

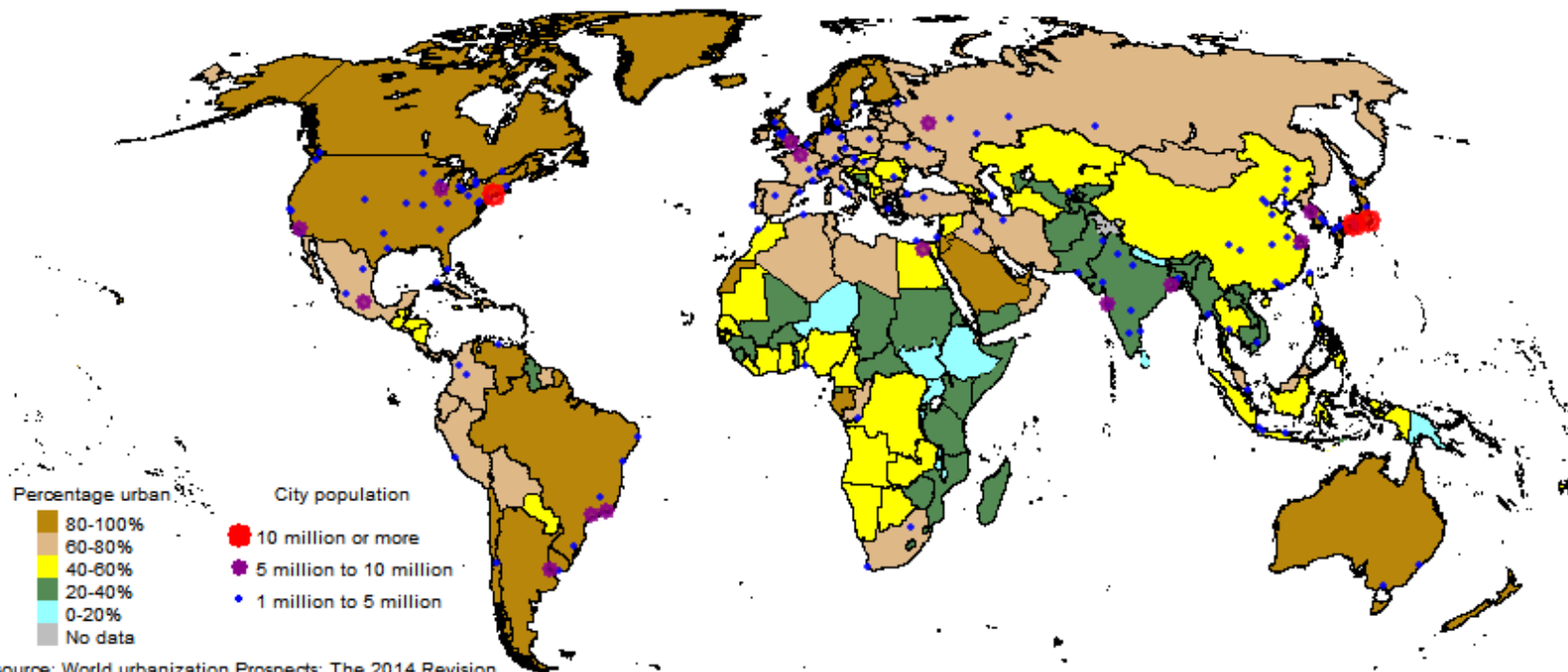
Nachhaltigkeit beim Bauen / Energie und Klimaschutz beim Bauen

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.

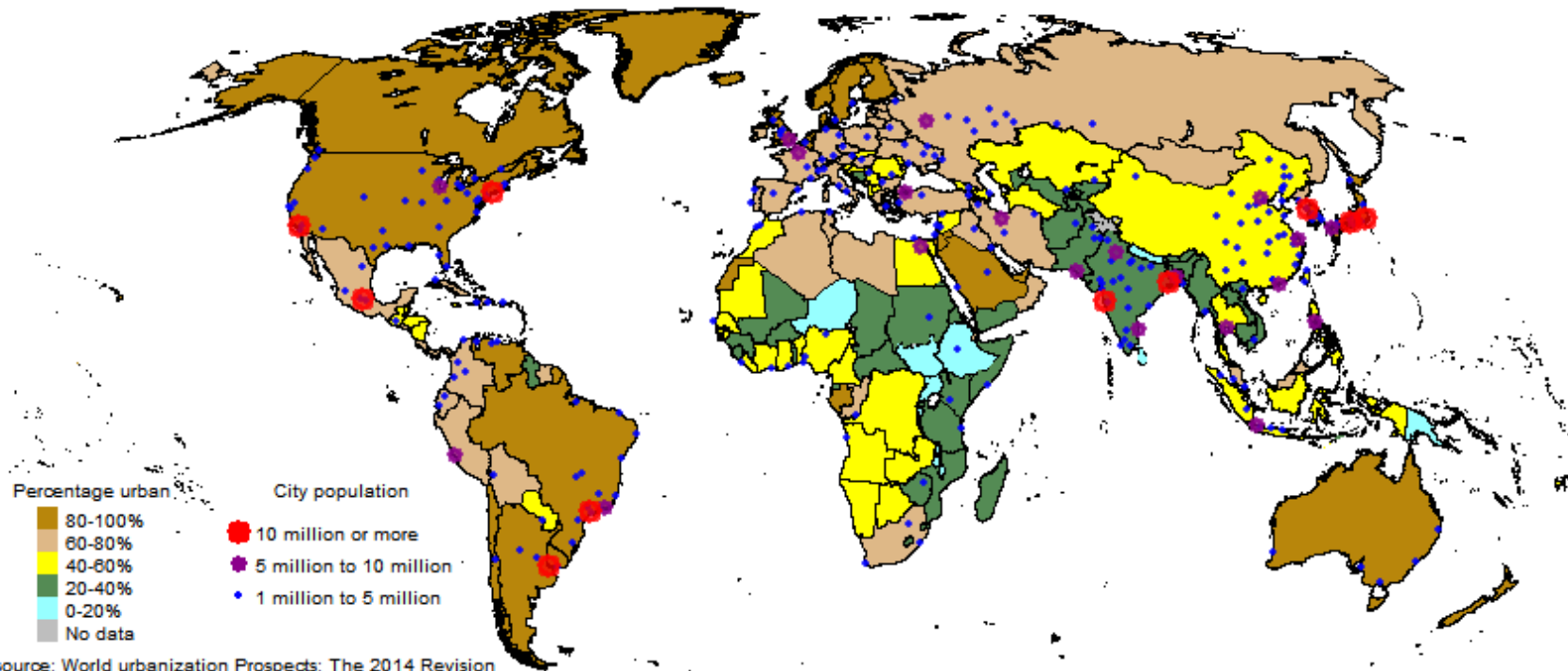
The final status of Jammu and Kashmir has not yet been agreed upon by the parties.

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

3,6

Mrd. Menschen

URBANISIERUNG – 1980

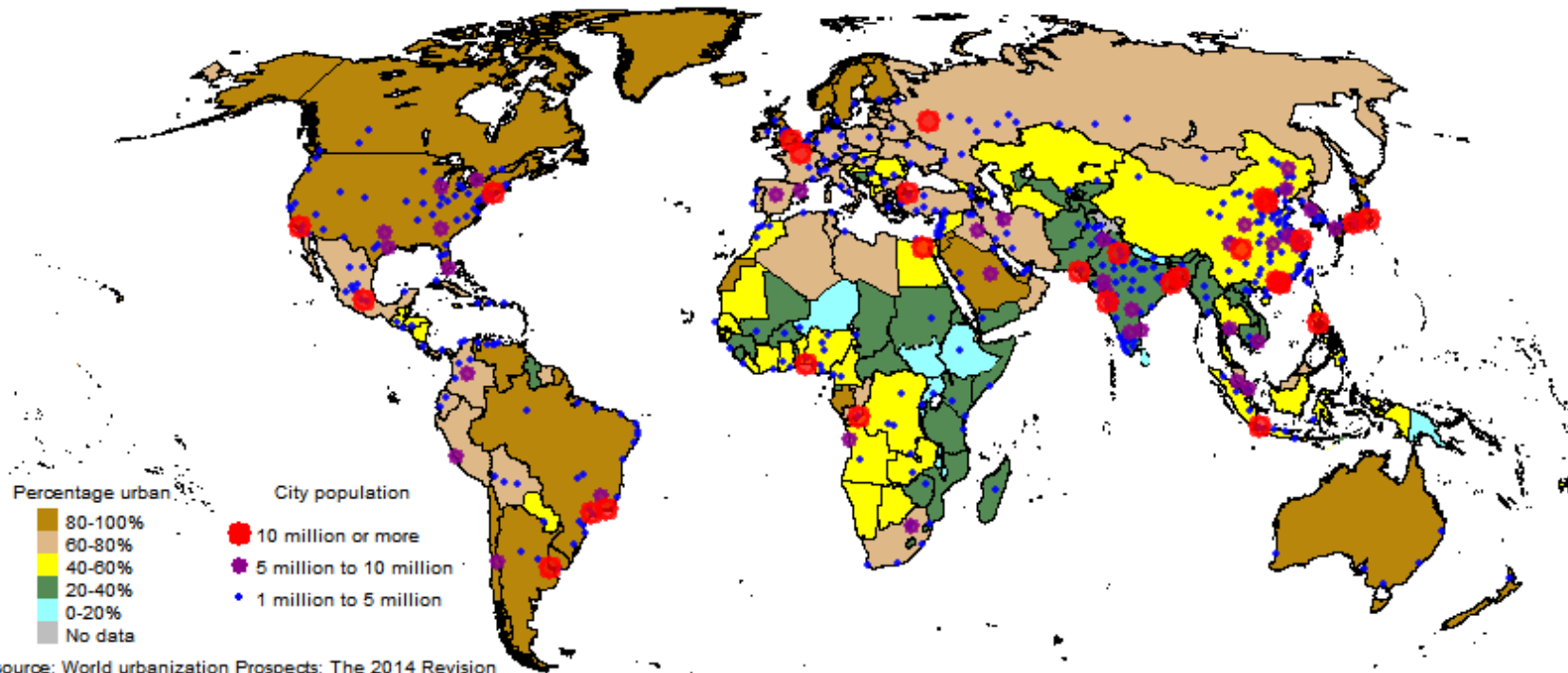


Data source: World urbanization Prospects: The 2014 Revision
The boundaries and names shown and the designations used on this map do not imply official endorsement or acceptance by the United Nations.
Dotted line represents approximately the Line of Control in Jammu and Kashmir agreed upon by India and 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.

5,3

Mrd. Menschen

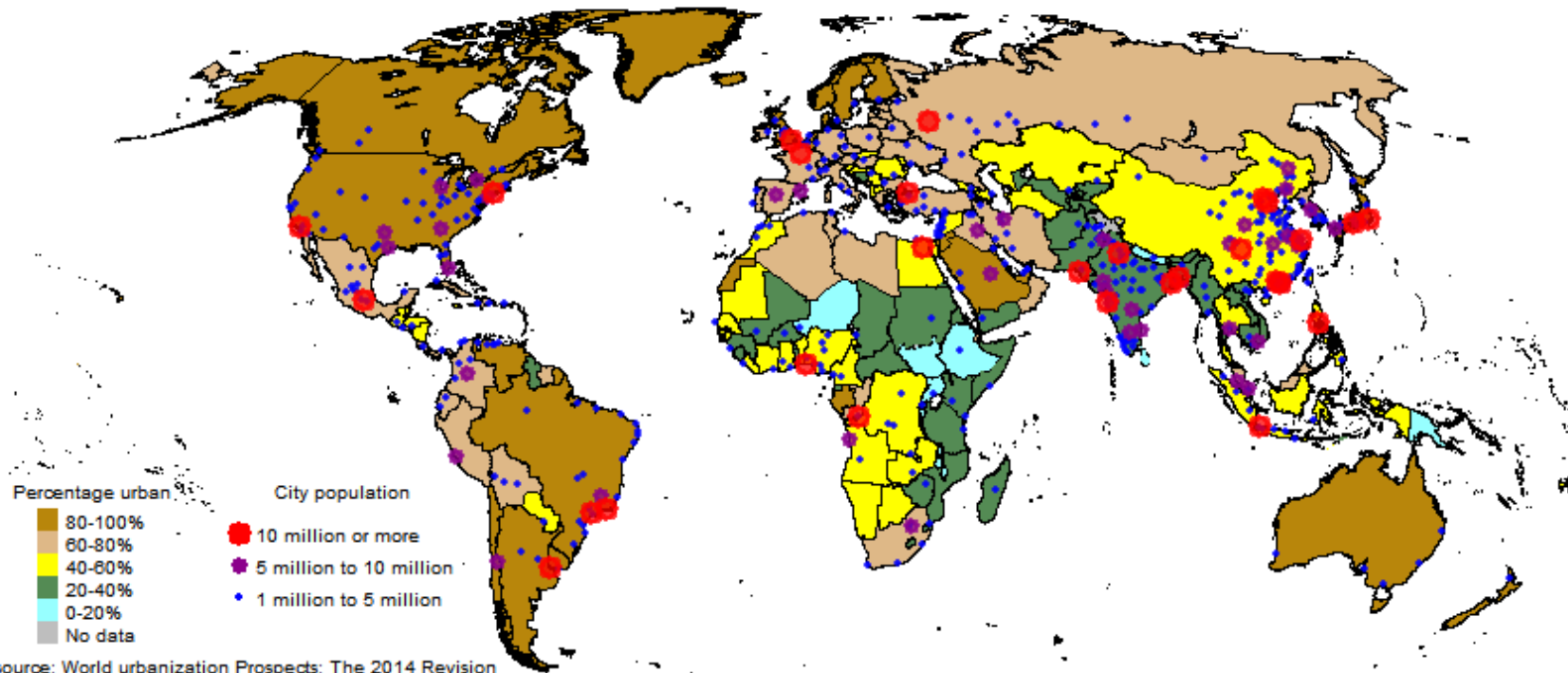
URBANISIERUNG – 2014



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.

7,2
Mrd. Menschen

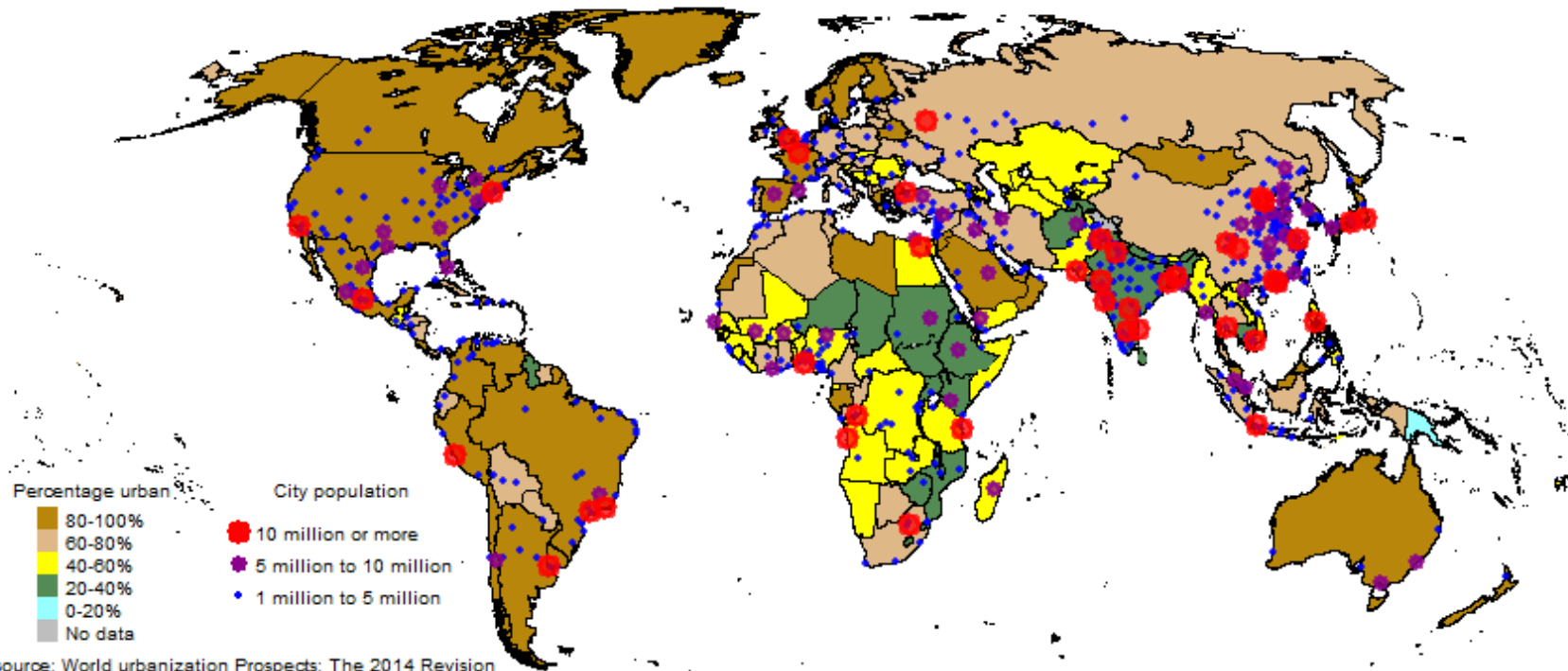
URBANISIERUNG – 2019



7,7

Mrd. Menschen

URBANISIERUNG PROGNOSE – 2030

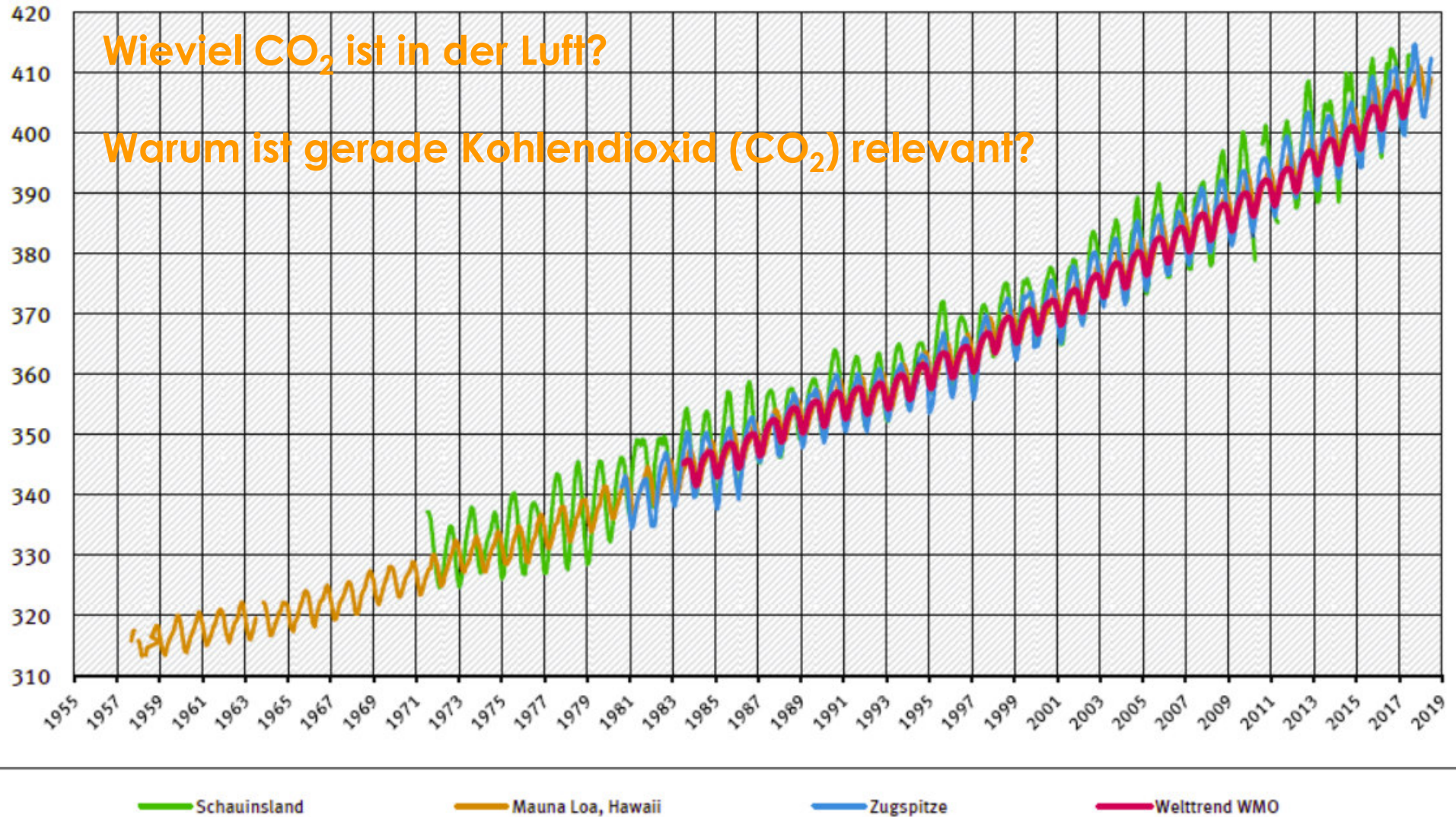


8,5

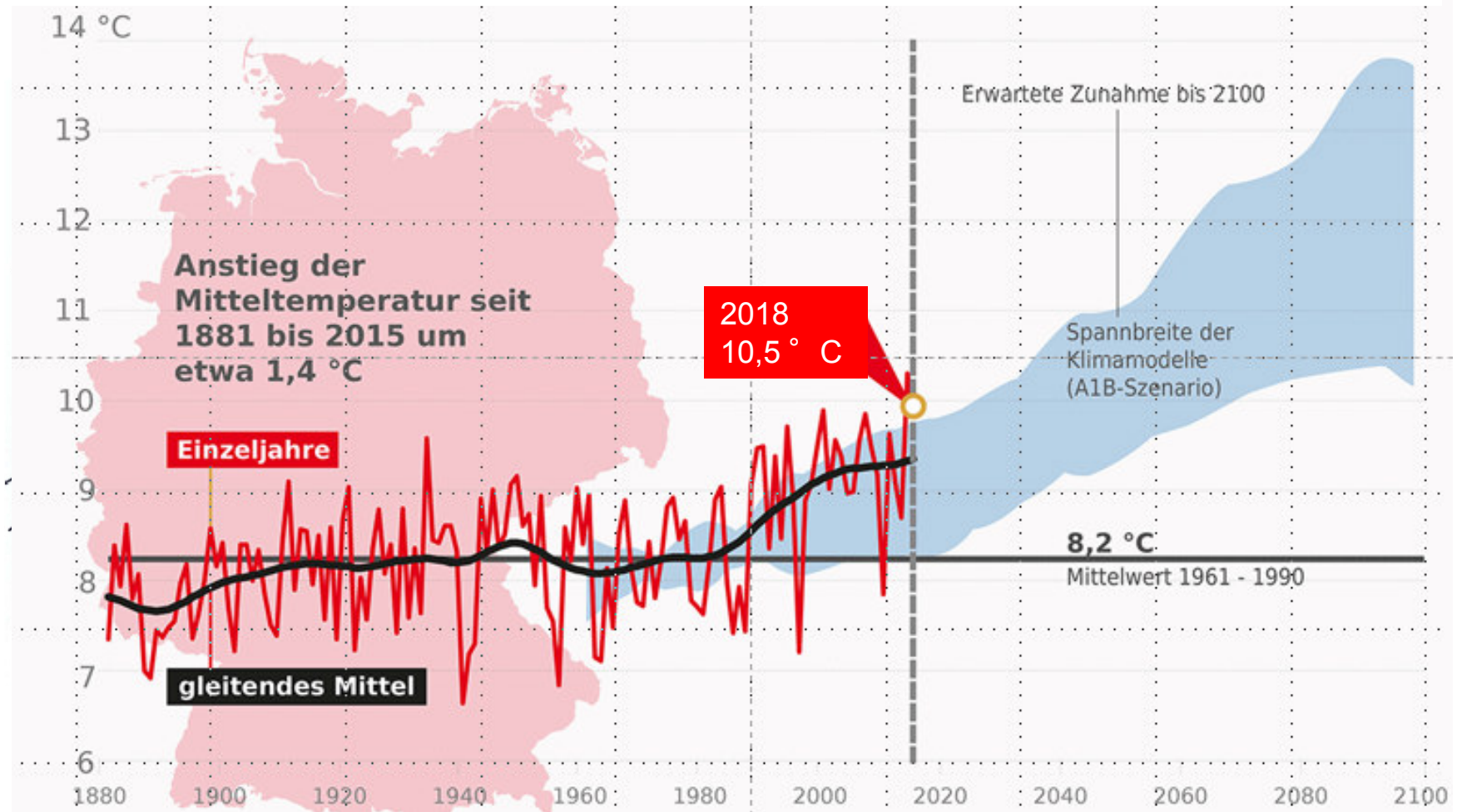
2050 - 10 Milliarden Menschen ?!

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
-

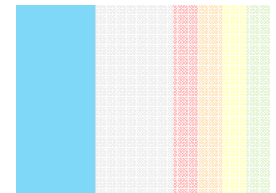
Abholzung / Abbrennen von Wäldern (Primärwäldern) für Plantagen, Weideflächen, Förderung von Rohstoffen usw. - Monokulturen mit Pestizideinsatz - Arbeitsbedingungen – Gesundheit - Mangel an sauberem Trinkwasser – Flucht - Entwicklung von Megastädten - Slumbildung - starkes soziales Gefälle – Unruhen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

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% CO₂)

> 27%

Erneuerbare Energien im
Energienmix (aktuell 8,6 %)

> 27%

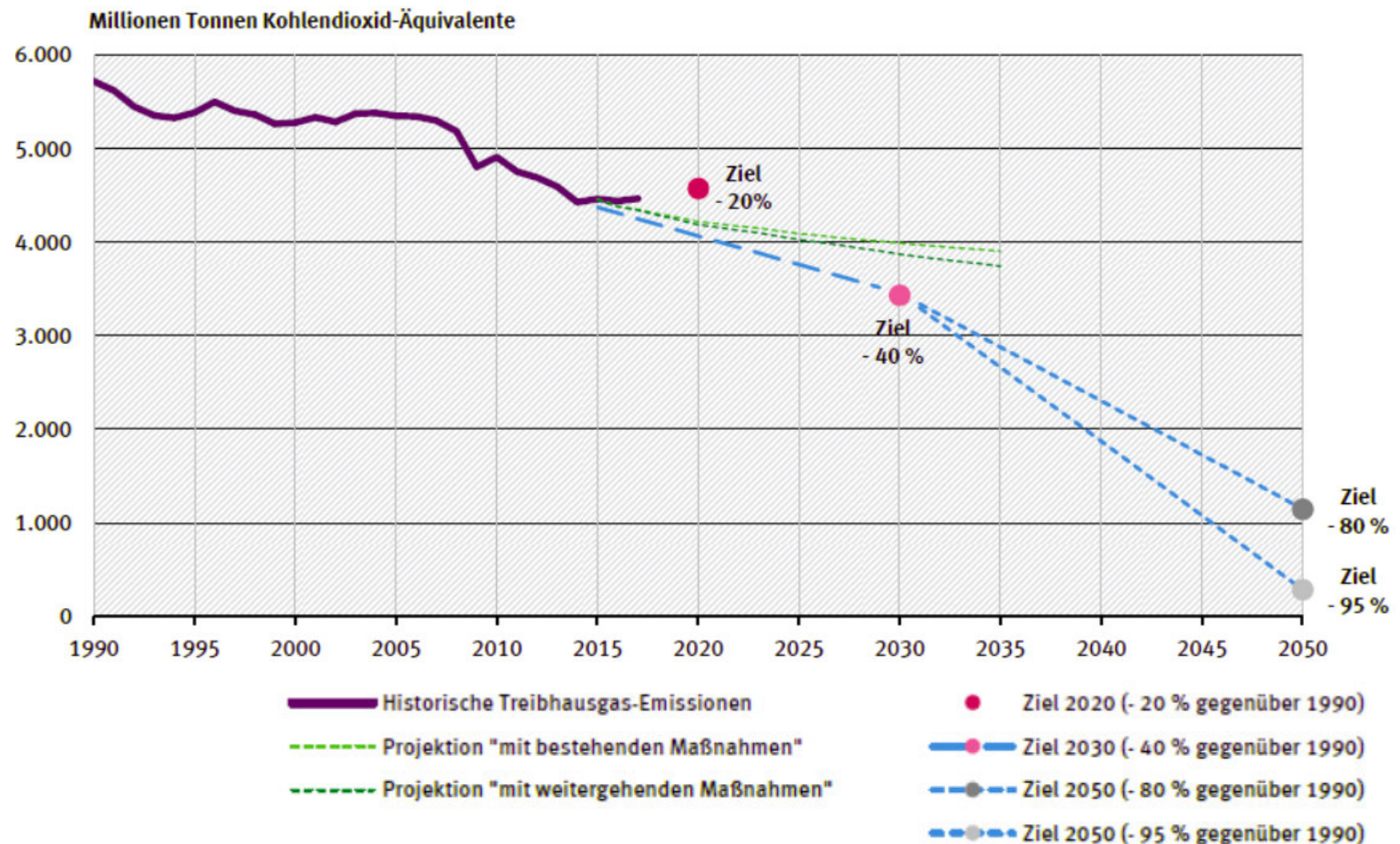
mehr Energieeffizienz

> 40%

Absenkung Treibhausgas
Emissionen (zu 1990)

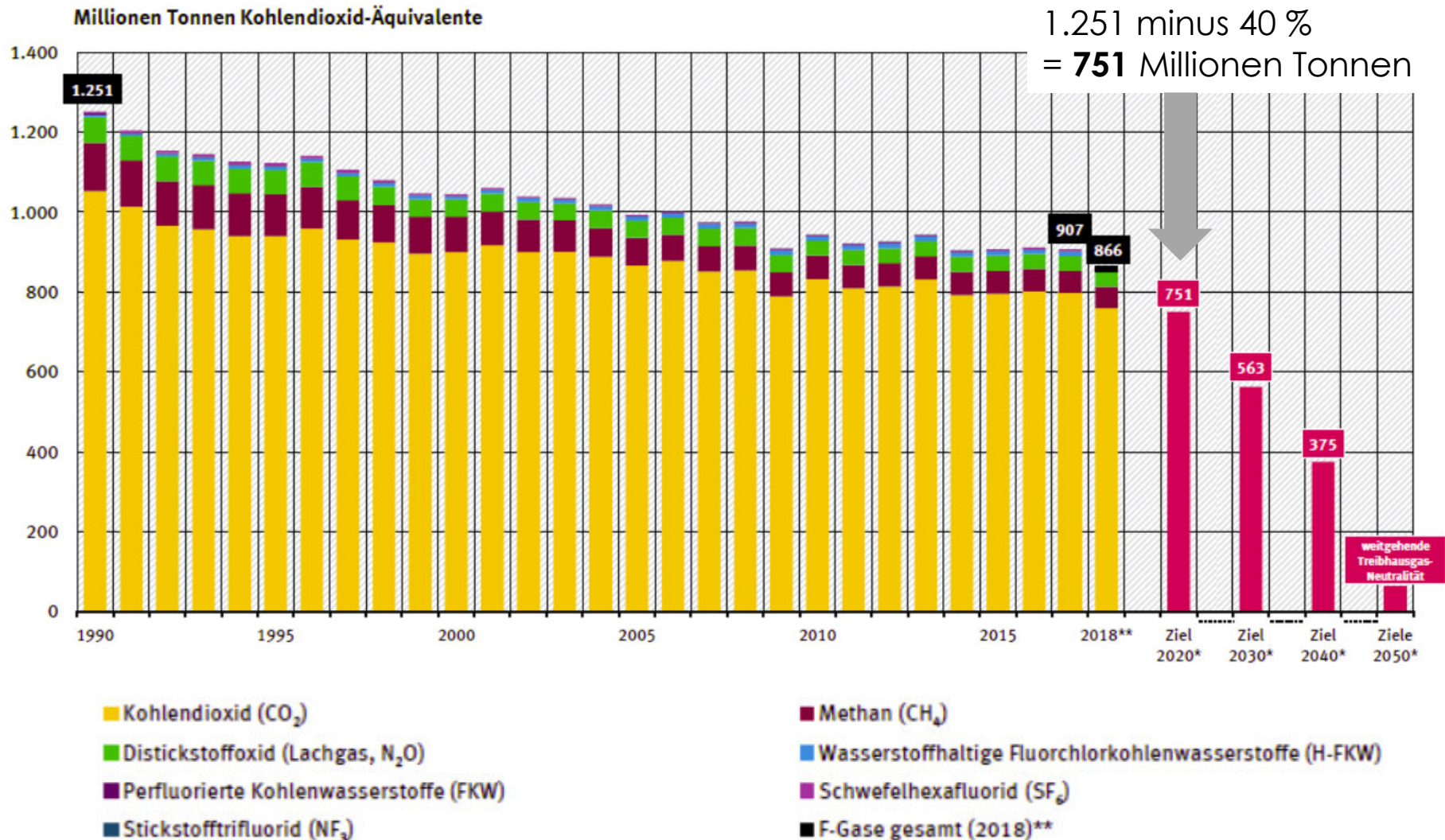
KLIMASCHUTZZIELE IN EUROPA

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



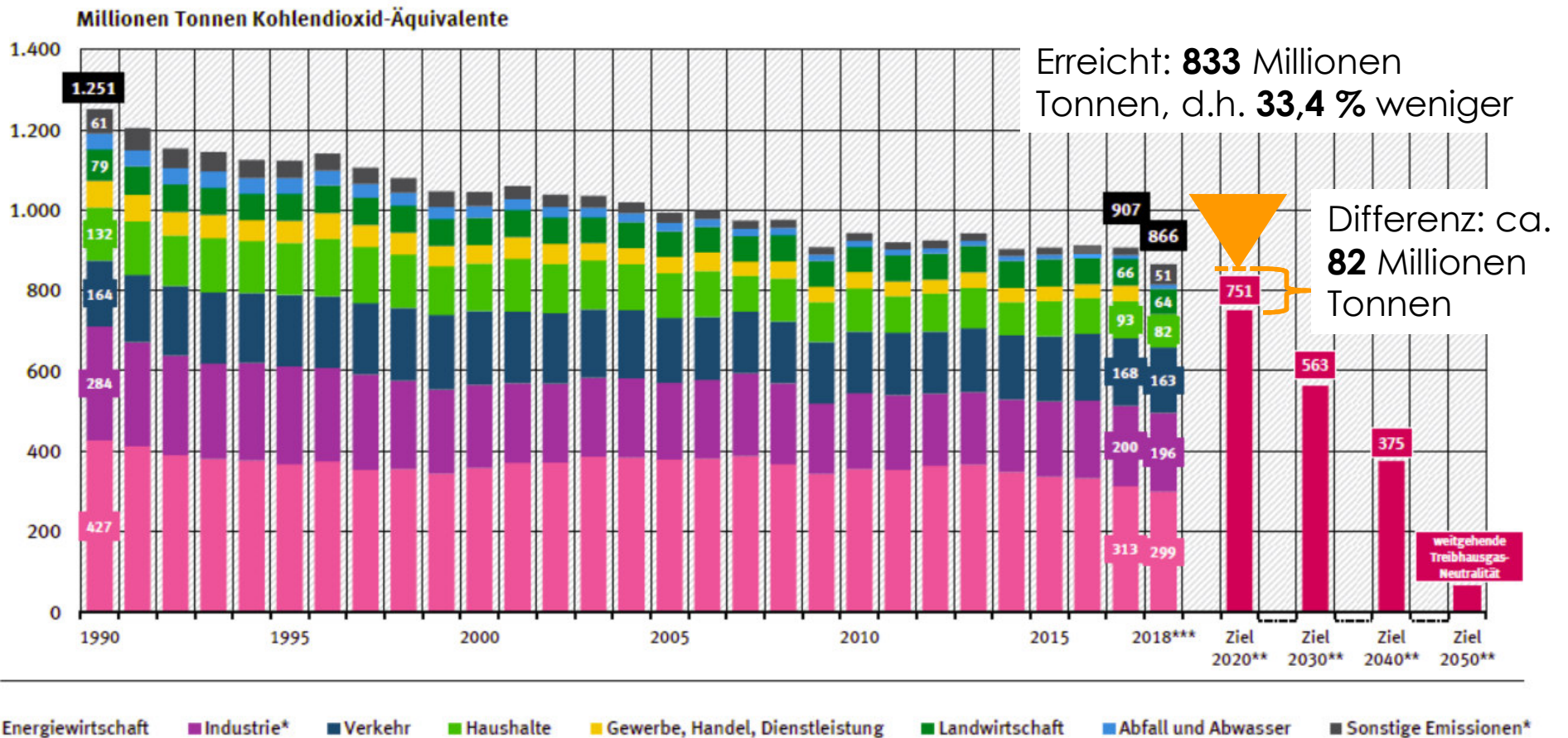
Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2017 (Stand 01/2019) und Zeitschätzung für 2018 aus UBA Presse-Information 09/2019 (korrigiert)

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 Zeitnahschätzung 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 CO₂ ein 😊 !**

???

Wieviel ist eine Tonne CO₂ ???

???



Buche, 80 Jahre:

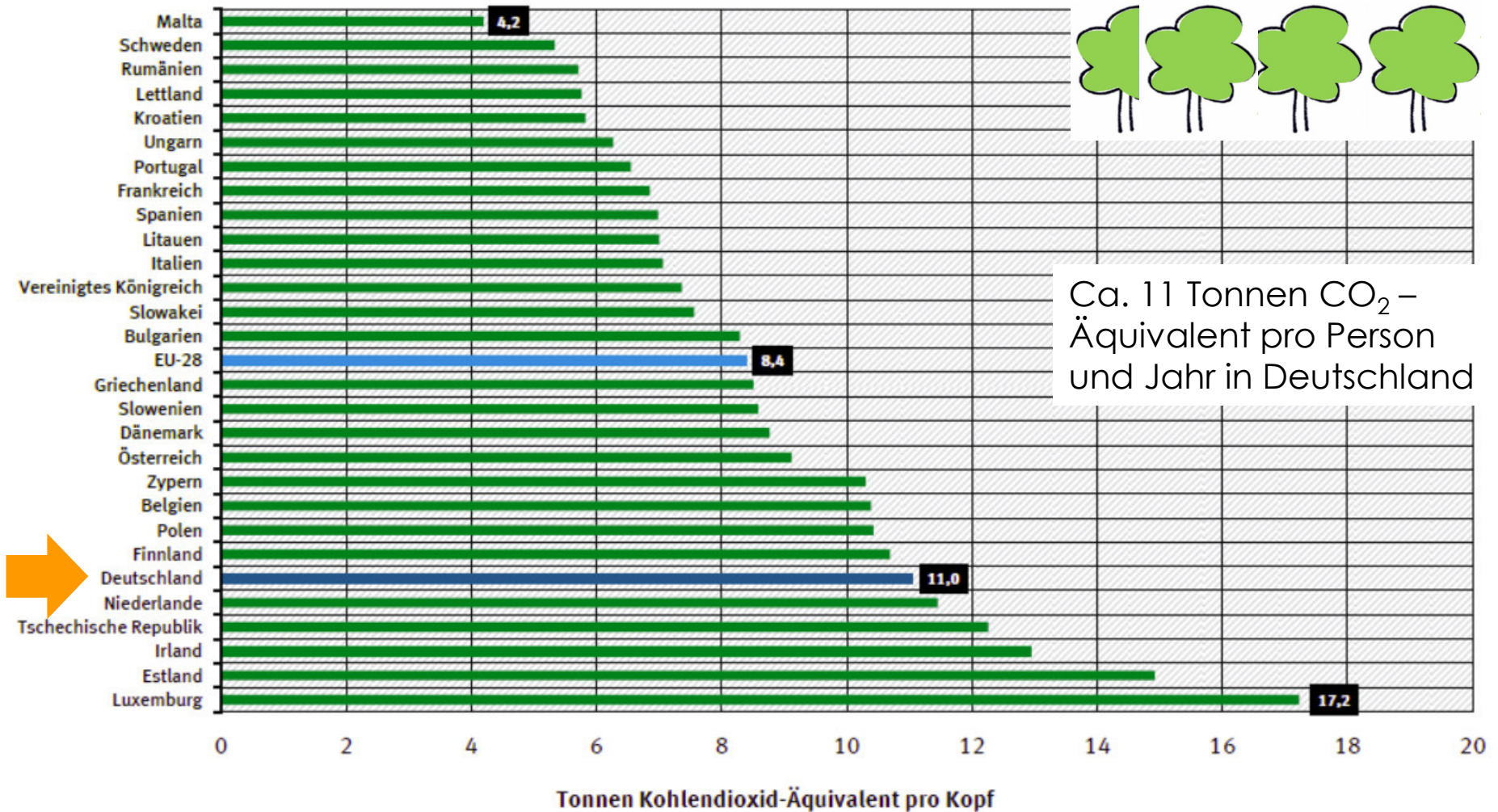
Ca. 3 Tonnen
CO₂ gespeichert

Mensch, 80 Jahre:

ca. 900 Tonnen CO₂
verbraucht (in
Deutschland)

KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND

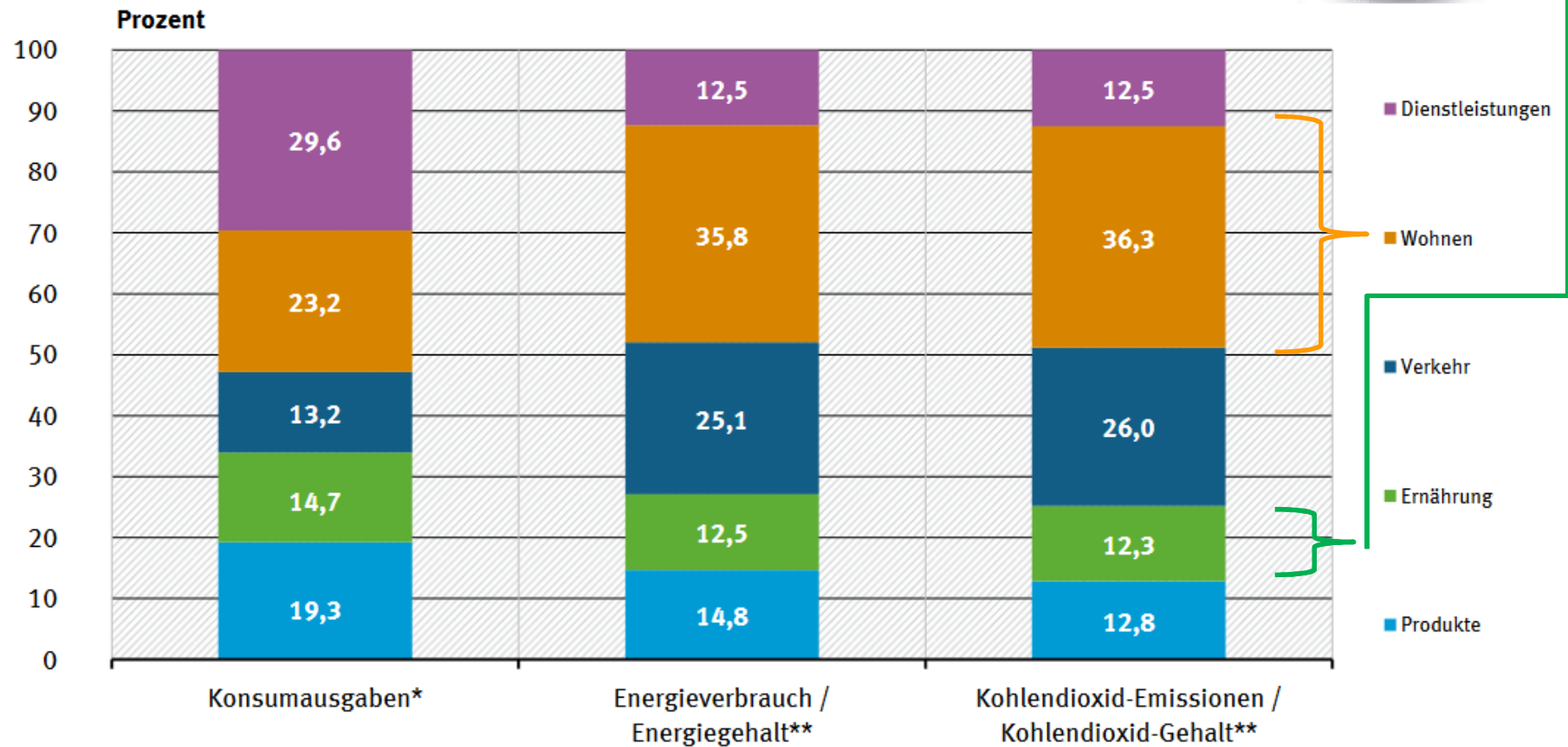
Pro-Kopf-Emissionen



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

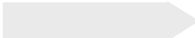
CO₂ - EMISSIONEN IM ALLTAG

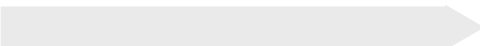
- 1 Tasse Kaffee 60 g CO₂
- 1 Becher Kaffee to go 125 g CO₂

- 1 Liter Mineralwasser 212 g CO₂
- 1 Liter Leitungswasser 0,4 g CO₂
- 1 Flasche Wein 1,9 kg CO₂
- 1 kg Rindfleisch 20 kg CO₂
- 1 kg Käse 8,5 kg CO₂
- 1 kg Brot 0,5 kg CO₂
- 1 PC, komplett 1.800 kg CO₂
- 1 Handy 30 kg CO₂
- 1 Jeans 23 kg CO₂



- Ernährung, Wohnen, Verkehr, Produkte, Dienstleistungen

1 Person in Deutschland pro Jahr  11.000 kg → 11 Tonnen CO₂ /a

Umweltverträglich  Max. **2,5** Tonnen CO₂ /a

STRATEGIEN KLIMASCHUTZZIELE IN DEUTSCHLAND



Mehr als **1/3** des **Energiebedarfs**
und
mehr als **1/3** der **CO₂-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

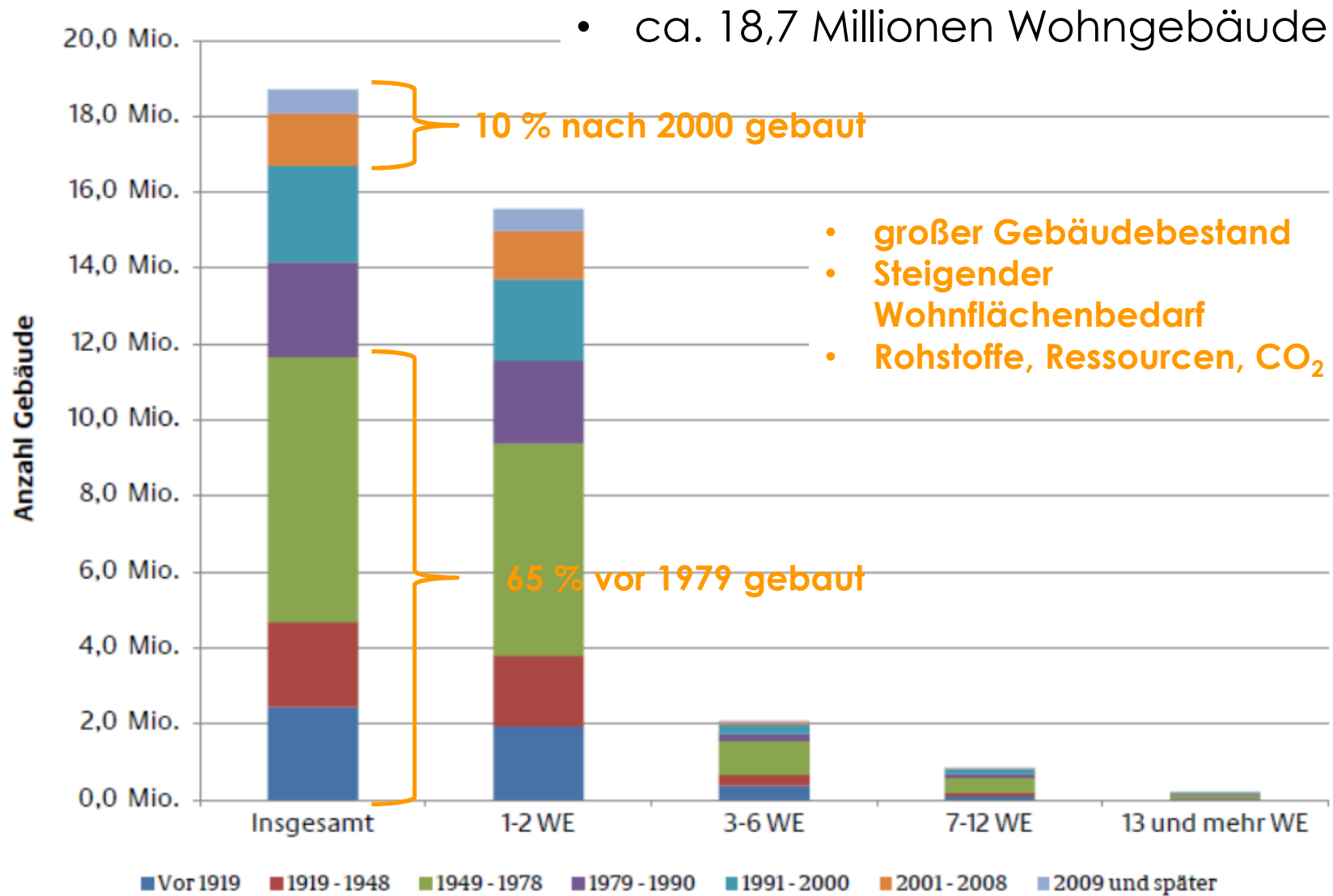
Für Bestandsgebäude nur im Falle einer Sanierung
(sowie Nachrüstverpflichtungen)

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

Hinsichtlich:

- Energie einsparen/Umweltwirkungen wie CO₂ usw.
und
- Ressourcen einsparen / „graue Energie“

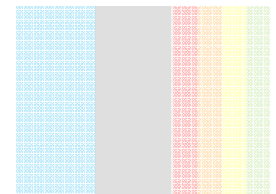
ANZAHL WOHNGEBÄUDE, WE UND BAUALTER



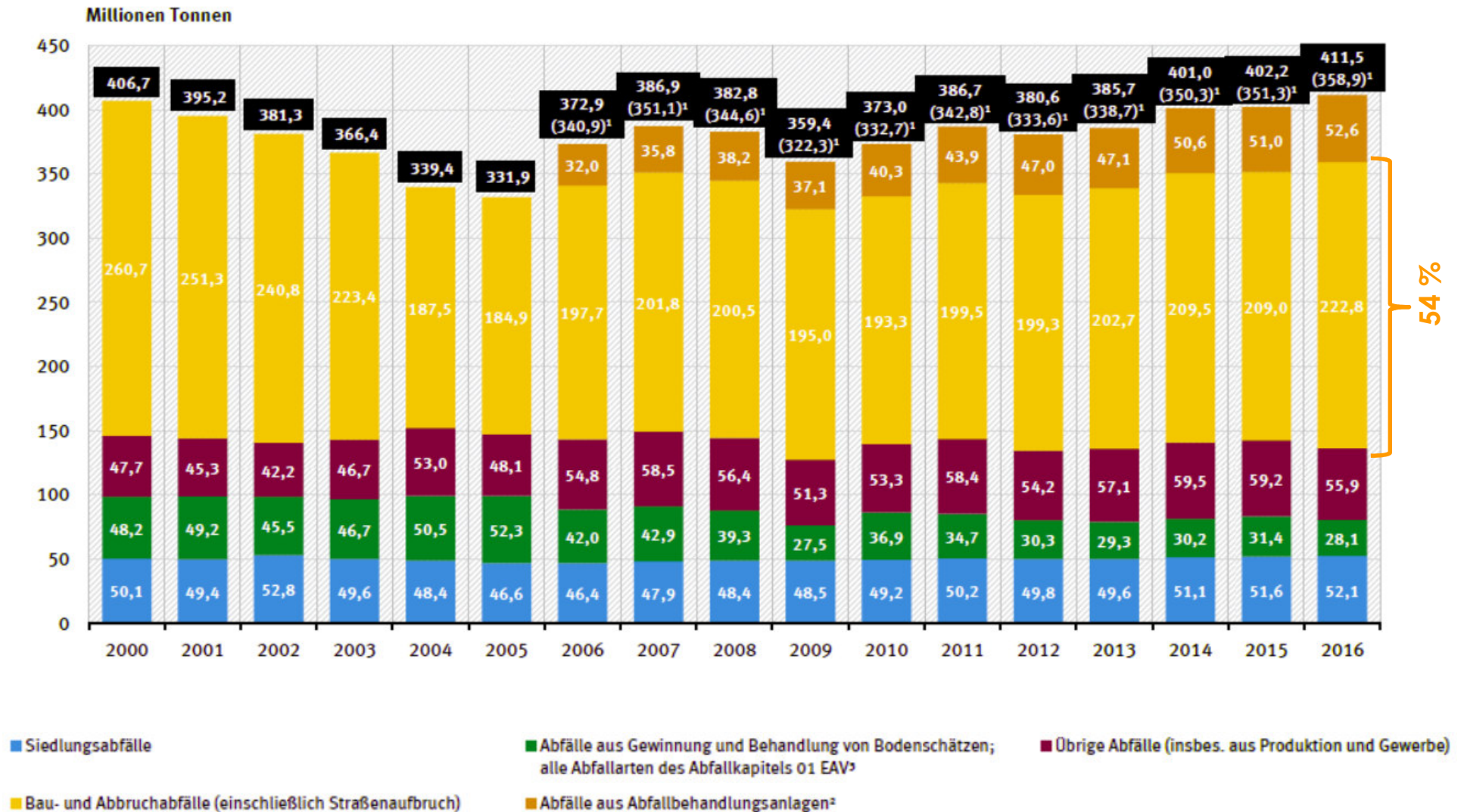
Quelle: dena Gebäudereport 2016

URBAN MINING: GRAUE ENERGIE UND RESSOURCEN


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



ABFALLAUFKOMMEN IN DEUTSCHLAND



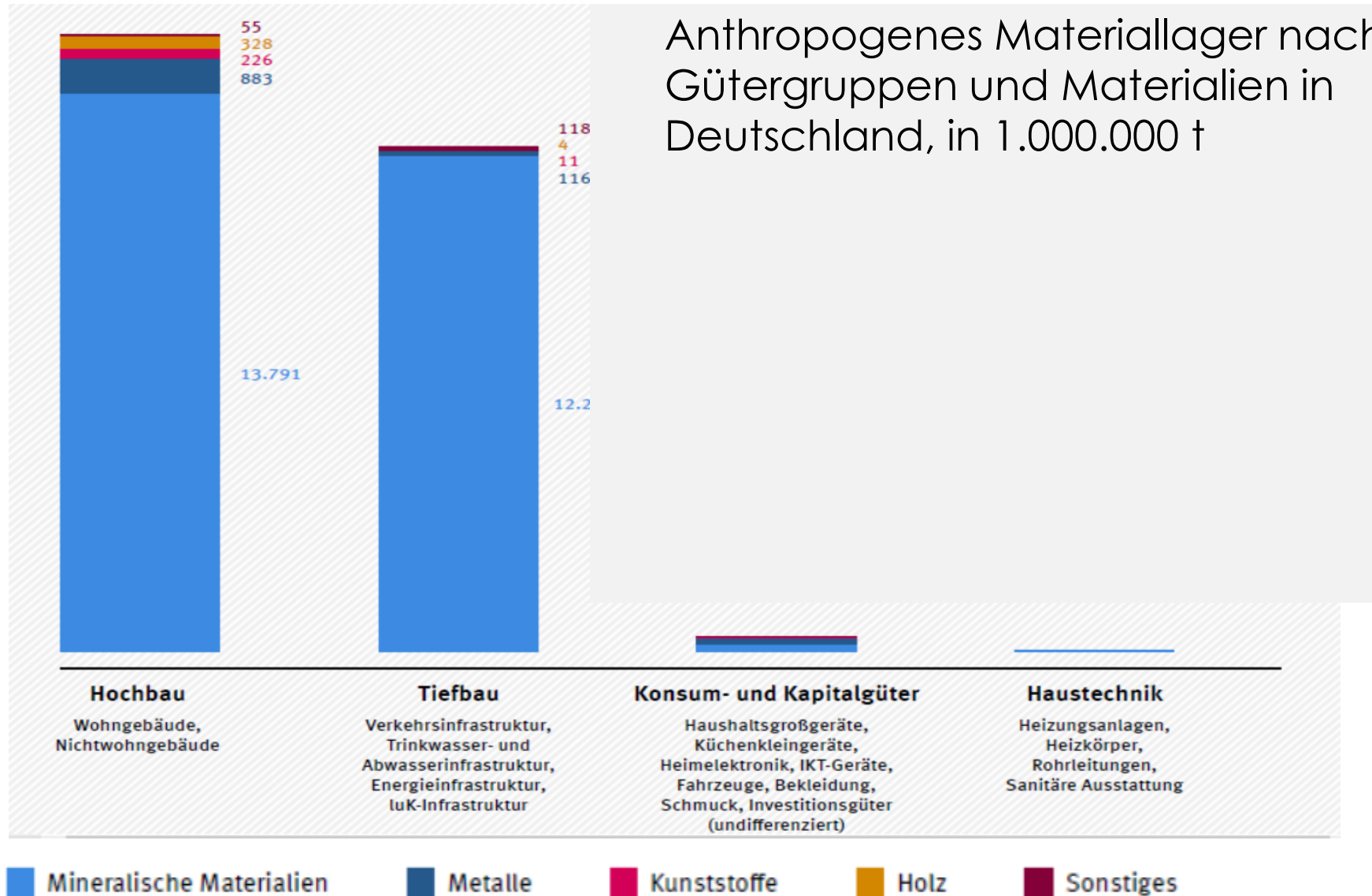
Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz, Wiesbaden, verschiedene Jahrgänge



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 CO₂eq

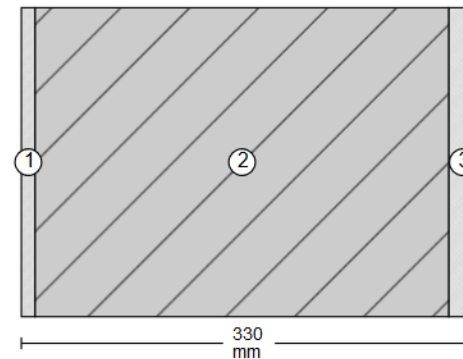
RESSOURCEN IN BESTANDSGEBÄUDEN



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 m²

▼ 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

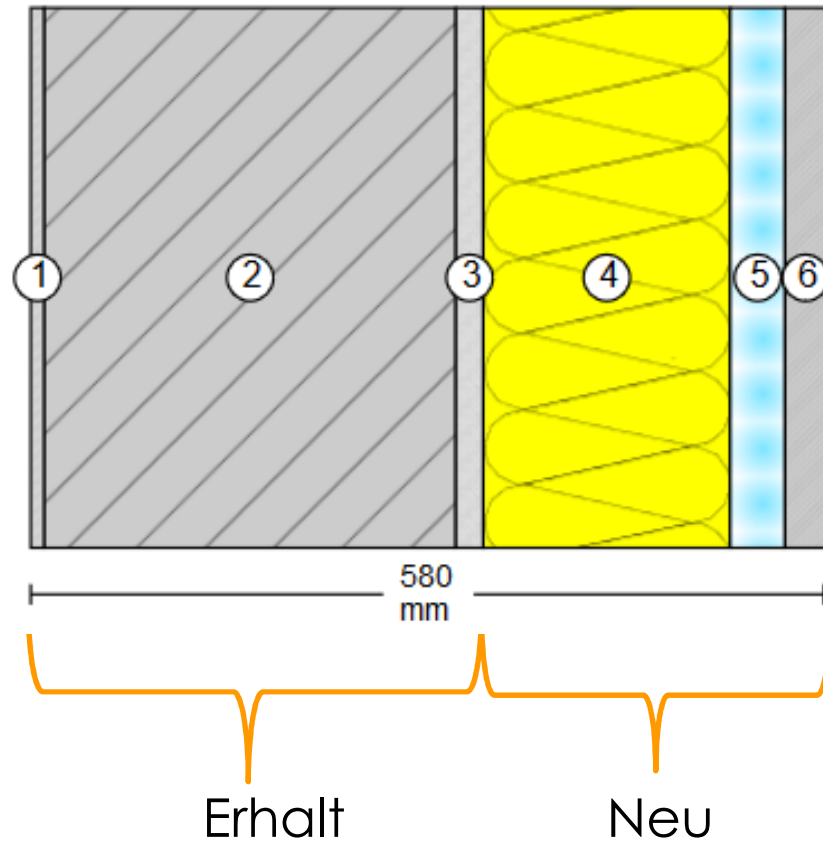
▼ Gesamteinsatz

<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
CO₂/m²) 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
Gesamt	104,9821	4,1333E-8	0,0281	0,3733	0,0447

„Neubau“

GWP Außenwand mit Dämmung+Bekleidung gesamt: **104,98 kg GWP/m² „Neubau“**

Abzüglich Herstellung Wand Bestand: $104,98 - 52,4 =$ **52,58 kg GWP/m² „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

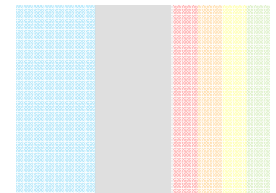
 „Rote Energie“

- Energie und andere Ressourcen
- Umweltwirkungen

 *Ökobilanzierung*

ÖKOBILANZIERUNG VON GEBÄUDEN

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

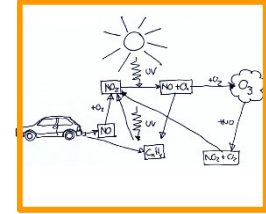
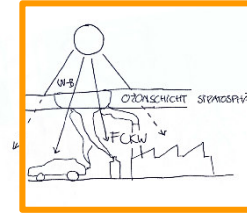
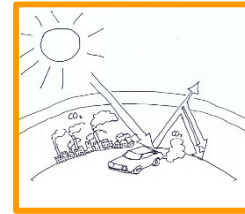


ÖKOBIANZIERUNG

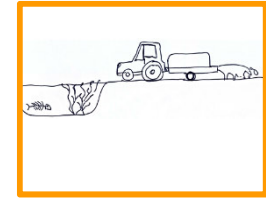
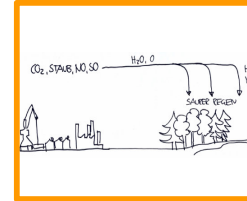


emissionsbedingte
Umweltwirkungen

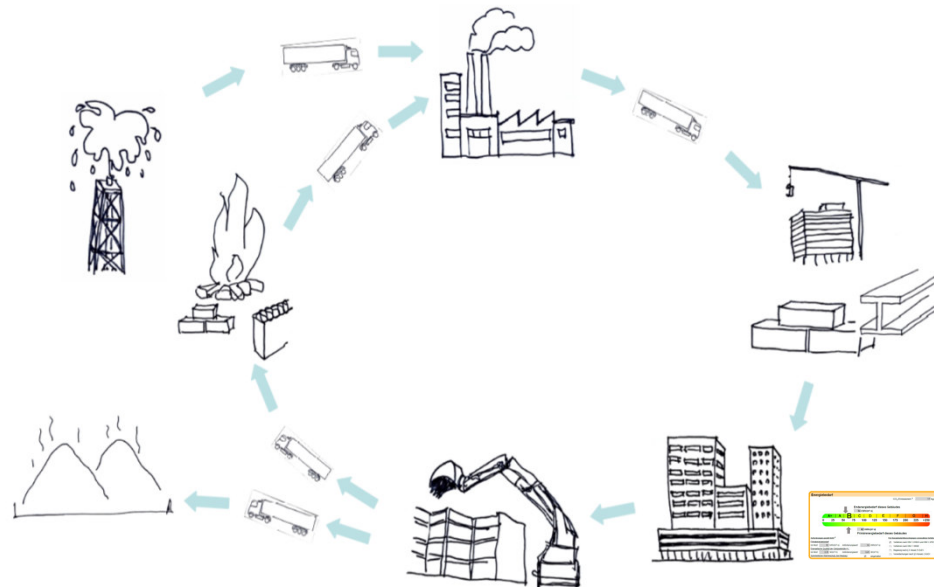
Ressourcenverbrauch



Treibhauseffekt
Ozonloch
Sommersmog
Saurer Regen
Überdüngung



Primärenergie, Wasser



- Herstellung
- Nutzung
- End-of-life

Bauteile • Gebäude • Stadt

ÖKOBIANZIERUNG

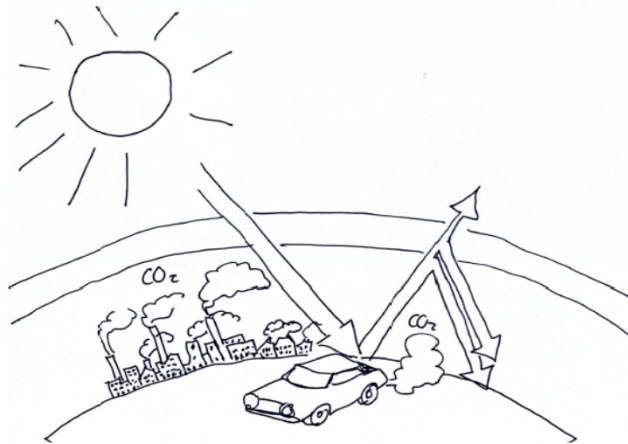
Umweltwirkung GWP

1. Treibhauspotenzial

GWP [kg CO₂ äquivalent]

Global warming potential

- Verbrennungsprozesse
- Kältemittel
- Treib-, Füllgase
- Beschichtungen



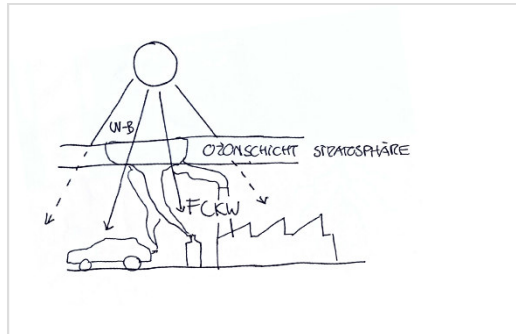
	Treibhausgas	Quelle	Potenzial	Verweildauer
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	Verbrennung fossiler Energieträger (Kohle, Erdöl, Erdgas) in Gebäuden, Industrie, Verkehr/Transport) Verbrennung von Biomasse (Wald-Brandrodung), Zementproduktion Lösemittel (z.B. Farben, Beschichtungen usw.) Trockenlegung Moore	1	120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

ÖKOBIANZIERUNG

Umweltwirkung ODP und POCP

2. Ozonschichtabbaupotenzial, ODP [kg R11 äquiv.]

ozone depletion potential

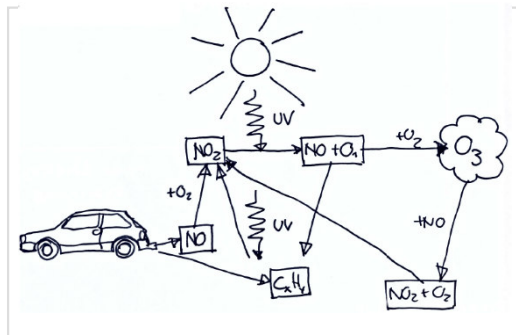


Kältemittel, Treibgase, Lösemittel, Flammschutzmittel

	Ozonschichtabbau	Quelle
R11 Äquivalent	Leitsubstanz: Trifluormethan	gasförmige Halogenverbindungen (v.a. Fluor, Chlor, Brom) in: Treibmittel z.B. für Schaumkunststoffe, in Lösemittel, Flammschutzmittel, Kühlmittel 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

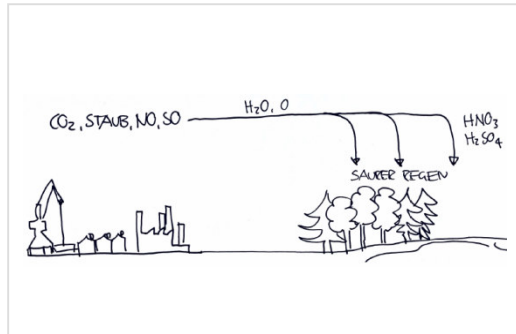
	Ozonbildung	Quelle
C ₂ H ₄	Leitsubstanz: Ethen	<ul style="list-style-type: none"> Abgase aus Verbrennungsmotoren und Verbrennungsprozessen Fotokopierer u. Faxgeräte C₂H₄ = Ethen = ungesättigter Kohlenwasserstoff In der Petrochemie stellt Ethen die meistproduzierte Grundchemikalie dar und wird für die Herstellung von primären Folgeprodukten wie Polyethylen, Ethylenoxid, Styrol oder α-Olefinen verwendet.

ÖKOBILANZIERUNG

Umweltwirkung AP und EP

4. Versauerungspotenzial, AP [kg SO₂ äquiv.]

acid potential

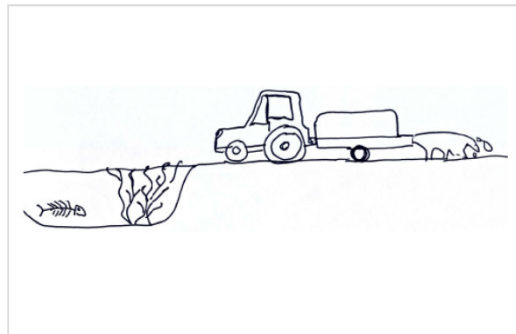


Verbrennung, Lösemittel, Konservierung, Kältemittel

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

5. Überdüngungspotenzial, EP [kg PO₄ äquiv.]

eutrophication potential



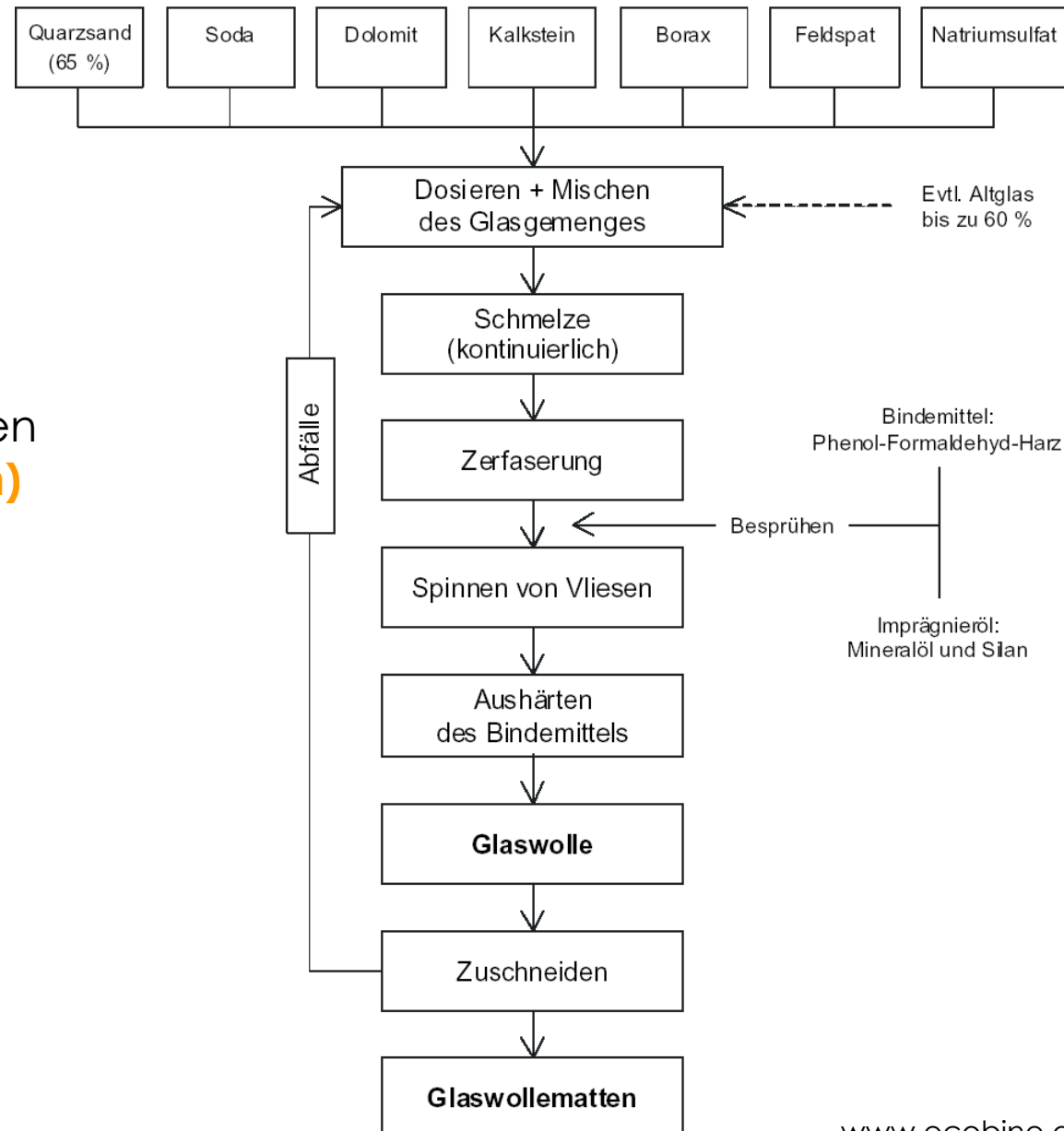
Flammschutz, Korrosionsschutz, Konservierung

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

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

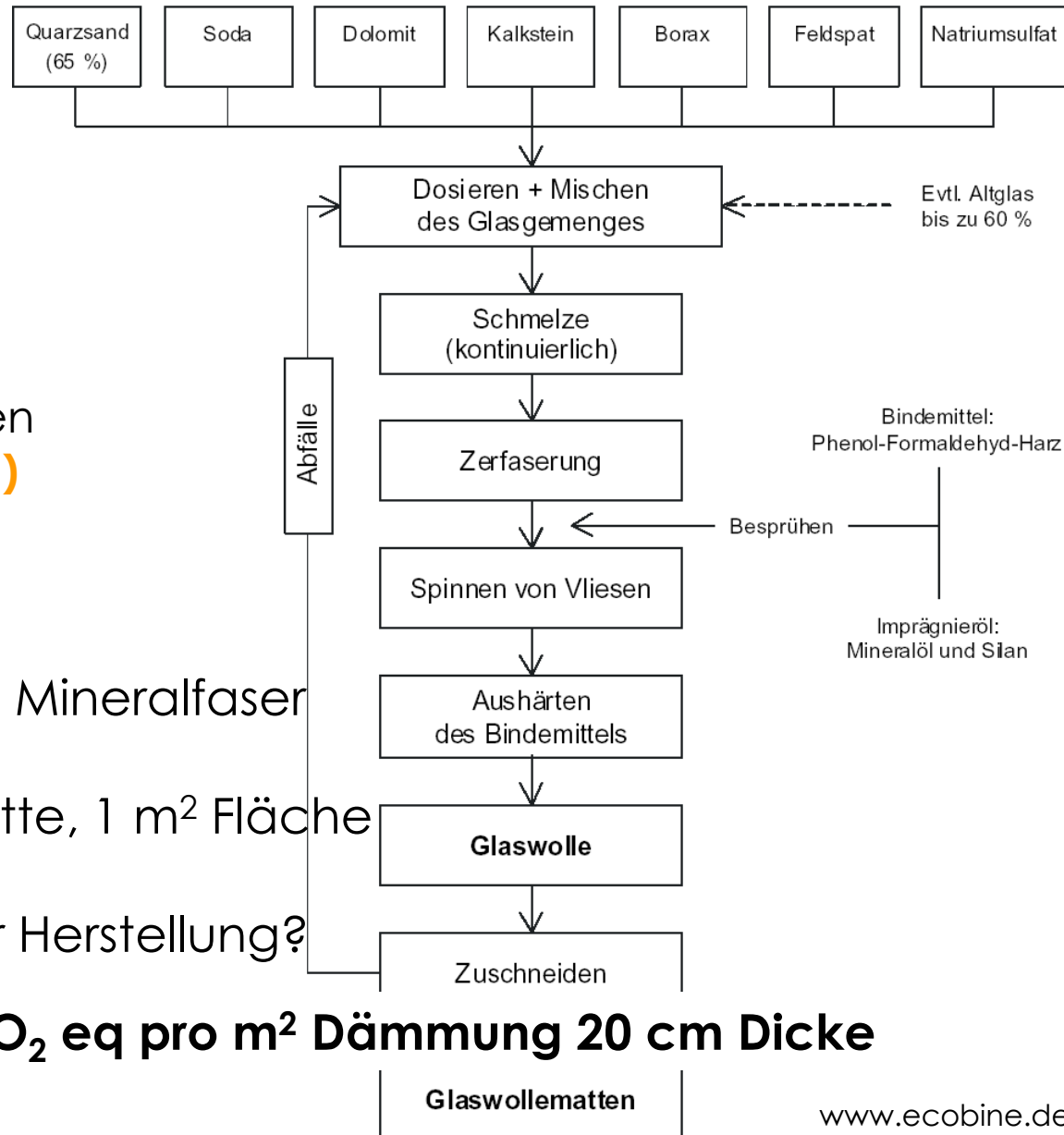
Indikator ↕	Einheit ↕	Herstellung A1-A3
<u>Globales Erwärmungspotenzial (GWP)</u>	kg CO2 eq.	71.6
<u>Abbaupotenzial der stratosphärischen Ozonschicht (ODP)</u>	kg R11 eq.	9.347E-11
<u>Bildungspotenzial für troposphärisches Ozon (POCP)</u>	kg Ethene eq.	0.01927
<u>Versauerungspotenzial (AP)</u>	kg SO2 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 CO₂ pro 1 m³ Mineralfaser

20 cm dicke KMF-Platte, 1 m² Fläche

→ Wieviel CO₂ eq für Herstellung?

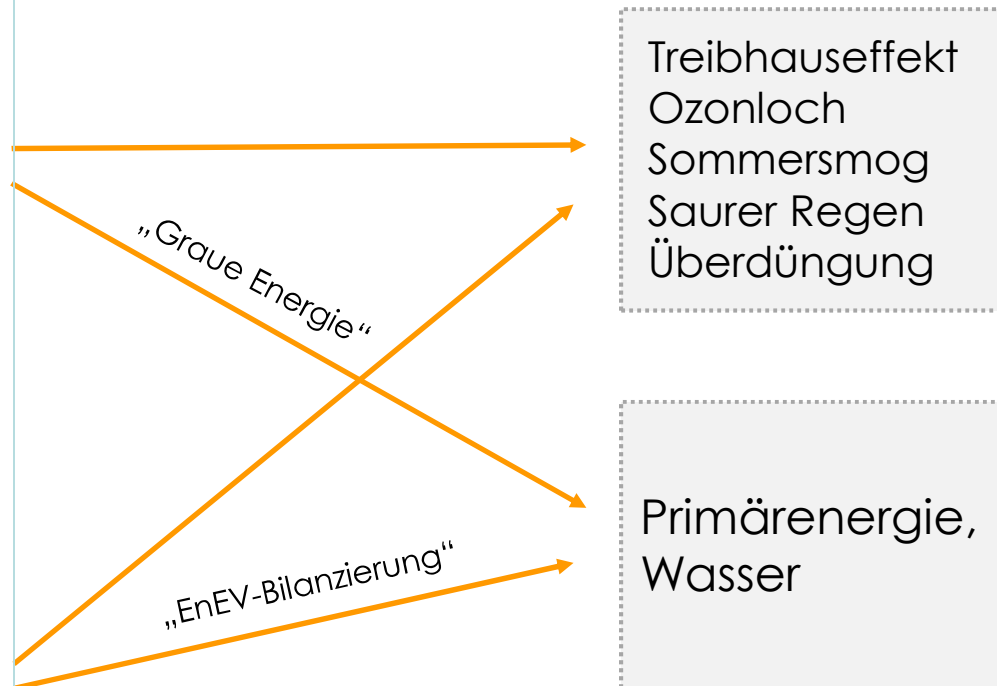
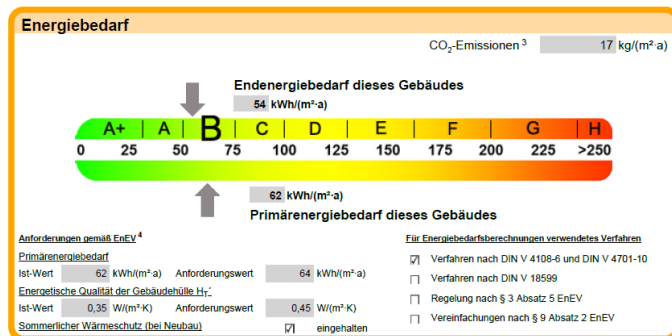
71,6 x 0,2 = **14,32 kg CO₂ eq pro m² Dämmung 20 cm Dicke**

ÖKOBIANZIERUNG - PRINZIP

Materialien: Herstellungs- und Entsorgungsphase



Betriebsenergie: Nutzungsphase



„TREIBER“ IN DER ÖKOBILANZIERUNG

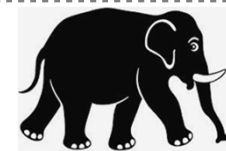
- **Nutzung**

- ▶ Energieverbrauch

**Effizienz+Erneuerbare
Energien**

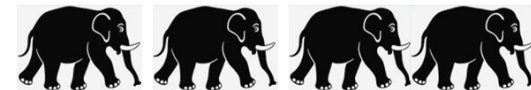
- **Masse**

- ▶ schwere Baustoffe



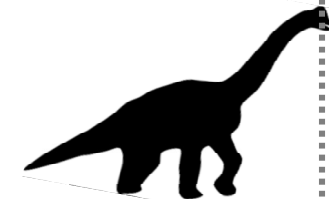
- **Menge**

- ▶ hohe Flächenanteile im Gebäude



- **Dauer**

- ▶ Austauschhäufigkeit,
Anzahl der Austauschzyklen



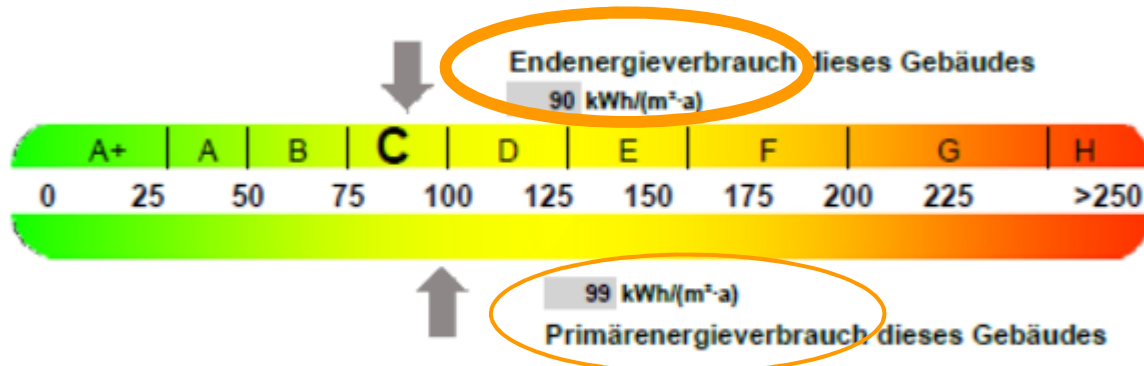
Da die Primärkonstruktion den masse- und mengenmäßig größten Anteil eines Gebäudes ausmacht, beeinflusst sie die Ökobilanz in den Phasen „Herstellung“ und „end-of-life“ deutlich am stärksten.

GEBÄUDENUTZUNG IN DER ÖKOBLANZIERUNG

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude

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

Energieverbrauch



Endenergieverbrauch dieses Gebäudes
[Pflichtangabe in Immobilienanzeigen]

90 kWh/(m²·a)

Verbrauchserfassung - Heizung und Warmwasser

Zeitraum		Energieträger ³	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

Z.B.: EFH,
Baujahr 2001,
Ca. 157 m²
Gebäude-
nutzfläche
Ölheizung

Wieviel CO₂-
Emissionen
pro Jahr?

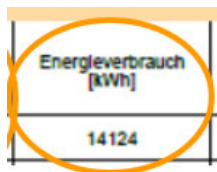
Heizöl als Energieträger

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 CO₂eq pro kWh Energieverbrauch**

Indikator	Einheit	Energieeinsatz B6
Globales Erwärmungspotenzial (GWP)	kg CO ₂ 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 ₂ Äquiv.	0.0002141
Eutrophierungspotential (EP)	kg Phosphat Äquiv.	0.00003069



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

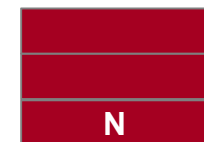
Ca. 4,5 Tonnen CO₂ pro Jahr

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

27,4 kg CO₂/m²a

~9,5 kg CO₂/m²a

(auf 50 Jahre betrachtet)

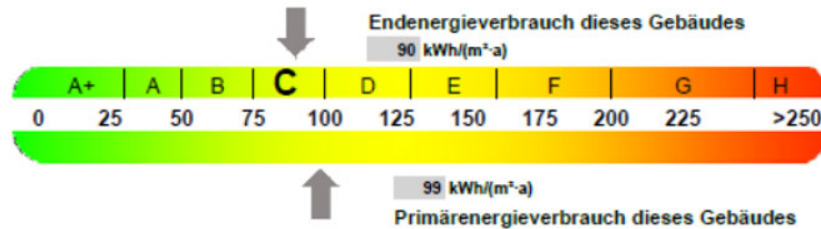


N

K

VERHÄLTNISS NUTZUNG UND KONSTRUKTION

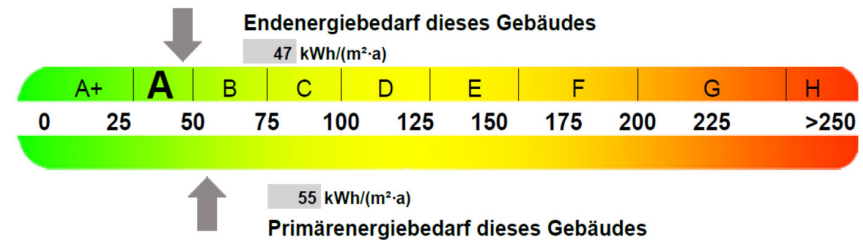
Bestandsbau aus 2001



27,4 kg CO₂/m²a **N**
 ~9,5 kg CO₂/m²a **K**
 (auf 50 Jahre betrachtet)



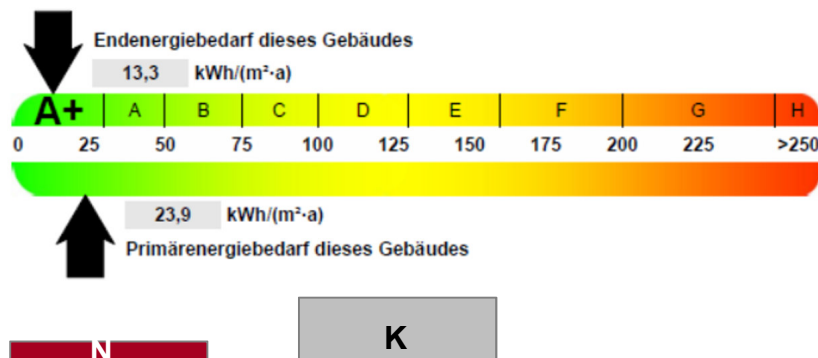
Bestandsbau 2016



14,3 kg CO₂/m²a **N**
 ~10 kg CO₂/m²a **K**
 (auf 50 Jahre betrachtet)



Neubau 2019



- Durchschnittlich ca. 20 – 50 % der Energie und der CO₂ 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

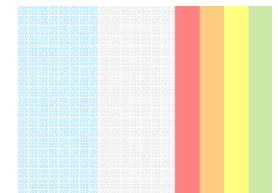
Zusammenführung von:

- **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

CO₂

- Die Nennung von **CO₂-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/m²a 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