



Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup Fotos: Martin Schubert.

# Gesundes Innenraumklima in Schulen



**Die Forschung spricht für sich:** Das Innenraumklima, das Layout und die Gestaltung von Schulen sind für das Wohlbefinden und Lernen der Schüler wichtiger als bisher gedacht.

In diesem E-Book haben wir Wissen, Einblicke, Inspirationen und die neuesten Trends zum Innenraumklima in **den gesunden Schulgebäuden der Zukunft** zusammengetragen.

# Innenraumklima in Schulen: Verbesserung von Wohlbefinden und Lernen

Es ist ein gutes Zeichen, dass die Bedeutung der physischen Umgebung für das Lernen und das Wohlbefinden der Lernenden zunehmend anerkannt wird. Sowohl Forscher als auch Architekten weisen jedoch darauf hin, dass wir dem Innenraumklima viel mehr Priorität einräumen sollten – sowohl beim Bau neuer Schulen als auch bei der Sanierung bestehender Schulen.

Obwohl wir wissen, dass Frischluft, Tageslicht und gute Akustik wichtig für das Wohlbefinden und Lernen von Kindern sind, wird das Innenraumklima in Schulen oft noch als technische Formsache betrachtet – und nicht als Teil der pädagogischen Werkzeugkiste. Doch ein Wandel ist im Gange – wie in Dänemarks zweitgrößter Stadt Aarhus, die 2024 **ihr erstes Team von Botschaftern für Innenraumklima ausbildete**.

Die Botschafter wurden aus Lehrkräften, Pädagogen und Führungskräften ausgewählt, die eine Schulung absolviert haben, um nicht nur die Luftqualität zu verbessern oder geräuschreduzierende Vorhänge zu installieren, sondern auch das Innenraumklima in ihre tägliche Bildungsarbeit zu integrieren.

Denn wenn Klassenräume mit dem Fokus auf Ruhe, Licht und Konzentrationsmöglichkeiten gestaltet werden, schafft das nicht nur ein besseres Innenraumklima, sondern auch eine bessere Schule. Das Projekt in Aarhus zeigt, dass selbst geringfügige Änderungen an der physischen Umgebung die Konzentration, das Gemeinschaftsgefühl und die berufliche Entwicklung fördern können.

## Vier Elemente eines guten Innenraumklimas

Obwohl sich das Verständnis für die Bedeutung des Innenraumklimas für das Lernen und das Wohlbefinden gewandelt hat, haben viele Schulen nach wie vor Probleme mit ihrem Innenraumklima. Gemäß den dänischen Branchenrichtlinien für die Berechnung des Innenraumklimas des dänischen Instituts für Bauforschung (SBI) umfasst das Innenraumklima:

- **Thermisches Innenraumklima:** Die Faktoren, welche die Wärme- oder Kältewahrnehmung einer Person beeinflussen, sowohl am Körper insgesamt als auch an bestimmten Körperteilen. Dazu gehören

Lufttemperatur, Geschwindigkeit, Luftfeuchtigkeit und Oberflächentemperaturen im Raum.

- **Atmosphärisches Innenraumklima:** Betrifft die Luftqualität in einem Raum, einschließlich des Vorhandenseins von Schadstoffen wie CO<sub>2</sub>, Feuchtigkeit und Gerüchen.
- **Visuelles Innenraumklima:** Bezieht sich auf Aspekte wie Beleuchtung, Lichtqualität, Tageslichtmenge, Sichtbarkeit, Blendung und künstliche Beleuchtung.
- **Akustisches Innenraumklima:** Bezieht sich darauf, wie Geräusche und Lärm die Konzentrationsfähigkeit einer Person beeinflussen.

In Bezug auf das akustische Innenraumklima haben zahlreiche Studien gezeigt, dass hohe Geräuschpegel und eine schlechte Akustik in Klassenräumen negative Auswirkungen auf die Lernfähigkeit und das Verhalten der Lernenden haben. Untersuchungen haben gezeigt, dass Lernende in lauten Klassenräumen schlechtere Ergebnisse beim Lesen, Schreiben und ähnlichen Aufgaben erzielen.

## Ein besseres Innenraumklima beginnt hier

Die Vorteile der Bewältigung dieser Herausforderungen sind erheblich, sowohl in Bezug auf ein verbessertes Lernen als auch – was ebenso wichtig ist – auf ein gesteigertes Wohlbefinden von Lernenden und Lehrkräften.

Die gute Nachricht ist, dass wir wissen, welche die wichtigsten Werkzeuge zur deutlichen Verbesserung des Innenraumklimas sind. Wir haben sie in dieser Publikation für Sie zusammengestellt, in der Sie auch zahlreiche Inspirationen von anderen europäischen Schulgebäuden finden können.

Viel Spaß beim Lesen!

# Inhalt

|                                                                     |               |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Kapitel 1: Herausforderungen</b>                                 | <b>05</b>     |
| Die Auswirkungen von Schall in Schulen verstehen                    | 10            |
| Grundbegriffe der Akustik                                           | 11            |
| <br><b>Kapitel 2: Lösungen</b>                                      | <br><b>13</b> |
| Die wichtigsten und neuesten Trends im Schulbau                     | 14            |
| So trägt Trolldtect zu einem besseren Innenraumklima in Schulen bei | 22            |
| <br><b>Kapitel 3: Einblicke</b>                                     | <br><b>27</b> |
| Neue Grundschule bietet Lektion in Sachen moderner Bauverfahren     | 28            |
| Durchdachte Architektur schützt empfindliche Sinne                  | 32            |
| Kopenhagen hat eine erstklassige Grund- und Sekundarschule erhalten | 36            |
| <br><b>Kapitel 4: Inspiration</b>                                   | <br><b>41</b> |
| Beethoven-Gymnasium, Berlin (Deutschland)                           | 42            |
| Schulcampus Millermoaler, Echternach (Luxemburg)                    | 44            |
| Schulcampus De Reigers, Zelzate (Belgien)                           | 46            |
| Firda Campus, Leeuwarden (Niederlande)                              | 48            |
| KNUDEN Kulturschule, Kristiansand (Norwegen)                        | 50            |
| Leipzig International School, Leipzig (Deutschland)                 | 52            |
| Universität Twente, ITC Fakultät, Enschede (Niederlande)            | 54            |
| Lysningen Schule, Viborg (Dänemark)                                 | 56            |
| Gesamtschule in Rinteln (Deutschland)                               | 58            |
| Hallerna Schule in Stenungsund (Schweden)                           | 60            |
| Erlev Schule in Haderslev (Dänemark)                                | 62            |
| Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup (Dänemark)                  | 64            |
| Sandarnas Schule in Göteborg (Schweden)                             | 66            |
| Huseby Schule in Trondheim (Norwegen)                               | 68            |
| Central Foundation Boys' School in London (England)                 | 70            |
| Feldballe Freiskole, Rønne (Dänemark)                               | 72            |
| <br><b>Kapitel 5: Dokumentation</b>                                 | <br><b>75</b> |
| So trägt Trolldtect zu zertifizierten Gebäuden bei                  | 76            |
| Weitere Inspirationen                                               | 77            |
| Literaturliste                                                      | 78            |





## **Kapitel 1** Herausforderungen: Diese Faktoren beeinflussen das Innenraumklima

Heute besteht ein weit verbreitetes Verständnis dafür, dass das Innenraumklima eine wichtige Rolle für das Lernen und das Wohlbefinden der Schüler spielt. Im Folgenden finden Sie einige Einblicke in die Forschung auf diesem Gebiet.



Skovbakke Schule, Odder, Dänemark. Fotos: Adam Mørk.

Forscherinnen und Forscher des Projekts HEAD (Holistic Evidence and Design) an der englischen Universität Salford erhoben in den Jahren bis 2015 Daten aus 153 Klassenzimmern an 27 verschiedenen Schulen in Blackpool, Ealing und Hampshire (Barrett et al., 2015). Insgesamt nahmen 3.766 Schülerinnen und Schüler teil, die gemessen, befragt und beobachtet wurden, um zu ermitteln, wie sich verschiedene Gestaltungsparameter in ihren Klassenzimmern auf ihr Lernen in den Fächern Lesen, Schreiben und Mathematik auswirkten.

Die Studie gehört nach wie vor zu den größten und umfassendsten Untersuchungen, die durchgeführt wurden, um zu ermitteln, wie sich die physische Umgebung in Schulen auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler auswirkt.

Die wichtigste Schlussfolgerung des Projekts (zusammengefasst im Bericht „**Clever Classrooms**“) ist eindeutig:

*„Die wichtigste Erkenntnis (...) ist, dass es eindeutige Belege dafür gibt, dass die physischen Merkmale von Grund- und Sekundarschulen den Lernfortschritt der Schüler in den Fächern Lesen, Schreiben und Mathematik beeinflussen. Diese Auswirkungen sind erheblich und machen 16 Prozent der Variationen im Gesamtfortschritt über ein Jahr für die 3.766 Lernenden aus, die in die Studie einbezogen wurden.“*

Oder anders ausgedrückt: Sechzehn Prozent der Lernergebnisse der Schülerinnen und Schüler sind weder auf die Lehrkräfte noch auf die Lehrmaterialien zurückzuführen, sondern ausschließlich auf die Gestaltung ihrer Klassenräume. Schätzungen der Forscher zufolge würde die Verlegung eines Lernenden vom am wenigsten effektiven Klassenzimmer zum effektivsten sein Lernniveau um 1,3 erhöhen – was eine erhebliche Steigerung darstellt, wenn man bedenkt, dass der durchschnittliche Lernende in der Regel zwei Lernniveaus pro Jahr aufsteigt.

### Akustisches Innenraumklima:

#### Lärm beeinträchtigt das Kurzzeitgedächtnis

Inzwischen gibt es solide Forschungsergebnisse, welche die negativen Auswirkungen von Lärm und schlechter Akustik auf das Wohlbefinden und das Lernen in Schulen dokumentieren. In einer **Literaturübersicht aus dem Jahr 2013** prüften die Autoren die bestehende Forschung auf diesem Gebiet und kamen zu dem Schluss, dass „Kinder bei Aufgaben, die Sprachwahrnehmung und Hörverständnis erfordern, weitaus stärker durch Lärm beeinträchtigt waren als Erwachsene“ (Klatte, Bergström und Lachmann, 2013). Mit anderen Worten fällt es Kindern schwerer, in einer lauten Umgebung unnötige Geräusche herauszufiltern.

Die Studie wies auch darauf hin, dass Lärm nicht-auditorische Aufgaben wie Kurzzeitgedächtnis, Lese- und Schreibfähigkeiten beeinträchtigt.

Dies wird durch eine **britische Studie aus dem Jahr 2008** bestätigt, in der die Forscher die Fähigkeit von 158 Lernenden testeten, Aufgaben unter 1) einem normalen Geräuschpegel, 2) einem Gesprächspegel und schließlich 3) einem Gesprächspegel mit Hintergrundgeräuschen zu lösen (Shield und Dockrell, 2008). Wenig überraschend zeigte die Studie, dass die Schülerinnen und Schüler in Umgebungen mit Gesprächen und Hintergrundgeräuschen deutlich weniger korrekte Antworten bei Rechtschreib- und Mathematikaufgaben gaben.

In derselben britischen Studie wurden auch die Auswirkungen von Lärm auf Lernende mit besonderen Bedürfnissen untersucht. Das Fazit lautete: „Kinder mit besonderen Bildungsbedürfnissen erwiesen sich bei verbalen Aufgaben als anfälliger für die Auswirkungen von Lärm im Klassenzimmer als andere Kinder.“

Mit anderen Worten: Die negativen Auswirkungen von Lärm und schlechter Akustik beeinträchtigten Lernende mit besonderen Bedürfnissen erheblich. Umgekehrt bedeutet dies auch, dass Maßnahmen zur Verbesserung



Schule Sluseholmen, Kopenhagen  
Fotos: Helene Høyer Mikkelsen, Architektin MAA.



der Akustik in Schulen sowohl Lernenden mit besonderen Bedürfnissen als auch allen anderen zugutekommen.

### **Visuelles und thermisches Innenraumklima: Gerade richtig**

Wenn es um das visuelle und thermische Innenraumklima geht – d. h. die Bedeutung von Licht und Temperatur für das Wohlbefinden und Lernen der Lernenden – geht es im Wesentlichen darum, das richtige Gleichgewicht zu finden.

Tageslicht im Klassenzimmer ist gesund und fördert die schulische Leistung. Allerdings finden gerade in den nördlichen Breitengraden Europas viele Unterrichtsstunden bei Dunkelheit statt. Daher sind künstliche Lichtquellen in diesen Regionen eine besonders wichtige Ergänzung.

Weißer oder neutral gehaltene Decken und Wände verbessern sowohl die natürlichen als auch die künstlichen Lichtverhältnisse. Denn helle Farben reflektieren das Licht besser.

Weißer Wände und Decken ermöglichen auch eine indirekte Beleuchtung, was sich positiv auf die akademische Leistung der Lernenden auswirkt.

Im Rahmen des HEAD-Projekts fanden Forscher heraus, dass die optimale Beleuchtung in Klassenräumen aus reichlich natürlichem Tageslicht besteht, das durch effektive künstliche Beleuchtung ergänzt wird. Klassenräume mit großen Fenstern sind daher vorzuziehen, vorausgesetzt, dass das Sonnenlicht die Schülerinnen und Schüler nicht blendet. Dies wird durch eine amerikanische Studie aus dem Jahr 2009 untermauert, die in 71 Grundschulen dokumentierte, dass sich eine gute Beleuchtung (aus natürlichen und künstlichen Quellen) positiv auf das Lesevokabular der Lernenden und ihre Ergebnisse in wissenschaftlichen Fächern auswirkte.

Gleiches gilt für die Raumtemperatur. Schülerinnen und Schüler arbeiten produktiver, wenn im Klassenzimmer sowohl frische Luft als auch eine angemessene Temperatur herrschen. Die

Forschung ist sich einig. Dennoch herrscht in vielen Schulen nach wie vor „dicke Luft“.

Eine frühere britische Studie des Lehrerverbands des Landes zeigte, dass die Temperatur in 5 Prozent der Klassenräume 30 °C überstieg. In einer Studie aus dem Jahr 2007 berichteten die Lernenden von größerem Unbehagen und einer Verschlechterung ihrer Leistung und Aufgabenerfüllung, da ihre Konzentrationsfähigkeit abnahm. Die allgemeine Empfehlung der Forscher lautete daher, dass kühlere Temperaturen für die Lerneffizienz der Schülerinnen und Schüler am besten sind (Wargocki und Wyon, 2007).

#### **Atmosphärisches Innenraumklima: Schlechte Luftqualität bereits nach 26 Minuten**

Die Luft, die wir atmen, kann unsere Leistung, unser Wohlbefinden und unsere Gesundheit beeinträchtigen. Sechzig Prozent der akuten Atemwegsinfektionen bei Kindern werden durch Umweltfaktoren in ihrer Umgebung verursacht. Dies zeigt eine amerikanische Studie

des **National Institute of Environmental Health Sciences und der Umweltschutzbehörde (Environmental Protection Agency).**

Im HEAD-Projekt weisen die Forscher nicht auf eine einzelne Ursache hin, wenn es um den Einfluss auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler geht. Vielmehr betonen sie, dass Licht, Temperatur und Luftqualität allein die Hälfte der Wirkung ausmachen.

Konkret haben die Forscher die Luftqualität in mehreren Klassenräumen unterschiedlicher Größe gemessen. In den kleinsten Klassenräumen ohne Lüftung und mit 30 Schülerinnen und Schülern überschreitet der CO<sub>2</sub>-Gehalt bereits nach 26 Minuten den Grenzwert (über 1.000 ppm). In den größten Klassenräumen wurde der Grenzwert erst nach 55 Minuten überschritten. Die Forscher fügten hinzu, dass die Luftqualität in vielen Klassenräumen in den letzten Jahren aufgrund von Anforderungen an die Energieeffizienz beeinträchtigt wurde, was bedeutet, dass Fenster nicht geöffnet werden können oder dürfen.



# Die Auswirkungen von Schall in Schulen verstehen

Lärm und Akustik haben erhebliche Auswirkungen auf das Lernen der Schülerinnen und Schüler und das Arbeitsumfeld der Lehrkräfte. Wenn Sie in einem Klassenzimmer mit guter Akustik die Hände klatschen, sollte der Klang schneller ausklingen, als Sie „Nachhall“ sagen können.

Schreiende Schüler, rückende Stühle, klickende Stifte, Kramen in Taschen, herabfallende Bücher oder das Unterbrechen von Mitschülern und Lehrkräften – an einem gewöhnlichen Schultag ist der Geräuschpegel im Klassenzimmer hoch.

Es ist den meisten Menschen zweifellos klar, dass es für Schülerinnen und Schüler schwierig sein kann, neue Dinge zu lernen, wenn sie Schwierigkeiten haben, das zu hören, was die Lehrkraft sagt. In einem **Methodenhandbuch des Dänischen Zentrums für Bildungsumgebungen (DCUM)** ([Link zu einem dänischen Text](#)) wird jedoch der Schluss gezogen, dass Lärm nicht nur das Hörverständnis, sondern auch die Aufmerksamkeit, das Gedächtnis und die Entscheidungsfähigkeit beeinträchtigt. Dies ist damit zu erklären, dass ein Schüler, wenn er nicht hört, was vorne in der Klasse gesagt wird, unbewusst errät, was der Lehrer zu sagen versucht.

## Verschiedene Formen von Lärm

Es gibt daher allen Grund, der akustischen Umgebung einer Schule Beachtung zu schenken und zu überlegen, wie sie verbessert werden kann, um eine Lernumgebung zu schaffen, die sowohl das Lernen als auch das Wohlbefinden fördert. Um zu verstehen, wie dies geschieht, schauen wir uns zunächst genauer an, was Lärm in Klassenzimmern verursacht. Dies haben die Forscher hinter dem Bericht „Clever Classrooms“ der Universität Salford untersucht.

Laut dem Bericht kann Lärm im Klassenzimmer in zwei Kategorien unterteilt werden: externer Lärm und interner Lärm.

**Externer Lärm** umfasst beispielsweise störende Geräusche von einer belebten Straße, einem Gemeinschaftsbereich oder dem Spielplatz auf dem Schulhof. Diese Art von Lärm kann reduziert

oder vermieden werden, wenn Architekten während der Entwurfsphase einer neuen Schule die Auswirkungen der Umgebung berücksichtigen. In anderen Fällen, z. B. bei Schulrenovierungen, kann der externe Lärm durch die Platzierung von Korridoren, Lagerräumen oder Toiletten zwischen der Lärmquelle und dem Klassenzimmer reduziert werden.

**Interner Lärm** umfasst sowohl im Klassenzimmer erzeugter Luftschall als auch Geräusche, die vom Gebäude selbst übertragen werden, beispielsweise von einer aktiven HLK-Anlage. Luftschall von einem klappernden Stuhl, einer zuschlagenden Tür oder Sprache kann entweder positiv (als reiner Klang) oder negativ (als Lärm) wahrgenommen werden. Der gesamte Luftschall wird von Wänden und Decken reflektiert, und der größte Teil des Schalls, den Lehrkräfte und Lernende hören, stammt von Reflexion. Daher ist es entscheidend, dass die Nachhallzeit im Klassenzimmer gering ist – damit der Schall im Raum schnell „abklingt“.

## Kurze Nachhallzeit

Aus demselben Grund haben Behörden in den meisten nordeuropäischen Ländern gesetzliche Anforderungen oder Empfehlungen für Nachhallzeiten in Schulen festgelegt. In Dänemark beträgt die Anforderung beispielsweise 0,6 Sekunden in Klassenzimmern und 0,4 Sekunden in Räumen für Gruppenarbeiten. In Räumen mit einer Deckenhöhe von mehr als vier Metern muss die schallabsorbierende Fläche größer als die Bodenfläche sein.

0,6 Sekunden erfordern in der Regel einen sehr guten Schallabsorber auf der gesamten Deckenfläche, und in Räumen mit strengeren Anforderungen kann zusätzliche Schallabsorption notwendig sein.



Römische Bäder und Pumpenraum, Bath, Großbritannien. Fotos: James Newton.

## Grundbegriffe der Akustik

### Schall und Lärm

Schall ist eine Kompressionswelle, die sich durch die Luft ausbreitet. In der Regel unterscheiden wir zwischen „Schall“ und „Lärm“. Wir bezeichnen angenehme, geordnete Wellen als Schall, während wir chaotische und störende Wellen als Lärm einstufen.

### Frequenz

Die Frequenz ist ein Ausdruck dafür, wie oft eine Schallwelle pro Sekunde oszilliert. Die Frequenz wird in Hertz (Hz) gemessen. 100 Hz entspricht 100 Schwingungen pro Sekunde. Die Frequenz der Bassklänge ist niedrig, während die der Höhen hoch ist.

### Schalldruckpegel

Die Schallintensität wird in Dezibel (dB) angegeben. Je höher der Schalldruck, desto höher der Dezibelwert.

Wenn dB-Messungen vergleichbar sein sollen, müssen sie in gleichem Abstand zur Schallquelle durchgeführt werden.

### Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist die Zeit, die ein Schall in einem Raum benötigt, um abzuklingen. Wissenschaftlich ausgedrückt ist dies die Zeit in Sekunden, die benötigt wird, bis der Schallpegel um 60 dB abfällt, nachdem die Schallquelle verstummt ist.

### Schallabsorption

Kurze Nachhallzeiten können durch die Verwendung von schallabsorbierenden Materialien erreicht werden. Diese Eigenschaft lässt sich mit einem Absorptionskoeffizienten beschreiben – angegeben durch den griechischen Buchstaben  $\alpha$  (Alpha).

### Sprachverständlichkeit

Wenn ein Raum eine lange Nachhallzeit hat, klingen gesprochene Wörter nicht ab, bevor die nächsten Wörter den Zuhörer erreichen. Das Ergebnis ist eine schlechte Sprachverständlichkeit, bei der es für den Zuhörer schwierig wird, zu verstehen, was gesagt wird. Wenn der Schall jedoch mit einer kurzen Nachhallzeit absorbiert wird, besteht eine gute Akustik und ein hohes Maß an Sprachverständlichkeit.





## Kapitel 2 Lösungen

# So schaffen wir bessere Schulen

Bauherren und Berater müssen ihre Sorgfaltspflicht erfüllen und Schulen entwerfen, in denen sie Akustik, Luftqualität, Beleuchtung, Design, Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit in Einklang bringen, um eine gesunde, integrierte Umgebung zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang ist es sinnvoll, Lösungen zu wählen, die mehrere Herausforderungen des Innenraumklimas gleichzeitig angehen.



# Innenraumklima in Schulen: Die wichtigsten und neuesten Trends im Schulbau

Es besteht ein wachsendes Verständnis für die Bedeutung des Innenraumklimas für das Wohlbefinden und das Lernen in Schulen. Hier teilen zwei Experten, Britta Hjuler von Pluskontoret Arkitekter A/S und Klaudio Muca von CEBRA Architecture, ihre Ansichten zu den wichtigsten Trends im Schulbau.

Die Architektin MAA Britta Hjuler und ihre Kolleginnen und Kollegen von Pluskontoret Arkitekter A/S haben umfangreiche Erfahrungen mit der Entwicklung und Gestaltung von Lernumgebungen für die Zukunft gesammelt – für die sie auch ausgezeichnet wurden. Das Unternehmen hat als Kundenberater für preisgekrönte Schulen wie die Frederiksbjerg School in Aarhus und die **Erlev Schule in Haderslev** fungiert. Als leitendes beratendes Architekturbüro entwirft Pluskontoret derzeit die Hejnsvig-Schule für spielerisches Lernen und verwandelt die denkmalgeschützte Skovvang-Schule in Aarhus, indem es ihre ursprüngliche Architektur in neue, abwechslungsreiche Lernumgebungen umgestaltet.

Britta Hjuler ist seit mehreren Jahren in diesem Bereich tätig und hat beobachtet, wie sich die Einstellungen zum Schulbau langsam verändern – **nicht zuletzt während der Corona-Pandemie:**

„Der Fortschritt bei der Entwicklung des traditionellen Klassenzimmers verläuft nach wie vor langsam. Wir beobachten jedoch einen zunehmenden Bedarf, neue Lösungen zu finden, die das Wohlbefinden von Kindern fördern, sowie neue Lernräume, die Differenzierung, Team- und Co-Unterricht erleichtern. Und das ist notwendig, weil wir die Verantwortung haben, Schulgebäude zu entwickeln, welche die neuen Generationen von Kindern unterstützen“, sagt sie.

Doch während die Corona-Pandemie Schulen gezwungen hat, die Organisation des Unterrichts zu überdenken, ist nun eine neue Realität entstanden:

„Schulen stehen unter finanziellem Druck. Man spürt, dass die Ressourcen begrenzt sind“, erklärt sie und fügt hinzu, dass dies nicht zuletzt auf die steigenden Kosten für Studierende zurückzuführen ist, die Rücklagen für eine Sonderausbildung benötigen.



## Porträt: Britta Hjuler

- Partnerin bei Pluskontoret Arkitekter.
- Spezialistin für Lernumgebungen und die Umsetzung von Bildungsprinzipien in Architektur.
- Erfahrene Kundenberaterin und Prozessmanagerin im Institutions- und Schulbau.
- Berufliche Schwerpunktbereiche: Nutzerbeteiligung, Nachhaltigkeit und Lernräume.



### Porträt: Klaudio Muca

- F&E-Architekt bei CEBRA, Spezialist für Neuroarchitektur und Lernumgebungen.
- Redakteur von The WISE Journal und internationaler Referent.
- Berufliche Schwerpunktbereiche: Nutzerbeteiligung, Bildungsarchitektur und digitale Innovation.

### Trend Nr. 1:

Schulen müssen Lösungen finden, um dem wachsenden Bedarf an Bildung für Lernende mit besonderen Bedürfnissen zu begegnen.

Ein dänischer Bericht aus dem Jahr 2023 zeigte, dass mittlerweile jede vierte dänische Krone, die für dänische Grundschulen und weiterführende Schulen ausgegeben wird, für sonderpädagogische Förderung ausgegeben wird. Oder anders ausgedrückt: Etwa 25 Prozent des Budgets entfallen auf etwas mehr als 6 Prozent der Lernenden.

“ Wir Menschen gedeihen viel besser, wenn wir bewusst stimuliert werden.

Hier warnt Britta Hjuler davor, dass Schulen in einen „Teufelskreis“ geraten können, in dem immer mehr Lernende in ressourcenintensive Sonderprogramme verwiesen werden, ohne die Gründe zu klären, warum sich diese Schülerinnen und Schüler im regulären Unterricht nicht entfalten können. Laut Britta Hjuler kann ein verstärkter Fokus auf das Innenraumklima eine Rolle spielen:

„Das Innenraumklima ist einer der Faktoren, die darüber entscheiden, ob eine Schule Kindern

mit besonderen Bedürfnissen gerecht wird oder nicht. Es geht darum, ob sich ein Kind entfalten kann“, erklärt sie und fügt hinzu: „Beim Innenraumklima geht es um Licht, Luft, Temperatur und Akustik. Besonders wichtig sind die Akustik und die Haptik der Materialien (dass sie warm und angenehm anzufassen sind), die nicht immer ausreichend gewürdigt werden.

„Unterstützen das Innendesign und die Materialwahl die vorgesehenen Lernaktivitäten? Unterstützt es das Wohlbefinden der Kinder und haben die Erwachsenen Verantwortung übernommen, indem sie es gemütlich gemacht haben?“ sagt sie.





Kindertagesstätte Kildemosen in Kolding, Dänemark  
Fotos: Helene Høyer Mikkelsen, Architektin

## Trend Nr. 2:

Fokus auf Architektur,  
die das Wohlbefinden fördert

Die Bedeutung der Innenarchitektur für das Wohlbefinden ist ein wiederkehrendes Thema bei CEBRA Architecture, wo der F&E-Architekt Klaudio Muca das erforscht, was als „Neuroarchitektur“ bezeichnet wird – ein Ansatz, der Erkenntnisse aus der Gehirnforschung nutzt, um bessere Gebäude zu schaffen.

„Wenn wir als Menschen bewusst stimuliert werden, können wir uns viel besser entfalten. Langfristig ist es daher eine bessere Investition, Gebäude bewusster zu gestalten und zu berücksichtigen, wie sich die Architektur auf uns als Menschen auswirkt – auch über unsere Sinnesapparate“, erklärt Klaudio Muca, F&E-Architekt bei CEBRA.

Er und seine Kollegen untersuchen daher systematisch, wie die immateriellen Aspekte eines Gebäudes – wie Licht, Klang, Luft, Temperaturen und soziale Interaktionen – das Wohlbefinden und die Erfahrung der Nutzer beeinflussen können. Aus diesem Grund arbeiten Klaudio Muca und CEBRA mit dem Konzept „Wohlbefinden pro Quadratmeter“ und streben nach Möglichkeit Gebäude an, die sowohl unterschiedlichen Persönlichkeiten als auch Lernstilen gerecht werden.

Ein gutes Beispiel für ein solches Gebäude ist die von CEBRA entworfene Schule Skovbakke in Odder (Dänemark). Das neue Gebäude der Schule besteht aus vier versetzten Bereichen, die sich in einem großen Gemeinschaftsraum vereinen, in dem die Akustik aufgrund der hohen Decken und der extremen Winkel eine große Herausforderung darstellte. Die Lösung bestand darin, weiße Troldekt-Akustikplatten zu verwenden, die für eine ruhige Akustik in den Gemeinschaftsbereichen sorgen. So ent-

“ Untersuchungen zeigen, dass sich ein wöchentlicher Schultag im Freien nicht negativ auf die akademische Leistung auswirkt.



Schule Erlev. Thomas Mølvig, Architekt.

steht eine ausgewogene Atmosphäre, in der sich sowohl das Lernen als auch das Spielen in den vielen dynamischen Räumen und offenen Bereichen natürlich entfalten können.

### Trend Nr. 3:

Das Innenraumklima kann sich auch nach draußen erstrecken

Britta Hjuler weist auf einen weiteren Trend hin, der während der Corona-Pandemie an Bedeutung gewonnen hat, bei dem Schulen kreativ denken, um das Wohlbefinden zu steigern und das Innenraumklima zu verbessern. „An der Ravnbakke Schule in der Stadt Nye nördlich von Aarhus (Dänemark), wo wir als Berater tätig sind, besteht das Ziel, einmal pro Woche im Freien zu unterrichten. Wie ein Fachberater und Naturführer sagte: „Das beste Innenraumklima herrscht draußen“, denn es ist gesund, viel Zeit im Freien zu verbringen. Untersuchungen zeigen, dass sich ein wöchentlicher Schultag im Freien nicht negativ auf die akademische Leistung auswirkt. In der Tat zeigt die Forschung, dass der Unterricht im Freien dazu beitragen kann, die Motivation der Kinder zu steigern“, erläutert sie.

Klaudio Muca ist sich ebenfalls bewusst, dass die Natur und das Leben im Freien eine bedeutendere und positive Rolle bei Schulbau- und Renovierungsprojekten spielen können. Ein Ansatz von Muca und den anderen Architekten bei CEBRA besteht darin, mit „biophillem Design“ zu arbeiten, das darauf abzielt, die Nutzer eines Gebäudes durch die Integration natürlicher Elemente und Prozesse in die Umgebung enger mit der Natur zu verbinden. Dazu kann die Verwendung natürlicher Materialien wie Holz und Stein, die Integration von Pflanzen, Wasseranlagen und die Maximierung des natürlichen Lichts gehören. Das Ziel ist es, das Wohlbefinden und die Produktivität zu steigern, indem eine visuell anregende und regenerierende Umgebung geschaffen wird.

Er merkt an: „Die Integration der Natur in den Bau beschränkt sich nicht nur auf Pflanzen und Ausblicke auf das Grün im Freien. Es steht auch im Zusammenhang mit unserer Geschichte als Jäger und Sammler in der Wildnis. Es geht darum, Orte zu schaffen, an denen man sich sicher und geborgen fühlt und die dennoch eine gute Sichtbarkeit bieten.“



Kindertagesstätte Hulahoppen in Vojens. Fotos: Helene Høyer Mikkelsen, Architektin MAA

#### Trend Nr. 4:

#### Schwerpunkt auf leicht umsetzbaren Maßnahmen

Auch bei knappen Budgets appelliert Britta Hjuler an die Schulen, das Innenraumklima nicht zu vernachlässigen. Es gibt auch leicht umsetzbare Maßnahmen, die das Innenraumklima verbessern können:

„Ich würde empfehlen, den Schwerpunkt auf akustische Regelungen und Beleuchtung zu setzen“, sagt sie und nennt als Beispiel die Frederiksbjerg Schule in Aarhus (Dänemark), die 2017 einen Versuch mit Pendelleuchten in Unterrichtsräumen durchgeführt hat.

Die Studie, an der Forscher der Königlich Dänischen Kunstakademie, der Technischen Universität Dänemark, der Universität Aarhus und Architekten von Henning Larsen Architects beteiligt waren, ergab überraschende Ergebnisse, als von einer allgemeinen Deckenbeleuchtung auf eine gezielte Arbeitsbeleuchtung mit Pendelleuchten umgestellt wurde.

Durch die gezielte Beleuchtung der Arbeitsflächen wurde anscheinend ein intimerer Raum geschaffen, in dem die Kinder weniger das Bedürfnis hatten, ihre Stimmen zu erheben. Die Schüler arbeiteten zu zweit, und wenn die Pendelleuchten über den Tischen

eingeschaltet waren, war der Geräuschpegel bis zu sechs Dezibel niedriger als bei eingeschalteter Deckenbeleuchtung.

„Das ist eine erhebliche Reduzierung und zeigt, dass es Potenzial für die Arbeit mit differenzierter Beleuchtung gibt, von der viele Schulen profitieren können“, so Britta Hjuler.

“

Im Großen und Ganzen werden wir bei höheren Decken kreativer, während wir bei niedrigeren Deckenhöhen praktischer und bodenständiger werden.

Klaudio Muca ist der Ansicht, dass Schulen viel erreichen können, wenn sie sowohl die Deckenhöhe als auch die Beleuchtung gezielt einsetzen. Er verweist auf Studien, die zeigen, wie die Deckenhöhe die Kreativität beeinflussen kann.

Gleiches gilt für Licht: „Forschungen zur Lichtqualität zeigen, dass es nicht immer darum geht, die Menge an Licht, die in das Gebäude gelangt, zu maximieren. Deutsche Studien haben gezeigt, dass ein etwas dunklerer und kleinerer Raum die Kreativität fördern kann, da man sich weniger überwacht und exponiert fühlt“, erklärt Klaudio.

# Schulgebäude transformieren: Schulen nutzen bestehende Räume immer besser

Immer mehr Kunden möchten so viel wie möglich von der ursprünglichen Schule bewahren, anstatt automatisch etwas Neues zu errichten. So die Einschätzung einer preisgekrönten Architektin, die auf den Schulbau spezialisiert ist und darauf hinweist, dass der neue Ansatz nicht zuletzt auch Anforderungen an die Architekten selbst stellt.

Kathrine Hegner Stærmosen, Architektin und Partnerin des Architekturbüros AART, nahm zusammen mit dem restlichen Team am Wettbewerb für den **Schulbau des Jahres 2022 für das Kinder- und Kulturzentrum Vrå in der Gemeinde Hjørring, Dänemark**, teil. Es handelt sich um ein einzigartiges Projekt, das als Schule, kulturelles und bürgerschaftliches Zentrum sowie als Bibliothek fungieren wird – und eines mit höchsten Nachhaltigkeitsambitionen.

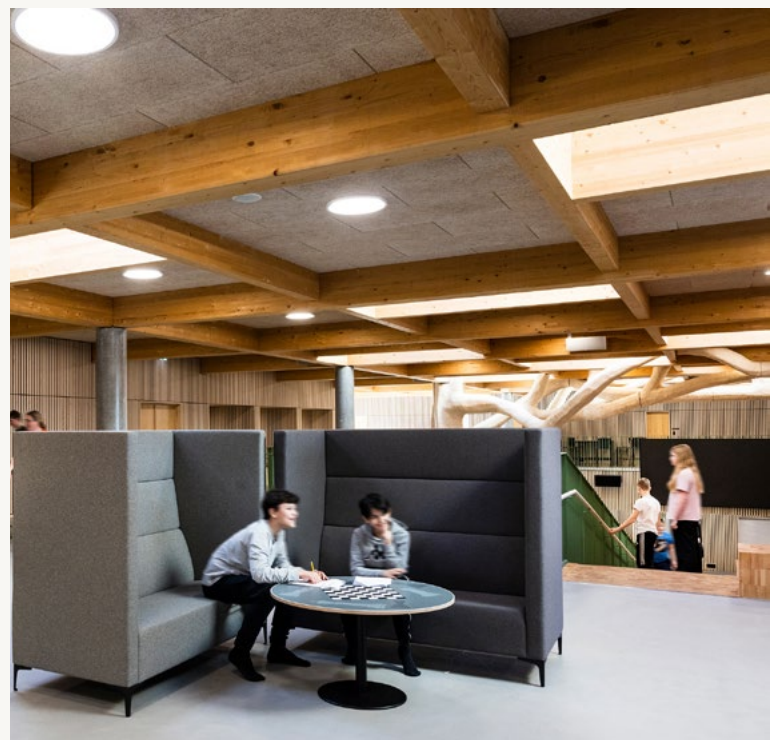
Obwohl Kathrine Hegner Stærmosen alle Möglichkeiten erlebt hat, die sich aus der Konzeption eines Projekts von Grund auf ergeben, verzeichnet sie im Schulbau zunehmend eine andere Bewegung:

„Derzeit besteht ein wesentlicher Trend – und das gilt nicht nur für den Schulbau, sondern für die Bauwirtschaft im Allgemeinen – hin zur Wiederverwendung bestehender Gebäude. Wir beobachten viele Schulsanierungen und Schulentwicklungspläne, die darauf abzielen, vorhandene Ressourcen optimal zu nutzen. Mit anderen Worten, wie renovieren und modernisieren wir den vorhandenen Gebäudebestand, um den neuen Anforderungen an Lernumgebungen gerecht zu werden?“

Sie fügt hinzu, dass ein Ansatz auch die Erweiterung von Schulen umfassen könnte, die neue Dimensionen für das Lernumfeld bieten.

Warum haben immer mehr Bauherren diesen Wunsch?

„Ich denke, es handelt sich in der Tat um eine Kombination aus dem Wunsch nach mehr Umweltbewusstsein und Energieeffizienz und einem Sinn für finanzielle Umsicht. Also sicherstellen, dass man achtsam mit seinem Geld umgeht und es sinnvoll ausgibt. Das bedeutet also, eine Schule nicht einfach abzureißen, nur weil sie die falsche Klassenraumgröße hatte oder es an einem Gemeinschaftsbereich und Gruppenräumen mangelte. Wir bei AART finden, dass dieser Ansatz viel bedachter und vernünftiger ist“, so Hegner Stærmosen.



Vrå Schule und Kindergarten. Fotos: Thomas Mølvig, Architekt MAA

Welche Anforderungen und Herausforderungen stellen diese neuen Erwartungen an Sie als Architekten?

„Nun, die Wiederverwendung ist eine völlig andere Aufgabe als der Neubau. Beim Bau einer neuen Schule wird in der Regel ein Raumkonzept erstellt, das die Wünsche und Bedürfnisse der Nutzer berücksichtigt, und anschließend müssen wir es von Grund auf neu entwerfen und das passende Konzept entwickeln. Bei der Wiederverwendung geht es darum, zu eruieren, was das bestehende Gebäude leisten kann. Wir müssen uns das Gebäude wirklich vor Ort ansehen, um herauszufinden, was sich in all den Räumen verbirgt. Das liegt daran, dass die Art und Weise, wie Schulen ihre Räume nutzen, selten geplant und optimiert wird, weshalb man mit Neugier an die Sache herangehen sollte“, sagt sie.

Sie fügt hinzu, dass Schultransformationen in der Regel einen intensiveren Austausch mit den Nutzern erfordern.

„Ein solches Projekt kann in Phasen stattfinden, so dass die Veränderung subtiler ist“, erklärt sie.

Welche Vorteile bieten solche Projekte?

„Es gibt eine Vielzahl von Qualitäten, darunter auch architektonische, die eine sehr interessante Grundlage bieten, auf der man aufbauen kann. Im ganzen Land gibt es viele hervorragende Schulen mit unterschiedlichen Merkmalen und hochwertigen Materialien. Wir haben viele wunderschöne mit Ziegeln gebaute Schulen, die sehr robust, aber in Bezug auf die Anforderungen an Tageslicht und das Innenraumklima veraltet sind“, sagt sie.

Können Sie einige Beispiele nennen, wie Sie mit bestehenden Strukturen arbeiten können?

„Ich habe großartige Kolleginnen und Kollegen, die an unglaublich spannenden Projekten arbeiten, die eine Umgestaltung bestehender Klassenzimmer beinhalten. Dabei kann es sich



Vrå Schule und Kindergarten. Fotos: Thomas Mølvi, Architekt MAA



### Porträt: Kathrine Hegner Stærmose

- Kathrine Hegner Stærmose, Architektin und Partnerin bei AART Architects.
- Über 12 Jahre Erfahrung bei AART, wo sie sich auf Architektur als Motor des sozialen Wandels spezialisiert hat.
- AART ist ein skandinavisches Full-Service-Architekturbüro.
- Berufliche Schwerpunktbereiche: Nachhaltigkeit, Nutzerbeteiligung, universelles Design und soziale Inklusion.

um Orte handeln, an denen die Schüler auf Fensterbänken oder auf Spinden sitzen oder an einem hohen Tisch sitzen oder auch im Liegen lernen können. Aber es kann auch darum gehen, zwischen geschützten und offeneren Sitzgelegenheiten zu wechseln“, erklärt sie und fügt hinzu, dass auch die Möglichkeiten in den Fluren und im Außenbereich zu erkunden sind.

### LCA ist zu einer Grundvoraussetzung geworden

Hegner Stærmose weist darauf hin, dass die Lebenszyklusanalyse (LCA) zu einem integralen Bestandteil des Schulbaus geworden ist.

„Wir müssen während des gesamten Prozesses unsere Kohlenstoffemissionen sowohl in der Bau- als auch in der Betriebsphase im Auge behalten, damit wir bei allen Entscheidungen, die wir treffen, eine zusätzliche Bilanz haben“, erklärt sie.

Aspekte des Lebenszyklus gehen zudem ebenfalls mit dem genannten Fokus auf den Erhalt bestehender Strukturen einher.

„Es war zwar kein Schulgebäude, aber in einem anderen hervorragenden Projekt, an dem wir gearbeitet haben, haben wir jedes Element der bestehenden Struktur sorgfältig bewertet und kreativ untersucht, wie wir die Materialien wiederverwenden können. Zum Beispiel die Deckenverkleidungen, von denen einige in Akus-

tikplatten umgewandelt werden können, die von der Decke hängen. Oder Leuchten, bei denen einige der Originalhersteller sie zurücknehmen, reinigen und aufbereiten, damit sie wiederverwendet werden können“, erklärt sie.

Hegner Stærmose sieht einen weiteren Trend im Zusammenhang mit der Nachfrage nach Lebenszyklusanalysen:

„In allen Ausschreibungsunterlagen steht: ‚natürliche, robuste Materialien und Oberflächen‘. Die Idee der Robustheit gibt es schon lange, aber neu ist der Wunsch nach natürlichen Materialien“, erklärt sie und fügt hinzu, dass sich Natürlichkeit nicht nur auf biogene Materialien beziehen kann, sondern auch auf die Verwendung von Pflanzen und Grünflächen sowohl drinnen als auch draußen.

### Weg von „Themenschulen“ zugunsten von Innenraumklima und Wohlbefinden

Hegner Stærmose sieht allgemein einen willkommenen Wandel von den „themenbasierten Schulgebäuden“ der Vergangenheit hin zu einem stärkeren Fokus auf Wohlbefinden, Innenraumklima und Lernen.

„Es geht vor allem darum, wie wir Lernende und Lehrkräfte positiv beeinflussen können, anstatt eine sternförmige oder runde Schule mit einem großen Gemeinschaftsraum zu bauen“, sagt sie.

# So trägt Trolldtekt zu einem besseren Innenraumklima in Schulen bei

Gute Akustik, dokumentierte Materialgesundheit und eine geeignete Wahl für Sporthallen und Schwimmbäder. Lesen Sie weiter, um zu erfahren, wie Trolldtekt einen Unterschied bei den verschiedenen Aspekten eines guten Innenraumklimas machen kann.

Seit über einem halben Jahrhundert sind Trolldtekt-Akustikplatten eine beliebte Wahl für Decken in Schulgebäuden. Erst in Dänemark, jetzt aber auch in Deutschland, Schweden, Norwegen, Großbritannien und anderen Ländern. Die Decken ermöglichen es, mehrere Aspekte des Innenraumklimas gleichzeitig zu berücksichtigen und dadurch bessere Bedingungen für das Lernen der Schülerinnen und Schüler sowie für die Infrastruktur und Betriebswirtschaft der Schule zu schaffen.

## **Akustisches Innenraumklima:**

### **Gute Akustik, bessere Kommunikation**

Harte, glatte Oberflächen wie Beton, Glas und Gips zeichnen sich durch einen langen Nachhall aus, da der Schall viele Male reflektiert wird, bevor er sich abbaut.

Decken- und Wandflächen mit offener Oberflächenstruktur – wie Trolldtekt-Akustikplatten – hingegen lassen den Schall schnell abklingen. Dies führt zu einem kurzen Nachhall und damit zu einer hervorragenden Akustik. Während eine Betondecke nur 1–2 Prozent des Schalls absorbiert, kann eine Trolldtekt-Decke je nach Struktur in der Regel bis zu 80–90 Prozent absorbieren.

Dieser optimale Effekt wird erreicht, indem die Akustikdecke 200–300 mm unter der ursprünglichen Decke montiert und Trolldtekt-Akustikplatten mit einer Rückseite aus Mineralwolle verwendet werden. Wenn Sie sich für die Variante Trolldtekt Plus-Akustikplatten entscheiden, erhalten Sie eine Zweischicht-Akustikplatte aus Trolldtekt-Holz- wolle-Leichtbauplatten mit laminierter Rück-

seitenschicht. Das Rückseitentuch besteht entweder aus einem dünnen Akustikvlies oder einer Schicht versiegelter Mineralwolle. Da Trolldtekt Plus aus einer Akustikplatte und einer Rückseitenschicht besteht, werden beide Komponenten in einem Arbeitsgang montiert. Dies sorgt für eine bessere Akustik und spart Zeit auf der Baustelle.

Trolldtekt Plus-Akustikplatten bieten zudem eine hohe Schallabsorption in den niedrigen Frequenzen, was zu einer guten Sprachverständlichkeit beiträgt – ein Aspekt, der besonders in Schulen von Bedeutung ist.

## **Atmosphärisches Innenraumklima:**

### **Frei von schädlichen Chemikalien**

Trolldtekt-Akustikplatten haben die internationale Zertifizierung Cradle to Cradle Certified® auf Goldniveau erhalten. Eine der Kategorien der Zertifizierung ist Materialgesundheit, was bedeutet, dass die Inhaltsstoffe in Trolldtekt-Holz- wolleleichtbauplatten gründlich analysiert wurden. Die Analyse dokumentiert, dass Trolldtekt keine Stoffe enthält, die für Mensch und Umwelt schädlich sind. Cradle to Cradle Certified bewertet auch die Inhaltsstoffe in Bezug auf spätere Lebenszyklusphasen und dokumentiert, dass Trolldtekt-Holz- wolleleichtbauplatten am Ende ihrer Lebensdauer in einen biologischen und technischen Kreislauf gelangen können.

Trolldtekt hat auch mehrere andere internationale Gütesiegel für das Innenraumklima erhalten – darunter das dänische Gütesiegel für das Innenraumklima (des Dänischen Technologieinstituts), das die Gasabscheidung



Schule Sluseholmen, Kopenhagen.  
Fotos: Helene Høyer Mikkelsen, Architektin MAA

und Partikelemissionen bewertet. Weitere Beispiele für Zertifizierungen sind der „Allergy Friendly Product Award“ von Allergy UK und das deutsche Umweltzeichen „Blauer Engel“, das die Auswirkungen der zertifizierten Produkte auf Wasser, Boden, Luft und Gesundheit dokumentiert.

### Thermisches Innenraumklima:

#### Beitrag zur Regulierung der Feuchtigkeit

Troldtekt-Akustikplatten können sowohl Feuchtigkeit aufnehmen als auch abgeben. Dadurch sind die Platten für Schwimmbäder

und andere feuchte Bereiche geeignet (siehe nachstehend unter „Im Einsatz“).

Feuchtigkeit wirkt sich auch auf das thermische Innenraumklima aus. Da Troldtekt-Akustikplatten Feuchtigkeit aufnehmen und abgeben können, tragen sie auch zu einem Innenraumklima bei, das weder zu trocken noch zu feucht ist. Die Luftfeuchtigkeit beeinflusst das Wohlbefinden der Benutzer in einem Raum.



Schule Vallensbæk. Fotos: Helene Høyer Mikkelsen, Architektin MAA

**Visuelles Innenraumklima:**

Hohe Lichtreflexion und gemütliche Räume

Wenn Sie sich für weiß lackierte oder helle Troldekt-Akustikplatten entscheiden, reflektieren diese eine erhebliche Menge Licht. Weiß gestrichene Troldekt-Platten reflektieren bis zu 77 Prozent des Lichts, während Troldekt-Platten in Natur Hell rund 50 Prozent reflektieren.

Umgekehrt können dunkle Decken auch in Räumen eine Rolle spielen, in denen Immersion, Kreativität und Intimität gefragt sind. „Wenn wir einen Raum mit dunklen Materialien betreten, senken wir automatisch unsere Stimmen“, erklärt Trendforscherin Rikke Skytte **in einem Artikel auf der Website von Troldekt.**

Neben dem Licht haben auch das Design und die Ästhetik von Räumen einen Einfluss auf das Wohlbefinden während des gesamten Schultages. In den meisten Räumen ist die Decke die größte durchgehende Fläche. Deshalb ist es sinnvoll, sie mit einem Material zu verkleiden, das nicht nur für eine hervorragende Akustik sorgt, sondern auch die Ästhetik des Raums verbessert. Troldekt erfüllt beide Aspekte und bietet Architekten große Gestaltungsfreiheit.

“

Es ist sinnvoll, eine Decke mit einem Material zu verkleiden, das für eine hervorragende Akustik sorgt und gleichzeitig die Ästhetik des Raums verbessert.

Troldekt-Platten sind in Natur Hell oder in Farben gestrichen erhältlich. Grundsätzlich können Platten in Natur Hell in jeder beliebigen Farbe gestrichen werden, um das Farbkonzept der anderen Inneneinrichtungen der Schule zu ergänzen.

**Im Einsatz:**

Robust, langlebig und wartungsfreundlich

Troldekt ist ein robustes und langlebiges Material, das die Stärke von Zement mit der Atmungsaktivität von Holz verbindet. Dadurch beträgt die Lebensdauer der Akustikplatten mindestens 50 Jahre. Während dieser Zeit benötigen die Decken nur eine begrenzte Wartung und ihre Lebensdauer kann durch Reparatur und Farbanstrich verlängert werden.

Troldekt-Akustikplatten sorgen nicht nur für eine hervorragende Akustik in Klassenräumen und Gemeinschaftsbereichen, sondern eignen sich auch für die Montage in Sporthallen, Umkleieräumen, Duschen und Schwimmbädern.

Troldekt-Akustikplatten sind nach der deutschen Norm „DIN 18032-3: Sporthallen - Hallen und Räume für Sport und Mehrzwecknutzung - Teil 3: Prüfung der Ballwurfsicherheit“ zertifiziert. Eine Vielzahl von Konstruktionen mit Troldekt-Akustikplatten wurden am Institut in Stuttgart getestet und für den Einsatz als Akustikdecken und Wandverkleidungen in Sporthallen zugelassen, wo sie starkem Verschleiß und Stößen ausgesetzt sind, zum Beispiel wenn ein Handball mit voller Geschwindigkeit fliegt.

Das akkreditierte Dänische Technologische Institut hat zudem nachgewiesen, dass Troldekt-Platten Räume mit einer Feuchtigkeitsbelastung von bis zu 98 Prozent (+2/-5 Prozent) tolerieren können. Der Test wurde in einem Raum mit einer Temperatur von 40 Grad durchgeführt. Damit haben Troldekt-Platten die höchste Stufe (D) der CE-Kennzeichnung für Wasserbeständigkeit erreicht.

**In den folgenden Kapiteln des Buches finden Sie inspirierende Beispiele, wie Troldekt in der Praxis das Innenraumklima verbessert.**





## Kapitel 3 Einblicke

# Intelligente Antworten auf universelle Herausforderungen

Durch einfache architektonische Eingriffe wurden erhebliche Verbesserungen bei mehreren Faktoren des Innenraumklimas erzielt. Eine ganz besondere Schule für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Bedürfnissen. Erhalten Sie Einblicke in drei markante und intelligent gestaltete Schulgebäude.



## Neue Grundschule bietet Lektion in Sachen moderne Bauverfahren

Die neue Junior School der Girls Day School Trust Notting Hill & Ealing High School (London), entworfen von den Architekten Hawkins\Brown, ist ein echtes Beispiel für Nachhaltigkeit. Die mit BREEAM Excellent bewertete Schule dient als Vorbild für die Kombination moderner Bauverfahren mit akademischer Exzellenz.

Die Architekten arbeiteten eng mit der Schule zusammen und betrachteten das Gebäude als Gelegenheit, die Lernenden mit Kenntnissen und Fähigkeiten auszustatten, um einen positiven Beitrag zur grünen Wende zu leisten und durch konkrete Veränderungen Optimismus zu fördern.

Das Ergebnis ist eine Bildungseinrichtung, die ihren ökologischen Fußabdruck sorgfältig berücksichtigt und hochwertige Lehrmöglichkeiten für zukünftige Generationen bietet. Die Schule ist so konzipiert, dass sie intern und extern vollständig zugänglich ist. Das Gelände umfasst 14 neue Klassenräume, zusätzliche Klassenräume für die Oberstufe, Fachräume für Musik, Kunst, Naturwissenschaften und Informatik, eine lichtdurchflutete Bibliothek mit Dachlaterne sowie eine große Halle, die sich für Versammlungen, Aufführungen, Sportunterricht und Veranstaltungen eignet. Ein Wissenschaftsgarten und ein Forstschulbereich ergänzen das von innen nach außen übergehende Lernerlebnis.

### Inspirierende Lernumgebungen

Von Anfang an wurde beschlossen, Baustoffe mit einem möglichst geringen ökologischen

“

Das Projektteam führte Studien zum Innenraumklima und zur Erfahrung der Lernenden mit dem Innenraumklima durch



Fußabdruck zu verwenden. Das Gebäude verfügt über einen Holzrahmen, nach Süden ausgerichtete Photovoltaikmodule auf dem Sägedach, um möglichst viel Sonnenlicht einzufangen und Strom zu liefern, nach Norden ausgerichtete Dachfenster für Tageslicht mit begrenzter Sonneneinstrahlung, eine hochisolierte und luftdichte Bausubstanz, Luftwärmepumpen und ein Wärmerückgewinnungssystem, um die Wärme im Gebäude zu halten und gleichzeitig Frischluft hereinzulassen, sowie lärmindernde Akustikplatten aus Holzwolle im Inneren.

Frau K. Bevan, Leiterin der Junior School, bemerkte: „Mit ihren umweltfreundlichen Eigenschaften dient das Gebäude nicht nur als inspirierende Lernumgebung, sondern auch als greifbare Verkörperung des nachhaltigen Einflusses, den unsere Mädchen im Bereich der Nachhaltigkeit ausüben können.“

### Grüne Materialien und energieeffiziente Lösungen

Angesichts der strengen behördlichen Vorschriften zur Akustik und Kontrolle von Nachhallgeräuschen in Bildungseinrichtungen



Notting Hill & Ealing High School, London. Fotos: Jack Hobhouse.

wurde Anderson Acoustics mit der Akustikberatung für die Umgestaltung des Gebäudes beauftragt. Alle neuen Schulgebäude und Umbauten müssen den Akustikstandards BB93 der Regierung entsprechen. Das Building Bulletin 93 (BB93), Teil der Bauordnung, sieht Mindeststandards für die Schulkakustik in Bezug auf Nachhall und Innengeräuschpegel vor.

### Effektive Akustik sorgt für optimale Lernbedingungen

Um die Anforderungen von BB93 zu erfüllen, müssen neue Klassenräume eine Nachhallzeit von <0,6 Sekunden zwischen 500 Hz und 2000 Hz aufweisen. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache und der gleichzeitigen Beschaffung von Produkten, die zu den Akustikpunkten Hea05 und Pol05 zur Erlangung der BREEAM-Akkreditierung beitragen, wurden

Troldtekt Akustikplatten (zementgebundenen Holzwolke-Leichtbauplatten) für viele Bereiche spezifiziert, um die Akustik im Gebäude zu steuern und eine ruhige Lernumgebung zu schaffen. Das Ergebnis ist so effektiv, dass einige Räume jetzt während der Prüfungen genutzt werden, da sie viel ruhiger sind als das Oberstufenzentrum.

**Projekt:** Notting Hill & Ealing High School, London

**Architekt:** Hawkins\Brown

**Bauherr:** Girls Day School Trust

**Troldtekt-Produkte:** Decken- und Wandplatten, Troldtekt-Akustikplatten

**Farbe:** Natur Hell





## Innenraumklima in Schulen: Durchdachte Architektur schützt empfindliche Sinne

Die Stensager Schule in Aarhus (Dänemark) ist eine Schule für Schülerinnen und Schüler mit besonderen Bedürfnissen. Deshalb hat das Architekturbüro RUM einen unkonventionellen Ansatz gewählt, um eine Lernumgebung zu schaffen, welche den jungen Nutzern Schutz und Geborgenheit bietet.

Die Stadt Aarhus entschied sich für den Bau einer umfassenden Sonderbildungseinrichtung am Janesvej in Brabrand. Das ehemalige Gelände der Tovshøj-Schule mit einer Gesamtfläche von 11.740 Quadratmetern wurde renoviert und erweitert, so dass die Förderschule Stensager im Jahr 2023 auf das Gelände umziehen konnte. Das neue Gebäude beherbergt auch eine Kindertagesstätte, Freizeiteinrichtungen, einen Fachzahnarzt und einen Schulzahnarzt.

Das Ziel war es, eine sichere und gut funktionierende Umgebung für eine vielfältige Gruppe von Schülern mit Lernschwierigkeiten, schweren Entwicklungsstörungen, Autismus oder anderen Formen der Neurodivergenz zu schaffen.

“Das Ziel war es, eine sichere und gut funktionierende Umgebung für eine vielfältige Gruppe von Lernenden zu schaffen.

Das Projekt wurde als komplettes Designberatungspaket ausgeschrieben und die Stadt Aarhus wählte RUM – in Zusammenarbeit mit MOE, Rie Ollendorff und ByplusLand – als Gewinnerteam, nicht zuletzt aufgrund der Erfahrungen von RUM aus ähnlichen Projekten in Kruså, Randers, Aalborg und Jægerspris.



### Eine vielfältige Benutzergruppe

Einblicke aus der Zielgruppe und der Gesetzgebung in diesem spezialisierten Bereich waren wertvoll, da eine komplexe Aufgabe bevorstand. Neben Schulkindern und jüngeren Kindern in Kindertagesstätten zählen auch Sportvereine und Patienten der Zahnklinik zu den Nutzern des Gebäudes. Aus diesem Grund hat sich die Baugruppe intensiv darauf konzentriert, einen reibungslosen Verkehrsfluss im und um das Gebäude zu gewährleisten, insbesondere da viele der Nutzer mit speziellen Bussen oder Taxis anreisen.



„Die ursprüngliche Tovshøj-Schule stammt aus einer Zeit, als Schulen hinsichtlich der Materialien und der Raumaufteilung robust gebaut wurden. Das gab uns einen guten Ausgangspunkt“, sagt Karin Elbek, Geschäftsführerin und Partnerin bei RUM.

Elbek betont, dass es wichtig war, die unterschiedlichen Bedürfnisse, das kognitive Niveau, die Reaktionen und das Verhalten der Zielgruppe zu verstehen. Beispielsweise sind einige Nutzer empfindlich gegenüber Geräuschen oder sensorischen Reizen, während andere körperliche Behinderungen und eingeschränkte Mobilität aufweisen.

„Die Mitarbeitenden der Schule hatten umfangreiche Vorbereitungen getroffen und acht verschiedene Personas erstellt, welche die unterschiedlichen Nutzer repräsentierten. So konnten wir sie verstehen und ihre Bedürfnisse besprechen, ohne zu spezifisch zu werden. Wir haben auch darauf geachtet, uns nicht auf eine enge Gruppe zu konzentrieren, damit wir die anderen Nutzer nicht übersehen.“

### FAKTEN UND ZAHLEN:

#### Über die Stensager Schule

- Die Stensager Schule bietet Platz für 250 Schülerinnen und Schüler in insgesamt 30 Sonderklassen der Jahrgänge 0 bis 10. Bereits bei der Eröffnung der Schule im Juni 2023 war sie voll ausgelastet.
- Im Zusammenhang mit der Schule wurde auf einem Grundstück von 1.550 m<sup>2</sup> eine neue Kindertagesstätte errichtet, die sich an Kinder von 0–6 Jahren mit besonderen Bedürfnissen richtet. Die Kindertagesstätte bietet Platz für 26 Kinder.
- Die Räumlichkeiten werden auch von mehreren Sportvereinen genutzt, darunter einem Verein für Gewichtheben und Teamsport für Rollstuhlfahrer.



### Deutliche Verbesserung des Innenraumklimas

Um Nutzern, die besonders sensibel auf sensorische Reize reagieren, optimal gerecht zu werden, hat das Designteam die Inneneinrichtung der Schule und das Innenraumklima sorgfältig berücksichtigt.

“ Dies sorgt im Vergleich zur herkömmlichen Lüftung für eine gleichmäßigere Verteilung der Frischluft im Raum.

Unter anderem wurde in der gesamten Schule eine Trolldtekt-Lüftungsanlage installiert, bei der frische Luft durch die aktiven Trolldtekt-Platten, die Teil der Akustikdecke sind, nach unten strömt. Dies sorgt im Vergleich zur herkömmlichen Lüftung für eine gleichmäßigere Verteilung der Frischluft im Raum. Gleichzeitig ist die Lösung leiser, verbraucht weniger Energie und minimiert das Risiko von Zugerscheinungen, indem die Luft gleichmäßig verteilt wird, anstatt sie durch Diffusoren zu blasen.

Die Akustik in den Räumen wird durch verschiedene schallabsorbierende Elemente geregelt, darunter Trolldtekt-Akustikplatten an der Decke und perforierte Holzwände, bei denen kleine massive Abschnitte das Lochmuster aufbrechen, um visuelle Störungen und Augenflimmern zu vermeiden. In der gesamten Schule wurde beispielsweise eine einheitliche Wegeführung mit Piktogrammen eingerichtet.

„Wir haben gemäß den modernen, aktuellen gesetzlichen Anforderungen an Akustik, Tageslicht und Beleuchtung gearbeitet. Das ungefragte Feedback, das wir von den Nutzern erhalten, ist, dass die Akustik hervorragend ist. Sie sind überrascht, dass es selbst bei großen Gruppen so ruhig sein kann.

“ Eine wichtige Lektion ist, dass das, was sicher erscheint, nicht immer das ist, was uns am meisten Schutz und Geborgenheit bietet.

Unser Fokus auf Licht und Klang hat also das Innenraumklima erheblich verbessert“, erläutert Karin Elbek.

### Die Kunst der Abschirmung ohne Isolierung

Neben dem Innenraumklima stand auch die Innenarchitektur der Schule im Fokus. Durch eine Reihe von konkreten Prozessen mit der Arbeitsgruppe konnte RUM drei Zonen definieren, die den Rahmen für die Innenarchitektur bilden könnten: eine grüne Komfortzone, eine gelbe Entwicklungszone und eine rote Unsicherheitszone. Anhand dieser Zonen haben die Architekten einen Lernraum geschaffen, der herausfordert und ein Gemeinschaftsgefühl fördert, ohne zu überstimulieren oder zu isolieren.

Für manche liegt das Wohlbefinden im Raum und in der Bewegung. Wir haben auch gelernt, dass Erholung nicht nur Entspannung bedeutet, sondern auch das Auftanken durch Bewegung. Das war das Thema, an dem wir gemeinsam gearbeitet haben. Wir mussten einen Rahmen schaffen, der an die Entwicklung der Zielgruppe angepasst werden konnte, Konflikte verhindern und es den Schülern leichter machen konnte, neue Freunde zu finden“, so Karin Elbek.

### Boxen in Grenzbereichen

RUM hat eine Reihe konkreter Gestaltungsvorschläge vorgelegt, die ihre Arbeit mit roten, gelben und grünen Zonen unterstützen könnten. Insbesondere zwei Themen waren konsistent.

Erstens wurden die Klassenräume der Schule mit einer Reihe von Erweiterungen ausgestattet, um die Flexibilität zu erhöhen. Hierzu gehören unter anderem Halbtüren, Vorhänge, mobile Wände und Aufhängepunkte für Schaukeln.

Zweitens haben die Architekten ein Konzept erfunden, für das die Stiftung A.P. Møllerske Støttefond eine große Spende vergab und das „Out of the Box“ genannt wird: eine Reihe flexibler Elemente wie Kinderhäuser und -boxen, die das Spielen und die Schaffung



verschiedener Umgebungen unterstützen. Sie geben den Schülern die Möglichkeit, an einem Spiel teilzunehmen oder sich zurückzuziehen und in eine andere Welt einzutauchen.

„Wir haben die Boxen in dem Bereich platziert, den wir in der Architekturterminologie als ‚Schwelle‘ bezeichnen, also in den Übergangsbereich, in dem verschiedene Aktivitäten oder Nutzungen aufeinandertreffen. Auf diese Weise haben wir die gelben und grünen Zonen erweitert, damit die Kinder Teil der Gemeinschaft sein können, ohne sich überfordert zu fühlen“, erklärt Karin Elbek. Um sicherzustellen, dass das Konzept optimal

“ Sie geben den Schülern die Möglichkeit, an einem Spiel teilzunehmen oder sich zurückzuziehen und in eine andere Welt einzutauchen.

genutzt wird, hat das Personal der Schule einen umfassenden pädagogischen und didaktischen Prozess durchlaufen, der auch die Erstellung eines detaillierten Handbuchs zur Verwendung der Elemente umfasste.

# Kopenhagen hat eine erstklassige Grundschule und Sekundarschule erhalten

An der hochmodernen Sluseholmen School in Kopenhagen lädt die Architektur die Natur ein. Kreative Lösungen prägen das Projekt, und eine neue, markante Troldekt-Akustiklösung ist Teil des Designs.

Sluseholmen in Kopenhagen ist ein aufstrebendes Viertel für Familien mit Kindern, das gute Schulbedingungen bietet. Die Stadt Kopenhagen hat sich daher entschieden, eine neue Schule zu bauen, die in Bezug auf Natur, Design und die Anbindung an ihre Umgebung führend sein wird.

Die Schule ist ein vierstöckiges Gebäude mit grünen Terrassenlandschaften auf den versetzten Dächern jeder Etage. Als einzigarti-

ge Lösung wurde eine Sporthalle auf einem benachbarten Parkplatz errichtet, wo große Glasfenster Lernenden und Freizeitnutzern einen Blick auf die Stadt und die umliegende Natur ermöglichen.

JJW Arkitekter steht hinter dem Entwurf des Schulneubaus und merkt an:

„Die Schule entspricht wirklich der Vision von der ‚grünen Schule in der Innenstadt‘. Wir





“

Wir laden die Natur mit roßzügigen, offenen Treppen sowohl im Innen- als auch im Außenbereich ein.

laden die Natur mit großen, offenen Treppenhäusern sowohl im Innen- als auch im Außenbereich ein, und die Schule liegt am Kanal, wo die Kinder ein aktives Leben im Freien genießen können. Darüber hinaus ist das Gebäude mit Holzfassaden, Holzfenstern und Dachgärten mit Pflanzen und Bäumen gestaltet“, sagt Lisbeth N. Olsen, Projektarchitektin für die Schule bei JJW Arkitekter.

#### **Kleines Grundstück, große Ambitionen**

Die wesentlichen Herausforderungen bei der Gestaltung der Schule konzentrierten sich auf

den Standort, da sich die Baustelle in einer lärmintensiven Gegend befindet und eine sehr begrenzte Größe aufweist. Dies wurde durch vertikales Bauen und die optimale Nutzung jedes Quadratmeters gelöst“, erklärt Lisbeth N. Olsen. „Der begrenzte Bauraum erwies sich allerdings als eine hilfreiche Einschränkung für das Projekt, da die Schaffung aktiver Bereiche auf den Dächern zu einem wesentlichen Vorteil für das Erlebnis der Schule geworden ist.

Da das Gebäude relativ tief ist, war es auch eine zentrale Aufgabe, ausreichend Tageslicht hereinzulassen. JJW Arkitekter hat dies gelöst, indem sie drei Atrien geschaffen haben, die nicht nur Licht in die Lernumgebungen bringen, sondern auch ein räumliches Erlebnis bieten.



Die tragenden Strukturen sind aus Beton gefertigt, ebenso wie die Erdgeschosse der Schule, die rund um die Uhr für die Öffentlichkeit zugänglich sind. Sowohl innen als auch außen steht Holz im Mittelpunkt, und seine Wärme und Ausstrahlung verleihen der Schule eine angenehme Atmosphäre und bilden einen harmonischen Kontrast zu den Betonelementen.

#### **Eine Akustikdecke mit visueller Richtung**

Holz ist auch einer der Rohstoffe für die Troldekt Akustikplatten, die in einem sicht-

baren T35-Profilsystem montiert werden. Die sichtbaren Längsprofile sind eine nagelneue Lösung, die JJW Arkitekter und Troldekt gemeinsam entwickelt haben und die der Decke eine visuelle Richtung im Raum verleiht.

„Wir haben uns beim Bau der Schule auf Nachhaltigkeitsinitiativen konzentriert. Die Cradle to Cradle-Zertifizierung von Troldekt war ein entscheidender Parameter bei unserer Wahl der Decke. Wir wollten außerdem eine Akustikdecke mit sichtbaren Aluminiumprofilen in einer Richtung, die demontiert werden kann.“

### FAKTEN UND ZAHLEN: Über die Schule Sluseholmen

- Der Grundstein der Schule Sluseholmen wurde im August 2021 gelegt und die Eröffnung erfolgte im Januar 2024.
- Die Schule befindet sich auf Sluseholmen in Kopenhagen und wurde von JJW Arkitekter entworfen.
- Troldekt-Akustikplatten in Natur Hell wurden im sichtbaren Längsprofilsystem T35 montiert. Darüber hinaus wurde eine verdeckte Troldekt-Lüftung gewählt.



“

Wir haben uns beim Bau der Schule auf Nachhaltigkeitsinitiativen konzentriert, und die Cradle to Cradle-Zertifizierung von Trolldtekt war ein entscheidender Parameter für unsere Wahl der Decke.

Trolldtekt hat eine optimale Lösung entwickelt, auf die sowohl der Betriebsleiter der Stadt als auch unser Auftragnehmer positiv reagiert haben“, sagt Lisbeth N. Olsen.

Die abgehängte Trolldtekt-Decke verfügt zudem über eine verdeckte Lüftung, die für

frische Luft ohne Zugscheinungen oder Lärmbelästigung sorgt.

Die Lüftungslösung hat den großen Vorteil, dass keine sichtbaren Installationen an der Decke vorhanden sind. Neben den akustischen Eigenschaften haben Trolldtekt-Platten eine strukturelle Qualität, die den Räumen der Schule zusammen mit den Akustikwänden aus Holz eine freundliche, warme und ruhige Atmosphäre verleiht. Das trägt zu einer positiven Lernumgebung bei“, so Lisbeth N. Olsen.





## Kapitel 4 Inspiration

# Wenn Architektur erstklassig ist

Es gibt zahlreiche architektonische Ansätze, um eine optimale Gestaltung von Schulen zu erreichen. Abwechslungsreiche Lernräume, der Einsatz von Holz und der Fokus auf Schall, Licht und Luft sind einige der übergeordneten Elemente in den Schulen der Zukunft. Begleiten Sie uns auf den folgenden Seiten auf eine Tour durch eine Reihe erfolgreicher Projekte.



## Beethoven-Gymnasium, Berlin (Deutschland) Zirkulärer Klassenraum als Fenster in die Zukunft

Das Beethoven-Gymnasium im Berliner Stadtteil Lankwitz hat als Pilotprojekt ein Klassenzimmer geschaffen, das zeigt, wie die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft Bildungsräume verbessern können. Entwickelt in Zusammenarbeit mit Schülern und inspiriert von der EU-Initiative „New European Bauhaus“, stehen umweltfreundliche Materialien und erneuerbare Energien im Mittelpunkt.



Troldekt-Akustikplatten in Natur Hell fügen sich nahtlos in das nachhaltige Design ein und sorgen für optimale Akustik und optische Harmonie im Klassenraum. Darüber hinaus ist der Klassenraum mit moderner Bildungstechnologie und nachhaltigen Möbeln ausgestattet, die eine ansprechende und komfortable Lernumgebung für Lernende und Lehrkräfte schaffen.

**Projekt:** Beethoven-Gymnasium,  
Berlin, Deutschland

**Architekt:** Hochbau Service

**Bauherr:** Bezirksbüro (Ba) Steglitz-Zehlendorf

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt  
Akustik (Natur Hell, ultrafeine Struktur)



## Schulcampus Millermoaler, Echternach (Luxemburg) Eindrucksvoller neuer Schulcampus fördert das Lernen

Der Schulcampus Millermoaler in Echternach ist ein beeindruckendes Architekturprojekt aus der Zusammenarbeit der luxemburgischen Architekten WW+ mit dem niederländischen Atelier PRO. Das Gebäude vereint Ästhetik und Funktionalität auf einzigartige Weise und schafft so eine ideale Lernumgebung.

Troldekt-Akustiklösungen in einem dezenten RAL 1015 Farbton und ultrafeiner Struktur gewährleisten hervorragende Akustik und visuelle Kohärenz auf dem gesamten Campus. Die Verwendung von Troldekt A2-Platten und Revisionsklappen, die mit T35-Profilen und Strukturschrauben montiert sind, sorgt

für zusätzliche Langlebigkeit, Sicherheit und Wartungsfreundlichkeit.

Die durchdachte Integration von Akustiklösungen trägt zu einer angenehmen Atmosphäre bei, die sowohl Bildungsaktivitäten als auch das Wohlbefinden der Schüler unterstützt.





**Projekt:** Schulcampus Millermoaler,  
Echternach, Luxemburg

**Architekt:** WW+ und Atelier PRO

**Bauherr:** Apleona R&M Ausbau  
Luxembourg s.a.r.l.

**Decken- und Wandverkleidung:**  
Troldekt A2 und Revisionsklappen (RAL 1015,  
ultrafeine Struktur,  
Kantenausführung K5-FN und K5)

## Schulcampus De Reigers, Zelzate (Belgien) Historischer Charme trifft auf modernes Lernen

Auf dem Schulcampus De Reigers in Zelzate wurde ein neoklassisches Denkmal aus dem 19. Jahrhundert sorgfältig restauriert und in ein modernes und lebendiges Bildungsumfeld verwandelt. In Zusammenarbeit mit MADE Architects ist die Restaurierung Teil eines größeren Masterplans, der Bildung, Kulturerbe und Grünflächen in eine einheitliche Campusvision integriert.



Der architektonische Fokus lag darauf, die historische Fassade und das Innere des zentralen Gebäudes in ihren ursprünglichen Glanz zurückzusetzen und es als visuelle Identität der Schule wiederherzustellen. Das restaurierte Gebäude beherbergt nun eine neue Kantine, eine Küche, Klassenräume der Grundschule, Verwaltungs- und Managementbüros sowie einen Fitnessraum und einen Mehrzweckraum.

Trolldtect-Akustikplatten wurden in wichtigen Innenräumen wie der Sporthalle und den Klassenräumen installiert, um optimale Schallbedingungen und ein ruhiges Innenraumklima zu gewährleisten. In Kombination mit sanftem

natürlichem Licht und hellen Materialien unterstützt das Akustikdesign die Konzentration und das Wohlbefinden sowohl im Unterricht als auch in der Freizeit.

**Projekt:** Schulcampus De Reigers, Zelzate, Belgien

**Architekt:** MADE Architects

**Bauherr:** GO! Onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap

**Deckenverkleidung:** Trolldtect Akustik (Natur Hell, ultrafeine Struktur)





## Firda Campus, Leeuwarden (Niederlande) Praxisorientiertes Lernen in einem multifunktionalen Umfeld

Der neue Campus von Firda in Leeuwarden ist Teil des Kooi Stadion – einem lebendigen multifunktionalen Komplex, der Bildung, Sport und Geschäftsleben vereint. Hier entwickeln Studierende der Bereiche Wirtschaft und Schönheitspflege ihre Fähigkeiten in modernen Unterrichtsräumen und voll ausgestatteten Salons.



Um das gezielte Lernen in der aktiven Umgebung zu fördern, wurden Troldekt Tiles T24 in allen Lehr- und Ausbildungsbereichen installiert. Die in einem sichtbaren T24-Rastersystem montierten Akustikplatten absorbieren Geräusche und verbessern die Sprachverständlichkeit – für eine ruhige und professionelle Atmosphäre.

Die Farbe und die gefräste Oberflächenstruktur der Platten ergänzen das helle Holz, Glas und die sanften Töne des Interieurs. Neben guter Akustik und optischer Harmonie bieten die

Platten praktische Vorteile wie einen einfachen Zugang zu darüber liegenden Installationen sowie eine langfristige Haltbarkeit.

**Projekt:** Firda Campus, Leeuwarden, Niederlande

**Bauherr:** Firda

**Troldekt-Lösung:** Troldekt Tiles T24 (Natur Hell, Cradle to Cradle Certified® auf Goldniveau)

**Montage:** Sichtbares T24-Profilsystem



## KNUDEN Kulturskole, Kristiansand (Norwegen) Neuer kultureller Knotenpunkt, der die Kreativität anregt

2022 wurde der neue Hauptsitz der Kulturskole KNUDEN im Stadtteil Kanalbyen in Kristiansand eröffnet. Dieses lebendige Kulturzentrum begrüßt 600 Studierende und bietet vielfältige Aktivitäten in den Bereichen Tanz, Musik, Theater, Bildende Kunst, Film und Fotografie.

Im einladenden Eingangsbereich, der durch eine zentrale Treppe verbunden ist, kommen Troldekt-Akustikplatten in Natur Hell zum Einsatz, die das warme Interieur mit gelben Akzenten und künstlerischem Dekor ergänzen. Troldekt Line-Platten in Schwarz und Weiß verbessern die Akustik und bieten vielseitige Auftrittsräume, die ideale Bedingungen für Kreativität und fokussiertes Lernen bieten.

Das durchdachte architektonische Design fördert Interaktion und Gemeinschafts-

geist und schafft einladende soziale Räume, welche die Zusammenarbeit und kreative Entfaltung von Lernenden und Lehrkräften unterstützen.

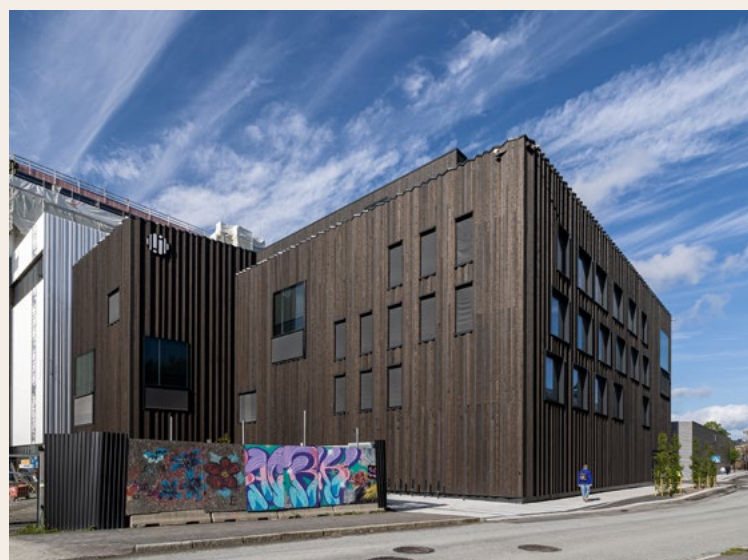
**Projekt:** KNUDEN Kulturskole, Kristiansand, Norwegen

**Architekt:** Mestres Wåge arkitekter SLP & Alma Eik Arkitektur (Interieur)

**Bauherr:** Gemeinde Kristiansand

**Decken- und Wandverkleidung:**

Troldekt Akustik und Troldekt Line (Natur Hell, Schwarz 207, Weiß 101, ultrafeine Struktur)



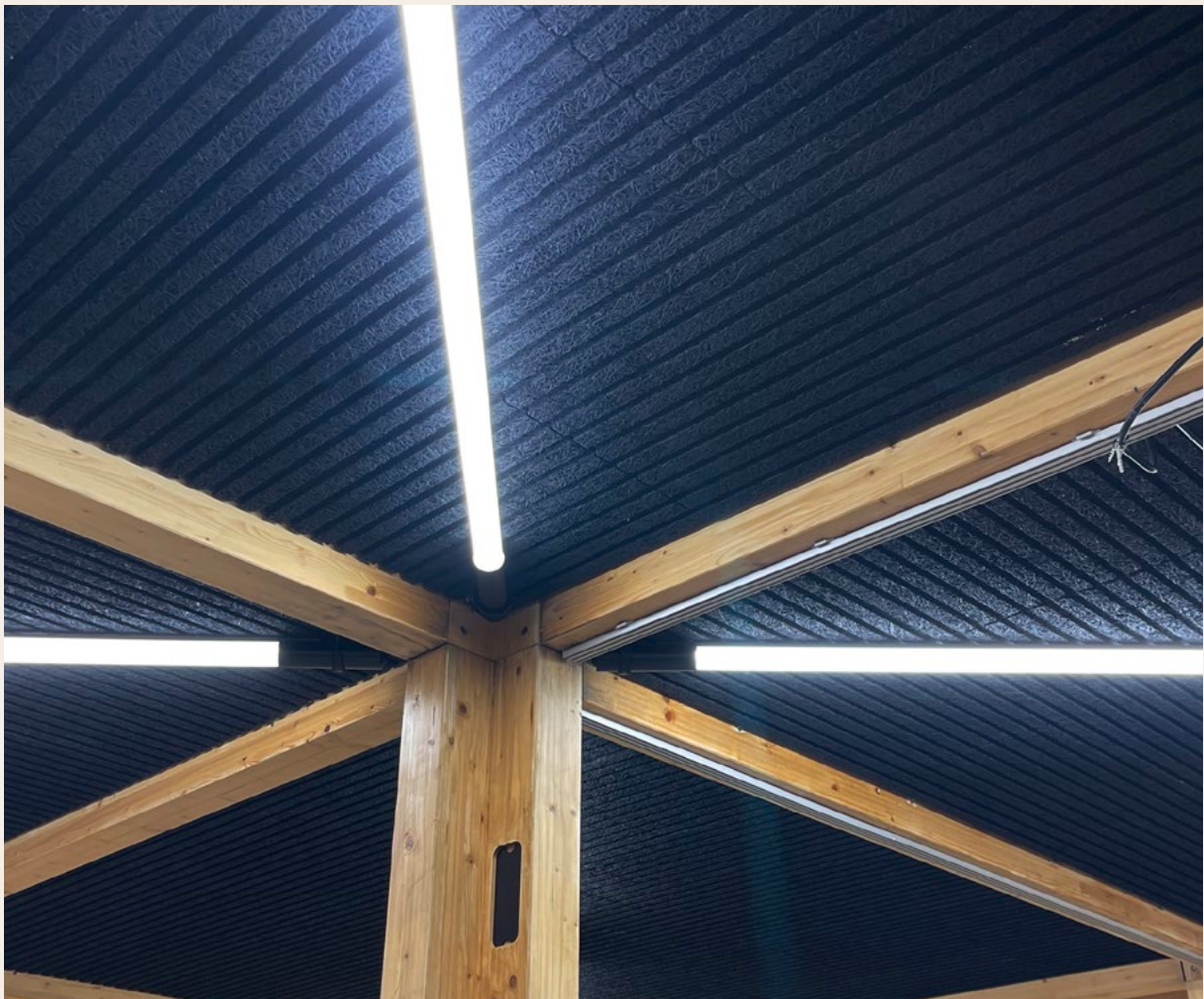
## Leipzig International School, Leipzig (Deutschland)

# Premiere des zirkulären Modulbaus in Leipzig

Urban Beta hat ein innovatives modulares Baukonzept namens Betaport eingeführt, das erstmals an der Leipzig International School umgesetzt wurde. Das Konzept bietet flexible Gebäudemodule, die darauf ausgelegt sind, unkompliziert auf sich ändernde räumliche Anforderungen wie Erweiterungen oder Umzüge zu reagieren.

Roboter gefertigte Module, die recycelbare und gesunde Materialien enthalten, gewährleisten Flexibilität und Langlebigkeit. Trolldtekt-Akustikplatten mit der Zertifizierung Cradle to Cradle Certified® auf Goldniveau wurden ausgewählt, um die Raumakustik und Ästhetik zu verbessern und den Fokus des Konzepts auf langfristige Nutzbarkeit und mi-

nimale Umweltauswirkungen zu unterstützen. Die 2022 initiierte Zusammenarbeit zwischen Urban Beta und Trolldtekt zeigt, wie eine durchdachte Materialauswahl erheblich zu nachhaltigen, inspirierenden Lernräumen beiträgt.





**Projekt:** Leipzig International School,  
Leipzig, Deutschland  
**Konzeptentwickler:** Urban Beta  
**Troldtekt-Produkte:** Troldtekt Akustik,  
Troldtekt Line (Schwarz 208, Cradle to Cradle  
Certified® auf Goldniveau)



## Universität Twente, ITC Fakultät, Enschede (Niederlande) Dynamische Bildungsumgebung mit minimalem ökologischen Fußabdruck

An der Fakultät für Geoinformationswissenschaft und Erdbeobachtung (ITC) der Universität Twente verbinden sich innovative Architektur und verantwortungsvolle Materialwahl zu einem inspirierenden Bildungsumfeld. Das Gebäude legt Wert auf Funktionalität und Anpassungsfähigkeit, um sicherzustellen, dass es sowohl den aktuellen als auch den zukünftigen Bildungsanforderungen gerecht wird.



Schwarze Troldekt Line-Platten mit ultrafeiner Struktur, die mit Strukturschrauben montiert werden, tragen erheblich zu einer verbesserten Akustik und visuellen Ästhetik bei. Die Platten sorgen für eine angenehme und einladende Atmosphäre in einem Raum, der sich ideal für konzentriertes Lernen und kollaboratives Arbeiten eignet und perfekt mit den Umweltzielen der Fakultät übereinstimmt.

Die durchdachte Integration von Troldekt-Platten verbessert nicht nur das Innenraumklima, sondern unterstreicht auch die

architektonische Gesamtqualität des Gebäudes und das Engagement für minimale Umweltauswirkungen.

**Projekt:** Universität Twente, ITC Fakultät, Enschede, Niederlande

**Architekt:** VDNDP

**Bauherr:** Eissink

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Line (Schwarz 207, ultrafeine Struktur, Kantenausführung U-Nut)

# Lysningen Schule, Viborg (Dänemark)

## Eine Lichtung im Wald

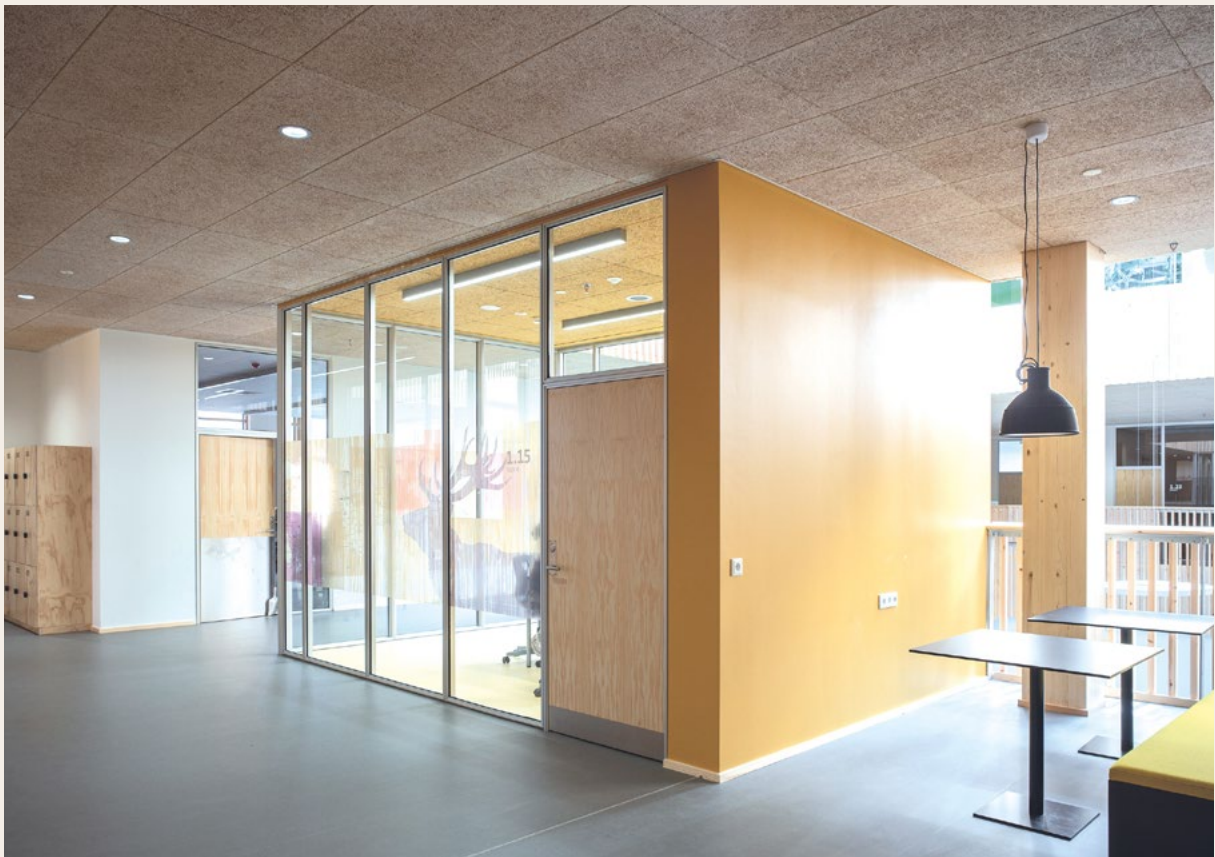
In dieser nagelneuen Schule dreht sich alles um das Thema Wald – und Holz ist das vorherrschende Material. Dieses einladende Gebäude empfängt die Besucher mit Holzsäulen an der Fassade.

Lysningen ist nicht nur eine Schule, sondern auch ein Treffpunkt und ein Gemeinschaftszentrum für die lokale Gemeinschaft. Innerhalb der Schule gibt es im zentralen Atrium eine Lichtung, durch die das Licht zwischen den Ebenen hindurchströmt und den Raum erhellt.

Schülerinnen und Schüler der 4. bis 9. Schuljahre bewegen sich zwischen Themenräumen, die sich über die verschiedenen Stockwerke verteilen. Farbthemen bieten Klarheit und eine physische Wiedererkennung für verschiedene Leitmotive.

Holz wird in den tragenden Konstruktionen und an der Fassade als senkrechte Verkleidung verwendet. Auch im Innenbereich ist Holz ein prägendes Material, das der Schule eine klare Identität und eine einladende Atmosphäre verleiht. An vielen Wandflächen im Atrium wurden Trolldtekt-Akustikplatten und vertikale Holzleisten montiert.

Auf allen Etagen, die dem Atrium zugewandt sind, gibt es kleine Pausenräume und Sitzbereiche. Um eine hervorragende Akustik für Gespräche und Konzentration zu gewährleisten, wurden Trolldtekt-Platten an Decken und ausgewählten Wandflächen verwendet.





**Projekt:** Schule Sluseholmen, Kopenhagen

**Architekt:** JJW arkitekter

**Bauherr:** Byggeri København,  
ØKF, Stadt Kopenhagen

**Decken- und Wandverkleidung:**  
Troldekt Plus (Natur Hell) in einem  
sichtbaren T35-Längsprofilsystem montiert

# Gesamtschule (IGS) Rinteln (Deutschland)

## Preisgekröntes neues Schulgebäude aus Holz

Das neue Gebäude der IGS Rinteln im niedersächsischen Weserbergland hat absolut nichts mit dem „typischen“ Schulgebäude zu tun, das viele Menschen mit einem Betonblock aus den 1970er Jahren verbinden. Was die Schule einzigartig macht, ist, dass das Gebäude mit einer Nutzfläche von über 5.000 Quadratmetern nahezu vollständig aus Holz besteht.



Holz ist auch ein herausragendes Element in Innenräumen und sorgt in Kombination mit viel Glas dafür, dass die gesamte Schule hell, natürlich und einladend wirkt. Die Sitz- und Studentenschränke aus unbehandeltem Holz wurden von bez + kock architecten speziell für die Schule entworfen. Dunkelgrüne, strukturierte Kautschukböden, polierte Betonfliesen und dunkle Tür- und Fensterrahmen bilden einen farbenfrohen Kontrast zum hellen Holz.

Zwischen den sichtbaren Holzbalken an der Decke und teilweise auch an den Wänden

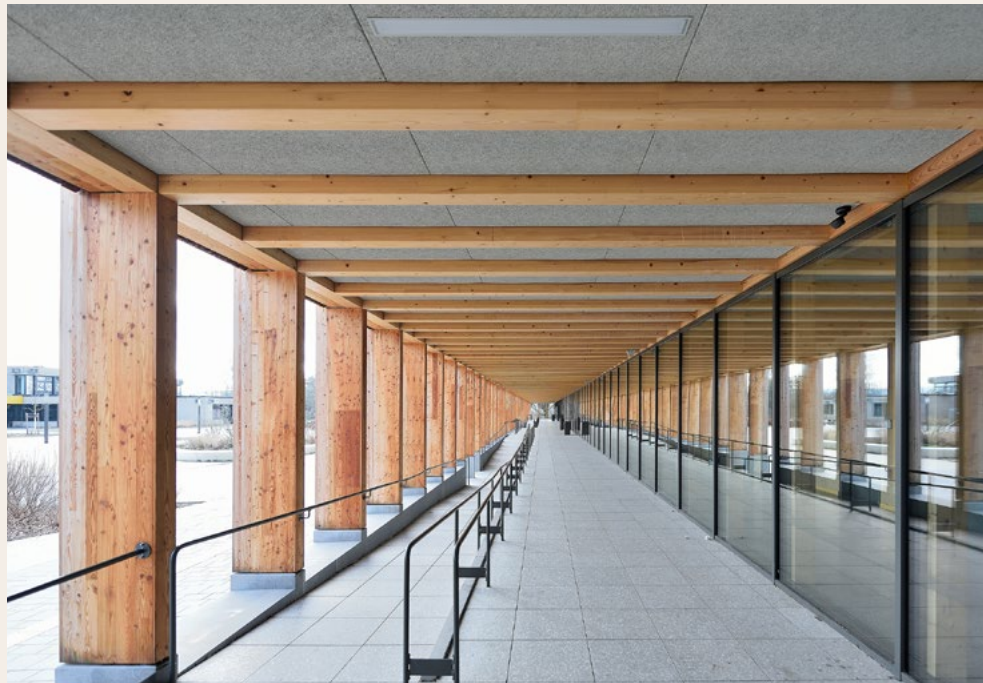
wurden Troldekt-Akustikplatten montiert, die dem Gesamtkonzept den letzten Schliff verleihen und zudem den akustischen Effekt im Schulalltag unterstreichen.

**Projekt:** Integrierte Gesamtschule (IGS), Rinteln, Deutschland

**Architekt:** bez + kock architecten Generalplaner GmbH, Stuttgart

**Bauherr:** Bezirk Schaumburg, Stadthagen

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Akustik (Natur Hell und Sonderfarben)



# Hallernas Schule in Stenungsund (Schweden) Helle Schule mit Inspiration aus der Natur

Nördlich von Göteborg liegt das Dorf Hallarna in der Gemeinde Stenungsund. Rund 450 Schülerinnen und Schüler der Schuljahre 7 bis 9 genießen einen neuen Rahmen für ihren täglichen Unterricht. Die Schüler kommen bis zum 6. Schuljahr aus verschiedenen Schulen und setzen ihre Ausbildung nun an der neu errichteten und 2023 fertiggestellten Schule Hallarna fort.

Die Hallarna-Schule liegt in einer malerisch grünen, hügeligen Umgebung, umgeben von Kiefernäumen, die als Inspiration für die Architektur und Materialwahl der Schule dienten.

Die Fassade ist an der Außenseite aus hellem Holz und Blech mit einem gläsernen Eingangsbereich gestaltet. Es gibt tolle Freizeiteinrichtungen im Freien mit Wanderwegen und einem Lehrraum im Freien. Innen sorgen offene und einladende Räume mit Fenstern rund um das Gebäude für konstantes Tageslicht und einen direkten Blick auf die umliegende Landschaft.

Die Innenarchitektur ist zeitgemäß, mit Schwerpunkt auf Qualität und hellen, warmen Farben in Kombination mit dem Einsatz von Holz und Trolldtekt-Akustikplatten aus Holzwolle-Leichtbauplatten an den Decken. Die mehr als tausend Quadratmeter großen Trolldtekt-Akustikplatten – hauptsächlich weiß lackiert – sind auf einem sichtbaren T-Profilsystem montiert, das in den großen Deckenflächen eine visuelle Struktur schafft und somit auch zur Gestaltung der Räume beiträgt.





**Projekt:** Schule Hallerna in der Gemeinde Stenungsund  
**Architekt:** D Office arkitekter  
**Bauherr:** Gemeinde Stenungsund  
**Decken- und Wandverkleidung:** Trolldtekt Akustik (Weiß 101 und Schwarz 207)



## Erlev Schule in Haderslev (Dänemark) Ein Wald aus Säulen mit Freiräumen

In Haderslev Syd wurde eine neue Grund- und Sekundarschule errichtet, die in mehrfacher Hinsicht visionär ist. Zum einen bestehen das Säulen-Träger-System und die Fassaden aus Holz und mit einer Fläche von 6.500 Quadratmetern ist die Erlev Schule eines der größten Holzbauwerke Dänemarks in jüngster Zeit. Darüber hinaus stützt sich der Unterricht auf die in Neuseeland entwickelte Bildungsphilosophie, die schülerzentriertes Lernen und flexible, offene Lernumgebungen fördert.



Die neue Schule, die 2021 in Dänemark zum Schulgebäude des Jahres gekürt wurde, ist in sieben Jahrgangsgruppen unterteilt. Ein Cluster ist eine abwechslungsreiche Lernumgebung für maximal 70 Kinder in einer Jahreshgruppe von 0 bis 6.

Die Architektur spiegelt das hohe Maß an Ambition wider, und die große Vielfalt der Räume ist durch harmonische Übergänge miteinander verbunden. Auch die Akustik ist hervorragend, denn hier kommen in großem

Umfang weiß gestrichene Troldekt-Akustikplatten mit feiner Struktur zum Einsatz.

**Projekt:** Erlev Schule in Haderslev Syd, Dänemark

**Architekt:** Arkitema

**Bauherr:** Gemeinde Haderslev

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Akustik (Weiß 101)

## Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup (Dänemark) Neue Schule vereint mehrere Einrichtungen

Im Januar 2023 eröffnete das neu errichtete Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup die Türen zu einer neuen Art von Schule. Das 9.500 Quadratmeter große Gebäude umfasst eine Krippe, einen Kindergarten, einen Hort und eine Schule bis zur 6. Klasse sowie die kommunale Musikschule, die Schule für Bildende Kunst und die Schauspielschule.

Sowohl die Innen- als auch die Außenbereiche des Kinder- und Kulturzentrums Høje-Taastrup bestehen aus denselben Materialien – Ziegel, Beton, Holz und Glas. Im Inneren ist es in hellen und luftigen Farbtönen mit viel Tageslicht gestaltet, und die markanten Designs der vier sogenannten Kulturcluster heben sich deutlich ab.

Für die Decken wurden mehrere Varianten von Troldekt-Akustikplatten gewählt, die zu einem

gesunden Innenraumklima mit angenehmer Akustik beitragen. Rund um die Gemeinschaftsbereiche der Schule kommen Troldekt-Platten in Natur Hell zum Einsatz. In den Hallen sind graue Troldekt-Akustikplatten als Wandlösung montiert.

Das Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup wurde 2023 zum Schulbau des Jahres in Dänemark gekürt.





**Projekt:** Kinder- und Kulturzentrum Høje Taastrup  
**Architekt:** Christensen & Co. Arkitekter und Kjaer & Richter Architects  
**Bauherr:** Gemeinde Høje-Taastrup, Dänemark  
**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Akustik (Natur Hell und Natur Grau)

## Sandarnas Schule in Göteborg (Schweden) Jung trifft Alt in einer neu errichteten Schule.

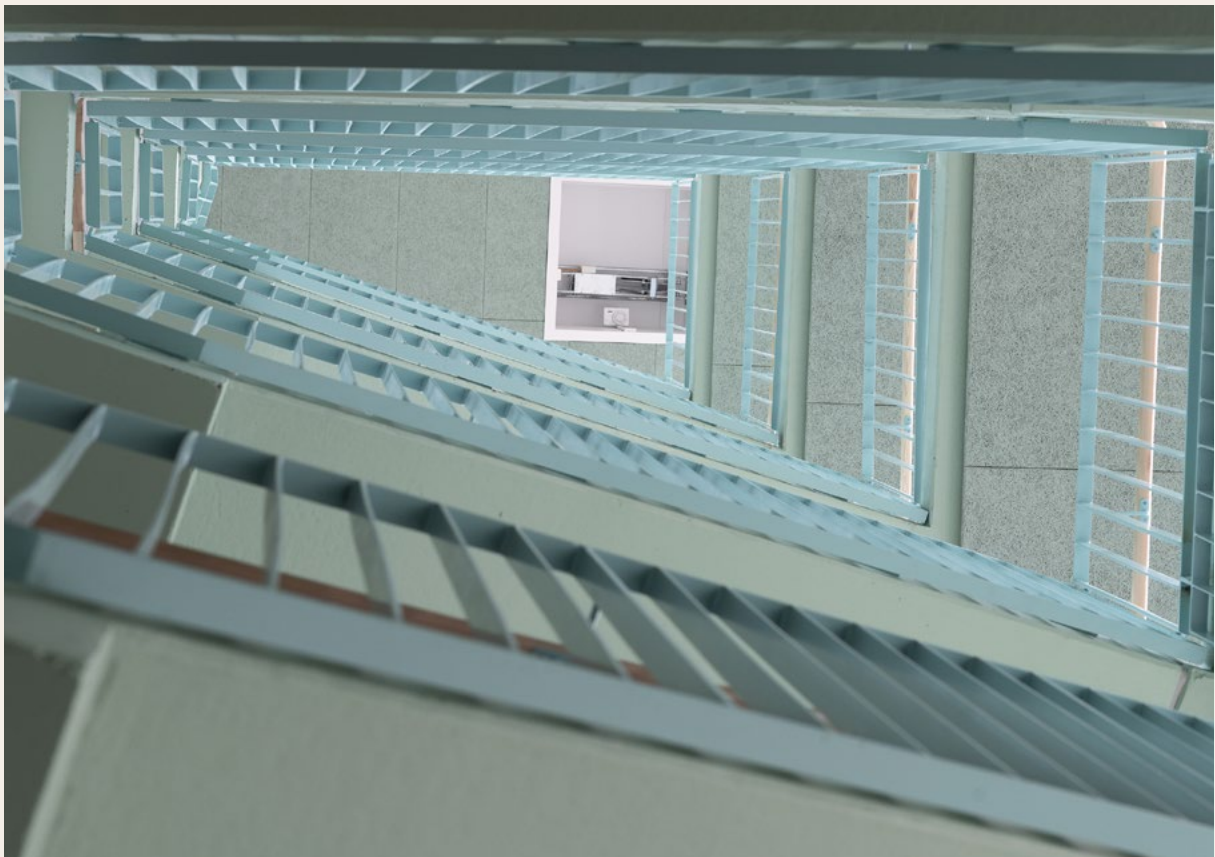
Die Sandarnas Schule in Göteborg teilt sich ein Gebäude und Gemeinschaftseinrichtungen mit dem städtischen Pflegeheim. Auf diese Weise leben mehrere Generationen unter einem Dach in einer Architektur, die auf ein Gemeinschaftsgefühl und ein gesundes Innenraumklima ausgerichtet ist.

Das Projekt ist das erste seiner Art in Schweden, wo Jung und Alt sich einen Speisesaal, eine Sporthalle und Außenbereiche teilen. Die Schule, die 400 Schüler aufnehmen kann, ist auf den ersten bis dritten Stock verteilt, während sich das Pflegeheim mit rund 100 Wohnungen für ältere Menschen in den vierten bis achten Stockwerken befindet.

Im Innenbereich wurden Bildungsmaßnahmen ergriffen, um die Orientierung in allen Bereichen der Schule zu erleichtern. Im gesamten Innenbereich des Gebäudes werden natürliche Materialien verwendet, insbesondere helle Kie-

fernholzplatten. Helle und beruhigende Farben beleben und erleichtern die Orientierung, und jede Etage hat ihr eigenes Farbschema.

In den Bereichen der Schule, die besonders starkem Lärm ausgesetzt sind, wie dem Speisesaal, dem Musikraum und den Kreativräumen, wurde für die Wände die Designlösung Trolldtekt Line gewählt. Andere Gemeinschaftsbereiche sind mit klassischen Trolldtekt-Decken ausgestattet. Sowohl Schulen als auch Pflegeheime benötigen robuste Materialien, und ein großes Plus ist die Möglichkeit, einzelne Trolldtekt-Platten bei Bedarf zu streichen oder auszutauschen.





**Projekt:** Grundschule Sandarna in Göteborg

**Architekt:** what! arkitektur

**Bauherr:** Hemsö Immobilienentwickler

**Decken- und Wandverkleidung:** Trolldtekt Akustik und Trolldtekt Line Design (Sonderfarben)

# Huseby Schule in Trondheim (Norwegen) Helle Schule mit Inspiration aus der Natur

Zu Beginn des Schuljahres 2021 öffneten die Huseby-Schulen in Saupstad-Kolstad ihre Türen für 14.500 Quadratmeter neue Einrichtungen in der Gemeinde Trondheim. Der Komplex umfasst eine Grundschule und eine Hauptschule, eine weiterführende Schule, ein Gebärdensprachenzentrum sowie eine Kunstschule und Empfangsklassen für internationale Schüler.

Von Anfang an war eine der Anforderungen des Projekts, dass hochwertige Materialien verwendet werden müssen, um sicherzustellen, dass die Huseby Schule viele Jahre lang funktionsfähig bleibt. Das Schulprojekt ist ebenfalls Teil der allgemeinen städtischen Erneuerung in der Region. Die Gebäude sind sowohl innen als auch außen aus Holz gebaut, mit Holzverkleidungen an den Fassaden, Holzwänden und -platten im Innenbereich sowie Holzmöbeln.

Troldtekt-Akustikplatten wurden sowohl für die Klassenräume und Gemeinschaftsbereiche als auch für die Flure und Toiletten gewählt. Die klassischen weiß gestrichenen Trold-

tekt-Akustikplatten wurden gewählt, um eine Umgebung zu schaffen, die einen ruhigen und angenehmen Schultag unterstützt. Gleichzeitig fügen sich die Platten, die im Wesentlichen aus Holz und Zement bestehen, harmonisch in das Gesamtkonzept der Schule ein.

Die Schule hat die BREEAM-Umweltzertifizierung (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) in der Kategorie „Sehr gut“ erhalten, und es wurden mehrere Umweltmaßnahmen integriert – die Baustelle war fossilfrei, die Schule besteht hauptsächlich aus Holz, das Gebäude ist nach den Passivhaus-Prinzipien gestaltet und verfügt über Photovoltaikzellen auf dem Dach.





**Projekt:** Huseby Schule in Trondheim,  
Norwegen

**Architekt:** SPINN Arkitekter, Filter arkitekter,  
Norconsult und Grindaker

**Bauherr:** Gemeinde Trondheim

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt  
Akustik (Weiß 101)

# Central Foundation Boys' School in London (England) Klassische Architektur mit modernem Komfort

Die Central Foundation Boys' School in London wurde umfassend renoviert und erweitert und vereint historischen Charme mit modernen Anforderungen an Akustik und Funktionalität. Die 150 Jahre alte Schule wurde um ein neues Wissenschaftsgebäude und eine neue teilweise unterirdische Sporthalle erweitert, während die alte Kapelle in ein kreatives Zentrum für Kunst umgestaltet wurde.



Um Probleme mit schlechter Akustik in der Sporthalle sowie in den Musik- und Theaterräumen zu lösen, wurden für alle Decken Troldekt-Akustikplatten gewählt.

Da das Projekt mehrere denkmalgeschützte Gebäude umfasste, stellte es eine Herausforderung dar. Während der Bauzeit wurden 13.000 Quadratmeter modernisiert und das Projekt in einer jahrzehntelangen Partnerschaft mit der Schule abgeschlossen. Es blieb während des gesamten Bauprozesses offen, der in zwei Phasen durchgeführt wurde.

Das Gebäude mit dem BREEAM Excellent-Rating wurde mit dem renommierten National Civic Trust Award für 2024 ausgezeichnet.

**Projekt:** Renovierung und Erweiterung der Central Foundation Boys' School, London

**Architekten:** Hawkins\Brown

**Bauherr:** Central Foundation Boys' School

**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Akustik (Natur Grau)



# Feldballe Friskole, Rønde (Dänemark)

## Erweiterung aus biobasierten Materialien sorgt für eine gute Lernumgebung

Im Dorf Feldballe auf Djursland hat die unabhängige Schule eine Erweiterung erhalten, die nicht nur die Einrichtungen der Schule verbessert, sondern auch ein hervorragendes Beispiel dafür ist, wie biobasierte Baustoffe in die moderne Architektur integriert werden können.

Die Architektur der Feldballe Friskole ist dynamisch, mit vier Plattformen auf zwei Ebenen, welche die Räume miteinander verbinden und eine natürliche Verbindung zwischen Unterricht, Spiel und Gemeinschaft schaffen. Satteldächer und grau getönte Fassaden verleihen dem Gebäude ein einladendes Erscheinungsbild, während Holzverkleidungen den Rohstoffen Wärme und Kontrast verleihen.

Die Akustik stellte eine wesentliche Herausforderung im großen Gemeinschaftsraum und in den offenen Fluren dar. Um für ein angenehmes akustische Erlebnis zu sorgen, wurden weiß gestrichene Troldekt-Akustik-

platten verwendet, die sowohl Schall absorbieren als auch zu einem ruhigen visuellen Erscheinungsbild beitragen. Die Kombination aus Troldekt-Akustikplatten und Troldekt Plus-Akustikplatten unterstützt das offene Raumkonzept der Schule und gewährleistet eine ausgezeichnete akustische Umgebung, selbst in Räumen mit hohen Decken und schrägen Flächen.

Das Gebäude markiert eine neue Ära für Lernumgebungen, in denen die Architektur Flexibilität, Wohlbefinden und moderne Lehrmethoden unterstützt.





**Projekt:** Erweiterung der Feldballe Friskole,  
Rønne, Danmark

**Architekt:** Henning Larsen Architects

**Bauherr:** Feldballe Friskole

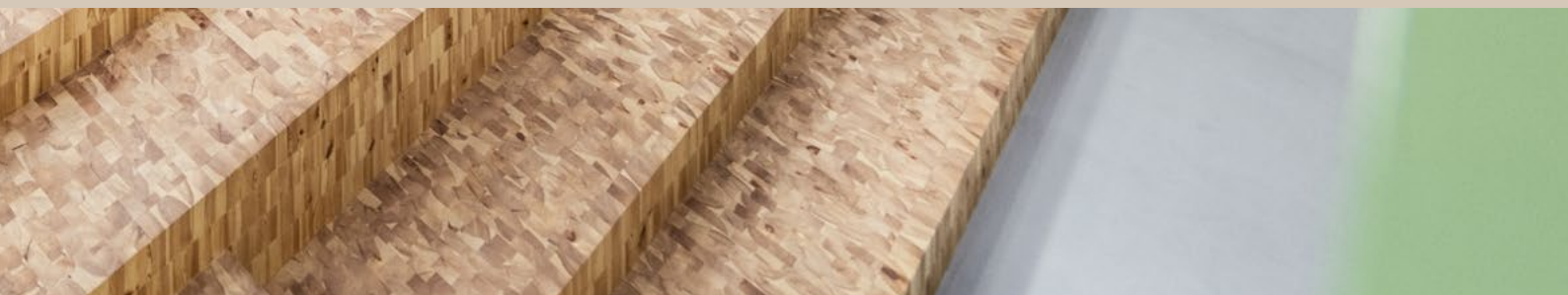
**Decken- und Wandverkleidung:** Troldekt Plus





## **Kapitel 5** Dokumentation: Innenraumklima in Gebäudezertifizierungen

Die Gebäudezertifizierungen DGNB, LEED, WELL und BREEAM gewinnen im Bauwesen zunehmend an Bedeutung und können auch auf Schulgebäude angewendet werden. Das Innenraumklima spielt eine zentrale Rolle bei allen Zertifizierungen, jedoch werden verschiedene Elemente unterschiedlich gewichtet. Mehr dazu erfahren Sie auf den folgenden Seiten.



Die Zertifizierung von Gebäuden gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dies trägt dazu bei, einen faktenbasierten und ganzheitlichen Ansatz für das Bauwesen zu gewährleisten, bei dem sowohl die Menschen als auch die Umwelt berücksichtigt werden.

Das Innenraumklima spielt eine zentrale Rolle bei den weit verbreiteten Zertifizierungen, und Forschende an der Abteilung für Bauingenieurwesen der Universität Aalborg (Dänemark) **haben die spezifische Gewichtung des Innenraumklimas in jeder der weit verbreiteten Zertifizierungen verglichen** (Rohde et al., 2019).

Der Vergleich umfasst DGNB-, LEED-, WELL-, BREEAM- und LBC-Zertifizierungen.

In ihrem Vergleich berücksichtigt das Forschungspersonal der Universität Aalborg die vier verschiedenen Bereiche des Innenraumklimas und untersucht zudem, wie die Benutzenden selbst das Innenraumklima beeinflussen.

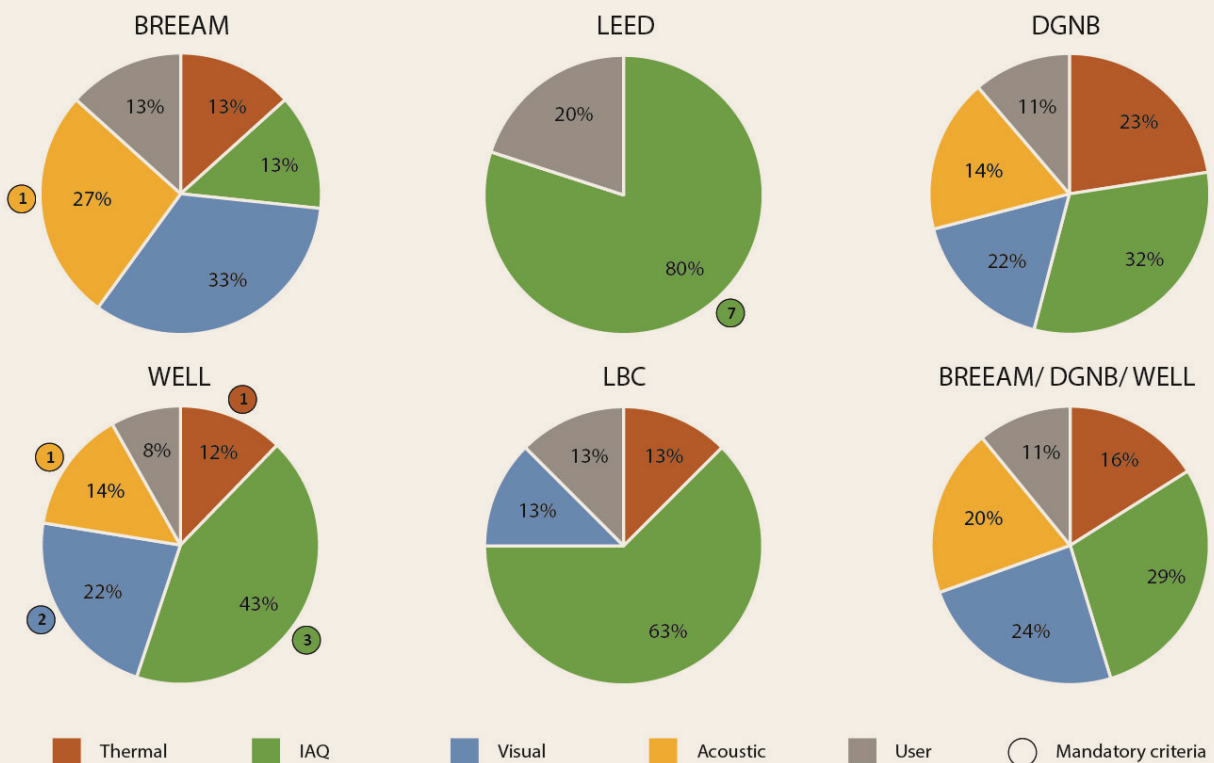
Nicht alle Bereiche werden in allen Zertifizierungen gleich gewichtet, wie der Vergleich deutlich zeigt.

## Übersicht: Gesamtgewichtung des Innenraumklimas

Die nachstehenden Kreisdiagramme zeigen, wie die verschiedenen Aspekte des Innenraumklimas in jedem der vier Systeme gewichtet werden. Wie aus der Abbildung hervorgeht, werden bei LEED drei der Schlüsselbereiche vollständig ausgeschlossen, weshalb die anderen Zertifizierungssysteme besser für

eine umfassende Bewertung des Innenraumklimas geeignet sind.

Die Forschenden kommen zu dem Schluss, dass die DGNB, ergänzt durch WELL, die umfassendste Bewertung des Innenraumklimas bietet.



Die Forschenden kommen zu dem Schluss, dass die DGNB in Kombination mit WELL die umfassendste Bewertung des Innenraumklimas bietet.

# So trägt Trolldtekt zu den Zertifizierungen bei

Trolldtekt-Akustiklösungen haben einen positiven Einfluss auf die Zertifizierung eines Gebäudes, insbesondere in Bezug auf verschiedene Kriterien des Innenraumklimas.



In Zusammenarbeit mit Ramboll hat Trolldtekt dokumentiert, wie seine Akustiklösungen positiv zu den verschiedenen Kriterien von DGNB, BREEAM, WELL und LEED beitragen.

In der Praxis hat Ramboll Dokumentationspakete erstellt, um Beratern bei der Bewertung der spezifischen Beiträge von Trolldtekt zu helfen. Die Gewichtung der akustischen Lösungen in einem bestimmten Gebäude orientiert sich jedoch immer an dem betreffenden Gebäude, einschließlich der anderen Materialauswahlen.

**Dokumentationspakete hier herunterladen**

**Broschüre „Trolldtekt und zertifizierte Gebäude“ lesen**

## Inspirationen finden

### **Besuchen Sie uns online**

Auf [www.trolldtekt.de](http://www.trolldtekt.de) finden Sie Informationen, Inspirationen und Dokumentationen zu Trolldtekt-Akustiklösungen. In unserem **Referenzbereich** finden Sie auch eine umfangreichere Auswahl an Schulen mit Trolldtekt-Platten aus einer Vielzahl von Ländern.

### **Artikel über die gesunden Schulen der Zukunft lesen**

In unserem **Online-Feature-Bereich** können Sie mehr über die Herausforderungen und die bautechnischen Lösungen in modernen Schulen erfahren. Hier finden Sie unter anderem Interviews mit Experten und Architekten. Die Feature-Seite wird kontinuierlich mit neuen Inhalten aktualisiert.

### **Abonnieren Sie unsere Newsletter**

Sind Sie interessiert an den neuesten Erkenntnissen und Inspirationen in den Bereichen Innenraumklima, zertifizierte Gebäude und innovative Akustiklösungen? **Dann melden Sie sich für unseren Online-Newsletter an.**

### **Termin vereinbaren**

**Unsere erfahrenen Projektberater** beraten Sie gerne über Akustiklösungen für Ihr nächstes Schulbauprojekt.

# Literaturliste

## Weitere Inspirationen für Ihr Schulbauprojekt

1. Barrett, P., Zhang, Y., Davies, F., and Barrett, L. (2015), *Clever Classrooms: Summary report of the HEAD Project (Holistic Evidence and Design)*. University of Salford, Manchester.
2. National Institute of Environmental Health Sciences og Environmental Protection Agency (2017): *Impact Report: Protecting Children's Health Where They Live, Learn, and Play*. NIEHS/EPA Children's Environmental Health and Disease Prevention Research Centers.
3. Wargocki, P. and Wyon, D.P. (2007), *The Effects of Moderately Raised Classroom Temperatures and Classroom Ventilation Rate on the Performance of Schoolwork by Children (RP-1257)*, HVAC&R Research, 13(2), S. 193-220. DOI: 10.1080/10789669.2007.10390951.
4. Klatte, M., Bergström, K., and Lachmann, T. (2013), *Does noise affect learning? A short review on noise effects on cognitive performance in children*, *Frontiers in Psychology*, 4, S. 578. DOI: 10.3389/fpsyg.2013.00578.
5. Shield, B. and Dockrell, J. (2008), **The effects of classroom and environmental noise on children's academic performance**, in *Proceedings of the 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN)*, Foxwoods, CT.
6. DCUM (2015) **30 new ways to improve wellbeing at school: Methodology handbook**. 3. Aufl.. Danish Centre for Educational Environment (DCUM). ISBN: 978-87-92007-76-6.
7. Rohde, L., Larsen, T. S., Jensen, R. L., & Larsen, O. K. (2019). **Comparison of Five Leading Sustainable Building Certifications Concerning Indoor Environmental Assessment Content**. Department of Civil Engineering, Aalborg University. DCE Technical Reports No. 269.
8. EPA and NIEHS (n.d.) **NIEHS/EPA Children's Environmental Health and Disease Prevention Research Centers: Impact Report**. United States Environmental Protection Agency & National Institute of Environmental Health Sciences. EPA/600/R-17/407.

## Weitere Inspirationen für Ihr Schulbauprojekt

- **Fallbeispiel: Schule Erlev: Prachtvolle Holzschule ist Dänemarks beste**
- **Artikel: Bessere Schulgebäude nach Corona**
- **Fallbeispiel: Vrå Schule und Kindergarten ist Schulbau des Jahres 2022**
- **Inspiration: Dunkle Decken sorgen für Ruhe und Intimität**
- **Inspiration: Akustiklösungen für zertifizierte Gebäude**
- **Inspiration: Alle unsere Magazine und Broschüren zu Akustiklösungen ansehen**
- **Inspiration: Bericht über die gesunden Schulen der Zukunft**
- **Inspiration: Alle Fallstudien zu Schulen mit Troldekt ansehen**
- **Melden Sie sich für unseren Newsletter an und lassen Sie sich kontinuierlich inspirieren**
- **Immer für Sie da: Kontaktieren Sie unsere Vertriebsabteilung und unseren technischen Support**

