

## Die erste Passivhaus-Klinik Europas ein Pilotprojekt!

Ein Vortrag von:

Karsten Valentin  
Geschäftsführer der ZEG mbH

Bauherr: **Zentrale Errichtungs Gesellschaft mbH**  
für das Klinikum Frankfurt Höchst  
Peter-Fischer-Allee 23  
65929 Frankfurt  
Telefon: 069 9349335-0  
Telefax: 069 9349335-39  
E-Mail: [info@zeg-ffm.de](mailto:info@zeg-ffm.de)  
[www.neubau-klinikum-frankfurt.de](http://www.neubau-klinikum-frankfurt.de)





# FUNKTIONSVERTeilUNG



**Ebene 05 I** Allgemeinpflege + Wahlleistung  
+ Palliativpflege

**Ebene 04 I** Allgemeinpflege +  
Neurologie u. Neurochir.

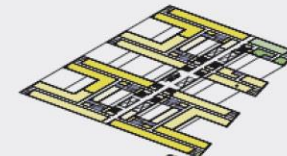
**Ebene 03 I** Kinder + Entbindung

**Ebene 02 I** Technik + Geriatrie + Pathologie  
Nuklearmedizin

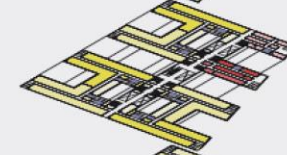
**Ebene 01 I** Interventionsbereich + ITS +  
Medizinisches Zentrum

**Ebene 00 I** Eingangsbereich,  
Notaufnahme, Radiologie,  
Zentren und Cafeteria

**Ebene -1 I** Logistik



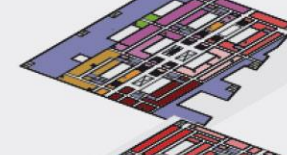
E 05



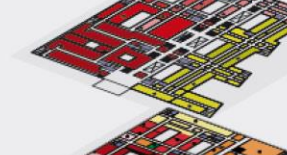
E 04



E 03



E 02



E 01



E 00

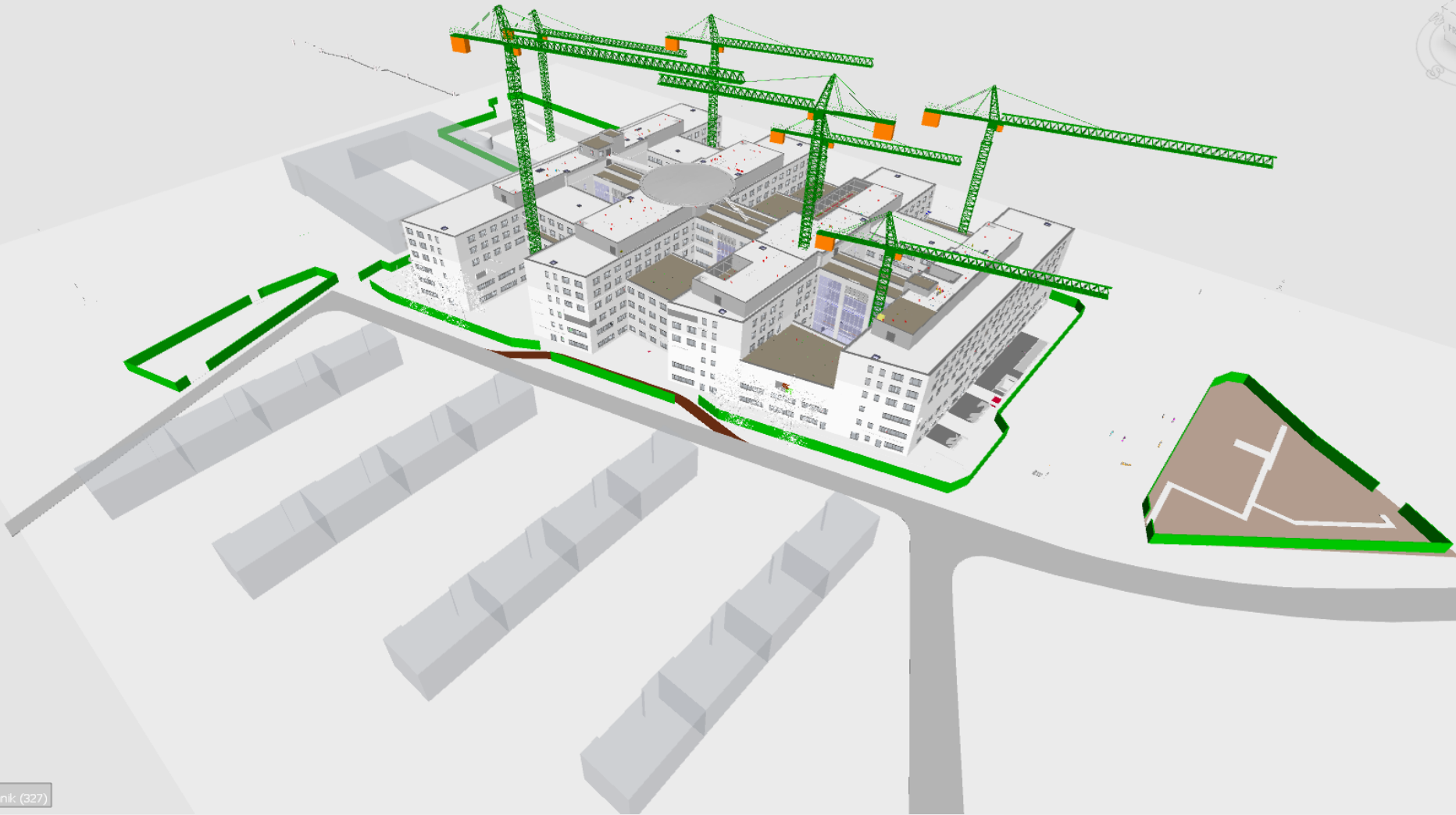


E -1

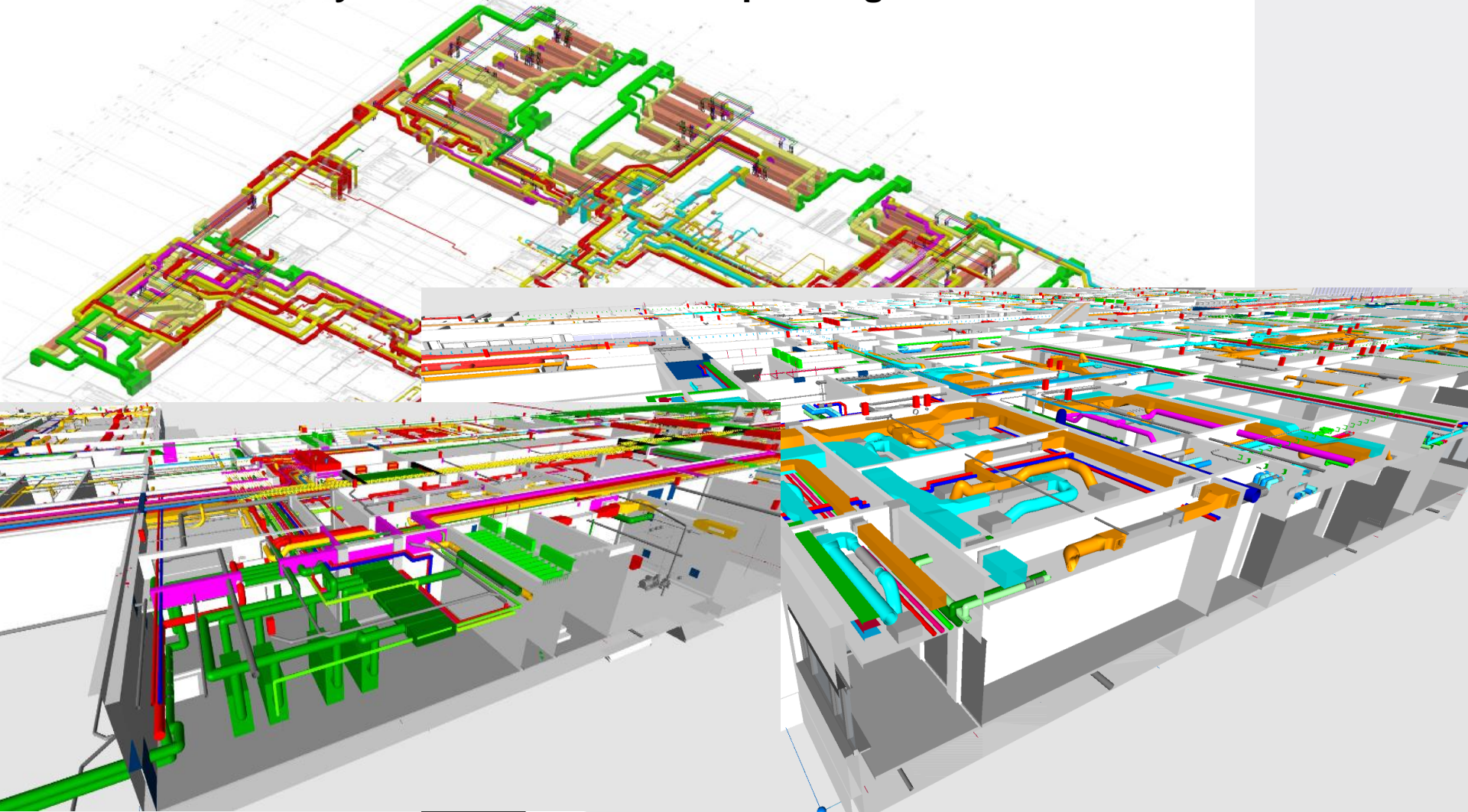
# PROJEKTSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN



**BIM Modell**     Aktueller Stand



## BIM Modell – 3D dynamische Simulationsplanung der Gebäudetechnik



## PASSIVHÄUSER: Interne Gewinne

Beispiele für Nutzungsspezifische Leistung

Wohngebäude	2,1 W/m <sup>2</sup>
Schule	2,8 W/m <sup>2</sup>
Büro	3,5 W/m <sup>2</sup>
Heime	4,1 W/m <sup>2</sup>

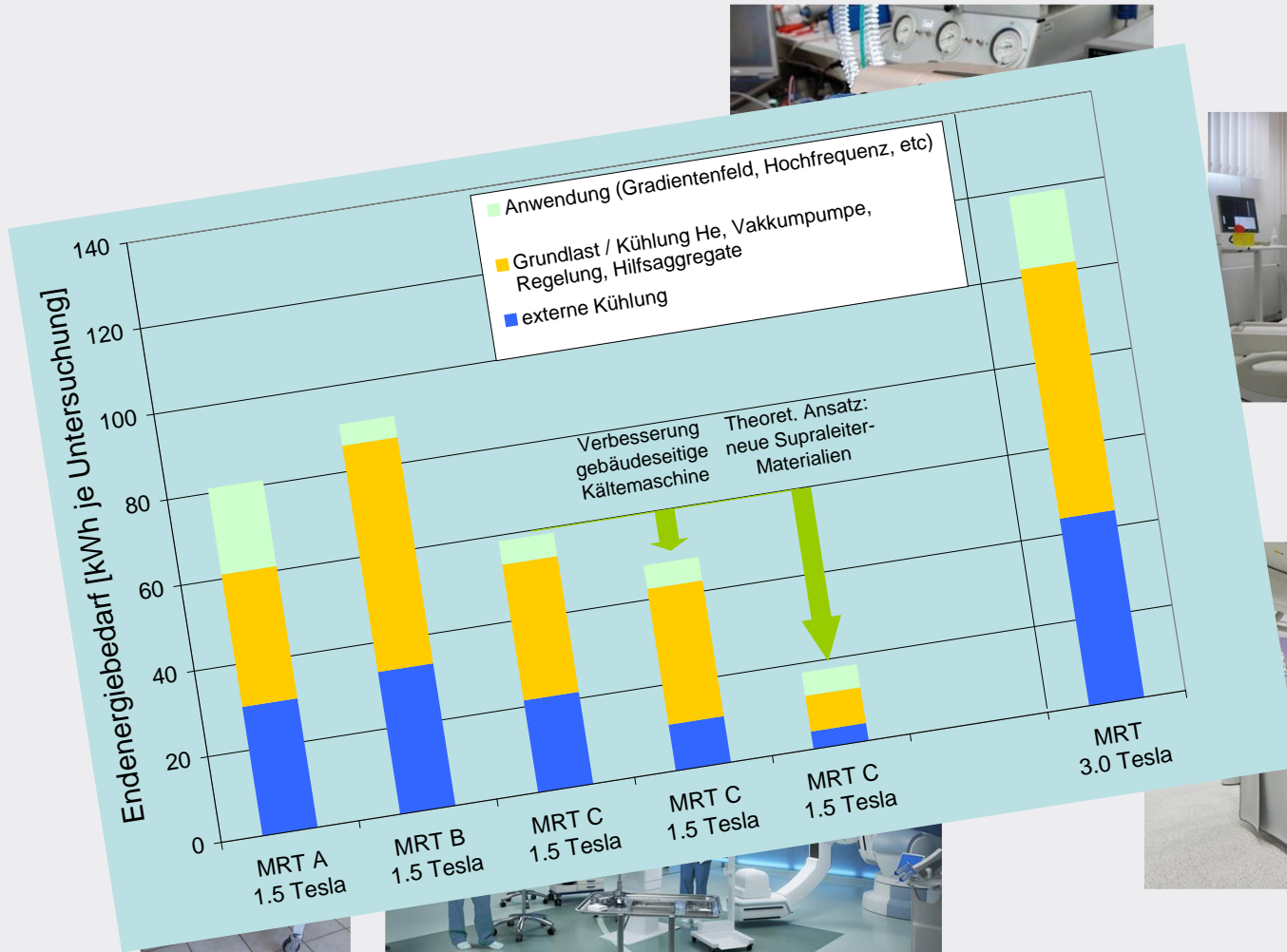
→ nutzbar in der Heizzeit, beim Passivhaus Standard:

205 Tage pro Jahr (7 Monate, Oktober-Mai)

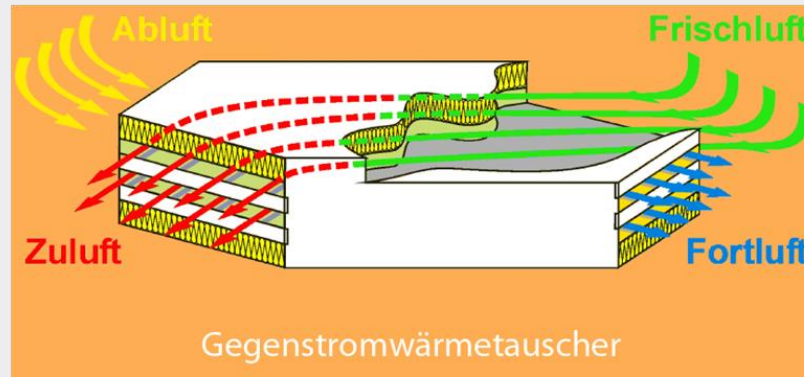
→ Im Krankenhaus ca. 8 W/m<sup>2</sup> durch hohe „Prozesswärme“

# ENERGETISCHE ANFORDERUNGEN

**Krankenhäuser: Interne Gewinne sind riesig !!**



## Passivhaus: Hygiene, Gerüche und Immission



- Durch die einfache Technik wird über einen rekuperativen Kreuzwärmetauscher die verbrauchte Abluft an der Frischluft vorbeigeführt. Ohne, dass sie sich vermischen, übernimmt die Frischluft die Wärmeenergie der Abluft zu 80 bis 88 %
- Die „verbrauchte Luft wird ins Freie geführt, damit einhergehend auch unangenehme Gerüche. Die CO<sub>2</sub> Werte für Innenräume nach BImSch werden so jederzeit messbar eingehalten. Dabei wird durch die Druckverhältnisse im Abluftsystem zusätzlich sicher gestellt, dass keine hygienische Beeinträchtigung von Nachbarräumen eintritt (Patientenzimmer)



## Passivhaus: Behaglichkeit und Fenster zum Öffnen

- Durch die infolge besserer Wärmedämmwerte angenehmen Oberflächentemperaturen der Außenwände und der Fensterflächen entsteht keinerlei Zug- oder Kälteempfinden mehr durch z.B. große Temperaturunterschiede zwischen Oberflächen- zu Raumtemperatur
- Die Folge ist Behaglichkeit im gesamten Raum
- Das älteste Vorurteile das Fenster öffnen: **Selbstverständlich können die Fenster geöffnet werden!**
- Es macht halt besonders bei niedrigen Temperaturen weniger Sinn als bei einem klassischen Bau, weil man auch ohne öffnen wesentlich bessere Luft im Raum hat. Subjektiv wie objektiv
- An warmen Tagen ist es hingegen überhaupt kein Problem die Fenster zu öffnen

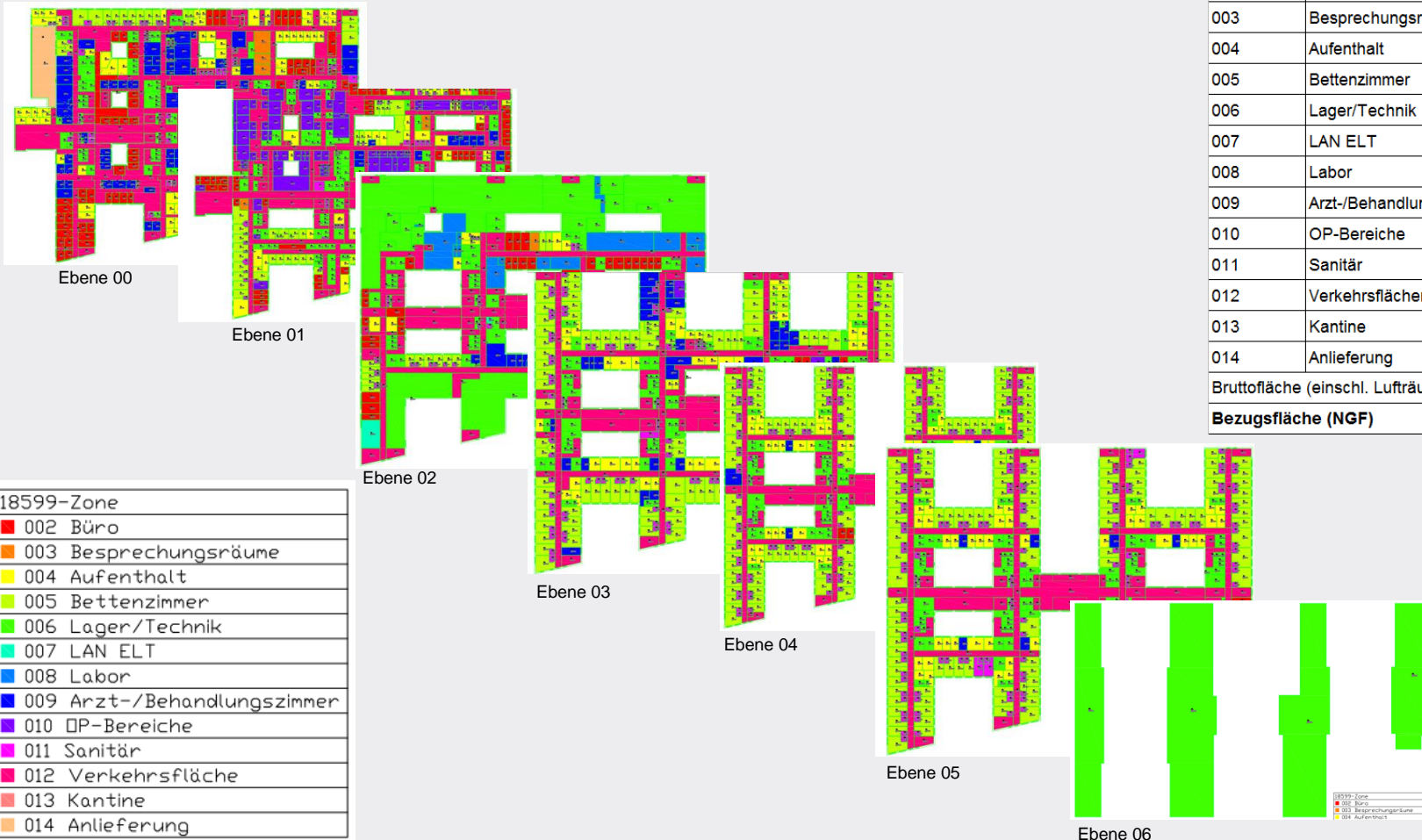
**Im Krankenhausbau wird durch die LTA auch das Wohlbefinden der Patienten und des Personal zunehmen, weil z.B. lästige Objektgerüche so gut wie nicht mehr auftreten!**



# PROJEKTSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN

## Energetische Bewertung nach DIN V 18599:

### Modellerstellung und Zonierung:



Nr.	Zonenbezeichnung	Fläche
002	Büro	3.659 m <sup>2</sup>
003	Besprechungsräume	592 m <sup>2</sup>
004	Aufenthalt	5.596 m <sup>2</sup>
005	Bettzimmer	10.015 m <sup>2</sup>
006	Lager/Technik	18.949 m <sup>2</sup>
007	LAN ELT	93 m <sup>2</sup>
008	Labor	1.015 m <sup>2</sup>
009	Arzt-/Behandlungszimmer	3.719 m <sup>2</sup>
010	OP-Bereiche	1.899 m <sup>2</sup>
011	Sanitär	2.628 m <sup>2</sup>
012	Verkehrsflächen	23.274 m <sup>2</sup>
013	Kantine	354 m <sup>2</sup>
014	Anlieferung	396 m <sup>2</sup>
Bruttofläche (einschl. Lufträume)		72.191 m <sup>2</sup>
<b>Bezugsfläche (NGF)</b>		<b>69.900 m<sup>2</sup></b>

18599-Zone	
■	002 Büro
■	003 Besprechungsräume
■	004 Aufenthalt
■	005 Schlafzimmer
■	006 Lager/Technik
■	007 LAN ELT
■	008 Labor
■	009 Arzt-/Behandlungszimmer
■	010 OP-Bereiche
■	011 Sanitär
■	012 Verkehrsfläche
■	013 Kantine
■	014 Anlieferung

# PROJEKTSPEZIFISCHE ANFORDERUNGEN



Energetische Bewertung nach DIN V 18599:

Modellerstellung und Zonierung:

*Projektberechnung: Zahlen und Ergebnisse*

*Forschung „LIVE“*

*Lassen Sie sich überraschen 😊*

## Energetische Bewertung nach DIN V 18599:

### Anlagentechnik - Heizungstechnik:

Wärmeerzeuger: Gas-Brennwertkessel

Umwälzpumpen: Auslegung auf den Bedarf  
Konstantdruckregelung } Anforderung <sup>0)</sup>: Hocheffizienzpumpen

Verteilung: Zweirohrnetz (abgeglichen)  
thermischen Hülle (innerhalb) } Anforderung <sup>0)</sup>: nicht in unbeheizte Räume

<sup>0)</sup> Anforderungswert gemäß Empfehlung zu Passivhaus-Qualitätsanforderungen (Stand: 04.07.2012)

## Energetische Bewertung nach DIN V 18599 - **Kühlung:**

### Anlagentechnik - Kältetechnik:

→ Deckungsanteil: 37 %



Kälteerzeuger 1: Freie Kühlung

Kälteerzeuger 2: Kältemaschine (luftgekühlt) mit Turboverdichter

Umwälzpumpen: Pumpenbetrieb (geregelt)  
optimale Adaption

} Anforderung <sup>0)</sup>: Hocheffizienzpumpen



Verteilung: Zweirohrnetz (abgeglichen)  
thermischen Hülle (innerhalb)

} Anforderung <sup>0)</sup>: nicht in unbeheizte Räume



<sup>0)</sup> Anforderungswert gemäß Empfehlung zu Passivhaus-Qualitätsanforderungen (Stand: 04.07.2012)

## Energetische Bewertung nach DIN V 18599:

### Anlagentechnik - Raumluftechnik:

- Wärmerückgewinnung: 80 % → Anforderungswert <sup>0)</sup>:  $\eta_{WRG} \leq 80 \%$  
- Leistungsbedarf Ventilator: 2.800 W/(m<sup>3</sup> s) → Anforderungswert <sup>0)</sup>: 1.640...1.080 W/(m<sup>3</sup> s) 
- Ventilatorwirkungsgrad: 50 % (mittel nach DIN EN 13779) → Anforderungswert <sup>0)</sup>: hohe Effizienz 
- Druckverluste von Bauteilen: **niedrig** (nach DIN EN 13779) → Anforderungswert <sup>0)</sup>: Kanalsystem < 200 Pa 

Tabelle A.8 — Beispiele für die Druckverluste von Bauteilen in Luftbehandlungseinheiten

Bauteil	Druckabfall in Pa		
	Niedrig	Normal	Hoch
Luftleitungssystem Zuluft	200	300	600
Luftleitungssystem Fortluft	100	200	300
Heizregister	40	80	100
Kühlregister	100	140	200
Wärmerückgewinnungseinheit H3 <sup>a</sup>	100	150	250
Wärmerückgewinnungseinheit H2-H1 <sup>a</sup>	200	300	400
Befeuchter	50	100	150
Luftwäscher	100	200	300
Luftfilter F5-F7 je Filterstufe <sup>b</sup>	100	150	250
Luftfilter F8-F9 je Filterstufe <sup>b</sup>	150	250	400
HEPA-Filter	400	500	700
Gasfilter	100	150	250
Schalldämpfer	30	50	80
Luftdurchlass	30	50	100
Lufteinlass und -auslass	20	50	70

→ Durchschnittswert: 160 Pa



<sup>0)</sup> Anforderungswert gemäß Empfehlung zu Passivhaus-Qualitätsanforderungen (Stand: 04.07.2012)

<sup>a</sup> Klasse H1-H3 nach EN 13053.

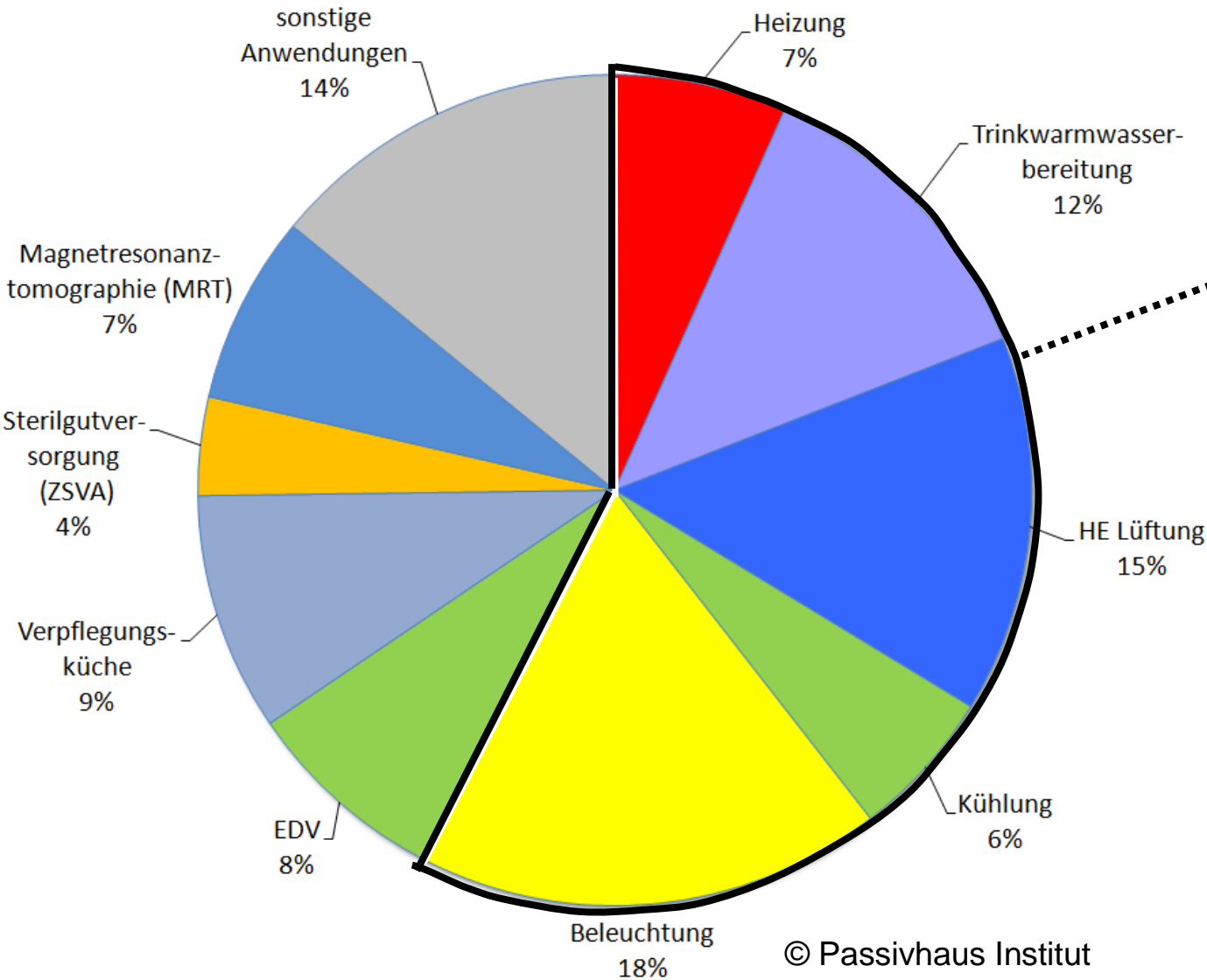
<sup>b</sup> Endgültiger Druckverlust vor Ersatz.

## Energetische Bewertung nach DIN V 18599:

### Fazit:

➤ Drucktestluftwechsel $n_{50}$ :	0,40 h <sup>-1</sup>	→ <b>Passivhauskriterium NiWo</b>	
➤ Energiekennwert Heizen:	22 kWh/(m <sup>2</sup> a)	} <b>Passivhauskriterium NiWo</b> - erhöhter Warmwasserbedarf - Druckluftherzeugung - Medizintechnik	
➤ Energiekennwert Kühlen:	125 kWh/(m <sup>2</sup> a)		
➤ Energiekennwert gesamt Primärenergie:	439 kWh/(m <sup>2</sup> a)		
➤ Stromverbrauch:	11.926 MWh/a		
➤ Gasverbrauch:	2.139 MWh/a		
➤ Energiekosten (Strom + Gas):	1.982.000 €/a		

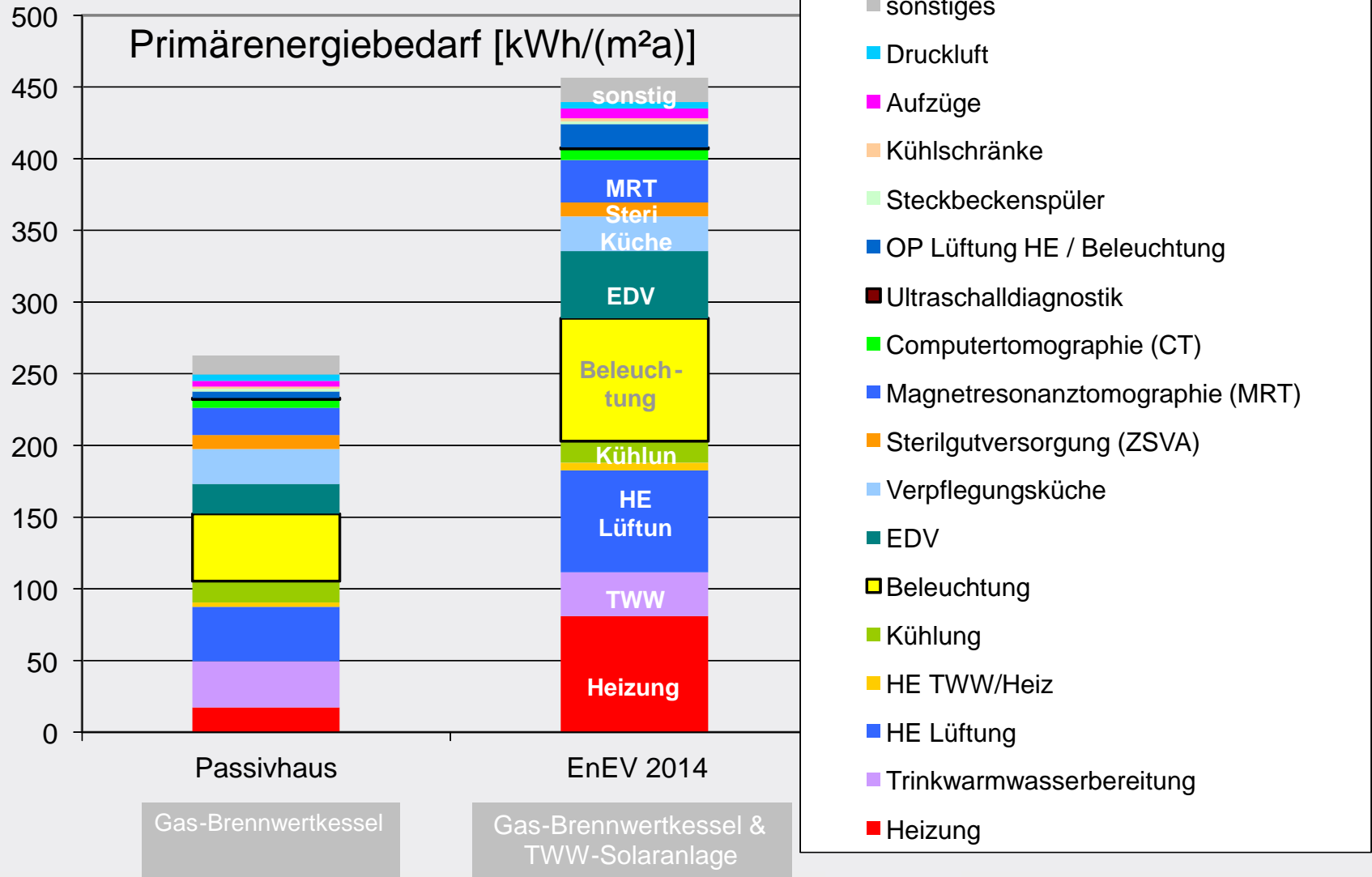
# ENERGIEVERTEILUNG



Anteil der in herkömmlichen Bilanzverfahren berücksichtigten Energieanwendungen



# ENERGIEVERTEILUNG



# DAS ZIEL !!



## Prüfung des Planungserfolgs: Nutzung gem. Pflege

### GESAMT-ENERGIEBEDARF

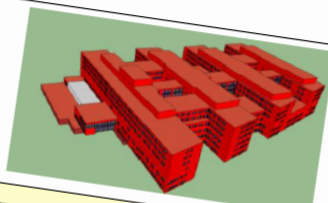
Objekt: **Neubau Klinikum Frankfurt Höchst**  
Stand: **04-2015**

	Nutzenergie kWh/(m²a)	Endenergie kWh/(m²a)	Primärenergie kWh/(m²a)
Heizung	14,5	15,7	17,3
TWW	13,2	24,1	26,5
Lüftung HE*)		6,0	4,3
Heizung & TWW HE		1,6	51,2
Beleuchtung		19,7	14,3
EDV		5,5	4,7
Fahrtstühle		1,8	3,9
Unterhaltung		1,5	
Fahrstühle während Heizperiode			
<b>Gesamt</b>			<b>76,0</b>

Civilgeräte, Teeküchen, Heißgetränke, Unterhaltung  
\*) Annahme: Betrieb nur während Heizperiode

## Passivhaus Nachweis

Modifizierte Randbedingungen:  
Übertragung der Nutzungsbedingungen in E03  
- Beleuchtung  
- Lüftungsanlage



Stand: 04-2015  
Objekt: **Neubau Klinikum Frankfurt Höchst**  
Straße: **Peter-Fischer-Allee**  
PLZ/Ort: **65929 Frankfurt Höchst**  
Land: **Deutschland**  
Objekt-Typ: **Krankenhaus**  
Klima: **Frankfurt am Main**

Bauherrschaft:  
Straße: **Zentrale Errichtungsgesellschaft mbH**  
PLZ/Ort: **Peter-Fischer-Allee 23**  
Höhe Gebäudestandort (m ü. NN):

Architekt:  
Straße: **wörner traxler richter planungsgesellschaft mbH**  
PLZ/Ort: **Hanauer Landstr. 194**  
60314 Frankfurt am Main

Haustechnik:  
Straße: **BRENDEL Ingenieure AG**  
PLZ/Ort: **Hanauer Landstraße 187 - 189**  
60314 Frankfurt am Main

Baujahr:  
Zahl WE:  
Personenzahl:  
spez. Kapazität:

Innentemperatur Winter: **22,0** °C  
Innentemperatur Sommer: **26,0** °C  
Interne Wärmequellen Winter: **4,1** W/m²  
dito Sommer: **4,1** W/m²

Umbautes Vol. V<sub>0</sub> m³: **351033,6**

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr

Heizen	Energiebezugsfläche	<b>61019,9</b> m²	Anforderungen	<b>15 kWh/(m²a)</b>	Erfüllt? <b>ja</b>
Luftdichtheit	Heizwärmebedarf	<b>15 kWh/(m²a)</b>		<b>0,6 1/h</b>	Erfüllt? <b>ja</b>
	Drucktest-Luftwechsel n <sub>50</sub>	<b>0,3 1/h</b>			

Passivhaus?

Wir versichern, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP ermittelt wurden. Die Berechnungen mit dem PHPP liegen diesem Antrag bei.

Vorname: **Oliver**  
Nachname: **Kah**  
Firma: **Passivhaus Institut**

PHPP Version 8.5  
Ausgestellt am:  
Unterschrift:

### REDUKTIONSFAKTOR SOLARE EINSTRahlung, FENSTER-U-WERT

U-Wert	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>gl,ext</sub>	g <sub>gl,ext,ext</sub>
0,8	0,76	0,76	0,76	0,76
1,0	0,70	0,70	0,70	0,70
1,2	0,64	0,64	0,64	0,64
1,4	0,58	0,58	0,58	0,58
1,6	0,52	0,52	0,52	0,52
1,8	0,46	0,46	0,46	0,46
2,0	0,40	0,40	0,40	0,40
2,2	0,34	0,34	0,34	0,34
2,4	0,28	0,28	0,28	0,28
2,6	0,22	0,22	0,22	0,22
2,8	0,16	0,16	0,16	0,16
3,0	0,10	0,10	0,10	0,10

### DATEN

U-Wert	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>gl,ext</sub>	g <sub>gl,ext,ext</sub>
0,8	0,76	0,76	0,76	0,76
1,0	0,70	0,70	0,70	0,70
1,2	0,64	0,64	0,64	0,64
1,4	0,58	0,58	0,58	0,58
1,6	0,52	0,52	0,52	0,52
1,8	0,46	0,46	0,46	0,46
2,0	0,40	0,40	0,40	0,40
2,2	0,34	0,34	0,34	0,34
2,4	0,28	0,28	0,28	0,28
2,6	0,22	0,22	0,22	0,22
2,8	0,16	0,16	0,16	0,16
3,0	0,10	0,10	0,10	0,10

### ERGEBNISSE

U-Wert	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>gl,ext</sub>	g <sub>gl,ext,ext</sub>
0,8	0,76	0,76	0,76	0,76
1,0	0,70	0,70	0,70	0,70
1,2	0,64	0,64	0,64	0,64
1,4	0,58	0,58	0,58	0,58
1,6	0,52	0,52	0,52	0,52
1,8	0,46	0,46	0,46	0,46
2,0	0,40	0,40	0,40	0,40
2,2	0,34	0,34	0,34	0,34
2,4	0,28	0,28	0,28	0,28
2,6	0,22	0,22	0,22	0,22
2,8	0,16	0,16	0,16	0,16
3,0	0,10	0,10	0,10	0,10

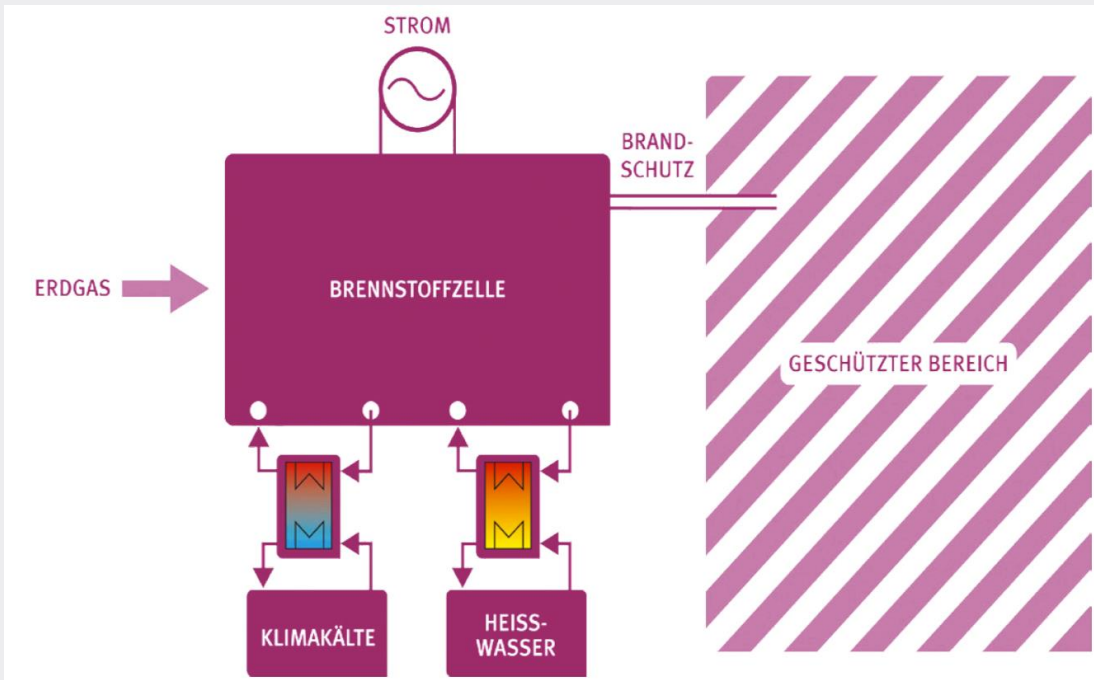
### ERGEBNISSE (Zusammenfassung)

U-Wert	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>gl,ext</sub>	g <sub>gl,ext,ext</sub>
0,8	0,76	0,76	0,76	0,76
1,0	0,70	0,70	0,70	0,70
1,2	0,64	0,64	0,64	0,64
1,4	0,58	0,58	0,58	0,58
1,6	0,52	0,52	0,52	0,52
1,8	0,46	0,46	0,46	0,46
2,0	0,40	0,40	0,40	0,40
2,2	0,34	0,34	0,34	0,34
2,4	0,28	0,28	0,28	0,28
2,6	0,22	0,22	0,22	0,22
2,8	0,16	0,16	0,16	0,16
3,0	0,10	0,10	0,10	0,10

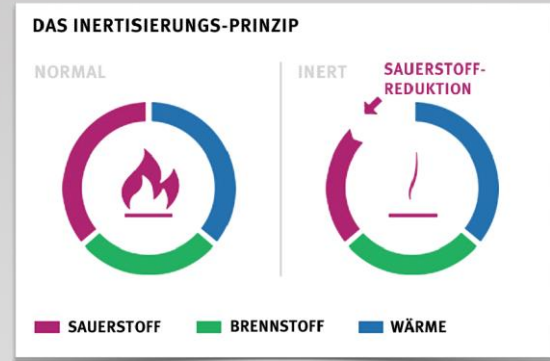
### ENERGIEKONWERT HEIZWÄRME

U-Wert	g	g <sub>gl</sub>	g <sub>gl,ext</sub>	g <sub>gl,ext,ext</sub>
0,8	0,76	0,76	0,76	0,76
1,0	0,70	0,70	0,70	0,70
1,2	0,64	0,64	0,64	0,64
1,4	0,58	0,58	0,58	0,58
1,6	0,52	0,52	0,52	0,52
1,8	0,46	0,46	0,46	0,46
2,0	0,40	0,40	0,40	0,40
2,2	0,34	0,34	0,34	0,34
2,4	0,28	0,28	0,28	0,28
2,6	0,22	0,22	0,22	0,22
2,8	0,16	0,16	0,16	0,16
3,0	0,10	0,10	0,10	0,10

# Brennstoffzelle für „Brandschutz“!



## Sauerstoffreduzierung (allgemein)



> Sauerstoffarme Luft eignet sich hervorragend zum präventiven Brandschutz.

Elektrische Leistung	100 kW
Spannung	400 VAC
Frequenz	50 Hz
Wärmeauskopplung	~ 54 kW auf 62 °C ~ 54 kW auf 92 °C 1
Energieeffizienz	~ 90 %
Brandschutz	50 m <sup>3</sup> Raumgröße bis mehrere 1.000 m <sup>3</sup>
Energieträger	Erdgas / Biogas / Wasserstoff
Betriebsmodus	Vollautomatisch, Netzbetrieb
Dimensionen	2,2 m (B) x 6,5 m (L) x 3,4 m (H)
Gewicht	15,5 t im Betrieb

## Inhalt des Neubaublogs

- Den Neubaublog finden Sie unter:
  - [www.neubau-klinikum-frankfurt.de](http://www.neubau-klinikum-frankfurt.de)
  - [www.neubau-kfh.de](http://www.neubau-kfh.de)
- Der Blog ist seit 31.07.2015 aktiv
- Stimmen aus Politik und Stadt
- Das Projektteam stellt sich vor
- Die Projekthistorie
- Aktuelle Informationen zum Projekt
- Bilder rund um das Projekt
- Baustelle Live - Webcam
- Verlinkung zu Presseartikeln
- Die Möglichkeit Fragen zu stellen
- Gästebuch
- ...



Klinikum Frankfurt Höchst

Neubau Klinikum Frankfurt Höchst  
Baudokumentation



Zentrale Errichtungs-Gesellschaft mbH  
für das Klinikum Frankfurt Höchst

Das Bauprojekt Kontakt Impressum



### Neubau Klinikum Frankfurt Höchst - aktuell

- Grußworte
- Das Team der ZEG mbH
- Projektbeteiligte
- Generalunternehmer
- Pressebereich
- Baustelle "live"
- Daten und Fakten
- Planunterlagen
- Links



10.02.2017

Letzte Betonage der Bodenplatten im Bereich Hauptgebäude.

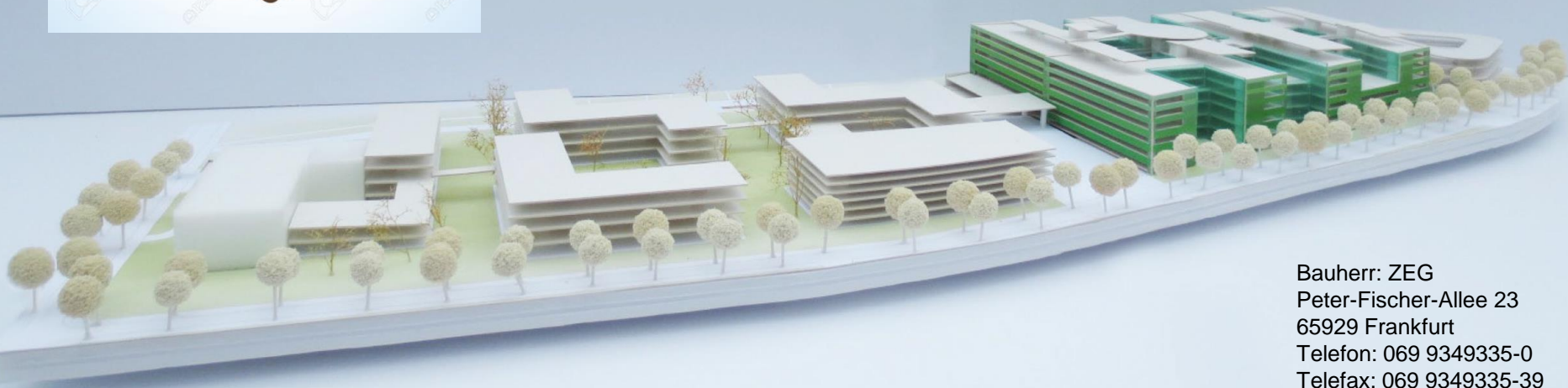
In den Bodenplatten UG und EG sind damit

ca. 15.000 m<sup>3</sup> Beton

ca. 3.000 t Stahl verbaut.

Vergleichbar lassen sich mit diesen nun verbauten Betonmassen mehr als 450 Einfamilienhäuser mit ca. 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche herstellen.

**WIR DANKEN FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!**



Bauherr: ZEG  
Peter-Fischer-Allee 23  
65929 Frankfurt  
Telefon: 069 9349335-0  
Telefax: 069 9349335-39  
E-Mail: [info@zeg-ffm.de](mailto:info@zeg-ffm.de)

Modell | 1:500