



Technische
Universität
Braunschweig

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

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:
CO₂-neutraler Campus



Kennzahlen

6 Fakultäten

122 Institute

3.500 Beschäftigte

19.500 Studierende

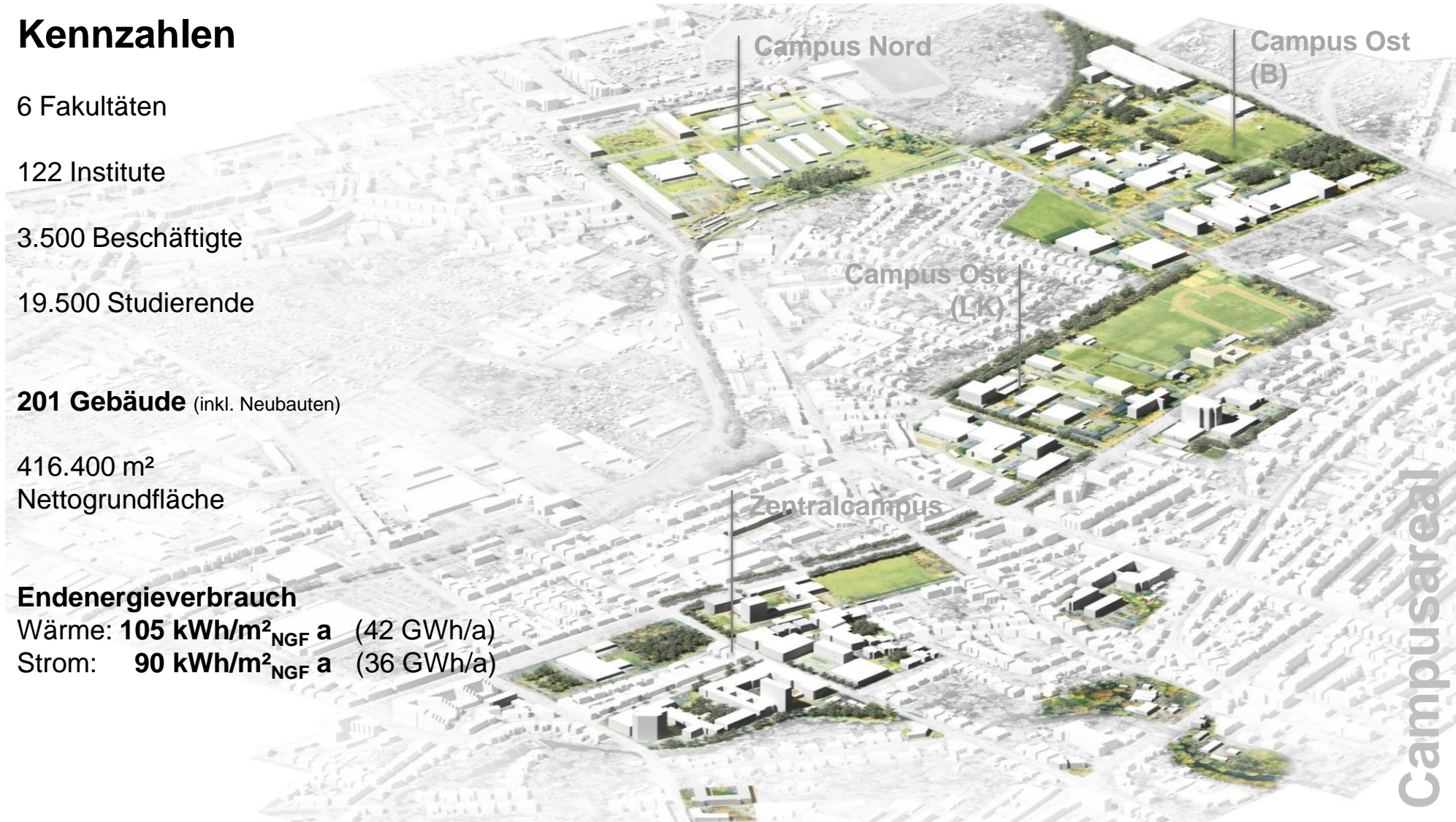
201 Gebäude (inkl. Neubauten)

416.400 m²
Nettogrundfläche

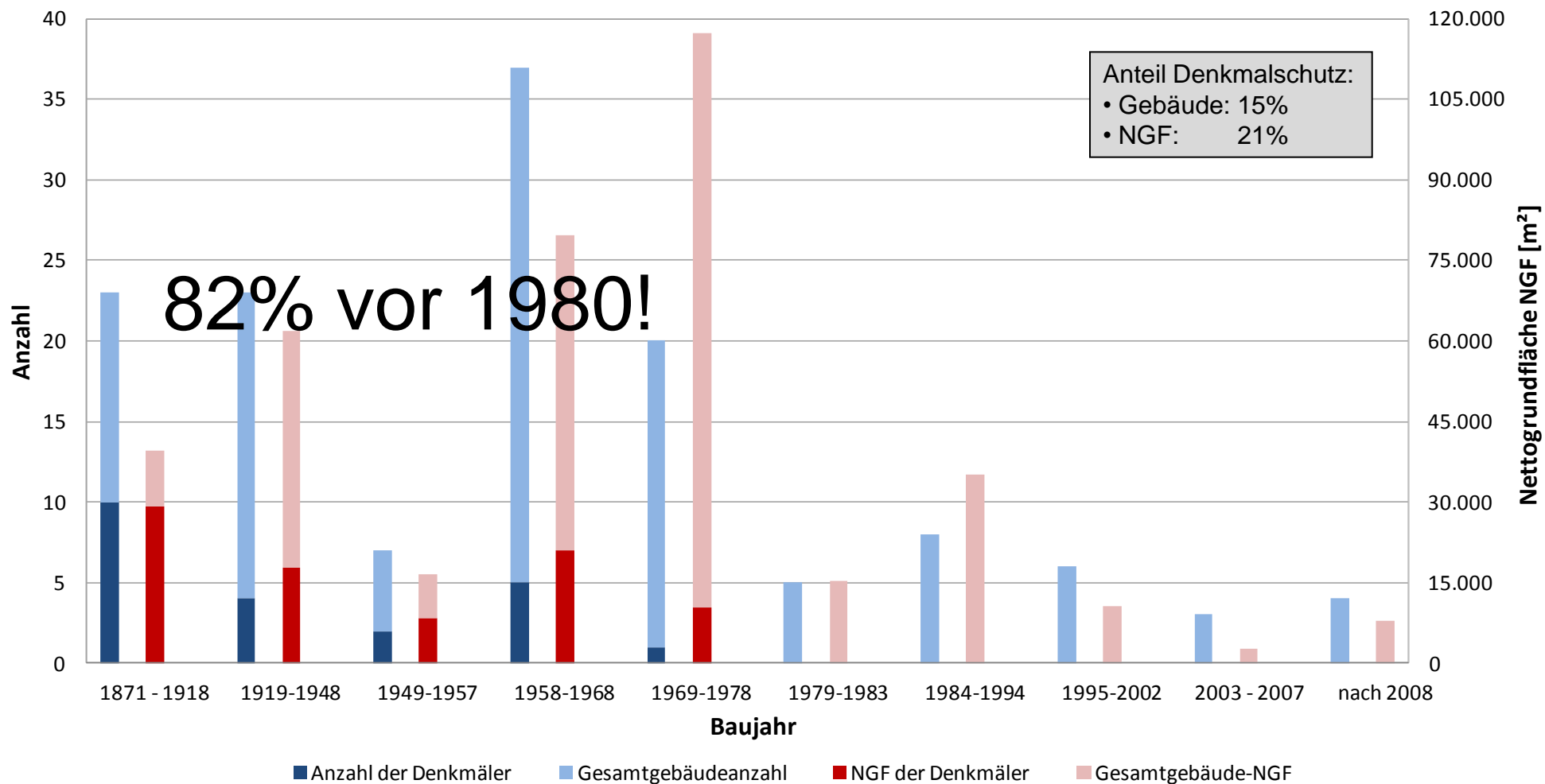
Endenergieverbrauch

Wärme: **105 kWh/m²_{NGF} a** (42 GWh/a)

Strom: **90 kWh/m²_{NGF} a** (36 GWh/a)



Gebäudebestand



Neubauten

Zusätzliche Fläche:

ca. 23.000 m² HNF

+ 9 %



NFF
Niedersächsisches Forschungszentrum Fahrzeugtechnik



NFL
Niedersächsisches Forschungszentrum Luftfahrt



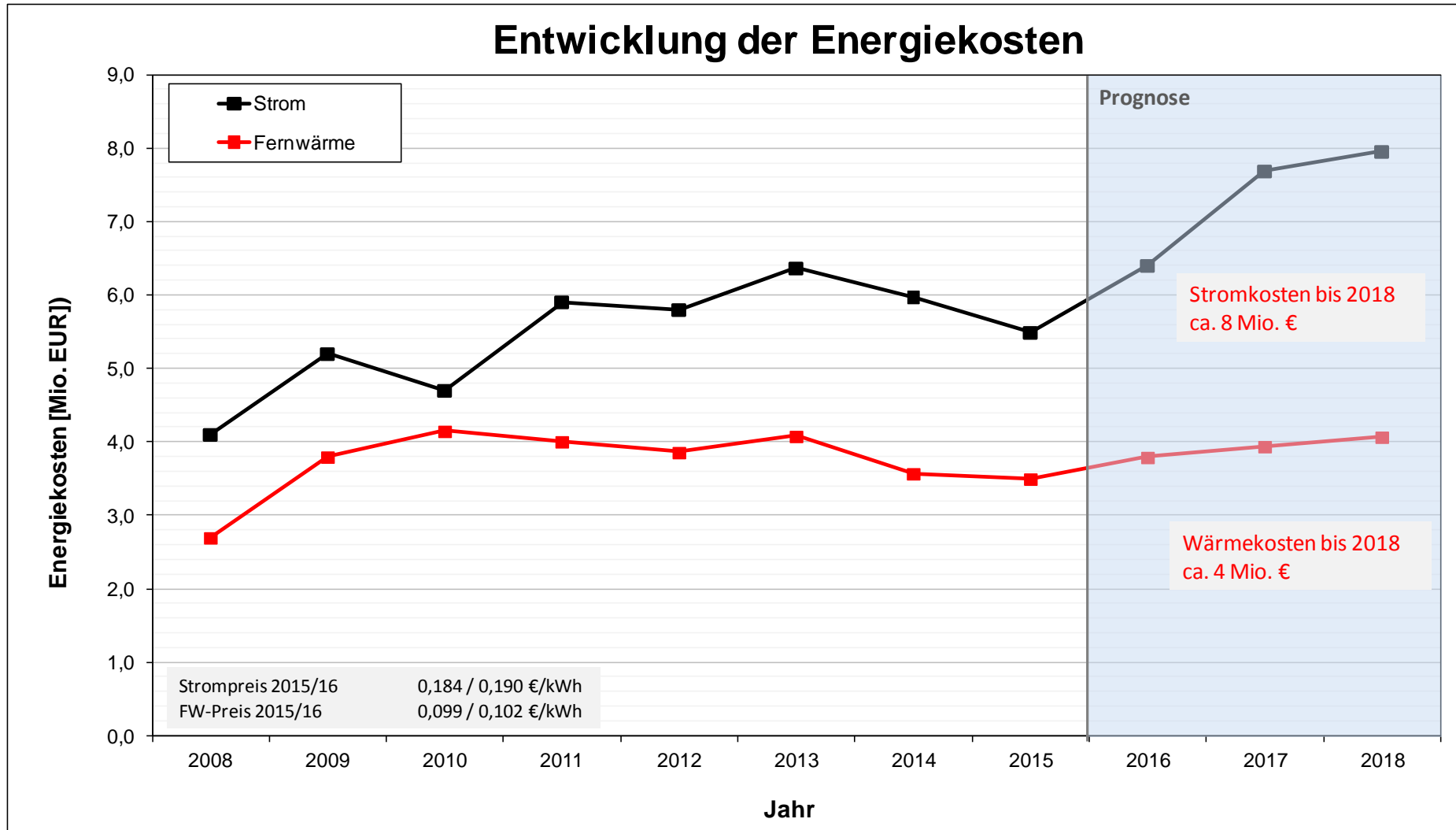
Masch.BAU
Studierendenhaus Maschinenbau



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 €/m²_{NGF})

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

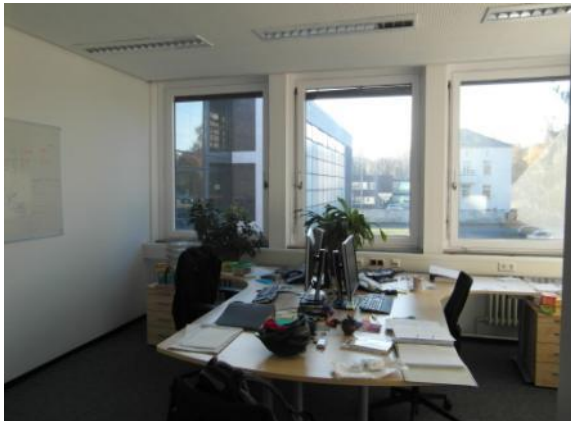
Primärenergie: -3 %



Beleuchtung

Austausch Leuchtstofflampen durch LED-Lampen

Büroräume



Investition: 799.000 €
13,20 €/m²_{Bürofläche}

Kosteneinsparung: 100.000 €/a
Amortisationszeit: 6 a

Primärenergie: -1 %

Labore

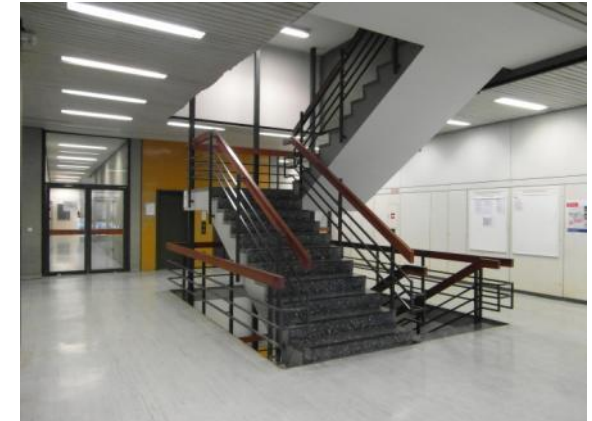


Investition: 1,22 Mio. €
19,30 €/m²_{Laborfläche}

Kosteneinsparung: 330.000 €/a
Amortisationszeit: 3 a

Primärenergie: -5 %

Verkehrsflächen



Investition: 550.000 €
6,60 €/m²_{Verkehrsfläche}

Kosteneinsparung: 135.000 €/a
Amortisationszeit: 3 a


Primärenergie: -2 %




BHKW

Kooperation mit BS|Energy

Nutzung erneuerbarer Energien:
Biomethan

 Anteil Wärmeversorgung
BHKW [%]

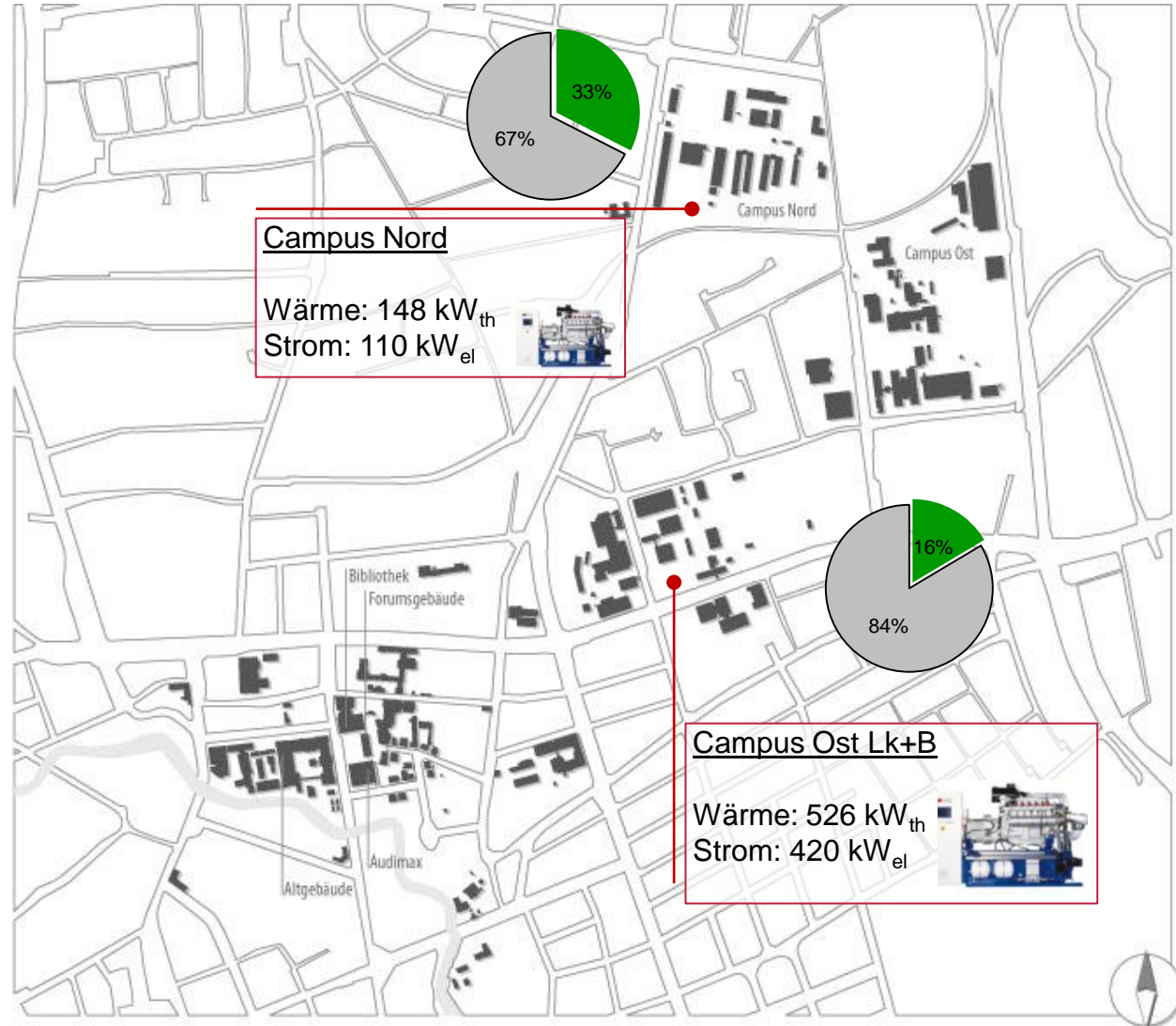
 verbleibende Wärmeversorgung
Fernwärme [%]

Eigenerzeugung:

Wärme: ca. 4.380 MWh/a

Strom: ca. 3.430 MWh/a

Primärenergie: -2 %





Photovoltaik

Dachflächenanalyse

PV relevante Dachflächen: 100.000 m²
PV-Fläche: 20.000 m²

Installierte Leistung: 3.000 kW_p

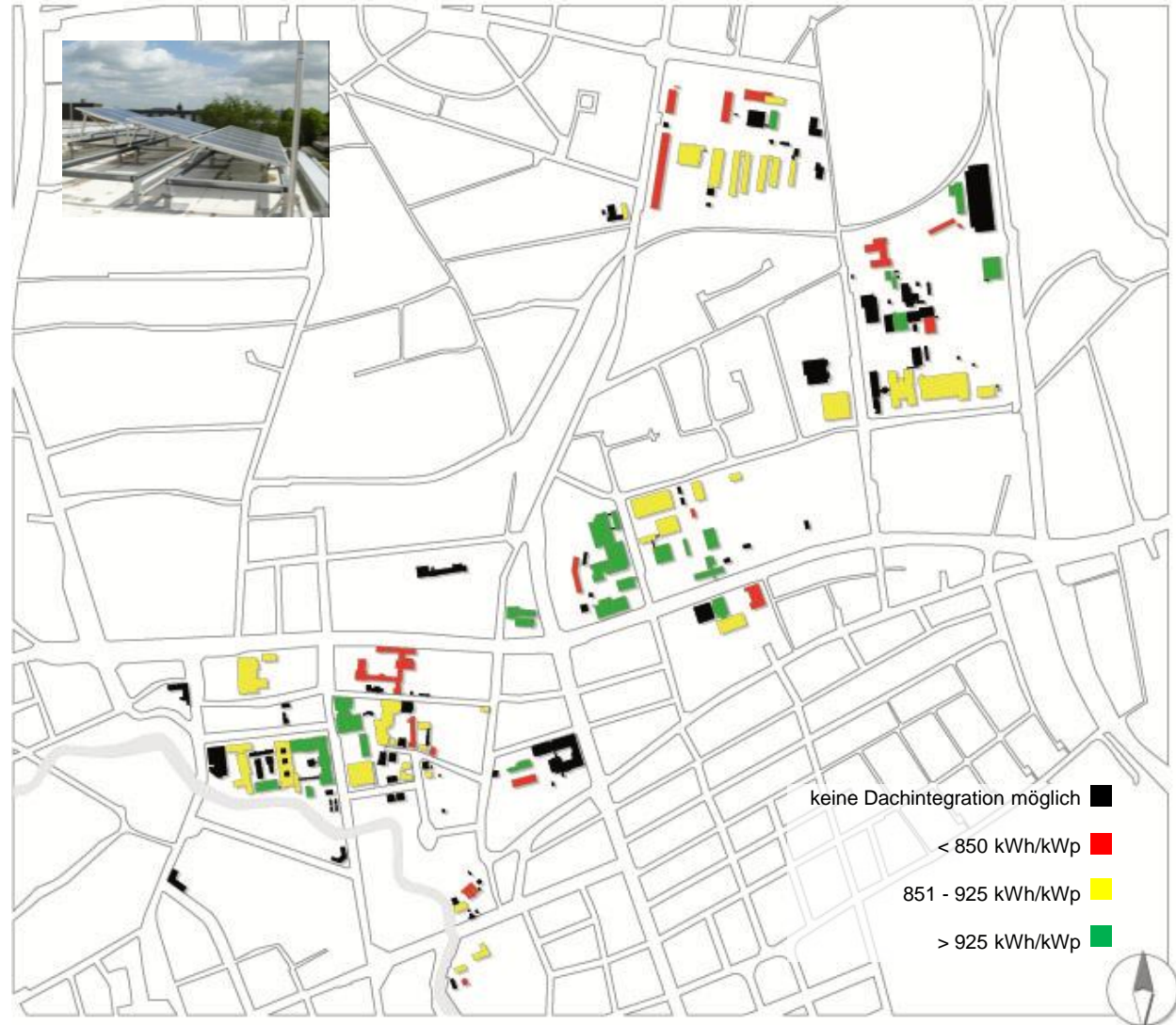
Investitionskosten*¹⁾: ca. 7,2 Mio. €
ca. 2.500 €/kW_p

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

Deckung Stromverbrauch: ca. 9 %

Primärenergie: -6 %

*¹⁾ einschl. Unterkonstruktion, Blitzschutz, Baunebenkosten,...





Flächeneffizienz

NGF Campus gesamt = ca. 400.000 m²


NGF Büro: ca. 60.000 m²

→ ca. 15 m² Büro/Pers.

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

Flächenbedarf „hohe Belegung“
(10 m²/Person): 39.500 m²_{NGF}

Einsparpotenzial ca. **20.000 m²_{NGF}**

 mögliches Einsparpotenzial
Büroflächen gesamt [%]

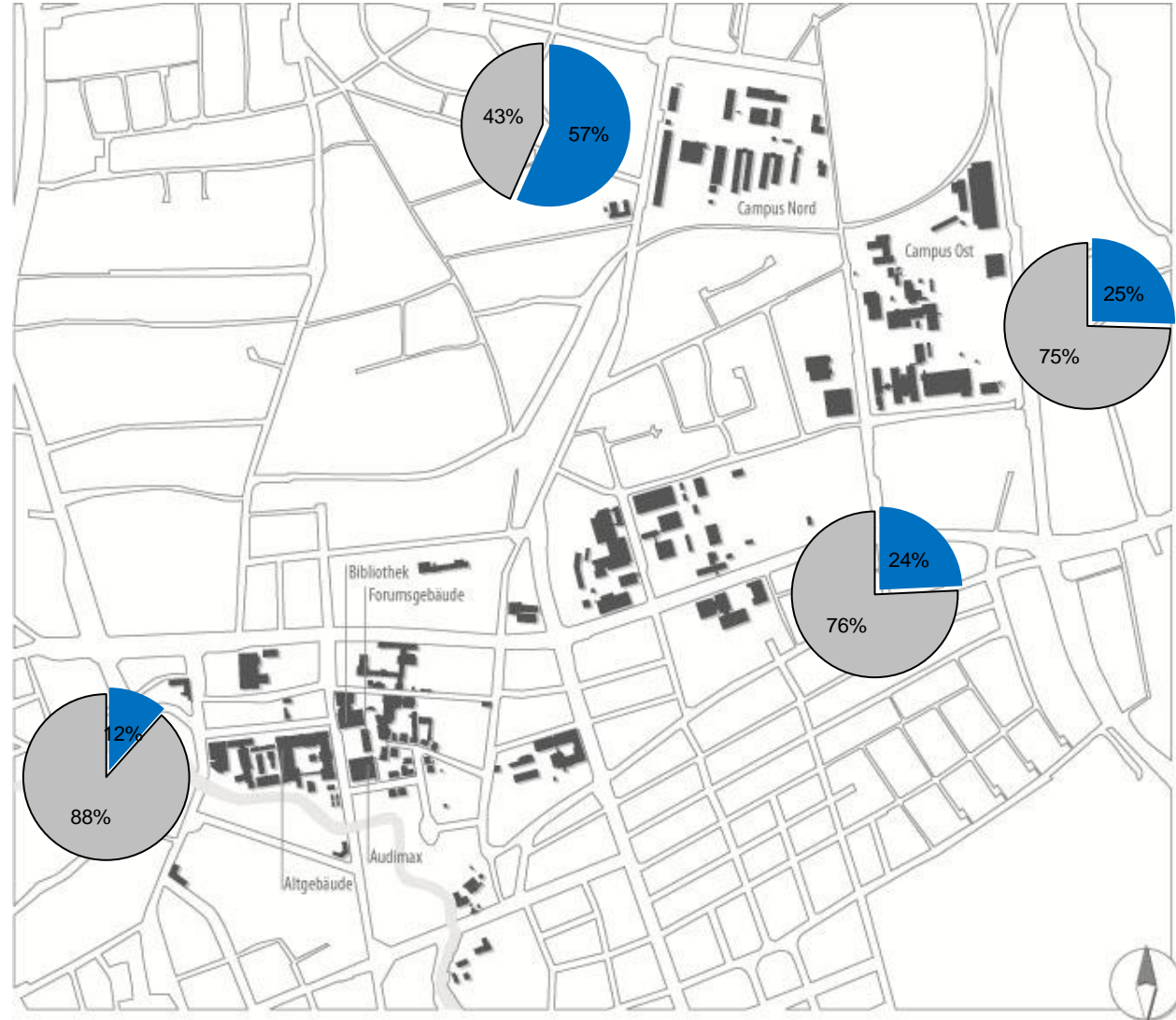
 verbleibende NGF [%]

Reduzierung Endenergie:

Wärme: ca. 2.400 MWh/a

Strom: ca. 590 MWh/a

Primärenergie: -3 %





Nutzerverhalten

Maßnahmen zur
Motivationssteigerung von Nutzern
„Energie zu sparen“

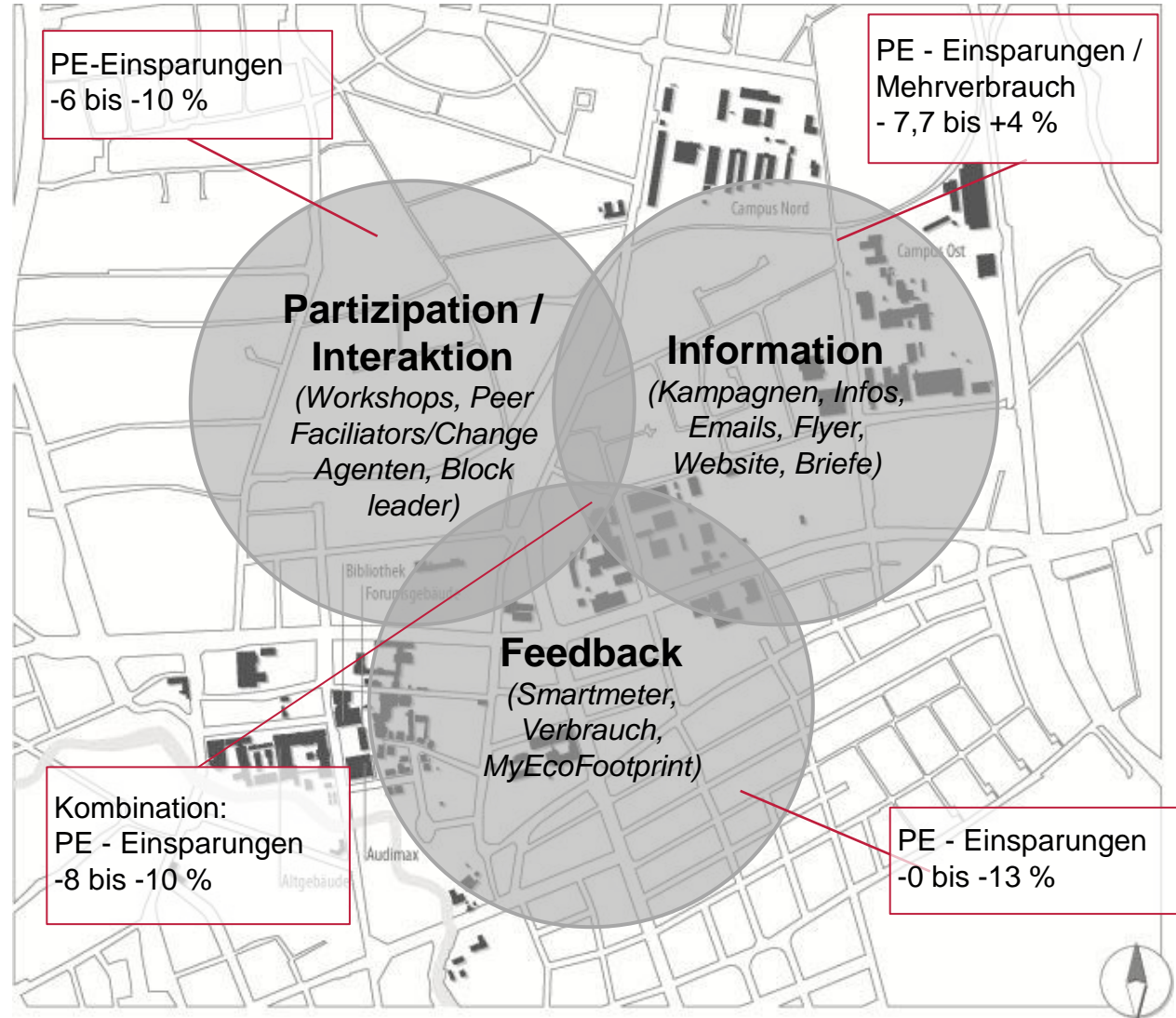
Kommunikations- Trainings



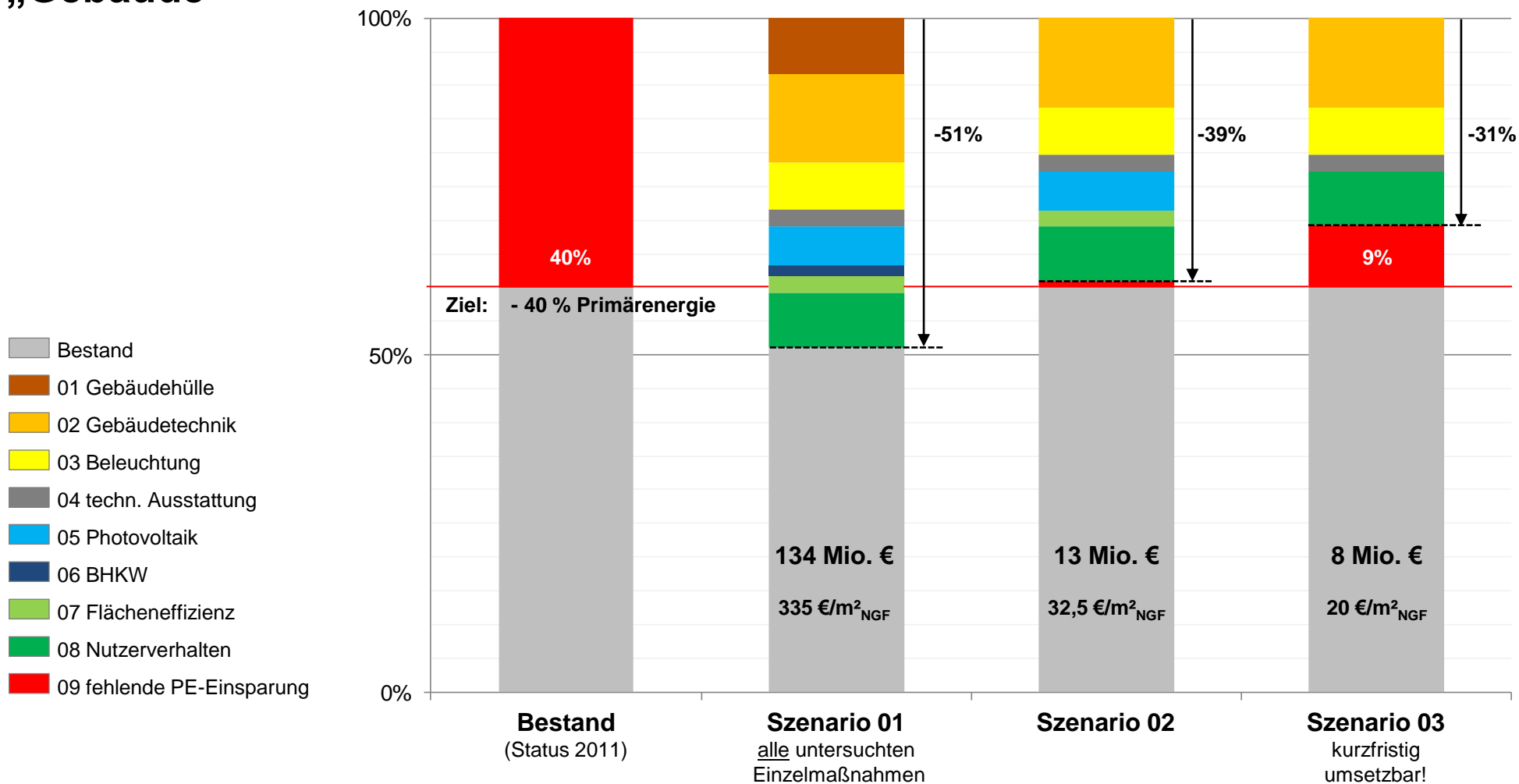
Nutzer- Workshops



Energie- Coaching



Szenarien „Gebäude“

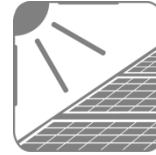


Maßnahmenpaket



Baumaßnahmen

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



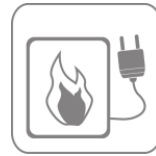
Solarisierung

Installation von mind. 1 MW_p PV-Anlagen



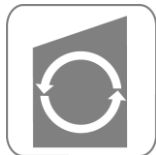
Betriebsmonitoring und -optimierung

Einfaches Monitoring: 200 Gebäude
Detailliertes Monitoring: 10 Gebäude



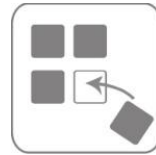
BHKWs

Dezentrale Versorgung mit mehr als 650 kW_{th} KWK
Ergänzung Kraftwerkskapazitäten EVUs
Einbindung angrenzender Stadtquartiere



Gebäudetechnik

Optimierung RLT-Anlagen >1.000 m³/h



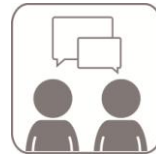
Flächeneffizienz

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

Hochschulleitung TU Braunschweig

Umsetzung

GB3
 Gebäude-
 management
 Jörg Jaspers

Projektleitung

IGS
 Institut für Gebäude-
 und Solartechnik
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. N. Fisch

elenia
 Institut für Hochspannungstechnik
 und Elektrische Energieanlagen
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Kurrat
 Univ. Prof. Br.-Ing. B. Engel

IFP
 Institut für Psychologie
 Univ.-Prof. Dr. S. Kauffeld

ISE
 Institut für Städtebau
 und Entwurfsmethodik
 Univ.-Prof. U. Brederlau

Technologieforschung

IfN
 Institut für Nachrichtentechnik
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. U. Reimers

IBR
 Institut für Betriebssysteme
 und Rechnerverbund
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. L. Wolf

Kooperationspartner extern

SIZ e+
 Steinbeis Innovationszentrum
 energie+
 Dr.-Ing. S. Plesser

BS | ENERGY
 Braunschweiger
 Versorgungs-AG & Co. KG