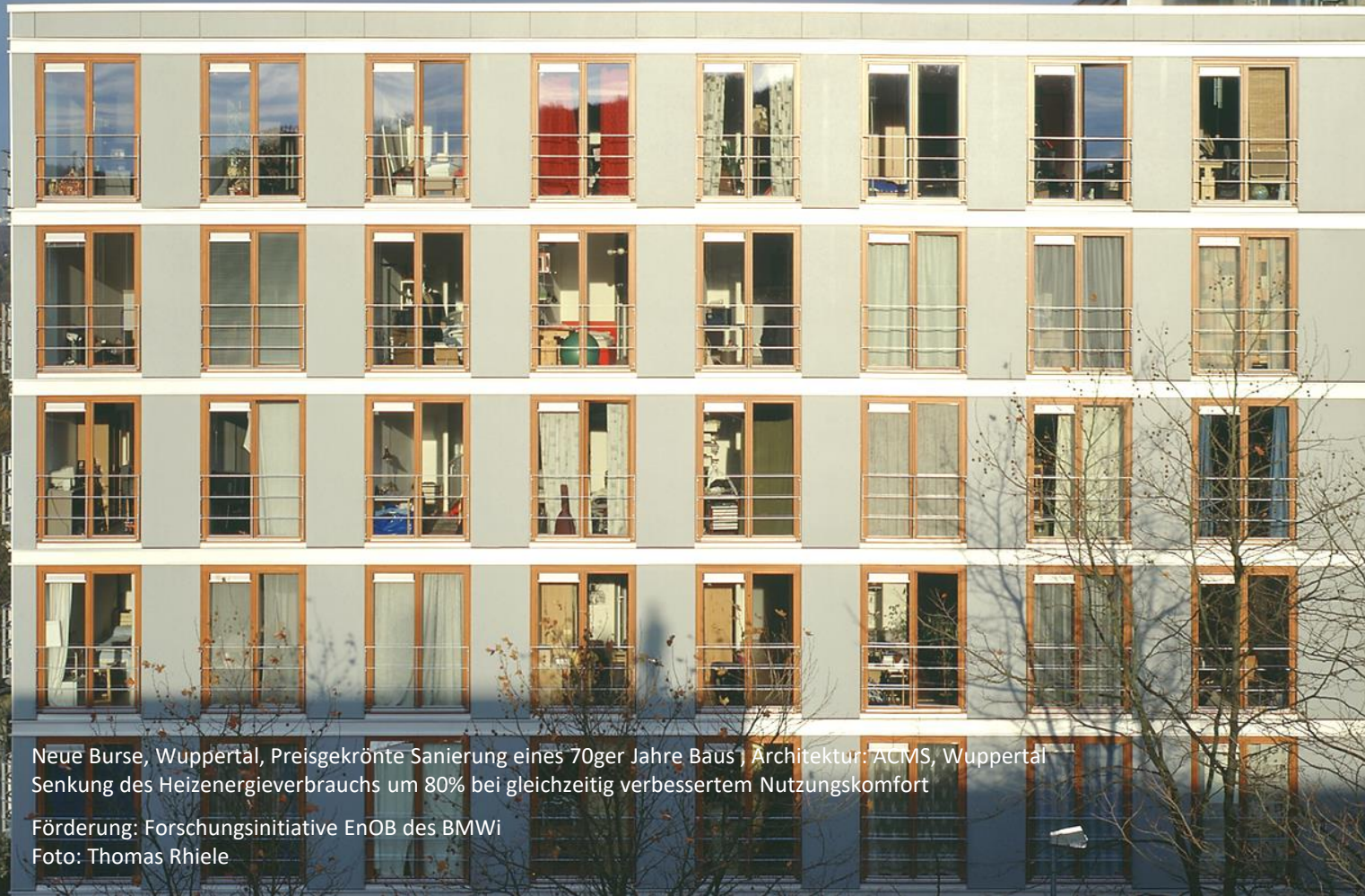


Energiewende – Gebäude als Kraftwerke

Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss, Universität Wuppertal

Fakultät für Architektur und Bauingenieurwesen

www.btga.uni-wuppertal.de



Neue Burse, Wuppertal, Preisgekrönte Sanierung eines 70er Jahre Baus | Architektur: ACMS, Wuppertal
Senkung des Heizenergieverbrauchs um 80% bei gleichzeitig verbessertem Nutzungskomfort

Förderung: Forschungsinitiative EnOB des BMWi

Foto: Thomas Riele

Die Schwebebahn: E-Mobility Baujahr 1900

International Design Award 2017

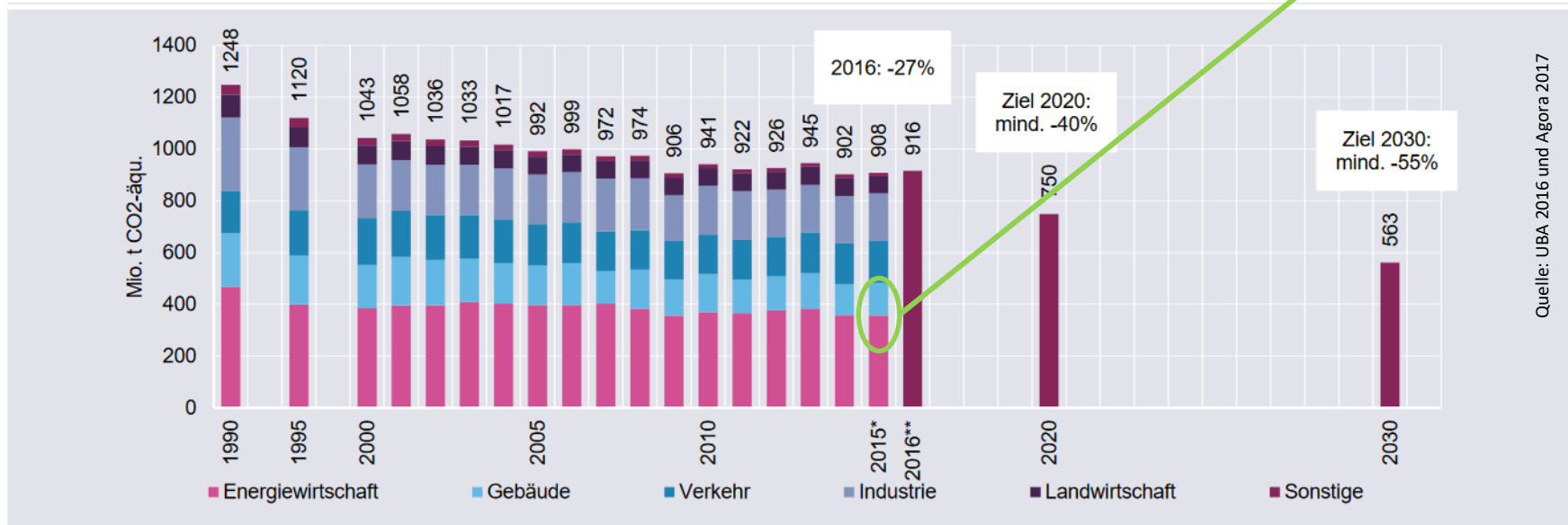


Die Bedeutung der Gebäude

30% der Klimagasemissionen sind direkt oder indirekt Gebäuden zuzuordnen. Maßnahmen sind bekannt, die Machbarkeit ist demonstriert. Größte Hemmnisse sind die Kosten und Wirtschaftlichkeit, **wenn Klimaschutz monetär keinen Wert hat.**

Zuordnung der CO ₂ -Emissionen	Nichtwohngebäude (in %)		Wohngebäude (in %)	Summe (in %)
	Industrie	GHD	Haushalte	
Direkt am Gebäude	1,2	4,6	11,6	17,4
Indirekt durch Strom oder Wärmenetze	1,7	6,6	3,8	12,1
Summe	2,9	11,2	15,4	29,5

Quelle: BMWi auf Basis der AGEb Daten 2011

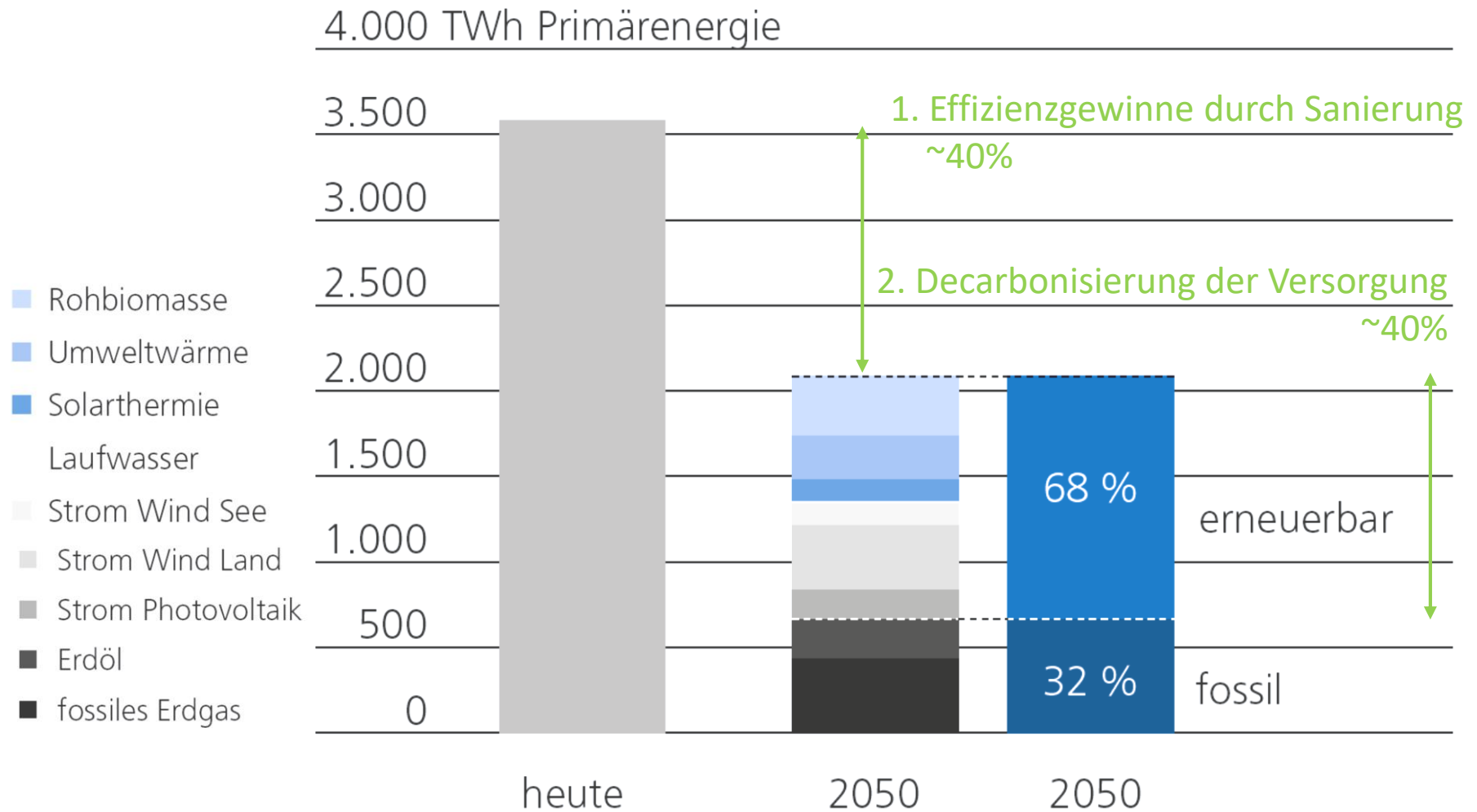


Energieeffizienz- strategie Gebäude

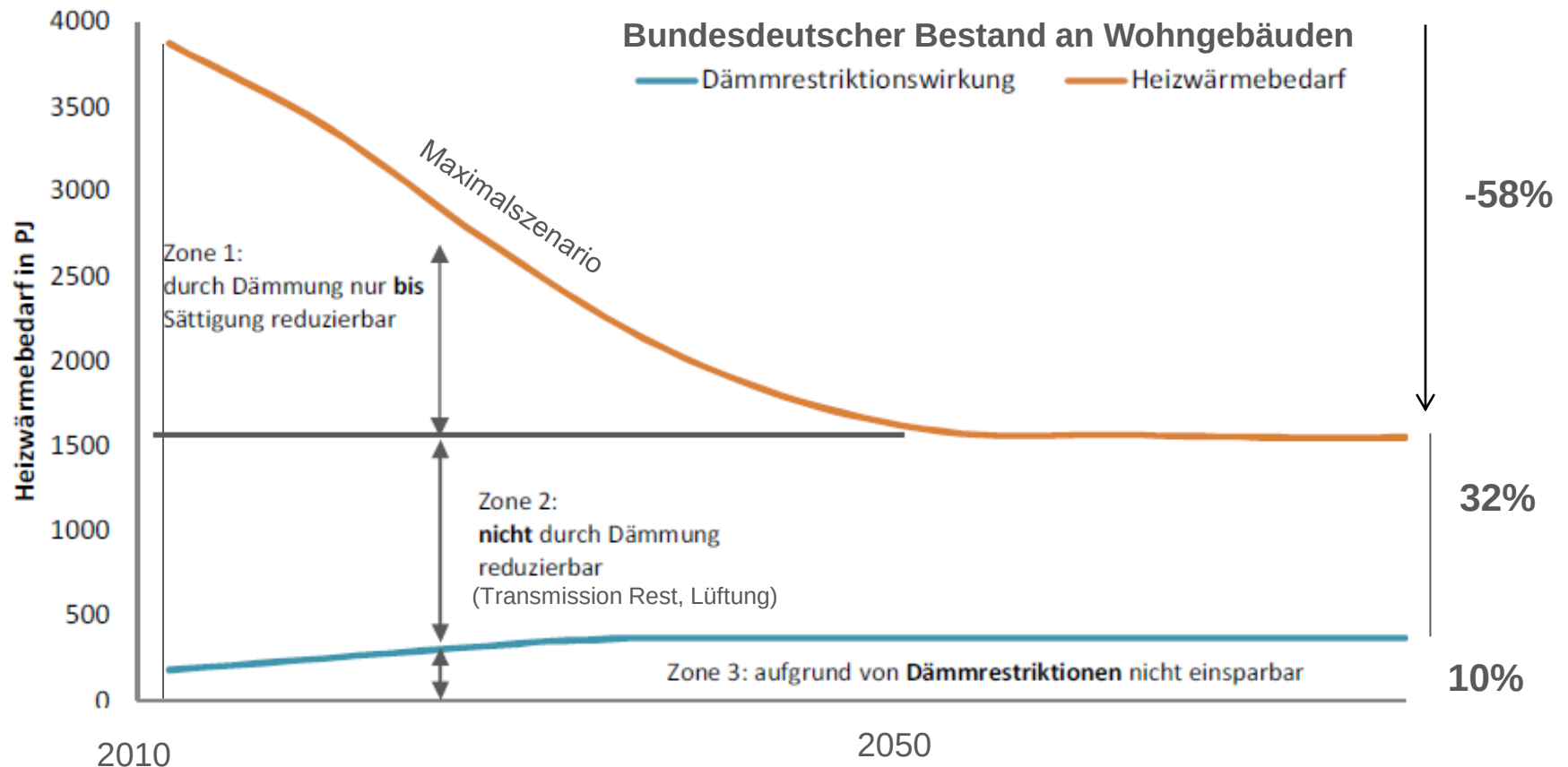
Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand



Strategien vom Ziel her entwickeln -80% CO₂



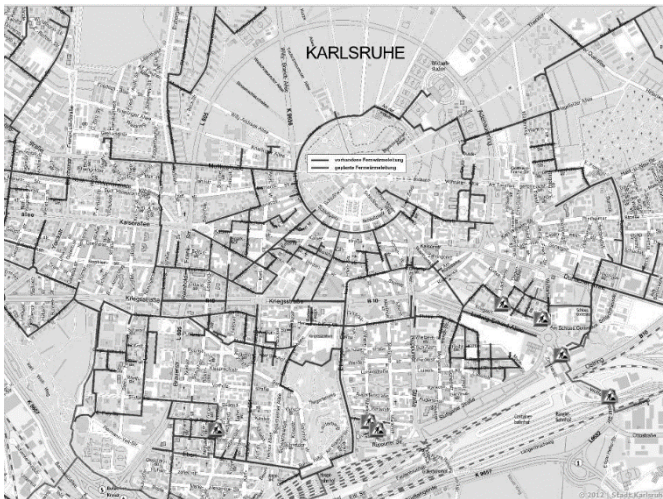
Effizienzpotenziale Beispiel Heizwärme



Decarbonisierung

Neben dem dominanten Einsatz von Wasserkraft, Windkraft und Solarenergie zur Stromerzeugung für Gebäude und Netze wird die Verbrennung fossiler Energieträger in Gebäuden durch Wärmepumpen und Wärmenetze abgelöst.

Wärmenetze



Quelle: www.stadtwerke-karlsruhe.de

Überwiegend KWK mit

- Biomasse, Biogas
- Power to Gas
- Müll,...

Wärmepumpe reversibel

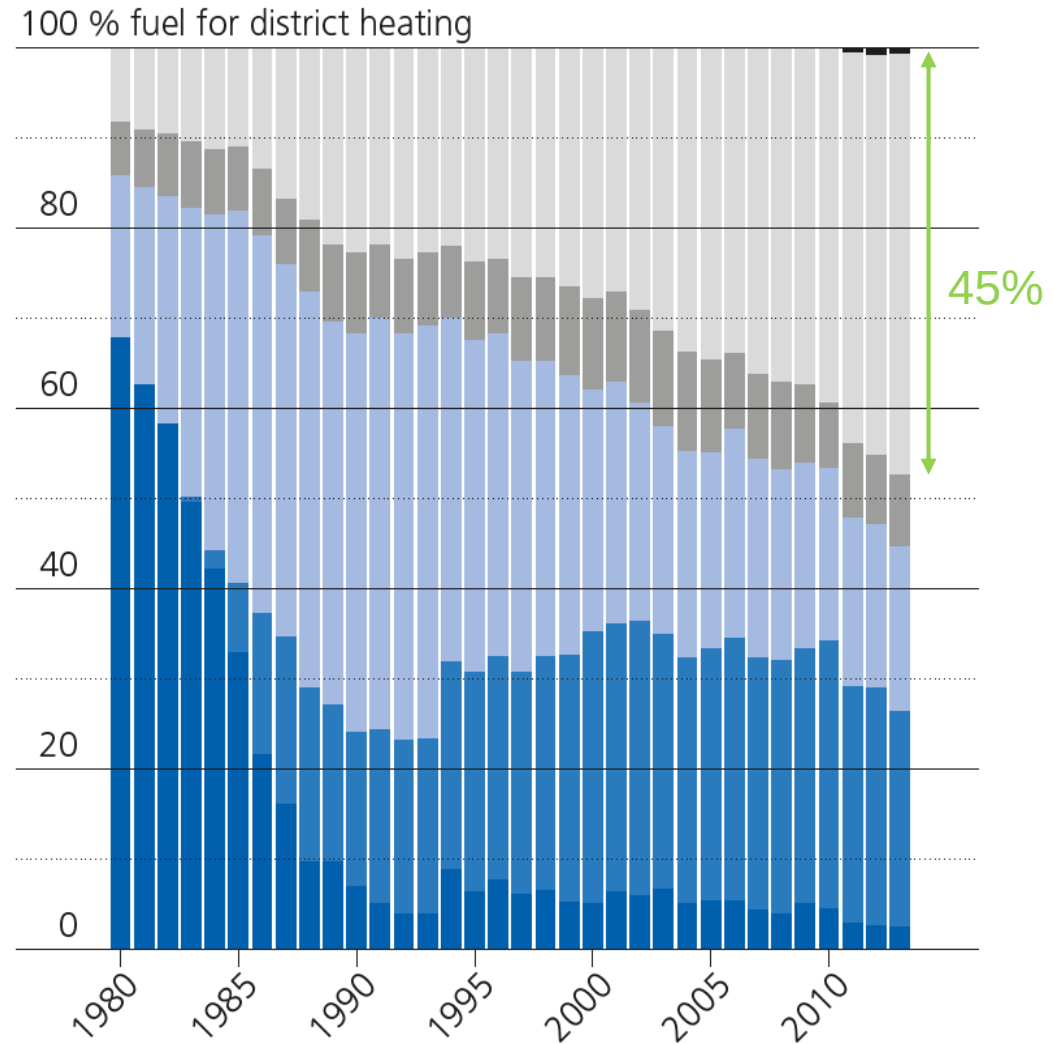


Betrieb mit überwiegend CO₂-neutral erzeugten Strom. Ohne ein – auch im Winter - grünes Netz nicht zielführend.



Strategien unserer Nachbarn - Dänemark

- Gezielter Ausbau der Windkraft für die Stromerzeugung, 2014: 50%
- Wärmeversorgung der Gebäude über Netze dominiert > 60% (D: 10%), > 45% der Wärme stammt aus Erneuerbaren (D: 10%)
- Seit 2013 Verbot der Installation von Öl- und Gaskesseln im Neubau, ab 2016 keine Ersatzölkessel mehr im Bestand, wenn Fernwärme verfügbar ist.





<http://de.arcon-sunmark.com/referenzen/vojens-district-heating>

5.500 Kollektoren mit 70.000 m² Fläche und einem drucklosen 200.000 m³ Erdbecken-
speicher in einer alten Kiesgrube decken 45% des Wärmebedarfs der Stadt Vojens seit 2015

Resümee I



Die Energiewende bei den Gebäuden bedeutet,

- Konzentration auf die Wärmewende im Bestand
- Effizienz: Wärmebedarf und Temperaturniveau der Versorgung durch Wärmedämmung reduzieren
- Decarbonisierung: Umbau der Versorgung auf einen Betrieb mit erneuerbaren Energien, in Städten vorzugsweise über einen Umbau der Fernwärme

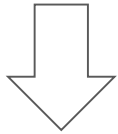


Energielandschaften

HeuteStadt

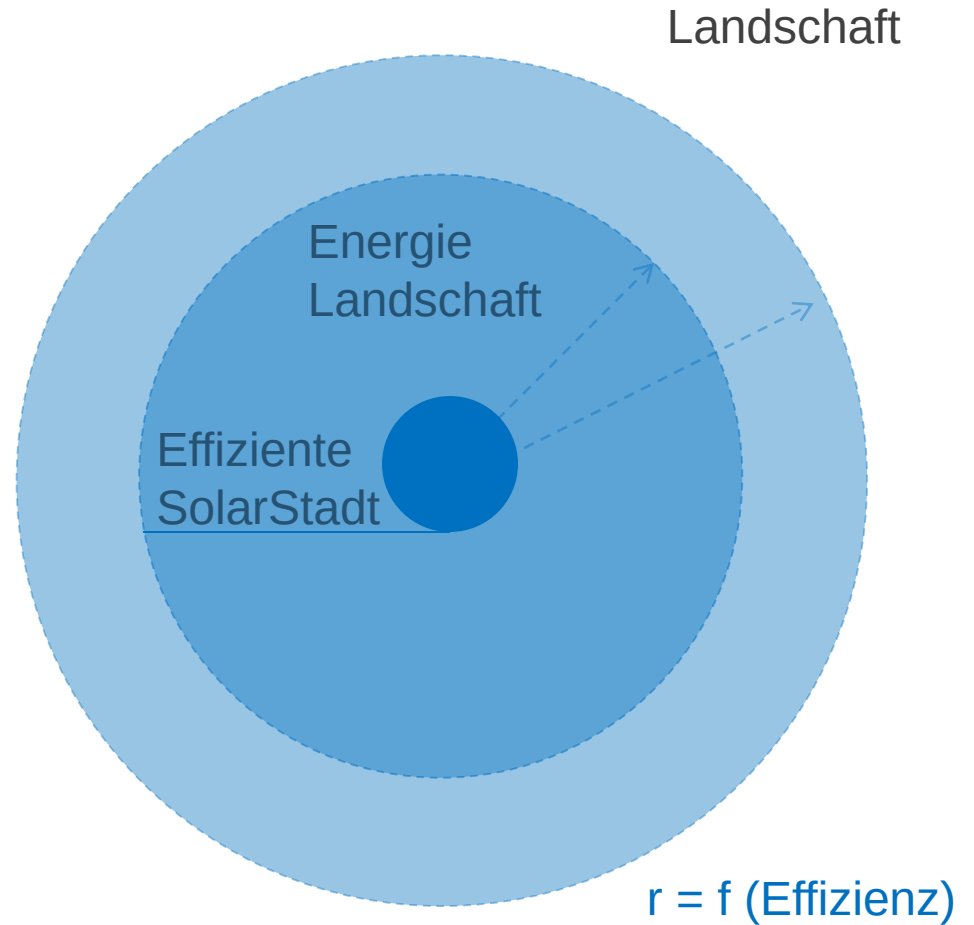
MorgenStadt

Fossile Ressourcen



Landschaft

Stadt





Holzertrag 8 m³ pro Hektar, entsprechend 22,8 MWh/ha oder 2,3 kWh/m²

http://www.wave-bioenergy.eu/html/feste_biomasse.html

Beispiel - Berliner Viertel Mohnheim

Plattenbausiedlung der ehemaligen „Neuen Heimat“, Fertigstellung 1970
11.000 Einwohner, 65 ha, Ø GFZ 0,84, Ø Wärmeverbrauch 240 kWh/m²a

Waldfläche zur Deckung des Wärmebedarfs



1213,76 ha
18,67 X

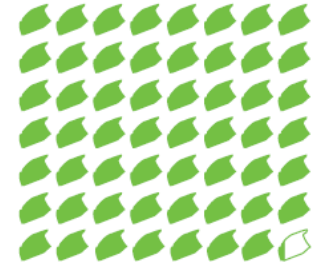
benötigte Fläche
Siedlungsfläche (1867%)



Effizienzpfad

3070,34 ha
47,2 X

benötigte Fläche
Siedlungsfläche (4724%)



Bestand

Quelle: Uni Wuppertal, A. Radouniklu



Quelle: Stadt Mohnheim

„Ein Land wird umgekrempelt“

Die deutschen Wissenschaftsakademien zeigen in einer Studie, wie die Energiewende 2.0 konkret aussähe: Tausende Quadratkilometer würden für Solar- und Windparks gebraucht. Deutschland wäre in 30 Jahren kaum wiederzuerkennen.

Die Zeit, 48/2017





Think Big: 160.000 Solarmodule, 40 MW
Huainan, China, 2017

Weitere aktuelle Großprojekte:
Umnutzung von Golfplätzen, Abdecken von Deponien,...

Flächenkonkurrenz



Um den Stromertrag einer Windkraftanlage im Binnenland mit Solarstromanlagen bereitzustellen, benötigt es einer Modulfläche in der Größe von 4 – 6 Fußballfeldern. Bei einer Küstenanlage wären es fast doppelt soviel.

**Wegen des hohen Flächenbedarfs
sind die Flächen an Gebäuden entscheidend.**

Dächer gehören der Solarenergie

Zukunftsfähig ist mehr Konsequenz!

Architekturbüro Klärle
Projekt Hof 8, Weikersheim-Schäftersheim
Europäischen Architekturpreis Energie + Architektur 2015
Foto: Brigida Gonzáles / Architekturbüro Klärle



Flächen- konkurrenz II

Lüftungsgeräte und Rückkühlwerke prägen zunehmend das Bild der Dachlandschaften vieler Nichtwohngebäude. Sie treten aber ebenso wie Solaranlagen in Architekturplänen nicht auf.

Neben der Flächenkonkurrenz, besteht auch die Chance zu Synergien zu Gunsten des Erscheinungsbilds.



Resümee II

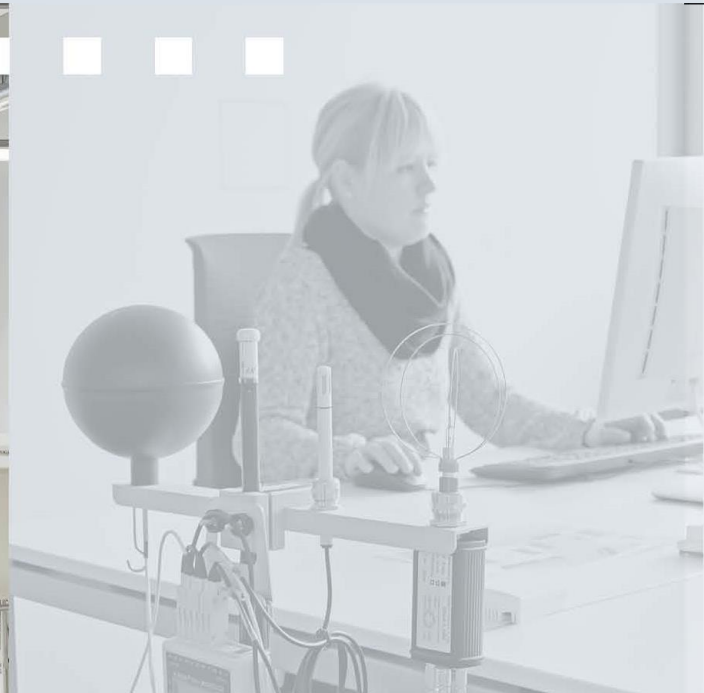
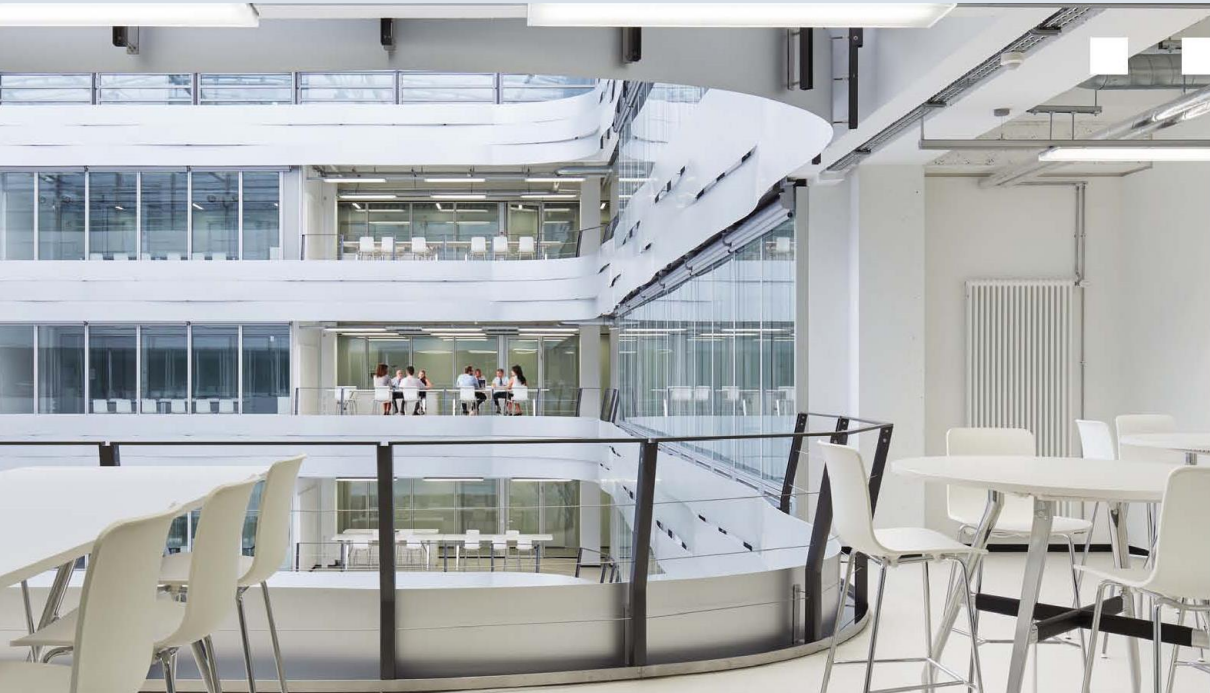


Die Veränderungen betreffen die Gebäude und die Landschaft:

- Ohne Effizienzmaßnahmen sind die Energielandschaften in Deutschland flächenmäßig nicht unterzubringen.
- Das Maß an Veränderungen im Landschaftsbild hängt vom Erfolg der Effizienzmaßnahmen ab.
- Es bedarf deutlich mehr und konsequenterer Solarenergienutzung an Gebäuden, im Bestand und im Neubau



Performance von Gebäuden



Eine Publikation der EnOB Begleitforschung

Karlsruher Institut für Technologie
Universität Wuppertal
Universität Kassel
Fraunhofer ISE

Gefördert durch:

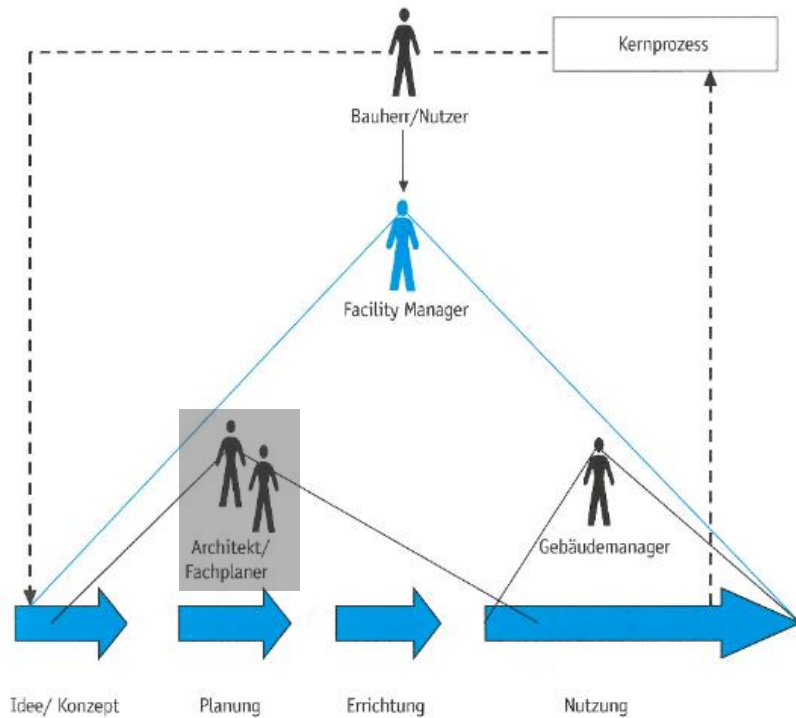


Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

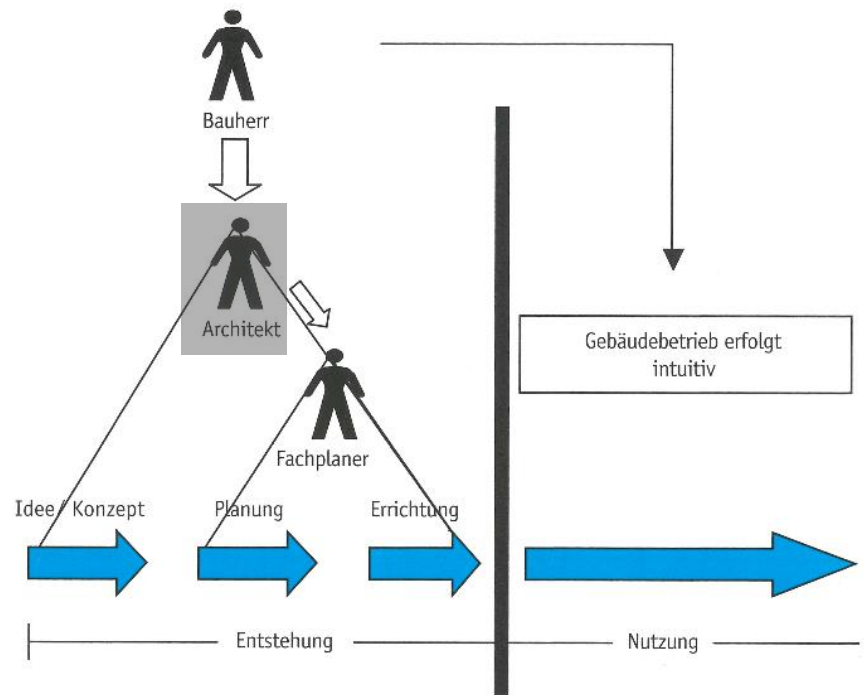
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Facility Management

Theorie



Praxis

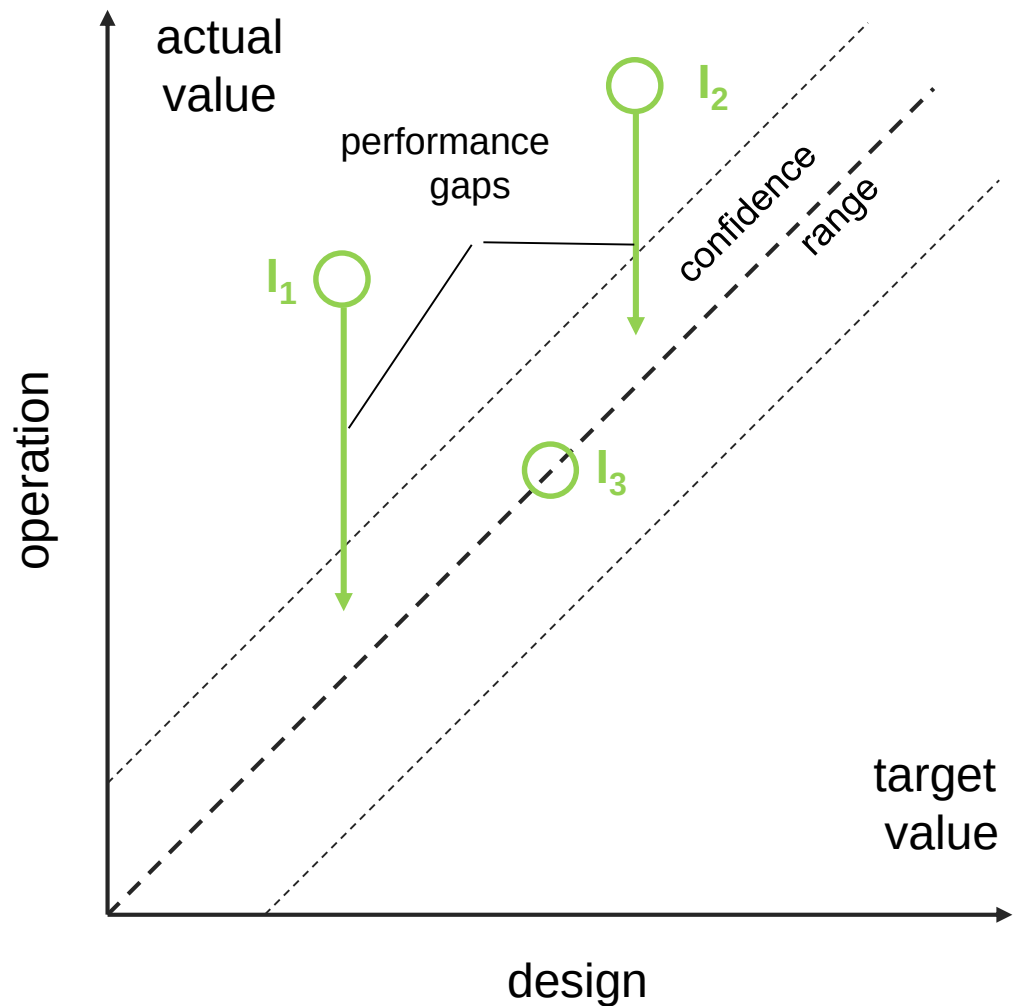


Performance Gap

Es besteht wenig Interesse daran, die Ist-Performance eines Gebäudes mit dem Soll-Zustand zu vergleichen.

Die messtechnische Ausstattung ist nicht zur Erfolgskontrolle geeignet, sondern dient der Abrechnung.

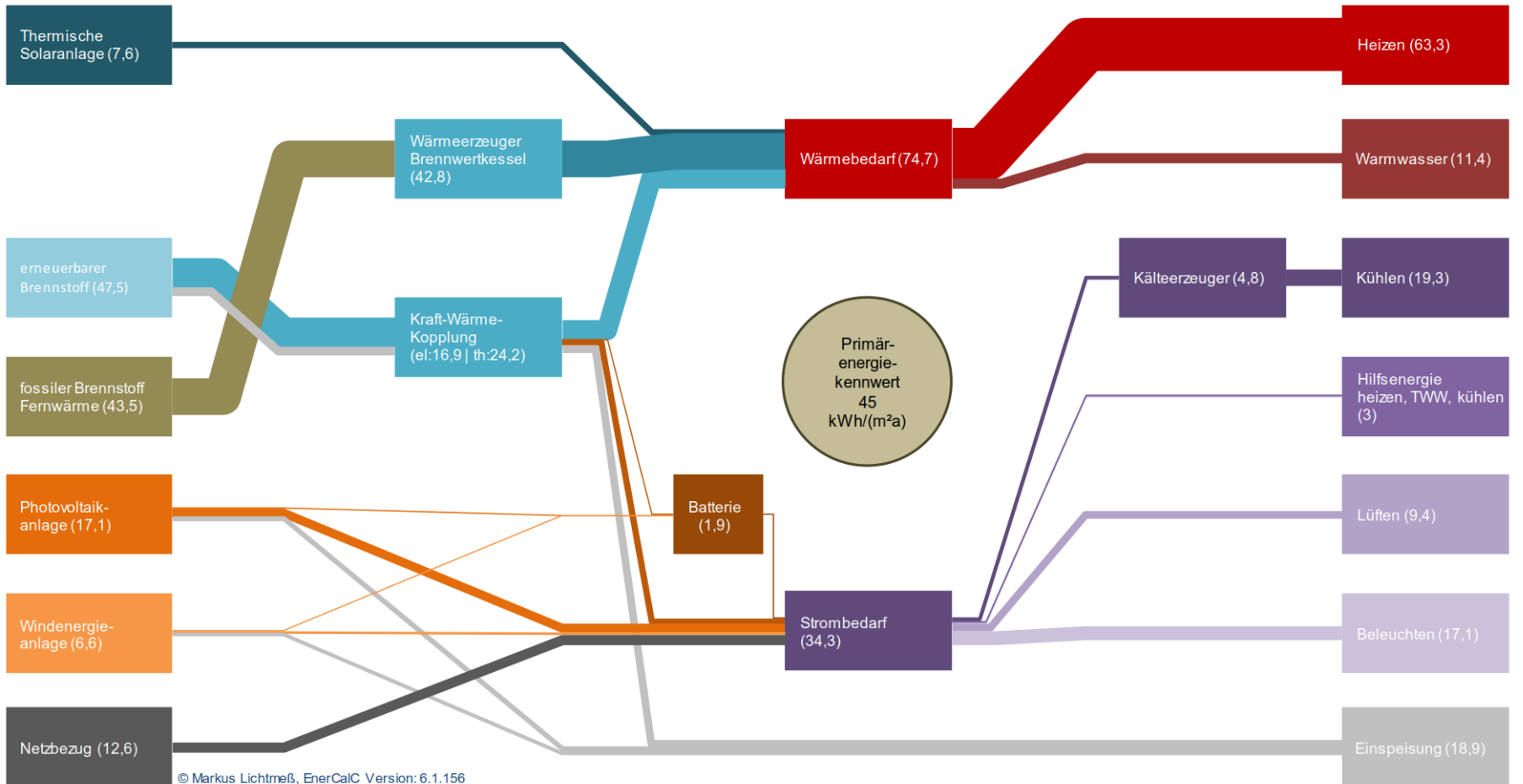
Theorie: Planung und Konzeption der Qualitätssicherung sind in KG 700 der Baukosten einzuplanen und sollten auch die ersten beiden Betriebsjahre abdecken*.



Ohne Monitoring keine Erfolgskontrolle

Beispiel Energiekennwerte

Energiequelle
Endenergie



Energiebedarf
Nutzenergie

Living Lab Gebäudeperformance



Architektur: kadawittfeldarchitektur, Aachen
Foto: Andreas Horsky

LivingLab



GEBÄUDEPERFORMANCE



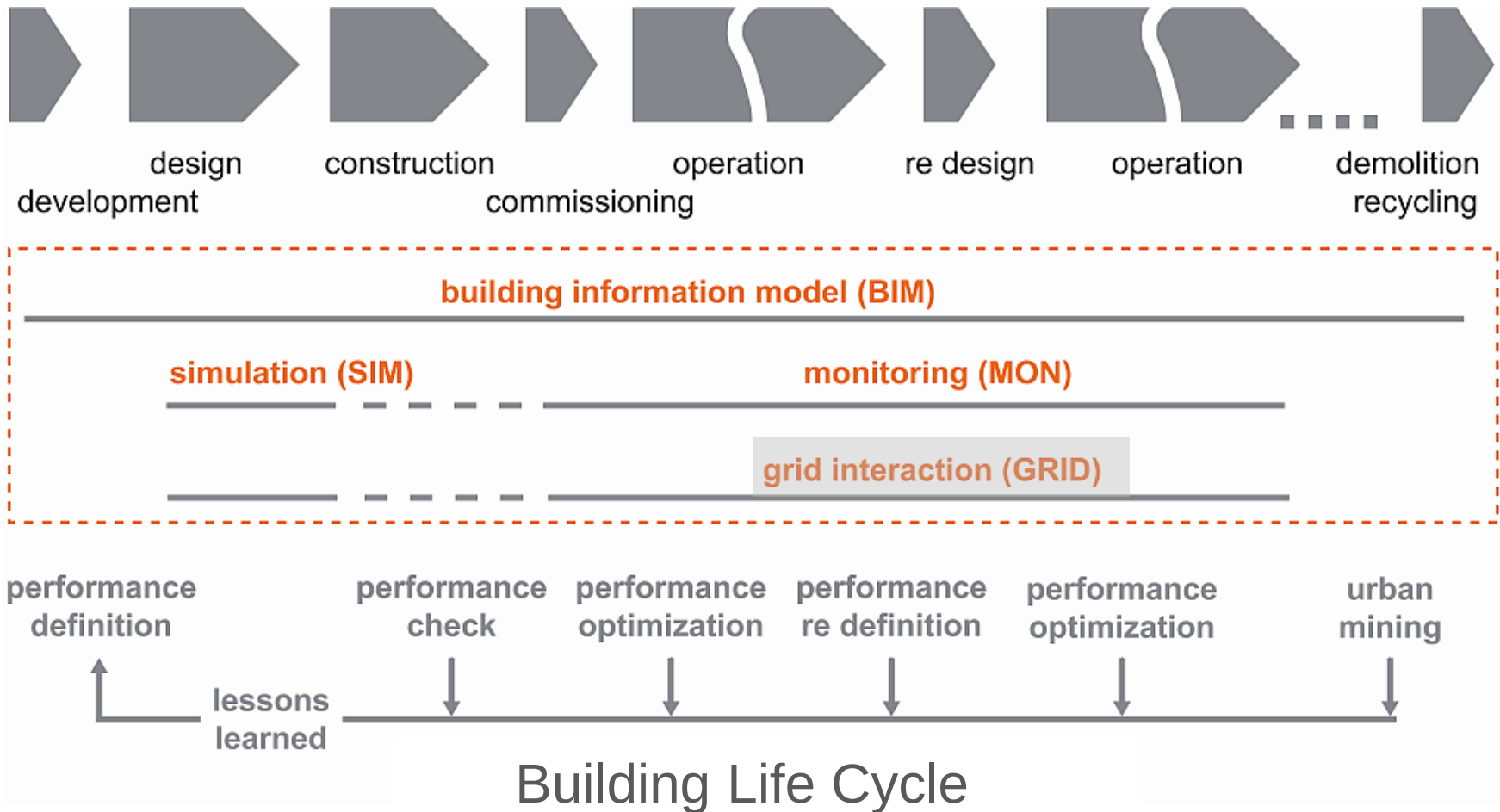
EFRE.NRW

Investitionen in Wachstum
und Beschäftigung



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

Living Lab Gebäudeperformance

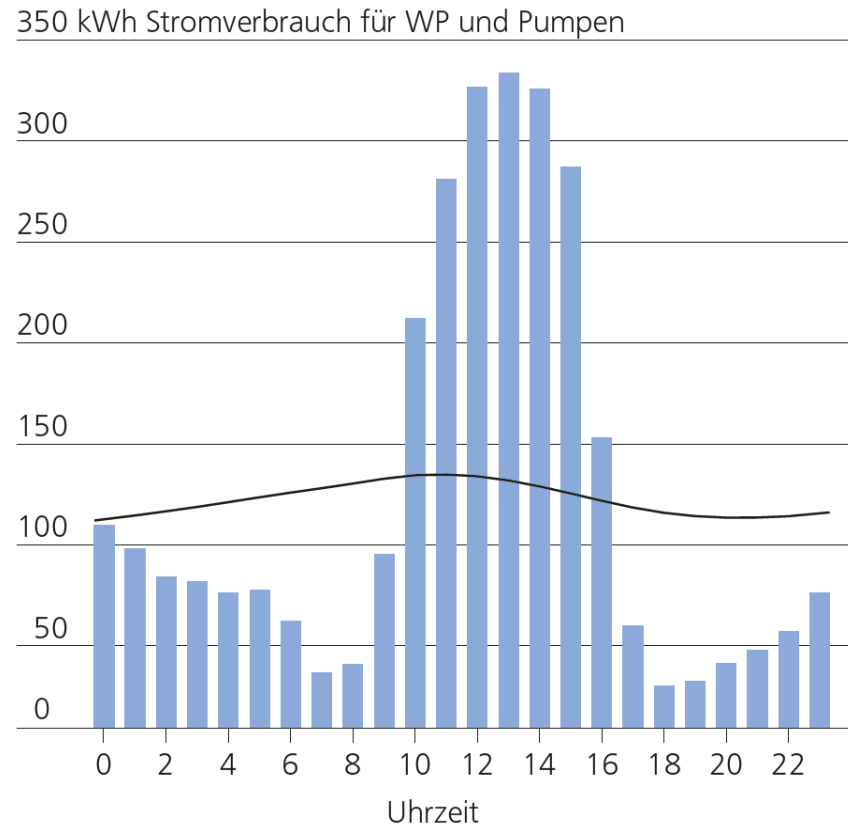


“Smartness Indicator SI” für Gebäude

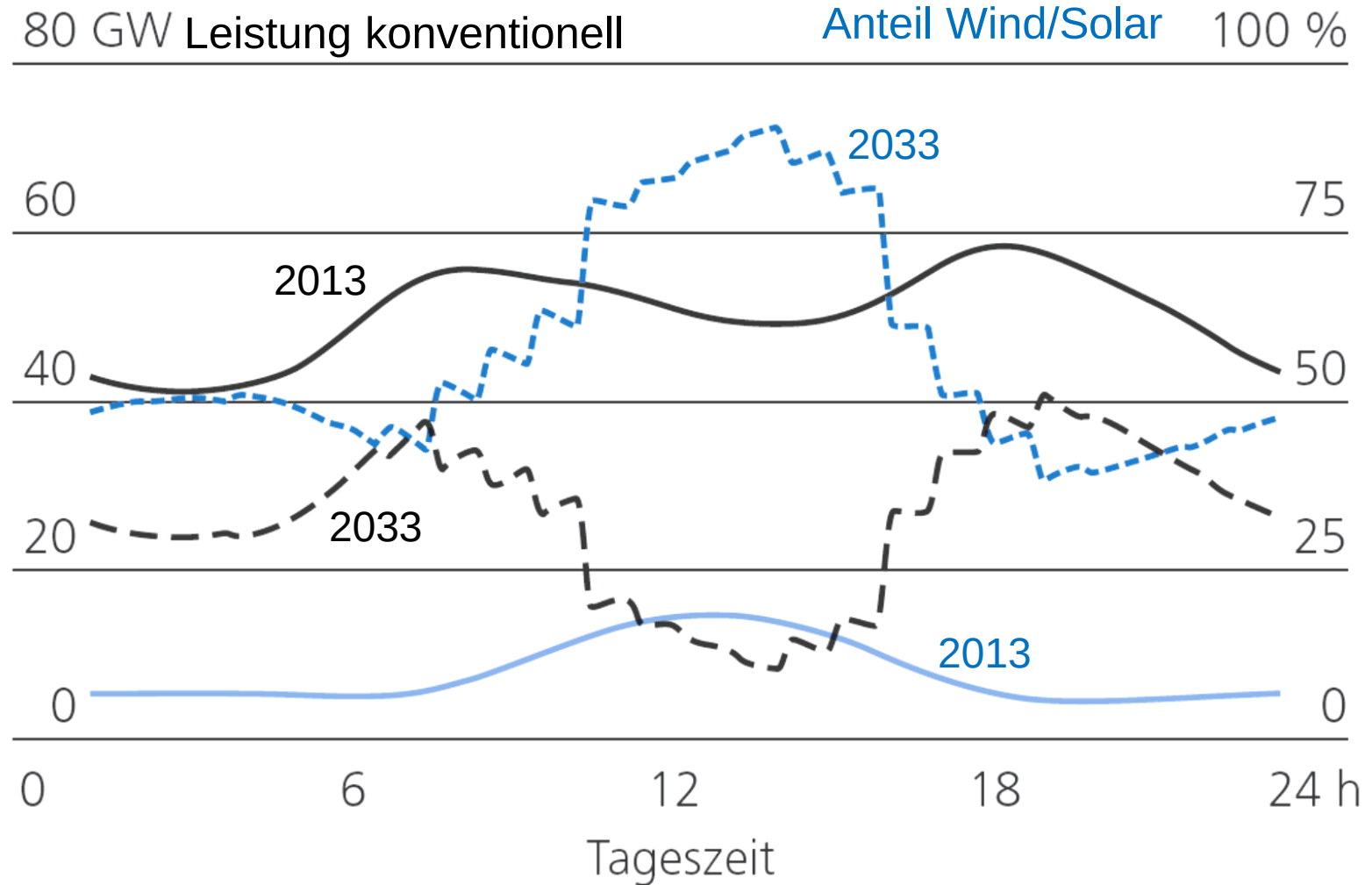
Die EU-Kommission hat aktuell für die Revision der Gebäudeperformance-Richtlinie (EPBD) die Einführung eines Indikators zur Quantifizierung der Netzfrendlichkeit eines Gebäudes und seiner Betriebsführung vorgeschlagen

Beispiel

Stündlicher Stromverbrauch einer Wärmepumpe einschl. Hydraulikkreis an einem Februartag in einem Netto-Nullenergiegebäude mit (Balken) und ohne (Linie) aktiver Lastverschiebung. Die Verbrauchsspitzen wurden hier aufgrund hoher Solarverfügbarkeit in die Mittagszeit verschoben.



Das Stromnetze der Zukunft Mittlerer Tagesverlauf



Flexibilisierungsoptionen Beispiele

Impulsgeber für die zeitliche Flexibilisierung des Energieverbrauchs können stark zeitvariable Strom- oder Wärmetarife (**Happy Power Hour***) sein. Diese können als Reaktion auf ein hohes bzw. ein Überangebot von Energie aus Erneuerbaren entstehen.

- Lastmanagement: Ab- oder Einschalten großer Lasten als Reaktion auf Tarifsignale
- Regelungsoptimierung: Variation von Luftmengen und Grenztemperaturen im Rahmen von Komfortgrenzen, gezielte Nutzung der baukonstruktiven Speichermassen (BKT)
- Einspeisemanagement: Variation der Anteile von Eigenverbrauch, Speicherung (Wärme, Kälte, Strom) und Einspeisung von gebäudebezogenen Energieerzeugungsanlagen (KWK, PV)
- Energieträgerwechsel: multivalenter Wärme- oder Kälteversorgung (Sektorkopplung)
- Mobilität: zeitlich variable Ladeangebote E-Fahrzeuge



Resümee 3

Es besteht ein großes Potenzial in der Verbesserung des Gebäudebetriebs

- Überprüfbare Ziele und eine geeignete messtechnische Ausstattung sind die Voraussetzung für eine Qualitätssicherung.
- Qualität ist etwas anderes als bloße Funktionserfüllung (Raumklima, Licht, Akustik).
- Planen und Betreiben können im Zeitalter von BIM besser vernetzt werden. Zur Decarbonisierung gehört auch die verbesserte Gebäude-Netz-Interaktion.

Beispiel einer
Raumklimaanalyse
nach DIN 15251

Percentage	6	11	2	82
Thermal environment	I	II	III	IV
Percentage	2	98		
Indoor air quality	I	II		



Die große Irritation



Energieeffizienzklasse	Endenergie in kWh/(m² · a)
A+	< 30
A	< 50
B	< 75
C	< 100
D	< 130
E	< 160
F	< 200
G	< 250
H	> 250

EE WärmeG

Effizienzhaus Plus



Pkw-Label

Energieausweis
für Gebäude

Effizienzklasse
Wohngebäude

Erneuerbare Energie
Wärmegesetz

Labeling
Förderprogramm

Effizienzklasse
PKW

Maßstab

Primärenergie
nicht erneuerbar

Endenergie

EE Wärme Quote
ohne PV

Primär- und Endenergie

CO₂-Emissionen



In der aktuellen Legislaturperiode ist die Zusammenführung von EnEV und EEWärmeG geplant. Dabei kommt es auch zur Festlegung des energetischen Niveaus für Neubauten als „Nearly Zero Energy Building nZEB“ gemäß der Energy Performance of Buildings Directive von 2010:

DIRECTIVE 2006/32/EC
OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL
of
on the energy performance of buildings
(recast)

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION,

Having regard to the Treaty on the Functioning of the European Union, and in particular Article 194(2) thereof,

Having regard to the proposal from the European Commission,

Having regard to the opinion of the European Economic and Social Committee¹,

Having regard to the opinion of the Committee of the Regions²,

Acting in accordance with the ordinary legislative procedure³,

- by 31 December 2020, all new buildings are nearly zero-energy buildings
- after 31 December 2018, new buildings occupied and owned by public authorities are nearly zero-energy.

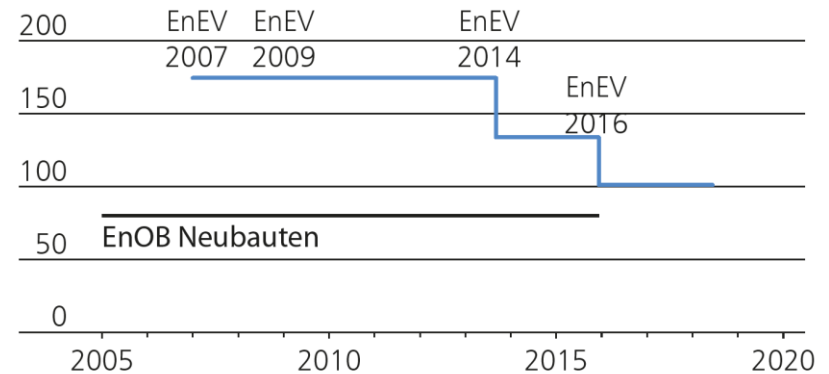
Member States shall draw up national plans for increasing the number of nearly zero-energy buildings.

Das jeweils nationale nZEB-Niveau ist über die Berechnung der Lebenszykluskosten zu ermitteln. Gemäß Energieeinsparungsgesetz müssen daraus abgeleitete Anforderungen „wirtschaftlich vertretbar“ sein. Studien weisen für den Wohnungsbau darauf hin, dass aktuell das „Kostenoptimum“ im Bereich von EnEV 2016 bis KfW 55 Standard liegt. Auch ambitionierte Standards werden in der Praxis aber bereits kostenneutral umgesetzt.

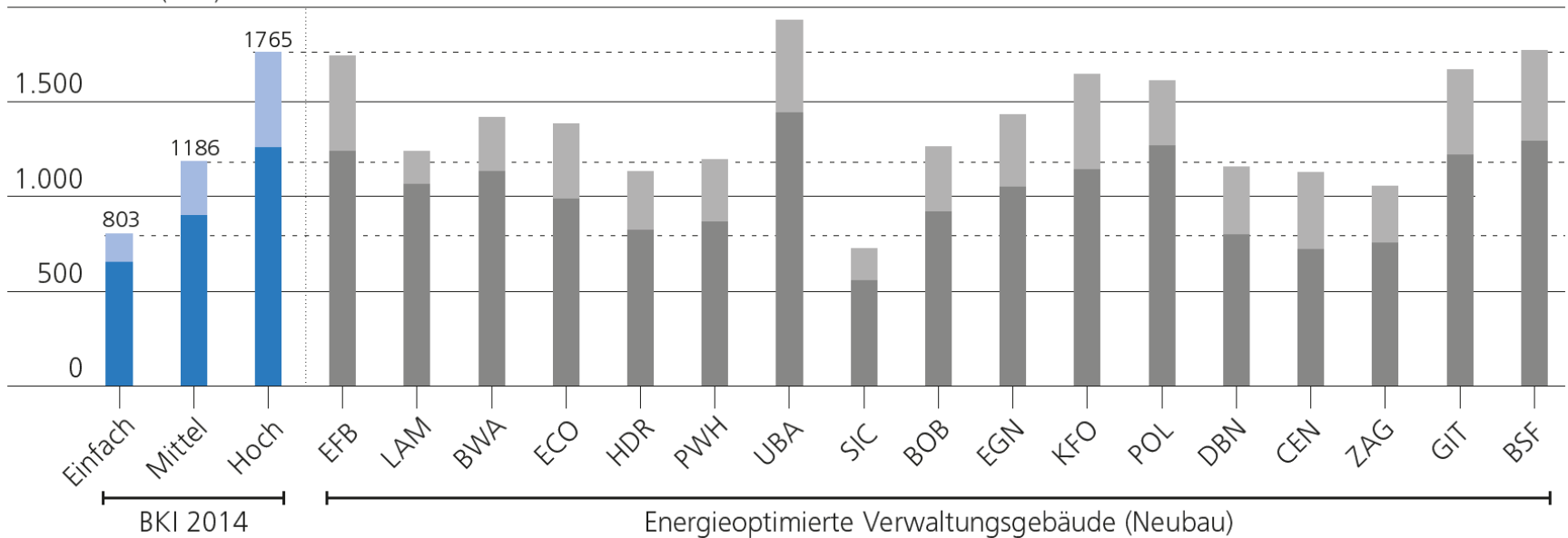
Bauwerkskosten

Ambitionierte Standards können kostenneutral realisiert werden, wenn früh klare Zieldefinitionen vorliegen. Dies unterstreichen die Ergebnisse der Forschungsinitiative EnOB für Verwaltungsbauten.

250 kWh/m²a Primärenergiebedarf



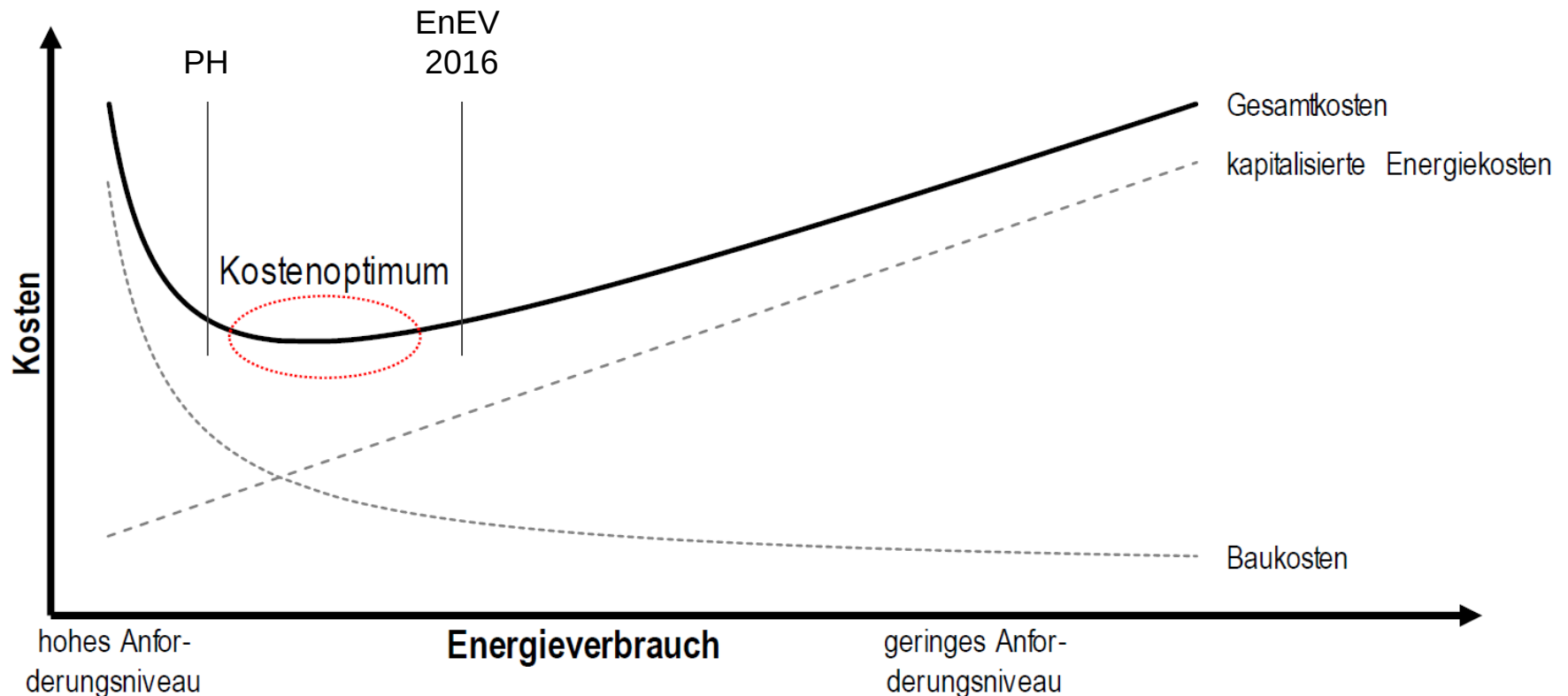
2.000 €/m² (BGF) Bauwerkskosten netto



Kosten und Wirtschaftlichkeit

Das Optimum der Lebenszykluskosten ist sehr flach. Veränderungen der Annahmen (Kosten, Zins, Energiepreis, Abgaben...) haben große Wirkungen.

Sollen die Anforderungen wesentlich verschärft oder ambitioniertere Sanierungen Standard werden, sind aber neue Lenkungsinstrumente notwendig.



*“Aus Gründen der Effizienz und der Steuerbarkeit ist jedoch ein einheitlicher und umfassender Lenkungsmechanismus wünschenswert. Vor diesem Hintergrund schlägt die Expertenkommission eine allgemeine **CO₂-Bepreisung als Leitinstrument** vor, um einen stabilen und langfristigen Rahmen für die Transformation des Energiesystems zu setzen.”*

Stellungnahme der Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“, 12/2016

*„Auch auf nationaler Ebene besitzt ein **CO₂-Preis** als vorrangiges klimapolitisches Instrument wichtige Vorteile. Er korrigiert die mit THG Emissionen verbundenen negativen Wirkungen auf das Klima direkt und effizient. Er wirkt auf effektive, transparente und faire Weise auf alle relevanten Entscheidungen der Menschen; jede einzelne Maßnahme, die zur Produktion oder Reduktion von CO₂ führt wird durch einen CO₂-Preis neu bewertet. Die dadurch erzeugten Anreizeffekte und Marktkräfte lenken das Verhalten in die gewünschte Richtung ...“*

Der wissenschaftliche Beirat des BMWi, 11/2016

*“Wir brauchen deshalb jetzt endlich einen **wirksamen Preis auf CO₂**, und zwar entweder durch eine Steuer oder einen Emissionshandel, der funktioniert. Erst dann würden diejenigen Unternehmer belohnt, die sich langfristig auf eine dekarbonisierte Wirtschaft einstellen. Ein echter, weltweiter CO₂-Preis würde ein globales Wettrennen auslösen in den Laboren und Denkfabriken der Unternehmen und Universitäten, um die besten Lösungen für eine klimaneutrale Ökonomie zu entwickeln.“*

Bundespräsident a.D. Horst Köhler, 12/2016



Leitgröße CO₂

Es ist an der Zeit, das CO₂-Äquivalent als Leitgröße anstatt der Primärenergie konsequent einzuführen. Der Indikator Primärenergie wurde vor dem Hintergrund der Endlichkeit der Ressourcen in den 70er Jahren eingeführt. Die politische Diskussion wird heute aber vom Klimaschutz geprägt.

Strategien unserer Nachbarn CO₂ Lenkungsabgabe

Seit dem Jahr 2008 wird als Folge des CO₂-Gesetzes in der Schweiz eine CO₂-Abgabe auf fossile Brennstoffe erhoben. Als Lenkungsabgabe soll sie Haushalte und Unternehmen zur Senkung der CO₂-Emissionen bewegen. Die CO₂-Abgabe startete mit 12 CHF pro Tonne CO₂ und wurde in vier Stufen erhöht:

2018 sind es 96 CHF pro Tonne CO₂ (ca. 20 Cent pro L Heizöl, 15 Cent pro m³ Gas)

Der Ertrag aus der CO₂-Abgabe fließt zu rund einem Drittel in die Förderung von Energieeinsparungen in Gebäuden. Unternehmen können sich von der Abgabe befreien lassen, wenn sie sich zu einer verbindlichen Emissionsreduktion verpflichten.



Vom Ziel her aktiv werden

Fordern und Fördern besser abstimmen: Klimaschutzstrategien durch eine angemessene Wirtschaftspolitik konsequent hinterlegen.

Schönheit aus Notwendigkeit entwickeln: Die Energiewende gestalten bedeutet eine intensivere Auseinandersetzung mit den Anforderungen der Wärmewende und der Solarenergienutzung an Gebäuden und in Quartieren.

Besser betreiben: Planen und Betreiben von Gebäuden besser vernetzen, BIM basierte Prozesse können dies unterstützen.

