

# **KALKSANDSTEIN** **Bauseminar 2019**

**KALKSANDSTEIN**  
Zukunft Bauen

KALKSANDSTEIN  
Bauseminar 2019

Zukunft Bauen

Stand: Januar 2019

Herausgeber: Kalksandsteinindustrie West e.V.

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

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit  
schriftlicher Genehmigung.

Gesamtproduktion und  
© by Verlag Bau+Technik GmbH, Erkrath

<b>Zukunft Bauen mit Kalksandstein – ein Blick hinter die Kulissen</b> _____	<b>5</b>
Dr. Wolfgang Eden Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover	
<b>Schallschutz im Wohnungsbau – Grundlagen, Planung und Ausführung</b> _____	<b>59</b>
Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz TAC Technische Akustik, Grevenbroich	
<b>Design sells. Urbanität durch gute Gestaltung von außen, innen und drum herum</b> _____	<b>105</b>
Prof. Dr. habil. Volker Eichener Hochschule Düsseldorf – University of Applied Sciences	



**Zukunft Bauen mit Kalksandstein –  
ein Blick hinter die Kulissen**

Dr. Wolfgang Eden  
Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover

**ZUM THEMA**

Mit dem Fortschreiten der industriellen Revolution wurde Ende des 19. Jahrhunderts der Kalksandstein entwickelt, die industrielle Produktion wurde 1894 aufgenommen. Heute steht die Kalksandsteinindustrie als leistungsfähige Mauersteinbranche da und erzeugt jährlich in rund 80 Fabriken eine Menge von etwa 2 Mrd. Kalksandsteinen im Referenzformat KS-NF (240 x 115 x 71 mm). Die Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. betreibt seit 1965 die unternehmensübergreifende Praxisforschung der deutschen Kalksandsteinindustrie. Zu den wesentlichen Zielen der Forschungsvereinigung zählen die kontinuierliche Verbesserung und Entwicklung der Kalksandstein-Produktionstechnik, der Bauanwendungstechnik und des Umweltschutzes. Hauptbetätigungsfeld sind Projekte zur Steigerung der Produkt- und Prozessqualität sowie zum schadenfreien Bauen, die Förderung innovativer Entwicklungen und das Aufzeigen von Maßnahmen zur weiteren Reduzierung der Produktions- und Energiekosten. Aber auch der Wissenstransfer und Erfahrungsaustausch mit den Unternehmen der Kalksandsteinindustrie stehen im Fokus der Arbeit.

**AUS DEM INHALT**

- Kurzer Blick auf die KS-Historie: prägnante Bilder
- Gegenwart: moderne Produktionstechnik heute, Forschung, Umwelt, Reinheitsgebot, Qualität
- Zukunft: Wo geht die Reise hin?
  - Digitalisierung
  - Industrie 4.0
  - Zukunftsweisende Projekte
  - Megatrends...

**ZUM REFERENTEN**

**Wolfgang Eden** hat an der Universität Kassel zum Thema: „Numerische Simulation der Gefügeoptimierung von Kalksandsteinmassen – Packungsdichteoptimierung“ promoviert. Seit 1991 ist er Leiter der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. Veröffentlichungen: rund 50 Forschungsberichte zu den oben genannten Themen und zugehörige Veröffentlichungen in den einschlägigen Fachzeitschriften.

## Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.

# Zukunft bauen mit Kalksandstein Forschung - ein Blick hinter die Kulissen

Dr.-Ing. Wolfgang Eden

Kalksandstein-Bauseminare 2019

KS-West e.V.

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

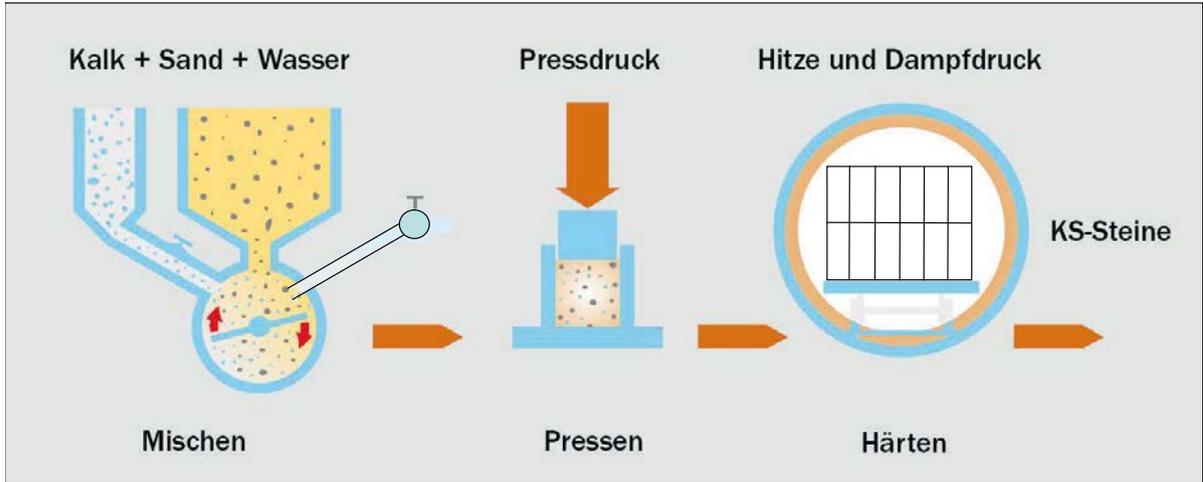
Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Worum geht es in diesem Vortrag?

- Unsere Rohstoffe → Kalk, Sand und Wasser
- Herstellung → Dosierung, Mischvorgang, Pressen, Härten
- Relevante Eigenschaften von Kalksandsteinen
- Qualität → Prüfverfahren, Messmethoden
- Umwelt, Nachhaltigkeit und Recycling
- Aktuelle Forschungsthemen
- Zukünftige Entwicklungen - Trends

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

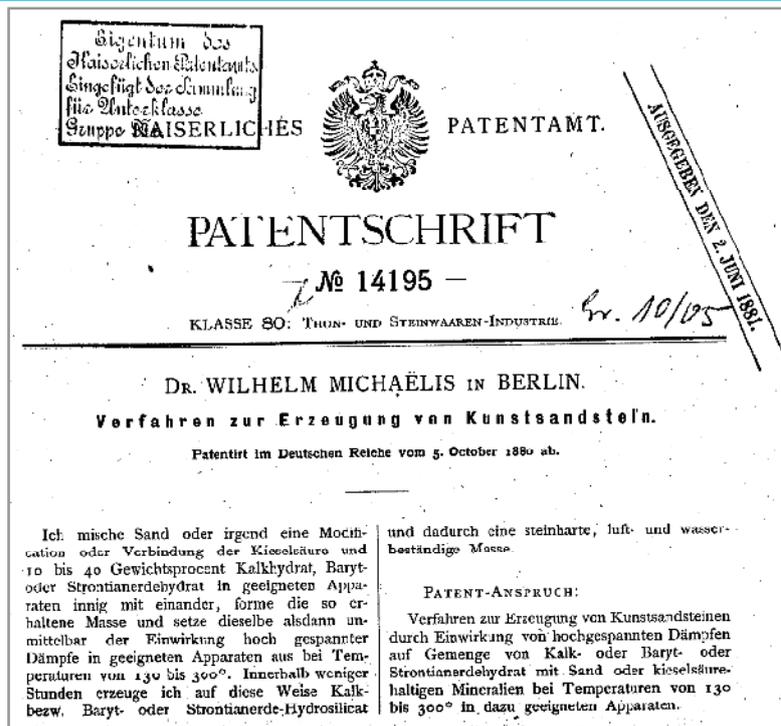
Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



## Produktionsschema der Kalksandsteinherstellung

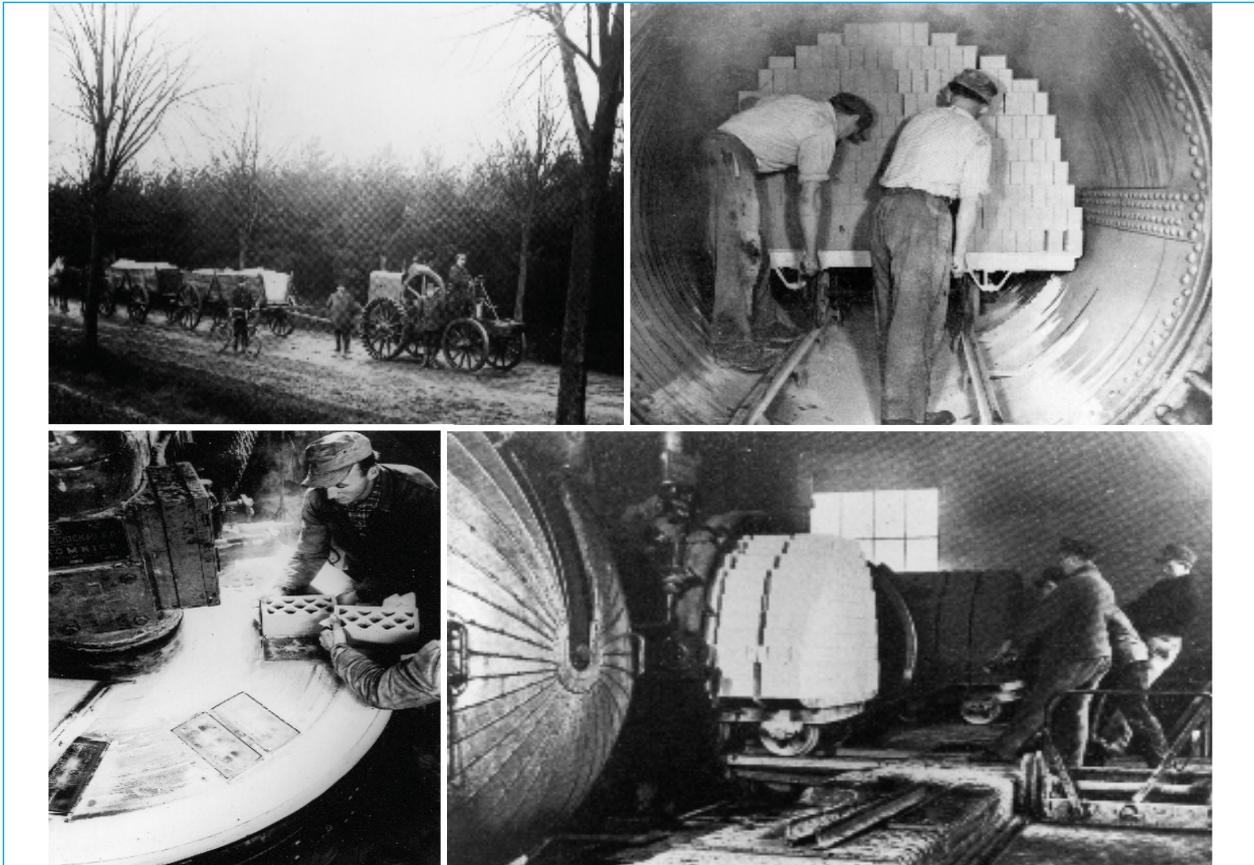
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

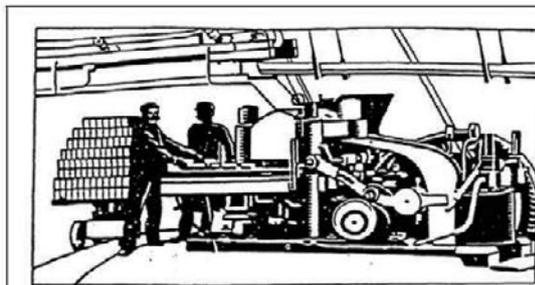
Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



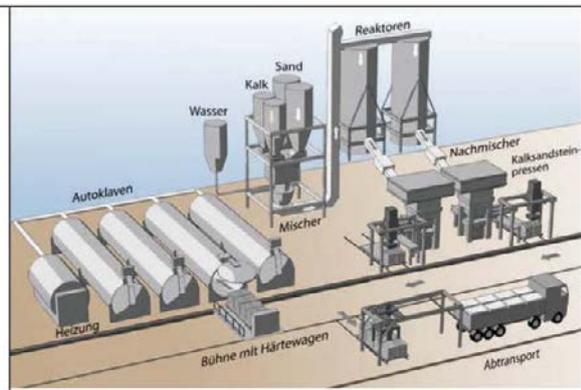
## Kalksandstein-Herstellung

→ industrielle Produktion seit 1894

→ denkbar einfache Technologie



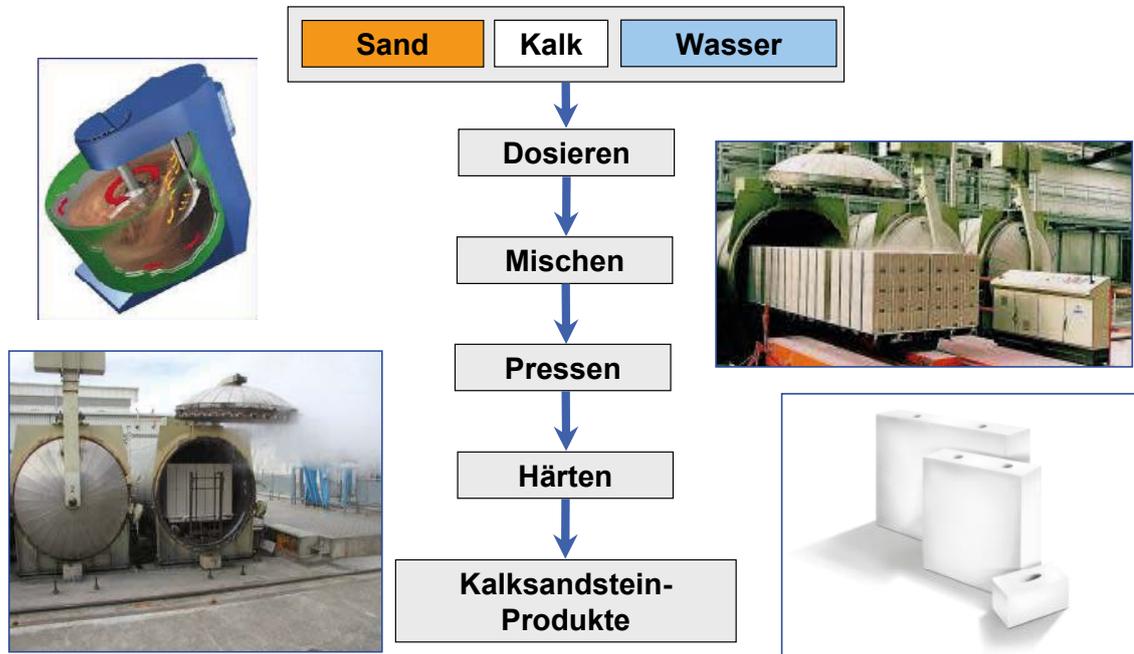
**Atlas-Press No. 0**



**Kalksandstein-Produktion - früher und heute**

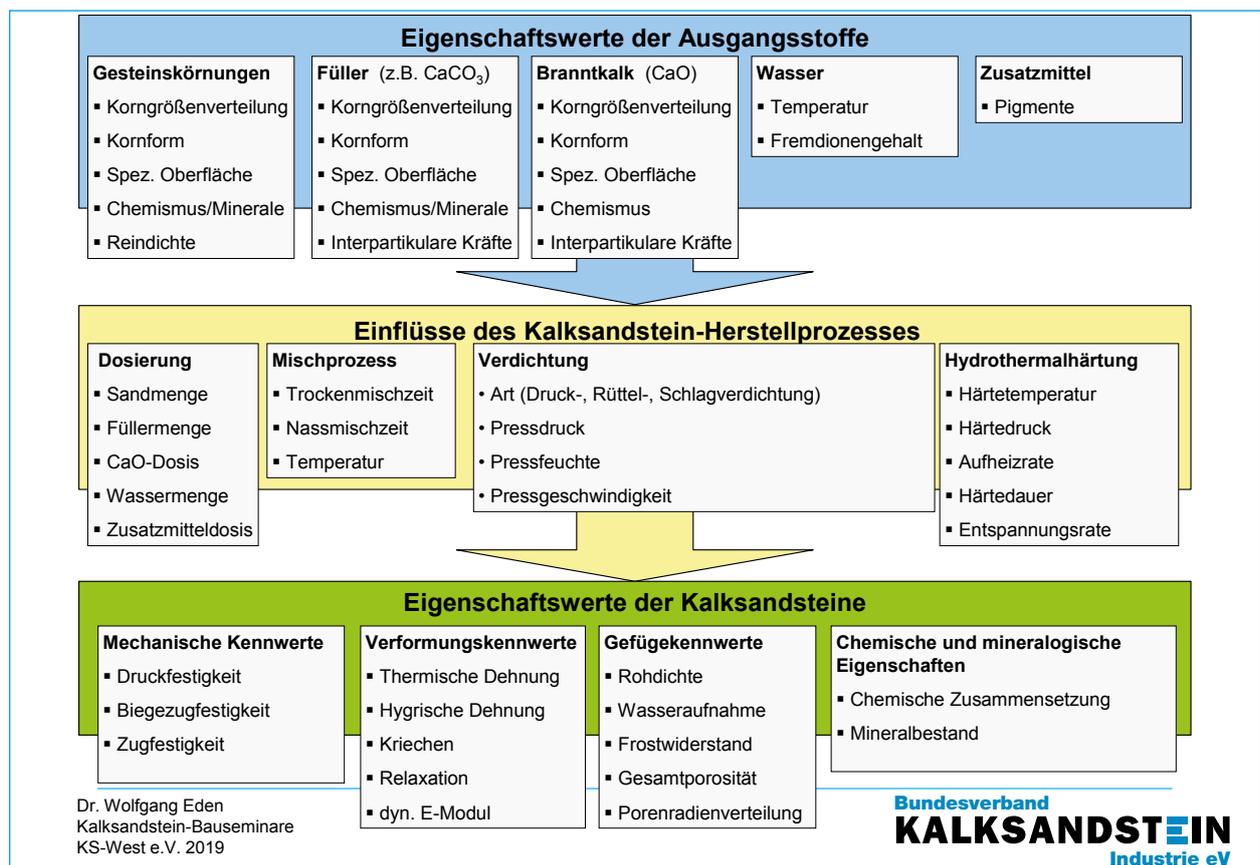
Bild: Lasco Umformtechnik

## Produktionsschritte bei der Kalksandstein-Herstellung



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

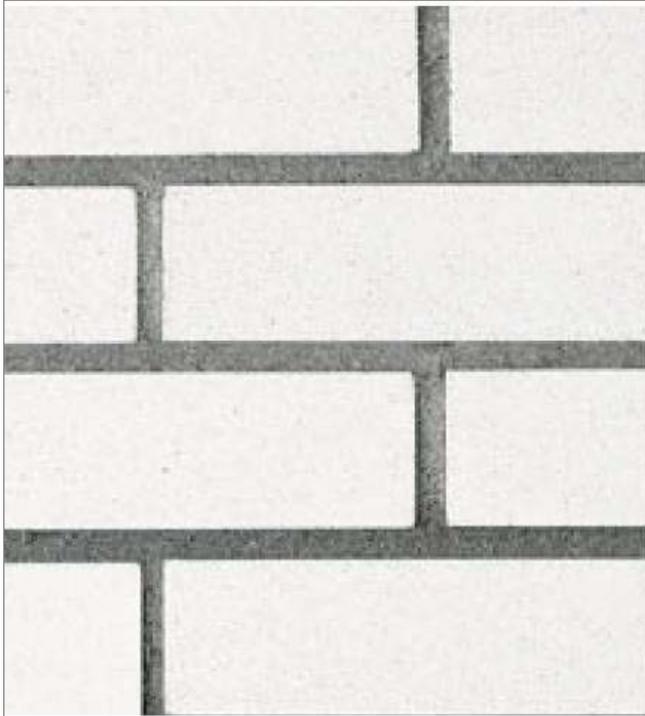
## Kalksandsteine



Kirche in Mögeldorf  
bei Nürnberg

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Wichtigste Eigenschaften:

- hohe Festigkeit
- hoher E-Modul
- nicht brennbar
- hohe Wärmespeicherkapazität
- guter Schallschutz
- hohe Wärmeleitfähigkeit
- ökologisch, Reinheitsgebot

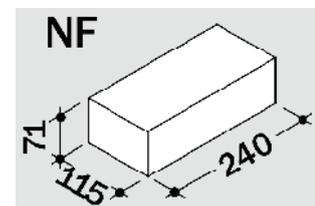


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

### Die Kalksandsteinindustrie in Deutschland 2016:

- Anzahl der Kalksandsteinwerke: 80
  - Produktionsmenge: rd. 2.000.000.000 Volumen-NF
  - Produktionsmasse: rd. 8 Mio. Tonnen
  - Kalkverbrauch: rd. 0,56 Mio. Tonnen
  - Sandverbrauch: rd. 7,44 Mio. Tonnen
  - Beschäftigte: rd. 1.500 Menschen
  - Produktion seit 1894: rd. 750 Mio. Tonnen
- Würfel mit einer Kantenlänge von rd. 900 m



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

**Kalksandsteinwürfel**

Eiffelturm  
ca. 300 m

Burj Kalifa  
Dubai  
ca. 830 m

Kantenlänge: rd. 900 m

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

**Bundesverband  
KALKSANDSTEIN  
Industrie eV**

**Funktionstrennung als Prinzip**

Wärmeschutz  
Abdichtung

Lastabtrag  
Schallschutz  
Brandschutz  
Hitzeschutz

Wärmeleitfähigkeit

Rohdichte

außen

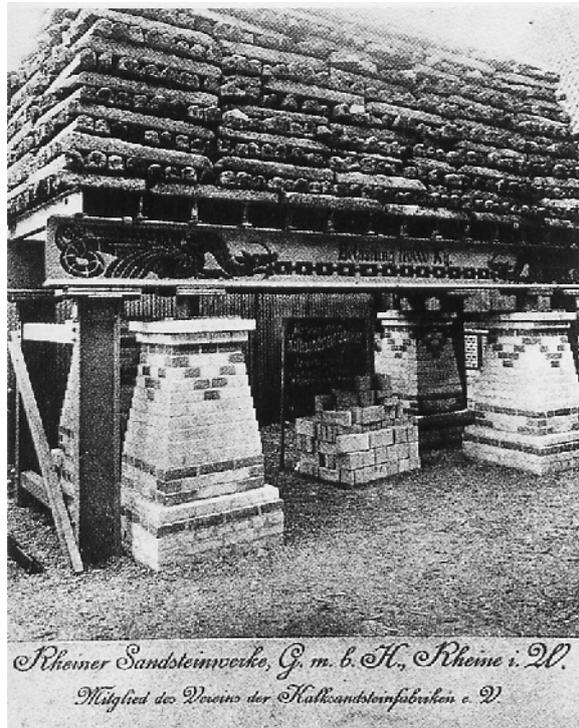
innen

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

**Bundesverband  
KALKSANDSTEIN  
Industrie eV**

## Kalksandstein-Forschung ANNO 1909 Rheine

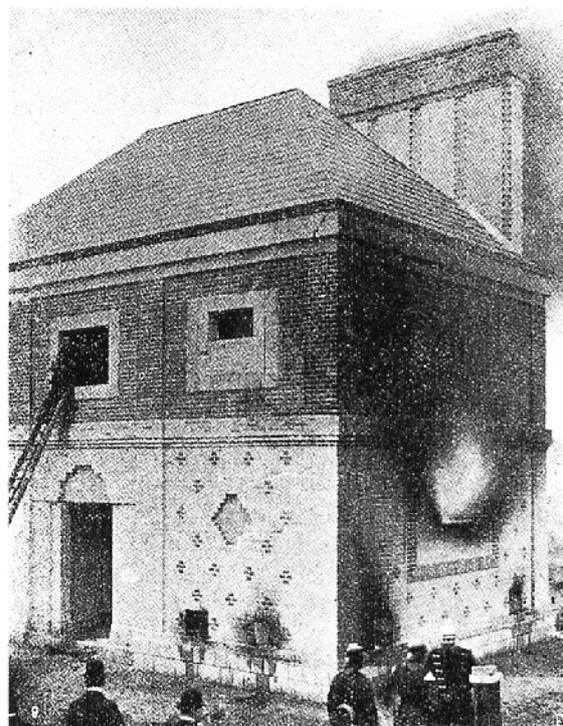
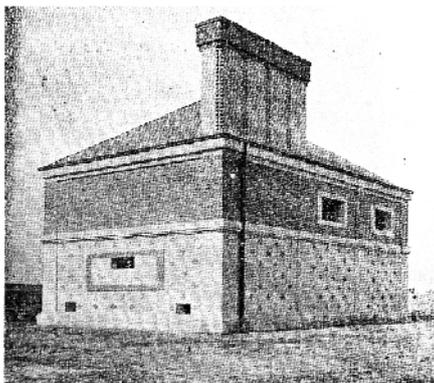
Historisches  
Tragfähigkeitsexperiment  
mit sog. „Stahlbrammen“



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Historischer Brandversuch Anno 1910



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

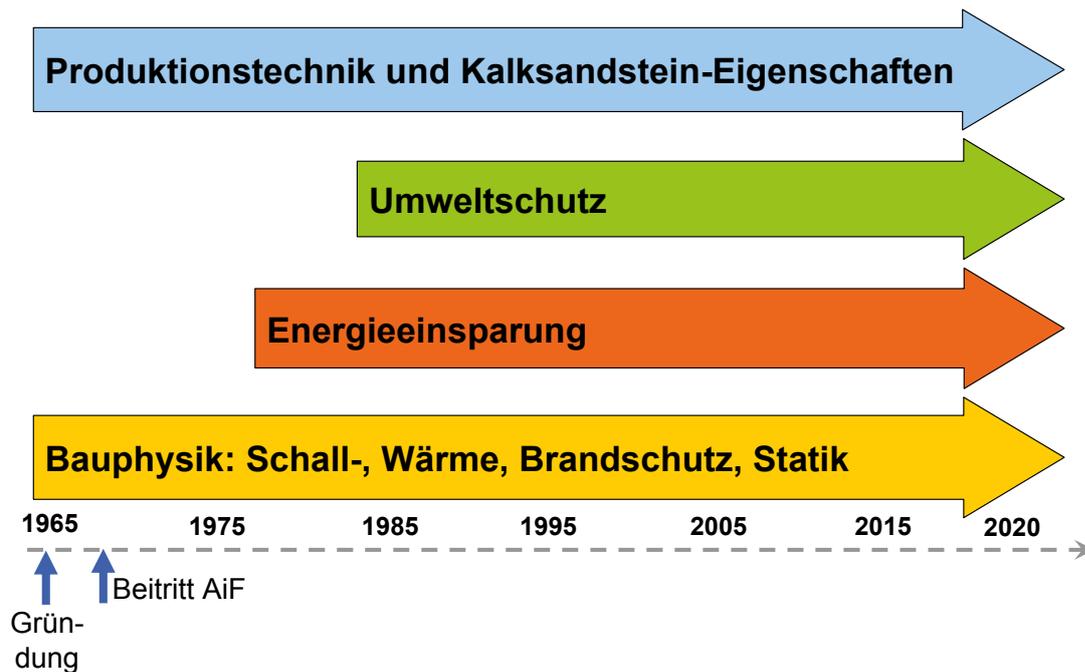
### Forschungsprojekt – Brandschutz mit Kalksandsteinwänden



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

### Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.



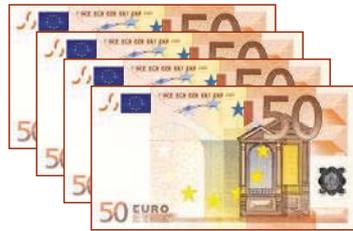
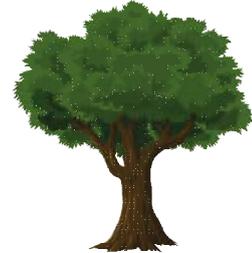
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

### Kalksandstein-Forschung heute:



- Reduktion Produktionskosten
- Reduktion Energieverbrauch
- Umweltschutz
- Qualitätssicherung
- Schadenfreies Bauen
- Zukunftstechnologien

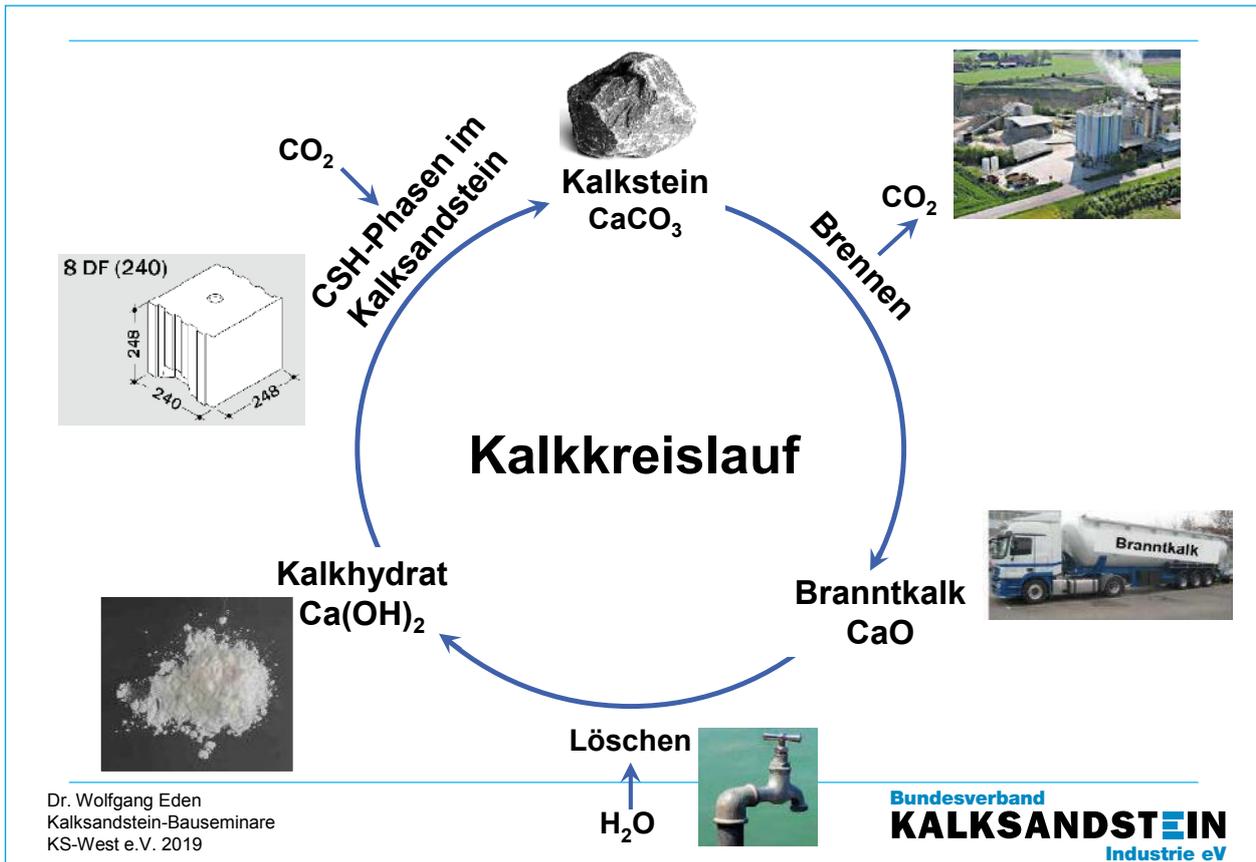
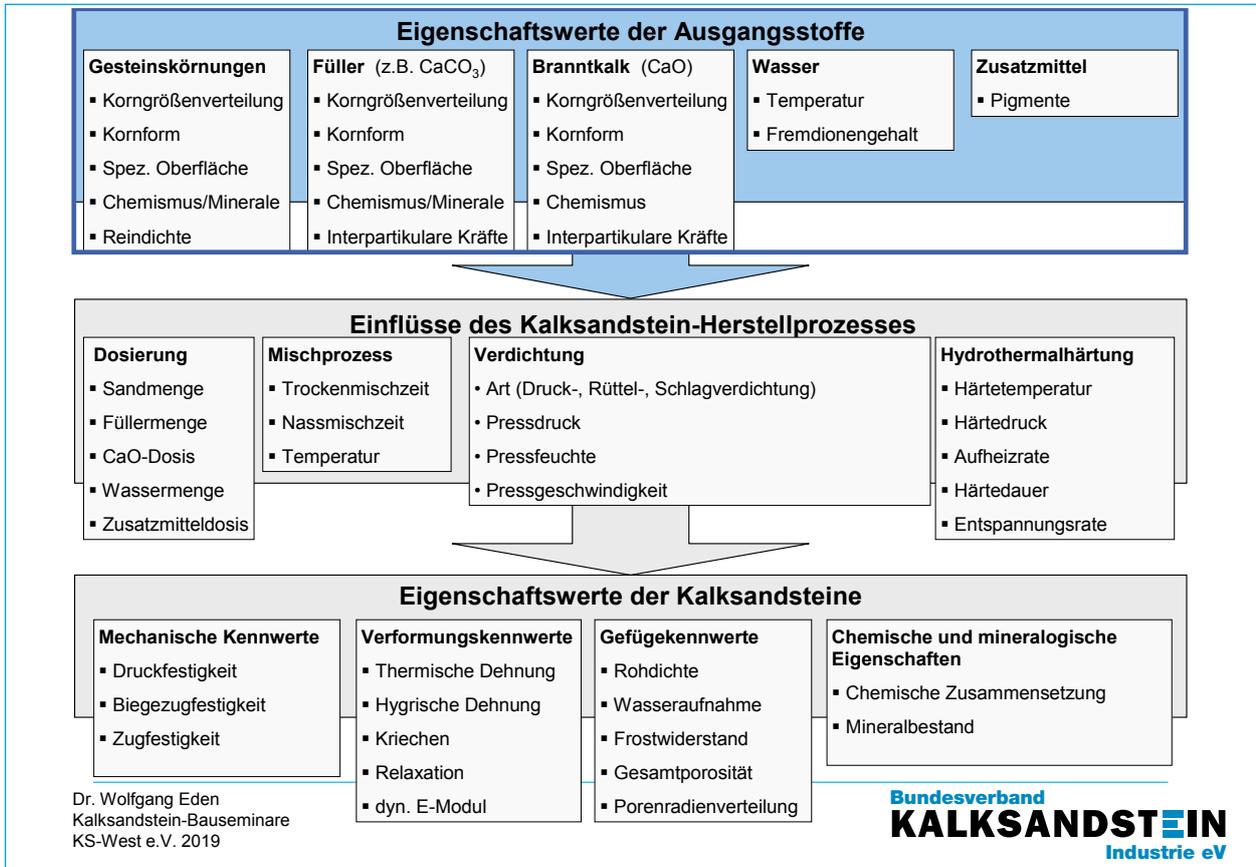


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



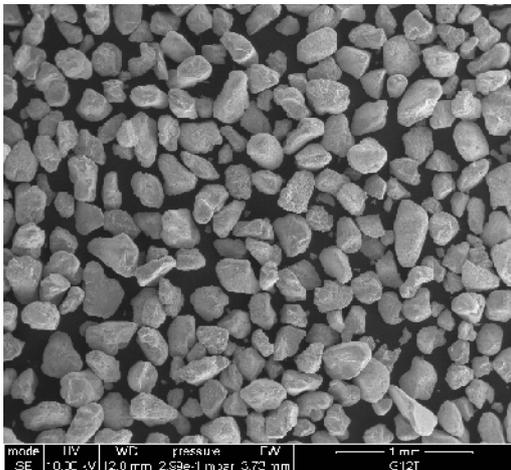


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

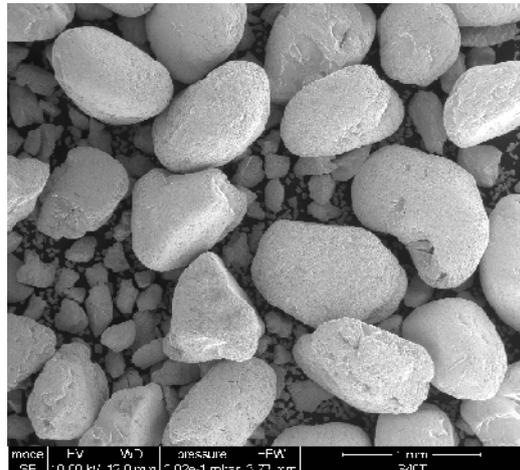
## Sandkörner unter dem Rasterelektronenmikroskop

Feinsand



1 mm

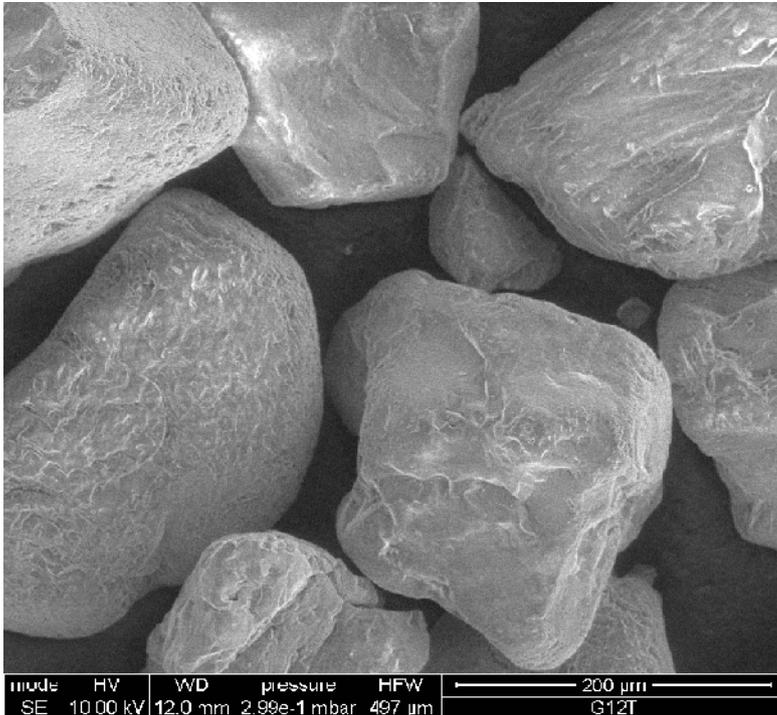
Grobsand



Uni Kassel, Prof. Middendorf

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Uni Kassel, Prof. Middendorf

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

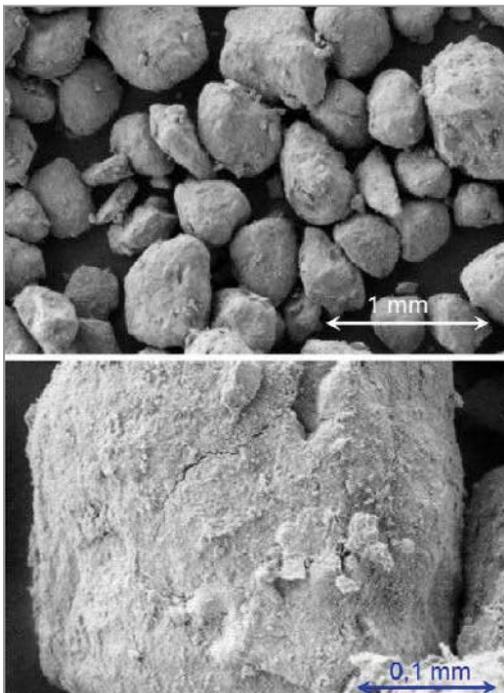
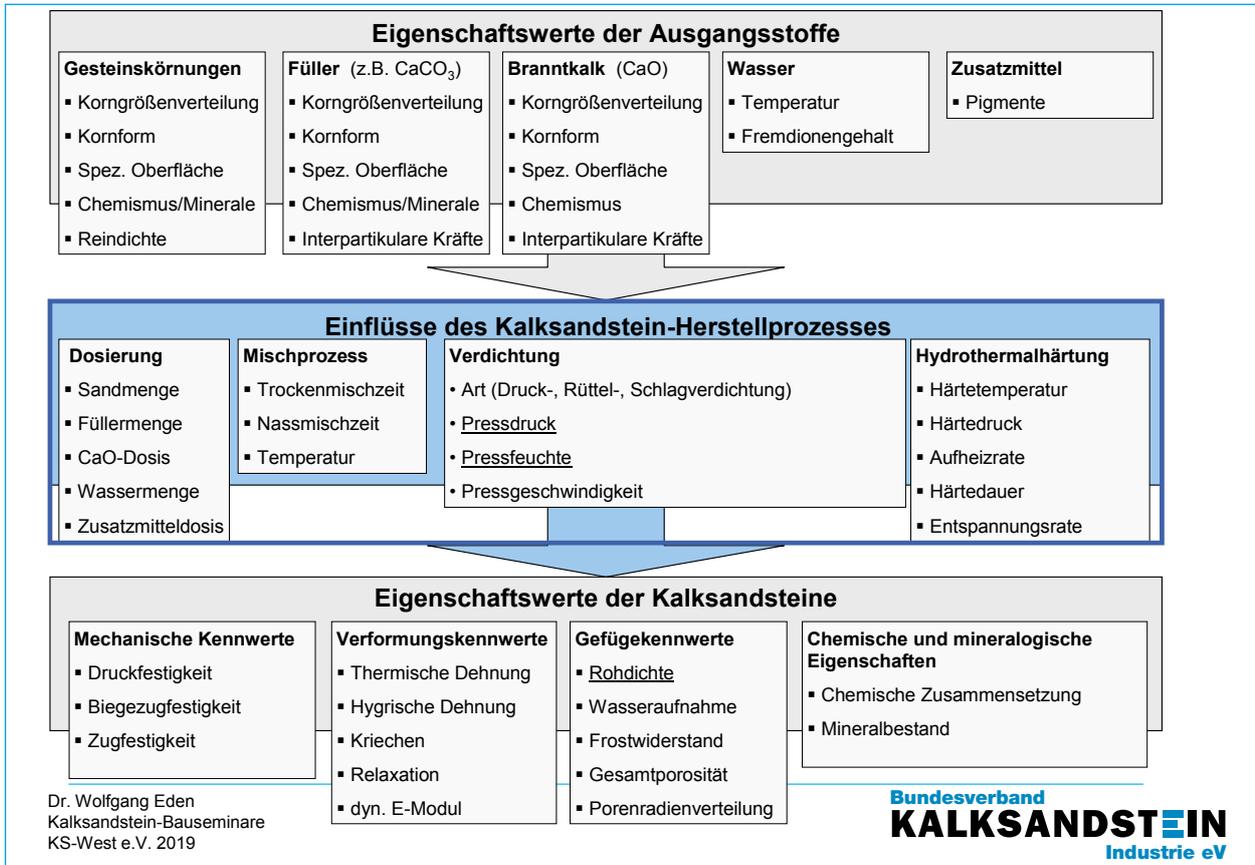
Folgende Eigenschaften von Sanden sind für die Kalksandsteinproduktion von besonderer Bedeutung und daher für die betriebliche Praxis im Kalksandsteinwerk wichtig:

- Korngrößenverteilung (Sieblinie)
- Oberfläche
- Kornformen (rundes/eckiges Korn)
- Gehalt an schädlichen organischen Bestandteilen
- Mineralbestand (Begleitminerale der Sande)

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV





Ziel des Mischvorgangs:

- 1) Verteilung  
→ vollständiges Belegen der Sandkornoberfläche mit Kalk
- 2) Zerteilung  
→ Zerkleinern von Agglomeraten

Quellen:  
Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH und  
Fraunhofer Institut Dresden

Löschreaktion im Reaktor:

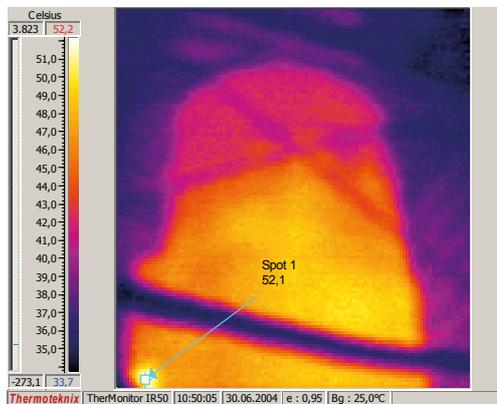
Brantkalk + Wasser → Kalkhydrat + Wärme



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

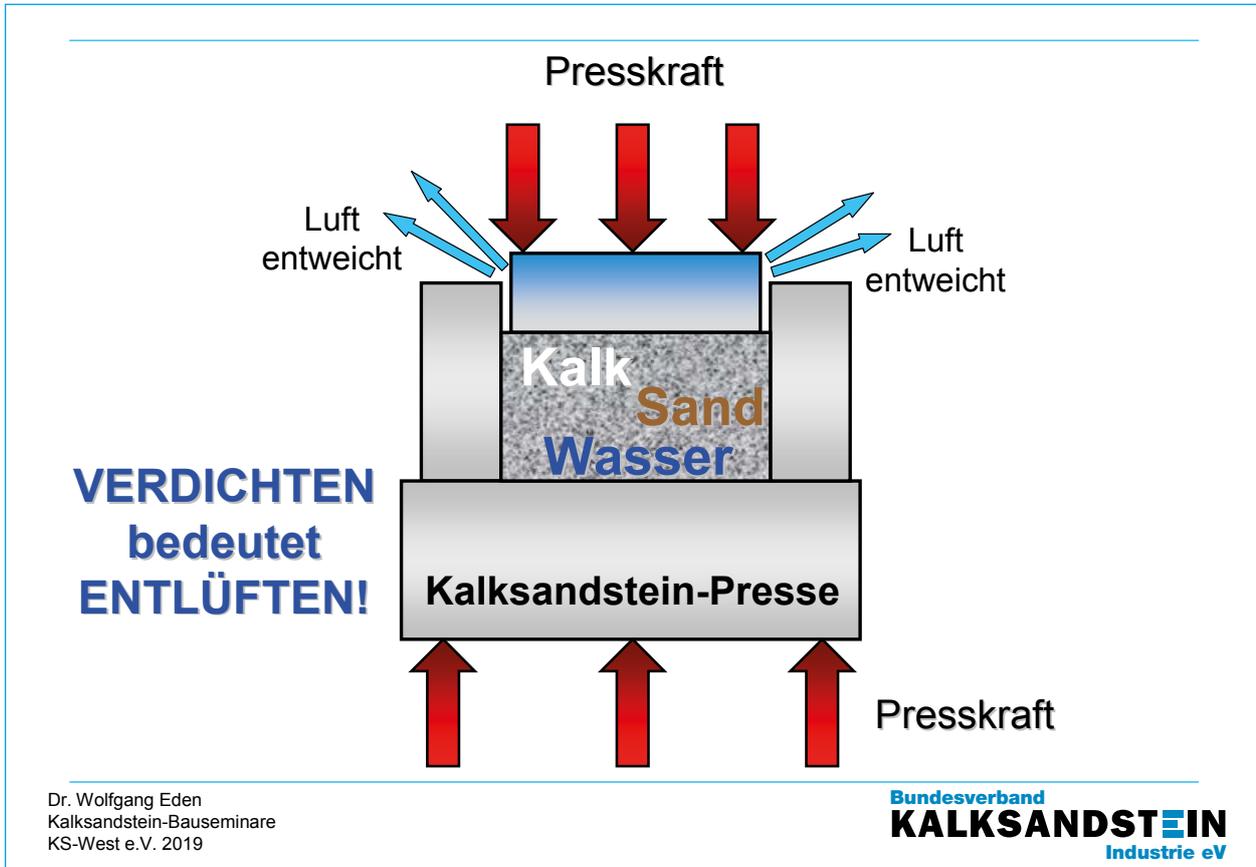
Im Kalksandsteinwerk: Infrarot-Aufnahme eines Reaktors  
→ Wärmeentwicklung durch den Löschvorgang



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

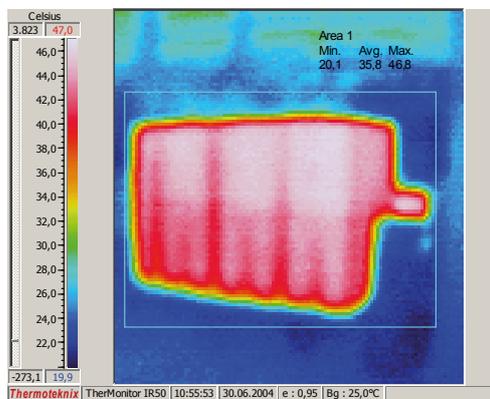
Quelle: Rheinkalk GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



## Kalksandstein-Rohlinge

### Infrarot-Aufnahme von Kalksandstein-Rohlingen



Schallschutz → möglichst hohe Scherbenrohddichte



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

**AF** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG

Aufgabenstellung für die Produktionstechnologie:

→ Maßnahmen zur Erhöhung der Scherbenrohddichte

1. Reduzierung des Hohlraumanteils (Wegnahme des Dornlochvolumens)
2. Zugabe von Gesteinskörnungen mit hoher Reindichte
3. Erhöhung der Packungsdichte durch eine Anhebung der Presskraft
4. Optimierung der Korngrößenverteilung der verwendeten Gesteinskörnungen (Feinpartikel und Grobzuschlag) im Hinblick auf eine maximale volumetrische Packungsdichte.

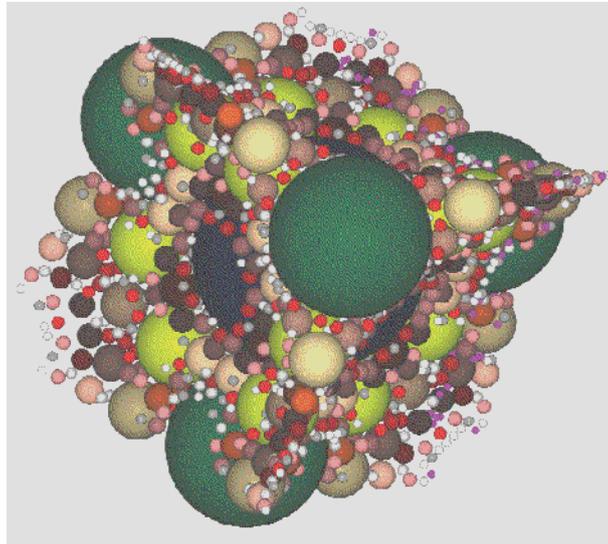
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Packungsdichte

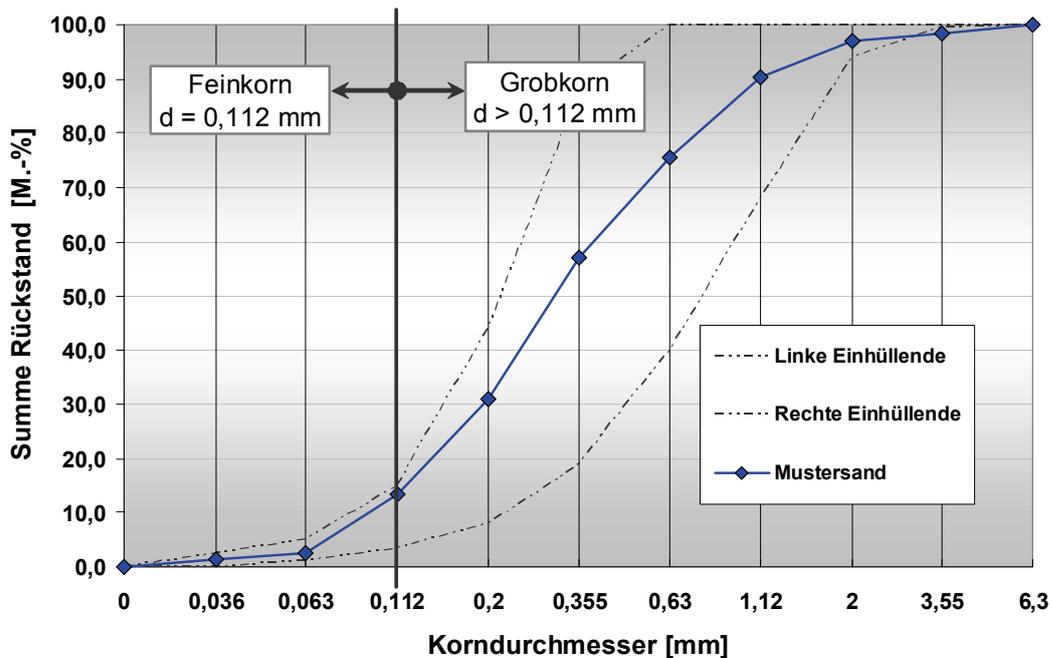


Forschungsergebnis:  
Packungsdichten von Kalksandstein-Mischungen können von nun an durch Berechnung optimiert werden.



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

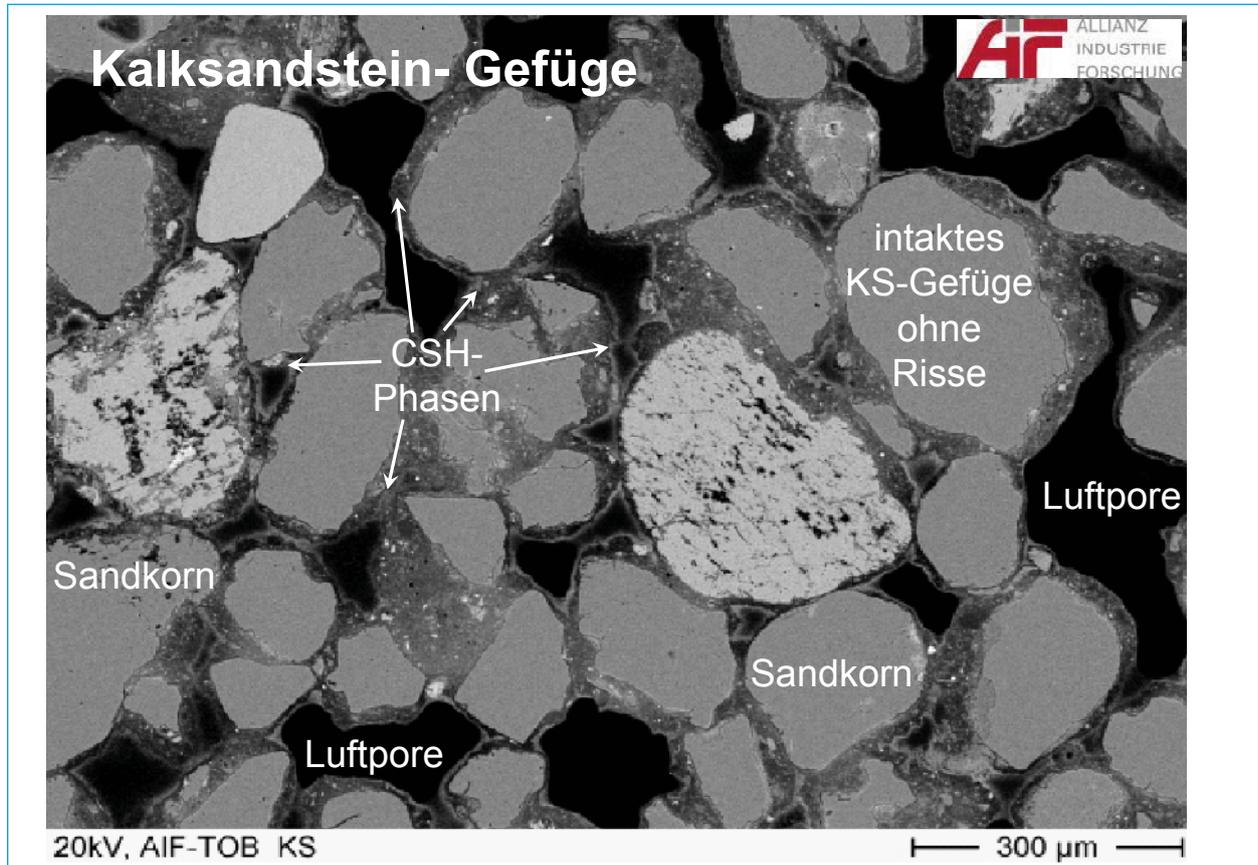
Quelle: Universität Kassel



Korngrößenverteilungslinie für die Kalksandsteinherstellung mit Streubereich, sog. linke und rechte Einhüllende (Beispiel)

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019





### Kalksandstein-Gefüge

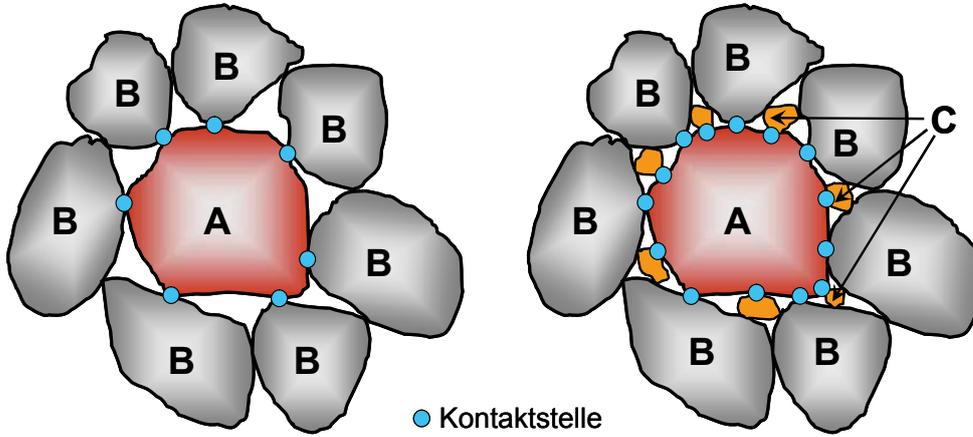
**2-Stufen-Modell einer Kalk-Sand-Rohmischung**

- Grobkorn  $d > 0,112 \text{ mm}$
- Feinkornmatrix aus Kalk, Füller, Feinkorn und Wasser  $d \leq 0,112 \text{ mm}$

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

**Bundesverband KALKSANDSTEIN Industrie eV**

## Steigerung der Packungsdichte



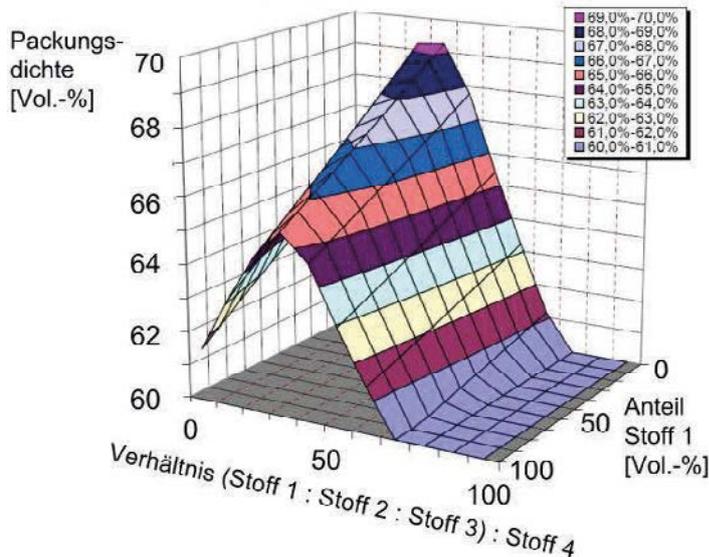
### Erhöhung der Koordinationszahl

→ Steigerung der Packungsdichte, Scherbenrohddichte und der Steindruckfestigkeit

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Steigerung der Packungsdichte



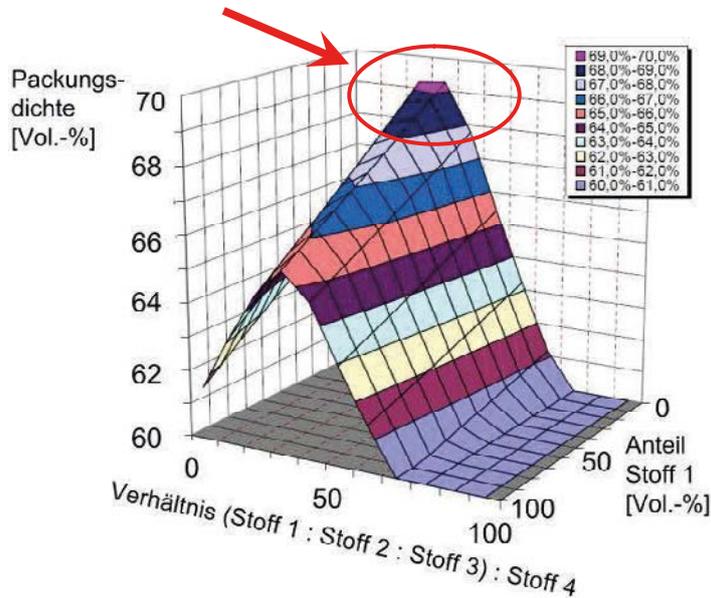
### Kalksandstein-Forschung heute:

Packungsdichte-berechnung mittels Spezialsoftware

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Steigerung der Packungsdichte

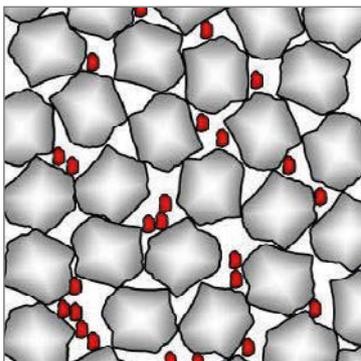


### Kalksandstein- Forschung heute:

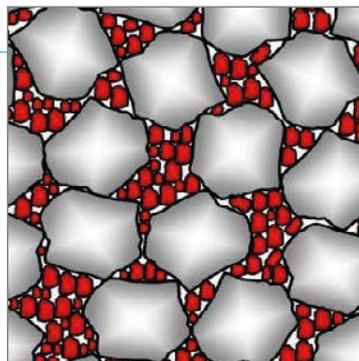
Packungsdichte-  
berechnung mittels  
Spezialsoftware

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

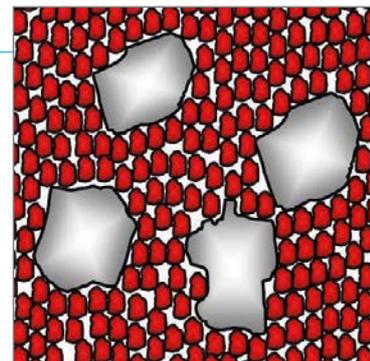
Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



**Dominanz der Grobfraktion:**  
Die Position der Grobpartikel wird nicht von den Feinkornpartikeln beeinflusst. Packungsdichte ist geringer.



**Maximale Packungsdichte:**  
Die Feinkornpartikel füllen das Hohlräumvolumen des Grobkorngerüsts gerade aus.



**Dominanz der Feinfraktion:**  
Die Grobpartikel "schwimmt" in der Feinkornfraktion, Auseinanderdrängungseffekt! Packungsdichte ist geringer.

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## KS-Verblender und Vormauersteine

### Frostwiderstandsfähigkeit

Einflussgrößen:

- Korngrößenverteilung der Sande
- Kalkdosis
- Pressdruck
- Härtezeit

→ Eine hohe Festigkeit des Gefüges führt zu einer hohen Frostwiderstandsfähigkeit.

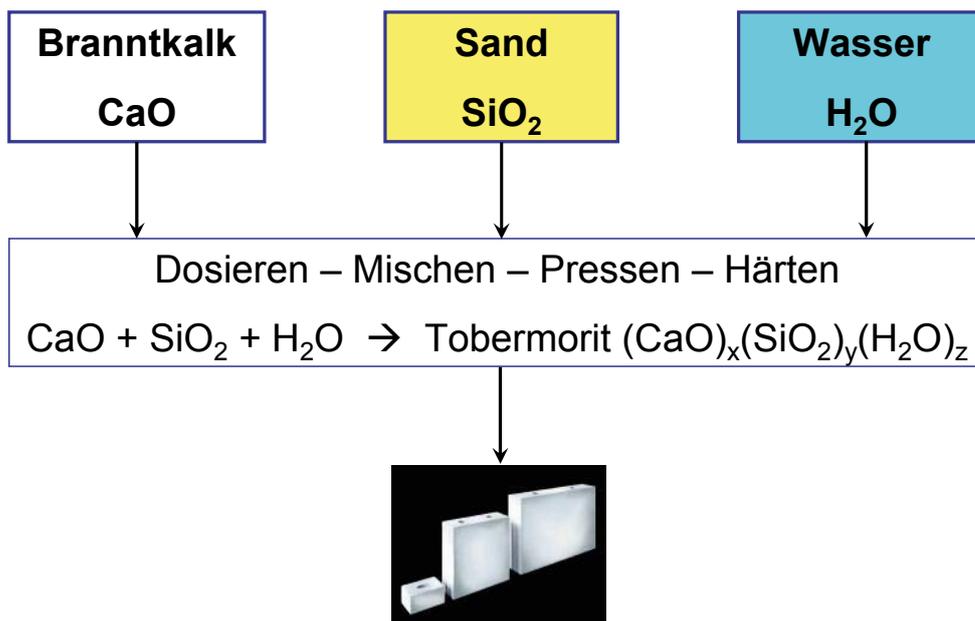


Frostprüftruhe im KS-Labor

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

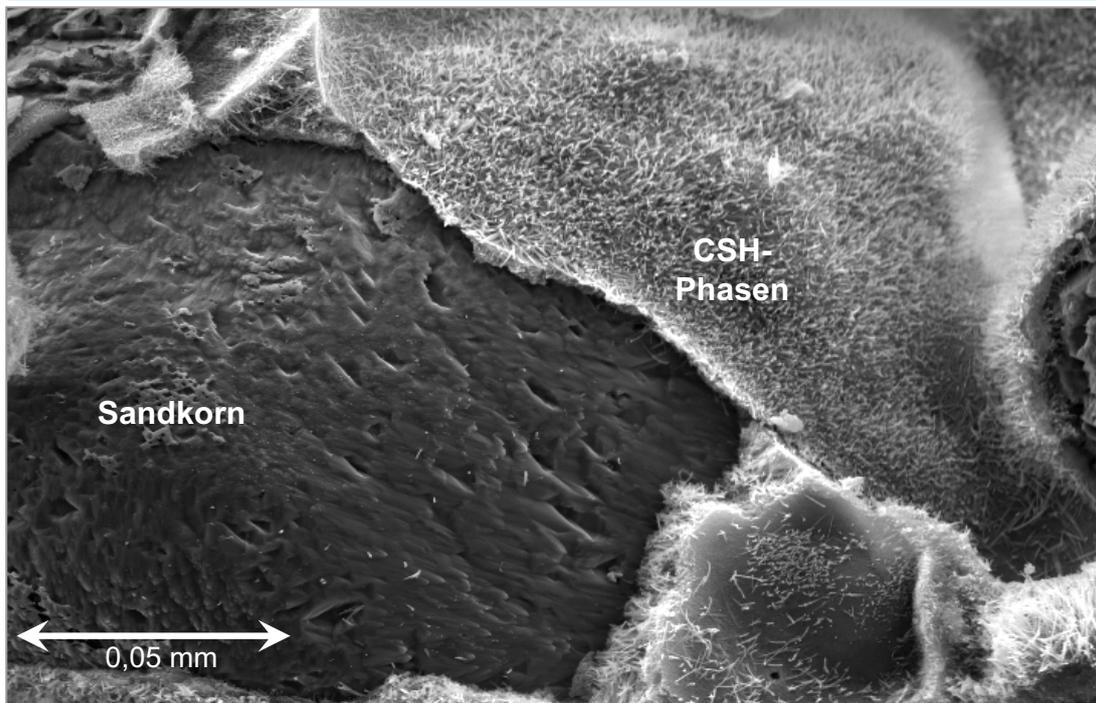
## Dampfhärtung der Rohlinge – chemische Reaktionen



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Kalksandstein im Elektronenmikroskop



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Universität Kassel, Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Middendorf

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Kalksandstein-Härtekessel T ~ 200°C und p = 16 bar



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Scholz Maschinenfabrik GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

Kalksandstein-Härtekessel  $T \sim 200^{\circ}\text{C}$  und  $p = 16 \text{ bar}$

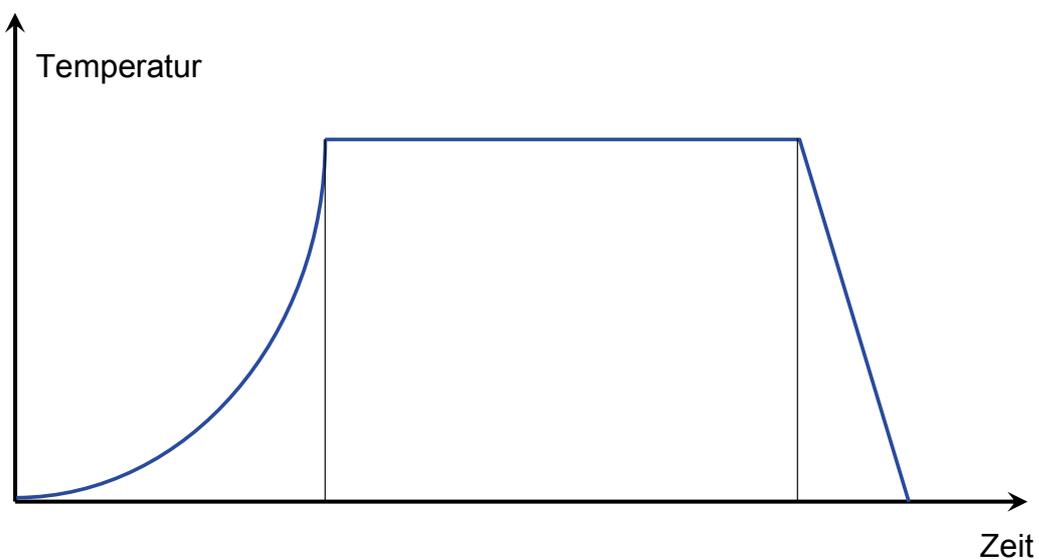


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Rheinkalk GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

Dampfhärtung der Rohlinge bei  $T \sim 200^{\circ}\text{C}$  und  $p = 16 \text{ bar}$



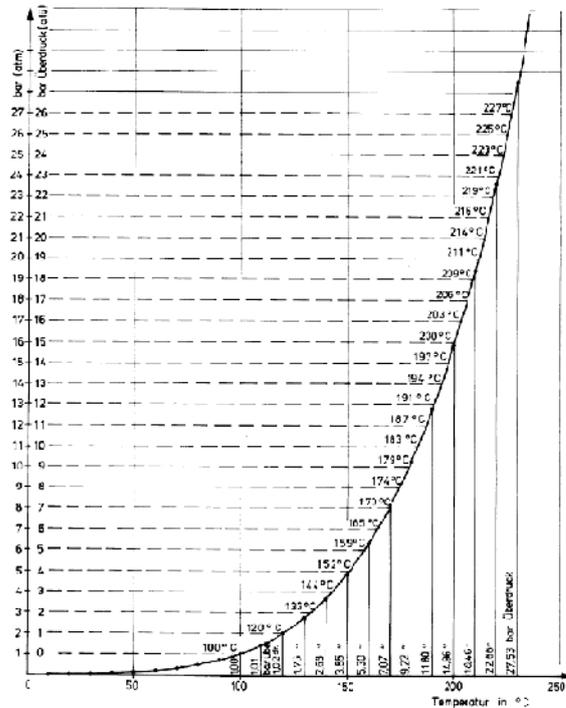
Standard-Härtekurve für KS-XL-PE im Kalksandsteinwerk XY

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

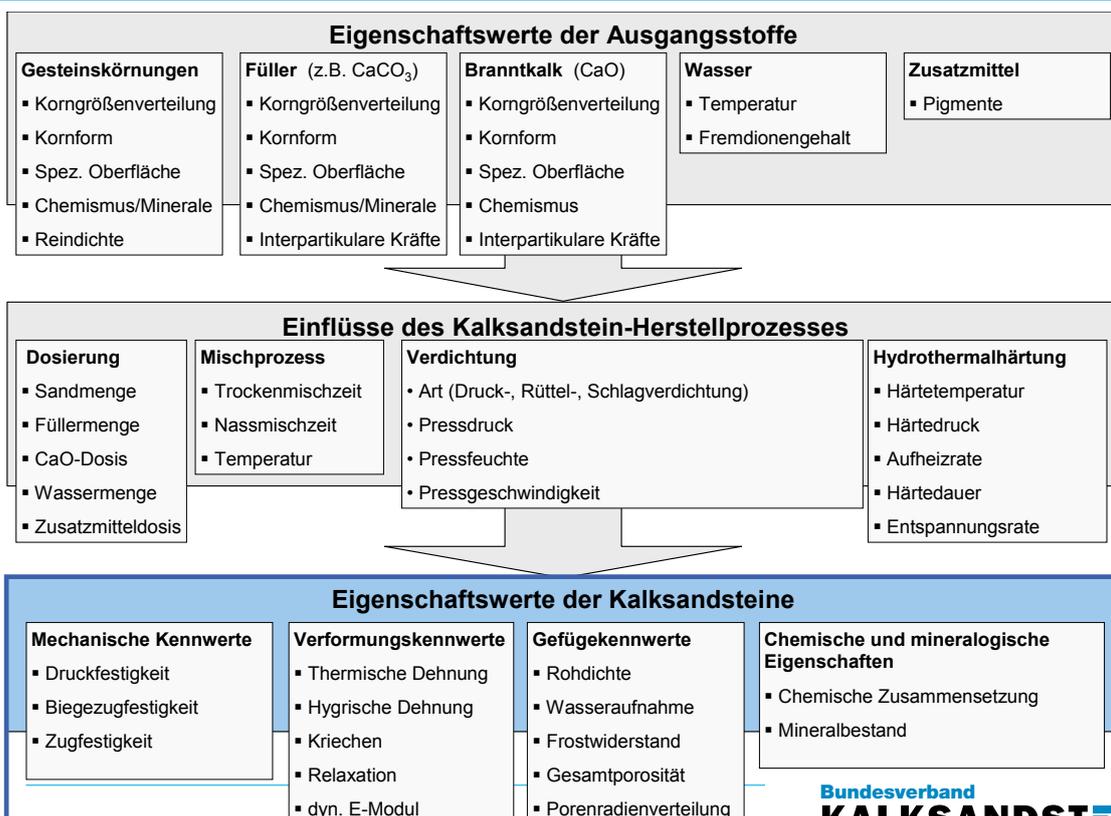
## Dampfdruck und Dampftemperatur

Dampf-(über)-druck $p_{D_1}$ [bar]	Dampf-temperatur T [°C]
0	100
1	120
2	133
3	144
4	152
5	159
6	165
7	170
8	174
9	179
10	183
11	187
12	191
13	194
14	197
15	200
16	203
17	206
18	209
19	211
20	214
21	216
22	219
23	221
24	223
25	225
26	227



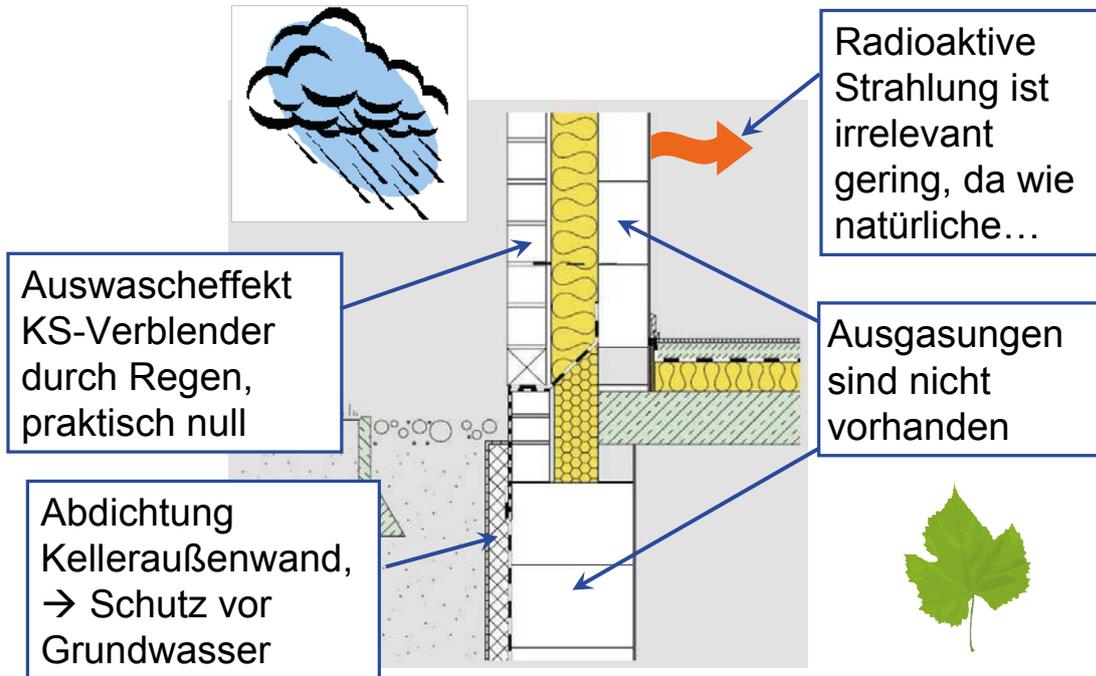
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Kalksandsteine → keine Umweltprobleme



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Welche Umweltnachweise liegen für Kalksandsteine vor?

### Auslaugung / Beregnung:

RWTH Aachen  
ibac M1223 / F7043-1:

div. Prüfberichte:  
Labor Dr. Wessling,  
Hettstedt:

Ergebnisse  
(Eluat und content):  
→ „**stets sehr geringe Konzentrationen an Salzen und Schwermetallen...**“

### VOC-Emissionen (indoor-air):

eurofins (DK):  
Ergebnisse:  
→ „**Kalksandsteine sind gemäß AgBB-Schema für Innenräume geeignet.**“

2) Fraunhofer-Institut für Bauphysik (D):  
Ergebnisse:  
→ „**WHO-Kriterien eingehalten...**“

### Radioaktivität:

Bundesamt für Strahlenschutz:

Messungen 2007  
(K-40, Ra-228, Th-228,  
U-238, Ra-226, Pb-210, Rn):

Ergebnisse:  
→ „**Kalksandsteine sind völlig unbedenklich...**“

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

Qualität: → Chemische Analyse im Labor



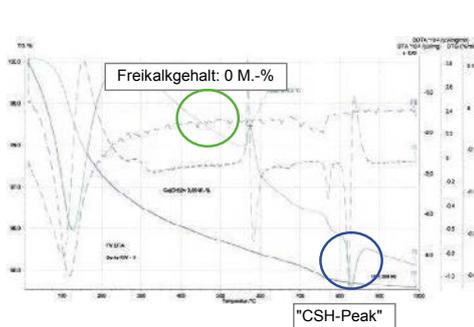
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

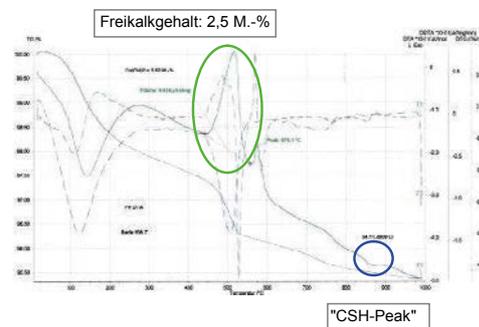
Qualität: → Chemische Analyse im Labor



Thermogramme der Kalksandsteine der Nullserien aus Fein- und Grobsand:  
exothermer Peak im Temperaturbereich zwischen T = 830 und 870 °C



Kalksandstein aus Feinsand -  
Freikalkgehalt: 0,0 M.-% -  
CSH-Peak ist groß

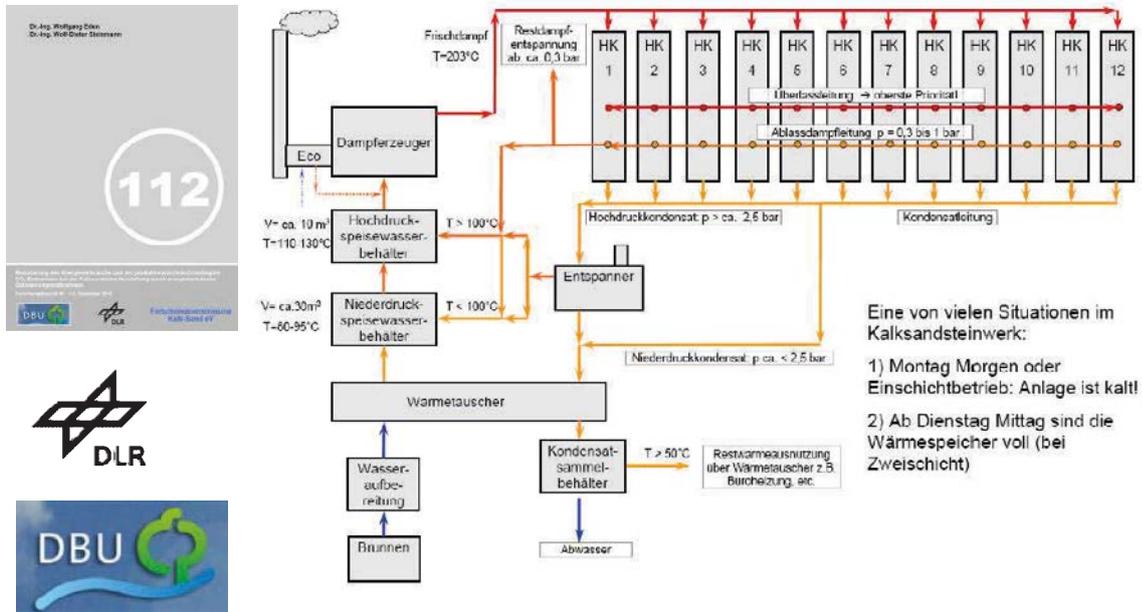


Kalksandstein aus Grobsand -  
Freikalkgehalt: 2,5 M.-% -  
CSH-Peak ist klein

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Reduzierung des Energieverbrauchs

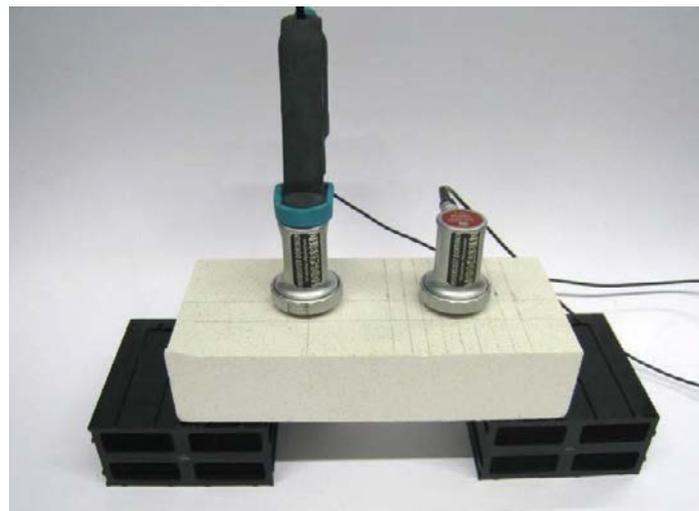


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Zerstörungsfreie Prüfverfahren → Ultraschall

**AF** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG



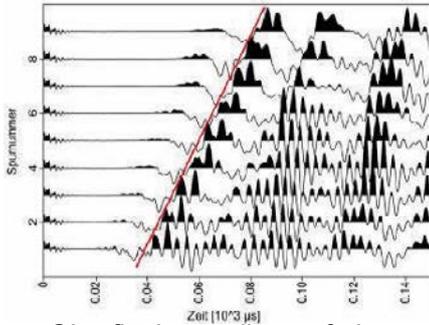
## Schnellabschätzung der Druckfestigkeit per Ultraschall-Messung



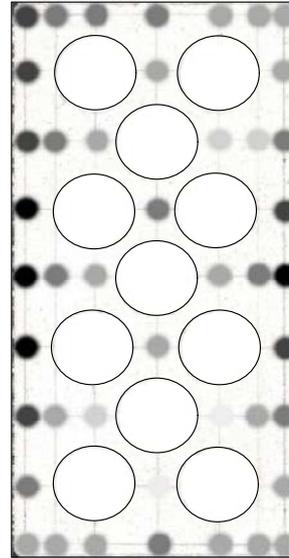
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Zerstörungsfreie Prüfverfahren → Ultraschall



Oberflächenwellen auf einem Kalksandstein



Impulsgeschwindigkeit, graustufencodiert

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Zerstörungsfreie Prüfverfahren → Ultraschall



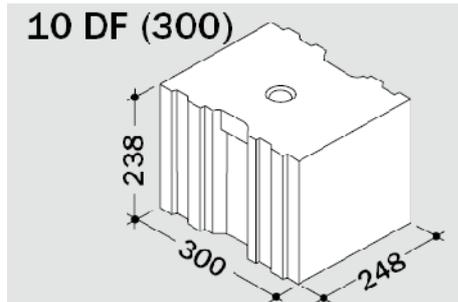
Ultraschallgerät Prüfkopfarray Typ: acsys M2502  
(Nennfrequenz 55 kHz)

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: TU Dortmund

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

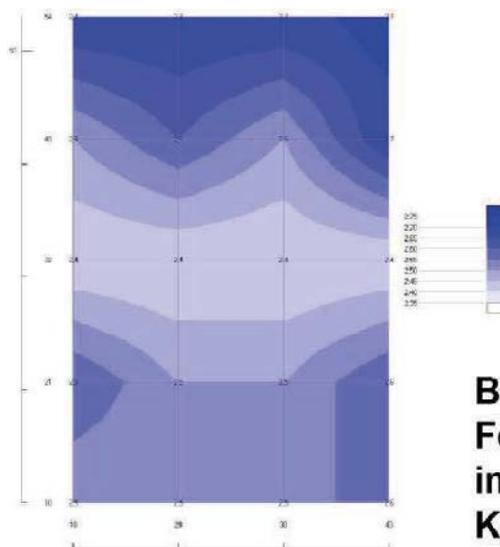
## Zerstörungsfreie Prüfverfahren → Ultraschall



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Zerstörungsfreie Prüfverfahren → Mikrowellen



**Beispiel:  
Feuchteverteilung  
im Messfeld eines  
KS XL-RE**

Rohdichtebestimmung - Feuchtemessung von Kalksandsteinen

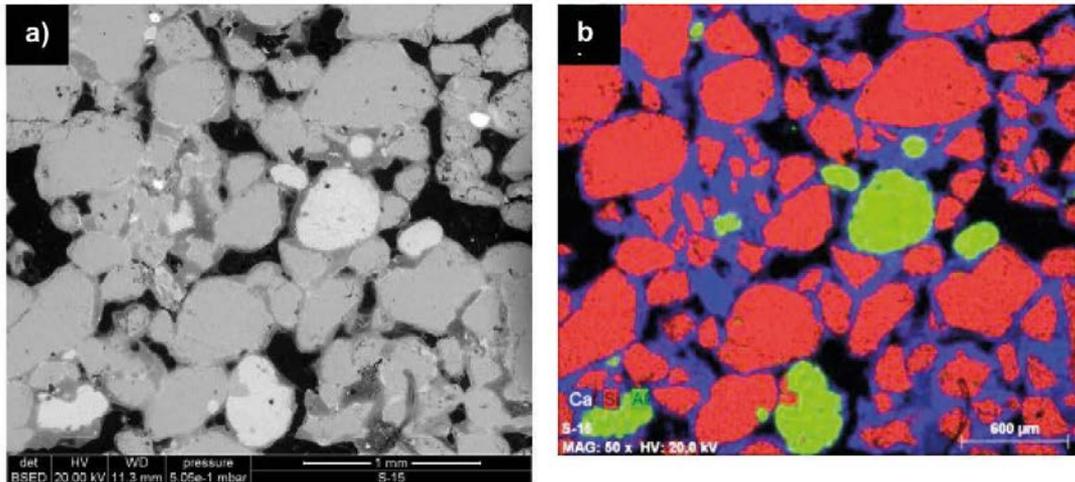
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Optimierung des Mischvorgangs



→ Entwicklung von Prüfverfahren zur Beurteilung der Mischungsqualität



**Bild 58:** REM-Aufnahme des Anschliffs der Probe S-15  
 a) BSE-Aufnahme und  
 b) EDX-Aufnahme (rot = Si, blau = Ca, grün = Al)

Quelle: FHI Dresden

Dr. Wolfgang Eden  
 Kalksandstein-Bauseminare  
 KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
 Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



KS-Recycling-Material für den Straßenbau  
 Tragschichten **ohne Bindemittel**



**ToB**

Dr. Wolfgang Eden  
 Kalksandstein-Bauseminare  
 KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
 Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Sortenreines Kalksandstein-Recyclingmaterial

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Sortenreines Kalksandstein-Recyclingmaterial

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Sortenreines Kalksandstein-Recyclingmaterial

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



### Recycling von Kalksandstein-Material

→ Ergebnisse der Forschungsvereinigung Kalk-Sand eV:

1. Sortenreines KS-Material für eine erneute KS-Produktion (AiF)
2. Einfluss anhaftender Reste anderer Baustoffe (AiF)
3. Verwertungspfade Beton und Wegebau (AiF)
4. Verwertungspfad Straßenbau ToB (AiF)
5. Recycling-Steine aus Mauerwerkabbruch (BBR)
6. Deponiebau „Methanox“ → KS- und PB-RC-Material (AiF)
7. Vegetationssubstrate (Bäume, Sträucher, Dachbegrünungen)
8. div. andere Verwertungsoptionen



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Beim Recycling für die erneute KS-Produktion ist zu beachten:  
 → Die Zugabe von sortenreinem Kalksandstein-Recycling-Material zur erneuten Kalksandsteinproduktion ist grundsätzlich möglich.

Zu beachten:

- keine Verunreinigungen (Tapetenreste, Holz, Gips, schwermetallhaltige Fremdstoffe, etc.) !!
- Anpassung der Rezepturen
  - leichte Erhöhung der Kalkdosis
  - leichte Erhöhung der Pressfeuchte

Dr. Wolfgang Eden  
 Kalksandstein-Bauseminare  
 KS-West e.V. 2019



## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
 Kalksandstein-Bauseminare  
 KS-West e.V. 2019



## Recycling von Kalksandstein



Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.  
Hannover

Lehrstuhl für Verkehrswegebau  
der Ruhr-Universität Bochum



Amtliche Materialprüfungsanstalt  
der Freien Hansestadt Bremen  
ein Geschäftsbereich der  
Stiftung Institut für Werkstofftechnik Bremen



TerraTextura Baustoff- und  
Vegetations-Technologie GmbH  
Soest



Brockmann Recycling GmbH,  
Nützen



### Impressum

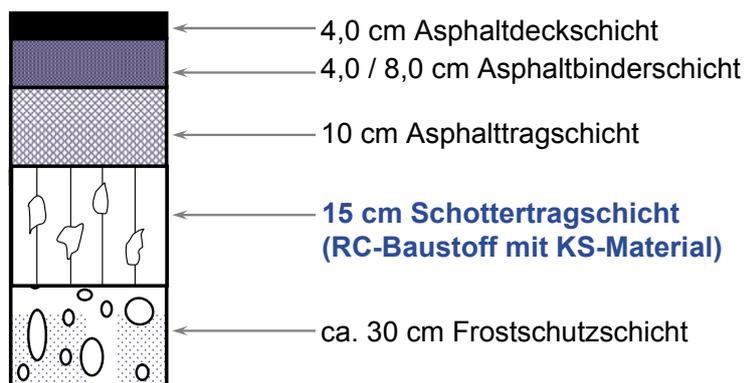
Forschungsbericht Nr. 111  
„Eignung von recykliertem Kalksandstein-Mauerwerk für Tragschichten ohne Bindemittel“  
April 2010

Herausgeber:  
Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V., Hannover  
Entenfangweg 15  
30419 Hannover  
Wolfgang.Eden@Kalksandstein.de

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019



## Recycling von Kalksandstein



Geplanter Oberbau der Versuchsstrecke,  
in Anlehnung an die RStO 01, BK II / III

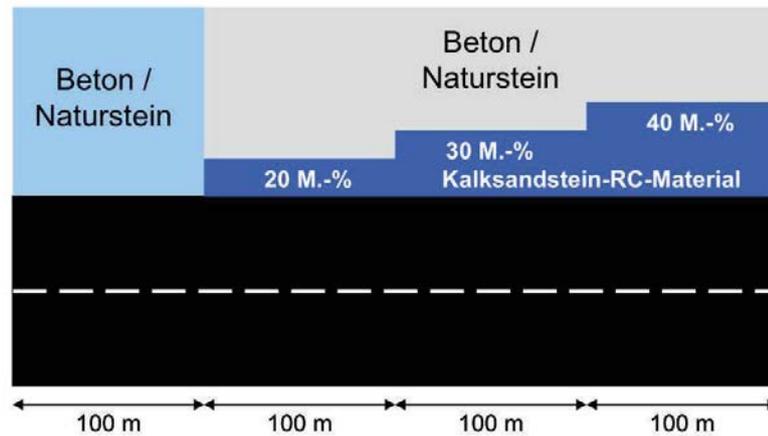
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019



## Recycling von Kalksandstein



### Recycling-Projekt Tragschichten ohne Bindemittel – reale Strecke



Aufbau der Erprobungsstrecke

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

**AI** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

**AI** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Bimolab GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Bimolab GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

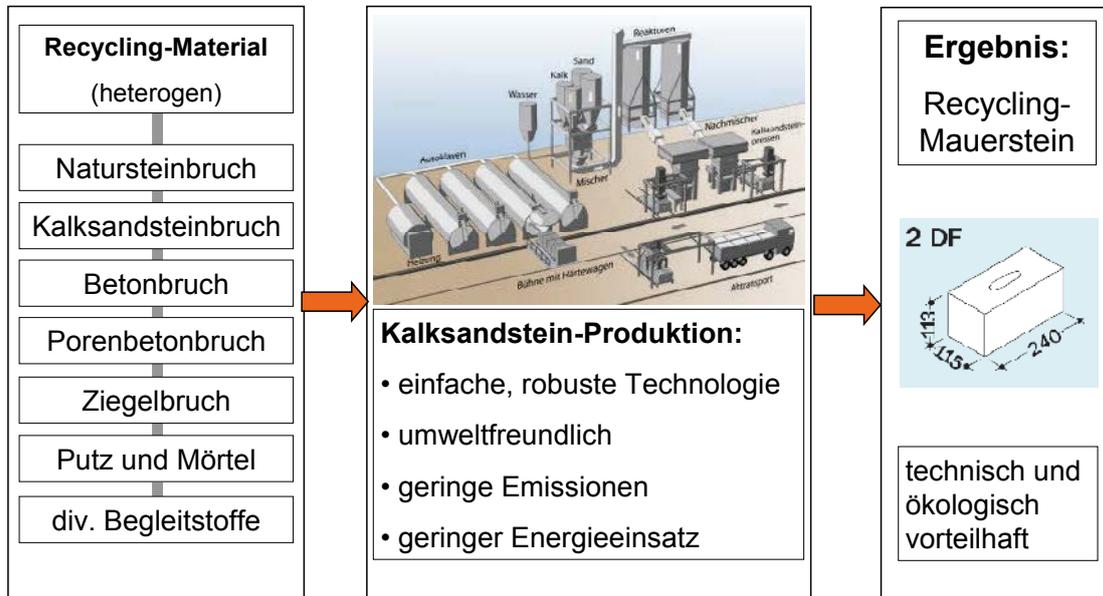
Quelle: Bimolab GmbH

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

### Recycling-Mauersteine



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

### Kalksandstein-Abbruchmaterial



Gebrochenes Kalksandstein-Material

### Beton-Abbruchmaterial



Gebrochenes Beton-Material

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**

...auf der Recyclinganlage



Beschickung der Brecheranlage



Befüllung der Mulden

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Quelle: Brockmann Recycling GmbH

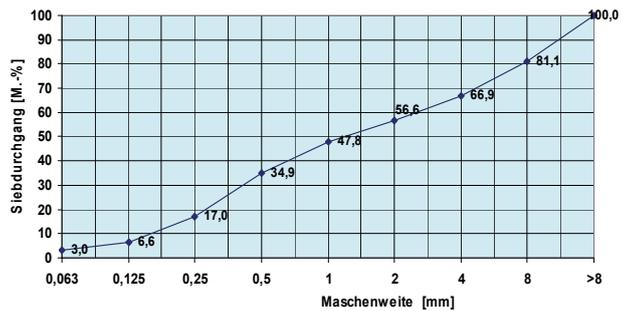
Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**



Gebrochenes  
Kalksandstein-Material

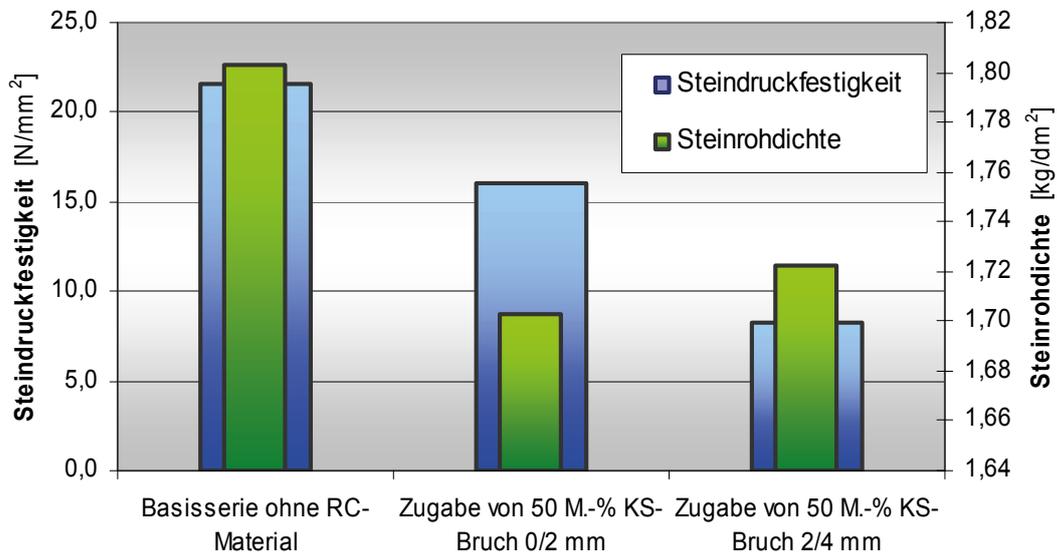


Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein

FORSCHUNGSINITIATIVE  
**ZukunftBAU**



Extrembeispiel: → Zugabe von 50 M.-% KS-Recycling-Material 0/2 mm

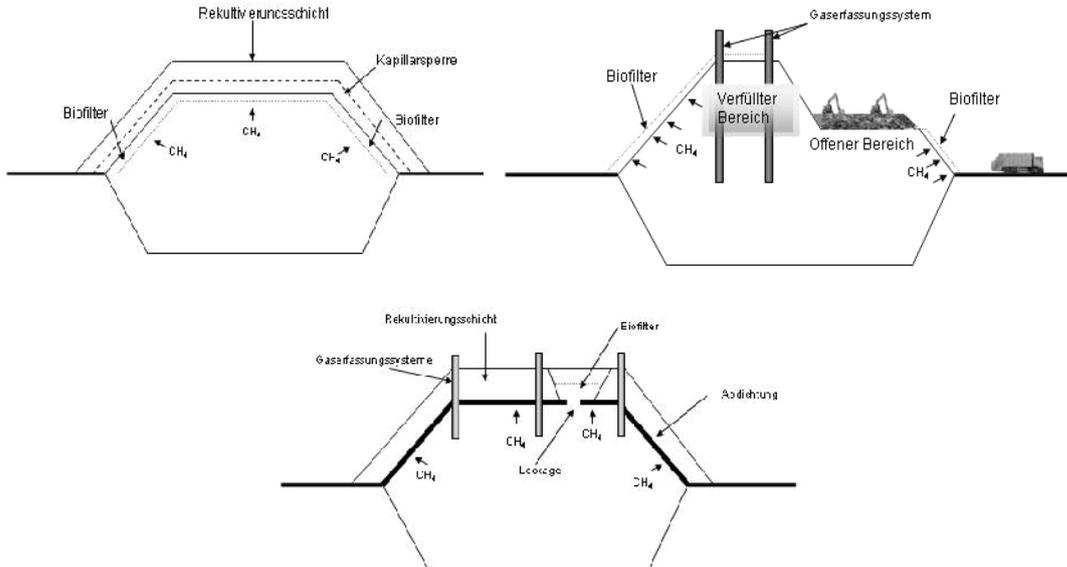
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



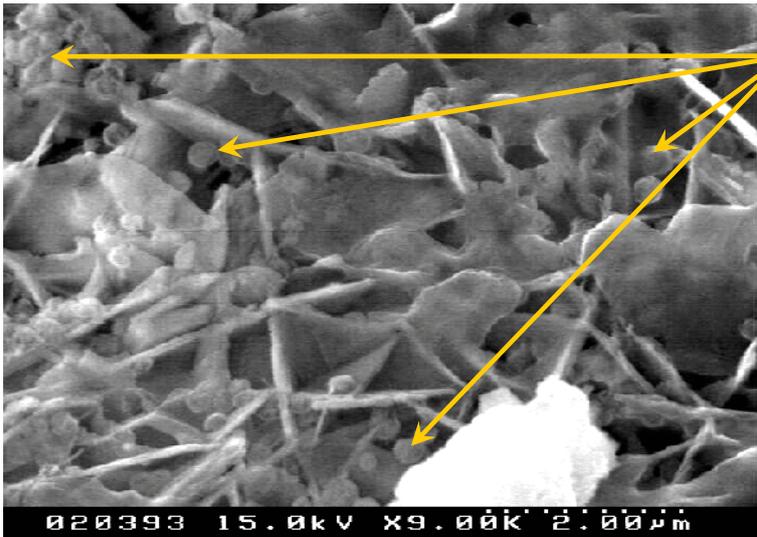
zu 6) verschiedene Anwendungsfälle



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



REM,  
9000-fache  
Vergrößerung  
stabförmige  
Bakterien

Methanoxidierende Bakterien im Porenbeton angereichert

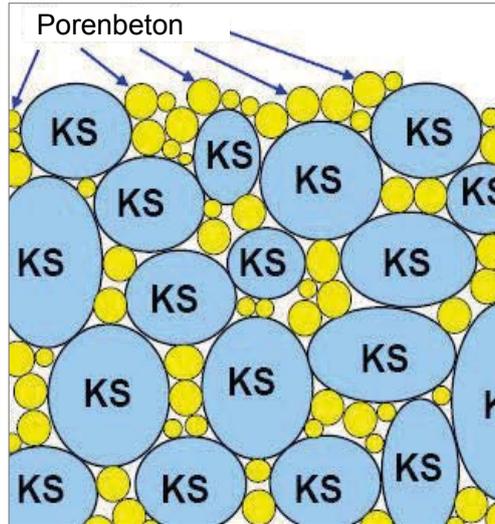
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



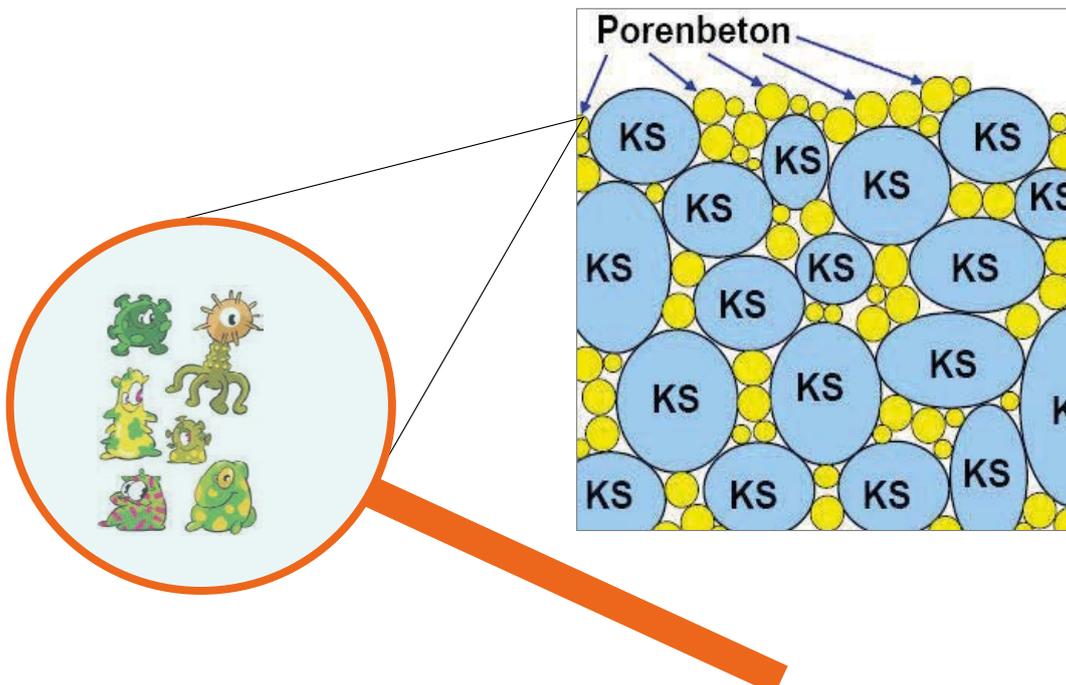
Beispiel für einen möglichen Gefügebau → Berechnung der optimalen Korngrößenverteilung mittels Spezialsoftware



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

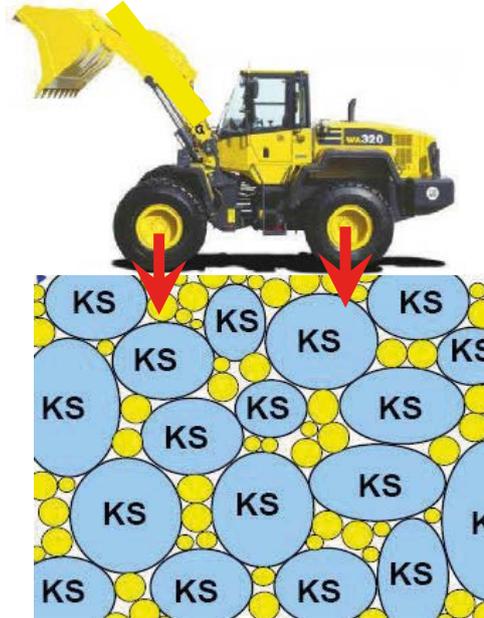
## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dipl.-Ing. Gerhard Bukowski  
Dr.-Ing. Wolfgang Eden  
Dr. rer. nat. Jan Küver  
Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Harald Kurkowski  
Dipl.-Chem. Jens-Jürgen Lau  
Dipl.-Biol. Markko Ramesch

118

Bioaktivierung von Porenbeton- und Kalksandstein-Recyclinggranulaten mit Methan oxidierenden Bakterien zur Reduktion von Methanausgasungen aus Hausmülldeponien - ein Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz – METHANOX II  
Forschungsbericht Nr. 118, Januar 2013

AF Mitglied

Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.  
Forschungsvereinigung Porenbetonindustrie e.V.  
Forschungsvereinigung Recycling und Wertstoffverwertung im Baureisen e.V. - RWB

## SIM-Recycling-Projekt Methanox II

Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V. FORSCHUNGSVEREINIGUNG PORENBETON

RWB MPA Bremen AMTLICHE MATERIALPRÜFUNGSANSTALT DER FREIEN HANSESTADT BREMEN Bimolab GmbH

Umweltbetrieb Bremen brockmann recycling

Bioaktivierung von Porenbeton- und Kalksandstein-Recyclinggranulaten mit Methan oxidierenden Bakterien zur Reduktion von Methanausgasungen aus Hausmülldeponien - ein Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz – METHANOX II

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Dachbegrünungen

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Dachbegrünungen

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



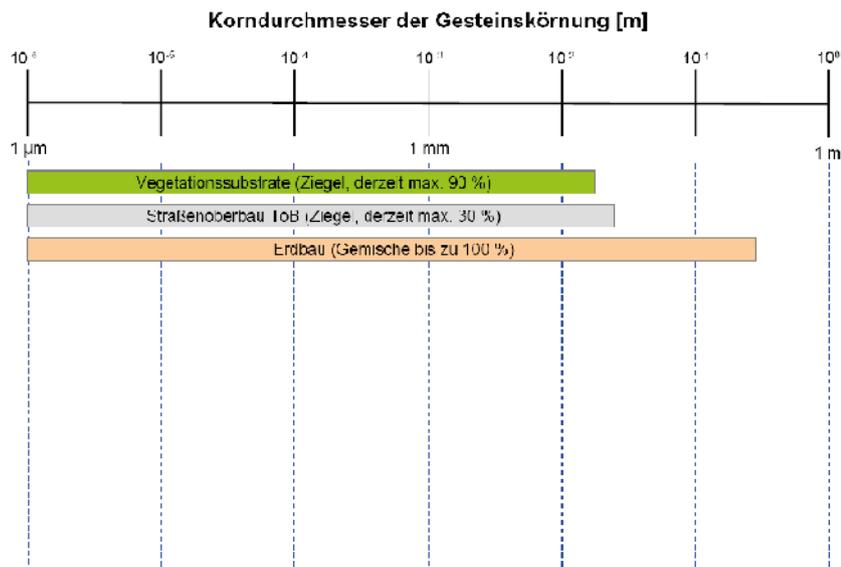
**AIF** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Dachbegrünungen

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



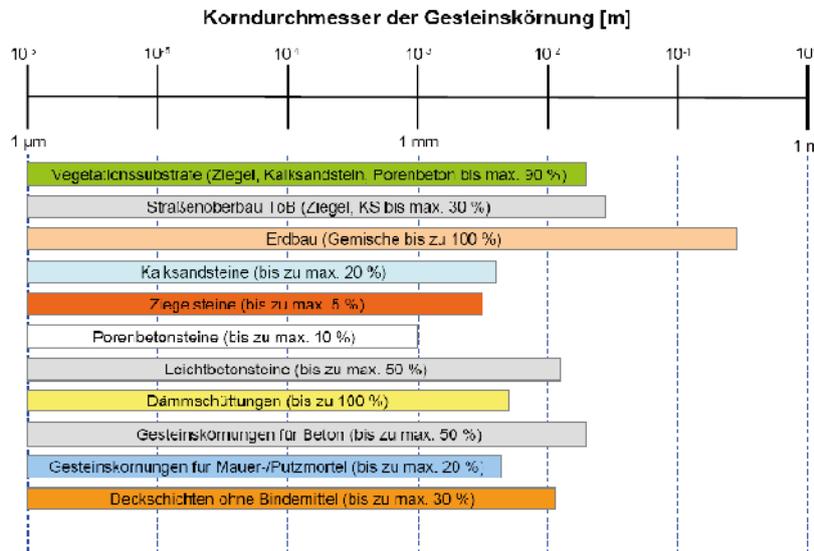
**AIF** ALLIANZ  
INDUSTRIE  
FORSCHUNG

Derzeitiger Stand der Verwertung von rezyklierten  
Gesteinskörnungen aus Mauerwerk (korngrößenspezifisch)

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



Potenzielle zukünftige Verwertung von rezyklierten Gesteinskörnungen aus Mauerwerk (korngrößen-spezifisch)

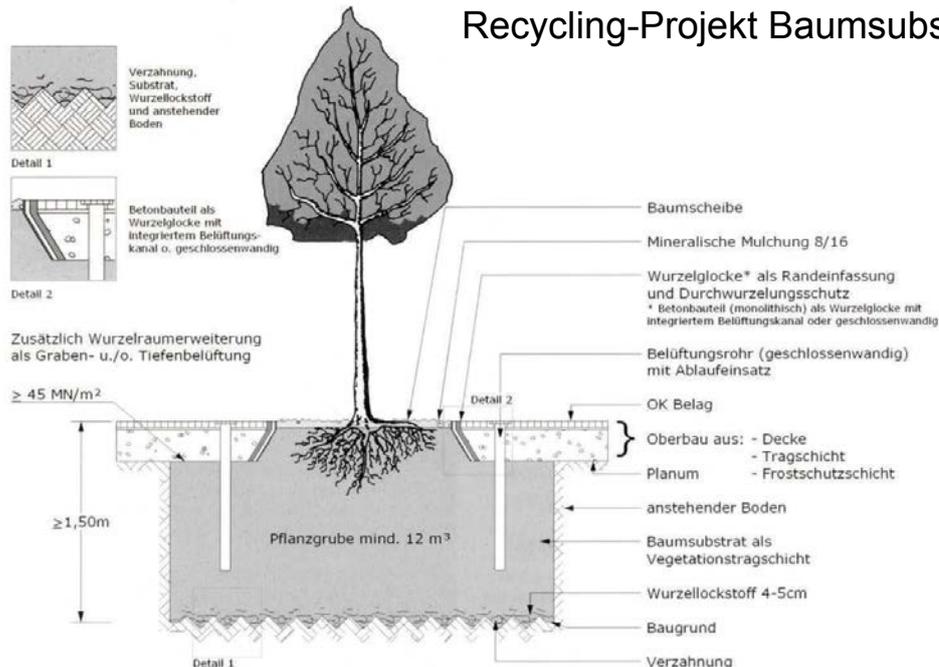
Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Recycling von Kalksandstein



### Recycling-Projekt Baumsubstrate



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Fazit der bisherigen KS-Recycling-Forschung:



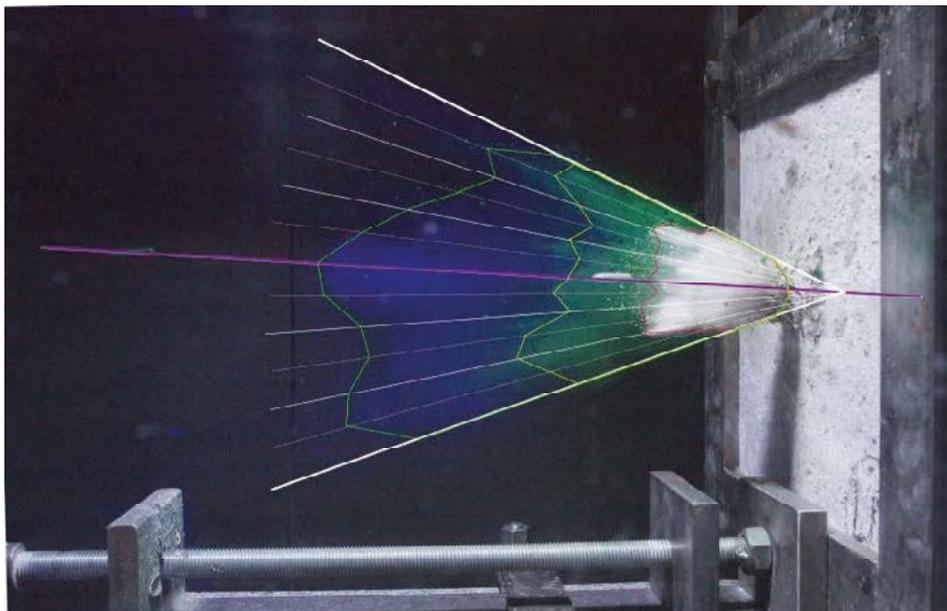
- Kalksandstein-Material ist in weiten Bereichen recyclingfähig.
- Potenzielle Einsatzbereiche aufzeigen:
  - Erneute Kalksandstein-Produktion, sofern (streng) sortenrein
  - Betonbau Expositionsklasse XF1 (Stahlbetonstütze im Freien)
  - Erd-, Straßen- und Wegebau, Vegetationssubstrate
  - Deponiebau → Methan abbauendes RC-Granulat
  - Herstellung von Recycling-Mauersteinen
- Begleitstoffe (Holzreste, Kunststoff, Gipsputz, etc.) sind zu entfernen.
- Die technischen und wirtschaftlichen Anforderungen sind jeweils einzuhalten.
- Weitere Forschungsaktivitäten sind erforderlich.

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

## Beschussversuche an Kalksandsteinen

Quelle: Prof. Thienel, Prof. Höcherl, Uni der Bundeswehr München



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



**Infrarotkamera**  
Kalksandstein-  
Härtekessel



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



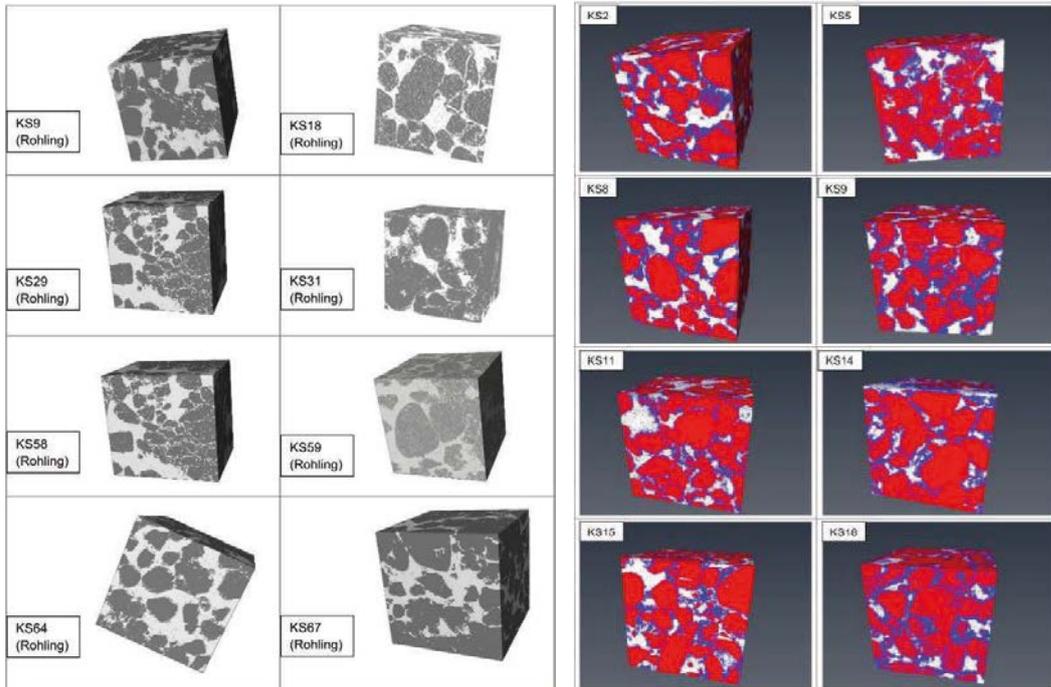
**Infrarotkamera**  
oben:  
Schaltschrank  
unten:  
Formwerkzeug-  
heizung



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

Kalksandstein-Rohlinge und gehärtete Steine -  $\mu$ CT Quelle: Prof. Middendorf, Uni Kassel



Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

Datenbank und Archiv der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e.V.



Unser gespeichertes Know-how:

- rd. 10.000 Literaturquellen
- AiF-Forschungsprojekte, Schriftenreihe, Nr. 1 bis 124

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV

**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**  
**Fragen sind willkommen!**

Dr. Wolfgang Eden  
Kalksandstein-Bauseminare  
KS-West e.V. 2019

Bundesverband  
**KALKSANDSTEIN**  
Industrie eV



**Schallschutz im Wohnungsbau –  
Grundlagen, Planung und Ausführung**

Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz  
TAC Technische Akustik, Grevenbroich

**ZUM THEMA**

Lärmvermeidung und Lärmschutz, gerade im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich, sind immer drängendere Aufgaben unserer Gesellschaft. Der erste Teil des Vortrages zeigt daher auf, in welchem Maße wir von Lärm beaufschlagt sind und wie wichtig der Rückzugsort der eigenen Wohnung für das immer größer werdende Ruhebedürfnis ist. Im zweiten Teil des Vortrages wird erläutert, wie der bauliche Schallschutz auch im Lichte der neuen DIN 4109 wirklich gelingt, welche Materialien und Konstruktionen geeignet sind und wie sich typische Baufehler einfach vermeiden lassen.

**AUS DEM INHALT**

- Grundlagen zum baulichen Schallschutz
- Schalldämmung ein- und zweischaliger Bauteile
- Normen
- Bauausführung, Analyse, Schadensfälle
- Juristische Aspekte

**ZUM REFERENTEN**

**Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz** studierte Elektrotechnik an der RWTH Aachen und promovierte am dortigen Institut für Technische Akustik. 1997 wurde er Laborleiter des Labors für Angewandte Akustik der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) Braunschweig. 2002 gründete er die Firma TAC – Technische Akustik und wurde 2003 zum Honorarprofessor an der Technischen Universität Braunschweig ernannt. Prof. Schmitz ist ö.b.u.v. Sachverständiger für Bau-, Raum- und Elektroakustik, Prüfstellenleiter der VMPA zertifizierten Güteprüfstelle nach DIN 4109 sowie stellvertretender Messstellenleiter der nach §§ 26, 28 BImSchG bekanntgegebenen Messstelle. Er ist langjähriges Mitglied in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien und Ausschüssen, darunter NABau (DIN 4109), NALS (VDI 4100), Deutsche Gesellschaft für Akustik (DEGA) und der Fachkommission Schallschutz des VMPA. Seit vielen Jahren ist Prof. Schmitz als fachlich ausgewiesener Referent insbesondere im Bereich der Bauakustik tätig.

## Schallschutz im Wohnungsbau

### Grundlagen, Planung und Ausführung

Referent: Prof. Dr.-Ing. Alfred Schmitz

## I. Einleitung

### Tote durch äußere Einflüsse / Jahr

Ursache	Tote / Jahr	ca. Tote / Tag
Straßenverkehr	3.500	10
Behandlungsfehler	18.000	50
Krankenhauskeime	40.000	110
Alkohol	74.000	200
Rauchen	110.000	300
Brand	400	1
→ Verkehrslärm	ca. 2700	7-8



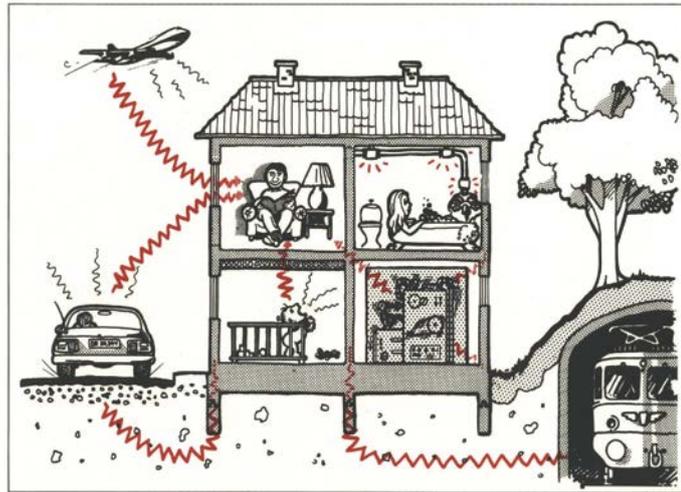
### Möglichkeit I - „Meditativer / psychologischer Ansatz“

- **SPIEGEL ONLINE:** Was kann man tun, um sich weniger an Lärm zu stören?
- **Hellbrück:** Sie sollten versuchen, die Lärmquelle kognitiv **umzubewerten**, um Ihr Unbehagen abzumildern. Sie können sich sagen, dass der Baulärm sein muss, weil das Haus gebaut werden will, der Rasen auch eines unsympathischen Nachbarn gemäht werden muss und er irgendwann damit fertig sein wird. Vor allem, wenn Sie wissen, dass der Lärm zeitlich begrenzt ist, kommen Sie auf diese Weise damit besser zurecht.



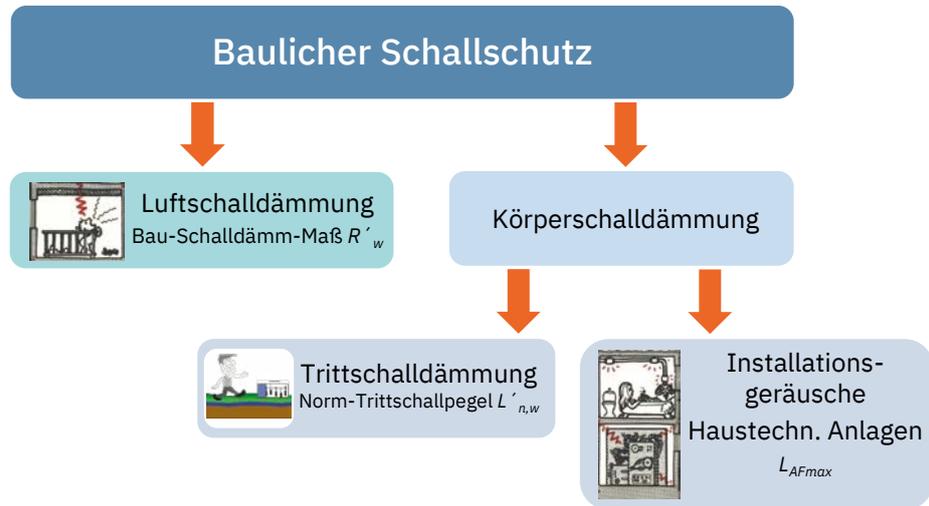
## Baulicher Schallschutz

Der bauliche Schallschutz beschreibt den Schalldurchgang durch Gebäudestrukturen.

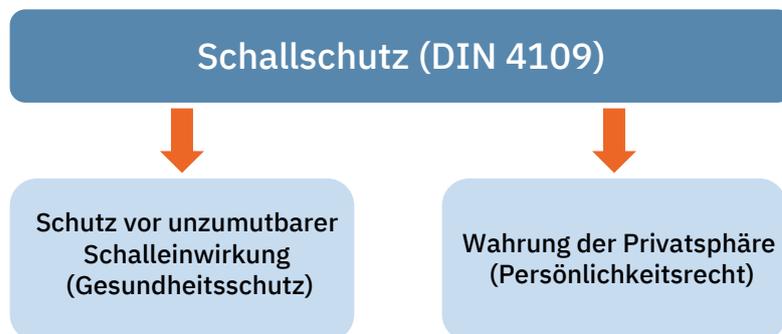


## II. Grundlagen

## Baulicher Schallschutz



## Was leistet der bauliche Schallschutz?



Was leistet der bauliche Schallschutz?



Schalldruckpegel

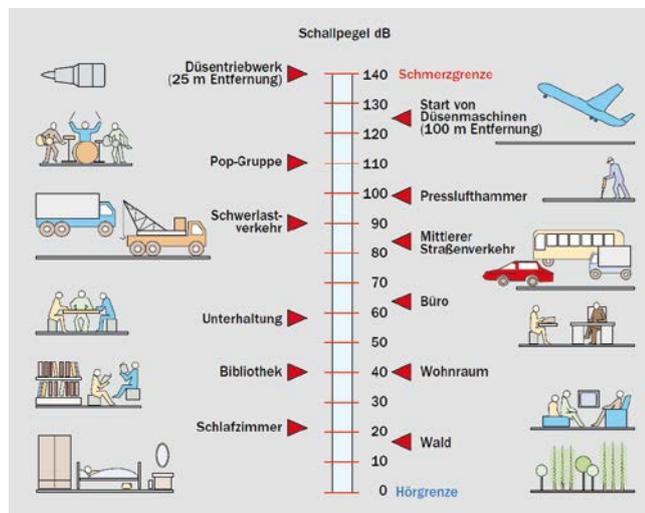
$$L_p = 20 \log \frac{p}{p_0}$$

mit  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \frac{N}{m^2}$

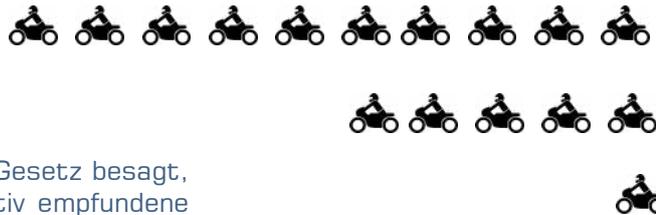
Addition von Pegeln:

$$L_1 = 30 \text{ dB} \rightarrow L_{1+2} = 33 \text{ dB}$$

$$L_2 = 30 \text{ dB}$$



## Hörbarkeit von Pegeldifferenzen

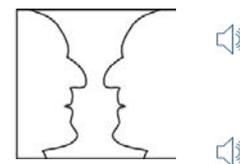
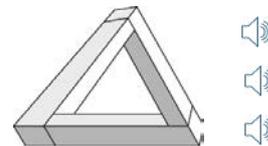


dB	
0	
-1	
-3	
-6	
-10	
-20	
-30	

Das Weber-Fechner-Gesetz besagt, dass sich die subjektiv empfundene Stärke von Sinneseindrücken proportional zum Logarithmus der objektiven Intensität des physikalischen Reizes verhält.

## Wahrnehmung ist entscheidend

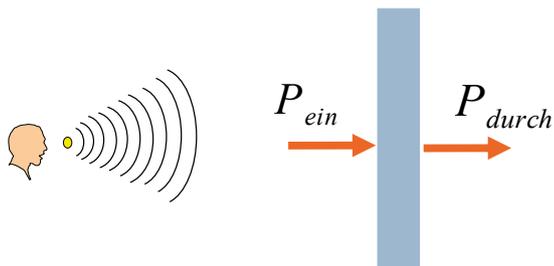
- Verzerrte Wahrnehmung auf Grund der Reduzierung der Darstellungsebene
- Selektive Wahrnehmung und Interpretation
- Wahrnehmung im Kontext



### III. Schalldämmung

#### 3.1 Luftschalldämmung einschaliger Bauteile

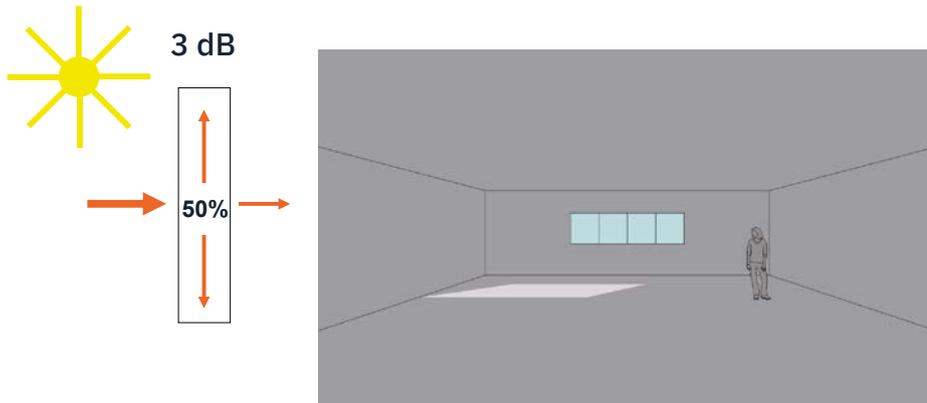
#### Definition Schalldämm-Maß



$$R = 10 \lg \frac{P_{ein}}{P_{durch}} = 10 \lg \frac{I_{ein}}{I_{durch}}$$

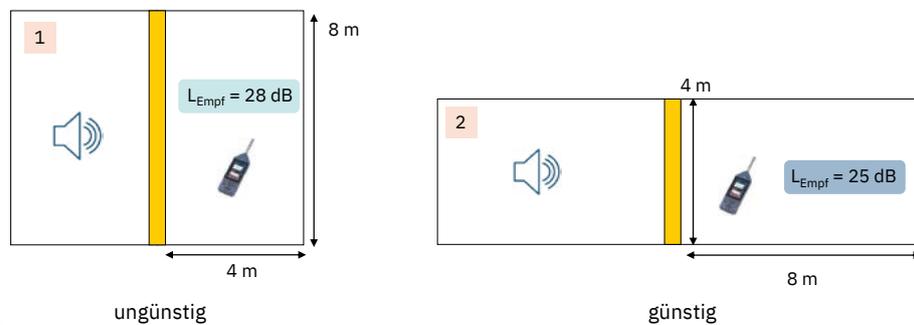
Schalldämm-Maß basiert auf einem energetischen Verhältnis

### Analogie – Schalldämm-Maß und Empfangsraumpegel



### Schallschutz - Schalldämmung

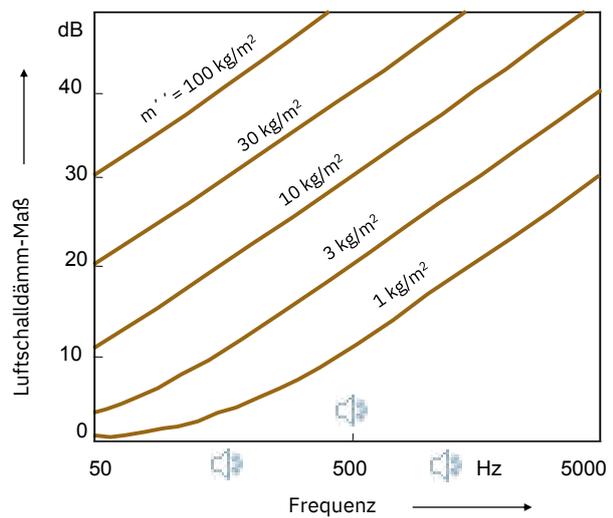
$R'_w = 54 \text{ dB}$	$L_{\text{Sende}} = 80 \text{ dB}$	$D_{nT,w,1} = 52 \text{ dB}$
$T_E = 1 \text{ s}$	$V_{\text{Empf}} = 100 \text{ m}^3$	$D_{nT,w,2} = 55 \text{ dB}$



## Berger'sches Massengesetz und einfache Massekurven

$$R \approx 20 \lg \frac{\omega m''}{2\rho_0 c} \text{ dB}$$

- Berger'sches Massengesetz
  - Anstieg der Schalldämmung mit 6 dB je Frequenzverdopplung (Oktave)
  - Anstieg der Schalldämmung mit 6 dB je Verdopplung der flächenbezogenen Masse



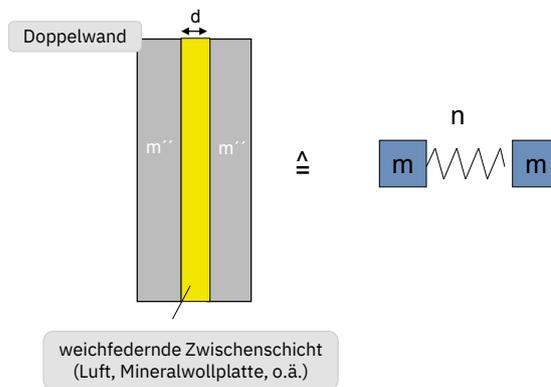
## III. Schalldämmung

3.1 Luftschalldämmung einschaliger Bauteile

3.2 Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile

### Schalldämmung zweischaliger Bauteile

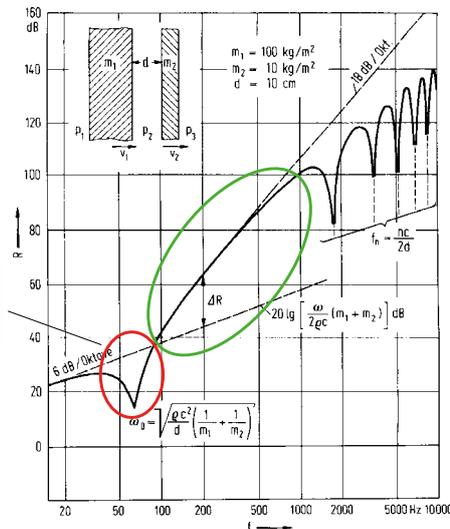
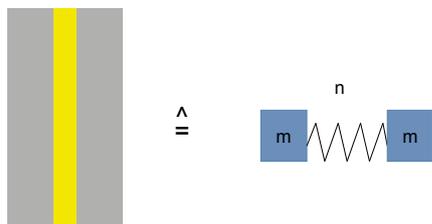
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2}{m \cdot n}} \approx \frac{3400}{\sqrt{m' \cdot d}}$$



- Schalldämmung zweischaliger Bauteile
  - $f < f_0$  Massengesetz, Anstieg mit 6 dB / Oktave
  - $f \approx f_0$  Einbruch in der Schalldämmung
  - $f > f_0$  Anstieg mit 18 dB / Oktave (System 3. Ordnung), erhebliche Verbesserung der Schalldämmung



### Schalldämmung einer Doppelwand senkrechter Schalleinfall

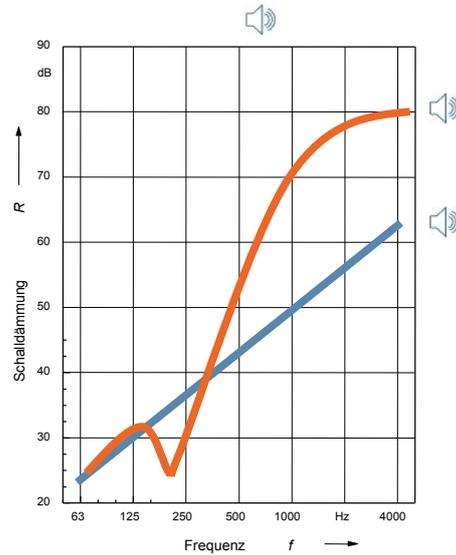
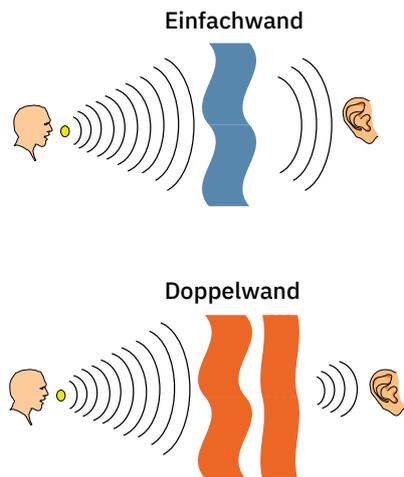


Einbruch der Schalldämmung auf Grund der Doppelwandresonanz

- Verlustzone
- Gewinnzone



## Einfachwand - Doppelwand



## Doppelschalige Konstruktion

- Doppelschalige Haustrennwände
- Gipskarton-Ständerwände
- Vorsatzschalen
- Schwimmende Estriche
- Wärmedämm-Verbundsysteme
- Doppelglasscheiben

aber auch jede Art der einfach elastischen Entkopplung unterliegt den gleichen Gesetzen

- Treppen und Treppenstufen
- Rohrleitungen / Rohrschellen
- Maschinenaufleger
- Erschütterungsschutz
- .....

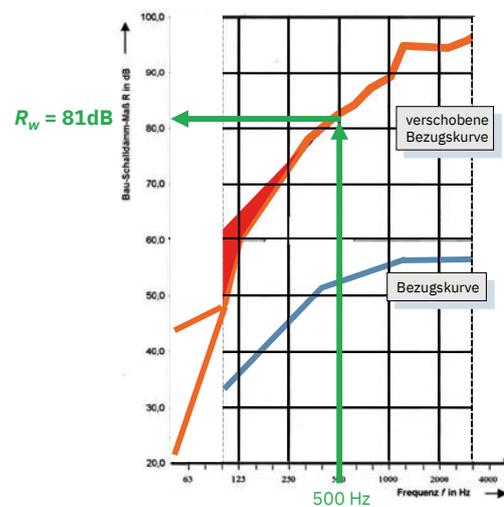
### III. Schalldämmung

- 3.1 Luftschalldämmung einschaliger Bauteile
- 3.2 Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile
- 3.3 **Einzahlkennwerte**

#### Bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w$ (DIN EN ISO 717-1)

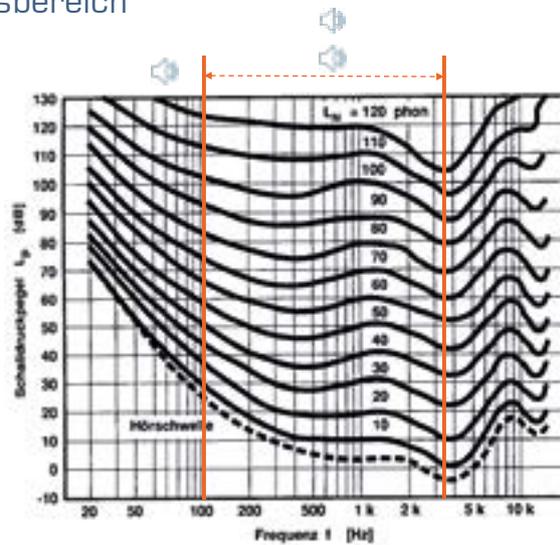
- Messkurve
- Bezugskurve

- Verschieben der Bezugskurve
  - in Schritten von ganzen dB
  - bis mittlere Unterschreitung der verschobenen Bezugskurve durch die Messkurve nicht größer als 2 dB ist
- Einzahlwert  $R_w$  entspricht dem Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz!



## Bauakustischer Mess- und Bewertungsbereich

- $f \geq 3150 \text{ Hz}$ 
  - Schalldämmung bei hohen Frequenzen nicht problematisch
  
- $f \leq 100 \text{ Hz}$ 
  - Messgenauigkeit nicht hinreichend (Diffusfeldbedingungen)
  - aber oft erhebliche Beschwerden über mangelnde Schalldämmung im tieffrequenten Bereich

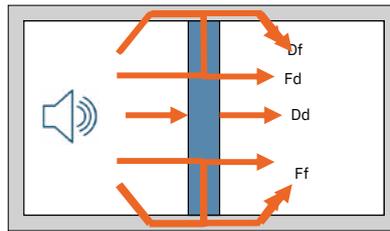


## III. Schalldämmung

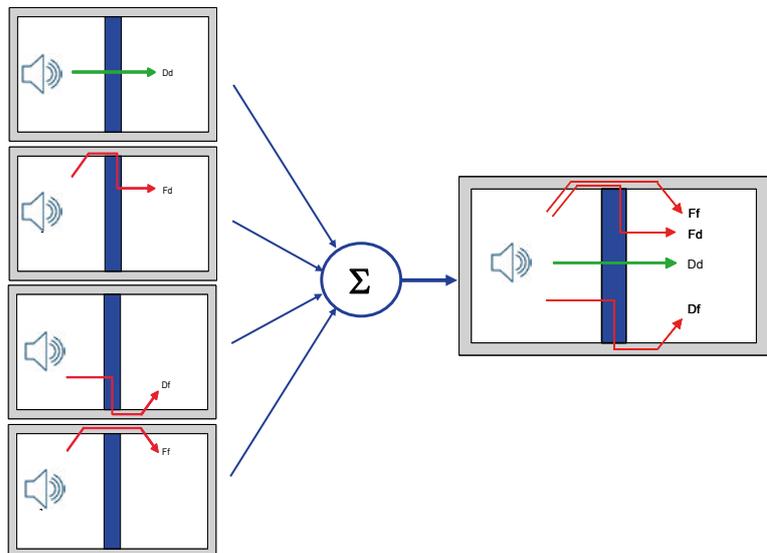
- 3.1 Luftschalldämmung einschaliger Bauteile
- 3.2 Luftschalldämmung zweischaliger Bauteile
- 3.3 Einzahlkennwerte
- 3.4 **Flankenübertragung**

## Reale Schalldämmung am Bau

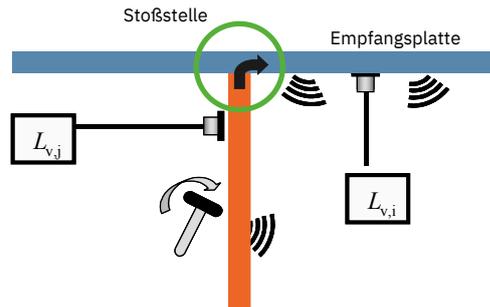
Schalldämmung  
Wände / Decken



## Neues Rechenverfahren im Massivbau



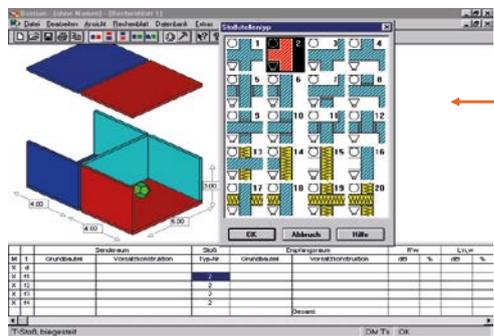
### Stoßstellendämm-Maß $K_{ij}$



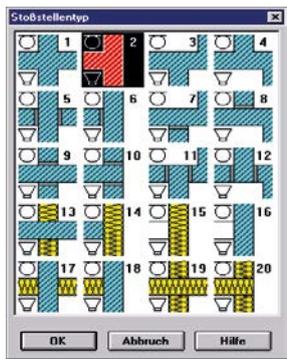
$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + 10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}}$$



### Berechnungsverfahren DIN EN 12354



Neuer Rechenansatz

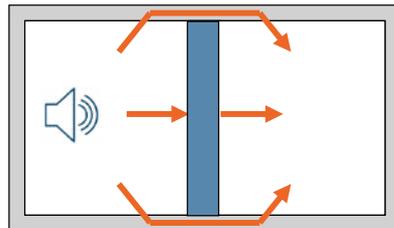


Neuer, komplexer Bauteilkatalog wird benötigt



## Reale Schalldämmung am Bau nach alter DIN 4109

Schalldämmung  
Wände / Decken



- Direktschalldämmung  $R_w$
- Flankenwege Längsdämmung  $R_{L,w}$



- $R'_w$  = Bau-Schalldämm-Maß

$$R'_w = -10 \lg \left( 10^{\frac{-R_w}{10}} + \sum_{i=1}^n 10^{\frac{-R_{L,w,i}}{10}} \right) \text{ dB}$$

## Kennwerte Luftschalldämmung

- Luftschalldämmung
  - $R$  = Schalldämm-Maß, ermittelt in Terzen
  - $R_w$  = bewertetes Schalldämm-Maß, ohne Flankenwege, Einzahlwert
  - $R'$  = Bau-Schalldämm-Maß, ermittelt in Terzen mit Flankenwegen
  - $R'_w$  = bewertetes Bau-Schalldämm-Maß, mit Flankenwegen, Einzahlwert
  - $R_{w,P}$  = bewertetes Schalldämm-Maß, ermittelt in Terzen, Prüfstandswert (DIN 4109 / 1989)
  - $R_{w,R}$  = bewertetes Schalldämm-Maß, ermittelt in Terzen, Rechenwert (DIN 4109 / 1989)
  - (Vorhaltemaß bereits abgezogen)
  - $R'_{w,res}$  = resultierendes Schalldämm-Maß, wenn Trennbauteil aus zwei einzelnen Bauteilen mit unterschiedlichem Schalldämm-Maß besteht (typ. Wand und Tür der Wand und Fenster)
  - $R_L$  = Schall-Längsdämm-Maß, Schalldämmung über einen flankierenden Übertragungsweg
  - $R_{L,w}$  = bewertetes Schall-Längsdämm-Maß, Schalldämmung über einen flankierenden Übertragungsweg, Einzahlwert

für spezielle Fälle

- $D_n$  = Norm-Schallpegeldifferenz, ermittelt in Terzen
- $D_{n,w}$  = bewertete Norm-Schallpegeldifferenz, Einzahlwert
- $D_{nT,w}$  = bewertete Standard-Schallpegeldifferenz, Einzahlwert

## Praktisches Rechenbeispiel

$$R_w = 55 \text{ dB}$$

$$R_{L,w,1} = 58 \text{ dB}$$

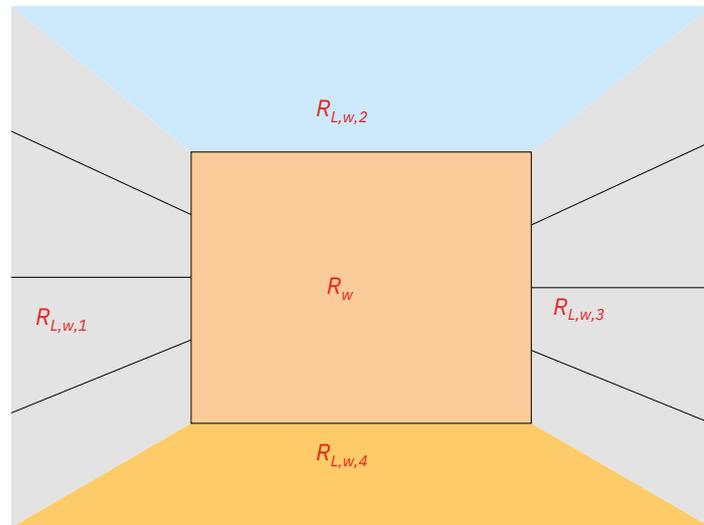
$$R_{L,w,2} = 61 \text{ dB}$$

$$R_{L,w,3} = 58 \text{ dB}$$

$$R_{L,w,4} = 61 \text{ dB}$$

$$R'_w = 52 \text{ dB}$$

Das schwächste Bauteil bestimmt das untere Limit der Gesamtschalldämmung.



## IV. Normen

### 4.1 Dokumente

## Anforderungen / Empfehlungen

### Anforderungen Mindestschallschutz

- **DIN 4109**, Ausgabe 1989-11  
Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise
- **DIN 4109**, Ausgabe 2018-01  
Schallschutz im Hochbau  
Teil 1: Mindestanforderungen

### Empfehlungen für erhöhten Schallschutz

- **DIN 4109, Beiblatt 2**, Ausgabe 1989-11  
Hinweise für Planung und Ausführung  
Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz
- **VDI 4100**, 1994-09  
Schallschutz von Wohnungen - Kriterien für Planung und Beurteilung
- **VDI 4100, Ausgabe 2012-10**  
Schallschutz im Hochbau - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für den erhöhten Schallschutz
- **DEGA Empfehlung 103**, 2018-01  
Erhöhter Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis
- **DIN SPEC 91314: 2017-01**  
Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau

## VDI Richtlinien

### VDI Dokumente zum Schallschutz

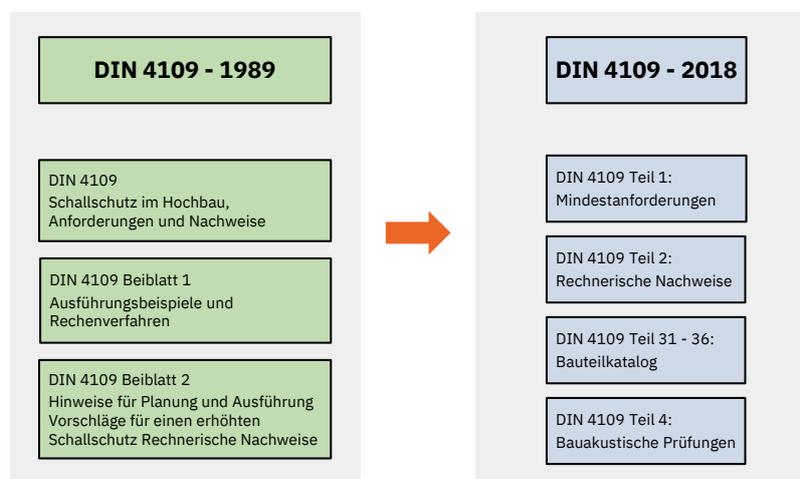
- **VDI 3728**, Ausgabe:1987-11  
Schalldämmung beweglicher Raumabschlüsse; Türen, Tore und Mobilwände
- **VDI 3762**, Ausgabe:1998-11  
Schalldämmung von Doppel- und Hohlraumböden DIN 4109, Beiblatt 1, Ausgabe November 1989
- **VDI 2569 (Entwurf)**, Ausgabe:2016-02  
Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro
- **VDI 2566 Blatt 1**, Ausgabe:2001-12  
Schallschutz bei Aufzugsanlagen mit Triebwerksraum

## IV. Normen

### 4.1 Dokumente

### 4.2 DIN 4109 Anforderungen

## Struktur der alten und neuen DIN 4109



## DIN 4109-1:2016-07 Anforderungen Mehrfamilienhaus

- Weitere Anpassungen:
  - Streichung der Befreiung von Gebäuden mit nicht mehr als 2 Wohnungen
  - Erhöhung der Anforderungen an Treppenraumwände und Wände zu Hausfluren von  **$R'_{w} = 52 \text{ dB}$  auf  $R'_{w} \geq 53 \text{ dB}$**
  - Aufnahme einer Anforderung an Schachtwände von Aufzugsanlagen von  **$R'_{w} \geq 57 \text{ dB}$**

		DIN 4109-1: 2016	DIN 4109:1989
Randbedingungen	Anwendungsgebiet	Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen	
	Schutzbedürftige Räume		
	Anforderungskenngrößen	$R'_{w} / L'_{n,w} / L_{AF,max,n}$	
Anforderungen/Empfehlungen Mehrfamilienhaus	Luftschallübertragung horizontal	53	53
	Luftschallübertragung vertikal	54	54
	Trittschallübertragung Decken	50	53
	Trittschallübertragung Treppen	53	58
	Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur	27 <sup>2)</sup>	27 <sup>2)</sup>
	Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum	37 <sup>2)</sup>	37 <sup>2)</sup>
	Gebäudetechnische Anlagen	30	30



## DIN 4109-1:2016-07 Anforderungen Doppel- / Reihenhäuser

- Grundlage für Verschärfung:
  - Anpassung an die a.R.d.T. (s. Rechtsprechung und DEGA-Memorandum)
  - Zweischalige Haustrennwände sind bei Reihen- und Doppelhaustrennwänden obligatorisch (a.a.Regel der Technik)

		DIN 4109-1: 2016	DIN 4109:1989
Randbedingungen	Anwendungsgebiet	Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen	
	Schutzbedürftige Räume		
	Anforderungskenngrößen		
Anforderungen/Empfehlungen Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (unterstes Geschoss)	59	57
	Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)	62	
	Trittschallübertragung Decken	41	48
	Trittschallübertragung Bodenplatte	46	
	Trittschallübertragung Treppen	46	53
	Gebäudetechnische Anlagen	30	30



## IV. Normen

- 4.1 Dokumente
- 4.2 DIN 4109 Anforderungen
- 4.3 **Baurechtliche Einführung MVV TB**



## MVV TB Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen



## MVV TB Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen

### Technische Baubestimmungen, die bei der Erfüllung der Grundanforderungen an Bauwerke zu beachten sind

#### A 5 Schallschutz

##### A 5.1 Allgemeines

Gemäß § 3 und § 15 Absatz 2 MBO<sup>1</sup> sind bauliche Anlagen so zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass sie einen ihrer Nutzung entsprechenden Schallschutz haben.

Zur Erfüllung dieser Anforderung sind die technischen Regeln bezüglich des Schallschutzes aus Abschnitt A 5.2 zu beachten.

##### A 5.2 Technische Anforderungen hinsichtlich Planung, Bemessung und Ausführung an bestimmte bauliche Anlagen und ihre Teile gem. § 85a Abs. 2 MBO<sup>1</sup>

Lfd. Nr.	Anforderungen an Planung, Bemessung und Ausführung gem. § 85a Abs. 2 MBO <sup>1</sup>	Technische Regeln/Ausgabe	Weitere Maßgaben gem. § 85a Abs. 2 MBO <sup>1</sup>
1	2	3	4
A 5.2.1	Schallschutz im Hochbau	DIN 4109-1:2016-07	Anlagen A 5.2/1 bis A 5.2/4

##### Anlage A 5.2/2

Der schalltechnische Nachweis kann nach DIN 4109-2:2016-07 in Verbindung mit DIN 4109-31:2016-07, DIN 4109-32:2016-07, DIN 4109-33:2016-07, DIN 4109-34:2016-07, DIN 4109-35:2016-07 und DIN 4109-36:2016-07 geführt werden.

Für Bauteile im Massivbau kann Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11 herangezogen werden. Wenn Mauerwerk aus Lochsteinen zur Anwendung kommt, gilt dies nur für Mauerwerk, welches den Bedingungen in DIN 4109-32, Abschnitt 4.1.4.2.1, entspricht.

## IV. Normen

- 4.1 Dokumente
- 4.2 DIN 4109 Anforderungen
- 4.3 Baurechtliche Einführung MVV TB
- 4.4 **Beiblatt 2 DIN 4109 und VDI 4100**

# DIN 4109 Beiblatt 2

## 3 Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz und Empfehlungen zum Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich

### 3.1 Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

In bestimmten Fällen (z.B. größeres Schutzbedürfnis, besonders geringes Hintergrundgeräusch) kann ein über die Anforderungen nach DIN 4109 hinausgehender erhöhter Schallschutz wünschenswert sein; hierdurch kann die Belästigung durch Schallübertragung weiter gemindert werden.

Die nachstehend zur Orientierung für den Planer aufgeführten Vorschläge sind so ausgelegt, daß sowohl der Luftschallschutz als auch der Trittschallschutz im Vergleich mit den Anforderungen nach DIN 4109 zu einer deutlichen Minderung des Lautstärkeempfindens führen (die nur geringfügig verbesserten Werte für den Luftschallschutz von Wohnungstranndecken sind durch wirtschaftliche Gründe bestimmt).

Ein erhöhter Schallschutz einzelner oder aller Bauteile nach diesen Vorschlägen muß ausdrücklich zwischen dem Bauherrn und dem Entwurfsverfasser vereinbart werden, wobei hinsichtlich Einigungs- und Gültigkeitszeit auf die Regelungen in DIN 4109 Bezug genommen werden soll.

Wird ein erhöhter Schallschutz nach Tabelle 2 dieses Beiblatts vereinbart, muß dies bereits bei der Planung des Gebäudes berücksichtigt werden. Bei der Ausführung ist auf eine enge Abstimmung der beteiligten Gewerke zu achten.

Die für die Luftschalldämmung der trennenden Bauteile angegebenen Werte gelten für die resultierende Schalldämmung unter Berücksichtigung der an der Schallübertragung beteiligten Bauteile und Nebenwege im eingebauten Zustand.

Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz von Bauteilen zwischen „besonders lauten“ Räumen und schutzbedürftigen Räumen (siehe DIN 4109/11.89, Tabelle 5) werden wegen der stark unterschiedlichen Geräusche nicht festgelegt. Im Einzelfall ist ein Sachverständiger hinzuzuziehen.



Beiblatt 2 zu DIN 4109 Seite 11  
Tabelle 2. Vorschläge für erhöhten Schallschutz: Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Spalte	1	2	Vorschläge für erhöhten Schallschutz		Bemerkungen
			ert. R <sub>w</sub> (ert. F <sub>50</sub> )	ert. L <sub>w</sub> (ert. F <sub>50</sub> )	
<b>1 Geschloßhäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen</b>					
1	Decken	Decken unter eigenem nutzbarem Dachraum, z.B. Treppenhäusern, Abstellräumen und ihren Zugängen	≥ 55	≤ 46 (2/17)	
2		Wohnungstranndecken (auch Treppenhäuser) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 55	≤ 46 (2/17)	Wenigerdichte Bodenbeläge eignen für den Nachweis des Trittschallschutzes angebracht zu sein.
3		Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenhäusern unter Aufenthaltsräumen	≥ 55	≤ 46 (2/17)	Der Vorschlag für den erhöhten Schallschutz an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschalldämmung in fremde Aufenthaltsräume, ganz gleich, ob sie in wasserdichter, schräger oder senkrechter (nach oben) Richtung erfolgt.
4		Decken über Durchfahrten, Einbauten, z.B. Sammelgaragen und ähnliches unter Aufenthaltsräumen	–	≤ 46 (2/17)	
5		Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	–	≤ 46 (2/17)	
6		Decken unter Laubengängen	–	≤ 46 (2/17)	Der Vorschlag für den erhöhten Schallschutz an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschalldämmung in fremde Aufenthaltsräume, ganz gleich, ob sie in wasserdichter, schräger oder senkrechter (nach oben) Richtung erfolgt.
7		Decken und Treppenhallenböden über Wechsellagen, die sich über zwei Geschosse erstrecken	–	≤ 46 (2/17)	Der Vorschlag für den erhöhten Schallschutz an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschalldämmung in fremde Aufenthaltsräume, ganz gleich, ob sie in wasserdichter, schräger oder senkrechter (nach oben) Richtung erfolgt.
8		Decken unter Bad und WC (ohne mit Bodenentwässerung)	≥ 55	≤ 46 (2/17)	Wenigerdichte Bodenbeläge eignen für den Nachweis des Trittschallschutzes angebracht zu sein.
9		Decken unter Hausfluren	–	≤ 46 (2/17)	Bei Sanitrobjekten in Bad oder WC ist für eine ausreichende Körperschalldämmung zu sorgen (siehe Abschnitt 2.4.2).
10	Treppen	Treppenhalle und -podeste	–	≤ 46 (2/17)	
11	Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 55	–	

# DIN 4109 versus VDI 4100

Anforderungen/ Empfehlungen	E DIN 4109:2013	DIN 4109:1989	Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989	Empfehlung Kalksandstein-Industrie <sup>1)</sup>	VDI 4100:2007			VDI 4100:2012				
					SSI I	SSI II	SSI III	SSI I	SSI II	SSI III		
<b>Raumbedingungen</b>	Anwendungsgebiet		Mindestschallschutz Bauaufsichtlich relevante Anforderungen		Empfehlungen für einen erhöhten Schallschutz (Vorschläge für vertragliche Vereinbarungen)							
	Schutzbedürftige Räume		Aufenthaltsräume		Räume mit Grundflächen ≥ 8 m <sup>2</sup>							
	Anforderungskenngrößen		R <sub>w</sub> / L <sub>w,eq</sub> / L <sub>w,eq,ref</sub>		D <sub>010</sub> / L <sub>010</sub> / L <sub>010,ref</sub>							
Mehrfamilienhaus	Luftschallübertragung horizontal		53	53	55	56	53	56	59	56	59	64
	Luftschallübertragung vertikal		54	54	55	57	54	57	60			
	Trittschallübertragung Decken		50	53	46	46	53	46	39	51	44	37
	Trittschallübertragung Treppen		53	58	46	46	58	53	46			
Anforderungen/ Empfehlungen	Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Flur		27 <sup>2)</sup>	27 <sup>2)</sup>	27 <sup>2)</sup>	32 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	–	–
	Luftschallübertragung Tür: Treppenhaus – Aufenthaltsraum		37 <sup>2)</sup>	37 <sup>2)</sup>	–	42 <sup>2)</sup>	–	–	–	–	–	–
Reihen-/Doppelhaus	Gebäudetechnische Anlagen		32	30	–	27/29	30	30	25	30	27	24
	Luftschallübertragung (unterstes Geschosse)		59	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Reihen-/Doppelhaus	Luftschallübertragung (alle anderen Geschosse)		62	57	67	67	57	63	68	65	69	73
	Trittschallübertragung Decken		41	–	–	38	–	–	–	–	–	–
	Trittschallübertragung Bodenplatte		46	48	38	41	48	41	34	46	39	32
	Trittschallübertragung Treppen		53	53	46	46	53	46	39			
Reihen-/Doppelhaus	Gebäudetechnische Anlagen		32	30	–	25	30	25	20	30	25	22

<sup>1)</sup> Für den Schutz gegen Außenlärm werden die Anforderungen von DIN 4109 empfohlen. Für den erhöhten Schallschutz raumfachlicher Anlagen wird für den Geräuscherzeuger L<sub>w,eq</sub> ≤ 22 dB (A) empfohlen.  
<sup>2)</sup> Schalldämm-Maß R<sub>w</sub>.



## IV. Normen

- 4.1 Dokumente
- 4.2 DIN 4109 Anforderungen
- 4.3 Baurechtliche Einführung MVV TB
- 4.4 Beiblatt 2 DIN 4109 und VDI 4100
- 4.5 **DEGA Empfehlung 103**



## DEGA Empfehlung 103

Deutsche Gesellschaft für Akustik e.V.



DEGA-Empfehlung 103

### Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis



Januar 2018



## DEGA Empfehlung 103

Tabelle 3 Anforderungen Luftschall

	F	E	D	C	B	A	A*
Wände/Decken [R <sub>w</sub> ] <sup>1)</sup>	< 50 dB	≥ 50 dB	≥ 54 <sup>2)</sup> dB	≥ 57 <sup>2)</sup> dB	≥ 62 dB	≥ 67 dB	≥ 72 dB
Wohnungseingangstüren in Flure oder Dielen [R <sub>w</sub> ] <sup>3)</sup>	< 22 dB	≥ 22 dB	≥ 27 dB	≥ 32 dB	≥ 37 dB	≥ 40 dB	
Wohnungseingangstüren direkt in Aufenthaltsräume [R <sub>w</sub> ] <sup>3)</sup>	< 32 dB	≥ 32 dB	≥ 37 dB	≥ 42 dB	nicht zulässig		

Anmerkung zu Tabelle 3:  
 1) Bei Trennflächen von weniger als 10 m<sup>2</sup> ist der Nachweis über D<sub>sn</sub> zu führen.  
 2) Für Wände gilt ein um 1 dB reduzierter Anforderungswert.  
 3) Die Anforderung an die Türen gilt für die Schallübertragung über die betriebsfertig eingebaute Tür ohne Nebenwege.

- 7-stufiger Schallschutz
- keine Trennung zwischen Wohnungen und Doppel- und Reihenhäusern
- zwei zusätzliche Stufen zur Kennzeichnung von Bauteilen von Altgebäuden



## DEGA Empfehlung 103

### Schallschutzausweis

<b>Antragsteller:</b> Max Mustermann Musterstr. 1 11111 Musterstadt	<b>Gebäude:</b> Musterhaus Muster A Musterstrasse 24 78000 Musterhausen	<b>Bezeichnung der Wohneinheit:</b> 11102
--	---	--

**Standort und Außenlärmsituation**

<b>Punktzahl</b>	<b>Klasse</b>
<b>42</b>	<b>B</b>
von mind. 40 in Stufe B	Wohngebiet ohne besondere Anforderungen an den Schallschutz der Außenbauteile

**Baulicher Schallschutz**

<b>Punktzahl</b>	Ausführungsqualität teilweise durch Messungen überprüft (siehe detaillierter SSaW)	ja nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>Klasse</b>
<b>227</b>	Gesamtklasse von allen Kriterien eingehalten	ja nein	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<b>C</b>
mind. 22 Bonuspunkte von mind. 145 in Stufe C				

**Bauübliche Einordnung**

Doppel-/Reihenhaus  
Mehrfamilienhaus

**Bewertung**

Witterbest mit gutem Schallschutz, so ist die Struktur aus demselben Grundstoff (Witterbest) als eigenständiges Risiko besetzt und als Umwandlungsrisiko zu bewerten.



## IV. Normen

- 4.1 Dokumente
- 4.2 DIN 4109 Anforderungen
- 4.3 Baurechtliche Einführung MVV TB
- 4.4 Beiblatt 2 DIN 4109 und VDI 4100
- 4.5 DEGA Empfehlung 103
- 4.6 **Zusammenfassung Regelwerke „Erhöhter Schallschutz“**



## Dokumente für den erhöhten Schallschutz

Dokument	SST	DIN 4109 enthalten	Kennwerte	DIN 4109 kompatibel	weit fachlich „anerkannt“
<b>DIN 4109, Beiblatt 2, Ausgabe November 1989</b> Hinweise für Planung und Ausführung Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz	1		$R'_{w}$ $L'_{n,w}$ $L_{AFmax,n}$		
<b>VDI 4100, Ausgabe: 2007-08</b> Schallschutz von Wohnungen – Kriterien für Planung und Beurteilung	3		$R'_{w}$ $L'_{n,w}$ $L_{AFmax,n}$		
<b>VDI 4100, Ausgabe 2012-10</b> Schallschutz im Hochbau - Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für den erhöhten Schallschutz	3		$D_{nT,w}$ $L'_{nT,w}$ $L_{AFmax,nT}$		
<b>DEGA Empfehlung 103: 2009-03</b> Erhöhter Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis	7		$R'_{w}$ $L'_{n,w}$ $L_{AFmax,n}$		
<b>DIN SPEC 91314: 2017-01</b> Anforderungen an einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau	1		$R'_{w}$ $L'_{n,w}$ $L_{AFmax,n}$		



## Dokumente für den erhöhten Schallschutz

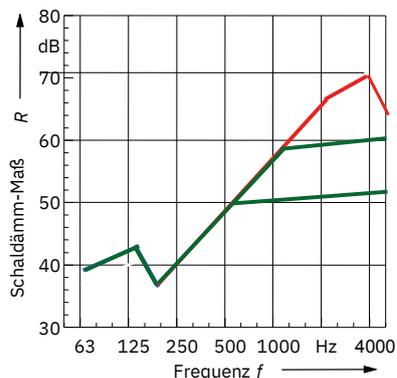
Dokument	SST	DIN 4109 enthalten	Kennwerte	DIN 4109 kompatibel	weit fachlich „anerkannt“
<b>DIN 4109</b> , Hinweise für Planung und Ausführung Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz		↓		☺	☹
<i>Soll zurückgezogen und durch einen neuen Teil der DIN 4109 ersetzt werden. Erhöhter Schallschutz für Luftschall zu niedrig.</i>					
<b>VDI 4100</b> , Schallschutz von Wohnung zu Wohnung Kriterien für Planung und Beurteilung		↓		☺	☺
<i>Dokument, ist zurückgezogen, kann aber gleichwohl weiterhin als Planungsinstrument genutzt werden.</i>					
<b>VDI 4100</b> , Schallschutz von Wohnung zu Wohnung Beurteilung und Vorschläge für den Schallschutz		↑		☹	☹
<i>Ist nicht kompatibel zur DIN 4109 und erfährt keine hinreichende Anerkennung und Gebrauch durch die Fachleute.</i>					
<b>DEGA Empfehlung 103: 2009-03</b> Erhöhter Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis	7	✓	$R'_{w}$ $L'_{n,w}$ $L_{AFmax,n}$	☺	☺
<b>DIN SPEC 91</b> Anforderungen an Schallschutz im Wohnungsbau		↑		☺	☹
<i>Wurde durch interessierte Kreise generiert, hat aber in Fachkreisen keinen Konsens!</i>					

## V. Bauausführung, Analyse, Schadensfälle

### 5.1 Undichtigkeiten

### Schalldämmung Massivwand mit Undichtigkeit

Undichtigkeiten bewirken grundsätzlich Verringerungen der Schalldämmung bei hohen Frequenzen. Je größer die Undichtigkeit, desto stärker erstreckt sich die Auswirkung zu den tiefen Frequenzen.



24 cm KS-Wand, Rohdichte 1,8, gemessen im Prüfstand,  $R_w = 56$  dB



### Obere Wandanschlüsse für nicht tragende Innenwände

Anschlussdetail	Statik	Schallschutz	
	<p><b>Oberer Rand nicht gehalten</b> die Wand ist 3-seitig zu halten</p>	<p><b>Schalltechnisch entkoppelt und dicht</b> mit beidseitigem Fugendichtstoff</p>	<p>Dämmschicht in Baustoffklasse A, Schmelzpunkt <math>\geq 1.000</math> °C, Rohdichte <math>\geq 30</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke <math>\geq 100</math> mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p> <p>Die Fugen müssen dicht ausgestopft werden. Für F 30 mind. 50 mm; für F 60 mind. 60 mm und für F 90 und „Brandwände“ mind. 100 mm Breite der jeweiligen Wanddicke.</p>
	<p><b>Oberer Rand gehalten</b> die Wand kann 4-seitig bzw. 3-seitig gehalten sein, mit einem freien vertikalen Rand</p>	<p><b>Schalltechnisch entkoppelt und nicht dicht</b> Als trennendes Bauteil nur geeignet mit zusätzlichem Fugendichtstoff in der Anschlussfuge</p>	<p>Dämmschicht in Baustoffklasse A, Schmelzpunkt <math>\geq 1.000</math> °C, Rohdichte <math>\geq 30</math> kg/m<sup>3</sup></p> <p>F 90 bzw. EI 90 ab Wanddicke <math>\geq 100</math> mm und Wanddicke 70 mm mit beidseitig 10 mm Putz; sonst F 60 bzw. EI 60</p>



## V. Bauausführung, Analyse, Schadensfälle

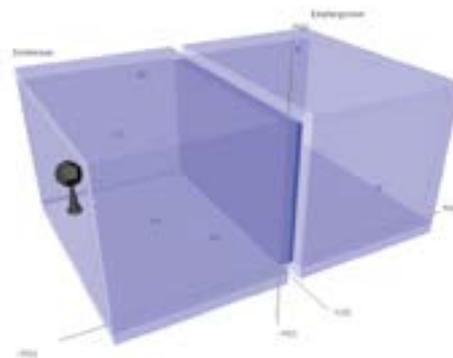
### 5.1 Undichtigkeiten

### 5.2 **Einschalige Trennwände / flankierende Wände**



### Beispiel mit leichter flankierender Außenwand

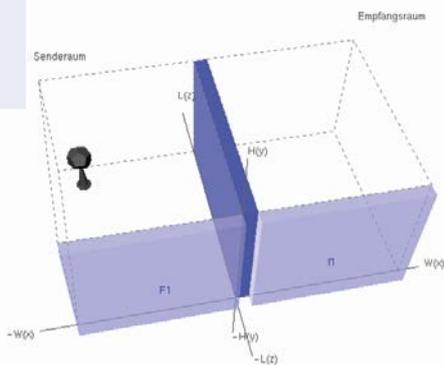
- Massive Trennwand
  - Dicke 24 cm
  - Rohdichte 1900 kg/m<sup>2</sup>
- Decke / Boden
  - Dicke 22 cm
  - Rohdichte 2200 kg/m<sup>2</sup>
- Flanke Innenwand
  - Dicke 17,5 cm
  - Rohdichte 1900 kg/m<sup>2</sup>
- Leichte Außenwand
  - Dicke 24 cm
  - Rohdichte 675 kg/m<sup>2</sup>



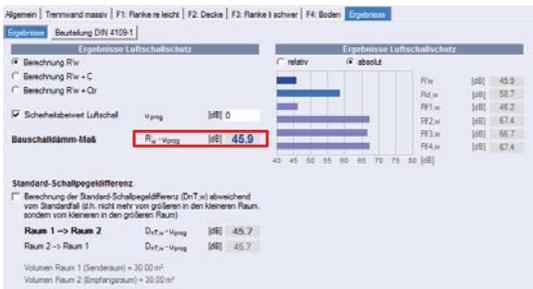
Beispiel mit leichter flankierender Außenwand



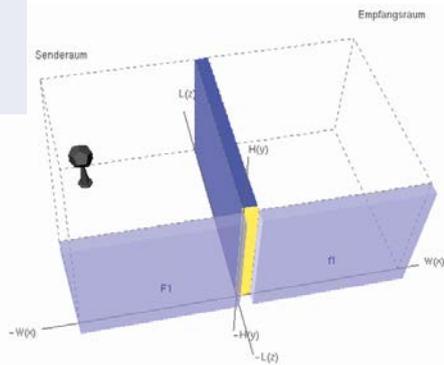
Trennwand kraftschlüssig angebunden!



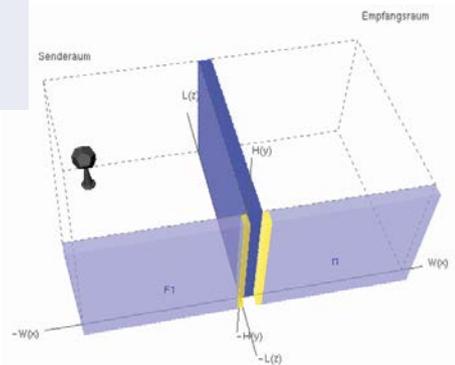
Beispiel mit leichter flankierender Außenwand



Trennwand von Flanke entkoppelt!



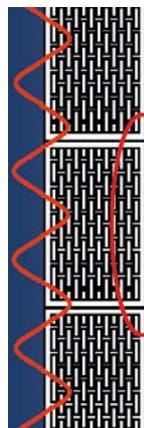
## Beispiel mit leichter flankierender Außenwand



Trennwand durchgebunden, Flanke entkoppelt!



## Leichte flankierende Bauteile



Vermörtelung der Stumpfstoßfuge erforderlich

Darstellung ohne Stumpfstoßanker

**Wohnungstrennwand**

Wohnungstrennwand 24cm RDK 2,0  $R'_w = 55$  dB

Bei Abriss der Stumpfstoßfuge nur max.  $R'_w = 54$  dB

Vorsicht bei leichten Außenwänden und Abriss der Stumpfstoßfuge  
Abfall der Schalldämmung um bis zu 10 dB!



## V. Bauausführung, Analyse, Schadensfälle

- 5.1 Undichtigkeiten
- 5.2 Einschalige Trennwände / flankierende Wände
- 5.3 **Doppelschalige Haustrennwände**

### Beispiel „richtiger“ Bauausführung

Trennwand



Giebelwand

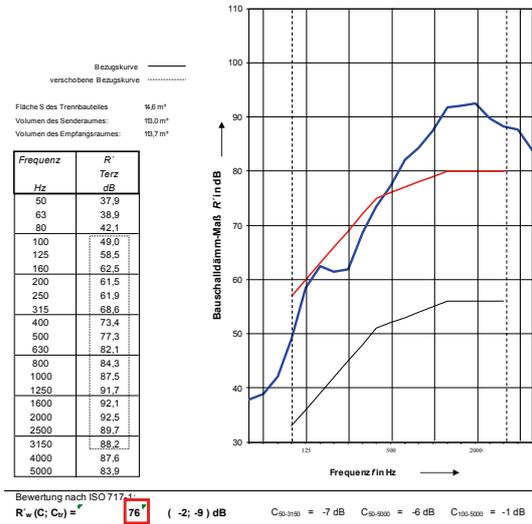


Dachfette



## Messung einer Doppelhaustrennwand

- 2 x 17,5 cm KS Wand
- Steinrohdicke 1,8
- Fugenbreite 4 cm
- mit Mineralwolle ausgefüllt



## Schallbrücke über Verblendmauerwerk



## Doppelhaushälfte mit Schallbrücke – Erdgeschoss

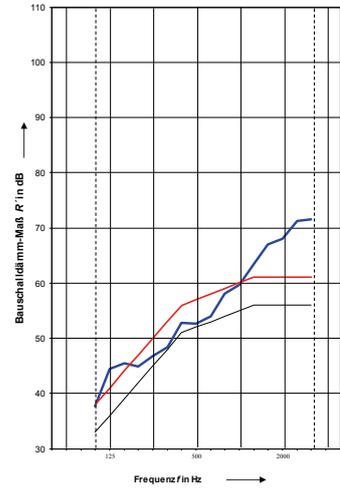
- 2 x 17,5 cm KS Wand
- Steinrohdicke 1,8
- Fugenbreite 4 cm
- mit Mineralwolle ausgefüllt



Bezugskurve ———  
 verschobene Bezugskurve - - - - -

Fläche S des Trennbauteiles 14,9 m<sup>2</sup>  
 Volumen des Senderraumes: 110,0 m<sup>3</sup>  
 Volumen des Empfangsraumes: 110,7 m<sup>3</sup>

Frequenz	R' <sub>1</sub>	R' <sub>2</sub>
Hz	Terz	
	dB	
50		
63		
80		
100	37,7	
125	44,5	
160	45,4	
200	44,9	
250	46,8	
315	48,4	
400	52,8	
500	52,6	
630	54,0	
800	58,0	
1000	59,7	
1250	63,5	
1600	67,0	
2000	68,0	
2500	71,2	
3150		
4000	71,6	
5000		

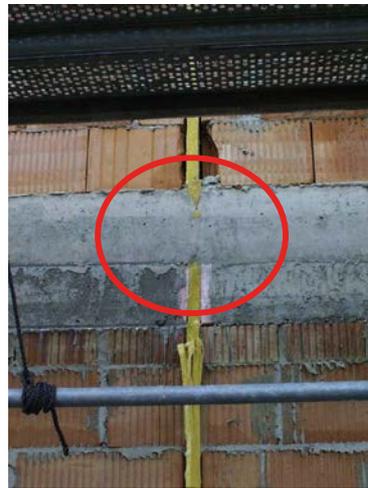


Bewertung nach ISO 717-1  
 R'<sub>w</sub>(C; C<sub>2</sub>) = 57 ( -1; -5) dB

C<sub>50-3150</sub> = ( - ) C<sub>50-5000</sub> = ( - ) C<sub>100-5000</sub> = ( - )

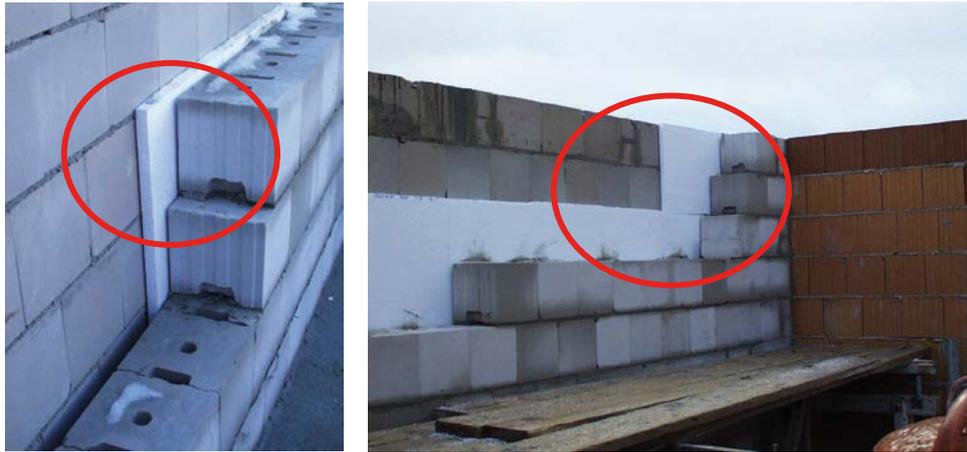
## Schallbrücke über Geschossdecke

Schallbrücken durch das Gießen einer Geschossdecke

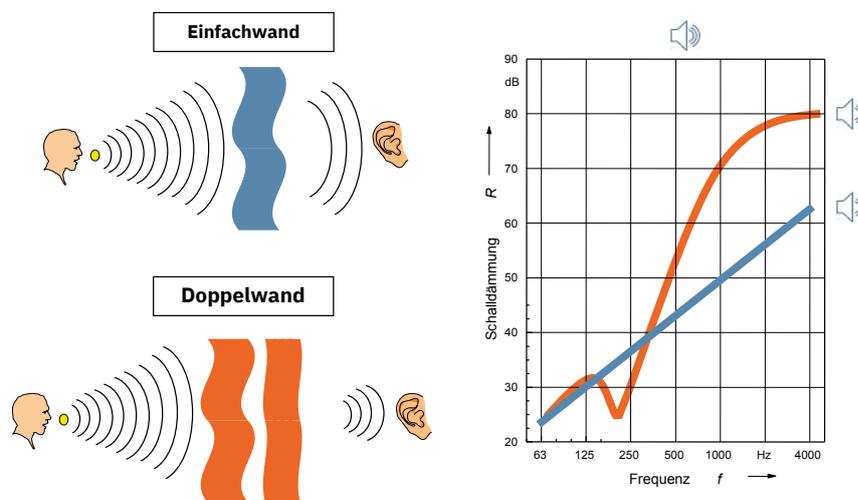


## Schallbrücke durch Hohlraumfüllung

Flächige „Schallbrücken“ durch zu steife Hohlraumfüllung

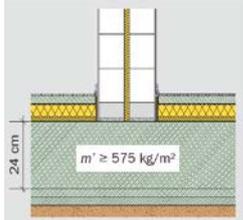
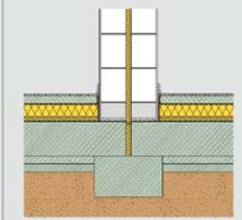
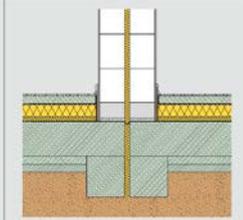
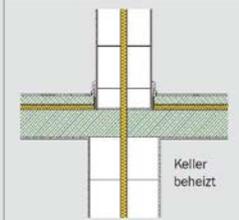


## Einfachwand - Doppelwand



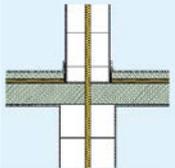
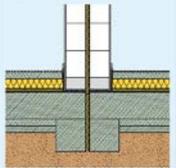
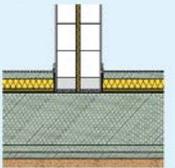
## Zweischalige Haustrennwände

Zweischaligkeitszuschlag  $\Delta R_{w,T}$  für zweischalige Haustrennwände in Abhängigkeit von der Fundamentausbildung und der Raumsituation

Fall 1: gemeinsame Bodenplatte	Fall 2: getrennte Bodenplatten, gemeinsames Fundament	Fall 3: getrennte Bodenplatten, getrennte Fundamente	Fall 4: durchgehende Trennfuge bis zum Fundament
Räume direkt über der Bodenplatte	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume direkt über den Bodenplatten	Räume mindestens 1 Etage über dem Fundament
$\Delta R_{w,T} = + 6$ dB Bei durchgehenden Außenwänden ( $m' \geq 575$ kg/m <sup>2</sup> ) im Keller: $\Delta R_{w,T} = + 3$ dB	$\Delta R_{w,T} = + 6$ dB Es konnten deutlich höhere Werte gemessen werden [21], jedoch wurde wegen der noch geringen Datenmenge eine Erhöhung des Zuschlags um 3 dB noch nicht vorgenommen.	$\Delta R_{w,T} = + 9$ dB	$\Delta R_{w,T} = + 12$ dB Bei durchgehenden Außenwänden ( $m' \geq 575$ kg/m <sup>2</sup> ) im Keller: $\Delta R_{w,T} = + 9$ dB
			



## Fundamentausbildung

Wandaufbau <sup>1)</sup> (Beispiele)	RDk	flächen bezogene Masse [kg/m <sup>2</sup> ]	$R'_{w,T}$ [dB]		
			Inkl. $\Delta R_{w,T} = + 12$ dB z.B. ab zweitem Geschoss <sup>2)</sup>	Inkl. $\Delta R_{w,T} = + 9$ dB z.B. unterstes Geschoss mit getrennten Fundamenten	Inkl. $\Delta R_{w,T} = + 6$ dB z.B. unterstes Geschoss mit gemeinsamer Bodenplatte
					
2 x 11,5 cm	1,8	≥ 410	65	62	59
2 x 11,5 cm	2,0	≥ 450	66	63	60
2 x 15 cm <sup>2)</sup>	1,8	≥ 490	67	64	61
2 x 15 cm <sup>2)</sup>	2,0	≥ 530	68	65	62
2 x 17,5 cm <sup>2)</sup>	1,8	≥ 580	69	66	63
2 x 17,5 cm <sup>2)</sup>	2,0	≥ 630	70	67	64
2 x 20 cm <sup>2)</sup>	1,8	≥ 680	71	68	65
2 x 20 cm <sup>2)</sup>	2,0	≥ 740	72	69	66
2 x 24 cm <sup>2)</sup>	1,8	≥ 810	73	70	67 <sup>4)</sup>

Flanierende Bauteile mit  $m'_{LW} = 300$  kg/m<sup>2</sup>

Die regionalen Lieferprogramme sind zu beachten.

<sup>1)</sup> Mauerwerk nach DIN 1053-1 mit Normal- oder Dünnbettmörtel, beidseitig verputzt (2 x 10 mm Putz = je Seite 10 kg/m<sup>2</sup>), Trennfuge ≥ 3 cm

<sup>2)</sup> Bereits mit beidseitig Dünnlagenputz (2 x 5 mm)

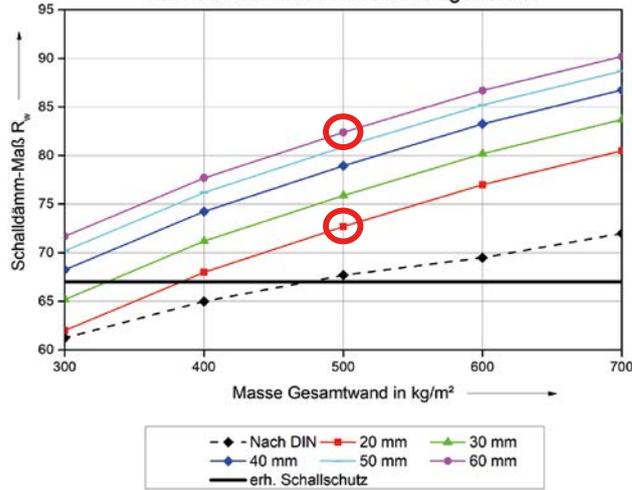
<sup>3)</sup> Bei durchgehenden Keller-Außenwänden ( $m' \geq 575$  kg/m<sup>2</sup>) gilt: a) im Kellergeschoss:  $\Delta R_{w,T} = + 3$  dB b) ab dem zweiten Geschoss:  $\Delta R_{w,T} = + 9$  dB

<sup>4)</sup> Alternativ nach [15]: 2 x 20 cm mit RDk 2,0 und beidseitigem Dünnlagenputz (2 x 5 mm) sowie Trennfuge ≥ 4 cm, gefüllt mit Mineralfaserplatten, Typ WTH, Bodenplatte getrennt auf gemeinsamem Fundament (Bild 17, Fall 2).

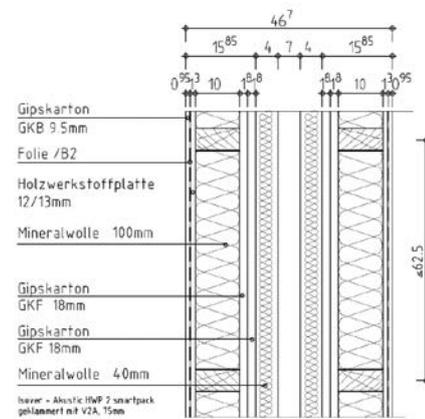
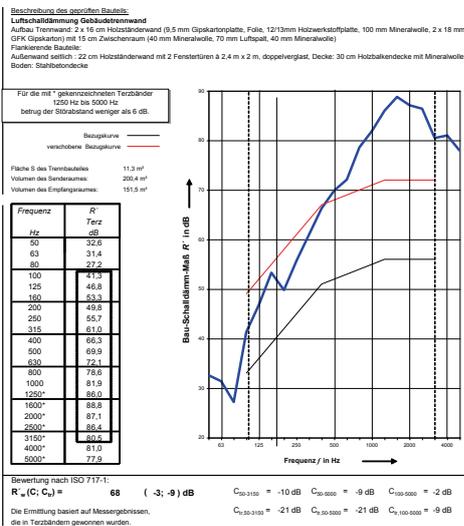


## Einfluss der Fugenbreite

Schalldämm-Maß zweischaliger Haustrennwände als Funktion der Masse und der Fugenbreite



## Holzbauweise

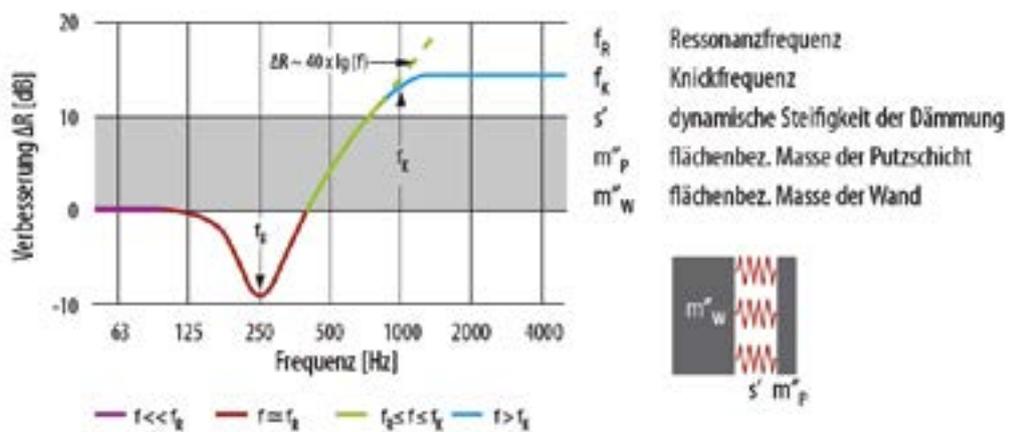


## V. Bauausführung, Analyse, Schadensfälle

- 5.1 Undichtigkeiten
- 5.2 Einschalige Trennwände / flankierende Wände
- 5.3 Doppelschalige Haustrennwände
- 5.4 **Innendämmung und Wärmedämm-Verbundsysteme**



### Einfluss eines WDVS



## Einfluss eines WDVS

Resonanzfrequenz $f_R$ [Hz]	$\Delta R'_{w,S} + K_D$ [dB]			
	Polystyrol		Mineralfaser	
	ohne Dübel	mit Dübel	ohne Dübel	mit Dübel
$f_R \leq 60$ Hz	17	11	19	12
$60 \text{ Hz} < f_R \leq 70$ Hz	16	10	17	11
$70 \text{ Hz} < f_R \leq 80$ Hz	14	9	15	10
$80 \text{ Hz} < f_R \leq 90$ Hz	12	8	13	8
$90 \text{ Hz} < f_R \leq 100$ Hz	10	6	12	7
$100 \text{ Hz} < f_R \leq 120$ Hz	8	5	9	6
$120 \text{ Hz} < f_R \leq 140$ Hz	6	3	7	4
$140 \text{ Hz} < f_R \leq 160$ Hz	4	2	4	2
$160 \text{ Hz} < f_R \leq 180$ Hz	3	1	2	1
$180 \text{ Hz} < f_R \leq 200$ Hz	1	0	1	0
$200 \text{ Hz} < f_R \leq 220$ Hz	0	0	-1	-1
$220 \text{ Hz} < f_R \leq 240$ Hz	-1	-1	-2	-2
$240 \text{ Hz} < f_R$	-2	-2	-3	-2

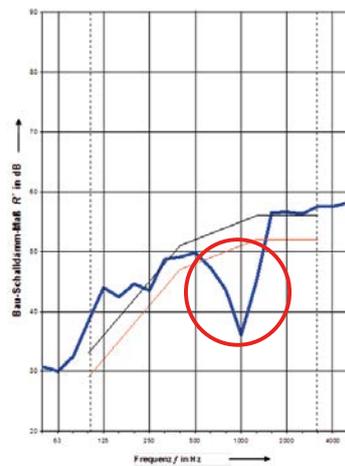


## Wärmedämm-Verbundsysteme

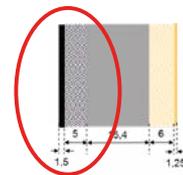
Bezugswerte  
 —————  
 Referenzwerte

Volumen des Behälterraumes: 100 m<sup>3</sup>  
 Volumen des Empfängerzimmers: 24,8 m<sup>3</sup>  
 Fläche des Transmissionsbauelementes: 8,8 m<sup>2</sup>

Frequenz Hz	R' <sub>w</sub> dB
50	30,8
63	30,0
80	32,4
100	38,3
125	44,0
160	42,4
200	44,6
250	43,5
315	49,7
400	49,1
500	49,9
630	47,3
800	43,6
1000	36,1
1250	45,0
1600	56,5
2000	56,6
2500	56,3
3150	52,5
4000	57,5
5000	59,2



Bewertung nach ISO 717-1  
 $R'_{w}(C; C_0) = 48 \text{ ( -4; -5) dB}$      $C_{125-200} = -4 \text{ dB}$      $C_{500-2000} = -3 \text{ dB}$      $C_{100-5000} = -3 \text{ dB}$



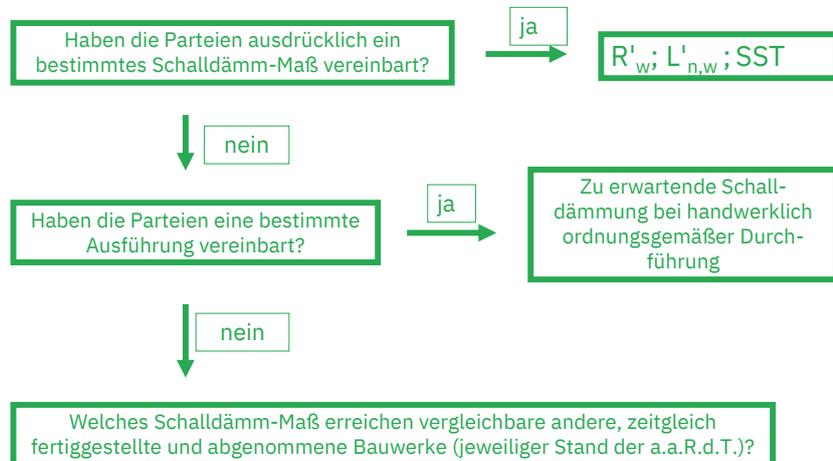
- 12,5 mm Gipskarton
- $\geq 60$  mm Hohlraum mit Mineralwollfüllung
- 154 mm massive Wand
- 50 mm Styroporstein (Typ F 395)
- 15 mm Gipsputz



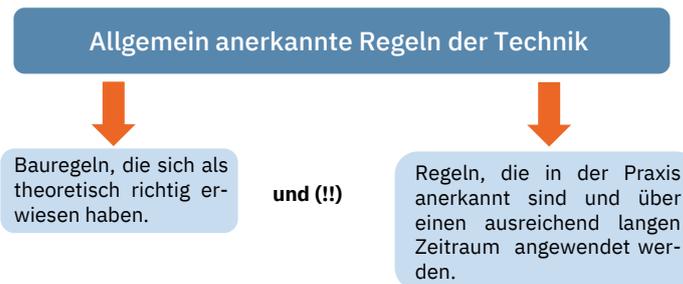
## VI. Juristische Aspekte und DEGA Schallschutzausweis

### 6.1 Prüfungsschema auf Grund von BGH Urteilen

### Prüfungsschema gemäß BGH



## Allgemein anerkannte Regeln der Technik



## VI. Juristische Aspekte und DEGA Schallschutzausweis

- 6.1 Prüfungsschema auf Grund von BGH Urteilen
- 6.2 **Urteile und Konsequenzen**

BGH Urteil VII ZR 45/06



**BUNDESGERICHTSHOF**

**IM NAMEN DES VOLKES**

**URTEIL**

VII ZR 45/06

Verkündet am:  
14. Juni 2007  
Seelinger-Schardt,  
Justizangestellte  
als Urkundsbeamtin  
der Geschäftsstelle

in dem Rechtsstreit



BGH Urteil VII ZR 45/06

BGB § 157 B; DIN 4109; VDI-Richtlinie 4100

- a) Welcher Schallschutz für die Errichtung von Doppelhäusern geschuldet ist, ist durch Auslegung des Vertrages zu ermitteln. Wird ein üblicher Qualitäts- und Komfortstandard geschuldet, muss sich das einzuhaltende Schalldämm-Maß an dieser Vereinbarung orientieren. Die Schalldämm-Maße der DIN 4109 können schon deshalb nicht herangezogen werden, weil sie lediglich Mindestanforderungen zur Vermeidung unzumutbarer Belästigungen regeln. Anhaltspunkte können aus den Regelwerken die Schallschutzstufen II und III der VDI-Richtlinie 4100 aus dem Jahre 1994 oder das Beiblatt 2 zu DIN 4109 liefern.
- b) Vertraglichen Erklärungen des Unternehmers, die Mindestanforderungen an den Schallschutz würden überschritten oder es werde optimaler Schallschutz erreicht, kann eine vertragliche Wirkung nicht deshalb aberkannt werden, weil aus ihnen das Maß des geschuldeten Schallschutzes nicht bestimmbar sei. Das Gericht muss unter Berücksichtigung der gesamten Vertragsumstände das geschuldete Maß ermitteln.
- c) Können durch die vereinbarte Bauweise bei einwandfreier, den anerkannten Regeln der Technik entsprechender Bauausführung höhere Schallschutzwerte erreicht werden, als sie sich aus den Anforderungen der DIN 4109 ergeben, sind diese Werte unabhängig davon geschuldet, welche Bedeutung den Schalldämm-Maßen der DIN 4109 sonst zukommt.
- d) Bei gleichwertigen, nach den anerkannten Regeln der Technik möglichen Bauweisen darf der Besteller angesichts der hohen Bedeutung des Schallschutzes im modernen Haus- und Wohnungsbau erwarten, dass der Unternehmer jedenfalls dann diejenige Bauweise wählt, die den besseren Schallschutz erbringt, wenn sie ohne nennenswerten Mehraufwand möglich ist.
- e) Zur Schalldämmung der Haustrennwand zwischen zwei Doppelhaushälften.

BGH, Urteil vom 14. Juni 2007 - VII ZR 45/06 -

OLG Hamm  
LG Bielefeld

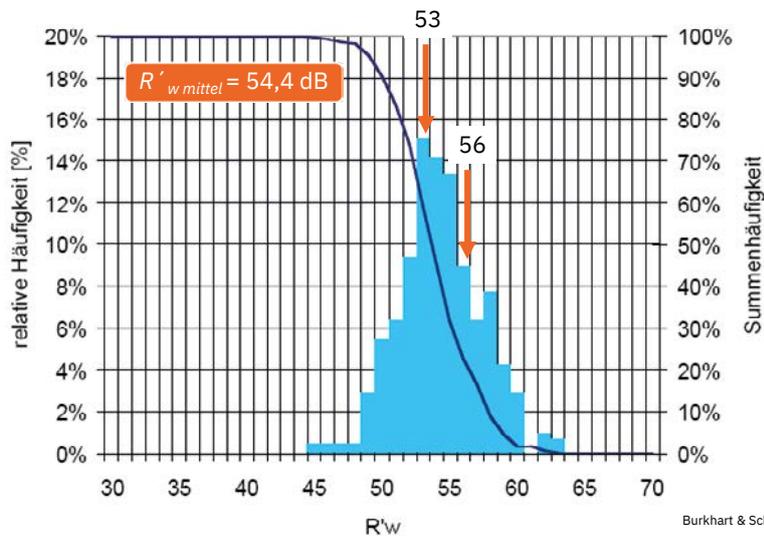


## BGH Urteil 54/07

### BGH Urteil 54/07

*Der Umstand, dass im Vertrag auf eine "Schalldämmung nach DIN 4109" Bezug genommen ist, lässt schon deshalb nicht die Annahme zu, es seien lediglich die Mindestmaße der DIN 4109 vereinbart, weil diese Werte in der Regel keine anerkannten Regeln der Technik für die Herstellung des Schallschutzes in Wohnungen sind, die üblichen Qualitäts- und Komfortstandards genügen (im Anschluss an BGH, Urteil vom 14. Juni 2007 - VII ZR 45/06, BGHZ 172, 346)*

## Luftschalldämmung Wohnungstrennwände (n=426)



## Empfehlungen für vertragliche Vereinbarungen

- Schallschutzniveaus ausdrücklich mit Bezug auf Zahlenwerte oder Normen fest im Vertrag vereinbaren.
- Im Wohnungsbau standardmäßig ein erhöhtes Schallschutzniveau vereinbaren.
  - VDI 2007-08 **alt**, SST 2
  - DEGA Empfehlung 103, Stufe C
  - Wohnungen:  $R'_{w} \geq 56 / 57$  dB,  $L'_{n,w} \leq 46$  dB,  $L_{AFmax,n} \leq 27$  dB
  - Doppel- u. Reihenhäuser:  $R'_{w} \geq 62 / 63$  dB,  $L'_{n,w} \leq 41 / 40$  dB,  $L_{AFmax,n} \leq 20$  dB
- Keine verbalen oder sonstig konkludente Versprechen machen, die nicht mit dem geplanten Schallschutzziel übereinstimmen (z.B. Anpreisen von Luxuswohnungen o.ä.).
- Sofern Mindestschallschutz (z.B. im sozialen Wohnungsbau) geplant ist, dies vertraglich absichern und ggf. eine Aufklärung vertraglich aufnehmen.



## Kontaktinformationen

TAC – Technische Akustik

Heinrich-Hertz-Straße 3  
41516 Grevenbroich

Tel.: 02182 . 83221 . 0  
Fax: 02182 . 83221 . 99  
Mail: info@tac-akustik.de

www.tac-akustik.de

Kalksandstein West e.V.

Barbarastraße 70  
46282 Dorsten

Tel.: 02362 9545 - 0  
Fax.: 02362 9545 - 25  
Mail: info@ks-west.de

www.ks-west.de





**Design sells. Urbanität durch gute Gestaltung  
von außen, innen und drum herum**

Prof. Dr. habil. Volker Eichener  
Hochschule Düsseldorf – University of Applied Sciences

**ZUM THEMA**

Die letzten Jahre haben den Märkten für Miet- und Eigentumsimmobilien neue Kundengruppen und neue Nachfragestrukturen gebracht. Mehr denn je ist Urbanität gefragt, und zwar auch an Standorten im suburbanen und ländlichen Raum. Und: Gutes Design verkauft sich gut, auf dem Immobilienmarkt nicht anders als auf anderen Märkten. Premiumprodukte sind an ihrem Design erkennbar, und kostengünstige Produkte werden durch Design aufgewertet. Dabei kommt es auf die innere Gestaltung der Objekte und die Gestaltung des Umfelds genauso an wie auf die äußere Erscheinung des Gebäudekörpers. Der Vortrag ist eine anregende visuelle Reise durch eine Vielfalt von Designstilen, die Überraschendes und Neues bietet. Man wird sehen: Der gute Geschmack ist abhängig vom zeitgeschichtlichen Umfeld, von Moden, von technischen Entwicklungen, aber auch von soziologischen Verortungen. Denn Designpräferenzen variieren auch nach sozialem Status, Lebensstil, Bildung und Milieu. Nicht zuletzt wird auch der Frage nachgegangen, was die Gestalter von Wohnimmobilien von der Hotellerie lernen können und welche Grenzen die Jagd nach dem Zeitgeist hat.

**AUS DEM INHALT**

- Ästhetik im Wandel – eineinhalb Jahrhunderte Designgeschichte
- Design und Architektur: architectural storytelling
- Designfehler und Regeln für gutes Design
- Qualitätsfaktor Urbanität und wie man Urbanität designt
- Standortgestaltung und Urban Design
- Die Soziologie des Designs: gesellschaftliche Milieus und Geschmackspräferenzen
- Aktuelle Trends im Design: Was kommt nach dem Bauhaus?

**ZUM REFERENTEN**

**Prof. Dr. habil. Volker Eichener**, Jahrgang 1959, ist Professor an der Hochschule Düsseldorf und Experte für Wohnen und Stadtentwicklung. Als Sachverständiger beim Deutschen Bundestag und beim Landtag NRW hat er die Wohnungs- und Stadtentwicklungspolitik maßgeblich beeinflusst. In der Fachwelt ist Prof. Eichener durch zahlreiche Veröffentlichungen bekannt. Er ist häufiger Studiogast im Fernsehen und Radio (Heute Journal, Hart aber fair, Phoenix, Der Tag etc.). Darüber hinaus verfügt er über langjährige Erfahrungen als Berater von Immobilienunternehmen sowie in der Erforschung und Beratung von Stadtentwicklungsprozessen.

---

Prof. Dr. habil. Volker Eichener  
Hochschule Düsseldorf

Design sells.  
Urbanität durch gute Gestaltung von außen, innen  
und drumherum

---

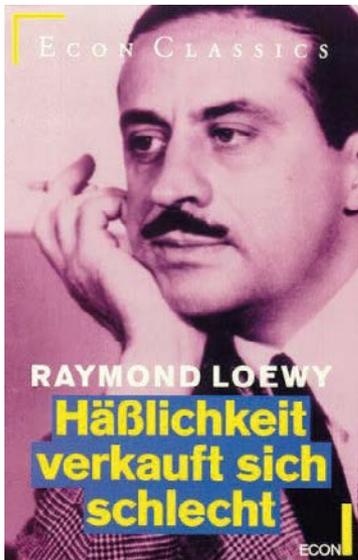
Kalksandstein Bauseminar 2019

Kapitel Eins.

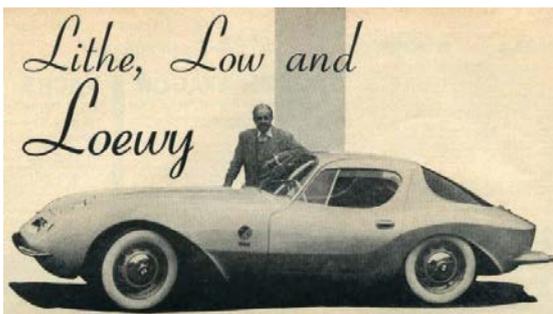
---

Design verkauft sich gut.

## Raymond Loewy 1934



## Design by Raymond Loewy



## Design verkauft sich gut

Design-Kaffeetassen-Set  
je Set 9,99 \*

Design-Trolley  
je 44,99

LIVING STYLE®  
Design-Drehstuhl mit  
Kopfstütze  
je 149,-

Rückenlehne mit atmungsaktivem Netzbezug über Bastermechanik in der Höhe verstellbar.

Sicherheit - gasfeder

ALDI SÜD

## Klangvolle Namen

Le Corbusier

Charles and Ray Eames

Porsche Design

Karl Lagerfeld

Luigi Colani

Terence Conran

Philippe Starck

Dieter Rams

Was ist das Problem dieser Objekte?

---



Das Problem ist nicht, dass das Design spießig ist.

Das Problem ist, dass es davon Hunderttausende gibt.

Quellen: Spielhagen, Town & Country Haus

Eine methodische Frage...

---

Wie findet man hässliche Häuser?

## Das Dach ist nun einmal das Wichtigste am Haus



## Wer hat vergessen, dem Architekten zu sagen, dass das Dach mit Photovoltaik ausgerüstet wird?



## Villa Kunterbunt.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 11

## Wenn plötzlich die Preise für Dächer explodieren.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 12

## My Home Is My Bomb Shelter.



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 13

## Das Haus heißt allen Ernstes „Schlossallee“.



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 14

Die Farbstreifen machen aus einer Baracke eine schicke Villa.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 15

Wie wird aus einem langweiligen Satteldach-Haus ein Designerhaus? Mit einem bunten Kubus drangeklatscht.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 16

In der Stilbeschreibung steht „klassisch, mediterran, amerikanisch, individuell“.



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 17

Säulenportikus für Arme.



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 18

Wenn Bio-Lebensmittel schlecht schmecken, dann muss ein Bio-Haus schlecht aussehen.



Die Nachfrager wollen Urbanität...  
...selbst wenn sie auf dem Land leben.

# THE AMERICAN JOURNAL OF SOCIOLOGY

VOLUME XLIV

JULY 1938

NUMBER 1

URBANISM AS A WAY OF LIFE

LOUIS WIRTH

## Urbanität ist...

- Lebendigkeit,
- Soziale Vielfalt,
- Individualität,
- Toleranz,
- Vielfalt von Angeboten,
- Nähe (Dichte?),
- Abwechslungsreichtum,
- Spannung,
- Vielfalt von Stimuli,
- Urbanes Design.

## Keine Lust mehr auf beschaulich-ländlich



## Urban ist angesagt



Quelle: CAA Planungsbüro, Fischer Architekten, Holzverbundhaus Grosch, tektorum.de

KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 23

## Urbanes Design im ländlichen Raum (alles aus Kalksandstein)



Meerbusch



Feucht



Warendorf



Solingen



Paderborn



Willich

Quelle: www.kalksandstein.de

KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 24

## Kapitel Zwei.

# Was ist Design?

## Das Projekt BUS:STOP



### Die Projektidee

Was machen Architekten aus 7 verschiedenen Ländern - aus Russland, Norwegen, Belgien, Spanien, Chile, Japan und China - auf einer Bushaltestelle in Krumbach? Nein, sie machen keinen Urlaub. Noch nicht! Sie gestalten "Buswartehäuser": Kleine Nutzbauten im öffentlichen Raum. Doch das ist nur eine Seite des Projektes. Auf der anderen Seite nutzen 7 Architekturbüros eine ungewöhnliche Gelegenheit, um in einen intensiven Dialog mit Voralberger Tradition, Baukultur und Handwerk zu treten.

### Die teilnehmenden Architekten

Alexander Brodsky, Russland  
RintalaEggertsson Architects, Norwegen  
Architecten de Vylder Vinck Taillieu, Belgien  
Ensamble Studio, Antón García-Abril / Débora Mesa, Spanien  
Smiljan Radic, Chile  
Amateur Architecture Studio, Wang Shu / Ly Wenyu, China  
Sou Fujimoto, Japan

### Der Gedanke hinter dem Projekt

Die Region Bregenzerwald macht sich auf, anhand einer scheinbar kleinen gestalterischen Aufgabe unterschiedliche Vokabulare und Denkschulen zwischen Ost und West, Nord und Süd zu vergleichen, gegenüberzustellen und zu verbinden. Als berühmtes Architekturland (30 000 Touristen kommen jährlich allein wegen unserer Baukultur) wollen wir den internationalen Austausch mitgestalten.

**„In der kleinen Form liegt die größte Herausforderung für die Architektur. Nur die Besten schaffen das Große im Kleinen“**

Dietmar Steiner, Kurator des Architekturzentrums Wien

## Die meisten Bushäuschen sind langweilig



## Wartehäuschen von dvvt



„Die Faltung von dreieckigen lackierten Stahlplatten orientiert sich an den Gesteinsformationen der Umgebung.“

## Wartehäuschen von Smiljan Radic



„Der Entwurf orientiert sich an einer Bregenzerwälder Stube mit Holzkassettendecke und einfachen bäuerlichen Stühlen.“

## Wartehäuschen von Ensemble Studios



„Ein gleichzeitig geschützter und offener Raum aus unbehandelten Brettern heimischer Wälder.“

## Wartehäuschen von Sou Fujimoto



„Ein Wald aus wilden dünnen Stahl- und Holzstangen, in dem eine Wendeltreppe zu einer Aussichtsplattform führt.“

## Anforderungen an das Design von Wartehäuschen

- Schutz vor Regen und Schnee.
- Schutz vor Wind.
- Schutz vor Sommerhitze.
- Sitzmöglichkeiten für mehrere Personen.
- Barrierefreiheit für Senioren und Kinderwagen.
- Blick auf den ankommenden Bus.
- Sicherheitsgefühl.
- Schutz gegen Vandalismus.
- Schutz gegen Mißbrauch als Abort.
- Geruchsarmut.
- Haltbarkeit.
- Akzentuierung des Standorts.



Wie funktional sind die Preisträger?

## Es geht durchaus anders



Ettore Sottsass



Frank O. Gehry



Heike Mühlhaus



Oscar Niemeyer



Aviator Ashurov



Oscar Tusquets Blanca

## Was ist Design?

- Von lateinisch *designare*: bezeichnen, bestimmen, festlegen, planen.
- Deutsche Begriffe: (Produkt-) Gestaltung, (industrielle) Formgebung.
- Eine englische Definition:

*Design is a roadmap or a strategic approach for someone to achieve a unique expectation. It defines the specifications, plans, parameters, costs, activities, processes and how and what to do within legal, political, social, environmental, safety and economic constraints in achieving that objective.*

Don Kumaragamage 2011

## Kriterien für gutes Design

---

- Funktion
- Wirtschaftliche Herstellbarkeit
- Ergonomie, Bedienbarkeit
- Form und Größe
- Haltbarkeit, Reparierbarkeit
- Mehrwert gegenüber bestehenden Produkten
- Ästhetik
- Umweltschädigung
- Soziale Akzeptanz, gesellschaftliche Relevanz

## Design, das nicht funktioniert, taugt nichts

---



## Design vs. Architektur

Objektgröße

Architektur

Design

Technische Funktionalität

Architektur

Design

Ästhetischer Anspruch

Architektur

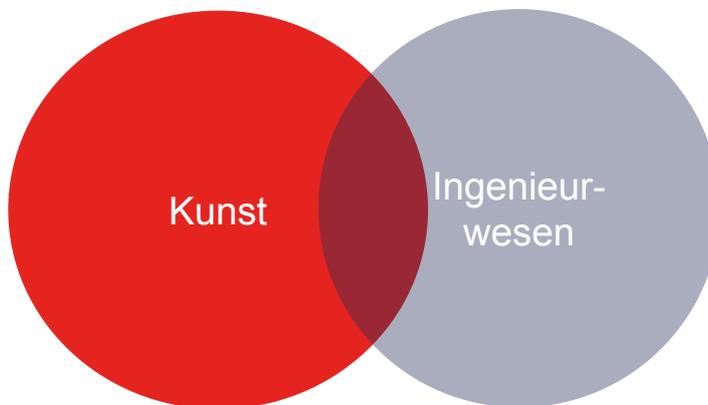
Design

Schnittstelle zum Menschen

Architektur

Design

## Die zwei Gesichter des Designs



## Funktionen des Design

---

- praktische Funktionen
- formal-ästhetische Funktionen und
- zeichenhafte Funktionen mit den Unterkategorien
  - Anzeichenfunktionen (Visualisieren der praktischen Funktion)
  - symbolische Funktionen (Darstellen einer bestimmten Bedeutung).

## Kapitel Drei.

---

# Designgeschichte

## Designgeschichte: Die industrielle Romantik - Historismus

Die Härte der Industrie wird gemildert durch romantische und florale Ornamente aus vorindustriellen Zeiten.



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 41

## Designgeschichte: Jugendstil

Die fließenden Formen der Natur – der Pflanzen, der Tiere und des menschlichen Körpers – prägen überschießende Ornamentik.



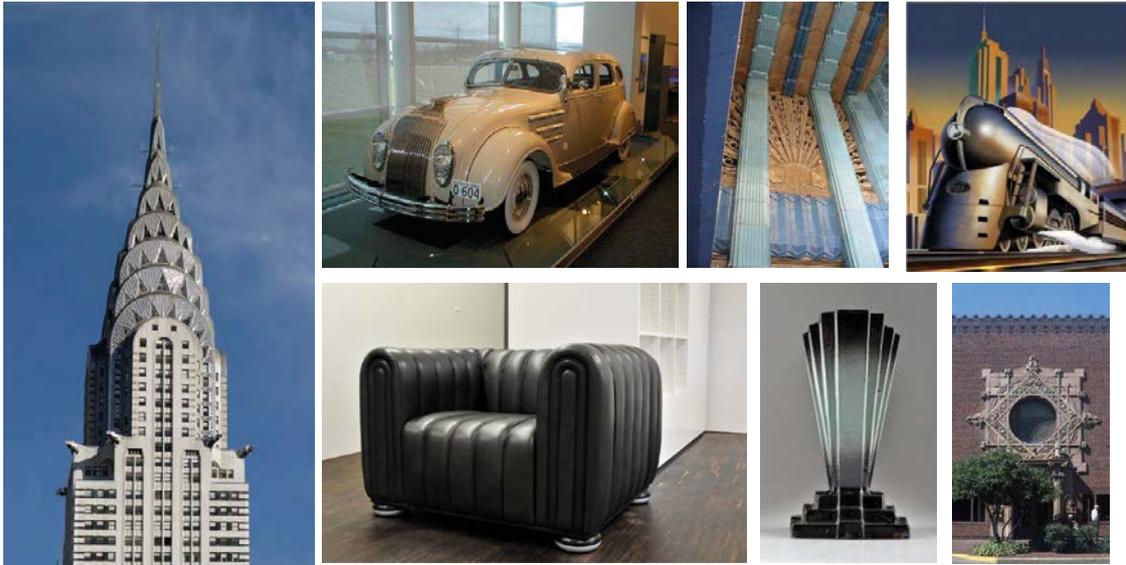
KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 42

## Designgeschichte: Art Déco / Vormoderne

Die Formen werden abstrakter, geometrischer und aerodynamisch.



## Designgeschichte: Bauhaus

Eine sachliche Formensprache, die dem industriellen Herstellungsprozess gerecht wird.



## Designgeschichte: Die Philosophie des Minimalismus/Funktionalismus

- „Einfachheit ist die höchste Stufe der Vollendung“ (Leonardo da Vinci, um 1500).
- “Form follows function” (Carlo Lodoli 1750, Horatio Greenough 1852, Louis Sullivan 1896).
- “Jedes Ornament ist ein Verbrechen” (Adolf Loos 1908).
- “Keep it simple stupid” (Kelly Johnson, 1950er Jahre).
- „Gutes Design ist so wenig Design wie möglich“ (Dieter Rams 1993).



Louis Sullivan



Adolf Loos

## Funktionalismus



Louis Sullivan 1890



Ludwig Mies van der Rohe 1958



Egon Eiermann/Paul Schneider-Esleben 1954

## Minimalismus

Miguel Angel Aragonés 2007

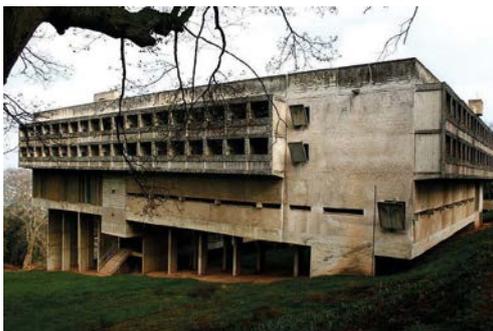


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 47

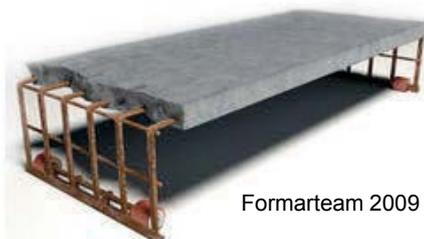
## Brutalismus



Le Corbusier 1956



Nitschke 1970



Formarteam 2009

KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

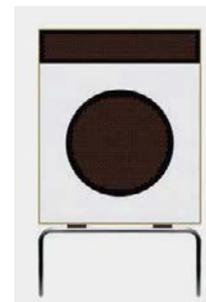
Folie 48

## Was ist gutes Design? 10 Thesen von Dieter Rams

- Gutes Design ist innovativ.
- Gutes Design macht ein Produkt brauchbar.
- Gutes Design ist ästhetisch.
- Gutes Design macht ein Produkt verständlich.
- Gutes Design ist unaufdringlich.
- Gutes Design ist ehrlich.
- Gutes Design ist langlebig.
- Gutes Design ist konsequent bis ins letzte Detail.
- Gutes Design ist umweltfreundlich.
- Gutes Design ist so wenig Design wie möglich.



## Design von Dieter Rams



## Von Dieter Rams zum iPhone

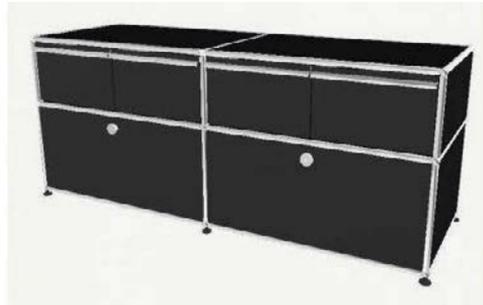


## „Die gute Form“



- Nützlichkeit,
- Lebensdauer,
- Sicherheit,
- Ergonomie,
- Sparsamkeit,
- Sachlichkeit,
- Vernunft,
- zeitlose Ästhetik.

## „Die gute Form“



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 53

## Designpreis der Bundesrepublik Deutschland 2013



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 54

## Gesellschaftliche Funktion der „guten Form“

---

1. Beitrag zum Fortschritt der Gesellschaft.
2. Interessen der Konsumenten.
3. Marktbedürfnis.
4. Preiswürdigkeit.
5. Marktrelation.
6. Abstimmung von formaler und praktischer Lebensdauer.
7. Innovation.
8. Entwicklungsfähigkeit.
9. Anregung zur Kreativität.
10. Kommunikationsmöglichkeit.

(aus dem Kriterienkatalog der Jury des Bundespreises „Gute Form“ von 1970)

„Die gute Form ist das Signum für Qualität. Sie besitzt bildende und prägende Kraft im humanen, sozialen, kulturellen Bereich.“

E. Schalfejew (Präsident des Rates für Formgebung), 1958

## Die Allgegenwart der „guten Form“

---

„Aber es besteht Anlaß, Angst zu haben vor einem "1984" der perfekten Vorzeichnung: wir alle in Schönheit genormt; in Cellophan gebeutel auf dem Jahrmarkt des Nicht-mehr-Lebens; mit Augen aus Jenaer Glas; die Lippen von Arzberg, das Gesäß von Knoll, die Füße als fertige Gashebel vom Volkswagenwerk geliefert. Mit einer Tastatur aus zehn Fingern, von Gott speziell für Olivetti-Bedienung vorgeformt ... Der Himmel behüte uns.“

Albert Schulze-Vellinghausen 1957

„Der hohe intellektuelle und moralische Anspruch ... blieb der breiten Masse der Konsumenten unverständlich.“

Thomas Hauffe 1995

„Es war eine politische Naivität zu glauben, dass das Design eine solche Wirkung im Rahmen der bestehenden Produktion entfalten könne.“

Beat Schneider 2009

## Organic design

- Inspiriert durch Formen der Natur.
- Häufiger Gebrauch von Rundungen und fließenden Formen.
- Neuerdings netzartige Strukturen.

## Organic design



## Organic architecture

(fashion store in Hangzhou, China)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 59

## Organic design in der Architektur



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 60

## Universal Design – „die gute soziale Form“ („Design für Alle“)

---

- Barrierefreiheit als integratives Designelement und nicht nachträglich aufgepfropft.
- Abkehr vom Design des „fleischfarbenen Stützstrumpfs“.



## Kapitel Vier.

---

# Designstile der Gegenwart

## Zwei Designstile für Luxuswohnungen in Deutschland



klassisch



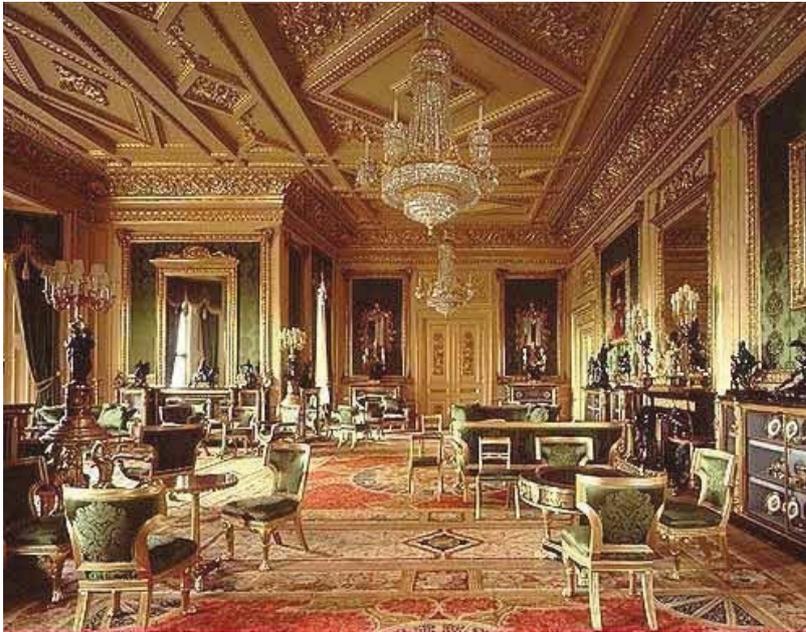
cool

Quelle: <http://heinrich-heine-gaerten.de>,  
<http://www.marcopolotower.com>

## Historizismus (klassische Grandeur)

- Historisierende Stilelemente, eklektisch, mit Fokus auf Klassizismus und Barock.
- Edle Materialien und hochwertige handwerkliche Ausführung.
- Reiche Ornamentik.
- Seit Jahrhunderten bis in die Gegenwart hinein populär.
- Traditionell sehr stark in den USA, dem Vereinigten Königreich, Frankreich, Italien, Spanien, Portugal, in Deutschland schwach und z.T. als „altmodisch“ verpönt.
- Besonders in Italien und Spanien häufig mit modernen Akzenten kombiniert.

## Der Archetypus: Fürstliche Residenzen



(Windsor Castle)

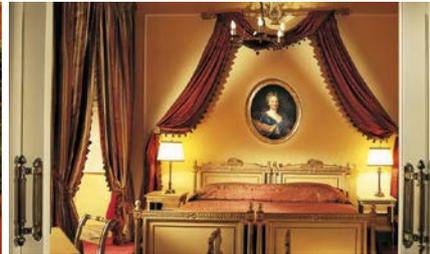
## ...adaptiert vom aufkommenden Bürgertum



(Villa Hügel)

## ...und den klassischen Grand Hotels

(Dorchester, London; Villa d'Este, Cernobbio; Ritz, Paris; Ritz, Madrid)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 67

## ...wird auch heute noch gebaut.

(Adlon, Berlin; Bath Spa Hotel, Bath; Sofitel, Rom; Ritz-Carlton, Berlin)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 68

## Wohnen: traditioneller britischer Stil



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 69

## London: Luxuswohnungen im klassischen Stil

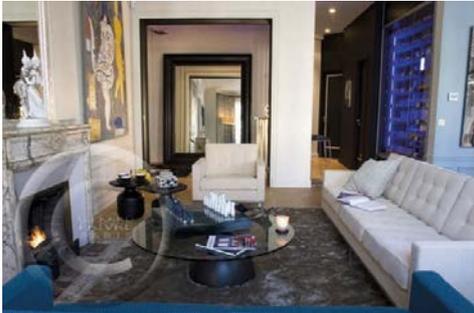


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 70

## Paris: Luxuswohnungen im klassischen Stil



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 71

## Madrid: Luxuswohnungen im klassischen Stil mit modernen Akzenten



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 72

## Wer lebt hier?



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 73

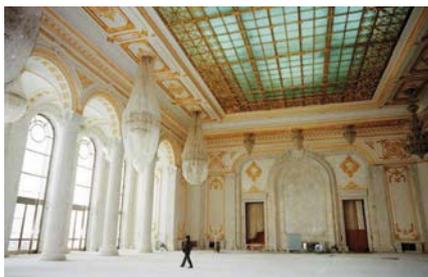
## “Dictator Style” (Peter York)



Viktor Janukowitsch



Recep Tayyip Erdogan



Nikolai Ceausescu



Ferdinand Marcos

KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 74

## Pompös: Andrea Palladio und Epigonen (Blenheim Palace)



Quelle: Kaiser, Christian: Andrea Palladio und das Fertighaus. Raum-Mensch Sept. 2008, S. 4-6; Verf.

## Gegenwärtiger Palladio-Stil: Statusrepräsentation



Villa eines  
russischen  
Milliardärs in der  
Schweiz

Quelle: Kaiser, Christian: Andrea Palladio und das Fertighaus. Raum-Mensch Sept. 2008, S. 4-6

## Romantischer Stil (einschließlich Landhausstil)

- Üppige Dekors.
- Farbenprächtig, häufig mit Pastell- und Naturtönen.
- Landhausstil international eher romantisch, in Deutschland eher rustikal.
- Gewisse Eleganz durch klassizistische Elemente.
- Landesspezifische und regionale Varianten: Britisch, französisch, provenzalisch, italienisch...
- Populär seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts bis in die Gegenwart, vor allem in ländlichen Regionen und für Zweit- und Ferienhäuser sowie Landhotels.

## Italienischer Landhausstil



## Französischer romantischer Stil

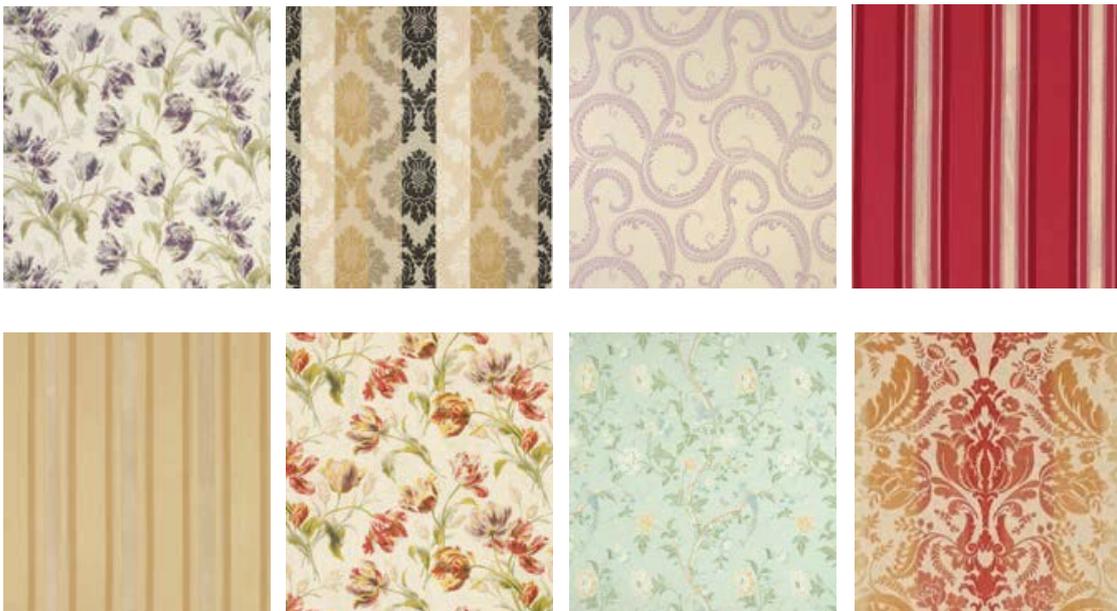


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 79

## Britischer romantischer Stil (Laura Ashley)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 80

## Funktionalismus, Derivate und Nachfolger

- Stil der klassischen Moderne.
- Klare Formen, wenn überhaupt nur wenig Dekoration, reduzierte Formen, Farben, Materialien.
- Minimalismus, Purismus, Brutalismus als Extremformen.
- Dekonstruktivismus als Gegenbewegung, die aber bei der Reduktion bleibt.
- Neuerdings Abmilderung der funktionalistischen Härte durch starkfarbige Akzente (gern orange oder rot) oder durch natürliche Materialien (insbesondere Holz).
- Seit den 1960er Jahren weltweit verbreitet, wird aber selten konsequent gelebt. Provoziert Gegenbewegungen.

## Wohnen im funktionalistischen Stil



Wolfgang Krenz, 1998



## Wohnen im funktionalistischen Stil



## Wohnen im funktionalistischen Stil



## Empty Nesters: Lebensräume Reisen

(Kreuzfahrtschiff, Lufthansa Lounge, Yacht, Museum)



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 85

## UK, Frankreich: Luxuswohnungen von Terence Conran

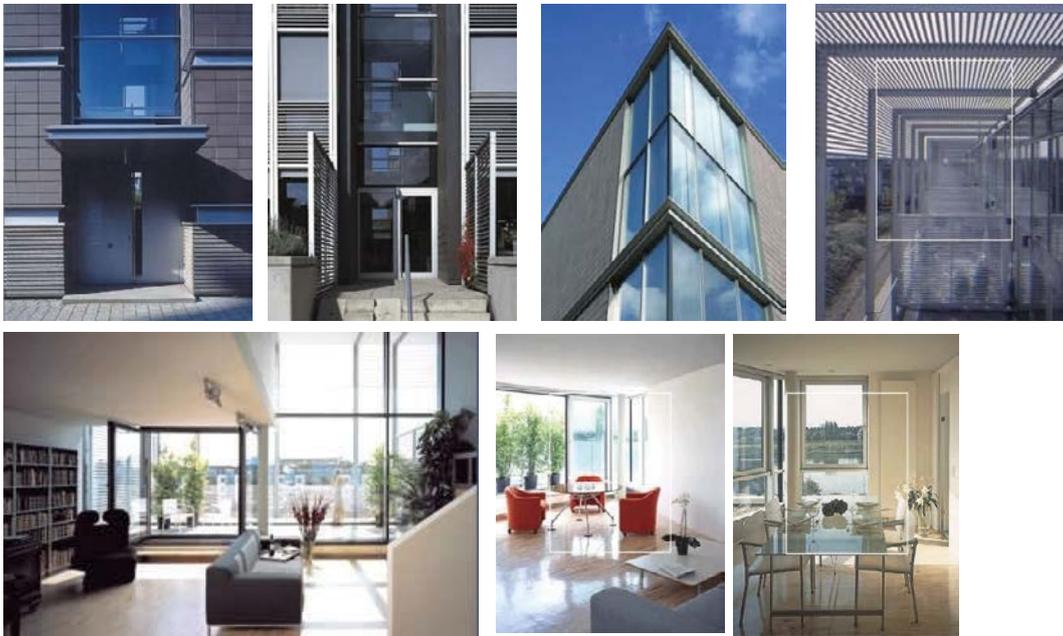


KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 86

## Duisburg: Luxuswohnungen von Norman Foster

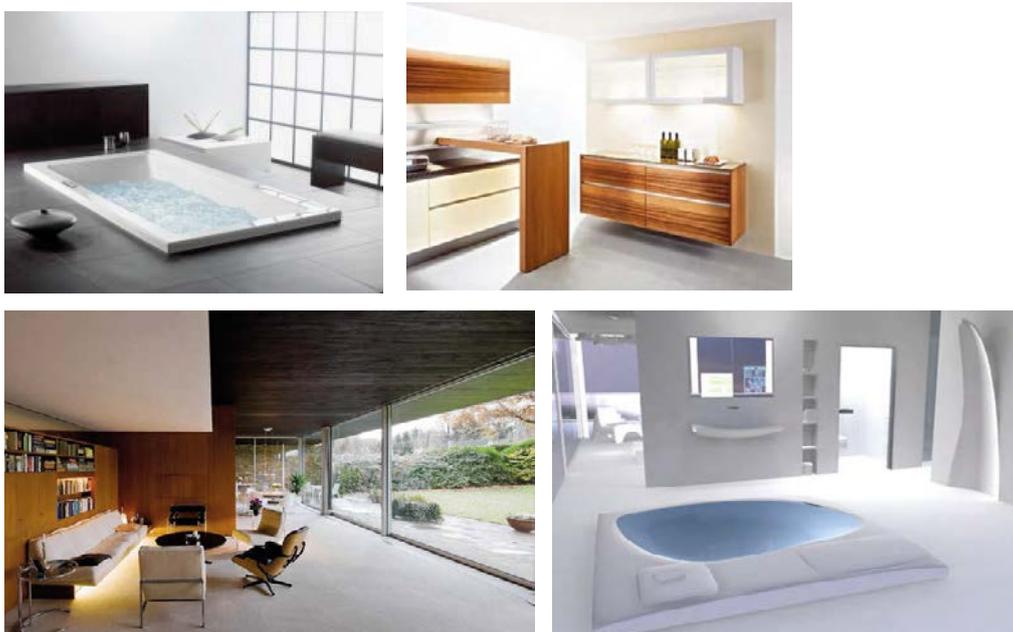


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 87

## Puristischer Stil



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 88

## Yokohama: extremer Purismus



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
[www.ks-west.de](http://www.ks-west.de)

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 89

## Barcelona: W Hotel



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
[www.ks-west.de](http://www.ks-west.de)

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 90

## Neue Opulenz

- Gegenreaktion zum Minimalismus/Purismus.
- „Emotionales Design“ statt „Coolness“.
- Üppige Dekore, Vielfalt von Formen, Farben und Materialien; starke gesättigte Farben.
- Einschluss klassizistischer und barocker Elemente.
- Zitate von Stilelementen aus den 1920er, 30er, 40er und 50er Jahren.
- In Westeuropa seit 1½ Jahrzehnten zunehmend populär, wird mit höchstem Luxus assoziiert.

## Neue Opulenz von Carlo Rampazzi



## Carlo Rampazzi: Möbel



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 93

## Carlo Rampazzi: Tschuggen Grand Hotel



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 94

## Carlo Rampazzi: Tschuggen Grand Hotel



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 95

## Carlo Rampazzi: Tschuggen Grand Hotel



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 96

## Berlin: Rocco Forte Hotel (Olga Polizzi)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de

**HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 97

## London: Rocco Forte Hotel (Olga Polizzi)



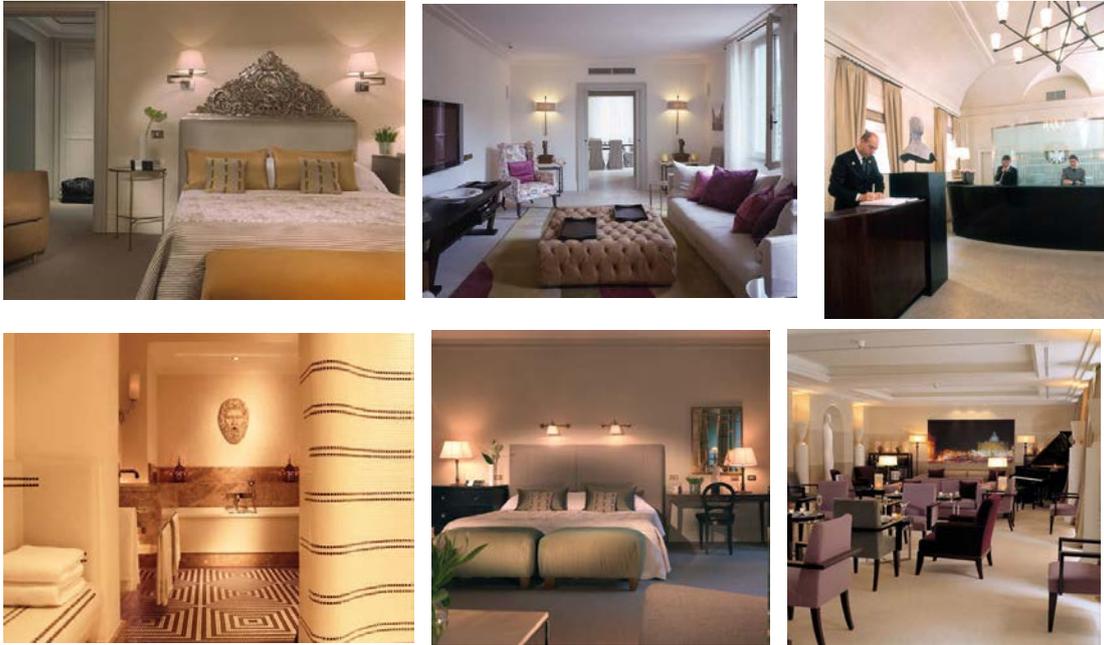
KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de

**HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 98

## Rom: Rocco Forte Hotel (Olga Polizzi)

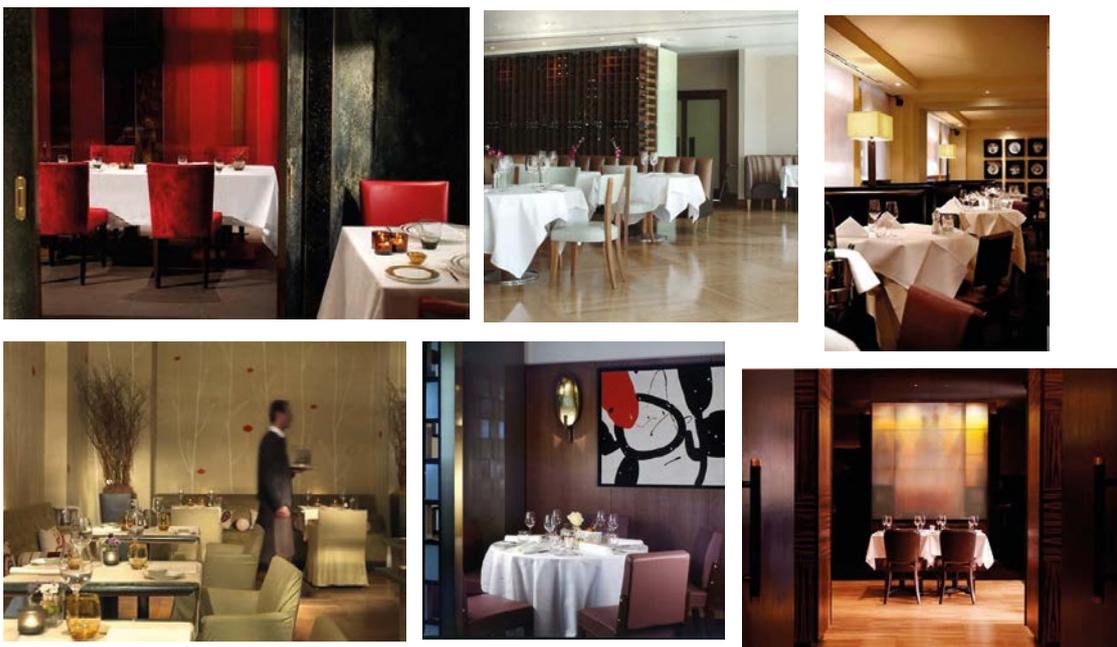


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 99

## Diverse Rocco Forte Hotels in Europe (Olga Polizzi)



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 100

## Berlin: Design von Anna Maria Jagdfeld



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** **HSD**  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 101

## Neue Opulenz mit Gold und Leopardenfelleppich: Hotel Savoy, London



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** **HSD**  
www.ks-west.de

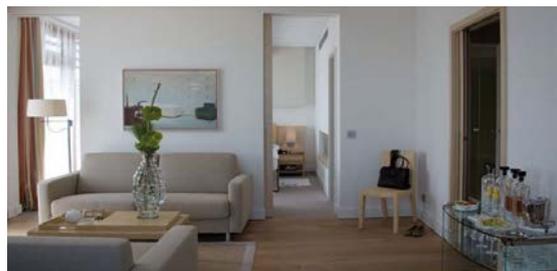
Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 102

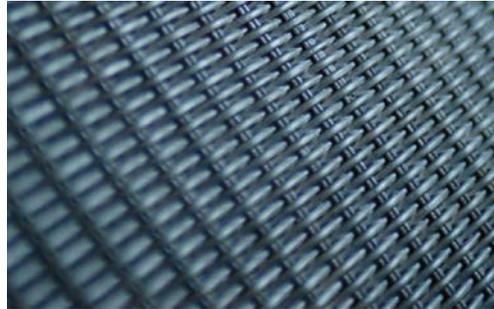
## Neue Naturästhetik

- Ästhetisierung der grünen Ideologie.
- Natürliche Materialien (Holz, Stein, organische Textilien...), häufig unbehandelt.
- Ästhetik von Rohheit und Maserung.
- Kombination von Naturmaterialien und puristischem Stil.
- Seit einem Jahrzehnt hochaktuell.

## Neue Naturästhetik: Hotel Budersand, Sylt



## Ästhetik natürlicher Materialien (Rocco Forte Verdura, Sizilien)



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 105

## Naturästhetik trifft Purismus: Vdara Hotel in Las Vegas



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 106

## Baumhäuser

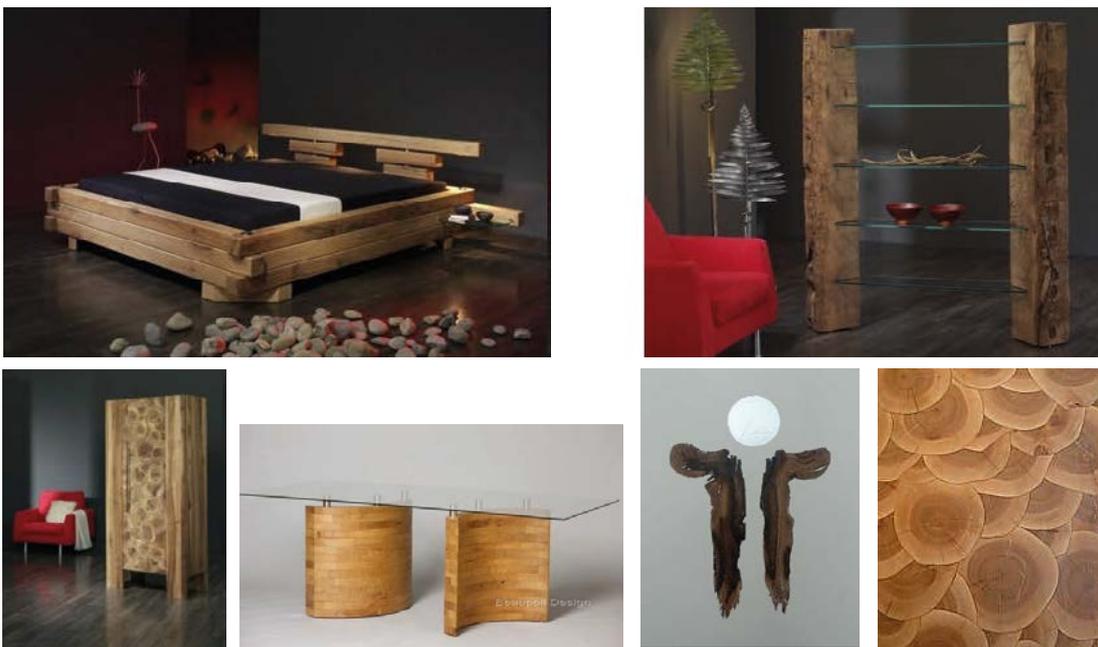


KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 107

## Aktuelles Holzdesign



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 108

## Spanien: Marques de Riscal von Frank O. Gehry



Dekonstruktivismus außen, Naturästhetik innen.

## Retrostil – Pop Art

- Renaissance der 1970er.
- Plastik.
- Organische Formen.
- Kräftige Farben.
- Z.Zt. Modisch (kurzlebig?).
- Populärer Designstil für Hotellerie und Gastronomie, aber zu radikal zum Wohnen.

## Berlin: Hotel Q und Zahnarztpraxis



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 111

## Paris: Hotel Everland



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 112

## Nizza: Hotel 3.14



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 113

## Hongkong: Mira Hotel



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 114

## Deutschland: AIDA Blu



## Ethno-Design, crossover

- Inspiriert durch Muster und Farben afrikanischer, amerikanischer, asiatischer und ozeanischer Kulturen: Afrikanisch, Arabisch, Indisch, Ostasiatisch, Japanisch, Ozeanisch, Indianisch...
- Seit einem Jahrzehnt hochaktuell.
- Sehr populär für Gastronomie, Hotellerie und Spas, aber beim Wohnen allenfalls für einzelne Räume und nicht für ganze Häuser zu finden.

## Nizza: Hotel 3.14



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 117

## Ethno-Design: Ozeanisch, Asiatisch, Afrikanisch



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN**  
www.ks-west.de **HSD**

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 118

## Home Elevator: „Noble“



Oscar Wilde sagte einmal: „Ich habe einen ganz einfachen Geschmack: Ich bin immer mit dem Besten zufrieden.“ Die Stilrichtung „Noble“ hätte ihm sicher gefallen – denn sie wird solch hohen Ansprüchen mehr als gerecht.  
Die klassizistische Form vermittelt Eleganz und Kultur. Die Kombination aus dunkler Eiche und Walnuss-Vertäfelungen strahlt Ruhe aus und erzeugt eine warme Gemütlichkeit. Noble: ein Home Elevator mit dem Wesen eines echten Gentlemans.  
Sie lieben den klassischen Baustil? Willkommen zuhause.

Design: Prof. Wolfgang Krenz

ThyssenKrupp Encasa  
Life in motion.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 119

## Home Elevator: „Cool“



Puristische Formgebung. Hochwertige Materialien. Erstklassige Verarbeitung. Das ist die Stilrichtung "Cool". Bewusst reduziert in der Gestaltung, wurden hier die Elemente aus Edelstahl, Glas, Stein und Holz stilischer kombiniert.  
Klar in den Linien und unaufdringlich im Auftritt – so fügt sich der HE 7 ganz selbstverständlich in eine Architektur, die durch Zurückhaltung überzeugt und mit Stilbewusstsein begeistert.  
Sie mögen Design am liebsten pur? Willkommen zuhause.

Design: Prof. Wolfgang Krenz

ThyssenKrupp Encasa  
Life in motion.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 120

## Home Elevator: „Romantic“



Ein Design, das die Herzen höher schlagen lässt: die Stilrichtung „Romantic“. Hier vereinen sich großzügige florale Muster mit zarten Goldrahmen und sanften Pastelltönen.

Die grazilen, geschwungenen Linien der Wandgestaltung unterstreichen dabei die unwiderstehliche Anziehungskraft der natürlichen Materialien im Boden. In der vollkommenen Harmonie jedes einzelnen Gestaltungselements äußert sich Liebe zum Detail.

Sie haben eine romantische Ader? Willkommen zuhause.

Design: Prof. Wolfgang Krenz

ThyssenKrupp Encasa  
Life in motion.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 121

## Home Elevator: „Natural“



Die Sehnsucht des Menschen, im Einklang mit der Natur zu leben, gewinnt auch im Wohnbereich immer mehr an Bedeutung. Dabei vereinen sich natürliche, oft unbehandelte Materialien gern mit unaufgeregter Formgebung.

Hochwertiger Naturstein und massive Hölzer geben deshalb auch in der Stilrichtung „Natural“ den Ton an. Ob als Teil eines rundum natürlichen Raumkonzepts oder als besonderes Highlight in einer sonst eher kühlen Architektursprache.

Zurück zu den Wurzeln? Willkommen zuhause.

Design: Prof. Wolfgang Krenz

ThyssenKrupp Encasa  
Life in motion.



KS West e. V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 122

## Home Elevator: „Opulent“



Es ist eine leidenschaftliche Hommage an die Individualität: Extravagante Möbel und feudal geschmückte Wände bilden die perfekte Bühne für die stilvolle Inszenierung besonderer Einzelstücke.

Genau hier entfaltet der Home Elevator der Stilrichtung „Opulent“ seine volle Wirkung. Mit edelsten Materialien wie gepolstertem Leder setzt er in diesen vier Wänden ein weiteres Statement. Für den besonderen Charakter eines ungewöhnlichen Stilbewusstseins.

Sie lieben die Extravaganz? Willkommen zuhause.

Design: Prof. Wolfgang Krenz

ThyssenKrupp Encasa  
Life in motion.



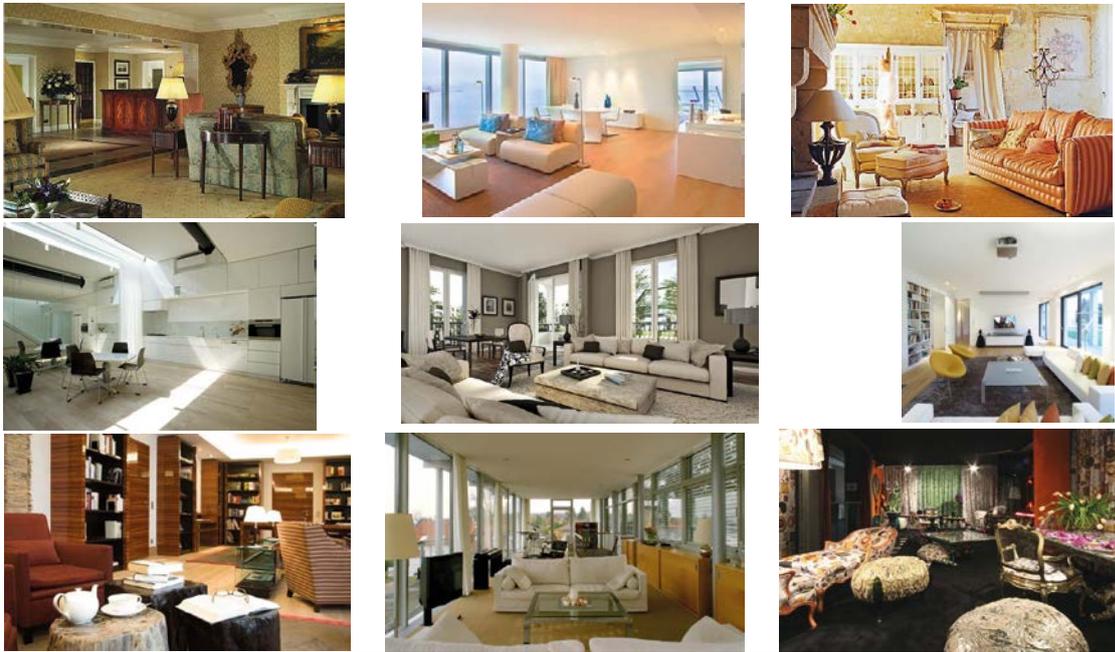
## Quantitative Verteilung der Nachfrage nach ausgewählten Designstilen

Designstile	D, A, CH, NL, Lux, B-Fl.	UK	F, B-Wall.	E, P	I	DK, S, N, F	Ost-europa	total (gewichtet)
Bevölkerung absolut	121,8	61,1	69,3	57,6	60,3	25	69,4	464,5
Bevölkerungsanteil	26%	13%	15%	12%	13%	5%	15%	100%
Noble	15%	22%	31%	28%	22%	13%	44%	25%
Romantic	18%	16%	24%	15%	9%	17%	2%	15%
Cool	43%	41%	25%	31%	47%	46%	12%	34%
Opulent	10%	6%	15%	20%	17%	2%	39%	16%
Natural	16%	15%	5%	7%	6%	21%	4%	10%

Confidence interval: +/- 5 percentage points

Source: statistical data, interpolations, expert estimates

## Designstile: Neoklassik, Minimalismus, Landhausstil, Naturästhetik, Neue Opulenz



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 125

## Je extremer das Design, desto kleiner das Kundenpotential



Carlo Rampazzi



japanischer Purismus



Retro-Design



Palladio-Stil



Organic Design



Naturästhetik

KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** HSD  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

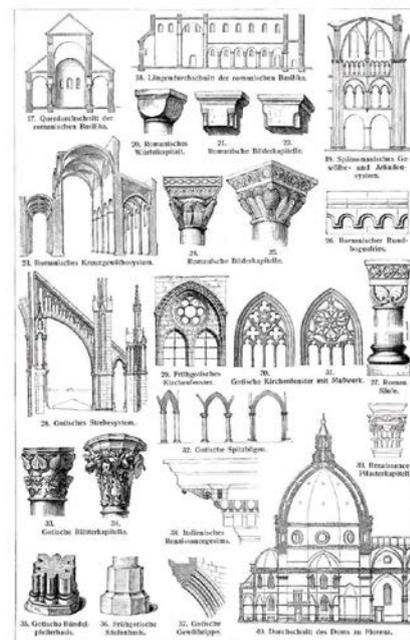
Folie 126

## Kapitel Fünf.

# Designregeln

## Stil

- **Reduktion** der Vielfalt von Formen, Farben, Materialien etc. auf typische, kohärent gebrauchte Merkmale (= stilbildende Merkmale)



## Harmonie

---

„Die Natur strebt nach dem Entgegengesetzten und bringt hieraus, und nicht aus dem Gleichen die Harmonie hervor ... Auch die Kunst bringt dies, offenbar durch Nachahmung der Natur, zustande.“

Aristoteles

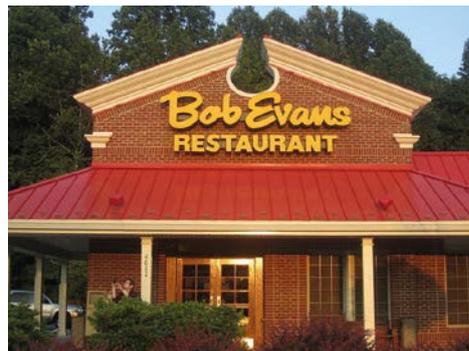
Harmonie = Einheit einer Vielfalt

- Form: Proportionalität.
- Farbe: Farben, die sich nicht beißen.
- Material: Materialien, die zusammenpassen.

## Mode

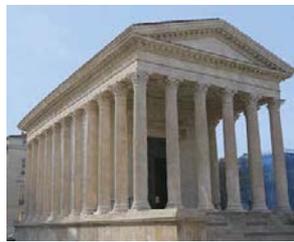
---

- „Die Moden wechseln, da sie selber aus dem Bedürfnis nach Wechsel entstehen.“ Marcel Proust
- „Der Mode entkommt man nicht. Denn auch wenn Mode aus der Mode kommt, ist das schon wieder Mode.“ Karl Lagerfeld
- „Was sofort gefällt, wird rasch unmodern.“ Luigi Colani

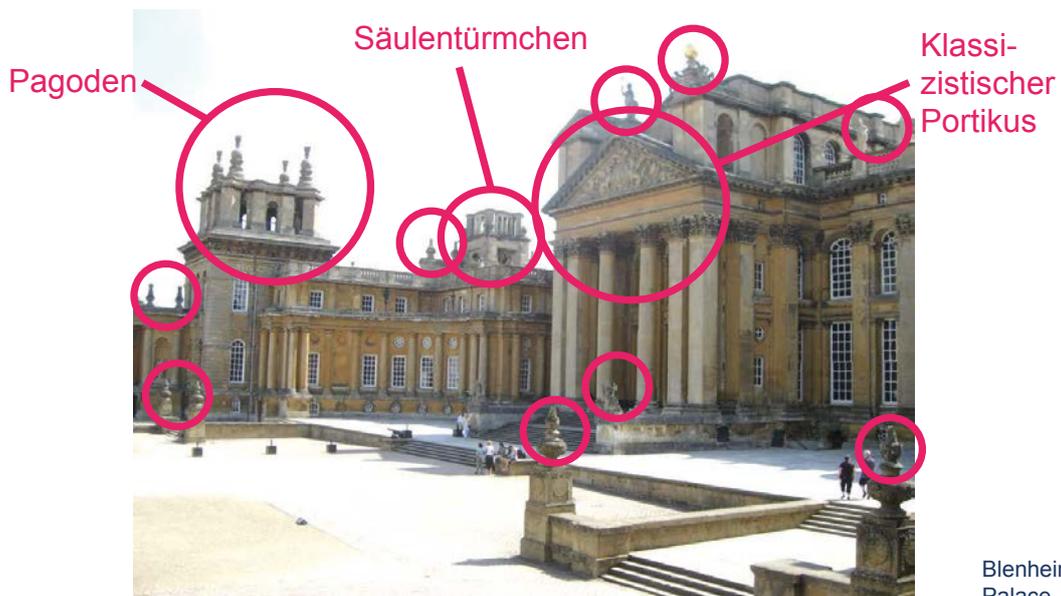


## Eleganz

- Wirkliche Eleganz heißt, in Rufweite hinter der Mode zu bleiben. Marie Freifrau von Ebner-Eschenbach
- Mode sagt: "Ich auch." Eleganz sagt: "Ich allein." Geraldine Stutz
- Eleganz heißt nicht, ins Auge zu fallen, sondern im Gedächtnis zu bleiben. Giorgio Armani
- Eleganz ist zeitlos. Habeeb Akande
- Eleganz ist Weigerung. Coco Chanel



## Kitsch oder Zuviel des Guten (*overdone*)

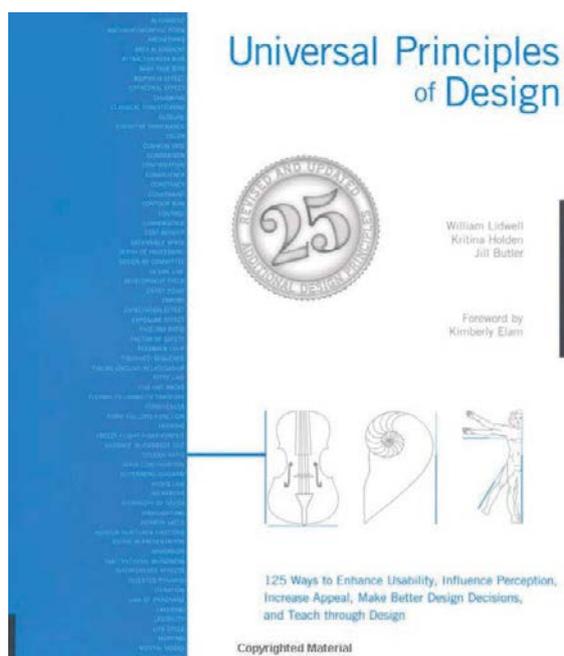


Blenheim  
Palace,  
Oxford

## Was ist nachhaltiges Design?

- ästhetischen Regeln entsprechend (goldener Schnitt, Harmonie, Kombination, Stil, Eleganz etc.)
  - Harmonie ist, dass Farben, Formen, Proportionen, Materialien zusammenpassen
  - Stil ist Reduktion der Vielfalt von geometrischen Formen, Farben, Materialien
  - Eleganz ist extreme Reduktion bei harmonischen Proportionen
- zeitlos
- wertig

## Für gutes Design gibt es 125 Regeln



Lidwell/Holden/Butler:  
Universal Principles of  
Design. Beverly 2010



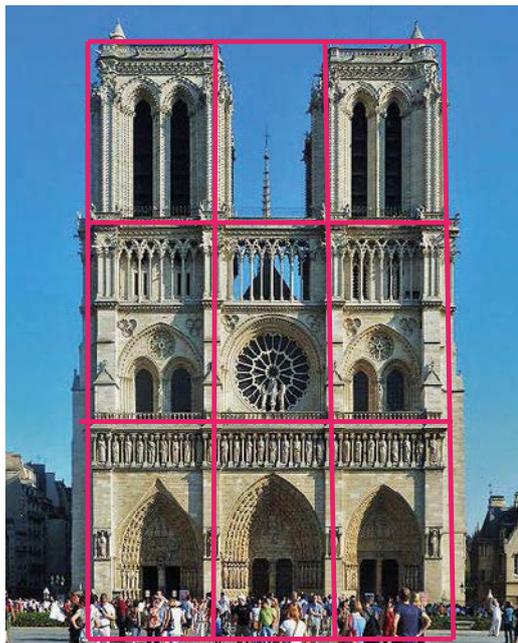
## Drittel-Regel (rule of thirds)

- Ursprünglich eine Regel der Bildaufteilung in der Fotografie, aber auch im Design anwendbar.
- Ähnliches Verhältnis wie beim goldenen Schnitt (0,667 vs. 0,618), ermöglicht aber die Aufteilung eines ganzen Objekts in drei gleich große Drittel.
- Einfacher zu handhaben als der goldene Schnitt.



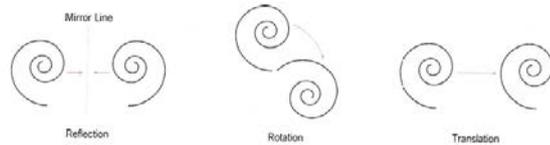
Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 208.

## Drittel-Regel in der Architektur



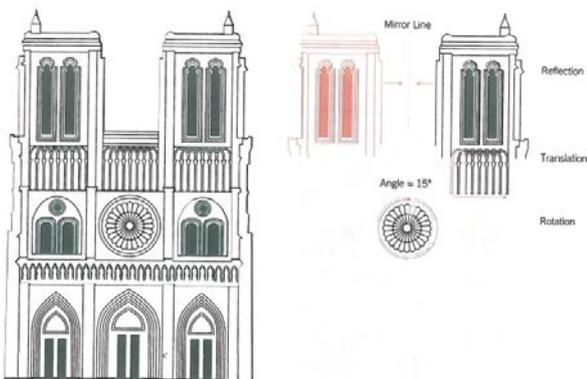
## Symmetrie

- Fast überall in der Natur zu finden.
- Vier Arten von Symmetrie:
  1. Spiegelsymmetrie.
  2. Rotationssymmetrie.
  3. Punktsymmetrie.
  4. Translationssymmetrie.



Combinations of symmetries can create harmonious, interesting, and memorable designs. For example, the Notre Dame Cathedral

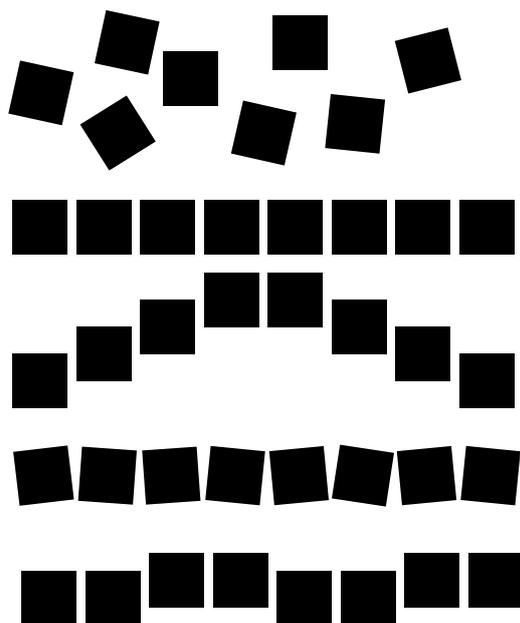
incorporates multiple, complex symmetries in its design, resulting in a structure that is both pleasing and interesting to the eye.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 208.

## Ausrichtung

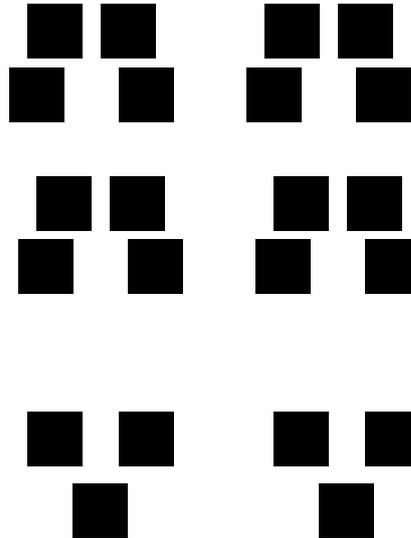
- Willkürliche Anordnung wirkt ungeordnet und verstörend.
- Ausrichtung nach einer geometrischen Form (Gerade, Kurve, Kreis, Dreieck, Rechteck etc.) wirkt harmonisch und erleichtert die Orientierung.
- Eine zu strenge Ausrichtung wirkt aber monoton und erschwert wiederum die Orientierung, wenn die Fläche zu groß wird.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 24.

## Gruppierung / Nähe

- Objekte, die nah beieinander sind, wirken zusammengehörig.
- Gruppierte Gebäude definieren dadurch Nachbarschaften.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 196.

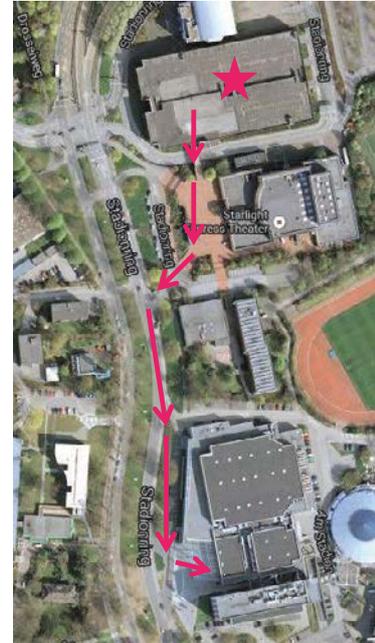
## Zugang

- Sichtbarkeit des Zugangs.
- Einladender Charakter.
- Zugang von wichtigsten Verkehrswegen (Fußgängerzone, Parkplatz, ÖPNV-Haltestelle).
- Minimale Barrieren.
- Lockmittel.



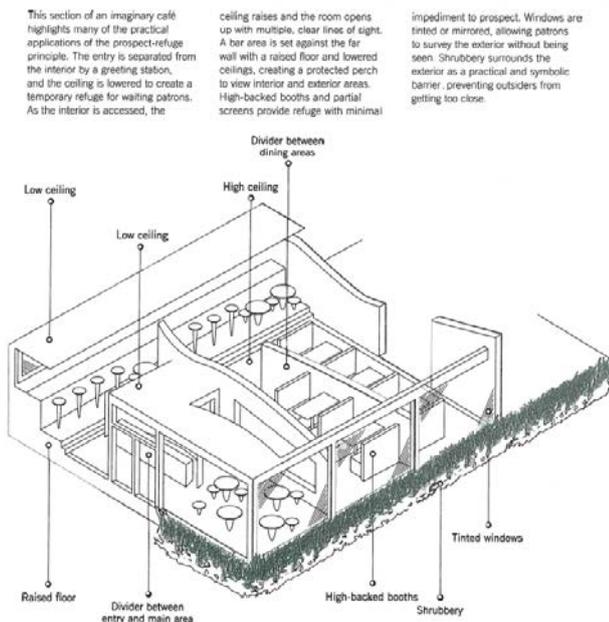
Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 80.

## Der Zugang muss heute vom Parkhaus aus erfolgen



## Sicht und Schutzraum

- Die Menschen bevorzugen Räume,
  - die ihnen freie Sicht bieten (so dass sie sich orientieren und Herannahende erkennen können),
  - die sie selber vor Blicken Anderer schützen.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 192f.

## Wir lieben die Savanne

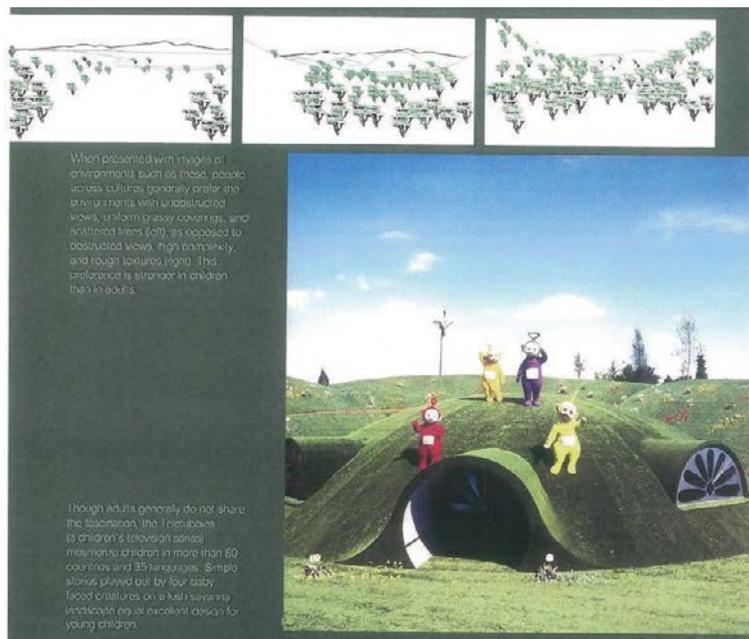
- Die Menschen bevorzugen savannenartige Umwelten
  - mit freier Sicht,
  - Graswiesen,
  - wenigen verstreuten Bäumen.
- Experimentell gesichertes, kulturübergreifendes Phänomen.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 212.

## Wir lieben die Savanne

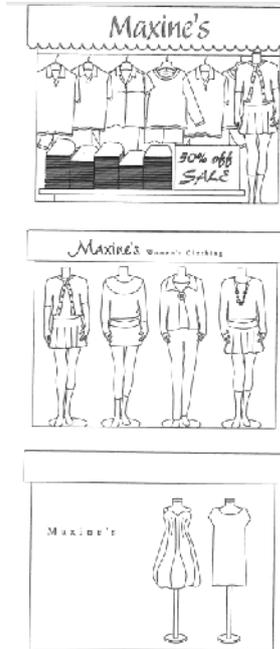
- Evolutionsbiologisch erklärbar.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 212.

## Horror Vacui

- Tendenz, leere Räume zu vermeiden, indem man sie mit Objekten füllt.
- Historisch: Reiche Ornamentik als Zeichen von Luxus.
- Heute: Minimalismus als Zeichen von Luxus.



Three shop windows with varying kinds of merchandise on display. The period value of the merchandise and prestige of the store are generally inversely related to the visual complexity of the display.

Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 128f.

## Grafikdesigner David Carsons Horror Vacui



## Der Mann kann auch anders...



## Defensible Space

- Ein Ensemble von Gebäuden wirkt sicherer, wenn
  - durch tatsächliche oder symbolische Abgrenzung ein Territorium definiert wird (Zäune, Hecken, optische Grenzlinien),
  - eine Überwachung des freien Raums stattfindet (Beleuchtung, Aufenthaltsmöglichkeiten, Sichtbeziehungen),
  - symbolische Barrieren Nutzung, Eigentum, sich kümmern signalisieren.



Before



Territoriality

Elements that indicate ownership and improve surveillance enhance the defensibility of a space. In this case, the addition of community markers and gating indicates a territory that is owned by the community; improved lighting and public benches increase opportunities for casual surveillance; and local fences, doormats, shrubbery, and other symbolic barriers clearly convey that the space is owned and maintained.



Surveillance



After



Symbolic Barriers

Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 70f

## Broken Windows

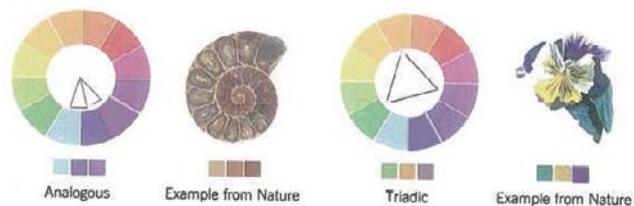
- Ein zerbrochenes Fenster (oder ein anderes Zeichen der Vernachlässigung, auch Graffiti) signalisiert, dass sich niemand um das Objekt kümmert und fördert Vandalismus und Straßenkriminalität.
- Gegenmaßnahme: Sofortige Beseitigung des Schadens, sofortiges Einschreiten auch gegen Kleinigkeiten („Null-Toleranz“).



Quelle: Wilson, James Q. & Kelling, George E.: Broken Windows. The Police and Neighborhood Safety. In: The Atlantic Monthly, März 1982  
 Quelle Foto: Andreas Enrico Grunert [http://www.f-stop-leipzig.de/ausstellungen/fstop\\_satellit\\_mzin.html](http://www.f-stop-leipzig.de/ausstellungen/fstop_satellit_mzin.html)

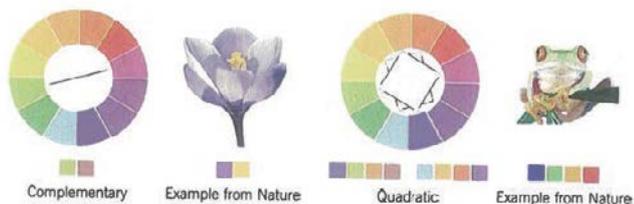
## Farbe

- Subjektives Farbempfinden folgt objektiven Regeln:
  1. Beschränkte Zahl von Farben (max. 5).
  2. Funktionierende Farbkombinationen: analog, komplementär, triadisch, quadratisch.
  3. Buntheit (Vielzahl + Kontrast + Sättigung + Helligkeit) wird als dynamisch und aufdringlich empfunden, dezente Farben als professionell und elegant.



Analogous color combinations use colors that are next to each other on the color wheel.

Triadic color combinations use colors at the corners of an equilateral triangle circumscribed in the color wheel.



Complementary color combinations use two colors that are directly across from each other on the color wheel.

Quadratic color combinations use colors at that corners of a square or rectangle circumscribed in the color wheel.

Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 48f.

## Konsistenz

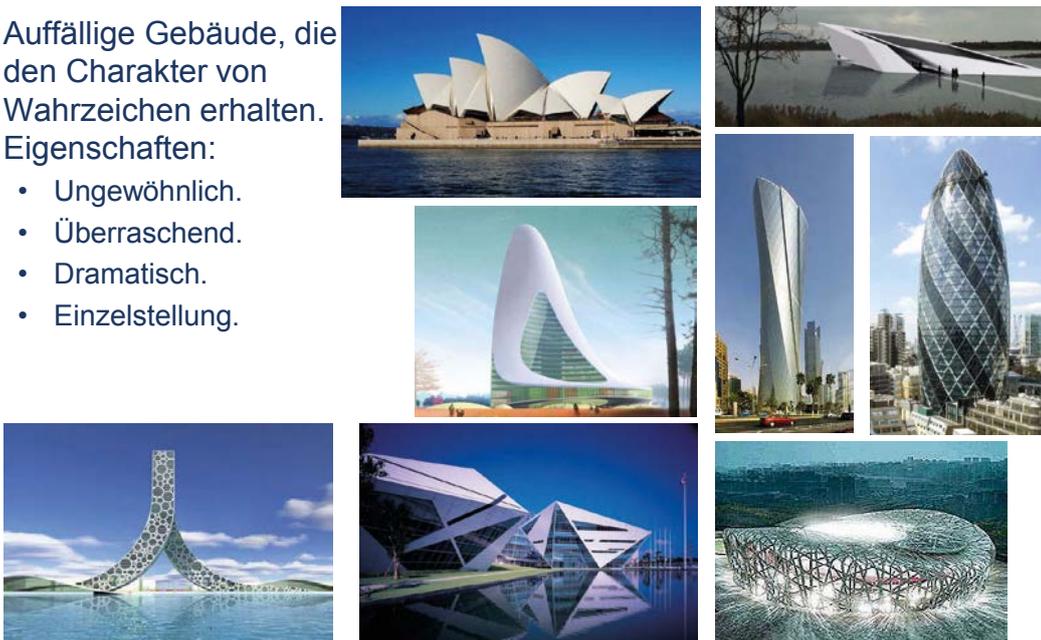
- Konsistente Verwendung von Formen, Farben, Materialien, Logos etc. sorgt für Wiedererkennbarkeit, Qualitätsvermutung, Zugehörigkeitsgefühl und emotionale Bindung.



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 56

## Ausrufezeichen

- Auffällige Gebäude, die den Charakter von Wahrzeichen erhalten.  
Eigenschaften:
  - Ungewöhnlich.
  - Überraschend.
  - Dramatisch.
  - Einzelstellung.



## Konstruktive Form

- Die konstruktive Form wird in ihrer eigenen Ästhetik sichtbar gemacht und nicht hinter dekorativen Fassaden versteckt.



## Biophilie-Effekt

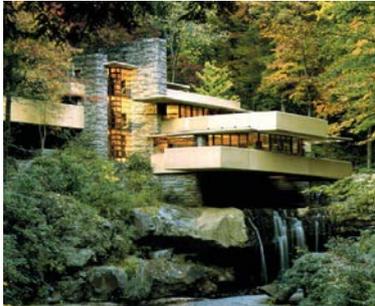
- Empirische Studien: Der Blick in die Natur steigert emotionales Wohlbefinden und kognitive Leistungen.
- Attrappen und Bilder reichen bereits aus, um den Effekt auszulösen.



Before-and-after proposal for a central hallway redesign in a leading U.S. hospital based on the biophilia effect. The installation, titled "Bamboo Forest," employs vivid high-resolution imagery and nature sounds to greet and comfort patients as they move from the lobby to their destination. The redesigned hallway serves as a memorable landmark assisting wayfinding, an inspiring passageway that is harmonious with life and healing, and a visible expression of the hospital's commitment to patient comfort and quality of experience.

Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 36f.

## Biophilie-Effekt: Zwei Klassiker

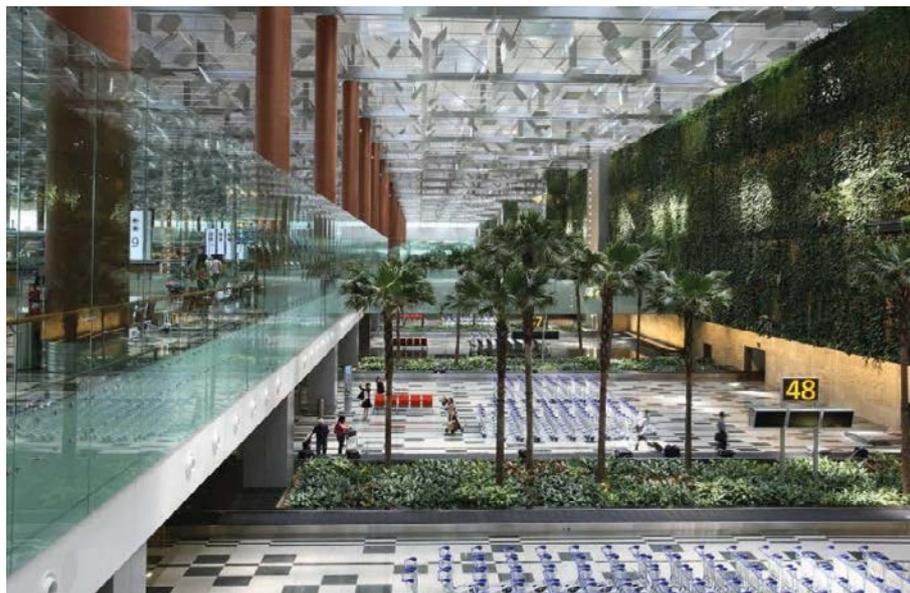


Frank Lloyd Wright: Fallingwater



Ludwig Mies van der Rohe: Farnsworth

## Biophilie-Effekt: Flughafen Singapur, Baggage Claim



Quelle: <http://www.spiegel.de/fotostrecke/flughafen-singapur-changi-im-check-fotostrecke-105060-4.html>

## Wabi-Sabi

---

- Wabi: transzendente Schönheit durch subtile Unvollkommenheit, wie sie z.B. durch Handarbeit und Naturstoffe zustande kommt.
- Sabi: Schönheit durch natürliche Alterung (Patina).



Quelle: Lidwell/Holden/Butler: Universal Principles of Design. Beverly 2010, S. 256f.

## Kapitel Sechs.

---

# Architectural Storytelling und Urbanität

## Architectural Storytelling

---

- Seit der Antike war Architektur Trägerin von Bedeutung, von Symbolen, von Geschichten.
- Direktes Storytelling: Der Architekt den Nutzern eine Botschaft vermitteln.
- Indirektes Storytelling: In der Konfrontation mit dem Projekt entwickelt der Nutzer eigene Interpretationen.
- Ein Projekt kann eine Geschichte erzählen
  - von der Vergangenheit,
  - über die Zukunft,
  - über ein Thema.

Quelle: John Cochran: On Invisible Architecture and Storytelling. <http://johnedwardcochran.wordpress.com/2010/12/03/on-invisible-architecture-and-storytelling/>

## Direktes Storytelling: Vierzylindermotor und Luftfilter

---



BMW-Zentrale, München

## Die Geschichte des Ortes

---



Lowline, New York City

## Die Story des Gebäudes, Ensembles, Ortes

---

Welche Geschichte erzählen Sie?

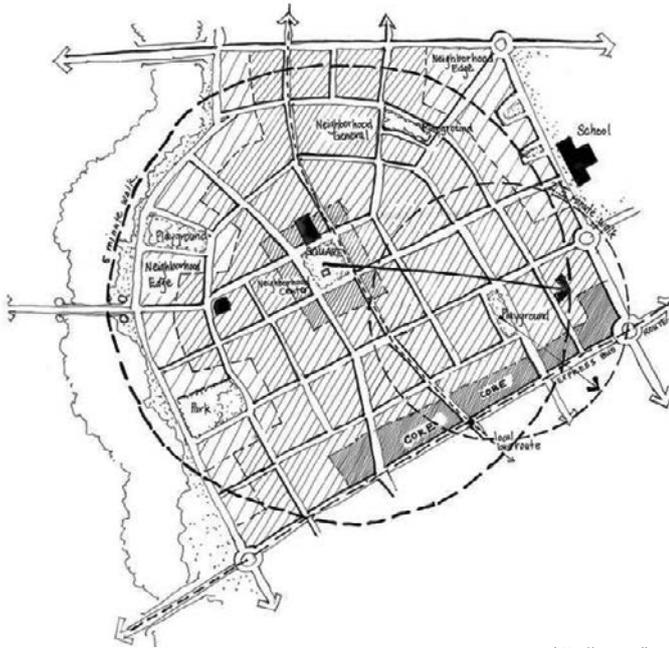
So nicht!



## New Urbanism

- Quartiere statt Siedlungen!
- Jedes Quartier hat ein Zentrum mit Platz, Aufenthaltsqualität, Gastronomie, Einzelhandel, ggf. auch weiteren Funktionen.
- Radiale fußläufige Erschließung auf das Zentrum ausgerichtet.
- Das Quartier hat eine Grenze mit gestuftem Übergang ins Umland.
- Vielfalt von Nutzungen, Gebäuden, Preisniveaus, Sozialstruktur.

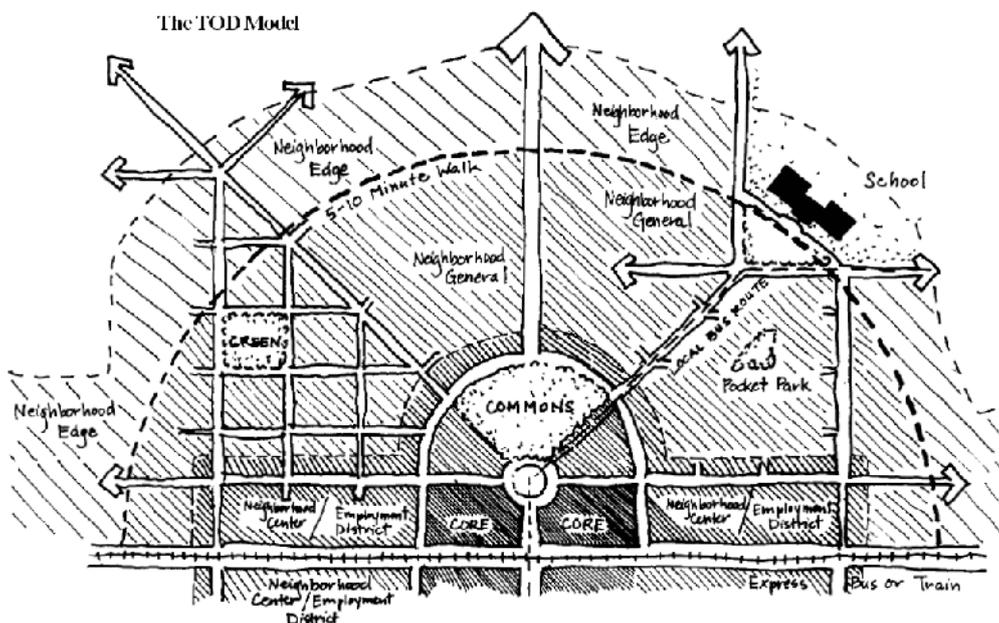
## Traditional Neighborhood Development (TND)



- Interconnected streets
- Sidewalks
- Emphasis on public realm
- Narrow streets
- Parks central to design
- Houses close to the street
- Mixed uses and housing types

<http://www.albemarle.org/department.asp?department=cdd&relpage=3981>

## Transit oriented development neighborhoods (TOD)



<http://www.albemarle.org/department.asp?department=cdd&relpage=3981>

## Poundbury, UK



KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** **HSD**  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 169

## Claudius-Höfe, Bochum: „Ein Dorf mitten in der Stadt“ – mit moderner Architektur

Geschosswohnungen  
für Studierende,  
Senioren, Singles,  
Paare, Familien

Marktplatz mit  
Restaurant und Café

Veranstaltungsraum

Hotel

Ladenlokale

Wohngruppen für  
Behinderte,  
Penthouse-  
Wohnungen

Mieteinfamilien-  
häuser  
(Stadhäuser)

KS West e.V.  
**KALKSANDSTEIN** **HSD**  
www.ks-west.de

Prof. Dr. Volker Eichener © 2019

Folie 170

## Wie schafft man Urbanität?

---

- Nutzungsvielfalt und Nutzungsmix.
- Kritische Masse an Nutzungen.
- Publikumsmagnete und Events.
- Ambiente, Atmosphäre
- Optische Stimuli – zeichenhafte Gebäude, Fassaden, Plätze...
- Erlebnisse.
- Möglichkeiten zum Flanieren und Verweilen.
- Ungleichzeitige Angebote.
- Ungleichwertige Angebote – ökonomische Nischen.
- Soziale und kulturelle Vielfalt.

## Kontakt

---

Prof. Dr. Volker Eichener

volker.eichener@t-online.de

Kastanienallee 23  
44652 Herne

Tel. +49-171-69 56 55 0









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