



KALKSANDSTEIN

Geschosswohnungsbau

KALKSANDSTEIN
Geschosswohnungsbau
Hrsg. Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.,
Entenfangweg 15, 30419 Hannover
Telefon 05 11/2 79 54-0

1. Auflage – Stand 01/2015

Autor:
Dipl.-Ing. Architekt Harald Luger, Siedlungswerk GmbH, Stuttgart

Redaktion:
O. Betz, Röthenbach a. d. Pegnitz
Dipl.-Ing. K. Brechner, Haltern am See
B. Büttner, Hannover
Dipl.-Ing. A. Germann, Stuttgart
Dr.-Ing. M. Schäfers, Hannover
Dipl.-Ing. H. Schulze, Buxtehude

Titelbild: Seelberg Wohnen, Bad Cannstatt
Siedlungswerk GmbH, Stuttgart
Foto: Brigida González, Stuttgart

BV-9073-15/01

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen
und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit
schriftlicher Genehmigung.

Schutzgebühr € 5,-

Gesamtproduktion und
© by Verlag Bau+Technik GmbH, Düsseldorf

MauerWerk
Massiv. Wirtschaftlich. Natürlich.

Vorwort	4
Der Autor	5
Das Siedlungswerk	5
1 Wohnungsbau mit Kalksandstein:	
Erfahrungsbericht aus Sicht eines Wohnungsbauunternehmens	7
1.1 Einleitung	7
1.2 Grundstücksbeschaffung	7
1.3 Konzeption und Vorüberlegung	8
1.4 Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Investors	9
1.5 Vorgaben durch das Siedlungswerk	9
1.6 Nachhaltigkeit	9
1.7 Gebäudestandards	10
1.8 Zielgruppen	10
1.9 Architektenwettbewerb als Qualitätsmerkmal	11
1.10 Beispielplanung beim Siedlungswerk	12
2 Wohngebäude aus Kalksandstein: Bautechnische Aspekte	13
2.1 Grundlagen zum Tragwerkskonzept	13
2.1.1 Optimierung von Grundrissen	13
2.1.2 Tragende und nicht tragende Wände	13
2.1.3 Einfache Details dank Funktionstrennung	13
2.2 Jederzeit behaglich – Wärmeschutz im Winter und im Sommer	13
2.2.1 Winterlicher Wärmeschutz	13
2.2.2 Minimierte Wärmebrückenverluste	14
2.2.3 Sommerlicher Wärmeschutz	14
2.3 Schallschutz	16
2.3.1 Schutz vor Außenlärm	16
2.3.2 Schallschutz zwischen Wohnungen	18
2.3.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich	20
2.3.4 Schallschutz bei Aufzugsanlagen	21
2.3.5 Zusammenfassung	21
2.4 Baulicher Brandschutz	21
2.4.1 Brandschutz im Gebäude	21
2.4.2 Brandschutz bei Außenwänden	23
2.5 Effiziente Bauausführung spart Baukosten und -zeit	23
2.6 Geschosswohnungsbau mit Kalksandstein	25
3 Referenzprojekte	26
3.1 Remseck-Pattonville: Kostengünstig und nah am Passivhaus	26
3.2 Seelberg Wohnen: Gelebte Nachbarschaft im gemischten Quartier	30
3.3 Gostenhof, Nürnberg: Hohe Qualität – Tragbare Kosten	34
Literatur	38

VORWORT

Technische Publikationen für die Planung, Anwendung und den Einsatz bestimmter Baustoffe begrenzen sich häufig auf den theoretischen Teil. Doch wie sieht die Umsetzung in der Planung aus? Wie wirkt sich die Auswahl von Kalksandstein als Baustoff aus und wie wird Kalksandstein wirklich verbaut? Wir freuen uns, dass wir Ihnen mit der vorliegenden Broschüre ein Werk zur Verfügung stellen können, welches genau diese Punkte vereint.



Im ersten Teil gibt es den Einblick in die Praxis. Darin berichtet Architekt Harald Luger, Leiter Projektrealisierung beim Siedlungswerk, Stuttgart, unter anderem darüber, wie er in seinem Unternehmen mehrgeschossige Wohngebäude realisiert und warum er gerade mit Kalksandstein baut. Interessant dabei: Das Siedlungswerk ist nicht nur Bauträger. Ein fester Bestandteil der Projektrealisierung sind auch Mietwohnungen, die durch das Siedlungswerk selbst vermietet werden (aktuell über 5.000 Wohnungen). So werden Erfahrungen über die Planungs- und Bauphase hinaus wiedergegeben.

Erfahrungen, über die Herr Luger im ersten Teil berichtet, möchten wir Ihnen im zweiten Teil anhand einiger technischer Grundlagen zum mehrgeschossigen Wohnungsbau mit Kalksandstein näher erläutern. Zum Beispiel, dass Schallschutz und Wärmeschutz, aber auch die Grundrissgestaltung in gegenseitiger Abhängigkeit stehen, die bei der Planung frühzeitig berücksichtigt werden sollten. Sei es bereits bei der Planung auf die Grundrisse zu schauen oder aber nicht nur an den Wärmeschutz im Winter zu denken, sondern ebenso an die heißen Tage im Sommer. Auch die Themen Statik sowie Schall- und Brandschutz sind bei Wohngebäuden sehr wichtig.

Im dritten Teil wird anhand von Praxisbeispielen die erfolgreiche Realisierung von Geschosswohnungsbauten mit Kalksandstein aufgezeigt, die diese Empfehlungen berücksichtigen.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen!

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Meißner', written in a cursive style.

Dipl.-Kfm. Roland Meißner
Geschäftsführer
Bundesverband Kalksandsteinindustrie

DER AUTOR

Harald Luger absolvierte an der Fachhochschule für Technik in Stuttgart sein Architekturstudium. Bereits seit 1995 ist er im Siedlungswerk, Stuttgart, tätig, zuerst als Technischer Projektleiter, wurde dann mit dem Aufbau des Kostenmanagements betraut und ist seit 1999 Bereichsleiter der Projektrealisierung bestehend aus Kostenmanagement, Baudurchführung und dem Einkauf von Bauleistungen.



Dipl.-Ing. Architekt Harald Luger
Siedlungswerk, Stuttgart

DAS SIEDLUNGSWERK

Das Siedlungswerk, Stuttgart besteht bereits seit 1948 und wurde von der Diözese Rottenburg in Stuttgart gegründet. Das Ziel war, den Menschen nach dem Zweiten Weltkrieg wieder eine Heimat und ein Dach über dem Kopf zu geben. Die Bedürfnisse der Menschen zu berücksichtigen und wieder eine Lebensqualität zu schaffen, stand dabei an erster Stelle. Mittlerweile ist das Wohnungsbauunternehmen auf über 210 Mitarbeiter angewachsen.

Im Jahr 2013 verfügte das Wohnungsbauunternehmen über ein Bauvolumen von 480 bezugsfertig hergestellten Wohneinheiten bei Vergabesummen für Planungs- und Handwerker-aufträge von etwa 86 Millionen Euro. Die Gesamtbauleistung an Miet-, Eigentums- und Gewerbeeinheiten seit der Gründung im Jahre 1948 beläuft sich auf 28.905 Einheiten. Alle Themen rund um den Wohnungsbau können direkt vom Siedlungswerk wahrgenommen werden. Dazu gehören Grundstückseinkauf mit Vertragsabteilung, Projektentwicklung, Projektrealisierung, Vertrieb sowie die Miet- und Eigentumsverwaltung. Im hauseigenen Ausstellungsraum, beim Siedlungswerk WohnRaum genannt, können die Kunden Fliesen, Parkett und Sanitärausstattungen bemustern und mit Hilfe von zwei Innenarchitektinnen variieren. Seit den 1990er Jahren plant und baut das Siedlungswerk seine Neubauten in erster Linie massiv mit Kalksandstein.

1 WOHNUNGSBAU MIT KALKSANDSTEIN: EIN ERFAHRUNGSBERICHT AUS SICHT EINES WOHNUNGSBAUUNTERNEHMENS

1.1 Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre und Jahrzehnte haben sich die Erwartungen der Nutzer und Bewohner an Ihr Zuhause drastisch verändert. Aber auch hinsichtlich des kontinuierlichen Fortschritts in Bauausführung und Detailplanung wurden die Anforderungen an Häuser und Wohnungen immer komplexer. So gab das Siedlungswerk noch bis Mitte der 1990er Jahre keine konkreten Vorgaben an die Architekten und Planer hinsichtlich der Materialauswahl für die verschiedenen Gewerke. Dies hatte beispielsweise zur Folge, dass bei einzelnen Bauvorhaben unterschiedliche Außenwandkonstruktionen zur Ausführung kamen. Schalungssteine, gebrannte Ziegel oder auch andere Systemsteine wurden mit all ihren Vor- und Nachteilen verbaut. Monolithische Außenwandkonstruktionen hatten in den 1990er Jahren den Nachteil, dass die „weichen Steine“ in Verbindung mit dem Außenputz rissanfällig waren, und Schalungssteine brachten viel Wasser und Feuchtigkeit in den Bau. Unter anderem aus diesen Gründen hat sich das Siedlungswerk in dieser Zeit dafür entschieden, ausschließlich Kalksandsteine als vorgegebenen Baustoff für die tragenden Wände zu verwenden. Zusätzlich wird Stahlbeton im Bereich der Wandkonstruktionen eingesetzt, wenn dies aus statischen Gründen notwendig ist. Kalksandsteine und Stahlbeton sind in ihrer Festigkeit vergleichbar und verhalten sich bei Temperaturdifferenzen ähnlich, so dass die Gefahr von Spannungsrissen vermindert wird. Die sehr guten Brandschutzeigenschaften und die hohe Schalldämmung sind weitere große Vorteile von Kalksandsteinen insbesondere bei der Erstellung von verdichtetem Wohnungsbau. Die unter Dampfdruck gehärteten Steine werden analog zum Bier nach einem Reinheitsgebot produziert: Sie bestehen nur aus den natürlichen Rohstoffen Kalk, Sand und Wasser – sonst nichts. Sie werden meist regional produziert und haben eine gute CO₂-Bilanz. Bei Vertrieb und Kunden kommt der Stein bereits bei einer Rohbaubesichtigung durch seine glatte Oberfläche, die Maßgenauigkeit und die helle Ausstrahlung positiv zur Geltung. Die Räume wirken bereits wie fertig. Kalksandstein ist auch ein hervorragender Wärmespeicher und in Verbindung mit einer guten Wohnraumlüftung arbeitet er als Feuchteregulierer. Das sorgt für ein behagliches Wohnklima und kommt bei den Bewohnern (meist unterbewusst) sehr gut an. Die Steine ha-

ben durch ihre Rohdichte ein hohes Eigengewicht, sind aber dennoch einfach auf der Baustelle zu verarbeiten und in der Planungsphase auf die unterschiedlichen Anforderungen systemunabhängig anpassbar. Zusätzlich ist Kalksandstein sehr gut dafür geeignet, die Steine individuell ab Werk oder direkt auf der Baustelle zu schneiden. Sie sind fest genug und zerbröseln nicht. Ein weiterer Vorteil, der zur Entscheidung für Kalksandstein als Mauerwerkbaustoff führte: Schlanke Tragkonstruktionen, in der Regel 17,5 cm starke Außenwände, tragen in den Ballungsräumen mit beschränktem Bauplatzangebot besonders zur Wirtschaftlichkeit bei.

1.2 Grundstücksbeschaffung

In Zeiten starken Wohnraumbedarfs, wie derzeit in den Ballungsräumen auch durch die Niedrigzinspolitik ausgelöst, kann die Nachfrage nach ausreichend Bauland kaum gestillt werden. Angebot und Nachfrage stehen leider in einem Missverhältnis. Dies führt zwangsläufig zur Erhöhung der Grundstückskosten und somit der Immobilienpreise. Die Immobilie wird wieder als Kapitalanlage entdeckt, da ihre Renditen immer noch höher als Geldanlagen und nicht der Spekulation ausgesetzt sind. Der Begriff „Betongold“ wird in diesem Zusammenhang oft verwendet.

Früher sind Grundstücke häufig auf der grünen Wiese in Form von Neubaugebieten entstanden und wurden oft von den Kommunen selbst entwickelt. Das hat sich im

Zuge ökologischer Überlegungen gewandelt, um dem Landverbrauch und dessen Versiegelung entgegenzuwirken. Bereits 2002 hat die Bundesregierung das Ziel ausgegeben, bis zum Jahr 2020 den täglichen Flächenverbrauch auf 30 ha pro Tag zu reduzieren. Im Jahr 2012 waren dies noch rund 70 ha (Bild 1).

Nach Paragraph 1 des Baugesetzbuches (BauGB) müssen Städte und Kommunen ihr Innenentwicklungspotenzial ermitteln und auch umsetzen, bevor neue Baugebiete ausgewiesen werden dürfen. Innenentwicklung vor Außenentwicklung wird beispielsweise in Stuttgart mit SIM (Stuttgarter Innenentwicklungsmodell SIM) umgesetzt. Im dritten Teil dieser Broschüre wird das Referenzobjekt „Seelberg Wohnen“ im Stuttgarter Stadtteil Bad Cannstatt vorgestellt. Es gilt als Pilotprojekt für die erfolgreiche Umsetzung des SIM. Ähnliche Modelle gibt es selbstverständlich auch in anderen Städten.

Der Trend, in die Stadt zu ziehen, trägt ebenso zur Nachfrage nach geeigneten Wohnbauflächen innerhalb der Stadtgrenzen bei. Nicht nur Singles, sondern gerade auch Senioren und Familien mit Kindern entdecken die Attraktivität einer lebendigen Stadt wieder.

Viele historische, innerstädtische Gewerbeflächen, die vom Wohnungsbau in den letzten 100 Jahren eingeholt und umringt wurden, wirken jetzt wie verlorene Inseln. Ein Teil dieser Flächen wird oder wurde verlagert oder die Firmen existieren wegen Insolvenzen nicht mehr. Hier bieten

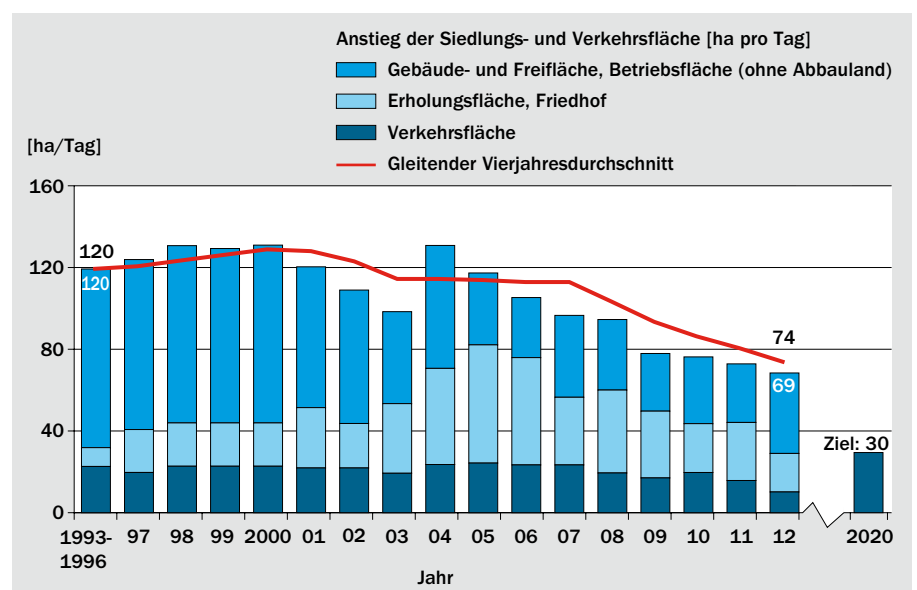


Bild 1: Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Deutschland von 1993 bis 2012

sich nun Raum und Chancen für nachhaltige Quartiersentwicklungen.

Waren es in den 1990ern noch Gärtnereien, die umgesiedelt bzw. aufgegeben oder auch Kasernenareale, die frei wurden, so sind es heute beispielsweise Krankenhaus- oder Industriestandorte, die verlagert werden und die Möglichkeit bieten, ein bestehendes Wohngebiet mit neuen Wohnungsbauten zu ergänzen. Der demografische Wandel macht selbst vor Schulzentren und kirchlich-sozialen Einrichtungen nicht Halt.

Diese so frei werdenden großen Flächen werden in der Regel über Investorenwettbewerbe vergeben. Das heißt, hier muss sich der spätere Investor schon bei der Abgabe des Grundstücksangebots über die ökonomischen Randbedingungen Gedanken machen. Welche Verkaufs- beziehungsweise Mietpreise können erzielt werden, bei welcher Verdichtung und für welche Zielgruppen, mit welchem Standard? Solche Verfahren haben meist eine sehr lange Vorlaufzeit. So vergehen nicht selten drei bis fünf Jahre zwischen Angebotsabgabe und Projektentwicklung, bis mit dem Verkauf und Bau begonnen werden kann. In diesen Zeiträumen ändern sich oft noch Rahmenbedingungen wie Energiestandards oder ökonomische Aspekte (Zinsen, Marktlage), auf die dann flexibel reagiert werden muss.

Wie man hieraus ableiten kann, ist selbst die Grundstücksbeschaffung im größeren Stil sehr komplex geworden. Die „einfachen“ Grundstücke sind in der Regel schon vergeben und bebaut. Deshalb ist es in dieser Phase sehr ratsam, dass Grundstückseinkäufer und Projektentwicklungsteam eng zusammenarbeiten, um den späteren Erfolg zu garantieren.

1.3 Konzeption und Vorüberlegung

Zuallererst ist es jedoch wichtig, sich die richtigen Fragen zu stellen und Ziele für die Konzeption zu setzen. Denn ohne klare Definition können Ziele nicht erreicht werden. Sie müssen für einen späteren Soll-Ist-Vergleich dokumentiert und bei Bedarf fortgeschrieben werden. Folgende Fragen sind in diesem Zusammenhang zu betrachten:

- Wie ist Nachfrage und Marktsituation hinsichtlich Kaufpreis und Miethöhen?
- Wer soll die Zielgruppe sein? Spezielle Zielgruppe oder gemischte Quartiere?

- Wie soll die Einbindung in die Umgebung/ins Quartier erfolgen?
- Welche Verdichtung ist realisierbar? Mengenüberlegung?
- Gibt es einen gültigen Bebauungsplan?
- Muss Baurecht erst noch geschaffen werden?
- Welche Zeitabläufe für die Planung sind vorgesehen?
- Welche Architektursprache ist die richtige? Wettbewerb?
- Welche Ressourcen können aus dem Grundstück hinsichtlich Energiequellen genutzt werden? Nah-/Erdwärmeversorgung?

Gute Konzepte funktionieren nachhaltig. Das heißt, die Projekte sollen wertstabil und nicht nur zur Hochkonjunktur marktfähig sein. Eine Standort- und Marktanalyse ist hierfür unerlässlich. Gesellschaft und demografischer Wandel spielen eine große Rolle. Noch in den 1990er-Jahren wurde das Pendeln zum Arbeitsplatz propagiert. Mit der Folge, dass viele Familien „raus auf's Land“ in ihr Eigenheim ge-

zogen sind. Dort waren zwar die Grundstückspreise etwas günstiger, jedoch war hierfür meist auch ein Zweitwagen notwendig, um Einkäufe zu tätigen sowie Kinder und Schule zu organisieren. Seit einiger Zeit ziehen Familien mit Kindern auch wieder in die Stadt. Verzichten hierfür auf einen Zweitwagen oder gar Erstwagen, den sie aufgrund der guten Infrastruktur in der Stadt nicht mehr benötigen. Längst hat auch das Auto an Statussymbol verloren, vor allem bei der jüngeren „Smartphone-Generation“.

Urbanes Leben ist gefragt. Carsharing-Modelle, Jobtickets des öffentlichen Personennahverkehrs und Fahrräder sind die Alternativen, die das künftige Bauen immer mehr beeinflussen werden. Auch in den Landesbauordnungen (LBO) wird hierauf reagiert. So wird beispielsweise ab 1.3.2015 in der LBO Baden-Württemberg eine umfassende Fahrrad-Stellplatz-Regelung eingeführt. Geplant sind hier zwei wettergeschützte Fahrradstellplätze je Wohnung. Auch Anreize, Carsharing-Stellplätze zu schaffen, ist für die LBO angedacht.

Bei den Wohnkonzepten selbst ist es wichtig, eine gute soziale und gesellschaftliche Durchmischung zu erreichen. Dies geschieht im Großen mit der Projektierung gemischter Quartiere, in denen Jung-

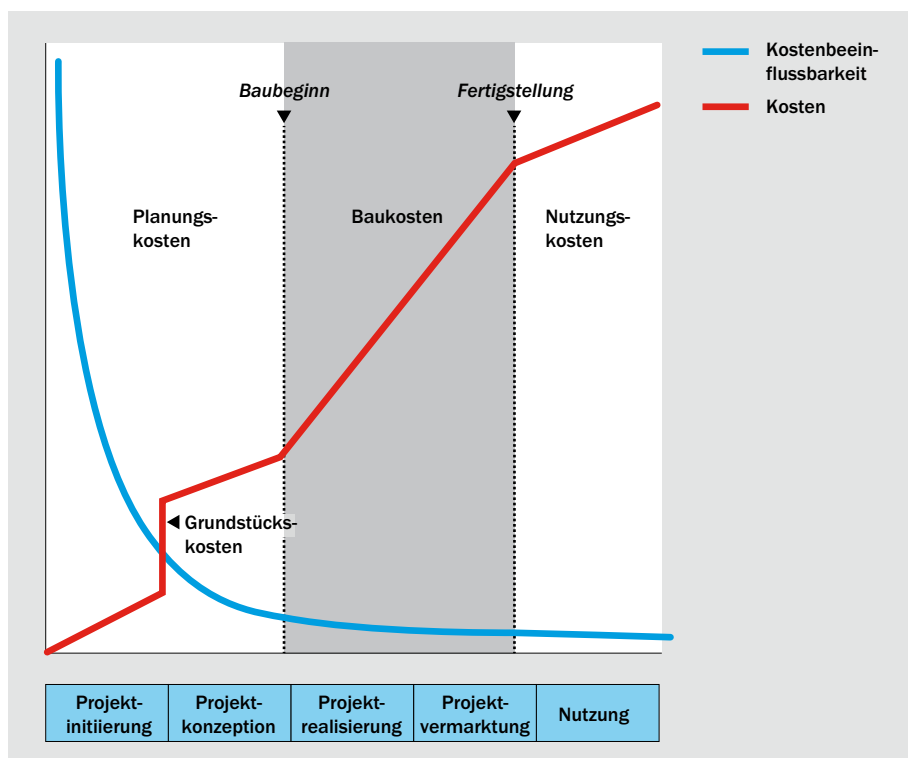


Bild 2: Kostenbeeinflussbarkeit von Bauprojekten

und Alt, aber auch finanziell Starke und Schwächere ein Zuhause finden. Im Kleinen sind es auf dem Grundstück Lage und Ausrichtung der einzelnen Gebäude und Wohnungen sowie innerhalb des Gebäudes sinnvolle Grundrisse mit wenigen Barrieren, die durchdacht geplant werden müssen.

Eine gute Verdichtung zu erreichen, um den gestiegenen Grundstückspreisen entgegenzuwirken, ohne Wohnqualität zu verlieren, ist dann die Kunst eines guten Entwurfs. Das ist letztendlich zielführender, als an der Qualität des Gebäudes zu sparen. An einzelnen Stellen eine stärkere Verdichtung zu wählen, um auf der anderen Seite gemeinschaftliche Plätze und Räume zu schaffen, ist hierfür gerade bei innerstädtischen Lagen eine gute Antwort.

Ein ganzheitlicher Ansatz in Verbindung mit einem Energiekonzept mit Nahwärme, die aus dem Grundstück generiert wird, rundet die Konzeption ab. Auch hierfür sind bei den Referenzobjekten in Teil 3 dieser Broschüre Beispiele zu finden.

Diese grundsätzlichen Überlegungen, die schon mit dem Erwerb des Grundstücks einhergehen, sind kostenentscheidend. Die Möglichkeit, die Projektkosten zu beeinflussen, sinkt mit Fortschreiten des Projekts drastisch ab (Bild 2). Deshalb sind Bauwillige gut beraten, sehr viel Energie und Know-how in diese wichtige Phase der Konzeption zu stecken.

1.4 Wirtschaftlichkeit aus Sicht des Investors

Die wirtschaftliche Realisierung von Projekten fängt, wie bereits beschrieben, mit dem Grundstückskauf und der Projektierung an. Erste Parameter in der Entwurfsplanung geben Auskunft darüber, ob ein Bauvorhaben günstig durchgeführt werden kann oder eben nicht. Was relativ schnell und einfach ermittelt werden kann, sind Kubatur und Wohnfläche. Diese sollten höchstens im Verhältnis fünf zu eins stehen. Das heißt, fünf Kubikmeter Umbauter Raum (BRI a+b) ohne Tiefgarage sind notwendig, um einen Quadratmeter Wohnfläche für Verkauf oder Vermietung herzustellen. Dies spart auch Kosten im Unterhalt. Dieser Faktor kann nur durch Einhaltung verschiedener Grundprinzipien erreicht werden. Dazu gehören beispielsweise

- rationale Treppenhäuser als Zwei- oder Dreispänner,
- wenig Erschließungselemente und

Tafel 1: Kostenvergleich Kalksandstein – Beton, durchschnittliche Ausschreibungsergebnisse des Siedlungswerks, Stuttgart, im Jahr 2014

	Kalksandstein	Beton
Dicke [cm]	24,0	24,0
Durchschnittspreis/m ² [€]	54,00	Beton: 20,50 Schalung: (2x): 50,00 Stahl: 7,00 Endsumme: 77,50
Preisniveau [%]	100	143

- mindestens acht bis zehn Wohnungen je Treppenhaus und Aufzug.

Gleichzeitig sind dies auch wichtige Kriterien für die spätere Bewirtschaftung (Stichwort „zweite Miete“).

Weitere grundlegende Voraussetzungen sind

- schlanke Konstruktionen mit tragwerksgerechten Deckenspannweiten,
- ein durchgängiges Tragsystem bis in die Tiefgarage und
- wenige Fassadensprünge.

Das konsequent umgesetzt bedeutet niedrige Baukosten nicht nur im Rohbau, sondern auch bei der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA). Denn in dieser Bauweise sind keine oder nur wenig Leitungsverzüge notwendig. Das beeinflusst auch nachhaltig die Schadensanfälligkeit, und der Schallschutz im Gebäude wird erhöht (weniger Wasserumlenkungen der Abflussleitungen). In Teil 3 wird das anhand eines Referenzobjektes demonstriert.

Anspruchsvolle Architektur und kostengünstiger Wohnungsbau schließen sich nicht aus. Die Kombination wird gelingen, wenn auf das jeweilige Grundstück reagiert wird und die zuvor beschriebenen Parameter bereits im Entwurf berücksichtigt werden. Der Einsatz bewährter Baumaterialien und klare, einfache Details („Keep it simple!“) runden eine optimale Planung ab.

1.5 Vorgaben durch das Siedlungswerk

Das Siedlungswerk verfügt über langjährige Baupraxis und dementsprechend hat sich ein großer Erfahrungsschatz aus Kundenresonanzen, Gewährleistungsabwicklung und abgerechneter Objekte angesammelt. Auf dieser Basis hat das Siedlungswerk Vorgaben erarbeitet und für alle Planungsbeteiligten in seinem Bauteilkatalog festgehalten. Er soll als roter Faden die-

nen, gleichzeitig aber auch das Kommunizieren und Abstimmen der unterschiedlichen Planungsbeteiligten erleichtern. Unter anderem werden in diesem die einzelnen Gewerke beschrieben und Hinweise zur Ausführung und Ausschreibung gegeben. Hier ist zum Beispiel auch die Vorgabe im Bereich Rohbau verankert, alle Neubauten massiv mit Kalksandstein zu planen und zu bauen.

1.6 Nachhaltigkeit

Das Thema Nachhaltigkeit ist in aller Munde. Es beschreibt ein Handlungsprinzip zur überlegten Ressourcennutzung in Bezug auf eine bestimmte Zeit. Dies ist bereits im Unternehmensleitbild des Siedlungswerks mit dem Ziel „Wahrung der Schöpfung“ verankert. Dazu zählen unter anderem

- energieeffiziente Bauvorhaben mit möglichst regionaler Energiegewinnung in Form von Nahwärmenetzen,
- lange Lebenszyklen bei der Auswahl von Baumaterialien und -konstruktionen, die sich auch auf den Unterhalt positiv auswirken sowie
- wertstabile Objekte.

Von diesen Vorgaben profitieren alle Beteiligten, da die eingesetzten Ressourcen optimal und langfristig ausgenutzt werden. Soziale, ökologische und ökonomische Verantwortung sind dabei keine Gegensätze.

In Zukunft werden ganzheitliche Überlegungen bei der Materialauswahl eine immer größere Rolle spielen. Es macht wirtschaftlich in der Regel keinen Sinn, zur Erreichung besserer U-Werte Gebäude noch dichter zu konstruieren und mit noch dickeren Dämmpaketen zu versehen, wenn die aufgrund dessen eingesetzte Produktionsenergie für die Herstellung zusätzlicher Dämmstärken und die Durchführung anderer zusätzlicher Maßnahmen auch auf lange Sicht höher ist als die dadurch eingesparte Energie.

Energieplushäuser können hier einen ganz neuen Ansatz aufzeigen. Denn die Energieerzeugung direkt am Gebäude wird immer günstiger und gleicht somit die Energiebilanz aus. So können Dämmstärken mit Augenmaß (ca. 16 cm) bemessen werden.

Gerade im Zusammenhang mit ganzheitlichen Überlegungen zum Thema Nachhaltigkeit bietet der Kalksandstein klare Vorteile. Für die Herstellung der Kalksandsteine wird nur wenig Energie benötigt und es fallen keine umweltbelastenden Rückstände und Emissionen an. Kalksandsteinbauten haben eine lange Lebensdauer, aufgrund der Funktionstrennung ist eine Anpassung an veränderte Energiestandards der Zukunft möglich. Selbst nach dem Rückbau ist Kalksandstein vollständig recycelbar. Sortenreines Kalksandstein-Bruchmaterial kann für die erneute Mauersteinproduktion eingesetzt werden oder als Abbruchmaterial aus Kalksandsteingebäuden in unterschiedlichen Bereichen weiter genutzt werden, beispielsweise im landwirtschaftlichen Wegebau, im Beton als Zuschlag oder im Straßen-, Erd- und Deponiebau sowie als Vegetationssubstrat für Bäume und Dachbegrünungen. Hierdurch werden Primärrohstoffe geschont und somit kein mit dem Abbau verbundener weiterer Eingriff in die Natur notwendig [1] bis [8].

1.7 Gebäudestandards

Bereits seit Anfang der 1990er Jahre engagiert sich das Siedlungswerk für die Nutzung von erneuerbaren Energien. Anfangs durch Einsatz von Solarthermie für über 100 Wohnungen und Reihenhäuser in Ravensburg zur Warmwasserbereitung als erste Anlage dieser Art in Deutschland, danach durch Einsatz von Geothermie in Verbindung mit Passivhäusern im Rahmen der EXPO 2000 sowie bis heute durch Einsatz von Nahwärmenetzen mit Holzpellets-Heizungen, Blockheizkraftwerken, Wasserkraftschnecken und Abwasserwärmetauschern. Bei einem neuen Projekt in Stuttgart wird nun erstmalig ein Eispeicher in Verbindung mit Wärmepumpe und Blockheizkraftwerk für über 500 Wohnungen verwendet.

Innovative und nachhaltige Anlagen zur Beheizung und Warmwasserbereitung zeugen von Kompetenz. Kreativität und ökologische Verantwortung bleiben nicht nur Lippenbekenntnis, sondern werden umgesetzt und prägen auch das öffentliche Erscheinungsbild eines Unternehmens. Die bloße Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften wie die Energieeinsparverord-

nung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Gesetz werden von den Kunden als Standard vorausgesetzt.

Als feste Größe und Qualitätsmerkmal haben sich die KfW-Förderprogramme etabliert. Diese Wettbewerbsvorteile honorieren die Kunden, wenn sie Angebote vergleichen. In immer kürzeren Abständen verschärfen sich die Vorgaben aus der EnEV. Die Flexibilität durch eine funktionsgetrennte Bauweise ist hier hilfreich, da das tragende Außenmauerwerk statisch unberührt bleibt und nur die Dämmhülle betroffen ist. Mit einem guten Nahwärmekonzept ist die Realisierung eines KfW-Effizienzhauses 70 (EnEV 2014) im Vergleich zum gesetzlichen Soll keine große Kostenfrage mehr. Möchte man bessere Standards realisieren, muss bereits in der frühen Konzeption auf die Lage und Ausrichtung der Baukörper geachtet werden.

1.8 Zielgruppen

Ein Bauvorhaben kann unterschiedliche Zielgruppen haben. Üblich ist eine Mischung der Wohnungsgrößen von 1- bis 5-Zimmerwohnungen. So wird die Nachfrage nach Wohnungen für unterschiedliche Familiengrößen in einem Haus breiter gestreut. Weniger üblich ist die Mischung verschiedener Wohnformen für Jung und Alt, Eigentum oder Miete oder gar die Inklusion von Behinderten. Die Zielgruppen haben Einfluss auf Architektur, Grundrissgestaltung und letztendlich auch auf den Preis. Gerade bei der Zielsetzung, gemischte Quartiere zu errichten, ist ein rich-

tiges Maß an Ausgewogenheit eine neue Herausforderung und gleichzeitig Chance für ein anderes Miteinander.

Für den Bereich Barrierefreiheit hat das Siedlungswerk ein spezielles Planungshandbuch erarbeitet. Zielgruppe sind Menschen jeden Alters. Verstärkt macht sich in den letzten Jahren ein Trend zur Rückkehr in die Städte bemerkbar. Insbesondere die Generation 60+ schätzt eine zentrale und ruhige Lage mit entsprechendem Wohnkomfort. Zusätzlich werden mittlerweile ambulante Dienste im Bereich der Pflege, der Nachbarschaftshilfe oder des Hausnotrufs flächendeckend angeboten. Häufig ist bei den „jüngeren“ Senioren der Wunsch nach einer größeren, aber schwellenlosen Wohnung in zentraler Lage vorhanden. Das Siedlungswerk hat diese Nachfrage erkannt und beachtet sie bei seinen Bauvorhaben. Dabei gibt es besondere Anforderungen für diese Konzepte:

- Zentrale oder stadtnahe Lage des Wohnobjektes
- Schwellenlose Erschließung und Planung (Aufzug zwingend)
- Gute bis gehobene, auf Komfort ausgerichtete Wohnqualität

Unterschied zum „Barrierefreien Bauen“

Die Ansprüche an den Begriff der „Barrierefreiheit“ sind nach Abschaffung der DIN 18024 und DIN 18025 und der damit einhergehenden Einführung der



Bild 3: Stadtfest im Wohngebiet Seelberg Wohnen

DIN 18040 gestiegen. Es muss daher mit dem Begriff der „barrierefreien Wohnung“ beziehungsweise „Barrierefreiheit“ sensibel umgegangen werden. Werden sie vom Verkäufer gegenüber einem Kunden kommuniziert, erwartet der künftige Bewohner auch eine DIN-gerechte Wohnung.

Das Siedlungswerk unterscheidet daher drei verschiedene Ansätze.

Barrierefreie Wohnungen

Diese werden vollumfänglich nach DIN 18040 Teil 2 errichtet, teilweise als „R“-Wohnungen („Rollstuhlgerechte Wohnungen“), teilweise ohne diese Zusatzanforderung.

Barrierefrei zugängliche Wohnungen nach § 35 LBO Baden-Württemberg

Diese Wohnungen erfüllen bestimmte Auszüge der DIN 18025 Teil 1 und/oder DIN 18040 Teil 2. Diese Anforderungen sind allerdings öffentlich-rechtlich geschützt – also Teil der baurechtlichen Genehmigung.

Planungskonzept „Freiräume schaffen“

Die nach diesem Konzept des Siedlungswerks, Stuttgart, geplanten Wohnungen zeichnen sich durch eine zukunftsfähige Grundrissgestaltung und komfortable Ausstattungsdetails aus, welche alle Generationen ansprechen. Diese Ausstattungsvarianten greifen teilweise Auszüge aus der DIN 18040 auf, fußen allerdings alle auf Erfahrungen des Siedlungswerks im jahrelangen Umgang mit Kunden aller Generationen. Im Innenbereich heißt dies: ausreichender Nachweis von Bewegungsflächen (1,20 m x 1,20 m) in jedem Raum, schwelgenarme Balkon-/Terrassenausgänge und bodenebene Duschwannen mit 90 cm x 90 cm Fläche. Im Außenbereich beinhaltet dieser Ansatz unter anderem

- breitere Zugangswege zum Gebäude mit maximal 3 % Gefälle,
- Videosprechstellen,
- witterungsgeschützte Durchwurfbriefkästen,

- Treppenhäuser und Flure im Gebäude mit Wendemöglichkeit für Rollstuhlfahrer,
- Treppen mit markierten Stufenvorderkanten, möglichst ohne Unterschneidungen bei einer lichten Treppenbreite von 1,20 m,
- beidseitige Handläufe mit taktiler Kennung,
- Aufzug mit Mindestkabinenmaß von 1,10 m x 1,40 m und einer lichten Aufzugstürbreite von 90 cm

1.9 Architektenwettbewerb als Qualitätsmerkmal

Die Auslobung eines Architektenwettbewerbs bietet viele Chancen. Bereits im Jahr 2008 hat das Siedlungswerk den Ausloberpreis der Architektenkammer erhalten, da schon eine Vielzahl an Wettbewerben umgesetzt worden war. Die Organisation und Betreuung hierfür erfolgt meist durch das Siedlungswerk selbst. Dies gilt sowohl für die Erstellung und Abstimmung des Auslobungstextes, als auch für die Suche nach geeigneten Preisrichtern, Sachverständigen und Vorprüfern.

Wie schon bei den Grundlagen der Projektentwicklung erwähnt, ist die Definition der Zielsetzung für den Erfolg eines Bauprojektes maßgebend. Dieser Aspekt kommt bei einem Wettbewerb stark zum Tragen, da im Vorfeld eine sehr intensive Auseinandersetzung mit dem künftigen Bauvorhaben und dessen Zielen erfolgt. Die Beeinflussung der wirtschaftlichen Ziele kann unter anderem durch die Festsetzung der Grundflächenzahl (GRZ) und Geschossflächenzahl (GFZ) in den Rahmenbedingungen vorgegeben werden. In den Preisrichtervorbesprechungen kommen weitere Anregungen und Gesichtspunkte hinzu. Bei großen Bauvorhaben wie Stadtquartieren kann so auch sehr früh ein politischer Konsens hergestellt werden. Eine gute, hochkarätige Besetzung der Fachpreisrichter ist hierfür wichtig.

Sehr gute Erfahrungen hat das Siedlungswerk mit nicht offenen Planungswettbewerben sammeln können. Bei diesem Verfahren können je nach Größe des Bauvorhabens eine bestimmte Anzahl an Architekturbüros vorab ausgewählt und gesetzt werden. Weitere Teilnehmer werden durch einen Teilnahmewettbewerb ausgewählt. Die Kriterien und Anzahl der weiteren Teilnehmereberechtigten werden in der Auslobung festgeschrieben. Bewerben sich

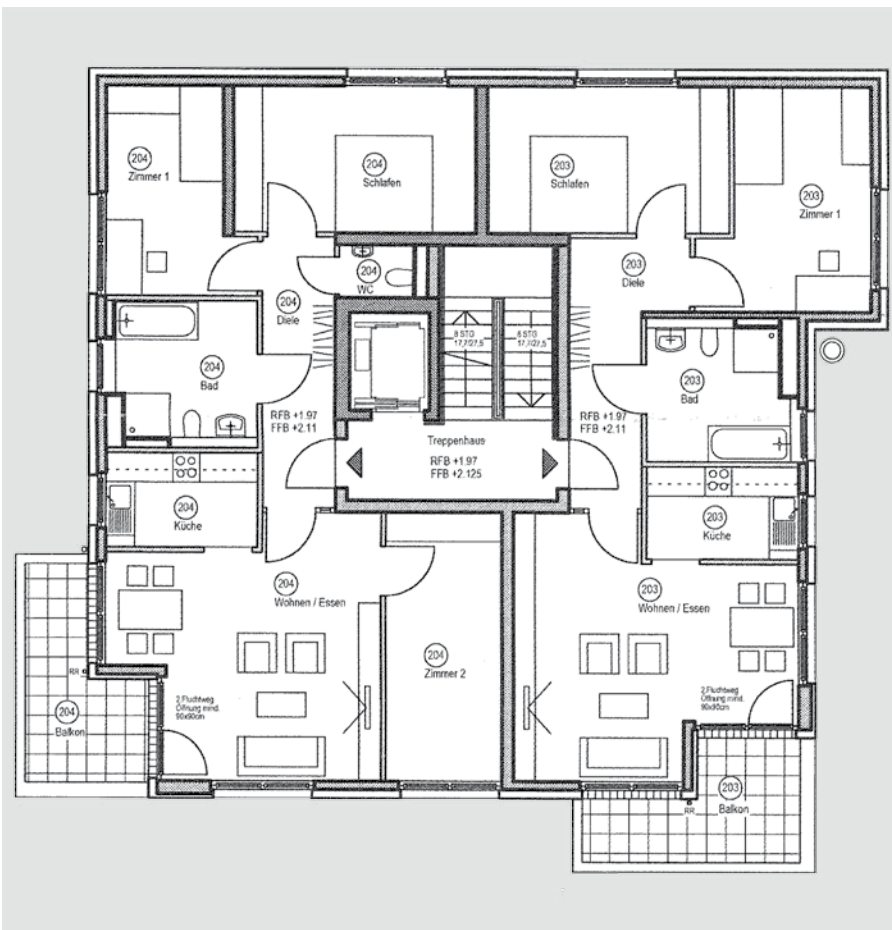


Bild 4: Grundrissbeispiel für das Planungskonzept des Siedlungswerks „Freiräume schaffen“ (Planung: Ackermann + Raff)

mehr Büros als vorgesehen und alle Teilnahmekriterien werden erfüllt, entscheidet das Los. Dieses Verfahren hat den Vorteil für den Bauherren/Auslober, dass er durch die Vorauswahl auf bereits bewährte Büros bei der Bearbeitung vertrauen kann, andererseits aber auch zusätzlichen Input durch neue Büros erhält. Somit sind die Grundlagen mit hohem Anspruch an Architektur und Städtebau gelegt.

1.10 Beispielplanung beim Siedlungswerk

Bei einem angedachten Bauvorhaben werden die Architektenleistungen überwiegend an externe Büros vergeben, die aber über alle Leistungsphasen durch ein festes Projektteam des Siedlungswerks begleitet werden. Der Erfahrungsschatz aus anderen laufenden und bereits realisierten Bauvorhaben fließt so unmittelbar in die aktuelle Projektentwicklung zurück.

Eine erste Grobkalkulation auf Basis von Vergleichswerten wird erstellt. Ist die Entwurfsphase weitestgehend abgeschlossen, findet rechtzeitig vor dem Einreichen des Baugesuchs eine große Koordinierungsrunde statt. Alle beteiligten Gruppen nehmen daran teil, das Projektkernteam des Siedlungswerks sowie alle externen Planungsbeteiligten wie Architekt und Fachplaner. Dabei werden das Projekt und die vereinbarten Ziele nochmals durchgesprochen, die Planung der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA) einbezogen und ein verbindlicher Terminplan erstellt. Die Anregungen aller Planungsbeteiligten und des Vertriebs werden festgehalten und umgesetzt. Parallel hierzu erfolgt eine weitere Kalkulation des Siedlungswerks auf Basis von gewerkeweise ermittelten Massen.

Das einzureichende Baugesuch hat dann schon Werkplanqualität, so dass die Teil-

lungspläne und somit die Kundenunterlagen auch der Realität entsprechen. Änderungen ergeben sich ab hier keine mehr.

Die Leistungsverzeichnisse werden aufgrund vorgegebener Strukturen extern erstellt. Die Leistungsphase 7 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) mit Angebotsversand, -auswertung und Vergaben erfolgen dann direkt durch das Siedlungswerk. So ist durchgehend sichergestellt, dass Kostenschätzung, Kalkulation und Einkauf der Bauleistungen von der gleichen Basis ausgehen. Marktveränderungen durch Baupreiserhöhungen, Auslastung und Stimmung der Bauunternehmen werden unmittelbar wahrgenommen und fließen so wieder in die Vorkalkulationen zurück. Auch die Kostenkontrolle und das Nachtragsmanagement werden vom Siedlungswerk bis zum Abschluss des Bauvorhabens verfolgt.



Bild 5: Tübingen am Österberg, Architekturbüro Auer + Weber + Assoziierte

2 WOHNGEBÄUDE AUS KALKSANDSTEIN: BAUTECHNISCHE ASPEKTE

2.1 Grundlagen zum Tragwerkskonzept

2.1.1 Optimierung von Grundrissen

Im Wohnungsbau werden bereits mit der Planung beziehungsweise Festlegung der Grundrisse die wesentlichen Randbedingungen für das Tragwerk definiert. Im Sinne einer möglichst hohen Wirtschaftlichkeit und einer geringen Schadensanfälligkeit sollten deshalb von Beginn an einige Grundsätze beachtet werden:

Mit Systemen, bei denen tragende Wände in übereinander liegenden Geschossen möglichst direkt übereinander und damit nicht versetzt angeordnet werden, kann ein klarer Lastfluss und eine geringe Anfälligkeit für verformungsbedingte Risse sichergestellt werden. Auch auf die Dimensionierung der Stahlbetondecken und den Schallschutz (Stoßstellendämm-Maß) wirkt sich dies positiv aus. Wenn alle Wände, die tragen können, auch als tragende Wände herangezogen werden, ergeben sich statisch und konstruktiv einfache Tragwerke. Das spiegelt sich auch positiv bei den Kosten wider.

Wird unter dem Gebäude eine Tiefgarage angeordnet, ist besonderes Augenmerk auf die Tragwerksplanung und eine möglichst einfache Lastabtragung zu richten. Wichtig dabei ist, dass die lasttragenden Außen- und wenn möglich auch die Innenwände ihre Lasten durch Wandscheiben in die Gründung ableiten können. Weitgespannte Balkenkonstruktionen, die auch Bauhöhe kosten, sollten möglichst vermieden werden.

2.1.2 Tragende und nicht tragende Wände

Die erforderlichen Stärken tragender Wände zwischen einzelnen Wohneinheiten resultieren in der Regel nicht aus der statischen Bemessung, sondern aus den Anforderungen an den Schallschutz. Je nach gewünschter Qualität können hier Wände mit einer Stärke von 24 cm oder 30 cm mit hoher Rohdichte zum Einsatz kommen (siehe auch Abschnitt 2.3.2 Schallschutz zwischen Wohnungen). Die Stärken tragender Wände innerhalb der Wohnung ergeben sich üblicherweise aus der statischen Bemessung und können 11,5 cm, 15 cm oder 17,5 cm betragen. Bei Außenwänden sind Stärken von 17,5 cm die Regel. Aber auch die Wandstärken 11,5 cm, 15 cm, 20 cm oder 24 cm können je nach Anforderungen gewählt werden. Mit Kalksandsteinen lassen sich Gebäude bis zu zehn Geschossen realisieren.

Für nicht tragende Trennwände können entweder KS-Bauplatten mit 7 cm oder 10 cm Dicke oder 11,5 cm dicke KS-Steine in verschiedenen Formaten verwendet werden.

Werden nicht tragende Wände durch hochbelastbare, tragende, 11,5 cm starke KS-Wände ersetzt, können möglicherweise auch die Decken durch die geringeren Stützweiten schlanker dimensioniert werden oder es ergeben sich Einsparungen bei der Stahlbewehrung. Darüber hinaus kann die Deckendurchbiegung durch die geringeren Stützweiten reduziert und die Rissesicherheit weiter erhöht werden.

Durch die im Vergleich zu anderen Bauweisen sehr schlanken Wandaufbauten ergeben sich bei Gebäuden mit Kalksandstein Nutzflächengewinne von bis zu 7 %. Das ist besonders interessant, betrachtet man den aktuellen Trend zur städtebaulichen Verdichtung.

2.1.3 Einfache Details dank Funktionstrennung

Neben der Planung des Grundrisses und der Auslegung der Wandquerschnitte ist aus Sicht der Tragwerksplanung auch die Gestaltung der Ausführungsdetails von besonderer Bedeutung. Die Verformungen von Geschossdecken im Auflagerbereich sind wegen der Auflast der darüber angeordneten Geschosse in der Regel unproblematisch. In diesen Fällen kann bei Gebäuden mit Kalksandstein – im Gegensatz zu Gebäuden mit monolithischen Außenwänden – deshalb eine vollständige Auflage der Geschossdecken auf die Mauerwerkswand ausgeführt werden. Lediglich in Situationen, in denen größere Verformungen zwischen Decke und Wand zu erwarten sind, beispielsweise bei obersten Geschossdecken oder im Falle größerer Deckendurchbiegungen, werden besondere Maßnahmen erforderlich. Das können der Einbau einer Trennlage, zum Beispiel R 500, und/oder die Verwendung von Zentrierungen sein.

OPTIMIERTE TRAGSYSTEME MIT KS

Ein möglichst einheitlicher Grundriss über die Geschosse hinweg, die richtige Auswahl der Wandstärken und die Beachtung der Ausführungsdetails bereits in der Planung von Wohnungsbauten bringen erhebliche Vorteile für Investor und Nutzer.

2.2 Jederzeit behaglich – Wärmeschutz im Winter und im Sommer

Kalksandstein-Außenwände haben einen speziellen funktionsgetrennten Aufbau. Dadurch sind sie die ideale Lösung für die Regulierung der Innenraumtemperatur. Denn der natürliche Baustoff wirkt wie eine Klimaanlage. Im Sommer entzieht er der Raumluft überschüssige Wärme und speichert sie. Dadurch wird die maximale Temperatur in den Räumen deutlich gesenkt. Die über die Fenster aufgenommene Sonnenwärme wird von den Wänden erst in den kühlen Nachtstunden wieder abgegeben – und entweicht beim Lüften nach draußen. Die guten Wärmespeichermöglichkeiten, die das Material bietet, wirken sich auf diese Weise positiv auf das Raumklima aus. Kalksandstein gewährleistet also einen idealen Hitzeschutz, der das Zuhause selbst an den heißesten Tagen angenehm kühl hält. Genauso funktioniert dieses Prinzip auch im Winter. Die überschüssige Heizwärme wird aufgenommen und erst wieder an den Raum abgegeben, wenn die Zimmertemperatur sinkt. So spart man auf ganz natürliche Weise Energie und Heizkosten.

2.2.1 Winterlicher Wärmeschutz

Zur Gewährleistung des Wärmeschutzes im Winter ist, neben der hervorragenden Wärmespeicherfähigkeit von Kalksandstein, die funktionsgetrennte Bauweise entscheidend. So wird vor dem eigentlichen Mauerwerk eine Außenhaut bestehend aus Dämmung und Putz beziehungsweise Verblendung oder Vorhangfassade angebracht. Dadurch kann, je nachdem welcher Gebäudestandard erreicht werden soll, die Dämmung flexibel angepasst werden. Hier muss nur die Dicke der Dämmschicht, die Wärmeleitfähigkeit oder beides verändert werden. Eine Änderung der Dämmschichtdicke hat dabei keine negativen Auswirkungen auf weitere bautechnische Eigenschaften wie die Tragfähigkeit, den Brandschutz, die Wärmespeicherkapazität (Hitzeschutz) oder den Schallschutz zwischen benachbarten Wohnungen (Flankenübertragung).

Die üblichen Varianten der Ausbildung des Wärmeschutzes, Wärmedämm-Verbundsystem, hinterlüftete Außenwandbekleidung und zweischaliges KS-Mauerwerk mit Verblendung (Bild 6), werden im Folgenden näher betrachtet.

Wärmedämm-Verbundsystem

Hierbei werden Dämmplatten (mineralisch, EPS, XPS, PU etc.) in der Regel auf das Mauerwerk aufgeklebt oder gedübelt.

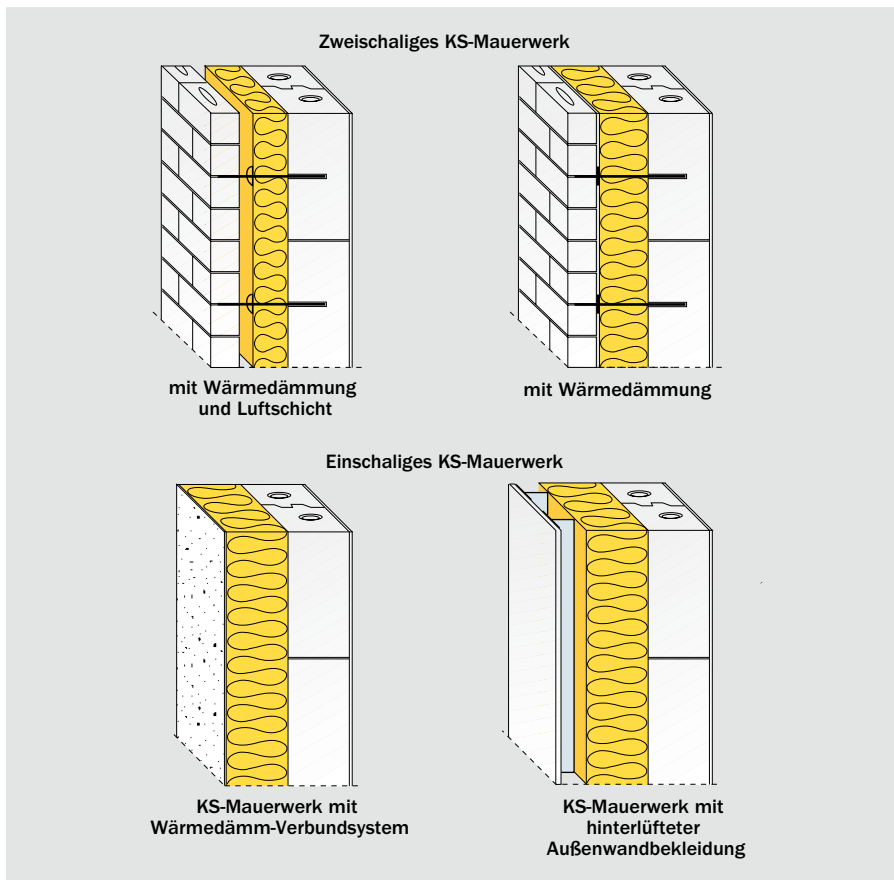


Bild 6: KS-Außenwandkonstruktionen für beheizte Gebäude [9]

Auch eine Variante aus beidem ist möglich. Durch flexibles Anpassen der Dämmschicht wird das angestrebte energetische Niveau erreicht. Auf die Dämmplatten wird eine Putzschicht mit eingelegter Armierung (Gewebe) aufgebracht und abschließend ein Oberputz aufgetragen. Wärmedämm-Verbundsysteme werden über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) geregelt [10], [11].

Zweischaliges KS-Mauerwerk mit Wärmedämmung

Wird eine zweite Mauerwerksschale vor der tragenden Außenwandschale angeordnet, spricht man von Verblendmauerwerk. Hierfür werden eigens entwickelte Kalksandsteine verwendet – die Verblendsteine. In dem Schalenzwischenraum wird die Wärmedämmung angebracht. Durch Variation des Schalenzwischenraums und der Wärmeleitfähigkeit der Dämmung kann das angestrebte Wärmeschutzniveau erreicht werden. Luftschichtanker, die in einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geregelt sind, ermöglichen abweichend von den Regelungen in der Mauerwerksnorm

DIN EN 1996-2/NA Schalenabstände bis zu 210 mm.

Hinterlüftete Außenwandbekleidung

Sie besteht aus einer Tragkonstruktion, an der die Fassadenelemente angebracht werden, und einer Wärmedämmschicht. Zwischen Dämmung und Fassadenelementen befindet sich in der Regel eine Luftschicht, die sogenannte Hinterlüftungszone. Sie regelt den Feuchtehaushalt im Baukörper [10]. Da auch hier eine klare Funktionstrennung besteht, kann durch Anpassung der Dämmschicht der geplante Gebäudestandard flexibel erreicht werden. Zudem ermöglicht diese Bauweise einen großen Gestaltungsspielraum durch die Vielfalt der auf dem Markt verfügbaren Fassadenbekleidungen.

2.2.2 Minimierte Wärmebrückenverluste

Die Funktionstrennung von Kalksandstein-Außenwandkonstruktionen in Verbindung mit tragenden Innenwänden aus Kalksandstein ermöglicht eine weitgehend lückenlose Wärmedämmung über alle Bauteile (Mauerwerk, Betonbauteile), siehe Bild 7. Die optische Fassadenoberfläche kann dabei nach Kundenwunsch als Witterungs-

schutz in den zuvor genannten Varianten (Verblendung, Putz, Vorhangsfassade) ausgeführt werden.

Die konsequente Funktionstrennung vereinfacht die Planung, Berechnung und Ausführung von Detailpunkten. Es ergeben sich somit fast „standardisierte“ Ausführungsdetails, die im KS-Wärmebrückenkatalog und der KS-Detailsammlung dargestellt sind – abrufbar unter www.kalksandstein.de. Der Einfluss der tragenden Innenschale aus Kalksandstein auf die Qualität der Detailpunkte und auch auf die des Wandquerschnittes aufgrund der äußeren durchlaufenden Dämmebene ist marginal. Somit sind sehr schnell, ohne aufwendige Berechnung, entsprechende längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten ψ ablesbar. Die Anzahl an Detailpunkten bei Gebäuden mit Kalksandstein-Mauerwerk ist im Vergleich zu anderen Bauweisen überschaubar. Das ermöglicht einen einfachen und schnellen Nachweis des Wärmebrückenzuschlags.

2.2.3 Sommerlicher Wärmeschutz

Ein guter Wärmeschutz ist die Grundvoraussetzung für eine hohe Wohn- und Arbeitsplatzqualität in Gebäuden. Das ist nicht nur im Winter entscheidend, sondern auch im Sommer bei hohen Außentemperaturen. Kalksandstein bietet hierfür bereits von Natur aus besondere Eigenschaften. Dank der hohen Rohdichte ist Kalksandstein ein hervorragender Wärmespeicher. Dadurch kommt es im Sommer in Gebäuden in schwerer Bauweise deutlich weniger zu unangenehmen Temperaturen als in Leichtbauten, oder sogar überhaupt nicht. Hier helfen auch Innenwände aus Kalksandstein. Sie verfügen natürlich ebenso über eine große Speichermasse. So können Temperaturspitzen abgepuffert werden, indem die überschüssige Wärme von den Wänden aufgenommen wird. Dabei erweisen sich funktionsgetrennte Außenwände mit einem raumseitigen schweren KS-Mauerwerk und außen liegender Wärmedämmung als besonders positiv.

Diese Voraussetzungen in Kombination mit Verschattungseinrichtungen und weiteren Einflussfaktoren sollten bereits bei der Planung berücksichtigt werden. So kann ein guter sommerlicher Wärmeschutz erreicht werden. Dabei ist ein wesentlicher Einflussfaktor die Fenstergröße und -ausrichtung. Große Räume, die einer starken Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind und über eine geringe Speichermasse verfügen, sind daher besonders von der sommerlichen Überhitzung gefährdet. Die Re-

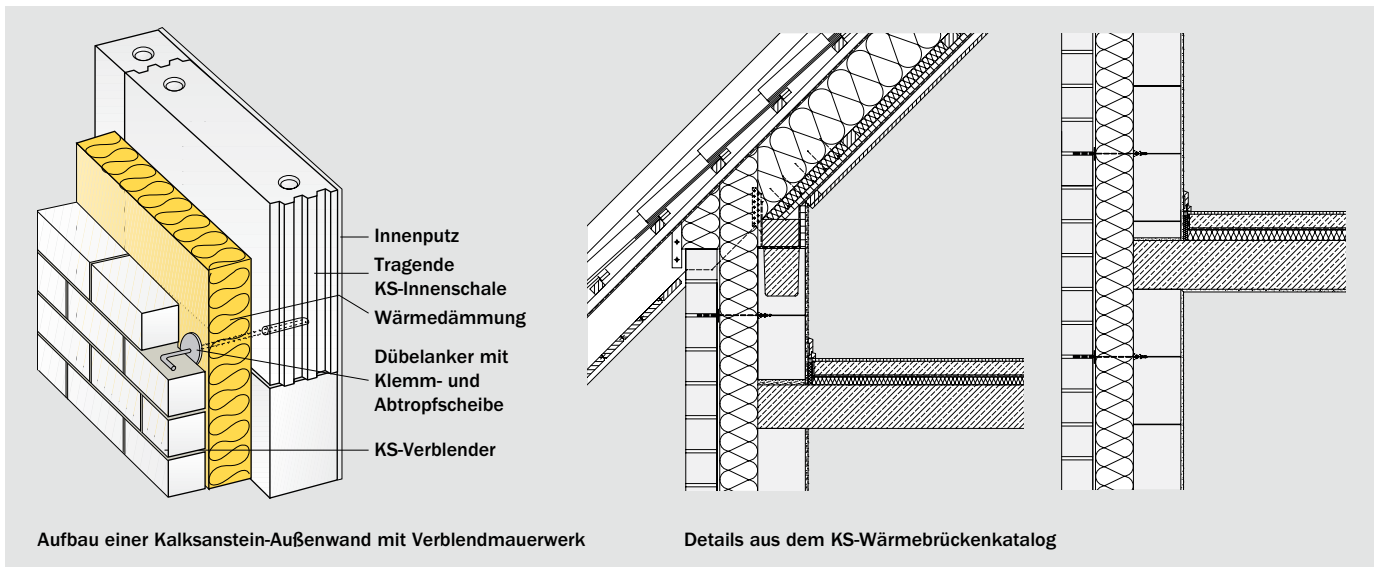


Bild 7: Konsequente Funktionstrennung von KS-Außenwänden – Beispiele von Detailzeichnungen aus dem KS-Wärmebrückenkatalog

duzierung der Sonneneinstrahlung ist demnach die effektivste Maßnahme zur Vermeidung von hohen Innenraumtemperaturen im Sommer. Durch eine hohe Wärmespeicherkapazität der raumumschließenden Bauteile – möglichst in Kombination mit einer Nachtlüftung – kann jedoch bei ansonsten gleichen Randbedingungen eine höhere Sonneneinstrahlung und damit ein größerer Fensterflächenanteil zugelassen werden.

Einflussfaktoren auf das Raumklima im Sommer sind

- Außentemperatur
- Intensität der Sonneneinstrahlung
- Fensterflächenanteil
- (Nacht)lüftung
- Fenstereigenschaften (Energiedurchlassgrad, Orientierung, Neigung)
- Vorhandensein von Verschattungseinrichtungen
- Wärmespeicherkapazität des Gebäudes/ Vorhandensein von Speichermassen (leichte, mittlere oder schwere Bauart)
- Wärmeschutz des Gebäudes

Die Energiesparverordnung (EnEV) fordert einen Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes. Wie dieser durchzuführen ist, regelt DIN 4108-2 [12]. Neben dem genauen Verfahren mittels thermi-

scher Simulation wird dort auch ein vereinfachtes Verfahren, das sogenannte „Sonneneintragskennwertverfahren“, beschrieben. Mit dessen Hilfe kann der Planer schnell und einfach den Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes führen. Unter www.kalksandstein.de steht im Downloadcenter ein kostenloses Nachweisprogramm zum sommerlichen Wärmeschutz zur Verfügung.

Wenn der Fensterflächenanteil $\leq 35\%$ ist (bezogen auf die Grundfläche) und die Fenster über Rollläden oder mindestens gleichwertige Verschattungseinrichtungen verfügen, kann bei Wohngebäuden auf die Nachweisführung verzichtet werden.

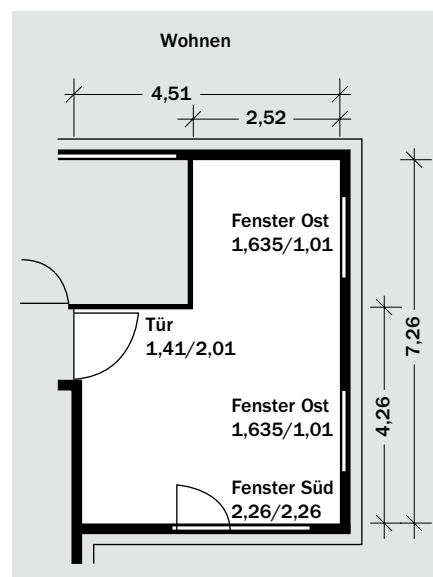


Bild 8: Grundriss des untersuchten Raums

In einer Studie der Hochschule für Technik Stuttgart wurde der Einfluss von speicherfähigen Massen auf die empfundene Innenraumtemperatur untersucht. Dabei wurden Vergleichsrechnungen für einen Beispielraum (Bild 8) mit Hilfe einer thermisch-dynamischen Simulation angestellt. Der Raum befand sich im obersten Geschoss eines Mehrfamilienhauses aus Kalksandstein mit Flachdach, das in der Klimaregion B lag. In dieser Klimaregion liegt der Grenzwert der gefühlten Innenraumtemperatur, auch operative Innenraumtemperatur genannt, bei 26 °C. Mit der thermisch-dynamischen Simulation wurden die stündlichen Werte der operativen Innenraumtemperatur im Verlauf eines Jahres in Abhängigkeit vom Außenklima, der Fassadenorientierung, der thermischen Speichermassen, des Luftwechsels und der internen Wärmelasten ermittelt [13].

Bild 9 zeigt eine sommerheiße Periode (14.–18. August) des betrachteten Jahres, um die Maximaltemperaturen aufzuzeigen. Es ist zu erkennen, dass sich hohe speicherfähige Massen positiv auf die Innenraumtemperatur und damit auf die Behaglichkeit des Raums im Sommer auswirken. Der Grenzwert der Bezugstemperatur wird für die schwere Bauweise nur geringfügig überschritten, wohingegen bei der Wahl einer leichten Bauweise häufige und deutliche Überschreitungen erkennbar sind. Es kann somit häufig auf eine kostenintensive Klimatisierung verzichtet werden, wenn die schwere Bauweise gewählt wird und die Möglichkeit einer erhöhten Nachtlüftung besteht.

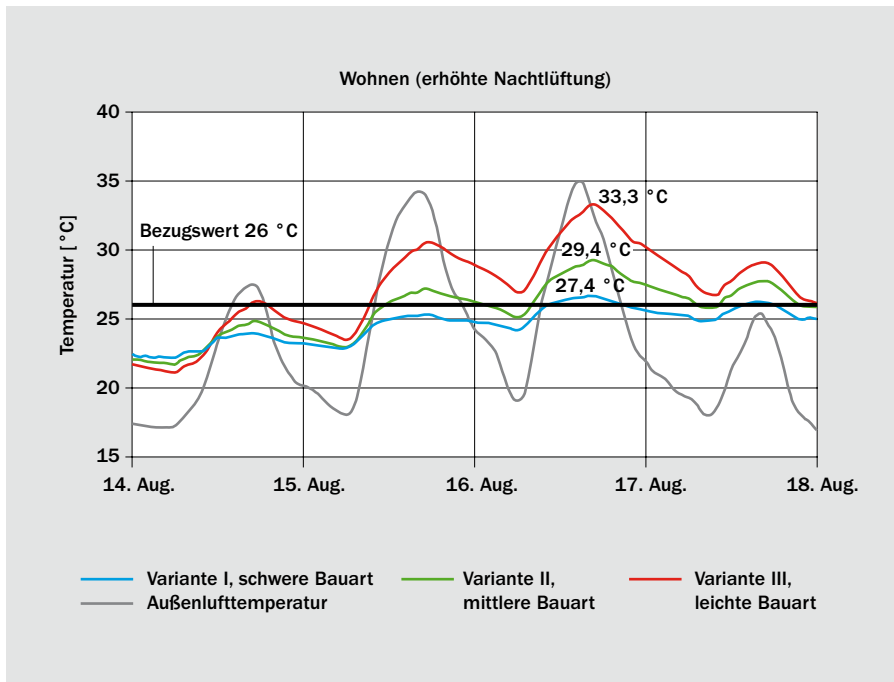


Bild 9: Temperaturverlauf der operativen Innenraumtemperatur während einer sommerheißen Periode [13]

WÄRMESCHUTZ MIT KS

Im Sommer wie im Winter bringt ein massives Mauerwerk aus Kalksandstein von Natur aus einen wesentlichen Vorteil: das hohe Speichervermögen durch die hohe Rohdichte. Dadurch können die Wände im Sommer die überschüssige Raumwärme aufnehmen. Wird in der Nacht gut gelüftet, kann so die Wärme aus den Räumen entweichen. Im Winter sorgt diese Speicherfähigkeit dafür, dass die Wärme in der Nacht in den Raum abgegeben werden kann und dieser so nicht auskühlt. Das in Verbindung mit einer außen liegenden Wärmedämmung und der konsequenten Beachtung der Wärmebrückendetails führt zu einem rundum behaglichen Raumklima und geringen Energieverlusten durch die Gebäudehülle.

2.3 Schallschutz

Schutz vor Lärm ist von großer Bedeutung für Wohlbefinden und Gesundheit. Das gilt besonders zuhause, wo Menschen Entspannung und Erholung suchen. Ein guter baulicher Schallschutz ist deshalb eines der wesentlichen Qualitätskriterien einer Wohnung.

Bei der Planung des Schallschutzes sind viele Aspekte zu beachten. Neben dem Schutz vor Außenlärm stellt der Schallschutz zu benachbarten Wohnungen eine der wichtigsten Planungsaufgaben dar. Aber auch der Schallschutz innerhalb der eigenen Wohnung oder gegenüber Emissionen technischer Gebäudeausstattung wie Sanitär- oder Aufzugsanlagen sollte von den Planern berücksichtigt werden.

Ob Geräusche aus Nachbarwohnungen wahrgenommen werden, hängt maßgeblich

vom vorhandenen Grundgeräuschpegel (auch Überdeckung genannt) ab (Tafel 2). Dieser wiederum ist stark vom Außenlärmpegel und dem vorhandenen Schallschutz gegenüber Außenlärm abhängig. Dadurch besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen dem Schallschutzniveau gegenüber Außenlärm und dem Schallschutz zu benachbarten Wohnungen. Ein „zu hoher“ Schutz gegenüber Außenlärm kann sich also nachteilig auf den Schallschutz zwischen Wohnungen auswirken. Das gilt es im Rahmen der Planung zu berücksichtigen und dementsprechend in ein ausgewogenes Gesamtkonzept zu integrieren.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die wesentlichen Aspekte der für den Geschosswohnungsbau relevanten Themen „Schutz vor Außenlärm“, „Schallschutz zwischen Wohnungen“, „Schallschutz im eigenen Wohnbereich“ und „Schallschutz bei Aufzugsanlagen“ erörtert.

2.3.1 Schutz vor Außenlärm

Zum Schutz der Bewohner vor Außenlärm, werden Anforderungen an die Außenbauteile gestellt. Da sich diese in der Regel aus mehreren Komponenten wie Wand, Fenster, Rollladenkästen, Türen oder Lüftungseinrichtungen zusammensetzen, wird die Anforderung an das resultierende Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ gestellt. Das errechnet sich aus allen Schalldämm-Maßen der einzelnen Außenbauteile. Die Höhe des Anforderungswerts richtet sich nach dem maßgeblichen Außenlärmpegel. Dieser wiederum kann Bebauungsplänen entnommen, gemessen oder anhand der Verkehrsbelastung ermittelt werden. Beim Außenlärm können die Anforderungen der Schallschutznorm DIN 4109 – im Gegensatz zum Schallschutz zu benachbarten Wohnungen (siehe 2.3.2) – als eine brauchbare und zufriedenstellende Festlegung betrachtet werden [15].

Zu beachten ist, dass aus dem benötigten Schalldämm-Maß der gesamten Fassade nicht direkt auf das notwendige Schalldämm-Maß einzelner Bauteile geschlossen werden kann. Eine schlechtere Schalldämmung eines Bauteils kann zwar zum Teil durch eine bessere Schalldämmung eines anderen Bauteils kompensiert werden. Jedoch sind hier Grenzen gesetzt. Erhebliche Schwachstellen wie schallschutztechnisch schlechte Fenster, Rollladenkästen oder Lüftungsöffnungen in der Außenwandkonstruktion sind zu vermeiden.

Aufgrund ihrer hohen Masse und der massiven Konstruktion (Beispiel: Dicke

Tafel 2: Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w und das Durchhören von Sprache [14]

Sprachverständlichkeit	Erforderliches bewertetes Schalldämm-Maß R'_w	
	Grundgeräusch 20 dB (A)	Grundgeräusch 30 dB (A)
Nicht zu hören	67	57
Zu hören, jedoch nicht zu verstehen	57	47
Teilweise zu verstehen	52	42
Gut zu verstehen	42	32

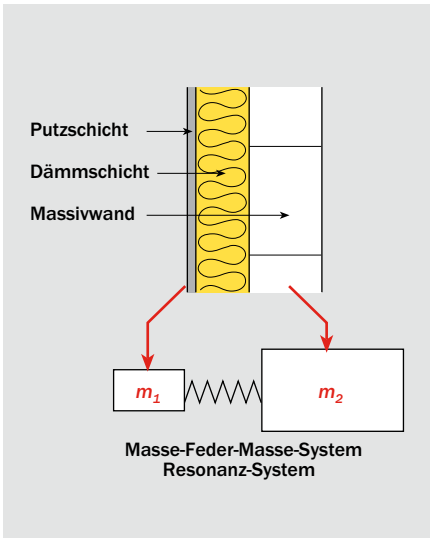


Bild 10: Wärmedämm-Verbundsystem als Masse-Feder-Masse-System [16]

17,5 cm, Rohdichteklasse 2,0) weisen Kalksandstein-Außenwände grundsätzlich eine sehr gute Schalldämmung gegenüber Außenlärm auf. Die schweren vorhandenen Flanken führen ebenso zu einem positiven Schallverhalten zwischen benachbarten Wohnungen. Wird an die Außenwand ein Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) angebracht, ändert sich das schalltechnische Verhalten der Außenwand. Bei der Kalksandstein-Außenwand mit WDVS kann das Verhalten über das Masse-Feder-Masse-Modell abgeschätzt werden. Die Kalksandstein-Wand und die Außenputzschicht wirkt als Masse, die Dämmschicht als Feder (Bild 10). Dieses System weist eine charakteristische Resonanzfrequenz auf, die das Verhalten der Außenwand mit WDVS maßgeblich bestimmt. Die Resonanzfrequenz ist durch einen erheblichen Einbruch der Schall-

dämmung gekennzeichnet. Je nach Lage der Resonanzfrequenz – im tieffrequenten oder hochfrequenten Bereich – kann somit das Verhalten der Außenwand mit WDVS dem vorliegenden Außenlärm angepasst werden. Die Verbesserung oder Verringerung des Schalldämm-Maßes der Außenwand durch das WDVS wird über ΔR_w beschrieben:

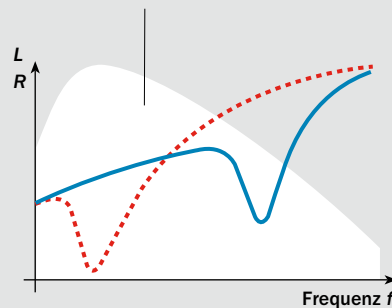
$$R_{w,mit\ WDVS} = R_{w,ohne\ WDVS} + \Delta R_w$$

Liegt eher innerstädtischer Verkehrslärm vor, bei dem tieffrequente Anteile überwiegen, ist ein hoch abgestimmtes WDVS mit einer Resonanzfrequenz im Bereich der hohen Frequenzen günstig. Liegt hingegen Schienenverkehr oder schneller Straßenverkehr vor mit einem hohen Anteil an hohen Frequenzen, ist ein tief abgestimmtes WDVS günstig (Bild 11).

a) Tieffrequente Lärmanteile dominieren.



1. Beispiel: Innerstädtischer Verkehrslärm, tieffrequente Anteile dominieren



Hohe Resonanzfrequenz ist günstiger.

Nach [16]

Auslegung des WDVS

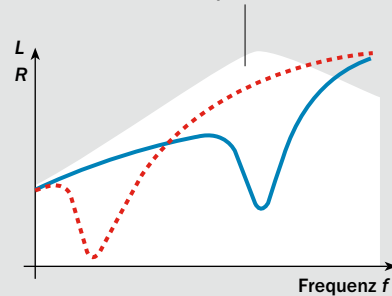
- Hohe Lage der Resonanzfrequenz
- Auslegung nach $R'_w + C_{tr}$
- Leichter Putz, „harter“ Dämmstoff

Blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (günstig)
Rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (ungünstig)
 L: Außenpegel
 R: Frequenzabhängiges Schalldämm-Maß

b) Hochfrequente Lärmanteile dominieren.



2. Beispiel: Schienenverkehr, schneller Straßenverkehr, höhere Frequenzen dominieren



Tiefe Resonanzfrequenz ist günstiger.

Nach [16]

Auslegung des WDVS

- Tiefe Lage der Resonanzfrequenz
- Auslegung nach R'_w oder $R'_w + C$
- Schwerer Putz, „weicher“ Dämmstoff

Blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (ungünstig)
Rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (günstig)
 L: Außenpegel
 R: Frequenzabhängiges Schalldämm-Maß

Bild 11: Schalltechnische Auslegung von KS-Außenwänden mit WDVS in Abhängigkeit vom vorliegenden Außenlärmspektrum

Tafel 3: Korrekturwerte des bewerteten Schalldämm-Maßes von Kalksandsteinwänden mit WDVS entsprechend den jeweiligen Systemzulassungen – Richtwerte¹⁾ [9]

	Dünnputz ≤ 10kg/m ² [dB]	Dickputz > 10 kg/m ² [dB]
Geklebtes Polystyrol-WDVS	-2	-1
Geklebtes WDVS mit elastifiziertem PS	0	+1
Geklebtes und verdübeltes Polystyrol-WDVS	-1	-2
Mineralfaser-Lamellensystem	-5	-5
Geklebtes und verdübeltes Mineral-faserdämmplatten-WDVS	d = 50 mm	+4
	d = 100 mm	+2
PS-System mit Schienenbefestigung	+2	+2

¹⁾ Die konkret anzusetzenden Korrekturfaktoren sind der bauaufsichtlichen Zulassung des gewählten WDVS zu entnehmen.

Es wird deutlich, dass die tatsächlich vorliegende Außenlärmsituation bereits in der Planungsphase berücksichtigt werden sollte, um den bestmöglichen Lärmschutz realisieren zu können.

Neben der Resonanzfrequenz des Wärmedämm-Verbundsystems haben Fenster einen erheblichen Einfluss auf das erreichte Schalldämm-Maß der Außenwandkonstruktion.

In Bild 12 ist ein Rechenbeispiel für den Schallschutznachweis einer KS-Außenwand mit WDVS dargestellt. Das Beispiel verdeutlicht, dass der Einfluss des Fensters häufig dominierend ist.

Wird statt eines Wärmedämm-Verbundsystems eine Verblendschale vorgesehen, berechnet sich die Schalldämmung der Außenwandkonstruktion aus der Summe

der flächenbezogenen Massen der inneren und der äußeren Mauerwerksschale. In Abhängigkeit von der Dämmschicht erfolgt ein Abzug von 2 dB (Hartschaumplatten) oder ein Aufschlag von 3 dB oder 5 dB (Mineralfaserdämmung).

SCHUTZ VOR AUSSENLÄRM

KS-Außenwände weisen aufgrund ihrer hohen Masse grundsätzlich eine gute Schalldämmung gegenüber Außenlärm auf. WDVS als Masse-Feder-Masse-System lässt sich gut auf den spezifischen vorwiegend hoch- oder tieffrequenten Außenlärm abstimmen. Die Fassade eines Gebäudes besteht jedoch aus weiteren Komponenten. Vor allem Größe und Qualität der Fenster begrenzen den erreichbaren Schallschutz der Fassade.

2.3.2 Schallschutz zwischen Wohnungen
Anforderungen an den Schallschutz zwischen Wohnungen gibt DIN 4109 vor. Sie stellen den bauaufsichtlich geschuldeten Mindestschallschutz dar. Jedoch wird dieses Niveau in der Fachwelt und laut Urteil des Bundesgerichtshofs nicht als anerkannte Regel der Technik betrachtet [17]. Ein über den Mindestschallschutz hinausgehendes Schalldämm-Niveau ist privatrechtlich zu vereinbaren. Hierzu können die Regelwerke VDI 4100:2007-08 [18], VDI 4100:2012-10 oder das Beiblatt 2 der DIN 4109 [19] sowie die DEGA-Empfehlung 103 [20] dienen.

Guter Schallschutz stellt sich nicht automatisch ein. Deshalb ist er ein wesentlicher Teil der Gesamtplanung eines Wohngebäudes. Speziell die Konstruktion und Grundrisse sollten auf diesen Aspekt hin berücksichtigt und optimiert werden.

Ein Beispiel für eine ungünstige und eine günstige Grundrissgestaltung zeigt Bild 13. Situationen wie in Bild 13 links sollten von vorneherein vermieden werden. Hier liegt das besonders schutzbedürftige Schlafzimmer direkt neben lärmintensiven Räumen aus der Nachbarwohnung wie Bad oder Diele.

Weiterhin ist die Ausführung des Trennbauteils, der Flanken und der Anschlussdetails genau zu planen und auf der Baustelle zu überwachen. Die rechnerische Dimensionierung kann mit Hilfe des Kalksandstein-Schallschutzrechners erfolgen, siehe hierzu [21].

Beispiel

- Außenwand Kalksandstein 17,5 cm, RDK 2,0 mit WDVS:
 $R_w(\text{Wand}) = 56 \text{ dB}$ nach Massekurve Kalksandstein
 WDVS mit Verbesserung der Schalldämmung $\Delta R_w = 2 \text{ dB}$
 $R_w(\text{Wand} + \text{WDVS}) = (56 + 2) \text{ dB} = 58 \text{ dB}$
- Fenster:
 $R_w(\text{Fenster}) = 35 \text{ dB}$
 Fensterflächenanteil 30 %
- Resultierende Schalldämmung der Außenwand mit Fenstern:
 $R_{w,ges} = -10 \lg \left(0,7 \cdot 10^{\frac{-58}{10}} + 0,3 \cdot 10^{\frac{-35}{10}} \right) = 40 \text{ dB}$
- Ermittlung des Bauschalldämm-Maßes $R'_{w,ges}$
 Annahme: wegen ausreichend schwerer Flankenbauteile keine Berücksichtigung der flankierenden Übertragung erforderlich
 $R'_{w,ges} = 40 \text{ dB}$

Mit dem Bauschalldämm-Maß $R'_{w,ges} = 40 \text{ dB}$ kann unter Berücksichtigung der Flächenkorrektur und des Sicherheitsabschlages der Nachweis nach DIN 4109 geführt werden.

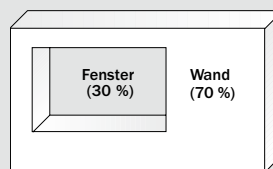


Bild 12: Beispiel für den Schallschutznachweis einer KS-Außenwand mit WDVS und einem Fensteranteil von 30 %

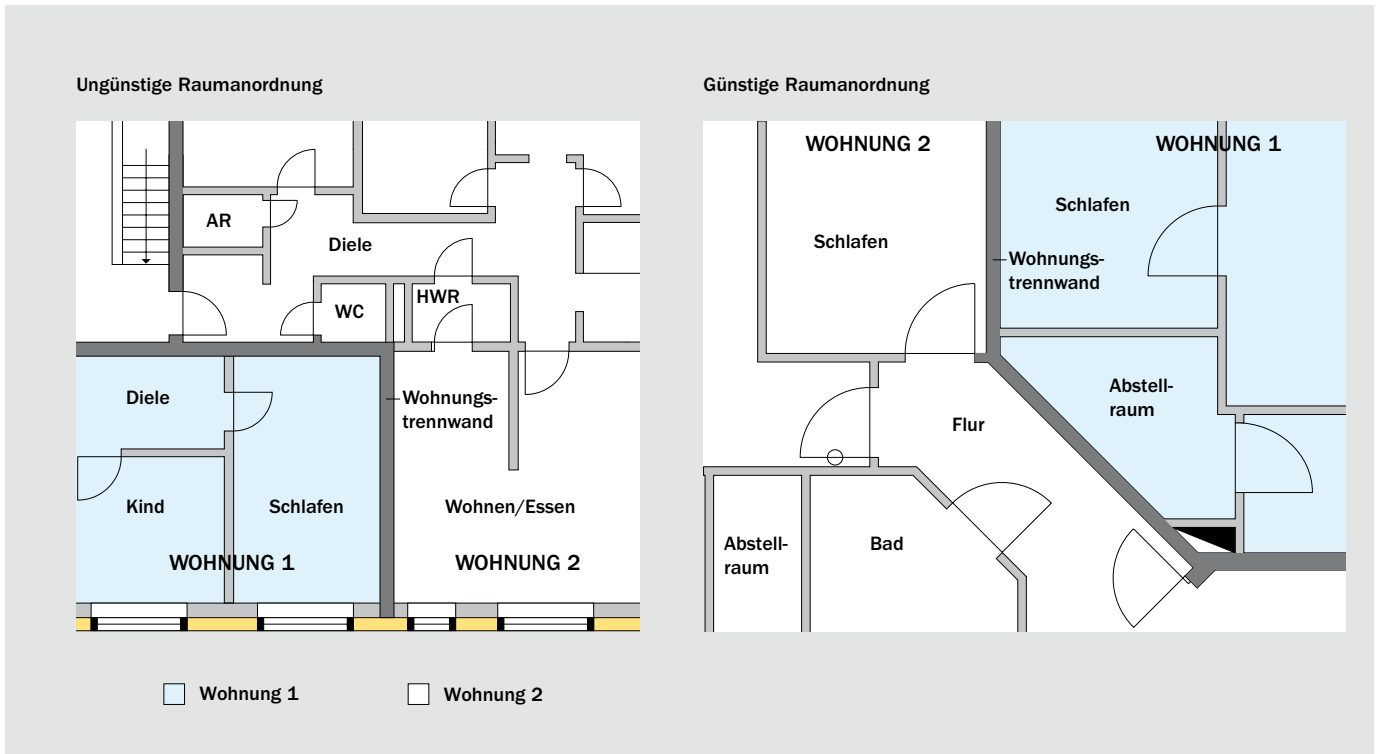


Bild 13: Ungünstige (links) und günstige (rechts) Raumanordnung von Nachbarwohnungen

Wie eingangs erwähnt, wird der Mindestschallschutz in DIN 4109 geregelt während ein darüber hinausgehender Schallschutz privatrechtlich zu vereinbaren ist. Die Kalksandsteinindustrie empfiehlt hierzu konkrete Werte, die in Tafel 4 zusammen mit Anforderungswerten verschiedener Regelwerke wiedergegeben werden. Es ist abzulesen, dass die Empfehlung für horizontalen Luftschallschutz der Kalksandsteinindustrie (56 dB) um 3 dB über dem Wert der DIN 4109 (53 dB) liegt. Dies ist hörbar und kann mit üblichen Kalksandstein-Konstruktionen bei mangelreicher Ausführung sicher erreicht werden.

Für den vertikalen Luftschallschutz wird ein R'_w von 57 dB und für den Trittschallschutz ein $L'_{n,w}$ von 46 dB empfohlen.

Die Empfehlungen der Kalksandsteinindustrie für die erhöhte Luftschalldämmung (Tafel 4) werden in der Regel durch folgende Kalksandstein-Wandkonstruktionen erfüllt:

- Wohnungstrennwand
Wandstärke: 24 cm
Rohdichteklasse 2,0/2,2
- Außenwand
Wandstärke: 17,5 cm
Rohdichteklasse 2,0

- Innenwand
Wandstärke: 11,5 cm
Rohdichteklasse 2,0
- Decken
Stahlbeton
Stärke: 20 cm

Die genaue schalltechnische Bemessung ist objektbezogen mit dem KS-Schallschutzrechner durchzuführen.

Eine Reduzierung der flächenbezogenen Masse der flankierenden Bauteile wie die Außenwand führt in der Regel zu einer Verschlechterung des Schallschutzes, nicht nur in nebeneinander liegenden Räumen, sondern auch etagenübergreifend in übereinander liegenden Räumen. Denn hier spielen die flankierenden Außenwände eine besonders wichtige Rolle.

Es gilt also die Grundregel, dass sowohl die Trennbauteile als auch die Flanken wie Innen- und Außenwände möglichst mit hohem Flächengewicht ausgeführt werden sollten. Darüber hinaus sind die folgenden Empfehlungen zur Realisierung eines guten Schallschutzes zu berücksichtigen.

- Wohnungstrennwände und -decken sind durch die Außenwand durchzuführen.

- Schwere schwimmende Estriche sind auf weichen Dämmschichten aufzubringen.
- Bei leichten flankierenden Dächern ist es aus schalltechnischen Aspekten besser, die Trennwand in die Dachkonstruktion einzubinden.

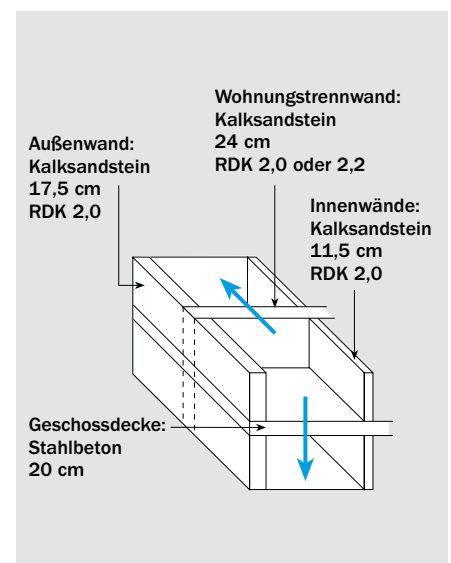


Bild 14: Konstruktive Ausführung zur Erfüllung des erhöhten Schallschutzes gemäß der Empfehlung der Kalksandsteinindustrie in Tafel 4

Tafel 4: Anforderungen und Empfehlungen zum baulichen Schallschutz

		E DIN 4109:2013	DIN 4109:1989	Beiblatt 2 zu DIN 4109: 1989	Empfehlung Kalksandstein-industrie ¹⁾	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012			
						SSt I	SSt II	SSt III	SSt I	SSt II	SSt III	
Randbedingungen	Anwendungsgebiet	Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen		Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)								
	Schutzbedürftige Räume	Aufenthaltsräume						Räume mit Grundflächen $\geq 8 \text{ m}^2$				
	Anforderungskenngrößen	$R'_w / L'_{n,w} / L_{AF,max,n}$						$D_{nT,w} / L'_{nT,w} / L_{AF,max,nT}$				
Anforderungen/Empfehlungen	Mehrfamilienhaus	Luftschallübertragung horizontal	53	53	55	56	53	56	59	56	59	64
		Luftschallübertragung vertikal	54	54	55	57	54	57	60			
		Trittschallübertragung Decken	50	53	46	46	53	46	39	51	44	37
		Trittschallübertragung Treppen	53	58	46	46	58	53	46			
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 ²⁾	27 ²⁾	27 ²⁾	32 ²⁾	–	–	–	–	–	–
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum	37 ²⁾	37 ²⁾	–	– ³⁾	–	–	–	–	–	–
	Gebäudetechnische Anlagen	32	30	–	27	30	30	25	30	27	24	
	Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	57	67	67	57	63	68	65	69	73
		Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62									
		Trittschallübertragung Decken	41	48	38	38	48	41	34	46	39	32
		Trittschallübertragung Bodenplatte	46			41						
		Trittschallübertragung Treppen	53			53						
Gebäudetechnische Anlagen		32	30	–	25	30	25	20	30	25	22	

¹⁾ Für den Schutz gegen Außenlärm werden die Anforderungen von DIN 4109 empfohlen. Für den erhöhten Schallschutz raumlufttechnischer Anlagen wird für den Geräuscherzeuger $L_{AFeq,nT} \leq 22 \text{ dB (A)}$ empfohlen.
²⁾ Schalldämm-Maß R'_w
³⁾ Bei erhöhten Anforderungen an den Schallschutz wird diese Art der Grundrissgestaltung nicht empfohlen.
⁴⁾ Mit schalltechnisch entkoppelten Treppen sind deutlich geringere Werte möglich.

SCHALLSCHUTZ ZWISCHEN WOHNUNGEN

Wohnungstrennwände und -decken sowie Flanken wie Innen- und Außenwände mit hohem Flächengewicht wirken sich positiv auf den Schallschutz zwischen nebeneinander und übereinander liegenden Wohnungen aus. Für den über den normativ geregelten Mindestschallschutz hinaus privat rechtlich zu vereinbarenden erhöhten Schallschutz liefert die Kalksandsteinindustrie konkrete Werte als Empfehlungen und ein Berechnungstool für die genaue schalltechnische Bemessung. Der KS-Schallschutzrechner steht kostenlos unter www.kalksandstein.de zum Download zur Verfügung.

2.3.3 Schallschutz im eigenen Wohnbereich

Der Schallschutz innerhalb einer Wohneinheit sollte auch Bestandteil der Planung sein. So wird eine gegenseitige Störung vermieden, wenn sich mehrere Personen in einer Wohnung aufhalten, die jeweils einer anderen Tätigkeit nachgehen und ein unterschiedliches Ruhebedürfnis aufweisen. Neben der sinnvollen Anordnung von „lauten“ und „leisen“ Räumen sollte ebenso berücksichtigt werden, dass sich

offene Grundrisse negativ auf den Schallschutz im eigenen Wohnbereich auswirken. In Tafel 5 sind verschiedene Empfehlungen zum horizontalen Luftschallschutz im eigenen Wohnbereich zusammengefasst.

Bild 15 zeigt eine Beispielsituation innerhalb einer Wohnung. Mit schweren Kalksandstein-Konstruktionen können die Empfehlungen für erhöhten Schallschutz des Beiblatts 2 zu DIN 4109 und Schall-

Tafel 5: Empfehlungen für den Luftschallschutz im eigenen Wohnbereich (Wände ohne Türen)

Beiblatt 2 zu DIN 4109 (1989) R'_w [dB]		VDI 4100:2012 $D_{nT,w}$ [dB]
Normaler Schallschutz	Erhöhter Schallschutz	SSt EB I
40	47	48

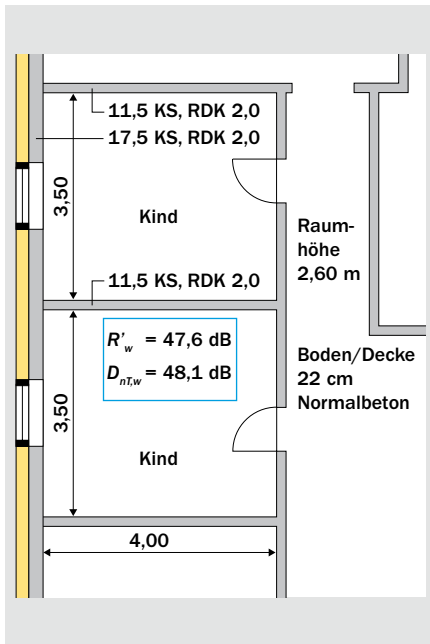


Bild 15: Beispiel erreichbarer Schallschutz im eigenen Wohnbereich (Kind/Kind) [21]

schutzstufe SSt EB I der VDI 4100:2014 eingehalten werden. Ein besonderer Vorteil massiver innerer Trennwände aus Kalksandstein mit hohen Rohdichten liegt im homogenen Verlauf der frequenzabhängigen Schalldämmkurve. Damit wird im Vergleich zu leichten Konstruktionsweisen über den gesamten hörbaren Frequenzbereich eine gute Schalldämmung erreicht, es gibt keine frequenzabhängigen Einbrüche in der Schalldämmung.

SCHALLSCHUTZ IN DER WOHNUNG

Mit massiven inneren Wänden aus Kalksandstein wird im Vergleich zu leichten Konstruktionsweisen über den gesamten hörbaren Frequenzbereich eine gute Schalldämmung erreicht.

2.3.4 Schallschutz bei Aufzugsanlagen

Beim Betrieb von Aufzügen entstehen Geräusche. Ohne entsprechende Maßnahmen würden sie als Luft- und Körperschall in das Gebäude eingeleitet werden. Der Körperschall (Führungsschienen und Bremsen) muss durch die Aufzugsanlage selbst minimiert werden sowie durch eine möglichst gute schalltechnische Entkopplung zwischen Aufzug und Baukörper. Neben der Übertragung von Luftschall lässt sich aber auch die Übertragung von Körperschall auf den Baukörper nie vollständig verhindern.

Um in schutzbedürftigen Räumen eines Gebäudes einen guten Schutz vor Geräuschen aus Aufzugsanlagen zu erreichen, werden daher in verschiedenen Regelwerken Anforderungen an zulässige Schalldruckpegel in Zusammenhang mit der Anordnung von Fahrstuhlschächten und der Ausbildung der Bauteile gestellt.

Der Schallschutz bei Aufzugsanlagen ist in der VDI-Richtlinie 2566:2004-05 [22] geregelt. Diese Richtlinie gilt für Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum (Blatt 1) und ohne Triebwerksraum (Blatt 2). DIN 4109 gibt zulässige A-bewertete Schalldruckpegel von haustechnischen Anlagen in schutzbedürftigen Räumen vor. Je nach Art des schutzbedürftigen Raums beträgt der maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in

- Wohn- und Schlafräumen: 30 dB
- Unterrichts- und Arbeitsräumen: 35 dB

Weitere Empfehlungen zu maximalen A-bewerteten Schalldruckpegeln haustechnischer Anlagen für erhöhte Komfortstandards enthält VDI 4100:2007 und VDI 4100:2012 (Tafel 4).

Der Schallschutz bei Aufzugsanlagen sollte von Anfang an bei der Planung berücksichtigt werden, da nachträgliche Maßnahmen nahezu unmöglich sind oder mit hohem Aufwand und damit hohen Kosten verbunden sind. Die Anordnung schutzbedürftiger Räume spielt hier eine große Rolle. Schutzbedürftige Räume sollten nicht unmittelbar neben Aufzugsschächten oder Triebwerksräumen angeordnet werden. Kann dies nicht vermieden werden, sollten die schallübertragenden Bauteile in Massivbauweise, beispielsweise aus Kalksandstein, erstellt werden. Es kann eine ein- oder zweischalige Schachtkonstruktion vorgesehen werden. Einschalige Konstruktionen sind in der Regel aus Gründen der Bauwerksstabilität vorzuziehen. Zweischalige Konstruktionen sind frei von Schallbrücken auszuführen. Eine komplett schallbrückenfreie Ausführung ist jedoch schwer sicherzustellen und bedarf erhöhter Sorgfalt.

Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum

Im Wohnungsbau werden in der Regel Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum ausgeführt. Lösungsvarianten für diesen Fall mit Kalksandstein-Mauerwerk zeigt Bild 16 in Verbindung mit Tafel 6.

AUFZUGSSCHÄCHTE

Wie die Beispiele zeigen, können auch Schachtwände für Aufzugsanlagen kostengünstig aus Kalksandstein ausgeführt und damit die Zielwerte der VDI 2566 erreicht werden. Ein Baustoffwechsel innerhalb eines Kalksandstein-Gebäudes ist somit nicht erforderlich. Dadurch kann ein reibungsloser Bauablauf gewährleistet.

2.3.5 Zusammenfassung

Beim Schallschutz in Wohngebäuden werden verschiedene Lärmarten betrachtet:

- zwischen benachbarten Wohnungen,
- innerhalb einer Wohnung und
- Lärm, der von Versorgungseinrichtungen wie Fahrstühlen ausgeht.

In allen Bereichen kommt es unter anderem auf die schalltechnisch gute Anordnung der einzelnen Räume an, sprich auf eine optimale Gestaltung der Grundrisse. „Laute“ Räume wie Küchen oder Bäder sollten nicht direkt an „leise“ Räume wie Schlaf- oder Kinderzimmer angrenzen. In erster Linie wird der Schallschutz jedoch von der Qualität der Wandkonstruktion bestimmt. Beispielsweise ist es zwischen Wohnungen empfehlenswert, die Trennwände aus Kalksandsteinen der Rohdichteklasse 2,0 oder 2,2 mit einer Stärke von 24 cm zu planen.

2.4 Baulicher Brandschutz

2.4.1 Brandschutz im Gebäude

Im Rahmen der Auswertungen der Brandentstehungshäufigkeit wurde bestätigt, dass insbesondere die Bauart der Wohnungstrennwände entscheidenden Einfluss auf die Feuerwiderstandsdauer hat. Kalksandstein-Mauerwerk ist nichtbrennbar. Es begrenzt Brände und trägt selbst nicht zum Brand bei [23]. In KS-Wänden werden im Brandfall das freie und das gebundene Kristallwasser abgebaut, bevor die Baustoffstruktur angegriffen wird. Im Temperaturbereich zwischen 300 °C bis 500 °C ergibt sich im Brandfall sogar eine Zunahme der Festigkeit.

Aufgrund seines günstigen Verhaltens im Brandfall erfüllen nicht tragende und tragende raumabschließende Wände mit und ohne Putz bereits ab einer Dicke von 11,5 cm die Feuerwiderstandsklasse F 90

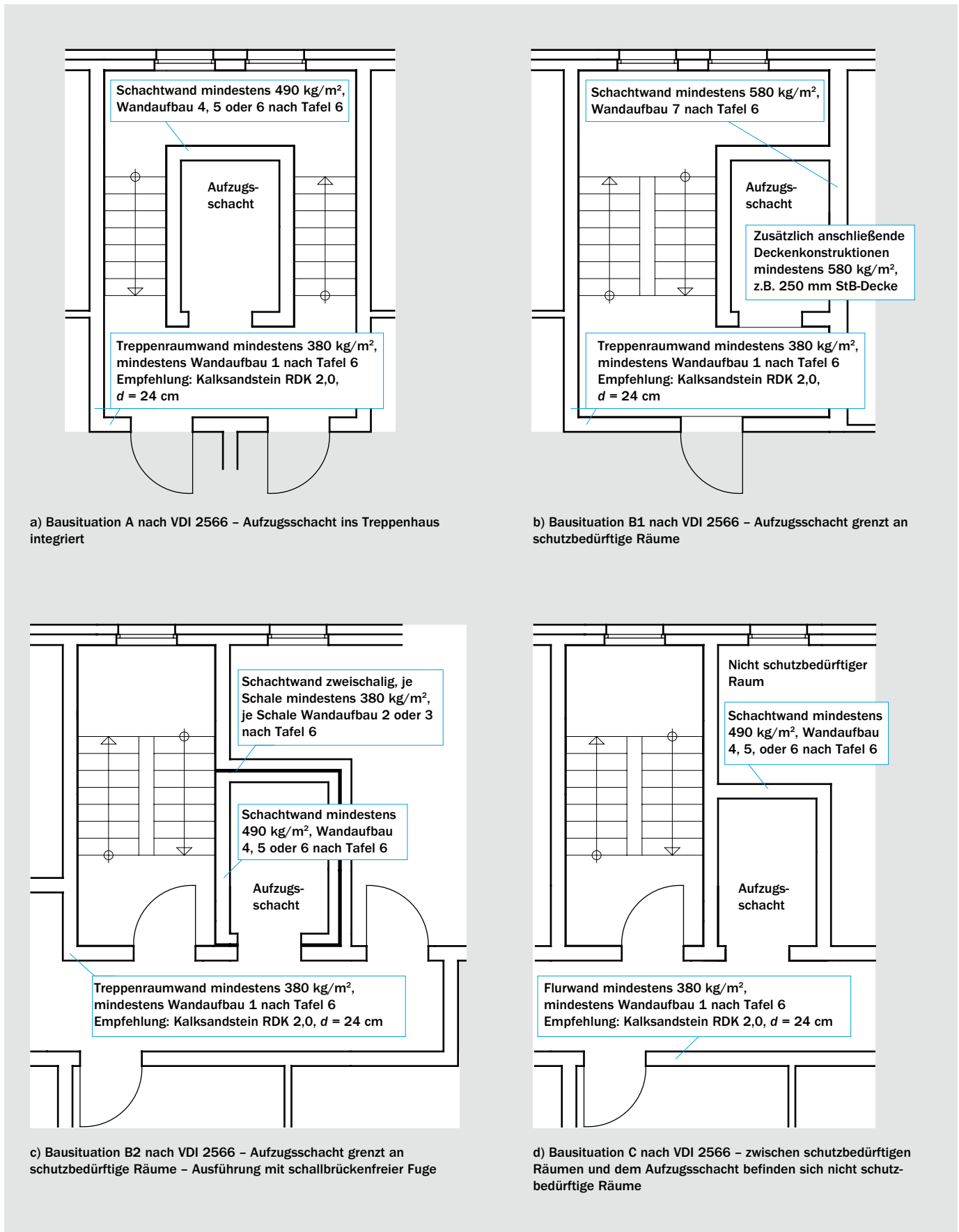


Bild 16: Bausituationen von Aufzugsschächten

(Feuerwiderstandsdauer 90 Minuten), siehe Tafel 7 und Tafel 8.

Brandwände, die die Feuerwiderstandsklasse F 90 erfüllen sind Tafel 9 zu entnehmen.

2.4.2 Brandschutz bei Außenwänden

Durch die funktionsgetrennte Bauweise werden Gebäude aus Kalksandstein immer mit einer Wärmedämmung versehen. Häufig wird zur Fassadengestaltung ein Wärmedämm-Verbundsystem oder eine Vormauerschale gewählt. An Fassaden werden bauaufsichtliche Anforderungen in den Landesbauordnungen formuliert. Die Anforderungen an Fassaden von Geschosswohnbauten sind in Tafel 10 zusammengefasst.

Wärmedämm-Verbundsysteme können aus vielen verschiedenen Dämmstofftypen aufgebaut sein. Tafel 11 gibt die erreichbaren Einstufungen des Brandverhaltens wieder. Das Brandverhalten – bis hin zu nichtbrennbaren Systemen – richtet sich nach der Wahl des Dämmstoffs.

Es wird deutlich, dass Wärmedämm-Verbundsysteme als Außenwandbekleidung je nach Dämmstoff in die Klassen nichtbrennbar, schwerentflammbar und normalentflammbar eingestuft werden können. In Abhängigkeit des angestrebten Niveaus ist das passende System auszuwählen.

BRANDSCHUTZ
Kalksandstein ist nichtbrennbar, begrenzt Brände und beteiligt sich nicht am Brandgeschehen. Brandschutz innerhalb des Gebäudes ist daher problemlos realisierbar. Das Brandverhalten der Fassade richtet sich bei der funktionsgetrennten Bauweise nach dem Dämmstoff. Dieser kann je nach angestrebter Einstufung variabel gewählt werden.

2.5 Effiziente Bauausführung spart

Baukosten und -zeit

Das KS-Bausystem ermöglicht es, die Abläufe im Mauerwerksbau zu optimieren. Dabei spricht man auch von einer Rationalisierung des Mauerwerksbaus. So haben zum Beispiel KS-R-Steine Griffhilfen, mit denen sie beim Mauern von Hand leicht versetzt werden können. Zusätzlich verfügen sie, wie auch KS XL, an den Stirnflächen über ein Nut-Federsystem. Dadurch lassen sich die Steine ohne Stoßfugenvermörtelung knirsch aneinandersetzen.

Tafel 6: Wandkonstruktionen zur Erfüllung der Anforderungen nach VDI 2566:2004-05

Wandaufbau	Bauteilbeschreibung		Flächenbezogene Masse m' [kg/m²]
	Rohdichteklasse RDK [-]	Wanddicke d [cm]	
1	≥ 1,8	≥ 24	> 380
2	≥ 2,0	≥ 20	> 380
3 ¹⁾	≥ 2,2	≥ 17,5	> 380
4	≥ 1,8	≥ 30	> 490
5	≥ 2,2	≥ 24	> 490
6 ²⁾	≥ 2,0	≥ 24	> 490
7 ³⁾	≥ 2,0	≥ 30	> 580

¹⁾ Mit beidseitig 10 mm Putz ²⁾ Mit beidseitig 15 mm Kalkzementputz ³⁾ Mit einseitig 10 mm Putz

Tafel 7: Nicht tragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung EI 90 (F 90) ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen [24]

Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
mit Putz	ohne Putz		
115	115	Alle Kalksandsteine	NM/DM
100	100	Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E KS-Fasensteine	DM
70	100	Bauplatten: KS BP	DM

Tafel 8: Tragende, raumabschließende Wände, die die Anforderung REI 90 (F 90) ohne Stoßfugenvermörtelung erfüllen [24]

Bemessung/Nachweis (maximale Ausnutzung)	Mindestwanddicke [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
	mit Putz	ohne Putz		
DIN EN 1996-3/NA DIN EN 1996-1-1/NA mit Umrechnung bis $\alpha_{6,ff} \leq 0,7$ m DIN 1053-1 – vereinfacht ohne Einschränkung DIN 1053-1 genauer mit Umrechnung bis $\alpha_2 \leq 1,0$	115	115	Alle Kalksandsteine	NM/DM
DIN EN 1996-3/NA DIN EN 1996-1-1/NA – volle Ausnutzung	115	150	Alle Vollsteine (Rohdichteklasse > 1,6) Blocksteine: KS-R Plansteine: KS-R P Planelemente: KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	NM/DM
	–	175	KS-Fasensteine	DM

Tafel 9: Tragende und nicht tragende, raumabschließende Brandwände, die die Anforderung REI-M 90 und EI-M (F 90) ohne vermörtelte Stoßfugen erfüllen [24]

Mindestwanddicke t_f [mm]		Verwendbare Kalksandsteine	Mörtel
einschalig	zweischalig		
Brandwände			
240	2 x 175	Alle Kalksandsteine (Rohdichteklasse ≥ 1,4)	NM/DM
175	2 x 150	Plansteine (Rohdichteklasse ≥ 1,8): KS-R P	DM
175 ¹⁾	2 x 150 ¹⁾	Planelemente (Rohdichteklasse ≥ 1,8): KS XL-PE, KS XL-RE, KS XL-E	DM

¹⁾ Mit aufliegender Geschossdecke (mindestens REI 90) als konstruktive obere Halterung

Tafel 10: Anforderungen an Fassaden nach [25]

Gebäudeart	Richtlinie und Verordnung	Anforderungen an Fassaden
Gebäudeklasse GK 1–3 Gebäude geringer Höhe ($\leq 7 \text{ m}^{1)}$)	Musterbauordnung (MBO), Landesbauordnung (LBO)	Mindestens normalentflammbar
Gebäudeklasse GK 4–5 Gebäude mittlerer Höhe ($> 7 \text{ m}$ und $\leq 22 \text{ m}^{1}$)	Musterbauordnung (MBO), Landesbauordnung (LBO)	Mindestens schwerentflammbar
Hochhäuser	Muster-Hochhaus-Richtlinie	Nichtbrennbar

¹⁾ Höhe: Maß zwischen Geländeoberfläche im Mittel und Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses mit der Möglichkeit eines Aufenthaltsraums (vgl. §2 MBO)

Tafel 11: Überblick über verschiedene Dämmstofftypen und das erzielbare Brandverhalten des Gesamtsystems (Stand Dezember 2012; ohne Anspruch auf Vollständigkeit) nach [25]

System und verwendeter Dämmstoff	Baustoffklasse des Dämmstoffs (DIN 4102)	Klasse des Dämmstoffs EN 13501	Einstufung Brandverhalten des WDVS nach LBO
WDVS mit Mineralwolle (MW)	–	A1	Nichtbrennbar
WDVS mit Mineralschaum	–	A1	Nichtbrennbar
WDVS mit expandiertem Polystyrol (EPS) ¹⁾	B1	E	Schwerentflammbar
WDVS mit Polyurethan (PU)	B2	E	Schwerentflammbar
WDVS mit Phenolhartschaum (PF)	B2	B-s1, d0	Schwerentflammbar
WDVS mit Holzweichfaser	B2	E	Normalentflammbar
WDVS mit Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen	B2	E	Normalentflammbar

¹⁾ Mit Sturzriegeln oder umlaufenden Brandriegeln aus nichtbrennbarem Material (z.B. Mineralwolle)

Hierdurch wird der Arbeitsprozess weiter rationalisiert. Es entsteht eine ebene Wandfläche, die bereits in der Rohbauphase optisch dicht ist. Großformatige Kalksandsteine (KS-R-Plansteine und KS XL) werden zudem höchst maßgenau produziert (Höhentoleranz $\pm 1 \text{ mm}$) und in Dünnbettmörtel versetzt. Das ermöglicht ein besonders ebenflächiges und sauberes Mauerwerk sowie einen schnellen Baufortschritt. Zudem erreicht Mauerwerk aus Voll- und Blocksteinen sowie KS XL mit Dünnbettmörtel eine höhere charakteristische Mauerwerksdruckfestigkeit nach DIN EN 1996/NA als Mauerwerk in Normalmauermörtel.

Kalksandsteine mit einem Verarbeitungsgewicht von bis zu 25 kg können von Hand verarbeitet werden. Schwerere Steine sollten mit einem Versetzgerät verarbeitet werden (Bild 17). Das maschinelle Versetzen beschleunigt den Vermauerungsprozess und führt zu einer geringeren körperlichen Belastung des Verarbeiters.

Bei der Stumpfstoßtechnik werden die Querwände eines Gebäudes nicht verzahnt gemauert, sondern „stumpf“ gegen die zu-

vor errichtete durchlaufende Wand gestoßen. Dadurch werden Behinderungen beim Aufstellen von Gerüsten und beim Bereitstellen der Materialien umgangen. Hierzu werden an der Stoßstelle beim Aufmauern der Längswand Stumpfstoß-Flachanker in die Lagerfugen eingelegt. Die Stoßfuge zwischen Längswand und Querwand muss aus statischen und schalltechnischen Gründen vollflächig vermörtelt werden. Allerdings gilt das nicht bei Kelleraußen-ecken. Sie sind im Verband zu mauern.

Mörtelschlitzen erlauben einen schnellen Auftrag von Normalmauer- und Dünnbettmörtel in den gewünschten Schichtdicken und reduzieren den Mörtelverlust (Bild 18).

Kalksandsteinwände eignen sich sehr gut zur optimalen Ausnutzung von Grundflächen. Schlanke, hochbelastbare Wände lassen bei gleichen Außenmaßen mehr Wohnfläche zu, als Konstruktionen mit dickeren Wandaufbauten. Dank der hohen Maßgenauigkeit von Kalksandsteinen, entfallen zeit- und kostenintensive Ausgleichsarbeiten, so dass das Kalksandstein-Bausystem eine sehr wirtschaftliche Bauweise darstellt (siehe 2.1).



Foto: Steinweg

Bild 17: Vermauern von KS XL-Rasterelementen mit Versetzgerät



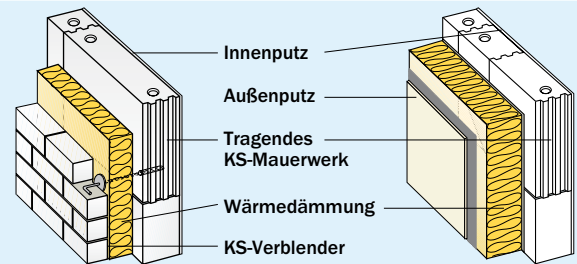
Bild 18: Lagerfugenmörtel mit Mörtelschlitzen aufziehen

OPTIMIERTER BAUABLAUF

Die Auswahl von Kalksandstein als Mauerwerksbaustoff ermöglicht einen optimierten Prozess beim Bau von Wohngebäuden. So erleichtern großformatige Steine, mörtelfreie Stoßfugen und das Arbeiten mit Versetzgeräten und Mörtelschlitzen nicht nur die Arbeit auf der Baustelle, gleichzeitig können ebenso Zeit und Kosten eingespart werden.

2.6 Geschosswohnungsbau mit Kalksandstein

Für Nutzer, Investoren und Fachplaner ist die Errichtung von Wohngebäuden mit Kalksandstein eine optimale und bewährte Bauweise. Nicht nur Einzelaspekte, sondern alle Ansprüche an mehrgeschossige Wohngebäude werden mit Hilfe der KS-Bauweise konsequent und ohne Kompromisse erfüllt.



<p>Tragfähigkeit</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Schlanke Wände durch hohe Druckfestigkeit von KS-Mauerwerk ● Voll aufliegende Geschossdecken durch Funktionstrennung ● Die Ausbildung möglichst vieler Innenwände als schlanke tragende Wände ermöglicht kurze Deckenspannweiten und wirtschaftliche Konstruktionen. ● Einfacher Lastabtrag vom Dachgeschoss bis ins Fundament
<p>Brandschutz</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● KS-Mauerwerk ist nicht brennbar und begrenzt Brände. ● F 90 oder REI 90 mit schlanken Wandkonstruktionen (z. B. 115 mm) ● Der Brandschutz der Fassade kann durch die Wahl der Art der Außenwandbekleidung und des Dämmstoffs an jedes Anforderungsniveau angepasst werden.
<p>Winterlicher Wärmeschutz</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Jeder Standard bis hin zum Passivhaus ist möglich. ● Flexible Anpassung auch in späteren Planungsphasen ● Kein Einfluss des Wärmeschutzniveaus auf andere Eigenschaften (z. B. Schallschutz, sommerlicher Wärmeschutz) ● Einfache und wärmebrückenoptimierte Details mit KS-Mauerwerk
<p>Sommerlicher Wärmeschutz</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Hohe Wärmespeicherkapazität wirkt einer Überhitzung der Räume entgegen. ● Außen liegende Dämmschicht und innen liegendes Mauerwerk wirken sich günstig aus. ● Der in der EnEV geforderte Nachweis ist mit schwerer KS-Bauweise einfacher zu führen.
<p>Schallschutz zwischen Wohnungen</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Trennteile und Flanken wie Innen- und Außenwände mit hohem Flächengewicht sind eine Grundlage für hochwertigen Schallschutz. ● Funktionsgetrennte KS-Außenwände tragen zur Minimierung der flankierenden Schallübertragung bei (vertikal und horizontal). ● Einfache, robuste Anschlussdetails (z.B. durch die Außenwand durchgeführte Wohnungstrennwände sowie voll aufliegende Geschossdecken) sorgen für hohe Sicherheit beim Schallschutz.
<p>Schallschutz gegen Außenlärm</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● KS-Außenwände weisen einen guten Schallschutz gegenüber Außenlärm auf. ● Verblendschalen verbessern den Schallschutz. ● WDVS können auf den vorliegenden Außenlärm (vorwiegend tief- oder hochfrequent) abgestimmt werden.
<p>Witterungsschutz</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Der Außenputz des WDVS oder das Verblendmauerwerk schützen die Konstruktion vor Witterungseinflüssen. ● Beide Systeme sind für starke Schlagregenbeanspruchung geeignet (Beanspruchungsgruppe III).
<p>Luftdichtheit</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● KS-Mauerwerk mit Putz ist luftdicht. ● Die luftdichte Ebene wird durch einen einlagigen Innenputz realisiert. ● Einfache und damit fehlerfrei und wirtschaftlich umsetzbare Details mit KS-Mauerwerk
<p>Akzeptanz durch den Nutzer und effizienter Bauablauf</p>		<ul style="list-style-type: none"> ● Positiver Raumeindruck bereits im Rohbau durch weiße und glatte Wandoberflächen ● Hohe Maßhaltigkeit der Wände ● Geringer Feuchtigkeitseintrag in der Rohbauphase ● Wirtschaftlichkeit durch großformatige Elemente, teilweise durch werkseitige Vorfertigung

3 REFERENZOBJEKTE

3.1 Remseck-Pattonville: Kostengünstig und nah am Passivhaus

Standort:	Remseck-Pattonville, Ldkr. Ludwigsburg
Bauherr:	Siedlungswerk GmbH, Stuttgart
Baukörper:	2 Mehrfamilienhäuser mit 12 und 16 Wohneinheiten
Planung:	Siedlungswerk, Stuttgart (Architekt Hagen Kallwaß und Wolfgang Böhmer)
Energiestandard:	KfW-Effizienzhaus 40 (EnEV 2009)
Wohnfläche:	2.454 m ² , BRI (a+b) 12.088 m ³ = Faktor 4,9 (BRI/Wohnfl.)
Baukosten:	KG 300/400 = 3.483.000 € inkl. MwSt. (mit Tiefgarage), 1.419 €/m ² Wohnfläche
Bauzeit:	November 2010 bis April 2012
Heizwärmebedarf:	22,0 kWh/(m ² ·a)
Aufbau der Außenwand:	20 cm KS, 30 cm WDVS ($\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $U = 0,11 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)

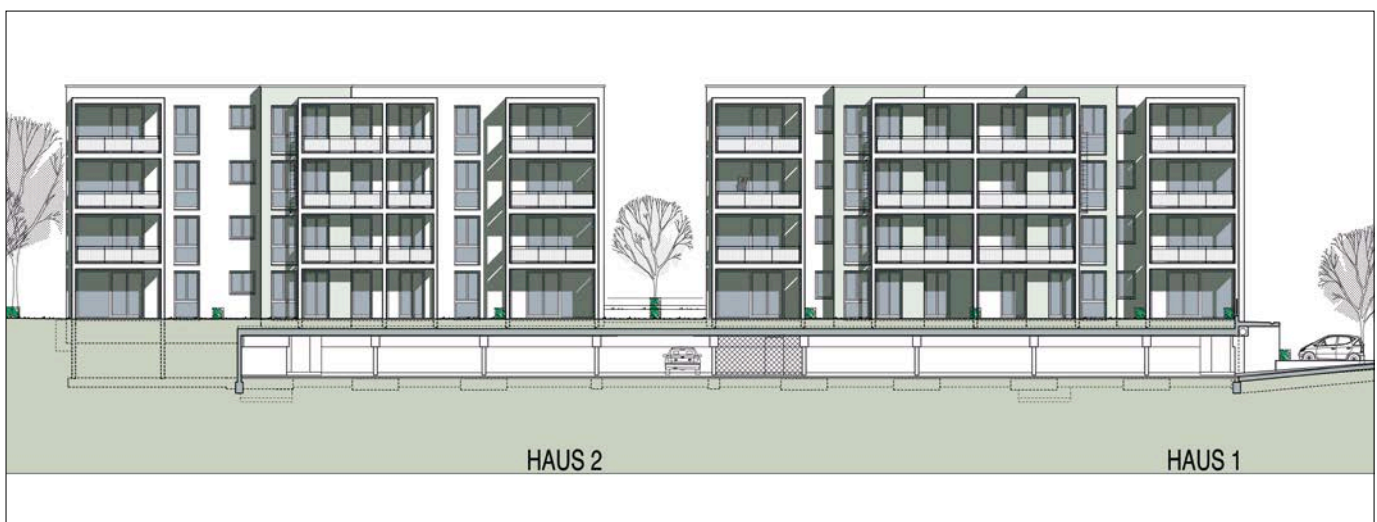


Foto: Riemann Aero-Photo, Zweckverband Pattonville

Das Wohngebiet Remseck-Pattonville auf dem ehemaligen Areal einer amerikanischen Wohnsiedlung im Sommer 2014

Die Anforderungen und Auflagen an den Grundstückseinkauf werden immer höher. Nicht selten verankern Kommunen und Gemeinden bereits im Bebauungsplan die Erfüllung von Passivhausstandards. Im Herbst 2009 beschloss das Siedlungswerk in einem internen Arbeitskreis aus Geschäftsführung, Projektentwicklung, Projektrealisierung, Vertrieb und einem Bauphysikbüro den Start eines Pilotprojekts, mit dem dies möglichst kostengünstig umgesetzt werden sollte. Die Planung sollte von der Planungsabteilung des Siedlungswerks durchgeführt werden. Ziel war es, eine Gebäudekonzeption im Passivhausstandard auf einem typischen Grundstückszuschnitt zu realisieren, welche eine hohe Bewohnerakzeptanz hat (Passivhaus für Jedermann) und wirtschaftlich mit bewährten Baustoffen im Massivbau umsetzbar ist.

Um flexibler in der Konzeptionsumsetzung zu sein und auch ein langfristiges Monitoring der tatsächlichen Verbrauchswerte betreiben zu können, sollten Mietwohnungen entstehen, welche im Anlagevermögen des Siedlungswerks verbleiben würden. Bei der Grundstückssuche fiel die Wahl auf den Standort Remseck-Pattonville. Das ehemalige Areal einer amerikanischen Wohnsiedlung zwischen Kornwestheim und Remseck, einst Heimat von bis zu 3.700 Soldaten, wurde in mehreren Schritten zu einem attraktiven Wohngebiet mit guter Infrastruktur umgebaut. Das Siedlungswerk selbst hatte dort bereits mehrere Objekte realisiert und ein Grundstück war zur sofortigen Bebauung frei. Im Baugebiet selbst waren keine Anforderungen gestellt, Passivhäuser zu reali-



Haus 1 und Haus 2 des Pilotprojekts Remseck-Pattonville, Ansicht Süd



Die Balkone stehen thermisch getrennt vor der Südfassade.

0,11 W/(m²·K)), 20 cm dicken Betondecken und Fenstern mit einem Gesamt-U-Wert von 0,77 W/(m²·K) ausgeführt. Die zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung sollte einen Wirkungsgrad von 85 % haben. Der Wärmebedarf für die Raumheizung nach EnEV 2009 sollte von zulässigen 47 kWh/(m²·a) um 70 % auf unter 15 kWh gesenkt werden, um die Vorgaben eines Passivhauses zu erfüllen. Durch die kompakte Bauweise wurde ein A/V-Verhältnis von 0,41 erreicht. Messeinrichtungen für das geplante Monitoring im Realbetrieb mit den Bewohnern wurden unter anderem für Warmwasser, Heizung und Stromverbrauch der Lüftungsanlage vorgesehen. Zusätzlich wurden die Allgemeinbereiche (Treppenhäuser und Kellerflure) durch spezielle energiesparende LED-Leuchtkörper mit SMD-LED-Platinsystem beleuchtet, die jeweils nur 13 W verbrauchten. Parallel zur Planung sollte das Bauvorhaben neben dem EnEV-Nachweis zusätzlich vom Passivhausinstitut nach dem PHPP-Nachweisverfahren zertifiziert werden.

sieren, so dass es sich wirklich um ein Pilotobjekt handelte.

Die Anforderung an die Planung waren:

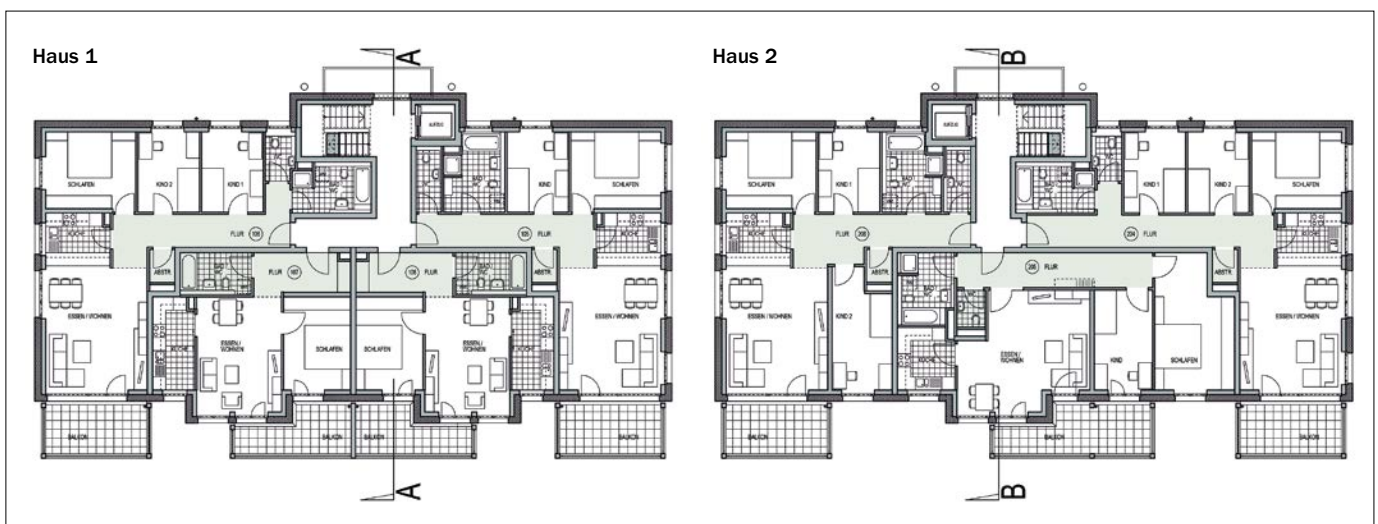
- Kompakte Gebäudehülle mit optimalem A/V-Verhältnis
- Typische 2- bis 5-Zimmer Wohnungen
- Gestapelte Grundrisse
- Zentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

- Tiefgarage
- Zusätzliche individuelle Heizung
- Wertige Ausstattung mit Parkettboden und Markenprodukten

Umgesetzt wurde dies in einem Projekt mit zwei Mehrfamilienhäusern mit insgesamt 28 Mietwohnungen (12 + 16 WE).

Das Projekt wurde mit tragenden Außenwänden aus 20 cm dickem KS-Mauerwerk mit 30 cm Wärmedämmung $\lambda = 0,035 \text{ W/(m·K)}$ (U-Wert Außenwand gesamt

Alle Grundrisse vom Erdgeschoss bis zum Dachgeschoss sind identisch und enthalten jeweils 6 Grundrisstypen von der 2- bis zur 5-Zimmerwohnung. Haus 1 ist ein kompakter Vierspänner, Haus 2 ein Dreispänner. Das Treppenhaus mit Aufzug wurde in die thermische Hülle integriert. Die Balkone stehen thermisch getrennt vor der Fassade. Die Aufzugsschächte grenzen in einschaliger Bauweise mit 30 cm starken Betonwänden an keine, aus Sicht des Schallschutzes gesehen, schutzbedürftigen Aufenthaltsräume an. Die Flurzonen in den Wohnungen erhielten eine



Haus 1 und Haus 2 des Pilotprojekts Remseck-Pattonville – Gleiche Grundrisse von Erdgeschoss bis Dachgeschoss



Detail: Zuluft der kontrollierten Wohnraumlüftung

abgehängte Decke und verbergen das Zu- und Abluftnetz der hausweise zentralen Lüftungsanlage. Die Geschosshöhe wurde mit 2,97 m geplant, dadurch beträgt die Lichte Raumhöhe im Flur immer noch 2,37 m, während in den angrenzenden Aufenthaltsräumen sich der Raum auf 2,62 m von Oberkante Fertigfußboden bis Unterkante Decke öffnet.

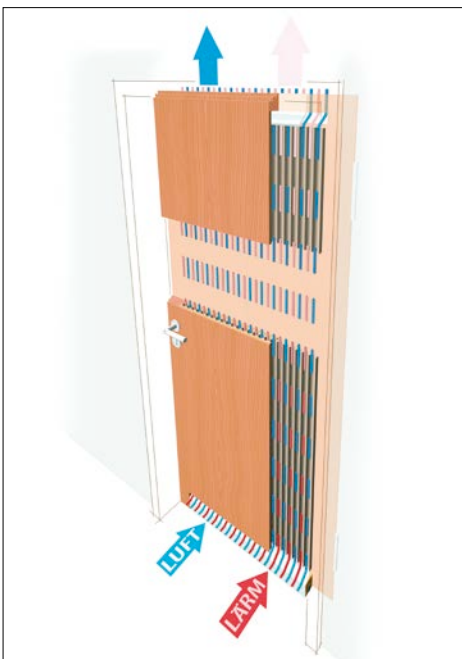
Durch dieses Konzept wurde eine geradlinige Lastabtragung vom Dachgeschoss bis in die Tiefgarage geschaffen, was nicht nur der Statik, sondern auch der Leitungsführung der haustechnischen Anlagen zugutekommt, da beinahe keine Leitungsverzüge notwendig werden. Dies spart Kosten und mindert zudem die Schadensanfälligkeit z. B. für Schallschutz und Leckagen.

Der Rohbau wurde mit netto 79 €/m³ Umbauten Raum inklusive Tiefgarage und trotz der großen Geschosshöhen abgerechnet.

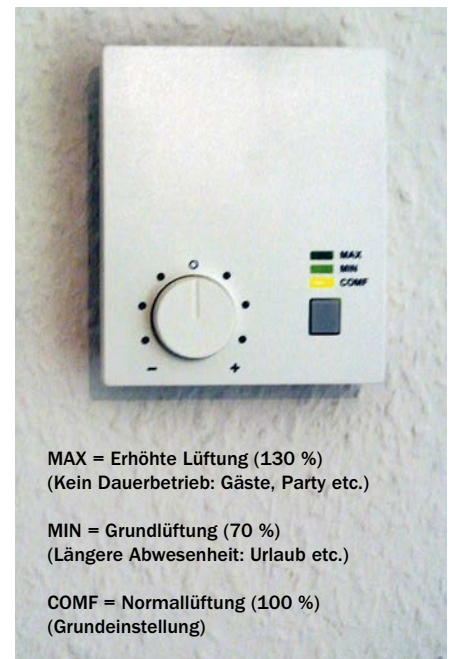
Um das Lüftungskonzept in den Wohnungen zu realisieren, bedarf es eines Raumluftverbunds mit Überströmöffnungen. Dies wird üblicherweise durch 1,5 cm bis 2,0 cm gekürzte Türblätter oder auch integrierte Gitter realisiert. Beides hat den Nachteil, dass selbst bei geschlossenen Zimmertüren (z.B. in Schlafräumen) Schall und Licht wenig gehindert durchkommen. Bei diesem Projekt kamen erstmals Zimmertüren, mit im Türblatt integrierten Überströmöffnungen und Bodenabsenkungen zum Einsatz (Neuformtür). Gerade Familien mit Kindern wissen das zu schätzen.

Um die Kosten für die zusätzliche Heizung im Passivhaus so gering wie möglich zu halten, wurden die Heizkörper auf die Raumminnenseite und wegen der zukünftigen Möblierung meist hinter die Türen verlegt. Dies spart Kosten im Verteilnetz da die 50 cm x 50 cm kleinen Heizkörper jeweils zentral vom Flur versorgt werden. Die gesamte Heizungsanlage verursacht hier nur Kosten von netto 25 €/m² Wohnfläche.

Die Berechnungsgrundlagen nach EnEV und PHPP sind grundsätzlich verschieden. So hat sich während der Bauphase her-



Tür mit Schallschutz und Lüftung von Neuformtür



Lüftungssteuerung

MAX = Erhöhte Lüftung (130 %)
(Kein Dauerbetrieb: Gäste, Party etc.)

MIN = Grundlüftung (70 %)
(Längere Abwesenheit: Urlaub etc.)

COMF = Normallüftung (100 %)
(Grundeinstellung)

ausgestellt, dass die Solargewinne durch die Verschattung der tiefen Fensterlaibung und die um 5 mm breiteren der Fensterahmenprofile Verschlechterungen des theoretischen Wärmebedarfs um 5 kWh/(m²·a) ergaben. Auch die Lüftungsanlage hatte nach Berechnung der einzelnen Komponenten nicht den erforderlichen Wirkungsgrad von 85 %, sondern nur von 76 %. Hinzu kamen weitere kleinere, meist nur rechnerische Verschlechterungen, so dass der neue Wärmebedarf nicht mehr bei den geplanten < 15 kWh/(m²·a) lag, sondern bei 22 kWh/(m²·a), also das Passivhausziel um die Differenz von 7 kWh/(m²·a) verfehlt werden würde. Bei einem Energiepreis von 8 ct/kWh ergäbe sich ein rechnerischer Mehraufwand von 7 kWh/(m²·a) x 2.454 m² Wohnfläche x 8 ct./kWh = 1.375 € pro Jahr für alle 28 Mietwohnungen. Dies entspricht im Durchschnitt gerade mal 4 € je Wohnung und Monat! Um diese Abweichungen zu korrigieren, hätten nach alternativen Ausschreibungsergebnissen der Fenster und Lüftungsanlage über 100.000 € mehr investiert werden müssen. Eine Investition, die sich angesichts des Lebenszyklus dieses Objekts niemals rechnen würde. Da außerdem die künftigen Verbrauchswerte maßgeblich auch vom Verhalten der Bewohner abhängen – eine Tatsache, die vom Monitoring bestätigt wurde – wäre der theoretische solare Wärmegegewinn durch das bloße Herablassen von Rollos und Jalousien an sonnenreichen Tagen tagsüber ohnehin in der Praxis nicht erreicht worden. Das Bauvorhaben wurde deshalb mit den geänderten Vorgaben nicht als Passivhaus, sondern als KfW-Effizienzhaus 40 erstellt. Wichtig für den Erfolg eines Projekts ist es in der Praxis, Investitionen und bauliche Maßnahmen sinnvoll abzuwägen, anstatt blind theoretischen und abstrakten Vorgaben zu folgen.

Da es sich bei den zukünftigen Bewohnern um ganz „normale Mieter“ ohne besondere Ambitionen und Vorkenntnisse hinsichtlich Ökologie und Energieeffizienz handelte, wurde mit dem Mietvertrag jeweils ein spezielles Nutzerhandbuch mit dem Titel „Richtiges Heizen und Lüften im Passivhaus“ übergeben. Maßgebend hier war die Bedienung der kontrollierten Lüftungsanlage in den Einzelräumen. Der 3-Stufenschalter wird im Normalbetrieb in der COMF-Stellung als Grundeinstellung (100 %) belassen. Eine erhöhte Lüftung (130 %) kann bei Aufenthalt von vielen Personen (Gäste/Party) als MAX, jedoch nicht im Dauerbetrieb geschaltet werden. Die Schaltung MIN (70 %) dient bei längerer



Wohnzimmer in der Musterwohnung: großzügige und helle Wohnräume

Abwesenheit, z.B. im Urlaub, zur Reduzierung des Luftwechsels. Mit dem Drehregler kann eine Feineinstellung von ca. 10 % vorgenommen werden. Mehr gibt es hier nicht zu beachten. Wichtig ist im Zusammenhang mit der Lüftung noch, dass in den Küchen nur Umlufthauben möglichst mit Aktivkohlefilter betrieben werden können. Das Abluftventil der Lüftungsanlage in der Küche besitzt zusätzlich ein Streckmetall gegen die fetthaltige Luft, das regelmäßig gereinigt werden muss.

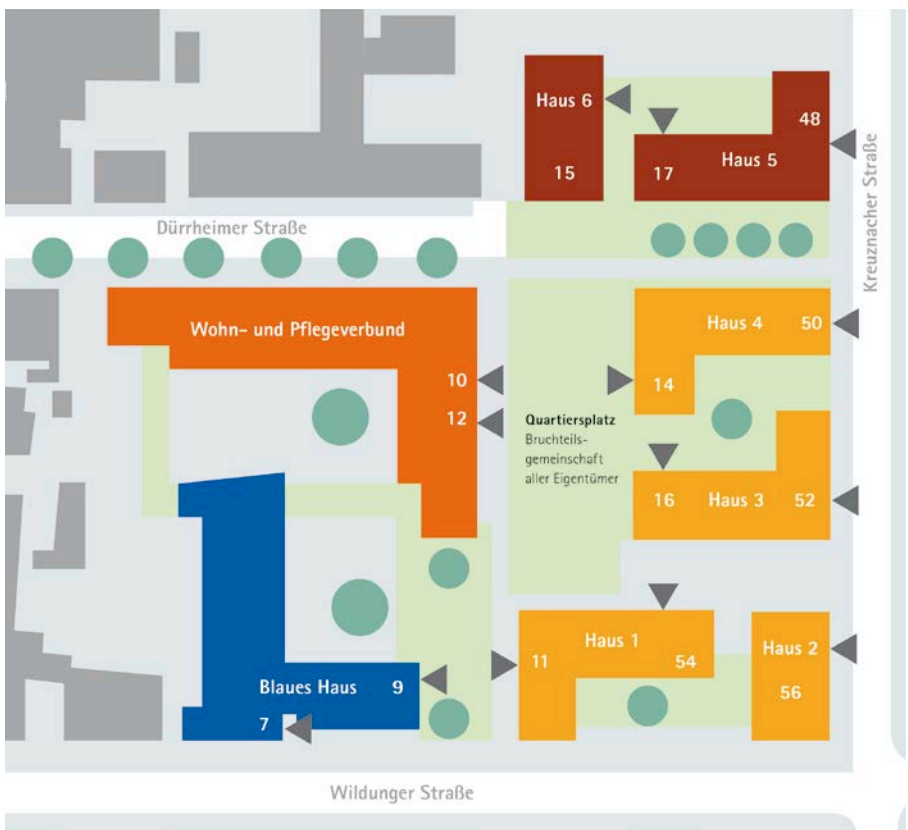
Ein halbes Jahr nach dem Bezug der Wohnanlage wurden alle Bewohner, rechtzeitig vor Beginn der Heizperiode, zu einem Informationsabend in einer bis heute verbliebenen Musterwohnung der Wohnanlage zum Erfahrungsaustausch eingeladen. Vom Säugling bis zum Rentner waren alle Generationen vertreten. Dabei wurde auch die Lüftungszentrale im Technikraum erläutert. Die Resonanz war sehr gut und positiv.

Die Abrechnungsergebnisse aus den ersten beiden Abrechnungsjahren entsprechen den aktualisierten Rechenwerten. Aufgrund von Rückmeldungen der Bewohner im Winter 2012/2013 wurde die Normtemperatur auf 23 °C in den Aufenthaltsräumen erhöht. Dadurch liegen die tatsächlichen Verbrauchswerte für die Raumheizung aktuell bei durchschnittlich 25 kWh/(m²·a). Durch das Monitoring des Stromverbrauchs der Lüftungsanlage konnten (Fehl-)Einstellungen optimiert werden, um die Anlage so effizient wie möglich zu betreiben. Die verbrauchsabhängigen Nebenkosten für die Warmwasserbereitung sind je nach Wohnung sehr unterschiedlich und schwanken von 16 bis 47 Liter je Monat und Quadratmeter Wohnfläche. Die gesamten Nebenkosten liegen mit 1,60 €/m² Wohnfläche niedrig.

Die Herstellkosten der Wohnanlage waren mit nur 1.419 €/m² Wohnfläche inklusive 19 % MwSt. für die Kostengruppe 300/400 extrem niedrig und weit unter der ursprünglichen Kalkulation. Durch die kompakte Bauweise, die geradlinige Lastabtragung und die Flexibilität bzw. Fortschreibung der vorgegebenen Ziele konnte ein optimales Kosten/Nutzen-Verhältnis erreicht werden.

3.2 Seelberg Wohnen: Gelebte Nachbarschaft im gemischten Quartier

Standort:	Stuttgart, Bad Cannstatt
Bauherr:	Siedlungswerk GmbH, Stuttgart
Baukörper:	146 Wohnungen, aufgeteilt in: 53 Eigentumswohnungen, 31 Eigentumswohnungen „Preiswertes Wohnen“, 29 barrierefreie Eigentumswohnungen, 27 Senioren-Eigentumswohnungen, 6 Mietwohnungen, 1 Senioren-Wohngruppe mit 12 Apartments, 1 Wohngruppe für Körperbehinderte mit 7 Apartments, 1 Kita für 6 Gruppen, 1 Pflegeheim mit 50 Plätzen
Architekten:	Ackermann & Raff, Tübingen
Energiestandard:	KfW-Effizienzhaus 60 (EnEV 2007) bis KfW-70 (EnEV 2009)
Wohn- und Nutzfläche:	17.500 m ²
Gesamtinvestition:	45 Mio. €
Bauzeit:	Frühjahr 2009 bis Frühjahr 2013
Projektstart:	2005 (Projektentwicklung)
Aufbau der Außenwand:	in der Regel 24 cm KS, 20 cm WDVS, ($\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $U = 0,17 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)



Übersichtsplan Seelberg Wohnen, Stuttgart, Bad Cannstatt

Das Grundstück der ehemaligen, im Jahr 1862 gegründeten Strickmaschinenfabrik Terrot war eine Industriebrache. Das Unternehmen, bekannt für seine hochentwickelten Rundstrickmaschinen und in den Vorkriegsjahren sogar Produzent von Motorrädern, meldete 2001 Insolvenz an. Die nachfolgende Übernahme führte zur Ver-

lagerung des Stammsitzes von Bad Cannstatt nach Chemnitz.

Bad Cannstatt ist der älteste und mit seinen knapp 70.000 Bewohnern auch der einwohnerstärkste Stadtbezirk der Baden-Württembergischen Landeshauptstadt Stuttgart. Der Stadtteil ist hoch verdichtet

und beherbergt unter anderem die Mineralbäder und den zoologisch-botanischen Garten „Wilhelma“. Der Ausländeranteil beträgt überdurchschnittliche 28 %. Es handelt sich also um ein von je her sehr gemischtes Quartier.

Das 12.000 m² große Grundstück im Seelbergviertel zwischen Wildunger Straße, Kreuznacher Straße und Daimlerstraße, wurde dem Siedlungswerk von der Stadt Stuttgart im Rahmen des Insolvenzverfahrens 2005 zum Kauf angeboten. Der Ruf des Gebietes war zu diesem Zeitpunkt nicht allzu gut. Daher wurde zunächst eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung in Auftrag gegeben, welche untersuchen sollte, mit welcher Dichte auf dem Grundstück gebaut werden kann und welche Verkaufspreise erzielt werden können. Erst nach diesen Voruntersuchungen wurde der Kauf des großen Areals beschlossen, und im Jahr 2006 vom Siedlungswerk gemeinsam mit dem Projektpartner St. Anna-Stiftung Ellwangen ein eingeladener Architektenwettbewerb unter zwölf Büros ausgeschrieben. Vorgabe für die Entwürfe war „Generationenübergreifendes Wohnen und Arbeiten im Innenstadtquartier“. Mit dieser Auslobung sollte die architektonische Qualität garantiert werden. Bereits im Auslobungstext wurde festgeschrieben, dass ein Mischgebiet mit generationenübergreifenden Wohnen und nicht störenden gewerblichen Nutzungen entstehen sollte. Weiter wurde vorgegeben, dass neben einem Quartiersplatz auch Grünflächen zum Verweilen und ein Kinderspielplatz entstehen sollten. Außerdem sollten Verbindungen in die umliegenden Quartiere für Fußgänger und Radfahrer geschaffen werden. Der Auslobungstext enthielt auch sogenannte ökologische Randbedingungen sowie ein Energiekonzept. Das Energiekonzept sollte mit sehr geringem CO₂-Ausstoß umgesetzt werden, welches mit einem Nahwärmekonzept mit regenerativen Energien erreicht werden sollte. Die damals gültige EnEV 2004 sollte um mindestens 20 % unterschritten werden. Das Preisgericht tagte im März 2007 und entschied sich für den Entwurf des Architekturbüros Ackermann & Raff aus Tübingen. Ausschlaggebend war vor allem die Klarheit und Prägnanz der Winkelgruppen, welche vielfältige Freiräume und Höfe ausbilden. Ebenso wurde die sehr gute Einbindung in den Bestand gelobt.

Verdichteter Wohnungsbau in Innenstadtlage verlangt nach gutem Schall- und Brandschutz und hat somit Auswirkungen auf die ausgewählten Materialien und Konstrukti-



Grünfläche mit Sitzbänken am Quartiersplatz

onen. Alle Gebäude wurden in Massivbauweise mit Kalksandstein in Kombination mit Stahlbeton errichtet. Der erforderliche Wärmeschutz der Außenwände wurde durch ein Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS) erreicht, welches über die lange Projektzeit wegen Änderung der EnEV fortgeschrieben wurde, ohne die tragende Konstruktion zu verändern zu müssen. Die Dämmstärke beträgt in der Regel 20 cm und wurde aus Gestaltungsgründen im Sockelbereich zusätzlich mit Klinkerriemchen versehen. Positiver Nebeneffekt hiervon ist, dass das WDVS gegen mechanische Beschädigungen geschützt wird und bisher auch Graffiti-sprayer fern gehalten wurden.

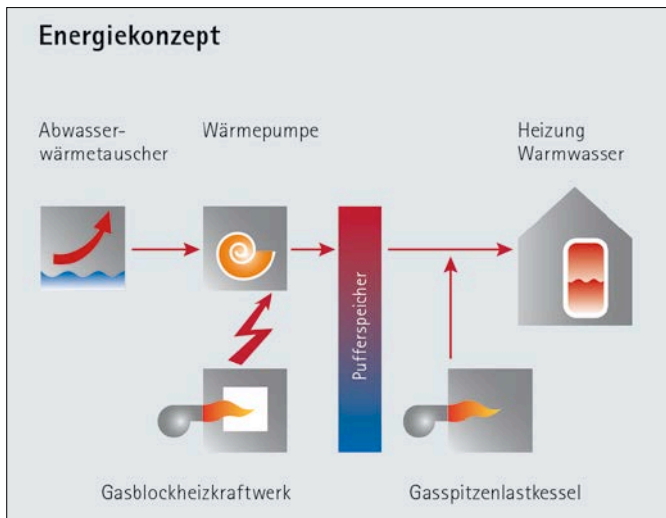
Neben familiengerechten Wohnungen und geförderten Wohnungen für Bezieher niedriger Einkommen wurden barrierefreie Wohnungen erstellt. Die St. Anna-Stiftung Ellwangen betreibt einen Wohn- und Pflegeverbund, bestehend aus 50 Pflegeplätzen, ergänzt durch betreute Wohnungen des Siedlungswerks. Ein Teil des Produktionsgebäudes der ehemaligen Strickmaschinenfabrik das sogenannte „Blaue Haus“ blieb erhalten und so gut es ging auf den heutigen Stand der Technik gebracht. Diese Räumlichkeiten beherbergen neben Mietwohnungen heute eine Kindertagesstätte der Landeshauptstadt Stuttgart mit sechs Gruppen, eine Wohngruppe für Senioren mit 12 Apartments, sowie eine Wohngruppe für Menschen mit Körperbehinderung. Hier findet Inklusion in je-

der Hinsicht statt. Wichtig für die Umsetzung derartig bunt gemischter Quartiere ist es, dass es keine sichtbaren qualitativen Unterschiede zwischen geförderten und frei finanzierten Eigentums- und Mietwohnungen gibt. Dies würde nur neue Barrieren schaffen.

Städtebaulich gruppieren sich die einzelnen Gebäude um den zentralen Quartiersplatz, der allen gehört. Der Garten des Pflegeheims und der Freibereich der Kindertagesstätte sind über Pergolen verbunden, um den Austausch zwischen den Generationen zu fördern. Die Unterbringung



Im Wohngebiet integrierter Kinderspielplatz



Seelberg Wohnen – Energiekonzept



Kalksandstein mit WDVS und Klinkerriemchen im Sockelbereich

des ruhenden Verkehrs erfolgt in Tiefgaragen, dadurch ist der Platz frei von Autoverkehr und lädt mit Bänken zum Verweilen ein. Seine multifunktionale Fläche, die aus einer wassergebundenen Decke besteht, wird von einem anthrazitfarbenen Pflaster eingefasst. Die im Raster gezogenen Bäume bilden ein lichtiges Baumdach.

In der nahe gelegenen Daimlerstraße wurde ein großer Abwasserkanal gefunden, welcher sich dazu eignet, die Abwasserwärme durch einen 76 m langen Wärmetauscher im Kanalnetz zu nutzen. Für die Nutzung musste mit der Stadt Stuttgart eine vertragliche Vereinbarung getroffen werden. Eine Wärmepumpe nutzt die Wärme aus dem Abwasser zur Versorgung des gesamten neuen Quartiers, deckt ca. 45 % des Gesamtwärmebedarfs und reduziert so den CO₂-Ausstoß. Ein zusätzliches Gas-Blockheizkraftwerk (BHKW) erzeugt den Strom zum Antrieb der Wärmepumpe und deckt die Spitzenlast ab. Solche innovativen Konzepte erfordern hohe Investitionskosten in die Anlagentechnik und auch in Betrieb und Wartung. Erst in Kombination mit dem praktisch kostenlosen Energiespender „Abwasser“ und durch effiziente Niedrigenergiehäuser kommt es zu marktgerechten Wärmepreisen für den Endkunden.

Im Jahr 2008 wurde dann der vorhabenbezogene Bebauungsplan beschlossen und Anfang 2009, also mitten in der Bankenkrise, mit dem Bau des ersten Abschnittes begonnen. Mittlerweile waren knapp 4 Jahre seit dem Erwerb des Grundstücks vergangen, eine lange und komplexe Projektentwicklung. Die Durchschnittspreise des

ersten Bauabschnittes betragen durch die gute Grundstücksausnutzung nur ca. 2.400 €/m² Wohnfläche. Die Wohnungen waren von Anfang an gut nachgefragt und meist schon bei Rohbaufertigstellung verkauft. Bereits heute haben die Wohnungen eine große Wertsteigerung erfahren.

Die Skulptur auf dem Quartiersplatz symbolisiert die Generationen. Die ältere Generation (oben) wird von der Mittleren gestützt. Beide beschützen die junge Gene-

ration darunter. Das daneben liegende Element ist industriell geprägt und erinnert an die Produktionsstätte Terrot.

Bürgermeister Matthias Hahn aus Stuttgart attestiert dem Projekt: „Eine Konzeption, die im städtebaulichen Maßstab, in der Sprache der Architektur sowie im verantwortungsvollen Umgang mit Energie einen Meilenstein zum Zukunftsthema Ressourcenverantwortung darstellt.“



Erdgeschosswohnungen mit privaten Grünflächen



Quartiersplatz mit Kunstwerk. Die Skulptur des Künstlers CW Loths mit dem Titel „Gestern und Heute“ wurde mit einer Kettensäge aus einem Baumstück gearbeitet.

Die Konzeption des Quartiers Seelberg Wohnen ist das Pilotprojekt für das Stuttgarter Innenentwicklungsmodell (SIM), welches im März 2011 per Grundsatzbeschluss durch den Gemeinderat zur Einführung von SIM beschlossen wurde. Das Siedlungswerk erhielt für Seelberg Wohnen im Jahr 2011 den Immobilien-Award Metropolregion Stuttgart des Verbandes IWS Immobilienwirtschaft Stuttgart als Paradebeispiel für die Umnutzung eines ehemaligen Gewerbeareals.

Das Wohnquartier für alle Generationen „Seelberg Wohnen“ in Bad Cannstatt ist ein hervorragendes Beispiel für die Umnutzung einer innenstädtischen Industriebrache mit hohem Anspruch an Architektur und attraktivem Städtebau, die auch die umliegende Bebauung aufwertet und nachhaltig wirkt.

Auch bei diesem Projekt haben frühzeitige Kalkulationen, kontinuierliche Begleitung der Ziele in allen Leistungsphasen und das Ausschreiben in Einzelgewerke dazu beigetragen, dass Rationierungen zu Lasten von Qualität minimiert wurden. Auch bei diesem Projekt wurden die eigenen Kostenvorgaben eingehalten, bzw. unterschritten.

Die funktionsgetrennte Bauweise mit Kalksandstein ermöglichte problemlos eine Anpassung an sich ändernde Energiestandards. Darüber hinaus waren sowohl die durch die innerstädtische, verdichtete Lage besonders erforderlichen guten Schall- und Brandschutzstandards ohne Schwierigkeiten zu erreichen. Das Beispiel zeigt, dass mit Kalksandstein die unterschiedlichsten Wohn- und Nutzungsformen realisiert werden können.

3.3 Gostenhof, Nürnberg: Hohe Qualität – Tragbare Kosten¹⁾

Standort:	Bärenschanzstraße 46, Nürnberg
Bauherr:	Joseph Stiftung, Kirchliches Wohnungsunternehmen
Baukörper:	68 Mietwohnungen, Tiefgarage mit 51 Stellplätzen
Architekt:	Grabow + Hofmann, Architektenpartnerschaft, Nürnberg
Baukosten:	KG 3 und 4, 6.353.600 €, 1.386 €/m ² Wohnfläche
Projektstart:	Ende 2006 (Gründerwerb)
Bauzeit:	Mai 2007 bis Februar 2009
Energiestandard:	KfW-Effizienzhaus 40
Primärenergiebedarf:	9,8 kWh/(m ² ·a)
Aufbau der Außenwand:	20 cm KS (RDK 2,0, Festigkeitsklasse 12), 20 cm WDVS, $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, Silikatputz

¹⁾ Autor: Bundesverband der Kalksandsteinindustrie

Das Wohngebiet für ca. 240 Bewohner entstand auf einem ehemaligen Brauereigelände im Nürnberger Stadtteil Gostenhof. Die beiden öffentlich geförderten Mietwohnungsbauten im östlichen Baufeld und die fünf frei finanzierten Stadthäuser mit Eigentumswohnungen bilden zusammen eine eigenständige städtebauliche Einheit mit einem gemeinsamen Erschließungsweg. Die Zufahrt zur Tiefgarage erfolgt am Rand des Wohnquartiers, so dass alle Wohnbereiche weitgehend verkehrsfrei bleiben können.

Der Stadtteil Gostenhof grenzt südwestlich an die Altstadt Nürnbergs an, von der er im Osten durch die alte Stadtmauer getrennt ist. Die südliche Grenze wird durch die Bundesautobahn 73 und die Bahnstrecke Nürnberg – Bamberg gebildet. An den Bahn- und U-Bahnverkehr ist der Stadtteil Gostenhof durch die Haltestelle Rothenburger Straße und die U-Bahnhöfe Gostenhof und Bärenschanze angeschlossen. Die unansehnliche alte Bausubstanz und der Mangel an Grünflächen führte nach dem Zweiten Weltkrieg zunächst dazu, dass der Stadtteil hauptsächlich von sozial schwächeren und ausländischen Familien be-



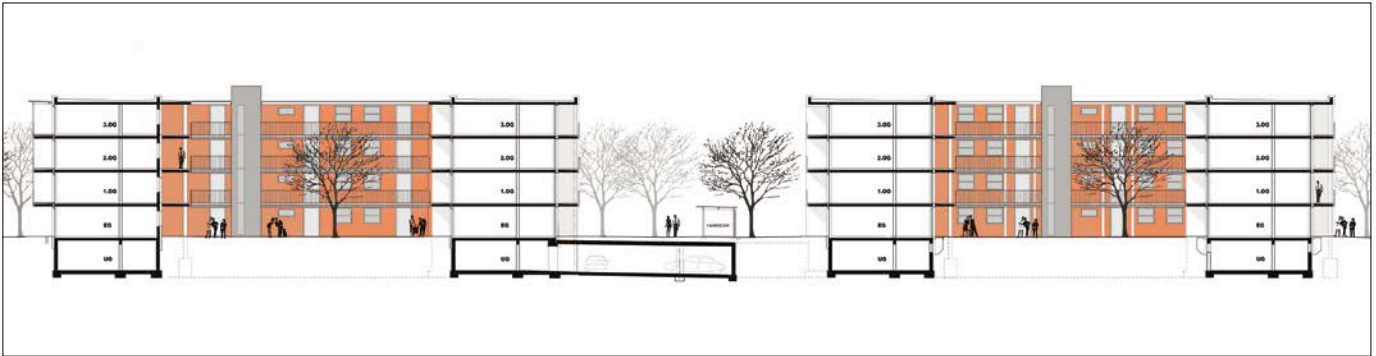
Plan: Grabow + Hofmann, BDA

Gostenhof, Nürnberg – Lageplan des Gesamtareals mit Block 1 und Block 2



Foto: Thomas Zech, BDA

Balkone auf der Südseite

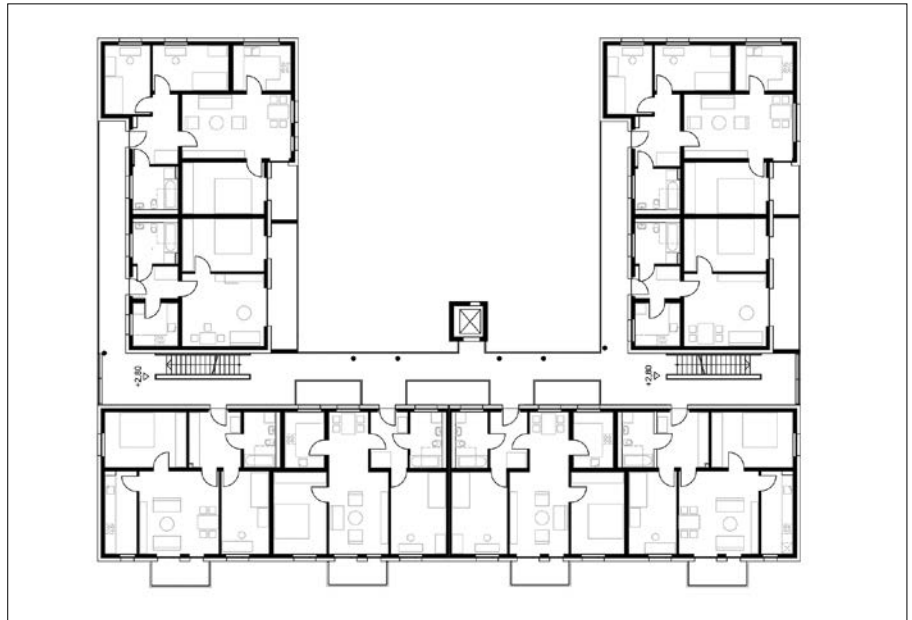


Plan: Grabow + Hofmann, BDA

Nürnberg/ Gostenhof – Gebäudeschnitte

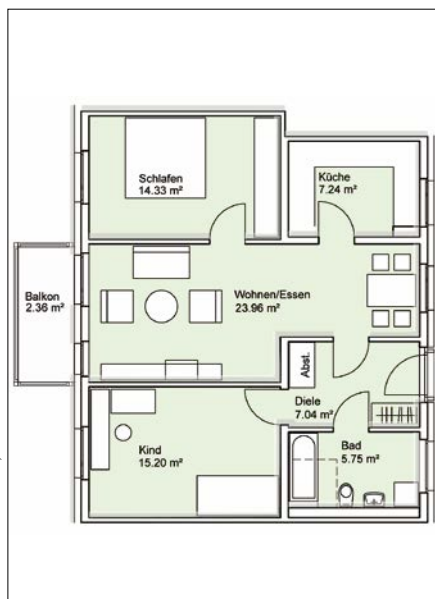
siedelt wurde. 1997 setzte sich die Bevölkerung aus über 40 Nationen zusammen. 2005 betrug der Ausländeranteil im Kerngebiet inklusive der Bärenschanze über 42 %. Umfangreiche Sanierungsarbeiten und die Entwicklung einer Identität seit den 1980er Jahren führte jedoch zur Entstehung eines alternativen Stadtteillebens, das sich durch zahlreiche Kneipen und Künstlerwerkstätten, durch die alle zwei Jahre stattfindenden Gostenhofer Werkstatt- und Ateliertage (GOHO) und andere Straßenfeste sowie durch das Stadtteilmagazin inGoHo und seit Anfang 2013 sogar durch das crossmediale Online-Stadtteilmagazin goho.tv ausdrückt.

Der Bauplatz befindet sich also in einer sehr innerstädtisch geprägten Lage mit heterogener Randbebauung innerhalb eines Quartiers mit ausgesprochen gemischter Bevölkerungsstruktur. Für die zwei Gebäude mit 68 öffentlich geförderten Mietwoh-



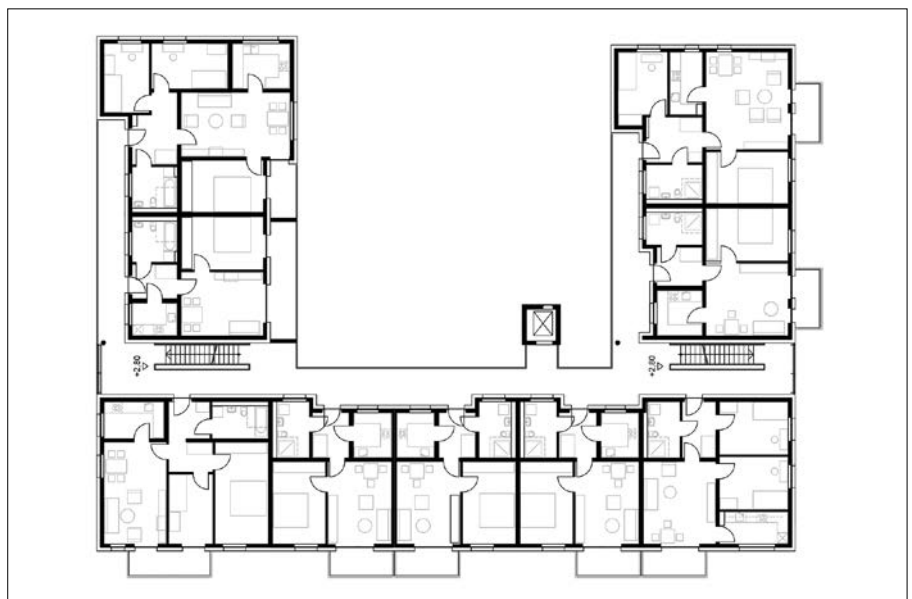
Plan: Grabow + Hofmann, BDA

Nürnberg/ Gostenhof – Grundriss Obergeschoss Block 1



Plan: Grabow + Hofmann, BDA

Grundriss einer Beispielwohnung



Plan: Grabow + Hofmann, BDA

Nürnberg/ Gostenhof – Grundriss Obergeschoss Block 2

nungen waren aufgrund der Lage in zweiter Reihe umfangreiche Erschließungsmaßnahmen erforderlich. Außerdem musste wegen des ungeeigneten Baugrundes ein Bodenaustausch stattfinden. Da sich in unmittelbarer Nähe ein Gastronomiebetrieb befindet, waren umfangreiche Schallberechnungen für den Nachweis des Immissionsschutzes erforderlich.

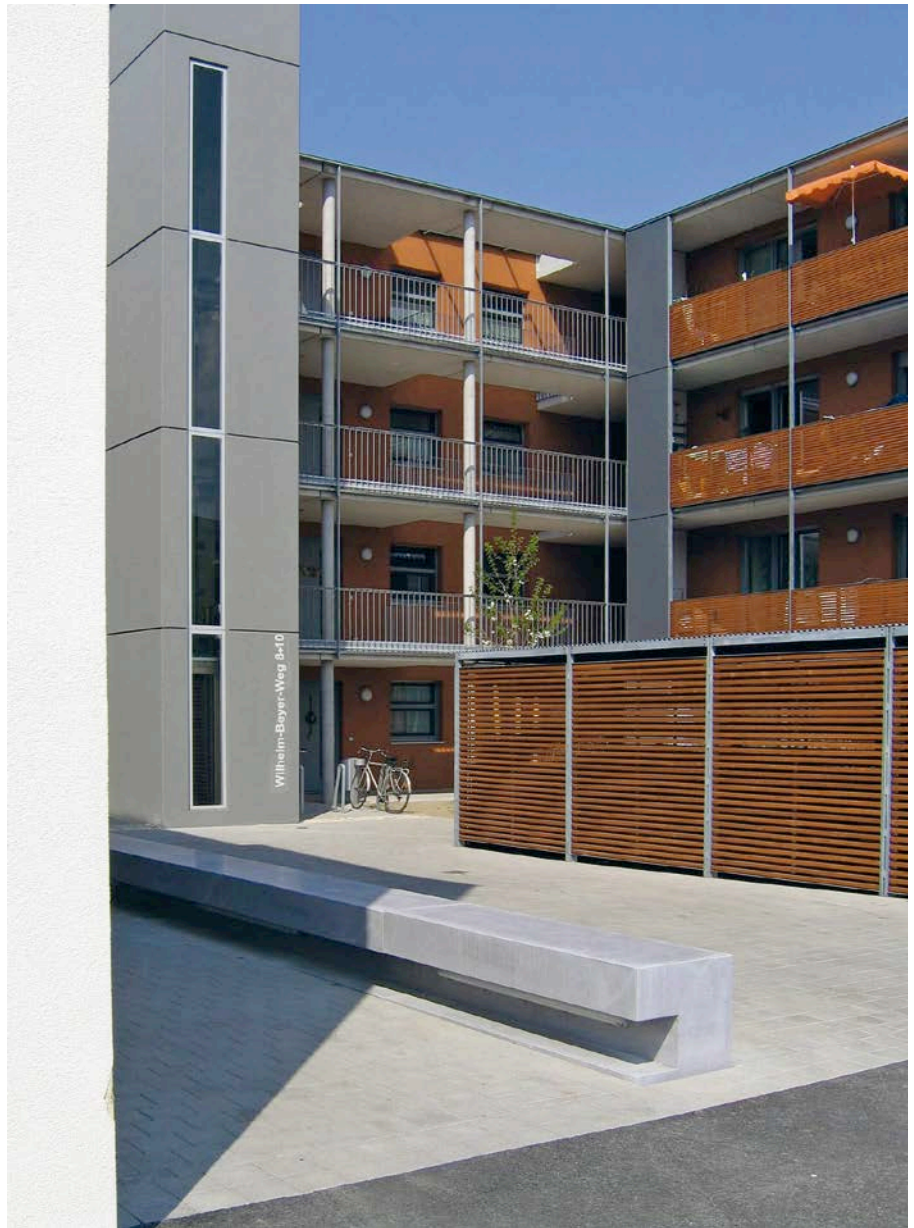
Der Planungsprozess erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Amt für Wohnen und Stadterneuerung, der auch Fördergeber war, dem Stadtplanungsamt und der Bauordnungsbehörde der Stadt Nürnberg. Die Kundenbetreuer des Bauherrn wurden frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden. Über das Projekt wurde regelmäßig im Meinungsträgerkreis informiert. Die Öffentlichkeit wurde laufend über den Projektfortschritt in Kenntnis gesetzt. Darüber hinaus waren zu allen Veranstaltungen immer die direkten Nachbarn und Quartiersbewohner geladen.

Die zwei C-förmigen Gebäude gruppieren sich um überschaubare Höfe. In beiden Blöcken werden alle Wohnungen jeweils mit einem Aufzug barrierefrei über Laubengänge erschlossen. Die Wohnungstrennwände und die an die Treppenhäuser angrenzenden Wände bestehen aus 24 cm dicken Wänden aus Kalksandstein-Mauerwerk der Rohdichteklasse 2,0 und Gipsputz, die nicht tragenden Innenwände wurden 11,5 cm dick in Kalksandsteinen der Rohdichteklasse 1,4 mit Gipsputz ausgeführt.

Gleiche modulare, übereinander liegende Grundrisstypen in Verbindung mit Massivbauweise (Wände aus Kalksandstein und Geschossdecken aus Stahlbeton) führten zu einem klaren Lastfluss, einfachen Anschlussdetails und geringen Baukosten.

Ein ausgewogenes Wohnungsgemenge mit 2- bis 4-Zimmerwohnungen und die einkommensorientierte Förderung (EOF) fördern das integrierte Wohnen, wobei mit 24 Altenwohnungen in Block 2 in Verbindung mit dem sozialen Betreuungskonzept „Wohnen in der Heimat“ der Schwerpunkt auf das Seniorenwohnen gelegt wurde.

Der Anschluss an das öffentliche Nahverkehrsnetz der Stadt Nürnberg und die Versorgung mit Gütern des täglichen Bedarfs ist gesichert. Die neue, öffentlich gewidmete Erschließungszone mit Plätzen zum Verweilen und Kommunizieren schafft die Grundlage für ein ansprechendes Wohnumfeld.



Eingang Wilhelm-Beyer-Weg 8 + 10

Foto: Thomas Zech, BDA



Garten auf der Westseite

Foto: Thomas Zech, BDA

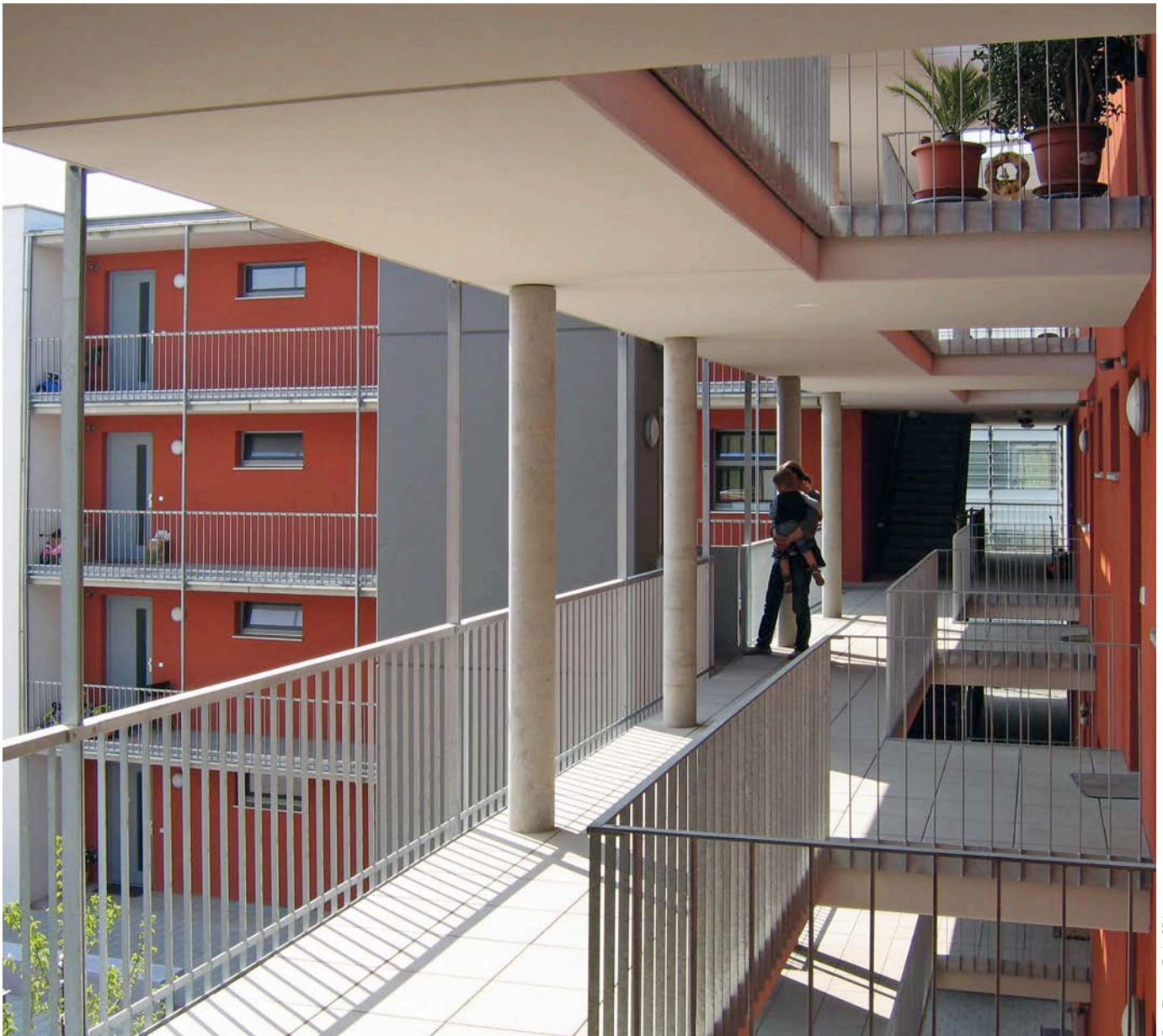


Foto: Thomas Zech, BDA

Erschließung der Wohnungen über helle Laubengänge

Der KfW-40-Standard ist für beide Gebäude gesichert durch

- Verwendung regenerativer Energie (Fernwärme) mit Primärenergiefaktor 0,
- eine hochgedämmte Gebäudehülle (WDVS),
- eine Drei-Scheiben-Isolierverglasung,
- reduzierte Wärmebrücken und
- eine kontrollierte Wohnraumlüftung.

In innerstädtischer Lage wurde in enger Zusammenarbeit mit städtischen Behörden, Eigentümern, Bürgern, Initiativen und Mietern ein Wohngebiet mit integriertem Wohnen und ausgewogenem Wohnungsmix geschaffen. Die sozial geförderten Gebäude wurden als Massivgebäude aus Kalksandstein-Mauerwerk mit WDVS errichtet und erfüllen den KfW-40-Standard. Besondere Anforderungen wurden aufgrund der Nähe zu einem Gastronomiebetrieb an den Schallschutz gestellt.

LITERATUR

- [1] Umwelt-Produktdeklaration für Kalksandsteine nach ISO 14025, Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Deklarationsnummer EPD-BKS-2009111-D, Institut Bauen und Umwelt e.V., PE International GmbH, 17. August 2009
- [2] Eden, W.: Wiederverwertung von Kalksandsteinen aus Abbruch von Bauwerken bzw. aus fehlerhaften Steinen aus dem Produktionsprozess, Forschungsbericht Nr. 80, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 1994
- [3] Eden, W.: Herstellung von Kalksandsteinen aus Bruchmaterial von Kalksandsteinen mit anhaftenden Dämmstoffen sowie weiterer Baurestoffe, Forschungsbericht Nr. 86, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 1997
- [4] Eden, W.; Friedl, L.; Krass, K.; Kurkowski, H.; Mesters, K.; Schießl, P.: Eignung von Kalksandstein-Bruchmaterial zum Recycling in der Baustoffindustrie, Forschungsbericht Nr. 97 der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2003
- [5] Eden, W.; Middendorf, B.: Entwicklung eines Recyclingmauersteins, Verwendung von Abbruchmaterial und Baurestmassen und Anwendung der Kalksandsteintechnologie, Mauerwerk 13, 2009, Heft 1, S. 46–49
- [6] Eden, W.; Kohler, G.; Kollar, J.; Kurkowski, H.; Radenberg, M.; Schlütter, F.; Sliwa, N.: Eignung von rezykliertem Kalksandstein-Mauerwerk für Tragschichten ohne Bindemittel, Forschungsbericht Nr. 111, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2010
- [7] Eden, W.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.: Verwertungsoptionen für rezyklierte Gesteinskörnungen aus Mauerwerk in der Steine- und Erden-Industrie, Forschungsbericht Nr. 115, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2013
- [8] Bischoff, G.; Gräfenstein, R.; Eden, W.; Heidger, C.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.: Vegetationssubstrate aus rezyklierten Gesteinskörnungen aus Mauerwerk, Forschungsbericht Nr. 116, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover 2014
- [9] Vogdt, F. U. Außenwände. Erschienen im KS-Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung, Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2014
- [10] Neubauer, R. O.: Dämmung – Konstruktion – Bauphysik – Umsetzung. WEKA MEDIA GmbH & Co. KG, Kissing, 2014
- [11] Technische Richtlinien für die Planung und Verarbeitung von Wärmedämmverbundsystemen, Merkblatt Nr. 21, Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz, Frankfurt am Main 2012
- [12] DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- [13] Fux, V.: Thermische Gebäudesimulation zum sommerlichen Wärmeschutz nach DIN 4108-2:2013. Bericht, 2013
- [14] Gösele, K.; Schüle, W.; Künzel, H.: Schall, Wärme, Feuchte. 11. Auflage, Bauverlag, Gütersloh 2000
- [15] Fischer, H.-M.: Neufassung der DIN 4109 auf der Basis europäischer Regelwerke des baulichen Schallschutzes. Erschienen im Bauphysik-Kalender 2014, Herausgeber Fouad, N.A., 2014
- [16] Fischer, H.-M.: Schallschutz. Erschienen im KS-Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2014
- [17] BGH v. 04.06.2009 – VII ZR 54/07 (OLG Hamm, LG Essen). www.bundesgerichtshof.de
- [18] VDI 4100:2007-08: Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung
- [19] DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11: Schallschutz im Hochbau, Beiblatt 2: Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz; Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich
- [20] Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.: DEGA-Empfehlung 103 – Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis, 2009
- [21] KALKSANDSTEIN – Schallschutz sicher geplant – einfach ausgeführt. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2014
- [22] VDI 2566 B2:2004-05: Schallschutz bei Aufzugsanlagen ohne Triebwerksraum, 2004
- [23] Hahn, Ch.: Brandschutz. Erschienen im KS-Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2014
- [24] Rich, H.: KALKSANDSTEIN. Die Maurerfibel. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover 2014
- [25] WDVS-Systeme zum Thema Brandschutz – Technische Systeminfo Nr. 6. Hrsg.: Fachverband Wärmedämm-Verbundsysteme e.V., 2014

Beratung:

Kalksandstein-Bauberatung Bayern GmbH

Rückersdorfer Straße 18
90552 Röthenbach a.d. Pegnitz
Telefon: 09 11/54 07 30
Telefax: 09 11/54 07 310
info@ks-bayern.de
www.ks-bayern.de

Kalksandsteinindustrie Nord e.V.

Lüneburger Schanze 35
21614 Buxtehude
Telefon: 0 41 61/74 33-60
Telefax: 0 41 61/74 33-66
info@ks-nord.de
www.ks-nord.de

Kalksandsteinindustrie Ost e.V.

Silder Moor 11
18196 Kavelstorf
Telefon: 0 30/25 79 69-30
Telefax: 0 30/25 79 69-32
info@ks-ost.de
www.ks-ost.de

Verein Süddeutscher Kalksandsteinwerke e.V.

Mittelpartstraße 1
67071 Ludwigshafen
Telefon: 06 21/67 00-6100
Telefax: 06 21/67 00-6102
info@kalksandstein-sued.de
www.kalksandstein-sued.de

Kalksandsteinindustrie West e.V.

Barbarastraße 70
46282 Dorsten
Telefon: 0 23 62/95 45-0
Telefax: 0 23 62/95 45-25
info@ks-west.de
www.ks-west.de

