

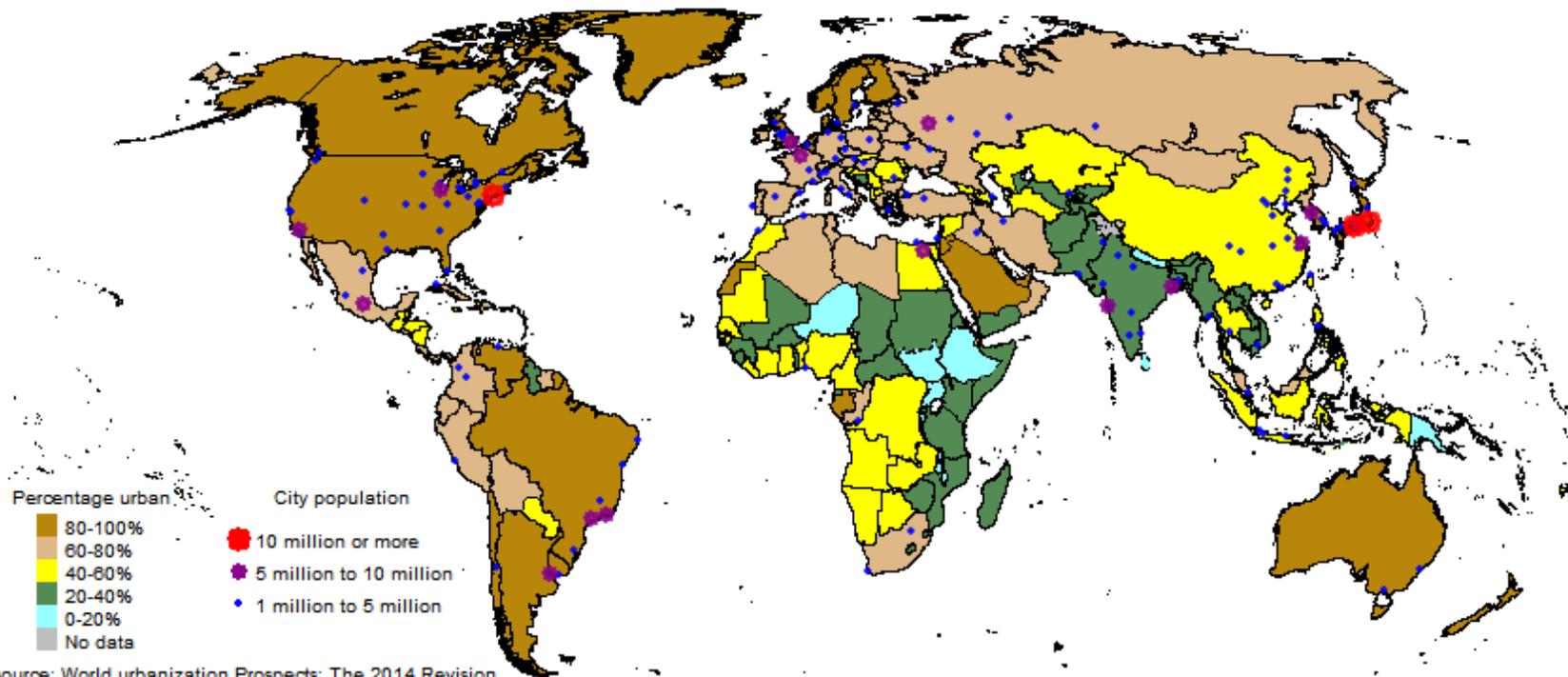
# Nachhaltigkeit beim Bauen / Energie und Klimaschutz beim Bauen

## WAS STECKT IN UNSEREN GEBÄUDEN?

Prof. Dipl.-Ing. Architektin Susanne Runkel



# URBANISIERUNG - 1970



Data source: World urbanization Prospects: The 2014 Revision

The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply official endorsement or acceptance by the United Nations.

Dotted line represents approximately the Line of Control in Jammu and Kashmir agreed upon by India and Pakistan.

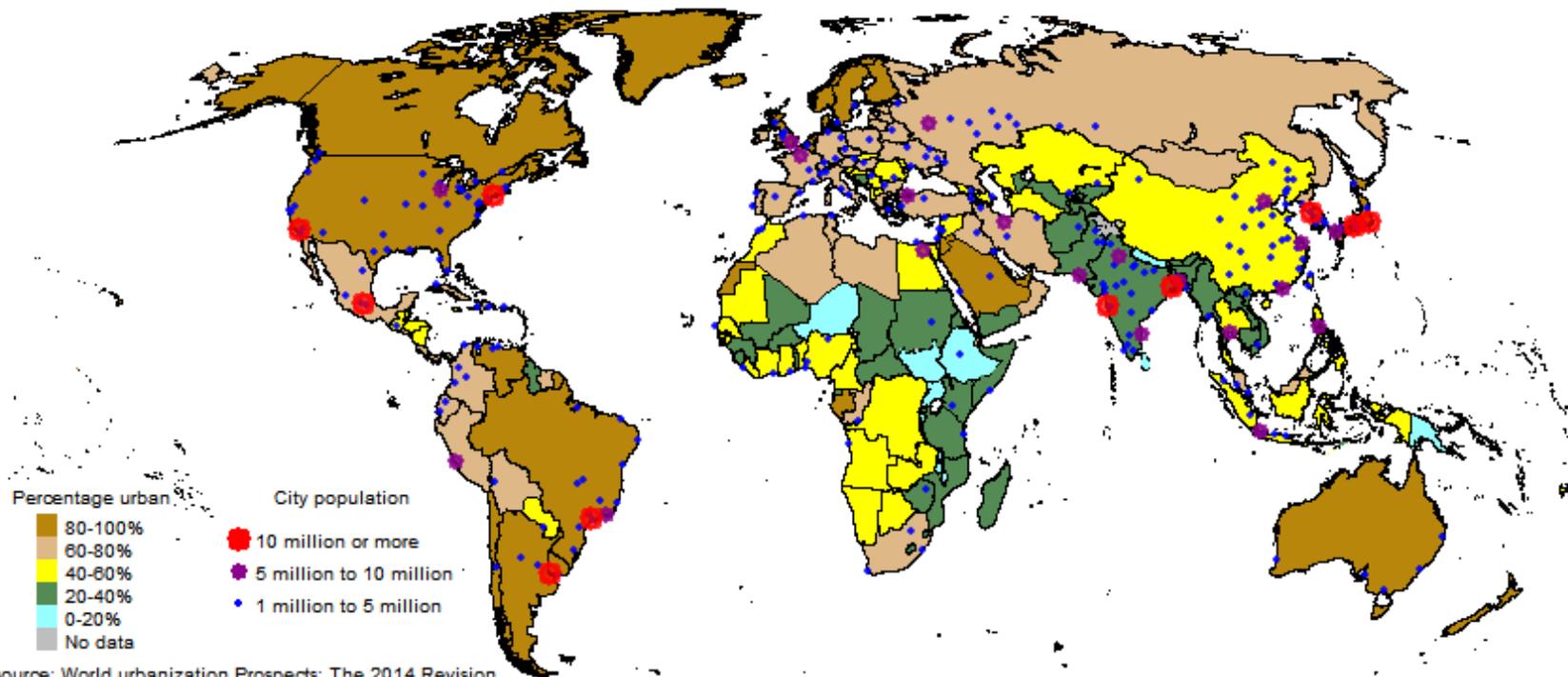
The final status of Jammu and Kashmir has not yet been agreed upon by the parties.

Final boundary between the Republic of Sudan and the Republic of South Sudan has not yet been determined.

# 3,6

## Mrd. Menschen

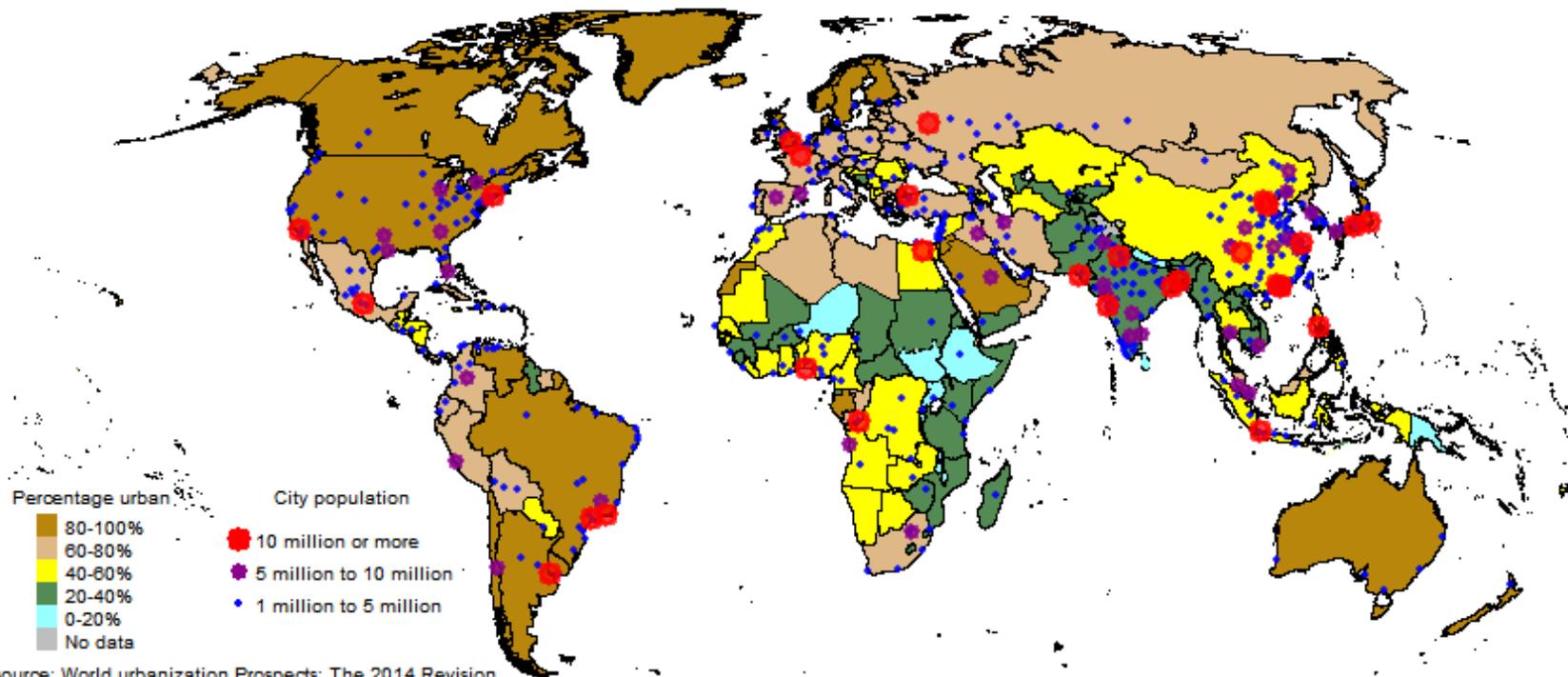
# URBANISIERUNG – 1980



# 5,3

## Mrd. Menschen

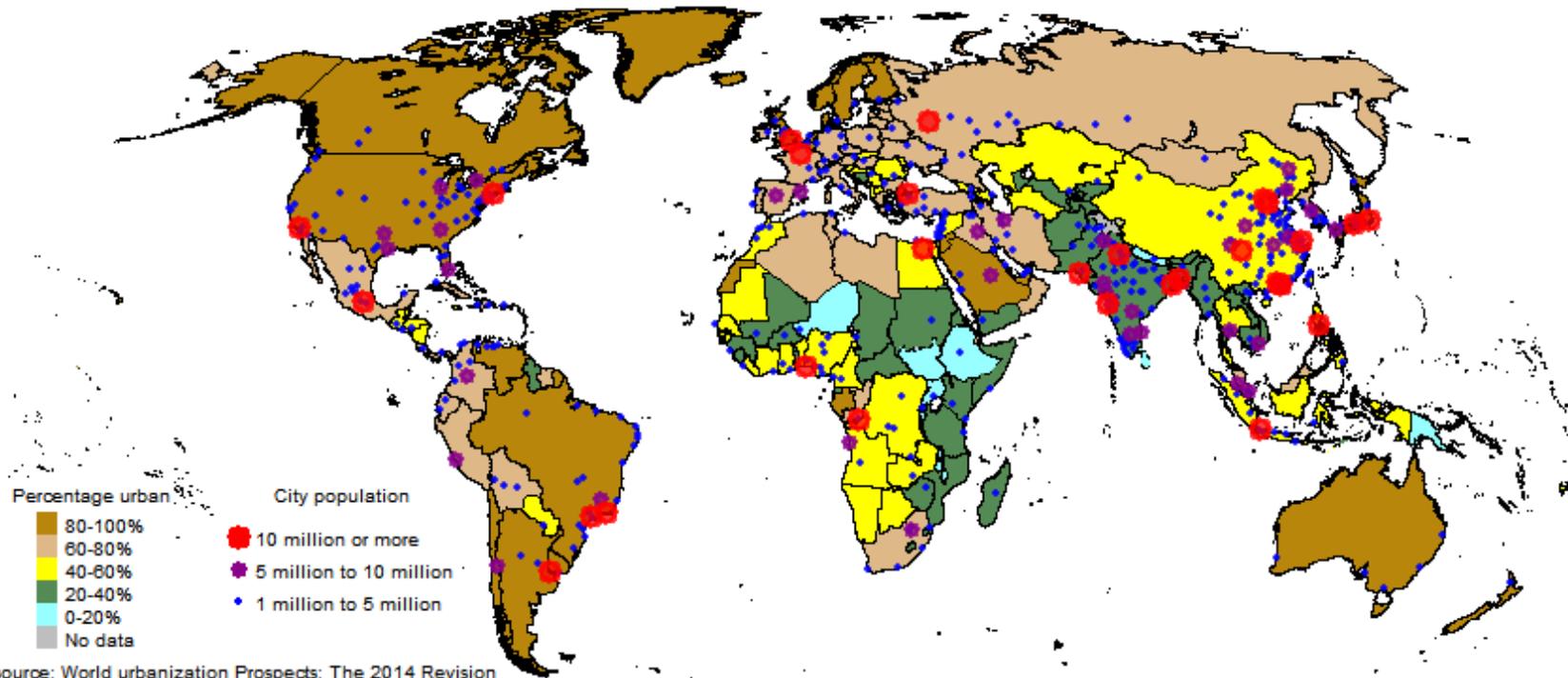
# URBANISIERUNG – 2014



# 7,2

## Mrd. Menschen

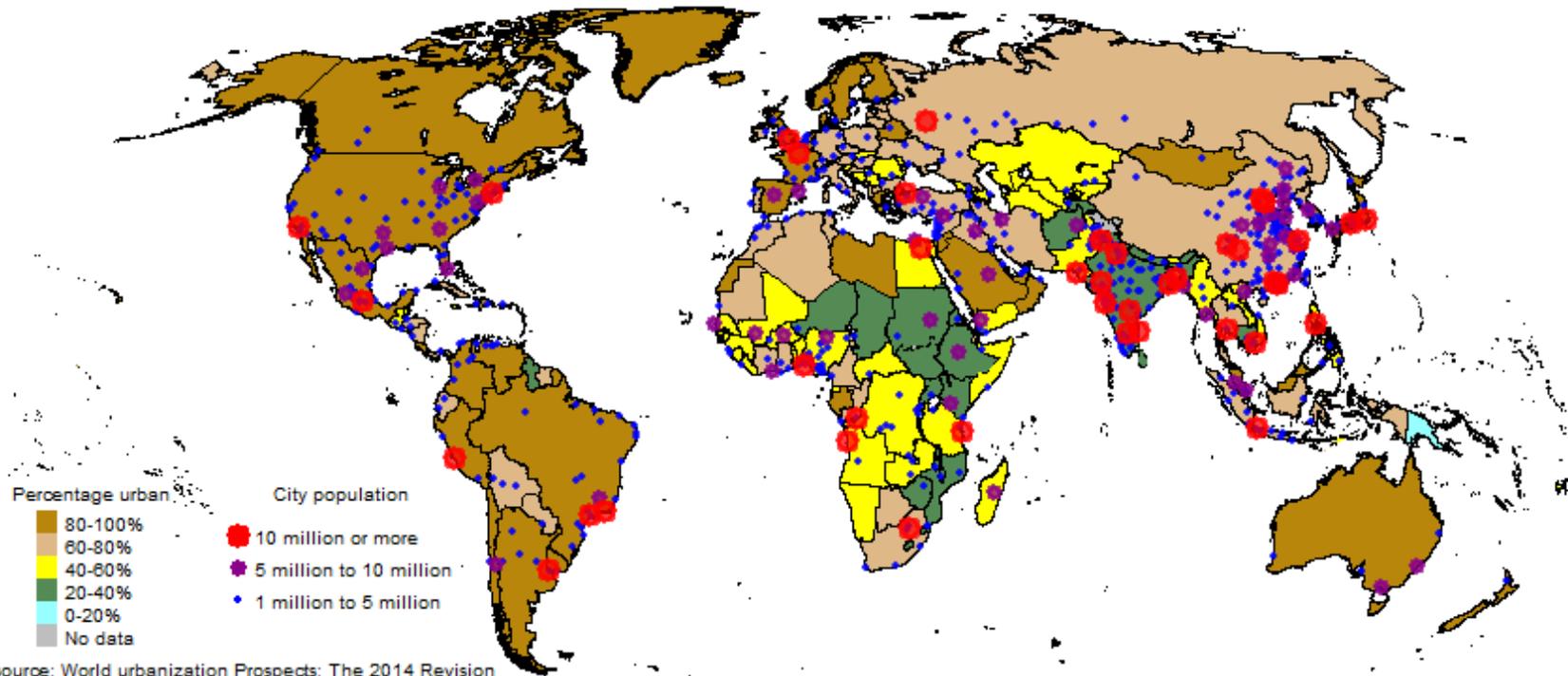
# URBANISIERUNG – 2019



# 7,7

## Mrd. Menschen

# URBANISIERUNG PROGNOSE – 2030

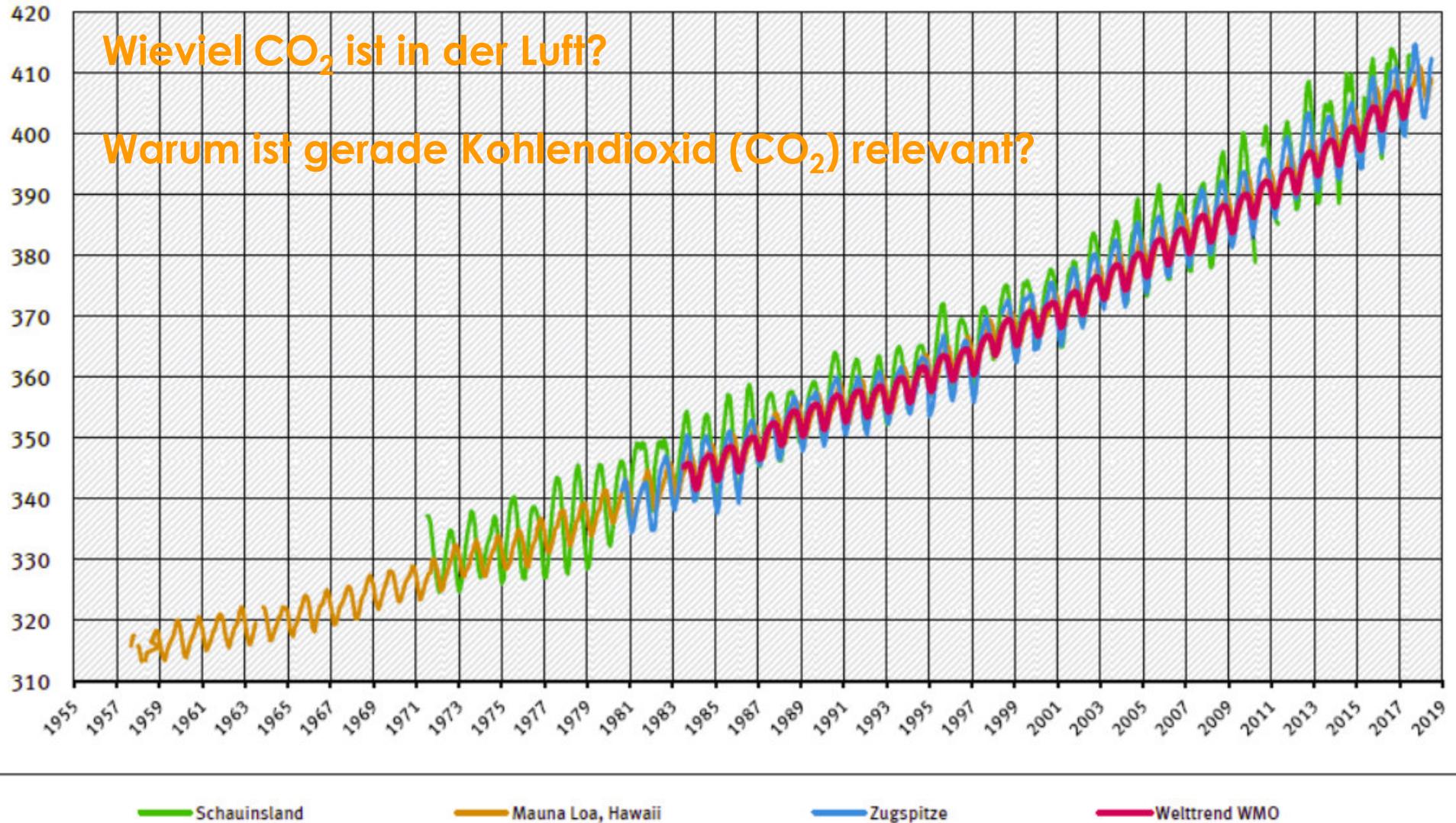


8,5

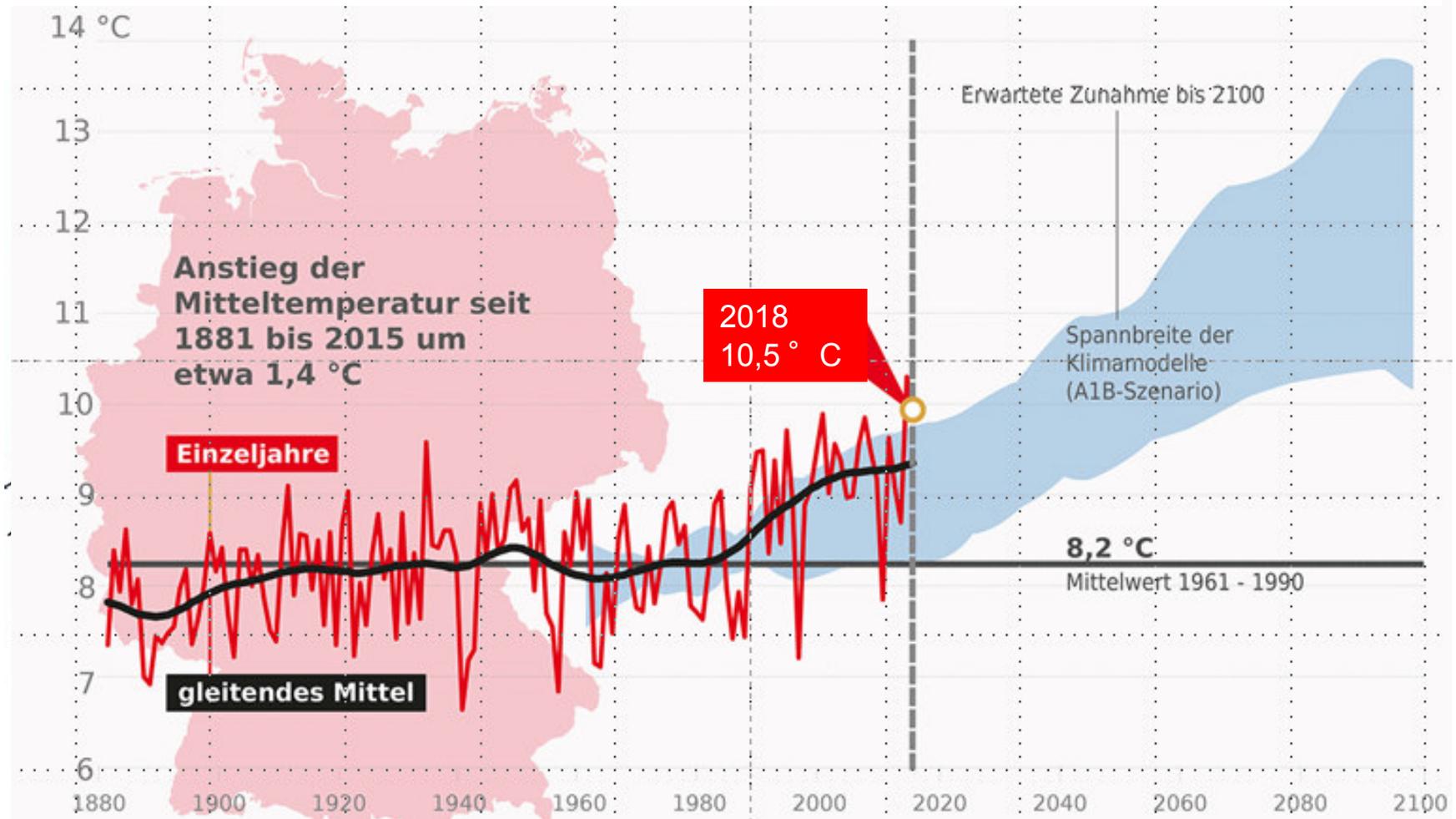
2050 - 10 Milliarden Menschen ?!

# ENTWICKLUNG KOHLENDIOXIDKONZENTRATION

Kohlendioxid in parts per million bezogen auf das Volumen (ppmV)\*



# TREIBHAUSEFFEKT UND KLIMAVERÄNDERUNG





+3

Grad

beim Auftauen des  
Permafrostboden

Bild: Pingos eines auftauenden Permafrostbodens, Gemeinfrei



Bild: pixat

PROBLEM 1: wir werden immer mehr

PROBLEM 2: wir wollen immer mehr

Konkurrenz um

- Wohnraum
- Erholungsflächen
- Landwirtschaft
- Verkehr, Infrastruktur
- Naturraum, Tiere
- ...

Klimaveränderung

- Starkregenereignisse
- Starkwindereignisse
- Veränderte Luft- und Meeresströmungen
- Wüstenbildung
- Auftauen der Permafrostböden
- Gletscherschmelzen
- ....

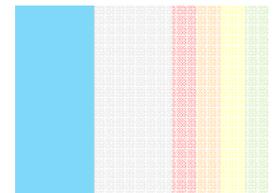
Abholzung / Abbrennen von Wäldern (Primärwäldern) für Plantagen, Weideflächen, Förderung von Rohstoffen usw. - Monokulturen mit Pestizideinsatz - Arbeitsbedingungen – Gesundheit - Mangel an sauberem Trinkwasser – Flucht - Entwicklung von Megastädten - Slumbildung - starkes soziales Gefälle – Unruhen - ....

# WAS STECKT IN UNSEREN GEBÄUDEN?

- 1. Klimaschutz und Gebäudesektor
- 2. Urban Mining: Graue Energie und Ressourcen
- 3. Ökobilanzierung von Gebäuden
- 4. Zukunft der Energiebilanzierung

# KLIMASCHUTZ UND GEBÄUDESEKTOR

- Klimaschutzziele in Europa und in Deutschland
- Ist-Zustand
- Strategien



# Europäischer Klima- und Energierahmen 2030

Baut auf dem geltenden 2020- Rahmen auf  
(+ 20% Anteil Erneuerbare Energien, + 20% Energieeffizienz, - 20% CO<sub>2</sub>)

> 27%

Erneuerbare Energien im  
Energemix (aktuell 8,6 %)

> 27%

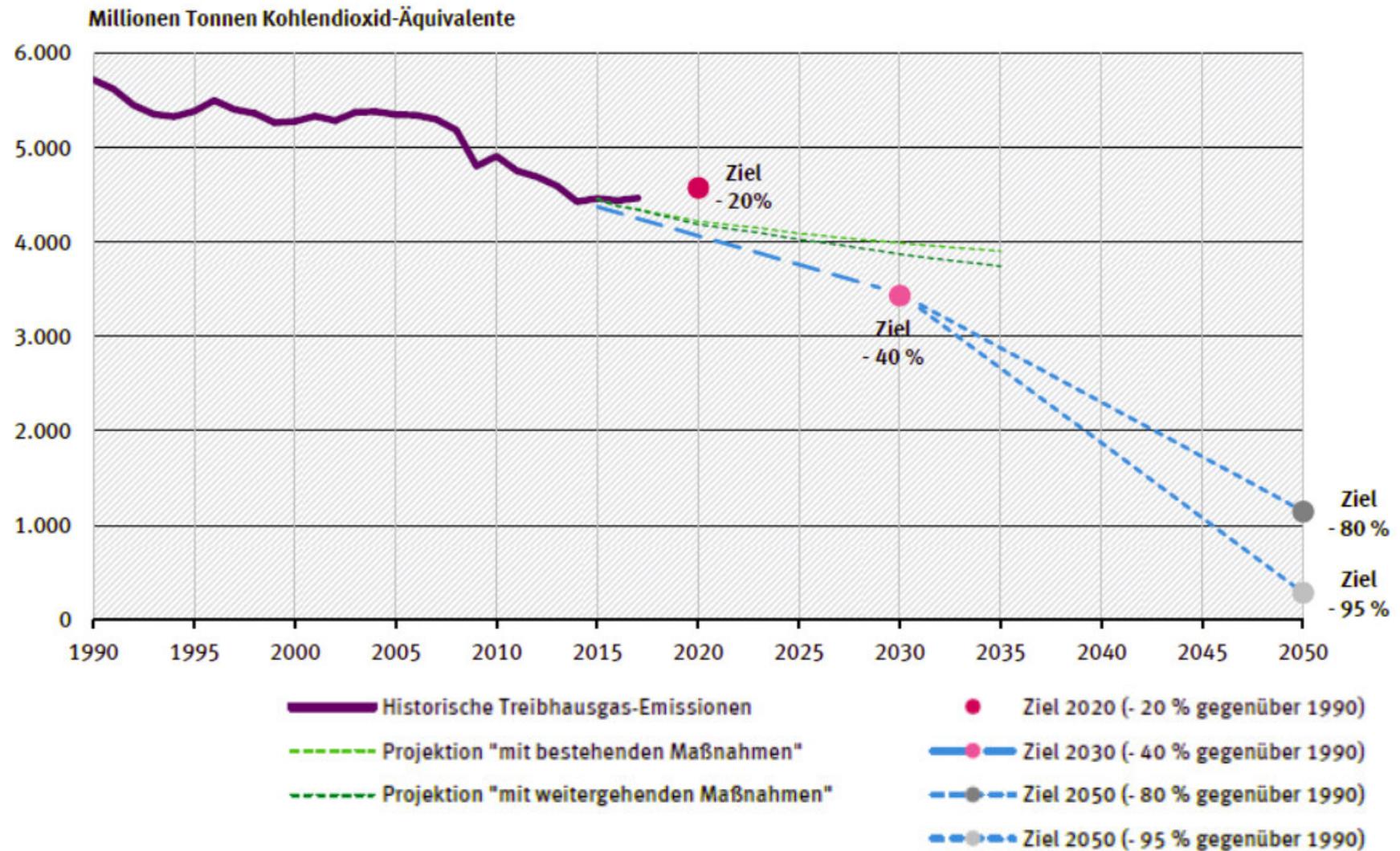
mehr Energieeffizienz

> 40%

Absenkung Treibhausgas  
Emissionen (zu 1990)

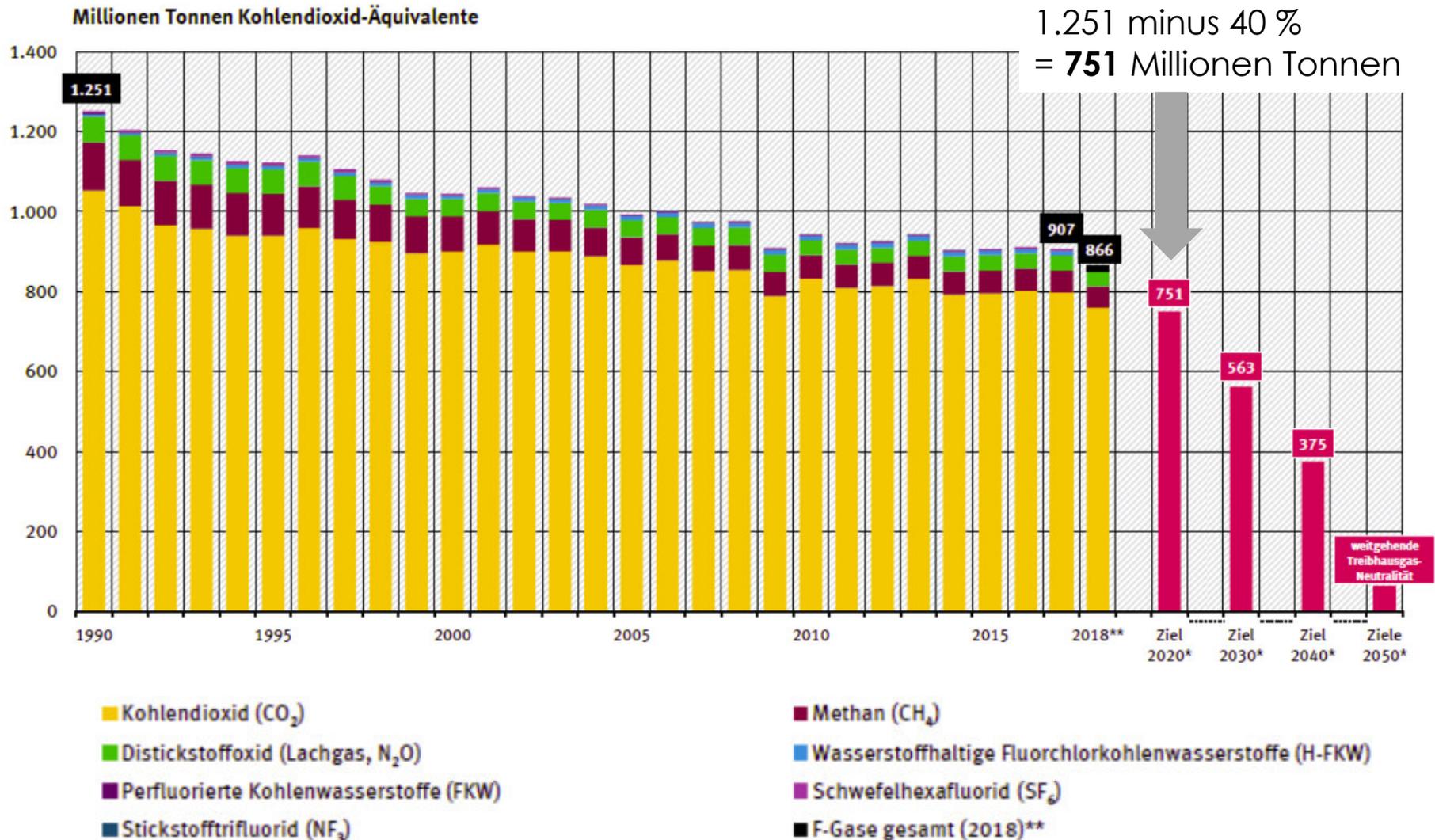
# KLIMASCHUTZZIELE IN EUROPA

## Treibhausgasemissionen der EU, Projektionen bis 2035 und Minderungsziele bis 2050



# KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

Bis 2020: 40 % weniger als 1990, bis 2050: 80-95 % weniger als 1990



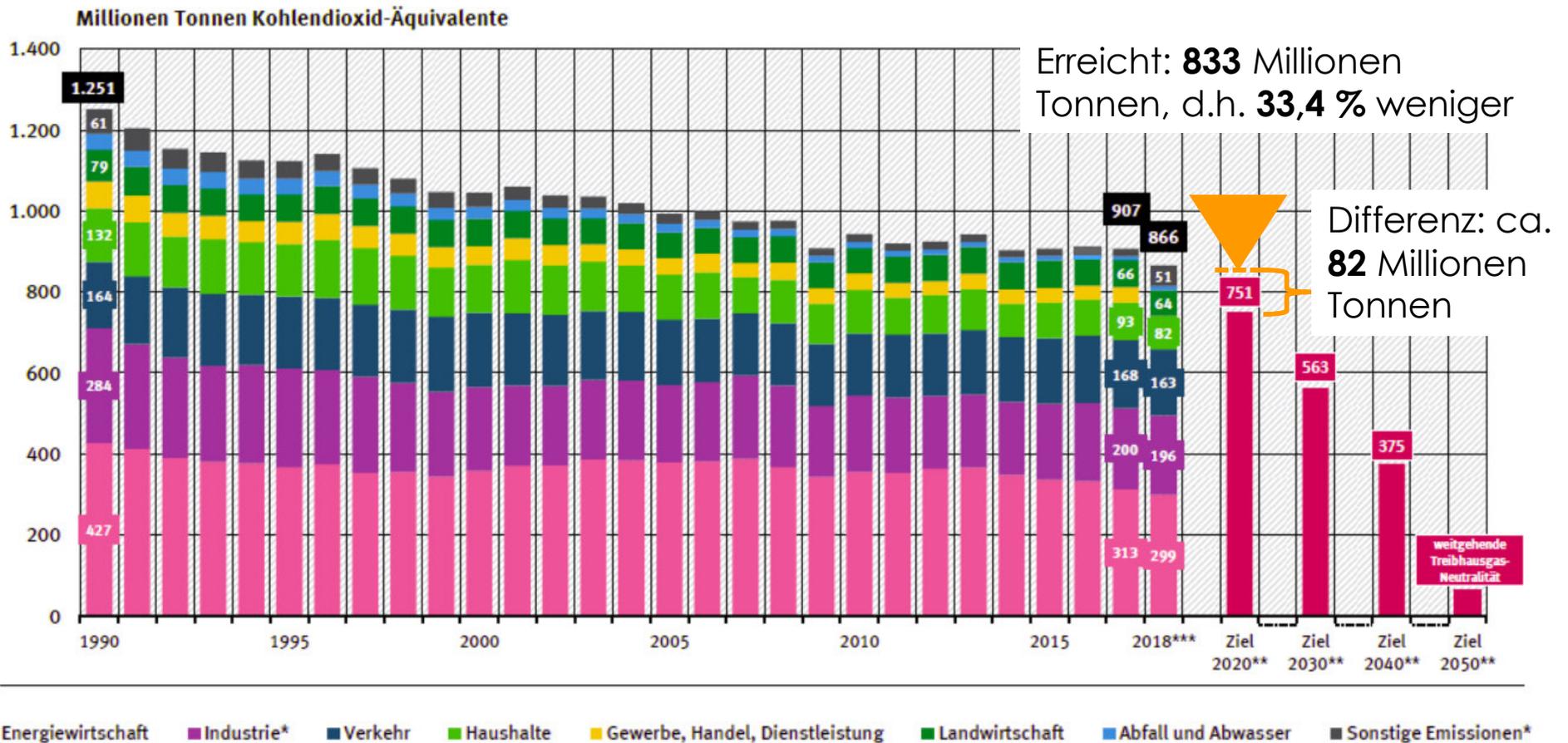
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2017 (Stand 01/2019) und Zeitzahschätzung für 2018 aus UBA Presse-Information 09/2019 (korrigiert)

# KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

Bis 2020: 40 % weniger als 1990, bis 2050: 80-95 % weniger als 1990

Voraussichtlich erreicht bis 2020:

**33,4 %** weniger als 1990 (gem. Projektionsbericht 2019 der Bundesregierung, UBA, Fraunhofer, Öko-insitut)



Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2017 (Stand 01/2019) und Zeitschätzung für 2018 aus UBA Presse-Information 09/2019 (korrigiert)

# KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

➔ Differenz = 82 Millionen Tonnen

82,79 Millionen Einwohner (2017)

➔ **Lösung: Jeder spart 1 Tonne CO<sub>2</sub> ein 😊 !**

???

Wieviel ist eine Tonne CO<sub>2</sub> ???

???



Buche, 80 Jahre:

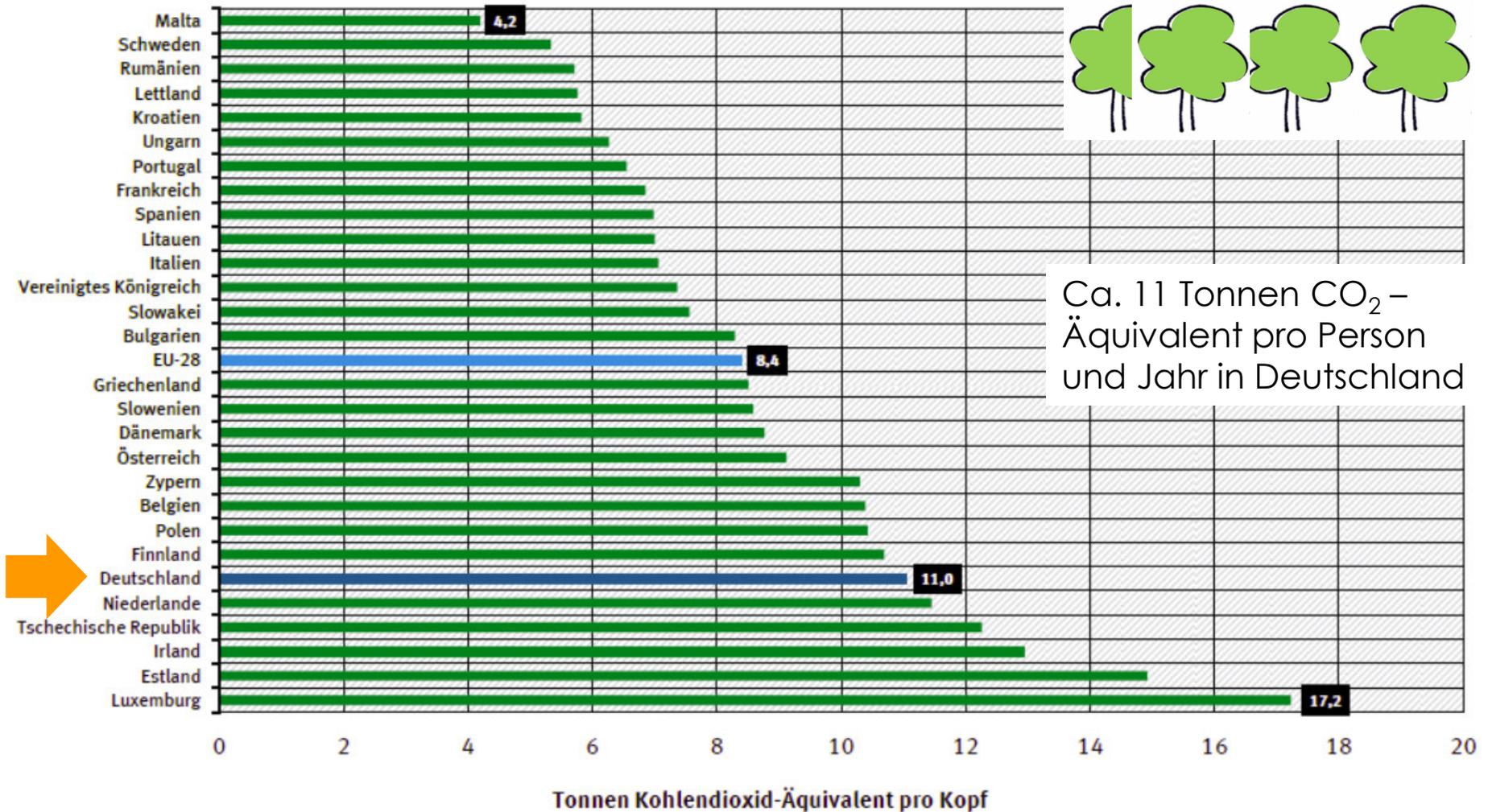
Ca. 3 Tonnen  
CO<sub>2</sub> gespeichert

Mensch, 80 Jahre:

ca. 900 Tonnen CO<sub>2</sub>  
verbraucht (in  
Deutschland)

# KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

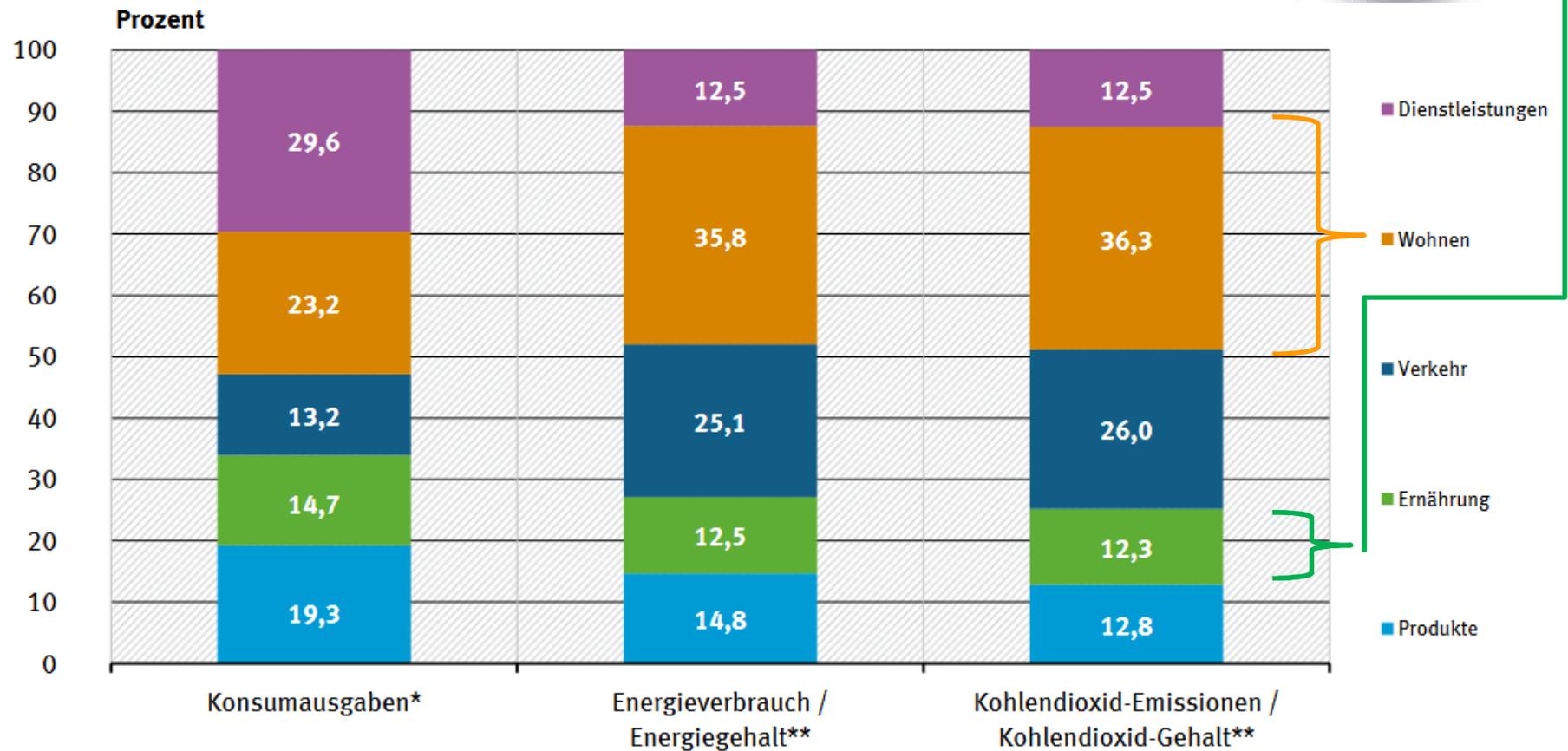
## Pro-Kopf-Emissionen



Quelle: Europäische Umweltagentur - European Environment Agency (EEA), EEA greenhouse gas - data viewer  
<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer> (04.08.2018)

# KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

Konsumausgaben, Energieverbrauch und Kohlendioxid-Emissionen der Bedarfsebenen privater Haushalte, 2015



Quelle: Statistisches Bundesamt, interne Mitteilungen 07/18 und Umweltökonomische Gesamtrechnungen 2018 und VGR 2014 und 2017

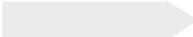
# CO<sub>2</sub> - EMISSIONEN IM ALLTAG

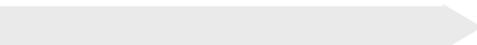
- 1 Tasse Kaffee 60 g CO<sub>2</sub>
- 1 Becher Kaffee to go 125 g CO<sub>2</sub>
  
- 1 Liter Mineralwasser 212 g CO<sub>2</sub>
- 1 Liter Leitungswasser 0,4 g CO<sub>2</sub>
- 1 Flasche Wein 1,9 kg CO<sub>2</sub>
- 1 kg Rindfleisch 20 kg CO<sub>2</sub>
- 1 kg Käse 8,5 kg CO<sub>2</sub>
- 1 kg Brot 0,5 kg CO<sub>2</sub>
- 1 PC, komplett 1.800 kg CO<sub>2</sub>
- 1 Handy 30 kg CO<sub>2</sub>
- 1 Jeans 23 kg CO<sub>2</sub>



- Ernährung, Wohnen, Verkehr, Produkte, Dienstleistungen

---

1 Person in Deutschland pro Jahr  11.000 kg → 11 Tonnen CO<sub>2</sub> /a

Umweltverträglich  Max. **2,5** Tonnen CO<sub>2</sub> /a

# STRATEGIEN KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND



Mehr als **1/3** des **Energiebedarfs**  
und  
mehr als **1/3** der **CO<sub>2</sub>-Emissionen**  
entstehen durch das Wohnen  
(Heizung, Warmwasser, Licht, Lüftung,  
Geräte, Kühlung)



Strategien für Neubau und Sanierung:

- Bedarfsanalyse
- Energiebedarf minimieren
- Diesen mit erneuerbaren Energien decken

→ **Suffizienz vor Effizienz !**

# STRATEGIEN KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

Strategien:

- Bedarfsanalyse
- **Energiebedarf minimieren**
- **mit erneuerbaren Energien decken**



**Energieeinsparverordnung** für Neubauten verbindlich

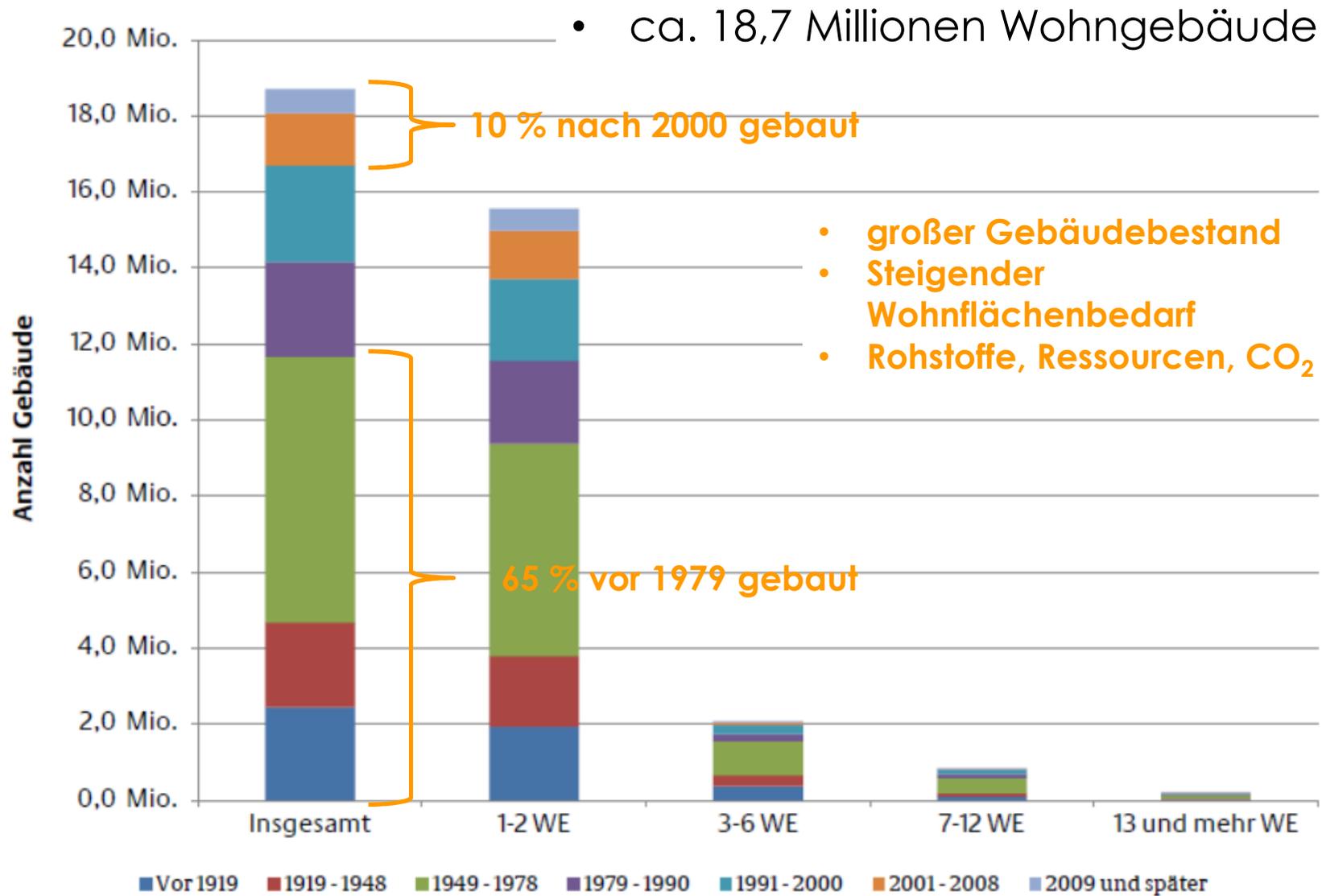
Für Bestandsgebäude nur im Falle einer Sanierung  
(sowie Nachrüstverpflichtungen)

Der Gebäudebestand spielt jedoch eine große Rolle,  
da mengenmäßig bedeutend.

Hinsichtlich:

- Energie einsparen/Umweltwirkungen wie CO<sub>2</sub> usw.  
und
- Ressourcen einsparen / „graue Energie“

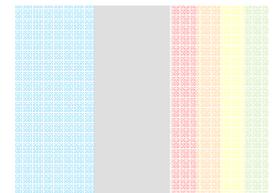
# ANZAHL WOHNGEBÄUDE, WE UND BAUALTER



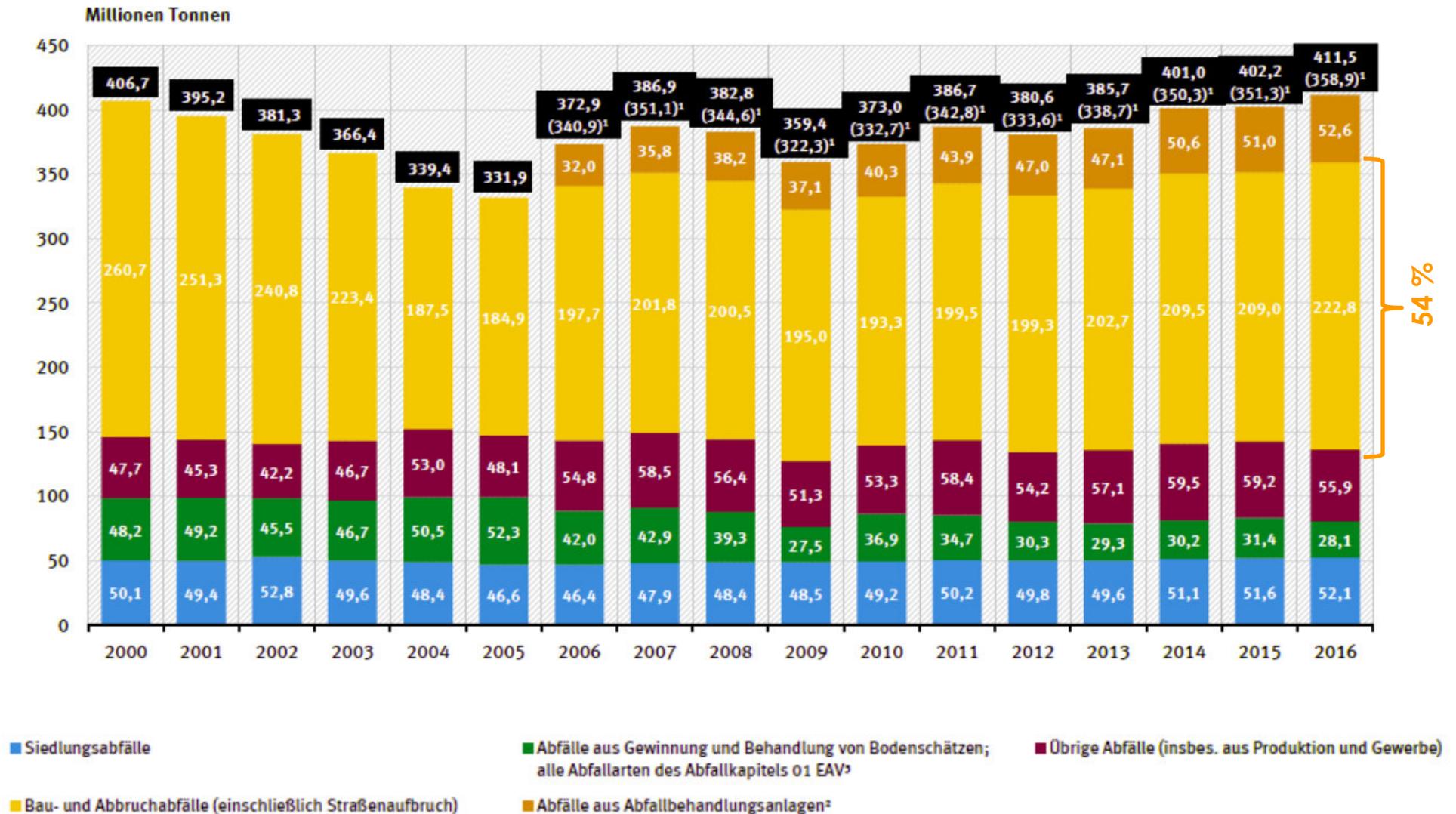
Quelle: dena Gebäudereport 2016

# URBAN MINING: GRAUE ENERGIE UND RESSOURCEN

- Unsere Gebäude als (Sekundär-)Rohstofflager
- Methoden der Berechnung



# ABFALLAUFKOMMEN IN DEUTSCHLAND



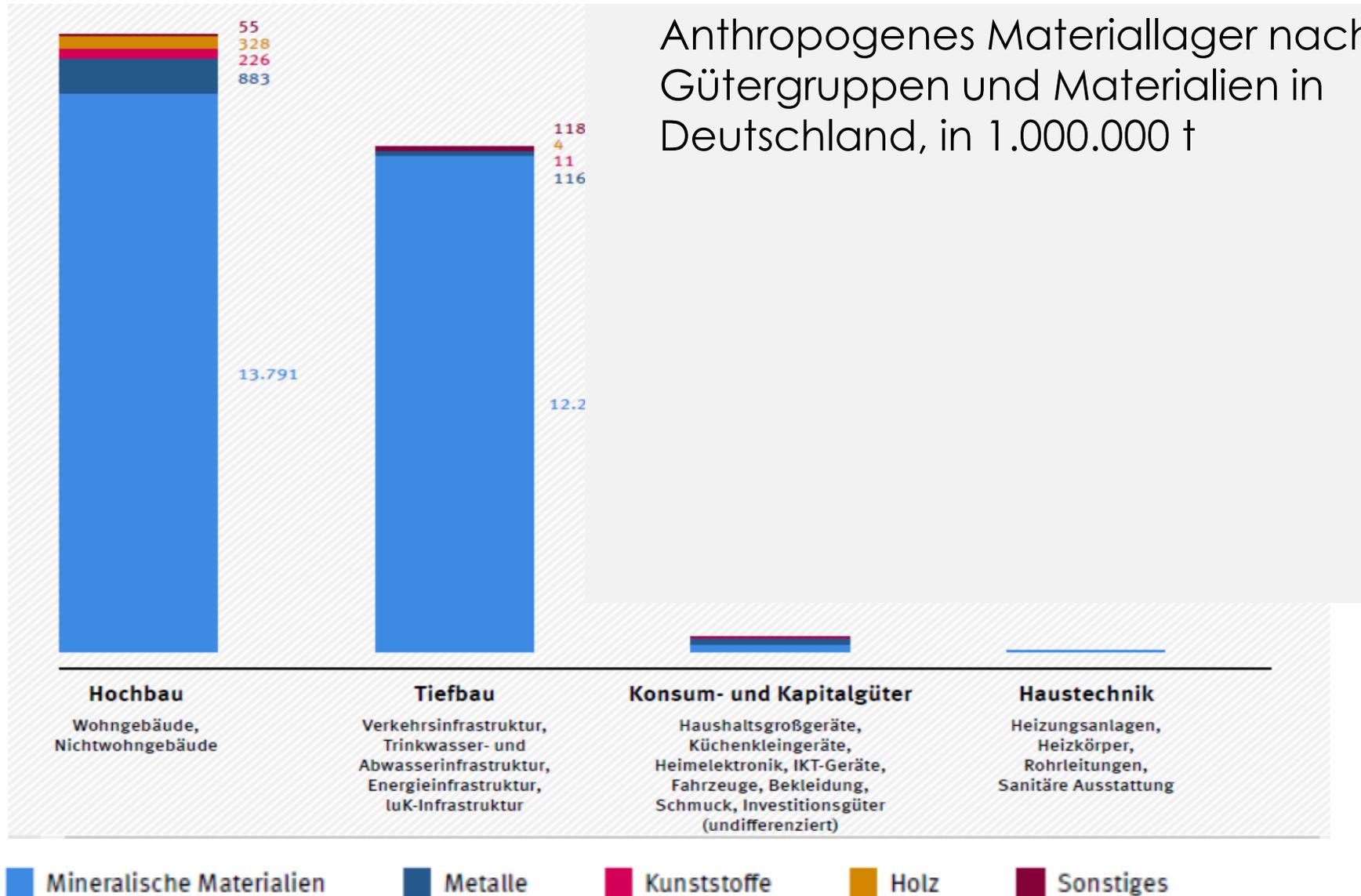
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge



Aus einem durchschnittlichen Altbau mit zehn Wohneinheiten fallen im Abbruch rund 1.500 Tonnen an Material zur Verwertung an, darunter 70 Tonnen Metalle und 30 Tonnen Kunststoffe, Bitumen und Holz.

Pro Wohneinheit sind das ca. 150 Tonnen Material

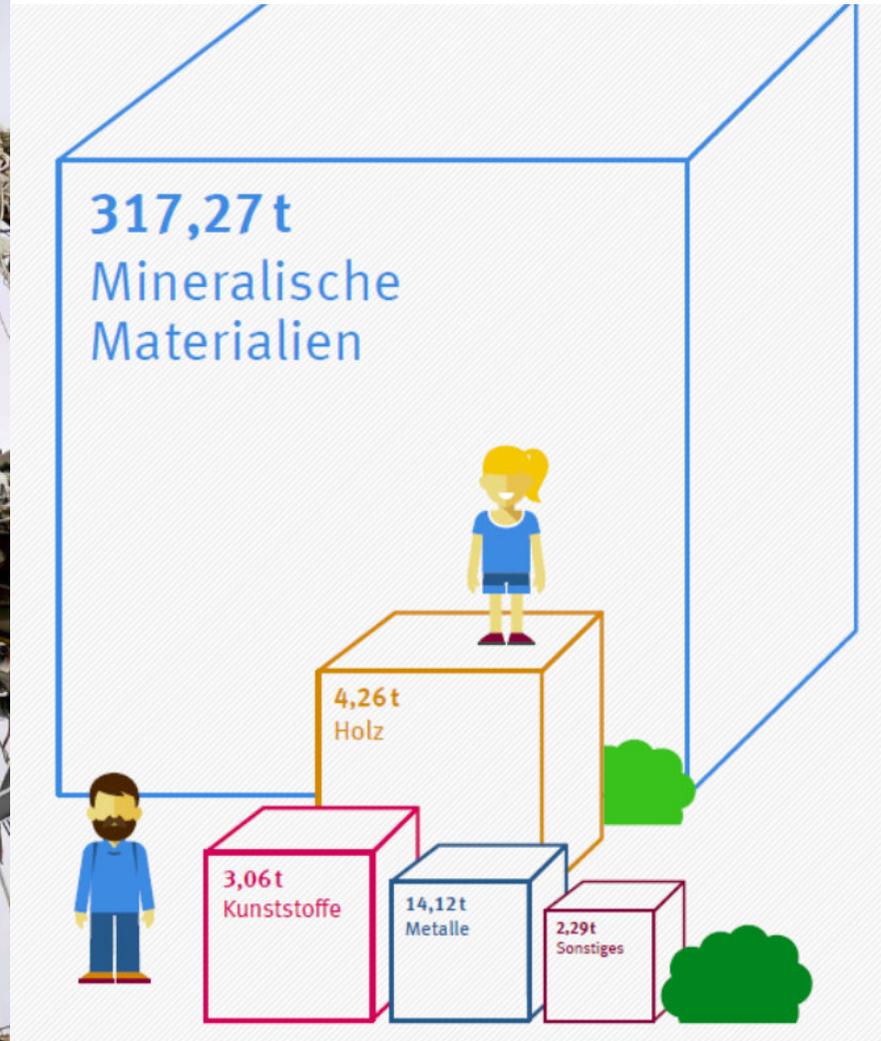
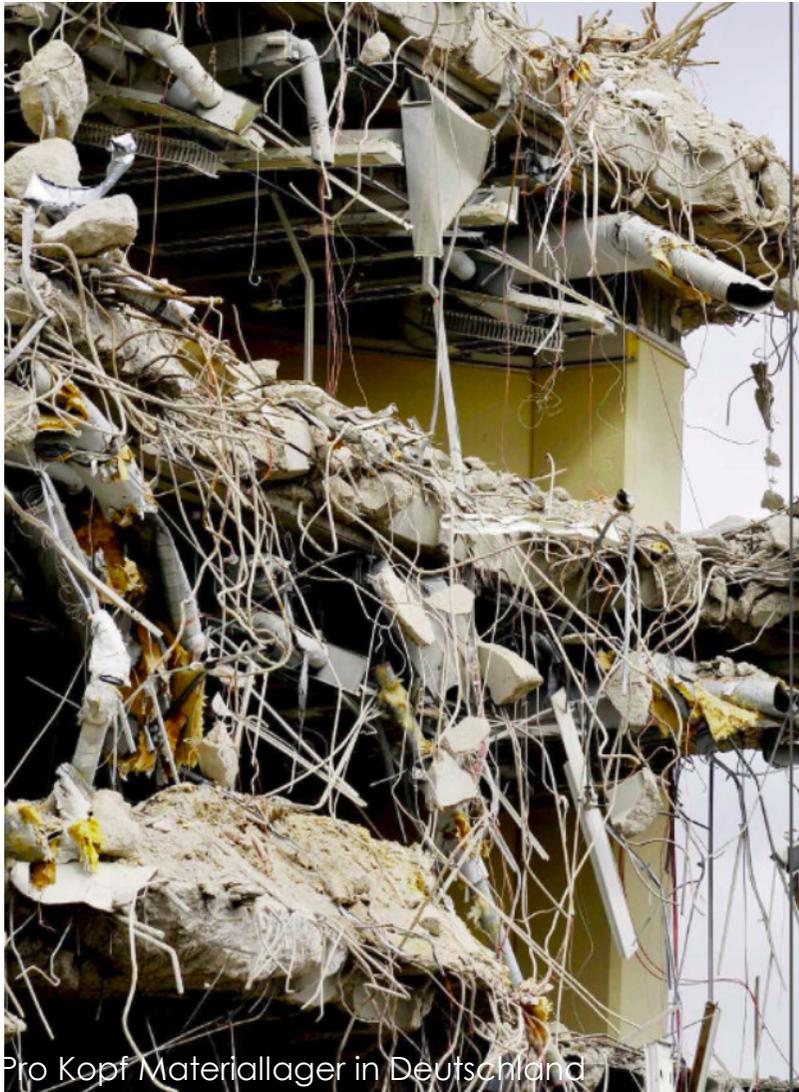
# URBAN MINING: GRAUE ENERGIE UND RESSOURCEN



# URBAN MINING: GRAUE ENERGIE UND RESSOURCEN

Mineralische Baustoffe:

- Downcycling
- Nutzungsdauer > 100 Jahre



Quelle: Umweltbundesamt: "Urban Mining"

# URBAN MINING: GRAUE ENERGIE UND RESSOURCEN

- ➔ Wie wird ermittelt, wieviel **Ressourcen** in einem Gebäude stecken und wieviel **Umweltemissionen** eingespart werden, wenn das Gebäude saniert wird und nicht abgerissen und neu gebaut wird?

Beispiel Umweltwirkung Treibhauspotenzial (GWP) in CO<sub>2</sub>eq

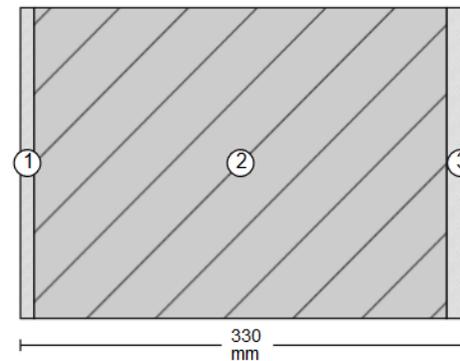
# RESSOURCEN IN BESTANDSGEBÄUDEN



## Hochlochziegelmauerwerk (hier 1970-80-er Jahre)

d = 33 cm

30 cm + 1 cm Putz innen + 2 cm Putz außen



- ① Kalk-Innenputz, 10,00mm
- ② Mauerziegel, 300,00mm
- ③ Putzmörtel-Normalputz/Edelputz, 20,00mm

Ökobilanzierungssoftware  
normiertes Verfahren, Datenbasis:  
Ökobaudat

Baustoffe bezogen auf 1 m<sup>2</sup>

▼ Bauteilgeometrie (von innen nach außen)

Schicht	Dicke mm	Anteil%	Austausch	Bilanz	Verschieben
1. ▶ Kalk-Innenputz	10 ▶	100,0	50	<input checked="" type="checkbox"/>	Gefach   Löschen   Klonen
2. ▶ Mauerziegel	300 ▶	100,0	50	<input checked="" type="checkbox"/>	Gefach   Löschen   Klonen
3. ▶ Putzmörtel-Normalputz/Edelputz	20 ▶	100,0	30	<input checked="" type="checkbox"/>	Gefach   Löschen   Klonen

# RESSOURCEN IN BESTANDSGEBÄUDEN

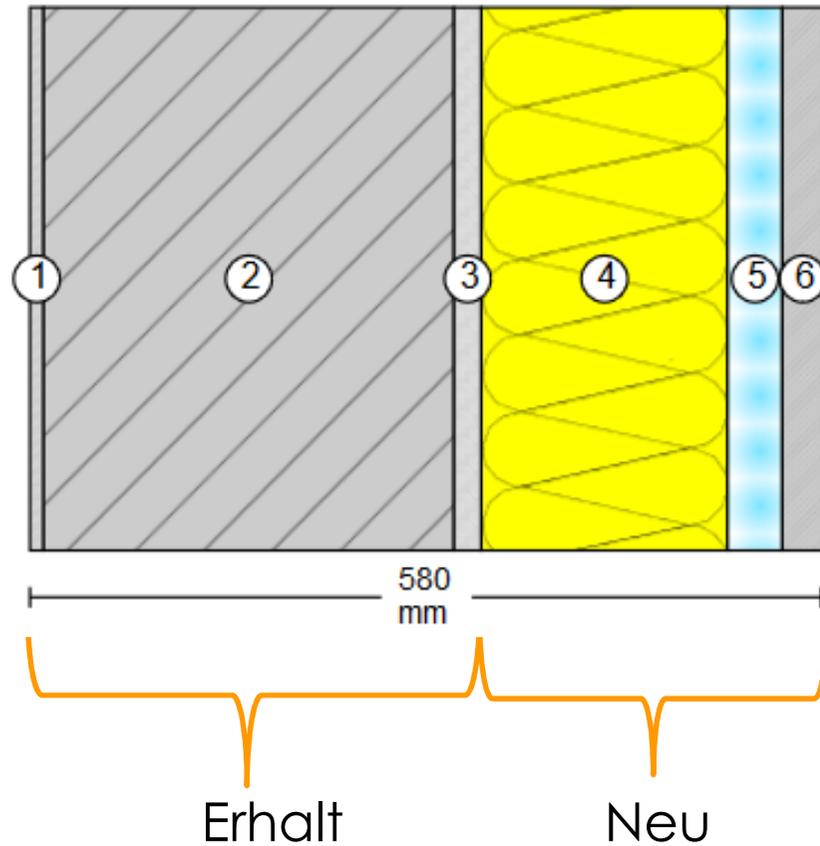
## ▼ Gesamteinsatz

<i>Lebenszyklus</i>	<i>GWP</i>	<i>ODP</i>	<i>POCP</i>	<i>AP</i>	<i>EP</i>
A1 - A3	52,3894	1,6729E-8	3,9997E-3	0,0724	9,5662E-3
C3	-2,9736	6,5260E-12	4,8519E-4	3,4884E-3	8,0630E-4
C4	0,5454	3,4530E-10	3,4393E-4	3,3494E-3	4,5867E-4
D	-2,6753	-2,2182E-10	8,6805E-4	-6,6794E-3	-1,2409E-3
Instandhaltung	7,3842	1,6424E-8	3,0380E-4	0,0131	2,9233E-3
Gesamt	54,6700	3,3283E-8	6,0006E-3	0,0856	0,0125

*Masse* 219,50 kg

 Bei Erhalt und Sanierung des Bauteils wird die Herstellung eines ansonsten erforderlichen neuen Materials eingespart

# BESTANDSGEBÄUDE HLZ SANIERT



- ① Kalk-Innenputz, 10,00mm
- ② Mauerziegel, 300,00mm
- ③ Putzmörtel-Normalputz/Edelputz, 20,00mm
- ④ Mineralwolle (Fassaden-Dämmung), 180,00mm
- ⑤ eLCA Luftschicht, 40,00mm
- ⑥ Natursteinplatte, hart, Fassade, 30,00mm

Phase Herstellung (52,4 kg  
CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>) entfällt bei  
Wiederverwendung  
(Sanierung)

# RESSOURCEN IN BESTANDSGEBÄUDEN

## ▼ Gesamteinsatz

Lebenszyklus	GWP	ODP	POCP	AP	EP
A1 - A3	102,3736	2,4774E-8	0,0258	0,3579	0,0413
C3	-2,7799	9,5325E-12	6,8007E-4	4,8574E-3	1,1478E-3
C4	0,6796	3,4745E-10	4,2036E-4	4,1641E-3	5,7044E-4
D	-2,6753	-2,2182E-10	8,6805E-4	-6,6794E-3	-1,2409E-3
Instandhaltung	7,3842	1,6424E-8	3,0380E-4	0,0131	2,9233E-3
<b>Gesamt</b>	<b>104,9821</b>	<b>4,1333E-8</b>	<b>0,0281</b>	<b>0,3733</b>	<b>0,0447</b>

„Neubau“

GWP Außenwand mit Dämmung+Bekleidung gesamt: **104,98 kg GWP/m<sup>2</sup> „Neubau“**

Abzüglich Herstellung Wand Bestand:  $104,98 - 52,4 =$  **52,58 kg GWP/m<sup>2</sup> „Sanierung“**



**GWP der Außenwand „Sanierung“ gegenüber „Neubau“  
um ca. 50 % reduziert!**

# GRAUE UND ROTE ENERGIE

Aufwand für die **Herstellung von Materialien / Baustoffen**

 „graue Energie“

- Energie und andere Ressourcen
- Umweltwirkungen

 *Ökobilanzierung*

Einsatz von Energie für die **Nutzung / Betrieb** eines Gebäudes

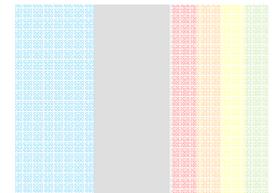
 „Rote Energie“

- Energie und andere Ressourcen
- Umweltwirkungen

 *Ökobilanzierung*

# ÖKOBILANZIERUNG VON GEBÄUDEN

- Prinzip einer Ökobilanzierung
- Beispiel
- Treiber der Ökobilanz
- Veränderung Verhältnis Nutzung und Konstruktion

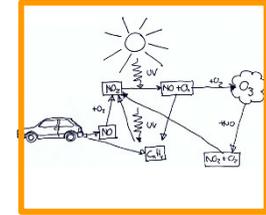
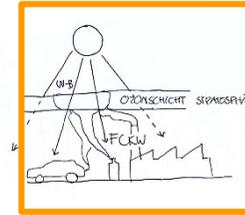
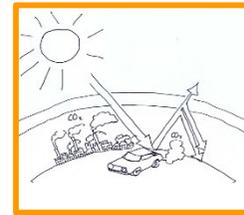


# ÖKOBIANZIERUNG

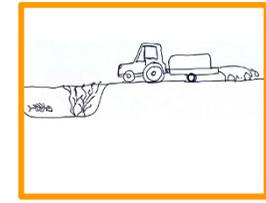
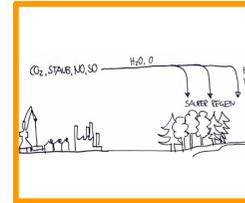


emissionsbedingte  
Umweltwirkungen

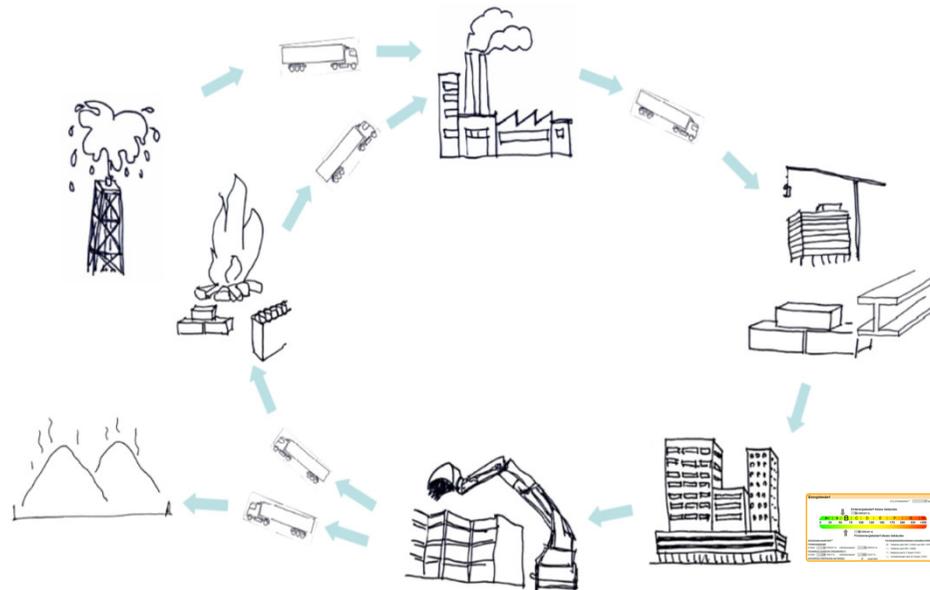
Ressourcenverbrauch



Treibhauseffekt  
Ozonloch  
Sommersmog  
Saurer Regen  
Überdüngung



Primärenergie, Wasser



- Herstellung
- Nutzung
- End-of-life

**Bauteile • Gebäude • Stadt**

# ÖKOBIANZIERUNG

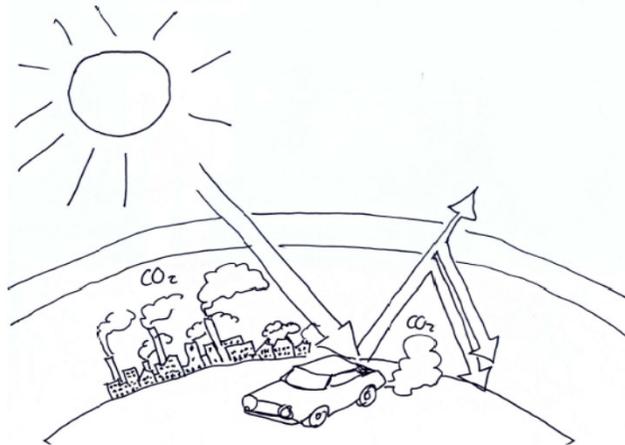
## Umweltwirkung GWP

### 1. Treibhauspotenzial

GWP [kg CO<sub>2</sub> äquivalent]

Global warming potential

- Verbrennungsprozesse
- Kältemittel
- Treib-, Füllgase
- Beschichtungen



	Treibhausgas	Quelle	Potenzial	Verweildauer
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid	<b>Verbrennung fossiler Energieträger</b> (Kohle, Erdöl, Erdgas) in Gebäuden, Industrie, Verkehr/Transport) <b>Verbrennung von Biomasse</b> (Wald-Brandrodung), <b>Zementproduktion</b> <b>Lösemittel</b> (z.B. Farben, Beschichtungen usw.) <b>Trockenlegung Moore</b>	1	120 Jahre
CH <sub>4</sub>	Methan	Viehzucht, Reisanbau (Landwirtschaft) <b>Kläranlagen, Mülldeponien</b> <b>Schmelzen Polkappen,</b> <b>Kohlebergbau (Grubengas),</b> <b>Erdgas- und Erdölproduktion</b>	21	12 Jahre
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid (Lachgas)	<b>Stickstoffdünger (Landwirtschaft)</b> Narkosemittel <b>Verbrennung von Biomasse</b> natürliche Prozesse Boden, Wasser	310	121 Jahre
FKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe	<b>Treibgase</b> z.B. in Spraydosen, <b>Kältemittel</b> in Kühlanlagen, Narkosemittel, <b>Füllgase in Schaumstoffen, Lösemittel</b> . In Deutschland seit 1995 verboten.	bis zu 13.900	640 Jahre
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe	<b>Aluminiumherstellung,</b> <b>Treibgase</b> in Spraydosen, <b>Kältemittel</b> in Kühlanlagen, <b>Füllgase in Schaumstoffen,</b> <b>Reinigungsmittel, Beschichtungen</b>	bis zu 9.800	1-50.000 Jahre
HFKW	FKW/HFKW			
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	Tetrafluorethan (R-134a, HFC-134a)	<b>Kältemittel in Kühlanlagen</b>	1.430	13-15 Jahre
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid	Schutzgas bei der technischen Erzeugung von Magnesium, Isoliergas in Hochspannungsschaltanlagen	23.900	3.200 Jahre
NF <sub>3</sub>	Stickstofftrifluorid	Herstellung von <b>Halbleitern, Solarzellen</b> und Flüssigkristallbildschirmen	16.100	500 Jahre

# ÖKOBIANZIERUNG

## Umweltwirkung ODP und POCP

### 2. Ozonschichtabbaupotenzial, ODP [kg R11 äquiv.]

ozone depletion potential

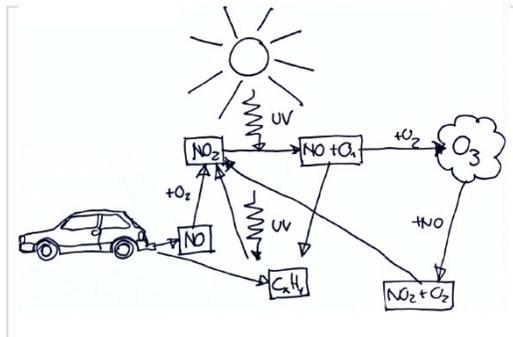


#### Kältemittel, Treibgase, Lösemittel, Flammschutzmittel

	Ozonschichtabbau	Quelle
R11 Äquivalent	Leitsubstanz: Trifluormethan	gasförmige Halogenverbindungen (v.a. Fluor, Chlor, Brom) in: <b>Treibmittel</b> <b>z.B. für Schaumkunststoffe, in Lösemittel, Flammschutzmittel, Kühlmittel</b> Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) (Ozonschädigende Wirkung seit 1974 bekannt, Verbot seit Ende 1995. Gleichzeitig Treibhausgase

### 3. Ozonbildungspotenzial, POCP [kg Ethen äquiv.]

photochemical ozone creation potential



#### Verbrennung, Polystyrol, Polyethylen

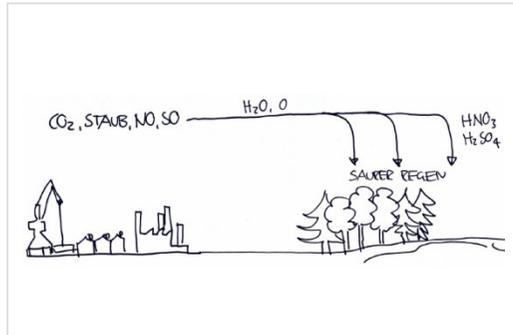
	Ozonbildung	Quelle
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Leitsubstanz: Ethen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abgase aus <b>Verbrennungsmotoren und Verbrennungsprozessen</b></li> <li>Fotokopierer u. Faxgeräte</li> <li>C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> = Ethen = ungesättigter Kohlenwasserstoff In der Petrochemie stellt Ethen die meistproduzierte Grundchemikalie dar und wird für die Herstellung von primären Folgeprodukten wie <b>Polyethylen</b>, Ethylenoxid, <b>Styrol</b> oder <math>\alpha</math>-Olefinen verwendet.</li> </ul>

# ÖKOBILANZIERUNG

## Umweltwirkung AP und EP

### 4. Versauerungspotenzial, AP [kg SO<sub>2</sub> äquiv.]

acid potential

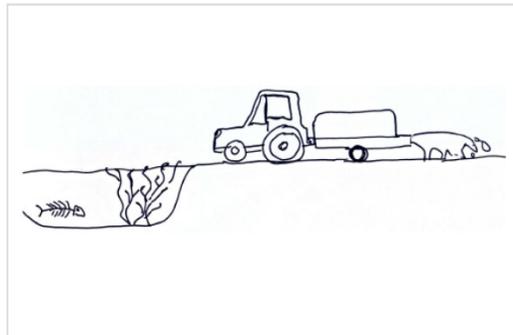


#### Verbrennung, Lösemittel, Konservierung, Kältemittel

	Versauerung	Quelle
SO <sub>2</sub>	Leitsubstanz: Schwefeldioxid	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösemittel z.B. in Anstrichmittel</li> <li>• Konservierungsmittel</li> <li>• Kältemittel (Ammoniak- und Salpetersäure)</li> <li>• Verbrennungsprozesse</li> </ul> Relevante Säuren: Ammoniak NH <sub>3</sub> , Chlorwasserstoff HCL, Schwefelsäure SO <sub>2</sub> , Fluorwasserstoff HF

### 5. Überdüngungspotenzial, EP [kg PO<sub>4</sub> äquiv.]

eutrophication potential



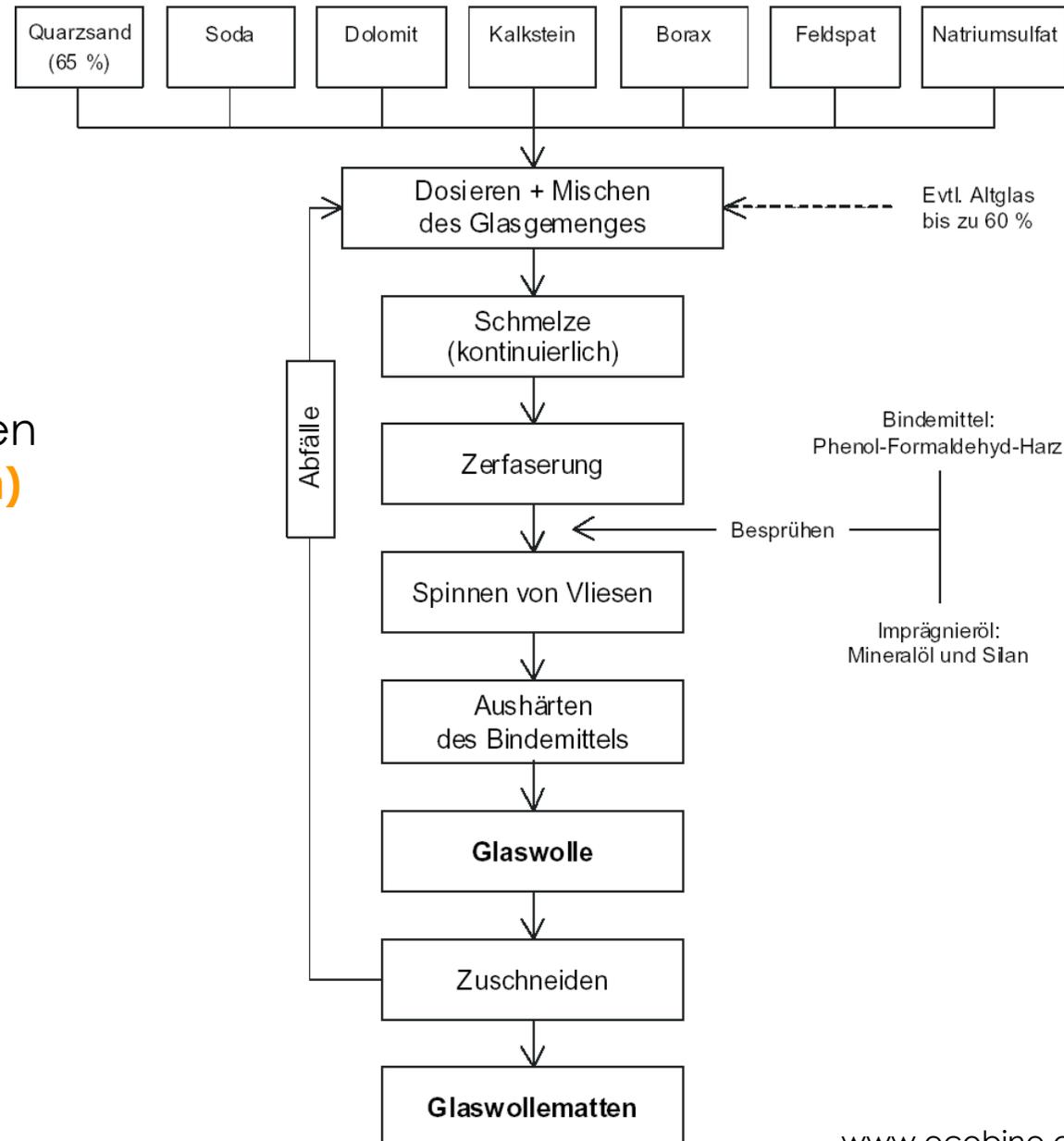
#### Flammschutz, Korrosionsschutz, Konservierung

	Überdüngung	Quelle
PO <sub>4</sub>	Leitsubstanz: Phosphate	Phosphor- und Stickstoffverbindungen, z.B. aus <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flammschutzmitteln</li> <li>• Verbrennungsrückständen</li> <li>• Konservierungsmittel</li> <li>• Korrosionsschutz</li> <li>• Düngung Landwirtschaft</li> </ul>

# PROZESSKETTE BEISPIEL GLASWOLLMATTEN (KMF)

➔ **Input:**  
Material, Energie  
(**Ressourcen**)

← **Output:**  
Material, Emissionen  
(**Umweltwirkungen**)



# ÖKOBAUDAT DATENQUELLE: ÖKOBAUDAT



## Datenbanken

ÖKOBAUDAT

Zusätzliche Datensätze

Die ÖKOBAUDAT (aktuelle Version: 2019-I vom 27.02.2019) wird im Rahmen des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen (BNB) als verbindliche Datenbasis adressiert. Alle ÖKOBAUDAT-Datensätze sind konform zur DIN EN 15804 und auf Basis von **GaBi-Hintergrunddaten** berechnet. Die EPD-Datensätze erfüllen die Anforderungen an die „Grundsätze zur Aufnahme von Ökobilanzdaten in die ÖKOBAUDAT“.

Akzeptierte EPD-Programmbetreiber können laufend Datensätze an die ÖKOBAUDAT liefern. Ein neues ÖKOBAUDAT Release erfolgt ca. einmal im Jahr mit dem Update der generischen Datensätze. Laufend vorgenommene geringfügige Ergänzungen oder Korrekturen werden mit Datum in einer Korrekturliste dokumentiert.

## ÖKOBAUDAT

1 Mineralische Baustoffe

2 Dämmstoffe

3 Holz

4 Metalle

5 Beschichtungen

6 Kunststoffe

7 Komponenten von Fenstern und Vorhangfassaden

8 Gebäudetechnik

9 Sonstige

10 Komposite

100 End of Life



Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes und sonstige Umweltinformationen

Indikator ↕	Richtung ↕	Einheit ↕	Herstellung A1-A3
<u>Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PERE)</u>	Input	MJ	127.2
<u>Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PERM)</u>	Input	MJ	0
<u>Total erneuerbare Primärenergie (PERT)</u>	Input	MJ	127.2
<u>Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PENRE)</u>	Input	MJ	819.2
<u>Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PENRM)</u>	Input	MJ	0
<u>Total nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT)</u>	Input	MJ	819.2
<u>Einsatz von Sekundärstoffen (SM)</u>	Input	kg	8.728
<u>Erneuerbare Sekundärbrennstoffe (RSF)</u>	Input	MJ	0
<u>Nicht erneuerbare Sekundärbrennstoffe (NRSF)</u>	Input	MJ	0
<u>Einsatz von Süßwasserressourcen (FW)</u>	Input	m3	0.1793
<u>Gefährlicher Abfall zur Deponie (HWD)</u>	Output	kg	0.000003492
<u>Entsorgter nicht gefährlicher Abfall (NHWD)</u>	Output	kg	13.88
<u>Entsorgter radioaktiver Abfall (RWD)</u>	Output	kg	0.01728
<u>Komponenten für die Wiederverwendung (CRU)</u>	Output	kg	0
<u>Stoffe zum Recycling (MFR)</u>	Output	kg	0
<u>Stoffe für die Energierückgewinnung (MER)</u>	Output	kg	0
<u>Exportierte elektrische Energie (EEE)</u>	Output	MJ	3.893
<u>Exportierte thermische Energie (EET)</u>	Output	MJ	9.545

Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen

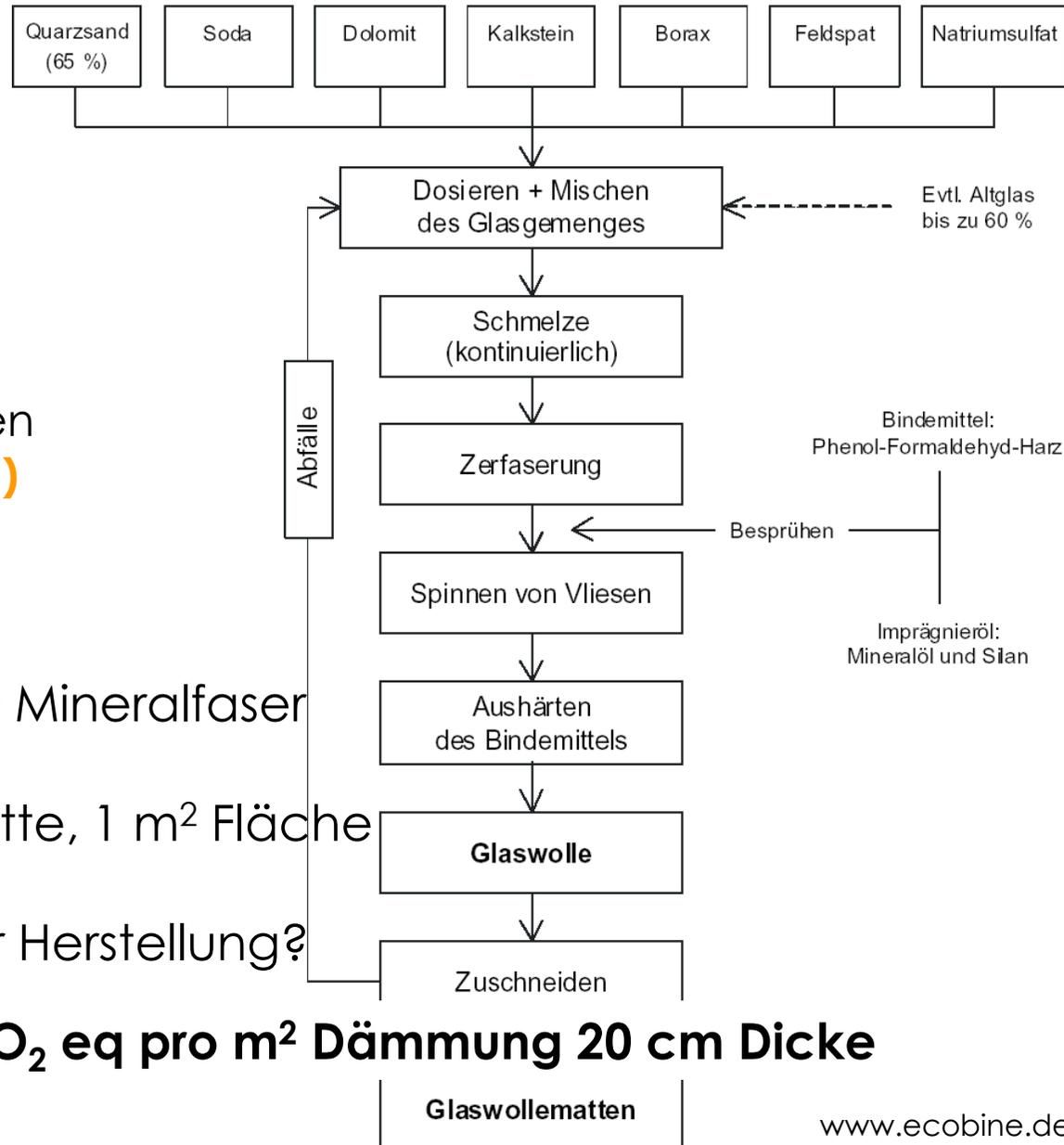
Indikator ↕	Einheit ↕	Herstellung A1-A3
<u>Globales Erwärmungspotenzial (GWP)</u>	kg CO2 eq.	71.6
<u>Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)</u>	kg R11 eq.	9.347E-11
<u>Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)</u>	kg Ethene eq.	0.01927
<u>Versauerungspotenzial (AP)</u>	kg SO2 eq.	0.3363
<u>Eutrophierungspotenzial (EP)</u>	kg Phosphate eq.	0.047



# PROZESSKETTE BEISPIEL GLASWOLLMATTEN (KMF)

➔ **Input:**  
Material, Energie  
**(Ressourcen)**

← **Output:**  
Material, Emissionen  
**(Umweltwirkungen)**



71,6 kg CO<sub>2</sub> pro 1 m<sup>3</sup> Mineralfaser

20 cm dicke KMF-Platte, 1 m<sup>2</sup> Fläche

→ Wieviel CO<sub>2</sub> eq für Herstellung?

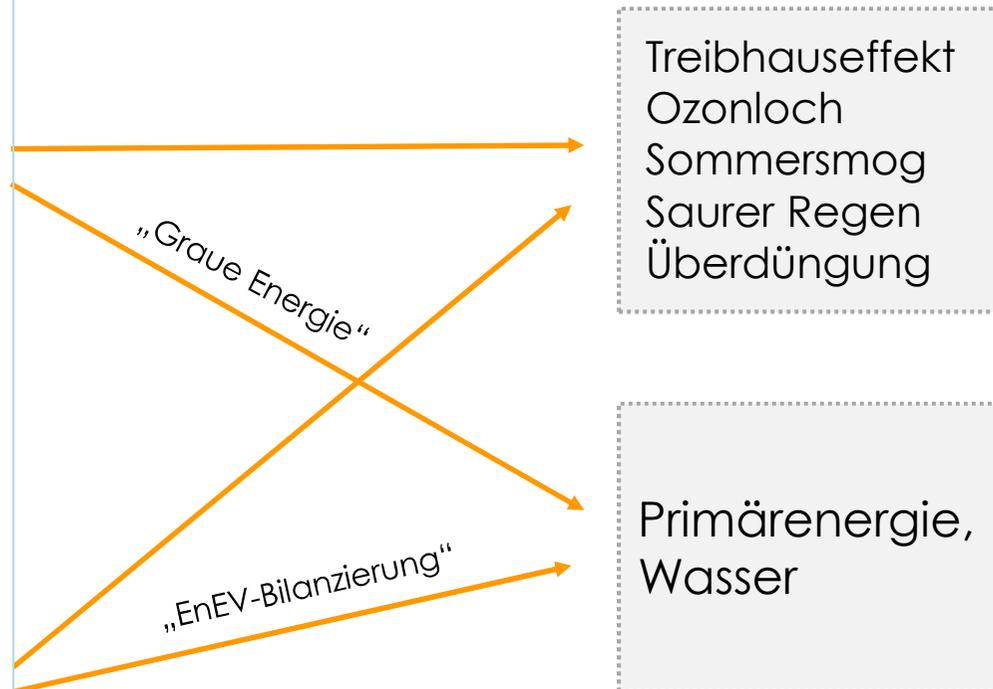
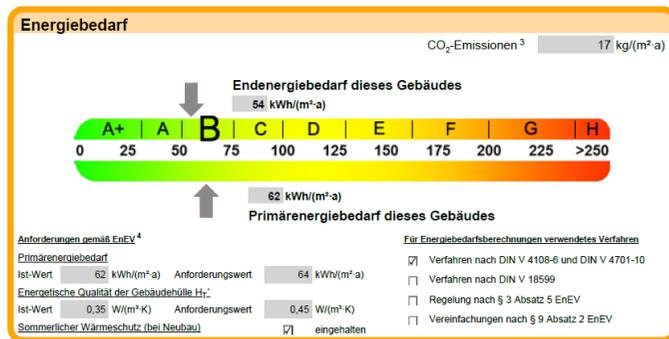
71,6 x 0,2 = **14,32 kg CO<sub>2</sub> eq pro m<sup>2</sup> Dämmung 20 cm Dicke**

# ÖKOBIANZIERUNG - PRINZIP

Materialien: Herstellungs- und Entsorgungsphase



Betriebsenergie: Nutzungsphase



# „TREIBER“ IN DER ÖKOBILANZIERUNG

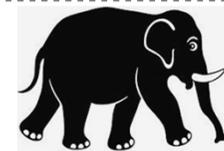
- **Nutzung**

- ▶ Energieverbrauch

**Effizienz+Erneuerbare  
Energien**

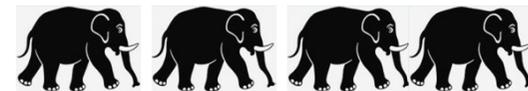
- **Masse**

- ▶ schwere Baustoffe



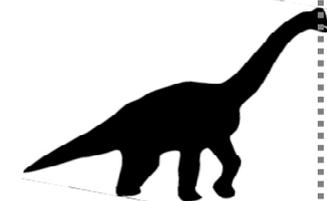
- **Menge**

- ▶ hohe Flächenanteile im Gebäude



- **Dauer**

- ▶ Austauschhäufigkeit,  
Anzahl der Austauschzyklen



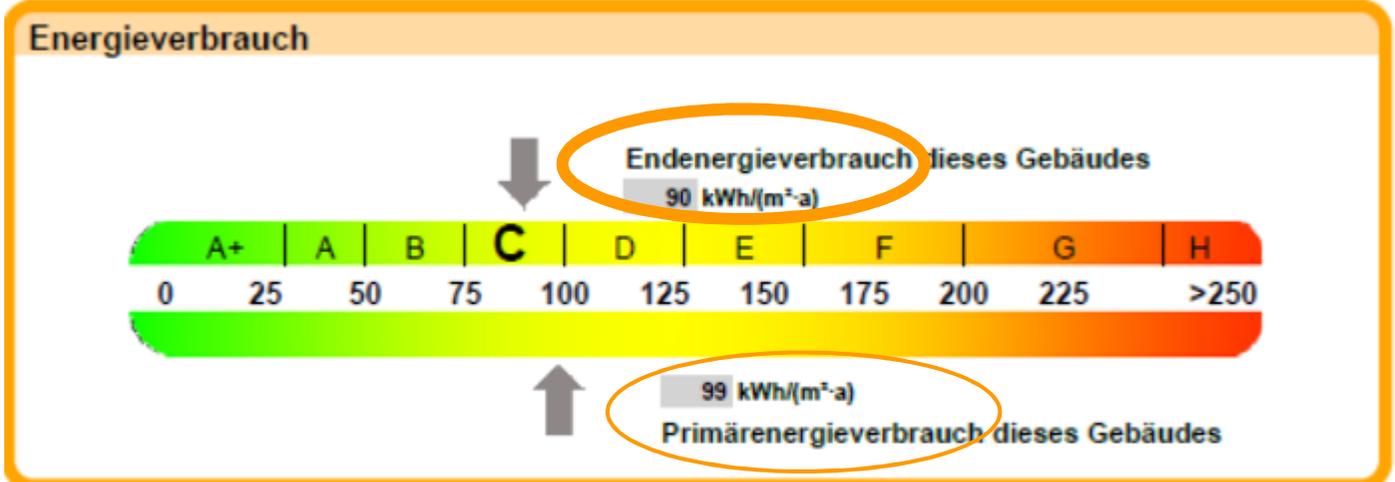
Da die Primärkonstruktion den masse- und mengenmäßig größten Anteil eines Gebäudes ausmacht, beeinflusst sie die Ökobilanz in den Phasen „Herstellung“ und „end-of-life“ deutlich am stärksten.

# GEBÄUDENUTZUNG IN DER ÖKOBLANZIERUNG

## ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

gemäß den §§ 18 ff. der Energieeinsparverordnung (EnEV) vom 18.11.2013

Z.B.: EFH,  
Baujahr 2001,  
Ca. 157 m<sup>2</sup>  
Gebäude-  
nutzfläche  
Ölheizung



Wieviel CO<sub>2</sub>-  
Emissionen  
pro Jahr?

Endenergieverbrauch dieses Gebäudes [Pflichtangabe in Immobilienanzeigen] 90 kWh/(m<sup>2</sup>-a)

Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger <sup>3</sup>	Primär- energie- faktor	Energieverbrauch [kWh]	Anteil Warmwasser [kWh]	Anteil Heizung [kWh]	Klima- faktor
von	bis						
01.01.2015	01.01.2016	Heizöl EL	1,1	14124	3220	10904	0,98



# Heizöl als Energieträger

Parameter zur Beschreibung des Ressourceneinsatzes und sonstige Umweltinformationen

Indikator	Richtung	Einheit	Energieeinsatz B6
Erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PERE)	Input	MJ	0.01888
Erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PERM)	Input	MJ	0
Total erneuerbare Primärenergie (PERT)	Input	MJ	0.01888
Nicht-erneuerbare Primärenergie als Energieträger (PENRE)	Input	MJ	4.185
Nicht-erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung (PENRM)	Input	MJ	0
Total nicht erneuerbare Primärenergie (PENRT)	Input	MJ	4.185

Parameter zur Beschreibung der Umweltwirkungen **Angabe in kg CO<sub>2</sub>eq pro kWh Energieverbrauch**

Indikator	Einheit	Energieeinsatz B6
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO <sub>2</sub> Äquiv.	0.3047
Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)	kg R11 Äquiv.	1.004E-16
Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)	kg Ethen Äquiv.	0.00003197
Versauerungspotential (AP)	kg SO <sub>2</sub> Äquiv.	0.0002141
Eutrophierungspotential (EP)	kg Phosphat Äquiv.	0.00003069



$$0,3047 \text{ kg/kWh} \times 14.124 \text{ kWh/a} = 4.303,6 \text{ kg CO}_2/\text{a}$$

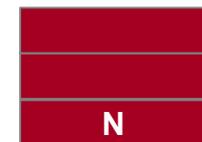
**Ca. 4,5 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr**

$$: 157 \text{ m}^2 = \text{ca. } 27,4 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2 \text{ a}$$

**27,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**

**~9,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a**

(auf 50 Jahre betrachtet)

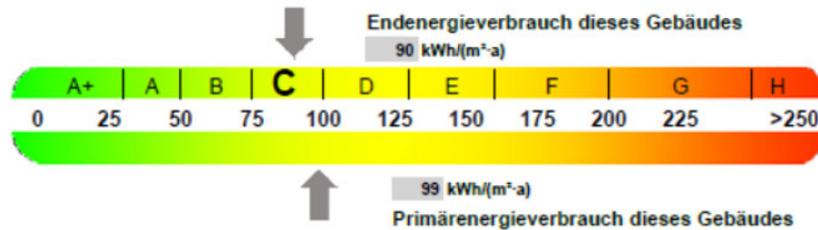


**N**

**K**

# VERHÄLTNISS NUTZUNG UND KONSTRUKTION

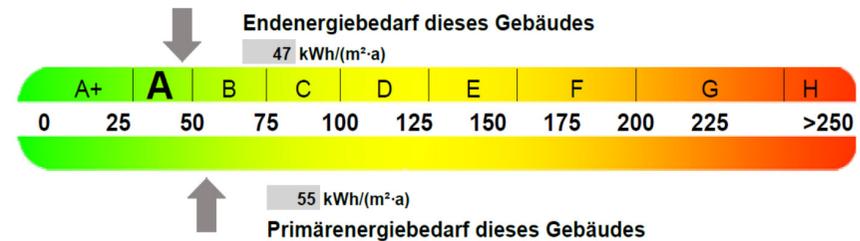
Bestandsbau aus 2001



27,4 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a **N**  
 ~9,5 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a **K**  
 (auf 50 Jahre betrachtet)



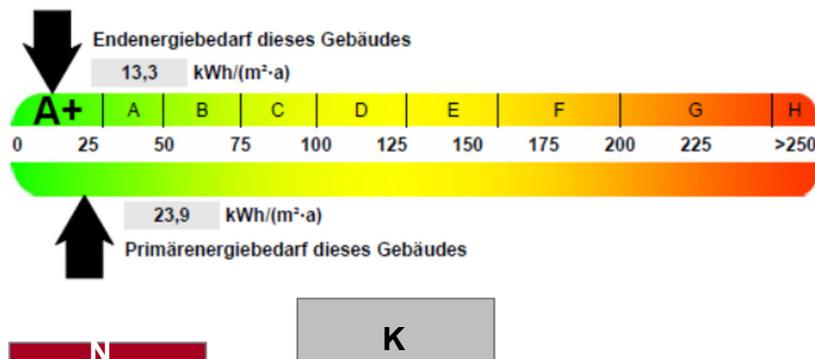
Bestandsbau 2016



14,3 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a **N**  
 ~10 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a **K**  
 (auf 50 Jahre betrachtet)



Neubau 2019



- Durchschnittlich ca. 20 – 50 % der Energie und der CO<sub>2</sub> Emissionen für die Konstruktion (EFH)
- Konstruktion ist eine wesentliche Stellschraube hinsichtlich Ressourceneffizienz

# STRATEGIEN GRAUE ENERGIE / URBAN MINING

➔ Ziel: Ressourcen schonen und Umweltwirkungen reduzieren

➔ Gebäude als Sekundär-Rohstofflager

- Datenbank, „Inventarisierung“
- Demontierbarkeit
- Trennbarkeit
- Schadstofffreiheit



Chance: BIM

In Planung verankert

➔ Gebäudesanierung

- Erhalt und Wiederverwendung der Primärkonstruktion
- Materialverwendung / Verwertung für andere Zwecke (Möbel, Boden-, Wandverkleidungen usw.)
- Holz: erst am Ende einer Kaskade an Verwendungseinsätzen steht die Verwertung als Energieträger an

# ZUKUNFT DER ENERGIEBILANZIERUNG

- Das GEG  
Gebäudeenergiegesetz

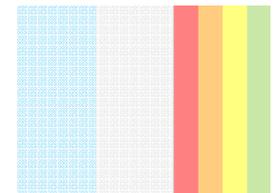
Zusammenführung von:

- **Energieeinsparungsgesetz (EnEG)**
- **Energieeinsparverordnung (EnEV) und**
- **Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)**

Hintergrund: EU-Gebäuderichtlinie (2010/2018). Sie fordert z.B. den Niedrigstenergie-Standard für Neubauten für privatwirtschaftliche Gebäude.

Aktueller Stand:

Bundesministerien (BMWi und BMI) haben Ende Mai 2019 einen gemeinsamen Gesetzesvorschlag vorgelegt (**Referententwurf**). Bis Ende Juni hatten die Länder und Verbände Zeit Stellung dazu zu nehmen, danach geht der Vorschlag ins Kabinett. Das Gesetz sollte Ende 2019 in Kraft treten.



# ZUKUNFT DER ENERGIEBILANZIERUNG

## Primärenergiefaktoren für Fernwärmenetze

- **Untergrenze** für den Primärenergiefaktor eines Wärmenetzes liegt bei 0,3 bzw. bei einem hohen Anteil an Erneuerbaren Energien oder Abwärme bei 0,2

## CO<sub>2</sub>

- Die Nennung von **CO<sub>2</sub>-Emissionen** im Energieausweis wird verpflichtend

## Erneuerbare Energien

- Pflicht zur Nutzung Erneuerbarer Energien (Neubau) kann künftig auch durch die Nutzung von **gebäudenah erzeugtem Strom aus Erneuerbaren Energien** erfüllt werden kann. (Deckungsanteil min. 15 % des Wärme- und Kältebedarfs)
- Ersatzmaßnahme „Einsparung von Energie“ wie bisher (15 % Übererfüllung der Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz).  
Neu: **zukünftig nur noch an den baulichen Wärmeschutz** gestellt und nicht auch an den Jahres-Primärenergiebedarf.

# GEBÄUDEENERGIEGESETZ - GEG

## Anrechnung von Strom aus Erneuerbaren Energien

- Wird ausgeweitet und soll zukünftig auf der Ebene der **Primärenergie** erfolgen.
- Gleichzeitig wird die Anrechenbarkeit ausgeschlossen, wenn gebäudenah erzeugter Strom aus Erneuerbaren Energien für **Stromdirektheizungen** verwendet wird.

## Anforderungen an Bestandsgebäude

- Bei Erweiterungen und Ausbauten **wird nicht mehr** zwischen Erweiterungen mit und ohne **neuen Wärmeerzeuger** unterschieden.
- Auch bei Erweiterungen mit neuem Wärmeerzeuger werden lediglich Anforderungen an den baulichen Wärmeschutz gestellt. Der bislang erforderliche Nachweis über eine **gesamtenergetische Bilanzierung** des hinzukommenden Gebäudeteils **entfällt**.

# GEBÄUDEENERGIEGESETZ - GEG

## Energieausweis

- Die Einteilung der Effizienzklassen in den Energieausweisen für Wohngebäude richtet sich künftig nach dem **Primärenergiebedarf bzw. dem Primärenergieverbrauch**. Die Grenzwerte der einzelnen Effizienzklassen verschieben sich dadurch um 5 bzw. 10 kWh/m<sup>2</sup>a nach oben.
- Bei der **Ausstellungsberechtigung** für Energieausweise wird nicht mehr zwischen Wohn- und Nichtwohngebäuden differenziert.
- Vor-Ort-Begehung o.ä. zur Qualitätssteigerung der Modernisierungsempfehlungen

## Sonstiges

- Weitgehend unveränderte Anforderungen und Verfahren
- Normenbezug aktualisiert
- Vereinfachtes Berechnungsverfahren
- Kontrollen ausgeweitet

# ZUKUNFT DER GEBÄUDE

- Strategie: Suffizienz – Effizienz – Erneuerbare Energien
- Ressourcenverbrauch und Umweltwirkungen der **Nutzungsphase** senken. Durch: Energieverbrauch/Erneuerbare Energien
- Ressourcenverbrauch und Umweltwirkungen der **Konstruktion** („graue Energie“) senken durch Suffizienz und Wiederverwendung, -Verwertung (Kreislaufgedanke „Cradle to cradle“)

Aus meiner Sicht sinnvoll:

- Im Energieausweis Umweltwirkungen für K und N einfügen (Grafik)
- Ökobilanzierung fördern, Datengrundlage ausbauen
- Baustoffe: ökologisch, fair
- Alte Substanz nutzen, dadurch Ressourcen schonen, Synergien gewinnen