

# Graue Energie von Neubauten und Gesamtsanierungen

**Dr. Heinrich Gugerli**

Leiter Fachstelle für nachhaltiges Bauen, Stadt Zürich

Dr. Annick Lalive d'Épinay

Fachstelle für nachhaltiges Bauen, Stadt Zürich

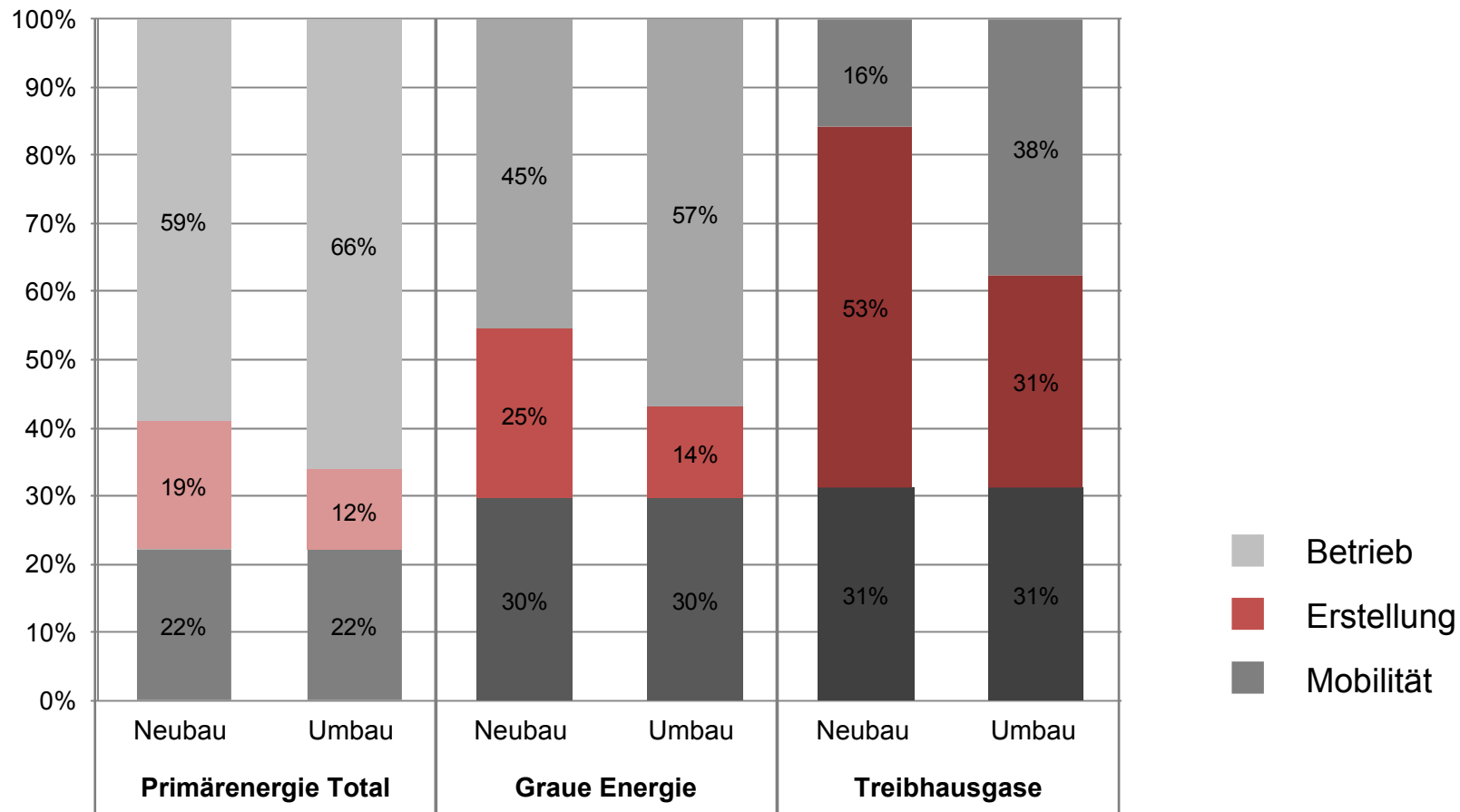


**Stadt Zürich**

Amt für Hochbauten

# Die Relevanz der Grauen Energie und Grauen Treibhausgasemissionen

Im SIA Effizienzpfad Energie (in Vernehmlassung) werden Richtwerte definiert (Bsp. für Wohnbauten):



# Die Fallbeispiele

## Neubau AH Köschenrüti



### Minergie-ECO

## Ersatzneubau AH Trotte



### Minergie-P-ECO

## Gesamtinstandsetzung AH Dorflinde

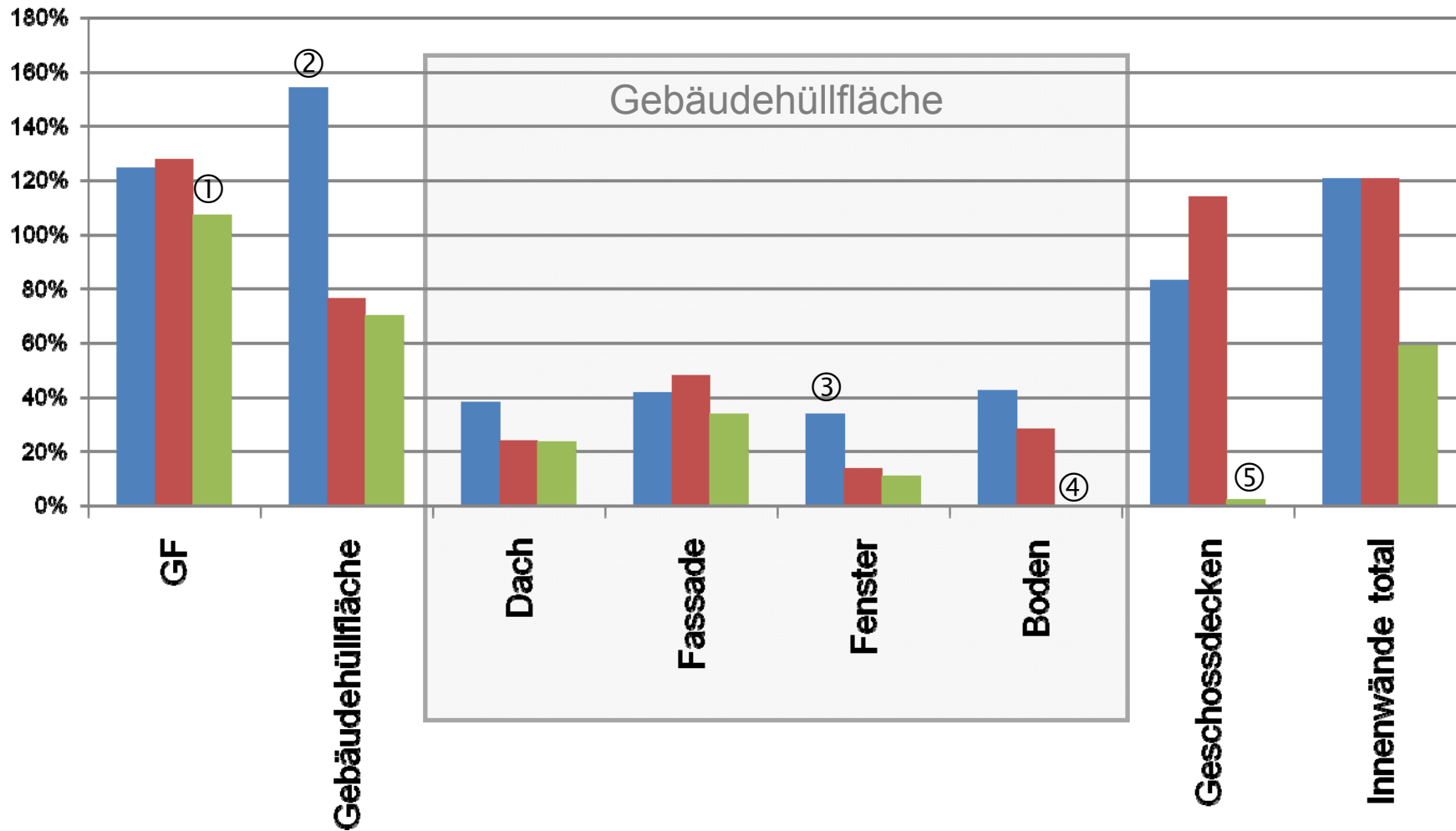


### Minergie (Neubau)

$A_{th}/A_E$	1.22	0.78	0.70
$A_w/A_E$	19.5%	13%	9.9%
GF	13'440 m <sup>2</sup>	11'320 m <sup>2</sup>	10'533 m <sup>2</sup>
$A_E$ (EBF)	10'820 m <sup>2</sup>	8'363 m <sup>2</sup>	9'843 m <sup>2</sup>
$Q_{h, eff}$	73 MJ/m <sup>2</sup>	24 MJ/m <sup>2</sup>	88 MJ/m <sup>2</sup>
Raumheizung	Fernwärme KVA	Pellets	Fernwärme KVA
Fassade	Hinterlüftet mit Faserzementplatten	Hinterlüftet mit Keramikplatten	Backstein/Beton mit Innendämmung
Fenster	Holz-Metall	Holz-Metall	Holz-Metall
Dach	Ext. Begrünt, Foliendach	Warmdach mit Keramikeindeckung	Ext. begrünt, Foliendach

# Die Ausmasse im Verhältnis zur Energiebezugsfläche

- AH Köschenrüti
- AH Trotte
- AH Dorflinde



# Die Elemente mit grossem Ausmass

## Neubau

Baugrubenaushub

Wandbekleidungen

Bodenbeläge

Decken

Deckenbekleidungen

Gebäudetechnik

Innenwände Rohbau/Trennwände

## Instandsetzung

Wandbekleidung

Gebäudetechnik

Bodenbeläge

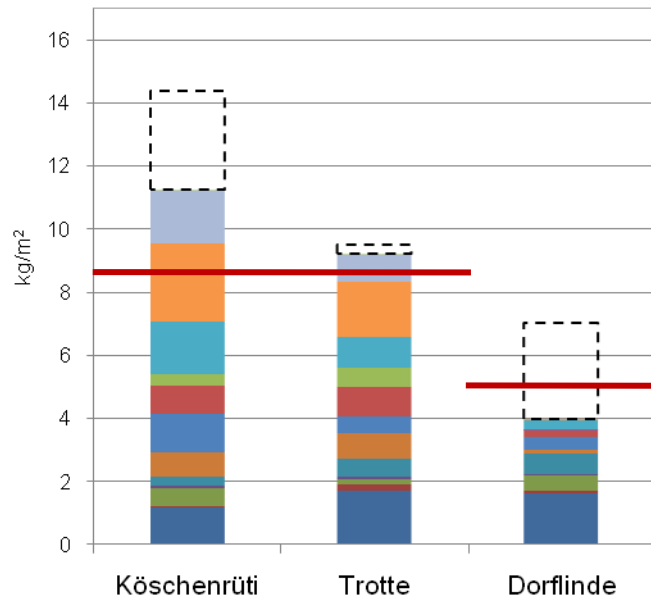
Trennwände

Deckenbekleidungen

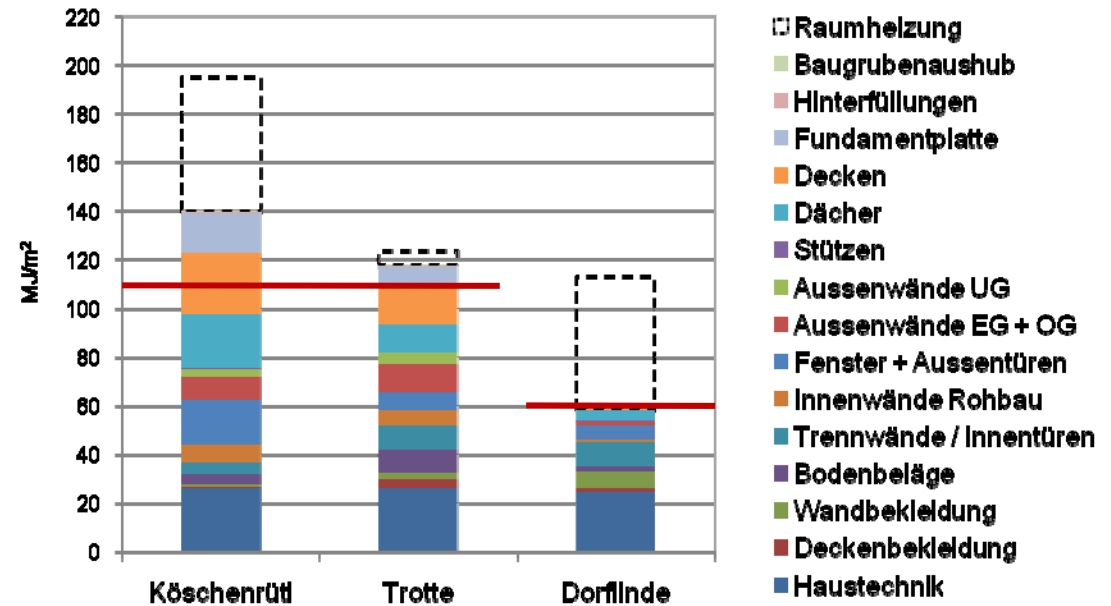
Typische Elemente für Neubauten

# Ergebnisse der Bilanz

## Treibhausgase



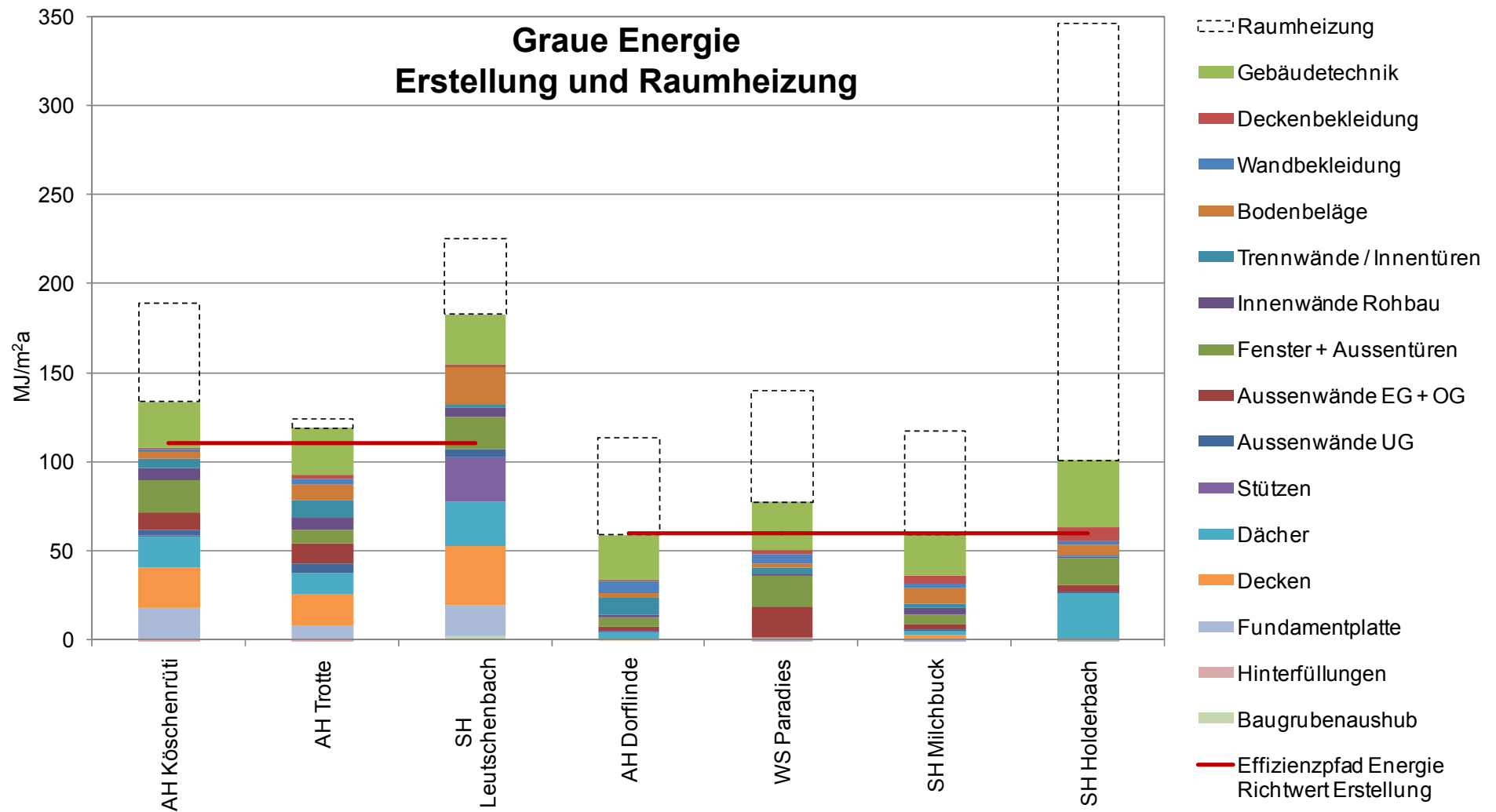
## Graue Energie



- Raumheizung
- Baugrubenaushub
- Hinterfüllungen
- Fundamentplatte
- Decken
- Dächer
- Stützen
- Aussenwände UG
- Aussenwände EG + OG
- Fenster + Aussentüren
- Innenwände Rohbau
- Trennwände / Innentüren
- Bodenbeläge
- Wandbekleidung
- Deckenbekleidung
- Haustechnik

— Richtwerte aus dem SIA Effizienzpfad Energie

# Ergebnisse weiterer Fallbeispiele



# Die Elemente mit grossem Beitrag an Grauer Energie

## Neubau

Gebäudetechnik

Decken

Aussenwände EG/OG

*Fenster*

Dächer

Fundamentplatte

Innenwände Rohbau/*Trennwände*

*Bodenbeläge*

## Instandsetzung

Gebäudetechnik

Aussenwände EG/OG

Trennwände

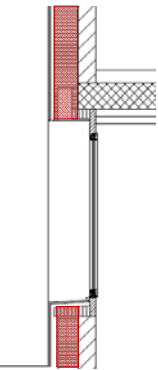
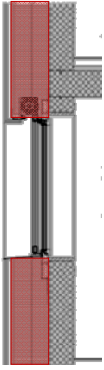

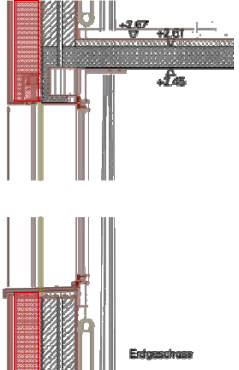
Wandbekleidung

Fenster

Typische Elemente für Neubauten  
Stark abhängig vom Ausmass  
Abhängig von Konstruktionsart



# Vergleich Kennwert: Aussenwand EG/OG

<b>Aussenwand EG/OG</b>	<b>AH Köschenrüti</b>	<b>AH Trotte</b>	<b>AH Dorflinde</b>	<b>WS Paradies</b>
Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	7%	10%	4%	23%
Treibhausgasemissionen kg pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	9.5	11.6	2.2	17.3
Ausmass des Bauteiles/A <sub>E</sub>	8%	10.5%	7%	29%
	0.9	1.0	0.3	1.6
Kennwert Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> Element	0.26	0.27	0.33	0.71
Kennwert Treibhausgase kg pro m <sup>2</sup> Element	37	43	7	24
	3.5	3.6	0.8	2.2
				

# Vergleich Kennwerte: Fenster

<b>Fenster</b>	<b>AH Köschenrüti</b>	<b>AH Trotte</b>	<b>AH Dorflinde</b>
Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	13.8% 18.4	6.4% 7.5	10.0% 5.9
Treibhausgasemissionen kg pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	10.9% 1.23	5.5% 0.51	10.2% 0.4
Ausmass des Bauteiles/A <sub>E</sub>	0.34	0.13	0.11
Kennwert Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> Element	55	55	55
Kennwert Treibhausgase kg pro m <sup>2</sup> Element	3.7	3.8	3.8

# Vergleich Kennwerte: Dächer

<b>Dächer</b>	<b>AH Köschenrüti</b>	<b>AH Trotte</b>	<b>AH Dorflinde</b>
Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	13.4% 17.8	9.8% 11.6	7.3% 4.3
Treibhausgasemissionen kg pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	14.8% 1.67	10.9% 1.01	6.8% 0.27
Ausmass des Bauteiles/A <sub>E</sub>	0.38	0.24	0.23
Kennwert Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> Element	58	48	18
Kennwert Treibhausgase kg pro m <sup>2</sup> Element	4.4	4.2	1.1

# Vergleich Kennwerte: Decken

<b>Decken</b>	<b>AH Köschenrüti</b>	<b>AH Trotte</b>	<b>AH Dorflinde</b>
Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	17.1% 22.8	14.8% 17.6	0.6% 0.3
Treibhausgasemissionen kg pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	21.9% 2.47	19.2% 1.78	0.8% 0.03
Ausmass des Bauteiles/A <sub>E</sub>	0.83	1.14	0.02
Kennwert Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> Element	31	15	16
Kennwert Treibhausgase kg pro m <sup>2</sup> Element	3.0	1.5	1.5

# Vergleich Kennwerte: Innenwände Rohbau

<b>Innenwände Rohbau</b>	<b>AH Köschenrüti</b>	<b>AH Trotte</b>	<b>AH Dorflinde</b>
Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	5.2% 7.0	5.6% 6.7	1.9% 1.1
Treibhausgasemissionen kg pro m <sup>2</sup> A <sub>E</sub>	6.5% 0.73	9.0% 0.83	3.2% 0.12
Ausmass des Bauteiles/A <sub>E</sub>	0.93	0.65	0.15
Kennwert Graue Energie MJ pro m <sup>2</sup> Element	8	10	8
Kennwert Treibhausgase kg pro m <sup>2</sup> Element	0.8	1.3	0.8

# Fazit Ausmass

## Senkende Faktoren

- Hohe Dichte
- Hohe Kompaktheit
- Angemessener Fensteranteil
- Minergie-P

## Treibende Faktoren

- + Nutzungsbedingt hohe Technisierung
- + Bauzone, geringe Geschossigkeit
- + Lärmschutz (Loggien, schmale Baukörper)
- + Minergie oder „weniger“
- + Untergeschosse: Parkplätze

# Fazit Kennwerte

## Senkende Faktoren

- Holzkonstruktionen
- Leichte Konstruktionen
- ECO-Label
- Bewusste Materialwahl

## Treibende Faktoren

- + Schwere, hinterlüftete Fassadensysteme  
(Konstruktion, nicht Dämmung!)
- + Komplexe Dachkonstruktionen
- + Grosse Spannweiten,  
dicke Geschosdecken
- + Grundwasser

# Schlussfolgerungen

## Graue Energie/Treibhausgasemissionen

- Die Graue Energie und die Grauen Treibhausgasemissionen sind ein **relevanter Bestandteil einer Gesamtenergiebetrachtung** von Gebäuden.
- Die graue Energie setzt sich immer aus **Ausmass und Kennwert** zusammen.
  - Das Ausmass kann durch Vorgaben wie Minergie-P reduziert werden.
  - Die Kennwerte sind nicht nur von der Materialwahl, sondern auch vom gesamten Konstruktionsaufbau abhängig.



# Schlussfolgerungen

## Berechnung

- Daten zu Gebäudetechnik sind noch sehr pauschal, wenig Einflussmöglichkeiten.
- Aushub ist noch sehr ungenau, sowohl Ausmass als auch Kennwerte. Ev. massiv unterschätzt?
- Bei Neubauten potenzieren sich die Unsicherheiten in der Datenerhebung (unsichere Grundmengen, noch nicht bekannte Konstruktionen). Stellschrauben werden dadurch teilweise nicht erkannt.
- Methodik für Instandsetzungen noch nicht in allen Punkten ausgereift (Teilsanierungen).

# Schlussfolgerungen

## Ersatzneubau – Gesamtsanierung

- **Beide Strategien**, Neubau und Gesamtsanierung, können **die Vorgaben der 2000-Watt-Gesellschaft** (SIA Effizienzpfad Energie) **erreichen**.
  - Wichtig ist eine frühzeitige Prüfung und die Wahl der zielführenden Strategie.
  - Dazu ist eine Gesamtbetrachtung über die Bereiche Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt erforderlich.
  - Die Energie ist kaum alleiniges Kriterium für einen Ersatzneubau.
- **Neubauten benötigen mehr graue Energie als Sanierungen**. Neben dem neu Erstellen des Rohbaus kommt meist ein Flächenwachstum (auch in den Untergeschossen) hinzu.

# Ausblick

- Mit **SIA Merkblatt 2032** steht eine praxisgerechte Methodik zum Nachweis der Grauen Energie zur Verfügung.
- In Zukunft muss die Graue Energie beim **SIA Effizienzpfad Energie**, aber auch bei **MINERGIE-ECO (Systemnachweis)** und **MINERGIE-A** nachgewiesen werden.
- Zur Berechnung stehen **www.Bauteilkatalog.ch**, **LESOSAI**, andere **SIA 380/1-Software** und voraussichtlich weitere Programme zur Verfügung.
- Welcher **Fachplaner** wird mit der Berechnung beauftragt: Kostenplaner, Bauphysiker, ... ?
- Der **Architekt/Gesamtleiter** muss die Stellschrauben für Optimierung kennen.

**Herzlichen Dank für Ihr Interesse!**

[www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen](http://www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen)