

The background features a complex pattern of fine, wavy lines that create a sense of depth and movement. The lines are light gray and curve across the frame. In the upper right, there is a registered trademark symbol (®) in a small circle.

**ININIUS**®

**INGENIEURSKUNST**

**für HEUTE und MORGEN**

INNIUS – AM ANFANG WAR DIE IDEE.

INTERNATIONAL

VISION

INTELLIGENT

ZENTRIERTE  
LEISTUNGEN

INTEGRIERTE  
GEBÄUDETECHNIK

OPTIMALE  
PERSONELLE UND TECHNISCHE  
KAPAZITÄTEN

INTERDISZIPLINÄR



INNIUS®

INNOVATION

INGENIEUR

ALLE TGA-LEISTUNGEN  
AUS EINER HAND

KOMPETENZ

BEGABUNG

GEBÜNDELTES  
ERFAHRUNGSPOTENTIAL

GENIAL

AUF DEM NEUSTEN  
STAND DER TECHNIK

DER ZEIT VORAUSS

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Projektleiter:

Dipl.-Ing. Berthold Fuhrmann



Hotel Torstraße, Berlin  
HLSE-, FT- und GA Planung / Objektüberwachung

Forschungszentrum f. Regenerative Therapien, CTRD Dresden  
HLSE-, FT- und GA Planung / Objektüberwachung

Dresdner Zwinger, Rekonstruktion  
Sempgalerie Alte Meister und Porzellansammlung  
HLSE- und GA Planung / Objektüberwachung

Berliner Schloss, Humboldt-Forum  
Elektroplanung

## Ausbildung:

1985 – 1990  
Studium an der Technischen Hochschule Zittau  
Fakultät Energietechnik/ Hochspannungstechnik  
Abschluss Dipl.-Ing. Elektrotechnik

## Tätigkeiten:

1990 – 1999  
Projektingenieur und Projektleiter /  
Abteilungsleiter Technische Gebäudeausrüstung

seit 2000  
Bereichsverantwortlicher Elektrotechnik/ Fördertechnik bei  
GTD GmbH / INNIUS GTD GmbH

## Mitgliedschaft

VDE/LitG Sachsen, ICOM Deutschland

## Projekte: (auszugsweise)

Wiederaufbau Dresdner Schloss, Ausbau Grünes Gewölbe und  
Kupferstichkabinett  
HLSE- und GA Planung / Objektüberwachung  
Gebäude- und Strömungssimulation

Krankenhauses Dresden-Friedrichstadt, Neubau Haus C, IOZ  
HLSE-, FT- und GA Planung / Objektüberwachung

Neubau Biologische Institute der TU Dresden  
Elektroplanung und Objektüberwachung

Flughafen Frankfurt/M., Terminal1, Halle A, Ankunftsbereich  
HLSE-, FT und GA Planung / Objektüberwachung  
Brandsimulation

KfW Frankfurt/M., Revitalisierung Nord- und Südarkade /  
Casino  
HLSE-, FT- und GA Planung / Objektüberwachung

Studio H, Berlin-Adlershof  
HLSE-, FT- und GA Planung / Objektüberwachung

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Unternehmen INNIUS GTD GmbH



### 1990

Gründung 1990 als **GTD** (Gebäude-Technik-Dresden GmbH)

### 10/2010

Gründung **INNIUS-Gruppe** als Netzwerk mit Partnerunternehmen → INNIUS DÖ, INNIUS RR

Zertifizierung nach **ISO 9001** und **DIN 14675**

Standorte Dresden | Berlin | Frankfurt/M.

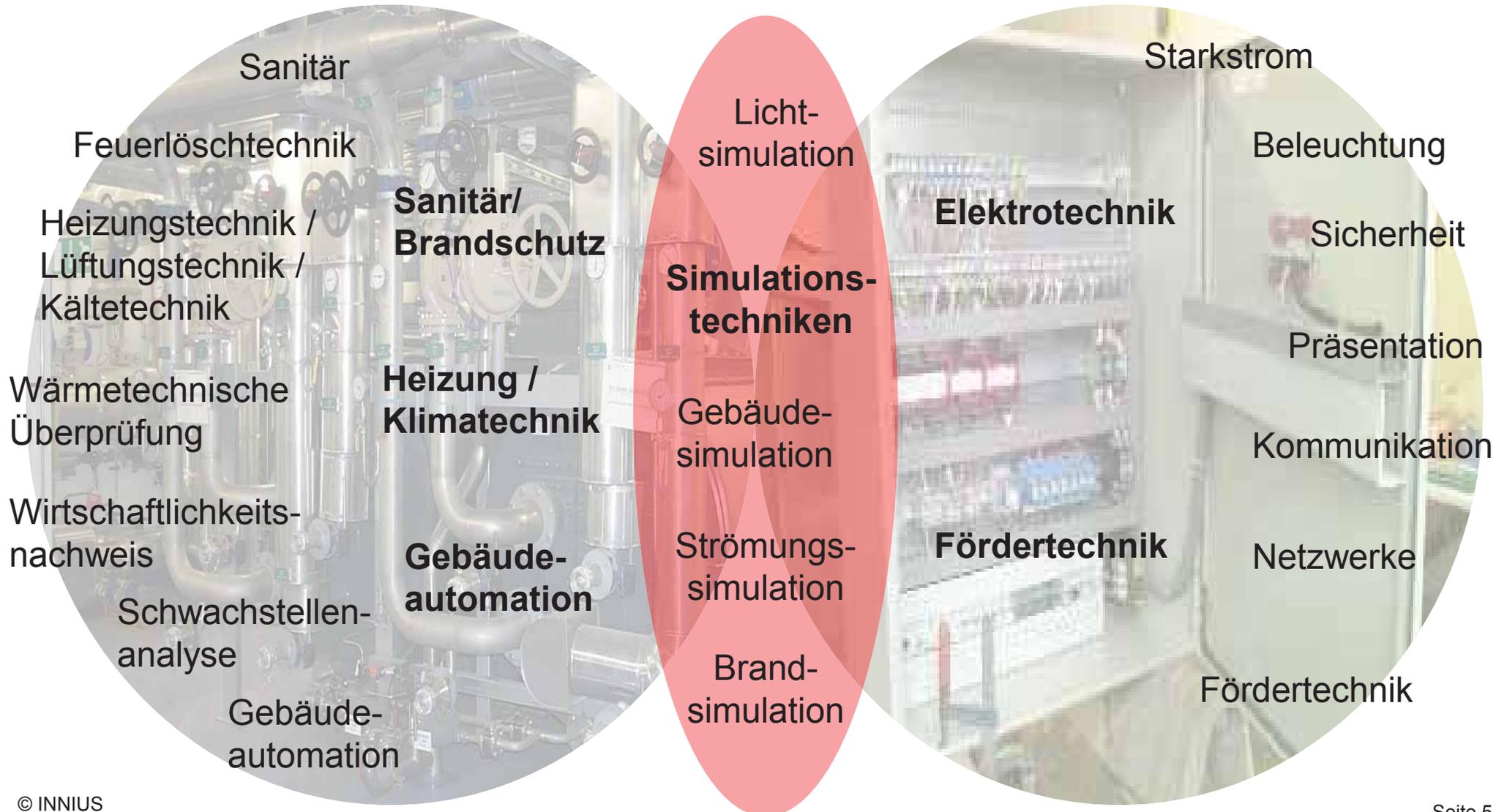
70 festangestellte Mitarbeiter

### Arbeitsschwerpunkte:

- Verwaltungsgebäude, Produktions- u. Verarbeitungsgebäude
- Labore und Forschungseinrichtungen
- Krankenhäuser, Bauten für Gesundheitswesen
- Schulen, Hochschulen, Universitäten
- Verkehrsbauten, Flughäfen
- Kulturbauten, Museen

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Leistungsspektrum



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



Quelle: commons.wikimedia.org

## Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



Saal H (Neapolitaner), 1881, Ölgemälde von Karl Louis Preusser, Reproduktion: Hans- Peter Klut (SKD)

## Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



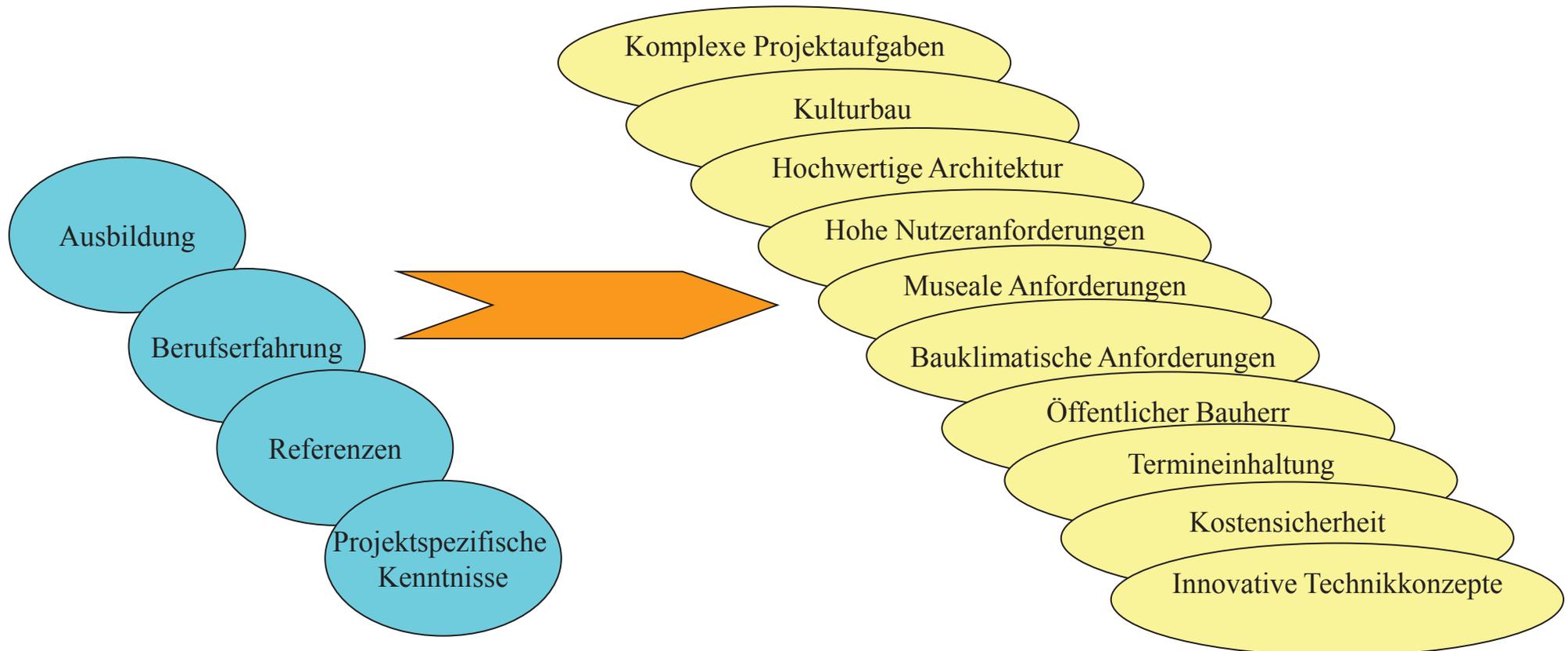
Quelle: commons.wikimedia.org

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

Fachkenntnisse und Erfahrungen

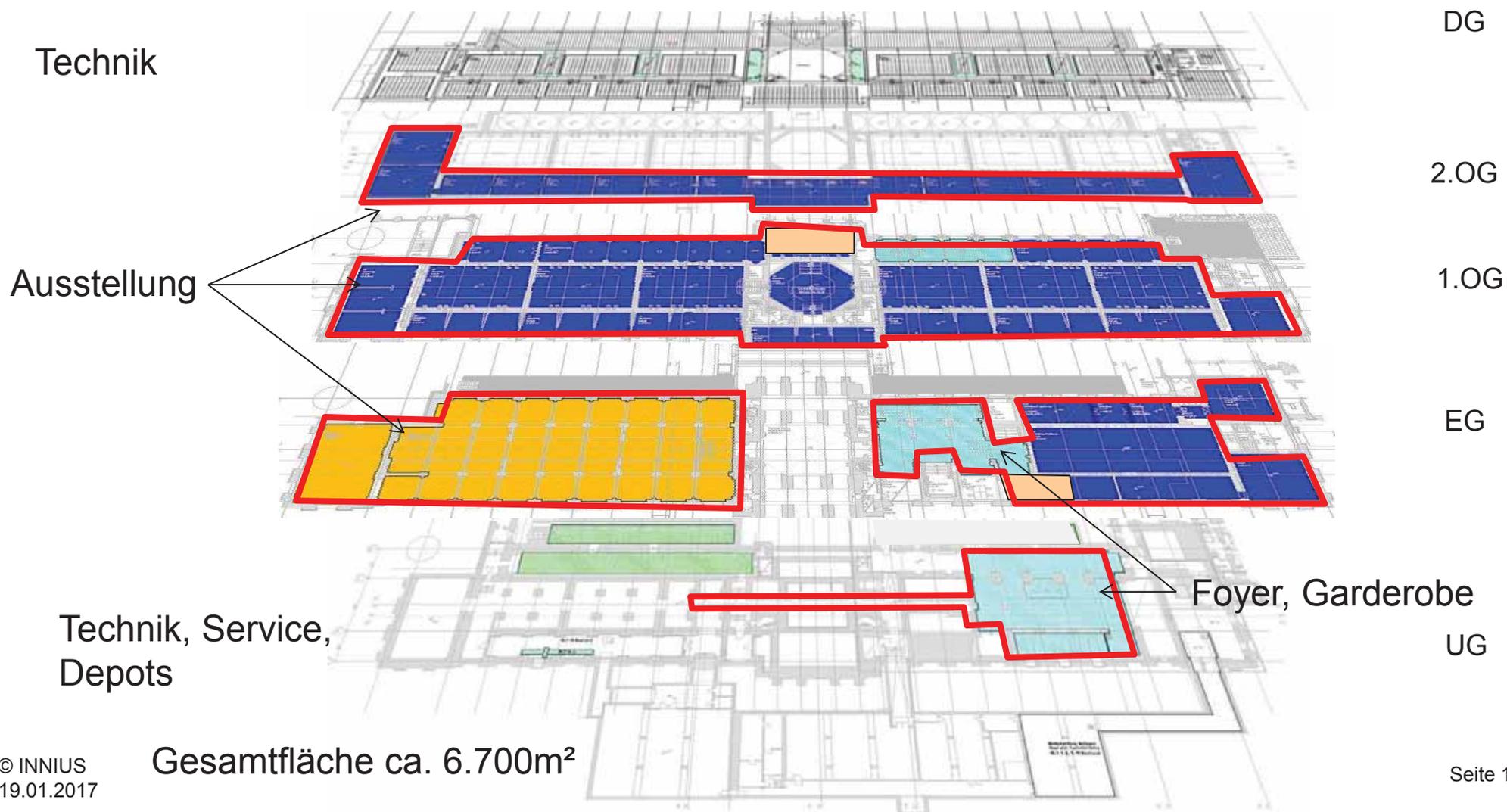
Planungsteam  
INNIUS GTD

Projekt  
Sanierung Gemäldegalerie „Alte Meister“



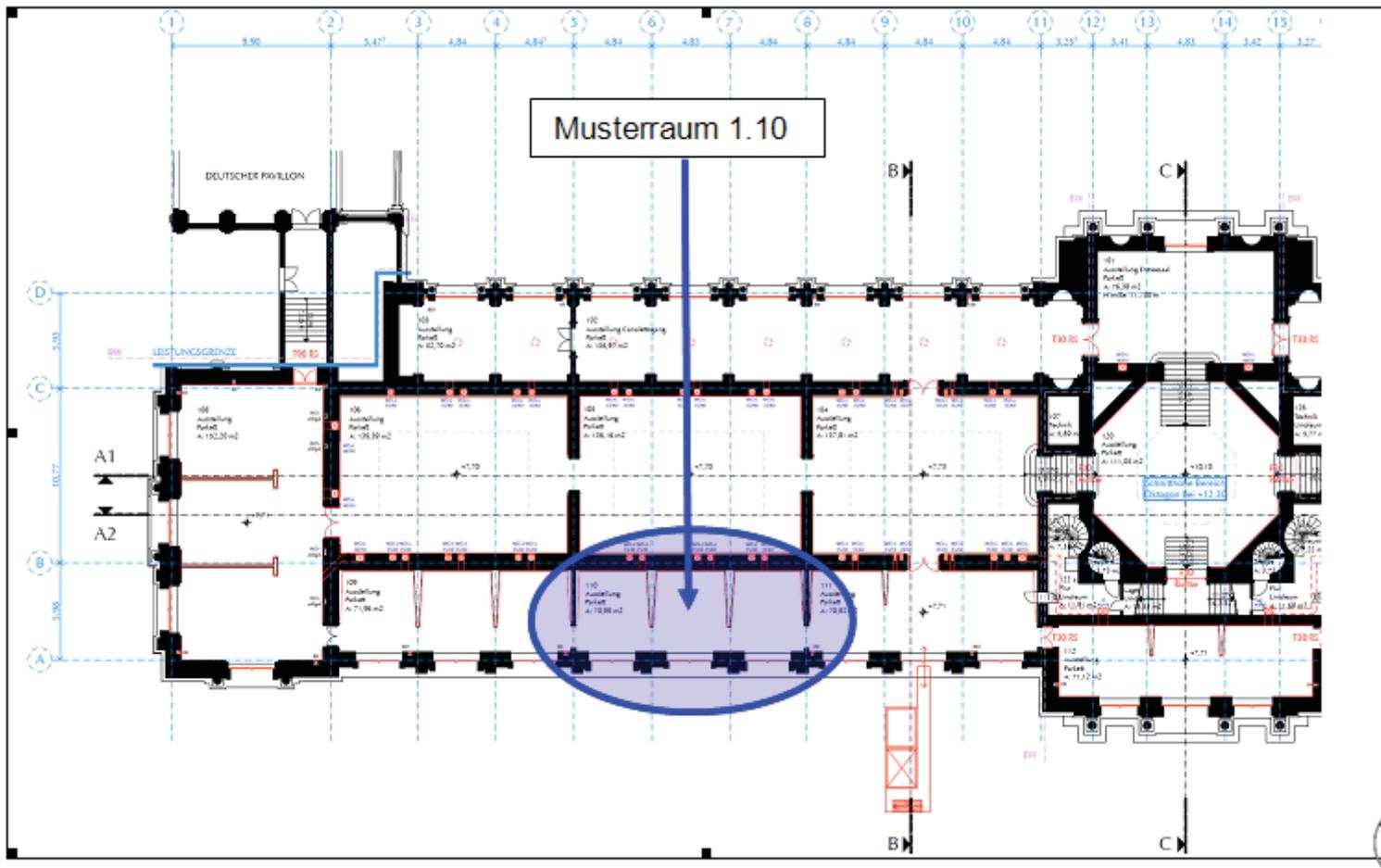
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Überblick Gebäudenutzung



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Energiekonzept– Gebäudesimulation Musterraum



### Planungsgrundlagen

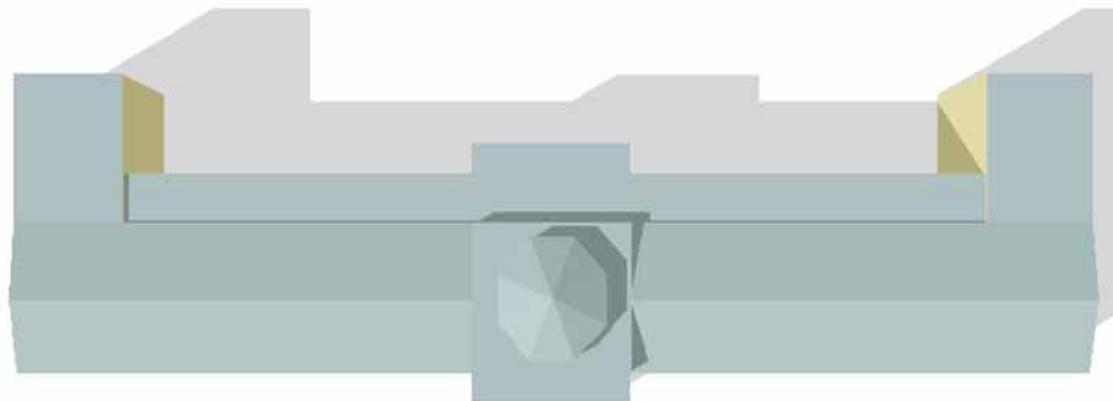
Bedarfsermittlung der SKD

max. Besucherstrom von 2.500 Besuchern pro Tag

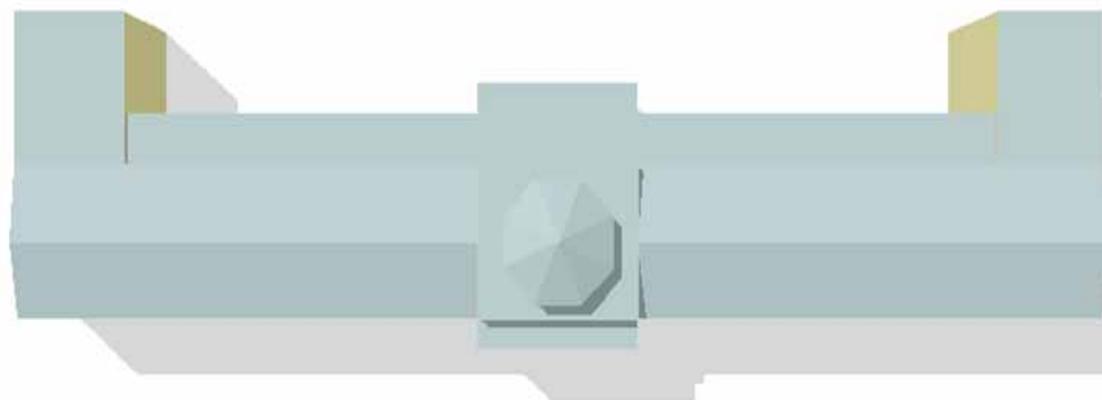
- Anforderungen von 19...(23)26 °C ± 1K (bzw. min. 6 K unter Außentemperatur) und 48...52 % ± 3 % relativer Luftfeuchte für alle Ausstellungsbereiche

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Energiekonzept – Gebäudesimulation Musterraum



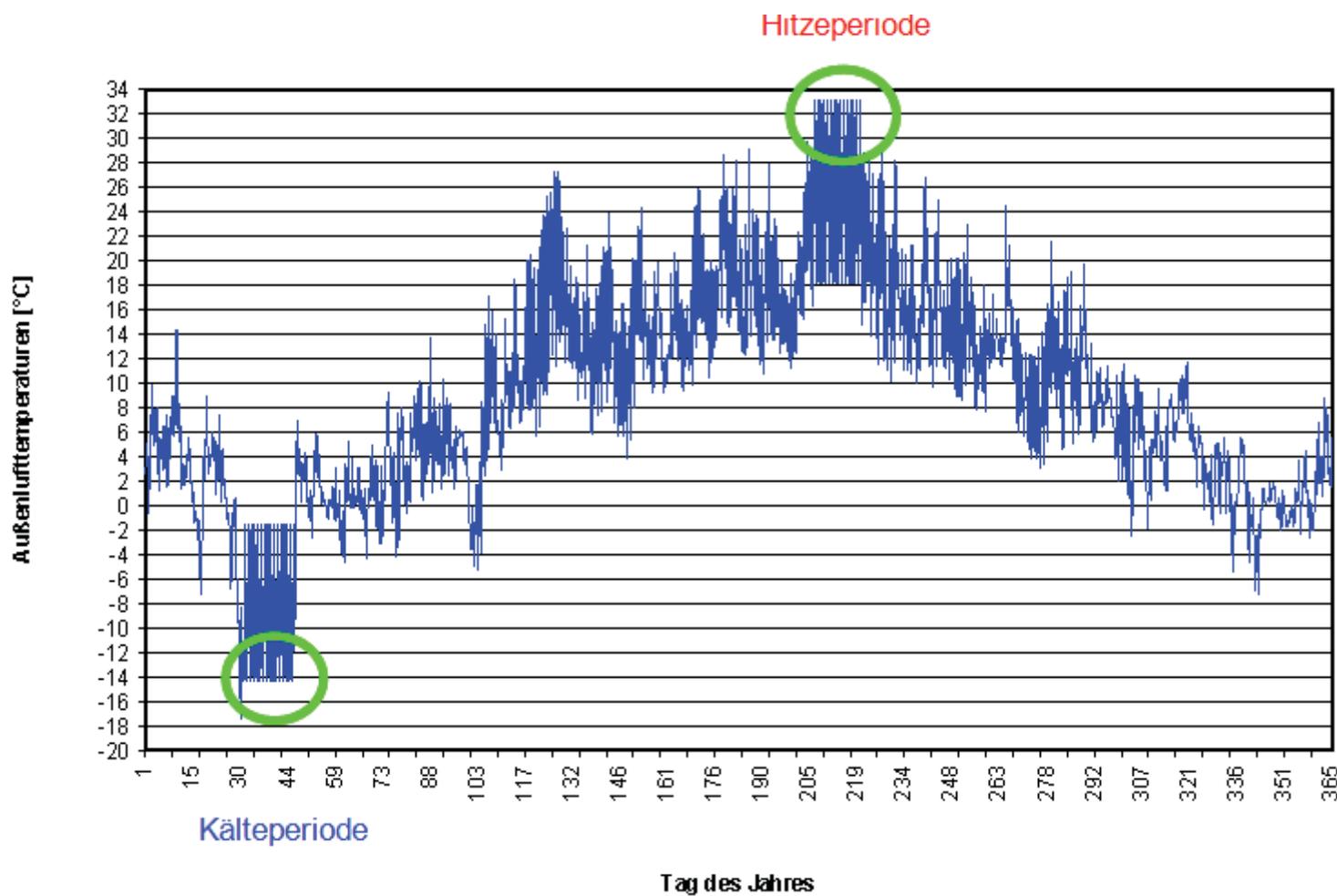
Schattenverlauf, Juni morgens



Schattenverlauf, Juni nachmittags

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

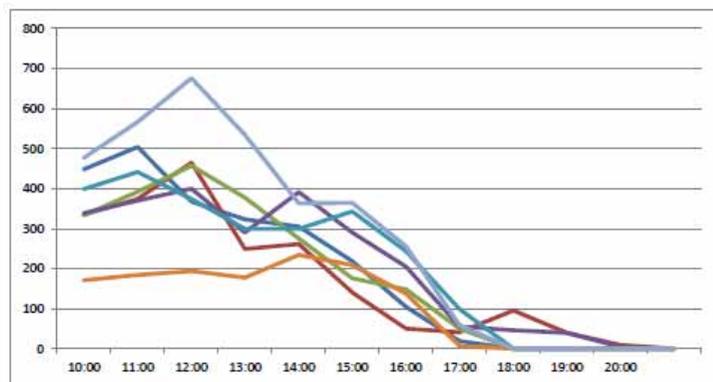
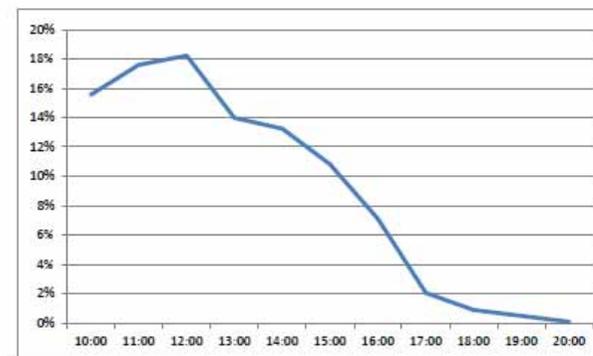
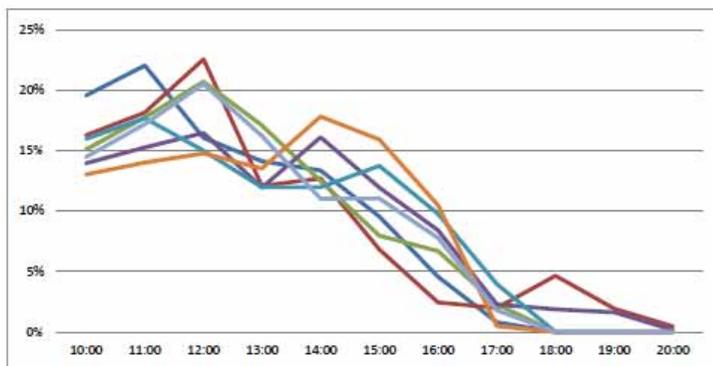
## Energiekonzept – Gebäudesimulation Musterraum



Verlauf Aussentemperatur, Testreferenzjahr mit Hitze- und Kälteperiode

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

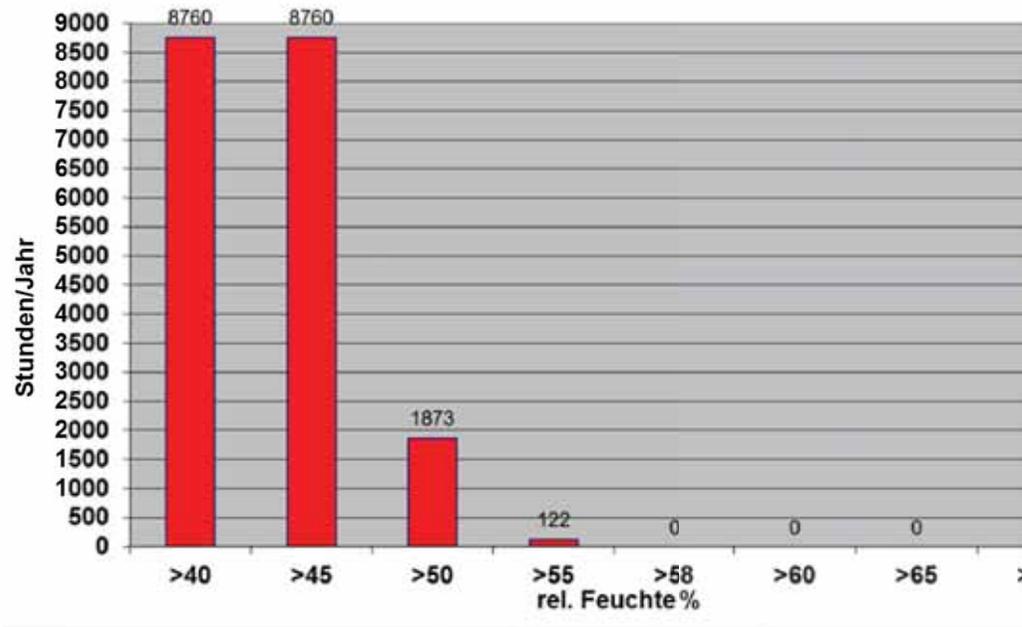
		01.08.2012	02.08.2012	03.08.2012	04.08.2012	05.08.2012	06.08.2012	07.08.2012		01. - 07.08.2012								
10:00 - 10:59	10:00	448	20%	336	16%	334	15%	339	14%	399	16%	171	13%	477	14%		2.505	16%
11:00 - 11:59	11:00	505	22%	375	18%	392	18%	371	15%	442	18%	184	14%	567	17%		2.836	18%
12:00 - 12:59	12:00	368	16%	465	23%	457	21%	400	16%	374	15%	194	15%	676	21%		2.935	18%
13:00 - 13:59	13:00	324	14%	249	12%	378	17%	290	12%	299	12%	178	14%	535	16%		2.253	14%
14:00 - 14:59	14:00	306	13%	262	13%	276	12%	392	16%	299	12%	234	18%	363	11%		2.132	13%
15:00 - 15:59	15:00	219	10%	141	7%	176	8%	290	12%	343	14%	209	16%	364	11%		1.743	11%
16:00 - 16:59	16:00	105	5%	51	2%	148	7%	205	8%	244	10%	138	10%	256	8%		1.146	7%
17:00 - 17:59	17:00	19	1%	41	2%	50	2%	55	2%	99	4%	7	0%	59	2%		330	2%
18:00 - 18:59	18:00	0	0%	96	5%	0	0%	46	2%	0	0%	0	0%	0	0%		142	1%
19:00 - 19:59	19:00	0	0%	40	2%	0	0%	40	2%	0	0%	0	0%	0	0%		80	0%
20:00 - 20:59	20:00	0	0%	9	0%	0	0%	4	0%	0	0%	0	0%	0	0%		14	0%
		0		0		0		0		0		0		0			0	0%
<b>SUMME</b>		<b>2.292</b>	<b>100%</b>	<b>2.065</b>	<b>100%</b>	<b>2.211</b>	<b>100%</b>	<b>2.432</b>	<b>100%</b>	<b>2.501</b>	<b>100%</b>	<b>1.316</b>	<b>100%</b>	<b>3.297</b>	<b>100%</b>		<b>16.114</b>	<b>100%</b>



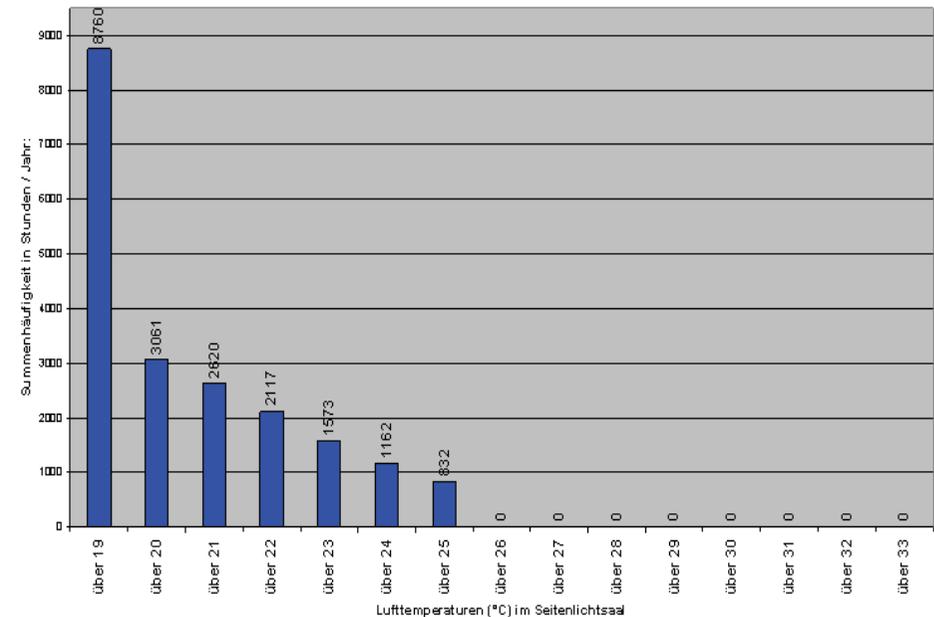
Besucherverteilung gemäß SKD

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Energiekonzept – Gebäudesimulation Musterraum



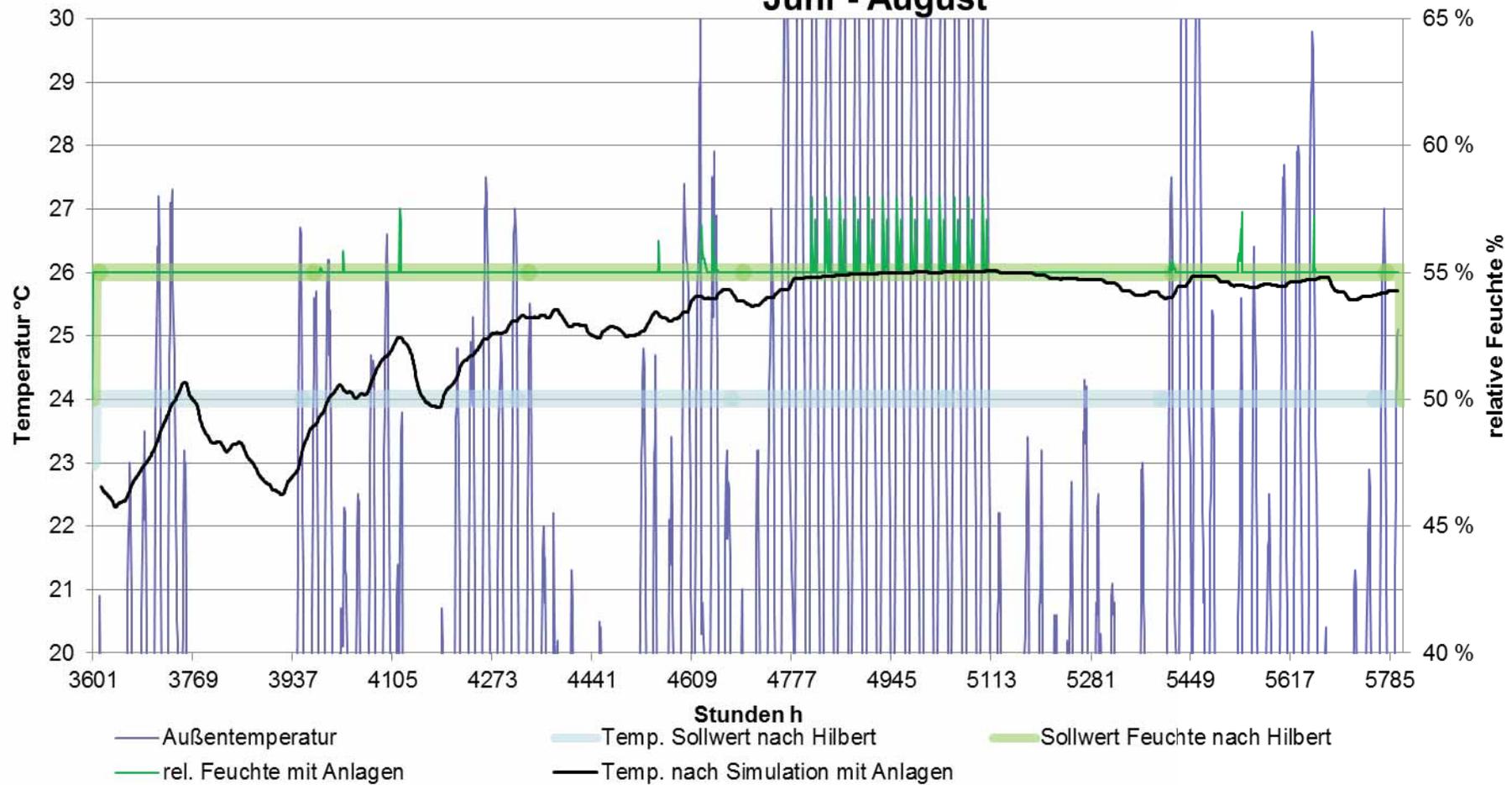
Kumulierte Häufigkeit der Feuchte im Jahresverlauf



Kumulierte Häufigkeit der Temperatur im Jahresverlauf

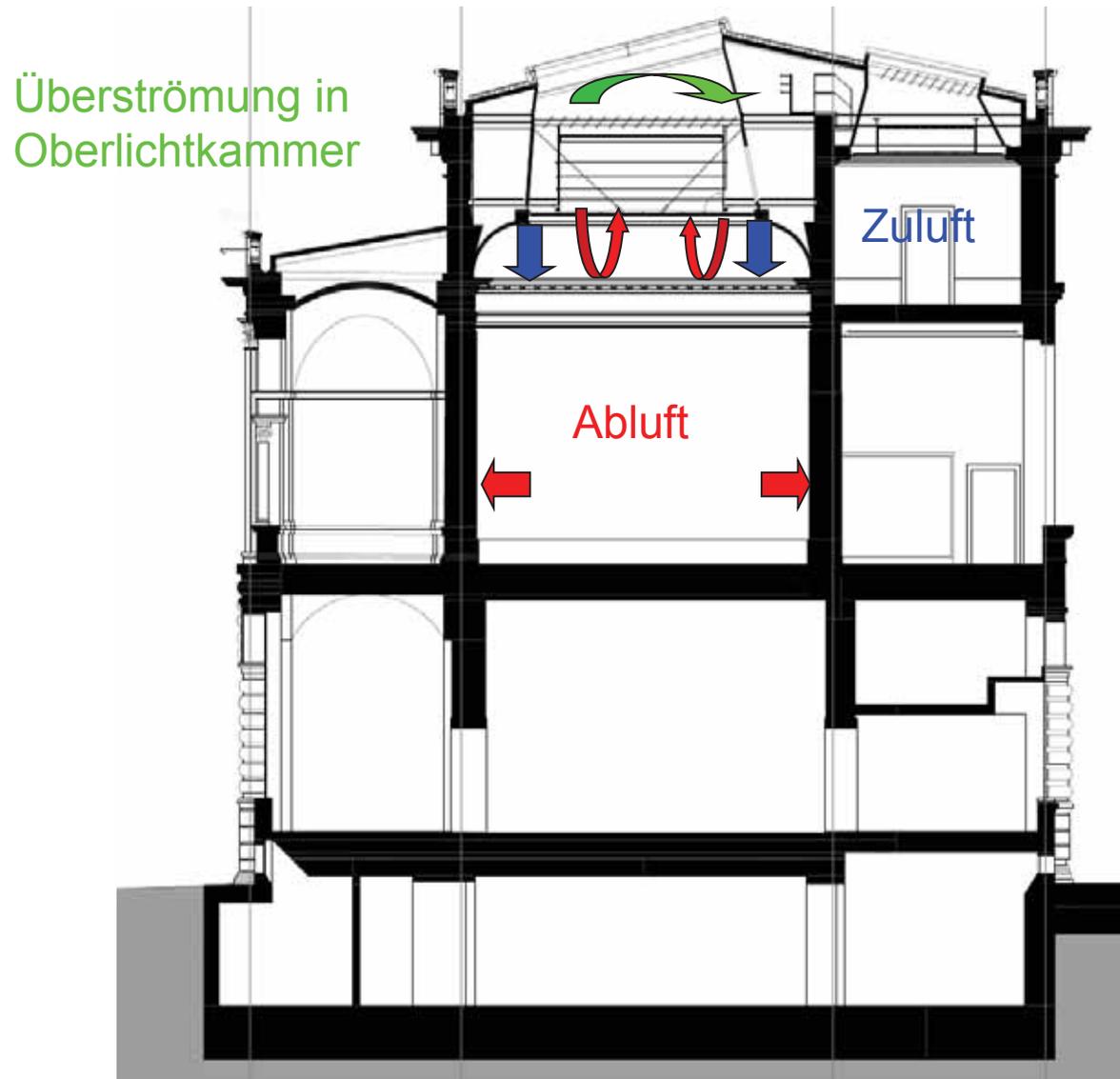
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Feuchteüberschreitungen über Sollwert Raumtemperaturen nach Gebäudesimulation V33 Seitenkabinettbereich 1.OG (Musterraum 1-34) Juni - August



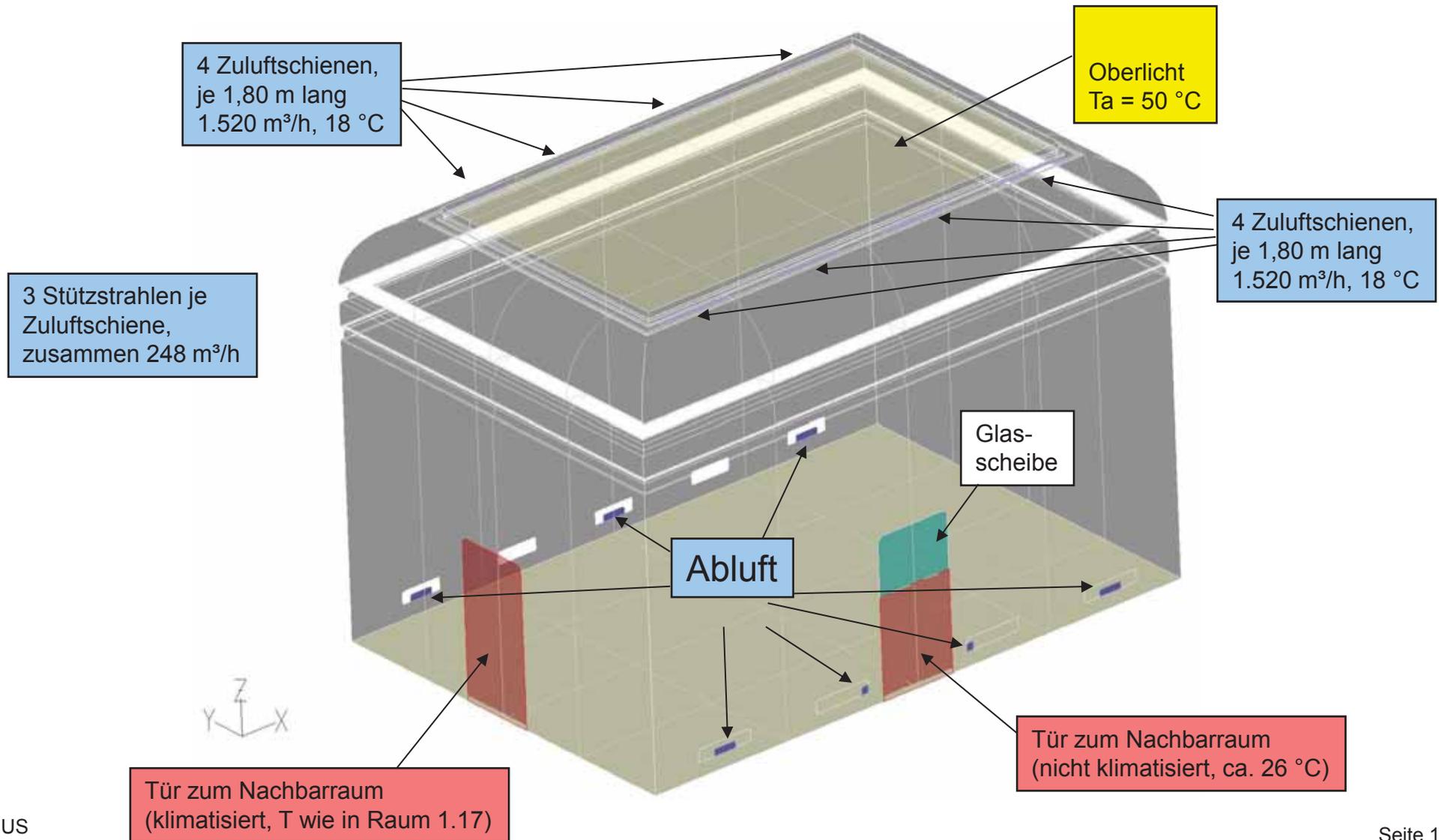
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept Bestand

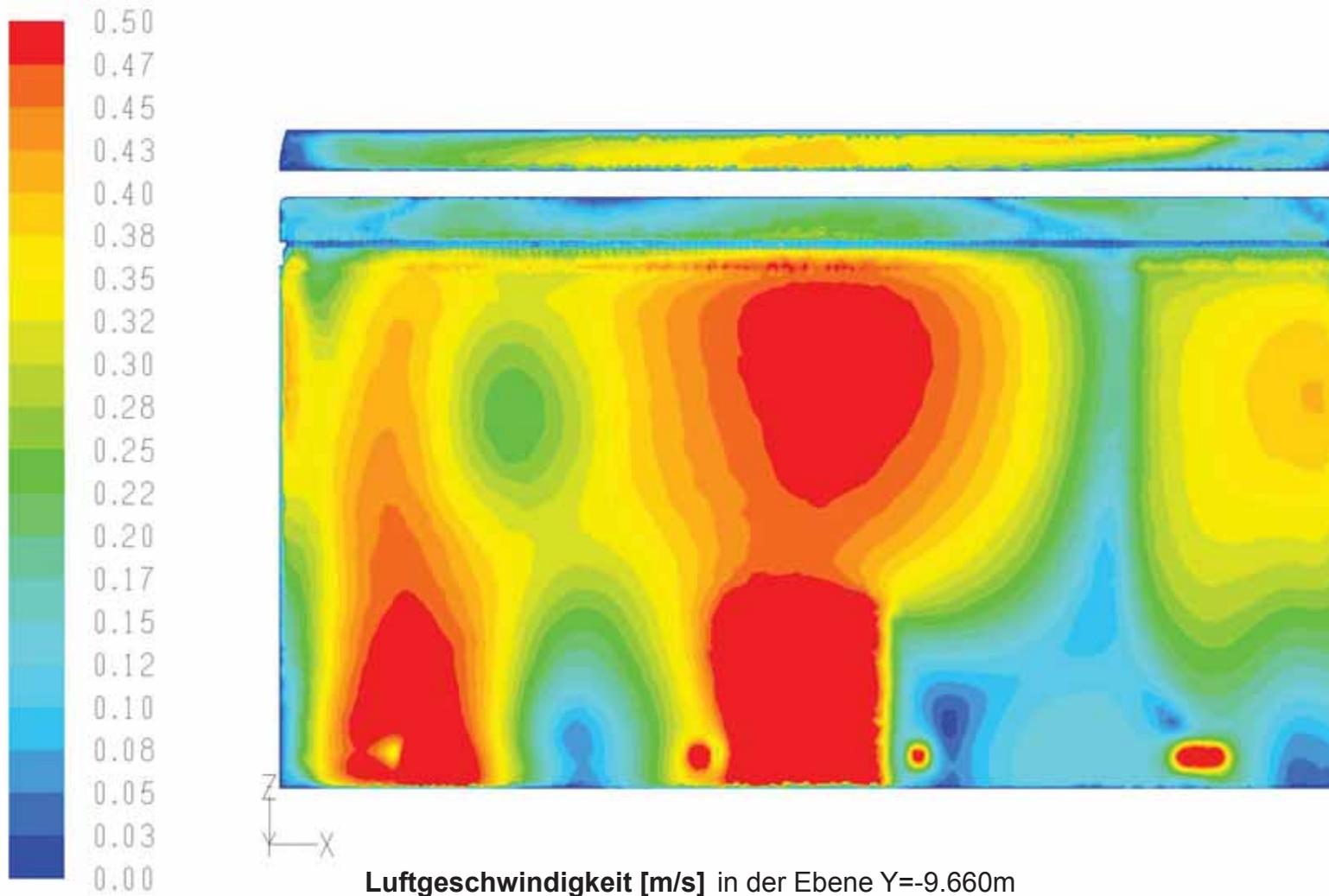


# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept Bestand (Mischluftsystem) – Strömungssimulation Musterraum

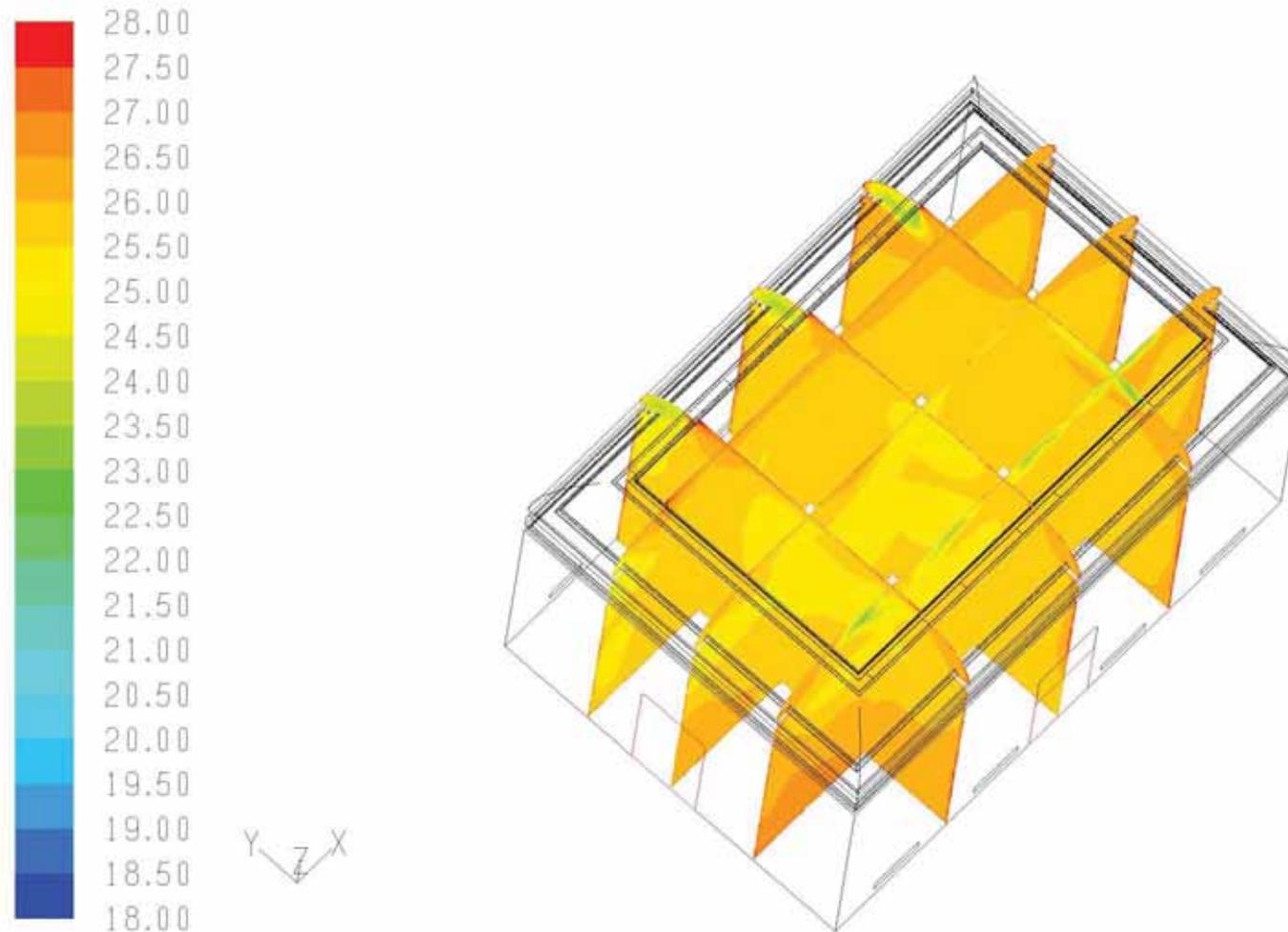


## Klimakonzept Bestand (Mischluftsystem) – Strömungssimulation Musterraum



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept Bestand (Mischluftsystem) – Strömungssimulation Musterraum

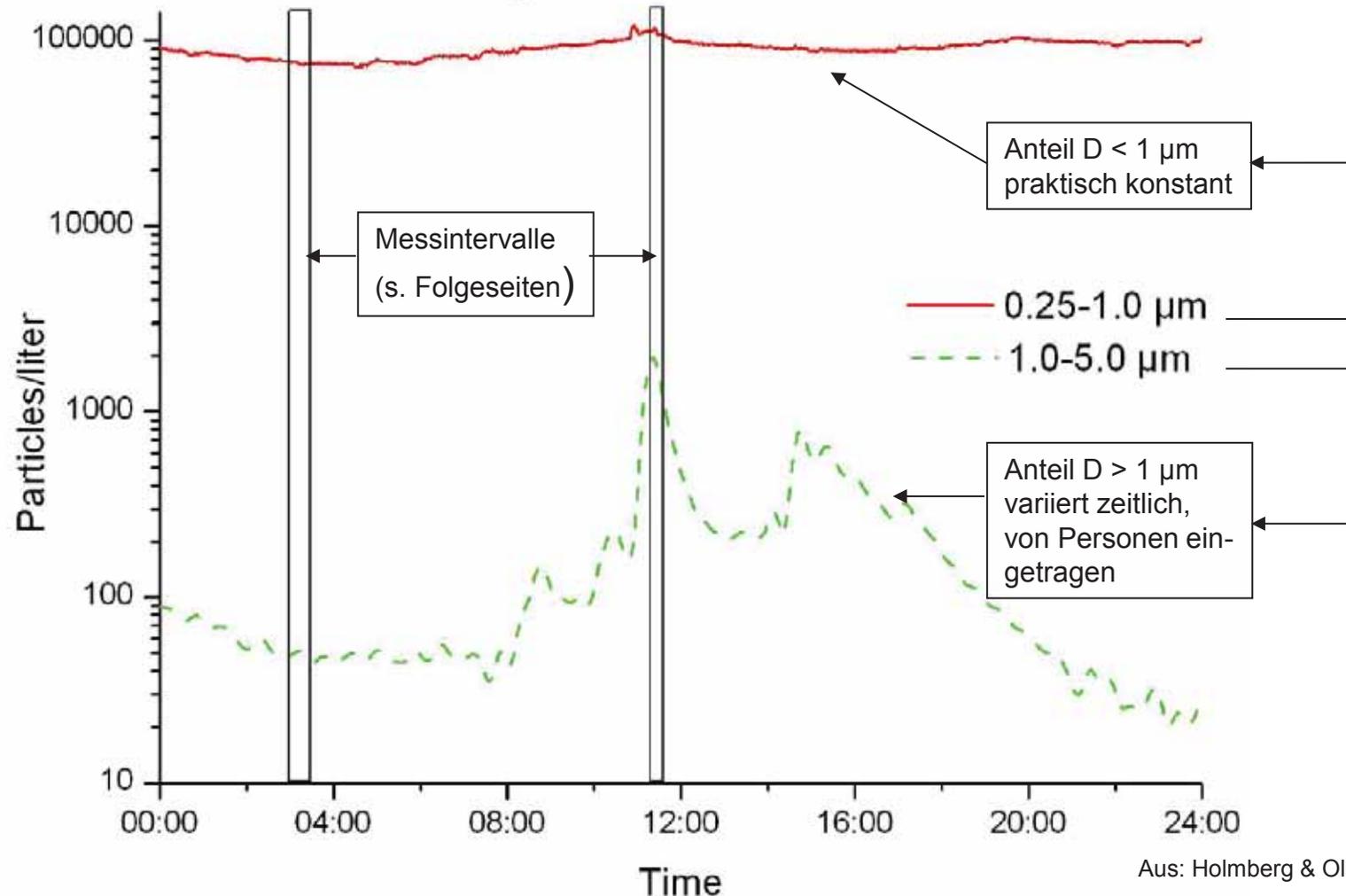


Variante A02

**Lufttemperatur [°C] in vertikalen Ebenen**

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Staubtransport tageszeitliche Variation des Staubgehalts in der Luft, differenziert nach Teilchengröße 25 april 2006



Aus: Holmberg & Olander, IAQ 2006

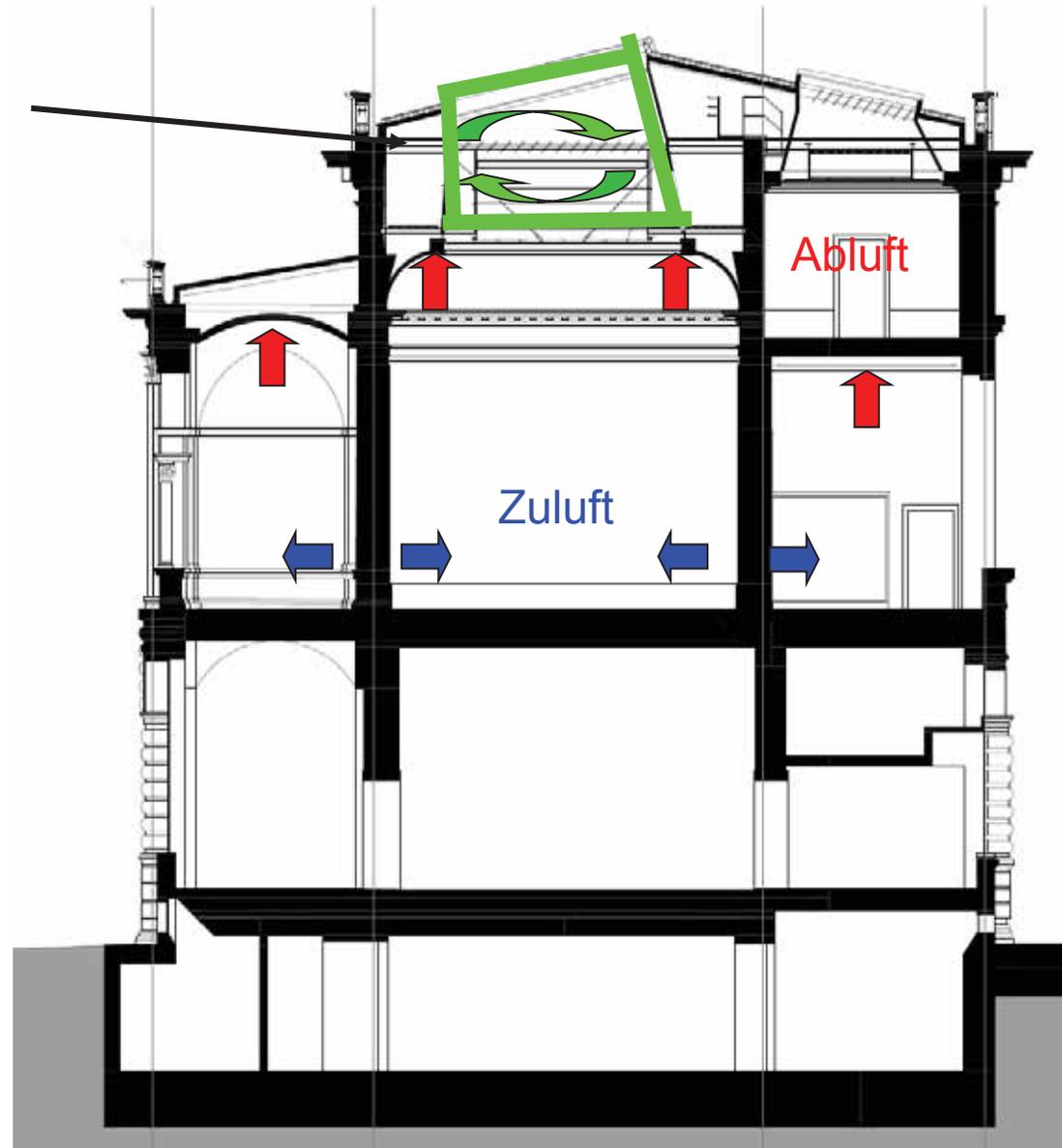
## Fazit Staubtransport

- **Durch Besucher/Personal eingebrachte Partikel**
  - typ. Größe  $D > 1 \mu\text{m}$
- **Kleine Partikel,  $D \sim 1-5 \mu\text{m}$ :**
  - Verschleppung mit der Luft nicht vermeidbar, da geringe Sinkgeschwindigkeit
- **Mittlere Partikel,  $D \sim 5-50 \mu\text{m}$ :**
  - Verschleppung nimmt mit der Luftgeschwindigkeit zu
  - Partikel teilweise aufwärts bewegt
- **Große Partikel,  $D > 50 \mu\text{m}$** 
  - Hohe Sinkgeschwindigkeit, daher kaum Verschleppung durch die Luft
- **Quellluftkonzept bietet Vorteile**
  - geringere Geschwindigkeiten als Mischlüftung
  - stabile Schichtung, daher geringer Aufwärtstransport von Partikeln
  - homogene Temperaturverteilung im Exponatbereich
  - Aufenthaltsbereich: Drallauslässe für besseres Einmischen der Zuluft untersuchen

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

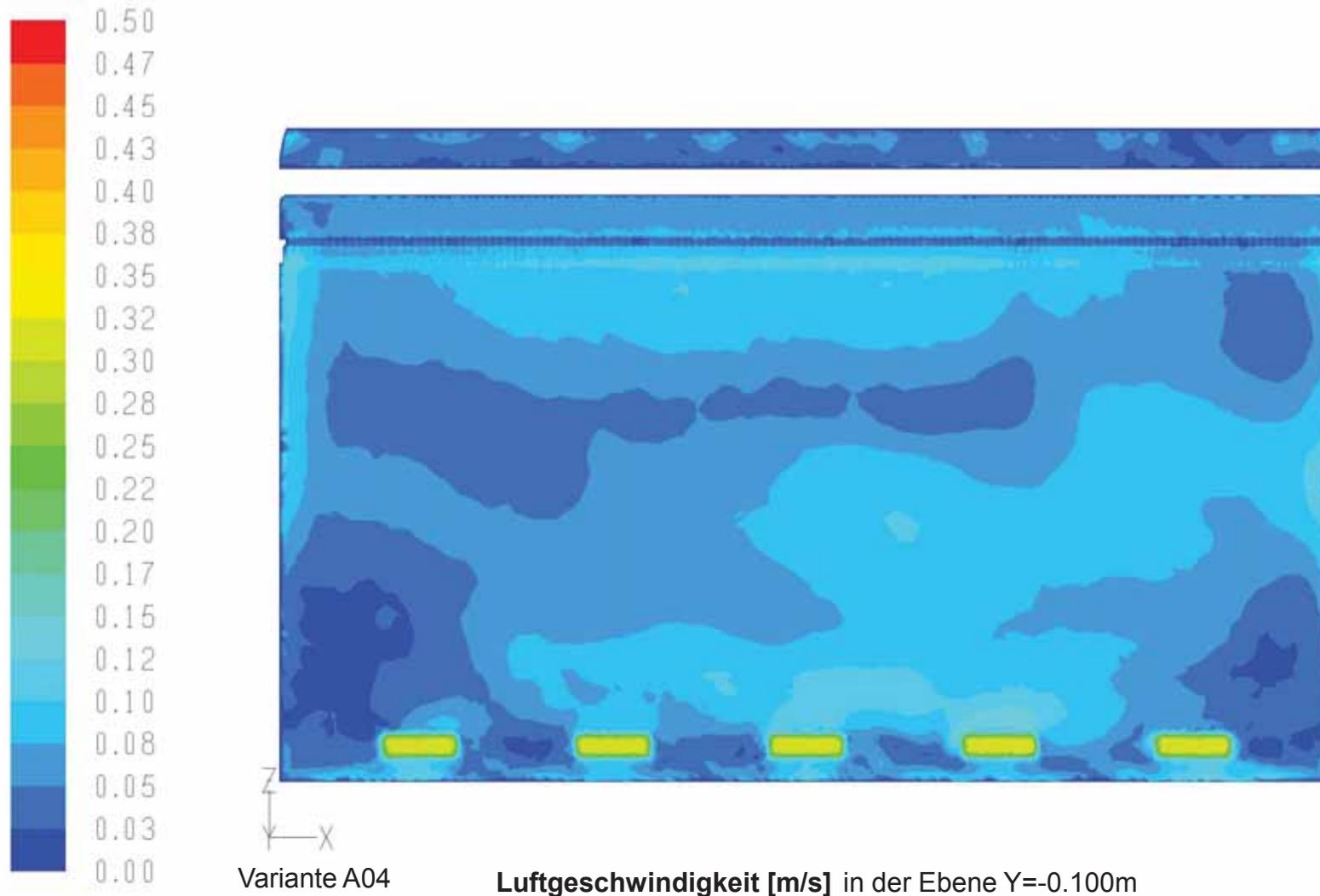
Klimakonzept geplant (Quellluftsystem)

Mechanische  
Lüftung in  
Oberlichtkammer



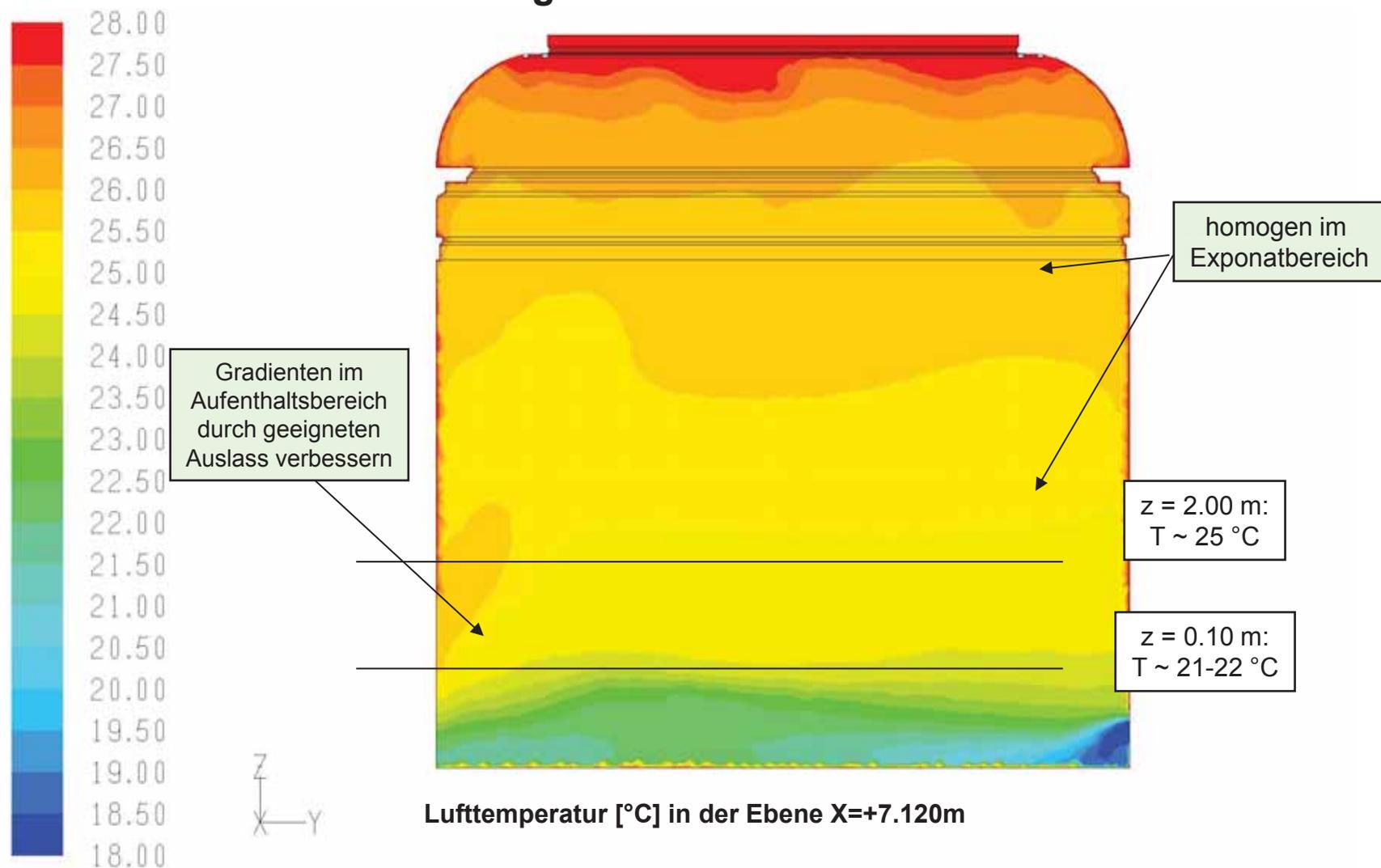
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept geplant (Quellluftsystem) – Strömungssimulation Musterraum



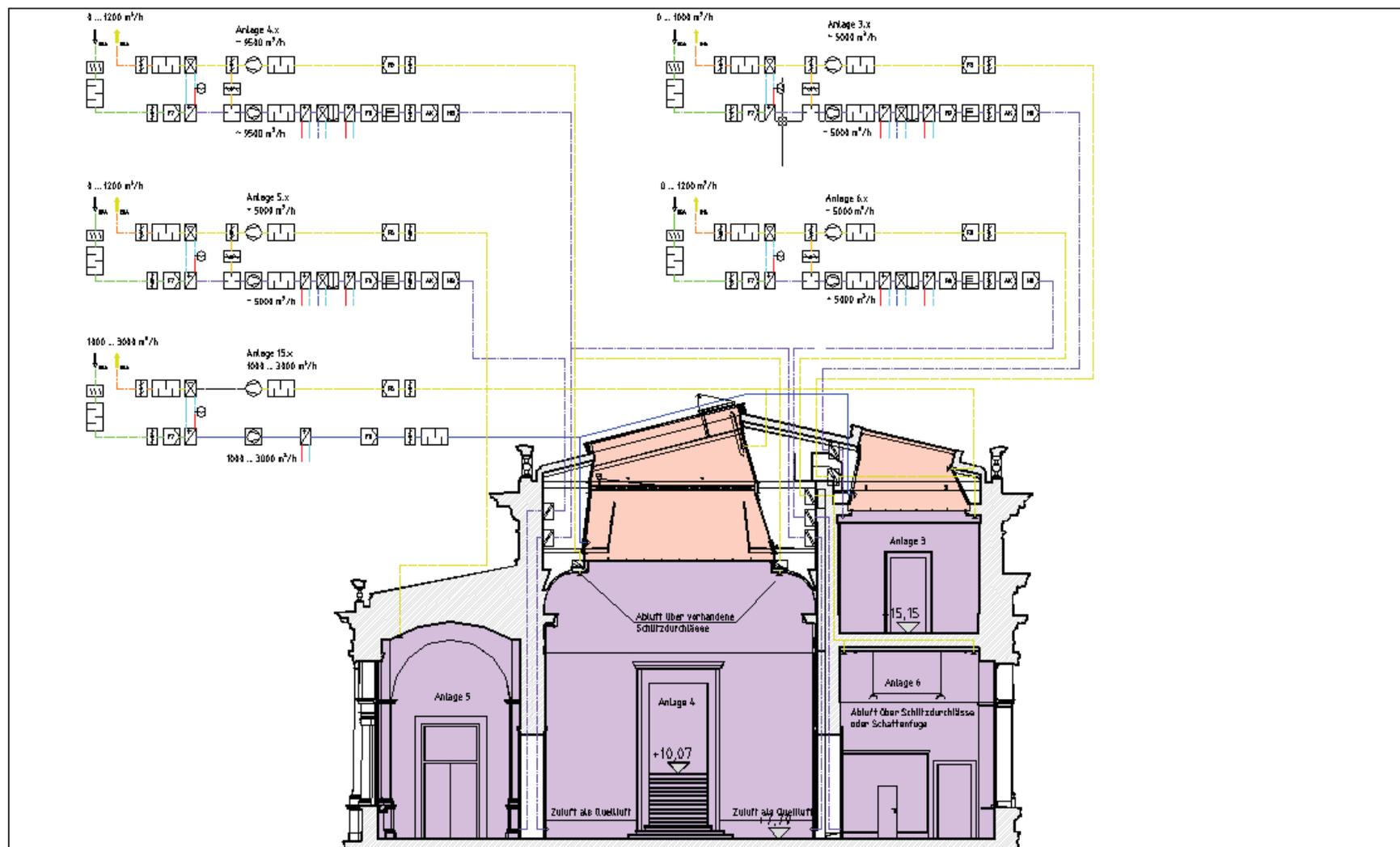
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept geplant (Quellluftsystem) – Strömungssimulation Musterraum



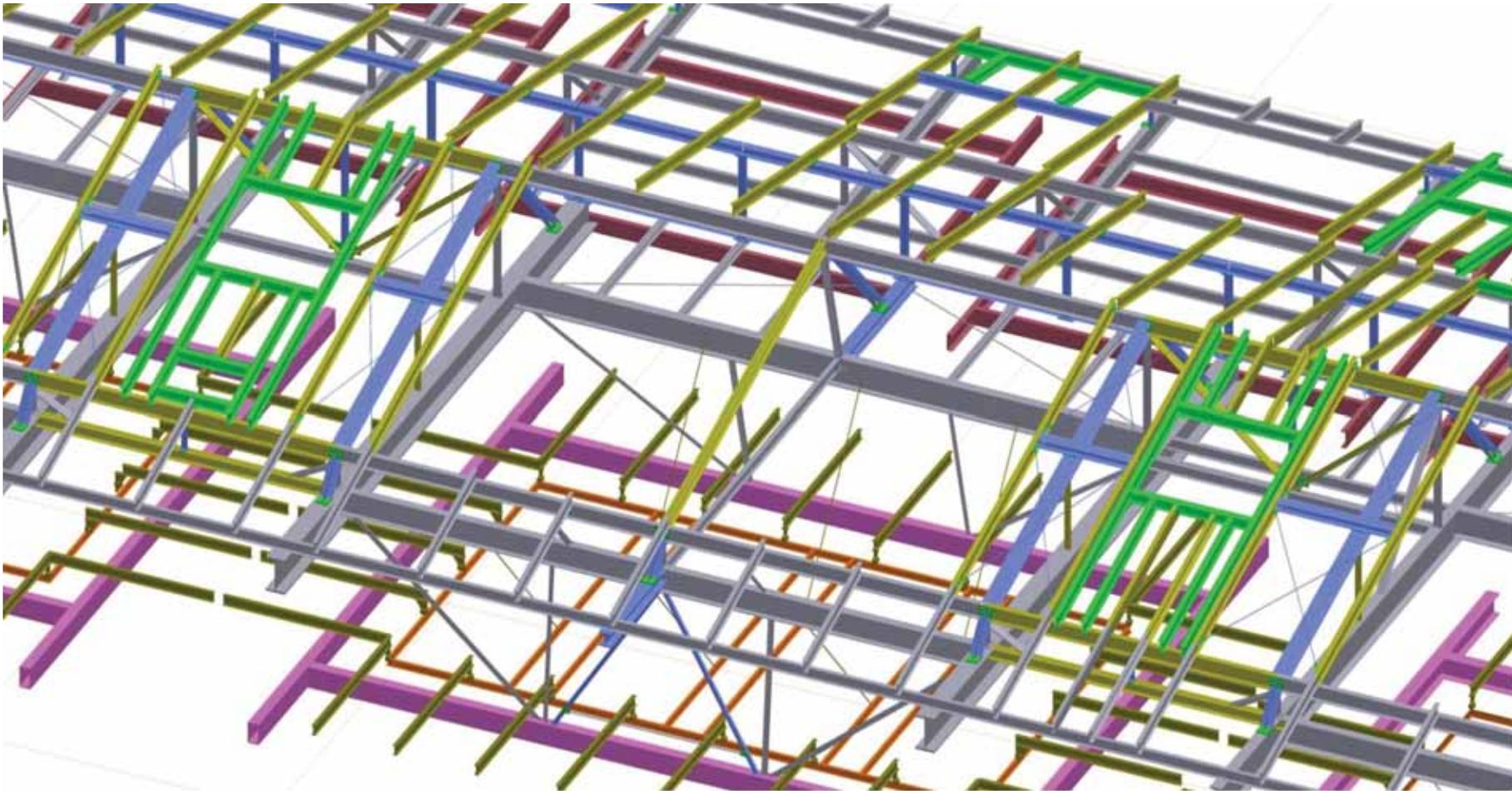
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Klimakonzept geplant Überblick



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Dachtragwerk – „Klimazentrale“



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

„Klimazentrale“ Darstellung RLT-Anlagen und Kanäle



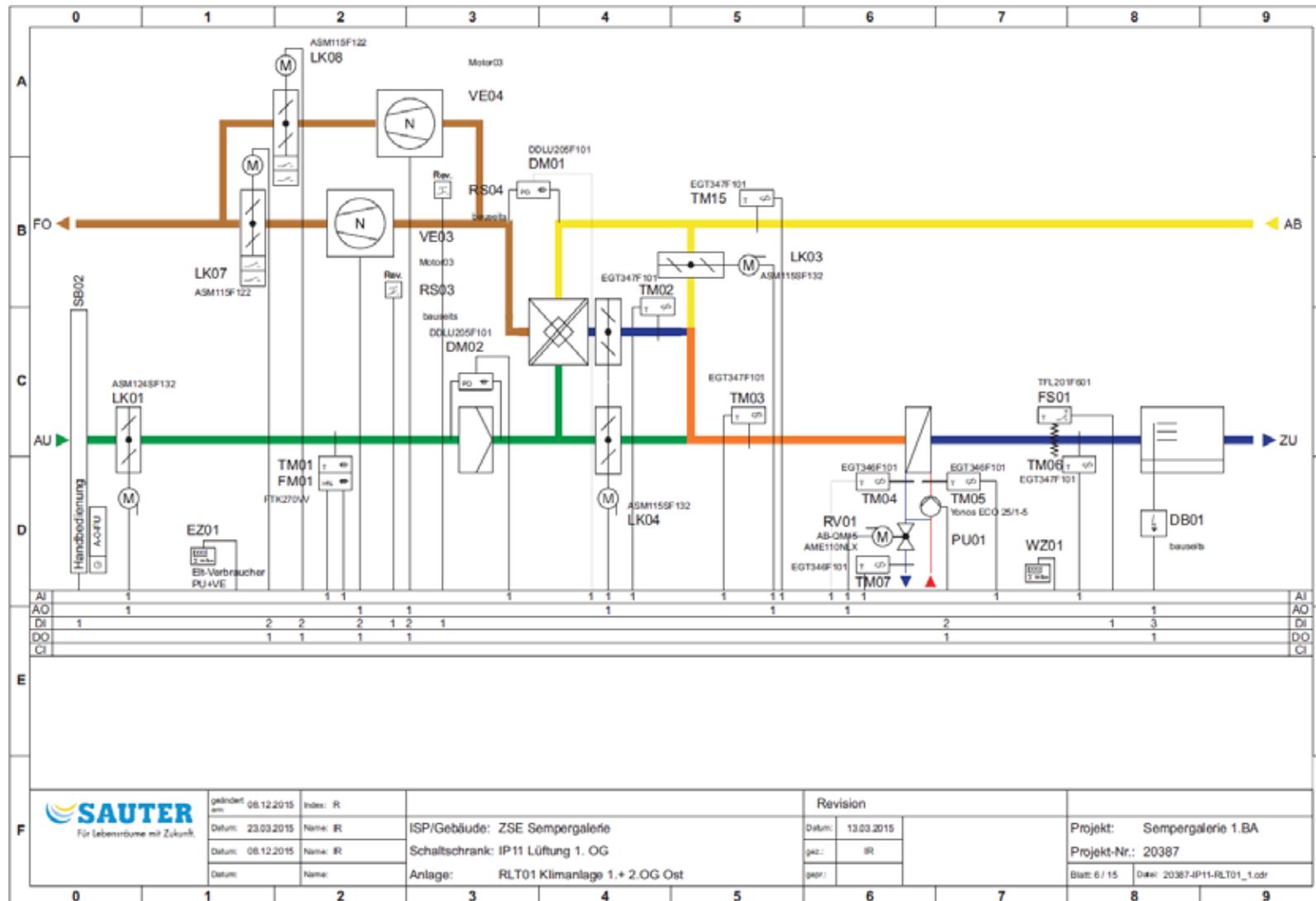
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

RLT-Zentrale Dachgeschoss



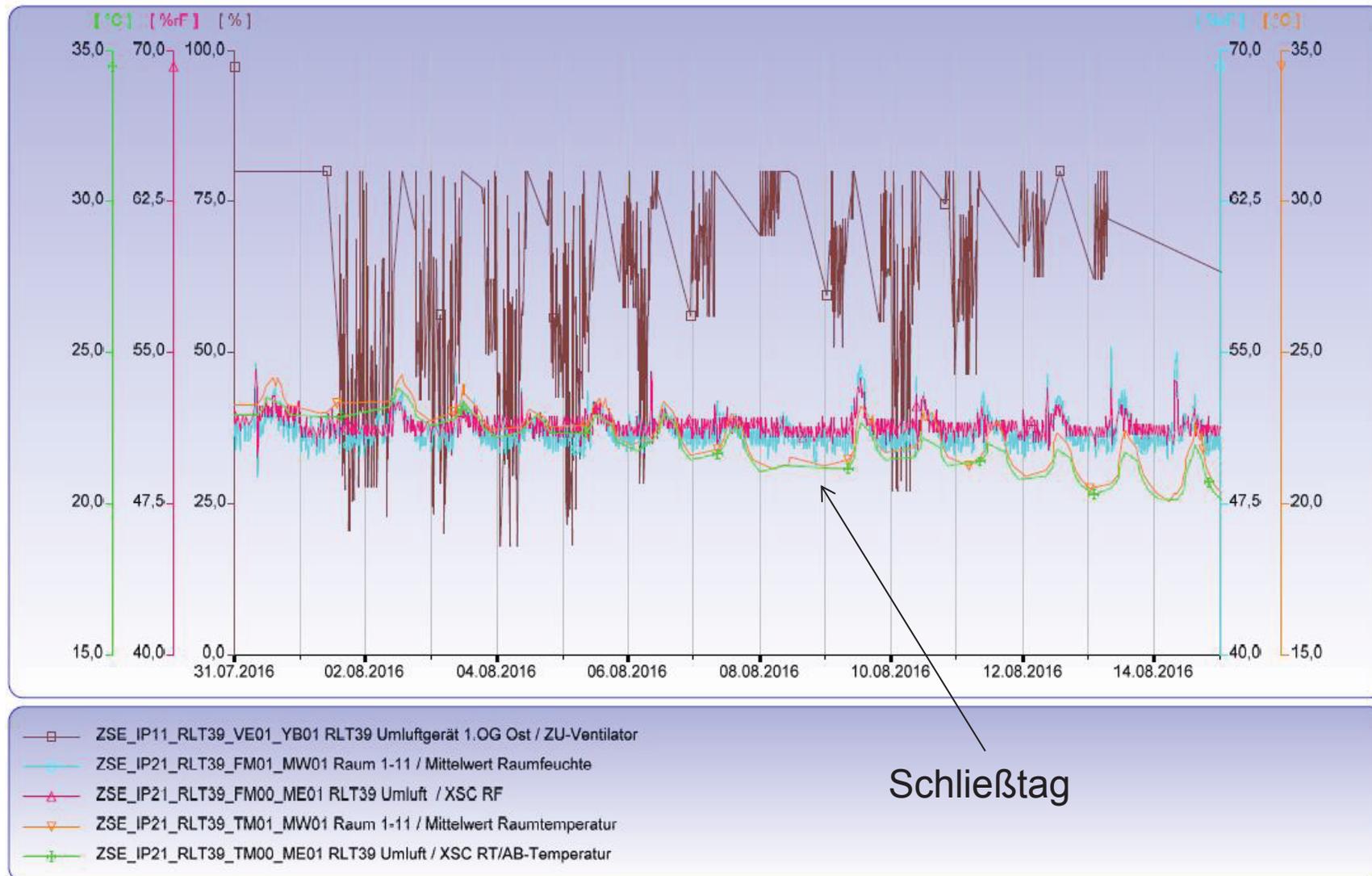
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Anlagenschema zentrale Außenluftaufbereitung



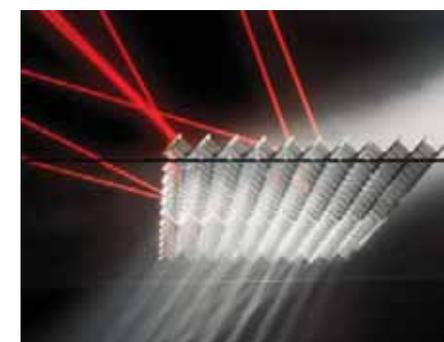
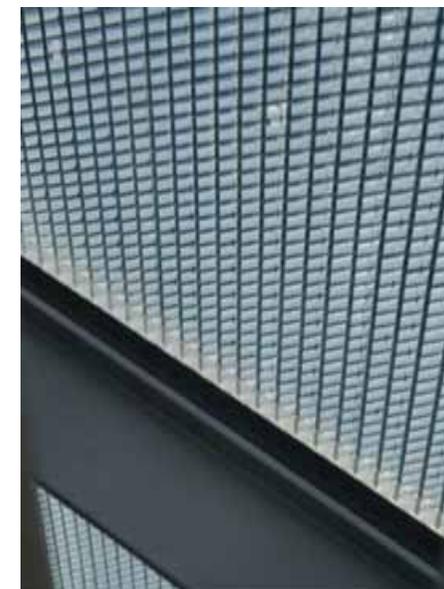
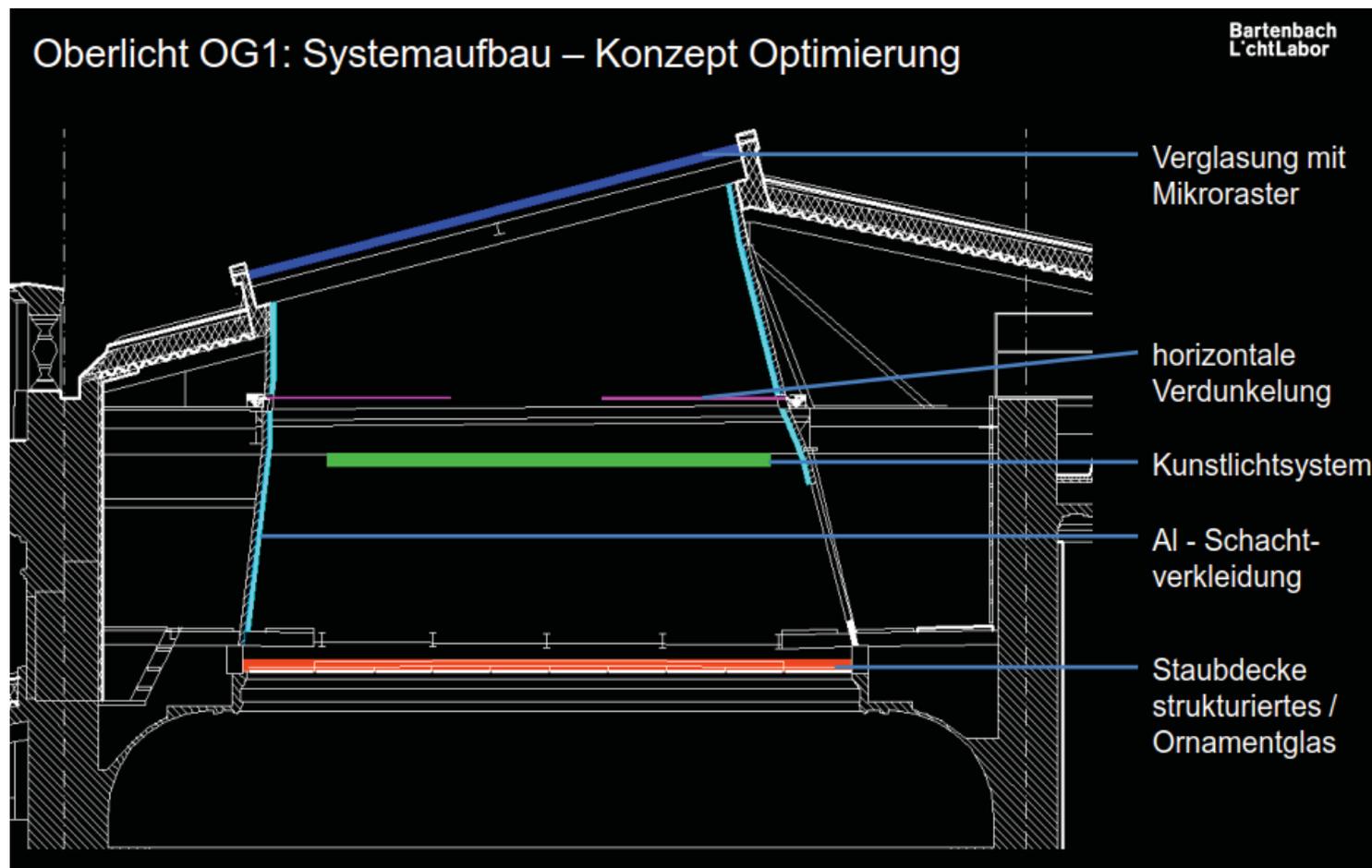
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Trenddarstellung Raumfeuchte und Raumtemperatur



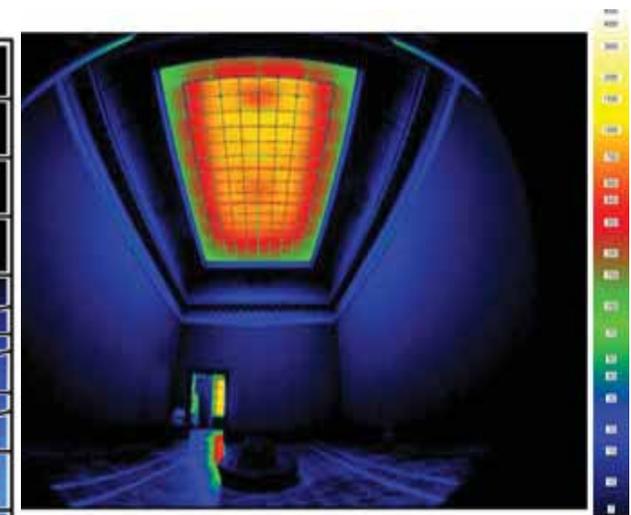
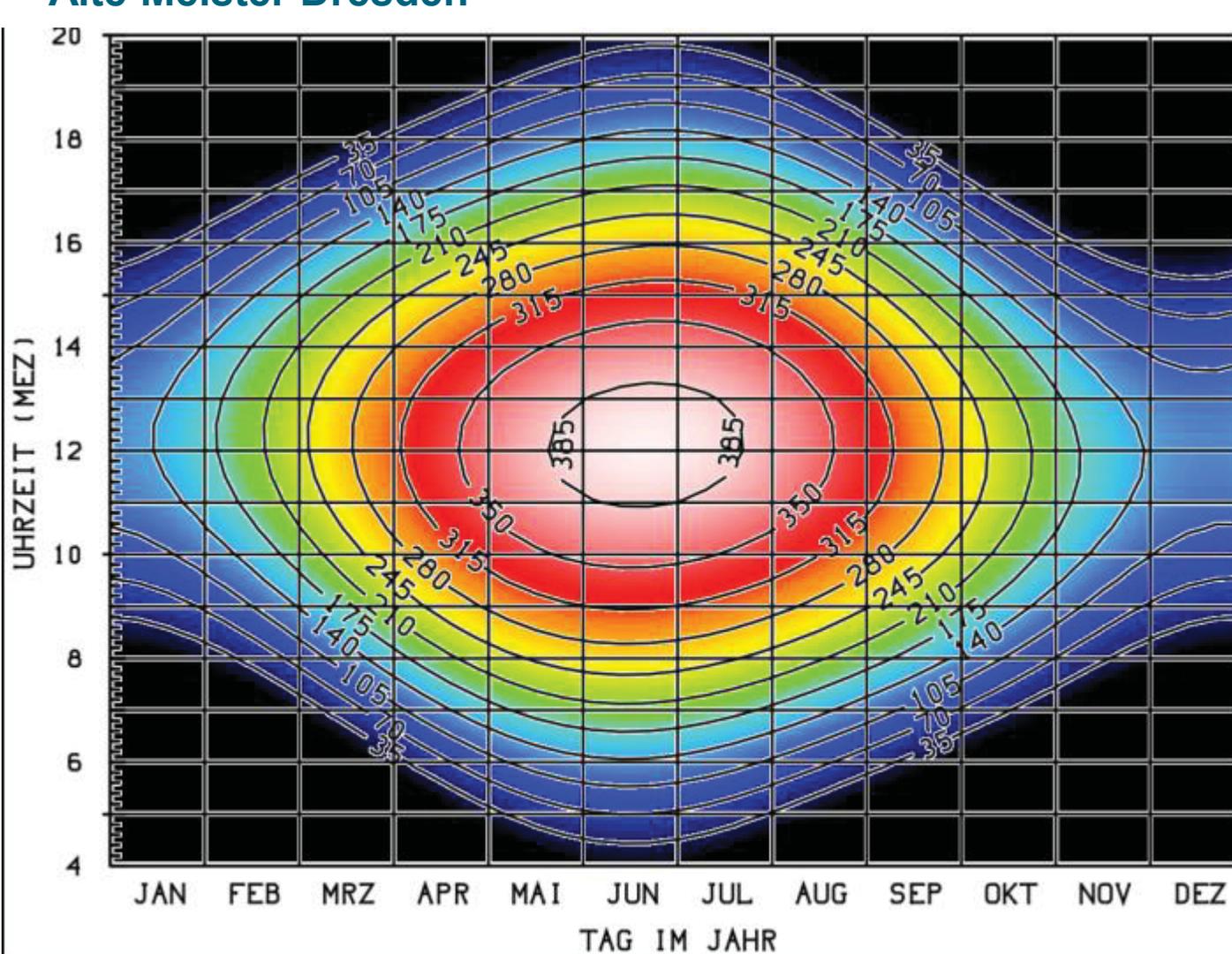
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Beleuchtungskonzept



Quelle: Bartenbach Lichtlabor

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



Beleuchtungsstärke Wandfläche für Tageslichtquotient Dm [%]: 2,43

Quelle: Bartenbach lichtlabor

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



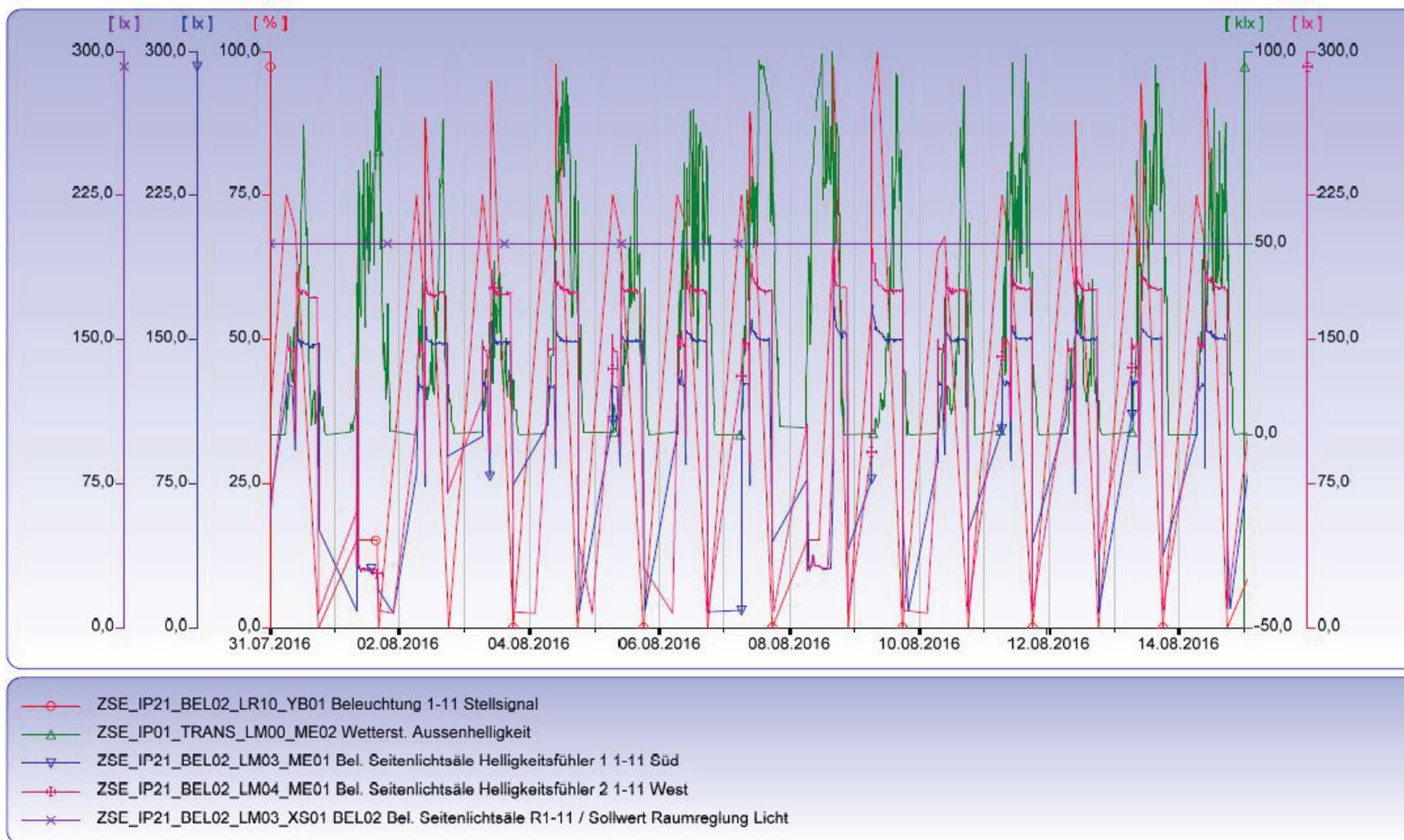
Lamellen zur Tageslichtsteuerung

Reflektierende Oberfläche  
Oberlichtraum

Staubdecke

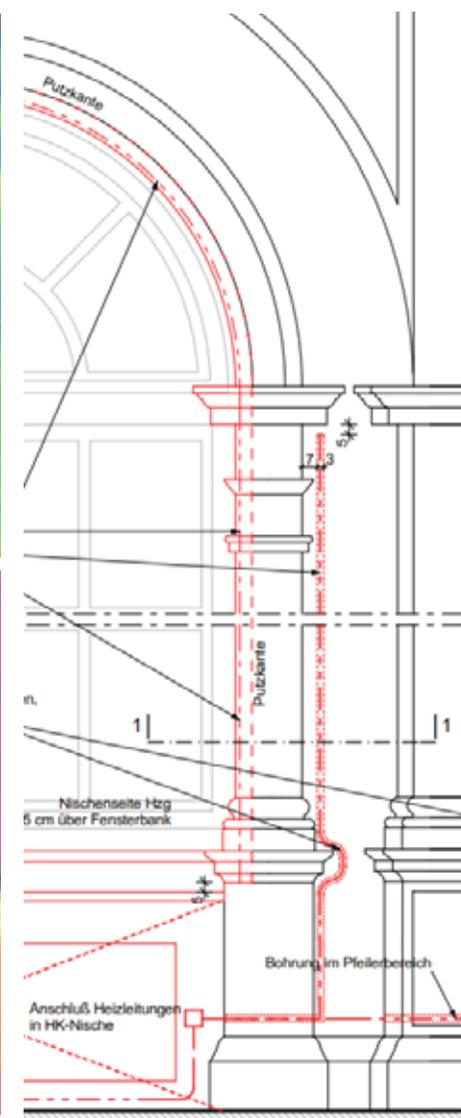
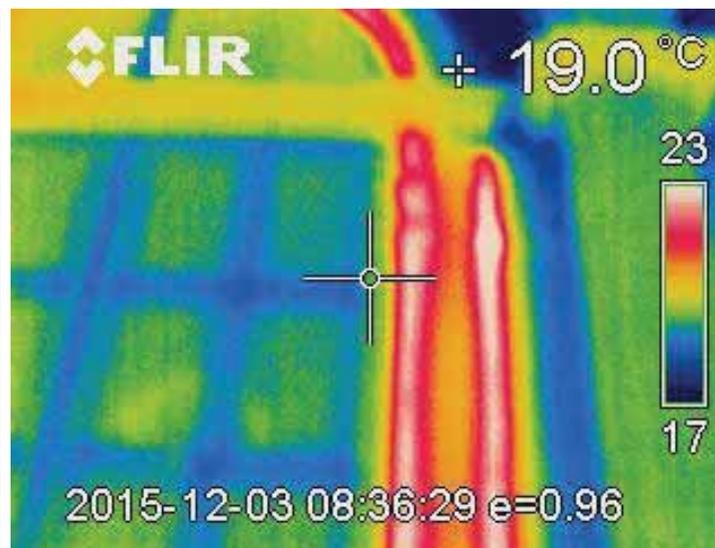
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Trenddarstellung Beleuchtungsstärke



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Bauphysikalische Aspekte - Messungen



## Brandschutz – Entrauchung

### Brandszenario

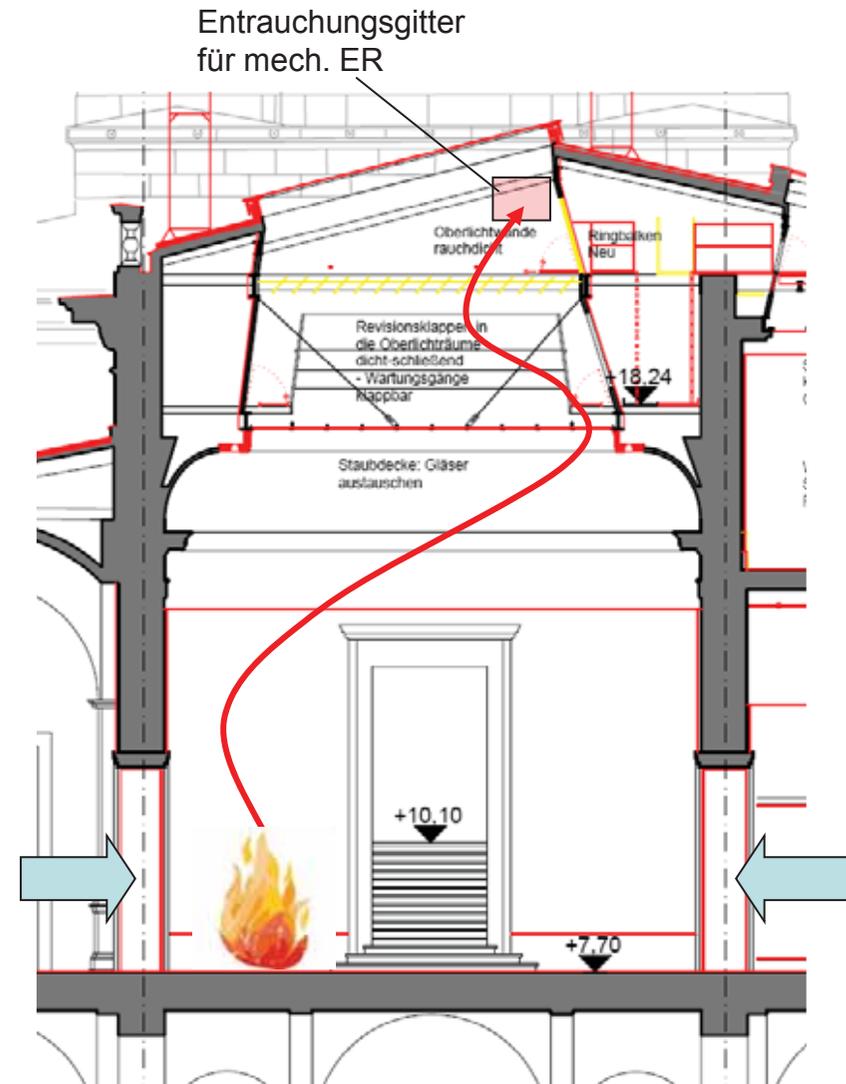
- Verlaufskurve nach vfdb:  
langsame Brandentwicklung  
(Gemäldegalerie)
- Verwendung schwer  
entflammbare Materialien
- max. Wärmefreisetzung
  - $P \sim 1,6 \text{ MW}$  nach 720 s  
(erwartete Zeit Beginn Löschangriff FW)
- konstante Brandleistung
  - $P = 1,6 \text{ MW}$  ab  $t = 720 \text{ s}$



## Brandschutz - Entrauchung

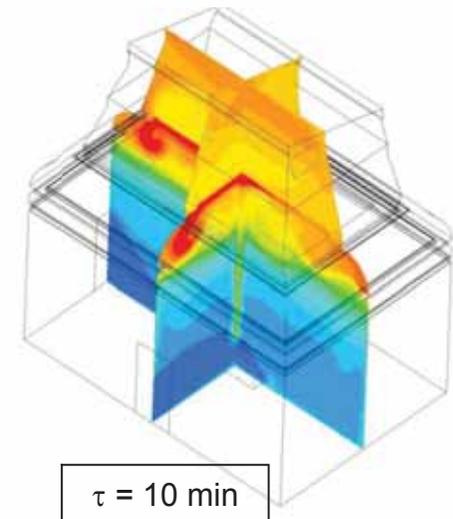
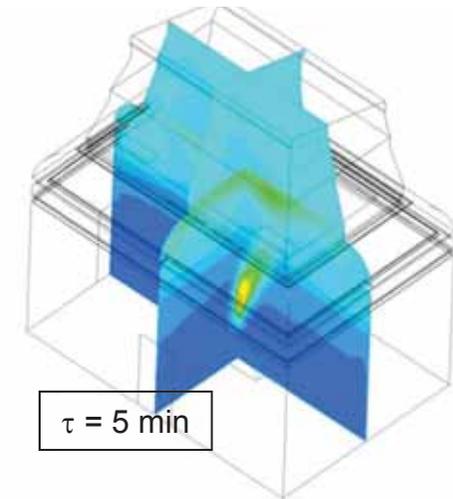
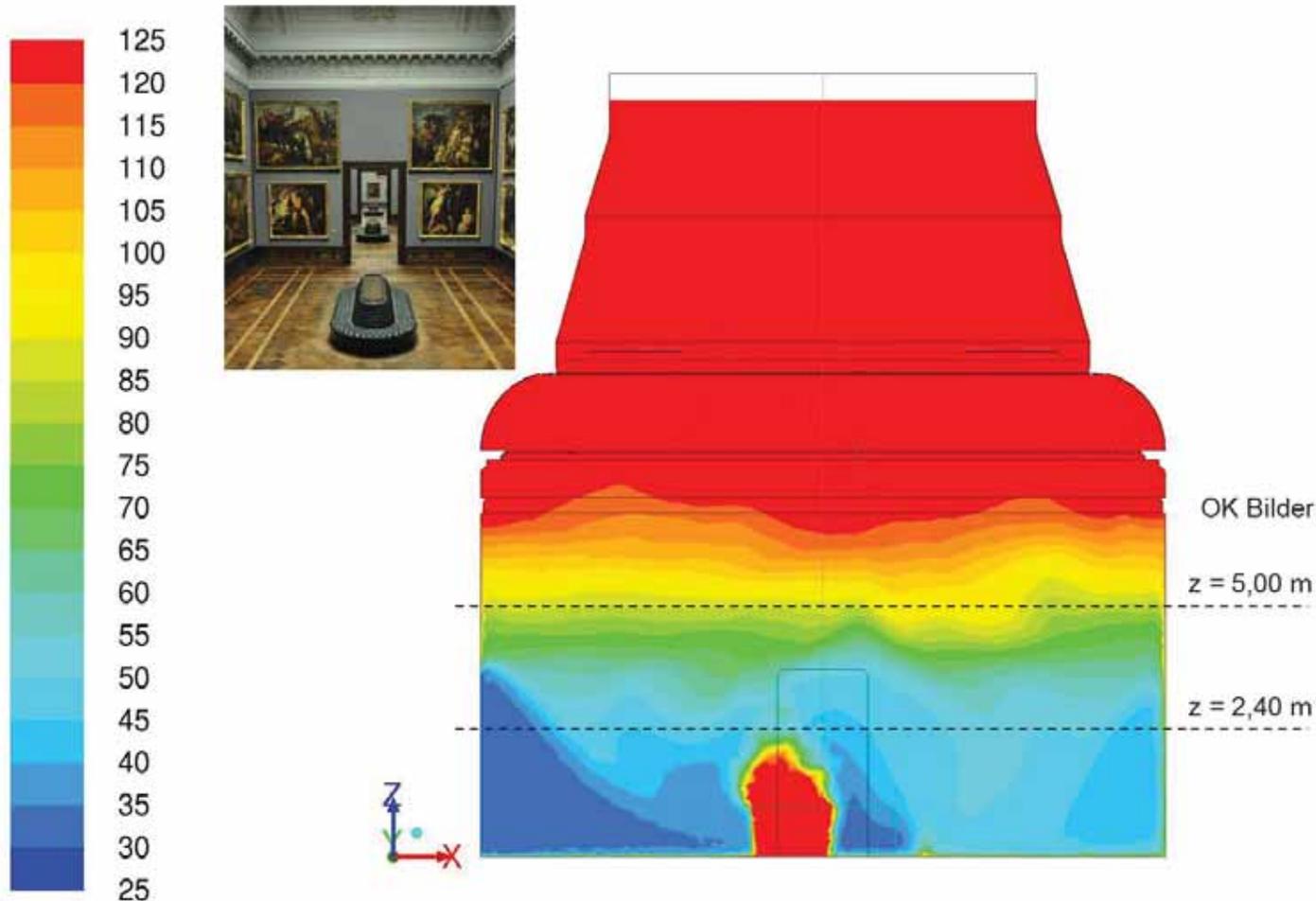
### Mechanische Entrauchung

- Klappenelemente in der Staubdecke
- Durchströmung des Oberlichttraumes
- Entrauchung über das Dach
- Nachströmung von der Fassade



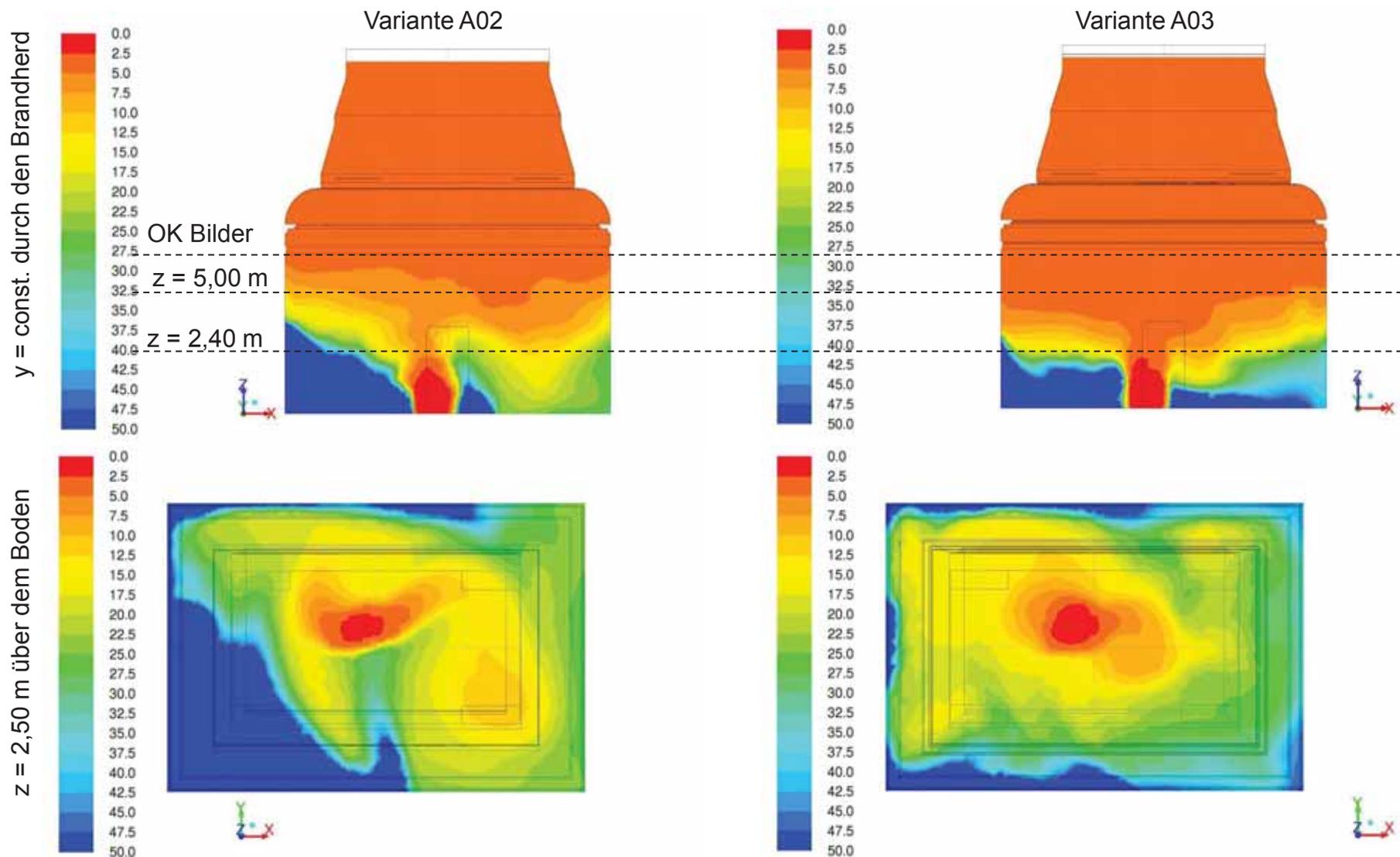
# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

## Brandschutz - Entrauchung



Variante A03 Lufttemperaturen [°C] in vertikalen Ebenen

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



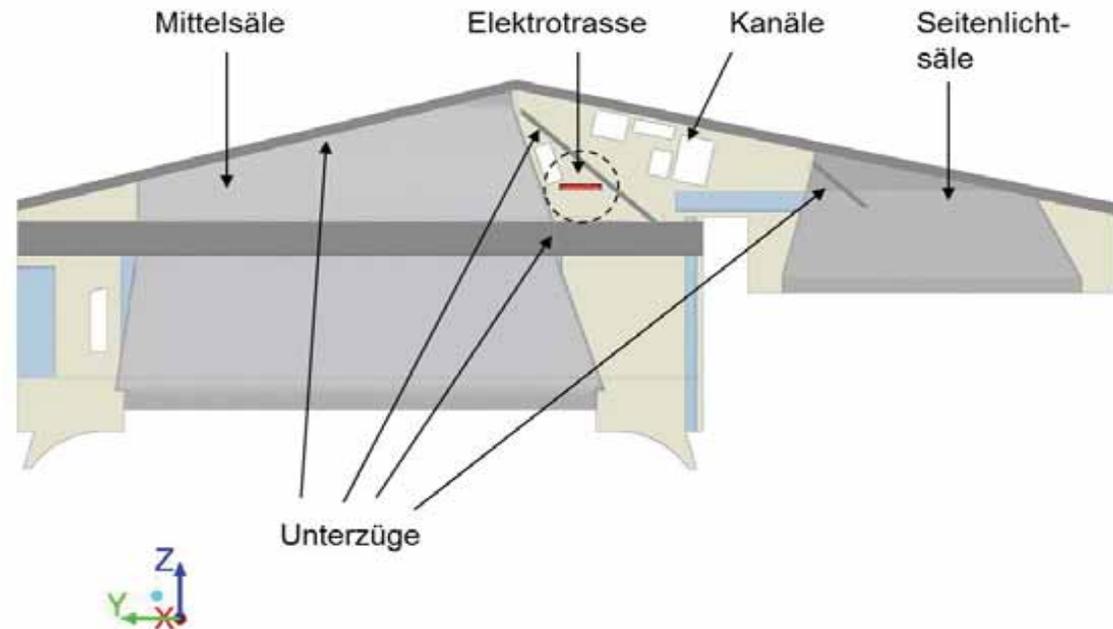
Var. A02/A03

Sichtweiten [m] auf selbstleuchtende Rettungszeichen bei der Verbrennung des Gemischs,  
Branddauer = 15 min

## Brandschutz - Entrauchung

- Brandszenario Dachgeschoß

- Kabelbrand in einer Trasse
  - Brennstoff PVC
- Ausbreitung
  - 30 cm/min
  - linear in beide Richtungen
- spezifische Brandleistung
  - 300 kW/m<sup>2</sup> bzw.
  - 180 kW/m bei 0,6 m breiter Trasse
- max. Wärmefreisetzung
  - P ~ 1,44 MW nach 800 s
  - anschließend Leistung konstant

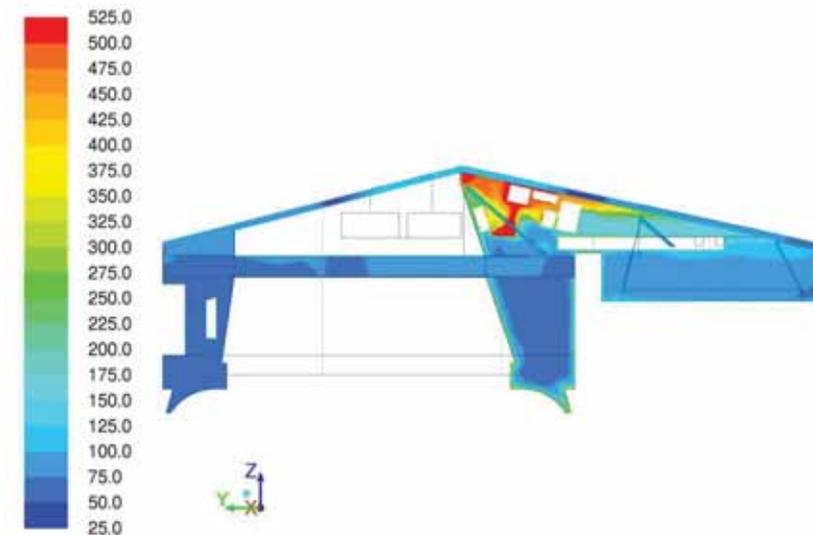
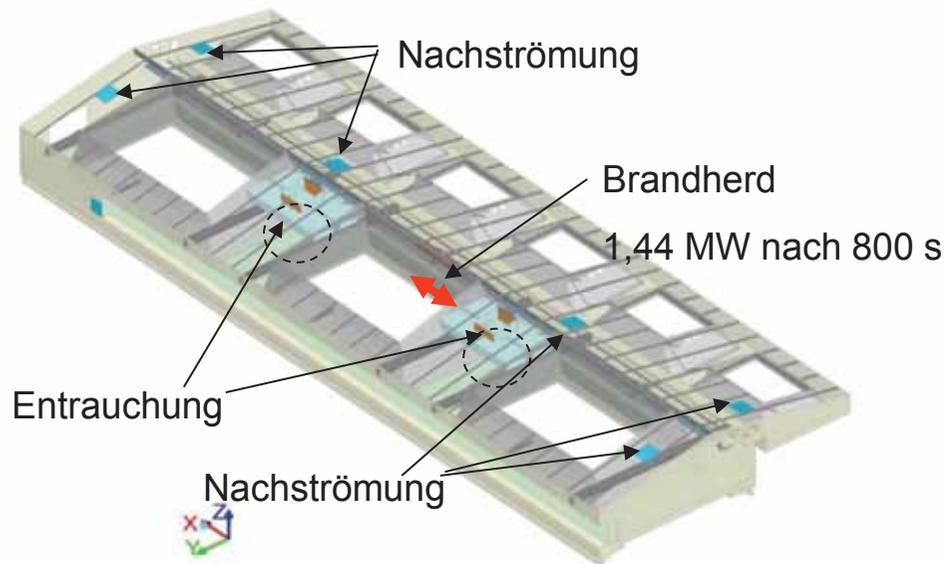
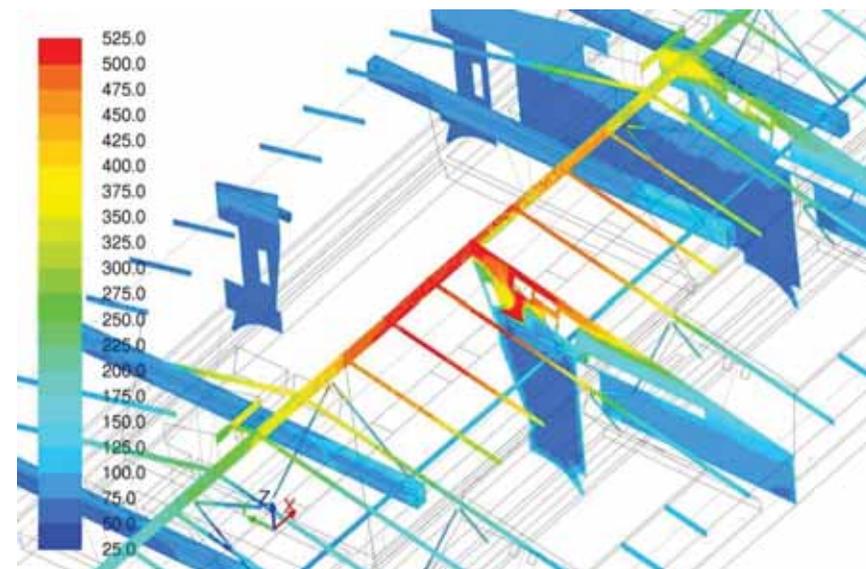
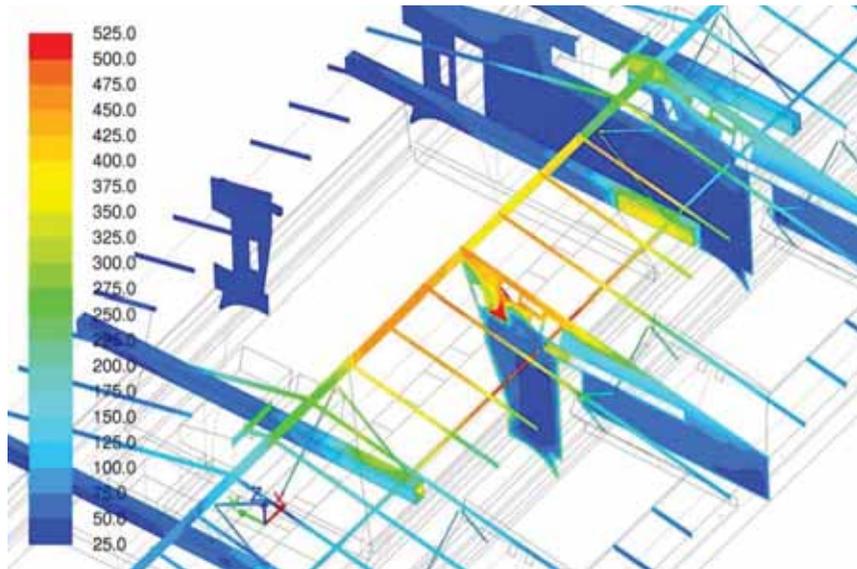


**Quellen:**

O. Riese:  
Ein Brandausbreitungsmodell für Kabel (Dissertation, TU Braunschweig)  
SFPE Handbook of Fire Protection Engineering  
vfdb Leitfaden Ingenieurmethoden für den Brandschutz

# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden

Variante A03



# Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



**Ziel**

**Minimierung äußerer und innerer Lasten**

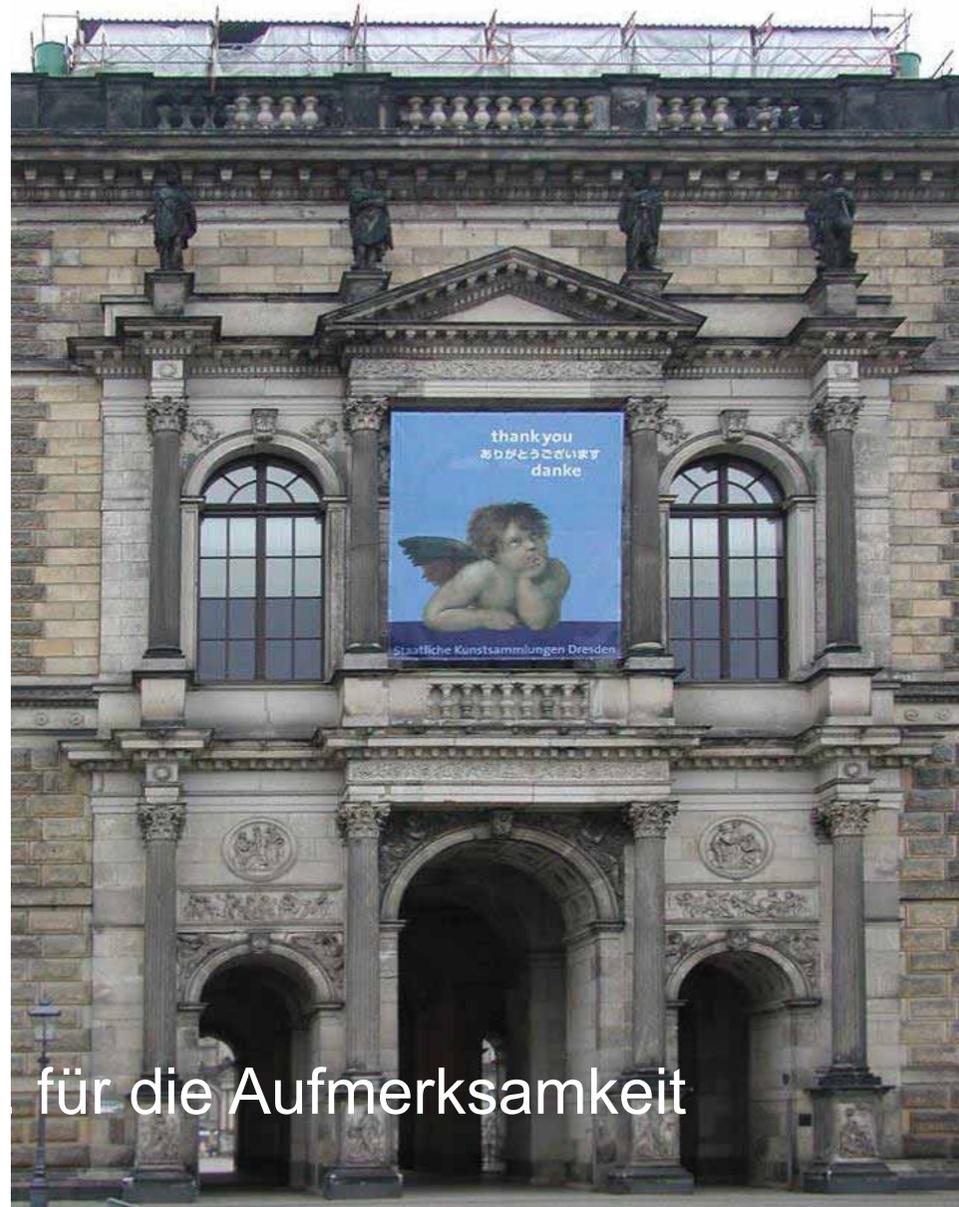
**Begrenzung des Aufwandes der TGA „so wenig wie möglich, so viel wie nötig“**

**optimaler Einsatz von Ressourcen (begrenzt zur Verfügung stehende Kälteenergie)**

**Konzeption Technischer Anlagen mit hoher Effizienz (Wärmerückgewinnung, Tageslichtnutzung)**

**Optimierung der Anlagen durch Betreuung über mehrere Lastwechsel**

## Energetische Sanierung von Museumsbauten – Gemäldegalerie Alte Meister Dresden



für die Aufmerksamkeit