

# Das Aktivhaus

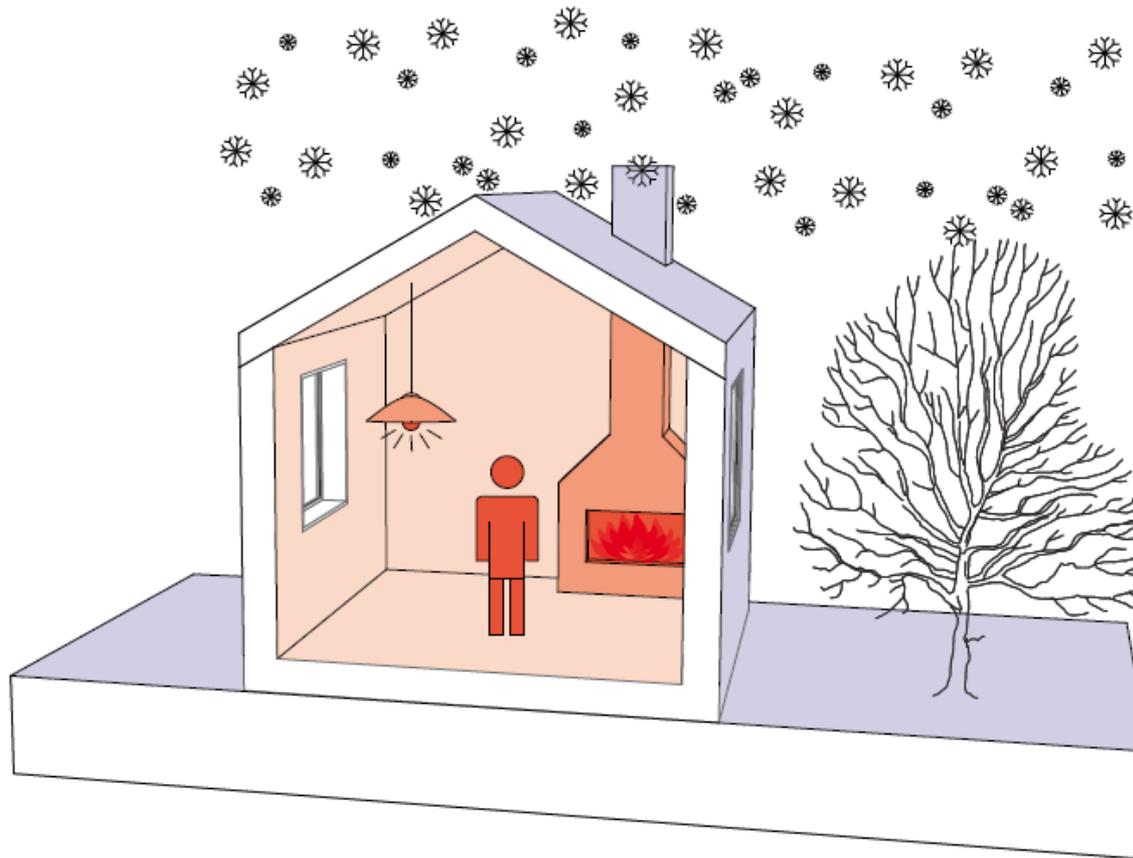




## Aktivhäuser in Theorie und Praxis

- Grundlegende Anforderungen an die Bauaufgabe  
Innere und äußere Rahmenbedingungen  
Entwicklung einer Konzeptidee
- Planungsparameter für Aktivhäuser  
Was verändert sich in der Planung gegenüber Passivhäusern  
Baukörper- und Hüllflächenentwicklung  
Beispiele integraler Planung anhand verschiedener  
Gebäudetypen und –konzepte
- Ausblick über die Energie und das Gebäude hinaus  
Bilanzierungsbereiche heute und in Zukunft  
Welche Rolle spielt der Nutzer?

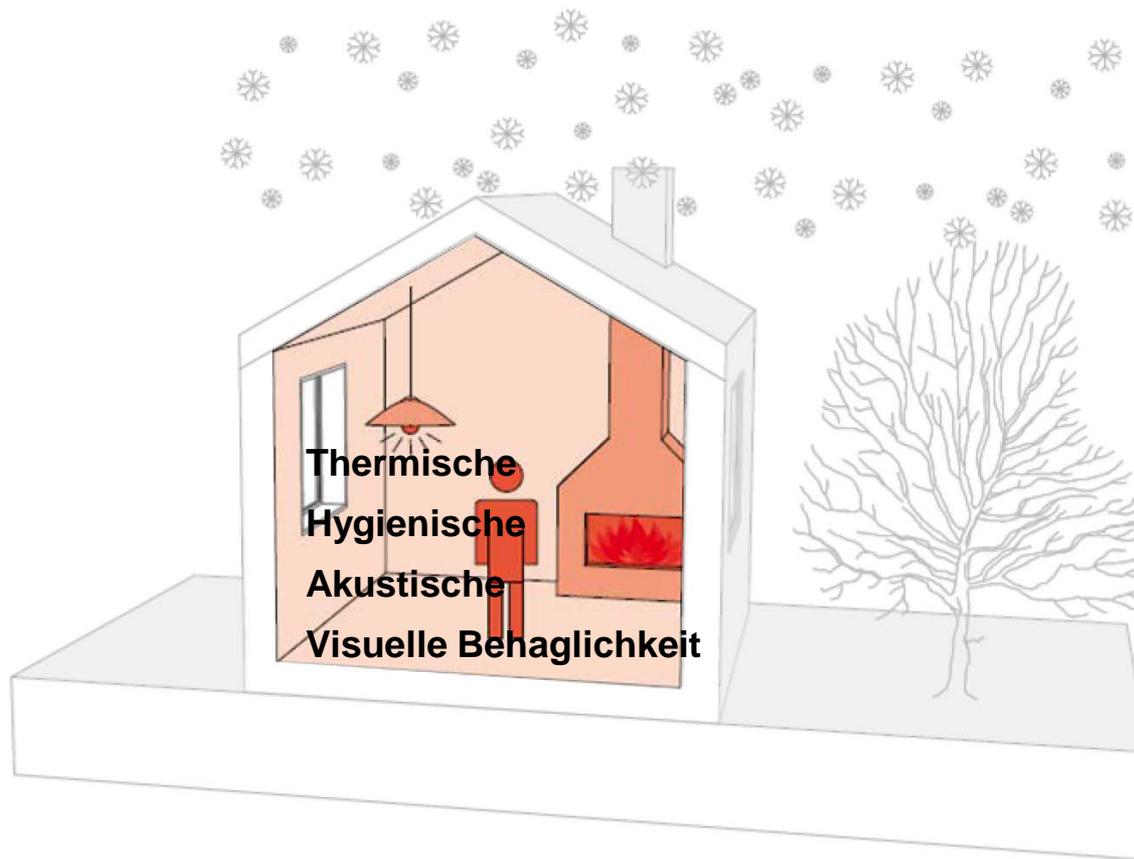
# Aktivhäuser entwickeln



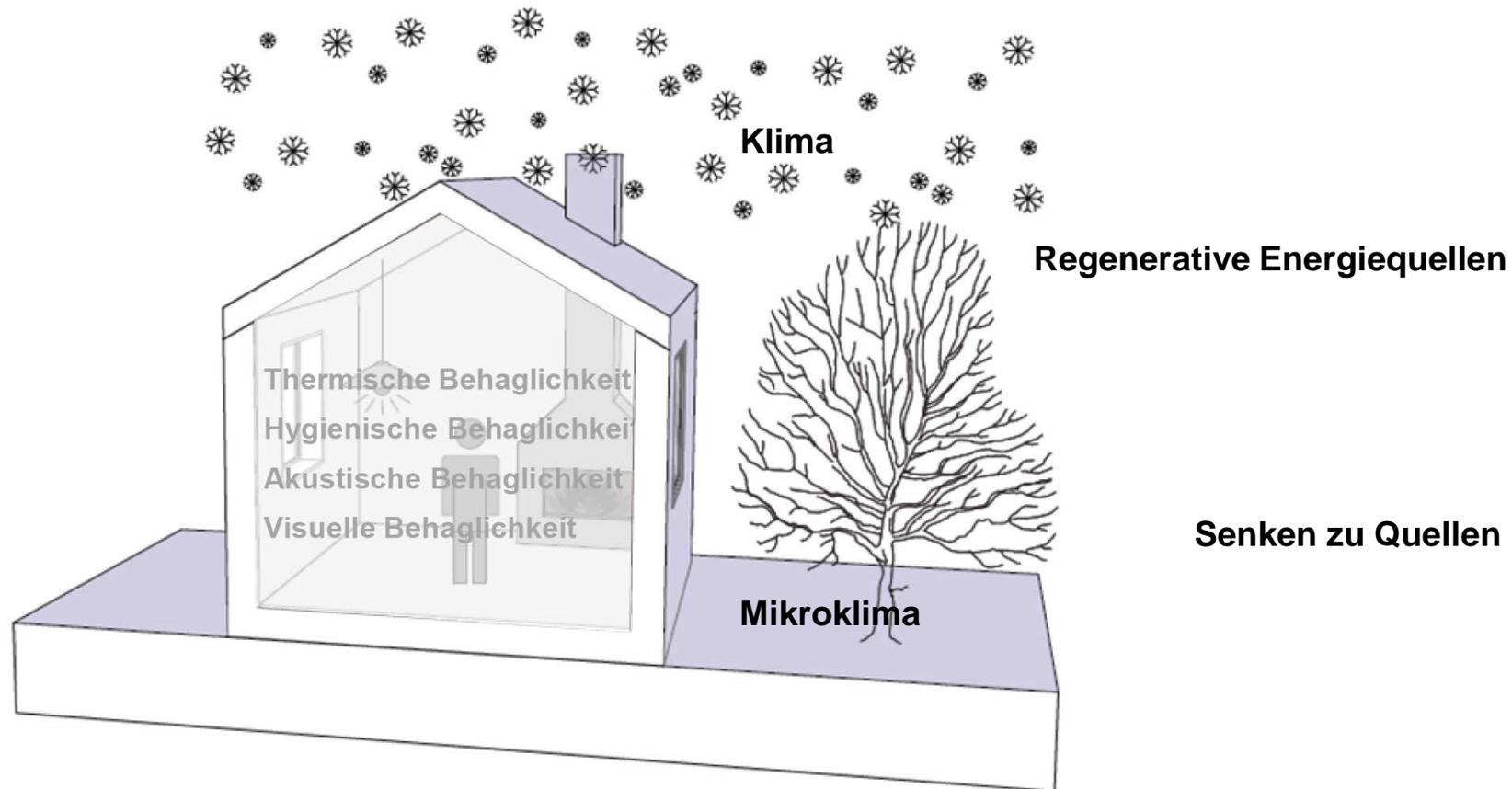
# Innere Anforderungen



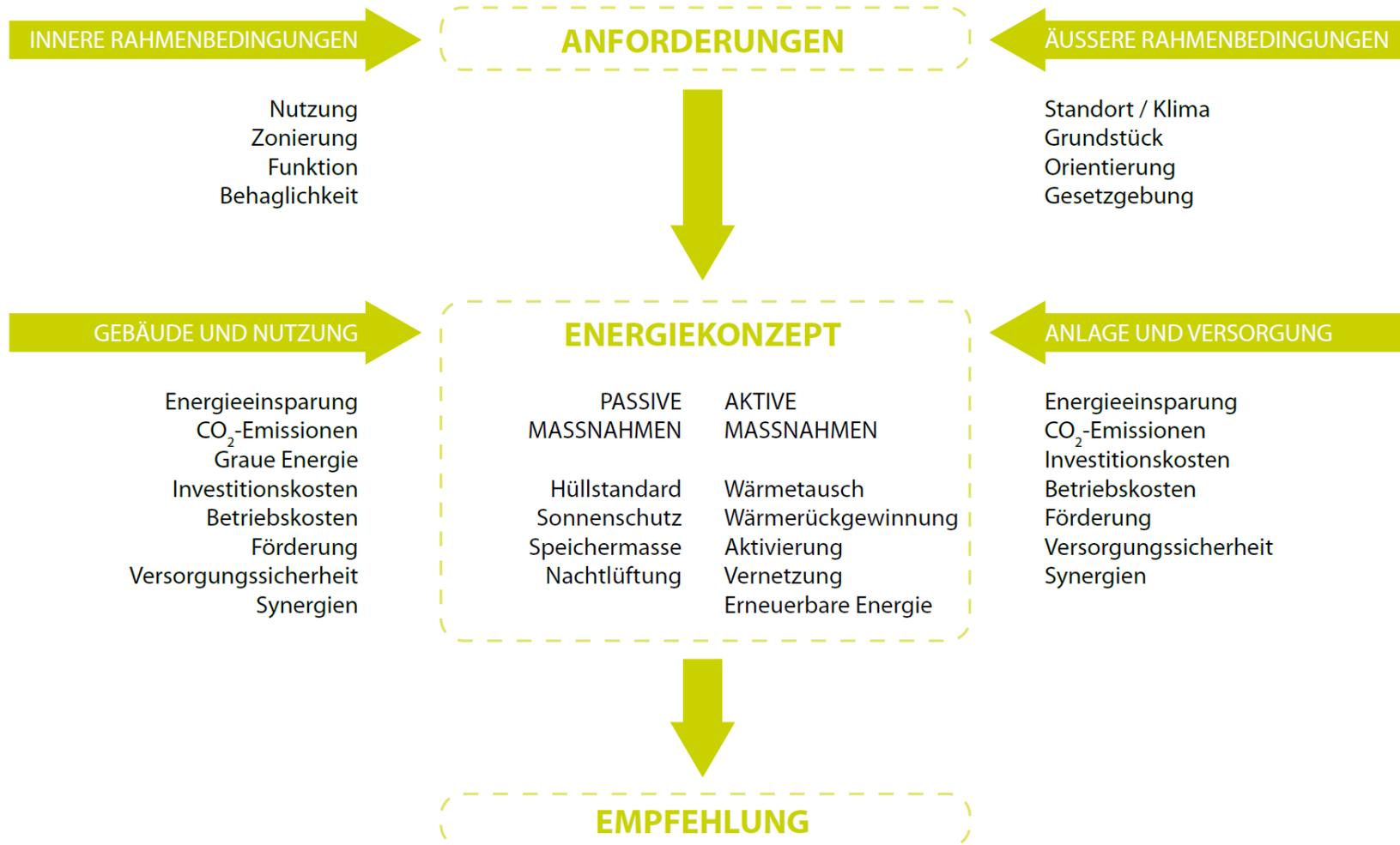
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



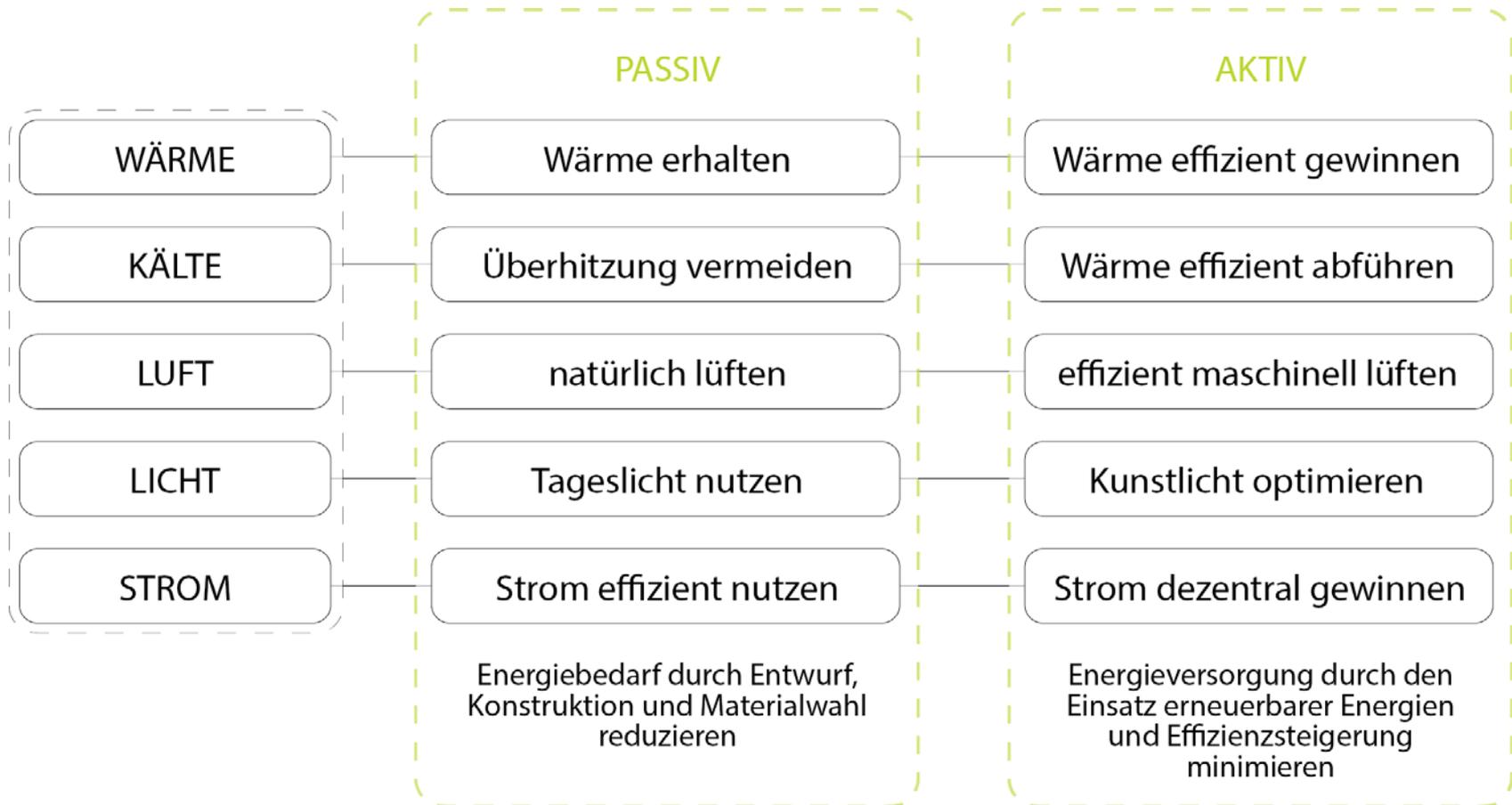
# Äußere Rahmenbedingungen



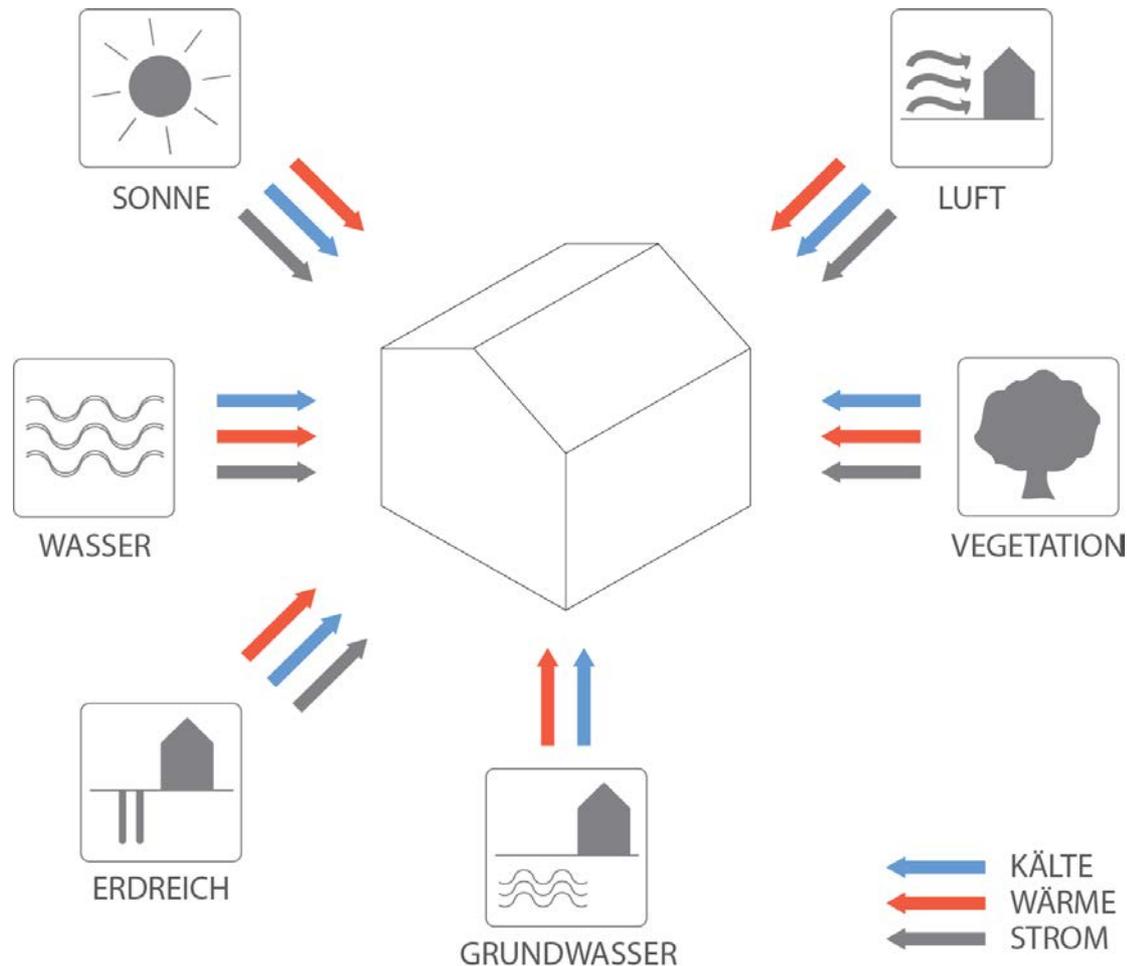
# Entwicklung einer Konzeptidee



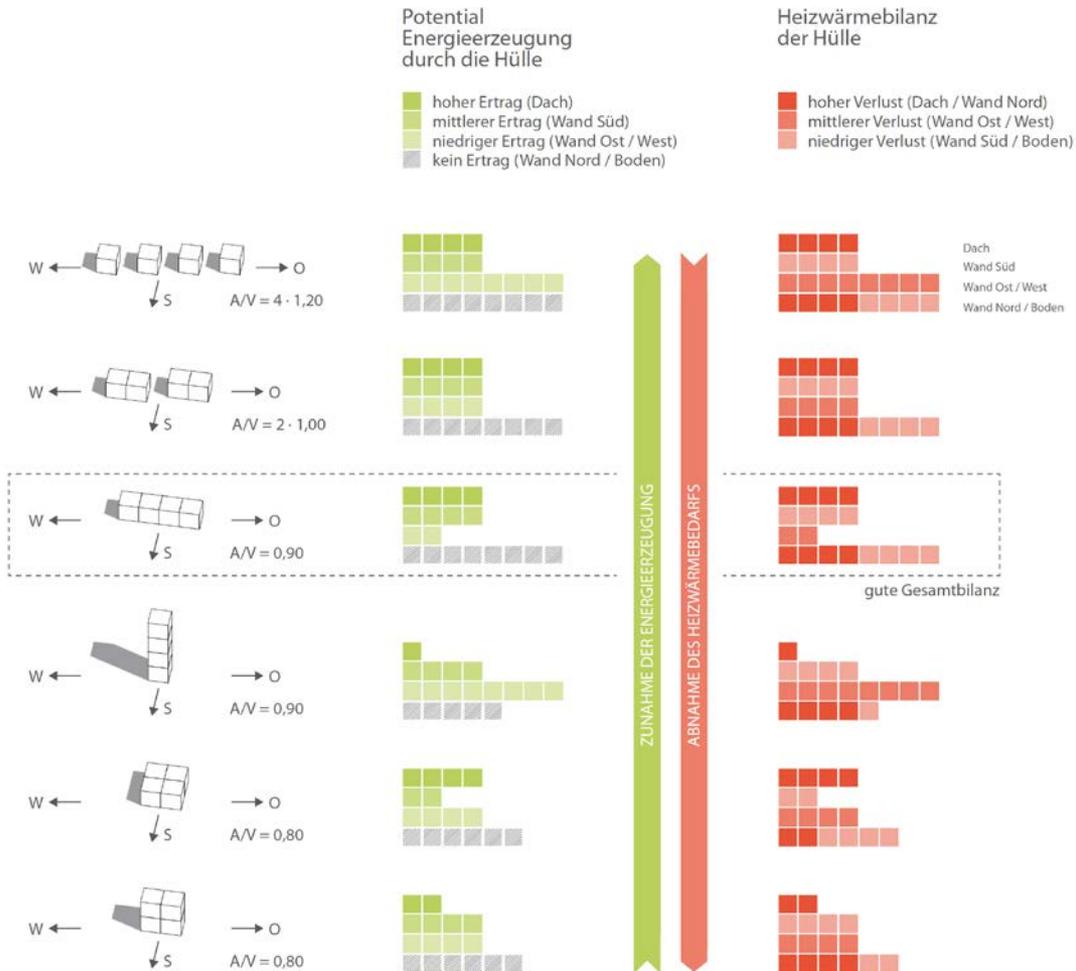
# Wechselspiel zwischen passiv und aktiv



# Verfügbare Energiequellen

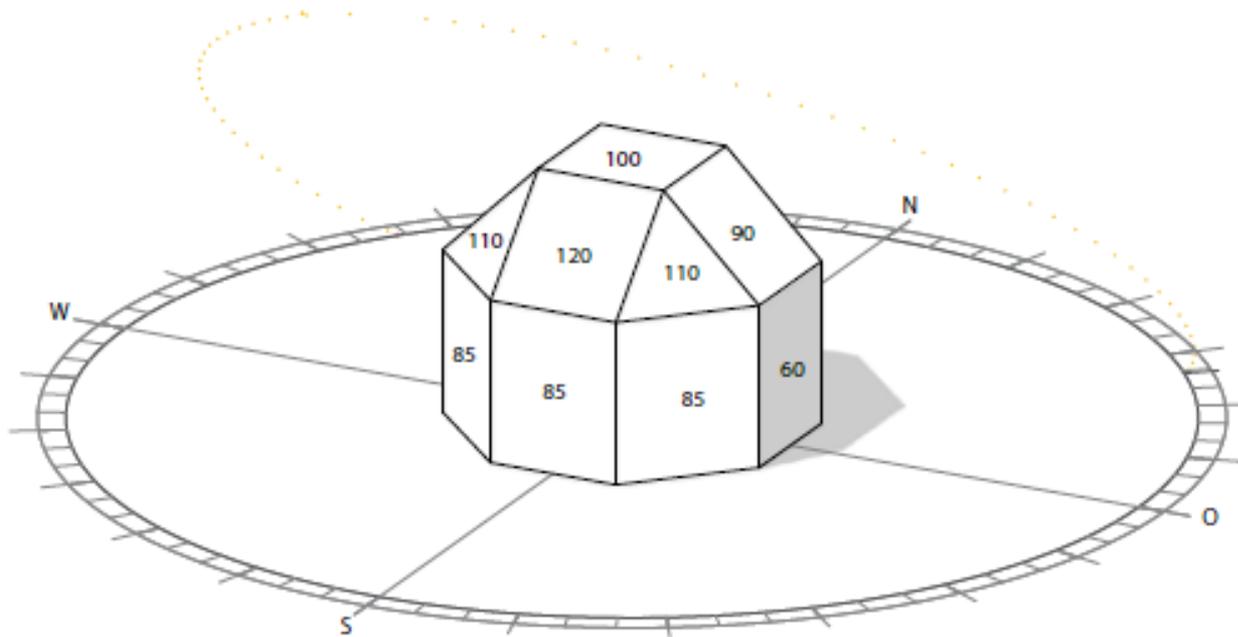


# Kompaktheit vs. Energieerzeugung über Hüllfläche



Quelle: Aktivhaus – vom Passiv- zum Energieplushaus, Callwey Verlag 2013

# Ertrag von Photovoltaik-Anlagen



Einfluss der Ausrichtung auf den Ertrag  
einer Photovoltaik-Anlage in Deutschland

# Aktivhaus-Beispiele

- Beispiel 1:

*Neubau –  
Solar Decathlon 2007*



- Beispiel 2:

*Sanierung –  
EPA (Effizienzhaus Plus  
im Altbau)*



- Beispiel 3:

*Neubau Mehrfamilienhaus –  
Aktiv-Stadthaus*



# 2007 Solar Decathlon - Neubau



# Bilanzräume

## Bilanzräume

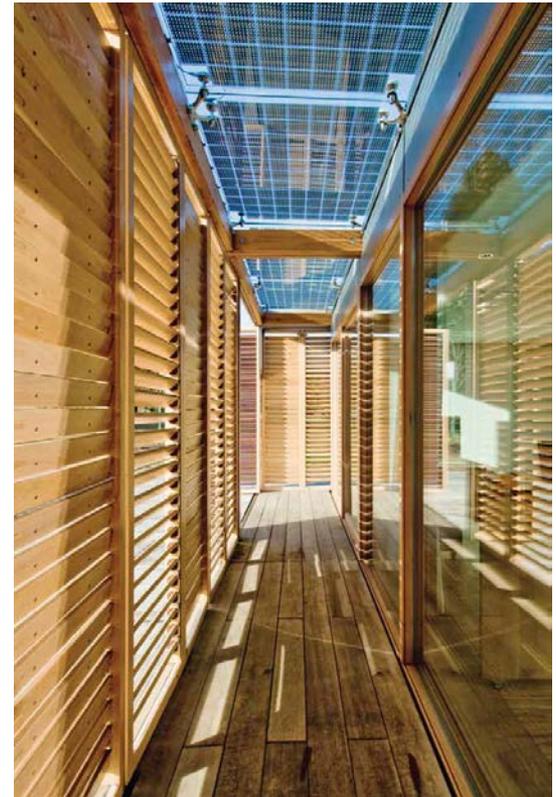
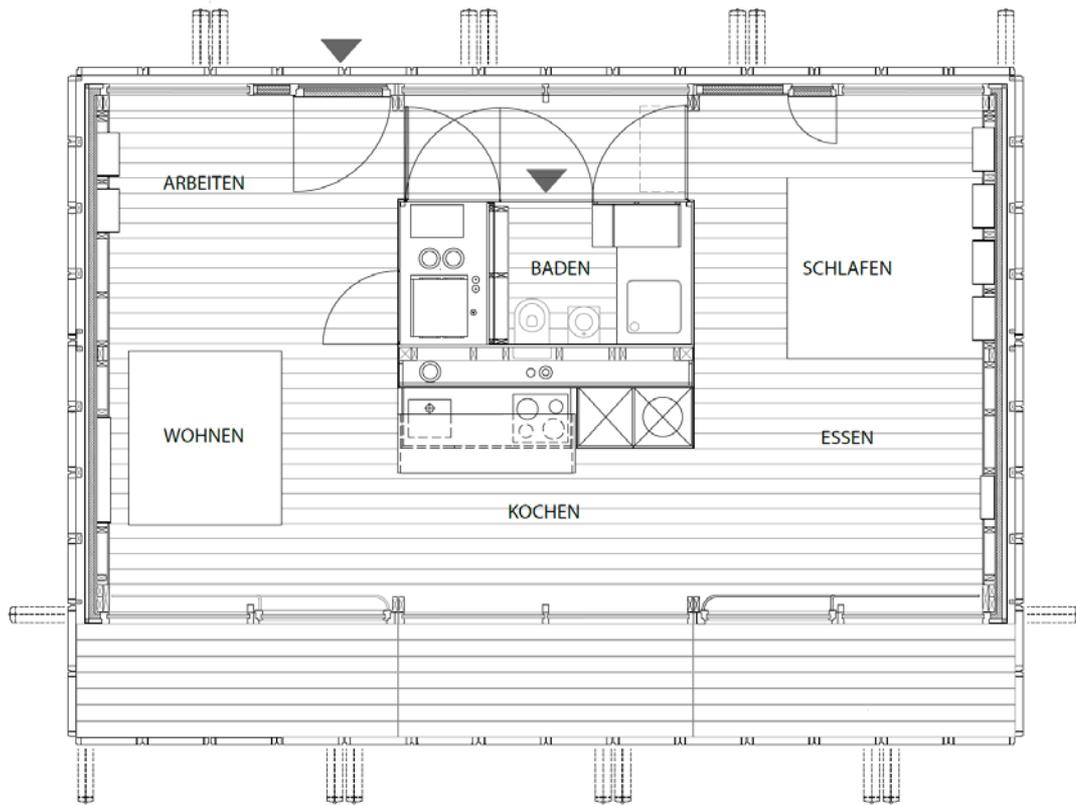
Effizienzhäuser (EnEV)	D						
Passivhaus	D						
Effizienzhaus Plus	D						
Niedrigstenergie-/ Nullenergie-Haus	EU						
Minergie (Basisstandard)	CH						
Minergie-P	CH						
Minergie-A	CH						

## Bilanzraum Solar Decathlon

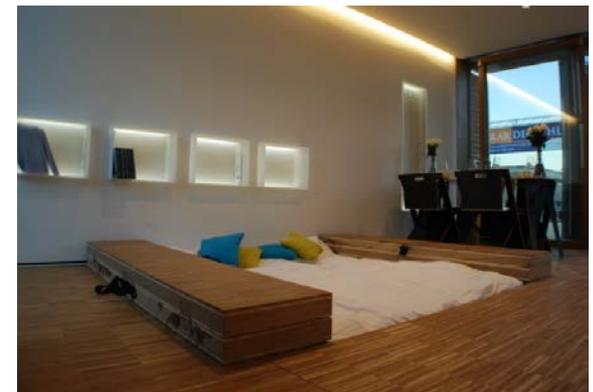
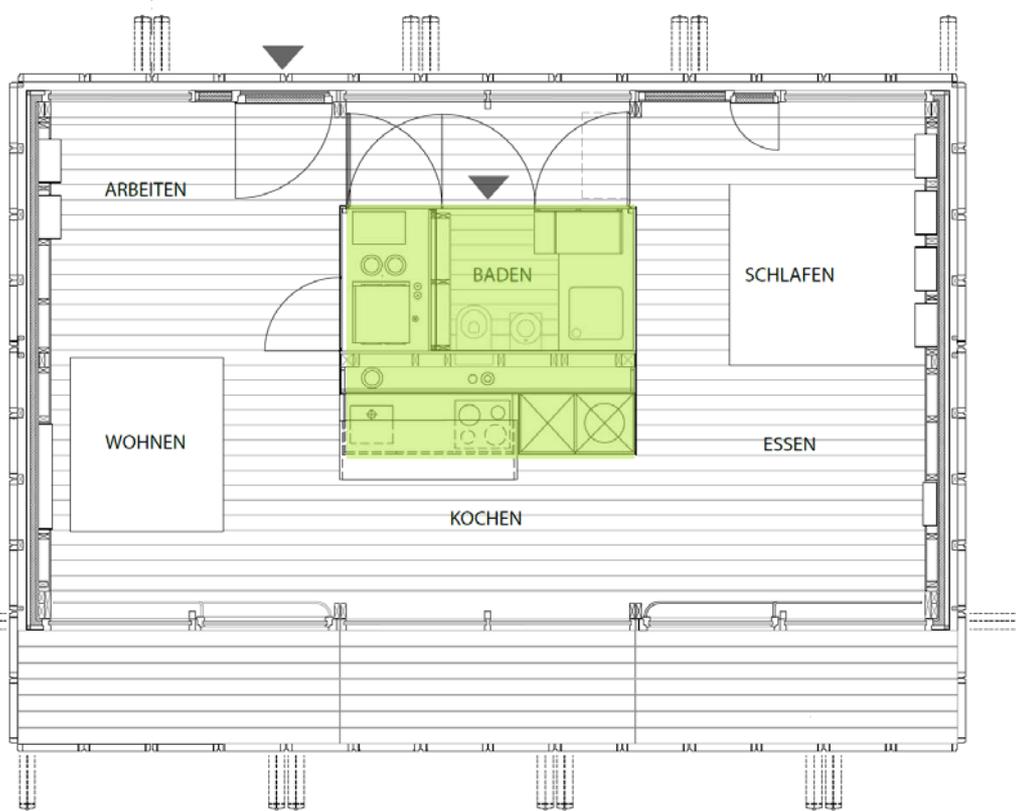
	Heizen
	Trinkwarmwasser
	Kühlen
	Hilfsenergie (Pumpen, Ventilation)
	Beleuchtung
	Geräte (Haushalt, Arbeitshilfen)
	E-Mobility



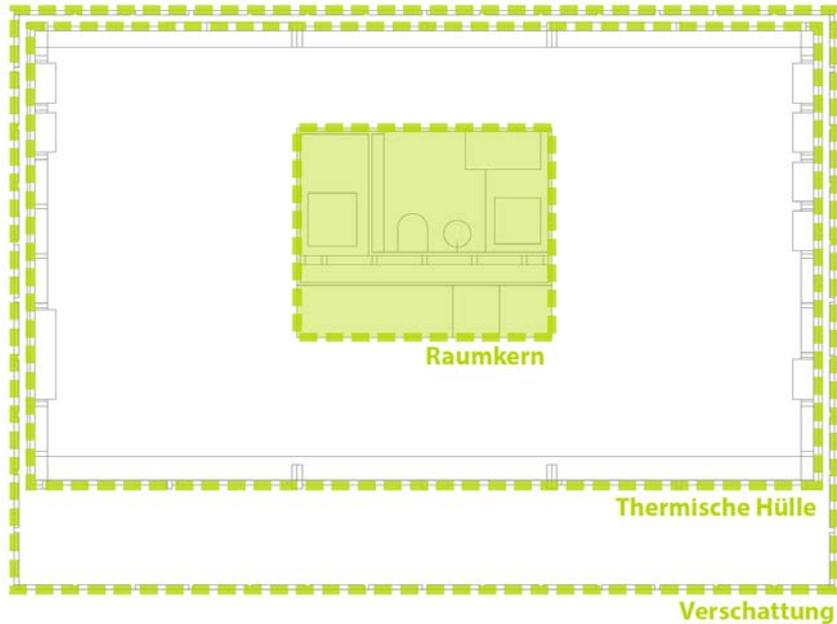
# Konzeptentwicklung



# Grundrissentwicklung

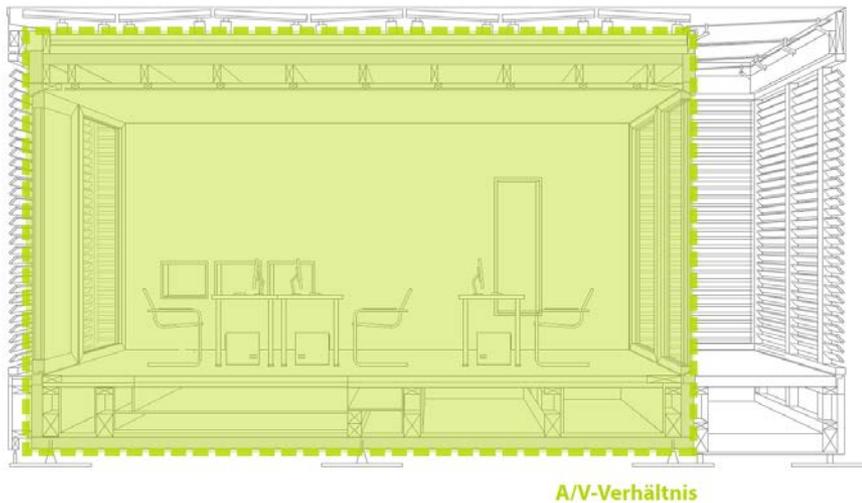


# Passive Maßnahmen - Baukörperentwicklung



- von innen: Grundrisszonierung nach Temperaturzonen

# Passive Maßnahmen - Baukörperentwicklung

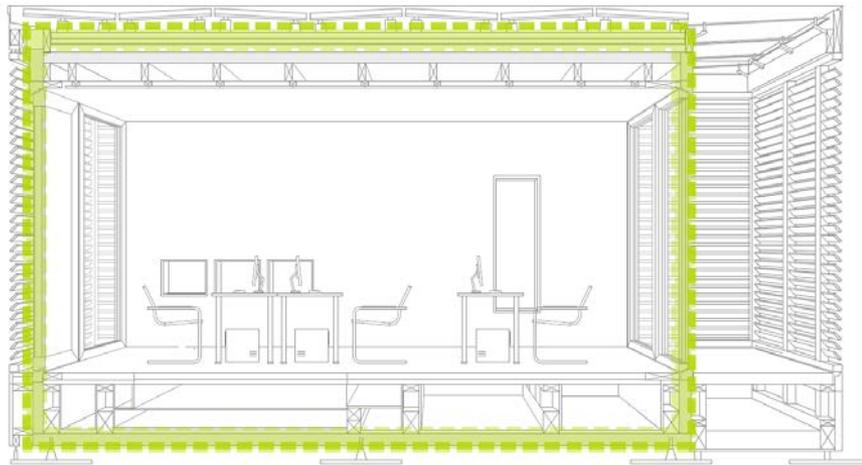


- von außen: kompakter Baukörper zur Optimierung der Hüllfläche

# Passive Maßnahmen - Hüllflächenentwicklung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



hoher Dämmstandard

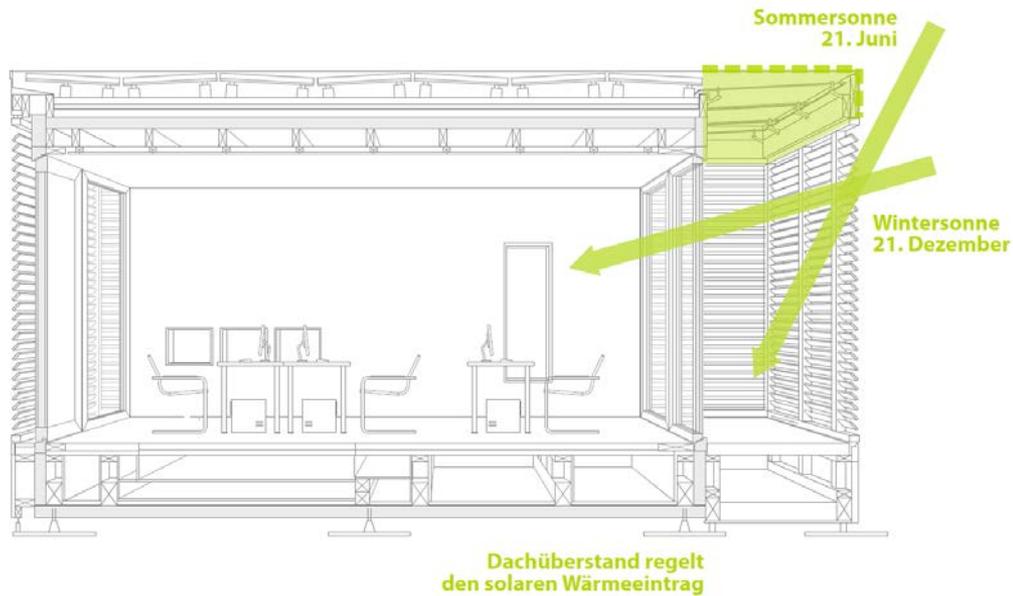


- Wärmedämmung und Dichtheit der Gebäudehülle

# Passive Maßnahmen - Hüllflächenentwicklung

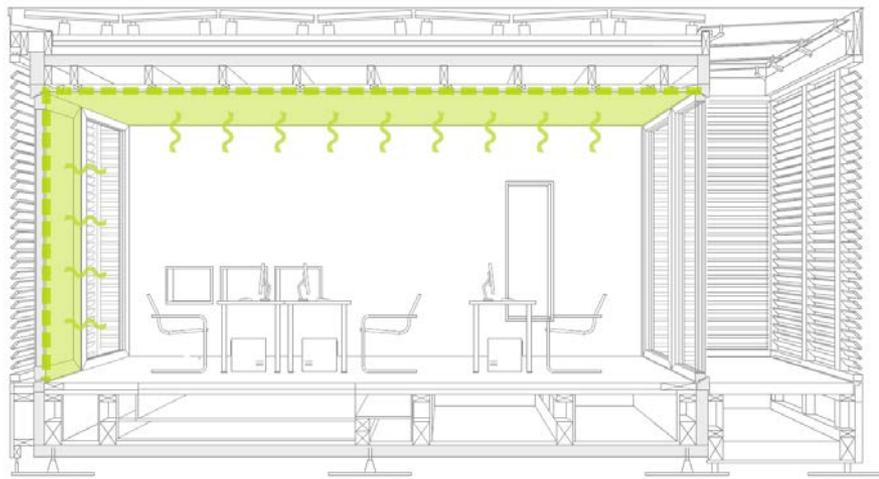


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



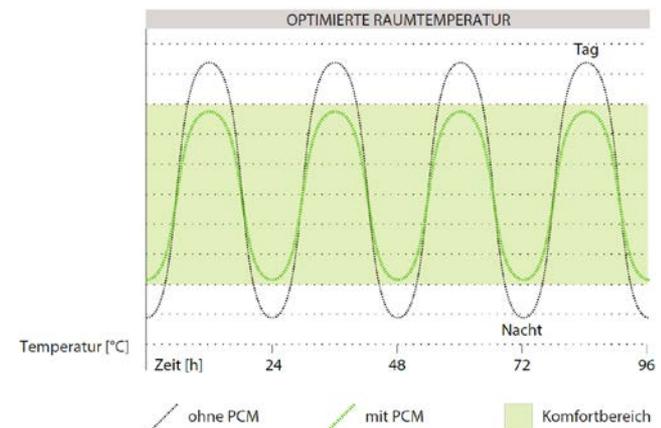
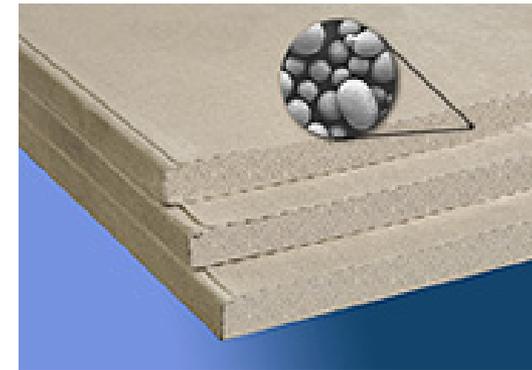
- Steuerung passiver Solargewinne

# Passive Maßnahmen - Wärmespeicher

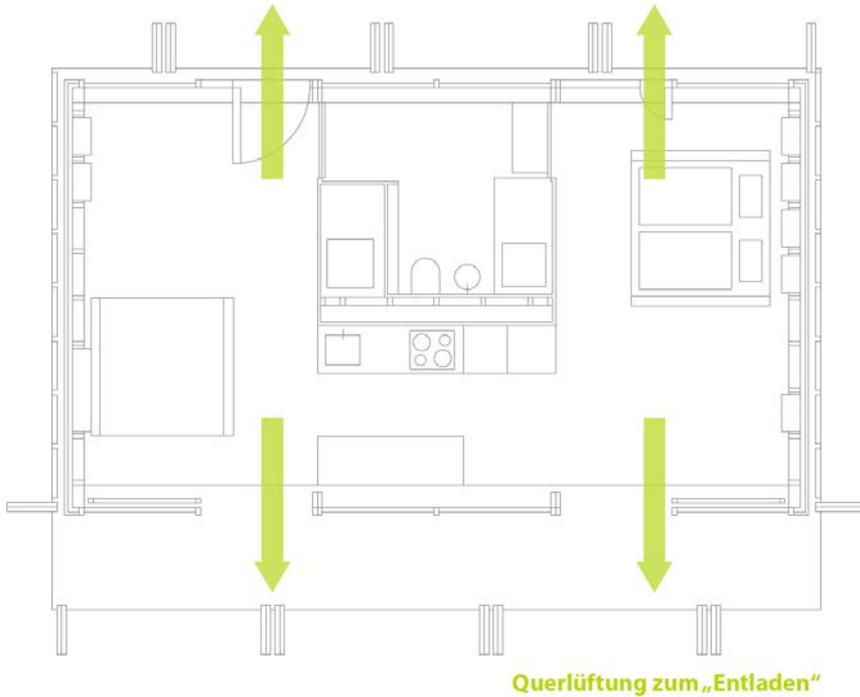


PCM als thermische  
Speichermasse im Innenraum

- Latentwärmespeicher im Leichtbau

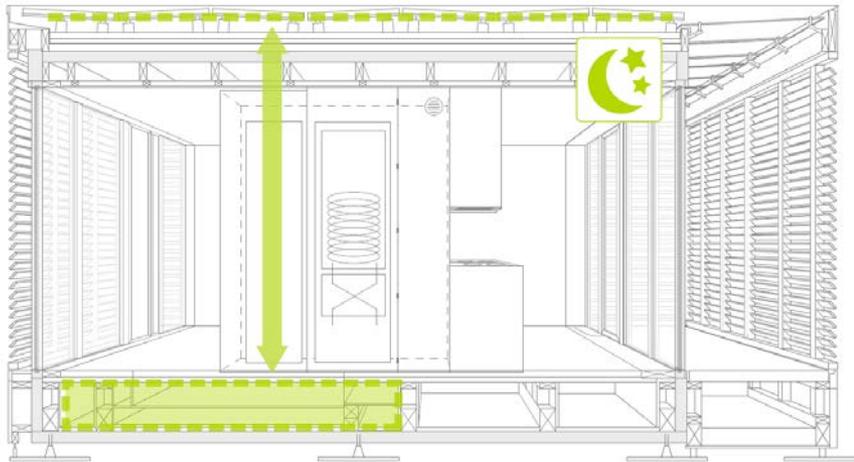


# Passive Maßnahmen - Querlüftung

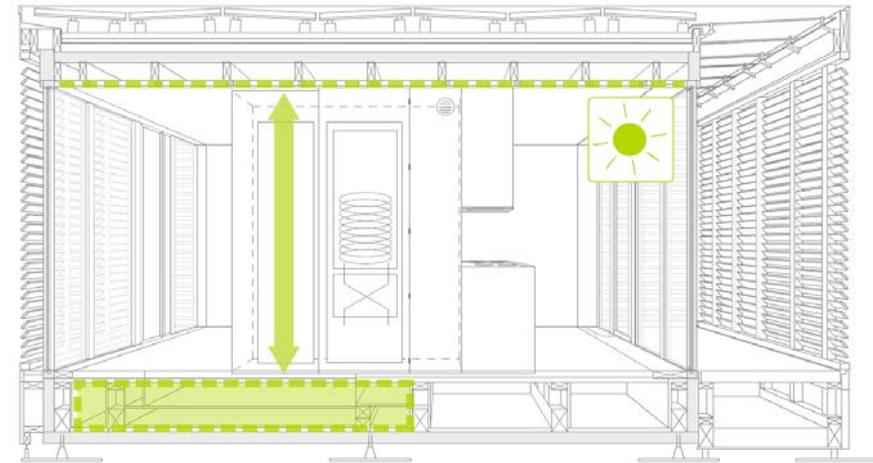


- Nachtkühlung zur Auskühlung der Speichermasse

# Passive Maßnahmen - Nachtauskühlung



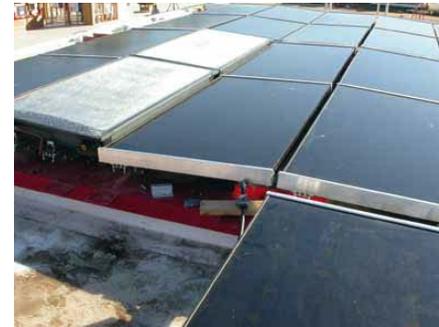
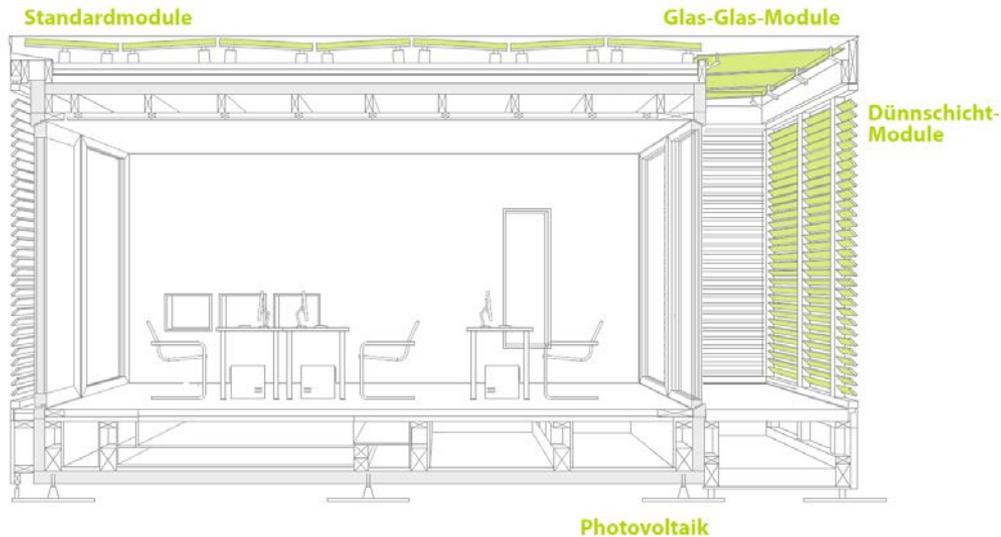
Speicherkühlung bei Nacht



PCM-Kühlung bei Tag

- zusätzliches passives Nachtkühlsystem über die PV-Module

# Aktive Systeme - Stromerzeugung



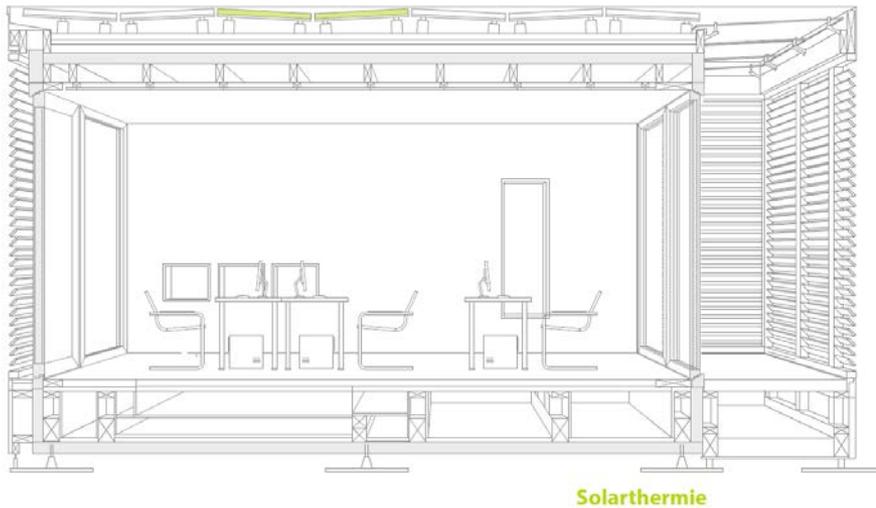
- Stromerzeugung durch 3 verschiedene Arten von Photovoltaik

Opaker Bereich: 40 Sunpower SPR-215 Module, 3° Neigung zugunsten Architekturintegration, Leistung PV: 9kWp

Loggia: 6 Scheuten Glas-Glas-Module mit Sunways perforierten Zellen Sonnenschutz, Wetterschutz & Energiegewinnung, Leistung 2kWp

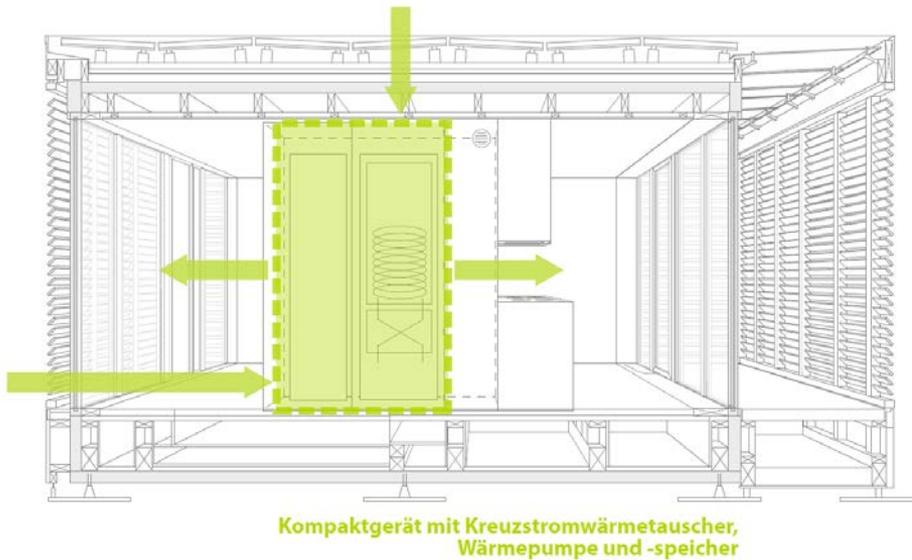
Süden, Osten und Westen: PV-aktiviert: 34 Flügel / 1054 Lamellen Leistung: Ost/West: 0,5 kWp, Süd 1kWp

# Aktive Systeme - Wärmegewinnung



- Warmwasserbereitung mit solarthermischen Kollektoren

# Aktive Systeme - Wärmegewinnung



- Lüften, Kühlen und Heizen mit reversibler Wärmepumpe

# Aktive Systeme - Haushaltsgeräte



- Energieeffiziente Haushaltsgeräte und Leuchten

# 2014 Effizienzhaus Plus im Altbau - Sanierung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Effizienzhaus Plus im Altbau - Sanierung



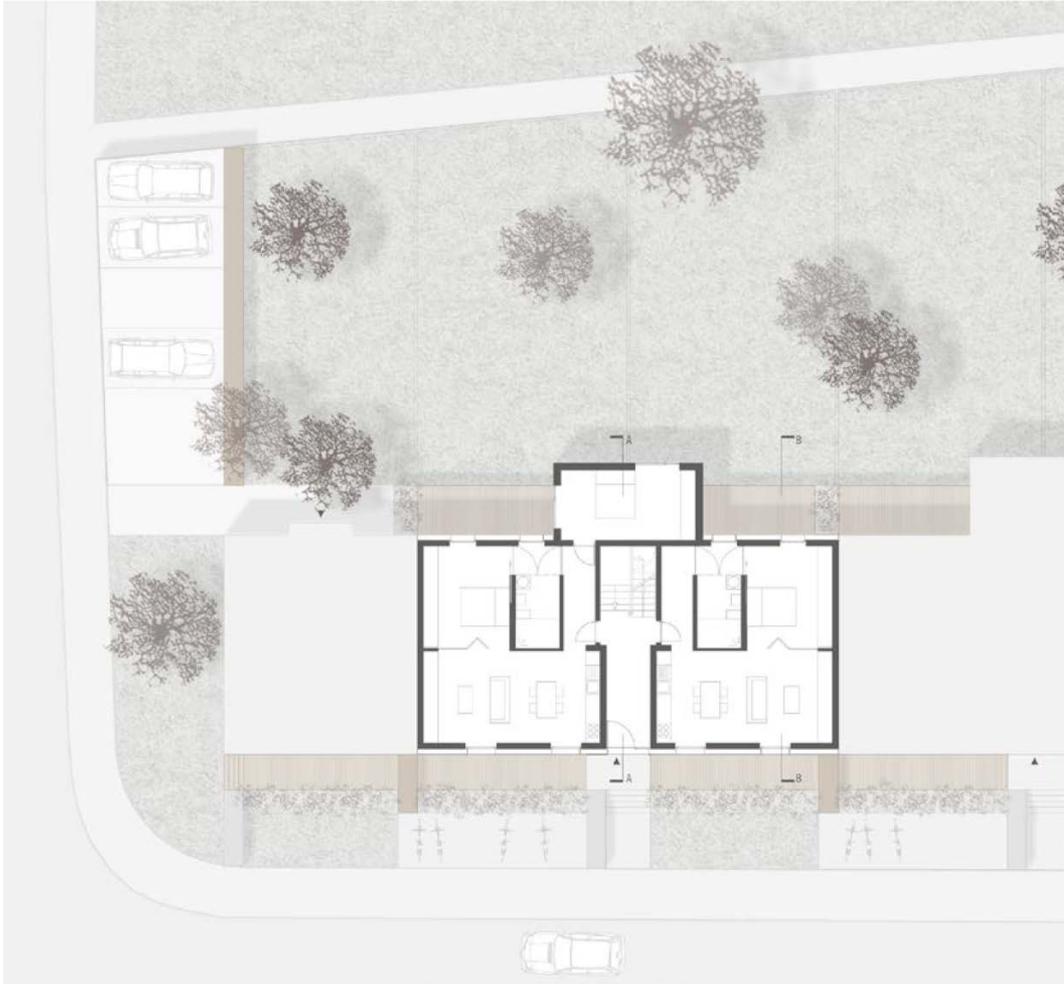
Bilanzraum Effizienzhaus Plus



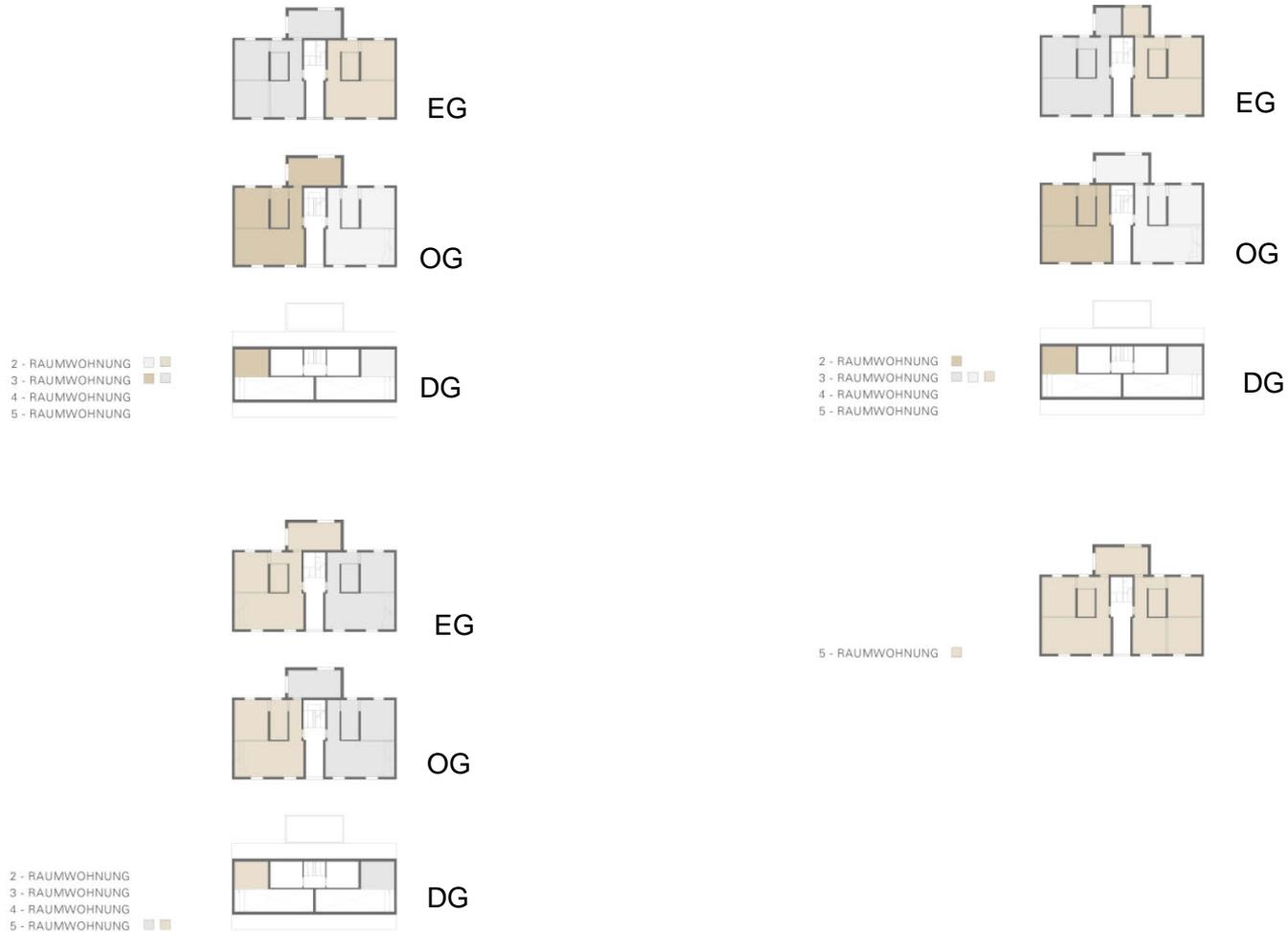
# Grundrissentwicklung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



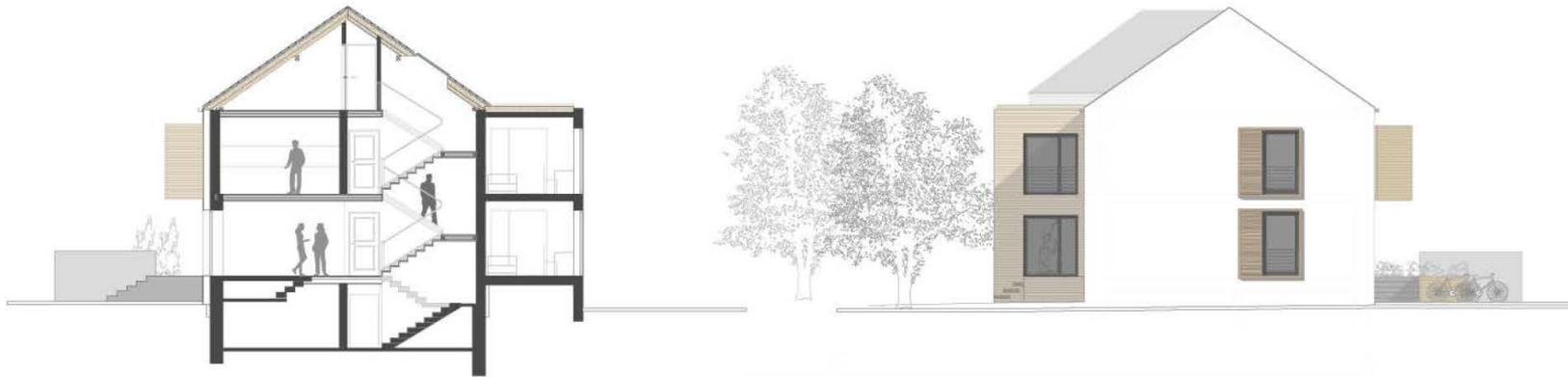
# Konzeptentwicklung



# Passive Maßnahmen - Baukörperentwicklung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Quelle: o5 architekten bda – raab hafke lang

# Passive Maßnahmen - Hüllflächenentwicklung

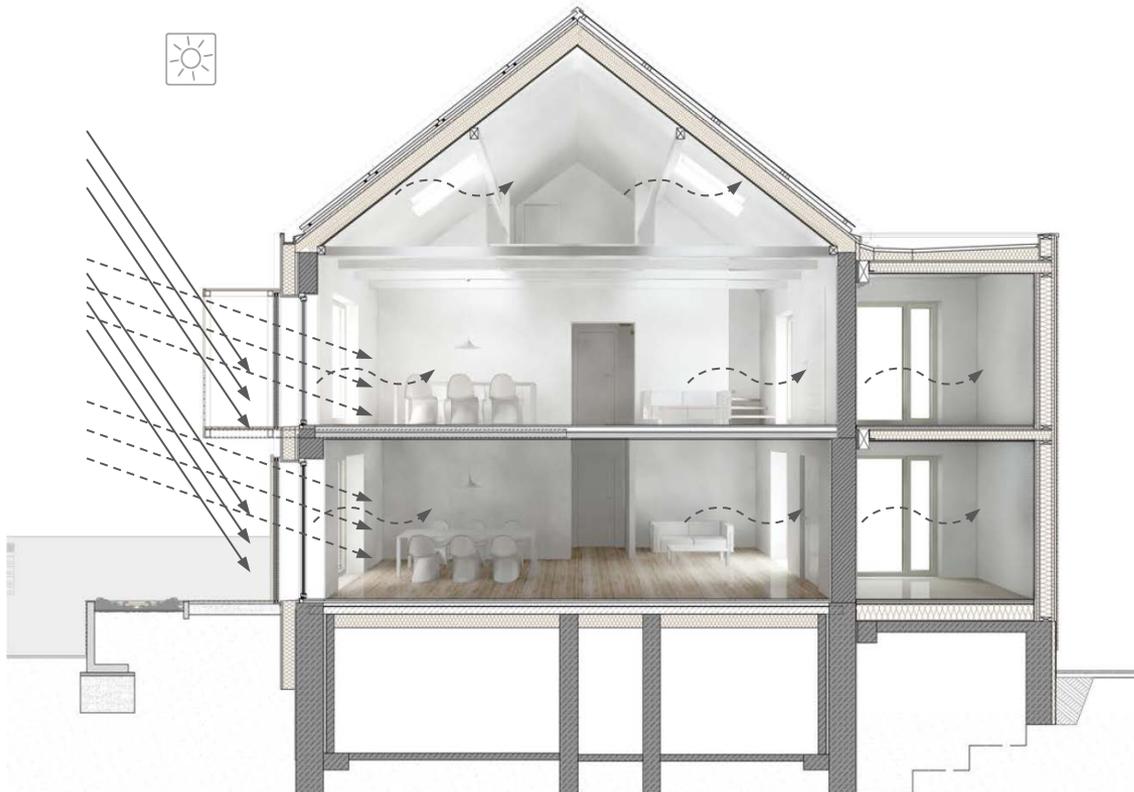


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



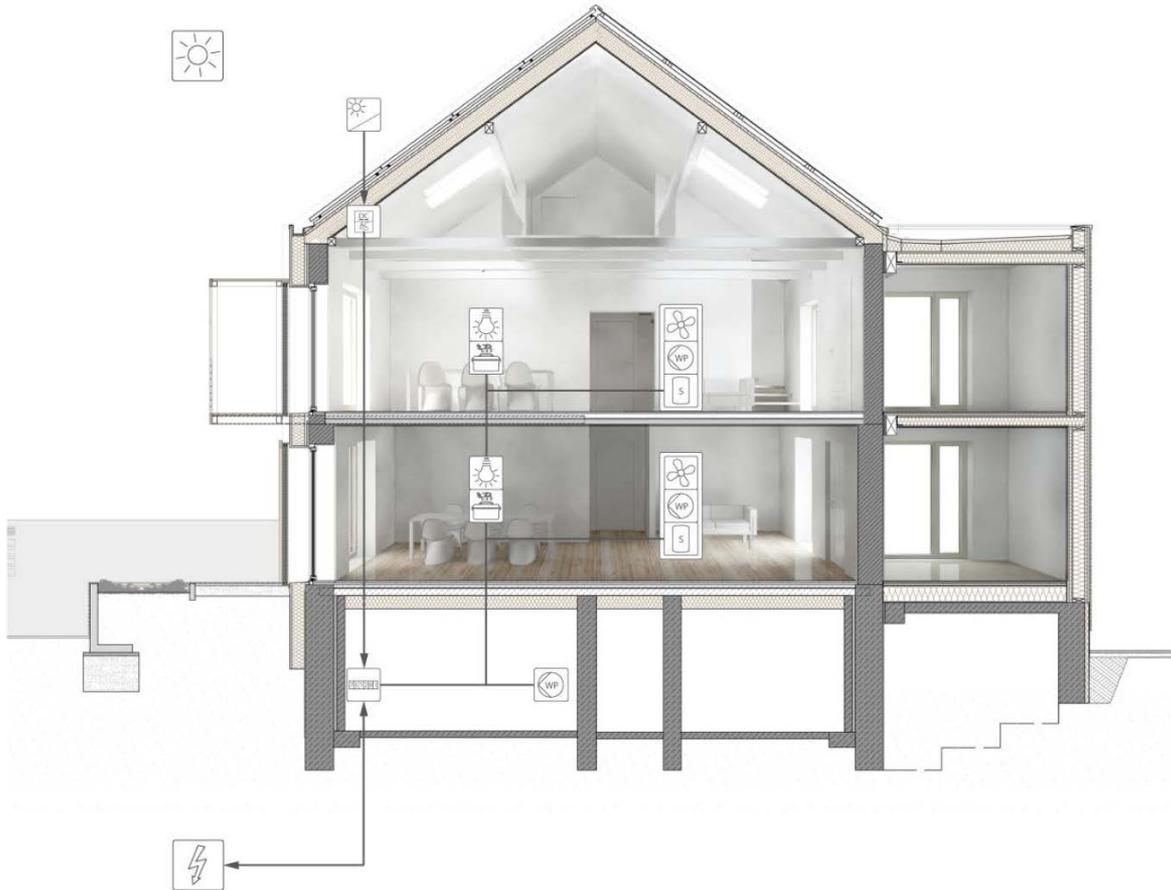
Quelle: o5 architekten bda – raab hafke lang

# Passive Maßnahmen – solare Gewinne



Quelle: o5 architekten bda – raab hafke  
lang, ina Planungsgesellschaft mbH

# Aktive Maßnahmen – Stromerzeugung



Quelle: o5 architekten bda – raab hafke  
lang, ina Planungsgesellschaft mbH

# Aktive Maßnahmen – Heizen und Lüften

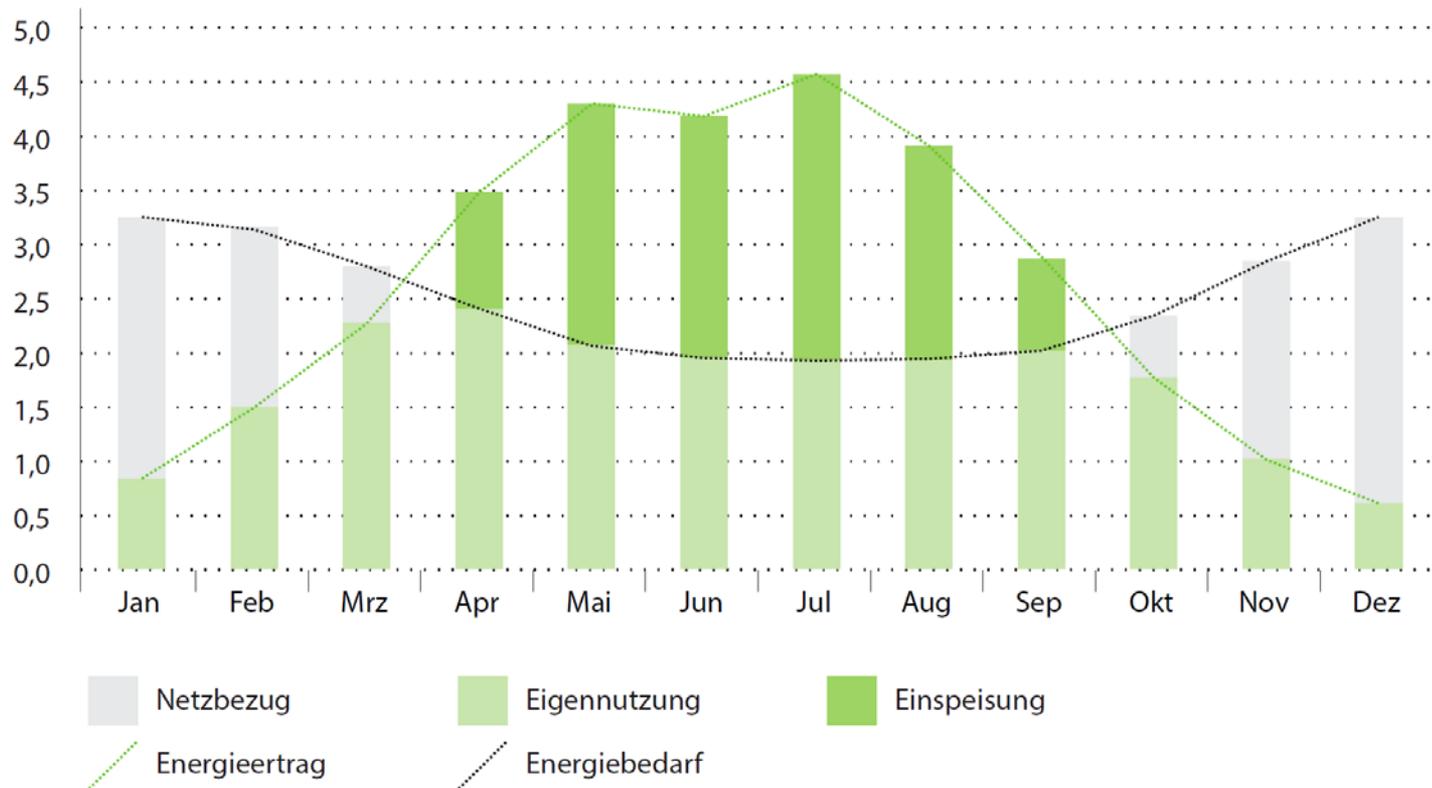


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



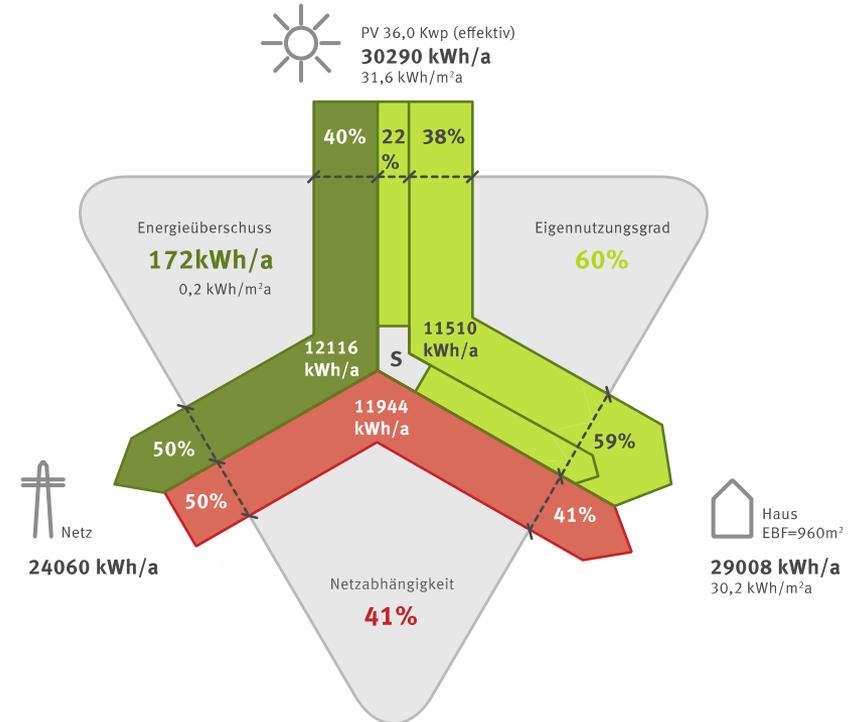
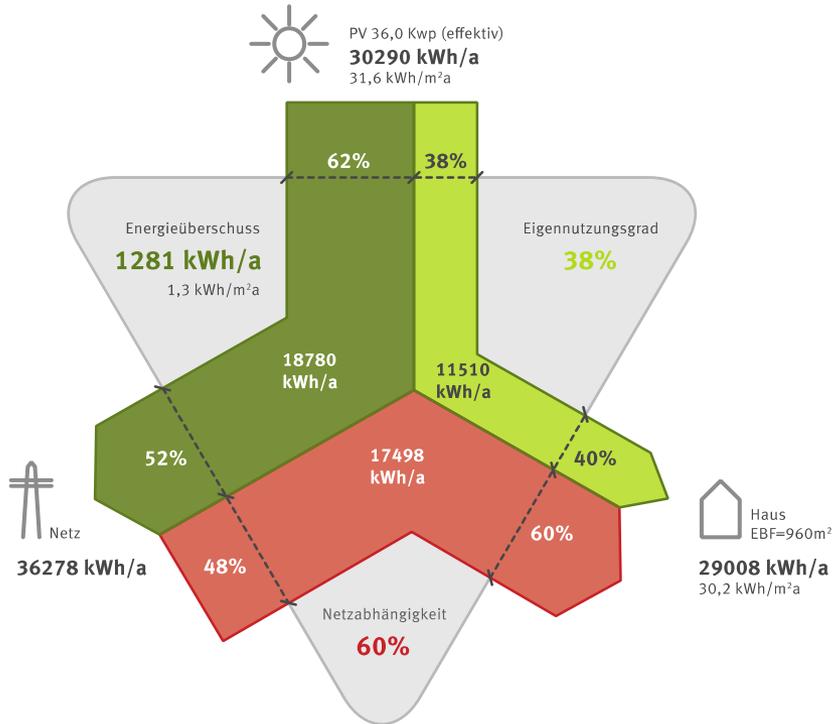
Quelle: o5 architekten bda – raab hafke  
lang, ina Planungsgesellschaft mbH

# Monatsbilanz



Quelle: o5 architekten bda – raab hafke  
lang, ina Planungsgesellschaft mbH

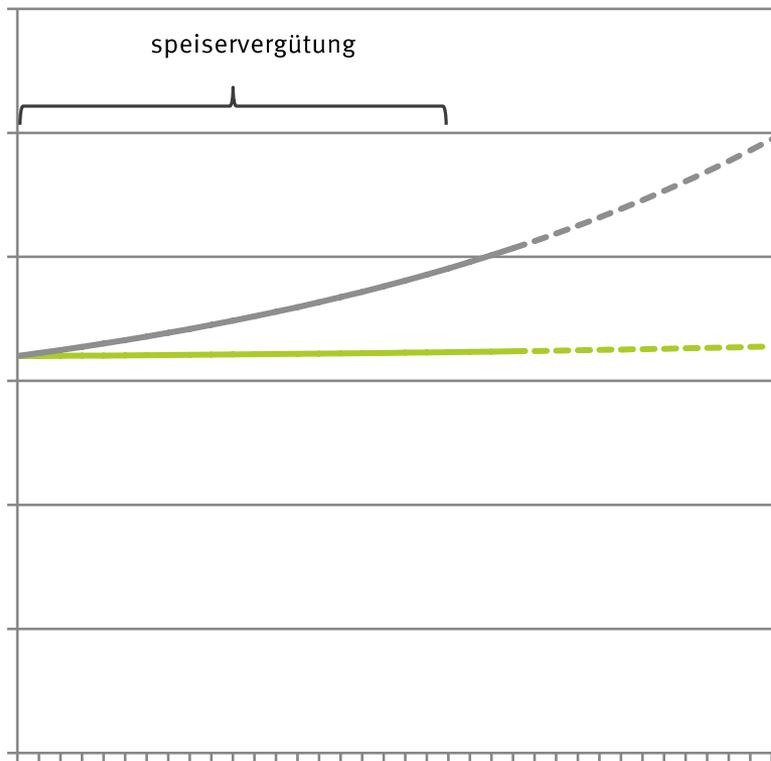
# Energiebilanz



Quelle: o5 architekten bda – raab hafke  
lang, ina Planungsgesellschaft mbH

# Lebenszykluskosten

## Baukosten + Energiekosten



- Baukosten Sanierung: 1.600 €/m<sup>2</sup>
- Energieverbrauch:
  - Effizienzhaus Plus: 28.750kWh Strom
  - Referenzgebäude: 72.730kWh Öl, 19.720kWh Strom
- Energieproduktion:
  - Effizienzhaus Plus: 30.290kWh Strom (Eigennutzung: 38%; 51%)
  - Referenzgebäude: 0kWh
- Energiepreise:
  - Öl: 0,06€
  - Strom: 0,20€
- Energiepreissteigerung: 4%
- Einspeiservergütung: 0,164€/kWh (über 20 Jahre garantiert)
- Jährliche Kosten Energie 2014:
  - Effizienzhaus Plus: 0,53€/m<sup>2</sup>
  - Referenzgebäude: 11,87€/m<sup>2</sup>



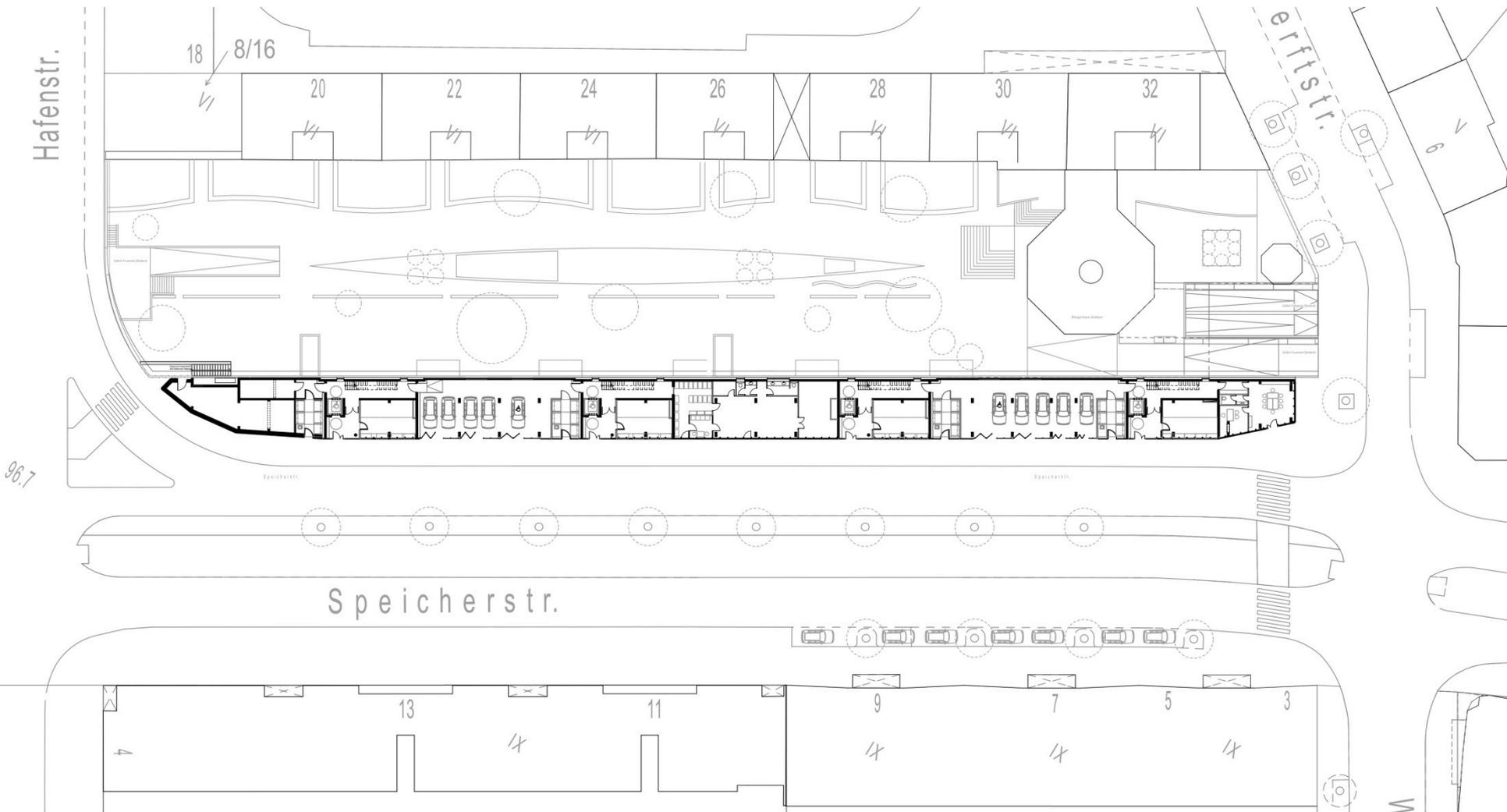
# 2013 Aktiv-Stadthaus Frankfurt



# Lageplan



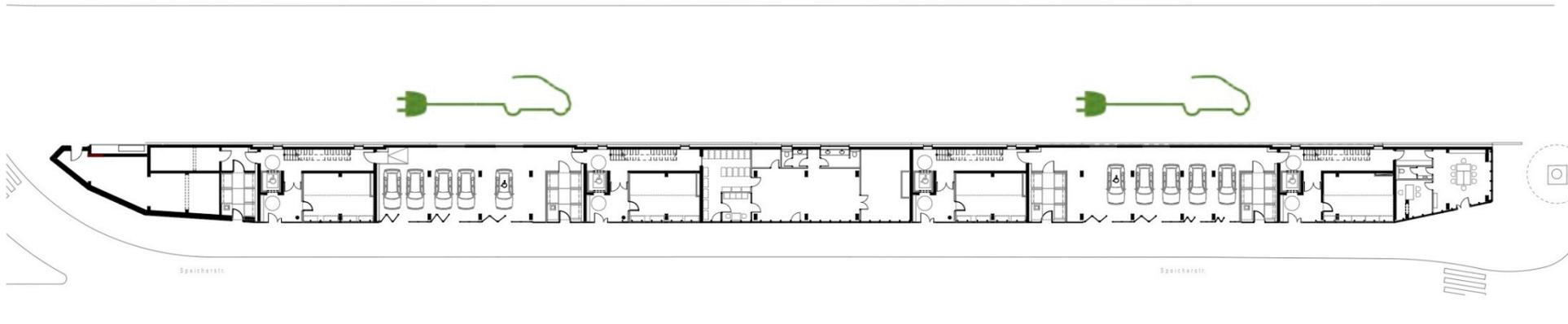
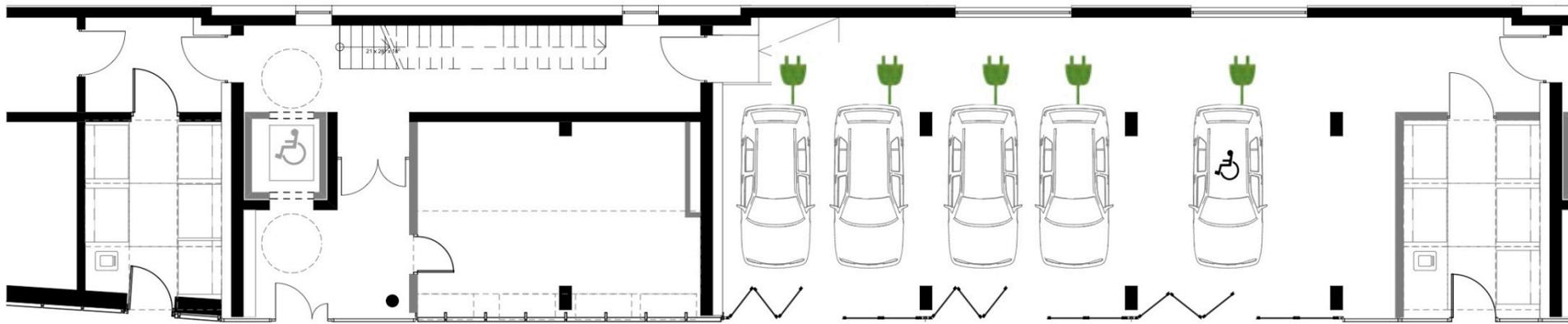
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Grundriss Erdgeschoss

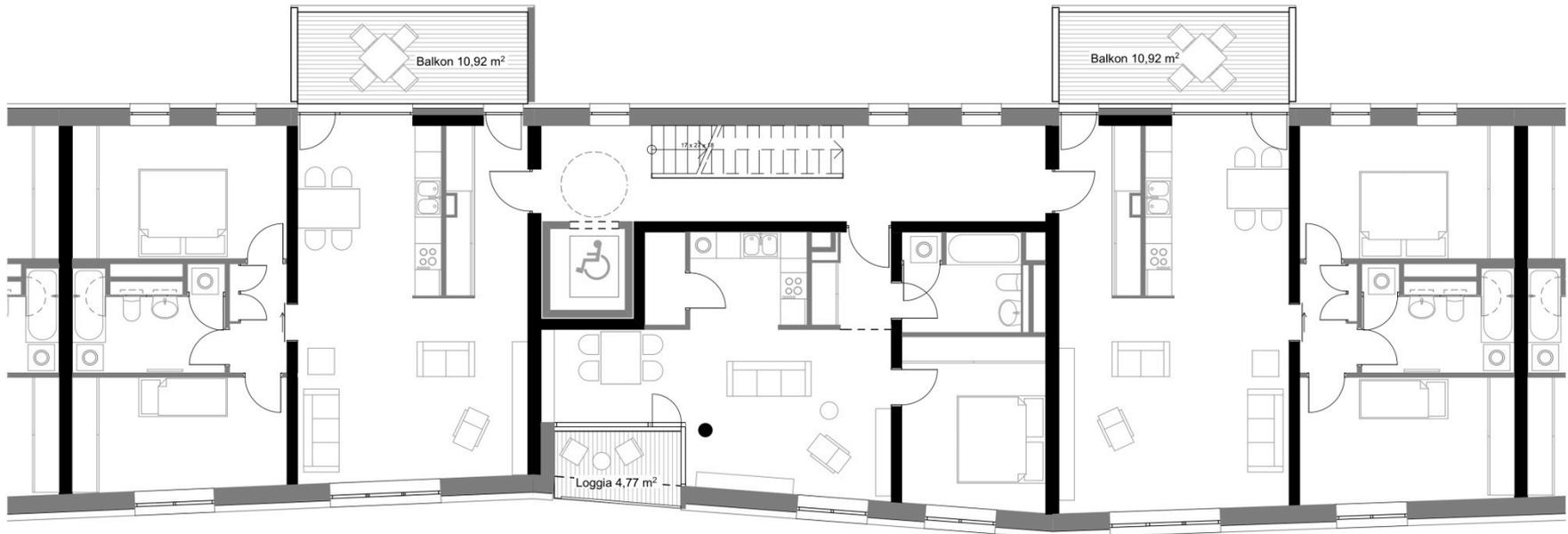
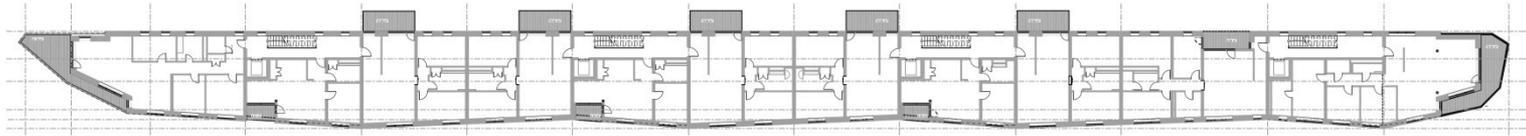


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Grundriss Regelgeschoss

Grundriss Regelgeschoss





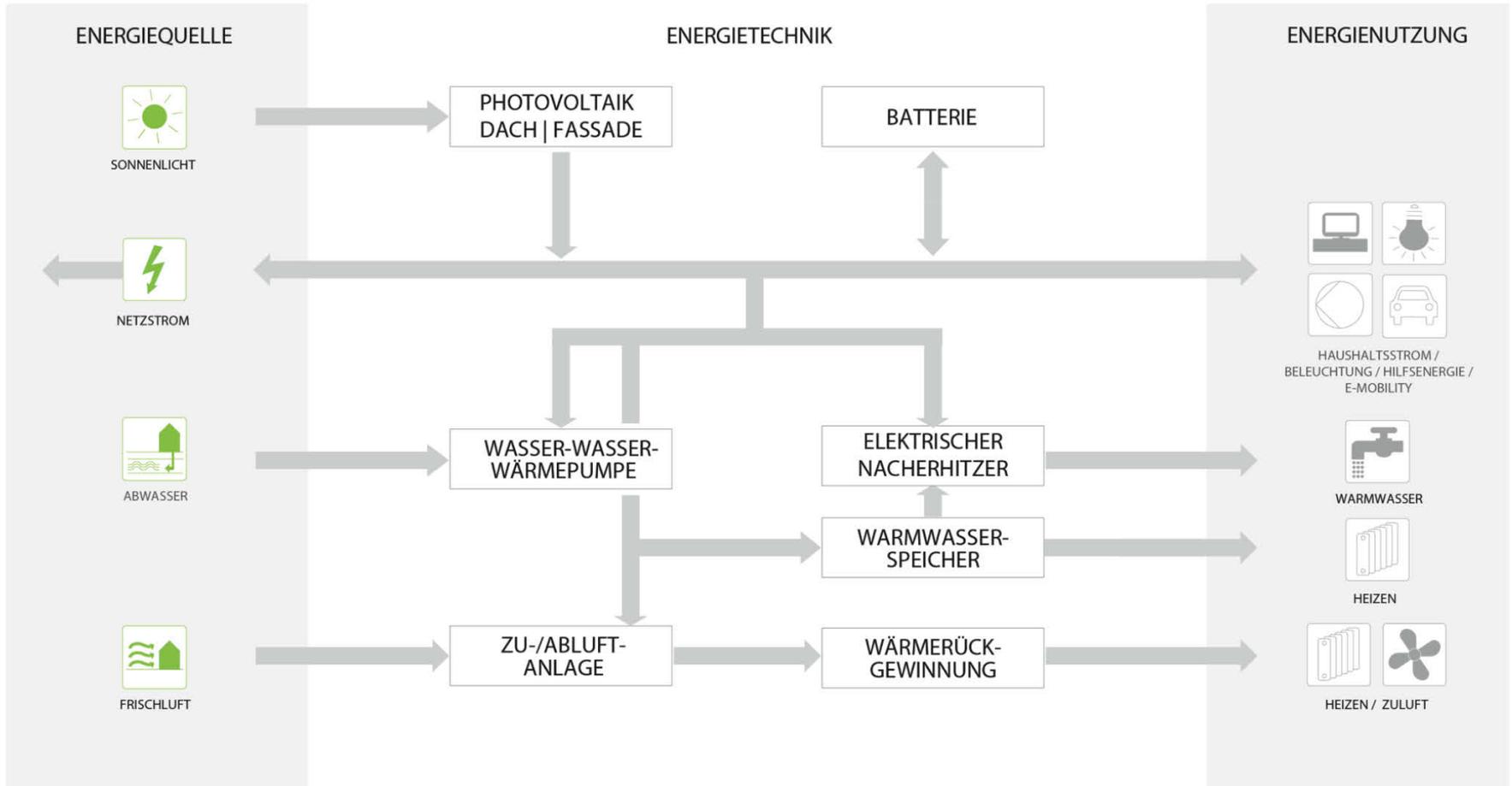
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

# Aktiv-Stadthaus | Energiekonzeption

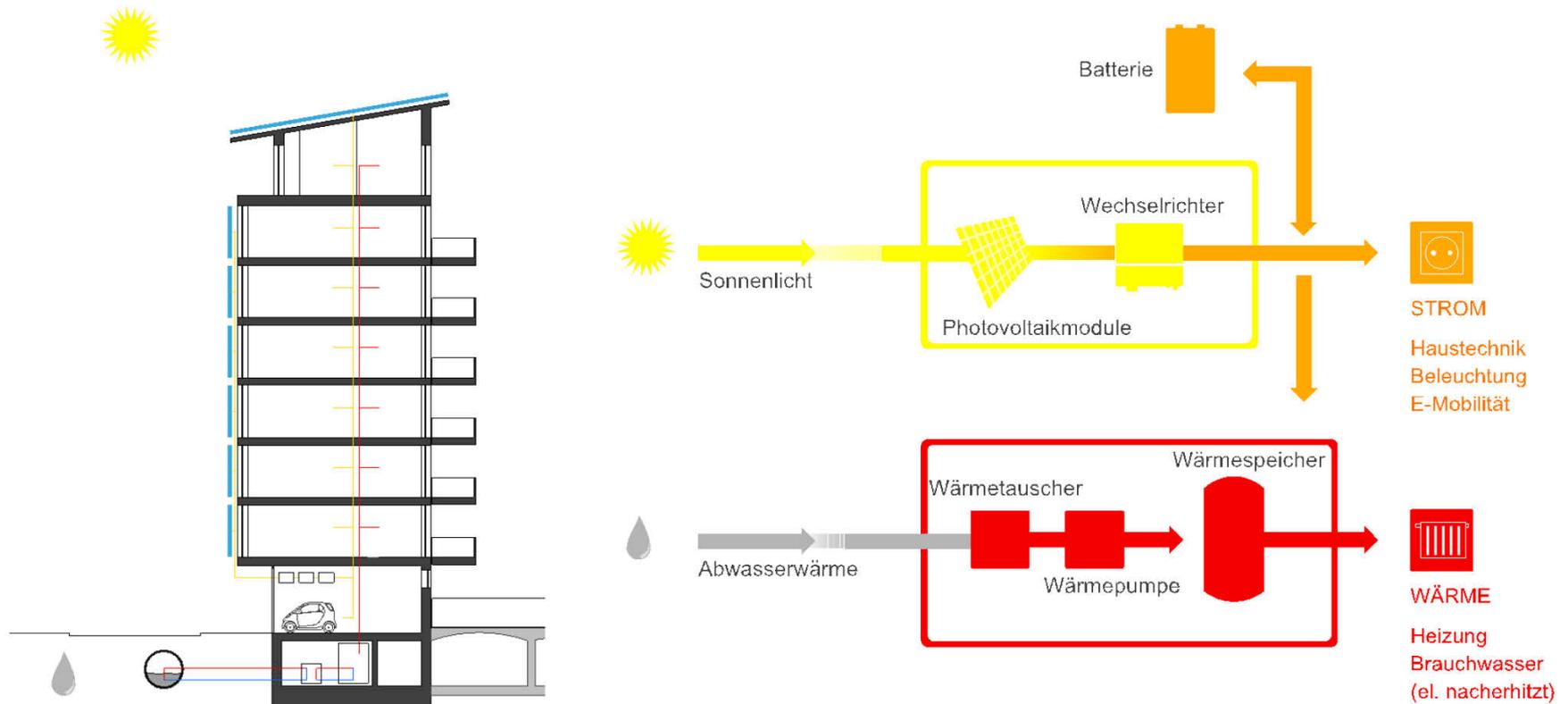
## Energieflussdiagramm



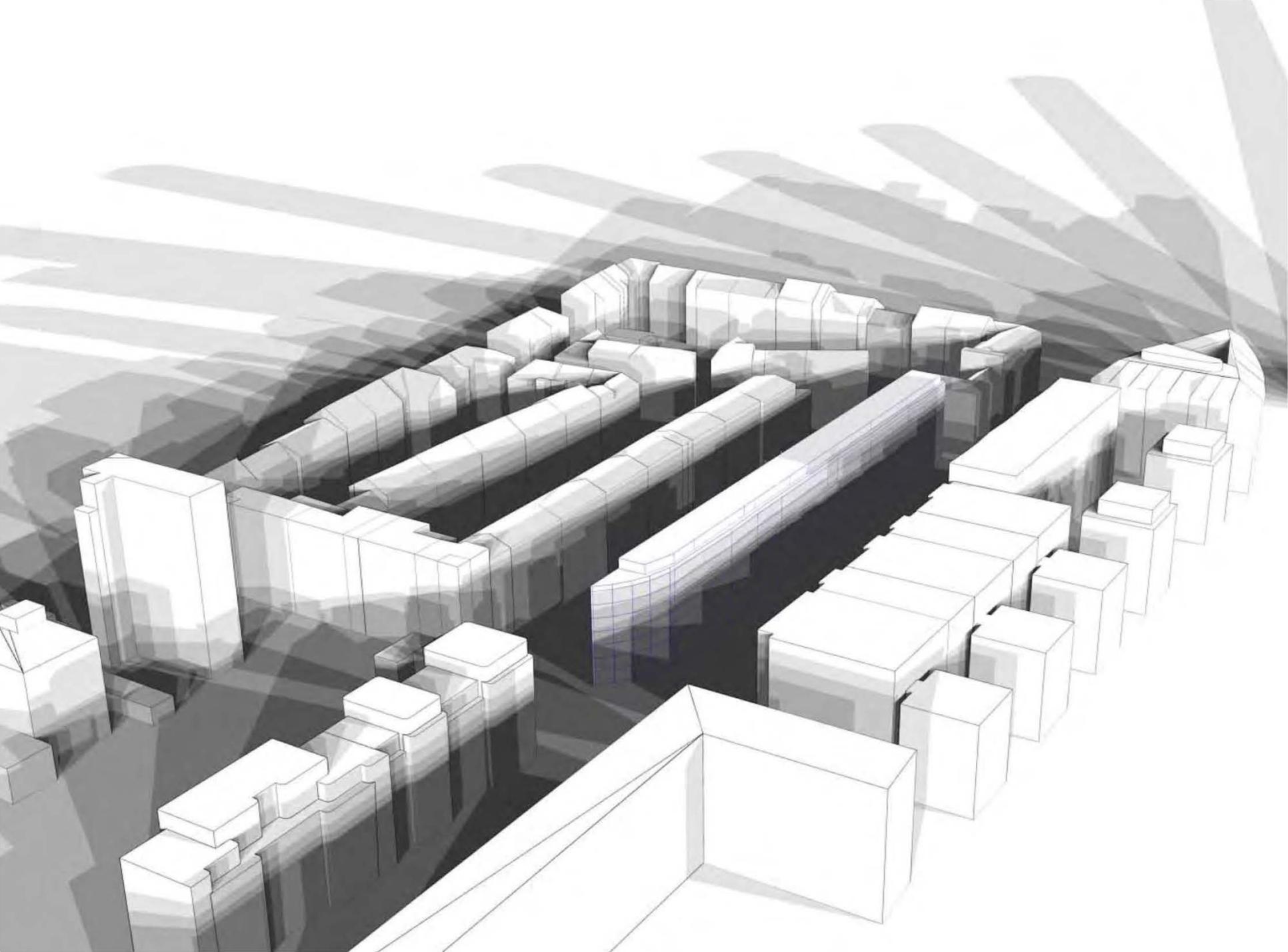
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



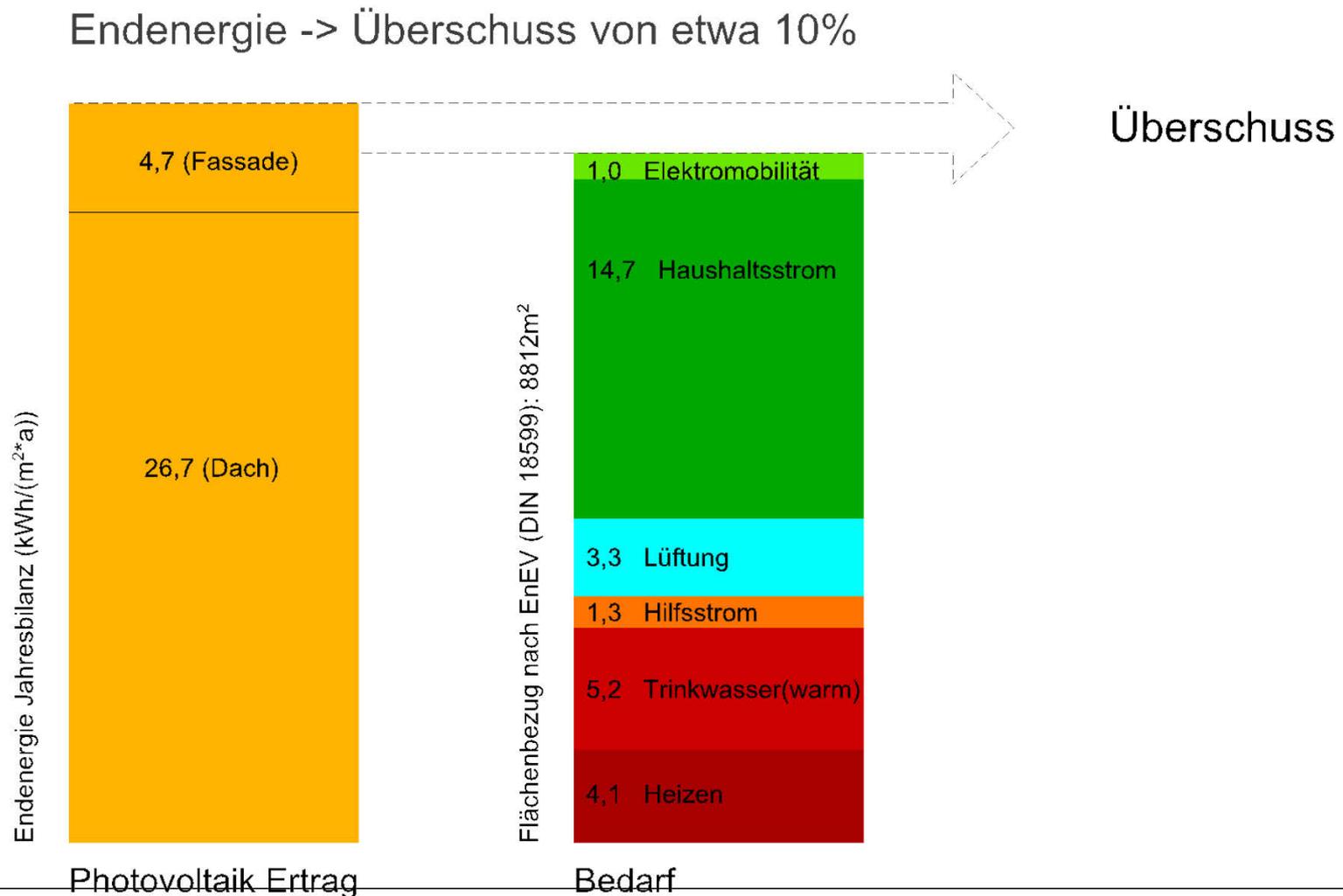
# Energiekonzept





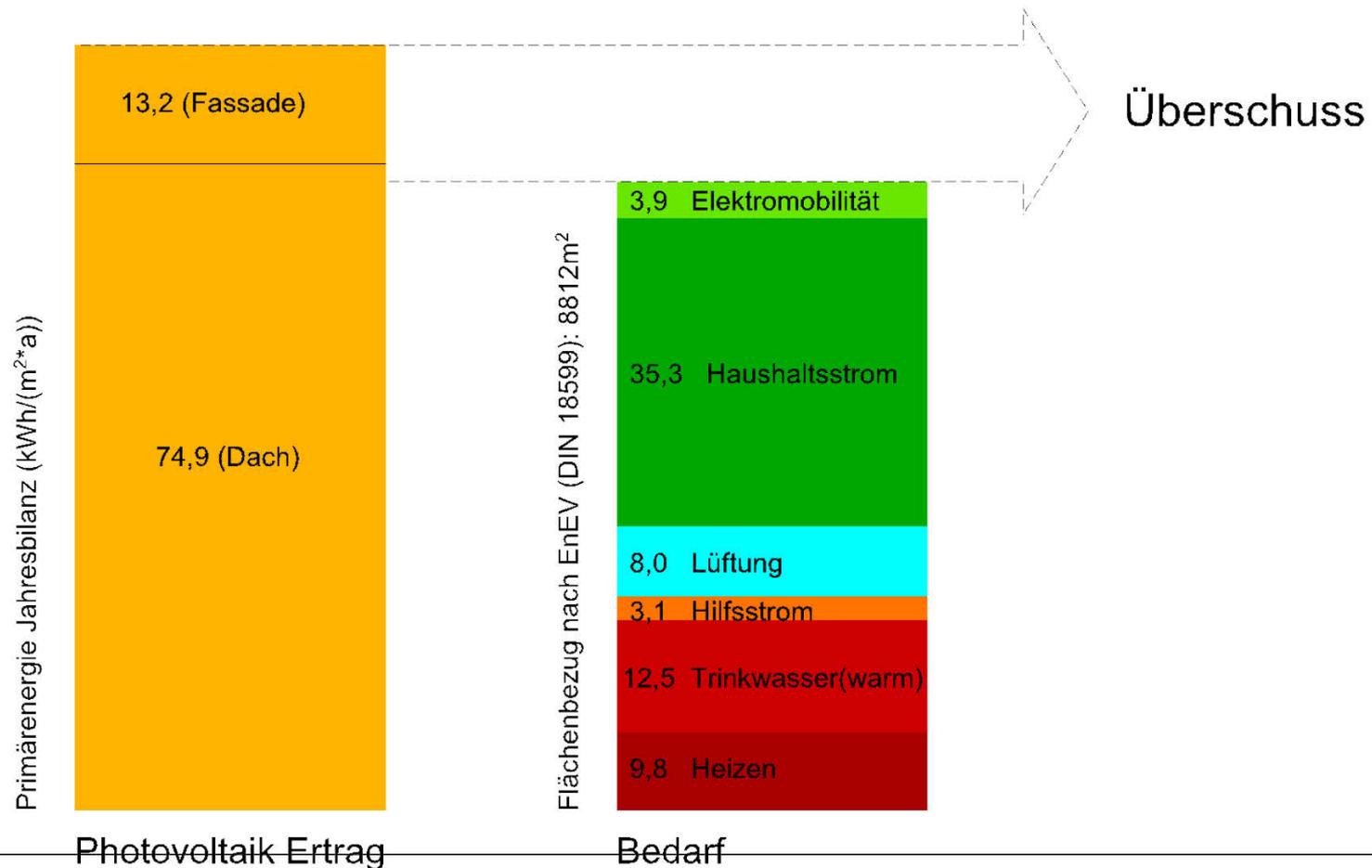


# Energiebilanz Endenergie

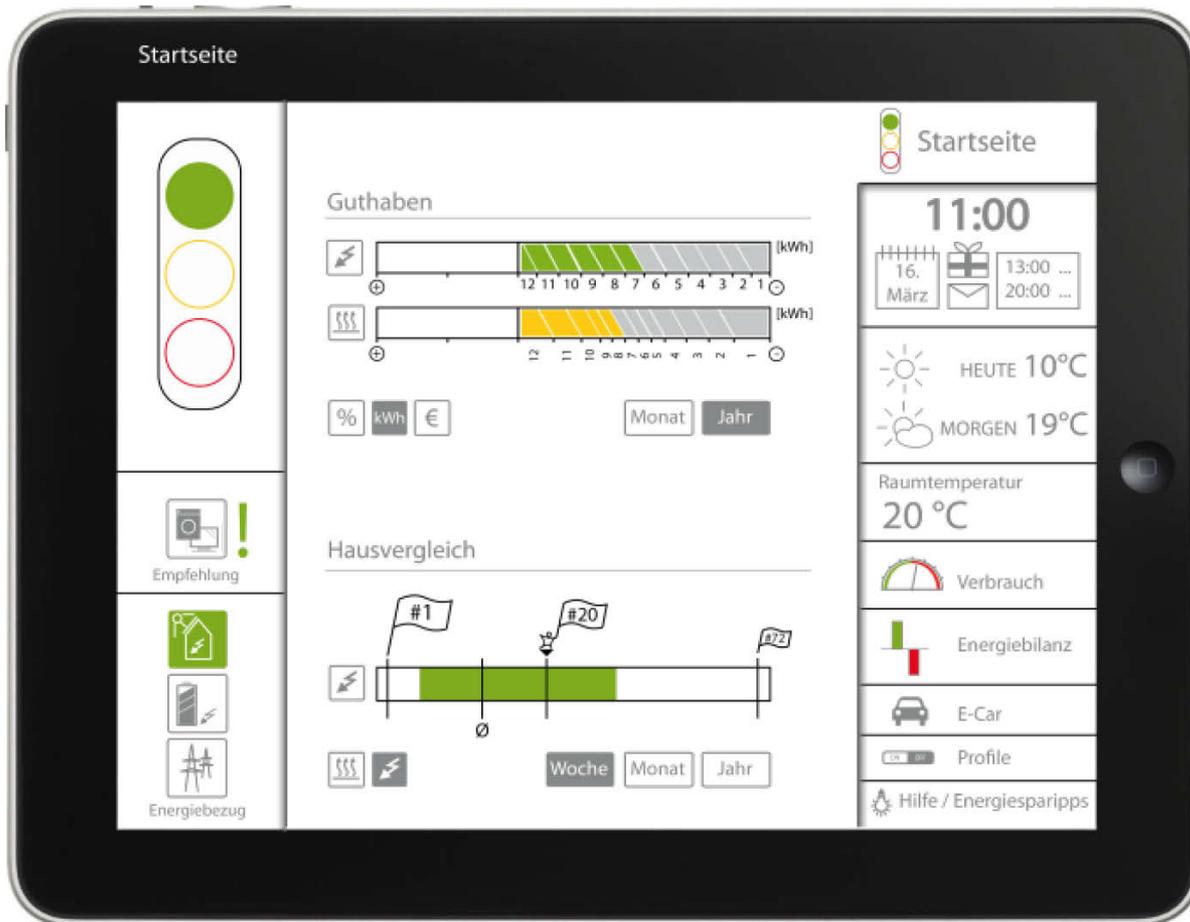


# Energiebilanz Primärenergie

Primärenergie -> Überschuss von etwa 28%



# Nutzer-Interface - Startseite



Bezugsgr.: WE  
74 Wohnungen



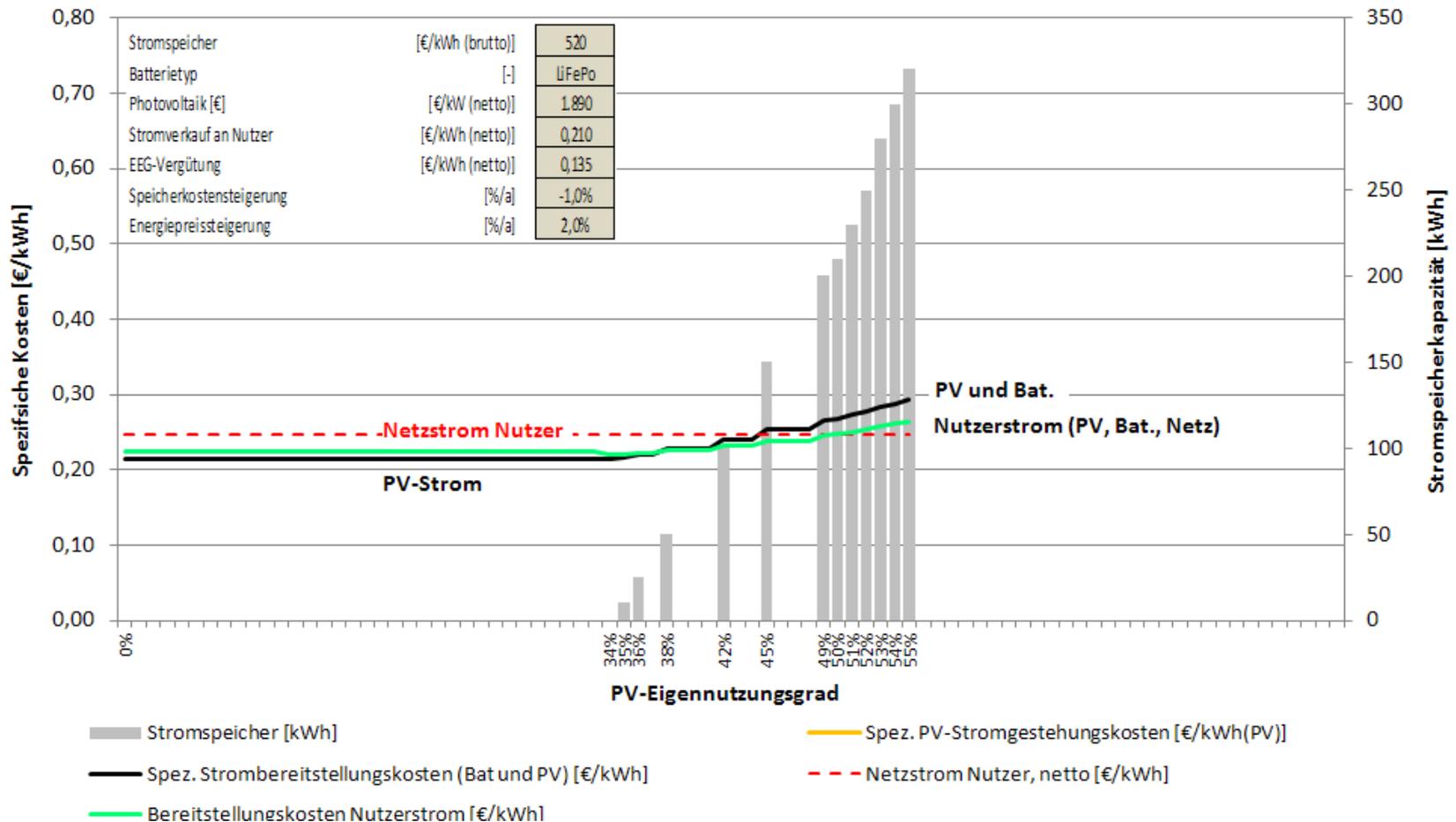
## Guthaben

- Bonus-Malus Konzept
- Guthabenanzeige für Strom und Wärme (WW, Heizung)
- Anzeige für Woche, Monat, Jahr
- Anzeige in %, kWh, €

# Energie-Speicher

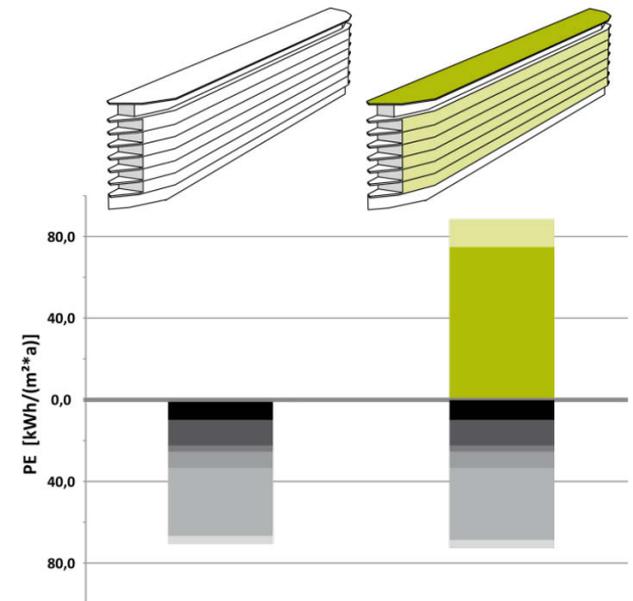
## Spezifische Betriebskosten

(System: PV-, Speicher-, und Netzstrom im MFH; Betrachtungszeitraum: 20 a, netto)

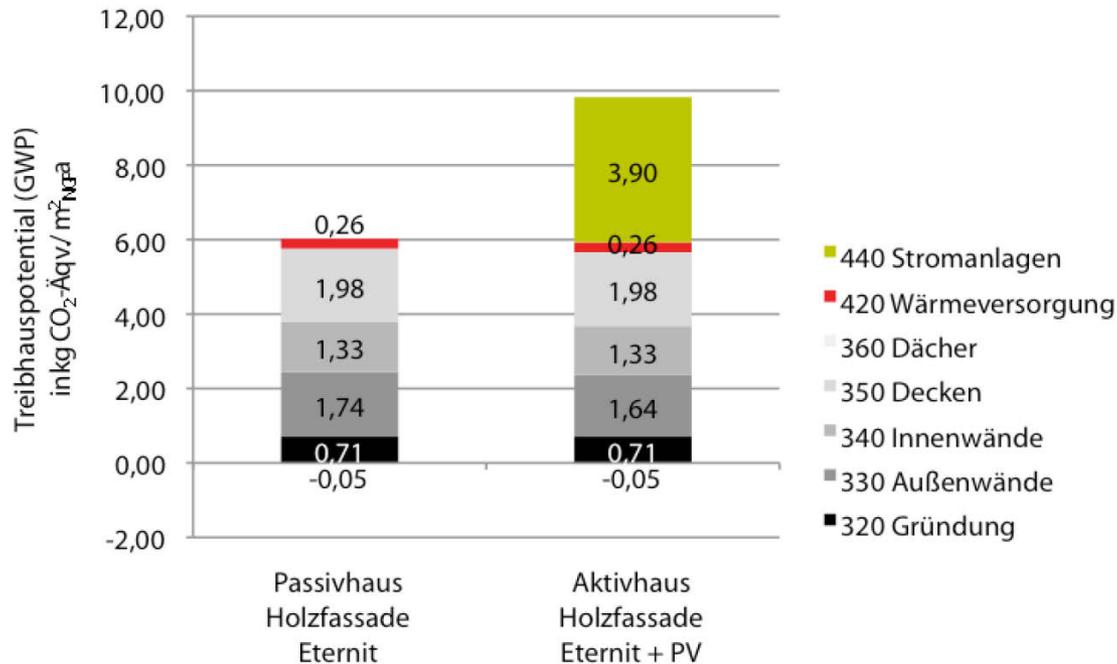


## Vergleichende Ökobilanz von Passiv- und Plus-Energie-Haus

- Ausgangsbasis: Gebäudehülle im Passivhausstandard (Referenz)
- Bilanz Plus-Energie-Haus: Passivhaus + energiegewinnende Gebäudetechnik
- Bauteilaufbauten und Massenermittlung entsprechend der realen Planung des Aktiv-Stadthaus
- Methode: Vereinfachtes Verfahren nach DGNB / BNB
- Detaillierung im Bereich der energiegewinnenden Gebäudehülle. Daten aus verschiedenen Quellen: IPCC Report, Studie Uni Stuttgart, GEMIS Datenbank.
- Umweltwirkungen des Energieverbrauch entsprechend der PHPP Berechnung / EnEV-Referenzgebäude



# Treibhauspotential – Vergleich Aktivhaus / Passivhaus



Treibhauspotential Konstruktion

Passivhaus:

5,98 kg CO<sub>2</sub>-Äqv./m<sup>2</sup><sub>NGF a</sub>

Treibhauspotential Konstruktion

Aktivhaus:

9,78 kg CO<sub>2</sub>-Äqv./m<sup>2</sup><sub>NGF a</sub>

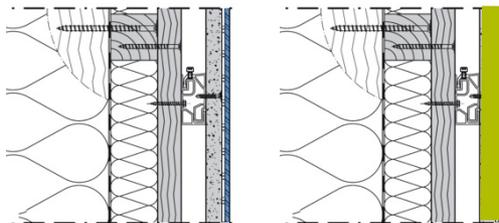
Mehremissionen ca. 164%

Mehremissionen Gesamtgebäude:

33.306 kg CO<sub>2</sub> (jährlich über 50 Jahre)

Das entspricht einer Autofahrt von ca.

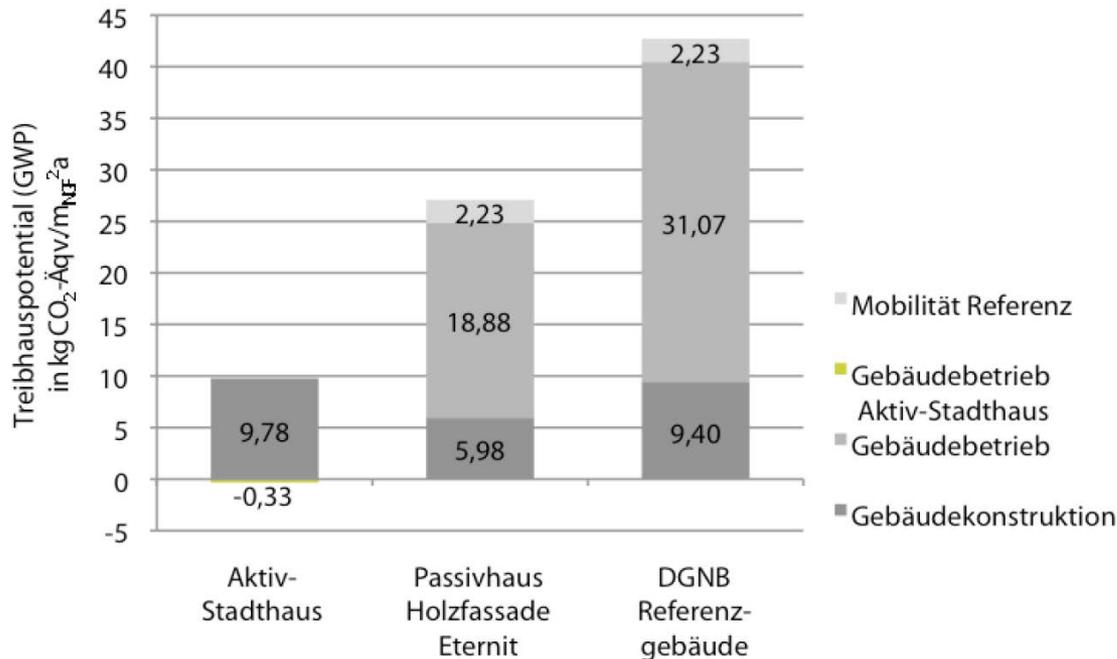
151.392km (jährlich über 50 Jahre)



# Treibhauspotential – Vergleich Aktivhaus / Passivhaus



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



Treibhauspotential Aktivhaus bilanziert:

9,45 kg CO<sub>2</sub>-Äqv./m<sup>2</sup><sub>NGF·a</sub>

Treibhauspotential Passivhaus bilanziert:

27,09 kg CO<sub>2</sub>-Äqv./m<sup>2</sup><sub>NGF·a</sub>

Treibhauspotential DGNB

Referenzgebäude

bil.:

42,70 kg CO<sub>2</sub>-Äqv./m<sup>2</sup><sub>NGF·a</sub>

Einsparung Aktivhaus:

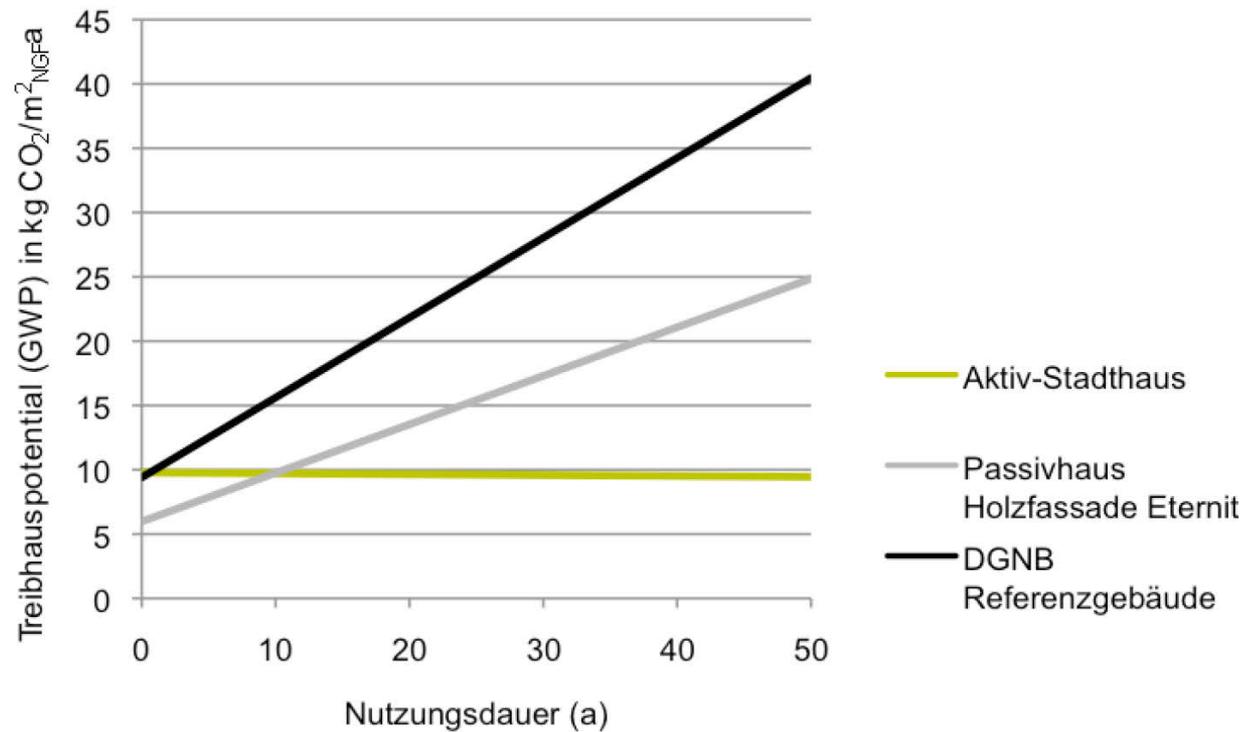
- Ca. 65% gegenüber Passivhaus
- Ca. 78% gegenüber DGNB

Referenzgebäude

# Treibhauspotential – Vergleich Aktivhaus / Passivhaus



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT





TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT







TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT







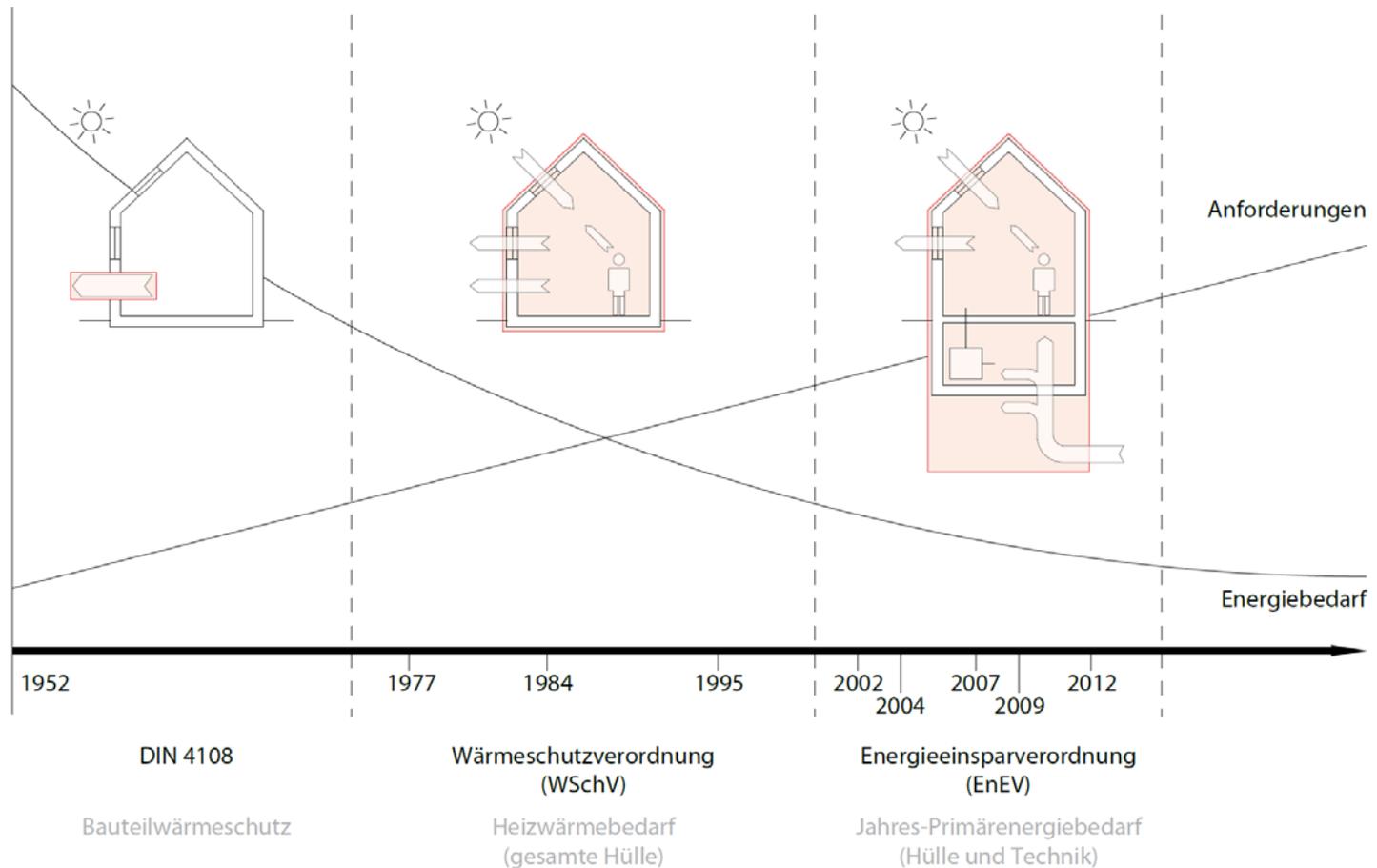
TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



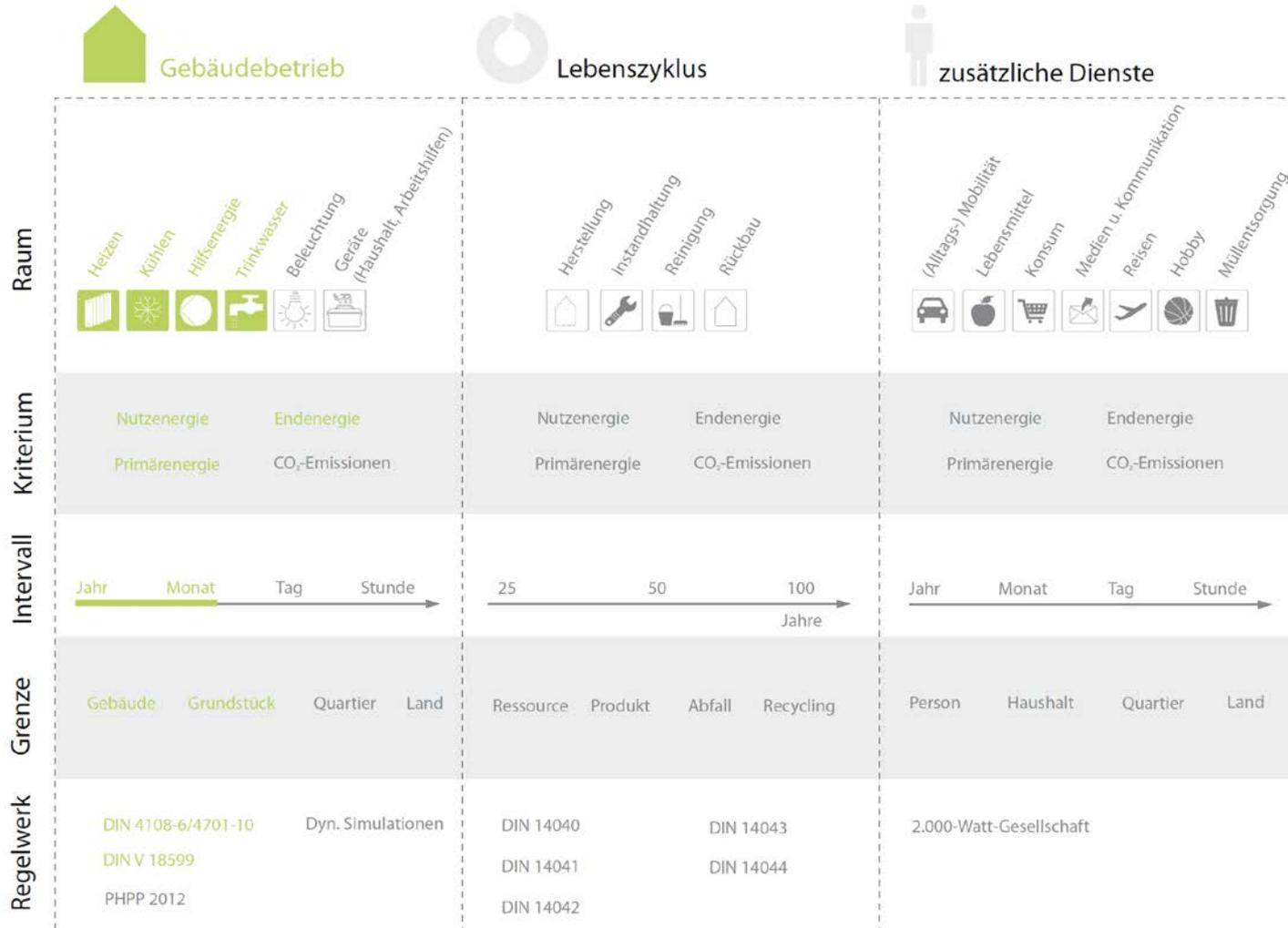


# Energieeffizientes Bauen Notwendige Entwicklungen

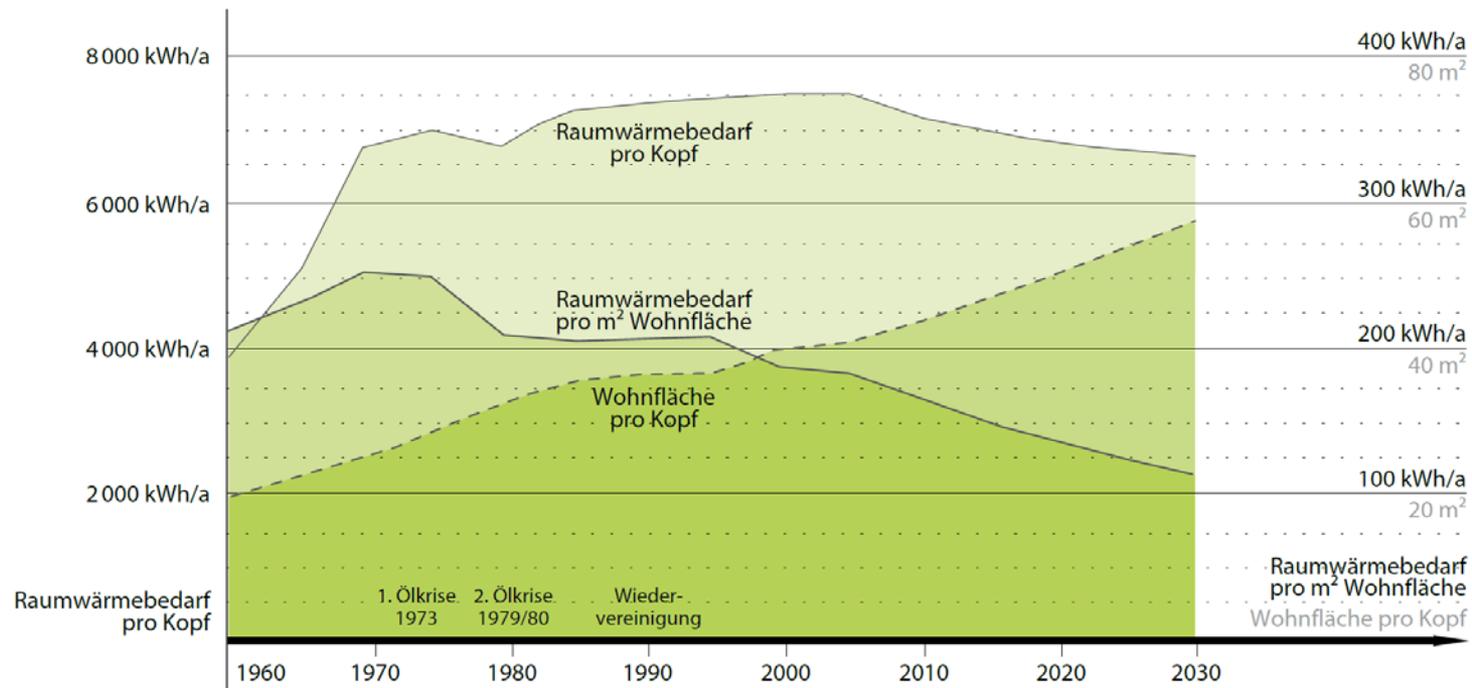
# Ausblick – über die Energie hinaus



# Ausblick – über die Energie hinaus



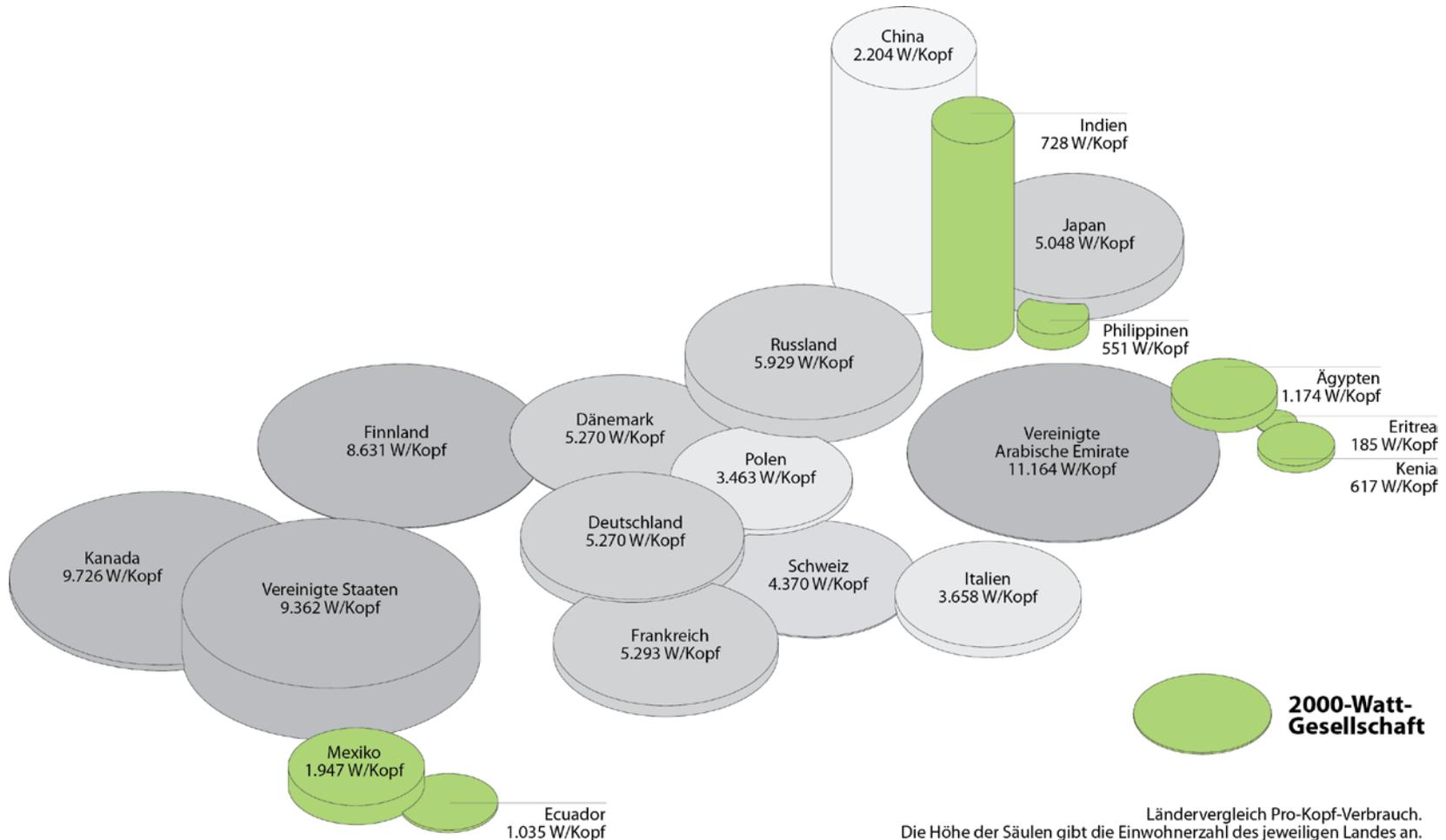
# Reboundeffekt



# Auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



# Auf dem Weg zur nachhaltigen Entwicklung



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



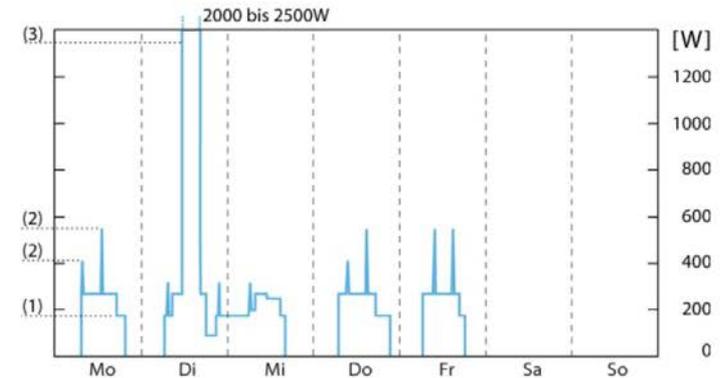
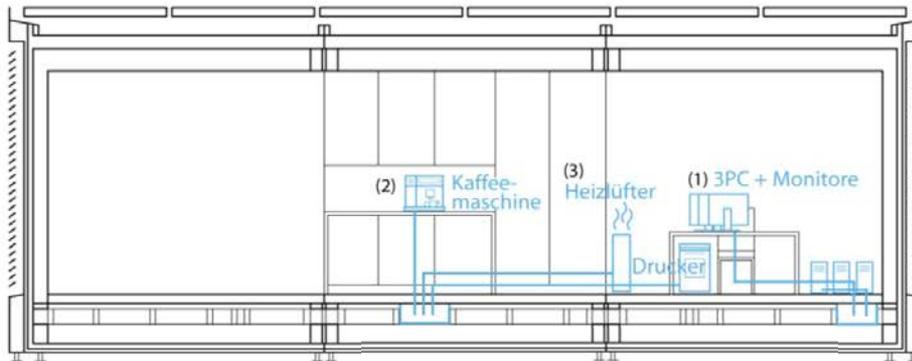
# Nutzerverhalten



Nutzer-Interface zur Darstellung von Erzeugung und Verbrauch, Aktiv Stadthaus, Frankfurt, HHS Planer + Architekten AG, Kassel

# Monitoring

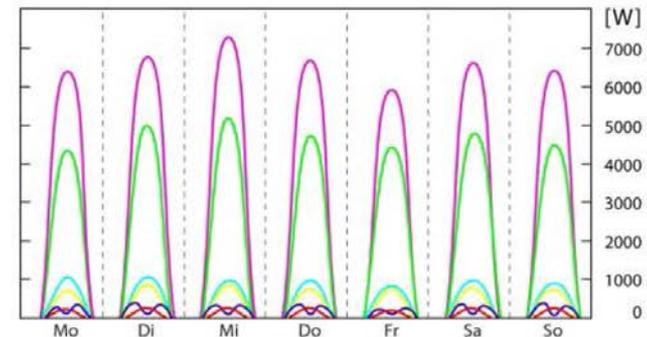
Messkreis Verbrauch Büro



Messkreis Leistung PV

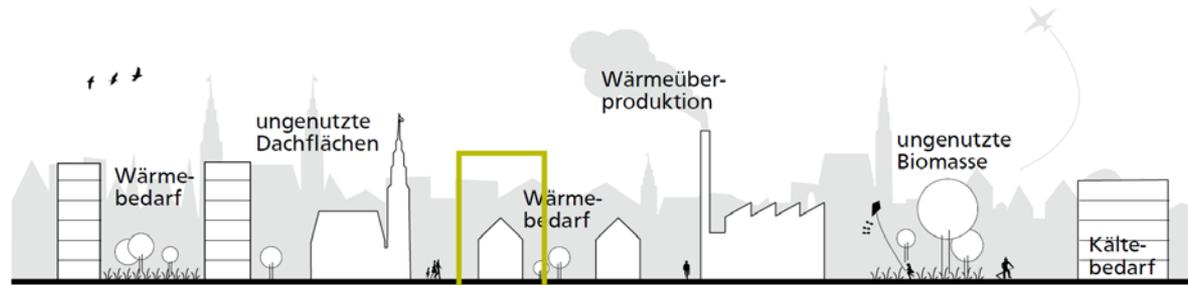


- Leistung PV Gesamt
- Leistung PV Dach
- Leistung PV Fassade Ost/West
- Leistung PV Fassade Süd
- Leistung PV Porch 1
- Leistung PV Porch 2

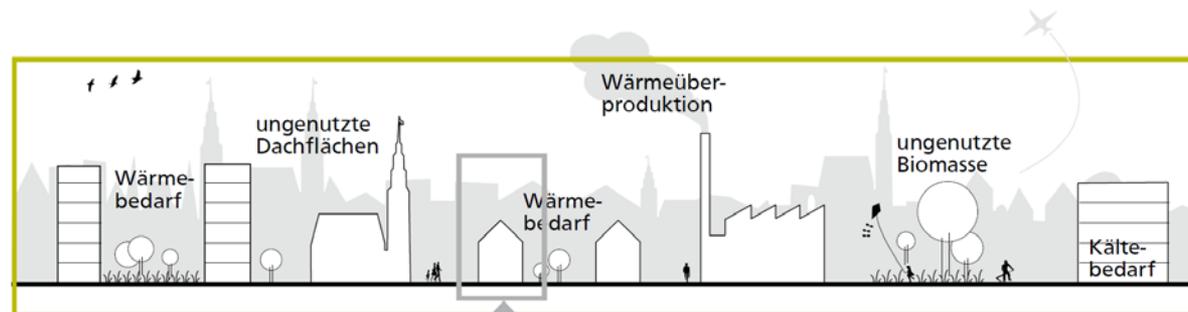


Quelle: Energy Monitoring SD 07, FG ee

# Vom Aktivhaus zur Aktivstadt



Bisher:  
Betrachtung  
Einzelgebäude



Bisher:  
Betrachtung  
Einzelgebäude

UrbanReNet:  
Betrachtung  
Stadtausschnitt

# Plusenergiehäuser Vom Prototyp zum Gebäudestandard

Neubau



Einfamilienhäuser



Mehrfamilienhäuser



Nichtwohngebäude



Bestand

Einfamilienhäuser



Mehrfamilienhäuser



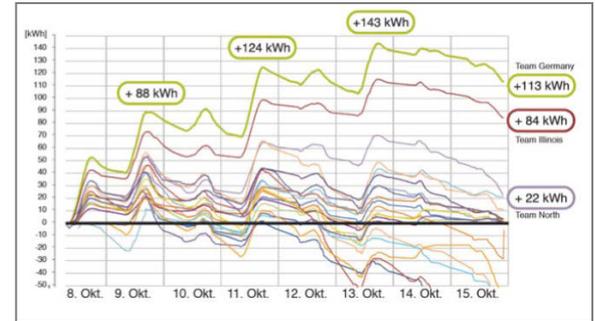
2007

2013





**Speicher**



**Monitoring, Nutzerinterfaces**



**Elektromobilität**

**Planungsprozesse**

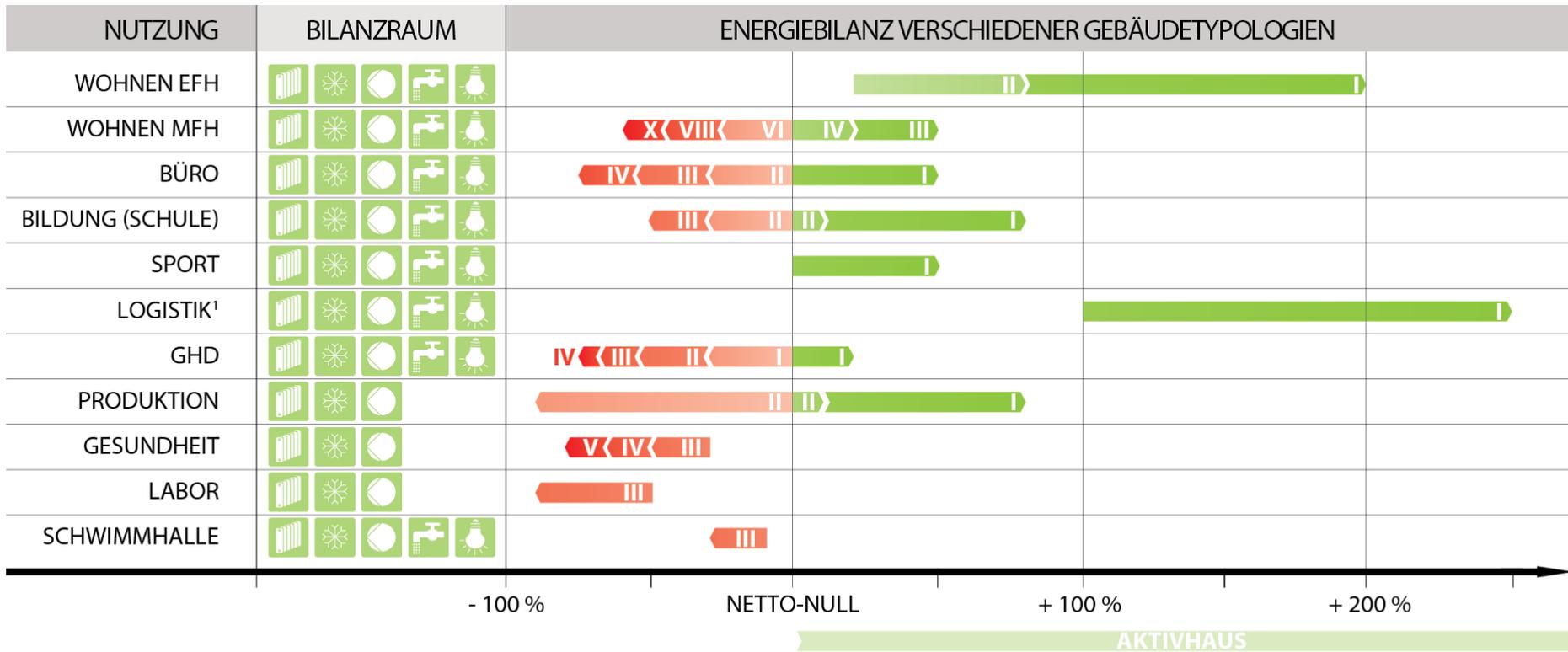


# Aktivhaus

## Energieplusstandard in Abhängigkeit von Nutzungsart und Geschosshzahl



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



<sup>1</sup> ohne Kühllhäuser.

Quelle: Aktivhaus – vom Passiv- zum Energieplushaus, Callwey Verlag 2013

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



**Aktivhaus | Das Grundlagenwerk | Vom Passiv- zum  
Energieplushaus**

erschienen März 2013 im Callwey Verlag  
Manfred Hegger, Johannes Hegger, Caroline Fafflok, Isabell Passig