

Monolithisches Bauen

# Mehrgeschossbau mit Ytong Porenbeton



**silka**

**YTONG**



# Mehrgeschossbau

Die Nachfrage nach massiven mehrgeschossigen neuen Wohngebäuden steigt stetig. Das zeigt die Zunahme der Baugenehmigungen im Mehrfamilienhausbau, die sich nach einer positiven Entwicklung in den letzten Jahren auch weiter fortsetzt. Und die Prognosen bleiben positiv. Ein Grund dafür ist die stark gestiegene Nachfrage nach Wohnraum in den Ballungszentren. Denn Wohnen in der Stadt kommt wieder in Mode und immer mehr Menschen verlagern ihren Lebensmittelpunkt in eine zentrale Lage. Im Vergleich zu früher sind heute jedoch moderne Wohneinheiten gefragt, die optimal auf die Bedürfnisse ihrer Bewohner abgestimmt sind, „Wohnsilos“ gehören der Vergangenheit an.

Die mineralischen Baustoffe Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein bieten vielfältige Möglichkeiten, die individuellen Planungen und Wünsche der Bewohner zeitgemäß umzusetzen. Denn neben den Nutzeranforderungen sind im Mehrgeschossbau auch eine Vielzahl von Normen und Vorschriften zu beachten. Eine besondere Herausforderung für die Planung, denn die Anforderungen und Regelwerke sind im stetigen Wandel.

Auf den nachfolgenden Seiten informieren wir Sie über Mehrgeschossbauten, die effizient mit den massiven Baustoffen der Xella Deutschland GmbH realisierbar sind. Gezeigt werden bewährte und innovative Lösungen, die sowohl heutige als auch zukünftige Anforderungen und Normen erfüllen und dabei wert- und nachhaltig sind.

Der Theorie folgt die Praxis. Gebaute Referenzobjekte zeigen Ihnen, wie Planungsideen realisiert und technische Anforderungen erfüllt wurden. Bei den Objekten wurde in einer frühen Phase der optimale Einsatz von Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein abgestimmt. Das heißt, es wurden beispielsweise Schallschutzberechnungen für lärmsensitive Räume vorgenommen. Die spätere Messung der Werte lieferte den Beweis, dass die rechnerischen Ergebnisse durch eine qualifizierte Bauausführung mit hochwertigen Baustoffen auch in der Realität erreicht werden.

## Inhalt

	<b>Seite</b>
Neue Wohnräume effizient realisieren .....	4
Wärmeschutz .....	6
Sommerlicher Wärme-/Hitzeschutz .....	10
Sicherer Luftschallschutz .....	14
Statik und Bemessung .....	19
Baulicher Brandschutz .....	23
Service und Planung .....	24
Referenzobjekte .....	26

# Neue Wohnräume effizient realisieren

## Modernes Denken für moderne Gebäude



Viele Faktoren bestimmen die Nachfrage nach neuem Wohnraum. Stichworte wie Urbanität, demografischer Wandel, Baulandverknappung, Energiekostensteigerung oder auch Stadtrevitalisierung sind nur einige, die für den neuen Mehrgeschossbau sprechen. Vor wenigen Jahren stand der Bau von Einfamilienhäusern sowie Doppel- und Reihenhäusern noch im Vordergrund. Heute prognostiziert man einen größeren Bedarf an Wohneinheiten im Mehrgeschossbau.

Als Folge entstehen Wohneinheiten, die den Ansprüchen an ein modernes, individuelles Wohnen genügen müssen. Von der Singlewohnung über Drei- bis Vierzimmerwohnungen bis hin zum betreuten Wohnen verbinden sie die individuelle Funktionalität des Raums mit einer ansprechenden Architektur, die sich organisch in ihr Umfeld integriert oder bewusst von ihm differenziert. Die neuen Mehrgeschossbauten sind somit auch ein Ausdruck zeitgemäßen Geschmacks.

Seit 2009 wächst der Bedarf an modernen Mehrgeschossbau-Immobilien. Gleichzeitig stehen jedoch nur wenige neue Immobilien zur Verfügung: Der Markt verlangt konkret nach Neubauten. Die Nachfrage geht mit steigenden Preisen für Wohneigentum in Mehrgeschossbauten einher. Käufer von selbstgenutzten Wohnungen stellen gleichzeitig immer höhere Qualitätsanforderungen und betrachten Bestandsimmobilien oft als „zweite Wahl“. So entsteht ein signifikanter Bedarf an hochwertigem neuem Wohnraum, bei dem neben der Lage auch die Ausführungsqualität einen hohen Stellenwert hat.

Der Wunsch nach großzügigen Wohnflächen wird in den kommenden Jahren ebenso anhalten, wie auch das Thema altengerechtes Wohnen durch den demografischen Wandel an Bedeutung gewinnt. Nutzer erwarten in Mehrgeschossbauten aparte Grundrisse und ausreichend Platz. Das hat direkte

Auswirkungen auf die Architektur und auf die Bautechnik. So können durch die Kombination von unterschiedlichen Raumgrößen in den einzelnen Wohngeschossen gesonderte Betrachtungen im Hinblick auf die Statik und den Schallschutz erforderlich werden. Auch dies hat Einfluss auf die Gestaltung und ist im Rahmen einer vorausschauenden Planung zu beachten. Ebenso sind breitere Türen und bodengleiche Zugänge zum und im Gebäude zu berücksichtigende Aspekte. Der Einbau von notwendigen Aufzügen bedeutet einen deutlich höheren Aufwand – sowohl aus technologischer Sicht des Schallschutzes als auch bei der finanziellen Betrachtung der Erstinvestitions-, Betriebs- und Wartungskosten dieser technischen Anlagen.

### **Anforderungen an moderne Mehrgeschossbauten**

Bei der Planung von Mehrgeschossbauten sind neben den unterschiedlichsten Normen und Vorschriften auch die Wünsche und Erwartungen der Bewohner zu beachten. Individuelles Wohnen wie in einem Einfamilienhaus wird auch für Mehrgeschossbauten gewünscht. Hier ist aber stets abzuwägen, wie hoch der Aufwand zur Realisierung der individuellen Vorstellungen ist.

Außerdem müssen technologische Grenzen und gegenseitige Einflüsse der Baustoffe sowie der Konstruktion berücksichtigt werden.

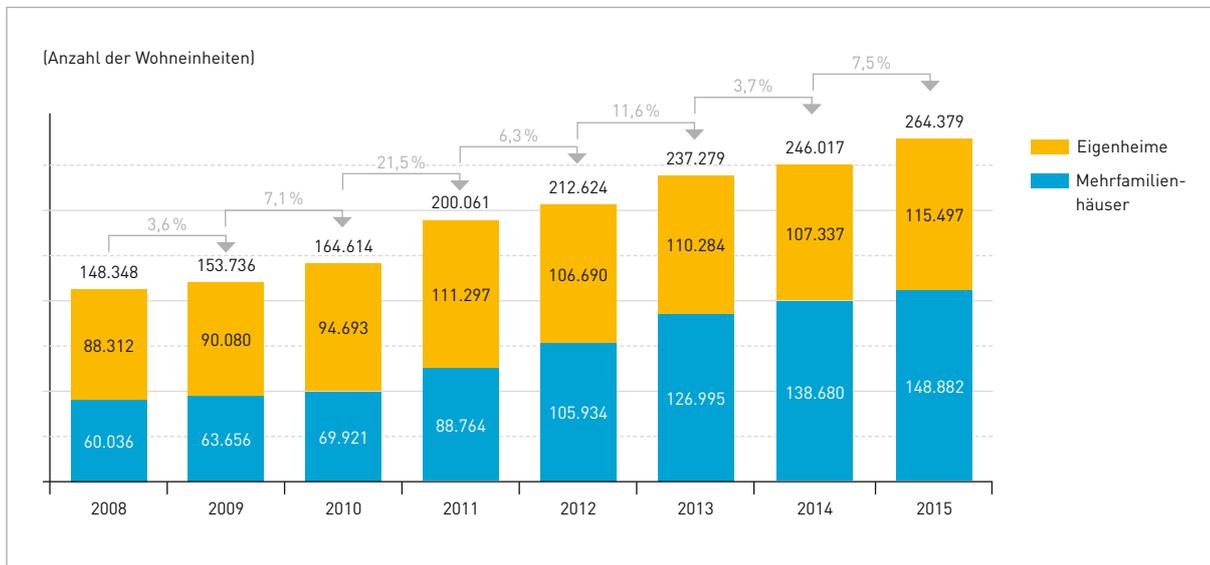


Abb. 1: Neubaugenehmigung Wohnbau IST 2008–2015

Quelle: Heinze GmbH

### Keine Kompromisse bei Schallschutz und Energiebedarf

2011 wurde die Erwartungshaltung von Nutzern näher beleuchtet (Abb. 2). Dabei standen die Themen Schallschutz und Energieeinsparung an vorderer Stelle. Hier ist die Akzeptanz von minderwertigen Qua-

litäten deutlich geringer als z. B. die von einer nicht ganz optimalen Raumaufteilung von Wohnungen.

### Lösungen für den Mehrgeschossbau

Mit Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein stehen Ihnen für massive Mehrgeschossbauten

leistungsfähige Baustoffe in einem sensibel aufeinander abgestimmten Produktsortiment zur Verfügung. Bereits in der Planung richtig ausgewählt und sinnvoll eingesetzt, werden damit hochwertige und bedarfsgerechte Gebäude realisiert. Ytong Porenbeton als Baustoff für wärmedämmende sowie brand-sichere monolithische Außenwände oder als Tragmauerwerk mit Wärmedämm-Verbundsystem sowie Silka Kalksandstein als tragende und schalldämmende Lösung für Innenwände jeder Art tragen der Nachfrage nach hochwertigen, zeitgemäßen Mehrgeschossbauten Rechnung. Mit den massiven weißen Baustoffen lassen sich ebenso intelligente wie einfache Lösungen realisieren, die dauerhaft funktionieren.

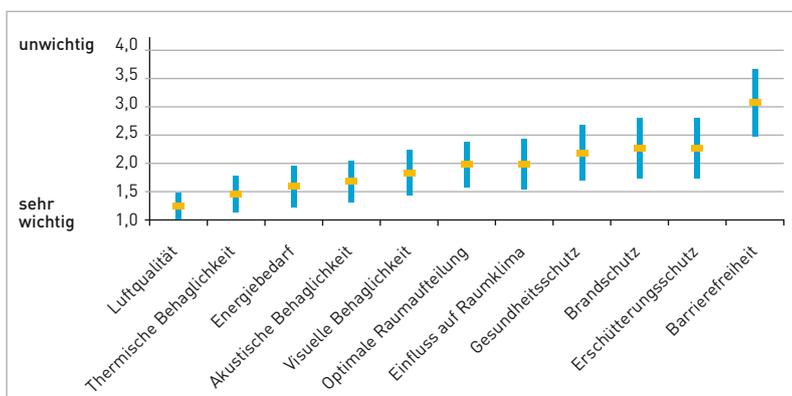


Abb. 2: Anforderungen an modernen Mehrgeschossbau

Quelle: „Bauphysik“, Ausgabe Juni 2011, „Ergebnisse einer Großstudie über Nutzungsanforderungen von Gebäuden“

# Wärmeschutz

## Zukunftsweisende Lösungen für höchste Ansprüche

Für Investoren und Wohnungseigentümer spielt der hochwertige Wärmeschutz heute eine wichtige Rolle und verlangt bereits in der Planung die notwendige Aufmerksamkeit.

Mit der Neuregelung der Energieeinsparverordnung (EnEV) wurden 2014 die Weichen für Energiestandards im Wohnungsbau gestellt.

Durch die erfolgte Verschärfung der Anforderungen ab dem 01.01.2016 sind bereits heute die Rahmenbedingungen für die zukünftige Planung des Wärmeschutzes bekannt. Zusätzliche Regelungen, die seit der Einführung der Energieeinsparverordnung 2014 umzusetzen sind, wirken sich ebenfalls auf die Planung von Mehrgeschossbauten aus.

Auch für die weiteren Schritte hin zum Nullenergiehaus im Wohnungsneubau ab 2021 sind die Weichen gestellt. Damit wird die europäische Regelung zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in Deutschland vorbildlich umgesetzt.

Mit der gestaffelten Einführung der neuen Energieeinsparverordnung wird den am Bau beteiligten Parteien ausreichend Zeit gegeben, sich auf die Anpassungen einzustellen.

### KfW-Förderprogramm als Orientierung

Einen Beitrag dazu, wie es zukünftig mit der energetischen Gestaltung aussieht, liefern die Förderprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Im Programm „Energieeffizient Bauen“ werden energetisch optimierte Gebäude und deren Wohneinheiten in Abhängigkeit vom erreichten Energiestandard gefördert. Anhand der beiden Leitkriterien (Tabelle 1), dem Jahresprimärenergiebedarf und dem Transmissionswärmeverlust, werden Gebäude klassifiziert und die Fördermaßnahmen gestaffelt angeboten. Über den aktuellen Stand der KfW-Förderprogramme können Sie sich im Internet unter [www.ytong-silka.de](http://www.ytong-silka.de) informieren.

### Passende Lösungen für EnEV-gerechte Mehrgeschossbauten

Mit der breiten Baustoffauswahl von Ytong Porenbeton (Tabelle 2) für monolithische Außenwände lassen sich die heutigen Anforderungen der EnEV leicht erfüllen. Sofern noch niedrigere U-Werte gewünscht werden oder aus statischen Gründen auf ein Außenmauerwerk mit Zusatzdämmung ausgewichen werden muss, können die Anforderungen durch Porenbetonsteine mit höherer Druckfestigkeit ebenfalls erfüllt werden. Dabei trägt dann der integrierte Wärmeschutz zusätzlich zur Senkung der U-Werte in der Außenwand bei.

Aber nicht nur die Außenwände, sondern auch die übrigen Bauteile der Gebäudehülle und die Haustechnik sind so zu dimensionieren, dass die EnEV-Vorgaben bzw. die Anforderungen aus der KfW-Förderung eingehalten werden. Durch die Nutzung von Herstellerdaten im Bereich der Haustechnik lässt sich der Primärenergiebedarf weiter gegenüber den

Tabelle 1: KfW-Effizienzhäuser<sup>1)</sup>

(in % des Referenzgebäudes nach EnEV 2014 Anlage 1

	KfW-Programme	Neubau			
		153			
		EnEV-Referenzgebäude	KfW-Effizienzhaus 55	KfW-Effizienzhaus 40	KfW-Effizienzhaus 40 Plus <sup>2)</sup> (ab April 2016)
<b>Q<sub>p</sub></b> (Jahresprimärenergiebedarf)	<b>Förderung bei:</b>	100 %	55 %	40 %	40 %
<b>H<sub>t</sub>'</b> (Transmissionswärmeverlust, bezogen auf das Referenzgebäude)		100 %	70 %	55 %	55 %
<b>Xella Empfehlung für U-Wert Außenwand bei Mehrgeschossbauten</b>	W/(m <sup>2</sup> K)	0,28	0,21	0,16	0,16

<sup>1)</sup> Stand 1.8.2016, es gelten die jeweiligen aktuellen Regelungen der KfW

<sup>2)</sup> Plus Paket bestehend aus: Stromerzeugende Anlage auf Basis erneuerbarer Energien + stationäres Batteriespeichersystem + Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung + Benutzerinterface mit Visualisierung von Stromerzeugung und -verbrauch

**Tabelle 2: U-Werte Ytong Außenwände**

Artikel	PP 2-0,35					PPE 4 - 0,50	PP 4-0,55	PP 4-0,65 bzw. PP 6-0,65		
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/(mK)]	0,08					0,09	0,12	0,14	0,18	
Empfohlene Steinbreite [mm]	480	400	365	425	365	425	240	240	175	
Zusatzdämmung	-						140 mm WLF035			
Wärmedurchgangskoeffizient U [W/(m²K)]	0,16	0,19	0,21	0,20	0,23	0,26	0,17	0,18	0,19	

Rahmenbedingungen: Außenputz:  $\lambda = 0,18$  W/(mK) d = 15 mm, Innenputz:  $\lambda = 0,51$  W/(mK) d = 10 mm,  $R_{si} + R_{se} = 0,17$  m²KW

allgemeinen Tabellenwerten optimieren. Insgesamt kann somit eine wirtschaftliche Optimierung des Gebäudes ohne Qualitätsverlust realisiert werden.

### Energetische Optimierung durch Berücksichtigung der Wärmebrücken

Neben dem Wärmeschutz der Bauteile ist beim energiesparenden Bauen auch die Planung von Wärmebrücken von großer Bedeutung. Durch diese wird der Wärmeverlust über die Gebäudehüllfläche vergrößert. Bei der Verwendung von Ytong Porenbeton in der Außenwand und bei sorgfältiger Detailplanung können

die Wärmebrücken durch rechnerischen Nachweis leicht um 75 % verringert werden. Beim rechnerischen Nachweis muss dann nur ein Wärmebrückenzuschlag von ca. 0,015 W/(m²K) berücksichtigt werden. Das bedeutet für Gebäude eine Einsparung von bis zu 10 % des Jahresprimärenergiebedarfs. Der Transmissionswärmeverlust wird dabei ebenfalls um bis zu 15 % verringert.

Mit Hilfe von Wärmebrückenkatalogen und einer softwaregestützten Berechnung können individuelle Ausführungsdetails so optimiert werden, dass ein Maximum an

Einsparungen beim Wärmebrückenzuschlag erreicht werden kann. Xella stellt die kostenpflichtige Software Psi-Therm mit einem dynamischen Wärmebrückenkatalog zur Verfügung. Hiermit besteht die Möglichkeit, anhand von Beispielen Wärmebrücken objektbezogen zu optimieren und mit geringem wirtschaftlichen Aufwand dieses energetische Einsparpotenzial zu erhöhen.

## Wärmebrücken im Detail:

Erfahren Sie mehr über Wärmebrückenoptimierung unter [www.ytong-silka.de/baubuch](http://www.ytong-silka.de/baubuch) auf Seite 396.



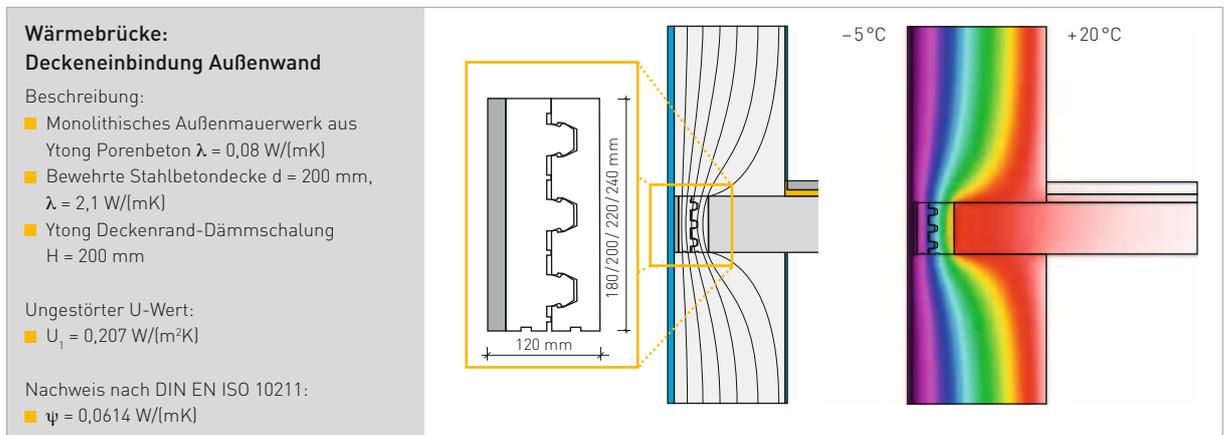


Abb. 4: Beispiel für eine optimierte Wärmebrücke

Die innovative Ytong Deckenrand-Dämmschalung beweist, dass mit einfachen Mitteln die Wärmebrücke in diesem Bereich reduziert werden kann. Eine Kombination aus Ytong Porenbeton und einem elastischen Dämmstoff auf insgesamt 120 mm Wanddicke ermöglicht die optimale Verbindung von Wärmedämmung und weit aufliegenden Decken. Das ist im Hinblick auf die statische Bemessung wichtig.

#### Anforderungen der EnEV 2014

Mit der EnEV 2014 wurden in zwei Schritten eine Vielzahl an Neuerungen eingeführt, die Planer, Bauunternehmer und Investoren zu berücksichtigen haben.

Folgende Punkte sollten Sie dabei im Auge behalten:

#### 1. Erhöhter Energie-Standard seit dem 01.05.2014

- Regelungen zur Ausstellung und Zurverfügungstellung von Energieausweisen
- Einführung von Energieeffizienzklassen, ähnlich wie bei Haushaltsgeräten, zur Gruppierung von Gebäudequalitäten
- Pflicht zur Angabe des Energiebedarfs bei kommerziellen Verkaufs- und Vermietungsanzeigen
- Schaffung von Kontrollmechanismen zur Steigerung der Qualität der energetischen Berechnungen
- Punktuelle Anpassungen zu Auslegungen und Kennwerten im Gebäudebestand
- Klarstellung zu normativen und anlagentechnischen Fragen im Bereich der Heizung, Warmwasserbereitung und Lüftung

#### 2. Änderungen seit dem 01.01.2016

- Absenkung des zulässigen Jahresprimärenergiebedarfs über eine 25%ige Kürzung des Jahresprimärenergiebedarfs des Referenzgebäudes
- Beschränkung des Transmissionswärmeverlusts auf den Wert des Referenzgebäudes
- Anpassung des Primärenergiefaktors für Strom entsprechend den Anteilen der erneuerbaren Energien bei der Stromerzeugung



**Unser Tipp:** Mit ihrem Internetangebot und ihren Seminaren bietet die Ytong Silka Akademie stets Wissen aus erster Hand und informiert über aktuelle Entwicklungen.



### Ausblick

Die EnEV 2014 stellt konkrete Anforderungen an die Gebäudehülle und die Anlagentechnik. Mit den einfach zu verarbeitenden Baustoffen Ytong und Silka wird im Wand- und Dachbereich ein positiver Beitrag dazu geleistet, die Werte des Referenzgebäudes deutlich zu unterschreiten. Weitere Einsparpotenziale, wenn auch hier ausschließlich beim Jahresprimärenergiebedarf, lassen sich durch die

Anlagentechnik im Gebäude und eine exakte Vorplanung der Leitungssysteme realisieren. Dies führt in Summe zu einer Einsparung von bis zu 50% des Primärenergiebedarfs.

Das Augenmerk sollte daher frühzeitig auf der Abstimmung aller energetisch relevanten Komponenten des Gebäudes durch Planer und Ausführende liegen. So lassen sich die Kennwerte für EnEV-gerechte Häuser und KfW-Effizienzhäuser

auf einfachem Wege einhalten. Die Energieeffizienz von Wohngebäuden wird künftig auf dem Immobilienmarkt eine viel größere Rolle spielen als bisher, da sie aufgrund der Bestimmungen der EnEV offengelegt wird.

Der neue Energieausweis und die flankierenden Regelungen hierzu sind sowohl für die potenziellen Käufer und Mieter als auch für die Eigentümer von Vorteil. Die Transparenz der baulichen und anlagentechnischen energetischen Qualität rückt hierbei in den Vordergrund und kann leicht verglichen werden. Je stärker die Energiekosten steigen, umso mehr Wert sollten Mieter und Käufer auf gute Wärmedämmung und moderne Anlagentechnik legen. Verkäufer und Vermieter von Gebäuden mit guten energetischen Gebäudewerten sind dann klar im Vorteil.



- › Monolithische Außenwände sind auch mit der neuen EnEV konstruktiv möglich.
- › Mit Ytong Porenbeton lassen sich nach EnEV 2014/2016 KfW-Effizienzhäuser 55, 40 und 40 plus sinnvoll und wirtschaftlich erstellen.
- › In zukünftigen KfW-Förderprogrammen lassen sich Konstruktionen auch in Kombination mit genauem Wärmebrückennachweis mit Ytong Porenbeton als effiziente Lösung planen.
- › Energie- und kosteneffiziente Ytong Wandkonstruktionen sind Garant für zukunftsorientierte Gebäudelösungen im Mehrgeschossbau.

# Sommerlicher Wärme-/Hitzeschutz

## Optimierte Raum- und Nutzungsqualität

Sommerlicher Wärmeschutz gewinnt als Entscheidungskriterium für Investoren und Bauherren im Sinne der Raum- und Nutzungsqualität von Gebäuden ständig an Bedeutung. Das ist nicht verwunderlich, denn Bewohner und Nutzer erwarten auch an heißen Tagen ein angenehmes Raumklima in Aufenthaltsräumen von Gebäuden. Ziel muss es sein, die Raum- und Gebäudeplanung so zu optimieren, dass im Sommer ohne zusätzliche Kühlmaßnahmen annehmbare Raumtemperaturen herrschen. Sinnvollerweise sollten zunächst alle baulichen und planerischen Möglichkeiten ausgeschöpft werden, selbst wenn eine Kühlanlage installiert wird.

Gemäß EnEV ist für Wohn- und nicht klimatisierte Nichtwohngebäude der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes nach DIN 4108-2:2013-02, Abschnitte 4.3 und 8 für alle Gebäuderäume zu führen. In diesem Fall wird eine Auslegung für den ungünstigsten, d. h. kritischen Raum nach oben genannter Norm notwendig. Der Nachweis wird anhand der Norm

geführt, die drei mögliche Verfahren unterscheidet:

1. Entfall des Nachweises bei eingehaltenen Grenzwerten
2. Vereinfachtes Nachweisverfahren mittels Tabellenwerten
3. Dynamisch thermisches Simulationsverfahren

### 1. Entfall des Nachweises bei eingehaltenen Grenzwerten

Soll der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes entfallen, sind die jeweiligen Grenzwerte nach Tabelle 3 zu unterschreiten. Der Nachweis erfolgt je nach Orientierungsrichtung und Neigung der Fenster.

Diese Nachweisbefreiung dürfte in der heutigen Baupraxis allerdings von untergeordneter Bedeutung sein, da ein Großteil üblicher Raumsituationen deutlich größere Fensterflächenanteile aufweist.

### 2. Vereinfachtes Nachweisverfahren mittels Tabellenwerten

Mit moderner Architektur sind die Grenzwerte für Aufenthaltsräume aus Tabelle 3 schnell überschritten, was einen vereinfachten Nachweis nach DIN 4108-2:2013-02 erfordert.

Besonders „kritisch“ sind hier Eckräume mit mehreren Fassaden oder auch Dachräume mit nach Süden ausgerichteten Dachflächenfenstern.

Beim Nachweis mit standardisierten Randbedingungen darf der vorhandene Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}}$  den zulässigen Höchstwert  $S_{\text{zul}}$  nicht überschreiten. Der Sonneneintragskennwert  $S_{\text{vorh}}$  wird von folgenden fünf Faktoren beeinflusst:

- Fensterflächenanteil  $A_w$
- Gesamtenergiedurchlassgrad  $g$  der Fensterflächen
- Nettogrundfläche  $A_g$  des betrachteten kritischen Raums
- Verglasungsarten (Zwei- bzw. Dreifachverglasung oder Sonnenschutzglas)
- Sonnenschutzeinrichtungen (außen, zwischen und innen liegend)

Es gilt: je mehr Fensterfläche, desto größer  $S_{\text{vorh}}$ . Um  $S_{\text{zul}}$  zu ermitteln, geben die Tabellen der DIN 4108-2 die notwendigen Angaben zu:

- Klimazonen in Deutschland nach Klimakarte aus DIN 4108-2:2013-02; Abbildung 5 beinhaltet die Daten der neuen

Tabelle 3: Grenzwerte für einen Verzicht auf den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes

Neigung der Fenster gegenüber der Horizontalen	Orientierung der Fenster <sup>1)</sup>	Grundflächenbezogener Fensterflächenanteil <sup>2)</sup>
		$f_{AG}$ [%]
Über 60° bis 90°	Nord-West über Süd bis Nord-Ost	10
	Alle anderen Nord-Orientierungen	15
Von 0° bis 60°	Alle Orientierungen	7

<sup>1)</sup> Sind beim betrachteten Raum mehrere Orientierungen mit Fenster vorhanden, ist der kleinere Grenzwert für  $f_{AG}$  bestimmend.

<sup>2)</sup> Der Fensterflächenanteil  $f_{AG}$  ergibt sich aus dem Verhältnis der Fensterfläche zur Grundfläche des betrachteten Raums oder der Raumgruppe. Sind dort mehrere Fassaden oder z. B. Erker vorhanden, ist  $f_{AG}$  aus der Summe aller Fensterflächen im Verhältnis zur Grundfläche zu berechnen.

„Testreferenzjahre“ des Deutschen Wetterdienstes

- Menge des Luftwechsels während der Nachtlüftung
- Einflüsse aus der Gebäudebauart
- Einsatz von Sonnenschutzgläsern (diffuse Strahlung wird permanent reduziert)
- Orientierung der Fenster
- Fensterneigung
- Einsatz passiver Kühlung (z. B. durch Kühldecken)

Das vereinfachte Verfahren liefert hinsichtlich der Beurteilung des sommerlichen Wärmeschutzes generell die „ungünstigeren“ Werte, womit eine sichere Planung gewährleistet ist. Von der Mehrheit der Planer wird aktuell diese Methodik als ausreichend zuverlässiger Regelnachweis angewendet. Die Software EnEV-Pro, die von der Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft angeboten wird, beinhaltet dieses Nachweis-tool. Ebenfalls ist ein Rechenprogramm unter [www.ytong-silka.de/tools](http://www.ytong-silka.de/tools) abrufbar.

Insbesondere die Gebäudebauart beeinflusst den zulässigen Sonneneintragskennwert, wobei Gebäude aus Massivbaustoffen eine mittlere bis schwere Bauart aufweisen und damit rechnerisch den erforderlichen Sonnenschutz reduzieren. Von leichter Bauart wird gesprochen, wenn kein Nachweis zur wirksamen Wärmespeicherfähigkeit vorliegt und keine der vereinfachten Eigenschaften für mittlere oder schwere Bauart nachgewiesen sind.

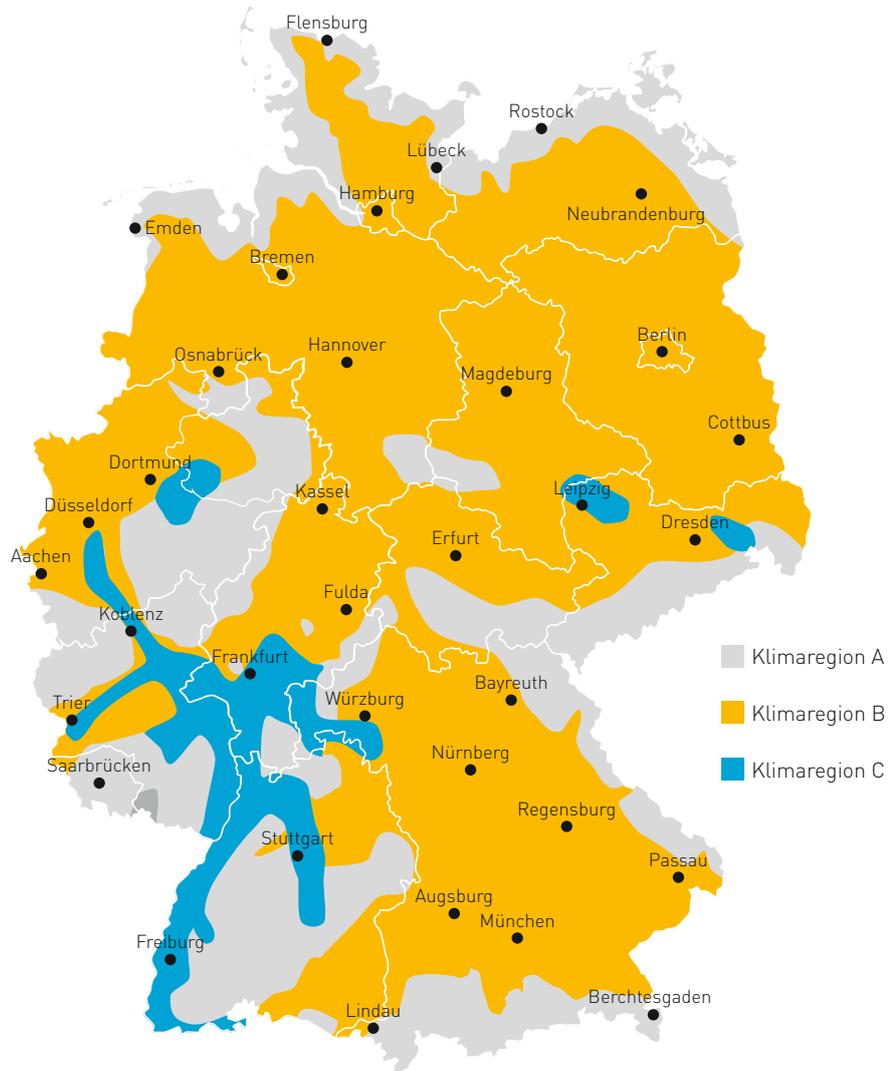


Abb. 5: Sommerklimaregionen nach DIN 4108-2

- Kenngrößen mittelschwere Bauart:
  - Stahlbetondecke und
  - massive Außen- und Innenbauteile (mittlere Rohdichte  $\geq 600 \text{ kg/m}^3$ ) und
  - keine innen liegende Wärmedämmung an den Außenbauteilen und
  - keine abgehängte oder thermisch abgedeckte Decke und
  - keine hohen Räume  $> 4,50 \text{ m}$
- Kenngröße schwere Bauart: wie mittelschwere Bauart, jedoch massive Außen- und Innenbauteile (mittlere Rohdichte  $\geq 1.600 \text{ kg/m}^3$ )

Die übliche Bauweise mit Ytong Porenbeton im Mehrgeschossbau setzt die mittlere Bauart voraus.

Die spezifische Wärmekapazität  $C$  gibt zusätzlich an, wie viel Wärme in einem Kilogramm eines Stoffes gespeichert werden kann, wenn seine Temperatur um 1 Kelvin erhöht wird.

Ist die wirksame Wärmespeicherfähigkeit gemäß DIN EN ISO 13786 nachgewiesen und auf die Nettogrundfläche des betrachteten Raums bezogen worden, gelten zur Einstufung der verschiedenen Gebäudebauartklassen folgende Grenzwerte:

- Leichte Bauart:  $c_{\text{wirkt}}/A_G < 50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$
- Mittlere Bauart:  $50 \text{ Wh}/(\text{Km}^2) \leq c_{\text{wirkt}}/A_G \leq 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$
- Schwere Bauart:  $c_{\text{wirkt}}/A_G > 130 \text{ Wh}/(\text{Km}^2)$



Für Außenbauteile gilt: Generell wirken sich hier die von innen betrachteten ersten 10 cm der Konstruktion auf die Speicherfähigkeit aus. Für Innenbauteile wird die wirksame Dicke einseitig mit maximal 10 cm berücksichtigt bzw. bei Wanddicken < 20 cm lediglich bis zur Wandmitte. Die spezifische Wärmekapazität von Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein liegt unabhängig von der Rohdichteklasse bei 1.000 J/(kgK). Das Wärmespeichervermögen und die Wärmeeindringzahl sind Indikatoren für die thermische Trägheit von Baustoffen. Dies spielt nicht nur für die Auskühl- und Aufheizzeit eine Rolle, sondern auch für den sommerlichen Wärmeschutz. Sind der vorhandene und der

zulässige Sonneneintragskennwert bestimmt, kann der Nachweis erbracht werden, sofern  $S_{\text{vorh}} \leq S_{\text{zul}}$  ist.

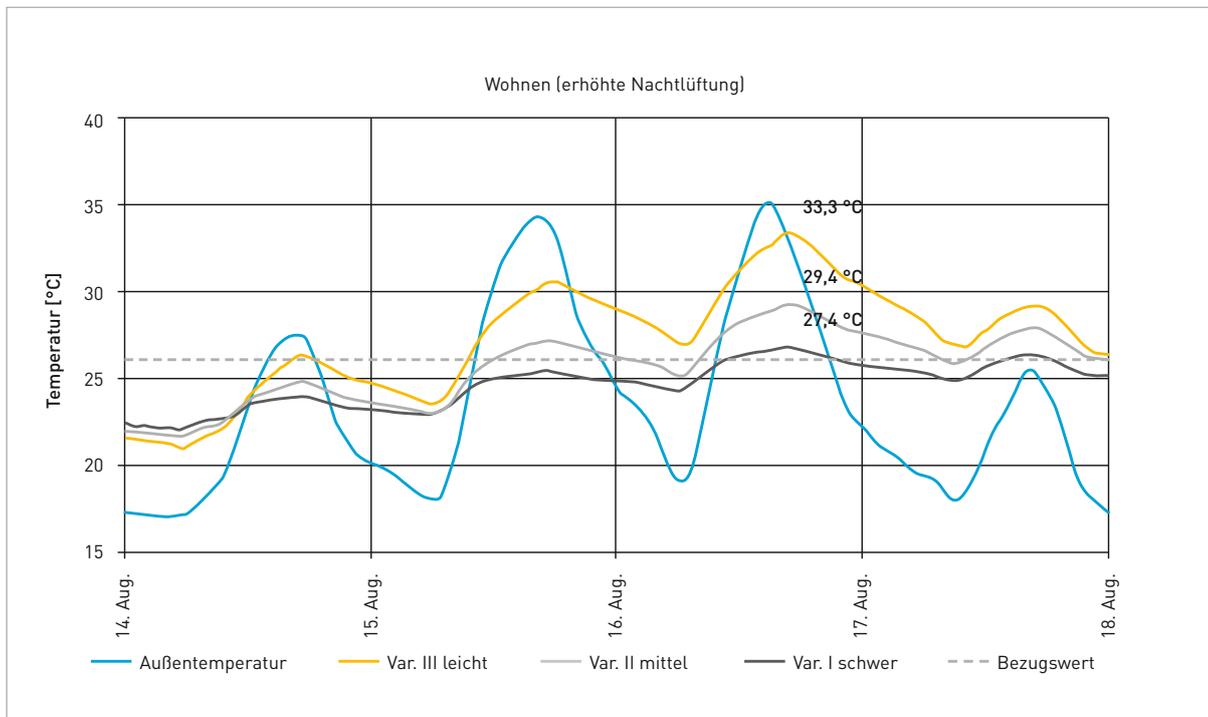
### 3. Dynamisch thermisches Simulationsverfahren

Die oben beschriebenen Verfahren können eine dynamische Gebäudesimulation nicht ersetzen, die gerade bei herausragenden Objekten mit großen Fensterflächen Sinn macht. Es wird untersucht, ob und wie oft die relevanten bzw. kritischen Räume eine vorgegebene Temperaturgrenze überschreiten. Dabei sind die Grenzwerte für die Sommerklimaregion A 25 °C, für B 26 °C und für C 27 °C (Abb. 5). Somit werden regionale Unterschiede der sommerlichen Klimaverhältnisse berücksichtigt. Die ermittelten

Übertemperaturgradstunden werden einem Anforderungswert nach DIN 4108-2:2013-02 gegenübergestellt. Bei Wohngebäuden dürfen hier 1.200 Kh/a und bei Nichtwohngebäuden 500 Kh/a nicht überschritten werden. Diese Methodik versteht sich als Prognoseverfahren mit möglichst realistischen Ergebnissen. Hierfür existieren mittlerweile eine Vielzahl geeigneter numerischer Rechenprogramme.

### Umsetzung der optimalen Bauart in der Planungspraxis

Massive Bauteile wie Mauerwerk aus Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein dienen hier als „Puffer“ für die Wärme aus der Raumluft oder von außen. Deshalb sollten stets schwere Bauteile



**Abb. 6: Sommerlicher Wärmeschutz – Einfluss der Bauart**

Quelle: Fux, V.: „Thermische Gebäudesimulation zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013-2“, 2013

(z. B. Innenwände mit hoher Rohdichteklasse, massive Betondecken zwischen den Geschossen etc.) mit direkter Raumanbindung vorhanden sein.

Abbildung 6 vergleicht den Verlauf der operativen Innenraumtemperatur, der Außentemperatur und der Bezugstemperatur für verschiedene Bauarten über eine sommerheiße Periode unter Berücksichtigung erhöhter Nachtlüftung für den Wohnraum. Es wird deutlich, dass schwere Konstruktionen (schwarze Linie) den besten sommerlichen Wärmeschutz bieten.

Aufgrund der bedeutend größeren Speichermassen in Massivgebäuden kommt es gegenüber Objekten in

Leichtbauweise gar nicht oder nur in sehr geringem Umfang zu Überhitzungen und zur Herabsetzung der thermischen Behaglichkeit. Besonders positiv wirkt sich dieser Effekt beim Einsatz eines Ytong Massivdachs aus. Im Dachgeschoss kann man von einem Raumklima ähnlich dem des Erdgeschosses ausgehen, was einen deutlichen Mehrwert zu „herkömmlichen“ Dachkonstruktionen darstellt. Bei einem Kombidach aus Ytong Porenbeton Dachelementen und Multipor Mineralfüllplatten als Aufdachdämmung sind diese Eigenschaften ausgewogen miteinander kombiniert, sodass die Voraussetzungen für ein behagliches Wohnklima gesichert sind.

Es wird deutlich, dass durch die gezielte Wahl einer massiven Konstruktion die operative Raumtemperatur deutlich unter der einer leichten Variante liegt, wobei eine größere thermische Behaglichkeit für die Nutzer gewährleistet ist.

# Sicherer Luftschallschutz

Mit Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein leicht erfüllbar

Während das Thema Verschärfung der wärmetechnischen Anforderungen fast täglich in der Presse präsent ist, scheint die Normierung beim Schallschutz seit Jahren auf der Stelle zu treten. In die Schlagzeilen gelangt das Thema allenfalls durch aufsehenerregende Gerichtsurteile, die schonungslos aufzeigen, dass erbrachte Bauleistungen nicht mehr die Ansprüche und Erwartungshaltungen des Nutzers erfüllen. Grund dafür ist der stetig wachsende alltägliche Lärmpegel. In einer immer lautereren, hektischeren Welt ist es nötig, den Ort der Ruhe, das Zuhause, vor ungewollter Geräuschübertragung zu schützen.

Das betrifft den Schutz:

- zwischen fremden Wohnbereichen (horizontal und vertikal)
- vor Außenlärm
- im eigenen Wohnbereich

## Anforderungen und Empfehlungen

Dabei ist der Schallschutz bereits zu Planungsbeginn neben Statik und Wärmeschutz ein wesentliches Element. Denn fehlender Schallschutz ist fast nicht nachrüstbar. Die Qualität des Schallschutzes bestimmen Sie bei der Planung! Bedenken Sie dabei, dass sich die Anforderungen der DIN 4109:2016-07 hinsichtlich des Luftschallschutzes nur auf unzumutbare Geräusche aus fremden Wohnbereichen bezie-

hen. Und das reicht in der Regel nicht aus. Hier werden lediglich die öffentlich-rechtlichen Mindestanforderungen benannt. Zivilrechtlich liegt die „Messlatte“ in der Regel höher. Darum empfehlen wir, in jedem Fall feste Werte für den zu erbringenden Schallschutz zu planen und vertraglich zu vereinbaren. Denn wenn sie fehlen, werden im Streitfall andere, in der Regel Richter und Sachverständige, die Werte festlegen. Maßgeblich dafür sind die Angaben im Prospektmaterial. Schlagworte wie Komfortwohnungen, Villa oder Wohnen im Park suggerieren bereits einen höheren Schallschutz als das Minimum. Gerichtsurteile stärken hier die

Tabelle 4: Anforderungen und Empfehlungen zum Luftschallschutz von geschlossenen Wänden (ohne Türen) in dB

Regelwerk		Einbausituation									
		Horizontale Luftschallübertragung						Vertikale Luftschallübertragung			
		Schutzbedürftige Räume fremder Wohnbereiche				Eigener Wohnbereich		Schutzbedürftige Räume fremder Wohnbereiche		Eigener Wohnbereich	
		Anforderungen an Wohnungstrennwände		Anforderungen an Treppenhauswände		Empfehlungen für Innenwände		Anforderungen an Trenndecken		Anforderungen an Trenndecken	
		R' <sub>w</sub>	D <sub>nT,w</sub>	R' <sub>w</sub>	D <sub>nT,w</sub>	R' <sub>w</sub>	D <sub>nT,w</sub>	R' <sub>w</sub>	D <sub>nT,w</sub>	R' <sub>w</sub>	D <sub>nT,w</sub>
DIN 4109:2016-07		53	–	53	–	–	–	54	–	–	–
VDI 4100:2007-08	SSt I	53	–	53	–	–	–	54	–	50	–
	SSt II	56	–	56	–	48	–	57	–	55	–
	SSt III	59	–	59	–	–	–	60	–	55	–
VDI 4100:2012-10	SSt I	–	56	–	56	–	48	–	56	–	48
	SSt II	–	59	–	59	–	52	–	59	–	52
	SSt III	–	64	–	64	–	–	–	64	–	–
DEGA 103 2009-03	Wände, Decken R' <sub>w</sub>	F	E	D	C	B	A	A*			
		< 50	≥ 50	≥ 53/54	≥ 57	≥ 62	≥ 67	≥ 72			

Erwartungshaltung des Nutzers und schließen einen möglichen vertraglichen Bezug auf den Mindestschallschutz kategorisch aus.

Neben der verbindlichen DIN 4109 als Untergrenze des absoluten Mindestschallschutzes zeigt Tabelle 4 weitergehende Anforderungen und Empfehlungen an den Luftschallschutz.

### VDI 4100 als Orientierung

Die VDI 4100:2012-10 beschreibt bereits in der SSt I Anforderungen an den erhöhten Schallschutz. Sollte in Vertragswerken Bezug auf die VDI 4100 genommen werden, ist das Ausgabedatum ebenfalls aufzunehmen, da die Werte unglücklicherweise in den einzelnen Stufen verschoben sind und es sonst zu Verwechslungen kommen kann.

Während man bei der VDI 4100:2007-08 sicherlich von den allgemein anerkannten Regeln der Technik sprechen kann, verfehlt die letzte Ausgabe aus 2012 diesen Anspruch. Wir empfehlen, den von der VDI 4100:2007-08 eingeschlagenen Weg als üblich zu erbringenden Luftschallschutz zu vereinbaren.

### Lösungen: Allgemeines

Die individuell wahrgenommene Schalldämmung wird am ehesten über die bewertete Schallpegeldifferenz  $D_{nT,w}$  abgebildet. Hier findet neben der konkreten Bauteilsituation auch die Raumgeometrie und die Richtung der Schallübertragung Eingang in die Prognoseberechnung. Das bewertete Bauschall-Dämmmaß  $R'_{w}$

hingegen ist richtungslos, stellt aber die maßgebende Größe der aktuellen Normung dar.

Zum Nachweis der bewerteten Schallpegeldifferenz gilt es, die ungünstigste Situation zu betrachten: vom größeren in den kleineren Raum und vom lautereren in den leiseren. Das heißt, dass sich bei gleichem erf.  $D_{nT,w}$  für kleine Räume ein größeres notwendiges  $R'_{w}$  ergibt als bei großen.

Zur Orientierung lässt sich die Schallpegeldifferenz in das bewertete Bauschall-Dämmmaß wie folgt abschätzen:

- bei horizontaler Übertragung in kleine Empfangsräume  
erf.  $D_{nT,w} \sim R'_{w}$
- bei horizontaler Übertragung in große Empfangsräume  
erf.  $D_{nT,w} \sim R'_{w} + 3 \text{ dB}$
- beim vertikalen Schallschutz  
 $D_{nT,w} \sim R'_{w} + 1 \text{ dB}$

### Lösungen: vertikaler und horizontaler Luftschallschutz zwischen fremden Wohnbereichen

Wärmedämmende Ytong Außenwände und hoch tragfähige Silka Innenwände erfüllen sicher die Anforderungen und Empfehlungen sowohl an den Wärmeschutz und den Brandschutz als auch an den Schallschutz. Hier werden die Baustoffe entsprechend ihren Stärken eingesetzt.

Eine Orientierungshilfe zum baulichen Luftschallschutz geben die Tabellen 5 und 6, in denen verschiedene Baustoffkombinationen

durchgerechnet wurden. Mit Ytong Porenbeton werden die Anforderungen an den vertikalen Schallschutz erfüllt. Dies belegt das Beispiel einer Raumsituation im Mehrgeschosswohnungsbau, einem Wohnzimmer mit einer Grundfläche von 4,00 m x 5,00 m bei einer Raumhöhe von 2,60 m (Abb. 7). Genauso die Situation beim horizontalen Luftschallschutz (Abb. 8). Hier werden zwei aneinanderliegende Schlafzimmer fremder Wohnbereiche mit einer Trennwandlänge von 5,00 m und einer Raumtiefe von 3,50 m näher betrachtet.

Die berechneten Prognosen erfüllen alle die Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz nach den aus unserer Sicht allgemein anerkannten Regeln der Technik (VDI 4100:2007-08; SSt II). Mit detailliert geplanten Konstruktionen können noch höhere Anforderungen erfüllt werden. Vielfach reicht es nicht mehr aus, allein das trennende Bauteil schwerer zu machen, sondern die schwächsten Stellen des Systems müssen verbessert werden. Unterstützung bietet z. B. unser kostenloser downloadbarer Schallschutzrechner unter [www.ytong-silka.de/tools](http://www.ytong-silka.de/tools). Nach Eingabe der Geometrie und der Bauteile werden als Ergebnis  $R'_{w}$ ,  $D_{nT,w}$  und die Stoßstellenwerte ausgegeben. So kann eine zielgerichtete Optimierung bereits in der Planung stattfinden.

### Sicherheitskonzept

Während zum Nachweis des Mindestschallschutzes gemäß DIN 4109 ein Sicherheitsabschlag von 2 dB zu berücksichtigen ist, wird dieser zum Nachweis eines erhöhten Schallschutzes nicht festgeschrieben. Das bedeutet, dass das Maß des Sicherheitsabschlags an dieser Stelle noch variiert werden kann. Allerdings sollte dies mit Augenmaß erfolgen, um etwaigen Toleranzen der Baustoffe und der Verarbeitung gerecht zu werden. Baustellenmessungen belegen, dass sich mit Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein dieser Wert auf 1 dB reduzieren lässt. Eine weitere Reduzierung bis hin zu keinem Abzug sollte aber nur dann erfolgen, wenn sowohl die Stoßstellen bewusst geplant sind als auch der einzusetzende Baustoff bekannt ist. Während der Stumpfstoß zwischen Baustoffen mit unterschiedlichem

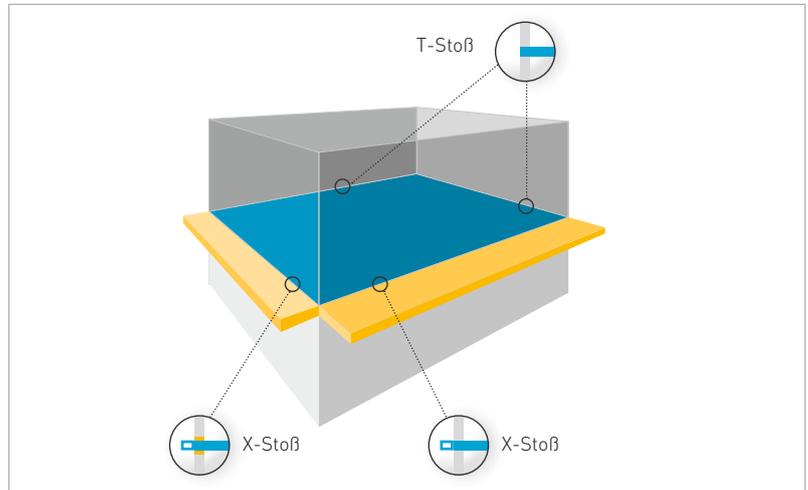


Abb. 7: Luftschallschutz vertikal

Verformungsverhalten z. B. bei der „Radieschenbauweise“ – außen rot, innen weiß – als sehr kritisch zu sehen ist (Abriss der Stumpfstoßfuge bei gleichzeitiger Verschlechterung des Schallschutzes von ca. 5 bis 10 dB), kann bei der Kombina-

tion von Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein mit gleichem Verformungsverhalten gerechnet werden – eine sichere Konstruktion bei voll vermörteltem Stumpfstoß.

Tabelle 5: Variationsrechnungen: Luftschallschutz vertikal

Außenwand		Innenwand		Schallschutz		Anforderungen		
Artikel	$\lambda$ W/(mK)	Wand- dicke mm	Nicht- tragend	Artikel	Wand- dicke mm	Vertikal $R_w^*$ Sicherheitsabschlag von 0 bis 2 dB bereits berücksichtigt dB	Vertikal $D_{nT,w}$ Sicherheitsabschlag von 0 bis 2 dB bereits berücksichtigt	VDI 4100: 2007-08
Ytong PP 2-0,35	0,08 und 0,09	365	entkoppelt	Silka KS 20-2,0	175	59,7 bis 57,7	58,9 bis 56,9	SSSt II
		400			175	60,0 bis 58,0	59,2 bis 57,2	SSSt II/III
		425			175	60,2 bis 58,2	59,4 bis 57,4	SSSt II/III
		480			175	60,7 bis 58,7	59,9 bis 57,9	SSSt II/III
Ytong PPE 4-0,50	0,12	425			175	61,7 bis 59,7	60,9 bis 58,9	SSSt II/III
Ytong PP 4-0,55	0,14	240			175	59,9 bis 57,9	59,1 bis 57,1	SSSt II
Ytong PP 6-0,65	0,18	175			175	59,1 bis 57,1	58,3 bis 56,3	SSSt II
		240			175	60,5 bis 58,5	59,7 bis 57,7	SSSt II/III

Rahmenbedingungen:

Vorsatzschale auf der Stahlbetondecke: Schwimmender Estrich,  $d = 40$  mm; 25/20 MF  $s' < 10$  MN/m<sup>3</sup>

Stahlbetondecke:  $d = 220$  mm, Innenputz:  $d = 10$  mm Gipsputz

Tabelle 6: Variationsrechnungen: Luftschallschutz horizontal (Wohnungstrennwand)

Außenwand			Angrenzende Innenwand		Wohnungstrennwand		Schallschutz		Anforderungen
Artikel	$\lambda$	Wanddicke	Artikel	Wanddicke	Artikel	Wanddicke	Horizontal $R'_w$	Horizontal $D_{nT,w}$	VDI 4100 : 2007-08
	W/(mK)	mm		mm		mm	Sicherheitsabschlag von 0 bis 2 dB bereits berücksichtigt dB	Sicherheitsabschlag von 0 bis 2 dB bereits berücksichtigt dB	
Ytong PP 2-0,35	0,08 und 0,09	365 400 425 480	Silka KS 20-2,0	175	Silka KS 20-2,2	240	58,2 bis 56,2	58,7 bis 56,7	SSt II
							58,3 bis 56,3	58,8 bis 56,8	
							58,4 bis 56,4	58,9 bis 56,9	
							58,6 bis 56,6	59,1 bis 57,1	
Ytong PPE 4-0,50	0,12	425					58,8 bis 56,8	59,3 bis 57,3	SSt II
Ytong PP 4-0,55	0,14	240					58,3 bis 56,3	58,8 bis 56,8	SSt II
Ytong PP 6-0,65	0,18	175 240					58,0 bis 56,0 58,5 bis 56,5	58,5 bis 56,5 59,0 bis 57,0	SSt II

Rahmenbedingungen:

Vorsatzschale auf der Stahlbetondecke: Schwimmender Zementestrich,  $d = 40$  mm; 25/20 MF  $s' < 10$  MN/m<sup>3</sup>

Stahlbetondecke:  $d = 220$  mm, Innenputz:  $d = 10$  mm Gipsputz

### Lösungen: horizontaler Luftschallschutz im eigenen Wohnbereich

Wenn bislang auch nur als Empfehlung genannt, rückt auch der Schallschutz innerhalb des eigenen Wohnbereichs immer mehr in den Fokus, und das nicht nur bei Wänden, an denen Installationsleitungen liegen. Hier empfehlen wir die einschalige Massivbau-Musterinstallationswand gemäß DIN 4109-36 mit einer flächenbezogenen Masse von mindestens 220 kg/m<sup>2</sup>. Eine der wirtschaftlichsten und sichersten Lösungen ist der Einsatz einer Silka Kalksandsteinwand der Wanddicke 115 mm in der Rohdichteklasse 2,0.

Bei der Betrachtung zweier aneinanderliegender Räume sollte der Blick nicht nur auf das trennende Bauteil gelenkt werden, sondern ebenfalls auf die angrenzenden Wände mit deren Türen.

Als schwächste Glieder sind es diese Einbauteile, die den wahrgenommenen Luftschall maßgeblich bestimmen und die es gesondert zu planen gilt.

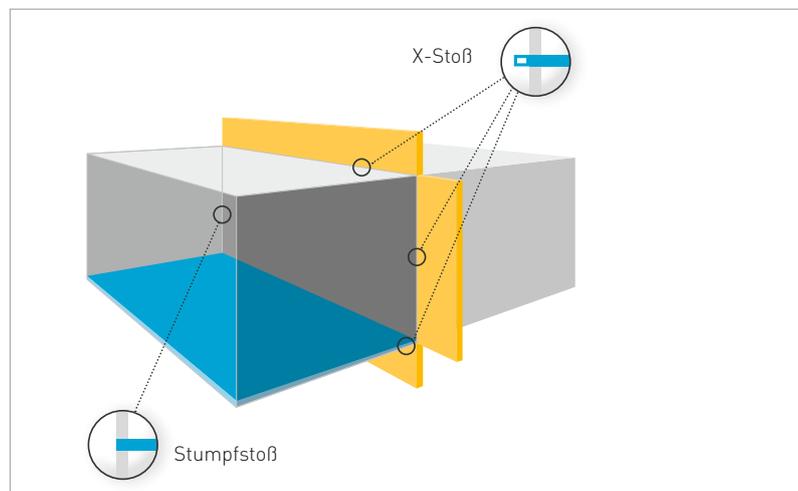


Abb 8: Luftschallschutz horizontal (Wohnungstrennwand)



Abb. 9: Frequenzbereiche im Überblick

### Lösungen: Schallschutz vor Außenlärm

Der menschliche Hörbereich liegt zwischen ca. 20 Hz und 20 kHz – die Bauakustik betrachtet den Bereich zwischen 50 Hz und 5 kHz (Abb. 9).

Während sich die derzeitigen Anforderungen an Außenbauteile auf  $R'_w$  beziehen, diese aber den Kennwert für Innenbauteile (bezogen auf die

Wohngeräusche im Bereich ab ca. 100 Hz bis 3.150 Hz) darstellen, wird in der Regel die Schallschutzwirkung von Außenbauteilen (Verkehrslärmeinwirkung) falsch abgebildet.

Als Folge kann es trotz Einhaltung der Anforderungen zu empfundenen Schallschutzmängeln kommen.

Abhilfe schaffen hier die Spektrum-Anpassungswerte C und  $C_{tr}$  nach

DIN EN ISO 717-1:2013-06, die zu den bewerteten Schalldämm-Maßen addiert werden. Wenn auch normativ nicht fest vorgegeben, so wird doch in der DIN 4109-2 der Hinweis gegeben, dass sie verwendet werden können. Ähnliches sagt auch die VDI 4100:2012-10. Bei tieffrequenten Geräuschen, z. B. städtischem Straßenverkehr, können  $C_{tr,50-5000}$  zum bewerteten Schalldämm-Maß  $R_w$  bzw.  $R'_w$  hinzuaddiert werden. In Sonderfällen ist ein Spektrum-Anpassungswert für das vor Ort vorhandene Spektrum zu ermitteln.

Unabhängig von diesen Spektrum-Anpassungswerten gilt aber, dass bei zusammengesetzten Bauteilen (diese liegen in der Regel immer bei Außenbauteilen in Form von Wand mit Fenster, Rollladenkasten etc. vor) das resultierende Schalldämm-Maß maßgeblich durch das Bauteil mit der geringsten Schalldämmung bestimmt wird. Eine Orientierung gibt Tabelle 7.



- Definieren Sie von Beginn an zu erbringende Schallschutzwerte.
- Planen Sie den Schallschutz entsprechend.
- Mit Außenwänden aus Ytong Porenbeton und Innenwänden aus Silka Kalksandstein lässt sich ein erhöhter Schallschutz auch nach VDI 4100:2007-08 (Schallschutzstufe II) sicher erfüllen.

Tabelle 7: Variationsrechnungen: Schallschutz vor Außenlärm

Außenwand					Schallschutz	
Artikel	Wanddicke mm	Flächenbezogene Masse Wand kg/m <sup>2</sup>	$R_{w \text{ Wand}}$ dB	$R_{w \text{ Fenster}}$ dB	$R'_{w, \text{ges Wand inkl. Fenster}}$	
					Fensterflächenanteil 35 % dB	Fensterflächenanteil 25 % dB
Ytong PP 2-0,35	365	133,6	47	37	41	42
	400	145,0	48	37	41	42
	425	153,1	49	37	41	42
	480	171,0	50	37	41	42
Ytong PPE 4-0,50	425	201,9	53	37	41	43
Ytong PP 4-0,55	240	141,0	48	37	41	42
Ytong PP 6-0,65	175	124,4	46	37	41	42
	240	165,0	49	37	41	42

# Statik und Bemessung

## Ytong und Silka Wandbaustoffe

Vorrangigstes Ziel im konstruktiven Ingenieurbau ist es, Bauwerke so zu konstruieren und statisch zu berechnen, dass sie dauerhaft und damit nachhaltig standsicher sind. Die Auswahl der Baustoffe spielt hier ebenso eine Rolle wie die Wahl geeigneter statischer Systeme und Konstruktionen. Durch die Kombination der Baustoffe Ytong Porenbeton mit seinen hervorragenden wärmedämmenden Eigenschaften in der Außenwand und Silka Kalksandstein mit seiner hohen Tragfähigkeit auch bei dünnen Bauteilen in der Innenwand wird den Zielen Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit Rechnung getragen.

Grundsätzlich sollten im Mehrgeschosswohnungsbau die Hauptlasten aus Eigenlasten und Verkehrslasten über die Innenwände abgetragen werden. Dazu sollte bereits beim Entwurf darauf geachtet werden, die Wände entsprechend anzuordnen. Als Beispiel sei hier einmal die sogenannte Schottenbauweise genannt. Hier findet der Lastabtrag zu großen Teilen über die Innen- bzw. die seitlichen Außenwände statt, die in der Regel eine geringere Anzahl an Fenstern und damit lange Außenwände aufweisen. Die zumeist in süd- bzw. südwestlicher Ausrichtung liegenden Außenwände mit einem sehr großen Fensterflächenanteil und oft nur kurzen Mauerwerkspfählern werden somit nur gering aus den Decken belastet und können im hochwärmedämmenden Ytong Porenbeton ausgeführt werden.

### **Bis zu fünf Vollgeschosse mit Ytong Porenbeton P2**

Bei einer günstigen Planung können mit einem normativ geregelten und monolithischen Ytong Porenbeton P2 bis zu fünf Vollgeschosse aufgenommen werden. Im Bereich mit erhöhten Belastungen wie z. B. Pfeilern in den unteren Geschossen kann der Ytong Porenbeton P2 problemlos mit einem Ytong Porenbeton P4 kombiniert werden. Dadurch wird ein ausgewogenes Verhältnis von Tragfähigkeit und Wärmeschutz erreicht.

Eine Alternative zu der monolithischen Ausführung bietet ein zweischaliger Wandaufbau mit einem Ytong P6 in 17,5 oder 24 cm und einem Wärmedämm-Verbundsystem z. B. von Multipor. Statisch bietet der Ytong P6 trotz der geringeren Wanddicke eine deutlich erhöhte Tragfähigkeit. Durch seine gute Wärmedämmung kann hier gegenüber anderen Baustoffen deutlich an zusätzlicher Dämstoffdicke beim Wärmedämm-Verbundsystem gespart werden.

### **Anforderungen**

Zukünftig werden die grundlegenden Normen zur Tragwerksplanung auf europäischer Ebene geregelt. Dabei handelt es sich um die Normenreihe DIN EN 1990–1999, die sogenannten Eurocodes. Im Jahr 2012 wurden die Eurocodes nahezu vollständig als verbindlich geltende Baubestimmungen eingeführt. Seit dem 01.04.2016 ist auch der Eurocode 6: Bemessung und Kon-



struktion von Mauerwerksbauten (DIN EN 1996) bindend. Lediglich der Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben (DIN EN 1998) bildet noch eine Ausnahme.

**Tabelle 8: Charakteristische Druckfestigkeit  $f_k$  für Dünnbettmörtelmauerwerk nach DIN EN 1996-3/NA: 2012-01**

Steinfestigkeitsklasse	Ytong Porenbeton DBM N/mm <sup>2</sup>	Silka Kalksandstein		
		Lochsteine Silka KS L-R P N/mm <sup>2</sup>	Vollsteine Silka KS-R P N/mm <sup>2</sup>	Planelemente Silka XL N/mm <sup>2</sup>
2	1,8	-	-	-
4	2,6/3,0	-	-	-
6	4,1	-	-	-
12	-	5,6	7,0	9,4
16	-	6,6	8,8	11,2
20	-	7,6	10,5	12,9
28	-	7,6	13,8	16,0

### Innovative Detaillösung: Deckenknoten

Bei der Bemessung nach dem Eurocode spielt die Auflagertiefe der Decken auf den tragenden Außenwänden eine wichtige Rolle. Je weiter die Decke aufliegt und es damit zu einer zentrischeren Kräfteinleitung kommt, desto höher kann die Wand belastet werden. Um der neuen Normung gerecht zu werden, haben wir eine neue Ytong Deckenrand-Dämmschalung mit in unser Produktprogramm aufgenommen. Bei einer vergleichsweise geringen Dicke von 120 mm vereint sie einen guten Wärmeschutz und eine große Deckenauflagertiefe. Zusätzlich bietet sie noch einen einheitlichen Putzgrund. Erhältlich ist sie in den Höhen 200, 220 und 240 mm.

Aber auch der herkömmliche Deckenrandstein kann bei größeren Wanddicken wie gewohnt eingesetzt werden. Über den passenden

Einsatz wird im Rahmen der statischen Detailplanung entschieden.

### Detaillösung: hoch belastete Mauerwerkspfeiler

Eine im Mehrgeschosswohnungsbau immer wieder auftauchende Besonderheit sind hoch belastete Mauerwerkspfeiler. Diese Lasten können teilweise nicht mehr durch den verwendeten Ytong Porenbeton abgetragen werden. Hier bieten sich zwei Lösungen an. Entweder kann der Mauerwerkspfeiler mit Silka Kalksandstein gemauert werden oder es werden integrierte Betonstützen angeordnet.

Speziell hierfür wurde der neue Ytong Schalungsstein entwickelt. Er verbindet drei Vorteile in nur einem Produkt. Er dient als verlorene Schalung und bietet dabei einen einheitlichen Putzgrund sowie eine erhöhte Ausführungssicherheit. Zudem entsteht aufgrund der geringen Betonfläche

Informationen zur statischen Bemessung finden Sie in unserem Baubuch sowie in der Broschüre Bautechnologie Kompakt.



nur eine geringe Wärmebrücke, die sich mit einer zusätzlichen außen liegenden Wärmedämmung, beispielsweise aus Multopor, noch vermindern lässt.



Der Ytong Schalungsstein ist in den Wanddicken 300 bis 480 mm lieferbar.



- › Seit dem 01.04.2016 wird Mauerwerk ausschließlich nach der DIN EN 1996 bemessen.
- › Mit ungestörten Wänden aus Ytong Porenbeton PP 2 können bis zu fünf Vollgeschosse errichtet werden.
- › Eine Kombination weißer Baustoffe beispielsweise im Bereich hoch belasteter Pfeiler ist problemlos möglich.

### Detaillösung: Staffelgeschoss

Typisch für heutige Mehrgeschosswohnungsbauten sind Staffelgeschosse. Aus den zurückspringenden Wänden ergibt sich für die Bemessung des Mauerwerks eine weitere Herausforderung. Die elastische Verformung der Decke unter Eigengewicht und Nutzlast sowie die daraus resultierende Durchbiegung verursachen exzentrische Belastungen im tragenden Mauerwerk. Durch den Einsatz einer Zentrierleiste werden diese Bewegungen übernommen, die Kräfteinleitung wird zentriert und die Ausführungssicherheit wird erhöht.

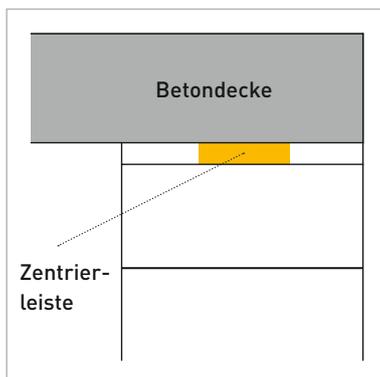


Abb. 10: Zentrierleiste

### Erdbebensicheres Bauen

Sowohl Ytong Porenbeton als auch Silka Kalksandstein können als bewährte Bauverfahren hervorragend Erdbebenkräften widerstehen. Die gültige Norm für eine Bemessung von Bauten in deutschen Erdbebengebieten ist weiterhin die DIN 4149:2005-008. Die Nachfolgenorm DIN EN 1998 befindet sich im Status einer Vornorm und wird frühestens im Jahr 2017 bauaufsichtlich eingeführt.

Die Grundsätze der Erdbebenbemessung sind aber nach beiden Normen gleich und sollten schon in der Vorplanung berücksichtigt werden.

Symmetrische Wände möglichst ohne exzentrischen Lastabtrag sind vorteilhaft für die Erdbebenbemessung. Schubwände sollten möglichst lang sein und über die gesamte Gebäudehöhe durchgehend angeordnet werden.

Weitere Informationen zum Thema Erdbebenbemessung finden Sie unter [www.ytong-silka.de/baubuch](http://www.ytong-silka.de/baubuch) auf Seite 368.



Aufgrund der höheren Etagenanzahl im Geschosswohnungsbau kann das vereinfachte Nachweisverfahren unter Beachtung konstruktiver Regeln häufig nicht genutzt werden. In diesen Fällen ist ein rechnerischer Nachweis zu führen. Das vereinfachte Antwortspektrumverfahren ist das am häufigsten genutzte Modell. Hierbei werden die Kräfte auf die Wände verteilt und es kann ein Spannungsnachweis nach DIN EN 1996-1:2013-02 geführt werden. Für den Spannungsnachweis können alle Wände herangezogen werden, die mit normierten Steinen der Steifigkeitsklasse 2 oder höher erstellt werden.

### Nachweisführung: fünf Vollgeschosse – Wand und Pfeiler

Im Folgenden finden sich zwei Bemessungsbeispiele im vereinfachten Verfahren nach Eurocode 6 für eine Außenwand sowie einen Wandpfeiler aus Ytong Porenbeton. Es handelt sich um einen Meter Wandstreifen ohne Fenster sowie um einen 99 cm breiten Wandpfeiler, der zusätzlich aus zwei Fensterstürzen belastet wird.

Die überschlägige Lastzusammenstellung dient der Vorbemessung, durch eine genauere Ermittlung der Lasten können diese in der Regel deutlich reduziert werden.

**Eigengewicht Wand:**  $4,50 \text{ kN/m}^3 \times 0,425 \text{ m} \times 2,63 \text{ m} = 5,0 \text{ kN/m}$

#### Lastzusammenstellung aus Decke:

Aus Decke: $0,22 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^2 =$	5,50 kN/m <sup>2</sup>
Ausbauast:	1,50 kN/m <sup>2</sup>
Verkehrslast (inkl. Trennwände)	2,30 kN/m <sup>2</sup>
<b>Summe:</b>	<b>9,30 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Last pro laufenden Meter Wand pro Etage:

$$N_{Ek} = 1,00 \text{ m} \times (5,0 \text{ m} \times 0,375) \times 9,30 \text{ kN/m}^2 + 5,0 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ek} = 22,44 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1,4 \times 22,44 = 31,42 \text{ kN}$$

#### Last auf Wandpfeiler:

$$N_{Ek} = (1,51 \text{ m} + 0,99 \text{ m}) \times (5,0 \text{ m} \times 0,375) \times 9,30 \text{ kN/m}^2 + 5,0 \times 0,99 \text{ m}$$

$$N_{Ek} = 48,55 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1,4 \times 48,55 = 67,96 \text{ kN}$$

#### Bemessung:

Knicklänge:	$h_{ef} = 2,63 \text{ m}$
Wanddicke:	$t = 0,425 \text{ m}$
Schlankheit:	$h_{ef}/t = 2,63 / 0,425 = 6,19 \leq 27$
Deckenspannweite:	$l_f = 5,00 \text{ m}$ , 2-Feld-System
Auflagertiefe/Wanddicke:	$a/t = 305 \text{ mm} / 425 \text{ mm} = 0,718$
Bemessungswert des Widerstands:	$N_{Rd} = \phi \cdot A \cdot f_d$
Bemessungswert der Druckfestigkeit:	$f_d = \xi \times f_k \times \gamma_M$
Nachweis:	$N_{Ed} \leq N_{Rd}$

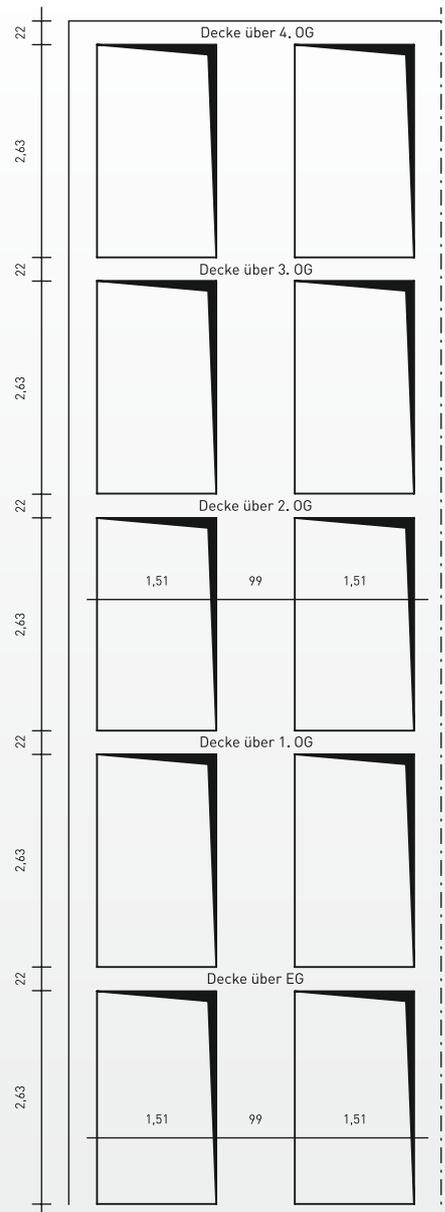


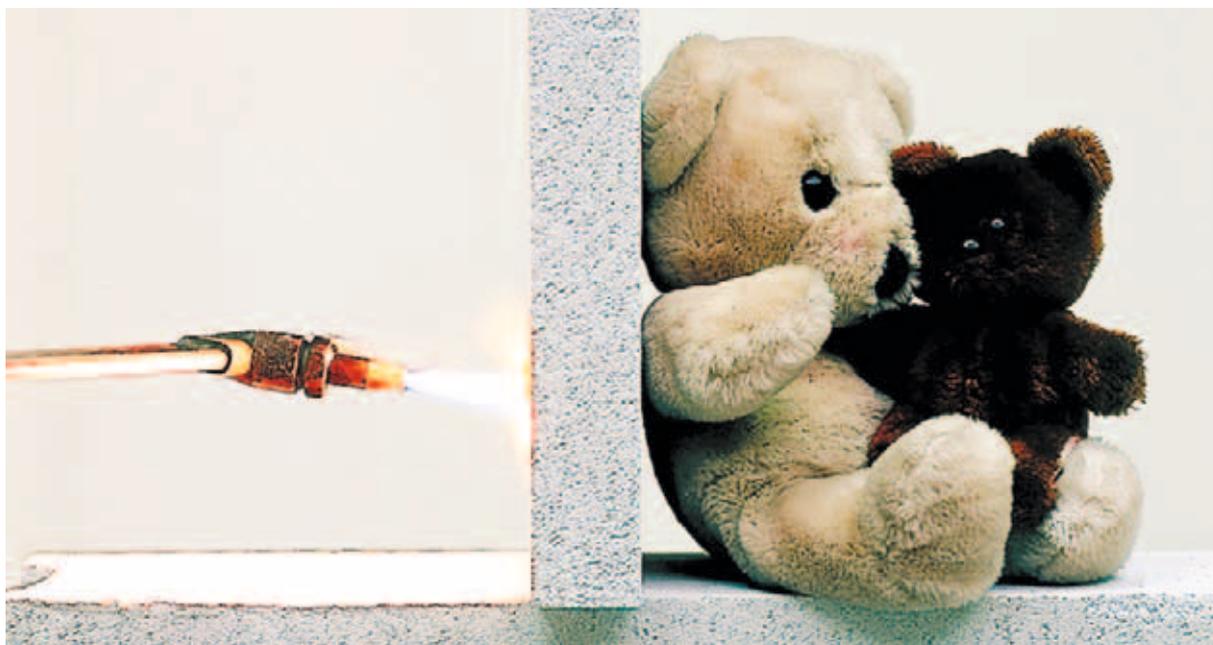
Abb. 11: Ansicht Wand Berechnungsbeispiel

Tabelle 9: Nachweisführung geschossweise tabellarische Bemessung

	Wand im EG	Wandpfeiler 2. OG	Wandpfeiler EG
Wandbildner	PP 2-0,35	PP 2-0,35	PP 4-0,50
a/t	0,718	0,718	0,718
$f_k$ [MN/m <sup>2</sup> ]	1,80	1,80	2,60
$f_d$ [MN/m <sup>2</sup> ]	1,02	1,02	1,47
$\phi_1$	0,646	0,646	0,646
$\phi_2$	0,568	0,568	0,568
$N_{Ed}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	125,68	203,88	339,8
$N_{Rd}$ [MN/m <sup>2</sup> ]	246,2	246,2	355,9
Auslastung	0,51 < 1,0	0,83 < 1,0	0,95 < 1,0

# Baulicher Brandschutz

## Höchste Sicherheit mit Ytong und Silka



### Stand der Normung

Bislang regelt die Normenreihe der DIN 4102:1998-05 das Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Seit dem 1.4.2016 gelten jedoch einzig die baustoffbezogenen europäischen Normen, die für jeden Baustoff sowohl die Bemessung als auch die Konstruktion regeln. Auf

europäischer Ebene gilt somit für den Mauerwerksbau inklusive Statik der Eurocode 6 (DIN EN 1996) zur brandschutztechnischen Bemessung.

### Klassifizierung von Ytong und Silka Baustoffen nach DIN 4102-4

Die Klassifizierung der Wandbaustoffe in die einzelnen Feuerwider-

standsdauern regelt sich über die Mindestdicke der Wände. Grundsätzlich wird dabei unterschieden in nichttragende Wände, tragende raumabschließende Wände und tragende nicht raumabschließende Wände. Zusätzlich werden Brandwände mit einer Stoßbeanspruchung klassifiziert.

Tabelle 10: Empfehlungen für den baulichen Brandschutz

Klassifizierung	Mindestdicke d in [mm]	
	Ytong <sup>1)</sup>	Silka <sup>1)</sup>
F90 nichttragende innere Trennwände	75	100
F90 tragende raumabschließende Wände	150	115
F90 tragende nicht raumabschließende Wände	175	115
Brandwände (F90 + Stoßbeanspruchung)	240 <sup>2)</sup>	175 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Dünnbettmörtel

<sup>2)</sup> Rohdichteklasse  $\geq 0,40$ ; Plansteine mit glatter vermörtelter Stoßfuge; mit aufliegender Geschossdecke mit mindestens F90 als konstruktive obere Halterung

<sup>3)</sup> Rohdichteklasse  $\geq 2,0$

Informationen zur aktuellen Klassifizierung unserer Baustoffe finden Sie in unserem Baubuch sowie in der Broschüre Bautechnologie Kompakt.



# Service und Planung

Praktische Services erleichtern den Baualltag



Nichts ist so stetig wie der Wandel. Das gilt besonders für das Bauwesen. Das Spektrum reicht dabei von neuen gesetzlichen Vorschriften und Bestimmungen über ein verändertes Marktumfeld bis hin zu neuen Produktentwicklungen. Veränderte Rahmenbedingungen haben dabei immer einen direkten Einfluss auf die Anforderungen an die komplette Branche.

Jedes unserer Produkte erfüllt höchste qualitative Anforderungen und Standards an hochwertige Baustoffe – und das seit über 80 Jahren. Dies und die umfassenden Produktinformationen und Verarbeitungsempfehlungen helfen Ihnen und Ihren Kunden, immer die optimale Beratungs- und Ausführungsqualität zu erreichen.

Aus diesem Grund bieten wir Ihnen eine kompetente und kostenfreie objektorientierte Beratung und Begleitung Ihres Bauvorhabens an. Deutschlandweit stehen Ihnen dazu

über 100 Vertriebsmitarbeiter sowie Projektengineure und Vorführmeister zur Verfügung. Unsere Mitarbeiter unterstützen Sie u. a. in den Bereichen Wärmeschutz, Schallschutz sowie Statik und geben Empfehlungen zur Baustoffwahl.

Zusätzlich bieten wir Ihnen eine kostenfreie Hotline (0800-5235665) sowie eine Beratung und Einweisung vor Ort auf der Baustelle. Von uns ausgeführte objektspezifische Berechnungen wie beispielsweise Schallschutznachweise können im Auftragsfall verrechnet werden.

## **Außendienst als Fachberater**

Unsere Außendienstmitarbeiter sind Energiefachberater. Sie beherrschen nicht nur die technischen Themen rund um unsere Produkte Ytong Porenbeton, Silka Kalksandstein und Multipor Mineraldämmplatte, sie unterstützen Sie auch bei allen Fragen des energieeffizienten Bauens. Unser Vertrieb wird regelmäßig durch die

Ytong Silka Akademie geschult und weitergebildet. Das alles mit nur einem Ziel: einer umfassenden und jederzeit kompetenten Beratung für Sie.

## **Bauberatung und technische Berechnung**

Wahre Spezialisten haben immer das Ganze im Blick. Deshalb unterstützen wir Sie im Bedarfsfall und nach Vereinbarung bei sämtlichen technischen Berechnungen – ganz gleich ob Tragwerksplanung, Kalkulation von Primärenergieverbräuchen oder Berechnungsverfahren für Wärmebrücken und Schall. Wir sehen immer die komplette Aufgabe von den technischen Grundlagen bis zum Einsatz unserer Produkte bei Ihren Kunden. Unsere erfahrenen Projektengineure helfen Ihnen schnell und sachkundig weiter.

Sie sind geschulte, erfahrene Baupraktiker, die während der Planung und der Bauausführung kostenfrei mit Rat und Tat zur Seite stehen.

So bleiben Sie jederzeit kompetent und flexibel im Tagesgeschäft. Ihren regionalen, kompetenten Ansprechpartner finden Sie unter [www.ytong-silka.de/kontakt](http://www.ytong-silka.de/kontakt).

#### **Umfassender Baustellenservice**

Auf der Baustelle sind unsere Vorführmeister für Sie da. Sie geben Ihnen oder Ihrem Baufachmann gerne hilfreiche Tipps, wie unsere Produkte am besten be- und verarbeitet werden, damit auf der Baustelle von Anfang an alles klappt. So sind eine wirtschaftliche Rohbauerstellung und eine optimale Ausführungsqualität garantiert. Fordern Sie den Ytong Silka Baustellenservice über unseren Außendienst an.

#### **Kundeninformation und telefonische Bauberatung**

Über die Xella Kundeninformation bieten wir Ihnen jederzeit zuverlässig, einfach und kostenfrei alle Informationen über unsere Produkte und Dienstleistungen im direkten Gespräch:

**Telefon: 08 00-5 23 56 65**

Oder Sie brauchen es schriftlich:

**Fax: 08 00-5 23 65 78**

**E-Mail: [info@xella.com](mailto:info@xella.com)**

#### **Logistik: Wir liefern Ihnen Zuverlässigkeit**

Egal ob Groß- oder Kleinbaustelle, ob mehrere Lastzüge oder Kleinmengen: Wir liefern Ihnen unsere Produkte termingerecht an jeden gewünschten Ort – falls erforderlich auch mit Spezialfahrzeugen und ausschließlich durch geschulte Spediteure. Das macht Sie zu einem verlässlichen Partner Ihrer Kunden.

#### **Wir sind immer da, wo Sie uns brauchen**

Wir reagieren immer schnell auf Ihre Wünsche, denn wir greifen in Deutschland auf ein flächendeckendes Netz von Produktionswerken, Lagern, Servicecentern und Schulungseinrichtungen zu. So sind auch Sie immer einen Schritt schneller als Ihr Wettbewerb.

#### **Wir entwickeln ein Stück Zukunft**

Tag für Tag prüfen wir unsere Produkte und verbessern sie. In unserem international aufgestellten Technologie- und Forschungszentrum entstehen die Baustoffe von morgen und in unserer Akademie teilen wir unser Wissen sowie unsere Erfahrung mit Ihnen und Ihren Kunden. Nutzen Sie unsere Innovationskraft. Werden auch Sie zum Taktgeber und Innovator in Ihrem Markt!



# Schallschutz zum Wohl der Bewohner

## Stadtquartier Kammerwiese in Marktheidenfeld



Bereits zu Beginn der Planung stand fest, dass die Wohnbebauung in Marktheidenfeld den Anforderungen an eine zeitgerechte Architektur folgen soll. Die moderne Gestaltung mit Staffelgeschossen und flach geneigten Zeltdächern fügt sich harmonisch in die Umgebung von Marktheidenfeld ein. Es entstanden 20 Wohneinheiten in zwei identischen Baukörpern, die mit ihrem Erscheinungsbild einen optischen Akzent in Mainnähe setzen. Klar gegliederte Fassadenstrukturen mit einem ausgewogenen Verhältnis von Fenster- und Wandflächen sind prädestiniert für den Einsatz von Mauerwerk zum Lastabtrag. Gleiche Grundrisse in beiden Gebäuden reduzierten den Aufwand für die Planung und somit auch die anteiligen Kosten am Gebäude.

### Planungsprämissen

Bei der Planung der Massivgebäude mit über 2.600 m<sup>2</sup> Nutzfläche wurde durch das Planungsteam die Expertise der Projekt Ingenieure von Ytong und Silka angefordert. Die Aufgabenstellung war eindeutig: Erreichen eines möglichst geringen Energieverbrauchs der Gebäudehülle und ein zeitgemäßer Schallschutz der Schallschutzstufe II nach VDI 4100:2007-08. Aus Sicht des Investors sollten zudem möglichst schlanke Wandkonstruktionen eingesetzt werden, damit der Grundflächenverbrauch der Tragkonstruktion minimiert wird. Im Sinne einer nachhaltigen Bauweise sollten Mauerwerksbaustoffe aus naturnahen Rohstoffen und regionaler Fertigung eingesetzt werden. Mit den ersten Entwurfsplänen

begannen dann die Arbeiten der gemeinsamen Projektentwicklung zwischen dem Bauträger, der Redelbach Wohnungsbau GmbH, und der Xella Deutschland GmbH. Als Projekt Ingenieur war der zuständige Bauberater von Xella zentraler Ansprechpartner für alle Beteiligten und sorgte für eine Abstimmung zwischen der wärmeschutztechnischen und schallschutztechnischen Planung und den bautechnologischen Eigenschaften der einzelnen Baustoffe.

Herausgekommen ist dabei eine Konstruktion mit tragenden Wohnungstrennwänden aus Silka Kalksandstein und Außenwänden als Funktionswand mit Ytong Porenbeton. Auch die übrigen Innenwände wurden mit Ytong Porenbeton

geplant. Diese Konstruktionsweise wurde kostenmäßig betrachtet und stellte eine ökonomische Variante dar. Im Nachgang wurde diese dann wärme- und schalltechnisch nach den Vorgaben bemessen.

### Wärmeschutzbemessung

Die Außenwand wurde als Funktionswand mit einem U-Wert von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  gegenüber dem Referenzstandard um 15% verbessert. Zusammen mit den übrigen Bauteilen der Gebäudehülle wurde damit insgesamt der Transmissionswärmeverlust der Gebäudehülle gegenüber dem EnEV-Standard deutlich unterschritten und ein wichtiger Beitrag zu geringen Heizkosten im neuen Wohnquartier geleistet.

### Schallschutzbemessung

Das Thema Wärmeschutz ließ sich demnach einfach lösen. Es stellte sich aber hier die Frage, ob denn die gewählte Außenwandkonstruktion auch die Anforderungen an den Schallschutz erfüllen kann. Hier ist die Schalllängsleitung zwischen den Geschossen von besonderer Bedeutung. Aus der VDI 4100:2007-08 ergibt sich als Anforderungswert ein bewertetes Schalldämm-Maß von  $R'_{w} = 57 \text{ dB}$ . Mit einer 22 cm dicken Betondecke und den Wohnungstrennwänden aus Silka Kalksandstein mit der Rohdichteklasse 2,2 ergab sich ein rechnerisches Schalldämm-Maß der Wohnungstrenndecken von  $R'_{w,R} = 57,3 \text{ dB}$ .

Damit standen auch die ersten planerischen Ergebnisse für die Woh-

## ECKDATEN GEBÄUDE MARKTHEIDENFELD

Bauherr und Planung:	Redelbach Wohnungsbau GmbH, Marktheidenfeld
Generalunternehmer:	Redelbach-Bau GmbH, Roden
Bauzeit:	Januar 2012 bis April 2013
Außenwände:	ca. 2.000 m <sup>2</sup> Ytong Funktionswände PP 4-0,50, d = 240 mm, U = 0,24 W/(m <sup>2</sup> K)
Innenwände:	ca. 1.000 m <sup>2</sup> Silka XL Plus 20-2,2, d = 240 mm ca. 1.300 m <sup>2</sup> Ytong Innenwände PP 4-0,55, d = 240 mm

nungstrennwände fest. 24 cm dicke Wohnungstrennwände aus Silka Kalksandstein waren erforderlich und wurden im Weiteren als Berechnungsgrundlage für den horizontalen Schallschutz zwischen den

Wohneinheiten verwendet. Hier lagen die Anforderungen an das bewertete Schalldämm-Maß bei  $R'_{w} = 56 \text{ dB}$ . Die Grundrissituation im Gebäude machte es erforderlich, sich an verschiedenen Trennbautei-



len den Schallschutz näher anzusehen. Als Ergebnis wurden zwei Raumsituationen identifiziert, bei denen der Schallschutz in der Bemessung von besonderer Bedeutung ist. Eine Situation (WTW 2, Abb. 12) beschreibt die Kombination aus sehr unterschiedlich großen Räumen, hier ein Wohnraum mit offener Küche (ca. 42 m<sup>2</sup>) und ein Schlafzimmer (ca. 14,5 m<sup>2</sup>). Die andere Situation (WTW 1, Abb. 12) betrifft die Abgrenzung zwischen einem Badezimmer und einem Schlafräum. Hier sind die Räume zueinander versetzt und haben unterschiedliche Grundflächen. Mit der gewählten Gebäudekonstruktion ergaben sich planerisch, ohne Berücksichtigung eines Vorhaltmaßes, die rechnerischen Schalldämm-Maße von

$R'_{w,R} = 57,6$  dB bzw.  $R'_{w,R} = 56,7$  dB. Die statistische Unsicherheit von Rechenergebnissen bei Massivbauten liegt bei ca. 1,5 bis 2,0 dB. Streng genommen müssten diese Werte von den Rechenwerten abgezogen werden. Da hier der erhöhte Schallschutz als Grundlage dient, wurde auf eine Berücksichtigung des Vorhaltmaßes verzichtet. Alle Baubeteiligten waren sich einig, dass bei der Bauausführung ein besonderes Augenmerk auf die Ausführungsqualität gelegt werden soll. Somit sollte der Anforderungswert an das bewertete Schalldämm-Maß  $R'_w = 56$  dB erreicht werden. Das Bauvorhaben wurde durch den Projektingenieur während der Bauphase weiter begleitet und die Ausführungsqualität anhand von Musterdetails bewertet.

### **Vor Ort geprüft und bestätigt**

Nach Umsetzung der Baumaßnahme wurden dann die berechneten Ergebnisse im Rahmen einer Güteprüfung im Gebäude verifiziert. Dabei wurden sieben Messungen der Wohnungstrenndecken bei unterschiedlichen Raumsituationen durchgeführt und die beiden maßgebenden Wohnungstrennwände vor Ort nachgemessen. Bei den Decken wurden Schalldämm-Maße zwischen  $R'_{w,B} = 57,8$  dB und  $R'_{w,B} = 65,7$  dB gemessen. Der geringste Wert wurde dabei bei der Trenndecke (WTD 1, Abb. 13) zwischen dem Obergeschoss und dem Staffelgeschoss gemessen. Hier spielt besonders der Versatz der Räume mit geringen gemeinsamen Trennflächen eine entscheidende



Rolle. Dank der konstruktiven Planung wurde aber auch für diese Raumsituation der erhöhte Schallschutz erreicht.

Bei den beiden betrachteten Wohnungstrennwänden wurde für die WTW 2 ein Prüfwert  $R'_{w,B} = 59,9 \text{ dB}$  erreicht und bei WTW 1  $R'_{w,B} = 59,1 \text{ dB}$ . Somit wurde bestätigt, dass bei sorgsamer Ausführung mit Ytong Porenbeton und Silka Kalksandstein im Berechnungsverfahren für den erhöhten Schallschutz mit Augenmaß auch das Vorhaltemaß reduziert bzw. entfallen kann.

**Fazit**

Mit dem gemeinsamen Ziel vor Augen wurden somit zwei Wohngebäude technisch und wirtschaftlich optimiert und gelangten zur Ausführung. Die Kombination von Planung des Schallschutzes und der handwerklichen Ausführungsqualität der beteiligten Bauunternehmen erreichte in Summe den anspruchsvollen Schallschutz und schaffte damit einen hohen Wohnkomfort in Marktheidenfeld. Hierdurch und durch das attraktive Erscheinungsbild konnte der Investor die Wohnanlage schnell an die neuen Eigentümer verkaufen und ist entschlossen, auch in Zukunft wieder diesen Weg der Bauplanung und Bauausführung zu beschreiten.

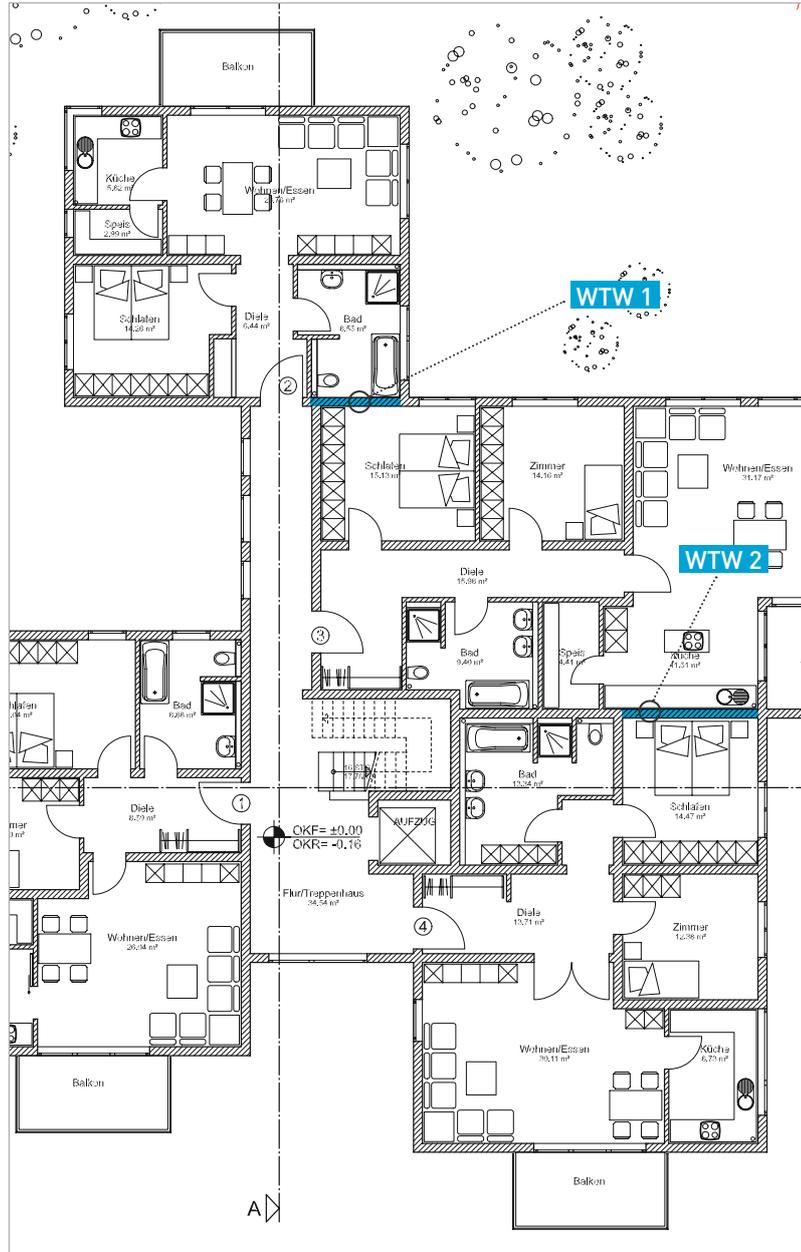


Abb. 12: Maßgebende Wohnungstrennwände

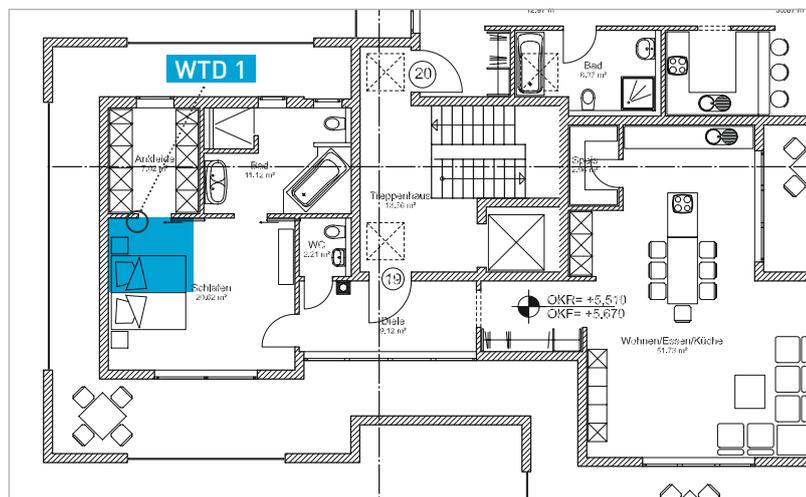


Abb. 13: Wohnungstrenndecke Obergeschoss zu Staffelgeschoss

# Energetische Ersatzneubauten im gesunden Wohnumfeld

## Quartiersgestaltung Harthof in München



Das Wohngebiet Harthof in München war Anfang der 1950er Jahre ein modernes und zeitgemäßes Wohnquartier. Mit dem Lauf der Zeit haben sich jedoch die Anforderungen an die Grundrisse und insbesondere auch die Nachfrage nach energiesparenden Gebäuden geändert. Unter Aspekten der Wirtschaftlichkeit stand der Investor vor der Frage, ob eine Modernisierung oder ein Neubau die bessere Lösung ist. Heraus kam ein eindeutiges Votum für einen Neubau. Damit konnten zeitgemäße Wohnformen, großzügige Grundrisse, barrierefreie Zugänge und nicht zuletzt ausreichende Stellplätze für Pkws geschaffen werden – und natürlich auch günstige Energiekosten für die Nutzer dank der hochenergetischen Bauweise.

### **Monolithische Außenwände, EnEV-gerecht geplant**

Der Investor hatte aber auch von Anfang an neben der Wirtschaftlichkeit bei der Errichtung die möglichen Folge- und Unterhaltskosten im Visier. Daher fiel hier schnell die Entscheidung für die bewährte

monolithische Bauweise mit massiven Ytong Porenbetonwänden. Frühzeitig durch den Fachberater von Ytong Porenbeton beraten und mit Unterstützung durch den örtlichen Projektingenieur, konnte der Investor überzeugt werden, dass mit der Wärmeleitfähigkeit von Ytong

### **ECKDATEN GEBÄUDE HARTHOF MÜNCHEN**

Bauherr:	GWG Städtische Wohnungsgesellschaft München mbH
Architektur:	Dressler-Mayerhofer-Rössler Architekten GbR, München
Bauzeit:	Juli 2010 bis Oktober 2011
Nutzfläche:	ca. 2.650 m <sup>2</sup> auf 4 Etagen
Außenwände:	ca. 2.400 m <sup>2</sup> monolithisch Ytong PP 1,6–0,30, d = 400 mm, U = 0,19 W/(m <sup>2</sup> K)

Porenbeton mit  $\lambda = 0,08 \text{ W}/(\text{mK})$  auch der KfW-Effizienzhaus-Standard 55 (nach EnEV 2007) erreicht werden kann. Zusammen mit weiteren Bauteilen der Gebäudehülle konnte damit der Transmissionswärmeverlust der Fassade gegenüber der EnEV um 30 % unterschritten werden. In Verbindung mit der eingesetzten Haustechnik wird bei dem Objekt der Jahresprimärenergiebedarf um 45 % unterschritten, was für geringe Betriebskosten der Wohnanlage sorgt. Die Wandkonstruktion kann auch unter heutigen Förderbedingungen als

Grundlage für eine energetische Wandkonstruktion dienen und stellt einen ausbalancierten Kompromiss zwischen Wanddicke, Baukosten und erreichbaren energetischen Kennwerten dar.

Durch die Kombination der hoch belastbaren tragenden Innenwände und eines geringeren Lastabtrags über die Wandscheiben im Außenbereich konnte mit den leichten Ytong Porenbeton Plansteinen ein viergeschossiger Baukörper errichtet werden. Harmonisch in das Umgebungsbild eingepasst, sind damit

45 KfW-geförderte Wohneinheiten entstanden, die von den Bewohnern im Quartier gerne angenommen werden. Die Ausführung wurde laufend überwacht und somit sichergestellt, dass die geplante Baukonstruktion und Haustechnik auch ausgeführt wurden. Nachweislich entstand so ein Gebäude mit niedrigen Energiekennwerten, das im Bestand des Investors als sichere Bank für nachfragegerechte Wohneinheiten in Harthof steht.



### **Ausführungsqualität**

Bei der Ausführung wurde darauf geachtet, dass die Ytong Porenbetonsteine vollfugig sauber verarbeitet und Fehlstellen im Mauerwerk vermieden wurden. Mit dem Innenputz entstand eine luftdichte Gebäudehülle, die in der wärmetechnischen Berechnung bonifiziert wurde. Dank der einfachen Verarbeitung sind mit Mörtel verfüllte Mauerwerksabschnitte hier vergeblich zu suchen, die Rohbauunternehmung hat stets darauf geachtet, dass ein homogenes Ytong Außenmauerwerk entstand. Somit wurden Wärmebrücken minimiert, die bereits in der Berechnung objektbezogen geplant waren. Auch hierdurch konnte der Energieverlust über die Gebäudehülle vermindert werden.

Die hohe Nachfrage und zufriedene Bewohner, die geringe „warme“ Mietaufwendungen haben, sind die beste Bestätigung, dass sich der Ersatzneubau gegenüber einer Modernisierung bezahlt gemacht hat. Auch die neu gewonnene Lebensqualität ist Basis für die Entscheidung, dass zukünftig in dem Wohnviertel Harthof eine behutsame Umgestaltung mit neuen Gebäuden stattfinden wird.



# Schallschutz und Wärmeschutz optimal kombiniert

## Mehrfamilienhaus in Gochsheim



Vier Geschosse, monolithische Außenwände und erhöhter Schallschutz nach DIN 4109 – dies waren die Planungsvoraussetzungen für ein KfW-70-Effizienzhaus, kombiniert mit großzügigen Raumgrundrissen in einer hochwertigen Wohnanlage mit 18 Wohneinheiten. Anspruchsvolle Vorgaben, die durch eine abgestimmte Planung und Bauausführung am Ende auch erfüllt wurden.

### **Zeitgemäßer Wärmeschutz als KfW-70-Effizienzhaus**

Das Architekturbüro Thinius entwarf einen zeitgemäßen Baukörper, der den Anforderungen an moderne Wohnraumgestaltung und städtebauliche Gestaltung entsprach. Diesen galt es, bautechnologisch so

auszustatten, dass die Förderung der einzelnen Wohneinheiten als KfW-70-Haus ermöglicht wird. Zusätzlich sollte für alle Wohneinheiten der erhöhte Schallschutz sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung erreicht werden.

Gelungen ist dies durch eine frühzeitige Beratung vor Ort durch unseren Gebietsleiter und den Projektingenieur. Hier wurden aus den Rahmenbedingungen konkrete Empfehlungen für die einzelnen Bauteile. Die Außenwände aus Ytong

### **ECKDATEN GEBÄUDE GOCHSHEIM**

Bauherr:	Mentor Bauträger GmbH, Schweinfurt
Architektur:	Dipl.-Ing. Architekten Bernd und Jörg Thinius, Schweinfurt
Bauzeit:	Juli 2012 bis Oktober 2013
Außenwände:	monolithisch Ytong PP 2-0,35, d = 365 mm, U = 0,21 W/(m <sup>2</sup> K), monolithisch Ytong PP 4-0,50, d = 365 mm, U = 0,30 W/(m <sup>2</sup> K)
Innenwände:	Silka Kalksandstein und Stahlbeton



Porenbeton wurden wegen der höheren statischen Lasten im Erdgeschoss und im ersten Obergeschoss mit der Steinfestigkeitsklasse 4 geplant. Die darüberliegenden Geschosse wurden als PP 2-0,35 Mauerwerk vorgesehen. Aus Sicht des Wärmeschutzes konnte mit der Mischung aus den PP4-Wänden mit einem U-Wert von  $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  und den PP2-Wänden mit einem U-Wert von  $0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  die Wandkonstruktion so geplant werden, dass die Anforderungen an das KfW-Effizienzhaus in der Gebäudehülle erfüllt wurden. Statik und

Wärmeschutz ergänzten sich bei dem Bauvorhaben und erfüllten damit die Anforderungen der Investoren.

#### **Schallschutz für hohen Wohnkomfort**

Doch nicht nur der Wärmeschutz war von Wichtigkeit, auch der Schallschutz sollte die Hochwertigkeit der Wohnanlage unterstreichen. So wurde die Schalllängsleitung der Außenwände in Kombination mit den Innenwänden aus Silka Kalksandstein genauer betrachtet. Sowohl grundrissgleiche Geschosse als auch die Besonderheiten des

Staffelgeschosses als oberer Abschluss wurden daher in der Planung näher untersucht. Die Anforderung aus dem Beiblatt 2 der DIN 4109:1989-11 „Empfehlungen für den erhöhten Schallschutz“ mit  $R'_{w} = 55 \text{ dB}$  konnte bereits bei 20 cm dicken Stahlbetondecken rechnerisch erreicht werden. Zum Beweis sollten nach Fertigstellung des Bauvorhabens die rechnerisch betrachteten Räume nachgemessen werden. Bei der Bauausführung wurden die planerischen Details auf der Baustelle penibel eingehalten und auch kontrolliert. So konnte später bei der Mes-

sung festgestellt werden, dass die rechnerischen Ergebnisse nicht nur sicher erreicht, sondern immer übertroffen wurden. Die Differenz zwischen der Berechnung und den gemessenen Werten betrug bis zu 6 dB und so konnte dem Investor ein Gebäude übergeben werden, bei dem der vertikale Schallschutz zwischen den Wohneinheiten mindestens  $R'_{w,B} = 61$  dB betrug.

Das gute Ergebnis sollten auch die Wohnungstrennwände erreichen. Neben einschaligen Wohnungstrennwänden kam auch im Kern des Gebäudes eine zweischalige Wohnungstrennwand zum Einsatz. Die einschaligen Trennwände und tragenden Innenwände wurden konsequent mit Silka Kalksandstein der Rohdichteklasse 2,2 geplant und ausgeführt. Die Erfahrungen mit der höheren Rohdichteklasse bei Silka Kalksandstein sind Garant für einen komfortablen Schallschutz, der hohe Wohnkomfortansprüche erfüllt. Die zweischalige Wohnungstrennwand aus 2 x 240 mm Silka Kalksandstein der Rohdichteklasse 1,4 wurde in der Bewertung nach Beiblatt 2 der DIN 4109:1989-11 wie eine Haustrennwand eingestuft und als Anforderungsniveau wurde  $R'_w = 62$  dB festgelegt. Im zweiten Obergeschoss wurde eine Messung der Wandkonstruktion mit versetzten Räumen durchgeführt. Das Ergebnis der Bauteilmessung von  $R'_{w,B} = 73,8$  dB war für alle Beteiligten überraschend und zeigte erneut, dass zwischen der rechnerischen Bemessung und dem tatsächlichen Schalldämmmaß durchaus größere Unterschiede

liegen können. Durch die sorgfältige Ausführung als Massivbau und die Beachtung der Herstellerempfehlungen bei der Ausführung wurde bei dem Gebäude somit ein sehr hochwertiger Schallschutz sichergestellt.

### Fazit

Schallschutz, Wärmeschutz und Wohnkomfort: Diese drei Faktoren beschleunigten den Verkauf der Wohnungen und für die Investoren stand frühzeitig fest, dass diese Lösung ein Erfolgsmodell ist. Zukünftige Gebäude werden nach diesem Konzept weiterentwickelt und lassen ein attraktives Wohnungsangebot in der Region entstehen.



Hinweis: Diese Broschüre wurde von der Xella Deutschland GmbH herausgegeben. Wir beraten und informieren in unseren Druckschriften nach bestem Wissen und dem neuesten Stand der Technik bis zum Zeitpunkt der Drucklegung.

Da die rechtlichen Regelungen und Bestimmungen Änderungen unterworfen sind, bleiben die Angaben ohne Rechtsverbindlichkeit. Eine Prüfung der geltenden Bestimmungen ist in jedem Einzelfall notwendig.

## **Xella Deutschland GmbH**

### **Xella Kundeninformation**

 0800 5 235665 (freecall)

 0800 5 356578 (freecall)

 info@xella.com

 [www.ytong-silka.de](http://www.ytong-silka.de)