

# ERHALT UND NEUBAU

## ZWEI FASSADEN FÜR DIE ZUKUNFT

ARCHITEKTENTAG  
**Effizient, resilient, nachhaltig – die Gebäudehülle von morgen**

Daniel Pfanner, Prof. Dr.-Ing.  
Frankfurt University of Applied Sciences  
BOLLINGER + GROHMAN

# B+G STANDORTE



# ÜBER UNS

**19**

Standorte

**420+**

Beschäftigte

**40**

Jahre Erfahrung

**40**

Managers

**251**

Ingenieur:innen

**49**

Konstrukteur:innen

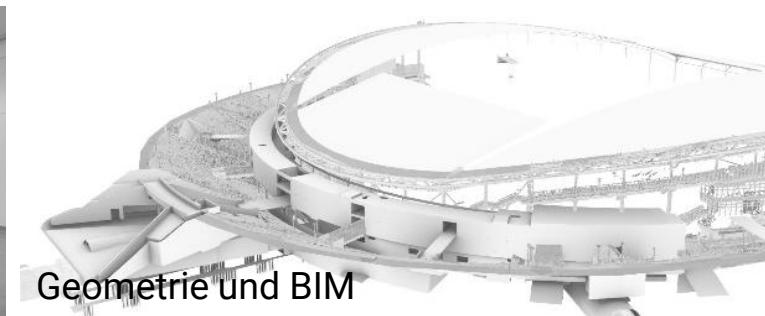
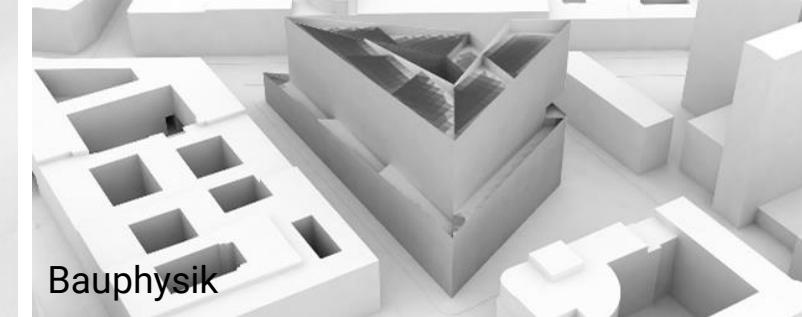
**14**

Architekt:innen

**21**

BIM Expert:innen

# Leistungen



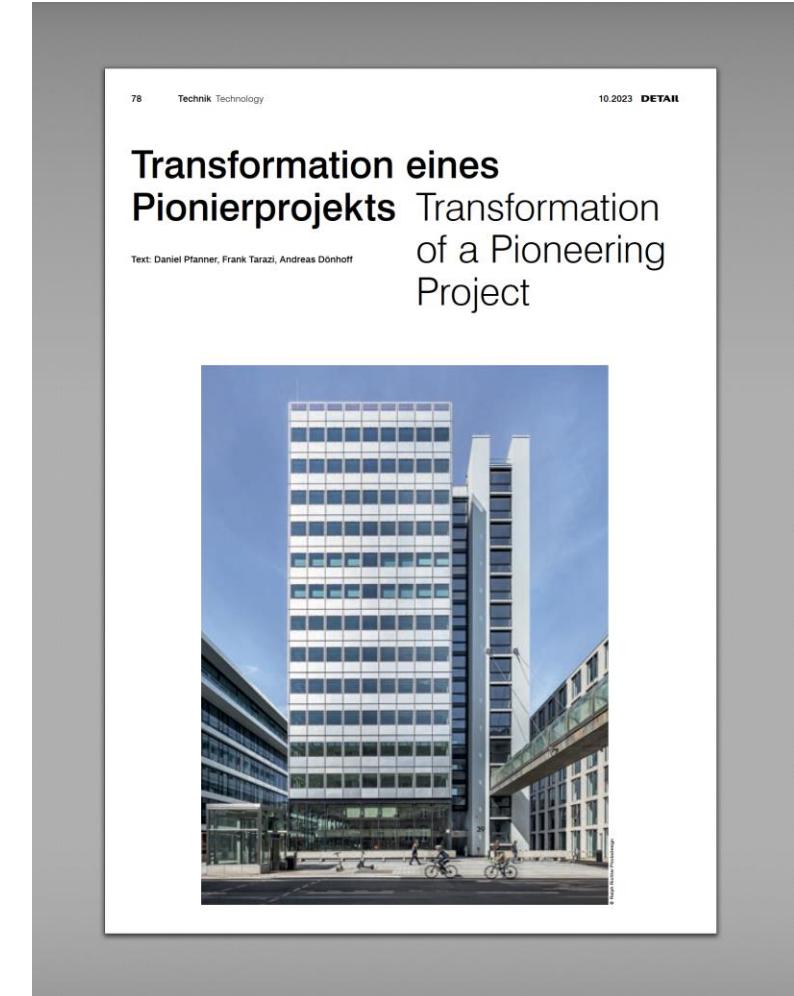
# ARCHITEKTENTAG

Effizient, resilient, nachhaltig – die Gebäudehülle von morgen

# ARCHITEKTENTAG

Effizient, resilient, **nachhaltig** – die Gebäudehülle von morgen

*„Die Revitalisierung des Baudenkmals steht beispielhaft für den nachhaltigen und klimafreundlichen Effekt hochwertiger Architektur: Identitätsstiftende historische Gebäude wollen weiter- und umgenutzt werden und motivieren zum zirkulären Bauen.“*



# PROJEKT 1: ERHALT

# PHILOSOPHICUM, Frankfurt

Ferdinand Kramer, 1960 (Revitalisierung Stefan Forster, 2016)



- **Ursprüngliche Nutzung**  
Seminargebäude der Philosophischen Fakultät der Universität Frankfurt
- **Heutige Nutzung**  
Studierenden-Wohnheim
- **Anzahl Wohnungen**  
238
- **Geschossfläche (BGF)**  
12130 m<sup>2</sup>
- **Bauherr**  
RMW Wohnungsgesellschaft Frankfurt II GmbH

# PHILOSOPHICUM, Frankfurt

Ferdinand Kramer, 1960 (Revitalisierung Stefan Forster, 2016)

## Neuerungen 1960

- **Hochhaus für Uni**  
Flächenbedarf am innerstädtischen Standort
- **Neuartige Stahlskelettkonstruktion**  
Schlank, wirtschaftlich, materialsparend  
konzipiert und schnell in Fertigung und  
Montage

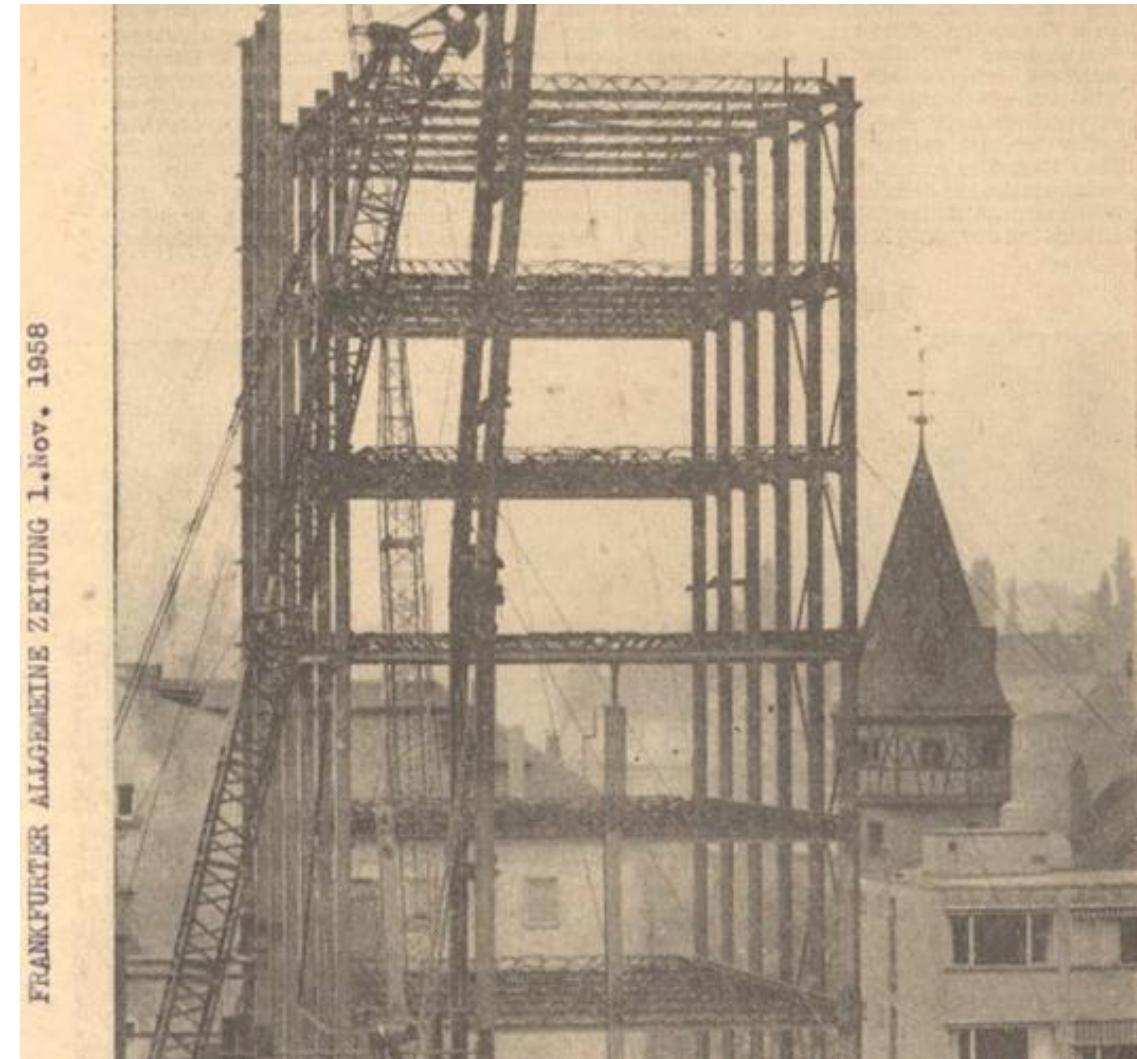


# PHILOSOPHICUM, Frankfurt

Ferdinand Kramer, 1960 (Revitalisierung Stefan Forster, 2016)

## Neuerungen 1960

- **Hochhaus für Uni**  
Flächenbedarf am innerstädtischen Standort
- **Neuartige Stahlskelettkonstruktion**  
Schlank, wirtschaftlich, materialsparend  
konzipiert und schnell in Fertigung und  
Montage



# PHILOSOPHICUM, Frankfurt

Ferdinand Kramer, 1960 (Revitalisierung Stefan Forster, 2016)

## Neuerungen 1960

- **Hochhaus für Uni**  
Flächenbedarf am innerstädtischen Standort
- **Neuartige Stahlskelettkonstruktion**  
Schlank, wirtschaftlich, materialsparend konzipiert und schnell in Fertigung und Montage
- **Stützenfreier Innenraum**  
Größtmögliche Flexibilität
- **Brandschutz der außenliegenden ungeschützten Stützen**  
Durch Brandversuche nachgewiesen

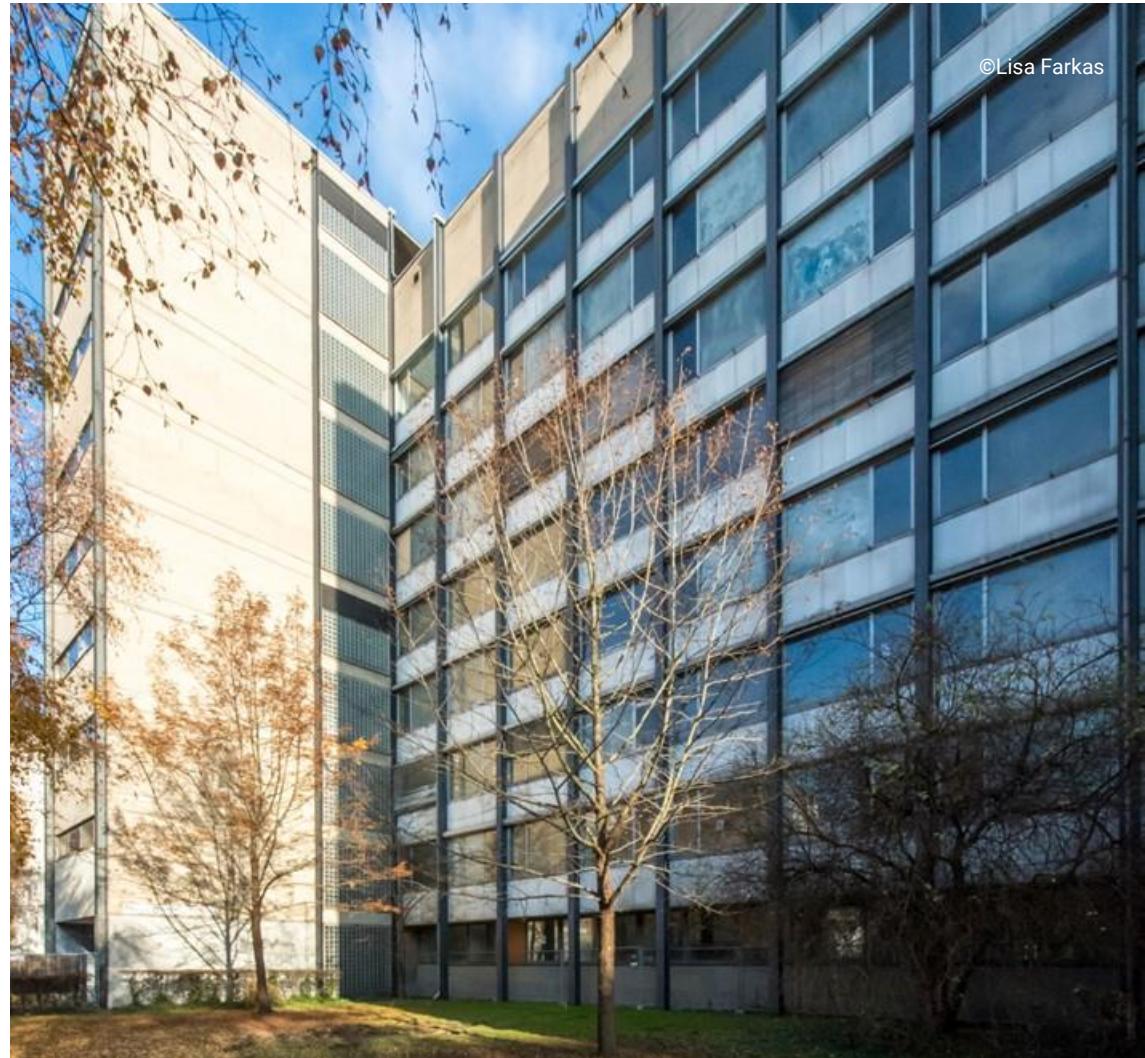


# PHILOSOPHICUM, Frankfurt

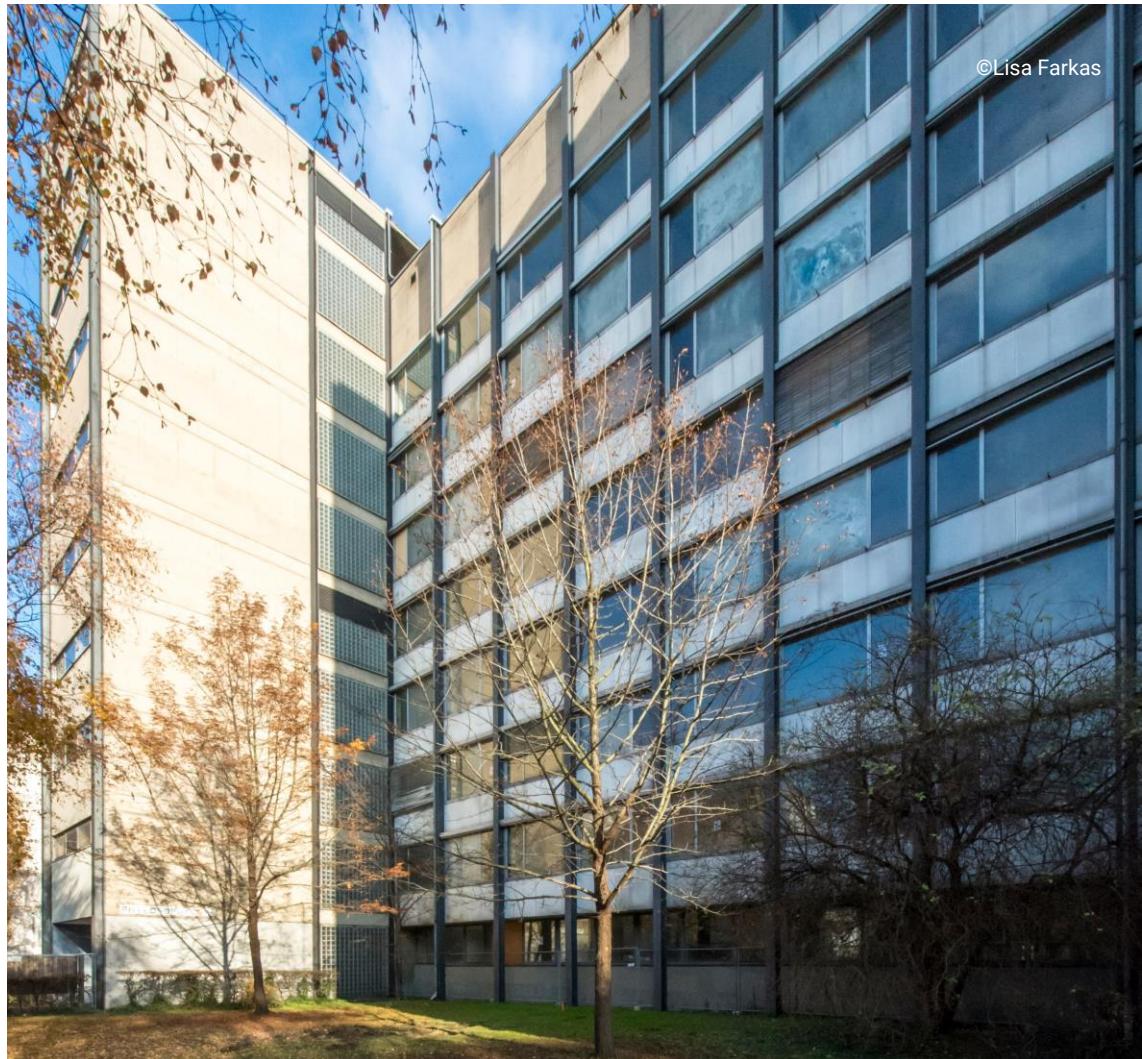
Ferdinand Kramer, 1960 (Revitalisierung Stefan Forster, 2016)

## Neuerungen 1960

- **Hochhaus für Uni**  
Flächenbedarf am innerstädtischen Standort
- **Neuartige Stahlskelettkonstruktion**  
Schlank, wirtschaftlich, materialsparend konzipiert und schnell in Fertigung und Montage
- **Stützenfreier Innenraum**  
Größtmögliche Flexibilität
- **Brandschutz der außenliegenden ungeschützten Stützen**  
Durch Brandversuche nachgewiesen
- **Schlanke Curtain-Wall Fassade**  
mit Termopane Isoliergläsern



# BESTANDSFASSADE



# BESTANDSFASSADE

## Bestandsaufnahme



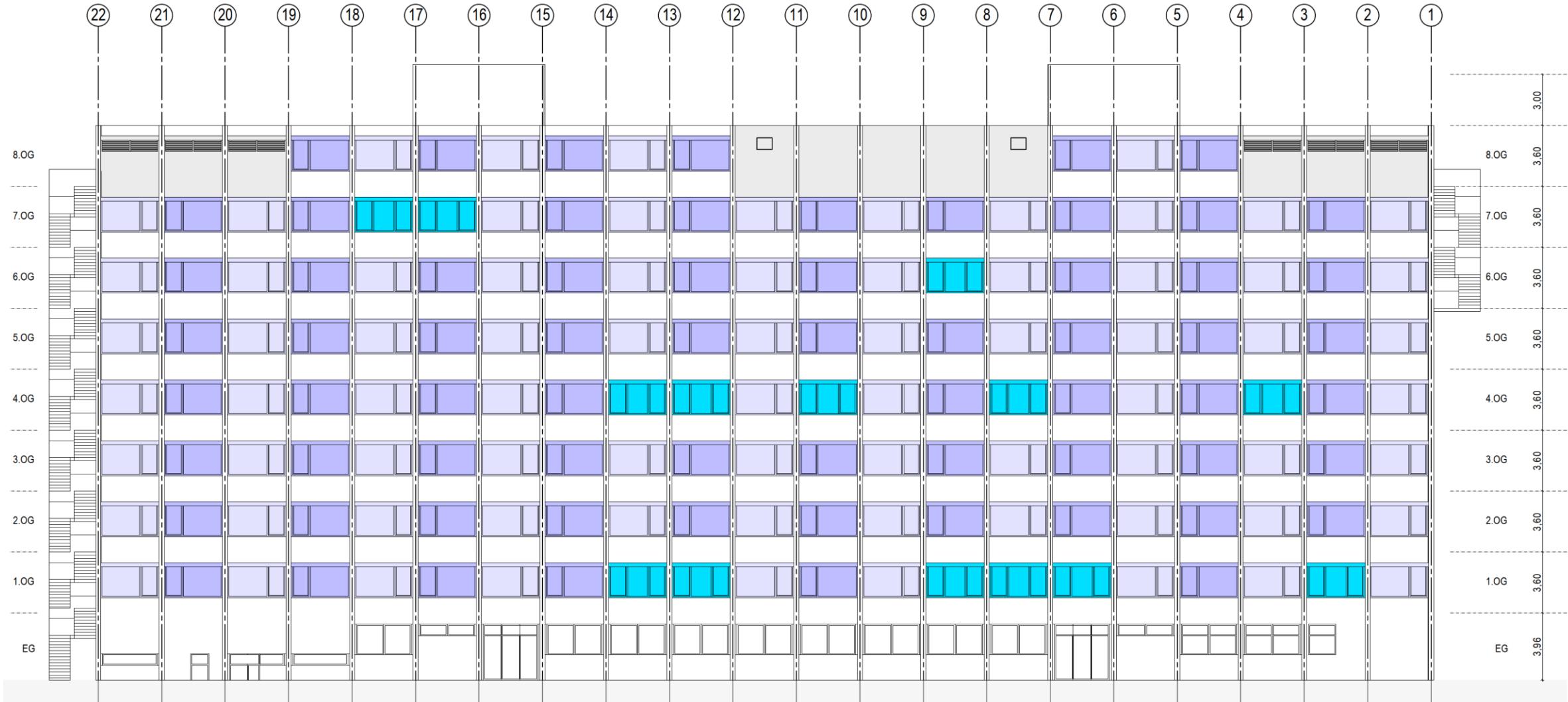
Übersicht Fassadentypen Süd- und Ostansicht

Übersicht Fassadentypen West- und Nordansicht

- curtain-wall
- Stahlbeton
- Ganzglasswände
- Glasbausteine

# BESTANDSAUFNAHME

## Fenster

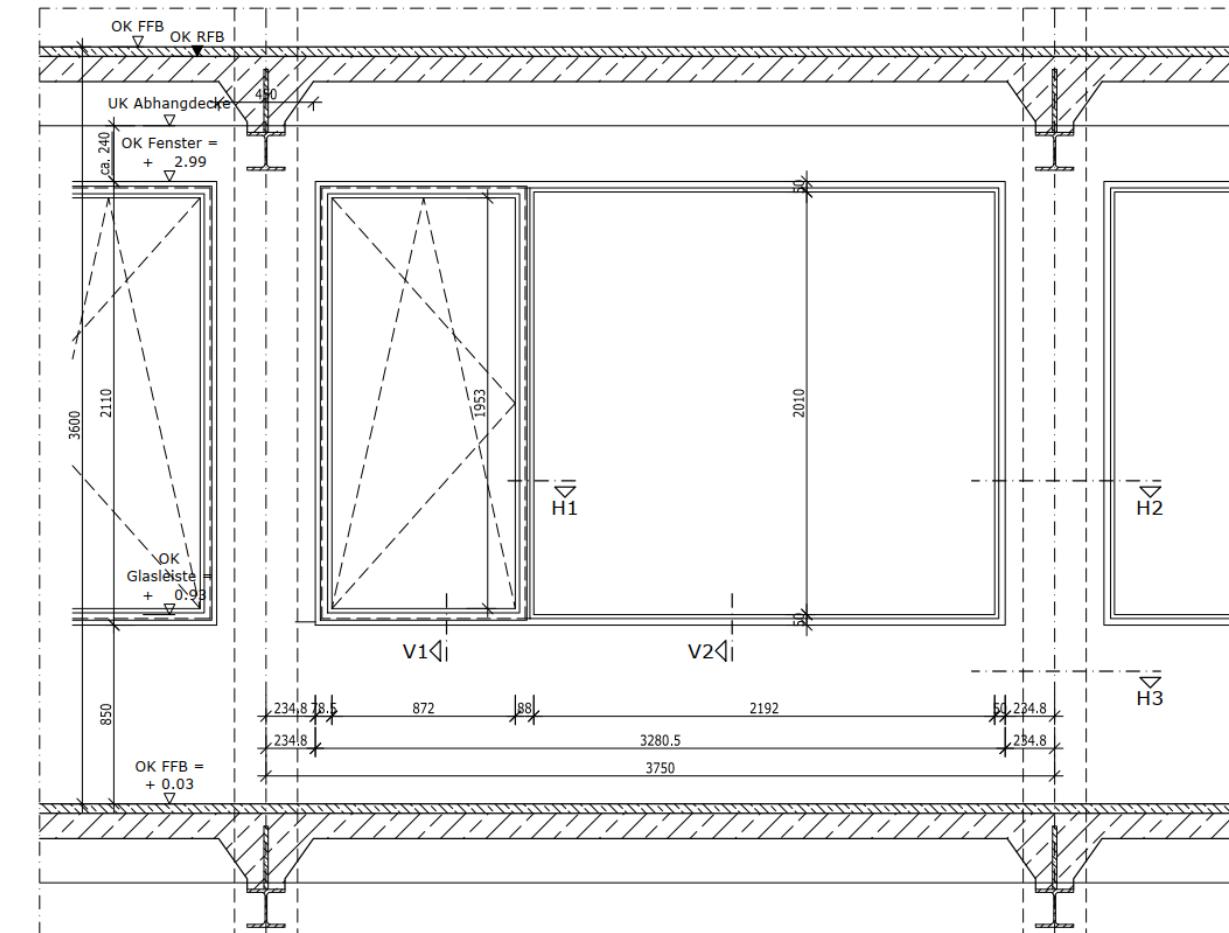


# BESTANDSAUFNAHME

## Fenster

### Typisches Fassadenelement M 1:20

Ansicht von Innen, Bestandsaufmaß KW45, Raum 1.0G, Achse 5-6



#### PROJEKTINFORMATIONEN

Projekt: UMBAU PHILOSOPHICUM  
Frankfurt am Main

Aufsteller: Bollinger + Grohmann Consulting GmbH  
Westhafenplatz 1, D-60327 Frankfurt am Main  
Phone +49 69-24 00 07-0, Fax +49 69-24 00 07-30  
Index Datum Änderung

#### INDEX

e - -  
d - -  
c - -  
b - -  
a - -

#### PLANINFORMATIONEN

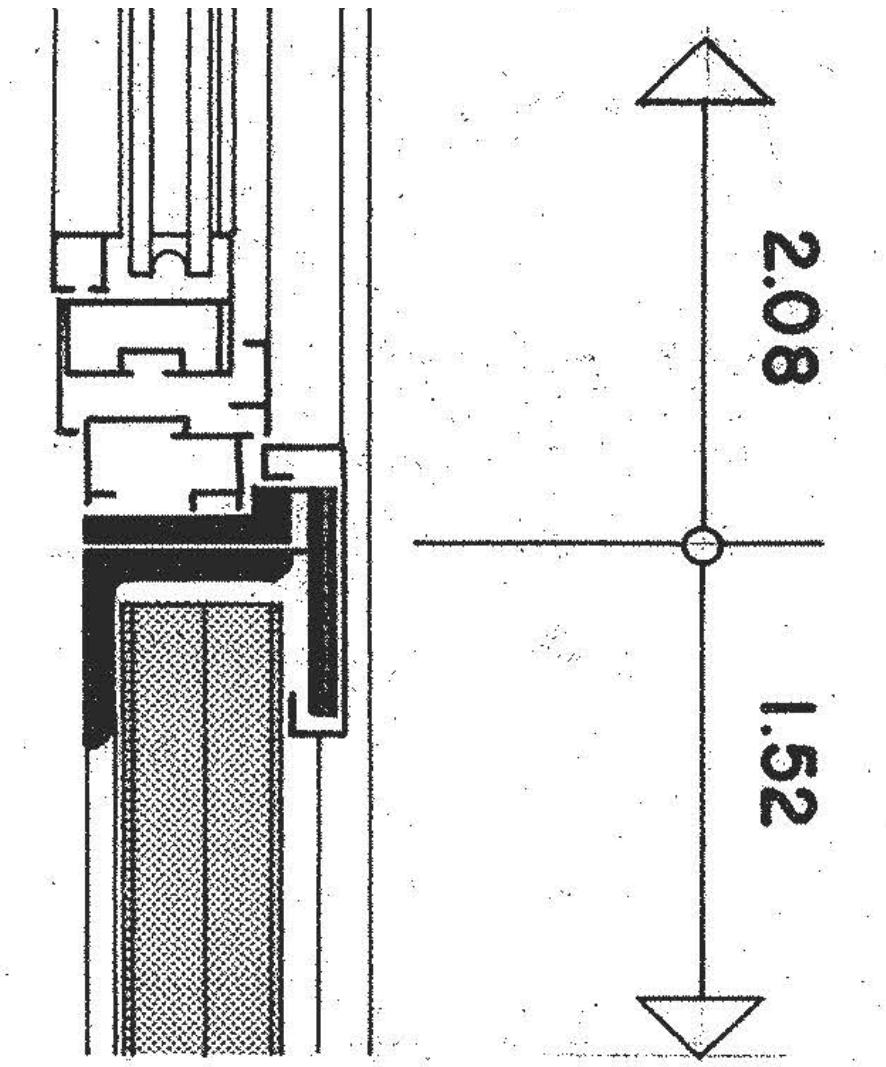
Name A. Freund Planinhalt  
Datum 10.11.2014  
Format A3 - Quer  
Maßstab 1:20  
Geprüft -  
Projekt-Nr 1480

**BESTANDSDOKUMENTATION**  
Typisches Fassadenelement  
Raum 1. OG, Achse 5-6

Leistungsphase:  
**VORPLANUNG**  
Plannummer: A-03-00 Index: -

# BESTANDSAUFNAHME

## Fenster

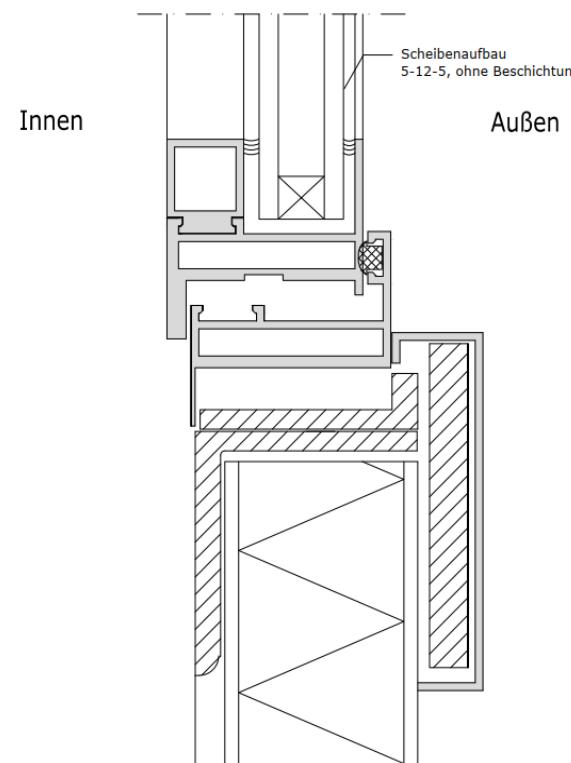


# BESTANDSAUFNAHME

## Fenster

Schnitt V1 - Öffnungsflügel M 1:1

Bestandsaufmaß KW45, Raum 1.0G, Achse 5-6

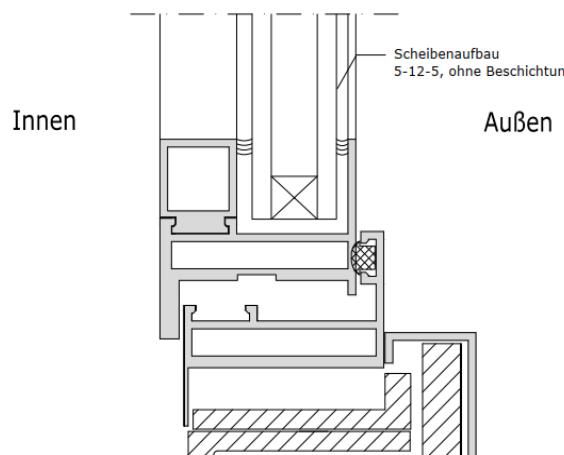


# BESTANDSAUFNAHME

## Fenster

Schnitt V1 - Öffnungsflügel M 1:1

Bestandsaufmaß KW45, Raum 1.0G, Achse 5-6

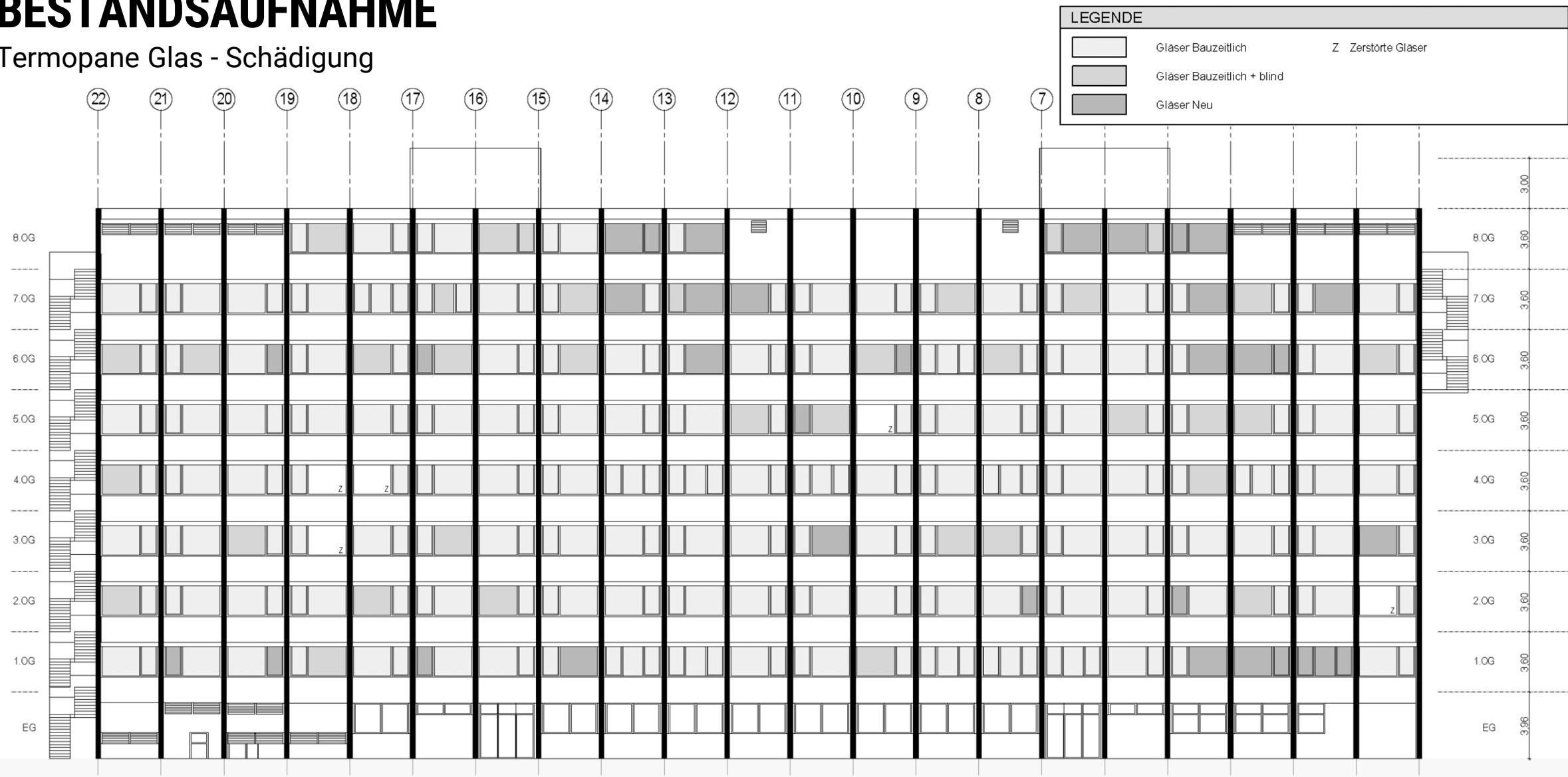


- **Tauwasserausfall**
- **Vermoosung**
- **Spröde Dichtungen**
- **Teilweise abgerissene Riegelbolzen**
- **Defekte Beschläge**
- **Mangelnde Steifigkeit der Rahmenbauteile**



# BESTANDSAUFNAHME

## Termopane Glas - Schädigung



# BESTANDSAUFNAHME

## Brüstungen

Stahlblech - Vermiculite - Blech - Holzfaserplatte - Blech - Vermiculite - Stahlblech

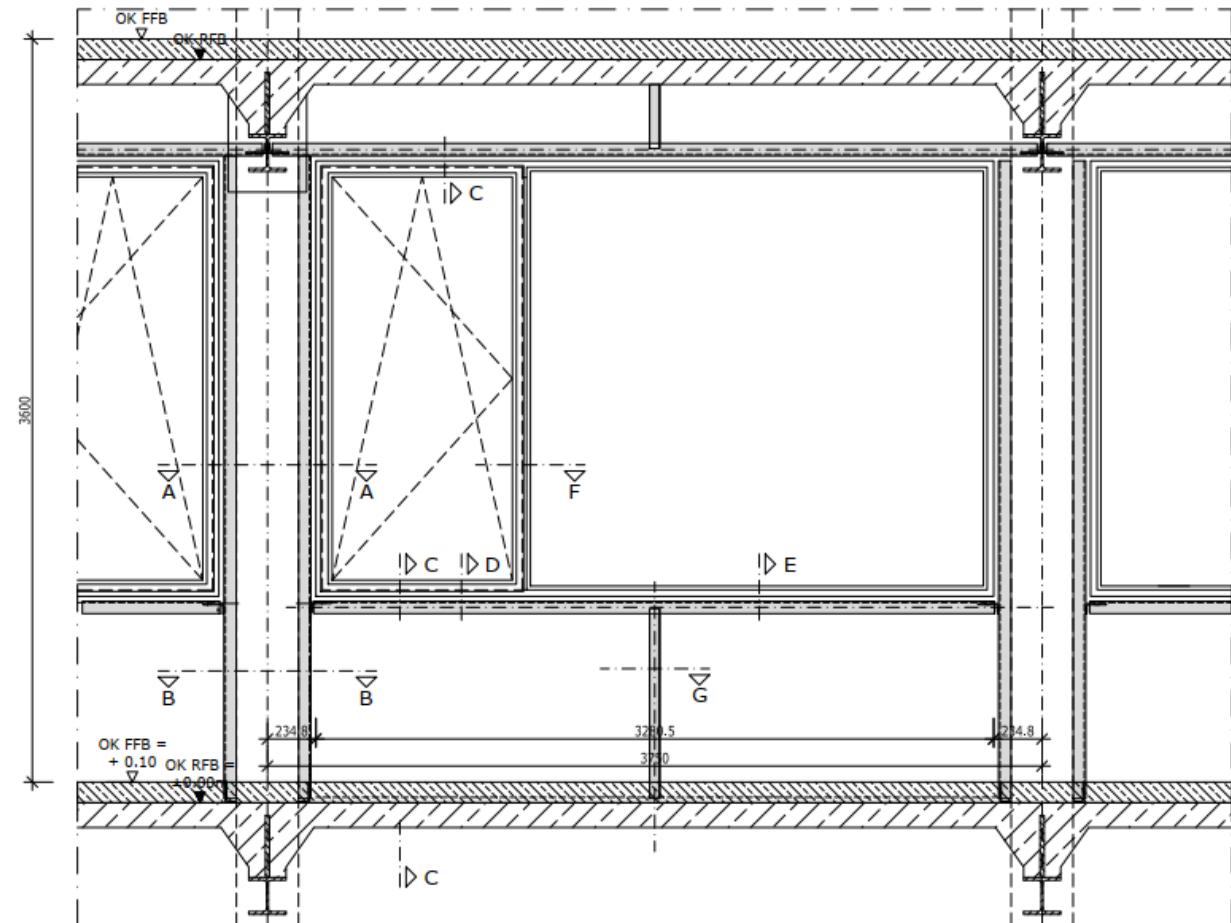


# REKONSTRUKTION

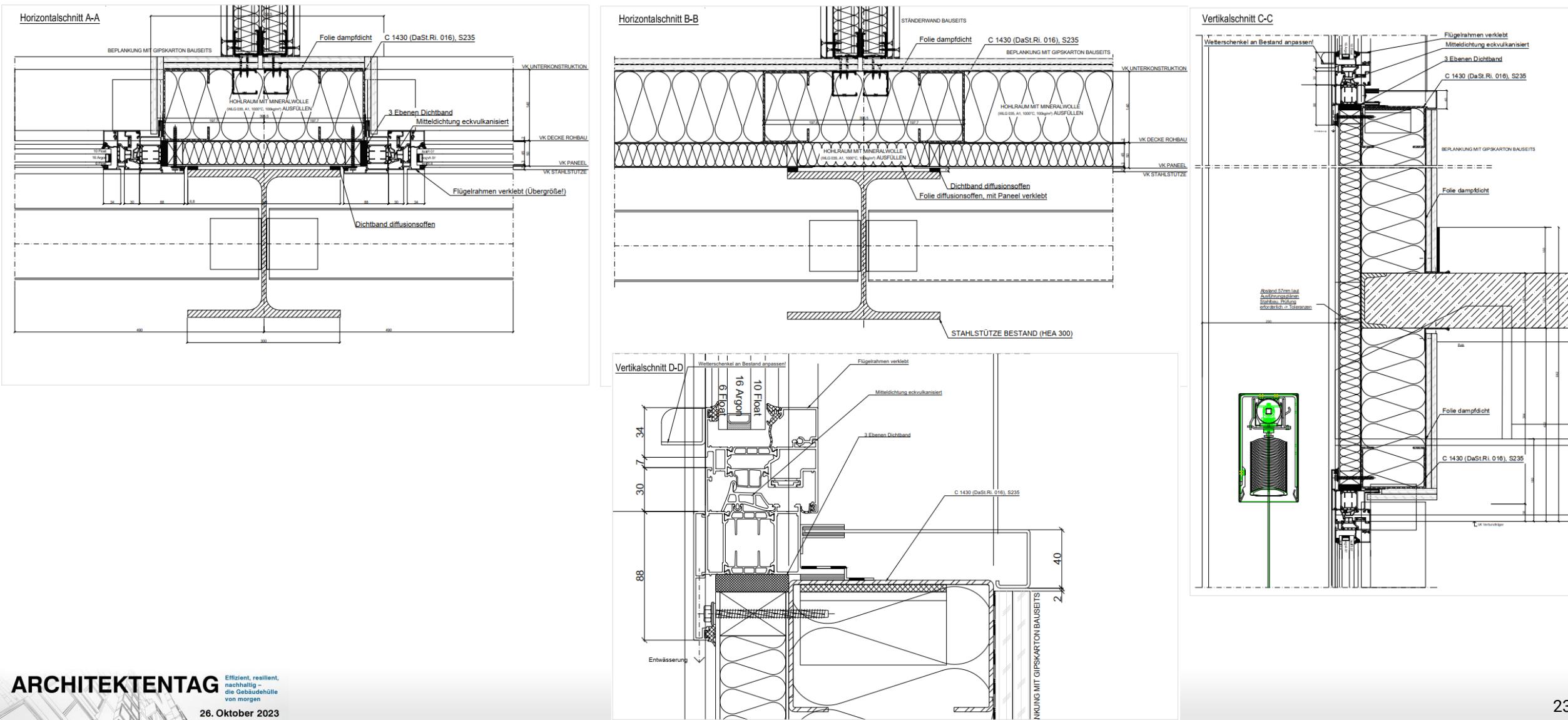
# Kriterien

- **Ästhetik**  
Denkmalpfleger: Erhalt des bauzeitlicher Erscheinungsbildes, insbesondere der durchgehenden Paneele
  - **Geometrie**  
60mm Bautiefe im Deckenbereich
  - **Bauphysik**  
Verbesserte Wärmedämmung und Entwässerung

## Ansicht von inner



# REKONSTRUKTION



# REKONSTRUKTION

Bemusterung



# REKONSTRUKTION

Baustelle



# CURTAIN WALL

Bauzeitlich



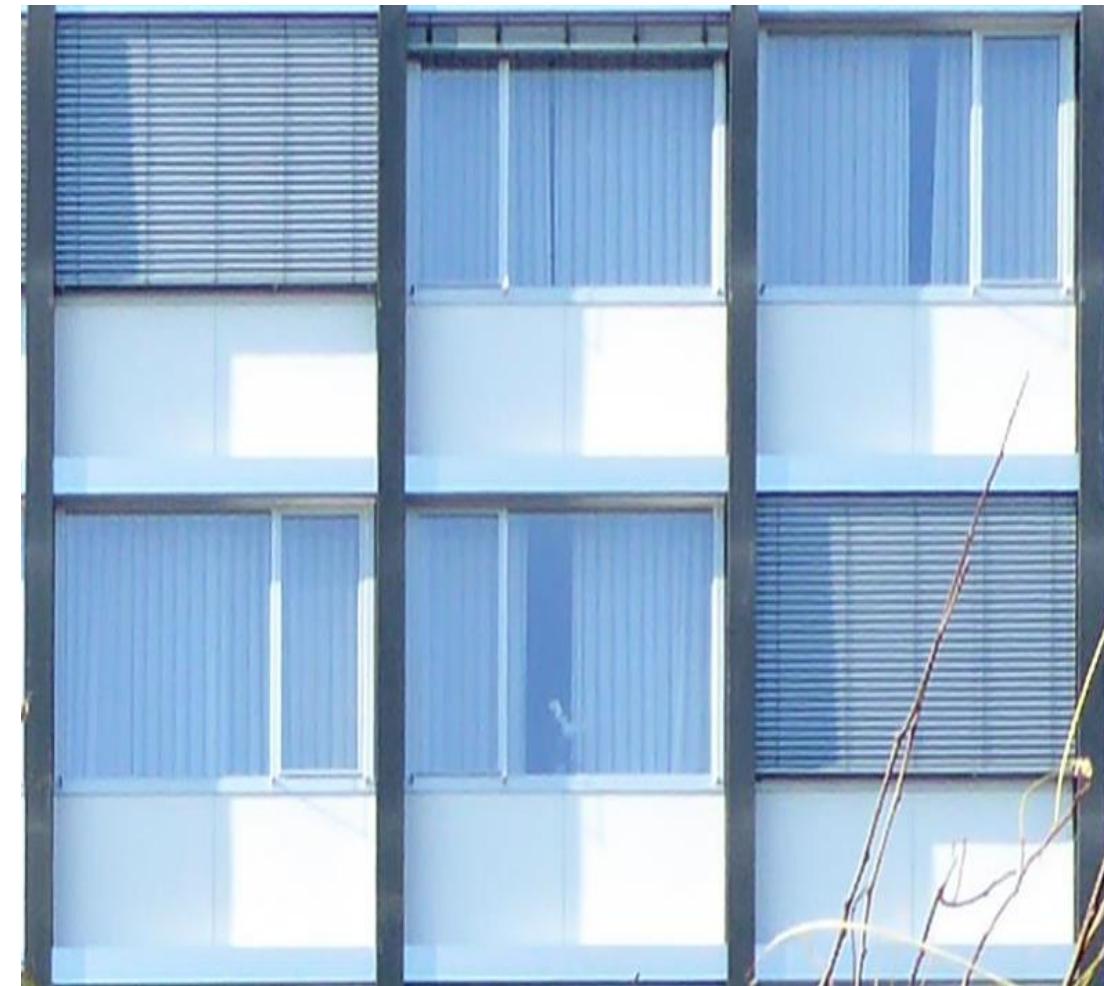
# CURTAIN WALL

Bestandsaufnahme



# CURTAIN WALL

Rekonstruktion



# CURTAIN WALL

Rekonstruktion



# ARCHITEKTENTAG

**Effizient, resilient**, nachhaltig – die Gebäudehülle von morgen

# ARCHITEKTENTAG

## Effizient, resilient, nachhaltig – die Gebäudehülle von morgen

„...es besteht immer ein Zielkonflikt zwischen Effizienz, also dem möglichst produktiven Einsatz knapper Mittel, und der Resilienz, also ausreichend Mittel für wenig wahrscheinliche Schadensabläufe verfügbar zu haben. Eine übertriebene Resilienz kann eine Gesellschaft zur Immobilität und zum wirtschaftlichen Stillstand führen; eine einseitige Ausrichtung auf Effizienz kann eine Gesellschaft in Krisensituation zum Kollaps führen.“

Herausgegeben von der Stiftung Umwelt und Schadenvorsorge der SV SparkassenVersicherung Gebäudeversicherung Stuttgart



Symposium 2015  
Resilienz von Gebäuden und  
Siedlungen im Klimawandel

26. und 27. März 2015 in Stuttgart

# PROJEKT 2: NEUBAU

# ELBTOWER, Hamburg

David Chipperfield Architects (in Bau)

- **Gebäudehöhe**  
245m
- **Geschosse**  
64 OGs, 3 UGs
- **Geschossfläche (BGF)**  
160.000 m<sup>2</sup>
- **Fassadenfläche**  
55.000 m<sup>2</sup>
- **Bauherr**  
SIGNA
- **Geplante Fertigstellung**  
2025



© David Chipperfield Architects

# ELBTOWER, Hamburg

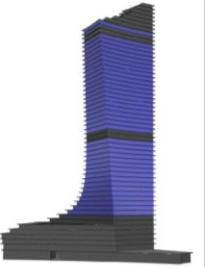
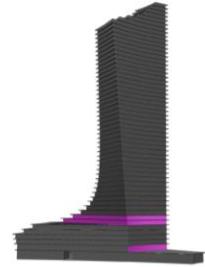
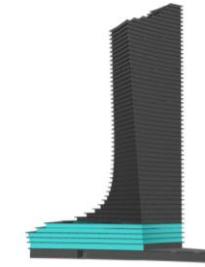
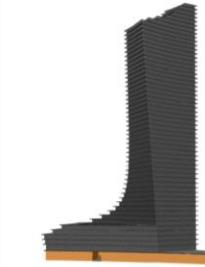
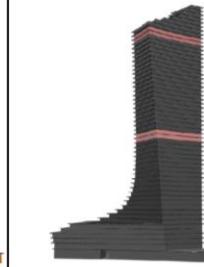
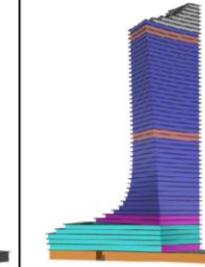
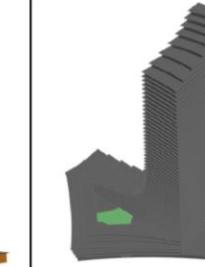
David Chipperfield Architects (in Bau)



© David Chipperfield Architects

# PLANUNGSPARAMETER FASSADE

(Auszug)

Kategorie	Erklärung / Formelzeichen	Einheit	FT 01 Regelfassade Büro Hochhaus	FT 02 Versammlung (Hotel, Boarding, Konferenz, Sky Bar)	FT 03 Hotelfassade	FT 04 Erdgeschossfassade	FT 05 Technikfassade	FT 06 Türen	FT 07 Atriumdach
				FT 01.1: Büro H=3,90m (R - 54. OG) FT 01.2: Büro H=3,60m (2. - 8. OG) FT 01.3: Büro H=4,50m (8. - 8. + 56. OG)	FT 02.1: Hotel öffentlich H=4,50m (1. OG) FT 02.2: Hotel öffentlich H=4,50m (6. OG) FT 02.3: Konferenz öffentlich H=4,50m (6. OG) FT 02.4: Skybar öffentlich H=4,50m (56.-56. OG)	FT 03.1: Hotel Außenfassade H=5,60m FT 03.2: Hotel Innenhof H=3,60m	FT 04.1: EG Außenfassade H=5,60m FT 04.2: EG + 1. OG Innenfassade H=5,60/4,50m	FT 05.1: Technik H=3,90m (24. - 25. + 41.-42. OG) FT 05.2: Technik Warm H=3,90/4,35m (57. - 58. OG) FT 05.3: Technik Kalt H=3,6/4,35m (59. - 60. OG)	
Projektbeteiligte:	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Architekt   DCA</li> <li>■ Bauherr   SIGNA</li> <li>■ Bauphysik   MBBM</li> <li>■ Fassadenplanung   B+G</li> <li>■ TGA   TKD<sup>2</sup></li> <li>■ Schallschutz   Moll</li> <li>■ Tragwerk   wh-p + W&amp;vS</li> <li>■ Energie   Transsolar</li> <li>■ Brandschutz   HHP</li> <li>■ Zertifizierung   Koch</li> </ul>								
			Regelfassade Büro OG8 bis OG57 alle Orientierungen	Öffentliche Nutzung? OG 1, OG6 - OG7	Hotelfassade OG1 - OG5, alle Orientierungen	Erdgeschoss ... Untertypen	Technikgeschosse, z.B. OG24-25, OG47-G48	Türen Erdgeschoss Fassadentüren Terrassen, Skybar	Atriumdach OG 5

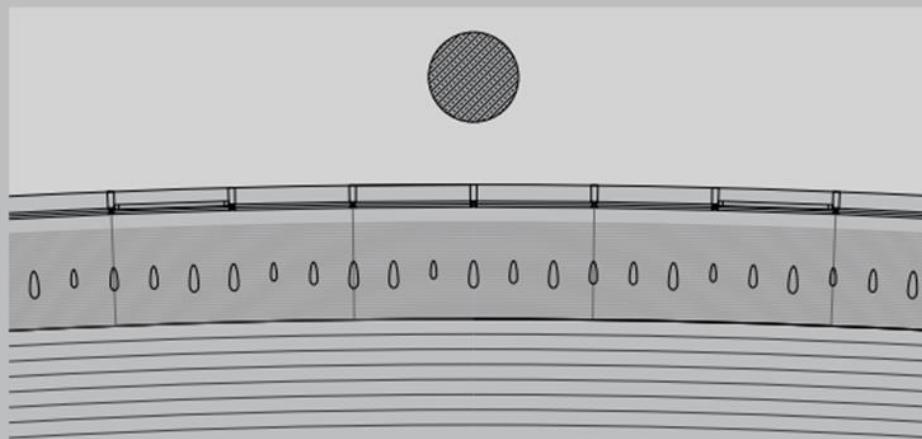
## BAUPHYSIK, SCHALLSCHUTZ, ENERGIE

Anmerkung 1: Einträge per Bauteilkatalog mmbm vom 11.02.2019. Anmerkung 2: Einträge per Angabe moll vom 12.02.2019

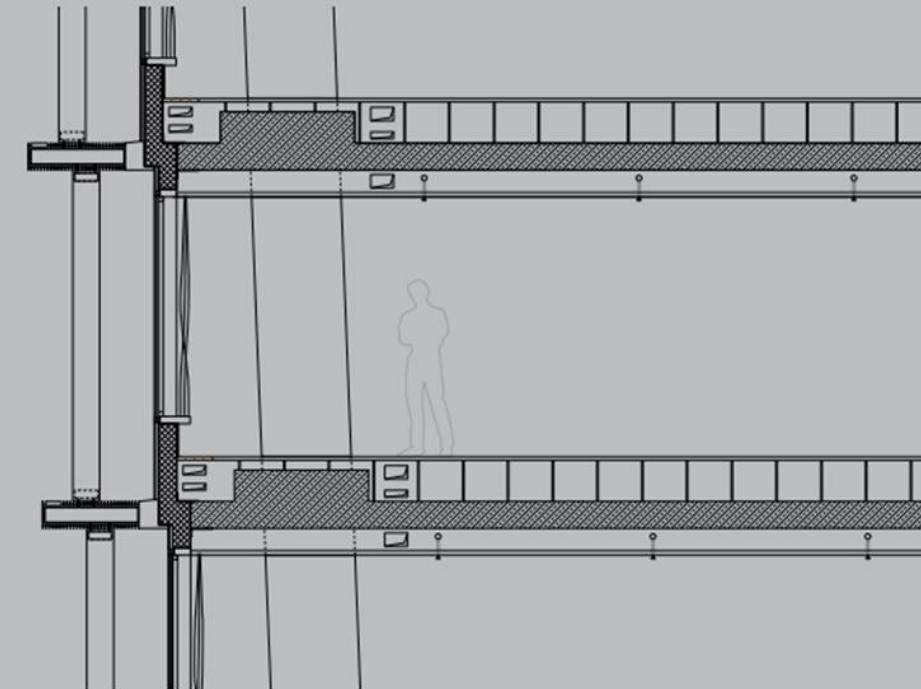
Winterlicher Wärmeschutz Fassade	U <sub>cw</sub>	W/m <sup>2</sup> K	1,05 gem. 30% Unterschreitung UHC. Ggf. 20% Unterschreitung möglich -> 1,20	1,05 gem. 30% Unterschreitung UHC. Ggf. 20% Unterschreitung möglich -> 1,20	1,05 gem. 30% Unterschreitung UHC. Ggf. 20% Unterschreitung möglich -> 1,20	1,05 gem. 30% Unterschreitung UHC. Ggf. 20% Unterschreitung möglich -> 1,20	1,5	1,05 gem. 30% Unterschreitung UHC. Ggf. 20% Unterschreitung möglich -> 1,20	1,0 (vertikal) 1,2 (horizontal)
Winterlicher Wärmeschutz Glas	U <sub>g</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	0,6	0,6 (vertikal) 0,8 (horizontal)
Winterlicher Wärmeschutz Profile (Erdgeschosse)	U <sub>i</sub>	W/m <sup>2</sup> K							1,2
Winterlicher Wärmeschutz Paneele	U <sub>b</sub>	W/m <sup>2</sup> K	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3		
Sommerlicher Wärmeschutz Fassade	g <sub>total</sub>	%	≤ 0,15, ggf. ≤ 0,2 bei großen Räumen ≤ 0,175 ohne Ansatz des Blendschutzes	≤ 0,15, ggf. ≤ 0,2 bei großen Räumen ≤ 0,175 ohne Ansatz des Blendschutzes	≤ 0,15, ggf. ≤ 0,2 bei großen Räumen ≤ 0,175 ohne Ansatz des Blendschutzes	0,35	0,35		0,12
Sommerlicher Wärmeschutz Glas	g <sub>glass</sub>	%	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,3
Sommerlicher Wärmeschutz Sonnenschutz	Fc-Werte	%	Lamellen: Fc = 0,5 Blendschutz: Fc = 0,7 Ansatz Blendschutz zur Einhaltung sommerlicher Wärmeschutz noch in Abstimmung	Lamellen: Fc = 0,5 Blendschutz: Fc = 0,7 Ansatz Blendschutz zur Einhaltung sommerlicher Wärmeschutz noch in Abstimmung	Lamellen: Fc = 0,5 Blendschutz: Fc = 0,7 Ansatz Blendschutz zur Einhaltung sommerlicher Wärmeschutz noch in Abstimmung	kein Sonnenschutz aus bauphysikalischen Gründen erforderlich	keine Anforderungen	kein Sonnenschutz aus bauphysikalischen Gründen erforderlich	in Klärung
Motorisch öffbare Fenster zur Nachtauskühlung?			Anordnung der Lamellen: - Abstand e der Lamellen - Tiefe d der Lamellen						
Schallschutz Luft (außen)	Luftschalldämmmaß R <sub>w</sub>	dB	Nord-Ost Fassade: 35 bis 36dB Nord-West Fassade: 35 bis 38dB Süd-Ost Fassade: 36 bis 38dB Süd-West Fassade: 30 bis 39dB Eckräume ggf. höher bis zu 42dB	wie FT 01	47 bis 49 dB Eckräume ggf. höher bis zu 52dB	32 bis 37dB	keine Anforderungen	offen	keine Anforderungen
Schallschutz Innen horizontal: Gesamte Wand (Plosten + TW)	Längsschalldämmung horizontal R <sub>w'</sub>	dB	normaler Schallschutz: 37dB vertrauliche Büros und						
Schallschutz Innen horizontal: Nur Plosten	Längsschalldämmung horizontal R <sub>w'</sub>	dB	gem. Bericht		gem. Bericht				
Schallschutz Innen horizontal: Nur Trennwand	Längsschalldämmung horizontal R <sub>w'</sub>	dB	gem. Bericht		gem. Bericht				

# SYSTEM

## Schichten



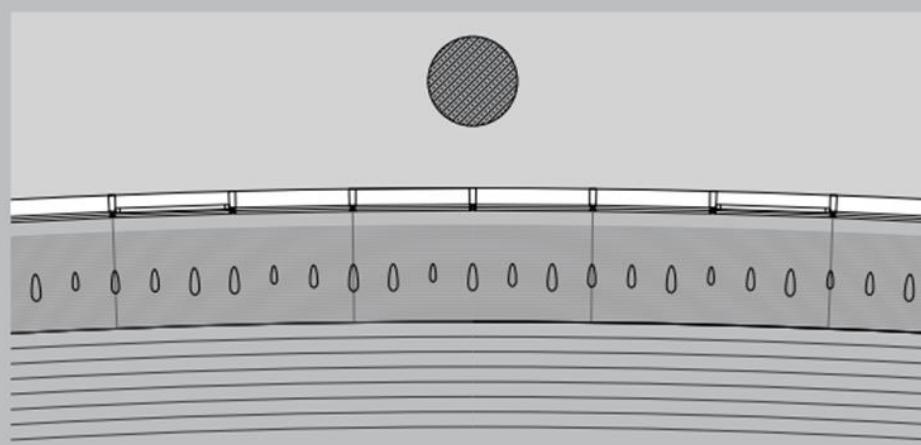
## Fassade



© David Chipperfield Architects

# SYSTEM

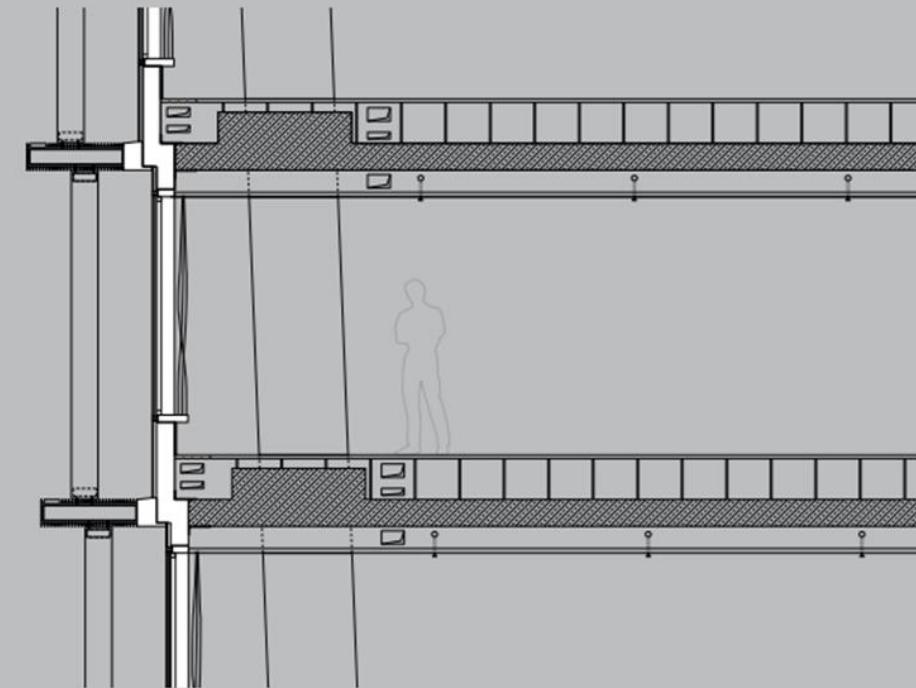
Schichten



Fassade



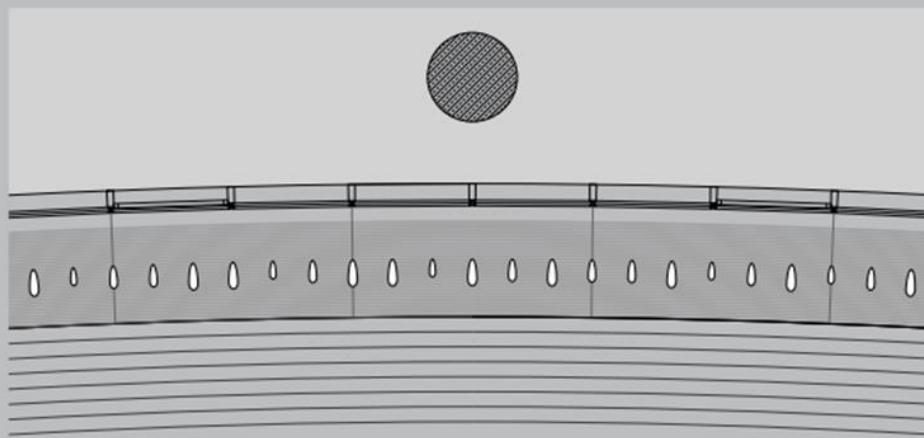
Klimahülle



© David Chipperfield Architects

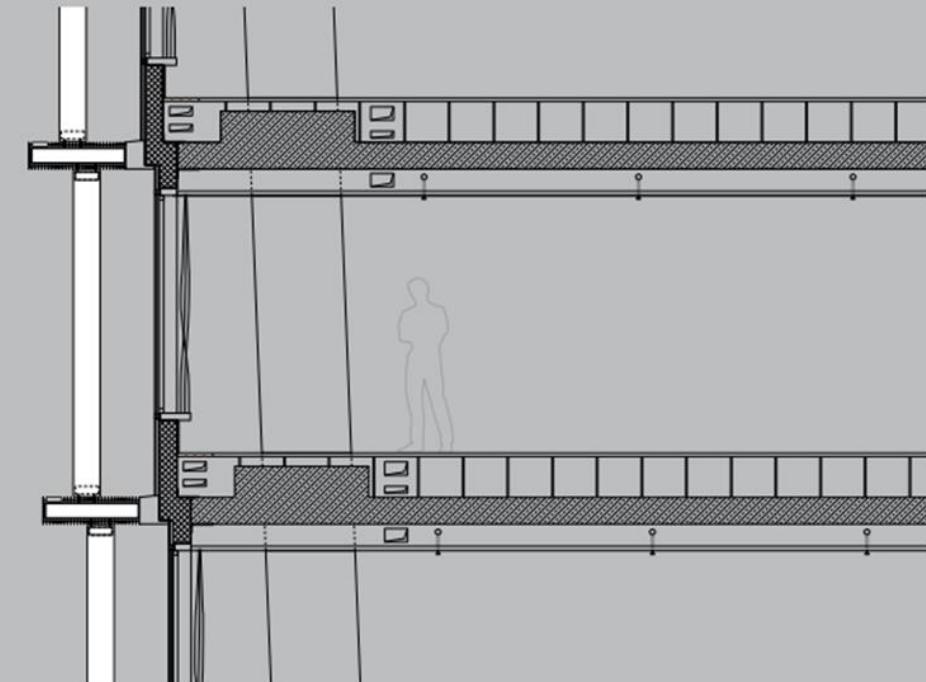
# SYSTEM

Schichten



Fassade

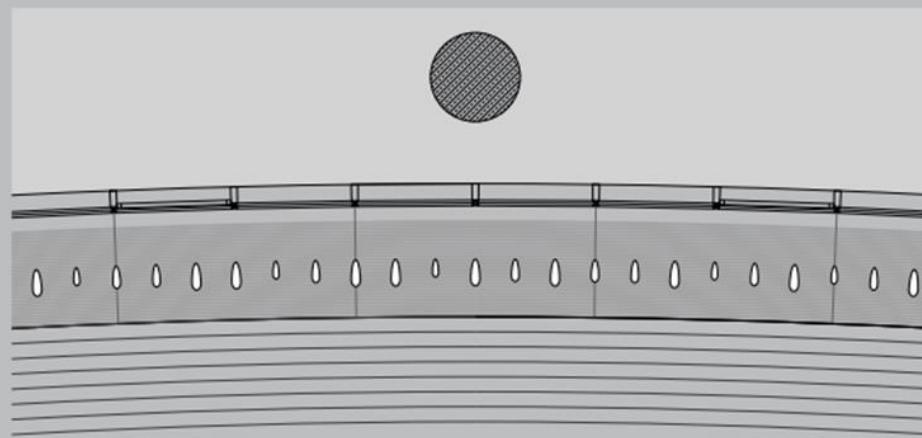
außenliegender Sonnenschutz



© David Chipperfield Architects

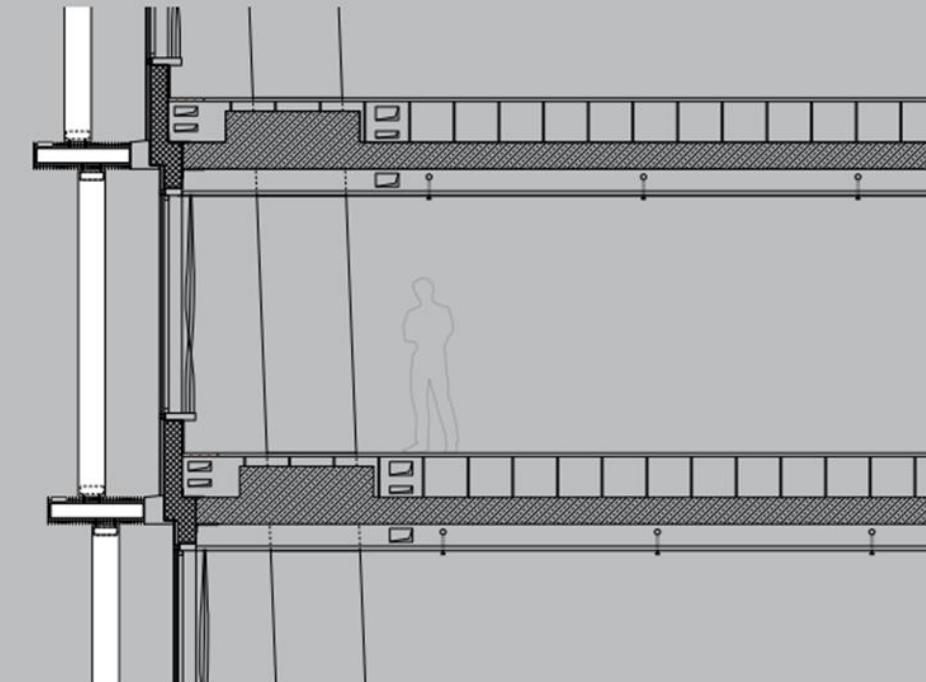
# SYSTEM

Schichten



Fassade

außenliegender Sonnenschutz

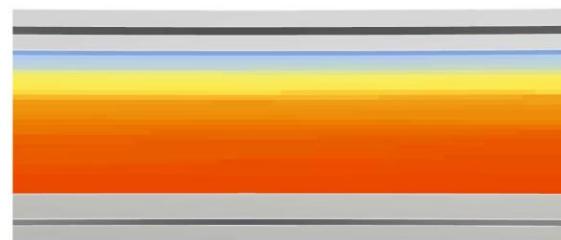


- Außenliegende Großlamellen zwischen Wartungsstegen
- **Frage Effizienz / Resilienz Materialeinsatz gerechtfertigt?**

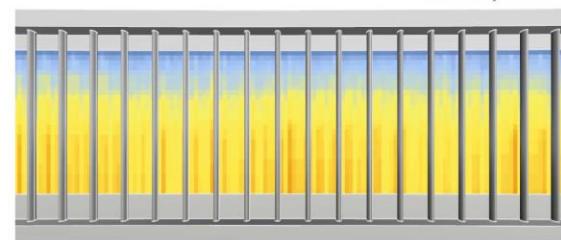
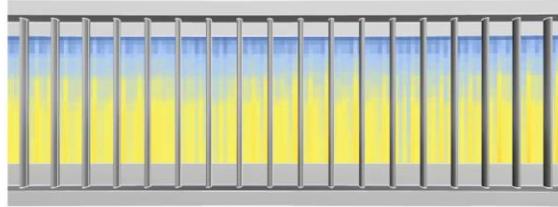
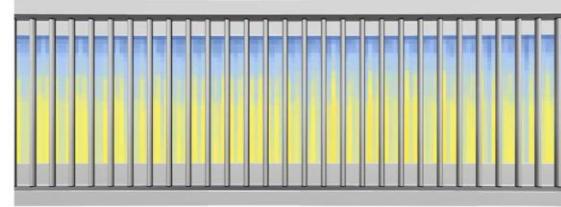
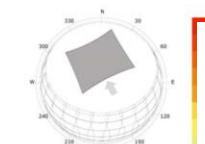
© David Chipperfield Architects

# SOLARE WÄRMEGEWINNE

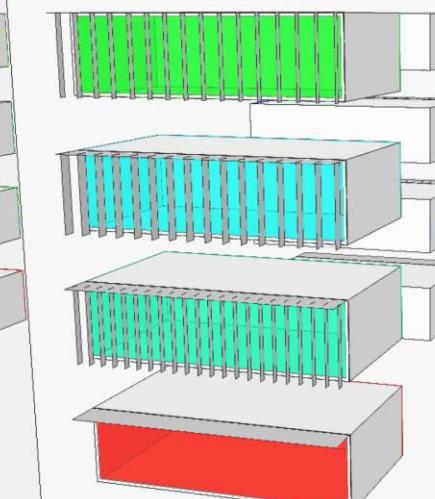
## EFFIZIENZ Sonnenschutz?



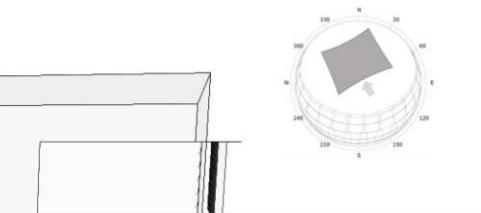
Without Fin

Fin Depth 300mm Width 120mm @ 700mm  
radiation 34% reducedFin Depth 500mm Width 120mm @ 700mm  
radiation 47% reducedFin Depth 300mm Width 120mm @ 500mm  
radiation 50% reducedkWh/m<sup>2</sup>

4108-2 Übertemp gradstd, h.Deg-C

900  
800  
700  
600  
500  
400  
300  
200

**Alternative**  
**Außenliegender Behang?**



Fin Depth 300mm@ 700mm, Verglasung g = 40 %  
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 98 W/m<sup>2</sup> (93 %)  
Kühllast: 92 %  
Kühlenergiebedarf: 68 %  
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 518 Kh

Fin Depth 500mm@ 700mm, Verglasung g = 40 %  
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 94 W/m<sup>2</sup> (90 %)  
Kühllast: 88 %  
Kühlenergiebedarf: 54 %  
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 369 Kh

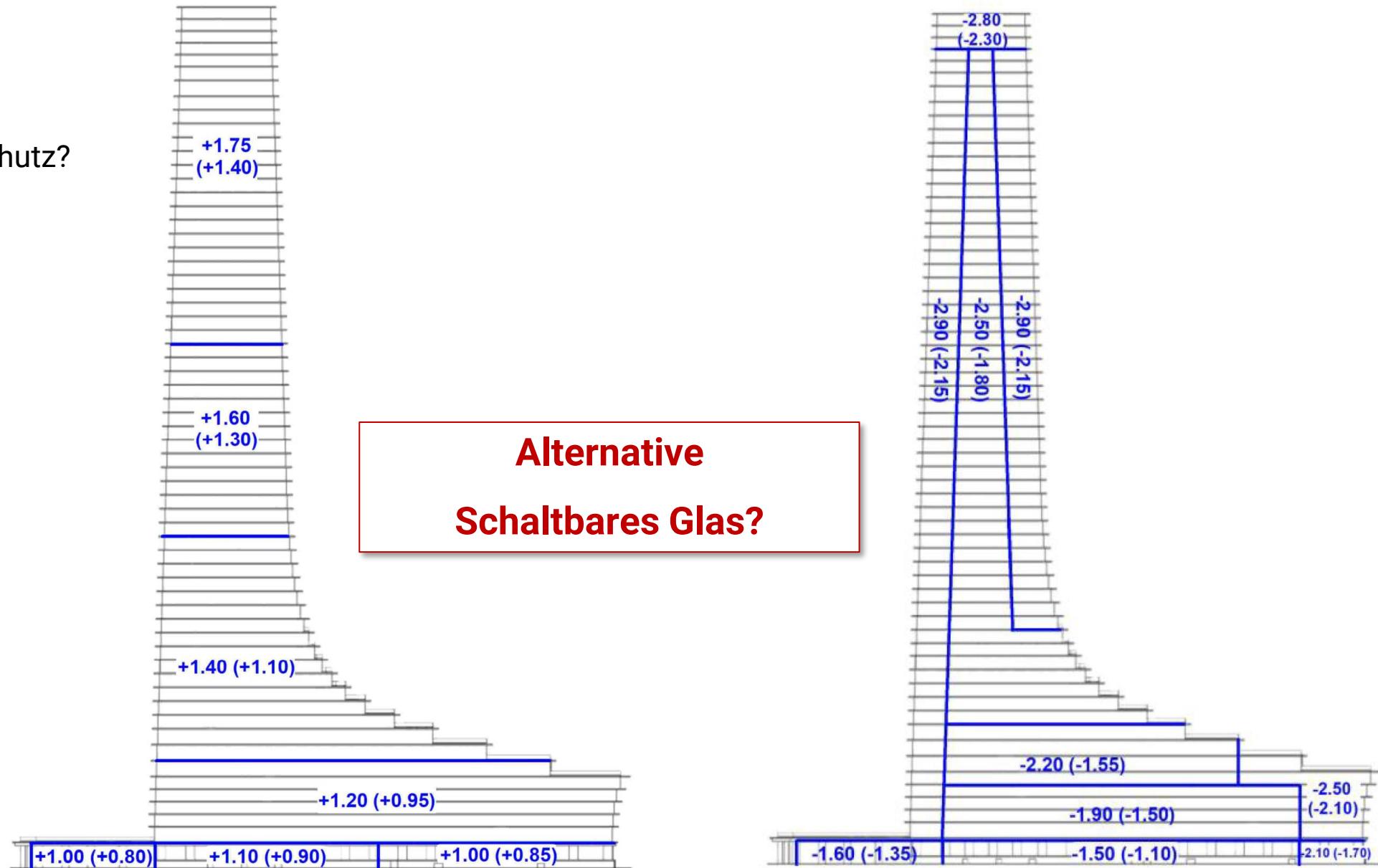
Fin Depth 300mm@ 500mm, Verglasung g = 40 %  
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 95 W/m<sup>2</sup> (91 %)  
Kühllast: 90 %  
Kühlenergiebedarf: 59 %  
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 419 Kh

Without Fin, Verglasung g = 40 %  
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 104 W/m<sup>2</sup> (100 %)  
Kühllast: 100 %  
Kühlenergiebedarf: 100 %  
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 953 Kh

© Transsolar

# WINDLASTEN

## RESILIENZ Sonnenschutz?



© Wacker Windingenieure

# DESIGN TO COST

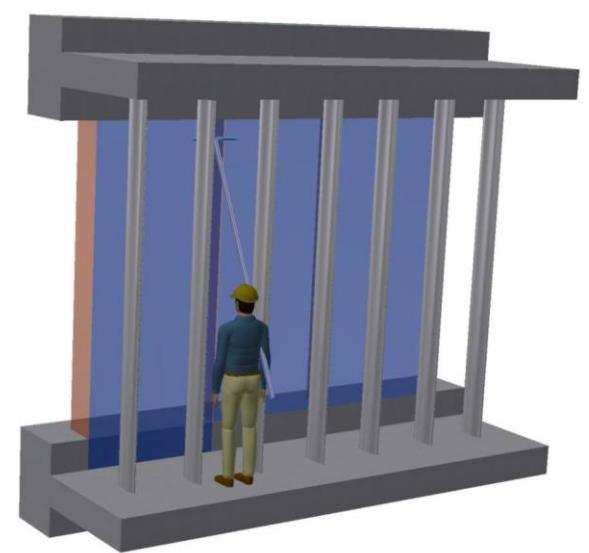
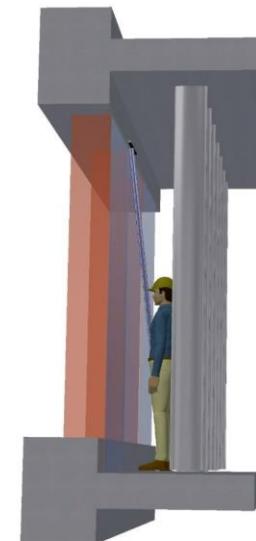
## KOSTENEFFIZIENZ

## Alternative

# Feststehende Lamellen OHNE Steg? Doppelfassade?

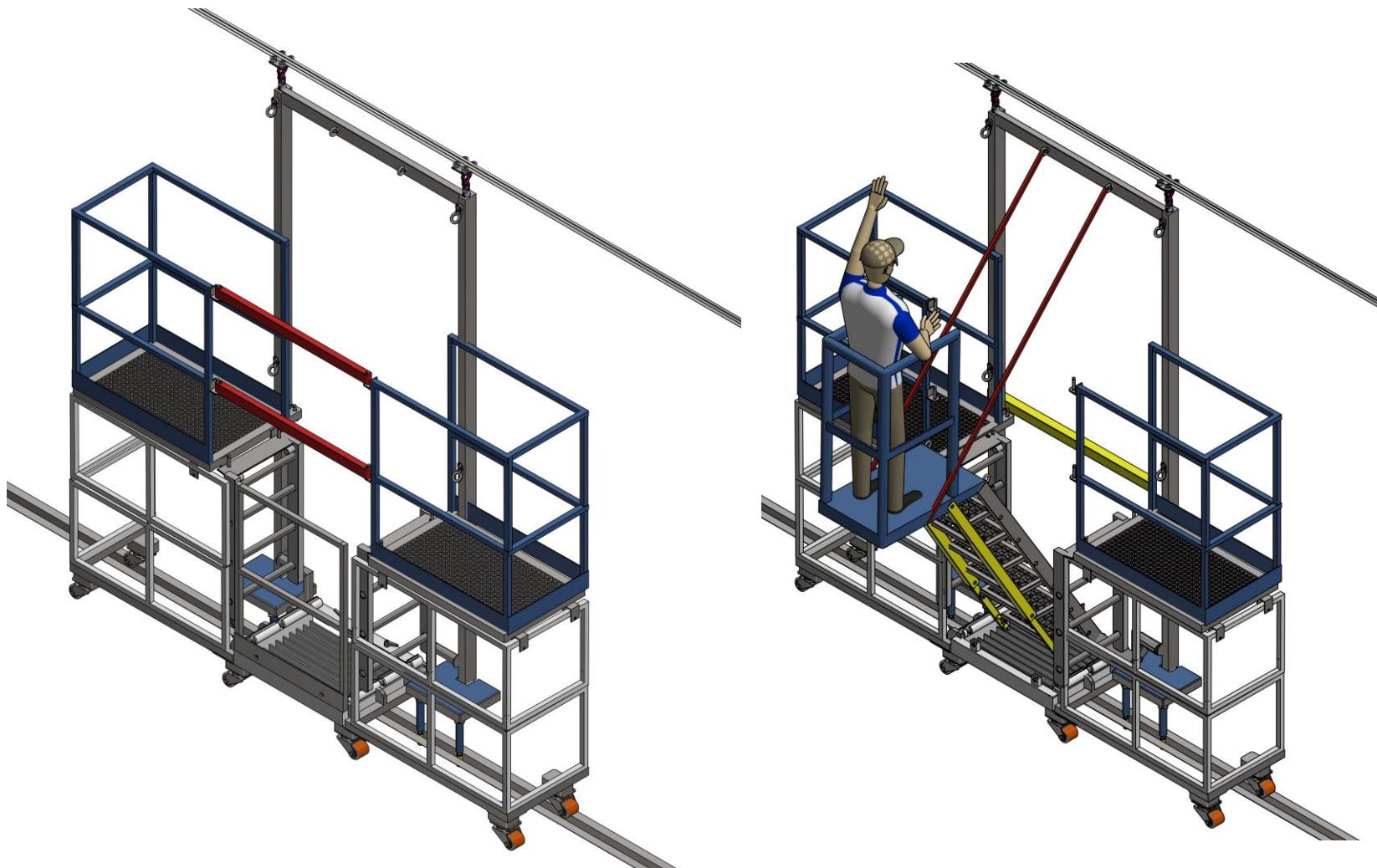
# WARTUNG

## RESILIENZ Wartungssteg vs. Fassadenbefahranlage?



# WARTUNG

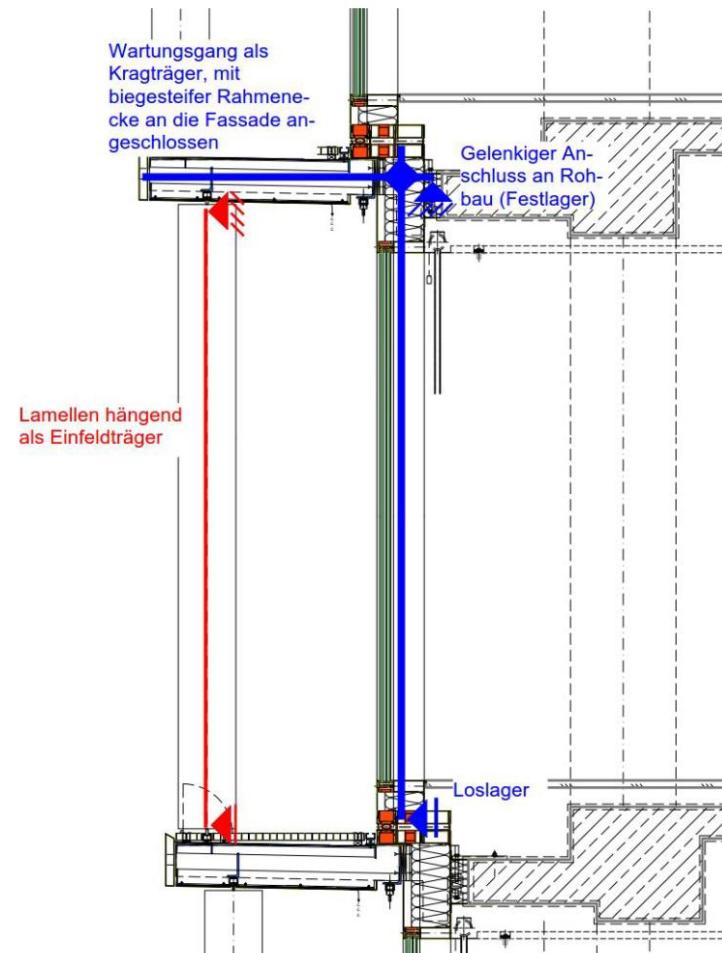
**RESILIENZ** Zugangs- und Instandhaltungsplanung?



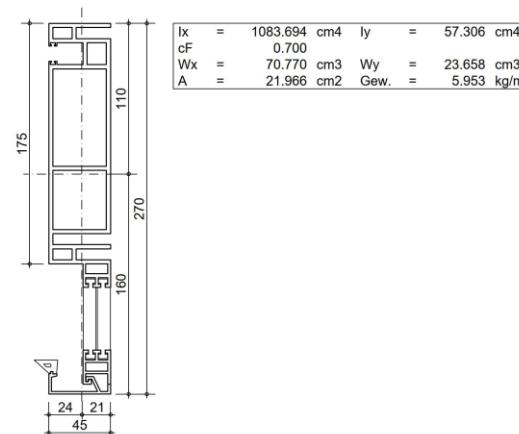
© TAW Weisse

# FASSADENENTWURF

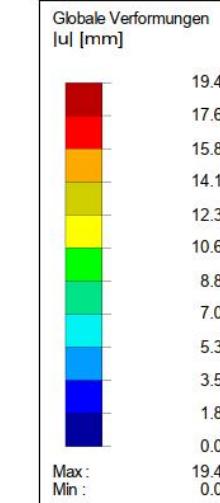
## Material-EFFIZIENZ: Statische Optimierung



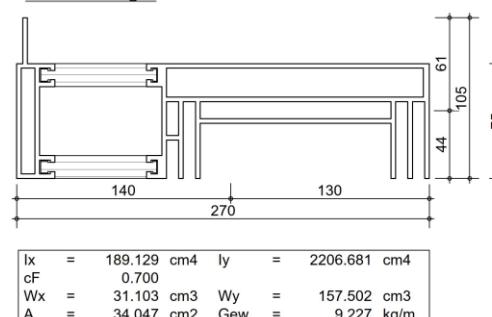
Elementpfeiler



EK5: GZG HH RB  
Globale Verformungen  $u$  [mm]  
Ergebniskombinationen: Max- und Min-Werte

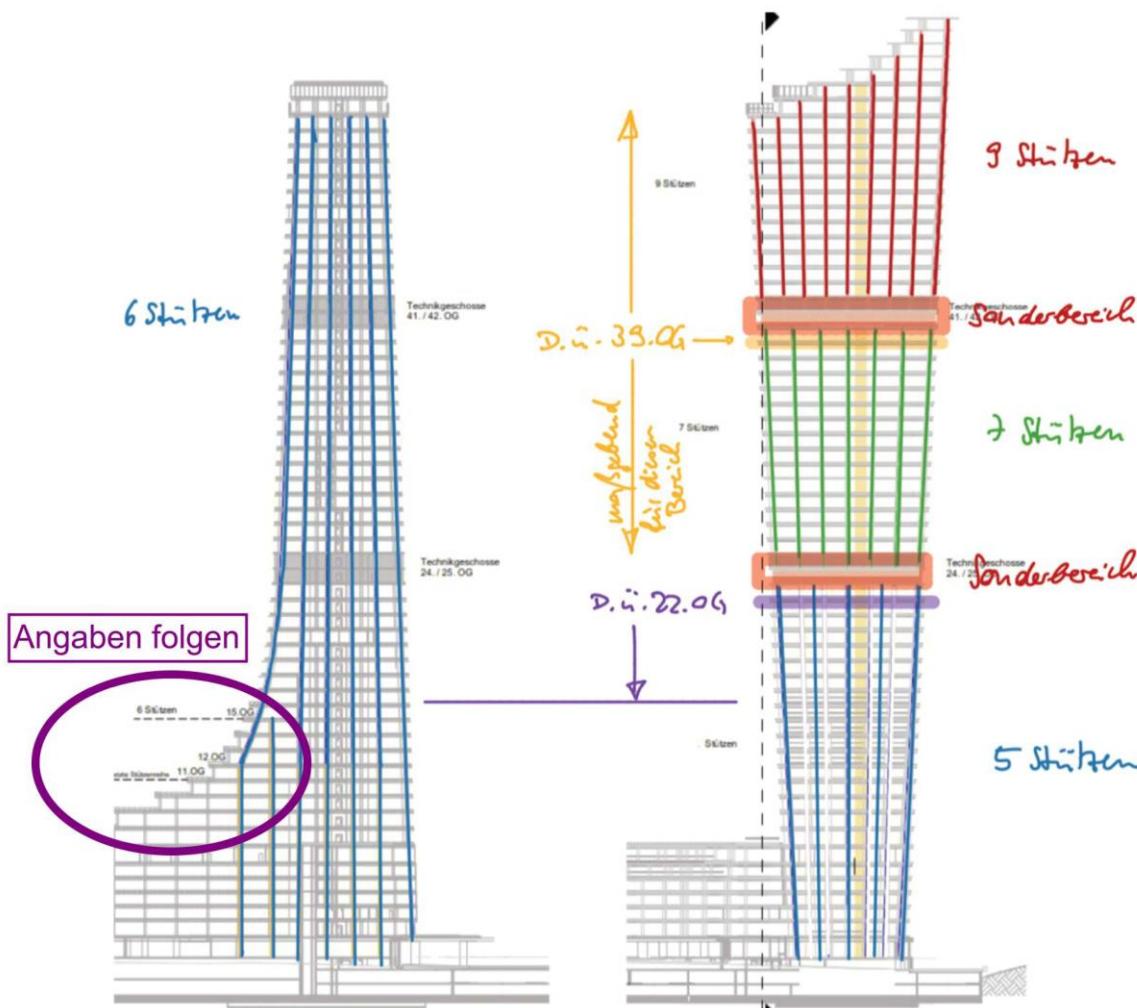


Elementriegel



# FASSADENENTWURF

## Material-EFFIZIENZ: Statische Optimierung



Verformungen "u" (pos=Verformung nach unten)

	a Rohbautoleranz	b sofortige Verformung (vor Fassadeneinbau)	c zeitabhängige Verformung (nach Fassadeneinbau)
1 Decken- durchbiegung	+/- 20mm	+/- 10mm	+/- 15mm *
2 ... wie 1			
3 unterschiedliche Stützenstauchung	in "1a" enthalten	abh. von Baubalauf ca 40mm	30mm
4 Geschoss- verkürzung durch Stützenstauchung	in "1a" enthalten	2mm	3mm
5 Storey drift	wenige mm	nicht zutreffend bei veränderlicher Windlast	+/- 12mm

\* es kann sich aufgrund unterschiedlicher Verformung der beiden die Fassade berandenden Decken eine Geschossverkürzung bzw. -verlängerung von ca.  $\Delta_h = +/- 8\text{mm}$  einstellen

5 Storey drift	wenige mm	nicht zutreffend bei veränderlicher Windlast	+/- 12mm

# FASSADENENTWURF

Material-**EFFIZIENZ**: Statische Optimierung

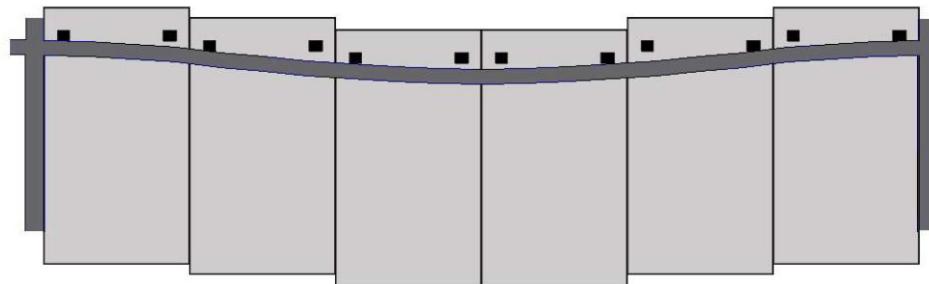


Figure 8 Vertical movement of units due to floor deflection

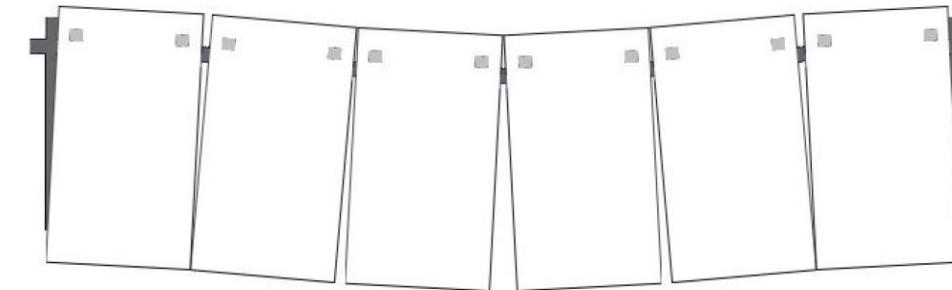


Figure 9 Rotation and vertical movement of units due to floor deflections

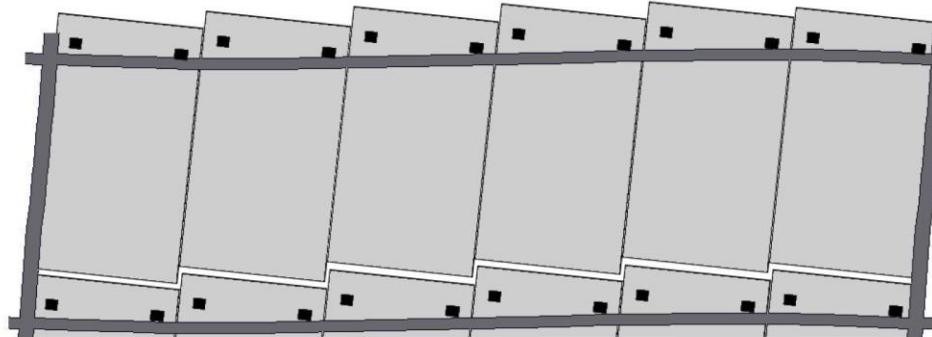


Figure 11 Horizontal racking of a unitised wall by panel rotation

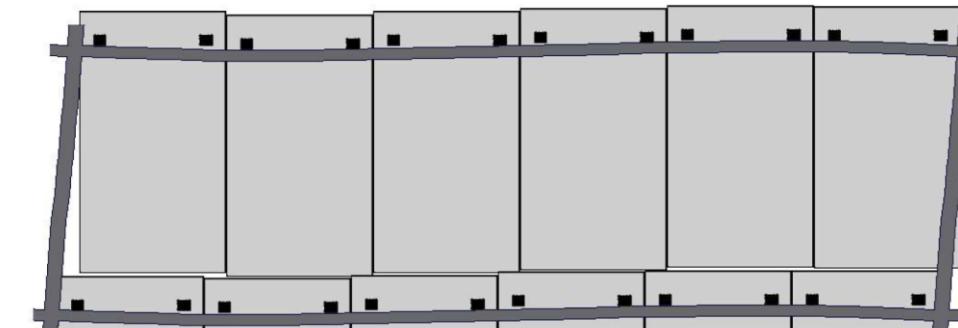
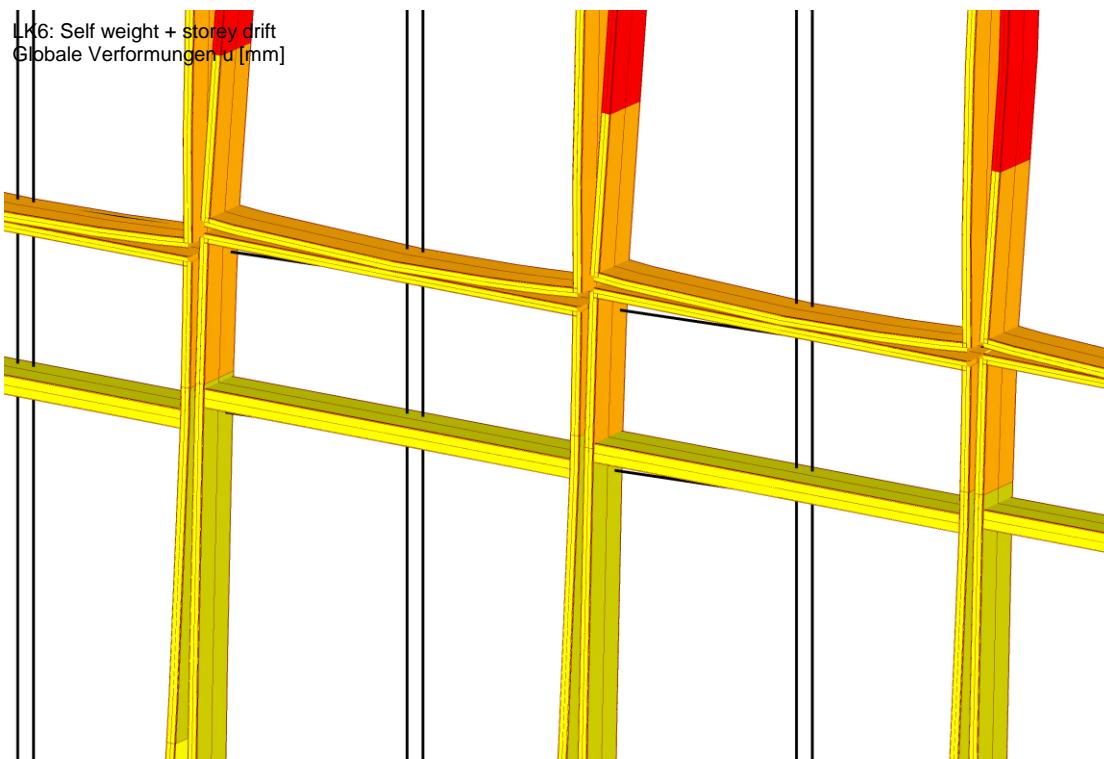


Figure 10 Horizontal racking of a unitised wall by horizontal slippage

# FASSADENENTWURF

Material-**EFFIZIENZ**: Statische Optimierung



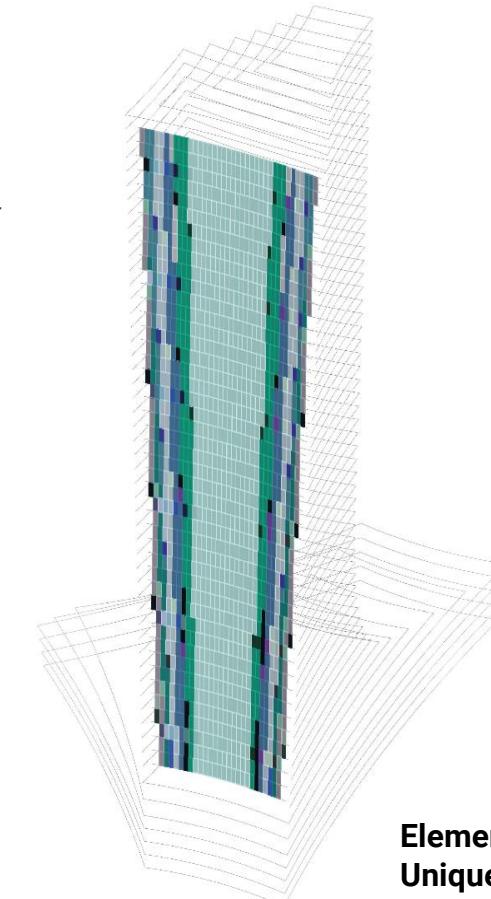
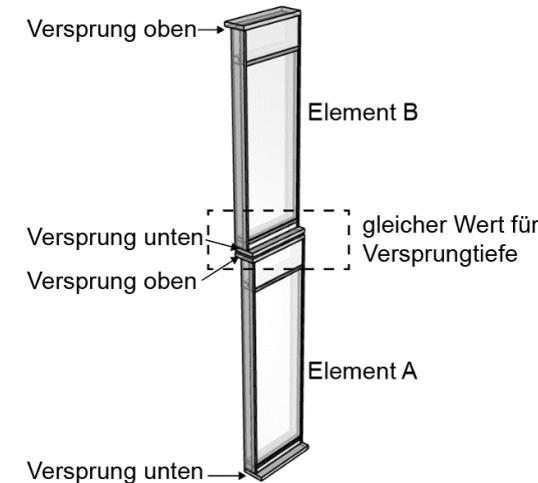
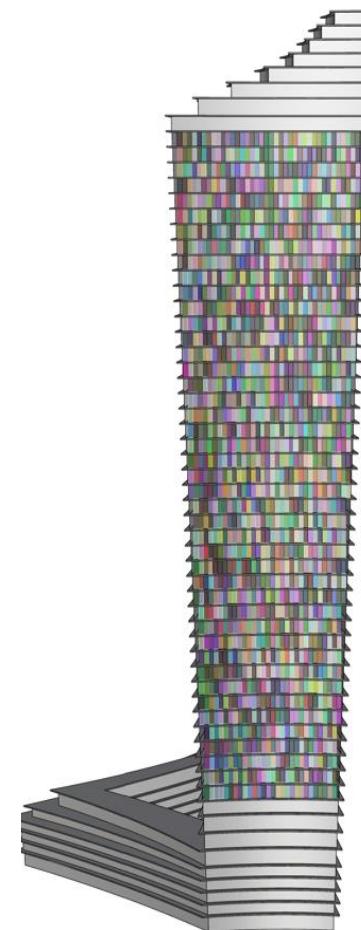
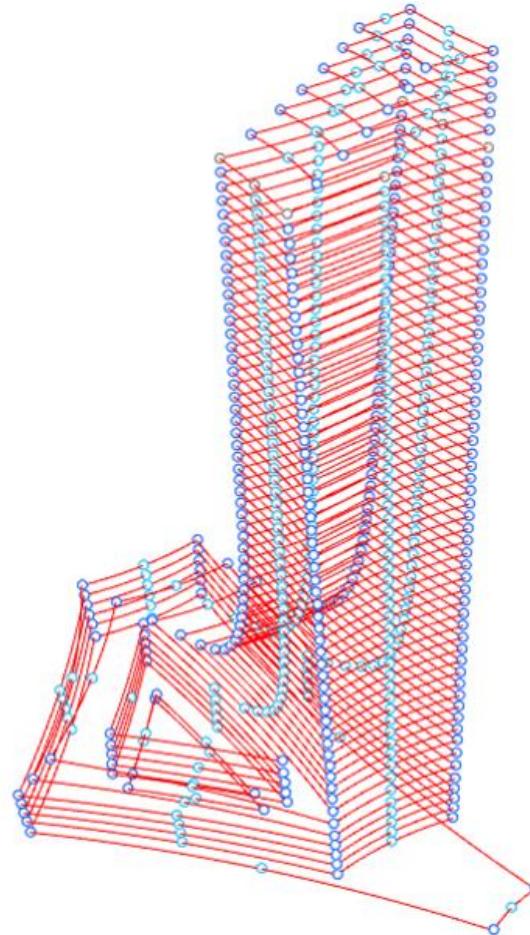
Kompensation Rohbauverformungen in  
Fassadensystem

**EFFIZIENTER ALS**

Verstärkung Tragwerk um  
Randverformungen zu minimieren

# FASSADENENTWURF

**EFFIZIENZ** in der Planung und Fertigung

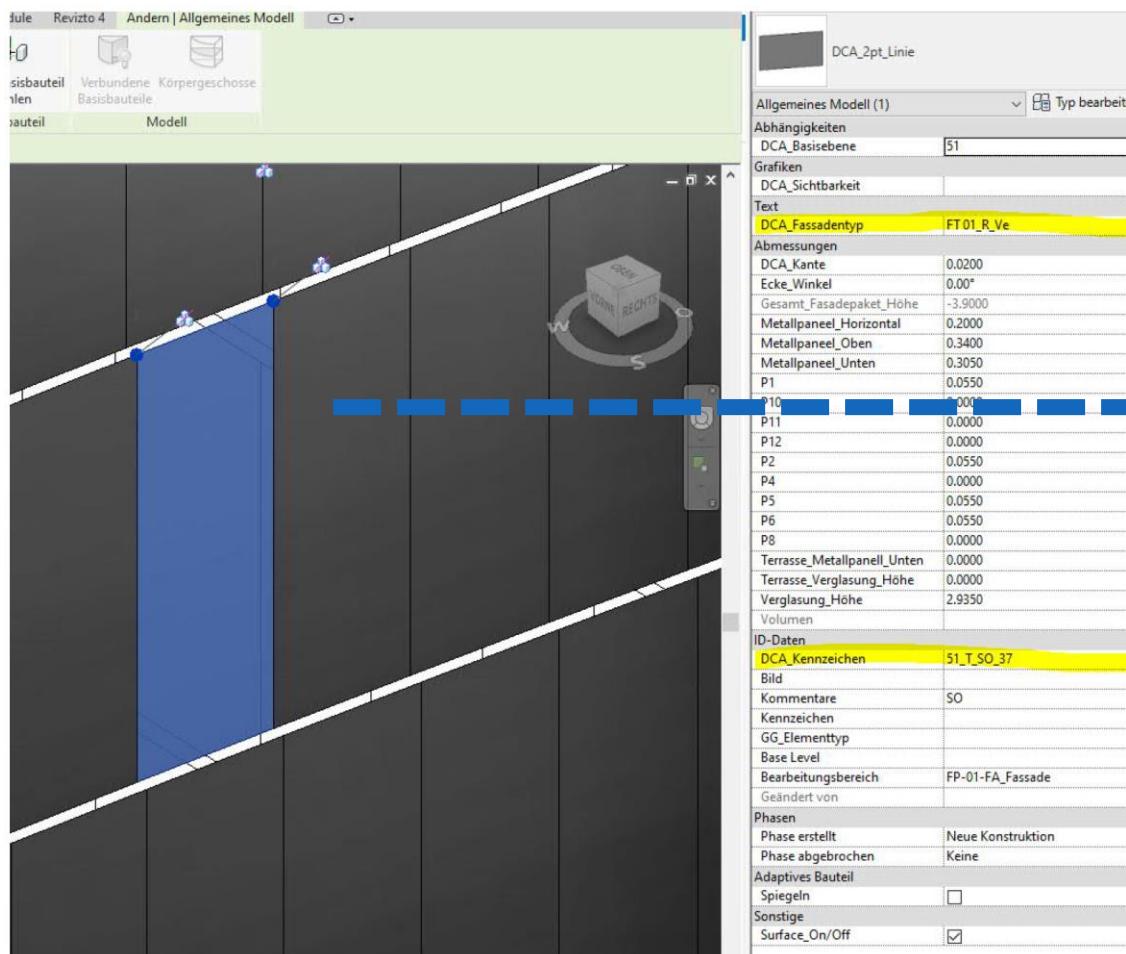


Elements : 1434  
Unique: 1424  
Optimized: 38

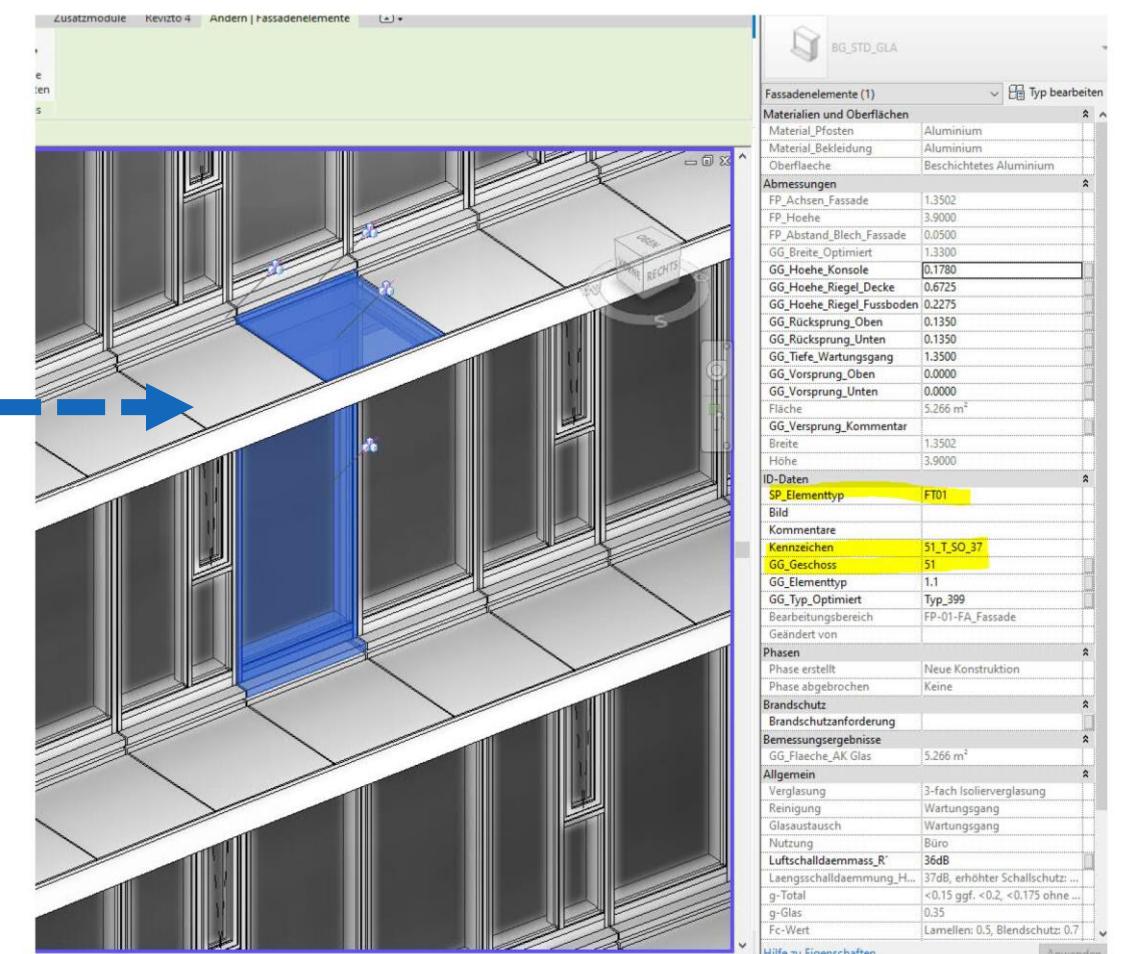
# FASSADENENTWURF

## EFFIZIENZ in der Planung

### Reference model (DCA)



### Facade model (B+G)



# FASSADENENTWURF

## EFFIZIENZ in der Planung

Schlüsselname	Nutzung	Glasaustausch	Material_Bekleidun	Material_Pfosten	Oberflaeche	Reinigung
FT01	Büro	Wartungsgang	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT02	Gastronomie, Konf	Wartungsgang	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT03	Hotel	Wartungsgang	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT04	EG	EG	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT05	Technik	Wartungsgang	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT06	Türen	Wartungsgang	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Wartungsgang
FT07	Atriumdach	von Atrium	Aluminium	Aluminium	Beschichtetes Alu	Dach betretbar
FT08	Windscreen	über Terrasse	keine	Stahl	Stahl	über Terrasse

Abmessungen	
FP_Achsen_Fassade	1.3535
FP_Hoehe	3.6000
FP_Abstand_Blech_Fassade	0.2330
GG_Breite_Optimiert	1.3350
GG_Hoehe_Konsole	0.2780
GG_Hoehe_Riegel_Decke	0.6225
GG_Hoehe_Riegel_Fussboden	0.2275
GG_Rücksprung_Oben	0.0000
GG_Rücksprung_Unten	0.0000
GG_Tiefe_Wartungsgang	1.4500
GG_Vorsprung_Oben	0.1830
GG_Vorsprung_Unten	0.1830
Fläche	4.873 m <sup>2</sup>
GG_Versprung_Kommentar	Vorsprung
Breite	1.3535
Höhe	3.6000

Allgemein	
Verglasung	3-fach Isolierverglasung
Reinigung	Wartungsgang
Glasaustausch	Wartungsgang
Nutzung	Büro
Luftschalldämmmaß_R'	38dB
Laengsschalldämmung_H...	37dB, erhöhter Schallschutz: ...
g-Tot	<0.15 ggf. <0.2, <0.175 ohne ...
g-Glas	0.35
Fc-Wert	Lamellen: 0.5, Blendschutz: 0.7
Ucw-Wert	1.05
Ug-Wert	0.6
Up-Wert	0.2
Voruestung_Trennwandans...	50/59dB

Materialien und Oberflächen	
Material_Pfosten	Aluminium
Material_Bekleidung	Aluminium
Oberflaeche	Beschichtetes Aluminium
ID-Daten	
SP_Elementtyp	FT03
Bild	
Kommentare	Hotel, Fenster
Kennzeichen	04_S_W_191
GG_Geschoss	04
GG_Elementtyp	3.1
GG_Typ_Optimiert	
Bearbeitungsbereich	FP-01-FA_Fassade
Geändert von	

# FASSADENENTWURF

## EFFIZIENZ in der Planung: Lebenszyklusbewertung

**FACADE LCA TOOL**

**RAHMENSTRUKTUR**

Material: Aluminiumprofil anodisiert - Mittelwert

Kein Vollquerschnitt (Aluprofil)

Fassadenelement Breite: 2000

Fassadenelement Höhe: 2000

Anzahl zusätzliche Pfosten: 1

Riegelanzahl Abschnitt 1: 1

Riegelanzahl Abschnitt 2: 1

Riegelanzahl Abschnitt 3: 1

Riegelanzahl Abschnitt 4: 0

HORIZONTALER AUFTEILUNG INNENPFosten

VERTIKALE AUFTEILUNG

QUERSCHNITT ÄUßERER RAHMEN

QUERSCHNITT PFosten UND RIEGEL

PFosten MODIFIZIEREN

FÜLLUNGEN

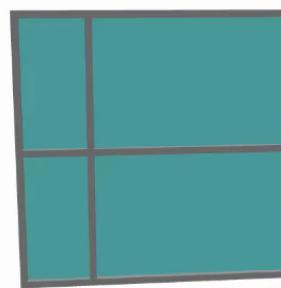
SONNENSCHUTZSYSTEM

DICHTUNGEN

VORDIMENSIONIERUNG

MANUELLE EINGABE

SONSTIGES




**GWP - kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente**

517.23 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente  
129.3 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente/m<sup>2</sup>

Kategorie	Wert
Glasscheiben	236.38
Rahmen	8.54
Offnungselement Rahmen	108.04
Sonnenschutzsystem	31.58
Dichtung	132.49
Manuell	0

Legend:

- Glasscheiben
- Rahmen
- Offnungselement Rahmen
- Sonnenschutzsystem
- Dichtung
- Manuell

Wert	Wert	Wert	Wert
500	1500		
1000	2 1000	3	1000
1000	0 1000	1	1000
500		1500	



Vielen Dank!