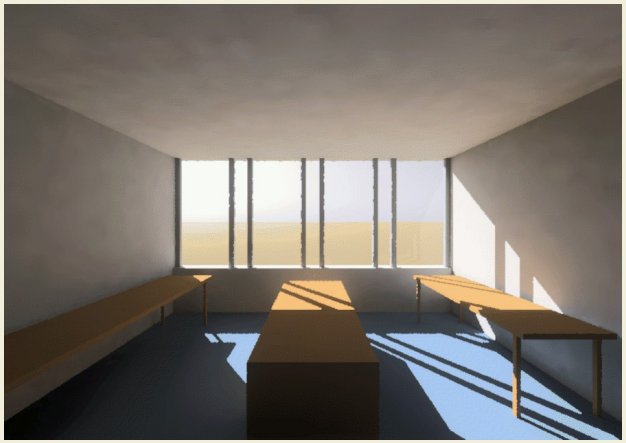
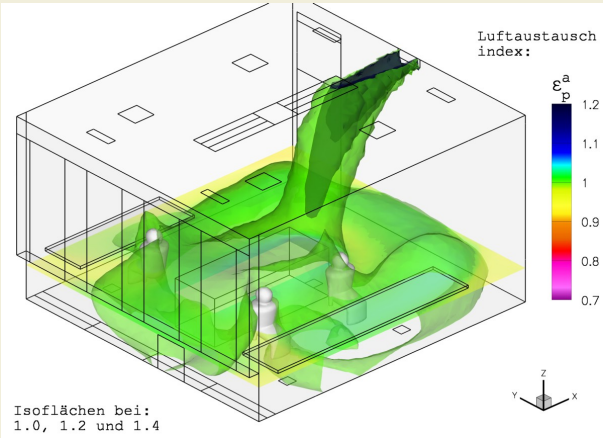
Komfort-Büro!

Handbuch für behaglichkeitsoptimierte Passivhausbüros

Erste Ergebnisse





Vortrag beim BauZ!-Kongress am 17. Februar 2011

Dr. Tobias Waltjen

IBO – Österreichisches Institut für. Baubiologie und -ökologie

Alserbachstr. 5/8

1090 Wien

Förderer

bm:wa und bm:vit über Energie der Zukunft,

1. Ausschreibung 2007.

Abwicklung: FFG

Eigenfinanzierung: IBO

Methoden

1. Komfortkriterien
2. Modellräume
3. Tageslichtsimulationen
4. Thermische Gebäudesimulationen
5. Dynamische Strömungssimulationen
6. Raumakustik
7. Farbgestaltung

Team

IBO, Wien: Tobias Waltjen, Bernhard Lipp, Thomas Zelger, Erna Motz, Wolfgang Huber, Maria Fellner, Astrid Scharnhorst

newenergy consulting, Linz: Jürgen Obermayer

ALware Andreas Lahme, Braunschweig: Andreas Lahme, Sascha Buchholz

TU Dresden, Institut für Energietechnik: Gebäudeenergietechnik und Wärmeversorgung: Markus Rösler, Ralf Gritzki, Wojciech Kozak, Alf Perschk

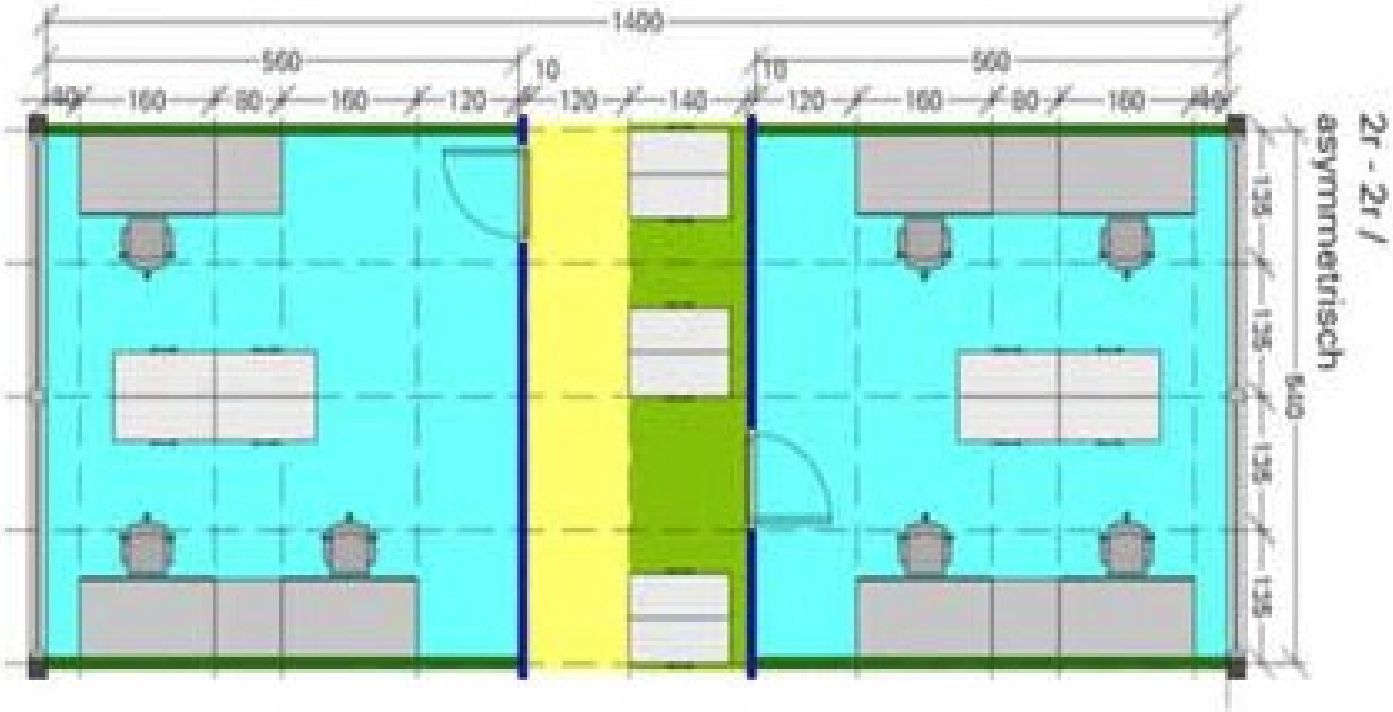
Spektrum, Dornbirn: Karl Torghele

archicolor, Wien: Pia Anna Buxbaum

Mit einem Beitrag von

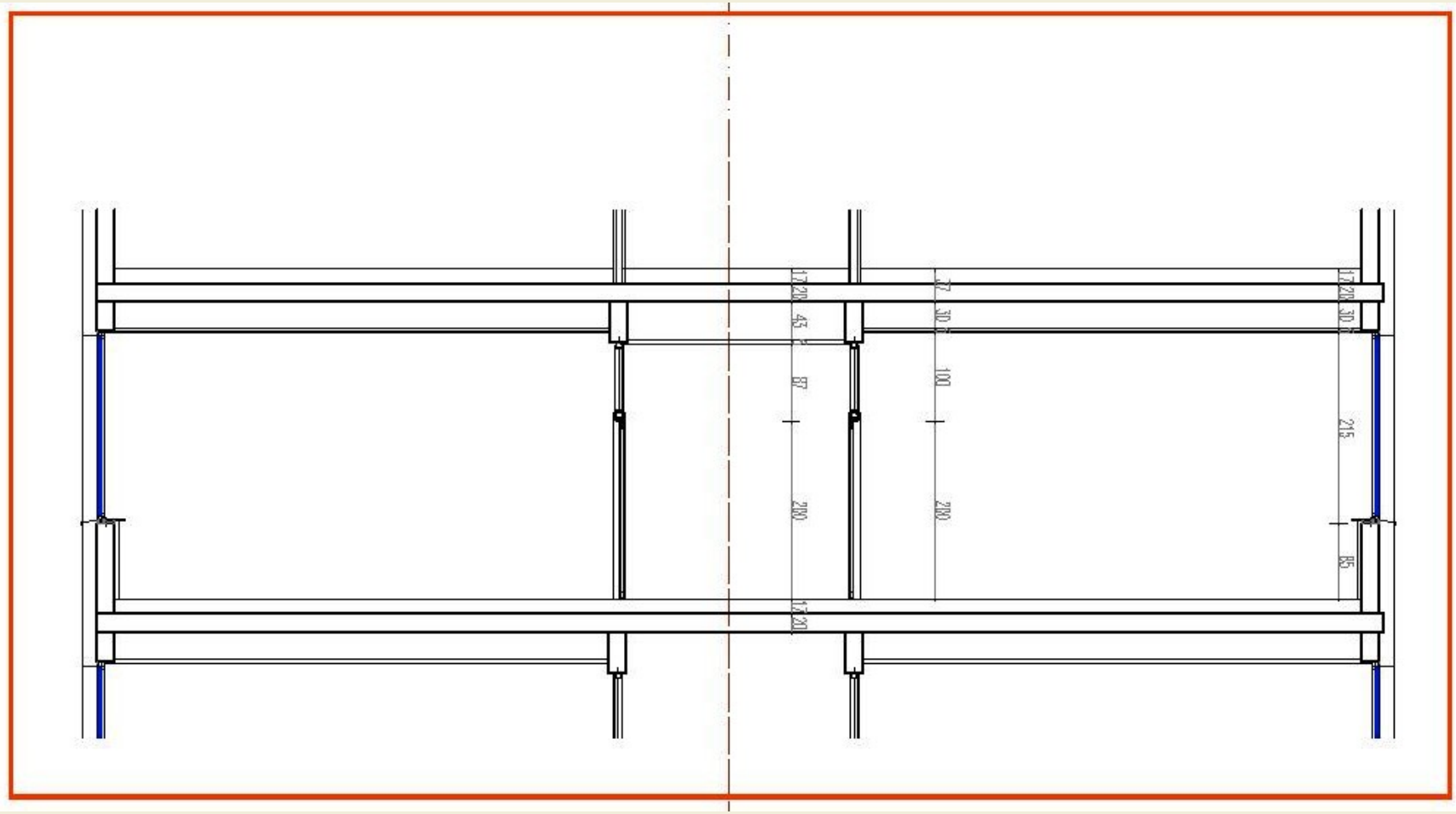
moocon, Wien: Bernhard Herzog

Modellräume: Grundrisse und Einrichtung

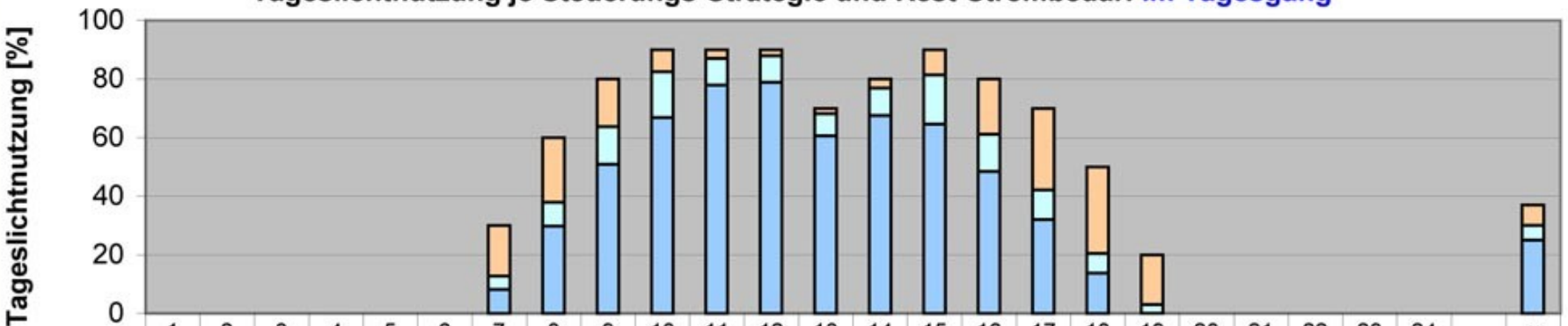


Zellenbüro
Mittelgang
beidseitig zweireihig

Modellräume: Aufrisse, Fassade



Tageslichtnutzung: Nutzungsprofil



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		m
Rest	0	0	0	0	0	0	17	22	16	8	3	2	2	3	9	19	28	30	17	0	0	0	0	0		7
gedimmt	0	0	0	0	0	0	5	8	13	16	9	9	8	9	17	13	10	7	3	0	0	0	0	0		5
ein/aus	0	0	0	0	0	0	8	30	51	67	78	79	61	68	65	48	32	14	0	0	0	0	0	0		25

Erläuterung: "gedimmt" zeigt den zusätzlich nutzbaren Anteil zu "ein/aus"

Tageszeit [h] (mittlerer jährlicher Tag)

Tageslicht alleine ausreichend

gedimmtes Kunstlicht ergänzt durch Tageslicht

Kunstlicht erforderlich, keine Tageslichtnutzung

Tageslichtnutzung: ortsabhängige Faktoren

Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell %	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Ort: Athen statt Wien	78,5	11,9	88,5	10,0
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9
Verbauung 15 ° statt 0 °	61,1	-5,5	78,0	16,9
Ort: Hamburg statt Wien	54,4	-11,9	72,6	17,9
Ort: Oslo statt Wien	54,1	-12,5	69,5	15,4
Verbauung 30 ° statt 0 °	45,1	-21,5	71,2	26,1
Verbauung 45 ° statt 0 °	20,9	-45,7	56,5	35,6
Verbauung 60 ° statt 0 °	18,5	-48,1	54,2	35,7

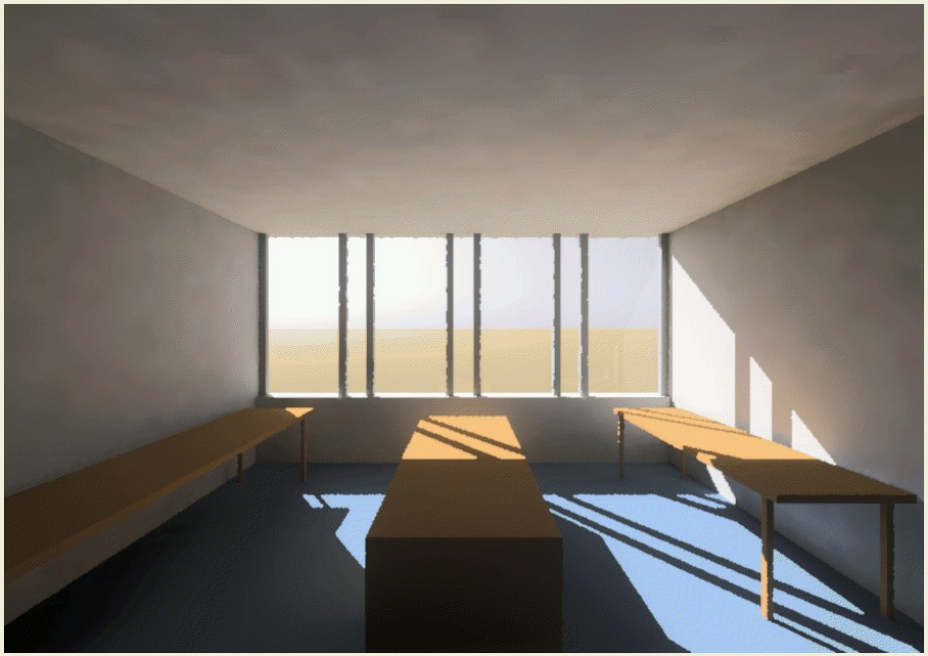
Tageslichtnutzung: der Planung zugängige Faktoren: Verbesserungen

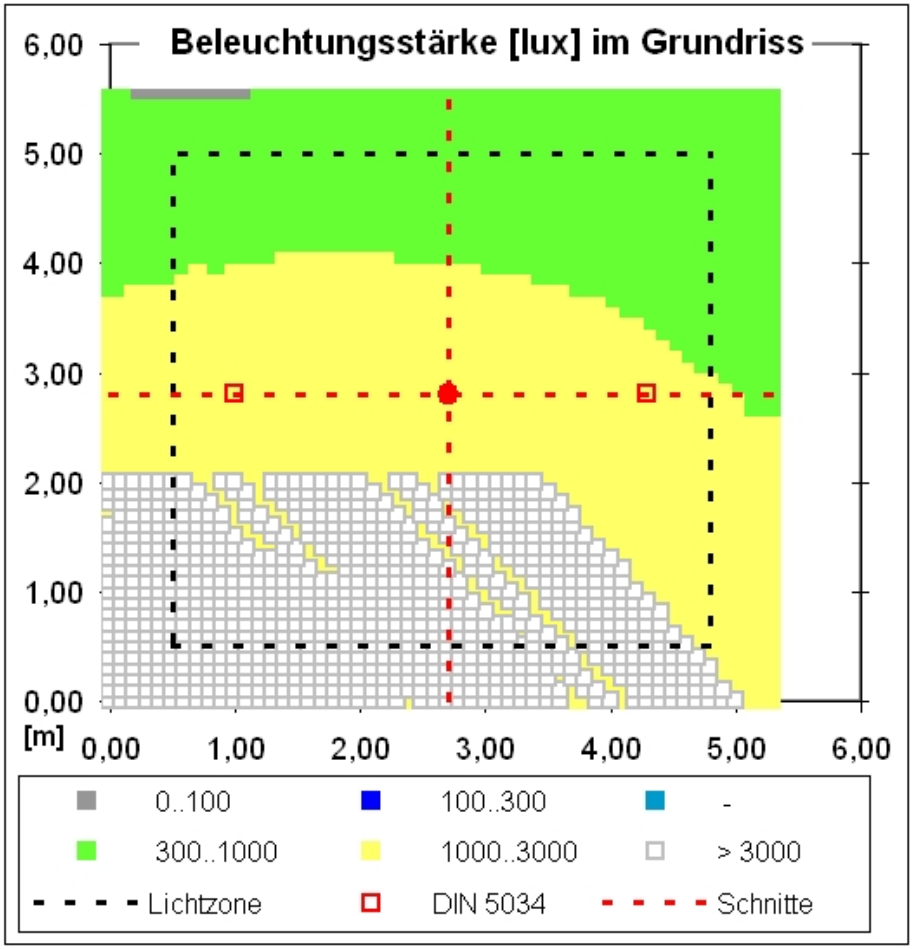
Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell (%)	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Reflexionsgrade Innenraumoberflächen größer (heller)	69,3	2,7	81,7	12,4
Vollverglasung statt Bandfenster	67,8	1,2	81,4	13,6
2fach Vakuumverglasung (0,73 %) statt 3fach WSV (0,70 %)	67,2	0,6	81,1	13,9
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9

Tageslichtnutzung: der Planung zugängige Faktoren: Veschlechterungen

Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell (%)	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9
Reflexionsgrade Inneneinrichtung kleiner (dunkler)	64,2	-2,4	79,2	15,0
Sturz: 40 cm statt kein Sturz	53,8	-12,8	74,8	21,0
Lochfassade 20 % statt Bandfenster	44,0	-22,6	71,0	27,0
Lochfassade 20 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	36,8	-29,8	67,7	30,9
Lochfassade 10 % statt Bandfenster	10,1	-56,5	46,2	36,1
Lochfassade 10 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	6,6	-60,0	42,6	36,0

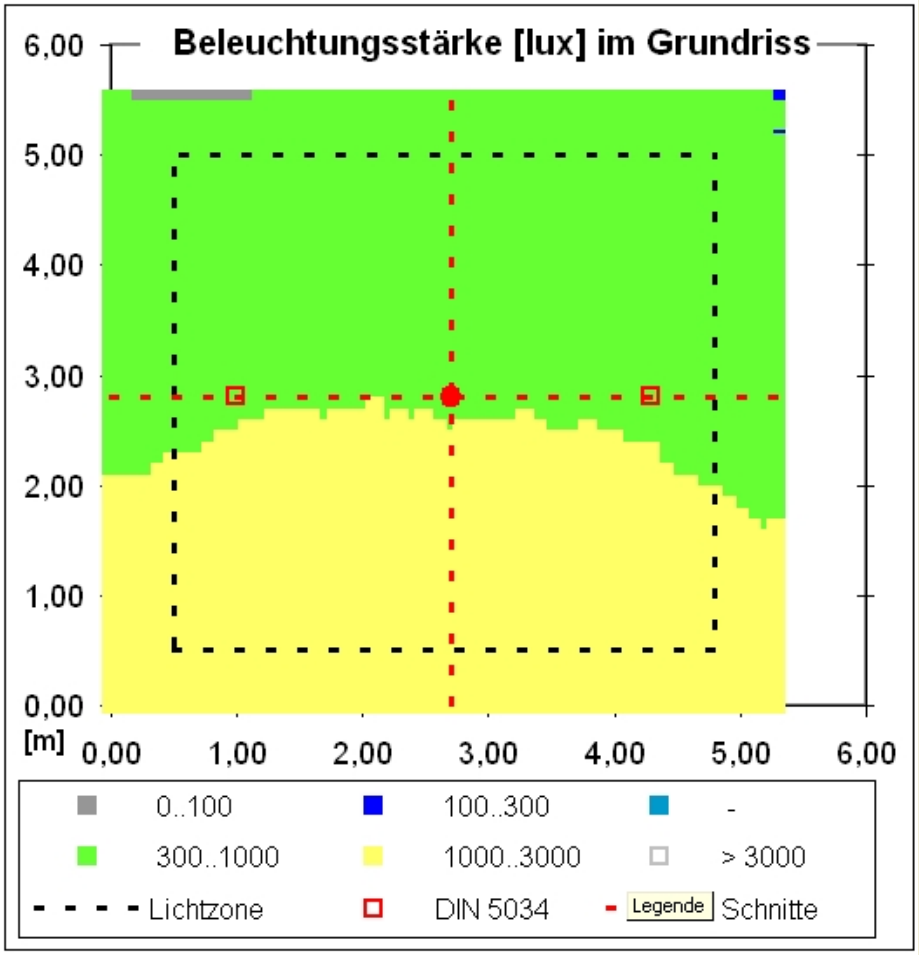
Besonnung und Sonnenschutz: Süden 1





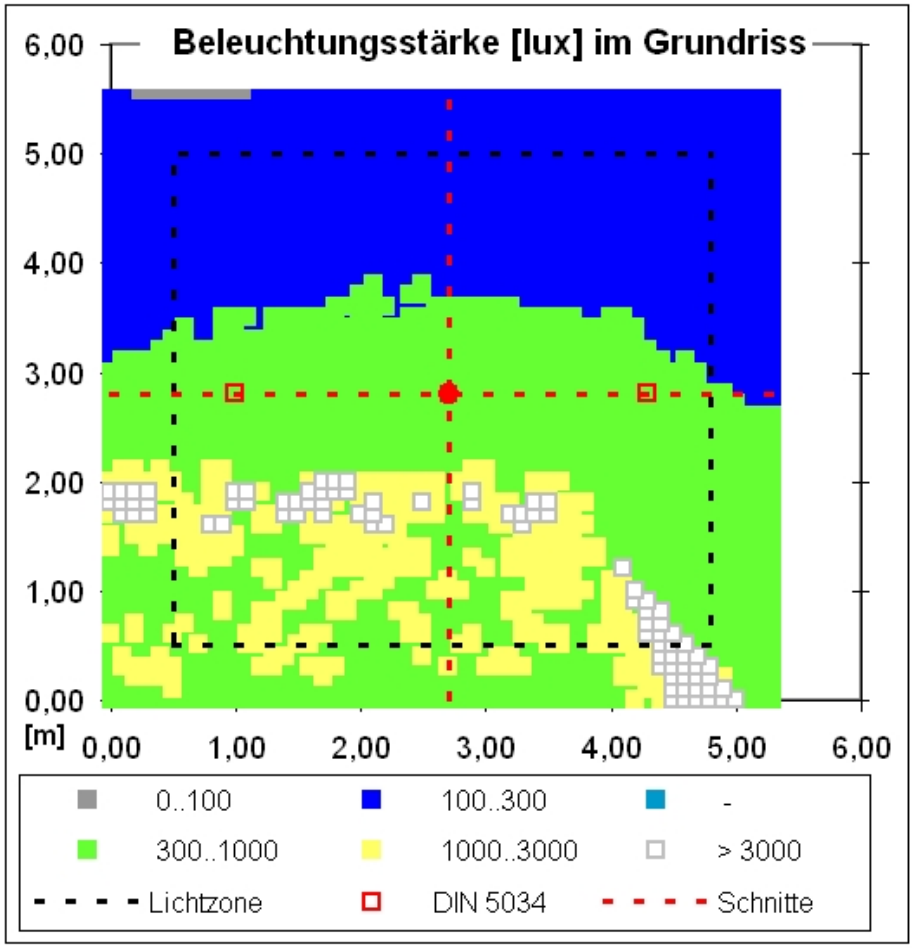
18_Süd_Sonne
21. März 10 Uhr

Besonnung und Sonnenschutz: Süden 2



27_Süd_Lamellen_Sonne
21. März 10 Uhr

Besonnung und Sonnenschutz: Süden 3



29_Süd_Markisolette 60 °_Sonne
21. März 10 Uhr

Farbgestaltung: Ausblick

Stucco Veneziano, Spatula Stuhhi;

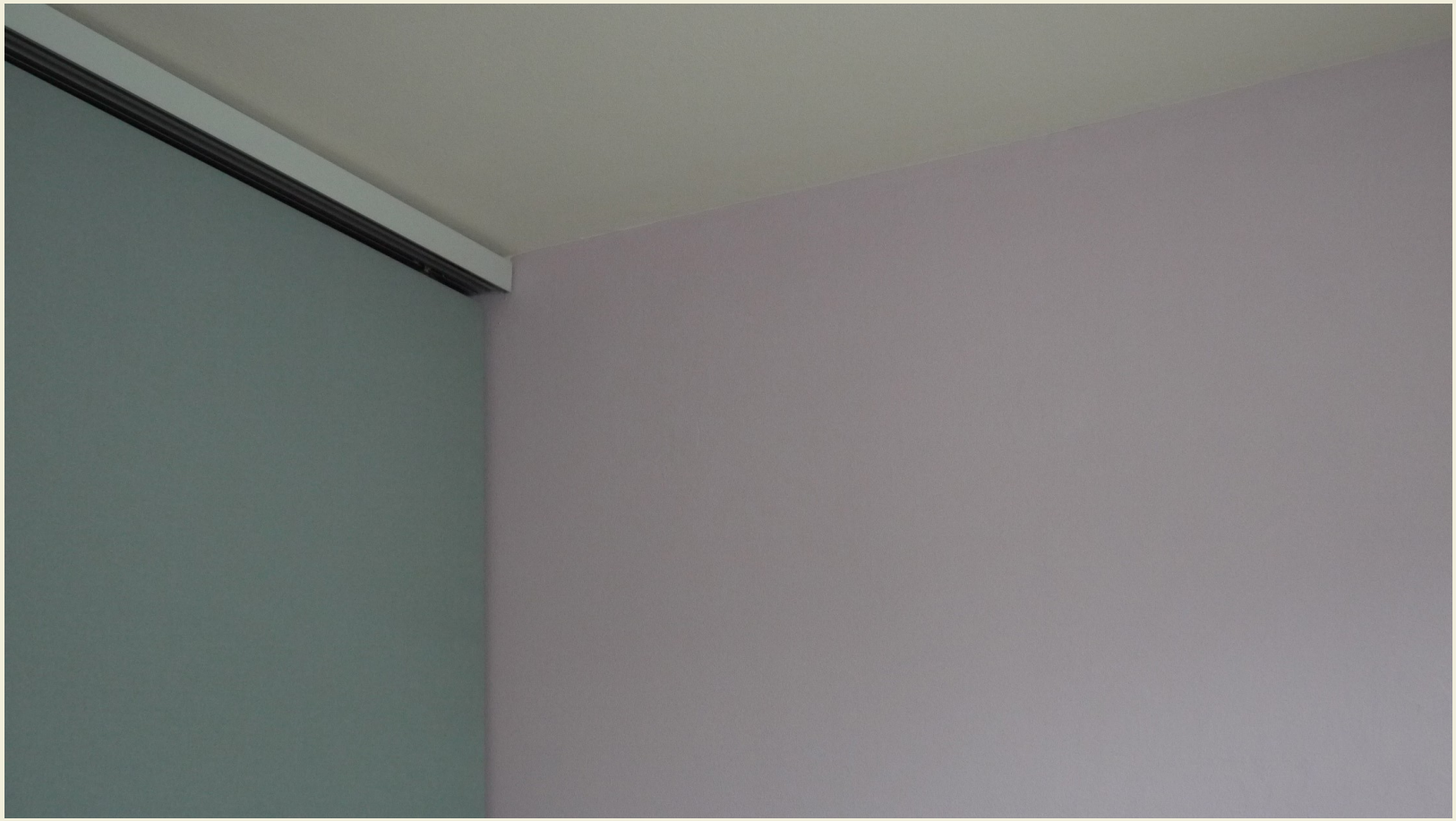
teilweise mit Silberwachs überzogen

Farbgestaltung: Ausblick

Farbgestaltung: Ausblick

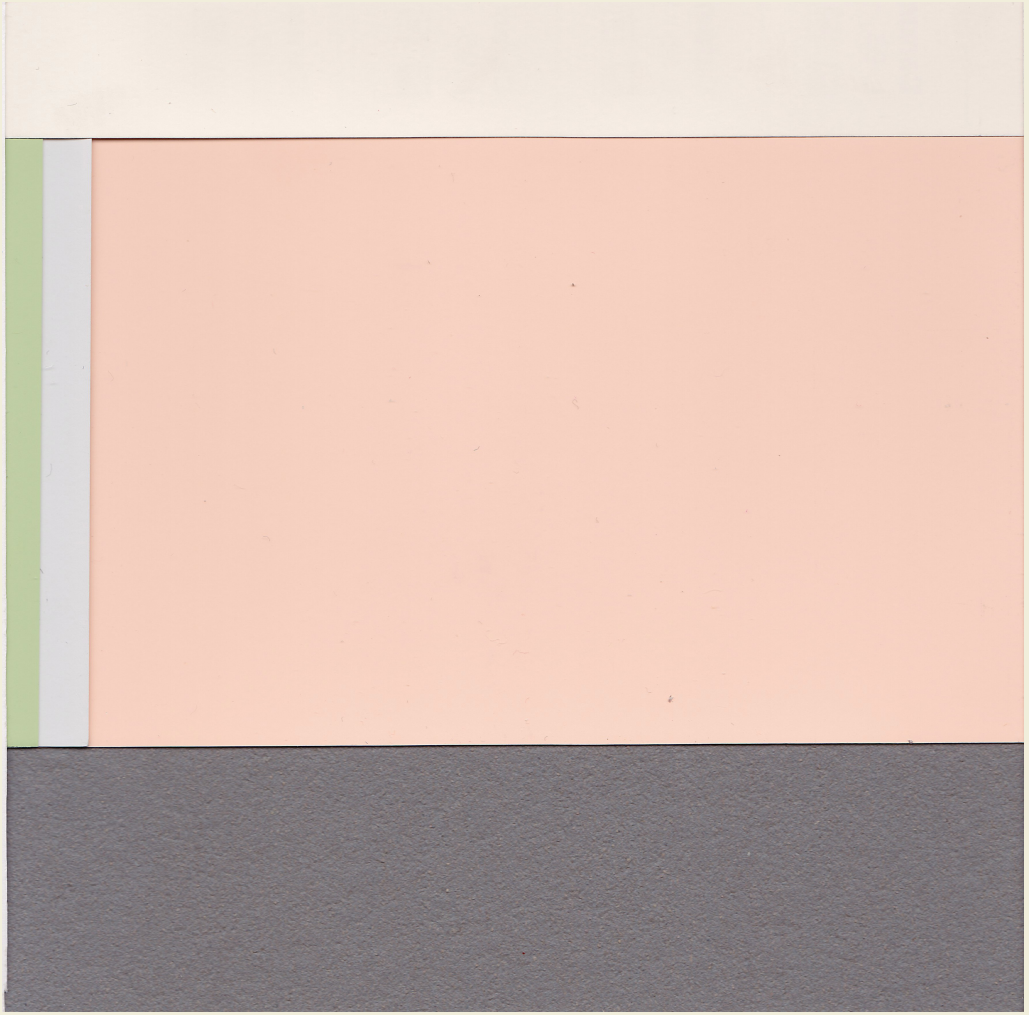
…63

Farbgestaltung: Ausblick



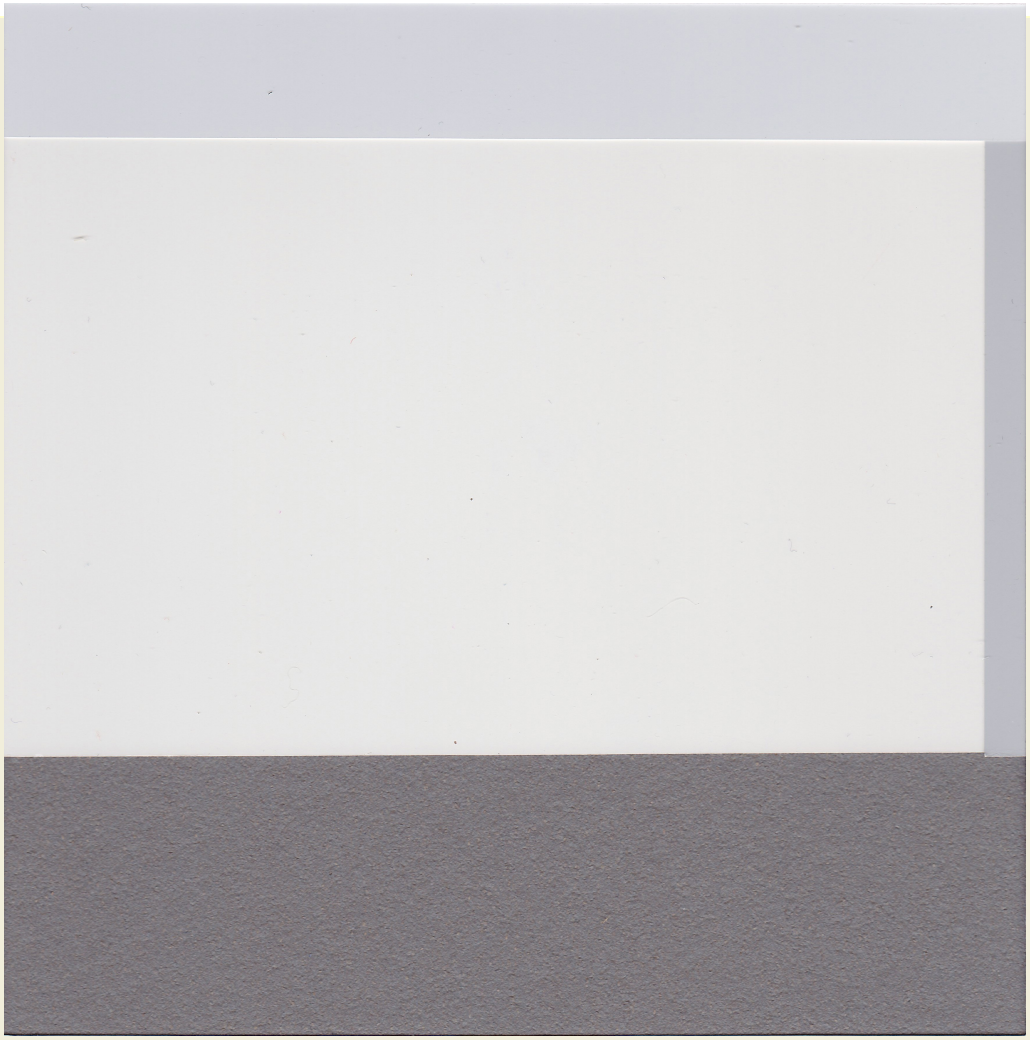
…19

Farbgestaltung: Ausblick



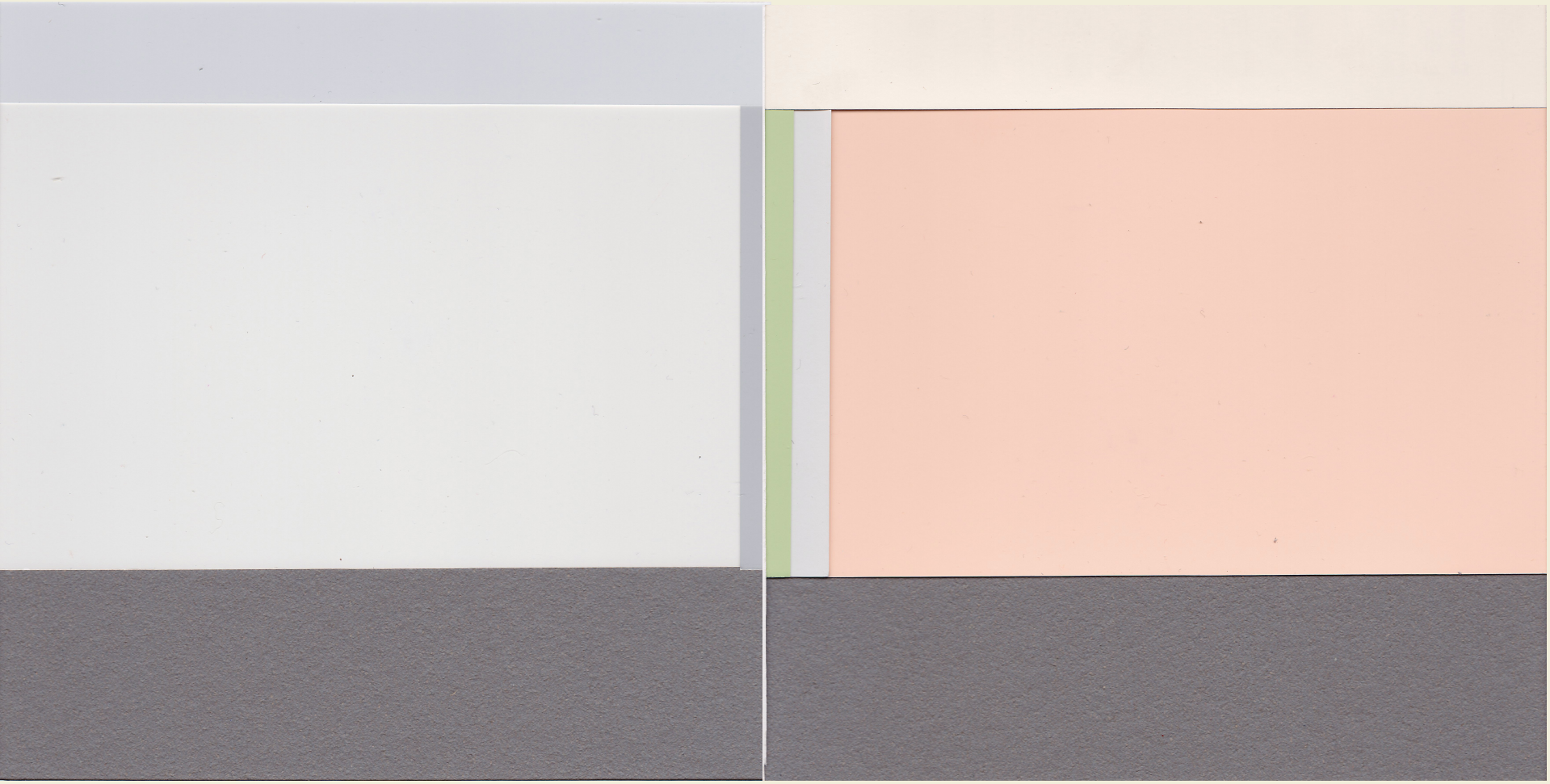
050 Konzept 02

Farbgestaltung: Ausblick



mit der natürlichen Vergrauung und grauen Türen – das symbolisiert der schmale Streifen an der Seite!

Farbgestaltung: Ausblick



Komfortkriterien
EN ISO 7730:2006, Tab. A.1

Kate-gorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt		Lokale Unbehaglichkeit			
	Voraus-gesagter Prozentsatz an Unzufriedenen PPD %	Vorausgesagtes mittleres Votum PMV	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund von Zugluft DR %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund vertikaler Temperatur-unterschiede %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund warmer oder kalter Fußböden %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund von asymme-trischer Strahlung %
A	< 6	- 0,2 < PMV < 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

Dynamische Strömungssimulation: Aufgabenstellung

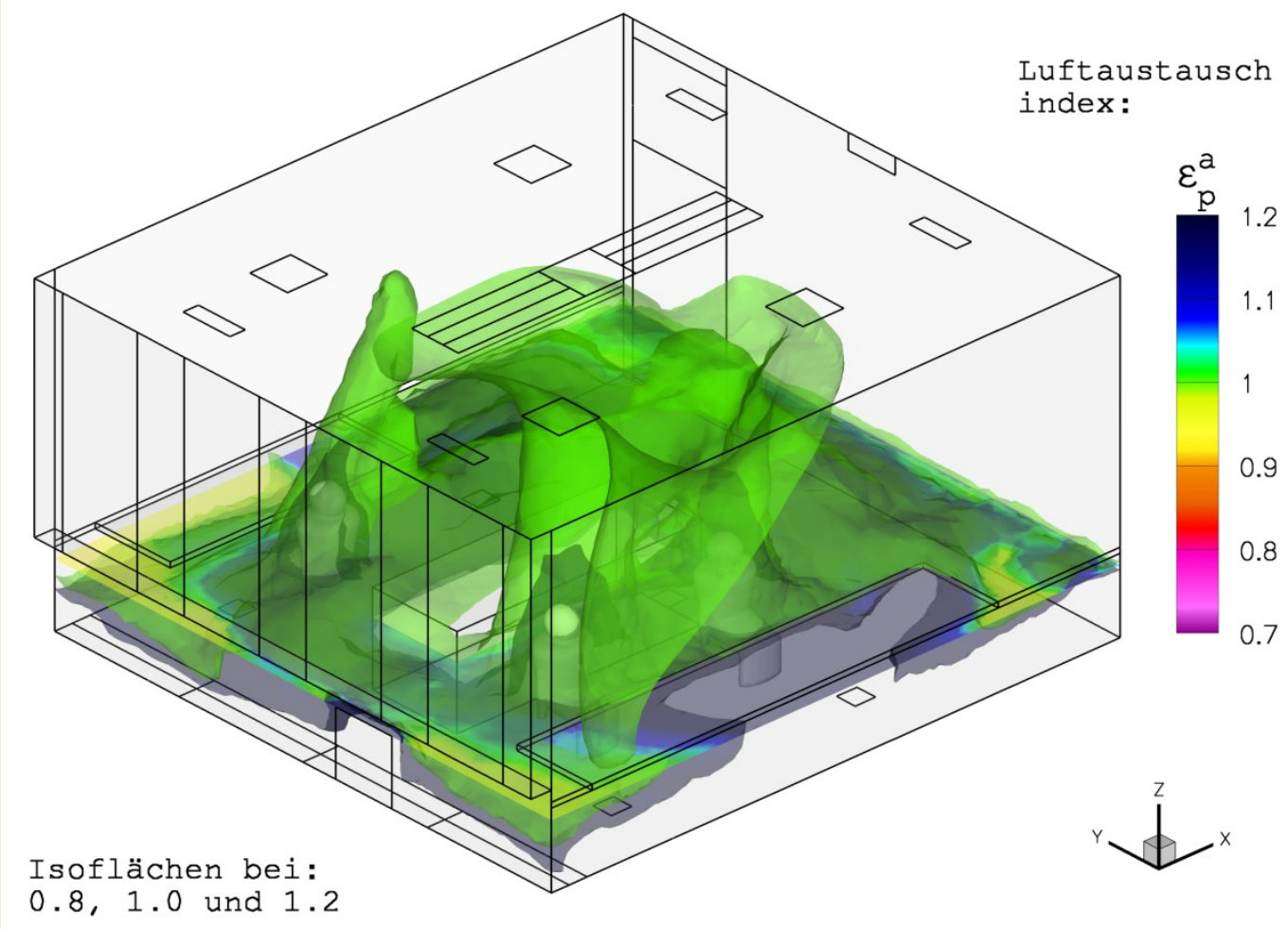
1. Luftalter (Luftwechselrate)
2. CO_2-Konzentration
3. Luftgeschwindigkeit
4. Temperaturen

für Heiz- und Kühlfall

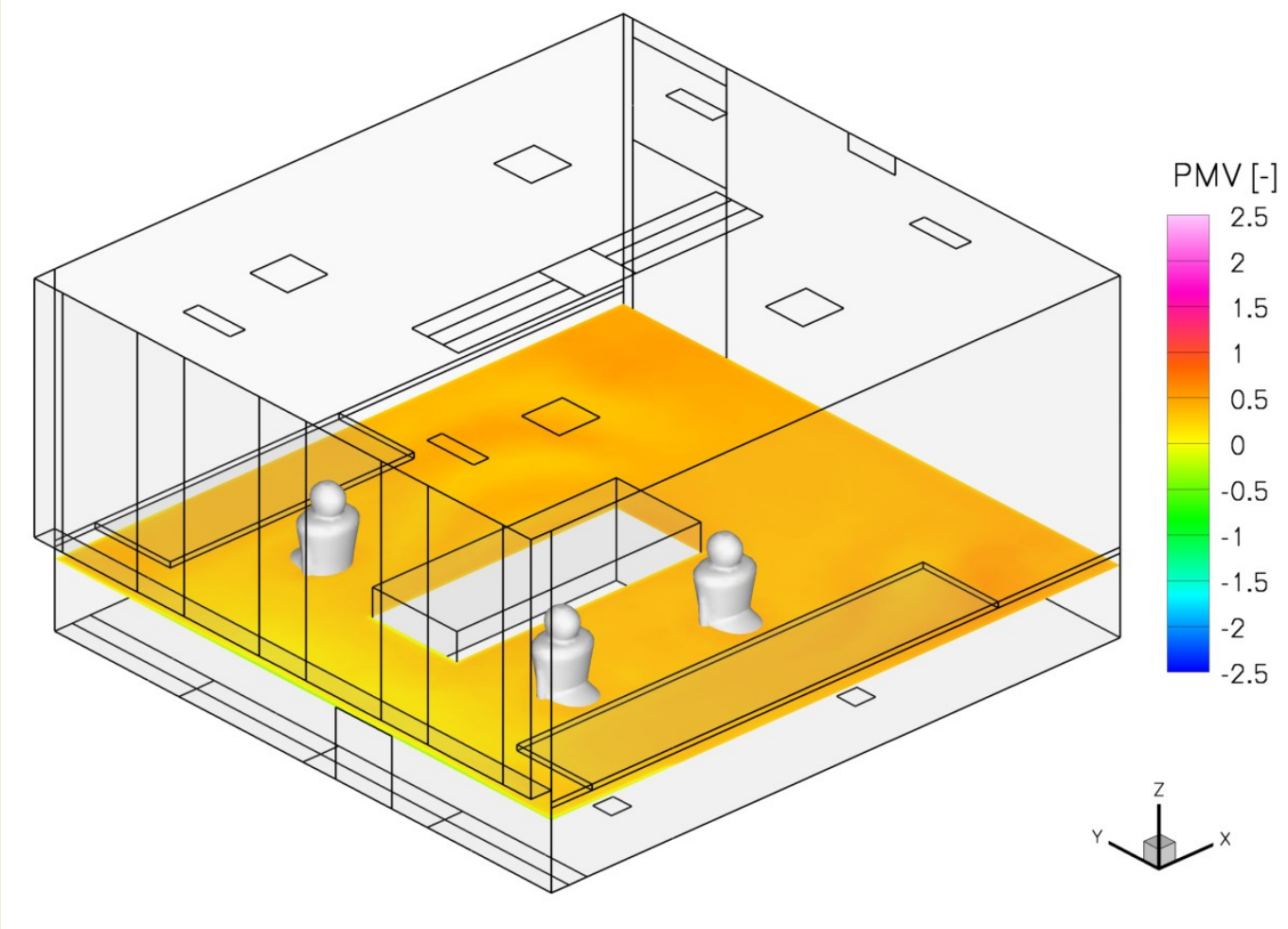
für verschiedene Lüftungs-, Beheizungs- und Kühlkonzepte

PL4 F1d Sommer: Quelllüftung und Putzkühldecke mit Kapillarrohrmatte

Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr

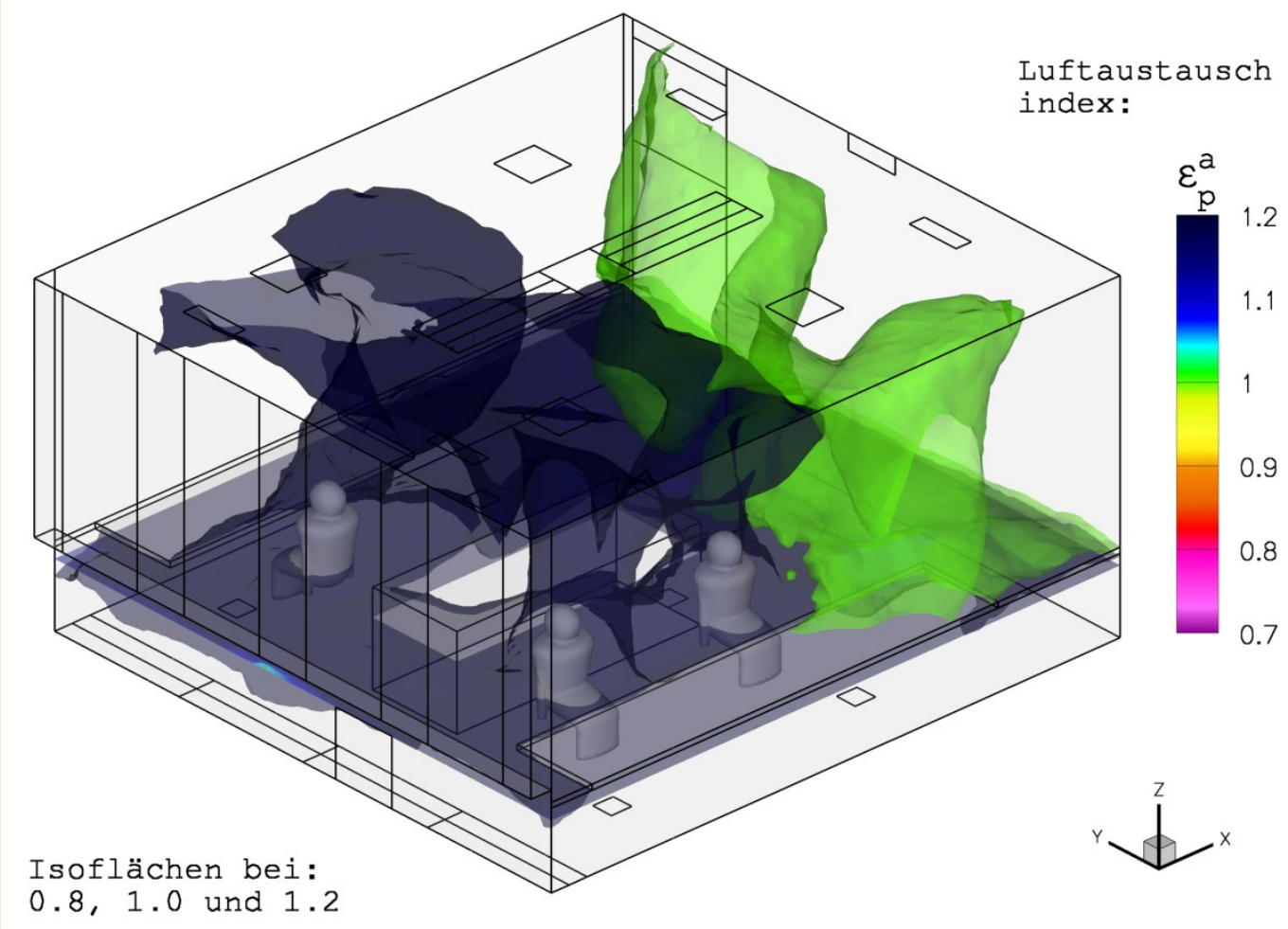


PL4 F1d Sommer: Quelllüftung und Putzkühldecke mit Kapillarrohrmatte
PMV in 0,6 m Höhe, 16 Uhr

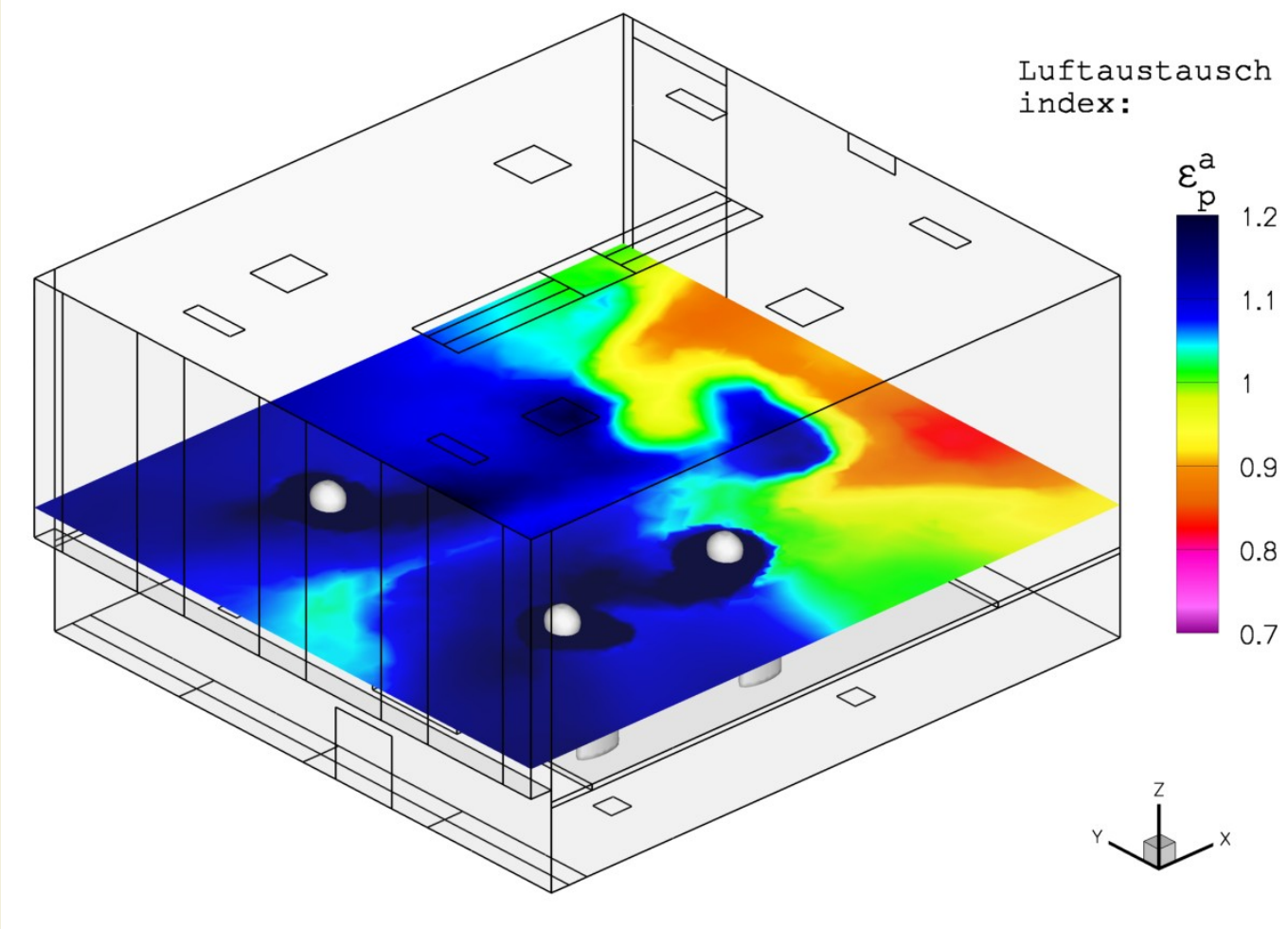


PL5 F1d Sommer: Drallauslässe im Fußboden und Putzkühldecke mit Kapillarrohrmatte

Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr

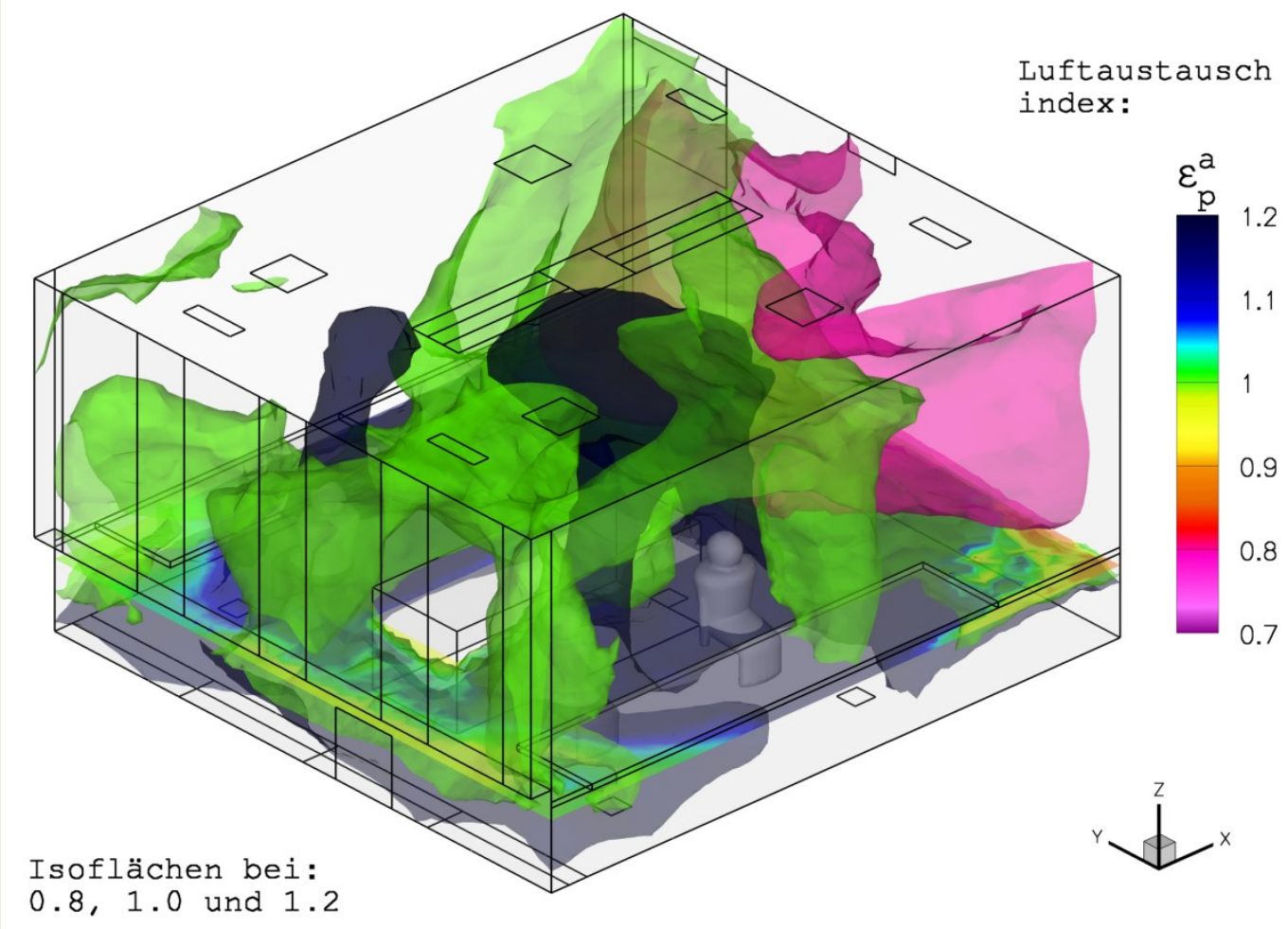


PL5 F1d Sommer: Drallauslässe im Fußboden und Putzkühldecke mit Kapillarrohrmatte
Luftalter in 1,1 m Höhe, 16 Uhr



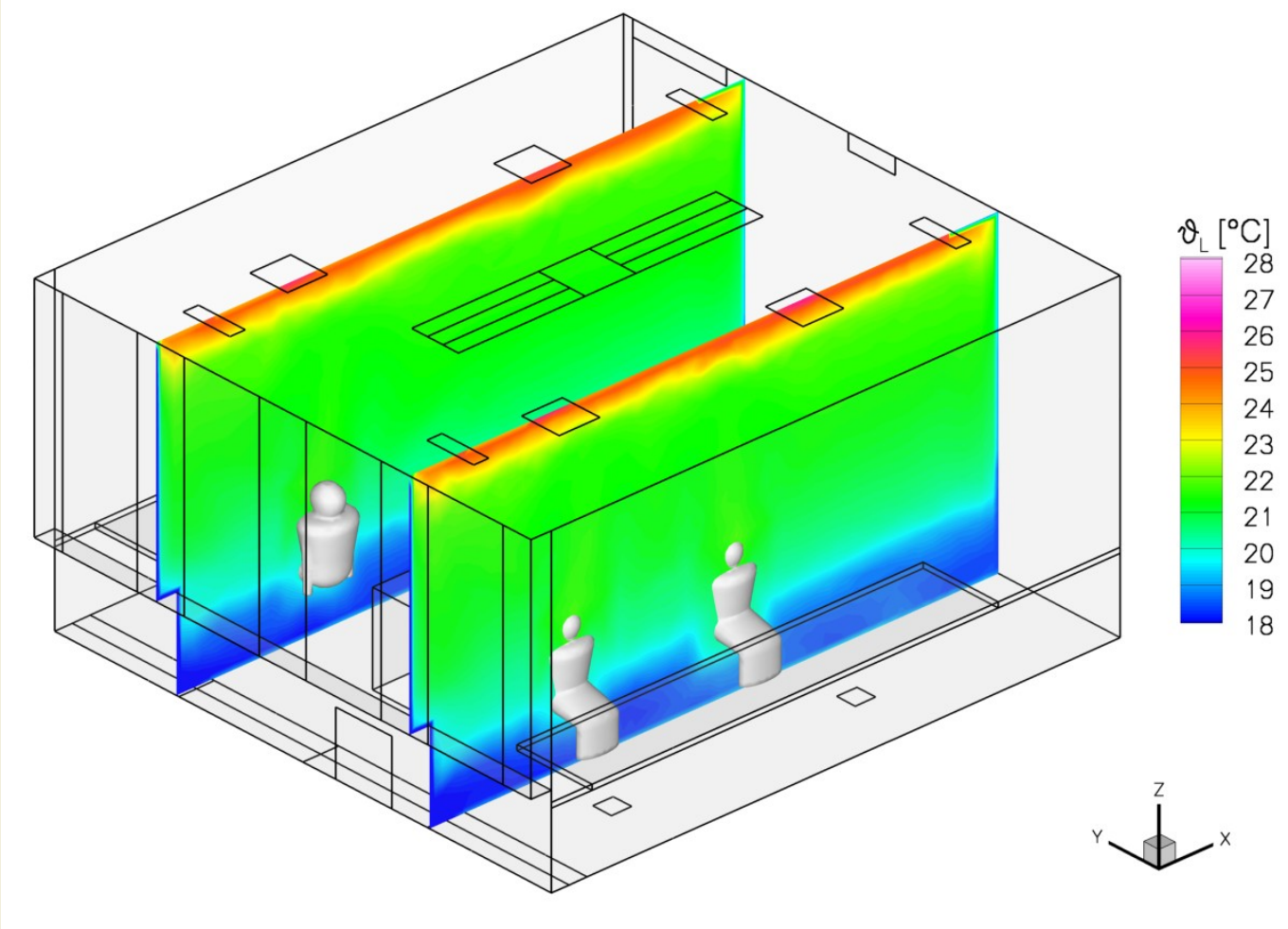
PL5 F1d Winter: Drallauslässe im Fußboden und Putzheizdecke mit Kapillarrohrmatte

Isoflächen des Luftaustauschs, 10 Uhr

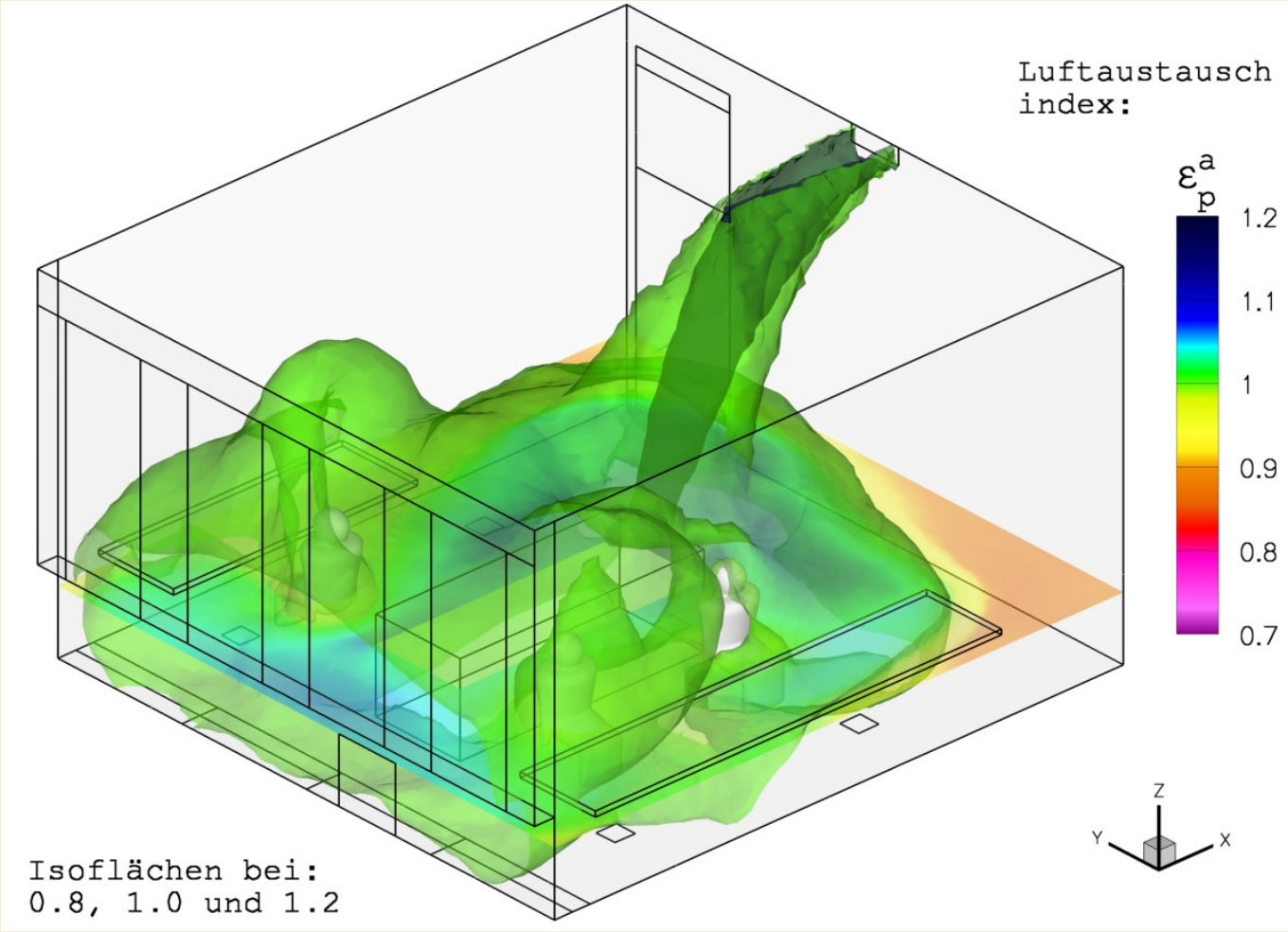


PL5 F1d Winter: Drallauslässe im Fußboden und Putzheizdecke mit Kapillarrohrmatte

Lufttemperatur Vertikalschnitt, 10 Uhr

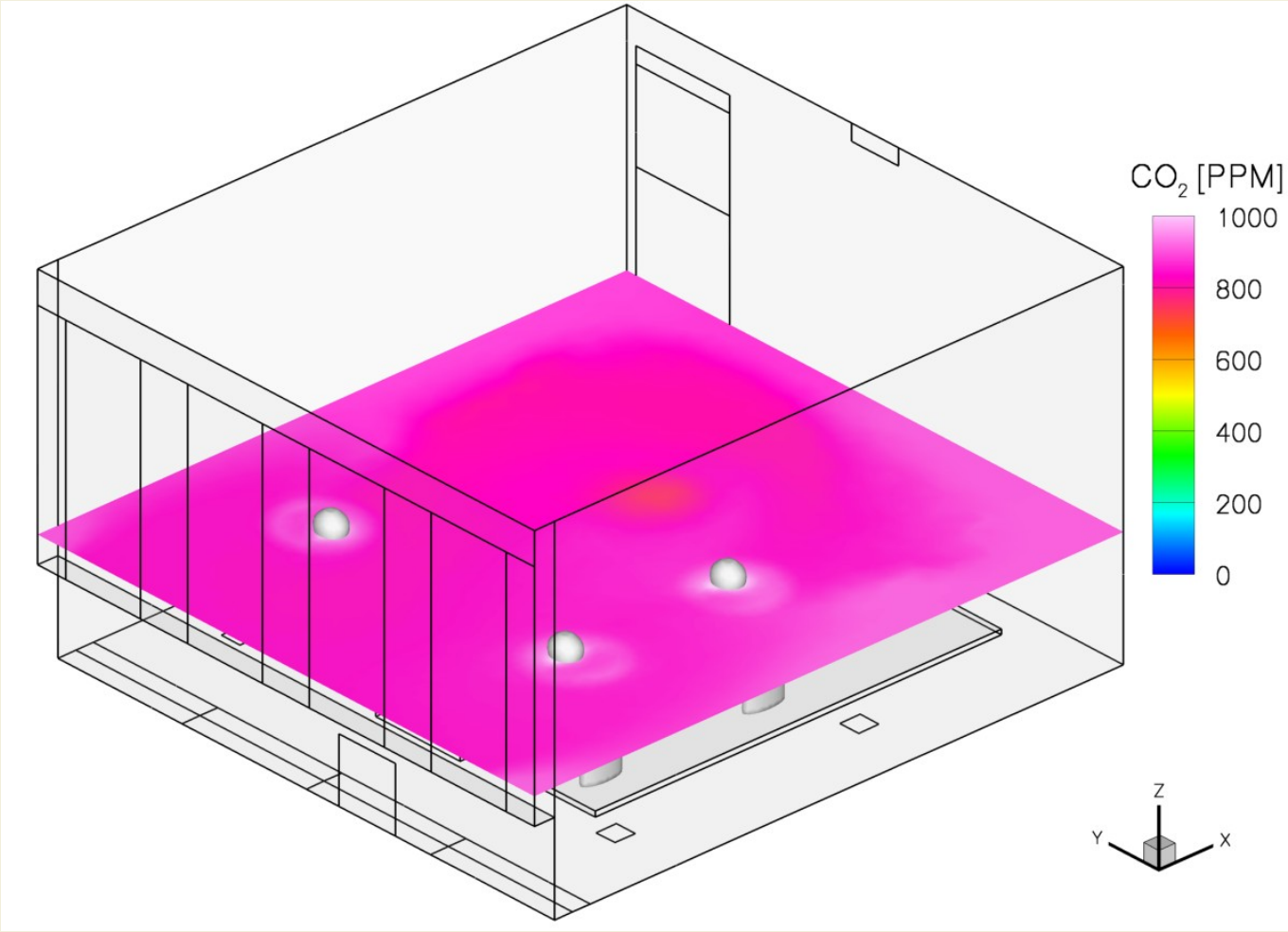


PL2 F5a Sommer
Lüftungsgitter und Fußbodenkühlung
Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr

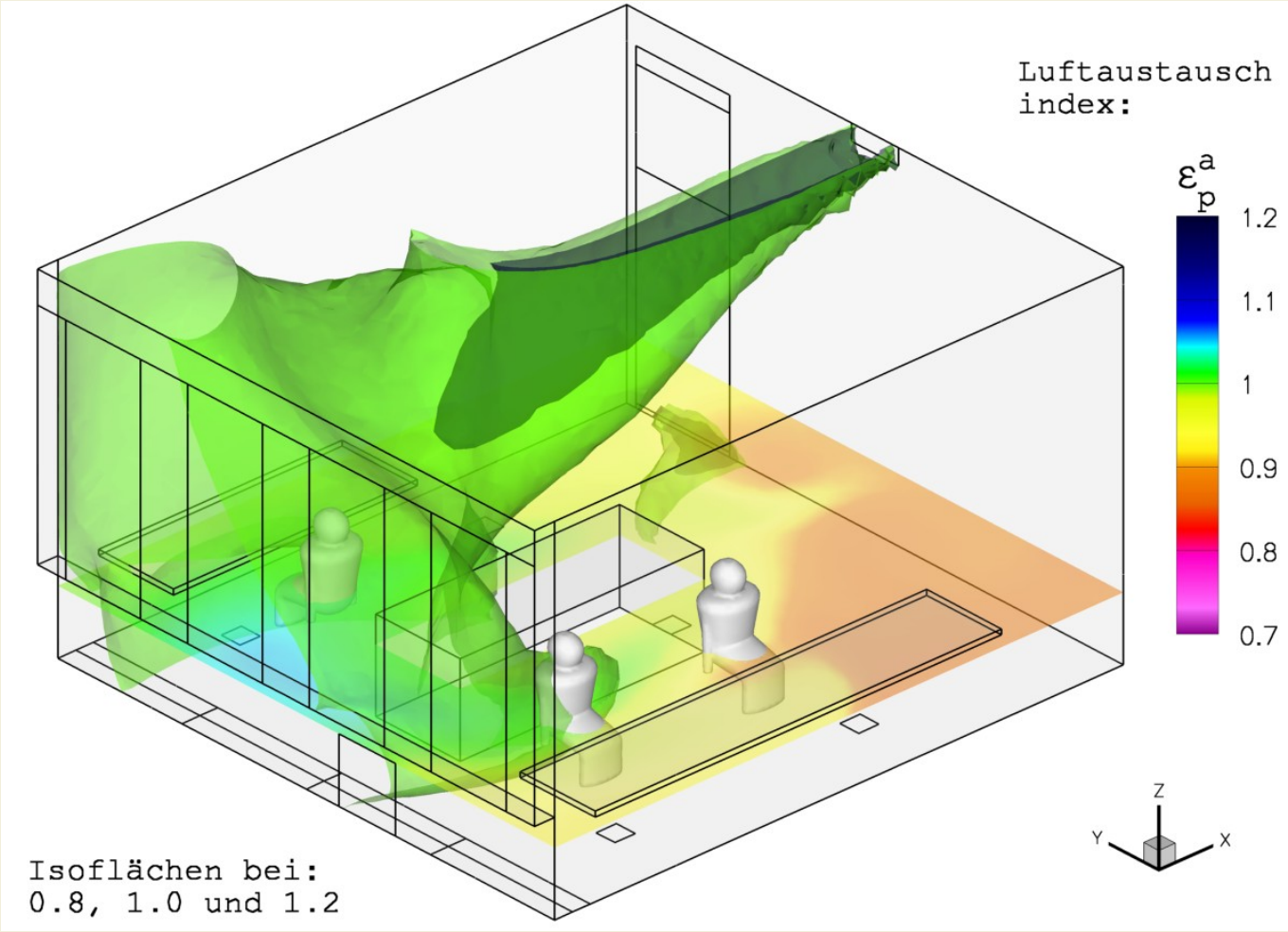


PL2 F5a Sommer
Lüftungsgitter und Fußbodenkühlung

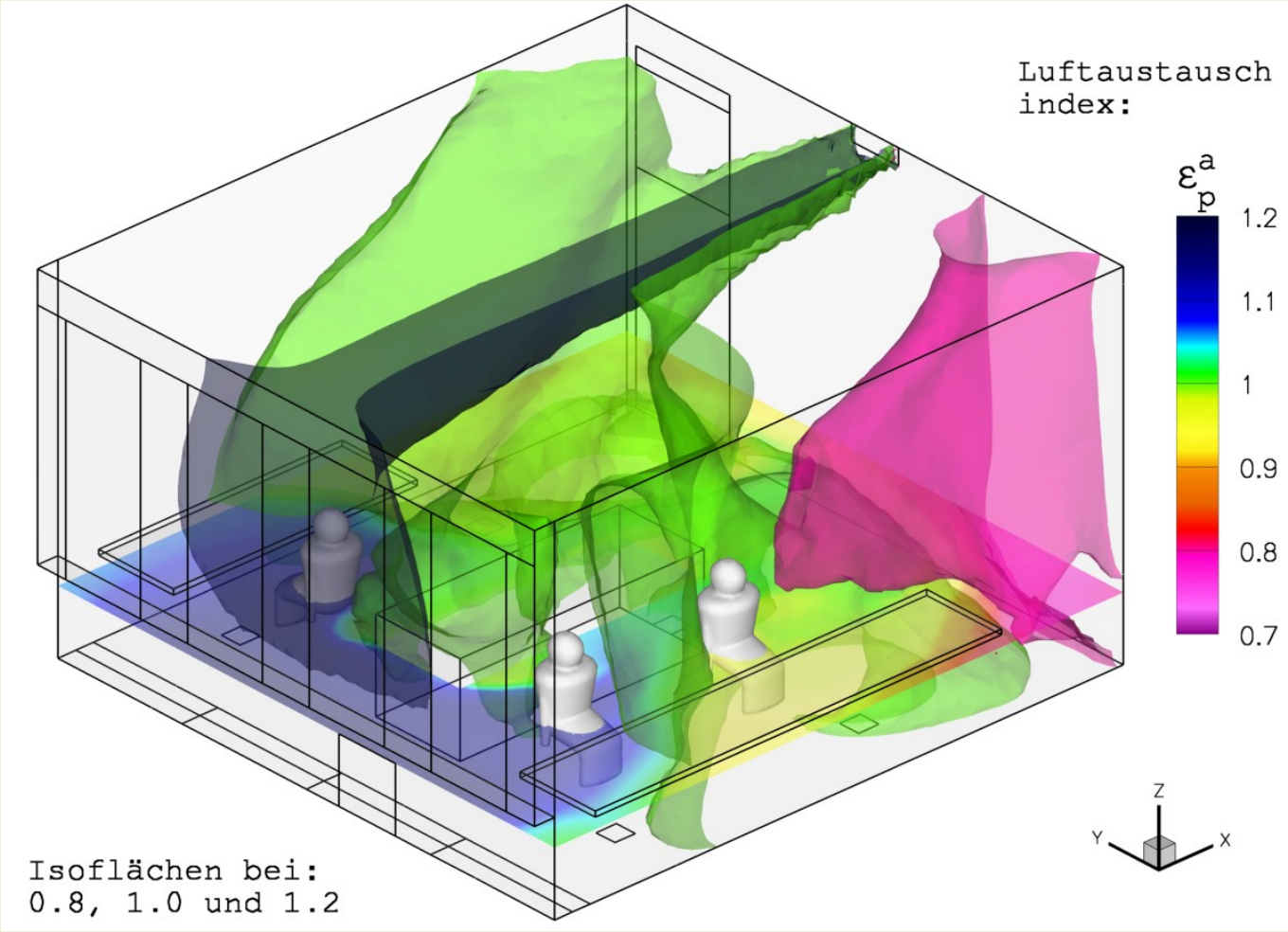
CO_2-Konzentration in PPM, in 1,1 m Höhe, 16 Uhr



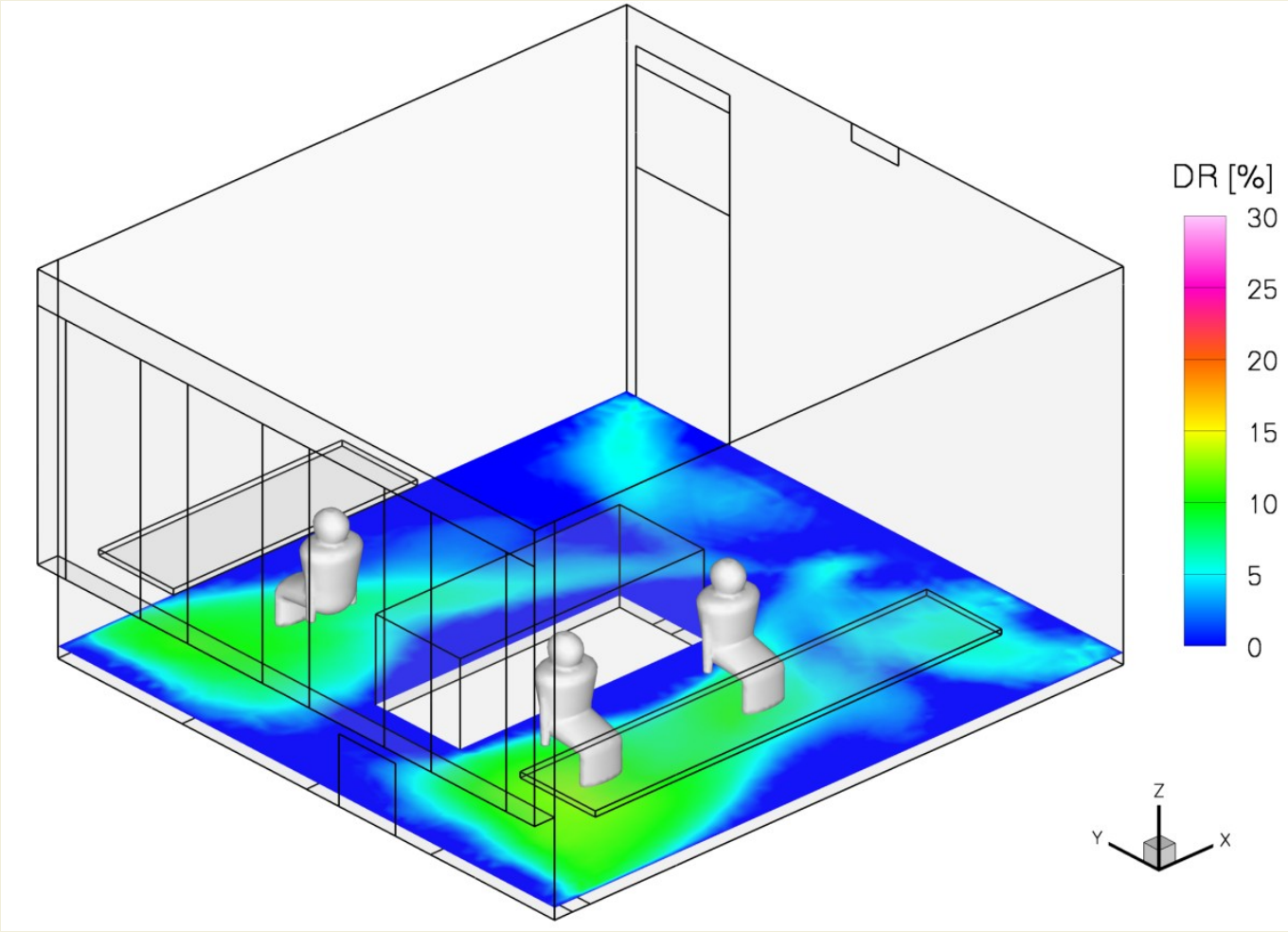
PL2 F5a Winter
Lüftungsgitter und Fußbodenheizung
Isoflächen des Luftaustauschs, 10 Uhr



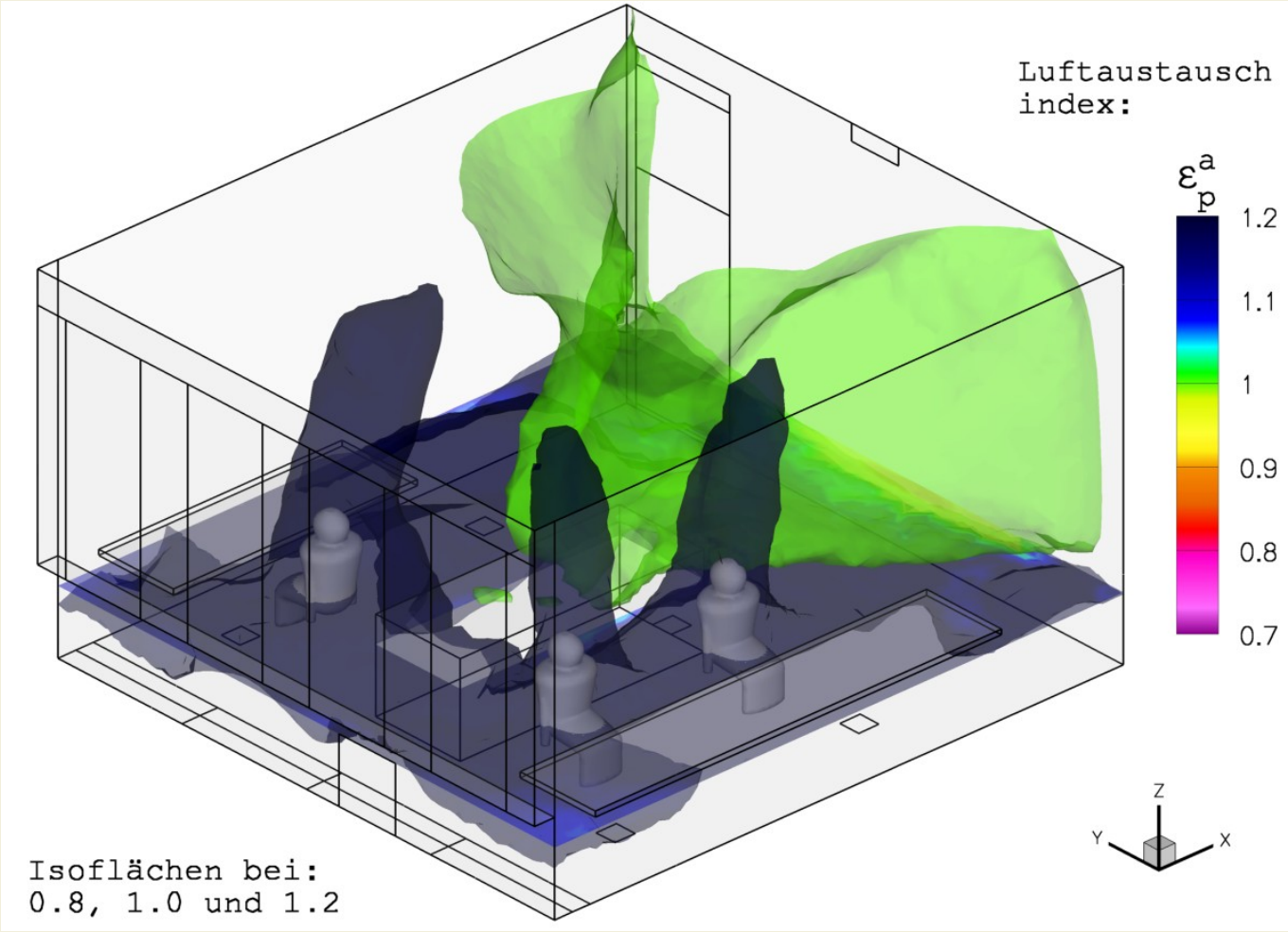
PL2 F5a Winter
Lüftungsgitter und Fußbodenheizung
Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr



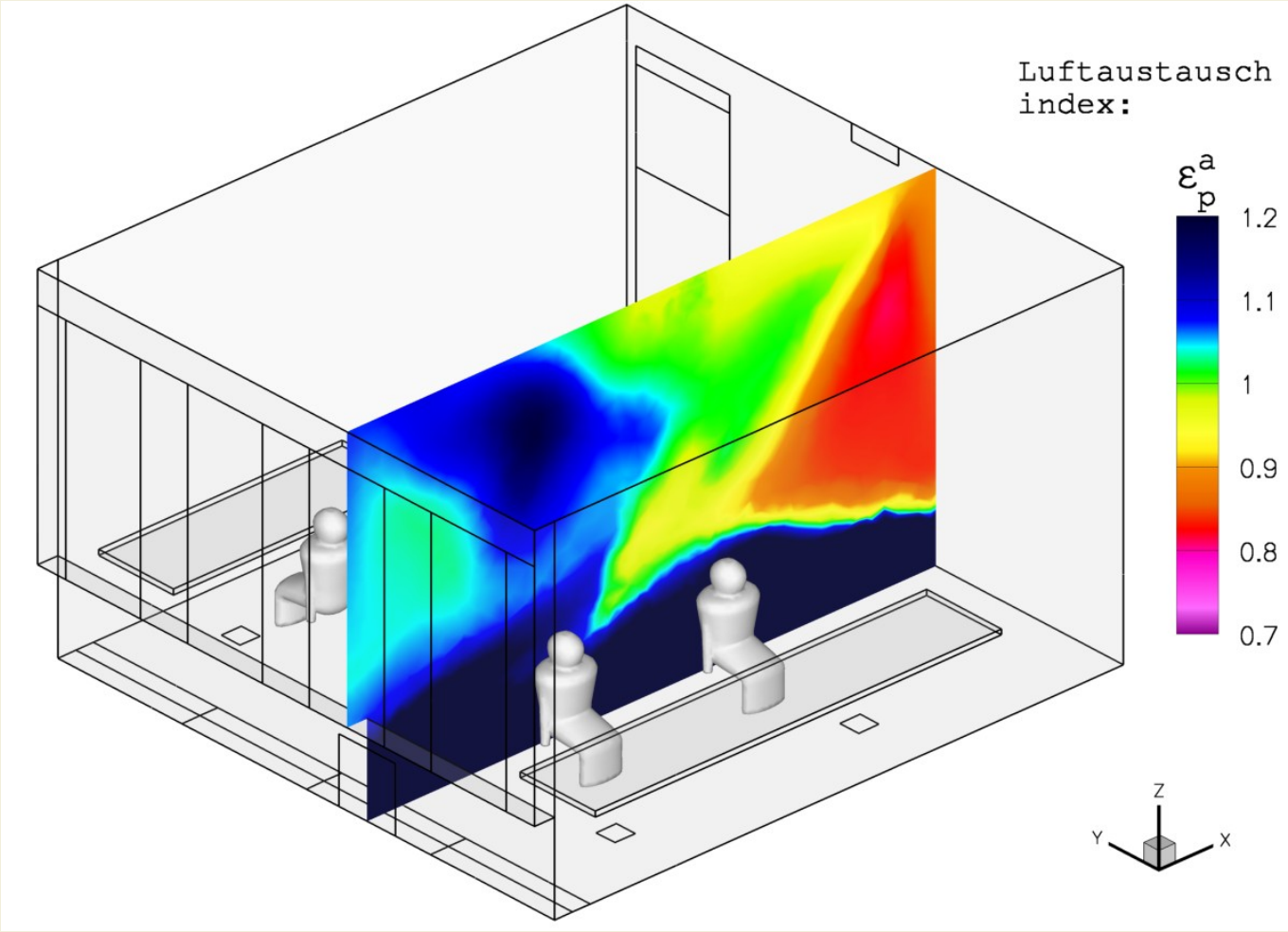
PL2 F5a Winter
Lüftungsgitter und Fußbodenheizung
Zugluftrisiko im Bodenbereich (0,1 m), 10 Uhr



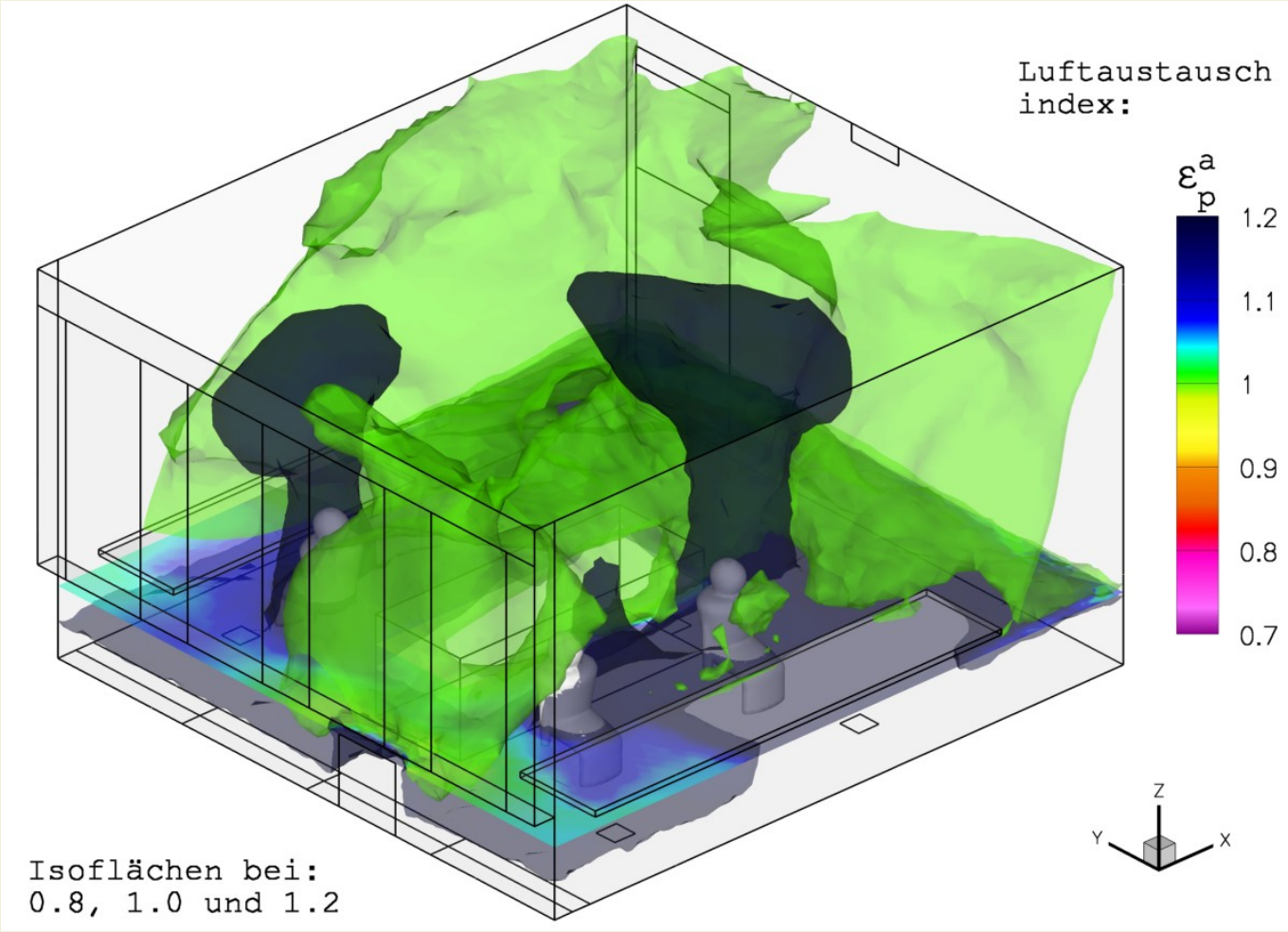
PL4 F2A Sommer: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr



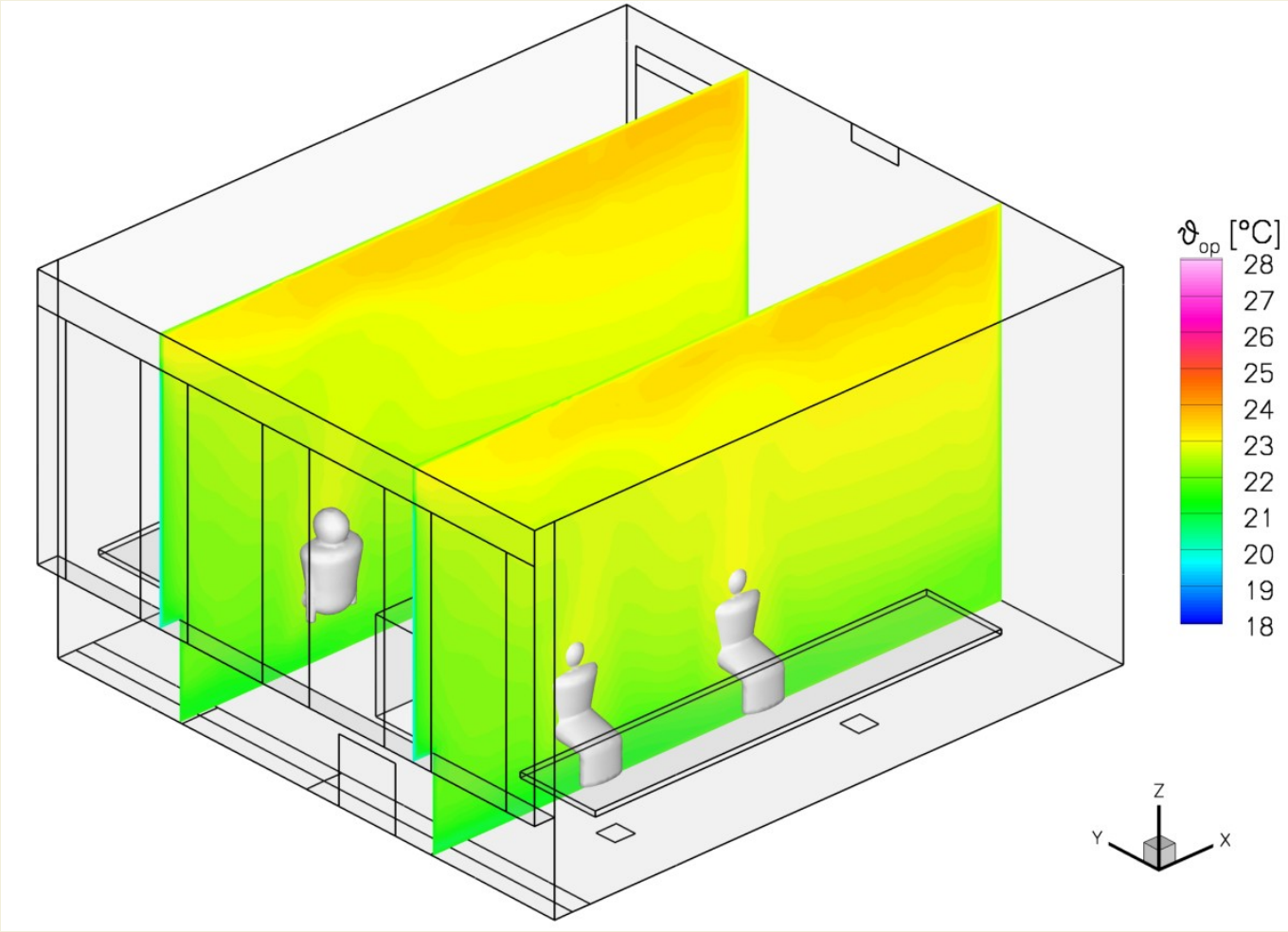
PL4 F2A Sommer: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Luftaustauschindex Vertikalschnitt, 16 Uhr



PL4 F2A Winter: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Isoflächen des Luftaustauschs, 10 Uhr



PL4 F2A Winter: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Operative Temperatur, Vertikalschnitt, 10 Uhr



Vielen Dank!

Büronutzungen in Gebäuden, die nach dem Passivhausstandard konzipiert sind, unterscheiden sich von Wohnnutzungen:

Die inneren Wärmelasten (Kühllasten) durch Personen und elektrische Geräte sind höher als bei Wohnnutzung.hohe Verglasungsanteile in allen Räumen

hohe Ansprüche an Belichtung und Beleuchtung auf der gesamten Grundfläche – im Büro kann man sich weder ein schattiges noch ein sonniges Plätzchen suchen

Dasselbe gilt für thermischen Komfort, Zugluftfreiheit trotz hohen Lüftungsbedarfs und akustischen Komfort

hohe Verglasungsanteile in allen Räumen

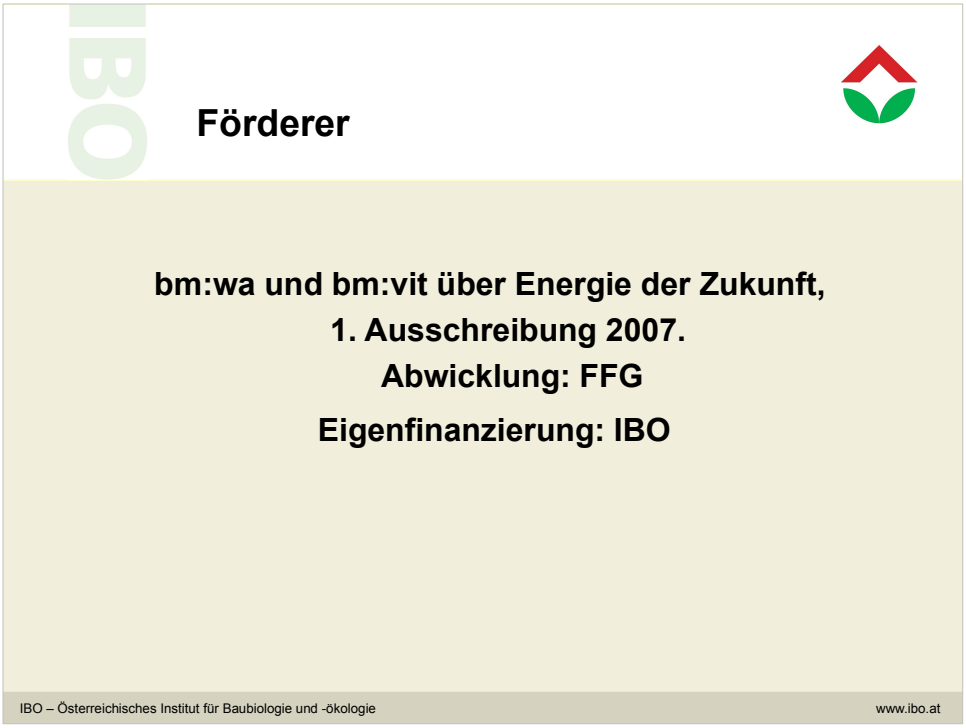
Verschattungseinrichtungen zur Vermeidung von Blendung an den fensternahen (Bildschirm)-Arbeitspätzen generieren weiteren Kunstlichtbedarf in der Tiefe des Raumes trotz Tageslichtangebot.

Die meisten der angesprochenen Unterschiede betreffen den Sommerfall. (Ausnahme Tageslichtversorgung)

Die meisten Probleme des Winterfalls sind durch die Befolgung des Passivhausstandards gut lösbar

Allgemein anwendbare Lösungen für den Sommerfall zu erarbeiten ist das Ziel des Projekts, das ich Ihnen heute vorstelle: Komfort-Büro!

1:17



Hier halte ich einen Augenblick inne, um auf die Förderer des Forschungsprojekts, das ich Ihnen heute vorstelle, hinzuweisen.

Das Projekt wurde 2007 eingereicht und ist 2009 wundersamerweise von einer Warteliste gehüpft – vielen Dank dafür an die Förderer – und seitdem arbeiten wird daran.

Was die bei so ambitionierten Projekten unvermeidliche Eigenfinanzierung anbetrifft, möchte ich mich sehr herzlich bei den Mitgliedern des IBO bedanken, die hier einmal mehr sehen können, was aus ihren Mitgliedsbeiträgen wird. Ohne sie wären solche Projekte unmöglich.

00:37

Methoden

1. Komfortkriterien
2. Modellräume
3. Tageslichtsimulationen
4. Thermische Gebäudesimulationen
5. Dynamische Strömungssimulationen
6. Raumakustik
7. Farbgestaltung

Das Projekt ist von der Methodenvielfalt her sehr ambitioniert
Den größten Teil meines Vortrags werden die ersten drei Punkte ausmachen:
Komfortkriterien
Modellräume
Tageslichtsimulationen
sowie der Punkt 5
Dynamische Strömungssimulation
Dazu ein Ausblick auf
Punkt 7. Farbgestaltung
00:24

Die Methodenvielfalt gibt mir das Stichwort, um das große Projektteam vorzustellen:

Das IBO, zuständig für die Leitung, die Konzeption aller Teile (die Beauftragung des restlichen Teams), die thermische Gebäudesimulation und die Redaktion der Publikation – ein schönes Buch –, die zum Schluss entstehen soll.

new energy Consulting für die Haustechnik-Planung

AlWare Andreas Lahme für die Tageslichtsimulationen

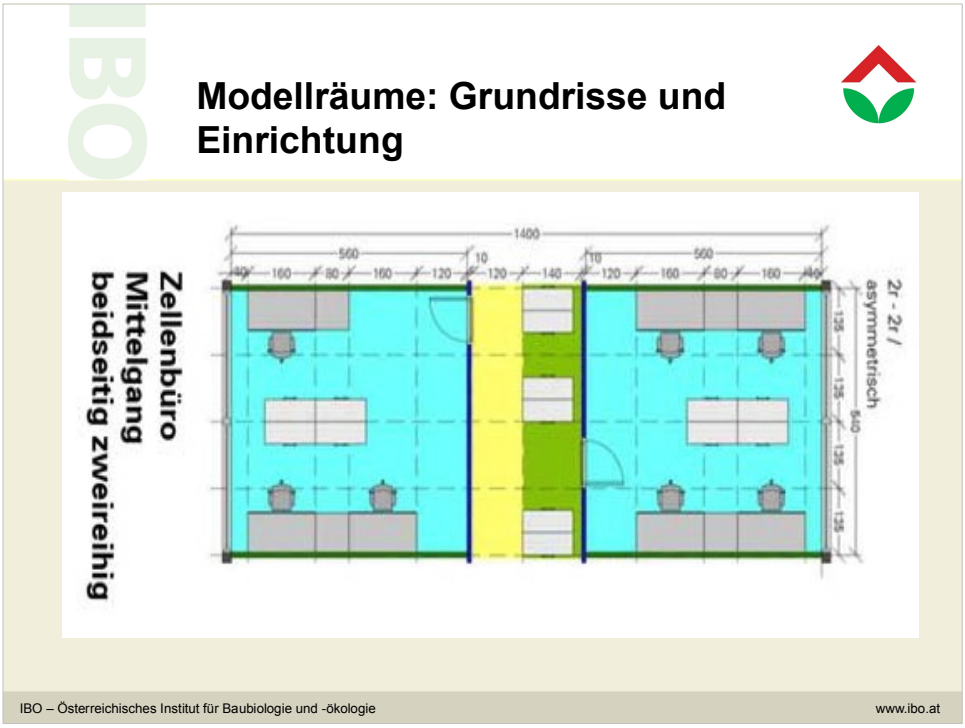
TU Dresden für die Dynamischen Strömungssimulationen

Spektrum für die Raumakustik

archicolor für die Farbgestaltung

Die Modellräume sind ein Beitrag der moocon

00:50



Für die Simulationen hat uns die Firma bene consulting, jetzt moocon, ein nutzungsneutrales Planungsraster aus ihrer Beratungstätigkeit zur Verfügung gestellt. Vielen Dank dafür an Bernhard Herzog von mocon.

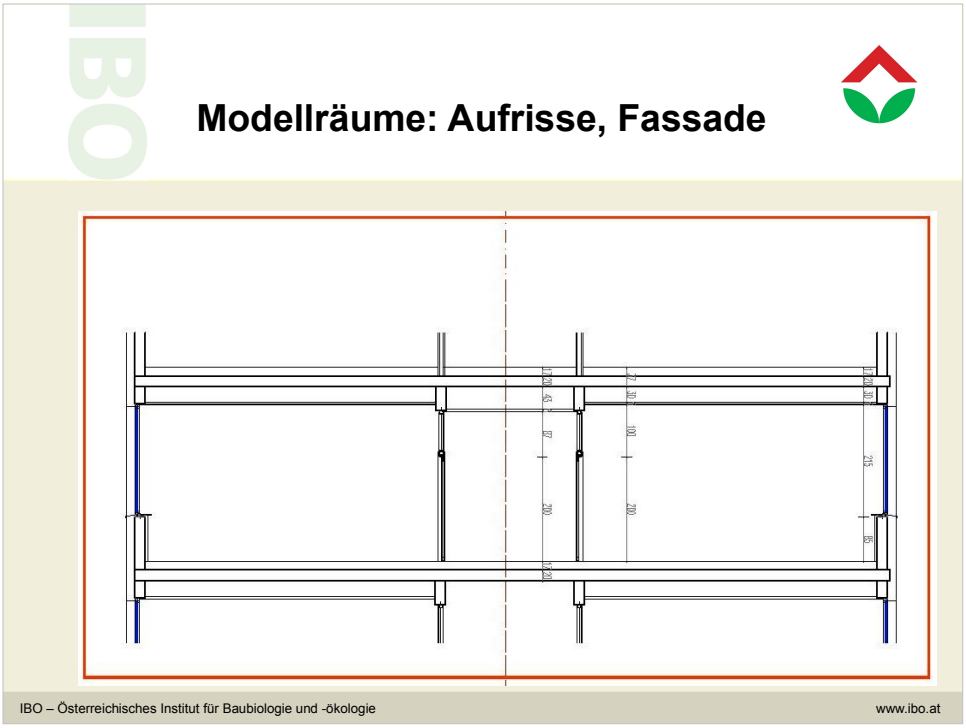
Sie sehen den Grundriss

ein durchgestecktes Büro mit Mittelgang

Maße 5,40 Fassade x 5,60 Tiefe, das sind 30,24 Quadratmeter

Die Möblierung ist hier geklappt, sie könnte aber ebensogut geblockt sein. Die Position der Personen im Raum ändert sich dadurch kaum.

00:48



Der Aufriss zeigt im Innenraum die Möglichkeit einer Oberlichtverglasung zum Gang

Die Fassade ist ausgebildet:

mit Parapet

Bandfenstern

ohne Sturz (mit Überzügen statt Unterzügen)

Varianten sind

Vollverglasung

Lochfenster

40 cm Sturz

***

Ort: Wien

Nutzung: Gruppenbüro

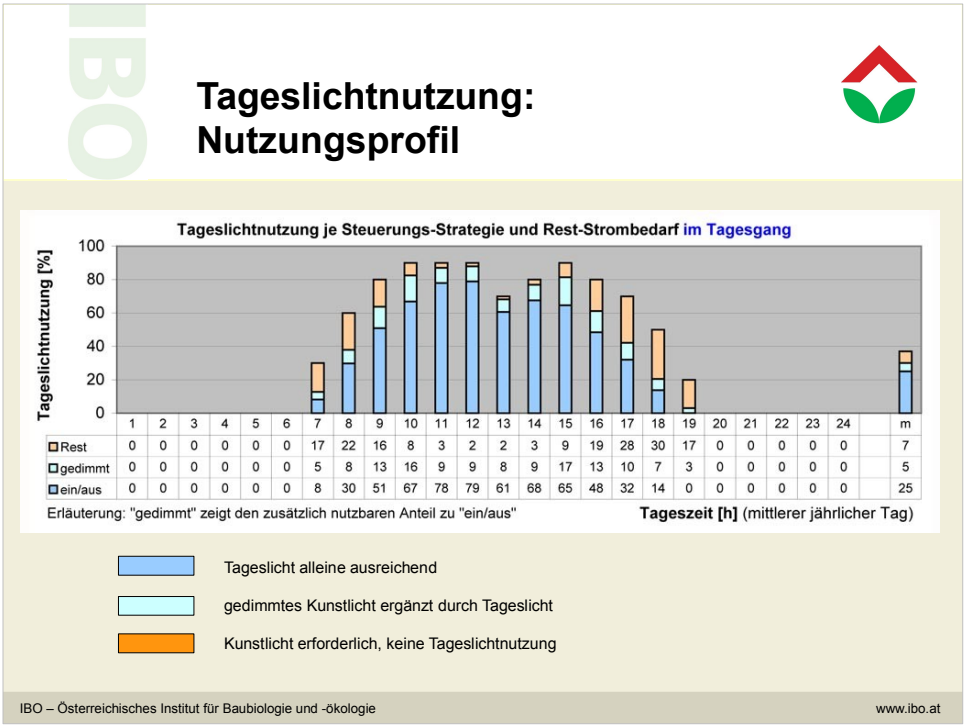
Orientierung: Süd (Südfassade)

Raumtiefe 5,60 m

Raumbreite 5,40 m

Lichte Raumhöhe 3,00 m, ohne abgehängte Decke 3,30 m

00:56



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	m
Rest	0	0	0	0	0	0	17	22	16	8	3	2	2	3	9	19	28	30	17	0	0	0	0	0	7
gedimmt	0	0	0	0	0	0	5	8	13	16	9	9	8	9	17	13	10	7	3	0	0	0	0	0	5
ein/aus	0	0	0	0	0	0	8	30	51	67	78	79	61	68	65	48	32	14	0	0	0	0	0	0	25

Das Büronutzungsprofil gibt die Wahrscheinlichkeit für Anwesenheiten/Nutzungen der Räume im Tageslauf an. Bei Gruppenbüros und Großraumbüros sind diese Wahrscheinlichkeiten jeweils etwas höher, weil bereits bei nur einer anwesenden Person die künstliche Beleuchtung angeschaltet werden muss (falls die natürliche Belichtung zum betrachteten Zeitpunkt nicht ausreicht). Es werden 250 Arbeitstage im Jahr angenommen.

Nutzungsprofil des Modellbüros mit Häufigkeiten (%) der alleinigen Tageslichtnutzung (blau), der teilweisen künstlichen Beleuchtung durch gedimmtes Licht (hellblau) und der künstlichen Beleuchtung (gelb).

1:33

Tageslichtnutzung: ortsabhängige Faktoren

Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell %	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Ort: Athen statt Wien	78,5	11,9	88,5	10,0
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9
Verbauung 15 ° statt 0 °	61,1	-5,5	78,0	16,9
Ort: Hamburg statt Wien	54,4	-11,9	72,6	17,9
Ort: Oslo statt Wien	54,1	-12,5	69,5	15,4
Verbauung 30 ° statt 0 °	45,1	-21,5	71,2	26,1
Verbauung 45 ° statt 0 °	20,9	-45,7	56,5	35,6
Verbauung 60 ° statt 0 °	18,5	-48,1	54,2	35,7

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

Nun möchte ich Ihnen summarisch die Ergebnisse der Tageslichtnutzungsstudie vorstellen:

Die Tageslichtnutzung bei einem fensterlosen Raum wäre 0 %

Die Tageslichtnutzung bei nur nächtlicher Nutzung wäre 0 %

Die bestmögliche Tageslichtnutzung bei unserem Büronutzungsprofil liegt nicht bei 100 % sondern bei 93,4 % , weil es winterliche Morgenstunden und Nachmittagsstunden ohne Tageslicht einschließt.

In unserem Modellraum, der ja kein Glashaus ist, bleiben davon 66 % übrig.

Verwendet man dimmbare Beleuchtungseinrichtungen kann man Tageslicht, das allein nicht ausreichen würde verminderter künstlicher Beleuchtung nutzen: Dann steigt die Tageslichtnutzung immerhin auf 80,5 %

Ausgehend von unserem Basismodell hier zunächst ortsabhängige Faktoren, die planerisch schlecht beeinflussbar sind, da sie bereits eine Eigenschaft des Grundstücks darstellen:

Orte: Athen – Wien – Hamburg – Oslo

Äußere Verschattung durch Bebauung: 0 ° – 15 ° – 30 ° (jetzt setzt die Wirkung ein!) – 45 ° – 60 ° (dann ist alles passiert)

2:30

Tageslichtnutzung: der Planung zugängige Faktoren: Verbesserungen

Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell (%)	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Reflexionsgrade Innenraumoberflächen größer (heller)	69,3	2,7	81,7	12,4
Vollverglasung statt Bandfenster	67,8	1,2	81,4	13,6
2fach Vakuumverglasung (0,73 %) statt 3fach WSV (0,70 %)	67,2	0,6	81,1	13,9
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9

Nun zu Faktoren, die der Planung zugänglich sind: was verbessert unseren Modellraum, mit den ohnehin schon günstigen Annahmen, weiter?

Vakuum-Verglasung (tau v 0,73 % statt 0,70 %): marginal (Bei Normlicht D65)

Vollverglasung: wenig: Parapet wichtiger zum Hinein- und Hinausschauen als für den Lichteinfall – es sei denn die Nutzebene ist der Fußboden (Wohnzimmer)

Am meisten: die Erhöhung der Reflexionsgrade der Innenraumoberflächen

Boden: 20 zu 30 %

Wand: 50 zu 65 %

Decke 80 zu 85 %

00:50

Tageslichtnutzung: der Planung zugängige Faktoren: Veschlechterungen

Variierte Größe	Stromersparnis durch Tageslichtnutzung bei ein/aus (%)	Differenz zum Basismodell (%)	erweiterte Stromersparnis durch gedimmte Beleuchtung (%)	Differenz zu ein/aus = zusätzliche Ersparnis (%)
Basismodell	66,6	-	80,5	13,9
Reflexionsgrade Inneneinrichtung kleiner (dunkler)	64,2	-2,4	79,2	15,0
Sturz: 40 cm statt kein Sturz	53,8	-12,8	74,8	21,0
Lochfassade 20 % statt Bandfenster	44,0	-22,6	71,0	27,0
Lochfassade 20 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	36,8	-29,8	67,7	30,9
Lochfassade 10 % statt Bandfenster	10,1	-56,5	46,2	36,1
Lochfassade 10 % mit 40 cm Sturz statt Bandfenster ohne Sturz	6,6	-60,0	42,6	36,0

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

Welche Faktoren verringern die Tageslichtnutzung:

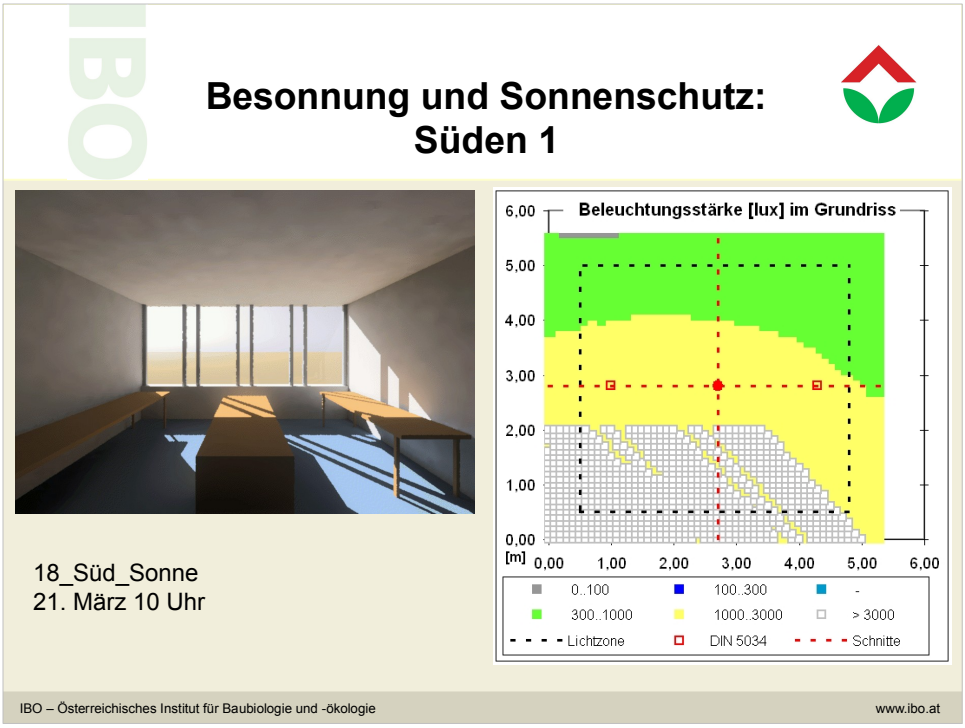
Markant ist hier vor allem die Wirkung eines Sturzes, der den Lichteintritt im obersten Teil der Fassade verhindert, dort wo die fassade für die belichtung am wichtigsten ist.

Ein Kontrast zur relativen Bedeutungslosigkeit des Parapets für die Tageslichtversorgung.

Die Wirkung der (horizontal) verkleinerten Fensterfläche ist weniger überraschend. Hier werden wir noch mit thermischer Simulation nach einem Optimum suchen.

Äußere Spalte:

Je weniger Licht desto größer der Vorteil durch dimmbare Beleuchtungseirichtung



Eine zweite Studie: Besonnung und Sonnenschutz. Ich wähle nur eine Himmelsrichtung als Beispiel aus:

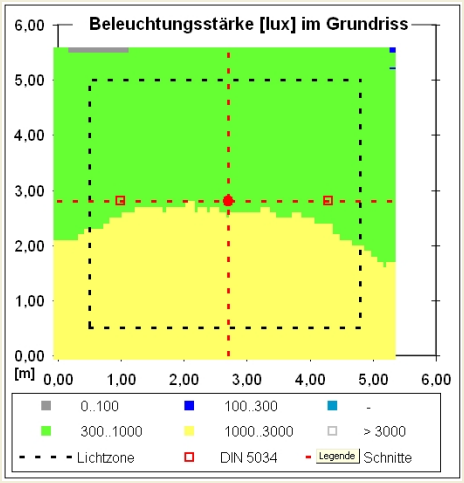
Unser Modellraum, nach Süden gedreht, am 21. März umd 10 Uhr

Daneben sehen sie die Beleuchtungsstärken, den „Luxteppich“, der aber eine horizontale Fläche in Arbeitstischhöhe abbildet.

Bei Besonnung aus Süden kommt es im fensternahen Bereich bis 2 m zu Beleuchtungsstärken > 3000 lx.

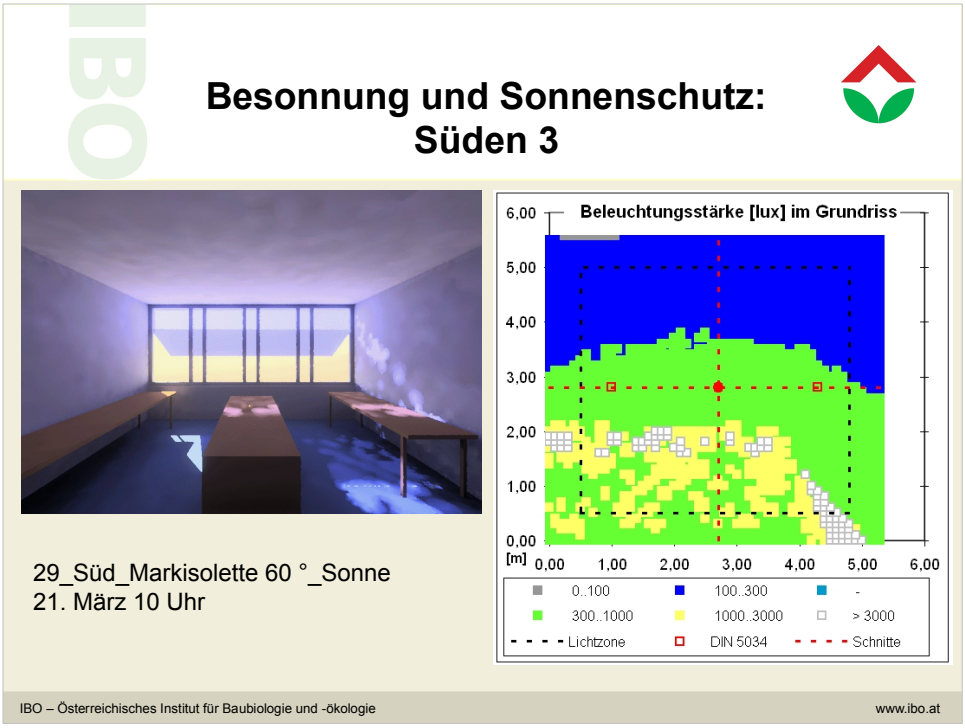
Besonnung und Sonnenschutz: Süden 2

27_Süd_Lamellen_Sonne
21. März 10 Uhr



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

Mit Lamellen wird die Beleuchtungsstärke in der fensternahen Raumhälfte auf < 3000 lx gesenkt, in der Raumtiefe sind 300–1000 lx gewährleistet: perfekt!



Wird das Südfenster alternativ durch eine Markisolette verschattet (Lichtdurchlässigkeit 15 %) so ist der fensternahe Bericht bis 3,50 m Raumtiefe ausreichend beleuchtet. Gleichzeitig entstehen aber in der Ostecke des Raumes und über die ganze Breite des Raumes in einer Tiefe von ca. 2 m Lichtflecke, die evt. Blendwirkung haben könnten.

Vorteile einer Markisolette (oder Markise) sind:

ganz unbeschränkter Ausblick nach draußen im unteren Teil

Fassade wird weniger aufgeheizt als auch bei einer außenliegender Jalousie, da die Strahlung schon vor der Verglasung abgefangen wird

Markisen und Markisoletten machen eine vielseitigere, lebendigere Lichtverteilung als Jalousien.

Markisoletten scheinen für Besprechungs-, Versammlungsräume, Kantinen usw. geeignet zu sein, Jalousien sind dagegen die bessere Wahl für Räume mit Büroarbeitsplätzen.

Thematisch verwandt mit dem Licht ist die Farbe. Diese Thema ist erst spät zum Methodenportfolio des Projekts hinzugekommen, die Arbeiten haben erst begonnen.

Im Lichtdesign ist eine ausgewogene Verteilung der Leuchtdichten im Raum bzw. im Blickfeld das Ziel. Die Balance zwischen Monotonie und zu großen Kontrasten, die beide das Auge ermüden, soll gehalten werden.

Analog strebt eine Farbgestaltung ausgewogene Kompositionen an, bei denen auch die Tagesbelichtung (Nordfenster? Westfenster?), die Art der Tätigkeit im Raum einbezogen werden.

Farbgestaltung kann auf besonderen Flächen fließende Übergänge zur bildenden Kunst haben, wie hier beim Stucco Veneziano, aber im allgemeinen um vorsichtige Schritte aus dem Standardweiß in Richtung differenzierter farbiger Tönungen, wie hier …

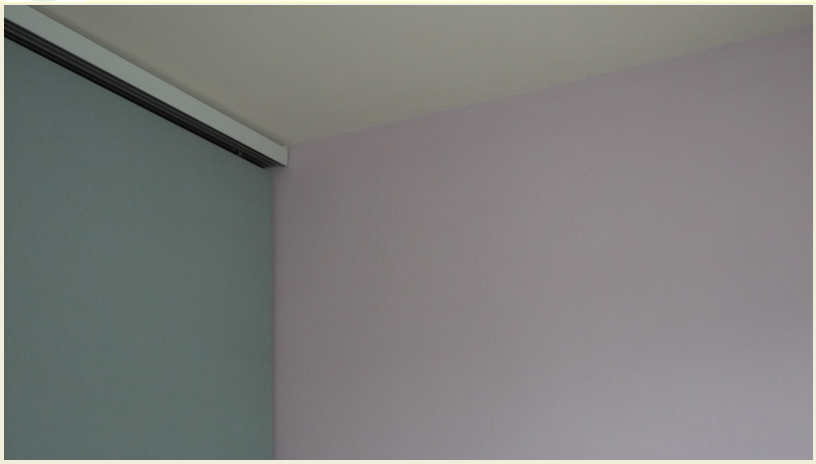
– wo sie gut sehen können, dass ein leichtes Gelb heller wirkt als das eigentlich hellere Weiß, das aber im Schatten sofort grau wirkt.

Farbgestaltung: Ausblick

...63

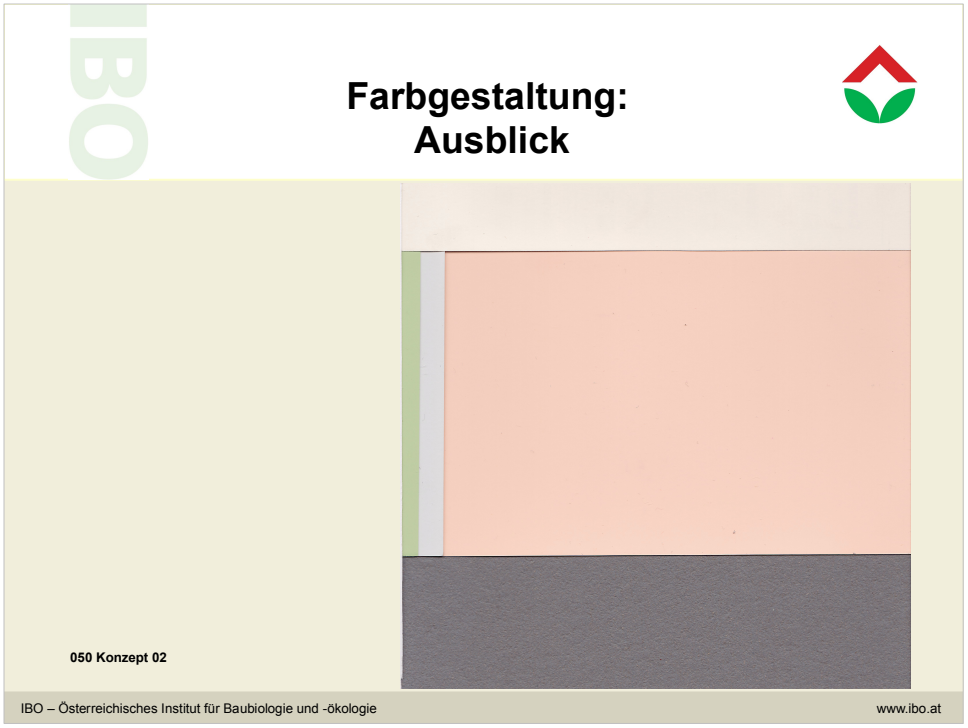
Farbgestaltung kann auchn Teilräume in Räumen herausarbeiten, wie hier in diesem Wohnzimmerambiente

Farbgestaltung: Ausblick



...19

Ein Beispiel für harmonische Kontraste. Hier kann man auch beobachten, dass farbige Schatten entstehen, die die Farben nochmals modifizieren

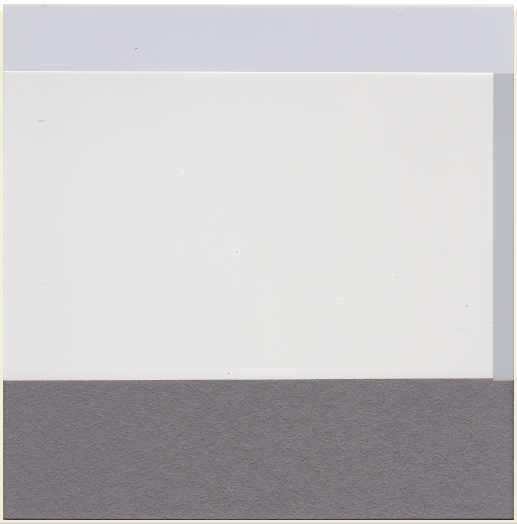


Farbkonzepte werden als abstrakte Flächenensembles entwickelt, die die proportionen der Flächenanteile von Fußboden, Wänden, der Decke, Türen und dem Mobiliar wiedergeben.

Hier ein Beispiel,

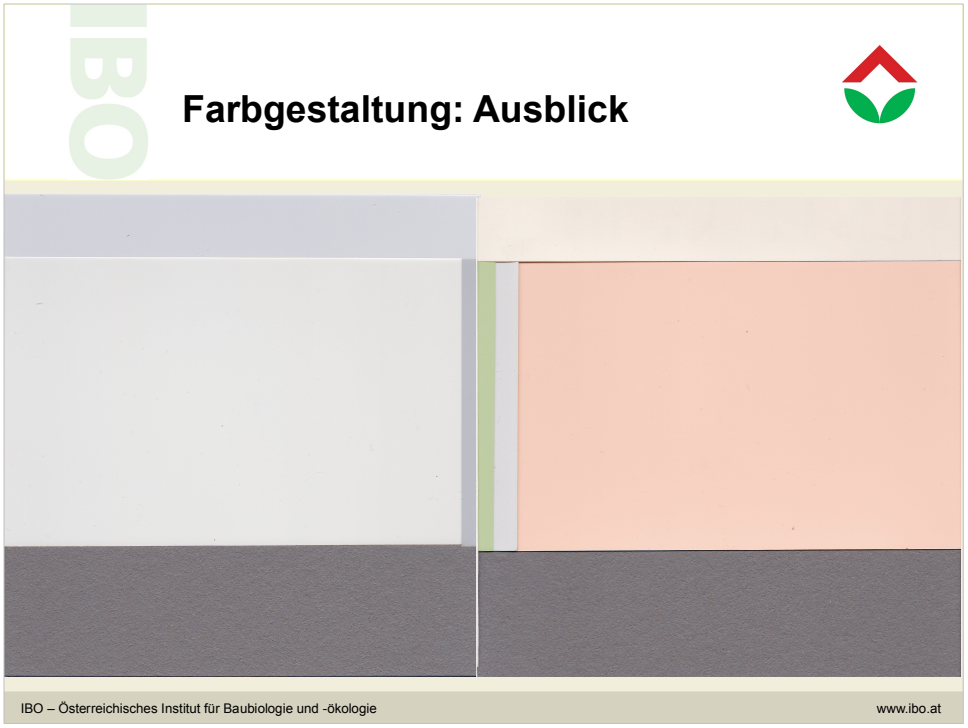
als nächstes der Vergleich mit einer Standardausstattung in Weiß

Farbgestaltung: Ausblick



mit der natürlichen Vergrauung und grauen Türen – das symbolisiert der schmale Streifen an der Seite!

… sowie eine Zusammenschau der beiden Konzepte



… sowie eine Zusammenschau der beiden Konzepte

Komfortkriterien
EN ISO 7730:2006, Tab. A.1

Kate-gorie	Thermischer Zustand des Körpers insgesamt		Lokale Unbehaglichkeit			
	Voraus-gesagter Prozentsatz an Unzufriedenen PPD %	Vorausgesagtes mittleres Votum PMV	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund von Zugluft DR %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund vertikaler Temperatur-unterschiede %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund warmer oder kalter Fußböden %	Prozent an Unzufrie-denen auf Grund von asymme-trischer Strahlung %
A	< 6	- 0,2 < PMV < 0,2	< 10	< 3	< 10	< 5
B	< 10	- 0,5 < PMV < 0,5	< 20	< 5	< 10	< 5
C	< 15	- 0,7 < PMV < 0,7	< 30	< 10	< 15	< 10

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

zurück zur Methodik

Leitend für das Versuchsprogramm sind die Komfortkriterien der EN ISO 7730, die in ihren neueren Versionen (ab 2006) Komfortklassen vorsieht.

Diese gehen über den thermischen Komfort hinaus und berücksichtigen u.a. auch Diskomfort infolge Zugluft.

Die Prozentzahlen an Unzufriedenen demonstrieren die Bedeutung von Luftbewegungen. Bis unter 10 Prozentpunkte Unzufriedene müssen auch in der höchsten Komfortklasse A gewärtigt werden.

Luftbewegungen, Zuglufterscheinungen können durch Undichtigkeiten in der Gebäudehülle (ausgebaute Dachböden mit Frischluft aus den Steckdosen …) oder (früher) durch Verglasungen mit schlechten Dämmwerten.

Aber auch in gut gebauten Passivhaus-Büros können Zugerscheinungen durch die Lüftungeanlage oder durch Kühlflächen auftreten, wie Arbeiten der TU Dresden gezeigt haben.

Dies hat uns veranlasst, unser methodisches Programm um Dynamische Gebäudesimulation zu erweitern (und dafür auch gleich die Dresdner Kollegen zu engagieren).

1:22

Dynamische Strömungssimulation: Aufgabenstellung

1. Luftalter (Luftwechselrate)
2. CO_2-Konzentration
3. Luftgeschwindigkeit
4. Temperaturen

für Heiz- und Kühlfall

für verschiedene Lüftungs-, Beheizungs- und Kühlkonzepte

IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

Aus Präsentation Rösler 24.09.10

Untersuchung thermischer Behaglichkeit und Raumluftqualität in einem ausgewählten Büroraum in Passivhaus-Bauweise mittels gekoppelter Gebäude- und Raumluftströmungssimulation

Berücksichtigung verschiedener Lüftungs-, Beheizungs- und Kühlkonzepte

Simulation einer ungekoppelten Einschwingphase und jeweils einer gekoppelten Periode – im Heizfall mit konstanter Außentemperatur / im Kühlfall mit realem Witterungsverlauf

Instationäre Simulation von

Geschwindigkeitsfeld

Temperaturverteilung

Luftalter : lokaler Luftaustauschindex epsilon hoch a tief p, t

CO_2-Verteilung

Berechnung abgeleiteter Größen wie

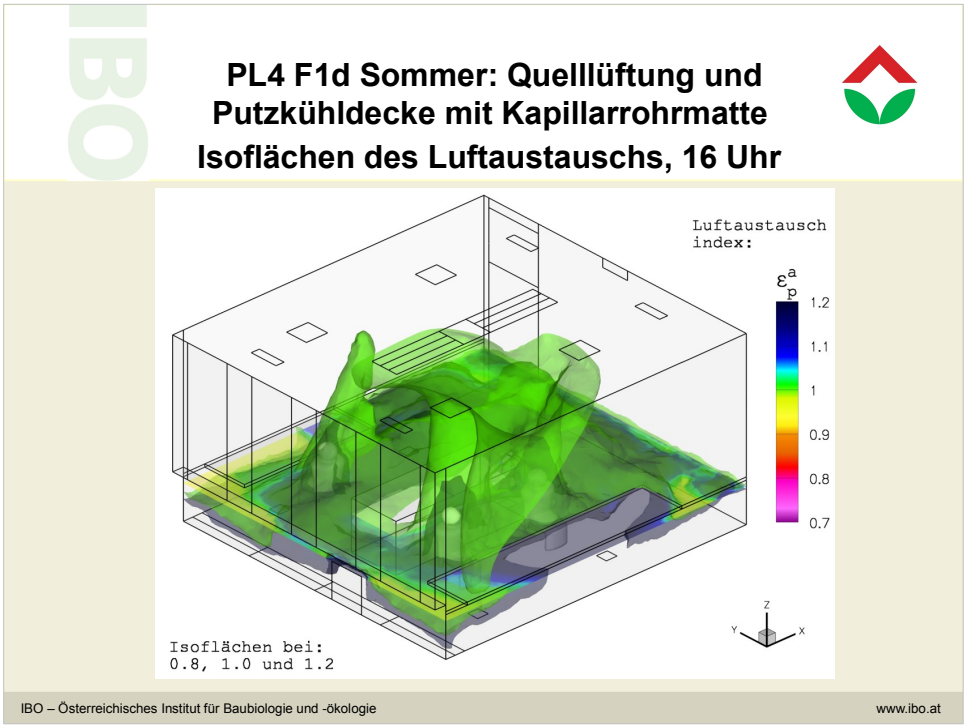
PMV,

Operative Temperatur,

Temperatur raumumschließender Flächen

: Zugluftrisiko DR (EN 7730) in die Temperatur, Geschwindigkeit und Turbulenzgrad der Luft eingehen

1:30



Quelluftauslass unterhalb Fensterfassade

105m^3/h, 4 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

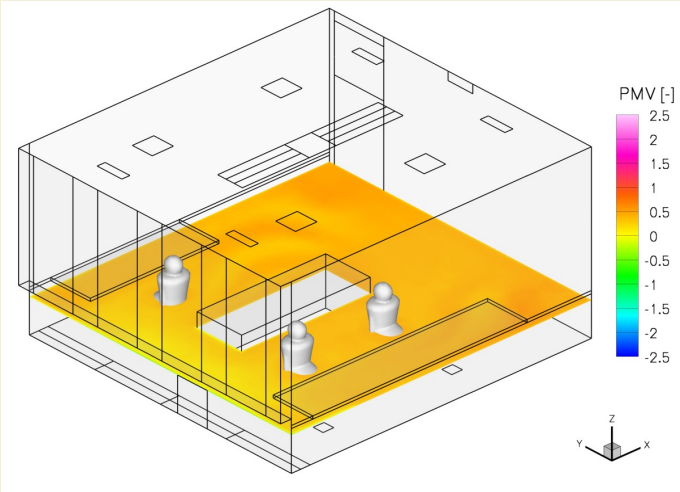
Luftabsaugung oberhalb der Tür

Im Sommer wird als Zeitpunkt der Beurteilung 16:00 Uhr ausgewählt, also die Zeit in der das Drama der Überwärmung seinem täglichen Höhepunkt zusteuert.

Man sieht sehr schön, wie die Luft um die Personen, infolge deren Körperwärme aufsteigt: Die Theorie der Quellluft anschaulich gemacht.

Fazit …Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die 26 °C im PMV-Index schon als etwas zu warm anzumerken sind.

PL4 F1d Sommer: Quelllüftung und Putzkühldecke mit Kapillarrohrmatte PMV in 0,6 m Höhe, 16 Uhr



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

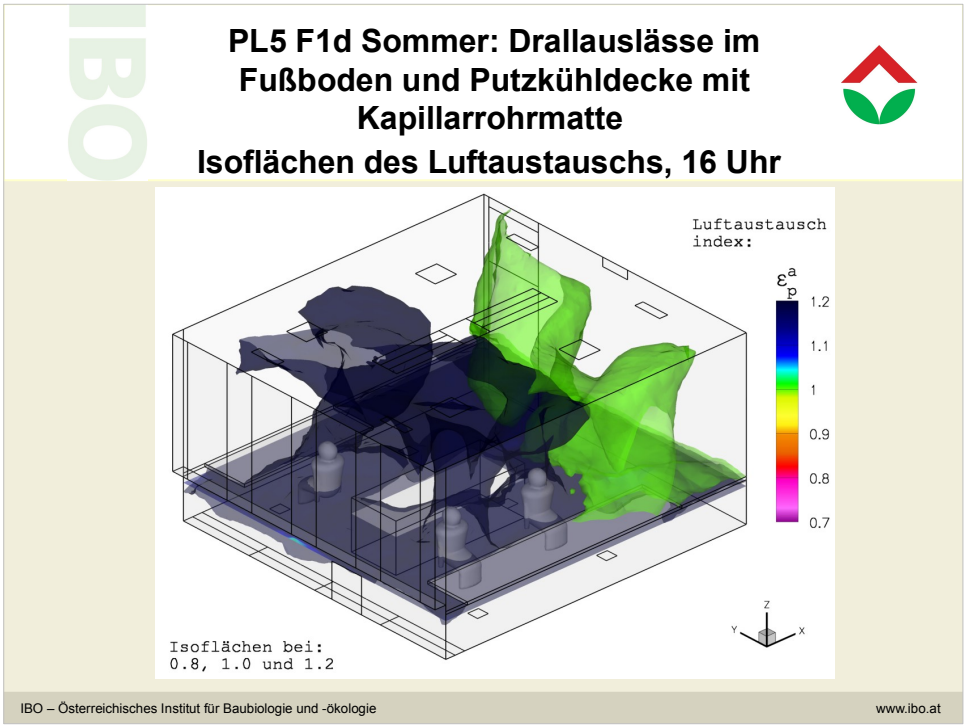
Quelluftauslass unterhalb Fensterfassade

105m^3/h, 4 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

Fazit …Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die 26 °C im PMV-Index schon als etwas zu warm anzumerken sind.



5 Drallauslässe im Bodenbereich, Durchmesser 150 mm

105m^3/h, gleichmäßig auf alle Auslässe aufgeteilt, 4 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

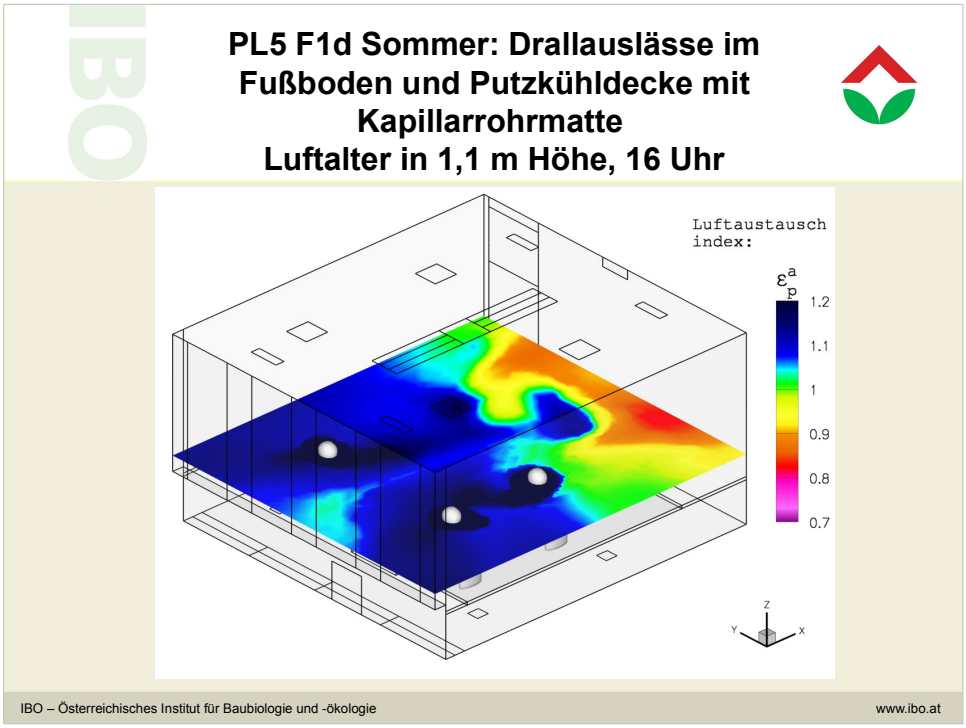
Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

Luftabsaugung oberhalb der Tür

Hier sind die Quelluftauslässe durch Drallauslässe ersetzt.

Es bilden sich zwei Zonen

„Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Versorgung mit Frischluft im Innenwandbereich etwas schlechter ist, als im Falle des Quellluftauslasses.“



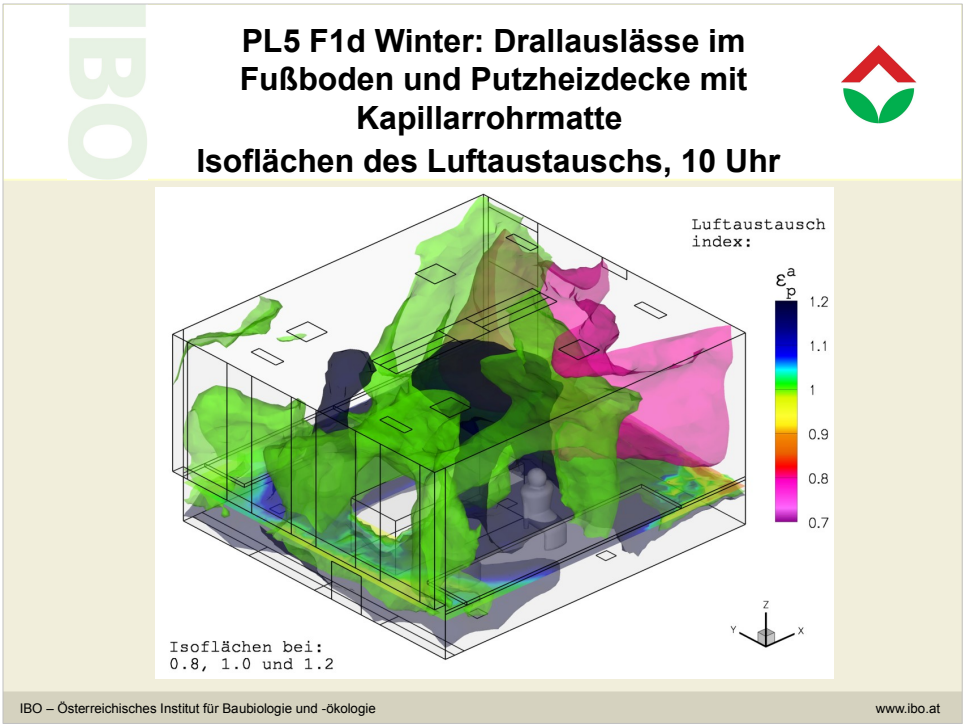
5 Drallauslässe im Bodenbereich, Durchmesser 150 mm

105m^3/h, 4 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

„Hierbei ist jedoch anzumerken, dass die Versorgung mit Frischluft im Innenwandbereich etwas schlechter ist, als im Falle des Quellluftauslasses.“



5 Drallauslässe im Bodenbereich, Durchmesser 150 mm

105m³/h, 2 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

Nun dieselbe Konfiguration im Winter

Der Zeitpunkt ist 10 Uhr vormittags an einem Montag, also dem zeitpunkt wo es am ehesten zu kalt sein kann

Wieder die Drallauslässe

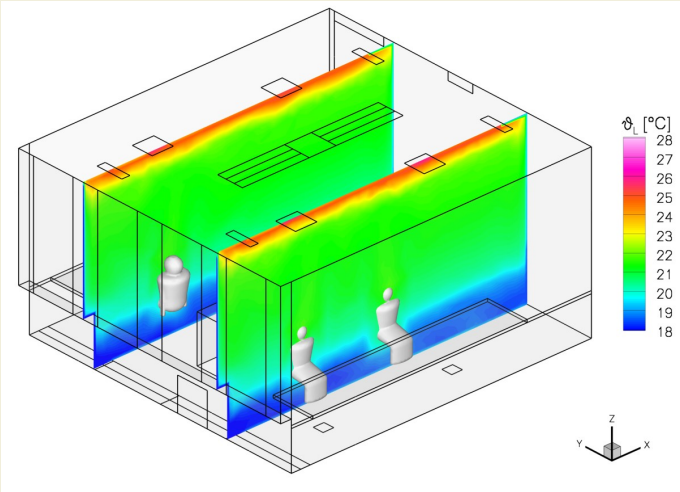
Die Decke heizt nun statt zu kühlen

Die beiden Zonen des Luftalters prägen sich noch deutlicher aus als im Sommer

„… stabile Temperaturschichtung im Raum. Wärme bleibt oben, trotzdem im Laufe des Tages Überhitzung.

Vorschlag: Zuluft früh (morgens) mit Übertemperatur einbringen, erst zur Nutzungstzeit auf 2 K Untertemperatur umschalten.

PL5 F1d Winter: Drallauslässe im Fußboden und Putzheizdecke mit Kapillarrohrmatte
Lufttemperatur Vertikalschnitt, 10 Uhr



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

5 Drallauslässe im Bodenbereich, Durchmesser 150 mm

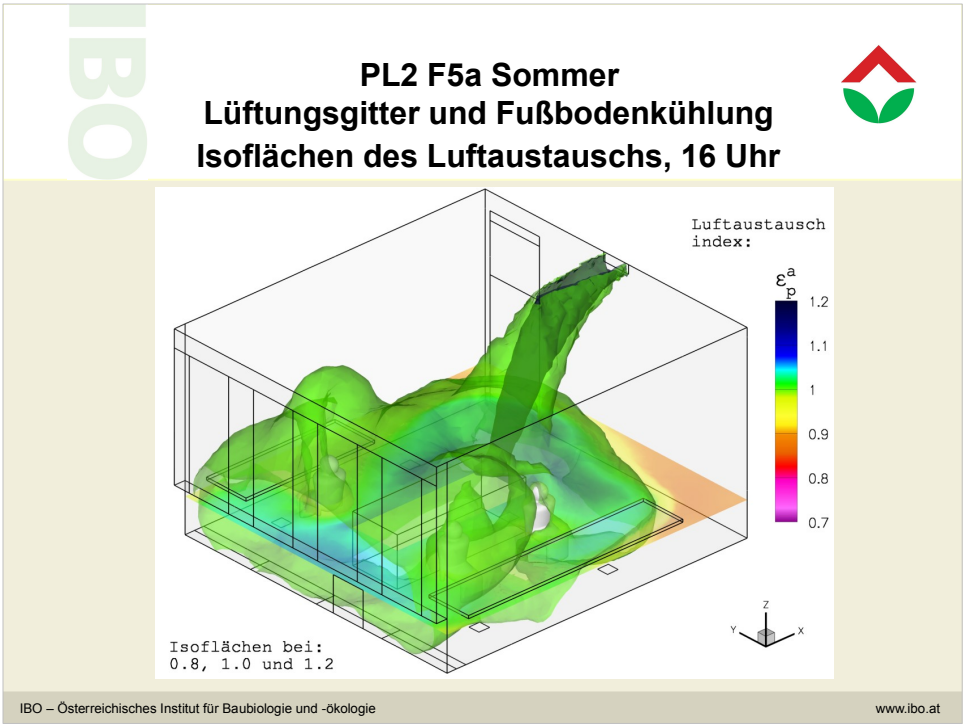
105m^3/h, 2 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorposition 0,6 m Höhe zwischen den beiden Personen.

Sollttemperatur für Sensor 26°C (Operative Temperatur)

„… stabile Temperaturschichtung im Raum. Wärme bleibt oben, trotzdem im Laufe des Tages Überhitzung.

Vorschlag: Zuluft früh (morgens) mit Übertemperatur einbringen, erst zur Nutzungstzeit auf 2 K Untertemperatur umschalten.

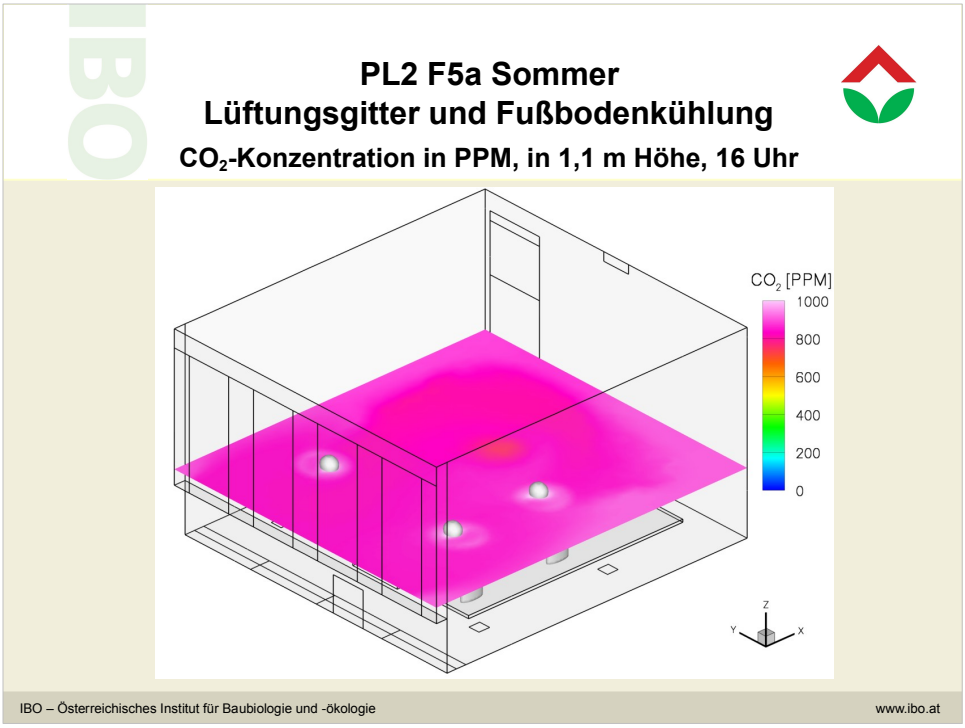


Keine abgehängte Decke: Raumhöhe 3,3 m

1 Lüftungsgitter mittig oben an der Innenwand, Abmaße 325 x 125 mm
konstanter Volumenstrom 105 m3/h, 6 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

Sensorpunkt zwischen den beiden Personen in 0,6 m Höhe. Solltemperatur 26 °C

„Solltemperatur über den ganzen Nutzungsbereich überschritten, Raum zu warm
Fußbodenkühlung reicht nicht aus
inhomogenes Strömungsfeld
Frischluftversorgung und CO2-Abtransport schlechter als bei anderen Varianten: Durchmischung von Zu- und Raumluft“



1 Lüftungsgitter mittig oben an der Innenwand, Abmaße 325 x 125 mm

konstanter Volumenstrom 105 m3/h, 6 K unterhalb Sensortemperatur, gleitend

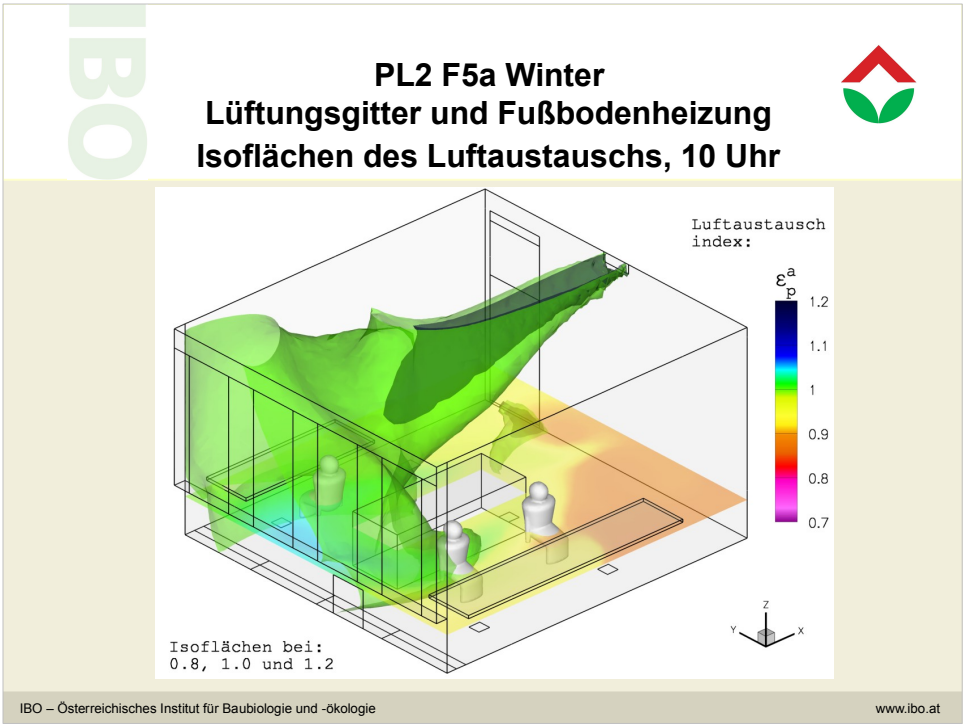
Sensorpunkt zwischen den beiden Personen in 0,6 m Höhe. Solltemperatur 26 °C

Solltemperatur über den ganzen Nutzungsbereich überschritten, Raum zu warm

Fußbodenkühlung reicht nicht aus

inhomogenes Strömungsfeld

Frischluftversorgung und CO2-Abtransport schlechter als bei anderen Varianten: Durchmischung von Zu- und Raumluft



Keine abgehängte Decke: Raumhöhe 3,3 m

1 Lüftungsgitter mittig oben an der Innenwand, Abmaße 325 x 125 mm

konstanter Volumenstrom 105 m3/h, isotherm mit Sensortemperatur, gleitend

Sensorpunkt zwischen den beiden Personen in 0,6 m Höhe. Solltemperatur 22 °C

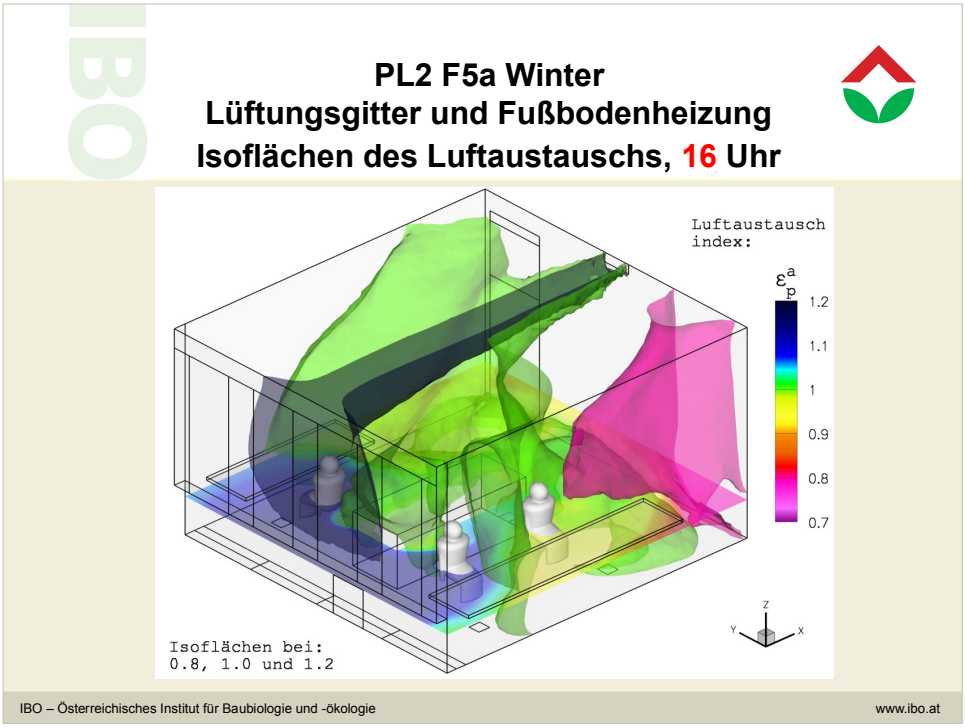
Solltemperatur wird schnell erreicht. Danach reichen interne Quelen alleine für Heizung.

Raum etwas zu warm

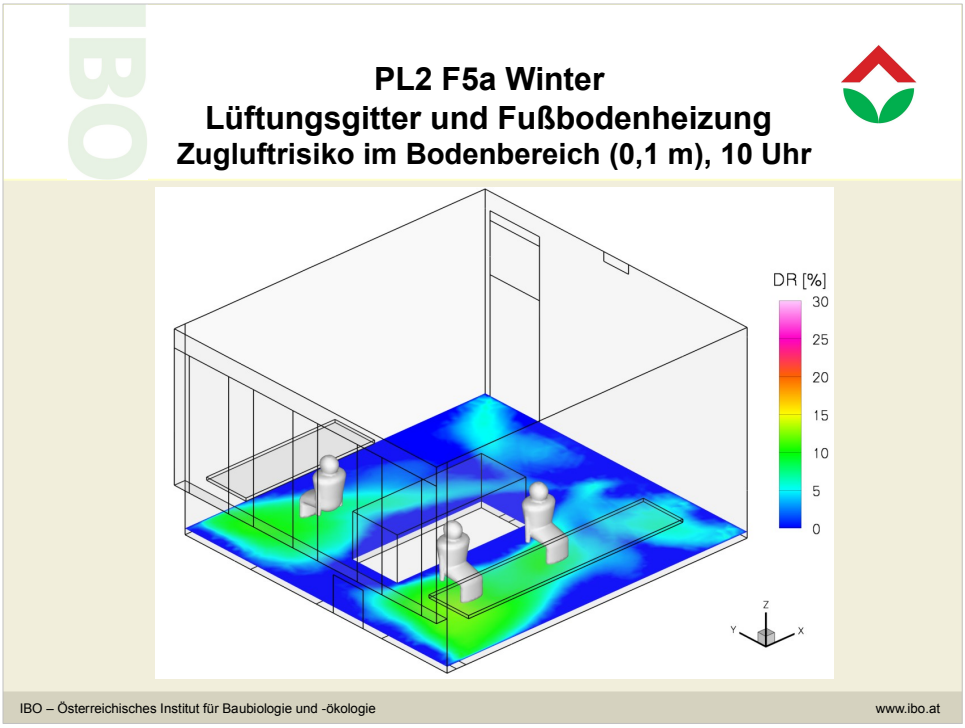
Isotherme Luftführung;: schlechtere Versorgung des Raumes mit Frischluft: Vermischung mit Raumluft schon im oberen Bereich des Raumes

Zuluftstrahl verstärkt Fallströmung an kühler Glasfassade: leichte Zugerscheinung.

Im Laufe des Tages verstärken sich die Tendenzen noch, wie die folgende Abbildung von 16 Uhr zeigt



Der Effekt der Luftvermischung schon im oberen Raumbereich verstärkt sich im Laufe des Tages noch.



Keine abgehängte Decke: Raumhöhe 3,3 m

1 Lüftungsgitter mittig oben an der Innenwand, Abmaße 325 x 125 mm

konstanter Volumenstrom 105 m3/h, isotherm mit Sensortemperatur, gleitend

Sensorpunkt zwischen den beiden Personen in 0,6 m Höhe. Solltemperatur 22 °C

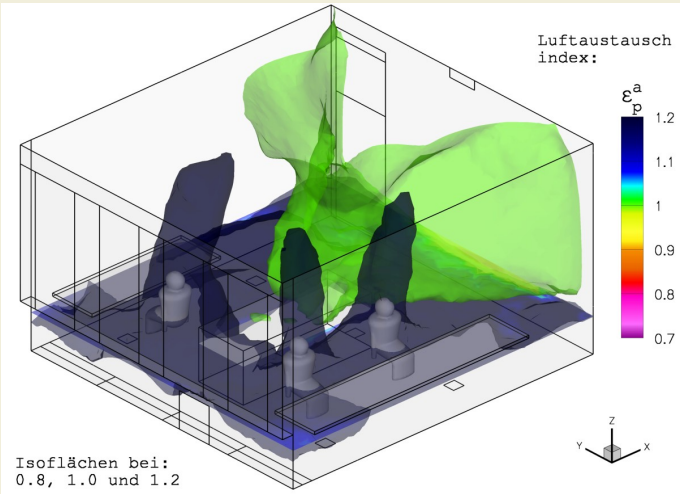
Solltemperatur wird schnell erreicht. Danach reichen interne Quelen alleine für Heizung.

Raum etwas zu warm

Isotherme Luftführung;: schlechtere Versorgung des Raumes mit Frischluft: Vermischung mit Raumluft schon im oberen Bereich des Raumes

Zuluftstrahl verstärkt Fallströmung an kühler Glasfassade: leichte Zugerscheinung.

PL4 F2A Sommer: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Isoflächen des Luftaustauschs, 16 Uhr



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

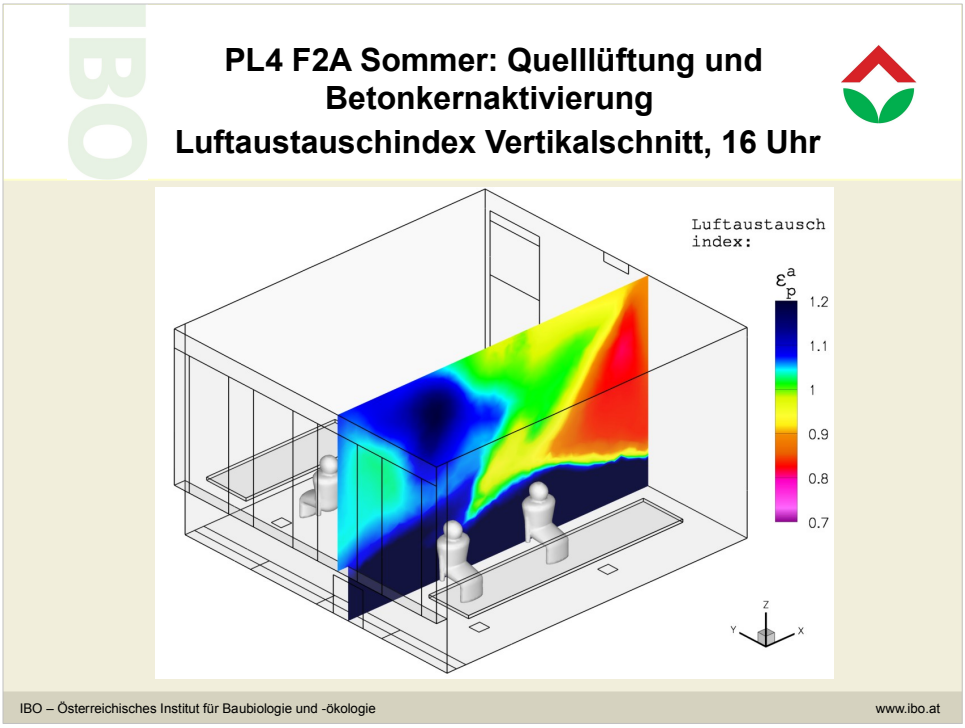
Keine abgehängte Decke: Raumhöhe 3,3 m

Quelluftauslass unterhalb der Fensterfassade

konstanter Volumenstrom 105 m3/h, 4 K unter Raumluftsensortemperatur, gleitend

Sensorpunktan der Decke. Solltemperatur 23 °C

Eindrucksvoll die Visualisierung der Theorie der Quelllüftung: um die Personen wachsen Säulen des Luftaustauschs.



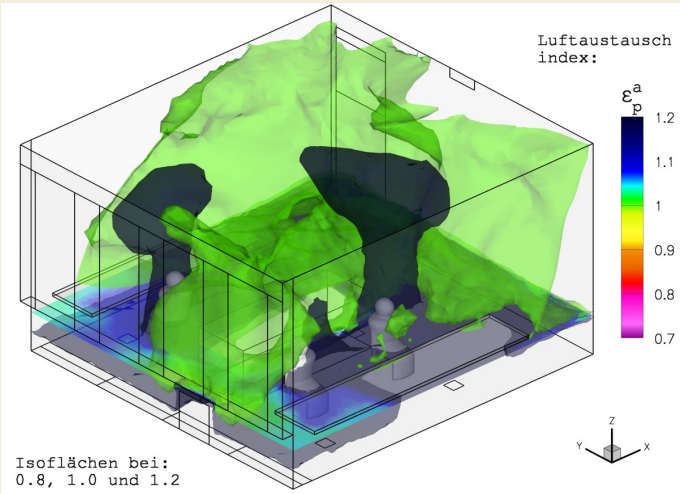
Keine abgehängte Decke: Raumhöhe 3,3 m

Quellluftauslass unterhalb Fensterfassade, konstanter Volumenstrom 105 m3/h, Zulufttemperatur 4 K unter Raumluftsensortemperatur, gleitend.

Sensor an der Decke. Solltemperatur 23 °C

…sehr gute Belüftung und Klimatisierung unter den hier modellierten sommerlichen Bedingungen“

PL4 F2A Winter: Quelllüftung und Betonkernaktivierung
Isoflächen des Luftaustauschs, 10 Uhr



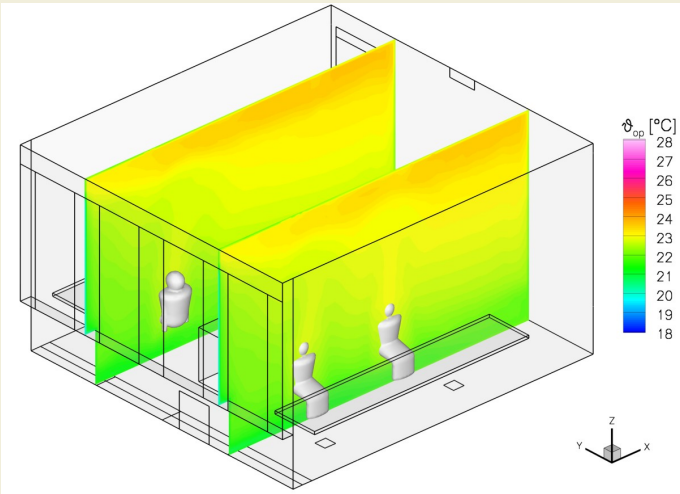
Quellluftauslass unterhalb Fensterfassade, konstanter Volumenstrom 105 m3/h, Zulufttemperatur 4 K unter Raumluftsensortemperatur, gleitend.

Sensor an der Decke. Solltemperatur 24 °C

…sehr gute Belüftung und Klimatisierung “

PL4 F2A Winter: Quelllüftung und Betonkernaktivierung

Operative Temperatur, Vertikalschnitt, 10 Uhr



IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie www.ibo.at

Quellluftauslass unterhalb Fensterfassade, konstanter Volumenstrom 105 m3/h, Zulufttemperatur 4 K unter Raumluftsensortemperatur, gleitend.

Sensor an der Decke. Solltemperatur 24 °C

„…lediglich zwischen 8 und 10 Uhr gibt es eine leichte Unterschreitung der geforderten Solltemperatur. Da die Temperaturen allerdings trotzdem noch bei 21 °C liegen, ist nicht von einer Beeinträchtigung der Nutzer auszugehen.“

Quellluftauslass unterhalb Fensterfassade, konstanter Volumenstrom 105 m3/h, Zulufttemperatur 4 K unter Raumluftsensortemperatur, gleitend.

Sensor an der Decke. Solltemperatur 24 °C

„…lediglich zwischen 8 und 10 Uhr gibt es eine leichte Unterschreitung der geforderten Solltemperatur. Da die Temperaturen allerdings trotzdem noch bei 21 °C liegen, ist nicht von einer Beeinträchtigung der Nutzer auszugehen.“