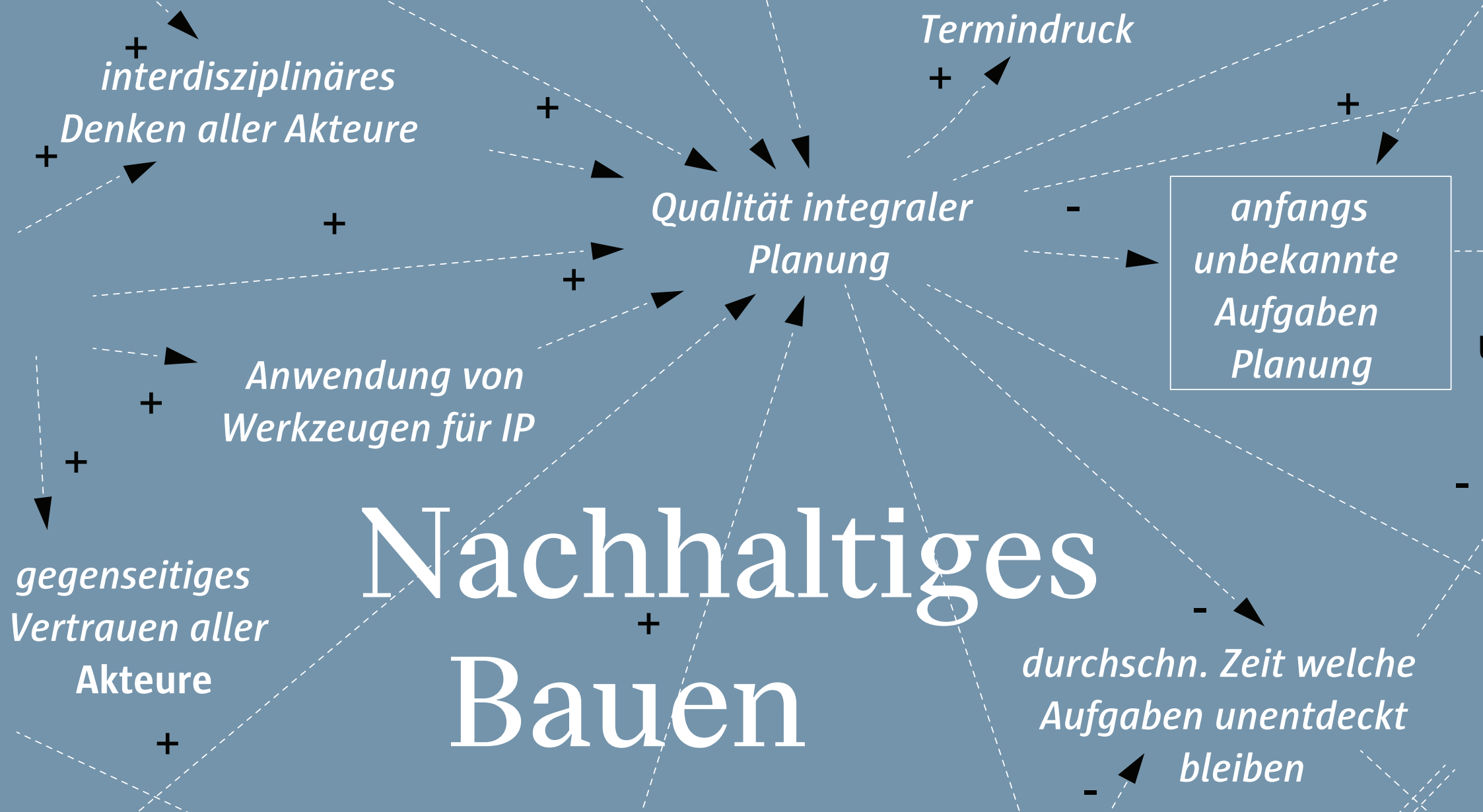




Prof. Dr.-Ing. Michael Prytula

Forschungsprofessur Ressourcenoptimiertes und klimaangepasstes Bauen

FH Potsdam - Fachbereich STADT | BAU | KULTUR & Brandenburgische Architektenkammer

Potsdam, 6. April 2022



2014 Forschungsprofessur Ressourcenoptimiertes und klimaangepasstes Bauen

2016 Studiengangsleiter Master Urbane Zukunft

2021 Sprecher des Instituts für angewandte Forschung Urbane Zukunft

2021 Mitglied des Klimarats der Landeshauptstadt Potsdam

<http://www.fh-potsdam.de/forschen/urbane-zukunft/>



Infrastrukturen des Gemeinsamen in der gemeinwohlorientierten Quartiersentwicklung (IGiQ). In Koop. mit Prof. Dr. Torsten Bölting, InWIS, Bochum.
01 / 2021 - 12 / 2022, gefördert vom BBSR / BMI



Centrum für Metropolinnovation in Bratislava (CMIBA)
Modellprojekt einer ökologisch und sozial nachhaltigen Gebäudemodernisierung
06 / 2020 – 05 / 2022, gefördert von der Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)



Variowohnungen. Begleitforschung zum Neubau eines Studierendenwohnheims.
07 / 2017 - 08 / 2019, gefördert vom BBSR / BMI



Cluster-Wohnungen für baulich und sozial anpassungsfähige Wohnkonzepte einer resilienten Stadtentwicklung. In Koop. mit Prof. Dr. Susanne Rexroth, HTW Berlin.
06 / 2017 - 06 / 2019, gefördert vom BBSR Zukunft Bau / BMI

1. Grundlagen zum Nachhaltigen Bauen
2. Standortbestimmung
3. Architektonische und technologische Positionen
4. Herausforderungen einer nachhaltigen Stadtentwicklung

1

Grundlagen zum Nachhaltigen Bauen



Nachhaltig ist eine Entwicklung, „die den Bedürfnissen der heutigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen und ihren Lebensstil zu wählen.“

Weltkommission für Umwelt und Entwicklung
(Brundtland-Report), 1987

wirtschaftliche Entwicklung + ökologische Stabilität

- Drei-Säulen-Modell: Ökologie, Ökonomie, Soziales
- Ökologische Dimension: Tragfähigkeit
- Ökonomische Dimension: Starke und schwache Nachhaltigkeit
- Soziale Dimension: Inter- und intragenerationelle Gerechtigkeit
- Zeitliche Dimension: Dauerhaft (fr. *durable*) Aufrechterhalten (engl. *sustain*)

Ökologie

Schutzgüter:

- natürliche Ressourcen
- natürliche Umwelt

Schutzziele:

- Schutz der natürlichen Ressourcen
- Schutz der Ökosysteme
 - Klimaschutz
 - Flächeninanspruchnahme
 - Naturschutz und Artenvielfalt
 - Vermeidung von Schadstoffen
 - Minimierung von Abfall

Ökonomie

- Kapital / Werte

- Reduzierung der Lebenszykluskosten
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit
- Erhalt von Kapital / Wert

Soziokulturelles

- Gesundheit
- Nutzerzufriedenheit
- Funktionalität
- kultureller Wert

- Bewahrung von Gesundheit, Sicherheit und Behaglichkeit
- Gewährleistung von Funktionalität
- Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität

1 - Effizienzstrategie: Steigerung der Ressourcenproduktivität

- Weniger Ressourcenverbrauch bei gleichem oder verbessertem Nutzen
- Faktor 4 / Faktor 10 (Ernst Ulrich von Weizsäcker, Amory Lovins / Friedrich Schmidt-Bleek)

Beispiele: Optimierung von Produktionsprozessen, Passivhausbauweise

2 - Konsistenzstrategie: Erhöhung der Ressourceneffektivität

- Einpassung in Naturkreisläufe durch natürliche und technische Stoffkreisläufe
- Ansätze zur Zero-Emission-Region (Gunter Pauli)
- Industrial Ecology / Regionale Verwertungsnetzwerke (Kalundborg, Steiermark)

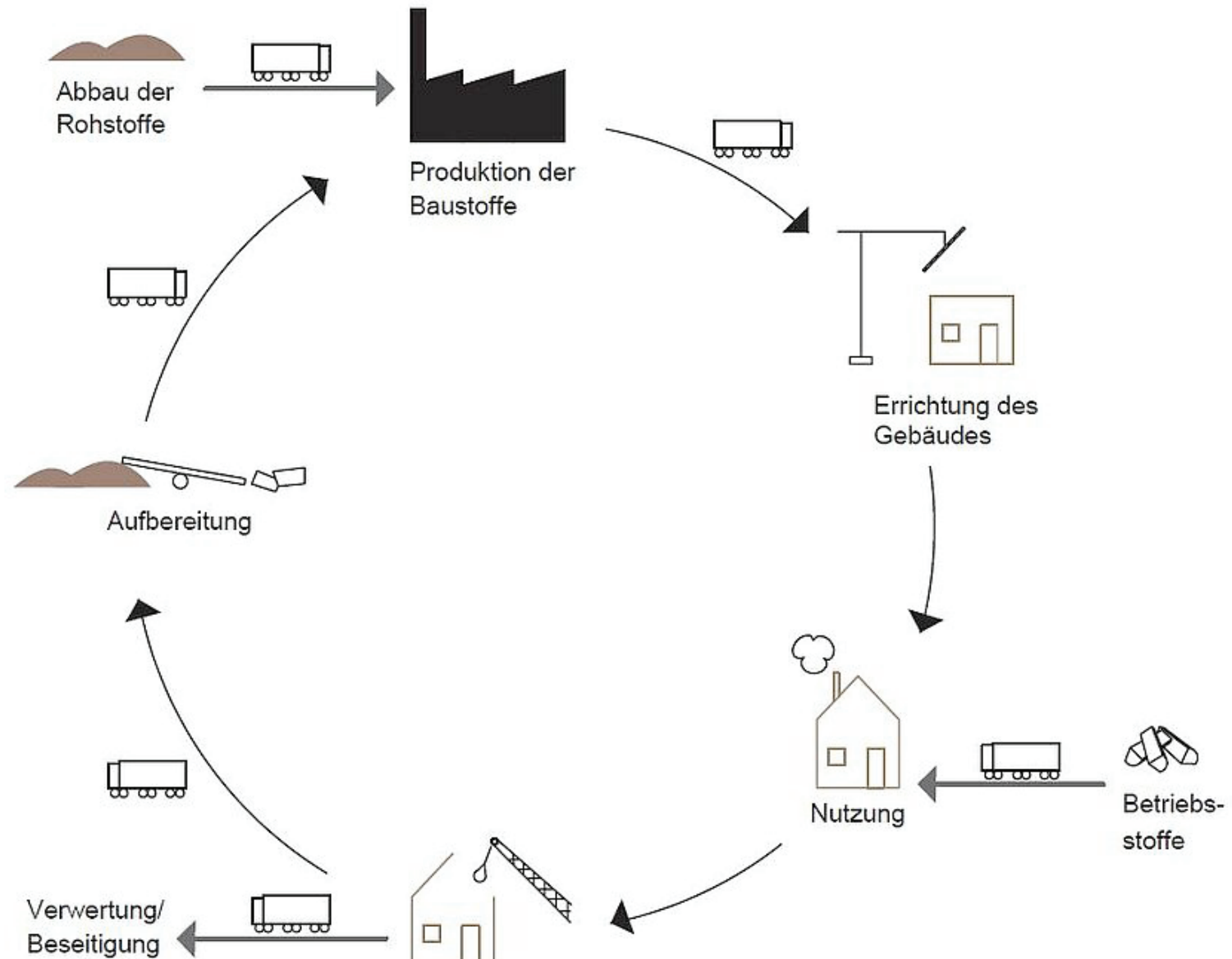
Beispiele: stoffliche Kreislaufwirtschaft, Einsatz erneuerbarer Energien

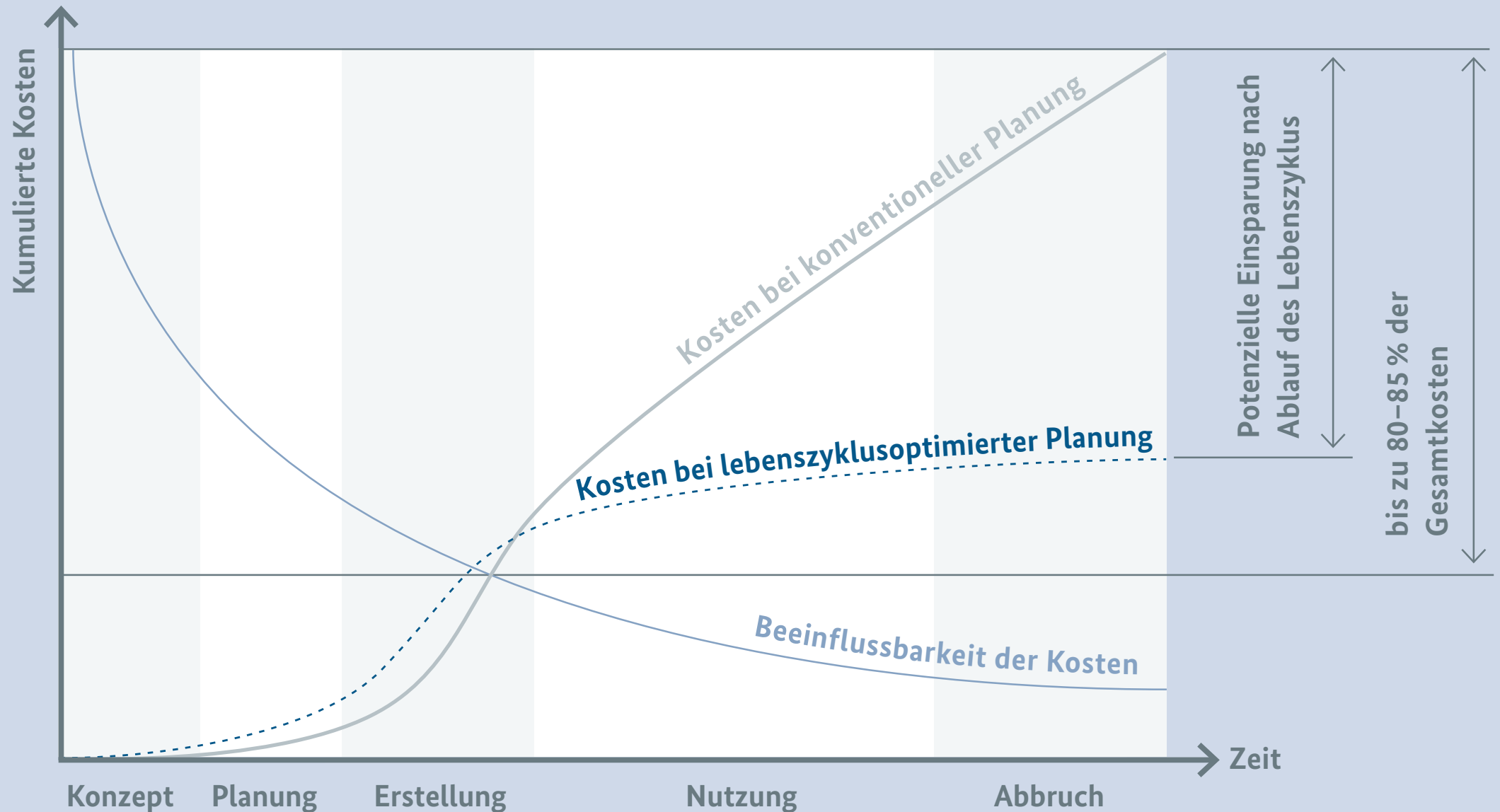
3 - Suffizienzstrategie: Anpassung der Lebensstile

- Anpassung des Verhaltens an die Umweltkrise
- Kulturelle Anpassung des Konsumverhaltens an „ökologisch unbedenklichen Komfort“
- Neue Wohlstandsmodelle (Wuppertal-Institut)

Beispiele: Verzicht auf (eigenen) PKW, Nutzung einer geringeren Wohnfläche

Integrierte Strategie: 2.000 Watt-Gesellschaft, Novatlantis / ETH (Stand Schweiz 1960)





Quelle: BBSR, in Anlehnung an Jones Lang LaSalle (2008 b)

Berücksichtigung aller Systemebenen



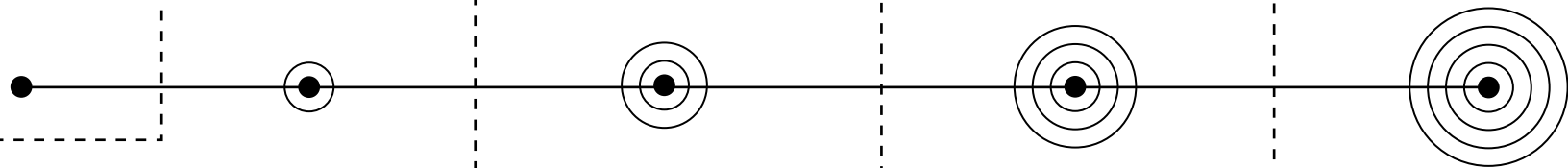
1
Raum-
ebene

2
Gebäude-
ebene

3
Siedlungs- und-
Quartiersebene

4
Stadt- und Infra-
strukturebene

5
Regionales und
global. Hinterland





BREEM - Building Research Establishment Environmental Assessment Method, Großbritannien seit 1990



LEED - Leadership in Energy and Environmental Design
USA seit 1993



dgnb - Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen
Deutschland seit 2009



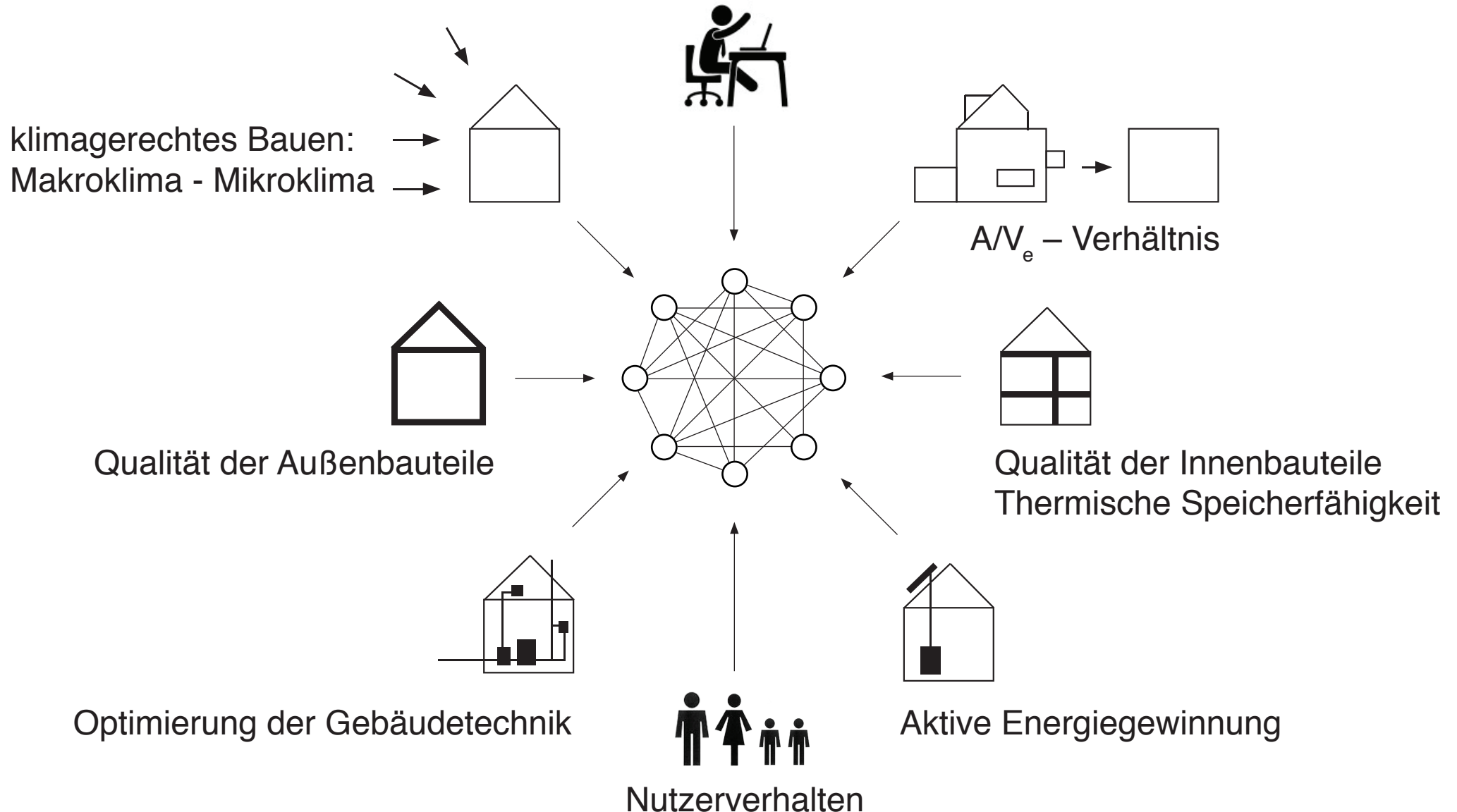
bnb - Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen
Deutschland seit 2009



NaWoh - Bewertungssystem Nachhaltiger Wohnungsbau
Deutschland seit 2011

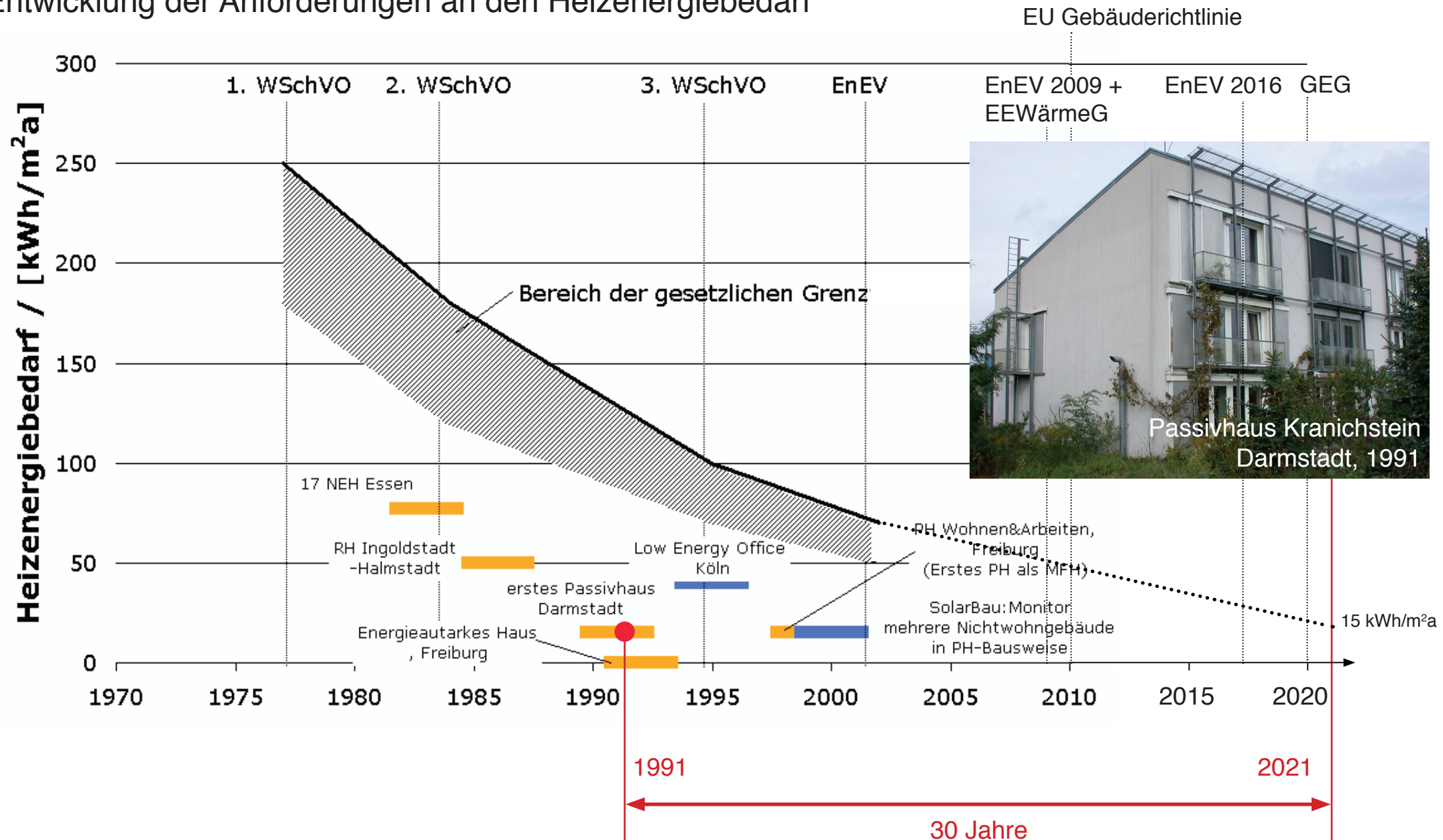
2 Standortbestimmung

Funktion und Nutzung



Vom Niedrig- zum Passivhaus ...

Entwicklung der Anforderungen an den Heizenergiebedarf



... zum Plusenergiehaus



1991 Passivhaus Kranichstein
Darmstadt



1994 Heliotrop ¹
Freiburg



2000-6 Plusenergiehäuser
Am Schlieberg, Freiburg



2013 Nullemissions-
haus Boyenstr.⁴



1992 Energieautarkes Solarhaus
Freiburg



2007 Solar decathlon ²
TU Darmstadt



2009 Solar decathlon ³
TU Darmstadt

Bildquellen:

1: <http://www.plusenergiehaus.de/index.php?p=home&pid=17&L=0&host=1> (Arch. Rolf Disch)

2: http://www.pressestelle.tu-berlin.de/fileadmin/a70100710/Medieninformationen/2009/05_Plus-Energie-Haus1.jpg (FG Manfred Hegger)

3: http://www.bauwelt.de/sixcms/media.php/797/thumbnails/bw_2010_32_research_6_k.jpg.380657.jpg (FG Manfred Hegger)

4: <http://www.berliner-zeitung.de/berlin/berlins-erstes-null-emissionshaus-warm-wohnen-ganz-ohne-heizung,10809148,22777868.html> (Arch. Deimel Oelschläger)

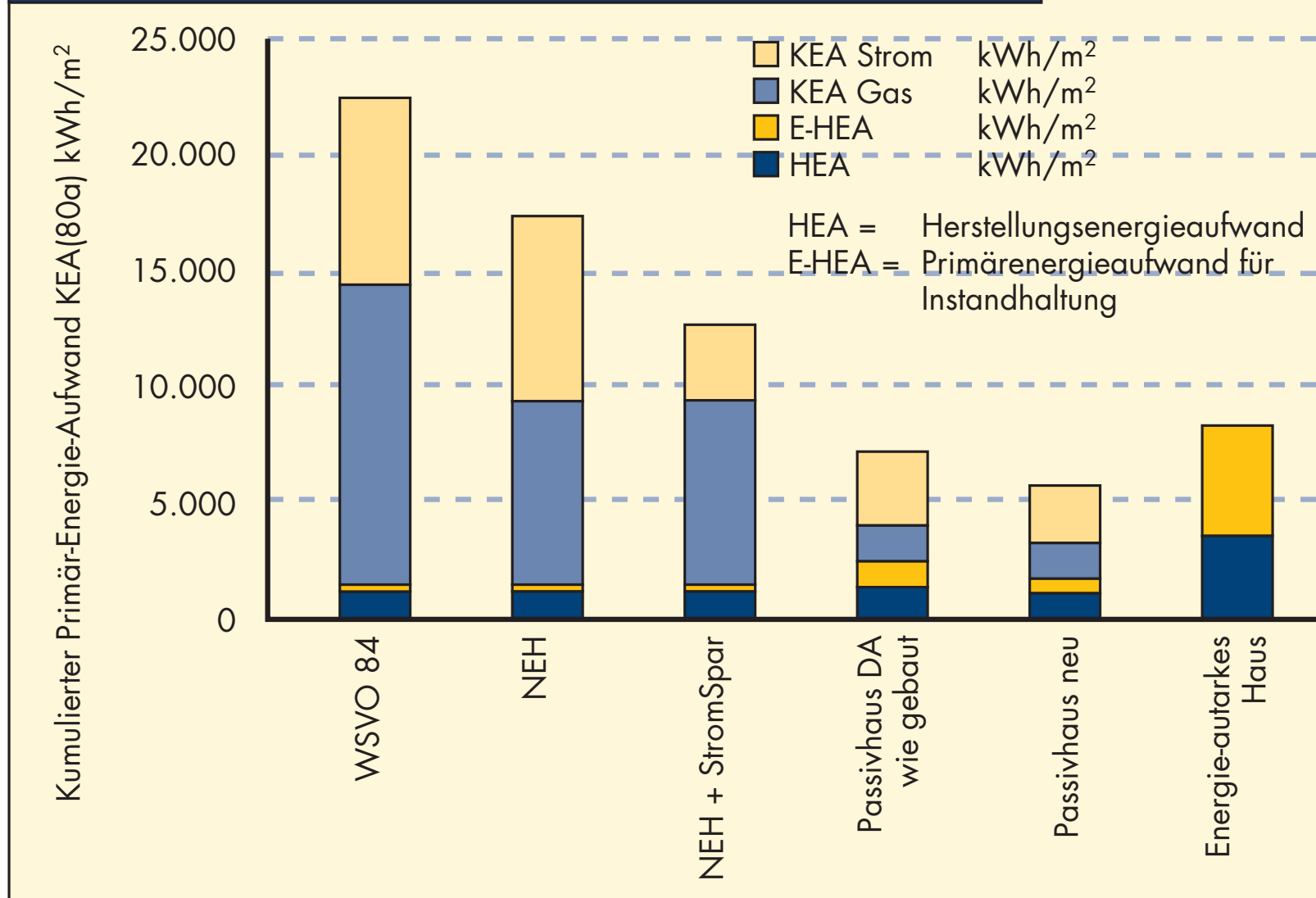
Graue Energie (engl. “embodied energy”) ist die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigte Energie.

Der **kumulierte Energieaufwand (KEA)** ist nach der VDI-Richtlinie 4600 definiert als die Gesamtheit des primärenergetisch bewerteten Aufwands, der im Zusammenhang mit der Herstellung, Nutzung und Beseitigung eines ökonomischen Guts (Produkt oder Dienstleistung) entsteht bzw. diesem ursächlich zugewiesen werden kann.

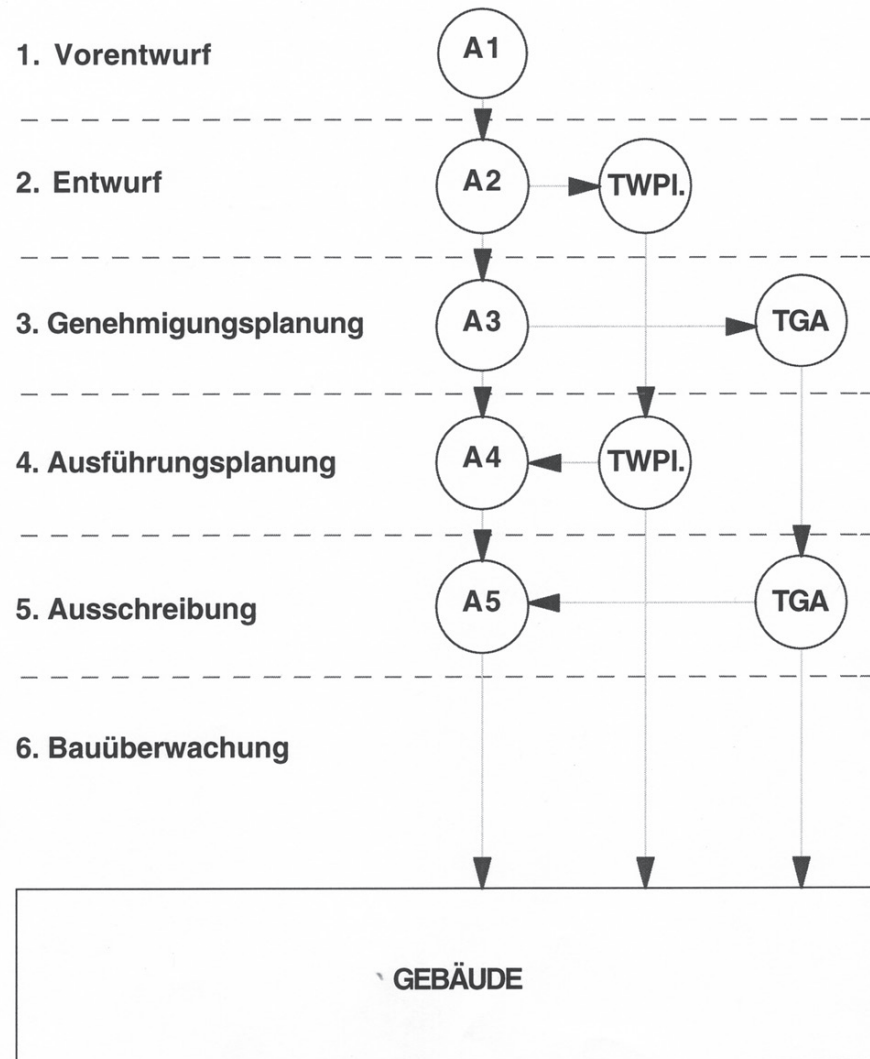
Der KEA bildet somit den Energieeinsatz über den gesamten **Lebenszyklus** eines Produktes ab (“cradle to grave”). Grundlage zur Ermittlung des KEA ist die **Prozesskettenanalyse**.

In die Ermittlung der graue Energie wird der zur Herstellung von Maschinen oder Infrastruktur erforderliche Energieaufwand anteilig einbezogen.
Das kann auch den Energieaufwand für Dienstleistung berücksichtigen.

**Abb 4 Kumulierter Primärenergieaufwand (KEA)
über eine Nutzungsdauer von 80 Jahren (nach Feist)**

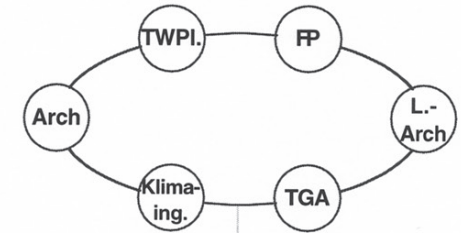


Sequentielle Planung

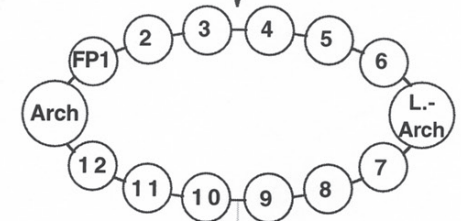


Integrale Planung

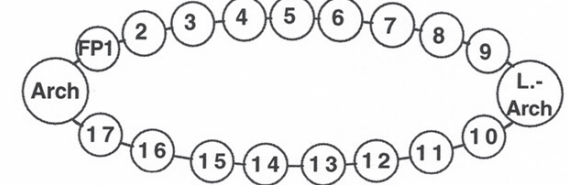
1. Vorentwurf



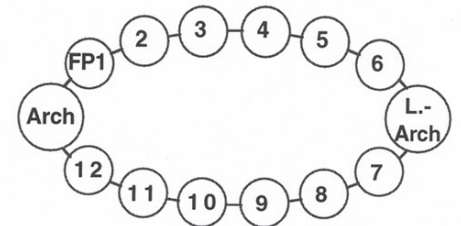
2. Entwurf und 3. Genehmigungsplanung

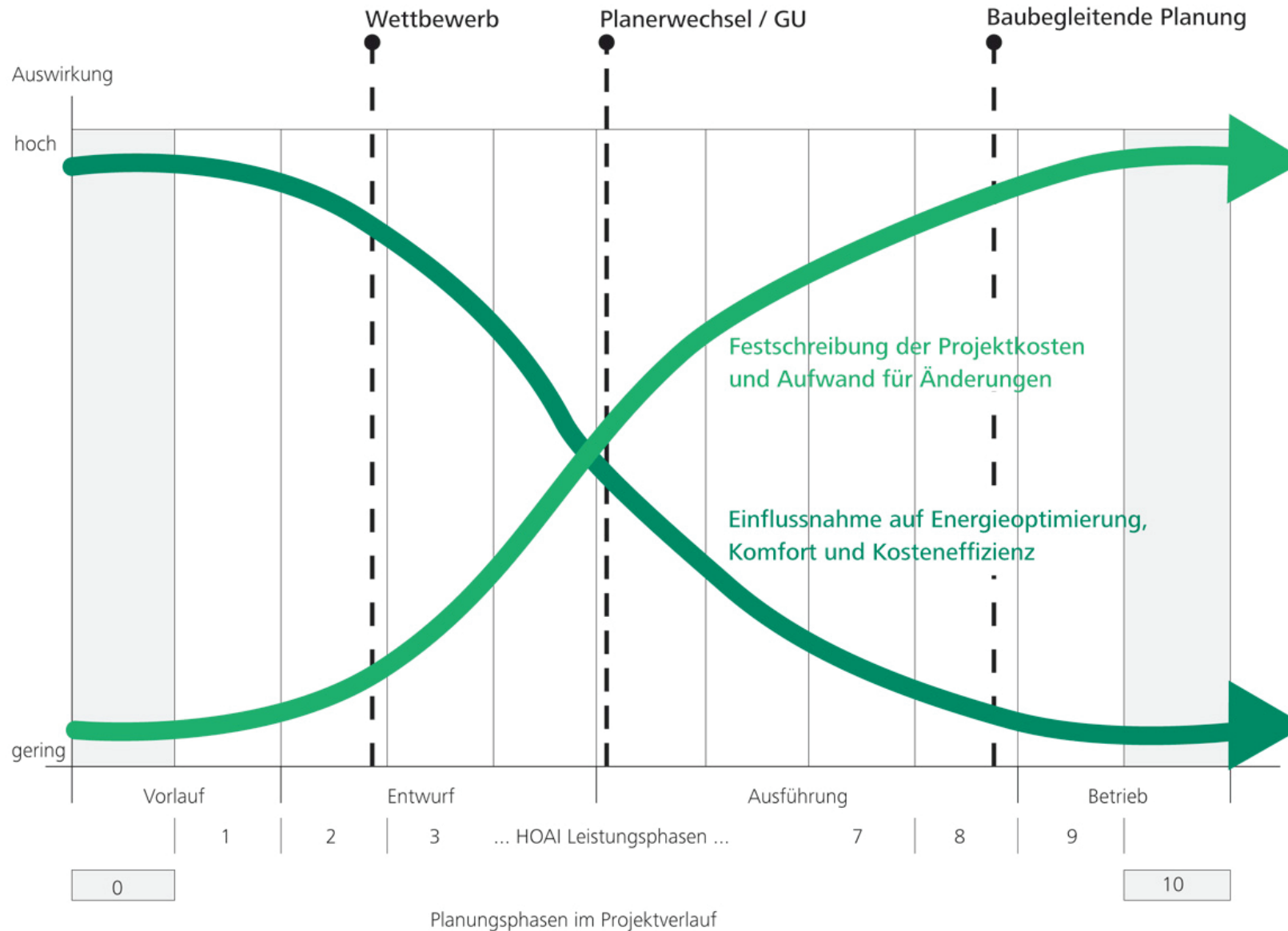


4. Ausführungsplanung 5. Ausschreibung



6. Bauüberwachung

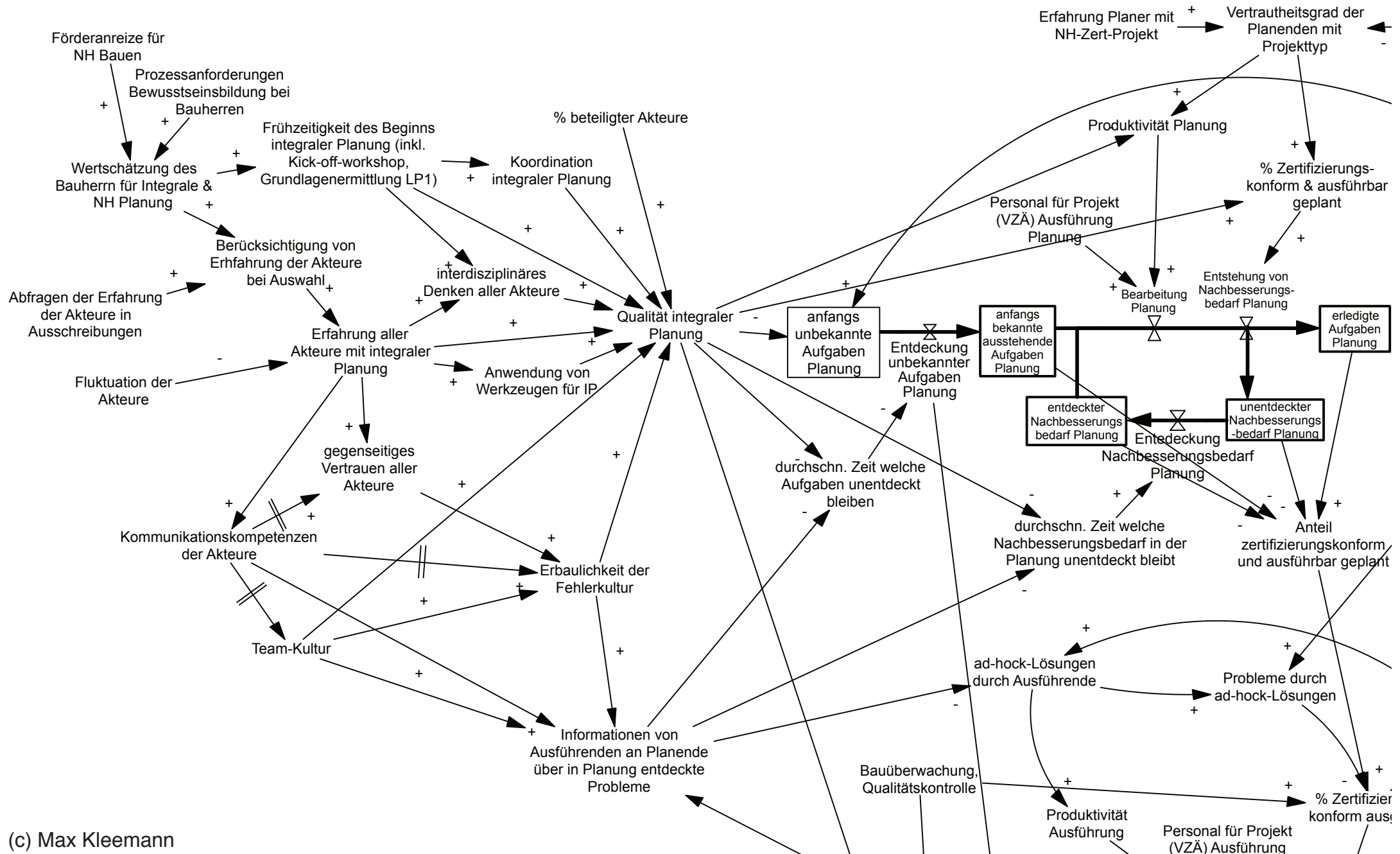




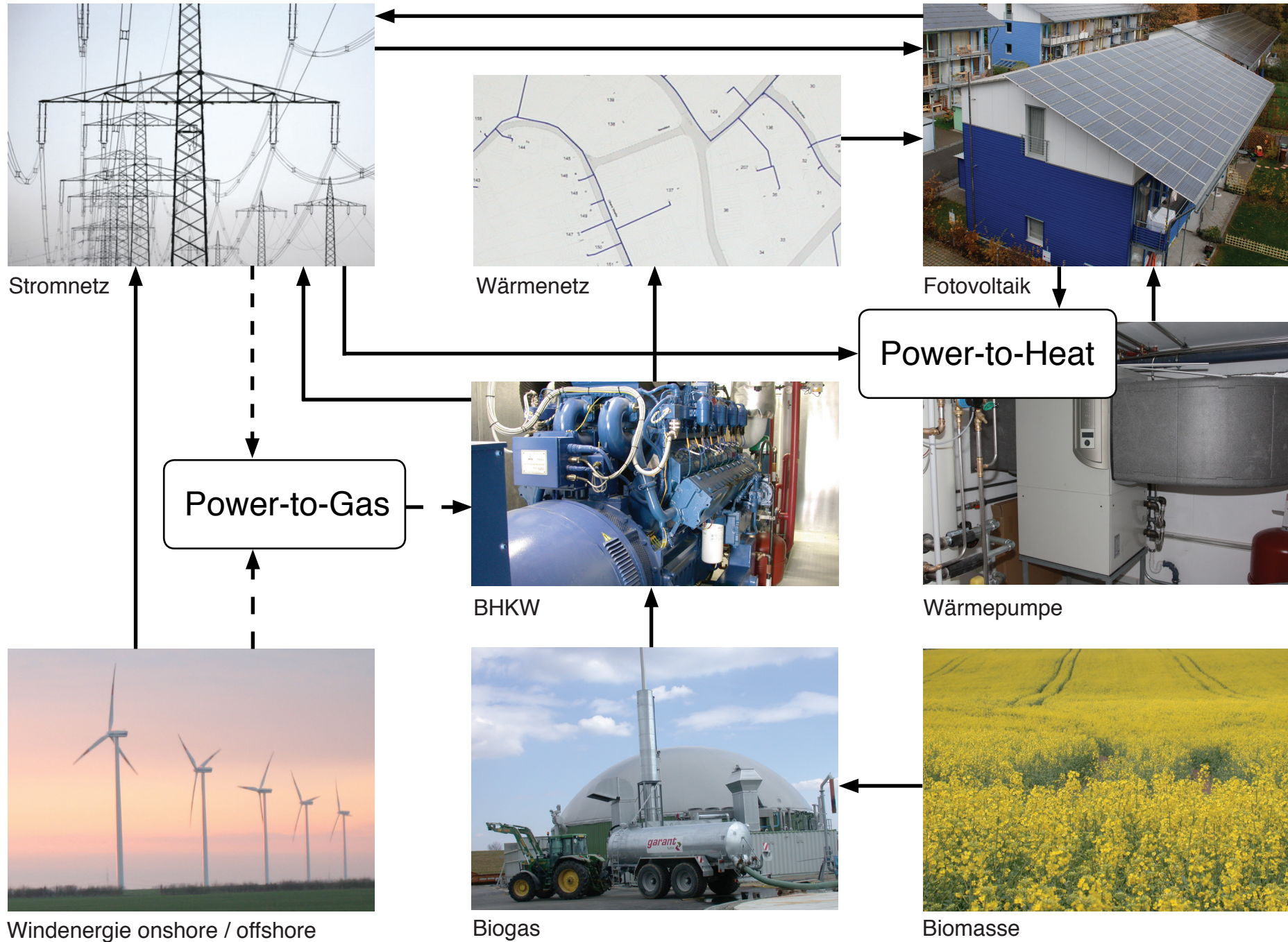
Planungsphasen:

- 0 Projektentwicklung
- 1 Grundlagenermittlung
- 2 Vorentwurfsplanung
- 3 Entwurfsplanung
- 4 Genehmigungsplanung
- 5 Ausführungsplanung
- 6 Vorbereitung der Vergabe
- 7 Mitwirkung Vergabe
- 8 Bauüberwachung
- 9 Dokumentation
- 10 Objektbegleitung (FM)

Wirkungsbeziehungen Integrale Planung



(c) Max Kleemann



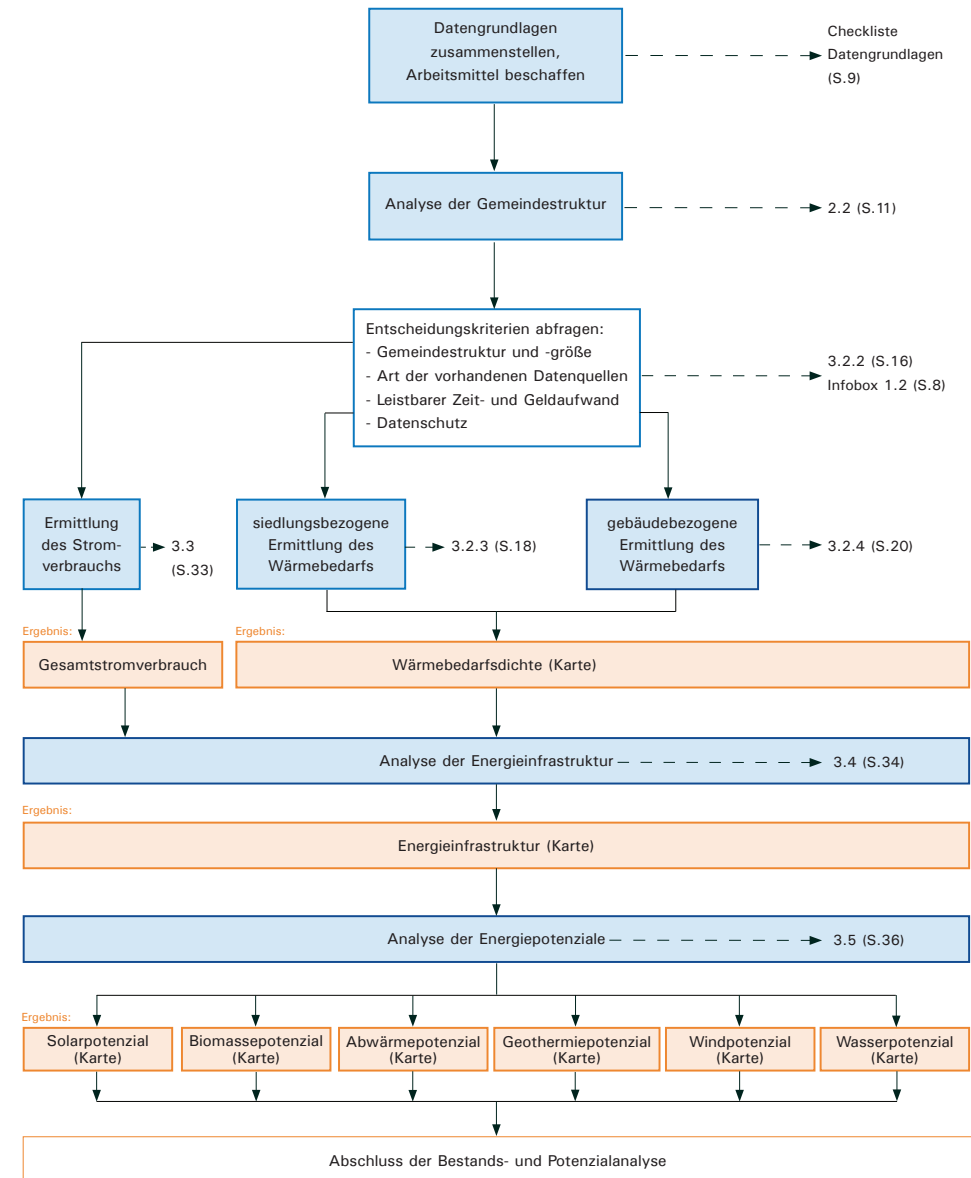
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie
Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern



Leitfaden Energienutzungsplan



Vorgehensweise bei der Bestands- und Potenzialanalyse



3

Architektonische und technologische Positionen

Positionen - “High Tech” *versus* “Low Tech”



Wohnhaus R128, Werner Sobek (2000)



Bürohaus 2226, Baumschlager Eberle (2012)

R128

Triple Zero®

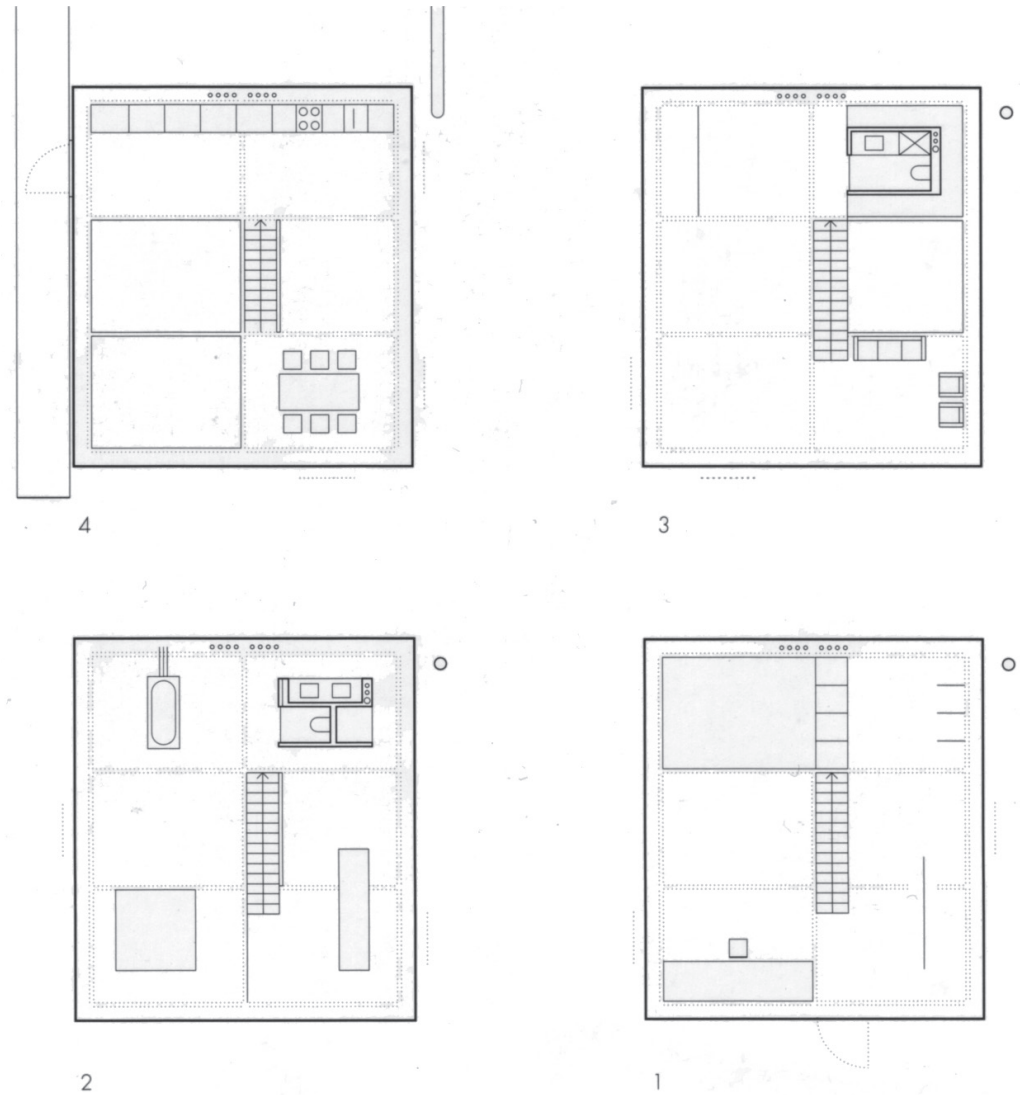
Wohnhaus in Stuttgart, 2000

Architekt: Werner Sobek





R128, Werner Sobek, 2000



Zero Energy

Das Gebäude benötigt **keine Energie**. In der Jahressumme ist die am Gebäude oder auf dem unmittelbaren Grundstück erzeugte regenerative Energie mindestens so groß wie der Gesamtprimärenergiebedarf des Gebäudes für Heizen, Kühlen, Warmwasser, Hilfsstrom und Strom für alle typischen internen Anwendungen.

52,16 qm dachintegrierte, monokristaline Siliziumzellen (Fotovoltaik) mit 6,9 KW_{peak} auf Wohnhaus und 3,45 KW_{peak} auf Messcontainer
Energieertrag / Jahr: ca. 9.400 kWh

Zero Emission

Das Gebäude produziert **keine CO₂-Emissionen**. Bezugsgrösse ist der Gesamtprimärenergiebedarf, der in CO₂-Emission umgerechnet wird. Keine Verbrennungsprozesse auf dem Grundstück oder im Gebäude.

Zero Waste

Das Gebäude hinterlässt bei Umbau oder Abbau **keinen Abfall**. Alle Bauteile können am Ende des Lebenszyklus vollständig, ohne jedwede zu verbrennende oder zu deponierende Anteile, recycelt werden. Das Grundstück kann ohne Altlasten oder sonstige verbliebene Rückstände renaturiert werden.

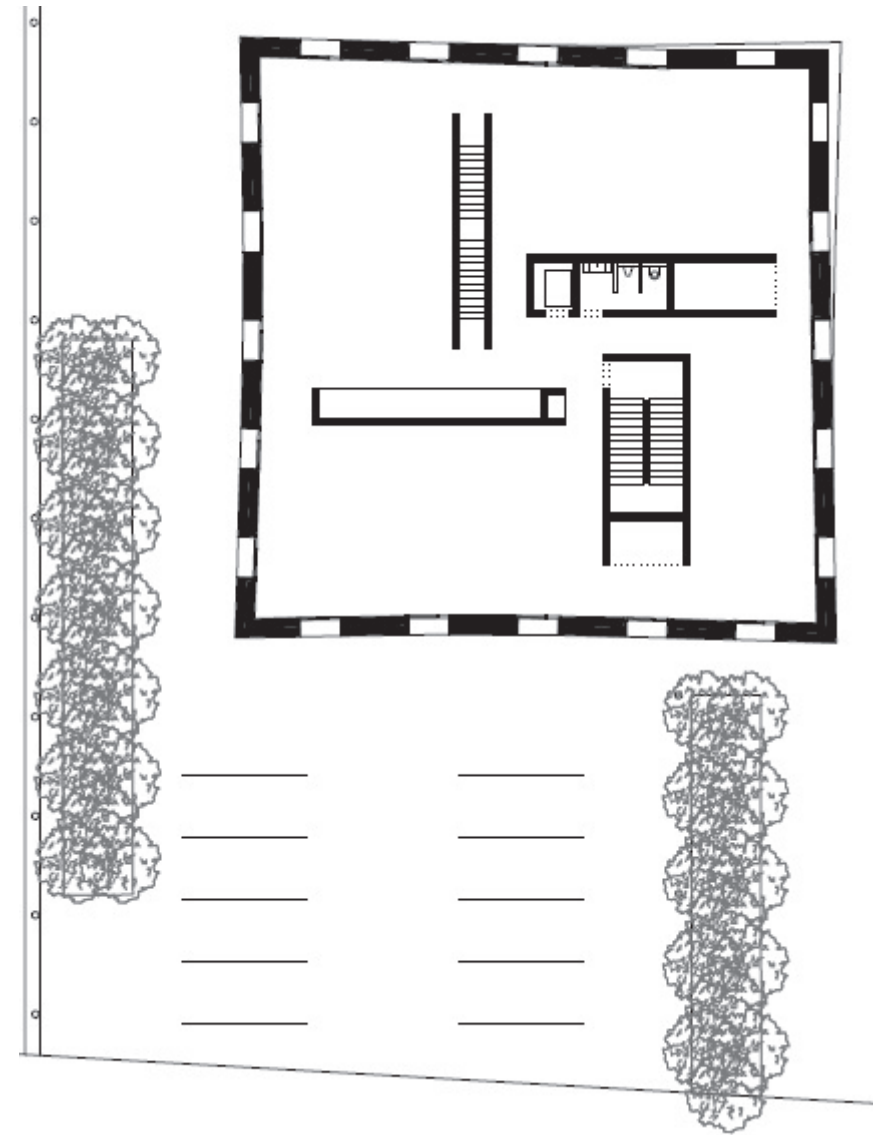
2226

Energie
Schönheit
Flexibilität



Bürohaus in Lustenau, Vorarlberg / Österreich

Architekten: Carlo Baumschlager & Dietmar Eberle, 2013



Bürohaus 2226, Baumschlager Eberle, 2013





Gebäudekybernetik

Sparen oder Gewinnen?

Energiegärten zur solaren Energiegewinnung



Pfeifer Roser Kuhn Architekten, 2005



Günter Pfeifer, geb. 1943, 1992 - 2012 Professur an der TU Darmstadt
<http://www.guenterpfeifer.de/>

Christoph Kuhn, geb. 1966, seit 2013 Prof. "Entwerfen und Nachhaltiges Bauen", TU Darmstadt
seit 2015 Kuhn Lehmann Architekten
<http://www.kul-architekten.de>

Harald Roser, geb. 1956, Professur Hochschule für Technik Stuttgart, Büropartner bis 2005
<http://haraldroser.blogspot.de/>



Seniorenwohnen
Weegerhof Solingen

Ehemaliges Express-
gutgelände Freiburg



Seniorenzentrum in
Lich

Institut für Umwelt-
medizin und Kranken-
haushygiene,
Freiburg



Umbau der Markus-
kirche, Frankfurt

Das Faller Pharma
ServiceCenter,
Binzen

Patchworkhaus in Müllheim, 2005



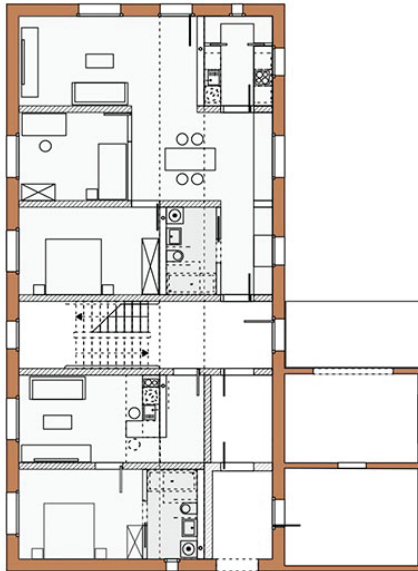
Einfach bauen



Drei Forschungshäuser
mit monolithischen Wandaufbauten
aus Holz, Mauerwerk und Beton in Bad Aibling

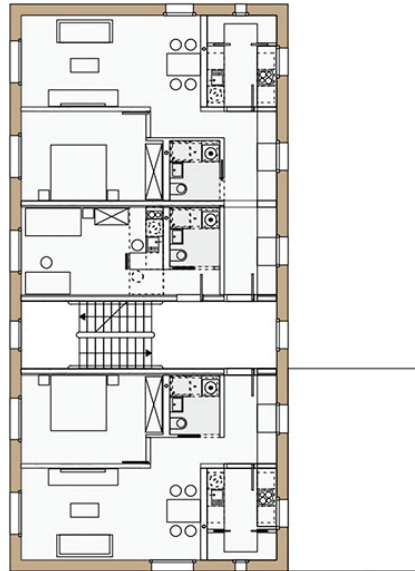
Florian Nagler Architekten / TU München, 2017-21

Dämmziegel



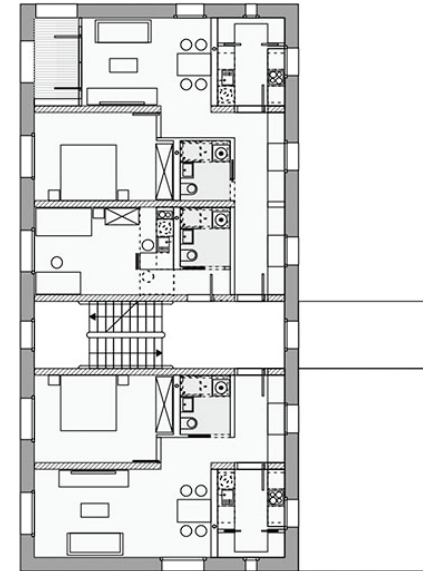
Erdgeschoss

Massivholz



1. Obergeschoss

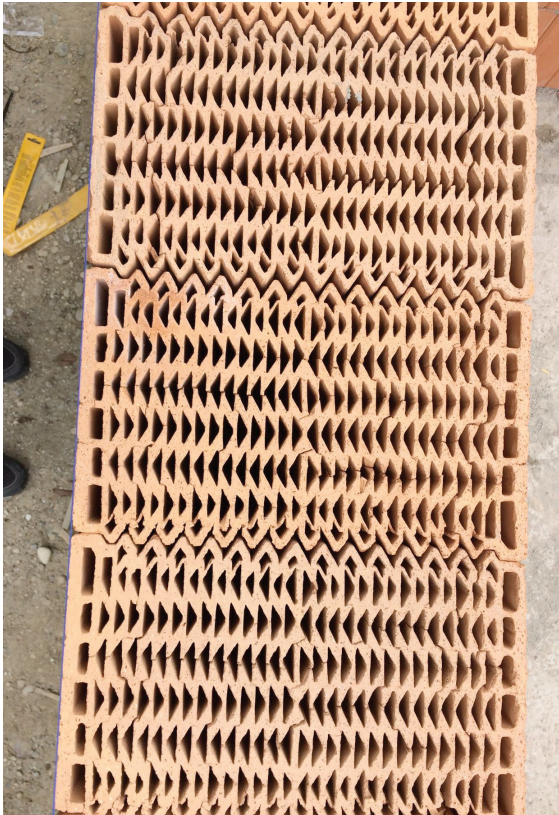
Leichtbeton



2. Obergeschoss



(c) Florian Nagler Architekten



Mauerwerk

42,5 cm + Putz

U-Wert: 0,25 W/m²K

Rohdichte: 850 kg/m³

Druckfestigkeit: 3,4 N/mm²



Vollholzwand

30 cm

U-Wert: 0,22 W/m²K

Rohdichte: 410 kg/m³

Druckfestigkeit: 17 N/mm²



Infraleichtbeton

50 cm

U-Wert: 0,35 W/m²K

Rohdichte: 750 kg/m³

Druckfestigkeit: 12 N/mm²

Treibhauspotential (GWP)

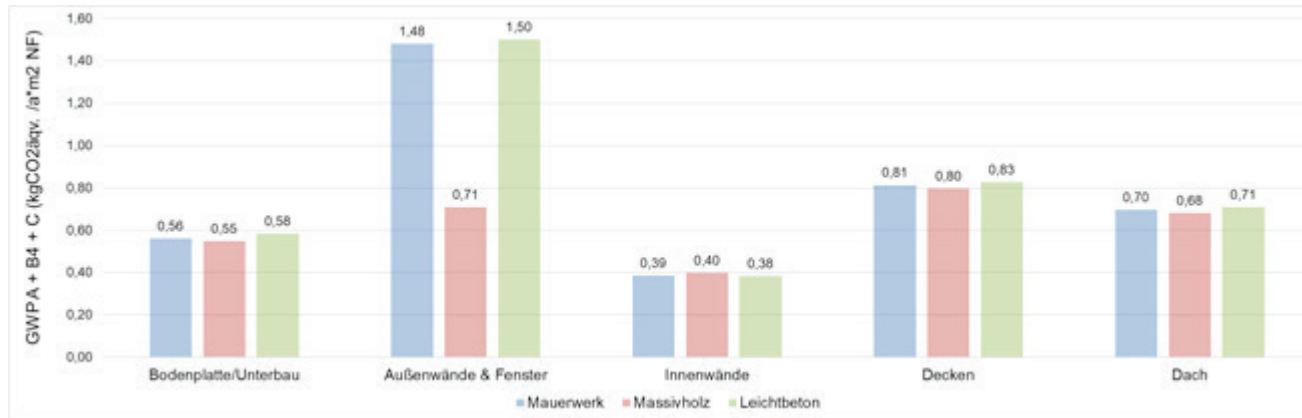


Abbildung 118: GWP (A+B4+C) aller drei Forschungsgebäude nach Bauteilgruppen

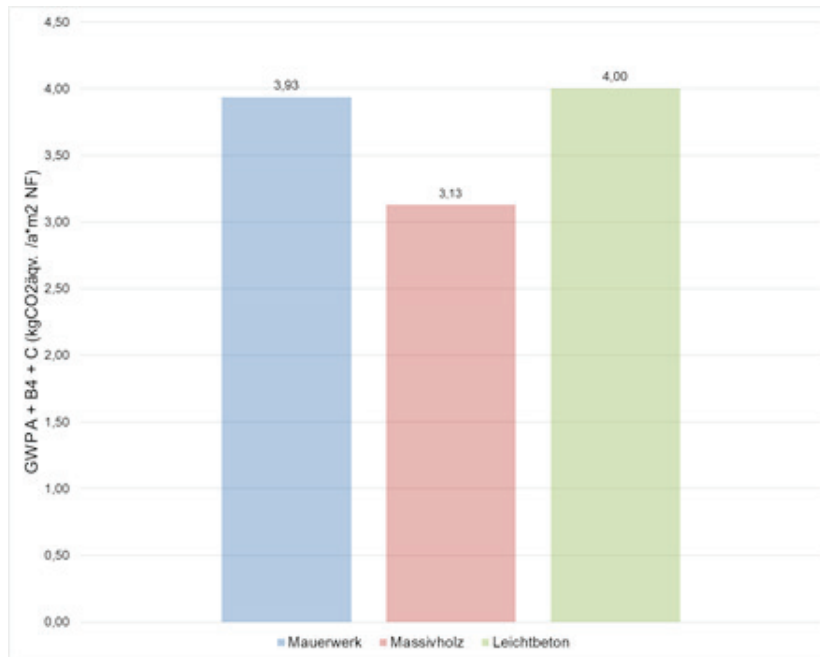


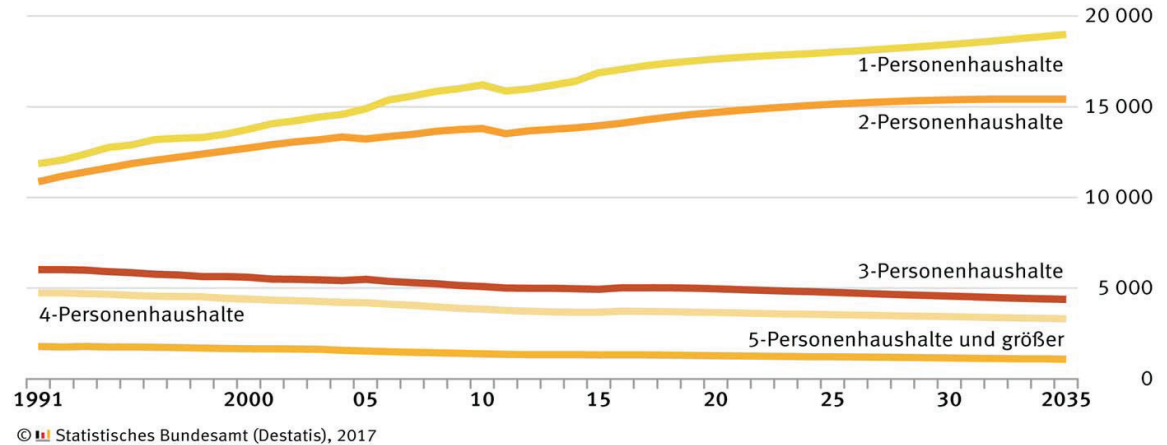
Abbildung 119: GWP (A+B4+C) aller drei Forschungsgebäude

<https://www.einfach-bauen.net/>

vor allem durch die Zunahme von Kleinhaushalten

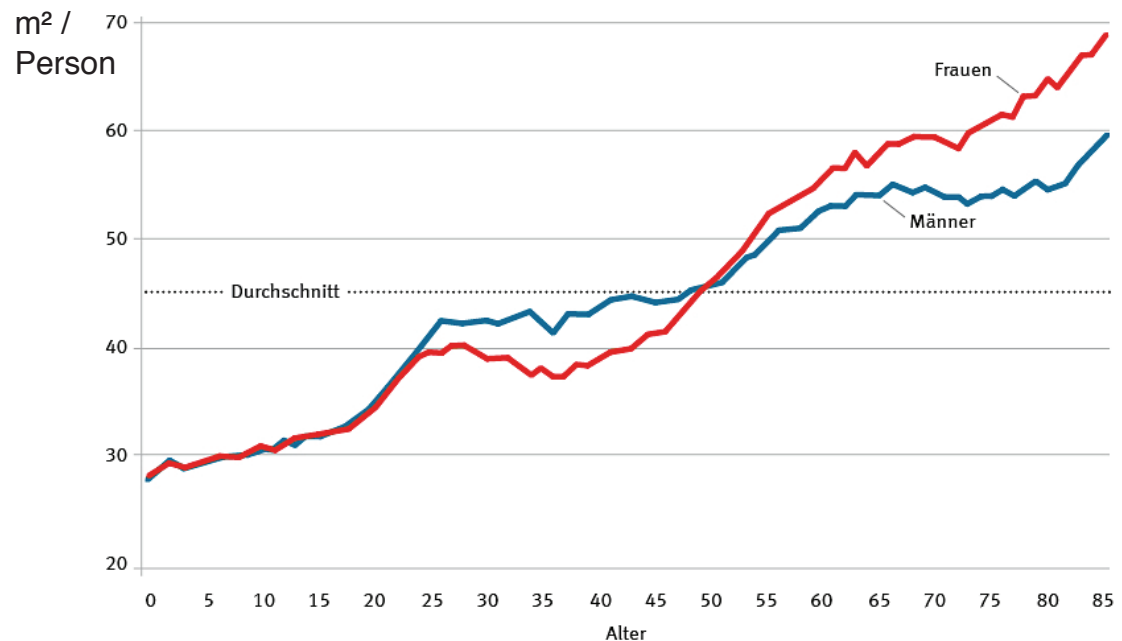
Ursachen:

- Individualisierung und Pluralisierung von Lebensstilen
- Steigender Komfortanspruch
- Demographischer Wandel / Alterung der Gesellschaft
- Remanenzeffekt



Anzahl der Privathaushalte nach Haushaltsgröße bis 2035. Ab 2016 Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung (Variante Trend) in 1.000.

Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis 2017: 9)



Remanenzeffekt: Verfügbare Wohnfläche pro Person, Männer und Frauen nach Alter in Jahren, 2010 (BiB 2013)

Studierendenwohnheim in Berlin-Eichkamp





ZUKUNFT BAU

FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

Ziele Forschungsförderung Ressortforschung Kostengünstiges Bauen Effizienzhaus Plus **Variowohnungen** Aktuelles Publikationen

Variowohnungen

MEIN ZUKUNFT BAU

SUCHEN

Suchbegriff

Vario News

Modellvorhaben

Modellvorhaben Übersicht

Baustellenblog

Netzwerk / Forum

Forschung

Publikationen / Medien

Förderprogramm

Kontakt und FAQs

Zum Vario-Newsletter

Dauerwaldweg, Berlin-Grünwald



Quelle: solidar, Dr. G. Löhnert

Status: Fertiggestellt
Standort: Dauerwaldweg 1, Berlin-Grünwald
Bauherr: Studierendenwerk Berlin
Architekt: Lehrecke Witschurke Architekten
Forschung: FH Potsdam, Institut für angewandte Forschung, Prof. Dr.-Ing. Michael Prytula
Art der Maßnahme: Neubau / 50 Wohnplätze
Höhe der Bundeszuwendung: 689.200 Euro
Bauzeit: 23 Monate

Junges Wohnen in Marzahn, Berlin-Marzahn



Quelle: thoma architekten

Status: Im Bau
Standort: Ludwig-Renn-Straße 46 - 64 (Haus E), Berlin
Bauherr: Degewo Marzahner Wohnungsgesellschaft mbH
Architekt: thoma Architekten im Generalplanungs-auftrag
Forschung: HS Luzern - Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), Prof. Peter Schwehr
Art der Maßnahme: Neubau / 112 Wohnplätze
Höhe der Bundeszuwendung: 1.735.484 Euro
Bauzeit: 20 Monate

Laerheidestraße, Bochum



Status: Fertiggestellt
Standort: Laerheidestraße 4a-8a, Bochum
Bauherr: Akademisches Förderungswerk
Architekt: ACMS Architekten GmbH
Forschung: Hochschule Bochum, FB Architektur, Prof. Christian Schlüter
Art der Maßnahme: Neubau / 258 Wohnplätze

Projektdaten zum Studierendenwohnheim



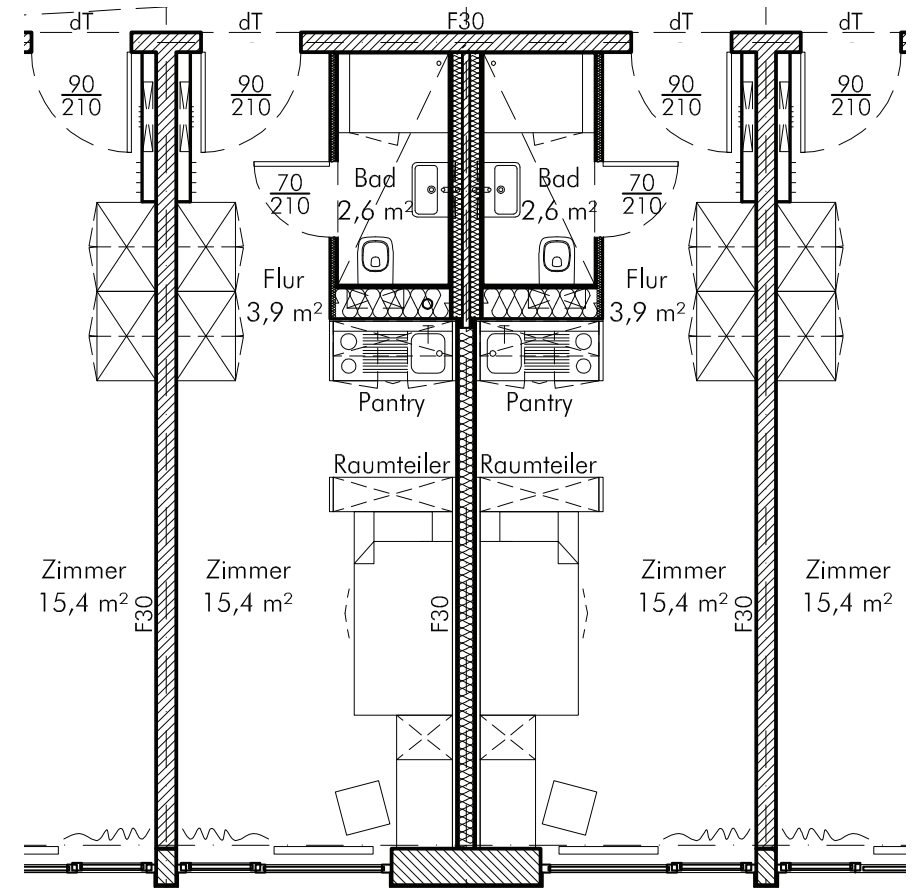
Projektstandort: Dauerwaldweg 1
14055 Berlin

Bauherr: studierendenWERK Berlin
Hardenbergstr. 34
10623 Berlin

Architekten: Lehrecke Wittschurke Architekten BDA

Bauweise: Außenwände: Massivbau Porenbeton
Tragwerk: Schottenbauweise
Keller und Geschossdecken: Stahlbeton

50 Wohnplätze



Endenergiebedarf ENEV	66,88 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf, nicht erneuerbar	99,05 kWh/(m²a)
Primärenergiebedarf, erneuerbar	14,92 kWh/(m²a)
Summe Primärenergiebedarf	113,97 kWh/(m²a)

Ergebnisse der Ökobilanzierung

Vergleich Bilanzierung Gesamtgebäude LCA und Endenergie gemäß ENEV

NGF ENEV: 1.832,01 m²

Wohnfläche: 1.376,08 m²

Bilanzzeitraum LCA: 50 Jahre

Treibhauspotential

Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Baustoffe	eLCA	ENEV	Baustoffe
Einheit	kg CO ₂ -Äqu./ (m ² *a)			Anteil %		
GWP pro m ² Nettoraumfläche	25,23	14,96	10,27	100	59,3	40,7
GWP pro m ² Wohnfläche	33,59	19,91	13,68			

Primärenergiebedarf nicht erneuerbar

Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Baustoffe	eLCA	ENEV	Baustoffe
Einheit	kWh/(m ² *NRF*a)			Anteil %		
Primärenergie nicht erneuerbar	99,05	67,01	32,04	100	67,7	32,3

Primärenergiebedarf erneuerbar

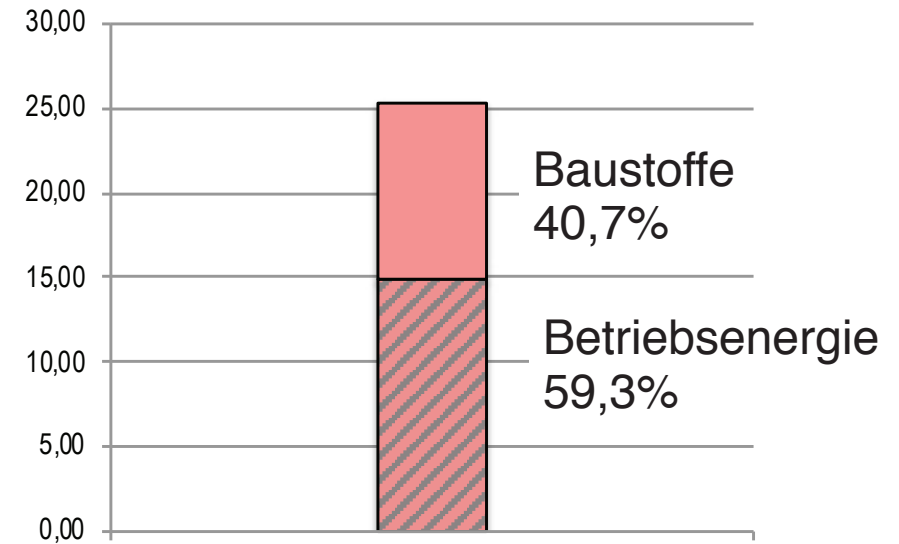
Solarthermie TWW lt. ENEV	kWh/a	0,36	18.810,73
	kWh/(m ² *NRF*a)		10,27

Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Baustoffe	eLCA	ENEV	Baustoffe
Einheit	kWh/(m ² *NRF*a)			Anteil %		
Umweltenergie solare TWW ENEV	10,27	10,27	0,00	100	100,0	0,0
Primärenergie erneuerbar	4,65	0,82	3,83	100	17,5	82,5
Primärenergie erneuerbar ges.	14,92	11,08	3,83	100	74,3	25,7
Primärenergie gesamt	113,97	78,09	35,88	100	68,5	31,5
erneuerbarer Primärenergieanteil	13,09%	14,19%	10,69%			

Andere Wirkungskategorien

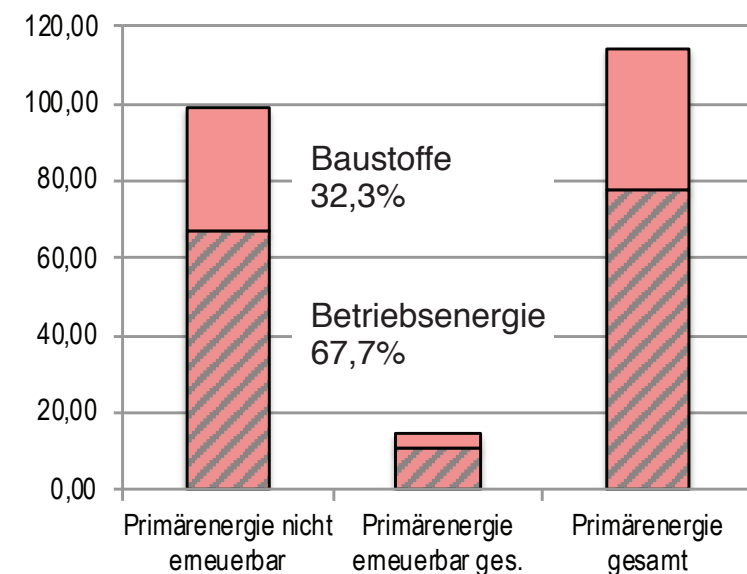
Wirkungskategorie	eLCA	ENEV	Baustoffe	eLCA	ENEV	Baustoffe
	kg CFC11-Äqu./(m2*NRF*a)			Anteil %		
Ozonschichtabbaupotential, ODP	1,16E-08	7,81E-11	0,0000	100	0,7	99,3
	kg C2H4-Äqu./(m2*NRF*a)					
Ozonbildungspotential, POCP	2,17E-02	1,86E-03	0,0198	100	8,6	91,4
	kg SO2-Äqu./(m2*NRF*a)					
Versauerungspotential, AP	3,60E-02	1,17E-02	0,0243	100	32,4	67,6
	kg PO4-Äqu./(m2*NRF*a)					
Überdüngungspotential, EP	5,41E-03	1,74E-03	0,0037	100	32,2	67,8

kg CO₂-Äqu./ (m² *a)



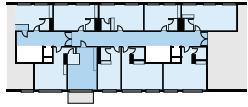
Global Warming Potential, GWP

kWh/(m²*NRF*a)

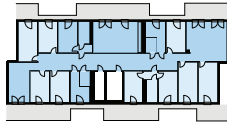


Clusterwohnungen - Grundrisstypologie

Projekte, deren Erschließung dem Prinzip des Mittelgangs oder Flur entspricht:



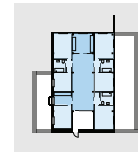
Kalkbreite, Zürich 2014



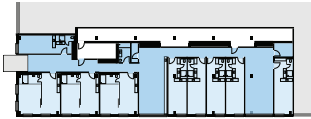
Gießerei, Winterthur 2013



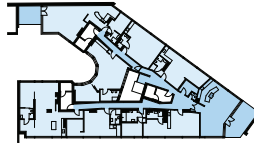
Neufrankengasse, Zürich 2015



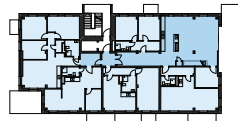
Musikerhaus, Basel 2010



Warmbächli, Bern 2020



Wohnen am Maybachufer, Berlin 2012



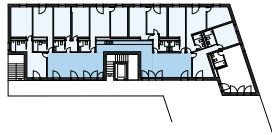
Spreefeld, 2 OG, Berlin 2014



Forstneried, München 2015



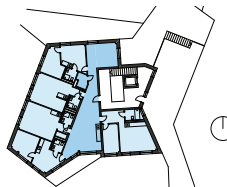
Projekte, die über einen Zentralraum erschlossen werden:



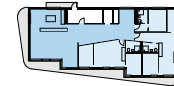
StadtErle, Basel 2017



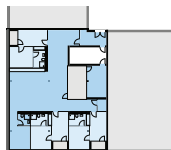
Haus Noah, Ludwigshafen 2008



WagnisArt, München 2016



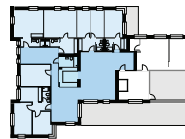
Kanzleigasse 50, Winterthur 2012



Ecoquartier Jonction, Genf 2018



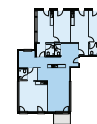
mehr als wohnen, Zürich 2014



Heizenholz, Zürich 2011

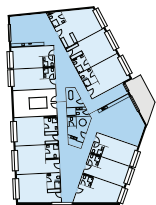


St. Pauli, Zürich 2012



Ecoquartier Les Vergers, Genf 2019

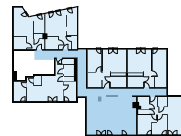
Projekte mit Mischformen der Erschließung:



WoGen, Wien 2020



Annagarten, Oranienburg 2019



Generationenwohnen, Wien 2019



Gundeli, Basel 2016



Zwicky Süd, Dübendorf 2016

Spreefeld, 2014



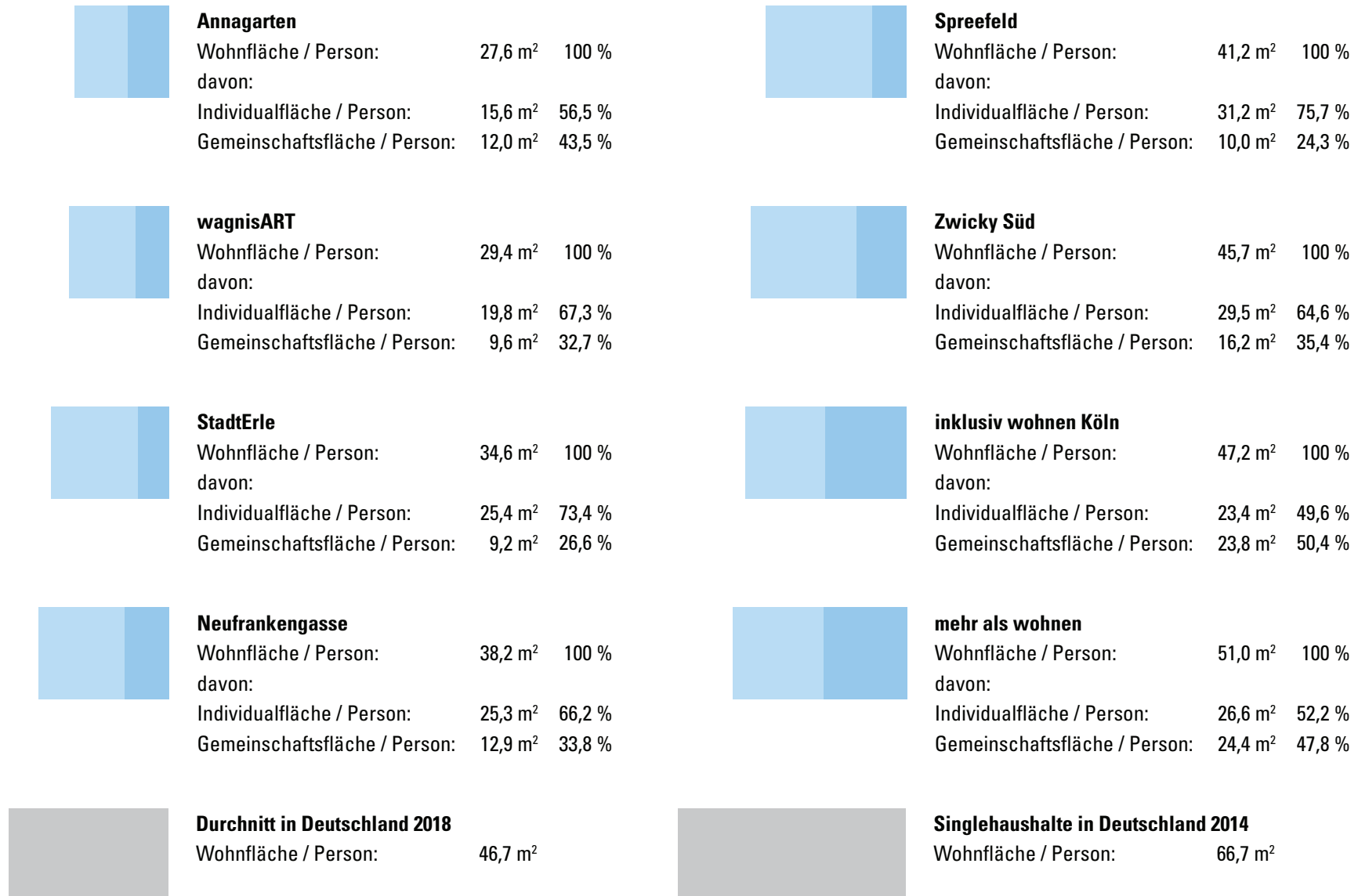


Abb. 92: Darstellung der Flächenrelationen Individualfläche (■) / Gemeinschaftsfläche (■) in den dargestellten Cluster-Wohnungen der Fallstudien im Vergleich zur Wohnfläche in Deutschland (vgl. Umweltbundesamt 2019)

4

Herausforderungen einer nachhaltigen Stadtentwicklung

Wichtigste Aufgabenfelder:

- Energetischer und klimagerechter Stadtumbau
- Integrale Planungsprozesse auf allen Handlungsebenen
- Umbau der Energieinfrastruktur und deren stadträumliche Integration
- Innovationen im Bauwesen
- Energie- und ressourceneffiziente Lösungen in der Siedlungswasserwirtschaft
- Designkriterien für zukunftsfähige Infrastruktursysteme
- Stoffströme und Urban Mining
- Nachhaltige Verkehrssysteme und Mobilität

Wichtigste Aufgabenfelder:

- Resiliente Raum-, Bau- und Infrastrukturen
- Integrierte Analysen der Vulnerabilitäten und Folgen des Klimawandels
- Sektor- und handlungsfeldübergreifende Anpassungsstrategien und -maßnahmen auf Grundlage von Risikokatastern
- Grüne und Blaue Infrastrukturen für die Klimaanpassung
- Resilienz, Adaptation und Mitigation in der Stadtregion von morgen
- Stadt-Umland-Beziehungen berücksichtigen

Wichtigste Aufgabenfelder:

- Lösungen zur selbstbestimmten Datennutzung bei Schnittstellen-Technologien
- IKT-Plattformen zur Vernetzung von Stadtsystemen in Echtzeit
- Anpassung und Weiterentwicklung horizontaler Technologien und Vernetzung
- Sichere Betreibermodelle, Dienstleistungen und Produkte für Vernetzungstechnologien
- Schnittstellentechnologien für die urbane Produktion
- Akzeptanzsteigerung für nachhaltige Technologien durch soziale Kontextualisierungen

**Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!**

<http://www.fh-potsdam.de/forschen/urbane-zukunft/>

michael.prytula@fh-potsdam.de