Project Documentation / Projekt Dokumentation

Neubau eines Wohngebäudes mit 44 Wohnungen und einer Tiefgarage

Passivhaus Parklogen München-Schwabing (hier: Südansicht, Markgraf, 2017)

1. Abstract / Zusammenfassung

1.1. Data of building / Gebäudedaten

Year of construction/ Baujahr	2017	Space heating / Heizwärmebedarf	15 kWh/(m²a)
U-value external wall/ U-Wert Außenwand	0.130 W/(m²K) Average / Mittelwert		
U-value basement ceiling/ U-Wert Kellerdecke	0.138 W/(m²K) Average / Mittelwert	Primary Energy Renewable (PER) / Erneuerbare Primärenergie (PER)	77 kWh/(m²a)
U-value roof/ U-Wert Dach	0.102 W/(m²K) Average / Mittelwert	Generation of renewable energy / Erzeugung erneuerb. Energie	17 kWh/(m²a)
U-value window/ U-Wert Fenster	0.77 W/(m²K) Average / Mittelwert	Non-renewable Primary Energy (PE) / Nicht erneuerbare Primärenergie (PE)	76 kWh/(m²a)
Heat recovery/ Wärmerückgewinnung	81 % Average / Mittelwert	Pressure test n_{50} / Drucktest n_{50}	0.3 h-1
Special features/ Besonderheiten	Solar power system (pv system) for power generation / Solaranlage (PV-Anlage) zur Stromerzeugung		

Contents / Inhalt

1. Abstract / Zusammenfassung 1

1.1. Data of building / Gebäudedaten 1

Contents / Inhalt 2

1.2. Brief description of the building project / Kurzbeschreibung der Bauaufgabe 3

1.3. Responsible project participants / Verantwortliche Projektbeteiligte 4

2. Ansichtsfotos Passivhaus Parklogen München-Schwabing 5

3. Schnittzeichnungen 8

4. Grundrisse 10

4.1. Untergeschoss 10

4.2. Erdgeschoss 11

4.3. 1, 2 und 3. Obergeschoss - exemplarisch 2. Obergeschoss 12

4.4. 4. Obergeschoss 13

5. Konstruktionsdetails der Passivhaus Hülle und Technik 14

5.1. Konstruktion der Kellerdecke 14

5.2. Konstruktion der Außenwände 16

5.3. Konstruktion des Daches 17

5.4. Konstruktion der Fenster 18

5.5. Anschlussknoten der Balkone 20

6. Beschreibung der luftdichten Gebäudehülle und Dokumentation des Blower-Door-Tests 21

6.1. Luftdichte Gebäudehülle Kellerdecke und Untergeschoss 21

6.2. Luftdichte Gebäudehülle Außenwände 21

6.3. Luftdichte Gebäudehülle Dach 22

6.4. Luftdichte Gebäudehülle Fenster 23

6.5. Ergebnisse des Blower-Door-Tests 24

7. Lüftungsplanung 25

8. Wärmeversorgung 27

9. Ergebnisse der PHPP-Berechnungen 29

10. Baukosten 30

11. Messergebnisse aus dem bewohnten Passivhaus 31

Bildquellen und Literaturverzeichnis 32

1.2. Brief description of the building project / Kurzbeschreibung der Bauaufgabe

Passive House Parklogen München-Schwabing

The object Parklogen München-Schwabing on the site of the former radio barracks Munich is not a military object, but a multi-family house on the site of the former radio barracks. The structure has 4 full upper floors and a staggered floor that has been constructed in light wood construction. In total there are 44 apartments on approx. 3100 m² of living space.

On the lower floor are the basement rooms under the upstairs apartments as well as an underground car park under the exterior of the property. The lower insulation level of the passive house enclosure is located in the living area on the floor of the ground floor.
The use of Iso-Kimmsteinen in the supporting walls of the masonry walls allows a reduction of the thermal bridge at the base point.

The facade of the building consists of a non-bearing wooden facade. The ceiling is supported by concrete pillars, which are integrated in this facade cross-section.

The building is completed on the third floor by a reinforced steel concrete floor. On the 4th floor (relay floor), the roof construction is given by a wooden structure, which is partially insulated.
Heat-bridge-reduced or heat-free connections are available.

Passivhaus Parklogen München-Schwabing

Bei dem Objekt Parklogen München-Schwabing auf dem Gelände der ehemaligen Funkkaserne München handelt es sich nicht um ein militärisches Objekt, sondern ein Mehrfamilienhaus auf dem Areal der ehemaligen Funkkaserne. Das Bauwerk besitzt 4 volle Geschosse und ein Staffelgeschoss, das in leichter Holzbauweise ausgeführt worden ist. Insgesamt gibt es 44 Wohnungen auf ca. 3100 m² Wohnfläche.
Im Untergeschoss befinden sich die Kellerräume unter den aufgehenden Wohnungen sowie eine Tiefgarage unter dem Außenbereich des Grundstücks. Die untere Dämmebene der Passivhaushülle befindet sich im Wohnbereich auf dem Fußboden des Erdgeschosses.
Durch den Einsatz von Iso-Kimmsteinen bei den tragenden Wohnungstrennwänden aus Mauerwerk wird eine Reduzierung der am Fußpunkt vorhandenen Wärmebrücke ermöglicht.
Die Fassade des Gebäudes besteht aus einer nicht tragenden Holzfassade. Der Deckenrand wird durch Betonstützen gehalten, die in diesen Fassadenquerschnitt integriert sind.
Das Gebäude wird im 3. Obergeschoss durch eine aufgedämmte Stahlbetondecke abgeschlossen. Im 4. Obergeschoss (Staffelgeschoss) ist die Dachkonstruktion durch eine teils ausgedämmte Holzkonstruktion gegeben.
Wärmebrückenreduzierte bzw. wärmebrückenfreie Anschlüsse vorhanden.

1.3. Responsible project participants / Verantwortliche Projektbeteiligte

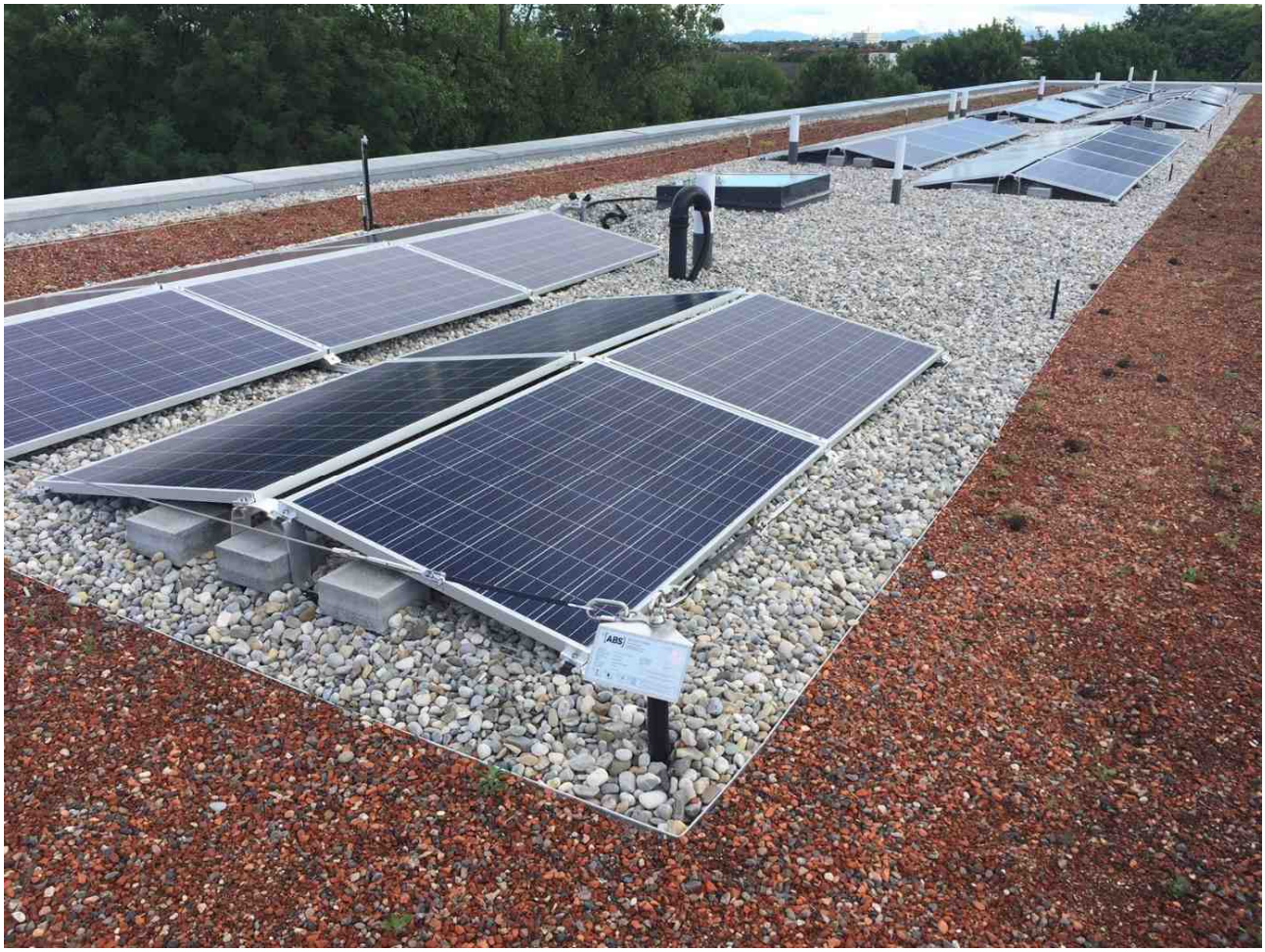
Architect/ Entwurfsverfasser	prasch buken partner architekten partG mbB Große Elbstrasse 150 22767 Hamburg
Implementation planning/ Ausführungsplanung	prasch buken partner architekten partG mbB Große Elbstrasse 150 22767 Hamburg
Building systems/ Haustechnik	IGTech GmbH Sportalle 79 22335 Hamburg
Structural engineering/ Baustatik	WTM Engineers GmbH Johannisbollwerk 6-8 20459 Hamburg
Building physics/ Bauphysik	FachplanerEnergie Dipl.-Ing. (BA) Thomas Schüßler Mario Vukadinovic M.Sc. Kinzigstraße 34 36043 Fulda
Passive House project planning/ Passivhaus-Projektierung	FachplanerEnergie Dipl.-Ing. (BA) Thomas Schüßler Mario Vukadinovic M.Sc. Kinzigstraße 34 36043 Fulda
Construction management/ Bauleitung	W. Markgraf GmbH & Co KG Bauunternehmung Geschäftsstelle München Pfeuferstr. 9 81373 München
Projektentwicklung/ real estate development	LIP Ludger Inholte Projektentwicklung GmbH ABC-Straße 19 20354 Hamburg
Certifying body/ Zertifizierungsstelle	B.Tec Dr. Harald Krause Sonnenfeld 9 83122 Samerberg
Certification ID/ Zertifizierungs ID	www.passivehouse-database.org 5347 www.passivhausprojekte.de
Author of project documentation / Verfasser der Gebäude-Dokumentation	FachplanerEnergie Dipl.-Ing. (BA) Thomas Schüßler Mario Vukadinovic M.Sc. Kinzigstraße 34 36043 Fulda
Date, Signature/ Datum, Unterschrift	31.07.2017

2. Ansichtsfotos Passivhaus Parklogen München-Schwabing

Passivhaus Parklogen München-Schwabing Nord & West Ansicht (Markgraf, Sommer 2017)

Passivhaus Parklogen München-Schwabing Ost Ansicht (Markgraf, Sommer 2017)

Passivhaus Parklogen München-Schwabing West Ansicht (Markgraf, Sommer 2017)

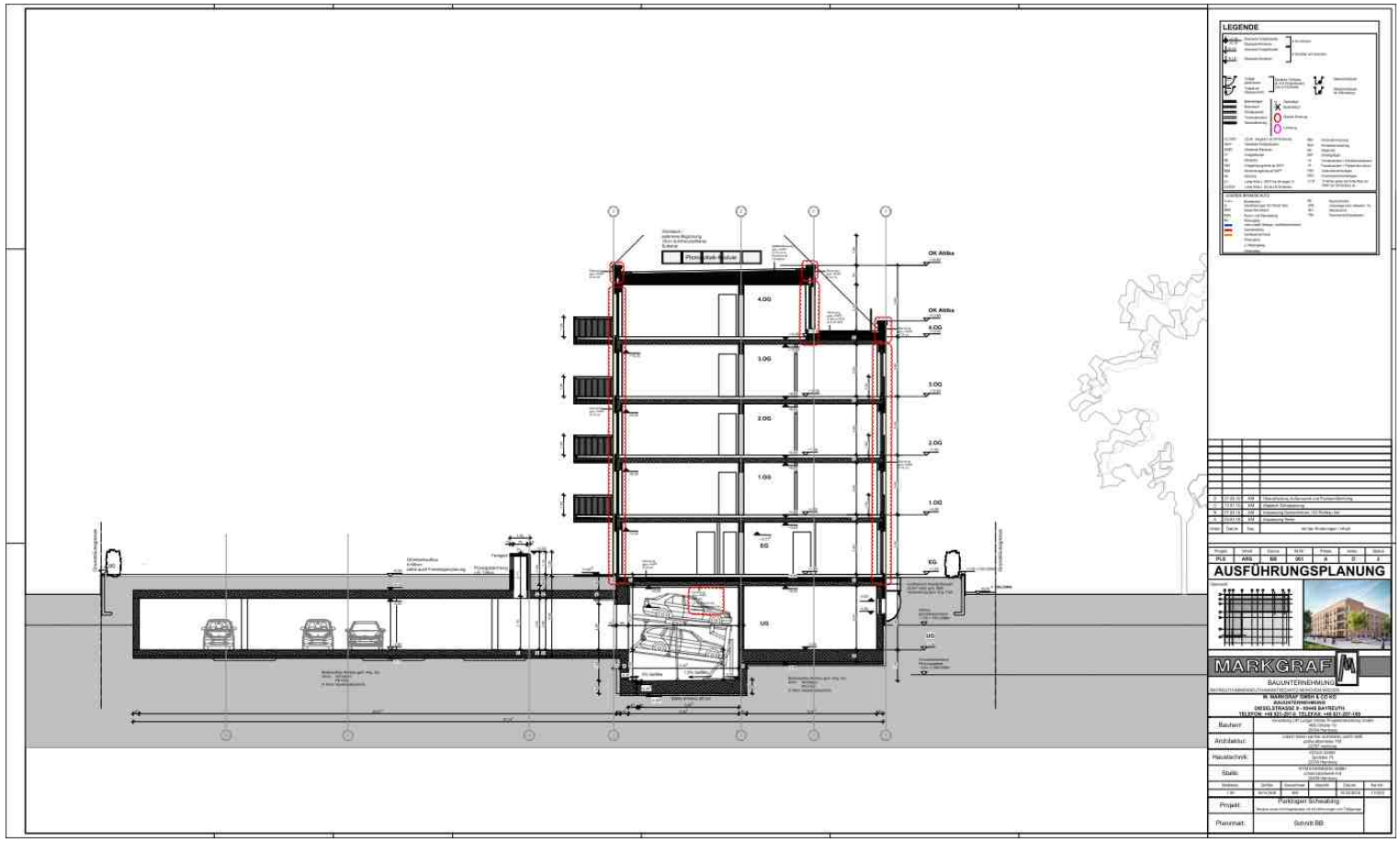


Passivhaus Parklogen München-Schwabing Dach Staffelgeschoss (Markgraf, Sommer 2017)

Passivhaus Parklogen München-Schwabing Innenansicht - exemplarisch (Markgraf, Sommer 2017)

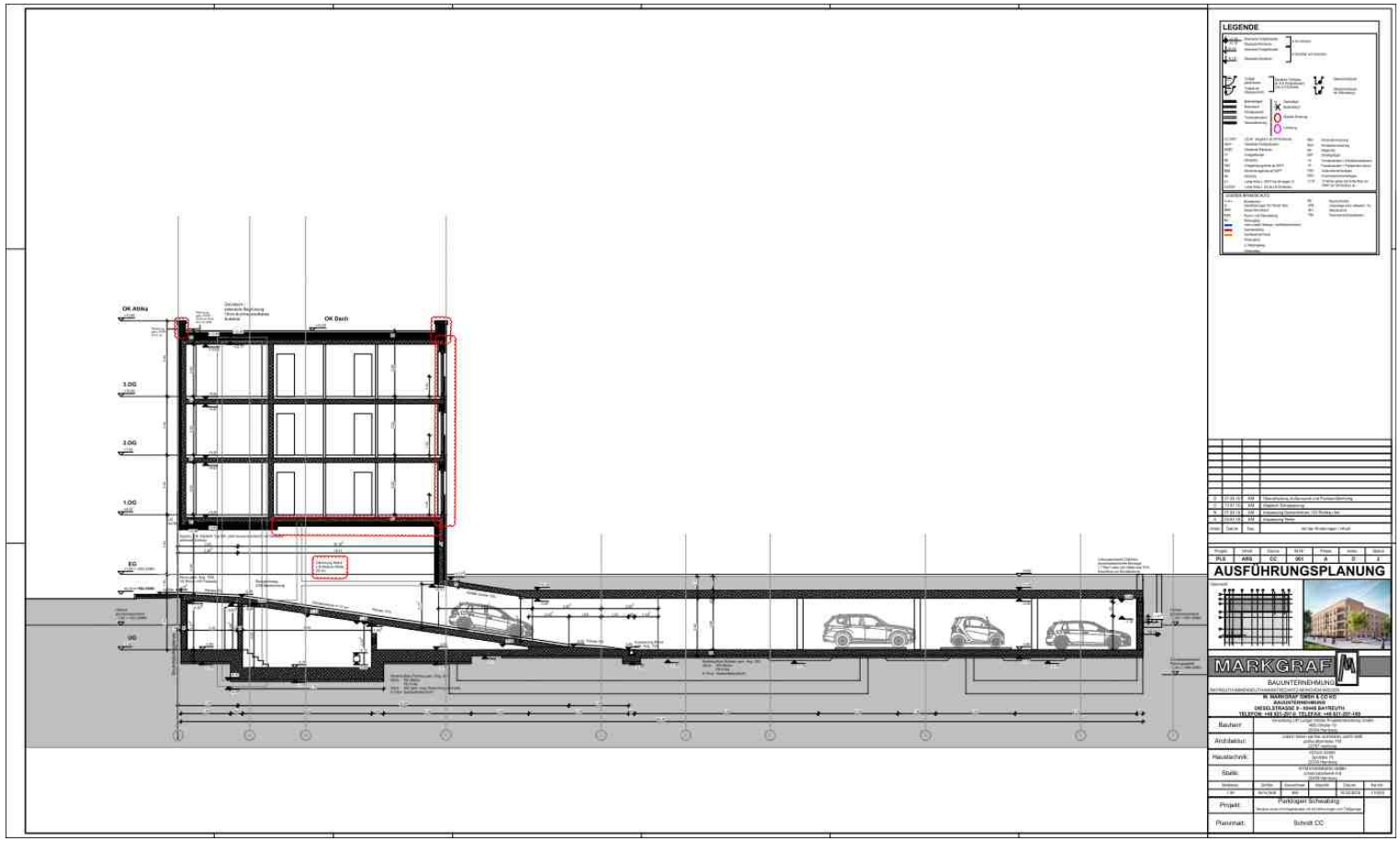
3. Schnittzeichnungen

Hier ist exemplarisch der Schnitt der Achse BB mit der erkennbaren Abgrenzung der thermischen Gebäudehülle oberhalb der Kellerräume bzw. der Tiefgarage zu sehen. Die Balkonplatten sind thermisch getrennt ausgeführt worden (siehe hierzu auch Abschnitt 5.5).



Querschnitt Achse BB, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

Hier ist der Schnitt der Achse CC mit erkennbarer Abgrenzung der thermischen Gebäudehülle oberhalb der Rampe zur Tiefgarage und mit Blick auf die Dämmebene der Rampenwand zu sehen (siehe auch Zeichnung).

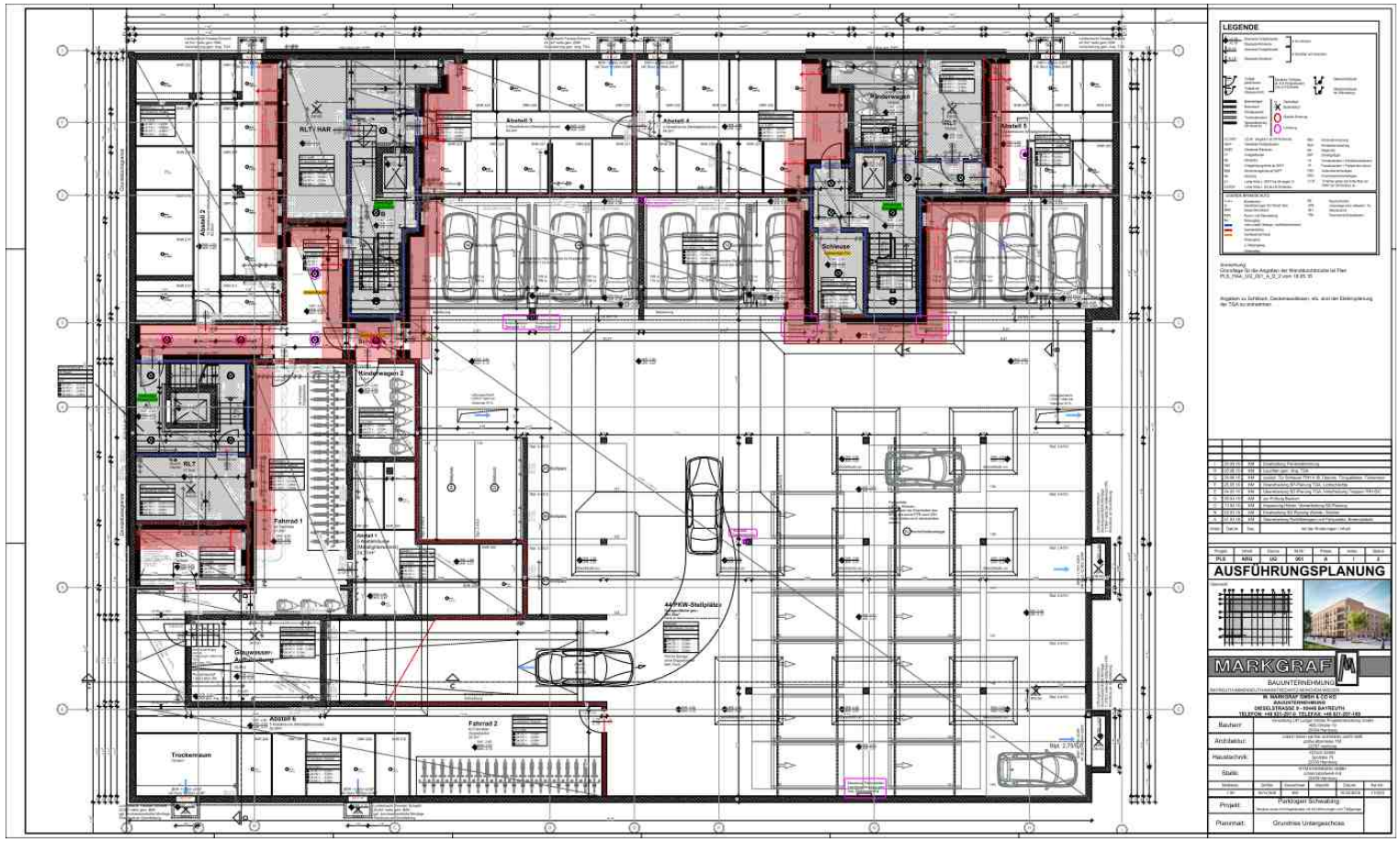


Querschnitt Achse CC, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

4. Grundrisse

4.1. Untergeschoss

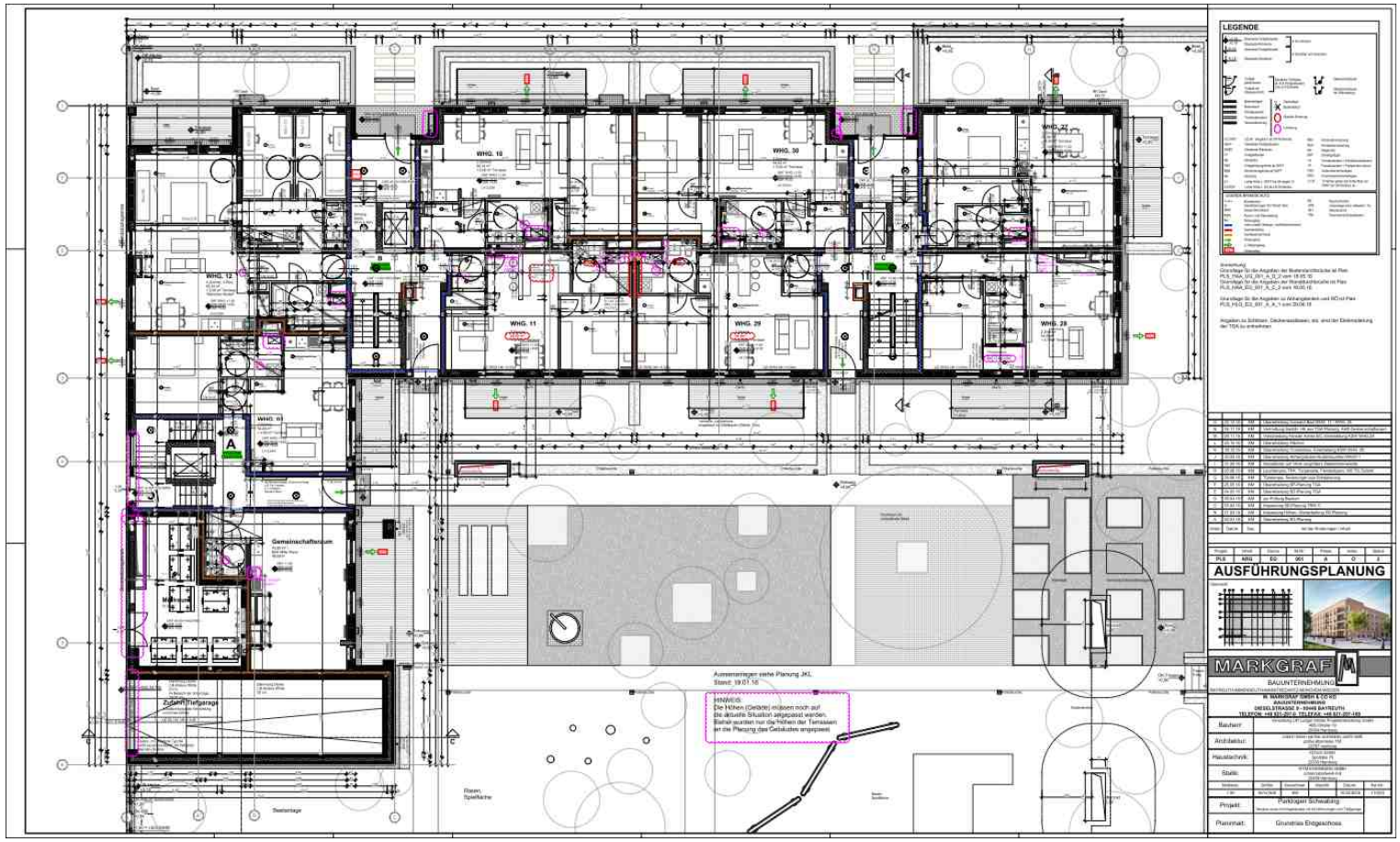
Nachfolgend ist der Plan des Untergeschosses dargestellt. In diesem Plan ist die flankierende Dämmung, um den Abschluss der thermischen Gebäudehülle herum, gut zu erkennen (siehe hierzu auch Abschnitt 5.1).



Grundriss Untergeschoss, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

4.2. Erdgeschoss

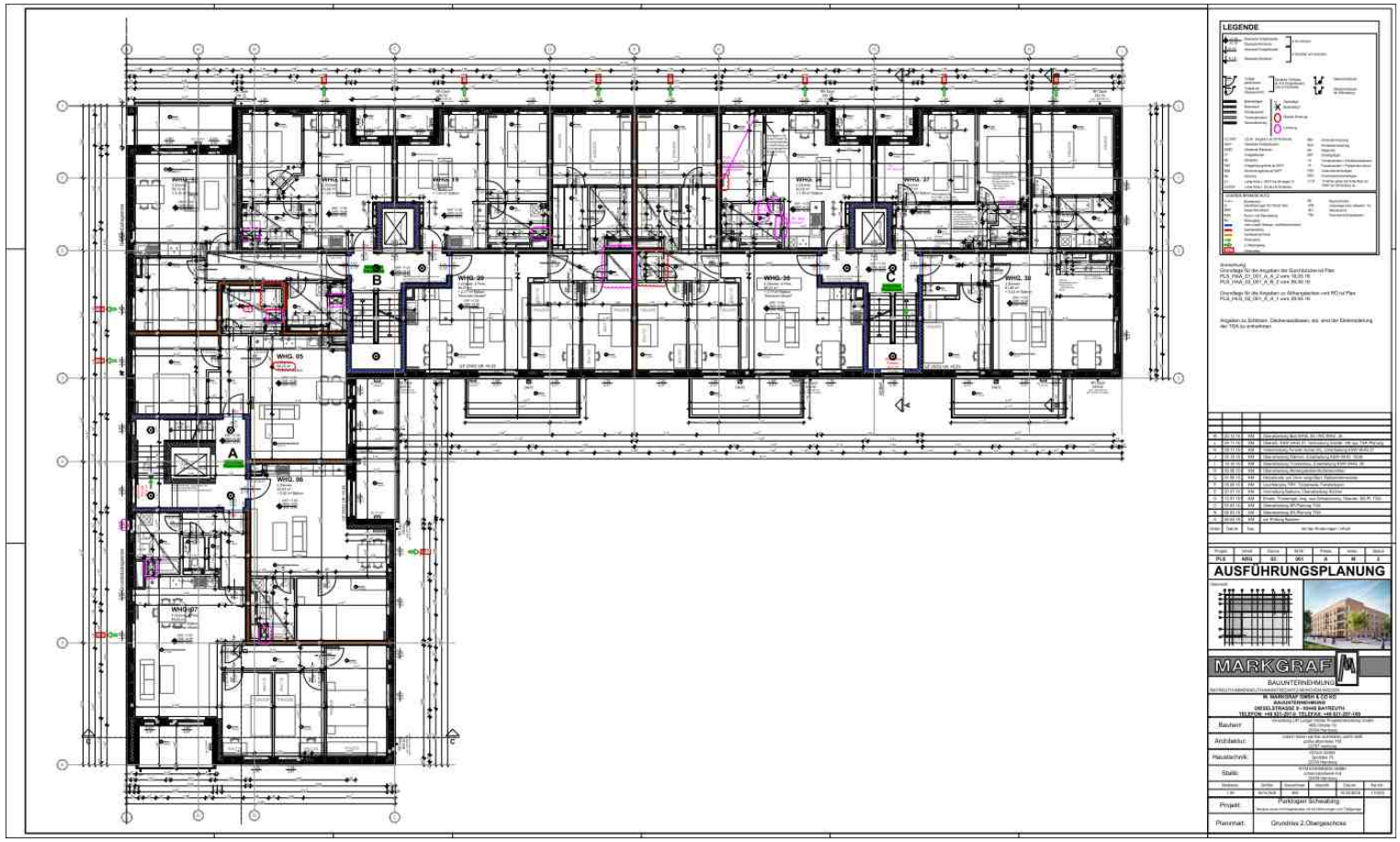
Nachfolgend ist der Plan des Erdgeschosses, mit den erkennbaren Häusern A, B und C (von links nach rechts), jeweils mit eigenem Zugang, Treppenhauskern sowie Aufzug, dargestellt.



Grundriss Erdgeschoss, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

4.3. 1, 2 und 3. Obergeschoss - exemplarisch 2. Obergeschoss

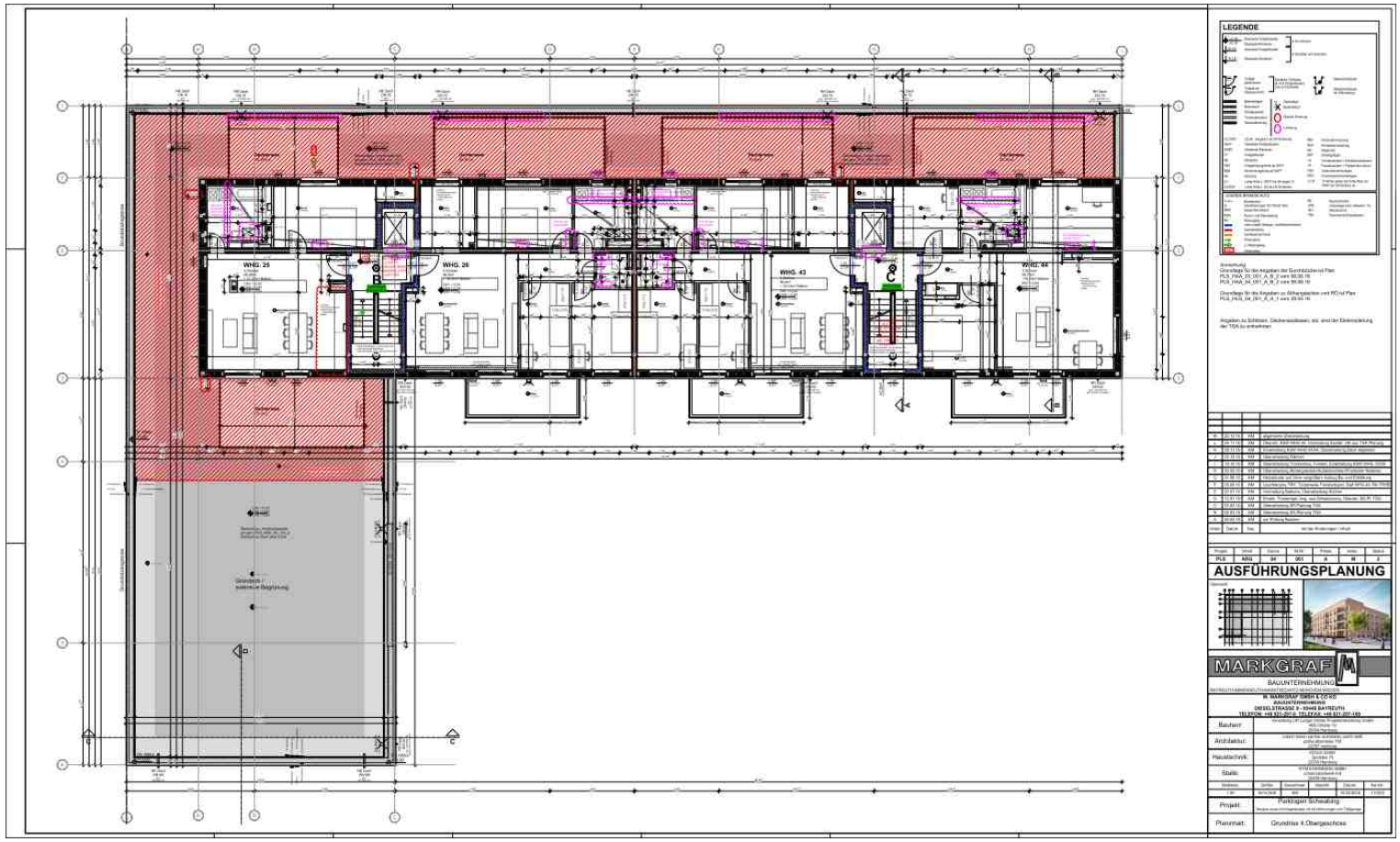
Nachfolgend ist der Grundriss des 2. Obergeschosses dargestellt. Die anderen beiden Geschosse 1 und 3 unterscheiden sich nur geringfügig von diesem und wurden deshalb nicht separat dargestellt.



Grundriss 2. Obergeschoss, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

4.4. 4. Obergeschoss

Hier ist der Grundriss des 4. Obergeschosses (Staffelgeschosses) mit den erkennbaren Häusern B und C (von links nach rechts) zu sehen. Ebenfalls ist das Dach des 3. Obergeschosses mit den zum Teil vorhandenen Dachterrassen zu sehen.

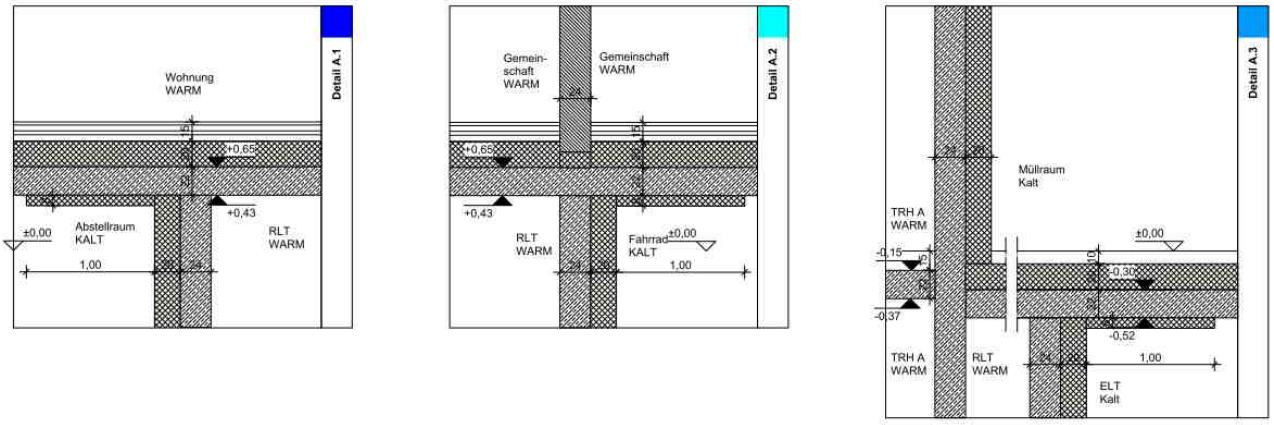


Grundriss 4. Obergeschoss, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

5. Konstruktionsdetails der Passivhaus Hülle und Technik

5.1. Konstruktion der Kellerdecke

In diesem Abschnitt sind die Anschlüsse der aufgehenden Wände auf der Kellerdecke beschrieben. Die Anschlüsse der aufgehenden Wände verursachen geringe Wärmeströme (siehe Detail A.2). Diese werden durch den Einsatz von Iso-Kimmsteinen jedoch reduziert. Nachfolgend dargestellt sind exemplarisch einige Details dieser Wand-und Deckenanschlüsse.

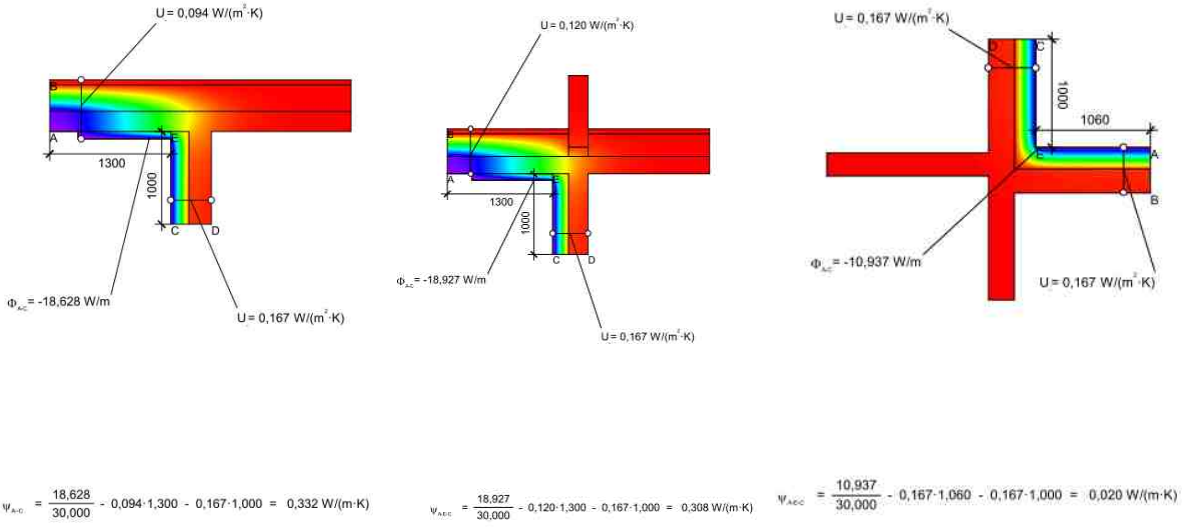


Konstruktionspunkte im Erdgeschoss unter Beachtung von Wärmebrücken, Ausführungsplanung (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

Der Aufbau der Kellergeschossdecke und Tiefgaragendecke gliedert sich folgendermaßen:

Teilfläche	**λ [W/(mK)]**	**Dicke [mm]**
Fußbodenaufbau	variabel	variabel
Zementestrich	1,400	50
EPS WLG 035	0,035	30
EPS WLG 035	0,035	200
Stahlbeton	2,300	220

Um die konstruktiv bedingten Wärmebrücken von den Anschlusspunkten auf der Kellerdecke zu vermeiden, wurde die Dämmung unterhalb der Kellerdecke zum Teil flankierend angebracht. Die notwendigen Dämmstärken wurden dabei iterativ mit der FEM Software FLIXO ermittelt.



$$\Psi = \frac{18,628}{30,000} - 0,094 \cdot 1,300 - 0,167 \cdot 1,000 = 0,332 \text{ W/(m·K)}$$

$$\Psi = \frac{18,927}{30,000} - 0,120 \cdot 1,300 - 0,167 \cdot 1,000 = 0,308 \text{ W/(m·K)}$$

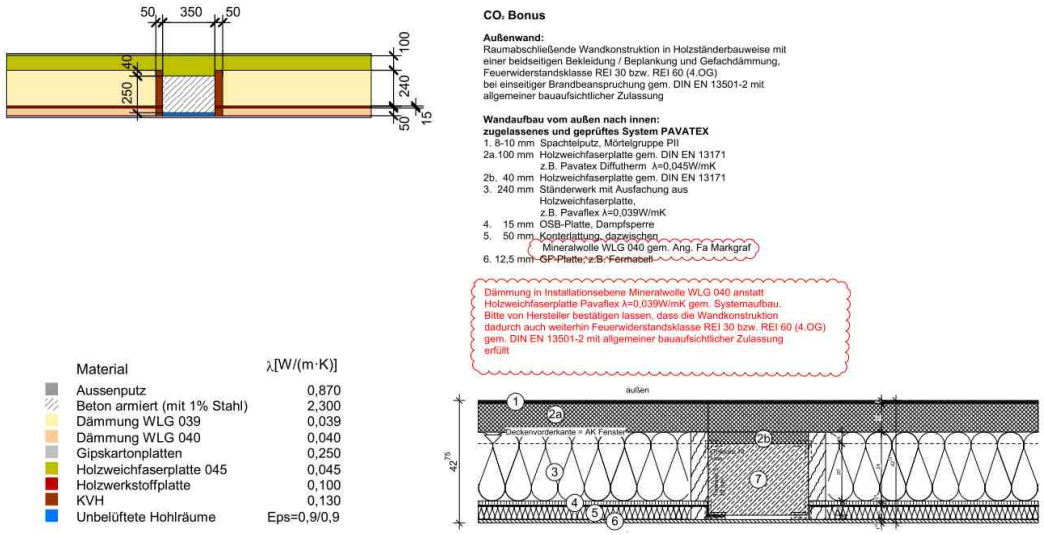
$$\Psi = \frac{10,937}{30,000} - 0,167 \cdot 1,060 - 0,167 \cdot 1,000 = 0,020 \text{ W/(m·K)}$$

Berechnung der Wärmebrücken zu den Konstruktionspunkten im Erdgeschoss mit der FEM Software FLIXO (FachplanerEnergie, Frühjahr 2017)

5.2. Konstruktion der Außenwände

Die Außenwände sind in Holzständerbauweise gefertigt worden. Grundsätzliches Ziel war es auf nachwachsende Rohstoffe zu setzen. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Feuerwiderstandsklasse wurde die Dämmung innenseitig mit Mineralwolle ausgeführt.

Ansicht der Holzrahmenkonstruktion der Außenwände während Bauzustand (Markgraf, Frühjahr 2017)

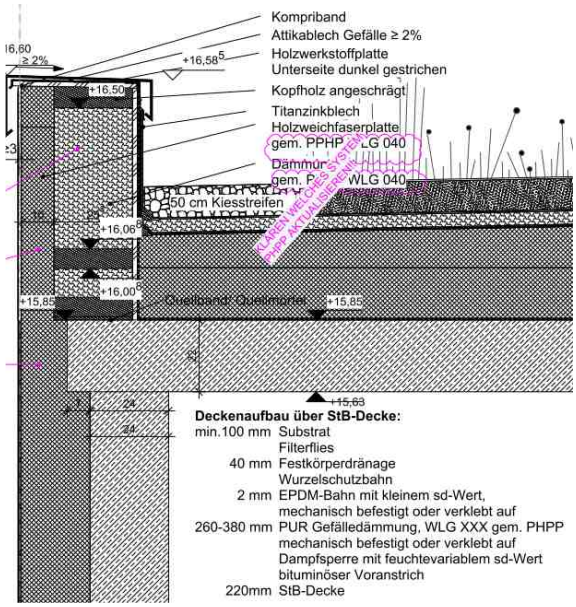


Aufbau der Holzrahmenkonstruktion der Außenwände - exemplarisch, Ausführungsplanung (links: FachplanerEnergie, Frühjahr 2017; rechts: pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

5.3. Konstruktion des Daches

Die Dachkonstruktion über dem 3. Obergeschoss wurde mittels einer Gefälledämmung ausgeführt. Der Dachaufbau wird durch ein Gründach abgeschlossen.

Ausbildung der Dämmebene der Dachkonstruktion über dem 3. Obergeschoss (Markgraf, Frühjahr 2017)



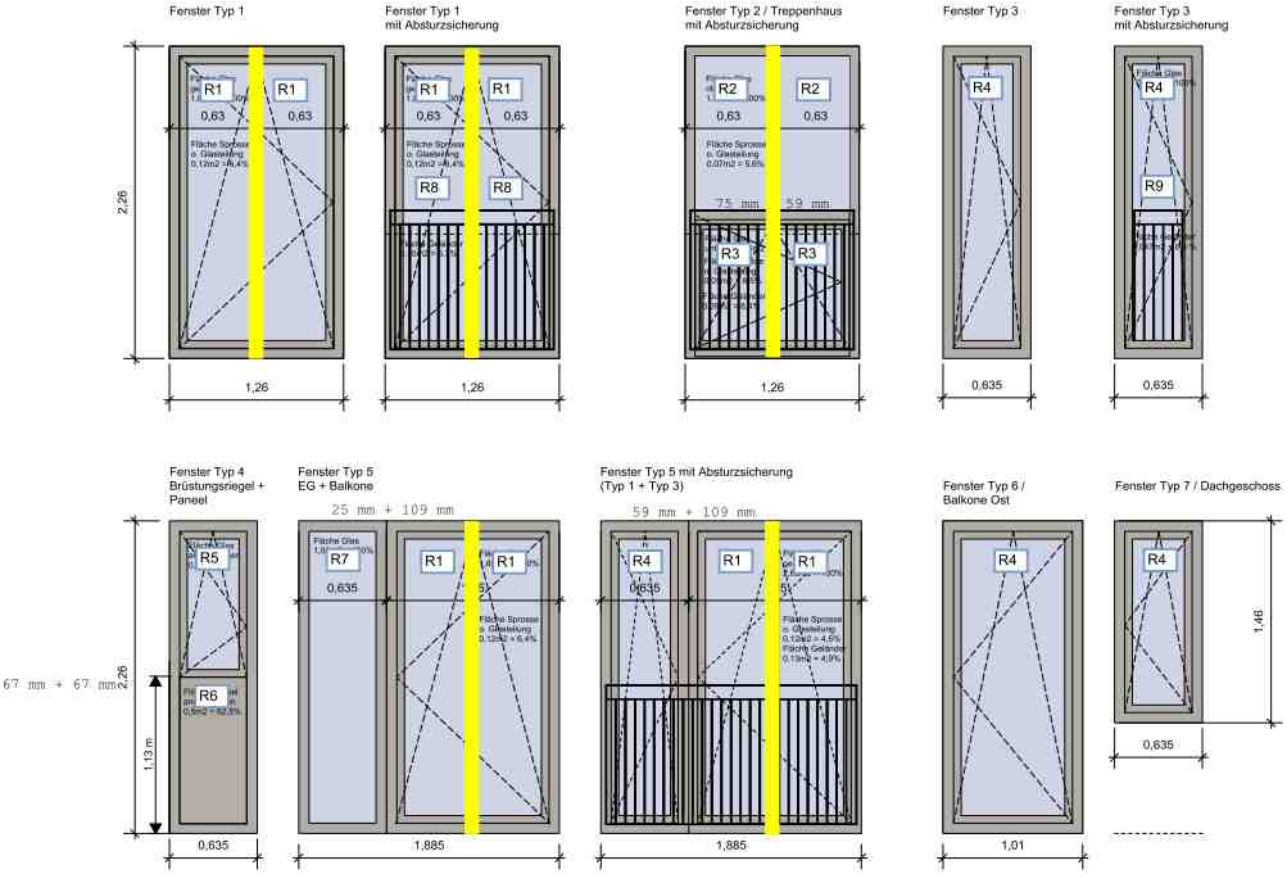
Dachkonstruktion über 3. Obergeschoss (pbp Hamburg, Frühjahr 2017)

Über dem 4. Obergeschoss (Staffelgeschoss) wurde die Dachkonstruktion als Holzkonstruktion ausgeführt. Die Dachdämmung wurde mittels Zwischensparrendämmung ausgeführt.

5.4. Konstruktion der Fenster

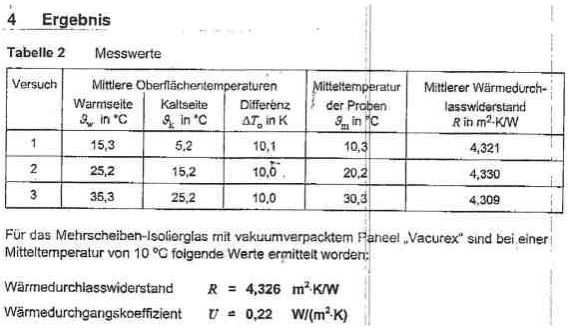
Insgesamt wurden am Gebäude sieben verschiedene Fenstertypen eingesetzt, diese teilen sich wiederum in ihre einzelnen Komponenten auf. Zur Erfassung der Verschattungen durch die Fenstereinbausituationen wurden im PHPP die verschiedenen Fenstertypen entsprechend in Flügel zerlegt. Insgesamt ergeben sich neun verschiedene Flügel, diese sind nachfolgend dargestellt.

Die gelb markierten Bereiche zeigen eine Teilung der Fenster mittels aufgesiegelter Sprosse, dies dient zur Wahrung einer optimalen Wärmebrücke.



Übersicht der verschiedenen Fenstertypen mit Übersicht der eingeteilten Fensterflügel (pbp Hamburg, Herbst 2016)

Der Flügel sechs ist mit einem Vakuumpaneel ausgestattet.



4 Ergebnis

Tabelle 2 Messwerte

Versuch	Mittlere Oberflächentemperaturen			Mitteltemperatur der Proben ϑ_m in °C	Mittlerer Wärmedurchlasswiderstand R in m²·K/W
	Warmseite ϑ_w in °C	Kaltseite ϑ_k in °C	Differenz ΔT_o in K		
1	15,3	5,2	10,1	10,3	4,321
2	25,2	15,2	10,0	20,2	4,330
3	35,3	25,2	10,0	30,3	4,309

Für das Mehrscheiben-Isolierglas mit vakuumverpacktem Paneel „Vacurex" sind bei einer Mitteltemperatur von 10 °C folgende Werte ermittelt worden:

Wärmedurchlasswiderstand R = 4,326 m²·K/W

Wärmedurchgangskoeffizient U = 0,22 W/(m²·K)

Ergebnisse Prüfbericht 401 25205/1 zur Prüfung der Vakuumpaneele (ift Rosenheim, 2002)

Die Fenstergläser sind mit einem Dreischeiben Isolierglas mit den Eigenschaften Ug-Wert 0,60 W/(m²K) und g-Wert 0,61 ausgestattet. Mit dieser Konfiguration ergibt sich ein sehr gutes Verhältnis von Wärmeisolation zu solaren Wärmegewinnen. Nachfolgend ist ein Auszug aus der Zertifizierung der Fenstergläser zu sehen.

LI17-18604-34300H / W. Markgraf GmbH & Co KG Dieselstraße 9, 95448 Bayreuth
Kommission: Parklogen - Schwabing 717872-1038

Pos.	Windlast-widerstand [Klasse]	Schlag-regen-dichtheit [Klasse]	Luftdurch-lässigkeit [Klasse]	Uw-Wert [W/m²K]	Tragfähigkeit von Sicherheits-einrichtungen	Gesamt-energie-durchlass-grad	Licht-transmission-grad	Höhe [mm]	Schall-dämmwert [dB]	Gefährliche Substanzen
1, 1.3, 2, 2.3	B2	4A	2	0,76	Anforderung erfüllt	0,61	0,73	2104		

Notifizierte Stelle:Pfb GmbH & Co. KG NB-Nr.:1644

Auszug aus der Zertifizierung der Fenstergläser (Zertifikat Huber & Sohn GmbH, Frühjahr 2017)

Die Vorgabe für das Material der Fensterrahmen ist Holz. Diese Vorgabe schränkt die zur Verfügung stehenden (passivhaustauglichen) Fensterrahmen stark ein. Durch die hohe geforderte Wärmeisolation ist ein Holzprofil mit Hohlkammern zum Einsatz gekommen. Nachfolgend dargestellt ein Auszug aus dem Prüfbericht der Fensterrahmen. Eine Schnittzeichnung der Fensterrahmen ist im Abschnitt 6.4 dargestellt.

Nachweis
Passivhaustauglichkeit von Komponenten für Fenster

Prüfbericht
Nr. 12-003144-PR01
(PB 03-A01-06-de-01)

Auftraggeber: Huber & Sohn GmbH & Co. KG
Holzbau-Holzverarbeitung
Wasserburger Str. 4
83549 Eiselfing-Bachmehring
Deutschland

Produkt: Einflügeliges Drehkippfenster

Bezeichnung: IV92 Airotherm

Rahmenmaterial: Holzprofil mit Hohlkammern

Außenmaß Fenster (B x H): 1230 x 1480 mm

Leistungseigenschaften: Wärmedurchgang, Behaglichkeit, Temperaturfaktor (Hygiene) *)
(nach ift – Richtlinie WA 15/2: 2011-02)

$U_f = 0{,}86$ W/(m² · K),
Flächengewichteter Wärmedurchgangskoeffizient U_f der Rahmenprofile

$U_g = 0{,}6$ W/(m² · K) ≤ 0,7 W/(m² · K)

$f_{0,13} \geq 0{,}88$ mit $f_{Rsi} = 1 - R_{si} \cdot U_f$

$U_W = 0{,}76$ W/(m² · K) ≤ 0,80 W/(m² · K)
(bezogen auf ein repräsentatives Bezugselement mit der Abmessung 1230mm x 1480 mm, einer Verglasung mit $U_g = 0{,}6$ W/(m² · K) und dem Aufbau 4/16/4/16/4 mm und einem „Super Spacer TriSeal" Abstandhalter)

$U_{W,Einbau} = 0{,}77$ W/(m² · K) ≤ 0,85 W/(m² · K)
ist erfüllt für das Wandsystem:
- Monolithisches Mauerwerk mit Wärmedämmverbundsystem

Leistungseigenschaften:
$f_{0,25/0,13} \geq 0{,}73$ erfüllt für die Baukörperanschlüsse an den genannten Wandaufbau
$f_{0,20} \geq 0{,}73$ erfüllt für den Glasrandbereich

Weitere Leistungseigenschaften
(nach EN 14351 Anhang ZA.1)

Eigenschaften	Widerstand gegen Windlast	Schlagregen-dichtheit	Stoß-sicherheit	Wärme-durchgang	Luftdurch-lässigkeit
weitere Leistungs-eigenschaften: Klasse / Wert	C3 / B3	7A	1	siehe oben *)	4

ift Rosenheim
19. Dezember 2012

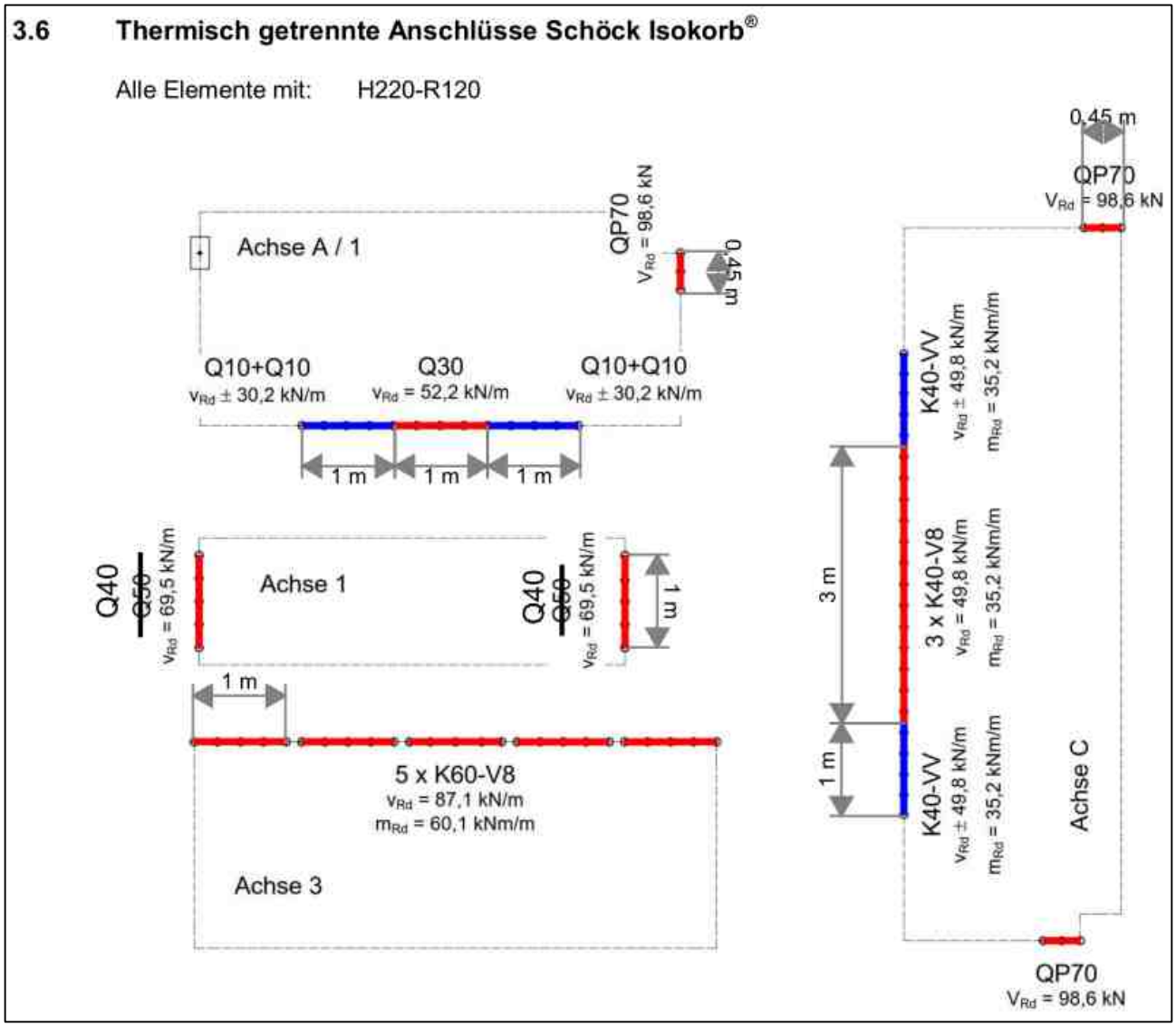
Robert Kolacny, Dipl.-Ing. (FH)
Stv. Prüfstellenleiter
Bauteile

Dr. Joachim Hessinger, Dipl.-Phys.
Prüfstellenleiter
Bauphysik

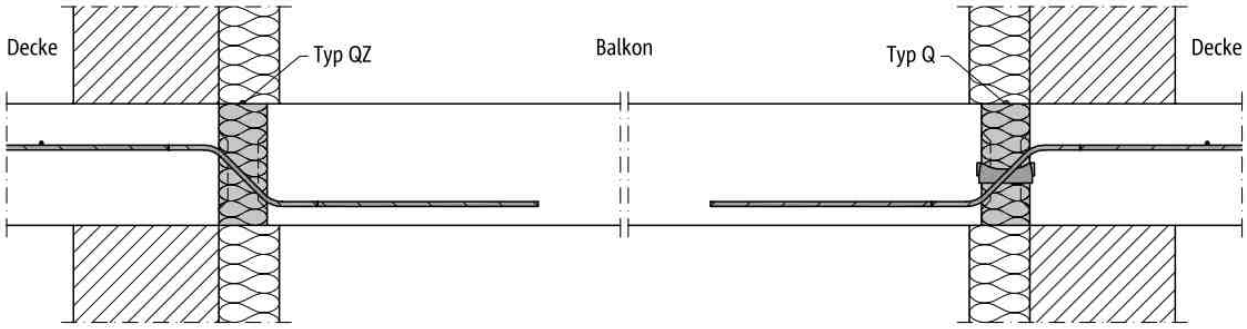
Ergebnisse Prüfbericht 12-003144-PR01 zur Prüfung der Fensterrahmen (ift Rosenheim, 2012)

5.5. Anschlussknoten der Balkone

Die Auflagerpunkte der Balkon Anschlüsse wurden flächenanteilig minimiert. Somit wurden die geometrischen Wärmebrücken dieser Anschlüsse minimiert. Notwendige Anschlusspunkte wurden mit Schöck Isokörben ausgeführt.



Schema der Auflagerpunkte der Balkonplatten mit verschiedenen Schöck Isokörben (WTM, Frühjahr 2016)



Prinzip der Schöck Isokörbe (Teildokument Produktdatenblatt Schöck, 2017)

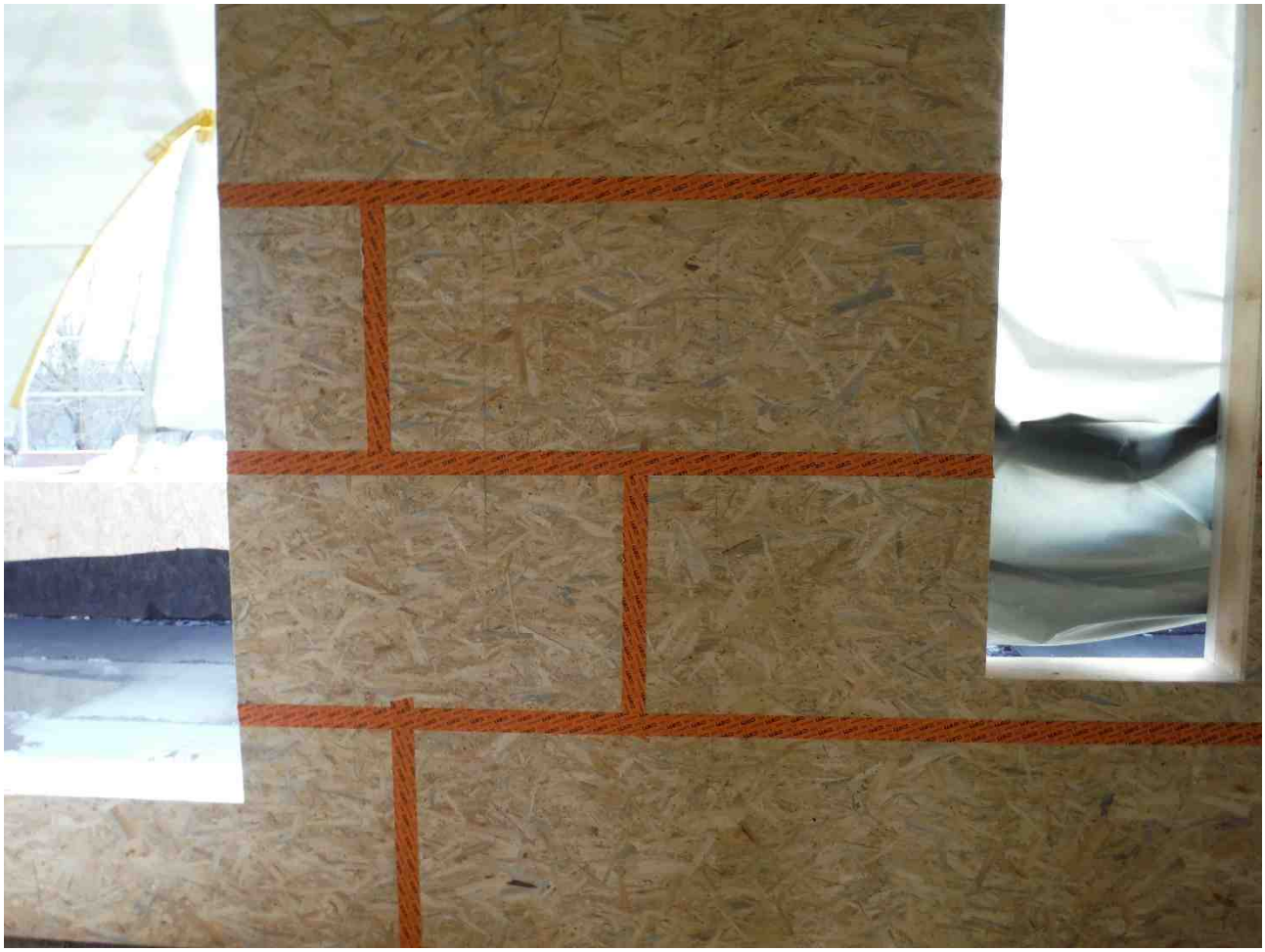
6. Beschreibung der luftdichten Gebäudehülle und Dokumentation des Blower-Door-Tests

6.1. Luftdichte Gebäudehülle Kellerdecke und Untergeschoss

Am unteren Gebäudeabschluss wird die luftdichte Ebene durch die Kellerdecke ausgebildet. Nur die Treppenräume und Technikräume ragen abschlussbildend in das Untergeschoss ein.

6.2. Luftdichte Gebäudehülle Außenwände

Im Bereich der Außenwände wird die luftdichte zum großen Teil mit OSB-Platten ausgeführt (siehe Bild). Alle Anschlüsse wurden abgeklebt ausgeführt, dieses Vorgehen wurde durch Drucktests während des Bauzustandes begleitet. Die OSB-Platten, welche die luftdichte Ebene bilden, sind mit der Installationsebene gegen Beschädigung durch normale Nutzung (beispielsweise Nageln oder Bohren) geschützt.



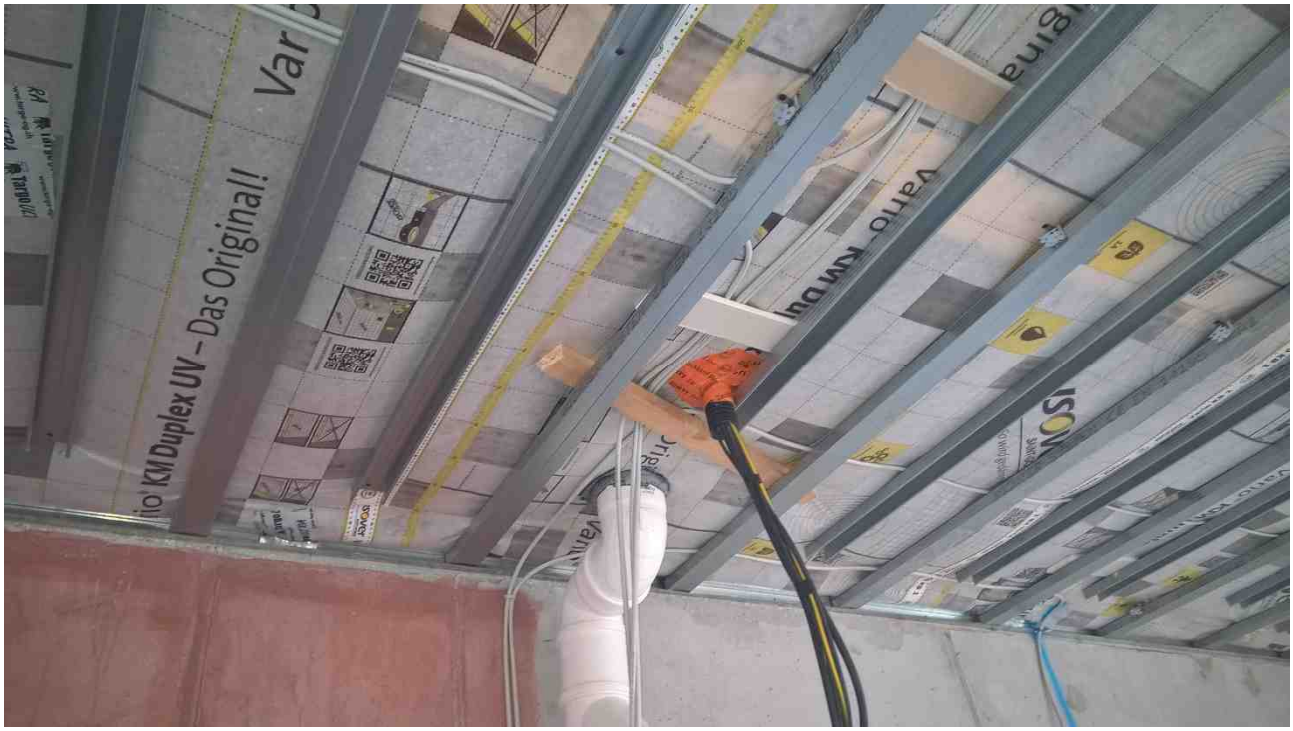
Ausbildung der luftdichten Ebene der Außenwände mittels abgeklebten OSB-Platten (Markgraf, Frühjahr 2017)

Die betonierten Teile der Außenwände (u. a. Treppenhauskerne) bilden an sich eine luftdichte Ebene und wurden an den Stoßstellen mit den holzrahmenkonstruierten Außenwänden luftdicht verklebt.

6.3. Luftdichte Gebäudehülle Dach

Die luftdichte Gebäudehülle wird nach oben hin im 3. Obergeschoss mit einer Stahlbetondecke ausgeführt, welche an sich luftdicht ist. In diesem Bereich wurden Stoßstellen mit den holzrahmenkonstruierten Außenwänden luftdicht verklebt.

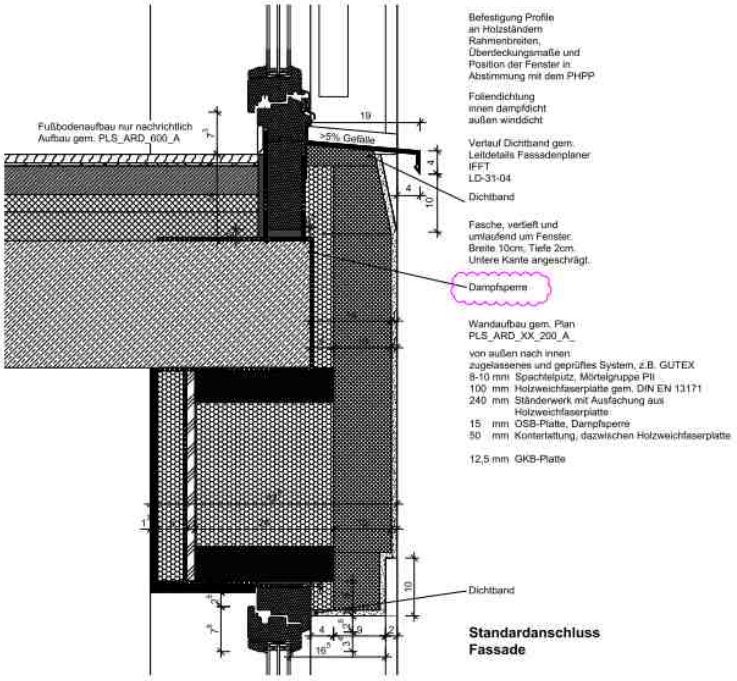
Über dem 4. Obergeschoss (Staffelgeschoss) wurde die Dachkonstruktion als Holzkonstruktion ausgeführt. Für das 4. Obergeschoss (Staffelgeschoss) ist die luftdichte Ebene durch eine nach unten abschließende Dampfsperre gegeben.



Ausbildung der luftdichten Ebene im Bereich des Daches mittels feuchtevariabler Dampfbremse bzw. Klimamembran (Markgraf, Frühjahr 2017)

6.4. Luftdichte Gebäudehülle Fenster

Im Bereich der Fenster wurde die Dampfsperrfolie direkt an den Fensterrahmen angeschlossen, um gerade in diesem kritischen Bereich die luftdichte Ebene sauber gewähren zu können. Nachfolgend ist der Standardfassadenanschluss dargestellt, in dem dieser Anschluss zu erkennen ist.



Standardanschluss Fenster an Fassade mit luftdichter Ebene am Fensteranschluss (pbp Hamburg, Herbst 2016)

6.5. Ergebnisse des Blower-Door-Tests

Der Blower-Door-Test wurde für dieses Gebäude in 3 Schritten gefahren. Dieses Vorgehen war notwendig um die auf luftdichter Ebene jeweils voneinander getrennten Häuser (A, B und C) messtechnisch erfassen zu können. Die Ergebnisse der verschiedenen Häuser lagen sehr nah beieinander und wurden über die Luftvolumina gemittelt.

Aufgrund des sehr großen Gebäudevolumens (im Vergleich zu einem Einfamilienhaus) wurde bei der Passivhaus Projektierung eine maximal zulässige Luftwechselrate von n_{50} = 0,4 h-1 angestrebt. Dieser Wert liegt deutlich unterhalb der maximal zulässigen Vorgabe des Passivhausinstituts und wurde einzig aufgrund des im Vergleich zur Gebäudehülle großen Gebäudevolumens gewählt. Im weiteren Planungsverlauf wurde diese Vorgabe noch einmal geringfügig verschärft.

Nachfolgend ein Auszug mit den Messergebnissen aus dem Prüfbericht des Blower-Door-Tests vom 10.07.2017.

2.2 Messergebnisse Blower-Door-Messung

Die durchgeführte Blower-Door-Messung ergab folgende Luftwechselraten bei einer Druckdifferenz von 50 Pa zwischen innen und außen.

Messwerte:

volumenbezogene Messungen:

Bereich	**Volumen (V)**	gemessene Luftwechselrate n_{50} (h-1)	Volumenstrom V_{50} (m³/h)	Bemerkung
Haus A	2.271 m³	0,24	545 m³/h	
Haus B	3.254 m³	0,37	1.220 m³/h	
Haus C	3.572 m³	0,33	1.193 m³/h	
Gesamtgeb.	9.097 m³	0,325	2.958 m³/h	

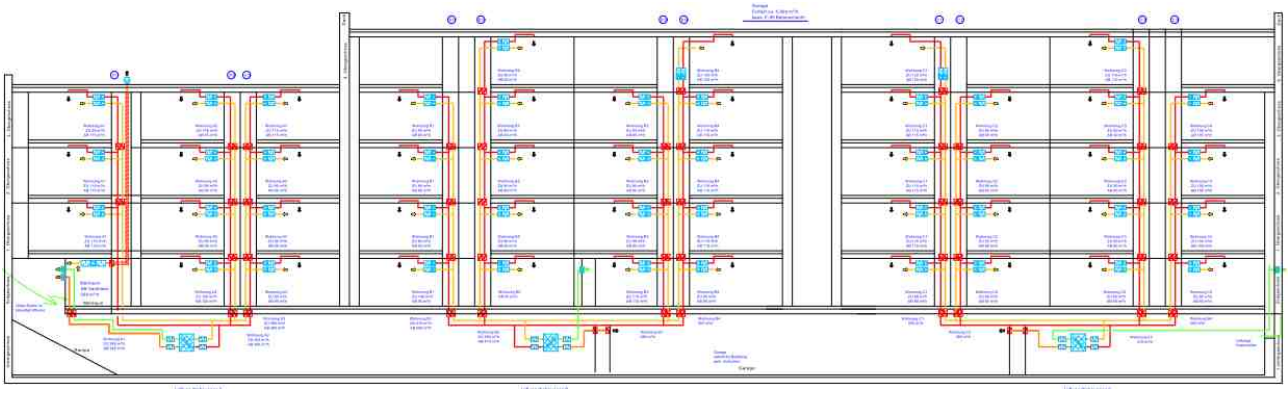
Die Anforderungen der EnEV an die Luftdichtigkeit von Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen und des PHPP werden bezogen auf das Gebäudevolumen erfüllt. Die nach PHPP maximal zulässige Luftwechselrate n_{50} < 0,37 1/h für das vorliegende Gebäude wird unterschritten.

Auszug Messergebnisse des Blower-Door-Tests (Dipl.-Ing. Peter Mutard Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik, Schall- und Wärmeschutz mbH, Sommer 2017)

Der Blower-Door-Test ergab einen mittleren n_{50} Wert von 0,325 h-1.

7. Lüftungsplanung

Das Gebäude wurde entsprechend den Häuser A, B und C mit drei unabhängig voneinander arbeitenden Lüftungsanlagen ausgestattet. Diese sind jeweils innerhalb der thermischen Hülle im Untergeschoss des Gebäudes stationiert. Zum Einsatz kommen Geräte der Vallox GmbH aus der Serie Vario 1000 CC - Vario 3500 CC. Diese Geräte kommen auch im Nichtwohnbau zum Einsatz und sind aufgrund ihrer hohen Leistungsfähigkeit für dieses große Wohngebäude gut geeignet. Nachfolgend ist ein Auszug aus dem Strangschema der Lüftungsanlagen dargestellt.



Auszug Strangschema der Lüftungsanlage (IGTech GmbH, Sommer 2015)

Die Geräte haben laut Zertifikat eine effektive Wärmebereitstellung über 75 Prozent und erreichen im eingesetzten Fall effektive Wärmebereitstellungen von im Mittel 81 Prozent. Die elektronische Effizienz liegt dabei im Mittel bei 0,41 Wh/m³.

Die Steuerung der Lüftungsanlage erfolgt raumweise und stufenlos. Für den Maximalfall (100 Prozent-Stufe) ergibt sich im Gebäudemittel ein 0,62-facher Luftwechsel pro Stunde und Raum.

Lüftungsanlage - exemplarisch (Markgraf, Sommer 2017)

Die Außenluft wird im Bereich der Gebäudeeingänge der jeweiligen Anlage zugeführt. Dies geschieht ohne Erdwärmeüberträger. In den Anlagen wird die Luft aufbereitet und über Kreuzstromwärmetauscher vorgewärmt. An warmen Tagen ist der Wärmetauscher mittels Bypass deaktiviert. Die aufbereitete Zuluft wird den Räumen mit Wohnnutzung zugeführt. Im Bereich der Wohnungen dienen die Flure als Überstromräume, dort passiert die Überstromluft. Die Abluft wird in den Sanitärräumen und Küchen wieder entzogen. Anschließend wird sie (an kalten Tagen) über die Kreuzstromwärmetauscher geleitet, wo sich der Kreislauf im Gebäude schließt. Letztendlich verlässt sie als Fortluft das Gebäude.

8. Wärmeversorgung

Um an sehr kalten Tagen eine ausreichende Temperatur im Gebäude sicherstellen zu können, wurde das Passivhaus in München zusätzlich mit einem Heizungssystem ausgestattet. Die Wärme wird durch die Stadtwerke München bereitgestellt und über Fernwärmeübergabestationen an das Gebäude übergeben. Im Gebäude wird sie wiederum verteilt und kann im Bedarfsfall mittels Radiatoren übergeben werden.
Die Wärmeversorgung zur Trinkwarmwasserbereitung erfolgt ebenfalls über dieses Fernwärmesystem. Insgesamt kommen drei voneinander getrennte Systeme mit jeweils einer Übergabestation zum Einsatz. Nachfolgend ist das Typenschild mit den Anschlusskennwerten einer Station exemplarisch dargestellt.

Typenschild mit Anschlusskennwerten einer der Fernwärmeübergabestationen (Markgraf, Sommer 2017)

Nachfolgend ist der bescheinigte und sehr gute Primärenergiefaktor des Wärmenetzes der Stadtwerke München zu sehen.

PÖYRY

Bescheinigung ◆ Certificate ◆ Bescheinigung ◆ Certificate

Bescheinigung

über die energetische Bewertung
der Fernwärme nach FW 309-1
(Stand 5/10) für das Netz

Wärmeverbundnetz

der

SW//M Stadtwerke München GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
80287 München

Auf Basis der Jahre 2009 bis 2011
wurde ein Primärenergiefaktor von

$f_{P,FW} = 0{,}11$

ermittelt.

Die Bescheinigung ist gültig bis zum
26.04.2022

Hamburg, 26.04.2012
Ort, Datum

Dr.-Ing. Daniel Schwier
f_P-Gutachter-Nr: FW609-146

Bescheinigung Primärenergiefaktor des Wärmenetzes der Stadtwerke München (Pöyry, 2012)

9. Ergebnisse der PHPP-Berechnungen

Die PHPP Berechnung wurde bereits in einer sehr frühen Planungsphase begonnen und permanent dem Baufortschritt angepasst. Sie ergibt nach Fertigstellung des Gebäudes die nachfolgend dargestellten Ergebnisse.

Passivhaus-Nachweis

Foto oder Zeichnung

Objekt:	Funkkaserne München / WA07		
Straße:	Max-Bill-Straße		
PLZ/Ort:	80807	München	
Provinz/Land:	Bayern		DE-Deutschland
Objekt-Typ:	Wohngebäude mit 44 Wohnungen		
Klimadatensatz:	DE0036a-München		
Klimazone:	3: Kühl-gemäßigt	Standorthöhe:	502 m
Bauherrschaft:	LIP Wohnungsbaugesellschaft mbH & Co. KG		
Straße:	ABC-Straße 19		
PLZ/Ort:	20354	Hamburg	
Provinz/Land:	Hamburg		DE-Deutschland

Architektur:	prasch buken partner architekten partG mbB		
Straße:	Große Elbstrasse 150		
PLZ/Ort:	22767	Hamburg	
Provinz/Land:	Hamburg		DE-Deutschland
Haustechnik:	IGTech GmbH		
Straße:	Sportallee 79		
PLZ/Ort:	22335	Hamburg	
Provinz/Land:	Hamburg		DE-Deutschland
Energieberatung:	FachplanerEnergie		
Straße:	Kinzigstraße 34		
PLZ/Ort:	36043	Fulda	
Provinz/Land:	Hessen		DE-Deutschland
Zertfizierung:			
Straße:			
PLZ/Ort:			
Provinz/Land:			

Baujahr:	2016	Innentemperatur Winter [°C]:	20,0	Innentemp. Sommer [°C]:	25,0
Zahl WE:	44	Interne Wärmequellen (IWQ) Heizfall [W/m²]:	2,8	IWQ Kühlfall [W/m²]:	3,4
Personenzahl:	86,2	spez. Kapazität [Wh/K pro m² EBF]:	60	Mechanische Kühlung:	

Gebäudekennwerte mit Bezug auf Energiebezugsfläche und Jahr

					Kriterien	alternative Kriterien	Erfüllt?[2]
	Energiebezugsfläche	m²	3356,4				
Heizen	Heizwärmebedarf	kWh/(m²a)	15	≤	15	-	ja
	Heizlast	W/m²	11	≤	-	10	
Kühlen	Kühl- + Entfeuchtungsbedarf	kWh/(m²a)	-	≤	-	-	-
	Kühllast	W/m²	-	≤	-	-	
	Übertemperaturhäufigkeit (> 25 °C)	%	9	≤	10		ja
	Häufigkeit überhöhter Feuchte (> 12 g/kg)	%	0	≤	20		ja
Luftdichtheit	Drucktest-Luftwechsel n_{50}	1/h	0,3	≤	0,6		ja
Nicht erneuerbare Primärenergie (PE)	PE-Bedarf	kWh/(m²a)	76	≤	120		ja
Erneuerbare Primärenergie (PER)	PER-Bedarf	kWh/(m²a)	77	≤	-	-	-
	Erzeugung erneuerb. Energie (Bezug auf überbaute Fläche)	kWh/(m²a)	17	≥	-	-	

[2] leeres Feld: Daten fehlen; '-': keine Anforderung

Ich bestätige, dass die hier angegebenen Werte nach dem Verfahren PHPP auf Basis der Kennwerte des Gebäudes ermittelt wurden. Die Berechnungen mit dem PHPP liegen diesem Nachweis bei.

Passivhaus Classic? ja

Funktion	Vorname	Nachname	Unterschrift
1-Projektierer	Mario	Vukadinovic	

Ausgestellt am	Ort
25.07.17	Fulda

Ergebnisse PHPP (FachplanerEnergie, Sommer 2017)

10. Baukosten

Zu den Baukosten können auf Wunsch der Bauherren keine Angaben gemacht werden.

11. Messergebnisse aus dem bewohnten Passivhaus

Es liegen (zurzeit noch) keine Messergebnisse vor.

Bildquellen und Literaturverzeichnis

- Fotos; W. Markgraf GmbH & Co KG Bauunternehmung Geschäftsstelle München; 2017
- Pläne und Unterlagen zum Gesamtentwurf; prasch buken partner architekten partG mbB; 2016 und 2017
- Pläne und Unterlagen zur Haustechnik; IGTech GmbH; 2015 und 2016
- Unterlagen und Berechnungen zu Wärmebrückenberechnungen; FachplanerEnergie; 2016 und 2017
- Prüfberichte Vakuumpaneele und Fensterrahmen; ift Rosenheim GmbH; 2002 und 2012
- Zertifikat Fenstergläser; Huber & Sohn GmbH; 2017
- Teildokument Produktdatenblatt Schöck Isokorb®; Schöck Bauteile GmbH; 2017
- Zertifikat, Zertifizierte Passivhaus Komponente, Vallox GmbH, Vario 1000 CC - Vario 3500 CC; Passivhaus Institut, Dr. Wolfgang Feist, 64283 Darmstadt; 2017
- Messprotokoll Blower-Door-Test; Dipl.-Ing. Peter Mutard Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik, Schall- und Wärmeschutz mbH; 2017
- Bescheinigung Primärenergiefaktor des Wärmenetzes der Stadtwerke München; Pöyry Deutschland GmbH Geschäftsstelle Hamburg, 2012