



# Wie nachhaltig ist ein Fenster?

**Marcel Gauch**

Technology & Society Lab @ Empa, Nachhaltigkeitsdelegierter

**Roland Hischier**

Leiter «Advancing Life Cycle Assessment» Gruppe, Empa, St. Gallen  
Präsident Vorstand, Verein ecoinvent, Zürich

# Wie nachhaltig ist ein Fenster?

- Wie ist Nachhaltigkeit messbar?
- Fenster... im Kontext Gebäude  
CO<sub>2</sub>, Graue Energie, Gesamt-Umweltbelastung
- Schlussfolgerungen  
Was kann man besser machen?



# Nachhaltigkeit

**SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT  
GOALS**



«Wir haben die Erde nicht von unseren Eltern geerbt,  
sondern von unseren Kindern ausgeliehen.»

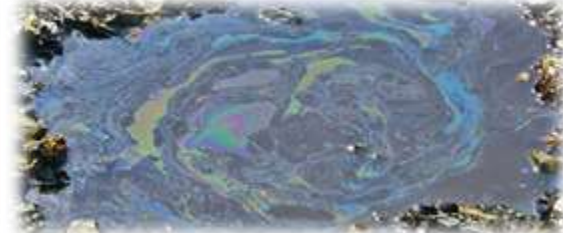
... aus Gleichberechtigung zukünftiger Generationen leiten sich  
die **Forderungen nach Ressourcen- und Umweltschutz** ab.

## "intelligenter" Einsatz von knappen Ressourcen

*... mit zwei Hauptthemen :*

Umwelt als **Quelle** → Ressourcen

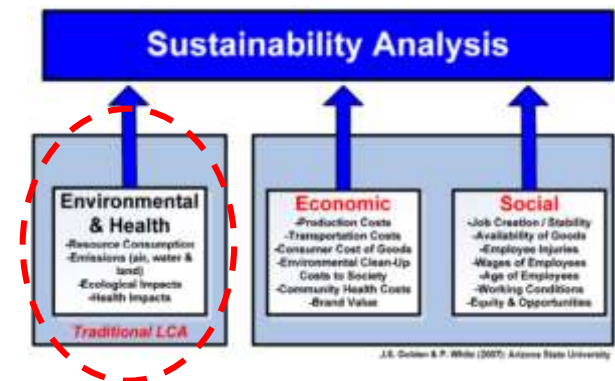
Umwelt als **Senke** → Schadstoffemissionen



# Lebenszyklusdenken

**Grundprinzip** auf dem Weg zur nachhaltigeren Gesellschaft  
**Ökobilanz** = Quantifizierungsmethode im Lebenszyklusansatz

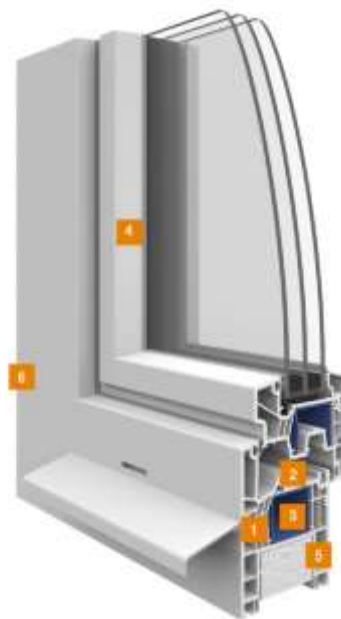
- **Ökobilanz** = 'Messgerät', welches die Auswirkungen auf die Ökologie sowie die menschliche Gesundheit *über den gesamten Lebenszyklus* eines Produktes/Systemes quantifiziert.
- **Die Ökobilanz** benutzt anerkannte, wissenschaftliche *Methoden der Modellierung*.
- **Die Ökobilanz unterstützt Entscheidungsträger** beim Verständnis der Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen von Produkten, Dienstleistungen, ...





*... zurück zu unserem Objekt, dem **Fenster** ...*

# Welches ist «beste» Fenster? ein einfacher, ökologischer Vergleich



... ?

# Ökologie eines Fensters

## Woher Daten nehmen für einen solchen Vergleich?

### Anforderungen an Daten

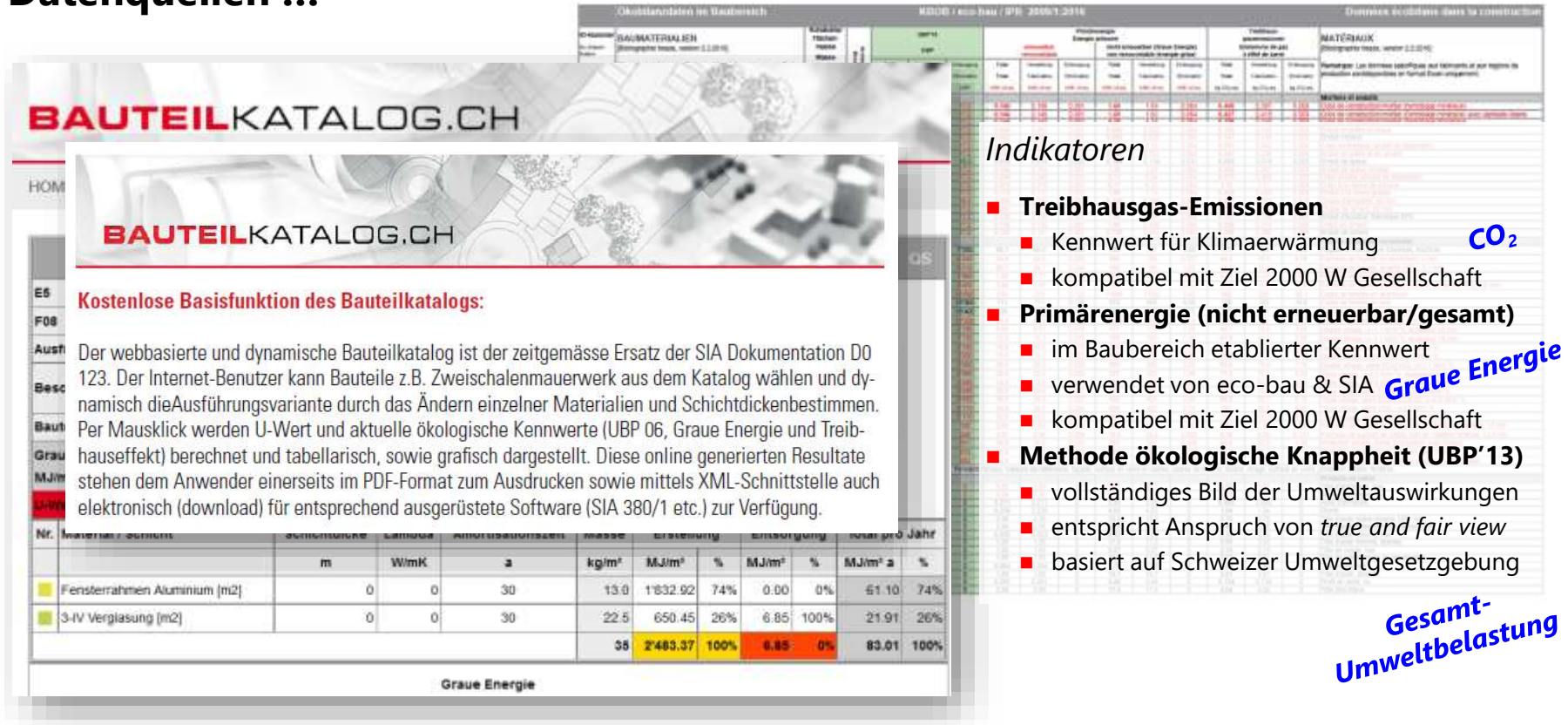
- **Relevanz:** die für Schweiz wichtigen Baustoffe & Bauteile sind bilanziert;
- **Konsistenz:** die Baustoffe müssen mit derselben Methodik und in ähnlicher Detaillierung bilanziert sein;
- **Aktualität:** die Daten sollen "heutige" Situation abbilden;
- **Unabhängigkeit:** die Daten sollen unabhängig von Partikularinteressen erhoben und modelliert sein;
- **Qualität:** die Daten sollen einer Qualitätsprüfung unterzogen worden sein.





# Ökologie eines Fensters

## Datenquellen ...



**BAUTEILKATALOG.CH**

**Kostenlose Basisfunktion des Bauteilkatalogs:**

Der webbasierte und dynamische Bauteilkatalog ist der zeitgemässe Ersatz der SIA Dokumentation D0 123. Der Internet-Benutzer kann Bauteile z.B. Zweischalenmauerwerk aus dem Katalog wählen und dynamisch die Ausführungsvariante durch das Ändern einzelner Materialien und Schichtdicken bestimmen. Per Mausklick werden U-Wert und aktuelle ökologische Kennwerte (UBP 06, Graue Energie und Treibhauseffekt) berechnet und tabellarisch, sowie grafisch dargestellt. Diese online generierten Resultate stehen dem Anwender einerseits im PDF-Format zum Ausdrucken sowie mittels XML-Schnittstelle auch elektronisch (download) für entsprechend ausgerüstete Software (SIA 380/1 etc.) zur Verfügung.

Nr.	Material / Schicht	dicke	Lambda	Amortisationszeit	masse	Erzeugung	Einsparung	total pro Jahr			
		m	W/mK	a	kg/m²	MJ/m²	%	MJ/m² a	%		
	Fensterrahmen Aluminium [m2]	0	0	30	13.0	1'832.92	74%	0.00	0%	51.10	74%
	3-IV Verglasung [m2]	0	0	30	22.5	650.45	26%	6.85	100%	21.91	26%
					<b>38</b>	<b>2'483.37</b>	<b>100%</b>	<b>6.85</b>	<b>0%</b>	<b>83.01</b>	<b>100%</b>

**Graue Energie**

**Indikatoren**

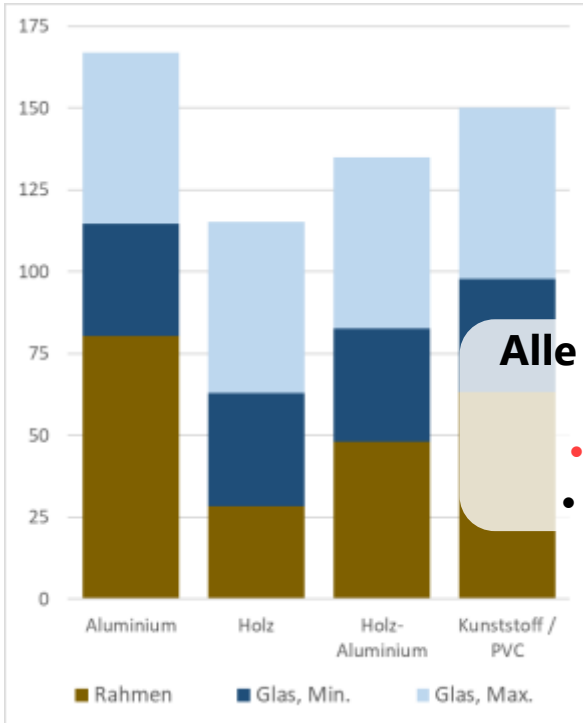
- **Treibhausgas-Emissionen**
  - Kennwert für Klimaerwärmung **CO<sub>2</sub>**
  - kompatibel mit Ziel 2000 W Gesellschaft
- **Primärenergie (nicht erneuerbar/gesamt)**
  - im Baubereich etablierter Kennwert
  - verwendet von eco-bau & SIA **Graue Energie**
  - kompatibel mit Ziel 2000 W Gesellschaft
- **Methode ökologische Knappheit (UBP'13)**
  - vollständiges Bild der Umweltauswirkungen
  - entspricht Anspruch von *true and fair view*
  - basiert auf Schweizer Umweltgesetzgebung

**Gesamt-Umweltbelastung**

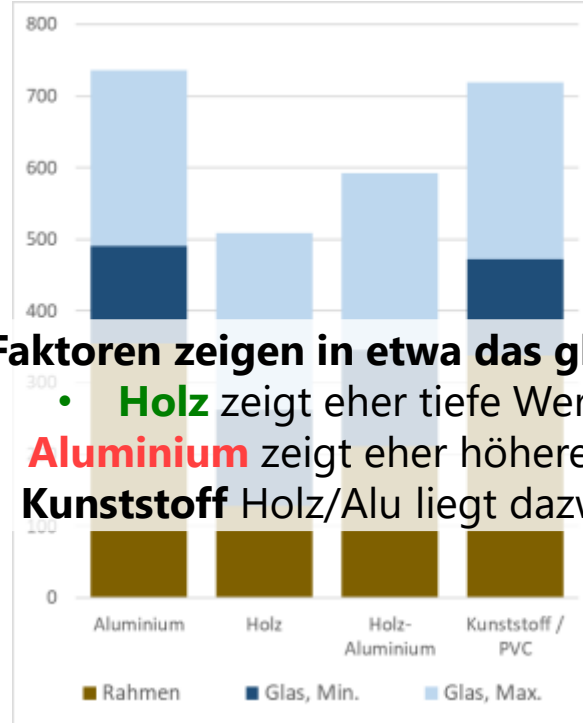
# Welches ist das "beste" Fenster?

## ein einfacher, ökologischer Vergleich

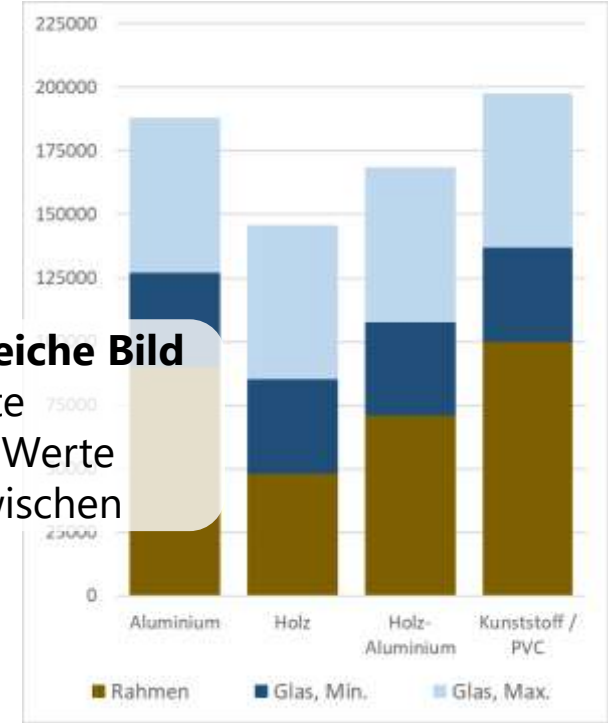
kg CO<sub>2</sub>-Eq. pro m<sup>2</sup> Fenster



MJ-Eq. pro m<sup>2</sup> Fenster



UBP pro m<sup>2</sup> Fenster



Alle Faktoren zeigen in etwa das gleiche Bild

- Holz zeigt eher tiefe Werte
- Aluminium zeigt eher höhere Werte
- Kunststoff Holz/Alu liegt dazwischen

# Welches ist «beste» Fenster? ein einfacher, ökologischer Vergleich

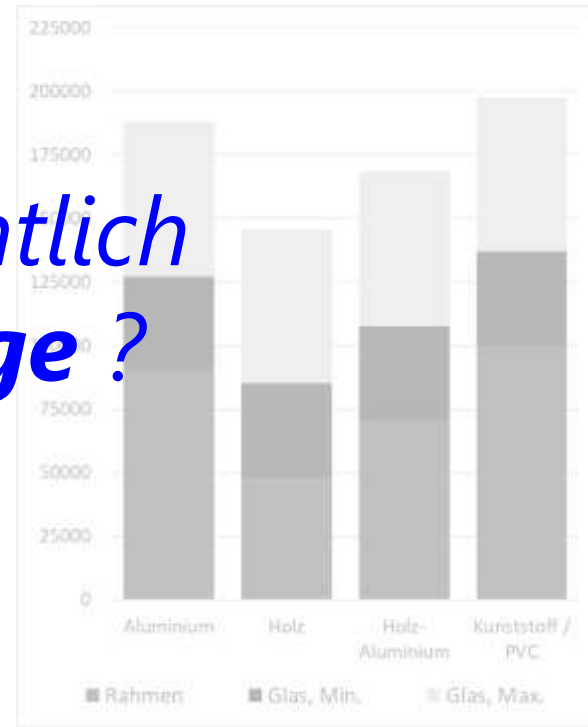
kg CO<sub>2</sub>-Eq. pro m<sup>2</sup> Fenster



MJ-Eq. pro m<sup>2</sup> Fenster



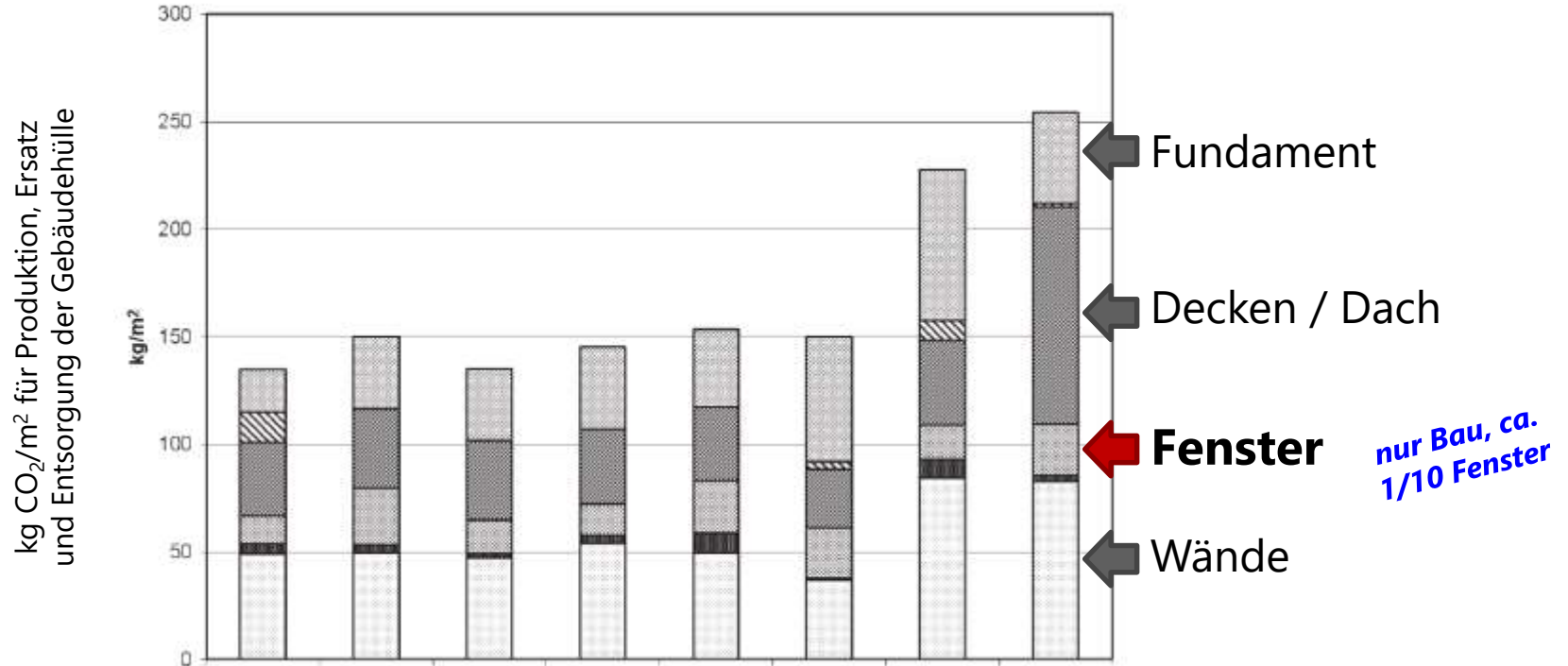
UBP pro m<sup>2</sup> Fenster



*... stellen wir eigentlich  
die richtige Frage ?*

# Relevanz der Fenster im Gebäude

## Beispiel #1 – «Friedenspromenade München»



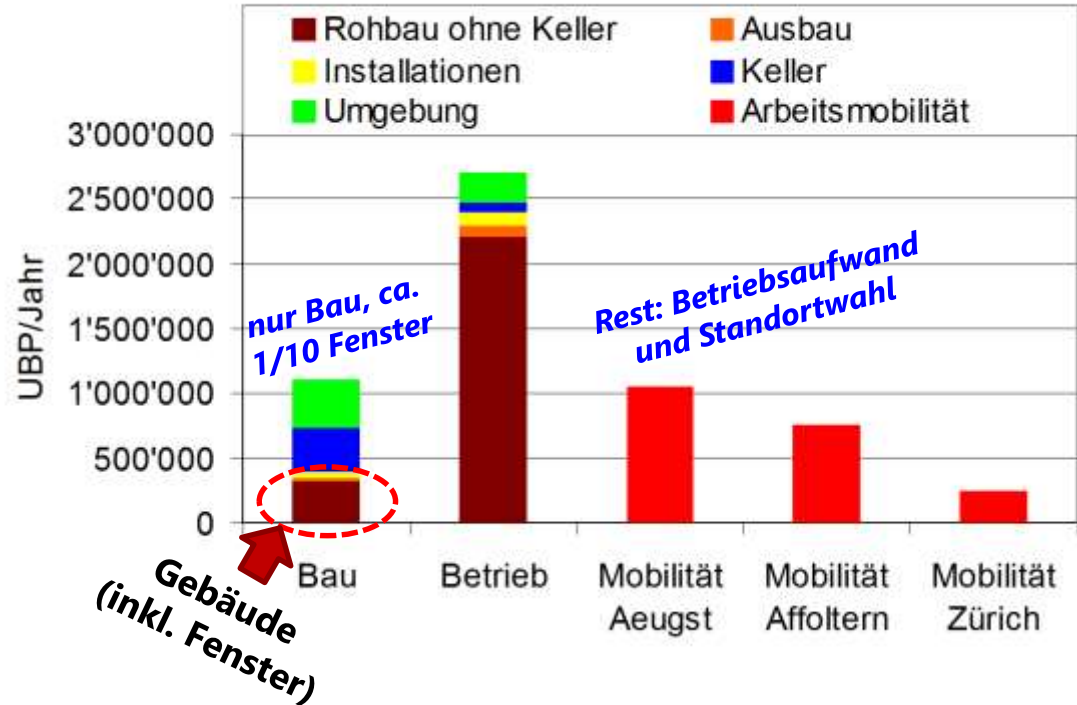
# Relevanz der Fenster im Gebäude

## Beispiel #2 – «Bau und Betrieb eines Einfamilienhauses»



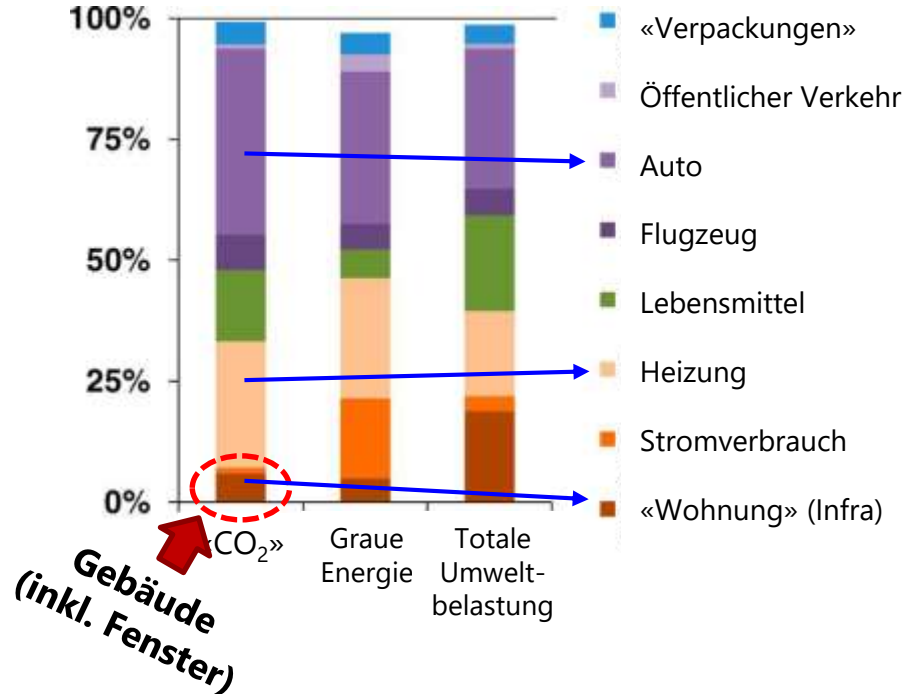
### Fertighaus «FUTURA»

- Holzbau, Vorfabriziert
- Passivhausstandard ( $E_h:64$ ,  $E_{ww}:60$ ,  $E_e:60$  MJ/m<sup>2</sup>a)
- Wohn- & Arbeitszimmer Parterre
- 3 Schlafzimmer im oberen Stock



# Relevanz der Fenster im Gebäude

## Beispiel #3 – «Umweltbelastung unserer Lebensweise»



- Verkehr (Auto), Lebensmittel und Heizung mit höchstem Anteil
- ... Heizung beeinflusst durch «Wohnung» (Infrastruktur)
- Zentrales Element dort ist die Isolation – bei der Wand, aber auch durch Fenster (U-Wert)  
-> **Gute Isolation hat Hebeleffekt auf Heizbedarf, "lohnt sich"!**

- Mit der **Ökobilanz** verfügen wir über **geeignetes Tool** für die Messung der ökologischen **Nachhaltigkeit**.
- die **Betriebsphase** eines Gebäudes (d.h. Energiebedarf, Unterhalt) ist ökologisch der **relevanteste Teil**.
- eine Optimierung der Baumaterialien hat nur einen **bescheidenen Effekt** auf die Gesamtbelastung – Fenster machen dabei nur einen kleinen Anteil aus.
- **Ökologisch(st)es** Fenster (Verbesserungspotenzial):
  - = Fenster, welches **alle Anforderungen** (Ästhetik, Grösse, etc.) **ideal erfüllt**.
  - = Möglichst leicht -> Vakuumverglasung (U-Wert wie Wand) -> dünner Rahmen.
  - = Vollständig rezyklierbar oder direkt wiederverwendbar.

**Merci**