

BG Ingenieure und Berater AG, 30. Juni 2022

# Nachhaltiges Bauen von Hoch- und Tiefbau



## Vorstellung

### **Prof. Barbara Sintzel**

Leiterin Institut Nachhaltigkeit und Energie am Bau

Dipl. Natw. ETH, exec. MBA

[barbara.sintzel@fhnw.ch](mailto:barbara.sintzel@fhnw.ch)

SIA Leiterin der Kommission für Nachhaltigkeit und Umwelt



## Themen Vortrag

1. Nachhaltiges Bauen von Hoch- und Tiefbau
2. Netto-Null bis 2050
3. Graue Energie / Treibhausgasemissionen Erstellung
4. Kreislaufwirtschaft
5. Gesundheit und Umwelt
6. Welche Standards unterstützen uns auf diesem Weg?

# 1. Nachhaltiges Bauen von Hoch- und Tiefbau



## Sustainable Development Goals



Quelle: <https://sustainabledevelopment.un.org>

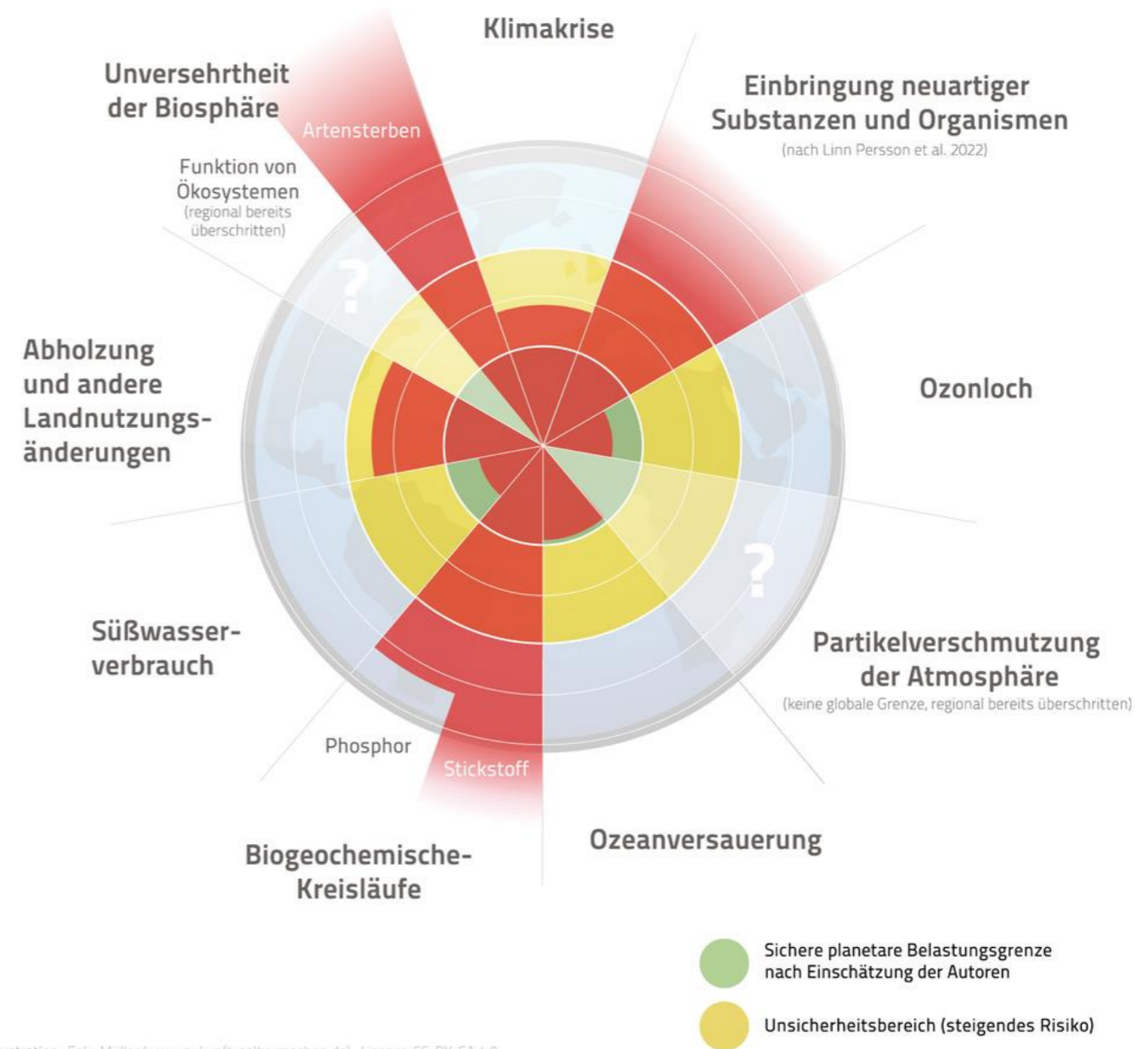
## Ökologische Belastungsgrenzen

Als planetare Grenzen werden ökologische Grenzen der Erde bezeichnet, deren Überschreitung die Stabilität des Ökosystems und die Lebensgrundlagen der Menschheit gefährdet.

Derzeit werden zumeist neun planetare Grenzen diskutiert, von denen mehrere jedoch bereits überschritten sind.

Nach Will Steffen et al. 2015 / Linn Persson et al 2022

### Planetare Grenzen



## Nachhaltiges Bauen Hoch- und Tiefbau

**sia** Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera

SIA 112/1:2017 Bauwesen **530 112/1**

Ersatz SIA 112/1:2004

Construction durable – Bâtiment – Norme de compréhension à la norme SIA 112

**Nachhaltiges Bauen – Hochbau**  
Verständigungsnorm zu SIA 112

**112/1**

---

Referenznummer  
SN 530112/1:2017 de

Gültig ab: 2017-09-01

Anzahl Seiten: 52

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Postfach, CH-8027 Zürich

Copyright © 2017 by SIA Zurich

Preisgruppe: 26

flow\_staff, e-NORM septa R3

**sia** Schweizer Norm  
Norme Suisse  
Norma Svizzera

SIA 112/2:2016 Bauwesen **530 112/2**

Construction durable – Génie civil et infrastructures

**Nachhaltiges Bauen –  
Tiefbau und Infrastrukturen**

**112/2**

---

Referenznummer  
SN 530112/2:2016 de

Gültig ab: 2016-07-01

Anzahl Seiten: 104

Herausgeber  
Schweizerischer Ingenieur-  
und Architektenverein  
Postfach, CH-8027 Zürich

Copyright © 2016 by SIA Zurich

Preisgruppe: 36

flow\_staff, e-NORM septa R3

## Nachhaltiges Bauen SNBS Hochbau



### KONTEXT UND ARCHITEKTUR

es im Kontext mit dem Ort steht und sein Umfeld berücksichtigt.



### KOSTEN

seine Kosten über den Lebenszyklus betrachtet optimiert sind.



### ENERGIE

es weitgehend mit erneuerbaren Energien auskommt.



### PLANUNG UND ZIELGRUPPE

die Interessen der Zielgruppen frühzeitig einbezogen werden.



### HANDELBARKEIT

seine Handelbarkeit zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist.



### KLIMA

es minimale Treibhausgasemissionen verursacht.



### NUTZUNG UND RAUMGESTALTUNG

es hohe Gebrauchs- und Nutzungsqualitäten aufweist.



### ERTRAGSPOTENTIAL

sein Ertragspotenzial in einem guten Verhältnis zu den Kosten stehen.



### RESSOURCEN- UND UMWELTSCHONUNG

die Erstellung und der Betrieb ressourcen- und umweltschonend erfolgen.



### WOHLBEFINDEN UND GESUNDHEIT

es einen guten Komfort und eine optimale Raumluftqualität ermöglicht.



### REGIONALÖKONOMIE

es einen positiven regionalökonomischen Beitrag liefert.



### NATUR UND LANDSCHAFT

das Potenzial von Natur und Landschaft genutzt wird.

[SNBS Hochbau \(nnbs.ch\)](http://nnbs.ch)



## Nachhaltiges Bauen SNBS Infrastruktur



### RAUMENTWICKLUNG UND SIEDLUNG

sie mit den Zielen der Raumplanung korreliert und Lebensqualität sowie lokale Entwicklungspotenziale fördert.



### BETRIEBSWIRTSCHAFT

ihre Kosten und Nutzen über den Lebenszyklus optimiert sind und sie sich flexibel an neue Nutzungen anpassen lässt.



### ROHSTOFFE, ENERGIE UND BODEN

sie ressourcenschonend erstellt, betrieben, unterhalten wird und erneuerbare Energien effizient nutzt.



### GEMEINSCHAFT

die Interessen der Gesellschaft früh einbezogen werden und Kosten, Nutzen sowie Risiken solidarisch verteilt sind.



### VOLKSWIRTSCHAFT

sie die lokale und regionale Wirtschaft stärkt und vorhandene Strukturen nutzt.



### NATUR UND UMWELT

sie Klima und Landschaft schont, die Biodiversität fördert und Emissionen minimiert.



### GESUNDHEIT UND SICHERHEIT

sie die Gesundheit der Menschen fördert und ihre Sicherheit garantiert.



### FINANZIERUNG

die langfristige Finanzierung über den gesamten Lebenszyklus inklusive Risiken gesichert ist.



### GEFAHRENPRÄVENTION

ihr Standort, ihre Bau- und Betriebsweise die Risiken durch Naturgefahren und Störfälle vermindern.

[Instrumente und Hilfsmittel \(nnbs.ch\)](https://www.nnbs.ch)

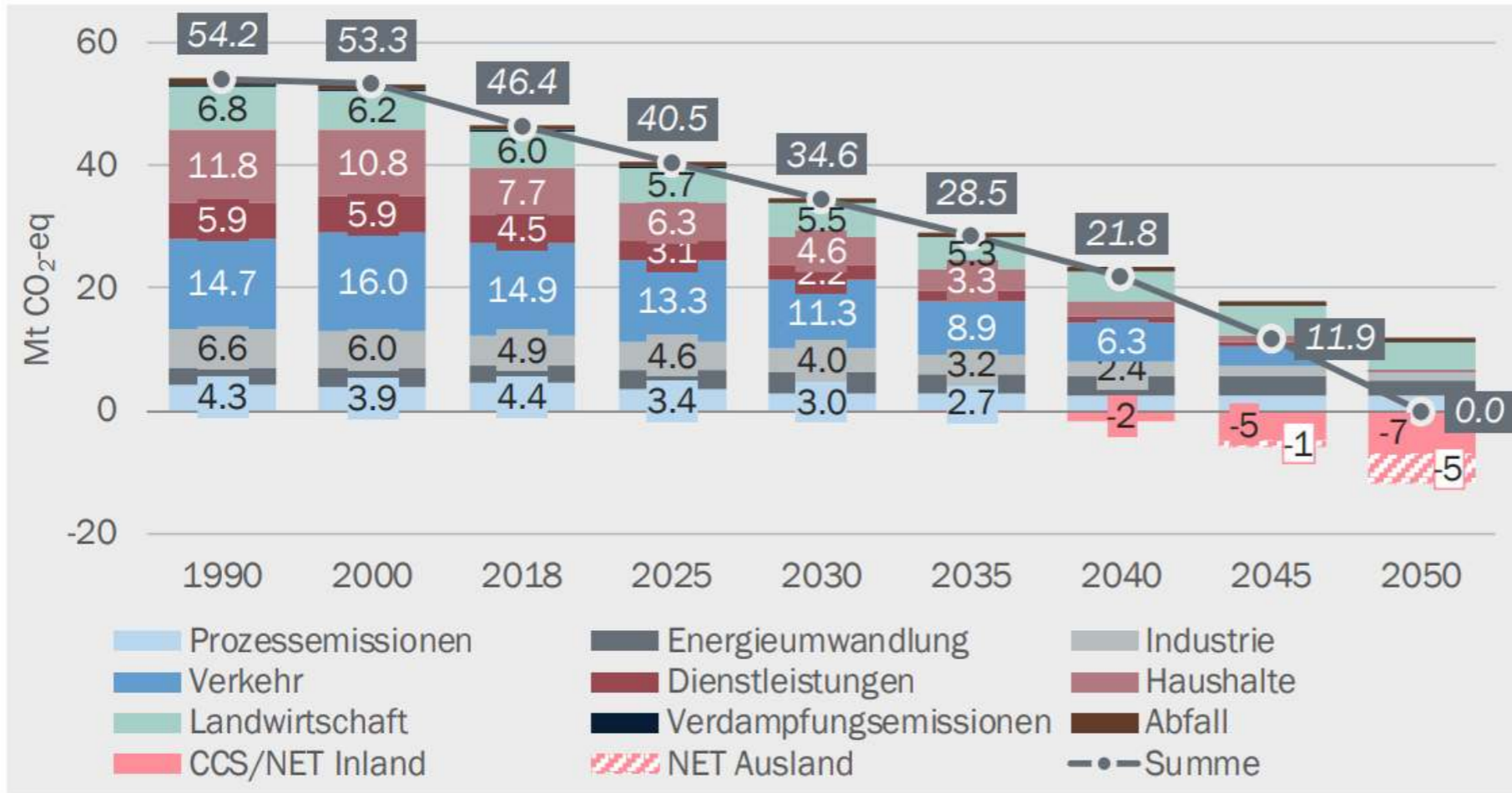
## 2. Netto Null bis 2050

## «Future Skills» Bericht zu Netto Null vom GDI

*«Energie wird vor allem aus Sonne und Wind gewonnen. Nachbarschaften teilen sich Sonnenkollektoren und Photovoltaik-Panels. Ein smartes Netzwerk koordiniert die daraus gewonnene Energie. Bei Überschüssen wird die Energie zur Produktion von Wasserstoff verwendet oder in Quartier-Batterien gespeichert. ...»*



## Absenkepfad Netto Null



Der Bundesrat hat im Sommer 2019 beschlossen, die Treibhausgasemissionen der Schweiz bis 2050 auf Netto-Null zu senken und dieses Ziel in der langfristigen Klimastrategie im Januar 2021 konkretisiert.

Prognos AG / TEP Energy GmbH/ INFRAS AG 2020

## Netto Null bis 2050



34 TWh aus PV-Anlagen (heute 2 TWh)



1.5 Mio. Wärmepumpen (heute 0.3 Mio.)



Ausbau Wärmenetze in Urbanen Regionen



Gut gedämmte Gebäude mit wenig  
Wärmebedarf



3.6 Mio. batterieelektrische PW



Zement- und Chemiewerke mit Carbon  
Capture and Storage (2.9 Mio t CO<sub>2</sub>/J)

## Energieeffizienz erhöhen, erneuerbare Energien fördern



Sanierung des Bestands  
Bild: energiezukunftsweiz.ch



Ausbau von erneuerbaren Energien  
Bild Basler Kohlesilo / Solarpreis 2015



Plus-Energie-Siedlungen  
Möriken/AG (Minergie-P)

## Sommerlicher Wärmeschutz

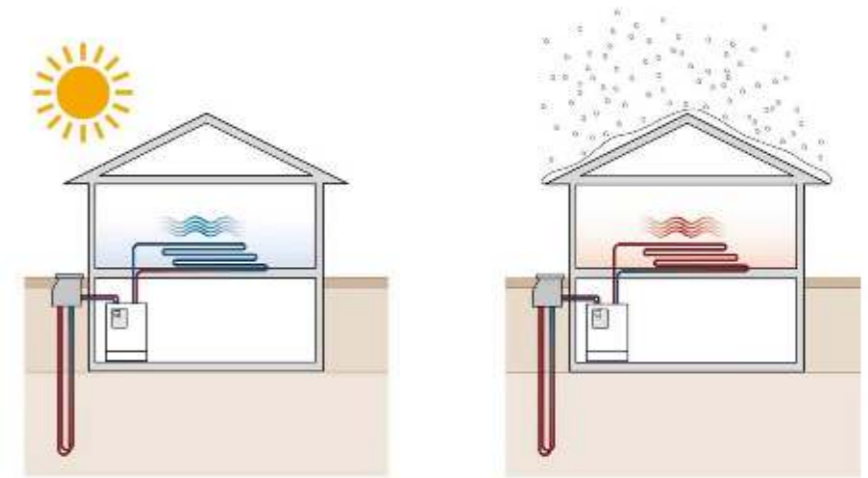
Bäume haben einen kühlenden Effekt



Guter Sommerlicher Wärmeschutz



Wärmepumpen können heizen und kühlen



[Richtiges Bauen kühlt im Sommer - Energie Experten \(energie-experten.ch\)](http://energie-experten.ch)

# 3. Graue Energie / Treibhausgasemissionen Erstellung



## Treibhausgas-Emissionen der Erstellung findet zu wenig Beachtung

Kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>



Fazit:

Je nach Alter haben die Gebäude eine deutlich verbesserte Leistung in Bezug auf die Betriebsenergie, während die graue Energie unverändert geblieben ist.

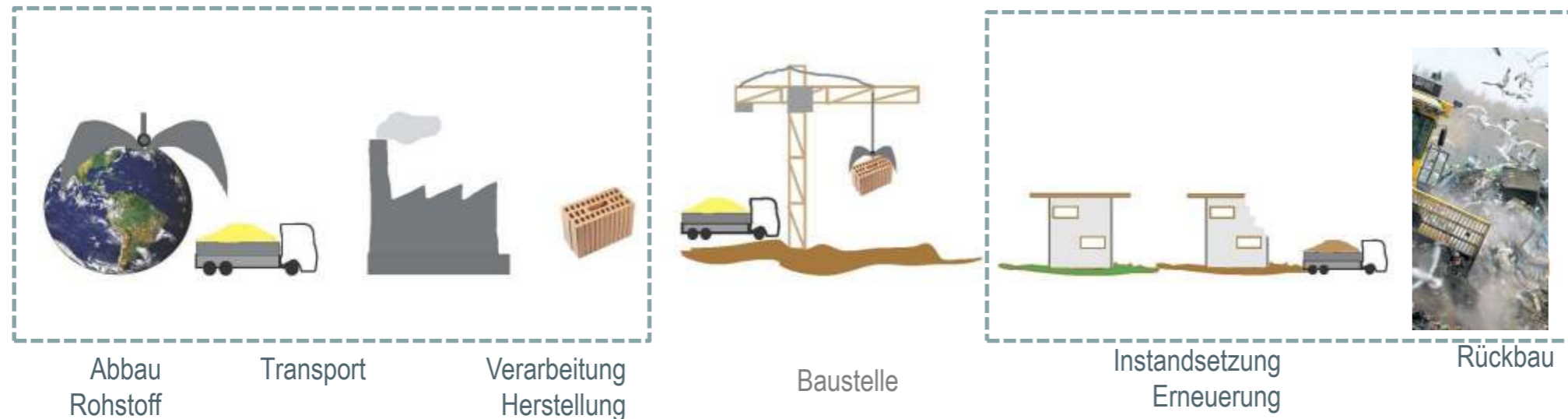
Analyse von 30 Wohngebäuden unterschiedlichen Baujahrs  
Corentin Fivet, Professor EPFL, 2007

## Graue Energie – ein Leitindikator für Umweltbelastung

Ein Leitindikator für die Umweltbelastung eines Gebäudes, Bauteils oder Materials.

Die graue Energie bezeichnet die gesamte Menge an nicht erneuerbarer Primärenergie (PEne) in Baustoffen, Bauteilen und Gebäuden, die für alle vorgelagerten Prozesse erforderlich ist:

Erdöl, Erdgas, Kohle, Uran.



## Graue Energie bei der Herstellung

### Metalle



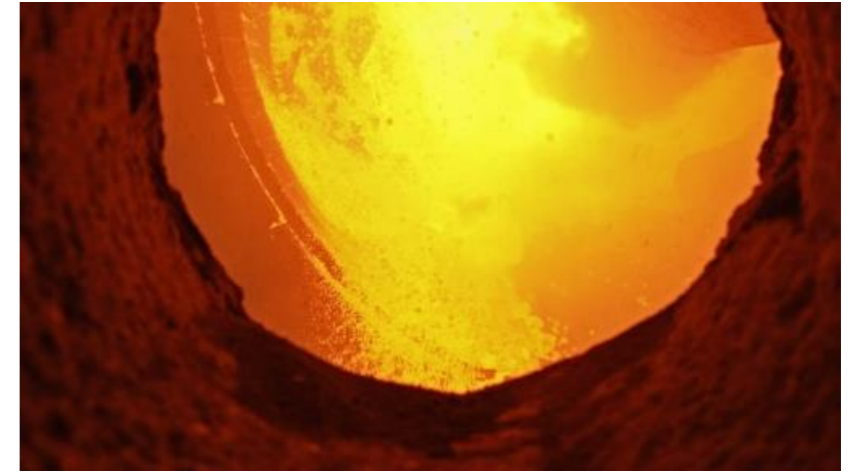
Schmelztemperatur Stahl bei 1500°C

### Floatglas



Schmelztemperatur Glas bei 1500°C

### Zementherstellung



Klinkerproduktion im Drehofen bei 1450°C

## Massnahmen zur Reduktion der grauen Energie

| Projektphase              | Massnahmenbereiche   |
|---------------------------|--|
| Strategische Planung      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Eingriffstiefe (bei bestehenden Bauten)</li> </ul>  |
| Vorprojekt                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Kompaktheit</li> <li>■ Unterterrainbauten</li> <li>■ Tragsystem</li> <li>■ Systemwahl Gebäudetechnik</li> </ul>           |
| Bauprojekt                | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Öffnungsanteil Fassade</li> <li>■ Bauweise, Gebäudehülle</li> <li>■ Ausbaukonzept</li> <li>■ Konstruktionswahl</li> </ul> |
| Ausschreibung, Ausführung | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Materialisierung</li> <li>■ Detailkonstruktionen</li> </ul>   |

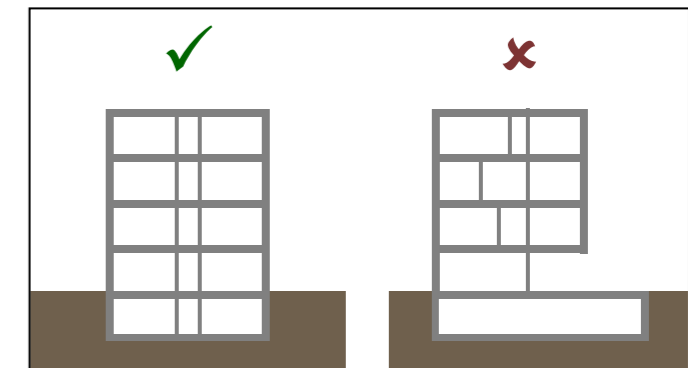
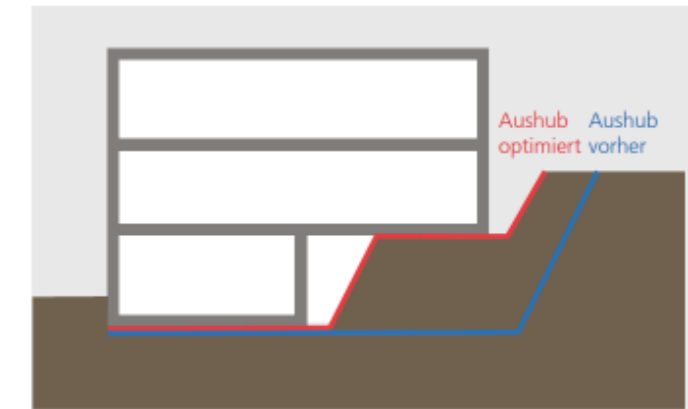
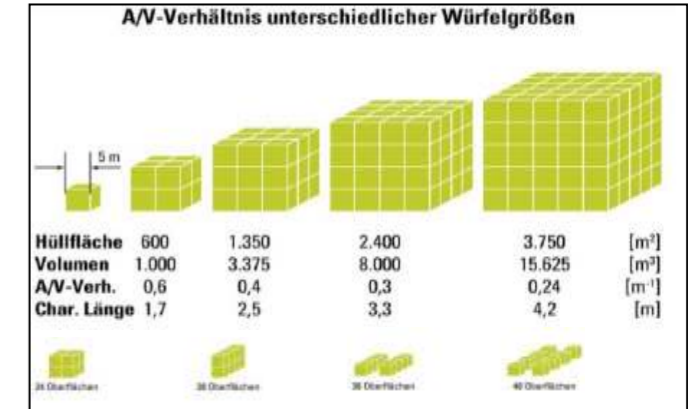


Abb.: Massnahmen zur Reduktion der grauen Energie in den verschiedenen Projektphasen. Quelle: Fachbuch Minergie-Eco

## CO2 arme resp. erneuerbare Materialien einsetzen



Strohhaus- Wohnüberbauung im Vogelsang in Nänikon in Stroh- Lehm und Holzbauweise



Grösster Holzbau der Schweiz: Wohnüberbauung sue&til Winterthur, Foto: Timbatec Holzbauingenieure AG

## Wichtig Variantenstudium verschiedener Materialvarianten

| Tragwerk            | Holz | Stahl | Beton |
|---------------------|------|-------|-------|
| Vollwandträger      |      |       |       |
| Fachwerkträger      |      |       | —     |
| Unterspannte Träger |      |       |       |
| Hohlkastenträger    |      | —     | —     |
| Bogenträger         |      |       | —     |

Tab. 2: Untersuchte Tragwerke für die kleine Halle

### Beispiel aus der Praxis

Vergleich der grauen Energie von Hallendächern

Für die Berechnungen werden zwei Hallengrundrisse (klein:  $b \times l = 30 \times 45$  m; gross:  $b \times l = 60 \times 90$  m) und zwei verschieden schwere Dachaufbauten (leicht:  $100 \text{ kg/m}^2$  ; schwer:  $300 \text{ kg/m}^2$ ) punkto graue Energie / Kosten resp. Treibhausgasemissionen / Kosten verglichen.

[Graue Energie von Hallendächern - Stadt Zürich](#) (2012)

## Tools zur Berechnung der grauen Energie

### Vorprojekt

Einfache Abschätzung auf Excel-Basis oder Software

| Bauwerkbestandteil  | Energiezustand | Abrechnungsart   | Fläche (m²) | Graue Energie (kWh/m² A <sub>g</sub> ) | Fachbauenergie (kWh/m² A <sub>g</sub> ) | GEP (kWh/m² A <sub>g</sub> ) |  |
|---|----------------|--|-------------|--|---|------------------------------|--|
| Dach  | UWBEP          | Flachdach: Bitumenbahn (Vordach), Dämmung: Schaumglas                          | 763         | 25,8                                   | 2,04                                    | 27,84                        |  |
| Aussenwand über Terrain   | UWBEP          | Drahtgitterbetonmauerwerk, Aussenputz, Innendämmung Mineralwolle               | 250         | 54,8                                   | 0,02                                    | 54,82                        |  |
| Zwischenmodell thermische Gebäudehülle                              |                |  | 893,0       | 80,6                                   | 2,06                                    | 82,66                        |  |
| Energie nach betriebl. Bauteile, Bauteilstruktur und Bauteiltechnik |                |  |             |  |   |                              |  |
|   |                |  | Abrechnung  | Graue Energie (kWh/m² A <sub>g</sub> ) | Fachbauenergie (kWh/m² A <sub>g</sub> ) | GEP (kWh/m² A <sub>g</sub> ) |  |
| Kontakt [L]   |                |  |             | 0,0                                    | 0,00                                    | 0                            |  |
| Interkompartimente (Innenräume, Aussenräume, Balken)                |                | Interkompartimente   |             | 0,0                                    | 0,00                                    | 0                            |  |
| Zwischenmodell Bauteile   |                | Interkompartimente   |             | 0,0                                    | 0,00                                    | 0                            |  |
| Fussboden   |                |  |             | 20,1                                   | 1,24                                    | 21,34                        |  |
| Decken über Aussen  |                |  |             | 0,0                                    | 0,00                                    | 0                            |  |
| Zwischenmodell Bauteile   |                |  |             | 20,1                                   | 1,24                                    | 21,34                        |  |
| <b>Total</b>  |                | (Summe von Zwischenmodell thermische Gebäudehülle und Zwischenmodell Bauteile) |             | <b>100,7</b>                           | <b>4,30</b>                             | <b>105,00</b>                |  |
|   |                |  |             | Graue                                  | Fachbauenergie                          |                              |  |

### Bauprojekt

Software: Lesosai, Enerweb, Thermo

**Liste der Modelle : Wände, Dach, Fussböden, Decken, unverglaste Türen**

**M15 - Wand Turnhalle gegen Estrich**

Nutzung: Mauer  
Gegen aussen

Wärmekapazität [kJ/m²K]  
Cm 10cm (24h): 16.3  
Cm 3cm (2h): 16.3

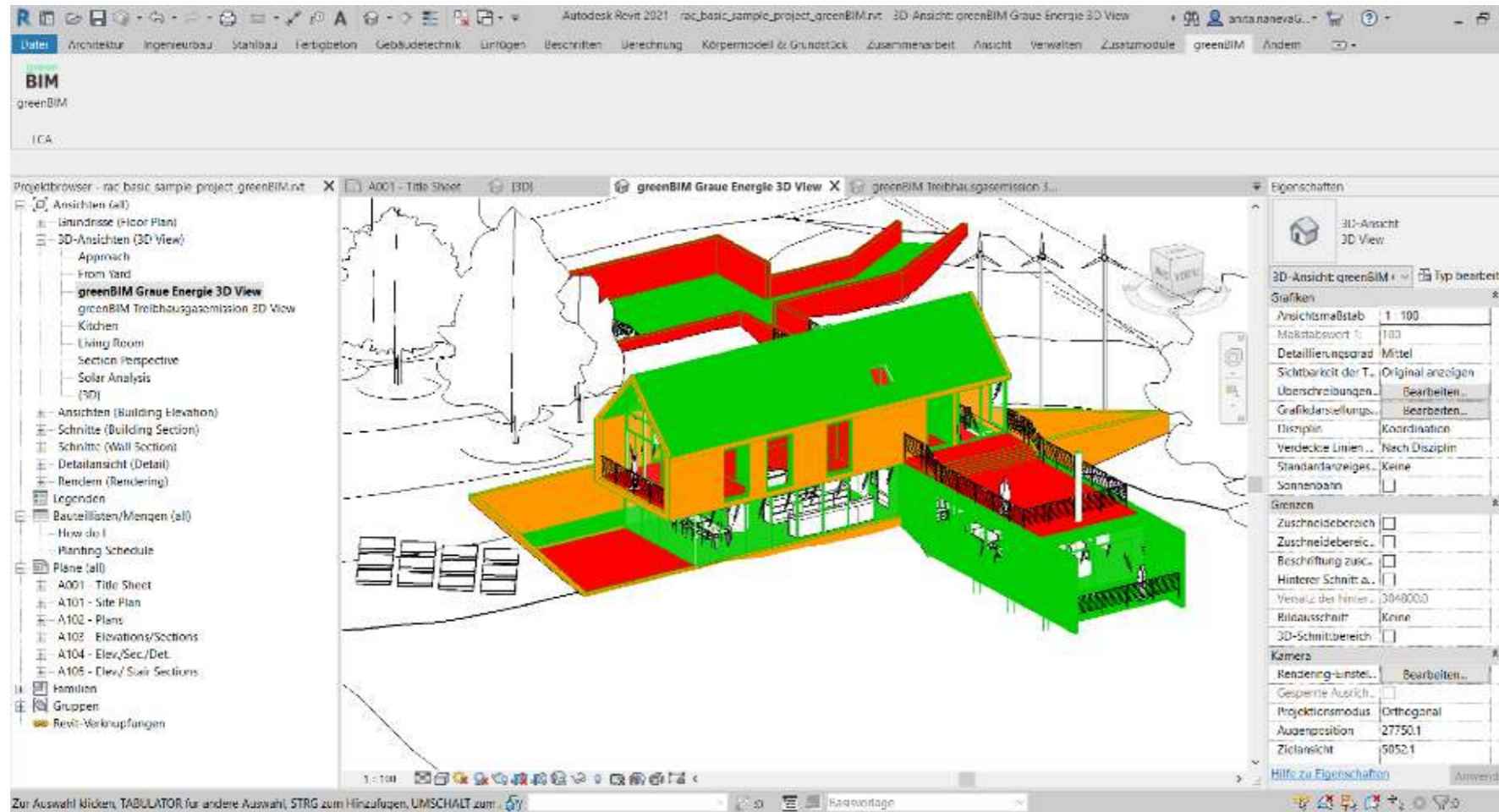
Geometrie  
Dicke [mm]: 298

U-Wert  
Statisch  
0.4532 [W/m²K]

Rse: 0.04 [m²K/W]

Wetter: Zürich-MeteoSchweiz (CH), Höhe ü. M. des Gebäudes: 500 m (-56 m)

## Graue Energie und CO2-Äquivalente mit GreenBIM sichtbar machen



[Programm der FHNW](#)



# 4. Kreislaufwirtschaft

## Bauabfallmengen reduzieren



Quelle [Kies und Beton | Auffüllung und Deponie | KSE Bern](#)

**Das Abfallaufkommen in der Schweiz ist immens mit ca. 90'000'000 Tonnen pro Jahr 84 % stammt aus dem Bausektor:**

**Aushub- und Ausbruchmaterial**

57 Mio. t (bzw. 65%)

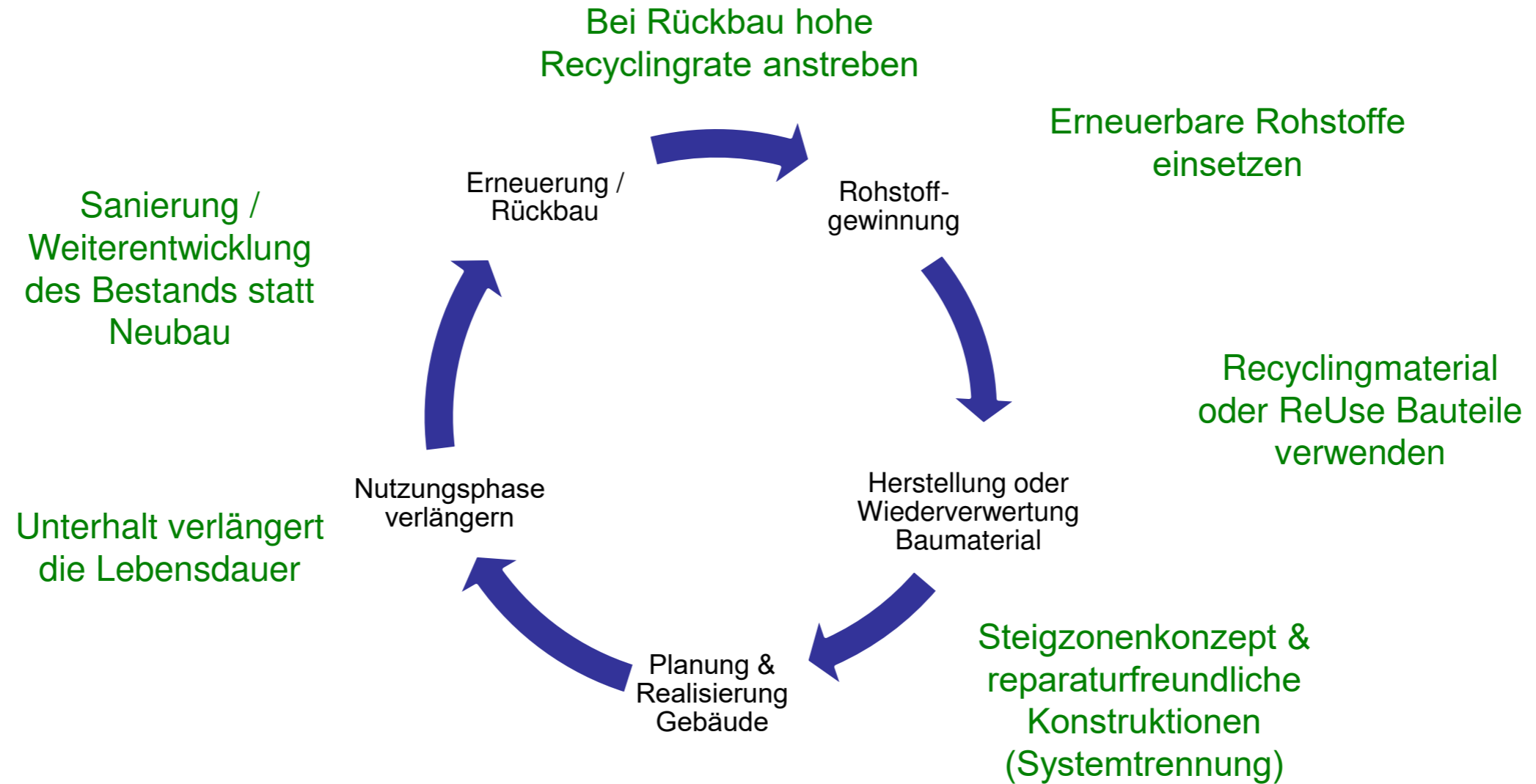
**Rückbaumaterial pro Jahr**

17 Mio. t (bzw. 19%)

**Deponierung Bauabfälle pro Jahr**

5 Mio. t

## Wo sind Ansatzpunkte für das Bauen in der Kreislaufwirtschaft?



## Materialkreisläufe schliessen



Materialkreislauf am Beispiel des  
Stadionbaus Letzigrund Zürich

## Bauteile / Gebäude wiederverwenden



Rückbau einer ehemaligen Druckerei in Winterthur. Die Fassade und Fenster werden für die Aufstockung der Halle 118 wiederverwendet. Bild: Martin Zeller





K118 Winterthur, Stiftung Abendroth.  
Bild: [www.insitu.ch](http://www.insitu.ch)

# 5. Gesundheit und Umwelt

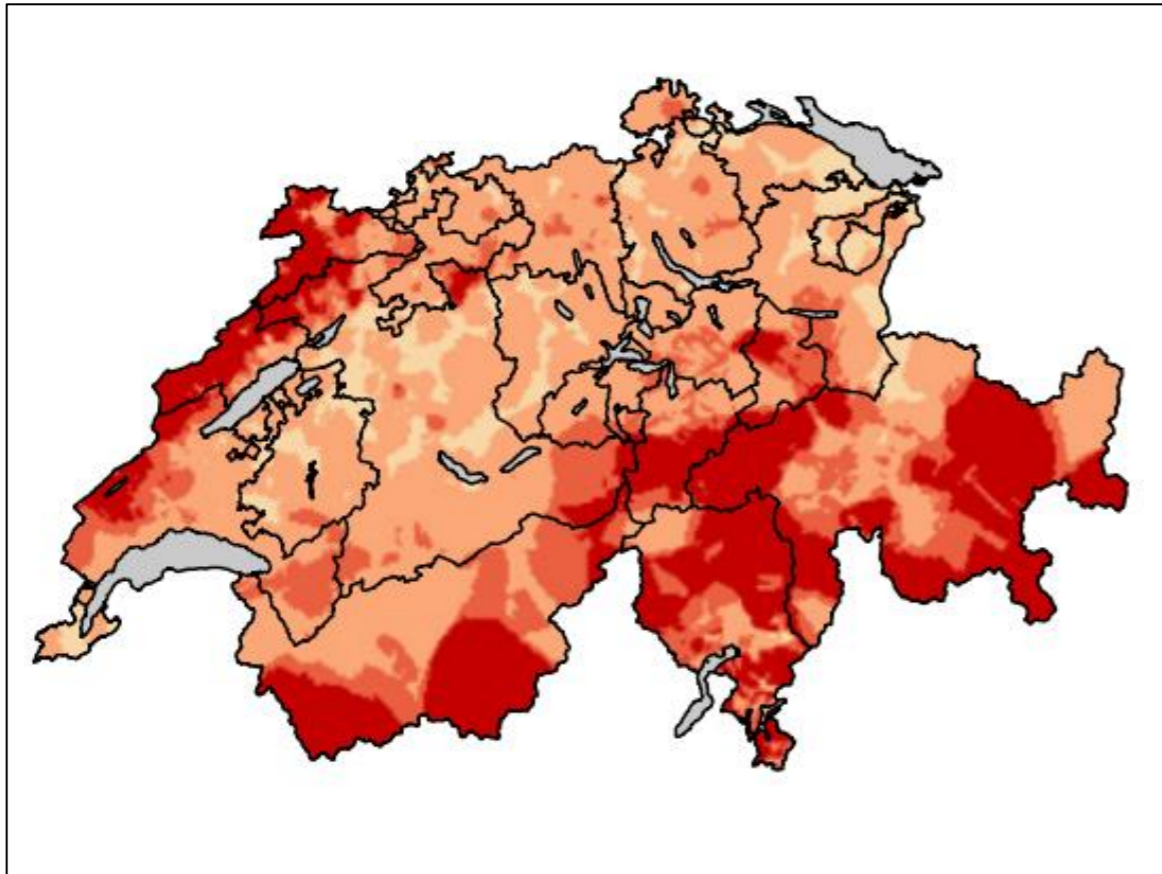
## Gesunde, behagliche Innenräume



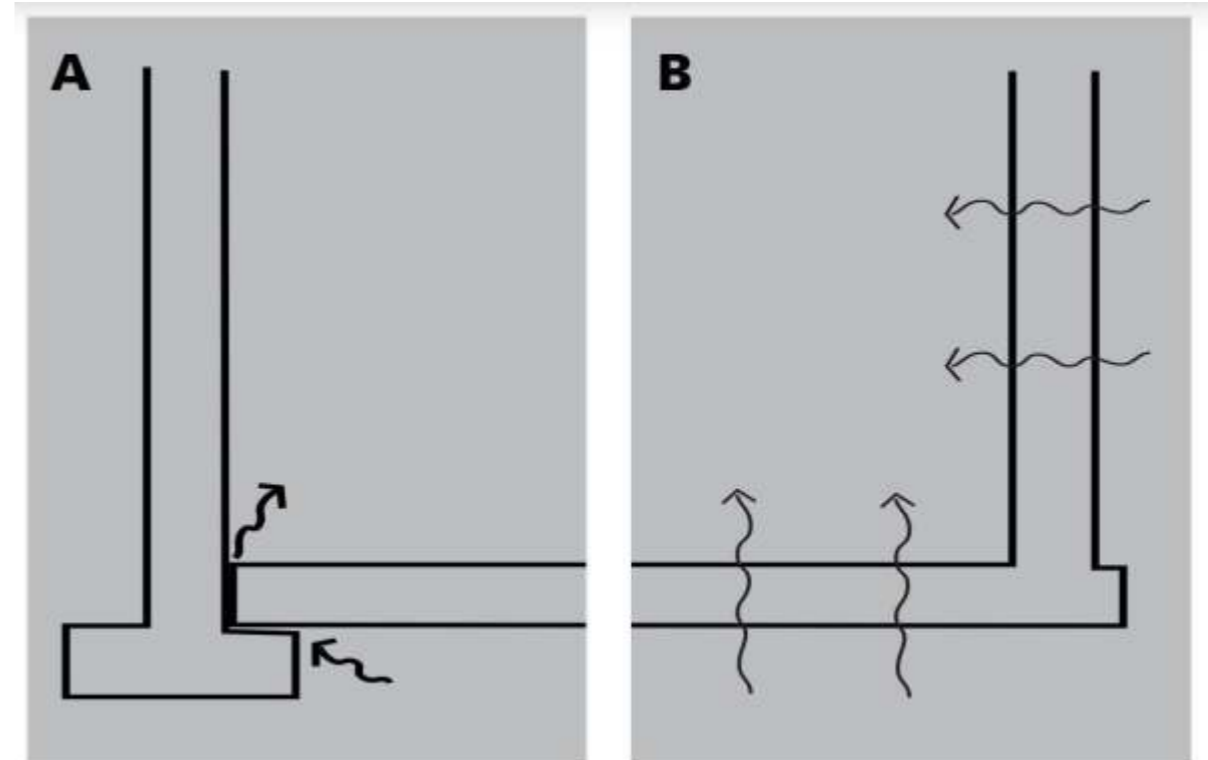
| Schadstoffe                                      | <br>Sanierung und<br>Erneuerung | <br>Rückbau |
|--|--|--|
| Asbest   | ●  | ●  |
| Polychlorierte Biphenyle PCB                     | ●  | ●  |
| Chlorparaffine (CP)                              | ●  | ●  |
| Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe PAK | ●  | ●  |
| Schwermetalle                                    | ●  | ●  |
| Schlacken  | ●  | ●  |
| Holzschutzmittel HSM                             | ●  | ●  |
| Künstliche Mineralfasern KMF                     | ●  |  |
| Formaldehyd in Holzwerkstoffen                   | ●  |  |
| Schimmelpilze                                    | ●  |  |
| Radon*   | ●  |  |
| Weitere Schadstoffe                              | ●  | ●  |

[ecobau / Instrumente / Gebäudecheck](#)

## Kein Radon – radonsicheres Bauen



Radonkarte Schwei



Übermässige Radonbelastung ist in der Regel ein Problem von Aufenthaltsräumen in Erdreichnähe

Radonsicheres Bauen verhindert den Eintritt von Radon: z.B. bei Sanierungen Fugen, Risse, Löchern und Durchbrüche gut abdichten.



## Gesundheits- und Umweltaspekte bei der Materialwahl



Materialien hinsichtlich gesundheitlichen und ökologischen Aspekten überprüfen.

Wasserverdünnbare Baustoffe verwenden (ohne Lösemittel)

Labels helfen weiter. Eco-Produkte, EC1, Umweltetikette Farbe...

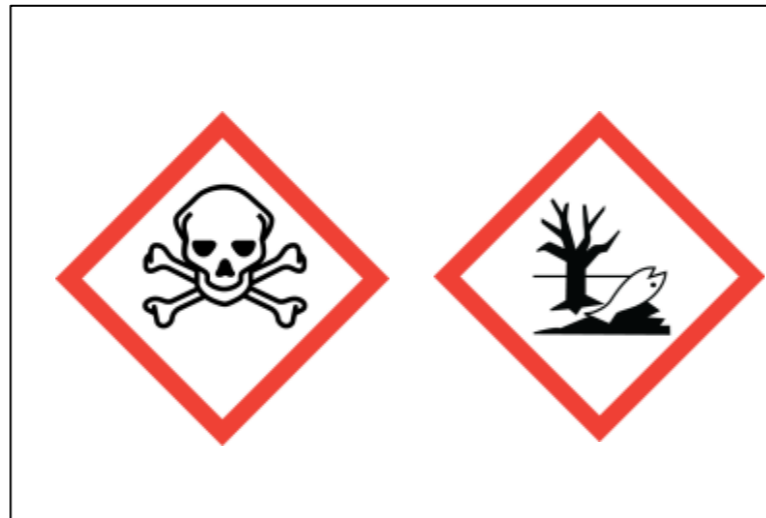
Nebst gesundheitlichen werden auch ökologische Kriterien mitevaluiert.

Schadstoffarme Materialisierung,  
Kindergarten Himmelrych Ins,  
Minergie-A-ECO

## Materialwahl



Graue Energie /Treibhausgasemissionen



Umwelt- und Gesundheitsaspekte



Verwertung / Entsorgung

[ecobau / Instrumente / ecoProdukte](#)

## Nachhaltige Umgebungsplanung für Nutzende und Natur



Bedürfnisse der Nutzenden berücksichtigen

Standortgerechte möglichst einheimische Flora  
und Fauna

Sträucher und Bäume

Sickerfähige Beläge

Element Wasser

Fassadenbegrünung

Extensiv begrünte Dächer

[Stadt Baden Naturnahe Umgebung.pdf](#)

## 6. Welche Standards unterstützen uns auf dem Weg des nachhaltigen Bauens?

## Übersicht über die Gebäudelabels

**GEAK**



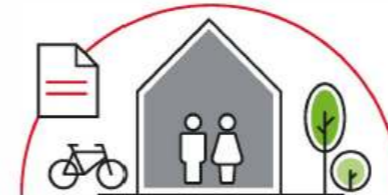
Energieetikette, Beurteilung  
Energieklasse eines Gebäudes

**MINERGIE®  
MINERGIE-A-ECO®**



Auszeichnung für ein Gebäude mit  
Komfort, Effizienz und Werter-  
halt gemäss Minergiestandard  
+ ökologisch und gesund mit ECO

**SNBS**



Auszeichnung für ein nachhaltig  
geplantes und gebautes Gebäu-  
de / Gebäudeensemble gemäss  
SNBS-Standard

**2000  
Watt  
Areal**

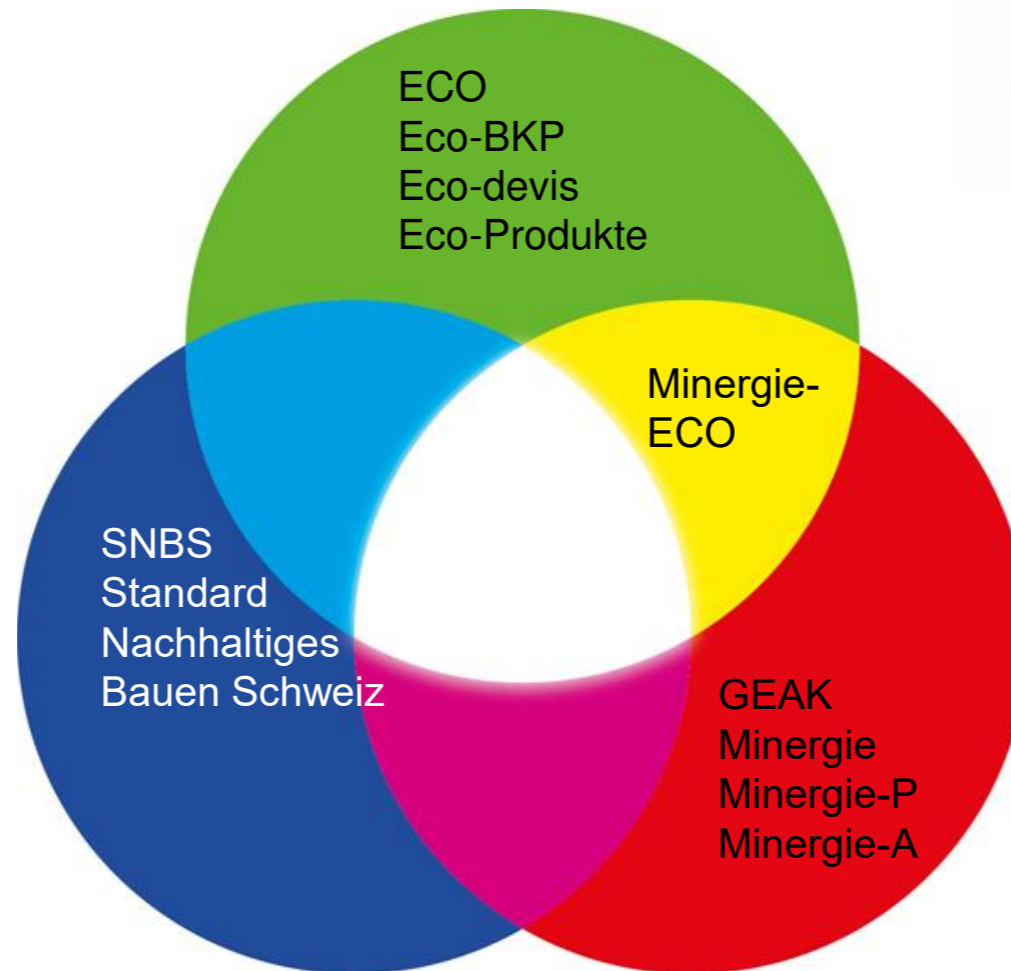


Auszeichnung für eine Arealbe-  
bauung, welche eine Nutzung mit  
2000-Watt pro Einwohner  
ermöglicht

## Gebäudelabels unterstützen Zielsetzung der Bauherrschaft



nachhaltiges  
Bauen inkl.  
sozialen und  
wirtschaftlichen  
Aspekten



**ecobau**

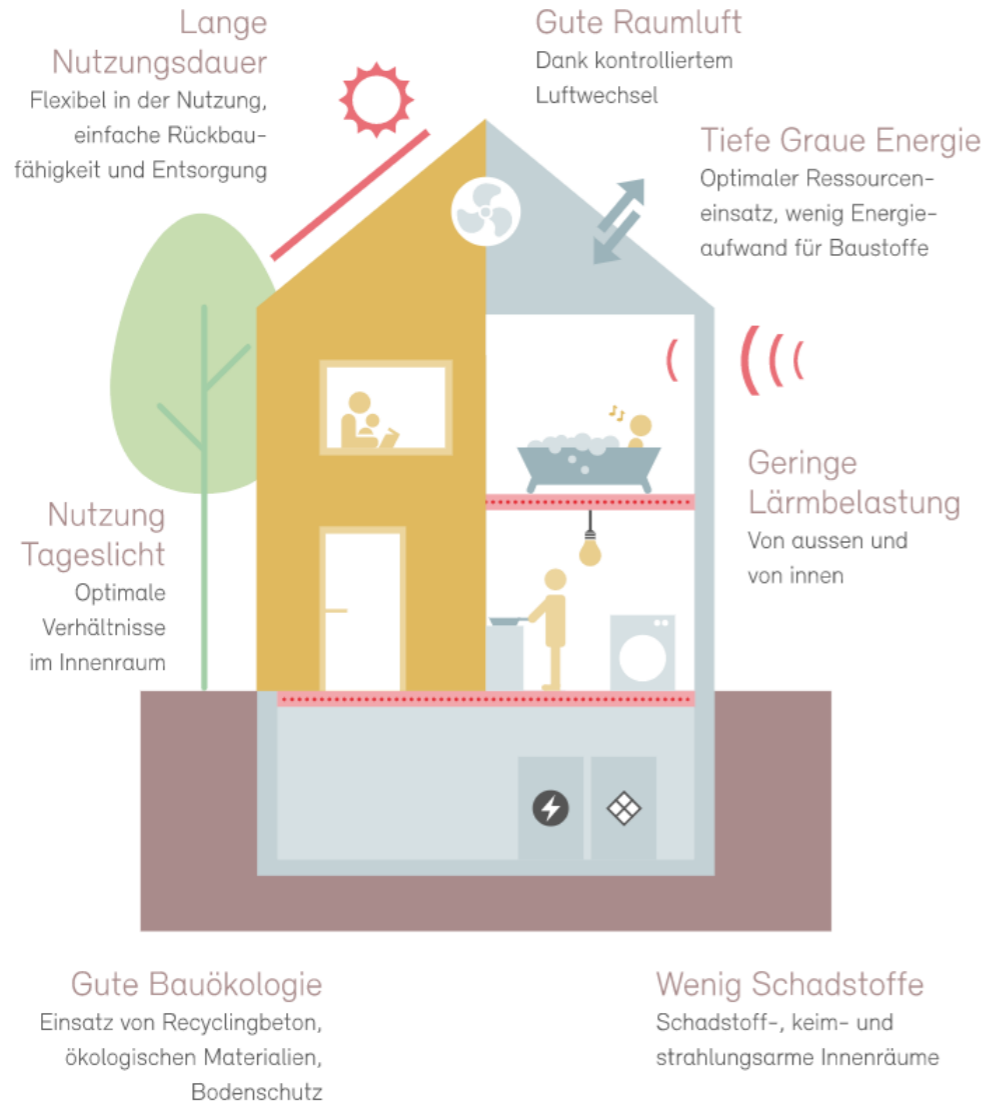
Gesund und ökologisch bauen



**MINERGIE**

Energieeffizienz  
und Komfort

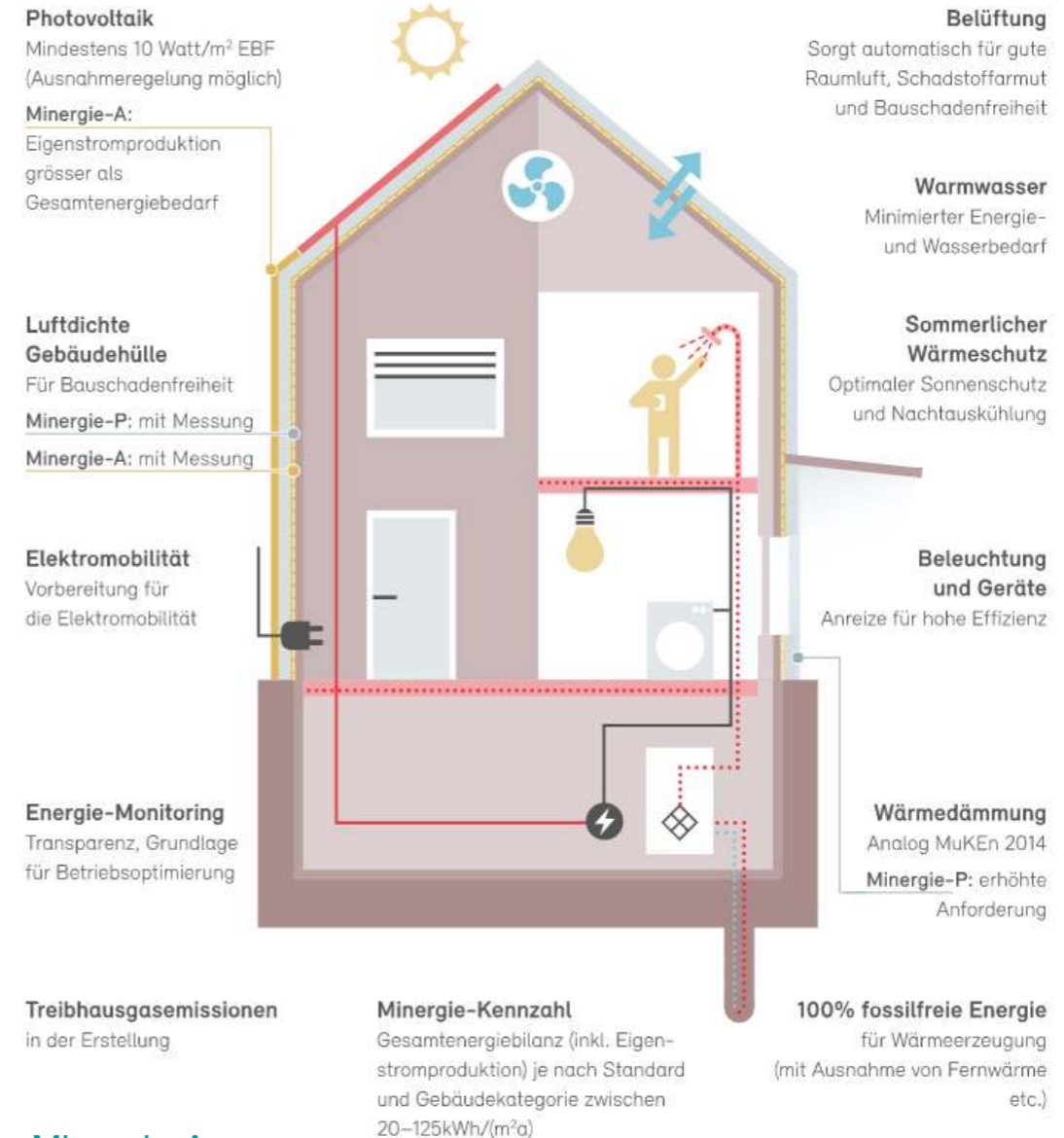
## Das Minergie-ECO Haus



### Minergie-ECO

## Das Minergie-A-Haus

(Beispiel Neubau, Wohnen)



### Minergie-A

## SNBS Hochbau

Der SNBS ist ein Qualitätssiegel, das Nachhaltigkeit für Sie von A bis Z durchdacht hat:

Neben den Themen Erneuerbare Energien, Treibhausgasreduktion, umweltschonender Bau und Betrieb deckt er gesellschaftliche Themen wie Partizipation, hohe Nutzungsqualität, etwa durch hindernisfreies Bauen, sowie gesundheitliche Kriterien ab.

Der SNBS berücksichtigt in seinen drei Grundpfeilern auch wirtschaftliche Gesichtspunkte wie Standortwahl und Ertragspotenzial.





# MINERGIE-A-ECO®



Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz  
Standard Construction durable Suisse  
Standard Costruzione Sostenibile Svizzera  
Sustainable Construction Standard Switzerland

## Zieldefinition

### Gestaltung

- Stärkung der Baukultur
- Stärkung oder Veränderung des architektonischen Konzepts

### Gesundheit

- Komfortverbesserung
- Ökologische Baustoffe
- Genügend Tageslicht
- Keine Schadstoffbelastungen

### Energie und Klimaschutz

- Geringer Energieverbrauch
- Erneuerbare Energieträger
- Sommerlicher Wärmeschutz



### Wenig Umweltbelastung

- Geringe Umweltbelastung
- Wenig graue Energie
- Ökologische Baustoffe

### Wertsteigerung

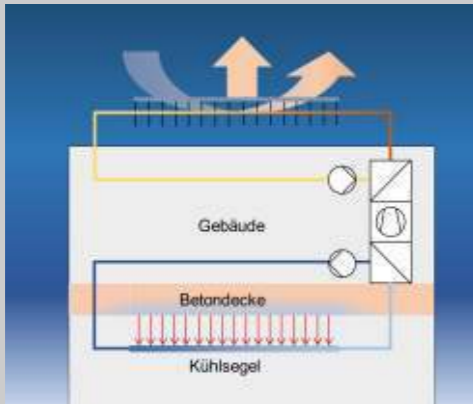
- Aufstockung / Erweiterung
- Mehrwert für die Nutzenden
- Attraktive Umgebung

### Finanzierung

- Investitionen
- Lebenszykluskosten
- Förderbeiträge
- Vorteile bei Kreditvergaben
- Contracting-Lösungen

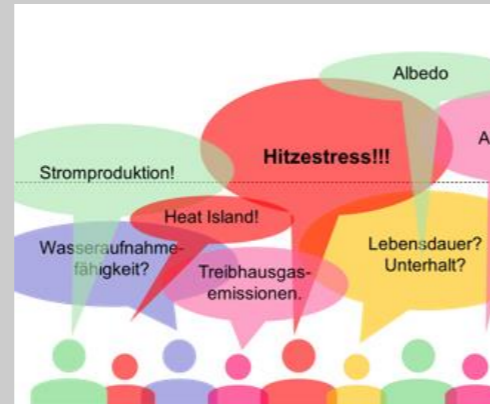
## Forschungsthemen unseres Instituts

### Energiewende



Gebäudetechnik,  
erneuerbare Energie,  
Energieverbünde,  
Bauphysik

### Klimawende



Netto-Null Konzepte,  
klimaadaptierte  
Bauweise, gesundes  
Bauen

### Bauwende



Nachhaltige  
Raumentwicklung,  
Umweltwirkung  
Materialien,  
Zirkuläres Bauen

## Fragen



Fragen an:  
[barbara.sintzel@fhnw.ch](mailto:barbara.sintzel@fhnw.ch)