



Technische
Universität
Braunschweig

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

www.igs.tu-bs.de



klimaneutrale Stadtquartiere - Erste Pilotprojekte

Dipl.-Ing. Architekt Thomas Wilken



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

07.09.2018

Ingenieure (ca. 30) aus den Bereichen

Architektur
Bauingenieurwesen
Maschinenbau



In der Fakultät



Klimaneutrale Stadtquartiere Planung und Umsetzung

Campus TU Braunschweig



Heide



Heide - Rüsdorfer Camp

Wolfsburg



Braunschweig

Frankfurt

Esslingen

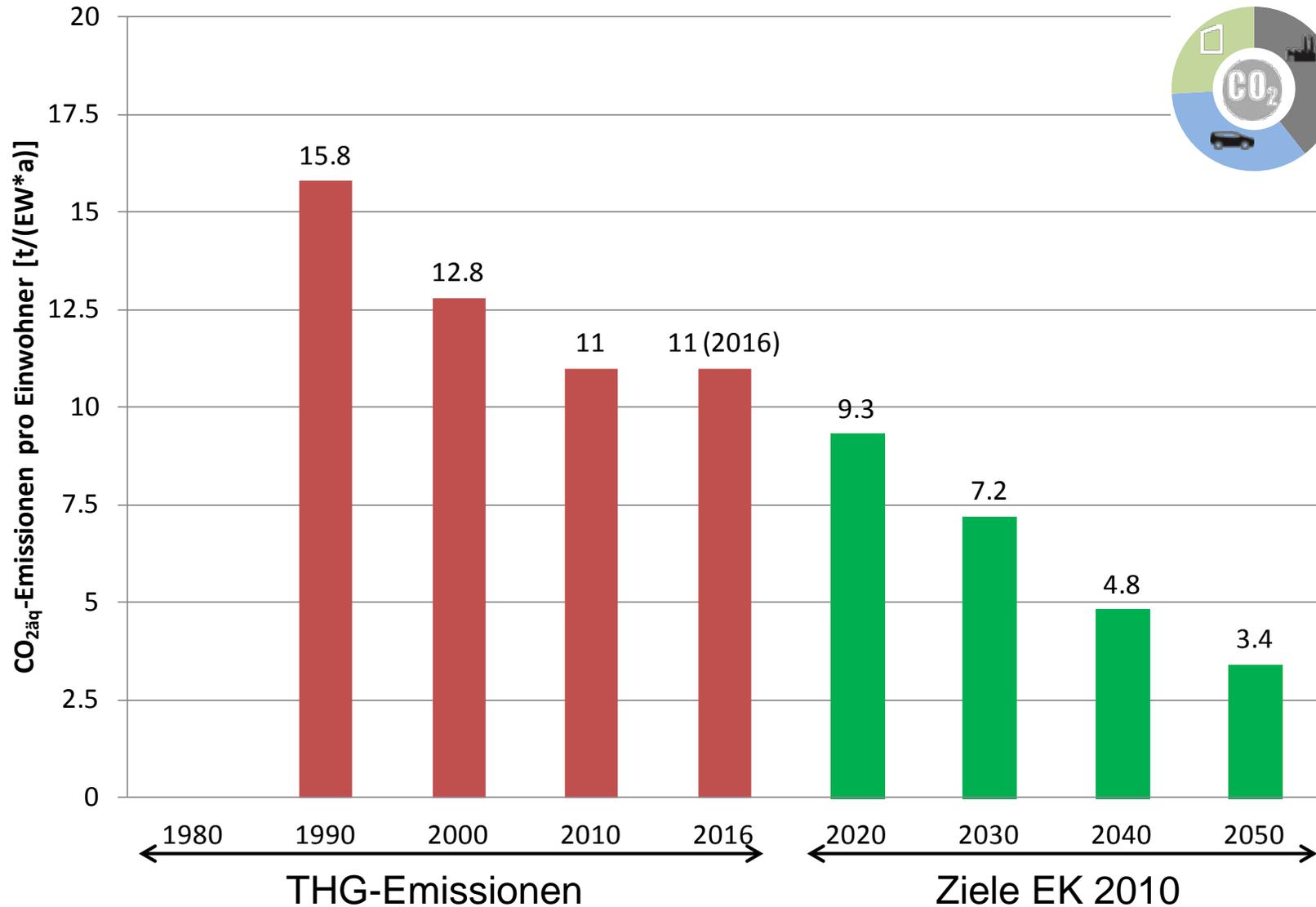


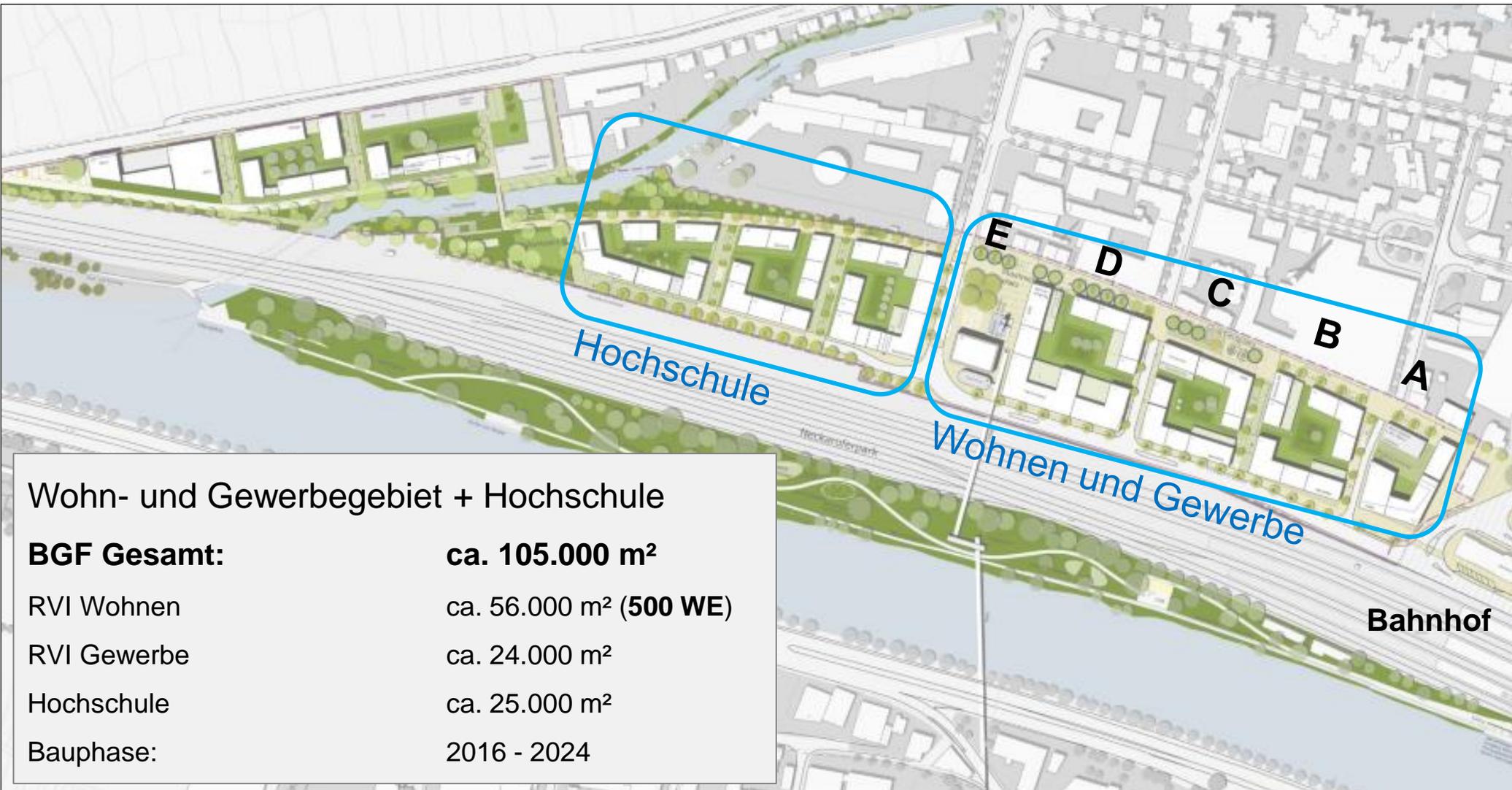
Neue Weststadt, Esslingen



Zukunftsraum Wolfsburg

CO₂äq-Emissionen in Deutschland Entwicklung und Ziele



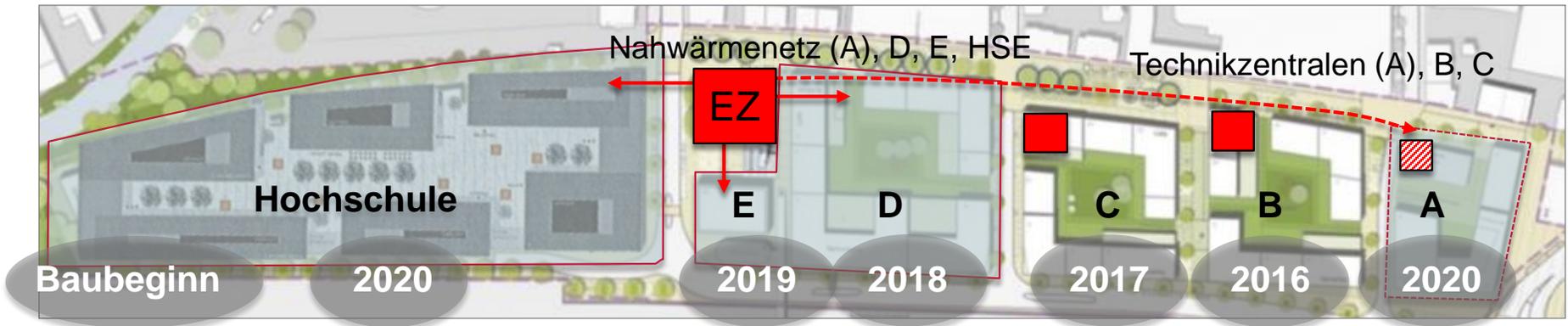
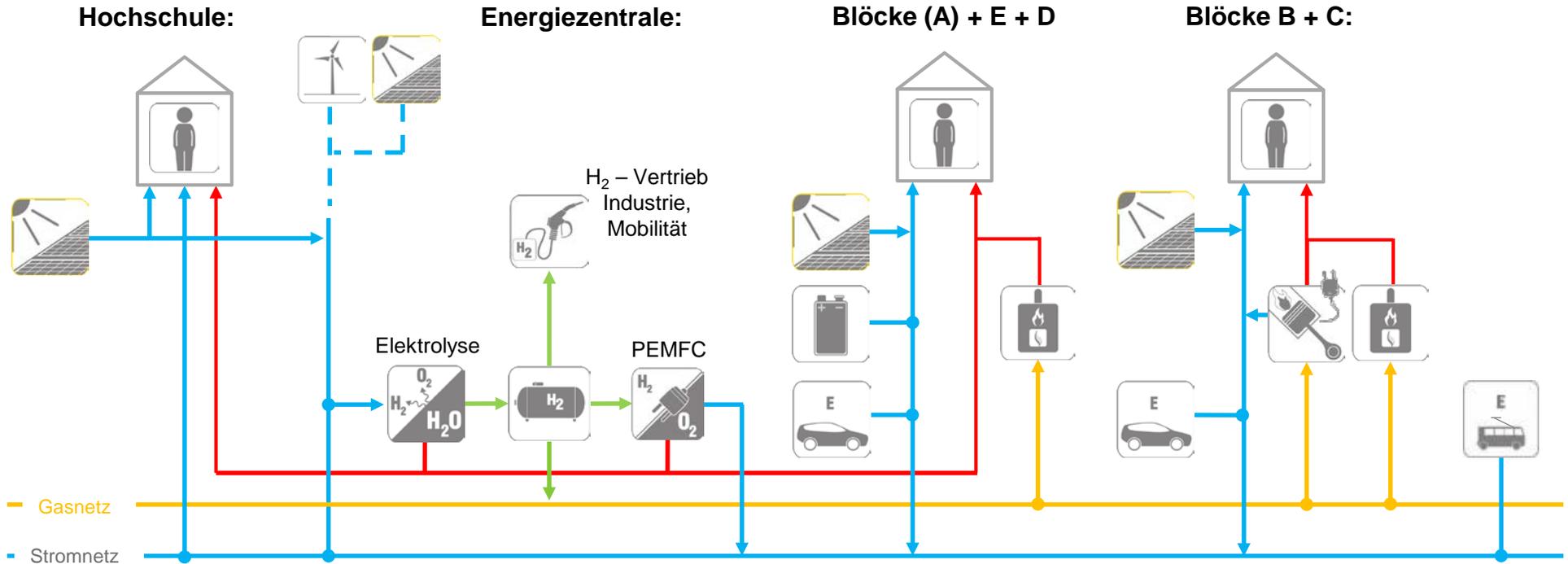


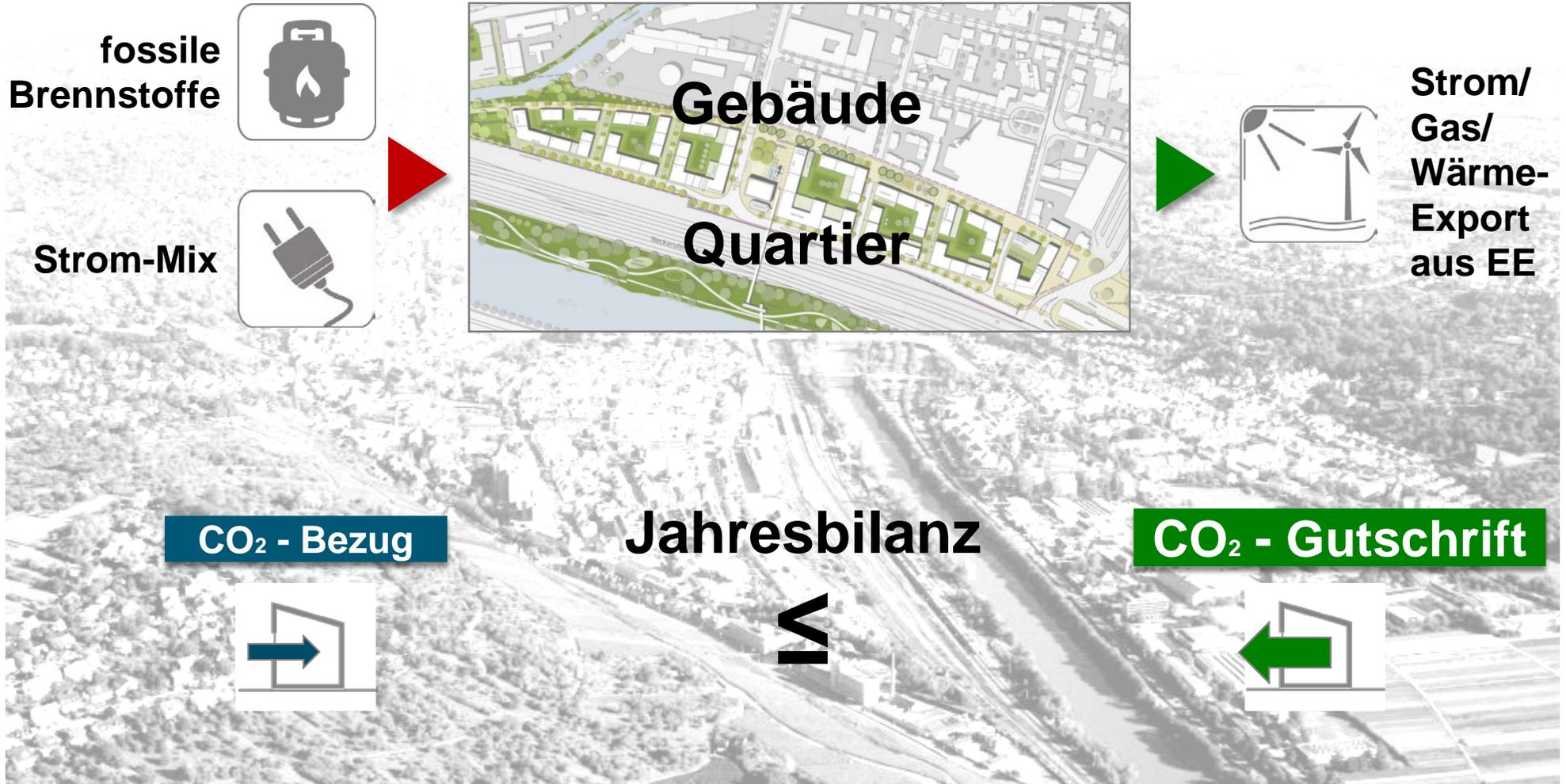
Wohn- und Gewerbegebiet + Hochschule

BGF Gesamt:	ca. 105.000 m²
RVI Wohnen	ca. 56.000 m ² (500 WE)
RVI Gewerbe	ca. 24.000 m ²
Hochschule	ca. 25.000 m ²
Bauphase:	2016 - 2024

AG E-Versorgung im Quartier

Energieversorgungskonzept (Antragsphase 07/2017)





Klimaneutrales Stadtquartier Neue Weststadt Esslingen



Solarertrag ca. 2.250 MWh/a



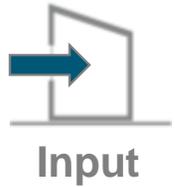
Strombedarf ca. 4.500 MWh/a



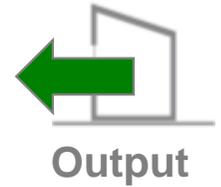
**Solarer
Deckungsanteil 50%**
Nutzer + Gebäudebetrieb

**Import CO₂- „freier“
Energie erforderlich!**
Strom- und Gaserzeugung
aus erneuerbaren Energiequellen

CO₂ - Bezug



CO₂ - Gutschrift



CO₂-Bilanz - 2 t/a

StromMix
+ 60 t/a

„Grünstrom“
0 t/a

Gutschrift (Einspeisung)
- 215 t/a

Gas
+ 53 t/a

Biogas
+ 100 t/a

anteilig
25% | 75%

Gasnetz

Stromnetz

Modellierung Stadtquartier

Simulationen

Gebäudemodelle



- Heizung
- Lüftung
- Beleuchtung & Nutzerstrom

Photovoltaik-Modelle



- Normen und Richtlinien
- Verbrauchswerte
- Synthetische Profile

Bedarfsprofile

Heizwärme



Strom



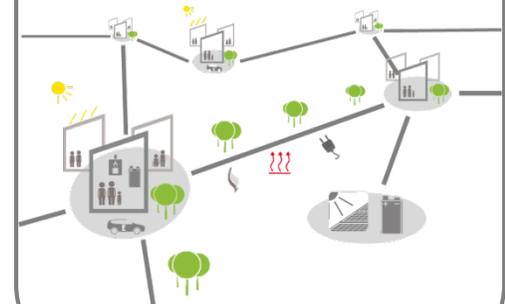
Photovoltaik



Trinkwarmwasser



- Bedarf | Deckung
- Erzeuger | Speicher
- Stromnetz
- Wärmenetz
- Gasnetz
- Energiebilanz
- CO₂-Bilanz



Ansätze zur Energiespeicherung im Quartier – aktueller Stand im Forschungsprojekt QUARREE100



Ziele von QUARREE 100

- **Zelluläres und effizientes** Strom-, Kraftstoff- und Wärmeversorgungs-konzept nach dem Subsidiaritätsprinzip
- Berücksichtigung **zentraler als auch dezentraler** regenerativer Energiequellen
- Intelligente Steuerung auf Quartiersebene und **Entlastung des regionalen Stromnetzes**
- **Schnittstellen zur Mobilität** mit unterschiedlichen Energieträgern
- **Flexibilität und Resilienz** im System und für die vorgelagerten Netze erhöhen
- Strom aus erneuerbaren Quellen **vollständig verwerten**



Arbeitspakete



Vernetzte Quartiere für den Zukunftsraum Wolfsburg

Systemanalyse

für eine vernetzte und
(nahezu) CO₂-neutrale
Energieversorgung

Betrachtungsraum

1.000 ha
5.700 Wohneinheiten

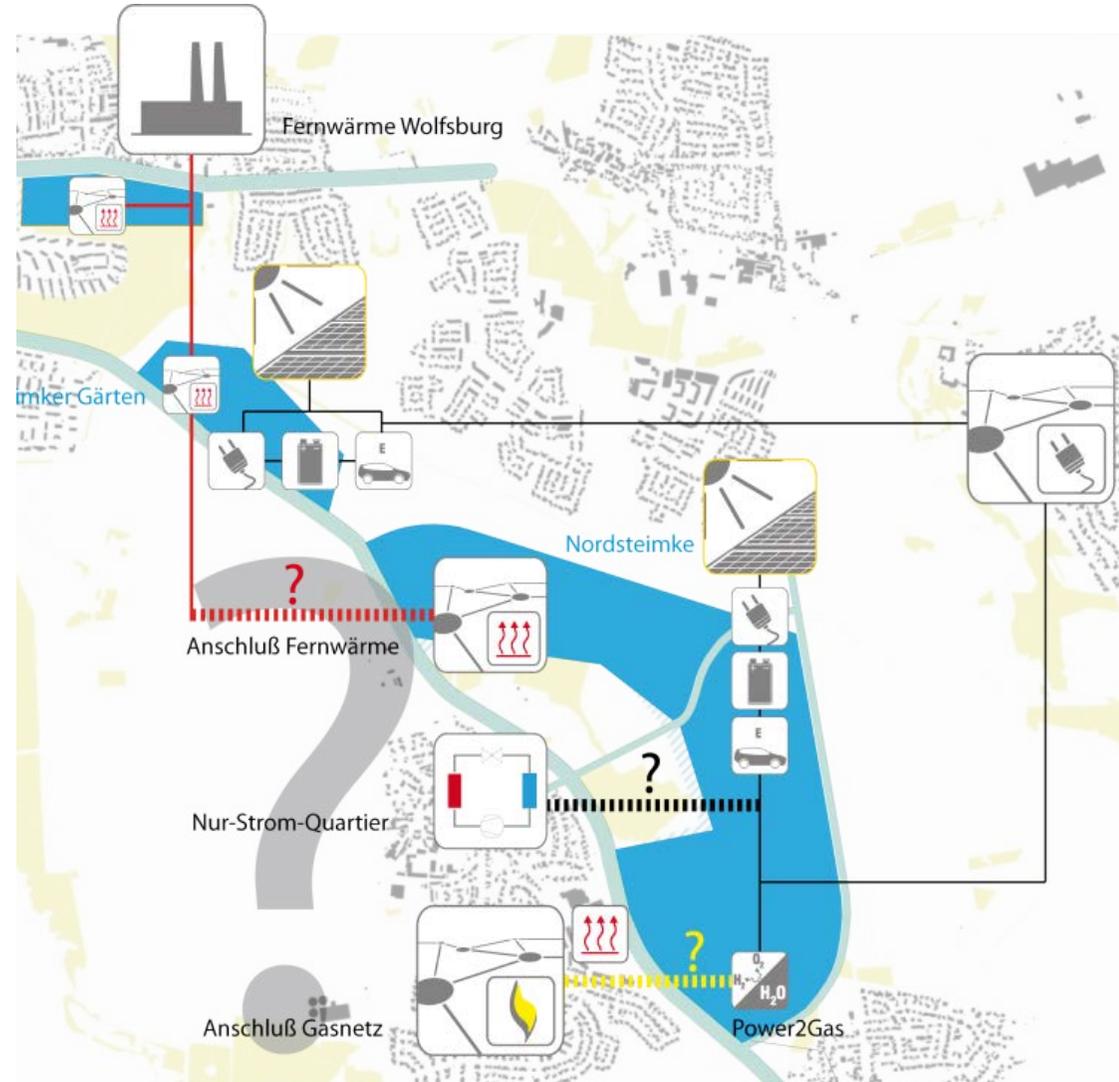
Quartiere

- 1 Hellwinkel
- 2 Hellwinkel (750 WE)
- 3 Reislingen
- 4 Steimker Berg
- 5 Steimker Gärten (1.250 WE)
- 6 Nordsteimke
- 7 Nordsteimke-Hehlingen (3.700 WE)

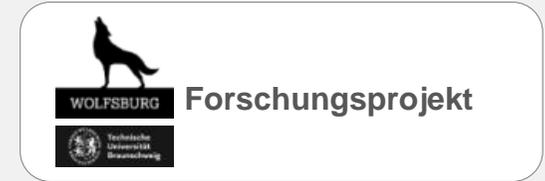
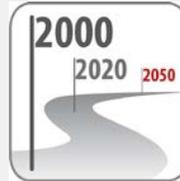


Szenarien für eine systemisch vernetzte und (nahezu) CO₂-neutrale Energieversorgung

- maximaler regenerativer Deckungsanteil
- hoher Eigenstromnutzungsanteil
- Vernetzung von Bestand und Neubauquartiere
- Sektorkopplung Wärme – Strom - Mobilität
- Optimierung der CO₂-Einsparungskosten
- Grundlagenmatrix als Entscheidungshilfe für Stadtplanung und Fachplaner



Vernetzte Quartiere für den Zukunftsraum Wolfsburg



2,4 t_{CO₂}/(EW*a)



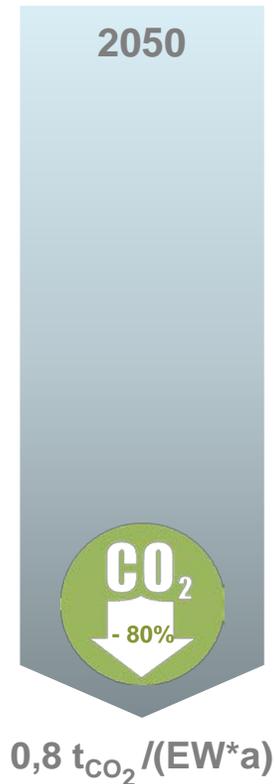
1,4 t_{CO₂}/(EW*a)

3,8 t_{CO₂}/(EW*a)

-0,8 t_{CO₂}/(EW*a)

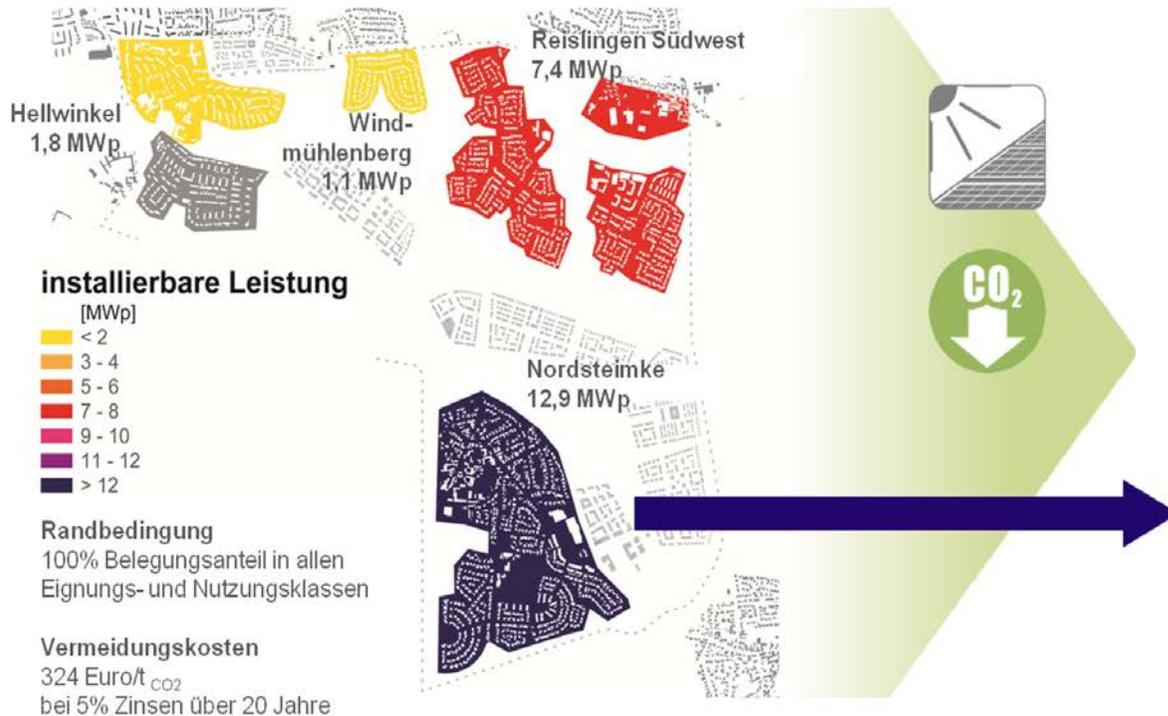
-1,5 t_{CO₂}/(EW*a)

- 3,0 t_{CO₂}/(EW*a)

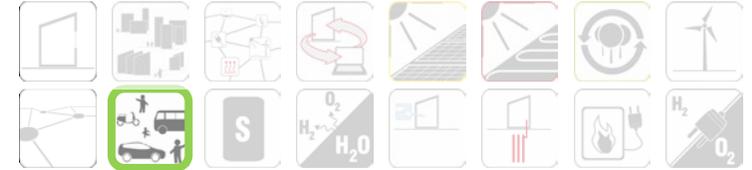


Bezugsjahr 2000, ohne Industrie

Handlungsfelder | Integration EE PV-Potenzial Dachflächen Bestand



- Maximal installierbare Leistung im Bestand
ca. 23 MW_p
- Mittleres CO₂-Einsparpotenzial
ca. 0,6 t_{CO2}/(EW a)
- Größtes CO₂-Einsparpotenzial
ca. 1,2 t_{CO2}/(EW a)



Quartier Steimker Gärten ↔ VW (Arbeitsweg 1 Person, 5 km einfach)



PKW 240 d/a; 10 km
518 kg_{CO2}/(EW a)



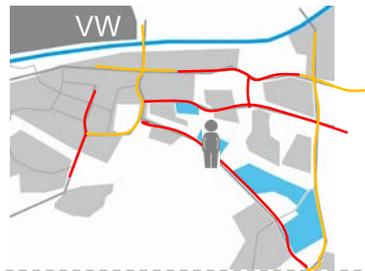
e-Mobilität 130 d/a; 10 km
72 kg_{CO2}/(EW a)



Bus 60 d/a; 10 km
57 kg_{CO2}/(EW a)



Fahrrad 50 d/a; 10 km
0 kg_{CO2}/(EW a)



518 kg_{CO2}/(EW a)



129 kg_{CO2}/(EW a)

-389 kg_{CO2}/(EW a)



Maßnahmenkombinationen Beispiel Gebäudeeffizienz und Arbeitsmobilität



4 Personen-Haushalt
Standard
8,6 t_{CO₂}/a



4 Personen-Haushalt
nahezu klimaneutral
1,5 t_{CO₂}/a



WOHNEN

EnEV 2016 - Fensterlüftung
1.060 kg_{CO₂}/(EW a)
4.240 kg_{CO₂}/a

WOHNEN
KfW 55⁺_{max} - Abluftanlage
20 kg_{CO₂}/(EW a)
80 kg_{CO₂}/a



PKW

4.825 km/(EW a)
216 g_{CO₂}/km
4.170 kg_{CO₂}/a



E-PKW
2.413 km/(EW a)
55 g_{CO₂}/km (50/50)
531 kg_{CO₂}/a



Fahrrad

1.045 km/(EW a)
4.180 km/a
0 kg_{CO₂}/km



Fahrrad
1.648 km/(EW a)
4.180 km/a
0 kg_{CO₂}/km



ÖPNV

563 km/(EW a)
95 g_{CO₂}/km
214 kg_{CO₂}/a



ÖPNV
2.373 km/(EW a)
95 g_{CO₂}/km
900 kg_{CO₂}/a





Campus TU Braunschweig
Luftbild von Süden

6 Fakultäten
140 Institute
3.600 Beschäftigte
20.000 Studierende

200 Gebäude
400.000 m² Nettogrundfläche

Campus Nord
Gebäudebestand

Campus Ost

Verbrauch **Endenergie**
Wärme 38 GWh/a
95 kWh/m²_{NGF} a

Strom 33 GWh/a
83 kWh/m²_{NGF} a

Zentralcampus

CO₂- Emissionen
70 kg/(m²_{NGF}a)

2020 Primärenergie minus 40% (Bezug 2011)

Verbesserung von Lern- und Lebensqualität



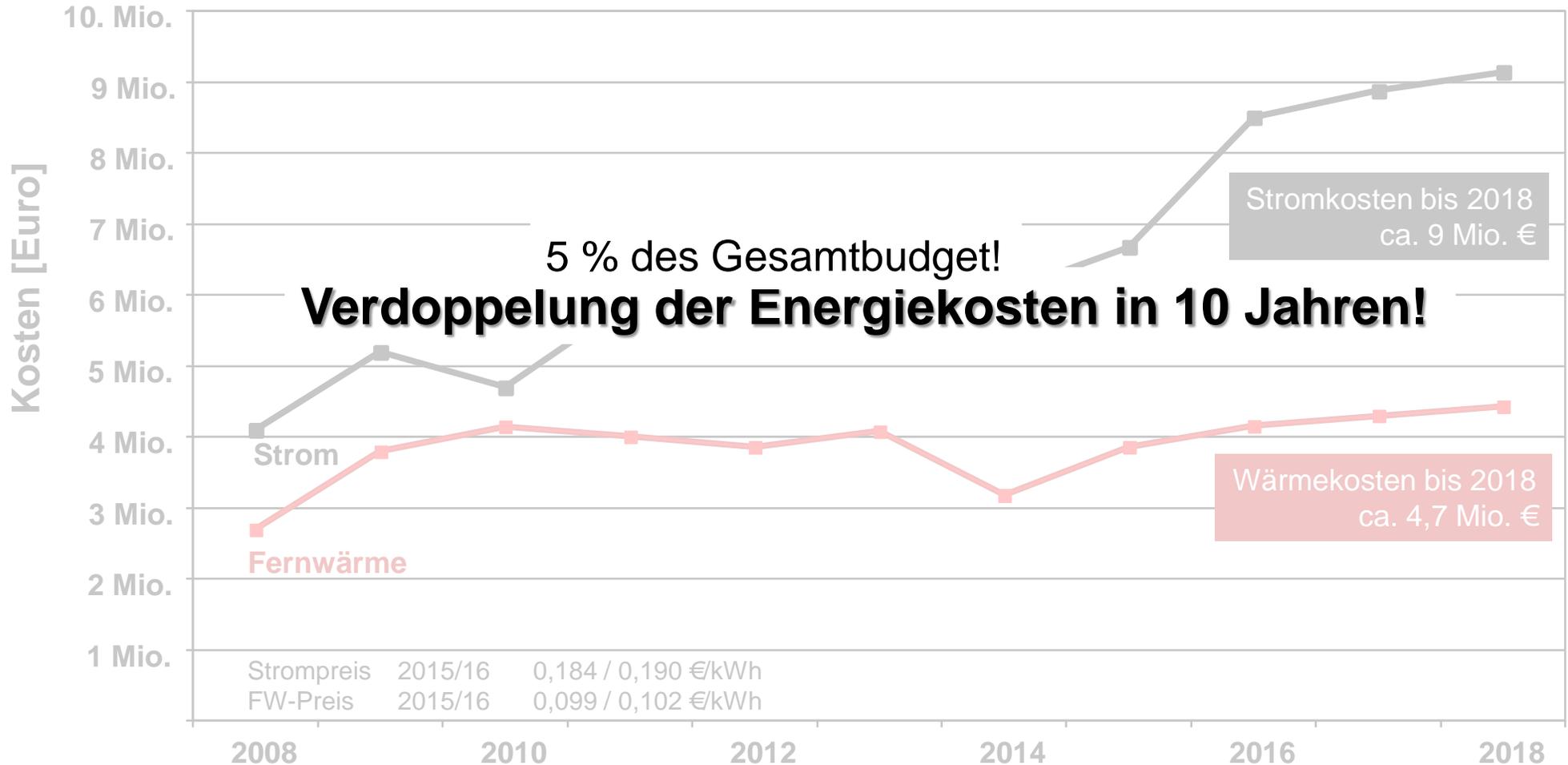
2035 klimaneutraler Campus

nahezu ausgeglichene CO₂- Bilanz

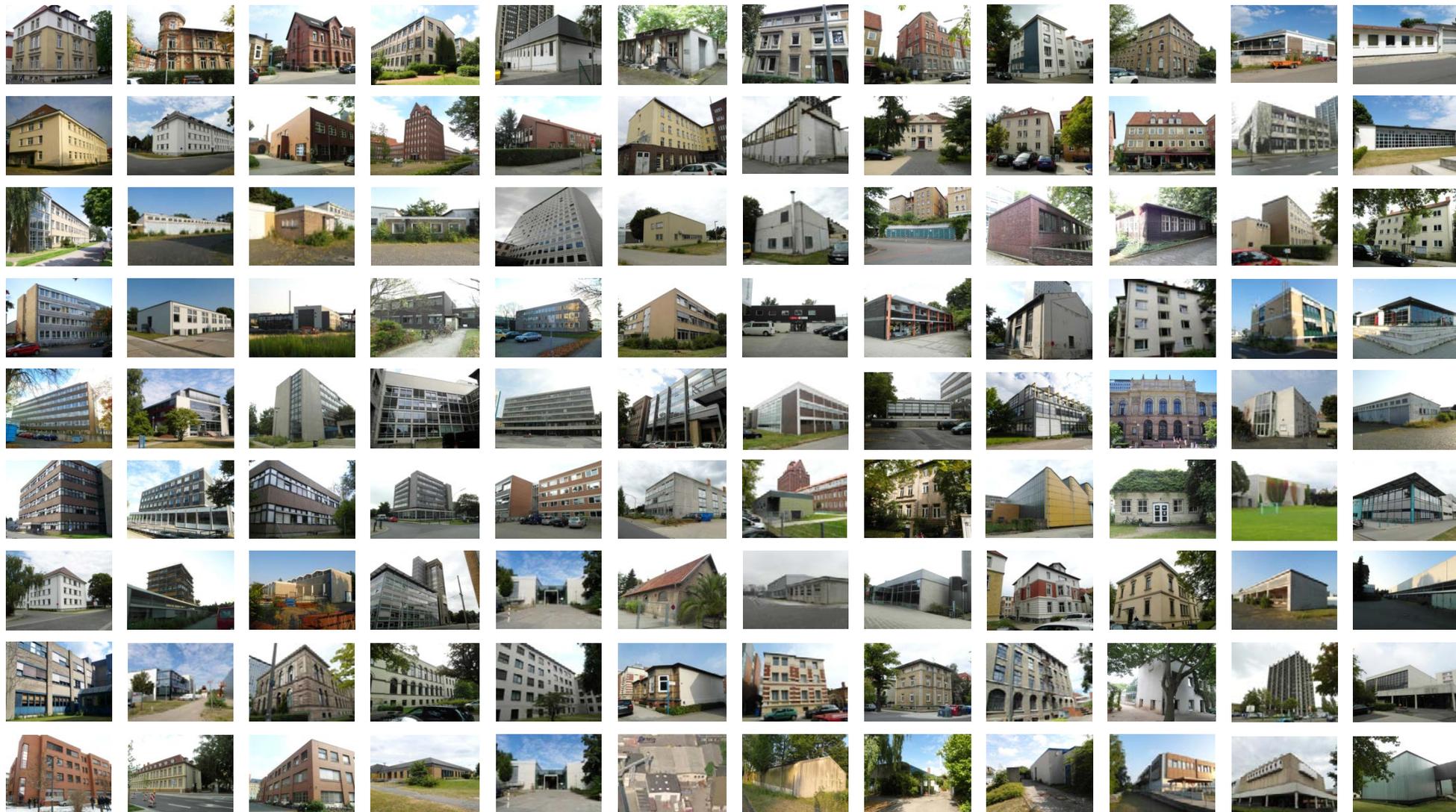


- Umsetzung Masterplan
- energetische Optimierung bis 2020
- 40% Primärenergie
- Entwicklung langfristiger Strategien
klimaneutraler Campus





EnEff Campus: *blueMAP* Ausgangssituation



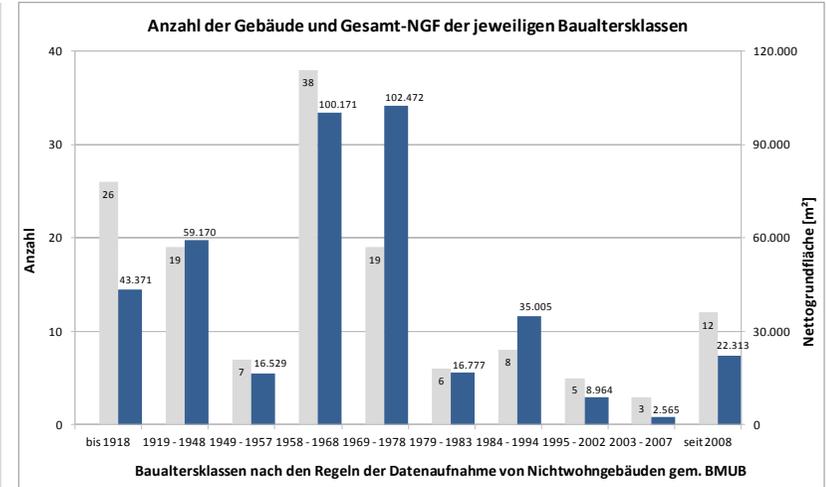
- gebäudespezifische Erfassung
gebäudespezifische Kennwerte (Flächen | Nutzung | EnEV- Nachweis)
- > 500 Mess-Stellen
- 15 Minutenwerte **Strom- und Wärmeverbrauch**
- zentral aufgeschaltetes **Energiemanagementsystem (EMS)**



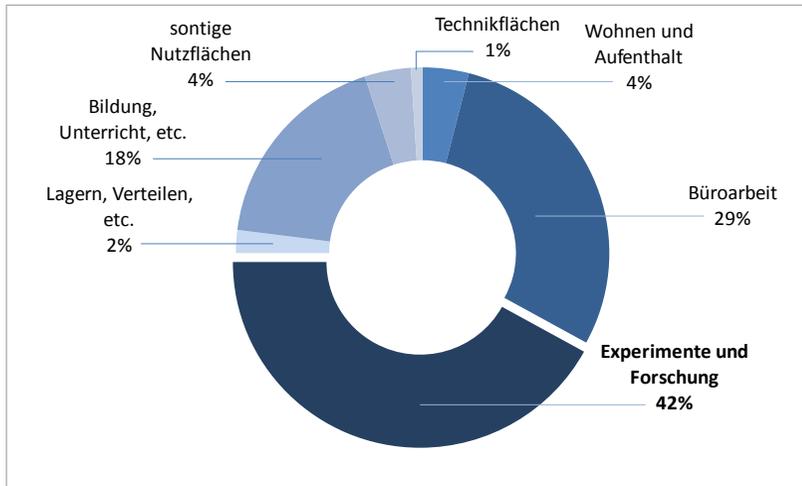
Konstruktion / Bautyp



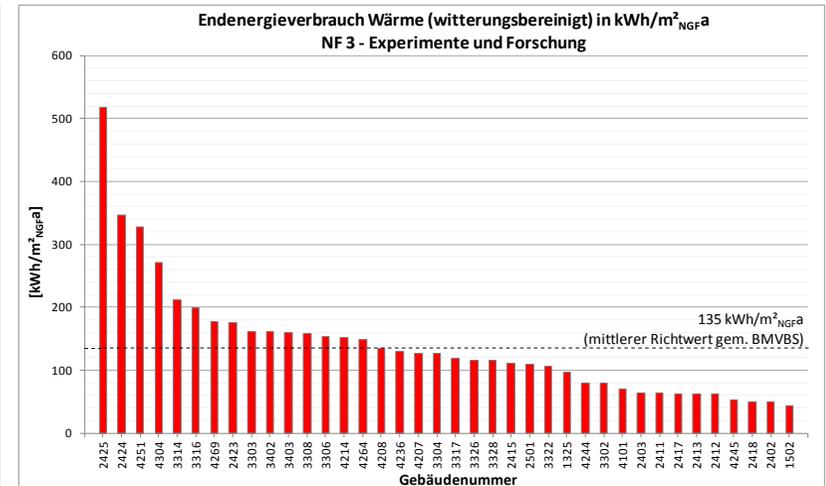
Baujahr



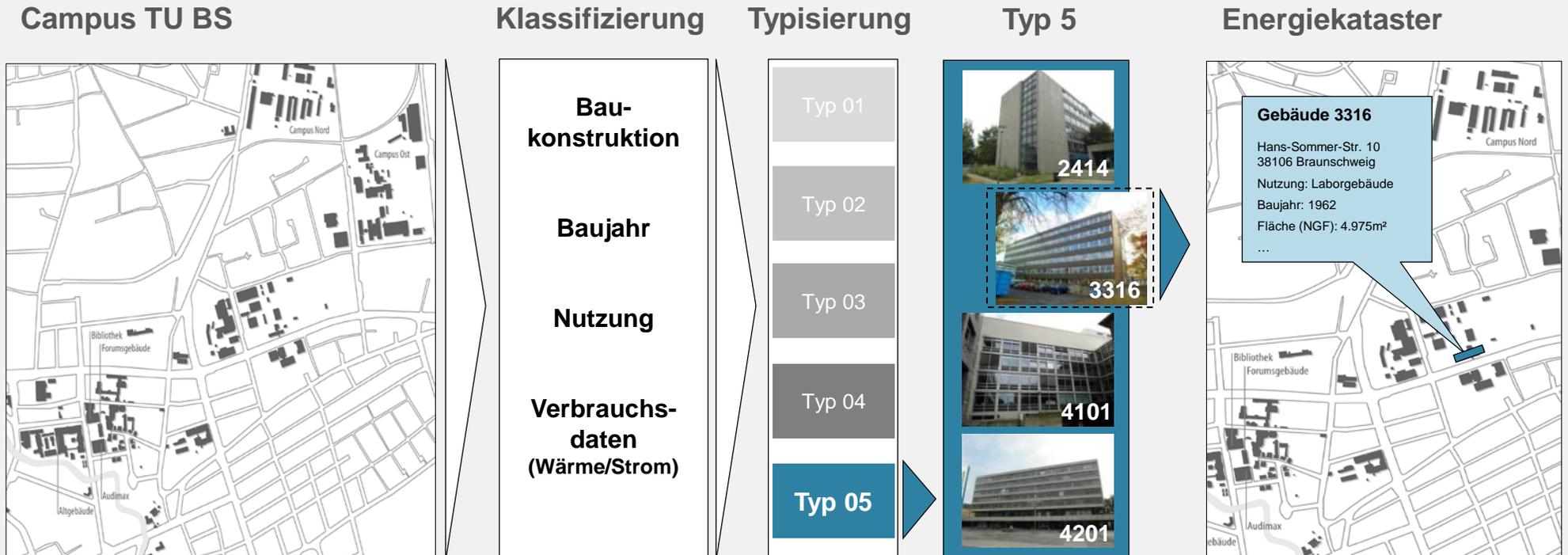
Nutzung (DIN 277-2)

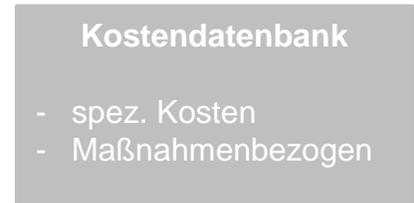
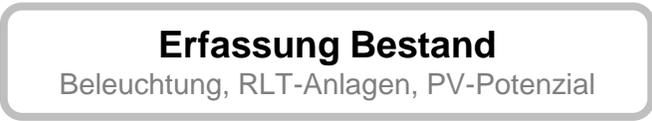
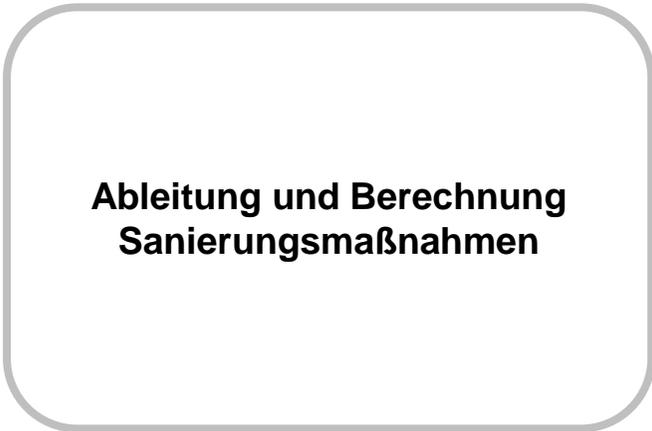
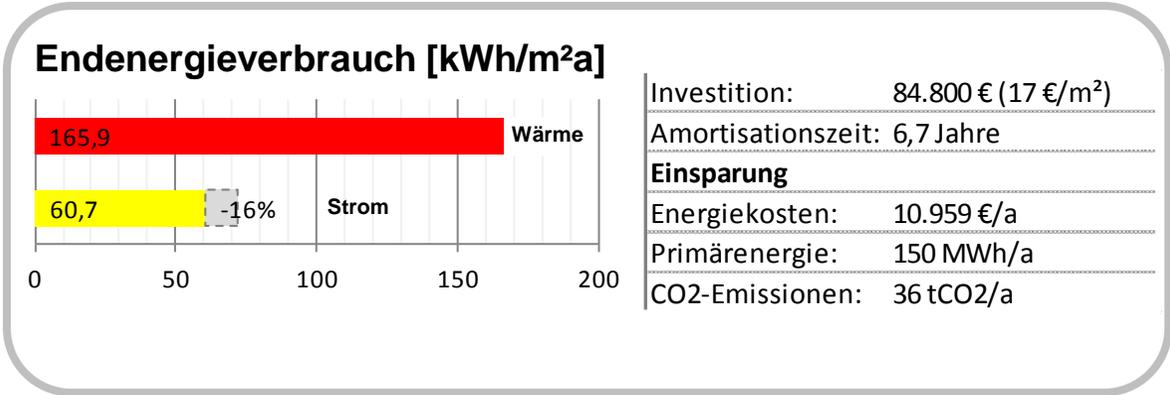
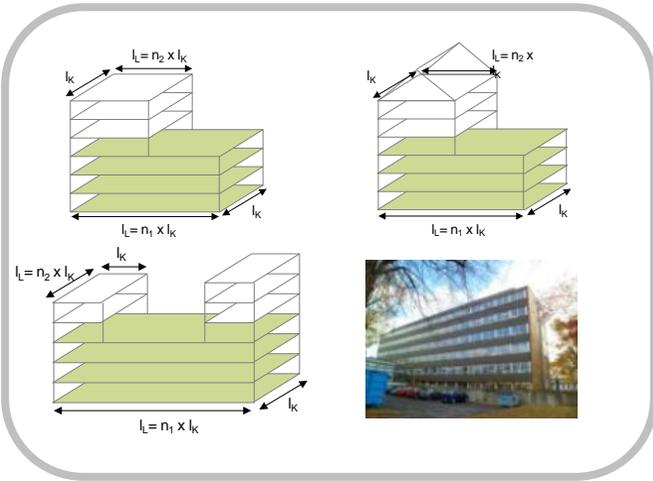


Endenergieverbrauch



Konzeptentwicklung – vom Gebäude zum Quartier





ENERGO[®] Portal

Energiemanagement_GB_3

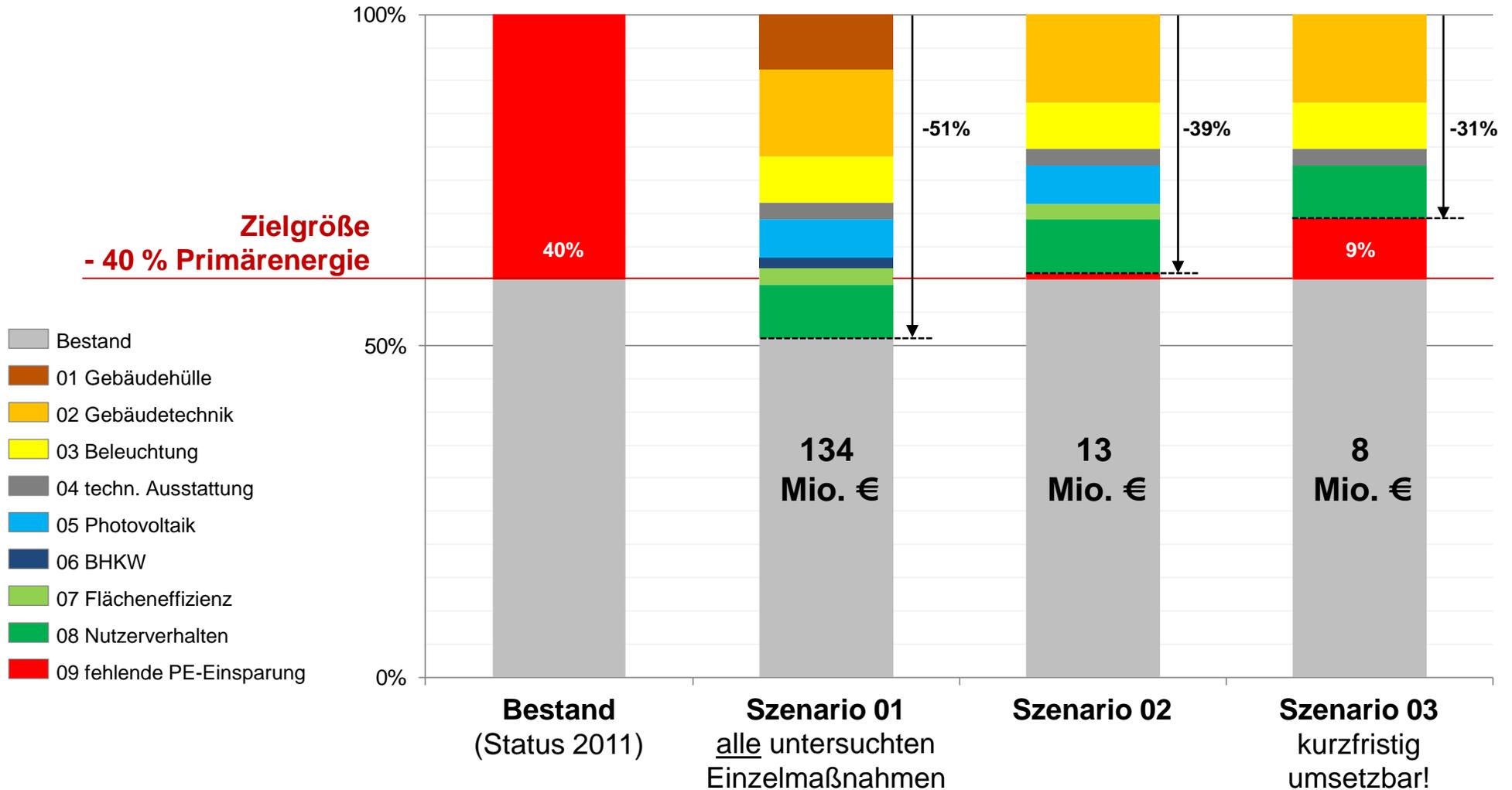
Cord Wilhina
Tel. 4313
cord.wilhina@tu-bs.de

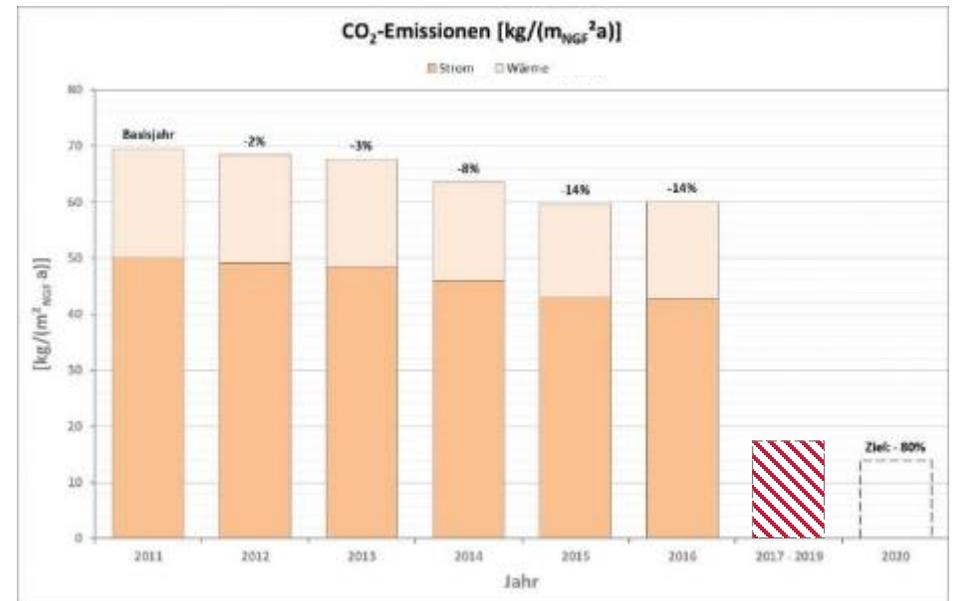
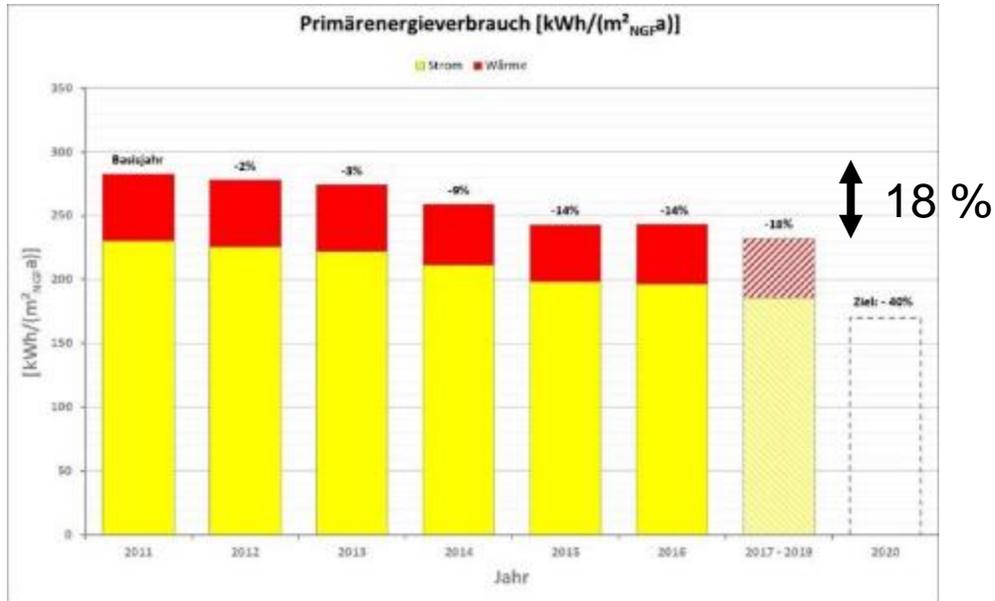
Christian Hof
Tel. 4313
christian.hof@tu-bs.de

Bernd Kuntzsch
Tel. 4408
bernd.kuntzsch@tu-bs.de

ENERGO+

EnEff Campus: *blueMAP* Szenarien | - 40 % Primärenergiereduzierung





Berücksichtigung Strom 100% erneuerbar

**TU- BS ist Vorreiter Quartiers-Sanierung!
Wir schaffen unser Ziel 2020 (40%) nicht!**

Wir müssen die Umsetzung von Maßnahmen erheblich beschleunigen!

→ Start Umsetzung: 2018 /19



I - 04/16



bewilligt am 13.06.17

II - 11/16



bewilligt am 11.09.17

III - 04/17



Dachflächen	9
PV-Leistung	615 kW _p
Investition	1,43 Mio. €
Förderung	50 %
Amortisation:	< 7 Jahre

Einsparung

Strom	587 MWh/a
Kosten	111.500 EUR/a
Primärenergie	1.525 MWh/a
CO ₂ -Emission	357 t/a

Dachflächenanalyse Campus gesamt

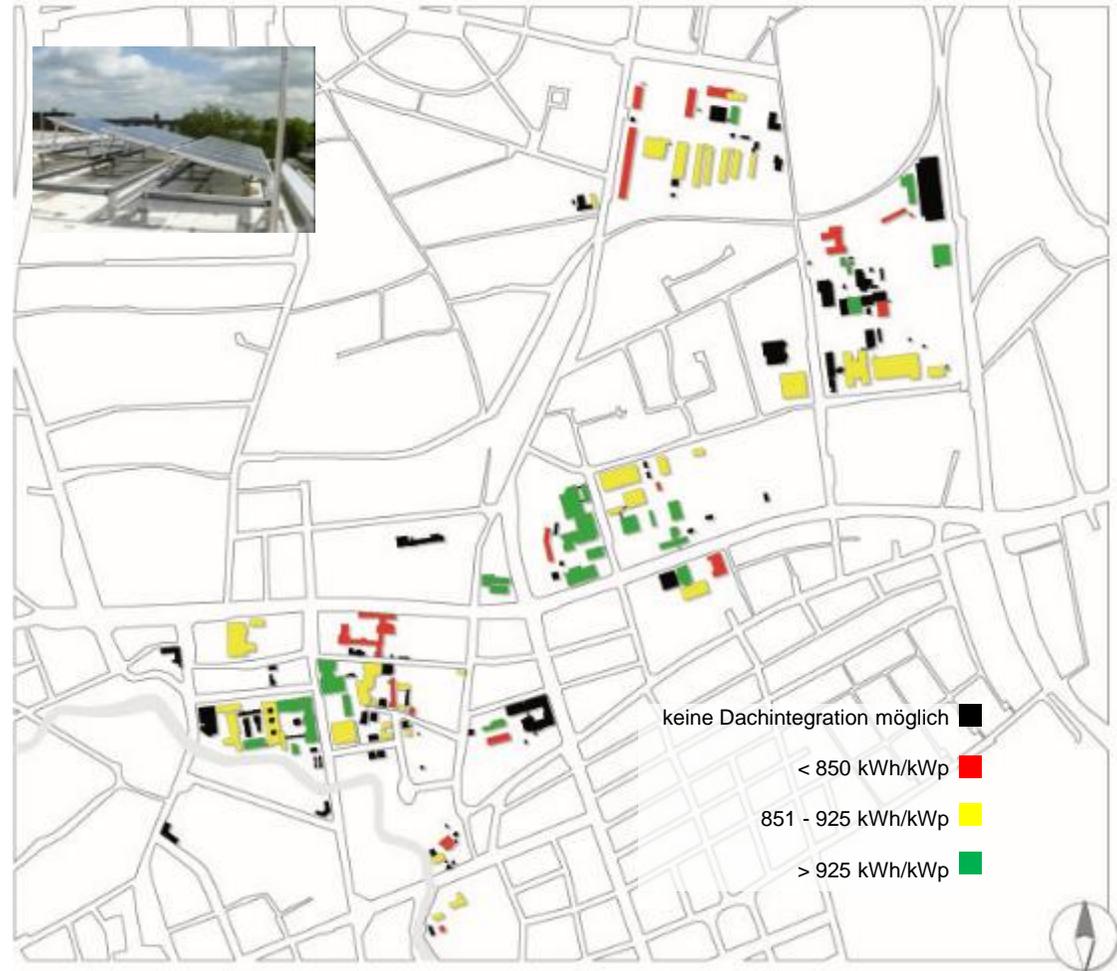
PV relevante Dachflächen: 100.000 m²
PV-Fläche: 20.000 m²

Potenzial PV ca. 3.000 kW_p

Investitionskosten*¹): ca. 6 Mio. €
ca. 2 T €/kW_p

Ertrag gesamt : ca. 2,5 GWh/a
Einsparung: ca. 500 T€/a

Amortisationszeit: 5 bis 12 a



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

Sanierung

seit Einführung Energiekostenbudgetierung (01.01.14)

- Abgleich mit Bauunterhaltungsliste GB3
- Ergänzende Identifikation über Gebäudelastgänge (ENerGO+)
- Integration in den Gebäudesteckbriefen

Neubauten

Errichtete und geplante Neubauten seit 2011

- Übersichtskarte
- Kenndaten
- Steckbriefe

<https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/eneffcampus2/umsetzung>



Technische
Universität
Braunschweig

institut für
gebäude- und s



Impressum
Datenschutz
LogIn
Schnellzugriff

Institute	Maßnahmen																
Institut für Gebäude- und Solartechnik	Übersicht der Maßnahmen																
Forschung																	
EnEff Campus II	3. Photovoltaik																
Umsetzung	Integration von Photovoltaik auf den Dachflächen der TU-Gebäude zur Eigenstromerzeugung.																
Maßnahmen	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td colspan="2">Einsparungen</td> <td rowspan="5" style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Strom:</td> <td>386 MWh/a</td> </tr> <tr> <td>Wärme:</td> <td>- MWh/a</td> </tr> <tr> <td>Energiekosten:</td> <td>73.268 €/a</td> </tr> <tr> <td>Primärenergie:</td> <td>1.003 MWh/a</td> </tr> <tr> <td>CO2-Emissionen:</td> <td>235 t/a</td> </tr> <tr> <td>Investition:</td> <td>1.06 Mio.€</td> <td></td> </tr> </table>	Einsparungen			Strom:	386 MWh/a	Wärme:	- MWh/a	Energiekosten:	73.268 €/a	Primärenergie:	1.003 MWh/a	CO2-Emissionen:	235 t/a	Investition:	1.06 Mio.€	
Einsparungen																	
Strom:	386 MWh/a																
Wärme:	- MWh/a																
Energiekosten:	73.268 €/a																
Primärenergie:	1.003 MWh/a																
CO2-Emissionen:	235 t/a																
Investition:	1.06 Mio.€																
Entwicklung Projektziel	<ul style="list-style-type: none"> <li style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+ 2410 Installation PV-Anlage <li style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">+ 3302 Installation PV-Anlage <li style="background-color: #0070c0; color: white; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">- 3210 Installation PV-Anlage 																
Neubauten	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>3210 BRICS</td> <td></td> <td rowspan="3" style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Nutzung:</td> <td>Institutsgebäude V</td> </tr> <tr> <td>Baujahr:</td> <td>2016</td> </tr> <tr> <td>Fläche (NGF):</td> <td>6.384 m²</td> <td></td> </tr> </table>	3210 BRICS			Nutzung:	Institutsgebäude V	Baujahr:	2016	Fläche (NGF):	6.384 m²							
3210 BRICS																	
Nutzung:	Institutsgebäude V																
Baujahr:	2016																
Fläche (NGF):	6.384 m²																

Interaktive Campuskarte

- Dokumentation
- Information
- Transparenz

<https://www.tu-braunschweig.de/igs/forschung/eneffcampus2/interaktivecampuskarte>

Technische Universität Braunschweig

institut für gebäude- und solartechnik IGS

Impressum | Datenschutz | Login | Schnellzugriff | Schnellsuche

Institute

- Institut für Gebäude- und Solartechnik

Forschung

- EnEff Campus II
- Projektziel
- Schwerpunktthema I
- Schwerpunktthema II
- Interaktive Campuskarte**
- Umsetzung
- Veröffentlichungen

Interaktive Campuskarte TU Braunschweig

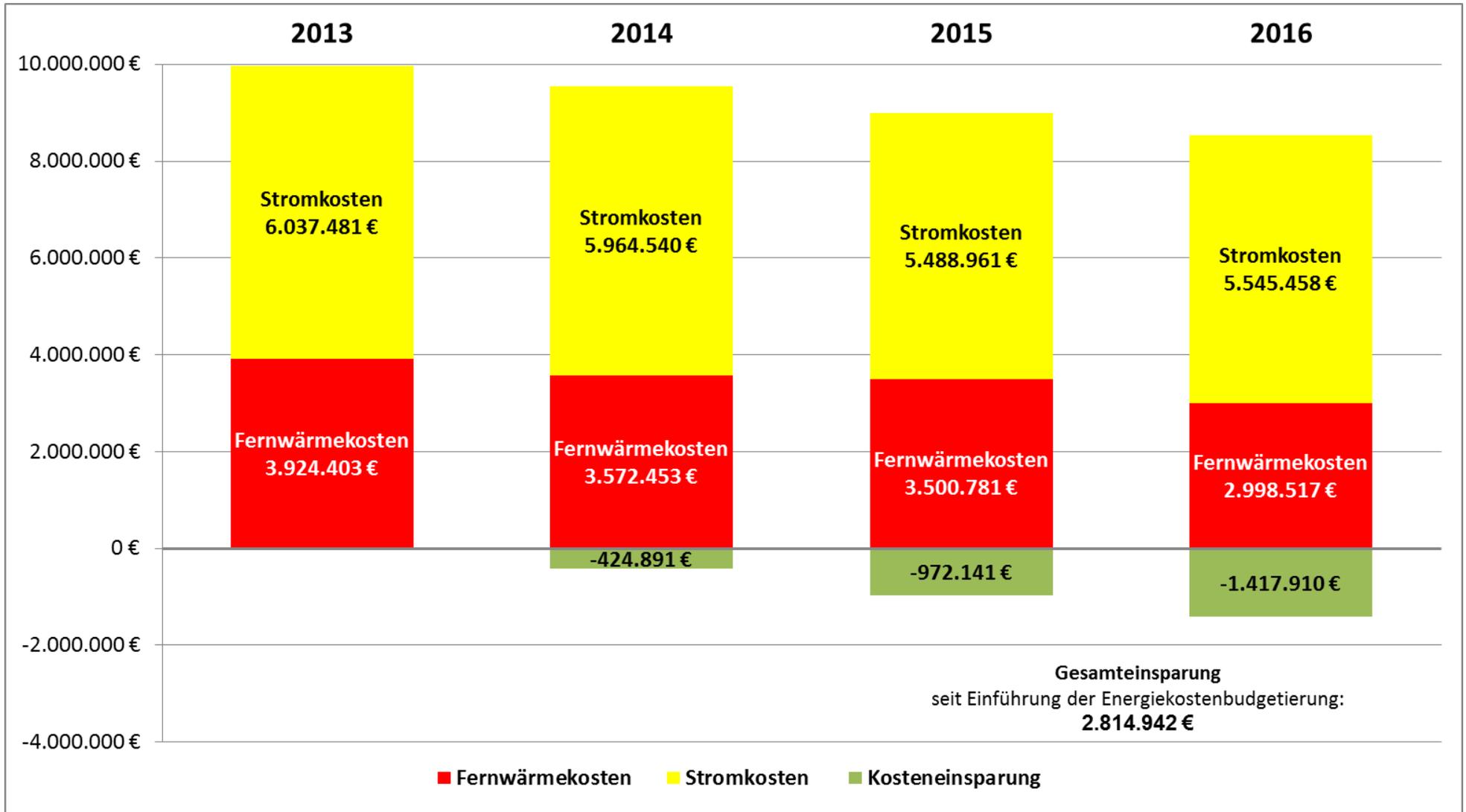
Legende

Gebäude

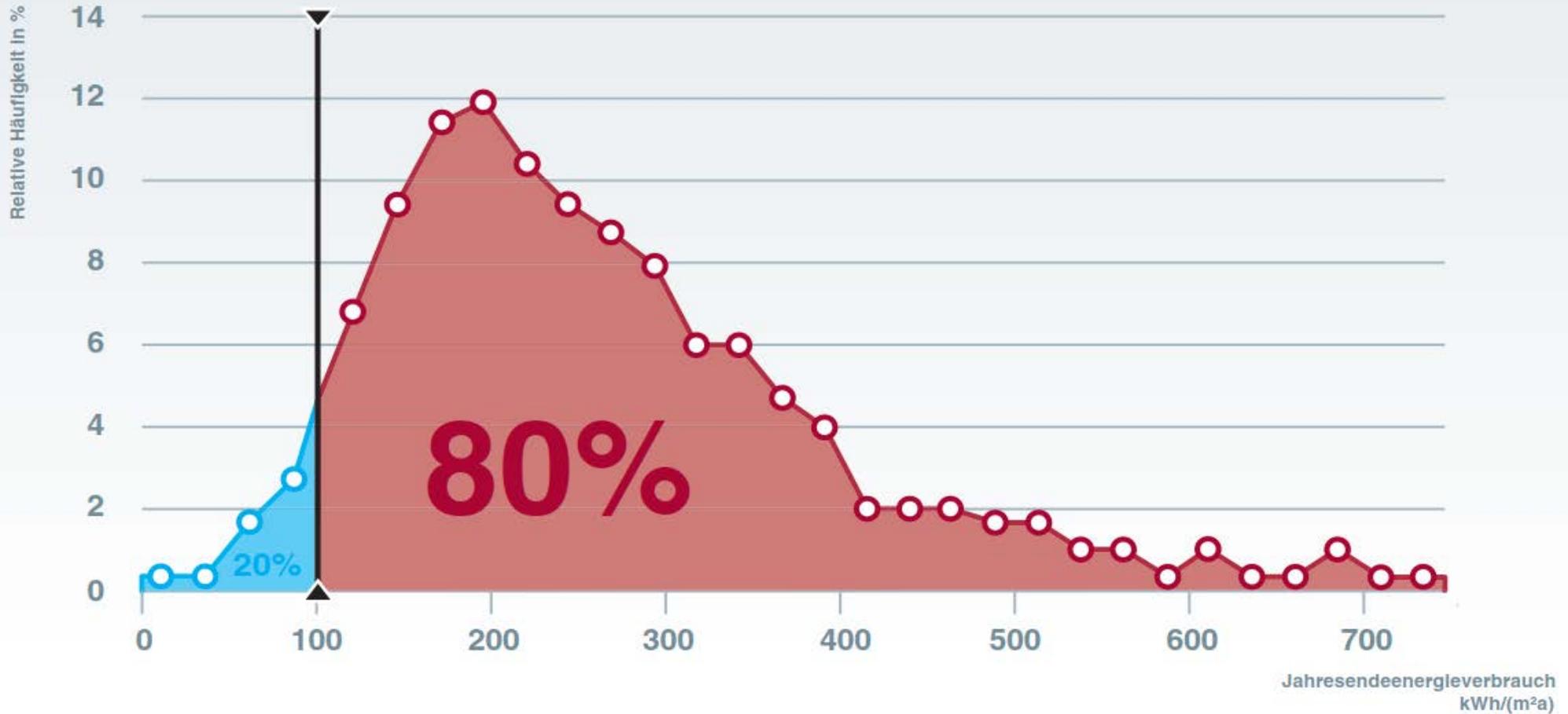
- Zentralcampus
- Campus Nord
- Campus Ost (Beethovenstraße)
- Campus Ost (Langer Kamp)
- Campus Forschungsflyghafen

Maßnahmen

- Gebäudehülle
- RLT-Anlagen
- Beleuchtung
- Technische Ausstattung

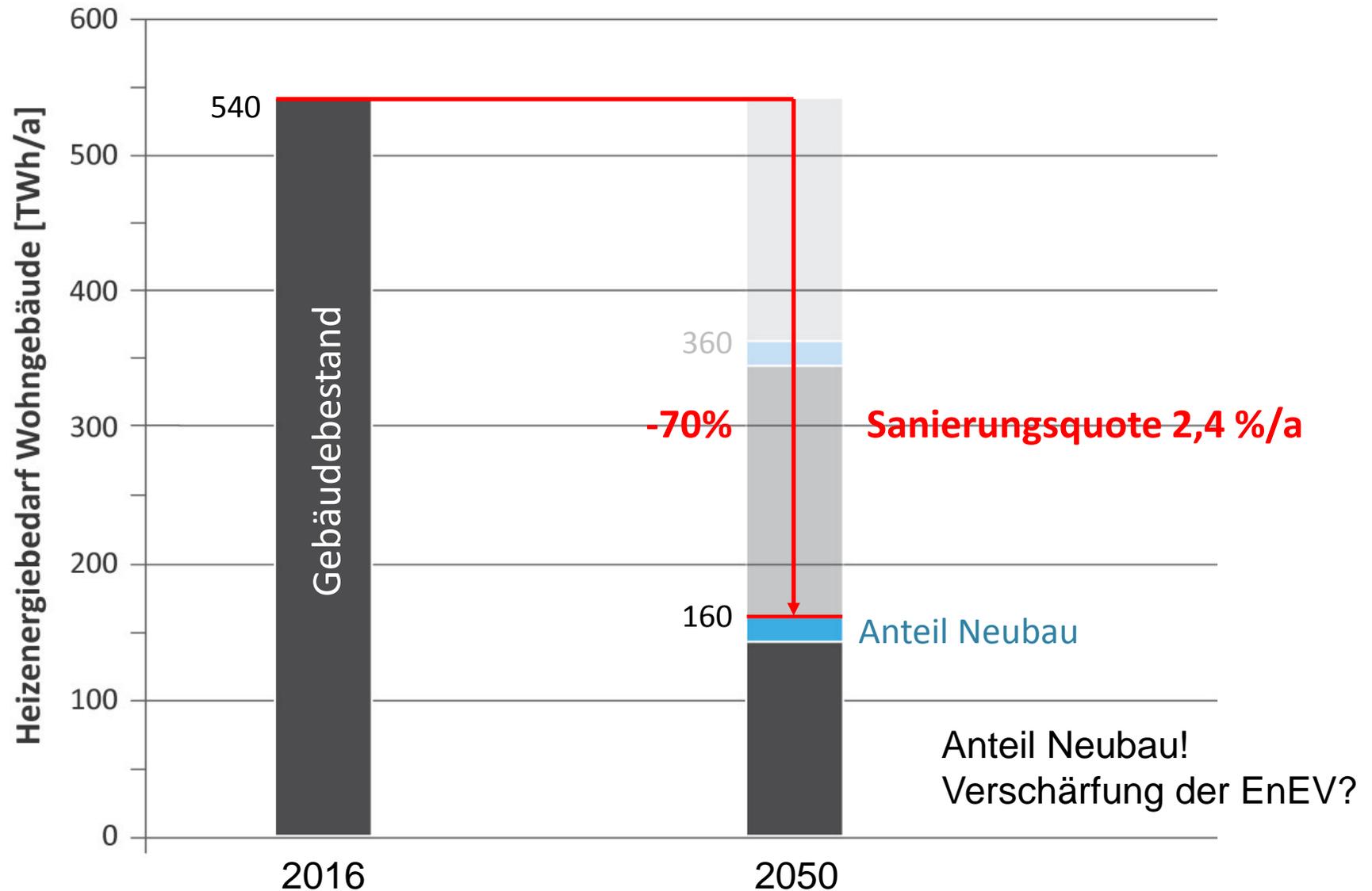


Energieeffizienz Wohngebäude - Istzustand!



Quelle: Forschungszentrum Jülich

Beitrag der Gebäude?



EnergiePLUS – Klimaneutral im Bestand Frankfurt, Riederwald , ABG



Klimaneutral im Bestand nach Sanierung



Klimaneutral ist **nicht kostenlos!**

Geringste Baumehrkosten Gebäudehülle
EnEV 2016 und PV + Wärmepumpe

ca. 225 – 300 €/m²_{NGF} - EFH, Neubau

bis

ca. 350 – 500 €/m²_{NGF} - MFH, Bestand

Wir brauchen mittelfristig eine Neuausrichtung!

„Gebäude- Energie- / Klimaschutz- Gesetz“

Nicht weil es schwer ist wagen wir es nicht,
sondern
weil wir es nicht wagen ist es schwer!



Vielen Dank