

Neu Technologien und Materialien bei der Erhaltung und Wiederherstellung alter Gebäude. Reichsbahngebäude in Magdeburg.

Prof. Dipl.-Ing. Michael V. Sprysch, SPI Braunschweig / FH Hildesheim

www.sprysch.de / www.fh-hildesheim.de

1. Zusammenhänge FKK (Form-Funktion, Kontext, Konstruktion)
2. Zustand des Gebäudes und Sanierungsmassnahmen
3. Gestaltung und Konstruktion
4. Bauphysikalische Anforderungen

Das Ziel aller Bemühungen der Architekten und Ingenieure sollte heute die Suche nach innovativen Entwicklungen für Konstruktionen sein, mit dem Ziel die Wirtschaftlichkeit zu verbessern und Material sowie Energie einzusparen. Rohstoffe stehen nur begrenzt zur Verfügung und zu viel verbrauchte Materialien belasten zusätzlich die Umwelt.

1. Architektur ist immer ein Spiegel der technischen Möglichkeiten, die eine Epoche zu bieten hat. Jedes Zeitalter hat Bauten hervorgebracht, die mit den zu der Zeit vorhandenen Technologien und Materialien möglich waren. Nur durch fortschreitende Entwicklungen neuer Baustoffe und Technologien ist ein Fortschritt in der Architektur möglich.

„Ohne Tragwerk kann stoffliche Form überhaupt nicht bestehen, und ohne Erhalt der Form kann der innere Organismus nicht funktionieren. Daher: Ohne stoffliches Tragwerk kein Organismus, belebt oder unbelebt“. Obwohl bloßes Tragwerk allein noch keine Architektur ausmacht, so macht es doch Architektur erst möglich.

Das XX Jh. hat viele Möglichkeiten hervorgebracht durch neue Materialien und Technologien die Architektur zu beeinflussen. Die Industrie ist auf die Wünsche der Architekten und Planer eingegangen und hat neue und bessere Baustoffe entwickelt.

In diesem Zusammenhang sind Materialien erfunden worden, die insbesondere unter dem Aspekt der Umweltfreundlichkeit entwickelt wurden. Es sind Baustoffe und Konstruktionen die der ganzzeitlichen Betrachtung des Energieverbrauchs unterliegen. Die Untersuchung der Umweltfreundlichkeit und des Energieverbrauchs wird nicht nur in Zusammenhang mit der Nutzung des Gebäudes durchgeführt sondern auch der Energieherstellungsaufwand und das Wiederverwerten der Baustoffe überprüft.

Wichtige Aspekte des Entwurfsprozesses sind die Nutzung der natürlichen klimatischen Eigenschaften und die Topografie des Kontextes. Durch passive und aktive Nutzung der Sonnenenergie werden wichtige Entscheidungen bezüglich der Form des Gebäudes getroffen. Wind und Höhenunterschiede des Geländers werden zu wichtigen Aspekten des Entwurfes.

Die umweltfreundlichste Lösung zur Deckung des Energiebedarfs eines Gebäudes ist die passive Solarenergienutzung. Hier wird insbesondere der Baustoff Glas in unterschiedlichen Variationen angewandt. Durch das Glas wird die Energie gefangen. Es muss noch dafür gesorgt werden, dass die Energie akkumuliert wird. Eine Möglichkeit hierfür in der Aktivierung der Masse der Konstruktion des Gebäudes, die für die Behaglichkeit des Innenraumes sorgen kann. Die Innenwände und Stahlbetondecken können passiv oder aktiv als „Wärmetauscher“ wirtschaftlich eingesetzt werden.



Die Probleme der Form, Konstruktion, der Wirtschaftlichkeit und des Kontextes können nur gemeinsam von Architekten, Tragwerksplanern (Statiker) und anderen Fachingenieuren gelöst werden.

Wie stark kann die Konstruktion die Architektur des Gebäudes beeinflussen und bestimmen?

In der Vergangenheit war die Kenntnis der sinnvollen Tragwerksform eine Erfahrungssache. Die Tragstruktur wurde untersucht und ausprobiert, bevor man sie baute. So kam man zu Konstruktionen mit einer solchen Perfektion und Leichtigkeit, die - wenn man sie mit heutigen Techniken und Berechnungsmethoden vergleichen würde zum Teil hätten längst einstürzen müssen. Das ist ein eindeutiger Beweis, dass bei der Lösung des Tragsystems nicht nur mathematische Theorien und

Maschinenteknik allein maßgebend sein können. Es darf nicht dazu kommen, dass die Tragwerke nur als absolute und unanfechtbare Normen und Formeln gebaut werden. Die Stärke einer gut gelösten Tragstruktur ist das Resultat einfacher Gedankengänge, wobei »einfach« nicht »primitiv« heißt.

Die richtige Formgebung des Bauwerkes mit Hilfe der Tragstruktur ist natürlich von großer architektonischer Bedeutung. Nicht nur im Hinblick auf seine äußere Erscheinung, sondern auch auf die ästhetische Wirkung des Innenraumes und die Zweckmäßigkeit der Form für die innere Nutzung. Eigenwillige Tragstrukturen, die dem natürlichen Kräfteverlauf widersprechen und vor allem solche, die im »nachhinein« entworfen worden sind, erschweren die spätere Bauausführung und verursachen in der Regel unnötige Kosten. Ingenieure sind zwar Leute, die beim heutigen Stand der Technik und Berechnungsmethoden fast jede Tragform, auch die Widersinnigste, verwirklichen können, jedoch sollten sie sich weigern, dies zu tun; denn letzten Endes werden nur die Formen, die dem natürlichen Kräfteverlauf folgen, zeitlos schön sein und im wahrsten Sinne des Wortes Bestand haben.

2. Eine Kenntnis diese Zusammenhänge sind bei der Wiederherstellung und Planung eines alten Gebäudes von großer Bedeutung. Jedes Bauwerk hat bestimmte Eigenschaften, konstruktive Vor- und Nachteile die man erkennen muß z.B. Ausrichtung, Baustoffe, Speichermasse, etc. um die Prioritäten neu zu definieren. Die Auseinandersetzung mit der alten Bausubstanz ist hier ein wichtiger Bereich der Entwurfsplanung.



Ansicht - Straße

Das ehemalige Reichsbahndirektionsgebäude (Elbehnhof) in der Materlikstraße 1-10 soll in ein modernes Verwaltungs- und Schulgebäude umgebaut werden. Die Erhaltung des Charmes der historischen Bausubstanz bei der Umnutzung und die Bewältigung des Kontrastes zwischen den alten und erforderlichen neuen Bauteilen wird hier als Hauptaspekt der architektonische Aufgabe verstanden. Die vier Gebäudeteile sind konstruktiv als einzelne Baukörper zu betrachten, d.h. daß der geplante Umbau auch entsprechend in vier Abschnitte unterteilt wird. Die tragende Konstruktion des Gebäudes mit seinen vier Unterteilungen besteht im wesentlichen aus einem Mauerwerksbau mit Holzbalkendecken.

Zur Überprüfung der Spannrichtung der Decken sowie zur Aufnahme der Abmessungen der tragenden Holzbalken wurden in jedem der oben beschriebenen Gebäudeteile einzelne Deckenfelder geöffnet. Der Zustand des Holzes ist abgesehen von den Balkenköpfen grundsätzlich als „gut“ zu bewerten. Die im Außenmauerwerk eingelassenen Balkenköpfe allerdings sind fast alle aufgrund der hohen Wasseraufnahme des Ziegelmauerwerks und der damit verbundenen wechselnden Durchfeuchtung des Holzes nicht mehr tragfähig.

Im Kellergeschoß sind Gewölbedecken sowie Kappendecken vorhanden die vollständig erhalten bleiben. An wenigen Stellen sind Deckendurchbrüche notwendig, die jedoch das konstruktive Gefüge nicht beeinträchtigen.



Deckenbauplan Entwurf, Februar 2002



Struktur der 'Winkel' Aufbau des 14000qm großen Kellergeschoß, September 2002

3. Die Wiederherstellung des historischen Elbehnhofes betrifft eines der letzten Gebäude des alten Magdeburg, das durch Kriegseinwirkungen und einen rigiden Nachkriegsstädtebau fast seine gesamte Altsubstanz im Innenstadtbereich verloren hat. Insofern ist der behutsame und sorgfältige Umgang mit diesem traditionsreichen Gebäude eine Verpflichtung gegenüber der Stadt wie auch die Chance, Magdeburg einen besonderen Ort in den Parkanlagen an der Elbe zu geben. Dieser von kulturellen Nutzungen geprägte Grüngürtel ist eine der besonderen Qualitäten von Magdeburg und erfährt durch die vorgesehene Nutzung eine Weiterentwicklung.

Das ehemalige Reichsbahndirektionsgebäude in der Materlikstraße (früher Fürstenwall) weist eine

bewegte Baugeschichte auf. Seit über 160 Jahren wird das Gebäude kontinuierlich umgebaut, erweitert und den jeweiligen Nutzungen angepaßt. Dies geschah zumeist, indem die schon vorhandene Substanz umgenutzt und angebaut bzw. aufgestockt wurde. Der vorgesehene Umbau schließt an diese Historie an. Die Altsubstanz wird fast komplett erhalten. Teile des Gebäudes werden wie bisher eine Verwaltungsnutzung erfahren, andere Teile werden für Schulungszwecke verwendet. Im 3. und partiell auch im 4.OG sind Gastronomie und Veranstaltungsräume sowie eine Kantine mit Küche vorgesehen.

Die einzigen wesentlichen Eingriffe in die Altbausubstanz stellt die Neukonstruktion des Daches sowie im Bereich des Einganges die Entfernung der Decken der Geschosse 0, +1,+3 auf jeweils etwa 60 m² zugunsten großzügiger Raumwirkungen dar. Grundsätzlich ist eine Erneuerung aller Fenster und Türelemente notwendig. Gemäß der Auflagen der Denkmalschutzbehörden wird eine weitmöglichst der Wirkung der Originalfassaden entsprechende Ausführung angestrebt.

Größere Eingriffe in die Fassade sind also lediglich im Bereich der neu zu schaffenden Saalbereiche im 3.OG (Dachgeschoss) durch die Ausbildung durchlaufender Fensterbänder im Eckbereich der neuen Dachkonstruktion vorgesehen. Diese fügen sich zwischen die risalitartigen Bauteile A und C harmonisch ein und vervollständigen das Gebäudeensemble.

Gemäß den heutigen Vorschriften des Brandschutzes werden die Decken, die bisher in Holz ausgeführt sind, bis zur Feuerwiderstandsklasse F90 ertüchtigt. Dies geschieht durch eine Verkleidung der Untersichten mit geeigneten Brandschutzmaterialien, sowie das Aufbringen eines Trockenestrichs auf die Decken. Die Treppenhäuser bleiben in Ihrer Lage erhalten, die Treppen selbst werden, soweit aus Holz gefertigt, durch unbrennbare Stahltreppen mit Stufen aus Blechwannen mit Estrichfüllung und nichtbrennbarem Naturstein oder keramischen Belägen ersetzt (Bauteil A und C).

Die aus Stahlbeton gefertigte Treppe in Bauteil D bleibt erhalten. Es ist grundsätzlich davon auszugehen, daß keinerlei Brandlast in den Treppenhäusern vorzufinden ist. Sämtliche Treppenhäuser werden mit neuen Absturzsicherungen ausgerüstet und als Fluchttreppenhäuser (Ausgänge ins Freie etc.) ausgebildet. Als aussteifende Wände dienen die vorhandenen außen und innen liegenden, massiven Hauptwandkonstruktionen. In Teilbereichen werden nichttragende, weitgehend aus Holz und Holzwerkstoffen bestehende Innenwände entfernt. Die entstehenden Flächen können durch Leichtbauwände flexibel unterteilt werden.

Der weitere Ausbau beschränkt sich auf die Erneuerung der Bodenbeläge, der weitgehenden Renovierung der Wandoberflächen im Inneren, dem Ersatz der Türen, der Versorgung mit Energie, Steuer- und Datentechnik sowie der bauphysikalischen Anpassung von Teilbereichen.

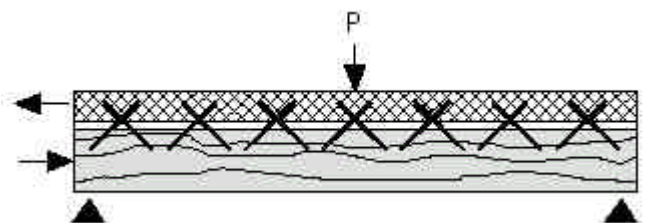
Die alten Holzbalken sind weitgehend in einem guten Zustand. Lediglich die Balkenköpfe weisen im Bereich der Außenwände teilweise Verrottungserscheinungen auf. Alle Balkenköpfe werden deshalb über seitliche Stahlprofile im Kopfbereich verstärkt.

Die Decke über dem 2. OG erfährt eine Nutzungsänderung. Die damit verbundenen höheren Anforderungen werden raumweise statisch nachgewiesen und die Balken gegebenenfalls ertüchtigt. Aufgrund dieses Umbaus des oberen Geschosses zu einem Veranstaltungsbereich wird die Decke über dem 3.OG entfernt und der jetzige Dachraum dem Geschoß hinzugefügt. Dies bedingt eine Neukonstruktion des Dachstuhles, der nach Absprache mit der Denkmalschutzbehörde im wesentlichen der jetzigen Kubatur entsprechend, aber in Stahl geplant ist.

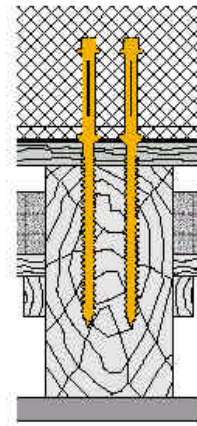
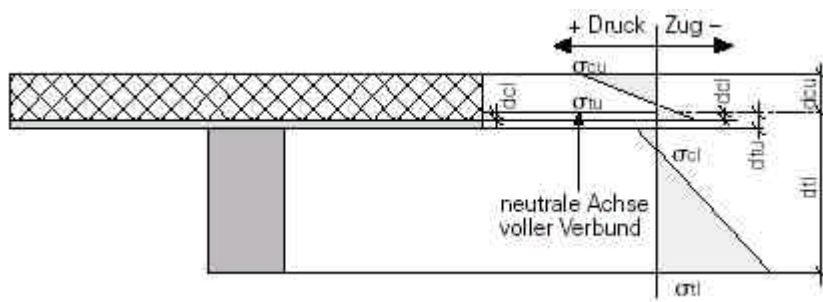
Ein in der Fassade oberhalb des bestehenden und neu auszubildenden Gesimses angeordnetes neues Lichtband dient der Steigerung der räumlichen Qualität im Inneren und zeigt in dezenter Weise nach Außen die Umnutzung des Gebäudes.



Verstärkung der Geschoßdecken.



Ein Konstruktionssystem, das den Schall- und Brandschutz verbessert und die Tragfähigkeit erhöht ist das SFS-System. Der Holz-Beton-Verbund ist eine Bauweise, bei der eine relativ dünne Betonplatte, ab 6 cm Stärke, mit einem Holzträger schubfest verbunden wird. Der Holzbalken nimmt dabei die Zugkräfte auf, während der Beton als Druckplatte wirkt. Dadurch wird die Durchbiegung der Deckenkonstruktion reduziert und gleichzeitig die Tragfähigkeit massiv erhöht. Maßgebender Bestandteil der Holz-Beton-Verbunddecke ist das Verbindungselement zwischen Holz und Beton. Damit werden die Vorteile der Verbundwirkung, geringe Durchbiegungen und geringe Spannungen in Holz und Beton, sichergestellt.



Spannungsverteilung beim elastischen Verbund:

s_{cu} : Betondruckspannung oben

s_{cl} : Betonzugspannung unten

s_{tu} : Holzdrukspannung oben

s_{tl} : Holzzugspannung unten

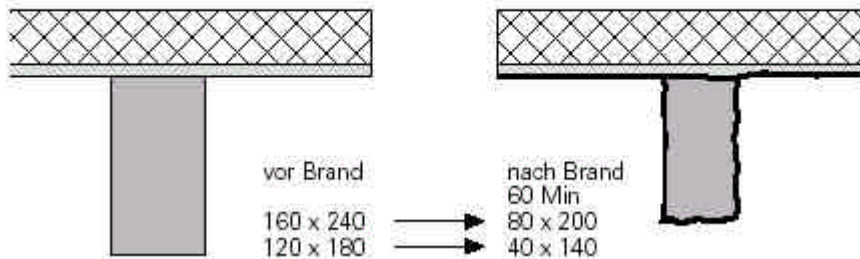
d_{cu} : Distanz zwischen OK Betonplatte – neutrale Achse voller Verbund

d_{cl} : Distanz zwischen UK Betonplatte – neutrale Achse voller Verbund

d_{tu} : Distanz zwischen OK Holzbalken – neutrale Achse voller Verbund

d_{tl} : Distanz zwischen UK Holzbalken – neutrale Achse voller Verbund

Holzquerschnitt nach 60 Min. bei Abstand 40 mm/h



Holz-Beton-Verbundtragwerke im Brandfall.

Die Reduktion der Traglast ist naturgemäß bei Trägern mit geringerem Querschnitt größer als bei Trägern mit grossem Querschnitt.

4. Zur Verbesserung der Wärmedämmung von Außenwänden wurde hier ein Dämmputz-System aus mehreren, technisch aufeinander abgestimmten Putzlagen angewandt. Sie setzen sich üblicherweise zusammen aus einem 20 bis 100 mm dicken Unterputz – dem eigentlichen Wärmedämmputz – und einem etwa 10 mm dicken Oberputz, der vor allem schützende Funktionen übernimmt, gleichzeitig aber auch der Gestaltung dient. Der Unterputz ist ähnlich wie ein herkömmlicher mineralischer Putz aufgebaut: als Bindemittel werden hydraulischer Kalk und Zement, Zusätze zur Verbesserung der Verarbeitbarkeit (Luftporenbildner) sowie Hydrophobierungsmittel verwendet.

Anstelle des Zuschlages Sand, mit dichtem Gefüge, treten jedoch entweder organische Zuschläge (expandiertes Polystyrol- EPS) oder mineralische Zuschläge (Blähton, Bims, Perlite...) auf. Je leichter ein Baustoff ist, um so besser sind die Wärmedämmeigenschaften.

Da bei diesem Gebäude die historische Fassade erhalten werden soll, ist die Dicke des Putzes auf die Vorsprünge der Außenwand abgestimmt. So wird hier die Gesamtdicke des Wärmedämmputzes auf 50 mm festgelegt.

Es handelt sich hier um ein Bestandschutz, so daß die Anforderungen an die WD geringer ausfallen kann. Die dicken Außenwände (40 bis 80 cm) aus gebrannten Ziegeln in Kombination mit dem Wärmedämmputz bieten eine optimale Lösung für die Außenhaut. Bei Sanierungsmaßnahmen an Altbauten stehen in Hinblick auf die Energieeinsparung auch der Austausch alter Fenster gegen neue – wesentlich dichtere im Vordergrund. Diese Maßnahme muß zusammen mit der Überprüfung der übrigen Außenbauteile bezüglich eventuell auftretender Tauwasserschäden durchgeführt werden.

Die Lüftung der Räume kann dann nur noch durch gezielte Lüftungsmaßnahmen (mehrere Stoßlüftungen am Tage) erreicht werden. Im diesem Zusammenhang ist auch noch die Fähigkeit der Feuchtespeicherung von raumumschließenden Bauteilen wichtig. Die dicken Wände haben hier einen positiven Einfluss.

Die Gefahr der Schimmelpilzbildung droht, wenn an der inneren Bauteiloberfläche Feuchtigkeit vorhanden ist. Nach neueren Untersuchungen genügt es bereits, wenn über einen Zeitraum von 6 Stunden an 5 aufeinanderfolgenden Tagen die relative Luftfeuchte an den Bauteiloberflächen mehr als 80% beträgt, damit es zu einem Schimmelpilzwachstum kommen kann. Daher ist als zulässig zu betrachtende Oberflächentemperatur eine Temperatur von $\approx 12,6^\circ \text{C}$ statt bisher $9,3^\circ \text{C}$ anzusetzen. Hier wird eine gleichmäßige und ausreichende Belüftung der Räume sowie eine weitgehende ungehinderte Luftzirkulation an den Außenwandoberflächen vorausgesetzt.

Einen besonderen Stellenwert in der Betrachtung haben die Bereiche der Deckenanschlüsse. Hier müssen konstruktive Maßnahmen getroffen werden die Balkenköpfe der Deckenkonstruktion vor Feuchte zu schützen.

Der Schallschutz der Deckenkonstruktion kann mit einer Verbundkonstruktion deutlich verbessert werden. Durch die zusätzliche Masse des Aufbetons wird der Luftschall positiv beeinflusst. Auch die Trittschalldämmung ist hier mit Hilfe des Fußbodenaufbau besser zu bewerten.

Deckenaufbau Gebäudeart	$L'_{nT,w}$ [dB]	TSM [dB]	$D_{nT,w}$ [dB]	R' _w [dB]
<ul style="list-style-type: none"> Holzriemen Lattung auf Filz Stahl-Beton 80 bis 100 mm Plastikfolie Schalung Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	51	11	55	56
<ul style="list-style-type: none"> Teppich (geklebt) Unterlagsboden 60 mm Isolierk 5 mm Stahl-Beton 80 bis 100 mm Plastikfolie Schalung Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	32	30	---	---
<ul style="list-style-type: none"> Teppich Semperfl. 5 mm Spanplatte 40 mm Trittschallschutz 15 mm Stahl-Beton 80 bis 140 mm Plastikfolie Füllung Holzleiste 18 mm Gipsbocke 40 mm Gipskarton 12,5 mm Grand-Hotel, Altbausanierung, Aussenwände aus Bruchstein	30	32	57	58
<ul style="list-style-type: none"> Teppich Spanplatte 30 mm Isolierung 30 mm Stahl-Beton 80 bis 100 mm Plastikfolie Schalung Gipskartonplatte Grand-Hotel, Altbausanierung, Aussenwände aus Bruchstein	30	32	59	60
<ul style="list-style-type: none"> Teppich (geklebt) Stahl-Beton 80 bis 100 mm Plastikfolie Schalung Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	41	21	43	44

Deckenaufbau Gebäudeart	$L'_{nT,w}$ [dB]	TSM [dB]	$D_{nT,w}$ [dB]	R' _w [dB]
<ul style="list-style-type: none"> Teppich Stahl-Beton 100 mm PVC-Folie Holzschalung 20 mm Holzbohlen 180 x 120 mm Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	43	44 (+19)	49	51
<ul style="list-style-type: none"> PVC-Belag Stahl-Beton 100 mm PVC-Folie Holzschalung 20 mm Holzbohlen 180 x 120 mm Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	70	69 (-8)	46	49
<ul style="list-style-type: none"> Teppich Zement-Unterlagsboden 70 mm Mineralwolleplatte 40 mm Stahl-Beton 80 mm 2 Lagen Baufolie Holzschalung 20 mm Holzbohlen 180 x 120 mm Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	46	50 (+13)	54	55
<ul style="list-style-type: none"> Teppich Zement-Unterlagsboden 70 mm Mineralwolleplatte 40 mm Stahl-Beton 80 mm 2 Lagen Baufolie Holzschalung 20 mm Holzbohlen 180 x 120 mm Wohnhaus, Neubau, Massivbauweise	---	---	53	51
<ul style="list-style-type: none"> Eichenparkett 22 mm Zement-Unterlagsboden 70 mm Trittschallplatte 20/18 mm Stahl-Beton 80 mm Holzschalung 20 mm Sand/Kies ca. 30 mm Schraubboden Holzbohlen 200 x 200 mm Hotel und Restaurant, Aussenwand Bruchsteinmauerwerk	47	53 (+10)	61	59

Die Werte $L'_{nT,w}$ und $D_{nT,w}$ wurden aus den Messwerten TSM und R'_w errechnet. Sie gelten für übliche Wohnraumabmessungen (Grundfläche 4,0 x 5,0 = 20 m², Raumhöhe 2,35 m). Gemäss SIA 181 «Schallschutz im Hochbau» resultieren daraus folgende Raumkorrekturfaktoren: B = 1,0 dB, C = 1,0 dB

$L'_{nT,w}$: Bewerteter Standard-Trittschallpegel: $L'_{nT,w} = 63 \text{ dB} - \text{TSM} - B$.

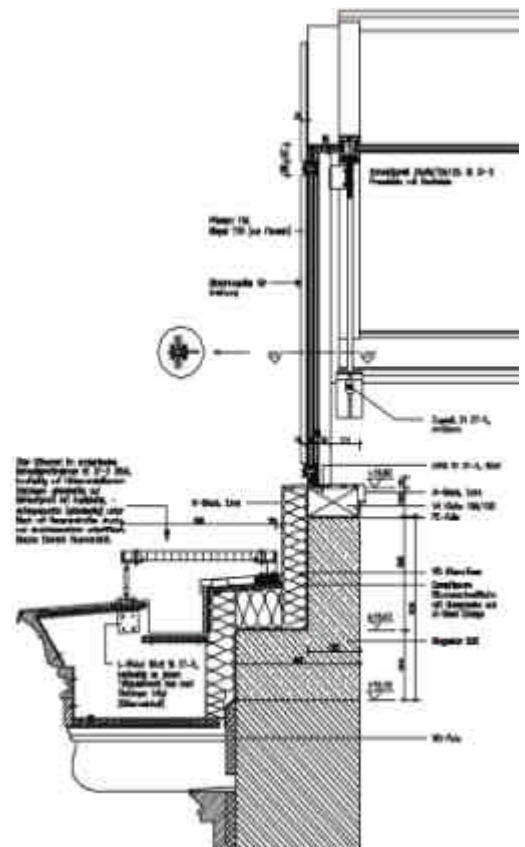
TSM : Trittschallschutzmass gemessen.

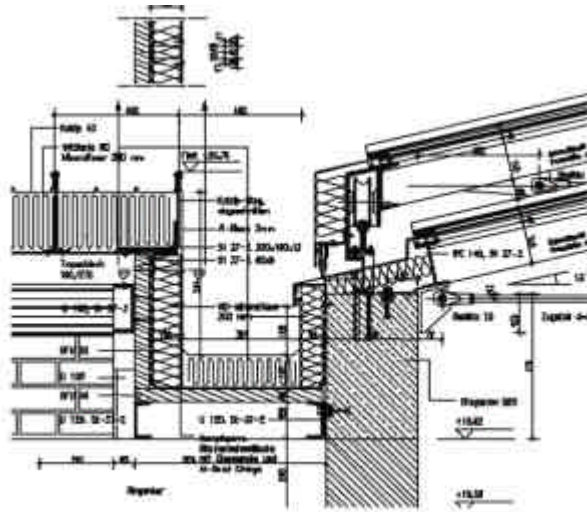
$D_{nT,w}$: Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz: $D_{nT,w} = R'_{w} - C$.

R'_w : Bewertetes Schalldämm-Mass gemessen.

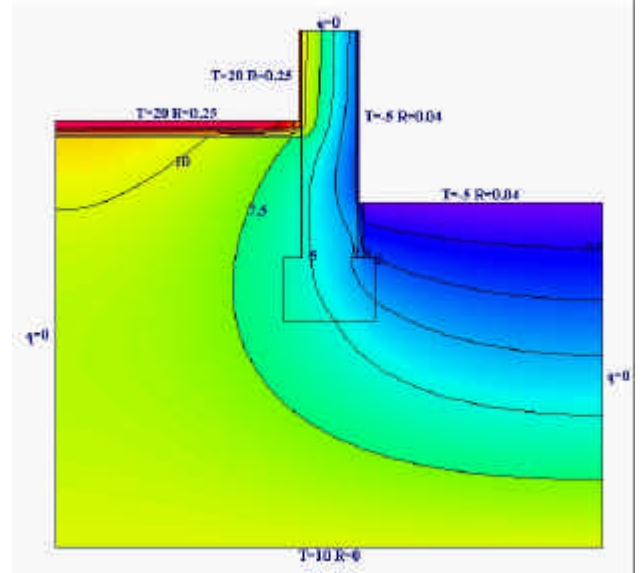


Ausbildung „Holzkranzgesims“





Traufe-Cabriodach



Temperaturverlauf EG (Wärmebrückenuntersuchung)