



Technische
Universität
Braunschweig

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

www.igs.tu-bs.de



7. Forum Energie – Energieeffizienter Campus EnEff Campus: *blueMAP* TU Braunschweig

Integraler energetischer Masterplan TUBS 2020/2050

Dipl.-Ing. Tanja Beier



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

23.06.2014

Ziele

- Energetische Optimierung des **Campus als Stadtquartier**
- Verdopplung der Klimaschutzziele 2020:
- **40% Primärenergie**
- Masterplan zur Umsetzung



Apr 2012

Sept 2014

2018

2020

Planung (Grundlagenforschung, Masterplan)

Umsetzung

Monitoring

Vision

2050

Integrales Forschungsteam TU Braunschweig

Hochschulleitung

GB3

Gebäudemanagement
Jörg Jaspers

IGS

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

iSE

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

IfP

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

elenia

Institut für Hochspannungstechnik und
Elektrische Energieanlagen
Univ. Prof. Dr.-Ing. M. Kurrat

Kooperationspartner extern

- Hochschule der Bildenden Künste
Institut für Transportation Design,
Prof. Dr. Stephan Rammler
- HIS GmbH
(Hochschulentwicklung und -
kommunikation)
- synavision GmbH (Monitoring)
- BS I ENERGY

Fakten und Zahlen

6 Fakultäten

140 Institute

3.950 Beschäftigte

17.200 Studierende

201 Gebäude (inkl. Neubauten)

400.000 m²
Nettogrundfläche

Endenergieverbrauch

Wärme: **108 kWh/m²_{NGF} a** (43,6 GWh/a)

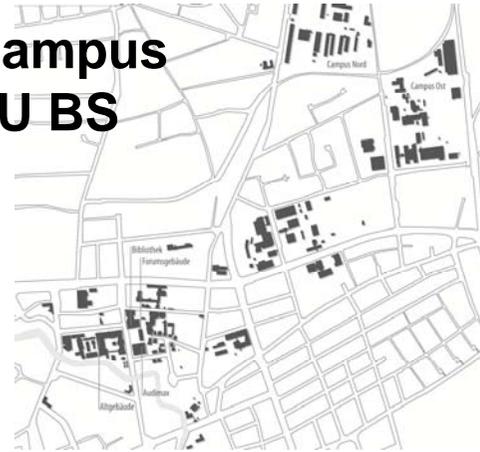
Strom: **78 kWh/m²_{NGF} a** (31,3 GWh/a)

Energiekosten ca. 10 Mio. €/a



Methode

Campus
TU BS



Szenarien
(- 40% PE, LCC, ...)

**Standardisierte
Bestandserfassung**
(Energiekataster, GIS, ...)

Werkzeuge

Datenbank
(Energieverbrauch, Flächen, Kosten, ...)

Energiekataster – Konzeptentwicklung – vom Gebäude zum Quartier

Campus TU BS



Klassifizierung

**Bau-
konstruktion**

Baujahr

Nutzung

**Verbrauchs-
daten
(Wärme/Strom)**

Typisierung

Typ 01

Typ 02

Typ 03

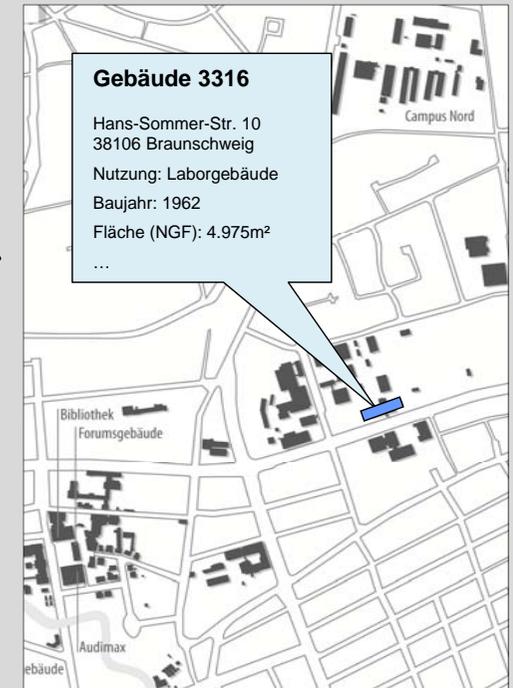
Typ ...

Typ ...

Typ 1



Energiekataster



Analysierte Einzel-Maßnahmen - Bestandsgebäude

Gebäudehülle



Sanierung gem. gültiger EnEV 2012

Investition: 120 Mio. € ($300 \text{ €/m}^2_{\text{NGF}}$)
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 €/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 %

Integration BHKW

In Abstimmung mit dem örtlichen
Energieversorger BSI Energy

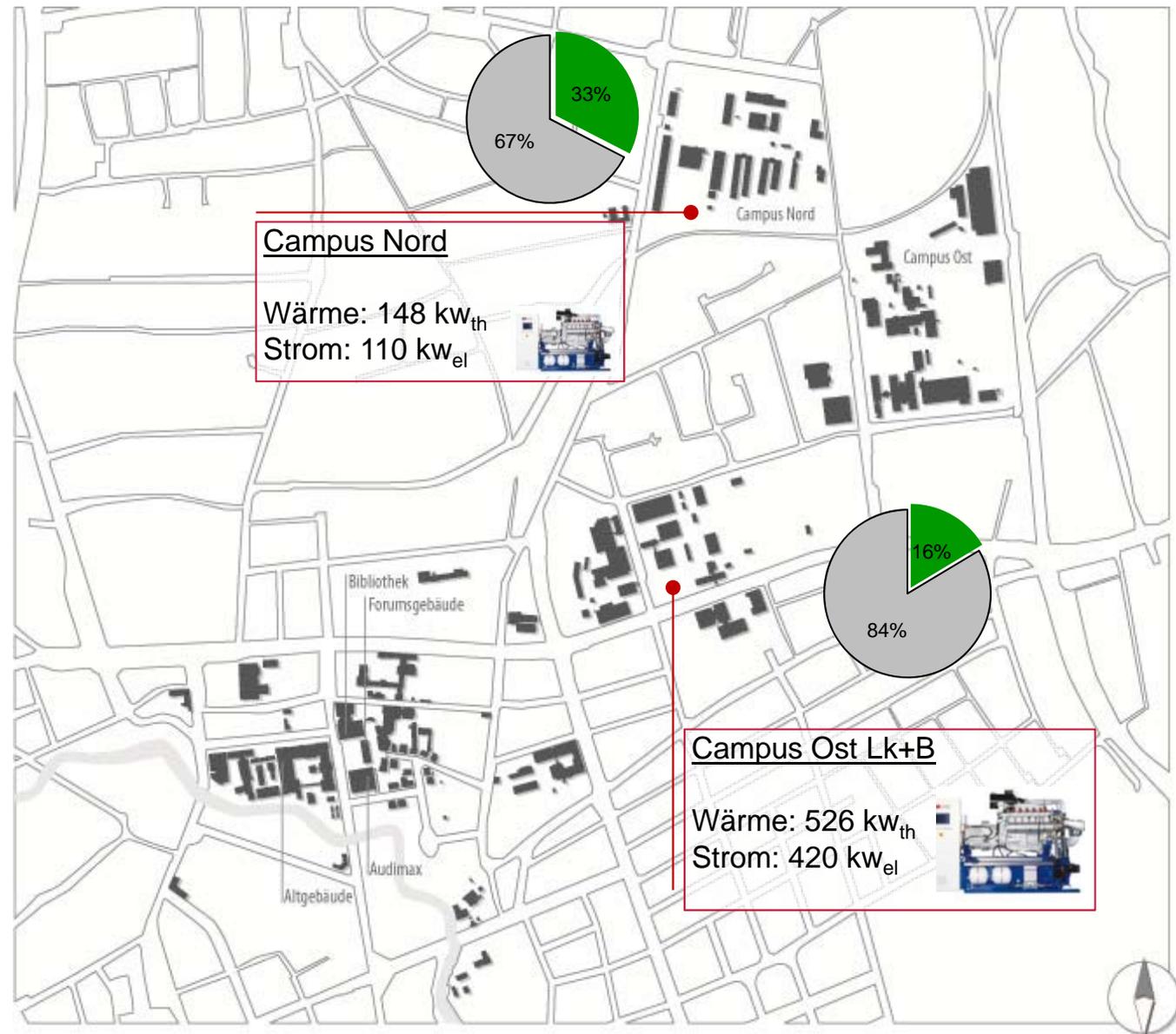
Nutzung erneuerbarer Energien:
Biomethan

 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 m²

PV-Fläche: 20.000 m²

Installierte Leistung gesamt: 3.000 kW_p

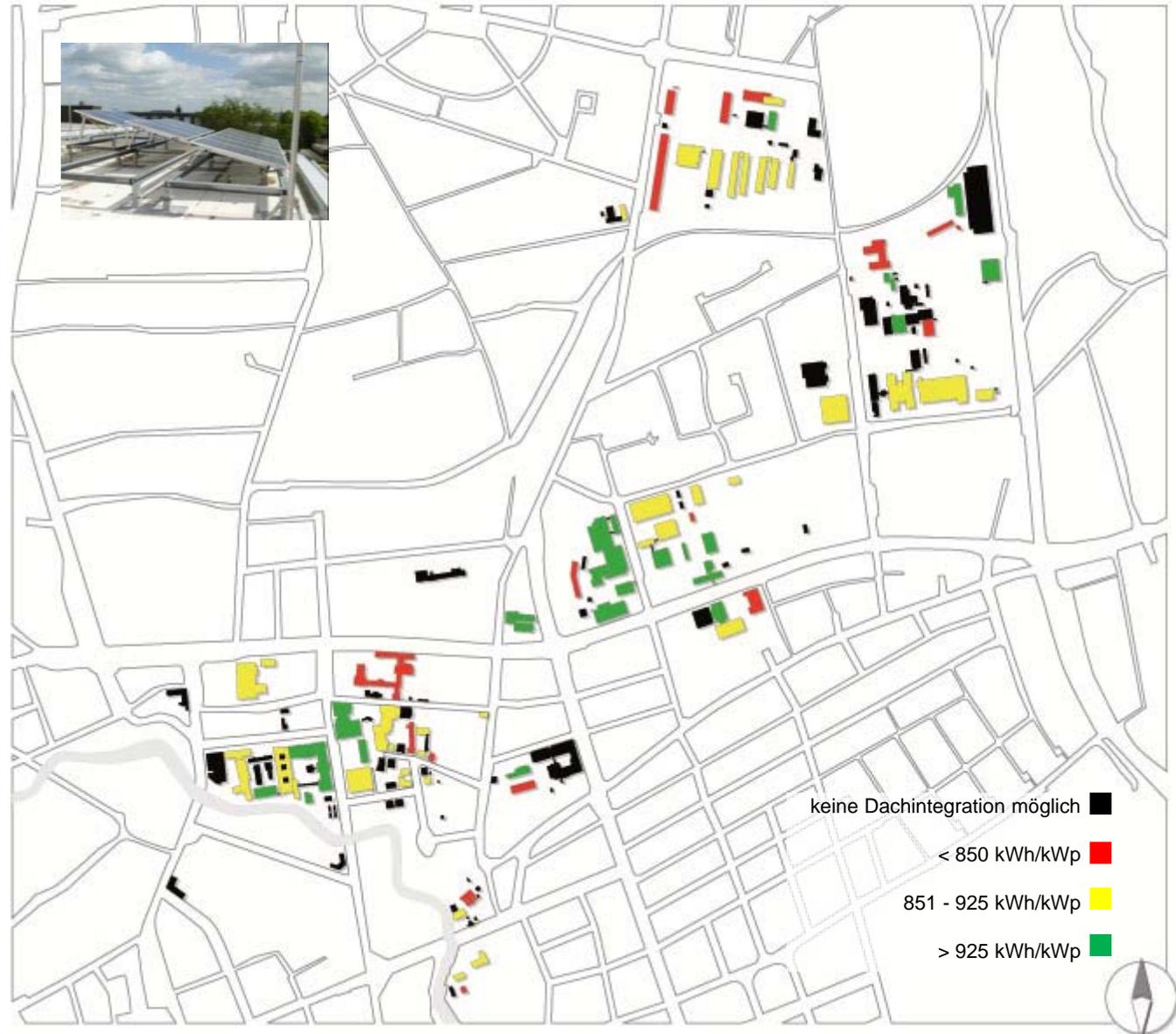
Investitionskosten*¹): ca. 7,2 Mio. €
ca. 2.500 €/kW_p

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

Deckung Stromverbrauch: ca. 9 %

Primärenergie: ca. - 6 %

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



Flächeneffizienz

Städtebauliche Ertüchtigung:
„Konzentration & Reduktion“

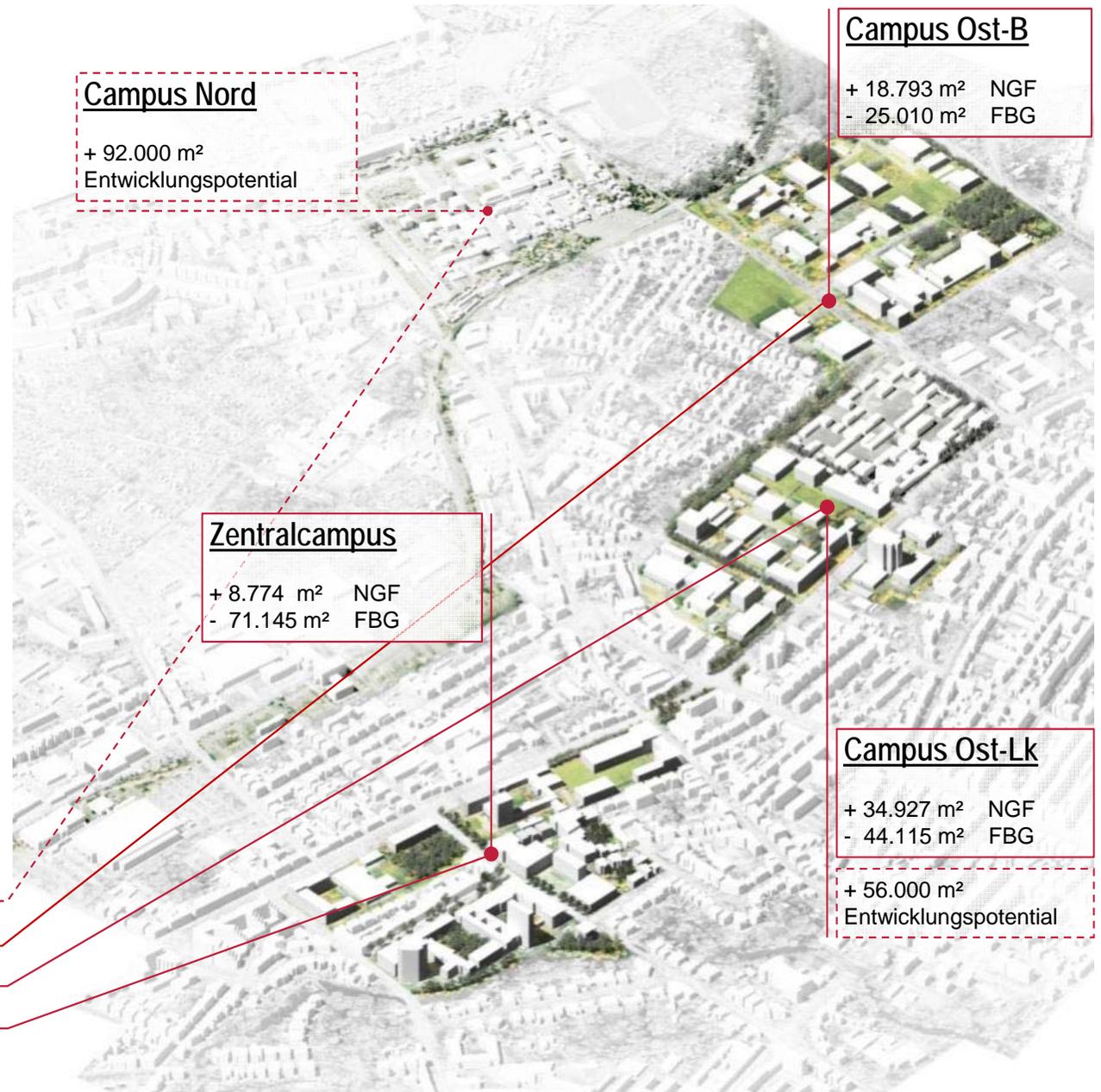
Grundstücksfläche (FBG):
-225.000 m²

Netto-Grundfläche (NGF):
bis zu **+27.661 m²**
Rückbau/Umnutzung -97.102 m²
Neubau +124.763 m²

städtische Entwicklungsflächen:
+92.000 m²
+56.000 m²

Geschossflächenzahl (GFZ) **1,10**

Campus Nord	1,20 (neu)
Campus Ost-B	0,63 (+0,20)
Campus Ost-Lk	1,19 (+0,63)
Zentralcampus	1,59 (+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 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 m²**

 mögliches Einsparpotenzial
Büroflächen gesamt [%]

 verbleibende NGF [%]

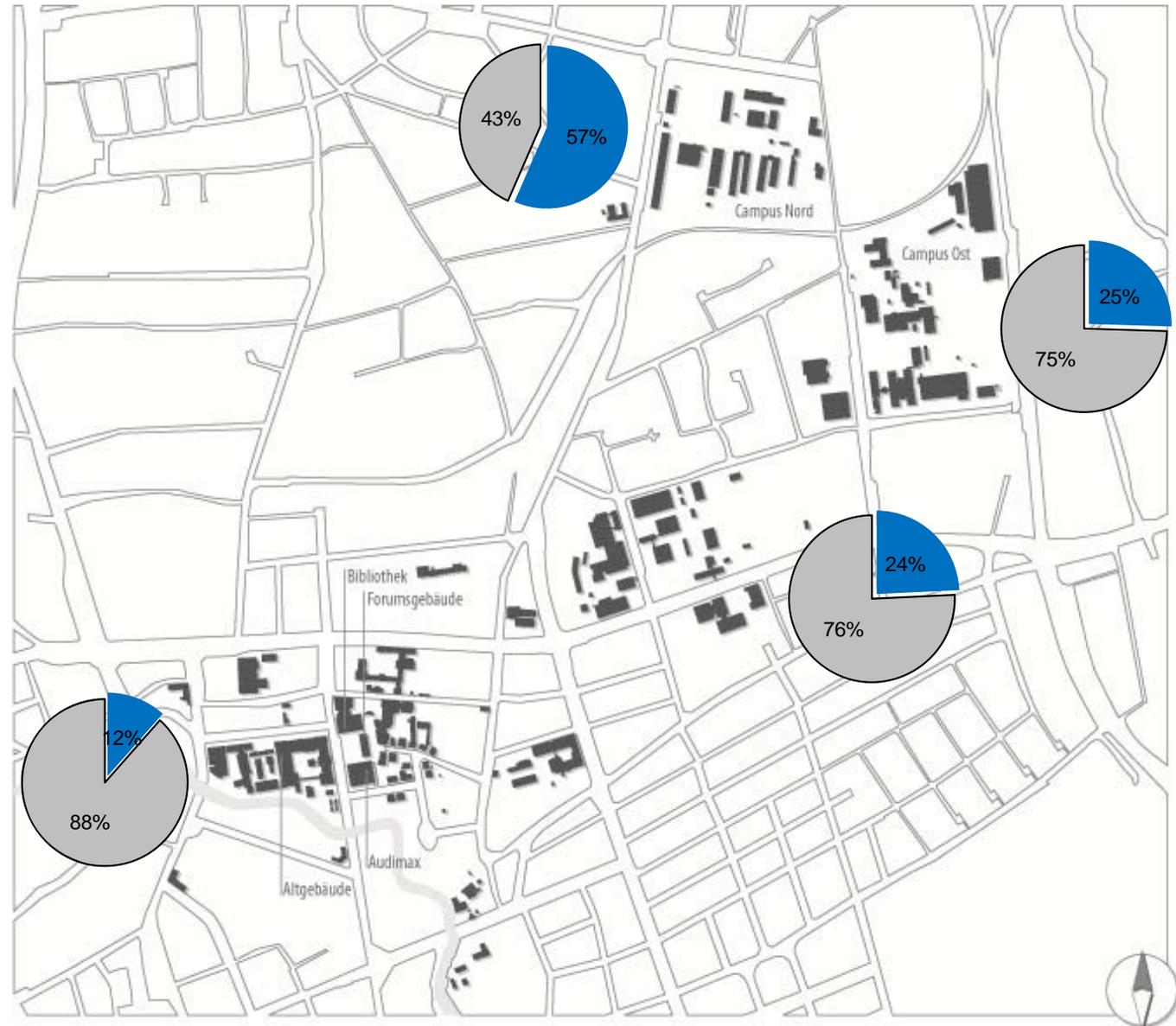
Reduzierung Endenergie:

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“

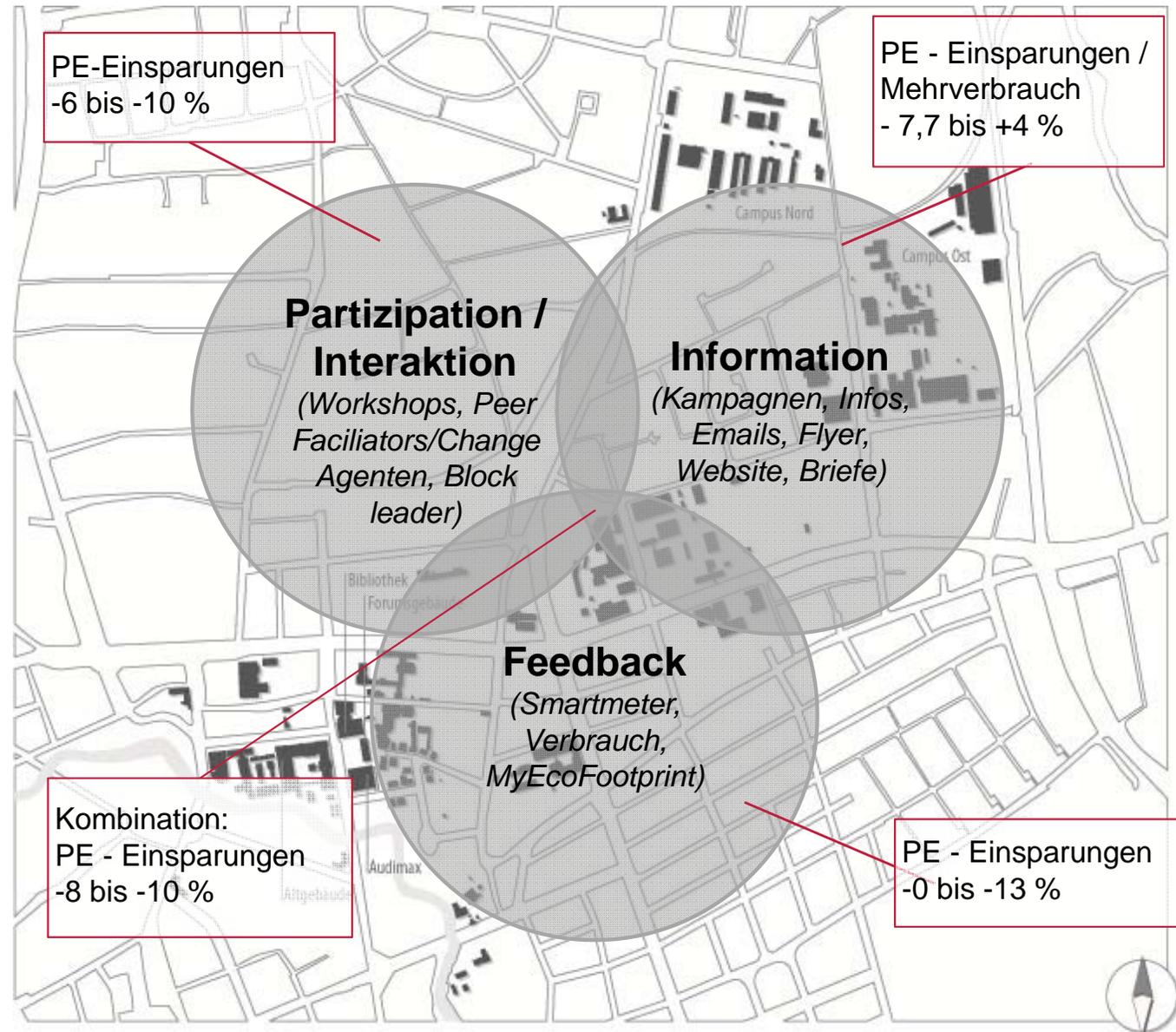
Kommunikations- Trainings



Nutzer- Workshops



Energie- Coaching

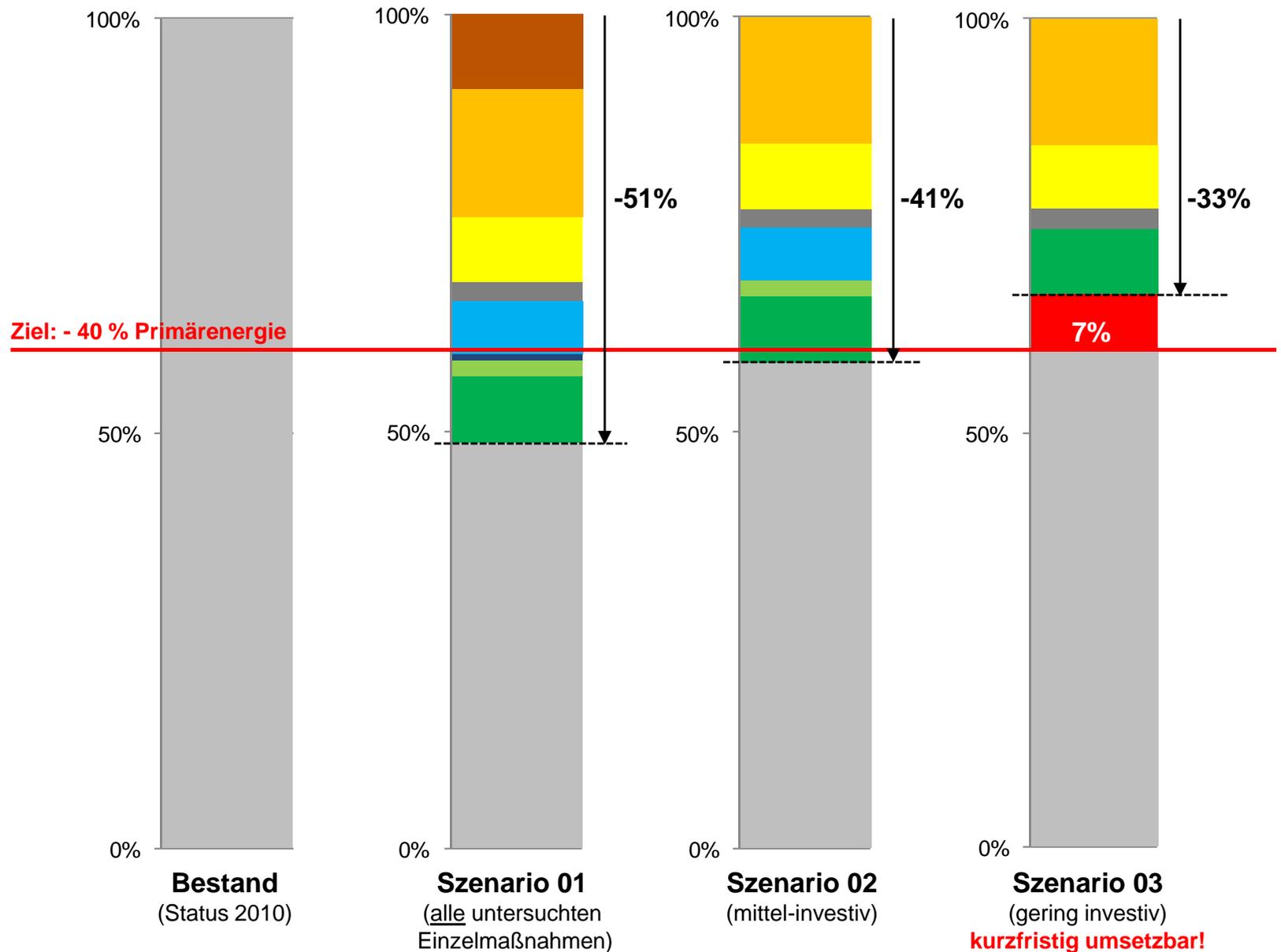


Szenarien 2020 „Gebäude“

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



HIS - Online-Umfrage zum Energiemanagement

- Universitäten, Fachhochschulen, Medizinischen und sonstigen Hochschulen sowie Hochschuleinrichtungen in Deutschland, Österreich und der Schweiz
- Themen zum Gebäudebestand, Energieverbrauch und Energiemanagement

EnEff Campus: *blueMAP* TU Braunschweig
Integraler energetischer Masterplan TUBS
2020/2050

Zusammenfassung der Ergebnisse der Befragung von Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen zum Thema Energie



HIS-HE: **Ergebnisdokumentation**

Dezember 2013

Dokumentation der Ergebnisse finden Sie unter:

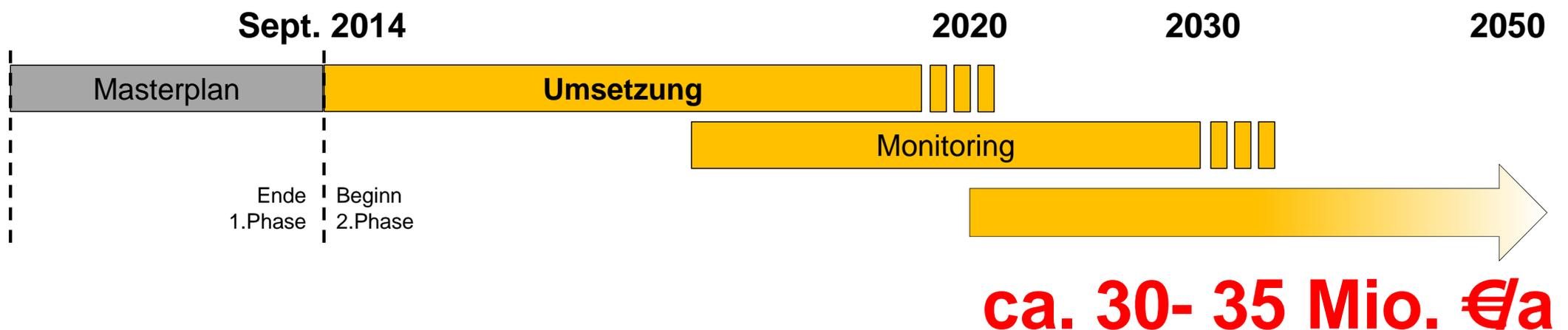
<https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/eneffcampus/weitereergebnisse>



Ausblick

EnEff Campus II

➔ Begleitung + Monitoring
der Umsetzung



Ausrichtung

▪ Strategien

1. Neubau, Sanierung, Instandhaltung
2. Energieversorgung
3. Nutzermotivation und –information
4. Städtebauliche Entwicklung
5. Prozessoptimierung

- Campus als Energie-Forschungslabor
- Monitoring und Evaluierungskonzept



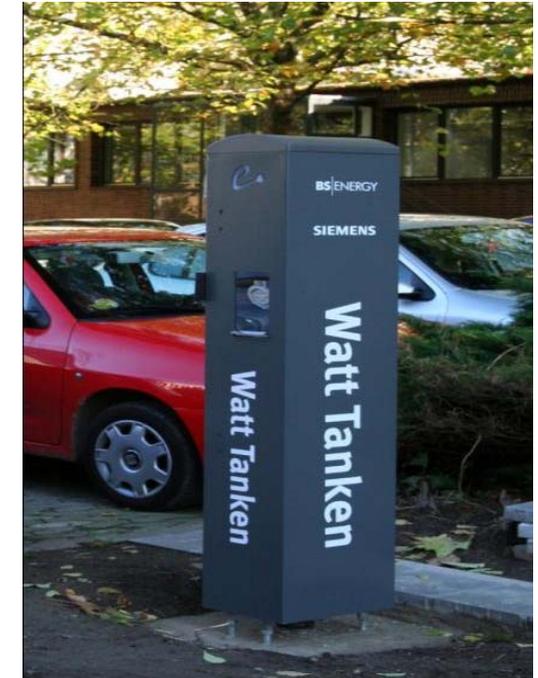
Forumsgebäude (Sanierung)



NFF-Neubau



Städtebauliche Entwicklung



Energieversorgung