



## **KALKSANDSTEIN Bauseminar 2019**

### **TAGUNGSHANDBUCH**

Grundzüge des BGB-Bauvertragsrechts 2018

Bauen mit Kalksandstein - Neuerungen in Normen und Regelungen

Wohnungsbau wirtschaftlich Planen & Bauen

Building Information Modeling - Digitale Abwicklung von Bauprojekten

**Kalksandstein Bauseminar 2019**

Stand: Januar 2019

Herausgeber:

Kalksandsteinindustrie Nord e.V.

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung.  
Das Copyright liegt bei den Referenten.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Grundzüge des BGB-Bauvertragsrechts 2018 .....</b>	<b>03</b>
Prof. Karl-Heinz Schonebeck Anwaltspartnerschaft von Appen, Prof. Dr. Fischer, Prof. Schonebeck, Oldenburg	
<b>Bauen mit Kalksandstein – Neuerungen in Normen und Regelungen.....</b>	<b>19</b>
Dr.-Ing. Martin Schäfers Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover	
<b>Wohnungsbau wirtschaftlich Planen &amp; Bauen .....</b>	<b>51</b>
Dipl.-Ing. Architekt Harald Luger Siedlungswerk GmbH, Stuttgart	
<b>Building Information Modeling – Digitale Abwicklung von Bauprojekten .....</b>	<b>77</b>
Prof. Dr.-Ing. Markus König Ruhr-Universität Bochum	
<b>Anhang:</b>	
<b>Flanken im Fokus – Schallschutzplanung im Massivbau nach DIN 4109-2:2018-01 .....</b>	<b>105</b>
Dr.-Ing. Martin Schäfers 2/2018 , Bauen +, Fraunhofer IRB Verlag	

## **Grundzüge des BGB-Bauvertragsrechts 2018**

**Prof. Karl-Heinz Schonebeck**

Anwaltspartnerschaft von Appen, Prof. Dr. Fischer,  
Prof. Schonebeck, Oldenburg

# **Grundzüge des BGB-Bauvertragsrechts 2018**

## **unter besonderer Berücksichtigung des dort geregelten**

### **Anordnungs- und Vergütungsrechts**

Vortrag von RA Prof. Karl-Heinz Schonebeck, Oldenburg - [www.rae-vonappen.de](http://www.rae-vonappen.de)

#### **A. Einleitung**

Am 01.01.2018 ist das Gesetz zur Reform des Bauvertragsrechts (genauer: Das Gesetz zur Reform des Bauvertragsrechts und zur Änderung der kaufrechtlichen Mängelhaftung) in Kraft getreten. Damit ist zum ersten Mal seit 118 Jahren seit dem Inkrafttreten des Bürgerlichen Gesetzbuches (BGB) am 01.01.1900 der Bauvertrag überhaupt im BGB geregelt, was zu erheblichen Neuerungen führt, auf die sich die Bauvertragsparteien, aber auch beteiligte Architekten und Ingenieure einstellen müssen.

#### **Gliederung:**

- I. Die Definition des Bauvertrages, § 650a BGB**
- II. Das Anordnungsrecht des Bestellers (Auftraggebers), § 650b BGB**
- III. Vergütungsanpassung nach Anordnung des Auftraggebers, § 650c BGB**
- IV. Recht des Unternehmers auf Abschlagszahlung über 80 %, § 650c Abs. 3 BGB**
- V. Einstweilige Verfügung, § 650d BGB**
- VI. Sicherungshypothek, § 650e BGB**
- VII. Bauhandwerkersicherung, § 650f BGB**
- VIII. Kündigung des Bauvertrages, § 648a BGB**
- IX. Freie Auftraggeberkündigung, § 648 BGB**
- X. Schriftform der Kündigung, § 650h BGB**
- XI. Schlussrechnung, § 650g Abs. 4 BGB**
- XII. Die „fiktive“ Abnahme, § 640 Abs. 2 BGB**
- XIII. Zustandsfeststellung, § 650g Abs. 1 - 3 BGB**
- XIV. Der Verbraucherbauvertrag, §§ 650i ff BGB**
- XV. Haftung des Architekten oder Ingenieurs mit dem bauausführenden Unternehmer für Mängel, § 650t BGB**
- XVI. Änderungen für Kaufverträge (Ein- und Ausbaurkosten), § 439 Abs. 3 BGB**
- XVII. Lieferantenregress, Verjährung, §§ 445 a, 445 b BGB**

In diesem Kurzvortrag können nicht alle Neuerungen zum Bauvertragsrecht bzw. Änderungen zum bisherigen Werkvertrags-, aber auch zum Kaufvertragsrecht, wie sie zum 01.01.2018 in Kraft getreten sind, im Detail erläutert werden.

Neben einer kurzen Darstellung der wesentlichen Neuerungen und Änderungen wird daher insbesondere das neue Anordnungs- und Vergütungsrecht, welches im BGB mit beachtlichen Abweichungen zu den bekannten Normen in der VOB/B geregelt wird, eingehender behandelt.

## **B. Die einzelnen Neuregelungen im BGB zum 01.01.2018**

### **I. Die Definition des Bauvertrages, § 650a BGB**

Bis zum 31.12.2017 war im BGB ein Vertrag über die Errichtung eines Bauwerks, also ein Bauvertrag nicht ausdrücklich geregelt. Vielmehr galten die allgemeinen Regelungen des Werkvertragsrechts, §§ 631 ff BGB. Diese allgemeinen Regelungen gelten auch weiterhin, und zwar nachrangig zu den besonderen Regelungen des Bauvertragsrechts (§§ 650a ff BGB). Findet sich also in den diesbezüglichen Regelungen zum Bauvertrag keine ausdrücklich abweichende Regelung zum allgemeinen Werkvertragsrecht, dann sind die Vorschriften zum allgemeinen Werkvertragsrecht weiter ergänzend anzuwenden.

Der Anwendungsbereich der speziellen Regelungen zum Bauvertrag ist eröffnet, wenn der relevante Vertrag als „Bauvertrag“ im Sinne des § 650a BGB zu qualifizieren ist. Danach ist ein Bauvertrag ein Vertrag über die Herstellung, die Wiederherstellung, die Beseitigung oder den Umbau eines Bauwerks, einer Außenanlage oder eines Teils hiervon. Ein Bauwerk ist eine unbewegliche Sache, nämlich beispielsweise ein fest mit einem Grundstück verbundenes Gebäude oder ein Teil hiervon.

Weiterhin kann ein Vertrag über die Instandhaltung eines Bauwerks ein Bauvertrag sein, wenn das werkvertraglich geschuldete Werk für die Konstruktion, den Bestand oder den bestimmungsgemäßen Gebrauch von wesentlicher Bedeutung ist. In § 650a BGB ist zwar die Modernisierung oder Sanierung nicht erwähnt, aber mit umfasst. Danach wäre beispielsweise kein Bauvertrag anzunehmen, wenn sich ein Maler lediglich verpflichtet, in einem Wohnhaus nur einzelne Zimmer neu zu tapezieren oder zu streichen. Etwas anderes gilt, wenn der Maler vertraglich verpflichtet wäre, die gesamte Außenfassade eines Hauses neu zu streichen. Gleiches gilt auch für Instandhaltungsmaßnahmen, die nicht lediglich kosmetischer Natur, sondern mit Eingriffen in die Gebäudesubstanz verbunden sind (z. B. Arbeiten zur Erneuerung eines Fliesenbelages).

## II. Das Anordnungsrecht des Bestellers (Auftraggebers), § 650b BGB

Der Unternehmer muss auf Verlangen des Auftraggebers **notwendige** Leistungsänderungen zur Erreichung des vertraglich vereinbarten Erfolges auch ohne einvernehmliche Einigung ausführen.

Daneben darf der Auftraggeber auch Leistungsänderungen, die zur Erreichung des vertraglich vereinbarten Erfolges **nicht notwendig** sind, anordnen. Der Unternehmer darf die Ausführung dieser nicht notwendigen Leistungsänderungen aber wegen einer **Unzumutbarkeit** für ihn **verweigern**. Dabei liegt die Beweislast für die fehlende Unzumutbarkeit beim Auftraggeber. Nur, sofern betriebsinterne Gründe auf Seiten des Unternehmers die Unzumutbarkeit begründen (z. B. zeitliche Gründe wegen einer unaufschiebbareren Folgebaustelle) liegt die Beweislast für die Unzumutbarkeit beim Unternehmer.

**Beispiel** für eine zur Erreichung des bauvertraglich geschuldeten Erfolges **notwendige** Leistungsänderung: Nach dem Bauvertrag für einen Wohn- und Geschäftshaus mit Tiefgarage ist vereinbart, dass statt einer Druckwasserisolierung nur eine „Drainagelösung“ zur Trockenhaltung der Tiefgarage ausgeführt werden soll. Nach Vertragsschluss stellt sich aber heraus, dass aufgrund ungünstiger Grundwasserverhältnisse in jedem Fall doch eine Druckwasserisolierung ausgeführt werden muss, um eine „trockene Tiefgarage“ zu gewährleisten. Da durch die angeordnete Leistungsänderung der vereinbarte Werkerfolg (Wohn- und Geschäftshaus mit Tiefgarage) nicht verändert wird, sondern nur die technische Lösung, um ein mangelfreies Wohn- und Geschäftshaus mit Tiefgarage herzustellen, ist eine notwendige Leistungsänderung betroffen. Der Unternehmer kann daher keine Unzumutbarkeit einwenden und muss die geänderte Leistung ausführen.

**Beispiel** für eine **nicht notwendige** Leistungsänderung: Die Parteien vereinbaren die Errichtung eines dreigeschossigen Wohn- und Geschäftshauses mit Tiefgarage. Nach Vertragsschluss wünscht der Auftraggeber, dass statt des dreigeschossigen Wohn- und Geschäftshauses eines mit vier Geschossen errichtet wird. Damit möchte der Auftraggeber den werkvertraglich geschuldeten Erfolg nachträglich und einseitig ändern. Zur Realisierung des vertraglich vereinbarten dreigeschossigen Gebäudes ist die gewünschte Leistungsänderung nicht notwendig. In diesem Fall kann der Unternehmer die Unzumutbarkeit einwenden und die Ausführung der Leistungsänderung ablehnen.

Will oder muss der Unternehmer die vom Auftraggeber geforderte Leistungsänderung akzeptieren, ist er verpflichtet, ein Angebot über die Mehr- oder Mindervergütung (Nachtragsangebot) zu erstellen. Schuldet der Auftraggeber nach dem Vertrag die Planung des Bauwerks,

hat der Unternehmer vor der Erstellung eines Nachtragsangebots zunächst Anspruch auf Vorlage der für die geforderte Leistungsänderung erforderlichen Planung durch den Auftraggeber.

Kommt binnen 30 Tagen nach Zugang des Änderungsverlangens des Auftraggebers beim Unternehmer keine Einigung über die Leistungsänderung und/oder die Vergütungsfolge (Nachtragsforderung) zustande, kann der Auftraggeber jede Leistungsänderung (notwendig oder nicht notwendig) anordnen, wobei der Unternehmer die geänderter Ausführung bei **nicht notwendiger** Leistungsänderung (siehe Beispiele oben) wegen Unzumutbarkeit wiederum bzw. weiterhin **verweigern** kann.

Die Bauvertragsparteien können abweichende Regelungen zu §§ 650b, 650c BGB vereinbaren, was regelmäßig bei vereinbarter Geltung der VOB/B der Fall sein wird, wenn der Auftraggeber nicht Verbraucher ist. Bei Verträgen mit einem Verbraucher müssen sich die abweichenden Regelungen, wie sie sich beispielhaft aus der VOB/B ergeben, am gesetzlichen Leitbild der Anordnungs- und Vergütungsregelung im gesetzlichen Bauvertragsrecht messen lassen. Die abweichenden Regelungen in der VOB/B, insbesondere zum Anordnungsrecht des Auftraggebers, aber auch wohl zur Vergütungsregelung dürften danach unwirksam sein.

Ist an dem Bauvertrag kein Verbraucher beteiligt, sind umfangreichere vertragliche Änderungen zulässig, sodass die Vereinbarung der VOB/B statt der gesetzlichen Regelungen weniger kritisch zu beurteilen ist. Letztlich wird zu dem Verhältnis zwischen den BGB-Regelungen und denen der VOB/B die hierzu noch nicht vorliegende Rechtsprechung abzuwarten sein.

### **III. Vergütungsanpassung nach Anordnung des Auftraggebers, § 650c BGB**

Der BGB-Gesetzgeber hat die Nachtragskalkulation nach angeordneter Leistungsänderung gänzlich anders geregelt, als dieses bislang aufgrund der Regelungen in § 2 VOB/B allgemein praktiziert wird.

Die Mehr- oder Minderkostenberechnung nach § 650c Abs. 1 BGB richtet sich nach den **tatsächlichen, zum Zeitpunkt der Ausführung anfallenden Mehr- oder Minderkosten**. Das Nachtragsangebot muss also die sog. **Ist-Kosten und angemessene Zuschläge** für Allgemeine Geschäftskosten (AGK), sowie Wagnis und Gewinn abbilden.

Anders als in der entsprechenden Regelung der VOB/B ist somit **nicht die Urkalkulation** des Unternehmers Grundlage für eine Preisfortschreibung im Rahmen der Nachtragsberechnung.

Für die Ermittlung der Vergütungsänderung muss der Unternehmer danach darlegen und gegenüberstellen:

- die fiktiven tatsächlichen Kosten der ursprünglich geplanten, dann aber geänderten Leistung und
- die tatsächlichen Kosten der zusätzlichen oder geänderten (neuen) Leistung.

Muss der Unternehmer die vertragliche Bauleistung nach dem Ursprungsvertrag auch planen, dann erhält er für notwendige Leistungsänderungen und auch notwendige Planungsänderungen keine Vergütung, wenn diese Änderungen zur Erreichung des ursprünglich vereinbarten Werkerfolgs notwendig sind. Diese Regelung ist konsequent, da in diesem Fall die ursprüngliche Planung des hierzu verpflichteten Unternehmers unzureichend war und der Unternehmer von vornherein die geänderten Leistungen zur Herbeiführung des Werkerfolgs hätte einkalkulieren müssen.

Als **Beispiel** ist hierzu eine funktionale Bauausschreibung zu nennen, mit welcher der Auftraggeber lediglich - meist rein textlich - einen herbeizuführenden Werkerfolg beschreibt und der Unternehmer hierauf zur „schlüsselfertigen Errichtung“ des beschriebenen Bauvorhabens einen Pauschalpreis anbietet.

Der Unternehmer kann den ansonsten in § 650c Abs. 1 BGB notwendigen Nachweis der sog. fiktiven Ist-Kosten für die vertraglich vereinbarte, aber nicht ausgeführte Leistung, sowie der neuen Ist-Kosten der geänderten Leistung und den Nachweis angemessener Zuschläge unter bestimmten Voraussetzungen vermeiden.

Danach ist dem Unternehmer die Berechnung der geänderten Vergütung auf der **Basis seiner Urkalkulation** (vgl. Regelung in § 2 VOB/B) gestattet, sofern die Bauvertragsparteien die Hinterlegung der Urkalkulation des Unternehmers vereinbart haben und der Unternehmer die Urkalkulation beim Auftraggeber auch tatsächlich hinterlegt hat.

Im Fall einer entsprechenden Vereinbarung und der tatsächlichen Hinterlegung der Urkalkulation wird **widerlegbar** vermutet, dass die auf Basis der hinterlegten Urkalkulation ermittelte Vergütung den tatsächlichen Kosten zuzüglich angemessener Zuschläge, also der Vergütungsregelung nach § 650c Abs. 1 BGB entspricht.

Zu beachten ist weiter, dass der Auftraggeber diese Vermutung entkräften kann. Belegt der Auftraggeber danach, dass die Urkalkulation des Unternehmers nicht die tatsächlichen Kosten zuzüglich angemessener Zuschläge abbildet, wird die Urkalkulation für die Nachtragsberechnung wiederum gegenstandslos und auf die tatsächlichen Kosten zuzüglich angemessener Zuschläge abgestellt.

#### **IV. Recht des Unternehmers auf Abschlagszahlung über 80 %, § 650c Abs. 3 BGB**

Einigen sich die Bauvertragsparteien nicht über die Nachtragsvergütung, besteht für den Unternehmer die Gefahr, die Mehrleistung zunächst ohne zusätzliche Vergütung erbringen zu müssen. Der Gesetzgeber hat diese Gefahr gesehen und daher dem Unternehmer einen Anspruch auf Zahlung von 80 % der angebotenen Nachtragsvergütung gegen den Auftraggeber eingeräumt.

Der Unternehmer kann somit 80 % des unterbreiteten, vom Auftraggeber aber nicht angenommenen Nachtragsangebots als Abschlagszahlung verlangen.

Hält der Auftraggeber den Nachtrag insgesamt für überhöht, muss er, um den Anspruch auf Abschlagszahlung in Höhe von 80 % der Nachtragshöhe zu vereiteln, gerichtlichen Rechtsschutz in Anspruch nehmen.

Hierbei handelt sich um die in § 650d BGB neu geregelte einstweilige Verfügung (siehe dazu Ziff. V).

Nimmt der Auftraggeber keinen gerichtlichen Rechtsschutz in Anspruch oder wird der Antrag des Auftraggebers durch das Gericht abschlägig beschieden, besteht weiter ein durchsetzbarer Anspruch des Unternehmers auf Abschlagszahlung in Höhe von 80 % des nicht angenommenen Nachtragsangebots gegen den Auftraggeber.

Sofern der Auftraggeber zur Vermeidung eines Verzuges der Baufertigstellung zunächst 80 % als Abschlag zahlt, steht dieses unter dem Vorbehalt des später mit der Schlussrechnung abzurechnenden Werklohnanspruchs. Die genaue Abrechnung und damit die Klärung des Nachtrages erfolgt damit erst mit der Vorlage der Schlussrechnung bzw. deren Prüfung. Ergibt sich danach eine Überzahlung des Unternehmers, hat dieser den überzahlten Betrag an den Auftraggeber zurückzuzahlen und ab Erhalt der Abschlagszahlung zu verzinsen. Der Zinssatz richtet sich nach § 288 Abs. 2 BGB und ist mit 9 Prozentpunkten über dem Basiszinssatz nach § 247 BGB durchaus beachtlich. Über diesen hohen Zinssatz will der Gesetz-

geber vermeiden, dass der Unternehmer von vornherein überhöhte Nachtragsforderungen stellt.

Zahlt der Auftraggeber nach Stellung einer prüfbaren Abschlagsrechnung und Fälligkeit den Betrag in Höhe von 80 % zum Nachtragsvolumen nicht an den Unternehmer aus, kann der Unternehmer den Auftraggeber in Verzug setzen und bei dann weiter ausbleibender Zahlung berechtigt die Arbeiten einstellen. Zudem kann der Unternehmer nach weiterer Abmahnung den Bauvertrag sogar aus wichtigem Grund kündigen.

#### **V. Einstweilige Verfügung, § 650d BGB**

Der Gesetzgeber hat zum 01.01.2018 eine völlig neue Vorschrift für Bauverträge im Hinblick auf den Erlass einer einstweiligen Verfügung in Streitigkeiten über das Anordnungsrecht des Auftraggebers oder über die Vergütungsanforderung des Unternehmers nach Beginn der Bauausführung als gerichtliches Eilverfahren eingeführt.

In derartigen gerichtlichen Eilverfahren, für die das in der Hauptsache zuständige Gericht ebenfalls zuständig ist, werden vorläufige Entscheidungen durch Urteil oder Beschluss erlassen. Bei der Beantragung einer einstweiligen Verfügung muss der Antragsteller grundsätzlich den geltend gemachten Anspruch aber auch den Verfügungsgrund, nämlich die Eilbedürftigkeit der Sache, die es erst rechtfertigt, eine einstweilige Verfügung zu beantragen, glaubhaft machen. Für Verfahren nach § 650d BGB unterstellt der Gesetzgeber aber die Eilbedürftigkeit, sofern die einstweilige Verfügung zu den oben genannten Streitigkeiten nach Baubeginn beantragt wird, sodass der Antragsteller wegen der Eilbedürftigkeit der Sache von einer Glaubhaftmachung befreit ist.

In Betracht kommt eine einstweilige Verfügung nach § 650d BGB **beispielhaft** für folgende Streitfälle:

- Antrag des Auftraggebers auf Regelung der Frage einer Leistungsänderung
- Antrag des Auftraggebers auf Regelung einer Leistungsänderung zur Erreichung des Werkerfolgs
- Antrag des Auftraggebers auf Erbringung der Leistung durch den Unternehmer
- Antrag des Auftraggebers auf Abgabe eines Nachtragsangebots durch den Unternehmer
- Antrag des Unternehmers auf Leistung einer Abschlagszahlung durch den Auftraggeber
- Antrag des Auftraggebers über die Höhe der Abschlagsforderung

## **VI. Sicherungshypothek, § 650e BGB**

Die bereits bis zum 31.12.2017 in § 648 BGB (a.F.) geregelte Sicherungshypothek des Bauunternehmers ist nunmehr in den speziellen Regelungen zum Bauvertrag, nämlich in § 650e BGB geregelt. Zu beachten ist, dass nur ein Unternehmer, der durch einen Bauvertrag im Sinne des § 650a BGB vertraglich verpflichtet ist, einen Anspruch auf Einräumung einer Sicherungshypothek gegen den Auftraggeber geltend machen kann.

## **VII. Bauhandwerkersicherung, § 650f BGB**

Der bis zum 31.12.2017 in § 648a BGB (a. F.) normierte Anspruch des Unternehmers auf Übergabe einer Bauhandwerkersicherung durch den Auftraggeber ist nunmehr in § 650f BGB geregelt.

Die Regelung ist im Wesentlichen unverändert geblieben. Zu beachten ist auch hierzu, dass nur ein Unternehmer, der durch einen Bauvertrag im Sinne des § 650a BGB vertraglich verpflichtet ist, einen Anspruch auf Übergabe einer Bauhandwerkersicherung geltend machen kann.

Darüber hinaus muss ein Verbraucher (§ 13 BGB) als Auftraggeber an den Unternehmer keine Sicherheit leisten, wenn ein Verbraucherbauvertrag (§ 650i BGB) oder ein Bauträgervertrag (§ 650u BGB) Grundlage der Bauverpflichtung des Unternehmers ist.

## **VIII. Kündigung des Bauvertrages, § 648a BGB**

Neu geregelt ist die Kündigung des Bauvertrages aus wichtigen Grund, welche von beiden Vertragsparteien erklärt werden kann.

Ein wichtiger Grund liegt vor, wenn dem kündigenden Vertragsteil unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls und unter Abwägung der beiderseitigen Interessen die Fortsetzung des Vertragsverhältnisses bis zur Fertigstellung des Werks nicht (mehr) zugemutet werden kann. Ob dieses der Fall ist, muss im Zweifelsfall ein Gericht einschätzen und entscheiden.

**Beispielhaft** kann der Auftraggeber zur Kündigung aus wichtigem Grund berechtigt sein, wenn der Unternehmer die Arbeit verweigert oder trotz mehrfacher Aufforderung die Arbeiten so durch unzureichenden Einsatz verzögert, dass ein erheblicher Folgeschaden droht. Ein

Unternehmer kann zur Kündigung berechtigt sein, wenn der Auftraggeber trotz mehrfacher Aufforderung eine für die Bauausführung notwendige Mitwirkung, beispielsweise zur Vorlage von Plänen oder zur Bemusterung, nicht erfüllt und dadurch der Unternehmer für unangemessen lange Zeit in der Bauausführung behindert wird.

In aller Regel wird eine Kündigung aus wichtigem Grund nicht ohne vorherige „*Abmahnung*“ begründet werden können.

Nach der gesetzlichen Regelung können auch Teile des Vertrages gekündigt werden, wenn sie sich auf abgrenzbare Teile des geschuldeten Werks beziehen.

Jede Vertragspartei kann nach der Kündigung vom Vertragspartner verlangen, dass diese an einer gemeinsamen Feststellung des Leistungsstands mitwirkt. Verweigert die Vertragspartei die Mitwirkung oder bleibt sie einem vereinbarten bzw. zumutbar angesetzten Termin zur Leistungsfeststellung ohne hinreichende Entschuldigung fern, trifft diese Vertragspartei für den Leistungsstand zum Zeitpunkt der Kündigung die Beweislast.

#### **IX. Freie Auftraggeberkündigung, § 648 BGB**

Diese Regelung ist unverändert geblieben. Nach § 649 BGB (a. F) war auch schon vor dem 31.12.2017 eine freie auftraggeberseitige Kündigung möglich.

Dem Unternehmer steht in diesem Fall ein sog. Kündigungsvergütungsanspruch zu, der pauschal mit mindestens 5 % der Vergütung für die nicht erbrachten Leistungen berechnet werden kann. Auf detaillierten Nachweis ist der Kündigungsvergütungsanspruch auch höher.

#### **X. Schriftform der Kündigung, § 650h BGB**

Jede Kündigung des Bauvertrages bedarf zu ihrer Wirksamkeit der schriftlichen Form (vgl. § 126 BGB).

Das Schriftstück muss vom Kündigenden damit eigenhändig durch Namensunterschrift oder mittels notariell beglaubigten Handzeichens unterzeichnet werden. Eine E-Mail oder ein Telefax ohne Unterschrift oder mit einer sog. Faksimileunterschrift reicht dafür nicht aus. Ausreichend ist es aber, wenn ein zuvor im Original eigenhändig unterschriebenes Schriftstück eingescannt und per E-Mail als z. B. PDF-Anhang oder per Telefax zugestellt wird. Im Zweifel ist das Original auf Anforderung des Vertragspartners nachzureichen.

### **XI. Schlussrechnung, § 650g Abs. 4 BGB**

Neu ist auch die Verpflichtung des Unternehmers, eine **prüffähige**, d. h. nachvollziehbare Schlussrechnung zu stellen, um eine Fälligkeit des Werklohns zu begründen. Nach der bisherigen gesetzlichen Regelung war nur die Abnahme der Werkleistung eine Fälligkeitsvoraussetzung für den Werklohn des Unternehmers. Bislang musste das Erfordernis einer prüfbaren Schlussrechnung gesondert vertraglich vereinbart werden, vgl. § 14 Abs. 1 VOB/B.

### **XII. Die „fiktive“ Abnahme, § 640 Abs. 2 BGB**

Die Abnahme der Werkleistung ist auch weiterhin eine Fälligkeitsvoraussetzung für den schlussgerechneten Werklohn. Ohne Eintritt der Fälligkeit besteht keine Zahlungsverpflichtung des Auftraggebers, selbst wenn der Werklohn als solcher begründet ist. Die Herbeiführung der Fälligkeit durch Abnahme ist also zwingend, um einen einklagbareren Zahlungsanspruch des Unternehmers begründen zu können. Aus diesem Grund verweigern Auftraggeber unter Umständen die Abnahme der Werkleistung unberechtigt oder wirken bei den erforderlichen Abnahmehandlungen nicht mit.

Der Gesetzgeber hat daher die sog. „fiktive“ Abnahme, also eine solche, die gar nicht wirklich vom Auftraggeber erklärt wurde, neu geregelt.

Danach **gilt** das Werk des Unternehmers unter folgenden Voraussetzungen **als abgenommen**:

- Fertigstellung der Arbeiten, selbst mit **wesentlichen Mängeln**
- der Unternehmer hat dem Auftraggeber eine Frist zur Abnahme gesetzt (ist der Auftraggeber Verbraucher, muss die Fristsetzung einen Hinweis auf die Rechtsfolgen eines Fristversäumnisses enthalten)
- der Auftraggeber reagiert nicht in der Frist oder er verweigert weiterhin die Abnahme **ohne konkrete Mangelrüge**

Die Rechtsfolgen der (fiktiven) Abnahme sind u. a.:

- die Gefahr für die erbrachte Werkleistung geht auf den Auftraggeber über
- der Werklohn des Unternehmers wird zur Zahlung fällig und
- die Beweislast für später gerügte Mängel liegt dann beim Auftraggeber

### **XIII. Zustandsfeststellung, § 650g Abs. 1 - 3 BGB**

Kommt es nicht zu der zu Ziff. X soeben beschriebenen „fiktiven“ Abnahme, da der Auftraggeber wenigstens einen (auch unbegründeten) Mangel konkret benennt und damit die Abnahme weiter wirksam verweigert, werden die Rechtsfolgen der Abnahme nicht herbeigeführt.

Der Gesetzgeber hat daher die sog. Zustandsfeststellung bei Verweigerung der Abnahme geregelt.

Danach kann der Unternehmer in diesem Fall eine gemeinsame Zustandsfeststellung verlangen, wobei das Verfahren in § 650g Abs. 1 - 3 BGB geregelt ist.

Die gemeinsame Zustandsfeststellung soll mit der Angabe des Tages der Anfertigung versehen werden und ist von beiden Vertragsparteien zu unterschreiben.

Bleibt der Auftraggeber einem vereinbarten oder einem vom Unternehmer innerhalb einer angemessenen Frist bestimmten Termin zur Zustandsfeststellung fern, ohne dass er hierfür hinreichende Gründe als Entschuldigung vorbringen kann, kann der Unternehmer die Zustandsfeststellung auch allein, also einseitig vornehmen. Der Unternehmer hat danach das einseitig festgestellte Ergebnis des Zustands der Werkleistung mit Angabe des Tages der Anfertigung des Ergebnisses zu versehen, es zu unterschreiben und dem Auftraggeber eine Abschrift der einseitigen Zustandsfeststellung zu übermitteln.

Wenn der Auftraggeber das hergestellte Werk bereits in Gebrauch genommen hat, also selbst bezogen oder für weitere Arbeiten an Nachfolgehändler übergeben hat, wird vermutet, dass ein danach festgestellter offensichtlicher, also sichtbarer und nicht versteckter Mangel, der in der Zustandsfeststellung nicht angegeben wurde, erst nach der Zustandsfeststellung entstanden ist und daher vom Auftraggeber zu vertreten ist. Diese Vermutung gilt nur dann nicht, wenn der Mangel nach seiner Art nicht vom Besteller verursacht worden sein kann.

Der Auftraggeber muss also wegen der Mängel, auf die die Vermutungswirkung zutrifft, beweisen, dass nicht er, sondern der Unternehmer diesen Mangel verursacht hat. Dieser Nachweis wird in aller Regel nur sehr schwer gelingen.

Der Gesetzgeber hat damit dem Umstand Rechnung getragen, dass Auftraggeber häufig die Abnahme der Werkleistung eines Gewerkeunternehmers hinauszögern bis das gesamte

Bauwerk fertiggestellt ist. Damit besteht für den Unternehmer die Gefahr, dass beispielsweise die Nachfolgehandwerker Mängel an der bereits mangelfrei fertig gestellten Werkleistung verursachen. Ohne die Zustandsfeststellung muss der Unternehmer beweisen, dass nicht er, sondern der Auftraggeber oder später tätige Nachfolgeunternehmer den Mangel verursacht haben.

#### **XIV. Der Verbraucherbauvertrag, §§ 650i ff BGB**

Der Verbraucherbauvertrag ist ein Vertrag, durch den ein Bauunternehmer von einem Verbraucher zum Bau eines neuen Gebäudes oder zu erheblichen Umbaumaßnahmen an einem bestehenden Gebäude verpflichtet wird.

„Verbraucher“ ist jede natürliche Person, die ein Rechtsgeschäft zu Zwecken abschließt, das überwiegend weder ihrer gewerblichen noch ihrer selbstständigen beruflichen Tätigkeit zugerechnet werden kann (§ 13 BGB).

**Beispiel:** Beauftragt ein Lehrer einen Bauunternehmer mit dem Bau eines Hauses, ist der Auftraggeber Verbraucher nach § 13 BGB. Beauftragt demgegenüber ein Autohändler einen Bauunternehmer zum Bau einer neuen Ausstellungshalle für Autos bzw. oder ein Arzt einen Bauunternehmer zum Bau eines neuen Praxisgebäudes mit zu vermietenden Wohnungen, ist der Auftraggeber jeweils kein Verbraucher.

Wesentliche Voraussetzung für die Annahme eines Verbraucherbauvertrages ist daneben in aller Regel, dass die Errichtung des Gebäudes durch einen **Generalunternehmer** erfolgt. Die Beauftragung von Einzelgewerken fällt nach dem eindeutigen Wortlaut der neuen Vorschrift nicht unter den Anwendungsbereich des Verbraucherbauvertrages.

Liegt ein Verbraucherbauvertrag vor, bedarf dieser zur Wirksamkeit der Textform. Der Vertrag muss also insgesamt in lesbarer Form vorliegen, wobei die Vertragsparteien benannt sein müssen. Neben dem Abdruck auf Papier reicht auch die Speicherung auf jedem dauerhaften Datenträger, mit dem es möglich ist, die Inhalte ausreichend lange zu speichern und später unverändert wiederzugeben (§ 126b BGB).

Dem Verbraucher steht nach § 650i BGB ein Widerrufsrecht zu, wenn der Vertrag nicht notariell beurkundet wurde. Der Unternehmer ist verpflichtet, den Verbraucher vollständig über die Widerrufsmöglichkeit und die Widerrufsfrist von 14 Tagen, die mit dem Vertragsschluss beginnt, schriftlich zu belehren (§§ 355 ff BGB).

Weiterhin hat der Unternehmer dem Verbraucher nach § 650j BGB eine inhaltlich hinreichende Baubeschreibung zum Bauvorhaben zu übergeben. Dieses gilt nur dann nicht, wenn der Verbraucher oder ein von diesem beauftragter Architekt die wesentlichen Planungsvorgaben macht.

Nach § 650m BGB darf der Unternehmer nur Abschlagszahlungen in Höhe von 90 % der vereinbarten Gesamtvergütung einschließlich der Vergütung für Nachtragsleistungen fordern. Grundsätzlich kann der Verbraucher eine Sicherheit von 5 % der Abrechnungssumme einbehalten.

Darüber hinaus hat der Unternehmer rechtzeitig vor Beginn der Ausführung der geschuldeten Leistung dem Verbraucher diejenigen Planungsunterlagen herauszugeben, die der Verbraucher benötigt, um gegenüber den zuständigen Behörden den Nachweis führen zu können, dass das öffentliche Baurecht eingehalten wird. Die gleiche Verpflichtung trifft den Unternehmer nach Fertigstellung des Bauvorhabens, sofern zwischenzeitlich Pläne geändert wurden und erneut der Nachweis zur Einhaltung des Baurechts bezüglich des errichteten Gebäudes geführt werden muss (§ 650n BGB).

#### **XV. Haftung des Architekten oder Ingenieurs mit dem bauausführenden Unternehmer für Mängel, § 650t BGB**

Zum 01.01.2018 wurde in §§ 650p ff BGB der Architekten- und Ingenieurvertrag geregelt. Neben der Definition des Vertragstyps und dem Verweis auf anwendbare Vorschriften enthält das neue Recht auch ein Sonderkündigungsrecht des Auftraggebers, wenn wesentliche Planungs- und Überwachungsziele zwischen den Parteien des Vertrages noch nicht vereinbart worden sind und der Architekt/Ingenieur dem Auftraggeber gemeinsam mit der Planungsgrundlage eine Kostenschätzung für das Vorhaben zur Zustimmung übermittelt. Ab Vorlage dieser Unterlagen kann der Auftraggeber, auch wenn er kein Verbraucher ist, den Vertrag binnen 2 Wochen kündigen. Der Architekt/Ingenieur ist in diesem Fall berechtigt, nur das Honorar zu verlangen, welches auf die bis zur Kündigung erbrachten Leistungen entfällt.

Neu ist auch die die Regelung der gesamtschuldnerischen Haftung zwischen dem Architekten/Ingenieur und dem bauausführenden Unternehmer.

Fallen Ausführungsmängel des Bauunternehmers und Überwachungsfehler des Architekten/Ingenieurs zusammen, konnte der Auftraggeber bislang wahlweise entweder den Bauunternehmer oder den Architekt/Ingenieur auf den vollen Schadenersatz in Anspruch nehmen. Dieses entspricht dem Wesen der sog. Gesamtschuld.

Mit der Neuregelung in § 650t BGB wird der Architekt/Ingenieur privilegiert, als dass dieser nur dann für Überwachungsfehler wegen eines Mangels haftet, wenn der Auftraggeber dem bauausführenden, auch für den Mangel verantwortlichen Bauunternehmer zuvor eine Frist zur Mangelbeseitigung gesetzt hat.

#### **XVI. Änderungen für Kaufverträge (Ein- und Ausbaurkosten), § 439 Abs. 3 BGB**

Mit der Neuregelung im Kaufvertragsrecht, nämlich in § 439 Abs. 3 BGB, hat der Gesetzgeber auch die Stellung des Bauunternehmers gegenüber seinem Lieferanten bei Mängeln, die durch die Liefersache verursacht wurden, erheblich verbessert.

**Beispielsfall:** Der Unternehmer wird von seinem Auftraggeber vertraglich verpflichtet, Parkett zu liefern und einzubauen. Der Lieferant des Unternehmers liefert mangelhafte Parkettstäbe, was zum Zeitpunkt der Anlieferung und der mangelfreien Verlegung des Parketts nicht erkennbar war. Nach Fertigstellung des Hauses und Einzug des Auftraggebers werden an dem verlegten Parkett erhebliche Mangelerscheinungen sichtbar, da sich die Parkettstäbe verformen.

Nach Beurteilung durch einen Sachverständigen sind allein die mangelhaften Parkettstäbe und nicht etwa deren Verlegung für die Mangelerscheinungen ursächlich. Zudem scheidet eine Nachbesserung aus, sodass der Auftraggeber den Unternehmer zur Neuherstellung des Parketts auffordert. Hierfür muss der Unternehmer das alte Parkett entfernen und entsorgen und neue, nämlich mangelfreie Parkettstäbe verlegen. Nach entsprechender Weitergabe der Mangelrüge an den Lieferanten durch den Unternehmer ist der Lieferant lediglich bereit, neue mangelfreie Parkettstäbe zu liefern. Ansonsten lehnt er eine Kostenübernahme, insbesondere hinsichtlich der Aus- und Einbaukosten ab und verweist hierzu darauf, dass er selber bei Anlieferung durch seinen Lieferanten (Hersteller der Parkettstäbe) nicht habe erkennen können, dass diese mangelhaft waren.

Für Lieferverträge die bis zum 31.12.2017 abgeschlossen wurden, wäre dem Lieferanten des Unternehmers Recht zu geben. Der Unternehmer hätte nach der für die alte Rechtslage geltenden Rechtsprechung bei Verträgen im gewerblichen Bereich nur einen Anspruch gegen seinen Lieferanten auf Rücknahme der alten mangelhaften Ware und Neubelieferung mit mangelfreier Ware. Weitere Aufwendungen im Zusammenhang mit dem Aus- und Einbau der bestimmungsgemäß verarbeiteten Ware wären vom Lieferanten nur dann zu erstatten gewesen, wenn dieser den Mangel schuldhaft zu vertreten gehabt hätte (Schadensersatzanspruch). Das scheidet in aller Regel aber für Zwischenhändler (Lieferanten) aus, die die Wa-

re nicht selbst produzieren und in der Regel einwenden können, dass sie Mängel an der weiter veräußerten Ware vor oder bei Auslieferung nicht haben erkennen können.

Nach der Neuregelung in § 439 Abs. 3 BGB ist der Lieferant im Rahmen der Mangelhaftung aus Lieferverträgen, die nach dem 31.12.2017 abgeschlossen wurden, verpflichtet, dem Unternehmer die erforderlichen Aufwendungen für das Entfernen der mangelhaften und den Einbau oder das Anbringen der nachgebesserten oder neu gelieferten mangelfreie Sache zu ersetzen, wenn der Unternehmer die mangelhafte Sache gemäß ihrer Art und ihrem Verwendungszweck in eine andere Sache (beispielsweise in ein Gebäude) eingebaut oder an eine andere Sache angebracht hat. Damit sind dem Unternehmer **sämtliche** Aufwendungen, die im Zusammenhang mit der Mangelbeseitigung des mangelhaften Parketts entstanden sind, vom Lieferanten zu erstatten.

Zu ergänzen ist, dass das Kaufrecht in §§ 445a, 445b BGB zum sog. Lieferantenregress (Rückgriff in der Lieferkette) und einer großzügigeren Verjährungsregelung hierzu ebenfalls angepasst wurde.

## **Bauen mit Kalksandstein – Neuerungen in Normen und Regelungen**

**Dr.-Ing. Martin Schäfers**

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover

# KALKSANDSTEIN Bauseminar 2019

Kalksandsteinindustrie Nord e.V.

## Bauen mit Kalksandstein – Neuerungen in Normen und Regelungen

Dr.-Ing. Martin Schäfers  
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

### Gliederung

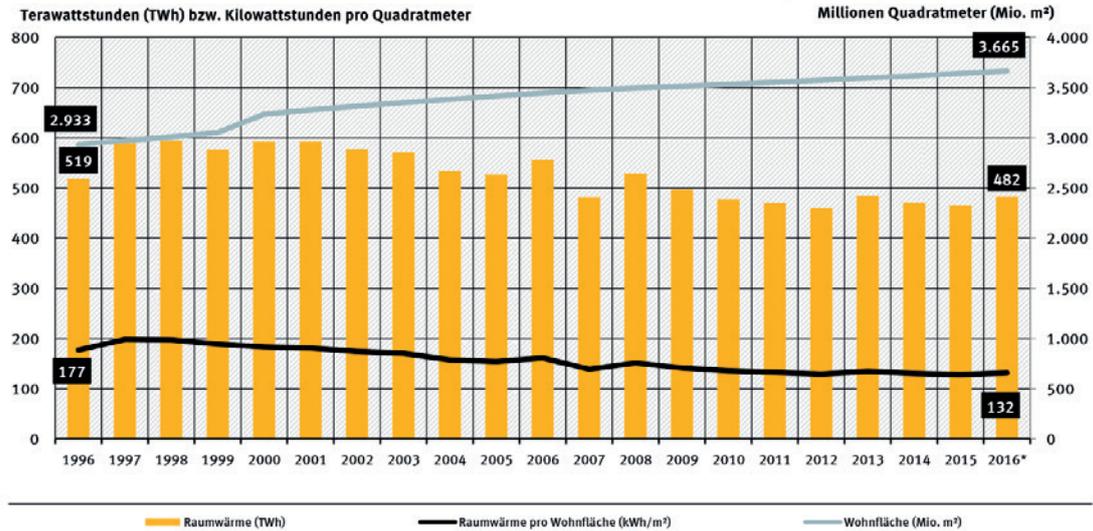
---

- 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)**
- 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2**
- 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau**
- 4. Erhöhter Schallschutz**
- 5. Fazit**

## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### Energiebedarf für Raumwärme – hohes Einsparpotential

Endenergieverbrauch und -intensität für Raumwärme - Private Haushalte (witterungsbereinigt)

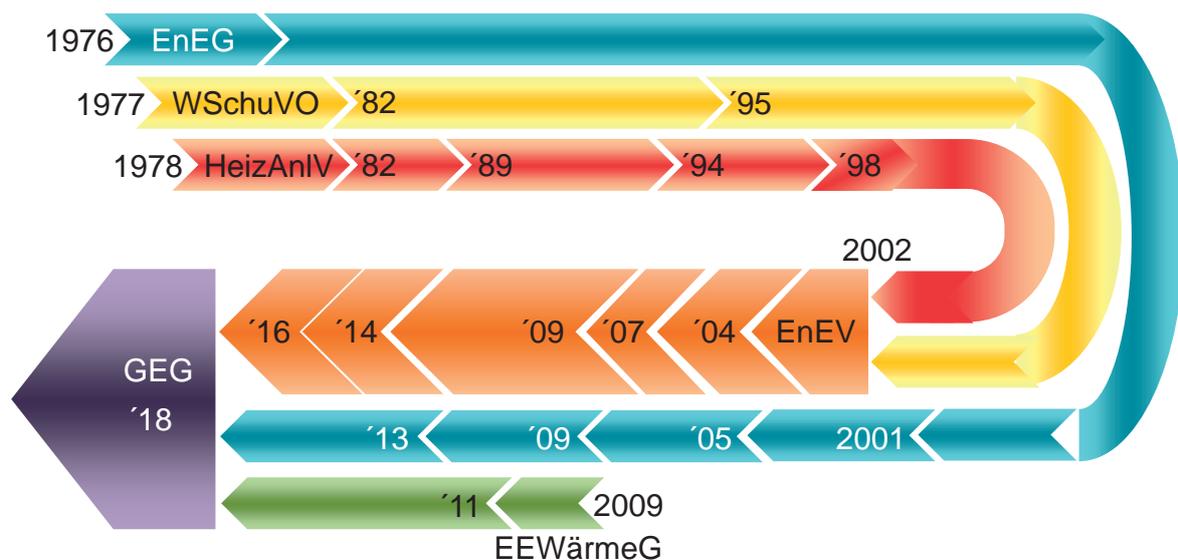


\* vorläufige Angaben

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (eigene Berechnung für Temperaturbereinigung Raumwärme), Stand 11/2017

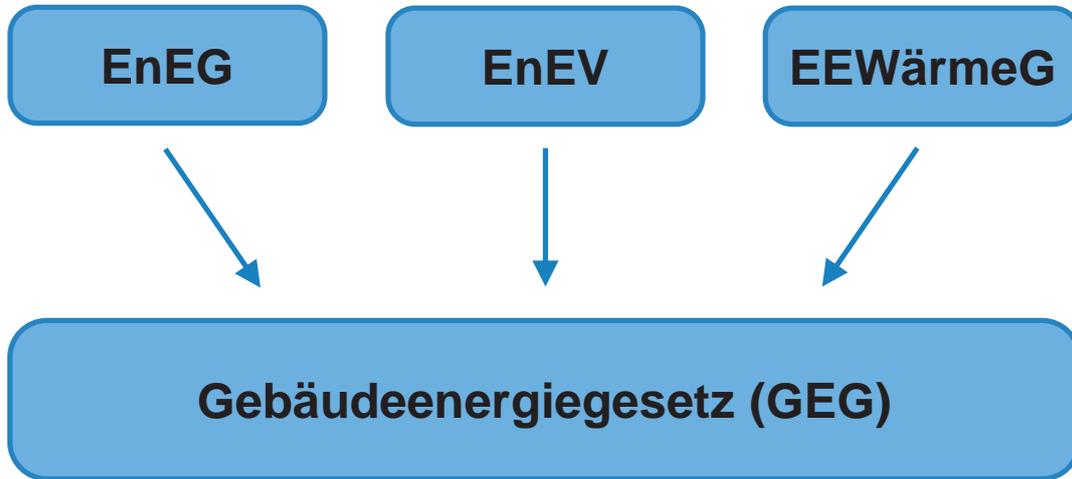
## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### Energiesparrecht in Deutschland – Bisherige Entwicklung



## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

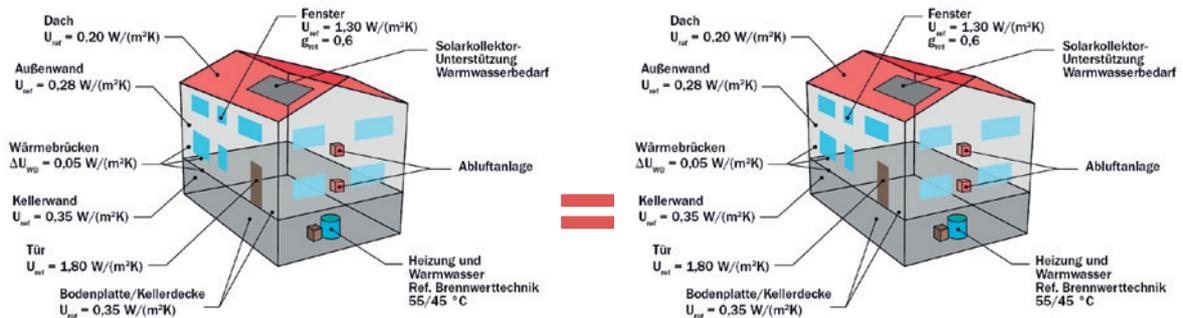
Zusammenführung verschiedener Regelwerke zum GEG



## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

GEG – was bleibt?

**Referenzgebäude EnEV 2009 = Referenzgebäude GEG 2019**



$$\text{Primärenergie: } Q_{p,2016,max} = Q_{p,Ref} \cdot 0,75$$

$$\text{Transmission: } H_{T,max} \leq 1,0 \cdot H_{T,Ref}$$

**Anforderungsniveau aus 2016 bleibt bestehen!**

## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### GEG – was bleibt?



#### Was bedeutet die Beibehaltung der Anforderungen:

- KfW-Effizienzhausstandards können unverändert fortgeführt werden
- Unsicherheit ob die Beibehaltung des Standards seitens der EU akzeptiert wird
- kurzfristige Klimaschutzziele für den Gebäudesektor werden verfehlt
- heutige Neubauten müssten noch einmal energetisch saniert werden, um nahezu klimaneutralen Gebäudebestand 2050 zu erreichen

## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### GEG – Was ändert sich?

Anforderungen an Transmissionswärmeverluste:

$$H_{T,max} \leq 1,0 \cdot H_{T,Ref}$$

und:

Zeile	Gebäudetyp	Höchstwert des spezifischen Transmissionswärmeverlusts
1	Freistehendes Wohngebäude mit $A_N \leq 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
	Freistehendes Wohngebäude mit $A_N > 350 \text{ m}^2$	$H'_T = 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
2	Einseitig angebautes Wohngebäude (z. B. Reihenendhaus)	$H'_T = 0,45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
3	Alle anderen Wohngebäude (z. B. Reihemittelhaus)	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
4	Erweiterungen und Ausbauten von Wohngebäuden gemäß § 9 Abs. 5	$H'_T = 0,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### GEG – Was ändert sich?



- Anrechenbarkeit von gebäudenah erzeugtem Strom zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs
- Anpassungen bei der Nutzung von Biogas
- Innovationsklausel 1: Nachweis über CO<sub>2</sub>-Emission anstelle Primärenergiebedarf
- Innovationsklausel 2: Quartiersbezogene Nachweisführung
- Inbezugnahme neuer Normen (z.B. DIN V 18599:2018-09)

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 9 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## 1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)

### Geplante Änderungen beim Energieausweis:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen sind ergänzend anzugeben
- Einteilung der Effizienzklassen erfolgt zukünftig auf Basis des Primärenergiebedarfs  $Q_p$
- Strengere Sorgfaltspflichten für Ersteller von Energieausweisen

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 10 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Gliederung

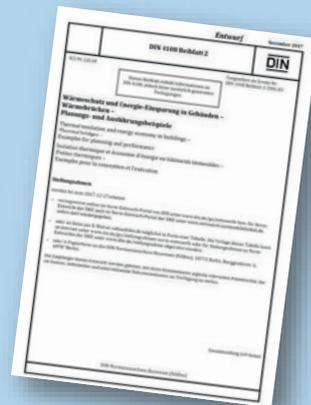
1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)
- 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2**
3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau
4. Erhöhter Schallschutz
5. Fazit

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11

#### Änderungen:

- Aufnahme fehlender Details
- Einführung einer zweiten verbesserten Kategorie von Wärmebrücken (B)
- Einführung eines kombinierten Nachweises
- Abgleich mit aktuell üblichen Bauweisen



2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

Kombinierter Nachweis oder pauschal meet´ s detailliert

Fall 1: Vorliegendes Detail ist nicht im Bbl. 2 enthalten:

$$\Delta U_{WB} = \frac{\sum(\psi_i \cdot l_i)}{A} + 0,05 \qquad \Delta U_{WB} = \frac{\sum(\psi_i \cdot l_i)}{A} + 0,03$$

Fall 2: Gleichwertigkeit zum Bbl. 2-Detail einer Kategorie kann nicht nachgewiesen werden:

$$\Delta U_{WB} = \frac{\sum(\Delta\psi_i \cdot l_i)}{A} + 0,05 \qquad \Delta U_{WB} = \frac{\sum(\Delta\psi_i \cdot l_i)}{A} + 0,03$$

2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

E DIN 4108 Beiblatt 2:2017-11

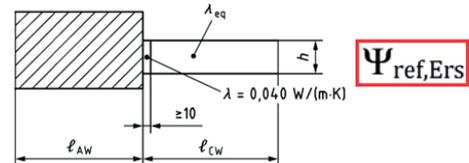
Nr.	Ausführungsart	Darstellung	
5	Kellerboden Streifenfundament Außenwand außengedämmt Bodenplatte innengedämmt		<p><b>Entwurf</b> November 2017 DIN 4108 Beiblatt 2</p> <p>Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele</p> <p>Thermal insulation and energy economy in buildings - Thermal bridges - Examples of planning and performance</p> <p>Isolation thermique et économie d'énergie en bâtiments inexistibles - Pontes thermiques - Exemples pour la conception et l'exécution</p> <p>Stellungnahmen</p> <p>seitens bis zum 2017-12-27 erlassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter <a href="http://www.din.de/gp/entwurf">www.din.de/gp/entwurf</a> bzw. für Norm-Entwürfe der DIN auch im Norm-Entwurfs-Portal der DIN unter <a href="http://www.entwurf.din.de">www.entwurf.din.de</a> online dort eintragbar.</li> <li>oder als Datei per E-Mail an <a href="mailto:auswahl@din.de">auswahl@din.de</a> möglich in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <a href="http://www.din.de/gp/stellungnahmen-norm-entwurf">www.din.de/gp/stellungnahmen-norm-entwurf</a> oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DIN unter <a href="http://www.din.de/entwurf">www.din.de/entwurf</a> abgerufen werden.</li> <li>oder in Papierform an den DIN Normenausschuss Bauteile (NABau), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.</li> </ul> <p>Die Empfänger dieser Entwürfe werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie besitzen, unterstützen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> <p>Gesamtlänge 149 Seiten</p> <p>DIN Normenausschuss Bauteile (NABau)</p>
7	Kellerboden Streifenfundament Außenwand außengedämmt mit Wärmedämmstein Bodenplatte innengedämmt		

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

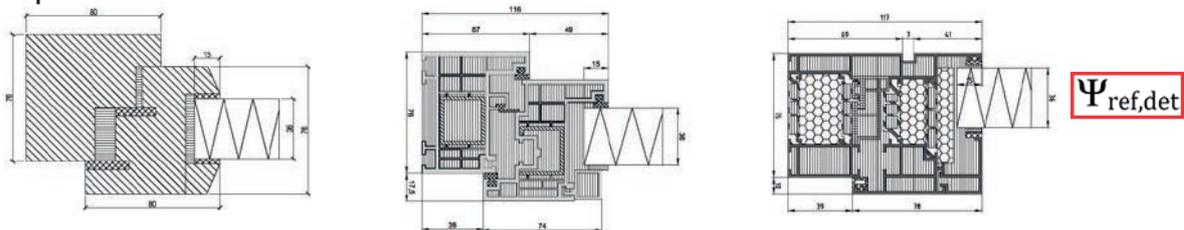
### Änderungen infolge des Einspruchsverfahrens

#### Neues Vorgehen bei der Bewertung von Fensteranschlüssen

Bisher:  $\Psi$ -Wertberechnung mit homogener Holzersatzmaske,  $h = 70$  mm, unabhängig vom Fenstertyp



Zukünftig:  $\Psi$ -Wertberechnung mit einem, für den jeweiligen Fenstertyp repräsentativen **Referenzrahmen** aus DIN 4108 Bbleiblatt 2 - neu



## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### Änderungen infolge des Einspruchsverfahrens

Nr.	Ausführungsart	Darstellung	Bemerkung	Referenzwert $\Psi_{ref}$ W/(m·K)	Kategorie
<b>Fenstersturz</b>					
236	Fenstersturz Außenwand außengedämmt mit Geschossdeckeneinbindung		Überdämmung $\geq 3$ cm (inklusive 1 cm Fuge)	$\Psi_{ref,Ers}$ $\leq 0,14$ / $\leq 0,18$ $\Psi_{ref,det}$	A $\rightarrow \Delta U_{WB} = 0,05$
237	Fenstersturz Außenwand außengedämmt mit Geschossdeckeneinbindung Blendrahmen in Dämmebene		gilt für alle Blendrahmenlagen vollständig in der Dämmebene Überdämmung $\geq 3$ cm (inklusive 1 cm Fuge)	$\Psi_{ref,Ers}$ $\leq 0,07$ / $\leq 0,10$ $\Psi_{ref,det}$	B $\rightarrow \Delta U_{WB} = 0,03$

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### Änderungen infolge des Einspruchsverfahrens

Neues Vorgehen bei der Bewertung von Fensteranschlüssen

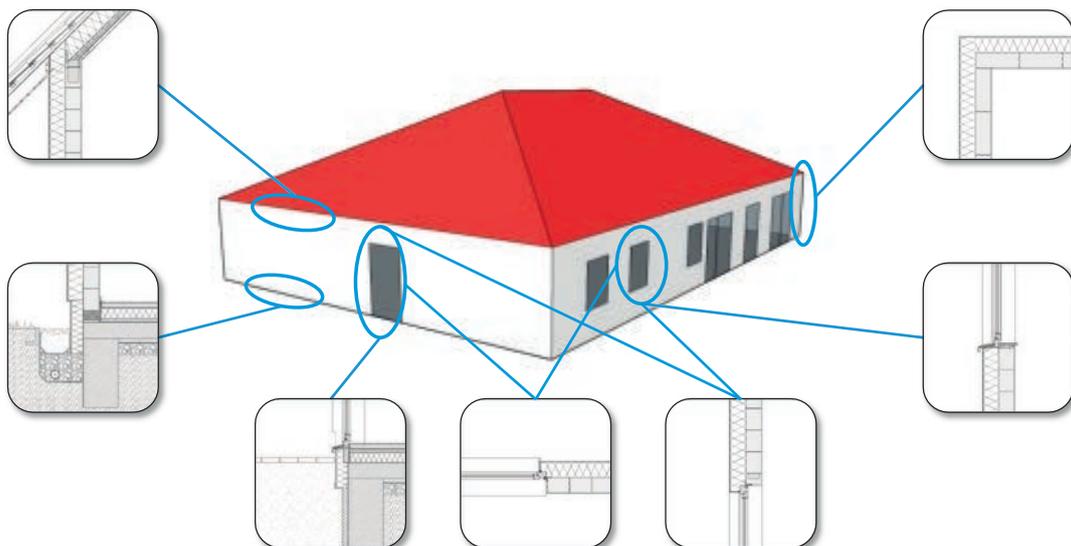
Nachweisart	1. Homogene Ersatzmaske	2. Referenzrahmen	3. Konkreter Fensterrahmen
pauschal	✓ ( $\Psi_{\text{ref,Ers}}$ )	✓ ( $\Psi_{\text{ref,det}}$ )	✓ ( $\Psi_{\text{ref,det}}$ )
kombiniert	✓	✓	✓
detailliert	X <sup>1)</sup>	✓	✓
	+ einfache NW-Führung für den Planer - nicht für Rahmen mit $d > 70$ mm - $\Psi$ -Werte sind zu günstig	+ genauere Abschätzung des $\Psi$ -Wertes - Nur wenige WB-Programme können anisotrop rechnen - Hoher Aufwand für den Planer	

<sup>1)</sup>Detaillierter Nachweis auf Basis der Berechnung mit Ersatzmaske

$$\Psi_{\text{vorh}} = \Psi_{\text{vorh,Ers}} + (\Psi_{\text{ref,det}} - \Psi_{\text{ref,Ers}})$$

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### Beispiel Wärmebrückennachweis



## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### Beispiel Wärmebrückennachweis

#### 1. Gleichwertigkeitsnachweis

$$\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Detail	Detailnr. (KS)	Nr. im Bbl. 2	Gleichwertigkeitsnachweis
Sockeldetail ohne Wärmedämmstein	-	17	ja
Außenecken	2.5.1	-	kann vernachlässigt werden
Traufe	2.8.1	337	ja
Innenwandanschluss I (17,5)	4.1.1	85	ja
Innenwandanschluss II (24)	4.1.1	85	ja
Fensteranschluss (seitlich)	2.6.1.1	228	ja
Fensteranschluss (oben)	2.6.2.1	239	ja
Fensteranschluss (unten)	2.6.3.1	222	ja
Terrassenfensteranschl. (unten)	2.6.3.2	23	ja
Haustür (seitlich)	2.6.1.1	228	ja
Haustür (oben)	2.6.2.1	239	ja
Haustür (unten)	2.6.3.2	23	ja

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### Beispiel Wärmebrückennachweis

#### 2. Kombiniertes Nachweis

- Detail „Sockel ohne Wärmedämmstein“ → Kategorie A
- Alle anderen Details → Kategorie B

Detail	Detailnr. (KS)	Nr. im Bbl. 2	Kategorie nach Bbl. 2	$\Psi_{ref}$	$\Delta\Psi$
Sockeldetail mit Wärmedämmstein	2.1.1	19	B	0,17	0,20
Sockeldetail ohne Wärmedämmstein	-	17	A	0,37	

2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

Beispiel Wärmebrückennachweis

**2. Kombiniertes Nachweis**

- Detail „Sockel“ →  $l_i = 44,0 \text{ m}$                       Hüllfläche  $A = 643,80 \text{ m}^2$
- $\Delta U_{WB} = 0,03 + 0,20 \cdot 44,0 / 643,8 = 0,044 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Detail	Detailnr. (KS)	Nr. im Bbl. 2	Kategorie nach Bbl. 2	$\Psi_{ref}$	$\Delta\Psi$
Sockeldetail mit Wärmedämmstein	2.1.1	19	B	0,17	0,20
Sockeldetail ohne Wärmedämmstein	-	17	A	0,37	

2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

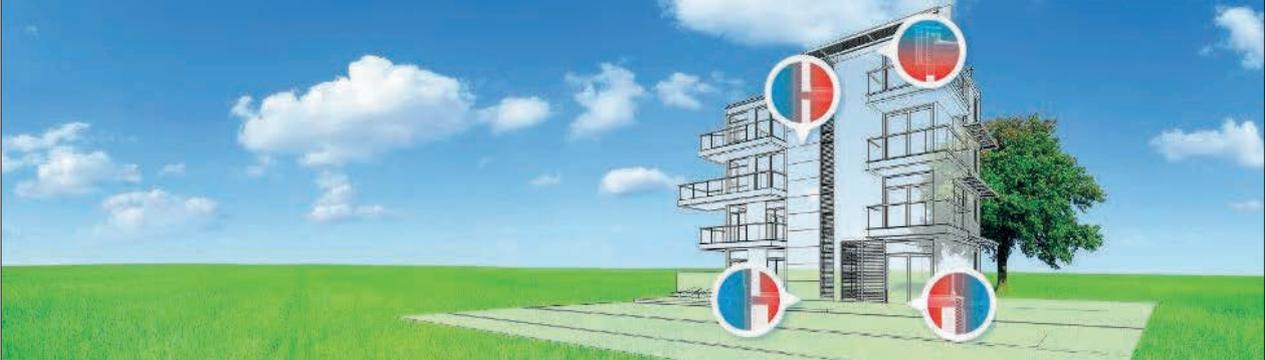
Beispiel Wärmebrückennachweis

**3. Detaillierter Nachweis**

- z.B. mit Kalksandstein Wärmebrücken-katalog
- $\Delta U_{WB} = 0,007 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### KS-Wärmebrücken katalog Online



[www.ks-waermebruecken.de](http://www.ks-waermebruecken.de)

Neues Tool zum Wärmebrückennachweis  
Online seit 2016

*Anpassung an neues  
Beiblatt 2 ist in Arbeit!*

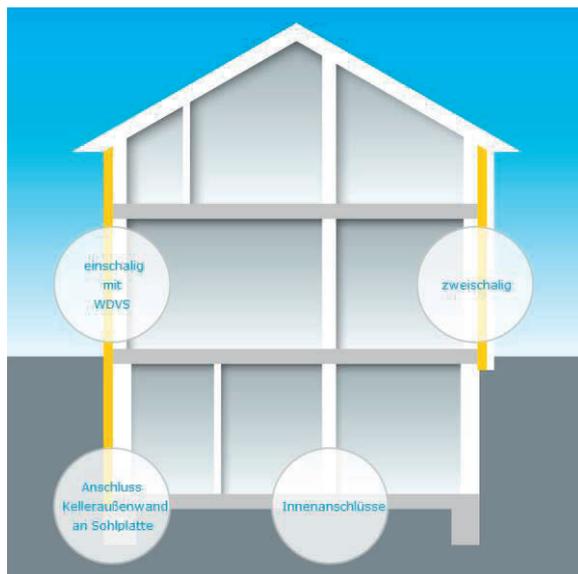
Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 23 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## 2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2

### KS-Wärmebrücken katalog Online



- Mit wenigen Klicks zum gesuchten Detail
- Interaktiver, detaillierter WB-Nachweis
- Hinzufügen eigener Details ist möglich
- Nachweis kann lokal gespeichert werden
- Detailzeichnungen und Temperaturbilder zum Download
- Anpassung an neues Beiblatt 2 ist in Arbeit

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 24 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Gliederung

1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)
2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2
- 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau**
4. Erhöhter Schallschutz
5. Fazit

## 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

### Fortschreibung von DIN 4109

**DIN 4109-1:2018-01**  
Mindestanforderungen

#### Kurzfristig

- Berechnung von WDVS (DIN 4109-34)
- Daten für die Berechnung von Vorhangfassaden (DIN 4109-35)

**DIN 4109-2:2018-01**  
Rechnerische Nachweise

**DIN 4109-31-36:2016-07**  
Eingangsdaten/Bauteilkatalog  
**Neu: Änderung zu Teil 34 + 35**

#### Mittelfristig

- Erhöhter Schallschutz (DIN 4109-5)
- Trittschalldämmung nach EN 12354-2

**DIN 4109-4:2016-07**  
Bauakustische Prüfungen

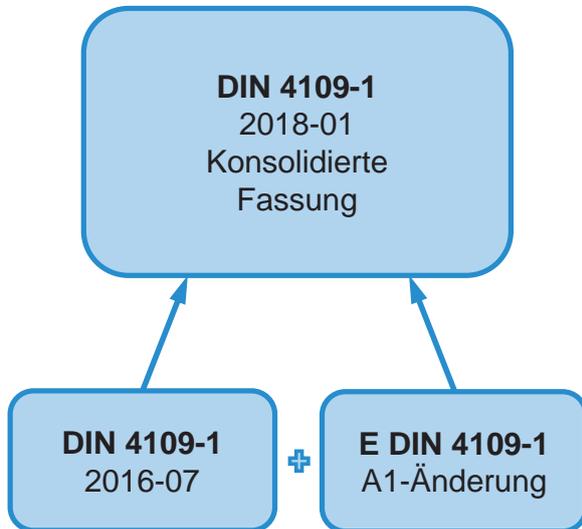
#### Langfristig

- Berücksichtigung tiefer Frequenzen
- Zweischalige Haustrennwände nach DIN EN 12354-1

**Demnächst neu: E DIN 4109-5**  
**Erhöhte Anforderungen**

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

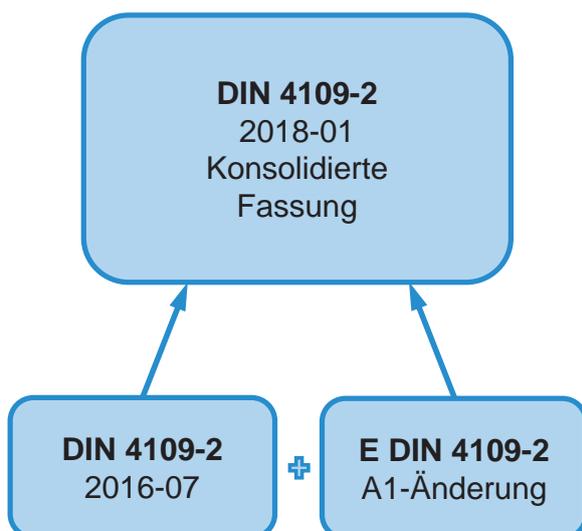
#### DIN 4109-1:2018-01



- dB-genaue Berechnung des maßgeblichen Außenlärmpegels
- Reduzierung der Anforderungen an den Trittschallschutz bei Leichtbauteilen (von  $L'_{n,w} = 50$  dB auf  $L'_{n,w} = 53$  dB)
- Aufnahme einer Anforderung an den Trittschallschutz von Balkonen ( $L'_{n,w} = 58$  dB)

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### DIN 4109-2:2018-01



- Redaktionelle Anpassungen und Korrekturen
- Abminderung des Beurteilungspegels bei Schienenverkehrslärm um 5 dB (wg. Frequenzzusammensetzung)

→ zu den Änderungen beim Schienenverkehrslärm läuft derzeit ein Schiedsverfahren

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

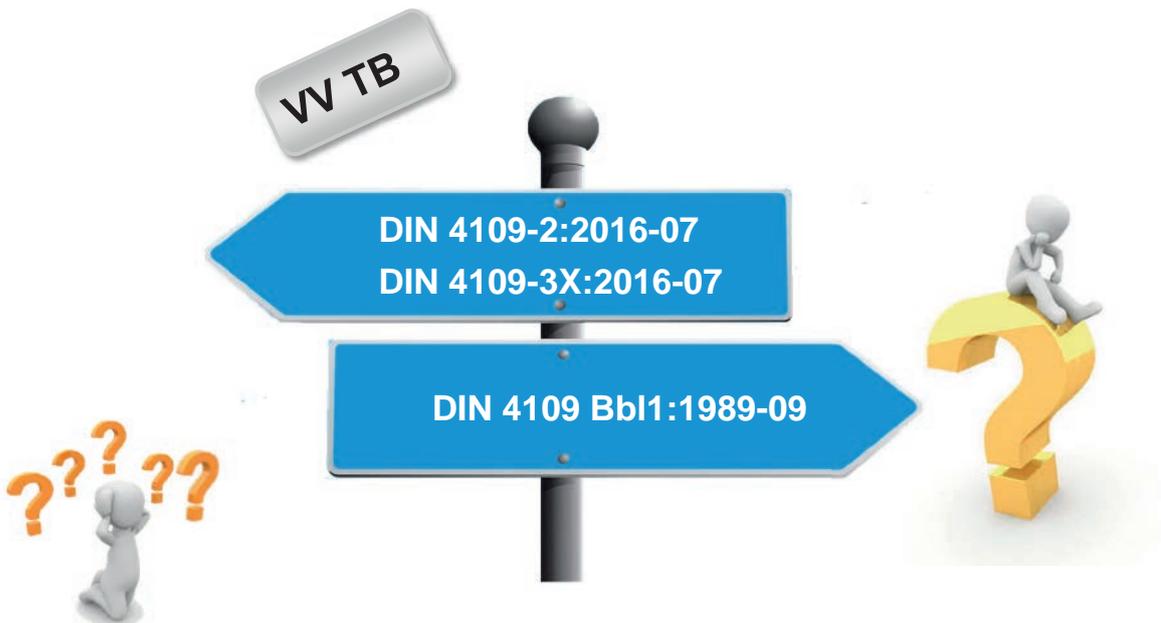
#### DIN 4109 – Stand der bauaufsichtlichen Einführung



- Einführung der neuen Schallschutznorm erfolgt mit der Einführung der VV TB in den Bundesländern
- In verschiedenen Bundesländern ist dies bereits erfolgt
- Die weiteren Bundesländer folgen bis Anfang 2019
- Für rechnerische Nachweise im Massivbau wird DIN 4109:1989 Beiblatt 1 in Teilbereichen weiterhin zugelassen

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### VV TB: welche Nachweisverfahren führen zum Ziel?



### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Weiterhin nach DIN 4109:1989 Beiblatt 1 rechnen?

Schalltechnisch ungünstige Lochsteine (z.B. HLZ,  $d > 24 \text{ cm}$ ,  $\text{RDK} < 1,0$ ) und Schalungsbausteine sowie Situationen mit mehrschaligen leichten Bauteilen

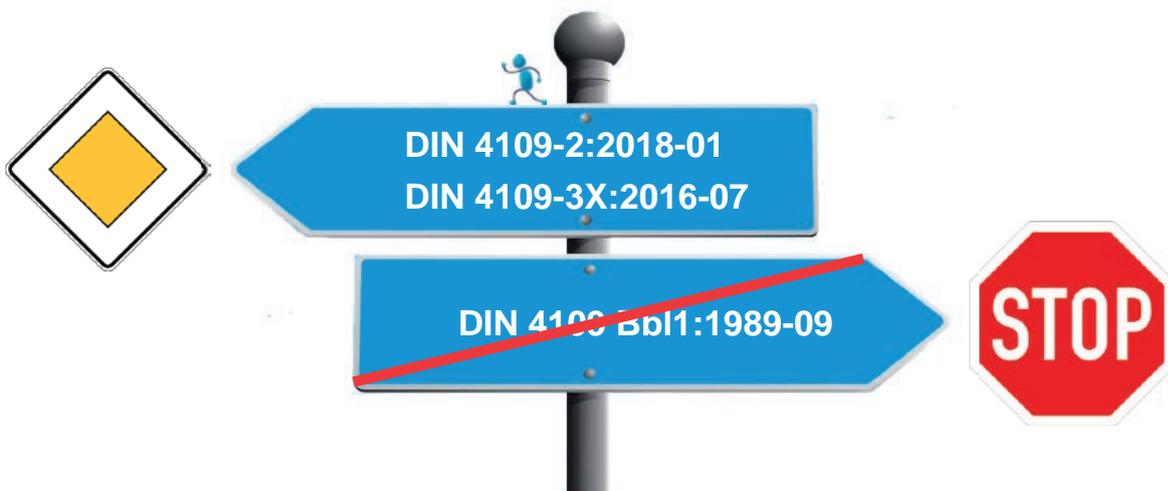
**Ausgeschlossen!**

- Übertragungssituationen mit leichten flankierenden Massivbauteilen
- Zweischalige Haustrennwände (12 dB-Zuschlag)
- Trittschall (insbesondere bei Treppen)
- Nachweise gegen Außenlärm

**Beiblatt 1  
führt zu drastischen  
Fehleinschätzungen!**

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Rechnerische Nachweis zukünftig nur noch nach DIN 4109-neu



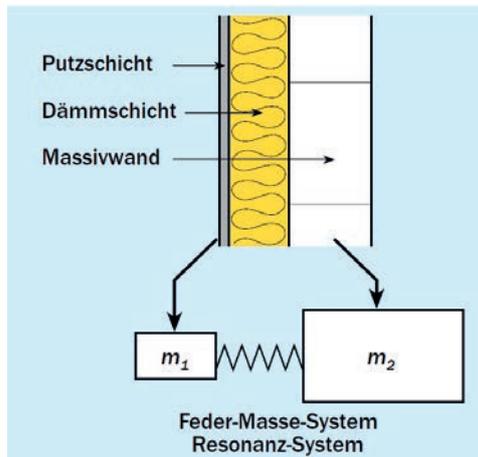
### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Aufnahme des Rechenmodells für WDV in DIN 4109

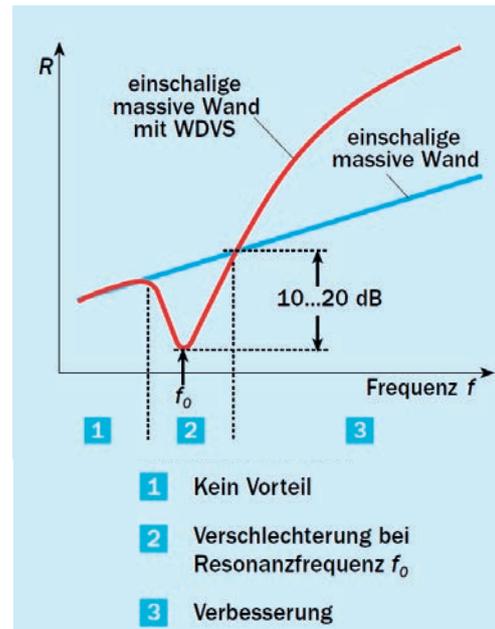


### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Aufnahme des Rechenmodells für WDV in DIN 4109



$$f_0 = 160 \sqrt{\frac{s'}{m'}} \text{ [Hz]}$$

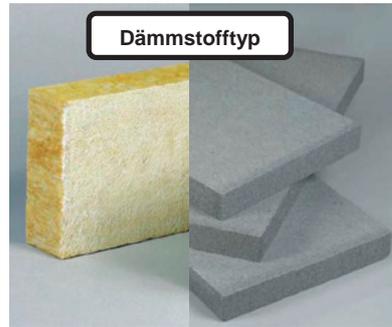


### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

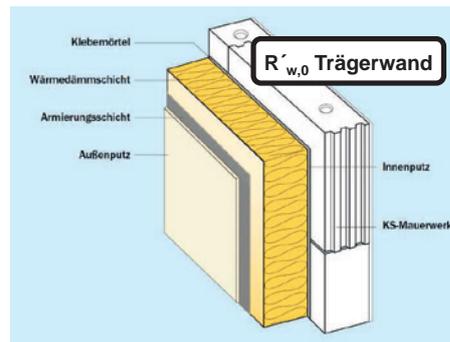
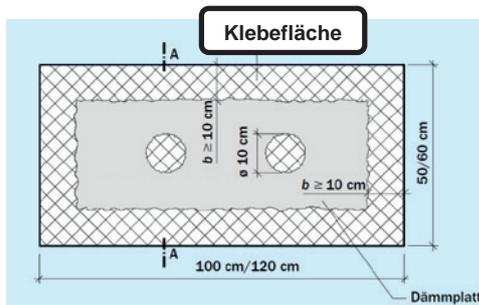
#### Zusätzliche Einflussparameter



Quelle: sto 2014



Quelle: Brillux 2014



### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Aufnahme des Rechenmodells für WDV in DIN 4109

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

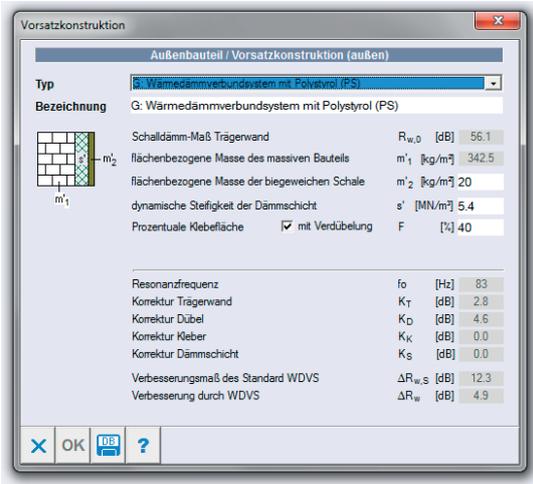
Verbesserung unter Standardbedingungen  
(WDVS unverdübelt, Trägerwand mit 53 dB)

$$\Delta R_{w, \text{ WDV}} = \Delta R_{w, S} - K_D - K_K - K_S - K_{TW}$$

Dübel      Klebefläche      Strömungswiderstand      Schalldämmung der Trägerwand

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

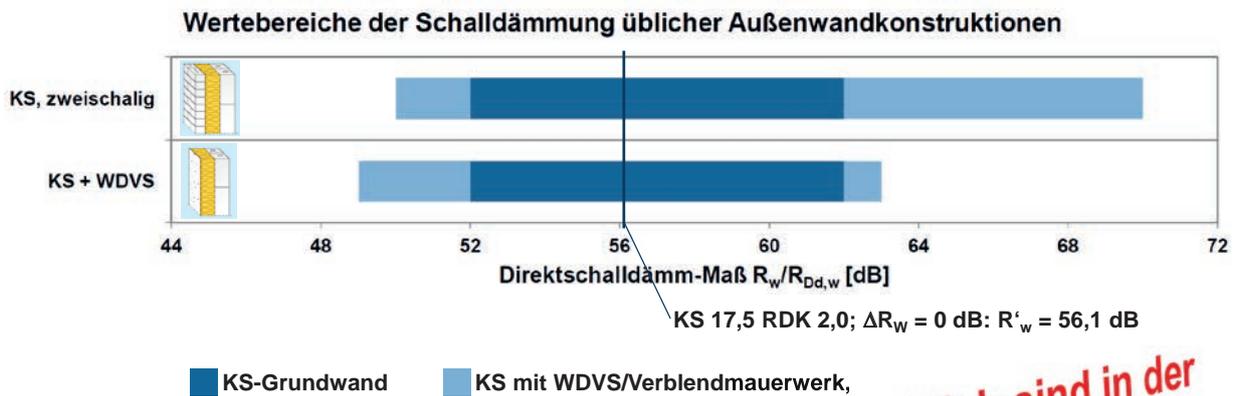
#### Aufnahme des Rechenmodells für WDVS in DIN 4109



- DIN 4109-34 A1 erscheint Anfang 2019
- Rechenmodell ist in KS-Schallschutzrechner bereits implementiert

### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Schalldämmung von KS-Außenwänden



**Maßgeblich sind in der Regel Fenster, Rollläden-kästen und Lüfter**

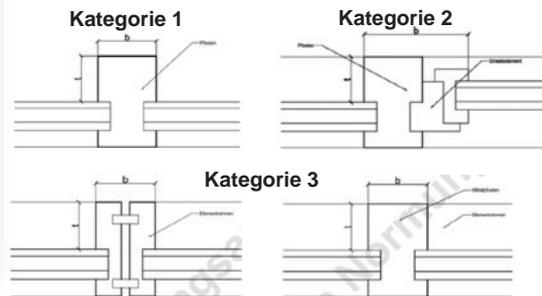


### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Daten für den Nachweis von Vorhangfassaden und Fensterbändern

Füllung	Kategorie 1 nach Tabelle 9	Kategorien 2 und 3 nach Tabelle 9
$R_w$ dB		
32	31	31
33	32	32
34	33	33
35	34	34
36	34	34
37	35	35
38	36	36
39	36	36
40	37	37
41	38	38
42	39	39
43	40	40
44	41	41
45	42	42

- Tabellenverfahren für die Ermittlung der Direktschalldämmung  $R_w$  von Vorhangfassaden
- Direktschalldämmung ist abhängig von der Schalldämmung der Füllung, der Art der Vorhangfassade, und der Fläche des größten Glasfelds



### 3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau

#### Daten für den Nachweis von Vorhangfassaden und Fensterbändern Norm-Flankenschallpegeldifferenzen für die Schalllängsleitung

Trennwandanschluss / waagerechte Rahmenprofile	Profiltiefe $t$ mm	Rahmenwerkstoff	$D_{n,f,w}$ ( $C; C_{tr}$ ) dB
<b>Pfosten-Riegelfassade</b> Anschluss an monolithischem Pfosten / keine am Stoß durchlaufenden Riegelprofile oder Hohlräume 	$\leq 100$	Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50$ mm	45 (-2;-5)
		Holz (Fichte), Metall-Aufsatzkonstruktion, Profiltiefe $\geq 50$ mm	53 (-1;-5)
	$\leq 150$	Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50$ mm	40 (-3;-5)
		Holz (Fichte), Metall-Aufsatzkonstruktion, Profiltiefe $\geq 50$ mm	48 (-1;-3)
		Stahl-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50$ mm	43 (-1;-2)
		Aluminium-Hohlprofil, Profiltiefe $\geq 50$ mm	39 (-3;-5)

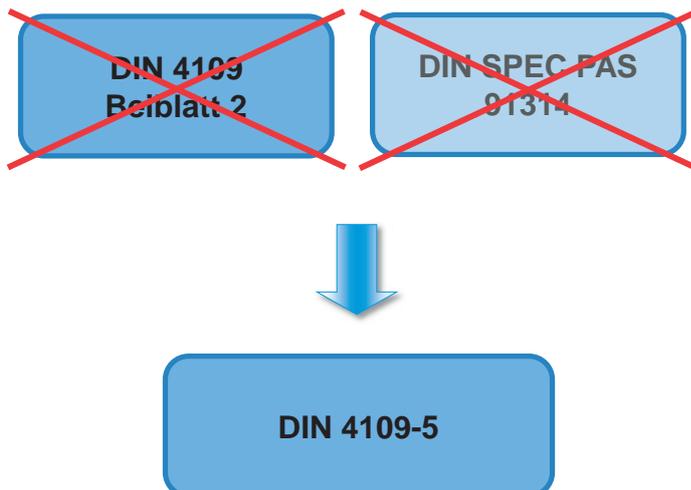
Flankendämmung von Vorhangfassaden ist sehr begrenzt!

## Gliederung

1. Gebäudeenergiegesetz (GEG)
2. Neue Regeln zu Wärmebrücken – DIN 4108 Beiblatt 2
3. DIN 4109: Schallschutz im Hochbau
- 4. Erhöhter Schallschutz**
5. Fazit

## 4. Erhöhter Schallschutz

### DIN 4109-5: Erhöhte Anforderungen

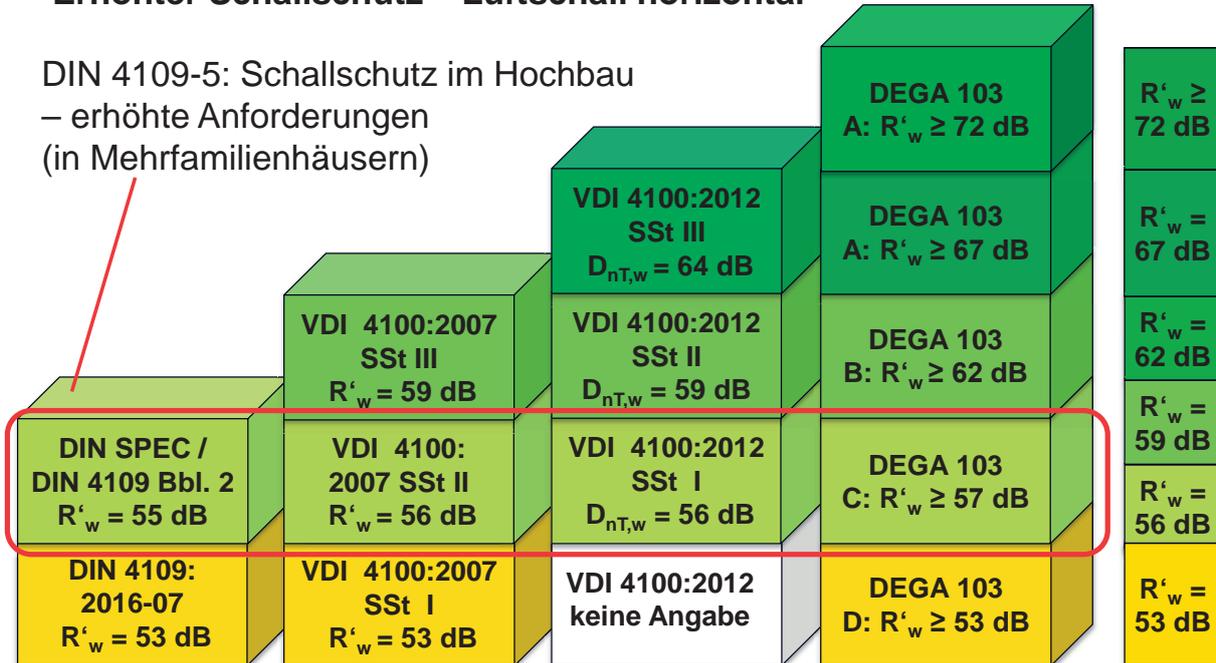


- Zusammenführung von DIN 4109 Beiblatt 2 und DIN SPEC 91314
- Aufwertung durch Herausgabe als reguläre DIN-Norm
- wahrnehmbar besserer Schallschutz als in DIN 4109
- Konsistent zu DIN 4109-1 bis DIN 4109-4
- Wohngebäude, Hotels und Beherbergungsstätten und Krankenhäuser

#### 4. Erhöhter Schallschutz

### Erhöhter Schallschutz – Luftschall horizontal

DIN 4109-5: Schallschutz im Hochbau  
– erhöhte Anforderungen  
(in Mehrfamilienhäusern)



Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 45 -

#### 4. Erhöhter Schallschutz

### E DIN 4109-5: Erhöhte Anforderungen – Mehrfamilienhaus

		DIN 4109-1:2016	DIN 4109:1989	E DIN 4109-5	Empfehlung Kalksandstein-industrie <sup>1)</sup>	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012			
						SSt I	SSt II	SSt III	SSt I	SSt II	SSt III	
Randbedin- gungen	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	56	56	53	56	59	56	59	64
		Luftschallübertragung vertikal	54	54	57	57	54	57	60	56	59	64
		Trittschallübertragung Decken	50	53	45	46	53	46	39	51	44	37
		Trittschallübertragung Treppen	53	58	45	46	58	53	46	51	44	37
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 <sup>2)</sup>	27 <sup>2)</sup>	32	32 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-
		Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum	37 <sup>2)</sup>	37 <sup>2)</sup>	40	- <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-
		Gebäudetechnische Anlagen	30	30	27	27	30	30	25	30	27	24
Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohnbereich (Wände ohne Türen)	-	-	-	47	-	-	-	48 <sup>5)</sup>	52 <sup>5)</sup>	-		

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 46 -

#### 4. Erhöhter Schallschutz

### E DIN 4109-5: Erhöhte Anforderungen – Reihen-/Doppelhaus

		DIN 4109-1:2016	DIN 4109:1989	E DIN 4109-5	Empfehlung Kalksandstein-industrie <sup>1)</sup>	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012				
		Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen			Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)								
Randbedin-gungen	Anwendungsgebiet				Aufenthaltsräume						Räume mit Grundflächen ≥ 8 m <sup>2</sup>		
	Schutzbedürftige Räume				$R'_w / L'_{n,w} / L_{AF,max,n}$						$D_{nT,w} / L'_{nT,w} / L_{AF,max,nT}$		
Anforderungskenngrößen													
Anforderungen/Empfehlungen	Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	57	64	67	57	63	68	65	69	73	
		Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62		67								
		Trittschallübertragung Decken	41	48	38	38	48	41	34	46	39	32	
		Trittschallübertragung Bodenplatte	46		41								
		Trittschallübertragung Treppen	46		53								41
			Gebäudetechnische Anlagen	30	30	25	25	30	25	20	30	25	22
			Luftschallübertragung horizontal im eigenen Wohnbereich (Wände ohne Türen)	-	-	-	47	-	-	-	48 <sup>5)</sup>	52 <sup>5)</sup>	-

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 47 -

#### 4. Erhöhter Schallschutz

### Schallschutz im eigenen Wohnbereich



#### DEGA Memorandum BR 0104

- Umfassende Hinweise zur Planung des Schallschutzes im eigenen Wohnbereich
- Definition von 3 Qualitätsstufen
- Inbezugnahme in DEGA Empfehlung 103 „Schallschutzausweis“
- Möglichkeit der Vereinbarung eines Standards auf Basis der beschriebenen Qualitätsstufen

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 48 -

#### 4. Erhöhter Schallschutz

##### Beispiele für die Realisierung verschiedener Schallschutzniveaus

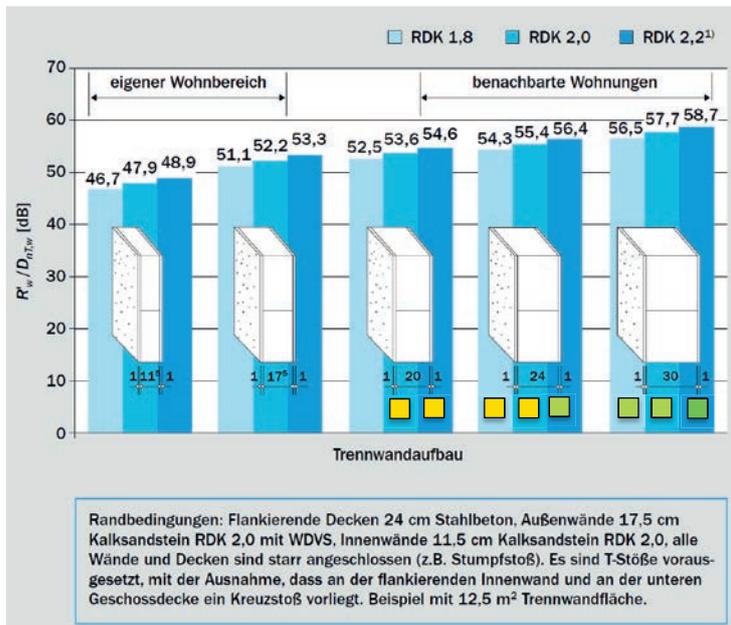
1. Dimensionierung und Nachweis immer im Einzelfall führen (KS-Schallschutzrechner)
2. Stoßstellen und Anbindung der Flanken planerisch festlegen
3. je schwerer Trennbauteil **und** Flanken, desto besser der Schallschutz
4. schwere Flankenbauteile und schalltechnisch starre Anschlüsse führen zu sicheren und wirtschaftlichen Lösungen

→ **Nachfolgend einige Beispiele von Trennwandaufbauten für verschiedene Anforderungsniveaus!**

$R'_w \geq 72$ dB
$R'_w = 67$ dB
$R'_w = 62$ dB
$R'_w = 59$ dB
$R'_w = 56$ dB
$R'_w = 53$ dB

#### 4. Erhöhter Schallschutz

##### Mehrfamilienhäuser – Schalldämmung horizontal



$R'_w \geq 72$ dB
$R'_w = 67$ dB
$R'_w = 62$ dB
$R'_w = 59$ dB
$R'_w = 56$ dB
$R'_w = 53$ dB

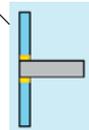
#### 4. Erhöhter Schallschutz

### Mehrfamilienhäuser – Schalldämmung horizontal

Horizontale Übertragung über Wohnungstrennwand 2,5 m · 5 m = 12,5 m<sup>2</sup>  
Werte mit Sicherheitsabschlag von 2 dB

Wohnungstrennwand <sup>1)</sup>		Boden <sup>2)</sup> Decke	Außenwand <sup>1)</sup>			Innenwand <sup>1)</sup>			R' <sub>w</sub> [dB]
d [cm]	RDK	d [cm]	d [cm]	RDK	Kopplung	d [cm]	RDK	Kopplung	
24	1,8	18	17,5	1,8	starr	11,5	1,8	starr	54,0
24	2,0								55,1
24	2,2								56,1
30	2,0								57,3
24	2,0	24	20	2,0	starr	20	2,0	starr	56,0
30	2,0								58,3
24	2,0		17,5	1,8	entk. <sup>3)</sup>	11,5	1,8	starr	56,1
24	2,2								57,1
30	2,0								59,0
									24,0

<sup>1)</sup> Inkl. 10 mm Putz  
<sup>2)</sup> Boden mit 45 mm schwimmendem Estrich  
<sup>3)</sup> Wohnungstrennwand läuft bis Außenkante durch und die Außenwand ist planmäßig entkoppelt.



R'<sub>w</sub> ≥ 72 dB

R'<sub>w</sub> = 67 dB

R'<sub>w</sub> = 62 dB

R'<sub>w</sub> = 59 dB

R'<sub>w</sub> = 56 dB

R'<sub>w</sub> = 53 dB

#### 4. Erhöhter Schallschutz

### Mehrfamilienhäuser – Schalldämmung vertikal

Vertikale Übertragung in einem Eckraum 4 m · 5 m = 20 m<sup>2</sup>  
Werte mit Sicherheitsabschlag von 2 dB

Geschoss- decke <sup>1)</sup>	Außenwand <sup>2)</sup>		Innenwand <sup>2)</sup>		Wohnungstrennwand <sup>2)</sup>		R' <sub>w</sub> [dB]
	d [cm]	RDK	d [cm]	RDK	d [cm]	RDK	
18	17,5	1,8	11,5	1,8	24,0	1,8	56,8
18	17,5	2,0	11,5	2,0	24,0	2,0	57,3
24	17,5	2,0	11,5	2,0	24,0	2,0	59,4
24	20,0	2,0	20,0	2,0	24,0	2,0	60,2

<sup>1)</sup> Boden mit 45 mm schwimmendem Estrich  
<sup>2)</sup> Inkl. 10 mm Putz

R'<sub>w</sub> ≥ 72 dB

R'<sub>w</sub> = 67 dB

R'<sub>w</sub> = 62 dB

R'<sub>w</sub> = 59 dB

R'<sub>w</sub> = 57 dB

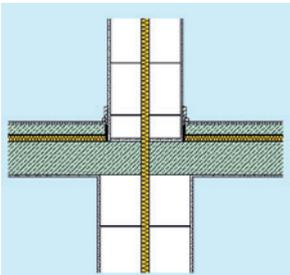
R'<sub>w</sub> = 54 dB

bei aktuellen Geschossdeckenaufbauten  
i.d.R. nur bei sehr leichten Flankenbauteilen

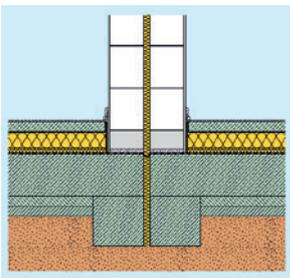


#### 4. Erhöhter Schallschutz

**Ausführungsvarianten:  $R'_w \geq 72$  dB**



2 x 20 cm, RDK 2,0<sup>1)</sup>



2 x 24 cm, RDK 1,8<sup>1)</sup>  
und Schalenabstand  
 $t \geq 50$  mm

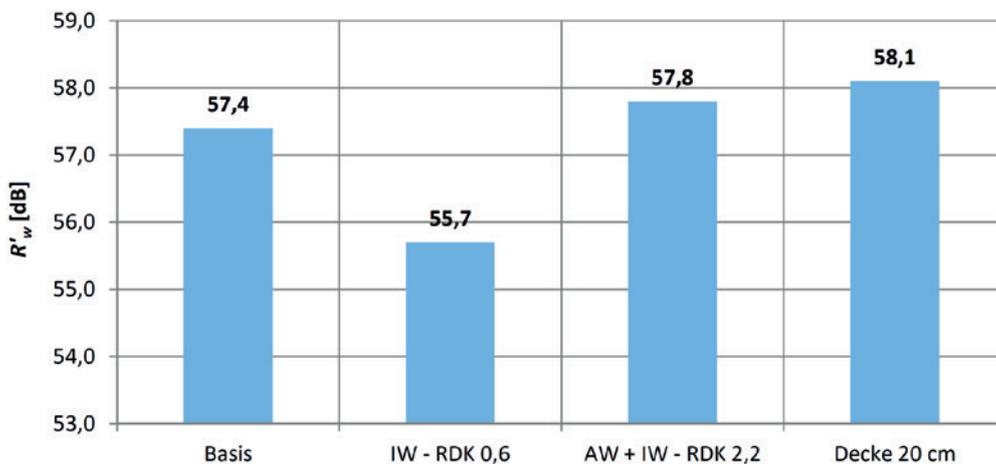
<sup>1)</sup> schwere flankierende Bauteile,  $m'_{L,M} \geq 300$  kg/m<sup>2</sup>

$R'_w \geq 72$ dB
$R'_w = 67$ dB
$R'_w = 62$ dB
$R'_w = 59$ dB
$R'_w = 56$ dB
$R'_w = 53$ dB

#### 4. Erhöhter Schallschutz

##### Beispiel – Vertikale Übertragung in einem Eckraum 4 m · 5 m

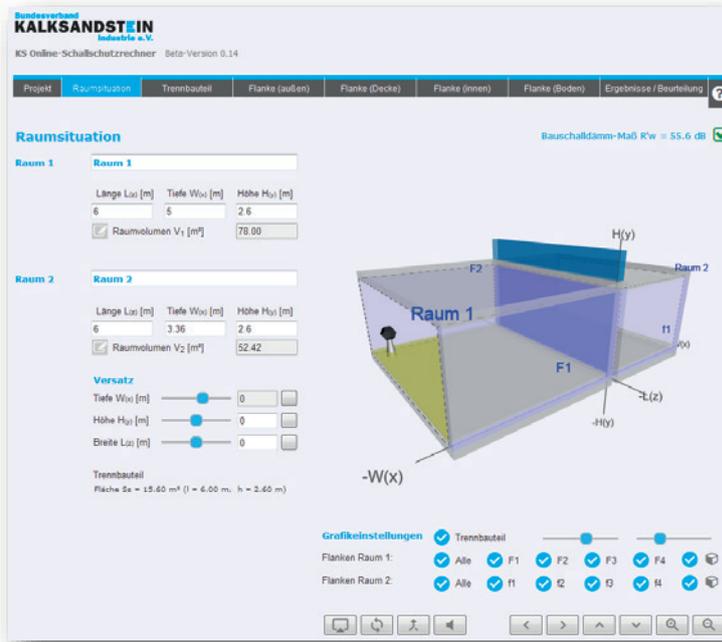
Geschossdecke <sup>1)</sup>	Außenwand <sup>2)</sup>		Innenwand <sup>2)</sup>		Wohnungstrennwand <sup>2)</sup>	
d [cm]	d [cm]	RDK	d [cm]	RDK	d [cm]	RDK
18	17,5	2,0	11,5	2,0	24,0	2,2



<sup>1)</sup>Boden mit 45 mm schwimmendem Estrich; <sup>2)</sup>inklusive 10 mm Putz

## 4. Erhöhter Schallschutz

### KS-Schallschutzrechner Online



- Anwendbar unabhängig vom Betriebssystem
- Realisierung des Moduls Einschaliges Trennbauteil
- Berechnung erfolgt online
- .ssc-Dateien können exportiert und importiert werden
- Kompatibel zur Desktop-Version
- Auch mobil nutzbar

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 57 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## 5. Fazit



**Neue Regelungen**  
**Energieeinsparung:** GEG fasst bisherige Regeln zusammen  
**Wärmebrücken:** DIN 4108 Beiblatt 2 neu  
**Schallschutz:** Anpassungen und Erweiterungen an DIN 4109  
**KS-Arbeitshilfen:** Aktualisierung KS WBK Online und KS SSR

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 58 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## 5. Fazit



Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 59 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

---

**Vielen  
Dank!**

Kalksandstein Bauseminar 2019  
KS-Nord e.V.

- 60 -

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



## **Wohnungsbau wirtschaftlich Planen & Bauen**

**Dipl.-Ing. Architekt Harald Luger**  
Siedlungswerk GmbH, Stuttgart



Siedlungswerk  
Wohnungs- und  
Städtebau GmbH

**Harald Luger**  
Dipl. Ing. Architekt  
Projektrealisierung

# Wohnungsbau wirtschaftlich Planen & Bauen.

Kalksandstein Bauseminar 2019

07.01.2019 | Seite 1

## Definition



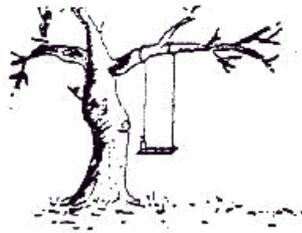
*„Wirtschaftlichkeit liegt vor,  
wenn der Quotient aus Ertrag und Aufwand  
gleich oder größer als 1 ist.“*

$$\text{Wirtschaftlichkeit} = \frac{\text{Ertrag}}{\text{Aufwand}}$$

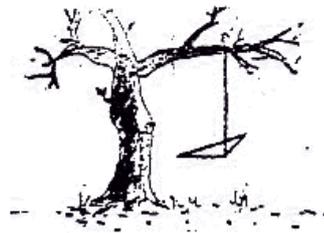
07.01.2019 | Seite 2

## Betrachtungsweisen!

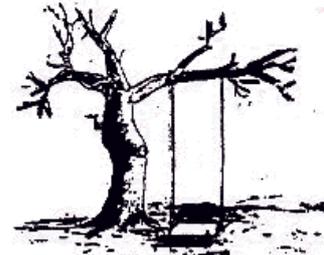
Siedlungswerk



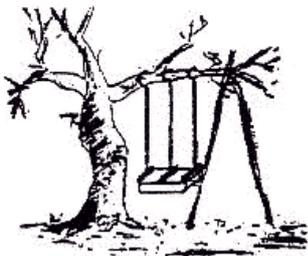
Wunsch des Bauherren



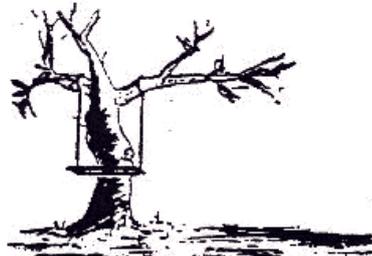
Vorschlag des Architekten



Von der Baubehörde genehmigt



Vorschlag des Statikers



Von der Baufirma ausgeführt



Nach der Sanierung durch Mängelbeseitigung

07.01.2019 | Seite 3

## Vorschau

Siedlungswerk

- Kurze Unternehmensvorstellung
- **Wer** kann welche Kostengruppen **wann** beeinflussen?
- Die Leistungsphase Null
- Kostensteuerung
- Beispiele aus unserem Wohnungsbau

07.01.2019 | Seite 4

## Das Unternehmen



Siedlungswerk GmbH  
Wohnungs- und Städtebau  
Sitz Stuttgart

am 19.06.1948 gegründet  
Siedlungswerk der Diözese  
Rottenburg in Stuttgart GmbH



07.01.2019 | Seite 5

## Unsere Geschäftsfelder



### Bauen

- Eigentumswohnungen
- Eigenheime
- Gewerbeeinheiten
- Quartiersentwicklung
- Soziale Infrastruktur

**30.260**

Wohnungen und Häuser

**400 – 500**

neue pro Jahr

### Bewirtschaften

- Des eigenen Mietbestandes (Siedlungswerk)
- Verwaltung nach WEG
- Bewirtschaftung für Dritte (SW Verwaltungsgesellschaft)

**22.375**

Miet- und Eigentumswohnungen

07.01.2019 | Seite 6

## Unsere Geschäftsfelder



### Erneuern

- Stadterneuerung
- Baulandentwicklung
- Wertermittlung
- Projektentwicklung
- Klimaschutz

430

Sanierungsmaßnahmen

5.000 ha

erschlossenes Bauland

### Versorgen

- Konzeption
- Finanzierung
- Erstellung
- Betrieb von ökologischen Heizungsanlagen
- Photovoltaikanlagen

85

Projekte

über

5.000

Einheiten

07.01.2019 | Seite 7

## Unsere Leitgedanken



### Städtebau und Architektur

- offen für neue Ideen und innovative Konzepte
- Architektenwettbewerbe
- hohe Qualität durch Projektteams



### Ökologie

- Zukunftsweisende Energiekonzepte
- Energie aus dem Grundstück
- bewusster Umgang mit Ressourcen
- KFW Effizienzhaus 55 + 40
- Passivhaus
- AktivPlus-Haus

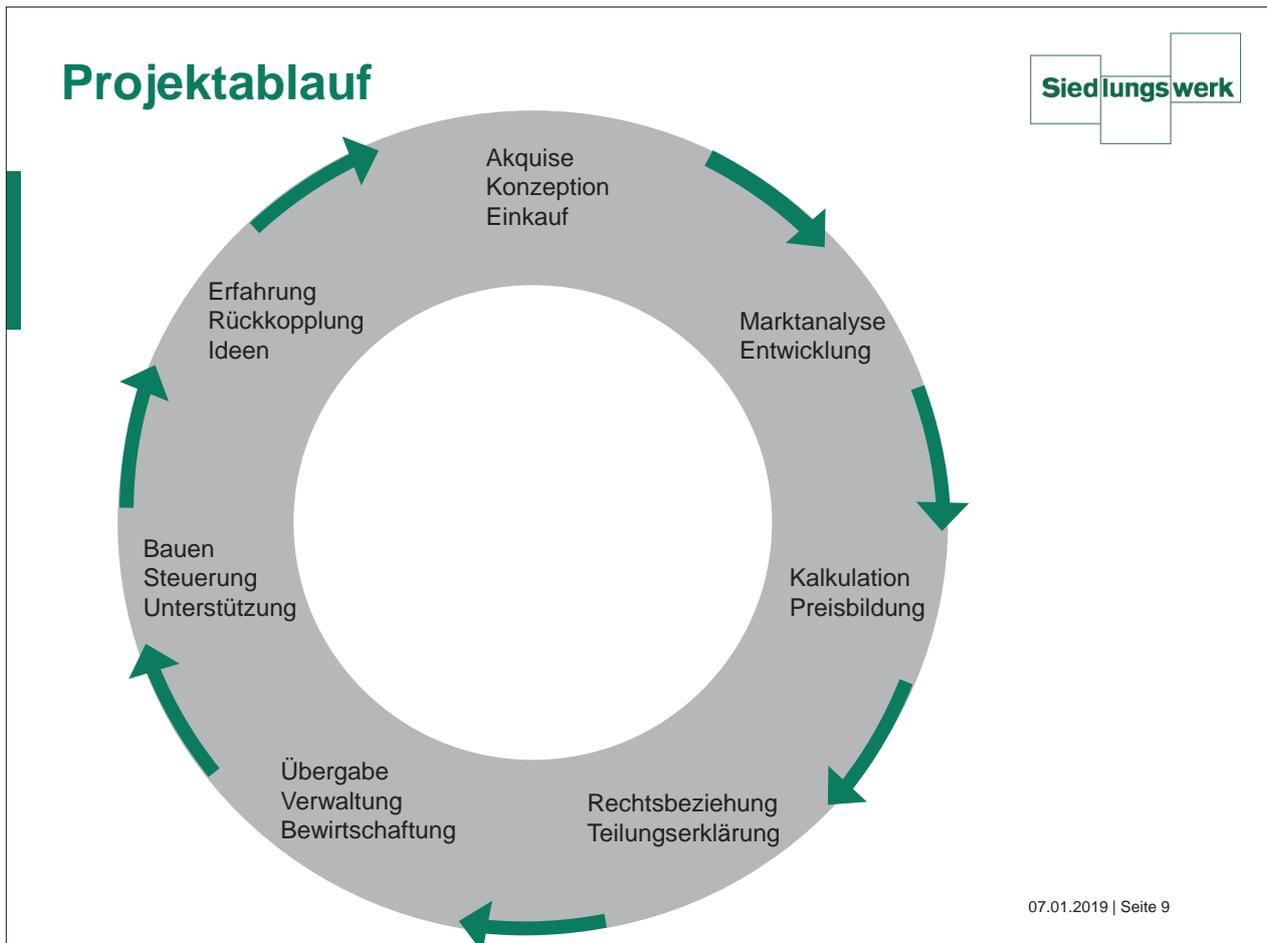


### gemischte soziale Struktur

- Eigentum und Miete
- Altersstruktur
- Herkunft
- Selbstständigkeitsgrade
- Einkommenssituation



07.01.2019 | Seite 8



- ## 10 Fakten zum Wohnungsbau
- 
- Es werden zu wenig Wohnungen gebaut (Angebot)
  - Bauen ist zu teuer (EnEV, KfW, Auflagen...)
  - Steuerliche Regelungen (Abschreibungen)
  - Normenflut (1990=5.000 / 2016=20.000 Normen)
  - Zu wenig Bauland / zu wenig Verdichtung
  - Zu viel „Stein auf Stein“ (serielles u. modulares Bauen)
  - Zügige Planungsverfahren / schnellere Fertigstellung
  - Akzeptanz d. Bevölkerung / Bauen i.d. Nachbarschaft
  - Zu wenig altersgerechte Wohnungen
  - Förderung ermöglicht bezahlbares Wohnen
- Studie veröffentlicht 2017: GdW Die Wohnungswirtschaft
- 07.01.2019 | Seite 10

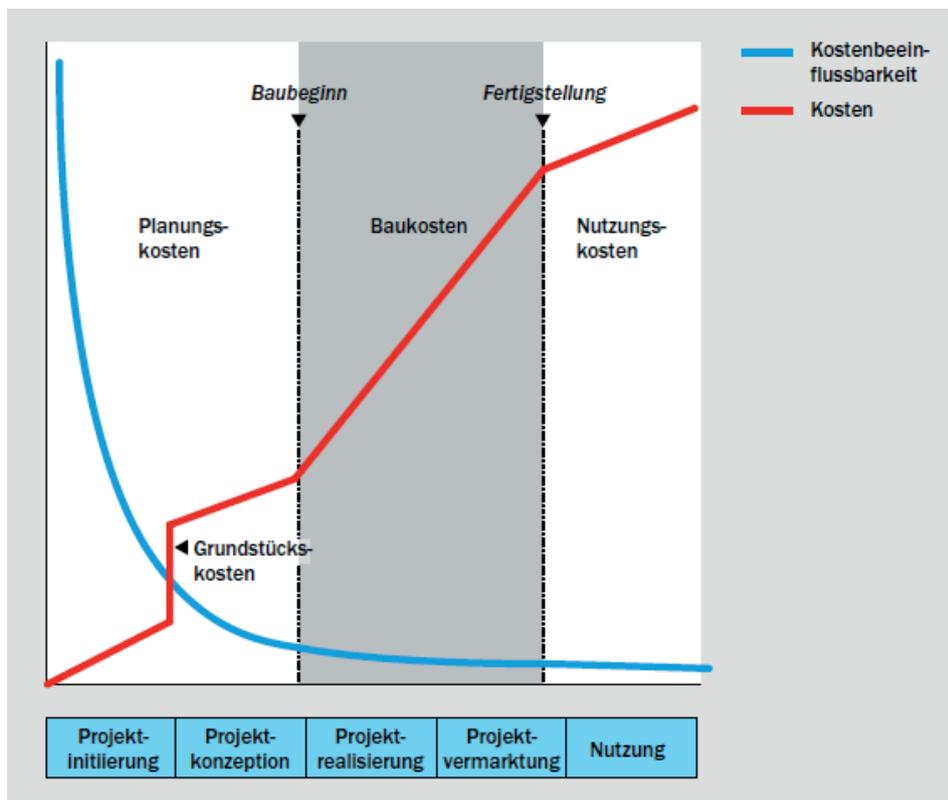
Wirtschaftlicher Wohnungsbau



- **Wer** kann welche Kostengruppen **wann** beeinflussen?

07.01.2019 | Seite 11

**Kostenbeeinflussbarkeit**



Quelle: vipnetzwerk.com

07.01.2019 | Seite 12

Zeitliche Aspekte

Siedlungswerk

# Projektentwicklungsdauer

- **gesichertes** Baurecht
- alleinige Bauherrschaft
- reiner Wohnungsbau



- Projektentwicklungszeit  
ca. 1 – 1,5 Jahre

- **neues** Baurecht zu schaffen
- mehrere Projektbeteiligte
- Ausschreibungsverfahren



- Projektentwicklungszeit  
3 – 5 Jahre

07.01.2019 | Seite 13

Projektentwicklungsdauer

Siedlungswerk

# Artenschutz

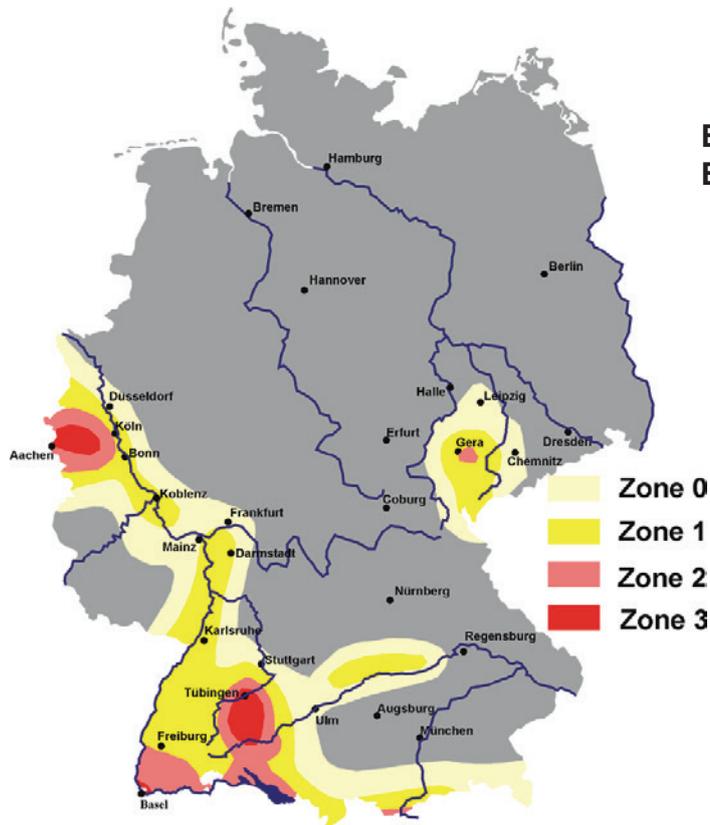


07.01.2019 | Seite 14

## Regionale Aspekte



### Beispiel: ERDBEBENZONEN



07.01.2019 | Seite 15

## Planung der Planung



### Das Werkzeug



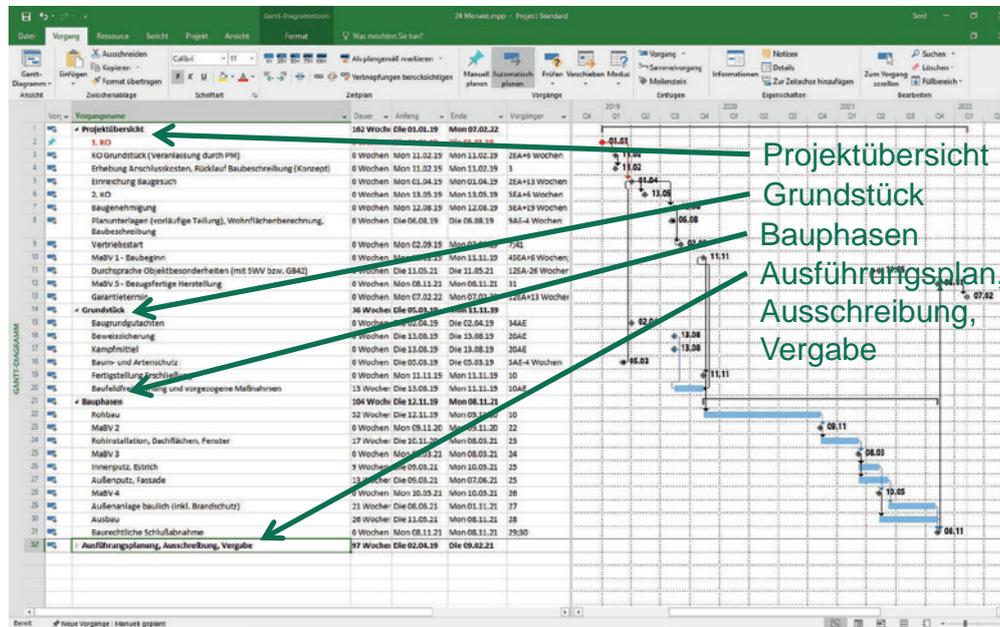
Eine Software zum Planen, Steuern und Überwachen

07.01.2019 | Seite 16

Planung der Planung

Siedlungswerk

# Terminpläne



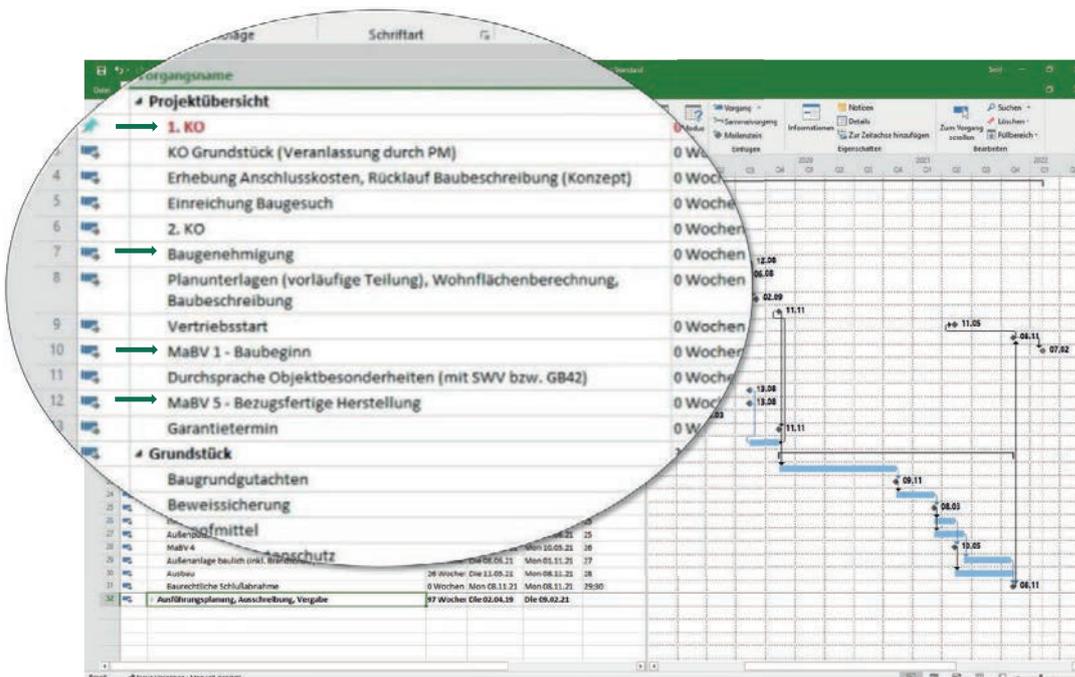
S

07.01.2019 | Seite 17

Planung der Planung

Siedlungswerk

# Projektübersicht auf einen Blick



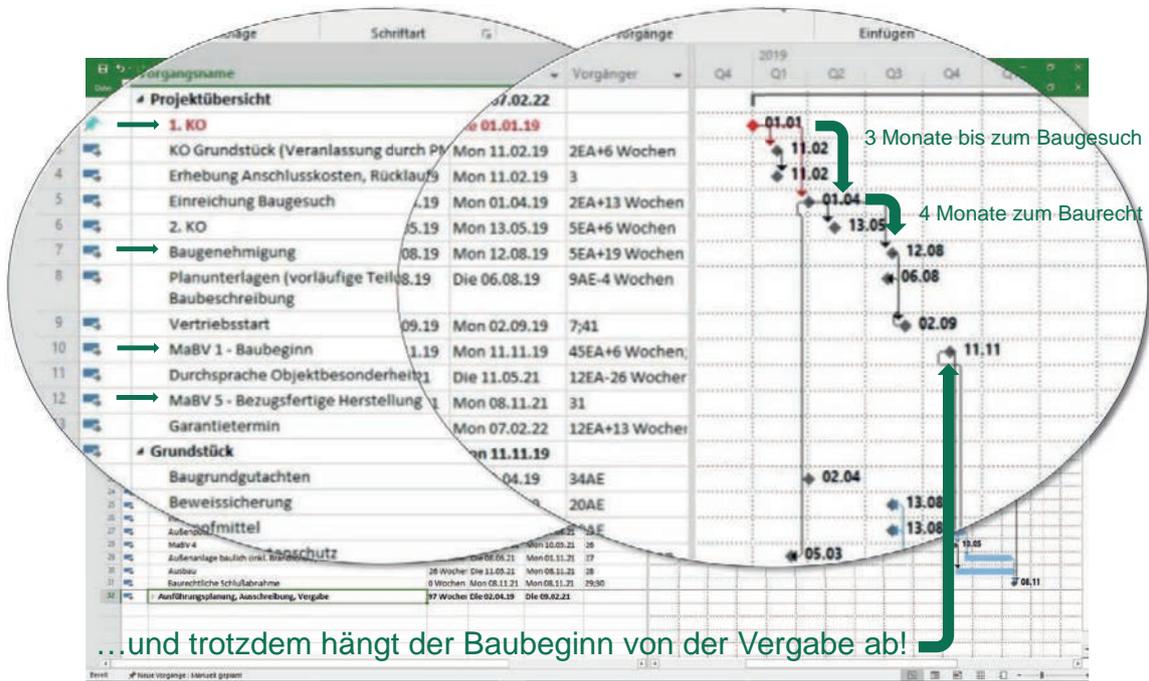
S

07.01.2019 | Seite 18

Planung der Planung

Siedlungswerk

# Automatisierte Verknüpfungen



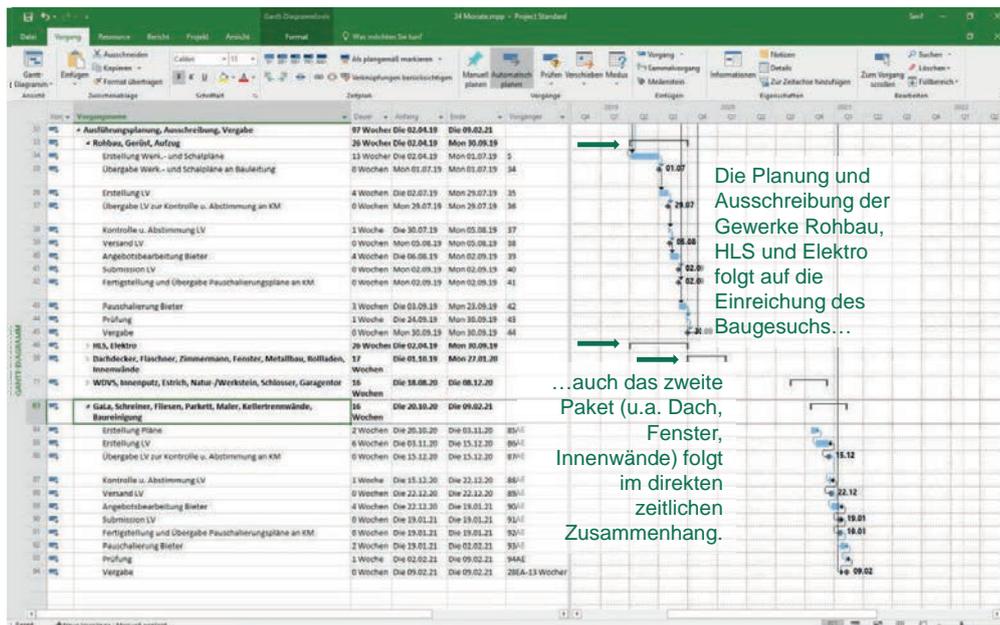
S

07.01.2019 | Seite 19

Planung der Planung

Siedlungswerk

# Überwachung der externen Planungsschritte



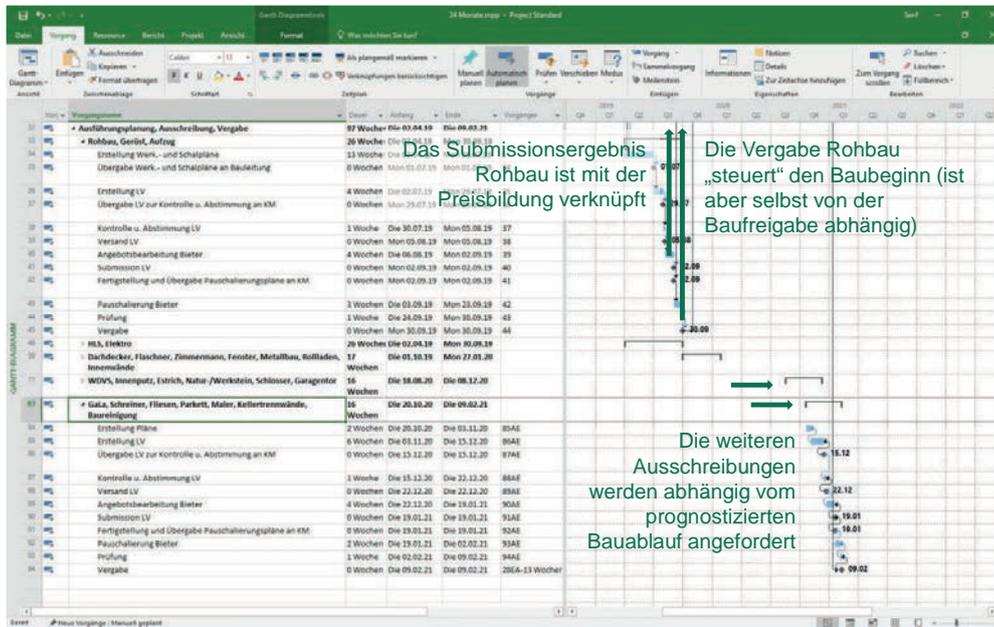
K

07.01.2019 | Seite 20

Planung der Planung



# Überwachung der externen Planungsschritte



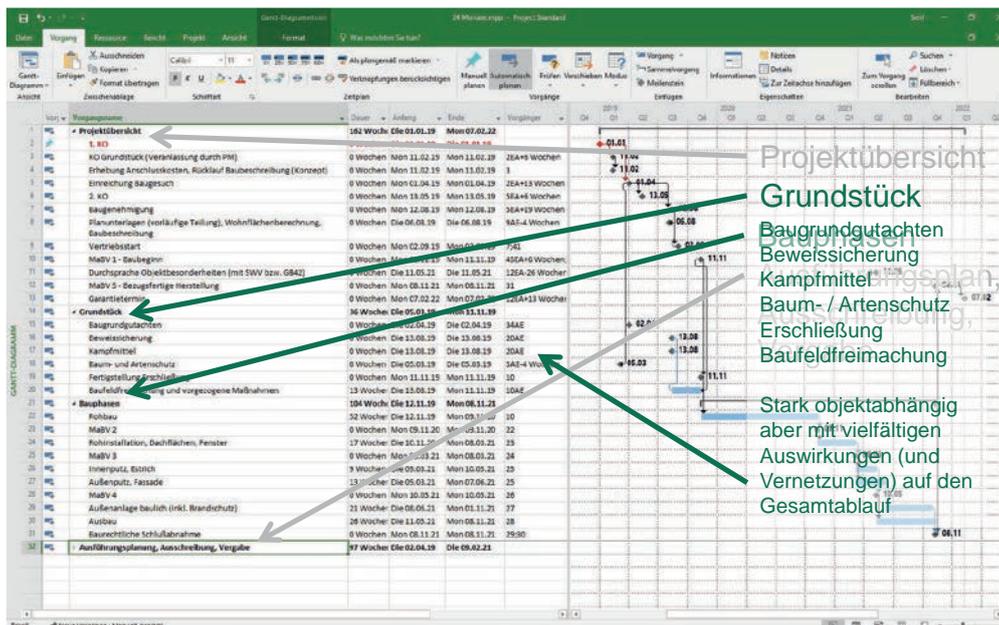
K

07.01.2019 | Seite 21

Planung der Planung



# Grundstück



S

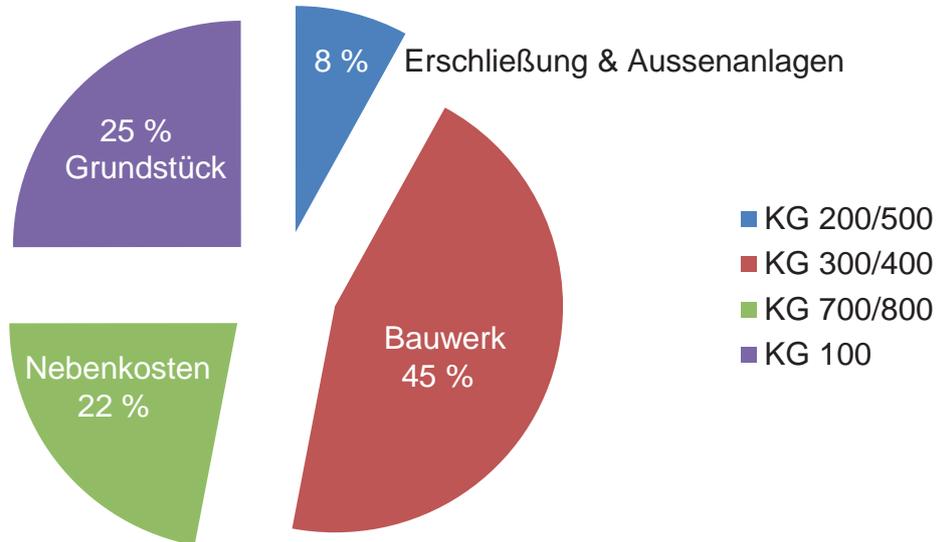
07.01.2019 | Seite 22

**Kostenanalyse**



Grundstückseinfluss (700 €/m<sup>2</sup> / 0,8)

**Typische Verteilung in den Kostengruppen**

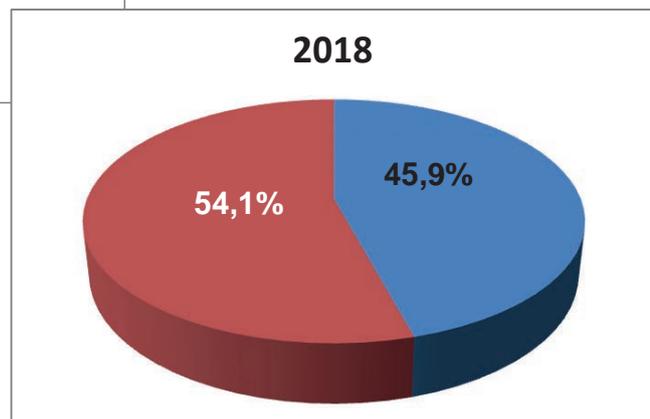
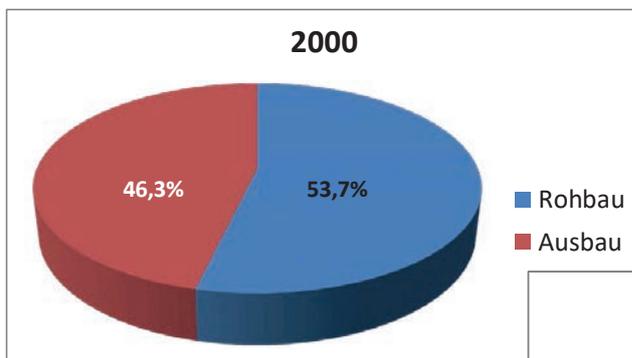


07.01.2019 | Seite 23

**Baukostenanalyse**



**Verteilung der Bauwerkskosten**



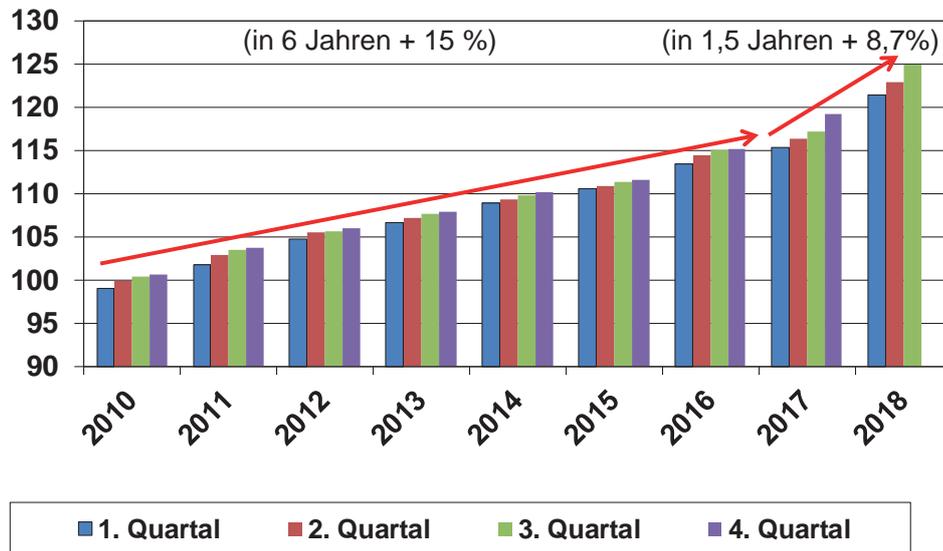
## Baukostenanalyse



### Baukostenindex seit 2010 ~ 25% zugelegt

(BK-Index Wohnbauten 2010 = 100, Quelle Statistisches Landesamt BW)

Hinweis: 3. Quartal 2018 mit BK-Index 125 geschätzt, aufgrund aktueller LV Rückläufe.



07.01.2019 | Seite 25

## Kostengruppen nach DIN 276:2018-12



07.01.2019 | Seite 26

## Leistungsphase Null – Zielfindungsphase (§ 650p BGB)



### Planungshandbuch

#### Anforderungen Wohnungsbau

##### Ausgangssituation

Die geplante Wohnfläche beträgt 4.260 m<sup>2</sup> bzw. ca. 50 Wohneinheiten.  
Die Wohnungen befinden sich im EG/1./2./3./4. Obergeschoss mit überwiegend durchgesteckten Wohnungen (Ost/West – Nord/Süd)

##### Wohnungsgemeinschaft / Wohnungsgrößen

8 x 2-Zimmer mit ca. 61m <sup>2</sup>	(8 x 2-Zimmer-Wohnungen 60 - 65 qm)
25 x 3-Zimmer mit ca. 78 bis 83m <sup>2</sup>	(25 x 3-Zimmer-Wohnungen 70 - 90 qm)
17 x 4-Zimmer mit ca. 99 bis 108m <sup>2</sup>	(17 x 4-Zimmer-Wohnungen 95 - 105 qm)

2 x Maisonette-Wohnungen EG / 1.OG mit Gartenzuordnung befinden sich im östlichen Gebäudeflügel. Alle anderen Wohnungen sind als normale Geschosswohnungen geplant.

##### Allgemeine Anforderungen

- Wohn-, Esszimmer : Essplatz, Sofa, Schrank / Regal, TV, Zugang zum Freisitz
- Schlafzimmer : Doppelbett (min. 2,00 x 2,00m), Schrank mit min. 3,00m Länge
- Kinderzimmer : min. 10,00m<sup>2</sup>, Bett, Schrank, Schreibstisch
- Küche : immer außenliegend, offene und geschlossene Variante
- Hauptbad : Badewanne, ggf. Dusche, 1 bis 2 Waschbecken, WC, ggf. Waschmaschine
- Gäste WC : WC, Waschbecken, ggf. Dusche, ggf. Waschmaschine
- Flur : möglichst kompakt, Garderobe
- Freisitz : (Loggia, Balkon, Terrasse) mit ca. 10m<sup>2</sup> für alle Wohnungen
- Abstellraum : im UG, min. 5m<sup>2</sup>

##### Barrierefreiheit

§ 35 LBO ist zu erfüllen. Darüber hinaus gehende Anforderungen sind noch abzustimmen.

##### Parkierung

Jede Wohnung erhält einen Tiefgaragenplatz. Auf eine möglichst direkte Verbindung zwischen Tiefgarage und den Erschließungselementen ist zu achten. Der Tiefgaragenbereich für das Wohnen ist abgetrennt von der Parkierung für den gewerblichen Bereich.

##### Fahrradabstellflächen

Fahrradabstellplätze sind für die Wohnnutzung in ausreichender Zahl und Beschaffenheit herzustellen. Als Orientierungswert ist je 40 m<sup>2</sup> Wohnfläche ein Fahrradabstellplatz vorzusehen. Die Fahrradabstellplätze sollen gut und leicht erreichbar sein und den jeweiligen Wohnungen zugeordnet werden können.

Beispiel für Planungsvorgaben durch das Siedlungswerk

07.01.2019 | Seite 27

## Zielgruppe



► Abb 4 Monatliches Haushaltsnettoeinkommen nach Haushaltstyp 2016 – in Euro



\* ~ 33% hiervon Ausgaben für Wohnen mit Nebenkosten

07.01.2019 | Seite 28

## Zielgruppe



## Sozialmietwohnungen

07.01.2019 | Seite 29

## Landeswohnraumförderungsprogramm



### Planungsvorgaben

Personen	Anzahl Wohnräume	Wohnraum in m <sup>2</sup>
1	bis zu 2	bis 30 - 45 m <sup>2</sup>
2	mind. 2 – max. 3	bis 60 m <sup>2</sup>
3	mind. 3 – max. 4	bis 75 m <sup>2</sup>
4	mind. 4 – max. 5	bis 90 m <sup>2</sup>
5	mind. 5 – max. 6	bis 105 m <sup>2</sup>

- Überschreitung der Wohnflächengrenzen um 5 % zulässig. Bei Überschreitung von mehr als 5% ist Wohnung nicht förderfähig.
- Für jede weitere zum Haushalt rechnende Person erhöht sich die Wohnfläche um 15 m<sup>2</sup> und einen weiteren Wohnraum.
- Wenn die Wohnung barrierefrei (nach DIN 18040-2) gebaut wird, darf sie bei gleichbleibender Raumzahl um bis zu 15 m<sup>2</sup> größer sein.

07.01.2019 | Seite 30



Standards und Ziele setzen – Leistungsphase Null - Zielfindungsphase



**Siedlungswerk GmbH**  
Wohnungs- und Städtebau



### Downloadbereich

#### Formulare Baudurchführung:

[Durchführungsbestimmung zur Mängelbeseitigung](#)

[Leitfaden für Architekten zur Grundlagenurkunde](#)

[Leitfaden Inhalte Bauvorlagen und Aufteilungspläne](#)

[Leitfaden Wohnflächenberechnung](#)

[Hinweis zur Leistungsphase 6](#)

[Zusätzliche Vertragsbedingungen zum Bauwerksvertrag](#)

[Formular Bietererklärung](#)

[Formular Massenprüfung LV](#)

[Formular Ermittlung der Schlusszahlung](#)

[Formular Bewertung von Handwerkerleistungen](#)

[Bauteilkatalog](#)

[Ausstattungslinien und WohnRaum](#)

[Entwurfsgrundlage Freiräume schaffen](#)

[Übergabeprotokoll](#)

[Übergabeprotokoll Gemeinschaftseigentum Seite 1](#)

[Übergabeprotokoll Gemeinschaftseigentum Seite 2](#)

[Übergabeprotokoll Gemeinschaftseigentum Seite 3](#)

[Wartungshinweise](#)

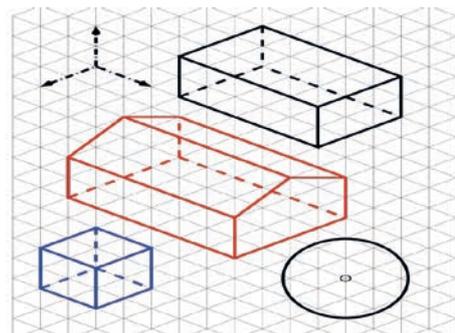
[Hinweise zur LV-Erstellung](#)

07.01.2019 | Seite 33



## Kubaturfaktor

- Für **1 m<sup>2</sup> Wohnfläche** sollten max. ca. **5 m<sup>3</sup> Bruttorauminhalt** (ohne Tiefgarage) benötigt werden!
- Kompakte Bauweise
- Raumsparende Grundrisse



$$\text{m}^3/\text{m}^2 = \text{faktor } 5$$

07.01.2019 | Seite 34

Beispiele



# Rationelle Bauweise

- Gestapelte Grundrisse
- Klare Lastabtragung
- Keine Leitungsverzüge

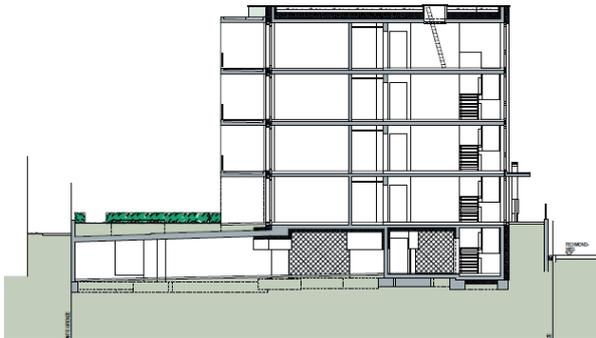
Beispiel Remseck Pattonville

Fertigstellung: April 2012

Kosten KG 300/400 = 1.372,90 €/m<sup>2</sup> Wfl. inkl. TG!

Energiestandard KfW-40 (EnEV 2009)

Kubaturfaktor: **4,93**

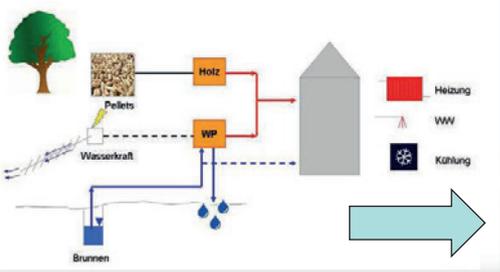


Schnitt



Ansicht 07.01.2019 | Seite 35

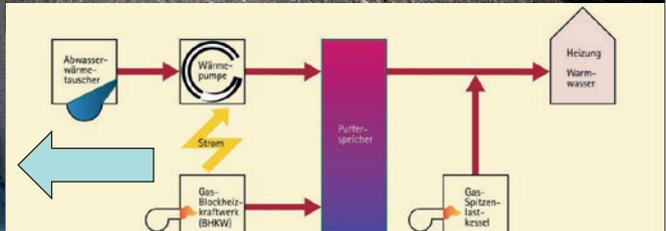
# Energiekonzepte



Freiburg Kartäuser Straße



Bad Cannstatt, Seelbergwohnen





07.01.2019 | Seite 37

## Stuttgart, Rosenstein (2015-2022)



07.01.2019 | Seite 38

## Beispiele



23028\_Of\_Niemöllerstr\_76A7486.tif



23028\_Of\_Niemöllerstr\_76A7552.tif



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Arkaden am Kreisverkehr\_76A...



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Arkaden am Kreisverkehr\_76A...



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Arkaden\_76A7559.tif



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Arkaden\_76A7560.tif

07.01.2019 | Seite 39

## Beispiele



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Arkaden\_76A7563.tif



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Gesamt\_76A7579.tif



23028\_Of\_Niemöllerstr\_Gesamt\_76A7583.tif

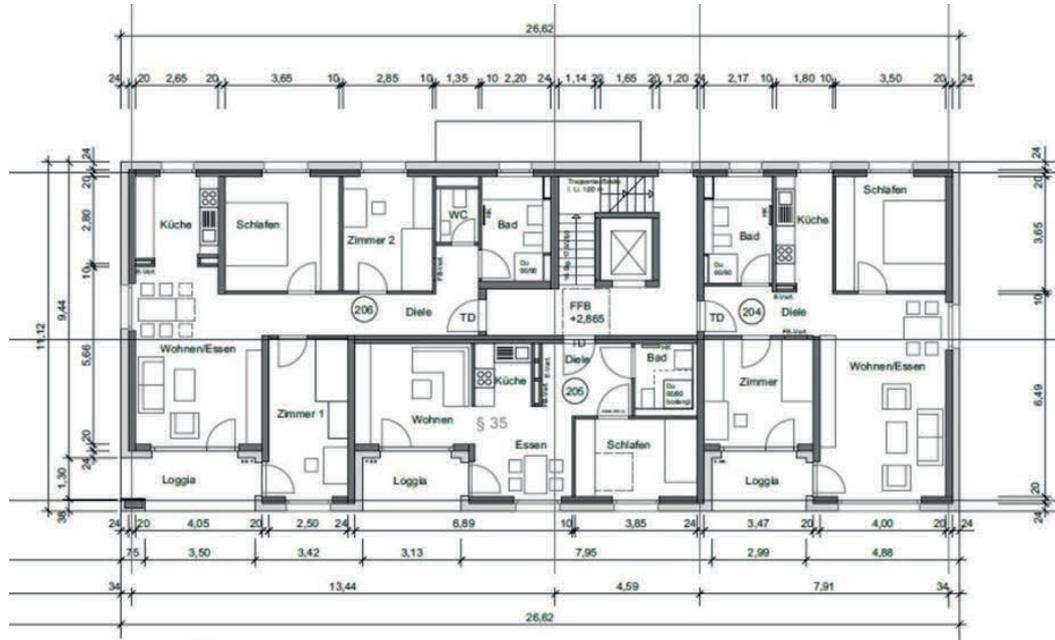


40



## Beispiele

Siedlungswerk



07.01.2019 | Seite 43

## Ansichten

Siedlungswerk



Ansicht Hedelfinger Straße M 1:200



Ansicht Hummelbergstraße M 1:200

07.01.2019 | Seite 44



# Wohngruppe



10.01.2019 | Seite 45



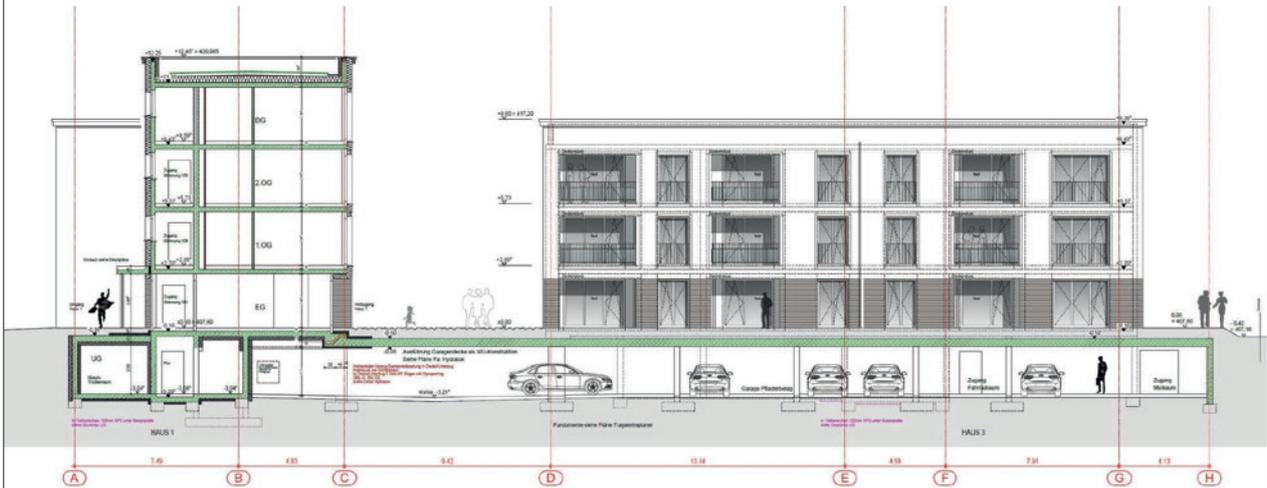
# Büro



07.01.2019 | Seite 46

Beispiele

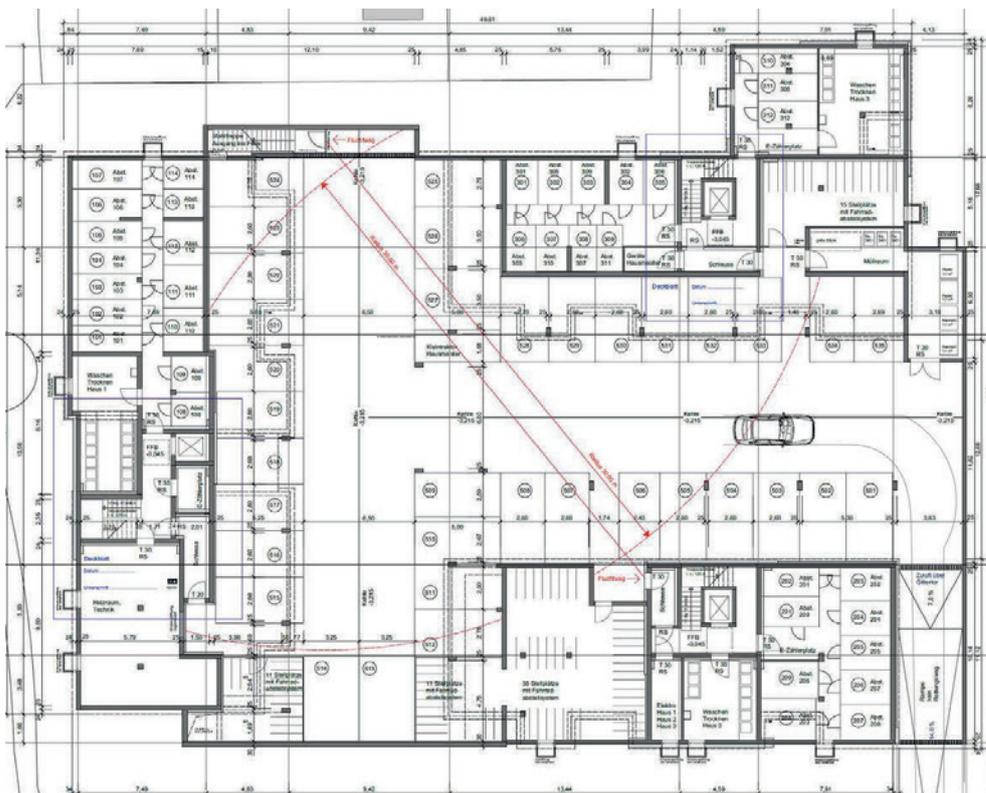
Siedlungswerk



07.01.2019 | Seite 47

Beispiele

Siedlungswerk



19 | Seite 48

## Wirtschaftlichkeit durch...



- **Ziele definieren**
- **Planungsteam führen**
- **Planung der Planung** (Termine)
- **Kubaturfaktor** (ca. 5 m<sup>3</sup>/qm Wohnfläche)
- **Rationelle Bauweise** (Stapeln v. Grundrissen, Leitungen)
- **Optimierung** der Ausschreibung und Vergabe
- **Ausstattungs Pakete** (Standards)  
Gesicherte hohe Qualität durch großes Einkaufsvolumen für  
Fliesen, Parkett, Sanitärausstattung, Duschkabinen...

> **Einsparpotential 15-20% in der KG 300/400  
ohne Qualitätsverlust!**

07.01.2019 | Seite 49



# Vielen Dank!

Harald Luger Dipl. Ing. Architekt

07.01.2019 | Seite 50

## **Building Information Modeling – Digitale Abwicklung von Bauprojekten**

**Prof. Dr.-Ing. Markus König**  
Ruhr-Universität Bochum

Kalksandstein Bauseminar 2019

RUB

## Building Information Modeling – Digitale Abwicklung von Bauprojekten

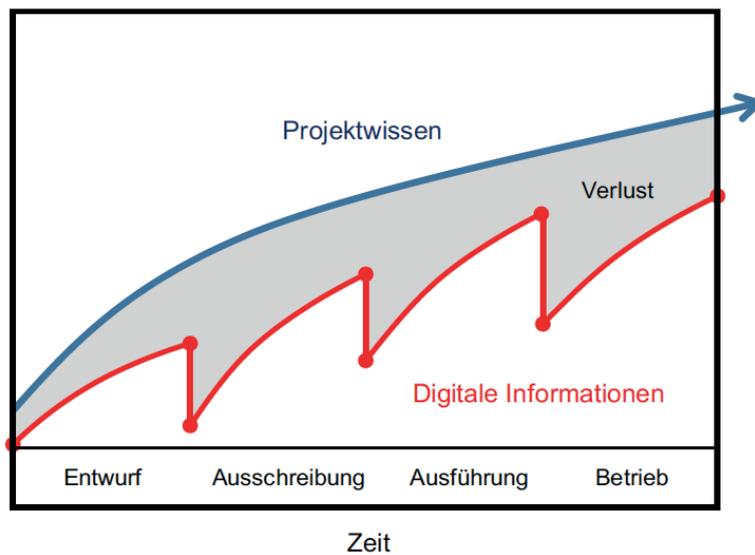
Prof. Dr.-Ing. Markus König  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen



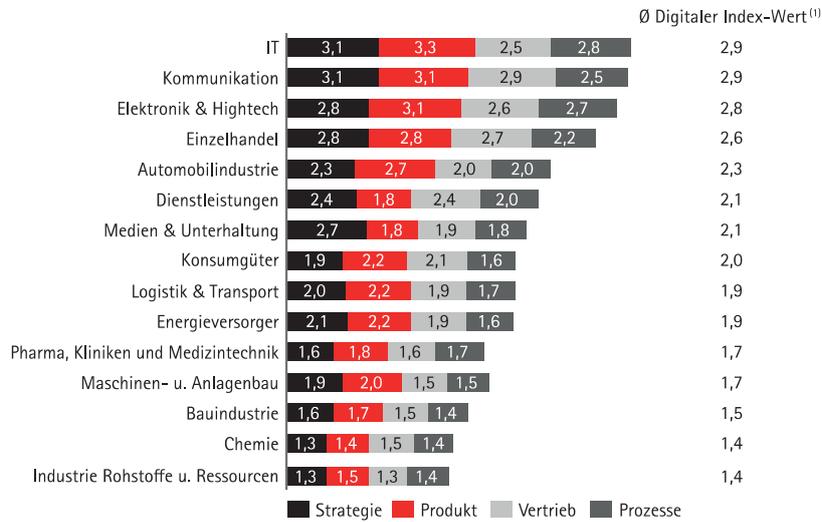
Kalksandstein Bauseminar 2019

KS Nord e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
[www.ks-nord.de](http://www.ks-nord.de)

## Motivation



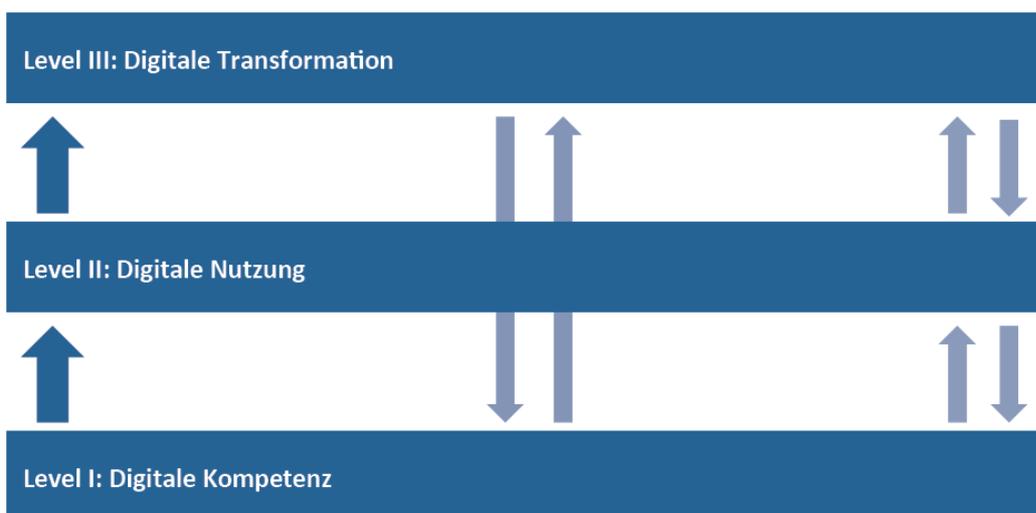
## Effizienzsteigerung durch Digitalisierung



(1) Ungewichteter Durchschnitt der vier Dimensionen (Prozesse, Vertrieb, Produkt und Strategie).  
Erweiterte Methodik gegenüber Digitalisierungsindex 2015 und 2014

Quelle: Top500 Digitaler Index Deutschland, Accenture 2016

## Digitale Transformation



Quelle: <https://svenruoss.ch/studie-ueber-die-digitale-transformation>

## Building Information Modeling

Building Information Modeling (BIM) bezeichnet eine **kooperative Arbeitsmethodik**, mit der auf der Grundlage **digitaler Modelle** eines Bauwerks die für seinen Lebenszyklus **relevanten Daten** konsistent erfasst, verwaltet und in einer **transparenten Kommunikation** zwischen den Beteiligten ausgetauscht oder für die weitere Bearbeitung übergeben werden

Building Information Model  
Building Information Modeling  
Building Information Management  
Building Information Method  
**Better Information Management**

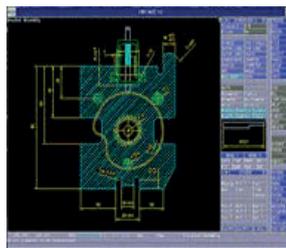


Quelle: Autodesk

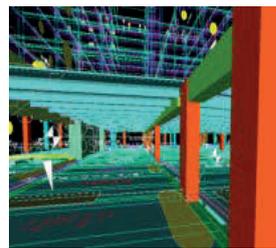
## Building Information Modeling



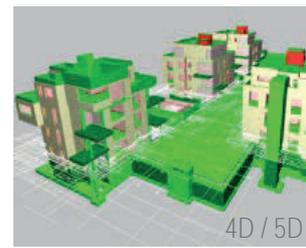
Zeichnung



2D-CAD



3D-CAD

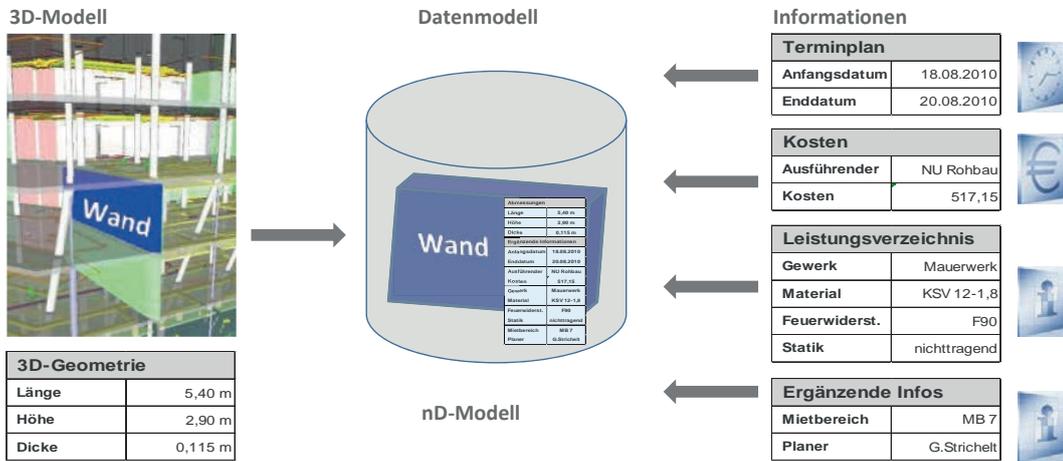


BIM

Entwicklung

Quelle: HOCHTIEF ViCon GmbH

# Building Information Modeling

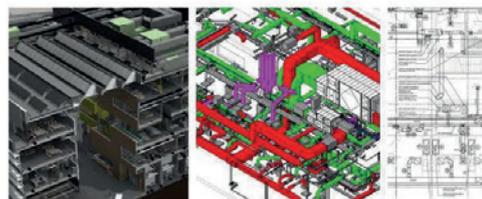


Quelle: HOCHTIEF ViCon GmbH

# Building Information Modeling

- Es gibt nicht nur ein BIM, sondern viele Ausprägungen
- BIM ist keine Software, sondern eine Methode (ein Konzept)
- BIM ist kein 3D Modell, sondern benutzt 3D Modelle
- BIM ist nicht neu, sondern nutzt neue Technologien und verbessert Prozesse

Ein BIM Projekt | Planung & Dokumentation



- 3D Planung mit vordefinierten Objekten
- Gemeinsam abgestimmte Methodik und Standards
- Enthaltene Informationen generieren Datenblätter und "tags"
- Generierung von 2D und 3D Ergebnissen

Ein BIM Projekt | Bauphase

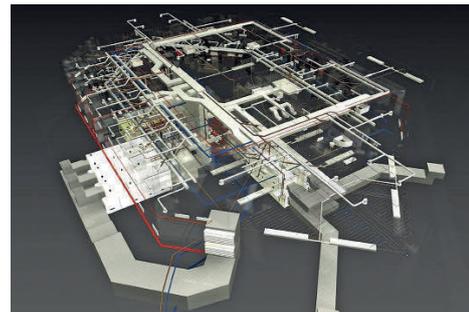
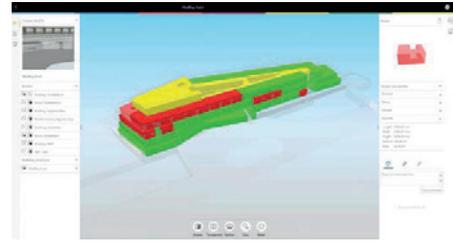
Quelle: Ilka May, Arup



- Virtuelle Daten mit Realität überlagert
- Daten-gestützte Abläufe und Beobachtungen (Monitoring)
- Verbessertes Verständnis der Planung

## Arbeiten mit Fachmodellen

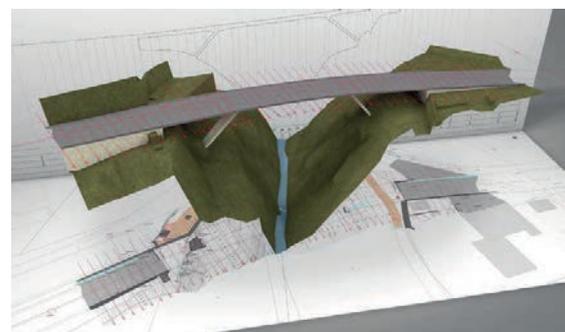
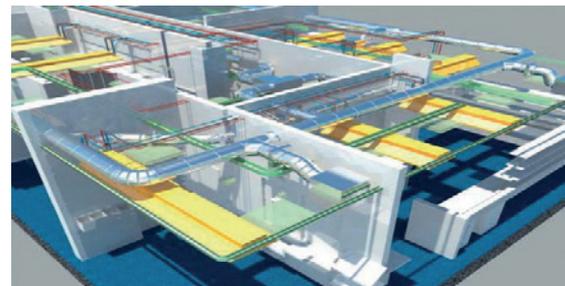
- Verantwortung für das Fachmodell, Modellerstellung, Qualitätssicherung und Urheberrecht bleiben beim Flachplaner
- Weitere Nutzung der bisher eingesetzten Software (welche i.d.R. bereits BIM-fähig ist) für die modellbasierte Planung
- Änderungen werden ausschließlich vom verantwortlichen Fachplaner vorgenommen



## Modellerstellung

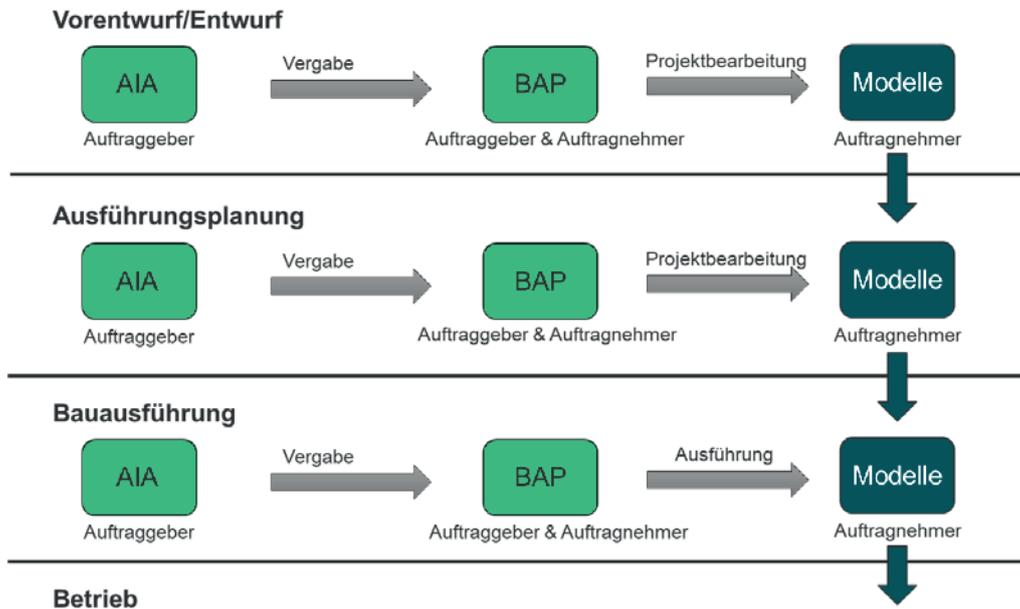
### Software verfügbar

- BIM Tools für wesentliche Fachplanungen verfügbar
- Parametrische Modellerstellung gewinnt an Bedeutung
- Ableitung von 2D-Plänen prinzipiell möglich (teilweise manuelle Ergänzungen)
- Detail- und Montageplanung häufig noch konventionell





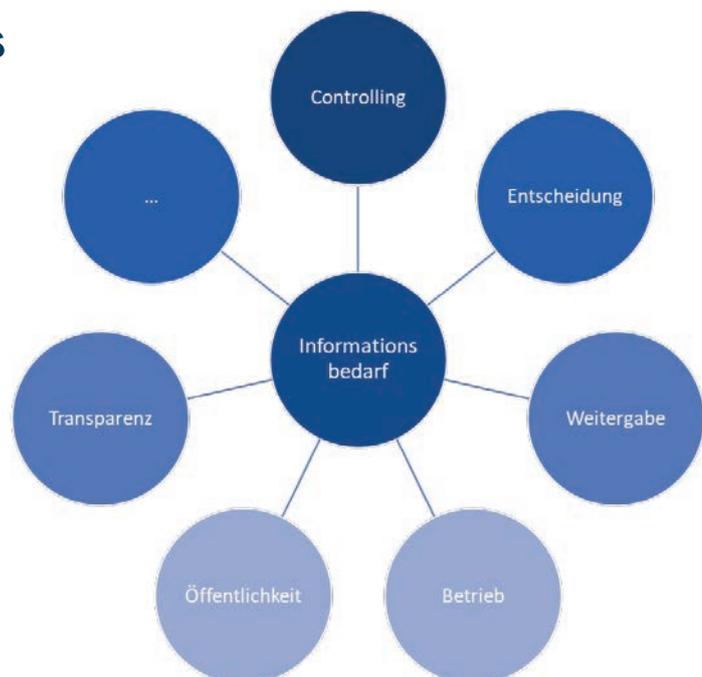
## BIM Referenzprozess



## BIM Referenzprozess

### Auftraggeber- Informationsanforderungen

- Welche Prozesse bzw. Anwendungen sollen durch die Informationen unterstützt werden?
- Wie detailliert sollen die Informationsanforderungen beschrieben sein?
- Welche Informationen müssen eventuell an Dritte weitergegeben werden?



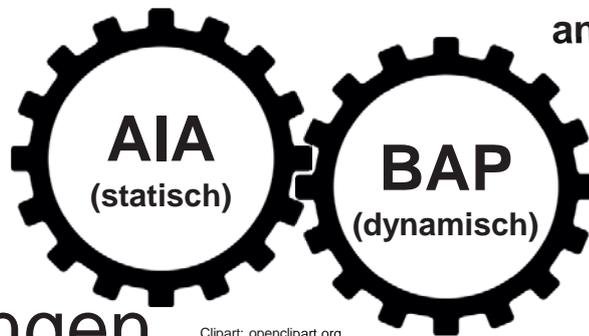
## BIM Referenzprozess

Wie? ⇒ Prozesse

Was? ⇒ Daten

BIM-Pflichtenheft  
anhand AwF

BIM-Lastenheft  
anhand BIM-  
Anwendungs-  
fällen (AwF)



Spielraum

Festlegungen

Festlegungen

Spielraum

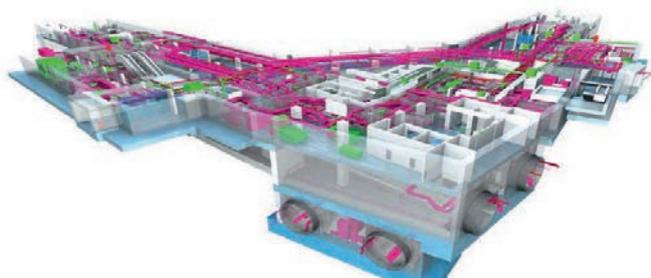
## Anwendungsfälle

### Was ist ein Anwendungsfall?

- Aufgaben und Lieferleistungen der Planung, Vergabe, Ausführung und Betrieb von Bauprojekten unter Nutzung des Modells
- Verwendung in bestimmten Projekt- oder Leistungsphasen

### Methoden und Technologien

- Verfahren oder Werkzeug für Umsetzung eines Anwendungsfalls
- Mengenermittlung, Clash Detection, 4D Modell, etc.

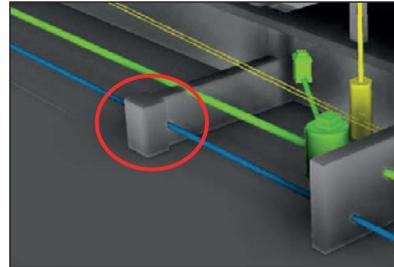


Quelle: HOCHTIEF ViCon GmbH

## Beispiel Planungskoordination

### BIM-gestützte Koordination der Fachwerk

- Fachplaner erstellen 3D-Fachmodelle
- Konsolidierung der Fachmodelle und automatisierte Kollisionsprüfung
- Konfliktlösung und Zuweisung von Verantwortlichkeiten in Koordinationsbesprechung
- Ggfs. Planungsänderungen zur konfliktfreien Werk- und Montageplanung



Identifizierter Konflikt



Gelöster Konflikt

Quelle: HOCHTIEF ViCon GmbH

## Beispiel Planungskoordination

### 1. Erstellung der Fachmodelle durch die Modellautoren

Fachdisziplin 1

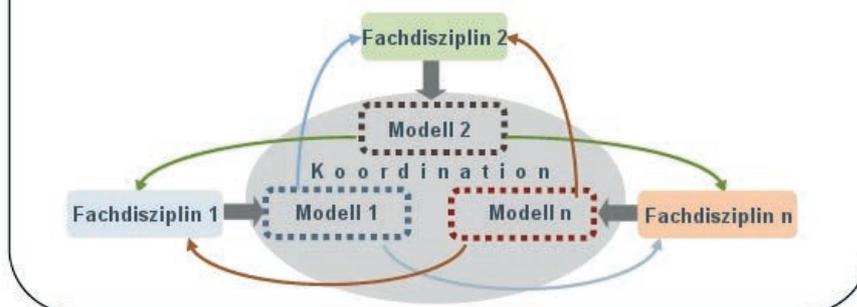
Fachdisziplin 2

Fachdisziplin n

Qualitätskontrolle

Quelle: BIM-Leitfaden für Deutschland, Forschungsinitiative ZukunftBAU

### 2. Koordination der fachspezifischen Modelle



## Beispiel Planungscoordination

- Erstellung Fachmodell 1

SHARED

WORK IN PROGRESS



Model v1 - Architektur

## Beispiel Planungscoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme

SHARED

WORK IN PROGRESS



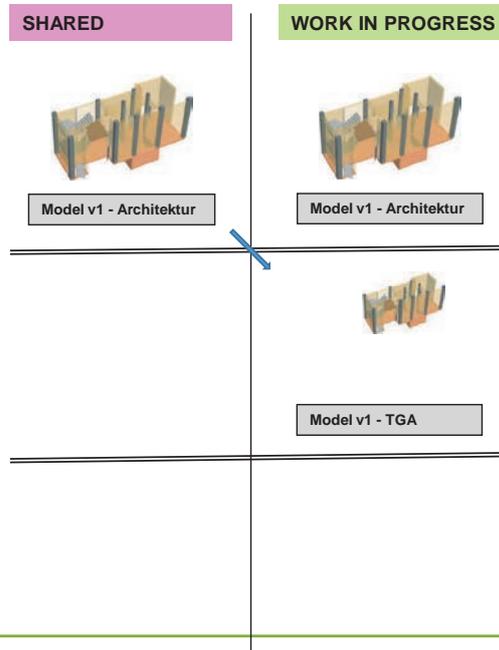
Model v1 - Architektur



Model v1 - Architektur

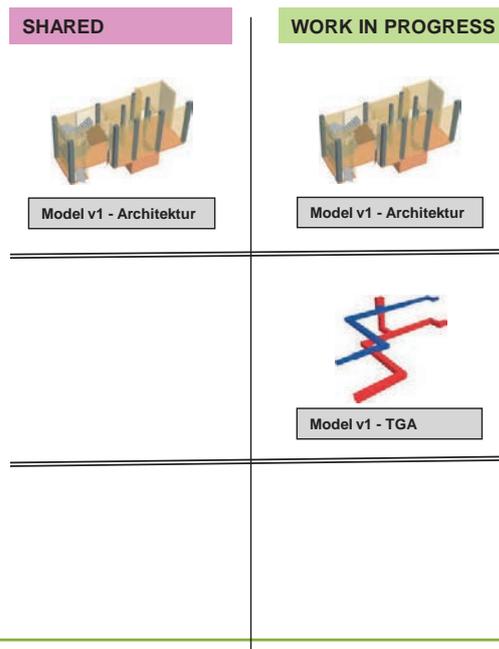
## Beispiel Planungscoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung



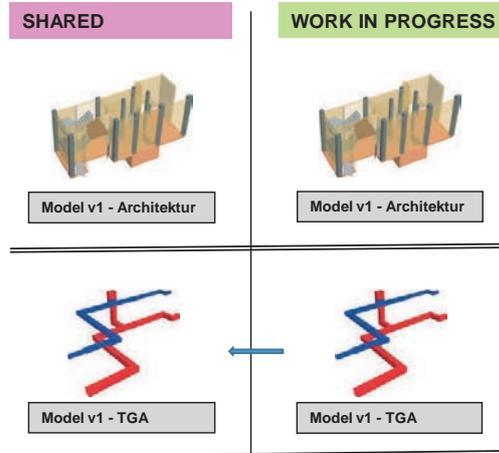
## Beispiel Planungscoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2



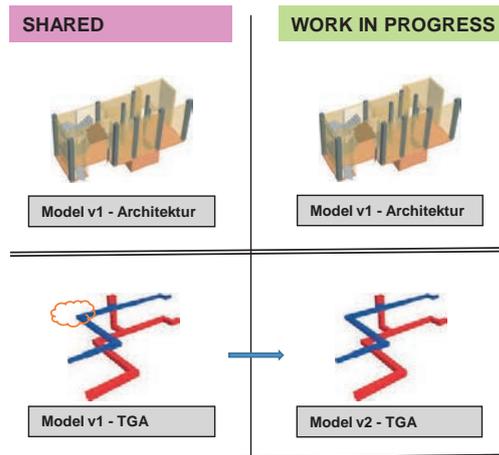
## Beispiel Planungskoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2
- Modellprüfung und Übernahme



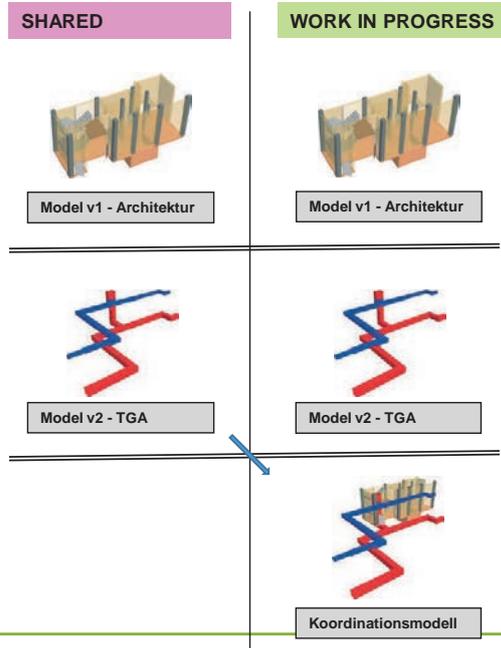
## Beispiel Planungskoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2
- Modellprüfung und Übernahme



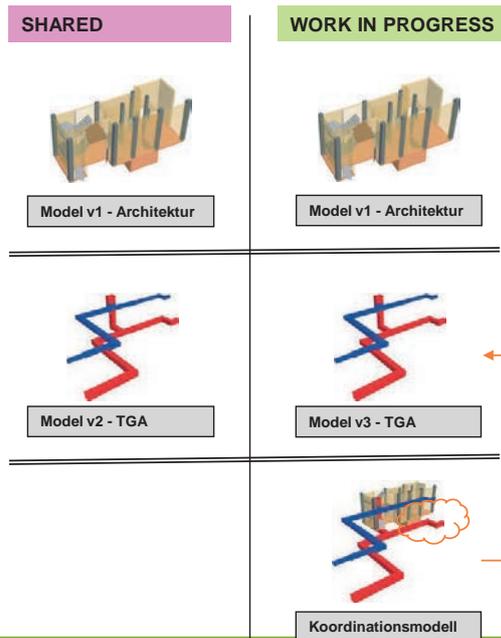
## Beispiel Planungskoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2
- Modellprüfung und Übernahme
- Koordination der Modelle



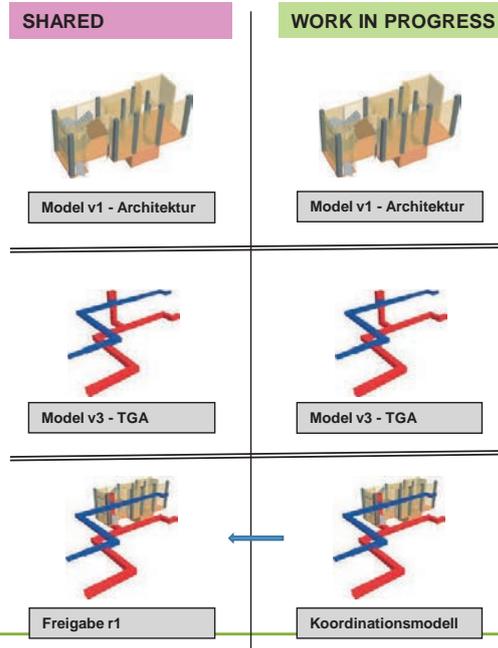
## Beispiel Planungskoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2
- Modellprüfung und Übernahme
- Koordination der Modelle
- Dokumentation und Meldung von Fehlern



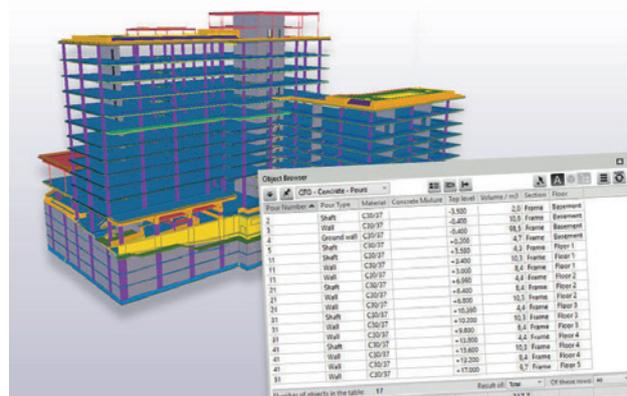
## Beispiel Planungscoordination

- Erstellung Fachmodell 1
- Modellprüfung und Übernahme
- Referenzierung
- Erstellung Fachmodell 2
- Modellprüfung und Übernahme
- Koordination der Modelle
- Dokumentation und Meldung von Fehlern
- Freigabe der Modelle



## Beispiel Mengenermittlung

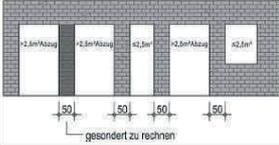
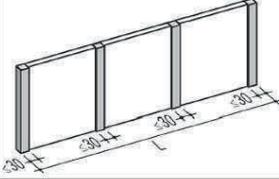
- Digitale Bauwerksmodelle können für die Mengenermittlung sehr vorteilhaft verwendet werden
- Nachvollziehbarkeit wird im Vergleich zu konventionellen Arbeitsweise signifikant verbessert
- Verschiedene Auslegungen der Mengen durch die VOB Übermessungsregeln können übernommen werden



Quelle: Mengenermittlung und Materiallisten (Tekla Software, Trimble)

## Beispiel Mengenermittlung

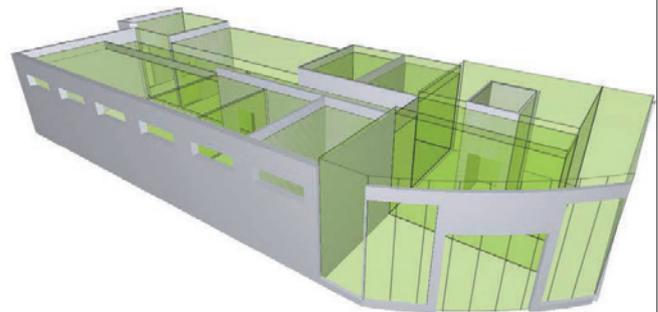
- Das Mengengerüst eines Bauprojekts wird für unterschiedliche Aufgaben benötigt
- Deshalb ist es von entscheidender Bedeutung, zuverlässig, effizient und sicher Mengen aus einem digitalen Gebäudemodell ermitteln zu können
- Neben den Nettomengen für Plausibilitätskontrollen gehören insbesondere in Deutschland auch prüfbare Mengen dazu, die den Regeln der VOB (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen) entsprechen

Worum geht es?	Wie wird gerechnet/ermittelt?	ATV
Aussparungen wie Öffnungen, Nischen und Durchdringungen, auch raumhoch z.B. von Decken- und Kragplatten 	$\leq 2,5 \text{ m}^2$ Einzelgröße übermessen, es gelten die jeweils kleinsten Maße der Aussparung	5.3.1
Aussparungen in Bodenbelägen aus Flach- oder Rollschichten 	$\leq 0,5 \text{ m}^2$ Einzelgröße übermessen	5.3.1
Unterbrechungen der Mauerwerksfläche durch stabartige Bauteile, z.B. Stützen, Fachwerkteile, Vorlagen Übermessungsregeln bei Abrechnung nach Längenmaß [m]	$\leq 30 \text{ cm}$ Einzelbreite übermessen	5.3.1
Unterbrechungen	$\leq 1 \text{ m}$ Einzellänge übermessen	5.3.2

Quelle: Eigene Darstellung

## Beispiel Mengenermittlung

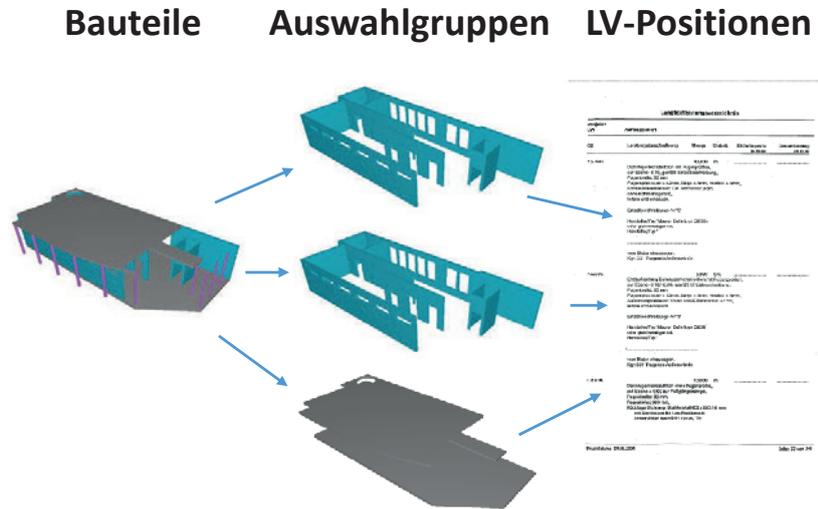
- Die Regeln für die Abrechnung von Bauleistungen machen es notwendig, dass neben der geometrischen Beschreibung der Bauteile weitere Objekte wie Öffnungen und Räume im Bauwerksmodell enthalten sind
- Die VOB Rechenregeln legen die Berechnungsgrundlagen und Abzugsregeln fest
- So werden Öffnungen in Bauteilen je nach ihrer Größe entweder der Fläche eines Bauteils hinzugerechnet oder abgezogen



Quelle: Wände mit Öffnungen und zugehörige Räume (Solibri Model Checker)

## Beispiel LV-Erstellung

- Automatisierte Verbindung von Teilleistungen (LV-Position) mit Bauteilen und zugehörigen Formeln zur Mengenberechnung
- Teilleistungen, die keinem Bauteil zugeordnet werden können, sind manuell zu ergänzen
- Wichtig ist die richtige Klassifikation der Bauteile



## Beispiel LV-Erstellung

- Im Rahmen der Ausschreibung können BIM-basierte Leistungsverzeichnisse übergeben werden
- Mengenermittlung und LV-Zuordnung kann durch den Bieter vollständig nachvollzogen werden
- Erfordert jedoch eine umfängliche Prüfung der Mengen und LV-Positionen (Nachtragsrisiko)



Quelle: Bemusterung mit iTWO 5D (RIB Software AG)

## Beispiel Abrechnung

- Falls eine modellbasierte Abrechnung vereinbart wurde, muss der Auftraggeber nur prüfen, ob die gewünschte Qualität erbracht wurde
- Die sehr kostenintensive Überprüfung, ob die Mengen stimmen, entfällt
- Das abgestimmte Modell liefert die Mengen und die Abrechnung erfolgt auf Basis diese Mengen

Quelle: desite MD Pro ceapoint GmbH

## Beispiel Abrechnung

- Falls die Leistung nicht dem digitalen Modell entspricht, ist weiterhin die Leistung aufzumessen
- Ein Aufmaß kann auch digital erfolgen
- Bauwerksmodelle können als Grundlage verwendet werden
- Ergebnisse können wiederum ins digitale Modell übertragen werden



Quelle: Leica Geosystems

## Beispiel Abrechnung

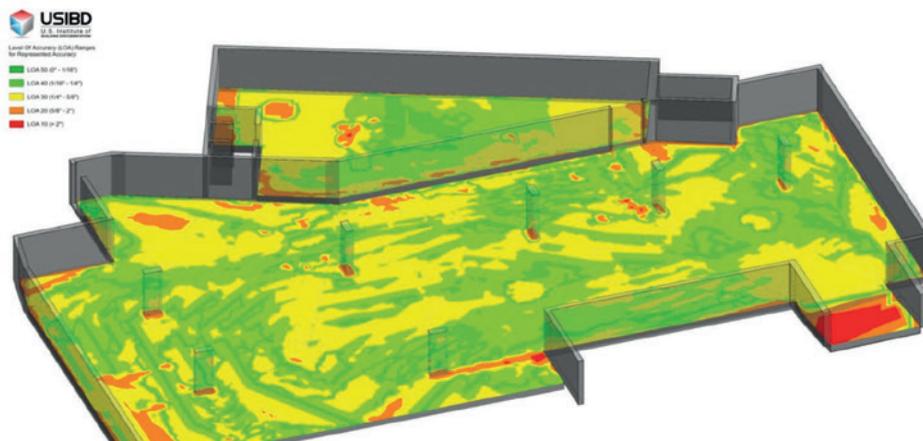
- Bei verdeckten Leistungen ist eine zusätzliche Dokumentation sinnvoll, z.B. bei abgedeckter Drainage, Bewehrungsstahl bevor Beton kommt, Leitungen bevor Putz aufgelegt wird
  - Laser Scanning
  - Fotodokumentation



Quelle: 3D Imaging Services

## Beispiel Abrechnung

- Insbesondere Punktwolken (Laser Scanning) können automatisch mit digitalen Bauwerksmodellen abgeglichen werden



Quelle: PointSense for Revit software

## Beispiel Baudokumentation

### As-built-Modell (Dokumentationsmodell)

- Zusammenstellung und Übergabe der erforderlichen Unterlagen auf Basis eines digitalen Bauwerksmodells
- WO genau WAS auf der Baustelle WANN passiert ist, kann anhand des Dokumentationsmodells besser organisiert werden
  - Bautagebuch
  - Abnahmen
  - Mängeldokumentation
  - Qualitätsprüfungen

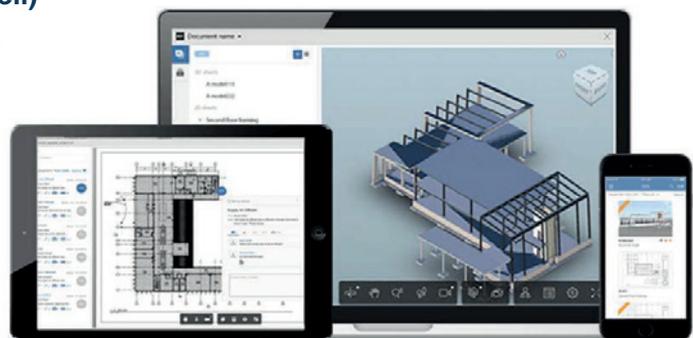


Quelle: Dalux BIM Viewer

## Beispiel Baudokumentation

### As-built-Modell (Dokumentationsmodell)

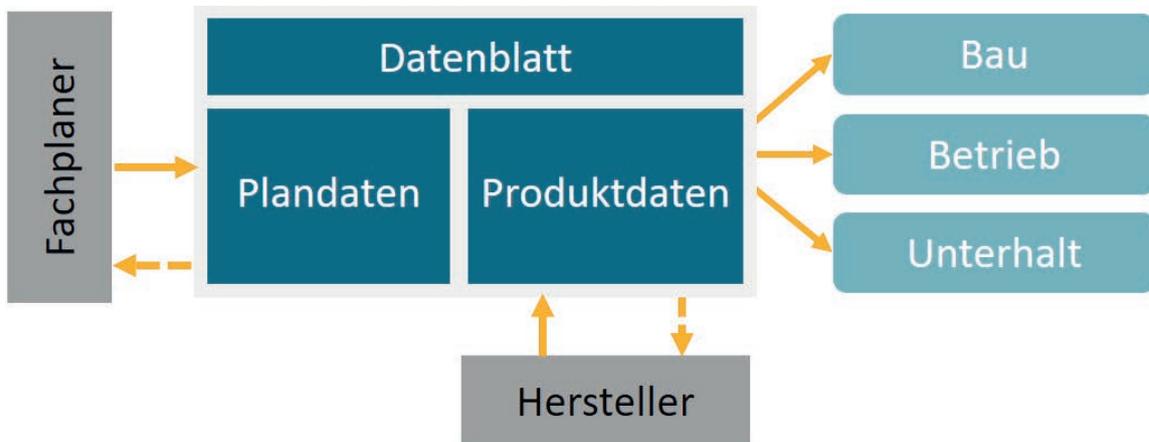
- Verknüpfung von Dokumenten, Fotos und Datenbanken mit einzelnen Modellelementen (Bauteile, Räume, Bereiche, Systeme, etc.)
- Wesentliche Änderungen während der Bauausführung werden auch im digitalen Bauwerksmodell umgesetzt
- Informationen über verwendete Produkte sind einzupflegen



Quelle: BIM 360 Docs - Autodesk

## Beispiel Baudokumentation

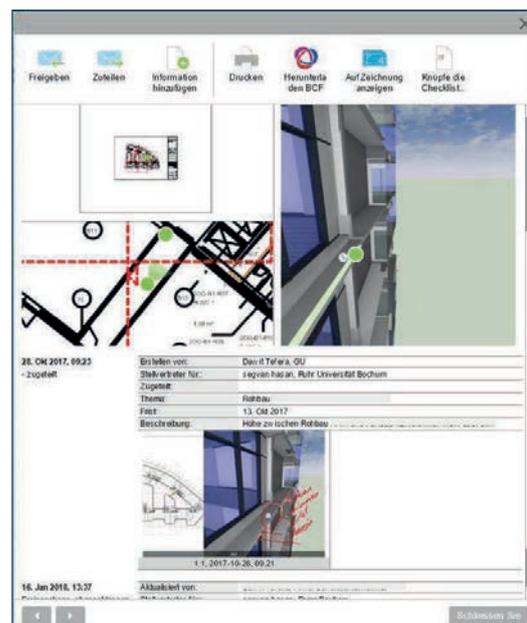
### Übernahme von Produktinformationen



Quelle: HECHT – cryo & gas expert gmbh, Businessunit LIBAL

## Beispiel Mängelerfassung

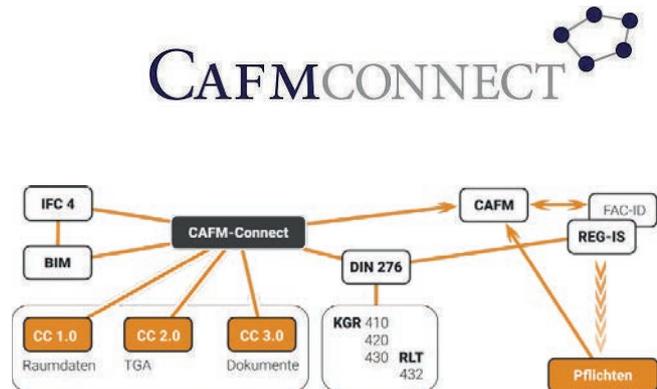
- Digitale Dokumentation von Mängeln und Verortung im Modell
  - Verknüpfung mit Fotos
  - Zuweisung von Verantwortlichkeiten
  - Nachverfolgung des Bearbeitungsstandes
  - Prüfung und Freigabe



Quelle: Dalux BIM Viewer

## Beispiel Übergabe an den Betrieb

- CAFM-Connect: Ein System zum Austausch von Gebäudedatenmodellen in der Betriebsphase
  - Katalog zur Systematisierung der
  - Räume nach DIN 277
  - Kosten nach DIN 276
  - Dokumente nach GEFMA 198
  - Lebenszyklusphasen und Bauwerkstypen nach GEFMA 924



Quelle: CAFM-Connect Initiative

## BIM-Anwendungsfälle

- Bestehende Prozesse und eigene BIM-Erfahrungen sind zu berücksichtigen
- BIM-Anwendungsfälle sind durch den Auftraggeber zu begleiten, zu prüfen und abzunehmen
- Der Nutzen einzelner BIM-Anwendungsfälle ist immer projektspezifisch zu betrachten

Nr.	Anwendungsfälle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Betrieb
Bestandsfassung											
AwF 1	Bestandsfassung										
Planung											
AwF 2	Planungsvariantenuntersuchung										
AwF 3	Visualisierungen										
AwF 4	Bemessung und Nachweissführung										
AwF 5	Koordination der Fachgewerke										
AwF 6	Fortschrittkontrolle der Planung										
AwF 7	Erstellung von Entwurfs- und Genehmigungsplänen										
AwF 8	Arbeits- und Gesundheitsschutz: Planung und Prüfung										
AwF 10	Kostenschätzung und Kostenberechnung										
Genehmigung											
AwF 9	Planungsfreigabe										
Vergabe											
AwF 11	Leistungsverzeichnis, Ausschreibung, Vergabe										
Ausführungsplanung und Ausführung											
AwF 12	Terminplanung der Ausführung										
AwF 13	Logistikplanung										
AwF 14	Erstellung von Ausführungsplänen										
AwF 15	Baufortschrittskontrolle										
AwF 16	Änderungsmanagement										
AwF 17	Abrechnung von Bauleistungen										
AwF 18	Mängelmanagement										
AwF 19	Bauwerksdokumentation										
Betrieb											
AwF 20	Nutzung für Betrieb und Erhaltung										

[www.bim4infra.de](http://www.bim4infra.de)

# BIM-Anwendungsfälle

## Definition

- Kurzbeschreibung des Anwendungsfalls

## Nutzen

- Wer hat einen Mehrwert durch die Umsetzung des Anwendungsfalls?
- Worin besteht dieser Mehrwert?

## Umsetzung

- Welche Schritte sind zur Implementierung des Anwendungsfalls erforderlich?
- Was ist dabei zu beachten?

[www.bim4infra.de](http://www.bim4infra.de)

**Steckbrief** BIM4INFRA2020

**AwF 1: Bestandserfassung**

**Zuordnung des Anwendungsfalls zu den Projektphasen**  
In welcher Leistungsphase wird der Anwendungsfall umgesetzt?

Nr.	Anwendungsfall	Leistungsphase gem. VOB	Arbeitsbereich							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Bestandserfassung									
2	Bestandserfassung									

**Definition**

Erfassung der wesentlichen Aspekte des Bestandes und Überführung in eine 3D-Ansicht durch ein gezieltes Aufmaß. Die Einsatzdaten dafür können aus bestehenden Unterlagen, Vermessungen, Laserscanning, Photogrammetrie, Geografischen Informationssystemen oder einer Kombination daraus stammen.

**Nutzen**

Welcher Mehrwert ist durch die Umsetzung des Anwendungsfalls zu erwarten?

- Reduzierung von Risiken durch Referenzieren des Projektbestandes in der Planungsphase und Erkennen von Schnittstellen zwischen Bestand und Neubau
- Unterstützung von Entscheidungsprozessen des AG im Projektverlauf
- Wiederverwendung und/oder Fortschreibung von Daten (Baufortschritt)
- Kostenreduzierung für erforderliche Bestandserfassung zukünftiger (zugewandelter) Bauprojekte

**Umsetzung**

Wie wird der Anwendungsfall umgesetzt?

1. Definition der erforderlichen Daten zur Bestandaufnahme
2. Aufnahme der geometrisch notwendigen Informationen
3. Überführung in ein strukturiertes BIM-Modell mit zusätzlichen Informationen als hochwertige Informationsbasis für den weiteren Projektverlauf und darüber hinaus

Modelle werden i.d.R. sukzessive oder vereinfacht erstellt  
 Weitere Detaillierung der Modelle im Projektverlauf – je nach Anforderung – möglich

# BIM-Anwendungsfälle

## Implementierungsvoraussetzungen

- Welche Vorkehrungen sind zur Umsetzung des Anwendungsfalls zu treffen?

## Input

- Worin bestehen mögliche Eingangsinhalte für die Umsetzung des Anwendungsfalls?

## Output

- Welche Ergebnisse können durch den Anwendungsfall generiert werden?

## Projekt-/Praxisbeispiele

- Wie können exemplarische Arbeitsergebnisse aussehen?

[www.bim4infra.de](http://www.bim4infra.de)

**Implementierungsvoraussetzungen**  
Was ist bei der Umsetzung des Anwendungsfalles zu berücksichtigen?

**Auftraggeber**

- Spezifikation zu Inhalt, Struktur und Umfang der 3D-Bestandsmodelle durch AG unter Berücksichtigung geltender Vorgaben (z.B. Teil der AIA notwendig)
- Schätzungsaufwand für die Anwendung von Werkzeugen zur Berechtigung und Prüfung der 3D-Bestandsmodelle

**Auftragnehmer**

- Erwerb von Kenntnissen und Techniken zur Schaffung von effizienten Daten (z.B. einer Punktwolke) und zur Erstellung des 3D-Bestandsmodells
- (ggf. Anschaffung BIM-fähiger Softwareprodukte (z.B. zur Datenverarbeitung einer Punktwolke, welche mit Hilfe eines Laser/Scanner) erstelgt wurde)

**Input**

- Daten, Modelle & Formate
- Punktwolke (LAS/LAZ)
- GIS-Daten (z.B. SHM/CityGML)
- Bestandspläne (PDF)
- Fotos (TRF)

**Output**

- IFC-Grundlagendatensatz
- Digitales Geländemodell
- Umgebungsmodell

**Projekt-/Praxisbeispiele**

Three images showing 3D point cloud and BIM models of infrastructure projects.

## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

### Prozessanalyse

- Wo existiert schon eine digitale Bearbeitung?
- Welche Schwierigkeiten existieren heute?
- Welche internen Potentiale bieten digitale Modelle?
- Welche Ziele verfolge ich mit der Einführung?
- Welche Verantwortlichkeiten sind zu berücksichtigen?

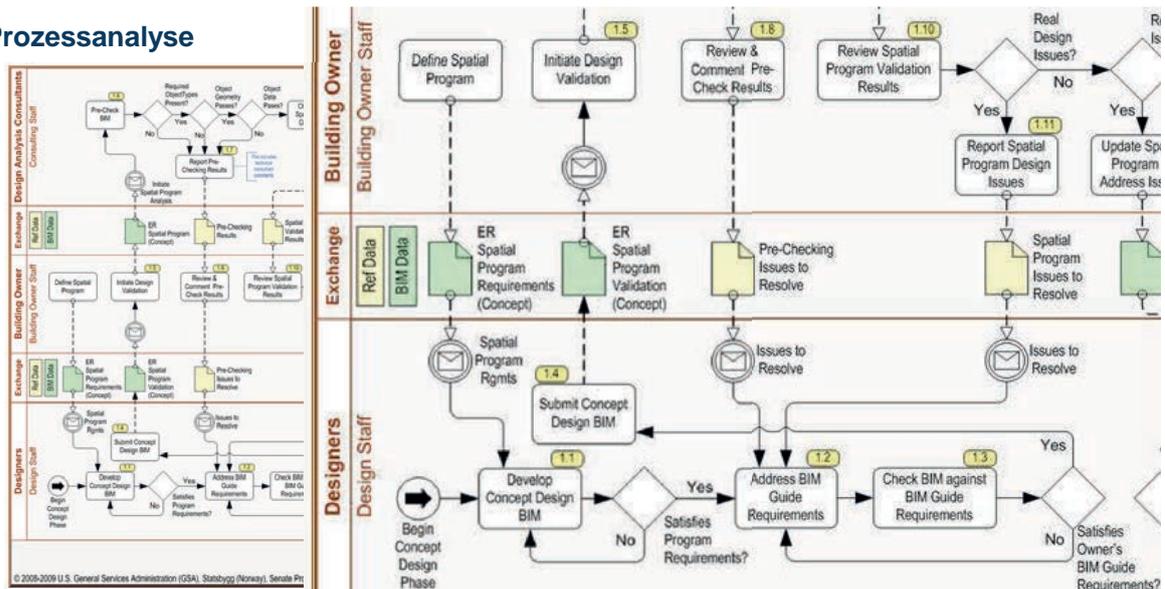


Quelle: RIB Software AG (angepasst)

Die Kenntnis der eigenen Abläufe ist Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz

## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

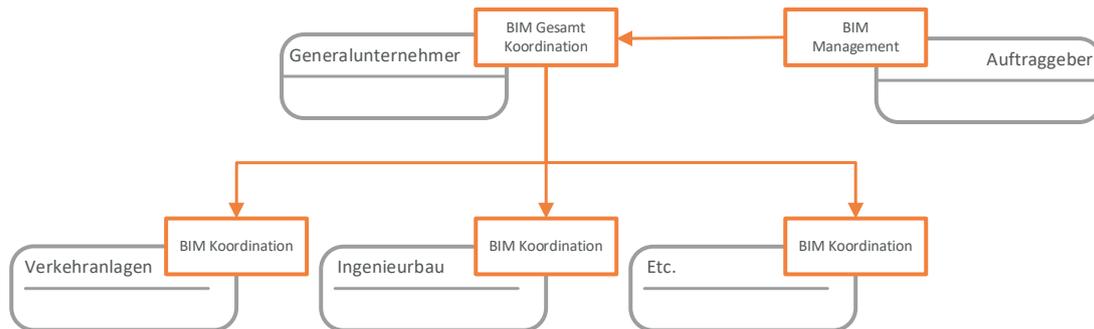
### Prozessanalyse



## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

### Neue Kompetenzen sind notwendig

- Qualitätsprüfung der digitalen Modelle
- Management des externen Informationsaustausches



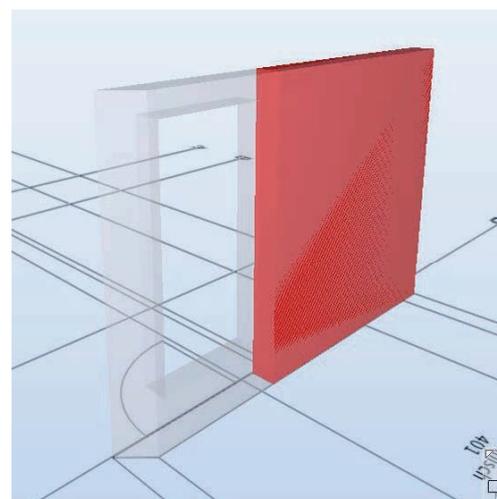
## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

### Qualitätsmanagement

- Etablierung eines internen Prüfprozesses
- Geeignete Software auswählen
- Interne Besprechungen am Modell
- keine parallele Bearbeitung

### Informationsmanagement

- Erfahrungen mit Open BIM sammeln (IFC, BCF, etc.)
- Interne Vorgaben zum Modellaufbau entwickeln
- Schnittstellen zwischen den eigenen Programmen beherrschen



Quelle: Solibri Model Checker



## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

### Industry Foundation Classes

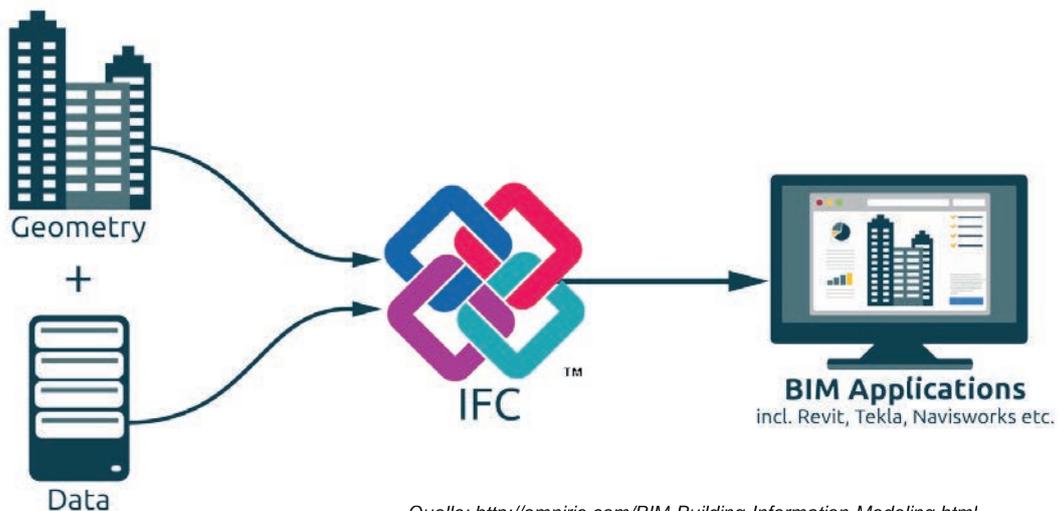
- Als wichtigstes Austauschformat gilt das IFC-Format (IFC – Industry Foundation Classes), welches von buildingSMART International entwickelt wurde
- IFC ermöglicht den softwareunabhängigen Austausch von Informationen unterschiedlicher Gewerke über den gesamten Lebenszyklus eines Bauwerks
- Neben geometrischen Daten bildet das IFC Modell weitere Eigenschaften des Gebäudemodells ab



Quelle: <http://blog.areo.io/what-is-ifc/>

## Herausforderungen bei der Einführung von BIM

### Industry Foundation Classes



Quelle: <http://omniric.com/BIM-Building-Information-Modeling.html>

## Vision der digitalen Baustelle

### Fazit und Ausblick

- Einzelne Anwendungen können schon sehr gut unterstützt werden
- Durchgängige und phasenübergreifende digitale Prozesse noch wenig vorhanden
- Technologien häufig bereit, werden jedoch noch nicht umfänglich eingesetzt
- Planen, bauen und betreiben muss ganzheitlich gesehen werden



<https://leica-geosystems.com/about-us/content-features/digital-construction>

## Kontakt

Ruhr-Universität Bochum  
Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften  
Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen

Prof. Dr.-Ing. Markus König

[lib+office@rub.de](mailto:lib+office@rub.de) | [www.inf.bi.rub.de](http://www.inf.bi.rub.de)

**bimNRW**

[info@bim-nrw.de](mailto:info@bim-nrw.de) | [www.bim-nrw.de](http://www.bim-nrw.de)

**planen bauen**  
4.0

Ansprechpartner für Qualifizierung (Aus- und Weiterbildung)  
[markus.koenig@planen-bauen40.de](mailto:markus.koenig@planen-bauen40.de) | [www.planen-bauen40.de](http://www.planen-bauen40.de)

**Anhang: Flanken im Fokus –  
Schallschutzplanung im Massivbau  
nach DIN 4109-2:2018-01**

**Dr.-Ing. Martin Schäfers**

2/2018 , Bauen +, Fraunhofer IRB Verlag

Martin Schäfers

# Flanken im Fokus

## Schallschutzplanung im Massivbau nach DIN 4109-2:2018-01

Die Schallübertragung über flankierende Bauteile kann einen dominierenden Einfluss auf den Schallschutz von Wohnungstrennwänden und -decken haben. Daher kommt der schalltechnisch günstigen Planung und Ausführung der Anschlussdetails zwischen Trennbauteil und Flanken eine zentrale Rolle bei der Realisierung eines guten Schallschutzes zu. Die grundlegenden bauakustischen Aspekte bezüglich der schalltechnisch günstigen Planung und Ausführung der Anschlussdetails im Massivbau sowie daraus abgeleitete Empfehlungen für deren baupraktische Ausführung sind Gegenstand des vorliegenden Beitrags.

### 1 Einleitung

Die Schallschutznorm DIN 4109 ist seit Generationen das zentrale Regelwerk für die Planung des baulichen Schallschutzes in Deutschland. Die neue Schallschutznorm wurde im Juli 2016 veröffentlicht und die bauaufsichtliche Einführung der Norm wird in den meisten Bundesländern in Kürze erfolgen bzw. ist bereits erfolgt (wie z.B. in Baden-Württemberg). Im Zuge der über 20-jährigen Überarbeitung der Schallschutznorm hat sich eine Reihe von Erkenntnissen über die schalltechnisch günstige Ausgestaltung von Anschlussdetails zwischen Trennbauteil und flankierenden Bauteilen ergeben, welche nachfolgend vorgestellt werden. Im Fokus steht dabei die Frage, wie sich eine akustisch günstige Gestaltung der Anschlussdetails mit den Erfordernissen der Baupraxis bzw. Bauausführung im modernen Mauerwerksbau in Einklang bringen lassen und somit wirtschaftlich ein guter Schallschutz in Wohnungen realisiert werden kann. Dabei zeigt sich, dass mit funktionsgetrennten Außenwandkonstruktionen mit tragender Wandschale und außenliegender Dämmebene mit einfachen Anschlussdetails ein guter Schallschutz sicher realisiert werden kann.

Zunächst wird ein Überblick über den aktuellen Stand der Schallschutznormung sowie der bauaufsichtlichen Einführung der Schallschutznorm gegeben.

### 2 DIN 4109 – aktueller Stand der Normung und bauaufsichtlichen Einführung

#### 2.1 Aktueller Stand der Schallschutznormung

Die neue Schallschutznorm gliedert sich in insgesamt 9 Teile, welche als Gesamtpaket im Juli 2016 veröffentlicht worden sind [1] bis [9]. Ein Überblick über die Struktur von DIN 4109 ist in Abb. 1 dargestellt.

Die Norm wurde bewusst modular aufgebaut, sodass bei zukünftig anstehendem Aktualisierungsbedarf einzelne Teile der Norm gezielt überarbeitet und neu herausgegeben werden können, ohne dass davon die jeweils anderen Teile betroffen werden. DIN 4109-1 definiert die Mindestanforderungen.

Bereits durch den Titel der Norm wird jetzt ersichtlich, dass dort kein Qualitätsniveau für den baulichen Schallschutz beschrieben wird, welches ein allgemein zufriedenstellendes Komfortniveau bietet, sondern dass es sich um die »untere Grenze« mindestens einzuhaltender Anforderungen handelt, welche bauaufsichtlich vorgeschrieben sind. Insbesondere beim Schallschutz im Geschosswohnungsbau sind sich Rechtsprechung und Experten darüber einig, dass privatrechtlich in aller Regel ein höheres Schallschutzniveau geschuldet ist. Um einen gegenüber dem Mindestschallschutz wahrnehmbar besseren Schallschutz zu erreichen, wird zum Beispiel bei der Luftschalldämmung eine Erhöhung der Mindestanforderungen um 3 dB empfohlen [10]. Dies bedeutet für

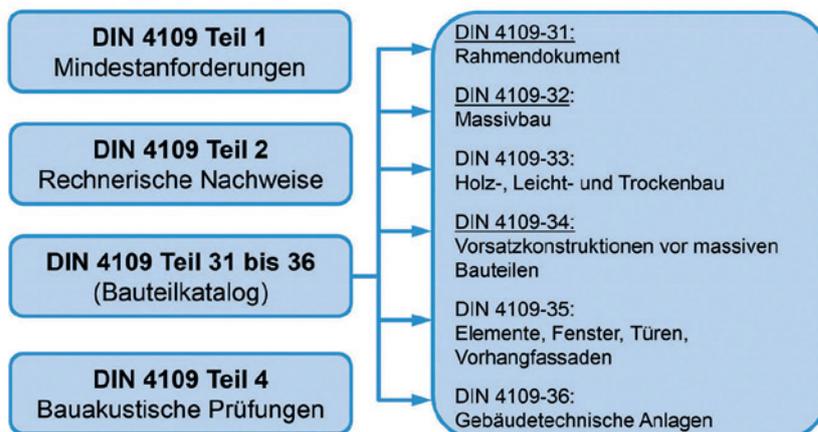


Abb. 1: Struktur der neuen Schallschutznorm DIN 4109

## SCHALLSCHUTZ IM MASSIVBAU

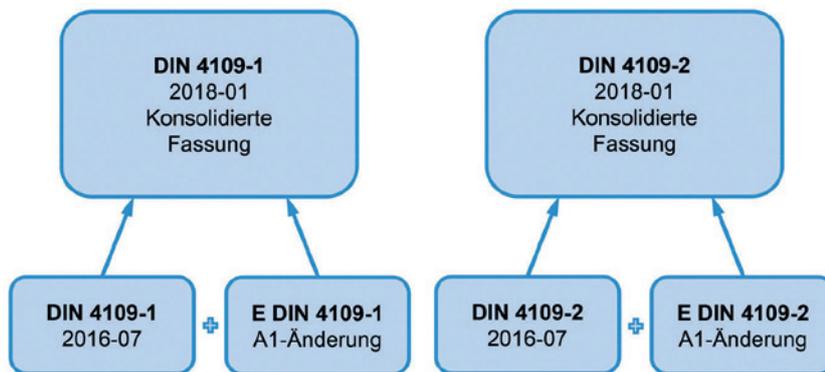


Abb. 2: Konsolidierte Neufassungen von DIN 4109-1 und DIN 4109-2

Wohnungstrennwände und -decken ein Bauschalldämm-Maß von  $R'_w \geq 56$  dB bzw.  $R'_w \geq 57$  dB.

DIN 4109-2 definiert Rechenverfahren zum Nachweis der Anforderungen aus Teil 1 der Norm sowie auch für darüber hinausgehende erhöhte Anforderungen. Die Normenteile 31 bis 36 enthalten Eingangsdaten für die rechnerischen Nachweise, welche nach Bauarten und -elementen getrennt in den einzelnen Teilen beschrieben werden. DIN 4109-4 gibt bauakustische Prüfverfahren an, mit denen die in der Normenreihe verwendeten schalltechnischen Größen – im Falle eines messtechnischen Nachweises – zu bestimmen sind. Es werden sowohl Verfahren für Labor- als auch für Baustellenmessung genannt, die weitestgehend in international harmonisierten Prüfnormen beschrieben sind. In drei Anhängen werden zusätzlich einzuhaltende nationale Ergänzungen zu den internationalen Prüfverfahren beschrieben.

Bereits ein halbes Jahr nachdem die neue Schallschutznorm erschienen war, wurden zu den Teilen 1 und 2 im Januar 2017 Änderungsblätter herausgegeben [11], [12]. Dies hatte in der Fachöffentlichkeit angesichts der über 20-jährigen Überarbeitungsdauer der Norm zum Teil zu deutlichem Unverständnis geführt. Die Erarbeitung und Herausgabe der beiden Änderungsblätter war jedoch erforderlich geworden, da kurz nach dem Ablauf der Einspruchsphase zu den Entwürfen der neuen Schallschutznorm Ende 2014 die 16. BImSchV [13] mit überarbeiteten Rechenverfahren für den Schienenverkehrslärm erschienen war. Die dort festgelegten Änderungen hatten zu erheblichen Problemen mit der An-

wendung der neuen Schallschutznorm bei Nachweisen des Schallschutzes gegenüber Außenlärm an Schienenverkehrswegen geführt. Weitere Details hierzu und die Hintergründe zu den Änderungen, die im Bereich des Nachweisverfahrens für den Außenlärm in DIN 4109 vorgenommen wurden, finden sich in [14].

Anfang dieses Jahres wurden DIN 4109-1 [15] und DIN 4109-2 [16] als konsolidierte Neufassungen herausgegeben (siehe Abb. 2). Dort wurden die Änderungen der beiden oben genannten Entwurfsblätter der A1-Änderungen inklusive der Ergebnisse des dazu erfolgten Einspruchsverfahrens eingearbeitet.

Neben den bereits angesprochenen Änderungen im Bereich des Schallschutzes gegenüber Außenlärm wurde in der Neufassung von DIN 4109-1 eine Anforderung für den Trittschallschutz von Balkonen neu aufgenommen ( $L'_{n,w} \leq 58$  dB). Dieses Anforderungsniveau wird bei Balkonen mit thermischen Entkopplungen häufig ohne weitere Maßnahmen erfüllt. Bei nicht entkoppelten Balkonen können hingegen Zusatzmaßnahmen wie schwimmend verlegte Gehbeläge auf den Balkonen erforderlich werden. Weiterhin wurde infolge eines Schlichtungsverfahrens, welches dem Einspruchsverfahren zu DIN 4109-1 gefolgt war, eine Fußnote zu Tabelle 2 in DIN 4109-1 aufgenommen, mit der die Anforderung an den bewerteten Normtrittschallpegel für Konstruktionen des Holz- und Leichtbaus (gemäß DIN 4109-33) von  $L'_{n,w} \leq 50$  dB auf  $L'_{n,w} \leq 53$  dB reduziert wird.

Angesichts der aus der bauakustischen Beratungspraxis bekannten häufigen Beschwerden zum Trittschallschutz trotz eingehaltener Min-

destanforderung der alten Norm ( $L'_{n,w} \leq 53$  dB) kann die Anwendung dieser Fußnote jedoch keinesfalls empfohlen werden. Vielmehr sollte im Bereich des Trittschallschutzes ein deutlich erhöhter Normtrittschallpegel von  $L'_{n,w} \leq 46$  dB anvisiert werden.

## 2.2 Bauaufsichtliche Einführung der neuen Schallschutznorm

Die bauaufsichtliche Einführung von Normen und weiteren technischen Regelwerken wird zukünftig nicht mehr über die Bauregelliste, sondern – infolge der Umsetzung des EuGH-Urteils C-100/13 zum deutschen Baurecht – durch die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB) erfolgen. Als Grundlage für die in den jeweiligen neuen Landesbauordnungen der Bundesländer in Kürze einzuführenden VV TB's dient die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB). Ursprünglich war die bauaufsichtliche Einführung der gesamten Schallschutznorm über die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) geplant. In zwei Entwürfen der MVV TB waren neben DIN 4109-1 auch DIN 4109-2 und DIN 4109-31 bis DIN 4109-36 als technische Baubestimmungen genannt. In der mittlerweile über das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) veröffentlichten finalen Fassung der MVV TB [17] ist eine bauaufsichtliche Einführung der neuen Schallschutznorm DIN 4109 hingegen nur für den Teil 1 der Norm »Mindestanforderungen« vorgesehen. Zum schalltechnischen Nachweis heißt es in der MVV TB, dass dieser für den Massivbau entweder nach DIN 4109-2:2016-07 mit den zugehörigen Bauteilkatalogen oder (mit einigen Einschränkungen) weiterhin nach Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989 geführt werden kann.

Diese Festlegung ist als außerordentlich problematisch zu betrachten, da seit vielen Jahren bekannt ist, dass die Nachweisverfahren in der alten Norm aus dem Jahr 1989 in verschiedenen Bereichen (massive Trennbauerteile mit leichten Flanken, Trittschall, Doppel- und Reihenhaustrennwände) zu drastischen Fehleinschätzungen führen können [18].

Die neue Schallschutznorm DIN 4109 war darüber hinaus seitens der zuständigen Normungsausschüsse unter der Voraussetzung erarbeitet

worden, dass die Mindestanforderungen in DIN 4109-1 zusammen mit den Nachweisverfahren in DIN 4109-2 und den Bauteilkatalogen in den Teilen DIN 4109-31 bis DIN 4109-36 eine Einheit bilden und als Gesamtpaket bauaufsichtlich eingeführt werden. Alle Normenteile sind bezüglich der herangezogenen Kenngrößen, Verfahren und des Sicherheitskonzepts aufeinander abgestimmt. Deshalb erscheint die Festlegung, dass die veralteten Nachweisverfahren nach DIN 4109 Beiblatt 1 auch zukünftig im Rahmen bauaufsichtlicher Nachweise angewendet werden dürfen, nicht als zielführend.

Unter Fachleuten besteht seit Jahren weitgehend Einigkeit darüber, dass die Verfahren nach DIN 4109-2 und DIN 4109-31 bis DIN 4109-36 den anerkannten Stand der Technik darstellen, und dass die Anwendung der alten Nachweisverfahren zu erheblichen Fehleinschätzungen führen kann (vgl. z.B. [18], [19] und [20]).

Die Anwendung der Nachweisverfahren der neuen Schallschutznorm ist entweder mittels einfacher Tabellenkalkulationsprogramme oder mit speziellen Softwareanwendungen einfach möglich. Bereits seit Anfang der 2000er-Jahre existieren entsprechende Softwareprogramme wie z.B. der KS-Schallschutzrechner [21] und werden seitdem mit wachsender Verbreitung in der Planungspraxis angewendet.

Seit der Veröffentlichung der Entwürfe aller Teile der neuen Schallschutznorm im Jahr 2013 ist eine weiter steigende Verbreitung der neuen Methoden in der Planungspraxis zu beobachten. Es ist festzustellen, dass die neuen Verfahren – bereits vor deren bauaufsichtlicher Einführung – in wachsendem Maße von Bauaufsichtsbehörden für den Schallschutznachweis zugelassen und in einigen Fällen sogar von diesen gefordert wurden. Der KS-Schallschutzrechner wurde seit dem Jahr 2013 bereits ca. 40.000 mal von der Homepage des Bundesverbands Kalksandsteinindustrie e.V. heruntergeladen, obwohl die mit dem Planungswerkzeug umgesetzten Verfahren bis Anfang 2018 nicht bauaufsichtlich eingeführt waren.

Umfangreiche Erfahrungen, welche u.a. im Rahmen der Beratungstätigkeit der regionalen Kalksandsteinbauberatungen gesammelt werden konnten,

bestätigen die Ergebnisse der verschiedenen Forschungsvorhaben, welche die Grundlage für DIN 4109-2 und DIN 4109-31 bis DIN 4109-36 bilden. Viele bisher betreute Objekte, an denen zum Teil auch Schallmessungen durchgeführt wurden, belegen, dass die neuen Planungs- bzw. Nachweisverfahren zu zutreffenderen Ergebnissen führen als die in DIN 4109 Beiblatt 1.

Die folgenden weiteren Rückmeldungen zur Anwendung der neuen Verfahren mit dem KS-Schallschutzrechner in der Planungspraxis können festgehalten werden:

- Die einfache Möglichkeit des Variantenvergleichs ermöglicht eine (kosten)optimale Auslegung aller an der Schallübertragung beteiligten Bauteile, dies führt zu wirtschaftlichen Lösungen.
- Der Aufwand für die Anwendung des Nachweisverfahrens nach DIN 4109-2 ist nach erfolgter Einarbeitung und unter Verwendung geeigneter Planungshilfen nicht größer als die Anwendung des alten Verfahrens.
- Das Rechenverfahren ist im Vergleich zu anderen Planungsverfahren die in der Planungspraxis allgemein akzeptiert sind (z.B. Tragwerksplanung mittels FEM, DIN V 18599) vergleichsweise transparent. Sowohl bei der Anwendung mit Software-Produkten wie dem KS-Schallschutzrechner als auch bei der Nutzung einfacher Tabellenkalkulationsprogramme sind alle Eingangswerte sowie die Zwischenergebnisse der Berechnung nachvollziehbar und können per Handrechnung überprüft werden.

Vor diesem Hintergrund kann der Planungspraxis nur die Empfehlung gegeben werden, zukünftig sowohl für den bauaufsichtlich geforderten Schallschutznachweis als auch für die Planung eines höheren, ggf. privatrechtlich vereinbarten bzw. geschuldeten Schallschutzniveaus die aktuellen Nachweisverfahren zu nutzen.

### 3 Grundzüge des Rechenverfahrens für den Geschosswohnungsbau

Beim alten Nachweisverfahren für Wohnungstrennwände und -decken aus DIN 4109:1989 Beiblatt 1 erfolgte die Berechnung des Bauschalldämm-

maßes anhand der Massentabelle, bei der direkt aus der flächenbezogenen Masse des Trennbauteils auf das Bauschalldämm-Maß  $R'_w$  geschlossen werden konnte. Der Einfluss der flankierenden Schallübertragung wurde durch einen pauschalen Korrekturwert berücksichtigt, dessen Größe von der mittleren flächenbezogenen Masse der an das Trennbauteil anschließenden Flankenbauteile abhängt.

Genau an dieser Stelle liegt das Problem des alten Nachweisverfahrens: Die Bildung des Mittelwerts der flä-

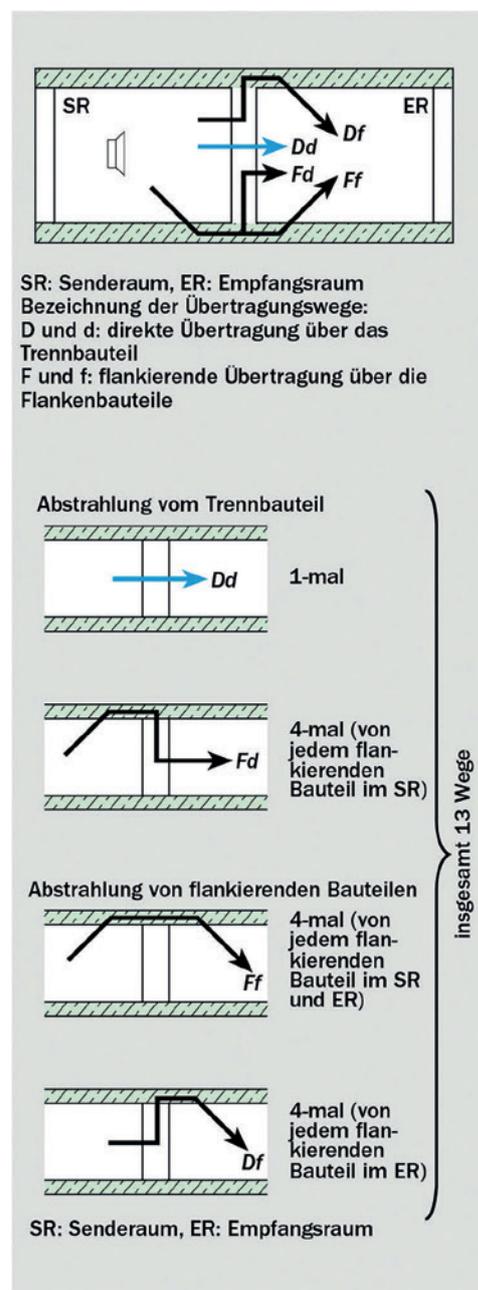


Abb. 3: Direkte und flankierende Übertragungswege zwischen zwei Räumen [10]

## SCHALLSCHUTZ IM MASSIVBAU

chenbezogenen Massen der Flankenbauteile führt insbesondere dann, wenn einzelne vergleichsweise leichte Flanken in der betrachteten Übertragungssituation vorhanden sind, zu falschen Ergebnissen [10], da in physikalischer Sicht eine Art Reihenschaltung von Widerständen (= Schalldämm-Maßen  $R_w$ ) vorliegt, bei der das schwächste Glied das Gesamt-Schalldämm-Maß (= Bauschalldämm-Maß  $R'_w$ ) dominiert. Weitere Randbedingungen, welche einen maßgeblichen Einfluss auf das Bauschalldämm-Maß haben, wie z.B. die konkreten Abmessungen der Übertragungssituation, die Art der Stoßstellen (X-Stoß oder T-Stoß) und die Anbindung der Flanken, wurden von dem alten Nachweisverfahren nicht berücksichtigt. Diese Einschränkungen grenzen den Anwendungsbereich des alten Verfahrens deutlich ein und führen dazu, dass dieses bei aktuellen Wohngebäuden in vielen Fällen keine angemessenen Ergebnisse liefert.

Diese »Konstruktionsmängel« des alten Nachweisverfahrens wurden im neuen Verfahren nach DIN 4109-2 behoben. Die Ermittlung des Bauschalldämm-Maßes erfolgt dort auf der Grundlage einer systematischen Betrachtung aller relevanten Schallübertragungswege, deren Beiträge unter Berücksichtigung der vorliegenden Geometrie sowie der Stoßstellen zur gesamten Schallübertragung zusammengefasst werden (Abb. 3). Dies erfolgt mittels einer »energetischen Addition« der Anteile aller Übertragungswege gemäß Gleichung (1)

$$R'_w = -10 \lg \left[ 10^{-\frac{R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{i=1}^4 \left( 10^{-\frac{R_{F(i),w}}{10}} + 10^{-\frac{R_{T(i),w}}{10}} + 10^{-\frac{R_{X(i),w}}{10}} \right) \right] \text{ dB} \quad (1)$$

Insgesamt setzt sich eine Übertragungssituation in der Regel aus 13 Übertragungswegen zusammen. Neben der Schallübertragung über das Trennbauteil ( $R_{Dd,w}$ ) verlaufen 12 dieser Übertragungswege über die Flankenbauteile ( $R_{ij,w}$ ). Der wesentliche Paradigmenwechsel, der bei der Umstellung auf das neue Verfahren vollzogen wird, ist, dass nicht mehr die Schalldämmung eines einzelnen Bauteils im Fokus steht, sondern dass die Schalldämmung des in eine Übertragungssituation eingebundenen Trennbauteils ermittelt wird. Die schalltechnische Leistung eines Bauteils wird dabei durch das Direktschalldämm-Maß  $R_w$  quantifiziert. Das Bauschalldämm-Maß  $R'_w$  kennzeichnet hingegen die Schalldämmung, welche das Trennbauteil in einer konkreten Einbausituation zwischen zwei Räumen erreicht (Abb. 4).

Tab. 1: in den Rechenmodellen von DIN 4109 Beiblatt 1 und DIN 4109-2 berücksichtigte Einflussparameter

	DIN 4109, Bbl. 1	DIN 4109-2	
Bauteile	Masse des Trennbauteils $m'$	✓	✓
	Masse der Flanken $m'$	pauschal	✓
	Vorsatzschale auf Flanken	pauschal	✓
	ungünstige Lochung	-	✓
Geometrie	Trennbauteilfläche $S_s$	-	✓
	Kantenlänge der Flanken $l_f$	-	✓
	Flankenfläche $A_f$	-	✓
Stoßstellen	Anbindung der Flanken	-	✓
	Kreuz- oder T-Stoß	-	✓
	elastische Entkopplung	-	✓

*Beispiel: eine 24 cm dicke KS-Wohnungstrennwand der Rohdichteklasse 2,2 mit beidseitigem Putz weist bei einer flächenbezogenen Masse von  $m' = 524 \text{ kg/m}^2$  ein Direktschalldämm-Maß von  $R_w = 61,8 \text{ dB}$  auf. Das Bauschalldämm-Maß, welches diese Konstruktion in einer typischen Einbausituation mit starr angebondenen, massiven Flankenbauteilen hoher Rohdichte erreicht, liegt bei etwa 56 dB. Allein die geometrischen Abmessungen der Übertragungssituation sowie die Frage, wie viele Kreuz-Stöße und wie viele T-Stöße vorliegen, können dazu führen, dass das Bauschalldämm-Maß dieser Wohnungstrennwand zwischen 55 dB und 57,5 dB variiert. Dieses Beispiel zeigt deutlich, dass die Schallschutzplanung bzw. der Nachweis immer auf Basis der Modellierung der konkreten (maßgeblichen) Übertragungssituation erfolgen sollte.*

In Tab. 1 sind die im Rahmen der Berechnung nach alter und neuer Norm zu berücksichtigenden Einflussparameter gegenübergestellt. Der Vergleich verdeutlicht, dass eine Dimensionierung der einzelnen Schallübertragungswege mit dem alten Verfahren nicht möglich ist, da viele der eingangs erwähnten Parameter, die einen deutlichen Einfluss auf das Bauschalldämm-Maß haben, nicht berücksichtigt werden. Das neue Rechenverfahren nach DIN 4109-2 bietet hingegen die Möglichkeit, eine gezielte Optimierung aller Schallübertragungswege vorzunehmen und damit eine wirtschaftliche Auslegung der Baukonstruktionen (Wände und Decken, ggf. Vorsatzschalen) zu realisieren. Eine detaillierte Beschreibung des neuen Rechenverfahrens sowie Berichte über bisher gesammelte Erfahrungen mit dessen Anwendung finden sich z.B. in [22], [23] oder [10]. Die rechnerische Ermittlung der einzelnen Flankenschalldämm-Maße  $R_{ij,w}$  wird im nachfolgenden Abschnitt erläutert.

## 4 Rechnerische Ermittlung der Flankenschalldämm-Maße

### 4.1 Einflussgrößen auf die Flankenschalldämmung und Berechnung gemäß DIN 4109-2

Die für Gleichung (1) benötigten Flankenschalldämm-Maße ergeben sich gemäß DIN 4109-2 wie folgt:

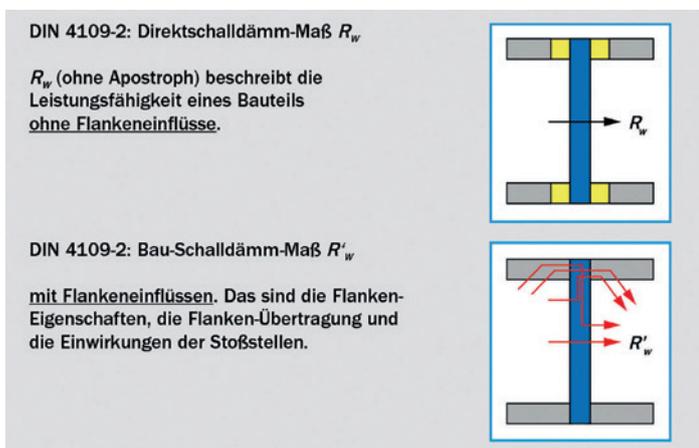


Abb. 4: Direktschalldämm-Maß  $R_w$  und Bauschalldämm-Maß  $R'_w$

$$R_{ij,w} = \frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij} + 10 \lg \left[ \frac{S_s}{l_0 l_f} \right] \text{ dB} \quad (2)$$

$R_{i,w}$  und  $R_{j,w}$  sind die Direktschalldämm-Maße der Bauteile auf dem betrachteten Übertragungsweg. Mit  $\Delta R_{ij,w}$  wird die Verbesserung (oder Verschlechterung) des Schalldämm-Maßes durch zusätzlich auf den betrachteten Bauteilen angebrachte Vorsatzkonstruktionen (z.B. schwimmende Estriche) berücksichtigt.  $K_{ij}$  ist das Stoßstellendämm-Maß auf dem Übertragungsweg. Der letzte Summand berücksichtigt die vorliegenden geometrischen Zusammenhänge (Fläche des Trennbauteils und Kopplungslänge zwischen demselben und der angeschlossenen Flanke).

Das Stoßstellendämm-Maß  $K_{ij}$  ist zum einen abhängig davon, um welche Art Stoß (Ecke, T- oder Kreuz-Stoß; starr angebunden oder entkoppelt) es sich handelt. Zum anderen hängt  $K_{ij}$  vom Verhältnis der flächenbezogenen Massen auf dem Übertragungsweg ab [4]. In der Gesamtbetrachtung führen Kreuzstöße aufgrund ihrer größeren Steifigkeit zu höheren Flanken-Schalldämm-Maßen als T-Stöße oder Ecken. Dieser Zusammenhang führt dazu, dass Raumsituationen mit vielen T-Stößen schalltechnisch ungünstiger sind als Räume, die nur wenige T-Stöße und mehr Kreuz-Stöße aufweisen [24]. Aufgrund dessen sind z.B. Eckräume in vertikaler Richtung häufig die schalltechnisch kritischen und somit maßgeblichen Räume. Außerdem ergibt sich daraus, dass versetzt angeordnete Grundrisse zu geringerem Schallschutz führen, als deckungsgleich übereinander angeordnete.

#### 4.2 Einfluss der flächenbezogenen Masse flankierender Bauteile auf das Bauschalldämm-Maß

Der Einfluss der flächenbezogenen Masse flankierender Bauteile auf die Stoßstellendämm-Maße und die entsprechenden Flankenschalldämm-Maße nach Gleichung (2) ist exemplarisch für die starre Anbindung einer typischen Wohnungstrennwand (24 cm Mauerwerk, RDK 2,0, beidseitig verputzt) an eine Außenwand in Abb. 5 dargestellt. Das Diagramm zeigt, dass die Stoßstellendämm-Maße mit zunehmender flächenbezogener Masse der flankierenden Außenwand ab-, die resultierenden Flankenschalldämm-Maße hingegen zunehmen. Insgesamt dominiert in Gleichung (2) also der Einfluss des Direktschalldämm-Maßes  $R_w$  des flankierenden Bauteils. Das Fazit aus diesen Zusammenhängen lautet: Mit Blick auf das Bauschalldämm-Maß  $R'_w$  wirkt es sich günstig aus, wenn die Flankenbauteile schwer ausgeführt werden. Dies gilt auch für andere Arten von Stößen wie Kreuz- oder Eckstöße.

### 5 Ausführung der Anschlussdetails als Schlüssel zum Erfolg

Die Schallübertragung über flankierende Bauteile kann einen dominierenden Einfluss auf das Bauschalldämm-Maß einer Übertragungssituation haben [10]. Daher kommt der schalltechnisch günstigen Planung und Ausführung der An-

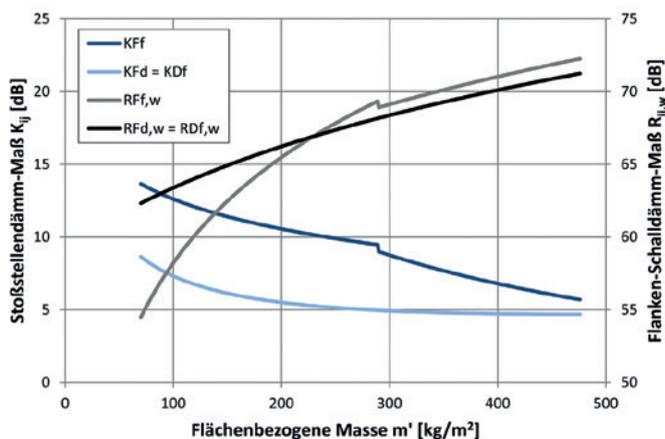


Abb. 5: Stoßstellendämm-Maße und Flankenschalldämm-Maße der Anbindung einer Wohnungstrennwand an die Außenwand (T-Stoß) in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse der flankierenden Außenwand

schlussdetails zwischen Trennbauteil und Flanken eine zentrale Rolle bei der Realisierung eines guten Schallschutzes zu. Bereits mit der Festlegung der Geometrie eines Gebäudes können die Weichen hierfür gestellt werden. Beispielsweise führen deckungsgleich übereinander angeordnete Grundrisse zu einem besseren Schallschutz, da dort in den Übertragungssituationen mehr schalltechnisch günstige Kreuzstöße vorhanden sind als bei versetzt angeordneten Grundrissen (s.o.).

Die klassische Verbindung zwischen Mauerwerkswänden stellt der gemauerte Verband dar (Abb. 6a). Im modernen Mauerwerksbau mit großformatigen Steinen bzw. Elementen werden die Stoßstellen aufgrund der deutlich schnelleren Bauausführung heute aber in aller Regel entweder als Stumpfstoß (Abb. 6b) oder als »durchgeführte« Variante (Abb. 6c) – jeweils unter Verwendung von Stumpfstoßankern – ausgeführt.

Mit zusätzlich eingebauten Trennschichten wie z.B. Mineralfaser-, Kork- oder Bitumenfilzstreifen können Stoßstellen auch planmäßig akustisch entkoppelt werden. Dies kann je nach Anbindung der Flanken zu einer Verbesserung oder Verschlechterung der Flankenschalldämmung führen. Wird ein flächiges Trennbauteil (Wand oder Decke) an mehreren Rändern elastisch entkoppelt, verringert sich dessen Direktschalldämm-Maß. Dies resultiert aus:

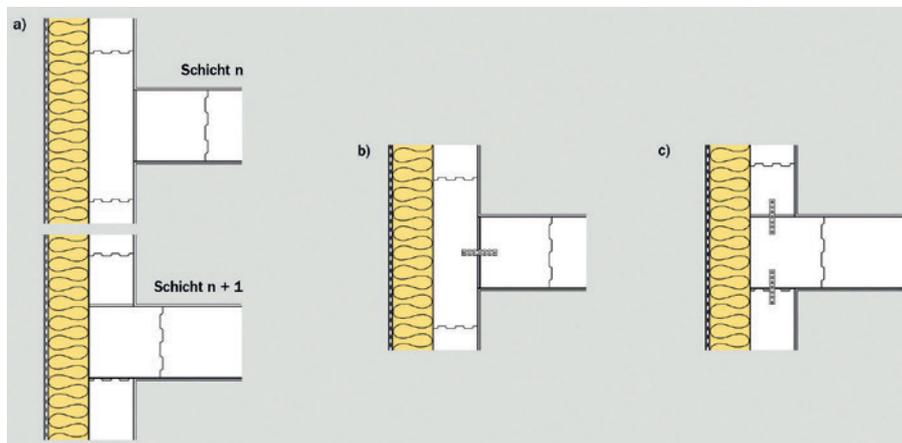


Abb. 6: Unterschiedliche Stoßstellenausführungen im Massivbau: a) im Verband gemauert, b) Stumpfstoß, c) durchgeführte Trennwand [25]

SCHALLSCHUTZ IM MASSIVBAU

Flächenbezogene Masse m' der Wand	Anzahl n der entkoppelten Flanken	
	n = 2 – 3	n = 4
m' ≤ 150 kg/m²	2 dB	4 dB
m' > 150 kg/m²	3 dB	6 dB

Tab. 2: Korrekturwert  $K_e$  in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse  $m'$  des Trennbauteils und der Anzahl  $n$  der entkoppelten Flanken, aus [26]

- geringerer Energieableitung an benachbarte Bauteile,
- verändertem modalen Schwingungsverhalten,
- erhöhter Schallabstrahlung.

Die Höhe der Verringerung des Direkt-schalldämm-Maßes ist dabei abhängig von der Anzahl der entkoppelten Ränder des Bauteils und der flächenbezogenen Masse desselben. In DIN 4109-2 wird die Verringerung des Direkt-schalldämm-Maßes durch die elastische Entkopplung der Bauteilränder näherungsweise mit dem Korrekturwert  $K_e$  berücksichtigt (Tab. 2).

Welche der genannten Stoßstellen-ausführungen in schalltechnischer Hinsicht am geeignetsten sind, hängt von der Art und Funktion der anzuschließenden Bauteile (AW, IW, TW, Geschossdecke, etc.), der Höhe des geplanten Schallschutzniveaus sowie von weiteren Faktoren ab. Für die üblicherweise im Massivbau auftretenden Stoßstellen werden nachfolgend die günstigsten Lösungen erörtert.

5.1 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand

Der Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand wird seit Einführung der Stumpfstoßtechnik in der Regel als Stumpfstoß ausgeführt (Abb. 6b). Die Dicke der Anschlussfuge ist abhängig von der handwerklichen Ausführungsqualität und variiert in der Praxis zwischen nahezu 0 cm (ohne Mörtel) bis zu mehr als 3 cm. Der eingebrachte Normalmauermörtel schwindet häufig so stark, dass sich klar erkennbare Abrisse zeigen (Abb. 7).

Durch diese Abrisse löst sich die starre Verbindung, wodurch sich das akustische Verhalten der Stoßstelle einer planmäßigen Entkopplung annähert (Abb. 8b). In schalltechnischer Hinsicht wirkt sich dies negativ aus und verschlechtert die Stoßstellen-dämmung. Das Bauschalldämm-Maß verschlechtert sich dadurch bei schweren flankierenden Außenwänden um ca. 1 dB. Bei leichteren Außenwänden sind deutlich größere Verschlechterungen zu erwarten.



Abb. 7: Stumpfstoß zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand mit beidseitig gelöster Mörtelfuge [25]

Das »Durchführen« der Wohnungstrennwand durch die Außenwand gemäß Abb. 8c ist deshalb die schalltechnisch bessere Variante. Bei dieser Ausführung führt ein akustisch wirksamer Abriss im Fugenbereich nicht zu einer Verschlechterung sondern – im Gegenteil – sogar zu einer Verbesserung der Flankenschalldämmung und somit auch des Bauschalldämm-Maßes. Wenn die Ausführung wie auch die rechnerische Modellierung als schalltechnisch starr erfolgt, liegt die »durchgeführte« Wohnungstrennwand somit schalltechnisch auf der sicheren Seite. An die Ausführungsqualität der beiden Fugen zwischen Außenwand und Wohnungstrennwand sind aus schalltechnischer Sicht keine besonderen Anforderungen zu stellen.



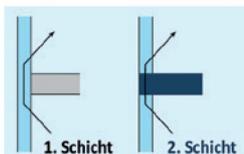
Akustisch: - immer kraftschlüssig



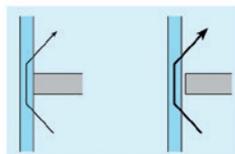
- kraftschlüssig ODER - entkoppelt (Verschlechterung)



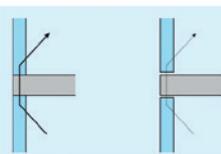
- kraftschlüssig ODER - entkoppelt (Verbesserung)



a) Gemauerter Verband



b) Stumpfstoß



c) WTW „durchgeführt“

Abb. 8: Varianten der Stoßstellenausführung beim Anschluss zwischen Wohnungstrenn- und Außenwand (Bilder: Rudolf Herz).

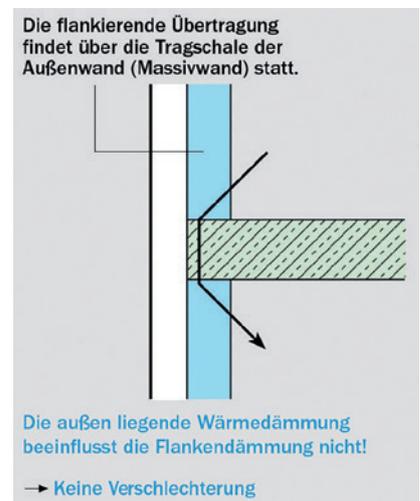


Abb. 9: Flankierende Schallübertragung über die Außenwand in vertikaler Richtung bei Außenwänden mit außenseitiger Wärmedämmung [10].

Sind in der Nähe der Trennwand beidseitig raumhohe Fenster angeordnet und liegt aufgrund dessen nur eine vergleichsweise geringe Flankenfläche der Außenwand vor, ist die flankierende Schallübertragung bereits hierdurch begrenzt. Rechnerische Betrachtungen und Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass auf ein »Durchführen« der Außenwand verzichtet werden kann, wenn die Außenwandlänge vor dem Trennbauteil kleiner als 1,25 m ist. In diesem Fall kann – ohne eine schalltechnische Verschlechterung infolge der Entkopplung der Stoßfuge befürchten zu müssen – der Stumpfstoß gemäß Abb. 6 b ausgeführt werden.

Bei besonders hohen Anforderungen an den Schallschutz kann der Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Außenwand auch als durchgeführte Wohnungstrennwand gemäß Abb. 8 c mit einer planmäßigen Entkopplung realisiert werden. Dazu ist allerdings eine vollständige schalltechnische Entkopplung notwendig. Die Fuge muss in diesem Fall vollständig mit geeigneten Entkopplungsstreifen (s. o.) ausgefüllt sein. Es dürfen keine Mörtelbrücken auftreten und der Putz ist im Eckbereich mit einem Kellenschnitt vollständig zu trennen. Es wird deutlich, dass diese Variante mit erhöhten Anforderungen an die Ausführung verbunden und mit einer erhöhten Anfälligkeit für Ausführungsfehler behaftet ist als nicht entkoppelte Anschlüsse. Kommt die »durchgeführte« Wohnungstrennwand mit planmäßig entkoppelten Außenwandflanken zum Einsatz und wird sie rechnerisch in Ansatz gebracht, ist die Bauausführung mit großer Sorgfalt durchzuführen und anschließend durch den Fachplaner zu überprüfen.

#### Einfluss außenliegender Wärmedämmschichten

Außenliegende Wärmedämmschichten (wie z. B. bei WDVS oder zweischaligem Mauerwerk) beeinflussen die Flankenübertragung über die Außenwand nicht (Abb. 9). Alle Schichten außerhalb der massiven Außenwandschale können deshalb bei der Ermittlung der Schalldämmung zwischen benachbarten Wohnungen vernachlässigt werden.

#### 5.2 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand

Die Anbindung zwischen Wohnungstrennwand und Innenwand erfolgt im heute üblichen Massivbau in der Regel als vermörtelter Stumpfstoß. Die fachgerechte Ausführung des Stumpfstoßes ist in Abb. 10 dargestellt. Um eine langfristig starre Anbindung zu erreichen, empfiehlt sich die Begrenzung der Dicke der Stoßfuge (ein etwaiger Längenausgleich sollte nicht am Stoß, sondern weiter in Wandmitte erfolgen) und die Verwendung von schwindarmen Mörteln. Durch die Verwendung von Dünnbettmörteln können z. B. beide Kriterien erfüllt werden.

Um eine Reduzierung der flankierenden Schallübertragung zu erzielen, wird bei leichten, nicht tragenden Innenwänden empfohlen, diese durch das Einfügen weicher Trennschichten (z. B. Mineralfaser- oder Korkstreifen) planmäßig akustisch zu entkoppeln (Abb. 11 und Abb. 12 a). In [10] wird zum Beispiel empfohlen, einen entkoppelten Anschluss auszuführen, wenn die flächenbezogene Masse der an die Wohnungstrennwand angeschlossenen Innenwand kleiner als  $200 \text{ kg/m}^2$  ist.

Hierbei ist allerdings zu bedenken, dass sich die Direkt-schalldämmung der Innenwand durch die Entkopplung verschlechtert, wenn weitere Ränder derselben entkoppelt

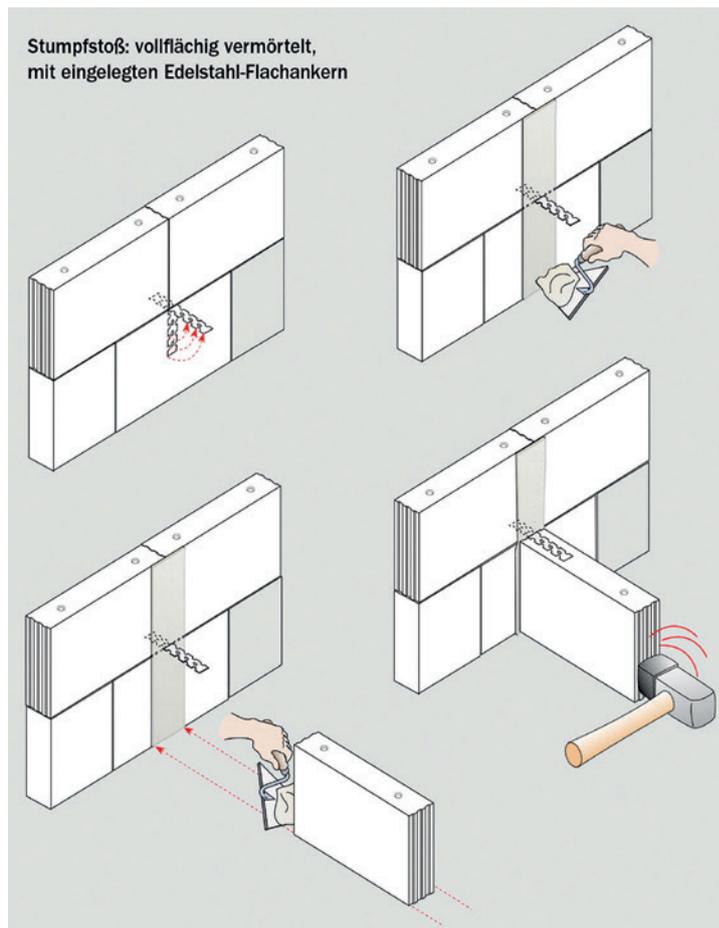


Abb. 10: Fachgerechte Ausführung des Stumpfstoßes [27]

sind (s. o.). Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn neben Schallschutzanforderungen zwischen benachbarten Wohnungen auch ein Mindestmaß des Schallschutzes innerhalb der eigenen Wohnung gewünscht wird (Abb. 12). Durch eine elastische Entkopplung an den Bauteilrändern wird das ohnehin schon geringe Direkt-schalldämm-Maß einer leichten massiven Innenwand noch weiter abgesenkt, wodurch sich auch das Bauschalldämm-Maß entsprechend reduziert.

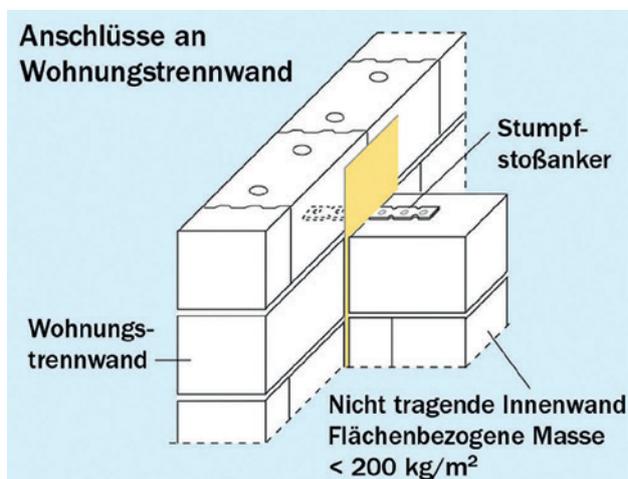


Abb. 11: Planmäßig entkoppelter Stumpfstoß [10]

## SCHALLSCHUTZ IM MASSIVBAU

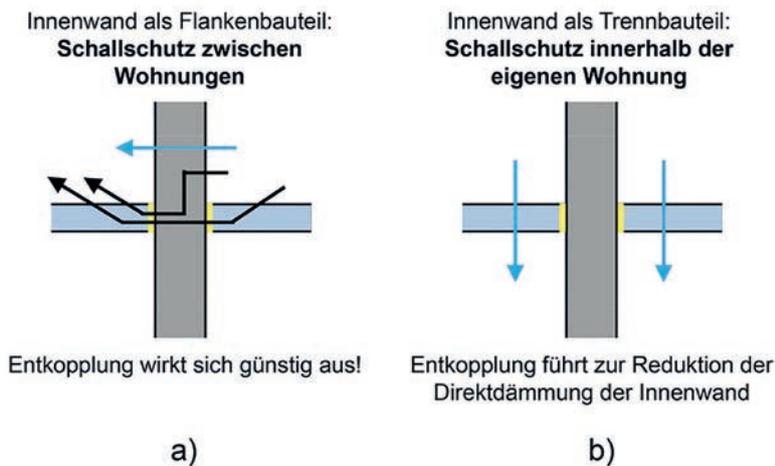


Abb. 12: Entkoppelter Anschluss einer Innenwand an die Wohnungstrennwand

Deshalb empfiehlt es sich, an die Wohnungstrennwand anschließende Innenwände mit hoher flächenbezogener Masse ( $m' \geq 200 \text{ kg/m}^2$ , z.B. 11,5 cm, RDK 1,8) zu wählen und diese mit einem vermörtelten Stumpfstoß gemäß Abb. 10 starr anzuschließen.

### 5.3 Anschluss zwischen abgewinkelten Wohnungstrennwänden

In aktuellen Neubauprojekten im Geschosswohnungsbau finden sich häufig Grundrisse, bei denen die Wohnungstrennwand nicht gerade durch das Gebäude verläuft, sondern durch eine versetzte Anordnung einzelner Wohnungen einen abgewinkelten Verlauf mit Ecken oder beliebigen Winkeln aufweist. In diesem Fall kann das rechnerisch zu erwartende Direktschalldämmmaß nur erreicht werden, wenn die an der Ecke entstehende Stoßstelle als starre Verbindung ausgeführt wird. Wenn die Ecke als Stumpfstoß ausgeführt wird, muss dieser sorgfältig unter Verwendung von Stumpfstoßankern und schwindarmem Mörtel gemäß Abb. 10 ausgeführt werden, um einen akustischen Abriss wie in Abb. 7 dargestellt zu vermeiden. Alternativ kann ein dauerhaft kraftschlüssiger Verbund an Ecken in abgewinkelten Wohnungstrennwänden durch einen gemauerten Verband erreicht werden.

### 5.4 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Geschossdecke

Der schalltechnisch günstigste Anschluss zwischen einer Wohnungstrennwand und der darüber liegenden

Geschossdecke ist eine tragende Wand auf der die Decke vollflächig aufliegt. Diese Ausführung ist auch im Allgemeinen üblich und gewährleistet eine starre Anbindung zwischen den beiden Bauteilen – ein direkter Schalldurchgang im Bereich der Anschlussfuge wird zuverlässig verhindert.

Im Falle einer nicht tragenden Wohnungstrennwand mit einem entkoppelten Anschluss zur Geschossdecke gemäß Abb. 13 ist sicherzustellen, dass ein direkter Schalldurchgang im Bereich der Fuge unterbunden wird. Dies kann z.B. durch das Einbringen eines entsprechenden Dichtstoffs gewährleistet werden. Es kann in diesem Fall jedoch durch die Entkopplung – trotz der Sicherstellung der Luft- und somit Schalldichtigkeit des Anschlusses – zu einer deutlichen Reduktion des Schalldämmmaßes kommen. Die Trennschicht zwischen Wand und Decke führt zu einer Reduzierung der Schallenergieableitung von der Trennwand und zu einem geänderten Schwingungsverhalten derselben (s.o.). Dies führt zur Reduktion des Direktschalldämmmaßes und infolge dessen auch zur Absenkung des Bauschalldämmmaßes. Besser ist es – auch bei nicht tragenden Wänden – die Fuge zwischen Wand und Decke mit Mörtel auszufüllen, damit eine kraftschlüssige Verbindung entsteht (siehe Abb. 14). Hierbei sind bei nicht tragenden Wänden aus tragwerksplanerischer Sicht jedoch einige Voraussetzungen zu erfüllen, damit die Wand keine zu großen Lasten erhält und sich da-

durch das statische System verändern würde [28]:

- Der Mörtel sollte zu einem möglichst späten Zeitpunkt eingebracht werden, damit der größte Anteil der Deckenverformung bereits erfolgt ist.
- Der Mörtel sollte keine zu hohe Festigkeit aufweisen (zu empfehlen ist z.B. Normalmauermörtel II).

Das Verfüllen mit Mörtel stellt die schalltechnisch beste Variante dar. Dies gilt auch für nicht tragende Innenwände innerhalb des eigenen Wohnbereichs, an die Anforderungen an den Schallschutz gestellt werden. Diese Ausführungsvariante sollte aber in jedem Fall nur nach enger Abstimmung mit dem Tragwerksplaner erfolgen.

Der untere Anschluss einer Wohnungstrennwand an die Geschossdecke erfolgt in der Regel derart, dass die Wand direkt auf einer Mörtelausgleichsschicht auf der Geschossdecke steht. Bereits durch das Eigengewicht der Wand kann dieser Anschluss daher in der Regel immer auch als schalltechnisch starr angesehen werden.

Zur Reduzierung von Wärmebrückeneffekten werden bei Mauerwerk mit hoher Rohdichte am Wandfuß ge-

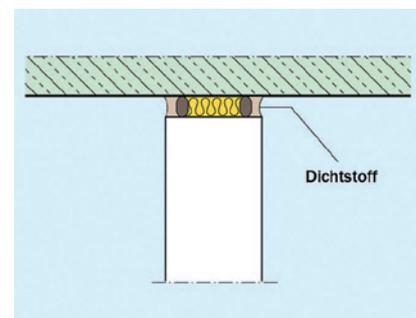


Abb. 13: Schalltechnisch entkoppelter Anschluss einer nicht tragenden Innenwand an die Geschossdecke [10]

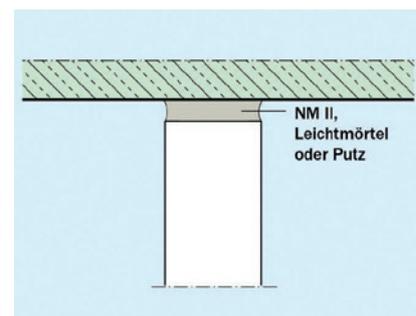


Abb. 14: Vermörtelter Anschluss einer nicht tragenden Innenwand an die Geschossdecke [10]

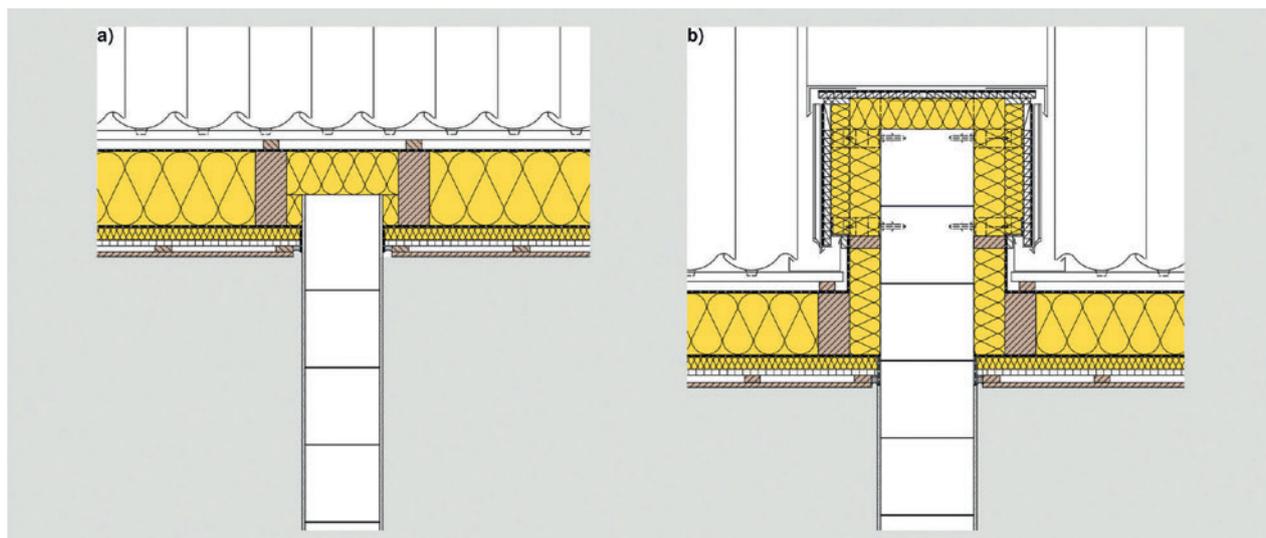


Abb. 15: Anschluss einer Wohnungstrennwand ans Dach: a) WTW wird bis zur Hälfte in die Dachebene geführt, b) WTW durchstößt die Dachebene [25]

genüber unbeheizten Bereichen in der Regel KS-Wärmedämmstein angeordnet. Diese weisen eine geringere Wärmeleitfähigkeit und eine geringere Rohdichte als das darüber liegende Mauerwerk auf. Messtechnische Untersuchungen im Schallprüfstand in Verbindung mit ergänzenden rechnerischen Betrachtungen haben gezeigt, dass die Schalldämmung einer Wand durch eine Lage mit KS-Wärmedämmsteinen am Wandfuß nicht reduziert wird [29].

### 5.5 Anschluss zwischen Wohnungstrennwand und Dach

Beim Anschluss der Wohnungstrennwand an das Dach stehen sich Anforderungen des Schall- und Wärmeschutzes gegenüber. In schalltechnischer Hinsicht wäre es am günstigsten, die Wohnungstrennwand bis unter die äußere Dachhaut durch die Dachkonstruktion durchzuführen. Um eine Minimierung des Wärmebrückeneffekts zu erreichen, wäre es hingegen am besten, wenn die Wohnungstrennwand direkt unterhalb der Wärmedämmung der Dachkonstruktion endet. Als Kompromiss zwischen Wärme- und Schallschutz kann daher die in Abb. 15 a dargestellte Variante empfohlen werden, bei der die Wohnungstrennwand etwa bis zur Hälfte in die Dachebene einbindet. Dabei ist darauf zu achten, dass als Dämmstoff seitlich und oberhalb des Wandkopfes ein Material mit geringer Steifigkeit und hoher Dämpfung sowie möglichst geringer Wärmeleitfähigkeit (z. B. Mineralwolle) verwendet wird. Harte Dämmstoffe in diesem Bereich können zu einer Erhöhung der Schallübertragung über die Stoßstelle führen.

Wird die Wohnungstrennwand als Brandwand ausgeführt kann die Ausführung gemäß Abb. 15 b erfolgen. Diese Ausführungsvariante ist in schalltechnischer Hinsicht sehr günstig zu bewerten. Eine Minimierung des Wärmebrückeneinflusses erfolgt hier durch eine umlaufende, nicht brennbare Dämmebene.

## 6 Zusammenfassung

Die neue Schallschutznorm DIN 4109 stellt für den Geschosswohnungsbau ein Rechenverfahren zur Verfügung, mit dem der Einfluss aller wesentlichen Parameter auf die

Schalldämmung von Bauteilen erfasst wird. Planungsfehler, die bei der Anwendung des alten Verfahrens nach DIN 4109 Beiblatt 1 aus dem Jahr 1989 infolge einer nicht angemessenen rechnerischen Betrachtung der flankierenden Schallübertragung häufig auftraten, können deshalb mit dem neuen Verfahren zuverlässig vermieden werden. Deshalb kann der Planungspraxis – auch wenn gemäß der bauaufsichtlich vorgesehenen Regeln weiterhin das alte Verfahren alternativ zugelassen werden soll – nur die Empfehlung gegeben werden, die aktuellen Planungsverfahren zu nutzen. Unabhängig von den bauaufsichtlichen Anforderungen ist in privatrechtlicher Hinsicht ohnehin die Anwendung aktueller Planungsverfahren geschuldet.

Die im Rahmen des vorliegenden Beitrags vorgenommenen Betrachtungen können mit den folgenden Empfehlungen zusammengefasst werden:

- Schwere Trennbauteile und schwere Flanken bilden die Grundlage für einen hochwertigen Schallschutz.
- Eine Starre Kopplung zwischen den Bauteilen gewährleistet hohe Direktschalldämm-Maße aller Bauteile und damit einen guten Schallschutz zwischen Wohnungen und innerhalb des eigenen Wohnbereichs.
- Wohnungstrennwände sollten durch die Außenwand hindurchgeführt werden. Diese Ausführungsvariante ist schalltechnisch günstiger als der klassische Stumpfstoß.
- Übereinander angeordnete Grundrisse sind in schalltechnischer Hinsicht günstiger als versetzt angeordnete, da dort an den Stoßstellen zwischen Innenwänden und Geschossdecken steife Kreuz-Stöße – und nicht schalltechnisch ungünstigere T-Stöße – vorliegen.

Um einen möglichst guten Trittschallschutz zu erreichen, kann darüber hinaus die Empfehlung gegeben werden, schwere schwimmende Estriche auf weichen Dämmschichten (mit geringer dynamischer Steifigkeit) zu realisieren. Unter Beachtung dieser einfachen Regeln und den im Rahmen des Beitrags angesprochenen Konstruktionsdetails kann ein guter Schallschutz sicher erreicht werden.

Für die rechnerische Dimensionierung und die Nachweisführung steht mit dem KS-Schallschutzrechner [21] eine Softwarelösung zur Verfügung, mit der die Anwendung

## SCHALLSCHUTZ IM MASSIVBAU

der neuen Planungsmethoden einfach und praxisgerecht erfolgen kann. Die neuen Verfahren bieten durch die Möglichkeit der gezielten Dimensionierung aller an der Schallübertragung beteiligten Bauteile die Grundlage für eine wirtschaftliche Schallschutzplanung.

### Literatur

- [1] DIN 4109-1:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.
- [2] DIN 4109-2:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen.
- [3] DIN 4109-31:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 31: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Rahmendokument.
- [4] DIN 4109-32:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 32: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Massivbau.
- [5] DIN 4109-33:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau.
- [6] DIN 4109-34:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 34: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen.
- [7] DIN 4109-35:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 35: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden.
- [8] DIN 4109-36:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 36: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Gebäudetechnische Anlagen.
- [9] DIN 4109-4:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 4: Bauakustische Prüfungen.
- [10] Fischer, H.-M.: Kalksandstein – Schallschutz, Vorabveröffentlichung aus dem Planungshandbuch 7. Auflage. Herausgeber: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 2017.
- [11] Entwurf DIN 4109-1/A1:2017-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen; Änderung A1.
- [12] Entwurf DIN 4109-2/A1:2017-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen; Änderung A1.
- [13] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV), zuletzt geändert durch die Verordnung vom 18. Dezember 2014.
- [14] Meier, A.: Schallschutz gegen Außenlärm in DIN 4109 – Anforderungen und Hintergründe. Bauphysik, 39(4):S. 272–276, 2017.
- [15] DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen.
- [16] DIN 4109-2:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen.
- [17] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2017/1. Herausgegeben vom Deutschen Institut für Bautechnik DIBt.
- [18] Fischer, H.-M.: DIN 4109:2016 – Eine technische Regel in der MVV TB? Bauphysik, 39(6):S. 287–393, 2017.
- [19] Schneider, M.: Stellungnahme des Fachausschusses Bau- und Raumakustik in der Deutschen Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA) zur Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. Bauphysik, 39(6):S. 395, 2017.
- [20] Schäfers, M.: Bauakustik quo vadis – welche Methoden ermöglichen eine sichere und wirtschaftliche Schallschutzplanung? Bauphysik, 39(6):S. 396–398, 2017.
- [21] KS-Schallschutzrechner, Version 5.11, verfügbar unter [www.kalksandstein.de](http://www.kalksandstein.de). Herausgegeben vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 2018.
- [22] Schäfers, M., Grethe, W.: Schallschutzplanung im Geschosswohnungsbau nach E DIN 4109-2. Mauerwerk, 19(3): S.199–208, 2015.
- [23] Handbuch zum KS-Schallschutzrechner, Version 5.11. Herausgegeben vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 2018.
- [24] Schäfers, M., Pekrul, O.: Die Neufassung von VDI 4100 und ihre Auswirkung auf die Bau-/Planungspraxis und die Rechtsprechung. Erschienen in: Fouad, N.A.: Bauphysik-Kalender 2014.
- [25] Kalksandstein – Schallschutz sicher geplant – einfach ausgeführt. Fachbroschüre. Herausgegeben vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 2016.
- [26] Fischer, H.-M.; Schneider, M.: Schalldämmung von elastisch entkoppeltem Mauerwerk. Stellungnahme der Hochschule für Technik Stuttgart, FEB/FS 59/10, 2010.
- [27] Rich, H.: Kalksandstein – Die Maurerfibel. Herausgegeben vom Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., 8. Überarbeitete Auflage – Stand 1/2014.
- [28] Schubert, P.: Gutachterliche Stellungnahme zur Wirksamkeit einer Mörtelschicht als obere Halterung. Gutachterliche Stellungnahme des Instituts für Bauforschung Aachen, 2003.
- [29] Fischer, H.-M.: Beurteilung des Einflusses von KS ISO-KIMM-Steinen auf die Schalldämmung von KS Mauerwerk. FEB Stuttgart, 2000.

### Der Autor

#### Dr.-Ing. Martin Schäfers

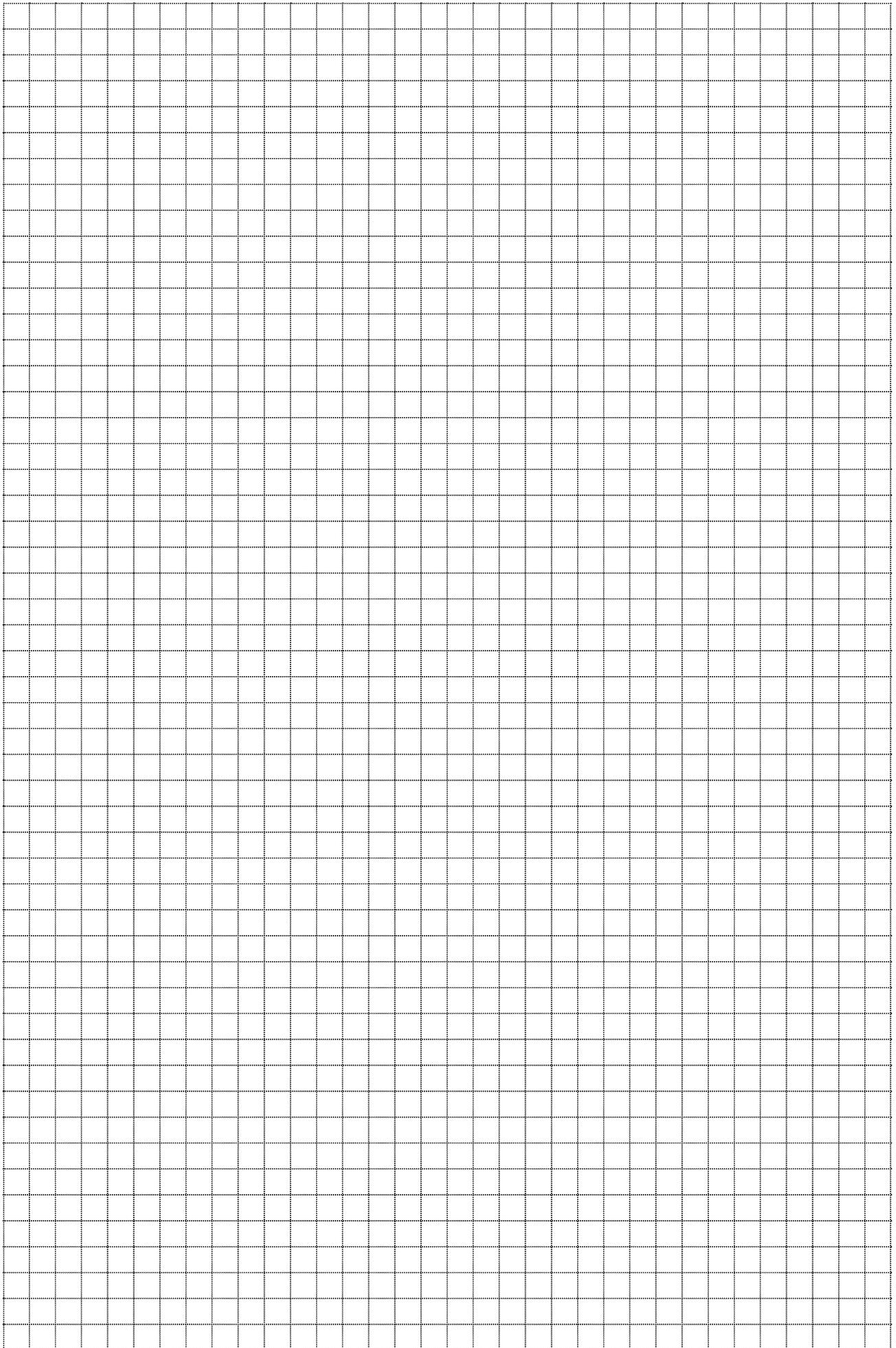
Abteilungsleiter Bauanwendung und Bauphysik  
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V.

- Mitglied diverser nationaler und europäischer Normungsgremien im DIN und CEN zum Wärme- und Schallschutz (u.a. Mitarbeit an den Normenreihen DIN 4108 und DIN 4109).

- Lehrbeauftragter für Bauphysik an der Hochschule Darmstadt.

Entenfangweg 15  
30419 Hannover





**Überreicht durch:**

**Kalksandsteinindustrie Nord e.V.**

Lüneburger Schanze 35  
21614 Buxtehude

Tel.: +49 4161 7433-60  
Fax: +49 4161 7433-66  
info@ks-nord.de  
www.ks-nord.de

