

Nachhaltiger Bauen

Das Gebot der Stunde

Vortrag am Weiterbildungskurs für Baufachleute
2023

Prof. Daniel Kellenberger

07.11.2023



Kurze Vorstellung Daniel Kellenberger

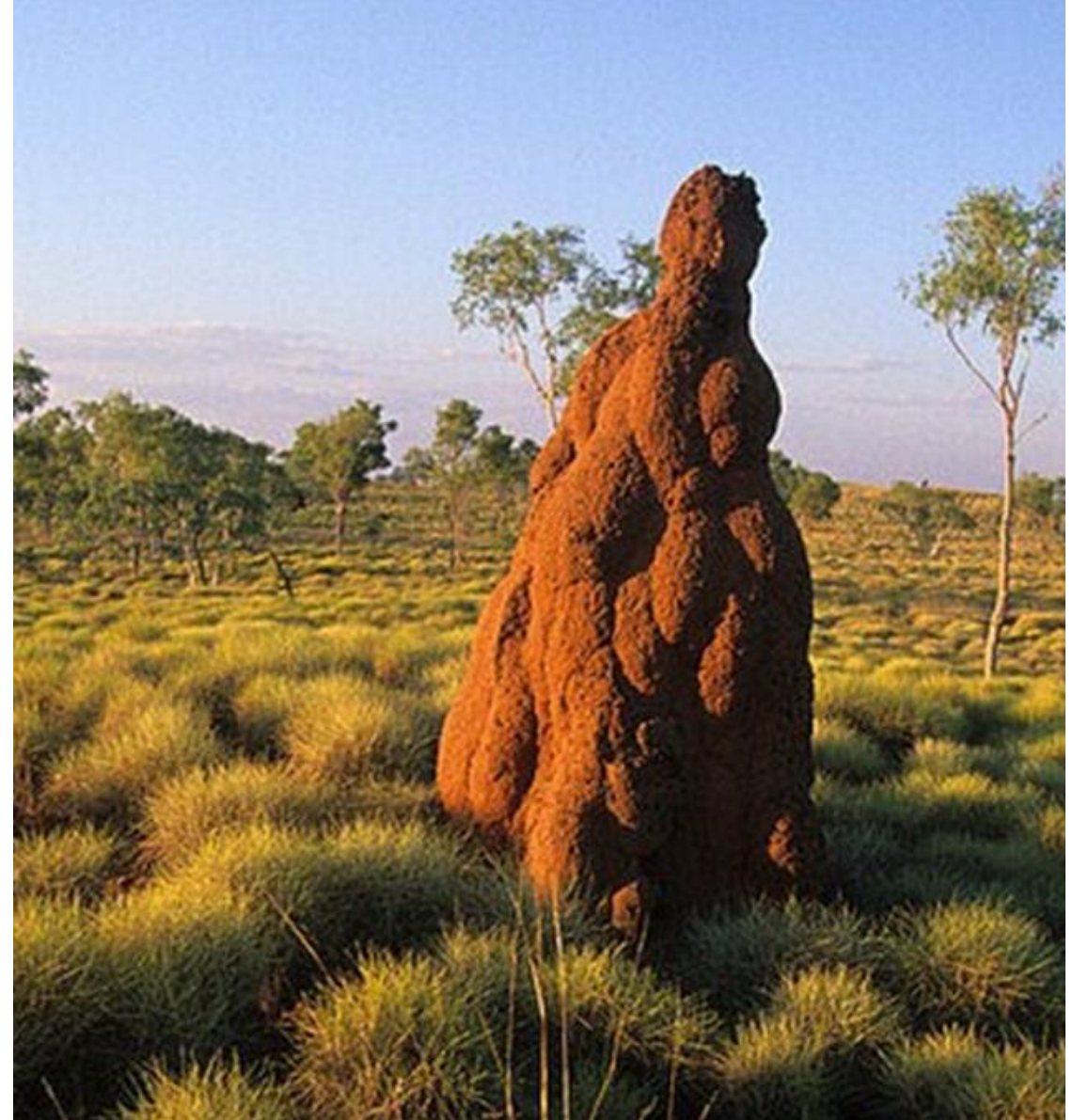
- Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau
Hochschule Architektur, Bau und Geomatik, FHNW
- Werdegang:
 - Dip. Kulturingenieur ETH und Umweltingenieur FHNW
 - Mitarbeit an der Ecoinvent Datenbank (mineralische Baustoffe)
 - Div. Ökobilanzstudien in Neuseeland
 - 13 Jahre bei Intep-Integrale Planung GmbH in Zürich (zuletzt Mitglied der GL)
 - Seit 1. Nov. 2022 Prof. Nachhaltiges Bauen – Ökobilanzierung
- Engagement:
 - SIA Arbeitsgruppe Nachhaltigkeit im Betonbau (SIA 262)
 - SIA Arbeitsgruppe Kommission für Tragwerksnormen
 - Projektleiter und Regionalleiter (D-Schweiz) für die 2000-Watt-Areale (bis E. '23)
 - Aktiver Genossenschafter in der Wogeno in Zürich (v.a. Hausverein Bockler)
 - Mitglied des Vereins Bolok12 in Zürich Schwamendingen



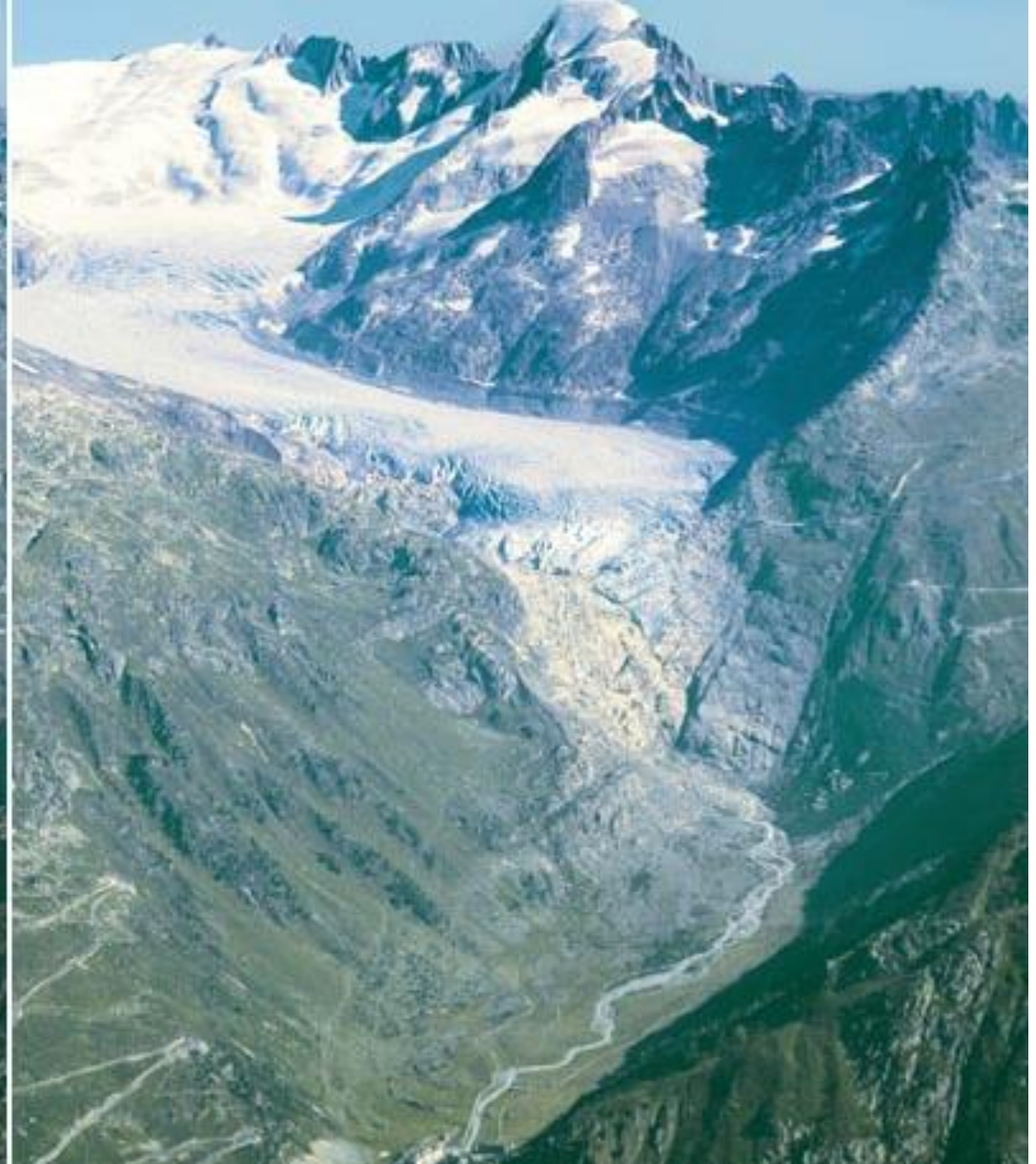
FHNW
Campus Muttenz
Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz
daniel.kellenberger@fhnw.ch

Aufbau

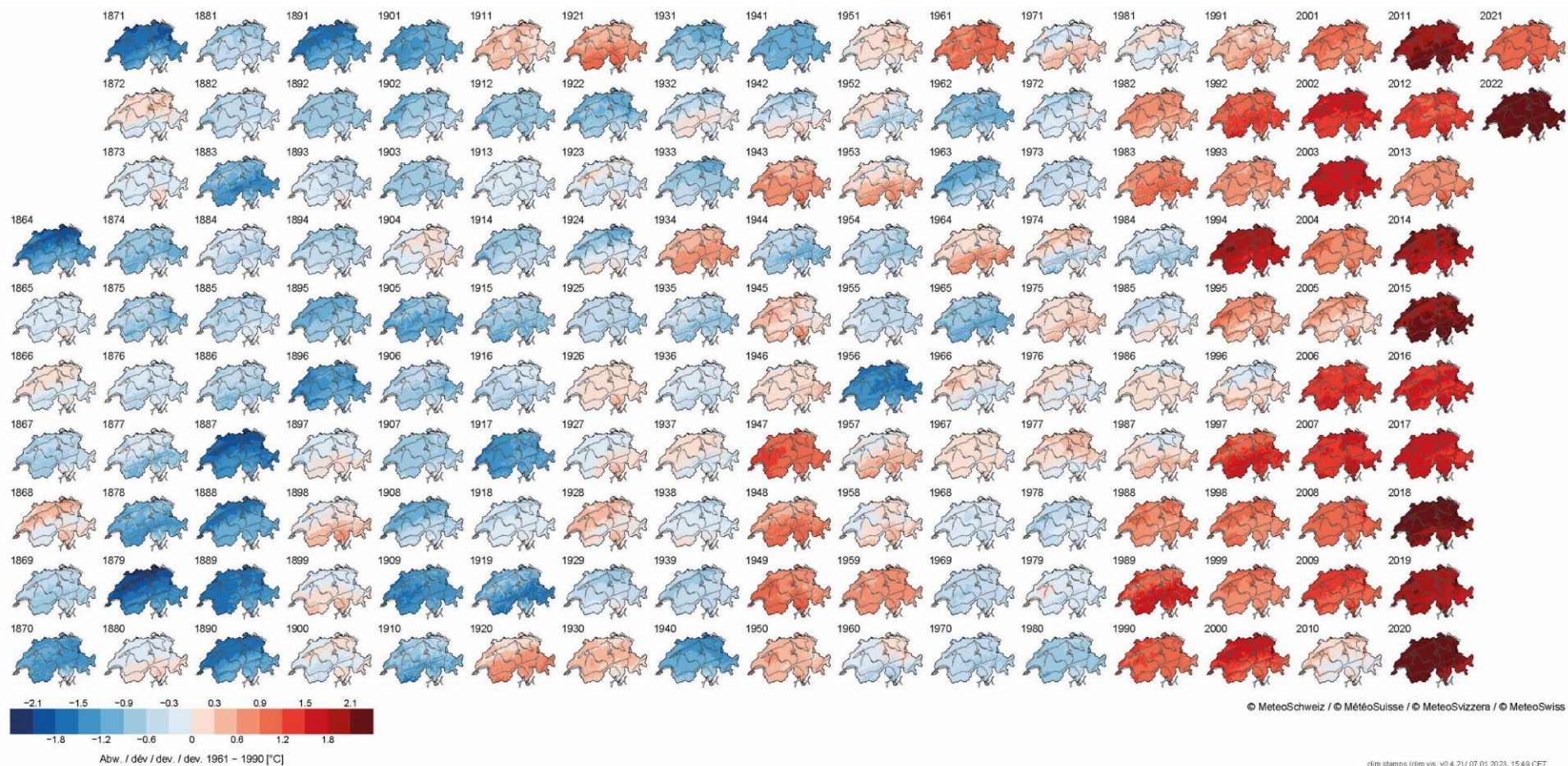
1. Hintergrund
2. Klimaschutz beim Bauen
3. Weitere Themen des Nachhaltigen Bauens
4. Wirkungsvolle Massnahmen in Bezug auf Klimaschutz
5. Take-Home Messages



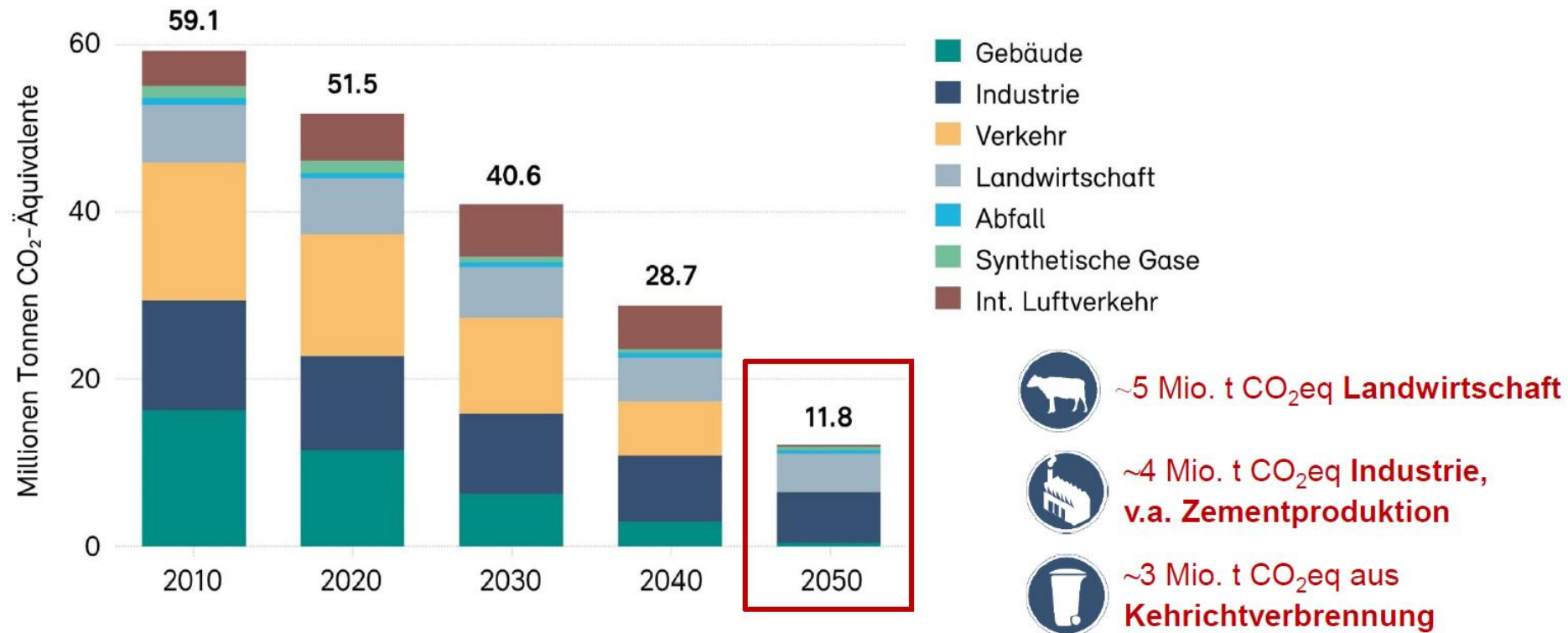
1. Hintergrund



Temperaturabweichung in der Schweiz



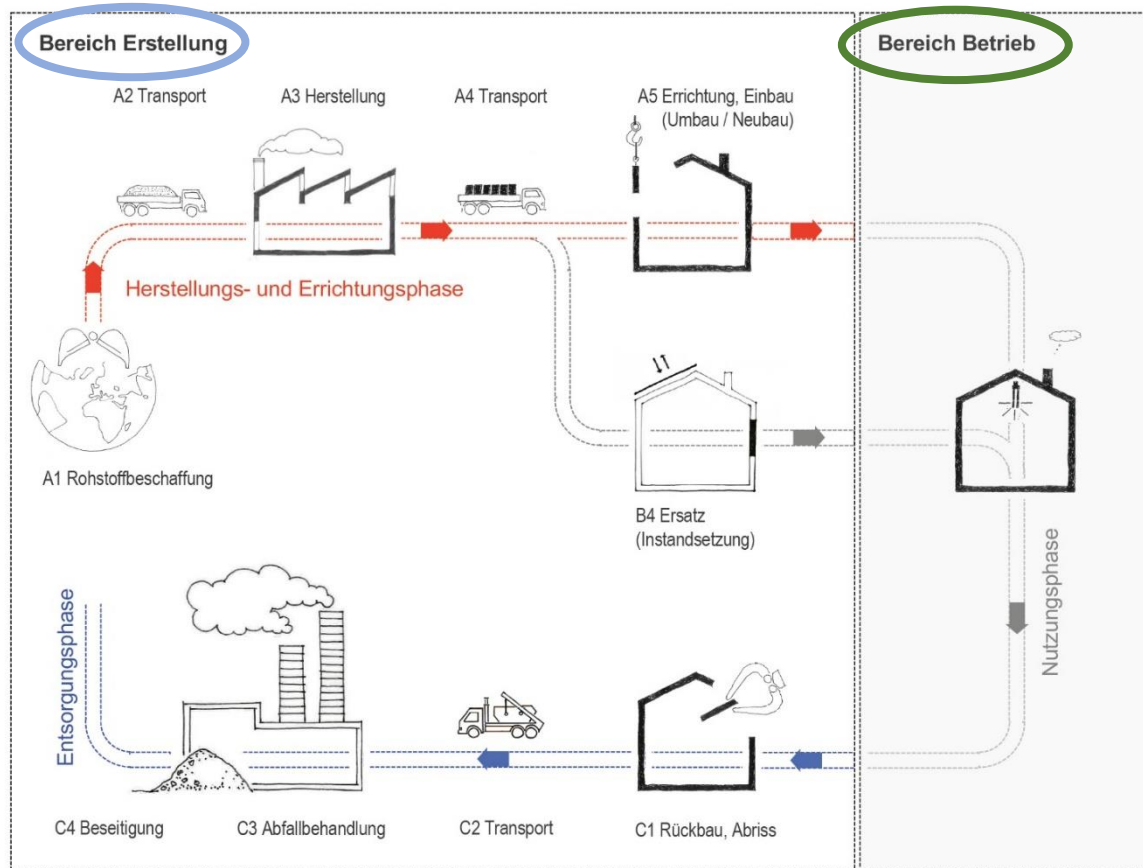
Klimastrategie der CH mit «schwer vermeidbaren Emissionen»



Quelle: Langfristige Klimastrategie der Schweiz, Januar 2021
(www.bafu.admin.ch/klimastrategie-2050)

2. Klimaschutz beim Bauen

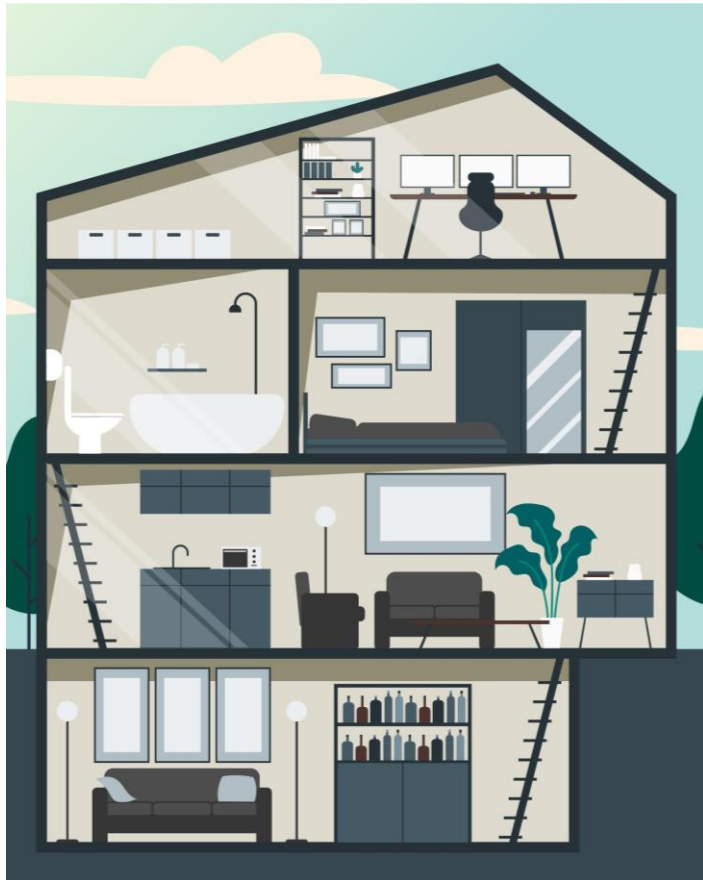
Lebenszyklus eines Gebäudes nach SIA-Merkblatt 2032



Phasen des Lebenszyklus von Gebäuden nach EN 15804 (Umweltproduktdeklaration)

- A1 – A3: Herstellungsphase
- ~~A4 – A5: Errichtungsphase~~
- B4: Ersatz (Instandsetzung)
- **B1 – B7: Nutzungsphase / Betrieb**
- C1 – C4: Entsorgungsphase
- ~~D: Gutschriften und Lasten~~

Betrieb: Treibhausgasemissionen



Energieverbrauch für:

- Wärme (Fossil oder Strom)
- Lüftung/Klimatisierung
- Beleuchtung
- Geräte
- Allgemeine Gebäudetechnik (alle Strom)
- Abzgl. Eigenstromprod. (Bsp. Photovoltaik)

Total End-/Nutzenergie/a/m² * Treibhausgasemissionsfaktor

= Treibhausgasemissionen in kg CO₂-äq. pro m² EBF und Jahr

Beispiele für THGE-Koeff. pro kWh End-/Nutzenergie

- Heizkessel Öl: 0.343 kg
- Heizkessel Gas: 0.234 kg
- Wärmepumpe Luft/Wasser: 0.040 kg (CH-Strommix)
- Fernwärme KVA: 0.003 kg
- CH-Strommix: 0.125 kg
- CH-Mix erneuerbar: 0.015 kg

Erstellung: Graue Treibhausgasemissionen

Ökobilanzdaten im Baubereich KBOB / ecobau / IPB 2009/1:2022

Die Ökobilanz-Kennwerte wurden mit aktualisierten Hintergrunddaten (UVEK Ökobilanzdatenbestand DQRv2:2022) gerechnet. Neu werden in der Excel-Datei die Indikatoren "Primärenergie, stofflich genutzt" (differenziert nach erneuerbar und nicht erneuerbar) sowie der Gehalt an biogenem Kohlenstoff (in kg C) aufgeführt. Zudem wurden die Sachbilanzen einzelner Baumaterialien (Durchschnitt und herstellereinspezifische), Gebäudetechnikelemente, Energiesysteme, Transportsysteme und Entsorgung aktualisiert beziehungsweise neu hinzugefügt.

Auf www.kbob.ch > Pul

Die pdf-Datei «Ökobilanz Baumaterialien und Ge

Die Excel-Datei «Ökobilanz Primärenergie, erneuerbare bauprodukt-spezifische Entsorgung

Legende:

schwarz:
aktualisierte Hintergrunddaten (Sachbilanzdaten unverändert)

rot:

- Zahlen in rot: Sachbilanz- und Hintergrunddaten bei bestehenden Datensätzen aktualisiert (z.B. ID-Nr. 00.001)

- ganze Zeile rot: Datensatz neu in die KBOB-Empfehlung 2009/1:2022 aufgenommen (z.B. ID-Nr. 03.021)

blau schattiert (nur in der Excel-Datei verfügbar):

hersteller- oder herstellereinspezifische Datensätze

Sortierkriterien für die KBOB-Ökobilanzdaten 2022:

1. Gruppe gemäss vorderem Teil der ID-Nummer (z.B. ID-Nr. 06.xxx)

2. innerhalb Gruppe alphabetisch nach Name in deutscher Sprache

Ökobilanzdaten im Baubereich																				KBOB / ecobau / IPB 2009/1:2022									
ID- Nummer	BAUMATERIALIEN	Rohdichte/ Flächen- masse	Bezug Référence	UBP*21			Primärenergie Energie primaire										Treibhausgas- emissionen			Biogener Kohlensto ff									
				UBP			erneuerbar renouvelable					nicht erneuerbar (Graue Energie) non renouvelable (énergie grise)					Emissions de gaz à effet de serre												
				Total	Herstellung	Entsorgung	Total	Herstellung total	Herstellung energetisch genutzt	Herstellung stofflich genutzt	Entsorgung	Total	Herstellung total	Herstellung energetisch genutzt	Herstellung stofflich genutzt	Entsorgung	Total	Herstellung	Entsorgung		im Produkt enthalten								
				Total UBP	Fabrication UBP	Elimination UBP	Total kWh oil-eq	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kWh oil-eq	Elimination kWh oil-eq	Total kWh oil-eq	kWh oil-eq	kWh oil-eq	kWh oil-eq	Elimination kWh oil-eq	Total kg CO2-eq	Fabrication kg CO2-eq	Elimination kg CO2-eq		kg C								
03	Andere Massivbaustoffe	kg/m³																											
03.021	Betongranulat	2'500	kg	43.6	3.18	40.4	0.004	0.001	0.001	0	0.002	0.062	0.009	0.009	0	0.053	0.014	0.001	0.013	0									
03.001	Betonziegel	2'300	kg	327	284	42.7	0.037	0.035	0.035	0	0.002	0.469	0.416	0.416	0	0.053	0.209	0.196	0.013	0									
03.002	Faserzement-Dachschindel	1'800	kg	1'100	1'040	68.0	0.490	0.489	0.489	0	0.002	2.16	2.11	2.11	0	0.053	0.700	0.687	0.013	0									
03.003	Faserzementplatte gross	1'800	kg	1'520	1'450	68.0	0.614	0.613	0.613	0	0.002	2.93	2.87	2.87	0	0.053	1.04	1.02	0.013	0									
03.004	Faserzement-Wellplatte	1'800	kg	1'060	992	68.0	0.552	0.550	0.550	0	0.002	1.78	1.73	1.73	0	0.053	0.650	0.636	0.013	0									
03.005	Flachglas beschichtet	2'500	kg	2'000	1'930	69.2	0.255	0.243	0.243	0	0.012	4.64	4.53	4.53	0	0.109	1.20	1.19	0.019	0									
03.006	Flachglas unbeschichtet	2'500	kg	1'790	1'720	69.2	0.139	0.127	0.127	0	0.012	4.08	3.97	3.97	0	0.109	1.14	1.12	0.019	0									
03.007	Gipsfaserplatte	1'200	kg	875	803	71.8	0.098	0.094	0.094	0	0.004	2.47	2.40	2.40	0	0.079	0.553	0.534	0.019	0.045									
03.008	Gipskartonplatte	850	kg	525	453	72.1	0.089	0.085	0.085	0	0.004	1.33	1.26	1.26	0	0.078	0.302	0.283	0.019	0.018									
03.016	Gips-Wandbauplatte / Vollgipsplatte	1'000	kg	531	459	71.7	0.032	0.028	0.028	0	0.004	1.45	1.37	1.37	0	0.079	0.317	0.298	0.019	0									
03.009	Hartsandsteinplatte	2'500	kg	113	70.0	42.7	0.045	0.043	0.043	0	0.002	0.276	0.223	0.223	0	0.053	0.041	0.028	0.013	0									
03.017	Kalksteinplatte	2'500	kg	141	98.3	42.7	0.026	0.024	0.024	0	0.002	0.339	0.286	0.286	0	0.053	0.074	0.061	0.013	0									
03.010	Keramik-/Steinzeugplatte	2'600	kg	4'110	4'060	42.7	0.208	0.206	0.206	0	0.002	3.73	3.67	3.67	0	0.053	0.796	0.783	0.013	0									
03.011	Kies gebrochen	2'000	kg	65.2	24.8	40.4	0.008	0.005	0.005	0	0.002	0.085	0.032	0.032	0	0.053	0.018	0.005	0.013	0									
03.022	Mischgranulat	2'400	kg	41.3	0.829	40.4	0.002	0.000	0.000	0	0.002	0.053	0.000	0.000	0	0.053	0.014	0.001	0.013	0									
03.012	Rundkies	2'000	kg	59.7	19.3	40.4	0.004	0.002	0.002	0	0.002	0.069	0.016	0.016	0	0.053	0.016	0.003	0.013	0									
03.013	Sand	2'000	kg	59.7	19.3	40.4	0.004	0.002	0.002	0	0.002	0.069	0.016	0.016	0	0.053	0.016	0.003	0.013	0									
03.014	Sanitärkeramik	2'000	kg	4'690	4'650	42.7	0.355	0.353	0.353	0	0.002	11.1	11.1	11.1	0	0.053	2.38	2.37	0.013	0									
03.020	Stampflehm	2'000	kg	80.1	32.0	48.2	0.005	0.005	0.005	0	0.000	0.080	0.075	0.075	0	0.005	0.019	0.018	0.001	0									
03.015	Tonziegel	1'700	kg	515	480	35.9	0.035	0.033	0.033	0	0.002	1.12	1.06	1.06	0	0.052	0.386	0.373	0.013	0									

Erstellung: Graue Treibhausgasemissionen



Beispiel Materialien:

- Backstein
- Beton
- Armierungsstahl
- Leichtlehmstein
- Steinwolle
- Brettschichtholz
- Gipsfaserplatte

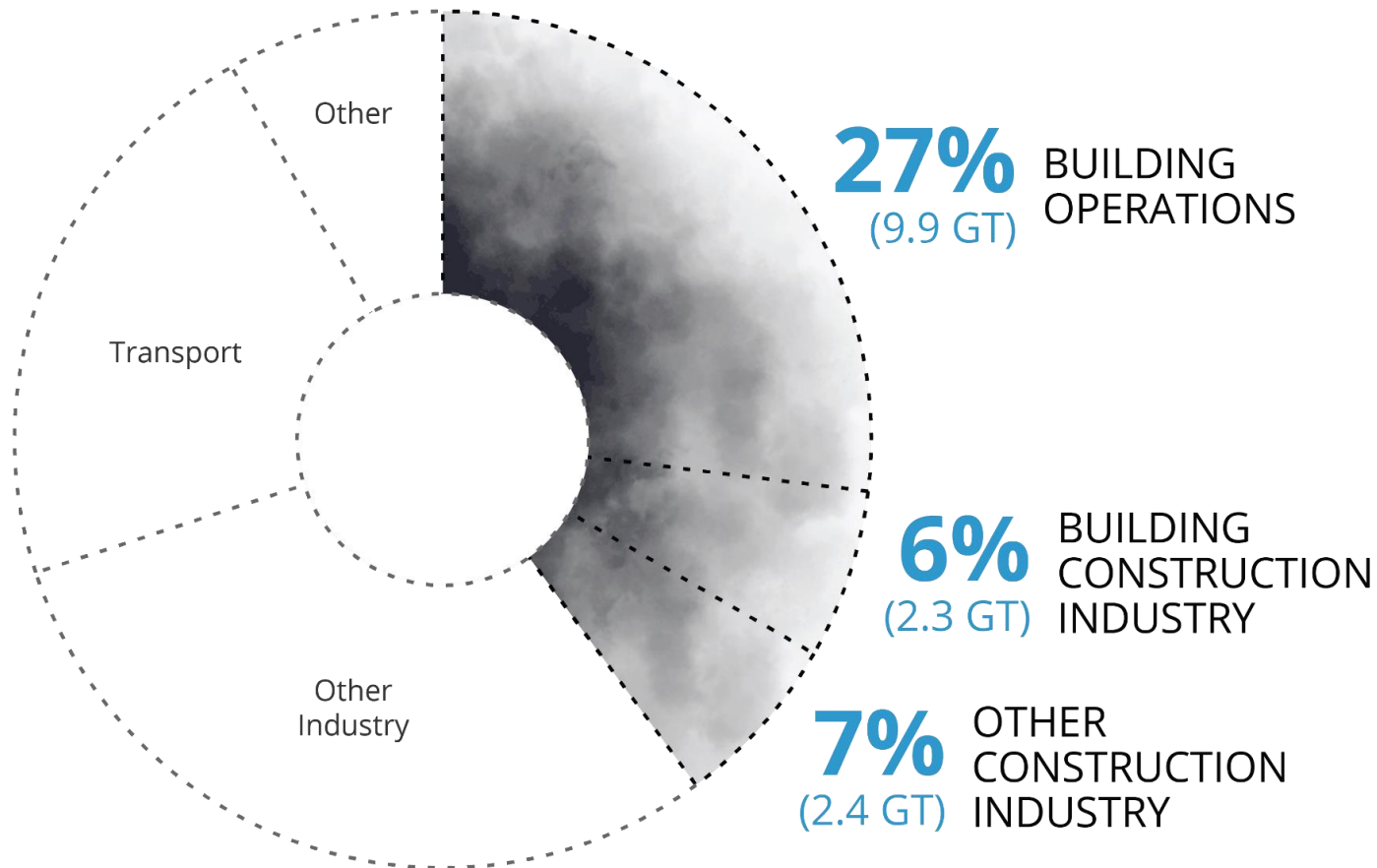
Menge jedes Materials in kg	*	Treibhausgasemissionsfaktor
Nutzungsdauer des Bauteils		

Beispiele für THGE-Koeff. pro kg Material

- Backstein: 0.266 kg
- Beton: 0.101 kg
- Armierungsstahl: 0.785 kg
- Leichtlehmstein: 0.180 kg
- Steinwolle: 1.19 kg
- Brettschichtholz: 0.335 kg

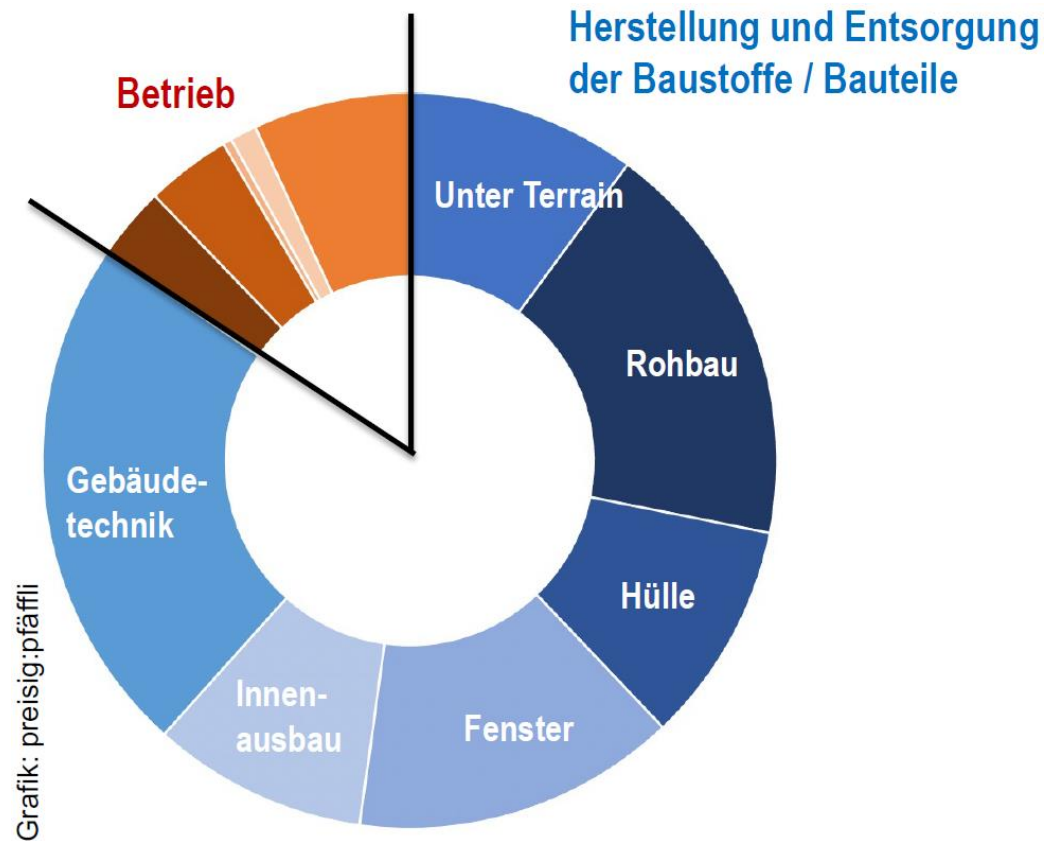
= Treibhausgasemissionen in kg CO₂-äq. pro m² EBF und Jahr

Jährliche globale CO₂-Emissionen



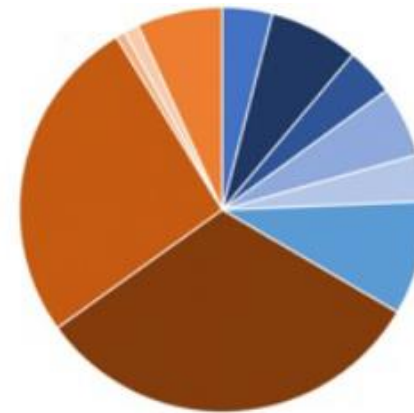
Quelle ©Architecture 2030. Data
Source: IEA (2022). Buildings,
IEA, Paris

CO₂-Emissionen von Gebäuden in der CH



Von 500 Tonnen Treibhausgase sind...

- 420 Tonnen für die Baustoffproduktion und -entsorgung
- 80 Tonnen für den Betrieb (Wärme mit WP Erdsonde und CH-Strom)



Gleicher Bau mit Ölheizung:
Total 1'270 Tonnen

Graue THGE in den Gebäudestandards und -labels



Gebäudebilanz Graue Energie, Treibhausgasemissionen (CO₂-Äquivalente) in der Erstellung

SIA-Merkblätter:

2040 SIA Effizienzpfad Energie (mit Richt- und Zielwerten)

2032 Graue Energie

Minergie-**ECO** (mit Grenzwerten)

Standard nachhaltiges Bauen SNBS (Hoch- und Tiefbau)
(gemäss Minergie-Eco oder SIA Effizienzpfad Energie)

Weitere: SMEO, SGNI...

3. Weitere Nachhaltigkeitsthemen

Ein Gebäude ist nachhaltiger wenn...



es eine hohe Baukultur aufweist, inklusive Orte schafft und zur Weiterentwicklung des Lebensraums beiträgt.

QUALITÄT DER ENTWICKLUNG



seine Kosten über den Lebenszyklus betrachtet optimiert sind.

LEBENSZYKLUS



Erstellung und Betrieb sowie die von ihm induzierte Mobilität möglichst klima- und CO₂-neutral sind.

KLIMASCHUTZ



es gut erreichbar ist und in der Nähe ein vielfältiges Angebot für den täglichen Bedarf, für Kultur sowie Infrastruktur existiert.

ANGEBOT UND ERREICHBARKEIT



es Naturgefahren Rechnung trägt, eine angemessene Nutzungsdichte ermöglicht und sich gut an veränderte Anforderungen anpassen lässt.

NUTZBARKEIT



bei Erstellung und Betrieb ein möglichst hoher Anteil an erneuerbarer Energie verwendet wird.

ENERGIE



es im Innen- wie im Aussenraum eine hohe Gebrauchs- und Nutzungsqualität gewährt.

GEBRAUCHSQUALITÄT



bei Projektierung und Erstellung möglichst regionale Anbieter und Produkte zum Zug kommen.

REGIONALÖKONOMIE



es aus ressourcen- und umweltschonenden Materialien besteht und sich effizient betreiben lässt.

RESSOURCENSCHONUNG UND UMWELTSCHUTZ



es einen guten Komfort und eine optimale Raumluftqualität ermöglicht.

WOHLBEFINDEN UND GESUNDHEIT



es zum Natur- und Landschaftsschutz beiträgt und umweltgerecht mit Regenwasser umgeht.

NATUR UND LANDSCHAFT

Quelle: SNBS Kriterienbeschrieb

Beispiele weiterer Nachhaltigkeitsthemen

(Aus Kriterienbeschreibung SNBS-Hochbau)

Gesellschaft

- Qualität der Entwicklung:
Guter architektonischer Entwurf
- Angebot und Erreichbarkeit:
Hindernisfreies Bauen
- Gebrauchsqualität:
Räume sozialer Interaktion
- Wohlbefinden und Gesundheit:
Raumluftqualität

Wirtschaft

- Lebenszyklus: Lebenszykluskosten
- Nutzbarkeit: Nutzungsdichte
- Regionalökonomie: Regionale Wertschöpfung

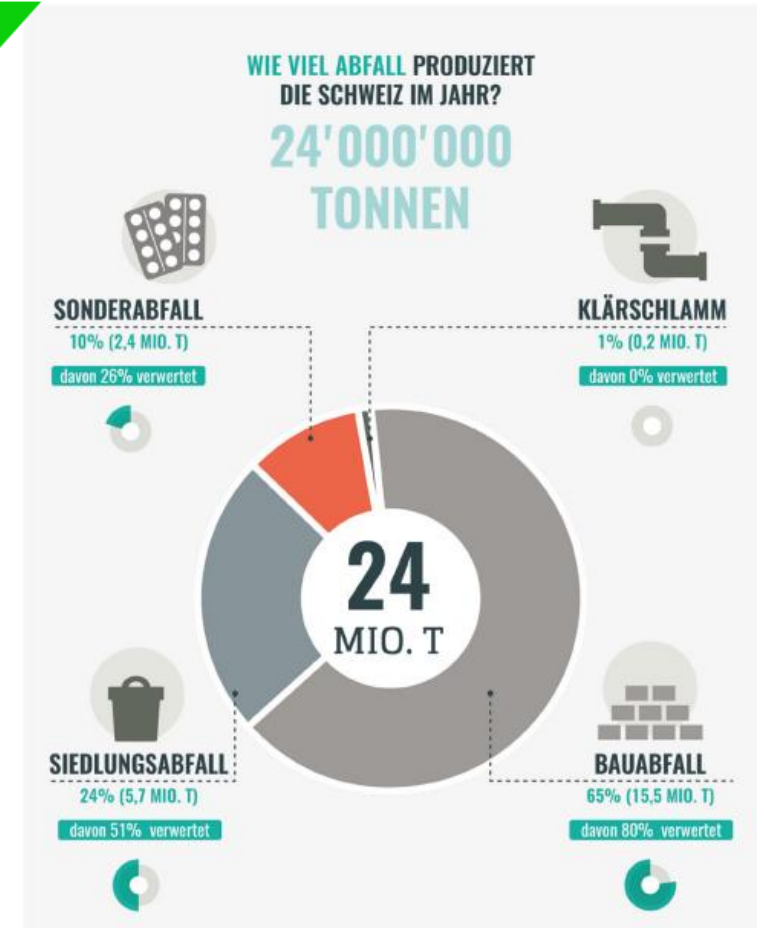
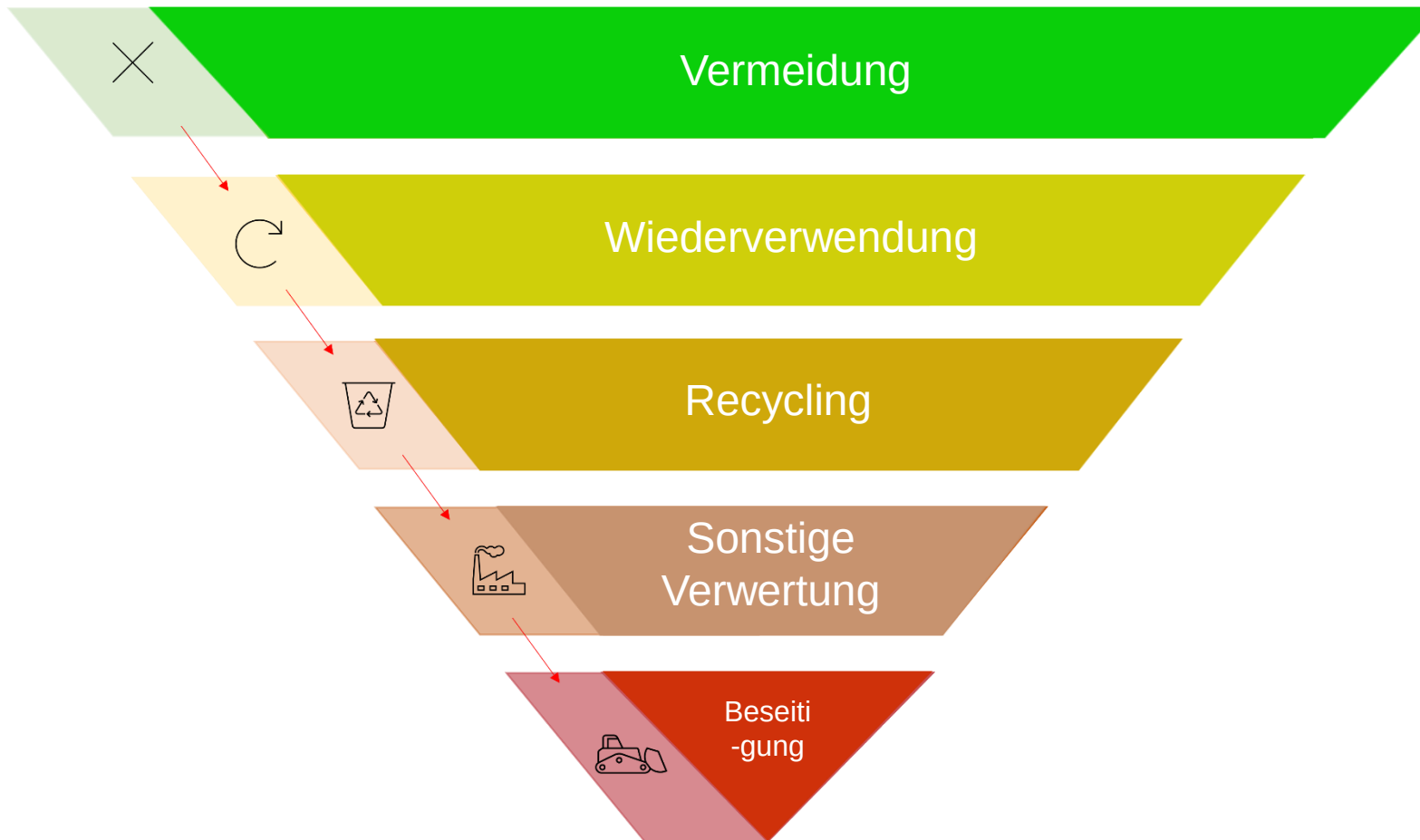
Umwelt

- Klimaschutz und Energie: inkl. Mobilität
- Ressourcenschonung und Umweltschutz:
Ökologische Baustoffe
- Natur und Landschaft: Biodiversität

4. Wirkungsvolle Massnahmen in Bezug auf Klimaschutz

Vermeidung

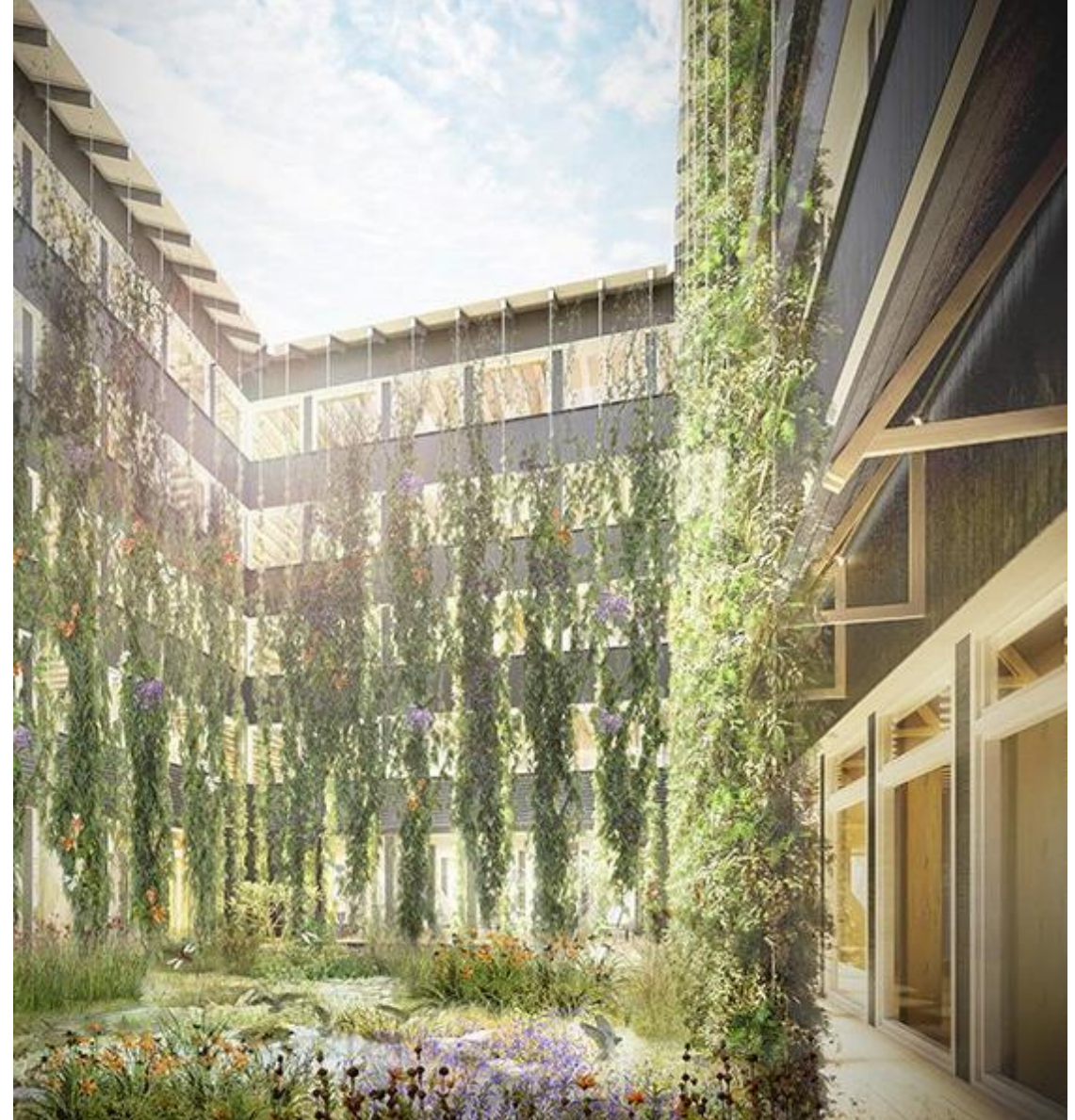
Grundsätzliches für mehr Klimaschutz im Bauen



Klimaschutz

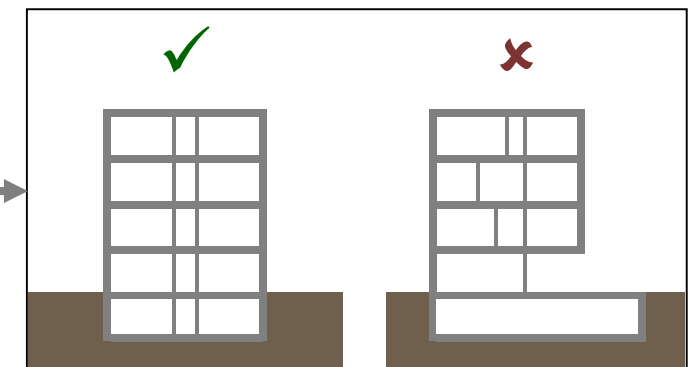
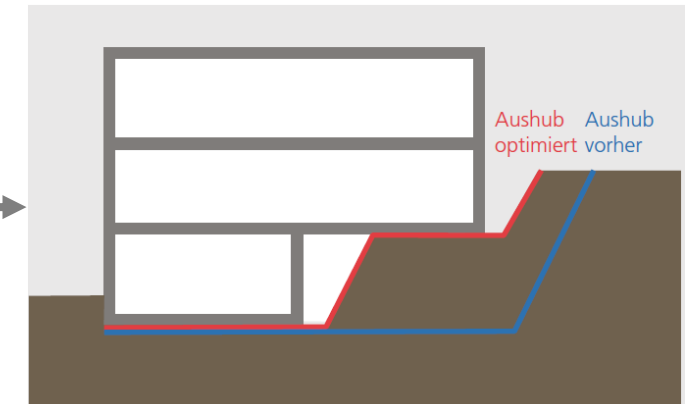
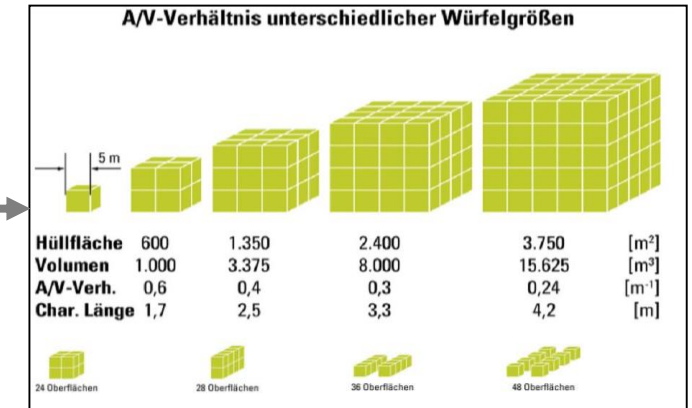
Wenn neu gebaut werden muss,
unbedingt auf die folgenden Punkte achten:

- Materialmenge reduzieren
- Treibhausgasarme Materialien verwenden
- Bereits produzierte Materialien länger nutzen
- So planen und bauen, dass die Baustoffe am Lebensende einfach sortenrein ausgebaut werden können (Design for Disassembly)



Klimaschutz bei Neubauten

Projektphase	Massnahmenbereiche
Strategische Planung	■ Eingriffstiefe (bei bestehenden Bauten)
Vorprojekt	■ Kompaktheit ■ Unterterrainbauten ■ Tragsystem ■ Systemwahl Gebäudetechnik
Bauprojekt	■ Öffnungsanteil Fassade ■ Bauweise, Gebäudehülle ■ Ausbaukonzept ■ Konstruktionswahl
Ausschreibung, Ausführung	■ Materialisierung ■ Detailkonstruktion



5. Take-Home Messages

Fazit

- Dank der gesetzlichen Vorschriften der letzten 25 Jahre stehen zahlreiche Technologien zur Verfügung, um **ein Gebäude klimaneutral zu betreiben**.
- Leider haben wir noch **KEINE Lösungen, um die grauen Treibhausgasemissionen deutlich zu reduzieren** (der niedrigste Wert, den ich für ein neues Gebäude gehört habe, ist 6,2 kg/m²a).
- Ausgehend von den Erfahrungen mit der Betriebsenergie und deren Treibhausgasemissionen ist es dringend notwendig, dass die **Politik aktiv wird und auch Anforderungen an die Gebäudeerstellung stellt**. Freiwilligkeit wird nicht ausreichen!



I DON'T BELIEVE IN
GLOBAL WARMING