

Ökobilanzierung im Holzbau

Kohlenstoff: Implementierung und - substitution

Ergebnis eines Forschungsprojektes gefördert durch die Deutsche
Bundesstiftung Umwelt Az: **30866-25**



Dipl. Ing. Architekt Holger König

Kohlenstoff: Implementierung und Substitution

Inhalt 1. Grundlagen

Nachhaltigkeit - Dreisäulenmodell

2. Ökobilanz

Prinzipien

3. Projektbeispiele

Neubau: Gemeindehaus Ludesch, Lebenshilfe Lindenberg, Finanzamt Garmisch, MFH Erlangen, MFH München, MFH Samer Mösl, UNI-Salzburg, Jugendzentrum München,
Modernisierung: MFH München, MFH Augsburg, Grundschule Gundelfungen

4. Zusammenfassung

Fazit / Ergebnisse

Kohlenstoff: Implementierung und Substitution

Inhalt

1. Grundlagen

Nachhaltigkeit - Dreisäulenmodell

2. Ökobilanz

Prinzipien

3. Projektbeispiele

Neubau: Gemeindehaus Ludesch, Lebenshilfe Lindenberg, Finanzamt Garmisch, MFH Erlangen, MFH München, MFH Samer Mösl, UNI-Salzburg, Jugendzentrum München, Modernisierung: MFH München, MFH Augsburg, Grundschule Gundelfungen

4. Zusammenfassung

Fazit / Ergebnisse

Das Nachhaltigkeitsdreieck - Transparenz

Gesundheit

Reach – Inhaltsstoffe vollständige Deklaration



Nachhaltigkeit

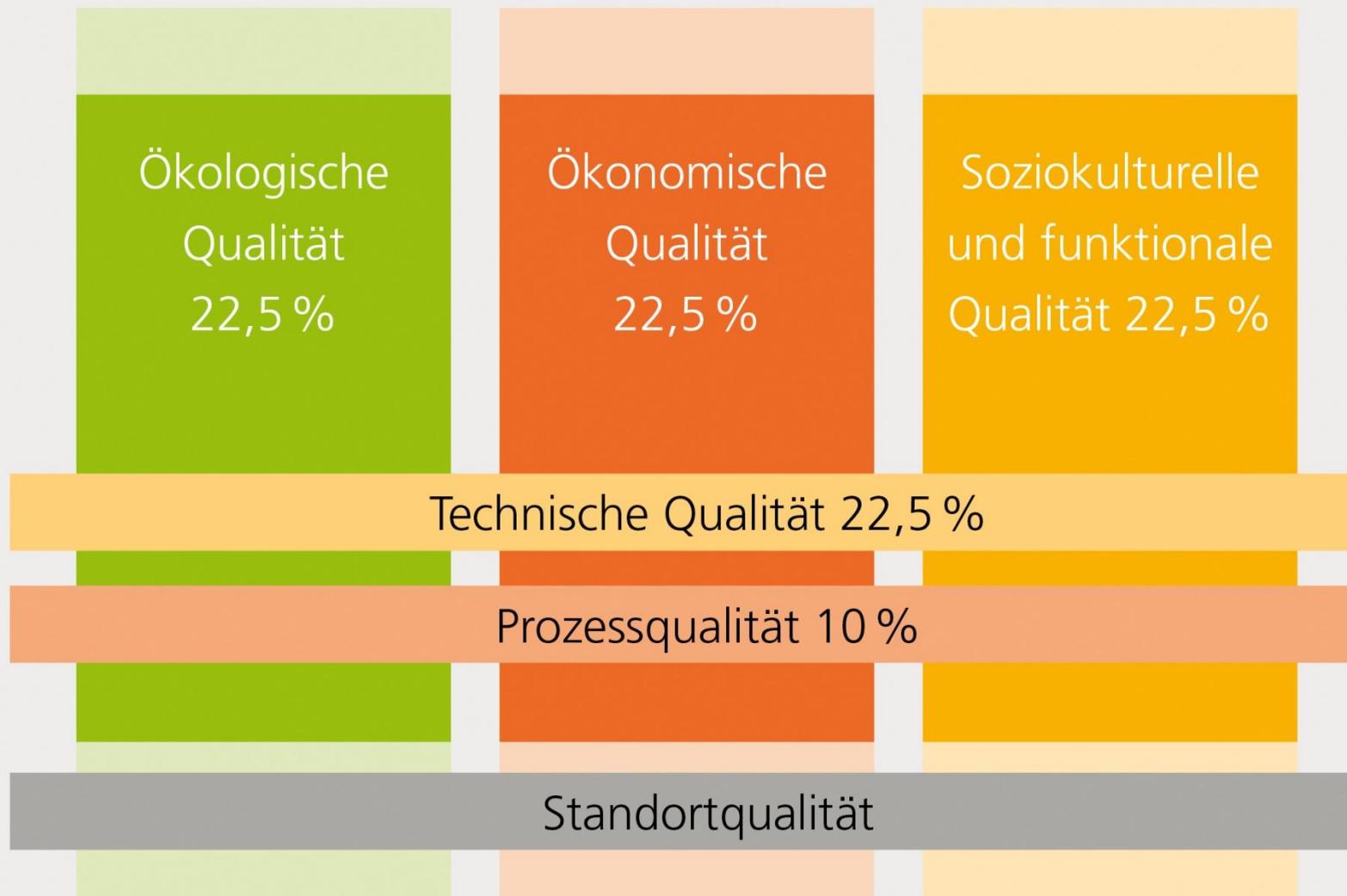
**Herstellungskosten –
Lebenszykluskosten,
LCC**

**Ökologie – Ökobilanz,
LCA und EPD**

Funktionalität, Technik

Das deutsche Zertifizierungssystem

KRITERIENGRUPPEN UND GEBÄUDEQUALITÄTEN



Quelle: Praxis-Check, Weka-Verlag 2015

Kohlenstoff: Implementierung und Substitution

Inhalt

1. Grundlagen

Nachhaltigkeit - Dreisäulenmodell

2. Ökobilanz

Prinzipien

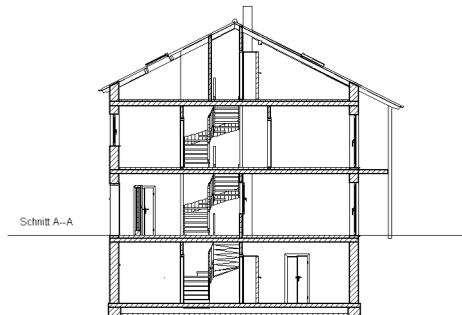
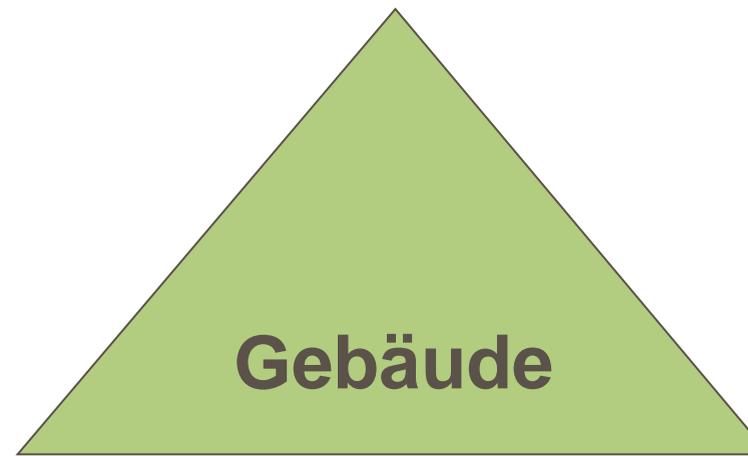
3. Projektbeispiele

Neubau: Gemeindehaus Ludesch, Lebenshilfe Lindenberg, Finanzamt Garmisch, MFH Erlangen, MFH München, MFH Samer Mösl, UNI-Salzburg, Jugendzentrum München, Modernisierung: MFH München, MFH Augsburg, Grundschule Gundelfungen

4. Zusammenfassung

Fazit / Ergebnisse

Gebäudeebene - Ökobilanz



- **Energiebedarf**

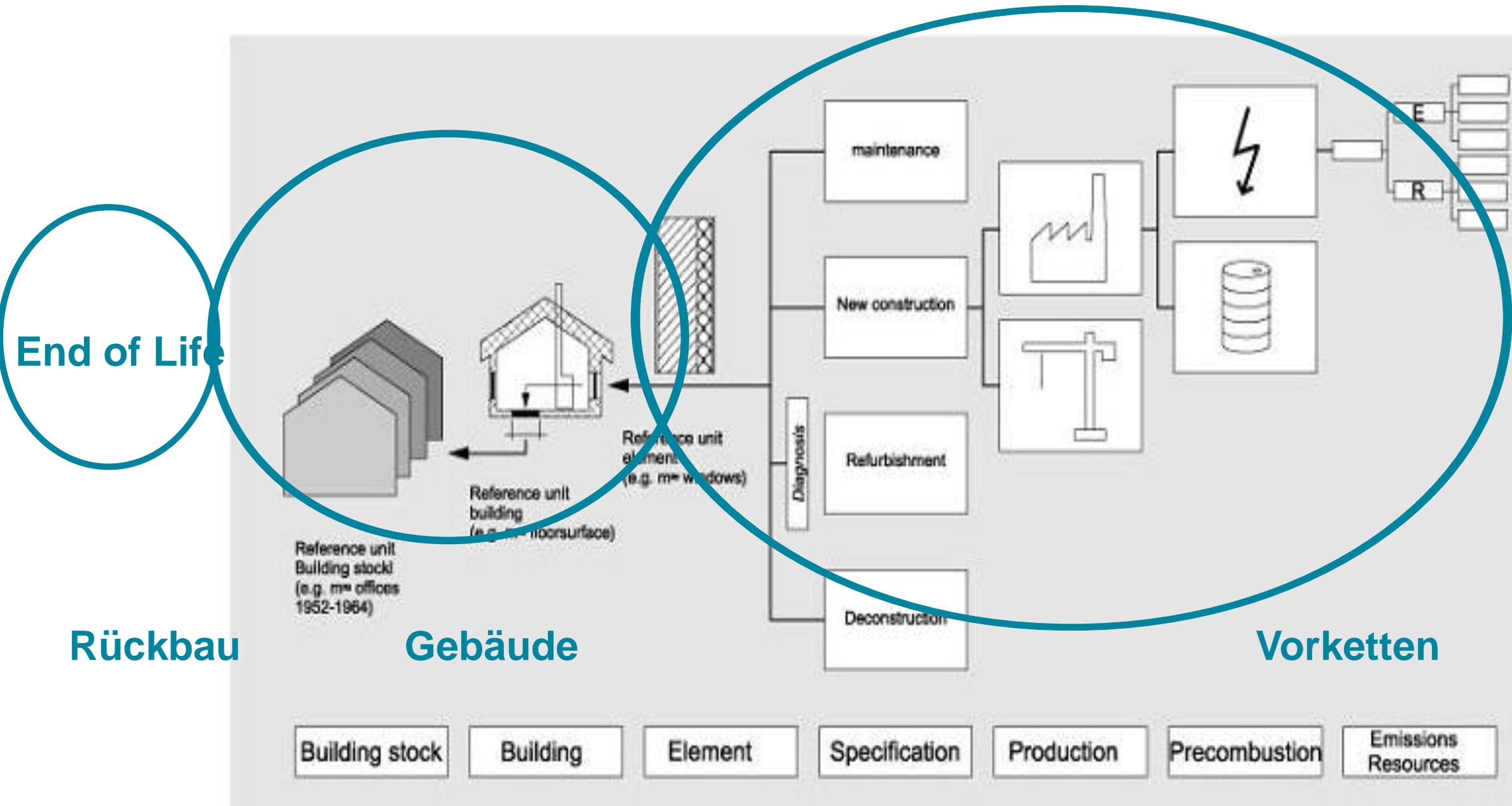
- **Umweltrisiken**
- **LCA-Gebäude**

Klimagaspotenzial
(kg CO₂-Äquiv.)

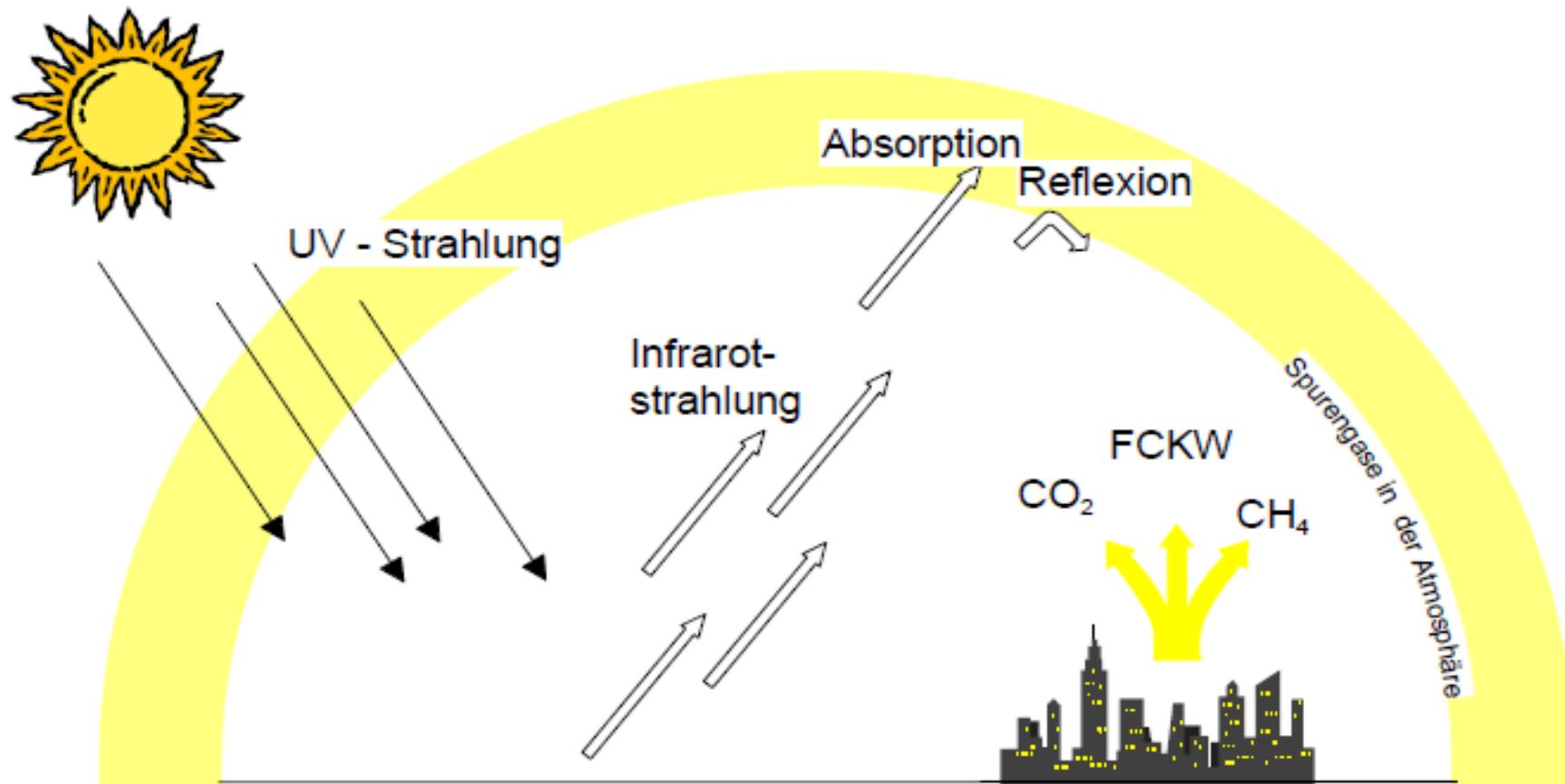
Versauerungspotenzial
(kg SO₂-Äquiv.)

Primärenergiebedarf
(MJ)

Betrachtungsraum und Phase



Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) Potentieller Beitrag eines Stoffes zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten



Bildquelle: Kreißig, J.; Kümmel, J.: Baustoff-Ökobilanzen. Wirkungsabschätzung und Auswertung in der Steine-Erden-Industrie.

Hrsg. Bundesverband Baustoffe Steine + Erden e.V. 1999 in: Albrecht, S. u.a.: ÖkoPot -Ökologische Potenziale durch Holznutzung gezielt fördern. Abschlussbericht zum BMBF-Projekt

Indikatoren für Wirkungen:

Treibhausgaspotenzial kg CO₂ äquival.

Ozonabbaupotenzial kg CF11 äquival.

Ozonbildungspotenzial kg Ethen äquival.

Versauerungspotenzial kg SO₂ äquival.

Überdüngungspotenzial kg PO₄ äquival.

Indikatoren für Ressourceninanspruchnahme:

Primärenergie nicht erneuerbar kWh

Primärenergie erneuerbar kWh

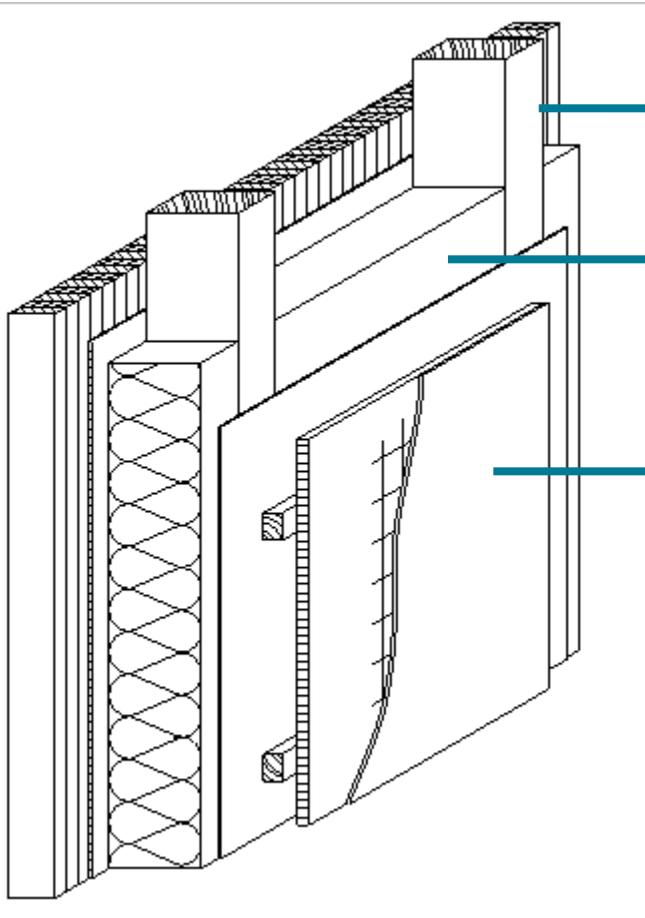
Abiotischer Ressourcenbedarf (kg Pb-äquival.)

Konstruktions-Elemente mit Ökobilanzdaten z.B. LEGEP

Datenbank: Ökobilanzmodule,
z.B. Ökobau.dat

Sachbilanz

Input/Output
Material und
Energie



LEGEP Sachbilanzen

Bezeichner
S Bitumendichtungsbahn
S Bitumenschweißbahn G 200 S4
S Bitumenschweißbahn PYE-PV 200 S5 ns
S Blähperlit 0 - 1 mm
S Blähperlit 0 - 3 mm
S Blähschiefersand 0 - 2
S Blähvermiculit 0 - 2mm
S Blasstahl
S Blei
S Borax
S Bordenschiefer
S Borsäure
S Brandschutzputz
S Branntkalk, Feinkalk (G
S Branntkalk, Feinkalk (S
S Braunkohlen-Staub

LEGEP Sachbilanz: Kalkhydrat

Werte	Bezeichner	Einheit	Menge	Typ	Art
Rezeptur	S CO2 Kohlendioxid p	kg	430,00000000	↓	
	S Erdgas frei UCPT E, D	m3	78,93723280	↑	
	S Naturkalk, gebrochen, gewaschen	t	1,38000000	↑	
	S Partikel p	kg	0,03190000	↓	
	S Strom Mittelspannung - Bezug in UCPT E	TJ	0,00008104	↑	
	S Wasser	kg	243,00000000	↑	

LEGEP Sachbilanz: Kalkhydrat

Werte	Bezeichner	Einheit	Menge	Typ	Art
Rezeptur	Kalkhydrat	t			
	CO2		472,822200	0,000000	
	SO2		0,268693	0,000000	
	Ozonschicht		0,000024	0,000000	
	Abiotisch		66,865800	0,000000	
	Überdüngung		0,021860	0,000000	
	Sommersmog		0,048338	0,000000	
	Schwermetall		0,000219	0,000000	
	Radioaktivität		12926,130000	0,000000	
	Ecopoints		0,157681	0,000000	
	PEIE		22,146300	0,000000	
	PEINE		4328,141000	0,000000	

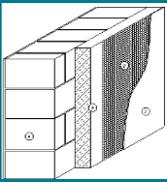
Wirkungs-bilanz

Neu berechnen

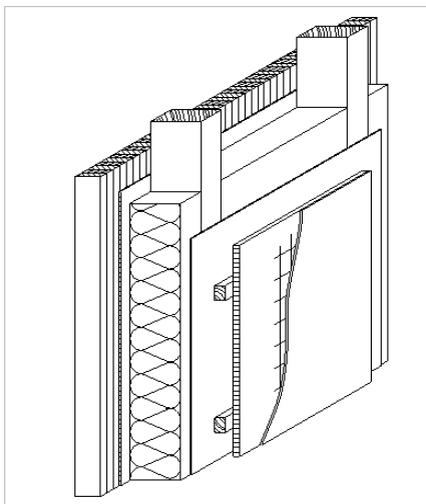
Generisch ←
Spezifisch ←

LCA: CO₂-äq., SO₂-äq., PEI /m²

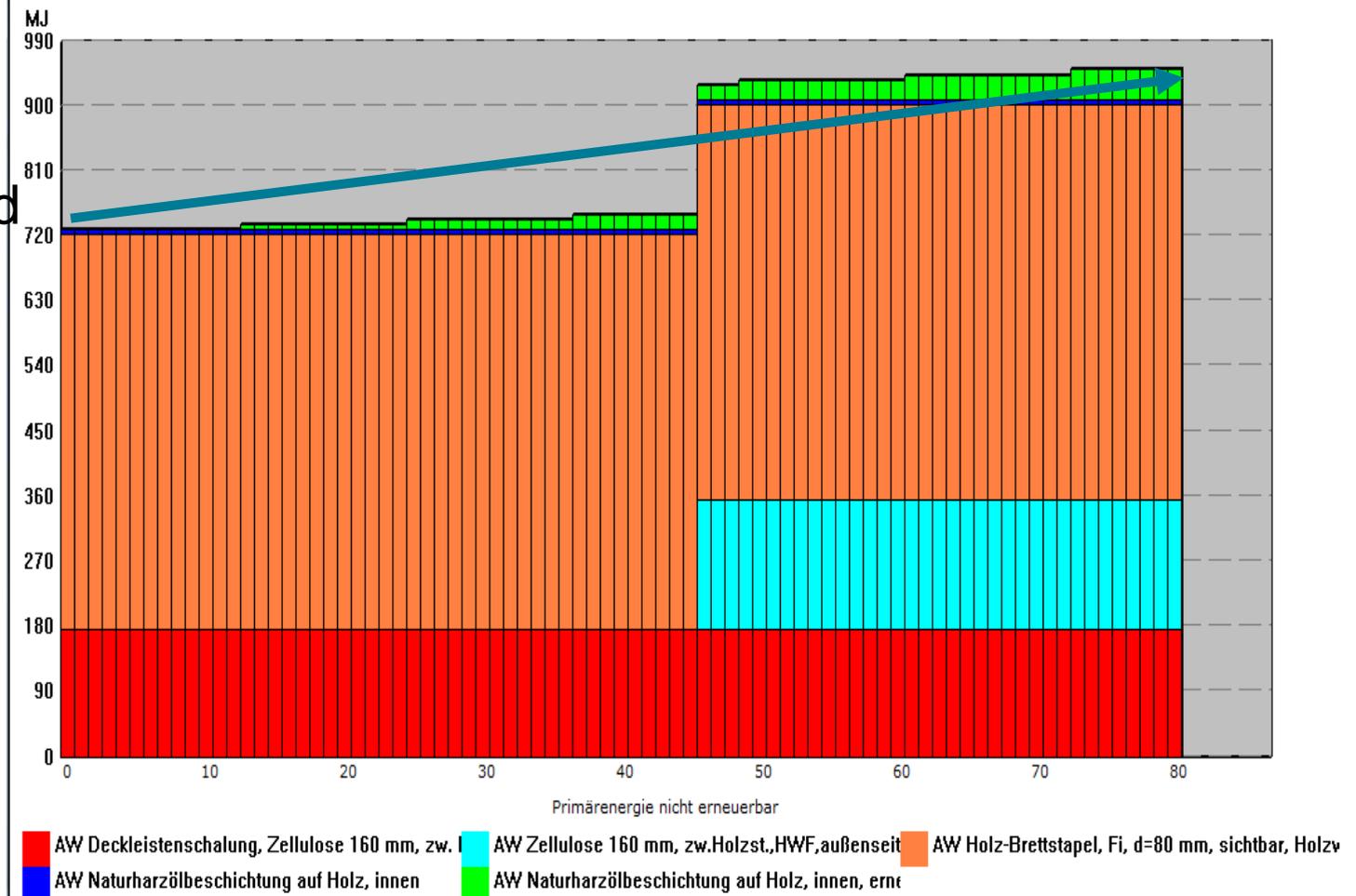
Umweltindikator Primärenergie n. ern. MJ 80 a



- Farbe innenseitig
- Wandkern Holz
- Außenverschalung und Beschichtung
- Instandsetzung Verschalung und Dämmung



Primärenergie nicht erneuerbar AWK Holz-Brettstapel, sichtb., Fi, Zellulose 160, Schalung, NH-Lasur
Betrachtungszeitraum 80 a (Ökobau.dat 4/2010)



Zeit 80 a

Ökobilanz für Bauprodukte, Bauteile und Gebäude

Genauigkeit beim Gebäudevergleich

1. Modellierung

Genauigkeit wie bei Kostenplanung und U-Wert-Berechnung. Technische Anlagen sollten miteinbezogen werden.

2. Instandsetzungszyklus und Betrachtungszeitraum

Nachprüfbare Erneuerungszyklen sind notwendig. Unterschied zwischen Lebensdauer und Betrachtungszeitraum beachten.

3. Funktionale Einheit beim Gebäudevergleich

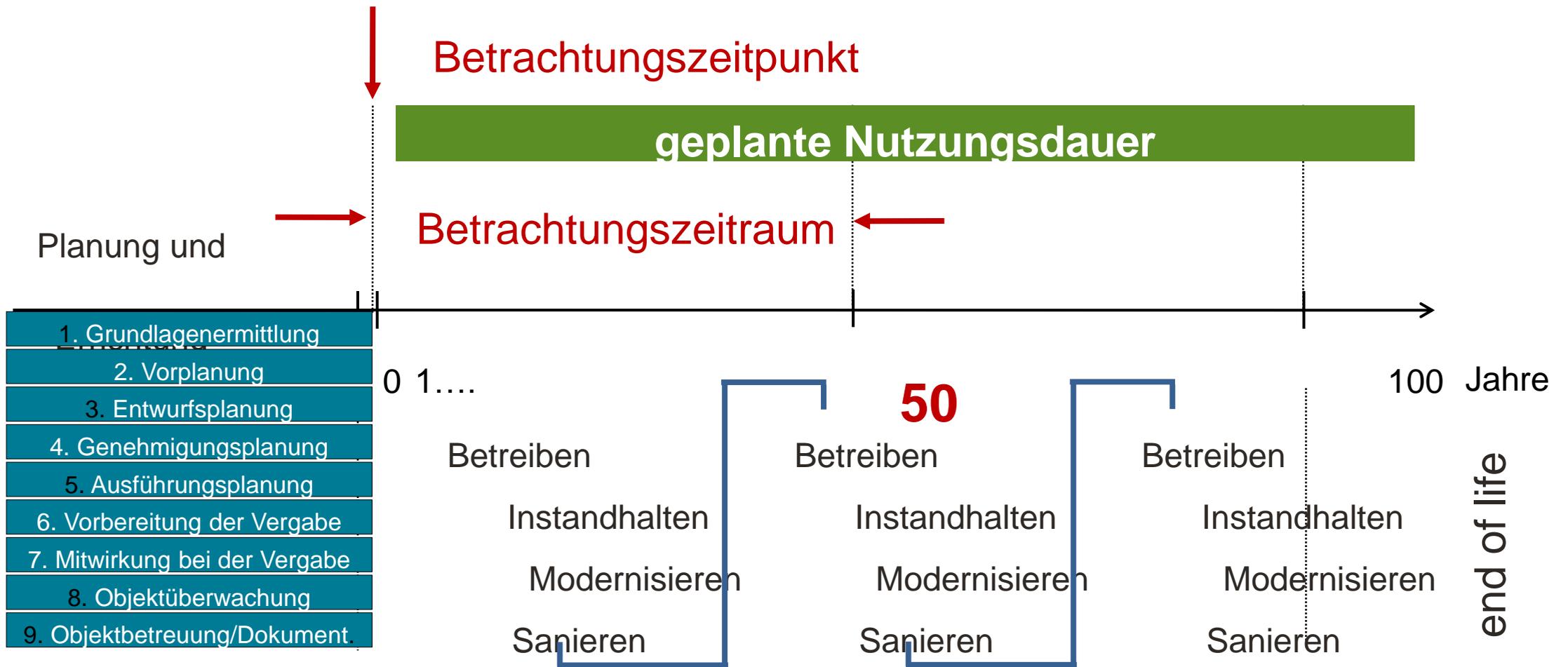
Die zu vergleichenden Gebäude müssen gleiche Qualitäten aufweisen, z.B. gleichen Endenergiebedarf.

4. Fazit

Bei exakter Modellierung der Gebäude liefert die Ökobilanz eindeutige und belastbare Hinweise auf die Umweltfolgen durch verschiedene Gebäudeausführungen.

Lebenszyklusanalyse

Betrachtungszeitpunkt und Betrachtungszeitraum



Kohlenstoff: Implementierung und Substitution

Inhalt

1. Grundlagen

Nachhaltigkeit - Dreisäulenmodell

2. Ökobilanz

Prinzipien

3. Projektbeispiele

Neubau: Gemeindehaus Ludesch, Lebenshilfe Lindenberg, Finanzamt Garmisch, MFH Erlangen, MFH München, MFH Samer Mösl, UNI-Salzburg, Jugendzentrum München,
Modernisierung: MFH München, MFH Augsburg, Grundschule Gundelfungen

4. Zusammenfassung

Fazit / Ergebnisse

8 Neubauprojekte

Lebenshilfe Lindenberg, Gewerbebau

Architekten: Lichtblau, München

Finanzamt Garmisch-Partenkirchen, Bürobau

Architekt: Bauer, München

Gemeindezentrum Ludesch, Multifunktionsbau

Architekt Kaufmann, Vorarlberg

Wohnungsbau Samer Mösl, Mehrfamilienhaus

Architekt: sps-architekten zt, Thalgau

Fachhochschule Kuchl, Vorlesungsgebäude

Architekten: Dietrich/ Untertrifaller, Bregenz

Jugendzentrum Pfifteen, Kommunalbau

Architekten: Lichtblau, München

Wohnungsbau München, Mehrfamilienhaus

Architekten Kaufmann, Vorarlberg/Lichtblau, München

Wohnungsbau Erlangen, Mehrfamilienhaus

Architekten GewoBAU;B&O, Erlangen

Reales Gebäude - Standardvariante

Form und Fläche:

Gleiche Kubatur, gleiche Fläche, gleiche Bauform

Energiebedarf

Gleiches energetisches Niveau

Primärkonstruktion:

Holz + Holzwerkstoffe – Primärkonstruktion mineralisch

Ausbaustoffe:

Teils nachwachsende Rohstoffe – mineralisch-synthetische Bauprodukte

Technische Anlagen:

Gleiche technische Anlagen für Sanitär, Heizung, Lüftung, Kühlung, Elektro, Kommunikation, Transport

Gewerbebau Lindenberg (2005)



Finanzamt Garmisch-Partenkirchen (2011)



Gemeindezentrum Ludesch (2005)



Wohnungsbau Samer Mösl (2006)



Fachhochschule Campus Kuchl (Salzburg, 2011)



München Jugendzentrum (2009)



München-Sendling Wohnbau (2011)



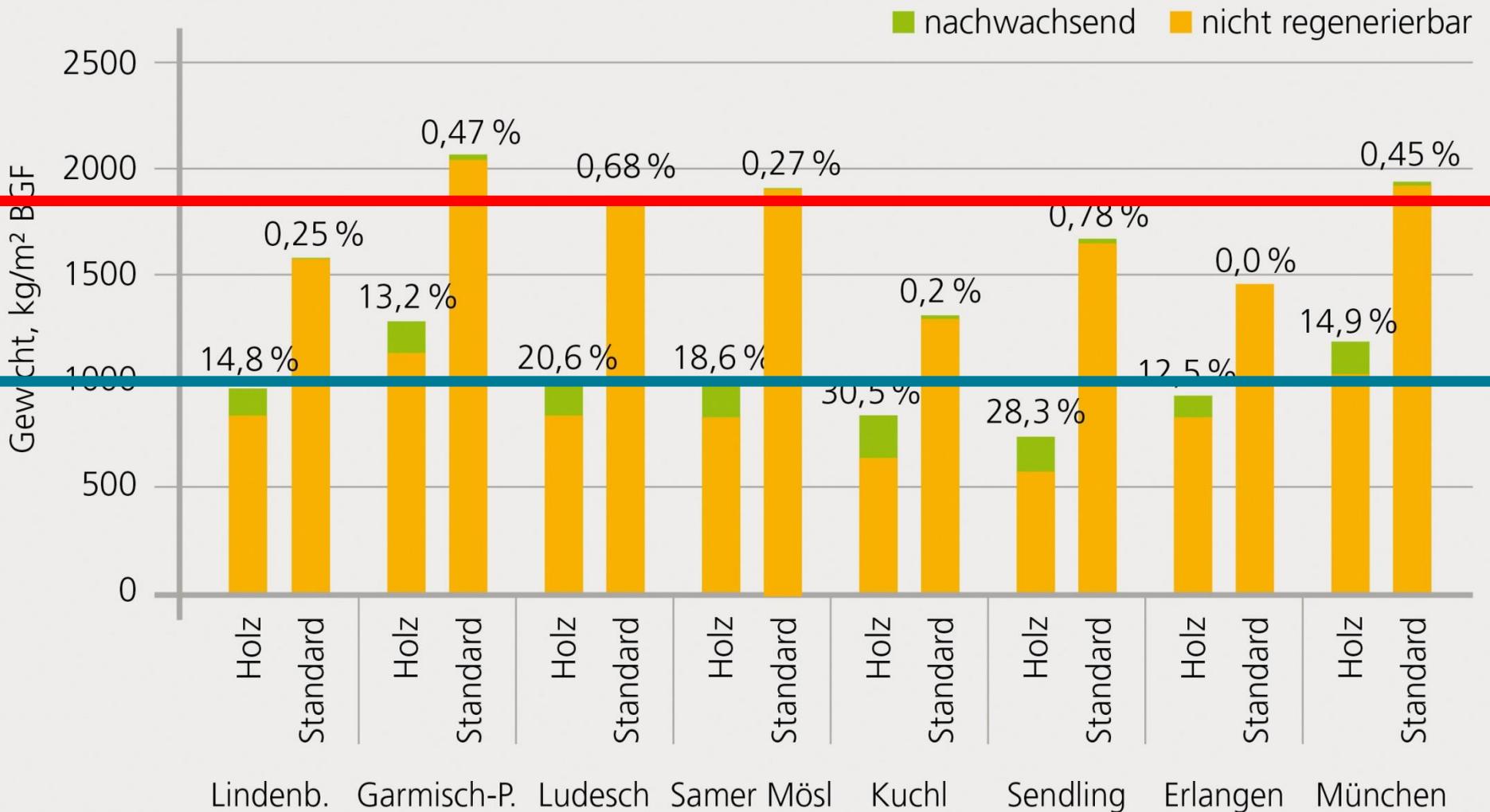
Materialbedarf – Primärkonstruktion Holz-Standard

**1800kg
/m²BGF**

**1000 kg
/m²BGF**

MATERIALBEDARF – PRIMÄRKONSTRUKTION HOLZ-STANDARD

Materialbedarf für Herstellung und Instandsetzung, 50 Jahre
% nachwachsend an Gesamtgewicht



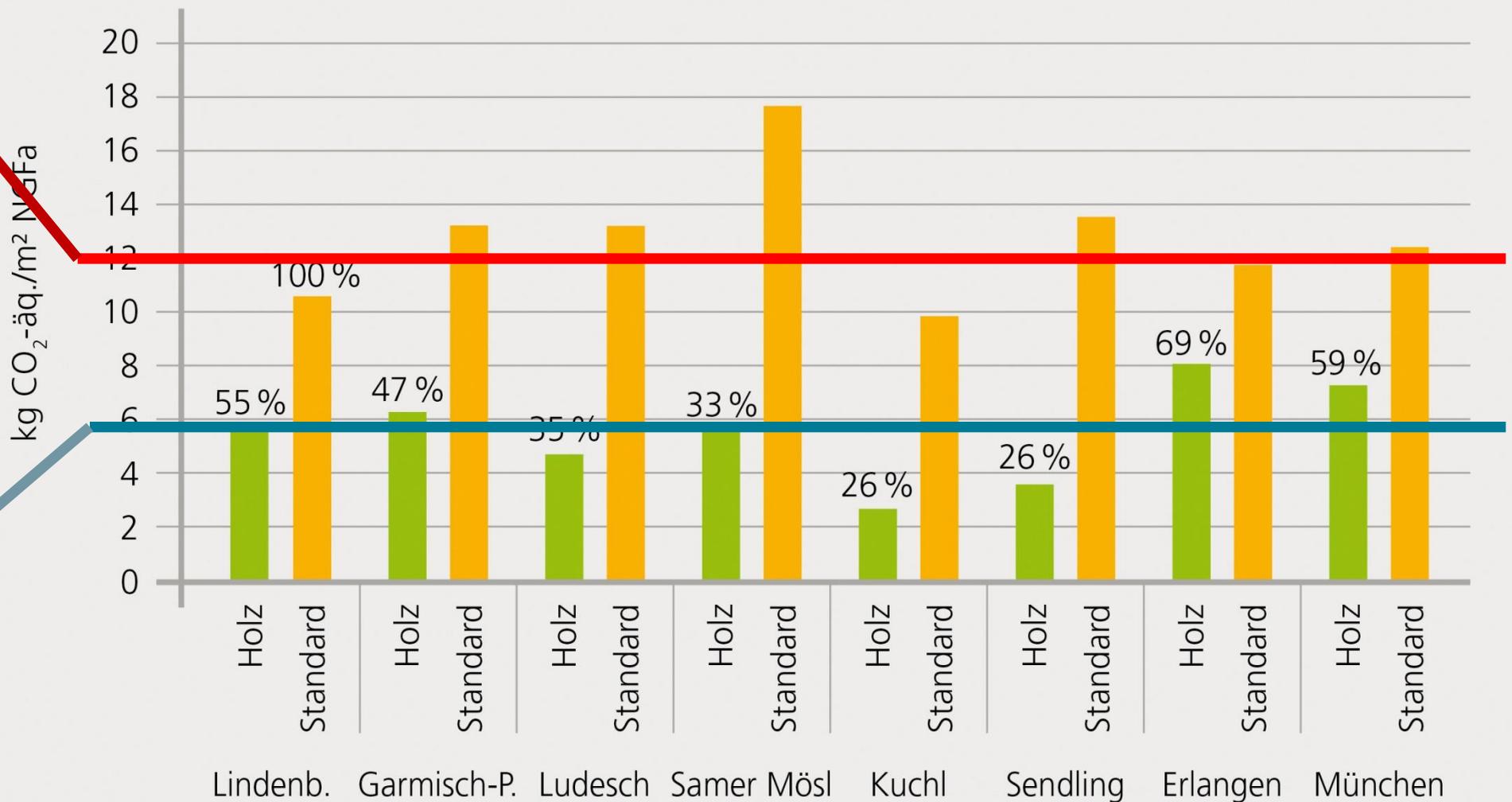
Quelle: Praxis-Check, Weka-Verlag 2015

Treibhauspotenzial GWP

12 kg CO₂ /m²NGFa

TREIBHAUSPOTENZIAL GWP

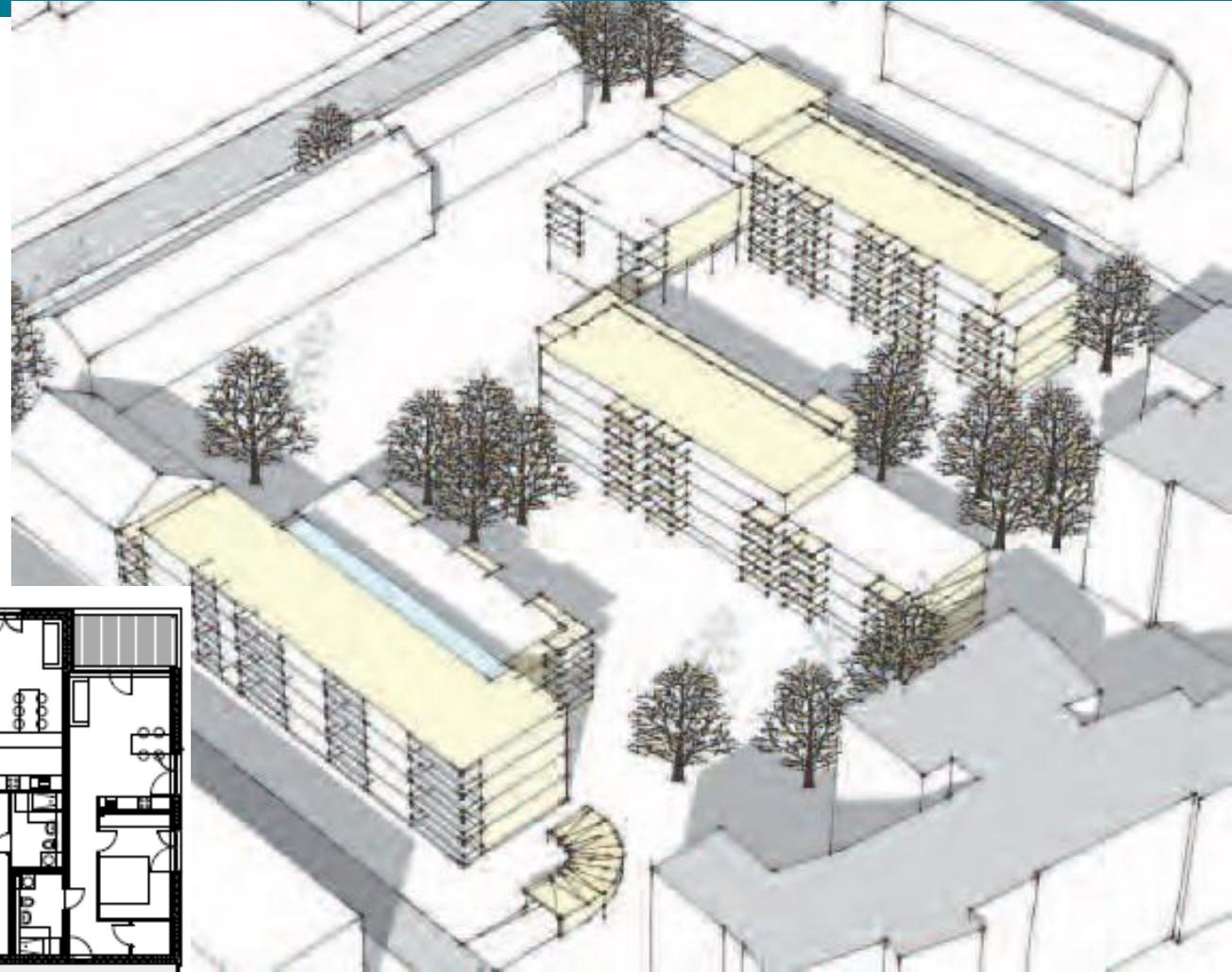
Treibhauspotenzial, nur Gebäude, 50 Jahre
% von Standardvariante



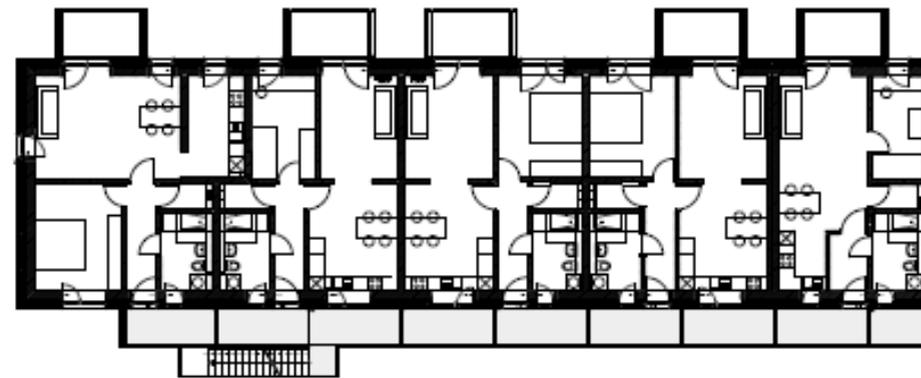
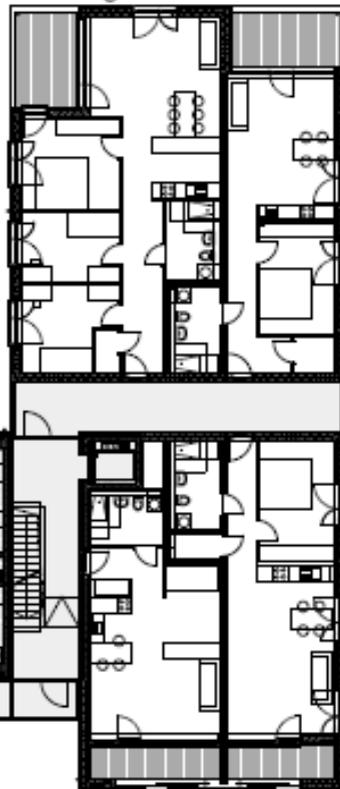
6 kg CO₂ /m²NGFa

Quelle: Praxis-Check, Weka-Verlag 2015

Mehrfamilienhaus München Deutschland (Kaufmann/Lichtblau) Bestand, Grundriße Isometrie



uf-
nchen
tands-
saden-
getisch
vor
tur
spricht

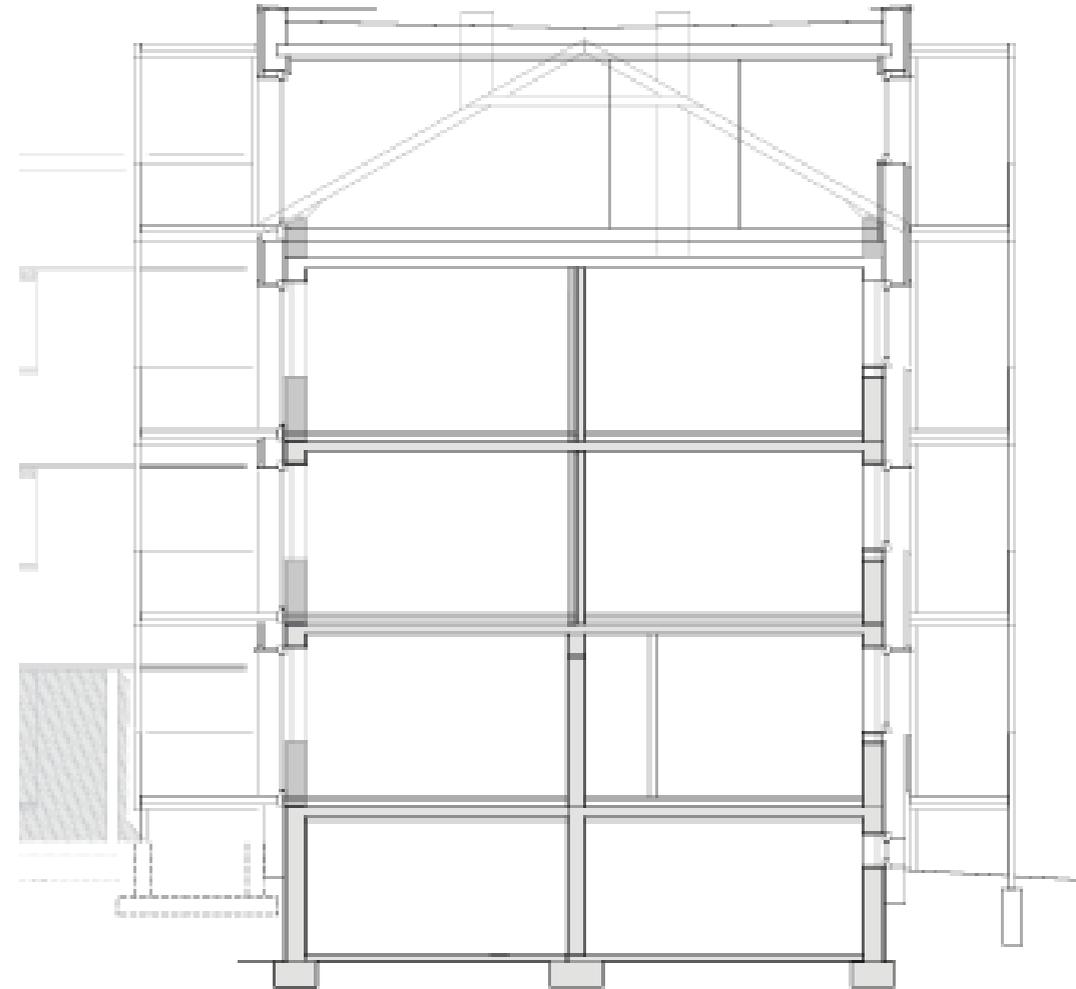


Mehrfamilienhaus München Deutschland (Kaufmann/Lichtblau) Erneuerung, Ansicht, Schnitt

Project: Multi-family housing
Architects: Hermann Kaufmann (A - Schwarzach)
Lichtblau Architekten (D - München)
Client: GWG Städtische Wohnungsgesellschaft mbH
Location: Fernpaßstraße 47 - 81373 Munich - Germany
Completion existing building: 1958
Completion extension: 2012



Figure 2-10 Multi-family housing München Fernpassstraße [Photo: Stefan Müller-Naumann]



Mehrfamilienhaus, Augsburg, Germany (Lattke)

Bestand, Schnitt



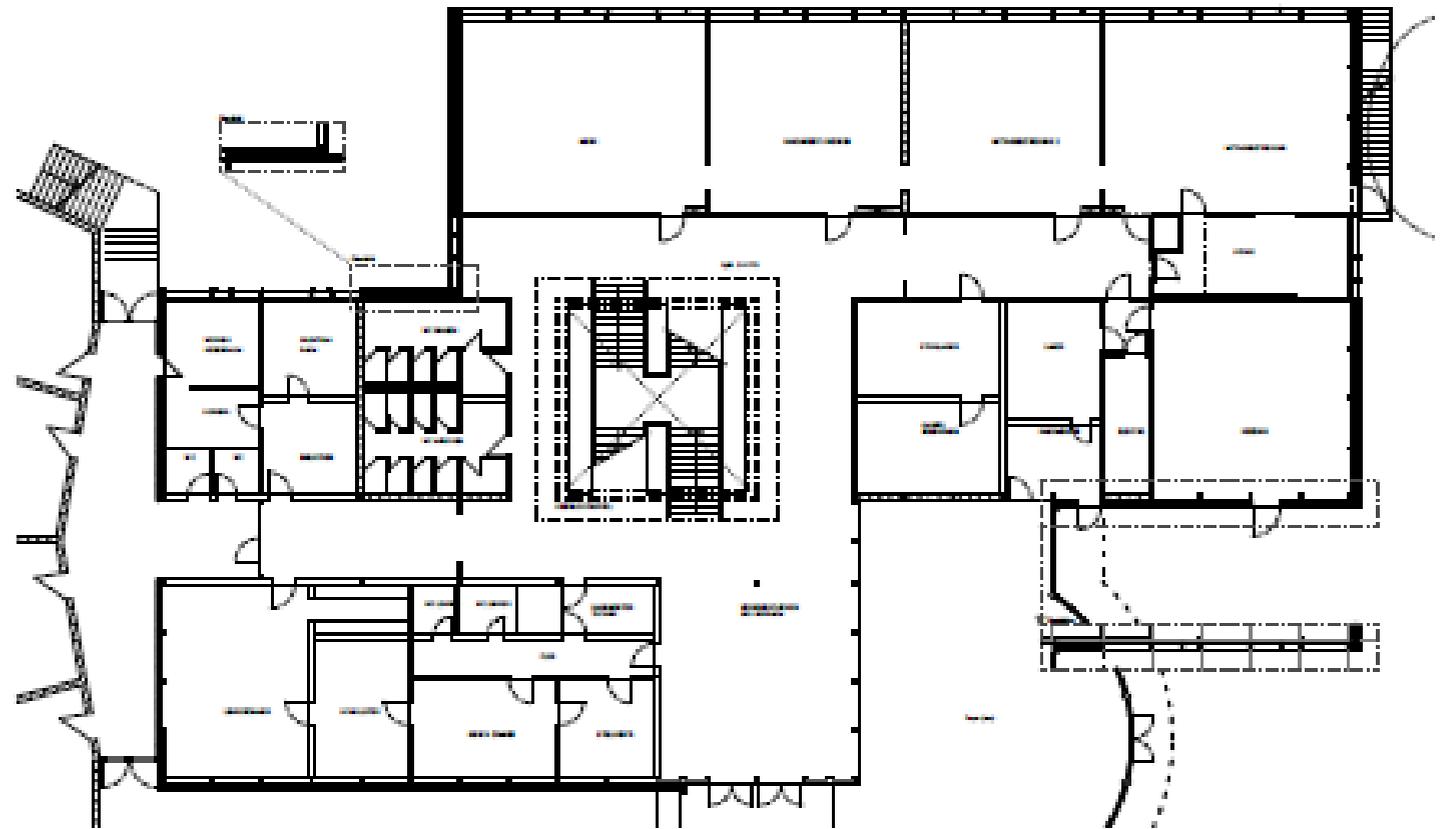
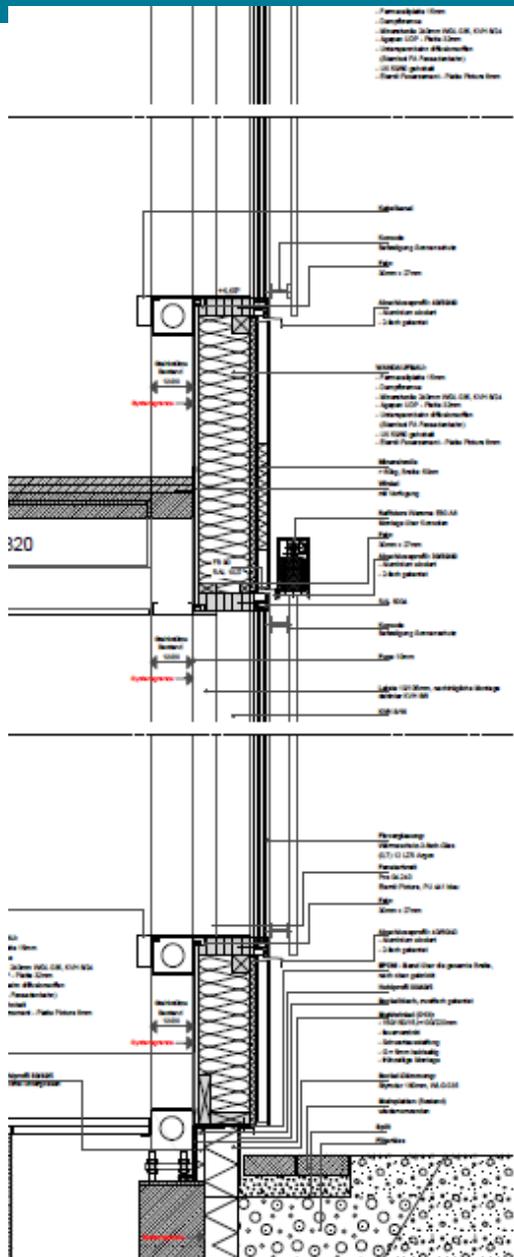
Blau: Neue Gebäudeteile

Mehrfamilienhaus, Augsburg, Germany (Lattke)

Ansicht nach Modernisierung (Lattke)



Grundschule Gundelfingen, Erneuerung, Grundriß, Schnitt



Grundschule Gundelfingen, Ansicht nach Erneuerung (Lattke)



Entropiepfad erneuerbare und fossile Rohstoffquellen

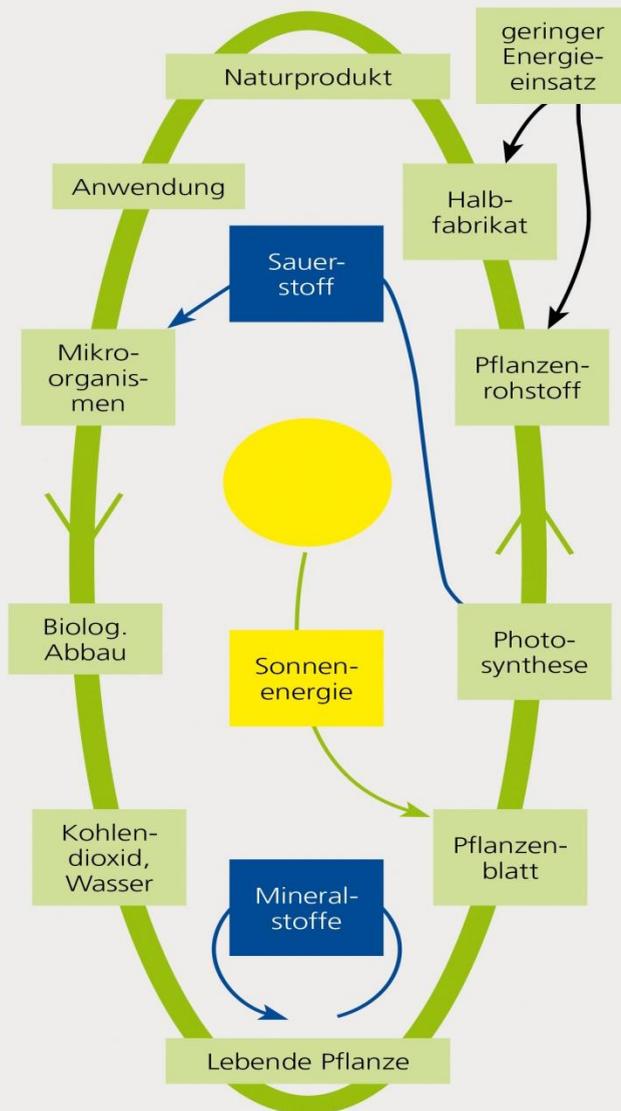
**Phytochemie:
Geschlossener
Zyklus**

**Neg-Entropie
ist die
Zunahme von
Ordnung**

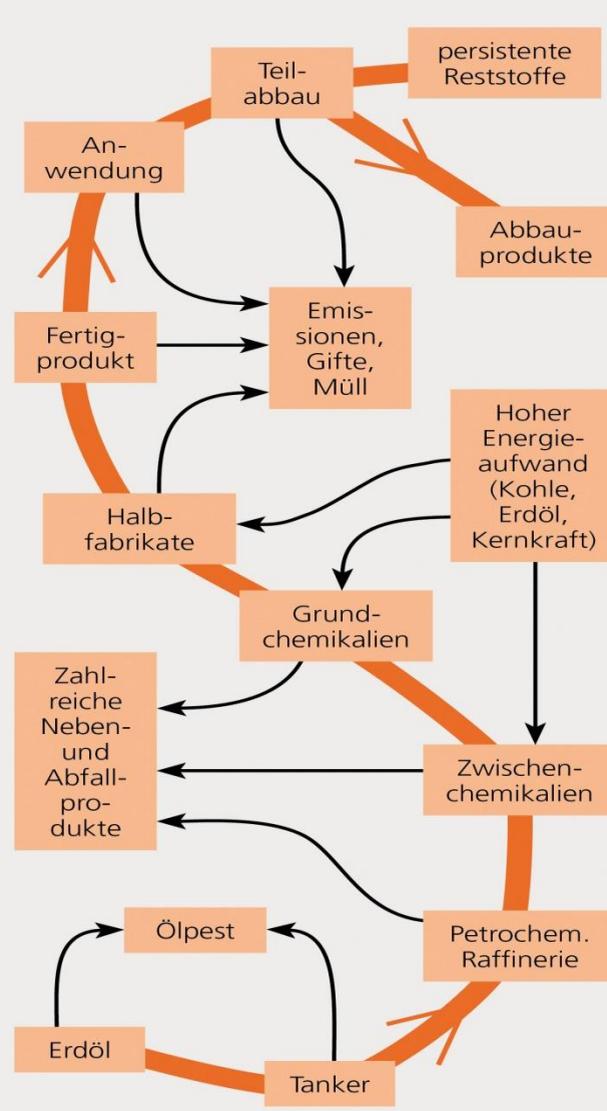
Hermann Fischer
Fa. AURO

STOFFKREISLÄUFE ODER WEGE OHNE WIEDERKEHR: DIE BEIDEN KOHLENSTOFFSTRÖME DER MODERNEN WELT

Pflanzen-Chemie: geschlossener Kreis



Petro-Chemie: offenes Ende



**Petrochemie:
Offener Zyklus**

**Entropie ist die
Zunahme der
Unordnung**

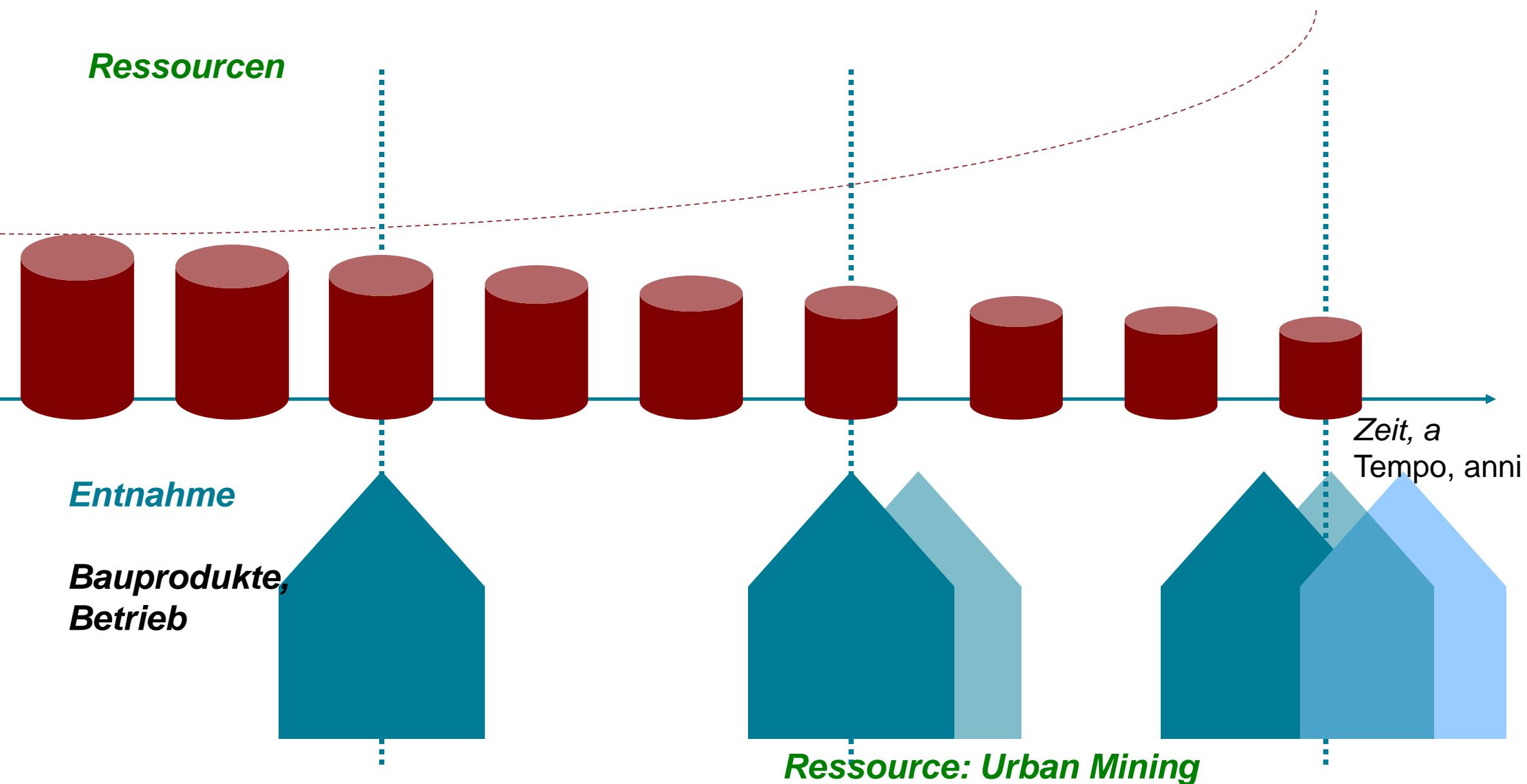
Quelle: Praxis-Check, Weka-Verlag 2015

Nicht erneuerbare Ressourcen

Öl, Erdgas, Metalle

Ressourcen

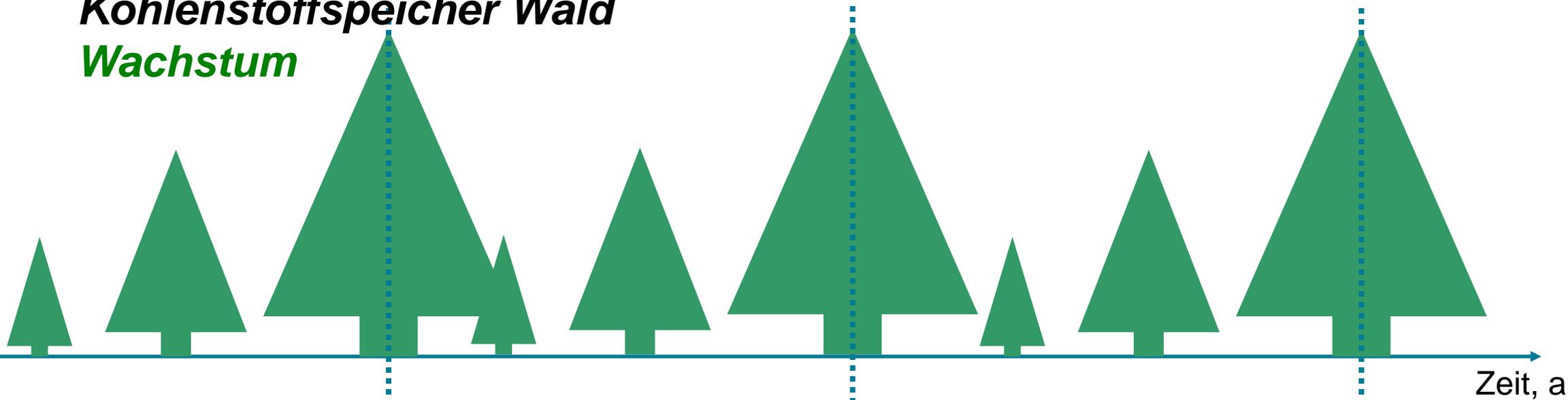
Preis, €



Erneuerbare Ressourcen – vereinfachtes Modell

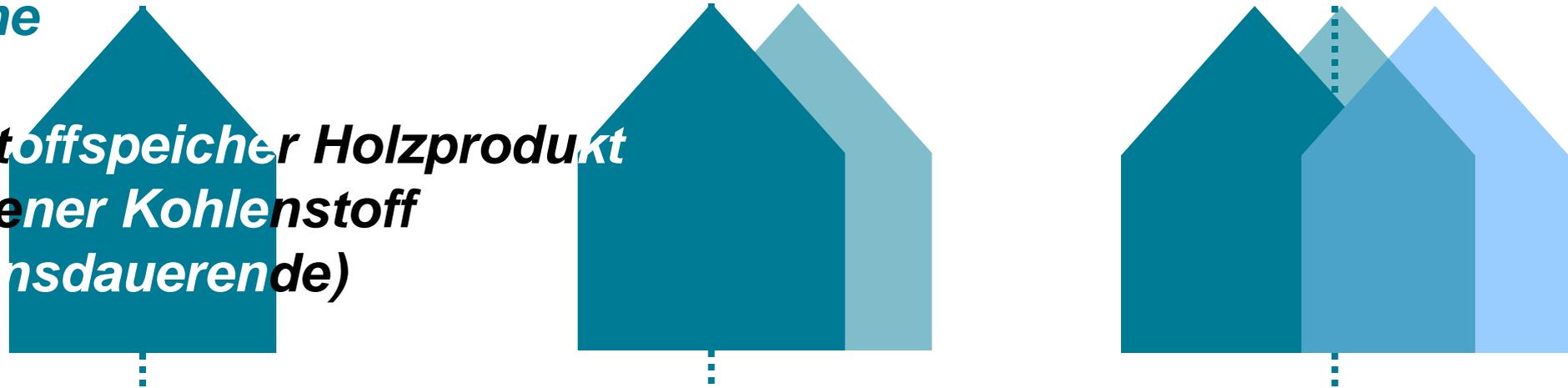
■ Holz

Kohlenstoffspeicher Wald
Wachstum



Entnahme

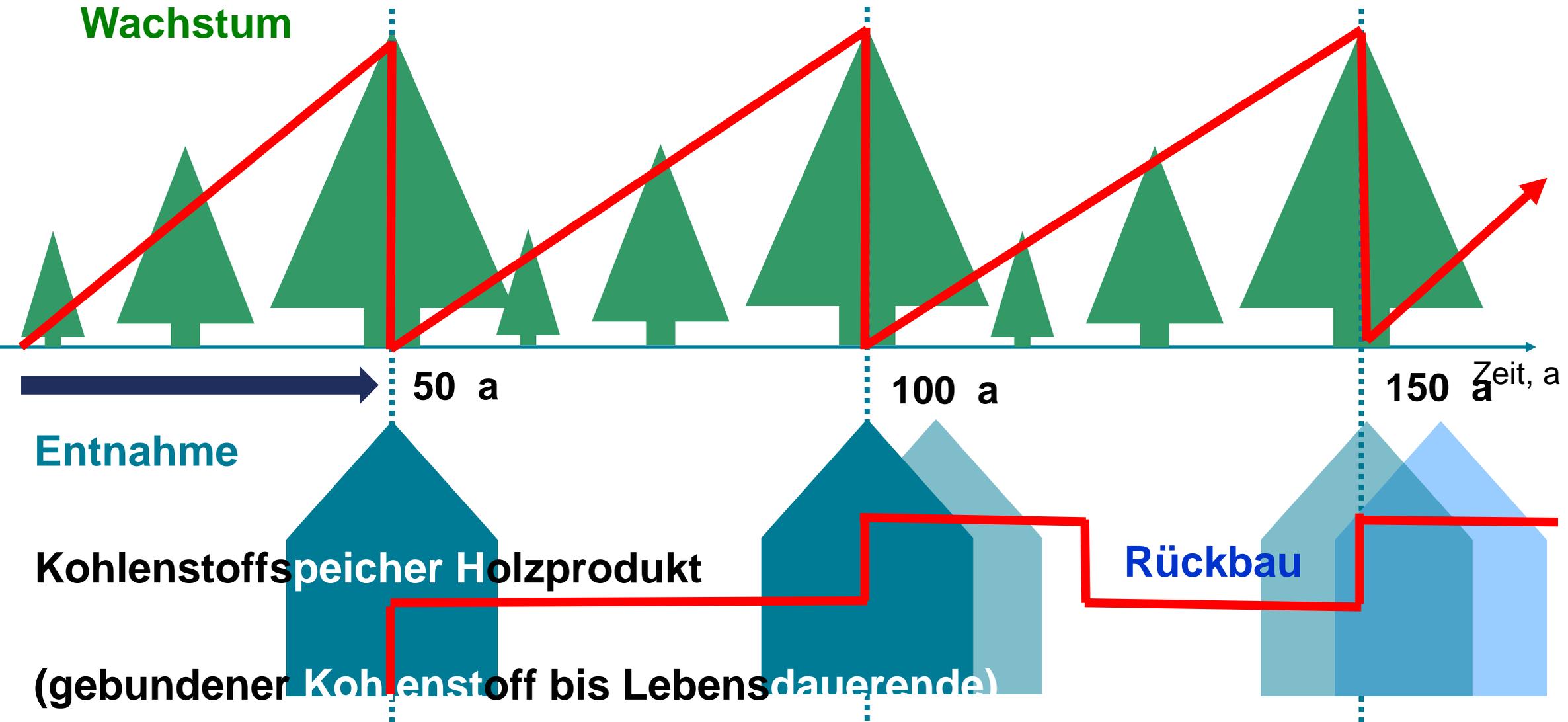
Kohlenstoffspeicher Holzprodukt
(gebundener Kohlenstoff
bis Lebensdauerende)



Das Gebäude als Kohlenstoffzwischenlager

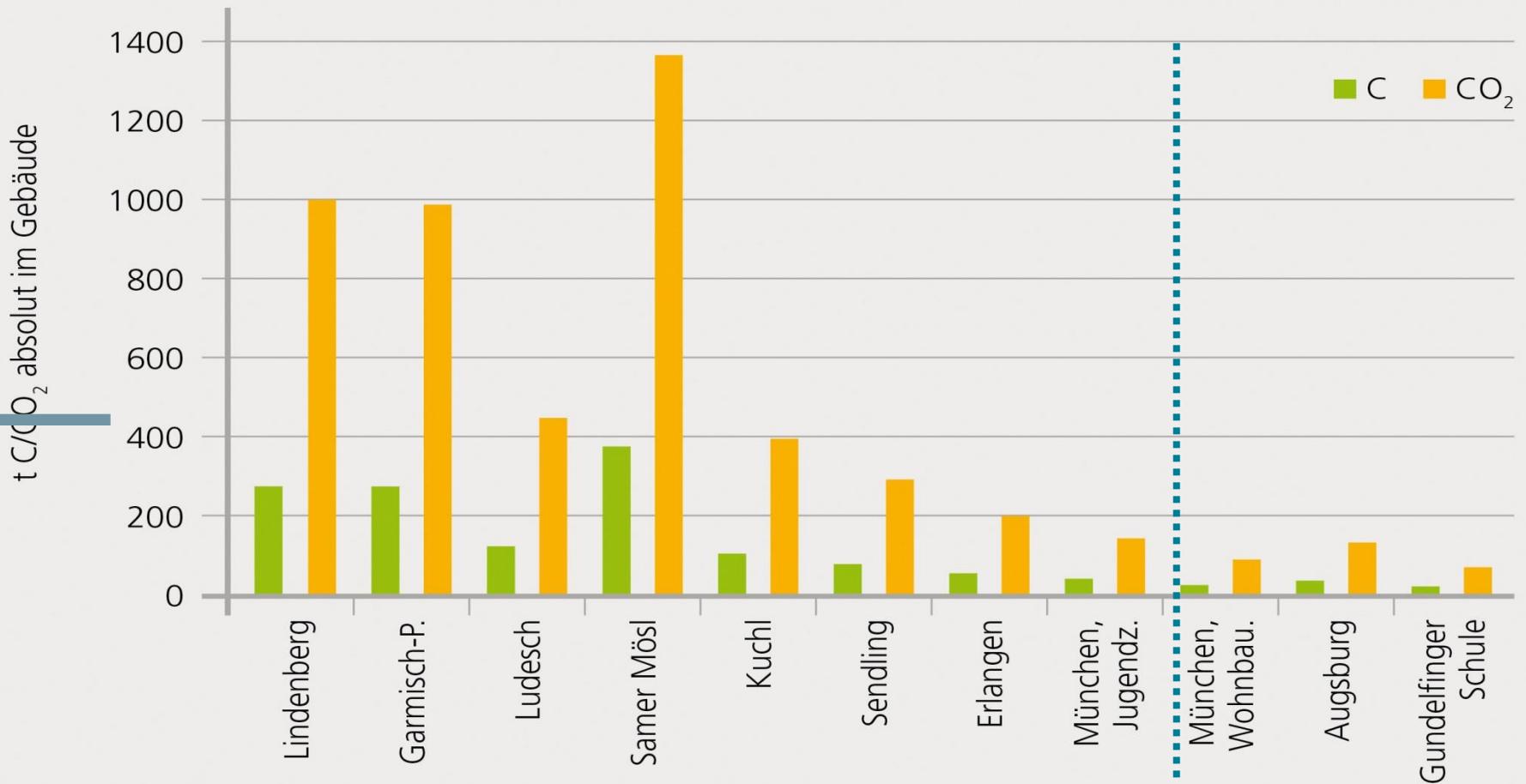
■ Holz Kohlenstoffspeicher Wald

Wachstum



C- und CO₂-Speicher absolut im Gebäude

C-SPEICHER ABSOLUT t UND UMRECHNUNG t CO₂



0,2 t CO₂/m²BGF

Konversionsfaktor m³ NAWARO enthält t C = 0,229 – 0,269

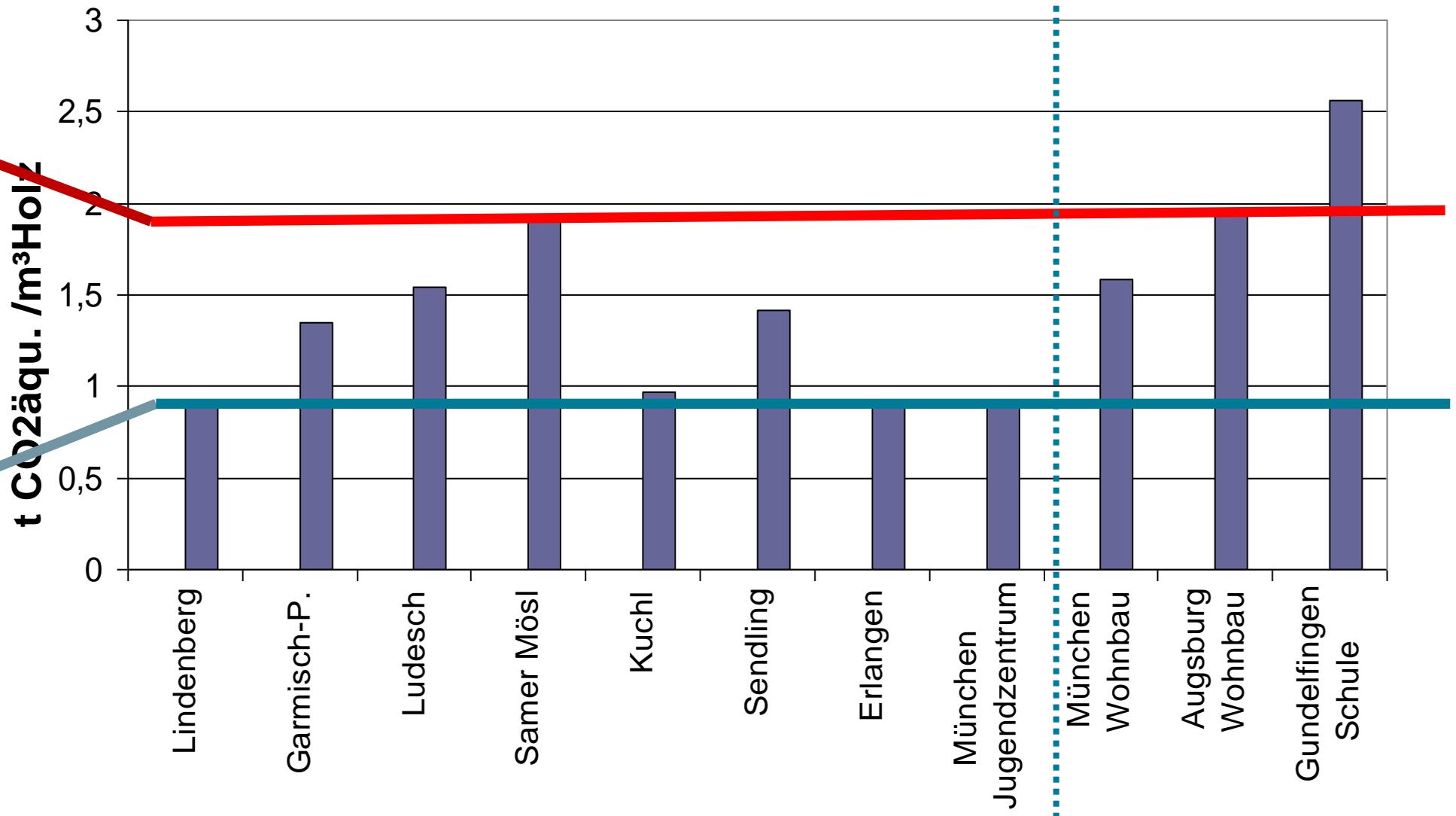
Konversionsfaktor t C in t CO₂ = 3,6667

Quelle: Praxis-Check, Weka-Verlag 2015

Substitutionspotenzial CO₂ durch Einsatz nachwachsender Rohstoffe

Substitutionspotenzial CO₂

1,9 t CO₂ /m³Nawaro



0,9 t CO₂ /m³ Nawaro

Kohlenstoff: Implementierung und Substitution

Inhalt

1. Grundlagen

Nachhaltigkeit - Dreisäulenmodell

2. Ökobilanz

Prinzipien

3. Projektbeispiele

Neubau: Gemeindehaus Ludesch, Lebenshilfe Lindenberg, Finanzamt Garmisch, MFH Erlangen, MFH München, MFH Samer Mösl, UNI-Salzburg, Jugendzentrum München, Modernisierung: MFH München, MFH Augsburg, Grundschule Gundelfungen

4. Zusammenfassung

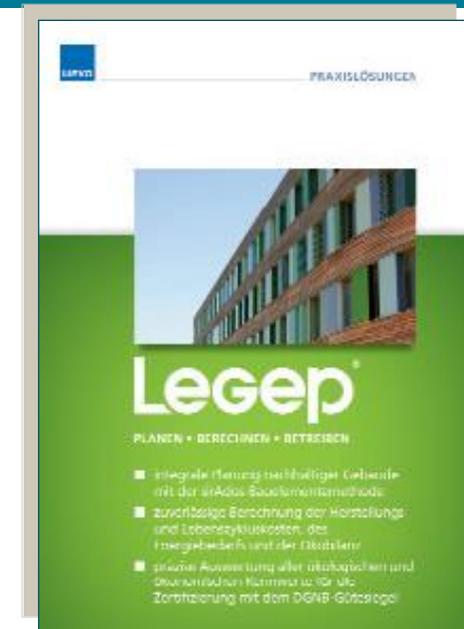
Fazit / Ergebnisse

Fazit

Gebäudekonzepte, die nachwachsende Rohstoffe in großem Umfang einsetzen, bedeuten eine wesentliche Entlastung für die Umwelt über den gesamten Lebenszyklus.

.Relative Unterschiede zwischen den Projekten bedingen sich durch die Anzahl der Geschosse, Bandschutzkonzepte und Nutzungsanforderungen beim Innenausbau.

LEGEP - Lebenszyklusgebäudeplanung



Legep[®]

Planen – Berechnen – Betreiben

Programm + Datenbank
für LCC und LCA

www.legep.de
www.legep-software.de

Viel Spaß auf Ihrer nächsten Holzbaustelle

