

Die Gesamtenergieeffizienz zählt



Urs-Peter Menti

**Dipl. Masch. Ing. ETH/SIA, MAS-BA
Leiter Zentrum für Integrale Gebäudetechnik**

**Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
Hochschule Luzern – Technik & Architektur**

30. November 2010

Zur Person

- Urs-Peter Menti
- Dipl. Masch.Ing.-ETH, MAS-BA
- Hochschule Luzern – Technik & Architektur
- Leiter Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
- Hauptamtlicher Dozent für Gebäudetechnik
- Leiter Zertifizierungsstelle Minergie-P

- 1995 – 2004 Amstein + Walthert AG
- 2004 – heute Hochschule Luzern

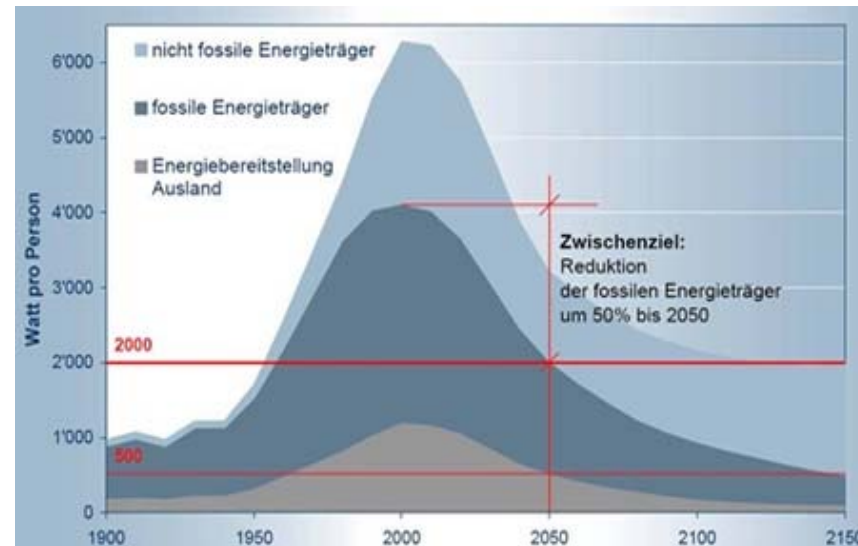


Agenda

- Einleitung
- Gesamtenergieeffizienz / Gebäude als System
- Erkenntnisse aus aktuellen Projekten:
 - Neubau Bettenhaus Stadtspital Triemli
 - Das Klima als Entwurfsfaktor
 - Gesamtenergieeffizienz von Bürobauten
- Fazit / Ausblick

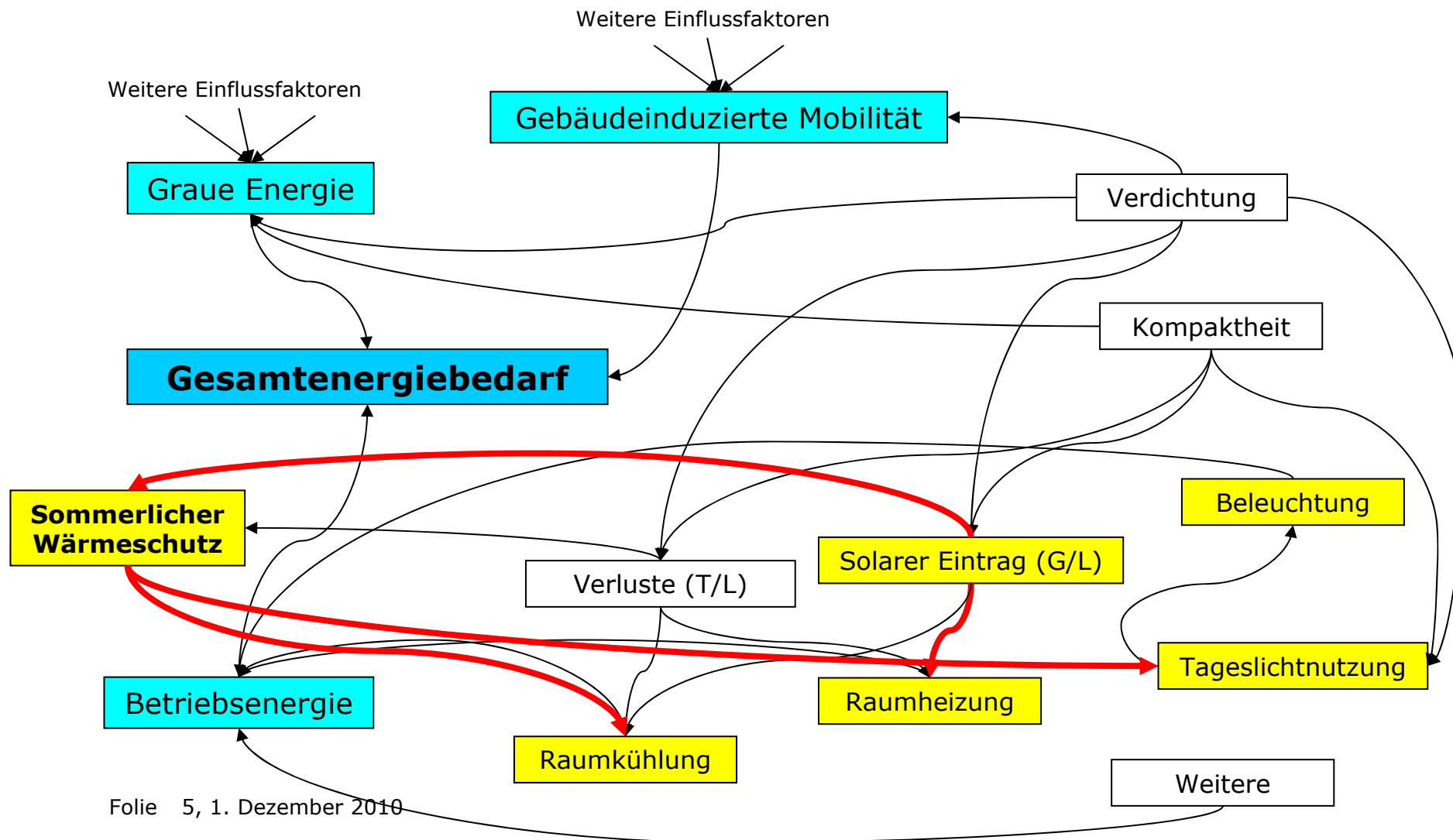


... oder die Frage: Wer hat nun recht?

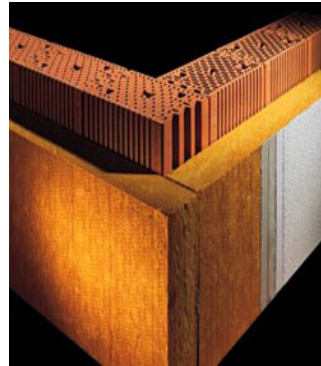


MINERGI[®]

Einflussfaktoren auf die Gesamtenergie(effizienz)



Gesamtenergieeffizienz (zwei Ansätze)



Komponenten

System

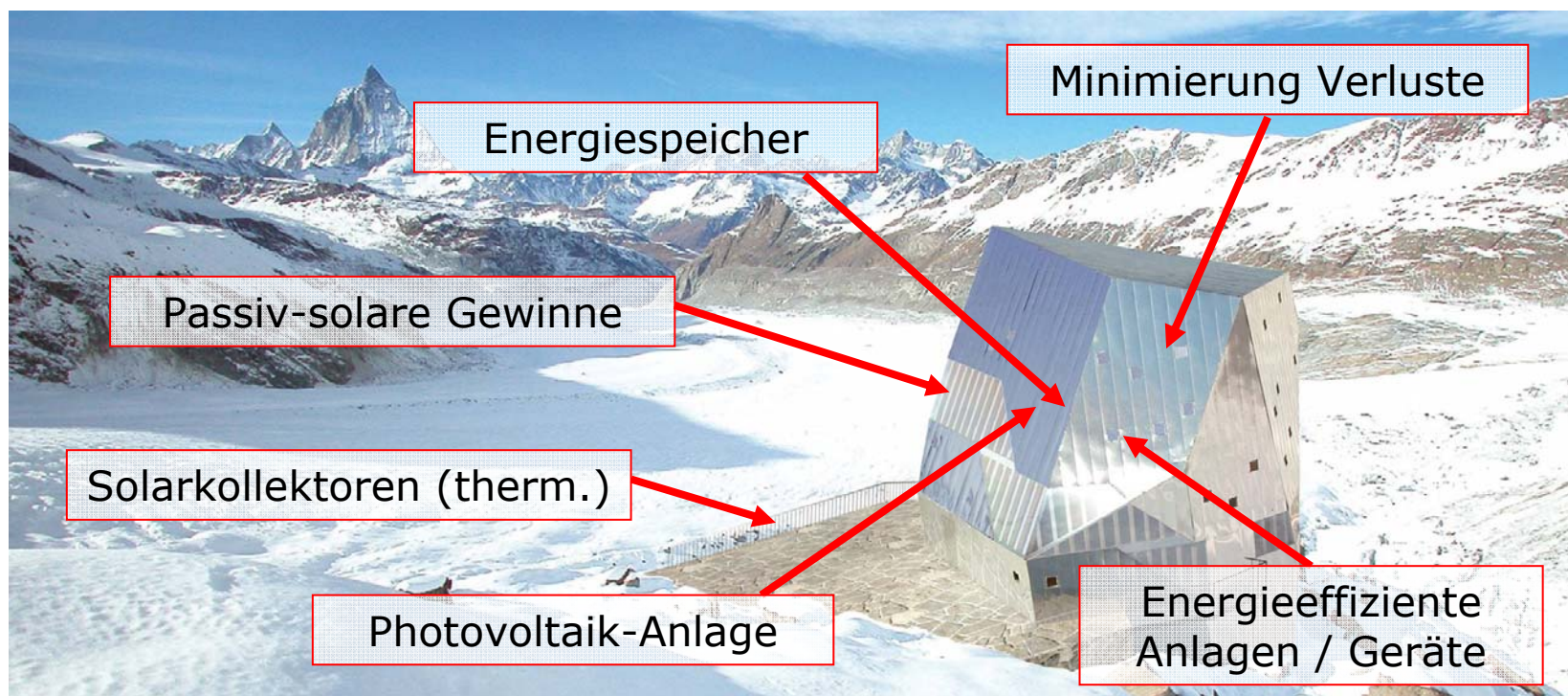
Gesamtenergieeffizienz ist...

- Optimierung der einzelnen **Komponenten** und
- Optimierung des **Gesamtsystems**
- Das Gesamtsystem ist **komplex**...
- ... die Komplexität kann mit **Simulationen** erfasst und bewertet werden...
- ... die Optimierung des **Gesamtsystems** beginnt im **Entwurf und in der Konzeptphase** ...
- ... ergo sind bereits sehr früh im Projekt **Simulationen** ein wichtiges **Hilfsmittel** zur Gesamtoptimierung.

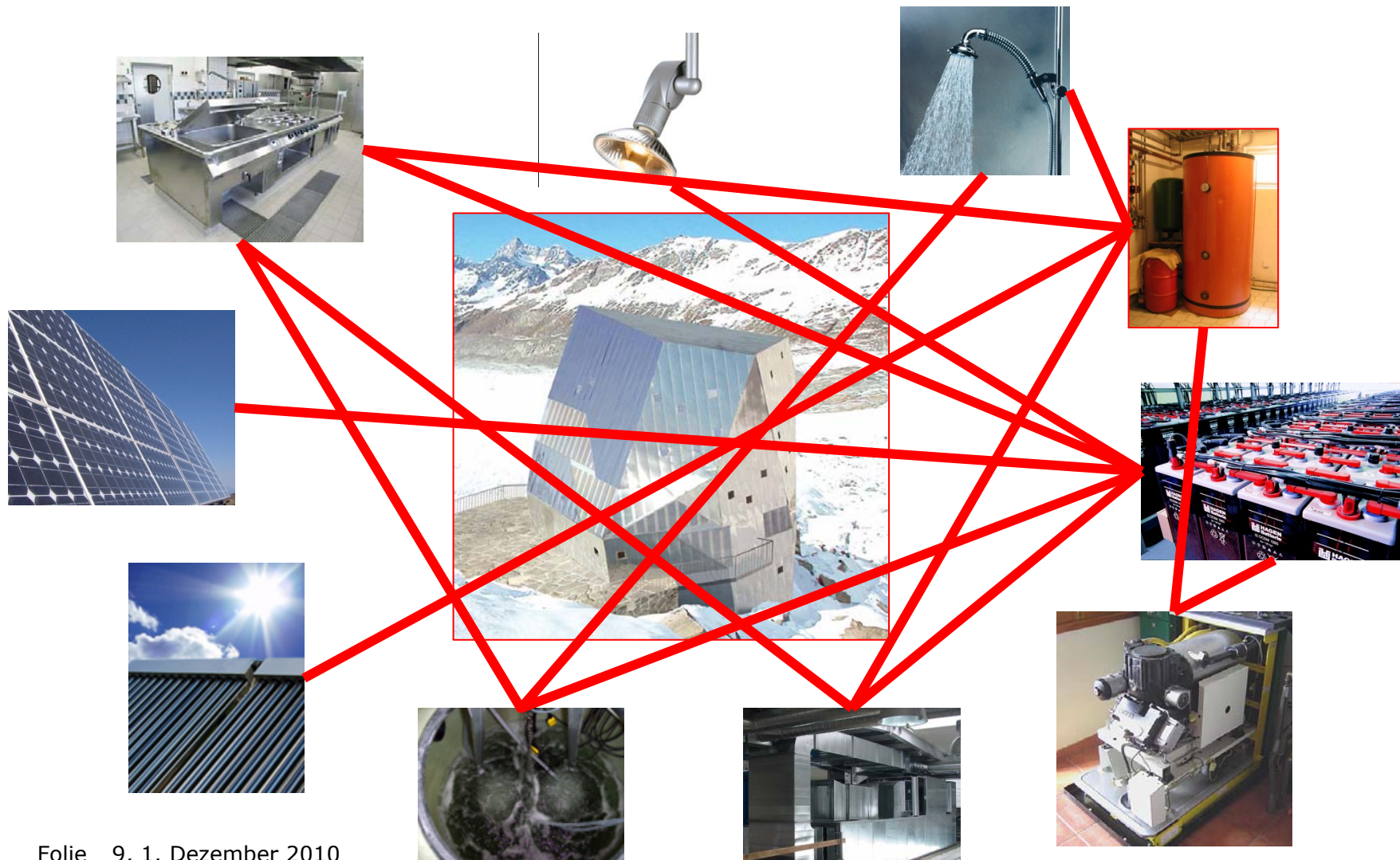
Gebäude als System: Neue Monte-Rosa-Hütte

Gebäude als System

Energiemanagement



Gebäude als System: Neue Monte-Rosa-Hütte



Gebäude als System: Beherrschbar?

Ohne Simulationen...



Mit Simulationen...



Einschub: Nutz-, End- und Primärenergie

Nutzenergie



- Wärme im Raum
- Licht im Raum
- Warmes Wasser aus der Dusche

Endenergie



- Elektrizität beim Stromzähler
- Gas beim Gaszähler
- Heizöl im Öltank

Primärenergie



- Rohöl
- Uran
- Wind
- Sonne
- Erdwärme



Nutzungs-/Wirkungsgrad

Primärenergiefaktoren

Einschub: Nutz-, End- und Primärenergie

Nutzenergie



- SIA 380/1
- Energiebedarfsnachweis
- Minergie(-P) Primäranforderung



Endenergie



- Betriebskosten
- Energierechnung
- ...

Primärenergie



- Lifecyclecosts
- Gesamtkosten inkl. externe Kosten
- ...

MINERGIE

2000 Watt- Gesellschaft

Neubau Bettenhaus Stadtspital Triemli, Zürich



Das Spital zur
2000 Watt-Gesellschaft

Ausgangslage

- Stadt Zürich realisiert mehr und mehr Neubauten nach den Anforderungen der 2000 Watt-Gesellschaft („Leuchttürme“)
- Neubau Bettenhaus Triemli als besondere Herausforderung:
 - Steigende Ansprüche an ein Spital
 - Reduktion Energiebedarf um Faktor 3 gegenüber heute
 - Minergie-P als Zielsetzung

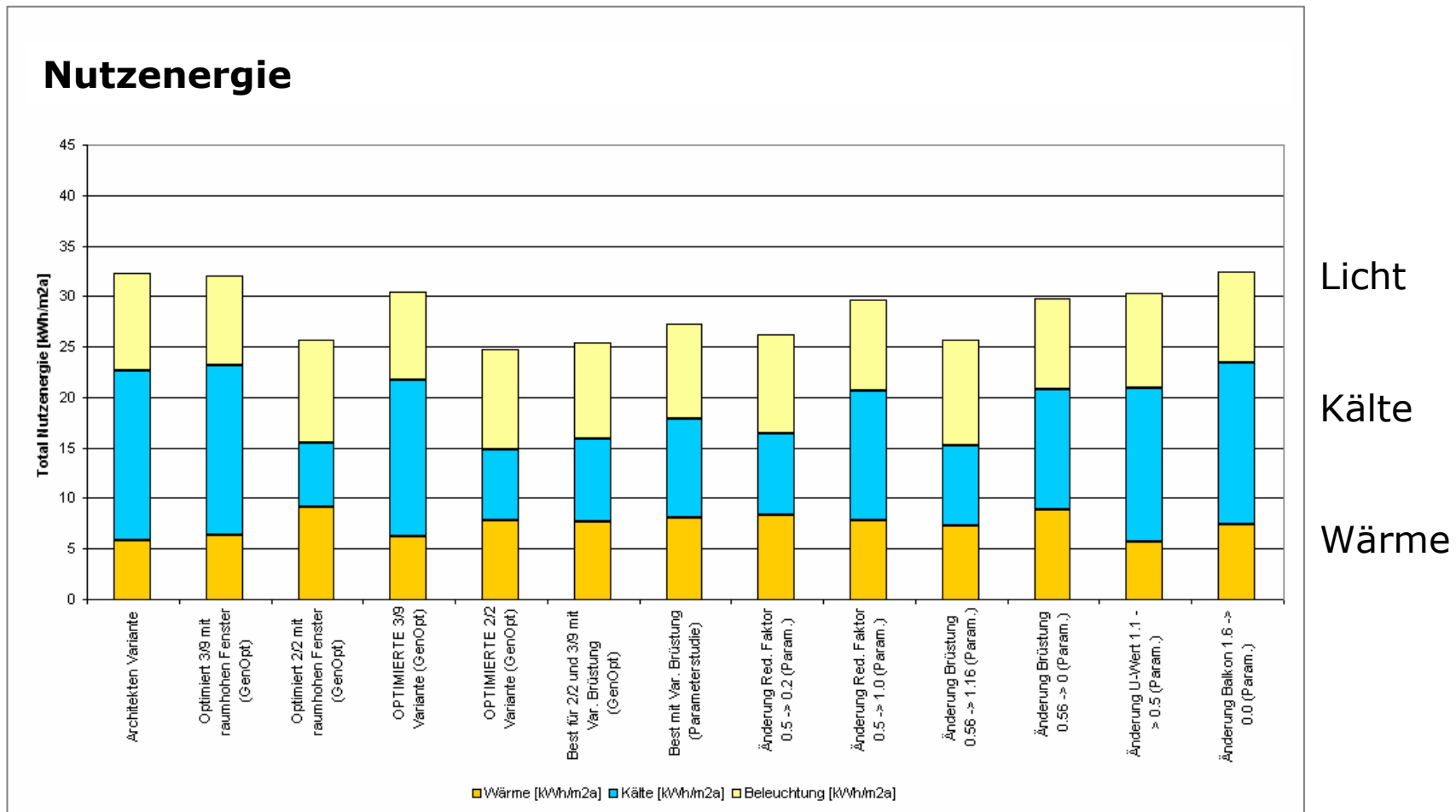


Fragestellung

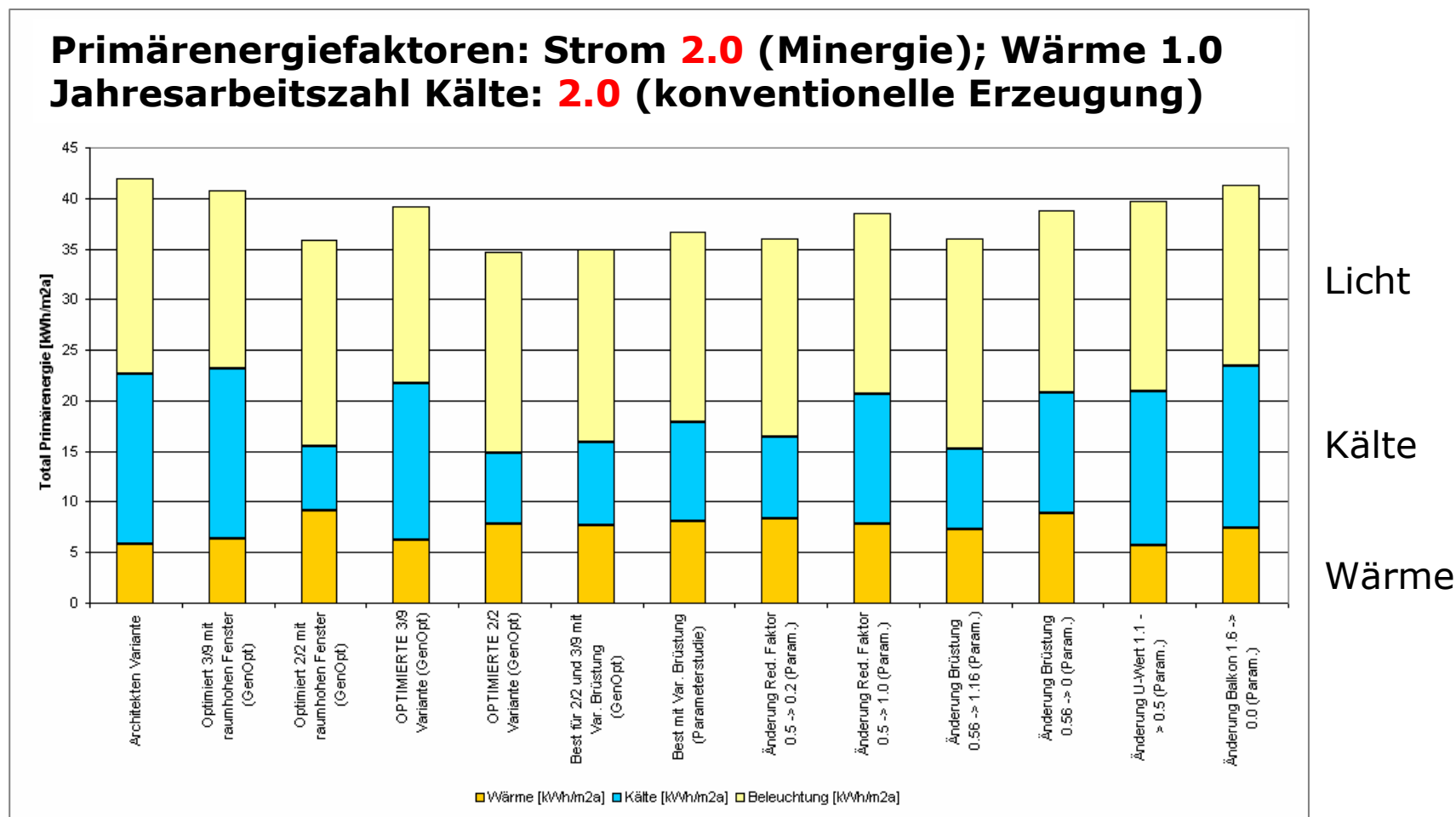
- **Fassade** als zentrales Element für die Erreichung der energetischen Zielsetzungen (2000 WG)
- Optimierung der Fassade unter Berücksichtigung des Energiebedarfs für **Heizen, Kühlen, Beleuchtung**
- inkl. Berücksichtigung der **Energieträger** (Analyse auf Stufe **Primärenergie!**)
- Mittels **Simulationen** wird die aus Sicht Gesamtenergiebedarf (Betrieb) optimale Fassade ermittelt!
- **Glasanteil, Glaswahl, Balkontiefe, Balkonbrüstung, Sonnenschutz** werden variiert...



Ergebnisse: Nutzenergie

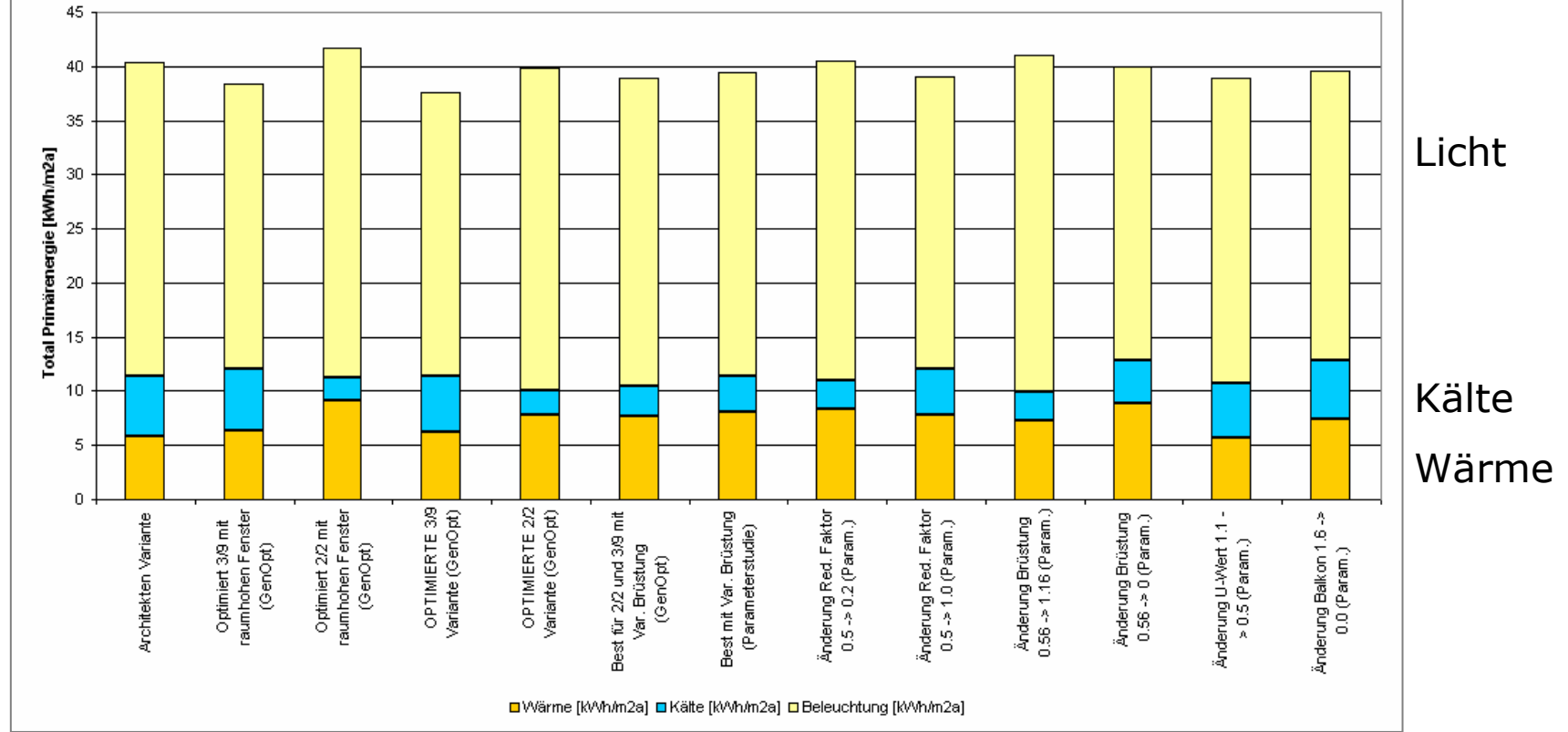


Ergebnisse: Primärenergie I



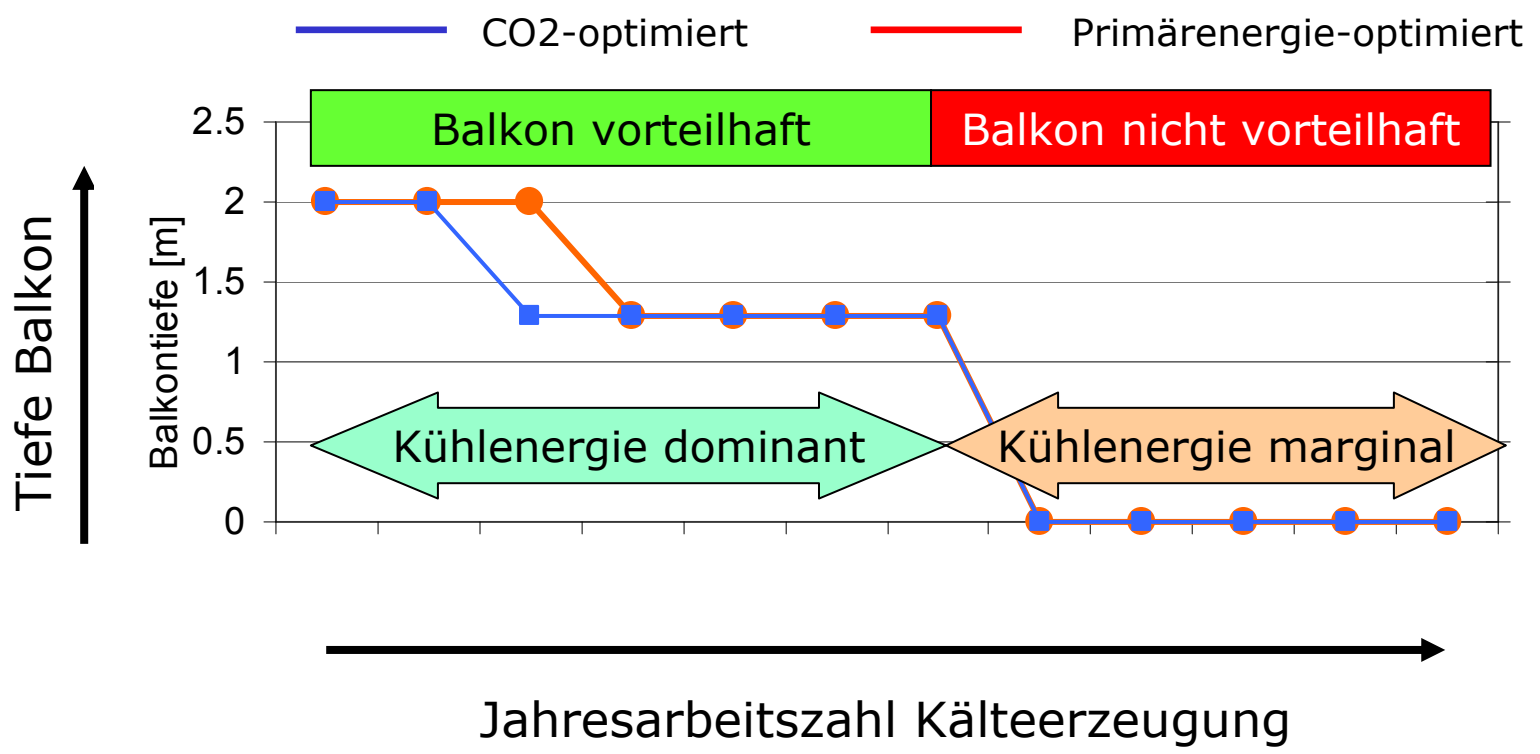
Ergebnisse: Primärenergie II

Primärenergiefaktoren: Strom 3.0; Wärme 1.0
Jahresarbeitszahl Kälte: 9.0 (hoher Freecooling-Anteil)



Optimale Balkontiefe aus energetischer Sicht

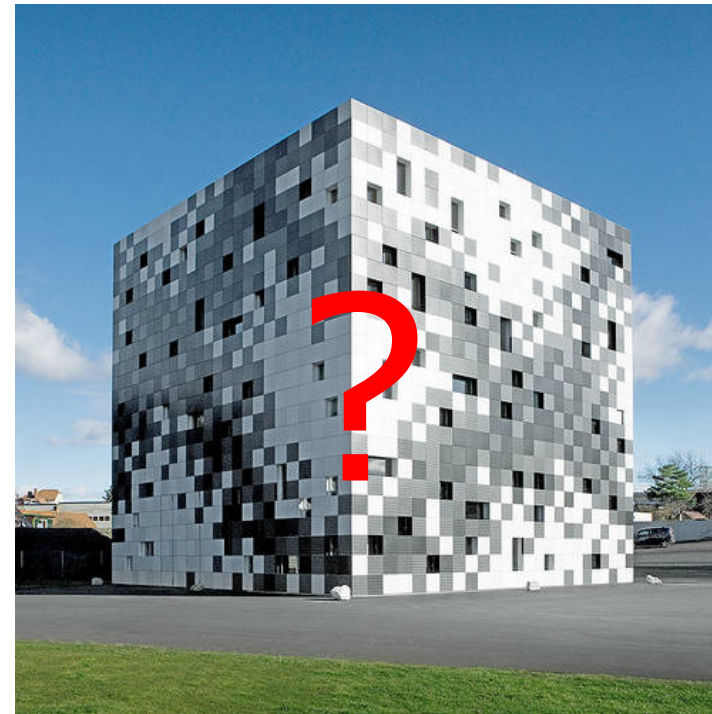
- Abhängigkeit der optimalen Balkontiefe von der Art der Kälteerzeugung



Form des energieeffizienten Gebäudes?



Kugel:
bestes Verhältnis A/V



Würfel:
gutes Verhältnis A/V

Form des energieeffizienten Gebäudes?

- Kugel, Würfel sind **optimale Gebäudeformen**, wenn man ausschliesslich den **Heizwärmebedarf** betrachtet (maximales Volumen bei minimaler Oberfläche)
- Anzustreben ist jedoch eine hohe **Gesamtenergieeffizienz**
- **Die Gebäudeform beeinflusst:**
 - Heizwärmebedarf (Gewinne / Verluste)
 - Kühlenergiebedarf (Lasten / Auskühlung)
 - Beleuchtungsenergiebedarf (Tageslichtnutzung)

 - Möglichkeit zur natürlichen Lüftung (Fensterlüftung)
 - Graue Energie
 - ...

Forschungsprojekt: „Das Klima als Entwurfsfaktor“

- **Forschungsprojekt** an der Hochschule Luzern
- Leitung: Prof. Christian Hönger (Architekt)
- Ziel:
Handlungsempfehlungen für eine energieeffiziente Architektur
unter Berücksichtigung des lokalen Klimas
- *Teilprojekt:*
*Überprüfung **verschiedener Handlungsempfehlungen** mittels*
*Simulationen betreffend ihrer **Gesamtenergieeffizienz** (Heizen,*
Kühlen, Beleuchtung; z.T. auch Graue Energie)

Forschungsprojekt: „Das Klima als Entwurfsfaktor“

- Wohnhaus (8 Wohneinheiten)
- Jahresenergiebedarfsberechnung mittels Simulationen
- Raumtemperaturen: 20-26°C

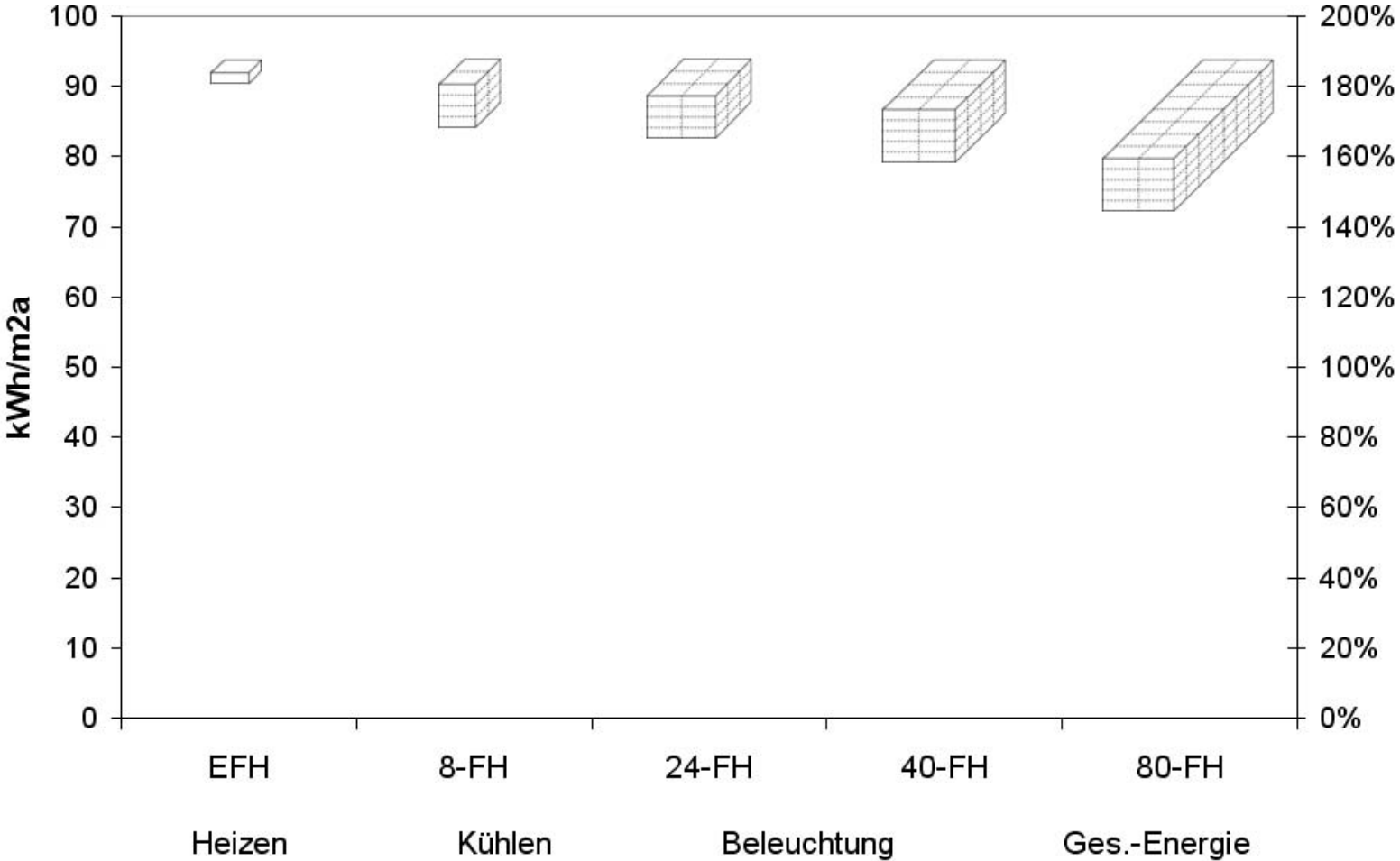


- Heizwärmebedarf (H)
- Kühlenergiebedarf (K)
- Beleuchtungsenergiebedarf (B)

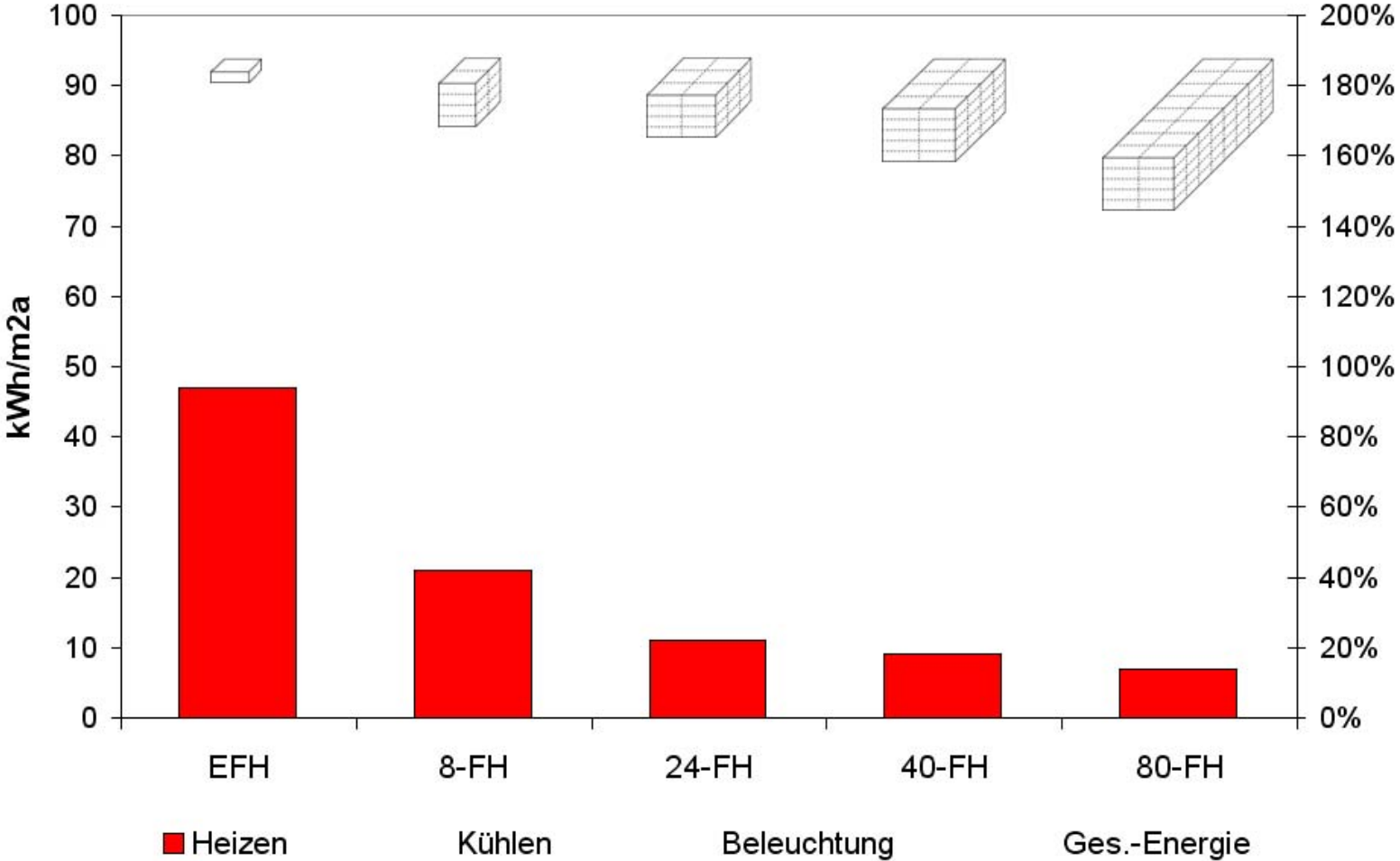
Nutzenergie

- Umrechnung auf **Primärenergie** (Gesamtenergiebedarf)
→ Unterschiedliche **Gewichtung** der Energieträger!

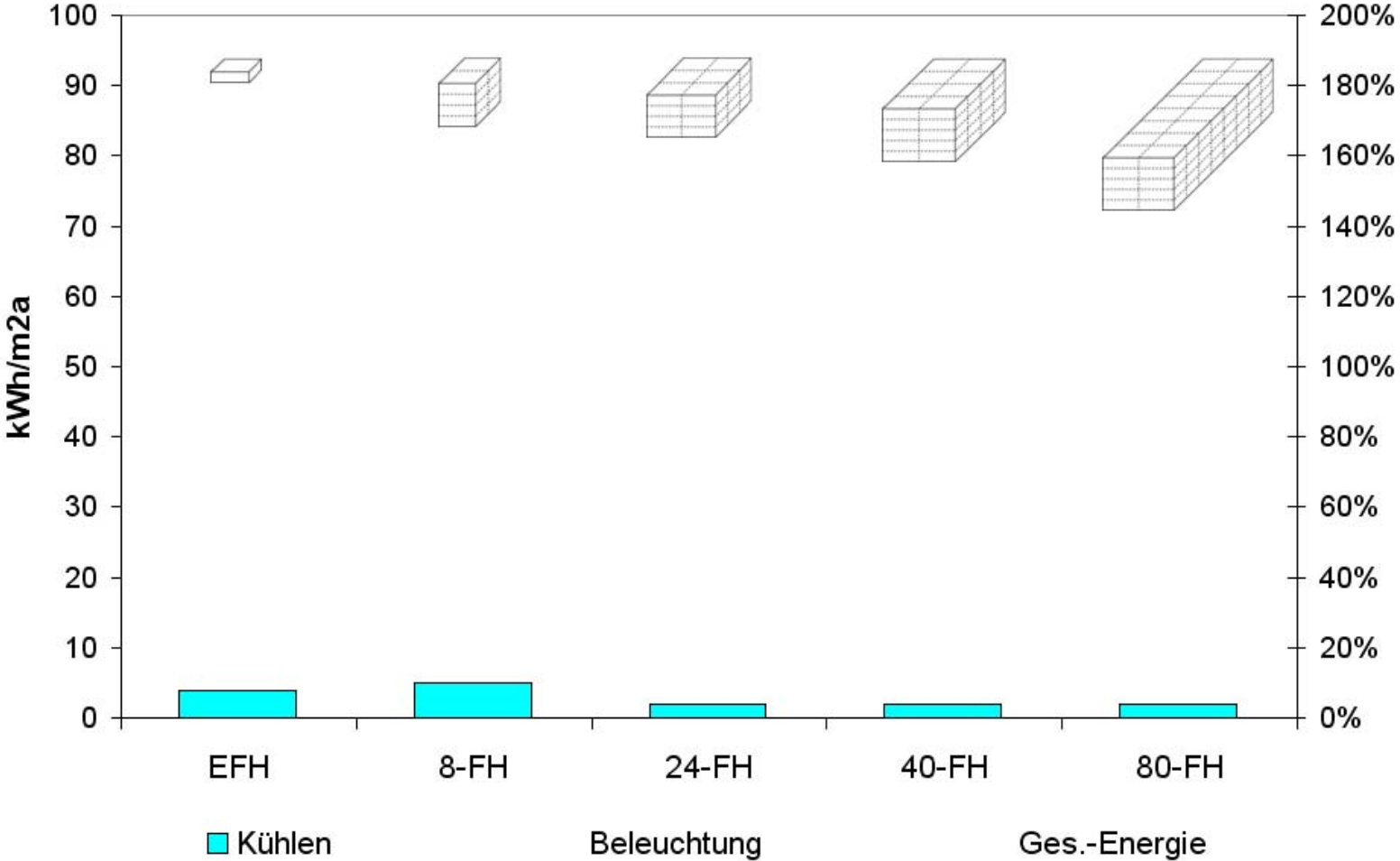
Kompaktheit des Gebäudes



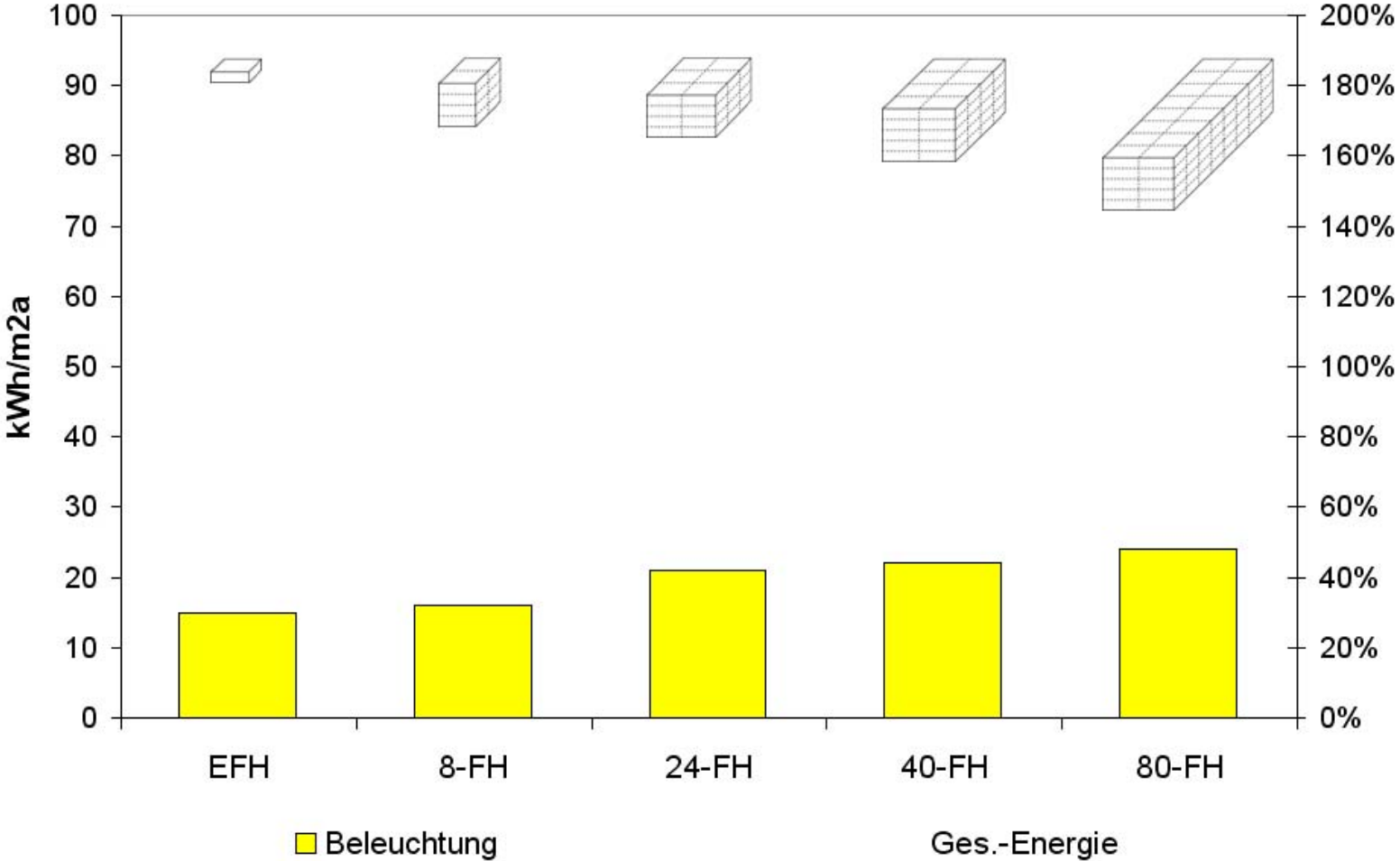
Kompaktheit des Gebäudes



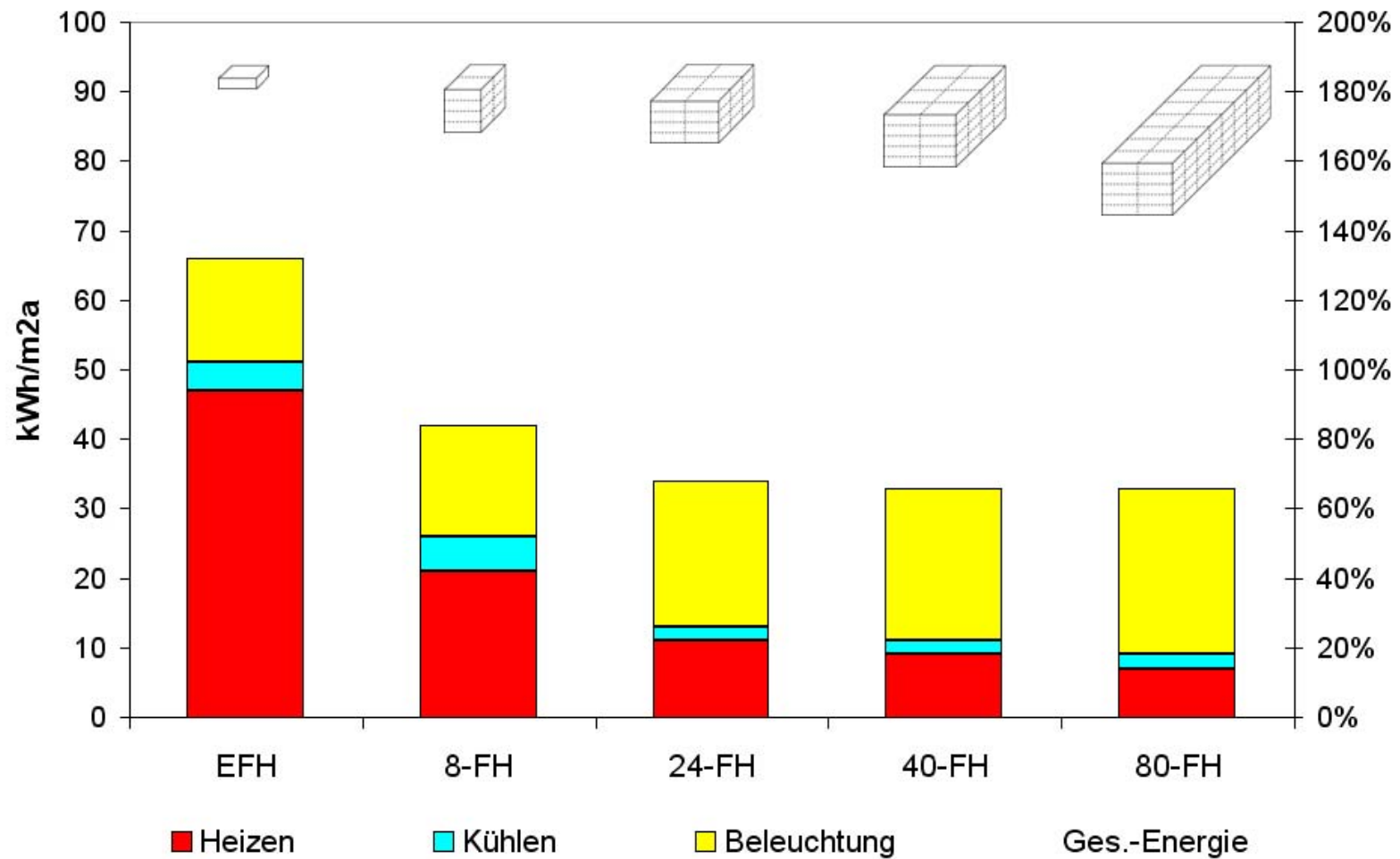
Kompaktheit des Gebäudes



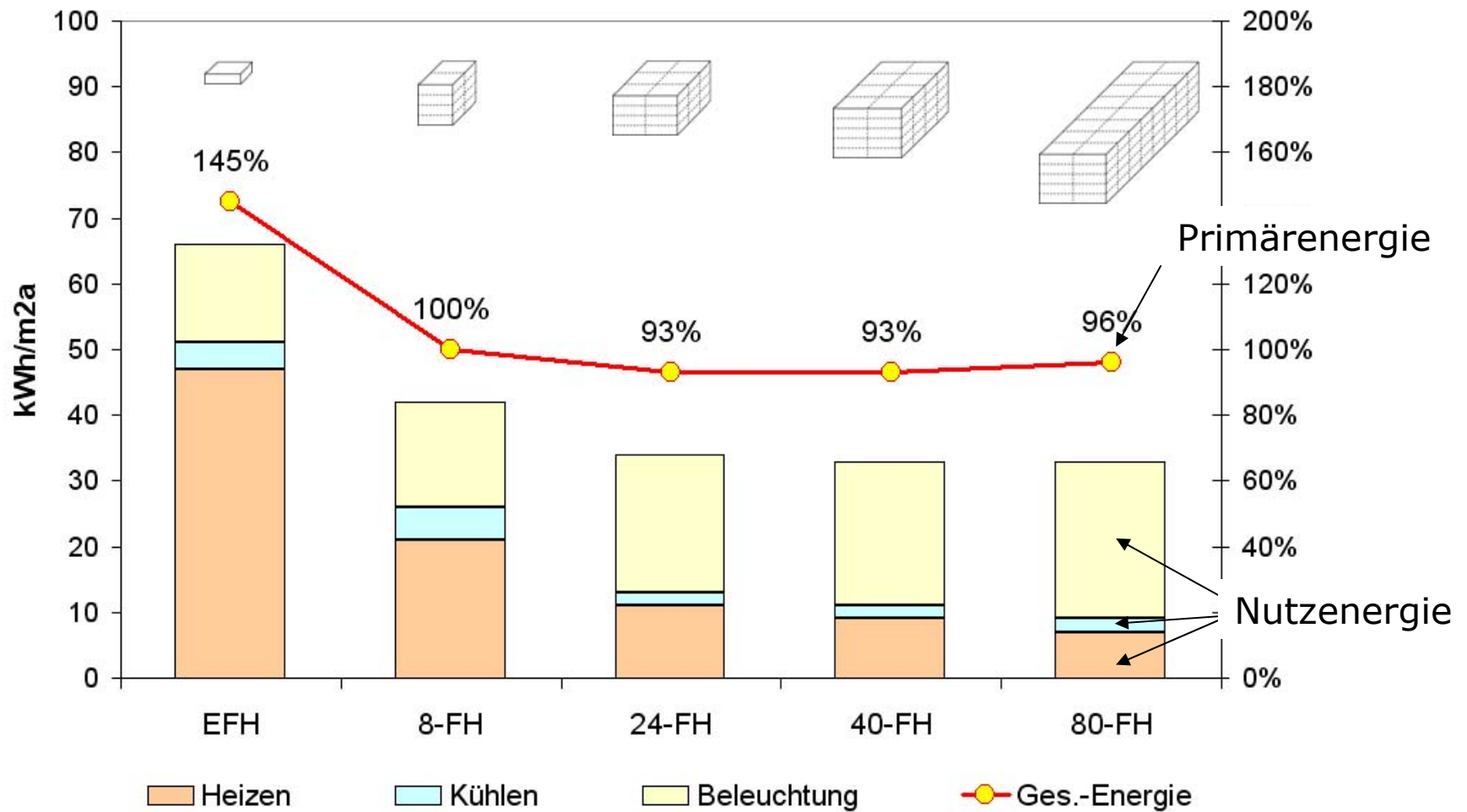
Kompaktheit des Gebäudes



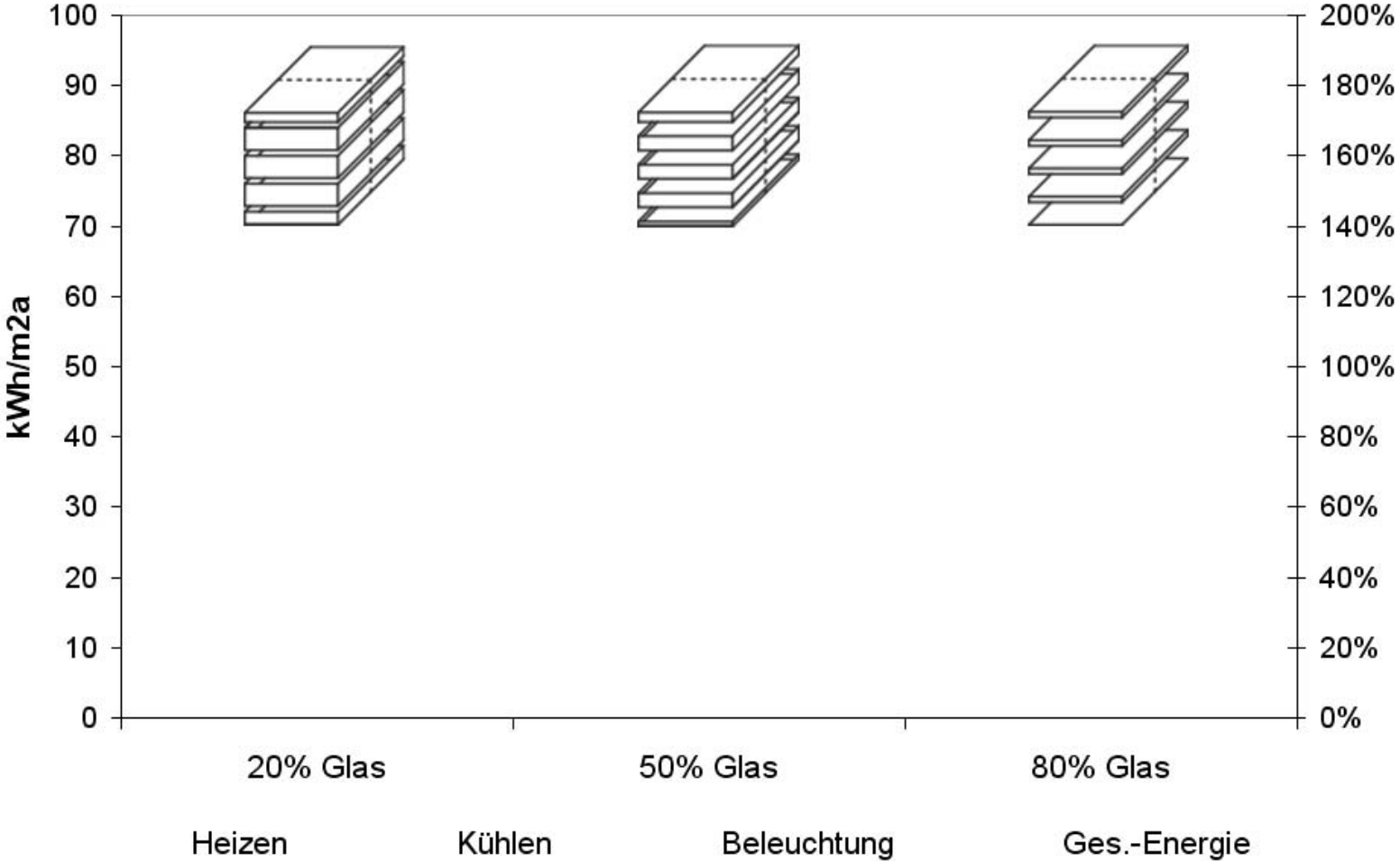
Kompaktheit des Gebäudes



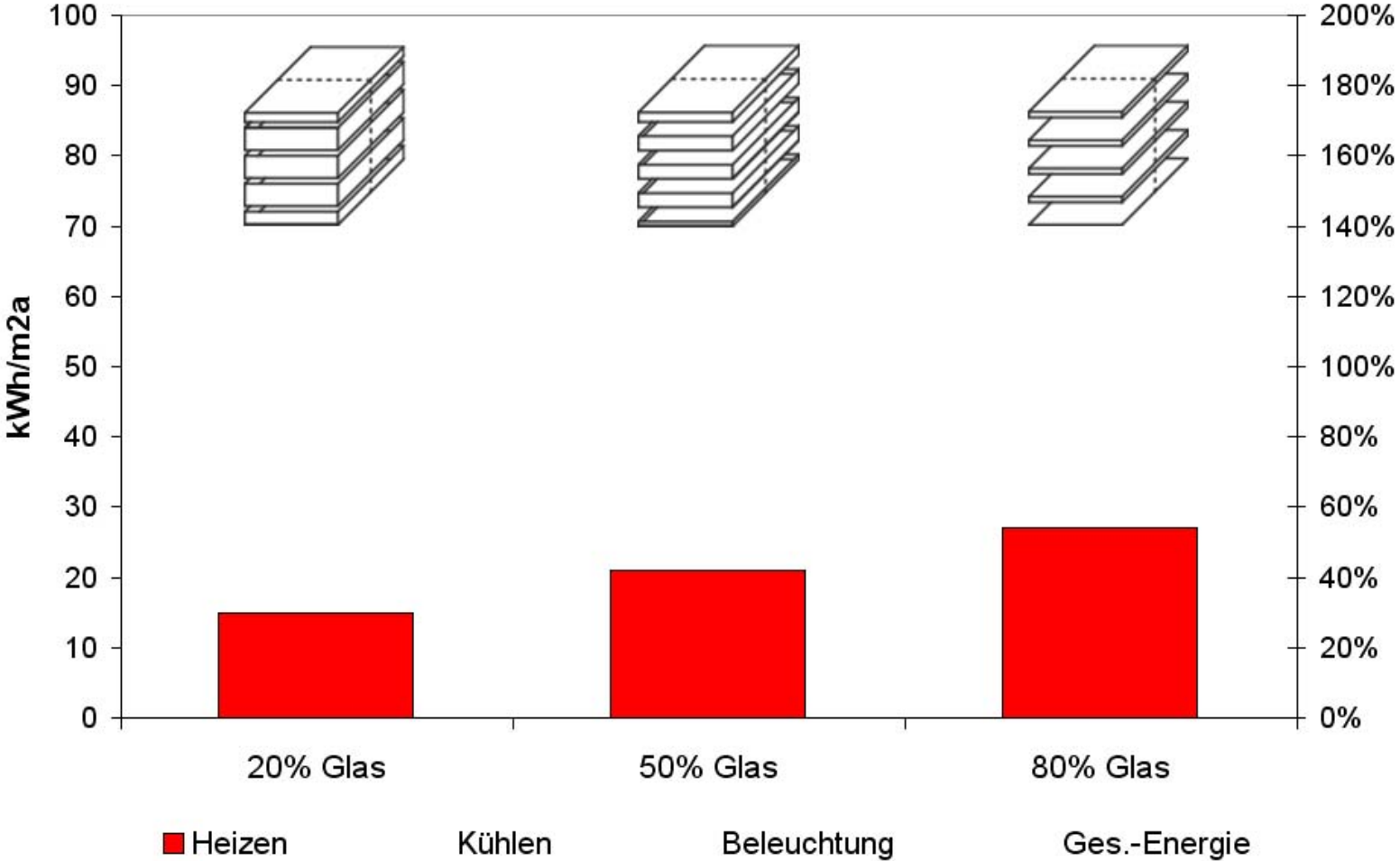
Kompaktheit des Gebäudes



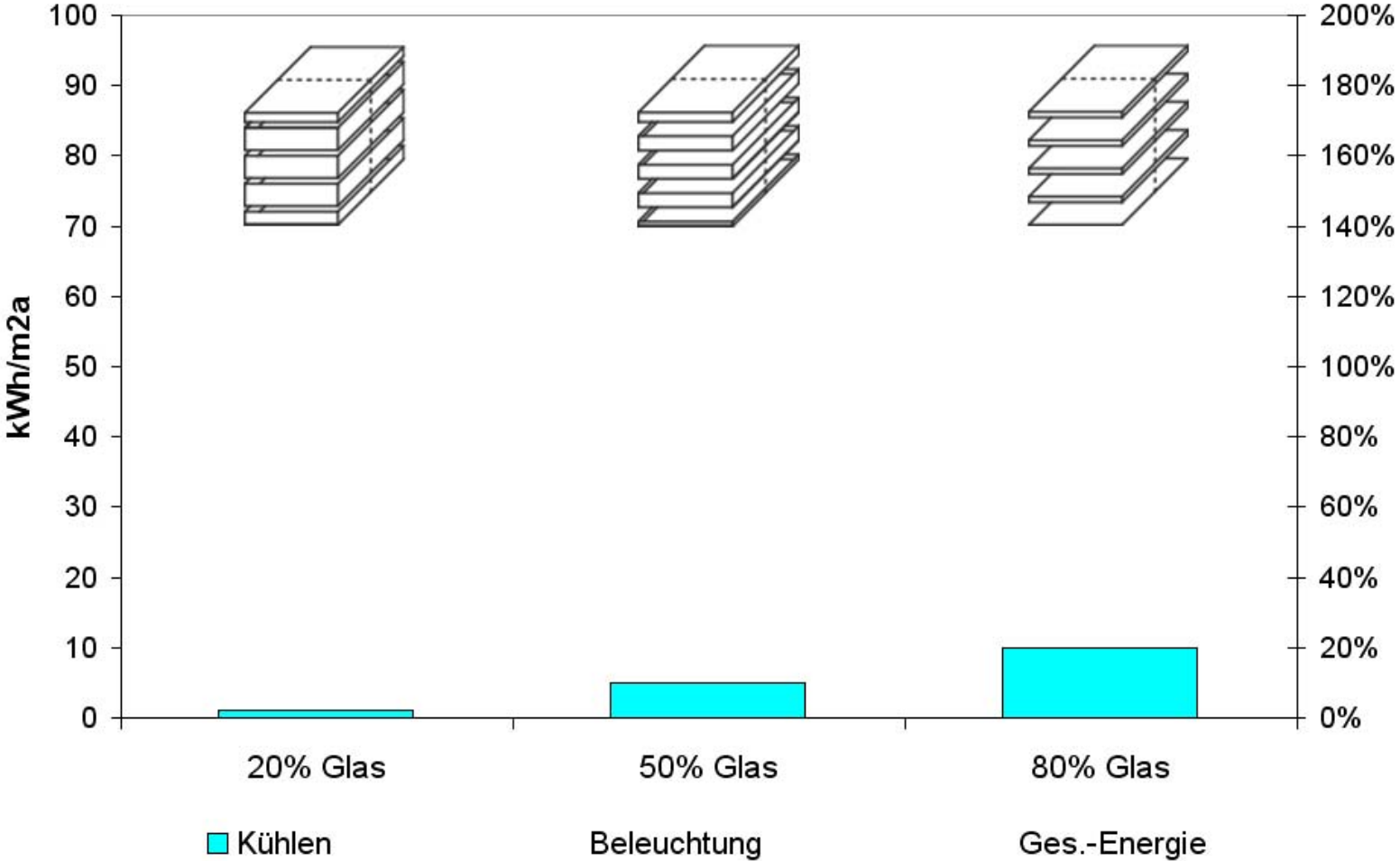
Einfluss Glasanteil Fassade



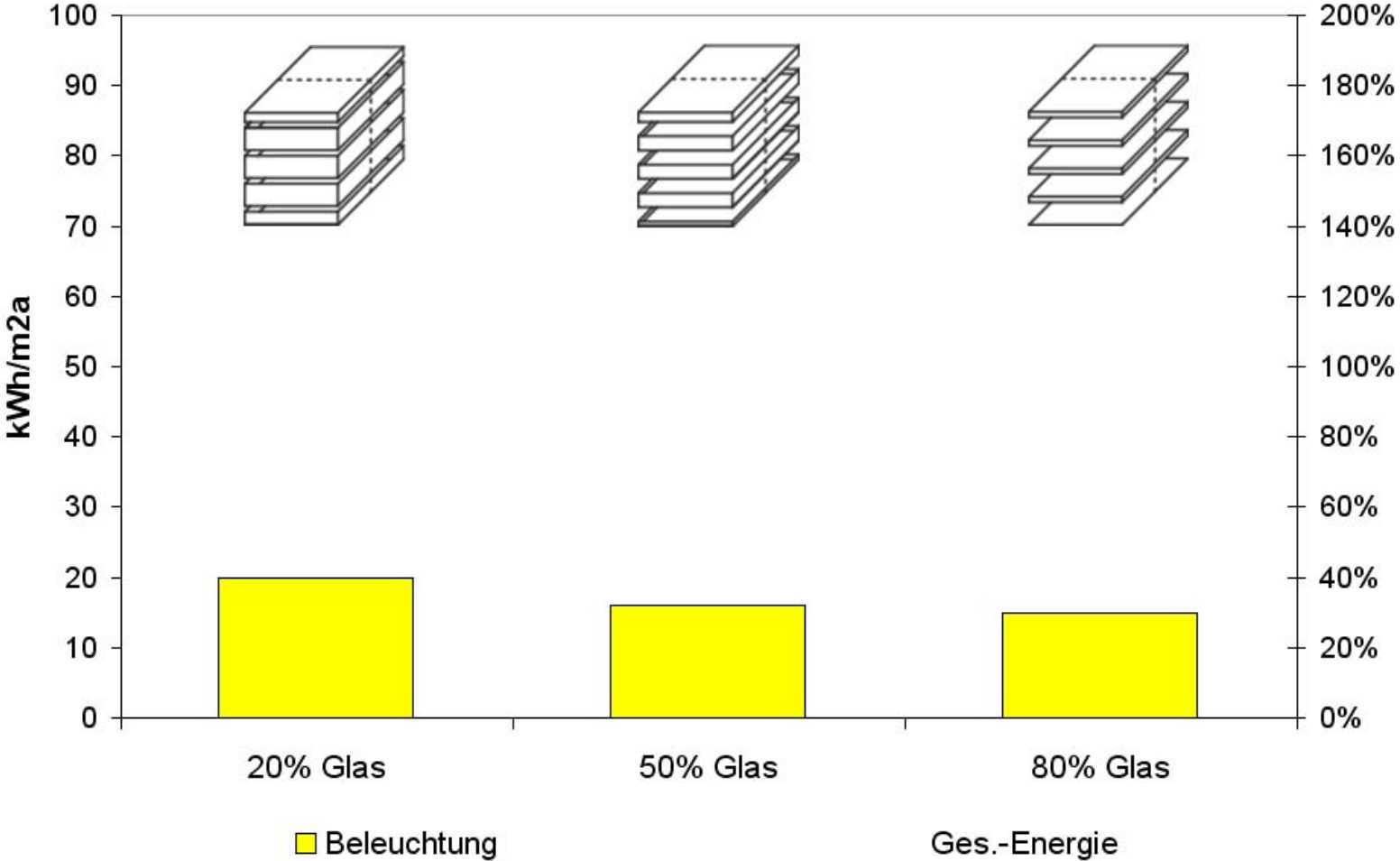
Einfluss Glasanteil Fassade



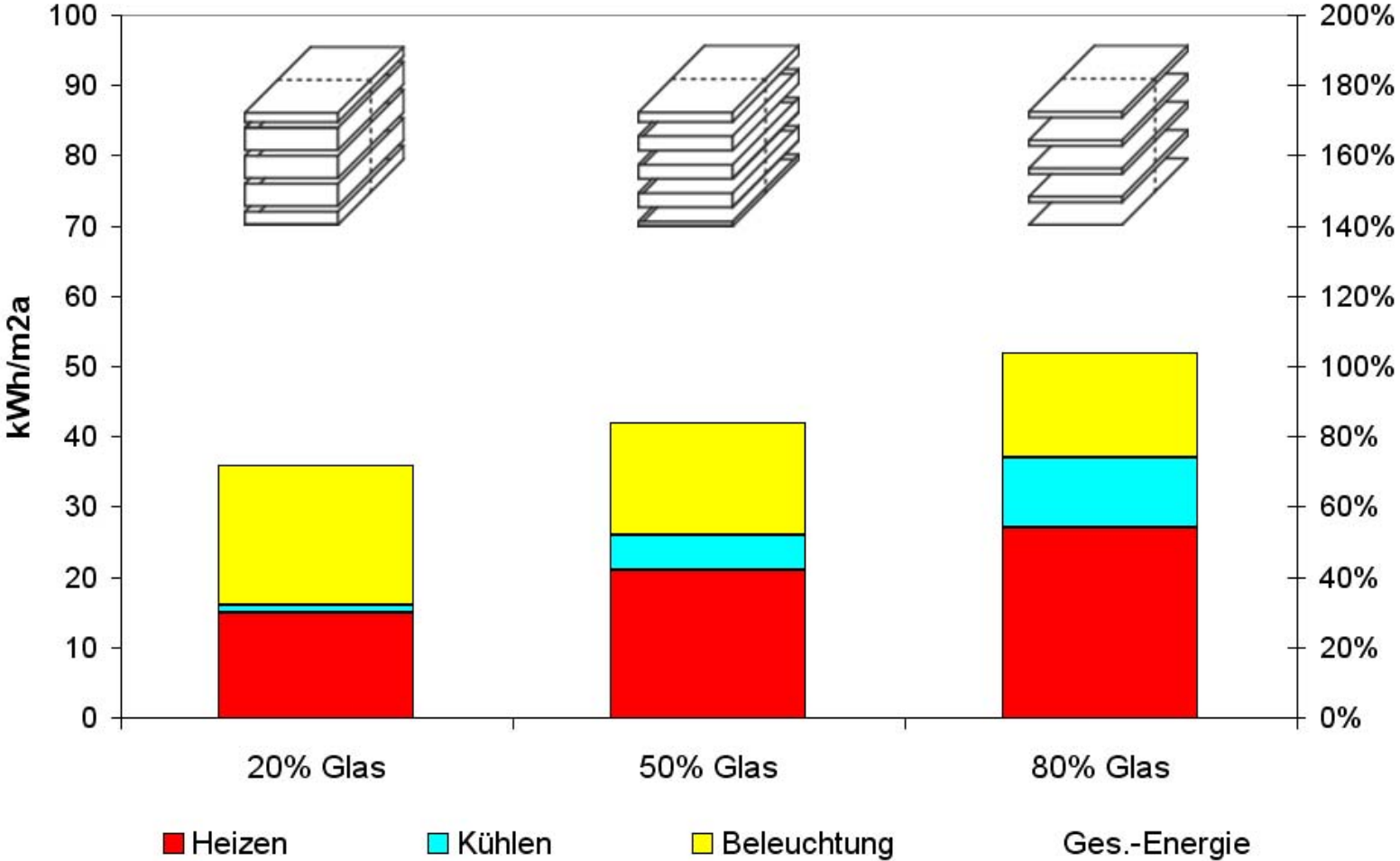
Einfluss Glasanteil Fassade



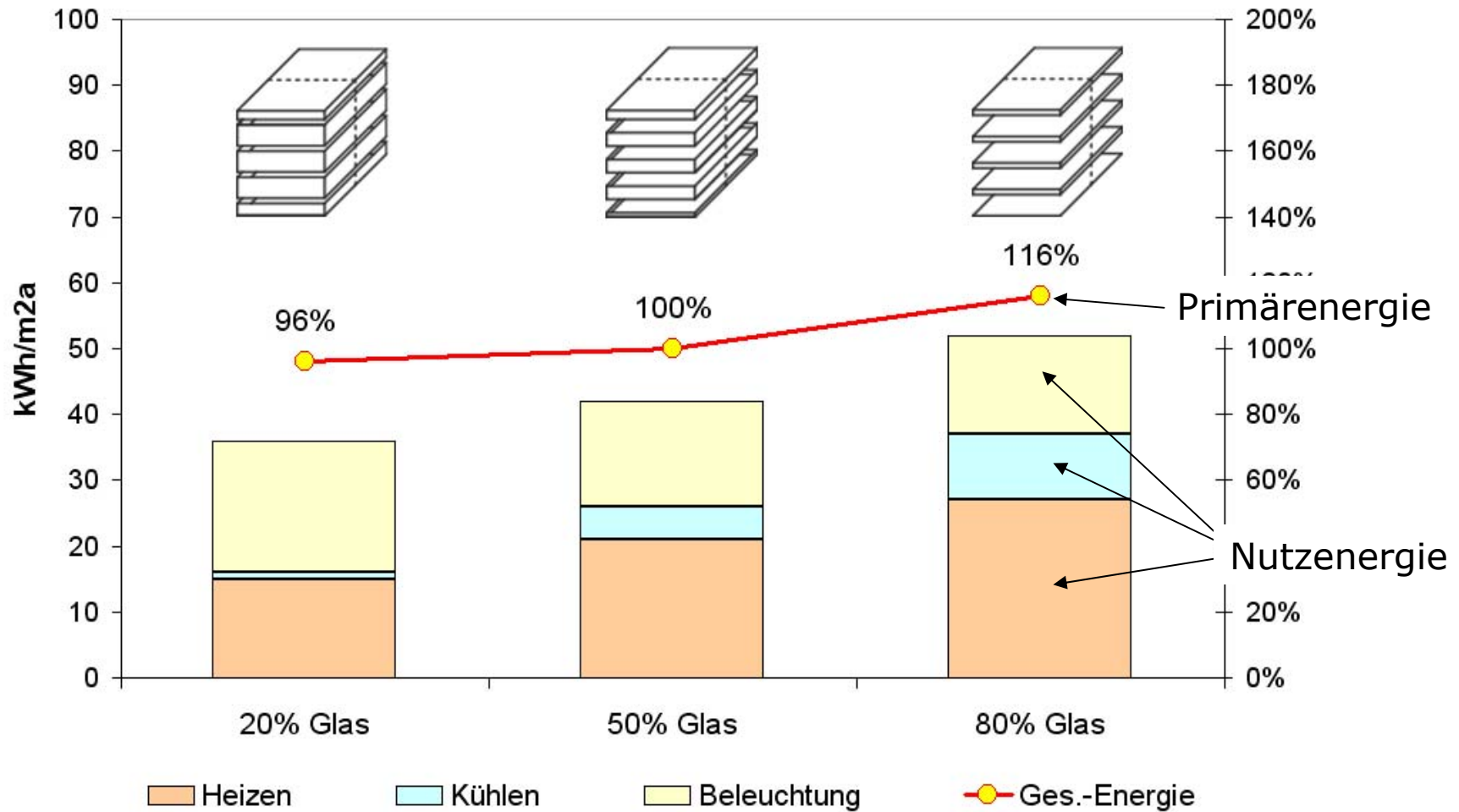
Einfluss Glasanteil Fassade



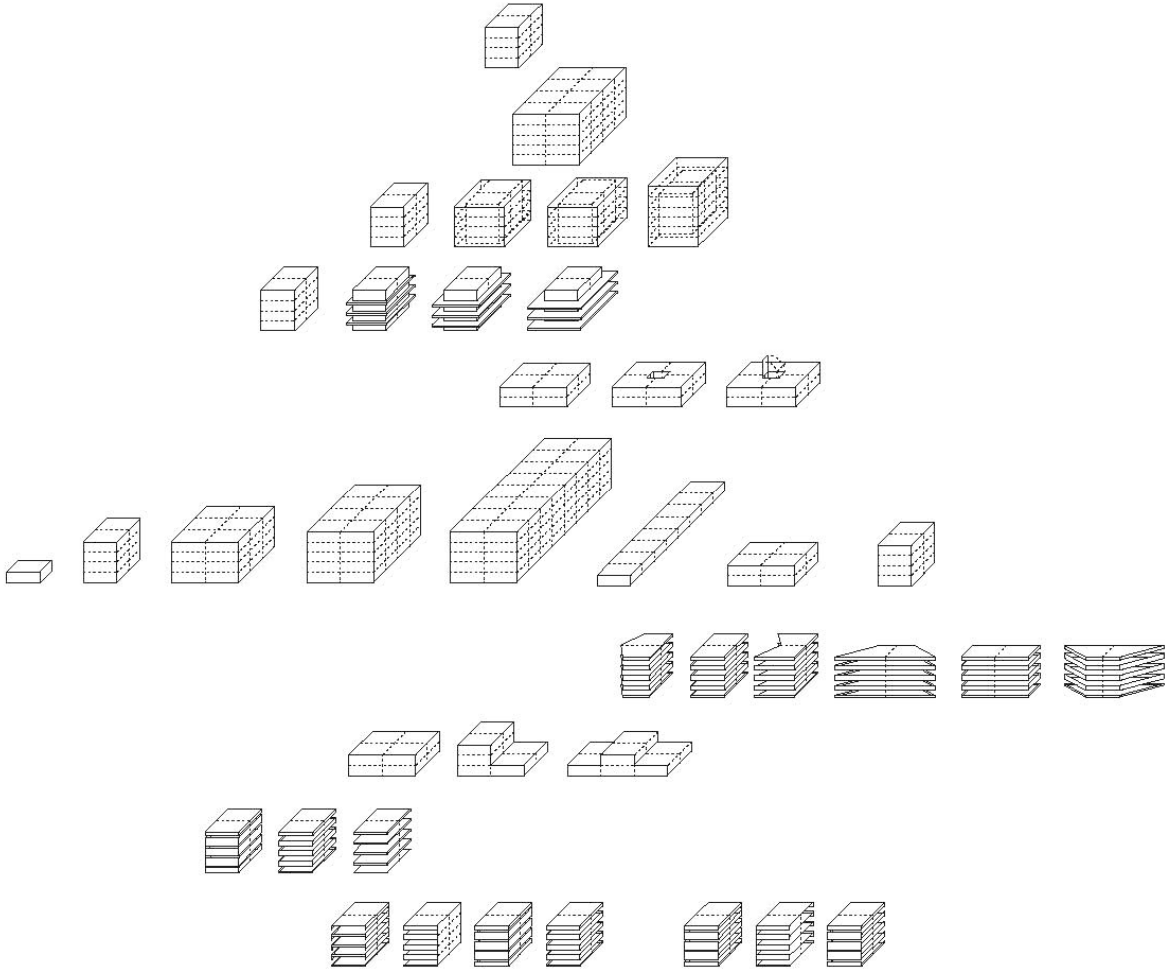
Einfluss Glasanteil Fassade



Einfluss Glasanteil Fassade



Ein «Zoo» von Gebäudevariationen



Hinweis auf Publikation



Forschungsergebnisse sind in
der Publikation

„Das Klima als Entwurfsfaktor“

veröffentlicht.

Quart-Verlag, 2009

112 Seiten, 17 x 22 cm, 27 Abbildungen, 119 Pläne

„Gesamtenergieeffizienz von Bürobauten“

- Forschungsprojekt Hochschule Luzern
(finanziert durch BFE, AHB, AUE)

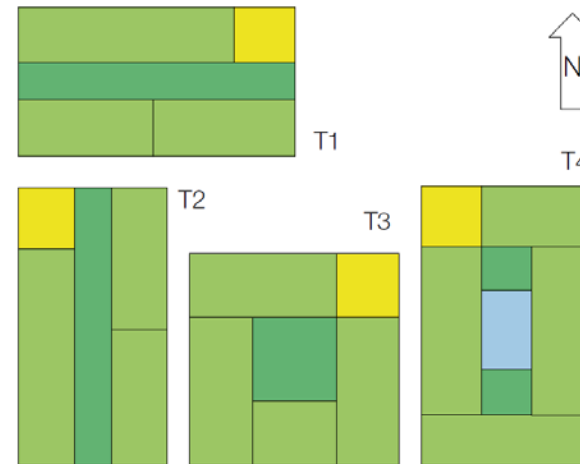
- Macht eine 'maximal' gedämmte Gebäudehülle bei grösseren Bürobauten aus gesamtenergetischer Sicht Sinn?

- Integrale Berücksichtigung
 - > Raumwärme
 - > Klimakälte (für vergleichbaren Komfort)
 - > Beleuchtungsenergie
 - > z.T. Graue Energie
- auf Stufe **Primärenergie** (Jahresenergiebedarf)
bzw. auf Stufe **Treibhausgasemissionen**

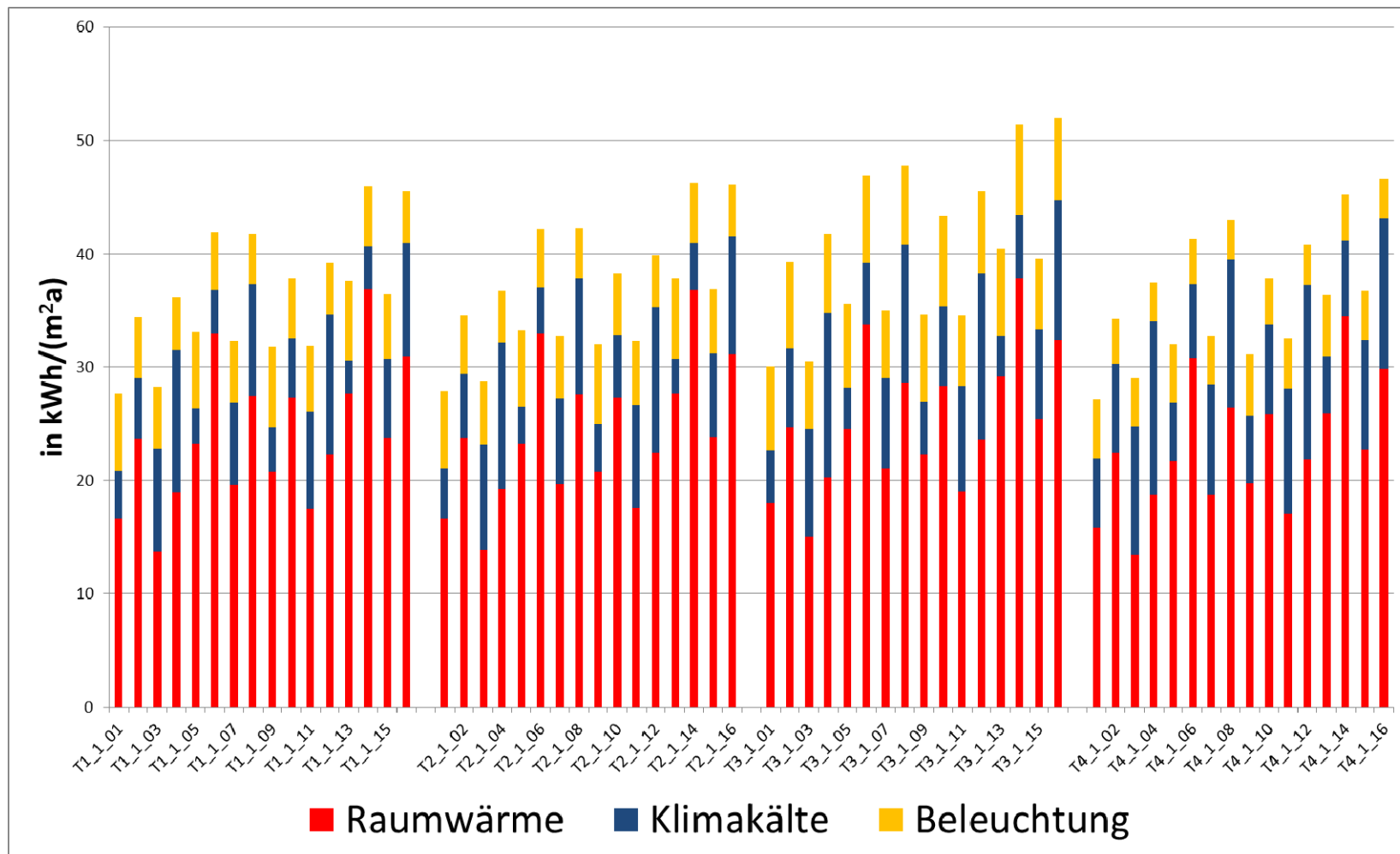


Ausgangslage

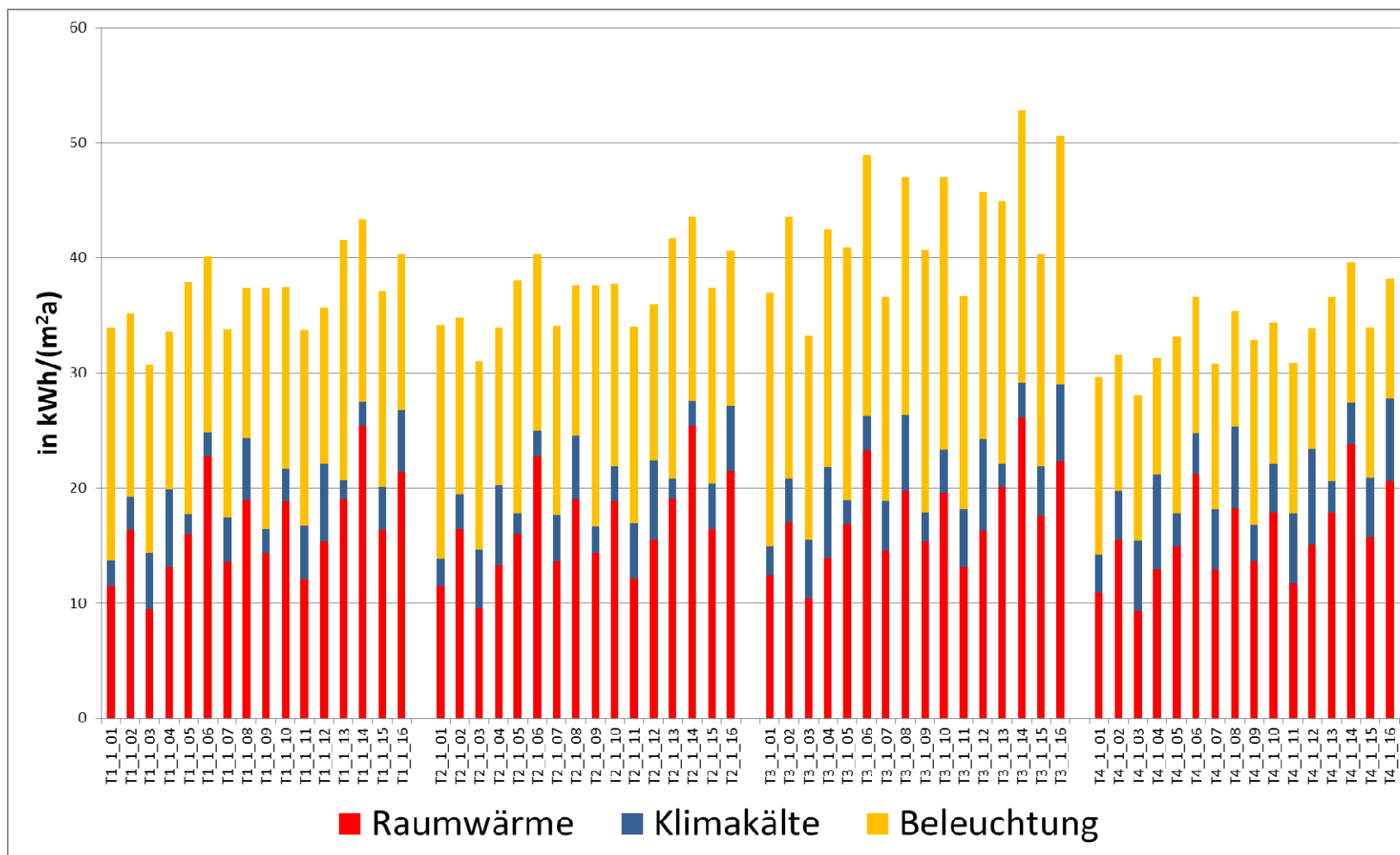
- Variationen:
 - Typologie
 - U-Wert Hülle (opak)
 - U-Wert Verglasung
 - g-Wert Verglasung
 - Glasanteil Fassade
 - interne Lasten
- Wärmeerzeugung
(Holz, Gas, Fernwärme, Erdsonden-WP)
- mit / ohne Ökostrom
- ...



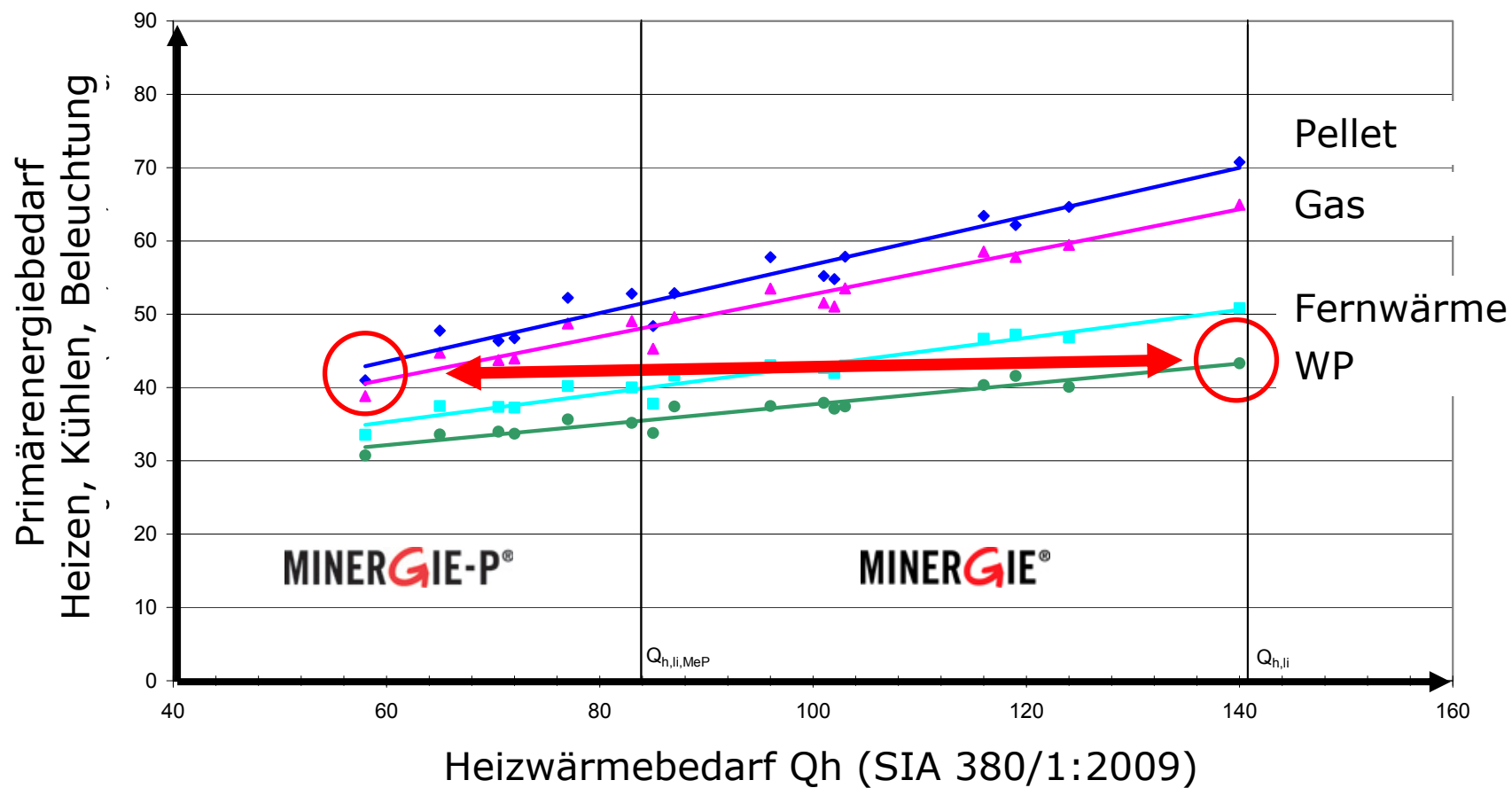
Nutzenergiebedarf (alle Varianten)



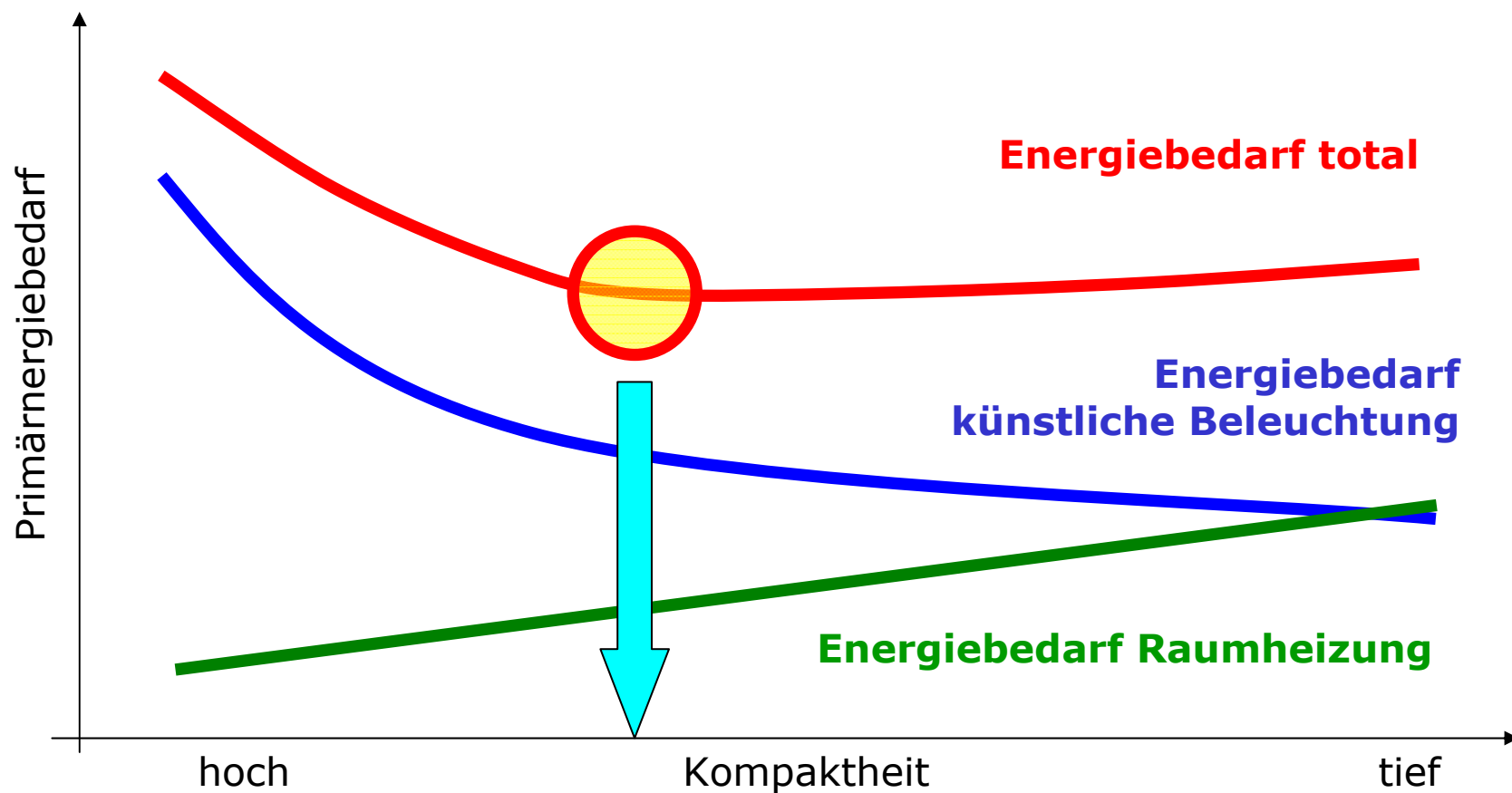
Primärenergiebedarf (Erdsonden-Wärmepumpe)



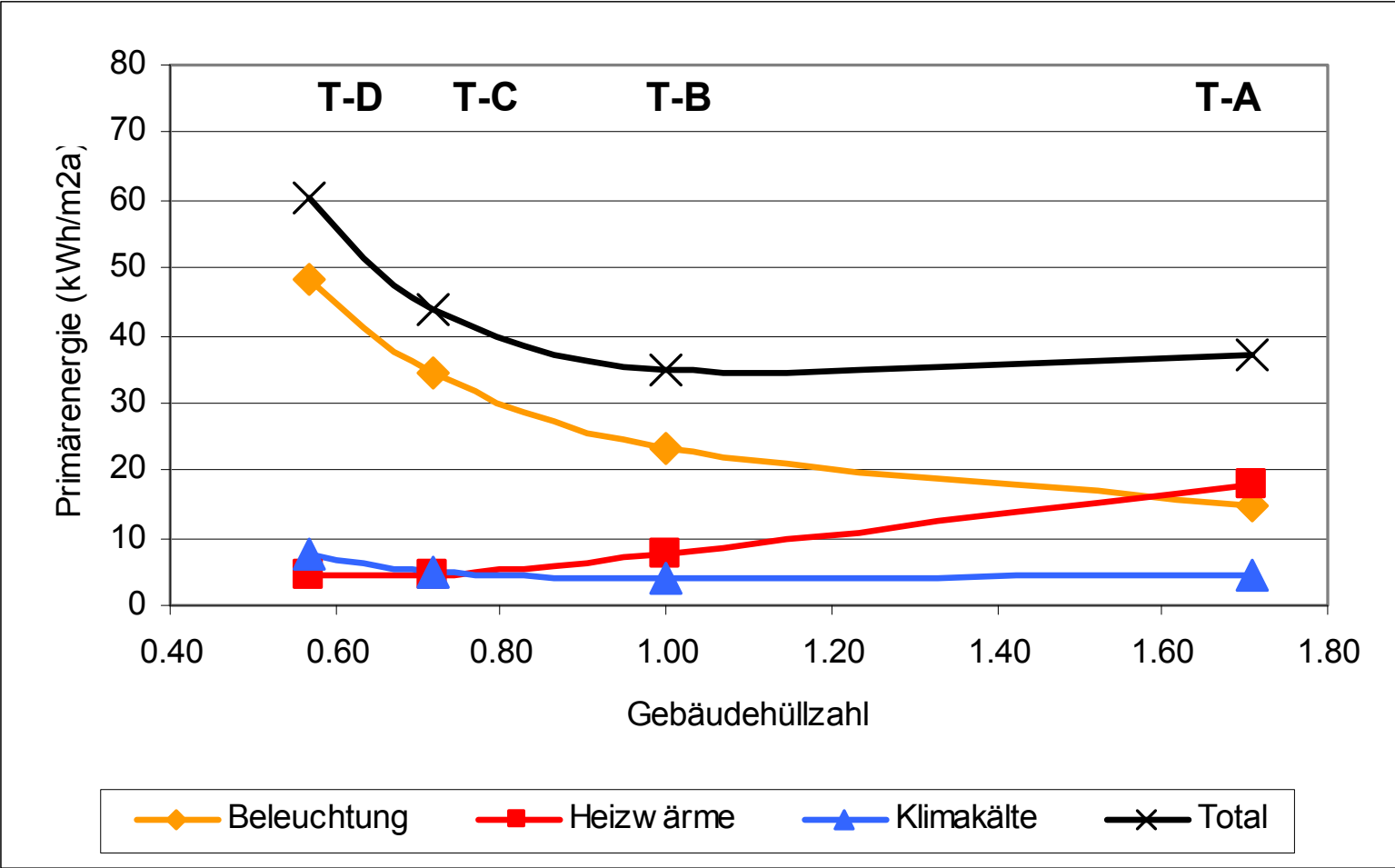
Primärenergiebedarf vs. Heizwärmebedarf



Primärenergiebedarf und Kompaktheit



„Gesamtenergieeffizienz von Bürobauteilen“



Erkenntnisse / Konsequenzen

- Eine **Gesamtbetrachtung** führt zu neuen Gesichtspunkten
- Eine Betrachtung auf Stufe **Primärenergie** oder **Treibhausgasemissionen** favorisiert andere Lösungen als eine Betrachtung auf Stufe Nutzenergie
- *Minergie-P lockerte aufgrund der vorgestellten Studie für grosse Gebäude (> 5000m² EBF) mit hohen internen Lasten (z.B. Bürobauten) die Primäranforderung (Anforderung an die Gebäudehülle)*



«Simulationen im Entwurf»

- Forschungsprojekt Hochschule Luzern

- Welche Einflussgrößen haben eine hohe Sensitivität betreffend Gesamtenergiebedarf?

- Wie detailliert muss ein Gebäudemodell in frühen Planungsphasen sein?

- Taugen Simulationen für die Gesamtenergieeffizienz-Beurteilung im frühen architektonischen Entwurf?

- (Projekt zurzeit noch in Bearbeitung)





Nutzfläche	887 m ²	68.1 %
Erhellung	205 m ²	15.7 %
Infrastruktur	211 m ²	16.2 %
Gesamtfläche	1303 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	587 m ²	45 %
Gebäudegrundfläche	1900 m ²	145 %

Diener ti Diener - Novartis Campus



Nutzfläche	736 m ²	67.8 %
Erhellung	198 m ²	12.7 %
Infrastruktur	211 m ²	19.5 %
Gesamtfläche	1085 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	170 m ²	55.6 %
Gebäudegrundfläche	1255 m ²	115.6 %

Lempgenstr. - Novartis Campus



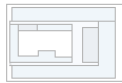
Nutzfläche	815 m ²	69.7 %
Erhellung	190 m ²	16.1 %
Infrastruktur	180 m ²	14.1 %
Gesamtfläche	1175 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	0 m ²	0 %
Gebäudegrundfläche	1170 m ²	100 %

Diener ti Diener - City Gate



Nutzfläche	778 m ²	71.9 %
Erhellung	140 m ²	13 %
Infrastruktur	160 m ²	15.1 %
Gesamtfläche	1088 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	104 m ²	9.6 %
Gebäudegrundfläche	1165 m ²	108.6 %

Märki - Novartis Campus



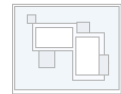
Nutzfläche	928 m ²	72.5 %
Erhellung	208 m ²	16.3 %
Infrastruktur	142 m ²	11.2 %
Gesamtfläche	1278 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	584 m ²	45.6 %
Gebäudegrundfläche	1868 m ²	146.6 %

Gysin - Eswag



Nutzfläche	1281 m ²	63.8 %
Erhellung	438 m ²	21.3 %
Infrastruktur	299 m ²	14.9 %
Gesamtfläche	2008 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	84 m ²	4.7 %
Gebäudegrundfläche	2102 m ²	104.7 %

Kriesbachstr. - Novartis Campus



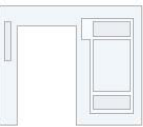
Nutzfläche	1175 m ²	79.9 %
Erhellung	179 m ²	11.8 %
Infrastruktur	138 m ²	9.3 %
Gesamtfläche	1482 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	508 m ²	34.3 %
Gebäudegrundfläche	1897 m ²	134.2 %

Diener ti Diener - Swisslife



Nutzfläche	818 m ²	76 %
Erhellung	37 m ²	4.5 %
Infrastruktur	159 m ²	15.5 %
Gesamtfläche	814 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	117 m ²	14.4 %
Gebäudegrundfläche	811 m ²	114.4 %

Märki - Pizzaplatz



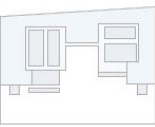
Nutzfläche	1390 m ²	71.7 %
Erhellung	270 m ²	13.8 %
Infrastruktur	383 m ²	14.5 %
Gesamtfläche	1943 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	0 m ²	0 %
Gebäudegrundfläche	1920 m ²	100 %

Chippenfeld - Novartis Campus



Nutzfläche	1779 m ²	68.4 %
Erhellung	358 m ²	13.8 %
Infrastruktur	483 m ²	17.8 %
Gesamtfläche	2604 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	286 m ²	10.9 %
Gebäudegrundfläche	2880 m ²	110.9 %

Stöckli ti Partner - CS Unifhof



Nutzfläche	1286 m ²	55.4 %
Erhellung	424 m ²	18.8 %
Infrastruktur	508 m ²	25.8 %
Gesamtfläche	2318 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	1772 m ²	76 %
Gebäudegrundfläche	4080 m ²	176 %

Märki - Swisslife



Nutzfläche	644 m ²	70.3 %
Erhellung	138 m ²	13.9 %
Infrastruktur	144 m ²	15.8 %
Gesamtfläche	916 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	16 m ²	1.7 %
Gebäudegrundfläche	932 m ²	101.7 %

Frei Architekten - Amstein ti Wehler



Nutzfläche	976 m ²	73.9 %
Erhellung	282 m ²	21.2 %
Infrastruktur	83 m ²	4.8 %
Gesamtfläche	1321 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	819 m ²	61.9 %
Gebäudegrundfläche	2140 m ²	161.9 %

Sarsa - Novartis Campus



Nutzfläche	474 m ²	72 %
Erhellung	92 m ²	13.9 %
Infrastruktur	83 m ²	14.1 %
Gesamtfläche	659 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	0 m ²	0 %
Gebäudegrundfläche	659 m ²	100 %

Paul Architekten - Hochhaus



Nutzfläche	250 m ²	62.3 %
Erhellung	62 m ²	15.4 %
Infrastruktur	90 m ²	22.3 %
Gesamtfläche	402 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	0 m ²	0 %
Gebäudegrundfläche	402 m ²	100 %

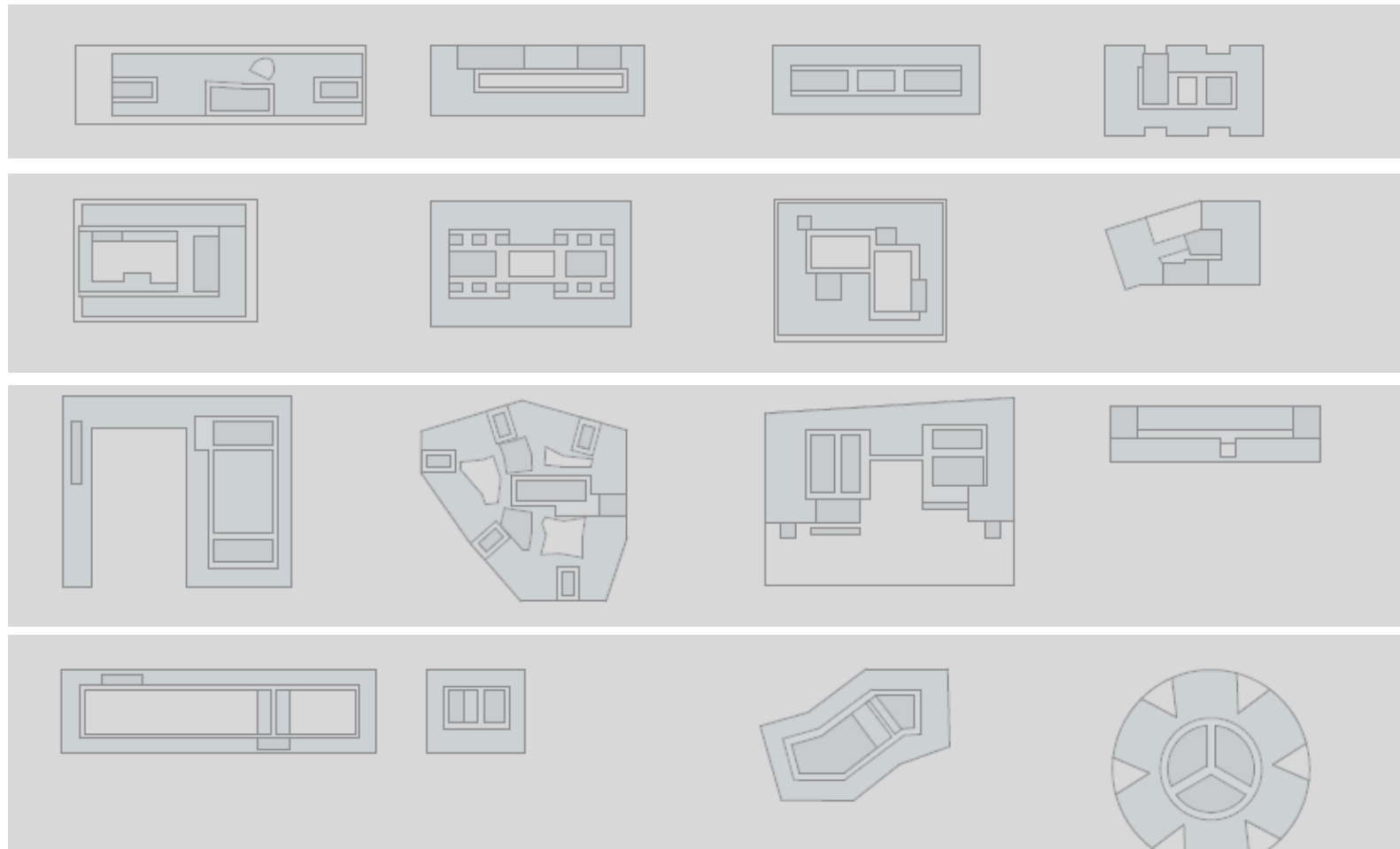
Norman Foster - Swisslife Tower



Nutzfläche	372 m ²	69.4 %
Erhellung	67 m ²	12.5 %
Infrastruktur	97 m ²	18.1 %
Gesamtfläche	536 m ²	100 %
Luftraum / Zwischenzone	82 m ²	15.3 %
Gebäudegrundfläche	618 m ²	115.3 %

Frei Architekten - Amstein ti Wehler

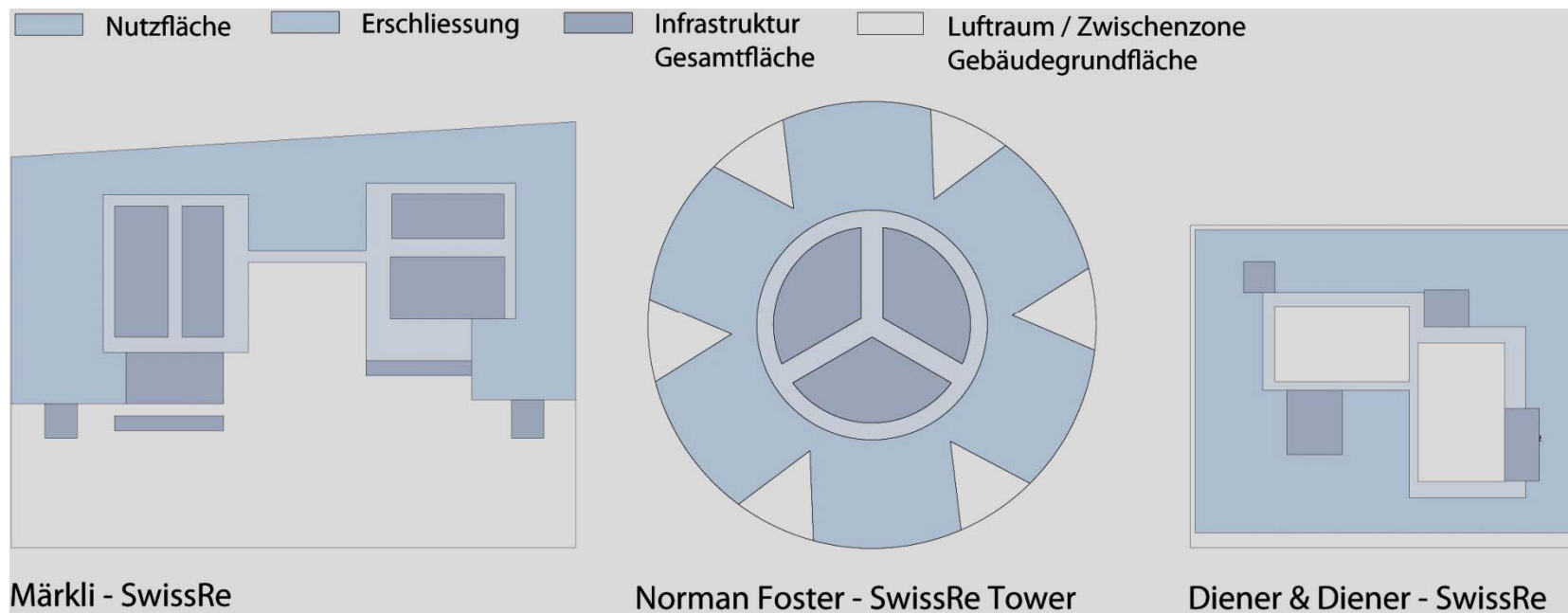
Analyse Bürogebäude (Flächen, Grundrisse)



Datensammlung von 15 architektonischen Entwürfen von Bürobauten - Regelgeschoss

Pos.	Flächen		Nutz-		Erschliessungs-		Infrastruktur-		Luftraum/ Zwischenzonen-		Gesamt
	Architekt	Projekt	[m2]	[%]	[m2]	[%]	[m2]	[%]	[m2]	[%]	
1	Chipperfield	Novartis Campus	1399	71.7%	270	13.8%	283	14.5%	0	0.0%	1952
2	Stücheli & Partner	CS Uetlihof	1779	68.3%	358	13.7%	463	17.8%	286	11.0%	2604
3	Märkli	SwissRe	1286	55.5%	434	18.7%	598	25.8%	1772	76.4%	2318
4	Sanaa	Novartis Campus	976	73.9%	282	21.3%	63	4.8%	819	62.0%	1321
5	Pool Architekten	Hochhaus	474	71.9%	92	14.0%	93	14.1%	0	0.0%	659
6	Gigon Guyer	Prime Tower	250	62.2%	62	15.4%	90	22.4%	0	0.0%	402
7	Norman Foster	Swiss Re Tower	372	69.4%	67	12.5%	97	18.1%	82	15.3%	536
8	Diener & Diener	Novartis Campus	887	68.1%	205	15.7%	211	16.2%	597	45.8%	1303
9	Lampugnani	Novartis Campus	736	67.8%	138	12.7%	211	19.4%	170	15.7%	1085
10	Diener & Diener	City Gate	815	69.7%	190	16.2%	165	14.1%	0	0.0%	1170
11	Märkli	Novartis Campus	778	72.0%	140	13.0%	163	15.1%	104	9.6%	1081
12	Gysin	Eawag	924	72.5%	208	16.3%	142	11.1%	594	46.6%	1274
13	Krischanitz	Novartis Campus	1281	63.8%	428	21.3%	299	14.9%	94	4.7%	2008
14	Diener & Diener	SwissRe	1175	79.0%	175	11.8%	138	9.3%	509	34.2%	1488
15	Märkli	Picassoplatz	618	75.9%	37	4.5%	159	19.5%	117	14.4%	814
16	Frei Architekten	Amstein & Walther	644	70.3	128	14.0	144	15.7	16	1.7	916
Mittelwerte				69.5%		14.7%		15.8%		21.1%	

Analyse Bürogebäude (Nutz- zu Gesamtfläche)



Entwürfe mit dem kleinsten (0.55), mittleren (0.69) und grössten (0.79) Verhältnis von Nutz- zu Gesamtfläche

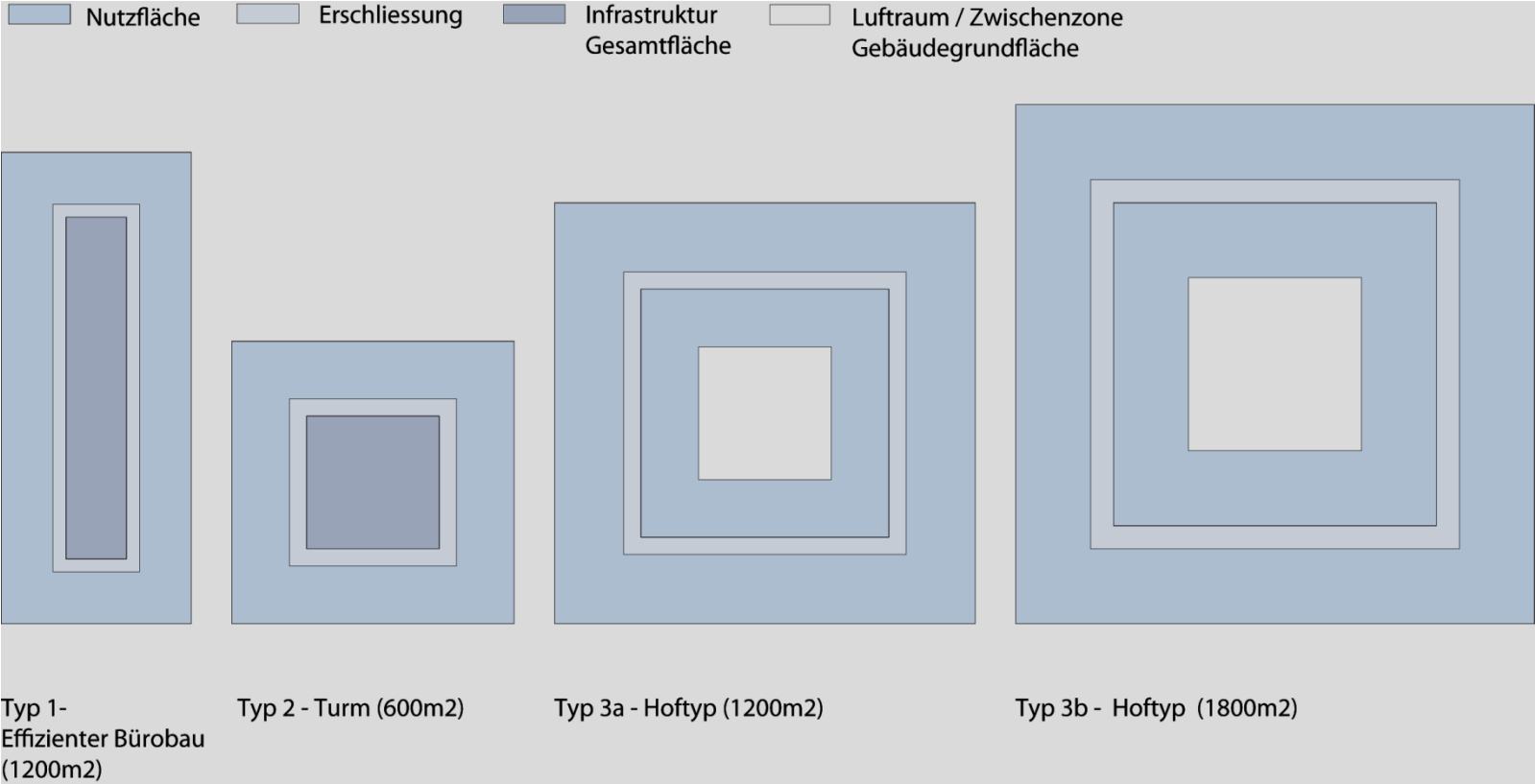
Ergebnisse der Analyse von 15 Entwürfen für Bürogebäude

	Mittelwerte über 15 Entwürfe	Repräsentativer Entwurf (Nr. 7)
	[%] Gesamtgrundfläche	[%] Gesamtgrundfläche
Nutzfläche	69.4	69.4
Erschliessungsfläche	14.7	12.5
Infrastruktur	15.8	18.1
Luftraum/ Zwischenzone	22.4	15.3

Typischer Bürobau im Innenstadtbereich

- Städtische Zone als Zielgruppe der Bautypen
- Effizienter Bürotyp, Turmtyp, Hofotypen
- Strassenbreite 11-13m

Bürotypologien für Simulation



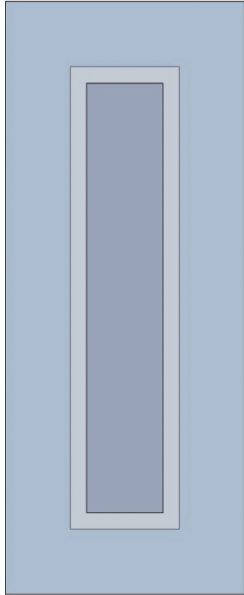
Detailierungsgrad Gebäudemodell

1 Einfach

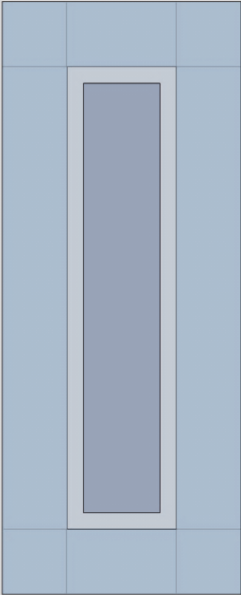
2 Mittel

3 Detailliert

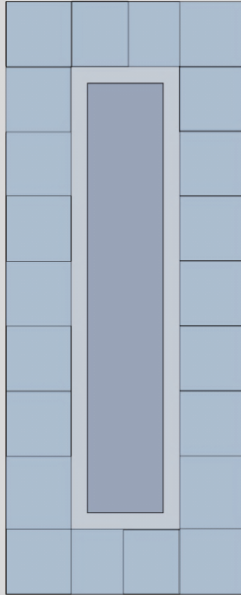
Detailierungsgrad Zonierung für Typ 1- Effizienter Bürobau (1200m²)




1 Zone je Geschoss



1 Zone je Fassadenorientierung



1 Zone je Büroraum

 Nutzfläche

 Erschliessung

 Infrastruktur
Gesamtfläche

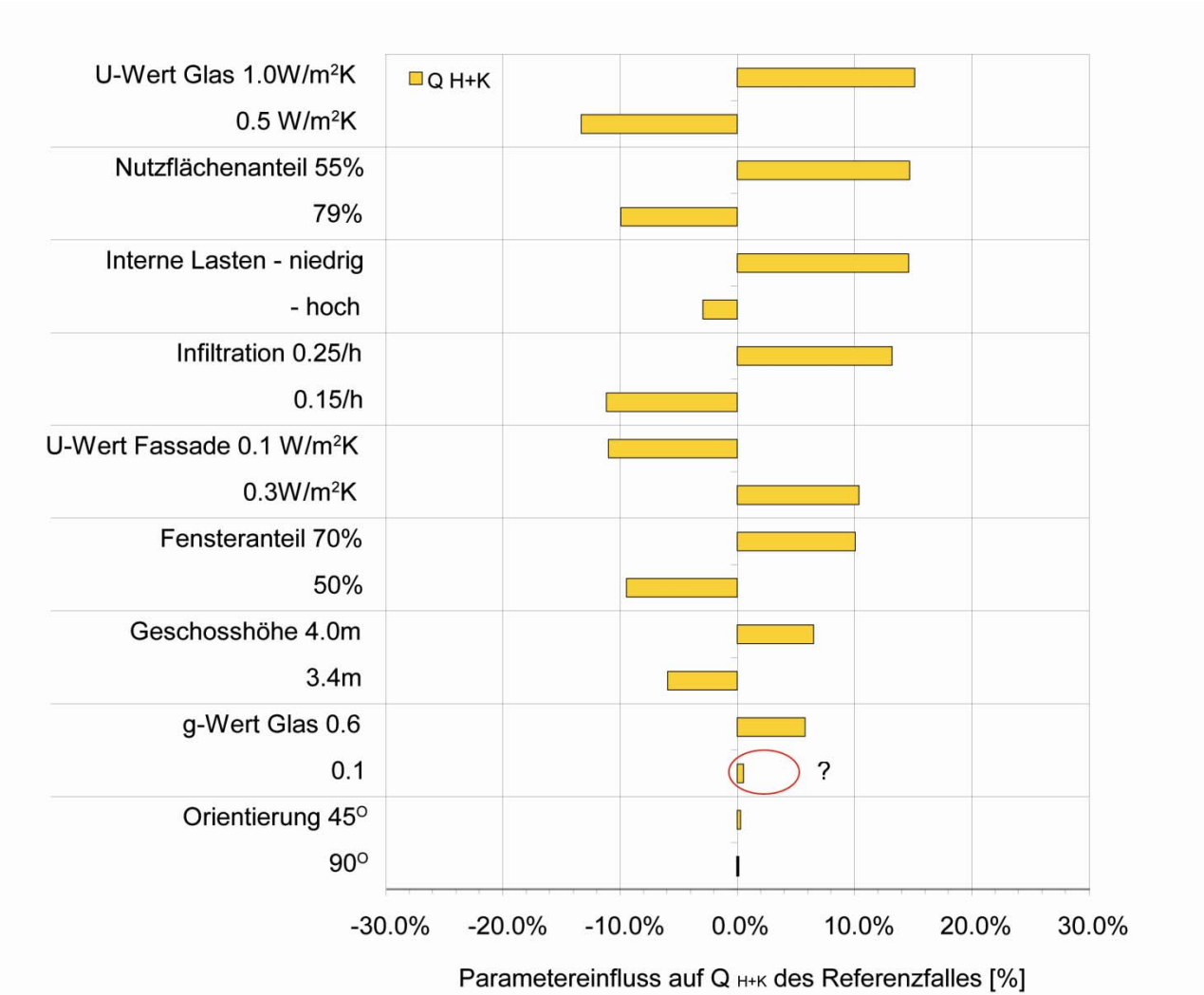
Parameter

Pos.	Parameter	Einheit	Hoch	Referenz	Niedrig	Kommentar
1	Nutzfläche/Gesamtfläche	[%]	79	67	55	/
2	Fensterflächenanteil	[%]	0.7	0.6	0.5	/
3	Geschosshöhe	[m]	4	3.7	3.4	/
4	g-Wert	[n/a]	0.6	0.35	0.10	siehe SIA 382/1
5	U-Wert Glass	[W/m2K]	1.0	0.75	0.5	/
6	U-Wert Fassade	[W/m2K]	0.3	0.2	0.1	/
7	Orientierung	[Grad]	90	45	0	/
8	Infiltration	[1/h]	0.25	0.2	0.15	Element 29, Klasse 1-4
9	Interne Lasten	[W/m2]	14	32	50	siehe SIA2024

Gebäudemodell «einfach»



Gebäudemodell «mittel»



Einfluss Detailierungsgrad

	Q H+K	Q Total (H+K+V+L+G)
Detailierungsgrad	[MWh]	[MWh]
[1] Einfach	125.8	268.4
[2] Mittel	120.8	290.8
Differenz in %	4.0	8.0

«Simulationen im Entwurf»: Erste Erkenntnisse

- Das vereinfachte Gebäudemodell kann den Gesamtenergiebedarf mit genügender Genauigkeit abbilden (ca. 10% Fehler gegenüber detaillierterem Modell)
- Den grössten Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf haben (im verwendeten Modell):
 - die internen Lasten
 - der U-Wert der Verglasung
 - das Verhältnis Nutzfläche / Gesamtfläche
- Simulationen sind durchaus in frühen Projektphasen einsetzbar



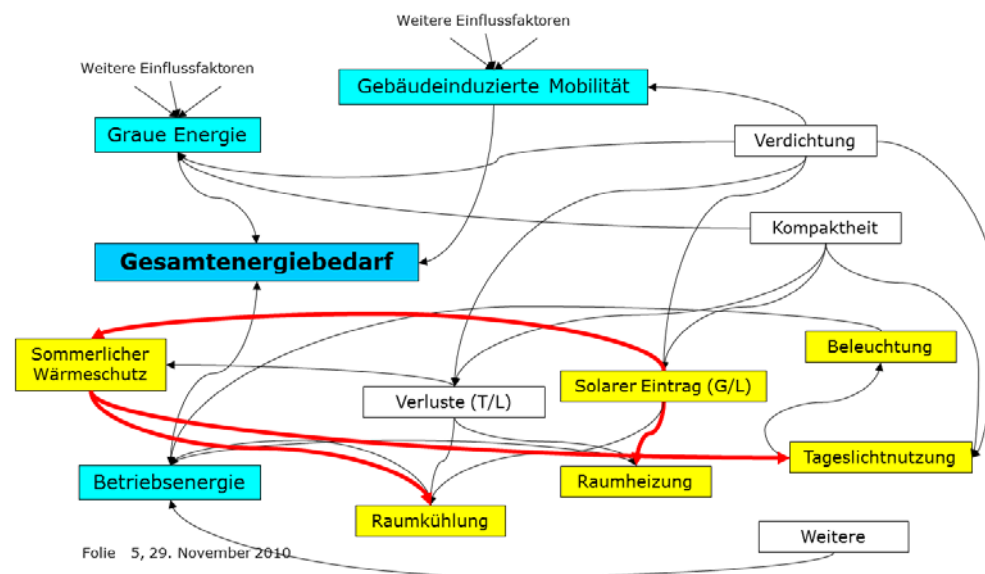
Fazit 1

**Im Zentrum steht die Gesamtenergieeffizienz
(und/oder die Gesamtemission)**

- Raumwärme
- Klimakälte
- Beleuchtung

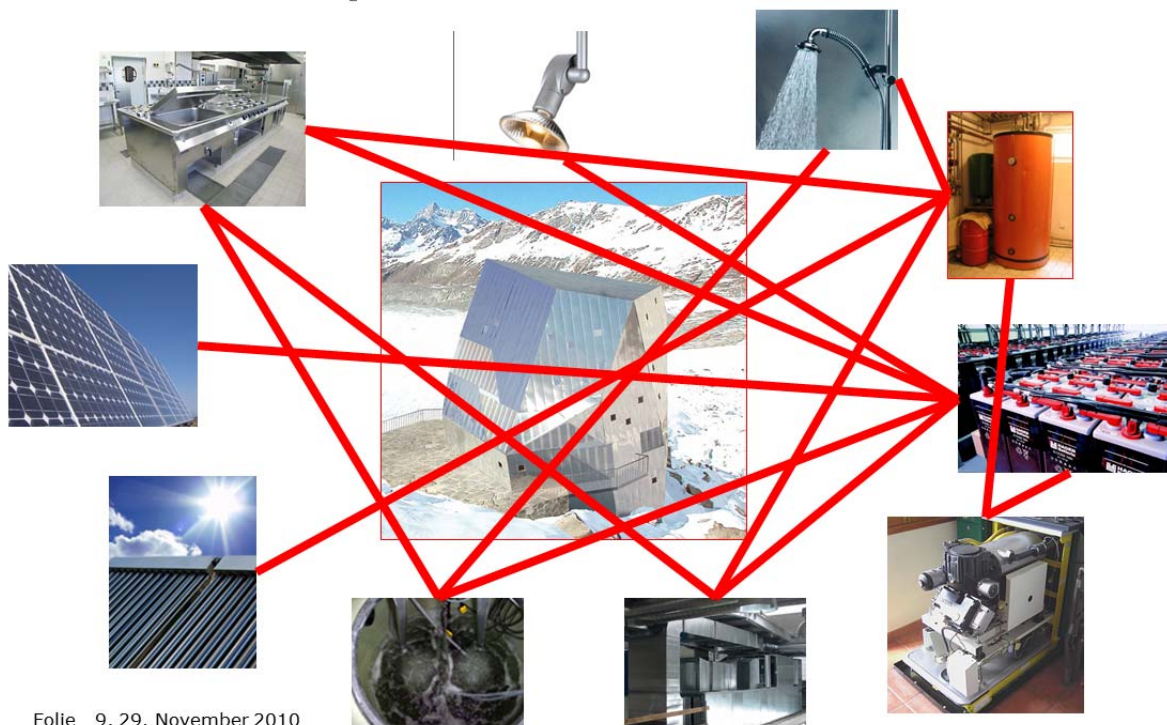
- Graue Energie

- (Mobilität)



Fazit 2

Das Gebäude ist als System zu betrachten und als System zu optimieren.

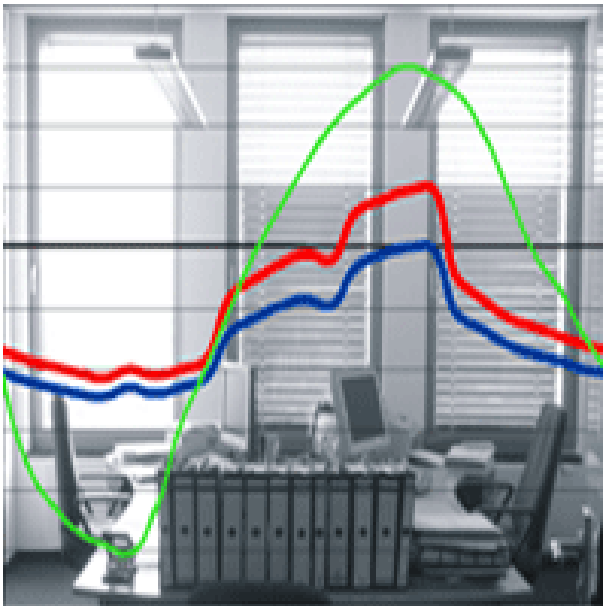


Folie 9, 29. November 2010

Folie 68, 1. Dezember 2010

Fazit 3

Das System ist komplex und bedingt zur Optimierung oft den Einsatz von Simulationen



Fazit 4

Gefordert ist eine integrale Planung und ein Zusammenspiel zwischen Generalist und Spezialist

Zitat Gian A. Caminada (ETHZ):

«Wir brauchen Spezialisten
aber wenn wir sie haben,
können wir sie nicht brauchen.»

Fazit 5

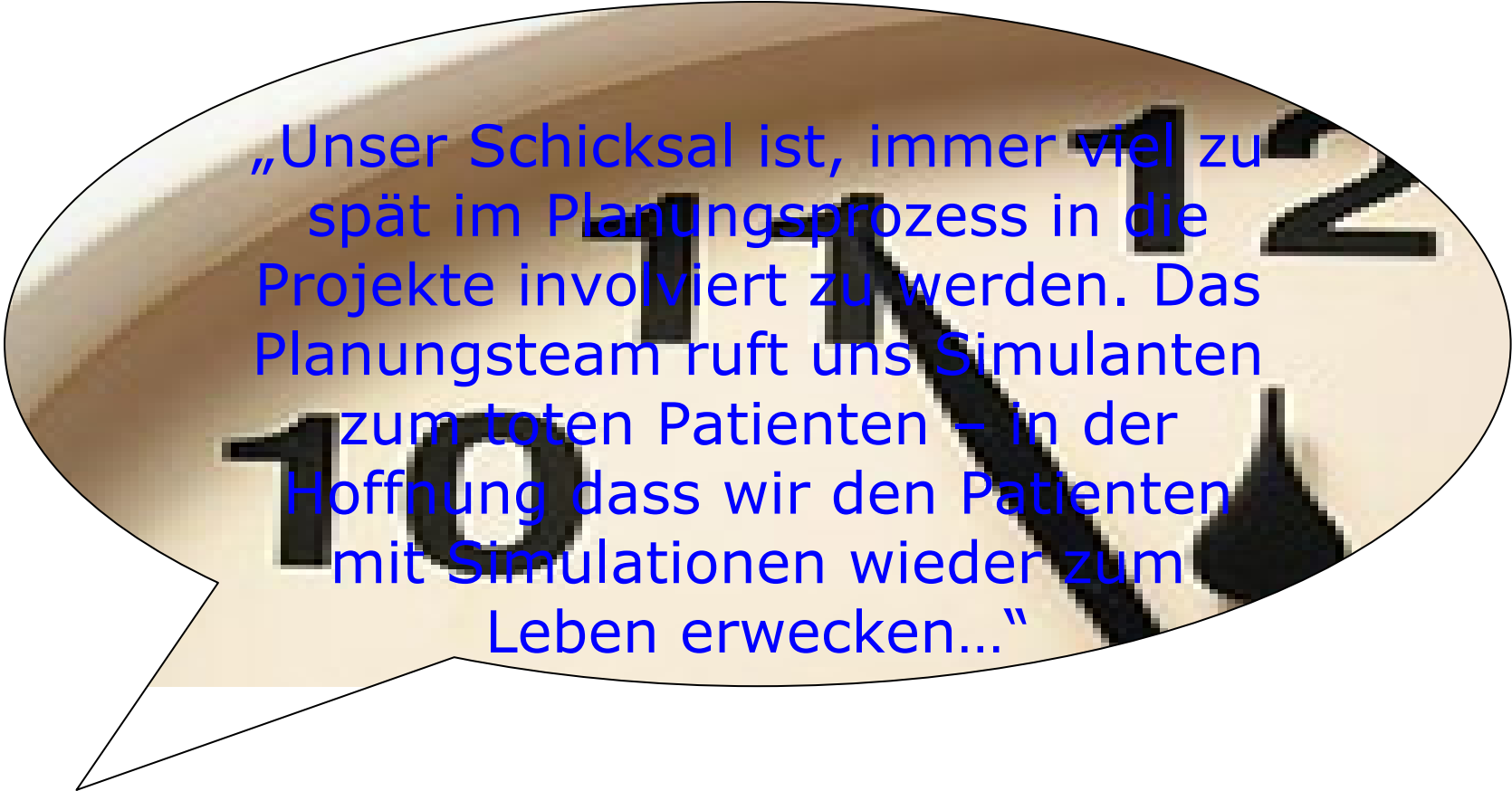
Die integrale Planung und der Einsatz von Simulationen muss von Anfang an erfolgen

Aussage eines Architekten im Vorprojekt...

A large, light-brown speech bubble with a black outline and a drop shadow. Inside the bubble, the text is written in a blue, sans-serif font. The background of the bubble features a faint, pixelated image of a person's face with large black numbers overlaid on it.

„Die energetische
Optimierung der
Fassade machen wir
dann im Bauprojekt“

...Zitat eines Simulations-Spezialisten



„Unser Schicksal ist, immer viel zu spät im Planungsprozess in die Projekte involviert zu werden. Das Planungsteam ruft uns Simulanten zum toten Patienten – in der Hoffnung dass wir den Patienten mit Simulationen wieder zum Leben erwecken...“

Fazit 6

Damit können Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden.

Architekt: maximale Transparenz →
Sonnenschutz meist offen



Fazit 6

Damit können Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden.

Lichtplaner: maximale Tageslichtnutzung, aber keine Blendung → Sonnenschutz meist offen



Fazit 6

Damit können Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden.

HLK-Ingenieur: minimaler Kühlenergiebedarf → Sonnenschutz meist geschlossen



Fazit 6

Damit können Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden.

Bauphysiker: maximale solare Gewinne (Minergie-P-Nachweis); → Sonnenschutz meist offen; sommerlicher Wärmeschutz → Sonnenschutz geschlossen



Fazit 6

Damit können Zielkonflikte frühzeitig erkannt und gelöst werden.

Architekt: maximale Transparenz → Sonnenschutz meist offen

Lichtplaner: maximale Tageslichtnutzung, aber keine Blendung → Sonnenschutz meist offen

HLK-Ingenieur: minimaler Kühlenergiebedarf → Sonnenschutz meist geschlossen

Bauphysiker: maximale solare Gewinne (Minergie-P-Nachweis); → Sonnenschutz meist offen; sommerlicher Wärmeschutz → Sonnenschutz geschlossen



Fazit 7

Die heutigen Label, Normen und Gesetze setzen noch wenig bis gar nicht auf Gesamtenergieeffizienz

- Heizwärmebedarf nach SIA 380/1
- Kühlenergiebedarf nach SIA 382
- Beleuchtungsenergiebedarf nach SIA 380/4

→ Eine Gesamtoptimierung ist kaum möglich



- Immer mehr **Berechnungsmethodiken** und **-instrumente** mit einer **Gesamtbetrachtung**:

- > 2000 Watt Gesellschaft
- > 1-Tonne-CO₂-Gesellschaft
- > SIA Effizienzpfad Energie
- > SIA TEC 382 (Total Energy Calculator)
- > ...

s i a

Fazit 8

Bei all diesen planerischen Optimierungen wird etwas immer wieder vergessen: Der Nutzer († †)



DIE WELTWOCH

Weltwoche online | Magazin | Abo | Platin-Club | Service | Kontakt | Werbung

27.10.2010, Ausgabe

Solar-Fiction am Monte Rosa

Theoretisch deckt die Sonne den Energiebedarf der Monte-Rosa-Hütte zu 90 Pro Praxis wird nicht einmal die Hälfte erreicht. Das Vorzeigeprojekt der ETH illustriert, wie die Ökobranchen gemogelt werden und warum sich die Solarenergie nicht durchsetzen kann.
Baur

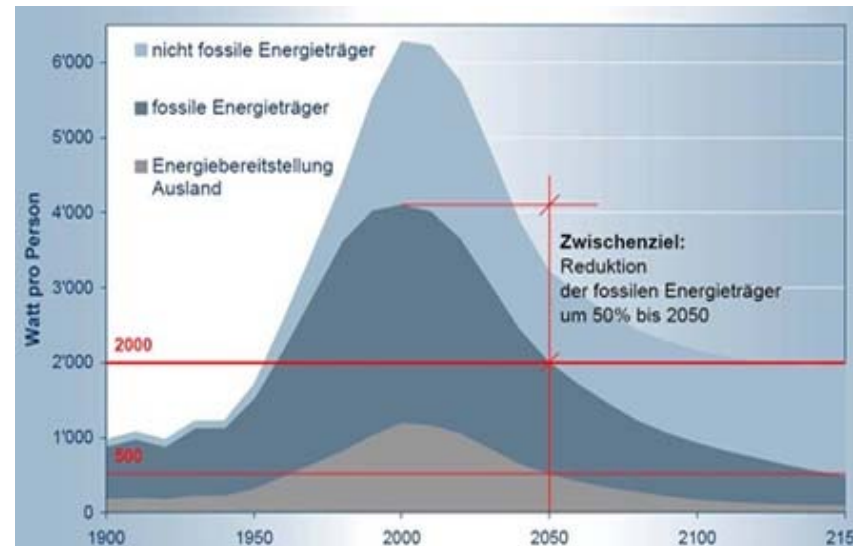
Der Bergkristall brilliert nicht

Die Monte-Rosa-Hütte ist deutlich weniger energieeffizient, als die ETH-Forscher versprochen haben.

«Wir sind Opfer unseres Erfolgs»

ETH-Professor Eberle zur Energieversorgung

... und wer hat nun recht?



MINERGI[®]

Besten Dank