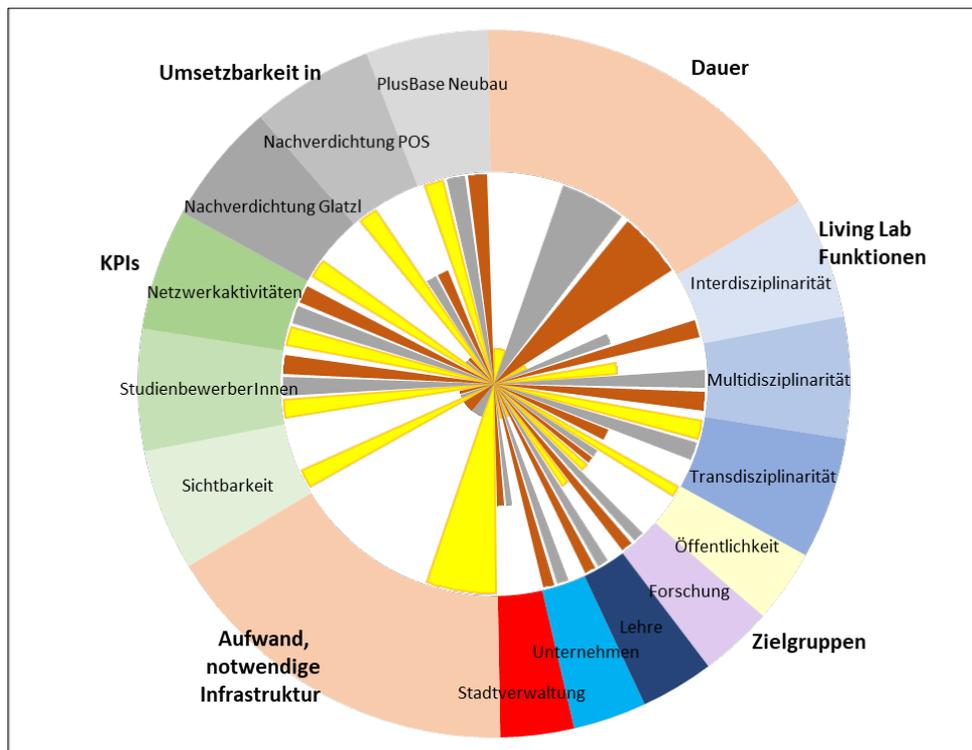


Abbildung 158: Darstellung der Use-Cases nach Netzwerkaktivität im Sunburst-Multi-Diagramm

Die folgende Aufzählung stellt die Vor- und Nachteile diese Use-Cases hinsichtlich des Nutzens Netzwerkaktivität dar:

Tabelle 53: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Netzwerkaktivität

Vorteile	Nachteile
Living Lab Open Days	

<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlich • Kein Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • Es findet 2 Tage im Jahr statt • Wenig interdisziplinär
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent verfügbar • Hohe Disziplinarität • Für die Zielgruppe erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht bei allen Nachverdichtungsvarianten leicht umsetzbar
PE-HT Labor	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent verfügbar • Hohe Disziplinarität • Für die Zielgruppe erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Für die Umsetzung ist eine spezielle HT-Planung im Neubau notwendig

5.5.6 StudienbewerberInnen

In der Tabelle sind die drei bestbewertete Use-Cases hinsichtlich der StudienbewerberInnen gesammelt.

Tabelle 54: Die drei bestbewertete Use-Cases nach StudienbewerberInnen

	Use-Case Name	StudienbewerberInnen	Gesamt-Score
1	Living Lab Open Days	3	77 %
2	NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	3	76 %
3	PE-HT Labor	3	76 %

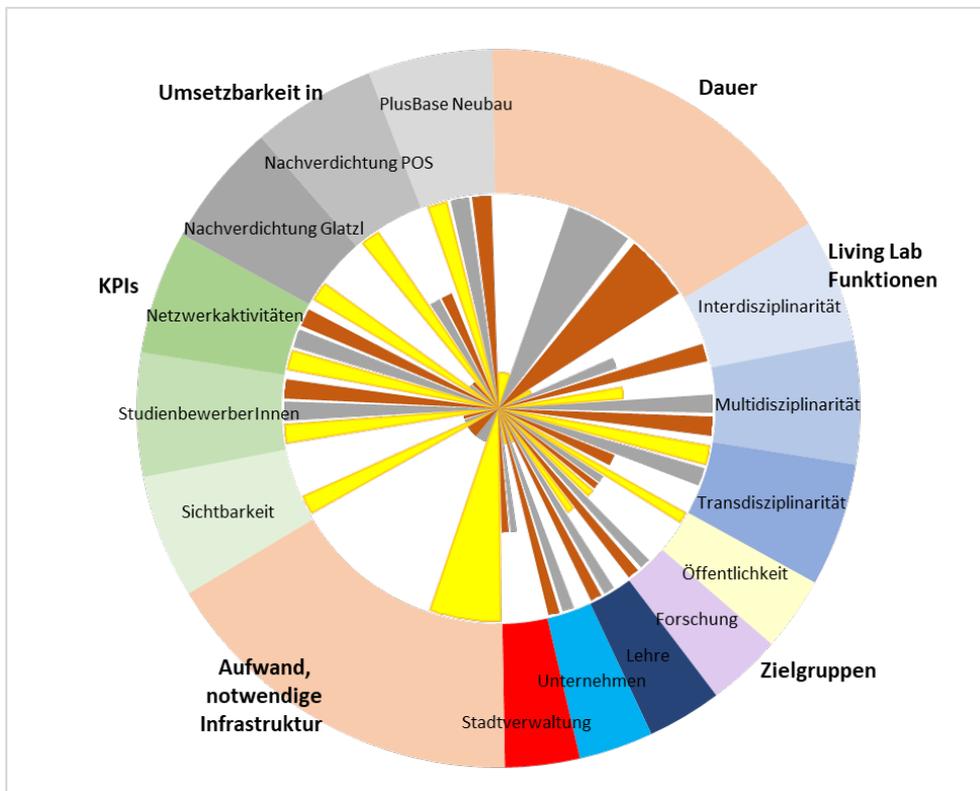


Abbildung 159: Darstellung der Use-Cases nach StudienbewerberInnen im Sunburst-Multi-Diagramm

Die folgende Aufzählung stellt die Vor- und Nachteile diese Use-Cases hinsichtlich des Nutzens StudienbewerberInnen dar:

Tabelle 55: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach StudienbewerberInnen

Vorteile	Nachteile
Living Lab Open Days	
<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlich • Kein Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • Es findet 2 Tage im Jahr statt • Wenig Interdisziplinär
NutzerInnenlabor für Energieflexibilität	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent verfügbar • Hohe Disziplinarität • Für die Zielgruppe erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht bei allen leicht umsetzbar
PE-HT Labor	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent verfügbar • Hohe Disziplinarität • Für die Zielgruppe erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Für die Umsetzung ist eine spezielle HT-Planung im Neubau notwendig

5.5.7 Sichtbarkeit

In der Tabelle sind die drei bestbewertete Use-Cases hinsichtlich auf Sichtbarkeit gesammelt.

Tabelle 56: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Sichtbarkeit

	Use-Case Name	Sichtbarkeit	Gesamt-Score
1	PV-Schau-Garten	3	80 %
2	Partizipation und Wissenstransfer	3	78 %
3	Living Lab Open Days	3	77 %

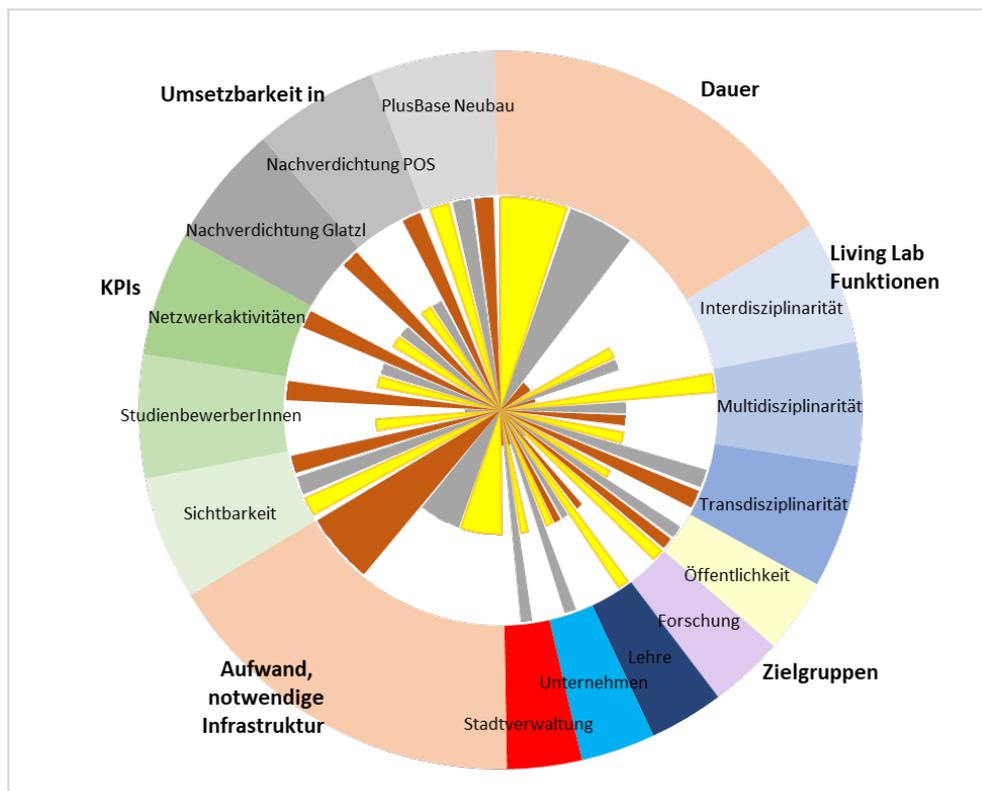


Abbildung 160: Darstellung der Use-Cases nach Sichtbarkeit im Sunburst-Multi-Diagramm

Die folgende Aufzählung stellt die Vor- und Nachteile diese Use-Cases hinsichtlich des Nutzens Sichtbarkeit dar:

Tabelle 57: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Sichtbarkeit

Vorteile	Nachteile
PV-Schau-Garten	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent verfügbar • Hohe Disziplinarität • Für die Zielgruppe erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Einmalige Umsetzung auf dem Dach und jährlich mehrmalige Pflege
Partizipation und Wissenstransfer	

<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholt • Hohe Transdisziplinarität • Für Zielgruppen Öffentlichkeit, Unternehmen und Stadtentwicklung erreichbar und attraktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsmaterialien müssen zielgruppenspezifisch adaptiert und vermittelt werden • In Abhängigkeit von den zum Einsatz kommenden Strategien der Partizipation und Wissensvermittlung sind die räumlichen Faktoren abhängig von den zu adressierenden Zielgruppen
Living Lab Open Days	
<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlich • Kein Aufwand 	<ul style="list-style-type: none"> • Es findet 2 Tage im Jahr statt • Wenig Interdisziplinär

5.5.8 Umsetzbarkeit

Nachstehend sind die bestbewerteten Use-Cases in den drei Nachverdichtungsvarianten differenziert aufgelistet.

Nachverdichtung Glatzl:

Tabelle 58: Die bestbewertete Use-Cases nach Nachverdichtung Glatzl

Use-Case Name	Nachverdichtung	Gesamt-Score
Living Lab Open Days	3	77 %
LV im Öffentlichen Raum	3	71 %
Allgemeiner Info-Point	3	71 %
Sichtbares Energy Lab	3	69 %
Sichtbares Robotik Lab	3	69 %
Live feed Kameras	3	67 %
SOWI F&E	3	67 %
Befragungsterminal im öffentlichen Raum	3	66 %
Entwicklung neuer LVAs	3	57 %

Nachverdichtung POS:

Tabelle 59: Die bestbewertete Use-Cases nach Nachverdichtung POS

Use-Case Name	Nachverdichtung	Gesamt-Score
Living Lab Open Days	3	77 %
LV im Öffentlichen Raum	3	71 %
Allgemeiner Info-Point	3	71 %
Sichtbares Energy Lab	3	69 %

Sichtbares Robotik Lab	3	69 %
Live feed Kameras	3	67 %
Befragungsterminal im öffentlichen Raum	3	66 %
Entwicklung neuer LVAs	3	57 %

Plus-Base Neubau:

Tabelle 60: Die bestbewertete Use-Cases nach Plus-Base Neubau

Use-Case Name	Plus-Base Neubau	Gesamt-Score
Living Lab Open Days	3	77 %
LV im Öffentlichen Raum	3	71 %
Allgemeiner Info-Point	3	71 %
Live feed Kameras	3	67 %
Befragungsterminal im öffentlichen Raum	3	66 %
Entwicklung neuer LVAs	3	57 %

Gesamt:

Tabelle 61: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Umsetzbarkeit (Gesamt)

	Use-Case Name	Gesamt	Gesamt-Score
1	Living Lab Open Days	9	77 %
2	LV im öffentlichen Raum	9	71 %
3	Allgemeiner Info-Point	9	71 %

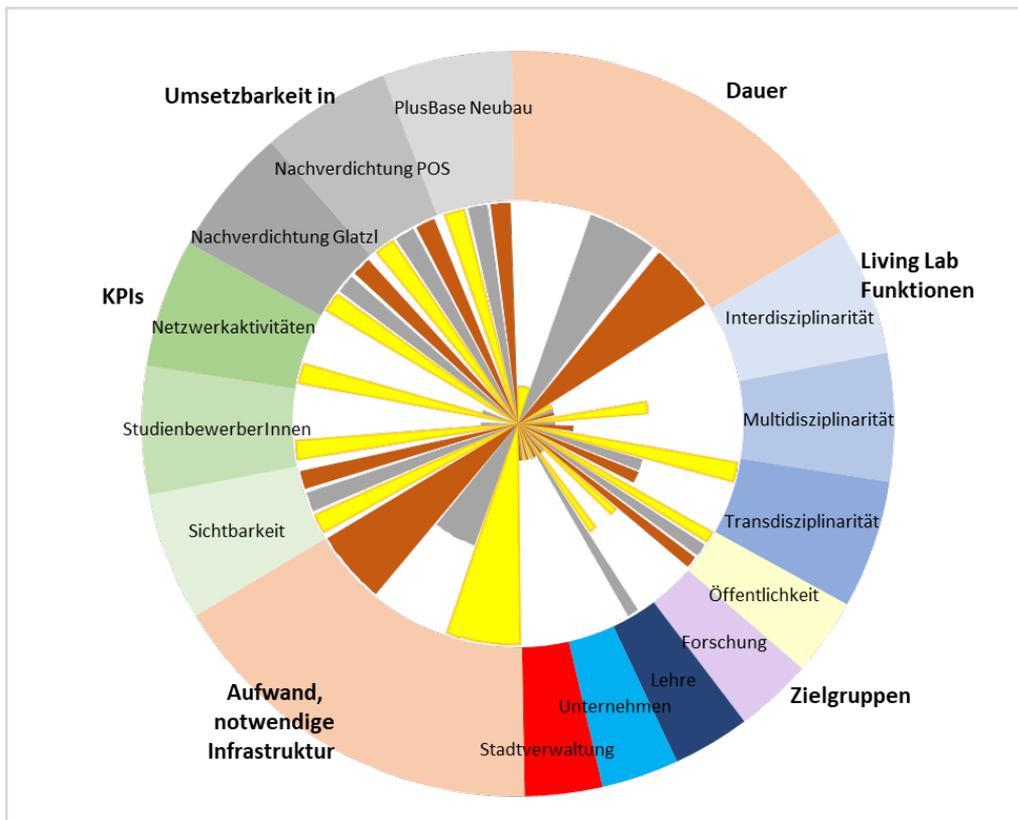


Abbildung 161: Darstellung der Use-Cases nach Umsetzbarkeit im Sunburst-Multi-Diagramm

Die folgende Aufzählung stellt die Vor- und Nachteile der Use-Cases hinsichtlich der Umsetzbarkeit dar:

Tabelle 62: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Umsetzbarkeit

Vorteile	Nachteile
Living Lab Open Days	
<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlich • Bei alle 3 Nachverdichtungsvarianten leicht umsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Es findet 2 Tage im Jahr statt • Wenig Interdisziplinär
LV im Öffentlichen Raum	
<ul style="list-style-type: none"> • Bei alle 3 Nachverdichtungsvarianten leicht umsetzbar • Einfache bauliche Maßnahmen • Während des Lehrbetriebs permanent 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur für Zielgruppen Öffentlichkeit und Lehre attraktiv • Wenig Inter- und Multidisziplinär
Allgemeiner Info-Point	
<ul style="list-style-type: none"> • Permanent • Einfach aufstellen • Bei alle 3 Nachverdichtungsvarianten leicht umsetzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Nur für Zielgruppen Öffentlichkeit interessant • Wenig Inter- und Multidisziplinär

5.6 Konzeptionalisierung und Verortung

Der folgende Lageplan und Schnitt zeigen das Living Lab als Kommunikations-Schnittstelle zwischen HS und Öffentlichkeit Förderung der Synergien zwischen Forschung und Lehre mit öffentlichen Bereichen als Erweiterung des Stadtquartiers, sowie der Schaffung neuer Räume für Forschung und Austausch. Die in blau markierten Forschungs- und Entwicklungsbereiche stellen sowohl die Forschung am tatsächlichen, existierenden Objekt (Gebäude, [digitale] Infrastrukturen, umliegendes Quartier, etc.) dar, als auch die Entwicklung und Testung neuer Lösungen (u.a. in Form von Prototypen) in spezifischen (physischen und digitalen) Labors.

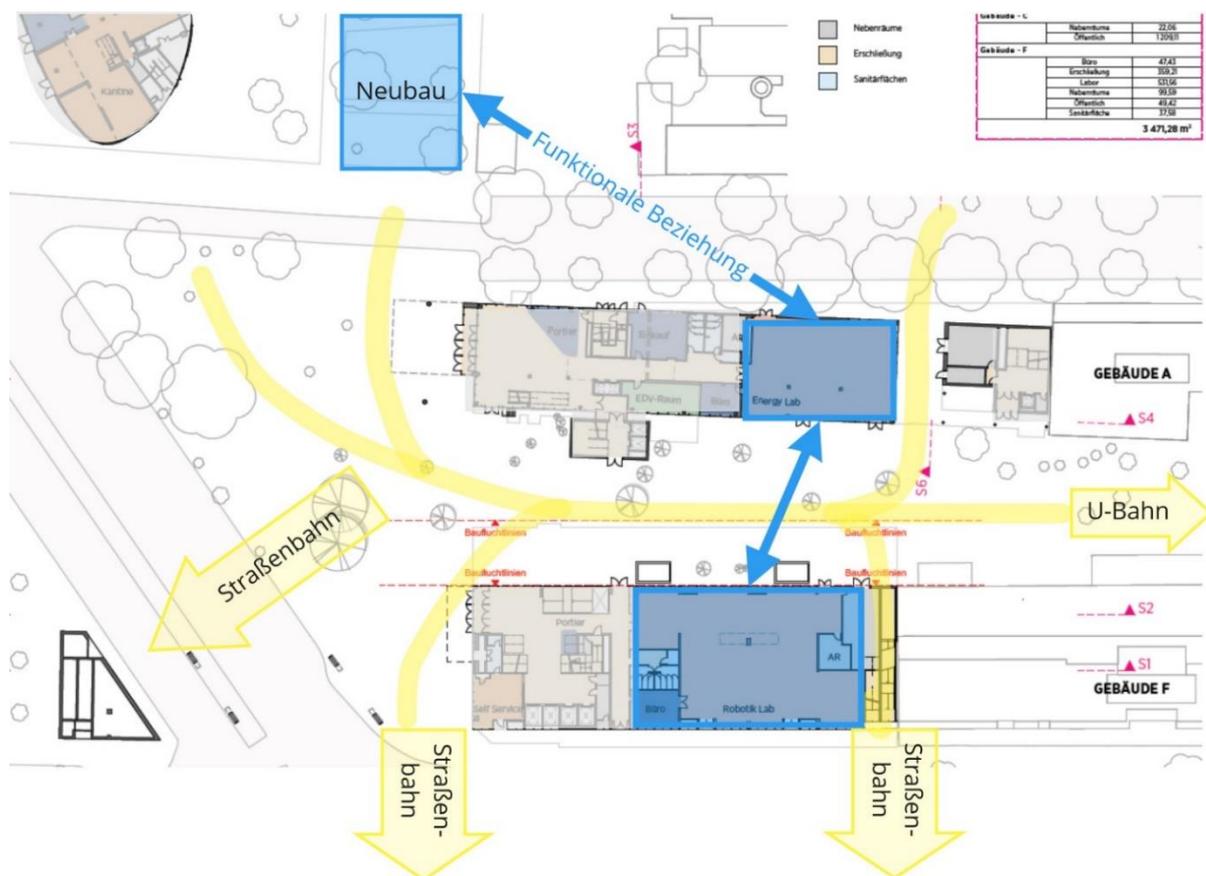


Abbildung 162 Lageplan der zwei bestehenden Bauteile F (unten) und A (Mitte), sowie dem Standort des potentiellen Neubaus (oben). Die mögliche räumliche Verortung von Living Lab-Komponenten ist in blau dargestellt, in Gelb die öffentlichen Verkehrsströme.

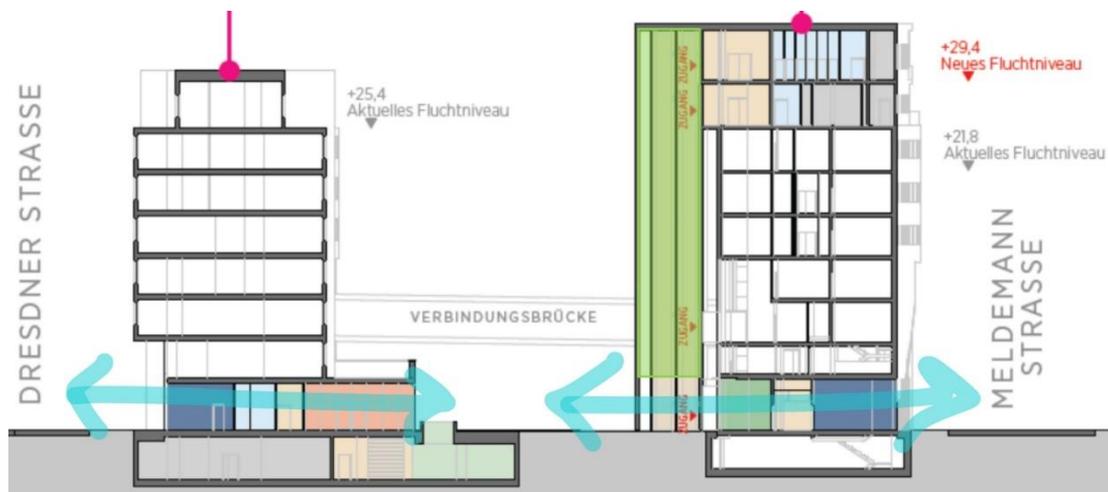


Abbildung 163 Schnitt der Bauteile F (links) und A,B (rechts). Die türkisen Pfeile stellen sowohl Sichtbeziehungen zum öffentlichen Verkehr, als auch potentielle Verkehrskorridore zur zusätzlichen Erschließung und Revitalisierung des Fußverkehrs zwischen den Bauteilen dar.

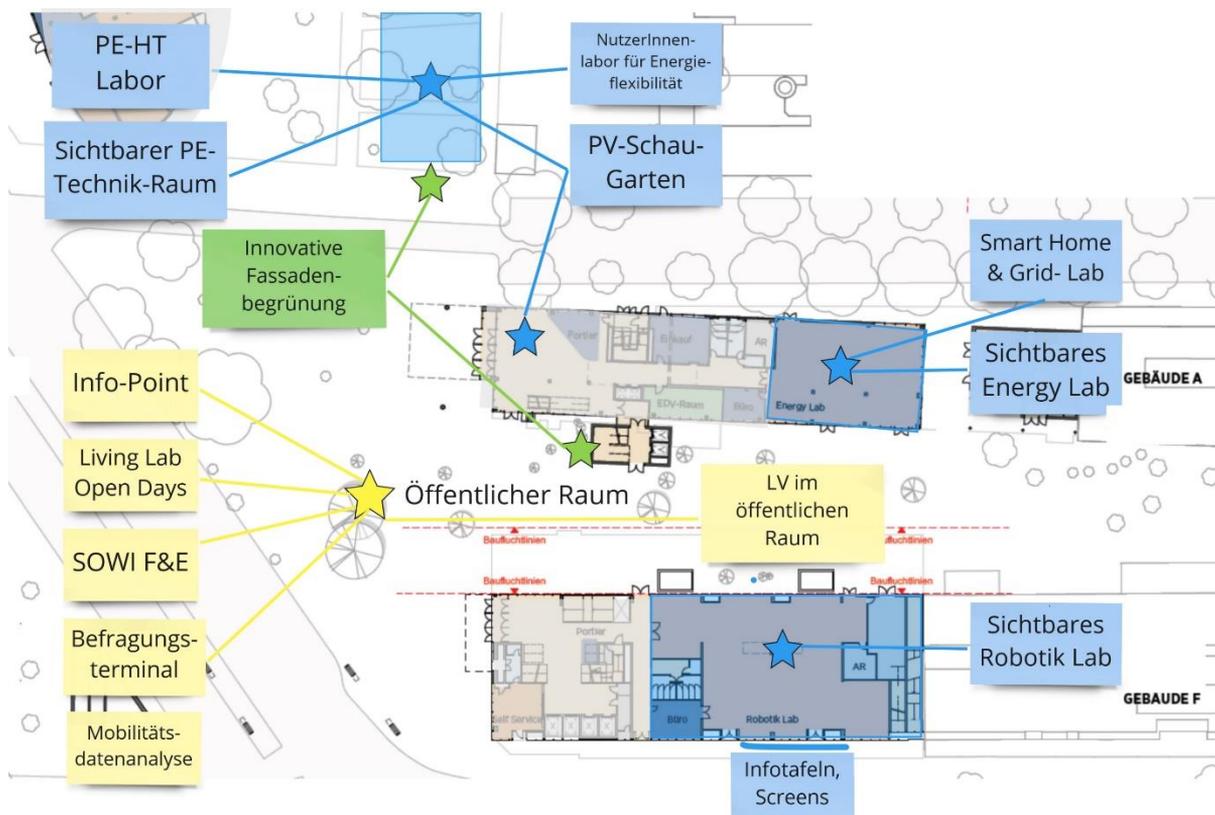


Abbildung 164 Living Lab Use-Cases mit räumlicher Verortung: Öffentlicher Raum (Gelb), Labor- und Gebäudeinfrastruktur (blau)

6 Roadmap zum Plus-Energie-Quartier: Das Energiekonzept

Im letzten Teil der Sondierung wurde die in Kapitel angewandte Methode zur Modellierung und Simulation der Plusenergiebilanz und deren Bewertung auf die umliegenden Baublöcke als Mikroquartiere angewandt. Ziel war es, aktuelle Trends in der Wiener Stadtentwicklung und die Entwicklungen im Quartier zu einer Reihe von Szenarien zu gießen, die hinsichtlich ihrer Plus-Energie-Fähigkeit bewertet werden sollten.

Damit soll eine Eingrenzung der Potentiale und Entwicklungspfade im Rahmen der Wiener Klimaziele geschaffen werden und als Diskussionsgrundlage für weitere Entwicklungen dienen.

Zu diesem Zweck wurde auch eine rudimentäre Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und ein Mobilitätskonzept mit möglichen Maßnahmen zur Erreichung von Plus-Energie-Standard BETA inklusive Mobilität erarbeitet-

6.1 Methode

Die angewandte Methode bezieht sich wie bereits in Kapitel 4.5 auf die in Kapitel 3.1 zusammengefasste Plus-Energie-Methode der Forschungsprojekte Zukunftsquartier 2.0 und ZQ Austria.

Konkret wurden folgende Schritte durchgeführt:

Recherche und Bewertung des Bestands und der verfügbaren lokalen erneuerbaren Ressourcen

- Recherche bauliche Grundlagen im Quartier:
 - Flächen (Anhand 3D-Modell der Stadt Wien)
 - Nutzung (Begehung vor Ort und Internet-Recherche)
- Analyse der geothermischen Nutzungsmöglichkeiten
 - Analyse nicht bebauter Flächen im Quartier anhand des Kartenmaterials der Stadt Wien (wien.gv.at) zur Ermittlung potentieller Flächen für Tiefensonden
 - Recherche Mobilität im Quartier (Begehung vor Ort und Internet-Recherche)
- Bewertung bauliche Grundlagen im Quartier:
 - Wärme- und Stromverbrauchsmengen (Heizwärme- und Warmwasserbedarfskennzahlen).
- Bewertung der geothermischen Nutzungsmöglichkeiten mit Fokus auf die Einbindung von Wärmepumpen:
 - Die Bewertung des Potentials erfolgte anhand des Platzverbrauches von 64m²/Sonde. Aus den resultierenden Sondenanzahlen und einer durchschnittlichen Entzugsleistung von 45W/lfm ergeben sich aus den Sondenfeldern die jeweils möglichen Jahreswärmeentzugsleistungen.
 - In einem schematischen Entwurf der Energieversorgung über ein Anergienetz wurden die möglichen Energiequellen zur Netzversorgung je nach Bereich eingetragen.

- Analyse und Bewertung von Verkehrsleistungen anhand der Richt- und Zielwerte für Siedlungen⁴³ (Urban Area Parameters) – Details siehe Kapitel
- Bewertung von Verkehrsemissionen anhand der Kennzahlen des Umweltbundesamtes (at) Juni 2021

Szenarien- und Variantenbildung:

Die Szenarienanalyse des Quartiers wurde wie folgt durchgeführt: Zuerst wurden folgende 3 zentralen Variablen festgelegt, die den jeweiligen Möglichkeitsbereich von minimalen bis maximalen Schätzwerten abbilden sollen, nämlich:

1. Die organische **Sanierungsrate** pro Jahr der Bestandsgebäude im Quartier bis zum Jahr 2040 (2 Varianten)
2. Die **Qualität der thermischen Sanierungen** (2 Varianten)
3. Und die **Umstellung des Gebäudeenergiesystems auf Erneuerbare Erzeugung** von Wärme/Kälte, und das Ausmaß der lokalen erneuerbaren Stromerzeugung durch PV (3 Varianten)

Die resultierenden 12 Varianten wurden für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 simuliert und gegenübergestellt. Die Unterschiede kommen dabei nur durch die jeweils andere Sanierung der Gebäude zustande.

Darüber hinaus wurden zusätzlich „**übergeordnete Szenarien**“ festgelegt, die auf die städtischen Klimaziele Bezug nehmen und die auf **alle Gebäude im Quartier** Einfluss haben. Sie werden in den nachfolgenden Kapiteln quantifiziert und im Detail beschrieben:

Tabelle 63 Untersuchte übergeordnete Szenarien, die alle Gebäude des Quartiers betreffen

<i>Szenario</i>	<i>Beschreibung</i>
„Raus aus Gas“	Entwicklungsszenario mit fiktiven 100% Fernwärmeversorgung aller Gebäude ab 2025 für das gesamte Quartier
„PV-Dach-Offensive“	Aufbauend auf und zusätzlich zu „Raus aus Gas“ : Ab 2025 jedes Dach mit PV belegt
„PV-Offensive "Dach&Fassade“	Aufbauend auf und zusätzlich zu „Raus aus Gas“ : Ab 2025 jedes Dach mit PV belegt, und auch alle geeigneten südseitigen Fassadenflächen
„Erweiterung durch Neubau“	Zusätzlich zu „Raus aus Gas“ und „Dach+Fassade“, eine Quartierserweiterung durch Neubauten unterschiedlichen energetischen Standards
„Anergienetz“	Hier wird angenommen, dass das gesamte Quartier über dezentrale Wärmepumpen an ein Anergienetz angeschlossen wird und sehr energieeffizient mit Wärme und Kälte versorgt werden kann

Die Szenarienanalyse erfolgt also auf Basis der definierten energetischen Varianten und der Sanierungsrate und wird zusätzlich durch die in den übergeordneten Entwicklungsszenarien

⁴³ Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Sept 2017

bestimmten Absolutismen (z.B. „Raus aus Gas“) ergänzt, die für alle Gebäude im Quartier gelten:

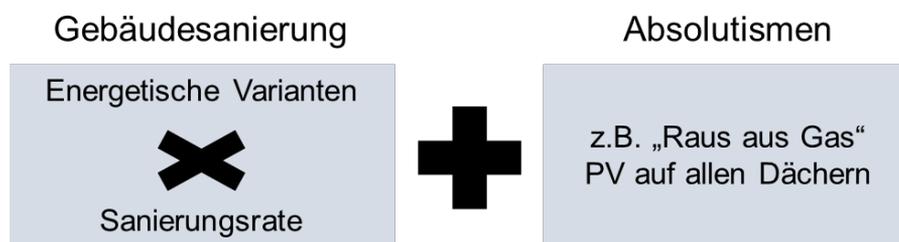


Abbildung 165: Kombination Variantenanalyse Quartier

Die zeitliche bzw. quantitative Sicht der Quartiersentwicklung wird entsprechend einer variablen Sanierungsrate abgebildet. Mit dem Zielhorizont 2040 werden zwei Sanierungskurven entsprechend der untenstehenden Abbildung angenommen:

- Niedrig mit einer mittleren Sanierungsrate von 1,18% p.a. werden bis 2040 23% der NGF des Quartiers saniert
- Hoch mit einer mittleren Sanierungsrate von 2,82% p.a. werden bis 2040 54% der NGF des Quartiers saniert

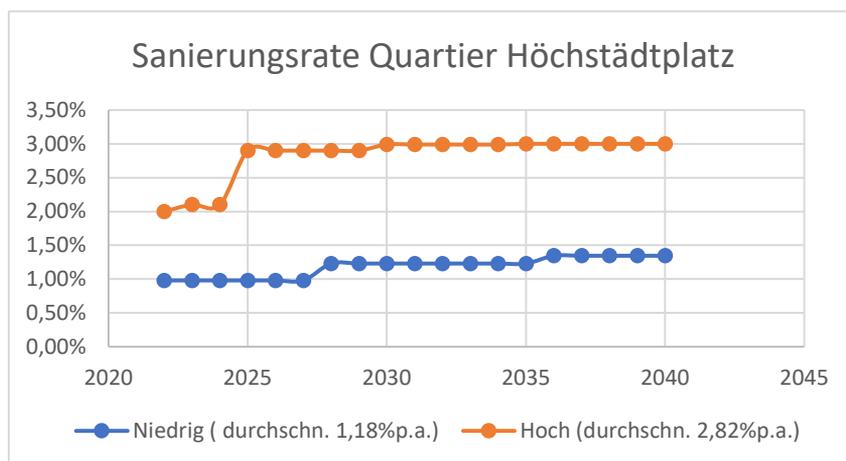


Abbildung 166: angenommene Sanierungsraten Quartier Höchstädtplatz

Zur Erreichung des Plusenergiestandards wird eine Gebäude-Sanierungsrate von 2,82 % p.a. angestrebt – wodurch bis 2040 54 % der Netto-Geschossflächen saniert werden. Bei Umsetzung der Sanierung nach Effizienz wären das alle Quartiersflächen ausgenommen Brigittapassage, Wohnturm und FH-Technikum-Zeile. Die untenstehende Tabelle gibt einen Überblick über die im Projekt erfolgte Reihung der Sanierungsmaßnahmen.

Tabelle 64 Im Projekt erstellt Reihenfolge der Gebäudesanierungen bis 2040 bei hoher Sanierungsrate (2,82% p.a.)

	summierter Quartiersanteil	jährliche Sanierungsrate bis 2040	2024	2027	2030	2035	2040
Blockrand 1	6%	0,33%	2,0%	1,0%	0,7%	0,42%	0,31%
Blockrand 3	16%	0,89%	5,4%	2,7%	1,8%	1,15%	0,85%
Seniorenresidenz	23%	1,27%	7,6%	3,8%	2,5%	1,64%	1,21%
Blockrand 2	42%	2,34%	14,0%	7,0%	4,7%	3,00%	2,21%
Blockrand 4	54%	2,98%	17,9%	8,9%	6,0%	3,83%	2,82%
Brigittapassage	72%	3,98%	23,9%	11,9%	8,0%	5,12%	3,77%
Wohnturm	82%	4,57%	27,4%	13,7%	9,1%	5,88%	4,33%
FH Technikum	100%	5,56%	33,3%	16,7%	11,1%	7,14%	5,26%

Die **Sanierungs- und Neubaupakete** für das Quartier sind inhaltlich in einen Effizienz- und einen Erneuerbaren-Schwerpunkt unterteilt. In der untenstehenden Tabelle sind die Kriterien aufgelistet - die untenstehende Abbildung gibt einen Überblick über die Maßnahmen im jeweiligen Paket.

Tabelle 65: Quartiersbetrachtung Sanierungspakete, Effizienz und Erneuerbare

Sanierung (und Neubau)	Effizienz	Name	Thermische Hülle	Mobile Verschattung	Lüftung
		Bestand	Bestand	lt. OIB-RL 6, 4.5.1b	fc-Wert = 0,96
„Effizienz1“ (Mindeststandard)		Nicht-Wohngebäude verfügen über Lüftung mit WRG			
	„Effizienz2“ (EnerPHit)	EnerPHit	fc-Wert = 0,3	+Wohngebäude verfügen über Lüftung mit WRG	
Erneuerbare		Photovoltaik	Energieversorgung	Demand-Side-Management	
	Erneuerbare0 (Keine)	Solarverpflichtung	Fernwärme, Erdgas	nein	
	Erneuerbare1 Dach-PV, Luft-WP	Dach	Luft WP	nein	
	Erneuerbare2 PV-Dach+Fass,Erd-WP, Flex	+Fassade	Erdreich WP	ja	

Die Pakete werden neben Sanierungsaktivitäten auch für den Neubau angesetzt. Die Effizienzvariante „Bestand“ fällt dabei weg. Die Variante „Dach-PV, Luft-WP“ beinhaltet die rechtliche Solarverpflichtung (für den Neubau) und ausschließlich Fernwärme als Energieversorgung.

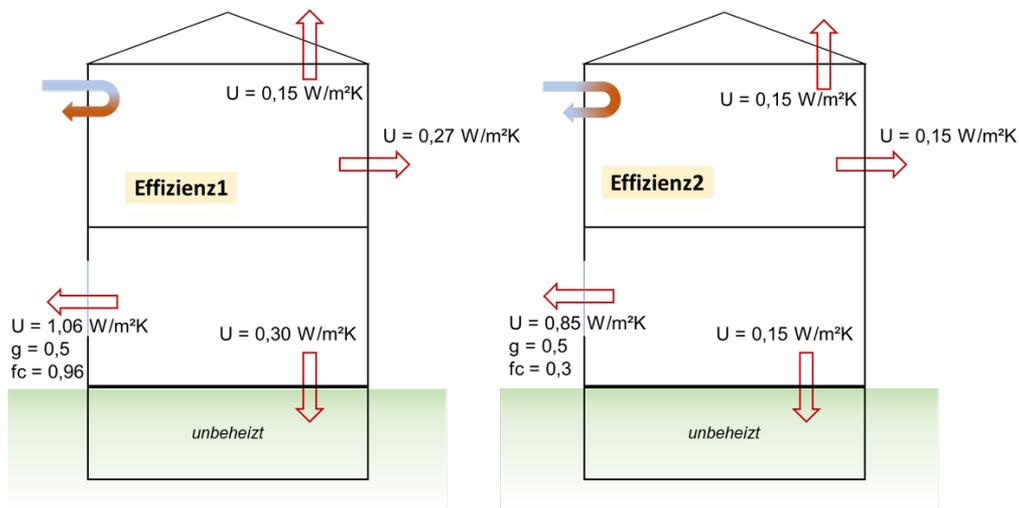


Abbildung 167: Effizienzpakete Quartiersbetrachtung

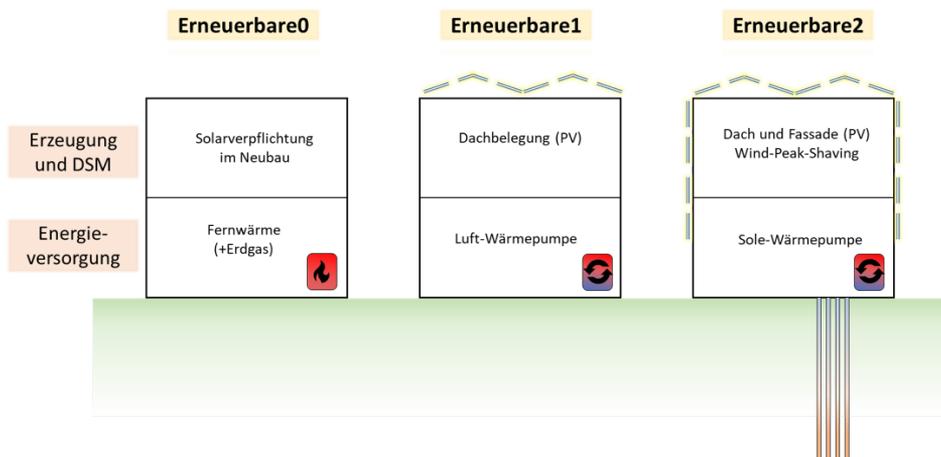


Abbildung 168: Erneuerbare-Pakete Quartiersbetrachtung

Simulationsmodell

Wie bereits eingangs erwähnt, wurden die oben beschriebenen Szenarien und Varianten für die Quartiersentwicklung mittels dem im Rahmen der Forschungsprojekte Zukunftsquartier 2.0⁴⁴ entwickelten Toolkit „Plus-Energie-Excel“⁴⁵ und des dort implementierten quasi-dynamischen Simulationsmodells bewertet.

⁴⁴ Leitfaden PEQ Definition und Operationalisierung, Schneider S., FH-Technikum Wien, Kompetenzfeld Climate-fit Buildings and Cities, 2022

⁴⁵ Dieses Toolkit dient zur Operationalisierung und Nachweisführung aller Definitionsinhalte (Gebäudebetrieb, Mobilitätsenergie und Graue Energie) und bildet die Energieflüsse in einer stündlichen Bilanzierung ab.

6.2 Bestand, Ressourcen und Potentiale

Folgende Abbildung zeigt das verwendete 3D-Modell zur Simulation des Quartiers. Dabei wurden im nordwestlichen Teil sowie am Standort des Globusareals potentielle Neubauten modelliert, in grün und gelb dargestellt. Zum Zeitpunkt der Projektbeendigung sind zwei Bauprojekte (Standort Globusareal und Dresdnerstraße anschließend an Blockrand 1) in Realisierung.

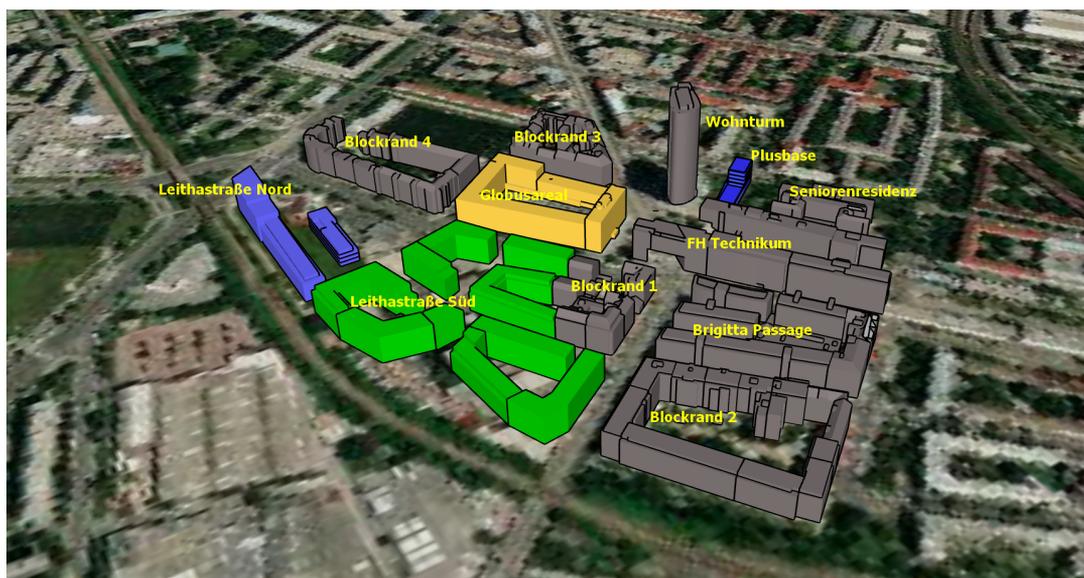


Abbildung 169 modelliertes Quartier zur Sondierung. Neubauten in Farbe und Gebiet um Leithastraße als allgemeines Neubauquartier angenommen

6.2.1 Bausubstanz Quartier

Der derzeitige Bestand bzw. das Szenario 2020 ist in der untenstehenden Tabelle und Abbildung zusammengefasst:

Tabelle 66 Steckbrief Bestandsquartier

Nutzfläche gesamt:	175.959 m ²
Gewichteter U-Wert Außenwand ($U_{\text{gewichtet}}$)	0,72W/m ² K
U-Wert Fenster (U_w):	1,69 W/m ² K
Nutzung	70% Wohnnutzung, 14% Büro 10% Schulnutzung.
Baualter	älter als 2009: 70% vor 1978 erbaut: >40%

Quartier im Bestand (Szenario 2020)	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
		175.959	2,33	0,34	0,72

Nutzungsmischung Bestand

■ Wohnbau NGF ■ Büro NGF ■ Schule NGF
■ Kiga NGF ■ Handel NGF

Baualter Bestand

■ bis 1978 ■ 1979-2009 ■ 2009-2015

Tabelle 67 Steckbrief Quartier im Bestand (Szenario 2020)

Für die zukünftigen Szenarien werden hier keine Altersstruktur und keine Nutzungsmischung angeführt, da diese je nach Variante stark variieren. Die Größe und die bauliche Dichte der Mikroquartiere sind in den folgenden Steckbriefen (der Größe nach (m²_{Nutzfläche}) aufsteigend geordnet) ersichtlich.

Die untenstehende Grafik zeigt die errechneten Nutzenergiebedarfe im Quartier:

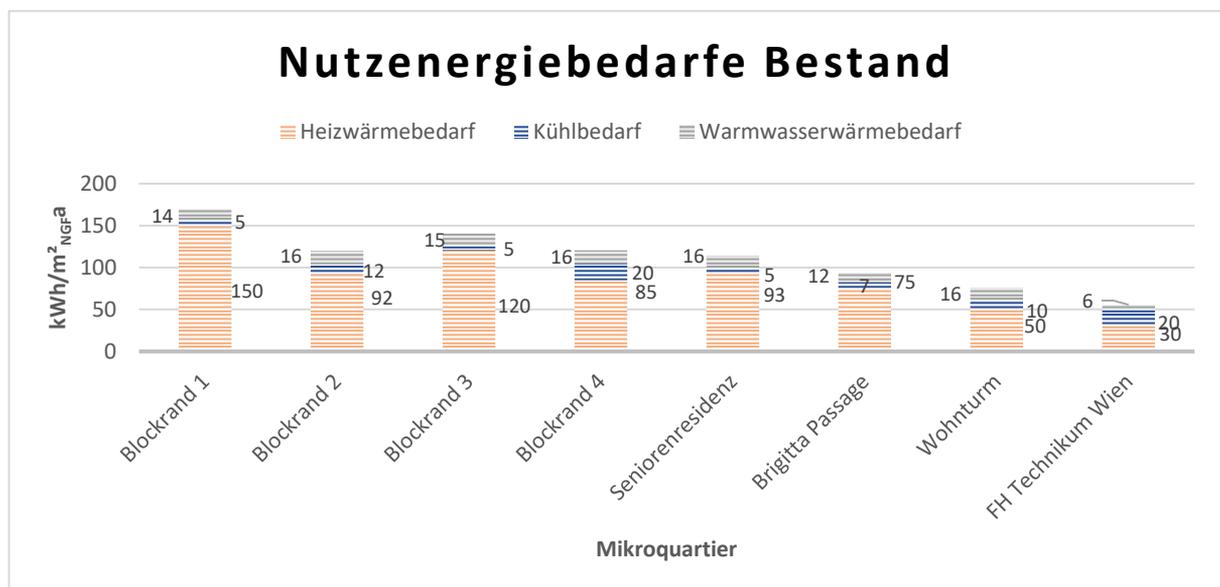


Abbildung 170: Nutzenergiebedarfe Quartier Höchstädtplatz

6.2.1.1 Seniorenresidenz:

Das kleinste Mikroquartier ist die Seniorenresidenz mit einer Nutzfläche von 11.361 m². Auch die GFZ und die GRZ sind im Quartiersvergleich am unteren Ende. Als Nutzung wird 100% „Wohnen“ angesetzt. Ein Nutzungsprofil für Heimmutzung oder ähnliches liegt nicht vor. Teile des Gebäudekomplexes stehen unter Denkmalschutz (vor 1918 erbaut), die Nord-Ost-Fassade wurde in der Begehung als „relativ neu“ definiert, daher die Zuordnung des Mikroquartiers zu 54% vor 1978 und zu 46% zwischen 1979 und 2009.

Seniorenresidenz	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
	11.361	1,07	0,19	4,00	0,54	1,58
	Nutzung	Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule
	100 %	0 %	0%	0 %	0 %	0 %

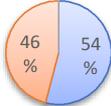
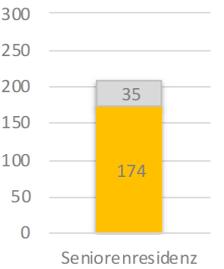
	<p>Baujahr</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ bis 1978 ■ 1979-2009 ■ 2010-2015 	<p>Endenergie [kWh_{EE}/m²_{NF}a]</p>  <p>Seniorenresidenz</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fernwärme ■ Netzstrom
--	---	---

Tabelle 68 Steckbrief Mikroquartier Seniorenresidenz

6.2.1.2 Blockrand 1

Das Mikroquartier „Blockrand 1“ ist der Nutzfläche nach in etwa gleich groß wie die Seniorenresidenz. Wie der Name sagt, ist der Gebäudekomplex augenscheinlich eine Blockrandbebauung. Ein Blick in den Innenhof bzw. das 3D-Modell zeigen zudem, dass ein großer Teil des Innenhofs mit kleinen Gebäuden bebaut ist, daher auch die vergleichsweise hohe Grundflächenzahl (dritthöchster Wert im Quartier). Die zu den Straßen liegenden Gebäude konnten in der Begehung relativ klar einer Nutzung zugeordnet werden, die Gebäude im Innenhof leider nicht, sodass diese zu 50% als Büro- und zu 50% als Wohnnutzung gewertet wurden.

Blockrand 1	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
	11.317	1,75	0,40	2,80	0,91	1,98
	Nutzung	Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule
82 %		10 %	8 %	0 %	0 %	

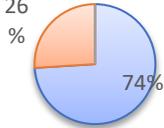
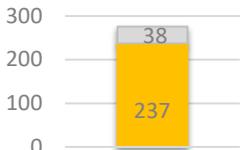
	<p>Baujahr</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ bis 1978 ■ 1979-2009 ■ 2010-2015 	<p>Endenergie [kWh_{EE}/m²_{NF}a]</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Netzstrom ■ Fernwärme
--	--	--

Tabelle 69 Steckbrief Blockrand 1

6.2.1.3 Blockrand 3

Das Mikroquartier „Blockrand 3“ ist das älteste Mikroquartier, hat eine vergleichsweise hohe bauliche Dichte (GFZ) und durch vereinzelte Gebäude im Innenhof eine hohe Grundflächenzahl. Zur Nutzung kann ergänzt werden, dass sich im Gebäudekomplex eine Wäscherei befindet.

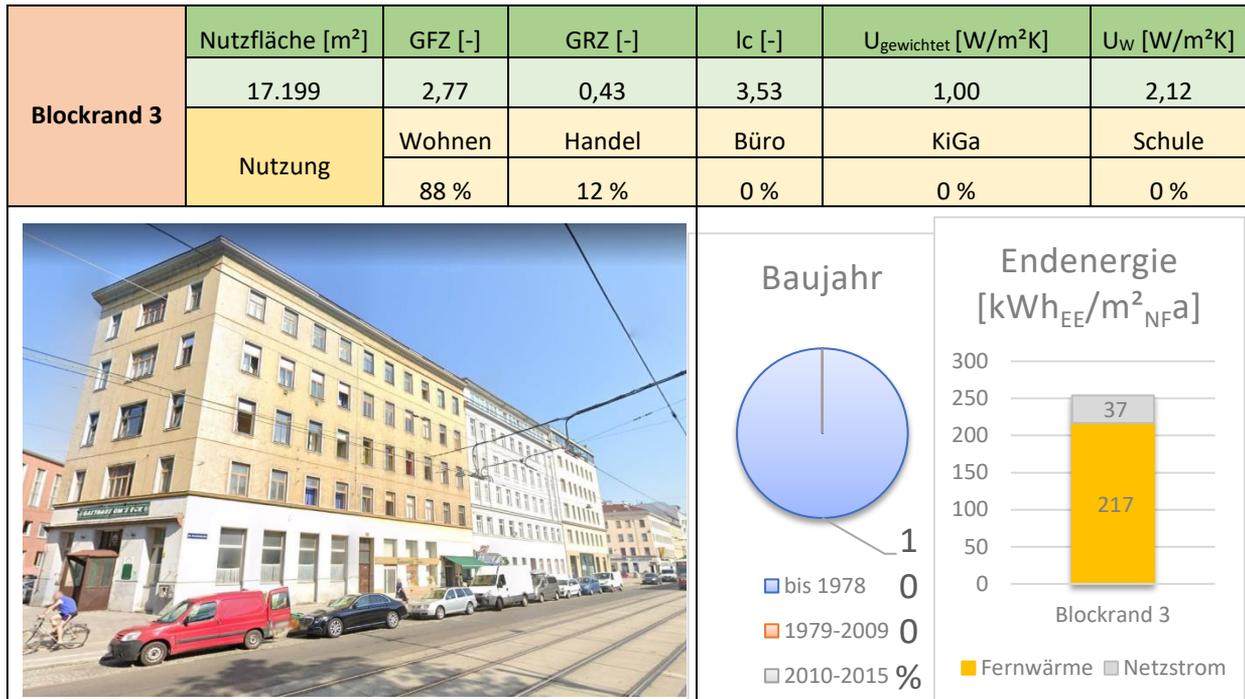


Tabelle 70 Steckbrief Blockrand 3

6.2.1.4 Leithastraße Nord

Das Mikroquartier „Leithastraße Nord“ wird als künftiges Baufeld behandelt. Die Nutzung ist nicht definiert, im Flächenwidmungs- und Bebauungsplan der Stadt Wien liegt das Mikroquartier in einem „gemischten Baugebiet – Betriebsbaugebiet“.

Leithastraße Nord	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]
	17.376	1,83	0,31	4,18
Nutzung nicht definiert				

Tabelle 71 Steckbrief Leithastraße Nord

6.2.1.5 Blockrand 4

Mikroquartier „Blockrand 4“ besteht sowohl aus Gemeindebau als auch gefördertem Wohnbau. Der Gebäudekomplex beinhaltet ausschließlich Wohnnutzung. Mit einer Grundflächenzahl von 0,26 liegt der Blockrand 2 im Mittelfeld des gesamten Quartiers, im Innenhof befinden sich keine Gebäude.

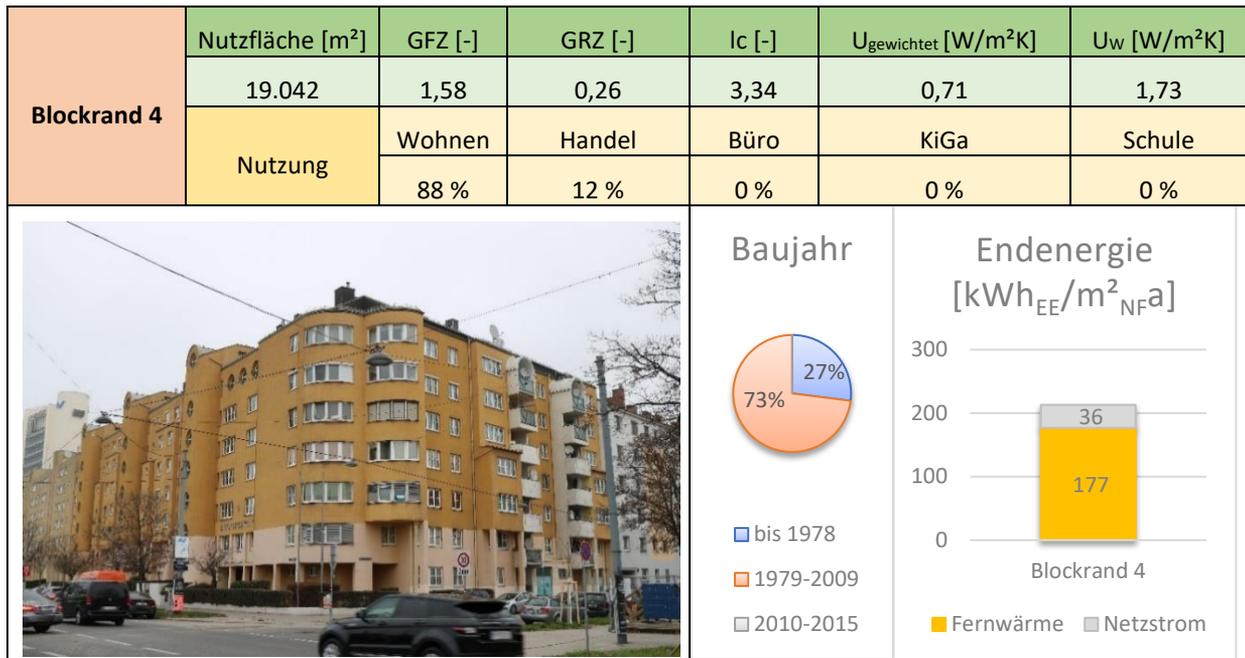


Tabelle 72 Steckbrief Blockrand 4

6.2.1.6 Wohnturm

Der Wohnturm ist angrenzend zur FHTW und hat als Hochhaus die höchste GFZ und die geringste GRZ im Quartier. Das Erdgeschoss des Gebäudes nutzt die FHTW als Laborräumlichkeiten, daher auch die 4% Schulnutzung. Der Wohnturm wurde 2006 fertiggestellt, fällt somit trotz eventuell hochwertigerer Bauqualität in die Periode 1979 bis 2009.

Wohnturm	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
	19.154	3,44	0,13	6,21	0,54	1,58
	Nutzung	Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule
96 %		0 %	0 %	0 %	4 %	

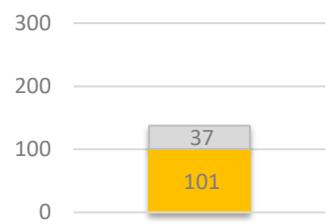
	<p>Baujahr</p>  <p>100%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ bis 1978 ■ 1979-2009 ■ 2010-2015 	<p>Endenergie [kWh_{EE}/m²_{NFA}]</p>  <p>37 101</p> <p>Wohnturm</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fernwärme ■ Netzstrom
--	--	---

Tabelle 73 Steckbrief Wohnturm

6.2.1.7 Globusareal

Das Mikroquartier Globusareal befindet sich derzeit gerade im Baustadium. Das Gebäude steht unter Denkmalschutz. In der Nutzungsmischung wurde dem Handel ein sehr großzügiger Teil zugesprochen, auf der Homepage des Bauprojekts steht lediglich es sollen Wohnungen und Nahversorgung entstehen (vgl. 6b47 Real Estate Investors AG 2020).

Globusareal	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	Ic [-]
		23.714	2,18	0,35
Nutzung				
Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule
80 %	20 %	0 %	0 %	0 %




Tabelle 74 Steckbrief Globusareal

6.2.1.8 Blockrand 2

Beim Mikroquartier „Blockrand 2“ handelt es sich größtenteils um Gemeindebau bzw. um geförderten Wohnbau. Der Gebäudekomplex beinhaltet beinahe ausschließlich Wohnungen, ein kleiner Teil Handel (leerstehend) ist aber vorhanden.

Blockrand 2	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
		31.644	2,25	0,36	4,33	0,99
Nutzung	Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule	
	99 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %

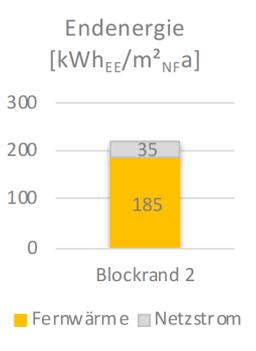
	<p>Baujahr</p>  <ul style="list-style-type: none"> bis 1978 1979-2009 2010-2015 	<p>Endenergie [kWh_{EE}/m²_{NFA}]</p>  <p>Blockrand 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Fernwärme Netzstrom
--	---	--

Tabelle 75 Steckbrief Blockrand 2

6.2.1.9 Brigitta Passage

Die sogenannte „Brigitta Passage“ ist das drittgrößte Mikroquartier, enthält sehr unterschiedliche Nutzungen und besteht aus Gebäudeteilen der drei unterschiedlichen Bauperioden. Mit dem Innenhof fast komplett bebaut (nur Erdgeschoss) hat die Brigitta Passage die höchste GRZ.

Brigitta Passage	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	Ic [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
	32.111	2,53	0,59	3,59	0,62	1,51
	Nutzung	Wohnen 56 %	Handel 17 %	Büro 22 %	KiGa 5 %	Schule 0 %

Baujahr

Baujahr	Anteil
bis 1978	8%
1979-2009	71%
2010-2015	21%

Endenergie [kWh_{EE}/m²_{NFA}]

Brigitta Passage	Endenergie [kWh _{EE} /m ² _{NFA}]
Fernwärme	148
Netzstrom	41

Tabelle 76 Steckbrief Brigitta Passage

212

6.2.1.10 FH Technikum Wien

Für die FH Technikum Wien wurde eine Nutzung von jeweils 50% Schule und Büro angenommen.

FH Technikum Wien	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]	U _{gewichtet} [W/m ² K]	U _w [W/m ² K]
	34.132	2,39	0,32	4,29	0,34	1,04
	Nutzung	Wohnen	Handel	Büro	KiGa	Schule
0 %		0 %	50 %	0 %	50 %	

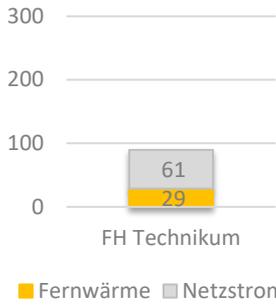
	Baujahr  100%	Endenergie [kWh _{EE} /m ² _{NF} a]
	<ul style="list-style-type: none"> ■ bis 1978 ■ 1979-2009 ■ 2010-2015 	

Tabelle 77 Steckbrief FH Technikum Wien

6.2.1.11 Leithastraße Süd

Über das größte Mikroquartier „Leithastraße Süd“ kann derzeit noch keine Aussage getroffen werden. Die gewählten Gebäudekubaturen ergeben eine Nutzfläche von 51.838 m².

Leithastraße Süd	Nutzfläche [m ²]	GFZ [-]	GRZ [-]	lc [-]
	51.838	2,07	0,34	4,01
Nutzung nicht definiert				

Tabelle 78 Steckbrief Leithastraße Süd

6.2.2 Potentiale Umweltwärme

Im Rahmen des Forschungsprojektes Plus-Energie-Campus wurde das Potential für Umweltwärme im Quartier wie folgt erhoben und die technische Machbarkeit eines Anergienetzes mit geothermischen Sonden exploriert. Die verfügbaren Quartiersflächen für Erdsonden lassen sich dabei folgendermaßen aufteilen:

- **Private Freiflächen:** gute Zugänglichkeit, keine Einschränkungen, ggf. weniger Stakeholder
- **Innenhöfe:** teils schwierige Zugänglichkeit, Einschränkungen bezüglich Größe des Bohrgeräts
- **Straßen, Gehsteige und öffentlicher Raum:** gute Zugänglichkeit, genehmigungsrechtliche Probleme, große Anzahl Stakeholder

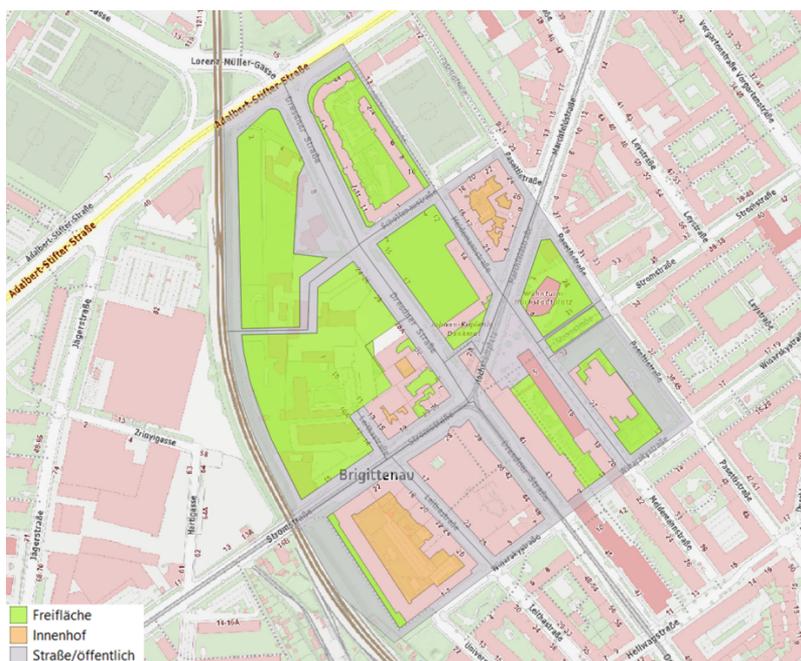


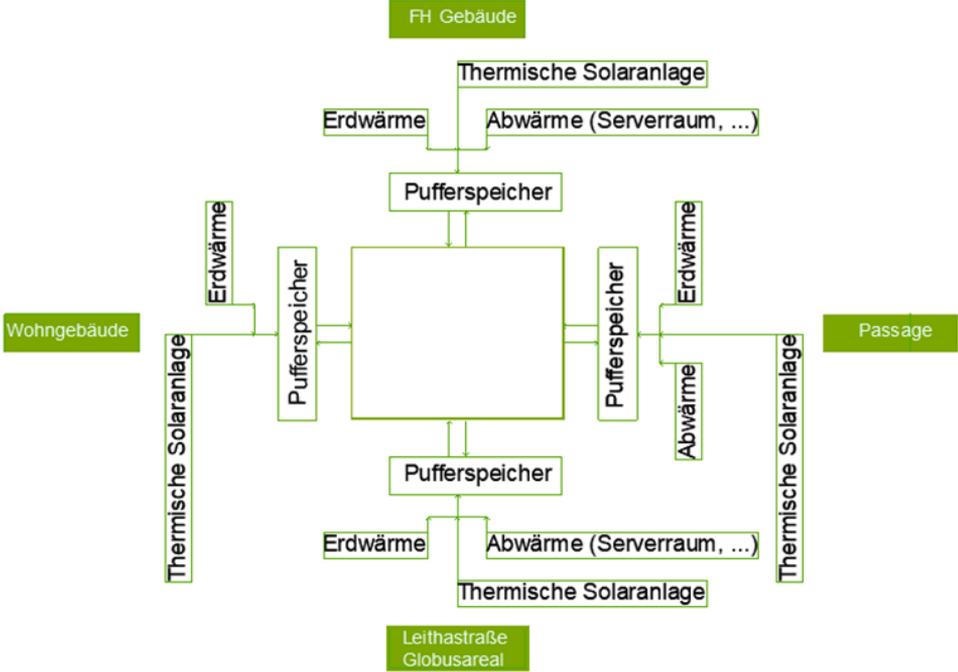
Abbildung 171 Quartiersflächen in Potentialflächen zur Erdwärmenutzung aufgeteilt

In der Erhebung wurden folgende Flächen als geeignet für die Erdwärmenutzung definiert:

Flächen zur Erdwärmenutzung	Freifläche	Innenhof	Straße, Gehsteig und öffentlicher Raum
Bestandsquartier	17.222 m ²	7.766 m ²	46.876 m ²
Gesamtquartier	62.175 m ²	7.766 m ²	71.965 m ²

Tabelle 79 Übersicht über Flächenpotentiale zur Erdwärmenutzung

Tabelle 80 schematische Darstellung eines Anergienetzes im Quartier Höchstädtplatz



6.3 Szenarien

Die Ergebnisse der Szenarioanalyse lassen sich in folgender Grafik der Primärenergiebilanzen PEQ Alpha zusammenfassen. Die Unterschiede zwischen den Szenarien ergeben sich aus der Kombination der Variablen **Sanierungsrate**, **Sanierungsqualität** und **Erneuerbaren-Einsatz**, und sind im Folgenden für die einzelnen Szenarien im Detail beschrieben. In der Darstellung ist die energetische Gutschrift aufgrund der Dichte des Quartiers bereits berücksichtigt – es gilt also erst dann als Plus-Energie-Quartier, wenn die Bilanz positiv ist. Dies ist nur bei einer Kombination aller Potentiale und der bestmöglichen Ausführung der Varianten möglich: Nur mit **hoher Sanierungsrate** im Mittel **auf EnerPHIT-Standard** saniert, bei gleichzeitigem Ausbau von Dach – und **Fassaden-PV** ist der Plus-Energie-Standard im Sinne der Anforderungen unserer Klimaziele 2040 und den dann erwartbaren Anforderungen an Quartiere erfüllt.

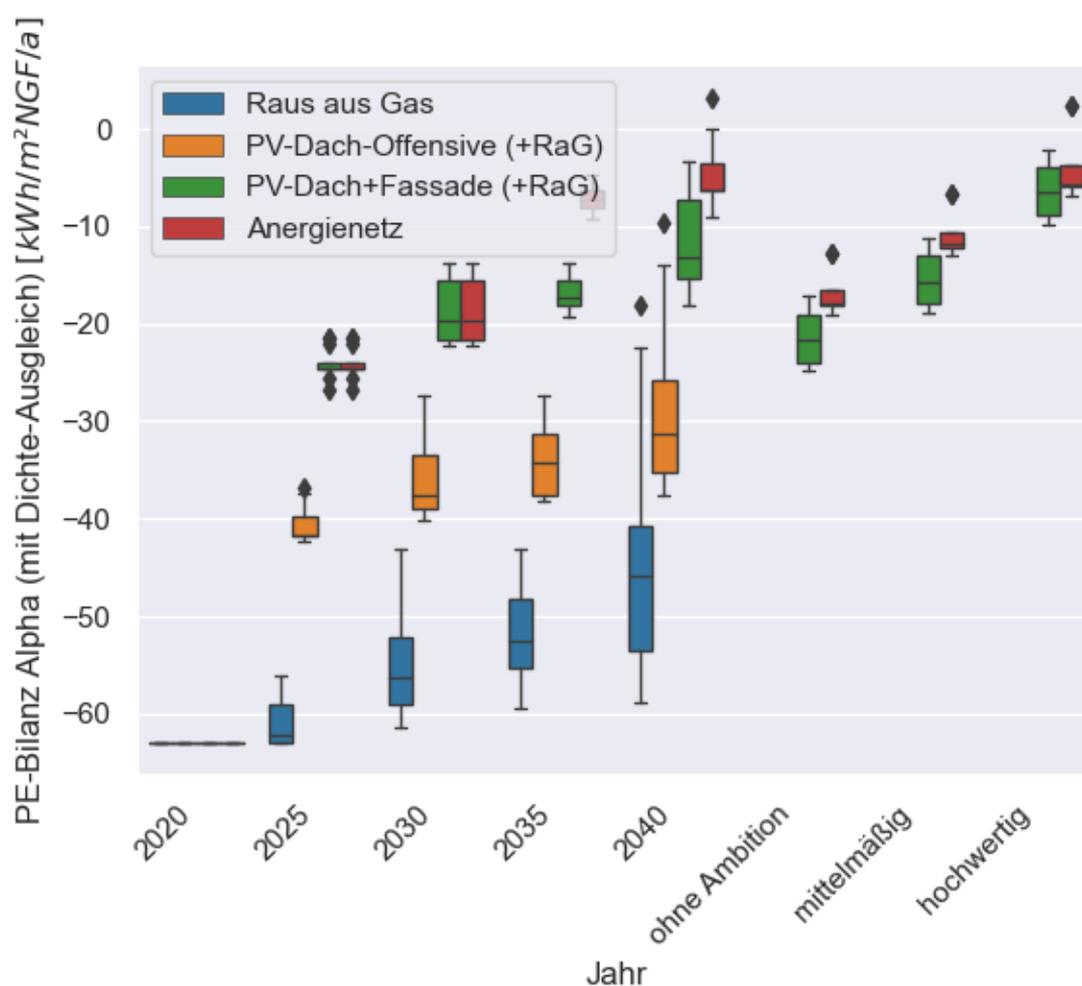


Abbildung 172 PE-Bilanzen der Entwicklungsszenarien in Abhängigkeit der Sanierungsrate, Sanierungsqualität und Ausbau von /Umstieg auf Erneuerbare, die letzten 3 Spalten sind inklusive Neubauten unterschiedlicher Qualität

Der flächendeckende Einsatz eines Anergienetz ist nicht zwingend erforderlich: Auch mit punktueller Nachrüstung der Einzelenergiesysteme bei Sanierungen in Kombination mit dem flächendeckenden Anschluss der übrigen Bestandsgebäude an die Fernwärme ist die positive Primärenergiebilanz erreichbar. Die letzten Einsparungen können beispielsweise durch

zusätzlich Energieflexibilitätsmaßnahmen oder die Einbindung anderer Erneuerbarer wie Abwasser oder Abwärme bereitgestellt werden.

Zielwert der PE-Bilanz und Gutschrift

Aufgrund der hohen Dichte des Quartiers von ca. 3,8 GFZ wird der Primärenergiebilanz eine Gutschrift von 38 kWh/m²NGF auf den Zielwert einer positiven Bilanz angerechnet. Diese Gutschrift ist im Weiteren in den dargestellten Energiebilanzen bereits berücksichtigt.

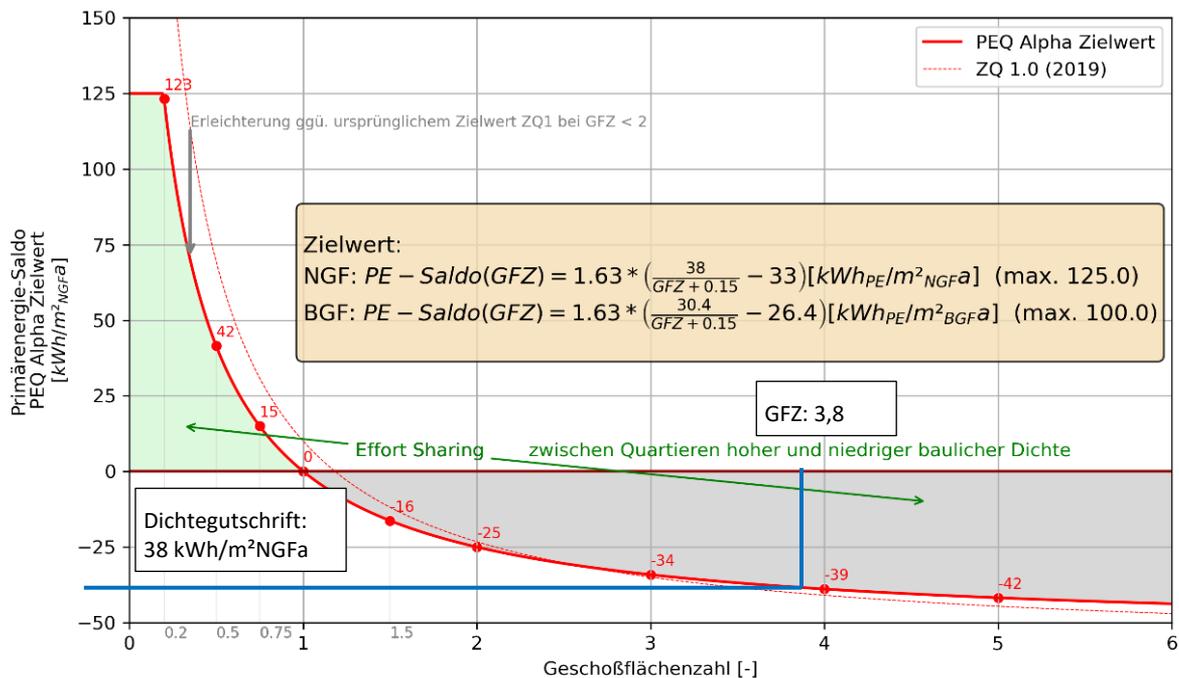


Abbildung 173 Dichteausgleich: Aufgrund der hohen Dichte des Quartiers von ca. 3,8 GFZ wird der Primärenergiebilanz eine Gutschrift von 38 kWh/m²NGF auf den Zielwert einer positiven Bilanz angerechnet.

6.3.1 Nur Sanierungen ohne übergeordneten Trend

Wird rein auf die oben beschriebene Einzelsanierung der Gebäude gesetzt, so ergeben sich insgesamt Reduktionspotentiale von 13% bis 48% bei den definierten Sanierungsraten und energetischen Standards. Selbst bei vorbildlicher Sanierung ist Plusenergiestandard bei weitem nicht erreichbar, wie in folgender Abbildung zu sehen:

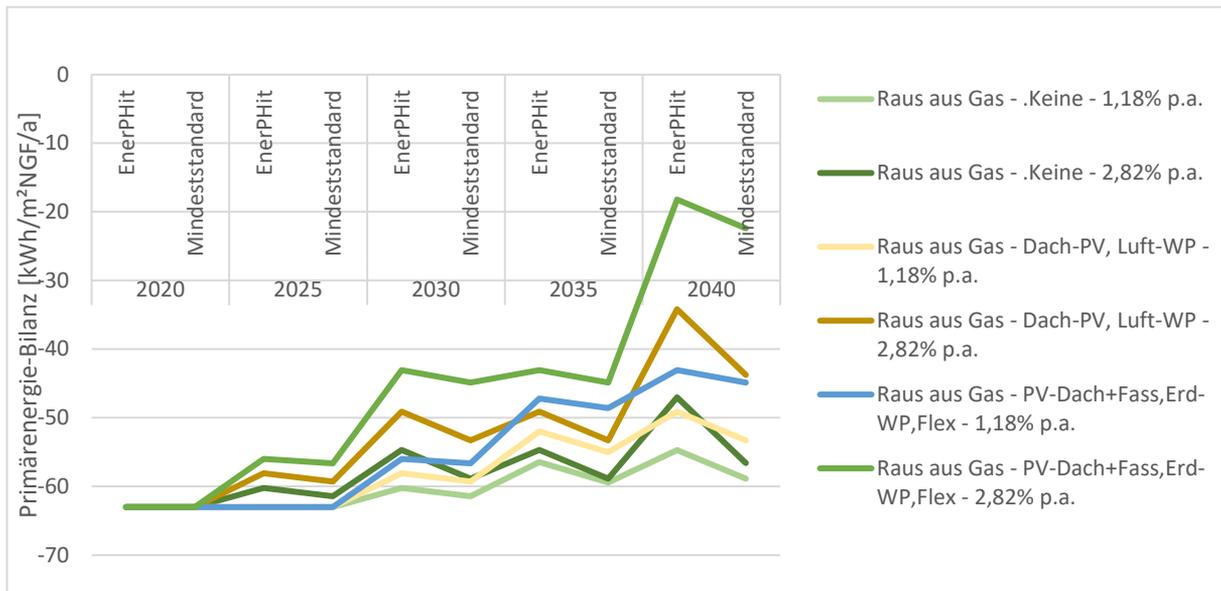


Abbildung 174: Entwicklungsszenarien Primärenergiebedarf im Quartier, Varianten Erneuerbarer sind pro Jahr hintereinander von links nach rechts dargestellt, die Sanierungsqualität in grün (EnerPHIT) und gelb (Konventioneller Mindeststandard), die Sanierungsraten hoch und niedrig sind durch satte und blasse Linien dargestellt

6.3.2 „Raus aus Gas“

Bei diesem Entwicklungsszenario wird das gesamte Quartier mit fiktiven **100% Fernwärmeversorgung** ab 2025 angenommen. Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über die relative Effektivität und Sensitivität der untersuchten Variablen der Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe). Zielwert für den Plus-Energiestandard wäre ein Wert größer Null, der hier in jedem Fall außer Reichweite liegt:

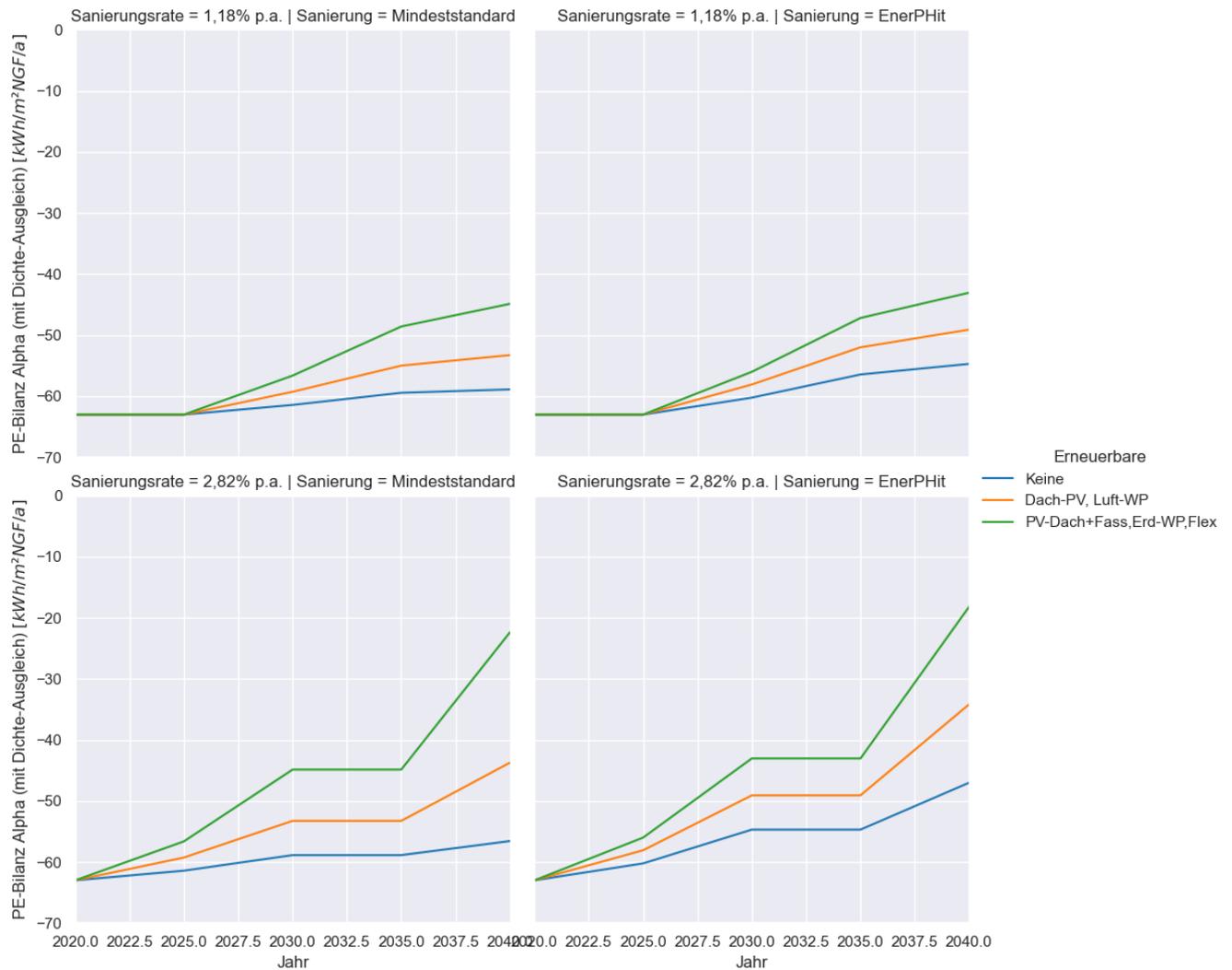


Abbildung 175 Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)

6.3.3 „PV-Dach-Offensive“

Für dieses Szenario wurden für die Mikroquartiere jeweils eigene PV-Modelle simuliert, die im Anhang dargestellt sind. Die erwarteten Erträge dieser Anlagen lassen sich wie folgt quantifizieren:

Tabelle 81 Übersicht PV-Belegung Dächer im Quartier

Übersicht Dach	Modulfläche [m ²]	Ertrag [MWh/a]	BGF [m ²]	Effizienz der Anlage		Größe der Anlage	
				kWh/m ² _{Modulfläche}	kWh/kWp	kWh/m ² _{BGF}	kWp/100m ² _{BGF}
Blockrand 1	1.802	268	14.146	148	742	18,9	2,5
Blockrand 2	3.659	583	39.555	159	797	14,7	1,8
Blockrand 3	2.191	318	21.498	145	725	14,8	2,0
Blockrand 4	2.677	414	23.803	155	774	17,4	2,2
Brigitta Passage	3.460	523	40.139	151	755	13,0	1,7
FH Technikum	3.293	512	42.665	156	778	12,0	1,5
Seniorenresidenz	897	144	14.201	161	803	10,1	1,3
Wohnturm	487	76	23.942	156	781	3,2	0,4
Globusareal	3.034	468	29.642	154	771	16	2,0
Leithastraße Nord	2.309	365	21.720	158	791	17	2,1
Leithastraße Süd	5.686	877	64.798	154	771	14	1,8
Szenario 2020	18.466	2.838	219.949	154	769	12,9	1,7
Szenario 2022	21.500	3.306	249.591	154	769	13,2	1,7
Szenario 2026	23.809	3.672	271.311	154	771	13,5	1,8
Szenario 2030	29.496	4.549	336.109	154	771	13,5	1,8

Die folgende Darstellung gibt einen Überblick über die relative Effektivität und Sensitivität der untersuchten Variablen der Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe). Die Variante „Keine“ ist hier weitgehend hinfällig, da alle Gebäude mit Dach-PV ausgestattet werden, auch solche, die in ihrer Sanierung eigentlich keine vorgenommen hätten. Zielwert für den Plus-Energiestandard ist ein Wert größer Null, der hier in nur im ambitioniertesten Fall mit hoher Sanierungsrate auf EnerPHit Standard in eine Reichweite von 10kWh/m²a rückt, die unter Umständen mit zusätzlichen Maßnahmen in Richtung Energieflexibilität und der Nutzung zusätzlicher Erneuerbarer Energiequellen wie Abwassernutzung oder andere Abwärme im Quartier erreichbar scheint.

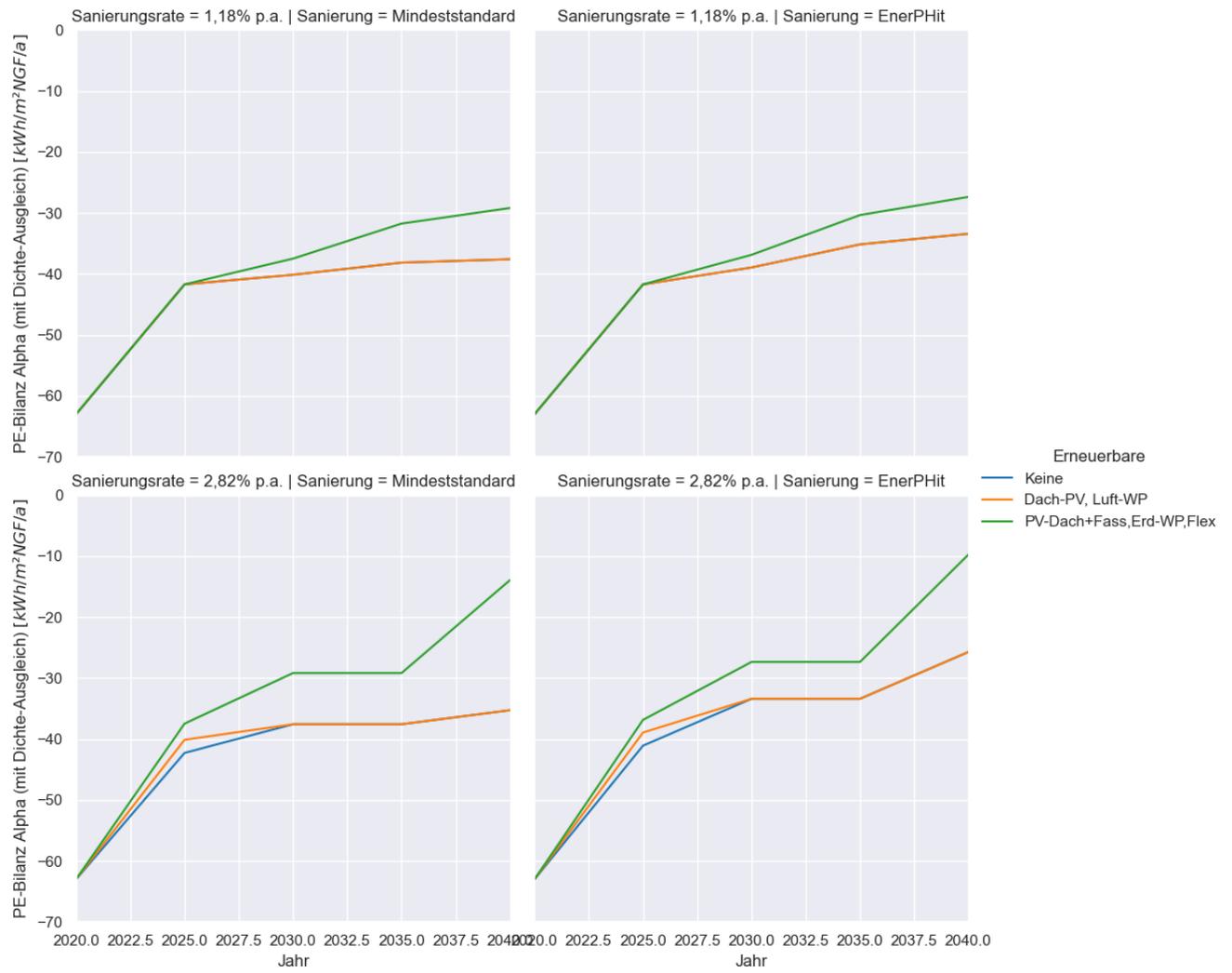


Abbildung 176: Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)

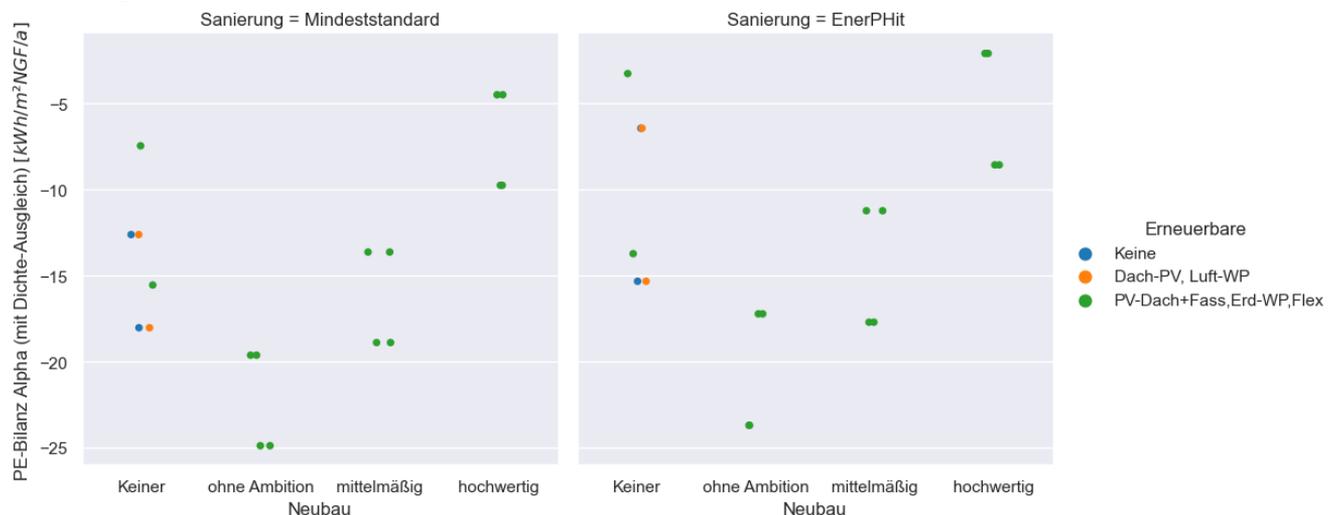
6.3.4 Szenario PV-Dach+Fassade-Offensive

Analog zum vorangegangenen Szenario wird aufbauend auf „Raus aus Gas“ ab 2025 jedes Dach und jede Fassade mit PV belegt. Annahme für die Modellierung war ein Mindestwert der jährlichen Einstrahlung auf die Fassadefläche von 500 kWh/m²a. Die erwarteten Erträge dieser Anlagen lassen sich wie folgt quantifizieren:

Tabelle 82 Übersicht PV-Belegung Dach und Fassade

Übersicht Dach+Fassade	Modulfläche [m ²]	Ertrag [MWh/a]	BGF [m ²]	Effizienz der Anlage		Größe der Anlage	
				kWh/m ² _{Modulfläche}	kWh/kWp	kWh/m ² _{BGF}	kWp/100m ² _{BGF}
Blockrand 1	3.500	468	14.146	134	668	33,1	4,9
Blockrand 2	7.223	982	39.555	136	680	24,8	3,7
Blockrand 3	4.287	529	21.498	123	617	24,6	4,0
Blockrand 4	7.677	992	23.803	129	646	41,7	6,5
Brigitta Passage	5.535	763	40.139	138	689	19,0	2,8
FH Technikum	5.528	748	42.665	135	677	17,5	2,6
Seniorenresidenz	1.175	175	14.201	149	744	12,3	1,7
Wohnturm	3.721	457	23.942	123	613	19,1	3,1
Globusareal	5.236	703	29.642	134	672	24	3,5
Leithastraße Nord	6.548	790	21.720	121	603	36	6,0
Leithastraße Süd	12.044	1.578	64.798	131	655	24	3,7
Szenario 2020	38.646	5.114	219.949	132	662	23,2	3,5
Szenario 2022	43.881	5.817	249.591	133	663	23,3	3,5
Szenario 2026	50.429	6.607	271.311	131	655	24,4	3,7
Szenario 2030	62.473	8.185	336.109	131	655	24,4	3,7174

Die Primärenergiebetrachtung macht deutlich, dass in diesem Szenario die Unterschiede der Sanierungsraten und Qualitäten in den Hintergrund treten, da der quartiersweite PV-Ausbau den dominierenden Faktor darstellt. Hier kommen alle Varianten bereits in einen Bereich von mindestens -20 kWh/m²a unter den Zielwert von Null, insbesondere bei höherer Sanierungsqualität.



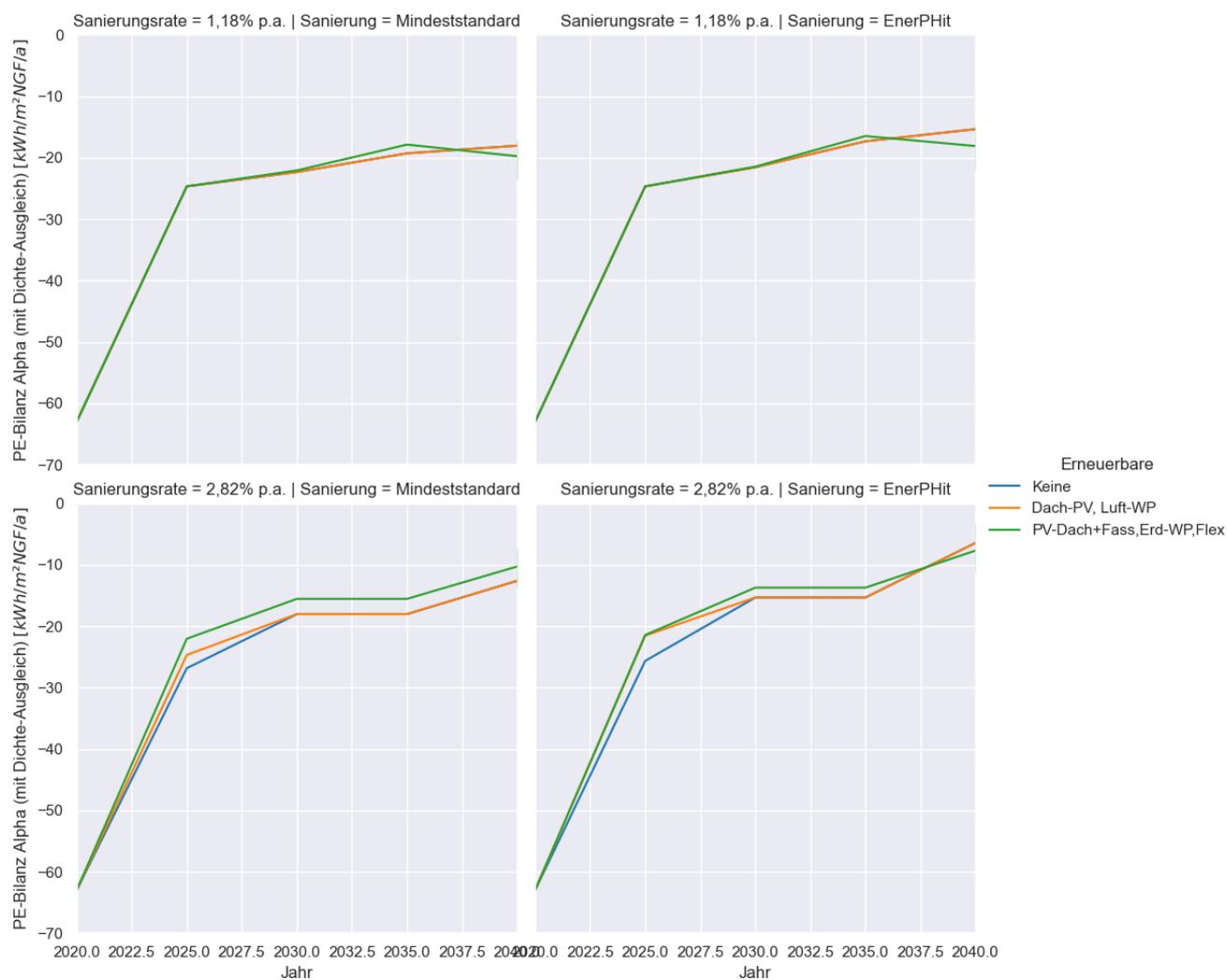


Abbildung 177: Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)

6.3.5 Erweiterung durch Neubau

Aufbauend auf „Raus aus Gas“ und „Dach+Fassade“, was beeinflussen unterschiedliche Qualitäten im Neubau aufs Quartier bezogen.

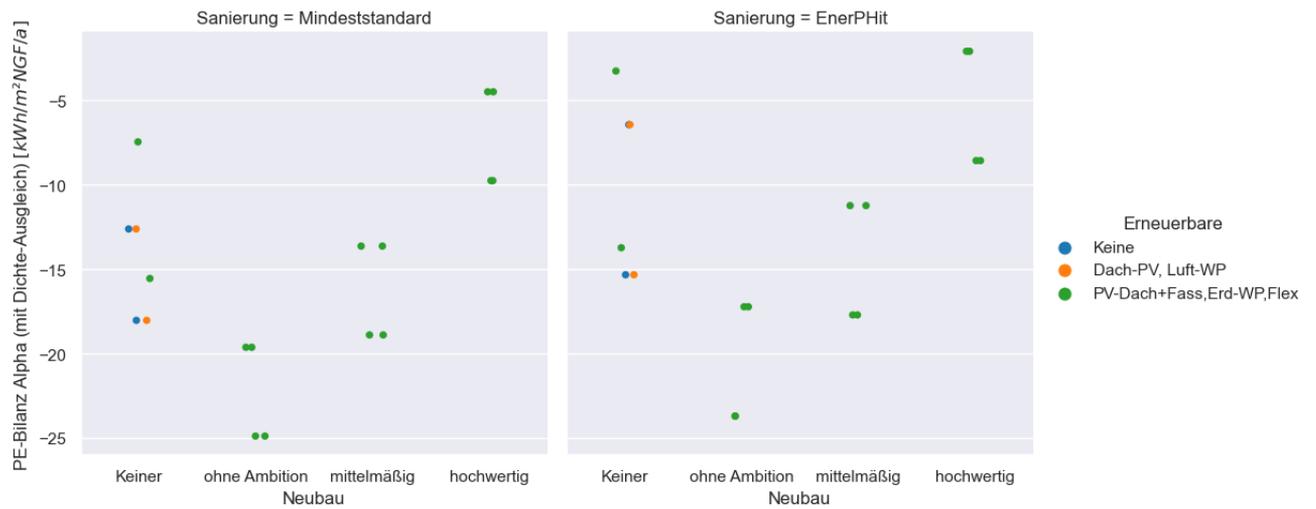


Abbildung 178: Entwicklungsszenarien mit Neubau 2040

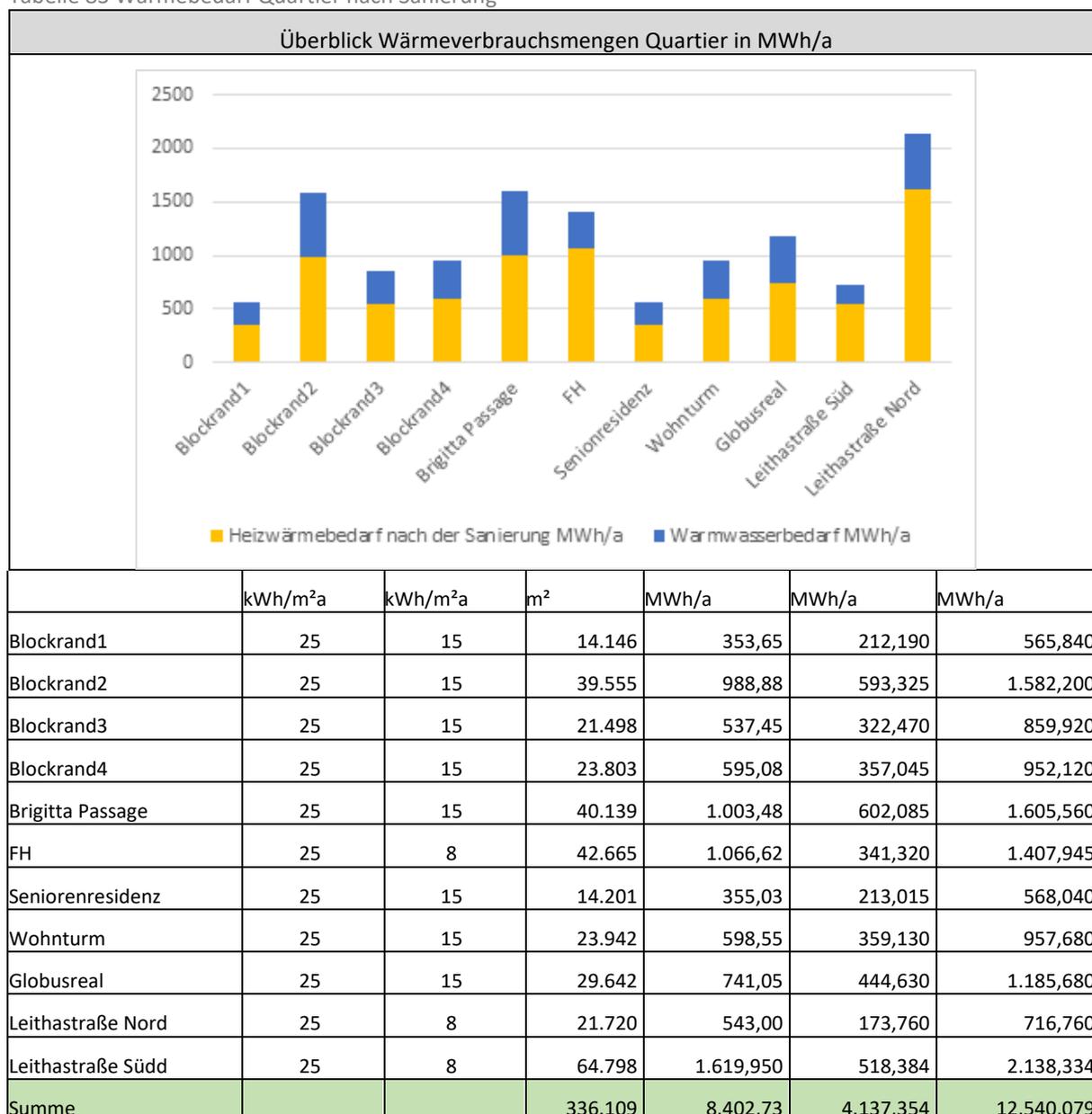
6.3.6 Szenario Anergienetz

Aufbauend auf „Raus aus Gas“ und „Dach+Fassade“ ab 2035 alle Gebäude über Wärmepumpen (über Anergienetz versorgt), wobei allerdings keine Verbesserung der Effizienz des Wärmeabgabesystems berücksichtigt wurden. Diese sind im Weiteren zu detaillieren. Im ersten Schritt wurde ermittelt, ob das Erdwärmepotential im Quartier zur Abdeckung der Wärme- (inkl. Warmwasser-)bedarfe ausreicht:

Ermittlung der Verbrauchsdaten

Sämtliche Wärmeverbrauchsmengen der gegenständlichen Gebäude wurden auf Basis der Bruttogeschoßfläche mit Heizwärme- und Warmwasserbedarfskennzahlen ermittelt und sind in der untenstehenden Abbildung und Tabelle dargestellt. Diese Werte sind in weiterer Folge die Basis für die Systemkonzeption.

Tabelle 83 Wärmebedarf Quartier nach Sanierung



Analyse der geothermischen Nutzungsmöglichkeiten

Die Analyse der freien und potentiell in Frage kommenden Flächen für Tiefensonden ist in der untenstehenden Abbildung dargestellt. Hierbei wurde ein erforderlicher Platz von 64 m²/Sonde angesetzt. Aus den resultierenden Sondenanzahlen und einer durchschnittlichen Entzugsleistung von 45 W/tfm ergeben sich aus den Sondenfeldern die jeweilige Jahreswärmeentzugsleistungen.



Abbildung 179 nicht bebaute Flächen im Quartier (Quelle Flächenwidmungsplan Wien <https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/>)

Tabelle 84 Freiflächen und mögliche Sondenanzahl im Quartier

1 zwischen Höchstädtplatz und Wohnturm

2 zwischen Dresdenstraße und Adalbert Straße: 2: 24

3 zwischen Stromstraße und Leithastraße

4 Innenhof

5 Innenhof neben Sportplatz

6 Stromstrasse

Verfügbarer Platz in m ²	Mögliche Sonden Stk-
24.500	383
24.409	381
4.648	73
6.888	108
5.547	87
4.797	75
70.789	1.106

Generell kann bei der Konzeption von Niedertemperaturnetzen festgehalten werden, dass sowohl gemischte Nutzungen als auch verschiedene Energiequellen von Vorteil sind. Die Ansätze hier sollen Geothermiesysteme in Verbindung mit Wärmepumpen als Basis mit verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten mit anderen Energieerzeugern verfolgen. Diese werden in den folgenden Szenarien aufgelistet.

- Szenario 1) Wärmepumpe (Sole-Wasser) + Geothermienetz+ PV+ Speicher
- Szenario 2) Wärmepumpe (Luft-Wasser) + PV+ Speicher
- Szenario 3) Wärmepumpe (Sole-Wasser) + Geothermienetz + PVT+ Speicher
- Szenario 4) Wärmepumpe (Sole-Wasser) + Geothermienetz + Abwärme von Geschäften +PVT+ Speicher
- Szenario 5) Wärmepumpe (Sole-Wasser) + Geothermie netz + Abwärme von EDV FH(Serverraum)+PV+ Speicher

Anlagenplanung

Die untenstehende Abbildung zeigt anhand des Quartierbeispiels einen ersten schematischen Entwurf der Energieversorgung über ein Anergienetz. Je nach Bereich sind die möglichen Energiequellen, die zur Netzversorgung möglich scheinen, eingetragen. Generell ist auf die Berücksichtigung und Abstimmung der verschiedenen Bereiche einzugehen. Dies sind unter anderem:

- Raumplanung
- Kosten
- Ressourcen
- Regelung
- Optimierung der Betrieb der Erzeuger und Speicher
- Umwelt

Bei der Anwendung eines Wärmepumpen-Pooling-Systems ist eine Reduktion der Wärmeerzeugungskosten gegenüber einem Baseline Szenario möglich. Energiekonzepte mit PV+Geothermie+Wärmepumpe+Speicher fehlerhafter Planung und Ausführung führen zu niedrigeren Nutzungsgraden der WP als in der Praxis möglich wären.

Die Länge der Tiefensonden ist im Normalfall 80 bis 150 tfm. In den Betrachtungen wurden jeweils 130 tfm angesetzt.

Vergleich von Einflussfaktoren

Die mögliche Belastung einer Erdwärmesonde hängt in erster Linie vom Untergrund und von der Bohrtiefe ab. Einige tiefe Erdwärmesonden ergeben eine bessere Jahresarbeitszahl der Wärmepumpenanlage als mehrere weniger tiefe Erdwärmesonden bei gleicher Totallänge. Ebenso ist die geografische Lage (Mittelland / Bergregion) des Gebäudes zu berücksichtigen.

Tiefenbohrung und Einbau

Die Bohrungen werden im Bereich von 60 bis über 300 m Tiefe mit einem Durchmesser von ca. 115 mm bis 178 mm ausgeführt (je nach Tiefe und Bohrungsart). Die eingebauten Sondenrohre müssen mit der Bohrwand in gutem, wärmeleitfähigem Kontakt stehen (siehe

Wegleitung für die Wärmenutzung mit geschlossenen Erdwärmesonden des BUWAL 1994 / überarbeitete Ausgabe ab ca. Ende 2007 erhältlich). Eine vollständige und lückenlose Hinterfüllung kann nur mit einer Fülltechnik von unten nach oben erreicht werden. Eine Hinterfüllung (Injektion) von oben hinterlässt immer Hohlräume (Lufteinschlüsse). Obwohl auch andere Materialien einen wärmeleitfähigen Kontakt garantieren können, kommen für die geforderte Fülltechnik nur flüssige Füllstoffe (z.B. Zement/Bentonit oder ähnliche Suspensionen) in Frage. Erdwärmesonden mit schlechtem Bodenkontakt erbringen die erwartete Entzugsleistung nicht. Die Wärmequellentemperatur kann somit relativ rasch absinken und die erforderliche Heizleistung der Wärmepumpe wird nicht mehr erreicht.

Die untenstehende Tabelle zeigt die Berechnung der möglichen Jahreswärmeenergie, die aus der Geothermie in das Netz eingespeist werden kann.

Tabelle 85 potentielle Wärmeenergieleistung durch Geothermie im Quartier

Verfügbare Platz	mögliche Sonden- anzahl	Tiefensonden	Sonden- länge	Sonden Leistung	COP	WP Leistung	Betriebsstunden (Winter Volllaststunden)	Energieertrag WP
m ²	Stück	W/tfm	tfm	kW		kW	h/winter	MWh/a
24544	384	40	130	1994	4	2659	1800	4786
24409	381	40	130	1983	4	2644	1800	4760
4648	73	40	130	378	4	504	1800	906
6888	108	40	130	560	4	746	1800	1343
5547	87	40	130	451	4	601	1800	1082
4797	75	40	130	390	4	520	1800	935
Summe	1107			5755		7674		13812

Aus den ermittelten Eignungsflächen und den Kennzahlen nach AnergieUrban ergibt sich ein Erdwärmepotential von 13.812 MWh/a für das gesamte Quartier. Die untenstehende Abbildung zeigt das erhobene Erdwärmepotential für das Quartier am Höchstädtplatz auf Grundstücksfläche gerechnet

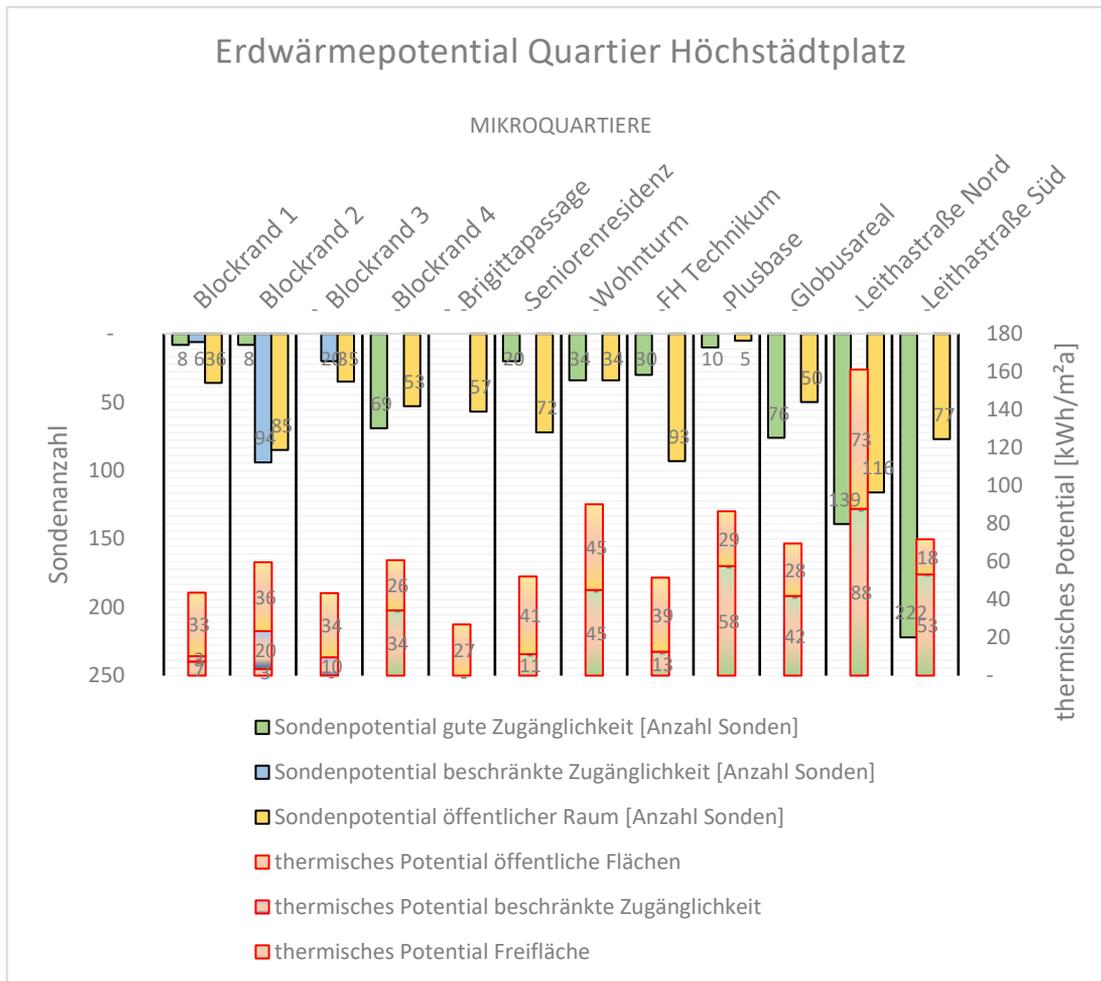


Abbildung 180: Erdwärmepotentialabschätzung Mikroquartiere Höchstädtplatz (Flächenverfügbarkeit Sonden „Tabelle1“)

Daraufhin wurde überprüft, ob für das Quartier eine Tiefensondenanlage als Energiequelle geeignet ist. Aus den vorhandenen Bruttogeschoßflächen wurde mit einem beispielhaften Heizwärmebedarf von $25\text{kWh/m}^2\text{a}$ und einer durchschnittlichen Volllaststundenanzahl von 1.800h für jedes Gebäude die erforderliche Heizleistung ermittelt.

Unter der Annahme einer Entzugsleistung mit 40 W/tfm und einer Sondenlänge von 130 m Tiefenmeter pro Sonde. Die Sondenleistung von 5,2 kW ergibt unter Berücksichtigung des COP für jedes Gebäude die erforderliche Sondenanzahl.

Somit kann gesagt werden, dass am Standort des Quartieres bei so vielen bereits bestehenden Gebäuden und den Platzgegebenheiten für Tiefensonden dieses Energiebereitstellungssystem als alleinige Energiequelle **theoretisch** für Heizung und Warmwasser umgesetzt werden kann.

In Bezug auf ein Anergienetz, welches aus Tiefensonden/Wärmepumpensystemen, Abwärmenutzung Wäscherei und/oder Abwärmenutzung Spar gespeist werden soll, müssen

im weiteren Projektverlauf die über die Geothermiebereiche zusätzlich erforderlichen weiteren Wärmequellen im Detail geprüft werden.

Ergebnisse:

- Es ist im Quartierbereich ausreichend an Platz zur Geothermienutzung vorhanden
- Die Möglichkeiten der **Leitungsführungen** des Anergienetzes sind gesondert zu erarbeiten
- Weitere Wärmequellenpotentiale sind zu ermitteln, falls die ermittelten Flächen nicht im angenommenen Maße nutzbar sind.
- Die tatsächlichen Abwärmepotentiale sind zu ermitteln

Die untenstehende Tabelle zeigt die Abschätzungen des Platzbedarfes für Tiefensonden zur Bereitstellung von Heizenergie und Warmwasser für eine Bruttogeschosfläche von 336.109 m² (inkl. Neubau). Um den gesamten Wärmebedarf zu decken, sind freie Flächen von rd. 69.000 m² notwendig.

Auf Basis der Kalkulation der vorhandenen Freiflächen (siehe Tabelle 84) wären Freiflächen von 70.800 m² für Tiefensonden verfügbar.

Tabelle 86 Dimensionierung Tiefensonden, Annahmen: Volllast Winter 1800 h, HWB =25 kWh/m²p.a, WW 15kWh/m²_{NGF} p.a. Distanz zwischen Tiefensonden 8 m, Sondendurchmesser 25 cm, Raumheizung und Warmwasserbereitung, BO/W35 : Soletemperatur 0°C / Vorlauftemperatur 35°C

	HWB nach sanierung	WW	BGF	HWB+WW	Betriebsstunden Winter (Volllaststunden)	Leistung	Tiefen- sonden	Sonden- länge	Sonden- leistung	COP	Sonden- anzahl	Platz- bedarf
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	m ²	MWh/a	h/winter	kW	W/tfm	tfm	kW/Sonde	BO/W35	Stück	m ²
Blockrand1	25	15	14146	566	1800	314	40	130	5	4	45	2902
Blockrand2	25	15	39555	1582	1800	879	40	130	5	4	127	8114
Blockrand3	25	15	21498	860	1800	478	40	130	5	4	69	4410
Blockrand4	25	15	23803	952	1800	529	40	130	5	4	76	4883
Brigitta Passage	25	15	40139	1606	1800	892	40	130	5	4	129	8234
FH	25	15	42665	1707	1800	948	40	130	5	4	137	8752
Senionresidenz	25	15	14201	568	1800	316	40	130	5	4	46	2913
Wohnturm	25	15	23942	958	1800	532	40	130	5	4	77	4911
Globusreal	25	15	29642	1186	1800	659	40	130	5	4	95	6080
Leithastraße Nord	25	15	21720	869	1800	483	40	130	5	4	70	4455
Leithastraße Süd	25	15	64798	2592	1800	1440	40	130	5	4	208	13292
Summe			336109	13444		7469					1077	68945

Energiebilanz

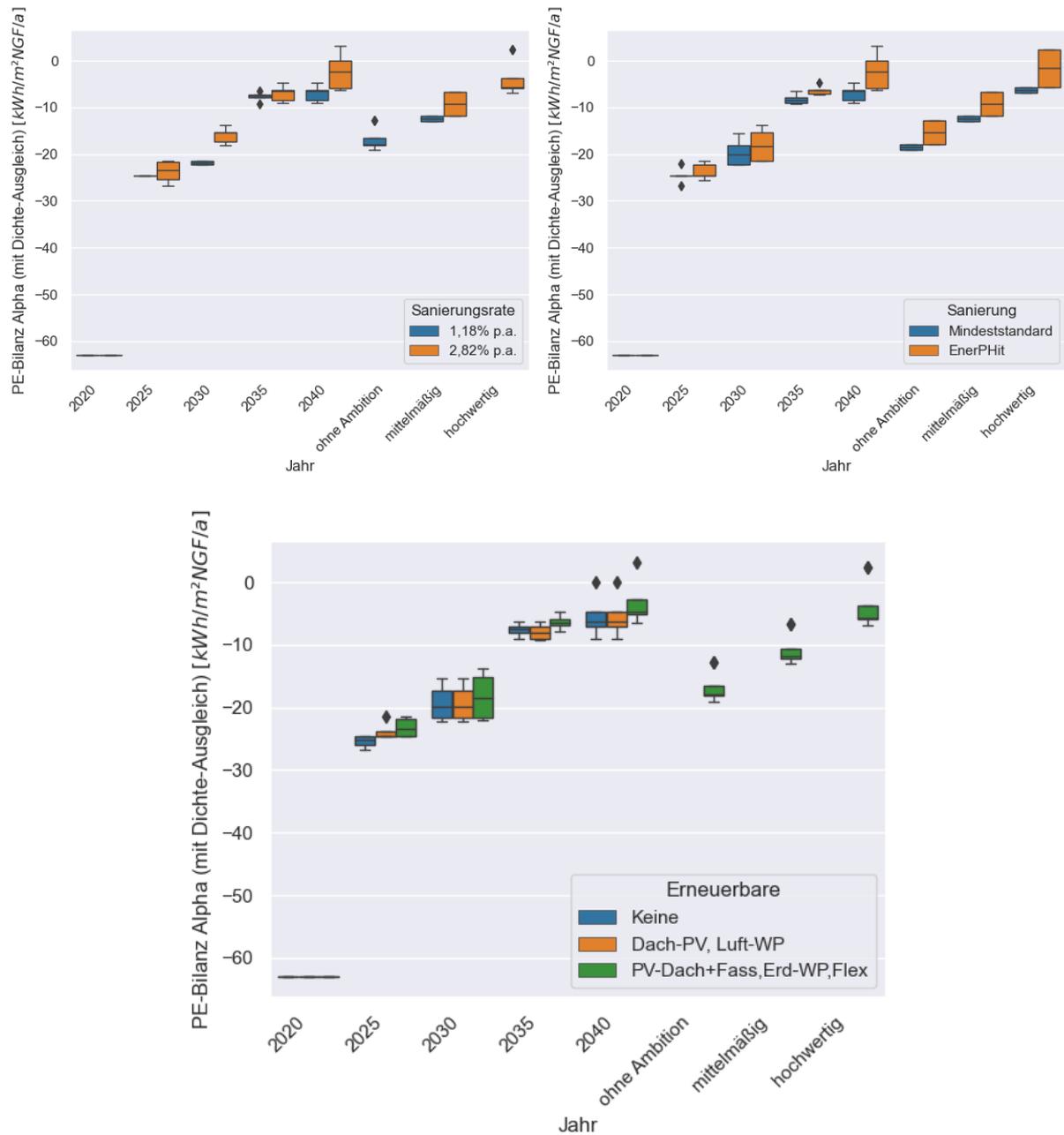


Abbildung 181: Entwicklung des Quartiers mit einem gemeinsamen Anergienetz ab 2035, oben aufgeteilt nach Sanierungsraten (links) und Sanierungsstandards (rechts), sowie unten nach Verwendung von Erneuerbaren in den Sanierungen: Diese werden im Szenario aber dadurch überschattet, dass das gesamte Quartier, auch die Sanierungen ein Anergienetz mit Wärmepumpen und PV in Dach und Fassade verwendet. Die Unterschiede der „Erneuerbaren“ Sanierung kommen hier nur noch durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieflexibilität zustande.

Der Vergleich der Varianten zeigt, dass nur eine Kombination aus folgenden Maßnahmen und übergeordneten Entwicklungen den Zielwert eines Plusenergiequartiers im Betrieb laut der ZQ Definition erreicht:

1. Hohe Sanierungsrate von ca. 2,8 p.a. der Bestandsgebäude auf einen hohen Standard (EnerPHit)
2. Wenn Neubau, dann nur hochwertig auf einen vergleichbaren Standard
3. Das ganze Quartier muss großflächig PV sowohl in Dach als auch Fassade im Ausmaß von insgesamt ca. 24 kWh/m²BGF bzw. 3,5 kWp/100m²BGF einsetzen

Die Endenergiebedarfe der Mikroquartiere (Anergienetz) sind in folgender Grafik dargestellt.

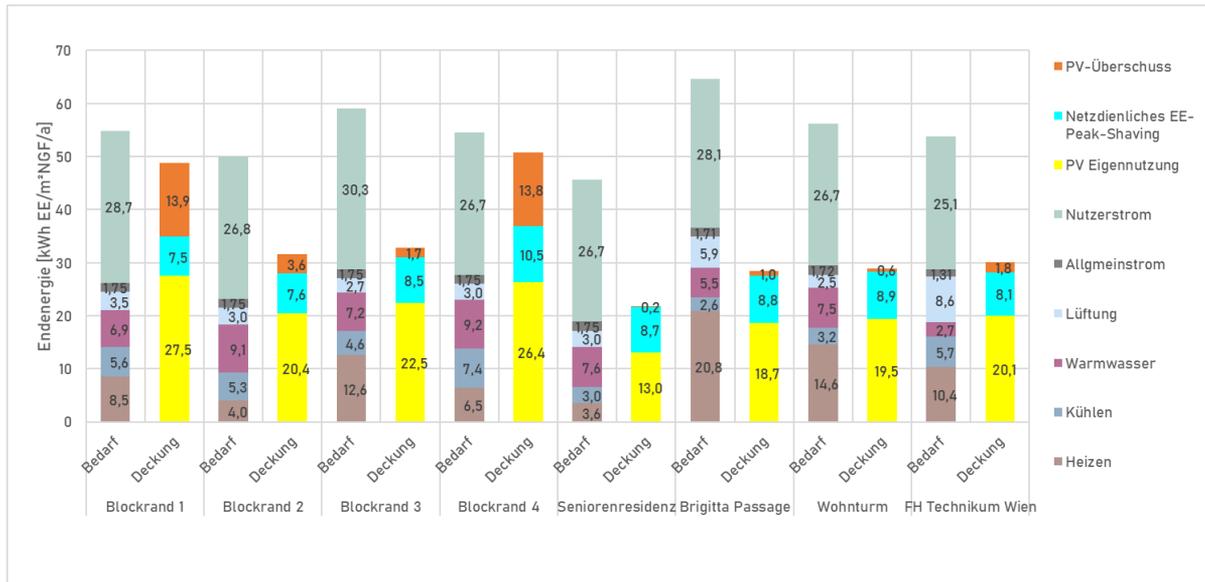


Abbildung 182: Endenergiebedarfe der Anergienetzvariante je Mikroquartier

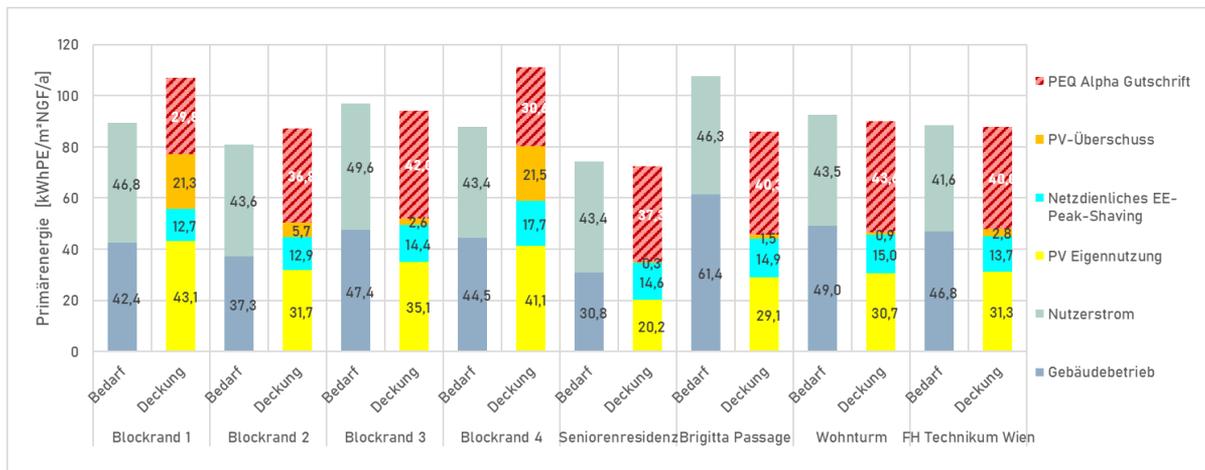


Abbildung 183: Primärenergie Anergienetzvariante je Mikroquartier

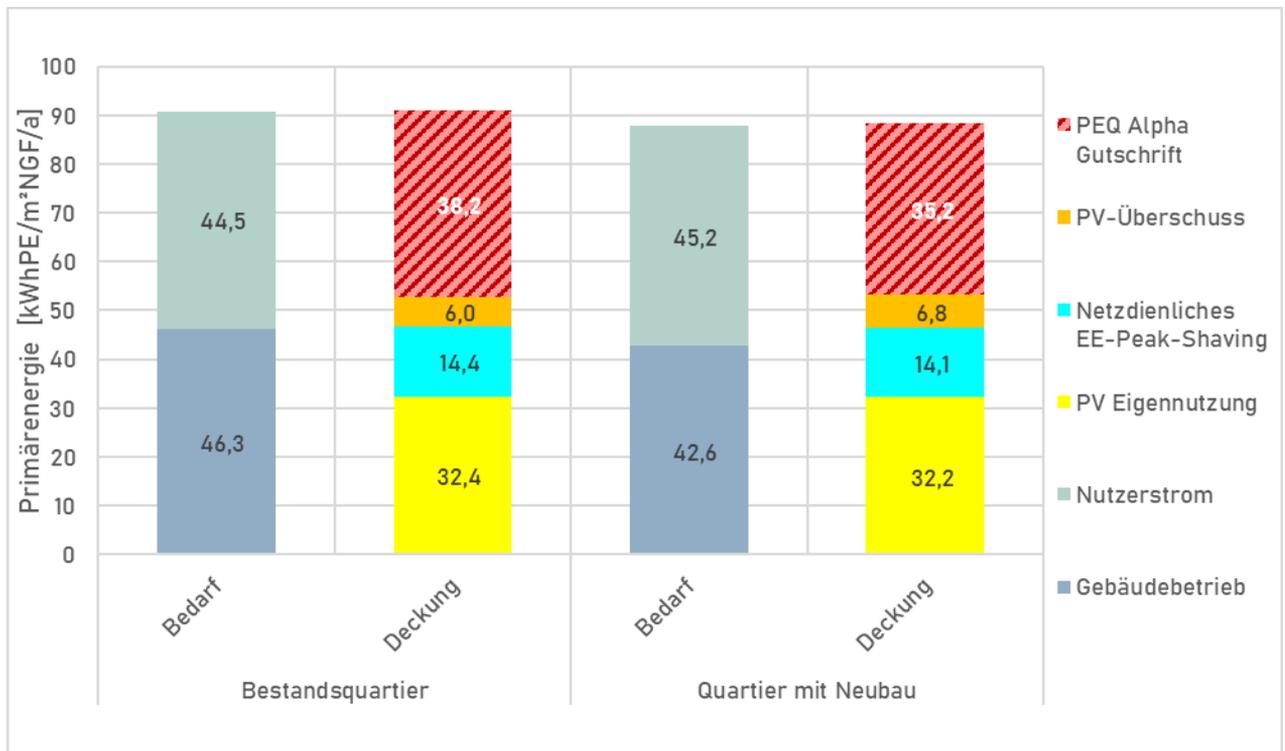


Abbildung 184: Vergleich Primärenergie Bestandsquartier vs. Erweiterung (Anergienetzvarianten)

6.3.7 Lebenszykluskosten Energiekonzept Quartier

Im folgenden Abschnitt werden die abgeschätzten Lebenszykluskosten der Maßnahmen des Quartier-Energiekonzeptes verglichen. Auch diese Berechnungen erfolgen als Differenzkosten-Rechnungen. Mögliche öffentliche Förderungen für energetische Maßnahmen wurden nicht berücksichtigt, da die Entwicklung der Förderlandschaft für den Umsetzungszeitraum nicht vorhersehbar ist. Als Ausgangsvariante dient der erhobene Bestand – als Vergleichsvariante die Plusenergie-Sanierung (Effizienz C, Erneuerbare 2 und Anergienetz).

Die folgenden Abbildungen zeigen einen Überblick der Lebenszykluskosten pro Mikroquartier im Betrachtungszeitraum von 50 Jahren (analog ökologischer Bewertung) und 30 Jahren (analog den üblichen wirtschaftlichen Betrachtungen).

Danach werden die Kosten der einzelnen Maßnahmenpakete mit jenen der Effizienz-Variante B (OIB) und Erneuerbaren-Variante 1 (PV Dachbelegung und Luftwärmepumpe) verglichen.

Im 50jährigen Betrachtungszeitraum werden die Kosten für die Sanierung in allen Mikroquartieren durch Energieeffizienz und günstigere Erneuerbare Energiequellen ausgeglichen. Blockrand 1 und Blockrand 3 weisen derzeit die höchsten Bedarfe an Heizwärme auf, dem entsprechend ist hier auch das Einsparungspotential an Fernwärme am Höchsten.

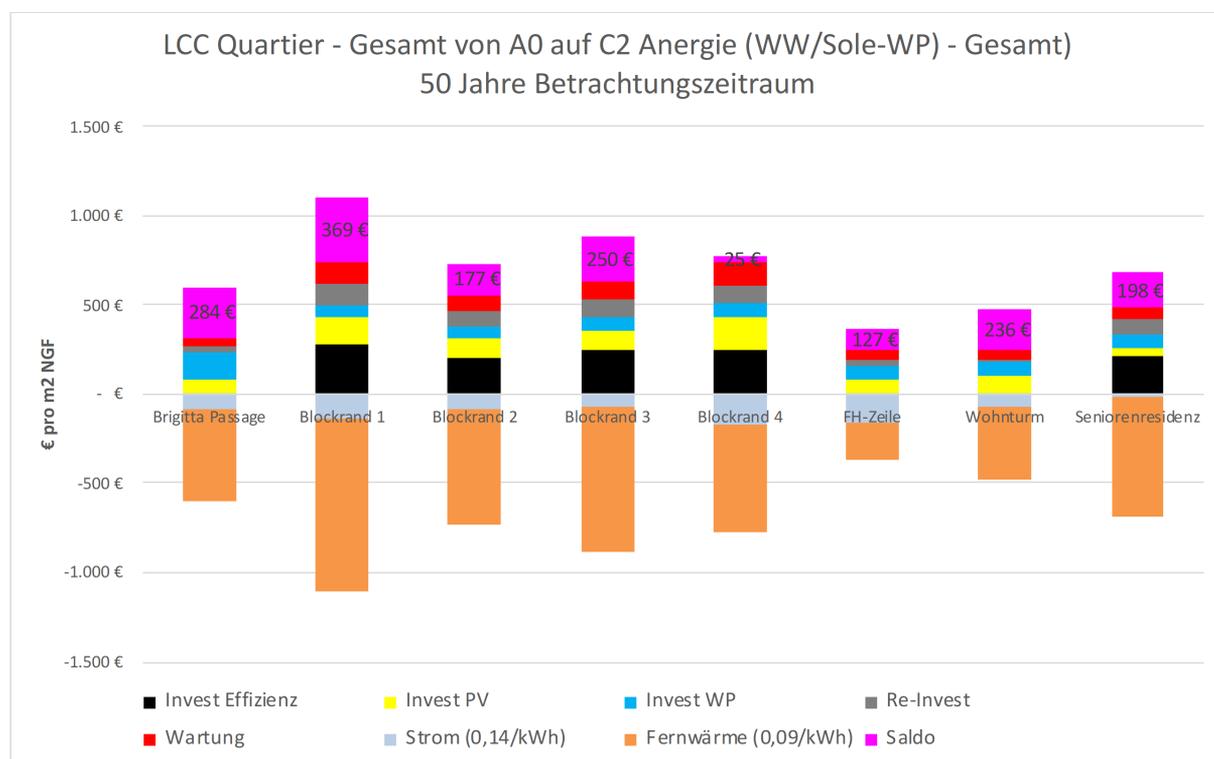


Abbildung 185 Überblick Lebenszykluskosten der Mikroquartiere im 50jährigen Betrachtungszeitraum

Im 30jährigen Betrachtungszeitraum zeigt sich, dass in fast allen Mikroquartieren bereits nach 30 Jahren die Einsparungen durch Energieeffizienz und Erneuerbare Energien höher liegen als die Investitions-, Instandsetzungs- und Instandhaltungskosten zur Umsetzung des Energiekonzeptes. Lediglich im „Blockrand 4“ liegt der Saldo noch im Minus. Mit € 108,-/m²_{NGF} in 30 Jahren entspricht dies Mehrkosten von € 3,5 /m²_{NGF} pro Jahr.

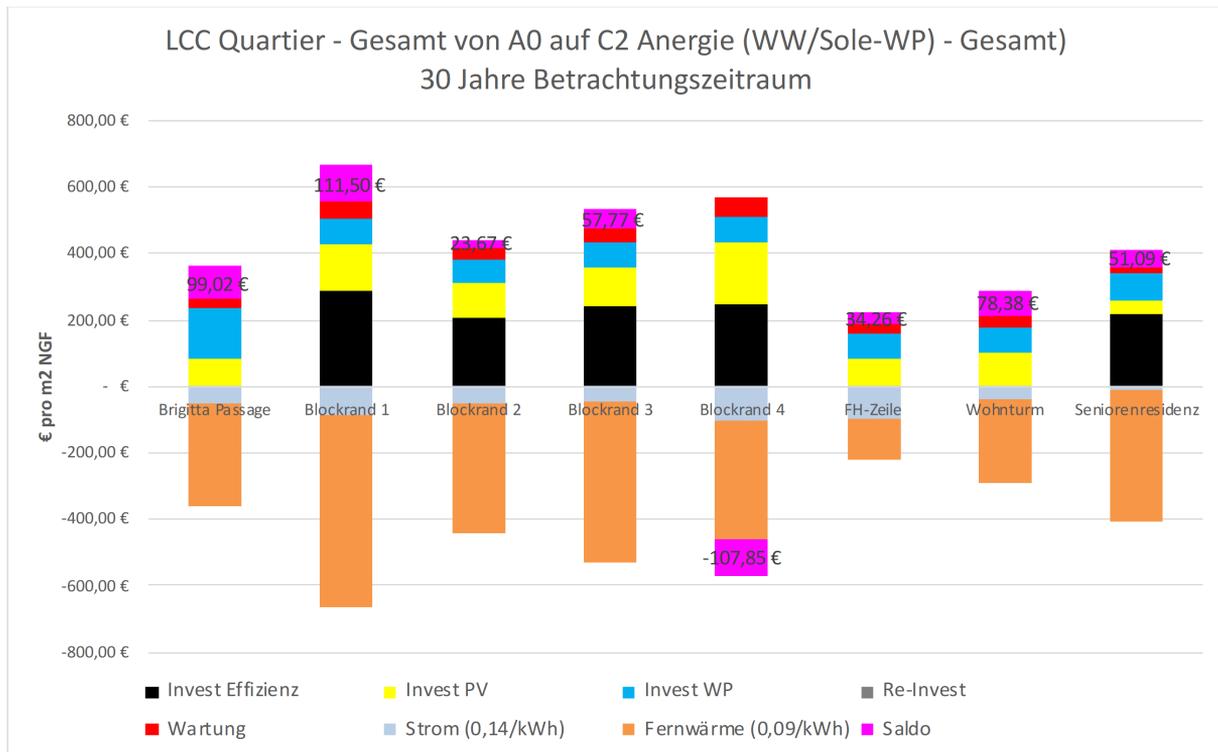


Abbildung 186 Überblick LCC Quartier - Gesamt Maßnahmen von A0 auf C2 (Anergie) - gesamt im 30jährigen Betrachtungszeitraum

Den Lebenszykluskosten für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmenpakete wurden die jeweils dadurch erzielten Energieeinsparungsmaßnahmen gegenübergestellt. In der untenstehenden Übersicht zeigt sich, dass Gebäudesanierung und Lüftung in allen Mikroquartieren einen positiven Saldo durch die erzielten Einsparungen an Heizkosten nach 50 Jahren aufweisen. Die Ausstattung mit PV auf Dächern und Fassaden wird sogar in der 30jährigen Betrachtung in allen Mikroquartieren durch die Reduktion der Stromkosten aufgewogen. Die Umstellung auf Wärmepumpen und Anergienetz weist nicht in allen Mikroquartieren einen positiven Saldo auf. Der Beitrag dieser Maßnahmen zur Erhöhung der Flexibilität des Wärmeverbrauchs und damit verbunden einer höheren Effizienz der PV-Belegung durch mehr Eigenverbrauch wurde nicht extra erfasst.

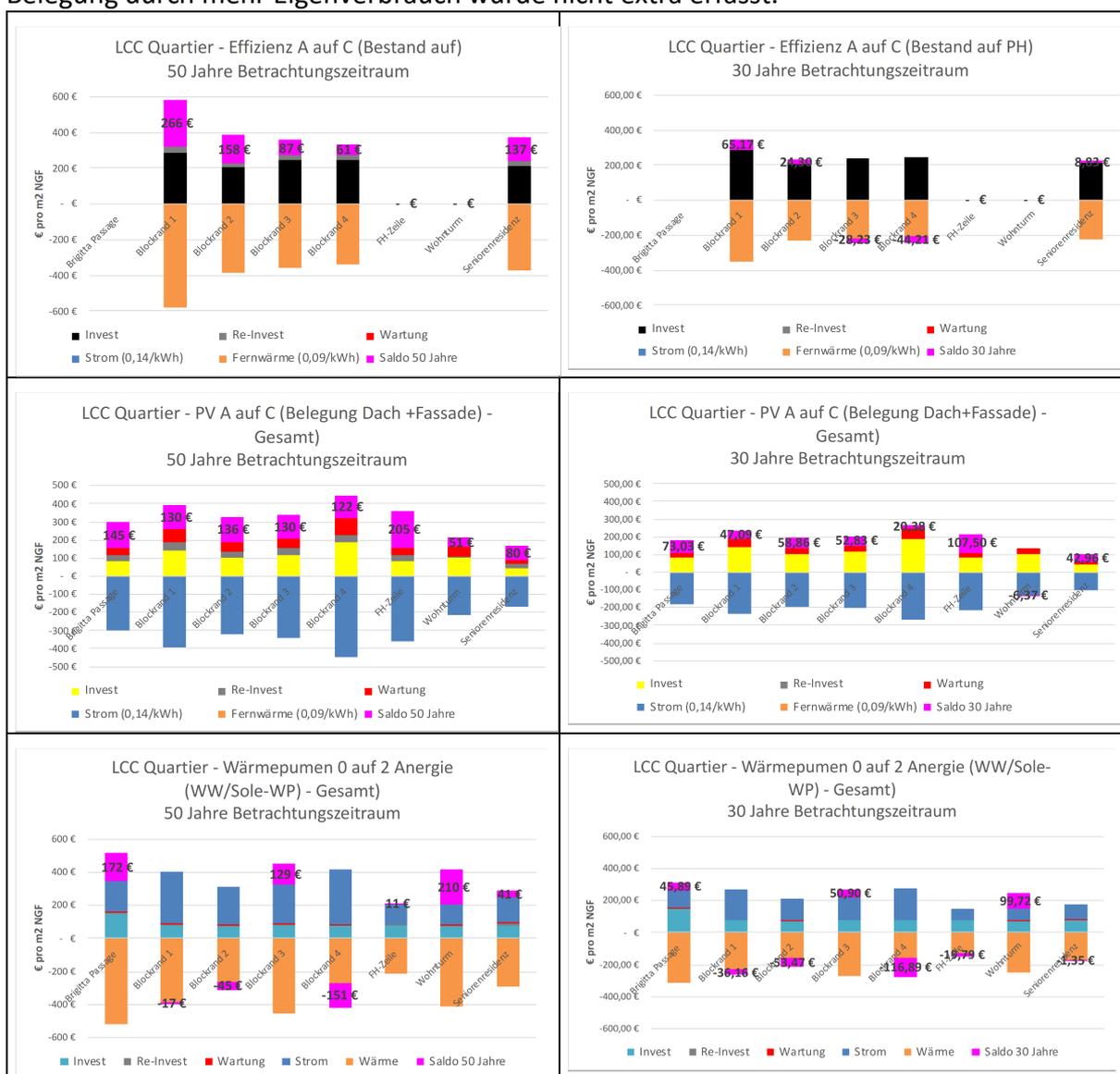


Abbildung 187 Überblick Lebenszykluskosten auf 30 und 50 Jahre - nach Maßnahmen: Effizienz, PV-Belegung, Wärmepumpe

Vergleicht man die Maßnahmen der Gebäudesanierung (Hülle und Lüftung) zur Erreichung des PEQ-Standards mit den Kosten für eine billigere Sanierung auf OIB-Standard zeigt sich, dass Sparsamkeit hier ein falscher Ansatz wäre. Rund ein Drittel des Einsparungspotentials würde dadurch nicht genutzt.

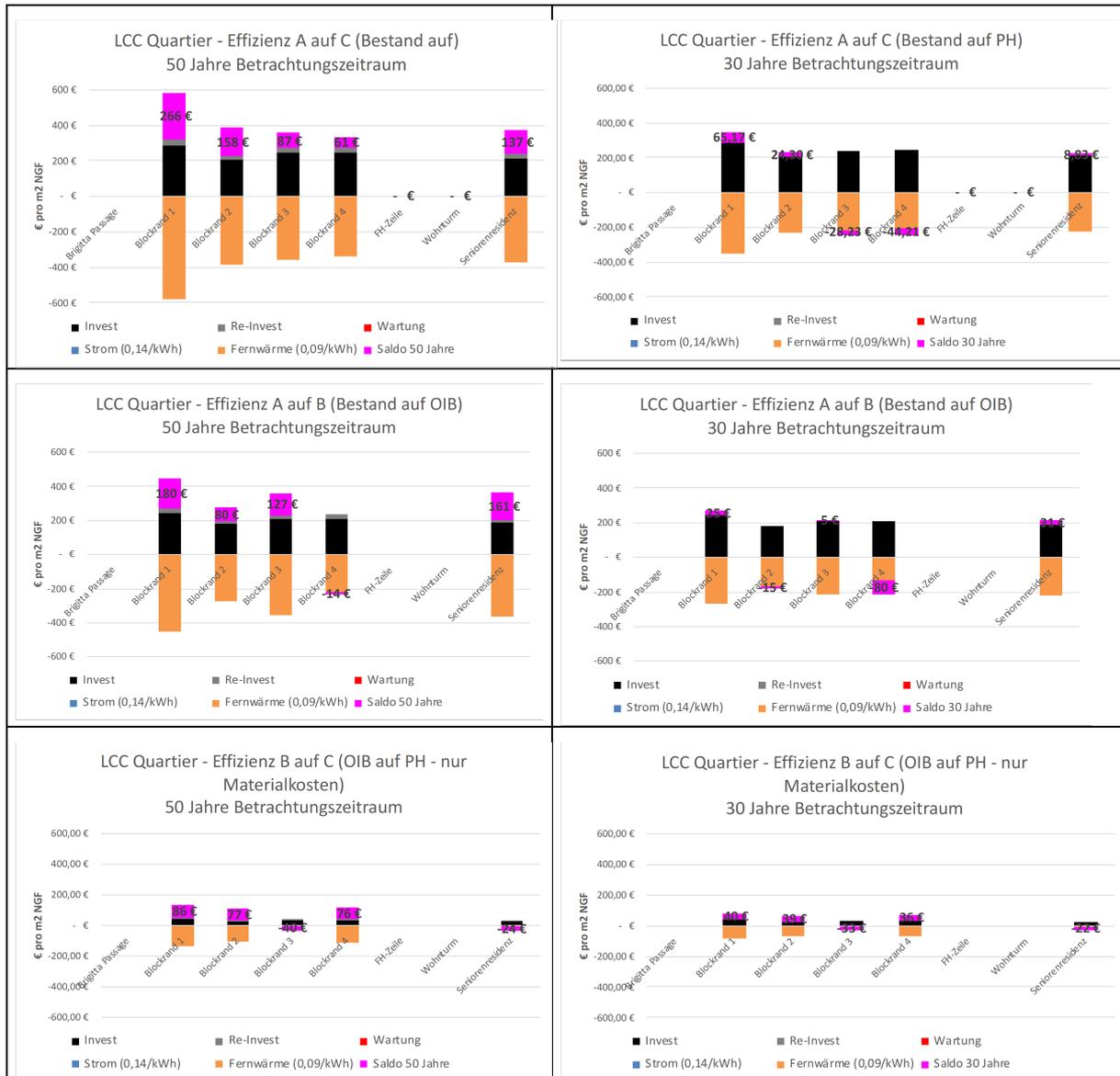


Abbildung 188 Überblick LCC Quartier auf 30 und 50 Jahre - Effizienz in Abstufung

Auch bei der PV-Belegung zeigt sich, dass die Variante „nur Dach“ gegenüber einer Belegung der Gebäude auf Dächern und Fassaden auch im 30jährigen Betrachtungszeitraum höhere positive Saldi mit sich bringt.

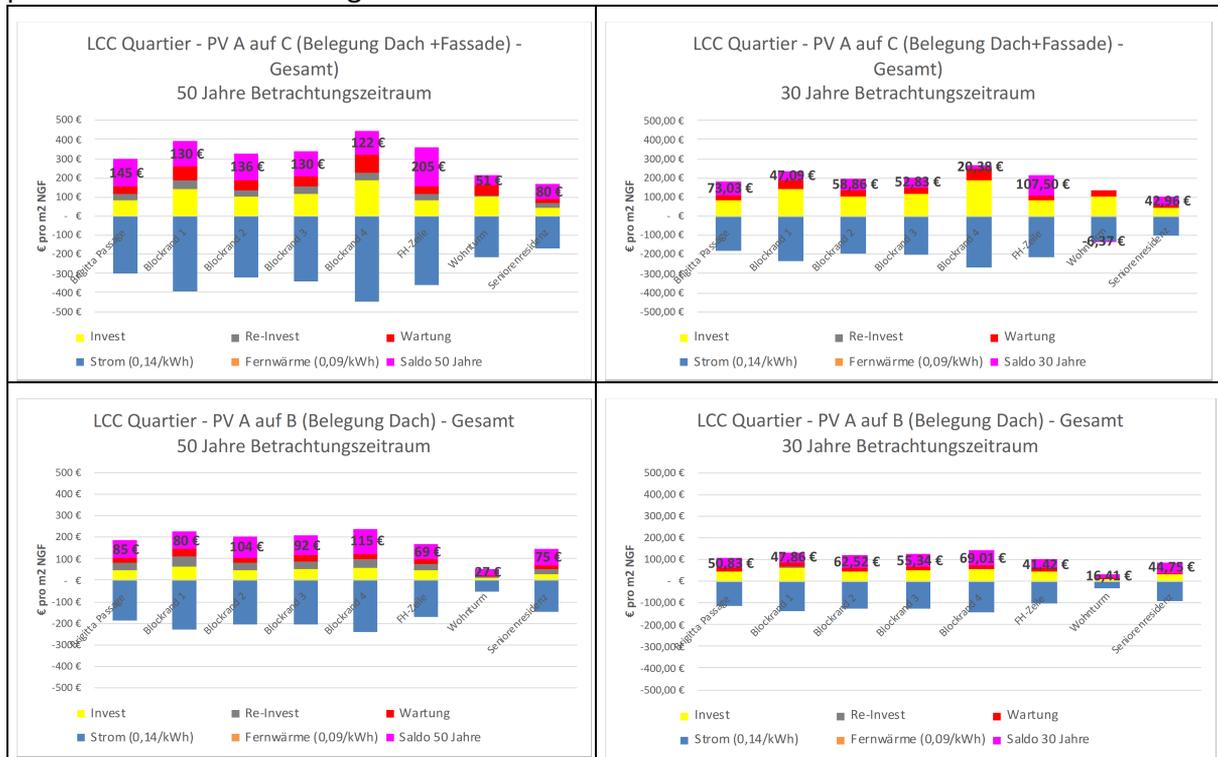


Abbildung 189 Vergleich der Maßnahme PV-Belegung Variante B (nur Dach) und C (Fassade und Dach)

Im Vergleich der beiden Varianten der Wärmepumpen-Nutzung, weist die Luftwärmepumpe rascher höhere positive Saldi auf, als die Umstellung auf Erdwärmepumpe und Anergienetz.

Förderungen sind in diesen Berechnungen nicht eingerechnet – die Grafiken zeigen aber, dass die Motivation zur Flexibilisierung der Verbräuche durch Erdwärmepumpe und Anergienetz sicherlich auch finanzieller Anreize bedarf



Abbildung 190 Lebenszykluskosten Quartier - Maßnahme Wärmepumpe/Anergienetz - Vergleich Luftwärmepumpen

6.4 Mobilität im Quartier

6.4.1 Bestehendes Mobilitätsangebot im Quartier

6.4.1.1 Öffentlicher Verkehr

Wie in der untenstehenden Abbildung ersichtlich, ist das Quartier sehr gut an den Öffentlichen Verkehr angebunden.

Neben den beiden Straßenbahn-Haltestellen direkt am Höchstädtplatz (Linien 2,5,30,31,33) ist der Standort auch durch die Schnellverbindungen U6 (Station Dresdner Straße, 5 min Fußweg) und Schnellbahn (Station Handelskai, 10 min Fußweg) fußläufig erreichbar.

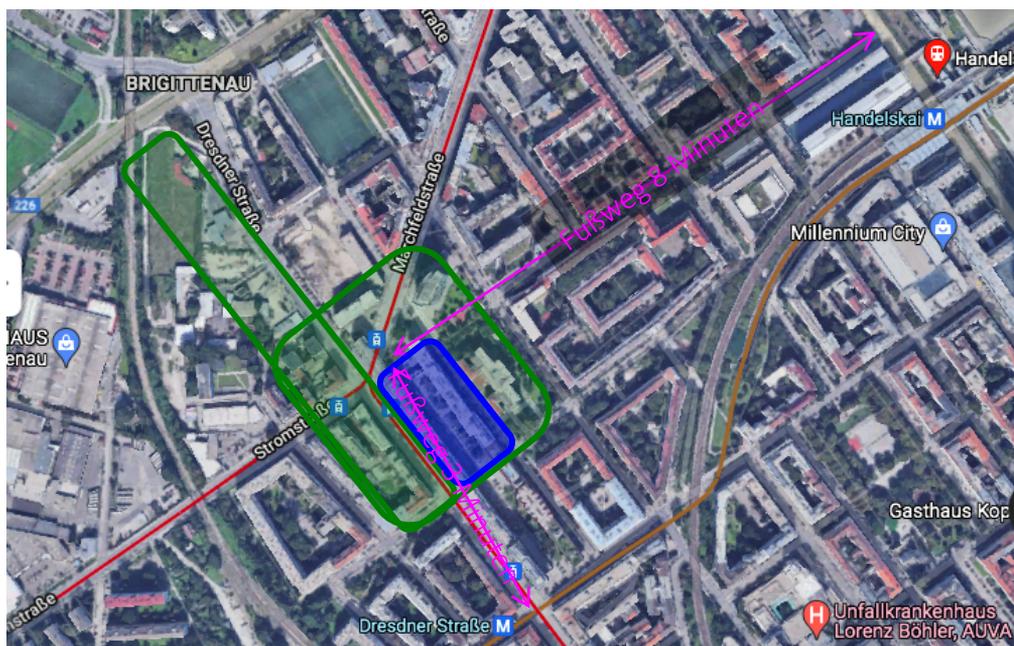


Abbildung 191 Anbindung des Quartiers an den Öffentlichen Verkehr

Potential zur Verbesserung:

Potential zur Verbesserung der öffentlichen Anbindung findet sich insbesondere in der (weiteren) Attraktivierung der fußläufigen Verbindungen zu den Haltestellen. Living Lab-Elemente könnten diese fußläufigen Verbindungen abwechslungsreicher gestalten, Beschattung durch Begrünung (ev. auch Überdachung) würden die Wegequalität heben und damit auch einen Anreiz zum Umstieg vom Motorisierten Individualverkehr auf den Öffentlichen Verkehr mit sich bringen.

Eine Quantifizierung dieses Effekts ist realistisch nicht möglich.

6.4.1.2 Radverkehr

Die untenstehende Abbildung zeigt einen Überblick über das Radverkehrsangebot im Quartier:

Radwege: Das Quartier ist auf sicheren Radwegen erreichbar – Verbesserungsmöglichkeiten im Netz werden insbesondere im Bereich der Stromstraße gesehen.

Rad-Abstellplätze: Die Anzahl der Radabstellplätze im Quartier ist leider beschränkt – im direkten Umfeld des Campus sind nur wenige vorhanden. vorhanden (ggü Straßenbahnhaltestelle 18 Stellplätze, Höchstädtplatz 5 16 Abstellplätze).

Gesicherte Abstellmöglichkeiten: Eine Radbox findet sich bei der – Citybikestation Hellwagstraße

Radverleih: Die nächste Citybikestation findet sich in einer Entfernung von 500 m (5 min Gehweg), eine Grätzelradstation ist ca 8 min Gehweg entfernt.

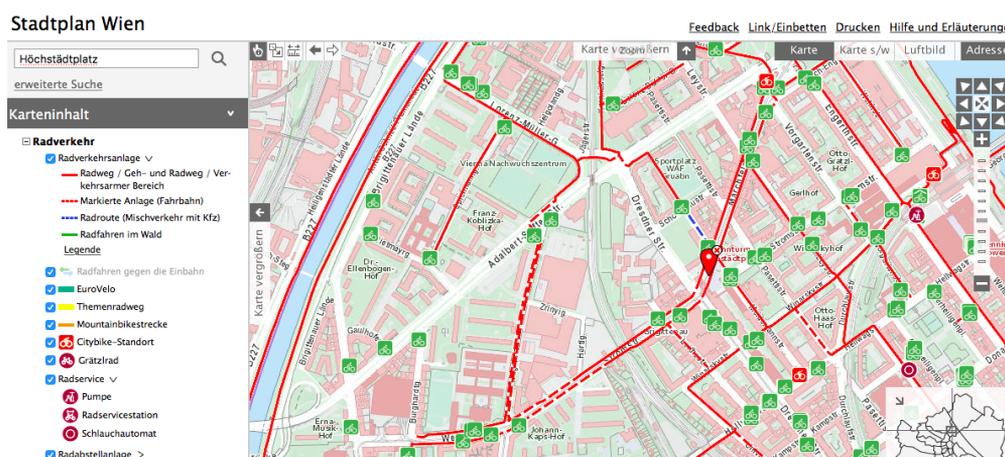


Abbildung 192 Radverkehrs-Angebot im Quartier (Quelle Stadtplan Wien - wien.gv.at)

6.4.1.3 Motorisierter Individualverkehr

Erreichbarkeit: Das Quartier ist über die A22 Donau-Uferautobahn an das übergeordnete Straßennetz angebunden. Die Abfahrt Floridsdorfer Brücke ist 5 km entfernt und weist eine hohe Verkehrsbelastung im Pendlerverkehr auf. Die Dresdnerstraße stellt eine wichtige innerstädtische Verbindung zur Nordbahnstraße und damit zum angrenzenden 2. Bezirk dar.

Carsharing: Fixe Station MO.Point Bruno Marek
Allee <https://www.mopoint.at/brunomarekallee/>

Parkgaragen: BC 20 – Dresdner Str. 43-44 (415 Stellplätze), APCOA Dresdnerstr. 24 (82 Stellplätze) und Parkgarage Millenniumscity

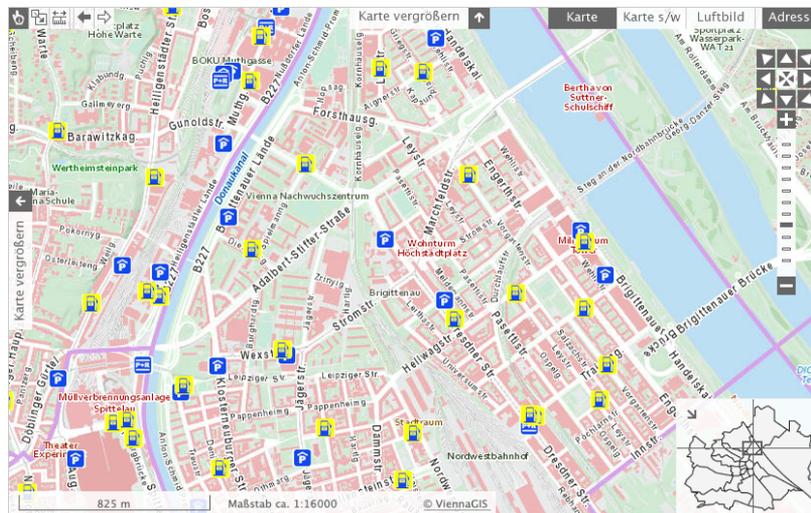


Abbildung 193 Überblick Parkgaragen und E-Tankstellen im Quartier - Plan: Wien.gv.at

6.4.2 Mobilitätskennzahlen

Annahmen Modal Split im Quartier:

Zur Berechnung des Energiebedarfs und CO₂-Emissionen aus dem Quartier wurden die Verkehrsleistungen aus den Kennzahlen der Schriftenreihe „Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen (Urban Area Parameters)“⁴⁶ abgeleitet.

Die Urban Area Parameters weisen für das Quartier in Wien Brigittenau (Regionstyp 91) eine hervorragende Erschließung mit öffentlichem Verkehr im großstädtischen Bereich aus. In dieser Region wird jeder/m EinwohnerIn eine jährliche Verkehrsleistung_{gesamt} von 12.392 km und eine jährliche Verkehrsleistung_{PKW-LenkerIn} von 4.062 km bzw. 3.279 km in der optimierten Variante zugewiesen. Dies entspricht einem Anteil des KFZ-Verkehrs am Modal Split von 32,8 %. In der optimierten Variante verringert sich dieser Anteil auf 26,5% (3.279 km/Person/p.a.).

Regionstyp	Zuordnung der Jahres mobilität Wohnen	Zuordnung der Jahres mobilität Büro	Zuordnung der Jahres mobilität Ausbildung	Zuordnung der Jahres mobilität Handel	Verkehrsleistung zu Fuß (pro Person)	Verkehrsleistung Fahrrad (pro Person)	Verkehrsleistung Moped (pro Person)	Verkehrsleistung PKW-LenkerIn (pro Person)	Verkehrsleistung PKW-MitfahrerIn (pro Person)	Verkehrsleistung Regionalbus (pro Person)	Verkehrsleistung U-Bahn (pro Person)	Verkehrsleistung Straßenbahn (pro Person)	Verkehrsleistung Eisenbahn (pro Person)	Verkehrsleistung Reisebus (pro Person)
91	0,52	0,21	0,02	0,25	363	257	78	4.062	1.855	337	1.808	3.588		44
91 optimiert	0,52	0,21	0,02	0,25	424	437	61	3.279	1.498	390	2.095	4.156		51

Tabelle 87 Richt- und Zielwerte Mobilität - Regionstyp 91 (Wien, Brigittenau)

6.4.3 Ziele der Stadt Wien im Bereich Mobilität

Im Wiener Klimafahrplan⁴⁷ ist die Senkung der CO₂-Emissionen des Mobilitätssektors pro Kopf um 50% bis 2030 und um 100% bis 2040 (im Vergleich zu 2005) festgelegt.

Als große Hebel zur Zielerreichung wurde definiert:

⁴⁶ Richt- und Zielwerte für Siedlungen zur integralen Bewertung der Klimaverträglichkeit von Gebäuden und Mobilitätsinfrastruktur in Neubausiedlungen, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Sept 2017

⁴⁷ Wiener Klima-Fahrplan – März 2022, Magistrat der Stadt Wien (vom Wiener Gemeinderat beschlossen am 23. Februar 2022)

- Parkraummanagement
- Weiterentwicklung des Garagengesetzes
- Ausbau, Verdichtung und Beschleunigung des Öffentlichen Verkehrs
- Stadt der kurzen Wege
- Weitgehende Verkehrsberuhigung und mehr Verkehrssicherheit
- Neue Stadtbäume im Straßenraum
- Mehr Platz und Komfort für den Umweltverbund
- Betreiberunabhängige Umschlagboxen
- Ausbau von Sharing-Angeboten
- Radwegoffensive
- Attraktivierung von Gehsteigen
- Verbesserung der ziel- und entscheidungsrelevanten Datengrundlagen
- Unterstützung von klimafreundlichen Mobilitätsangeboten seitens der Betriebe
- Umgestaltung im öffentlichen Raum – vermehrte Unterstützung durch Wettbewerbe und partizipative Formate
- Preisdifferenzierungen
- Einfahrts- und Parkverbote
- Ausbau Ladestationen in Garagen und im halböffentlichen Raum
- Ausbau der Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum
- Emissionsfreie Lieferfahrzeuge (durch Mix aus ordnungsrechtlichen Vorgaben und unterstützenden Anreizinstrumenten)
- CO₂-freie Städtische KFZ-Flotten

Im Projekt wurden daher Maßnahmen erarbeitet, die die FH Technikum Wien umsetzen kann, um die Zielerreichung der Stadt unterstützen.

6.4.4 Mobilitätskonzepte Quartier

Zuordnung Mobilität zum Quartier: Zielverkehr:

Bewertet wurde – analog dem Verfahren in der Bewertung klimaaktiv-Alltagsmobilität in Siedlungen und Quartieren – der jeweilige Zielverkehr zu den Gebäuden im Quartier nach ihrer Nutzung. Die Umlegung auf das Quartier erfolgte mittels Zuordnung zu den Bestandsflächen lt. untenstehender Tabelle. Je nach Nutzung wurden den Flächen nach dem Flächenschlüssel aus den Richt- und Zielwerten (Urban Area Parameters)- eine Anzahl „virtueller Personen“ zugeordnet

Wohnen	Büro	Ausbildung	Handel
Zuordnung der Flächen (m ² NGF/Person)			
36,20	5,90	2,50	20,00
Zuordnung der Jahresmobilität in % (Regionstyp 91)			
0,52	0,21	0,02	0,25

Tabelle 88 Kennzahlen zur Zuordnung der Verkehrsleistungen im Quartier: Flächenschlüssel Personen /m² NGF nach Nutzung und Zuordnung Jahresmobilität nach Nutzung (Quelle UAP),

Der Nutzungsart „Büro“ wurden Arbeitsstätten ausgenommen Handel zugeordnet. Die Nutzungsart Ausbildung umfasst zwar lt. UAP nur (Grund)Schulen, nach Abstimmung mit den Mobilitätszahlen aus einer MitarbeiterInnen-Befragung wurden aber auch 50% der Flächen der FH Technikum Wien mit der Nutzung Schule/Ausbildung berücksichtigt.

	Nutzfläche m ²	Wohnbau m ² NGF	Büro m ² NGF	Schule m ² NGF	Kiga m ² NGF	Handel m ² NGF	Wohnen Personen	Büro Personen	Schule Personen	Kiga Personen	Handel Personen	Su Personen "virtuell"
Brigittapassage	34.903	7.178	2.820	-	641	2.179	198	478	-	256	109	1.042
Blockrand 1	12.819	10.511	1.025	-	-	1.282	290	174	-	-	64	528
Blockrand 2	36.856	36.488	-	-	-	369	1.008	-	-	-	18	1.026
Blockrand 3	19.672	17.311	-	-	-	2.361	478	-	-	-	118	596
Blockrand 4	22.216	22.216	-	-	-	-	614	-	-	-	-	614
FH Technikum	24.360	-	12.180	12.180	-	-	-	2.064	4.872	-	-	6.936
Wohnturm	20.490	19.671	820	-	-	-	543	139	-	-	-	682
Seniorenresidenz	13.255	13.255	-	-	-	-	366	-	-	-	-	366
Globusareal	26.774	21.419	-	-	-	5.355	592	-	-	-	268	859
Leithastraße Nord	18.712	9.356	1.684	7.672	-	-	258	285	3.069	-	-	3.613
Leithastraße Süd	57.144	37.144	5.714	8.572	5.714	-	1.026	969	3.429	2.286	-	7.709
Plusbase	2.437	-	1.218	-	-	1.218	-	206	-	-	61	267
SUMME	289.638	194.549	25.462	28.424	6.355	12.763	5.374	4.316	11.369	2.542	638	24.240

Tabelle 89 Zuordnung Quartiers-Mobilität nach Nutzung

Für die Ermittlung der jährlichen Kilometerleistung pro „virtueller Person“ wurden die Jahreskilometerleistungen prozentuell aufgeteilt und zugeordnet:

Verkehrsträger	zu Fuß	Fahrrad	Moped/Motor	PKW LenkerIn	PKW Mitfahrer	Stadt-Regional	Straßenbahn/U-Bahn	Eisen-/Schnellbahn	Reisebus	Summe
Jahres-Verkehrsleistung (km/Person/Jahr) - Umlegung auf Nutzung über Flächen										
Pkm Regionstyp 91	363	257	78	4.062	1.855	337	1.808	3.588	44	12.392
Pkm Wohngebäude (52%)	189	134	41	2.112	965	175	940	1.866	23	6.444
Pkm Arbeitsstätten (21%)	76	54	16	853	390	71	380	753	9	2.602
Pkm Ausbildungsstätten (2%)	7	5	2	81	37	7	36	72	1	248
Pkm Übrige Nutzungen (Handel 25%)	91	64	20	1.016	464	84	452	897	11	3.098
Summe in % der Verkehrsleistung gesamt	3%	2%	1%	33%	15%	3%	15%	29%	0%	100%

Tabelle 90 Verkehrsleistung nach Nutzung analog klimaaktiv-Alltagsmobilität – Umlegung auf Regionstyp 91

Im Mobilitätsbereich wurde die Erreichung der Kennzahlen Regionstyp 91 optimiert mit einem Elektrifizierungsgrad von 70% im PKW-Verkehr als Ziel festgelegt.

Daraus ergibt sich für das gesamte Quartier ein Reduktionsbedarf der Verkehrsleistung PKW_{LenkerIn} um 29% von 98.461.585 km/p.a. auf 79.481.915 km/p.a. in der optimierten Variante. Pro „virtueller Person“ muss die Verkehrsleistung im Motorisierten Individualverkehr von 4.062 km/Person/Jahr auf 3.279 km/Person/Jahr reduziert werden, um dieses Ziel zu erreichen.

Regionstyp	Wohnen	Büro	Ausbildung	Handel	Fuß	Rad	Moped	PKW-Lenk	PKW-Mitf.	Bus	Straßen-/ U-Bahn	Bahn	Reisebus
Jahres-Verkehrsleistung nach Nutzung					Jahres-Verkehrsleistung (km/Person/Jahr)								
91	6.444	2.602	248	3.098	363	257	78	4.062	1.855	337	1.808	3.588	44
91 optimiert	6.444	2.603	248	3.098	424	437	63	3.279	1.498	390	2.095	4.156	51

Tabelle 91 Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern im Quartier in km p.a. pro "virtueller" Person – Regionstyp 91 und Regionstyp 91 optimiert

Wie in 4.8 Mobilitätskonzept beschrieben, ist eine Reduktion des MIV in diesem Ausmaß durch die Umsetzung von Maßnahmen auch in Form von betrieblichen Mobilitätskonzepten, wie für die FH Technikum erarbeitet, möglich. Zur Erreichung des Zieles ein 70%igen Elektrifizierung des MIV sind aber jedenfalls weitere Motivationshilfen wie technischer Fortschritt, Förderungen und nicht zuletzt ein Verbot von Verbrennungsmotoren notwendig.

7 Schlussfolgerungen

Trotz der hohen urbanen Dichte konnten für den FH Technikum Campus in unterschiedlichen Bestands- und Nachverdichtungsszenarien Sanierungskonzepte entwickelt werden, die mit dem Plusenergiequartiersstandard und (wahrscheinlich) auch mit dem Klimaschutzfahrplan der Stadt Wien kompatibel sind. Für letzteren fehlt noch die detaillierte Allokation der städtischen Gesamtziele (z.B. klimaneutral bis 2040) auf einzelne Grundstücke, die für einen quantitativen Nachweis der Klimaneutralität erforderlich ist.

Die Ausgangslage der FH Gebäude am Höchstädtplatz bietet keine ideale Voraussetzungen für eine Plusenergiesanierung, da der energetische Standard der Gebäudehülle und auch der technischen Gebäudeausrüstung durchaus mittlere Qualität haben. Somit entfallen hohe Energiekosteneinsparungen, die für die Refinanzierung der Plusenergiemaßnahmen herangezogen werden könnten wie in einer Reihe anderer hocheffizienter Sanierungsprojekte.

Zudem sind klassische Instandsetzungsmaßnahmen wie der Austausch von Verglasungen, Abdichtungen, Verblechungen etc. durch das moderate Baualter von 15 bis 20 Jahren noch nicht notwendig. Das bedeutet, dass die Verbesserung der thermischen Hülle oder der TGA für alle Teilmaßnahmen aus wirtschaftlichen Gründen erst schrittweise zum Plusenergiestandard umgesetzt werden können. Eine Umsetzung bis 2040 ist dabei durchaus realistisch.

Aus dem Vergleich mit den Zielgrößen des Plusenergiequartier-Standard wird klar, dass annähernd alle untersuchten Maßnahmen(pakete) umgesetzt werden müssen, um den notwendigen Klimaschutzbeitrag am Campus sicherzustellen. Der finanzielle Aufwand ist damit für eine Reihe von Maßnahmen vergleichsweise hoch (im Vergleich zu Neubau oder einer klassischen Altbausanierung von Gebäuden, die vor den 80iger Jahren errichtet wurden). Dies könnte zu einer Strategie verleiten, die vorab „nur“ die low hanging fruits (Variante D) umsetzt. Diese hat allerdings den großen Nachteil, dass eine Reihe von Lock in Effekten die Umsetzung des Gesamtsanierungskonzepts bis 2040 extrem erschweren. Eine wesentliche Erkenntnis der durchgeführten umfassenden Optimierungskonzepte ist daher, dass eine stufenweise Umsetzung des PEQ-Standards in dem Sinne erfolgt, dass alle Maßnahmen in dem jeweiligen Bereich zu 100% durchgeführt werden sollen: D.h. gegebenenfalls weniger Maßnahmen (oder später) durchführen, dies aber in der notwendigen Umsetzungstiefe („deep renovation“). In der Abfolge dieser Pakete können durchaus wirtschaftlich günstigere, bzw. klimaschutzwirksamere vorgezogen werden.

Die Unterschiede zwischen den 3 Nachverdichtungsvarianten und der Bestandsvariante fallen sowohl in der ökologischen wie auch in der Lebenszykluskostenbetrachtung verhältnismäßig gering aus. Dieses auf den ersten Blick überraschende Ergebnis ist vor allem auf die eher geringen zusätzlichen Nutzflächen von ca. 10% zurückzuführen.

In fast allen untersuchten Varianten überwiegen die Umweltbelastungen in der Betriebsphase: Im Bestand, bzw. bei gesetzlichem Mindeststandard in den Nachverdichtungs- bzw. Neubauvarianten liegen die Betriebsbelastungen meist deutlich über den Belastungen aus Errichtung und Instandsetzung. Nur im Fall der Variante PlusBase, d.h. des Neubaus in der

Stromstraße ist für die Plusenergiequartiers-Variante in konventioneller Bauweise der Errichtungs- und Instandsetzungsaufwand höher als die Betriebsbelastungen.

Die Projektergebnisse zeigen, dass die Beiträge der verschiedenen Umsetzungsoptionen des Living Labs, in Hinblick auf die spezielle Thematik nachhaltiger Gebäude- und Quartiersstrukturen im größeren Kontext von Hochschulaktivitäten, zur generellen Zielsetzung des Konzepts als Akkumulator einer nachhaltigen Entwicklung in den meisten Fällen als positiv anzusehen sind.

Im Falle innovativer Maßnahmen bei der Planung und Entwicklung klima-fitter und damit nachhaltiger Stadtquartiere besteht häufig noch erheblicher Bedarf an der Sicherstellung der allgemeinen Akzeptanz eingesetzter Technologien und Prozesse. In diesem Zusammenhang kann die Hochschule als Schnittstelle zwischen der Ausbildung zukünftiger Professionist*innen in ihren unterschiedlichen Themenfeldern des Lehrangebots und jenen Personen, die dasselbe Quartier nutzen und sich damit im selben quartiersmäßig abgegrenzten Raum aufhalten dienen. Die generelle Zielsetzung, technologische Entwicklungen in einem „geöffneten“ Rahmen und über längere Zeiträume in variierenden, experimentellen Settings zum Einsatz zu bringen, kann gerade im urbanen Setting, um eine transdisziplinäre Dimension erweitert werden, in der Akteur*innen aus der Zivilgesellschaft ebenso in diese Prozesse involviert werden als auch Vertreter*innen ortsansässiger Unternehmen und regionale Entscheidungsträger*innen.

In Hinblick auf die konkrete methodische Umsetzung eines Living Labs am thematisierten Standort bietet sich die Kombination unterschiedlicher baulicher sowie temporärer Elemente an, die sowohl eine Verbindung zum umliegenden Quartier ermöglichen als auch die Forschungs- und Entwicklungsprozesse sowie den Lehrbetrieb augmentieren. Damit wird das Living Lab nicht nur zur Präsentations- und Disseminierungsfläche im Sinne der Vermarktung des Angebots der Hochschule, sondern lädt zum Austausch und zur aktiven Teilnahme am Prozess des Experimentierens und Forschens ein. Zeitlich begrenzte Veranstaltungen, wie etwa „Living Lab Open Days“ und Lehrveranstaltungen, die im öffentlichen Raum abgehalten werden, können ebenso zur Sensibilisierung und Weiterbildung im Bereich der nachhaltigen Stadtentwicklung beitragen, wie die dauerhafte und prominent platzierte Sichtbarkeit von Laboratorien, die das Stromnetz von morgen simulieren und untersuchen.

Auf Quartiersebene zeigen die Projektergebnisse, dass eine Entwicklung zu einem Plusenergiequartier, das den zukünftigen Anforderungen einer klimaneutralen Stadt genügt, prinzipiell technisch machbar ist:

Im Quartier sind ausreichend Flächen und Wärmepotentiale vorhanden, um das gesamte Quartier über ein Anergienetz effizient mit Wärme und Kälte zu versorgen. Allerdings muss das vorhandene Potential auch tatsächlich fast vollständig aktiviert werden. Dazu ist außerdem maßgeblich, dass ein großer Teil des Quartiers thermisch umfassend saniert wird. Andernfalls ist das vorhandene thermische Potential nicht ausreichend.

Wird stattdessen nur auf eine Dekarbonisierung des Bestands durch einen flächendeckenden Austausch der bestehenden Gas-Heizsysteme gesetzt, lassen sich zwar wesentliche Einsparungen von Primärenergie und damit einhergehenden Emissionen von ca. 40%

gegenüber der derzeitigen Situation realisieren, von einer ausreichenden Dekarbonisierung im Sinne eines zukunftssicheren Plusenergiestandard nach ZQ Definition kann dabei allerdings nicht gesprochen werden.

Eine kritische Rolle spielt in jedem Fall die Realisierung der vorhandenen Potentiale zur lokalen erneuerbaren Energieerzeugung: Nur wenn im gesamten Quartier eine Belegung von Dach – und Südfassadenflächen im Ausmaß von insgesamt durchschnittlich ca. 3,7 kWp/100m²BGF realisiert werden, kann im Allgemeinen bei ambitionierten Sanierungen und Neubauten ein Plusenergiestandard realisiert werden. Andernfalls müssen zusätzliche Maßnahmen im Bereich Energieeffizienz bzw. Energieflexibilität verstärkt umgesetzt werden. Diese sind hinsichtlich dieses Ziels allerdings als weniger effektiv zu bewerten.

In Anbetracht dieser Ergebnisse der Szenarienanalyse lässt sich abschließend festhalten, dass die gezielte Vorhaltung möglichst großer PV-Flächen auf Dach und Fassade, als auch die ambitionierte Erhöhung der Energieeffizienz der Gebäude sowohl bei Neubau als auch bei Sanierung als zentrale Bestandteile einer klimazielorientierten Quartiers-Energieraumplanung anzusehen sind.

Die Lancierung eines Anergienetzes, zu dem sich ausgehend von einer Keimzelle rund um die FHTW im Zuge fortschreitender Sanierung und Entwicklung immer mehr Baublöcke anschließen können, kann hier insofern einen wichtigen Beitrag leisten, als dass es dazu für alle beteiligten Anschlüsse im Allgemeinen tatsächlich notwendig ist, die entsprechenden Ziele hinsichtlich Energieeffizienz, lokaler PV Erzeugung und Energieflexibilität auch tatsächlich zu erreichen, um auch wirtschaftlich darstellbar zu sein.

8 Ausblick und Empfehlungen

Die Stadt Wien wird 2040 klimaneutral sein. Die dafür notwendigen Prozesse werden im Klimafahrplan genannt und wurden in den letzten beiden Jahren angestoßen: Neben der PV Offensive nimmt auch der Raus aus Gas Schwerpunkt an Fahrt auf. In unmittelbarer Nähe zur FH Technikum Wien im 20. Bezirk entsteht ein WieNeu+ Areal. Somit passen die entwickelten Plusenergiequartierskonzepte hervorragend in eine konsequente Umsetzung der Klimaziele der Stadt Wien.

Die aktuellen Energieeinsparungen im Rahmen von Suffizienzmaßnahmen (Senkung Raumtemperaturen, Verlängerung der „Ferienzeiten“, Stiegensteigen anstatt Aufzugsbenutzung etc.) sind in ihrer Wirkung noch nicht analysiert, können den Energieverbrauch allerdings nur in geringem Maße absenken. Nur mit den entwickelten PEQ-Maßnahmenbündeln im Bereich Energieeffizienz, konsequenter Nutzung der lokalen erneuerbaren Energieressourcen und der Eingleisung in einen energieflexiblen Betrieb des Gebäudes, der eine netzdienliche Betriebsweise bereits in Blick auf ein zukünftig 100% erneuerbares Energiesystem ermöglicht, können die Ziele eines klimaneutralen Quartiers 2040 erreicht werden.

Hochschulen können dabei wesentliche Aspekte einer klimaneutralen Lebensweise ganz besonders glaubwürdig umsetzen und „erklären“: Den eigenen Student:innen, aber auch den internationalen Besucher:innen, den Nachbar:innen und Stakeholder:innen in der Stadt und im internationalen Rahmen. Durch die entwickelten Living Lab Konzepte können die Maßnahmen sowohl im Studienbetrieb als auch nach außen im Quartier wirken.

In Hinblick auf die konkrete methodische Umsetzung eines Living Labs am thematisierten Standort bietet sich die Kombination unterschiedlicher baulicher, sowie temporärer Elemente an, die sowohl eine Verbindung zum umliegenden Quartier ermöglichen als auch die Forschungs- und Entwicklungsprozesse sowie den Lehrbetrieb augmentieren. Damit wird das Living nicht nur zur Präsentations- und Disseminierungsfläche im Sinne der Vermarktung des Angebots der Hochschule, sondern lädt zum Austausch und zur aktiven Teilnahme am Prozess des Experimentierens und Forschens ein. Zeitlich begrenzte Veranstaltungen, wie etwa „Living Lab Open Days“ und Lehrveranstaltungen, die im öffentlichen Raum abgehalten werden, können ebenso zur Sensibilisierung und Weiterbildung im Bereich der nachhaltigen Stadtentwicklung beitragen, wie die dauerhafte und prominent platzierte Sichtbarkeit von Laboratorien, die das Stromnetz von morgen simulieren und untersuchen.

Die mit den relevanten Stakeholder:innen entwickelten Konzepte für das Plusenergiequartier FH Technikum können schrittweise in den nächsten Jahren im Rahmen der geplanten Erweiterung der FH Technikum und der sowieso erforderlichen Instandsetzungen umgesetzt werden. Reihenfolge und Intensität der jeweiligen PEQ-Sanierungsschritte werden noch im Detail festzulegen sein, durch das nunmehr vorliegende und abgestimmte Gesamtkonzept steht einer Umsetzung nichts mehr entgegen.

Eine mit dem Wiener Klimafahrplan kompatible Umsetzungsgeschwindigkeit, das heißt die Realisierung eines Plusenergiequartiers in den nächsten 18 Jahren, stellt allerdings hohe Anforderungen an die Bereitstellung von finanziellen Ressourcen, die in diesem Zeitraum nur in Teilen durch die Einsparung von Energiekosten und Vermeidung von CO₂-Steuern refinanzierbar sind. Die Umsetzung der wesentlichen PEQ-Maßnahmen ist aber alternativlos, wenn die lokalen und globalen Klimaschutzziele eingehalten werden müssen. Ein energieflexibler Plusenergiecampus stellt dabei einen Leuchtturm dar, der in eine klimaverträgliche Stadt 2040 weist.

Die Umsetzung eines Plusenergiequartiers im gesamten „Grätzel“ stellt sicherlich hohe Anforderungen an die Abstimmung der Maßnahmen und an einen möglichst effizienten Austausch der Erfahrungen. Vor allem die Erfordernisse eines energetisch sinnvollen Austauschs zwischen den Gebäuden und die konsequente energieflexible, netzdienliche Betriebsweise im gesamten Quartier sind durchaus herausfordernd.

Das Potential zur Umsetzung ist aus jetziger Sicht sehr gut, da relevante Stakeholder in die Entwicklung involviert wurden und die Ziele wie erforderliche Maßnahmen klar definiert sind. Im Sinne einer schrittweisen Umsetzung bietet sich als erstes Demonstrationsprojekt die Plusenergie-Nachverdichtung am FH Technikum an. Bei einer erfolgreichen Umsetzung dieser ersten Schritte mit Ausstrahlung auf das gesamte Quartier kann eine internationale Beispielwirkung und Know-How Transfer jedenfalls erwartet werden.

9 Verzeichnisse

9.1 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Selbst deklarierte Ziele von 28 Positive Energy Districts“ gegenwärtig in Planung, Umsetzung oder Betrieb. Zusammengetragen vom PED Programme Management of JPI Urban Europe</i>	16
<i>Abbildung 2 Standort des Plus-Energie-Campus im Stadtentwicklungsplan STEP der Stadt Wien (Darstellung angepasst auf Basis des „STEP 2025 – Stadtentwicklungsplan“)</i>	20
<i>Abbildung 3 Lage des Quartiers in Wien (google.maps und qgis (open street map))</i>	21
<i>Abbildung 4 Stadtentwicklungsgebiete (türkis) im und um das betrachtete Quartier (rot) (Flächenwidmungs- und Bebauungsplan wien.gv)</i>	21
<i>Abbildung 5 Blick aufs Quartier (Quelle: google earth)</i>	22
<i>Abbildung 6 Topographische Karte der Donau Auen um 1830 (Raith, 2020)</i>	22
<i>Abbildung 7 Die Überschwemmungskatastrophe von 1830 (Raith, 2020)</i>	23
<i>Abbildung 8 Am Tabor: mit zwei unterschiedlichen Straßenniveaus der gegenüberliegenden Eckhäuser (links vor, rechts nach 1874)</i>	23
<i>Abbildung 9 Städtebaulicher Entwurf des modernen Höchststädtplatz nach 1991 im Kontext der ursprünglichen Auenlandschaft vor 1870 (Raith, 2020)</i>	24
<i>Abbildung 10 Das Obdachlosenheim in der Meldemannstraße mit Zubau links. Auch hier ist das ursprünglich tiefere Straßenniveau des Areals ersichtlich</i>	25
<i>Abbildung 11 Städtebaulicher Entwurf (Raith, 2020)</i>	26
<i>Abbildung 12 Standort Plus-Energie-Campus und Quartiersgrenzen - Vergleich Einreichung und Festlegung im Projekt</i>	27
<i>Abbildung 13 Die drei Themenfelder der Sondierung</i>	28
<i>Abbildung 14 Shema der Abgrenzungen PEQ Alpha, Beta und Omega</i>	33
<i>Abbildung 15 Monatliche Konversionsfaktoren Netzstrom: Zur Nachweisführung werden die interpolierten Werte für 2019 herangezogen</i>	38
<i>Abbildung 16 Schematische Darstellung möglicher Bereitstellung von Energieflexibilität im Quartier: Flexible Festlegung der Raumtemperaturen in einer der NutzerInnen 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.</i>	38
<i>Abbildung 17 Schematische Darstellung der Berücksichtigung von Energieflexibilität im Simulationsmodell gemäß Zukunftst Quartier Ansatz</i>	39
<i>Abbildung 18: Bilanzierungsschema</i>	40
<i>Abbildung 19: Zielwert der Systemgrenze Alpha (Betrieb + Nutzerstrom) in Abhängigkeit der Geschößflächenzahl (Rote Linie). Der Primärenergie-Saldo des Projekts muss in PEQ Alpha den hier dargestellten Zielwert überschreiten, um zusammen 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</i>	

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**

41

Abbildung 20: 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 Überschuss ist in (Schneider et al., 2020) dargestellt

42

Abbildung 21 Darstellung Gesamtverkehrsleistung und Verkehrsleistung Motorisierter Individualverkehr-Zuordnung FH Technikum Wien lt. UAP - Vergleich mit den Befragungsergebnissen

45

Abbildung 22 Vergleich Kilometerleistung MIV FH-Technikum in der Quartiersbewertung und nach Klima:aktiv-Zuordnung

46

Abbildung 23 Primärenergiebilanz der betrachteten Gebäudevarianten (H. Schöberl et al., 2014, S.9.)

49

Abbildung 24 Energiebilanz der betrachteten Gebäudevarianten (K. Schlögl, et al., 2021, S.8.)

50

Abbildung 25 Campusgebäude am Höchstädtplatz, Bauteile A, B, C und F

52

Abbildung 26 Campusgebäude Energybase, Bauteil E

52

Abbildung 27: betrachtete Grundstücke aus Baugrunderkater Höchstädtplatz

53

Abbildung 28 Übersicht der im städtebaulichen Workshop näher betrachteten Erweiterungsflächen

55

Abbildung 29 Überblick der baulichen Varianten 1-4 und der einbezogenen Bestands-Gebäudeteile

58

Abbildung 30: Geschossflächenzahl der Gebäude und der betrachteten Campusvarianten

59

Abbildung 31: Ic Werte und Oberflächen-Volumen Verhältnis der betrachteten Gebäude (Übersicht_Raubuch „Bestand“)

59

Abbildung 32 Aufteilung der Nettogeschossflächen Bestandsgebäude Bauteile A, B und F

60

Abbildung 33 Darstellung Entwurf POS-Architekten für einen Zubau FH Technikum Wien (Quelle: POS Architekten)

61

Abbildung 34 Rendering bauliche Variante 2 "POS" aus Sicht des Fußweges zwischen den Gebäudeteilen (Quelle: POS Architekten)

62

Abbildung 35 Rendering bauliche Variante 2 "POS" Ansicht PV Dachgarten (Quelle: ITI, AG Riess, Bauen, BOKU Wien)

62

Abbildung 36 Skizze Raumaufteilung der baulichen Variante "POS" (Quelle POS Architekten)

63

Abbildung 37 Skizze der Außenansicht bauliche Variante 3 "MUG" (Quelle Mayr und Glatzl)

64

Abbildung 38 Skizze Querschnitt der baulichen Variante 3 "MUG" - Aufstockung (Quelle Mayr und Glatzl)

65

Abbildung 39 Rendering der Terrasse bauliche Variante 3 "MUG" (Quelle Mayr und Glatzl)

65

Abbildung 40 Lageplan Neubau Plusbase (bauliche Variante 4) in der Stromstraße (Quelle POS Architekten)

66

Abbildung 41 Skizze Querschnitt Plusbase - bauliche Variante 4 (Quelle POS Architekten)

66

Abbildung 42 Rendering bauliche Variante 4 "Plusbase"

67

Abbildung 43 Rendering bauliche Variante 4 "Plusbase"

67

Abbildung 44 Überblick Prinzip thermische Energieversorgung Plus-Energie-Campus

74

Abbildung 45 Shema Wärme- und Kälte Speicherung

75

Abbildung 46 monatliche geothermische Entzugsenergie Neubau Plus-Base

76

Abbildung 47 Beschreibung der eingesetzten Module	77
Abbildung 48 Modellierung der PV Belegung (Schwarz). Alle belegte Flächen haben eine spezifische jährliche Einstrahlung (in Falschfarben) von über 600 kWh/m ² a	88
Abbildung 49 PV-Belegung in der Fassade in der Varianten POS, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US	90
Abbildung 50 PV-Belegung auf dem Dach in der Varianten POS, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US	91
Abbildung 51 PV-Belegung Varianten POS in m ² Modulfläche	91
Abbildung 52 Rendering bauliche Variante 2 "POS" Ansicht PV Dachgarten (Quelle ITI, AG Riess, Bauen, BOKU Wien)	92
Abbildung 53 PV-Belegung in der baulichen Variante 3 "MUG" Dach, Darstellung PVSites	94
Abbildung 54 PV-Belegung Fassade in der baulichen Varianten 3 „MUG“, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US	94
Abbildung 55 monatliche Verteilung der Energiebedarfe Neubau Plus-Base	97
Abbildung 56 Skizze PV-Belag Neubau Plusbase	98
Abbildung 57 Modellierung PV-Belag bauliche Variante 4 "Plus-Base" - eigene Darstellung PVSites	98
Abbildung 58 Rendering PV-Belegung Plus-Base (Quelle POS Architekten)	100
Abbildung 59 Rendering PV-Belegung Plus-Base (Quelle POS-Architekten)	100
Abbildung 60: Endenergiebedarf und -deckung; Campusvarianten	101
Abbildung 61: Primärenergiebedarf und Deckung inklusive PEQ Alpha Gutschrift; Campusvarianten	102
Abbildung 62: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Bestandsvariante (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	103
Abbildung 63: Primärenergiebedarf und Deckung (+Alpha Gutschrift) der architektonischen Bestandsvariante (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	103
Abbildung 64: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante POS Nachverdichtung (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	104
Abbildung 65: Primärenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante POS Nachverdichtung (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	104
Abbildung 66: Endenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante MuG (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	105
Abbildung 67: Primärenergiebedarf und Deckung der architektonischen Variante MuG(Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	105
Abbildung 68: Endenergie Plusbase(Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	106
Abbildung 69: Primärenergie Plusbase (Plus-EnergieExcel_Performance_Campus_final)	106
Abbildung 70 Vergleich der Fahrleistungen Ausgangslage und Ziel der Mobilitätsmaßnahmen mit den erreichbaren Zahlen der Varianten Mobilitätskonzept.	107
Abbildung 71 THG-Emissionen aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ elektrisch“	108
Abbildung 72 THG-Emissionen aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ fossil“	108
Abbildung 73 Primärenergieverbrauch aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ elektrisch“	109

<i>Abbildung 74 Primärenergieverbrauch aus dem Verkehr Plus-Energie-Campus – Vergleich Ausgangslage, Zielsetzung und Zielerreichung in Varianten – bei Bewertung „KFZ technischen Fortschritts“ wie „KFZ fossil“</i>	109
<i>Abbildung 75 Energieverbrauch lt. Energieabrechnungen 2019 Bauteile A, B, C und F (Verbrauch_Hstpl 4-5-6)</i>	110
<i>Abbildung 76: Jahresprofil Strombezug FH Technikum Wien (A-B-F); nach monatlichen Verbräuchen approximiert (Verbrauch_Hstpl 4-5-6_rd – „Strom“)</i>	110
<i>Abbildung 77: Lebenswegmodule gemäß EN 15804, Quelle: EN 15804</i>	113
<i>Abbildung 78: Treibhauspotetial, Bestandssanierung, Errichtung bzw. Sanierung</i>	114
<i>Abbildung 79: Versäuerungspotetial, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	115
<i>Abbildung 80: Treibhauspotetial, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	116
<i>Abbildung 81: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	116
<i>Abbildung 82: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Bestandssanierung, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	117
<i>Abbildung 83: Treibhauspotetial, Variante POS, Errichtung bzw. Sanierung</i>	118
<i>Abbildung 84: Versäuerungspotetial, Variante POS, Errichtung bzw. Sanierung</i>	118
<i>Abbildung 85: Treibhauspotetial, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	119
<i>Abbildung 86: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	119
<i>Abbildung 87: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante POS, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	120
<i>Abbildung 88: Treibhauspotetial, Variante MUG, Errichtung bzw. Sanierung</i>	121
<i>Abbildung 89: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante MUG, Errichtung bzw. Sanierung</i>	122
<i>Abbildung 90: TreibhausPotetial, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	122
<i>Abbildung 91: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	123
<i>Abbildung 92: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante MUG, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	123
<i>Abbildung 93: Treibhauspotetial, Variante Plus-Base, Errichtung bzw. Sanierung</i>	124
<i>Abbildung 94: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante Plus-Base, Errichtung bzw. Sanierung</i>	124
<i>Abbildung 95: Treibhauspotetial, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	125
<i>Abbildung 96: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	125
<i>Abbildung 97: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, Variante Plus-Base, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	126
<i>Abbildung 98: Treibhauspotenzial, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	127
<i>Abbildung 99: Primärenergiebedarf nicht erneuerbar, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	128
<i>Abbildung 100: Primärenergiebedarf gesamt, als Energieträger, alle Varianten, Betrachtungszeitraum 50 Jahre</i>	128
<i>Abbildung 101 Übersicht der Kostenabgrenzung für das Projekt Plus-Energie-Campus (Bauwerkskosten, Lebenszykluskosten)lt ÖNORM</i>	129
<i>Abbildung 102 Energiepreis-Annahmen für Plus-Energie-Campus: Fernwärme, Netzstrom, Windkraft und PV-Einspeisung in 3 Varianten (V1, V2, V3)</i>	133

Abbildung 103 flexible Strompreise FH-Technikum Wien - Vergleich Preise 2020/2021 und V1, V2 und V3 der Strompreisannahmen	133
Abbildung 104 Überblick Bauwerkskosten (Differenzkosten energetisch optimierte Varianten zur Referenzvariante) - Vergleich mit Energieeinsparungen in 30 bzw. 50 Jahren	134
Abbildung 105 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m^2_{NGF} alle Varianten (Baukosten als Differenzkosten, TGA Gesamtkosten) – Energiepreisentwicklung lt. Variante V1 - bei einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, Saldo (Magenta) im Vergleich zur energetischen Variante A	136
Abbildung 106 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m^2_{NGF} alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren, Energiepreisentwicklung lt. Variante V1	137
Abbildung 107: Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m^2_{NGF} alle Varianten - (Baukosten als Differenzkosten, TGA Gesamtkosten), – Energiepreissteigerung V1 - Betrachtungszeitraum von 30 Jahren	138
Abbildung 108: Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m^2_{NGF} alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren unter Annahme von durchschnittlichen Energiepreissteigerungen	139
Abbildung 109 Lebenszykluskosten Plus-Energie-Campus in € pro m^2_{NGF} alle Varianten Differenzkosten (Vgl. Referenzvariante A) bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren unter Annahme von niedrigen, konservativen Energiepreissteigerungen	141
Abbildung 110 Darstellung der Fahrleistungen und Modal Splits nach Maßnahmenpaketen FH Technikum Wien - Minimal- und Maximalvarianten	144
Abbildung 111 Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen (pessimistische) Minimalvariante	147
Abbildung 112 Abschätzung Kosten/Nutzen der Mobilitätsmaßnahmen (pessimistische) Minimalvariante	147
Abbildung 113 Maßnahmenpakete Mobilität - gesamt - reduziert - stark reduziert	149
Abbildung 114 Hauptaufgaben der Universitäten (Quelle: Verhoef und Bossert 2019)	152
Abbildung 115 (van Geenhuizen 2018)	155
Abbildung 116 The Campus as Living Lab Quelle (Verhoef und Bossert 2019)	156
Abbildung 117 Toolbox Living Lab Quelle (Hagy et al. 2017)	157
Abbildung 118 Quelle (Verhoef und Bossert 2019)	158
Abbildung 119 Quelle (Masseck 2017)	159
Abbildung 120: Bewertungsschema der Use-Cases	160
Abbildung 121: Bewertung der Use-Case "Living Lab Open Days"	163
Abbildung 122: Darstellung der Use-Case "Living Lab Open Days" im Sunburst-Diagramm	164
Abbildung 123: Bewertung der Use-Case "Smart Home & Grid Lab"	165
Abbildung 124: Darstellung der Use-Case "Smart Home & Grid-Lab" im Sunburst-Diagramm	165
Abbildung 125: Bewertung der Use-Case "SOWI F&E"	166
Abbildung 126: Darstellung der Use-Case "SOWI F&E" im Sunburst-Diagramm	166
Abbildung 127: Bewertung der Use-Case "Partizipation und Wissenstransfer"	168
Abbildung 128: Darstellung der Use-Case "Partizipation und Wissenstransfer" im Sunburst-Diagramm	168
Abbildung 129: Quelle: (Edward-Schachter M. 2019)	169
Abbildung 130: Bewertung der Use-Case "Befragungsterminal im öffentlichen Raum"	170

Abbildung 131: Darstellung der Use-Case "Befragungsterminal im öffentlichen Raum" im Sunburst-Diagramm	170
Abbildung 132: Bewertung der Use-Case "Sichtbarer PE-Technik-Raum"	171
Abbildung 133: Darstellung der Use-Case "Sichtbarer PE-Technik-Raum" im Sunburst-Diagramm	171
Abbildung 134: Bewertung der Use-Case "PE-HT Labor"	172
Abbildung 135: Darstellung der Use-Case "PE-TH Labor" im Sunburst-Diagramm	172
Abbildung 136: Bewertung der Use-Case "Entwicklung neuer LVAs"	173
Abbildung 137: Darstellung der Use-Case "Entwicklung neuer LVAs" im Sunburst-Diagramm	173
Abbildung 138: Bewertung der Use-Case "Allgemeiner Info-Point"	174
Abbildung 139: Darstellung der Use-Case "Allgemeiner Info-Point" im Sunburst-Diagramm	174
Abbildung 140: Bewertung der Use-Case "NutzerInnenlabor für Energieflexibilität"	175
Abbildung 141: Darstellung der Use-Case "NutzerInnenlabor für Energieflexibilität" im Sunburst-Diagramm	175
Abbildung 142: Bewertung der Use-Case "PV-Schau-Garten"	176
Abbildung 143: Darstellung der Use-Case "PV-Schau-Garten" im Sunburst-Diagramm	176
Abbildung 144: Bewertung der Use-Case "Innovative Fassadenbegrünung"	177
Abbildung 145: Darstellung der Use-Case "Innovative Fassadenbegrünung" im Sunburst-Diagramm	177
Abbildung 146: Bewertung der Use-Case "Sichtbares Energy Lab"	178
Abbildung 147: Darstellung der Use-Case "Sichtbares Energy Lab" im Sunburst-Diagramm	178
Abbildung 148: Bewertung der Use-Case "Sichtbares Robotik Lab"	179
Abbildung 149: Darstellung der Use-Case "Sichtbares Robotik Lab" im Sunburst-Diagramm	179
Abbildung 150: Bewertung der Use-Case "LV im Öffentlichen Raum"	180
Abbildung 151: Darstellung der Use-Case "LV im öffentlichen Raum" im Sunburst-Diagramm	180
Abbildung 152: Bewertung der Use-Case "Live feed Kameras"	181
Abbildung 153: Darstellung der Use-Case "Live feed Kameras" im Sunburst-Diagramm	181
Abbildung 154: Darstellung der Use-Cases nach Interdisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm	183
Abbildung 155: Darstellung der Use-Cases nach Multidisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm	184
Abbildung 156: Darstellung der Use-Cases nach Transdisziplinarität im Sunburst-Multi-Diagramm	185
Abbildung 157: Darstellung der Use-Cases nach Zielgruppen im Sunburst-Multi-Diagramm	188
Abbildung 158: Darstellung der Use-Cases nach Netzwerkaktivität im Sunburst-Multi-Diagramm	189
Abbildung 159: Darstellung der Use-Cases nach StudienbewerberInnen im Sunburst-Multi-Diagramm	191
Abbildung 160: Darstellung der Use-Cases nach Sichtbarkeit im Sunburst-Multi-Diagramm	192
Abbildung 161: Darstellung der Use-Cases nach Umsetzbarkeit im Sunburst-Multi-Diagramm	195
Abbildung 162 Lageplan der zwei bestehenden Bauteile F (unten) und A (Mitte), sowie dem Standort des potentiellen Neubaus (oben). Die mögliche räumliche Verortung von Living Lab-Komponenten ist in blau dargestellt, in Gelb die öffentlichen Verkehrsströme.	196
Abbildung 163 Schnitt der Bauteile F (links) und A,B (rechts). Die türkisen Pfeile stellen sowohl Sichtbeziehungen zum öffentlichen Verkehr, als auch potentielle Verkehrskorridore zur zusätzlichen Erschließung und Revitalisierung des Fußverkehrs zwischen den Bauteilen dar.	197

Abbildung 164 Living Lab Use-Cases mit räumlicher Verortung: Öffentlicher Raum (Gelb), Labor- und Gebäudeinfrastruktur (blau)	197
Abbildung 165: Kombination Variantenanalyse Quartier	200
Abbildung 166: angenommene Sanierungsraten Quartier Höchstädtplatz	200
Abbildung 167: Effizienzpakete Quartiersbetrachtung	202
Abbildung 168: Erneuerbare-Pakete Quartiersbetrachtung	202
Abbildung 169 modelliertes Quartier zur Sondierung. Neubauten in Farbe und Gebiet um Leithastraße als allgemeines Neubauquartier angenommen	203
Abbildung 170: Nutzenergiebedarfe Quartier Höchstädtplatz	204
Abbildung 171 Quartiersflächen in Potentialflächen zur Erdwärmenutzung aufgeteilt	214
Abbildung 172 PE-Bilanzen der Entwicklungsszenarien in Abhängigkeit der Sanierungsrate, Sanierungsqualität und Ausbau von /Umstieg auf Erneuerbare, die letzten 3 Spalten sind inklusive Neubauten unterschiedlicher Qualität	216
Abbildung 173 Dichteausgleich: Aufgrund der hohen Dichte des Quartiers von ca. 3,8 GFZ wird der Primärenergiebilanz eine Gutschrift von 38 kWh/m²NGF auf den Zielwert einer positiven Bilanz angerechnet.	217
Abbildung 174: Entwicklungsszenarien Primärenergiebedarf im Quartier, Varianten Erneuerbarer sind pro Jahr hintereinander von links nach rechts dargestellt, die Sanierungsqualität in grün (EnerPHIT) und gelb (Konventioneller Mindeststandard), die Sanierungsraten hoch und niedrig sind durch satte und blasse Linien dargestellt	218
Abbildung 175 Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)	219
Abbildung 176: Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)	221
Abbildung 177: Primärenergiebilanz mit positivem Zielwert (größer Null) für Sanierungsraten (Reihen), Sanierungsqualitäten (Spalten) und den Einsatz Erneuerbarer (Farbe)	223
Abbildung 178: Entwicklungsszenarien mit Neubau 2040	224
Abbildung 179 nicht bebaute Flächen im Quartier (Quelle Flächenwidmungsplan Wien https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/)	226
Abbildung 180: Erdwärmepotentialabschätzung Mikroquartiere Höchstädtplatz (Flächenverfügbarkeit Sonden „Tabelle1“)	229
Abbildung 181: Entwicklung des Quartiers mit einem gemeinsamen Anergienetz ab 2035, oben aufgeteilt nach Sanierungsraten (links) und Sanierungsstandards (rechts), sowie unten nach Verwendung von Erneuerbaren in den Sanierungen: Diese werden im Szenario aber dadurch überschattet, dass das gesamte Quartier, auch die Sanierungen ein Anergienetz mit Wärmepumpen und PV in Dach und Fassade verwendet. Die Unterschiede der „Erneuerbaren“ Sanierung kommen hier nur noch durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieflexibilität zustande.	231
Abbildung 182: Endenergiebedarfe der Anergienetzvariante je Mikroquartier	232
Abbildung 183: Primärenergie Anergienetzvariante je Mikroquartier	232
Abbildung 184: Vergleich Primärenergie Bestandsquartier vs. Erweiterung (Anergienetzvarianten)	233
Abbildung 185 Überblick Lebenszykluskosten der Mikroquartiere im 50jährigen Betrachtungszeitraum	234
Abbildung 186 Überblick LCC Quartier - Gesamt Maßnahmen von A0 auf C2 (Anergie) - gesamt im 30jährigen Betrachtungszeitraum	235

Abbildung 187 Überblick Lebenszykluskosten auf 30 und 50 Jahre - nach Maßnahmen: Effizienz, PV-Belegung, Wärmepumpe	236
Abbildung 188 Überblick LCC Quartier auf 30 und 50 Jahre - Effizienz in Abstufung	237
Abbildung 189 Vergleich der Maßnahme PV-Belegung Variante B (nur Dach) und C (Fassade und Dach)	238
Abbildung 190 Lebenszykluskosten Quartier - Maßnahme Wärmepumpe/Anergienetz - Vergleich Luftwärmepumpen	239
Abbildung 191 Anbindung des Quartiers an den Öffentlichen Verkehr	240
Abbildung 192 Radverkehrs-Angebot im Quartier (Quelle Stadtplan Wien - wien.gv.at)	241
Abbildung 193 Überblick Parkgaragen und E-Tankstellen im Quartier - Plan: Wien.gv.at	242
Abbildung 194 Grafische Darstellung Haustechnik Bauteil A	274
Abbildung 195 Grafische Darstellung Haustechnik Bauteil B	275
Abbildung 196 Grafische Darstellung Haustechnik Bauteil F	276
Abbildung 197: Kennwerte Photovoltaikmodul LG320N	280
Abbildung 198: Quartiersdarstellung: Simulation (gelb) und Hochrechnung (orange)	281

9.2 Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle 1: Berücksichtigte Energiedienstleistungen</i>	35
<i>Tabelle 2 Energiequellen innerhalb und außerhalb der Zukunftsquartier Systemgrenze</i>	36
<i>Tabelle 3 Konversionsfaktoren für den PE-Bedarf gesamt und Treibhausgas-Emissionen</i>	37
<i>Tabelle 4 Konversionsfaktoren Endenergie zu Primärenergie</i>	37
<i>Tabelle 5 Art des Netzbezugs</i>	39
<i>Tabelle 6 Art der Zielwerte je Systemgrenze</i>	40
<i>Tabelle 7 PEQ Beta Mobilitätsgutschrift je Nutzung</i>	43
<i>Tabelle 8 Emissionskennzahlen Umweltbundesamt Juni 2021</i>	47
<i>Tabelle 9: Grundstücke Höchstädtplatz nach Grundstücksnummer und Fläche</i>	53
<i>Tabelle 10 Workshop Städtebau: Kriterienkatalog für den Plus-Energie-Campus</i>	54
<i>Tabelle 11 Workshop Städtebau: identifizierte Szenarien und Entwicklungsstrategien für die FH Technikum Wien</i>	56
<i>Tabelle 12 SWOT-Analyse Städtebaulicher Workshop</i>	57
<i>Tabelle 13: Flächenaufstellung der betrachteten Gebäude</i>	58
<i>Tabelle 14 Anschlussleistungen der Bestandsanlagen</i>	70
<i>Tabelle 15 Verbrauch der Bestandsanlagen 2018</i>	70
<i>Tabelle 16 Überblick technische Grundausstattung der Bauteile in den 4 energetischen Varianten</i>	73
<i>Tabelle 17 Überblick PV-Belegung in m² Modulfläche in den einzelnen baulichen und energetischen Varianten</i>	77
<i>Tabelle 18 Bauteilaufbauten für die Plus-Energie-Sanierung</i>	78
<i>Tabelle 19 Leistungsaufstellung Gebäudeteile A, B, F</i>	80
<i>Tabelle 20 Überblick Maßnahmen Bestand (Gebäude A, B und F)</i>	81
<i>Tabelle 21 Leistungsaufwand Heizen und Kühlen gesamt Bestand (Gebäude A, B und F)</i>	82
<i>Tabelle 22 Beschreibung HKLS-Maßnahmenbündel low hanging fruits (energetische Variante D – Stand der Technik)</i>	83
<i>Tabelle 23: Beschreibung HKLS-Maßnahmen Variante "Stand der Technik"</i>	84
<i>Tabelle 24: Leistungsaufstellung Maßnahmenbündel „Stand der Technik“</i>	84
<i>Tabelle 25: Beschreibung HKLS-Maßnahmenbündel „Sanierung Plus“</i>	85
<i>Tabelle 26: Leistungsaufstellung Maßnahmenbündel „Stand der Technik“</i>	85
<i>Tabelle 27 Vergleich Energiebedarfe Bestand „Stand der Technik“ und „Sanierung Plus“</i>	86
<i>Tabelle 28: Vergleich Bedarf Endenergie el. Strom und PV-Ertrag: Bestand, „Stand der Technik“ und „Sanierung</i>	86
<i>Tabelle 29 Varianten-Vergleich Primärenergetische Bewertung Bestand, „Stand der Technik“, „Sanierung Plus“</i>	87
<i>Tabelle 30 Bauteilaufbauten für die innovative Nachverdichtung, Variante "POS"</i>	89
<i>Tabelle 31 PV-Belegung Varianten POS, Darstellung PVSites, Annahmen vgl. US</i>	91

<i>Tabelle 32 Bauteilaufbauten für die innovative Nachverdichtung, Variante "MUG".....</i>	<i>93</i>
<i>Tabelle 33 PV-Belegung Varianten MUG, Darstellung PV Sites, Annahmen vgl. US.....</i>	<i>95</i>
<i>Tabelle 34 Bauteilaufbauten für den PlusBase-Neubau.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabelle 35 Abschätzung der thermischen Endenergiebedarfe und Lasten Neubau Plus-Base.....</i>	<i>97</i>
<i>Tabelle 36 PV-Belegung in der baulichen Variante4 Plus-Base.....</i>	<i>99</i>
<i>Tabelle 37: Gewählte Umweltparameter für die ökologische Bewertung</i>	<i>111</i>
<i>Tabelle 38: Überblick Annahmen techn. Nutzungsdauern und Wartung Plus-Energiecampus.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabelle 39: Überblick der untersuchten Maßnahmen im Bereich Mobilität der FH-Technikum Wien und grobe Einschätzung von Kosten und Wirkung</i>	<i>143</i>
<i>Tabelle 40: Abschätzung der Auswirkung der Mobilitätsmaßnahmen auf den Motorisierten Individualverkehr (gesamt, elektrisch und fossil) – Zuschreibung FH Technikum Wien (Fortsetzung nächste Seite).....</i>	<i>145</i>
<i>Tabelle 41 Überblick Maßnahmenpakete Mobilität Campus - "gesamt"- "reduziert"- "stark reduziert"</i>	<i>148</i>
<i>Tabelle 42: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Interdisziplinarität</i>	<i>183</i>
<i>Tabelle 43: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Multidisziplinarität</i>	<i>184</i>
<i>Tabelle 44: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Transdisziplinarität.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabelle 45: Die bestbewertete Use-Cases nach Öffentlichkeit.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabelle 46: Die bestbewertete Use-Cases nach Forschungspersonal.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabelle 47: Die bestbewertete Use-Cases nach Lehre.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabelle 48: Die bestbewertete Use-Cases nach Unternehmen</i>	<i>187</i>
<i>Tabelle 49: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Stadtverwaltung.....</i>	<i>187</i>
<i>Tabelle 50: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Zielgruppen (Gesamt).....</i>	<i>187</i>
<i>Tabelle 51: Die bestbewertete Use-Cases nach Aufwand</i>	<i>188</i>
<i>Tabelle 52: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Netzwerkaktivität.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabelle 53: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Netzwerkaktivität.....</i>	<i>189</i>
<i>Tabelle 54: Die drei bestbewertete Use-Cases nach StudienbewerberInnen</i>	<i>190</i>
<i>Tabelle 55: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach StudienbewerberInnen</i>	<i>191</i>
<i>Tabelle 56: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Sichtbarkeit.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabelle 57: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Sichtbarkeit.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabelle 58: Die bestbewertete Use-Cases nach Nachverdichtung Glatzl</i>	<i>193</i>
<i>Tabelle 59: Die bestbewertete Use-Cases nach Nachverdichtung POS.....</i>	<i>193</i>
<i>Tabelle 60: Die bestbewertete Use-Cases nach Plus-Base Neubau.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabelle 61: Die drei bestbewertete Use-Cases nach Umsetzbarkeit (Gesamt)</i>	<i>194</i>
<i>Tabelle 62: Vor- und Nachteile der drei bestbewerteten Use-Cases nach Umsetzbarkeit</i>	<i>195</i>
<i>Tabelle 63 Untersuchte übergeordnete Szenarien, die alle Gebäude des Quartiers betreffen</i>	<i>199</i>
<i>Tabelle 64 Im Projekt erstellt Reihenfolge der Gebäudesanierungen bis 2040 bei hoher Sanierungsrate (2,82% p.a.)</i>	<i>200</i>
<i>Tabelle 65: Quartiersbetrachtung Sanierungspakete, Effizienz und Erneuerbare</i>	<i>201</i>
<i>Tabelle 66 Steckbrief Bestandsquartier.....</i>	<i>203</i>

<i>Tabelle 67 Steckbrief Quartier im Bestand (Szenario 2020)</i>	204
<i>Tabelle 68 Steckbrief Mikroquartier Seniorenresidenz</i>	205
<i>Tabelle 69 Steckbrief Blockrand 1</i>	206
<i>Tabelle 70 Steckbrief Blockrand 3</i>	207
<i>Tabelle 71 Steckbrief Leithastraße Nord</i>	207
<i>Tabelle 72 Steckbrief Blockrand 4</i>	208
<i>Tabelle 73 Steckbrief Wohnturm</i>	209
<i>Tabelle 74 Steckbrief Globusareal</i>	210
<i>Tabelle 75 Steckbrief Blockrand 2</i>	211
<i>Tabelle 76 Steckbrief Brigitta Passage</i>	212
<i>Tabelle 77 Steckbrief FH Technikum Wien</i>	213
<i>Tabelle 78 Steckbrief Leithastraße Süd</i>	213
<i>Tabelle 79 Übersicht über Flächenpotentiale zur Erdwärmenutzung</i>	214
<i>Tabelle 80 schematische Darstellung eines Anergienetzes im Quartier Höchstädtplatz</i>	215
<i>Tabelle 81 Übersicht PV-Belegung Dächer im Quartier</i>	220
<i>Tabelle 82 Übersicht PV-Belegung Dach und Fassade</i>	222
<i>Tabelle 83 Wärmebedarf Quartier nach Sanierung</i>	225
<i>Tabelle 84 Freiflächen und mögliche Sondenanzahl im Quartier</i>	226
<i>Tabelle 85 potentielle Wärmeenergieleistung durch Geothermie im Quartier</i>	228
<i>Tabelle 86 Dimensionierung Tiefensonden, Annahmen: Volllast Winter 1800 h, HWB =25 kWh/m²p.a, WW 15kWh/m²_{NGF} p.a. Distanz zwischen Tiefensonden 8 m, Sondendurchmesser 25 cm, Raumheizung und Warmwasserbereitung, BO/W35 : Soletemperatur 0°C / Vorlauftemperatur 35°C</i>	230
<i>Tabelle 87 Richt- und Zielwerte Mobilität - Regionstyp 91 (Wien, Brigittenau)</i>	242
<i>Tabelle 88 Kennzahlen zur Zuordnung der Verkehrsleistungen im Quartier: Flächenschlüssel Personen /m² NGF nach Nutzung und Zuordnung Jahresmobilität nach Nutzung (Quelle UAP),</i>	244
<i>Tabelle 89 Zuordnung Quartiers-Mobilität nach Nutzung</i>	244
<i>Tabelle 90 Verkehrsleistung nach Nutzung analog Klima:aktiv-Alltagsmobilität – Umlegung auf Regionstyp 91</i>	245
<i>Tabelle 91 Verkehrsleistung nach Verkehrsträgern im Quartier in km p.a. pro "virtueller" Person – Regionstyp 91 und Regionstyp 91 optimiert</i>	245
<i>Tabelle 92: primäre Außenwände A-B-F</i>	272
<i>Tabelle 93: primärer Dachaufbau A-B-F</i>	272
<i>Tabelle 94: primäre Fußboden/Kellerdecke A-B-F</i>	272
<i>Tabelle 95 Energetische Kennzahlen der thermischen Hülle (Annahmen PEC „FHTW“; nach Massen-Aufbauten-PEC_20220419 bzw. PHPP_U-Werte PEC)</i>	277
<i>Tabelle 96 ?????? (Annahmen PEC „FHTW“; Default-Werte, Verteilverluste angepasst)</i>	277
<i>Tabelle 97 Warmwasser – Bedarf in Anlehnung an ÖNORM 8110-5 (Annahmen PEC „FHTW“; WWWB-Profil um 50% reduziert)</i>	278

<i>Tabelle 98 Lüftung – therm. Luftwechsel entsprechend den Anlagenluftmengen (Raumbuch) (Annahmen PEC „FHTW“; nach Übersicht_Raumbuch_etc „A-Gebäude“ „B-Gebäude“ „F-Gebäude“)</i>	278
<i>Tabelle 99: U-Werte je Bauteil und Bauperiode</i>	279
<i>Tabelle 100: Annahmen zur PV-Simulation</i>	279
<i>Tabelle 101: Ausschnitte der PV-Modellierung je Mikroquartier (jeweils Screenshots aus den .bis-Dateien)</i>	281
<i>Tabelle 102: Allgemeine Annahmen zur dynamischen Simulation</i>	286

9.3 Literaturverzeichnis

- Abel, P., 2020, Living Lab: Forschung und Praxis am Universitätscampus. HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik, Band 57, Nummer 2; 285–295; <http://link.springer.com/10.1365/s40702-020-00593-z>; 15.7.2020
- Amcoff, J., Anderson, L., Gunnarsson, S., Hertting, N., Ottosson, H., Sundås-Larsson, A. Integrated Campus Development in Uppsala: Developing a dynamic campus environment, a new approach for stakeholder dialogue, and an experimental, collaborative space for art, science and civil society.
- Arnkil, R., Järvensivu, A., Koski, P., Piirainen, T., 2010, Exploring quadruple helix outlining user-oriented innovation models.
- Bergvall-Kåreborn, B., Ihlström Eriksson, C., Ståhlbröst, A., 2015, Places and Spaces within Living Labs. Technology Innovation Management Review, Band 5, Nummer; 37–47; <10.22215/timreview/951>
- Cai, X., Shafiee-Jood, M., 2017, Review of Campus Sustainability Programs: Opportunities for Education and Research. Institute for Sustainability, Energy, and Environment, University of Illinois
- Colobrans, Jordi, 2019, Mindb4Act. Living Lab Guide.
- De Haan, G., 2013, A Vision of the Future of Media Technology Design Education-design and education from HCI to UbiComp. in: Proceedings of the 3rd Computer Science Education Research Conference on Computer Science Education Research. Open Universiteit, Heerlen; 67–72
- Dlouhá, J., Henderson, L., Kapitulčinová, D., Mader, C., 2018, Sustainability-oriented higher education networks: Characteristics and achievements in the context of the UN DESD. Journal of Cleaner Production, Band 172, Nummer; 4263–4276; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617316955>
- Engels, F., Wentland, A., Pfothner, S.M., 2019, Testing future societies? Developing a framework for test beds and living labs as instruments of innovation governance. Research Policy, Band 48, Nummer 9; 103826; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733319301465>
- Evans, J., Jones, R., Karvonen, A., Millard, L., Wendler, J., 2015, Living labs and co-production: university campuses as platforms for sustainability science. Current Opinion in Environmental Sustainability, Band 16, Nummer; 1–6; <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877343515000573>; 15.7.2020
- FH Technikum Wien, DI Michael Schwingshackl, Manuel Della-Rosa, BSc, Michaela Golser, BSc, DI(FH) Romana Ransmayr, Calvin Szczur, BSc, 2019, Sustainability Report 2019
- van Geenhuizen, M., 2018, A framework for the evaluation of living labs as boundary spanners in innovation. Environment and Planning C: Politics and Space, Band 36, Nummer 7; 1280–1298; <10.1177/2399654417753623>; 16.7.2020

- Graßl, H., Kirchner, M., Kromp-Kolb, H., Stagl, S., Steininger, K., Getzner, M., Kettner, C., Kirchengast, G., Köppl, A., Meyer, I., Sommer, M.W., Uhl-Haedicke, I., 2020. Stellungnahme von Expertinnen und Experten des CCCA zum Factsheet: "Kostenwahrheit CO 2 " des BMK. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21246.61761>
- Hagy, S., Bard, F., Sasic Kalagasidis, A., Sredanovic, E., Camarasa, C., 2017, Next Generation Living Labs Comprehensive Report.
- Hansen, S.S., 2017, The campus as a living laboratory: Macalester college case study. in: Handbook of theory and practice of sustainable development in higher education. Springer; 223–239
- Hossain, M., Leminen, S., Westerlund, M., 2019, A systematic review of living lab literature. Journal of Cleaner Production, Band 213, Nummer; 976–988; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618339830>
- Issa, A., Schumacher, S., Hatiboglu, B., Groß, E., Bauernhansl, T., 2018, Open Innovation in the Workplace: Future Work Lab as a Living Lab. 51st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Band 72, Nummer; 629–634; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827118303068>
- König, A., Evans, J., 2013, Experimenting for sustainable development? Living laboratories, social learning and the role of the university. in: Regenerative sustainable development of universities and cities. Edward Elgar Publishing
- Leal Filho, W., Shiel, C., Paço, A., 2016, Implementing and operationalising integrative approaches to sustainability in higher education: the role of project-oriented learning. Journal of Cleaner Production, Band 133, Nummer; 126–135; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616305431>
- Leal Filho, W., Skanavis, C., Kounani, A., Brandli, L.L., Shiel, C., Paço, A. do, Pace, P., Mifsud, M., Beynaghi, A., Price, E., Salvia, A.L., Will, M., Shula, K., 2019, The role of planning in implementing sustainable development in a higher education context. Journal of Cleaner Production, Band 235, Nummer; 678–687; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619322991>
- Mair am Tinkhof O., Strasser H., Prinz T., Herbst S., Schuster M., Tomschy R., Figl H., Fellner M., Ploß M., Roßkopf T. (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. 39/2017:
- Masseck, T., 2017, Living Labs in Architecture as Innovation Arenas within Higher Education Institutions. Energy Procedia, Band 115, Nummer; 383–389; <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1876610217322348>; 15.7.2020
- Masseck, T., 2013, Teaching sustainability through living labs in architecture: the case study of the UPC-LOW3 prototype. in: EESD13-Conference Proceedings. ; 1–9
- Matus, M., Serra, A., 2019, Laboratorios vivos, fab labs, fábricas de aprendizaje y labor labs.

- Paletta, A., Fava, F., Ubertini, F., Bastioli, C., Gregori, G., Camera, F.L., Douvan, A.R., 2019, Universities, industries and sustainable development: Outcomes of the 2017 G7 Environment Ministerial Meeting. Sustainable Production and Consumption, Band 19, Nummer; 1–10; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550918302409>
- da Silva, L.C., Villalva, M.G., de Almeida, M.C., Brittes, J.L., Yasuoka, J., Cypriano, J.G., Dotta, D., Pereira, J.T.V., Salles, M.B., Archilli, G.B., 2018, Sustainable Campus Model at the University of Campinas - Brazil: An Integrated Living Lab for Renewable Generation, Electric Mobility, Energy Efficiency, Monitoring and Energy Demand Management. in: Towards Green Campus Operations. Springer; 457–472
- Schlögl K., Kresser C., Schriebl E., Schöberl H., Artner I., S. Chatterjee, D. Ürge-Vorsatz, D. Ürge, K. Stieldorf, F. Gharakhanzadeh, I. Stieldorf, G. Lang, M. Lang, T. Lebinger, G. Jedliczka, B. Mayr, 2021. Machbarkeitsanalyse zertifizierte Plus-Energie-Quartier-Sanierung des denkmalgeschützten Otto-Wagner-Areals (OttoWagner-ArealPlus) (No. 3/2021). Vienna.
- Schneider S., FH-Technikum Wien, Kompetenzfeld Climate-fit Buildings and Cities, 2022, Whitepaper PEQ Definition und Operationalisierung
- Schöberl H., Hofer R., Leeb M., Bednar T., Kratochwil G., 2014. Österreichs größtes Plus-Energie-Bürogebäude am Standort Getreidemarkt der TU Wien.
- Schöfmann P., Bericht Zukunftsquartier 2.0 (in Erscheinung), <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/sdz/projekte/zukunftsquartier-2-punkt-0.php> (accessed 12/2022)
- Soini, K., Jurgilevich, A., Pietikäinen, J., Korhonen-Kurki, K., 2018, Universities responding to the call for sustainability: A typology of sustainability centres. Journal of Cleaner Production, Band 170, Nummer; 1423–1432; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617319303>
- Steininger K., Schinko T., Rieder H., Kromp-Kolb H., Kienberger S., Kirchengast G., Michl C., Schwarzl I., Lambert S., 2022, +1,5°C: Wieviel Treibhausgase dürfen wir noch emittieren?, Treibhausgasbudget Hintergrundpapier - Climate Change Centre Austria, <https://ccca.ac.at/wissenstransfer/informationsdokumente/treibhausgasbudget-hintergrundpapier> (accessed 12.15.22).
- Tekic, Z., Tekic, A., Todorovic, V., 2015, Modelling a Laboratory for Ideas as a New Tool for Fostering Engineering Creativity. 25th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation, 2014, Band 100, Nummer; 400–407; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815004117>
- Verhoef, L., Bossert, M., 2019, A Practitioner’s Guide and Handbook. Delft, TU Delft
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J.C., Kohtala, C., 2015, New design challenges to widely implement ‘Sustainable Product–Service Systems’. Special Volume: Why have ‘Sustainable Product-Service Systems’ not been widely implemented?, Band 97, Nummer; 1–12; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652615001742>

- Weber, K.M., Rohracher, H., 2012, Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive 'failures' framework. Special Section on Sustainability Transitions, Band 41, Nummer 6; 1037–1047; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733312000613>
- van Winden, W., 2014, Connecting cities building successes: The city as classroom and living lab: how universities can benefit from a deeper local involvement.
- 6b47 Real Estate Investors AG, 2020. TownUp | 6B47 Real Estate Investors. TownUp. URL <https://6b47.com/de/projekte/townup> (accessed 12/2022)

9.4 Abkürzungsverzeichnis

BGF	Bruttogeschossfläche
BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
BTA	Bauteilaktivierung
CEU	Central European University
COP	Leistungszahl (eng.: Coefficient of Performance)
EE	Endenergie
EG	Erdgeschoß
F&E	Forschung und Entwicklung
FBH	Fußbodenheizung
FFG	Forschungsförderungsgesellschaft
FHTW	Fachhochschule Technikum Wien
GFZ	Geschoßflächenzahl
GRZ	Grundflächenzahl
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologien
JPI	Joint Programme Initiative Urban Europe
KiGa	Kindergarten
KPI	Key performance indicator
LCA	Lebenszyklusanalyse (eng.: Life-cycle assessment)
LCC	Lebenszykluskostenrechnung (eng.: Life-Cycle-Costing)
LL	Living Lab
MIV	Motorisierten Individualverkehr
NGF	Nettogeschossfläche
NVD	Nachverdichtung
OG	Obergeschoß
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PE	Primärenergie
PED	Positive Energy District
PEQ	Plus-Energie-Quartier
PES	Plus-Energie-Standard
PH	Passivhaus
PV	Photovoltaik

THG	Treibhausgas
TU	Technische Universität
UG	Untergeschoß
WP	Wärmepumpe
WPS	Wind-Peak-Shaving
WRG	Wärmerückgewinnung
WW	Warmwasser

Anhang

FHTW Entwicklungsszenarien im Detail:

A: Transformation im Bestand

Ziel: Erdgeschoss freiräumen für Lab - Mensa und Festsaal gibt's Alternativen?

UG Umnutzung

- Lagerräumlichkeiten im Keller /Lichträume
- Transparenz im Erdgeschoss nicht genutzt insb. Foyer

Anm. KL Festsaal Geb. A ist 2/3 der Zeit gebucht - Raum in der Größe wird gebraucht

Belegung: Höchstädtplatz ist bereits über Kapazitätsgrenze

- Ergänzungen durch Staffelgeschosse
- Atrien, Oberlichten (TU Getreidemarkt)
- Brücke zwischen A- und F-Gebäude
- Aufstockung:
 - Potential v.a. auf A-Gebäude
 - F - 1 Etage geht wahrscheinlich, "auskragender" Teil ev. problematisch
 - von Geschäftsführung als spätere Reserve gesehen
 - partielle mehrgeschossige Aufstockung (von MA21 nicht neg. gesehen)

B: Zubauten an den **Bestand** (Trakt A):

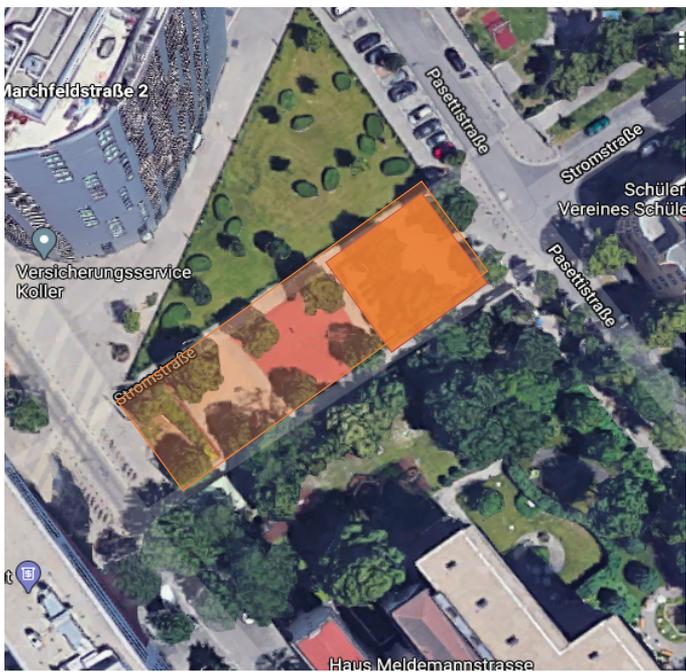
- nicht in Konflikt mit städtebaulichem Konzept im Erdgeschoss!
- 1 Element „wächst raus“ (vorh. Gebäude sehr schlank)
- Trakttiefe (4-5 m) - radikale Umorganisation des Bestands
- Höher als A (Sichtbarkeit)
- Nutzbarkeit (Raum/Räume neu denken)
- Verträglichkeit mit laufendem Betrieb?

C: **Nachverdichtung** im Bereich Hochhaus

Wäre gut geeignet, aber hier sind bereits Flächen parifiziert.

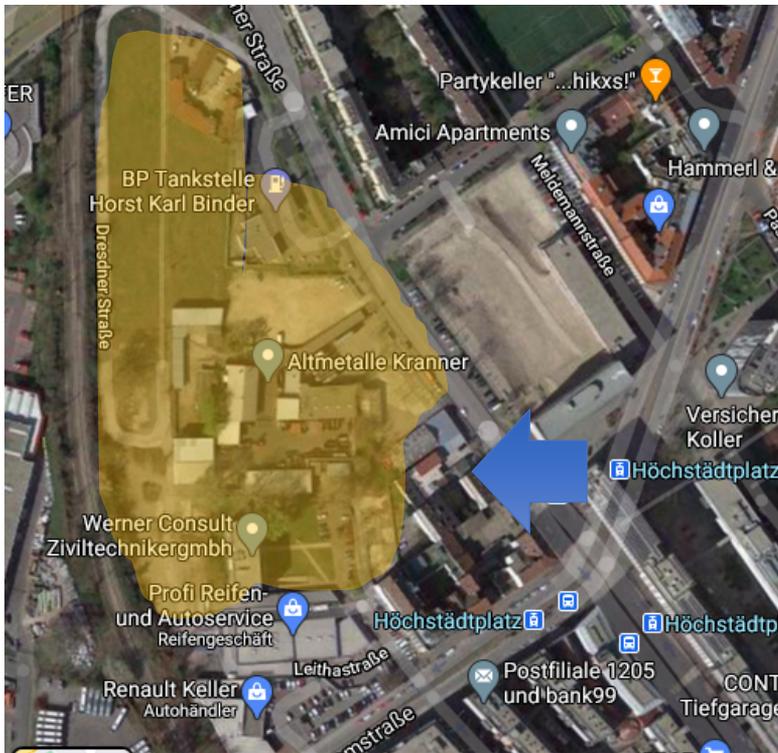


D Spielband **Stromstraße**



E „Brettldorf“

- „Highline“ ehemalige Bahn
- im Masterplan produktive Stadt als gemischtes Gewerbegebiet
- noch kein Leitbild etc.
- Problem dzt. Projektbetreiber
- langfristiges Szenario
- auch mit Focus neuer Standort
- Kontakt mit Besitzer (Stift) aufnehmen



F Nordwestbahngelände



- Ebenso langfristig
- am Flaschenhals gem. Nutzung
- Hochhaus-Standorte vorgesehen
- Entwicklungshorizont ca 2030
- 18/19 (unterhalb Winarsky/Hellwagstr.) - Anbindung über „Grünraumstreifen“

FHTW Gebäude Aufbauten

Tabelle 92: primäre Außenwände A-B-F

A-Gebäude	<p>AUSSENWAND</p> <ul style="list-style-type: none"> - 0.5 CM SPACTELUNG > 20.0 CM STB-WAND - KLEBEMÖRTEL (B6121) - 10.0 CM EXP.POLYSTYROL EPS-F - 0.5 CM KUNSTHARZDÜNNPUTZ - DECKSCHICHTE (B6110,B6135) 		
B-Gebäude	<p>WANDAUFBAUTEN</p> <p>Ⓜ1 PUTZFASSADE</p> <ul style="list-style-type: none"> 0.5 CM DÜNNPUTZ 8.0 CM EXPAND.POLYSTYROL EPS-F 25.0 CM STAHLBETON SPACTELUNG 		
F-Gebäude	AW 4	Außenwand verputzt	
		Dünnputz	0,5 cm
		Mineralische Putzträgerplatte	14 cm
		Stahlbeton	min.15 cm

Tabelle 93: primärer Dachaufbau A-B-F

A-Gebäude	<p>① UMKEHRDACH ②</p> <ul style="list-style-type: none"> - 5.0 CM BETONESTRICHPL. (BEGEHBAR) - 3.0 CM KIES (BEGEHBAR) OD. 8.0 CM KIES (NICHT BEGEHBAR) - FILTERVLIES - 16.0 CM ROOFMATE SL-A OD. GLEICHW. 3-L 1.5 CM BITUMENISOL. (GEM. ÖNORM B2220) - > 4 CM BETON-AUSGLEICHKEIL (5%) 20/26.5 CM ROHDECKE IM GEF. (5%) LT.ST. 		
B-Gebäude	<p>Ⓚ8 OBERSTE GESCHÖSSDECKE(UMKEHRDACH BEKIEST)</p> <ul style="list-style-type: none"> 10.0 CM KIES 0.5 CM VLIES 1LG 18.0 CM STYRODUR 2500 XPS-G 1.5 CM BITU.FEUCHTIGKEITSISOLIERUNG BITUMEN-VORANSTRICH 3.0-19.0 CM GEFÄLLEBETON (MIN) 25.0 CM STAHLBETON SPACTELUNG 		
F-Gebäude	D 1	Flachdach (Umkehrdach) - bekiest	
		Kies	min. 8 cm
		Trennlage (Vlies)	
		XPS-G	20 cm
		Abdichtung 3-lagig	1,5 cm
		Gefällebeton	min. 3 cm
		Stahlbetondecke	32 cm

Tabelle 94: primäre Fußboden/Kellerdecke A-B-F

A-Gebäude

- ④ REGELAUFBAU EG (GEGEN UNBEHEIZT)
- 2.0 CM INDUSTRIEESTRICH
 - 8.0 CM ESTRICH BEWEHRT
 - DAMPFSPERRE (ZB 2-LAG PE)
 - 3.0 CM TDPT 30/30
 - 5.0 CM EPS W25
 - 2.0 CM SANDAUSGLEICH
 - 20.0 CM ROHDECKE LT.STATIK

B-Gebäude

- ③ DECKE U. UG (LOBBY)
- OBERFLÄCHE VERSIEGELT
 - 2.0 CM INDUSTRIEESTRICH DURCHGEFRBT
 - 6.0 CM ESTRICH
 - 0.02 CM PE-FOLIE
 - 2.0 CM TDPT 20/20
 - 5.0 CM SANDAUSGLEICHSSCHICHT GEBUNDEN
 - 25.0 CM STAHLBETONDECKE LT.STATIK
 - 10.0 CM TEKTALAN

F-Gebäude

F 4	Eingangshalle, Foyer im EG**	
	Feinsteinzeug im Dünnbett	1,5 cm
	Estrich bewehrt*	8 cm
	Folie	
	TDP-T 35/35	3,5 cm
	Folie 2-lagig (Dampfbremse)	
	EPS-W25	8 cm
	gebundene Ausgleichsschicht ("Wied-Beton")	ca.4 cm
	Stahlbeton	35 cm

FHTW Haustechnische Anlagen

Haustechnische Anlagen Bauteil A:

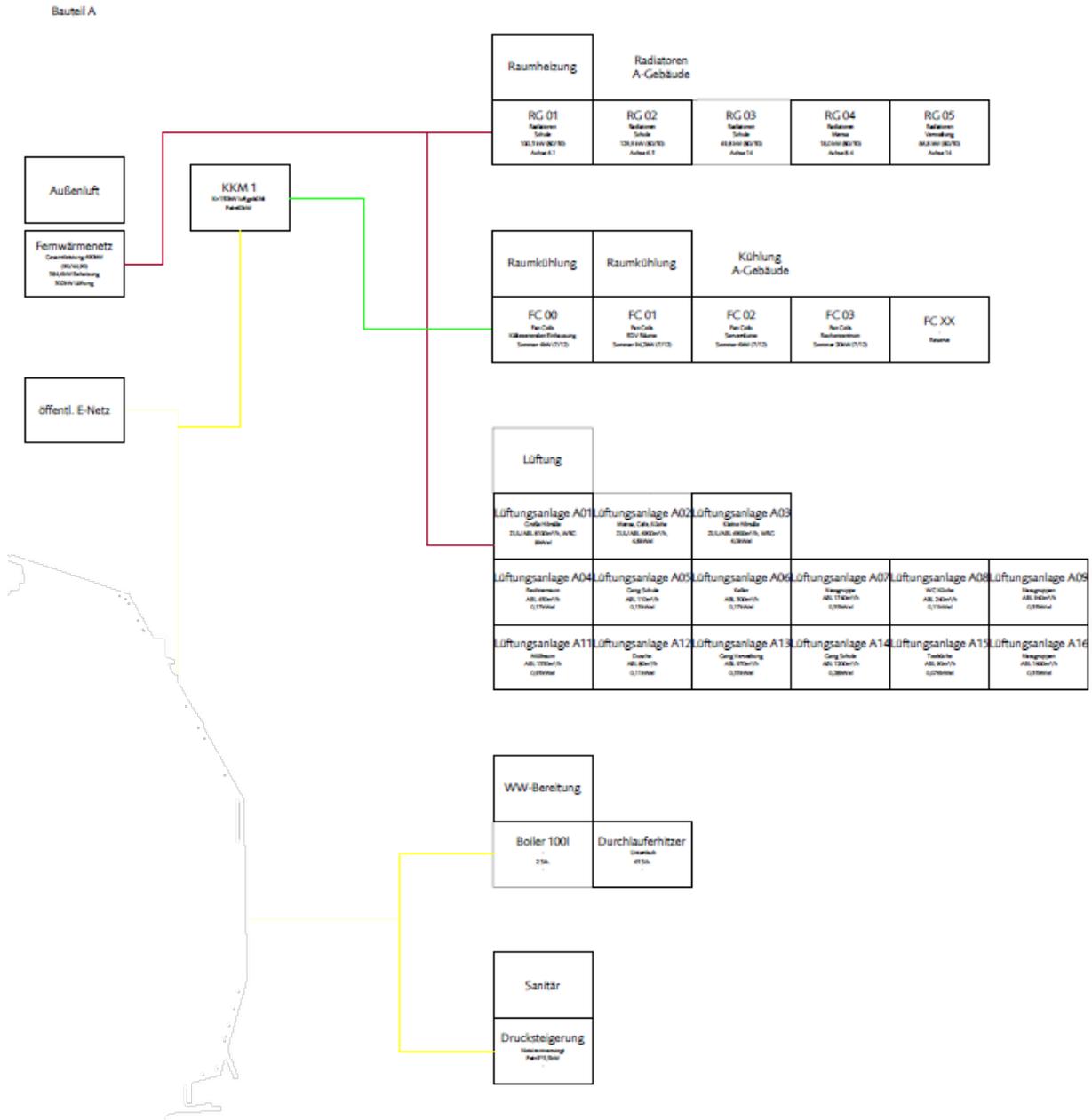


Abbildung 194 Grafische Darstellung Haustechnik Bauteil A

Bauteil B:

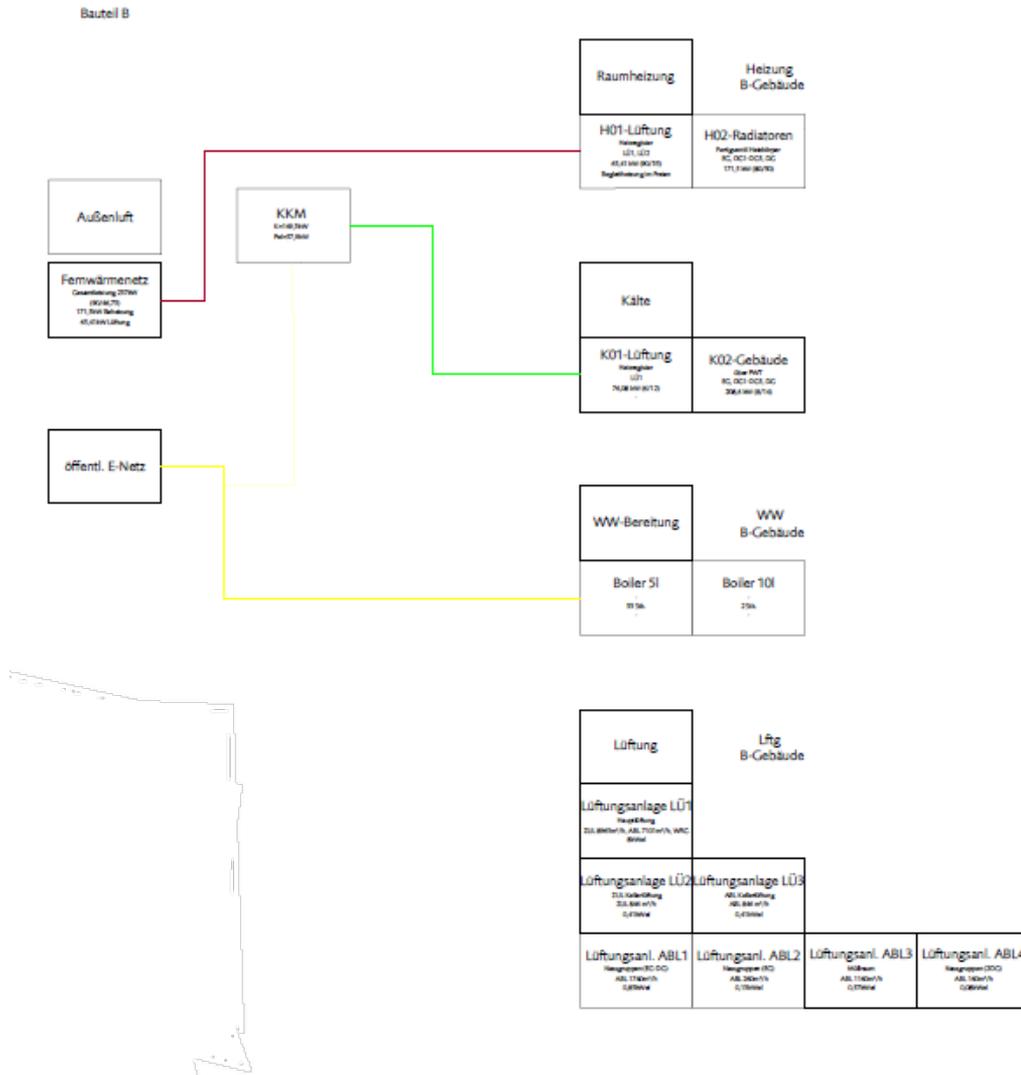
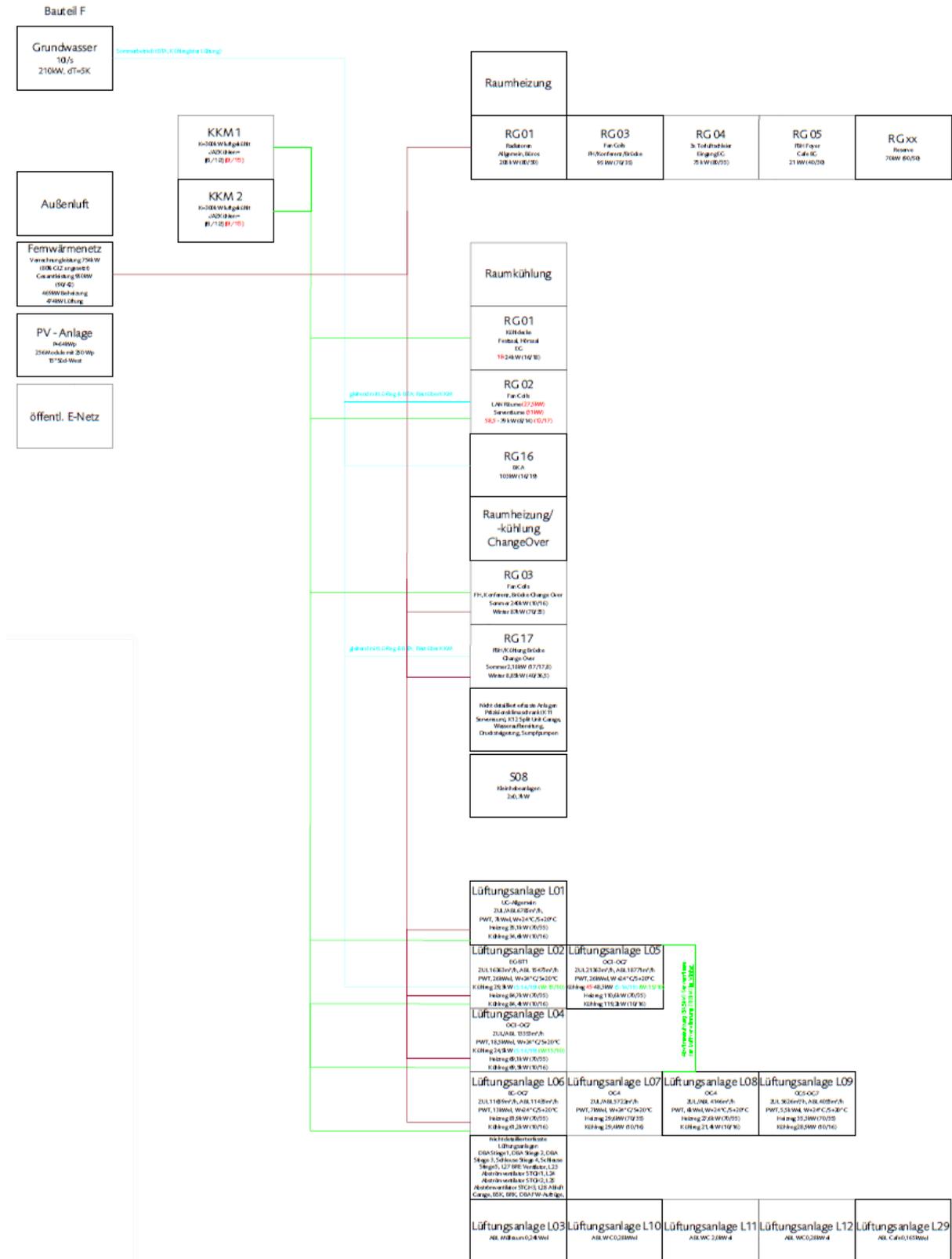


Abbildung 195 Grafische Darstellung Haustechnik Bauteil B

Bauteil F:



Parameter und Annahmen des Simulationsmodells Plus-Energie-Campus

Thermische Hülle – den Aufbauten lt. Bestandsplänen entsprechend

Energetische Kennzahlen der thermischen Hülle Bestand							
	U-Wert Außenwand	U-Wert Fenster	U-Wert Dach	U-Wert Kellerdecke -Boden	g-Wert	Spezifisch wirksame Wärmespeicherkapazität [Wh/m²K]	Wärmebrücken-zuschlag
A-Gebäude	0,34	1,2	0,17	0,32	0,5	204	10%
B-Gebäude	0,36	1,5	0,16	0,29	0,7	204	10%
F-Gebäude	0,20	1,4	0,2	0,2	0,4	204	10%

Tabelle 95 Energetische Kennzahlen der thermischen Hülle (Annahmen PEC „FHTW“; nach Massen-Aufbauten-PEC_20220419 bzw. PHPP_U-Werte PEC)

HKS – verweis auf Radiatoren mit hohem Vorlauf, Fancoils etc. – Fernwärme default. WW Speicher spezifisch lt. WW-Bedarf ÖNORM 8110-5 Bildung/Büro

?????????					
	Komfortband Heizen	Komfortband Kühlen	Verteilverluste Heizung	Verteilverluste Kühlung	Wirkungsgrad Fernwärme
A-Gebäude	22°C – 26°C	26°C – 23°C	0,75	0,8	0,95
B-Gebäude			0,85	0,8	
F-Gebäude			0,85	0,9	

Tabelle 96 ?????? (Annahmen PEC „FHTW“; Default-Werte, Verteilverluste angepasst)

Warmwasser – Bedarf in Anlehnung an ÖNORM 8110-5			
	WW-Speicher [l/p*d]	Speichertemperatur	WWW-Bedarf [kWh/m ² a]
A-Gebäude	5	60°C – 70°C	2,7
B-Gebäude			
F-Gebäude			

Tabelle 97 Warmwasser – Bedarf in Anlehnung an ÖNORM 8110-5 (Annahmen PEC „FHTW“; WWWB-Profil um 50% reduziert)

Lüftung – therm. Luftwechsel entsprechend den Anlagenluftmengen (Raumbuch) und WRG-Zahlen. Infiltrationsluftwechsel erhöht, Lüfterstrom entsprechend Anlagenlaufzeiten und -leistungen.

Lüftung – therm. Luftwechsel entsprechend den Anlagenluftmengen (Raumbuch)			
	Therm. wirksamer Anlagenluftwechsel [1/h]	Infiltrationsluftwechsel [1/h]	Lüfterstrom [kWh/m ² a]
A-Gebäude	0,91	0,19	13,23
B-Gebäude	1,08		
F-Gebäude	0,76		33,1

Tabelle 98 Lüftung – therm. Luftwechsel entsprechend den Anlagenluftmengen (Raumbuch) (Annahmen PEC „FHTW“; nach Übersicht_Raumbuch_etc „A-Gebäude“ „B-Gebäude“ „F-Gebäude“)

Parameter und Annahmen des Simulationsmodells Quartier Höchstädtplatz

Bauphysik

Für die Ermittlung der bauphysikalischen Annahmen wurde auf eine Studie des Instituts für Wohnen und Umwelt (IWU) aus dem Jahr 2016 zurückgegriffen (Cischinsky and Diefenbach 2016). Diese Studie unterteilt den Gebäudebestand Deutschlands (Wohngebäude) in drei Errichtungsperioden (Bis 1979, 1979 – 2009 und 2010 – 2015) und gibt u. a. durchschnittliche Dämmstoffstärken bzw. die Häufigkeiten unterschiedlicher Dämmstoffstärken je Bauteil und Errichtungsperiode an. In Kombination mit einer Abschätzung der Gebäudealter und beispielhaften Aufbauten für Außenwand, Dach und Kellerdecke konnten so für jedes Mikroquartier entsprechende U-Werte berechnet werden. In Tabelle 99 sind die resultierenden U-Werte je Bauteil und Bauperiode dargestellt.

Tabelle 99: U-Werte je Bauteil und Bauperiode

U-Werte	Außenwand	Keller	Dach	Fenster	Einheit
bis 1978	0,92	1,65	0,67	2,12	W/m ² K
1979-2009	0,49	1,12	0,47	1,58	W/m ² K
2010-2015	0,33	1,04	0,52	0,23	W/m ² K

Solarpotential

PVSites, , Auslegung, Cut Off, Modultyp, Hochrechnung

Um das Energiepotential innerhalb der Quartiersgrenzen zu ermitteln, wird für alle betrachteten Gebäude eine Photovoltaiksimulation durchgeführt. Die Modellierung und anschließende Simulation der Photovoltaik basiert auf der Software BIMsolar. Die Software lässt 3D-Dateien importieren, verfügt über eigene Wetterdatensätze und stellt Strahlung in Form von direkter, indirekter und diffuser Strahlung dar. PV-Module können positioniert werden, manuell oder automatisch verkabelt und mit Wechselrichtern verbunden werden (vgl. PVSites n.d.). In dieser Arbeit wird BIMsolar anhand der Software PVSites (Version 1.2.3 rc1) genutzt. PVSites berücksichtigt zusätzlich Eigen- und Fremdverschattung mit geringem Aufwand und relativ hoher Genauigkeit.

Um die Gebäude untereinander vergleichen zu können und um einen Überblick über die Photovoltaikpotentiale der Mikroquartiere zu erhalten, werden alle Mikroquartiere einzeln mit pauschalen Annahmen (siehe Tabelle 100) belegt und simuliert.

Tabelle 100: Annahmen zur PV-Simulation

Annahmen PV-Simulation	
PV-Modul	LG320N1C-G4 (LG Electronics)
Belegung von Außenflächen	solare Einstrahlung >600 kWh/m ² a
Wirkungsgrad DC-AC	90 %

Fassade	
Neigung	90° (vertikal)
Modulabstand	10 cm
Fensteranteil Fassade	25 %
Dach	
Neigung	15°
Neigung Innenhof	30°
Ausrichtung	Ost-West; parallel zur nächsten Kante
Ausrichtung bei offensichtliche Ost-West-Verschattung	praktische Ausrichtung gewählt
Abstand	10 cm zwischen Modulen
	75 cm zwischen Modulreihen

Die Kennwerte des verwendeten Moduls sind in Abbildung 197 ersichtlich.

LG Electronics Inc. - LG320N:	
Technology:	mono_Si
Peak power:	320 Wp
Size:	1000x1640 mm
Cells:	6x10 (60)
Diodes:	3
NOCT:	45.0 °C
Voc:	40.9 V
Vmpp:	33.6 V
Isc:	10.1 A
Bendable:	No

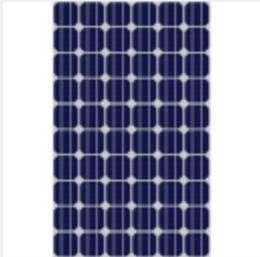


Abbildung 197: Kennwerte Photovoltaikmodul LG320N

Für zehn von elf Mikroquartiere wurde eine Dachsimulation und eine Fassadensimulation durchgeführt. Die Ertragswerte des Mikroquartiers Leithastraße Süd wurden anhand der gemittelten spezifischen Erträge der Simulationen hochgerechnet. In Abbildung 198 ist das Quartier – farblich gekennzeichnet – in Simulation und Hochrechnung unterteilt.



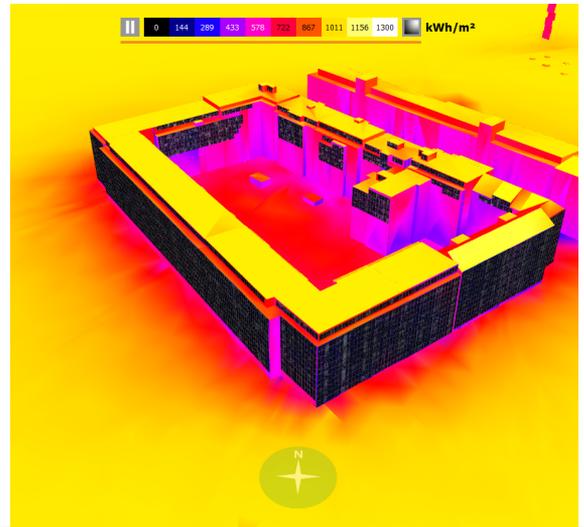
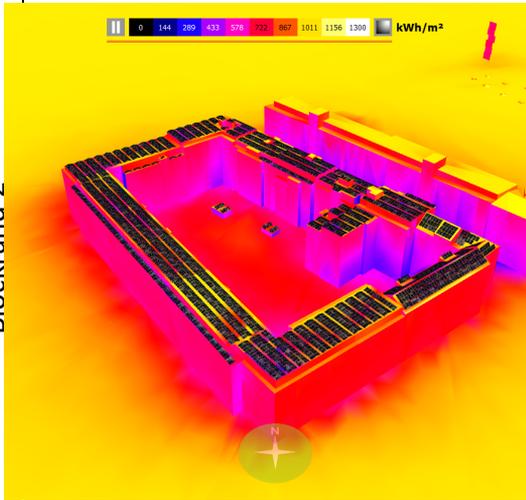
Abbildung 198: Quartiersdarstellung: Simulation (gelb) und Hochrechnung (orange)

Im Folgenden die PV-Simulationen je Mikroquartier und Dach/Fassade.

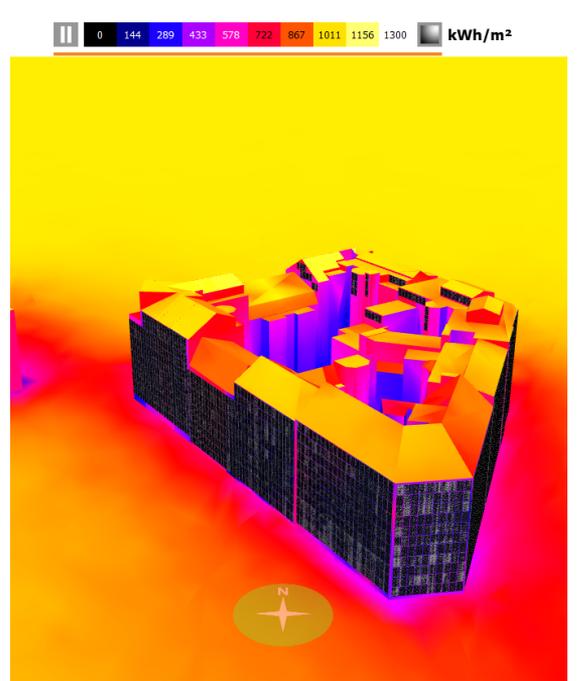
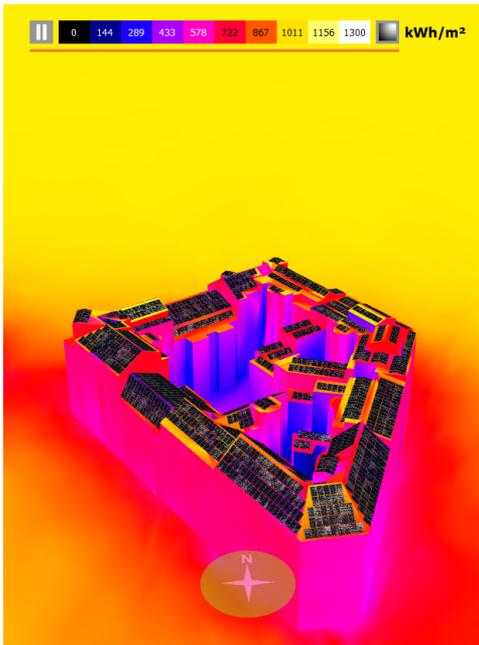
Tabelle 101: Ausschnitte der PV-Modellierung je Mikroquartier (jeweils Screenshots aus den .bis-Dateien)

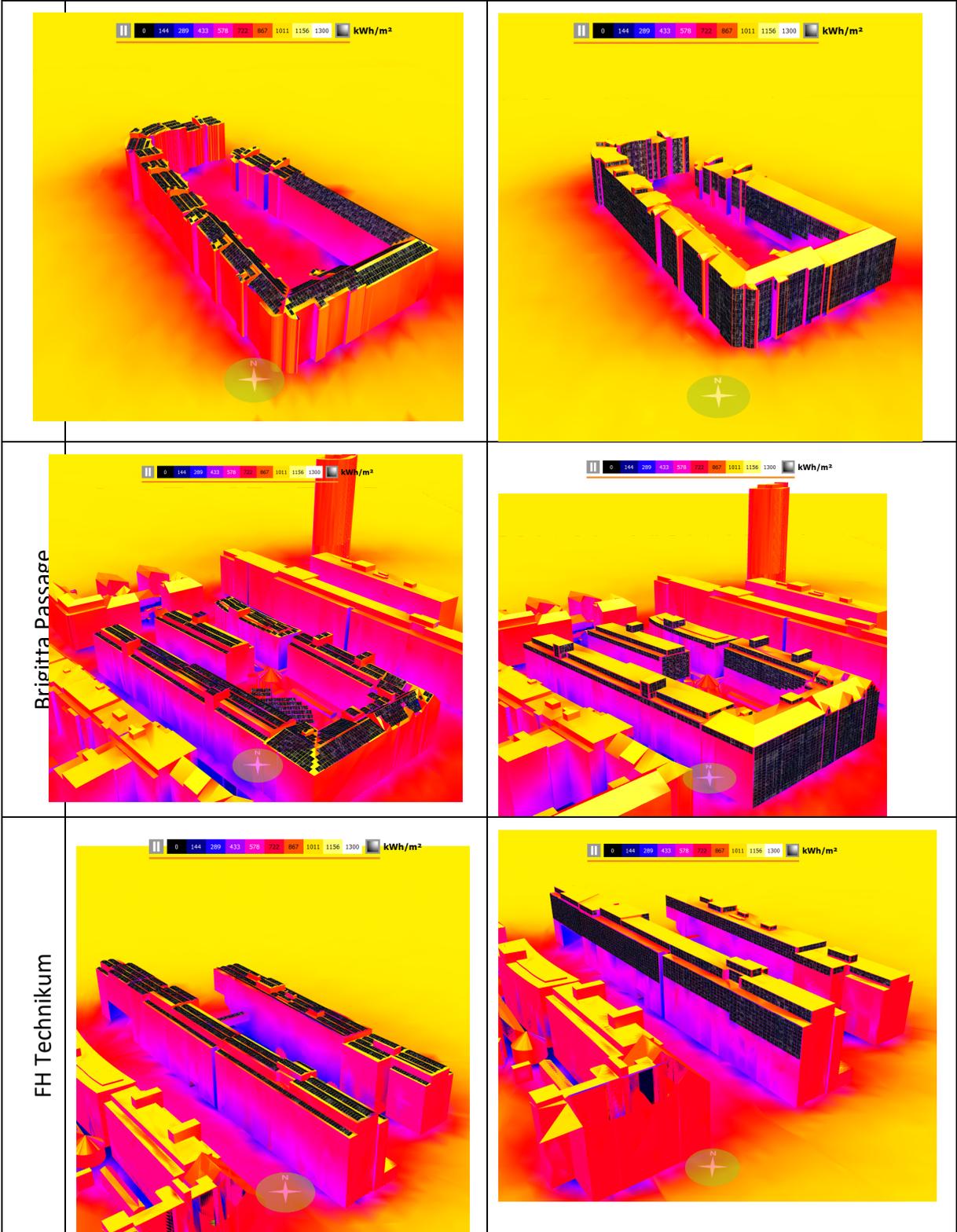
	Dach	Fassade
Blockrand 1		

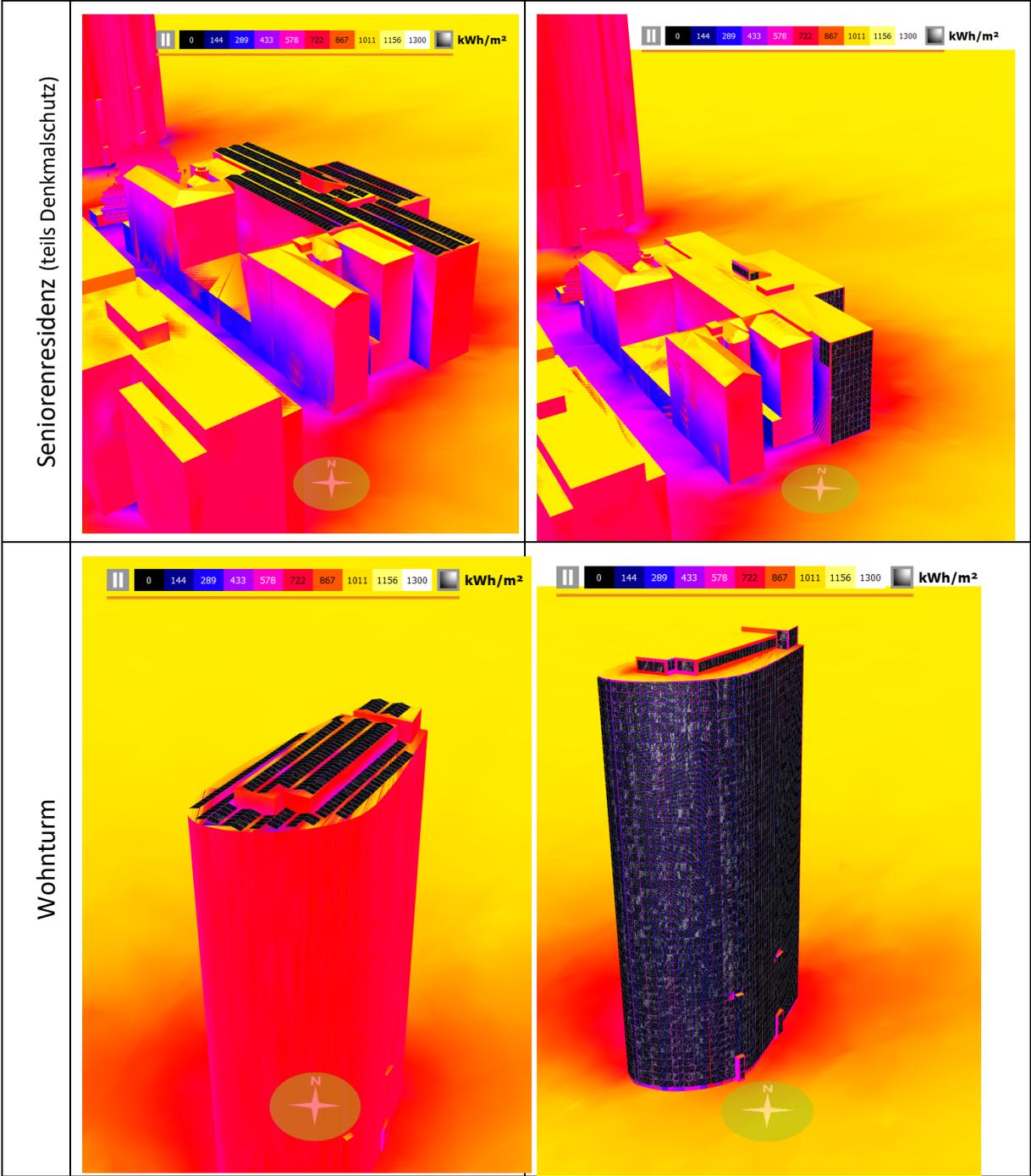
Blockrand 2



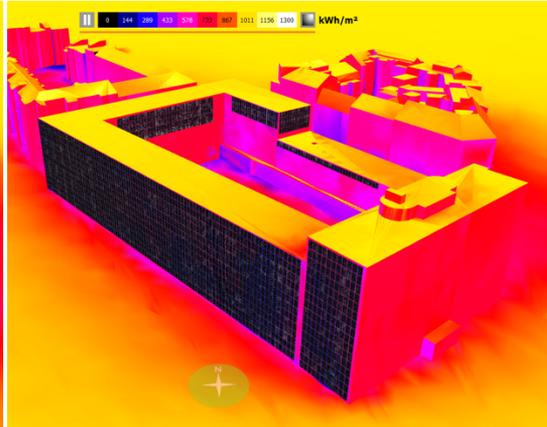
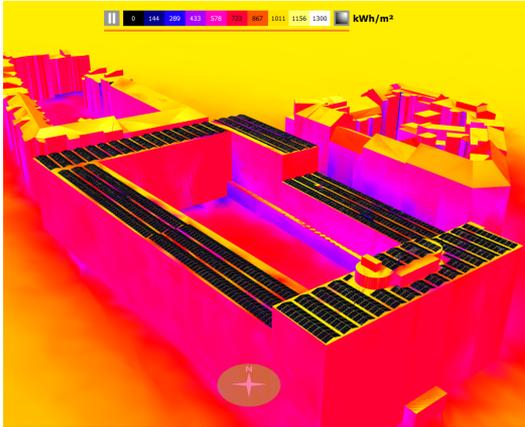
Blockrand 3



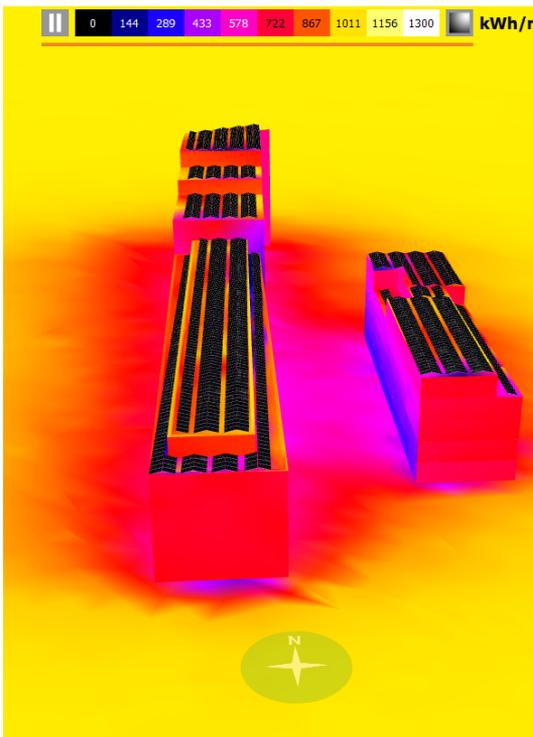




Globusreal (teils Denkmalschutz)



Leithastraße Nord



Dynamische Simulation

Tabelle 102: Allgemeine Annahmen zur dynamischen Simulation

Allgemein		
spez. wirksame Wärmekapazität	204	Wh/m ² K
Wärmebrückenzuschlag	10 %	
durchschnittliche Raumhöhe	3,2	m
Gewinne durch opake Bauteile	1,15	-
Wirkungsgrad Fernwärme	95 %	-
Personenbelegung		
Wohnen	36,2	m ² NF pro Person
Büro	5,8	m ² NF pro Person
Ausbildung	2,6	m ² NF pro Person
Handel	20	m ² NF pro Person
Heizung		
Raumtemperatur Heizung	22-25°C	
Verteilverluste Heizen	20 %	
Lüftung		
Lüfterstrom	0,45	Wh/m ³
Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung	85 %	
Warmwasser		
Verteilverluste Warmwasser	15 %	
Kühlung		
Raumtemperatur Kühlen	25-23°C	
Verteilverluste Kühlung	20 %	

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at