

# Gymnasium in Skogås

## - eine Schule mit neuester Akustik

In Skogås, einem der südlichen Vororte von Stockholm, wird zurzeit der Bau des Gymnasiums Östra Gymnasiet fertiggestellt. Drei Flügel sowie eine Sporthalle gruppieren sich dabei um eine verglaste Passage, die das besondere Kennzeichen dieses Gymnasiums werden soll. Die eingeglaste Passage beherbergt unter anderem einen Speisesaal, eine Bibliothek, Ausstellungsvitrinen und verschiedene künstlerische Details, mit denen sich dieser Bereich als „Zentrum des Geschehens“ profiliert, als Mittelpunkt und Hauptaufenthaltsbereich außerhalb des Unterrichts für Schüler und Lehrer. Für die Akustik in diesem Projekt zeichnet die Firma Acoustic Control verantwortlich. Wir wollen in diesem Artikel unser Augenmerk auf einige spezielle akustische Details lenken.

Das Dilemma des Akustikers ist ja bekanntlich das folgende: Je besser die Akustik in einem Raum ist, desto weniger ahnt man, welche umfangreichen Anstrengungen zur Erreichung dieser Akustik unternommen wurden. Die Arbeit des Akustikers ist folglich erst dann wirklich gelungen, wenn sie gar nicht bemerkt wird.

Ganz besonders hat bei diesem Prozess der Projektleiter des Bauherrn Hüge Fastigheter Olle Hellström mit seiner langjährigen Erfahrung aus früheren Schulprojekten und großem Engagement und Begeisterung zu einem guten Schul- und Arbeitsklima beigetragen, die eine notwendige und wichtige Basis für eine erfolgreiche Ausbildung an einer höheren Schule darstellt.

Das Interesse des Bauherrn Hüge hat außerdem eine positive Zusammenarbeit inner-

halb des Projektteams, zu dem das Architekturbüro (Fråne Hederus Malmström arkitektkontor) und die Akustikfirma (ACL) gehörten, ermöglicht und dafür gesorgt, dass die Bedürfnisse von Auge und Ohr voll und ganz zufriedengestellt wurden.

Der Speisesaal, der in direktem Anschluss an die Galerie im Mittelbau der Schule liegt und als zentraler Treffpunkt und Aufenthaltsbereich für die Schüler konzipiert ist, bietet mit einer Länge von 90 Metern und einer Deckenhöhe von 8-12 Metern ein enormes Raumerlebnis. Er soll ermöglichen, einerseits direkten Kontakt mit den verschiedenen Bereichen innerhalb dieses Raums herzustellen, andererseits Ruhe zum Essen und an den Tischen zu gewährleisten.

Um diese Problematik zu analysieren und zusammen mit den Architekten verschiedene Lösungen zu testen, wurden mithilfe des computergestützten Messprogramms RayNoise akustische Berechnungen für sämtliche Räume, die an den Speisesaal und die Galerie anschließen, durchgeführt. Dabei wurde ein digitales 3D-Modell entwickelt, mit dem Schallwellen für verschiedene akustische Maßnahmenpakete gemessen werden konnten. Diese Berechnungen liefern Ergebnisse für die Schallpegelverteilung, das Wahrnehmungsvermögen des gesprochenen Worts und die Nachklangzeit. Anschließend lässt sich der klangliche Nutzen im Verhältnis zu den mit den

verschiedenen Maßnahmenpaketen verbundenen Kosten auswerten.

Eine umfangreiche Projektierungsarbeit in Kooperation mit den Architekten führte zu folgenden Lösungen:

- Mikroperforiertes, schallabsorbierendes, transparentes Paneel vor der Glasfassade. Bei dieser neuen Technologie sorgen kleine Löcher, deren Länge wesentlich größer ist als ihr Durchmesser, für akustische Energieverluste ähnlich wie bei porösen Beschichtungen (zum Beispiel bei Textilien oder Glaswolle). Der Vorteil besteht darin, dass man eine schallabsorbierende Fläche erhält, die zugleich transparent mit voller Lichtdurchlässigkeit ist.

- Schallabsorber Klasse A in der Decke.

- Schallabsorbierende Wände aus Hohlziegeln und mit Mineralwolle isolierten geschlitzten Absorberpaneelen. Dieser Absorbentyp übt eine Schallabsorption vor allem bei den niedrigeren Frequenzen aus und kann so abgestimmt werden, dass die Nachklangzeiten auf die verschiedenen Frequenzen verteilt werden.

- Möblierung mit Sofas, die im Sitzen als Schallabsorber fungieren, für Stehende jedoch ein Gefühl der Offenheit vermitteln.

- Bodenbelag aus Gummiplatten, die Stühlerücken und Trommellaute minimieren.

Das Ergebnis der Schallpegelberechnungen in RayNoise mit und ohne akustische Maßnahmen wird in Abb. 2 auf der nächsten Seite gezeigt.



Autoren dieses Artikels sind **Olle Markstedt** und **Nils-Åke Nilsson**, Acoustic Control AB, Täby.



Abb. 1: Die geräumige Glaspassage („Promenade“) ist als Mittelpunkt des Gymnasiums konzipiert, ein Aufenthalts- und Kommunikationsbereich für Schüler und Lehrer. Besonders zu beachten sind die Galeriegänge zu den Klassenräumen, die in Abb. 2 als Plotbild mit farblich markierten Schallpegeln gezeigt werden. Illustration: Fråne Hederus Malmström Architekten.



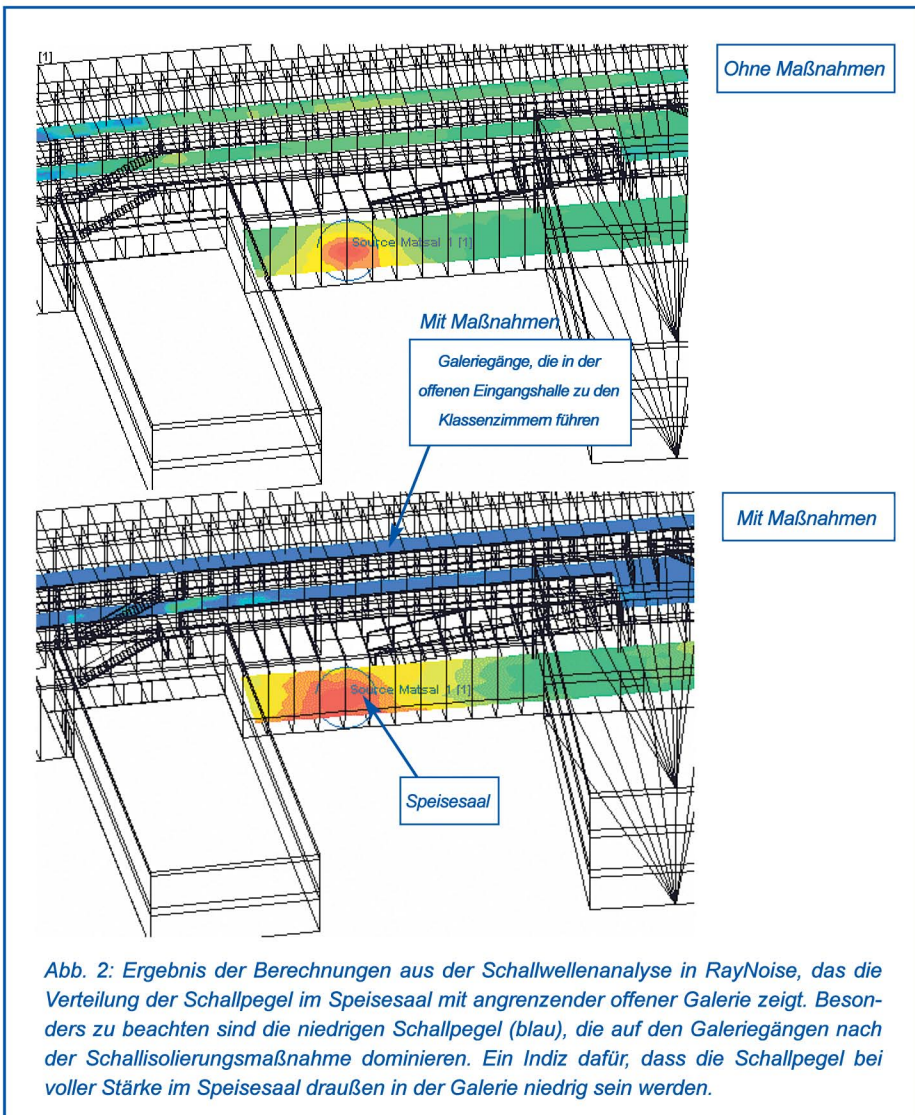


Abb. 2: Ergebnis der Berechnungen aus der Schallwellenanalyse in RayNoise, das die Verteilung der Schallpegel im Speisesaal mit angrenzender offener Galerie zeigt. Besonders zu beachten sind die niedrigen Schallpegel (blau), die auf den Galeriegängen nach der Schallsicherungsmaßnahme dominieren. Ein Indiz dafür, dass die Schallpegel bei voller Stärke im Speisesaal draußen in der Galerie niedrig sein werden.

Schienenlärm stellt Gefährdung eines guten Arbeitsklimas auf dem Schulhof dar. Unmittelbar neben dem Grundstück der Schule liegt die Eisenbahnlinie nach Nynäshamn. Damit die geltenden Richtwerte eingehalten werden

konnten, gehörte zu den Auflagen für eine Baugenehmigung die Reduzierung der Lärmmissionen außerhalb der Gebäude auf einen höchstens 55 dB(A) entsprechenden Schallpegel an einem Schultag und einem maximalen

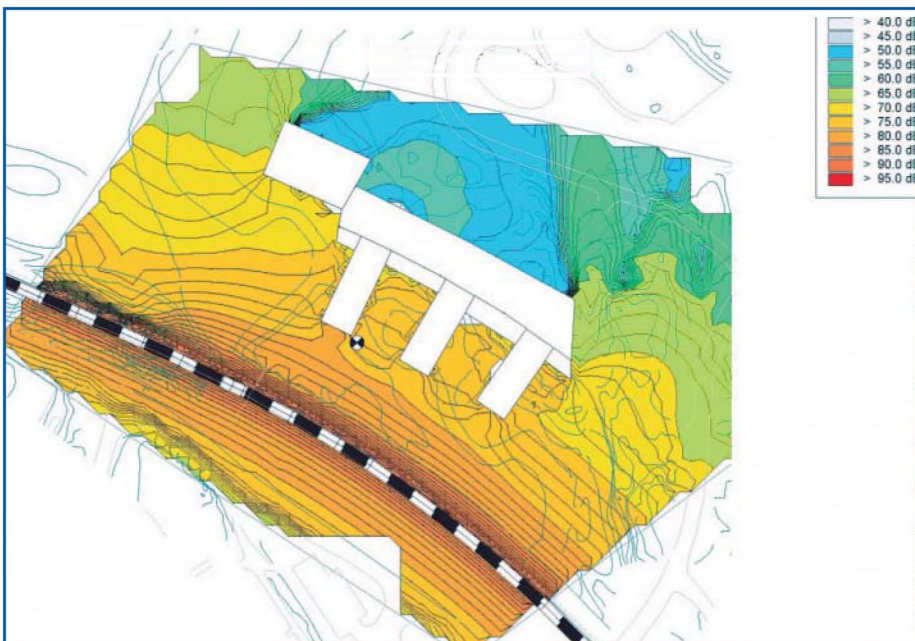


Abb. 3: Berechnung des maximalen Schallpegels  $L_{maxFAST}$  zum Schulgebäude ohne Schallschutzwand. Der Schallpegel auf dem gesamten Schulhof liegt bei ca. 75 dB(A). Nach Aufstellung der Schallschutzwand liegt dieser Wert bei ca. 65 dB(A).



Abb. 4: Das Gelände im Bereich der Eisenbahnschienen an der Schule.

Schallpegel von 70 dB(A) bei Passage eines einzelnen Zuges. Mithilfe des Computerprogramms CadnaA (das das Nordische Berechnungsmodell für die Messung von Lärm durch Schienenverkehr verwendet) sollten eventuell notwendige Maßnahmen identifiziert werden. Um das Computermodell einzustellen und



Abb. 5: 3D-Terrainmodell von CadnaA mit Schienen und Schulgebäude für die Berechnung des Schienenlärms an der Schule.

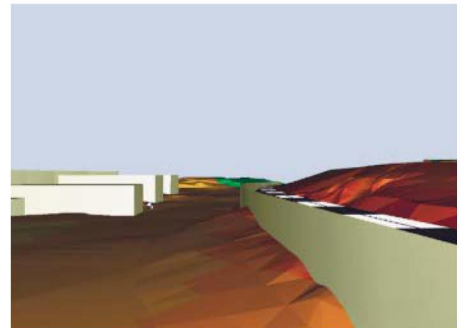
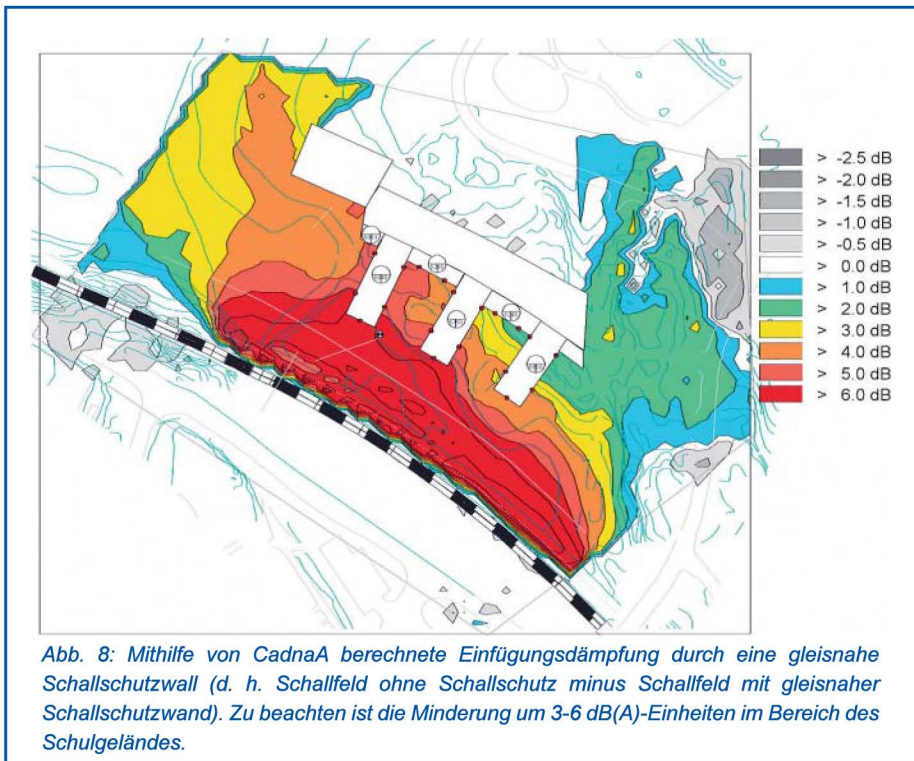


Abb. 6: Eine Schallschutzwand im üblichen Abstand von den Schienen würde hier unten am Hang aufgestellt werden müssen und müsste sehr hoch gebaut werden, um den erforderlichen Dämpfungseffekt des Lärms auf dem Schulgelände zu erreichen.



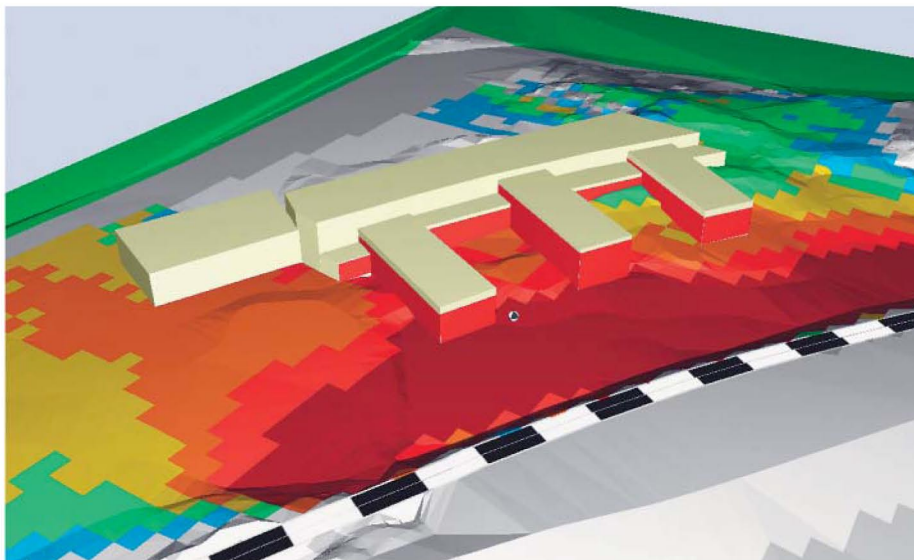
Abb. 7: Eine gleisnahe Schallschutzwand, die auf dem Schotterdamm platziert wird, kann durch ihre Nähe zur Lärmquelle niedrig gebaut werden und dennoch die erforderliche Einfügdämpfung geben.





zu verifizieren, wurden zunächst Schallmessungen vor Ort durchgeführt. Das Ergebnis zeigte, dass der maximale Wert des Schalpegels

bei 77 dB(A) lag und dass damit Lärm begrenzende Maßnahmen tatsächlich notwendig sein würden. Mithilfe des Programms



CadnaA konnten mühelos verschiedene alternative Maßnahmen simuliert werden, die letztendlich darauf hinausliefen, dass die beste Lösung die Aufstellung einer gleisnahen Schallschutzwand auf dem Bahndamm war. Die Wahl fiel auf einen gleisnahen Wall des Typs Z-bloc statt einer traditionellen Schallschutzwand in größerem Abstand. Die gleisnahe Schallschutzwand wird ca. 1,7 m von der Gleismitte aufgestellt, mit einer Gesamthöhe von 730 mm. Die Berechnungen ergaben, dass mit einer 0,7 m hohen Schallschutzwand oben auf dem Bahndamm dieselbe Schallreduktion wie mit einer deutlich höheren Wand in größerem Abstand erreicht wird. Aufgrund der steilen Hanglage vom Bahndamm hinunter zur Schule war das Prinzip einer Schallschutzwand in größerem Abstand vom Gleis hier besonders schwer durchzuführen und auch unwirtschaftlich, da die Wand unten in einer Senke stehen würde. Mit einer gleisnahen Schallschutzwand dagegen konnte eine kostengünstige Abschirmung mit hoher Einfügungsdämmung trotz der unvorteilhaften Geländeeigenschaften erreicht werden.

Berechnungen zeigten, dass die Anforderungen im Hinblick auf die Lärmpegelreduktion mit der gleisnahen Schallschutzwand erfüllt werden konnten. So wurde eine Zusammenarbeit mit Banverket Östra regionen eingeleitet, die in der Aufstellung der gleisnahen Schallschutzwand resultierte.

Bei Kontrollmessungen nach der Montage der Schallschutzwand konnten wir feststellen, dass die gleisnahe Wand wesentlich bessere Ergebnisse brachte, als das Skandinavische Berechnungsmodell zuvor ermittelt hatte (ca. 11 dB(A)-Einheiten im Gegensatz zu den 7 dB(A)-Einheiten, die aus den Berechnungen des Modells hervorgingen). Steht man heute auf dem Schulhof, hört man es kaum, wenn ein Zug vorbeifährt. Aber wohl nur diejenigen, die wissen, wie laut es vor der Aufstellung der gleisnahen Schallschutzwand war, wissen die Verbesserung wirklich zu schätzen. Hier wird deutlich: Der Akustiker wirkt, ohne dass man ihn merkt (oder hört...).

Das Skandinavische Berechnungsmodell wird den gleisnahen Schallschutzwänden nicht gerecht, da es die Schallquelle weit oberhalb der Wandoberkante für bestimmte Frequenzen ansetzt. Da die gleisnahe Schallschutzwand zusammen mit dem vorbeifahrenden Zug eine Art geschlossenen Raum bildet, kann der gesamte Schallreduktionseffekt in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden. Dies wird auch von den Messungen gestützt, die eine wesentlich höhere Reduktion als im Modell berechnet anzeigen.

## Eisenbahnlärm in den Gebäuden

Um trotz der zur Eisenbahnlinie gerichteten Glasfassade des Schulgebäudes in den Klassenzimmern ein akzeptables Arbeitsklima schaffen zu können, werden hohe Anforderungen an die Schallsolierung gestellt. Mit der Installation der gleisnahen Schallschutzwand wäre es möglich gewesen, wesentlich einfachere Fassaden- und Fensterkonstruktionen als die gewählten zu verwenden.

Ausschlaggebend dafür, dass man sich schließlich für eine aufwendigere Variante bei Fenstern und Fassaden entschied, waren dann aber weniger Fragen des Lärmschutzes als Aspekte der Einbruchssicherheit.

Es ist faszinierend, die Züge draußen vorbeifahren zu sehen, ohne sie zu hören. ■

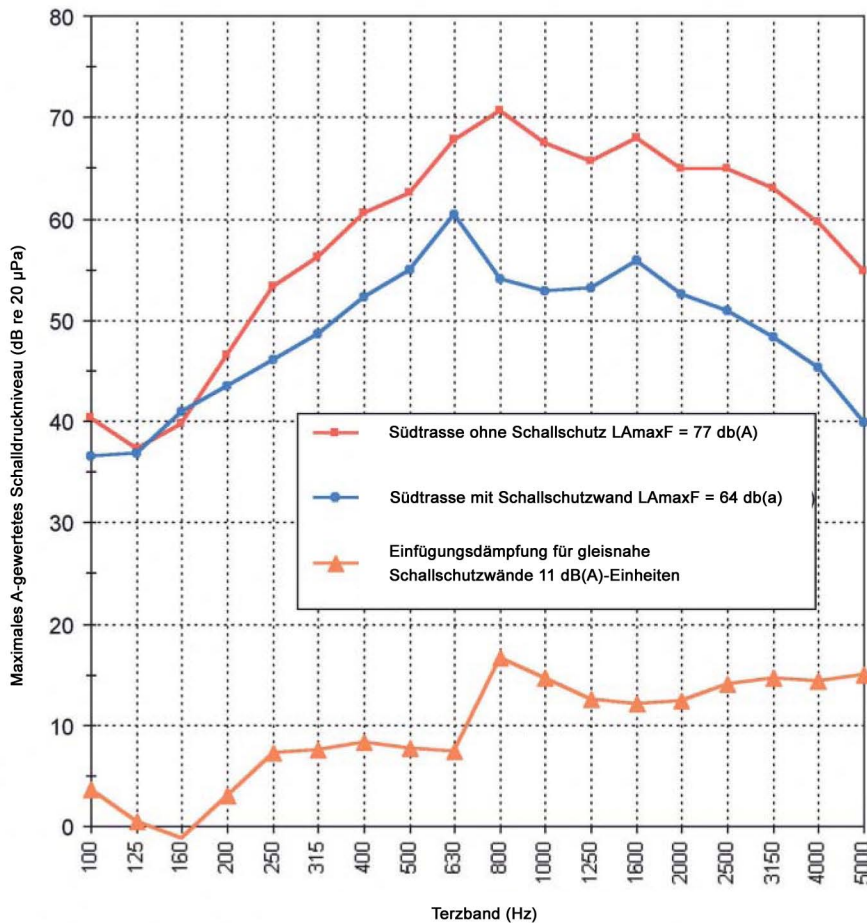


Abb. 10: Gemessener Schallpegel vor bzw. nach der Aufstellung der gleisnahen Schallschutzwand. Zu beachten: der Schallpegel ist von 77 auf 65 dB(A) gesunken. Die Einfügungsdämpfung liegt bei rund 11 dB(A)-Einheiten. Es sei außerdem darauf hingewiesen, dass der Schallpegel auf dem Schulhof nach der Montage der gleisnahen Schallschutzwand deutlich unter dem Grenzwert von 70 dB(A) liegt. Die Einfügungsdämpfung ist > 10 dB-Einheiten bei höheren Frequenzen. Für Messpositionen s. Abb 7.