

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 + GROHMANN

B+G STANDORTE



ÜBER UNS

19

Standorte

420+

Beschäftigte

40

Jahre Erfahrung

40

Managers

251

Ingenieur:innen

49

Konstrukteur:innen

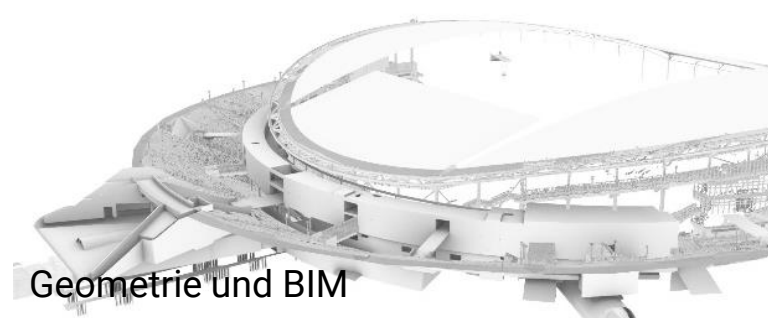
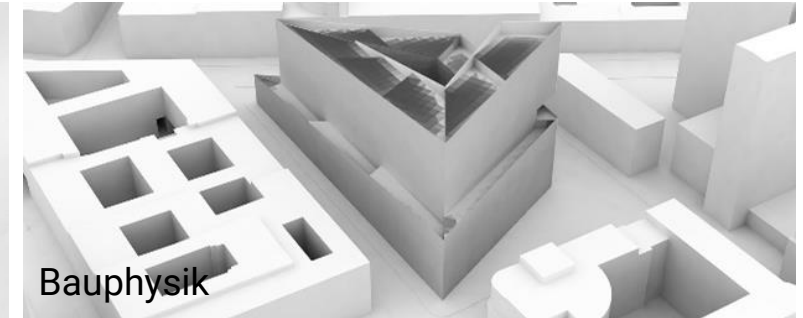
14

Architekt:innen

21

BIM Expert:innen

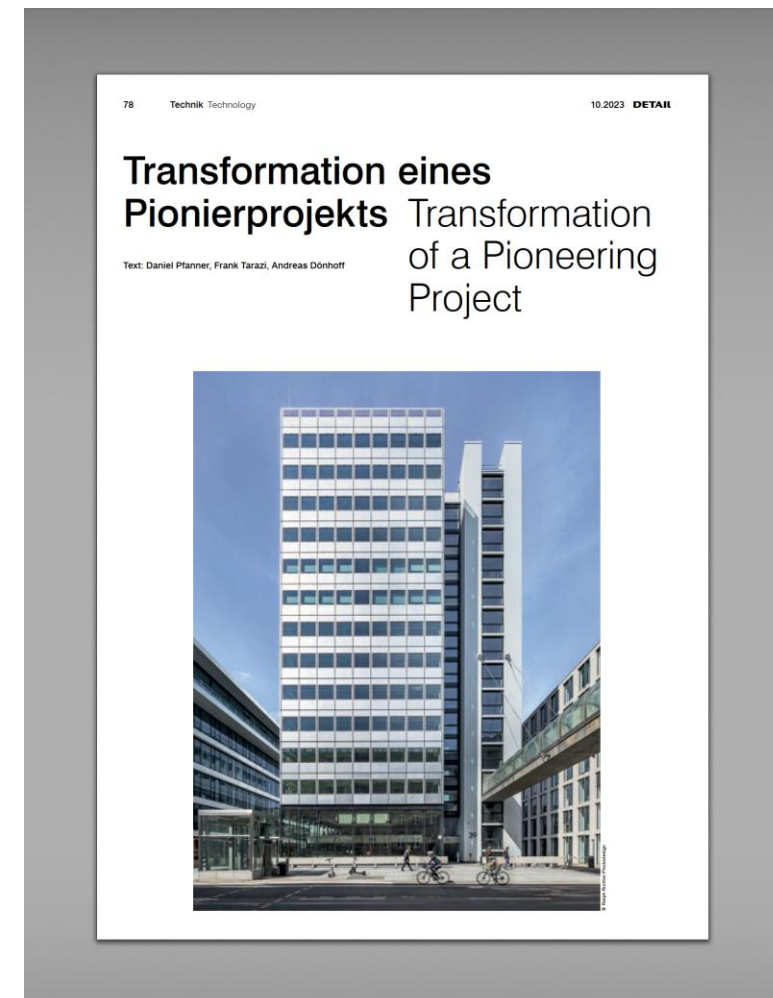
Leistungen



ARCHITEKTENTAG

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

„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 m²
- **Bauherr**
RMW Wohnungsgesellschaft Frankfurt II GmbH

© B+G

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

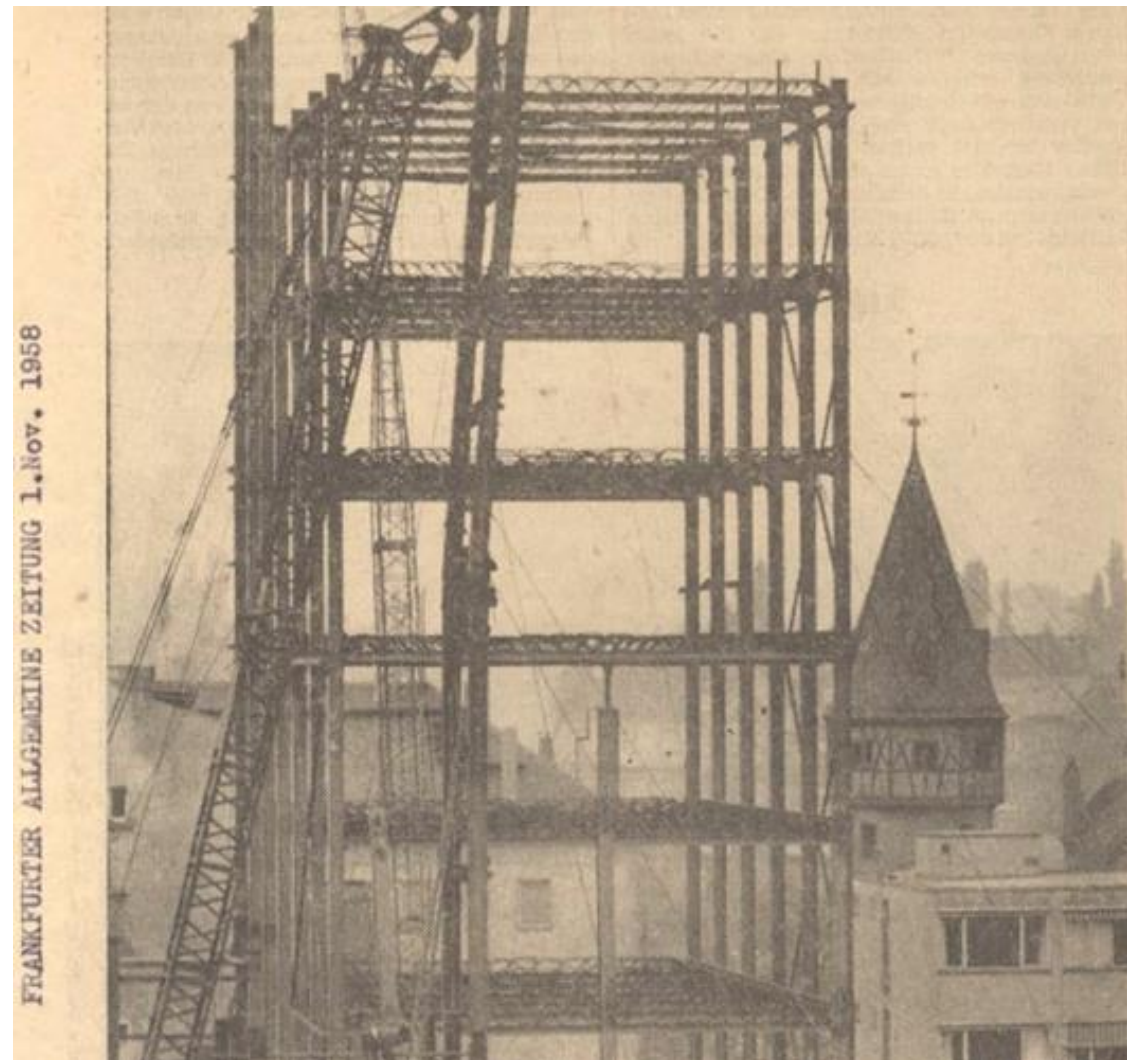


PHILOSOPHICUM, Frankfurt

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

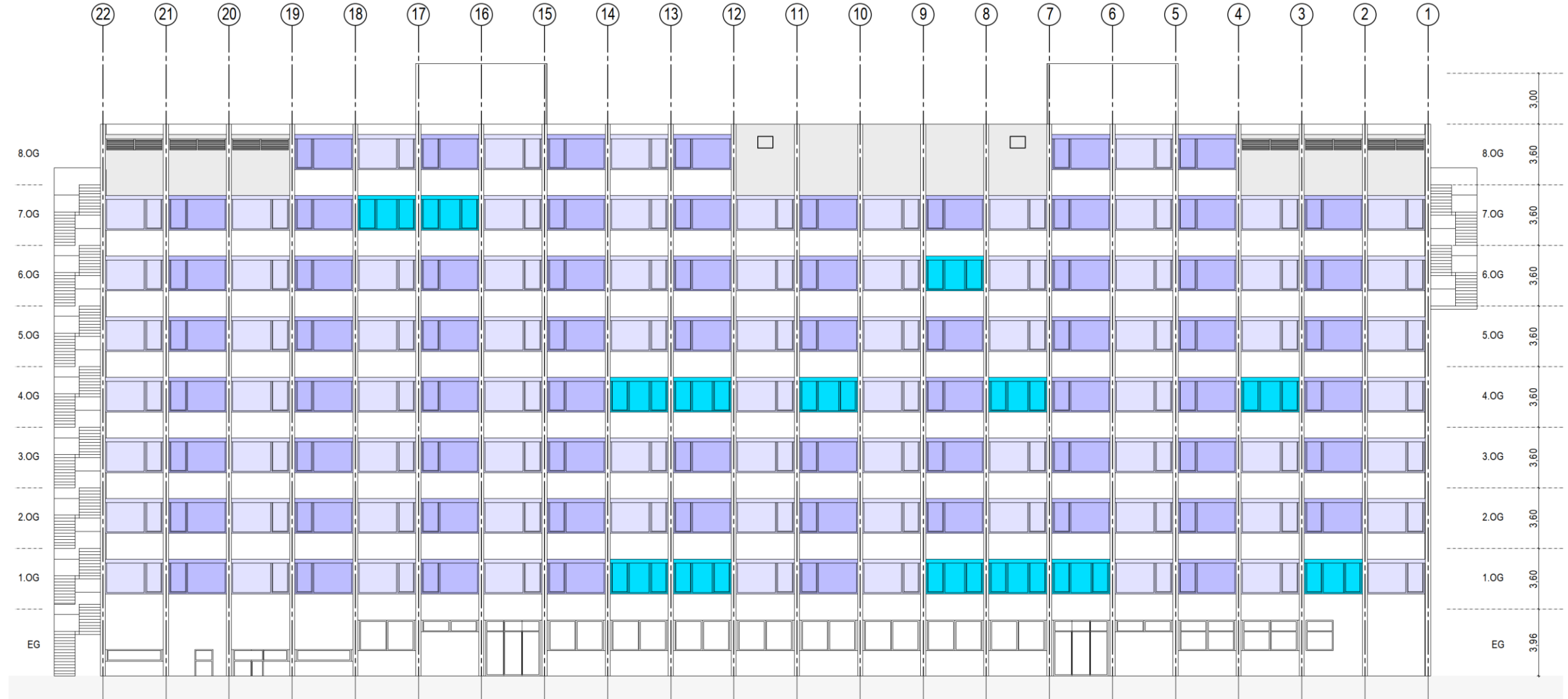


Übersicht Fassadentypen West- und Nordansicht

-  curtain-wall
-  Stahlbeton
-  Ganzglasswände
-  Glasbausteine

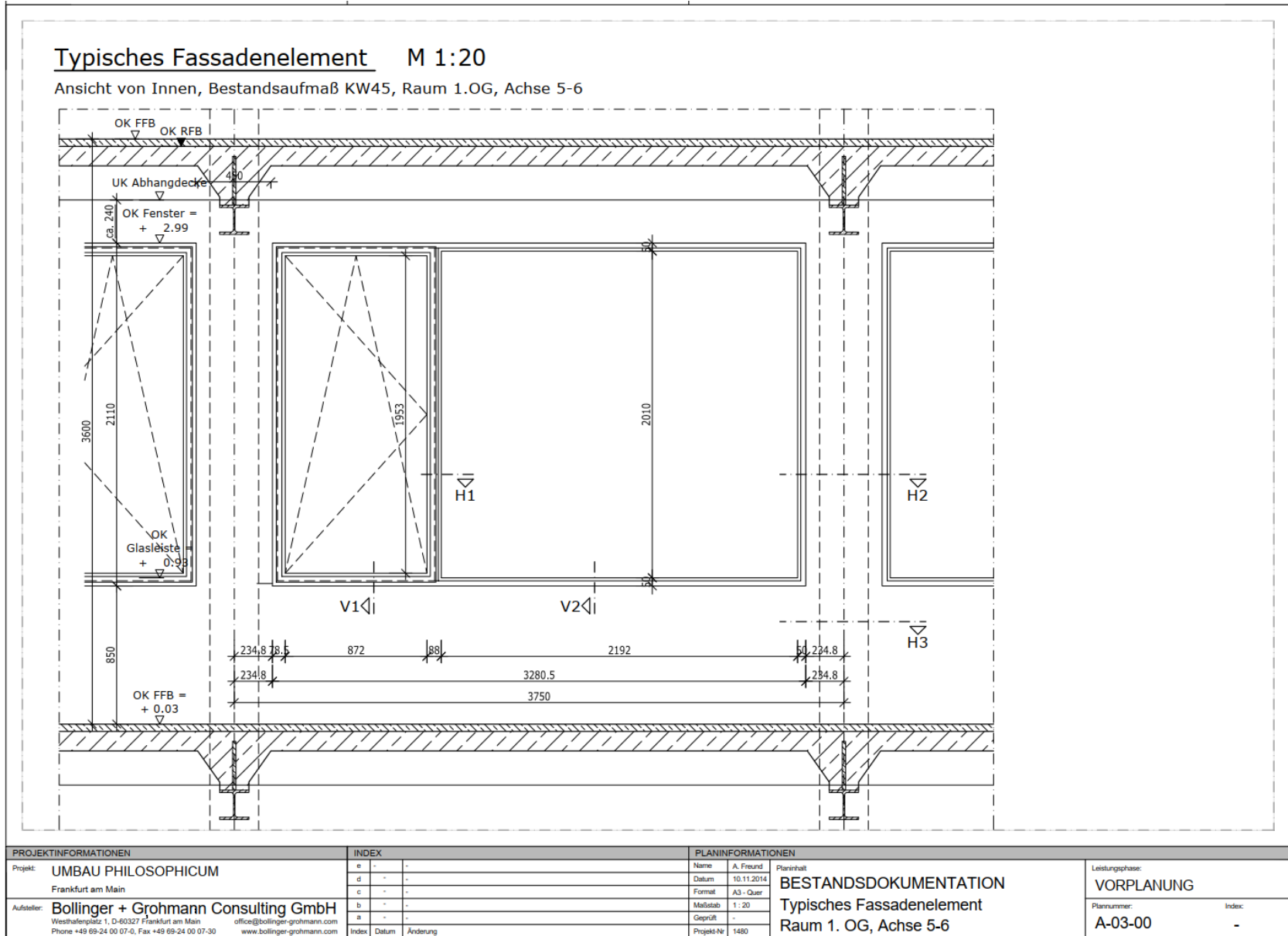
BESTANDSAUFNAHME

Fenster



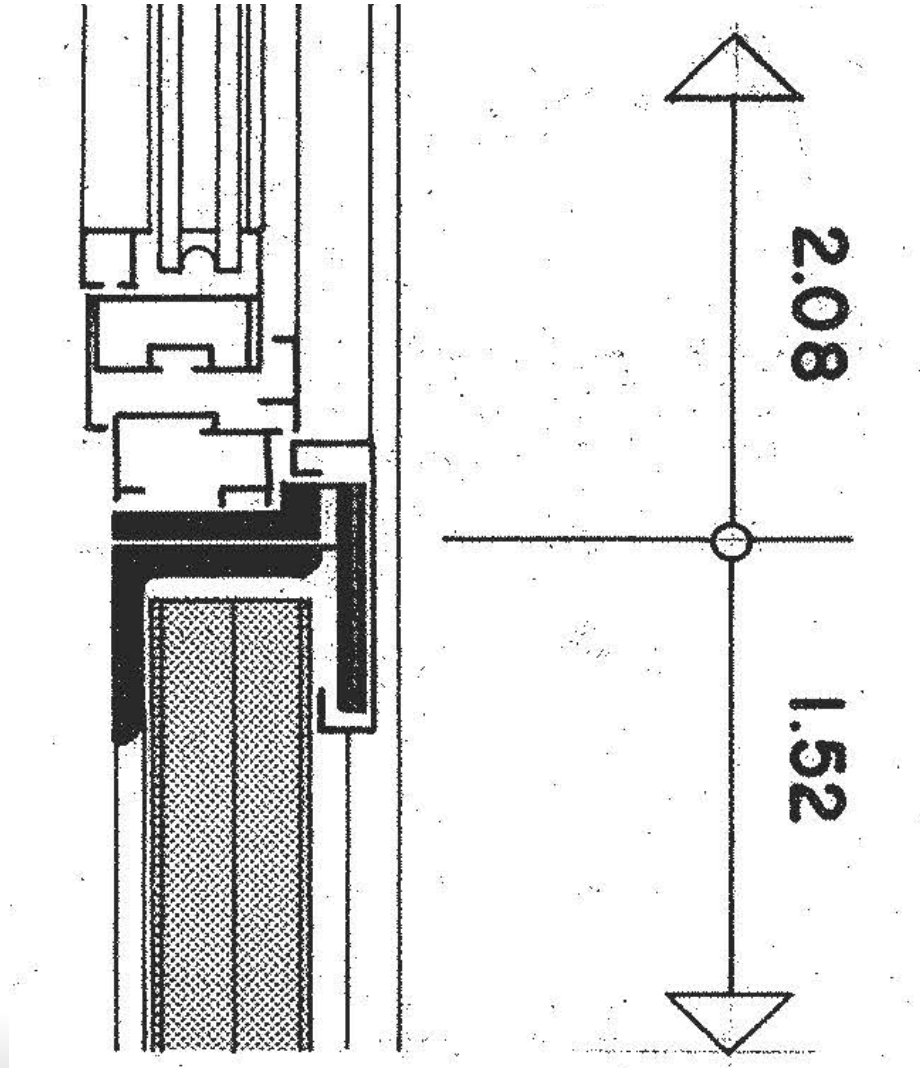
BESTANDSAUFNAHME

Fenster



BESTANDSAUFNAHME

Fenster

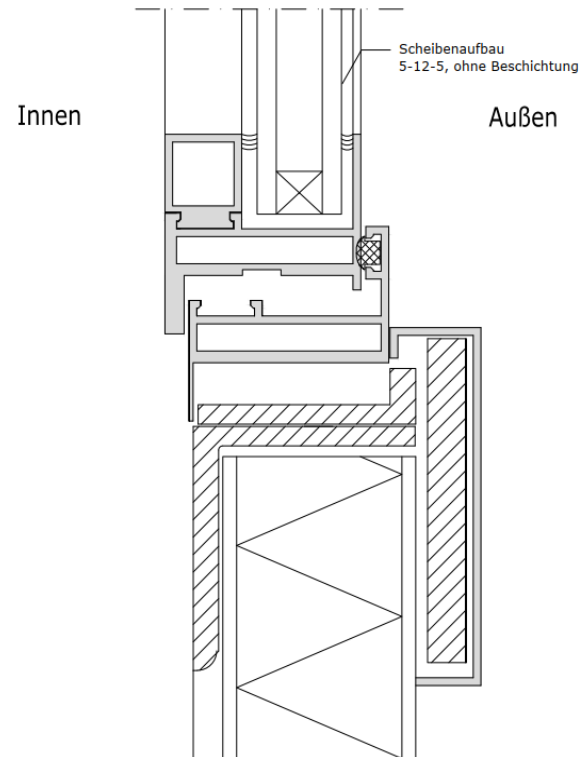


BESTANDSAUFNAHME

Fenster

Schnitt V1 - Öffnungsflügel M 1:1

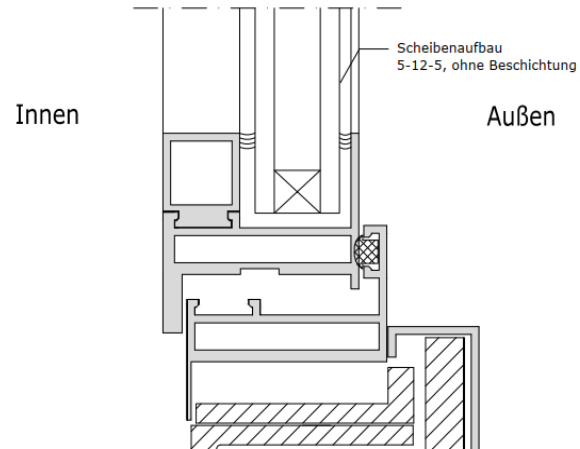
Bestandsaufmaß KW45, Raum 1.OG, Achse 5-6



BESTANDSAUFNAHME

Fenster

Schnitt V1 - Öffnungsflügel M 1:1
Bestandsaufmaß KW45, Raum 1.OG, Achse 5-6







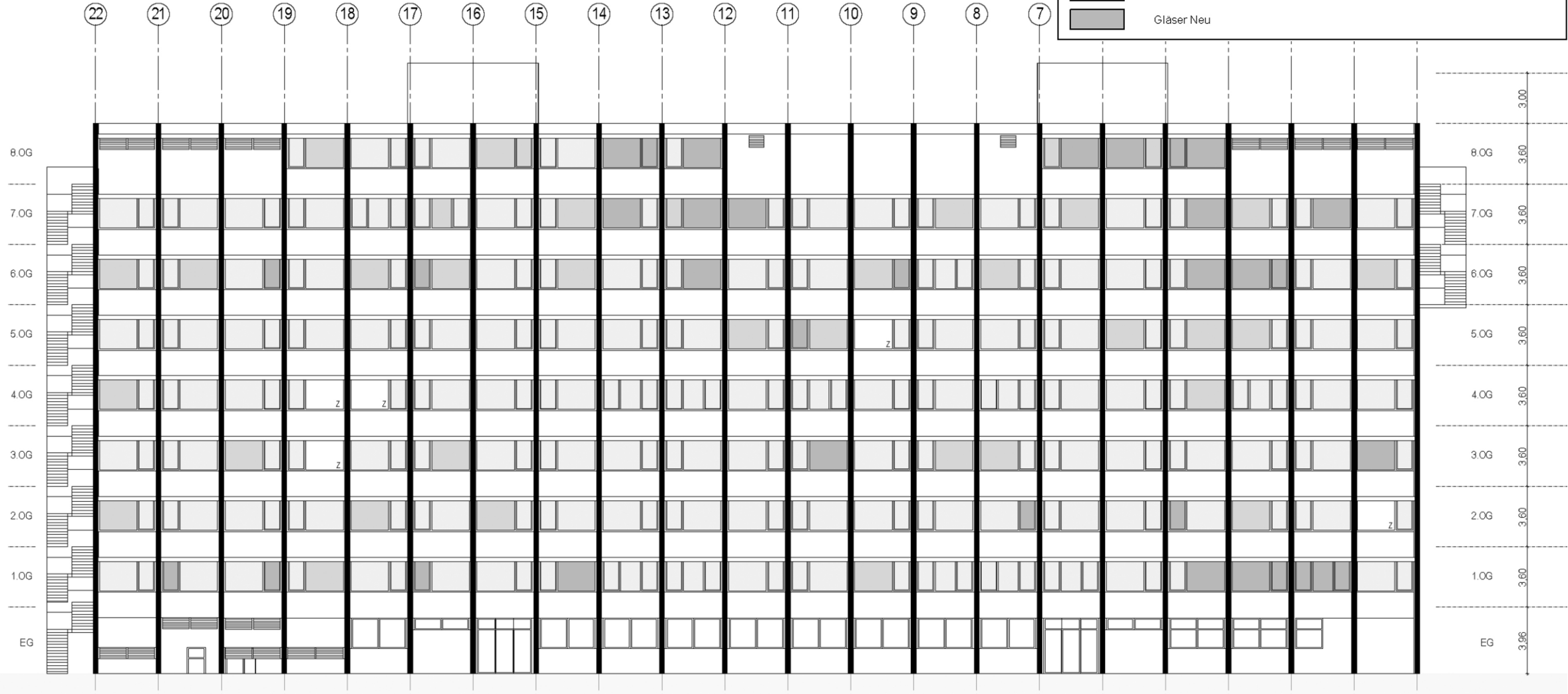
- **Tauwasserausfall**
- **Vermoosung**
- **Spröde Dichtungen**
- **Teilweise abgerissene Riegelbolzen**
- **Defekte Beschläge**
- **Mangelnde Steifigkeit der Rahmenbauteile**



BESTANDSAUFNAHME

Termopane Glas - Schädigung

LEGENDE			
	Gläser Bauzeitlich		Z Zerstoerte Gläser
	Gläser Bauzeitlich + blind		
	Gläser Neu		



BESTANDSAUFNAHME

Brüstungen

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

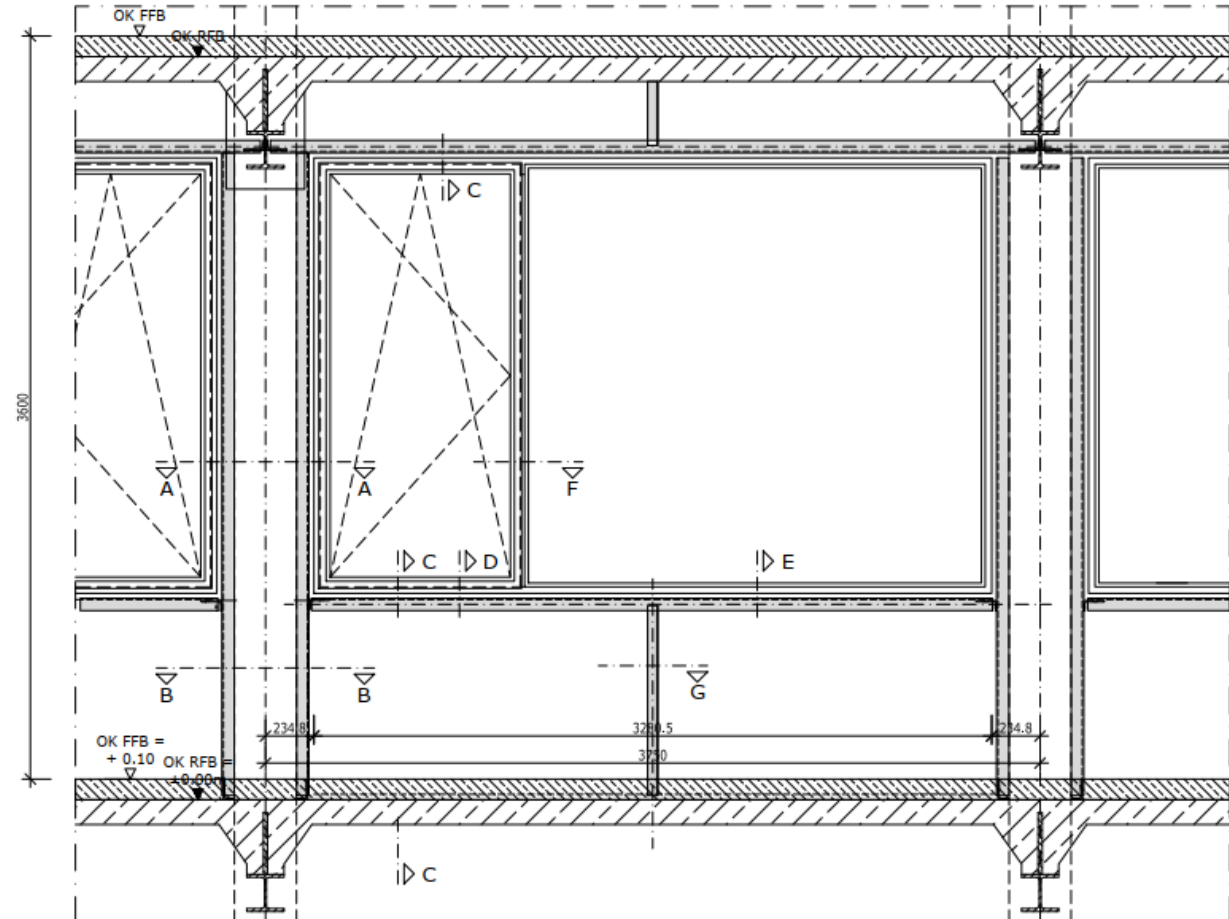


REKONSTRUKTION

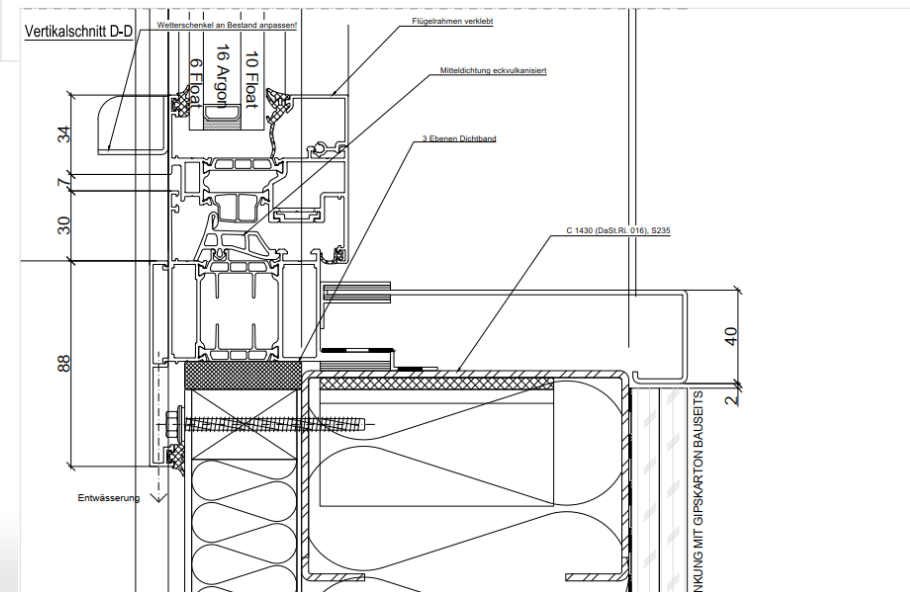
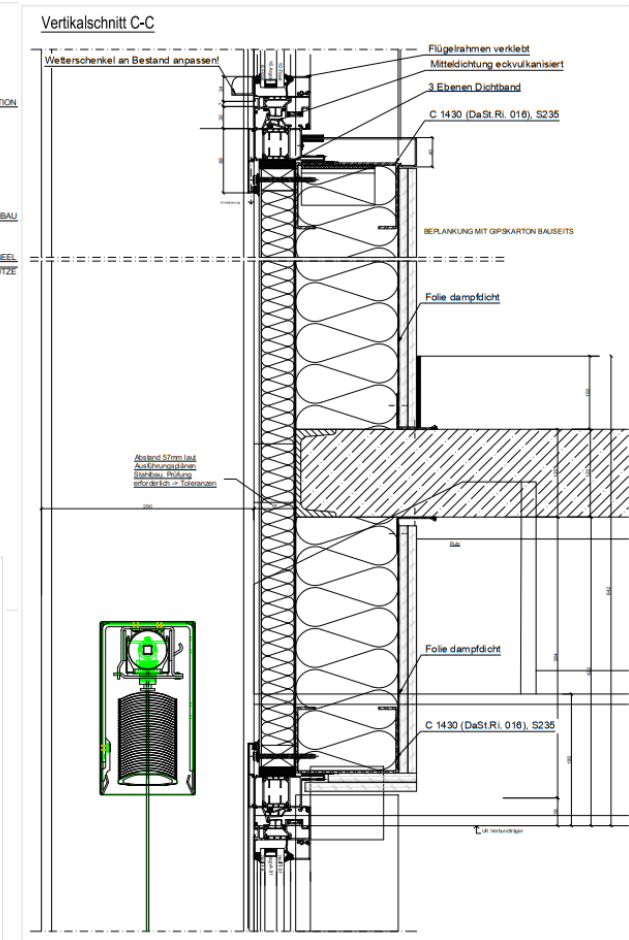
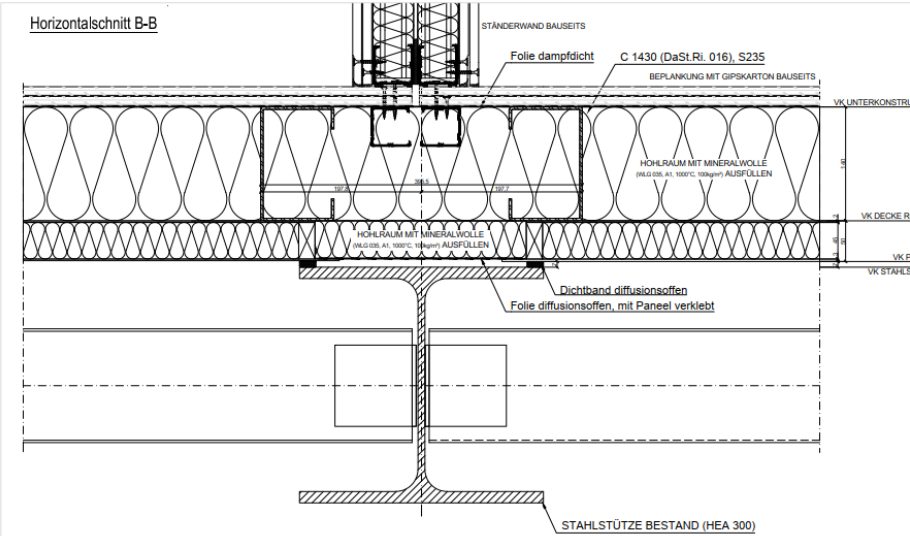
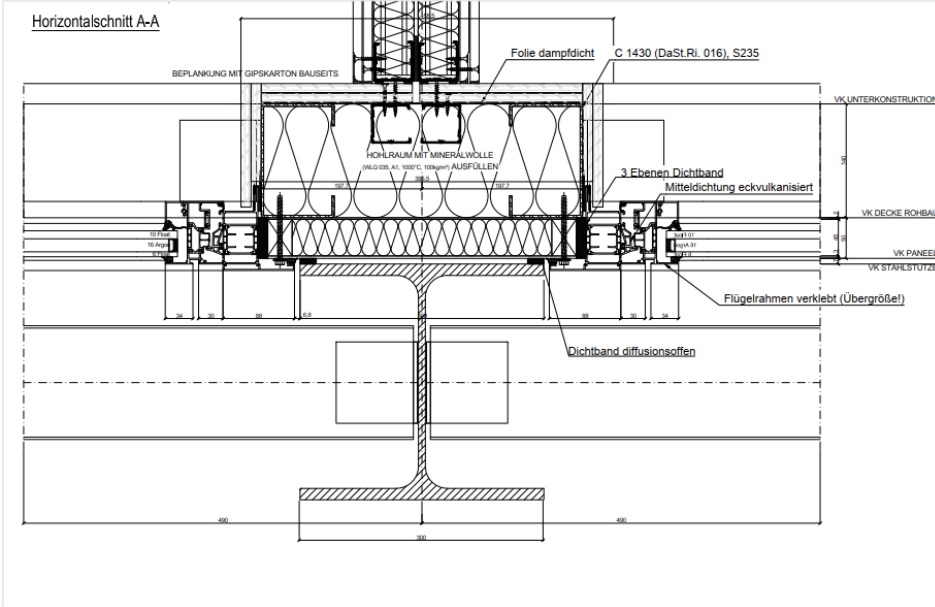
Kriterien

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

Ansicht von innen



REKONSTRUKTION



REKONSTRUKTION

Bemusterung



REKONSTRUKTION

Baustelle



CURTAIN WALL

Bauzeitlich



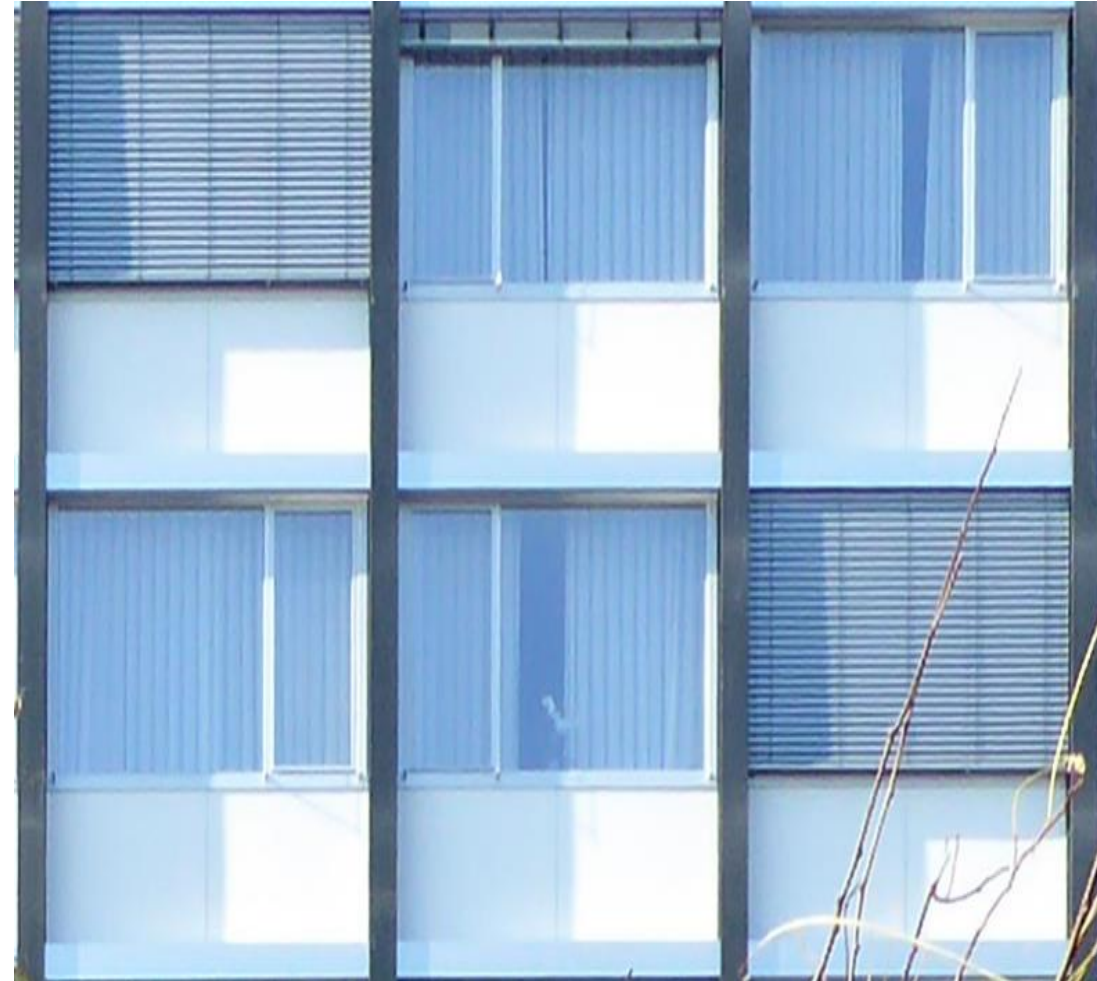
CURTAIN WALL

Bestandsaufnahme



CURTAIN WALL

Rekonstruktion



CURTAIN WALL

Rekonstruktion

©B+G



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.“



PROJEKT 2: NEUBAU

ELBTOWER, Hamburg

David Chipperfield Architects (in Bau)

- **Gebäudehöhe**
245m
- **Geschosse**
64 OGs, 3 UGs
- **Geschossfläche (BGF)**
160.000 m²
- **Fassadenfläche**
55.000 m²
- **Bauherr**
SIGNA
- **Geplante Fertigstellung**
2025



© David Chipperfield Architects

ELBTOWER, Hamburg

David Chipperfield Architects (in Bau)



© David Chipperfield Architects

ARCHITEKTENTAG

Effizient, resilient,
nachhaltig –
die Gebäudehülle
von morgen

26. Oktober 2023

AVT | B | ift | B | VFP
in Kooperation mit **DETAIL**

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 (9. - 34. OG) FT 01.2: Büro H=3,60m (2. - 8. OG) FT 01.3: Büro H=4,50m (6. - 8. + 55. OG)	FT 02.1: Hotel öffentlich H=4,50m (1. OG) FT 02.2: Hotel öffentlich H=4,50m (8. OG) FT 02.3: Konferenz öffentlich H=4,50m (8. OG) FT 02.4: Skybar öffentlich H=4,50m (55+56. OG)	FT 03.1: Hotel Außenfassade H=3,60m FT 03.2: Hotel Innenhof H=3,60m	FT 04.1: EG Außenfassade H=5,50m FT 04.2: EG + 1. OG Innenfassade H=5,50/4,50m	FT 05.1: Technik Warm 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=3,45/4,35m (59. - 60. OG)		
Projektbeteiligte:									
	<ul style="list-style-type: none"> Architekt DCA Bauherr SIGNA Bauphysik MBBM Fassadenplanung B+G TGA TKD² Schallschutz Moll Tragwerk wh-p + W&vS Energie Transsolar Brandschutz HHP Zertifizierung Koch 		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

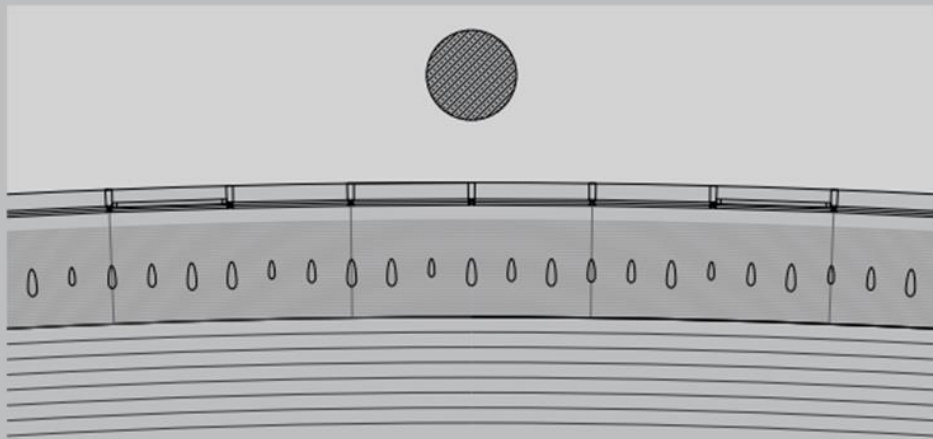
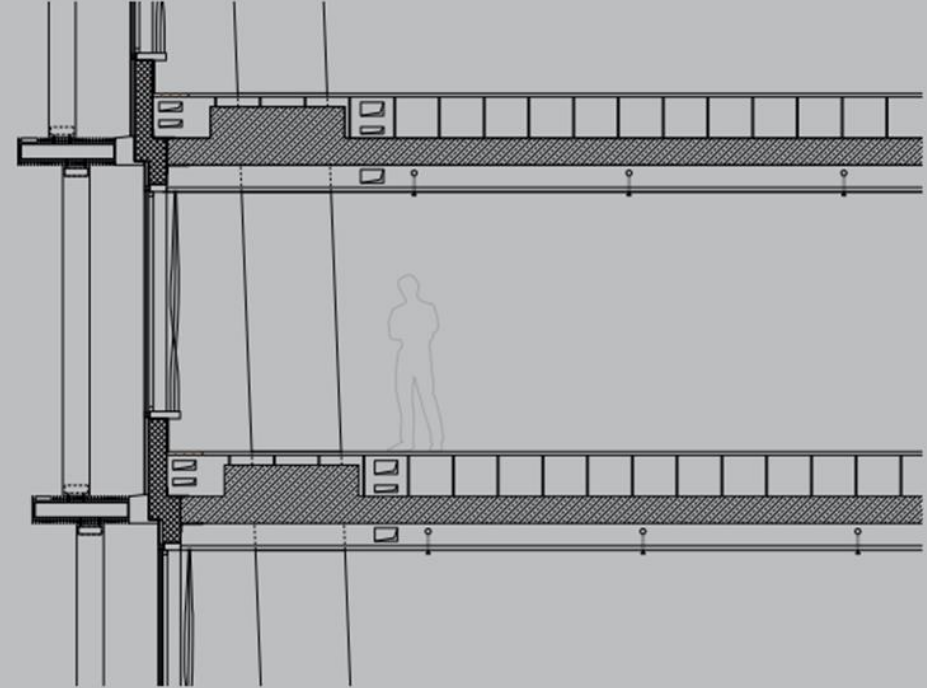
BAUPHYSIK, SCHALLSCHUTZ, ENERGIE

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

Winterlicher Wärmeschutz Fassade	$U_{w,ext}$	W/m²K	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_g	W/m²K	0,6	0,6	0,6	0,6	1,1	0,6	0,6 (vertikal) 0,8 (horizontal)
Winterlicher Wärmeschutz Profile (Erasmus)	U_i	W/m²K							1,2
Winterlicher Wärmeschutz Paneele	U_p	W/m²K	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3		
Sommerlicher Wärmeschutz Fassade	g_{total}	%	≤ 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	$g_{0,05}$	%	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,3
Sommerlicher Wärmeschutz Sonnenschutz	Fc-Werte Anordnung der Lamellen: - Abstand e der Lamellen - Tiefe d der Lamellen	%	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 öffnbare Fenster zur Nachtauskühlung?	Nachtauskühlung durch die Fassade?	Ja/nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Schallschutz Luft (außen)	Luftschalldämmmaß $R_{w,ext}$	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 (Pfosten + TW)	Längsschalldämmung horizontal $R_{w,i}$	dB	normaler Schallschutz: 37dB vertrauliche Büros und		normaler Schallschutz: 47dB erhöhter Schallschutz: 52dB				
Schallschutz Innen horizontal: Nur Pfosten	Längsschalldämmung horizontal $R_{w,i}$	dB	gem. Bericht		gem. Bericht				
Schallschutz Innen horizontal: Nur Trennwand	Längsschalldämmung horizontal $R_{w,i}$	dB	gem. Bericht		gem. Bericht				

SYSTEM

Schichten

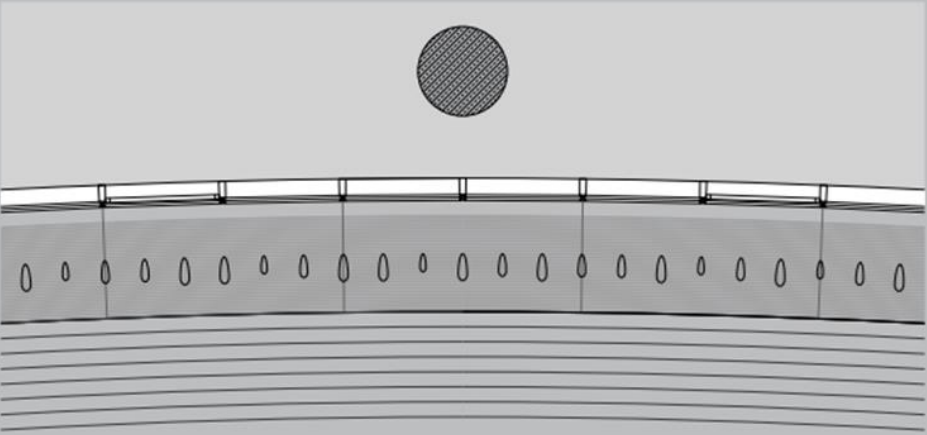
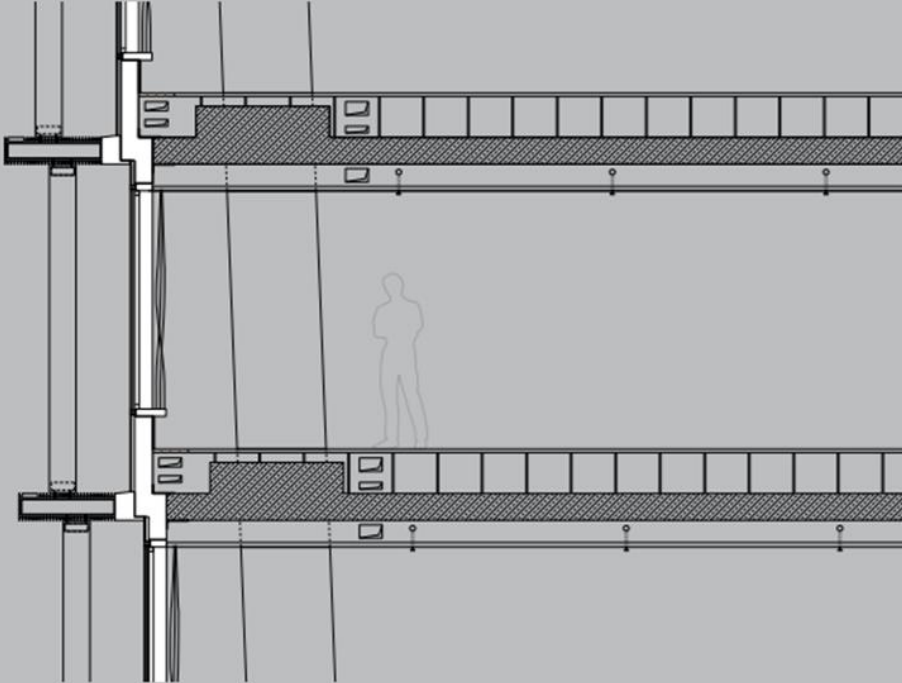


Fassade

26. Oktober 2023

SYSTEM

Schichten

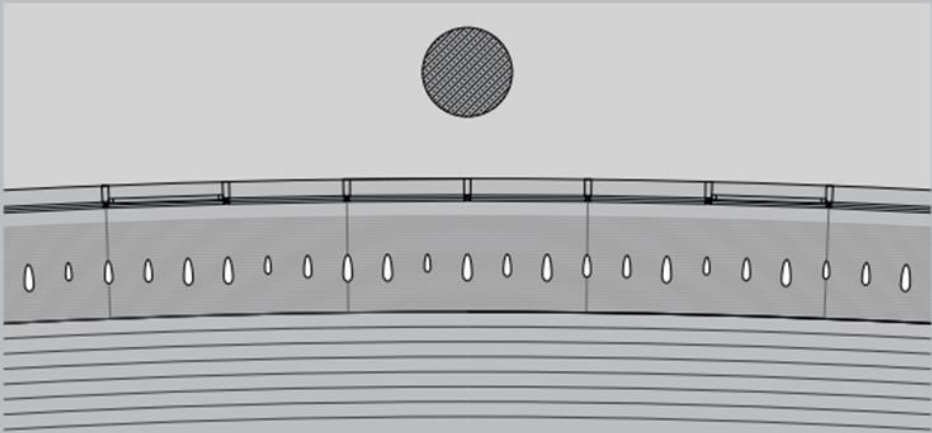
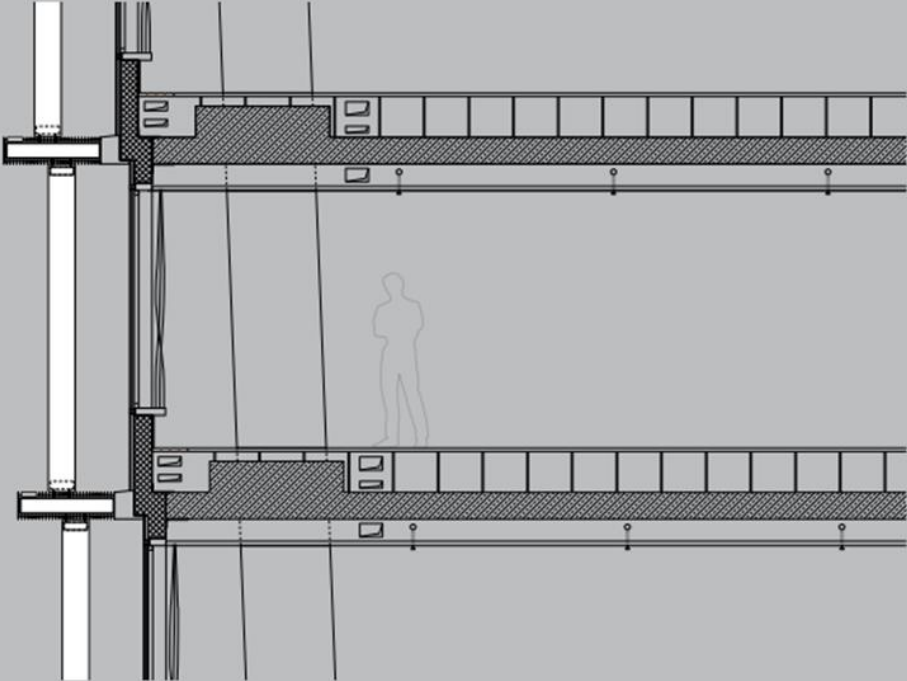


Fassade

Klimahülle

SYSTEM

Schichten

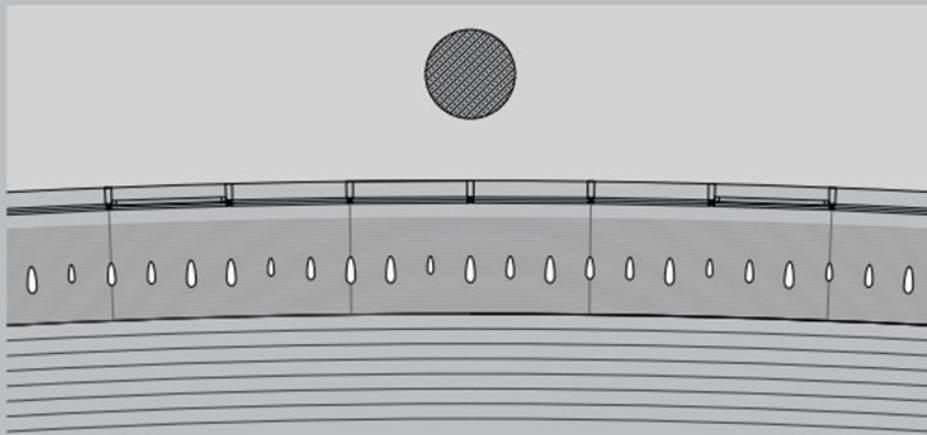


Fassade

außenliegender Sonnenschutz

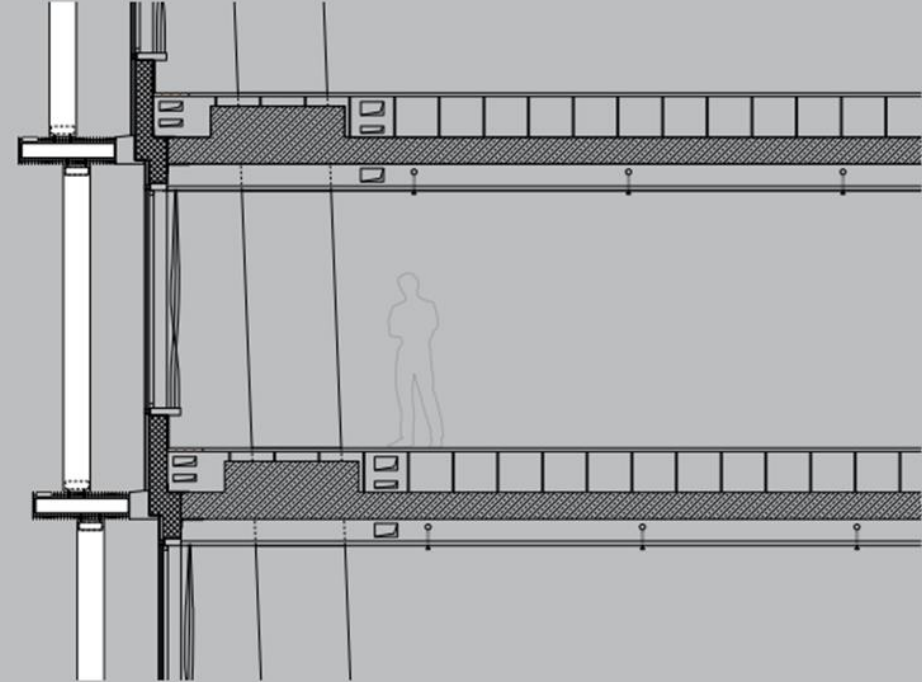
SYSTEM

Schichten



Fassade

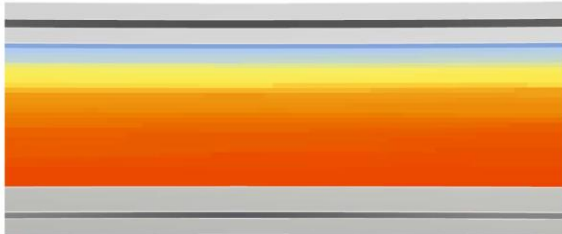
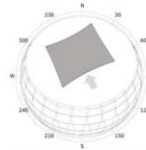
außenliegender Sonnenschutz



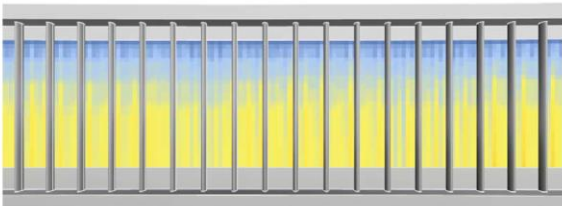
- Außenliegende Großlamellen zwischen Wartungsstegen
- **Frage Effizienz / Resilienz
Materialeinsatz gerechtfertigt?**

SOLARE WÄRMEGEWINNE

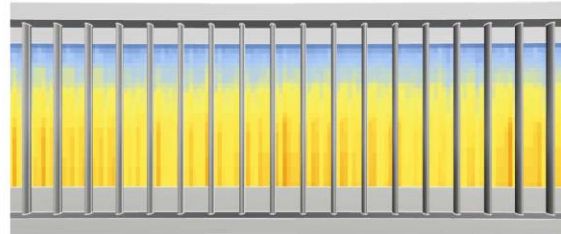
EFFIZIENZ Sonnenschutz?



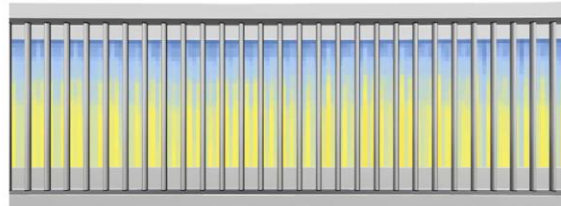
Without Fin



Fin Depth 500mm Width 120mm @ 700mm
radiation 47% reduced



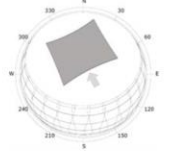
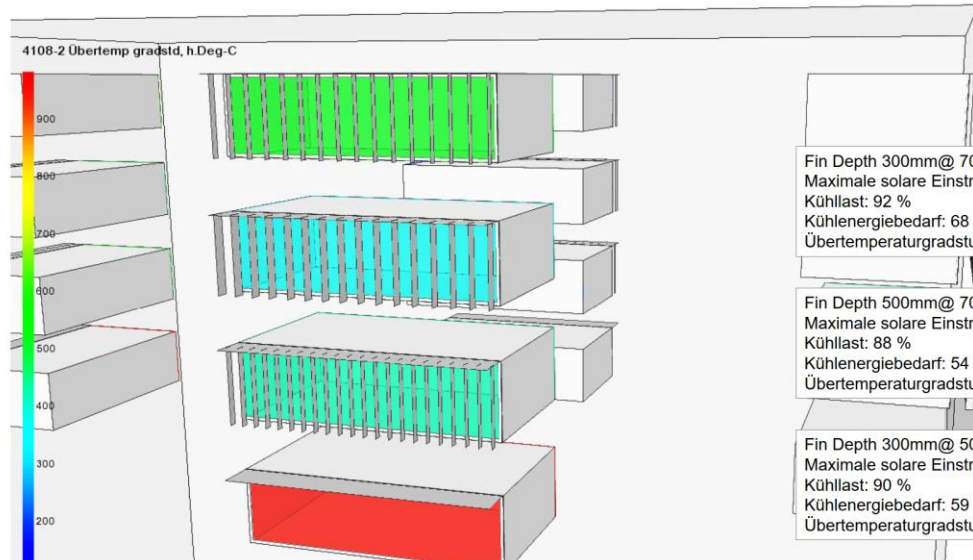
Fin Depth 300mm Width 120mm @ 700mm
radiation 34% reduced



Fin Depth 300mm Width 120mm @ 500mm
radiation 50% reduced

kWh/m²

4108-2 Übertemp gradstd, h.Deg-C



Fin Depth 300mm@ 700mm, Verglasung g = 40 %
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 98 W/m² (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/m² (90 %)
Kühllast: 88 %
Kühlenergiebedarf: 54 %
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 369 Kh

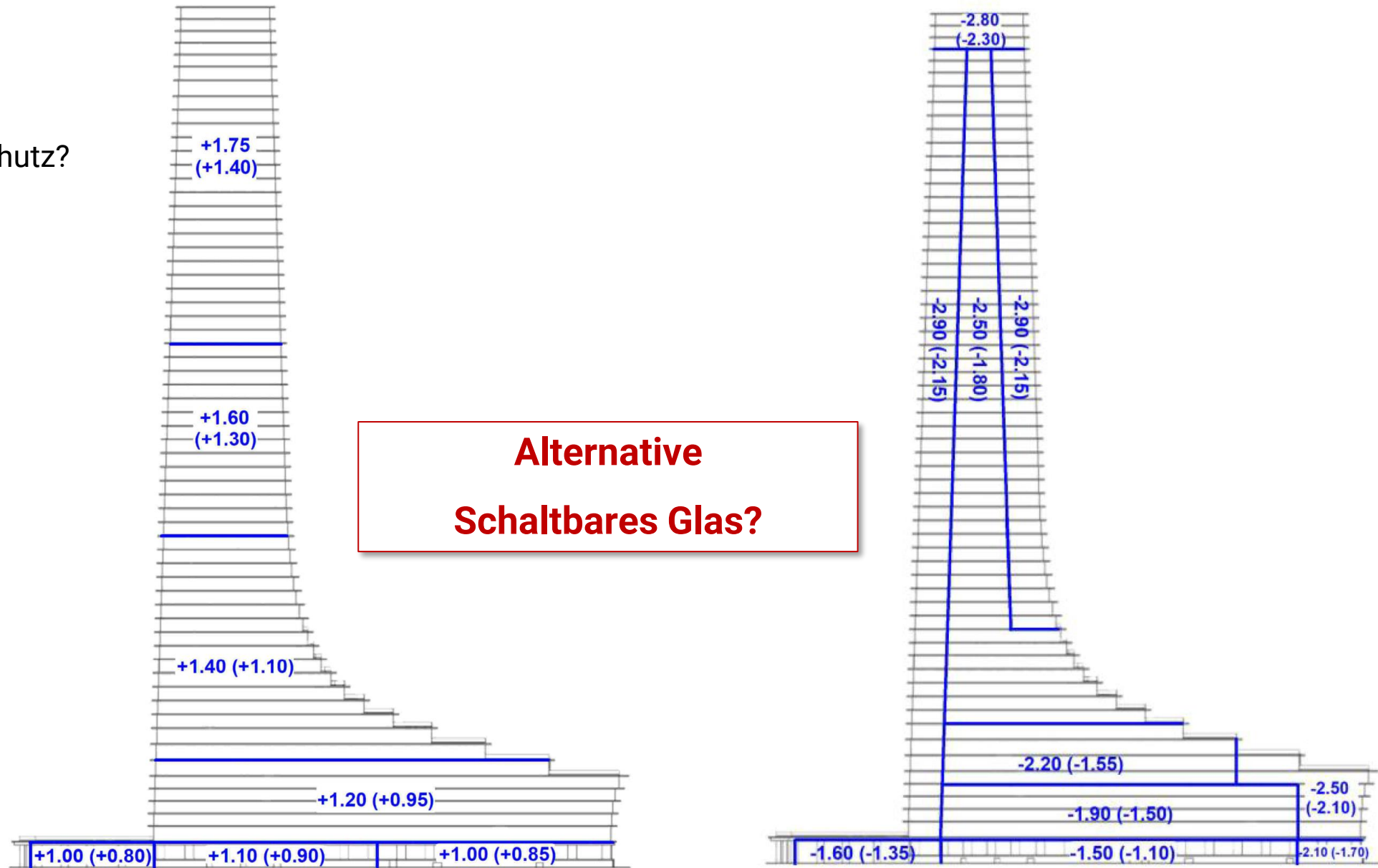
Fin Depth 300mm@ 500mm, Verglasung g = 40 %
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 95 W/m² (91 %)
Kühllast: 90 %
Kühlenergiebedarf: 59 %
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 419 Kh

Without Fin, Verglasung g = 40 %
Maximale solare Einstrahlung im Raum: 104 W/m² (100 %)
Kühllast: 100 %
Kühlenergiebedarf: 100 %
Übertemperaturgradstunden nach DIN 4108-2: 953 Kh

**Alternative
Außenliegender Behang?**

WINDLASTEN

RESILIENZ Sonnenschutz?



© Wacker Windingenieure

Zzgl. Windinnendruck (+0,35 / -0,45 kN/m²)

DESIGN TO COST

KOSTENEFFIZIENZ

Maßnahme	P1.2		P1.3		P1.4		P1.5	
	€	€	€	€	€	€	€	€
Maßnahme 1	100.000.000	100.000.000	100.000.000	100.000.000	100.000.000	100.000.000	100.000.000	100.000.000
Maßnahme 2	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000	200.000.000
Maßnahme 3	300.000.000	300.000.000	300.000.000	300.000.000	300.000.000	300.000.000	300.000.000	300.000.000
Maßnahme 4	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000	400.000.000
Maßnahme 5	500.000.000	500.000.000	500.000.000	500.000.000	500.000.000	500.000.000	500.000.000	500.000.000
Maßnahme 6	600.000.000	600.000.000	600.000.000	600.000.000	600.000.000	600.000.000	600.000.000	600.000.000
Maßnahme 7	700.000.000	700.000.000	700.000.000	700.000.000	700.000.000	700.000.000	700.000.000	700.000.000
Maßnahme 8	800.000.000	800.000.000	800.000.000	800.000.000	800.000.000	800.000.000	800.000.000	800.000.000
Maßnahme 9	900.000.000	900.000.000	900.000.000	900.000.000	900.000.000	900.000.000	900.000.000	900.000.000
Maßnahme 10	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000	1.000.000.000

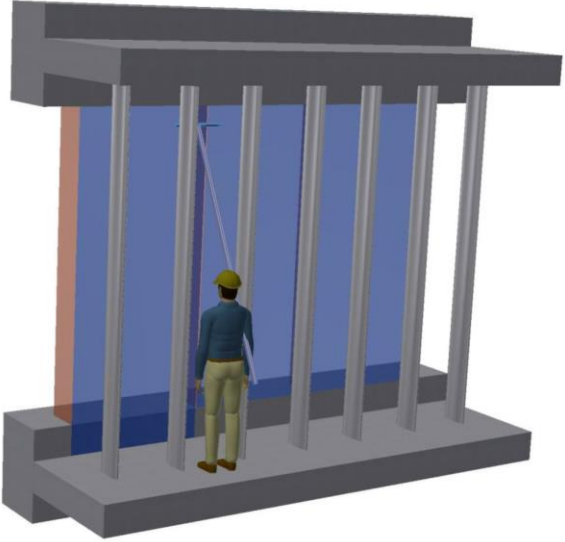
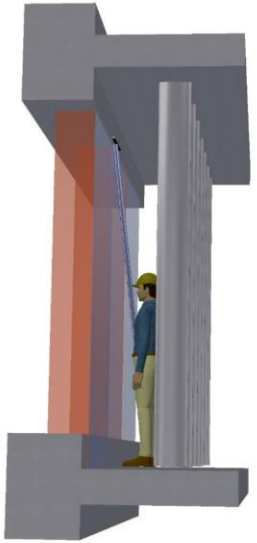
Alternative

Feststehende Lamellen OHNE Steg?

Doppelfassade?

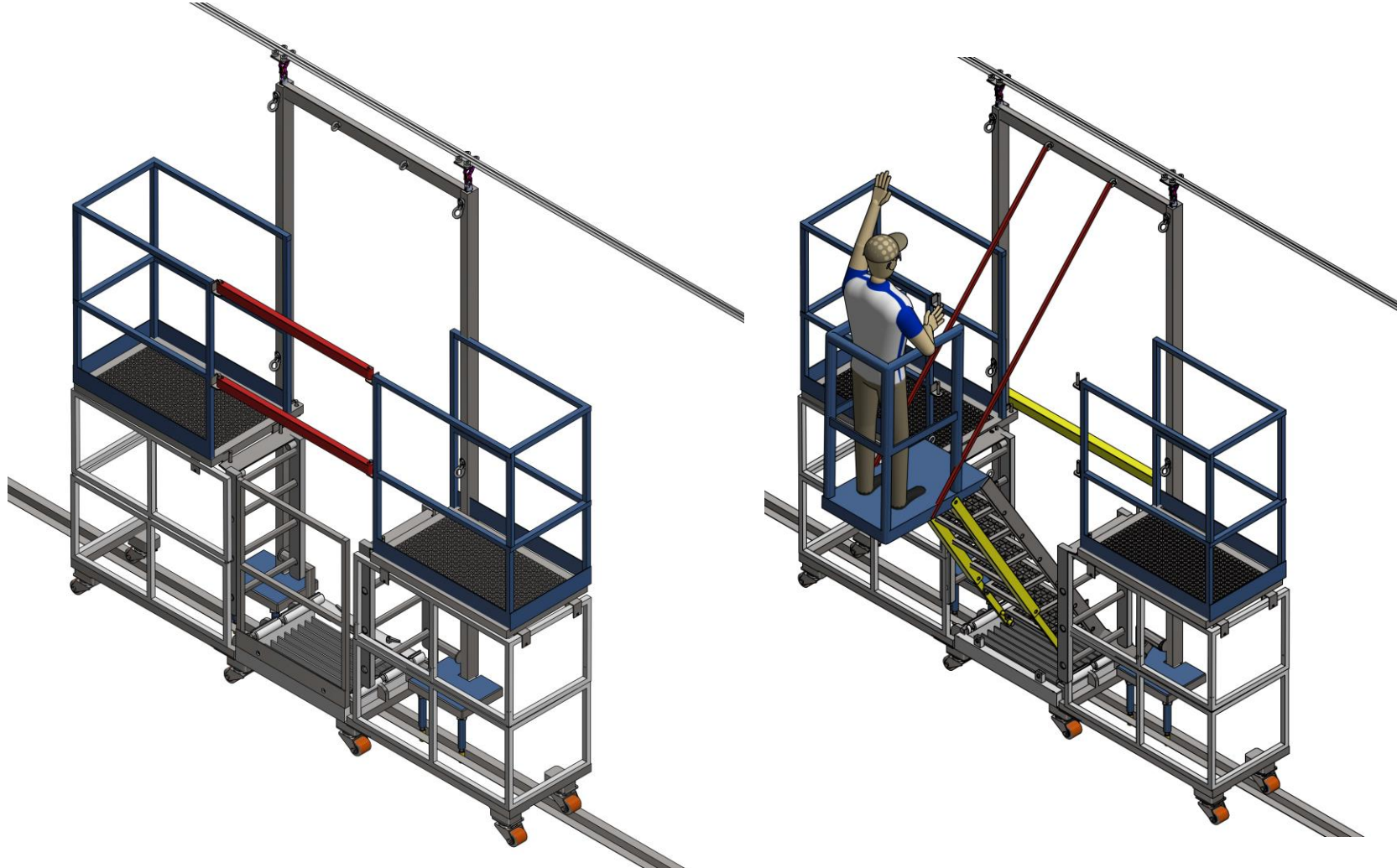
WARTUNG

RESILIENZ Wartungssteg vs. Fassadenbefahranlage?



WARTUNG

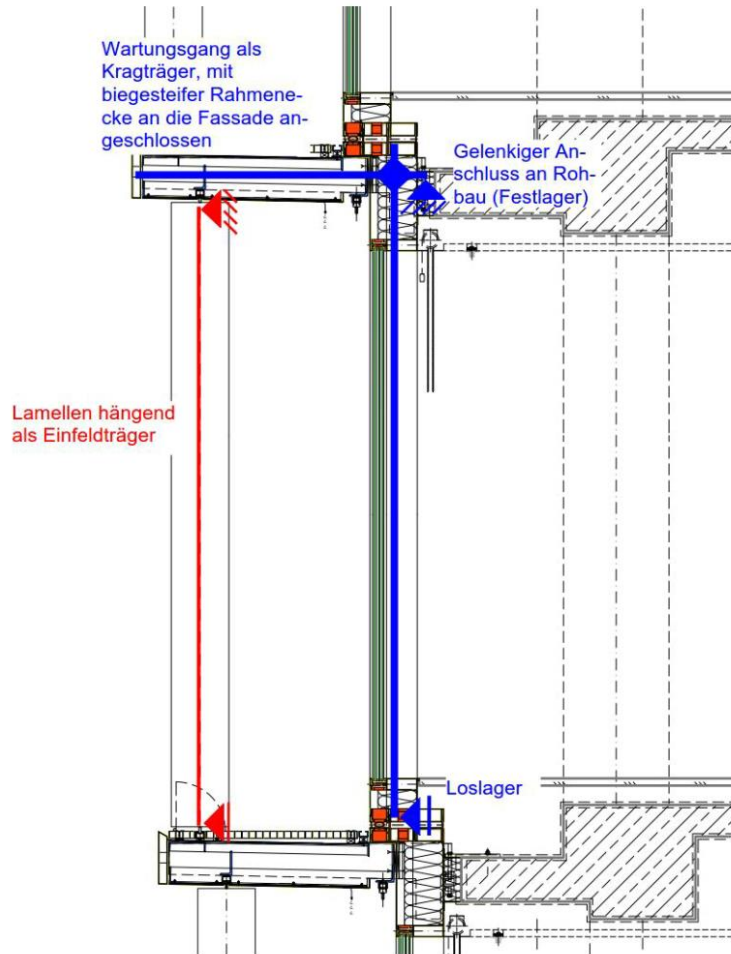
RESILIENZ Zugangs- und Instandhaltungsplanung?



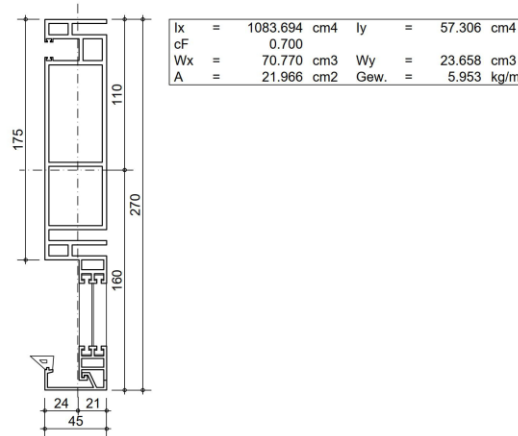
© TAW Weisse

FASSADENENTWURF

Material-EFFIZIENZ: Statische Optimierung

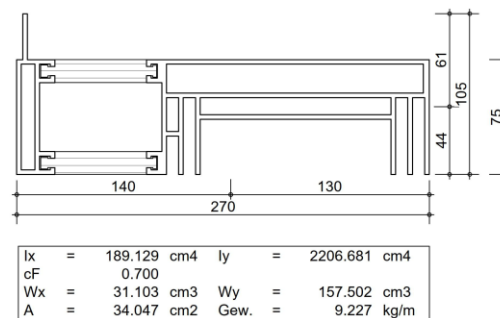


Elementpfosten



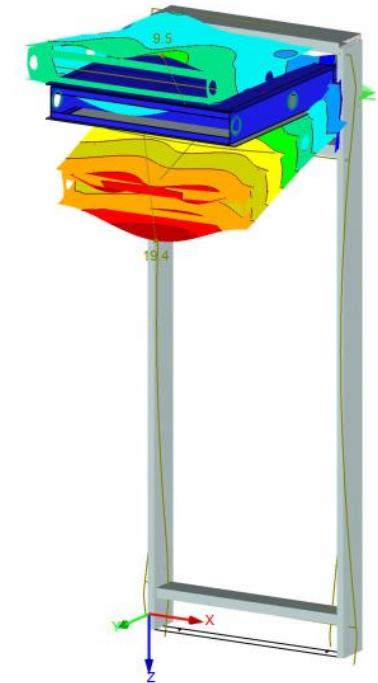
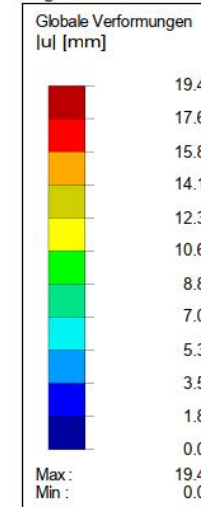
A-37. Querschnittswerte Elementpfosten

Elementriegel



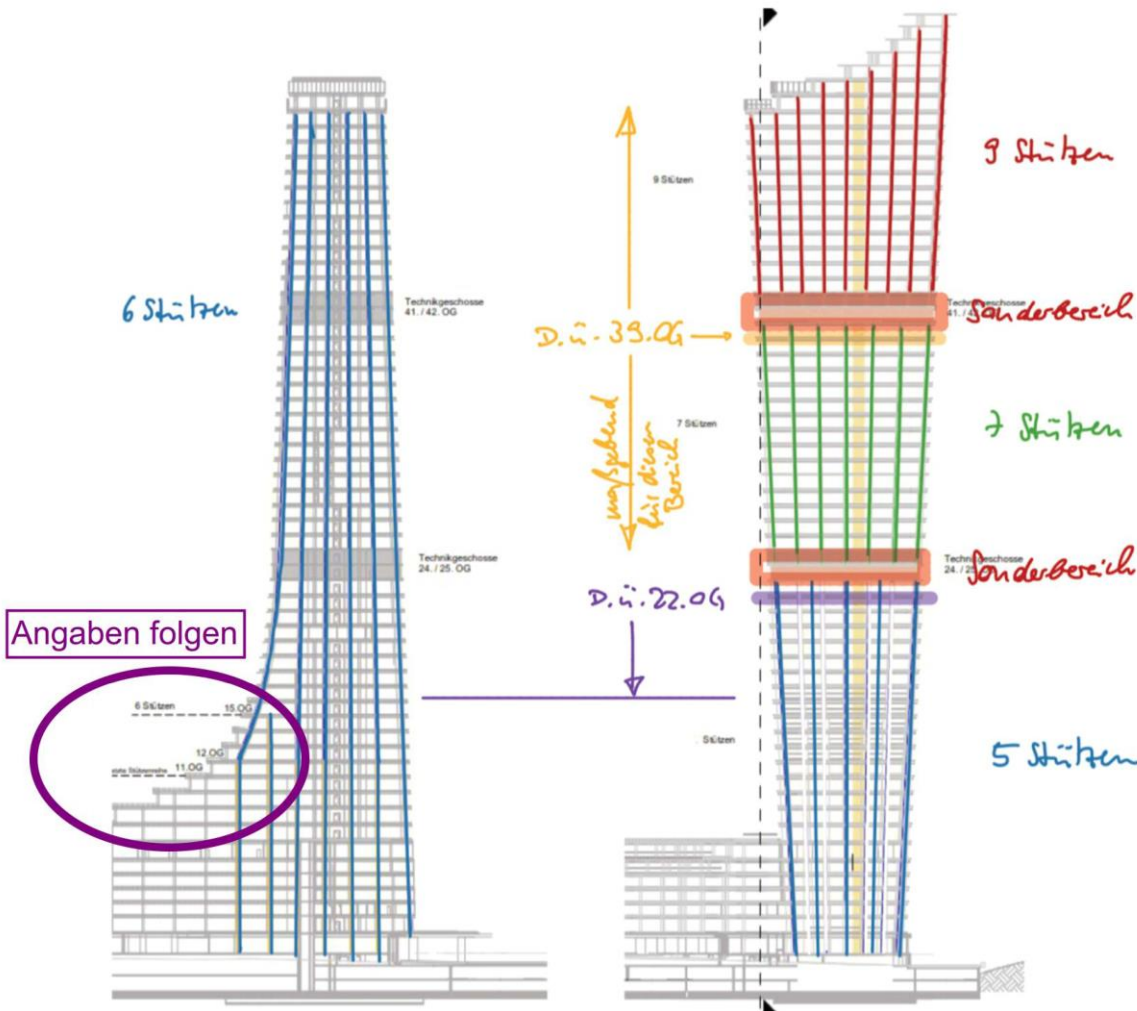
A-38. Querschnittswerte Elementriegel

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



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 Baubalau 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. $\Delta h = +/- 8mm$ einstellen

FASSADENENTWURF

Material-EFFIZIENZ: Statische Optimierung

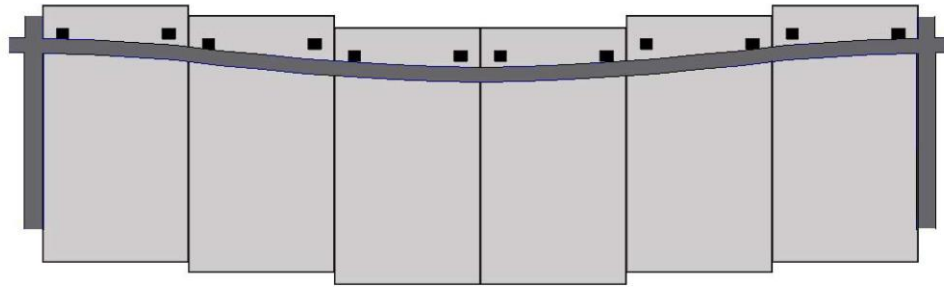


Figure 8 Vertical movement of units due to floor deflection

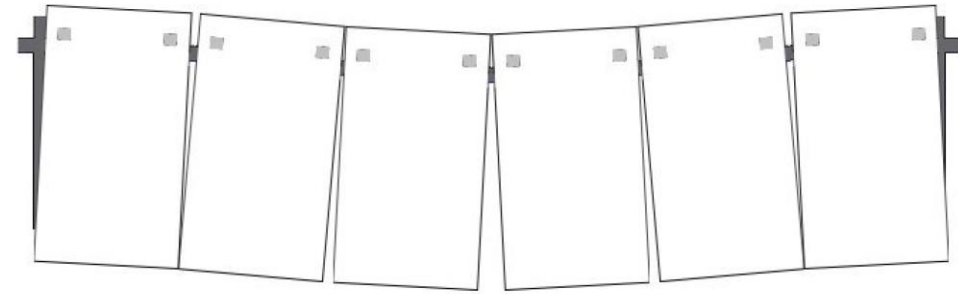


Figure 9 Rotation and vertical movement of units due to floor deflections

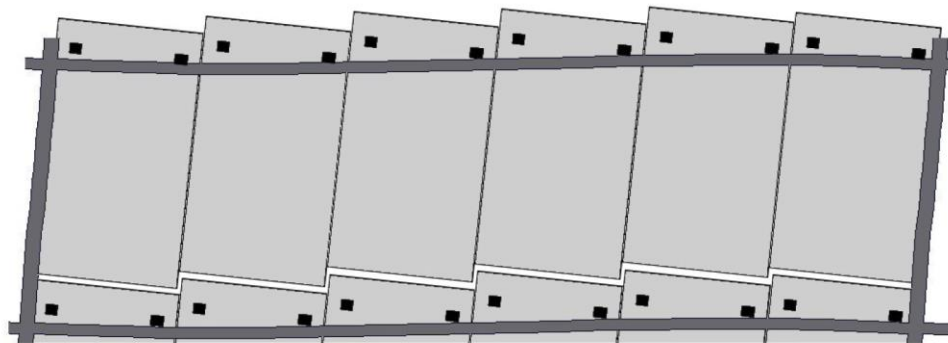


Figure 11 Horizontal racking of a unitised wall by panel rotation

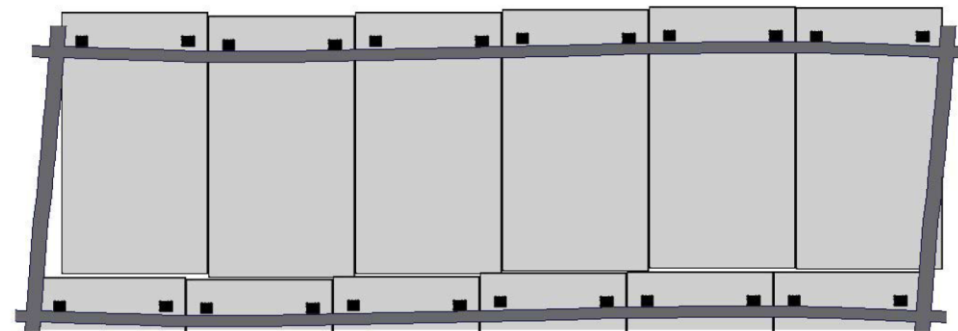
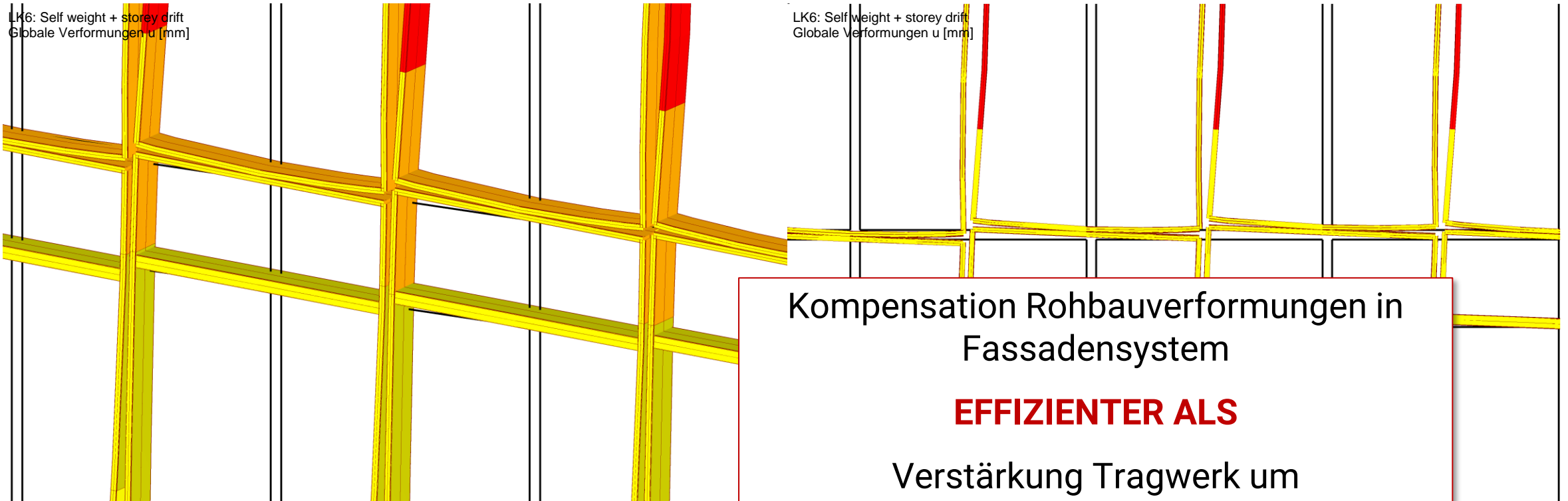


Figure 10 Horizontal racking of a unitised wall by horizontal slippage

FASSADENENTWURF

Material-**EFFIZIENZ**: Statische Optimierung



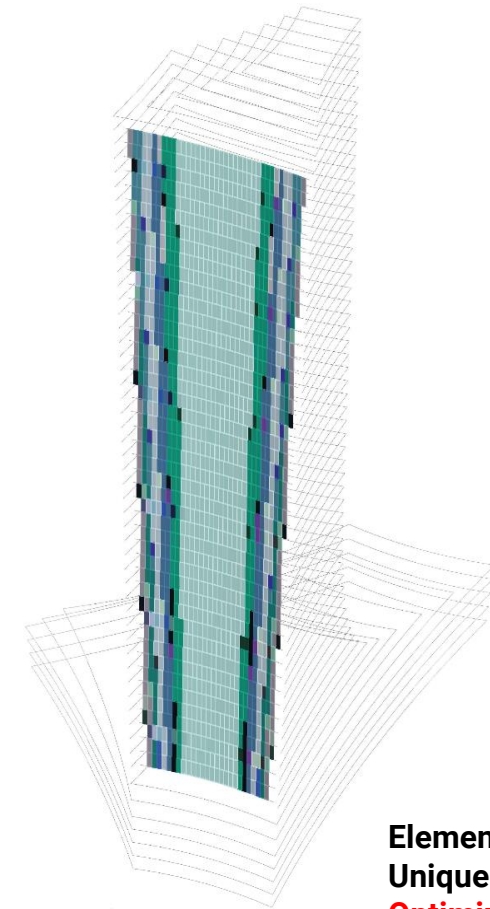
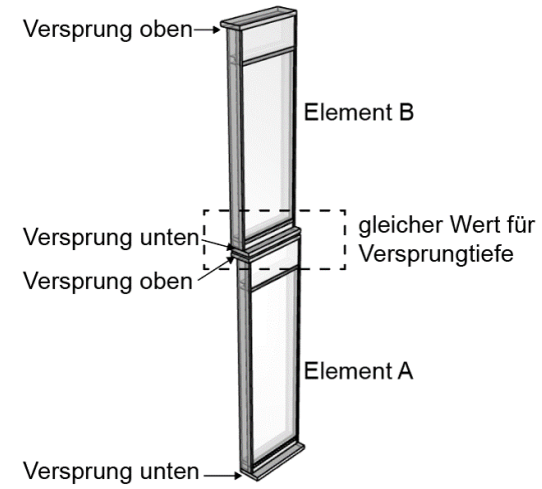
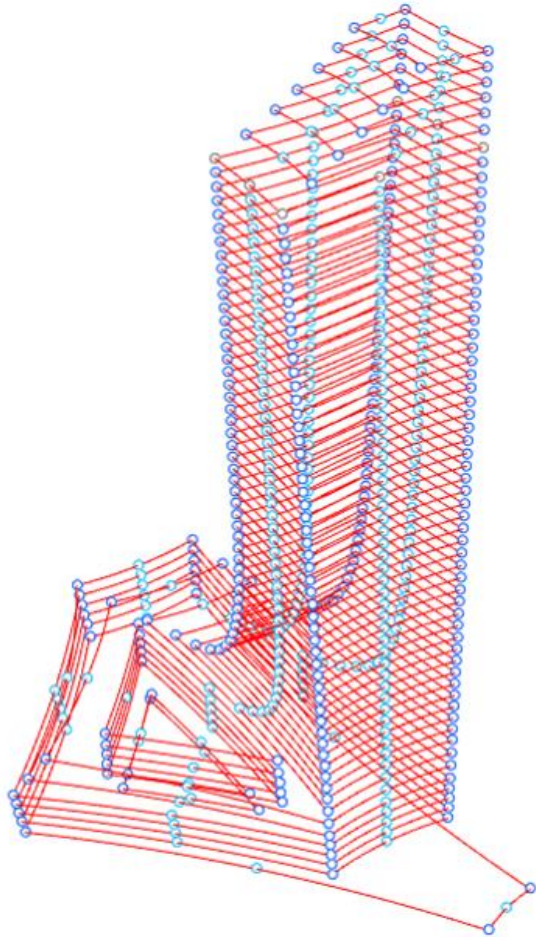
Kompensation Rohbauverformungen in
Fassadensystem

EFFIZIENTER ALS

Verstärkung Tragwerk um
Randverformungen zu minimieren

FASSADENENTWURF

EFFIZIENZ in der Planung und Fertigung

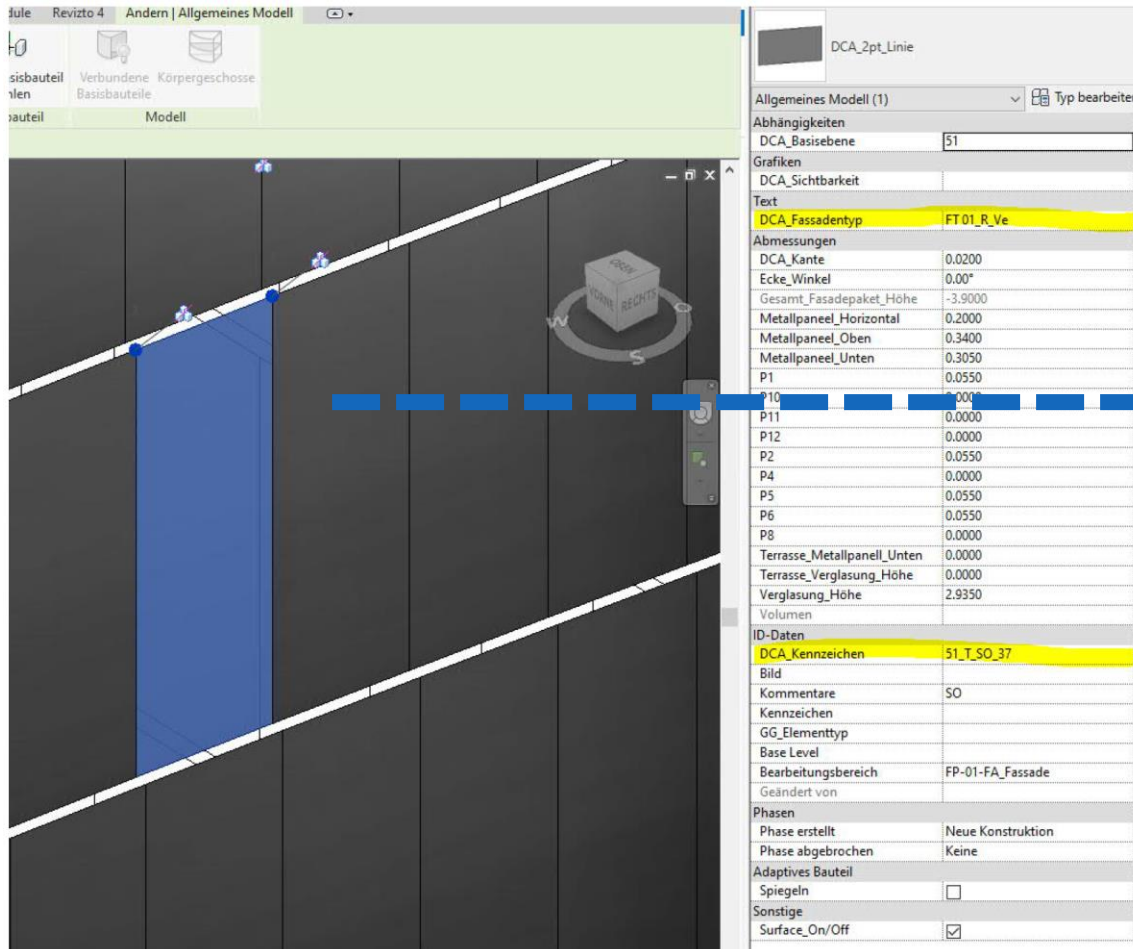


Elements : 1434
 Unique: 1424
 Optimized: 38

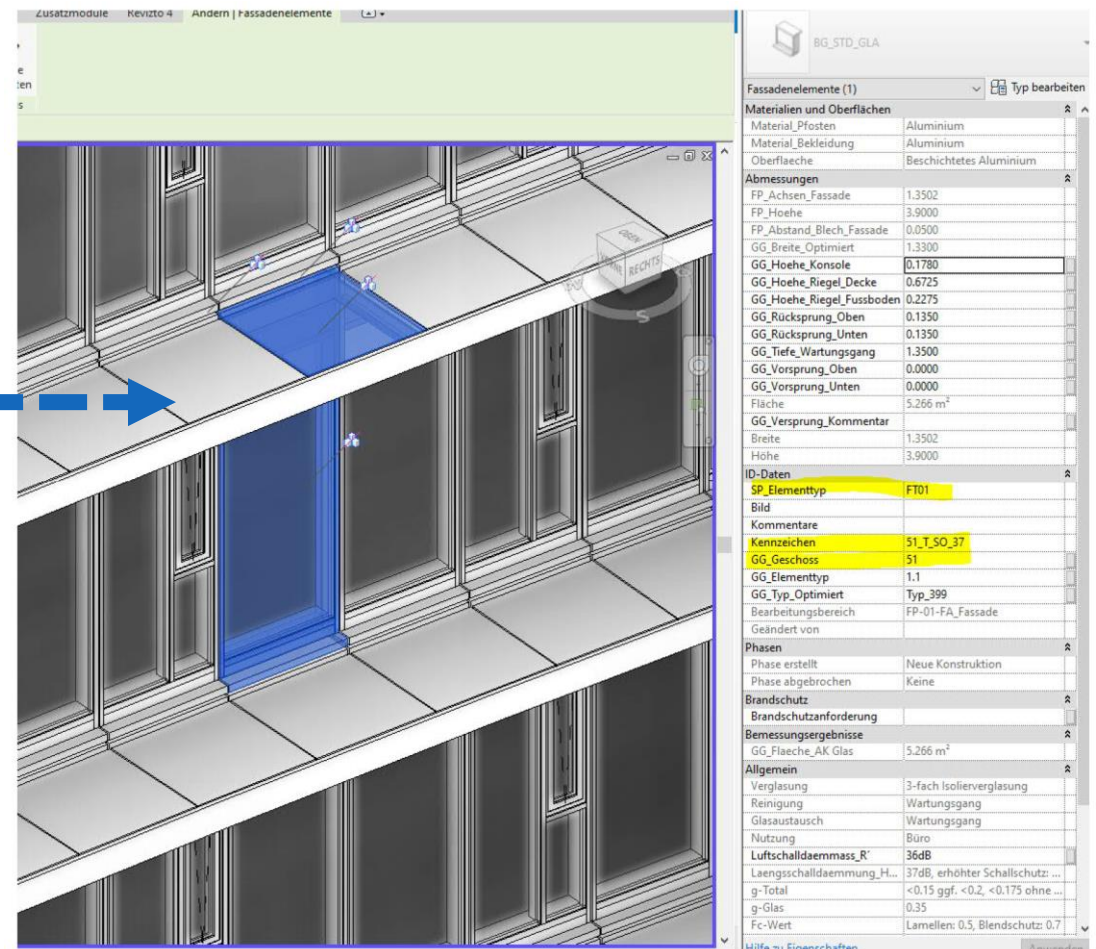
FASSADENENTWURF

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	1.3550
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 ²
GG_Vorsprung_Kommentar	Vorsprung
Breite	1.3535
Höhe	3.6000

Allgemein	
Verglasung	3-fach Isolierverglasung
Reinigung	Wartungsgang
Glasaustausch	Wartungsgang
Nutzung	Büro
Luftschalldaemmass_R'	38dB
Laengsschalldaemmung_H...	37dB, erhöhter Schallschutz: ...
g-Total	<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
Vorruestung_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)

Fassadelement Breite 2000

Fassadelement Höhe 2000

Anzahl zusätzliche Pfosten 1

Riegelanzahl Abschnitt 1 1

Riegelanzahl Abschnitt 2 1

Riegelanzahl Abschnitt 3 1

Riegelanzahl Abschnitt 4 0

HORIZONTALE AUFTEILUNG INNENPFOSTEN

VERTIKALE AUFTEILUNG

QUERSCHNITT ÄUßERER RAHMEN

QUERSCHNITT PFOSTEN UND RIEGEL

PFOSTEN MODIFIZIEREN

FÜLLUNGEN

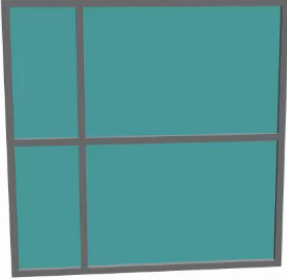
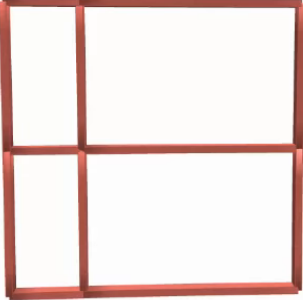
SONNENSCHUTZSYSTEM

DICHTUNGEN

VORDIMENSIONIERUNG

MANUELLE EINGABE

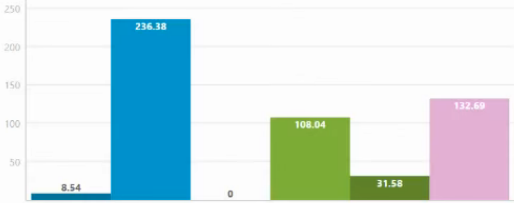
SONSTIGES

GWP - kg CO₂-Äquivalente

517.23 kg CO₂-Äquivalente

129.3 kg CO₂-Äquivalente/m²



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

■ Glasscheiben
■ Rahmen
■ Öffnungselement Rahmen
■ Sonnenschutzsystem
■ Dichtung
■ Manuell



Vielen Dank!