



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)



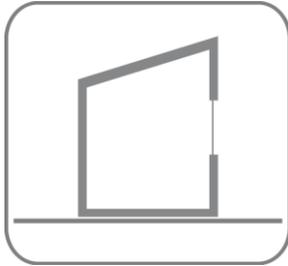
# EnEff Campus: *blueMAP* TU Braunschweig

Integraler energetischer Masterplan TUBS 2020/2050

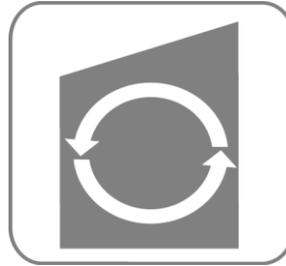
Projektergebnisse | Ableitung von Szenarien



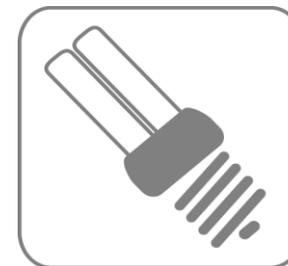
Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



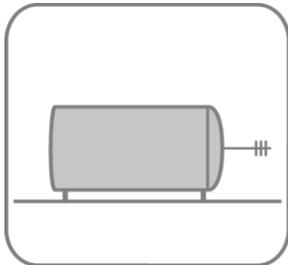
Gebäudehülle



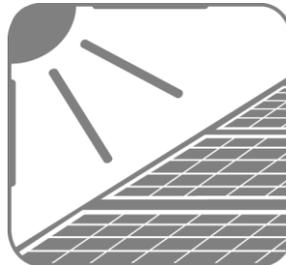
Gebäudetechnik  
(Betrieboptimierung RLT-Anlagen)



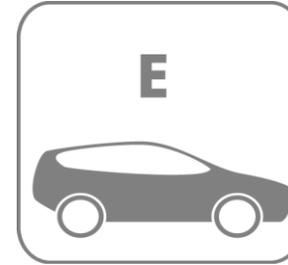
Beleuchtung



BHKW



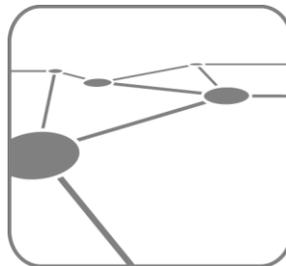
Photovoltaik



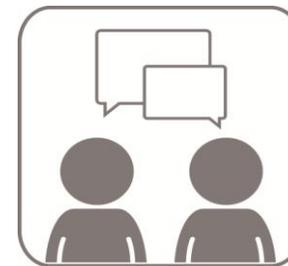
Mobilität



Techn. Ausstattung  
(Kühl- / Gefrierschränke)



Flächeneffizienz



Nutzerverhalten

## Analysierte Einzel-Maßnahmen

### Gebäudehülle



Sanierung gem. EnEV 2009

Investition: 120 Mio. € (300 €/m<sup>2</sup><sub>NGF</sub>)  
Kosteneinsparung: 1,6 Mio. €/a  
Amortisationszeit: 20 a

**Primärenergie: - 9 %**

### Gebäudetechnik



Betriebsoptimierung RLT-Anlagen

Investition: 4 Mio. €  
Kosteneinsparung: 1,2 Mio. €/a  
Amortisationszeit: 2,5 a

**Primärenergie: - 16 %**

### Techn. Ausstattung



Kühl- / Gefrierschränke  
Austausch sämtlicher „Altgeräte“

Investition: 1 Mio. €  
Kosteneinsparung: 165.000 €/a  
Amortisationszeit: 5 a

**Primärenergie: - 3 %**

## Maßnahmen 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 %**

## Integration BHKW

In Abstimmung mit dem örtlichen  
Energieversorger BSI Energy

Nutzung erneuerbarer Energien:  
**Biomethan**

 Anteil Wärmeversorgung  
BHKW [%]

 verbleibende Wärmeversorgung  
Fernwärme [%]

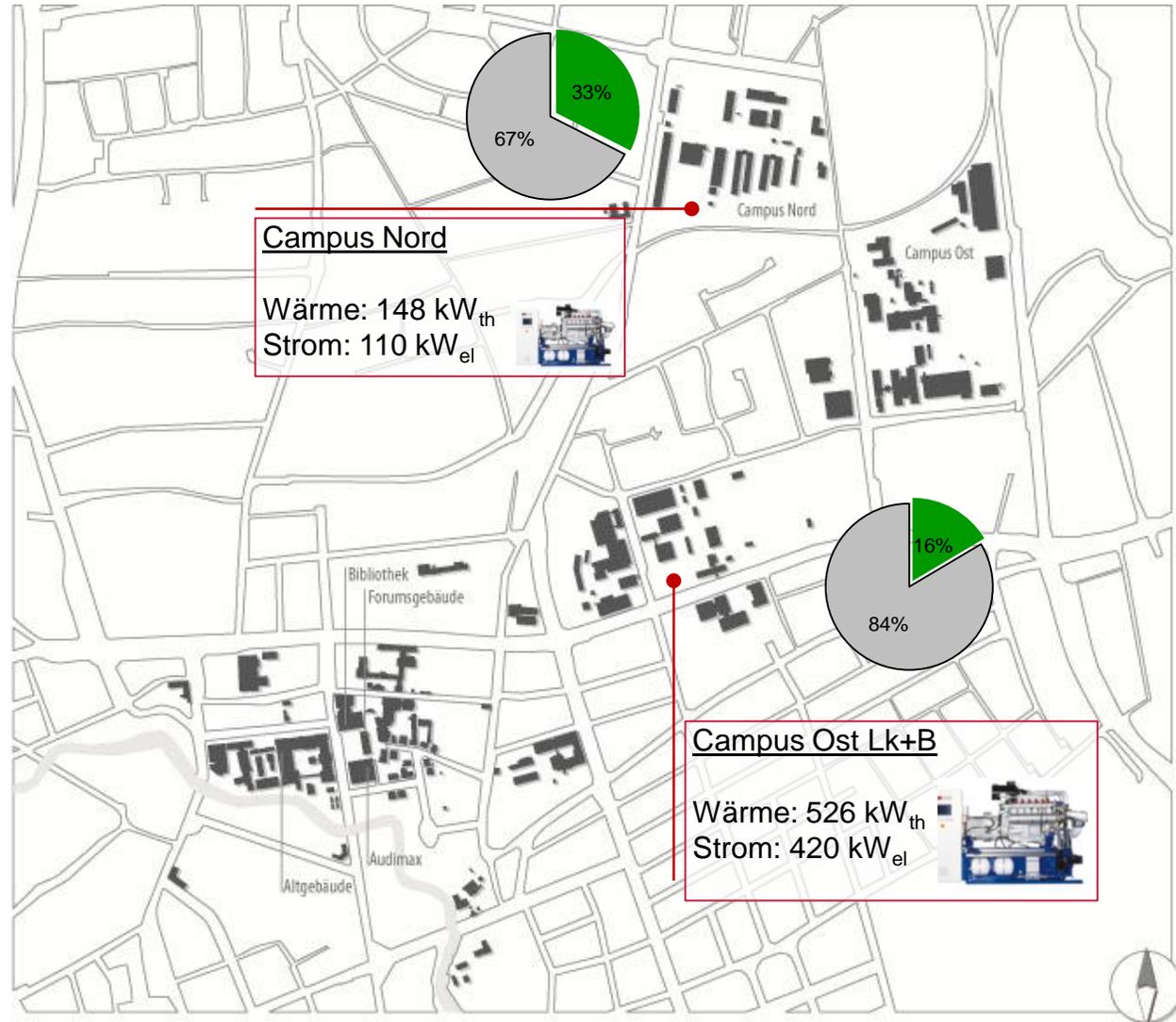
Eigenerzeugung:

Wärme: ca. 4.380 MWh/a

Strom: ca. 3.430 MWh/a

**Einsparung: ca. 320.000 €/a**

**Primärenergie: - 1 %**



## Photovoltaik

Dachflächenanalyse Campus gesamt

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

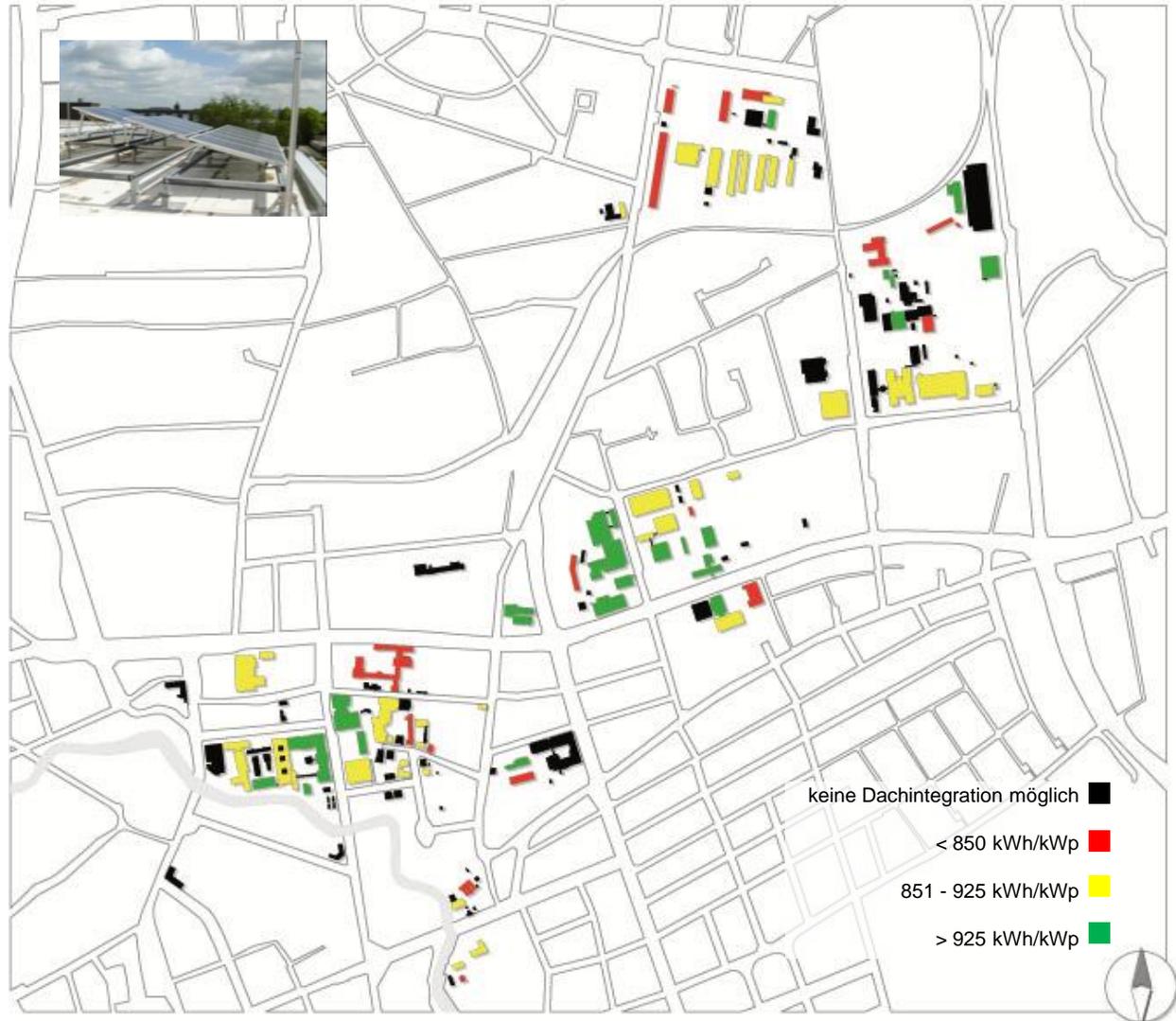
Installierte Leistung gesamt: 3.000 kW<sub>p</sub>

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

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

Deckung Stromverbrauch: ca. 9 %

**Primärenergie: ca. - 6 %**



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

## Flächeneffizienz

Städtebauliche Ertüchtigung:  
„Konzentration & Reduktion“

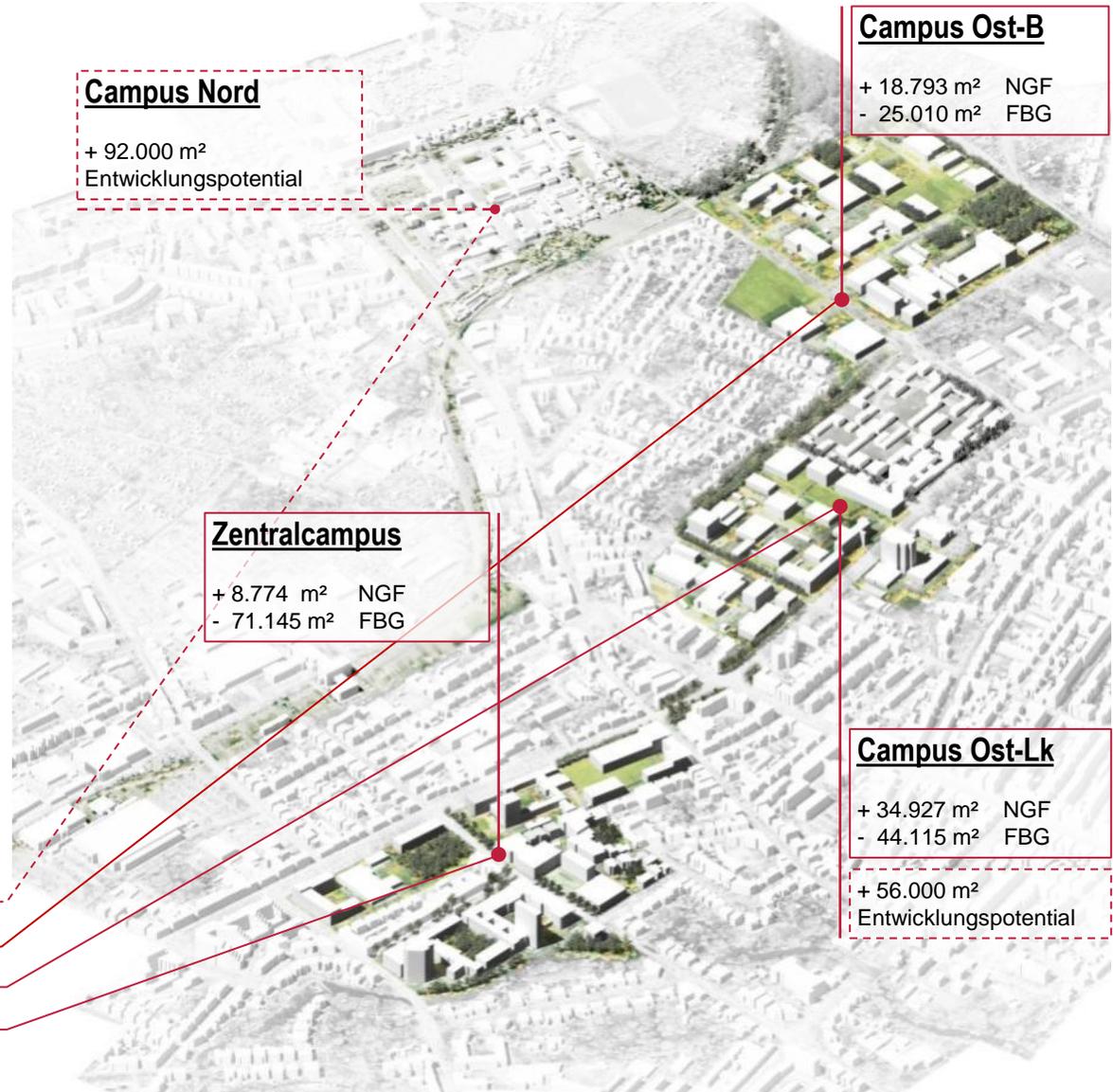
Grundstücksfläche (FBG):  
**-225.000 m<sup>2</sup>**

Netto-Grundfläche (NGF):  
bis zu **+27.661 m<sup>2</sup>**  
Rückbau/Umnutzung -97.102 m<sup>2</sup>  
Neubau +124.763 m<sup>2</sup>

städtische Entwicklungsflächen:  
**+92.000 m<sup>2</sup>**  
**+56.000 m<sup>2</sup>**

Geschossflächenzahl (GFZ) **1,10**

Campus Nord	<b>1,20</b> (neu)
Campus Ost-B	<b>0,63</b> (+0,20)
Campus Ost-Lk	<b>1,19</b> (+0,63)
Zentralcampus	<b>1,59</b> (+0,64)



## Flächeneffizienz

Gesamtcampus  $A_{NGF} = 390.907 \text{ m}^2$

davon Büroräume:  $A_{NGF} = 59.169 \text{ m}^2$

Mitarbeiter TU BS: ca. 3.950 Pers.

→ Belegung: ca.  $15 \text{ m}^2$  Büro/Pers.  
(gem. DIN V 18599-10 geringe bis mittlere Belegung)

hohe Belegungsdichte ( $10 \text{ m}^2/\text{Person}$ ):

$A_{NGF} = 39.500 \text{ m}^2$

Einsparpotenzial max. **19.679 m<sup>2</sup>**

 mögliches Einsparpotenzial  
Büroflächen gesamt [%]

 verbleibende NGF [%]

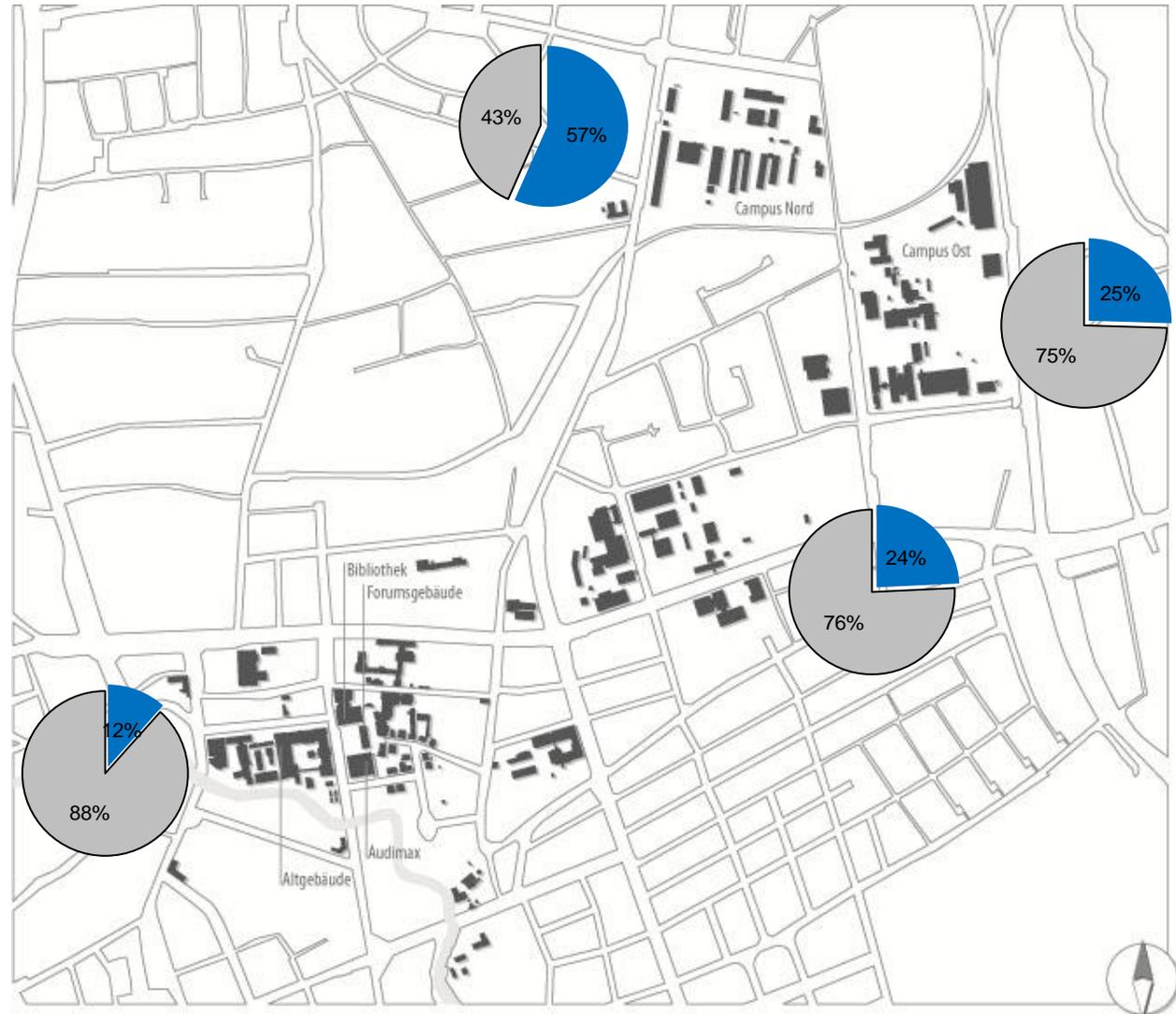
Reduzierung Endenergie:

Wärme: ca. 1.570 MWh/a

Strom: ca. 390 MWh/a

**Einsparung: ca. 260.000 €/a**

**Primärenergie: - 2 %**



## Nutzerverhalten

Maßnahmen zur  
Motivationssteigerung von Nutzern  
„Energie zu sparen“

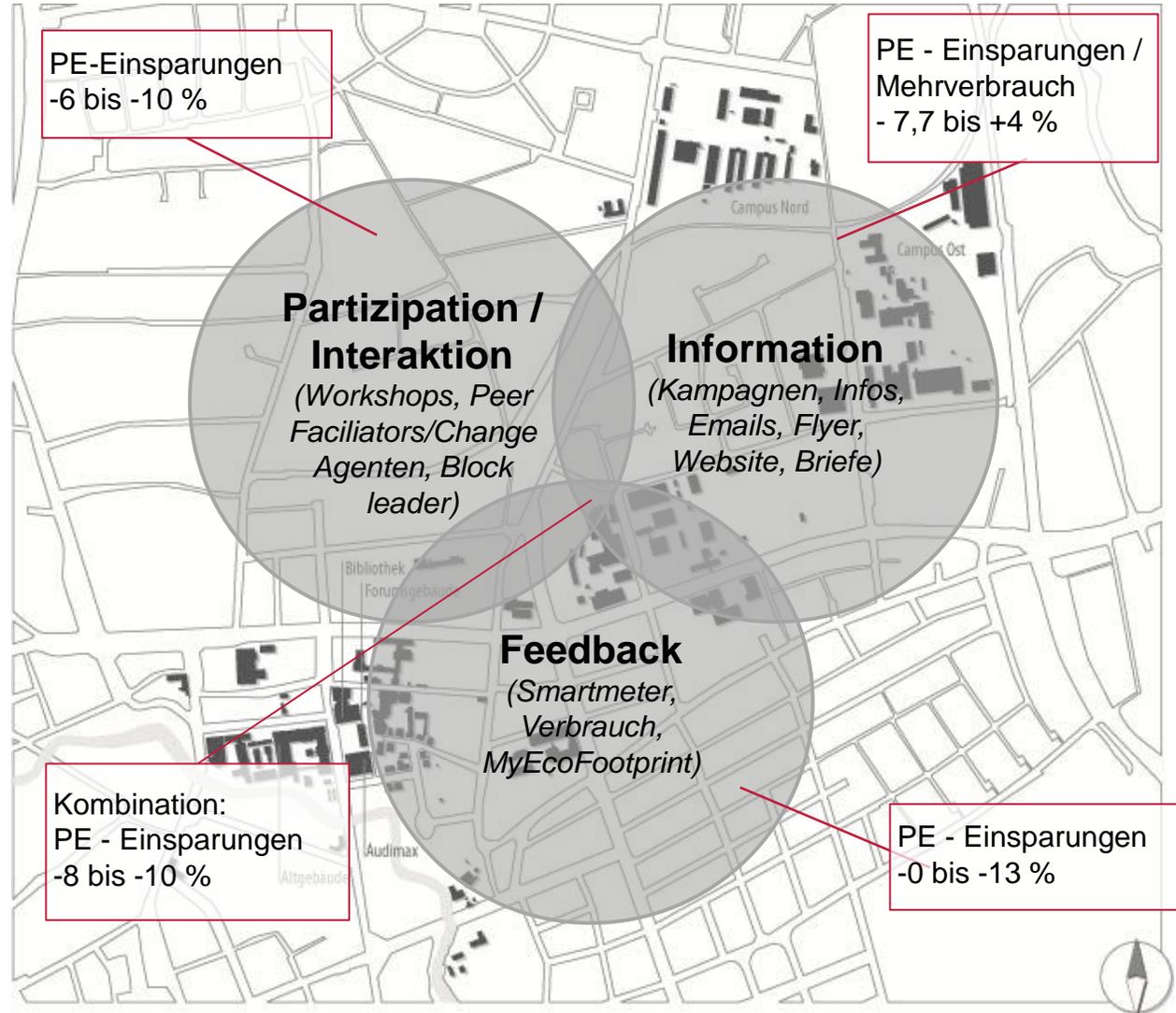
### Kommunikations- Trainings



### Nutzer- Workshops



### Energie- Coaching

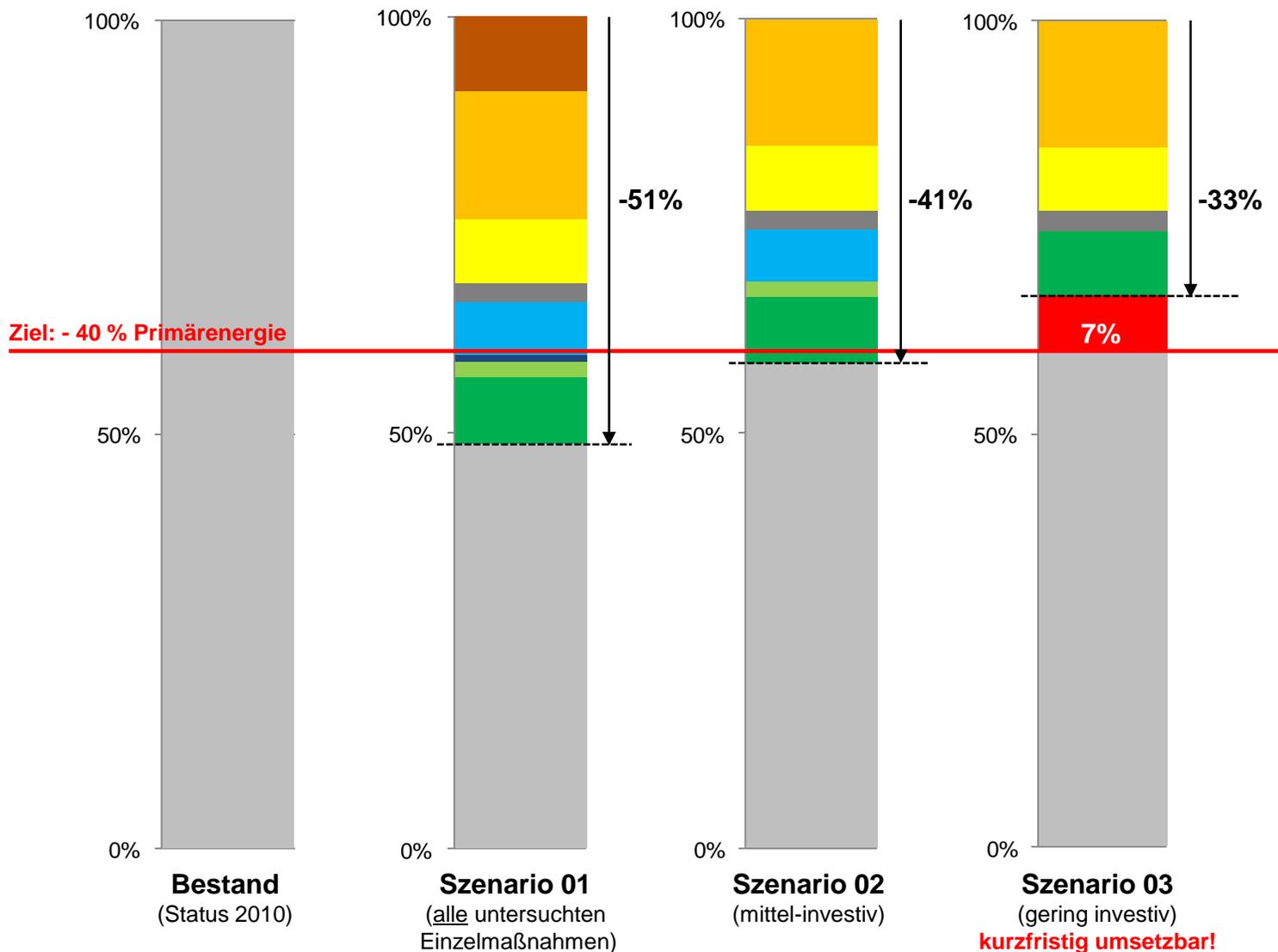


## Szenarien 2020 „Gebäude“

Maßnahmen	Szenario 01 (alle Einzelmaßnahmen)	Szenario 02 (mittel-investiv)	Szenario 03 (gering investiv)
Gebäudehülle			
transparent	X	-	-
opak	X	-	-
Gebäudetechnik			
RLT-Anlagen	X	X	X
Beleuchtung	X	X	X
Technische Ausstattung	X	X	X
Energieerzeugung			
PV	X	X	-
BHKW	X	-	-
Flächeneffizienz	X	X	-
Nutzer	X	X	X

## Szenarien 2020 „Gebäude“

- Bestand
- 01 Gebäudehülle
- 02 Gebäudetechnik
- 03 Beleuchtung
- 04 techn. Ausstattung
- 05 Photovoltaik
- 06 BHKW
- 07 Flächeneffizienz
- 08 Nutzerverhalten
- 09 fehlende PE-Einsparung



## Elektromobilität

### Ladesäuleninfrastruktur

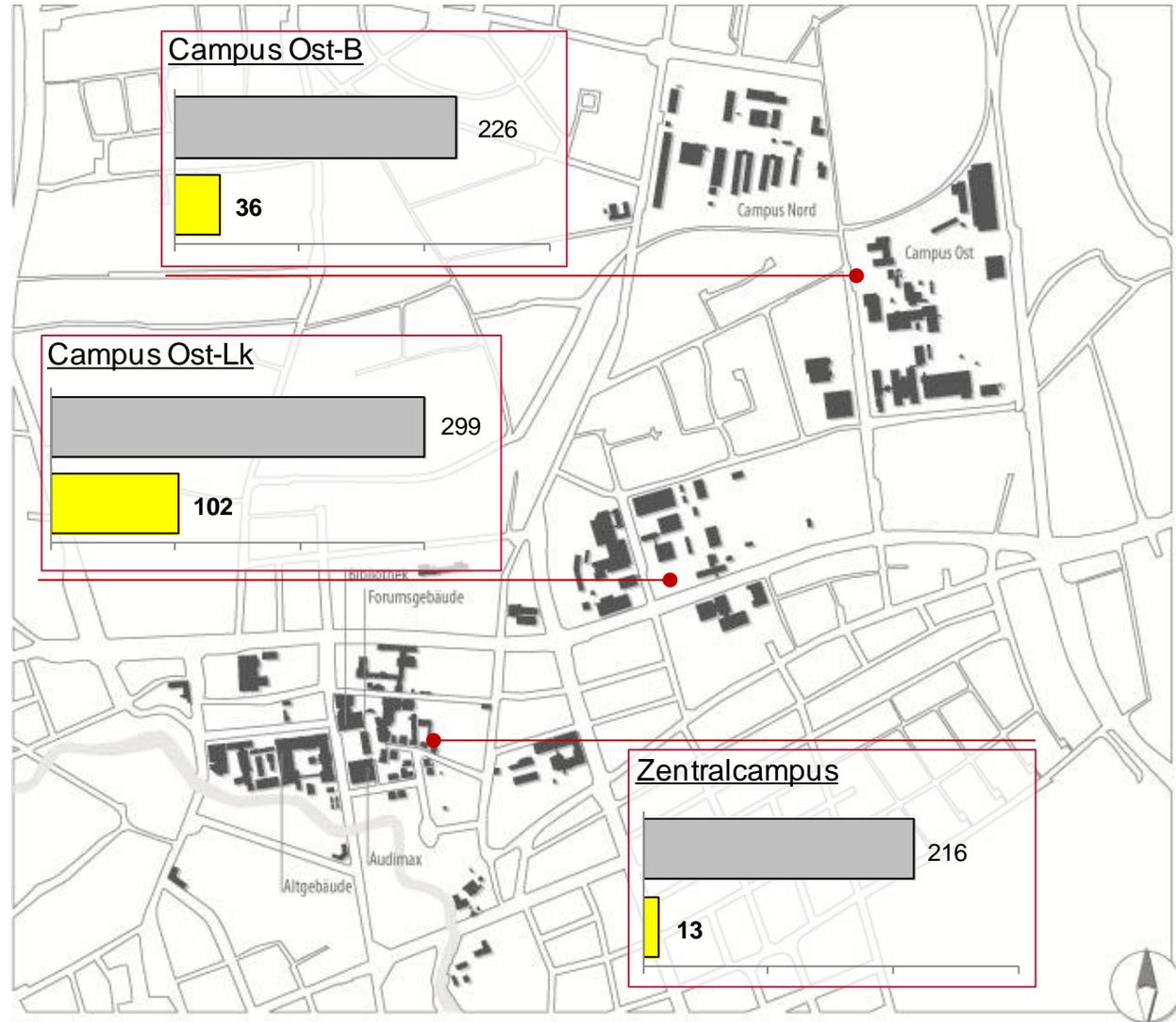
Reservekapazitäten für über 700 Ladesäulen.

Unmittelbare Integration von 151 Ladepunkten möglich (ausreichend Parkflächen vorhanden)

 Max. Anzahl Ladesäulen mit 22 kW (maximale Netzauslastung)

 Anzahl unmittelbar möglicher Ladesäulen mit 22 kW (mit ausreichend Parkraum)

**Ladeinfrastruktur für ca. 1.500 Ladevorgänge / Tag möglich**



## Mobilitätsmanagement

### Mitarbeitermobilität

- + Einnahmen aus Parkraumbewirtschaftung ca. 120.000 €/a
- + Imagegewinn
- + weniger Ausfälle
- + steigert Mitarbeiterzufriedenheit

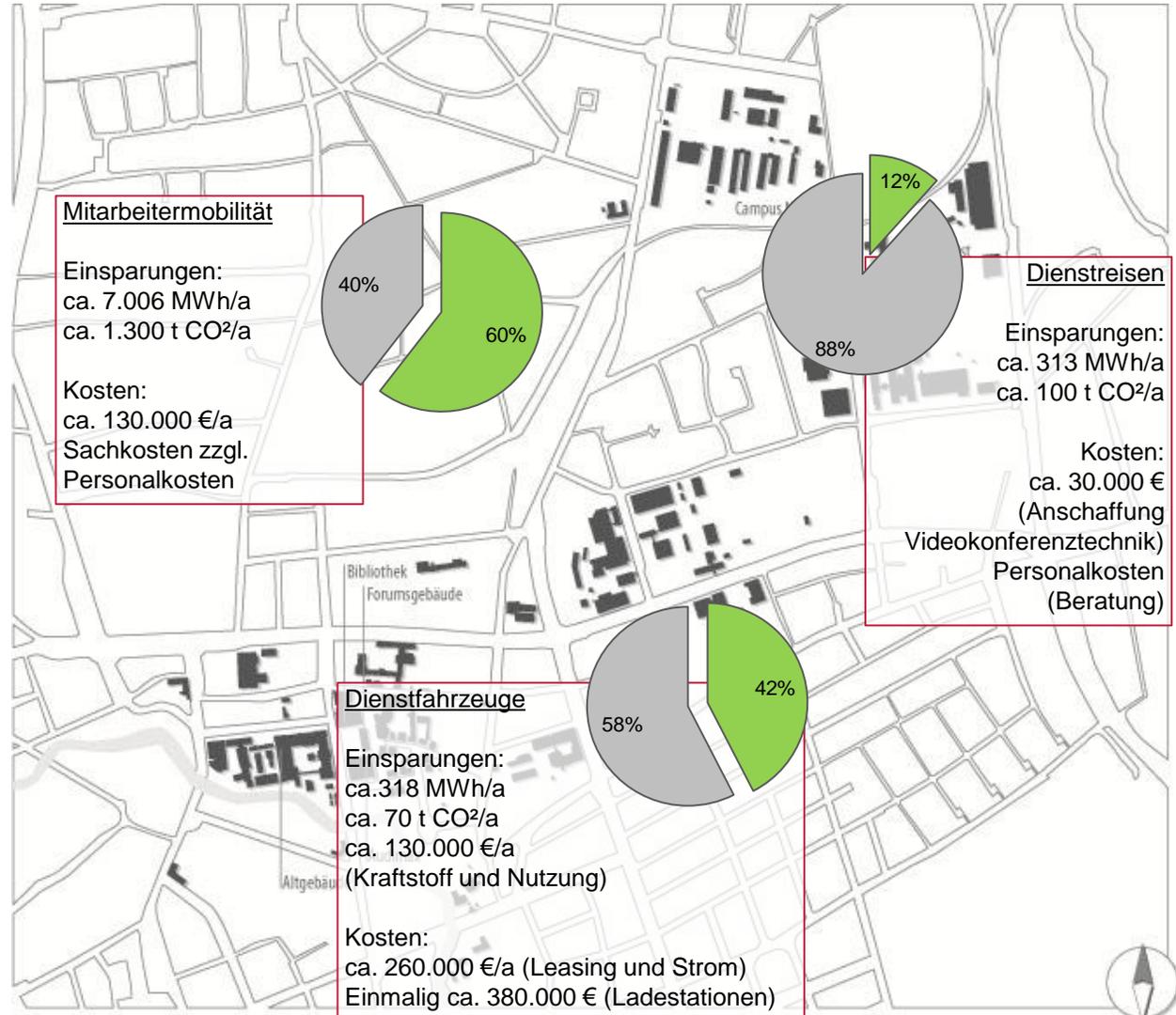
### Dienstreisen

- + Einsparungen int. Flüge: ca. 40.000 €/a
- + weniger Reisezeit
- + Reisezeit wird nutzbar

### Dienstfahrzeuge

- + Sichtbarkeit
- + Imagegewinn

- max. Einsparpotenzial PE
- Verbleibender PE-Verbrauch



## Maßnahmenpakete

### Mobilitätsmanagement

- Systemisch integrierte Maßnahmen
- Förderung von ÖPNV, Fahrradverkehr, Fahrgemeinschaften
- Öffentlichkeitsarbeit
- Pull-Maßnahmen
- Push-Maßnahmen

### Punktuelle Maßnahmen

- Dienstreisen → Videokonferenzen, Beratung
- Bestellungen → Mindestbestellwert
- Dienstfahrzeuge → Elektrofahrzeuge

→ **Umfang der Maßnahmenbündel nimmt in den Szenarien zu**

Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
<p><b>Mobilitätsmanagement</b></p> <p><u>Öffentlichkeitsarbeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online Mobilitätsportal</li> <li>• Öffentliche Kommunikation</li> </ul>	<p><u>Öffentlichkeitsarbeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online Mobilitätsportal</li> <li>• Öffentliche Kommunikation</li> <li>• Aktionstage</li> </ul> <p><u>Pull-Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jobtickets</li> <li>• Carsharing</li> <li>• Interne Mitfahrbörse</li> <li>• Fahrradinfrastruktur</li> </ul>	<p><u>Öffentlichkeitsarbeit</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Online Mobilitätsportal</li> <li>• Öffentliche Kommunikation</li> <li>• Aktionstage</li> <li>• Change-Agenten Mobilität</li> </ul> <p><u>Pull-Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jobtickets</li> <li>• Carsharing</li> <li>• Interne Mitfahrbörse</li> <li>• Fahrradinfrastruktur</li> <li>• Fahrradstellplätze an Haltestellen</li> <li>• Mietradflotte</li> </ul> <p><u>Push-Maßnahmen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parkraumbewirtschaftung</li> </ul>
<p><b>Punktuelle Maßnahmen</b></p> <p>Videokonferenzräume</p> <p>zwei Home Office Tage pro Jahr</p> <p>zwei E-Fahrzeuge</p> <p>kein Mindestbestellwert</p>	<p>Videokonferenzräume</p> <p>vier Home Office Tage pro Jahr</p> <p>sechs E-Fahrzeuge</p> <p>Mindestbestellwert 25 €</p>	<p>Videokonferenzräume</p> <p>ein Home Office Tage pro Woche</p> <p>zwölf E-Fahrzeuge</p> <p>Mindestbestellwert 50 €</p>

## Szenarien 2020 „Mobilität“

