



Technische  
Universität  
Braunschweig

Institut für Gebäude- und Solartechnik  
Prof. Dr.-Ing. M. Norbert Fisch  
Mühlenpfordtstraße 23  
D-38106 Braunschweig

[www.igs.tu-bs.de](http://www.igs.tu-bs.de)



# EnEff Campus 2020

Umsetzung des integralen Masterplans zur energetischen Optimierung  
des Campus der TU Braunschweig

Dipl.-Ing. Tanja Beier



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

09.11.2016

## Projektziel

- Umsetzung Masterplan
- energetische Optimierung bis 2020  
Ziel: - 40% Primärenergie
- Entwicklung langfristiger Strategien:  
CO<sub>2</sub>-neutraler Campus



## Kennzahlen

6 Fakultäten

122 Institute

3.500 Beschäftigte

19.500 Studierende

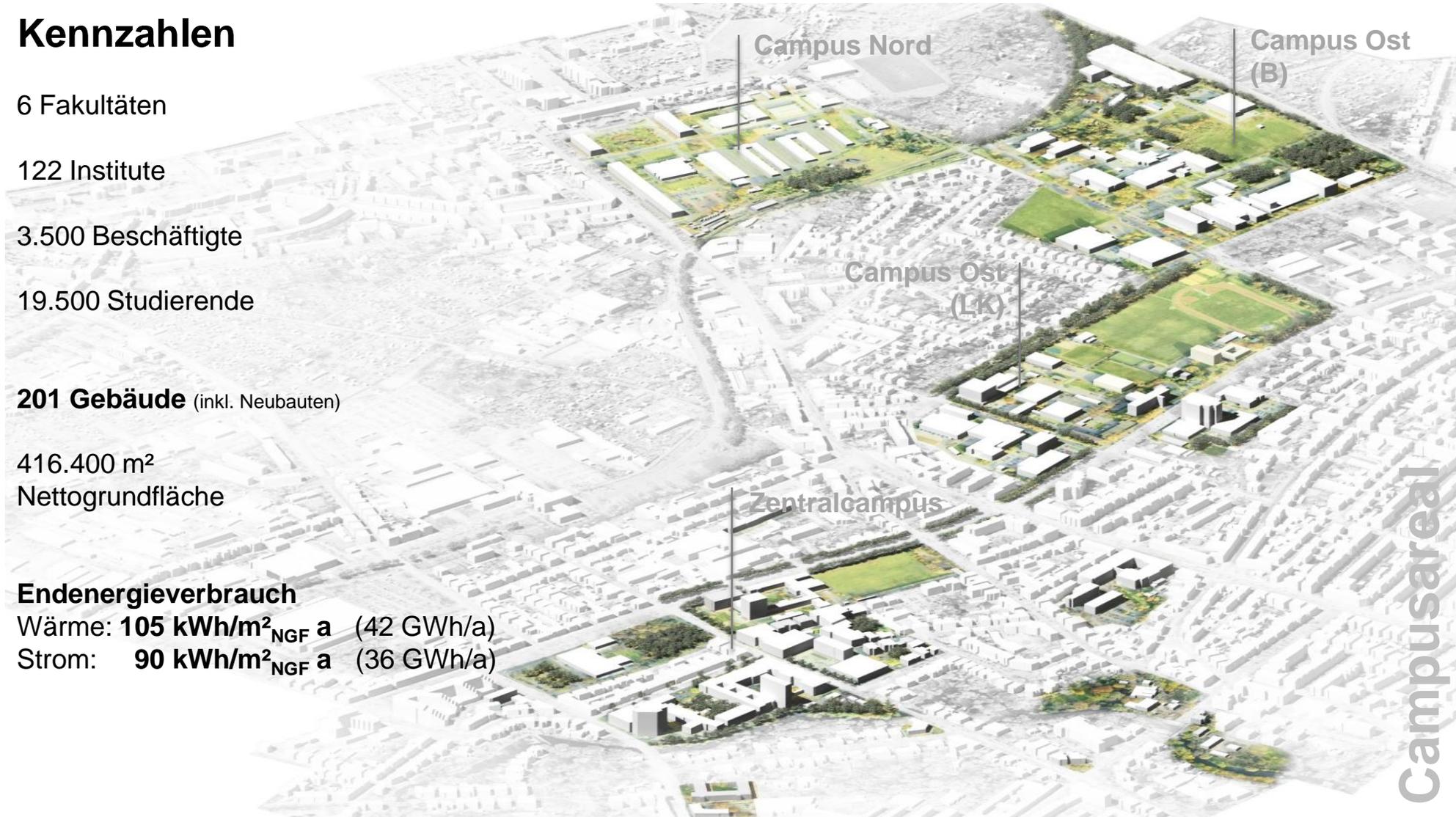
**201 Gebäude** (inkl. Neubauten)

416.400 m<sup>2</sup>  
Nettogrundfläche

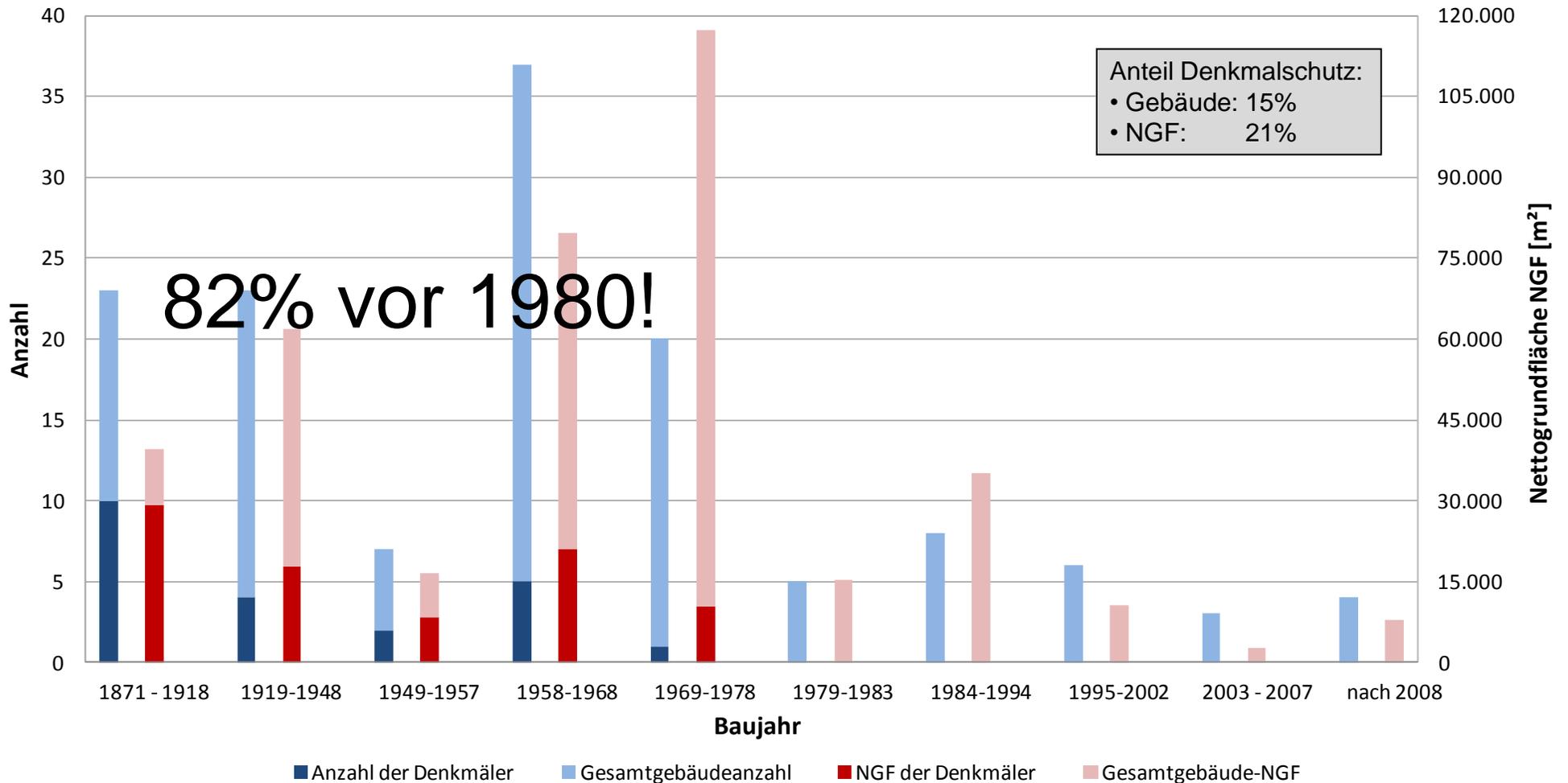
### Endenergieverbrauch

Wärme: **105 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a** (42 GWh/a)

Strom: **90 kWh/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub> a** (36 GWh/a)



## Gebäudebestand



## Neubauten

Zusätzliche Fläche:

ca. 23.000 m<sup>2</sup> HNF

**+ 9 %**



NFF  
Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik



NFL  
Niedersächsisches Forschungszentrum Luftfahrt



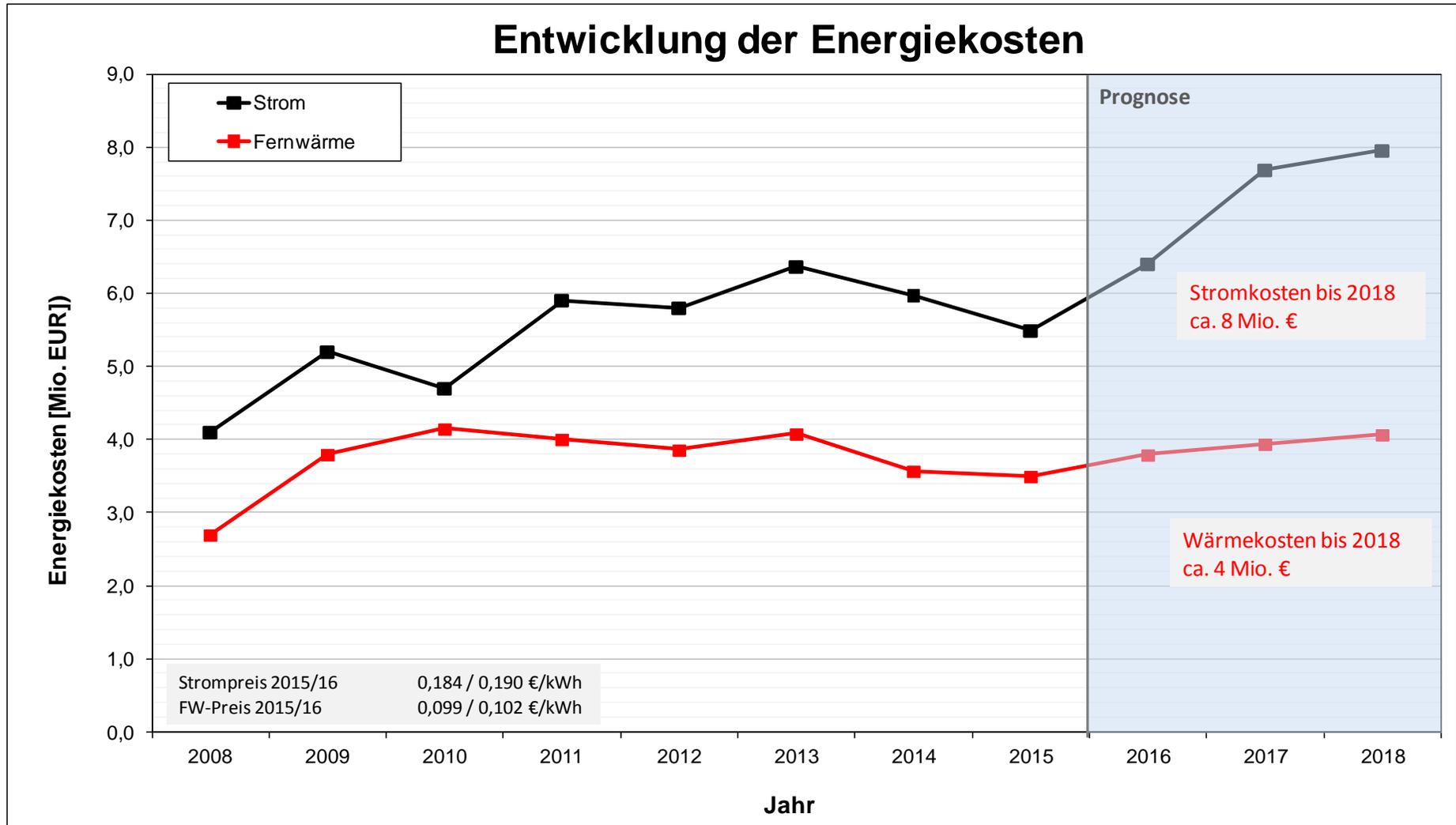
Masch.BAU  
Studierendenhaus Maschinenbau



BRICS  
Zentrum für Systembiologie



PVZ  
Zentrum für Pharmaverfahrenstechnik



## Datengrundlage

- umfassende gebäudespezifische, zeitlich hochaufgelöste (15-Minuten) Erfassung der Energieverbräuche (500 Messstellen)
- gebäudespezifische Kennwerte (Flächen, Nutzung, EnEV)
- umfassendes, zentral aufgeschaltetes Energiemanagementsystem



## Schwerpunktthemen

1. Städtebau
2. Gebäude
3. Energieversorgung / -erzeugung / -verteilung
4. Nutzerverhalten
5. Verkehr + Mobilität





## Gebäudehülle

Sanierung gem. EnEV 2009



Investition: 120 Mio. € (300 €/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>)

Kosteneinsparung: 1,9 Mio. €/a  
Amortisationszeit: > 20 a

**Primärenergie: -8 %**



## Gebäudetechnik

Betriebsoptimierung RLT-Anlagen



Investition: 4 Mio. €

Kosteneinsparung: 1,1 Mio. €/a  
Amortisationszeit: 2,5 a

**Primärenergie: -14 %**



## Techn. Ausstattung

Kühl- / Gefrierschränke  
Austausch sämtlicher „Altgeräte“



Investition: 1 Mio. €

Kosteneinsparung: 200.000 €/a  
Amortisationszeit: 5 a

**Primärenergie: -3 %**



## Beleuchtung

Austausch Leuchtstofflampen durch LED-Lampen

### Büroräume



Investition: 799.000 €  
13,20 €/m<sup>2</sup><sub>Bürofläche</sub>

Kosteneinsparung: 100.000 €/a  
Amortisationszeit: 6 a

**Primärenergie: -1 %**

### Labore



Investition: 1,22 Mio. €  
19,30 €/m<sup>2</sup><sub>Laborfläche</sub>

Kosteneinsparung: 330.000 €/a  
Amortisationszeit: 3 a

**Primärenergie: -5 %**

### Verkehrsflächen



Investition: 550.000 €  
6,60 €/m<sup>2</sup><sub>Verkehrsfläche</sub>

Kosteneinsparung: 135.000 €/a  
Amortisationszeit: 3 a

**Primärenergie: -2 %**



## BHKW

Kooperation mit BS|Energy

Nutzung erneuerbarer Energien:  
**Biomethan**

 Anteil Wärmeversorgung  
BHKW [%]

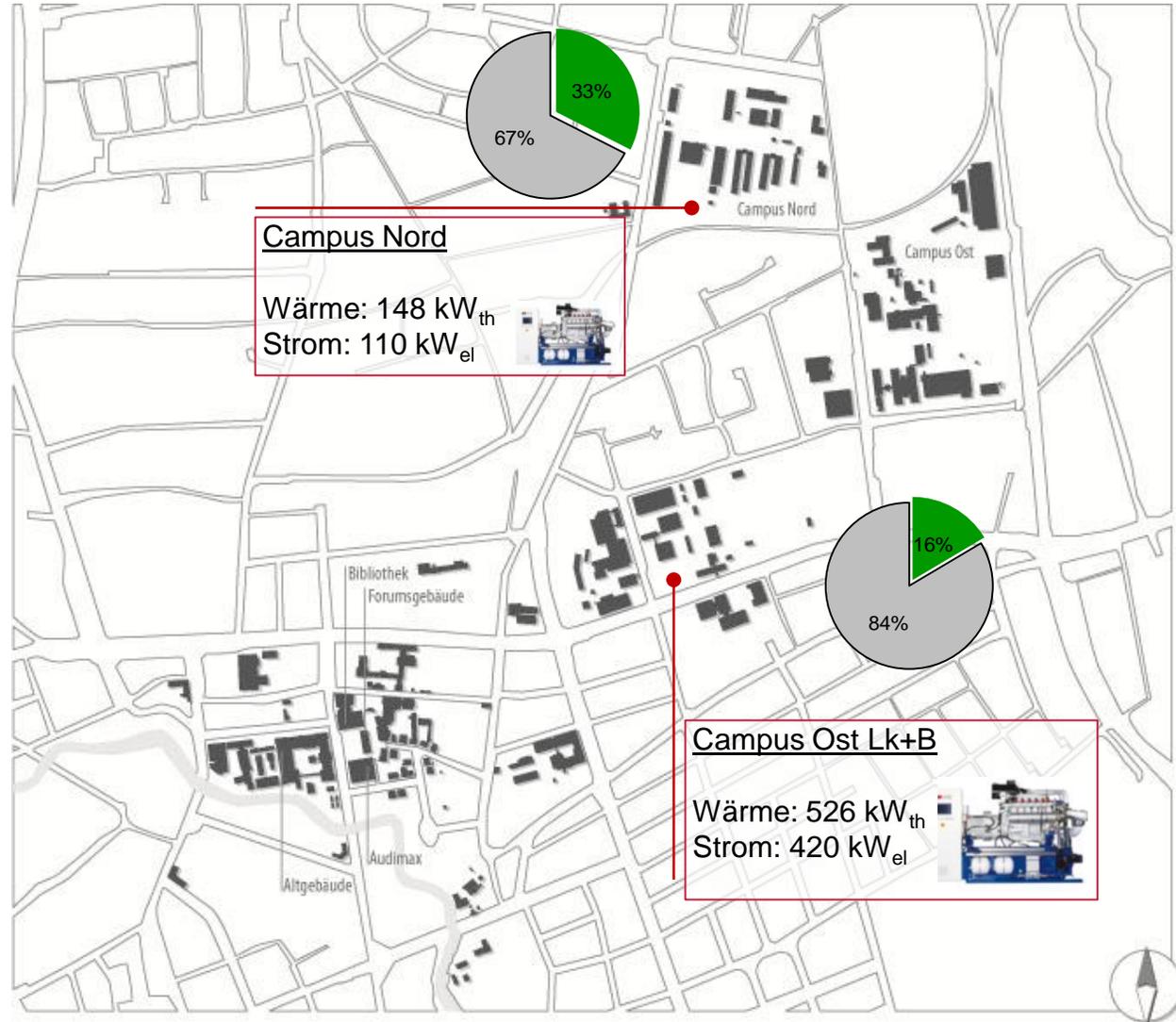
 verbleibende Wärmeversorgung  
Fernwärme [%]

Eigenerzeugung:

Wärme: ca. 4.380 MWh/a

Strom: ca. 3.430 MWh/a

**Primärenergie: -2 %**





## Photovoltaik

### Dachflächenanalyse

PV relevante Dachflächen: 100.000 m<sup>2</sup>  
PV-Fläche: 20.000 m<sup>2</sup>

Installierte Leistung: 3.000 kW<sub>p</sub>

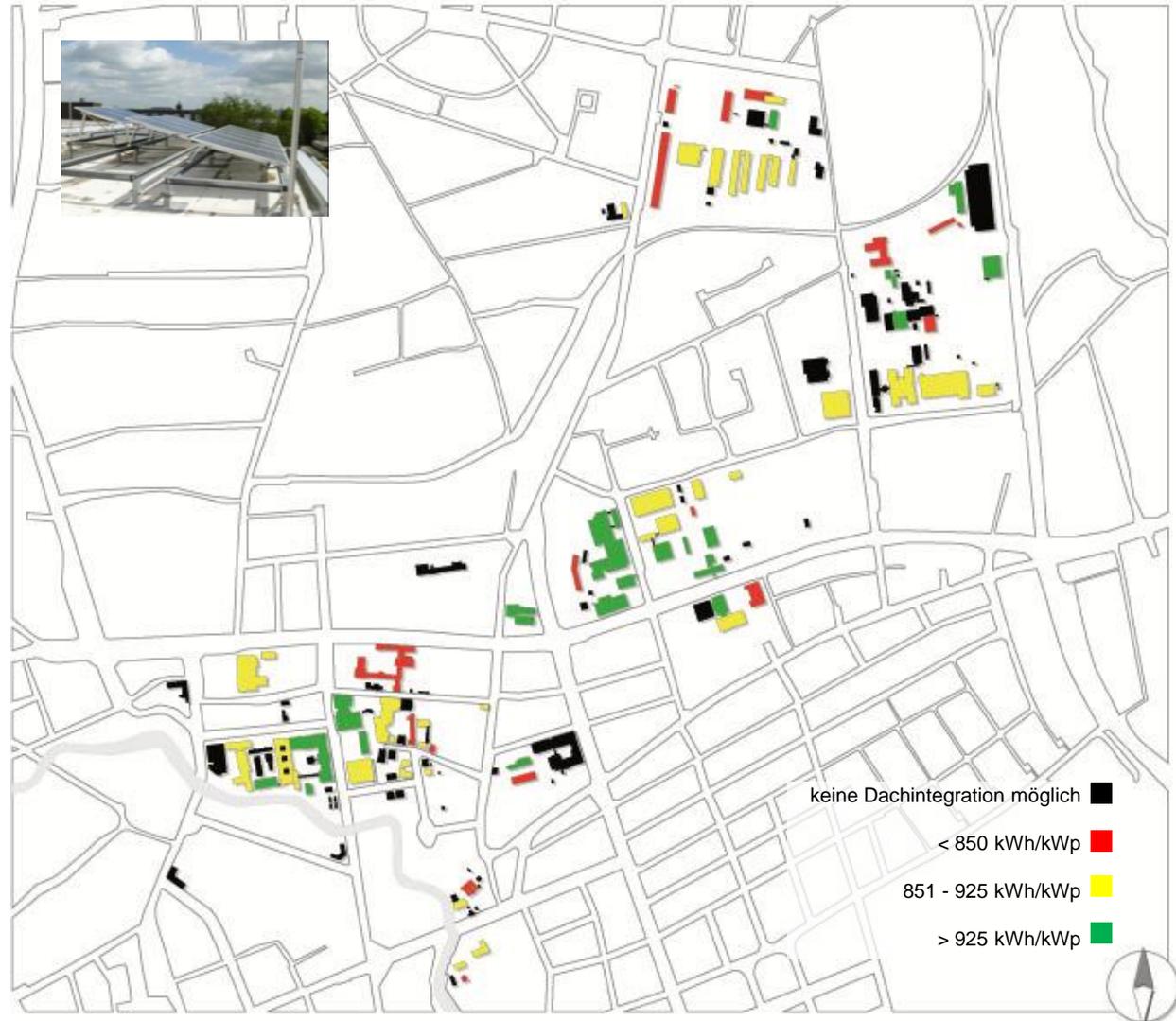
Investitionskosten\*<sup>1)</sup>: ca. 7,2 Mio. €  
ca. 2.500 €/kW<sub>p</sub>

Ertrag: ca. 2,5 GWh/a  
Einsparung: ca. 475.000 €/a  
(bei **100% Eigennutzung**)

Deckung Stromverbrauch: ca. 9 %

**Primärenergie: -6 %**

\*<sup>1)</sup> einschl. Unterkonstruktion, Blitzschutz, Baunebenkosten,...





## Flächeneffizienz

NGF Campus gesamt = ca. 400.000 m<sup>2</sup>

NGF Büro: ca. 60.000 m<sup>2</sup>

→ ca. 15 m<sup>2</sup> Büro/Pers.

(gem. DIN V 18599-10 geringe bis mittlere Belegung)

Flächenbedarf „hohe Belegung“  
(10 m<sup>2</sup>/Person): 39.500 m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>

Einsparpotenzial ca. **20.000 m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>**

 mögliches Einsparpotenzial  
Büroflächen gesamt [%]

 verbleibende NGF [%]

Reduzierung Endenergie:

Wärme: ca. 2.400 MWh/a

Strom: ca. 590 MWh/a

**Primärenergie: -3 %**





## Nutzerverhalten

Maßnahmen zur  
Motivationssteigerung von Nutzern  
„Energie zu sparen“

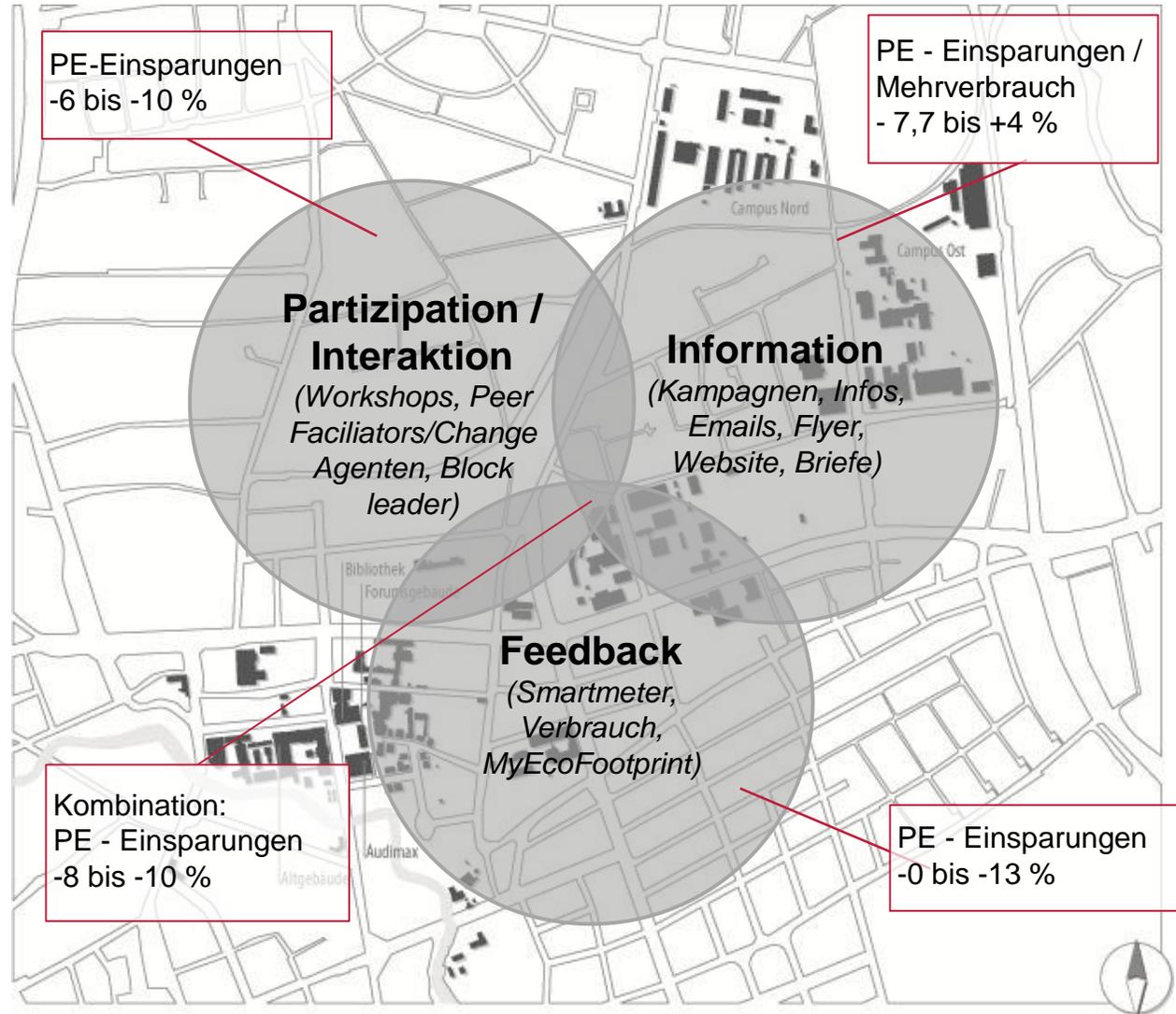
### Kommunikations- Trainings



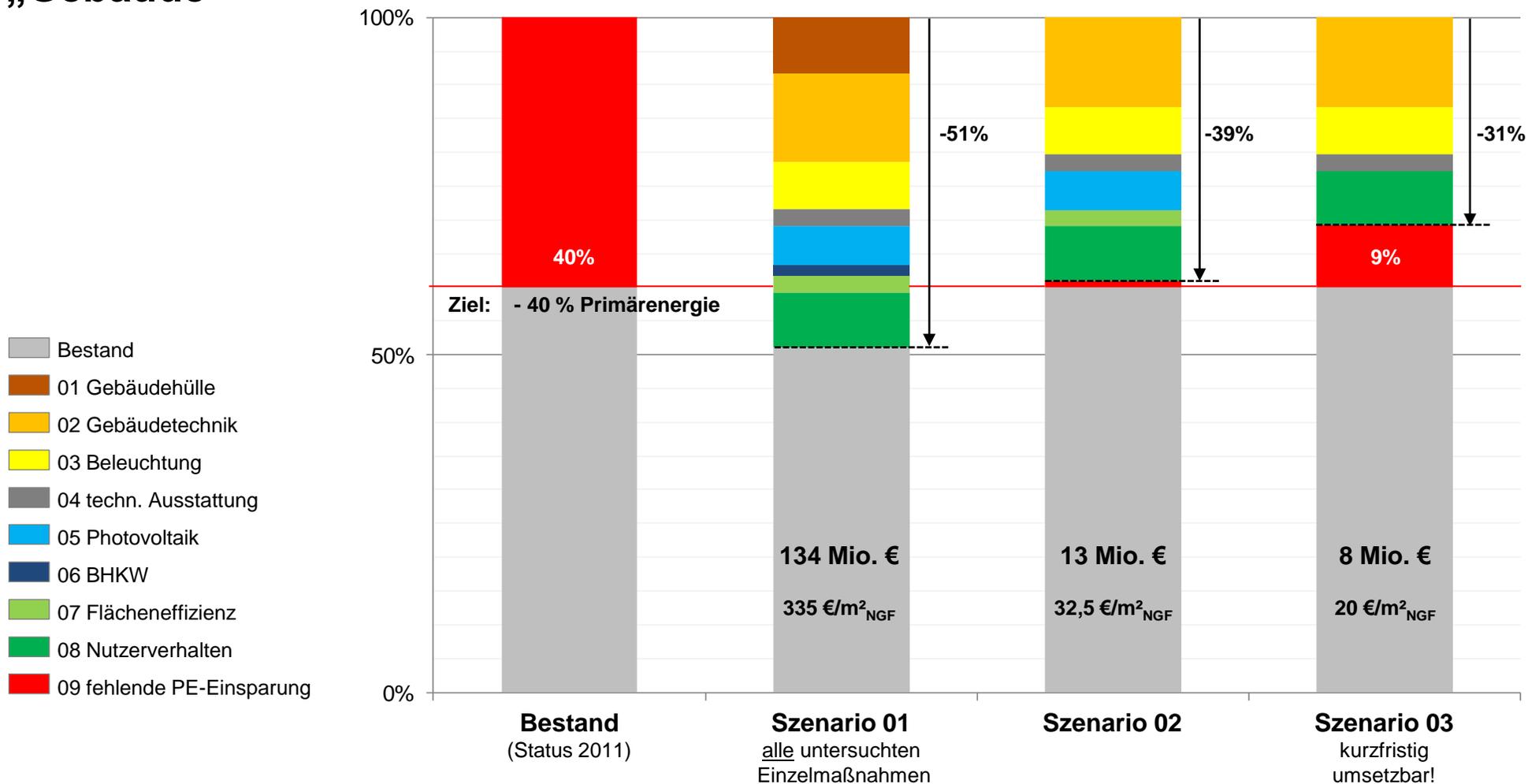
### Nutzer- Workshops



### Energie- Coaching



# Szenarien „Gebäude“

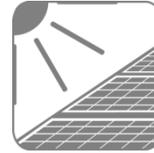


## Maßnahmenpaket



### Baumaßnahmen

Umgesetzt (2010 bis 2014): 28 Mio. €  
Neubauvorhaben: 146 Mio. €  
Einzelmaßnahmen 60 Mio. €



### Solarisierung

Installation von mind. 1 MW<sub>p</sub> PV-Anlagen



### Betriebsmonitoring und -optimierung

Einfaches Monitoring: 200 Gebäude  
Detailliertes Monitoring: 10 Gebäude



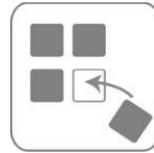
### BHKWs

Dezentrale Versorgung mit mehr als 650 kW<sub>th</sub> KWK  
Ergänzung Kraftwerkskapazitäten EVUs  
Einbindung angrenzender Stadtquartiere



### Gebäudetechnik

Optimierung RLT-Anlagen >1.000 m<sup>3</sup>/h



### Flächeneffizienz

Evaluierung „realer“ Flächenbedarf  
Städtebauliche Nachverdichtung  
Zentralisierung Hauptcampus



### Beleuchtung

Austausch der vorhandenen gegen eine energieeffiziente Beleuchtung (LED)



### Nutzer motivation

Kommunikationstraining  
Ausbildung von 160 Energie-Coaches

## Interdisziplinäres Forschungsteam

