

archland.zero

# Refurbishment towards a zero-emission campus building

Prof. Dr.-Ing. Philipp Geyer

Heisenberg Professor for Sustainable Building Systems

Leibniz University Hannover

EU LiST BIP "Monitoring clean energy in the EULiST campuses"  
7<sup>th</sup> of June 2023

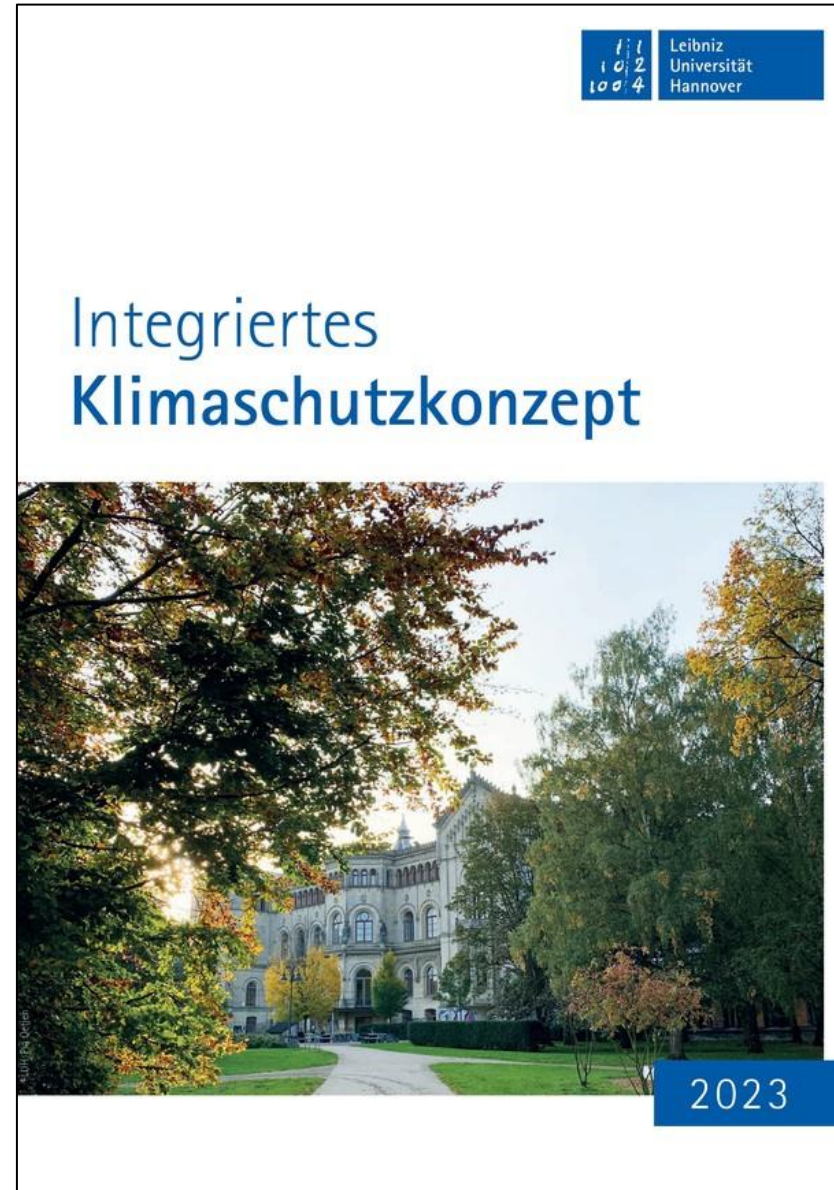
## Green Office

*Das Green Office der Leibniz Universität Hannover, unter der Leitung von Stephanie Mittrach als Referentin für Nachhaltigkeit, ist Teil einer umfassenden Nachhaltigkeitsstrategie der Leibniz Universität Hannover und seit Mai 2021 die zentrale Anlaufstelle für Angelegenheiten rund um das Thema Nachhaltigkeit.*

*Das Team des Green Office vernetzt und koordiniert verschiedenste Nachhaltigkeitsthemen und -projekte in den Handlungsfeldern Forschung, Lehre, Campus und Community, unterstützt und initiiert eigene Nachhaltigkeitsprojekte und -initiativen und organisiert Veranstaltungen und Workshops mit Nachhaltigkeitsbezug.*



# Integrated climate protection strategy





## Leitlinie zum Klima und Umweltschutz Leibniz Universität Hannover (environmental university policy)

Die Leibniz Universität Hannover berücksichtigt bei der Erfüllung ihrer Aufgaben die Belange des Klima- und Umweltschutzes und strebt eine nachhaltige Entwicklung an. Dies ist für uns eine Verpflichtung gegenüber der jetzigen und den nachfolgenden Generationen. **Die Leibniz Universität verpflichtet sich zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2031 in allen Handlungsfeldern.**

**Translation: Leibniz University is committed to climate neutrality by 2031 in all fields of action.**

# Relevant emissions

## Scope 1: Directly generated emissions

- Combustion of natural gas in CHP units, in pellet plants for heat generation
- Fuel consumption of company vehicles
- Leaks in refrigeration systems

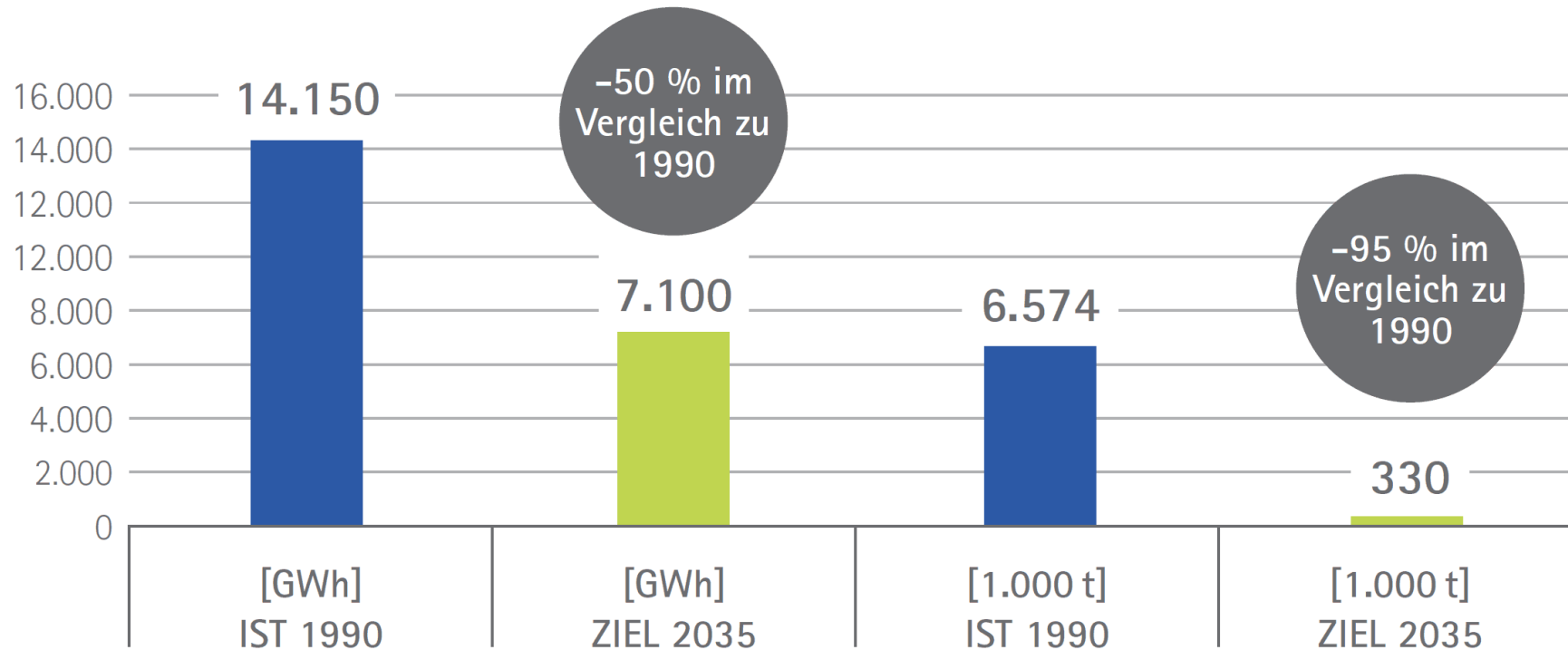
## Scope 2: Indirectly generated emissions

- Purchased electricity
- District heating

## Scope 3: Activities of a company

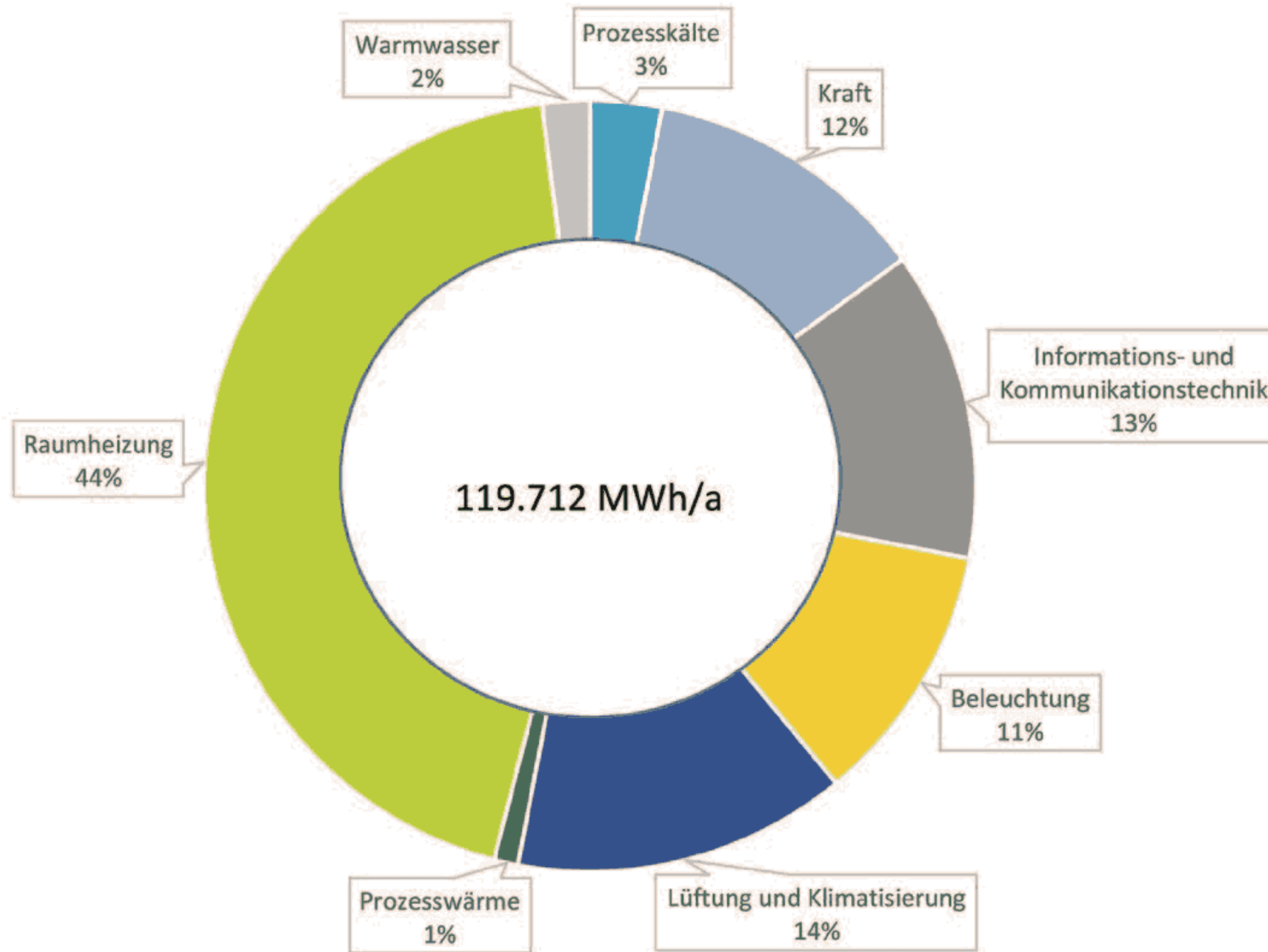
- Business trips, commutes, paper consumption

Masterplan-Ziele Hannover 2035.  
Energieverbrauch in GWh und Treibhausgas-Emissionen in 1.000 t



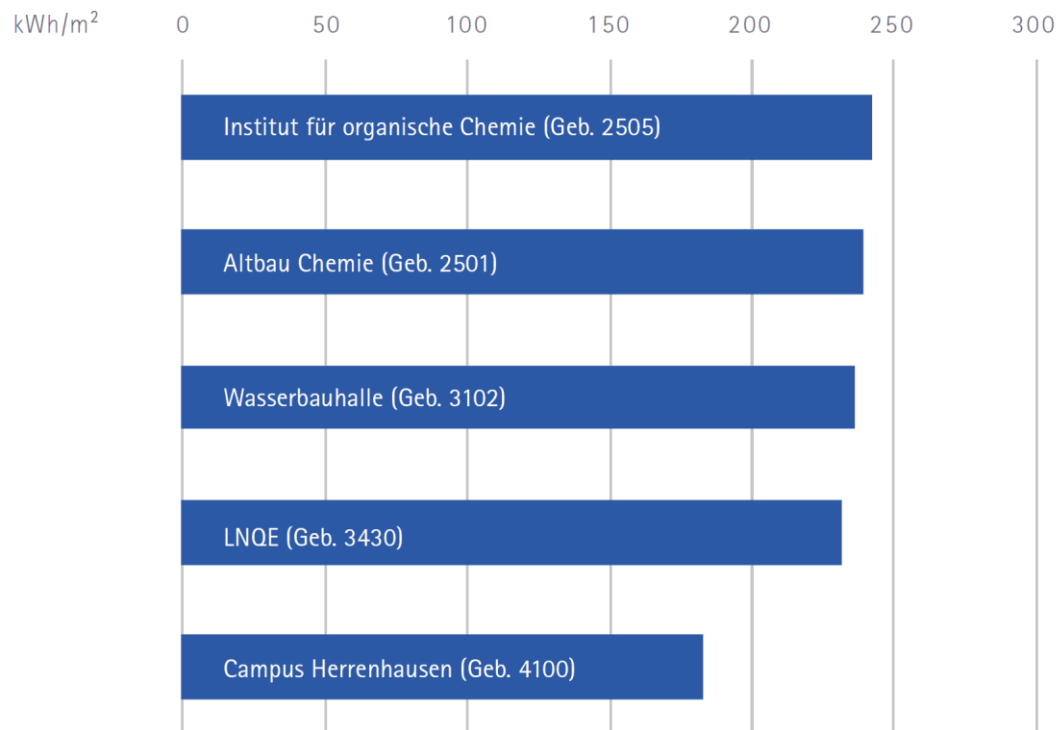
©Landeshauptstadt Hannover, verändert nach Landeshauptstadt Hannover, Fachbereich Umwelt und Stadtgrün, aus dem Bericht „Klimaschutz 2035: Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Hannover bis 2035“<sup>7</sup>

# Campus – energy consumption per use



## Largest consumers

Gebäude der LUH mit dem höchsten Wärmeverbrauch im Jahr 2021



Quelle: LUH, Energiemanagement

Integriertes Klimaschutzkonzept 2023 – Nachhaltigkeit und Klimaschutz,  
<https://www.sustainability.uni-hannover.de>

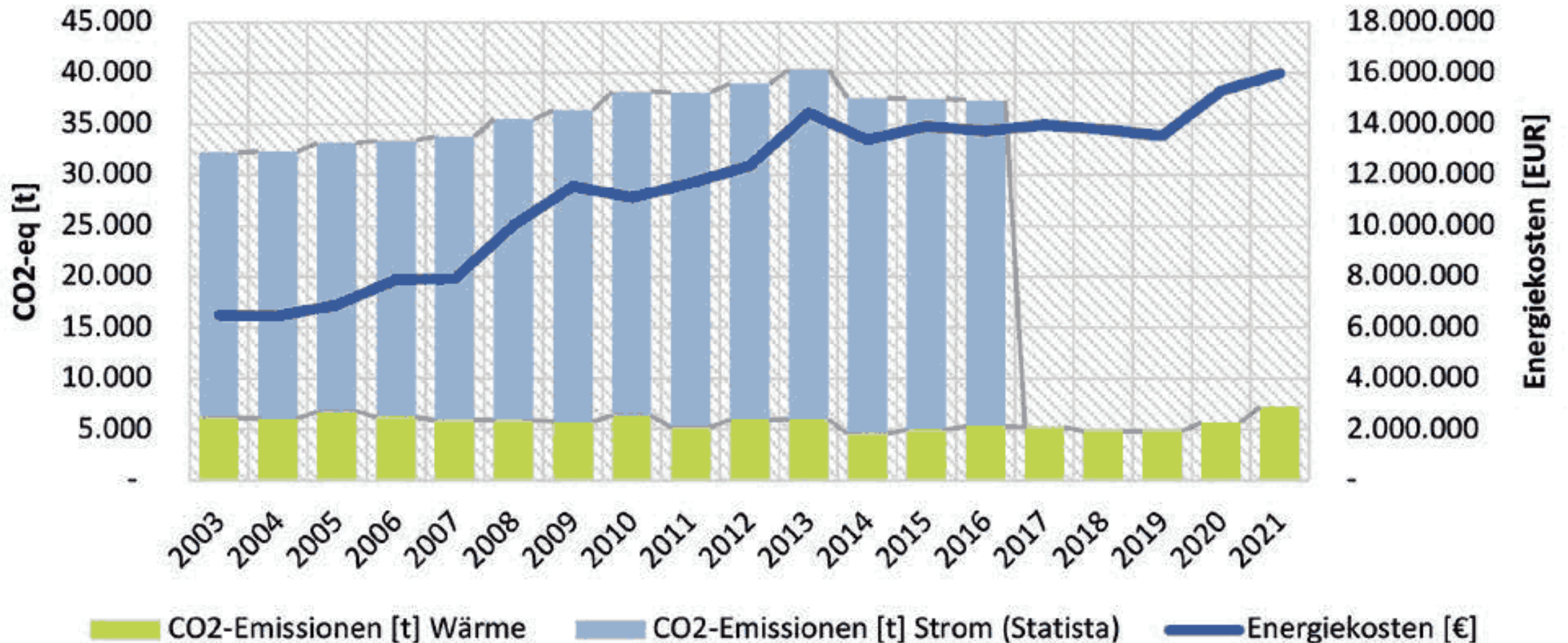
## Data of the faculty

2021	Geb 4201 archland	130 kWh/m2a
2022	Geb 4201 archland	115 kWh/m2a



# Total Energy Consumption

CO2-eq [t] Gesamtenergieverbrauch



Integriertes Klimaschutzkonzept 2023 – Nachhaltigkeit und Klimaschutz, <https://www.sustainability.uni-hannover.de>

# Specific primary energy factors and emissions

## District heating

Primary energy factor  $f_p = 0.25$  <sup>1</sup>

Specific CO<sub>2</sub> emissions: 75.5 kg CO<sub>2</sub>/MWh <sup>1</sup>

Specific GHG emissions: 98.7 kg CO<sub>2</sub>/MWh <sup>1</sup>

## Power

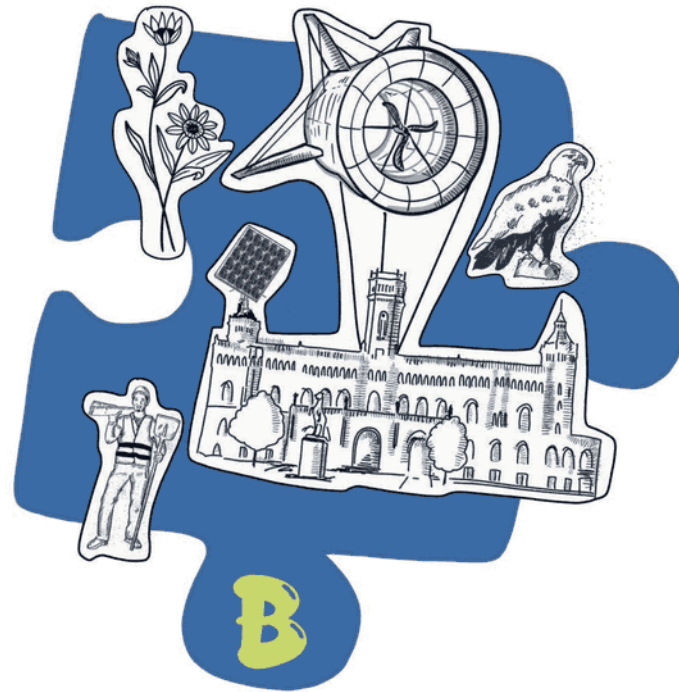
Primary energy factor  $f_p = 1.8$  <sup>1</sup>

Specific CO<sub>2</sub> emissions: approx. 110 kg CO<sub>2</sub>/MWh <sup>2</sup>

Specific GHG emissions: approx. 620 kg CO<sub>2</sub>/MWh <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Datenquelle: [www.enercity.de](http://www.enercity.de), <sup>2</sup> Datenquelle: Integriertes Klimaschutzkonzept 2023 – Nachhaltigkeit und Klimaschutz, <https://www.sustainability.uni-hannover.de>

# Measures



# 06

## Energetische Sanierung des Gebäudebestands und Orientierung an energetischen Zielkennwerten für Bestand und Neubau



---

**HANDLUNGSFELD** B | Investive und nicht-investive Maßnahmen im Gebäudebereich

---

**FOKUS** Investiv

---

**PRIORITÄT** Hoch

---

**ZIELE**

- Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen in allen Gebäuden
- Vorreiterrolle durch Unterbietung gesetzlicher Anforderungen
- Förderung innovativer Bauweisen

---

## Energetische Optimierung der technischen Gebäudeausstattung

# 07

---

**HANDLUNGSFELD** B | Investive und nicht-investive Maßnahmen im Gebäudebereich

---

**FOKUS** Investiv

---

**PRIORITÄT** Hoch

---

**ZIELE**

- Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen
- Austausch ineffizienter Technik
- Optimierung

---



# Institutsseitiges Monitoring des eigenen Nutzungsverhaltens



# 10

# 11

# Optimierung des Flächenbedarfs und Entwicklung innovativer Raumnutzungskonzepte



campus.zero



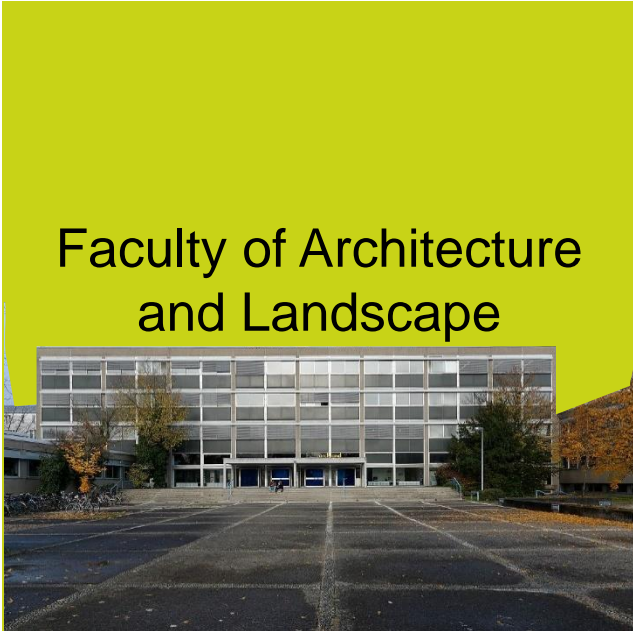
# archland.zero

Prof. Dr.-Ing. Philipp Geyer

Heisenbergprofessor für Nachhaltige Gebäudesysteme



1965



2004



2031







archland

# New European Bauhaus

Home

About ▾

Get inspired ▾

Get involved ▾

Press & media

Stay in touch!



## beautiful | sustainable | together

The New European Bauhaus is a creative and interdisciplinary initiative that connects the [European Green Deal](#) to our living spaces and experiences.

**1. Conversion as a  
guiding principle**

**2. Quality over quantity**

**3. Neighbourhood as a  
reference point**

**4. From energy to  
energy Resource  
turnaround**

**5. New classification of  
Economy-  
Consideration of the  
situation**

**6. Readjustment of the  
rules**

**7. Interdisciplinarity  
and  
Co-creation**

**8. Discourse,  
experiment  
and mediation**

**9. Cultural knowledge  
Present & Past**

# New European Bauhaus



# New European Bauhaus



# New European Bauhaus



# ArchLand quo vadis 2031?



**As-built analysis, design and planning**

**Digital Modeling & Collaboration**

**Systems Engineering for Sustainability**

**Culture, Social Affairs, Monument Protection**

**Climate neutrality, climate change adaptation**

**Data & Performance**

**Refurbishment, façade, building technology,**

**Integration of renewable energies in  
architectural design**

**Life cycle costs with CO2 assessment**





# Detailed building survey



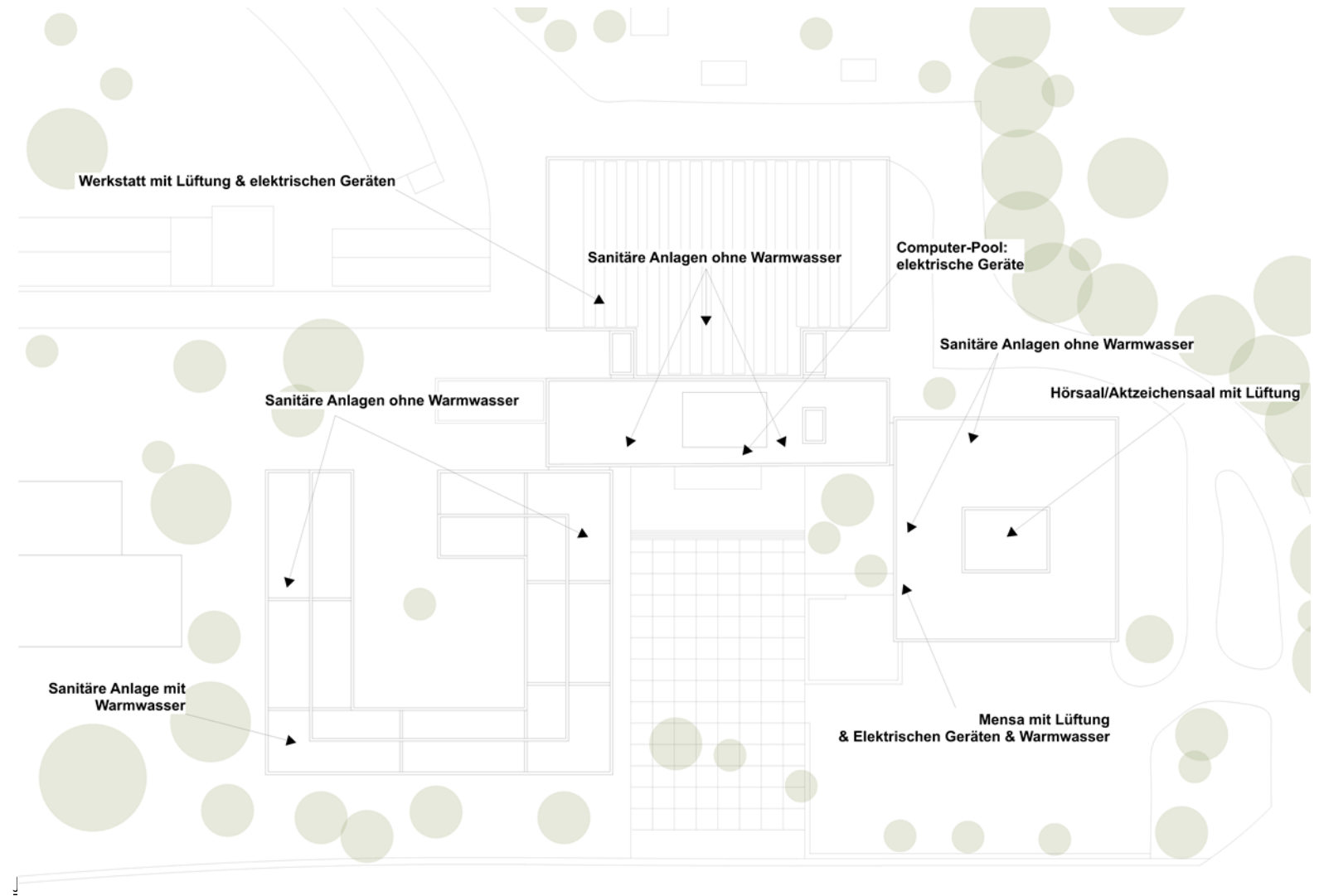
# Detailed building survey



# Detailed building survey

## Energieverbraucher

- Strom PCs: Computer Pools, Laptops in Arbeitsräumen
- **Mensa:** Warmwasser/ Strom Geräte/ Abluft
- **Werkstatt:** Strom für Maschinen/ Lüftung
- **Werkstatt TE:** Strom Geräte/ Lüftung
- **Sanitäre Anlagen:** Warmwasser (Dusche B-Trakt)
- **Hörsaal:** Klimaanlage
- **Aktzeichensaal:** Klimaanlage
- *Lüftungsanlagen*  
*Nettovolumenstrom*  
*6.000 m<sup>3</sup>/h Hörsaal*  
*6.050 m<sup>3</sup>/h Mensa*  
*2.400 m<sup>3</sup>/h Nebenräume*



2021: 7229,6 kWh

2021: 8015,6 MWh

2022: 6670,3 kWh

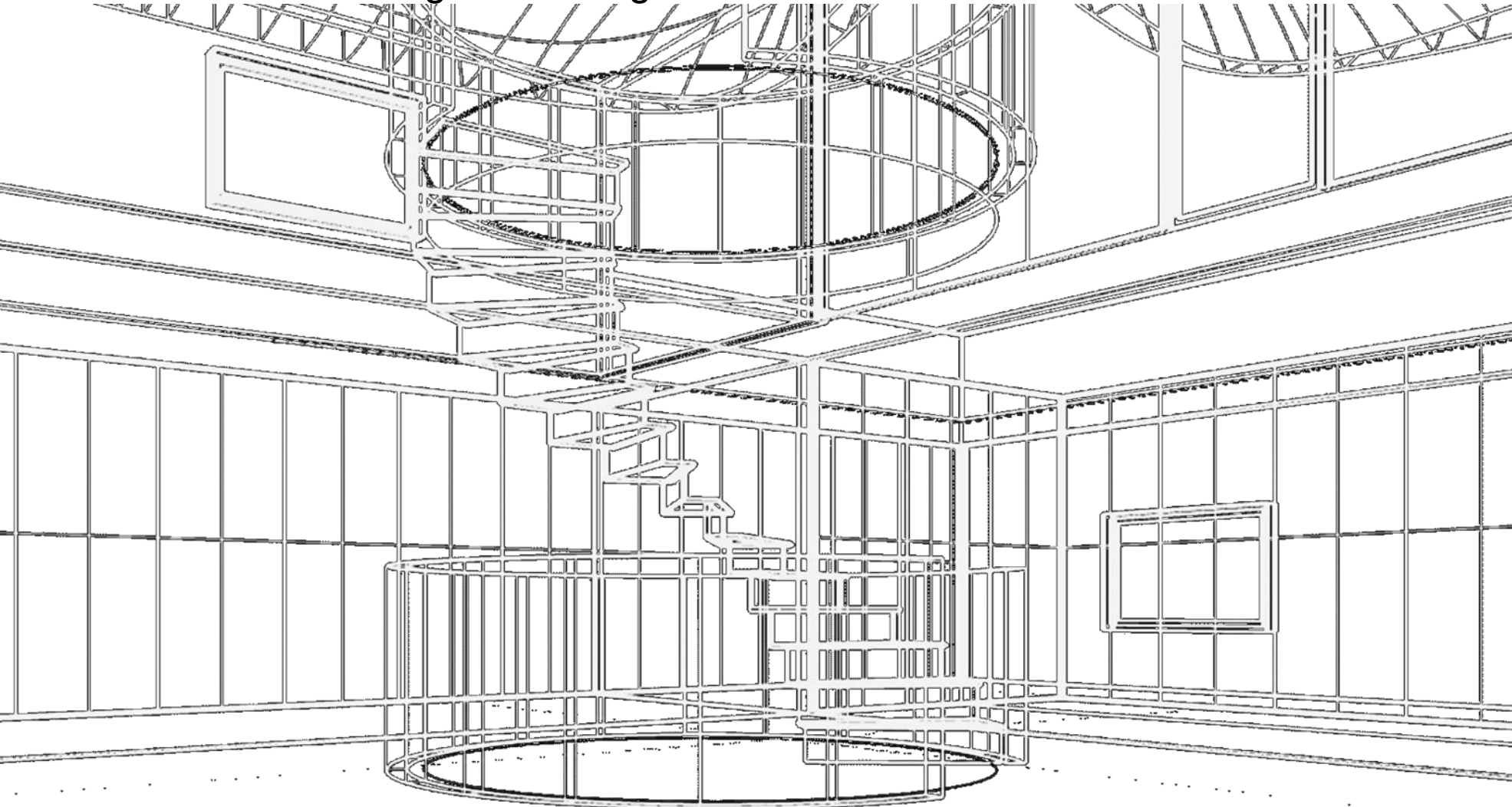
2022: 6503,3 MWh

# archland.zero

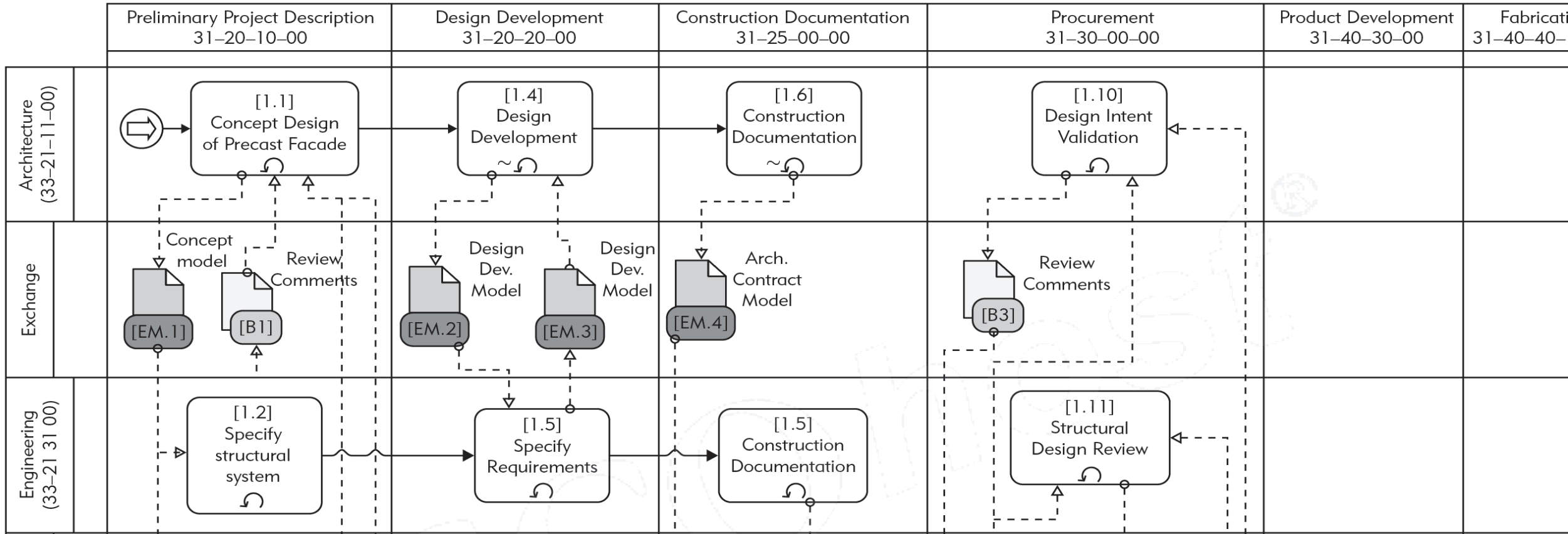
Collaboration on the digital building model

11  
102  
1004

112  
1025  
1004 Leibniz  
Universität  
Hannover

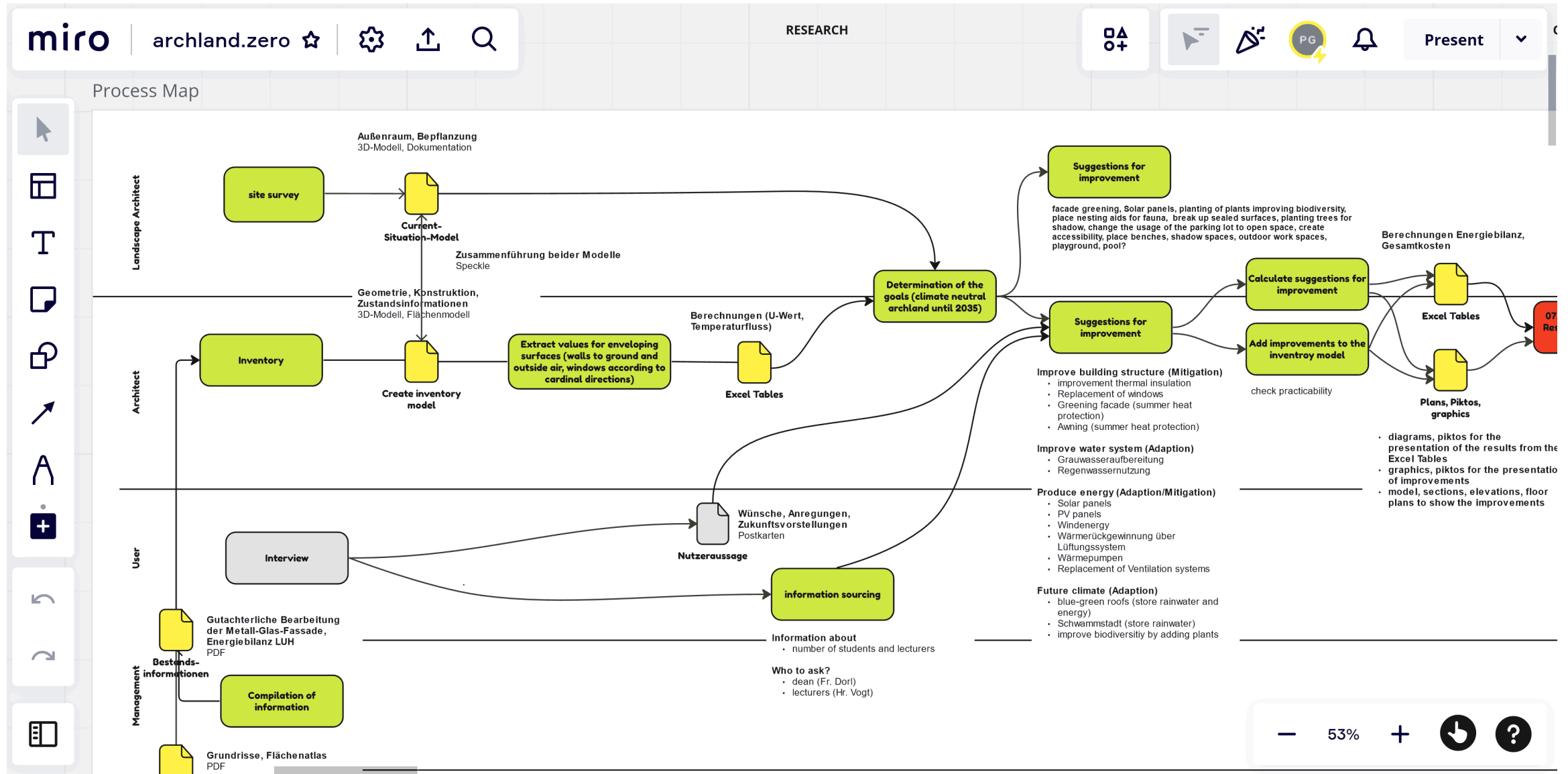


# Process maps

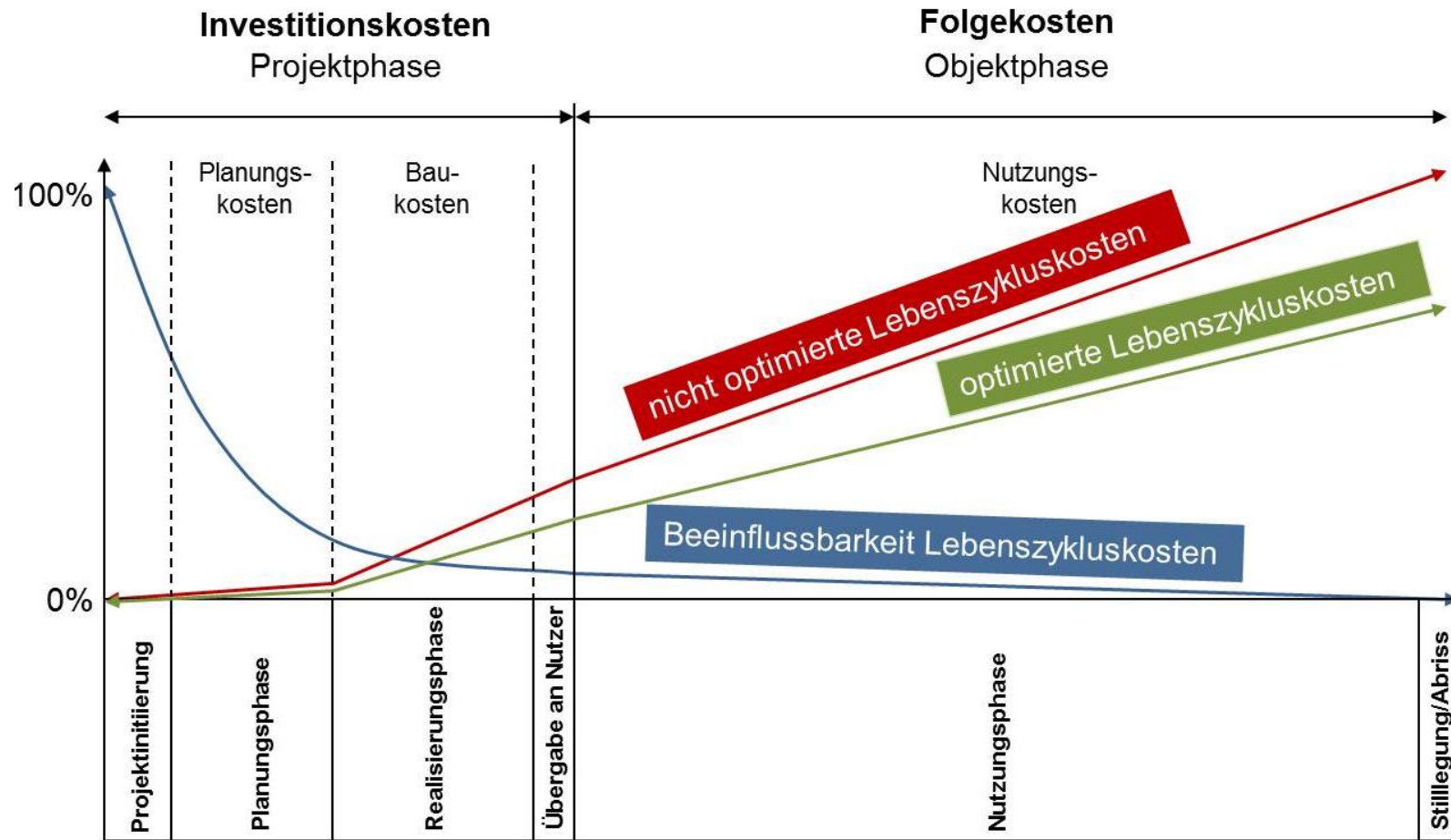


Process map for architectural design and precast fabrication, Eastman et al. 2011 p. 123

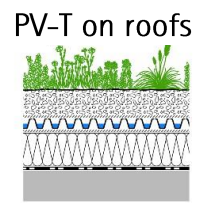
# Process map



# Energy assessment with life cycle costs







Ventilation System to be replaced  
Heat recovery



Summer thermal protection – Shading



Heat pump



Gray water treatment  
Improvement of the water system  
Rain water use



Sponge city (rain water tank)

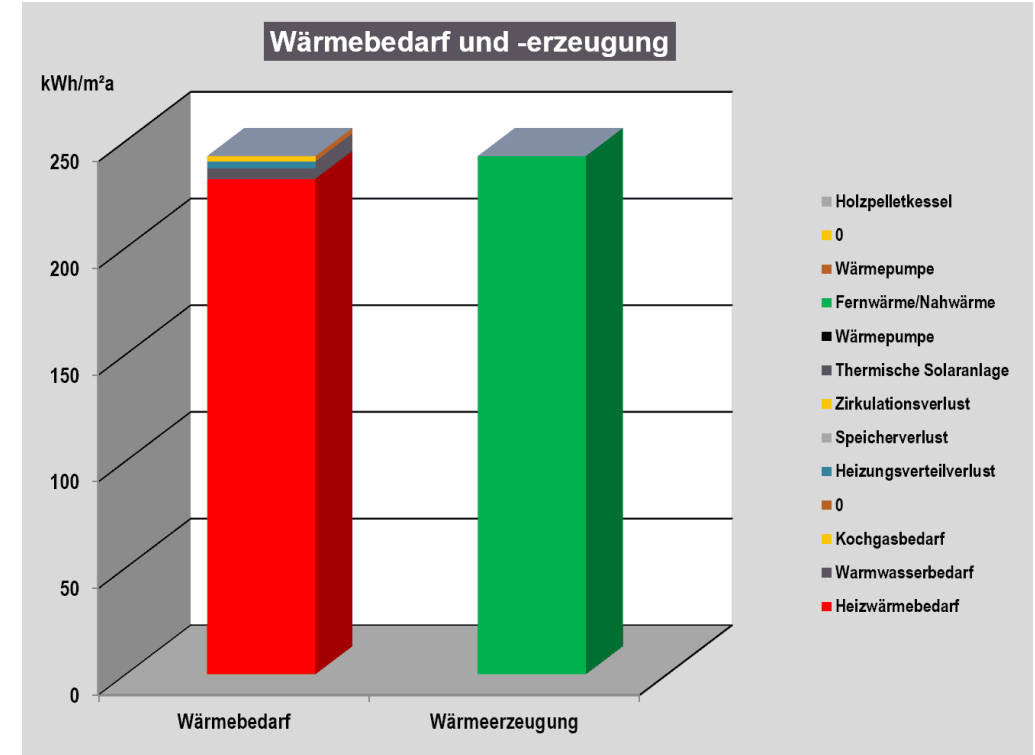
Replacement of windows  
Improvement of building structure and insulation  
Façade greening

Removal of asphalt



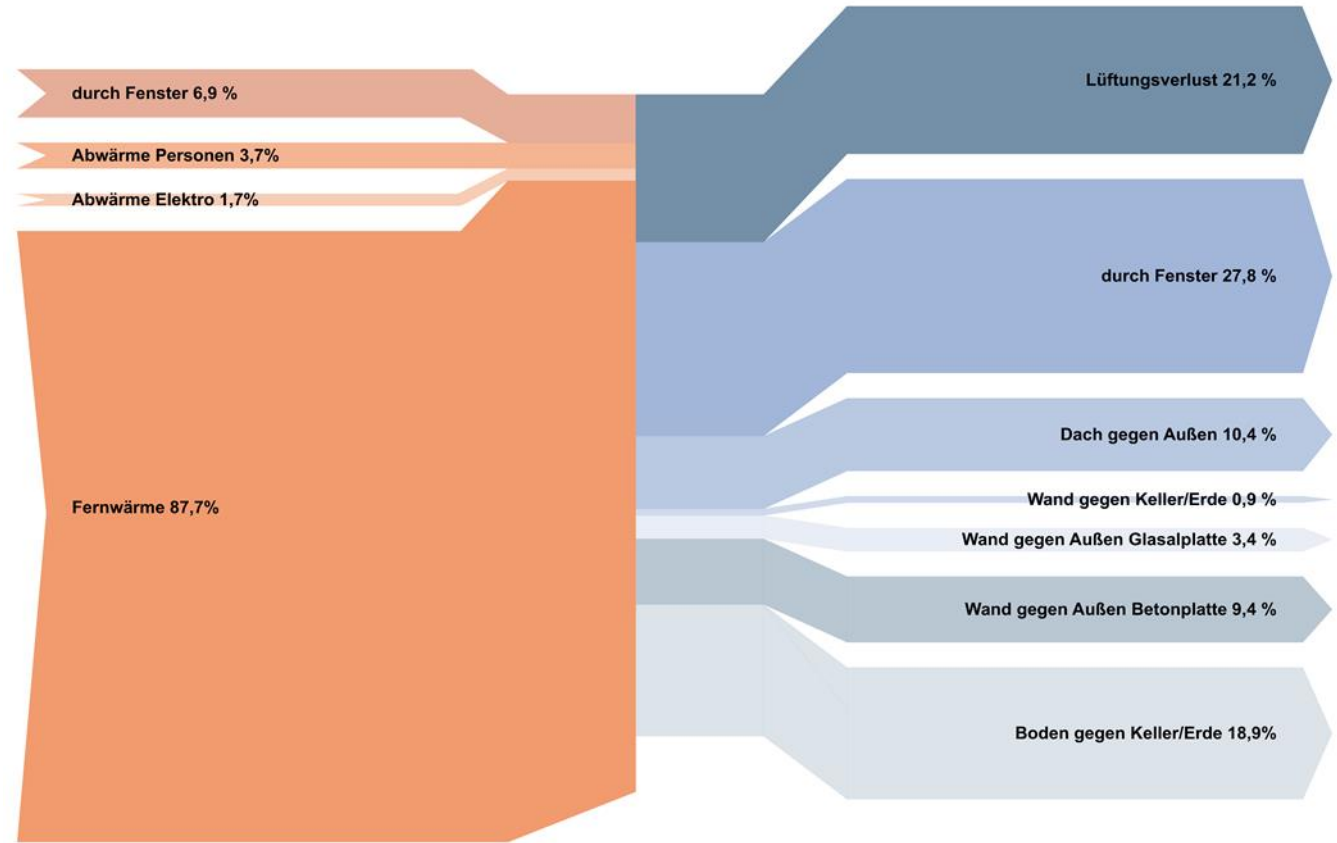
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
1	<b>2.1 Bauteileigenschaften</b>												
2	(wird gewöhnlich vom Ersteller des GEG-Nachweises ausgefüllt, sofern U-Werte nicht anderweitig berechnet wurden)												
3	<b>A. Allgemeine Daten</b>												
4	A1	Liegenschaftsbezeichnung	<b>Mustergebäude</b>										
5	A2	Gebäudebezeichnung	<b>Kindertagesstätte</b>										
6	A3	Straße, Hausnummer	<b>Musterstraße</b>										
7	A4	GEG 2020	<b>Gebäudeenergiegesetz 2020</b>										
36													
37	<b>D. Bauteilname:</b>	<b>Wand gegen außen</b>						560 m <sup>2</sup>					
38	<b>Nr.</b>	<b>Schichtmaterial</b>	<b>Dicke s</b>	<b>Preis/V*</b>	<b>Preis/A</b>	<b>lambda</b>	<b>s/lambda</b>	<b>Dichte*</b>	<b>W.Speich.*</b>	<b>W.Speich.</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquiv.*</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquiv.</b>	
39		(von innen nach außen)	(cm)	(€/m <sup>3</sup> )	(€/m <sup>2</sup> )	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(kg/m <sup>3</sup> )	(J/kgK)	(Wh/m <sup>2</sup> K)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	
40	1	Gipskartonplatte	1.3	2,500	31.25	0.250	0.05	900	1,000	3	123	2	
41	2	OSB-Platte verspachtelt	2.0	1,800	36.00	0.130	0.15	600	1,700	6	-581	-12	
42	3	Mineralfaserdämmung	15.0	300	45.00	0.035	4.29	46	1,030	2	70	11	
43	4	Holzwoleleichtbauplatte	2.0	1,800	36.00	0.090	0.22			0	-29	-1	
44	5	Lattung / Hinterlüftung	3.0	400	12.00		0.00			0		0	
45	6	Lärchenholzschalung	2.0	2,500	50.00		0.00			0	-694	-14	
46	7				0.00		0.00			0		0	
47	<b>Summen:</b>	<b>Dicke(cm):</b>	<b>25.3</b>	<b>Preis/m<sup>2</sup>:</b>	<b>210.25</b>	<b>s/lambda:</b>	<b>4.71</b>	<b>Wärmespeicherkap.:</b>		<b>11</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquiv.</b>	<b>-14</b>	
48	<b>Wärmedurchgangszahl:</b>	1 / ( Rsi + Rse + s/lambda ) =											
49	<b>U-Wert =</b>	1 / ( 0.13 0.04 4.71 ) = <b>0.20</b> W/m <sup>2</sup> K											
50													
51	<b>E. Bauteilname:</b>	<b>Wand gegen Keller/Erde</b>						0 m <sup>2</sup>					
52	<b>Nr.</b>	<b>Schichtmaterial</b>	<b>Dicke s</b>	<b>Preis/V*</b>	<b>Preis/A</b>	<b>lambda</b>	<b>s/lambda</b>	<b>Dichte*</b>	<b>W.Speich.*</b>	<b>W.Speich.</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquiv.*</b>	<b>CO<sub>2</sub>-Äquiv.</b>	
53		(von innen nach außen)	(cm)	(€/m <sup>3</sup> )	(€/m <sup>2</sup> )	(W/mK)	(m <sup>2</sup> K/W)	(kg/m <sup>3</sup> )	(J/kgK)	(Wh/m <sup>2</sup> K)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	
54	1				0.00		0.00			0		0	
55	2				0.00		0.00			0		0	
56	3				0.00		0.00			0		0	
57	4				0.00		0.00			0		0	
58	5				0.00		0.00			0		0	

		Länge x (m)	U*-Wert x (W/mK)	delta T x (K)	bZx0,365= (kh/a)	Verlust (kWh/a)	sp. Verlust (kWh/m²a)	
21								
22								
23	C3	Zirkulationsverlust	80	0.20	40	4.38	2,803	2.8
24	C4	<b>Summe Wärmebedarf</b>	= Nutzwärmebedarf + Verteilungsverluste				32,076	32.1
25	<b>D.</b>	<b>Wärmeerzeuger</b>	Heizenergie- träger	Wärmeleist. x (kW)	Vollnutz. = (h/a)	Wärmeerz. (kWh/a)	sp. Erzeug. (kWh/m²a)	
26								
27	D1	Thermische Solaranlage	Sonne	5	850	4,250	4.3	
28	D2	Wärmepumpe	Strom	0	0	0	0.0	
29	D3	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	0	0	0	0.0	
30	D4	Blockheizkraftwerk	Erdgas	0	5,000	0	0.0	
31	D5	Heizkessel/Therme	Erdgas	24	1,146	27,826	27.8	
32	D6	<b>Summe Wärmeerzeugung</b>		29		32,076	32.1	
33	<b>E.</b>	<b>Heizenergiebedarf</b>	Heizenergie- träger	1 / Jahres- nutzungsgrad	x Wärmeerz. = (kWh/a)	HE-Bedarf (kWh/a)	sp. Bedarf (kWh/m²a)	
34								
35	E1	Wärmepumpe	Strom	3.00	0	0	0.0	
36	E2	Fernwärme/Nahwärme	Fernwärme	0.98	0	0	0.0	
37	E3	Blockheizkraftwerk	Erdgas	0.55	0	0	0.0	
38	E4	Heizkessel/Therme	Erdgas	0.90	27,826	30,918	30.9	
39	E5	<b>Summe Heizenergiebedarf</b>				30,918	30.9	
40	<b>F.</b>	<b>Heizkosten (brutto)</b>	Leistung x (kW)	Leist.-preis + (€/kW,a)	HE-Bedarf x (kWh/a)	Arbeit.-preis= (€/kWh)	Kosten (€/a)	sp. Kosten (€/m²a)
41		Energieträger: Tarif						
42	F1	Strom: KEWPV Frankfurt 2023	0	0.00	0	0.5502	0	0.0
43	F2	Fernwärme: KEWPV Ffm 2023	0	0.00	0	0.2245	0	0.0

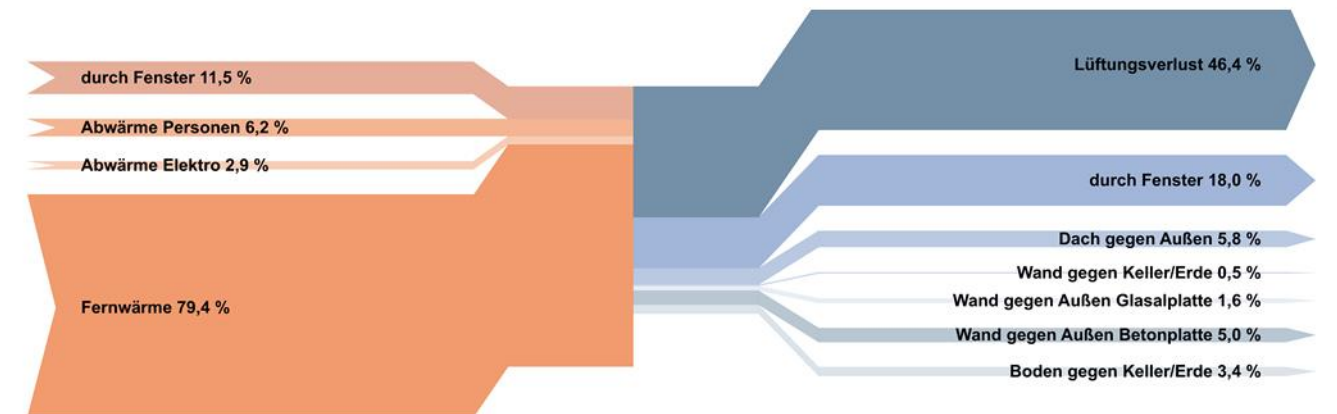


# Energy flows as Sankey-Diagramm

Bestand

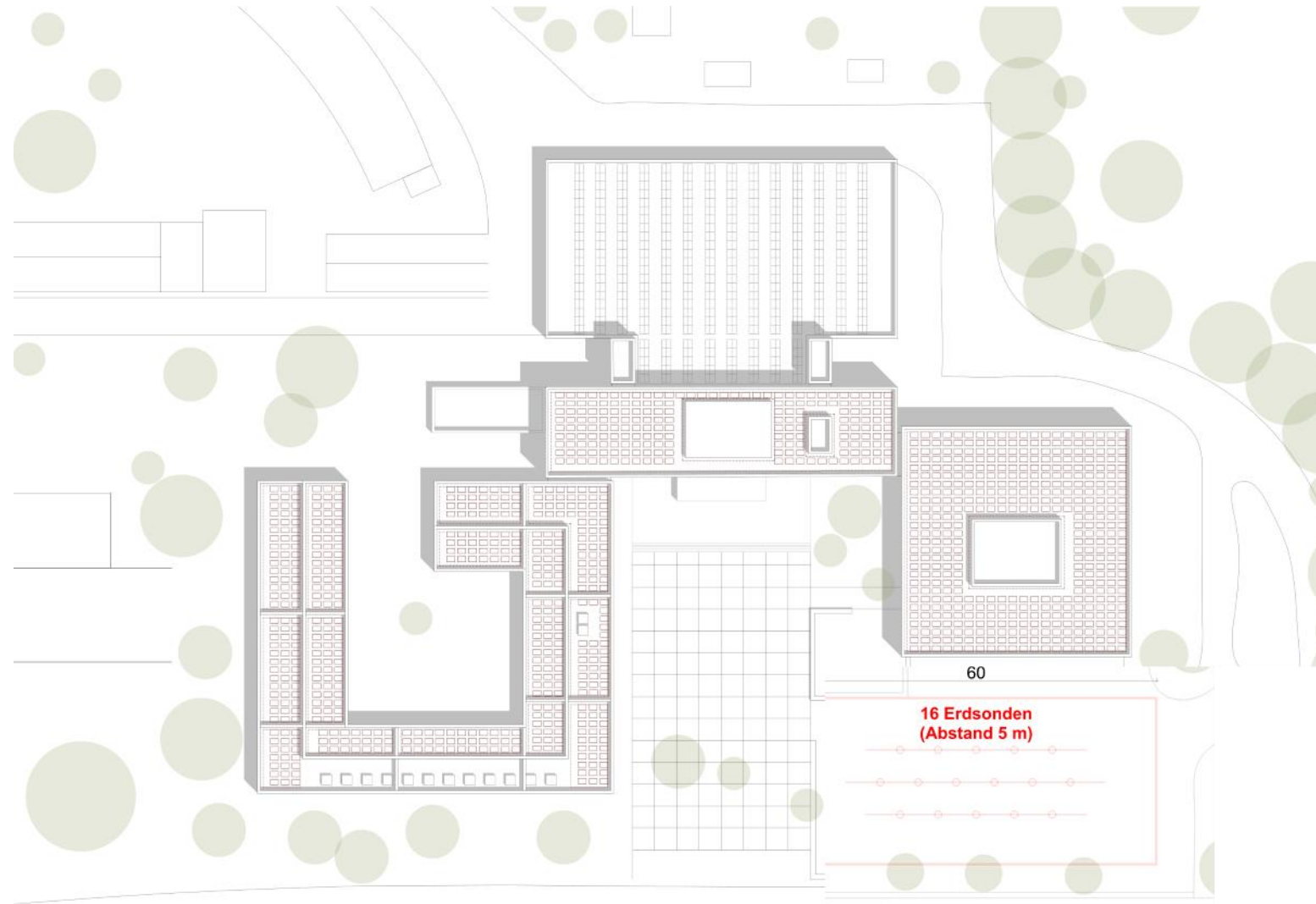


Phase I



Students' work

# Energy supply system



- PV system
- Heat Pump
- Boreholes in front of the building

## archland.zero

- Building surveying
- Process Map
- Simplified calculation tool
- Zero-emission operation
  
- Detailing of measures
- Final presentation in September/October

## Research project in preparation

- Zero emission building energy systems
- Light façades replacement

## campus.zero

- Ongoing teaching project
- 2 years / 4 semesters
- Further student projects in coming semesters

# Thank you for your attention

Prof. Dr.-Ing. Philipp Geyer  
Heisenberg Professor for Sustainable Building Systems  
[geyer@iek.uni-hannover.de](mailto:geyer@iek.uni-hannover.de)

archland.zero coordinator:  
Annette Baehr  
[baehr@iek.uni-hannover.de](mailto:baehr@iek.uni-hannover.de)

## Links:

Miro board for archland.zero@EU\_LiST: <https://miro.com/app/board/uXjVMBG7qE4=/>  
German databased for materials' imapct: <https://oekobaudat.de/>