

RALPH KETTENIS

# GEHÖRSCHUTZ UND RAUMKLANG VERBESSERT

Theater Dortmund: Akustische Sanierung des Orchestergrabens

Schallschutz ist normalerweise einfach: Lärmquelle leiser machen, Raumflächen schallschluckend bekleiden, Abstand halten und möglichst selten im Wirkungsbereich der Geräusche aufhalten. Der Orchestergraben hingegen ist ein Arbeitsplatz, es gibt kein

Entkommen, und der Geräuschpegel ist extrem hoch. Wie im Rahmen einer akustischen Sanierung verbesserter Gehörschutz mit den hohen Anforderungen an die Raumakustik in Einlang gebracht werden kann, berichten die Planer der akustischen Maßnahmen.

Im Orchestergraben der Oper Dortmund sind die Musiker die Lärmquelle. Abstand halten ist nicht möglich, die Aufenthaltsdauer wird von Proben und Aufführungen vorgegeben.

Das Dortmunder Sinfonieorchester erzeugt im 100 m<sup>2</sup> großen Orchestergraben des Opernhauses die gleiche Schallenergie wie ein 10.000 m<sup>2</sup> großer Rummelplatz. Schallmessungen bei einer Aufführung des Balletts „Romeo und Julia“ von Sergej Prokowjew zeigten, dass die 66 Sinfoniker und Generalmusikdirektor Jac van Steen 90 Minuten lang Dauerschallpegeln zwischen 89 und 95 dB(A) ausgesetzt waren.

Diese Gehörbelastung am Arbeitsplatz hochqualifizierter und gehörsensibler Profimusiker ist eindeutig zu groß; die Dortmunder Philharmoniker litten unter krankheitsbedingten Ausfällen.

Die Theaterleitung wurde aufmerksam und beauftragte als Generalplaner das Büro BÜPLAN – Planungsbüro F. Büchten aus Recklinghausen mit einer akustischen Sanierung des Orchestergrabens. Nun kann die „Lärmquelle“ Orchester aber nicht wie eine Maschine einfach schalldämpft werden. Die musikalischen Akteure können und wollen sich nicht mit Ohrstöpseln ihre eigene Musik vom Leib halten. Schall ist Energie, und die kann nützlich oder schädlich sein: „Das Gehör ist Entwicklungsgeschichtlich ein Warnorgan; nicht verschließbar und immer aktiv auf der Suche nach Gefahren. Evolutionsbiologisch dienen Geräusche nicht zu unserer Unterhaltung; jedes Geräusch bedeutet erst mal: Alarm.“ schreibt das Süddeutsche Zeitung Magazin, Heft 38/2009, im Beitrag „Ohren zu und durch“ von Till Raether und Geritt Hahn.



Foto: Ralph Kettenis

Sensibler Arbeitsplatz Orchestergraben. Eine akustisch wirksame Brüstung zwischen Orchestergraben und Publikum vermittelt zwischen Raumklang und Gehörschutz



Foto: Ralph Kettensis

Unterschiedliche Orchestergrößen und Konfigurationen des Orchestergrabens erfordern besondere akustische Anpassungen.

### Schallschutz und Raumklang – ein Gegensatz?

Solange Geräusche bloßer Lärm sind, kann sich Schallschutz auf Absorption, also Energie-„Dämpfung“, beschränken, getreu dem Motto: Je leiser, desto besser. Wenn Geräusche aber der Unterhaltung dienen, wie bei Musik in Opernhäusern, dann kann Schallabsorption schnell mit ungewollten Qualitätsverlusten für die Zuhörer einhergehen. Nicht purer Schallschutz muss im Vordergrund stehen, sondern die bestmögliche Verwendung und Lenkung der Schallenergie. Würde man den Schall einfach nur schlucken, ohne ihn zu lenken, litte der Klang so sehr, dass wohl niemand mehr in die Oper ginge.

Die von den Musikern erzeugte Schallenergie muss bereits im Orchestergraben sinnvoll verteilt werden: Der Dirigent soll sich im Fokus aller Instrumente befinden, die akustische Kommunikation innerhalb des Orchesters muss funktionieren und das Orchester sollte auch auf der Bühne noch gut zu hören sein. Nur so verschmelzen Sänger und Instrumente zu einem musikalischen Ganzen, das seinen Weg aus dem drei Meter tiefen Orchestergraben zu den 1.170 Zuhörern im Saal findet. Die Sanierung des Dortmunder Orchestergrabens forderte von allen Beteiligten die Bereitschaft zu einer engen Zusammenarbeit. Dazu gehörte auch das ständige Abwägen der unterschiedlichen Interessen und die intensive Suche nach optimalen Kompromissen. Die Ausführung unterlag zudem einem strengen, unverschiebbaren Zeitplan und einem scharf begrenzten Kostenbudget. Da nur während der Spielzeitpausen gearbeitet werden durfte, wurde die Sanierung in drei Bauabschnitte unterteilt.

### Die Sanierungsmaßnahmen

Zunächst wurden umfassende Voruntersuchungen angestellt, an denen sich das ganze Projektteam, bestehend aus dem Generalplanungsbüro BüPLAN, dem Architekturbüro Bock. Neuhaus-Partner und dem ib/K Ingenieurbüro für Bauphysik Kettensis sowie die Theater- und Orchesterleitung beteiligte. Hörproben bei Operaufführungen und Orchesterproben sowie umfangreiche Schallmessungen ergaben, dass nicht nur der Orchestergraben selbst, sondern auch der Parkettbereich des Zuschauersaals akustische Schwächen aufwies. Eine bloße Verringerung der Spiellautstärke bis hin zu den Grenzwerten der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutz-Verordnung hätte diesen Missstand noch verstärkt. In der Oper Dortmund sind die Wände im Proszenium, dort, wo sich in historischen Opernhäusern reich gegliederte Königslogen befinden, zu glatt, um den Schall ins Publikum zu lenken. Mit einer akustisch transparenten Brüstung zwischen dem Orchestergraben und dem Publikumsbereich fand das Planungsteam einen Lösungsansatz, der beide Probleme, so gegenläufig sie sind, in den Griff bekam. Um einen geeigneten Stoff zum Bespannen des Brüstungsrahmens zu finden, wurden zunächst zahlreiche B1-Materialien durch Messungen auf ausreichende Schalldurchlässigkeit geprüft. Nach Vorgaben des Akustikers musste die Bespannung mehr als 90 % des Schalls durchlassen.

Zur Ausführung kam eine blickdichte, dreilagige Bespannung aus schwarzem Stretchgewebe, welches preiswert und leicht auswechselbar ist. Im Bedarfsfall müssen nur die an den Rändern eingenähten Gummischlaufen aus den Kederschienen der Metallrahmen gezogen werden. Das ist wichtig, weil die Brüstung im Theaterbetrieb so

# Never change a winning team.



AUDIO

LICHT

MEDIEN-TECHNIK

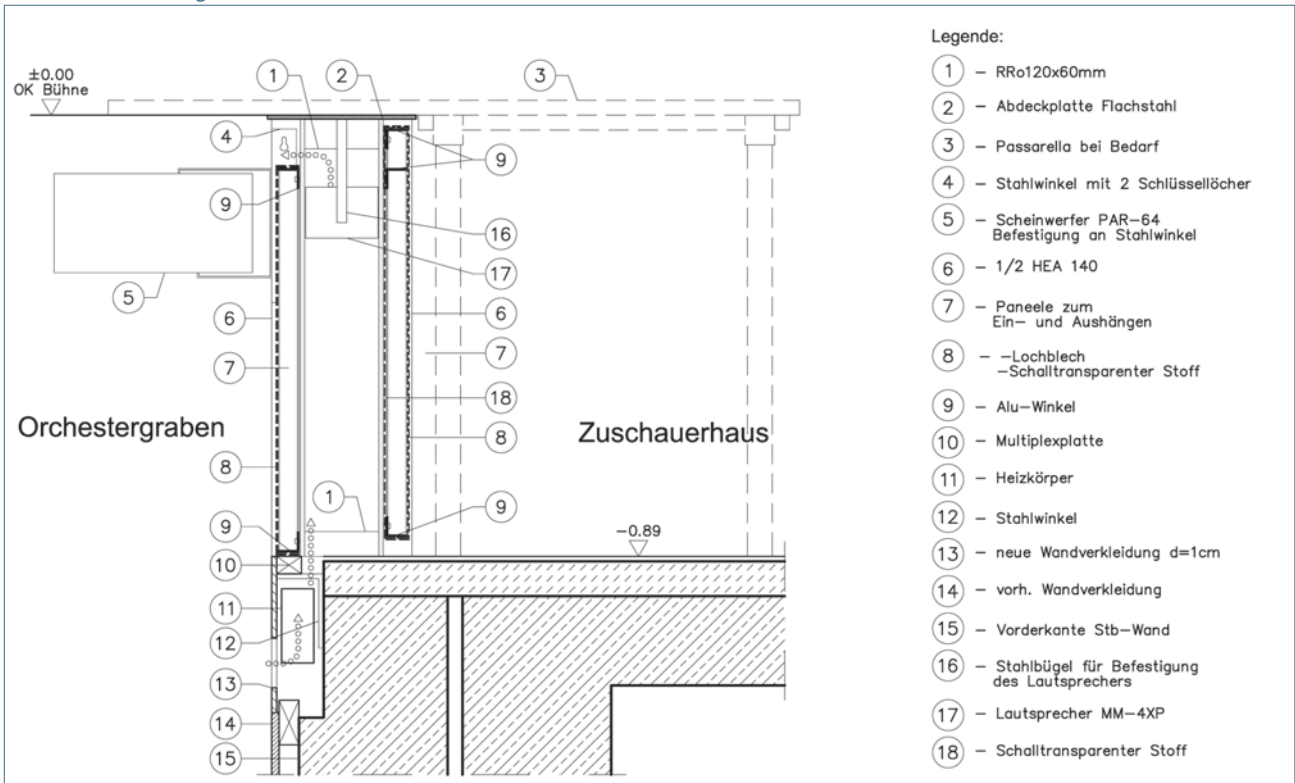
Wir halten den Kurs bis zur Zielgeraden. Systemberatung, Projektierung, Installation und Vertrieb - alles aus einem Ruder.

## th.mann

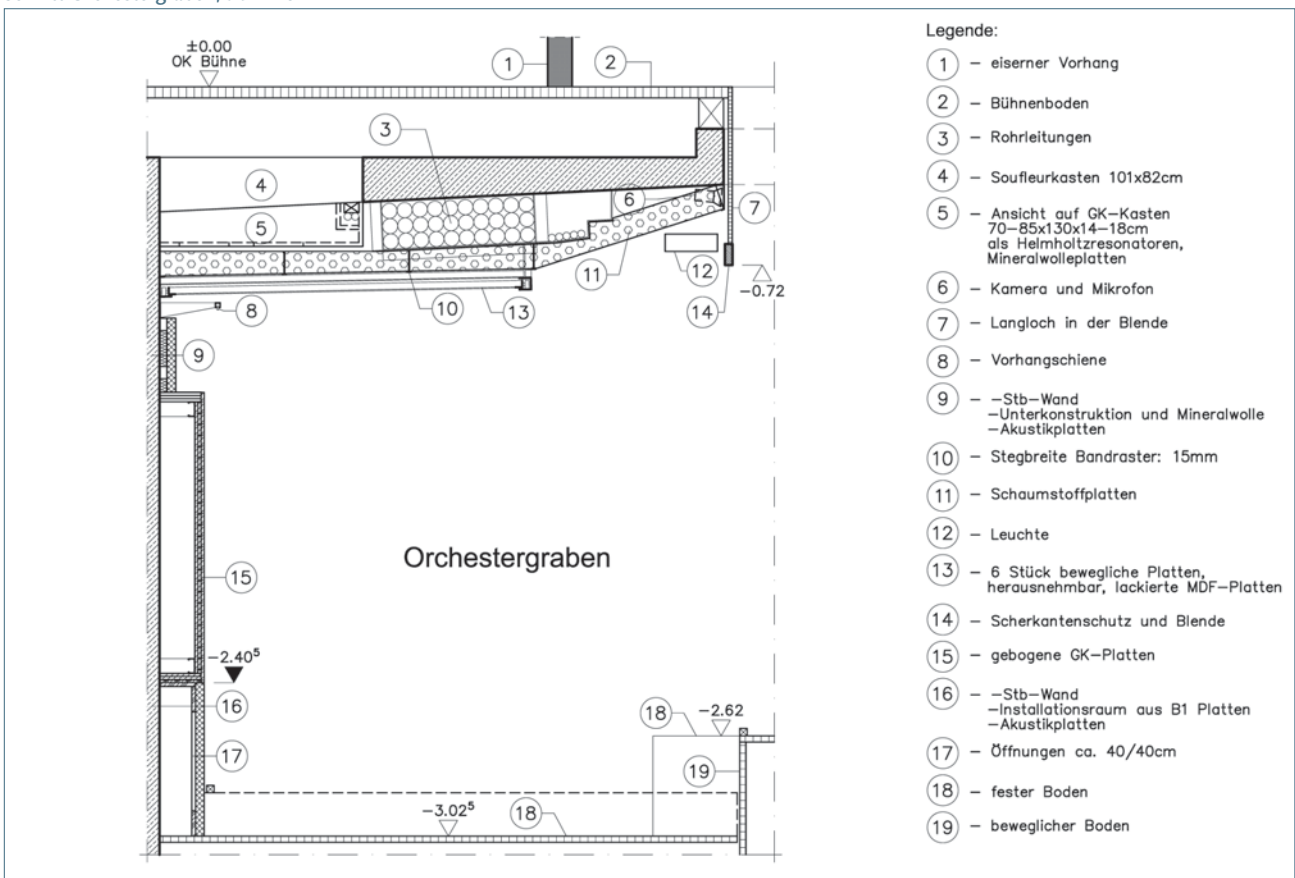
Audio Professionell  
www.audioprof.de

Treppendorf 30 • D-96138 Burgebrach  
Tel: +49(0)9546/9223-490 • www.thomann.de

Schnitt Detail Brüstung, M 1:10



Schnitt Orchestergraben, M 1:20

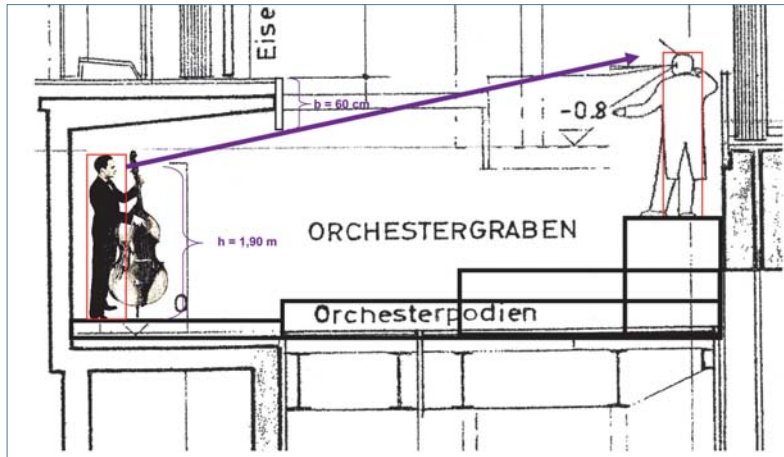


manchen Knuff abbekommen kann. Die Schallenergie gelangt nun ohne Umwege über die Brüstung in das Zuschauerhaus, wodurch sich dort der Klang verbessert, während der Schallpegel im Orchestergraben sinkt. Für die notwendige Schallreflexion vom Graben zur Bühne verbleibt eine hölzerne Wandbekleidung unterhalb der neuen Brüstung.

### Absorption und Reflektion

Die weiteren Sanierungsmaßnahmen im Orchestergraben folgten konsequent dem folgenden Prinzip: Für die Schallverteilung wichtige Flächen wurden gezielt reflektierend bzw. schallstreuend und nur für wenige Frequenzen absorbierend ausgebildet. Für die Schallverteilung weniger wichtige Flächen wurden konsequent schallschluckend bekleidet. So erhielt die Rückwand des Grabens zwei 17 Meter lange, streifenförmige Absorber aus Holzwoleplatten mit Mineralfaserrücklage. Einer davon wurde als Sockel direkt oberhalb der Hubpodien montiert, der andere unterhalb der auskragenden Bühnedecke.

Über die dazwischen liegende Fläche der Rückwand werden nützliche frühe Schallreflexionen innerhalb des Orchestergrabens und von dort direkt in das Zuschauerhaus gelenkt. Konvexe, gekrümmte Holzreflektoren, die nur tiefe Frequenzanteile schlucken, übernehmen diese Aufgabe. Die Frontseite der Bühnenauskragung wurde mit einer kräftigen Holzblende bekleidet, die vornehmlich hochfrequenten Schall Richtung Publikum lenkt. Da die Brüstung zum Orchestergraben den Schalldurchgang



Skizze für die Planung der akustischen Maßnahmen. Höhe und Volumen des Orchestergrabens als wichtige Parameter

nicht mehr behindert, klingt das Orchester auf den teuren Parkettplätzen nun viel direkter als früher. Instrumente sind dadurch besser zu orten und klingen brillanter. Vergleichsmessungen ergaben, dass gut 40 % mehr Orchesterschall direkt beim Publikum ankommt als früher, wodurch das Klarheitsmaß des Klangs um rund 2 Dezibel gewonnen hat. An den Seitenwänden des Grabens wurden gleichartige Bekleidungen montiert, soweit die zahlreichen technischen Einbauten dies zuließen. Die etwa 2,30 Meter weit auskragenden Deckenflächen unterhalb der Bühne wurden nach Abriss der alten Sperrholzbekleidungen wie folgt modernisiert: Über einer abgehängten Bandrasterdecke mit Einlage aus hoch-

wirksamen Schaumstoff-Akustikplatten wurden preiswerte Tieftonresonatoren aus Gipskarton montiert. Dazu wurden gelochte Kästen mit Dämmstoffeinlage gebaut, die vom Akustiker genau berechnet und vorgegeben wurden. Das in den Kästen eingeschlossene Luftpolster wirkt im Zusammenspiel mit den Lochflächen wie ein Masse-Feder System, das tiefe Frequenzanteile des Schalls praktisch vollständig schlucken kann. Vergleichsmessungen ergaben am Standort der Schlagwerke eine Verbesserung des Schallschutzes um bis zu 3 Dezibel. Eine besondere Herausforderung stellte für alle Beteiligten die Integration der zahlreichen Elektrotrassen dar, die unter der Decke verlaufen.

## Bühnenböden · Ballettschwingböden · Praktikabel · Parkett · Klebebänder



Wir haben das Know-How, auf Ihre individuellen Wünsche einzugehen!

Der Bühnenbodenprofi

**BÜHNENBAU  
WERTHEIM**

Mitglied des svtb - DTHG - FNTh - OETHG



Bühnenbau Wertheim GmbH · Dietenhaner Str. 29 · 97877 Wertheim · ☎ 09342/9292-0 · Fax 9292-92  
mail@buehnenbauwertheim.de · www.buehnenbauwertheim.de

## PROJEKT BETEILIGTE

**Bauherr:** Theater Dortmund

**Projektleitung Theater Dortmund:**

Thomas Meissner, Technischer Direktor

Michael Baker, Orchesterspezialist

**Gesamtplanung:** BüPLAN Planungsbüro –

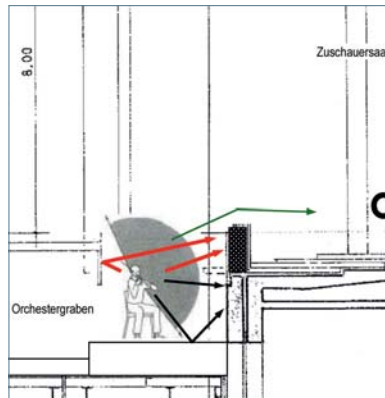
Planungsbüro F. Büchten,  
Recklinghausen

**Planung Architektur:**

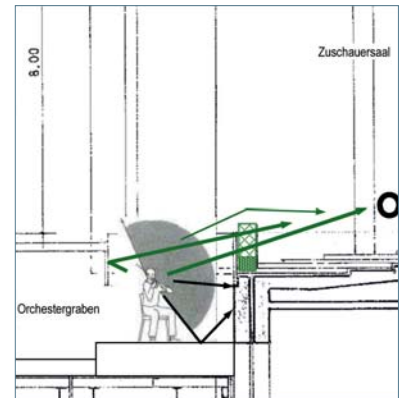
Architekturbüro Bock.Neuhaus - Partner,  
Coesfeld

**Planung akustische Maßnahmen:**

ib/K Ingenieurbüro für Bauphysik Kettensis,  
Aachen



**Vorher:** Brüstung massiv,  
Schall bleibt im Orchestergraben



**Nachher:** Brüstung transparent,  
Schall geht ins Parkett

### Spezielle Einbauten

Das Sanierungskonzept beinhaltet auch einige flexible Einbauten. Nicht nur die Zusammensetzung des Orchesters, sondern auch unterschiedliche Podienhöhen verändern die akustischen Bedingungen. Durch verschiebbare Akustikvorhänge und Deckenreflektoren ist dafür gesorgt, dass das akustische Ambiente reguliert und an die individuelle Orchesterbesetzung angepasst werden kann. So können zum Beispiel die Kontrabässe akustisch hervorgehoben werden, in dem die Akustikdecke örtlich durch sechs etwa 1,5 m<sup>2</sup> große Holzblenden abgedeckt werden. Die Blenden werden einfach über Rollen auf Laufschiene bewegt und können bei Bedarf komplett entfernt werden.

Die raumakustischen Maßnahmen brachten bei Beschallung mit einem Rauschsignal je nach Standort eine Verringerung der Lautstärke von 1 bis 3 dB(A). Die größte Schallreduktion wurde unter der ausragenden Bühnendecke erreicht, also dort, wo meistens lautstarke Schlag- und Blasinstrumente spielen. Auf das Gehör wirkt die Pegelmin-

derung wie eine Verkürzung der Arbeitszeit um 20 bis 50 Prozent. Hinzu kommt, dass die Schallschutzmaßnahmen den so genannten „Lombard-Effekt“ reduzieren. In der Sprachakustik wird von „Lombard-Effekt“ gesprochen, wenn in lauten Räumen jeder den anderen zu übertönen versucht, um sich selbst zu hören. Da sich die Musiker im neuen Orchestergraben besser hören können, tendieren sie nach den Erfahrungen während der ersten Proben automatisch nicht mehr zu überlautem Spiel, was den Schallpegel zusätzlich senkt.

In einem Bestandsgebäude ist es schwer, ein rundum perfektes Ergebnis zu erzielen. So waren auch im Orchestergraben der Oper Dortmund Kompromisse nötig. Zum Beispiel wurde die Kopfhöhe unterhalb der Bühne zugunsten der Akustikeinbauten auf ein vertretbares Minimum reduziert. Hier wurde über jeden Zentimeter diskutiert, recherchiert, abgewogen und Lösungen oftmals mit allen Beteiligten direkt vor Ort getestet. Alle Ideen wurden schrittweise unter ästhetischen, akustischen, praktischen und vor allem auch finanziellen Aspekten entwickelt.

Es darf bei aller Euphorie über das positive Ergebnis auch nicht vergessen werden, dass der Effekt bauakustischer Verbesserungen auf etwa 3 Dezibel begrenzt ist und erst in gewissem Abstand von den Instrumenten voll wirksam wird. Je nach Dichte der Orchesterbesetzung muss über eine zusätzliche Ausstattung mit Schallschirmen nachgedacht werden. Da die staatliche Lärmschutzverordnung die ganze Arbeitswoche betrachtet, müssen natürlich auch Probenäle und Übungsräume den gesetzlichen Bestimmungen entsprechend ausgestattet sein. Immerhin trägt der Arbeitgeber die Verantwortung für den Gehörschutz seiner Musiker.

### Verbesserte Klangqualität

Im Orchestergraben der Dortmunder Oper können jetzt die Anforderungen für den Gehörschutz nach der gesetzlich verpflichtenden Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung eingehalten werden. Das sensible und wertvolle Gehör von Orchestermusikern und Dirigenten wird damit optimal geschützt. Durch die intensive Zusammenarbeit aller Beteiligten und die Bereitschaft, neue Wege zu gehen, konnten die gesetzlichen Schallschutzziele erreicht werden. Darüber hinaus wurde die Klangqualität im Orchestergraben und im Zuschauersaal so deutlich verbessert, dass Generalmusikdirektor Jac van Steen nach den ersten Proben in der Tagespresse mit den Worten „Das ist wie Bayreuth“ zitiert wurde.

*Die Autoren: Ralph Kettensis und Alexandra Lueg sind im ib/K Ingenieurbüro für Bauphysik tätig und haben das Projekt der Orchestergrabensanierung betreut. Weiterhin waren an dem Artikel Frederik Büchten (BüPLAN-Planungsbüro F. Büchten) und Meinhard Neuhaus (Architekturbüro Bock.Neuhaus-Partner) beteiligt.*

